

国内外における最新の情報通信技術の研究開発及び
デジタル活用の動向に関する調査研究の請負
成果報告書

2022（令和4）年3月

総務省情報流通行政局情報通信政策課情報通信経済室

（委託先：株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所）

目次

1. 調査研究の概要.....	1
1.1. 背景.....	1
1.2. 目的.....	1
1.3. 実施期間.....	1
1.4. 実施体制.....	2
2. 調査研究手法.....	3
2.1. 国内外における最新の情報通信技術の研究開発等動向の調査（調査1）.....	4
2.1.1. 情報通信分野における主要国の政策動向.....	5
2.1.2. 情報通信分野における国際情勢の動向.....	5
2.1.3. 情報通信技術の研究開発及び社会実装に関する動向.....	6
2.1.4. 最新の情報通信技術の課題・展望.....	10
2.2. 国内外におけるデジタル活用の動向等の調査（調査2）.....	11
2.2.1. デジタル活用が社会や経済にもたらすものに関する概観整理.....	11
2.2.2. 国民生活におけるデジタル活用の動向.....	12
2.2.3. 企業活動におけるデジタル活用の動向.....	13
2.2.4. 公的分野におけるデジタル活用の動向.....	16
2.3. アンケート（調査3）.....	18
2.4. 外部有識者へのヒアリング（調査4）.....	27
3. 調査研究結果.....	28
3.1. 国内外における最新の情報通信技術の研究開発等動向の調査.....	28
3.1.1. 情報通信分野における主要国の政策動向.....	28
3.1.2. 情報通信分野における国際情勢の動向.....	39
3.1.3. 情報通信技術の研究開発及び社会実装に関する動向.....	43
3.1.4. 最新の情報通信技術に関する課題・展望.....	134
3.2. 国内外におけるデジタル活用の動向等の調査.....	146
3.2.1. 国民生活におけるデジタル活用の動向.....	146
3.2.2. 企業活動におけるデジタル活用の動向.....	284
3.2.3. 公的分野におけるデジタル活用の動向.....	348
4. 参考文献一覧.....	379
4.1. 参考文献一覧.....	379
4.2. アンケート集計結果.....	381

図表一覧

図表 1-1	本調査研究の実施体制	2
図表 2-1	仕様書上の調査項目と本報告書における対応箇所	3
図表 2-2	調査 1 全体の流れ	4
図表 2-3	経済安全保障確保の取り組みの動向調査における調査対象国	5
図表 2-4	グリーン化に関する国際的な取り組みの動向調査における調査対象国.....	6
図表 2-5	調査対象技術の選定にあたり参照した文書	7
図表 2-6	先端技術の研究開発動向調査における調査対象技術と調査観点	7
図表 2-7	主要国における研究開発費総額（名目額）の推移	8
図表 2-8	被引用数トップ 10% CS 論文数（自己引用を除く）の推移.....	8
図表 2-9	海外における先端技術の研究開発調査対象	8
図表 2-10	先端技術の研究開発動向調査における調査対象技術と調査観点.....	9
図表 2-11	海外における先端技術の社会実装調査対象	10
図表 2-12	調査 2 の全体像	11
図表 2-13	一般国民向けアンケートの調査の設計において参照した文献一覧.....	12
図表 2-14	国民生活のデジタル化に対する意識調査の項目	13
図表 2-15	デジタル活用による経済的・社会的影響における調査項目	13
図表 2-16	デジタル化のタイプとその要素種別の全体像.....	14
図表 2-17	企業向けアンケート調査の設計で参考とした文献一覧	15
図表 2-18	国内外のデジタル技術の適用状況における調査項目	15
図表 2-19	国内外のデジタル化の推進に向けた人材の動向と組織の取組における調査項目	15
図表 2-20	デジタル活用による経済的・社会的影響における調査項目	16
図表 2-21	公的分野におけるデジタル活用の動向調査における調査観点	17
図表 2-22	海外におけるデジタル・ガバメントの動向調査対象とする国・地域等	17
図表 2-23	アンケート回収結果（国民）	18
図表 2-24	質問事項（国民）	18
図表 2-25	アンケート回答者の男女比率	20
図表 2-26	アンケート回答者の年齢比率	21
図表 2-27	アンケート回答者の居住地域特性	21
図表 2-28	アンケート回答者の世帯年収比率	22
図表 2-29	アンケート回収結果（企業）	22
図表 2-30	質問事項（企業）	23
図表 2-31	回答企業の業種グループ	24
図表 2-32	回答企業の規模	25
図表 2-33	回答企業の規模（大企業・中小企業）	25
図表 2-34	回答者の役職	26
図表 2-35	回答者の所属部署	26

図表 2-36	外部有識者ヒアリング実施対象（実施日順）	27
図表 3-1	統合イノベーション戦略 2021 の概要	29
図表 3-2	Horizon Europe の構造	32
図表 3-3	社会的課題群「デジタル・産業・宇宙」の 2021～2022 年公募内容	33
図表 3-4	デジタル・コンパス 2030 の具体的な数値目標	34
図表 3-5	デジタル・ヨーロッパプログラム詳細	35
図表 3-6	各国の政策の予算規模	38
図表 3-7	経済安全保障推進法の柱	39
図表 3-8	半導体・情報通信分野に関する主な今後の取り組み	42
図表 3-9	Beyond 5G 実現時のユースケース	44
図表 3-10	移動通信トラヒックの推移	46
図表 3-11	2030 年までの移動通信トラヒック予測例	46
図表 3-12	5G 標準必須特許の保有状況（推定保有数）	47
図表 3-13	Beyond 5G 推進コンソーシアムの各委員会における主な活動内容	47
図表 3-14	Beyond 5G 研究開発促進事業の各プログラムにおける主な研究開発課題	49
図表 3-15	ポスト 5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業における研究開発内容のイメージ	50
図表 3-16	空間多重光ネットワーク技術の構想図	51
図表 3-17	テラヘルツ帯のチャネルモデル及びアプリケーションの研究開発シナリオ	52
図表 3-18	超高速・大容量・超低消費電力の通信に資する高機能材料の研究概略図	53
図表 3-19	超知性コンピューティングアーキテクチャの研究	54
図表 3-20	超高速光リンク技術研究概要図	55
図表 3-21	Beyond 5G に向けた各国の取組	56
図表 3-22	量子の性質を利用した研究テーマ・領域	60
図表 3-23	「量子技術イノベーション戦略」における主要技術領域	60
図表 3-24	量子ネットワークのユースケース例	61
図表 3-25	量子技術イノベーション創出に向けた重点推進項目	63
図表 3-26	量子技術イノベーション戦略における 5 つの戦略	63
図表 3-27	量子技術イノベーション戦略関係予算	64
図表 3-28	技術ロードマップの例（量子通信・暗号リンク技術）	65
図表 3-29	量子技術イノベーション戦略フォローアップ 2020 における各戦略の進捗と予定	66
図表 3-30	量子技術イノベーション拠点	67
図表 3-31	「量子暗号通信網構築のための研究開発」一覧	67
図表 3-32	「量子暗号通信網構築のための研究開発」概要	68
図表 3-33	戦略的イノベーション創造プログラム	69
図表 3-34	量子 ICT 人材育成プログラム「NQC」	69
図表 3-35	Q-LEAP 人材育成プログラム 開発課題	70
図表 3-36	PRISM「量子技術領域」	71
図表 3-37	グローバル量子暗号通信網構築のための研究開発	72

図表 3-38	グローバル量子暗号通信網構築のための衛星量子暗号技術の研究開発.....	73
図表 3-39	共同検証のシステムの概要.....	74
図表 3-40	主要国の量子技術政策.....	75
図表 3-41	量子技術分野における論文出版数.....	76
図表 3-42	量子技術分野における特許出願数.....	77
図表 3-43	量子情報科学に係る米国の主な動向.....	78
図表 3-44	Digital Europe Program.....	80
図表 3-45	実証実験・ネットワーク化の現在の取り組み.....	83
図表 3-46	生体認証システムへの適用.....	84
図表 3-47	ICU における勧告作成状況.....	85
図表 3-48	協議会の運営体制.....	86
図表 3-49	ゲノム解析データ分散保管実証実験の概要.....	87
図表 3-50	通信トラヒックと ICT 分野のエネルギー消費の動向.....	91
図表 3-51	情報通信技術の研究開発に係る提案の公募.....	92
図表 3-52	革新的 AI ネットワーク統合基盤技術.....	93
図表 3-53	研究開発の全体像.....	94
図表 3-54	IOWN 構想の機能構成イメージ.....	95
図表 3-55	AI を活用したネットワーク技術に関する国際的な動向.....	95
図表 3-56	ONAP 概要.....	96
図表 3-57	Autonomous networks levels.....	97
図表 3-58	協調型自律ネットワークの研究開発が実現される世界のイメージ.....	98
図表 3-59	各 WG の作業範囲.....	99
図表 3-60	移動通信衛星の種類と概要.....	102
図表 3-61	小型衛星のミッションタイプの動向.....	104
図表 3-62	運用者ごとの商用小型衛星基数の動向.....	105
図表 3-63	国別の小型衛星打ち上げ数.....	105
図表 3-64	宇宙関係政策への予算額推移.....	106
図表 3-65	各省庁の宇宙関係予算.....	106
図表 3-66	政府における宇宙開発利用推進体制.....	107
図表 3-67	宇宙基本計画工程表（令和 3 年度改訂）.....	108
図表 3-68	宇宙開発利用加速化戦略プログラムのスキーム.....	109
図表 3-69	衛星量子暗号技術の研究開発.....	110
図表 3-70	光ファイダリンクに関する研究開発.....	111
図表 3-71	低軌道衛星を利用したモバイルネットワークアーキテクチャのイメージ.....	112
図表 3-72	米 Aerospace Corporation による光通信技術を用いた小型衛星の研究開発.....	113
図表 3-73	NASA による光データ中継システムの研究開発.....	114
図表 3-74	欧州宇宙機関によるデータ中継衛星の研究開発.....	115
図表 3-75	脳情報通信技術の基本.....	119

図表 3-76	脳情報通信技術の応用例.....	120
図表 3-77	世界の半導体市場と主要なプレーヤー.....	127
図表 3-78	世界の用途別電力需要.....	128
図表 3-79	パワーデバイス（トランジスタ）の実用化状況.....	129
図表 3-80	次世代省エネ型デバイス関連技術の開発・実証事業.....	129
図表 3-81	ベンチャーキャピタル投資の国際比較.....	134
図表 3-82	主要国等の研究者1人当たり研究費の推移.....	135
図表 3-83	主要国における企業部門の研究開発費の推移.....	136
図表 3-84	主要国における大学部門の研究開発費の推移.....	136
図表 3-85	5G/Beyond5Gに関する諸外国の政府研究開発投資額.....	139
図表 3-86	量子技術イノベーション戦略の見直しの方向性 中間取りまとめ概要（案）.....	140
図表 3-87	目指すべき自動化レベル.....	141
図表 3-88	ニューロテクノロジー関連スタートアップの企業数.....	144
図表 3-89	SiC 材料分野の特許出願数推移.....	145
図表 3-90	日本におけるデジタル利活用状況.....	147
図表 3-91	日本における年齢別デジタル利用状況.....	147
図表 3-92	日本における世帯年収別デジタル利用状況.....	148
図表 3-93	日本と諸外国におけるデジタル利用状況.....	149
図表 3-94	デジタル活用が困難である理由（テレワークの実施）.....	150
図表 3-95	日本におけるデジタル利活用に対する期待.....	151
図表 3-96	日本におけるデジタル活用に対する不安.....	152
図表 3-97	日本における世帯年収別デジタル活用への期待.....	152
図表 3-98	日本における世帯年収別デジタル活用への不安.....	154
図表 3-99	日本における年齢別デジタル活用への期待.....	156
図表 3-100	日本における年齢別デジタル活用への不安.....	158
図表 3-101	日本と諸外国におけるデジタル活用への期待.....	160
図表 3-102	日本と諸外国におけるデジタル活用への不安.....	162
図表 3-103	日本におけるデジタル利活用状況.....	164
図表 3-104	日本における年齢別デジタル利用状況.....	164
図表 3-105	日本における世帯年収別デジタル利用状況.....	165
図表 3-106	日本と諸外国におけるデジタル利用状況.....	165
図表 3-107	デジタル活用が困難である理由.....	166
図表 3-108	日本におけるデジタル利活用に対する期待.....	167
図表 3-109	日本におけるデジタル活用に対する不安.....	167
図表 3-110	日本における世帯年収別デジタル活用への期待.....	168
図表 3-111	日本における世帯年収別デジタル活用への不安.....	170
図表 3-112	日本における年齢別デジタル活用への期待.....	171
図表 3-113	日本における年齢別デジタル活用への不安.....	173

図表 3-114	日本と諸外国におけるデジタル活用への期待.....	174
図表 3-115	日本と諸外国におけるデジタル活用への不安.....	176
図表 3-116	日本におけるデジタル利活用状況.....	177
図表 3-117	日本における年齢別デジタル利用状況.....	178
図表 3-118	日本における世帯年収別デジタル利用状況.....	179
図表 3-119	日本と諸外国におけるデジタル利用状況.....	181
図表 3-120	デジタル活用が困難である理由.....	183
図表 3-121	日本におけるデジタル利活用に対する期待.....	186
図表 3-122	日本におけるデジタル活用に対する不安.....	187
図表 3-123	日本における世帯年収別デジタル活用への期待.....	187
図表 3-124	日本における世帯年収別デジタル活用への不安.....	189
図表 3-125	日本における年齢別デジタル活用への期待.....	191
図表 3-126	日本における年齢別デジタル活用への不安.....	193
図表 3-127	日本と諸外国におけるデジタル活用への期待.....	195
図表 3-128	日本と諸外国におけるデジタル活用への不安.....	197
図表 3-129	日本におけるデジタル利活用状況.....	199
図表 3-130	日本における年齢別デジタル利用状況.....	199
図表 3-131	日本における世帯年収別デジタル利用状況.....	200
図表 3-132	日本と諸外国におけるデジタル利用状況の比較.....	200
図表 3-133	デジタル活用が困難である理由.....	201
図表 3-134	目的別に頻繁に利用するメディアについて.....	202
図表 3-135	いち早く世の中のできごとや動きを知るメディアの年齢別比較.....	203
図表 3-136	災害の情報を収集するメディアの年齢別比較.....	204
図表 3-137	日本におけるデジタル活用に対する期待.....	205
図表 3-138	日本におけるデジタル活用に対する不安.....	206
図表 3-139	日本における世帯年収別デジタル活用への期待.....	206
図表 3-140	日本における世帯年収別デジタル活用への不安.....	208
図表 3-141	日本における年齢別デジタル活用への期待.....	210
図表 3-142	日本における年齢別デジタル活用への不安.....	212
図表 3-143	日本と諸外国におけるデジタル活用への期待の比較.....	214
図表 3-144	日本と諸外国におけるデジタル活用への不安の比較.....	216
図表 3-145	日本におけるデジタル利活用状況.....	218
図表 3-146	日本における年齢別デジタル利用状況.....	219
図表 3-147	日本における世帯年収別デジタル利用状況.....	220
図表 3-148	日本と諸外国におけるデジタル利用状況の比較.....	222
図表 3-149	デジタル活用が困難である理由（電子行政サービス）.....	223
図表 3-150	日本におけるデジタル利活用に対する期待.....	224
図表 3-151	日本におけるデジタル活用に対する不安.....	225

図表 3-152	日本における世帯年収別デジタル活用への期待	225
図表 3-153	日本における世帯年収別デジタル活用への不安	227
図表 3-154	日本における年齢別デジタル活用への期待	229
図表 3-155	日本における年齢別デジタル活用への不安	231
図表 3-156	日本と諸外国におけるデジタル活用への期待.....	233
図表 3-157	日本と諸外国におけるデジタル活用への不安.....	235
図表 3-158	サービス利用におけるパーソナルデータ提供に対する考え方 (a)日本	238
図表 3-159	目的別パーソナルデータ提供意向	240
図表 3-160	世帯年収別パーソナルデータ提供意向.....	244
図表 3-161	年齢別パーソナルデータ提供意向 (a) 行政サービスに係るパーソナルデータ提供意向	250
図表 3-162	提供に当たって不安を感じるパーソナルデータ	256
図表 3-163	提供に当たって不安を感じるパーソナルデータ (前回調査)	257
図表 3-164	テレワーク関係府省連絡会議	259
図表 3-165	自動運転システムの市場化・サービス実現のシナリオ	260
図表 3-166	世帯年収別インターネット利用率.....	261
図表 3-167	インターネット利用率の推移	262
図表 3-168	地域別・企業規模別のテレワーク実施率	264
図表 3-169	テレワークによるデメリット	265
図表 3-170	テレワーク拡大後の家族と過ごす時間の変化と家族との時間の変化に対する意識調査	266
図表 3-171	新たな挑戦・取組状況	266
図表 3-172	地方移住への関心状況	267
図表 3-173	将来の進路希望の変化	268
図表 3-174	地方移住への関心理由 (東京圏在住で地方移住に関心がある人)	268
図表 3-175	転職を検討する際にリモートワーク・テレワークを実施しているかどうかは、応募の意向 に影響しますか (N=361)	269
図表 3-176	副業・兼業の推移	270
図表 3-177	ネットショッピング利用世帯の割合	271
図表 3-178	ジャーニー型消費行動とパルス型消費行動	271
図表 3-179	情報に対する意識	272
図表 3-180	日本の BtoC-EC 市場規模推移	273
図表 3-181	日本の物販系分野 BtoC-EC 市場規模推移.....	274
図表 3-182	世界の BtoC-EC 市場規模 (単位：兆 US ドル)	274
図表 3-183	日本の CtoC-EC 市場規模推移.....	275
図表 3-184	「Pick Up」(イオン)	276
図表 3-185	主な情報通信機器の保有状況 (世帯)	277
図表 3-186	主なソーシャルメディア系サービス/アプリ等の利用率 (全年代)	277
図表 3-187	疑義言説の件数	279

図表 3-188	今後求められる方針まとめ.....	279
図表 3-189	自治体サービスに対する住民ニーズ.....	280
図表 3-190	今後の行政サービスのイメージ.....	281
図表 3-191	LINE 公式アカウントを通じた個々の利用者に適した情報提供（福岡市）.....	282
図表 3-192	市川市 e-モニター制度のイメージ図.....	282
図表 3-193	デジタル庁の目指す官民共創のエコシステム（イメージ）.....	283
図表 3-194	公共サービスメッシュ等の検討における論点の全体構造（案）.....	283
図表 3-195	企業の IT 予算の増減.....	284
図表 3-196	企業の IT 予算の増加理由.....	285
図表 3-197	デジタル化（DX）の取組状況（日米比較）.....	286
図表 3-198	企業 IT 動向調査 2021 におけるデジタル化の実施レベル.....	286
図表 3-199	商品・サービスのデジタル化の実施レベル.....	287
図表 3-200	プロセスのデジタル化の実施レベル.....	287
図表 3-201	デジタル化の方針や戦略の開示範囲.....	288
図表 3-202	デジタル化の方針や戦略の開示範囲（企業規模別）.....	288
図表 3-203	デジタル化を推進する専門組織の設置状況（2021 年調査）.....	289
図表 3-204	デジタル化を推進する専門組織の設置状況（2022 年調査）.....	290
図表 3-205	デジタル化を推進する専門組織の設置状況（企業規模別：日本）.....	290
図表 3-206	商品・サービスのデジタル化の推進組織設置理由.....	291
図表 3-207	プロセスのデジタル化の推進組織設置理由.....	291
図表 3-208	IT 投資で解決したい短期的な経営課題.....	292
図表 3-209	IT 投資で解決したい中長期的な経営課題.....	293
図表 3-210	デジタル化の目的（中小企業）.....	293
図表 3-211	デジタル化の目的.....	294
図表 3-212	業務プロセスのデジタル化の適用範囲.....	294
図表 3-213	CX・顧客の体験価値向上のデジタル化の適用範囲.....	295
図表 3-214	プロダクト・サービスのデジタル化の適用範囲.....	295
図表 3-215	日本企業がデジタル化で活用する技術・手法.....	296
図表 3-216	業務プロセスのデジタル化で活用する技術・手法.....	297
図表 3-217	業務プロセスのデジタル化で活用する技術・手法（企業規模別：日本）.....	298
図表 3-218	CX・顧客の体験価値向上のデジタル化で活用する技術・手法.....	299
図表 3-219	CX・顧客の体験価値向上のデジタル化で活用する技術・手法（企業規模別：日本）... ..	300
図表 3-220	プロダクト・サービスのデジタル化で活用する技術・手法.....	301
図表 3-221	プロダクト・サービスのデジタル化で活用する技術・手法（企業規模別：日本）.....	302
図表 3-222	目的を把握したうえでのデータ収集.....	303
図表 3-223	データ活用の取組状況.....	303
図表 3-224	業務プロセスのデジタル化で活用するデータ.....	304
図表 3-225	業務プロセスのデジタル化で活用するデータ（企業規模別：日本）.....	304

図表 3-226	CX・顧客の体験価値向上のデジタル化で活用するデータ	305
図表 3-227	CX・顧客の体験価値向上のデジタル化で活用するデータ（企業規模別：日本）	305
図表 3-228	プロダクト・サービスのデジタル化で活用するデータ	306
図表 3-229	プロダクト・サービスのデジタル化で活用するデータ（企業規模別：日本）	306
図表 3-230	DX 取組の効果	307
図表 3-231	DX に取り組むことによる具体的な効果	307
図表 3-232	新規ビジネス創出を目的としたデジタル化の効果	308
図表 3-233	生産性向上を目的としたデジタル化の効果	308
図表 3-234	データ分析・活用を目的としたデジタル化の効果	309
図表 3-235	商品・サービスの差別化を目的としたデジタル化の効果	309
図表 3-236	顧客体験の創造・向上を目的としたデジタル化の効果	310
図表 3-237	DX の取組を進めるにあたっての課題	311
図表 3-238	デジタル化に関する現在認識している、もしくは今後想定される課題や障壁	312
図表 3-239	保有するデジタル人材（CIO や CDO などのデジタル化の主導者）	313
図表 3-240	保有するデジタル人材（CIO や CDO などのデジタル化の主導者（日本：企業規模別）	313
図表 3-241	保有するデジタル人材（新たなビジネスの企画・立案者）	314
図表 3-242	保有するデジタル人材（新たなビジネスの企画・立案者（日本：企業規模別））	314
図表 3-243	保有するデジタル人材（デジタル技術に精通している者）	315
図表 3-244	保有するデジタル人材（デジタル技術に精通している者（日本：企業規模別））	315
図表 3-245	保有するデジタル人材（UI・UX に係るデザイナー）	316
図表 3-246	保有するデジタル人材（UI・UX に係るデザイナー（日本：企業規模別））	316
図表 3-247	保有するデジタル人材（AI・データ解析の専門家）	317
図表 3-248	保有するデジタル人材（AI・データ解析の専門家（日本：企業規模別））	317
図表 3-249	デジタル人材の不足状況（2021 調査）	318
図表 3-250	デジタル人材の不足状況（CIO や CDO などのデジタル化の主導者）	319
図表 3-251	デジタル人材の不足状況（新たなビジネスの企画・立案者）	319
図表 3-252	デジタル人材の不足状況（デジタル技術に精通している者）	320
図表 3-253	デジタル人材の不足状況（UI・UX に係るデザイナー）	320
図表 3-254	デジタル人材の不足状況（AI・データ解析の専門家）	320
図表 3-255	デジタル人材の不足理由（CIO や CDO などのデジタル化の主導者）	321
図表 3-256	デジタル人材の不足理由（新たなビジネスの企画・立案者）	322
図表 3-257	デジタル人材の不足理由（デジタル技術に精通している者）	322
図表 3-258	デジタル人材の不足理由（UI・UX に係るデザイナー）	323
図表 3-259	デジタル人材の不足理由（AI・データ解析の専門家）	323
図表 3-260	デジタル人材の確保・育成に関連した取組	324
図表 3-261	人材の量的確保に向けた取組（CIO や CDO などのデジタル化の主導者）	325
図表 3-262	人材の量的確保に向けた取組（CIO や CDO などのデジタル化の主導者（日本；企業規模	

別))	325
図表 3-263 人材の質的確保に向けた取組 (CIO や CDO などのデジタル化の主導者)	326
図表 3-264 人材の質的確保に向けた取組 (CIO や CDO などのデジタル化の主導者 (日本; 企業規模別))	326
図表 3-265 人材の量的確保に向けた取組 (新たなビジネスの企画・立案者)	327
図表 3-266 人材の量的確保に向けた取組 (新たなビジネスの企画・立案者 (日本; 企業規模別))	327
図表 3-267 人材の質的確保に向けた取組 (新たなビジネスの企画・立案者)	327
図表 3-268 人材の質的確保に向けた取組 (新たなビジネスの企画・立案者 (日本; 企業規模別))	328
図表 3-269 人材の量的確保に向けた取組 (デジタル技術に精通している者)	329
図表 3-270 人材の量的確保に向けた取組 (デジタル技術に精通している者 (日本; 企業規模別))	329
図表 3-271 人材の質的確保に向けた取組 (デジタル技術に精通している者)	329
図表 3-272 人材の質的確保に向けた取組 (デジタル技術に精通している者 (日本; 企業規模別))	330
図表 3-273 人材の量的確保に向けた取組 (UI・UX に係るデザイナー)	331
図表 3-274 人材の量的確保に向けた取組 (UI・UX に係るデザイナー (日本; 企業規模別))	331
図表 3-275 人材の質的確保に向けた取組 (UI・UX に係るデザイナー)	332
図表 3-276 人材の質的確保に向けた取組 (UI・UX に係るデザイナー (日本; 企業規模別))	332
図表 3-277 人材の量的確保に向けた取組 (AI・データ解析の専門家)	333
図表 3-278 人材の量的確保に向けた取組 (AI・データ解析の専門家 (日本; 企業規模別))	333
図表 3-279 人材の質的確保に向けた取組 (AI・データ解析の専門家)	334
図表 3-280 人材の質的確保に向けた取組 (AI・データ解析の専門家 (日本; 企業規模別))	334
図表 3-281 IT に見識がある役員の割合	335
図表 3-282 経営者・IT 部門・業務部門の協調	336
図表 3-283 デジタル化に関する現在認識している、もしくは今後想定される課題や障壁	337
図表 3-284 デジタル化 (DX) の取組の種類	338
図表 3-285 DX の取組内容と成果	339
図表 3-286 DX の取組内容と具体的な効果	340
図表 3-287 IT 人材が所属する企業 (2015 年)	341
図表 3-288 国内の IT 企業におけるデジタル人材の不足状況 (経年)	342
図表 3-289 国内の事業会社におけるデジタル人材の不足状況 (経年)	342
図表 3-290 各国 IT 人材の平均年収 (2016 年)	343
図表 3-291 各国の IT 人材と他産業の年収水準の差 (2016 年)	343
図表 3-292 先端 IT 従事者と先端 IT 非従事者の年収	344
図表 3-293 GDP/生産性の伸び悩みと ICT の関係を巡る議論の概要	345
図表 3-294 人工知能 (AI) 導入で想定される雇用への影響	346
図表 3-295 IT や AI 等を活用した省力化・合理化投資による効果について	347
図表 3-296 デジタル社会を形成するための基本原則	349
図表 3-297 デジタル改革関連 6 法の全体像	350
図表 3-298 デジタル社会の実現に向けた推進体制	351

図表 3-299	デジタル社会の実現に向けた重点計画の概要.....	352
図表 3-300	構造改革のためのデジタル原則.....	353
図表 3-301	包括的データ戦略の概要.....	354
図表 3-302	区分①として指定するベース・レジストリー一覧.....	355
図表 3-303	区分②として指定するベース・レジストリー一覧.....	355
図表 3-304	英国における国家データ戦略の概要	360
図表 3-305	国連（UNDESA）「世界電子政府ランキング」における日本の順位推移.....	362
図表 3-306	行政手続のオンライン利用率の国際比較	364
図表 3-307	ガバメントクラウド先行事業の位置づけ	367
図表 3-308	電子証明書のスマートフォン搭載実現に向けたスケジュール	368
図表 3-309	マイナンバーカード普及状況	368
図表 3-310	優先的にオンライン化を推進すべき手続のオンライン化状況（2020年3月末時点） ...	370
図表 3-311	行政手続のマイナポータルでの利用可能手続の状況（2021年3月末時点）	371
図表 3-312	地方自治体における AI・RPA の導入状況（AI 導入状況）	372
図表 3-313	地方自治体における AI・RPA の導入状況（RPA 導入状況）	373
図表 3-314	自治体におけるテレワーク導入状況	374
図表 3-315	ICT ユニットの概要.....	376
図表 3-316	Jアラートの概要.....	377
図表 3-317	Lアラート（災害情報共有システム）の概要	378
図表 4-1	参考文献一覧.....	379

1. 調査研究の概要

1.1. 背景

1990年代後半より、パソコン、インターネットや携帯電話などの情報通信技術が急速に普及する中、我が国では、高度情報通信ネットワーク社会形成基本法（IT 基本法）¹の制定以降、e-Japan 戦略²を始めとした様々な国家戦略等を掲げ、インフラ整備や ICT 利活用の推進等を通じてデジタル化を推進してきた。このような中、2020年初頭以降の新型コロナウイルス感染症の世界的な流行により社会・経済課題が深刻化したこと等から、社会全体のデジタル化に向けた取組はますます重要となっている。

デジタル化の推進に当たっては、プラットフォームの台頭等による利用者ニーズの変化、AI やビッグデータ等の技術革新の動向等、国内外の ICT を取り巻く動向を踏まえて、必要とされる取組、政策の方向性を検討することが求められる。

1.2. 目的

本調査研究では、このような背景を踏まえ、国内及び海外主要国における情報通信技術の研究開発及びデジタル活用の状況を調査・分析することで、今後の情報通信政策の企画・立案等に資することを目的とする。

1.3. 実施期間

2022年2月8日から、2022年3月31日までの期間にて実施した。

¹ 首相官邸「高度情報通信ネットワーク社会形成基本法」https://www.kantei.go.jp/jp/it/network/dai1/1siryou05_2.html

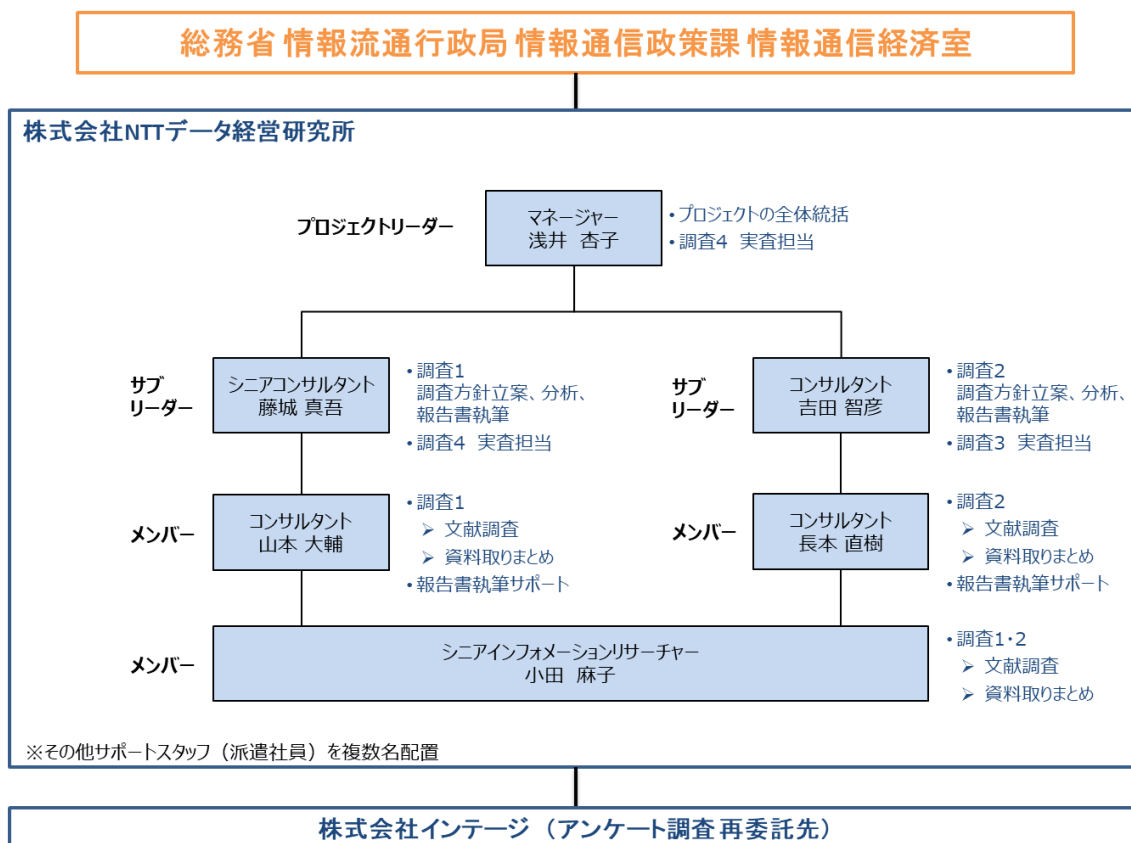
² 首相官邸（2001.1.22）「e-Japan 戦略」https://www.kantei.go.jp/jp/it/network/dai1/1siryou05_2.html

1.4. 実施体制

本調査研究は、株式会社 NTT データ経営研究所が実施し、アンケート調査の一部を株式会社インテージに再委託した。

実施体制を図表 1-1 に示す。

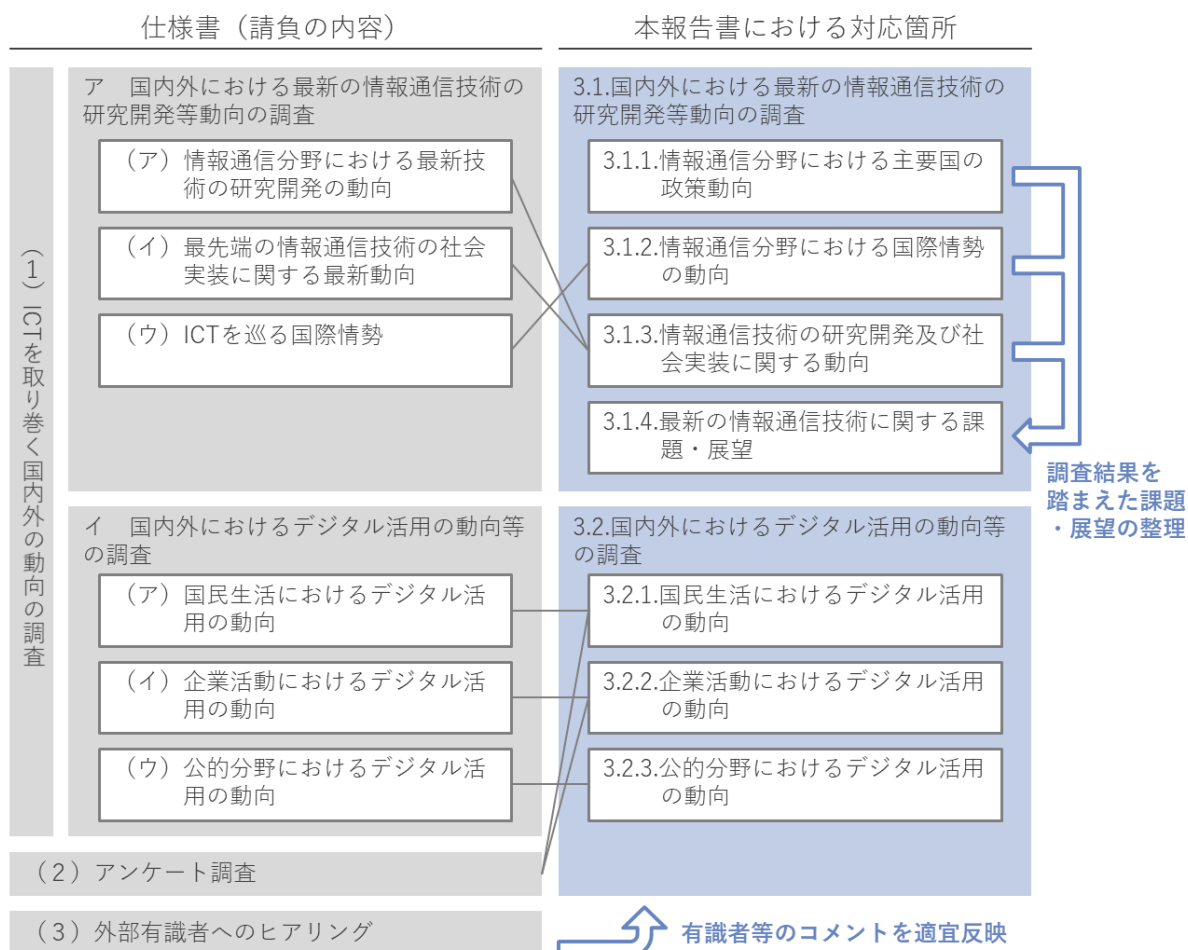
図表 1-1 本調査研究の実施体制



2. 調査研究手法

本調査は、仕様書「3. 請負の内容」に記載された調査項目に沿って実施した。調査結果は本報告書の「3. 調査研究結果」に示すが、読みやすさを考慮し、内容を一部再構成している。仕様書上の調査項目と本報告書における対応関係を図表 2-1 に示す。

図表 2-1 仕様書上の調査項目と本報告書における対応箇所

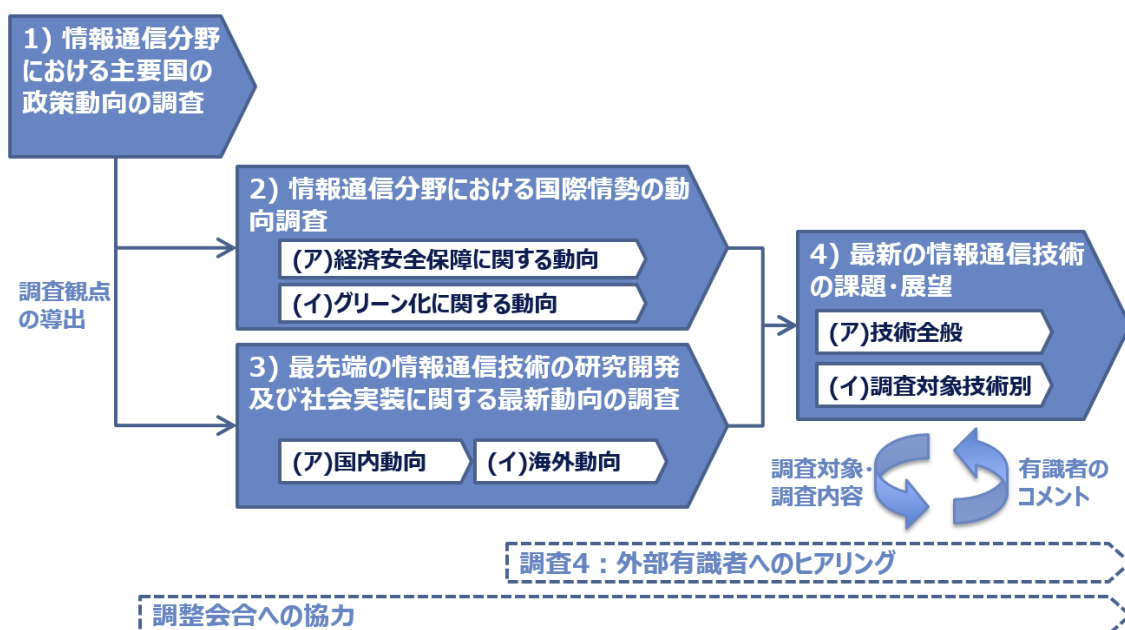


2.1. 国内外における最新の情報通信技術の研究開発等動向の調査（調査 1）

調査 1 では、1)情報通信分野における主要国の政策動向の調査にて各国（日本、米国、欧州、中国）の取り組み状況（政策概要、体制、予算など）を整理した。次に、2)情報通信分野における国際情勢の動向調査にて、経済安全保障とグリーン化に関する主要国の動向を調査し、3)最先端の情報通信技術の研究開発及び社会実装に関する最新動向の調査にて、国内外の最新動向を整理した。1) から 3) の調査結果をふまえた上で、4)最新の情報通信技術の課題・展望にて、技術全般の課題・展望と調査体調技術別の課題展望を整理した。

調査 1 の全体像を図表 2-2 に示す。

図表 2-2 調査 1 全体の流れ



2.1.1. 情報通信分野における主要国の政策動向

情報通信分野における最新技術の研究開発動向や社会実装の動向を調査するにあたり、調査観点を導出するための前提情報として、本章では我が国を含む主要国の情報通信分野における政策の動向について調査した。具体的には、調査対象国として選定した日本、米国、欧州（EU）、中国における情報通信分野の政策概要、政策の実施主体、政府支出の予算規模等について、最新状況を整理した。

2.1.2. 情報通信分野における国際情勢の動向

情報通信分野における国際情勢の調査にあたっては、競争と協調の 2 軸で調査を行う。まず、競争の観点として、(ア) 経済安全保障の確保に関する取り組みの動向を調査した。次に、協調の観点として(イ) グリーン化に関する国際的な取り組みの動向を調査した。

(1) 経済安全保障の確保に関する取り組みの動向調査

本調査においては、各国が経済安全保障を確保するために、各国がどのような取り組み（例：技術競争の背景、技術流出対策）を進めているかを調査した。

調査対象国を図表 2-3 に示す。

図表 2-3 経済安全保障確保の取り組みの動向調査における調査対象国

No.	調査対象国	概要/本調査におけるポイント
1	日本	<ul style="list-style-type: none">政府は 2022 年の通常国会に経済安全保障推進法案を提出するために、2021 年 11 月 19 日に「経済安全保障推進会議」の第 1 回会議を開催し、内閣官房に「経済安全保障法制準備室」を設定すること、及び「経済安全保障法制に関する有識者会議」にて専門的な見地から法案についての検討を進めることを発表した。
2	米国	<ul style="list-style-type: none">2017 年に公表した「国家安全保障戦略」では、中国及びロシアが米国の反映と安全を侵食していると名指し、米国の反映のために、研究、技術、発明、イノベーションの主導をうたっている。2020 年 10 月には「国家安全保障戦略」に従って、「重要・新興技術のための国家戦略」を発表。20 分野の重要・新興技術を特定しており、その中に「通信・ネットワーク技術」「量子情報科学」「半導体・マイクロエレクトロニクス」「宇宙技術」が含まれている。
3	中国	<ul style="list-style-type: none">2021 年の全国人民代表大会にて、2021～2025 年の新たな中期経済目標「第 14 次 5 年計画」が審議され、産業基盤の高度化、産業チェーンの現代化、デジタル化の発展などを進める方針を明らかにした。

(2) グリーン化に関する国際的な取り組みの動向調査

本調査においては、気候変動などグローバルな課題を解決するための ICT に関する国際的協調の動向として、各国のグリーン化に関する取り組みを調査した。

調査対象国を図表 2-4 に示す。

図表 2-4 グリーン化に関する国際的な取り組みの動向調査における調査対象国

No.	調査対象国	概要/本調査におけるポイント
1	日本	<ul style="list-style-type: none"> 2050 年にカーボンニュートラルの実現を目指すことが宣言され、これを踏まえた「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」（2020 年 12 月）を策定。
2	米国	<ul style="list-style-type: none"> バイデン政権は気候変動対策を看板政策に掲げ、就任初日にパリ協定への再参加を表明するとともに、クリーンエネルギーへの大型投資を提案。 2021 年 4 月の日米首脳会談にて、「日米競争力・強靱化(CoRe)パートナーシップ」及び「日米気候パートナーシップ」を立ち上げ、気候変動、クリーンエネルギー及びグリーン成長・復興を目指す。
3	欧州	<ul style="list-style-type: none"> 欧州委員会が 2019 年に発表した、持続可能な EU 経済の実現に向けた成長戦略「欧州グリーン・ディール」では、10 年間で 120 兆円（1 兆ユーロ）をグリーン関連に投資する計画が立てられている。 「電子・情報通信機器」産業の取り組みとして、「サーキュラー・エレクトロニクス・イニシアチブ」が提示。 2021 年 5 月の日 EU 首脳協議で「日 EU グリーン・アライアンス」を立ち上げた。

2.1.3. 情報通信技術の研究開発及び社会実装に関する動向

(1) 情報通信技術の研究開発に関する動向の調査

情報通信分野における最新技術の研究開発の動向に関する調査にあたっては、まず我が国における先端技術の研究開発に関する動向について調査したうえで、海外主要国の研究開発に関する動向を調査した。

1) 国内における先端技術の研究開発に関する動向の調査

本調査における先端技術の選定にあたっては、図表 2-5 に示す経済財政運営と改革の基本方針 2021、第 6 期科学技術・イノベーション基本計画、総務省重点施策 2022 で取り上げられている情報通信分野の技術のなかから、以下の観点を重視して選定した。

- ・ 新型コロナウイルスの感染拡大やサイバー攻撃の巧妙化などの社会的な課題の解決に資する技術
- ・ 我が国が情報通信分野における技術開発のイニシアチブ獲得に資する技術

図表 2-5 調査対象技術の選定にあたり参照した文書

No.	タイトル	策定年	策定元	概要/本調査におけるポイント
1	経済財政運営と改革の基本方針 2021 ³	2021	政府	平成 13 年（2001）から自民党政権下で政府が毎年発表する、経済財政に関する基本方針。通称「骨太の方針」。経済財政諮問会議の答申を受け、6～7 月に閣議決定を経て策定される。
2	第 6 期科学技術・イノベーション基本計画 ⁴	2021	政府	日本の科学技術振興およびイノベーション創出政策の基本方針を示す、政府の五か年計画。科学技術・イノベーション基本法（旧、科学技術基本法、平成 7 年法律第 130 号）に基づき、内閣府の総合科学技術・イノベーション会議（議長は内閣総理大臣）が 5 年ごとに策定する。
3	総務省重点施策 2022 ⁵	2021	総務省	総務省が公表した、2022 年度に重点分野として積極的に取り組むべき施策。

調査対象および調査観点を図表 2-6 に示す。

図表 2-6 先端技術の研究開発動向調査における調査対象技術と調査観点

No.	調査対象の技術	調査観点
1	Beyond 5G	<ul style="list-style-type: none"> ・技術の概要 <ul style="list-style-type: none"> －技術の要点・課題 －実現を目指すユースケース など ・技術の社会実装に向けた国の取り組み <ul style="list-style-type: none"> －社会実装に向けたロードマップ －研究開発を推進する施策 など ・主な研究開発プロジェクト、実証実験の状況 <ul style="list-style-type: none"> －公的機関/民間機関
2	量子技術 (量子暗号通信・量子情報処理)	
3	AI を活用したネットワーク技術	
4	宇宙・衛星通信	
5	脳情報通信技術	

2) 海外における先端技術の研究開発に関する動向の調査

上記 1)にて調査したような技術や調査観点を基に、海外の研究開発の動向について調査した。調査対象国の選定にあたっては、図表 2-7 および図表 2-8 に示す各国の研究開発費および論文の被引用数から、先端技術の研究開発が進んでいる国を選定した。また、欧州に関しては調査対象の技術によって取り上げるべき国も変わるため、欧州全体の取り組みおよび技術ごとに適切な国を選定して調査した。調査対象国を図表 2-9 に示す。

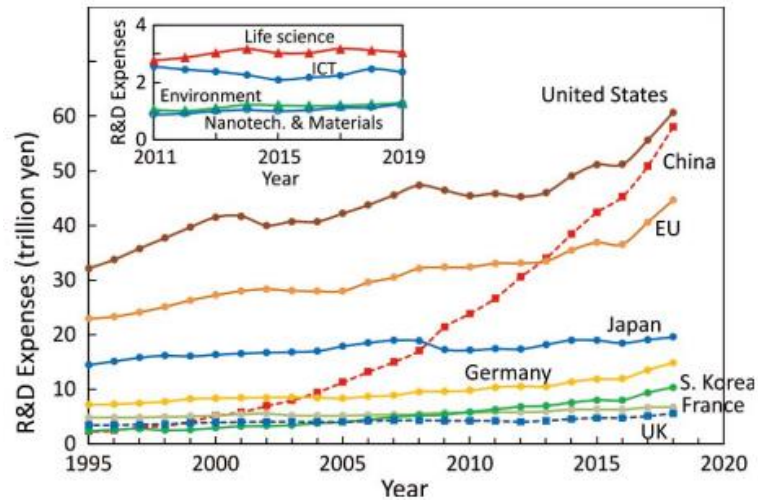
³ 内閣府（2021.6.18）「経済財政運営と改革の基本方針 2021 日本の未来を拓く 4 つの原動力 ～グリーン、デジタル、活力ある地方創り、少子化対策～」https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/cabinet/2021/2021_basicpolicies_ja.pdf

⁴ 内閣府（2021.3.26）「科学技術・イノベーション基本計画」<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/6honbun.pdf>

⁵ 総務省（2021.8.31）「次なる時代を切り拓く活力ある地域社会の実現（総務省重点施策 2022）」

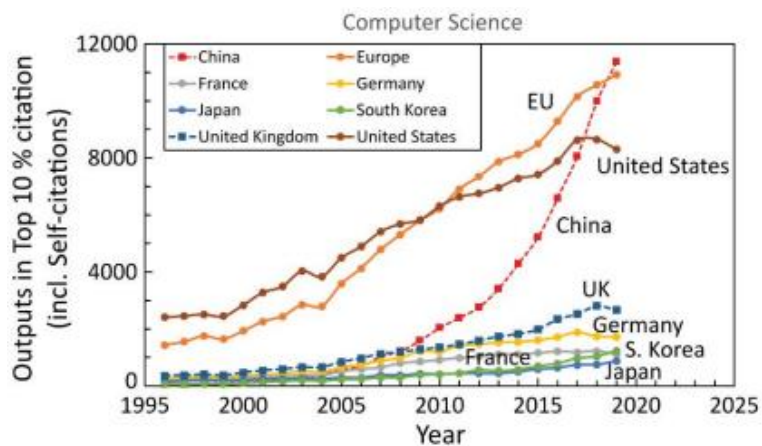
https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kanbo05_02000154.html

図表 2-7 主要国における研究開発費総額（名目額）の推移⁶



出典：国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター
「研究開発の俯瞰報告書 システム・情報科学技術分野（2021年）」

図表 2-8 被引用数トップ10% CS 論文数（自己引用を除く）の推移



出典：国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター
「研究開発の俯瞰報告書 システム・情報科学技術分野（2021年）」

図表 2-9 海外における先端技術の研究開発調査対象

No.	調査対象国・地域	概要/本調査におけるポイント
1	米国	<p>環境・気候変動問題への取り組みがバイデン政権の政策提案において中核に位置付けられている。2050年の温室効果ガス排出実質ゼロを目標に掲げ、米国を地球温暖化対策の国際枠組み「パリ協定」へ復帰させる見込み。</p> <p>先端技術については4年間で3,000億ドルを投資し、研究開発領域としてAIや5Gなどに加え電気自動車を挙げるほか、国防高等研究計画局（DARPA）をモデルとした「気候高等研究計画局」の新設を提案するなど、環境・</p>

⁶ 挿入図は、日本の重点推進4分野別の研究開発費の推移。なお、NISTEP「科学技術指標2020」および総務省「科学技術研究調査」数値データを国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センターが可視化したものであり、縦軸の単位は兆円（trillion yen）である。

No.	調査対象国・地域	概要/本調査におけるポイント
		気候変動問題に資するイノベーション創出が随所に盛り込まれている。
2	中国	2021年の全国人民代表大会で審議・承認された「第14次五カ年計画（2021-2025）」において、科学技術イノベーションによる発展の堅持、現代的産業体系の発展を加速し、社会全体の研究開発経費を年7%以上増加することを目標として掲げている。 当計画において、科学技術イノベーション推進の国家科学技術戦略の強化としてAI、量子情報、集積回路、臨床医学・ヘルスケア、脳科学・脳型知能、遺伝子・バイオテクノロジー、宇宙・地球深部・深海探査・極地観測を戦略的重要分野に指定している。
3	欧州	2021年から研究・イノベーション枠組みプログラム「Horizon Europe」が新たに開始し、共同研究開発プロジェクトを通じて、EUにおける科学技術分野の能力および産業競争力の向上を目指している。 Horizon Europeの全体予算の35%程度はデジタル関連の研究・イノベーション活動に充てられる見込み。さらに、「デジタル・ヨーロッパ」というプログラムでは、高性能コンピュータや人工知能、デジタルスキルへ資金を提供し、「コネクティング・ヨーロッパ・ファシリティ」というプログラムでは、5Gなどデジタルインフラへの投資を行う。

(2) 情報通信技術の社会実装に関する動向

情報通信分野における最新技術社会実装の動向に関する調査にあたっては、我が国における最先端の情報通信技術の社会実装に関する最新動向について調査したうえで、海外における先端技術の社会実装に関する動向を調査した。

1) 我が国における最先端の情報通信技術の社会実装に関する最新動向

国内における社会実装に関する最新動向（例：調査対象技術の公的機関及び民間機関における導入・実装等の状況等）を調査した。調査対象の技術および調査観点を図表 2-10 に示す。

図表 2-10 先端技術の研究開発動向調査における調査対象技術と調査観点

No.	調査対象の技術	調査観点
1	量子技術 (量子暗号通信・量子情報処理)	<ul style="list-style-type: none"> ・技術の普及に向けた国の取り組み －技術の普及を推進する施策 ・特筆すべき成果を上げている事例 －公的機関 －民間機関
2	AIを活用したネットワーク技術	
3	宇宙・衛星通信	
4	ICT分野におけるデバイス技術 (半導体・パワーデバイス)	

2) 海外における最先端の情報通信技術の社会実装に関する最新動向の調査

上記 1)にて調査した技術や調査観点を基に、海外における社会実装の最新動向を調査した。調査対象の国及び調査対象の国における社会実装の一部事例を図表 2-11 に示す。

図表 2-11 海外における先端技術の社会実装調査対象

No.	調査対象国・地域	調査対象事例（一部）
1	米国	宇宙・衛星通信：商務省が保有するビッグデータについて、政府機関、民間企業、国民からのアクセス性、利便性を向上するためのデータ容量増加を図る戦略計画を発表。NOAA（米国海洋大気庁）は、1日あたり20テラバイト生成される衛星をはじめとした気象センサーが収集する観測データに国民が自由にアクセスし、新たなサービスを創出するための環境をクラウドプラットフォーム上で提供するためのプロジェクトを立ち上げ。本件研究にあたり、米国ICT企業5社（アマゾン、グーグル、IBM、マイクロソフト、オープンクラウドコンソーシアム）との連携を発表。
2	中国	量子技術：世界最大規模の量子暗号ネットワークを構築、国営企業が利用している。2016年量子通信衛星を打ち上げ、2017年世界初の衛星地上間での量子鍵配送実験に成功するなど、量子暗号分野において地上・宇宙両面で存在感が大きい。
3	欧州	ICT分野におけるデバイス技術：半導体分野に対して、IPCEI（欧州共通利益重要プロジェクト）として5つのプロジェクト（①省エネチップ、②パワー半導体、③センサー、④先端露光装置、⑤複合素材）を指定し、2018-2024年に計2000億円の補助金の投入する計画を発表。2021年には「2030 Digital Compass」を公表。復興基金「Next Generation EU」の一部を活用し、半導体を含むデジタル分野に今後2-3年で約18兆円を投資。

2.1.4. 最新の情報通信技術の課題・展望

我が国の情報通信技術における研究開発や社会実装に関する課題・展望について、情報通信技術の研究開発及び社会実装に関する動向の調査結果と併せて、外部有識者へのヒアリングの結果をふまえて整理した。

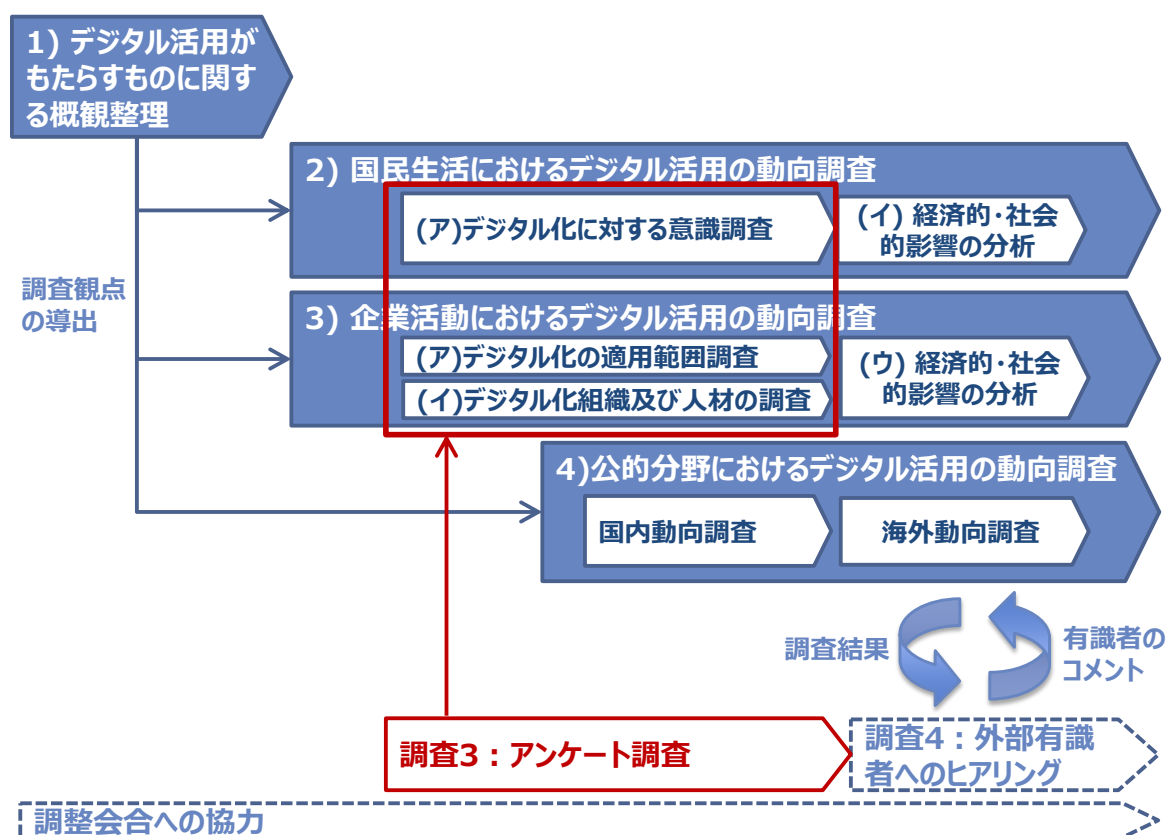
2.2. 国内外におけるデジタル活用の動向等の調査（調査2）

調査2では、まず、1)デジタル活用の現状と今後に関する概観整理をしたうえで、そこで導出されたデジタル活用領域やあるべき姿等をもとに、2)国民生活、3)企業活動、4)公的分野のそれぞれにおけるデジタル活用の現状と課題、また経済的・社会的効果を調査した。

なお、2.2.2、2.2.3にて詳述する調査3：アンケート調査は、2)国民生活におけるデジタル活用動向の調査、ならびに3)企業活動におけるデジタル活用動向の調査の一部として実施した。

調査2の全体像を図表2-12に示す。

図表 2-12 調査2の全体像



2.2.1. デジタル活用が社会や経済にもたらすものに関する概観整理

国民生活、企業活動ならびに公的分野それぞれのデジタル活用に関する現状や期待、課題等に関する調査を実施する前に、デジタル化が社会や経済の変化にもたらす影響や、我が国においてデジタル化により目指す社会や経済の姿について俯瞰して整理することにより、以降の調査の観点や仮説を導出した。

2.2.2. 国民生活におけるデジタル活用の動向

国民生活におけるデジタル活用の動向に関する調査にあたっては、1)において整理した社会のデジタル化により期待される事項に対して、いま国民がどのような期待や課題、懸念等を抱いているかを明らかにした。

まず(1)国民生活の様々なシーン(働き方、移動、買い物・サービス利用、情報収集、公的サービス)にデジタルを活用することへの意識について、課題や障壁、今後期待することなどについて、国内外の消費者に向けたアンケート調査を実施した。次に(1)にて調査した結果をもとにデジタル活用によって”生じた”及び”これから生じるであろう”経済的・社会的効果を(2)にて調査した。

(1) 国民生活のデジタル化に対する意識調査

日本、米国に加え、欧州地域からは日本と産業構造等が類似しているドイツ、アジア地域からは近年デジタル化が著しく進んでいる中国を調査対象とし、アンケート調査を実施し、国民生活の様々なシーン(働き方、移動、買い物・サービス利用、情報収集、公的サービス)のデジタル化に対する国民の意識(課題、期待等)について最新状況を取りまとめた。

アンケート調査の設計にあたっては、過去の情報通信白書に掲載されたものをはじめとする先行研究・文献等を参照のうえで、コロナ禍以降の国民生活の変化も踏まえ、今後定点観測的・継続的に把握することが求められる内容になるよう留意した。過去の調査研究として参照した文献を図表 2-13 に示す。

図表 2-13 一般国民向けアンケートの調査の設計において参照した文献一覧

No.	参考文献	発行元組織
1	ロボット・AIに関する日・米・独インターネット調査	野村総合研究所 ※令和元年版情報通信白書に掲載
2	ウィズコロナにおけるデジタル活用の実態と利用者意識の変化に関する調査研究	みずほ情報総研株式会社 ※令和3年版情報通信白書に掲載
3	新型コロナウイルス感染症の影響下における生活意識・行動の変化に関する調査	内閣府
4	消費者白書	消費者庁
5	コロナ禍を受けた消費者の行動や意識の変化と企業の取組み	一般社団法人 日本経済団体連合会(経団連)
6	コロナ禍における生活の変化(1) - 「新型コロナによる暮らしの変化に関する調査」からみる生活行動の変化と地域間較差	株式会社 ニッセイ基礎研究所

調査観点および調査項目等を図表 2-14 に示す。

図表 2-14 国民生活のデジタル化に対する意識調査の項目

調査観点	デジタルを活用した生活シーン	調査項目
働き方	テレワーク	<ul style="list-style-type: none"> ・ 利用状況 ✓ 利用経験有無 ✓ 今後の利用意向
	オンライン会議	
移動	移動・通勤	<ul style="list-style-type: none"> ・ デジタル化進展に対する考え方 ✓ 期待 ✓ 不安
買い物・サービス利用	購買チャンネル	
	支払い方法 オンラインサービス	
情報収集	情報収集	
公的サービス	医療	
	教育	
	行政サービス	
パーソナルデータ提供に対する考え方・態度		<ul style="list-style-type: none"> ・ パーソナルデータ提供に対する考え方 ・ パーソナルデータ提供意向

(2) デジタル活用によって“生じた”及び“これから生じるであろう”経済的・社会的影響の調査

(1) の調査結果を踏まえ、デジタル活用によって“生じた”及び“これから生じるであろう”経済的・社会的影響について、既存の文献や論文等をもとに最新状況を取りまとめた。取りまとめた結果及び調査4の有識者インタビューを通じて、将来的に生じるであろう各影響について整理した。調査観点および調査項目を図表 2-15 に示す。

図表 2-15 デジタル活用による経済的・社会的影響における調査項目

No.	調査観点	調査項目
1	経済的効果	<ul style="list-style-type: none"> ・ 買い物・サービス利用における消費者行動の変化
2	社会的効果	<ul style="list-style-type: none"> ・ テレワーク推進に伴うワークライフバランス、居住地域に対する意識の変化 ・ テレワーク推進に伴う雇用の創出 ・ フェイクニュースによる社会的影響 ・ 行政サービスの変化

2.2.3. 企業活動におけるデジタル活用の動向

企業活動におけるデジタル活用の動向に関する調査にあたっては、1)において整理した社会のデジタル化により期待される事項に対して、国内外の企業の取組状況と課題、経済的・社会的影響等を明らかにした。

本調査では、(1) デジタル化の適用範囲、ならびに (2) デジタル化推進に必要な仕組みについて、国内外の企業従業員に対するアンケート調査によって現状を明らかにし、次に、デジタル活用によって”生じた”及び“これから生じるであろう”経済的・社会的影響を (3) にて調査した。

経済産業省では、企業活動の DX (デジタル化) を『企業がビジネス環境の激しい変化に対応し、データとデジタル技術を活用して、顧客や社会のニーズを基に、製品やサービス、ビジネスモデルを変革するとともに、業務そのものや、組織、プロセス、企業文化・風土を変革し、競争上の優位性を確立すること』(「DX 推進指標」とそのガイダンス」(令和元年7月)) と定義している。

NTT データ経営研究所では、上記の定義をもとに、デジタル化の適用範囲を3つのタイプに分類し、またデジタル化推進を支える要素を「戦略」「組織」「人」「マインド」「データ/テクノロジー」の5つと定義している(図表 2-16 参照)。本調査では、(1) デジタル化の適用範囲、ならびに (2) デジタル化推進に必要な仕組みを調査するにあたって、この分類を用いることによって、企業活動におけるデジタル活用について、実際に適用されている領域と技術、ならびにデジタル化推進を支える仕組みの実態といった企業活動におけるデジタル化の全容について、効果的・効率的に把握することが可能である。

図表 2-16 デジタル化のタイプとその要素種別の全体像



出所：NTT データ経営研究所による分類

(1) 国内外の企業におけるデジタル化の適用範囲の動向の調査

NTT データ経営研究所では、企業活動におけるデジタル化の適用範囲を「スマート化」「新たな顧客体験」「イノベーション」の3つにタイプ分けしている(図表 2-16 参照)。この3タイプについて、国内外の企業におけるデジタル化の適用における目的、導入領域、導入したデジタル技術・データ、適用範囲、効果について国内外の企業従業員に向けてアンケート調査を実施し、最新状況を取りまとめた。

調査対象国は日本、米国に加え、欧州地域からは日本と産業構造等が類似しているドイツ、アジア地域からは近年デジタル化が著しく進んでいる中国とした。

アンケート調査の設計にあたっては、過去の情報通信白書に掲載されたものをはじめとする先行研究・

文献等を参照のうえで、コロナ禍以降の企業活動の変化も踏まえ、今後定点観測的・継続的に把握することが求められる内容になるよう留意した。過去の調査研究として参照した文献を図表 2-17 に示す。

図表 2-17 企業向けアンケート調査の設計で参考とした文献一覧

No.	参考文献	発行元組織
1	デジタル・トランスフォーメーションによる経済へのインパクトに関する調査研究	株式会社 情報通信総合研究所 ※令和3年版情報通信白書に掲載
2	企業 IT 動向調査報告書 2021	一般社団法人 日本情報システム・ユーザー協会 (JUA S)
3	DX 白書 2021	独立行政法人 情報処理機構 (IPA)
4	IT 人材白書 2020	
5	デジタル時代の人材政策に関する検討会の報告書	経済産業省 デジタル時代の人材政策に関する検討会

上記の先行調査等を踏まえ、企業活動のデジタル化の動向を把握するための調査観点および調査項目を図表 2-18 に示す。

図表 2-18 国内外のデジタル技術の適用状況における調査項目

No.	調査観点	調査項目
1	導入目的	新規ビジネス創出／生産性向上／データ分析・活用／商品・サービスの差別化／顧客体験の創造
2	適用領域	商品・サービス／業務プロセス
3	導入技術	AI／IoT／ビッグデータ／ワークフロー／RPA
4	活用データ	取引データ／顧客データ／財務データ／メディアデータ／IoT データ
5	適用範囲	全社／一部の事業部／一部の担当
6	導入効果	期待した効果を段階的に評価

(2) 国内外の企業におけるデジタル化の推進に向けた人材の動向と組織の取組の調査

NTT データ経営研究所では、企業活動におけるデジタル化を推進するために重要な要素として、「戦略」「組織」「人」「マインド」「データ/テクノロジー」の5つを定義している（図表 2-16 参照）。これらの要素について主要国（日本、米国、ドイツ、中国）の企業従業員に向けてアンケート調査を実施し、最新状況を取りまとめる。なおアンケート調査は（1）と同対象に対し、同時に実施した。

調査観点および調査項目を図表 2-19 に示す。

図表 2-19 国内外のデジタル化の推進に向けた人材の動向と組織の取組における調査項目

No.	調査観点	調査項目
1	組織	<ul style="list-style-type: none"> デジタル化に向けた戦略 デジタル化の推進体制

No.	調査観点	調査項目
		<ul style="list-style-type: none"> デジタル化を推進するうえでの課題
2	デジタル技術活用	<ul style="list-style-type: none"> デジタル技術の活用とその効果 データの活用とその効果
3	人材	<ul style="list-style-type: none"> デジタル人材の不足状況 デジタル人材の確保に向けた取組

(3) デジタル活用によって“生じた”及び“これから生じるであろう”経済的・社会的影響

(1)、(2)の調査結果を踏まえ、デジタル活用によって“生じた”及び“これから生じるであろう”経済的・社会的影響について、先行調査を中心に最新状況を取りまとめた。取りまとめた結果を基に調査4の有識者インタビューを通じて、将来的に生じるであろう各影響についても整理した。調査観点および調査項目を図表2-20に示す。

図表 2-20 デジタル活用による経済的・社会的影響における調査項目

No.	調査観点	調査項目
1	経済的効果	<ul style="list-style-type: none"> デジタル化による「攻め」の効果・「守り」の効果 事業会社におけるデジタル人材の重要性とデジタル人材の待遇の変化
2	社会的効果	<ul style="list-style-type: none"> デジタル化がもたらす効果に関する様々な影響 AIを導入することで想定されるタスク量と雇用への影響 デジタル化がもたらす生産性向上と人手不足の解消への効果

2.2.4. 公的分野におけるデジタル活用の動向

公的分野におけるデジタル活用の動向に関する調査にあたっては、今後定点観測的・継続的に把握すべき事項として、我が国において現在示されている「目指すべき姿」ならびに推進しようとしている方向性に基づいて調査観点及び調査事項を抽出し、中長期的に施策の進展状況、また国際社会における立ち位置の変化等を可視化できるように設計した。

(1) 調査観点及び調査事項

2021年9月1日、日本のデジタル社会実現の司令塔としてデジタル庁が発足し、同年12月24日には、目指すべきデジタル社会の実現に向けた羅針盤となる「デジタル社会の実現に向けた重点計画」が閣議決定された。

今回の調査では、重点計画の記載事項等を踏まえ、我が国において中長期的に今後の方針、具体化状況や施策の進展状況を把握すべき、また海外の先進国・地域の取組みと比較分析し、我が国の取組みに対する示唆を導出すべきと考えられるポイントとして、現時点の調査観点・調査事項（案）として図表2-21に示す事項を導出した。

図表 2-21 公的分野におけるデジタル活用の動向調査における調査観点

調査観点	調査事項（案）
業務改革・BPR、組織、ルール	<ul style="list-style-type: none"> ・ ユーザ視点のサービス改革を実現する組織・人材・方法論等 ・ AI、RPA 等の活用による業務効率化の方針及び推進状況
環境、基盤、インフラ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 政府及び自治体におけるクラウドサービス活用やシステム標準化、相互運用性確保等の方針及び推進状況
データ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 政府等によるデータ戦略策定状況、連携基盤やベース・レジストリの整備状況 ・ オープンデータの整備状況

(2) 調査対象国・地域の選定

本調査における日本以外の調査対象国・地域の選定にあたっては、国連経済社会局（UNDESA）による「世界電子政府ランキング」における上位国・地域を参考にしつつ、我が国における今後のデジタル・ガバメントの構築に向けた検討に資する分析を行うために、下記の観点も重視して選定した。

- (1) に示した観点において特筆すべき取り組みを実施している
- 政府と地方自治体（州を含む）の関係が我が国と類似しており、参考にしやすい

調査対象国・地域を図表 2-22 に示す。公共分野のサービス改革及びクラウド戦略やデータ戦略において特筆すべき国として、米国、欧州、中国を取り上げるとともに、特筆すべき取り組みを推進している個別の国についても動向を確認することとした。

図表 2-22 海外におけるデジタル・ガバメントの動向調査対象とする国・地域等

No.	調査対象国・地域	概要/ 本調査におけるポイント
1	米国	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2019 年 6 月、連邦データ戦略を公表。効果的かつ適切なデータ利用の促進を図る。 ・ レガシーを多く抱えた日本と同様の課題を持つなかで、クラウドファーストへの取組を推進中。またデータ管理の一貫性を確保するため、政府省庁間のデータ交換モデルを開発。
2	EU	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2020 年 2 月、欧州データ戦略を公表。戦略的分野と公益領域に関わる欧州共通データ空間の構築を計画。
3	中国	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2016 年に公表された「第 13 次 5 カ年計画」においてビッグデータが国家戦略に加えられる

2.3. アンケート（調査3）

国民及び企業のデジタル化の活用動向の把握のために、アンケート調査を実施した。

(1) 国民

1) 調査方法及び回収結果

調査は、株式会社インテージの登録モニターに対し、web アンケート方式で実施した。調査期間は2022年2月25日から3月8日の間。日本は1,000件目標のところ、最終的に1,060件の回答を得た。海外に関して各国500件目標のところ、米国は644件、ドイツは600件、中国は549件の回答を得た。アンケート対象は、各対象国の居住者、及び、20代から60代の男女を対象とした。アンケートの回収結果を図表2-23に示す。

図表 2-23 アンケート回収結果（国民）

日本	米国	ドイツ	中国	総計
1060	644	600	549	2853

2) 質問事項

国民のデジタル活用の動向を利用してシーン別に比較分析できるように設問を設計した。設問内容を図表2-24に示す。

図表 2-24 質問事項（国民）

分類	No.	設問内容
基本情報	1	あなたの性別をお答えください。
	2	あなたの年齢をお答えください。
	3	あなたがお住まいのエリアをお選びください。
	4	お住まいの地域の特徴についてお選びください。
	5	世帯年収をお選びください。
	6	あなたとあなたの同居のご家族で、以下の業種に従事されている方がいらっしゃいますか。いる方は、あてはまるものをすべてお選びください。
デジタル活用状況/	7	以下に挙げるようなデジタル活用例について、あなたの現在の利用状況（利用していない場合は今後の利用意向）を教えてください。

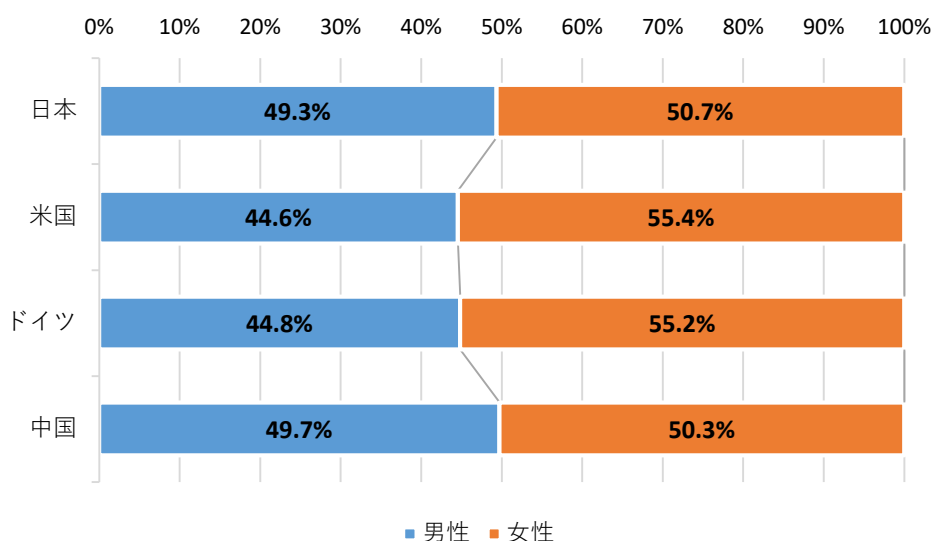
分類	No.	設問内容
課題	8	前問にて「利用したいが困難である」と回答された方におうかがいします。具体的にどのような課題や障壁がありますか。
メディア 利用状況/ 意向	9	以下の 6 項目のそれぞれについて、頻繁に利用するメディアをいくつかもお答えください。
	10	以下の 10 項目のそれぞれの情報について、あなたはどの程度信頼できると思いますか。以下の選択肢の中からあてはまるものを一つお答えください。
デジタル 化進展の 期待／懸 念	11	あなたは、産業のデジタル化進展による社会や働き方の変化について、どのようなことを期待しますか？以下のそれぞれの項目について、あてはまるものを 1 つお答えください。さまざまな産業でデジタル活用が進み、テレワークやオンライン会議により時間や場所を選ばず働けるようになったり、また AI やロボットの導入によって業務を自動化・省力化したりすることが可能になってきています。
	12	あなたは、産業のデジタル化進展による社会や働き方の変化について、どのようなことを不安に感じますか？以下のそれぞれの項目について、あてはまるものを 1 つお答えください。さまざまな産業でデジタル活用が進み、テレワークやオンライン会議により時間や場所を選ばず働けるようになったり、また AI やロボットの導入によって業務を自動化・省力化したりすることが可能になってきています。
	13	あなたは、自動運転車の普及等による移動の変化について、どのようなことを期待しますか？以下のそれぞれの項目について、あてはまるものを 1 つお答えください。人間が運転操作を行わなくとも自動で走行できる「自動運転車」の技術開発が進み、一部の国や地域では実用化もはじまっています。
	14	あなたは、自動運転車の普及等による移動の変化について、どのようなことを不安に感じますか？以下のそれぞれの項目について、あてはまるものを 1 つお答えください。人間が運転操作を行わなくとも自動で走行できる「自動運転車」の技術開発が進み、一部の国や地域では実用化もはじまっています。
	15	あなたは、買い物やサービスのデジタル化進展について、どのようなことを期待しますか？以下のそれぞれの項目について、あてはまるものを 1 つお答えください。インターネットショッピングは年々利用者が増加しており、コロナ禍をきっかけに食品の宅配も一般的になりました。オンラインでサービスや接客を受けられる機会も増加しています。
	16	あなたは買い物やサービスのデジタル化進展について、どのようなことを不安に感じますか？以下のそれぞれの項目について、あてはまるものを 1 つお答えください。インターネットショッピングは年々利用者が増加しており、コロナ禍をきっかけに食品の宅配も一般的になりました。オンラインでサービスや接客を受けられる機会も増加しています。
	17	あなたは、情報収集におけるデジタル化進展について、どのようなことを期待しますか？以下のそれぞれの項目について、あてはまるものを 1 つお答えください。Web サイトや SNS を通じた情報収集は、欲しい情報を短時間で収集できる一方で、デマやフェイクニュースが拡散されたり、偏った情報が目に入りやすい仕組みが問題になっています。
	18	あなたは、情報収集におけるデジタル化進展について、どのようなことを不安に感じますか？以下のそれぞれの項目について、あてはまるものを 1 つお答えください。Web サイトや SNS を通じた情報収集は、欲しい情報を短時間で収集できる一方で、デマやフェイクニュースが拡散さ

分類	No.	設問内容
		れたり、偏った情報が目に入りやすい仕組みが問題になっています。
	19	あなたは、公的サービスのデジタル化進展について、どのようなことを期待しますか？以下のそれぞれの項目について、あてはまるものを1つお答えください。医療や教育、行政サービスなどさまざまな公的サービスをオンラインで利用できるようになってきています。また、AIを活用した診断や将来予測なども取り入れられはじめています。
	20	あなたは、公的サービスのデジタル化進展について、どのようなことを不安に感じますか？以下のそれぞれの項目について、あてはまるものを1つお答えください。医療や教育、行政サービスなどさまざまな公的サービスをオンラインで利用できるようになってきています。また、AIを活用した診断や将来予測なども取り入れられはじめています。
パーソナルデータ提供への考え方・意向	21	あなたは、企業等が提供するサービスやアプリケーションを利用するにあたり、以下の項目についてどのように感じられますか。それぞれ1つずつお答えください。
	22	あなたは、以下に挙げる利用目的において、あなたのパーソナルデータを提供してもよいと考えますか。公共目的及び企業等の事業目的のそれぞれについて、あてはまるものを1つお答えください。※情報の提供にあたっては適切にあなたの同意がとられ、提供した情報をあなたが識別できなくなるように加工されることを前提とします
	23	あなたは企業等が提供するサービスやアプリケーションを利用するために、パーソナルデータを提供することについてどのように思いますか。パーソナルデータの提供にあたって「不安を感じる」と思う項目全てを選択してください。

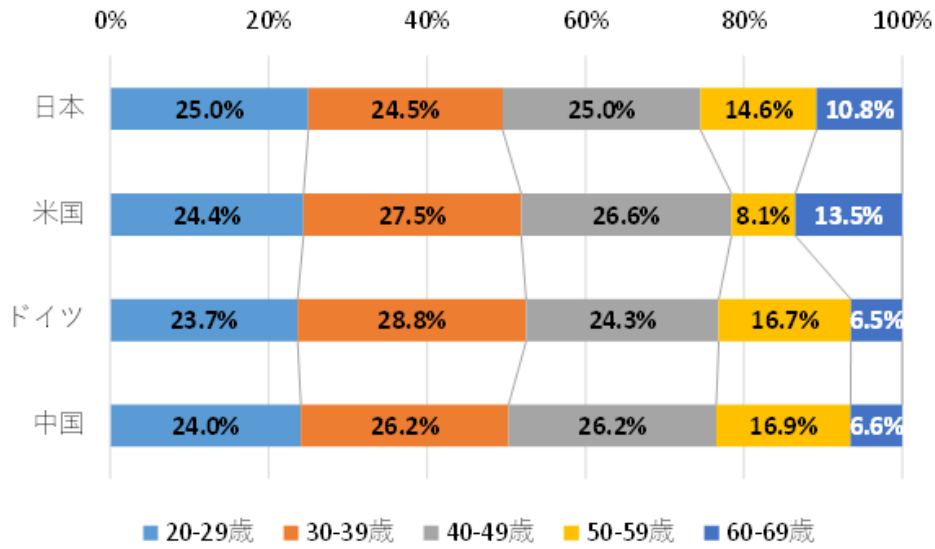
3) 回答者属性

回収したサンプルの属性は下記の通り。

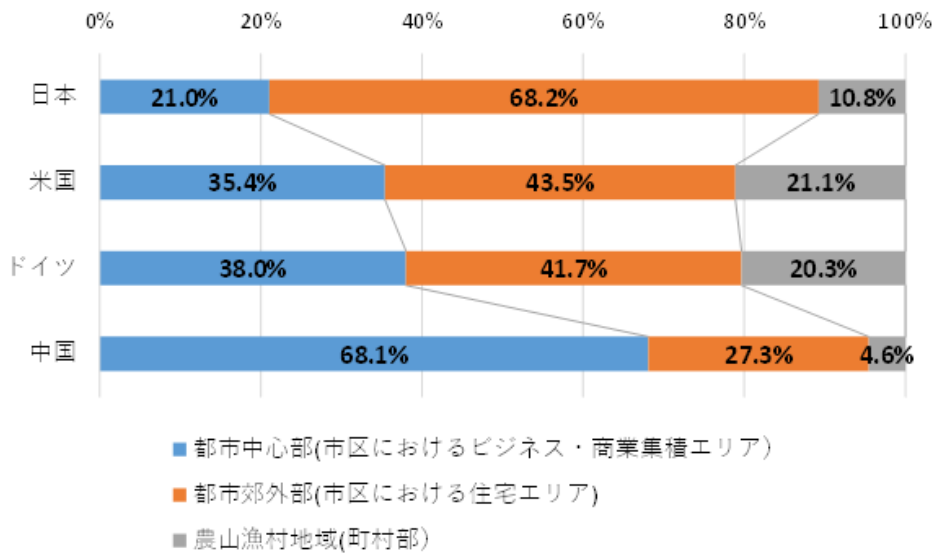
図表 2-25 アンケート回答者の男女比率



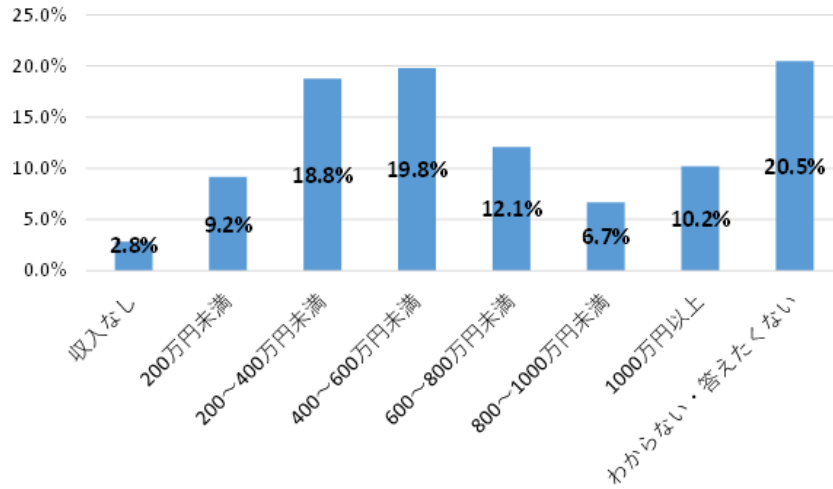
図表 2-26 アンケート回答者の年齢比率



図表 2-27 アンケート回答者の居住地域特性



図表 2-28 アンケート回答者の世帯年収比率



(2) 企業

1) 調査方法及び回収結果

調査は、株式会社インテージの登録モニターに対し、web アンケート方式で実施した。調査期間は 2022 年 2 月 25 日から 3 月 17 日の間。日本は 1,000 件目標のところ、最終的に 1,296 件の回答を得た。海外に関して各国 500 件目標のところ、米国は 599 件、ドイツは 587 件、中国は 545 件の回答を得た。

アンケート対象は、対象者は各国の本籍を保有する従業員 10 名以上の企業に勤める人を対象としている。対象産業は「製造業」、「情報通信業」、「エネルギー・インフラ」、「商業・流通業」、「サービス業・その他」の 5 つのグループとした。アンケートの回収結果を図表 2-29 に示す。

図表 2-29 アンケート回収結果（企業）

国	n	製造業	情報通信業	エネルギー・インフラ	商業・流通業	サービス業
日本	1,296	372	217	129	358	220
米国	599	61	92	60	149	237
ドイツ	587	118	66	48	179	176
中国	545	178	86	88	103	90

2) 質問事項

企業のデジタル活用の動向を組織、技術・データ、人材の観点別に比較分析できるように設問を設計した。設問内容を図表 2-30 に示す。

図表 2-30 質問事項 (企業)

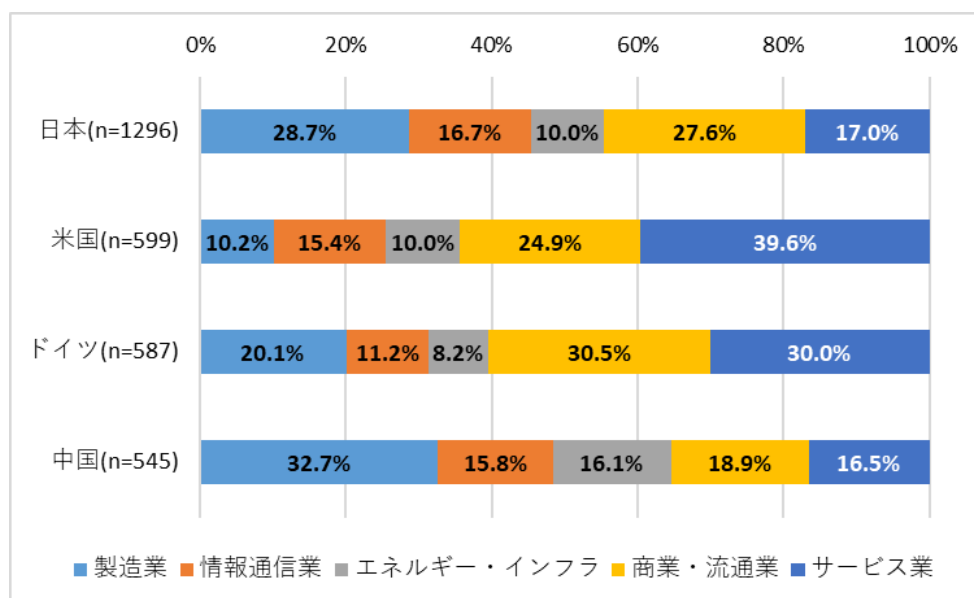
分類	No.	設問内容
基本情報	1	あなたの職業を教えてください。
	2	貴社の業種について、当てはまるものを1つお答えください。
	3	貴社の常勤従業員数(契約社員、パートタイム職員を含む)は何人程度ですか。当てはまるものを1つお答えください。※本社及び支店、支社、事業所をすべて合計した常勤従業員数をご回答ください。親会社、子会社、グループ会社は含みません。
	4	あなたの勤務先企業ではデジタル化に関連する取組をいつから実施していますか。当てはまるものを1つお答えください。※本調査におけるデジタル化の定義:「デジタル技術を活用したサービスやビジネス、組織の変革」
	5	貴社の本社の所在地をお答えください。
	6	貴社の創業時期はいつごろですか。当てはまるものを1つお答えください。
	7	貴社の経営者の年代として、あてはまるものをお答えください。
	8	貴社の主要なビジネスは、法人等の組織向けですか、消費者向けですか、それとも公的分野(行政等)向けですか。当てはまるものを1つお答えください。
	9	あなたは、現在の勤務先においてどのような役職についていますか。当てはまるものを1つお答えください。
	10	あなたは、現在の勤務先においてどのような部署・部門に勤務していますか。当てはまるものを1つお答えください。
技術・データ	11	貴社では、どのような成果を期待して組織のデジタル化に取り組んでいますか。あてはまるものを全て選択してください。
	12	貴社では、デジタル化に取り組むうえで、どのようなデジタル技術・手法を活用していますか。あてはまるものを全て選択してください。
	13	貴社では、デジタル化に取り組むうえで、どのようなデータを活用していますか。あてはまるものを全て選択してください。
	14	貴社ではデジタル化に関する取組がどのような範囲で行われていますか。最もあてはまるものを選択してください。
	15	貴社では、デジタル化に取り組むことによって、どのくらい効果がありましたか。最もあてはまるものを選択してください。
組織	16	貴社ではデジタル化の方針や戦略が社内のどの範囲で示されていますか。最もあてはまるものを選択してください。
	17	貴社ではデジタル化の推進に向けて、新たに専門の組織やチームを設立しましたか。あてはまるものを全て選択してください。
人材	18	貴社ではデジタル化を推進するにあたり、どのような人材が在籍していますか。最もあてはまるものを選択してください。

分類	No.	設問内容
	19	貴社でデジタル化を推進するにあたり、どのような人材が不足していますか。最もあてはまるものを選択してください。
	20	貴社でデジタル人材が不足する理由、確保が困難な理由として、あてはまるものを全て選択してください。
	21	貴社ではデジタル化の推進に向けて必要なデジタル人材数を確保するにあたり、どのような取組を実施していますか。あてはまるものを全て選択してください。
	22	貴社ではデジタル化の推進に向けて必要なスキルを保有するデジタル人材を確保するにあたり、どのような取組を実施していますか。あてはまるものを全て選択してください。
共通	23	貴社において、デジタル化に関して、現在認識している、もしくは今後想定される課題や障壁としてどのようなことが考えられますか。あてはまるものを全て選択してください。
	24	デジタル化の推進に向けて今後必要と想定される施策や工夫の取組状況についてお聞きします。貴社における各施策や工夫の現状として最もあてはまるものを選択してください。

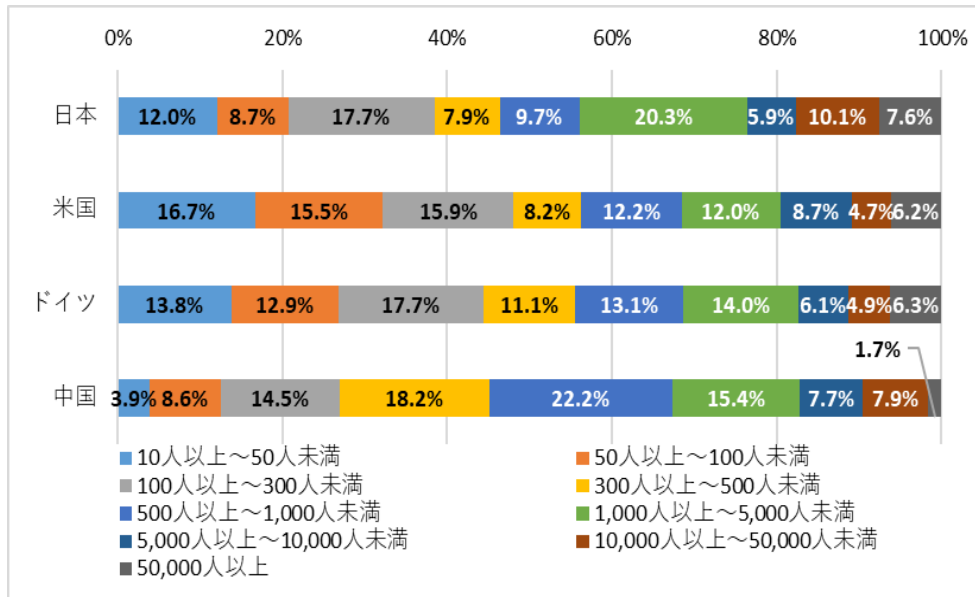
3) 回答者属性

回収したサンプルの属性は下記の通り。

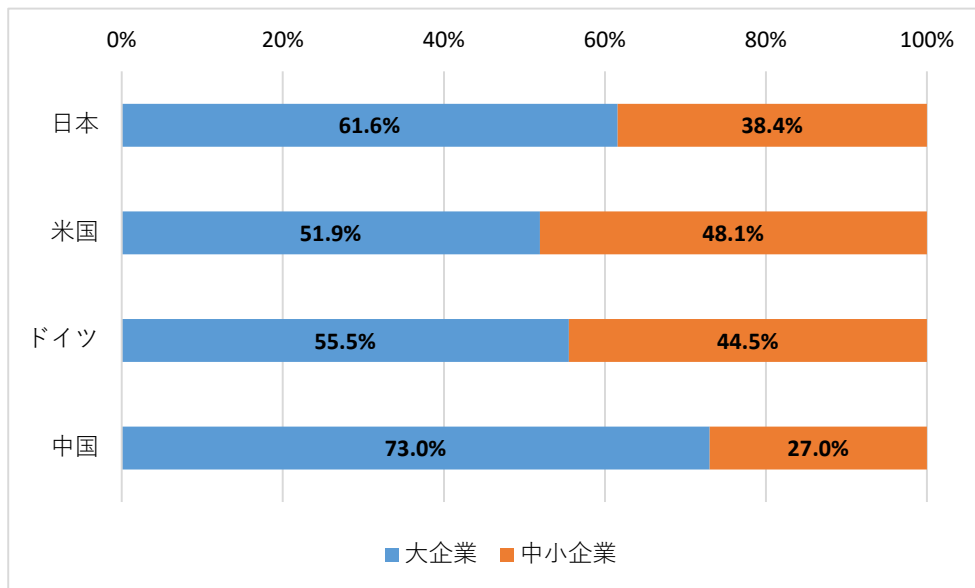
図表 2-31 回答企業の業種グループ



図表 2-32 回答企業の規模



図表 2-33 回答企業の規模（大企業・中小企業）

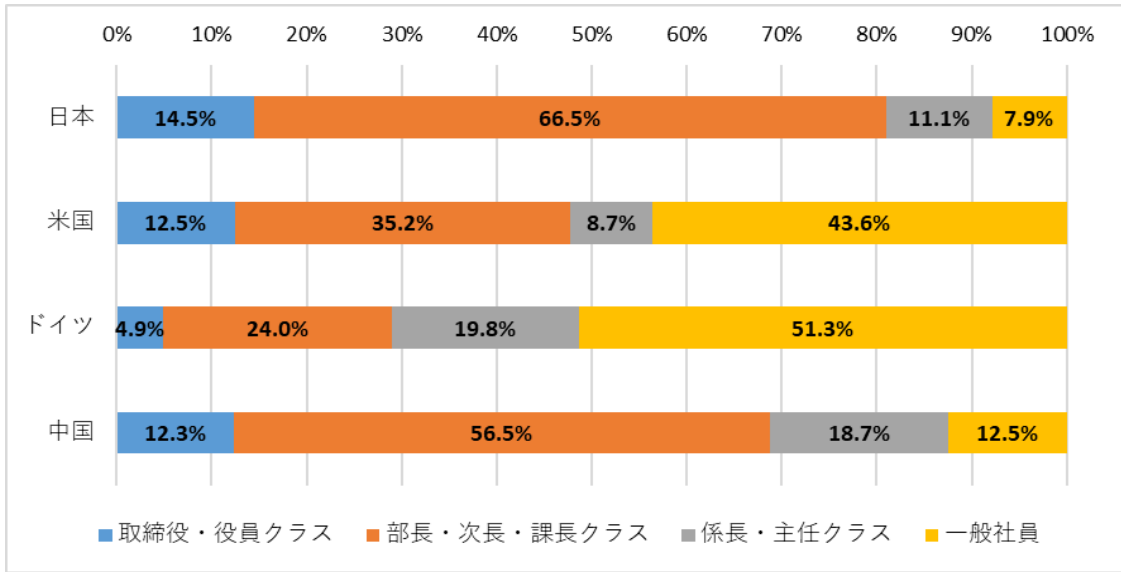


※企業規模は中小企業庁の「中小企業の定義」⁷および、昨年度の委託調査結果⁸を踏まえ、「製造業」、「建設業」、「電気・ガス・熱供給・水道業」、「金融業・保険業」、「不動産業・物品賃貸業」、「運輸業・郵便業」、「情報通信業」は従業員数が300人以上の企業を「大企業」、同300人未満の企業を「中小企業」として分類した。「卸売業・小売業」、「サービス業・その他」は、従業員数が100人以上の企業を「大企業」、同100人未満の企業を「中小企業」として分類した。

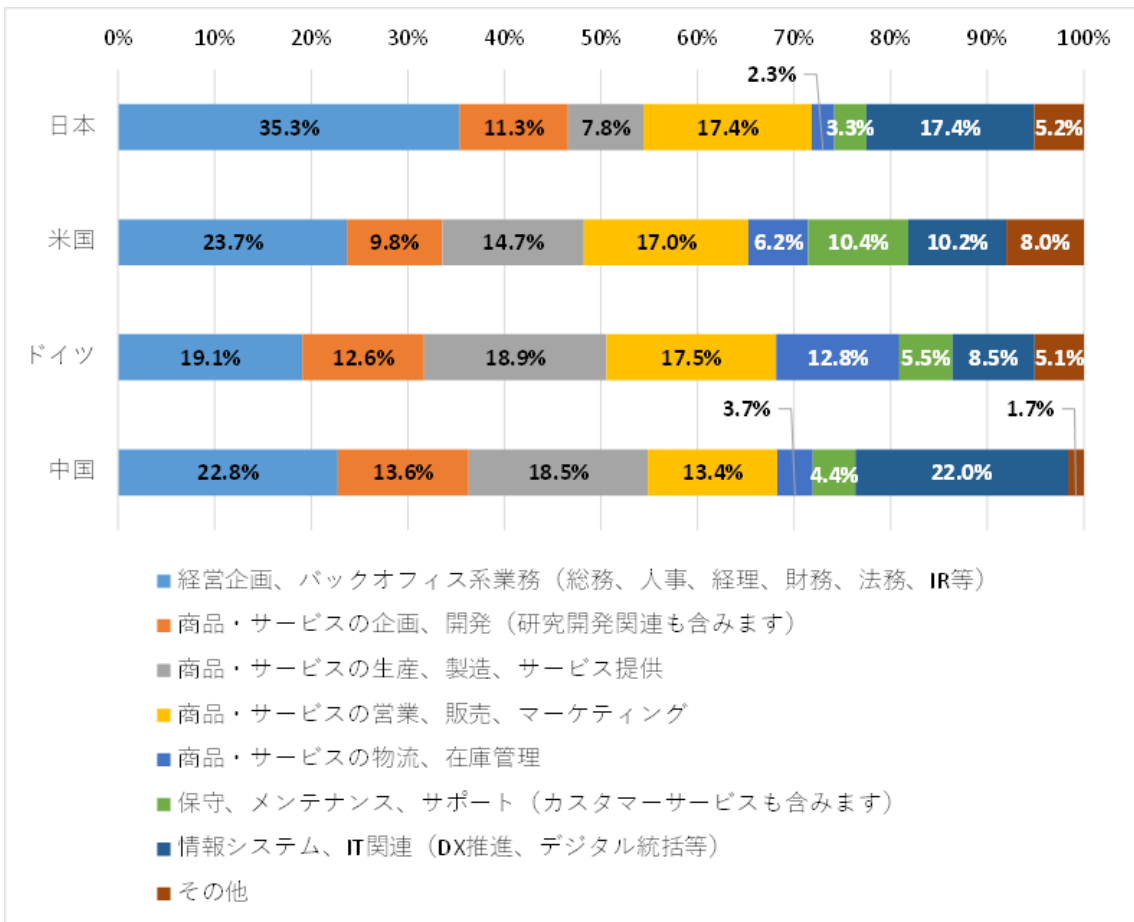
⁷ 「中小企業・小規模事業者の定義」（中小企業庁）<https://www.chusho.meti.go.jp/soshiki/teigi.html>

⁸ 「デジタル・トランスフォーメーションによる経済へのインパクトに関する調査研究」（総務省、2021）
https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/linkdata/r03_02_houkoku.pdf

図表 2-34 回答者の役職



図表 2-35 回答者の所属部署



2.4. 外部有識者へのヒアリング（調査4）

下記の4名に対してヒアリングを実施した。

図表 2-36 外部有識者ヒアリング実施対象（実施日順）

No	氏名（敬称略）	所属・役職等	実施日	ヒアリング項目（例）
1	國領 二郎	慶應義塾大学 総合政策学部 教授	3月17日	<ul style="list-style-type: none"> 調査対象技術の研究開発や社会実装で見える我が国の課題 経済安全保障確保において技術競争の激化が見込まれるICTの展望 カーボンニュートラルの実現に向けたICTの活用可能性
2	相田 仁	東京大学大学院 工学系研究科 教授	3月18日	<ul style="list-style-type: none"> 調査対象技術の研究開発や社会実装で見える我が国の課題 社会全体のデジタル化推進において期待するICT技術の活用可能性 ポストコロナの社会におけるICTの活用可能性
3	山口 真一	国際大学グローバル・コミュニケーション・センター 准教授	3月24日	<ul style="list-style-type: none"> コロナ禍や国際情勢の変化等を踏まえた、ネット上の情報収集やコミュニケーションを取り巻く状況について フェイクニュースの実態について プラットフォームや政府等におけるフェイクニュースへの取組みにおける成果と課題
4	庄司 昌彦	武蔵大学 社会学部 メディア社会学科 教授	3月29日	<ul style="list-style-type: none"> 国民生活におけるデジタル化の課題と今後の必要とされる取組について 企業におけるデジタル化の課題と今後の必要とされる取組について 公的分野におけるデジタル化の課題と今後の展望

3. 調査研究結果

3.1. 国内外における最新の情報通信技術の研究開発等動向の調査

3.1.1. 情報通信分野における主要国の政策動向

日本、米国、欧州（EU）、中国それぞれにおける情報通信分野の最新の政策動向を調査した。

(1) 政策動向

1) 日本

科学技術イノベーション戦略の中核を担ってきた政府の「未来投資会議」に代わり、2020年に成長戦略会議が新設された。ここでとりまとめられた成長戦略実行計画⁹において、デジタル市場への対応に関する取り組みとして、「デジタル市場のルール整備」、「デジタル技術の社会実装を踏まえた規制の精緻化」、「5Gの早期全国展開、ポスト5Gの推進、いわゆる6G（Beyond 5G）の推進」が掲げられている。またシステム・情報科学技術に関連する取り組みとして、モビリティ分野における「高齢運転者による交通事故対策に向けたSociety5.0時代の技術革新の活用」や「低速・小型の自動配送ロボットの社会実装」、地域のインフラ維持における「スーパーシティ構想の早期実現」、新型コロナウイルス感染症の感染拡大を踏まえた対応として「テレワーク、遠隔教育などICT等による非接触・遠隔サービスの活用」が掲げられている。

統合イノベーション戦略 2021¹⁰では、技術覇権争いの更なる先鋭化や気候変動問題への対策の具体的な取組の進展による、国内外の社会情勢の変化に対応するために、「地球規模課題の克服に向けた社会変革と非連続なイノベーションの推進」、「レジリエントで安全・安心な社会の構築」、「様々な社会課題を解決するための研究開発・社会実装の推進と総合知の活用」等が挙げられている（図表 3-1）。重点的に取り組むべき事項の一つの「AI活用に適した次世代社会インフラの開発整備」において、AI戦略に基づく中核研究開発として「先端半導体技術の開発」、「ポスト5GやBeyond 5Gの研究開発」、「次世代データセンターの最適配置の推進」等が挙げられている。

⁹ 内閣官房（2021.6.18閣議決定）「成長戦略実行計画」<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/seicho/pdf/ap2021.pdf>

¹⁰ 内閣府（2021.6.18閣議決定）「統合イノベーション戦略 2021」
https://www8.cao.go.jp/cstp/tougosenryaku/togo2021_honbun.pdf

図表 3-1 統合イノベーション戦略 2021 の概要

統合イノベーション戦略2021 (概要)	
<p>■「第6期科学技術・イノベーション基本計画」策定後、更に①各国間の技術覇権争い、②気候変動問題への対策について国内外で大きく変化</p> <p>■国内外の社会情勢の変化に対応し、「国民の安全と安心を確保する持続可能で強靱な社会」と「一人ひとりの多様な幸せ (well-being) が実現できる社会」の実現を目指し、今後1年間で取り組む科学技術・イノベーション政策を具体化</p>	
<p>第6期基本計画での現状認識(2021.3)</p> <p>国内外における情勢変化 (技術覇権争い、カーボンニュートラル、DX)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 世界秩序の再編の始まりと、科学技術・イノベーションを中核とする国家間の覇権争いの激化 ○ 気候危機などグローバル・アジェンダの脅威の現実化 ○ ITプラットフォームによる情報独占と巨大な富の偏在化 <p>新型コロナウイルス感染症の拡大</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 国際社会の大きな変化 ○ 感染拡大防止と経済活動維持のためのスピード感のある社会変革 ○ サプライチェーンが断絶を招く各国経済の持続性と強靱性の見直し ○ 激化する国内生活 ○ テレワークやオンライン教育を始め新しい生活様式への変化 	<p>国内外における更なる情勢変化</p> <p>技術覇権争いの更なる先鋭化</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 米中は技術競争を踏まえた科学技術投資の増加目標を設定 ○ 米国: バイデン政権は量子分野等の科学技術関連投資を対GDP比0.7%→2%程度の引上げを表明 ○ 中国: 科学技術の自立自強を国家発展戦略の柱とし、社会全体の研究開発費年平均7%以上増を表明 ○ 新興技術や半導体を始めとするサプライチェーン確保など経済安全保障への対応が国家の重要課題 <p>気候変動問題への対策の具体的な取組の進展</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 気候変動などのグローバル・アジェンダが現実の危機として認識 ○ 各国・地域で気候変動問題への対策を最重要課題として位置付け ○ 日本: 2050年カーボンニュートラルの実現 ○ 2030年度の新目標 (2013年度比▲46%を目指し、▲50%の高みに向け挑戦を継続) ○ 米国: パリ協定への復帰、気候サミット開催 ○ 欧州: グリーン投資による経済回復
<p>重点的に取り組むべき施策 ～第6期基本計画・Society 5.0の具体化～</p>	
<p>1 国民の安全と安心を確保する持続可能で強靱な社会への変革</p> <p>(1)サイバー空間とフィジカル空間の融合による新たな価値の創出</p> <ul style="list-style-type: none"> ● デジタル庁創設や包括的データ戦略による国民目線でのサービス開始と産業育成 ● Beyond 5G (基金活用開始)、先端半導体技術の開発・製造立地や次世代データセンターの最適配置の推進 <p>(2)地球規模課題の克服に向けた社会変革と非連続イノベーションの推進</p> <ul style="list-style-type: none"> ● カーボンニュートラル実現のための省エネ・再エネ・原子力などを含む革新的環境技術の研究開発、非連続イノベーションの創出 (グリーン基金等の活用) ● 「地域脱炭素ロードマップ」や「みどりの食料システム戦略」等に基づく取組による、脱炭素社会・循環経済・分散型社会への移行加速 <p>(3)レジリエントで安全・安心な社会の構築</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 自然災害(SIP4Dの自治体自動連携)、インフラ老朽化(データ連携)、サイバー攻撃(統合的・人材育成基盤の構築・運用開始)等の脅威に対応する研究開発・社会実装 ● 安全安心シンクタンク機能の立上げ、経済安全保障強化のための先端重要技術実用化に向けた強力な支援プロジェクトの創出、技術流出対策等、総合的な安全保障の確保 <p>(4)価値共創型の新たな産業を創出する基盤となるイノベーション・エコシステムの形成</p> <ul style="list-style-type: none"> ● スタートアップ支援のための拠点都市を中核とした体制強化、大学等発ベンチャーの創出力の強化、新SBIR制度に基づくスタートアップからの政府調達増大 <p>(5)次世代に引き継ぐ基盤となる都市と地域づくり (スマートシティの展開)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● スマートシティの指定、都市OSの社会実装(2025年までに100地域)、くらし・グリーン化など各分野でのスマートシティの横展開、国際標準等を活用した市場の創出 <p>(6)様々な社会課題を解決するための研究開発・社会実装の推進と総合知の活用</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 総合知戦略の検討、重要科学技術領域の抽出・分析、標準の重要分野追加 ● 次期SIP課題候補検討、国際連携強化等によるムーンショット型研究開発の抜本的強化 ● 競争的研究費事業のガイドライン改定等による研究インテグリティの自律的な確保 	<p>2 知のフロンティアを開拓し価値創造の源泉となる研究力の強化</p> <p>(1)多様で卓越した研究を生み出す環境の再構築</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 2020年度に強化した博士課程学生支援の着実な実施 ● 創発的研究支援事業の推進、URAの認定制度の創設や研究支援人材の処遇改善等による若手を始めとする研究者の研究環境の向上、女性研究者の活躍促進 ● 国際頭脳循環のための支援策と環境整備を含む科学技術の国際展開戦略の策定 <p>(2)新たな研究システムの構築 (オープンサイエンスとデータ駆動型研究等の推進)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 公的資金により得られた研究データを管理し、その概要情報(メタデータ)の検索を通じて、実験・観測データ等を活用する体制等の構築 ● 研究施設・設備・機器の整備や共用化の推進、様々な研究分野におけるデータ駆動型研究の基盤・環境整備 <p>(3)大学改革の促進と戦略的経営に向けた機能拡張</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 10兆円規模の大学ファンドへの拡充について本年度内に目途を立てる、2021年度夏を目途に運用の基本的な考え方を策定し、2021年度中を目途に運用を開始 ● 世界と伍する研究大学の要件等をまとめ、新たな法的枠組みを策定し、次期通常国会に提出 ● 地方大学の振興パッケージを策定し、共創拠点としての地方大学の整備等を推進
<p>4 官民連携による分野別戦略の推進</p> <p>【基盤技術】 環境変化に伴う新AI戦略の策定・量子戦略の見直し、ワクチン等の開発・生産体制の強化を含めたバイオ戦略の実行、マテリアルDXプラットフォームの実現など、世界最先端の研究開発、拠点形成や人材育成等を推進</p> <p>【応用分野】 健康・医療、宇宙、海洋、食料・農林水産業など、課題解決に向けた出口を見据え、産学官が連携して取組を推進</p>	<p>5 資金循環の活性化</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 今後5年間で政府の研究開発投資30兆円、官民120兆円の投資目標を設定し、国際的な研究開発競争をリード ● EBPMの徹底などによる政策の恒常的な質の向上と科学技術関係予算の確保、ESG投資、民間投資の誘発、イノベーションの促進
	<p>6 司令塔機能の強化</p> <ul style="list-style-type: none"> ● エビデンスシステム (e-CSTI) のAIの活用など機能拡張、EBPMの推進 ● 基本計画の進捗把握・分析と統合戦略との連動に向けた基盤構築

出典：内閣府 (2021.6.18 閣議決定)「統合イノベーション戦略 2021【概要】」

科学技術基本法に基づく中期計画である第5期科学技術基本計画が2020年度に終了となり、2021年3月に2021年度からの5年間を対象とする「第6期科学技術・イノベーション基本計画」が策定された。同計画では、新型コロナウイルスによる社会・生活の変化や、デジタル化の本来の力が未活用といった現状認識のもと、「国民の安全と安心を確保する持続可能で強靱な社会」と「一人ひとりの多様な幸せ (well-being) が実現できる社会」を目指す。2025年度までの5年間で、政府研究開発予算で約30兆円、官民一体となった研究開発で約120兆円を投資し、経済発展と社会課題解決の両輪を実現していく。社会課題を解決するために強化すべき分野としては、AI技術、バイオテクノロジー、量子技術、マテリアルの4つの基盤分野と、環境エネルギー、安心・安全、健康・医療、宇宙、海洋、食料・農林水産業の6つの応用分野が掲げられている。また、サイバー空間とフィジカル空間の融合による新たな価値創出を目指すために、Beyond 5G、宇宙システム、半導体等の次世代インフラ技術の整備・開発が掲げられ、ICTが同計画の達成に不可欠な技術となっている。

一方、データ利用のための法整備の面では、改正個人情報保護法により匿名加工情報の定義が明確になり、医療データについては、次世代医療基盤法も整備され、データ活用が期待される。また、著作権法の一部が改正され、IoT・ビッグデータ・人工知能 (AI) 等の技術を活用したイノベーションに関わる著作物について柔軟な権利制限規定の整備が行われた。

2019年の持続可能な開発目標 (SDGs) 実施指針拡大版に基づいて策定されたSDGsアクションプラ

ン 2021 では、4 つの重点事項が掲げられ、このうち「よりよい復興に向けたビジネスとイノベーションを通じた成長戦略」において、Society5.0 の実現を目指してきた従来の取組を更に進めると共に、デジタル・トランスフォーメーションを推進し、誰もがデジタル化の恩恵を受けられる体制を整備し、「新たな日常」の定着・加速に取り組むことが示されている。

人工知能については統合イノベーション戦略推進会議が「人間中心の AI 社会原則¹¹⁾」を 2019 年にとりまとめ、人間の尊厳が尊重される社会 (Dignity)、多様な背景を持つ人々が多様な幸せを追求できる社会 (Diversity & Inclusion)、持続性ある社会 (Sustainability) という基本理念のもと、「AI-Ready な社会」において、国や自治体をはじめとする我が国社会全体、さらには多国間の枠組みで実現されるべき社会的枠組みに関する原則を示している。また、統合イノベーション戦略推進会議のもとで、イノベーション政策強化推進のための有識者会議「AI 戦略」(AI 戦略実行会議) が「AI 戦略 2019」をとりまとめ、今後の AI の利活用環境整備・方策を示している。2021 年 6 月には「AI 戦略 2021」が公表された。

量子技術については、統合イノベーション戦略推進会議のもと、量子技術イノベーション会議が「量子技術イノベーション戦略」をとりまとめ、「量子コンピュータ・量子シミュレーション」、「量子計測・センシング」、「量子通信・暗号」、「量子マテリアル (量子物性・材料)」を主要技術領域とし、これらから国として、特に重点を置いて、速やかに推進すべき技術課題 (重点技術課題)、及び、中長期的な観点から着実に推進すべき研究課題 (基礎基盤技術課題) を特定し、設定するとしている。

2022 年 3 月の「新しい資本主義実現会議 (第 4 回)¹²⁾」では、実行計画に盛り込む先端技術の重点分野に AI、量子技術などを取り上げる方針が示された。

2) 米国

2021 年 1 月にバイデン新政権が発足し国際協調と科学的知見を重視する姿勢を打ち出している。また選挙時に提示した科学技術イノベーション政策として、先端・新興技術の研究開発に 4 年間で 3,000 億ドルを投資するとしており、米国の競争力を支援する主要な技術である 5G、AI、先端素材、バイオ産業、電気自動車などに対して資金配分する研究開発プログラムを新設するとしている。

大統領府の行政予算管理局 (OMB : Office of Management and Budget) 及び大統領府の科学技術政策局 (OSTP : Office of Science and Technology Policy) が連名にて示した 2022 年度の研究開発予算の優先事項では「未来の産業と関連技術における米国のリーダーシップ」として、「人工知能」、「量子情報科学」、「先進コミュニケーションネットワーク」、「先進製造業」、「IoT 関連技術－未来のコンピューティングエコシステム」、「IoT 関連技術－自動運転車と遠隔操作車」が挙げられている。また、「米国の公衆衛生」における「感染症のモデリング、予知および予測」もシステム・情報科学技術に関連する優先事項として挙げられている。

情報科学技術の研究開発に関する省庁連携の枠組みネットワーク・情報技術研究開発 (NITRD : The Networking and Information Technology Research and Development) プログラムでは、特に国立科学財団 (NSF : National Science Foundation) のファンディングを中心に基礎研究に対して継続的な投資がなされており、大学や公的研究機関における基礎研究レベルも、さまざまな研究開発領域に幅広く強

¹¹⁾ 内閣府 (2019.3.29)「人間中心の AI 社会原則」<https://www8.cao.go.jp/cstp/aigensoku.pdf>

¹²⁾ 内閣府 (2022.3.8)「新しい資本主義実現会議 (第 4 回) 資料 1. 基礎資料」
https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/atarashii_sihonsyugi/kaigi/dai4/shiryou1r.pdf

みを持っている。2021 年度 NITRD は、研究対象領域（PCAs：Program Component Areas）として以下の 11 を優先投資分野としている。2021 年度には新たに SPSQ が追加されている。

- 人工知能（AI）
- 人のインタラクション、コミュニケーション、能力向上のためのコンピューティング（CHuman）
- フィジカルシステムをネットワーク化するコンピューティング（CNPS）
- サイバーセキュリティとプライバシー（CSP）
- 教育と人材（EdW）
- ハイケイパビリティコンピューティング・システムの研究開発（EHCS）
- ハイケイパビリティコンピューティング・インフラと応用（HCIA）
- インテリジェント・ロボット工学と自律システム（IRAS）
- 大規模データ管理と解析（LSDMA）
- 大規模ネットワーク（LSN）
- ソフトウェアの生産性、持続可能性、品質（SPSQ）

2019 年、大統領令により AI に関するイニシアチブ"Accelerating America's Leadership in Artificial Intelligence"を発表した。人工知能におけるアメリカのリーダーシップを維持するために人工知能に集中的な投資を行うとして、以下の方針を掲げている。

- AI 研究開発への継続的な投資を促進する
- 連邦のデータ、モデル、およびコンピューティングリソースへのアクセスを強化する
- AI の開発と使用に関するガイダンスを確立し、AI システムに対する国民の信頼を高める
- 新しい AI 技術を創造しそして受け入れるため、AI 研究開発労働力の教育を強化する
- アメリカの AI 産業に市場を開く国際環境を促進するとともに、AI の優位性を保護する

2020 年、OSTP は、“Principles for the Stewardship of AI Applications”を発表し、AI の規制に関し、連邦機関が考慮すべき原則を示した。

また、国家科学技術会議（NSTC）は 2022 年 2 月に米国のイノベーションおよび国家安全保障における重要・新興技術（CET）リストを更新した。NST は今回のリスト更新¹³において、2020 年時のリストを基本としつつ、バイデン政権が 2021 年 3 月に発表した「国家安全保障戦略の暫定的な指針」掲げられた (1) 米国民の安全保障、(2) 経済的な繁栄・機会の拡大、(3) 民主的価値観の実現と保護、を推進する潜在性を持つ CET を特定したとしている。今回重要な新興技術として指定した 19 の分野の中に、高度なセンサーネットワーク、量子情報技術、半導体、宇宙技術・システムが指定されている。左記の分野のサブカテゴリーにより詳細な技術が指定されている。例えば、高度なセンサーネットワークには「5G 及び 6G を含む次世代ワイヤレスネットワーク技術」や「衛星ベースの通信」等が指定され、量子情報技術には「量子センシング」や「量子ネットワーク」等が指定されている。NSTC は、特定した CET はあくまでも、近々発表予定の米国の技術的競争力および安全保障に関する戦略にとって参考となるもので、

¹³ 米国家科学技術会議（2022.2.7）「CRITICAL AND EMERGING TECHNOLOGIES LIST UPDATE」

<https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/02/02-2022-Critical-and-Emerging-Technologies-List-Update.pdf>

直ちに具体的な政策立案や予算配分に影響するものではないとしている。リストの使い道としては特に、米国の技術的リーダーシップを推進する取り組み、同盟・友好国との協力、社会に利益をもたらす民主的価値観と結びついた CET の開発・設計・管理・利用、米国の安全保障への脅威に対応するための米政府の措置の考案などのために用いるべきとしている¹⁴。

3) 欧州 (EU)

● Horizon Europe

Horizon 2020 の後継として、2021 年から始まった Horizon Europe は、①卓越した科学（基礎科学支援）、②グローバルチャレンジ・産業競争力、③イノベティブ欧州（スタートアップ支援）の 3 本柱から成り立つ（図表 3-2）。第二の柱である「社会的課題の解決」においては、ミッション志向型研究の導入や、欧州パートナーシップの実施などを通じた社会的課題解決と欧州の産業競争力強化を目指す。「社会的課題の解決」全体で 527 億ユーロ、うちデジタル化・産業化に 150 億ユーロが要求されている。

図表 3-2 Horizon Europe の構造



出典：国立研究開発法人科学技術振興機構研究開発戦略センター（2021）
「EU の研究・イノベーション枠組みプログラム Horizon Europe」

第二の柱では、分野別の 6 つの社会的課題群（クラスター）として、「ヘルス」、「文化、創造性、包摂的社会」、「社会のための市民安全」、「デジタル・産業・宇宙」、「気候・エネルギー・モビリティ」、「食糧・生物経済・資源・農業・環境」が設けられ、各クラスターの中に設定した複数の個別領域においてファンディングを行い、基礎研究に近い段階から産業応用段階まで幅広い範囲のプロジェクトに資金提供する。社会的課題群の一つである「デジタル・産業・宇宙」では、主要分野（Key Areas）においてグローバルなリーダーシップを発揮する欧州産業のために、競争力があり信頼できる技術を形成するという欧州の包括的なビジョンの実現を目的としている。新型コロナウイルス危機で、欧州の産業基盤を強化

¹⁴ 日本貿易振興機構（2022.2.16）「バイデン米政権、イノベーションと安全保障に関する重要・新興技術リストを更新」
<https://www.jetro.go.jp/biznews/2022/02/7d09c2c9cd7249b6.html>

し、第三国への依存を減らすために、技術とサプライチェーンの両方の観点から欧州の強靱性と柔軟性を強化する必要性が示されたことが背景にある。「デジタル・産業・宇宙」での活動は欧州としての開かれた戦略的自律性の確保に資するものとされ、図表 3-3 に示す 6 つが目標として定められており、2 年間で 178 トピックの公募が予定されている¹⁵。

図表 3-3 社会的課題群「デジタル・産業・宇宙」の 2021～2022 年公募内容

No.	目標	トピック数
1	気候中立かつ循環的でデジタル化された生産	30
2	強靱な産業のための重要な戦略的バリューチェーンにおける自律性向上	44
3	世界最先端のデータ・コンピューティング技術	10
4	競争力とグリーン・ディールに適合したデジタル・新興技術	38
5	グローバルな宇宙ベースのインフラ・サービス・アプリケーション・データの開発・展開・利用における開かれた戦略的自律性	25
6	デジタル・産業技術の人間中心で倫理的な開発	31

● デジタル・コンパス 2030¹⁶

欧州委員会は、2021 年 3 月に今後 10 年間のデジタル政策の方向性を示した「デジタル・コンパス 2030」を発表した。デジタル・コンパスで示されたビジョンは、スキルとインフラにおけるデジタル能力を向上させ、企業と政府のデジタル変革を推進するという以下 4 つの主要軸を中心に展開されるもので、実効性を持たせるため、それぞれについて具体的な数値目標を掲げている（図表 3-4）。また、目標を確実に達成するため、クラウドコンピューティング、AI、デジタル ID、データ、コネクティビティなどの分野で政策を推進する。

- ① スキル：デジタルリテラシーの向上と高度デジタル人材の育成
- ② インフラ：安全・高性能・持続可能なデジタルインフラの整備
- ③ 企業：企業のデジタル技術活用促進
- ④ 政府：公共サービスのデジタル化

デジタル・コンパスはまた、欧州グリーン・ディールで掲げる目標の実現を大きく支援するものであり、2030 年までに温室効果ガス排出量を少なくとも 55%削減するという EU の目標にも貢献するとしている。

¹⁵ 国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター（2021.12）「EU の研究・イノベーション枠組みプログラム Horizon Europe」<https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2021/OR/CRDS-FY2021-OR-02.pdf>

¹⁶ 欧州委員会（2021.3）「Europe's Digital Decade: digital targets for 2030」https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030_en

図表 3-4 デジタル・コンパス 2030 の具体的な数値目標

No.	主要軸	2030 年までの目標
1	【スキル】 デジタルリテラシーの向上と 高度デジタル人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> 基礎スキル: EU の全成人の 80%以上が基本的なデジタルスキルを有していること 専門家: EU 域内で 2,000 万人の ICT スペシャリストが雇用され、その男女比が収束していること (2019 年: 780 万人)
2	【インフラ】 安全・高性能・持続可能なデジ タルインフラの整備	<ul style="list-style-type: none"> コネクティビティ: 欧州の全世帯がギガビットネットワークに接続され (2020 年: 59%)、すべての人口密集地域が 5G でカバーされていること (2021 年: 14%) データ (エッジとクラウド): ネットワークのエッジでのデータ処理を可能にする、気候中立的で安全性の高いエッジノード 1 万個を EU 域内に導入し、企業の拠点に関わらず低遅延 (数ミリ秒) でのデータへのアクセスを保証する方法で、エッジノードを分散させること 次世代半導体: 最先端の持続可能な半導体 (プロセッサを含む) の世界生産額に占める欧州のシェアを 20%以上に引き上げること (2020 年: 10%) 量子コンピューティング: 2025 年までに量子加速を備えた最初のコンピュータを欧州で導入し、2030 年までに量子機能の最先端をいくこと
3	【企業】 企業のデジタル技術活用促進	<ul style="list-style-type: none"> テクノロジー採用: 欧州企業の 75%がクラウドコンピューティング・サービス、ビッグデータ、AI を採用していること イノベーター: 欧州は革新的なスケールアップ企業のパイプラインを拡大し、資金アクセスを改善し、約 250 社のユニコーン企業 (価値が 10 億ドル以上の新興企業) が存在すること (2021 年から倍増) 中小企業: 欧州の中小企業の 90%以上が少なくとも基本レベルのデジタル集約度※2 に到達していること (2019 年: 61%)
4	【政府】 公共サービスのデジタル化	<ul style="list-style-type: none"> 主要公共サービス: 欧州の市民・企業が主要な公共サービスの 100%をオンラインで利用できるようにすること eヘルス: 欧州市民の 100%が電子医療記録にアクセスできるようにすること デジタル ID: 欧州市民の 80%がデジタル ID ソリューションを使用していること

2020 年 7 月、新型コロナウイルス危機からの復興基金「次世代 EU」の創設について、EU 全加盟国が合意し、市場から 7,500 億ユーロを調達し、2021 年から 3 年間でコロナ禍からの復興を推進するとしている。「次世代 EU」の予算のうち、最低 20%をデジタル分野に投資し、グリーン化、デジタル移行や強靱化を含む加盟国の改革を目指す。

● デジタル・ヨーロッパプログラム (DEP) ¹⁷

欧州のデジタルトランスフォーメーション (DX) を加速するための新規プログラムである。欧州委員会の「コミュニケーションネットワーク・コンテンツ・技術総局 (DG CONNECT)」が担当する。予算額は 2021~2027 年の 7 年間で 75 億 8,800 万ユーロとなり、6 つの分野に対する予算額は図表 3-5 に示

¹⁷ 欧州委員会「The Digital Europe Program」<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/digital-programme>

すとおりである。Horizon Europe がデジタル分野の研究開発に資金を提供するのに対し、DEP ではスーパーコンピュータ、AI、サイバーセキュリティなどの機能強化に必要なインフラ構築に資金を提供する。DEP は加盟国による戦略的な投資と共に実施され、特に公共調達の間で行われる。DEP を通じて得られるインフラなどは Horizon Europe で実施されるテスト、実験、実証などで利用可能となる。

図表 3-5 デジタル・ヨーロッパプログラム詳細

No.	分野	概要	金額 (€)
1	高性能コンピューティング	<ul style="list-style-type: none"> 世界級のエクサスケールスーパーコンピュータを 2023 年までに完成 アクセシビリティ向上、健康・環境・安全などの公共分野におけるスーパーコンピューティングの利用拡大 	22.4 億
2	人工知能 (AI)	<ul style="list-style-type: none"> 企業や行政機関による AI 利用への投資 「欧州データ空間」の構築、大規模なデータセットへの安全なアクセスと保存、および信頼できてエネルギー効率の高いクラウドインフラ促進 EU 加盟国の健康・交通分野等における既存 AI 実験施設の強化・支援 	20.6 億
3	サイバーセキュリティ・トラスト	<ul style="list-style-type: none"> 量子通信インフラによる光通信・サイバーセキュリティ分野の能力強化 ネットワーク・情報システムの均一な高レベルのセキュリティ実現のため、加盟国と民間部門の先端スキル・能力強化 	16.5 億
4	先端デジタルスキル	<ul style="list-style-type: none"> データ、AI、サイバーセキュリティ、量子、HPC などの主要分野における将来の専門家のための特別なプログラム・訓練の設計と提供 	5.8 億
5	経済・社会全体でデジタルの幅広い利用	<ul style="list-style-type: none"> ヘルス、グリーン分野などにおける高インパクトの社会実装支援 「デジタルイノベーションハブ」のネットワークを構築・強化し、あらゆる地域にハブを置くことで企業がデジタル化の利益を得るようにする 	10.7 億

● 欧州宇宙プログラム¹⁸

地球観測システム「Copernicus」や高精度の位置情報を供給するグローバル衛星ナビゲーションシステム「Galileo」、さらには航空・海・陸ベースの利用者に対する安全で重要なナビゲーションを提供する「EGNOS」といった EU の宇宙分野での旗艦プロジェクトへの資金提供を行っている。7 年間の総予算は 148 億 8,000 万ユーロである。欧州連合宇宙プログラム機構 (European Union Agency for the Space Programme : EUSPA) がプログラムの実施を担う。このプログラムによって公共財として利用可能となる宇宙データやサービスが、持続可能な食料・天然資源、気候モニタリング、大気・陸・海・海洋環境、スマートシティ、接続・自動運転車、セキュリティ・災害管理といった分野で、Horizon Europe における革新的なソリューションの開発に活用されることを目指す。

4) 中国

基本方針・政策として、国家中長期科学技術発展計画綱要 (2006～2020 年) と国家イノベーション駆動発展戦略綱要 (2016～2030 年) の 2 つがある。これらを踏まえ、2016 年に、科学技術イノベーションや戦略的新興産業発展等の第 13 次五カ年計画が発表されている。

¹⁸ 欧州委員会「EU Space Programme」https://ec.europa.eu/defence-industry-space/eu-space-policy/eu-space-programme_en

第13次五ヶ年計画の科学技術イノベーション計画では、従来の科学技術五カ年計画と異なり、イノベーションを重視する姿勢がみられる。重大科学技術プロジェクトの実施15領域においては、③量子通信と量子コンピュータ研究、④脳科学と類脳研究、⑤国家サイバーセキュリティ研究、⑩天地一体化通信網技術、⑪ビッグデータ技術、⑫インテリジェント製造とロボット技術が挙げられている。産業技術の国際競争力の向上10領域においては、②次世代情報通信技術、②先進製造技術、⑥先進交通技術、⑨ビジネスモデルの進化に資するサービス技術が挙げられている。基礎研究の強化の社会ニーズに向けた戦略的基礎研究においては、③マン・マシン融合に向けた情報通信技術、先進的基礎研究においては、②量子制御と量子情報が挙げられている¹⁹。第13次五ヶ年計画の戦略的新興産業発展計画では1,000Mbps光ネットの普及、4G移動体通信の普及、5G移動通信技術の開発、テレビ放送網とインターネットの融合、全国をカバーするビッグデータシステムの開発と安全管理、高性能ICチップの開発、AI技術などの重点領域が挙げられている。また、産業競争力強化の戦略として中国製造2025が発表されており、その主要な理念は「情報化と産業化の融合」で、「スマート製造」、「グリーン製造」を目標としている。10の重点分野では、「次世代情報通信技術」が優先順位1位となっている。その他、インターネットと既存産業を結合し、新たなビジネス分野の開拓を目指すインターネット+が発表されている²⁰。

2021年12月には、工業情報化部、科学技術部、資源部など3省委員会が共同で「第14次5カ年計画²¹」を発表した。本計画では、①デジタルインフラの最適化・高度化、②デジタルが持つ役割の十分な発揮、③産業のデジタル化、モデル転換の推進、④デジタル産業化の加速、⑤デジタル化した公共サービスのレベル向上、⑥デジタル経済ガバナンスシステムの整備、⑦デジタル経済セキュリティシステムの強化、⑧デジタル経済をめぐる国際協力の拡大を打ち出している。①デジタルインフラの最適化・高度化では、5Gの商用展開を進めるとともに、第6世代移動通信(6G)技術の研究開発の支援強化や国際標準化に積極的に行うとしている。また、宇宙・衛星システムの高度化も積極的に推進し、衛星通信ネットワークの構築を加速させるとの計画も含まれており、情報通信分野を重点領域として研究開発や実用化に向けた取り組みに注力している。

2017年に国家次世代人工知能技術発展綱要(AI2030)を発表し、2030年までのロードマップを示している。この綱要の下で、工業・産業化部は「人工知能産業発展を促進するアクションプラン(2018-2020)」を発表、科学技術部は「次世代人工知能(AI)発展規画及び重大な科学技術プロジェクト始動会」を開催し、第一期の国家次世代人工知能オープン・イノベーション・プラットフォームリスト(2018年に5番目を追加)として、百度(Baidu)の自動運転、阿里雲公司(Alibaba Cloud)の「都市ブレイン」(スマートシティの計算センター)、騰訊公司(Tencent)の「医療画像認識」、科大訊飛公司(IFlytek)の「スマート音声」、商流(Sensetime)の「AIによる画像処理技術」が挙げられた。その他、同会議では、「次世代人工知能発展規画推進事務室」及び「次世代人工知能戦略諮問委員会」を発足させることを公表した。

¹⁹ 国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター (2016.10.4)「中国、「中国科学技術イノベーション第13次五カ年計画」を発表」<https://crds.jst.go.jp/dw/20161004/201610049475/>

²⁰ 国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター (2017.3)「研究開発の俯瞰報告書 主要国の研究開発戦略(2017年)」https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2016/FR/CRDS-FY2016-FR-07/CRDS-FY2016-FR-07_09.pdf

²¹ 中華人民共和国中央人民政府 (2022.1.12)「「第14次5カ年計画」のデジタル経済開発計画に関するお知らせ」http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-01/12/content_5667817.htm

(2) 政策の実施主体

1) 日本

日本における情報通信分野の政策の主管省庁、内閣府、総務省、文部科学省、経済産業省、国土交通省が挙げられる。内閣府の総合科学技術・イノベーション会議（CSTI）は、省庁横断での研究開発の枠組みとして、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）²²、官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）²³、ムーンショット型研究開発制度²⁴において、複数のプロジェクトが進められている。総務省では、国立研究開発法人情報通信研究機構を中心に研究開発が進められている。文部科学省では、理化学研究所内の革新知能統合研究センター（AIP）が2016（平成28）年に設立され、国立研究開発法人科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業のAIPネットワークラボと連携して研究を推進している。経済産業省では、国立研究開発法人産業技術総合研究所を中心に研究開発が行われ、2015（平成27）年に人工知能研究センターを設立した。同年に改革2020ロボット社会実装プロジェクトに関するアクションプランを策定した。国土交通省では、2018（平成30）年に先進的技術を取り入れたスマートシティのモデル都市の構築を進めるため、「スマートシティの実現に向けて【中間とりまとめ】²⁵」を策定した。

2) 米国

米国では、主に科学技術政策局（OSTP）、国立科学財団（NSF）、国立衛生研究所（NIH）、国防総省（DoD）、エネルギー省（DoE）、国防高等研究計画局（DARPA）、米国航空宇宙局（NASA）、国立標準技術研究所（NIST）が挙げられる。また、省庁横断の枠組みとして、ネットワーク情報技術（NITRD）プログラムがある。NITRDプログラムは国家科学技術委員会（NSTC）のNITRD小委員会によって統括され、大統領科学技術諮問会議（PCAST）よりプログラムの進捗と方向性の評価を受けている。

3) 欧州（EU）

欧州（EU）では、研究・イノベーション総局がHorizon2020の公募・採択を実施し、通信ネットワーク・コンテンツ・技術総局が情報通信政策Digital Agenda for Europeを担当している。

4) 中国

中国では、科学技術部が科学技術政策の実施主体となり、トップダウンでの研究開発資金配分を行い、科学技術政策立案のため国务院の下に組織される専門家チームの事務局機能を担っている。他では、工業・情報化部がソフトウェア産業などを所管、中国科学院が中国最大の研究機関として存在、国家自然科学基金委員会がボトムアップで研究開発資金を配分する役割を担っている。

²² 内閣府「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）」<https://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/>

²³ 内閣府「官民研究開発投資拡大プログラム」<https://www8.cao.go.jp/cstp/prism/index.html>

²⁴ 内閣府「ムーンショット型研究開発制度」<https://www8.cao.go.jp/cstp/moonshot/index.html>

²⁵ 国土交通省（2018.8.21）「スマートシティの実現に向けて【中間とりまとめ】」

<https://www.mlit.go.jp/common/001249774.pdf>

(3) デジタル関連政策の予算規模

各国のデジタルに関する政策の予算規模を図表 3-6 に示す。

図表 3-6 各国の政策の予算規模

No.	国	政策の予算規模
1	日本	1,430 億円 (2020 年実績) ²⁶
2	米国	70.9 億ドル (2020 年実績) ²⁷ ※NITRD プログラムの 12 個のプログラム・コンポーネント・エリアの予算合計
3	欧州 (EU)	約 153 億ユーロ (2021-2027) ²⁸
4	中国	307 億元 (2018 年) ²⁹ ※中国科学技術統計年鑑における国家自然科学基金にて実施された研究開発プロジェクトにおける支出額

²⁶ 総務省統計局「科学技術研究調査報告」https://www.stat.go.jp/data/kagaku/kekka/kekkgai/pdf/2021ke_gai.pdf

²⁷ 米ネットワークワーキング情報技術プログラム「NITRD Supplement to the President's FY2022 Budget」<https://www.nitrd.gov/pubs/FY2022-NITRD-NAIO-Supplement.pdf>

²⁸ 欧州委員会出版局 (2021.5.4)「Horizon Europe」<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1f107d76-acbe-11eb-9767-01aa75ed71a1>

²⁹ 国立研究開発法人科学技術振興機構「中国科技統計年鑑 2019 年版 7-5 国家自然科学基金の資金援助プロジェクト経費」<https://spc.jst.go.jp/statistics/ststats2019/index.html>

3.1.2. 情報通信分野における国際情勢の動向

(1) 経済安全保障の確保に関する取り組みの動向調査

1) 日本

政府は2022年の通常国会での経済安全保障推進法案の提出に向けて、2021年11月と2022年2月に「経済安全保障推進会議」を開催し、内閣官房に「経済安全保障法制準備室」を設定すること、及び「経済安全保障法制に関する有識者会議」にて専門的な見地から法案についての検討を進めることを発表した³⁰。同法が成立すれば、将来にわたって拡充されていくことが予想されるが、当初の経済安全保障推進法の柱は図表 3-7 に示す内容となる見通しである。篠崎彰彦九州大学大学院教授は「イノベーションの中核を担うICTは、経済安全保障推進法の4つの柱にすべて関わる「重要技術」といえ、ICTは経済安全保障で「かなめ」となる領域だ」と話す³¹。同法案は2022年3月17日の衆議院本会議で審議入りした。

図表 3-7 経済安全保障推進法の柱

No.	項目	内容
1	サプライチェーン	国民生活や産業に重大な影響が及ぶ状況を回避すべく、重要物資や原材料のサプライチェーンを強靱化
2	基幹インフラ	基幹インフラ機能の維持等に係る安全性・信頼性を確保
3	官民技術協力	官民が連携し、技術情報を共有・活用することにより、先端的な重要技術を育成・支援する枠組み
4	特許非公開	イノベーションの促進との両立を図りつつ特許非公開化の措置を講じて機微な発明の流出を防止

2) 米国

2017年に公表した「国家安全保障戦略」では、中国及びロシアが米国の繁栄と安全を侵食していると名指し、米国の繁栄のために、研究、技術、発明、イノベーションの主導をうたっている。

2020年10月には「国家安全保障戦略」に従って、「重要・新興技術のための国家戦略」を発表した。米国が重要・新興技術で世界のリーダーであり続けるために、同盟・友好国や産学と連携し、国家安全保障イノベーション基盤（NSIB）を強化するとともに、戦略的競争相手から重要・新興技術の先進性を守ることを柱としている。その前提として、20分野の重要・新興技術を特定しており、その中に「通信・

³⁰ 経済安全保障法制に関する有識者会議（2022.2.1）「経済安全保障法制に関する提言」

https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/keizai_anzen_hosyohousei/dai4/teigen.pdf

³¹ ビジネス+IT（2022.3.15）「ウクライナ危機が突き付ける「日本の」経済活動と安全保障、検討すべき事案とは 篠崎教授のインフォメーション・エコノミー（第144回）」<https://www.sbbi.jp/article/cont1/82774>

ネットワーク技術」「量子情報科学」「半導体・マイクロエレクトロニクス」「宇宙技術」が含まれている。

2021年6月に上院を通過した「2021年イノベーション・競争法」には、エンドレス・フロンティア法（半導体、通信、人工知能などの振興を推進する法律）、戦略的競争法、米国の未来強化法（議会の国土安全保障・政府問題委員会関連規定）、中国への挑戦の対処法が含まれている。また、同年6月に公開された重要製品に関するサプライチェーン強化に向けた報告書³²において、半導体や情報通信機器などの戦略的な技術や製品、レアアースなどの資源に関する中国への依存を低減するため、米国内での研究開発・生産強化と民主主義諸国によるサプライチェーンの強化を打ち出した。2021年2月に発出された大統領令に基づき、100日レビューとして、①半導体、②大容量電池、③重要な鉱物・素材、④医薬品・有効成分の4分野に関して提言している。さらに、1年レビューとして、①防衛産業、②公衆衛生・生物テロ、③ICT、④エネルギー、⑤運輸、⑥農作物・食料の6分野について検討中となっている。100日レビューの4分野について脆弱性に対応するため、例えば、①国内の医療品有効成分製造能力を高めるための新たな技術基盤開発に向けて約6千万ドルをコミット、②電池に係る希少材料の使用を削減又は使用しない製品開発やリサイクルプロセスの確立等に対する支援、③重要鉱物・物資に係る政府による備蓄強化等の措置を講じている。

2022年2月に米連邦捜査局（FBI）、国家安全保障局（NSA）、サイバーセキュリティ・インフラセキュリティ庁（CISA）は、ロシアが支援する主体によるサイバー攻撃に関するセキュリティ勧告を発表した。ロシアによるウクライナへの軍事侵攻に対する動きの一つとみられる。

3) 中国

中国は「ハイテク冷戦」と呼ばれる米国の対中制裁を受けてサプライチェーンの脆弱性に直面した。2019年5月のファーウェイをはじめ、その後も中国ハイテク企業が続々と米商務省が輸出管理法に基づいて指定した取引制限リストの「エンティティ・リスト」に掲載され、米国製品の調達ができなくなった。この結果、世界一を争うスマートフォン・メーカーだったファーウェイ社は大きな打撃を受けた。国内に膨大なユーザ産業群を擁する中国は、これまで半導体を大量に輸入してきた。その半導体を一部とはいえ禁輸対象とされて、中国は「糧道を断たれる」に等しい衝撃を受けた。

中国は、この弱点を解消するために、2021年の全国人民代表大会にて、2021～2025年の新たな中期経済目標「第14次5カ年計画」が審議され、産業基盤の高度化、産業チェーンの現代化、デジタル化の発展などを進める方針を明らかにした。同計画の第2編は、「第二編 イノベーション駆動型発展の堅持 発展の新たな優勢の全面的創出」について論じており、具体的に以下4点の方針を掲げている。

- ・ 人工知能、量子情報、集積回路、生命・健康、脳科学、宇宙技術などのフロンティア分野を目指し、国家重点研究所を再編成して、研究所システムの合理的な構造と効率的な運営を形成すること
- ・ 国家の安全と発展の全局面に関わる基礎核心分野において、戦略的科学計画と科学プロジェクトを実行すること
- ・ 基礎研究を一貫して強化すること

³² 米ホワイトハウス（2021.6）「BUILDING RESILIENT SUPPLY CHAINS, REVITALIZING AMERICAN MANUFACTURING, AND FOSTERING BROAD-BASED GROWTH」<https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/06/100-day-supply-chain-review-report.pdf>

- ・ 主要な科学技術革新プラットフォームを構築すること

4) 欧州 (EU)

2020年12月に欧州委員会は「変革のための新たな環大西洋協力アジェンダ」を公表した。アジェンダのデジタル分野では、ハイテク分野でEUと米国の共通政策が必要だとし、第5世代移動通信システム(5G)やサイバーセキュリティなど重要インフラのサプライチェーンにおける安全保障に関する協力を提言した。また、人工知能(AI)分野やデータ移転に関する政策での協力、大手IT企業に対する競争法政策やデジタル課税などに関する対話を進めるべきだとした³³。

また、欧州委員会は2021年3月に、2030年までのEUのデジタル化目標を示す「デジタル・コンパス2030」を発表した³⁴。この計画は、デジタルアイデンティティーのためのEU全体のエコシステム、人工知能のための法的枠組み、量子コンピューティングの卓越性、EUベースの分散型データクラウドソリューション、通信ネットワークの仮想化と新技術(openRan)を促進するための欧州的アプローチなど、革新的で責任ある安全なデジタル経済を促進する強固な枠組みを定めるものである。

³³ 日本貿易振興機構(2020.12.4)「欧州委、米国との新たな関係構築に向けたアジェンダ発表」

<https://www.jetro.go.jp/biznews/2020/12/46d2a3790e8c9b19.html>

³⁴ 欧州委員会(2021.3.9)「Europe's Digital Decade: Commission sets the course towards a digitally empowered Europe by 2030」https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_983

(2) グリーン化に関する国際的な取り組みの動向調査

1) 日本

2020年、菅元総理大臣により2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち2050年カーボンニュートラルの実現を目指すことが宣言された。これを踏まえ、経済産業省が中心となって「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」³⁵を策定した。さらに、2021年6月には同戦略をより具体化した改訂版を発表している³⁶。

「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」では産業政策・エネルギー政策の両面から成長が期待される14の重要分野について高い目標を設定し、目標の実現を目指す企業の前向きな挑戦を後押しするための、あらゆる政策を総動員している。重要分野の1つとして半導体・情報通信分野を設定しており(図表3-8)、「次世代パワー半導体やグリーンデータセンター等の研究開発支援等を通して、半導体・情報通信産業の2040年のカーボンニュートラル実現を目指す」としている。

図表 3-8 半導体・情報通信分野に関する主な今後の取り組み

No	分類	主な今後の取り組み
1	デジタル化によるエネルギー 需要の効率化・省CO2化 (グリーン by デジタル)	<ul style="list-style-type: none"> DX推進として、社会生活のオンライン化を実現できるような次世代ソフトウェアの研究開発や、デジタル技術活用による地域の省CO2化推進のための実証などを支援。 データセンターのゼロエミッション化・レジリエンス強化のモデル創出や再エネなど脱炭素電源の導入を促進するための実証・補助事業・制度支援等を実施。
2	デジタル機器・産業の省エネ・ グリーン化 (グリーン of デジタル)	<ul style="list-style-type: none"> 従来のSiパワー半導体の高性能化に加えて、超高効率の次世代パワー半導体の実用化に向けて、アカデミアが保有する半導体関連技術・施設等も活用し、研究開発を支援。 データセンターの省エネ化に向けて、サーバーを構成する要素デバイスの高性能化・省エネ化技術に、光エレクトロニクス技術を融合したシステムの開発・実証や、データセンターを制御するソフトウェアによる性能・消費電力の最適化技術を開発。

出典：経済産業省「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」を基にNTTデータ経営研究所作成

さらに2022年2月に経済産業省が「GX(グリーントランスフォーメーション)リーグ」³⁷の基本構想

³⁵ 経済産業省(2020.12.25)「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」

<https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201225012/20201225012-2.pdf>

³⁶ 経済産業省(2021.6.18)「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略を策定しました」

<https://www.meti.go.jp/press/2021/06/20210618005/20210618005.html>

³⁷ 経済産業省(2022.2.1)「GXリーグ基本構想」

https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/GX-league/gxleague_concept.pdf

を発表。2050年のカーボンニュートラルを掲げる企業が自主的に参加する枠組みであり、2022年3月末までに賛同した企業は、排出量取引を含むリーグ内のルールづくりに参加できる。2023年4月には、GXリーグに参画する企業を募って本格運用を開始する予定としている。

2) 米国

2020年11月に発足したバイデン政権は気候変動対策を看板政策に掲げており、パリ協定へ再参加するとともに、2050年までのカーボンニュートラルに向けた大型投資を提案している。医療機器や半導体・通信関連部品等の国家基盤技術の支援、将来に渡るパンデミックへの対応体制強化も重視。

また、2021年4月の日米首脳会談にて、「日米競争力・強靱化(CoRe)パートナーシップ」及び「日米気候パートナーシップ」を立ち上げ、気候変動、クリーンエネルギー及びグリーン成長・復興を目指す。具体的には、「イノベーション・開発や実社会での普及の連携・支援強化」「スマートグリッド等、気候変動に適応したインフラの整備・活用促進」「JUCEP等によるインド太平洋諸国等の脱炭素移行支援」等を両国が協力して推進する。

3) 欧州

EU全体の政策的優先事項として、グリーン化、デジタル移行、コロナ禍からの復興を掲げており、その実現のために研究開発への投資を行っている。

欧州委員会が2019年に発表した、持続可能なEU経済の実現に向けた成長戦略「欧州グリーン・ディール」³⁸では、10年間で120兆円(1兆ユーロ)をグリーン関連に投資する計画が立てられている³⁹。2020年3月には、グリーン・ディール実現に向けた循環型経済行動計画が発表され、環境負荷が高い7つの産業を重点産業と設定し、具体的な施策を打ち出して企業の行動変容を促している。

この重点産業の1つに「電子・情報通信機器」が含まれる。「電子・情報通信機器」産業の取り組みとして、「サーキュラー・エレクトロニクス・イニシアチブ」が提示され、デザイン・リユース・仕様共通化・有害物質等の観点から環境影響の削減に向けた取り組みが推進されている⁴⁰。

また、2021年5月の日EU首脳協議で「日EUグリーン・アライアンス」を立ち上げた。同アライアンスの下、日EU間での技術協力を図りながら、カーボンニュートラル実現に向けた動きが加速するとみられている。

3.1.3. 情報通信技術の研究開発及び社会実装に関する動向

³⁸ European Commission 「A European Green Deal」 https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

³⁹ 日本経済新聞 (2020.1) 「EU、脱・化石燃料に一步 10年で120兆円超投資」
<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO54397460V10C20A1000000/>

⁴⁰ 時事通信社 (2022.1) 「欧州起点に加速するサステナビリティ対応」
<https://www.jiji.com/jc/article?k=000000058.000020895&g=prt>

(1) Beyond 5G

1) 国内における研究開発の動向

(ア) 技術の概要

Beyond 5G とは、「高速・大容量」「低遅延」「多数同時接続」といった 5G の特徴的機能のさらなる高度化に加え、「超低消費電力」「超安全・信頼性」「自律性」「拡張性」といった持続可能で新たな価値の創造に資する機能をもった 5G の次世代の移動通信システムを示す。Beyond 5G の最大の特徴は、高度化した通信が AI やロボティクスと有機的に連携する点にある。すなわち、AI やロボット、センサーが通信の主体となる。人間の能力の制約を受けなくなることで、文字どおり桁違いの高度通信機能が実現することになる。「スマホの通信が速くなる」だけでなく、超高速通信は AI による圧倒的な大容量データ処理につながり、情報伝達の遅延が大幅に抑えられればロボットや移動車両の超精密制御が可能になる。これは、社会が AI やロボティクスを本格活用する環境が整うことを意味している。

Beyond 5G の実現により、まず、フィジカル空間では、従来の地上系モバイルネットワークだけでなく、衛星系ネットワークなどを組み合わせることで柔軟で拡張性のある通信環境が提供される。サイバー空間では、アプリケーションに応じて多様な空間が併存し、蓄積された過去データや将来予想などの情報処理が行われる。Beyond 5G の時代では、フィジカル空間とサイバー空間の双方において時間や空間が高度に制御され、両空間が統合されることで、これまでフィジカル空間だけでは実現できなかったことが可能となる。フィジカル空間とサイバー空間の統合により新たなアプリケーションが提供され、様々な社会課題の解決に役立つことが期待される。

Beyond 5G 実現時のユースケース例^{41,42}を図表 3-9 に示す。

図表 3-9 Beyond 5G 実現時のユースケース

No.	ユースケース名	概要
1	相互理解促進システム (文化・価値観の壁を 超える)	異なる文化や価値観を持つ多様な人々が日常の言葉のやり取りだけで真に理解し合うのは難しい。本システムは文脈・非言語情報・脳情報を解析して相手の真意を分かりやすく伝えてくれる。海外の人とのリアルアバターを使用した遠隔対話においても、文化や習慣の違いも踏まえて言葉が意味する概念を翻訳して通訳するため、多様な文化を持つ人々間の相互理解がより深まる。
2	心と身体の支援アバター (年齢・身体能力の 壁を越える)	介護支援アバター (AI ソフト・ロボット) が高齢者や障害者の望みや気持ちに係る言語・非言語・脳情報を読み解き支援してくれる。また、介護者が介護支援アバターを遠隔から操作して高齢者や障害者の望みに合わせて介助することもできる。国内の介護者数には限りがあるが、外国の介護者が海外から介護支援アバターを操作し、同時通訳システムを使用しながら被介護者の身の回りを支援することも可能になる。

⁴¹ 国立研究開発法人情報通信研究機構 (2022.3.30) 「Beyond 5G/6G ホワイトペーパー2.0 版」

https://beyond5g.nict.go.jp/images/download/NICT_B5G6G_WhitePaperJP_v2_0.pdf

⁴² 国立研究開発法人情報通信研究機構 (2021.3) 「Beyond 5G/6G ホワイトペーパー1.0 版」

https://beyond5g.nict.go.jp/images/download/NICT_B5G6G_WhitePaperJP_v1_0.pdf

No.	ユースケース名	概要
3	テレプレゼンスによる働き方革命（距離・時間の壁を超える）	在宅のまま国内のみならず世界各地に3Dアバターで瞬間移動することで、海外との打ち合わせもXRと多言語同時通訳で楽々となせる。海外の製造工場や農場へも瞬間移動し、遠隔作業も五感情報で直感的に行える。仕事の合間には遠くにいる親の介護も可能になる。
4	月面でのアバター活動/宇宙版ストリートビュー	地上にいるユーザーが月面上のアバターに接続することで月面活動を行う。地上にいながらリアルタイムで月面工場、建設工事現場、月面試験所（材料評価等）における作業が可能になる。ゲーム等のエンターテインメント分野や教育分野、鉱物資源の開拓、宇宙医療（アバターが遠隔手術）等において、多言語による意思疎通で言葉の壁を月面でも低減する。 また、衛生上にWebカメラを常備し、地上にいながらリアルタイムの宇宙の姿が楽しめる。
5	空飛ぶクルマ	従来の全地球測位衛星システム（GNSS:Global Navigation Satellite System）に加え、エッジコンピューティングが可能な多数の基地局のアシストや空飛ぶクルマ自身の慣性センサーの高安定・高精度化などで測位・巡航システムを多重化することで、軽量の宅配ドローンは低層域、個人用の空飛ぶクルマは中層域、大型の輸送域は高層域を飛ぶ。さらに、成層圏には大型の倉庫が周回しており、遠隔地にはその倉庫から荷物を直接届けられる。
6	レジリエント里山	高密度に配置されたセンサーネットワークで降水量を広範囲・高精度に把握し、住民避難の迅速化・効率化に役立てる。例えば、用水路や水門を並列化し、ネットワークでつなぐことで、町からの排水をスマートに実施するようになる。他では、複数の無人ロボットを同期制御し、効率的に間伐作業を進めることで、森の治水機能を高めて理想的な状態に維持する。このロボットの協調作業は、農業にも展開でき、里山の維持輸林も機能する。

また、現在の通信インフラに関する状況の動向として、移動通信トラフィック量、5G通信基地局の市場規模、5G関連特許数について調査した。

● 我が国における移動通信トラフィック量

総務省の情報通信統計データベース（2018年から2021年の過去3カ年）⁴³によると、過去3年間の移動通信トラフィックの成長率は年間約1.2倍となっている（図表3-10）。2020年からの新型コロナウイルス蔓延により、テレワークやオンライン授業への移行が加速し、オンラインライブやゲーム等の新たな日常が定着したことが、トラフィックの増加に起因したとみられる。

今後もキャッシュレス化、非接触の営業活動等、社会の変容を浮き彫りにした新しいライフスタイルへの移行が進み、移動通信トラフィックは将来にわたってさらに増加するとみられることから、我が国の移動通信トラフィック成長率（年間1.2倍）の傾向を基に、2030年までの移動通信トラフィックを予測した例を図表3-11に示す。予測例では、2030年のトラフィック量が2021年の約10倍となる。

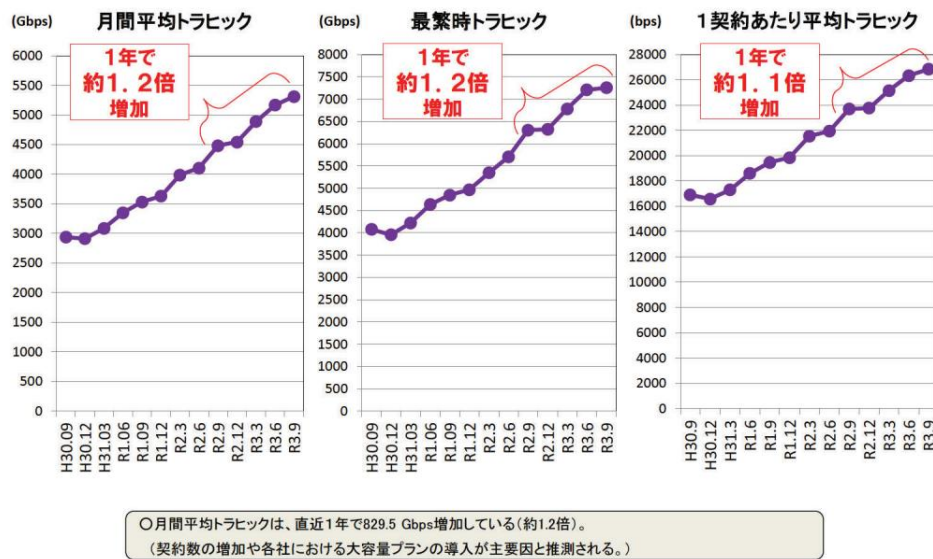
2030年に向け、超高速・大容量、超低遅延、超多数同時接続などBeyond 5Gの技術要件を満たすサービスやコンテンツが出現し、予測例よりもさらに爆発的にトラフィックが伸びることも想定される。

⁴³ 総務省「情報通信統計データベース 我が国の移動通信トラフィックの現状」

<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/field/data/gt010602.pdf>

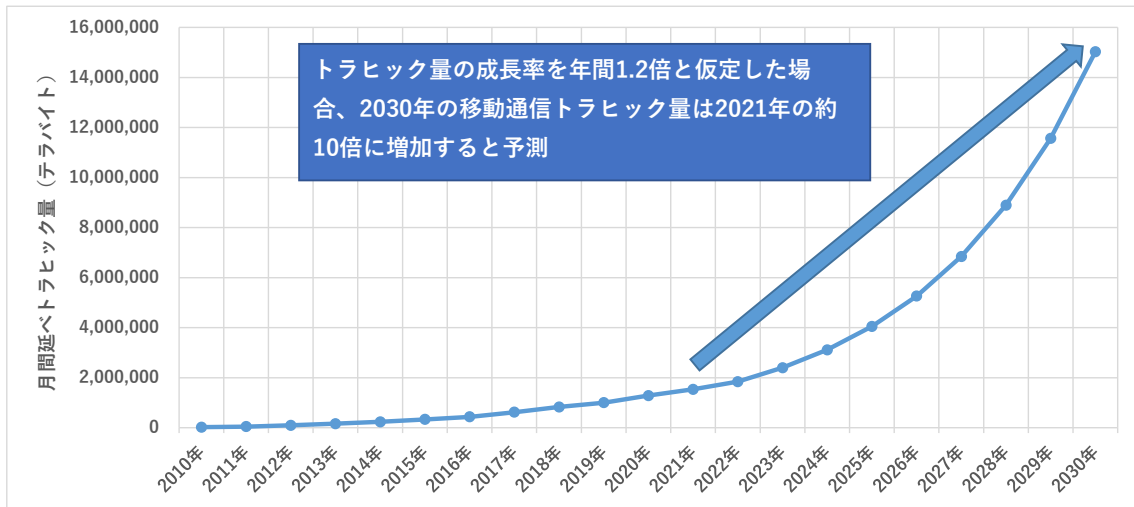
図表 3-10 移動通信トラフィックの推移

移動通信トラフィックの推移(過去3年間)



出典：総務省「情報通信統計データベース 我が国の移動通信トラフィックの現状 概要」

図表 3-11 2030年までの移動通信トラフィック予測例



出典：「情報通信統計データベース 我が国の移動通信トラフィックの現状 集計値」を基に NTT データ経営研究所が作成

● 5G 通信基地局の市場規模

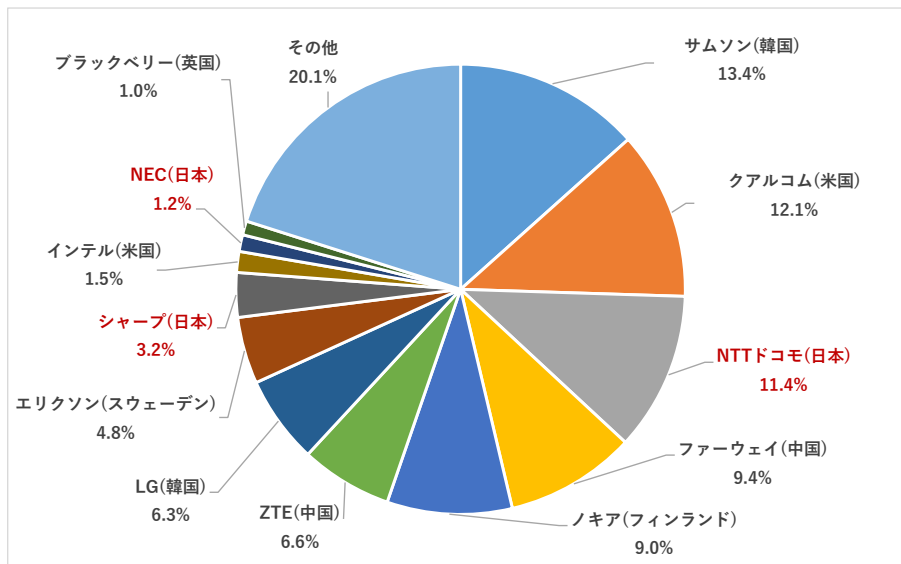
世界の 5G 通信基地局の市場は 2020 年で 4.9 兆円の規模となっており、5G 基地局の企業別シェアを見ると、ファーウェイが 38.1%、エリクソンが 24.7%、ノキアが 16.7%となり、中国、欧州の企業が高いシェアを占めている。一方、我が国は富士通株式会社及び日本電気株式会社が 1%前後のシェアに留まっている⁴⁴。

⁴⁴ 読売新聞 (2021.6.2)「日米、5G 基地局やケーブル整備で連携国拡大へ…中国に対抗」
<https://www.yomiuri.co.jp/economy/20210601-OYT1T50321/>

● 5G 関連の特許保有数

特許数に関して、5G 関連の特許も海外企業が多く保有しており、日本企業が移動通信分野で保有する標準必須特許の割合は減少傾向（3G：約 30%→5G：約 15%）にあることから、Beyond 5G でも海外企業の後塵を拝する可能性も想定される（図表 3-12）。

図表 3-12 5G 標準必須特許の保有状況（推定保有数）



出典：「2021 年 4 月 2 日サイバー総研プレスリリース」⁴⁵を基に NTT データ経営研究所が作成

(イ) 研究開発を推進する国の取り組み

Beyond 5G の実用化、本格導入が約 10 年後の 2030 年代となることを見据え、2025 年までを先行的取組フェーズと考えて要素技術の集中的研究開発期間と位置付けられている。世界トップレベルとなる 1 千億円規模の国費投入を目指し、我が国の ICT 分野の国際競争力を強化する計画となっており、研究開発の強化が進んでいる。Beyond 5G の研究開発などの活動を産学官で推進するために 2020 年 12 月に Beyond 5G 推進コンソーシアムが設立された。Beyond 5G 推進コンソーシアム⁴⁶は企画・戦略委員会と国際委員会で構成され、Beyond 5G 推進に向けた総合的な戦略の検討、国際動向把握が行われている。各委員会の主な活動内容を図表 3-13 に示す。

図表 3-13 Beyond 5G 推進コンソーシアムの各委員会における主な活動内容

No.	委員会名	活動目的	2021 年度の主な活動内容
1	企画・戦略委員会	Beyond 5G 推進に向けた総合的な戦略の検討を通じた、我が国が Beyond 5G と	【全体】 ・日本の 5G 振り返りと有識者を対象とした技術動向調査、テラヘルツ波の電波伝搬特性等に関する技術的検討、白書作成を実施し

⁴⁵ 株式会社サイバー創研（2021.4.2）「プレスリリース：サイバー創研、5G 標準必須特許に関する 主要技術・サービスの開発動向について評価・分析」<https://www.cybersoken.com/blog/topics/2021/04/02/2889/>

⁴⁶ Beyond 5G 推進コンソーシアム <https://b5g.jp/organization.html>

No.	委員会名	活動目的	2021年度の主な活動内容
		して目指すべき姿の策定	<p>ている（白書作成に係る具体的な活動内容は後述）。</p> <ul style="list-style-type: none"> 2021年12月にコンソーシアム全体を活性化させていくために講じるべき施策について検討するコンソーシアム活性化検討会が発足した。新しい価値の創出につなげるためにユーザ側企業を巻き込む取り組みとして、次年度より「WAKU WAKU 2030」が開始予定。2022年度の活動方針として、「WAKU WAKU 2030」のブランドの「基礎」づくり、情報発信、新しい価値創出に向けた活動の検討（ユーザ側企業の巻き込み方等）が掲げられている。 オープンな基地局の更なる普及・展開に向けた検討を加速するために、国際委員会と共同でOpenRAN推進分科会を設立した。OpenRAN推進分科会の主な活動内容は、「基地局のオープン化に向けた国内外の動向共有」と「オープンな基地局の世界的な普及・展開に向けた対応策などの議論」の2点となる。 <p>【白書分科会】</p> <ul style="list-style-type: none"> ITU向けの白書として、2022年3月末に第1版を発行した⁴⁷。 白書の作成に係る主な観点として、「①2030年代に期待される強靱で活力のある社会を展望し、Beyond 5Gのユースケースや通信の要求条件と技術を明確化」、「②Beyond 5Gコンセプトを早期にとりまとめ世界的に発信し、ITU含む国際的議論に反映するとともに、国際的なイニシアチブを確立」、「③多様な業界の意見を積極的に取り込みかつ発信し、あらゆる産業界にとって有益なBeyond 5Gコンセプトを作り上げ、国際競争力強化に貢献」の3つが掲げられている。 上記3つの観点に基づき、ビジョン作業班と技術作業班に分かれ、各班においてBeyond 5Gに求められるユースケースや要求条件の検討、及びBeyond 5Gの技術動向を検討したうえで利用者や市場に提供する機能・価値・果たす役割・期待などの明確化を行い、白書に反映された。
2	国際委員会	Beyond 5G推進に向けた国際動向の把握や、我が国の取組状況の国際的な発信等	<ul style="list-style-type: none"> 2021年11月に国際カンファレンスを開催した。Beyond 5G推進に向けた産学官の取組の加速化と国際連携の強化に焦点を当て、我が国及び欧米等の産学官の主要なプレーヤーからのBeyond 5G推進に向けた取組紹介や、Beyond 5G実現に向けて鍵となる技術動向やその研究開発の推進について国際的な議論が行われた。 2022年1月に技術分科会設置の審議が行われた。技術分科会の目的は、今後より一層の国際連携が期待される技術分野に焦点を当て、技術を取り巻く状況について会員全体での認識共有を行うとともに、我が国が保有する技術を明確化し、国際連携の円滑化に向けたイベントやワーキンググループの開催となる。2022年1月時点のワーキンググループの構成として、「スケーラビリティ」「自律性」「高周波」「セキュリティ」「時間的空間」の5つが想定されている。 第6回会合（2022年2月16日）で、Beyond 5Gに関する諸外国（欧州、ドイツ、中国、台湾）の研究開発動向の調査結果が報告された。

また、1千億円の国費投入の第一弾として、2021年度第3次補正予算によって200億円でBeyond 5Gの共用研究施設・設備（テストベッド）を構築するとともに、300億円のBeyond 5G研究開発促進事業（基金）を創設し、企業や大学への委託／助成により要素技術の開発を開始している。Beyond 5G研究

⁴⁷ Beyond 5G推進コンソーシアム（2022.3.18）「Beyond 5G ホワイトペーパー1.0版」
https://b5g.jp/doc/whitepaper_jp_1-0.pdf

開発促進事業（基金）は3つのプログラムで構成され、2021年度に研究開発課題の公募・採択が行われた。新規で採択された主な研究開発課題を図表 3-14 に示す。

図表 3-14 Beyond 5G 研究開発促進事業の各プログラムにおける主な研究開発課題

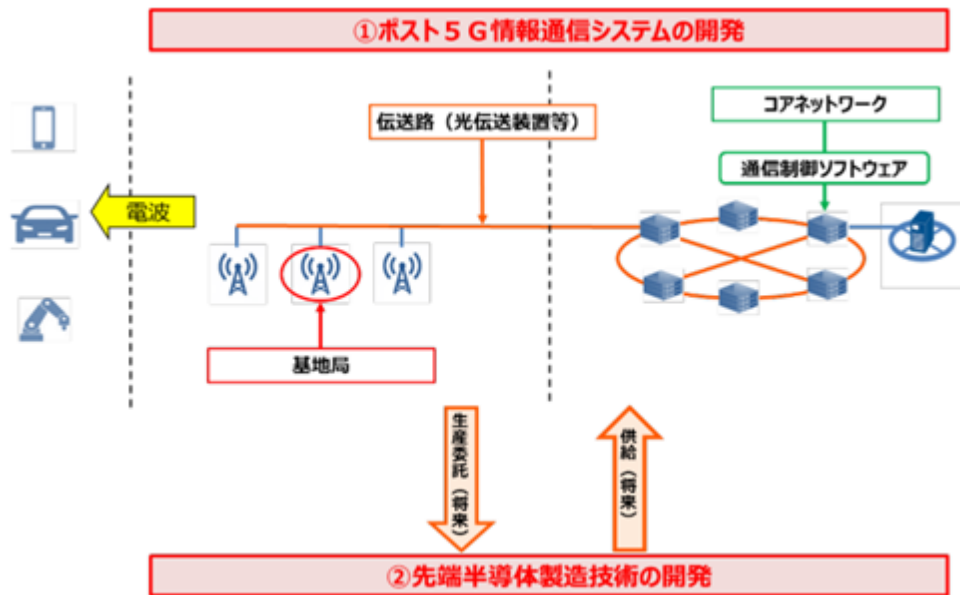
No.	プログラム名	プログラムの概要	2021 年度に採択された主な研究開発課題
1	Beyond 5G 機能実現型プログラム	「研究開発課題候補リスト」(随時、追加・変更)に基づき、予算額を考慮しながら、ハイレベルな研究開発成果の創出を目標とする基幹課題と一般課題の公募を実施。	<p>【基幹課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> 次世代 LEO 通信コンステレーション構築に向けた超小型・低コスト電波・光ハイブリッド通信システムおよび通信制御システムの研究開発 衛星ネットワーク対応型光空間通信システムの研究開発 <p>【一般課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> 継続的進化を可能とする B5G IoT SoC 及び IoT ソリューション構築プラットフォームの研究開発 Beyond 5G 時代に向けた空間モード制御光伝送基盤技術の研究開発 完全ワイヤレス社会実現を目指したワイヤレス電力伝送の高周波化および通信との融合技術 等
2	Beyond 5G 国際共同研究型プログラム	協調可能な技術分野で戦略的パートナーとの連携による先端的な要素技術の国際共同研究開発プロジェクトを推進。	<ul style="list-style-type: none"> Beyond 5G 超大容量無線通信を支えるテラヘルツ帯のチャネルモデル及びアプリケーションの研究開発 欧州との連携による 300GHz テラヘルツネットワークの研究開発 次世代公衆無線 LAN ローミングを用いたオープンかつセキュアな Beyond 5G モバイルデータオフローディング 等
3	Beyond 5G シーズ創出型プログラム	幅広い多様な研究開発を支援し、技術シーズ創出からイノベーションを生み出すプログラムを実施。	<ul style="list-style-type: none"> 低コスト・高品質なミリ波・テラヘルツ帯への B5G 対応高周波数移行技術の研究開発 Beyond 5G の高速通信・低遅延等に適したエッジ AI ソフトウェアの開発と動作実証に関する研究開発 B5G 超低消費電力高効率ネットワーク構成に向けた高機能材料の研究開発 等

Beyond 5G の研究開発は、世界各国で国の予算以外にも、民間企業の活動も含めて活発に動き始めている。その中で、2021年6月に Beyond 5G 推進コンソーシアムは、フィンランドのオウル大学が推進する 6G に関する研究と開発、イノベーションに取り組むエコシステムの「6G Flagship」との間で、6G に関する双方の活動を一層強力に推進するために相互で連携することを合意した。日本企業だけで固まってオールジャパンでやるアプローチは取らず、グローバルな協力体制、有志国としっかり連携体制を組み、グローバルファーストで進めていく。

さらに、他では、経済産業省が 5G に超低遅延や多数同時接続といった機能が強化された 5G（ポスト 5G）が今後多様な産業用途で活用されると見込み、「ポスト 5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業」が 2020 年度から 2023 年度にかけて行われている⁴⁸。同事業では、「①情報通信ネットワークを構成する各要素（コアネットワーク、伝送路、基地局、モバイルエッジコンピューティング、端末）に関する技術開発」「②先端半導体製造技術の開発」「③ポスト 5G 以降の世代で有望と考えられる技術の開発」の 3 テーマに対する研究課題を公募・採択して進めている（図表 3-15）。

⁴⁸ 経済産業省（2021.3.9）「ポスト 5 G 情報通信システム基盤強化研究開発事業 研究開発計画」
<https://www.meti.go.jp/press/2021/05/20210531002/20210531002-3.pdf>

図表 3-15 ポスト 5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業における研究開発内容のイメージ



出典：経済産業省（2021）「ポスト 5 G 情報通信システム基盤強化研究開発事業研究開発計画」

(ウ) 主な研究開発の状況

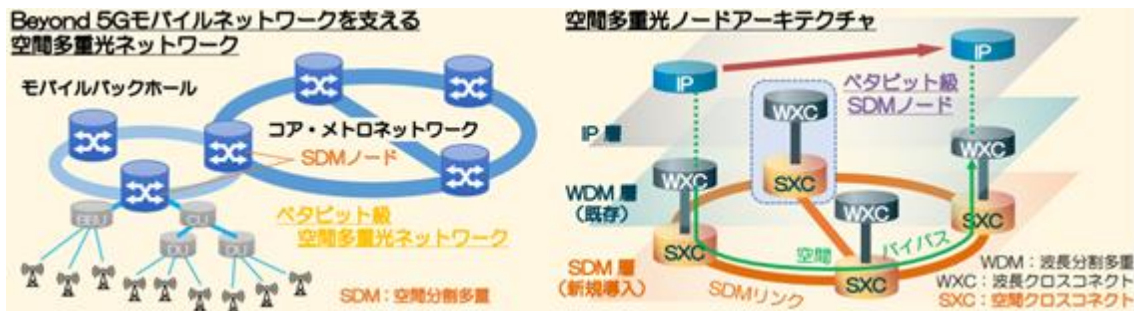
我が国の Beyond 5G に関する研究開発の最新動向について、Beyond 5G 研究開発促進事業の機能実現型プログラム、で今年度新規採択された研究開発テーマの中から、5 つを以下に示す。

● Beyond 5G 超大容量無線通信を支える空間多重光ネットワーク・ノード技術の研究開発【Beyond 5G 機能実現型プログラム 基幹課題】

Beyond 5G 時代の ICT 社会を支えるためには、ペタビット級の光リンク容量を持つ光ネットワークが必要になると予想される。このような超大容量光ネットワークは、現在の単一モード光ファイバーでは実現不可能であり、隣接光ノード間の接続光ファイバー数も増大することから、空間分割多重 (SDM) 技術が一層重要となると考えられる。大容量な SDM 技術を既存の波長分割多重 (WDM) ベースの光ネットワークに経済的に導入していくためには、新しいノード・アーキテクチャに基づく SDM 光ネットワーク・ノード技術が必要不可欠である。

ペタビット級の光ネットワークを経済的に実現するために、ノードコストの増加を抑えつつリンク容量に応じて収容能力を増加させる必要がある。ペタビット級光リンク容量が必要となるネットワーク環境において、現行技術を用いる場合と比べて、1 ビット当たりの転送コスト 50%以上の削減と転送距離 50%以上の延伸化を可能とする空間チャンネル・波長チャンネルを活用した超大容量光ネットワーク・ノード技術の確立が期待される⁴⁹。本研究は香川大学、株式会社 KDDI 総合研究所、日本電気株式会社、サンテック株式会社、古河電気工業株式会社が提案し、2021 年 7 月 27 日付で国立研究開発法人情報通信研究機構と委託契約を締結の上、研究に着手した (図表 3-16)。

図表 3-16 空間多重光ネットワーク技術の構想図



出典：国立研究開発法人情報通信研究機構 (2021)

「令和 3 年度新規委託研究の公募 (第 1 回) で採択された基幹課題の研究概要図」

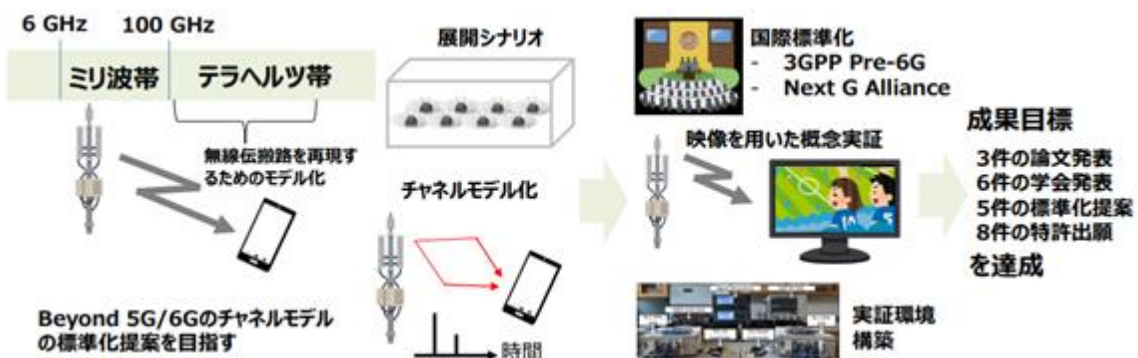
⁴⁹ 国立研究開発法人情報通信研究機構 (2021)「Beyond 5G 研究開発促進事業」に係る令和 3 年度新規委託研究の公募 (第 1 回)に関する詳細情報 研究概要図 (課題番号 002)」

https://www2.nict.go.jp/commission/B5Gsokushin/B5G_keikaku/r03/B5G_002_keikaku_g.pdf

● **Beyond 5G 超大容量無線通信を支えるテラヘルツ帯のチャンネルモデル及びアプリケーションの研究開発【Beyond 5G 国際共同研究型プログラム】**

Beyond 5G での利用が想定されるテラヘルツ帯について、国際標準化での提案に向けて、テラヘルツ帯を用いた無線通信システムの評価モデルである展開シナリオ及びチャンネルモデルの研究開発を米国の事業者・大学と連携して行う。さらに、Beyond 5G のアプリケーションの1つとして、映像符号化技術をテラヘルツ帯のチャンネル測定データを用いて概念実証を行う。また、テラヘルツ帯を用いて高速大容量通信等の要件を実現する Beyond 5G ネットワークのプロトコル・アーキテクチャの研究開発を行い、チャンネルモデルの実証のための試験環境を構築する⁵⁰。本研究はシャープ株式会社、京都大学、東京大学、米国の通信事業者・研究機関との国際共同研究となる（図表 3-17）。

図表 3-17 テラヘルツ帯のチャンネルモデル及びアプリケーションの研究開発シナリオ



出典：国立研究開発法人情報通信研究機構（2021）「Beyond 5G 研究開発促進事業 委託研究概要」

● **B5G 超低消費電力高效率ネットワーク構成に向けた高機能材料の研究開発【Beyond 5G シーズ創出型プログラム】**

B5G を支える様々なハードウェアの革新的性能改善には、新規の高性能な機能材料が不可欠である。本研究開発では、特に、B5G ネットワークが利用する無線周波数帯を数百倍拡張するテラヘルツ帯デバイス用、及び、超高速バックボーンネットワークの省電力化と高効率化に不可欠な大規模光スイッチ用の機能材料を開発する。開発する機能材料は、テラヘルツ帯デバイス応用に適した特性を有し、複数の安定相を外部から制御可能でメモリ性を有する相変化材料である。テラヘルツ帯デバイスの材料となり、集積型光スイッチの省エネルギー動作を実現できること、量産性が優れていることなどを実証する⁵¹。本研究は国立研究開発法人産業技術総合研究所、慶応義塾大学、東北大学が行う（図表 3-18）。

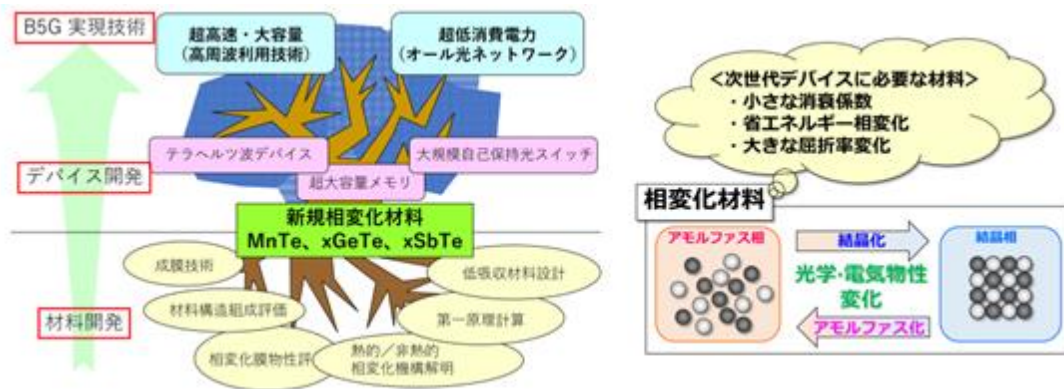
⁵⁰国立研究開発法人情報通信研究機構（2021）「Beyond 5G 研究開発促進事業 委託研究課題 国際共同研究型プログラム [採択番号 04201] 研究概要図」

https://www2.nict.go.jp/commission/B5Gsokushin/B5G_keikaku/r03/B5G_042_overview.pdf

⁵¹ 国立研究開発法人情報通信研究機構（2021）「Beyond 5G 研究開発促進事業 委託研究課題 シーズ創出型プログラム [採択番号 03701] 研究概要図」

https://www2.nict.go.jp/commission/B5Gsokushin/B5G_keikaku/r03/B5G_037_overview.pdf

図表 3-18 超高速・大容量・超低消費電力の通信に資する高機能材料の研究概略図



出典：国立研究開発法人情報通信研究機構（2021）「Beyond 5G 研究開発促進事業 委託研究概要」

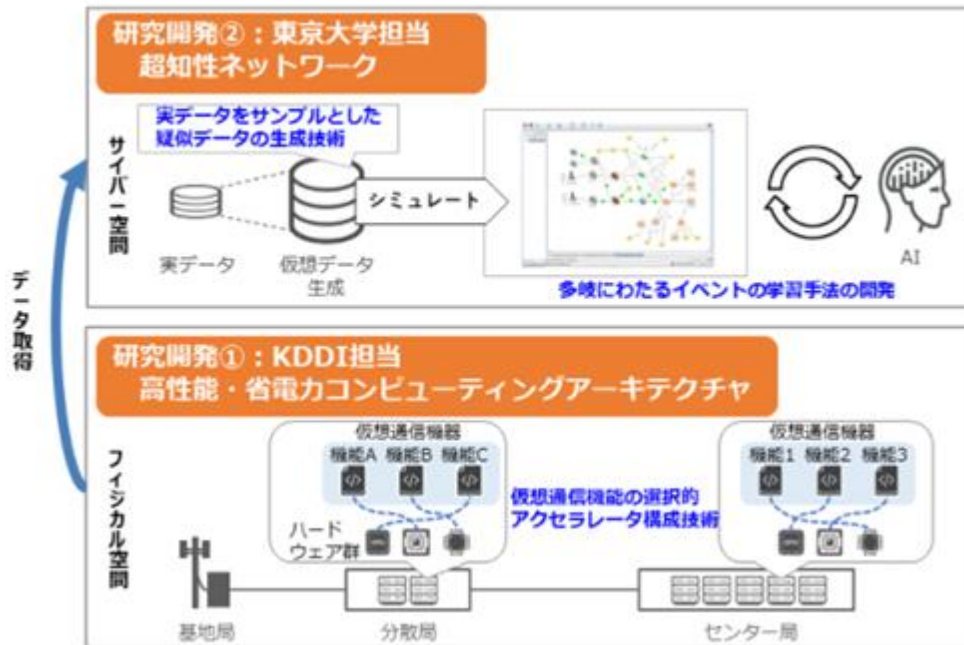
● 超知性コンピューティングアーキテクチャの研究開発【ポスト 5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業／先導研究】

ポスト 5G 後半以降においては、通信トラフィックが現在の 10～100 倍規模に増加し、これを収容する通信装置には膨大な電力が必要となるだけでなく、多様な新サービスに対応する AI 主導の高度なネットワーク運用が不可欠である。本研究開発では、仮想化された通信装置を対象に、CPU に加えて省電力や高性能の特徴を有する FPGA や GPU 等の汎用ハードウェアを活用した通信ソフトウェアのハードウェアアクセラレーション技術や通信装置に適したチップ構成技術の研究開発に取り組んでいる。運用中のネットワークから収集したデータに加え、GAN を利用して AI が自らネットワークの運用に必要な学習データを生成する技術の確立が期待される⁵²。

本研究は、経済産業省と国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構の「ポスト 5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業／先導研究」に関わる公募に対し、KDDI 株式会社と東京大学が提案し 2020 年 10 月 27 日に採択された（図表 3-19）。

⁵² 次世代サイバーインフラ連携研究機構（2021）「研究プロジェクト紹介」https://cyber.nakao-lab.org/index.php/2021/04/06/project_00001/

図表 3-19 超知性コンピューティングアーキテクチャの研究



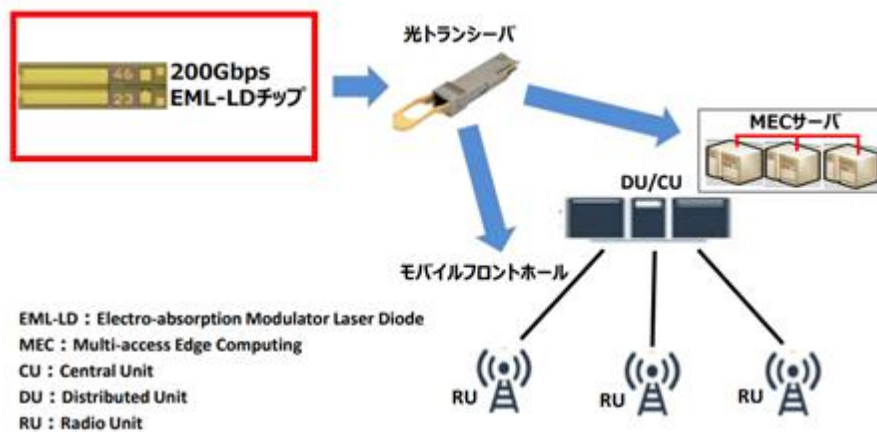
出典：次世代サイバーインフラ連携研究機構「超知性コンピューティングアーキテクチャの研究開発」

● 超高速光リンク技術の開発【ポスト 5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業／ポスト 5G 情報通信システムの開発】

ポスト 5G 時代には基地局収容回線（モバイルフロントホール）のさらなる伝送容量拡大が求められる。また、自動運転、遠隔医療、スマート工場等のミッションクリティカルアプリケーションの実現にあたっては高性能なモバイルエッジコンピューティングの活用が期待されている。これらモバイルフロントホールやモバイルエッジコンピューティングに要求される光通信伝送需要を満たすため、1 波長あたり 200Gbps で伝送可能な電界吸収型光変調器集積レーザーダイオード（EML-LD）チップの研究開発を行う⁵³。本研究は、経済産業省と国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構の「ポスト 5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業／ポスト 5G 情報通信システムの開発」に関わる公募に対し、三菱電機株式会社が提案し、2021 年 10 月 19 日に採択された（図表 3-20）。

⁵³ 経済産業省（2021.10.29）「ポスト 5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業／ポスト 5G 情報通信システムの開発採択テーマ概要」<https://www.meti.go.jp/press/2021/10/20211019004/20211019004-3.pdf>

図表 3-20 超高速光リンク技術研究概要図

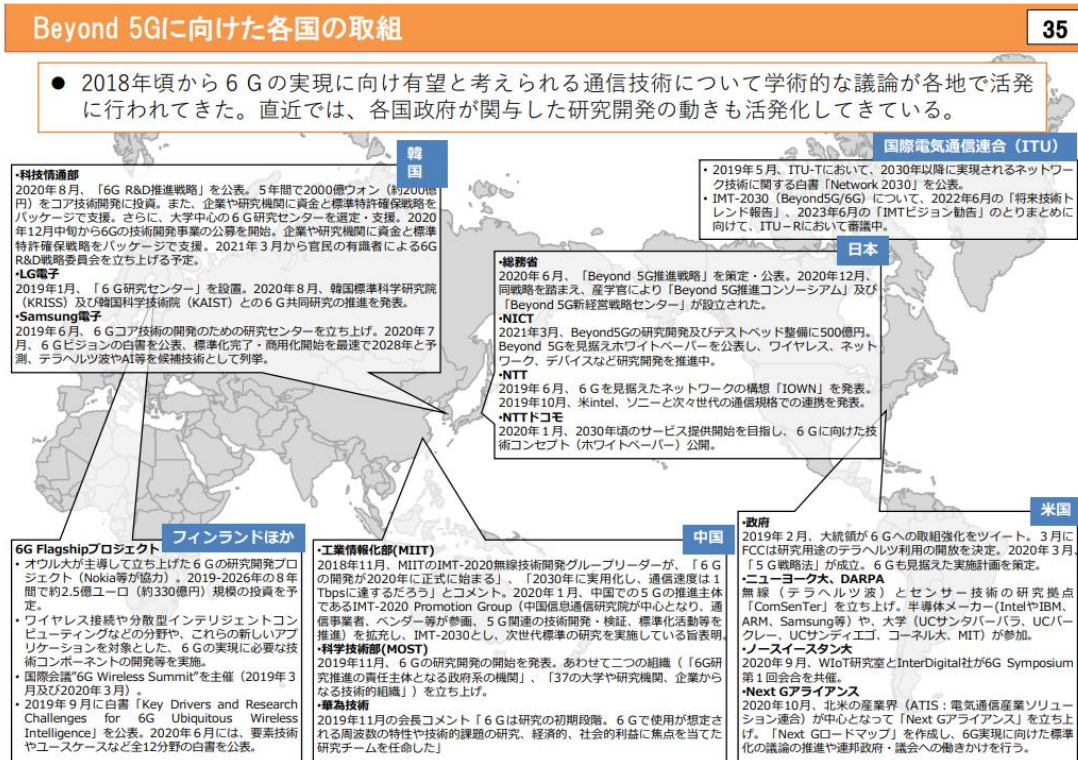


出典：経済産業省（2021）「ポスト 5G 情報通信システムの開発 採択テーマ概要」

2) 海外における研究開発の動向

まず、Beyond 5G に向けた各国の取り組みを概観する。2018 年頃から 6G の実現に向け、有望と考えられる通信技術について学術的な議論が世界各地で活発に行われてきた。2020 年頃から、各国政府が関与した研究開発の動きが活発化してきており、今後さらに研究開発の競争が激しくなるとみられる（図表 3-21）。

図表 3-21 Beyond 5G に向けた各国の取組



出典：総務省（2021）「情報通信行政の最新動向」

以下、研究開発を推進するための取り組み、主な研究開発の状況について、主要国別に調査した結果をまとめた。

(ア) 米国

2019年2月にトランプ大統領（当時）が6Gへの取組強化をツイートし、同年3月に連邦通信委員会が研究用途のテラヘルツ利用の開放を決定した。2020年3月に「5G戦略法」が成立し、6Gも見据えた実施計画が策定された。同年10月に国防総省は5Gネットワークの試験用環境を構築するために6億ドルを充当すると発表した。2020年10月、北米の産業界（ATIS：電気通信産業ソリューション連合）が中心となり「NextGアライアンス」を立ち上げた。「NextGロードマップ」を作成し、6G実現に向けた標準化の議論の推進や連邦政府・議会への働きかけを行うとされている。

2021年4月、国立科学財団（NSF）は、他の連邦省庁や民間企業と提携して、強靱でインテリジェントな次世代システムプログラム（RINGS：Resilient and Intelligent Next-Generation Systems program）を

立ち上げた。このプログラムは、次世代 (NextG) の無線・移動ネットワークシステムやコンピューティングシステムに大きな影響を与える可能性のある分野での研究を加速することを目的とし、悪意ある攻撃や、コンポーネントの障害、自然・人為的な混乱に耐え抜き、適切に適応し、迅速に回復できる強靭性を保障するため基礎技術の進歩を目指す。RINGS のパートナーには、国防総省研究工学担当国防次官室、国立標準技術研究所 (NIST)、アップル、エリクソン、グーグル、IBM、インテル、マイクロソフト、ノキア、クアルコムテクノロジーズ、VMware が含まれる。総額 4,000 万ドルの補助金が交付され、各研究開発案件に最大 3 年間で最大 100 万ドルを補助、約 40 件の採択が見込まれている。

国防高等計画局 (DARPA) 及びニューヨーク大が中心となって立ち上げた研究拠点“ComSenTer”では、テラヘルツ波無線通信やセンシングシステムの研究開発が行われている。Beyond 5G(6G)に向けては、超高速・超低遅延のための通信技術の研究や超低消費電力に資するデバイスの研究開発が進んでいる。

民間における研究開発の動向について、T-Mobile US は、2020 年 8 月に、世界初の全国的な 5G SA ネットワークを立ち上げたと発表するなど 5G の可用性で先行し、2020 年 5 月に Intel、NASA と設立した「5G Open Innovation Lab」において、新興企業との協力による 5G のユースケース創出に取り組んでいる。Verizon および AT&T は、ミリ波周波数の利用を重視し、通信需要の高いエリア (スタジアムなど) への 5G 配備や大手クラウド事業者 (Amazon Web Services (AWS)、Microsoft、Google) との提携による MEC (Multi-access Edge Computing) を活用した低遅延サービス提供で差別化を図る。また、両社は、最近のオークションで獲得したミッドバンド周波数を利用したカバレッジの拡大を計画している。新規参入の Dish は、AWS などと協力し、米国初のクラウドネイティブな Open RAN ベースの 5G SA ネットワークの構築を進めている。

(イ) 中国

科学技術部が 2019 年 11 月に設立した、国家 6G 技術研究開発推進ワーキンググループ IMT-2030 グループは、2021 年 6 月に白書 (6G Vision and Candidate Technologies) を発表し、6G の候補ユースケース (没入型クラウド XR、ホログラフィック通信等) や 10 の 6G 候補技術などに言及している。2020 年 11 月には、テラヘルツ周波数を利用した通信などを検証するため、6G の試験衛星が打ち上げられた。また、2022 年 1 月に発表した「第 14 次五カ年計画」のデジタル経済発展計画では、6G を注力課題の一つに位置付け、研究開発や国際標準化の推進を強化すると述べられている⁵⁴。

一方、民間においては、ファーウェイが 2021 年 4 月に「6G: The Next Horizon」という技術書をケンブリッジ大学出版局から出版した。中国、カナダ、ドイツ、フランス、シンガポール所在の研究所等から、58 名の研究者が参画して執筆されている。同技術書には広範囲なユースケースと、それを達成するための目標 KPIs を提示し、主要技術や要素技術に対する研究開発状況分析、理論的考察が行われている。モバイル端末メーカーの OPPO は IMT-2030 の白書執筆に参画しているが、さらに「6G AI-Cube Intelligent Networking」と題したホワイトペーパーを 2021 年 7 月に発行した。「6G AI-Cube Intelligent Networking」には、6G の主要な開発方向として“Immersive”、“Intelligent”、“Universal”の 3 つを挙げ、それらに対して 8 件のユースケースや 10 件の要素技術を示している。

⁵⁴ 中華人民共和国中央人民政府 (2022.1.12) 「第 14 次 5 カ年計画」のデジタル経済開発計画に関するお知らせ
http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-01/12/content_5667817.htm

(ウ) 欧州

欧州委員会 (EC) は、「Horizon Europe」プログラム (Smart Networks and Services) の一環として、2027 年までの 6G の研究開発支援に 9 億ユーロを割り当てることとし、2021 年 1 月以降に最初の 9 つのプロジェクト (約 3 年間) が開始された⁵⁵。そのプロジェクトの一つである Hexa-X プロジェクトは、2021 年 1 月のキックオフ以降、精力的に活動しており、活動開始後 1 年間に 9 件のホワイトペーパーをリリースしている。ビジョンのホワイトペーパーでは、5G ネットワーク時代の性能 KPIs に加えて 6G が社会実装された時の様々なユースケースで生み出される社会的価値を加味した KVI(Key Value Indicators)を新しく定義している。フィンランドの 6Genesis プロジェクトを始め、他の組織がリリースしたホワイトペーパーでも 6G の社会実装がもたらす国連 SDGs 達成への寄与など、何らかの社会的価値に関わるメトリクスを導入すべきとの議論があったが、Hexa-X では KVI という概念を導入することにより評価の方向付けを行っている。ユースケースのホワイトペーパーでは、23 個のユースケースを大きく「Telepresence」、「Massive Twinning」、「Robot to Cobot(Collaborative Robot)」、「Local Trust Zones」、「Sustainable Development」の 5 に分類し、それぞれの分類において必要な技術課題の抽出と解決に向けたアプローチを議論している。Hexa-X プロジェクトの今後の動きについて、プロジェクトが終了する 2023 年 6 月までに 14 件のホワイトペーパーを公開する計画が提示されている。

英国では、2020 年 11 月に Surrey 大学が 6G 研究センターを立ち上げ、White Paper を公開した⁵⁶。2021 年 5 月に UK Spectrum Policy Forum (UK SPK) が 6G ビジョンを発表した。UK SPK とデジタル・文化・メディア・スポーツ省による支援の下、6G に関するワークショップが開始した。また、英国の 6G 研究開発事例として、ブリストル大学の「周波数効率とエネルギー効率の高い無線システム」に係る研究開発、Surrey 大学の「先端技術を用いた無線アクセスネットワーク技術」に係る研究開発が進められている⁵⁷。

ドイツでは、連邦教育研究省が 2021 年 4 月に産学官連携による 6G 研究開発を推進する研究ハブの募集を行い、同年 6 月に 4 つの研究ハブ(6G-Life、6G-RIC、6GEM、Open6GHub)を選定した。4 つの研究ハブは 2021 年 8 月から実働を開始しており、各研究ハブの調整機関から具体的な取り組みに関する情報が順次リリースされている状況にある。上記 4 つの研究ハブが選定される前の 2021 年 1 月にはドイツが世界における 6G の研究開発状況を広範囲に把握していることを示す論文が公開され、同国における 6G の研究開発およびユースケース・社会実装を意識した取り組みが加速している。

フィンランドでは、Ministry of Education and Culture 傘下の研究開発投資機関である Academy of Finland が、6G Flagship プロジェクトの活動として 2019 年 1 月に 6Genesis プロジェクトを立ち上げた。同プロジェクトは国家研究資金プロジェクトに指定されており、2019~2026 年までの 8 年間で 2.5 億ユーロ (約 317 億円) の投資が予定されている。同じく 6g Flagship プロジェクトの活動として、国際

⁵⁵ 欧州委員会 (2021.3.16) 「The European B5G/6G Agenda」<https://5g-ppp.eu/wp-content/uploads/2021/03/BARANI-Webinar-160321-vs.pdf>

⁵⁶ 英 Surrey 大学 (2021.4) 「6G WIRELESS : A NEW STRATEGIC VISION」
<https://www.surrey.ac.uk/sites/default/files/2020-11/6g-wireless-a-new-strategic-vision-paper.pdf>

⁵⁷ 一般財団法人マルチメディア振興センター (2021.10.29) 「L5G・B5G の最新動向について」
http://www.fmmc.or.jp/Portals/0/resources/ann/pdf/koenkai/20211029_fmmckenkyubu.pdf

会議 6G Wireless Summit を 2019 年 3 月と 2020 年 3 月の 2 度主催しており、2020 年 3 月の会合の結果を基に、White Paper がリリースされている。また、新サービス創出のためのテストベッドである 5G Test Network Finland (5GTNF) でのビジネスインキュベーションを足場にして、6G に取り組もうとしている。6G によるヘルスケアなどの社会生活の高度化を標榜しているが、企業 (Nokia、ベンチャー) による国際ビジネス展開も大きな目的の 1 つとみられる。前述した 6G Flagship プロジェクトにおける注力領域の一つとしているテラヘルツ波については、様々な調査プロジェクトに関与しており、他国とのパートナーリングも進めている。一方で、6G Flagship プロジェクトとしては、「6G が何を伴うのかはまだ明確ではない」という発言も出ていることから、自国における研究開発の注力領域はある程度絞り込みつつも、全体感を見失わないためにも他国を積極的に巻き込み、情報を集約させ、6G ビジネスをリードしていく狙いがある⁵⁷。

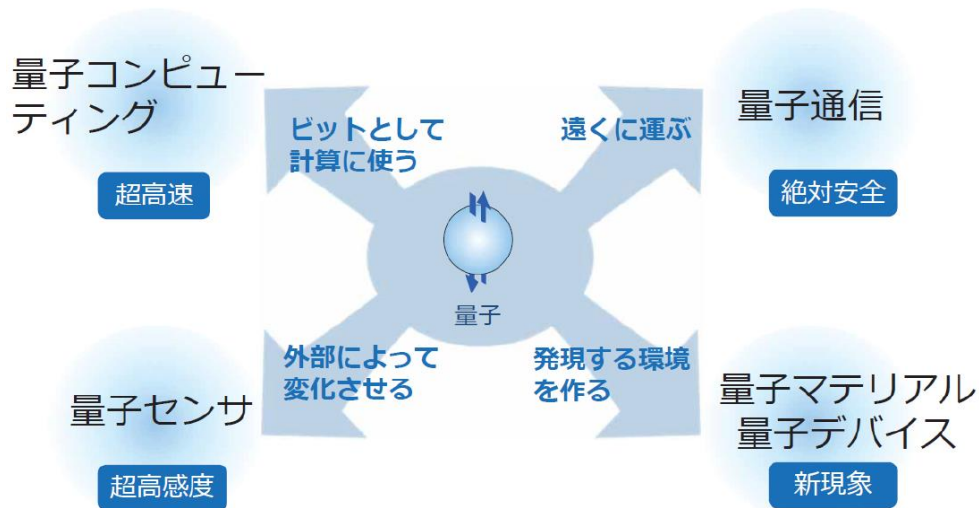
(2) 量子技術（量子暗号通信・量子情報処理）

1) 国内における研究開発の動向

(ア) 技術の概要

量子技術とは、原子レベル以下のミクロの世界で成り立つ「量子力学」という特殊な物理法則を利用し、通信や計算などを行う技術。量子とは非常に小さな物質やエネルギーの単位のこと、その奇妙な性質（二重性、量子重ね合わせ、量子もつれ）の利用によってさまざまな領域で画期的な成果を達成できると期待されている（図表 3-22）。

図表 3-22 量子の性質を利用した研究テーマ・領域



出典：総務省（2020）「量子技術に関する取組状況について」

後述する「量子技術イノベーション戦略」⁵⁸では量子技術の基盤となる技術領域として図表 3-23 に示す4つの技術を「主要技術領域」に設定し、それぞれの技術領域の特性に応じて、中長期・短中期を見据えた戦略的取組を展開している。本調査研究ではこのうち、量子通信・暗号分野を主な調査対象とした。

図表 3-23 「量子技術イノベーション戦略」における主要技術領域

No.	技術領域	技術要素
1	量子コンピュータ・量子シミュレーション	<ul style="list-style-type: none"> ゲート型量子コンピュータ（超伝導量子ビット）…量子力学的な状態を情報処理の単位（量子ビット）として利用したコンピュータ。 量子シミュレーション（冷却原子）…量子多体系のふるまいや相互作用に特化した問題について、人工的な多数の粒子の量子状態を制御してシミュレーション実験を行う技術。 量子ソフトウェア…量子コンピュータで計算を行うために必要となるOS

⁵⁸ 統合イノベーション戦略推進会議（2020）「量子技術イノベーション戦略（最終報告）」

<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/tougou-innovation/pdf/ryoushisenryaku2020.pdf>

No.	技術領域	技術要素
		<p>やシステムアーキテクチャ、アルゴリズム、アプリケーション。</p> <ul style="list-style-type: none"> 量子アニーリング…量子力学的「重ね合わせ」を利用し、最適な組合せを導くことに特化したコンピュータ。
2	量子計測・センシング	<ul style="list-style-type: none"> 固体量子センサー…電子スピン状態を利用した高感度の磁場センサー。 量子慣性センサー…原子の波としての性質を利用した加速度や回転速度を測るセンサー。 光格子時計…レーザー光を活用し、従来の原子時計に比べて、数桁高い精度で時間を測定できる時計。 もつれ光センサー…2つの光子が離れていても影響を与える量子もつれ状態を利用した高感度センサー。
3	量子通信・暗号	<ul style="list-style-type: none"> 量子暗号（光ファイバー）…暗号鍵データを光子に乗せ、光ファイバーで量子鍵を配送する暗号方式。 量子暗号（衛星通信）…衛星間や衛星－地上局間で量子鍵配送を実施し、大陸間で高秘匿通信を可能とする技術。 量子通信…光子の重ね合わせや量子もつれ状態などの伝送・制御により、超高効率の通信を実現する技術。 量子中継…遠距離の量子通信を実現するための中継技術。
4	量子マテリアル （量子物性・材料）	<ul style="list-style-type: none"> トポロジカル量子物質…高効率なスピン－電荷変換等の実現を通じて、省エネデバイスや新物性材料等への応用が期待される物質材料。 エネルギー変換材料…スピン－電荷変換による熱電効果であるスピントロニクス効果を活用。 スピントロニクス材料…多数スピンからなるナノ粒子であるスキルミオンが、少ない電流で駆動できる情報担体となりうるとして研究が進展中。 フォトニクス材料…新概念を用いた高効率レーザーの開発が進行。

出典：統合イノベーション戦略推進会議「量子技術イノベーション戦略（最終報告）」⁵⁹を基に NTT データ経営研究所が作成

また、図表 3-24 に示す通り、量子通信・暗号を用いた量子ネットワークによって実現が期待されるユースケースは多岐に渡り、既に医療分野や金融分野では社会実装が始まっている。

図表 3-24 量子ネットワークのユースケース例

年代	ユースケース例	量子ネットワーク技術の進展
2020 年代	<ul style="list-style-type: none"> 医療：電子カルテやゲノム情報など、漏洩することで生涯にわたって影響がある生体情報のやり取り 製造：企業の営業秘密・ノウハウ、重要技術など、漏洩することで企業活動に大きな影響がある情報のやり取り 金融：金融システム等に係る情報などのやり取り 	<ul style="list-style-type: none"> QKD(関東圏→全国規模)
2030 年代	<ul style="list-style-type: none"> 行政・外交・安全保障:行政における個人情報とのやり取り、在外公館における機密情報の通信、機密情報のやり取り 	<ul style="list-style-type: none"> QKD(全国規模→グローバル規模)

⁵⁹ 統合イノベーション戦略推進会議（2020）「量子技術イノベーション戦略（最終報告）」
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/tougou-innovation/pdf/ryoushisenryaku2020.pdf>

年代	ユースケース例	量子ネットワーク技術の進展
	<ul style="list-style-type: none"> 生活：モバイル端末向け暗号自動販売機などの活用による家庭レベルでの超セキュアインターネット(個人の医療情報・金融情報などのやり取り) 	<ul style="list-style-type: none"> 衛星 QKD/物理レイヤ暗号 量子ネットワーク
2040 年代	<ul style="list-style-type: none"> 資源開発：月・火星における掘削ロボットの大容量画像伝送(シャノン限界越え量子符号化) 	<ul style="list-style-type: none"> QKD(グローバル規模) 衛星量子通信 量子ネットワーク(グローバル規模)

出典：国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター（2021）
「量子セキュリティ・ネットワークの研究開発・産業動向」⁶⁰を基に作成

(イ) 研究開発を推進する国の取り組み

我が国では「量子技術イノベーション戦略」を中心として、研究開発を推進する様々な施策を講じている。また、国立研究開発法人情報通信研究機構を中心とした量子暗号通信網構築のための研究開発も進んでいる。

● 量子技術イノベーション戦略

量子科学技術の先進性やあらゆる科学技術を支える基盤性と国際的な動向に鑑み、政府は2020年1月、統合イノベーション戦略推進会議の下、10から20年の中長期的な視点に立った新たな国家戦略として、「量子技術イノベーション戦略」を策定した（図表 3-25）。

同戦略では、(1)生産性革命の実現、(2)健康・長寿社会の実現、(3)国及び国民の安全・安心の確保を将来の社会像として掲げ、その実現に向けて、「量子技術イノベーション」を明確に位置付け、日本の強みを活かし、(1)重点的な研究開発、(2)国際協力、(3)研究開発拠点の形成、(4)知的財産・国際標準化戦略、(5)優れた人材の育成・確保を進めることとしている。

また、同戦略では一体的かつ総合的な量子技術イノベーションの推進を目指しており、関連技術と組み合わせた量子融合イノベーション領域も射程に含めた戦略を描いている。

⁶⁰ 国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター（2021）「量子セキュリティ・ネットワークの研究開発・産業動向」https://www8.cao.go.jp/cstp/ryoshigijutsu/kento_wg/4kai/sanko2_1.pdf

図表 3-25 量子技術イノベーション創出に向けた重点推進項目



出典：内閣府特命担当大臣（科学技術政策）（2020）「量子技術イノベーション戦略最終報告（概要）」

量子技術イノベーション戦略では量子技術イノベーションの実現に向けて、重点推進項目（重要領域の選定・量子拠点の形成・国際協力の推進）を含む5つの戦略を提示している（図表 3-26）。

図表 3-26 量子技術イノベーション戦略における5つの戦略

No.	戦略	概要
1	技術開発戦略	<ul style="list-style-type: none"> ・ 中長期・短中期の両側面から、国内外の研究開発動向や国の強み・競争力を分析・評価した上で、重点を置くべき技術領域等を特定することが必要。 ・ 量子技術そのものに加えて、これらと既存（古典）技術とを補完的に組み合わせ、また関連技術や周辺技術も含めて技術体系全体を俯瞰した上で、技術の特性に応じた研究開発の重点化や、段階的な実用化等の実現に向けた取組を戦略的に展開していくことが極めて重要。
2	国際戦略	<ul style="list-style-type: none"> ・ 国及び国民の安全・安心の確保や産業政策上の観点から、共通の価値観を有するとともに、量子技術に関する高い研究・技術水準等を有する国・地域との間で、今後、政府レベルでの多国間の協力枠組みを整備・構築していくことが、我が国の戦略上、極めて有益かつ重要。 ・ 米国、英国、ドイツ等、量子技術に関する高い研究技術レベルを有する国との間で、特定の技術領域毎に、我が国にとっての強み・競争力、研究協力に係るメリット・デメリットを勘案した上で、政府・大学・研究機関等での多層的かつ戦略的な二国間の協力枠組みを構築し、具体的協力を推進していくことが重要。
3	産業・イノベーション戦略	<ul style="list-style-type: none"> ・ 量子技術に関して、これまで我が国の大学・研究機関等で長年にわたって蓄積してきた研究や人材の厚みを一層増し、かつ、基礎的・基盤的な研究の多様性を確保する観点から、こうした大学・研究機関における幅広い研究等に対し、国として継続的な支援を充実・強化していくことが重要。 ・ 我が国が強み・競争力を保持する技術領域を中心として、国際競争力を確保・強化する観点から、技術の特性に応じて人材・技術等を結集し、基礎研究から技術実証、オープンイノベーション、知的財産管理、人材育成等に至るまで産学官で一貫貫貫に取り組む拠点を形成することが極めて重要である。こうした国際的な研究開発拠点として、新たに「量子技術イノベーション拠点（国際ハブ）」を形成する。

No.	戦略	概要
4	知財・国際標準化戦略	<ul style="list-style-type: none"> 国・企業の枠を超えた競争が激化する中、量子技術関連の知的財産について戦略的なマネジメントが不可欠である。また、国内外を問わず、この分野の産学連携・オープンイノベーションの取組が急拡大する中、主に大学・研究機関等におけるオープン・クローズド戦略を、プロジェクトに先立ち強化していくことが極めて重要。
5	人材戦略	<ul style="list-style-type: none"> 量子技術分野の人材層の質と厚みを飛躍的に高めるべく、大学をはじめとする高等教育段階で、量子技術関連分野の教育や研究環境等を充実・強化することなどを通じて、当該分野の研究開発等を担う優れた若手研究者・技術者等を戦略的に育成・確保していくことが極めて重要かつ不可欠。 ポスト AI を見据えて、「AI 戦略」に基づく人材育成とも適切に連携させていくことが重要である。大学等で AI を学ぶ学生や研究開発に携わる若手研究者等を対象に、AI 技術に加えて最先端の量子技術に関する知識等を習得する機会を充実・確保し、量子技術関連分野に精通した人材層の厚みを増していくことが必要。

出典：統合イノベーション戦略推進会議「量子技術イノベーション戦略（最終報告）」を基に作成

量子技術に投じる国家予算も拡大しており、2019 年度の関連予算が約 160 億円だったのに対し、量子技術イノベーション戦略の策定後には、同年度の補正予算と 2020 年度予算を合わせて約 330 億円を確保。さらに 1 年後は、2020 年度の補正予算と 2021 年度の予算で合計約 352 億円を計上している。（図表 3-27）

図表 3-27 量子技術イノベーション戦略関係予算



出典：内閣府「令和3年補正及び令和4年度予算(案) 量子技術イノベーション戦略関係予算」⁶¹

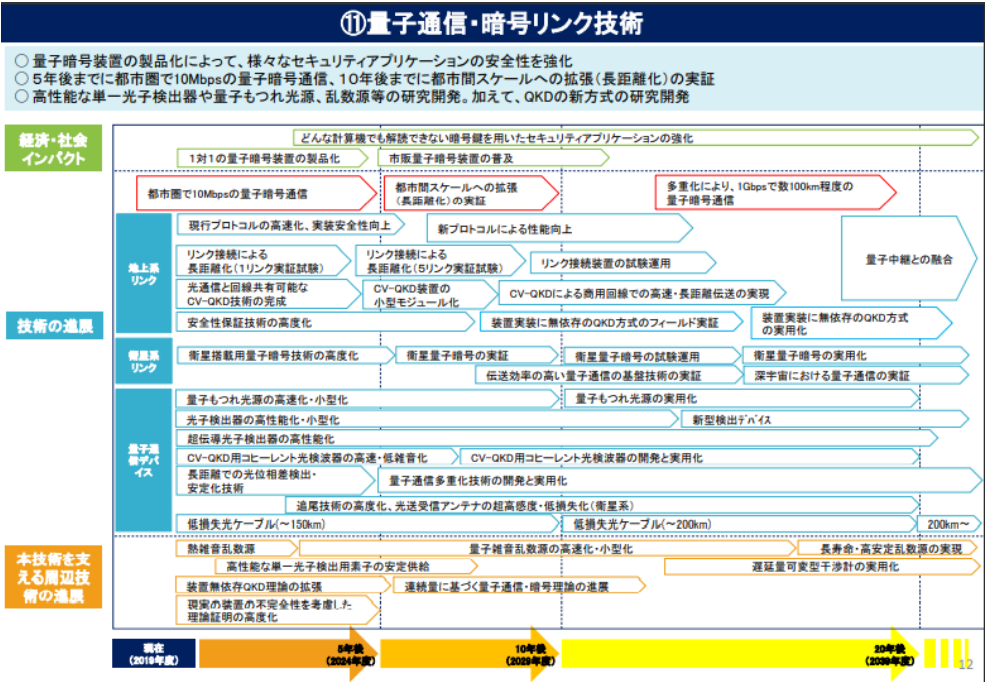
また、「量子技術イノベーション戦略」では、重点技術課題等を対象に今後 20 年程度の各技術の発展

⁶¹ 内閣府「令和3年補正及び令和4年度予算(案) 量子技術イノベーション戦略関係予算」

<https://www8.cao.go.jp/cstp//ryoshigijutsu/10kai/siry04.pdf>

の見通しをロードマップとして取りまとめている。各ロードマップにおいては、①技術の達成目標、②中核となる技術体系、③周辺技術・関連技術、そしてこれらがもたらす④社会的・経済的インパクト、を記載しており、官民で今後のビジョンを共有することを目的の一つとしている。政府においては、本ロードマップに基づき、重点技術課題等に対する研究開発支援等を強化していく。

図表 3-28 技術ロードマップの例（量子通信・暗号リンク技術）



出典：統合イノベーション戦略推進会議「量子技術イノベーション戦略（最終報告）」

量子技術イノベーション戦略では、イノベーション政策強化推進のための有識者会議「量子技術イノベーション」を発展的に改組する検討を示している。これを踏まえて、同戦略のフォローアップと国内外の最新動向把握のため「量子技術イノベーション会議」を2020年6月に設置。同会議では量子技術イノベーション戦略の見直しを検討しており、2022年4月～6月に統合イノベーション戦略推進会議で決定することを目指している。

2021年4月に開催された第8回量子技術イノベーション会議では各戦略の進捗や次年度の予定について「量子技術イノベーション戦略フォローアップ2020」として取りまとめた。

図表 3-29 量子技術イノベーション戦略フォローアップ 2020 における各戦略の進捗と予定

No.	戦略	進捗	予定
1	技術開発戦略	<ul style="list-style-type: none"> 「技術ロードマップ」に基づき、国の直轄プロジェクト（戦略的イノベーション創造プログラム SIP やムーンショット型研究開発制度等）、Q-LEAP により推進。ムーンショットにおいてプログラムマネージャを決定し研究開発を開始。（2020 年 9 月） 	<ul style="list-style-type: none"> 引き続き、重要課題として予算を確保するとともに産学官の総力を結集し強力に推進。
2	国際戦略	<ul style="list-style-type: none"> 「量子協力に関する東京声明（2019 年 12 月）」を踏まえ、日米で協議を実施。日 EU バイ会談を開催。 	<ul style="list-style-type: none"> 量子技術イノベーション拠点をテーマに 2021 年度後半に国際ワークショップを開催。
3	産業・イノベーション戦略	<ul style="list-style-type: none"> 量子技術イノベーション拠点を整備し、2021 年 2 月 26 日に発足式典を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> 2021 年 4 月に理研を中核とする国内 8 つの量子拠点からなる量子技術イノベーション拠点推進会議を設置し、国際連携、知財、産学連携、人材育成等の取組を推進。
4	知財・国際標準化戦略	<ul style="list-style-type: none"> ITU-T において、日本が議論をリードし、SG13 で基本勧告 5 件の勧告化、SG17 で 2 件の勧告化を完了。 量子コンピューティング全般を審議対象とする作業グループ ISO/IEC JTC1 WG14 新設を決議。国内対応委員会が新設され、関係機関が参加。 	<ul style="list-style-type: none"> 引き続き、ITU-T にて日本主導で議論すべく、日本からの提出寄書を支援・引き続き、日本からも国際標準化に向け議論に参画するとともに、国内対応委員会のエキスパートを募集し、体系化を図る。
5	人材戦略	<ul style="list-style-type: none"> Q-LEAP 人材育成プログラムや、NICT や産総研等の人材育成施策により、高専生から博士課程まで幅広い人材を育成。 	<ul style="list-style-type: none"> Q-LEAP におけるコアカリキュラム開発を推進。また、量子技術等を学ぶ博士後期課程学生の処遇向上とキャリアパスの確保を図る。

出典：IPA「デジタル関連先進技術の制度政策動向調査レポート 2022」⁶²を基に NTT データ経営研究所が作成

● 量子イノベーション拠点整備

「量子イノベーション戦略」では、基礎研究から技術実証、オープンイノベーション、知的財産管理、人材育成等に至るまで産学官で一気通貫に取り組む拠点を形成することが極めて重要としており、2021 年 2 月に「量子技術イノベーション拠点」⁶³を発足した（図表 3-30）。国の研究機関や大学等を中核として、国内外から優れた研究者・技術者を結集するとともに、企業等から積極的な投資を呼び込み、大学・企業間の有機的な連携・協力体制を構築する。同時に、複数の大学・大学院等と連携・接続し、将来を担う量子技術分野の人材育成を行う中核拠点としての役割も整備・構築していく。

⁶² IPA「デジタル関連先進技術の制度政策動向調査レポート 2022」<https://www.ipa.go.jp/files/000096102.pdf>

⁶³ 量子技術イノベーション拠点 (QIH)「量子技術イノベーション拠点」<https://qih.riken.jp/>

図表 3-30 量子技術イノベーション拠点



出典：量子技術イノベーション拠点 (QIH)「量子技術イノベーション拠点」⁶⁴

● 量子暗号通信網構築のための研究開発（総務省）

地上系と衛星系を組み合わせた量子暗号通信の長距離化・ネットワーク化を可能とする技術の研究開発等を実施（図表 3-31・図表 3-32）。2021 年度は 34.5 億円、2022 年度は 34.3 億円の予算が計上されている⁶⁵。

図表 3-31 「量子暗号通信網構築のための研究開発」一覧

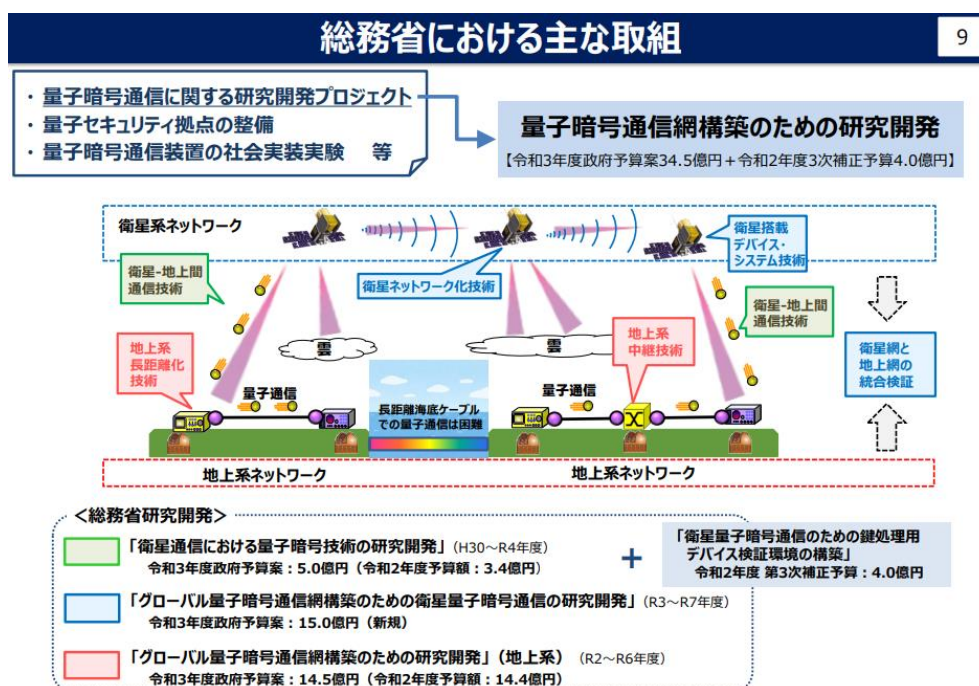
No.	開始年度	名称	内容
1	2018 年度～	衛星通信における量子暗号技術の研究開発 (研究委託先：次世代宇宙システム技術研究組合 (NESTRA) 等)	量子暗号通信技術を超小型衛星に搭載すべく、衛星-地上局間の量子暗号通信技術の研究開発を推進。
2	2020 年度～	グローバル量子暗号通信網構築のための研究開発 ⁶⁶ (研究委託先：株式会社東芝 等)	地上系量子暗号通信の長距離リンク技術、中継技術、広域ネットワーク化技術等の研究開発を推進。
3	2021 年度～	グローバル量子暗号通信網構築のための衛星量子暗号通信の研究開発 (研究委託先：スカパーJSAT 株式会社等)	複数の地上系ネットワークを、衛星を用いて中継するための技術や、衛星を用いて地上系ネットワークと統合した実証等を実施。

⁶⁴ 量子技術イノベーション拠点 (QIH)「量子技術イノベーション拠点」<https://qih.riken.jp/>

⁶⁵ 総務省「分野別戦略における主な取組の概要について」https://www.soumu.go.jp/main_content/000733468.pdf

⁶⁶ 総務省「令和 2 年度 情報通信技術の研究開発に係る提案の公募ーグローバル量子暗号通信網構築のための研究開発ー」https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/02tsushin03_04000399.html

図表 3-32 「量子暗号通信網構築のための研究開発」概要



出典：総務省「分野別戦略における主な取組の概要について」

● 量子暗号通信ネットワークの社会実装加速のための広域テストベッド整備

量子コンピュータの急激な進展により現代暗号の破綻が懸念されている現状を踏まえ、いかなる計算機でも解読されないことが証明されている量子暗号通信について、社会実装の早期実現を加速化するため、多様な実証を可能とする量子暗号通信ネットワーク(広域テストベッド)を国立研究開発法人情報通信研究機構が整備。令和3年度補正予算で90億円が計上されている⁶⁷。

● 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)

「SIP」⁶⁸は、総合科学技術・イノベーション会議が司令塔機能を発揮して、府省の枠や旧来の分野を超えたマネジメントにより、科学技術イノベーション実現のために創設した国家プロジェクト。総合科学技術・イノベーション会議が、社会的に不可欠で、日本の経済・産業競争力にとって重要な課題、プログラムディレクター(PD)及び予算をトップダウンで決定する。2014年度からは第1期11課題、2018年度からは第2期の12課題を推進しており、2019年度及び2020年度は280億円の予算が計上されている⁶⁹。

⁶⁷ 総務省(2022)「令和3年度補正予算額及び令和4年度予算額(案)」

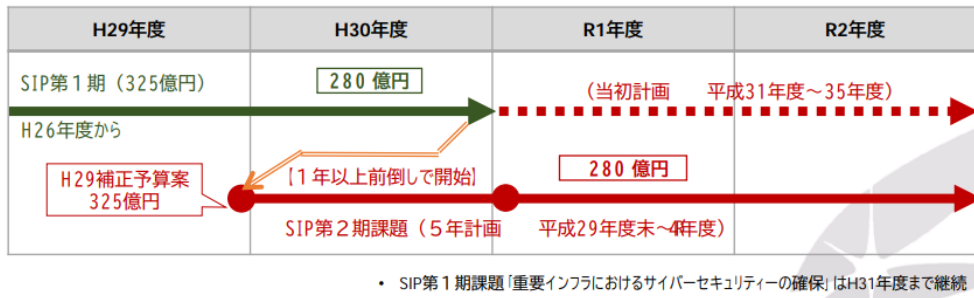
<https://www8.cao.go.jp/cstp/ryoshigijutsu/10kai/siry05.pdf>

⁶⁸ 内閣府「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)」<https://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/>

⁶⁹ 内閣府(2022.2.1)「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)の見直し」

<https://www8.cao.go.jp/cstp/siry0/haihui058/siry05.pdf>

図表 3-33 戦略的イノベーション創造プログラム



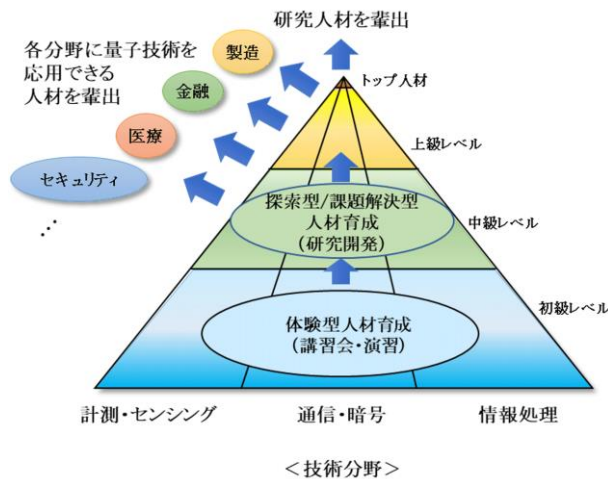
出典：内閣府（2021.7）「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）概要」

● 量子 ICT 人材育成プログラム「NQC」

量子イノベーション戦略でうたわれている量子 ICT ネイティブ人材の育成に向けた取組として、国立研究開発法人情報通信研究機構が量子 ICT の人材育成を効果的・効率的に進める量子 ICT 人材育成プログラム「NQC (NICT Quantum Camp)」⁷⁰を実施している。大学、企業等と連携しつつ、高専生、大学生、大学院生等を対象とした講習会等を行っている。

- ・ 公開セミナー：量子 ICT に関する基礎知識を習得するための講義
- ・ 講習会・演習：量子 ICT に関する基礎知識や技能に関する座学・演習
- ・ 探索型/課題解決型研究：量子 ICT に関する研究課題の実施を通じたエキスパート育成

図表 3-34 量子 ICT 人材育成プログラム「NQC」



出典：国立研究開発法人情報通信研究機構「2020年度 量子ネイティブ人材育成プログラム「NICT Quantum Camp」の受講生及び研究課題の募集開始」

⁷⁰ NQC「プログラム概要」 <https://nqc.nict.go.jp/program/>

● 光・量子飛躍フラッグシッププログラム (Q-LEAP)

「Q-LEAP」⁷¹は、経済・社会的な重要課題に対し、量子科学技術（光・量子技術）を駆使して、非連続的な解決を目指す研究開発プログラム。Q-LEAP は、文部科学省が任命したプログラムディレクター（PD）の研究開発マネジメントのもと、量子情報処理（主に量子シミュレータ、量子コンピュータ）、量子計測・センシング、次世代レーザーの3つの技術領域で、それぞれネットワーク型研究拠点を形成し、領域毎にフラッグシッププロジェクトと基礎基盤研究を実施している。

また、2020 年度に人材育成プログラム領域を新設し、PD のマネジメントのもと、共通のコアプログラムと独創的サブプログラムの開発を実施して教育プログラムの開発を推進している。

図表 3-35 Q-LEAP 人材育成プログラム 開発課題

No.	戦略	進捗
1	共通のコアプログラム	・ 量子技術高等教育拠点標準プログラムの開発
2	独創的サブプログラム	<ul style="list-style-type: none"> ・ 実践的研究開発による全国的量子ネイティブの育成 ・ 量子技術教育のためのオンラインコース・サマースクール開発プログラム ・ 多様な専門分野で活躍する「量子ベース思考型」人材育成のための体験型プログラムの開発

出典：国立研究開発法人科学技術振興機構「光・量子飛躍フラッグシッププログラム (Q-LEAP)」を基に NTT データ経営研究所が作成

● 官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM)

「官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM)」⁷²は、総合科学技術・イノベーション会議と経済財政諮問会議が 2016（平成 28 年）に合同で取りまとめた「科学技術イノベーション官民投資拡大イニシアティブ」⁷³に基づき、600 兆円経済の実現に向けた最大のエンジンである科学技術イノベーションの創出に向けて 2018（平成 30）年度に創設された制度。高い民間研究開発投資誘発効果が見込まれる領域に各府省庁の研究開発施策を誘導し、官民の研究開発投資の拡大、財政支出の効率化等を目指す。

ガバナリングボードにより対象領域が設定され、2021 年度領域は AI 技術、建設・インフラ維持管理／防災・減災技術、バイオ技術、量子技術が選定されている。（図表 3-36）

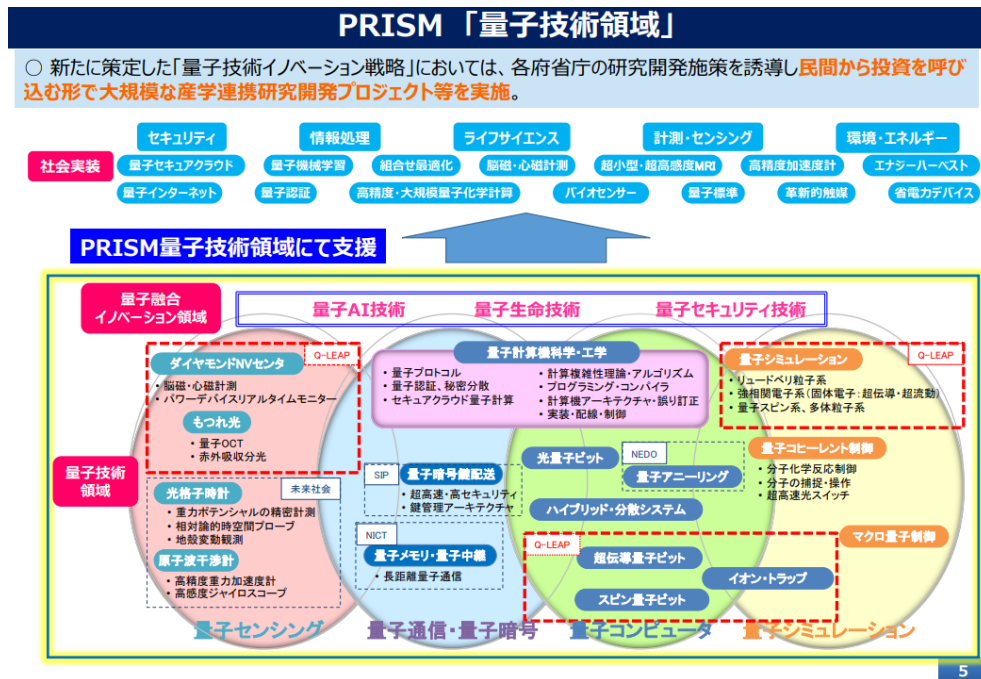
⁷¹ 国立研究開発法人科学技術振興機構「光・量子飛躍フラッグシッププログラム (Q-LEAP)」

<https://www.jst.go.jp/stpp/q-leap/>

⁷² 内閣府「官民研究開発投資拡大プログラム (Public/Private R&D Investment Strategic Expansion PrograM : PRISM (プリズム))」<https://www8.cao.go.jp/cstp/prism/index.html>

⁷³ 内閣府「科学技術イノベーション官民投資拡大イニシアティブ<最終報告>」(2016) https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/minutes/2016/1221_1/shiryo_01-2.pdf

図表 3-36 PRISM 「量子技術領域」



出典：内閣府（2022）「令和3年補正及び令和4年度予算（案）量子技術イノベーション戦略関係予算」⁷⁴

● 新しい資本主義実現会議

岸田総理大臣が掲げる「成長と分配の好循環」の実現に向け、政府は総理大臣のもとに「新しい資本主義実現会議」を設置。2022年3月8日に開かれた第4回の会合では科学技術分野の成長戦略が議論され、首相は人工知能（AI）や量子技術など先端技術に関する国家戦略を策定すると表明した⁷⁵。

本会議における量子技術に関する論点案として以下が示されている⁷⁶。

- 量子技術について、半導体や Beyond 5 G に関する技術などと融合していく流れも視野に入れつつ、国家戦略を策定し、計画的に研究開発・応用を進めるべきではないか。
- 量子コンピュータの大規模化・高機能化に向けた研究開発について、日本単独で考えるのではなく、有志国の企業との連携などグローバルな対応が必要ではないか。
- 量子技術の利用環境を整備し、エネルギー、金融、創薬・医療、材料化学、航空、モビリティなど、幅広い分野で、量子コンピュータの応用を進めることが重要ではないか。
- 現状の量子暗号通信は、遠距離（数十 km 以上）では中継器が必要であり、セキュリティの低下が懸念される。量子状態を保ったまま通信できる量子ネットワーク技術が必要ではないか。

⁷⁴ 内閣府（2022）「令和3年補正及び令和4年度予算（案）量子技術イノベーション戦略関係予算」
<https://www8.cao.go.jp/cstp//ryoshigijutsu/10kai/siryoy4.pdf>

⁷⁵ 首相官邸（2022）「新しい資本主義実現会議」
https://www.kantei.go.jp/jp/101_kishida/actions/202203/08shihon.html

⁷⁶ 内閣官房（2022）「新しい資本主義実現会議（第4回）資料2「論点案」」
https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/atarashii_sihonsyugi/kaigi/dai4/shiryoy2.pdf

(ウ) 主な研究開発の状況

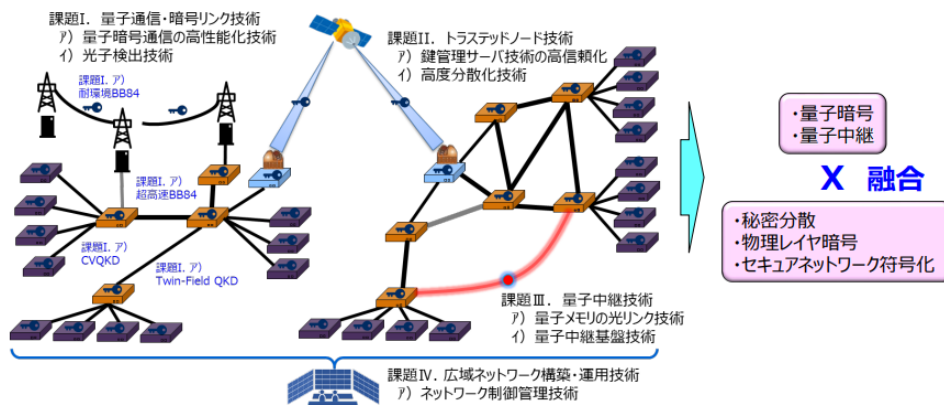
総務省が委託する「量子暗号通信網構築のための研究開発事業」や内閣府が主導する戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)によるものを中心に、国内の研究開発が行われている。

● グローバル量子暗号通信網構築のための研究開発

総務省の2020年度委託事業「グローバル量子暗号通信網構築のための研究開発」として、株式会社東芝をはじめとする12機関（参加機関：株式会社東芝、日本電気株式会社、三菱電機株式会社、古河電気工業株式会社、浜松ホトニクス株式会社、東京大学、北海道大学、横浜国立大学、学習院大学、国立研究開発法人情報通信研究機構、国立研究開発法人産業技術総合研究所（AIST）、国立研究開発法人物質・材料研究機構（NIMS））が研究開発を開始。

本事業では、量子暗号通信の国家レベルのグローバルな規模での普及を目指し、100台以上の量子暗号装置および万単位のユーザ端末を収容可能な、より広域かつ大規模なネットワークの実用化に必要な技術開発および検証を実施する。具体的には、(1) 量子暗号通信ネットワーク上の各リンクの高速化、長距離化、高可用性を実現する「量子通信・暗号リンク技術」、(2) 暗号鍵管理システムの堅牢化・耐タンパー性の保証、および量子暗号通信の機密性・完全性・可用性を向上させる「トラステッドノード技術」、(3) 量子暗号通信の地上系での更なる長距離化、およびより安全な暗号鍵の中継を可能にする「量子中継技術」、(4) 広域・大規模な量子暗号通信網の管理・制御を行う「広域ネットワーク構築・運用技術」の4つの技術課題を12機関の連携により実施する。研究期間は2024年度までの5年間の予定⁷⁷。

図表 3-37 グローバル量子暗号通信網構築のための研究開発



15

出典：国立研究開発法人情報通信研究機構（2022）「量子技術分野の動向と今後の課題」⁷⁸

⁷⁷ 日本経済新聞（2020）「東芝など、総務省委託「グローバル量子暗号通信網構築のための研究開発」を開始」
https://www.nikkei.com/article/DGXLRSP538333_Z20C20A7000000/

⁷⁸ 国立研究開発法人情報通信研究機構（2022）「量子技術分野の動向と今後の課題」
https://www.soumu.go.jp/main_content/000790351.pdf

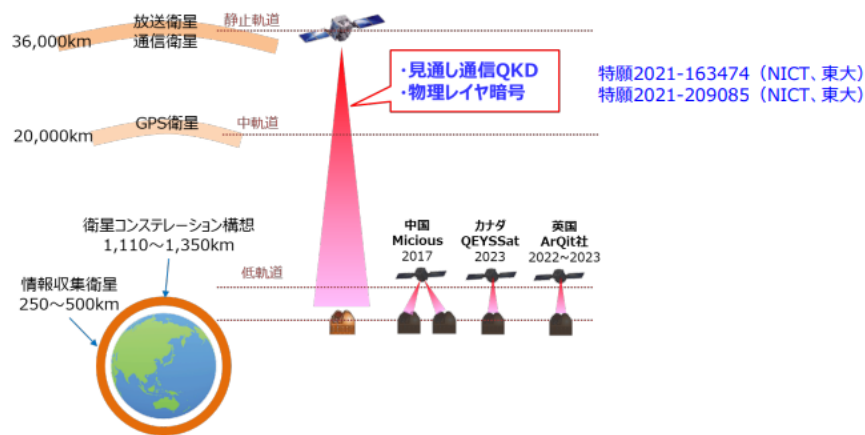
● グローバル量子暗号通信網構築のための衛星量子暗号通信の研究開発

総務省の2021年度委託事業「グローバル量子暗号通信網構築のための衛星量子暗号技術の研究開発」として、スカパーJSAT株式会社などが研究開発を開始。

宇宙産業は成長産業の一つとして注目されており、なかでも人工衛星は様々な用途での活用が期待されている。利用の拡大が見込まれるデータ通信においては特にセキュリティレベルのさらなる向上が求められており、見通し通信量子鍵配送技術および物理レイヤ暗号技術の研究開発を行い、地上から低軌道、中軌道、静止軌道まで含めたグローバルなスケールで量子暗号通信網の実現に貢献していく⁷⁹。

図表 3-38 グローバル量子暗号通信網構築のための衛星量子暗号技術の研究開発

安全性と伝送効率のバランスを自在に制御できる新方式『見通し通信QKD』や『物理レイヤ暗号』を開発し、地上局から静止軌道までカバーできる革新的な衛星量子暗号を実現



出典：国立研究開発法人情報通信研究機構（2022）「量子技術分野の動向と今後の課題」⁸⁰

● 大容量金融取引データの量子暗号による高秘匿通信・低遅延伝送の検証実験

内閣府が主導する戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)「光・量子を活用した Society 5.0 実現化技術」の一環として野村ホールディングス株式会社・野村證券株式会社・国立研究開発法人情報通信研究機構・株式会社東芝・日本電気株式会社が2020年12月に共同検証を開始。今後の量子暗号技術の社会実装に向けて、高速大容量かつ低遅延なデータ伝送が厳格に求められる株式取引業務をユースケースとした量子暗号技術の有効性と実用性を検証した。

本検証では実際の株式トレーディング業務において標準的に採用されているデータを大量に高秘匿伝送する際の、低遅延性及び大容量データ伝送に対する耐性について国内初の検証を実施。

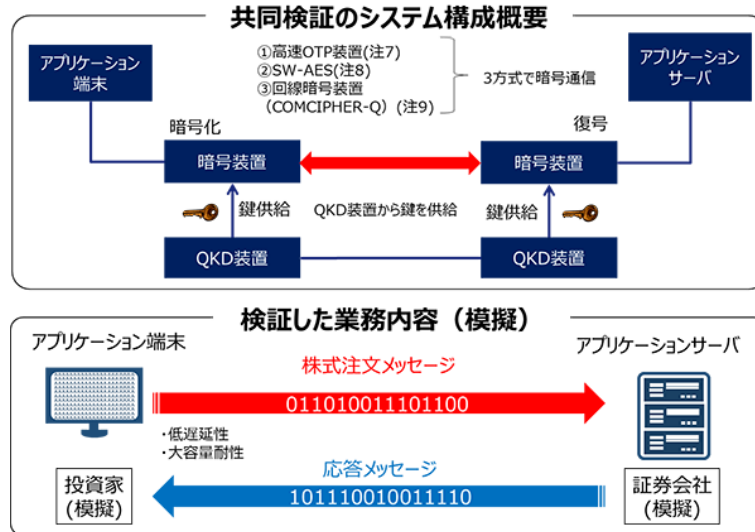
検証の結果、今回の想定ユースケースにおいては、①量子暗号通信を適用しても従来のシステムと比較して遜色のない通信速度が維持できること、②大量の株式発注が発生しても暗号鍵を枯渇させることなく高秘匿・高速暗号通信が実現できることの2点を確認できた。この検証の成功により、今後、金融以外

⁷⁹ SKYPerfect JSAT Group 「総務省公募案件「グローバル量子暗号通信網構築のための衛星量子暗号技術の研究開発」委託について」 <https://www.skyperfectjsat.space/news/detail/1.html>

⁸⁰ 国立研究開発法人情報通信研究機構（2022）「量子技術分野の動向と今後の課題」
https://www.soumu.go.jp/main_content/000790351.pdf

の分野も含めた量子暗号技術の社会実装の加速が期待される⁸¹。

図表 3-39 共同検証のシステムの概要



出典：日本電気株式会社（2022）




「大容量金融取引データの量子暗号による高秘匿通信・低遅延伝送の検証実験に成功」

2) 海外における研究開発の動向

各国で量子技術は社会に変革をもたらす重要な技術と位置付けられており、多くの研究開発投資が政府などから投入されている。(図表 3-40)

⁸¹ 日本電気株式会社（2022）「大容量金融取引データの量子暗号による高秘匿通信・低遅延伝送の検証実験に成功」
https://jpn.nec.com/press/202201/20220114_01.html

図表 3-40 主要国の量子技術政策

	政策動向	内容・予算規模
	<ul style="list-style-type: none"> 量子情報科学の国家戦略概要 (2018.9) 国家量子イニシアティブ法 (2018.12) 	～1,400億円 (\$1.28B) / (2019-24) 「国家量子イニシアティブプログラム」 DOE: 140億円 (\$125M) /年 量子情報研究センター (最大数5) NSF: 56億円 (\$50M) /年 量子研究・教育センター (最大数5) NIST: 89億円 (\$80M) /年 量子情報研究・計量標準、ワークショップ
	<ul style="list-style-type: none"> 科学技術イノベーション第13次5ヶ年計画 (2016) 	> 1,200億円 / (2016-20) 「国家重点研究計画」 「量子情報科学国家実験室」(合肥市)。第1研究棟完成 (2020年)
	<ul style="list-style-type: none"> Quantum Manifesto (2016.5) 	～1,300億円 (€1B) / (2019-28) 「Quantum Flagship」20課題が採択
	<ul style="list-style-type: none"> ハイテク戦略2025 (2018) BMBF「量子技術」(2018.9) 未来パッケージ (2021.1) 	～840億円 (€650M) / (2019-22) 量子計算、量子通信、計測、量子分野の技術移転と産業の参画推進 ～2,600億円 (€2B) / (2021-2025) 量子通信、量子コンピューティング、量子センサおよび周辺技術 (電子機器、光源、光学部品、材料、インターフェースなど)の研究開発
	<ul style="list-style-type: none"> 量子技術国家戦略 (2014.12) 	～600億円 (～£400M) / (2015-19) 「UK National Quantum Technologies Programme」 量子イメージング、量子センシング、量子通信、量子コンピューティング & シミュレーションの4つのhubs構築など
	<ul style="list-style-type: none"> MESRI「国家量子戦略」(2021.1) 	～2,300億円 (€1.8B) / (2021-25?) 量子戦略の7本の柱 (量子コンピュータ、量子センサ、量子暗号通信など)を中心に、産業のバリューチェーン、人材育成・科学研究・技術実験を大幅に強化

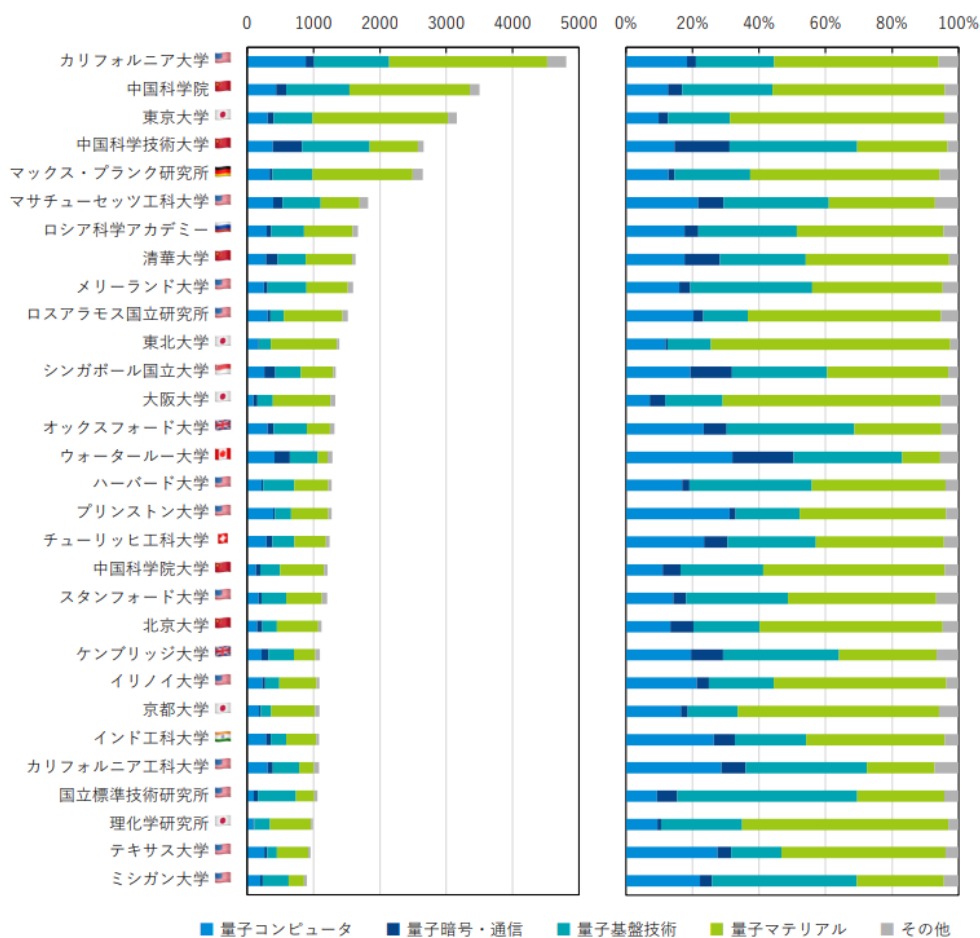
出展：量子技術イノベーション戦略の戦略見直し検討WG (第1回：R3.10.27) 資料2 (JST-CRDS)

出典：国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター (2021)「量子技術の研究開発・政策動向」⁸²

また、図表 3-41 および図表 3-42 に示す通り、量子技術に関する論文数や特許数では中国科学院(Chinese Academy of Sciences: CAS) や米国の研究機関や企業がリードしているが、東京大学や株式会社東芝も上位にランクインしている。

⁸² 国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター (2021)「量子技術の研究開発・政策動向」
https://www8.cao.go.jp/cstp/ryoshigijutsu/kento_wg/1kai/siryo2.pdf

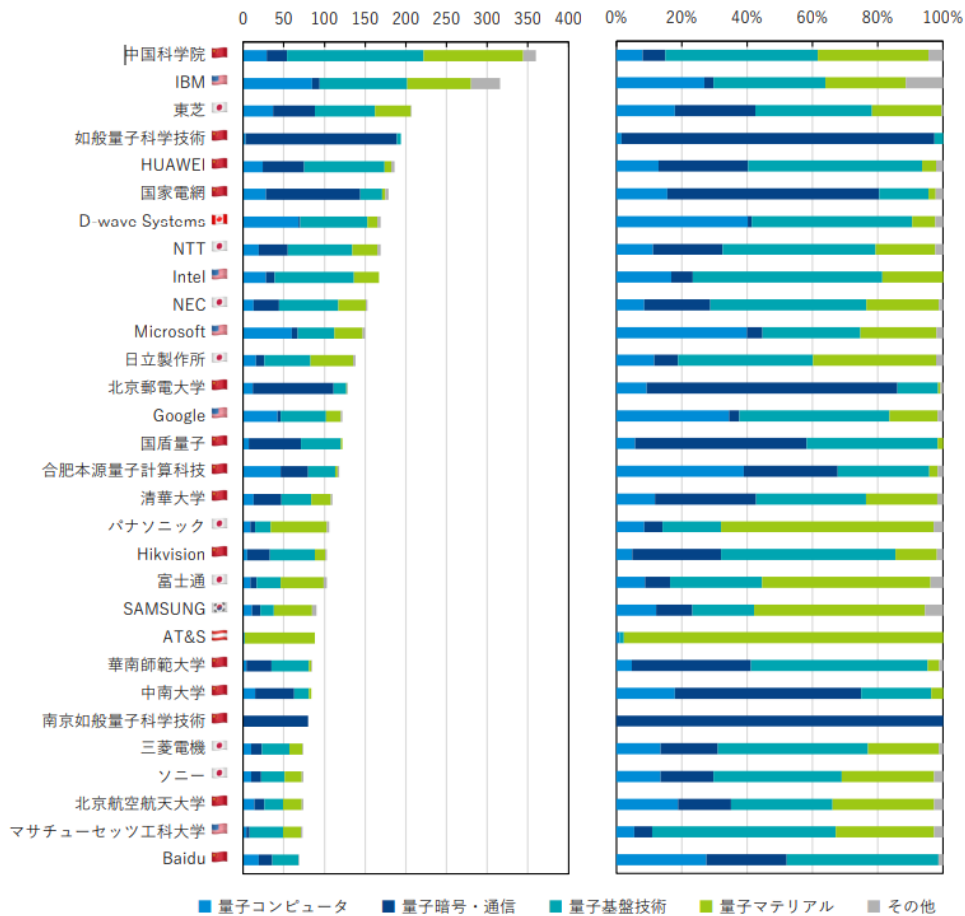
図表 3-41 量子技術分野における論文出版数



出典：国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター（2021）
「論文・特許マップで見る量子技術の国際動向」⁸³

⁸³ 国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター（2021）「論文・特許マップで見る量子技術の国際動向」
<https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2021/RR/CRDS-FY2021-RR-08.pdf>

図表 3-42 量子技術分野における特許出願数



出典：国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター（2021）
「論文・特許マップで見る量子技術の国際動向」⁸⁴

(ア) 米国

米国では、量子情報科学技術の進歩を目的として今後5年間で12億ドル超の予算を割り当てることを定めた「米国量子イニシアティブ法（National Quantum Initiative Act）」⁸⁵が2018年に成立している。

本同法の主な内容は以下の通り。

- ・ エネルギー省内に米国量子情報科学研究センター（National Quantum Information Science Research Center）を設立。
- ・ 米国科学財団内に研究・教育センターを設立。
- ・ 米国におけるロバストな量子情報科学技術産業の発展を支援するために必要となる、将来の評価・規格・サイバーセキュリティなどに関するステークホルダー対象のワークショップを米国標準技術局（National Institute of Standards and Technology：NIST）が開催。

⁸⁴ 国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター（2021）「論文・特許マップで見る量子技術の国際動向」
<https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2021/RR/CRDS-FY2021-RR-08.pdf>

⁸⁵ 「米国量子イニシアティブ法（National Quantum Initiative Act）」
<https://www.congress.gov/115/bills/hr6227/BILLS-115hr6227enr.pdf>

- ・ 国家科学技術会議内に量子情報科学小委員会（Subcommittee on Quantum Information Science）を設置。
- ・ 大統領諮問機関として米国量子イニシアティブ諮問委員会（National Quantum Initiative Advisory Committee）を設置。

これに基づき、米国科学財団が 3 か所、エネルギー省が 5 か所の研究所を設立するなど、研究開発の取組を進めている。また、FY2022 の予算案では、米国科学財団が 2 億 6,000 万ドル、エネルギー省が 3 億 100 万ドルを要求している（図表 3-43）⁸⁶。

図表 3-43 量子情報科学に係る米国の主な動向

No	年月	概要
①	2018 年 12 月	・“National Quantum Initiative Act”を制定。
②	2020 年 6 月	・NSF が 3 か所の“Quantum Leap Challenge Institutes”を設立。
③	2020 年 8 月	・DOE が 5 か所の” QIS Research Centers”を設立。
④	2020 年 9 月	・国立標準技術研究所（National Institute of Standards and Technology; NIST）が Quantum Economic Development Consortium (QED-C)を設立137。
⑤	2020 年 10 月	・White House National Quantum Coordination Office (NQCO) が” Quantum Frontiers Report”を発表。材料科学、量子シミュレーション、高精度計測、量子エンタングルメントの生成・分配、量子エラーの特性把握と軽減などをフロンティア領域とした138。
⑥	2021 年 1 月	・国家科学技術会議の SUBCOMMITTEE ON QUANTUM INFORMATION SCIENCE COMMITTEE ON SCIENCE が“A Coordinated Approach to Quantum Networking Research”を発表。量子ネットワークのための研究開発戦略を策定。
⑦	2021 年 1 月	・White House Subcommittee on Quantum Information Science (SCQIS) と National Quantum Coordination Office (NQCO)が National Quantum Initiative (NQI)の初年度のアニュアルレポートを発表。6 つの政策目的を提示。
⑧	2021 年 5 月	・NSF が FY2022 予算案提出。量子情報科学で 2 億 6,000 万ドルを要求。
⑨	2021 年 5 月	・DOE が FY2022 予算案提出。量子情報科学で 3 億 100 万ドルを要求。

出典：IPA「デジタル関連先進技術の制度政策動向調査レポート 2022」

「国家量子イニシアチブ法」の一環として、米エネルギー省は 2020 年 7 月、量子インターネットの構築に向けた戦略を発表。これにより米国が世界の量子技術競争の先頭に立つとした。同省が所管する 17 の国立研究所が、科学、産業、国家安全保障に利用できる安全なネットワークの構築を目指す⁸⁷。

また、科学技術政策局（OSTP）国家量子調整室は、2021 年 1 月、国家科学技術会議（NSTC）量子情報科学（QIS）小委員会が量子ネットワークングに関する省庁間ワーキンググループの意見を取り入れた戦略文書「量子ネットワークング研究に向けた協調的アプローチ（A Coordinated Approach to Quantum Networking Research）」⁸⁸を公表した。同文書は、2020 年 2 月に OSTP が発表した「米国の量子ネット

⁸⁶ IPA「デジタル関連先進技術の制度政策動向調査レポート 2022」<https://www.ipa.go.jp/files/000096101.pdf>

⁸⁷ CNET Japan (2020)「米政府、量子インターネットの開発戦略を発表」<https://japan.cnet.com/article/35157260/>

⁸⁸ 「量子ネットワークング研究に向けた協調的アプローチ（A Coordinated Approach to Quantum Networking Research）」<https://www.quantum.gov/wp-content/uploads/2021/01/A-Coordinated-Approach-to-Quantum-Networking.pdf>

ワークに関する戦略的ビジョン「A Strategic Vision for America Quantum Networks」⁸⁹に基づく勧告を提示している。

- **The Chicago Quantum Exchange (CQE) の設立**

シカゴ大学とアルゴンヌ国立研究所、フェルミ加速器研究所が中心となり、量子インターネットの基盤技術開発のために The Chicago Quantum Exchange (CQE) を設立。中西部の3大学と15企業（2020年7月現在）のパートナーが参加している。また、ブルックヘブン国立研究所を中心としてオークリッジ国立研究所、ロスアラモス国立研究所とストーニーブルック大学がニューヨークでテストベッドを建設している。

(イ) 中国

中国では2021年3月、第13期全国人民代表大会が「中華人民共和国国民経済・社会発展の第14次5ヵ年計画綱要」⁹⁰を採択し、2021~2025年の中期的な経済と社会発展の方針を定めた。イノベーションを中国の現代化建設の中心的な位置付けとして堅持し、「科学技術の自立自強」を国家発展の戦略的支えとする。科学強国行動綱要の制定、新型挙国体制の健全化、中核技術の突破を図る。

次世代人口知能、量子情報、集積回路、脳科学と類脳研究、遺伝子と生物技術、臨床医学と健康、深空深地深海と極地探測など、国家安全と発展全体にかかわる先端技術、及び関連の基礎研究に注力する。

⁸⁹ 「米国の量子ネットワークに関する戦略的ビジョン (A Strategic Vision for America Quantum Networks)」
<https://www.quantum.gov/wp-content/uploads/2021/01/A-Strategic-Vision-for-Americas-Quantum-Networks-Feb-2020.pdf>

⁹⁰ SciencePortal China 「中華人民共和国国民経済・社会発展の第14次五ヵ年計画および2035年までの長期目標綱要」
https://spc.jst.go.jp/policy/national_policy/downloads/r_gvm_2022.pdf

● 距離 4600 キロの衛星・地上間量子鍵配送実験成功

中国の研究チームが 2021 年 1 月に量子実験衛星「墨子号」と地上に設置された長さ 2000 キロの量子通信ケーブル「京滬幹線」の接続により、距離 4600 キロの衛星・地上間量子鍵配送実験に成功した。今回使用した衛星・地上間量子通信ネットワークは、すでに 150 以上の法人顧客が利用している。

中国科学技術大学はオーストリア、イタリア、ロシア、カナダと研究チームと協力し、中国でのネットワークのさらなる拡大を目指し実験を進めていくとしている。また、より小型の鍵配送衛星と地上の受信装置の開発、1 万キロ級の通信を行うための中軌道量子通信衛星の開発をしていく⁹¹。

(ウ) 欧州

2016 年に EU の研究者のチームによる量子技術の研究開発戦略「Quantum Manifesto」が発表され、EU 加盟国や欧州委員会に対し、10 億ユーロ（1300 億円）規模の研究開発プログラムの立ち上げが求められた。この「Quantum Manifesto」を受け、欧州委員会は 2018 年に全欧州規模の研究及びイノベーション促進フレームワークプログラム「Horizon 2020」の一部として、量子技術に関する大型の研究開発プログラム「Quantum Flagship」を開始。量子コミュニケーション、量子コンピュータ、量子シミュレーション、センシング・計測の 4 つの領域の研究開発を実施してきており、量子情報科学全般の研究開発を Horizon 2020 の後継である Horizon Europe および Digital Europe Program でも推進、継続している⁹²（図表 3-44）。

図表 3-44 Digital Europe Program

デジタル・ヨーロッパ (Digital Europe)

➢ 欧州のデジタルトランスフォーメーションを加速するための2021年からの新規プログラム

➢ 予算額は82億ユーロ/7年 (2020年5月時点の提案内容、今後減額の可能性あり)

➢ デジタル分野の機能強化に必要なインフラの構築、競争力強化、技術主権確保が目的

分野	金額	概要
スーパーコンピューティング	22億	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 世界級のエクサスケールスーパーコンピューターを2023年に完成 ➢ アクセシビリティ向上、健康・環境・安全等の公共分野におけるスーパーコンピューティングの利用拡大
AI	24億	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 「欧州データ空間」の構築、大容量データセットへの安全なアクセス・保存、信頼できるエネルギー効率の高いクラウドインフラの促進 ➢ EU加盟国の健康・交通分野等におけるAI実験施設の強化・支援
サイバーセキュリティ	18億	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 量子通信インフラを通じた光通信・サイバーセキュリティの能力強化 ➢ ネットワーク・情報システムの均一な高レベルのセキュリティ実現のため、加盟国と民間部門の先端スキル・能力強化
先端デジタルスキル	6億	<ul style="list-style-type: none"> ➢ データ、AI、サイバーセキュリティ、量子、HPC等の主要分野における将来の専門家のための特別なプログラム・訓練の設計と提供
経済・社会全体でデジタルの幅広い利用確保	12億	<ul style="list-style-type: none"> ➢ ヘルス、グリーン分野などにおける高インパクトの社会実装支援 ➢ 「デジタルイノベーションハブ」のネットワークを構築・強化

© 2020 CRDS | 9
単位：ユーロ
【出典】欧州委員会公表資料を元にCRDSで作成

⁹¹ 36Kr Japan 「中国が 4600 キロの衛星・地上間量子通信ネットワーク実験に成功」 <https://36kr.jp/113312/>

⁹² 国立国会図書館 (2021) 「量子コンピュータの研究開発と政策動向」
https://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_11643171_po_1139.pdf?contentNo=1

出典：国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター（2020）「EU の DX～欧州デジタル戦略 2020～」⁹³

また、Horizon2020 の OPENQKD プロジェクトの活動に基づいて 2019 年に「The European Quantum Communication Infrastructure Initiative (EuroQCI)」が開始された。このイニシアティブでは、Horizon Europe や Digital Europe Program からのファンドを受け、「Quantum Flagship」の研究開発成果を利用して国際的な量子鍵配送の研究開発を推進するとしている。2021 年 6 月に EU 全加盟国（27 ヶ国）の合意が完了している⁹⁴。

そのほか、欧州においては各国でも個別の施策を打ち出している。

● ドイツ

2018 年 9 月、連邦政府は研究開発・イノベーションの包括的な戦略として「ハイテク戦略 2025」を決定し、ドイツを量子技術研究の分野で世界最先端に発展させるとの目標を掲げた。

また、同年に連邦教育研究省（Bundesministerium für Bildung und Forschung;BMBF）は、実用化のための行動計画「量子テクノロジー・基礎研究から市場へ」において 2022 年までの間に量子技術の研究開発に 6 億 5000 万ユーロ（約 830 億円）を投資するとした。重点を置く研究分野として、量子コンピュータ、量子通信、量子計測、量子システム実現のための基礎技術が挙げられた。さらに、2020 年 1 月には、量子コンピュータ分野の研究開発プログラムを拡充し、3 億ユーロ（380 億円）の追加投資を行うことが発表された⁹⁵。

● イギリス

英国では 2014 年から国家量子技術プログラム(National Quantum Technologies Programme:NQTP)を実施し、Birmingham 大学、York 大学、Oxford 大学、Glasgow 大学に「Quantum Technology Hub」と呼ばれる拠点を形成してきた。

英国研究・イノベーション機構（UK Research and Innovation：UKRI）は産業戦略チャレンジファンド（Industrial Strategy Challenge Fund：ISCF）を進めており、英国の 38 の新しいプロジェクトに 7,000 万ポンド強の政府投資を行っている。プロジェクトでは、電気自動車用のバッテリー開発から、先進的量子技術を利用した、温室効果ガス排出量を削減する革新的なエネルギー貯蔵システムまで、グローバルな課題を解決し、産業の主要な課題に対処することを目指している⁹⁶。

また、2021 年 6 月、バイデン米大統領とジョンソン英首相が「新大西洋憲章」⁹⁷に合意。米英関係の強

⁹³ 国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター（2020）「EU の DX～欧州デジタル戦略 2020～」
<https://www.jst.go.jp/crds/sympo/20200928/pdf/07.pdf>

⁹⁴ 国立研究開発法人情報通信研究機構（2021.12.6）「量子セキュリティ・ネットワークの研究開発・産業動向」
https://www8.cao.go.jp/cstp/ryoshigijutsu/kento_wg/4kai/sanko2_1.pdf

⁹⁵ 国立国会図書館（2021）「量子コンピュータの研究開発と政策動向」
https://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_11643171_po_1139.pdf?contentNo=1

⁹⁶ 国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター（2020）「量子技術の世界的リーダーとしての地位を確保するために 7,000 万ポンドを投資」
<https://crds.jst.go.jp/dw/20200619/2020061923819/>

⁹⁷ 「The New Atlantic Charter」
<https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/06/10/the-new-atlantic-charter/>

化、雇用創出、市民の安全向上のために、科学技術の提携を発展させる。同提携は、重要なサプライチェーン、バッテリー技術、AIを含む新興技術の強靱性とセキュリティなどの分野での協力を強化し、データのアクセシビリティを改善して、経済成長、公共安全、科学技術の進歩をサポートする。

これにより、両国は、量子技術や 6G などの未来の技術、デジタル技術標準に関する協力を強化する。

また、英 BT 社及び株式会社東芝は 2021 年 10 月、ロンドンで世界初となる量子暗号化商用メトロネットワークを構築し、実証実験を開始している。この新しいネットワークは、ロンドンのドックランズ、シティ及び郊外の高速道路 M4 コリドーの各拠点を結び、量子鍵配送 (QKD) とポスト量子暗号 (PQC) を用いてセキュリティを確保したデータサービスを提供する予定となっている。

英 BT 社は広帯域のエンドツーエンドの暗号化された専用リンクを含む一連の量子暗号化サービスを提供し、株式会社東芝が量子鍵配信ハードウェアと鍵管理ソフトウェアを提供する⁹⁸。

● フランス

2020 年に政府に提出された量子戦略の報告書「量子技術：フランスは技術的転換点を逃さない」⁹⁹をベースに 2021 年 1 月に「量子国家戦略」¹⁰⁰が発表され、産業のバリューチェーンを強化しながら、人材育成、科学研究、技術実験を大幅に強化することを目指している。

投資金額は 18 億ユーロで、「将来への投資計画」の第 4 期 (4e programme d'investissements d'avenir : PIA4) などから拠出される。本戦略では今後 5 年間、年間 100 件の学位論文、50 件のポストクの奨学金、10 件の若手人材助成金が行われる予定であり、以下 7 つの戦略の柱が発表されている。

- ・ NISQ シミュレータ・アクセラレータの用法開発・普及 (3 億 5,200 万ユーロ)
- ・ LSQ スケールに移行する量子コンピュータの開発 (4 億 3,200 万ユーロ)
- ・ 量子センサーの技術とアプリケーションの開発 (2 億 5,800 万ユーロ)
- ・ ポスト量子暗号化提案の作成 (1 億 5,600 万ユーロ)
- ・ 量子通信システムの開発 (3 億 2,500 万ユーロ)
- ・ 競争力のある実現技術の提案 (2 億 9,200 万ユーロ)
- ・ エコシステムの横断的な構築

3) 国内における社会実装の最新動向

● 量子暗号通信テストベッドを活用した社会実装に向けた取組

国立研究開発法人情報通信研究機構の主導により、2010 年に量子暗号通信テストベッド「東京 QKD ネットワーク」が構築された。都市間 (大手町～小金井 45km) を光ファイバーで結び、日本電気株式会

⁹⁸ 株式会社東芝「東芝と英国 BT、ロンドンで世界初の量子暗号通信の商用メトロネットワークを構築」(2021)

<https://www.global.toshiba/jp/news/corporate/2021/10/news-20211005-01.html>

⁹⁹ 「QUANTIQUE : LE VIRAGE TECHNOLOGIQUE QUE LA FRANCE NE RATERA PAS」https://forteza.fr/wp-content/uploads/2020/01/A5_Rapport-quantique-public-BD.pdf

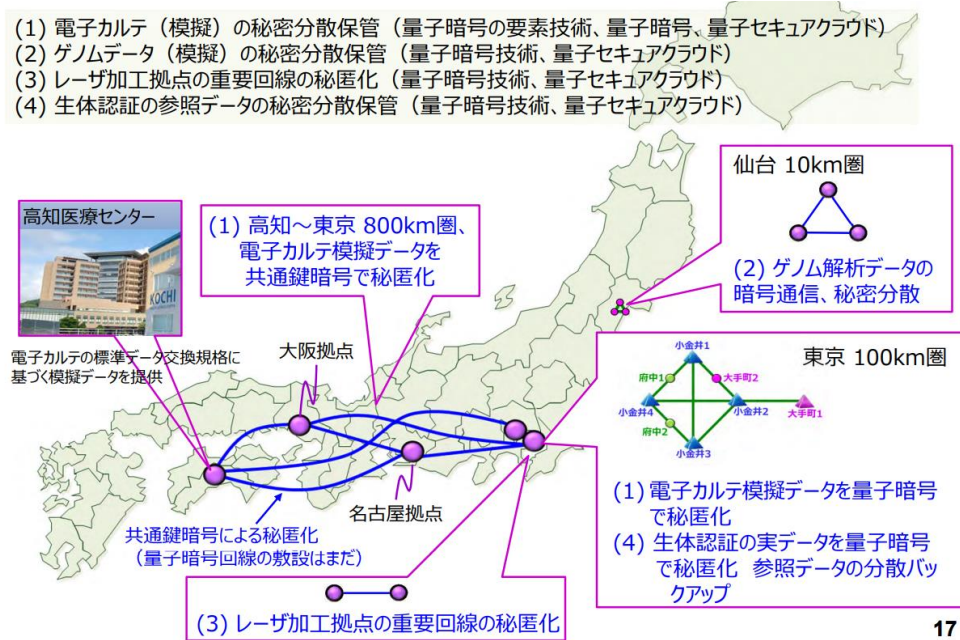
¹⁰⁰ 国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター (2021)「量子技術に関するフランスの国家戦略」<https://crds.jst.go.jp/dw/20210310/2021031026342/>

社、株式会社東芝、日本電信電話株式会社、学習院大等の産学機関、及び一部海外機関がそれぞれの QKD（量子鍵配送）装置を導入しネットワークを構成。我が国の量子暗号通信に係る研究開発の基盤的設備として活用している。

世界初となる QKD による秘匿動画配信（TV 会議）の実証に成功したのち、現在も実証実験を継続中しており、世界で最も長い運用実績を誇っている。東京 QKD ネットワークにおける量子暗号装置の長期運用や開発された仕様は国際標準（ITU-T Y.3800 シリーズ）に反映されている。

国立研究開発法人情報通信研究機構では今後も東京 QKD ネットワークを中心としたオープンテストベッドの構築・拡充を進めていくとしている。

図表 3-45 実証実験・ネットワーク化の現在の取り組み



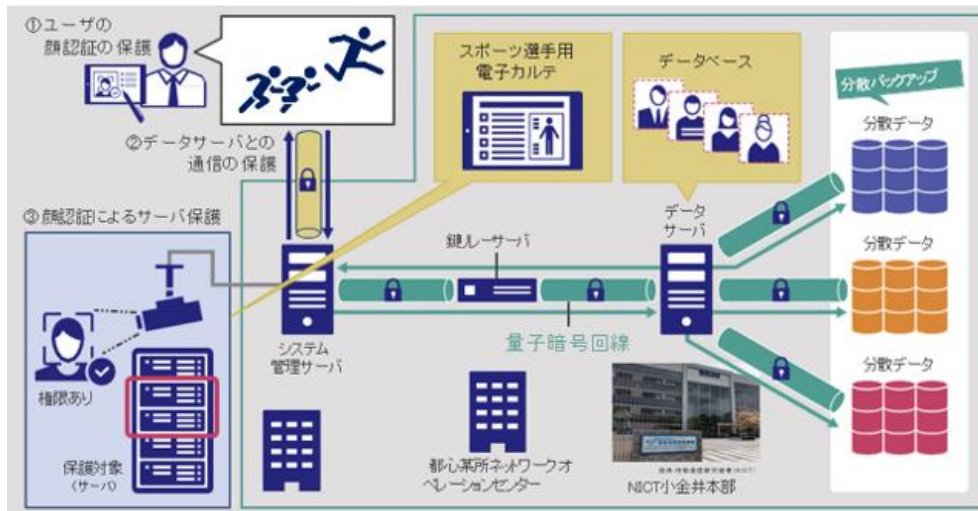
出典：国立研究開発法人情報通信研究機構（2021）

「Tokyo QKD Network:量子暗号ネットワークテストベッドの構築と利活用」¹⁰¹

また、医療・金融分野への社会実装に向け、電子カルテや株取引情報等を量子暗号で秘匿して通信（分散保管）する実証実験に活用している。（図表 3-46）

¹⁰¹ 国立研究開発法人情報通信研究機構（2021.3.8）「Tokyo QKD Network: 量子暗号ネットワークテストベッドの構築と利活用」https://testbed.nict.go.jp/event/pdf/sympo_05-3.pdf

図表 3-46 生体認証システムへの適用



出典：日本電気株式会社より提供¹⁰²

¹⁰² 本研究の一部は内閣府総合科学技術・イノベーション会議の戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)「光・量子を活用した Society 5.0 実現化技術」(管理法人：国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構)によって実施。

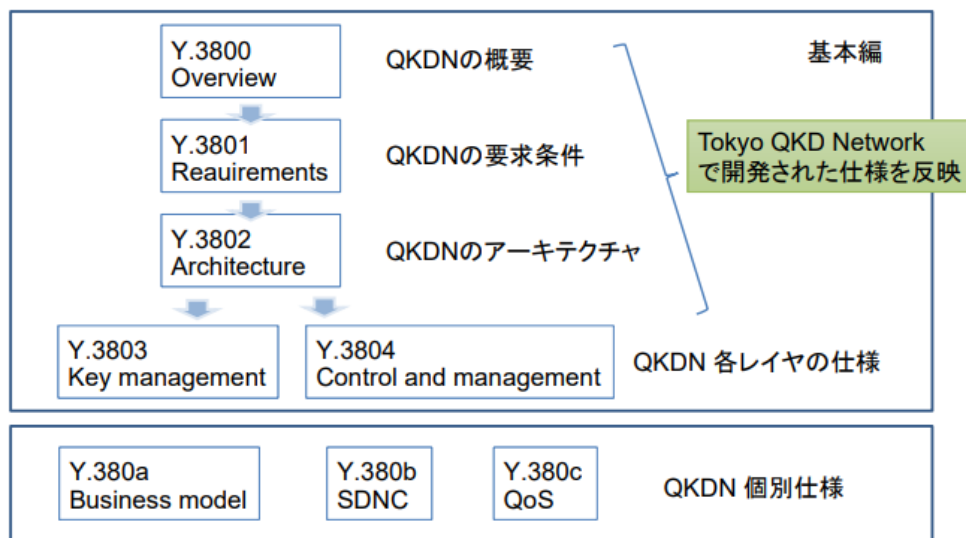
● 量子暗号通信の標準化取組（総務省）

国際電気通信連合電気通信標準化部門（International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector：ITU-T）において、量子暗号分野で初となる、基本勧告 5 件含む計 10 件の勧告が成立した。Y.3800 基本勧告シリーズ 5 件のうち 4 件は国立研究開発法人情報通信研究機構、日本電気株式会社、株式会社東芝が文書作成を主導している。

- ・ Y.3800：Overview on networks supporting quantum key distribution（2019 年 10 月）
- ・ Y.3801：Functional requirements for quantum key distribution networks（2020 年 4 月）
- ・ Y.3802（Architecture）
- ・ Y.3803（Key Management）
- ・ Y.3804（Control and management）

現在、16 件の量子暗号関連の勧告草案が編纂されており（2021 年 11 月現在）、今後は ITU-T での標準プロトコル仕様の検討の後、一般社団法人情報通信技術委員会（TTC）において国内標準を策定予定。

図表 3-47 ICU における勧告作成状況



出典：国立研究開発法人情報通信研究機構（2021）
「Tokyo QKD Network:量子暗号ネットワークテストベッドの構築と利活用」¹⁰¹

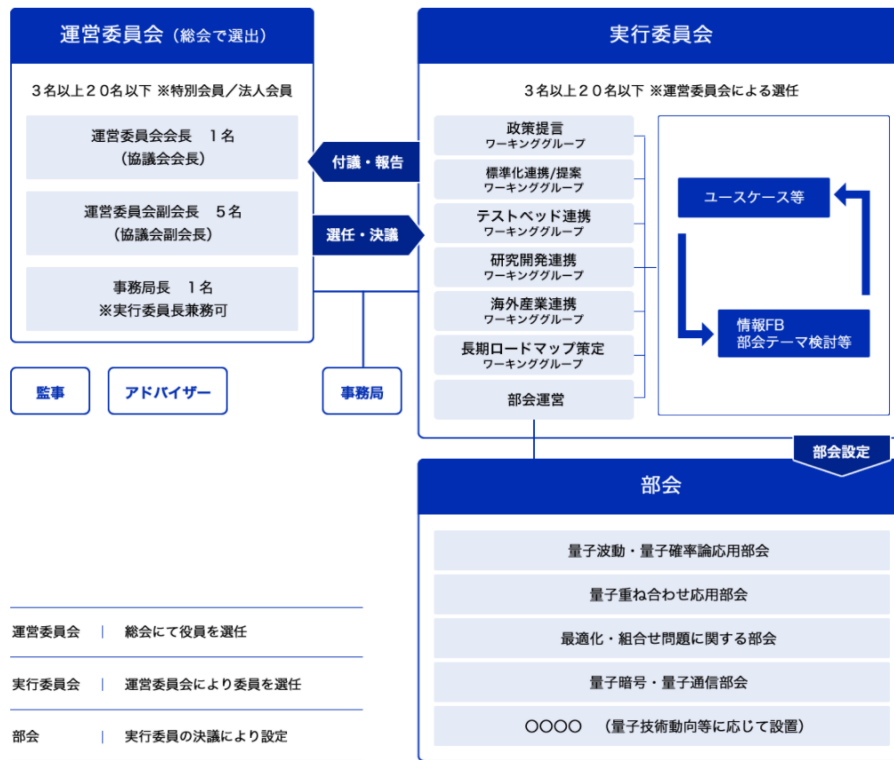
● 「量子技術による新産業創出協議会」の設立

株式会社東芝、日本電気株式会社、トヨタ自動車株式会社、日本電信電話株式会社、株式会社日立製作所、富士通株式会社、株式会社みずほフィナンシャルグループ、東京海上ホールディングス株式会社などの大手民間企業 24 社が 2021 年 9 月、業界の垣根を越えて量子技術を応用した新産業の創出を図るための協議会である「量子技術による新産業創出協議会（Quantum Strategic industry Alliance for Revolution：Q-STAR）」を設立。2022 年 2 月時点で会員数は 50 社となっている。

同協議会では、産学官の関係者が一堂に会して、量子技術に関わる基本原理、基本法則をあらためて整理し、その応用可能性、必要となる産業構造、制度・ルールなどについての調査・提言を行い、新技術の応用と関連技術基盤の確立に取り組む。これらの活動を通じて、「量子技術イノベーション立国」の実現

に貢献するとともに、日本の産業の振興と、国際競争力の強化を図る¹⁰³。

図表 3-48 協議会の運営体制



出典：量子技術による新産業創出協議会「協議会の運営体制」¹⁰⁴

● 金融機関を中心とした顧客向け QKD サービス

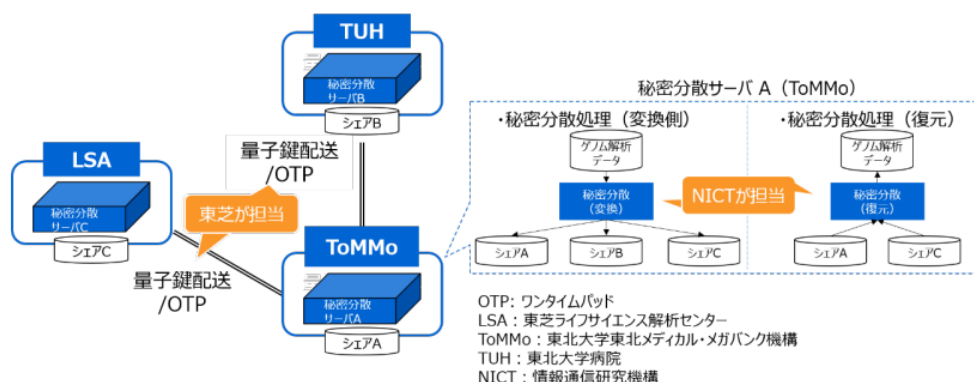
株式会社東芝、東北大学東北メディカル・メガバンク機構、東北大学病院、国立研究開発法人情報通信研究機構は、戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)「光・量子を活用した Society 5.0 実現化技術」による実証実験を実施。量子暗号通信技術と秘密分散技術を組み合わせたデータ分散保管技術を開発し、約 80GB の大規模ゲノム解析データを複数拠点に分散することによる安全なバックアップの保管に世界で初めて成功した。本技術により、長期にわたり機密漏洩やデータ改ざんを防ぐバックアップデータ保管が可能となり、ゲノム研究・ゲノム医療分野における安全なデータ管理への貢献が期待できるとしている¹⁰⁵。

¹⁰³ MONOist (2021)「国内 11 社が量子技術応用の協議会を設立へ「産業応用でも世界をリードする」」
<https://monoist.itmedia.co.jp/mn/articles/2106/01/news068.html>

¹⁰⁴ 量子技術による新産業創出協議会「協議会の運営体制」
<https://qstar.jp/about/management-structure>

¹⁰⁵ 株式会社東芝 (2021.8.26)「量子暗号通信技術と秘密分散技術を活用しゲノム解析データの分散保管の実証に成功」
<https://www.global.toshiba/jp/technology/corporate/rdc/rd/topics/21/2108-02.html>

図表 3-49 ゲノム解析データ分散保管実証実験の概要



出典：株式会社東芝（2021）「量子暗号通信技術と秘密分散技術を活用しゲノム解析データの分散保管の実証に成功」

4) 海外における社会実装の最新動向

量子暗号通信において、量子鍵配送技術（QKD）に関する市場シェアはスイスの ID Quantique 社を始めとした欧米企業が中心となっている。日本企業は第 3 位に株式会社東芝がランクインしている¹⁰⁶。

(ア) 米国

米国では多くの民間企業が量子関連事業に参画しており、金融分野などで社会実装に向けた実証実験が進んでいる。

● QuantumXchange が米国初の量子暗号サービスを発表

Quantum Xchange 社の耐量子ネットワークは、大手金融機関や資産管理会社で金融取引アルゴリズムや顧客口座等の機密情報を安全に送信するために利用されている。

Quantum Xchange 社は、株式会社東芝の QKD システムを使用し、ニューヨークとニュージャージー間を 1 本の光ファイバー上に量子暗号を載せた非圧縮ライブビデオストリームの送信に成功。株式会社東芝の QKD 技術を適用することで、今まで困難だったこの 2 都市を結ぶ商用ネットワーク上での暗号通信を実現し、QKD システムがウォールストリート企業の求める転送距離や鍵配送要件を満たすことを証明した¹⁰⁷。

● 米国にて初めて金融アプリケーションの実行基盤で実証実験

東芝アメリカ社、米 JP モルガン・チェース社、ネットワークキング用のシステム・サービス・ソフトウェ

¹⁰⁶ 内閣官房 新しい資本主義実現本部事務局（2022.3）「基礎資料」

https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/atarashii_sihonsyugi/kaigi/dai4/shiryoku1r.pdf

¹⁰⁷ 株式会社東芝（2022）「大手金融機関の本社とバックオフィス拠点間の通信セキュリティに応用」

<https://www.global.toshiba/jp/products-solutions/security->

[ict/qkd/cases/case2.html?utm_source=www&utm_medium=web&utm_campaign=since202203tdslQKD](https://www.global.toshiba/jp/products-solutions/security-ict/qkd/cases/case2.html?utm_source=www&utm_medium=web&utm_campaign=since202203tdslQKD)

アを手掛ける企業である米シエナ社の 3 社が、米国にて金融アプリケーションの実行基盤で実証実験を行い、量子暗号通信(QKD)ネットワークの実用性を実証したことを 2022 年 2 月に発表した。

同実証実験で 3 社は、金融分野におけるブロックチェーンアプリケーションで送受される情報を保護するために QKD ネットワークを使用し、最大 100 km の距離で、実用レベルの 800Gbps の伝送速度で暗号通信が可能であることを確認した。盗聴者を即座に検出・防御することで、高速大容量かつ低遅延なデータ伝送が厳格に求められるミッションクリティカルな金融分野において、量子コンピュータに対抗できる安全で効率的なネットワークの構築が可能となる¹⁰⁸。

● 持続的な長距離量子テレポーテーションに成功

米国エネルギー省のフェルミ国立加速器研究所 (FNAL) をはじめとする研究チームが、初めて全長 44km の光ファイバーを用いて、光子量子ビットの持続的な長距離テレポーテーションを実証し、90%超という高い忠実度を実現した。この研究は、FNAL、米 AT&T 社、米カリフォルニア工科大学 (Caltech)、米ハーバード大学、NASA ジェット推進研究所、カナダのカルガリー大学が共同で行ったもの。

量子テレポーテーションとは、ある場所から離れた別の場所へ実体を伴わずに量子の状態のみが転送されること。「量子もつれ」状態にある 2 つの光の粒子が物理的に離れた 2 カ所に 1 つずつ存在して符号化された情報を共有する場合、光子間の距離に関係なく、符号化された情報のみが一方の光子から他方の光子に転送される。

本実証では、最先端の低ノイズ超伝導ナノワイヤー単一光子検出器 (SNSPD) と既製の光学系機器を使用して、全長 44km の光ファイバーネットワークを介して量子ビットをテレポートした¹⁰⁹。

(イ) 中国

量子実験衛星「墨子号」と地上に設置された長さ 2000 キロの量子通信ケーブル「京滬幹線」が接続された衛星・地上間量子通信ネットワークを、すでに 150 以上の法人顧客が利用しているなど、量子通信の社会実装においては中国がリードしている。

・ QuantumCTek Group (国盾量子)

QuantumCTek Group は量子情報技術対応の ICT セキュリティ製品およびサービスの世界最大メーカーおよびプロバイダー。同社は通信インフラストラクチャ、エンタープライズネットワーク、クラウドコンピューティング、ビッグデータテクノロジーとサービスにおいて、量子技術を用いたソリューションを提供している。既に、同社の製品・サービスは政府、金融、エネルギー業界などで使用されており、これまでに 1,000 を超える量子製品が製造され、6,000km 以上の通信リンクを実現。ITU 等の国際会議のセクターメンバーも務めている。

¹⁰⁸ robotstart.info (2022) 「【米国初】 QKD 量子暗号通信の実用性を金融アプリで確認 東芝アメリカ社と JP モルガン・チェース、シエナの 3 社が連携」 <https://robotstart.info/2022/02/19/toshiba-usa-qkd-quantum.html>

¹⁰⁹ fabcross for エンジニア (2021) 「持続的な長距離量子テレポーテーションに成功——90%超の高忠実度を実現、量子インターネット実現に向けた大きな一歩」 https://engineer.fabcross.jp/archive/210201_teleportation.html

QuantumCTek Group は 2020 年の 7 月に上海 NASDAQ 市場に上場し、初日に 914%という記録的な値上がり記録を記録した。このことは研究や安全保障の観点で語られてきた量子暗号技術が民間の投資の対象となったことを示している¹¹⁰。

- **Anhui Qasky Quantum Technology Co., Ltd. (安徽問天量子科技)**

Anhui Qasky Quantum Technology Co., Ltd. (安徽問天量子科技) は中国科学技術大学と投資会社が共同で 2009 年に設立した量子情報通信に関する企業。中国政府の国家暗号管理局によって認定された商用暗号製品の指定生産者・ライセンス販売者。同社は、地方の量子セキュリティ工学技術研究センター、アカデミアンワークステーション、およびその子会社である合肥 Liangxin Technology Co.,Ltd.を設立。国内特許により、量子情報セキュリティシステムの独立制御可能なトータルソリューションを提供でき、国際的な主導的地位を占めている¹¹¹。

(ウ) 欧州

欧州では欧州全域における量子通信基盤の構築に向けた European Quantum Communication Infrastructure(EuroQCI)initiative が進められており、これをサポートするように 2019 年 6 月に EuroQCI declaration が採択され、2020 年 10 月時点で 25 カ国が署名している。また、QKD 実用化のため 2019 年 9 月から 3 年間のプロジェクト OPENQKD が始まっており、QKD を組み込んだ通信インフラの実現をめざして 15 百万ユーロの予算、38 機関 (13 カ国) からなるコンソーシアムが組まれている¹¹²。

- **ドイツテレコムの実証通信網に SK テレコム/ID Quantique (IDQ) がシステムを提供して商用網へ拡張**

ドイツの移動体通信会社ドイツテレコム社のベルリンネットワーク試験網に韓国 SK テレコム社の量子暗号通信システムが適用されている。SK テレコム社は 2018 年、スイスの量子 ICT 企業 IDQ 社に約 700 億ウォンを投資しており、SK テレコムの通信事業の力量と IDQ の源泉技術がシナジーを出し、最近、グローバル事業を急速に拡大している。IDQ は EU 傘下「量子フラッグシップ(Quantum Flagship)」組織が推進する「OPEN QKD」プロジェクトに量子キー分配器(QKD)1 位の供給社として参加している。

IDQ はプロジェクトに参加する企業、研究機関の中で最も多い区間に量子キー分配器を供給し、スイス・ジュネーブ、ドイツ・ベルリン、スペイン・マドリード、オーストリア・ウィーンなど欧州主要国の

¹¹⁰ 国立研究開発法人情報通信研究機構 (2020) 「NICT イノベーション デザイン イニシアティブ 活動報告 (2020-R1)」 <https://www2.nict.go.jp/idi/common/pdf/2020-r1.pdf>

¹¹¹ 国立研究開発法人情報通信研究機構 (2020) 「NICT イノベーション デザイン イニシアティブ 活動報告 (2020-R1)」 <https://www2.nict.go.jp/idi/common/pdf/2020-r1.pdf>

¹¹² 国立研究開発法人情報通信研究機構 (2021) 「研究開発の俯瞰報告書 ナノテクノロジー・材料分野 (2021 年)」 https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2020/FR/CRDS-FY2020-FR-03/CRDS-FY2020-FR-03_20306.pdf

14 区間(1 区間に約 100Km)に量子暗号テスト網を構築する¹¹³¹¹⁴。

- **BT と東芝が、ロンドン市内複数拠点を接続する、世界初の商用向け量子暗号通信実証ネットワークの構築と実証実験開始を発表**

株式会社東芝は 2021 年 10 月、英国の大手通信事業者 BT グループと共同で、英国ロンドンに量子暗号通信の商用向けインフラを構築、実証実験を開始。ロンドン周辺に複数拠点を結ぶ量子暗号通信網を構築することで、複数顧客に高い安全性を持つデータ通信サービスを提供できるようにする。実証実験では、株式会社東芝と子会社の東芝デジタルソリューションズが、量子暗号通信製品や鍵管理システムソフトウェアを提供。BT が量子暗号通信網を運用し、同子会社である英 Openreach の光ファイバーを活用して各拠点をつなぐ。英国・ロンドン東部のドックランズや、ロンドン中心部から西部郊外に延びる高速道路「M4」沿いに量子暗号通信でやり取りできる拠点を設ける¹¹⁵。

¹¹³ 亞洲經濟 (2018)「SK テレコム、ドイツの通信会社網に量子暗号通信技術適用…グローバル初の進出」

<https://japan.ajunews.com/view/20180727161953832>

¹¹⁴ 亞洲經濟 (2019)「SK テレコム、欧州と米国で「量子暗号通信」事業相次いで受注」

<https://japan.ajunews.com/view/20191021153626991>

¹¹⁵ 日経クロステック (2021)「東芝、ロンドンに商用向け量子暗号通信網を構築 英 BT と共同で」

<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/news/18/11360/>

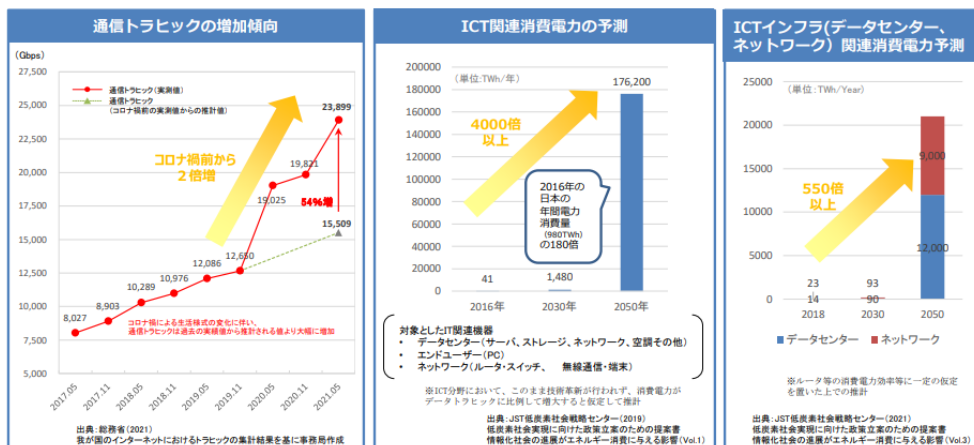
(3) AI を活用したネットワーク技術

1) 国内における研究開発の動向

(ア) 技術の概要

5G や IoT 機器の急速な普及に伴う通信量の爆発的増加（図表 3-50）や、サービス要件（超低遅延、同時多数接続等）の多様化・高度化に対応するため、ネットワークリソースの効率的な活用が重要である。様々な分野で活用が拡大している AI を効果的に活用することで、トラフィックの異常検出や原因特定、ネットワークの最適制御などを実現し、より高信頼で効率的なネットワーク基盤構築・運用に繋ると見込まれている。

図表 3-50 通信トラフィックと ICT 分野のエネルギー消費の動向



出典：総務省（2021）「第 27 回技術戦略委員会資料」¹¹⁶

通信ネットワークへの AI 活用については、2017 年末より ITU-T や TMForum をはじめとする国際標準化の場における議論が急速に進展し、AI による通信ネットワークの運用自動化だけでなく、当該 AI システムと他システムとの協調・連携によるネットワーク全体としての運用効率化などに発展している。

(イ) 研究開発を推進する国の取り組み

「未来投資戦略 2018」¹¹⁷において“IoT の進展に伴うトラフィックの爆発的な増大に対応するため、AI を活用してネットワークリソースを自動最適制御する革新的 AI ネットワーク統合基盤技術を 2020 年度までに、大容量通信等を可能とする革新的光ネットワーク技術を 2021 年度までに確立する”とされてい

¹¹⁶ 総務省 情報通信審議会 情報通信技術分科会 技術戦略委員会（2021.11.4）「Beyond 5G に向けた情報通信技術戦略の在り方に関する検討について」 https://www.soumu.go.jp/main_content/000778019.pdf

¹¹⁷ 内閣府（2018）「未来投資戦略 2018」 https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/miraitousi2018_zentai.pdf

る他、「第6期科学技術・イノベーション基本計画」¹¹⁸においても“国土全体に網の目のように張り巡らされた、省電力、高信頼、低遅延などの面でデータやAIの活用に適した次世代社会インフラを実現する”とされており、AIを活用したネットワーク技術の研究開発が重要視されている。

● 革新的 AI ネットワーク統合基盤技術の研究開発

総務省では情報通信分野における国家的な研究開発課題の研究開発を実施しており、革新的 AI ネットワーク統合基盤技術に関しては 2018 年度および、2019 年度に実施している（図表 3-51）。

2018 年度は AI が持つ機能を活用しつつ、ネットワーク等の状況に応じてダイナミックにネットワークリソースを自動最適制御する技術の確立に関する研究開発を実施。2019 年度は 2018 年度の取り組みに加えて、当該技術とサービス事業者のネットワークシステムがダイナミックに協調・連携するための連携基盤を確立することで、ネットワークサービス状態に応じたネットワーク機能動的制御を実現し、より高品質・高信頼なネットワーク環境の実現に向けた研究開発を実施した。

図表 3-51 情報通信技術の研究開発に係る提案の公募

No.	年度	名称	概要	研究開発予算
1	2019年度～ 2020年度	革新的 AI ネットワーク統合 基盤技術の研究開発	データ連携によるネットワーク 機能動的制御技術の研究開発	309 百万円 ¹¹⁹
2	2018年度～ 2020年度	革新的 AI ネットワーク統合 基盤技術の研究開発	AI によるネットワーク運用技術	838 百万円 ¹²⁰
3			AI によるネットワークサービス 自動最適運用制御技術	751 百万円 ¹²¹

出典：総務省「「ICT 重点技術の研究開発プロジェクト」各プロジェクトの研究成果要旨」を
基に NTT データ経営研究所が作成

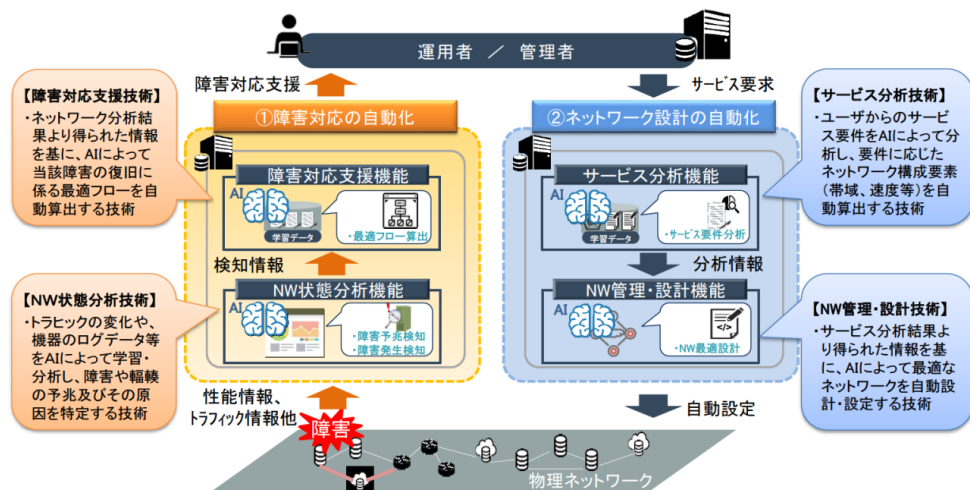
¹¹⁸ 内閣府（2021）「科学技術・イノベーション基本計画」<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/6honbun.pdf>

¹¹⁹ 総務省（2020）「「革新的 AI ネットワーク統合基盤技術の研究開発」～課題Ⅲ データ連携によるネットワーク機能動的制御技術の研究開発～」https://www.soumu.go.jp/main_content/000764331.pdf

¹²⁰ 総務省（2020）「革新的 AI ネットワーク統合基盤技術の研究開発 課題Ⅰ：AI によるネットワーク運用技術」https://www.soumu.go.jp/main_content/000764327.pdf

¹²¹ 総務省（2020）「革新的 AI ネットワーク統合基盤技術の研究開発 課題Ⅱ：AI によるネットワークサービス自動最適運用制御技術」https://www.soumu.go.jp/main_content/000764328.pdf

図表 3-52 革新的 AI ネットワーク統合基盤技術



出典：総務省（2019）「2019 年度新規研究開発に係る基本計画書概要」¹²²

(ウ) 主な研究開発の状況

● 5G ネットワーク障害時の自動復旧システムの有効性を確認する実証実験

KDDI 株式会社、株式会社日立製作所、日本電気株式会社、沖電気工業株式会社が「AI ネットワーク統合基盤」を活用し、5G ネットワーク障害時の自動復旧システムの有効性を確認する実証実験を 2021 年 1 月から開始。

本実証実験は「革新的 AI ネットワーク統合基盤技術の研究開発」の一環であり、2023 年以降の社会実装を目指している。AI（人工知能）が持つ機能を活用しつつ、ネットワーク等の状況に応じてダイナミックにネットワークリソースを自動最適制御する技術を確認する¹²³。

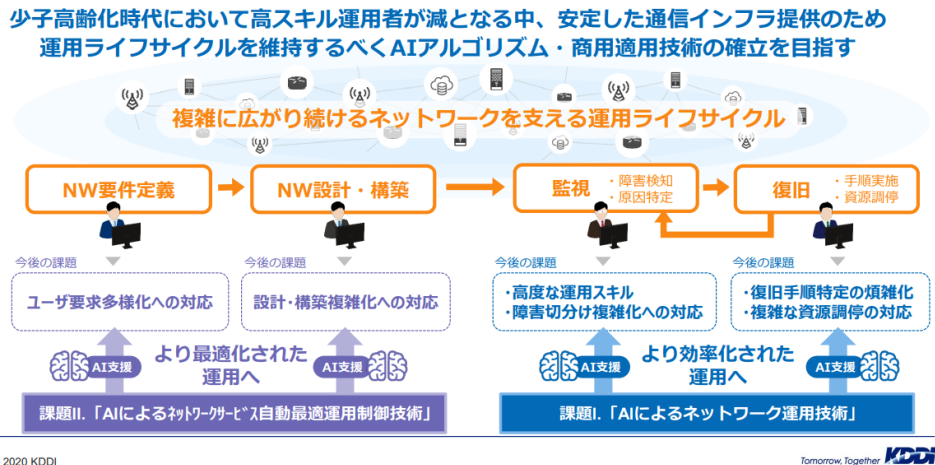
¹²² 総務省（2019）「2019 年度新規研究開発課題に係る基本計画書概要」

https://www.soumu.go.jp/main_content/000611585.pdf

¹²³ KDDI 株式会社（2021）「AI 活用で 5G ネットワークを自動復旧させる実証実験を開始」

<https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2021/02/09/4964.html>

図表 3-53 研究開発の全体像



出典：総務省（2021）「革新的 AI ネットワーク統合基盤技術の研究開発」の取り組み¹²⁴

● コグニティブ・ファウンデーション (IOWN 構想)

日本電信電話株式会社は 2019 年に新しいネットワーク構想である「IOWN（アイオン：Innovative Optical and Wireless Network）構想」¹²⁵を発表。IOWN とは、革新的な技術によりこれまでのインフラの限界を超え、光を中心とした技術を活用した高速大容量通信、膨大な計算リソース等を提供可能な、端末を含むネットワーク・情報処理基盤の構想。2024 年の仕様確定、2030 年の実現をめざして、研究開発を進めている。

IOWN は 3 つの主要技術分野から構成されており、ネットワークから端末まで、すべてにフォトニクス（光）ベースの技術を導入した「オールフォトニクス・ネットワーク」、実世界とデジタル世界の掛け合わせによる未来予測等を実現する「デジタルツインコンピューティング」、あらゆるものをつなぎ、その制御を実現する「コグニティブ・ファウンデーション」から成り立つ。

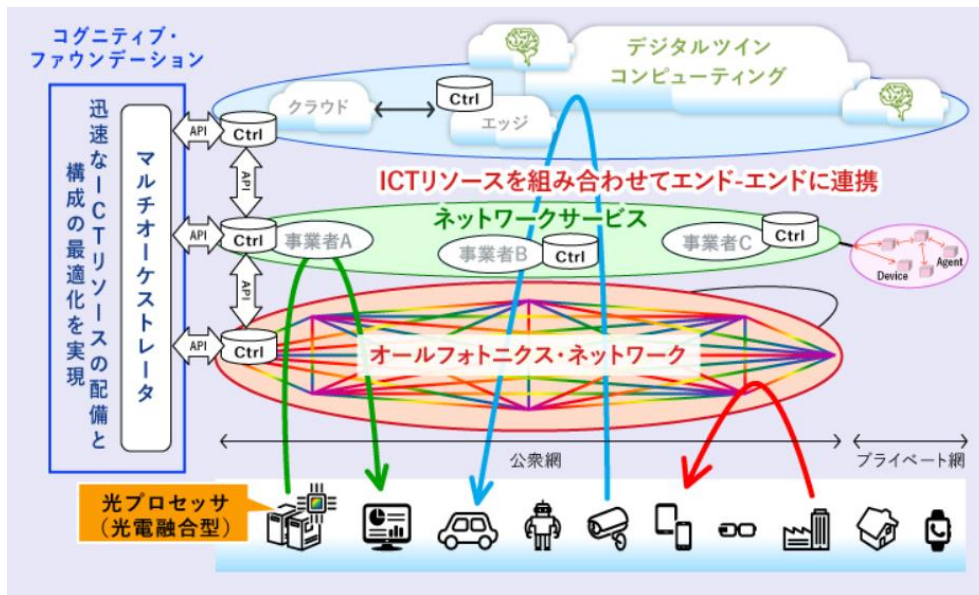
中でも「コグニティブ・ファウンデーション」はあらゆる ICT リソースを全体最適に調和させて、必要な情報をネットワーク内に流通させる機能を担っている。具体的にはマルチオーケストレータが、クラウドやエッジをはじめ、ネットワーク、端末まで含めて様々な ICT リソースを最適に制御することで、ニーズにこたえるオーバーレイソリューションの迅速な提供をめざす¹²⁶。

¹²⁴ 総務省 情報通信審議会 情報通信技術分科会 IP ネットワーク設備委員会（第 65 回）資料 65-3（2021.4.7）
https://www.soumu.go.jp/main_content/000744518.pdf

¹²⁵ NTT 研究開発「IOWN 構想とは？その社会的背景と目的」<https://www.rd.ntt/iown/0001.html>

¹²⁶ NTT 研究開発「コグニティブ・ファウンデーションとはなにか」<https://www.rd.ntt/iown/0004.html>

図表 3-54 IOWN 構想の機能構成イメージ

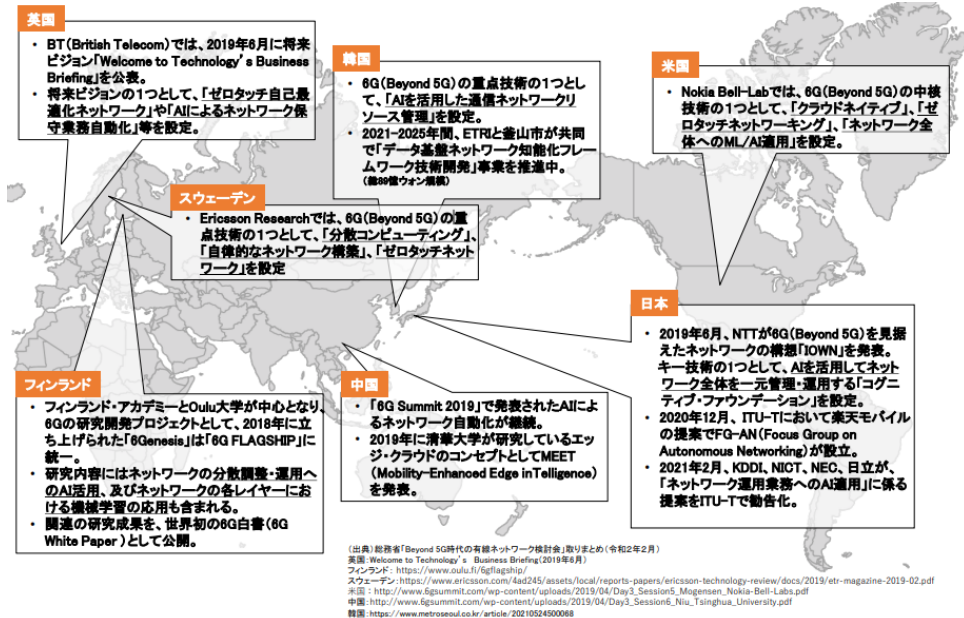


出典：NTT 研究開発「IOWN 構想とは？ その社会的背景と目的」

2) 海外における研究開発の動向

ネットワークリソースの最適化や障害の検知など、AI を活用したネットワーク技術については国際的な標準化組織でプロジェクトが進んでおり、一部のプロジェクトには日本企業も参画している。

図表 3-55 AI を活用したネットワーク技術に関する国際的な動向



出典：総務省 (2021)「Beyond 5G に向けた情報通信技術戦略の在り方に関する検討について」¹²⁷

¹²⁷ 総務省 (2021)「Beyond 5G に向けた情報通信技術戦略の在り方に関する検討について」

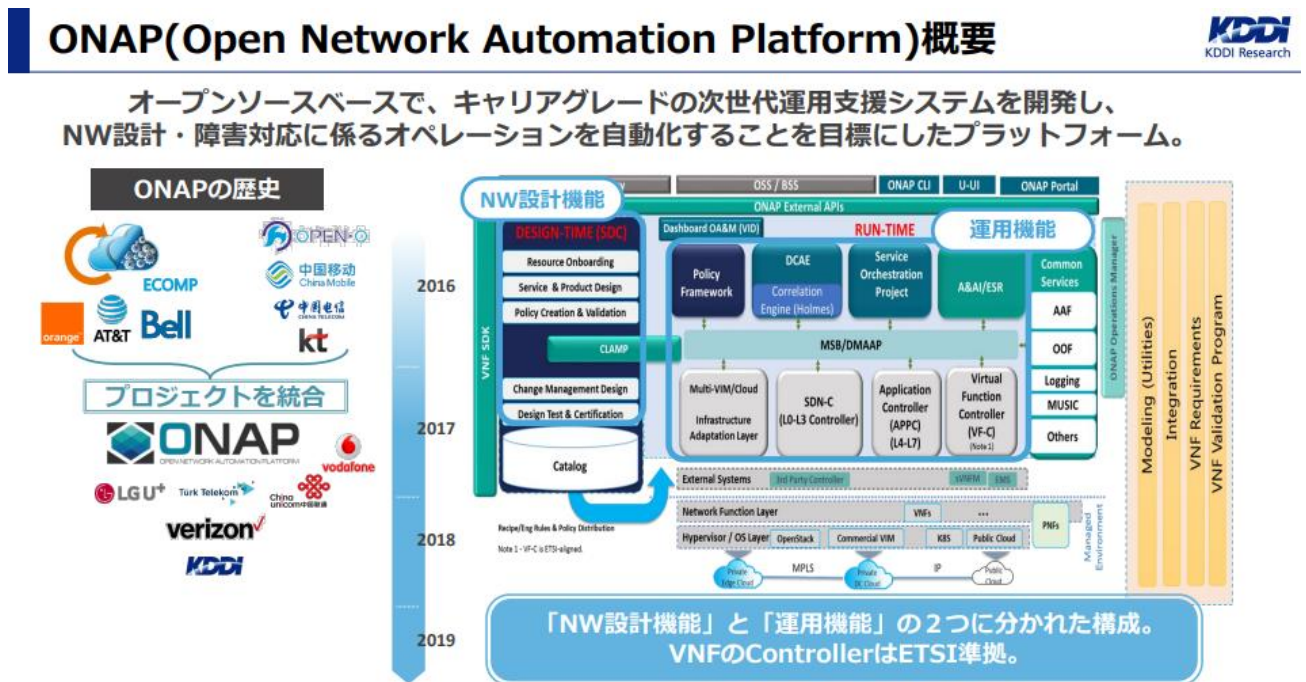
https://www.soumu.go.jp/main_content/000778019.pdf

(ア) 米国

Linux の標準化を行っている Linux Foundation がオープンソースのネットワークプロジェクトとして ONAP (Open Network Automation Platform) を 2017 年に設立。物理的あるいは仮想的ネットワークエレメントをオーケストレーションや自動化することにより、全てのライフサイクル管理を実現するため、幅広く利用されるプラットフォームを開発する。2021 年 11 月には 9 回目のリリースである「ONAP Istanbul Release」を公開している。

富士通株式会社の米国子会社である Fujitsu Network Communications (富士通ネットワークコミュニケーションズ) も 2020 年に ONAP へ参画し、複数の地域ネットワークなどからなる複雑な光ネットワークサービスのエンドツーエンドでの運用管理の自動化 (Multi-Domain Optical Network Services : MDONS) の実現、公開を行っている。

図表 3-56 ONAP 概要



出典：総務省（2020）「国際標準化の最新動向と期待」¹²⁸

(イ) 中国

中国の国有通信最大手である中国移動通信 (China Mobile)は、2025 年までに自律型ネットワークの TMForum (テレコムマネージメント分野で最大の国際標準化団体) 等が定義する自動化レベルの Level4 (分析・意思決定をシステムが行う高度な自律ネットワーク) を達成する為の 5 年間の開発計画を策定

¹²⁸ 総務省 情報通信審議会 情報通信技術分科会 技術戦略委員会 標準化戦略 WG (第 5 回) 資料 5-2 (2020.3.10) https://www.soumu.go.jp/main_content/000690741.pdf (ONAP VF-C をもとに作成)

している。

また、中国移動通信は自律的ネットワークにおける革新的成果を評価され、Huawei とともに TMForum の Autonomous operations 分野で優秀賞を受賞している。また、同年に中国聯合通信（China Unicom）も AI, data & insights 分野で優秀賞を受賞しており、中国企業による標準化検討が進んでいる。

図表 3-57 Autonomous networks levels

レベル	名称	概要
5	Full Autonomous Network	完全自動化
4	High Autonomous Network	特定環境における完全自動化
3	Conditional Autonomous Network	運用プロセス判断の自動化
2	Partial Autonomous Network	運用プロセスのフロー自動化
1	Assisted Operation & Maintenance	運用タスクの一部自動化
0	Manual Operation & Maintenance	人による運用業務

出典：tmforum（2019）「Autonomous Networks」¹²⁹を基に NTT データ経営研究所が作成

(ウ) 欧州

欧州の電気通信標準化団体 ETSI（European Telecommunications Standards Institute）は EU 圏の電気通信における標準化仕様を策定するために設立された標準化団体。2017 年 2 月に人工知能等の活用を通じたネットワーク運用の効率化実現を目指すための検討グループ「ISG（Industry Specification Group）ENI（Experiential Network Intelligence）」を設立。また、同年 12 月にネットワークとそのサービスの管理自動化を目指す新しいワーキンググループ「ISG ZSM（Zero touch network and Service Management）」を立ち上げた。

「ISG ZSM」ではネットワークとサービスの管理方法の変更、エンドツーエンドの自動化に必要な自律的なネットワークを実現することを目標に、ユースケースからネットワークスライステクノロジー（単一のネットワークインフラを仮想的に分割し、用途に応じたサービスを提供する技術）とクロスドメインサービスオーケストレーションの自動化のため、要件とアーキテクチャ、管理インタフェースの規定に取り組んでいる。

日本電信電話株式会社ネットワークサービスシステム研究所、日本電信電話株式会社ネットワークイノベーションセンタが、株式会社 NTT ドコモ、NTT コミュニケーションズ株式会社とともに、5G ネットワークスライスの自動運用を実現する E2EO（エンドツーエンドオーケストレーション技術）について、国内事業者で初めて ETSI ISG ZSM の公認を受けた実証実験に成功した。5G ネットワークスライスのオペレーションの自動化により、通信事業領域における DX を推進すると共に、迅速なサービス提供の実現を目指している。

¹²⁹ tmforum（2019）「Autonomous Networks」<https://www.tmforum.org/wp-content/uploads/2019/05/22553-Autonomous-Networks-whitepaper.pdf>

3) 国内における社会実装の最新動向

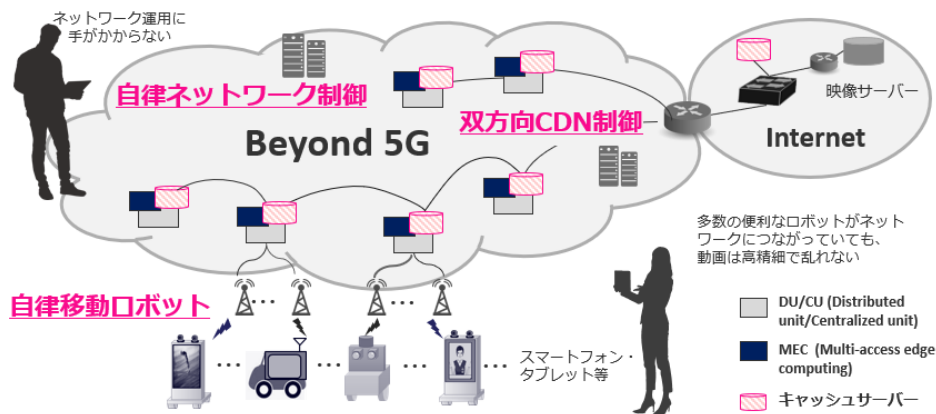
● 楽天モバイル株式会社

楽天モバイル株式会社、名古屋大学、および沖電気工業株式会社が、自律移動サービスを実現する自律ネットワークに関する研究開発を 2021 年 10 月に開始。本研究開発は国立研究開発法人情報通信研究機構が公募した「Beyond 5G 研究開発促進事業」の一般課題の研究開発項目「協調型自律ネットワークの研究開発」を実施するもので、サービスの通信に対する要求に自律的に応答し、多様なサービスと協調しながら安定して動作する自律ネットワーク（協調型自律ネットワーク）に関する研究開発を行う。

また、自律ネットワーク基盤技術と連携して周囲の環境に適応しながら移動できる自律移動ロボットを開発し、このロボットによる効率的な映像配信サービスや IoT サービス提供の実現を目指す¹³⁰。

楽天モバイル株式会社は 2020 年 ITU FG ML5G の会合で、寄書 “Towards A Truly Autonomous Network” を提出した。2020 年 12 月にオンラインで開催された SG13 プレナリ会合において Autonomous Networks（自律ネットワーク）に関する Focus Group（FG-AN）が設立された。楽天モバイル株式会社は FG-AN の chairman として、自律ネットワーク実現に向けた標準化の技術検討、提案精査、ユースケース活用議論等をリードしている。

図表 3-58 協調型自律ネットワークの研究開発が実現される世界のイメージ



出典：楽天モバイル株式会社「楽天モバイル、名古屋大学、OKI、自律移動サービスを実現する自律ネットワークに関する研究開発を開始」

● ジュニパーネットワークス株式会社

2021 年 8 月にオープンした大規模な e スポーツ総合施設「esports Challenger's Park」に、米国の大手ネットワーク機器メーカー Juniper Networks, Inc. の日本法人であるジュニパーネットワークス株式会社のソリューションが採用された。

e スポーツの世界においてはわずかな遅延が試合結果を左右するため、プロ選手が利用可能なネットワ

¹³⁰ 楽天モバイル株式会社「楽天モバイル、名古屋大学、OKI、自律移動サービスを実現する自律ネットワークに関する研究開発を開始」https://corp.mobile.rakuten.co.jp/news/press/2021/1108_01/

ーク環境を構築し、同時に一般客もプレイできる環境にするために、AI を活用したセキュアな有線・無線ネットワークを構築し、信頼性とパフォーマンスに優れた通信環境を実現。AI によるネットワーク運用により、ネットワークの安定性の向上、統合された管理、運用の簡素化といったメリットをもたらし、将来、施設やサービスを拡張する際にも柔軟な対応を可能にしている¹³¹。

4) 海外における社会実装の最新動向

ITU の FG(Focus Group)である ML5G (Machine Learning for Future Networks including 5G)は、2017 年に ITU-T SG13 会合にて設立され、情報通信ネットワークサービスの制御アーキテクチャや運用管理アーキテクチャに関する技術分野を主な対象として、情報通信分野における AI/ML 技術の利活用を検討するデジュール標準化を行っている。

本 FG では、将来ネットワークにおける機械学習適用におけるアーキテクチャ、インタフェース、プロトコル、アルゴリズム、データ形式に関する技術レポートと仕様の作成を目標としている¹³²。

図表 3-59 各 WG の作業範囲

No.	WG	概要
1	WG1:Deployment and application scenario	<ul style="list-style-type: none"> 機械学習を用いたユースケース (C-V2X, スマート工場等) や導入シナリオに対する現状とのギャップ分析 機械学習を用いたネットワーキング機能とは何か 上記の機能を実現するための実体は何か (WG2 連携) 機械学習を用いたサービスやアプリケーションが将来ネットワークに与える影響は
2	WG2:Data management for ML	<ul style="list-style-type: none"> 機械学習に必要となるデータを、ネットワークからどのように収集・精査・処理を行うか 機械学習アルゴリズムのリファレンス実装 (WG3 連携) オペレータが保有するデータを第三者に提供する場合のデータ共有のためのフレームワークとプライバシー要求条件
3	WG3:ML-aware network architecture	<ul style="list-style-type: none"> ネットワークオーケストレータと MLFO(Machine Learning Function Orchestrator)間のインタフェース, ML インテント, ML 活用ネットワークアーキテクチャ (WG2 連携) インテリジェンスレベル規定・導入シナリオ, OSS 互換性 ML モデル取引市場 サンドボックスフレームワーク

(ア) 米国

● IBM Cloud Pak for Network Automation

¹³¹ ジュニパーネットワークス株式会社 (2021) 「QTnet が西日本最大級の e スポーツ施設に AI ドリブンネットワークを導入」 <https://www.juniper.net/content/dam/www/assets/case-studies/jp/ja/qtnet.pdf>

¹³² 中尾彰宏、井内秀則 (2021) 「情報通信ネットワークサービスへの AI/ML 利活用に関する標準化動向」

米 IBM は 2021 年、通信サービス・プロバイダ(CSP)向けの AI を使用する新たなハイブリッドクラウド自動化ソフトウェアである「IBM Cloud Pak for Network Automation」を発表。ゼロタッチ運用、コスト削減、顧客への新たなサービスの迅速な提供などにより、5G の実現を支援する。

同製品により CSP は、AI を使用する自動化によって、広範な環境でネットワークを立ち上げて管理し、新たなサービスを数日で提供可能になる。同製品はマルチベンダーのソフトウェアベースのネットワーク機能を管理することで 5G およびエッジ・サービスを実装するための一連の AI を使用した自動化機能を提供し、自律運用への進化を支援する。

先進のアナリティクス、機械学習、および AIOps(IT 運用のための AI)を 1 つにまとめることで、CSP がネットワーク・データ内で隠れたパターンや傾向を発見し、最小限の人的介入でネットワークの運用とパフォーマンスを継続的に最適化できる¹³³。

(イ) 中国

● ZTE 「ZENIC ONE」

ZTE は中国 China Mobile (中国移动) 広東支社と協力して、ZTE のクラウドベース 5G ネットワーク運用管理システム「ZENIC ONE」を 2020 年から中国広東省に大規模展開している。ZENIC ONE システムは、クラウドネイティブのマイクロサービス (複数の小規模サービスをソフトウェアで連携して運用管理するサービス) 技術をベースに、次世代の基地局制御管理システムを採用して、約 30 万のネットワーク装置の一元管理を実現する。

また、「ZENIC ONE」は、ツール類やアプリケーション類の制御管理用に AI やビッグデータを活用。装置類からのリアルタイムな運用情報を収集し、AI でデータを解析することで、ネットワーク運用状況監視を行う。これにより、ネットワーク障害の迅速な検知とその修復も可能となり、運用管理効率を著しく改善できるようになる¹³⁴。

(ウ) 欧州

● エリクソン

スウェーデンの通信機器・サービスプロバイダーであるエリクソン社とマサチューセッツ工科大学が、次世代のモバイルネットワークを実現するための新しいネットワークインフラの構築に関する開発を進めている。エリクソン社は、安全で高度に自動化されたデータ駆動型のネットワーク運用を AI によって実現するコグニティブネットワークの研究に取り組んでいる。MIT 材料研究所と連携し、コグニティブネットワークの演算能力、速度、エネルギー効率を改善するため、エネルギー効率を飛躍的に高める AI 処理を提供するニューロモーフィックコンピューティング (人の脳の働きに着想を得たモデルを使用するコンピューティング技術) を実現するリチウムチップについて調査。これにより、現在よりも運用の複

¹³³ TECH+ (2021) 「米 IBM、5G の広範な導入を簡素化するネットワーク用 AI 使用の自動化ソフトウェア」
<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20210709-1918936/>

¹³⁴ 日経クロステック (2020) 「30 万台のネット装置を一元管理、中国移动と ZTE がクラウド AI ベースの 5G 管理システムを大規模展開」 <https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/news/18/07969/>

雑性とエネルギー消費を低減した真のコグニティブネットワークの実現を目指す¹³⁵。

¹³⁵ エリクソン社 (2021) 「Ericsson and MIT enter into collaboration agreements to research next generation of mobile networks」 <https://www.ericsson.com/en/press-releases/6/2021/7/ericsson-and-mit-enter-into-collaboration-agreements-to-research-next-generation-of-mobile-networks>

(4) 宇宙・衛星通信

1) 国内における研究開発の動向

(ア) 技術の概要

衛星通信は、宇宙を経由して電波をやり取りすることで、地上の通信に比べ圧倒的に広い領域をカバーすることができる。主な用途としては、船舶・航空機との通信や災害時の通信が挙げられる。衛星通信には固定衛星通信と衛星移動通信の二種類が存在する。以下に固定衛星通信と移動衛星通信それぞれの技術の概要を示す。

まず、固定衛星通信とは、宇宙空間に打ち上げた通信衛星と、地上に設置した無線局との間の通信をいい、耐災害性、広域性、同報性等の衛星通信独自の特徴を活かした利用がされている。主な利用としては、国際電話中継やテレビ番組素材伝送等の基幹回線としての利用に加え、企業内通信や地方公共団体間の防災行政用通信等、専用回線としての利用が増えている。基幹回線として利用する場合は、直径が5m以上もある大きなアンテナを利用する。ニュース現場からの番組素材を衛星通信により伝送するときには、直径2m程度のアンテナを搭載したトラックなどが利用される。また、VSATと呼ばれる直径1m程度のアンテナは防災行政用として広く利用されている。

次に、移動衛星通信とは、地上、海上又は空中の移動体（車、船舶、航空機など）に設置した無線局（地球局）から人工衛星を経由し、他の無線局（地球局）との通信を行う（例えば、太平洋の船舶から日本の家庭や事務所との通信（電話連絡）が可能）。衛星移動通信はさまざまな人工衛星により通信を行っており、通信エリアは、全国各地域と海上のほとんどをカバーしている。また、災害に強い通信手段として注目されている。衛星の軌道によって、静止衛星、準天頂衛星、非静止衛星のいずれかの方式によって、通信（中継）している（図表 3-60）。

これまで衛星通信の主役であった静止通信衛星に加えて、低軌道や中軌道に通信衛星のコンステレーションを配置する構想が諸外国で進められている。

図表 3-60 移動通信衛星の種類と概要

No.	移動衛星通信の種類	概要
1	静止衛星による衛星移動通信システム	静止衛星とは、地上から見ると衛星がいつも同じ位置に止まって見える人工衛星のことをいう。静止衛星の場合、衛星3～4機でほぼ地球全体をカバーでき、1基あたりの寿命が長い。一方で、「低速・高遅延」や「極域付近はカバー不可」といったデメリットがある。現在、実用になっている通信や放送を行うための人工衛星の多くは静止衛星による通信システムとなっている。 1. 高度：約36,000km 2. 軌道：赤道上の円軌道。周期は地球の自転時間と同じ。 3. 衛星数：3～4機（サービスエリアを重ねるため。） 4. 主な衛星移動通信システム：インマルサット、N-S-T-A-R、スラヤ
2	準天頂衛星による衛星移動通信システム	静止軌道を約40～約50度傾けた軌道に、少なくとも3機の衛星を互いに同期して配置することで、常に1つの衛星が日本の天頂付近に滞留する衛星システムの人工衛星のことをいう。地表面軌道が8の字を描くことから、別名「8の字軌道衛星」とも呼ばれ、高仰角が得られることから建築物等（ブロッキング）による影響が低減できる。

No.	移動衛星通信の種類	概要
		1. 高度：約 32,000～約 40,000km 2. 軌道：赤道上と約 40～約 50 度に交わる円軌道。 3. 衛星数：3 機 4. 主な衛星移動通信システム：みちびき（初号機、2号機、4号機）
3	非静止衛星による衛星移動通信システム	<p>大きく分けて長楕円、中高度、低高度の3つの軌道に分けられる。低・中・高軌道は、静止軌道に比べて、衛星高度が低いため、電波の伝搬遅延を小さくすることができ、より円滑に音声などの通信が可能なのが特徴である。また、長楕円軌道は高仰角が得られるのが特徴であり、現在研究・開発が進められている。</p> <p>非静止衛星による衛星移動通信システムの主なメリットは、「高速・低遅延」や「極域を含む全球をカバー可能」だが、デメリットとして「スペースデブリ問題」「定期的な衛星交換作業が必要」などが挙げられる。</p> <p>(1)長楕円軌道(HEO)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.高度：約 500～約 40,000km 2.周期：約 12 時間 3.衛星数：4 機以上 4.主な衛星移動通信システム：モルニア <p>(2)中高度軌道(MEO)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.高度：約 2,000～約 36,000km 2.周期：約 5～6 時間 3.衛星数：数十機（全世界） 4.主な衛星移動通信システム：GPS <p>(3)低高度軌道 (LEO)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.高度：約 500～約 2,000km 2.周期：約 5～6 時間 3.衛星数：数十機（全世界） 4.主な衛星移動通信システム：イリジウム、グローバルスター、オーブコム

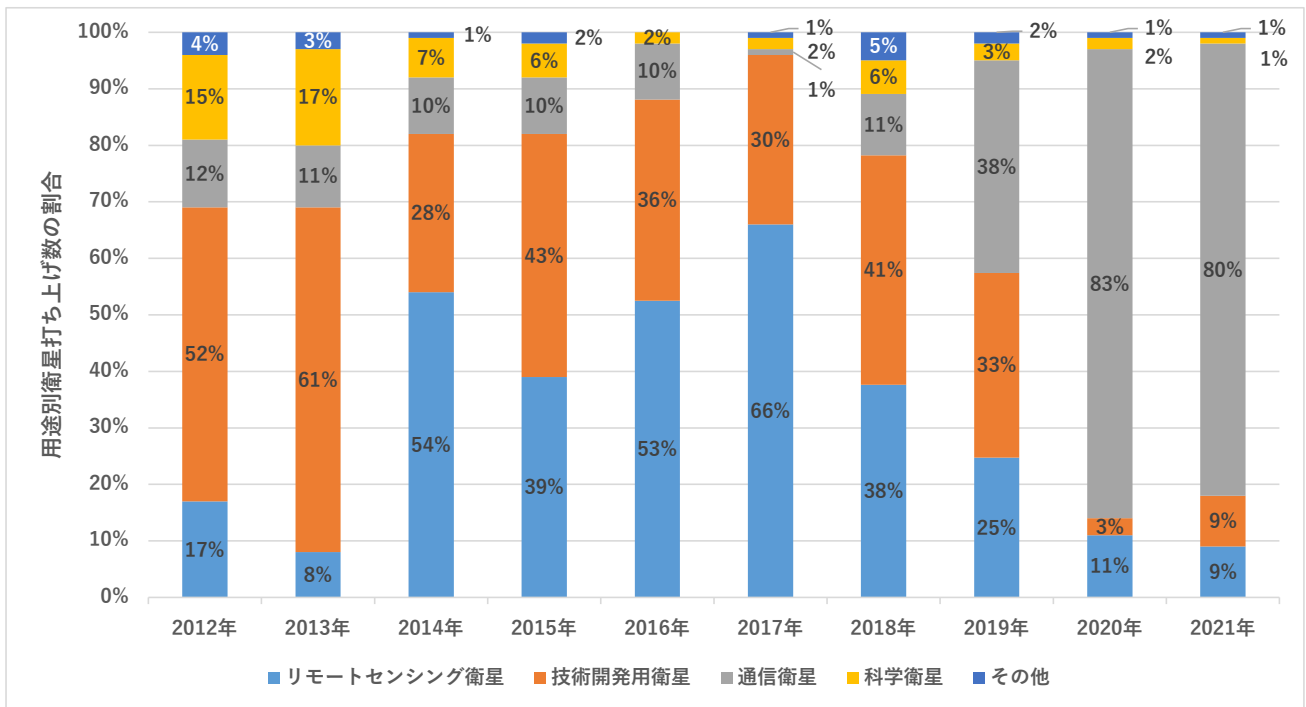
● 衛星事業における小型衛星の動向

米 Bryce Tech が発行しているレポート¹³⁶によると、小型衛星の打ち上げ基数が年々増加の一途をたどっている。2012 年の打ち上げ数 52 基に対し、2020 年に米 SpaceX の Starlink、英 Oneweb の小型衛星の打ち上げ数が大幅に増加した勢いが続き、2021 年には約 34 倍の 1743 基となった。600kg 以上の衛星の打ち上げ数がこの 10 年の間で 100 基から 200 基程度で安定しているのに対し、Starlink、Oneweb のメガコンステレーションによるけん引があるなか、打ち上げ数の大きな伸びは小型衛星が持つ宇宙事業への期待の高さを表している（同レポートの 6 ページ参照）。

小型衛星がどのようなミッションに適用されているかについての動向（図表 3-61）を見ると、2019 年から米 Starlink、英 Oneweb の低軌道通信衛星が打ち上げ始められたことにより通信向けの割合が激増し、小型衛星活用の主たる領域となっている。

¹³⁶ 米 Bryce Tech (2022.2.7) 「Smallsats by the Numbers 2022」 https://brycetechnology.com/reports/report-documents/Bryce_Smallsats_2022.pdf

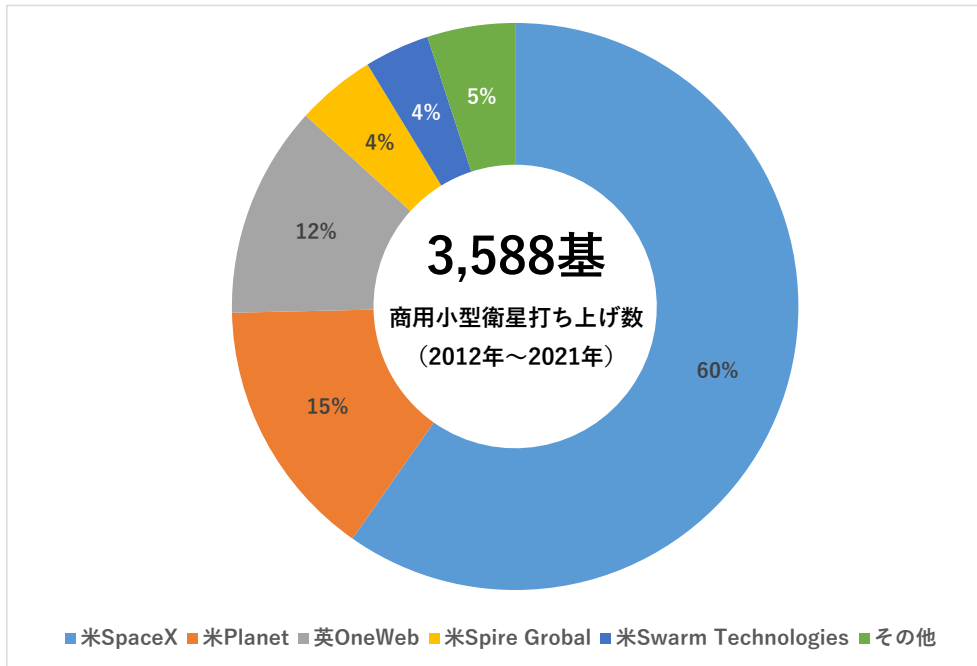
図表 3-61 小型衛星のミッションタイプの動向



出典：米 Bryce Tech のレポート「Smallsats by the Numbers 2022」を基に NTT データ経営研究所が作成

政府系・非政府系（商用等）ごとの小型衛星の打ち上げ数を見ると、政府系の民生・軍用の衛星が安定的な打ち上げ機数を維持しているなか、米 Starlink、英 Onweb などの商用オペレータを含む事業者及び非営利団体による機数が増加しており、これまで官の需要で支えられてきた宇宙事業とは異なるトレンドを見せていることが特徴的である（同レポートの 13 ページ参照）。このトレンドの中で、商用小型衛星のプレーヤーが保有する小型衛星数について図表 3-62 に示す。ここでもグローバルな通信カバレッジを実現しようとしている米 SpaceX が 2019 年、2020 年の打ち上げにより数としては突出しているが、IoT 端末のグローバルなコネクティビティの確立を目指す米 Swarm Technology 社なども数十機から数百機の衛星の軌道上への配備を完了しており、様々なサービス分野への小型衛星の実装が進んでいる。

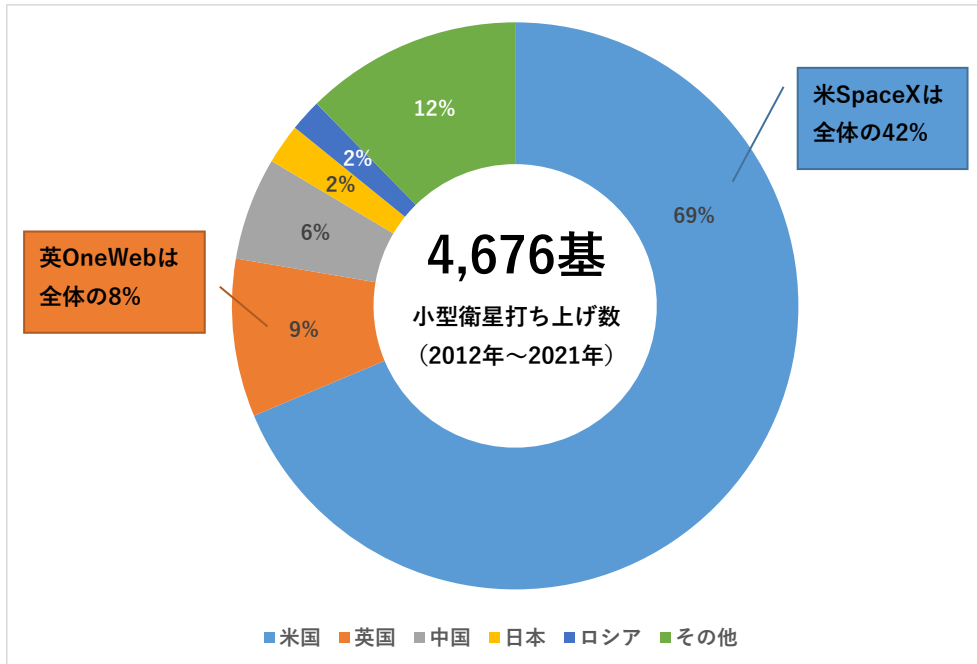
図表 3-62 運用者ごとの商用小型衛星基数の動向



出典：米 Bryce Tech のレポート「Smallsats by the Numbers 2022」を基に NTT データ経営研究所が作成

国別の小型衛星打ち上げ数（小型衛星の用途には通信や観測などを含む）を図表 3-63 に示す。米国、中国、英国、我が国の順となっているが、米国は Starlink による打ち上げ数だけで見ても、中国の約 7 倍以上となっており、圧倒的な差が出ている。

図表 3-63 国別の小型衛星打ち上げ数



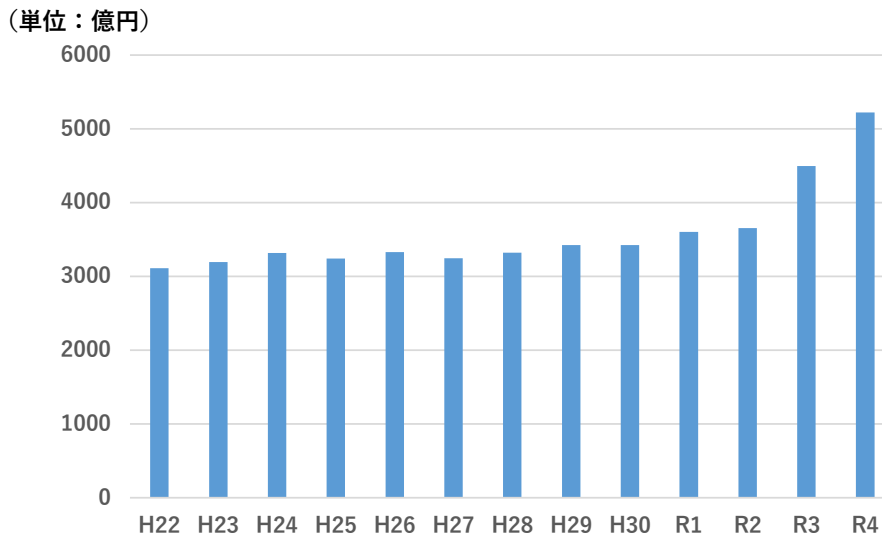
出典：米 Bryce Tech のレポート「Smallsats by the Numbers 2022」を基に NTT データ経営研究所が作成

(イ) 研究開発を推進する国の取り組み

・ 政府における宇宙関係施策への予算

2022年度の宇宙関係予算要求額¹³⁷は5,219億で、前年度から723億円増額（約16%増）となった。宇宙安全保障の確保や宇宙開発の促進、次世代通信インフラ構築などの観点から、宇宙関係への政策がより重視された結果、各省庁の予算要求額が増加した（図表 3-64、図表 3-65）。

図表 3-64 宇宙関係政策への予算額推移



出典：内閣府の公開情報を基に NTT データ経営研究所が作成

図表 3-65 各省庁の宇宙関係予算

府省名	R3補正		R4当初		合計(億円)	
		対前年		対前年		対前年
1. 内閣官房	175	0	625	0	800	0
2. 内閣府	180	+5	191	-3	371	+2
3. 警察庁	-	-	11	+2	11	+2
4. 総務省	69	+65	104	+1	173	+66
5. 外務省	-	-	3	0	3	0
6. 文部科学省	686	+106	1,526	-18	2,212	+88
7. 農林水産省	74	-4	28	+6	101	+2
8. 経済産業省	25	+23	212	+27	237	+50
9. 国土交通省	90	+65	164	+38	254	+102
10. 環境省	40	-1	46	-4	87	-6
11. 防衛省	-	-	969	+417	969	+417
合計	1,340	+258	3,879	+465	5,219	+723

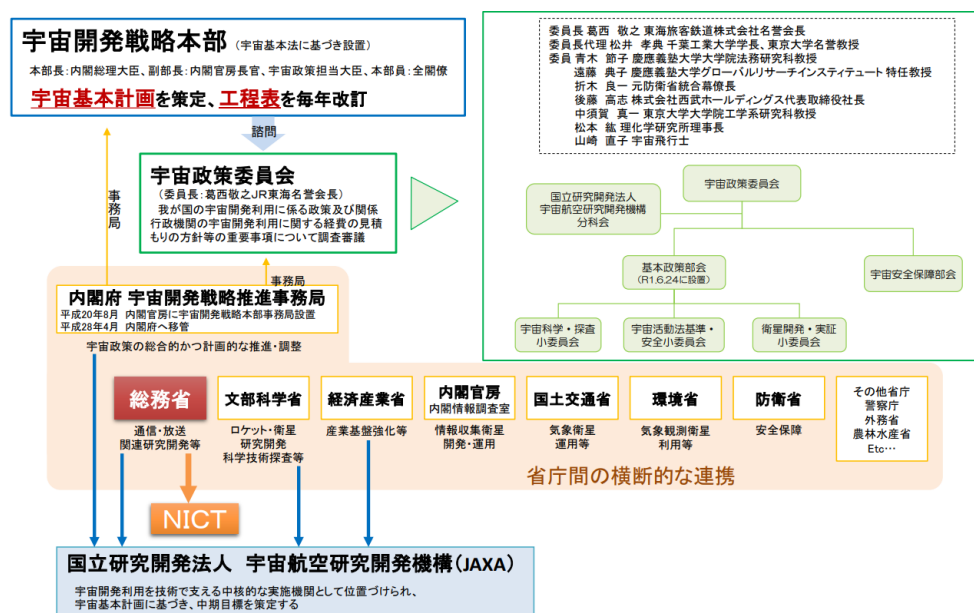
出典：内閣府（2022）「令和4年度当初予算案及び令和3年度補正予算における宇宙関係予算について」

¹³⁷ 内閣府（2022.2.15）「令和4年度当初予算案および令和3年度補正予算における宇宙関係予算」
https://www8.cao.go.jp/space/committee/dai96/siryou1_1.pdf

● 政府における宇宙開発利用推進体制

我が国の宇宙開発利用推進体制として、図表 3-66 に示すとおり、内閣総理大臣を本部長とする宇宙開発戦略本部があり、宇宙基本計画の策定、その工程表の改定等を行っている。諮問機関として宇宙政策委員会があり、有識者により日本の宇宙開発計画に対する調査、審議を行っている。その事務局として宇宙開発戦略推進事務局があり、省庁間の横断的な連携を図り宇宙開発を推進している。2020年に宇宙政策委員会について見直しがあり、宇宙政策委員会の下に基本政策部会と宇宙安全保障部会の2つの部会を構成し、基本政策部会の下に衛星開発・実証小委員会を新たに設置した。この小委員会が中心となり、省庁連携の衛星開発実証プラットフォームや宇宙開発利用加速戦略プログラム（スターダストプログラム）など、衛星開発、実証、研究開発について検討が進められている。

図表 3-66 政府における宇宙開発利用推進体制



出典：総務省（2022）「宇宙天気を巡る最新動向と総務省における取り組み」¹³⁸

● 宇宙基本計画と宇宙基本計画工程表

宇宙基本計画は5年ごとに改訂され、最新では2020年6月に閣議決定された¹³⁹。新たな取組みとして省庁連携の衛星開発実証プラットフォームの創設が記載されている。総務省では、このプラットフォームの下で各研究開発に取り組む。総務省に関して以下の取組みが記載されている。

- ・ 宇宙産業への新たな参入や関係者の連携を促進する場としてスペース ICT 推進フォーラムの設立
- ・ 2020年度までに衛星量子暗号の基盤技術の確立とグローバルな量子暗号通信網の実現に向けた研究開発
- ・ 10Gbps級の宇宙光通信技術のフィールド実証
- ・ 技術試験衛星9号機の打上げとその後の5G・IoTの地上システムと連携したハイスループット衛星実現のための実証実験

¹³⁸ https://www.soumu.go.jp/main_content/000788109.pdf

¹³⁹ 内閣府（2020.6.30閣議決定）「宇宙基本計画」https://www8.cao.go.jp/space/plan/kaitei_fy02/fy02.pdf

- ・ 24 時間 365 日の宇宙天気予報とそのシステムの高精度化
- ・ テラヘルツ波によるリモートセンシング技術の高度化

また、宇宙基本計画工程表は毎年改訂され、最新では 2021 年 12 月に改訂された¹⁴⁰。今後 10 年間の計画が網羅的に記載されており、ICT 分野では「産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化」として、「次世代の小型衛星コンステレーションの重要基盤技術である低軌道衛星間光通信、軌道上自律制御技術等について、できる限り早期に実証衛星を打ち上げることを念頭に、我が国が先行して獲得するための取組を行う」ことが掲げられている。

図表 3-67 宇宙基本計画工程表（令和 3 年度改訂）

宇宙基本計画工程表（令和3年度改訂）のポイント		令和 3 年 1 2 月 2 8 日 内閣府 宇宙開発戦略推進事務局
<最近の情勢>	<工程表改訂のポイント>	
1. 宇宙安全保障の確保 <ul style="list-style-type: none"> 安全保障における宇宙の役割が拡大 米国では、極超音速滑空弾（HGV）等への対応策として小型衛星コンステレーション構築の動きが加速 	<ul style="list-style-type: none"> ミサイル防衛等のための衛星コンステレーションについて、特に極超音速滑空弾（HGV）探知・追尾の実証に係る調査研究を行う。 宇宙作戦群（仮称）を新編（自衛隊）し、2023年度から宇宙状況把握システムの実運用を行うとともに、宇宙状況監視衛星を2026年度までに打上げるとともに、国として宇宙状況監視の体制強化を進める。 準天頂衛星システム、情報収集衛星、通信衛星等の宇宙システムを着実に整備する。 	
2. 災害対策・国土強靱化や地球規模課題の解決への貢献 <ul style="list-style-type: none"> 災害対策・国土強靱化が喫緊の課題となる中、衛星による貢献の可能性 2050年カーボンニュートラル達成に向けた宇宙からの貢献への期待 	<ul style="list-style-type: none"> 高頻度観測が可能な我が国独自の小型のレーダー（SAR）衛星コンステレーションを2025年度までに構築すべく、関係府省による利用実証を行い、国内事業者による衛星配備を加速。 宇宙太陽光発電の実現に向けて、各省が連携して取組を推進。マイクロ波方式の宇宙太陽光発電技術について、2025年度を目途に地球低軌道から地上へのエネルギー伝送の実証を目指す。 衛星等を活用した国際的な温室効果ガス観測ミッション構想を策定・推進し、世界各国によるパリ協定に基づいた気候変動対策による削減効果の確認に活用されることを目指す。 	
3. 宇宙科学・探査による新たな知の創造 <ul style="list-style-type: none"> 欧米や中国等の火星探査計画が活発化 アルテミス計画について、着実に取組を進める必要 	<ul style="list-style-type: none"> アルテミス計画による月面探査等について、ゲートウェイの機器開発や、移動手段（有人と圧ローバ）の開発研究など、月面活動に必須のシステムの構築に民間と協働して取り組む。また、米国人以外で初となることを目指し、2020年代後半を目途に日本人による月面着陸の実現を図る。 2029年度の人類初の火星圏からのサンプルリターン実現に向け、2024年度に火星衛星探査計画（MMX）の探査機を確実に打ち上げる。 	
4. 宇宙を推進力とする経済成長とイノベーションの実現 <ul style="list-style-type: none"> デジタルトランスフォーメーションを支えるインフラとしての役割が拡大 新たな宇宙活動のための制度環境整備の必要性 	<ul style="list-style-type: none"> 衛星データの利用拡大に向けて、自治体等とも連携し、地域の課題解決につながるデータ利用ソリューションの集中的な開発・実証を推進する。 米国との連携なども視野に入れながら、宇宙港の整備などによるアジアにおける宇宙ビジネスの中核拠点化を目指して、必要な制度環境を整備する。 2021年度内に軌道利用のルール全般に関する中長期的な方針を策定し、軌道利用に関する国際的な規範形成に向けて取り組む。 	
5. 産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化 <ul style="list-style-type: none"> 海外で小型衛星コンステレーションの活用拡大に向けた取組が加速 光通信等の次世代の宇宙技術が、民生・安保の分野を問わず必要不可欠となり、経済安全保障上も、ますます重要に 	<ul style="list-style-type: none"> 次世代の小型衛星コンステレーションの重要基盤技術である低軌道衛星間光通信、軌道上自律制御技術等について、できる限り早期に実証衛星を打ち上げることを念頭に、我が国が先行して獲得するための取組を行う。 将来宇宙輸送システムについて、抜本的な低コスト化等の実現に向けて、国際的な市場動向を踏まえつつ、官民共創で研究開発を推進。 日米豪印の4か国で気候変動リスクや海洋・海洋資源の持続可能な利用等に関する衛星データの交換や、インド太平洋地域の国々への能力構築支援、国際的ルールづくり等についての議論を進めていく。 人工衛星の開発等宇宙活動に参画する機会を提供する等を通じて、人材育成を推進する。 	

出典：内閣府（2021）「宇宙基本工程計画表概要」¹⁴¹

● 内閣府宇宙開発利用加速化戦略プログラム¹⁴²

内閣府は、2020 年度補正予算及び 2021 年度当初予算により、宇宙開発利用推進費 70 億円を確保し、スターダストプログラムを創設した。各省庁から提案された宇宙開発利用プロジェクトを宇宙政策委員会の衛星開発・実証小委員会において選定し、各省に予算を移し替えて実施する。このプログラムにおい

¹⁴⁰ 内閣府（2021.12.28）「宇宙基本計画工程表」https://www8.cao.go.jp/space/plan/plan2/kaitei_fy03/kaitei_fy03.pdf

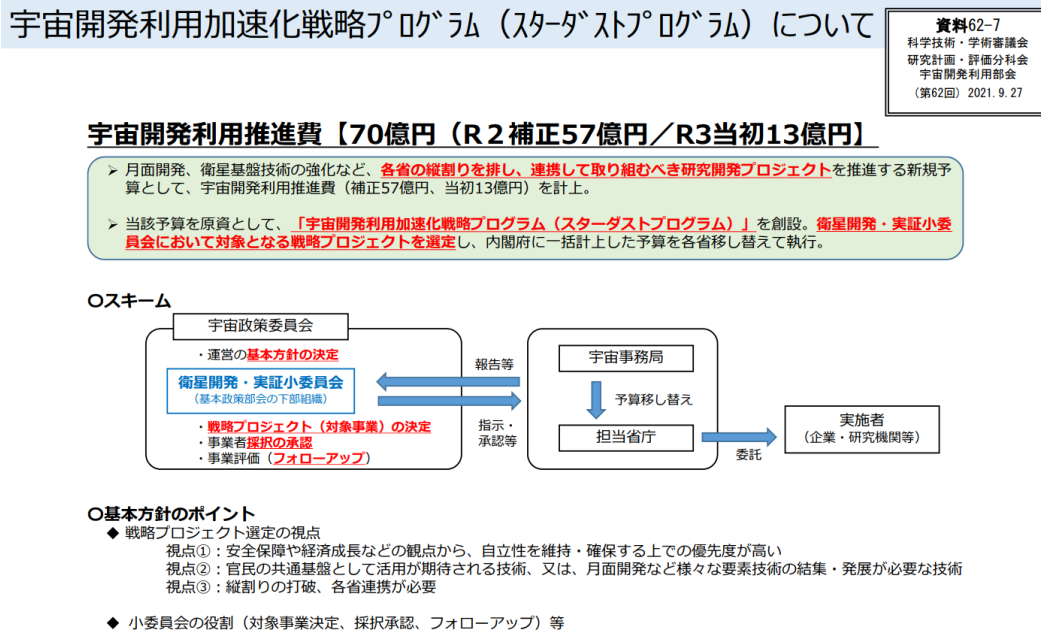
¹⁴¹ https://www8.cao.go.jp/space/plan/plan2/kaitei_fy03/kaitei_fy03_gaiyou.pdf

¹⁴² 内閣府（2021.1.29）「宇宙開発利用加速化戦略プログラムに関する基本方針（案）」

<https://www8.cao.go.jp/space/committee/dai92/siryous3.pdf>

て、総務省に関しては「衛星用の通信フルデジタル化技術開発」の施策があり、宇宙開発の世界動向を踏まえて国際競争力確保のためフルデジタル通信ペイロードを開発する。開発されるペイロードは技術試験衛星 9 号機への追加搭載を予定しており、文部科学省、JAXA において実施することとなっている。総務省においても、技術試験衛星 9 号機に関する研究開発を実施している。

図表 3-68 宇宙開発利用加速化戦略プログラムのスキーム



出典：文部科学省（2021）宇宙開発利用部会（第 62 回）資料 62-7¹⁴³

(ウ) 主な研究開発の状況

● 衛星量子暗号技術の研究開発

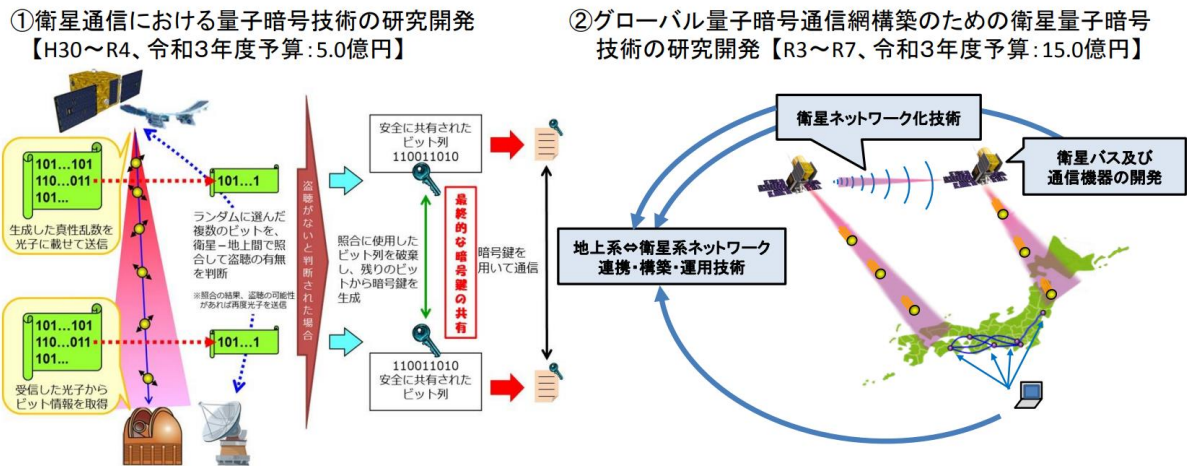
通信における暗号化は、送信者と受信者がやりとりするデータの内容を他人に知られないようにすることである。仮に通信内容が漏洩したとしても、暗号化を解読する手段（暗号鍵）を第三者が知らなければ、元のデータは知り得ない。この暗号鍵を厳重に管理することと秘匿性の高い暗号化方式を利用することが重要になる。量子暗号には盗聴されたことが検知できる特徴があるため、もし暗号鍵が盗聴されたならば、その鍵を破棄して新たな鍵を使用する。さらに、平文と同じ長さの鍵を用いることで、どんなコンピュータを用いても数学的に絶対に解けないことが証明されており、その安全な量子暗号通信が必要とされている。

衛星量子暗号については、近年、衛星通信における盗聴や改ざん、サイバー攻撃が脅威となりつつあり、より一層のセキュリティ強化が求められている。そのため、盗聴や改ざんが極めて困難な量子暗号通信を小型衛星に活用するための技術開発に 2018 年度から取り組んでいる。また、2021 年度から開始したグローバル量子暗号通信網構築のための研究開発では、長距離にある地上の 2 地点間において衛星経

¹⁴³ 資料 62-7 「内閣府宇宙開発利用加速化戦略プログラム」（スターダストプログラム）により実施する文科省の戦略プロジェクトについて https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/059/shiryo/1422108_00013.htm

由で暗号通信を行うための技術や衛星を開発し、地上系ネットワークと統合した実証実験を進める。大陸間スケールでの量子鍵配送は、地上の光ファイバーの通信では光が減衰するため困難であるが、衛星を経由すれば宇宙空間での光の減衰はほぼゼロのため可能になるという特長がある。

図表 3-69 衛星量子暗号技術の研究開発



出典：総務省（2021）「宇宙通信の国際動向と日本の戦略」¹⁴⁴

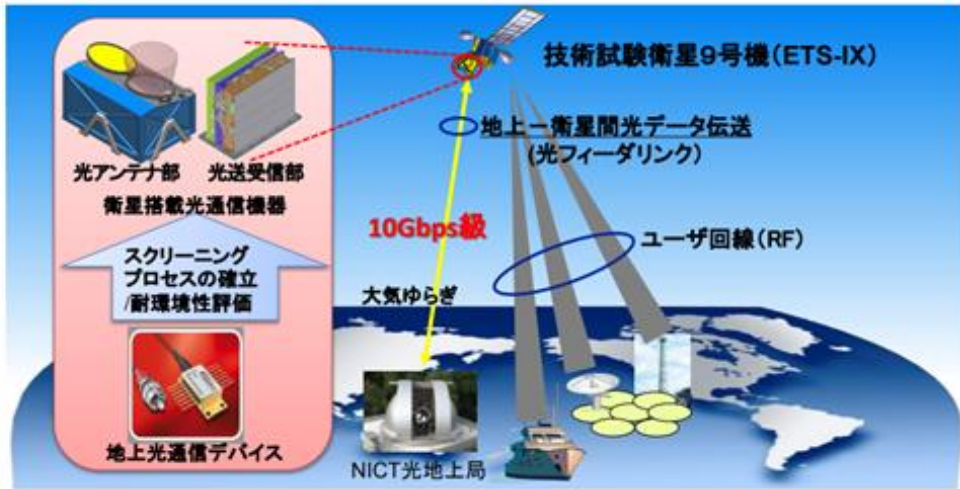
● 光衛星通信技術の研究開発

国立研究開発法人情報通信研究機構では、中継回線用に 10Gbps を超える世界最高レベルの高速な光衛星通信技術の開発に取り組んでいる。光ファイバリンクの基礎技術を確認するため、技術試験衛星 9 号機（ETS-9）への光通信装置の搭載、実証を予定しており、2021 年現在、次世代ハイスループット衛星通信システムの技術実証に向け、技術試験衛星 9 号機（ETS-9）は 2023 年度での打ち上げを目指して開発が進んでいる¹⁴⁵。光通信は電波通信と比較して高速・大容量の通信が可能で、装置についても低消費電力、小型化が期待されており、国際的な周波数調整が不要という利点もある。衛星量子暗号通信にも必要とされる非常に注目される技術である。

¹⁴⁴ <https://www.waseda.jp/fsci/giti/assets/uploads/2021/06/33cb5cf848befa46c822c8a20cab2353.pdf>

¹⁴⁵ 三浦他，“技術試験衛星 9 号機通信ミッションの概要と固定ビーム系通信ミッションの状況”，第 63 回宇宙科学技術連合講演会，1K05，2019 年 11 月

図表 3-70 光ファイダリンクに関する研究開発



出典：辻宏之、豊嶋守生（2021）¹⁴⁶

国立研究開発法人情報通信研究機構では、中継回線用に 10Gbps を超える世界最高レベルの高速な光衛星通信技術の開発に取り組んでいる。光ファイダリンクの基礎技術を確認するため、技術試験衛星 9 号機 (ETS-9) への光通信装置の搭載、実証を予定しており、2021 年現在、次世代ハイスループット衛星通信システムの技術実証に向け、技術試験衛星 9 号機 (ETS-9) は 2023 年度での打ち上げを目指して開発が進んでいる¹⁴⁷。光通信は電波通信と比較して高速・大容量の通信が可能で、装置についても低消費電力、小型化が期待されており、国際的な周波数調整が不要という利点もある。衛星量子暗号通信にも必要とされる非常に注目される技術である。

また、国立研究開発法人情報通信研究機構は 2021 年 2 月に光衛星通信技術に係る研究開発の一環として、以下 2 つの光通信実験に成功したと発表した。今後、観測衛星からの光データ中継を計画している¹⁴⁸。

- ・ ドイツ航空宇宙センター (DLR) の小型衛星搭載光通信機器からのダウンリンク光を国立研究開発法人情報通信研究機構の光地上局で受信
- ・ 将来の光地上局技術のために新規開発した大気ゆらぎ測定装置と簡易型光地上局の初期実験

● 低軌道衛星を利用した IoT ネットワークの研究開発

楽天モバイル株式会社と東京大学は、国立研究開発法人情報通信研究機構が公募した「Beyond 5G 研

¹⁴⁶ 辻宏之、豊嶋守生（2021）”特集 宇宙通信最前線 「宇宙光通信」”ITU ジャーナル Vol.51 No.12 2021 年 12 月号”，一般財団法人日本 ITU 協会

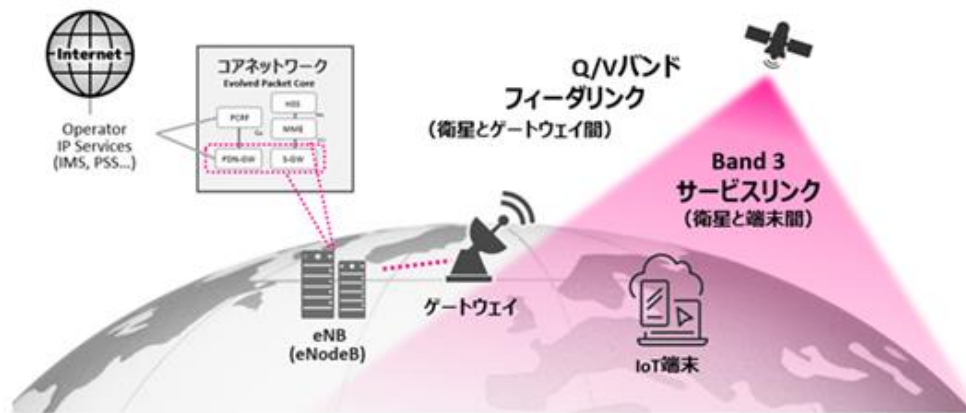
¹⁴⁷ 三浦他，“技術試験衛星 9 号機通信ミッションの概要と固定ビーム系通信ミッションの状況”，第 63 回宇宙科学技術連合講演会，1K05，2019 年 11 月

¹⁴⁸ 国立研究開発法人情報通信研究機構（2021.3.25）「小型衛星を用いた光衛星通信の日独国際共同実験に成功」
<https://www.nict.go.jp/press/2021/03/25-1.html>

究開発促進事業」の一般課題の研究開発項目「低軌道衛星を利用した IoT 超カバレッジの研究開発」に関する共同研究開発を開始した。両者は、衛星通信によりエリアカバレッジを国土面積 100%まで拡張し、既存のナローバンド-IoT および IoT 端末を用いて長距離の通信を実現する IoT 超カバレッジを目指すという¹⁴⁹。

ナローバンド-IoT とは、狭帯域・低電力化を推し進めた IoT 機器向けの通信規格を示す。非常に狭い周波数帯域を使用することで少量のデータ通信を低頻度で送信でき、スマートメーターやセンサーなど、より低消費電力を求める IoT サービスへの活用が期待されている。衛星通信を利用したナローバンド-IoT および LTE ネットワークを構築することで、様々な業界において、従来は通信圏外であった山岳地帯や離島、海洋などにおいても、低コストの IoT サービス利用が可能になることを目指している。

図表 3-71 低軌道衛星を利用したモバイルネットワークアーキテクチャのイメージ



出典：楽天モバイル株式会社（2021）「2021年11月29日発表プレスリリース」

2) 海外における研究開発の動向

(ア) 米国

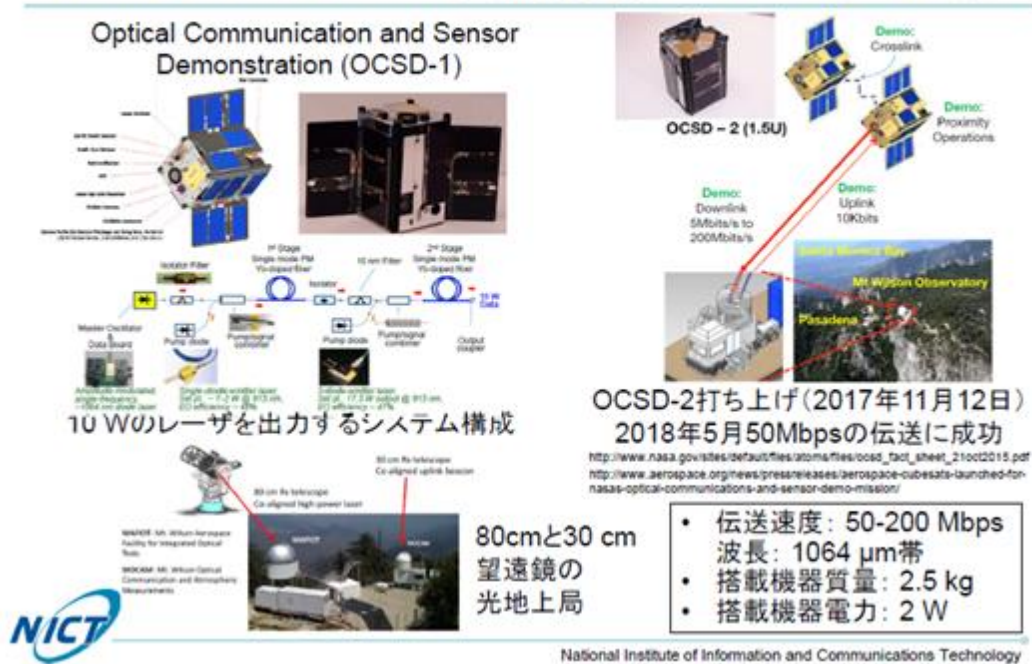
米国は、世界初の偵察衛星、月面着陸など、軍事、科学、資源探査など多種多様な宇宙活動を発展させてきた。2021年12月に米国政府は宇宙関連の課題などを討議する国家宇宙会議を開催し、議長を務めたカマラ・ハリス副大統領がバイデン政権の目標をまとめた「米国宇宙優先事項構想」を発表した。この構想は、トランプ前政権の政策の多くを引き続き支持している。例えば、「アルテミス」と呼ばれる月面探査計画に対する財政支援、宇宙軍の軍事部門の構築、宇宙開発におけるライバルである中国とロシアに対する競争力の強化、科学技術教育への投資、軌道上の混雑とごみを制限するための拘束力のないルールや規範に対する継続的な支持、商業宇宙産業の成長促進などである。

宇宙・衛星通信における研究開発において、2018年に米 Aerospace Corporation が光通信技術を用いた小型衛星の研究開発として 1.5U キューブサットの光通信実験（図表 3-72）を実施した。

¹⁴⁹ 楽天モバイル株式会社（2021.11.29）「楽天モバイルと東京大学、低軌道衛星を利用した IoT 超カバレッジに関する共同研究開発を開始」 https://corp.mobile.rakuten.co.jp/news/press/2021/1129_01/

図表 3-72 米 Aerospace Corporation による光通信技術を用いた小型衛星の研究開発

米国 Aerospace Corporation における 1.5U キューブサットの光通信実験 OCSD-2 (2018年)

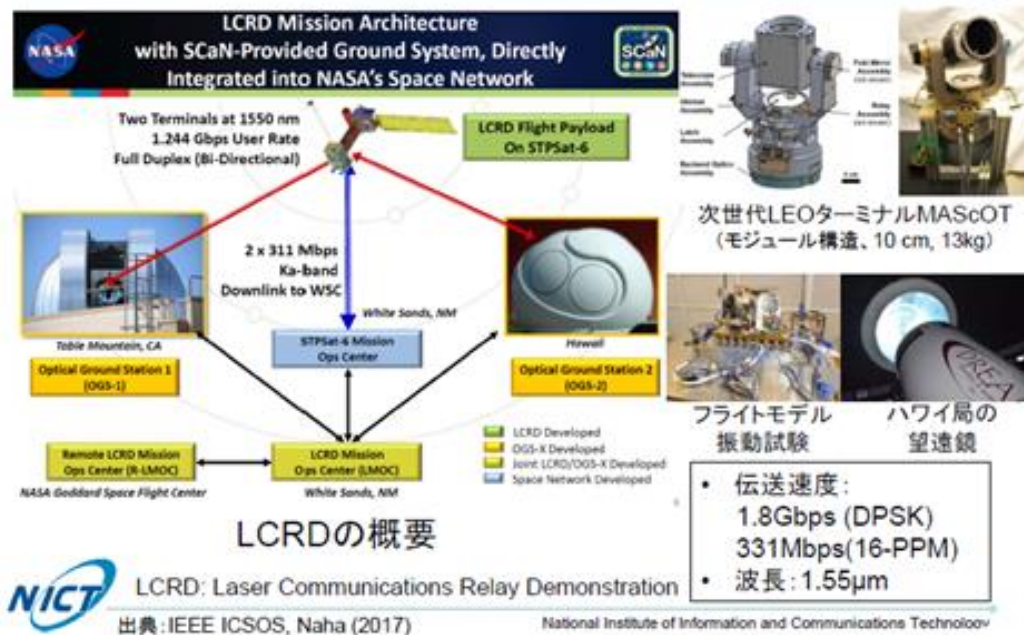


出典：内閣府（2019）宇宙政策委員会 宇宙産業・科学技術基盤部会 第46回会合資料 2-1¹⁵⁰

また、2021年8月にアメリカ航空宇宙局（NASA）がレーザー通信実験装置 LCRD（Laser Communications Relay Demonstration）を打ち上げ、光通信技術を用いたデータ中継衛星の研究開発（図表 3-73）を進めている。

¹⁵⁰ 資料2-1 光衛星通信システム等の研究開発の動向（NICT 提供資料）<https://www8.cao.go.jp/space/committee/27-kiban/kiban-dai46/pdf/siryou2-1-1.pdf>

図表 3-73 NASAによる光データ中継システムの研究開発
NASAによる光データ中継システム(LCRD)
STPSat-6による打ち上げ(2021年8月~)



出典：情報通信研究機構 豊嶋守生（2021）早稲田大学 国際情報通信研究センター 『光衛星通信新時代』講演資料¹⁵¹

(イ) 中国

中国では、長期計画と5か年計画「第14次五カ年計画」の中で宇宙分野を含めた科学技術イノベーション推進等の方針が示されている。量子情報や光、人工知能など、戦略的な科学プロジェクトを実施するとしており、宇宙分野では、火星周回などの惑星間探査、新世代大型ロケット、再使用型宇宙輸送システムの開発などの記載がある。

特に、衛星量子暗号については、世界トップレベルでの研究が進んでおり、2017年9月に北京・ウィーン間で世界初となる大陸間量子暗号による通信動画や通話を実現させた。2021年1月には、中国の量子実験衛星「墨子号」と地上に設置された長さ2000キロの量子通信ケーブル「京滬幹線」（北京・済南・合肥・上海の4都市をつなぐ量子通信ネットワーク）の接続により、距離4600キロの衛星・地上間量子鍵配送実験に成功した。今回の実験の鍵配送速度は前回の「墨子号」の実験時と比べ40倍ほど早くなっている。

(ウ) 欧州

EUでは、2021年から2027年の7年間で約12兆円を使用する「研究・イノベーションプログラム」

¹⁵¹ <https://www.waseda.jp/fsci/giti/assets/uploads/2021/06/e0326805a473aafd0610f88c86868916.pdf>

を策定した。第7次欧州研究開発フレームワーク計画（FP7）では500億ユーロ、「Horizon 2020」では750億ユーロ、「Horizon Europe」では955億ユーロと増加傾向にある。「Horizon Europe」は①卓越した科学（最先端研究の支援）に約250億ユーロ、②地球規模課題と欧州の産業競争力に約500億ユーロ、③イノベティブ・ヨーロッパ（市場創出の支援）に約150億ユーロの3つに分類され、その②地球規模課題と欧州の産業競争力の中の「デジタル・産業・宇宙」クラスターとして、約2兆円の前算が用意されている。宇宙・衛星通信関連の研究開発事例として、欧州宇宙機関（ESA）によるデータ中継衛星の研究開発（図表 3-74）が挙げられる。

また、欧州宇宙プログラム¹⁸は、地球観測システム「Copernicus」や高精度の位置情報を供給するグローバル衛星ナビゲーションシステム、「Galileo」、さらには航空・海・陸ベースの利用者に対する安全で重要なナビゲーションを提供する「EGNOS」といったEUの宇宙分野での旗艦プロジェクトへの資金提供を行っている。7年間の総予算は148億8,000万ユーロである。欧州連合宇宙プログラム機構（European Union Agency for the Space Programme：EUSPA）がプログラムの実施を担う。このプログラムによって公共財として利用可能となる宇宙データやサービスが、持続可能な食料・天然資源、気候モニタリング、大気・陸・海・海洋環境、スマートシティ、接続・自動運転車、セキュリティ・災害管理といった分野で、Horizon Europeにおける革新的なソリューションの開発による成果の活用を目指す。

図表 3-74 欧州宇宙機関によるデータ中継衛星の研究開発



出典：情報通信研究機構 豊嶋守生（2021）早稲田大学 国際情報通信研究センター 『光衛星通信新時代』講演資料¹⁵²

¹⁵² <https://www.waseda.jp/fsci/giti/assets/uploads/2021/06/e0326805a473aafd0610f88c86868916.pdf>

英国では、2021年9月に新たな「国家宇宙戦略」を打ち出している。宇宙部門は英国経済の重要な一部として、この国家宇宙戦略は、英国の強みを結集し、大胆な国家ビジョンを追求すると位置付けている。この中で「革新的で魅力的な宇宙経済を構築し、宇宙国家として成長する。宇宙科学技術における競争力を維持する」としている¹⁵³。

3) 国内における社会実装の最新動向

● ソフトバンク株式会社

ソフトバンク株式会社は、2021年6月にIoT向け衛星ナローバンドサービスを提供する米 Skylo Technologies (スカイロテクノロジーズ) と、同社の衛星サービスの日本での展開に向けた協業で合意したと発表した。ソフトバンク株式会社は、米 Skylo Technologies が提供するIoT向け衛星ナローバンド通信サービスや米 OneWeb が提供する低軌道衛星通信サービス、ソフトバンク株式会社の子会社である HAPS モバイル株式会社が提供する成層圏通信プラットフォームを活用して、宇宙空間や成層圏から通信ネットワークを提供する非地上系ネットワーク (Non-Terrestrial Network) ソリューションの日本およびグローバルでの展開を推進していくという。

米 Skylo Technologies のIoT向け衛星ナローバンド通信サービスは、漁業や鉱業、海運業などIoTの需要がある産業に対して、従来の静止衛星より低価格な接続を提供している。米 OneWeb の低軌道衛星通信サービスは、政府機関や企業、エンドユーザーに対して、従来の静止衛星より高速かつ低遅延な通信サービスをグローバルで提供することを目指している。HAPS モバイル株式会社の成層圏通信プラットフォームは、成層圏からLTEや5Gなどの通信サービスを提供することで、インターネット環境が整っていない地域でも、スマートフォンなどのモバイル端末を利用することが可能になるという¹⁵⁴。

● KDDI 株式会社

KDDI 株式会社は、2021年9月に高速・低遅延の衛星ブロードバンドインターネットを提供する米 SpaceX の「Starlink」を、au 基地局のバックホール回線に利用する契約を締結したと発表した。光ファイバーに接続された通常の au 基地局に加え、Starlink をバックホール回線とした au 基地局を導入してエリアを補完することで、サービス提供が困難とされていた山間部や島しょ地域、災害対策でも、au の高速通信が利用できるようになる。まずは、2022年をめどに、全国約1200カ所からの導入を開始する目標が掲げられている¹⁵⁵。Starlink では、通信衛星を高度約550kmの低軌道上に配置し、世界中に高速・低遅延の衛星ブロードバンドインターネットを提供している。従来の静止軌道衛星と比べ、地表からの距離が65分の1程度と大きく近づくため、大幅な低遅延と高速伝送を実現しているのが特徴である。

¹⁵³ アストロスケール (2021.9.30) 「英国政府が宇宙をより持続可能なものにするための世界的な取り組みを主導する野心を発表」 <https://astroscale.com/ja/uk-government-announces-ambition-to-lead-the-global-effort-to-make-space-more-sustainable/>

¹⁵⁴ ソフトバンク株式会社 (2021.6.9) 「宇宙空間や成層圏から通信ネットワークを提供する非地上系ネットワークソリューションの展開を推進」 https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2021/20210609_01/

¹⁵⁵ KDDI 株式会社 (2021.9.13) 「SpaceX の衛星ブロードバンド「Starlink」と業務提携、au 通信網に採用する契約に合意」 <https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2021/09/13/5392.html>

Starlink は、すでに 10 万人以上のユーザに初期のベータ版サービスを提供しており、世界における人口の多い地域をほぼカバーするように拡大を続けている。

KDDI 株式会社では、総務省より実験試験局免許の交付を受け、Starlink の通信衛星と地上のインターネット網を接続するゲートウェイ局（地上局）を KDDI 山口衛星通信所に構築。現在、品質と性能を評価するため、両社共同による一連の技術検証を進めている。

● 楽天グループ株式会社

楽天グループ株式会社は、米国の新興衛星通信事業者 AST&Science と協業し、「スペースモバイル」計画を進めている。同計画では、米 AST&Science が低軌道に打ち上げる多数の小型衛星により、スマートフォンに対して直接 4G/5G ネットワークを提供するサービスの実現を目指しており、従来の衛星通信と異なり専用端末が不要なほか、日本全土を 100%カバーできる通信インフラの構築や災害時などにおいても既存のスマートフォンでの安定的な通信手段を提供する点が特徴という。同計画により、山間部や無人島を含む日本全土の携帯エリア化を実現できるほか、災害などで基地局が損壊した場合でも通信を維持できるとされている¹⁵⁶。また、楽天モバイル株式会社は 2021 年 12 月に行われた総務省の総合政策委員会で、「2023 年以降の国内サービス開始を目標とし、実験試験衛星を打ち上げ後、2022 年 3 月頃から国内（北海道、福島）にて各種通信実験予定」と説明している¹⁵⁷。

4) 海外における社会実装の最新動向

(ア) 米国

● SpaceX

最大 42,000 機の通信衛星コンステレーションにより、世界主要国でブロードバンドインターネットを提供する計画「Starlink」を進めている。初期費用（端末）499 ドル、月額 99 ドルでサービスを開始しているが、月額 500 ドルの新プラン「Starlink Premium」を 2022 年第 2 四半期に提供開始予定としている。

2021 年 8 月時点で約 1,500 機の衛星打ち上げが完了しており、2022 年 2 月に 49 基の通信衛星を低軌道上に打ち上げた。

● Amazon

衛星ブロードバンド計画「Project Kuiper」の下、2029 年までに打ち上げが計画されている最大 3,200 機の低軌道通信衛星コンステレーションにより、世界各地でインターネットを利用できない地域などで、安価で低遅延の高速インターネット接続の提供を進めている。Amazon は、2021 年 11 月に 2 機の試験衛星機を 2022 年度第 4 四半期に打ち上げると発表した。また、約 580 機の衛星打ち上げが完了したタイミングで初期のサービスを開始する計画となっている。

¹⁵⁶ 日経クロステック（2021.8.6）「楽天「常識外れ」なスペースモバイル計画、衛星とスマホ直接通信」

<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/01700/00013/>

¹⁵⁷ 楽天モバイル株式会社（2021.12.8）「情報通信審議会情報通信政策部会総合政策委員会 主査ヒアリング（第 1 回）資料 1-4」https://www.soumu.go.jp/main_content/000781803.pdf

(イ) 中国

● 銀河航天 (Galaxy Space)

2018年4月に設立された銀河航天社は、宇宙ベースの通信ネットワークを構築するために、2020年1月に通信衛星「銀河一号 Yinhe-1」の打ち上げに始まり、2022年3月に6機の通信衛星「銀河航天 02」を低軌道に打ち上げた。この通信衛星は、ブロードバンドインターネット技術を検証するための実験的通信ネットワーク「Mini Spider Constellation」を形成する予定である。ユーザは地上のゲートウェイステーションを介して送信される衛星信号により、高速インターネットサービスへのアクセスが可能になるという¹⁵⁸。

(ウ) 欧州

● OneWeb

英国のOneWebは、648機の低軌道通信衛星コンステレーションで世界中にインターネットを提供する計画の下、2022年2月に34基を打ち上げ、OneWebが打ち上げた通信衛星は合計428基となった。これは、OneWebによる通信衛星の打ち上げ計画の66%に相当し、計画達成に向けて継続的な勢いを実現していることがうかがえる。

● SES

ルクセンブルクのSES社は、これまでに中軌道通信衛星コンステレーションのO3bは約36機を打ち上げ、海上、航空、及び世界中の政府や機関に通信サービスを提供している。次世代衛星としてハイスループット衛星のO3b mPowerを開発しており、2022年2月時点では2022年度第2四半期から2024年にかけて打ち上げる計画となっている。O3b mPowerにより政府および民間の顧客にテラビットのモバイル高速通信が提供される予定である¹⁵⁹。

● Eutelsat

仏国のEutelsat社は、静止軌道通信衛星を活用し、ビデオ放送、衛星ニュースギャザリング、ブロードバンドサービス、データ接続、飛行機や船舶の接続などのサービスを提供している。欧州全域の高速ブロードバンドサービス実現のために、次世代通信衛星のハイスループット衛星「KONNECT VHTS」を2022年に打ち上げる予定となっている。また、近年のIoT拡大に伴い低電力、広域無線技術(LPWA)のIoT向けネットワークを強化するために、低軌道通信衛星コンステレーションの開発を進めており、2021年6月に2機を打ち上げ、2022年度中に追加の2機を打ち上げる予定となっている。

¹⁵⁸ 銀河航天-GALAXY SPACE「News」<http://www.yinhe.ht/yhNewsEn>

¹⁵⁹ SES (2022.2.24)「SES FULL YEAR 2021 RESULTS」https://www.ses.com/sites/default/files/2022-02/SES%20Full%20Year%202021%20Results_0.pdf

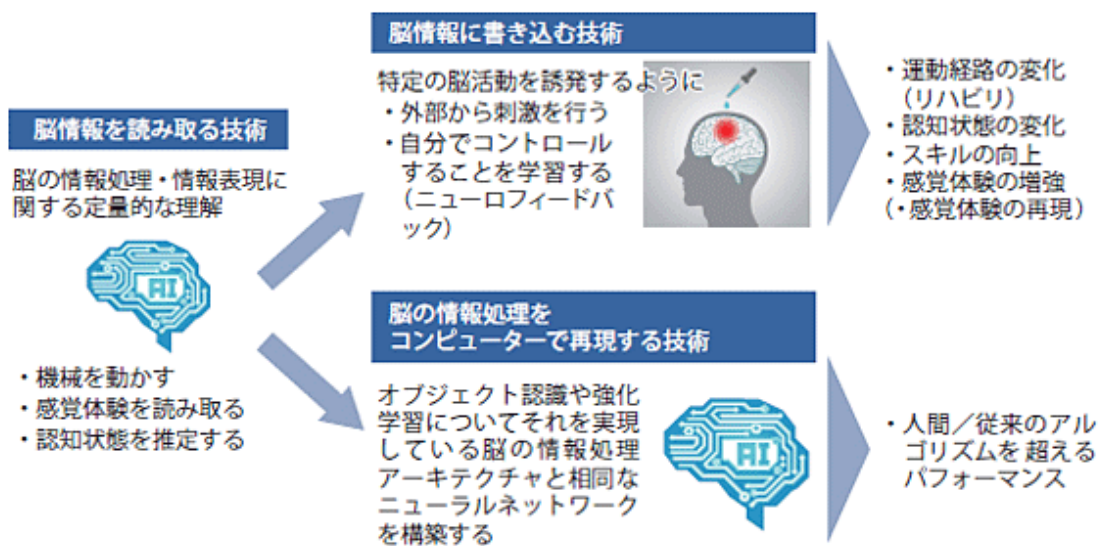
(5) 脳情報通信技術

1) 国内における研究開発の動向

(ア) 技術の概要

脳情報通信技術は、図表 3-75 に示すように主に脳の情報表現をセンシングして解読する「読み取り」技術と、脳の情報表現を変化させる「書き込み」技術で構成される。なかでも読み取り技術は、センシング技術や機械学習などの進化により、近年めざましい発展を遂げている。

図表 3-75 脳情報通信技術の基本



出典：株式会社リックテレコム（2020.9.11）「脳情報通信が現実に 言語に代わる新たなコミュニケーション手段」¹⁶⁰

¹⁶⁰ 株式会社リックテレコム（2020.9.11）businessnetwork.jp 記事「脳情報通信が現実に 言語に代わる新たなコミュニケーション手段」<https://businessnetwork.jp/Detail/tabid/65/artid/7657/Default.aspx>

図表 3-76 脳情報通信技術の応用例

分類	役割	応用例
脳情報を読み取る技術	臨床 運動機能代替	●臨床BMI(ロボットアーム、車椅子、パワーアシストスーツ)
	臨床 運動機能回復	●BMI療法(麻痺患者に対して、運動意図の推定時に筋活動をアクチュエーターにより惹起させることによるリハビリの効果増進)
	一般 人間の感覚体験 定量化と最適化	●視聴覚体験・味覚体験など人間の感覚体験における知覚内容や感じている価値を定量的に理解し、製品開発・広告宣伝・サービス開発に応用
	一般 インターフェース	●脳の状態を推定し、アダプティブに情報提示するHMI ●コミュニケーション(文字入力・意図や情動状態の送受信)
脳情報に書き込む技術	臨床 感覚代替(代償)	●人工内耳、人工視覚(網膜)、人工触覚、脳幹インプラントなど
	臨床 脳機能調整	●慢性疼痛患者への硬膜下電極による電気刺激 ●うつ病など気分障害患者への磁気刺激
	一般 脳機能トレーニング	●理想的な脳活動を随意的に惹起するトレーニング

出典：株式会社リックテレコム（2020.9.11）「脳情報通信が現実に 言語に代わる新たなコミュニケーション手段」¹⁶⁰

● 脳情報を読み取る技術

脳の活動を計測する方法には、主として脳波やfMRI（機能的磁気共鳴画像法）、fNIRS（機能的近赤外線スペクトロスコピー）などがある。fMRIは、脳の深部まで2～3mm立方ほどの解像度で脳の活動を捉えることができる技術である。空間分解能（細かい部位の活動を捉える能力）に優れており、他の方法と比べて、取得する情報の質・量ともに優位性がある。脳内では膨大かつ微小な神経科学的現象が起きており、fMRIを用いても完全に捉えるのに十分ではない。しかし、昨今の機械学習の発展により、取得した大量のデータを特定の目的変数（その原因を受けて発生した結果となる変数）と関連付けてモデル化することで、例えば「こういう脳活動のパターンのときは、被験者が右に曲がろうとしている」といった情報が分かるようになっている。

この脳情報の読み取り技術の応用研究で実用化に近いのが、BMI（ブレインマシンインターフェース）と呼ばれる領域である（図表 3-76）。BMIとは、脳情報を利用することで脳と機械を直接つなぐ技術。ALS（筋萎縮性側索硬化症）などの疾患や事故で身体を自由に動かせなくなった患者の運動機能をサポートできるため、臨床での活用による実用化が期待されている。メタ（旧Facebook）やニューラリンクなども、数億ドルに及ぶ多額の資金を投じてBMIの研究開発に取り組んでいたが、メタは2021年7月に「多くの検証を繰り返した結果、一般消費者向けのインターフェースとして、脳の動きで操作するデバイスの実現には予想していたよりも長い時間が掛かる」との理由からBMIの早期実用化を中止し、リスト

バンド型デバイスによる操作に注力すると発表した¹⁶¹。

BMI は当初、「右か、左か」といった単純な弁別程度しかできなかったが、最近では「コップを取って水を飲みたい」といった複雑な運動意図を読み取り、ロボットアームを動かして自ら飲み物を口にできるシステムが開発されている。BMI は、手や発生といった運動機能の「代替」だけでなく、「回復」にも有効とされている。例えば、脳卒中などで四肢が麻痺した患者の脳波を計測し、「手を動かしたい」といった運動意思を読み取る。それに合わせてロボットが触覚を制御したり、VR/AR 上で自分の手が動く映像を流すと、実際に動いたりするような体験ができる。この訓練を重ねることで、脳内に残された神経回路の再構成が大規模に進み、運動機能が回復するという。

● 脳情報に書き込む技術

脳情報に書き込む技術は、ハードディスクに光学的に情報を符号化するような形ではなく、電気・磁気刺激により神経活動を誘発・修飾する外的な方法（ニューロモジュレーション）と、随意的に自分の脳活動を変化させることを学習するニューロフィードバックと呼ばれるような自発的な方法の大きく 2 種類が存在する。

● 脳の情報処理をコンピュータで再現（シミュレート）する技術

脳の情報処理様式の知識（シナプスの伝達効率変化を通じた学習機能の実現や、階層的・分散的な処理機構、情報の分散表現など）は少なからず機械学習分野の発展に貢献してきた。現在の人工知能（AI）ブームを牽引している深層学習は、脳を構成する神経細胞（ニューロン）の結合を模した計算モデルをベースとしている。深層学習は、計算脳科学の成果に基づき、画像認識・音声認識等のパターン認識の機能において、さまざまな条件下で、既に人間を上回る認識精度を達成するようになった。強化学習は、コンピュータが選択した行動やそれによる環境変化に、何らかの「報酬」を設定することで、より高い報酬をもらえるような行動を学習させる技術である。さらに、深層学習と強化学習を組合せた深層強化学習は、画像や各種センサーなどの情報を基に、特定のタスクを実行するための行動をコンピュータが自ら学習できる。ビデオゲームなら「ハイスコアを取る」、自動運転なら「他の自動車とぶつからずに目的地に着く」、産業用ロボットなら「最も短時間で部品を組み立てる」といった行動を、事前にプログラムすることなく習得できるようにする。ディープマインドが開発した AlphaGo が世界トッププロに勝利したことで、深層強化学習が注目されるようになった。

(イ) 研究開発を推進する国の取り組み

国際的な競争が激しい脳情報に関連する技術領域では現在、世界中で AI 研究と神経科学研究を結びつける産学官連携巨大プロジェクトが推進され、日本でも 2017 年には生命科学と情報科学をつなぐ新学問分野 “Neurointelligence” を標榜した「ニューロインテリジェンス国際研究機構（IRCN）」が文部科学省の世界トップレベル研究拠点プログラムに新規採択されている¹⁶²。日本国内でこうした脳科学と人工知

¹⁶¹ Meta (2021.7.14) 「BCI milestone」 <https://tech.fb.com/ar-vr/2021/07/bci-milestone-new-research-from-ucsf-with-support-from-facebook-shows-the-potential-of-brain-computer-interfaces-for-restoring-speech-communication/>

¹⁶² 東京大学国際高等研究所ニューロインテリジェンス国際研究機構 <https://ircn.jp/>

能の融合に特に力を入れているのが、前述の IRCN 以外では総務省とその所管の国立研究開発法人情報通信研究機構であり、同機構の参画する「脳情報通信融合研究センター(CiNet)」は、脳活動計測や解析技術で世界的にも強みを持っている。これまでは基礎研究が中心であったが、株式会社 NTT データらと 2017 年に「脳情報通信ビジネスラボ」を始動したり¹⁶³、2019 年には本田技術研究所との大規模な共同研究を開始したり¹⁶⁴するなど、民間も交えた融合技術の社会展開に産学官協働での取り組みを加速している。

こうした技術を実際に臨床応用事業として本格的に取り組んでいる企業としては、株式会社国際電気通信基礎技術研究所 (ATR) 脳情報通信総合研究所の川人光男所長が立ち上げた XNef 社が挙げられ¹⁶⁵、日本の研究者たちが中心的な役割を担って切り拓いた DecNef 法を応用した診断機器、治療機器、ソフトウェアなどを開発している。基礎研究でも応用面でも世界と戦えるレベルを持っている数少ない領域であり、国家をあげた支援が望まれる。さらに、近年、政府が主導する大型プロジェクトの中でテーマとして選ばれるようになってきており、内閣府が主導するムーンショットにおける金井プロジェクト¹⁶⁶は、「BMI 機能を持つサイバネティックアバターを開発する」テーマとして採択されている。その他、2020 年に一般社団法人応用脳科学コンソーシアム¹⁶⁷が設立された。「脳科学と AI の融合による脳融合型 AI の研究開発」「応用脳科学関連の研究開発の促進」「応用脳科学関連の最新の知見取得」の推進に向けて、世界に例を見ない民間主導のユニークな取り組みであり、基礎研究と事業を橋渡しする存在として期待されているという¹⁶⁸。

(ウ) 主な研究開発の状況

● BMI を利用した身体機能の代替研究

BMI を利用した麻痺患者等の身体機能の代替に関しては、関西のグループが充実した研究開発成果を出しており、国立研究開発法人情報通信研究機構・脳情報通信融合研究センターの鈴木隆文氏¹⁶⁹や、大阪大学医学系研究科の脳神経外科・国際医工情報センターの平田雅之氏¹⁷⁰らのグループが、重症 ALS 患者に対する皮質脳波を用いた BMI の臨床研究等、侵襲型・非侵襲型含めた BMI の基礎・応用研究を進め

¹⁶³ 株式会社 NTT データ (2017.11.1)「NTT データグループによる脳情報通信技術分野の産学共創プロジェクト「脳情報通信ビジネスラボ」を始動」<https://www.nttdata.com/jp/ja/news/release/2017/110101/>

¹⁶⁴ 国立研究開発法人科学技術振興機構 (2019.5.20)「本田技術研究所との連携により脳情報科学をモビリティ開発等に活かす研究を加速」<https://www.nict.go.jp/info/topics/2019/05/20-1.html>

¹⁶⁵ 株式会社 XNef <https://www.xnef.jp/company.html>

¹⁶⁶ 国立研究開発法人科学技術振興機構「ムーンショット型研究開発事業研究開発プログラム紹介」<https://www.jst.go.jp/moonshot/program/goal1/index.html>

¹⁶⁷ 一般社団法人応用脳科学コンソーシアム <https://www.can-neuro.org/>

¹⁶⁸ 公益財団法人未来工学研究所「「我が国の経済安全保障・国家安全保障の未来を左右する新興技術」中間報告書」<http://www.ifeng.or.jp/wordpress/wp-content/uploads/2021/05/a8b774fd6f7675d3ef6ca6400d83d29d.pdf>

¹⁶⁹ 「鈴木隆文、BMI のための脳活動計測システム」(精密工学会誌,Vol.83,No.11,2017)
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjspe/83/11/83_996/_pdf

¹⁷⁰ 「平田雅之、体内埋込型ブレイン・マシン・インターフェースによる機能再建」(バイオメカニズム学会誌,Vol.42, No.2, 2018) https://www.jstage.jst.go.jp/article/sobim/42/2/42_89/_pdf

ている。

● ニューロフィードバック技術の研究開発

デコーディング技術を応用し、脳活動のパターンから「特定の脳状態」を本人にフィードバックし、自身で脳の状態を改変する訓練を行う技術を示す。ニューロフィードバック技術は、被験者に脳のターゲット領域で特定の活動パターンを誘発して、その行動・認知への変化を観察する目的で生まれてきた技術であるが、応用を見据えた視点での利点として、「解釈可能な脳活動パターンで表現されるあらゆる状態や疾患のコントロールに適用できる汎化性」と「無意識にトレーニングできるため、治療のために患者にとって辛い記憶を思い出さなければいけないような心的外傷後ストレス障害の治療も負担なくおこなえる」という点がある。実験的に導入したトラウマを、ニューロフィードバック技術により無意識に克服できるようになるという研究が株式会社ソニーコンピュータサイエンス研究所の小泉愛氏と国立研究開発法人情報通信研究機構・脳情報通信融合研究センターの天野薫氏らのグループから報告されている¹⁷¹。

臨床以外のニューロフィードバック応用に関しては、スキル獲得など自分で意識的に身につけるのが難しい能力をニューロフィードバックでトレーニングするようなソリューション開発が有望である。教育分野の事例として、日本人は英語のLとRの発音が聞きとることが困難であるが、脳波を計測してみると、意識できないレベルでLとRを聴いている時の反応は異なる。この異なる反応の差を可視化して、ニューロフィードバックトレーニングで最大化させるとLとRを聞き分けられるようになったと NICT・CiNet の成瀬康氏が報告している¹⁷²。

¹⁷¹ Koizumi, A., Amano, K., Cortese, A., Shibata, K., Yoshida, W., Seymour, B., ... Lau, H. (2016). Fear reduction without fear through reinforcement of neural activity that bypasses conscious exposure. *Nature Human Behaviour*

¹⁷² Chang, M. et al. Unconscious improvement in foreign language learning using mismatch negativity neurofeedback: A preliminary study. *PLoS One* 12, 1-13 (2017)

● 全脳シミュレーションに関する研究開発

脳情報処理の計測技術の発展と脳計算モデルの理解の深まりによって、スーパーコンピュータを用いた全脳シミュレーションへの取り組みが進められるようになった。ニューロンやシナプス結合等で構成される全脳の情報処理モデルをスーパーコンピュータ上に配置し、その振る舞いのシミュレーションを行い、その実行結果と、実際に全脳の活動を計測した結果とを比較することで、脳のより深く正確な理解が可能になる。さらに、パーキンソン病、てんかん、うつ病を含む多くの脳疾患は、複数の脳領域が直接的・間接的に影響し合っているとされており、そのような脳疾患の解明には、全脳シミュレーションのアプローチが有効と考えられている。

スーパーコンピュータ「富岳」で人間の全脳シミュレーションを目指すプロジェクト（ポスト京 萌芽的課題4「思考を実現する神経回路機構の解明と人工知能への応用」、2016年8月～2020年3月、沖縄科学技術大学院大学・京都大学・理化学研究所・電気通信大学・東京大学）において、シミュレータ MONET を実行した結果、大脳皮質で60億個のニューロンと24兆個のシナプス¹⁷³、小脳で686億個のニューロンと5.4兆個のシナプス¹⁷⁴という規模にまで到達した。人間のニューロン規模は860億個とされていることから、大規模データの取得を自動化し、そこからシミュレーションやモデルのキャリブレーション・検証までのワークフローをどう作るかが重要になってきている。

2) 海外における研究開発の動向

(ア) 米国

脳科学への国民の認知と理解を背景に、米国政府は2013年にNIH（米国国立衛生研究所）を主軸とした大規模かつ戦略的なニューロサイエンス、ニューロテクノロジー研究プログラム「Brain Initiative」を創設した。10年間で予算45億ドルを確保しており、産官学の研究機関による一連の研究開発を通じて脳の働きを解明するためNIHは2019年の段階で既に同プログラムに総額13億ドル以上を投資しており、700以上の研究プロジェクトを採択して研究資金の提供が行われた。この勢いは上昇傾向にあり、「The 21st Century Cures Innovation Funds」とよばれる基金は、2026年度までに約15億ドルの研究資金を投資する予定となっている¹⁷⁵。

国家安全保障会議（NSC）は、2020年10月に、「重要・新興技術に関する国家戦略（National Strategy for Critical and Emerging Technology (CET)）」を発表し、今後米国の国家的利益に大きな影響を及ぼす技術の一つとして、「ヒューマン・マシン・インタフェース」が挙げられるなど、ニューロテクノロジーが引き続き米国の科学技術政策において、中心的な戦略的地位を占め続けることになるとみられる。

¹⁷³ Jun Igarashi, Hiroshi Yamaura and Tadashi Yamazaki, “Large-Scale Simulation of a Layered Cortical Sheet of Spiking Network Model Using a Tile Partitioning Method”, *Frontiers in Neuroinformatics* Vol. 13, Article 71 (29 November 2019) . DOI : 10.3389/fninf.2019.00071

¹⁷⁴ Hiroshi Yamaura, Jun Igarashi and Tadashi Yamazaki, “Simulation of a Human-Scale Cerebellar Network Model on the K Computer”, *Frontiers in Neuroinformatics* Vol. 14, Article 16 (03 April 2020) . DOI : 10.3389/fninf.2020.00016

¹⁷⁵ Brain Initiative <https://braininitiative.nih.gov/strategic-planning/acd-working-and-sub-groups>

他では、民間企業、スタートアップにおいてもニューロテクノロジーへの研究投資、商用化開発が盛んに行われている。例えば、テスラの創業者で著名な実業家のイーロン・マスク氏が設立したニューラル・インタフェース企業の Neuralink は、2021 年 4 月に同社の神経記録・データ送信チップ「N1 Link」をマカザルの脳に埋め込み、脳だけでゲームをプレイする動画を公開した¹⁷⁶。マスク氏は、この技術が将来、麻痺のある人が、健常者が指で入力するよりも速く脳でスマートフォンを操作できるようにするのが目的であることと、歩けなくなった麻痺患者がまた歩けるようにすることも可能になると Twitter で述べている。さらに、マスク氏は 2021 年 12 月にウォールストリートジャーナルに、「Neuralink は 2022 年に人間の脳にデバイスを埋め込むことを望んでいる」と語っており、人間の脳情報との通信に関する研究開発や実証実験が引き続き進められている。

(イ) 中国

脳・神経科学分野の研究が国家レベルで推進されるようになるのは第 13 次五か年計画(2016-2020 年)からである。同計画で示された 2030 年までの国家重要プロジェクト「科技イノベーション 2030 重大プロジェクト」の 6 つの「重大科学技術プロジェクト」の 1 つに、「脳科学と脳型知能研究」プロジェクトが入ることとなった。同プロジェクトは「中国脳計画」と呼称され、北京市、上海市、浙江省、広東省、天津市、湖北省、四川省、重慶市等の主要としても地域版の計画が策定されるとともに、研究施設が次々と設立されることとなった。

そのうちの 하나가、2018 年 3 月に北京市中関村生命科技园に設立された「北京脳科学・脳型研究センター133」である。同センターは、北京市政府、中国科学院、軍事科学院、北京大学、清華大学、北京師範大学、中国医学科学院、中国中医科学院が共同で設立した。研究分野は、①共通技術プラットフォームとデータベース構築、②認知障害関連の重大疾病、③脳型コンピューティングとブレイン・マシン・インテリジェンス、④児童青少年の脳・心理の発育、⑤脳認知原理解析の 5 分野である。同年、上海市は科学技術重大プロジェクト「脳と脳型知能基礎研究の実用化・応用研究（脳与类脑智能基础转化应用研究）」を始動し、「上海脳科学・脳型研究センター」を設立した。

「中国脳計画」の核となる考え方は「一体両翼」である。「一体」は脳の認知機能の原理（脳の認知機能を理解するため、神経基盤を研究主体とする）を指し、「両翼」は脳型コンピューティング及びブレイン・マシン・インテリジェンス技術と、脳の重大疾病の診療、を指す。ブレイン・マシン・インテリジェンス（脳機知能）の定義が明らかにされていないが、BMI や BCI といった脳情報を利用して脳と機器を結びつけるような技術や、脳科学と AI の融合領域の技術を総称するものだと考えられる。

(ウ) 欧州

「人間の脳を解明し、コンピュータ上に脳を作り出す」ことを目的に、2013 年に 10 年間で約 10 億ユーロの予算が組まれた HBP (Human Brain Project) が設けられた。HBP には欧州各地の 140 以上の大学、病院、研究所等が加盟し、500 人以上の科学者とエンジニアが参加している。HBP は、脳研究、脳

¹⁷⁶ Neuralink 「Monkey MindPong」 <https://www.youtube.com/watch?v=rsCul1sp4hQ>

医学、脳に着想を得た技術の進展を加速するために、学際的なアプローチを採用している。

HBP は、神経科学と現代の情報技術の融合を、大規模かつ統合的で体系的な方法で推進するものである。HBP は、より広範なコミュニティに利益をもたらす永続的な脳研究プラットフォームである EBRAINS を開発している。研究活動を促進するため用意された EBRAINS の枠組みでは、さまざまな神経科学コミュニティをまとめる永続的な分散型デジタル研究インフラを提供し、斬新で全体的な視点から脳にアプローチする手段を提供している。

EBRAINS は、専用のビッグデータ解析、クラウド、ハイパフォーマンスコンピューティング (HPC) に支えられ、神経データ、モデル、機能にまたがる共同ワークフローを提供する。研究インフラとして、さまざまな空間的・時間的スケールで表現される極めて複雑なレベルの事象に対応することができる。EBRAINS は、現代の ICT を活用して、神経科学のデジタル化を目指すものである。EBRAINS が提供するサービスは、研究者が神経科学の分野における既存の障壁を克服し、脳機能や認知能力の基盤となるメカニズムの理解を深めるのに役立つ。また、脳を利用した革新的な技術を開発するために必要な手段を提供し、医療や脳を利用した ICT の分野で変革をもたらす可能性を秘めている。脳の機能に関する新たな知識は、コンピューティング、AI、医療の分野におけるイノベーションの原動力となる。EBRAINS は、科学における新しい知見、技術開発におけるイノベーション、ヨーロッパや世界の患者のための進歩の触媒となることを目指している。

HBP および EBRAINS の研究の最終段階 (2020 年 4 月~2023 年 3 月) では、脳ネットワーク、意識の役割、人工ニューラルネットワークの 3 つの中核的な科学分野の研究を進めながら、EBRAIN をさらに拡大することに焦点が当てられている。

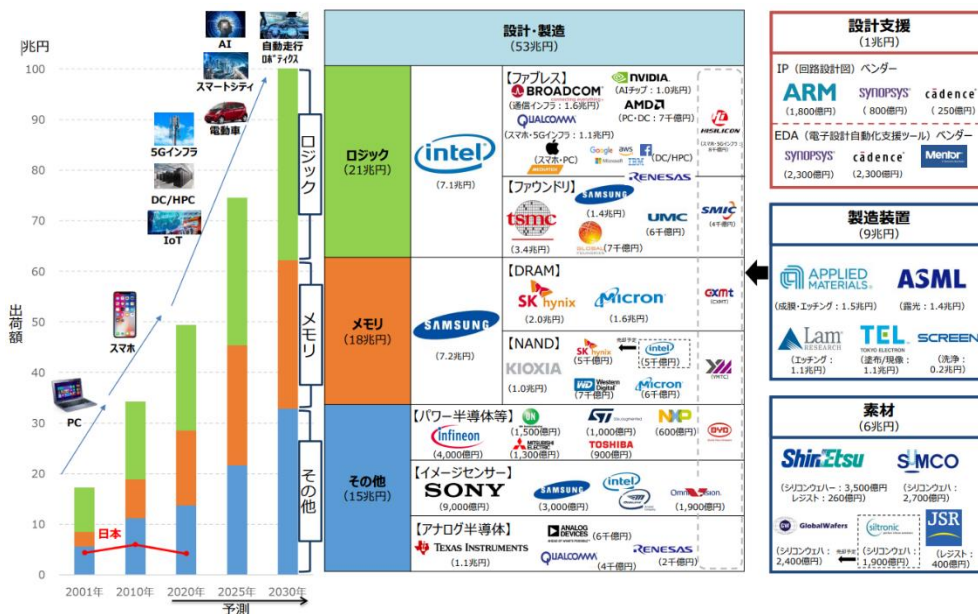
(6) ICT 分野におけるデバイス技術（半導体・パワーデバイス）

1) 国内における社会実装の最新動向

(ア) 技術概要

半導体は、5G・ビッグデータ・AI・IoT・自動運転・ロボティクス・スマートシティ・DX 等のデジタル社会を支える重要基盤であり、安全保障にも直結する死活的に重要な技術。世界半導体市場統計（WSTS）の予測によると、2021年の世界半導体市場規模は5529億6100万米ドルに達し、過去最高だった2018年の4687億7800万米ドルを上回る。2022年の世界半導体市場規模は、6000億米ドルの舞台を突破し、6014億9000万米ドルに達する見込みである¹⁷⁷。

図表 3-77 世界の半導体市場と主要なプレーヤー



出典：経済産業省（2021）「第1回 半導体・デジタル産業戦略検討会議 資料5」¹⁷⁸

なかでもパワー半導体は、電力の直流・交流や周波数の変換、制御を行なうものであり、鉄道・電力インフラ、自動車、データセンター、工作機械、家電、PC やスマホなどに利用される。世界の用途別電力需要のうち約半分がモータによる電力（図表 3-78）であり、モータの駆動等に用いられるパワー半導体は、カーボンニュートラルの実現に向けたキーデバイスとなっている。

パワー半導体の世界市場規模は年々拡大しており、現時点で約3兆円であるが、2030年には5兆円、

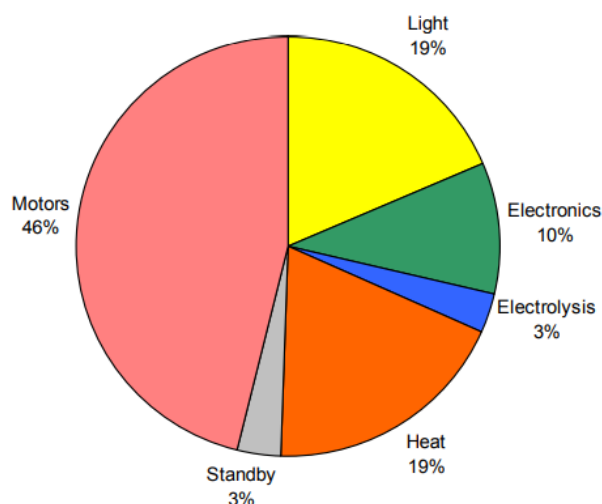
¹⁷⁷ 一般社団法人電子情報技術産業協会（2021.11.30）「1. WSTS 2021 年秋季半導体市場予測について」
<https://www.jeita.or.jp/japanese/stat/wsts/docs/20211130WSTS.pdf>

¹⁷⁸ 経済産業省（2021.3.24）「第1回 半導体・デジタル産業戦略検討会議 資料5」

https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/joho/conference/semicon_digital/0001/05.pdf

2050年には10兆円市場になると言われている¹⁷⁹。

図表 3-78 世界の用途別電力需要



Source: A+B International, 2009.

出典：IEA（2011）「Energy-Efficiency Policy Opportunities for Electric Motor-Driven Systems」¹⁸⁰

パワー半導体は、単一の素子であるパワーディスクリット、それらを組み合わせたパワーモジュールに大別でき、パワーディスクリットは民生向け製品、パワーモジュールは産業向け製品に使用される。パワーディスクリットの主要製品には MOSFET（Metal Oxide Semiconductor Field-Effect Transistor）と IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）の二種類があり、MOSFET は PC などの充電電源に使用される。IGBT は周辺 IC と組み合わせた IPM（Intelligent Power Module）として電力・鉄道インフラ、自動車、UPS、FA や工作機械など、高電圧が求められる産業用に使用される。

また、各企業がデバイス構造の改善などで電力損失の低減を実現してきたが、原材料であるシリコンの物性上、耐圧性を維持しながら電力損失を削減するには限界があるため、SiC（炭化ケイ素）、GaN（窒化ガリウム）などの新素材を用いた半導体開発が進んでいる。（図表 3-79）

¹⁷⁹ 経済産業省（2021.10）「次世代デジタルインフラの構築」プロジェクトに関する研究開発・社会実装計画（案）の概要」https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green_innovation/industrial_restructuring/pdf/004_03_00.pdf

¹⁸⁰ IEA（2011）「Energy-Efficiency Policy Opportunities for Electric Motor-Driven Systems」
<https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-policy-opportunities-for-electric-motor-driven-systems>

図表 3-79 パワーデバイス（トランジスタ）の実用化状況

材料	Si		GaN			SiC	
	MOSFET	IGBT	HEMT、MOSFET		MOSFET	MOSFET	IGBT
デバイス			on SiC	on Si	on GaN		
用途	低電圧・低電流	高電圧・大電流	高周波	低電圧・低電流	高電圧・大電流		超高電圧 超大電流
製品化	済	済	済	済	未	済	未
主な課題	高性能化、300mm化		高性能化		高性能化 製品化	高性能化 信頼性	高性能化 製品化
備考	社会実装済 超高電圧は直列接続		通信用、民生電源用 社会実装済		R&D段階	EV適用開始	R&D段階

出典：国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（2021）
「パワーエレクトロニクス分野の技術戦略策定に向けて」

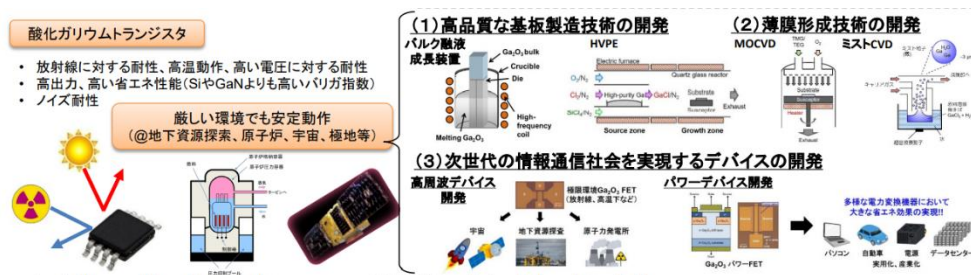
(イ) 社会実装を推進する国の取り組み

● 次世代省エネ型デバイス関連技術の開発・実証事業

総務省では、未来の情報通信を実現するために必要な基盤の技術の研究開発の一環として、「Green of ICT：ICTシステムのグリーン化」と「Green by ICT：ICTの活用によるグリーン化」を念頭におき、ワイドギャップ半導体の一種である酸化ガリウムを用いた次世代デバイス関連技術に取り組んでいる。

2021年度の次世代省エネ型デバイス関連技術の開発・実証事業本研究開発では、「超低消費電力」及び「極限環境下での情報通信」を実現しうる、酸化ガリウムを用いた様々な次世代デバイスの開発・実証試験等を実施。日本が開拓してきた酸化ガリウム半導体分野について、国際競争力や気候変動枠組み条約等での国際交渉におけるプレゼンス向上のコベネフィットを獲得することを目指す¹⁸¹。

図表 3-80 次世代省エネ型デバイス関連技術の開発・実証事業



出典：総務省「令和3年度新規研究開発課題に係る基本計画書概要」¹⁸²

¹⁸¹ 総務省「次世代省エネ型デバイス関連技術の開発・実証事業 基本計画書」

https://www.soumu.go.jp/main_content/000745823.pdf

¹⁸² 総務省「令和3年度新規研究開発課題に係る基本計画書概要 【研究推進室】次世代省エネ型デバイス関連技術の開発・実証事業」https://www.soumu.go.jp/main_content/000740719.pdf

(ウ) 主要企業の動向

パワー半導体は三菱電機株式会社、富士電機株式会社、株式会社東芝などの企業が世界トップクラスの市場シェアを獲得している。

● 三菱電機株式会社

パワーモジュールで世界トップクラスのシェアをもつ三菱電機株式会社は 2021-25 年の中期経営計画の中でもパワーデバイスを重点成長事業と位置づけ、売上高を 2020 年度の 1,500 億円から 2025 年度の 2,400 億円まで拡大する計画である¹⁸³。特に高い成長が見込まれる自動車分野と同社が強い民生分野に注力していくとしている¹⁸⁴。

● 株式会社東芝

株式会社東芝はパワーディスクリットである MOSFET の市場シェアで日本企業トップであり、車載や産業用だけでなく家電やスマホ用途の製品も含め幅広く取り扱っている。2021 年度の売上高は 8600 億円、営業利益率は 6%を見込むが、2025 年度には売上高 1 兆 100 億円、営業利益率 8%にまで成長することを目指す¹⁸⁵。

● 富士電機株式会社

富士電機株式会社はパワーモジュールのシェアが高く、同社はパワー半導体事業を主力事業の一つと位置づけている。2019-23 年の中期経営計画では半導体事業の売上高を 2018 年度の 1,118 億円から 2023 年度に 1,750 億円まで拡大する目標を掲げている¹⁸⁶。

2) 海外における社会実装の最新動向

(ア) 米国

米国は 2021 年 1 月に「国防授權法 (NDAA2021)」を成立させ、半導体産業の振興を加速させる体制を整備した。1 件あたり 3000 億円の補助金実施、信頼できる半導体・サプライチェーン構築を目的とした「多国間半導体セキュリティ基金」の設置などに取り組む¹⁸⁷。「多国間半導体セキュリティ基金」では、同盟国・協力国との間で新組織を設立して、助成措置を共同で講じるとともに、規制の共通化を図り、半

¹⁸³ 三菱電機 (2021.6) 「三菱電機の経営戦略」

https://www.mitsubishielectric.co.jp/ir/data/management_report/pdf/strategy/20210603.pdf

¹⁸⁴ 三菱電機 (2021.11.9) 「三菱電機の重点成長事業<パワーデバイス>」

https://www.mitsubishielectric.co.jp/ir/data/management_report/pdf/business/20211109_02.pdf

¹⁸⁵ 株式会社東芝 (2022.2.8) 「デバイス Co.事業戦略」 http://www.toshiba.co.jp/about/ir/jp/pr/pdf/tpr20220208_2.pdf

¹⁸⁶ 富士電機株式会社 (2019.6.20) 「2023 年度中期経営計画 電子デバイス事業」

https://www.fujielectric.co.jp/about/ir/pdf/pre/190620_04.pdf

¹⁸⁷ 経済産業省「半導体戦略 (概略)」 (2021) <https://www.meti.go.jp/press/2021/06/20210604008/20210603008-4.pdf>

導体技術の中国への輸出許可方針を実質的に米国と同等とするよう求めている¹⁸⁸。

「国防授權法（NDAA2021）」に含まれる CHIPS 法（Creating Helpful Incentives for the Production of Semiconductors（CHIPS）for America Act）は、現在米国で大幅に不足している自動車用チップを含む半導体の国内生産を促進し、国内サプライチェーンを強化することなどを目的としている。2021年1月に発表された「America COMPETES Act（アメリカ競争法）of 2022」によって CHIPS 法に 520 億米ドルの資金を充てることで、半導体製造・組み立て・試験・先端パッケージ・研究開発のための施設・装置の建設・拡充などを財政支援する¹⁸⁹。

一方で、米 Intel 社や米 Google 社、トヨタ自動車株式会社などの 10 団体が CHIPS 法について、連邦支援を受けるべき半導体製造の種類を特定しないよう求め、自動車メーカーなど一部企業による基礎的半導体の生産能力拡大要請に反対を表明している¹⁹⁰。

その他、米国では多くの企業で半導体の製造を行っている。

● Intel

米 Intel 社は 2021 年 3 月、西部アリゾナ州に 200 億ドル（約 2 兆 1700 億円）を投じて半導体の新工場を建設すると発表。他社の製造を請け負う「ファウンドリー」事業にも参入する。生産拠点があるアリゾナ州チャンドラーに、2 つの新工場を建設する。既存工場では回路線幅が 10 ナノメートルの製品などを生産しているが、新工場は 7 ナノ以降の製造プロセスを採用する見通し¹⁹¹。

● ON Semiconductor

米 ON Semiconductor 社は米 Motorola の半導体部門の一部が分離する形で 1999 年に設立。三洋電機の子会社である三洋半導体などの半導体メーカーを買収することで、幅広い半導体製品を提供する大手半導体メーカーとなっている。日経クロステックによると、CEO の Hassane 氏は「今後 3～4 年かけて、Si パワー素子から SiC パワー素子への切り替えが進んでいくだろう。中でも EV にとって SiC は非常に重要」と述べており、SiC 結晶から同結晶を切り出して作る基板（ウェハー）、ウェハー上に作製するパワー素子、同素子を収めたパワーモジュールまで、パワーデバイス企業として「垂直統合」で SiC 事業を展開する構えとしている¹⁹²。

¹⁸⁸ CISTEC 事務局（2021）「米国・中国の経済安全保障関連規制の諸動向」<https://www.cistec.or.jp/service/uschina/43-20211026.pdf>

¹⁸⁹ 独立行政法人日本貿易振興機構（2022）「米下院、半導体製造支援など含む競争力強化法案を発表、上院との統一法案策定へ」<https://www.jetro.go.jp/biznews/2022/01/5ea4fa725f457be2.html>

¹⁹⁰ Bloomberg（2021）「米 CHIPS 法は「前例のない市場介入」回避を－業界 10 団体が要請」<https://www.bloomberg.co.jp/news/articles/2021-04-14/QRJ7DWC2PS01>

¹⁹¹ 日本経済新聞（2021）「インテル、アリゾナに半導体新工場 2 兆円投じ受託生産も」<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOGN23DXB0T20C21A3000000/>

¹⁹² 日経クロステック（2021）「SiC は EV で成長」「半導体不足はコロナ次第」オンセミ CEO が見解」<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/01537/00201/>

(イ) 中国

中国政府は財税上の優遇、研究開発の促進、輸出入政策、人材誘致戦略、投資融資への支援などを通じて半導体産業の成長を推し進めようとしている。そのうち、2014年に国務院によって公表された「国家集積回路産業発展推進要綱」は特に多くの注目を集めており、過去からの政策的連続性を継承しながら、「国家 IC 産業投資基金 (National IC Industry Investment Fund、通称：National Big Fund)」を新しく設立した。同ファンドは中央・地方政府に加え、国有企業や民営企業からも資金を拠出しており、IC 関連企業への資金供給に特化している¹⁹³。

現在、国家 IC 産業投資基金は、は 2019 年に法人化された「National IC Industry Investment Fund Phase II (National Big Fund Phase II)」によって、半導体産業投資の第 2 段階に移っている。Phase II は、2014 年に始動した Phase I の約 2 倍となる 2041 億 5000 万元 (289 億米ドル) 規模。最大株主の中国財政部が 225 億元 (31 億 8000 万米ドル) を投じている他、各地方政府も資金を提供している。Phase II の株主の資金源は幅広く、中国内のさまざまな半導体メーカーや、長江経済ベルト (Yangtze River Economic Belt) も積極的に参加している。さらに、China National Tobacco や 3 社の大手通信事業者の他、半導体業界や戦略的新産業での企業合併、買収を手掛ける資産管理会社「JianGuang Asset Management」なども参画メンバーである¹⁹⁴。

● 台湾積体電路製造 (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company, Ltd. : TSMC)

TSMC は 2021 年 4 月、中国で 28 億 8700 万ドル (約 3100 億円) を投じ、車向け半導体などを増産すると明らかにした。南京市の既存工場に新ラインを設置し、2023 年に量産体制を整える。中国での大型投資は、15 年の南京工場の設立発表以来。世界中で不足する車向けの半導体の需要に対応する¹⁹⁵。

(ウ) 欧州

欧州委員会は 2021 年 3 月、2030 年までの欧州のデジタル化への移行実現を目指し、今後の 10 年間を「デジタル化の 10 年間 (Digital Decade)」と位置付け、目標などを定めた「デジタル・コンパス 2030」を発表した。2020 年 10 月の欧州理事会 (EU 首脳会議) で、新型コロナウイルス感染拡大によりデジタル化が加速する中で、復興基金の中核政策「復興レジリエンス・ファシリティ (RRF)」の予算の 20% をデジタル化へ割り当てることを支持するに当たって、デジタル化の具体的な数値目標や目標達成のための枠組みの設定を欧州委に求めていたもの。最先端の半導体に関する EU の世界シェアを金額ベース

¹⁹³ 方 竹紫 (2021) 「中国半導体産業政策の展開：国家 IC 産業投資ファンドを中心に」
<https://www.jaas.or.jp/pages/convention/taikai/202111/you/3-2.pdf>

¹⁹⁴ EE Times Japan (2019) 「中国、289 億米ドル規模新ファンドで半導体の自給自足へ」
<https://eetimes.itmedia.co.jp/ee/articles/1911/11/news034.html>

¹⁹⁵ 日本経済新聞 (2021) 「TSMC、車向け半導体不足解消へ 中国で 3100 億円投資」
<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOGM268U50W1A420C2000000/>

で現在の 2 倍の 20% に拡大という数値目標を定めている¹⁹⁶。

- **Infineon Technologies**

Infineon はドイツに本社を置く半導体メーカーで、Siemens から分離して 1999 年に設立。半導体の売上額の 50% 弱が車載向け半導体であり、日本でもトヨタの広瀬工場からその品質を評価されている。

Infineon の得意なパワー半導体では、シリコンのパワー MOSFET をはじめ、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)、GaN (窒化ガリウム) の HEMT (High Electron Mobility Transistor、高移動度トランジスタ)、SiC MOSFET などを生産している¹⁹⁷。

¹⁹⁶ 独立行政法人日本貿易振興機構 (2021) 「欧州委、2030 年までの官民のデジタル化目標提案」

<https://www.jetro.go.jp/biznews/2021/03/a5a74fb48dd9c77c.html>

¹⁹⁷ minsaku (2021) 「世界のファブレス半導体企業の動向を読み解く。」 <https://minsaku.com/articles/post831/>

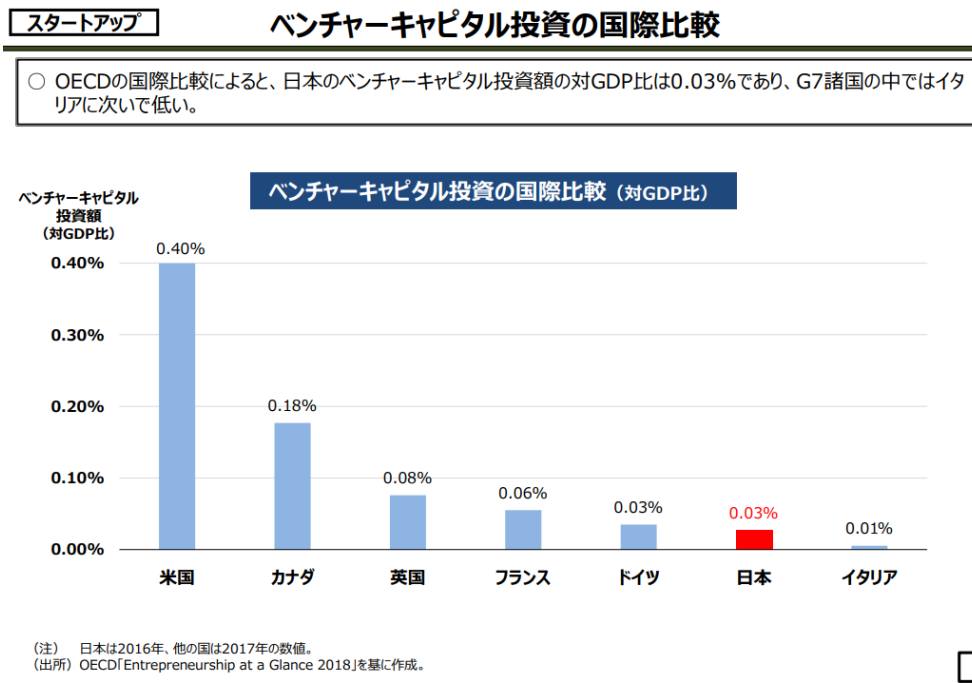
3.1.4. 最新の情報通信技術に関する課題・展望

(1) 技術全般の課題・展望

1) 技術革新を促す仕組み、文化/風土、人材育成

「我が国は基礎技術の研究開発から社会実装までをウォーターフォール型で進めるため、研究開発側とビジネス側の連携がうまくいかず、ビジネス化が進まないケースが多い」と慶応義塾大学の國領二郎教授は話す。米国はテスラ CEO のイーロン・マスクのように、研究開発とビジネス化までシミュレーションをアジャイル型で進めており、実用化までのスピードが圧倒的に速い事例を見ると、我が国の研究開発から社会実装までのスピードと差が大きいことがうかがえる。また、國領二郎教授はベンチャー企業の成長にも課題感を持っており、「我が国は社内ベンチャーの成功例が比較的多いが、独立したベンチャー企業が上手いいかない傾向がある。米国ではベンチャーキャピタルがプロ経営者をベンチャー企業に送り込み、ベンチャーの創業者らは開発に専念できるケースが多い。一方、日本では社長自らが金策に走り、自分で客に売り込むこともある」と話す。ベンチャーキャピタル投資の国際比較を見ると、我が国は G7 諸国の中で 6 番目となり、米国と約 10 倍の差が出ている¹⁹⁸。我が国のベンチャー企業経営者には、経営センスや技術力を全てかねそなえた稀有な人が求められる傾向が強いため、新製品開発にパワーが割けなくなり、本格的に立ち上げができないことにつながるとみられる。

図表 3-81 ベンチャーキャピタル投資の国際比較



出典：内閣官房（2021.3）「成長戦略会議（第8回）配付資料1」

¹⁹⁸ 内閣官房（2021.3.17）「成長戦略会議（第8回）」

<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/seicho/seichosenryakukaigi/dai8/index.html>

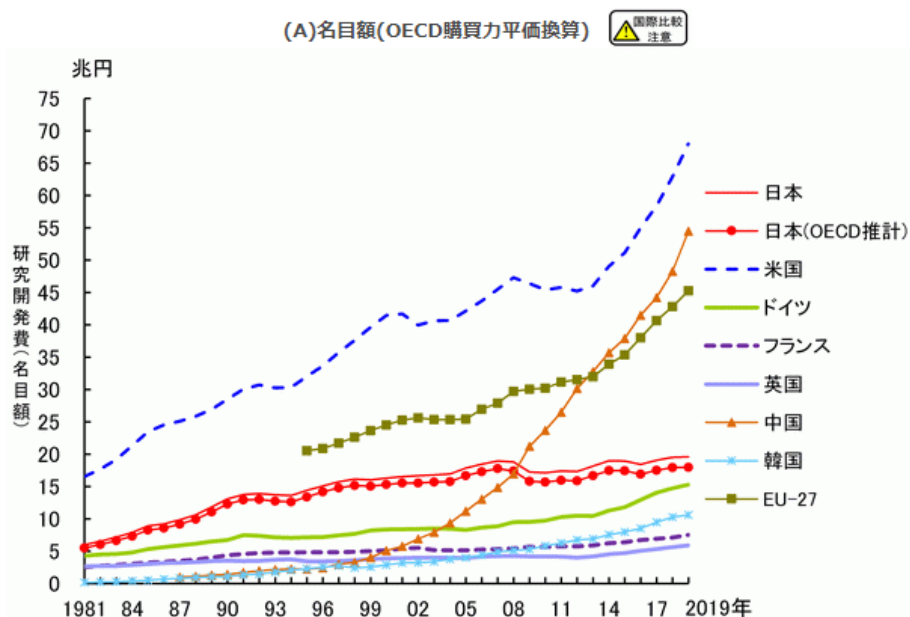
今後の展望としては、基礎的な研究開発の成果をビジネスに着実に落とし込むために、デジタルツイン等を活用し、ビジネス化のシミュレーションをより高速に回せるようスピード感を追求していく必要があると考える。また、成長するベンチャー企業の創出・発展に向けては、未上場のベンチャー企業への資金提供手段を拡充するとともに、プロ経営者をベンチャー企業に送り込むことへの支援、文理総合の能力を持つ人材を育成するためのリカレント教育（社会に出てから大学で学びなおす等）の推進が期待される。

2) 研究開発への投資

先端技術の研究開発に関わる人材について、慶応義塾大学の國領二郎教授は「約 20 年前と比べ人材の流動化は徐々に進んできているが、人材が大学に流れる状態になっていない現状にある」と話す。大学に流れる研究開発の資金面に関して、東京大学の相田仁教授は「我が国は国から大学への補助も年々少なくなってきた一方で、米国の大学院では、様々な企業から投資による潤沢な研究費のもと、研究に注力できる環境が構築されている」と話す。

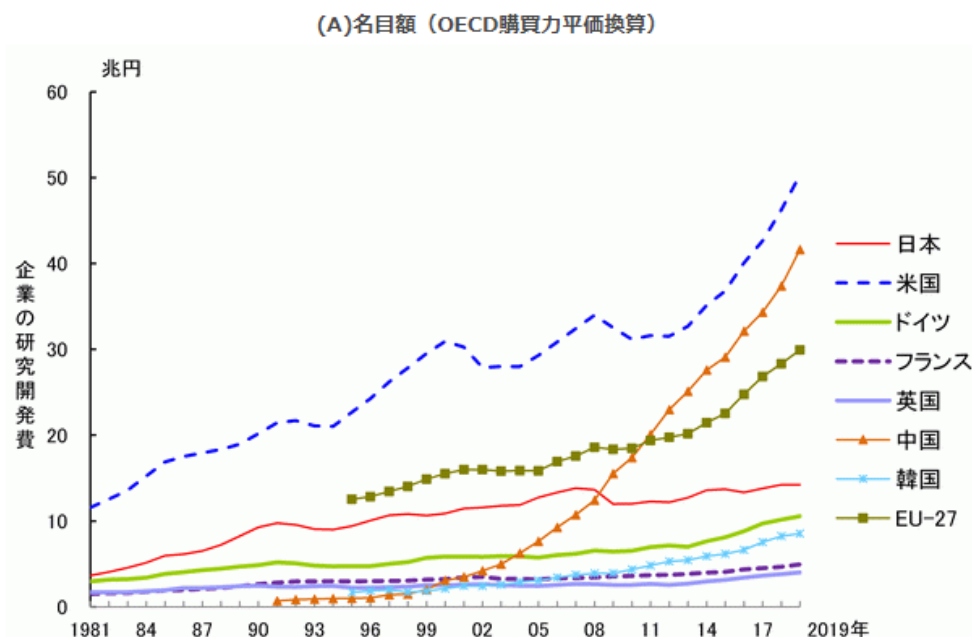
2021 年 8 月に科学技術・学術政策研究所が公開した、世界各国における 2019 年の科学技術の研究開発費用の調査結果によると、我が国は約 18 兆円で前年同様 3 位ながらも、研究開発費用は 0.2% 増にとどまったのに対し、1 位の米国は 8.2% 増、2 位の中国は 12.8% 増の成長を見せた（図表 3-82）。企業の研究開発費は、我が国では約 14 兆円で前年比 0.2% 減。米国は約 50 兆円（前年比 8.9% 増）、中国は約 41 兆円（前年比 11.4% 増）であった（図表 3-83）。大学の研究開発費は、我が国は総務省のデータから算出した値では約 3.7 兆円（前年比 1.1% 増）、経済協力開発機構（OECD）のデータからは約 2.1 兆円（前年比 1.3% 増）となり、1 位の米国は約 8.1 兆円（前年比 5.0% 増）、2 位の中国は約 4.4 兆円（前年比 23% 増）という結果（図表 3-84）になったことから、我が国と米中の研究開発費の差が広がる傾向にあるといえる。

図表 3-82 主要国等の研究者 1 人当たり研究費の推移



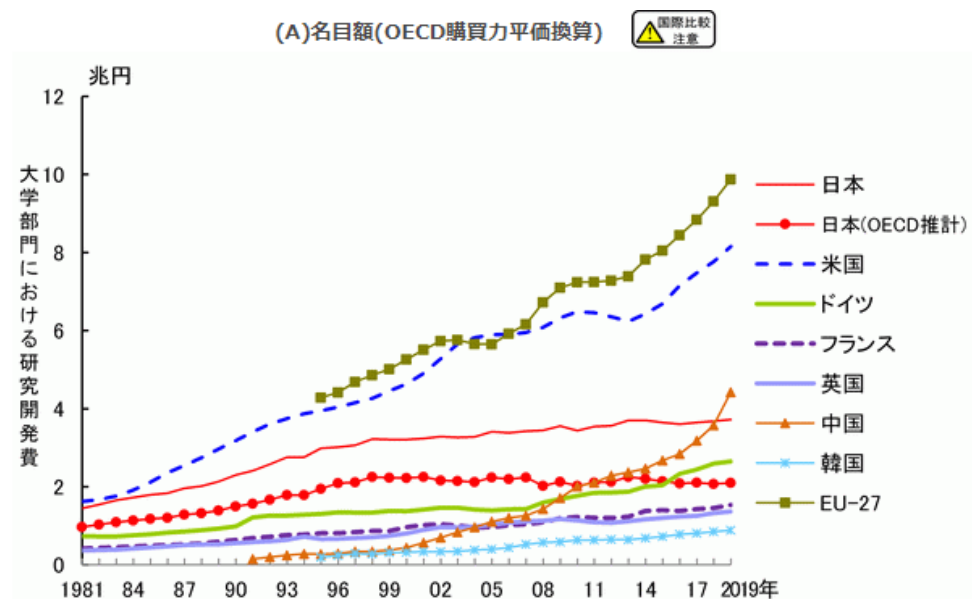
出典：文部科学省 科学技術・学術政策研究所（2021.8）「科学技術指標 2021」

図表 3-83 主要国における企業部門の研究開発費の推移



出典：文部科学省 科学技術・学術政策研究所（2021.8）「科学技術指標 2021」

図表 3-84 主要国における大学部門の研究開発費の推移



出典：文部科学省 科学技術・学術政策研究所（2021.8）「科学技術指標 2021」

政府は第6期科学技術・イノベーション計画で「2021年度から2025年度に政府研究開発投資予算として30兆円、官民合わせた研究開発投資の総額を120兆円」を目標に掲げ、研究者が研究に集中できる環境の整備が進みつつある。近年、研究費の獲得方法も多様化が進み、行政機関からの資金だけでなく、大学や研究機関による独自の基金や、財団や団体・企業による研究助成も増えている。寄付による基金の

設立や、クラウドファンディングで研究費を獲得することもひとつの手段として受け入れられつつあり、学術系クラウドファンディング「academist (アカデミスト)」では若手研究者向けの研究費支援プロジェクト¹⁹⁹も始まっている。関心のある人が少しずつでも資金を提供することで研究を支援するというスタイルが、日本でも広がってきている。初めから科学研究費補助金のような大型の研究助成金に挑むのではなく、民間助成基金やクラウドファンディングを利用して小規模な研究から始め、その研究成果をもってより大型の助成金に応募し、研究を拡大していくことも可能となってきた。研究者には、どのような研究費を獲得し、どのように研究を広げていくかなど中長期的な研究費の獲得戦略を考えて研究開発を進めて行くことが期待される。

3) オープンデータ活用による ICT を含む研究開発・社会実装の促進

ICT を含む研究開発・社会実装の展望について、慶応義塾大学の國領二郎教授は「研究開発や社会実装において、データ活用が今後ますます重要になっていく。中国ではデータを公共財として扱うための政策があり、データを活用した研究、実証実験等を行いやすい基盤が整備されている。一方、我が国は個人情報保護に慎重なため、中国に比べデータ活用が広く浸透していない。中国のようにデータ活用をより強力に進めるための政策を検討しなければ、企業間や産官学連携でのデータ活用が進まず、諸外国との差が広がっていくであろう」と話す。中国では、新型コロナウイルス感染拡大の初期に、交通機関、病院などの公共部門のオープンデータを公開し、メガテック企業がそれらを地図データ、位置情報データと統合して、プラットフォーム（ソーシャルメディアの WeChat、決済アプリのアリペイ、百度地図など）経由で、新型コロナウイルスの感染者情報を公開し、透明性のある情報公開を試みた事例がある²⁰⁰。

また、國領二郎教授は「米中対立の激化、新型コロナウイルス感染症拡大、ロシアによるウクライナへの軍事侵攻といった国際情勢により、世界的に分断の動きがさらに進み、インフレーション加速と景気後退が重なるスタグフレーションの脅威が主要国に迫るだろう」と話す。我が国は人口減少・少子高齢化に伴う労働力の不足、国内市場の縮小といった社会課題を抱える。機械化・ロボット化等 ICT はこのような社会課題を解決していくうえで重要な役割に位置付けられている。我が国においても、ビッグデータや AI を活用した創薬の研究開発、サプライチェーンの最適化・共同輸配送システムといった物流分野のデジタル・トランスフォーメーション等が進んでいる。ICT を中核技術とした研究開発及び社会実装を進めて行くために、源泉となるデータを共有財、公共財として活用するための基盤づくりを継続することで、持続可能な社会の実現が期待される。

¹⁹⁹ Academist (アカデミスト)「若手研究者向け研究費支援プログラム academist Prize」<https://prize.academist-cf.com/>

²⁰⁰ 株式会社野村総合研究所 (2020.3.26)「新型コロナウイルス対応で進む中国のデジタル社会実装」
<https://www.nri.com/jp/keyword/proposal/20200326>

(2) 個別技術の課題・展望

1) Beyond 5G

Beyond 5G (6G) に対する国家戦略とそれに沿った産学官連携ならびに他国との連携といった取組みについては、現時点ではフィンランドが世界で最も進んでおり、決して日本の国家戦略が世界に先駆けているわけではない。欧州全体で見ると、研究開発に関する技術プラットフォームおよびファンディングスキームが整備されていることから、欧州各国のコンセンサスが得られた後は、飛躍的に進む可能性が高く、日本としては遅れを取らないように連携等の道を早急に模索していく必要があるとかがえる。





米国は、欧州と比較すると政府レベルでの具体的な方針はまだ見えていない状況だが、Beyond 5G (6G) に関する研究開発プロジェクトはすでに複数立ち上がっており、動向を常に把握しておく必要がある。一方で、中国は、得られる情報が多くなく今後の動きが読みづらいが、ファーウェイや ZTE の先行的な取組みもあり、研究開発状況は最先端で中国勢は研究開発だけでなく標準化にも深く関与していることから、今後我が国が標準化を進めていくに当たっては、中国勢の取組も注視していく必要がある。

Beyond 5G (6G) 時代においては、研究開発対象・ユースケースが 5G からさらに広がることが想定され、一国で同領域をリードすることは困難であることから、諸外国との共同研究事業の立ち上げ・推進を積極的に行うことで、我が国が Beyond 5G 領域をリードする可能性がより高まるとみられる。

また、Beyond 5G に関する我が国と海外主要国の政府研究開発投資額を比較すると、米国や欧州 (EU) の投資額は 1,000 億円を超えるとみられる一方で、我が国は 2025 年までの 5 年間で 1,000 億円規模の国費投入を目指す方針²⁰¹であり、世界トップレベルの投資額といえる。産官学の研究開発への積極的な投資を続けることが、Beyond 5G の要素技術をいち早く確立することに繋がるとみられる。

²⁰¹ Beyond 5G 推進コンソーシアム (2020.12.8) 「設立総会」 <https://b5g.jp/event.html#a01-01>

図表 3-85 5G/Beyond5G に関する諸外国の政府研究開発投資額

5G/Beyond 5Gに関する諸外国の政府研究開発投資額		22
<p>■ 諸外国においては、経済安全保障等の観点から、Beyond 5G (6G) への積極的な研究開発投資を実施。</p>		
	5G	Beyond 5G (6G)
 EU	<ul style="list-style-type: none"> EU研究開発プログラムHorizon 2020 (2014-2020) の5G関連の研究開発プロジェクトに、7億ユーロ (約850億円) の研究開発予算を投資 	<ul style="list-style-type: none"> 次期研究開発プログラムHorizon EU (2021-2027) の6G関連の研究開発プロジェクトに、9億ユーロ (約1,200億円) の研究開発予算を投資 (2021年3月) ドイツでは、6G関連の研究開発プロジェクトに7億ユーロ (約850億円) の研究開発予算を投資 (2021年4月) フィンランドでは、Oulu大学、Nokia等の研究プロジェクト「6 Genesis (2018-2026)」に、約300億円の研究開発予算を投資
 米国	<ul style="list-style-type: none"> 5Gネットワーク関連の研究プログラム「AWRI」に、4億ドル (約400億円) の研究開発予算を投資 	<ul style="list-style-type: none"> 検討中 (バイデン大統領の選挙公約では、先端技術の研究開発に4年間で3,000億ドル投資 (増額))
 韓国	<ul style="list-style-type: none"> 高速ネットワーク研究開発プロジェクト「Giga Korea (2013-2020)」に、4,100億ウォン (約400億円) の研究開発予算を投資 	<ul style="list-style-type: none"> 「6G R&D推進戦略」に基づき、6G関連の研究開発プロジェクトに、5年間で2,200億ウォン (約220億円) の研究開発予算を投資
 中国	<ul style="list-style-type: none"> 明確な政府投資額は不明 	<ul style="list-style-type: none"> 明確な政府投資額は不明 (2019年11月、政府主導で「6G技術研究開発推進活動チーム」等が始動)

出典：総務省 (2021) 2021年度マルチメディア振興センター 情報通信講演会「5G通信サービスの展開とその先 (Beyond 5G) へ」基調講演資料²⁰²

2) 量子技術 (量子暗号通信・量子情報処理)

IoTの市場規模や適用領域のさらなる拡大が見込まれており、サイバーセキュリティ分野は国家における最重要分野の一つとなっている。また、量子コンピュータの実用化により現代使われている暗号技術が破綻する可能性が懸念されており、各国が力を入れて量子暗号通信技術の開発に取り組んでいる。

日本においても「量子技術イノベーション戦略」をはじめ様々な施策が行われているが、中国が2021年に距離4600キロの衛星・地上間量子鍵配送実験に成功するなど、研究開発の規模において遅れを取っている。しかし、「量子技術イノベーション戦略の見直しの方向性 中間取りまとめ概要(案)」²⁰³にある通り、「量子技術は安全保障上でも極めて重要な技術であり、高度な量子技術の自国保有や、継続的かつ安定的な人材育成・確保」が必要とされる。

また、量子産業をめぐる国際競争は年々激化しており、我が国の量子産業の国際競争力を維持・向上するため取組を加速する必要がある。量子暗号通信に関する設備投資は多額の費用を要するため、より高い機密性を求められる軍事・防衛・公共分野・金融部門などから導入が進んでおり、それらの運用実績を活かした民生用途へ展開・普及が期待される。

²⁰² https://www.fmmc.or.jp/Portals/0/resources/ann/pdf/koenkai/20211029_kichoukouen.pdf

²⁰³ 量子技術イノベーション戦略の戦略見直し検討ワーキンググループ (2022) 「量子技術イノベーション戦略の見直しの方向性 中間取りまとめ概要(案)」 <https://www8.cao.go.jp/cstp/ryoshigijutsu/10kai/siryoy1.pdf>

量子暗号通信の活用・普及においては高品質に遠距離の通信を行えることが必要であり、「新しい資本主義実現会議（第4回）」（2021）²⁰⁴では、“現状の量子暗号通信は、遠距離（数十 km 以上）では中継器が必要であり、セキュリティの低下が懸念される。量子状態を保ったまま通信できる量子ネットワーク技術が必要”と問題提起している。そのため、「量子技術イノベーション戦略の見直しの方向性 中間取りまとめ（案）」²⁰⁵において課題に挙げられている通り、“量子鍵配送（QKD）ネットワークのオープンテストベッドの拡張・充実、幅広いユーザの参加による利用実証の拡大”のほか、“量子セキュリティの利用インセンティブを高めるためのガイドラインや制度整備”などを官民が緊密に連携して進めることが必要とされる。

図表 3-86 量子技術イノベーション戦略の見直しの方向性 中間取りまとめ概要（案）

4. 今後の対応策等	
<p>(1) 量子コンピュータの産業・研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 従来の計算機システムと量子コンピュータの融合による計算機システムの発展、このためのサーバや周辺機器等の従来型システムの研究開発との連携・融合 ✓ 量子コンピュータの大規模化に向けた技術のブレークスルーに重点を置いた研究開発や基礎研究の推進 ✓ 量子コンピュータ/量子センサに必要な部品・コンポーネントのサプライチェーンの確保 ✓ 複数の企業等による技術研究組合のような組織づくりや支援 ✓ 企業・大学の人材が交流・連携し、多くの企業がかかわるオープンイノベーションの枠組み作り ✓ 社会人育成の環境整備、海外との人材交流の活性化 ✓ 海外に比肩する野心的な目標を掲げた量子コンピュータの研究開発の抜本的な強化・加速 	<p>(2) 量子ソフトウェアの産業・研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 多様な人材がアクセスできる量子コンピュータの利用環境整備、他分野の産業・技術との融合によるソフトウェアの開発 ✓ 新たなビジネスアイデアを発掘するための、アイデアコンテストや優れたアイデアを支援する仕組み ✓ 研究組織のポストの拡充、産業界の積極的な人材の受け入れなど産学の人材育成体制の充実・拡大 ✓ ユーザに価値を提供していくための、ニーズとシーズの架け橋となる人材の育成 ✓ 社会需要や民間投資を喚起していくための、将来の量子コンピュータの活用シーンのイラストや絵などによる表現 ✓ ユーザのリテラシーを上げていくための、活用事例の情報発信や相談窓口の設定 ✓ 量子ソフトウェアに関する国プロジェクトの充実・強化
<p>(3) 量子セキュリティ・ネットワークの産業・研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Beyond5Gの次世代通信システムも含めて、将来のセキュリティ・ネットワークのgrandデザインにおける量子技術の貢献や位置づけの明確化 ✓ 量子セキュリティの利用インセンティブを高めるためのガイドラインや制度整備などの仕組み。 ✓ 量子鍵配送（QKD）ネットワークのオープンテストベッドの拡張・充実、幅広いユーザの参加による利用実証の拡大 ✓ 耐量子計算機暗号（PQC）、秘密分散技術等の活用も含めて、量子・古典のシステムが一体となった総合的な量子セキュリティ技術の利用事例の創出・蓄積 ✓ 部品・コンポーネントのサプライチェーンの確保に向けた取組 ✓ 量子インターネットに関する国プロジェクトの立ち上げ、量子インターネットの技術ロードマップの作成 	<p>(4) 量子技術の知財・標準化</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 将来の計算機・通信の全体システムを見据えた量子コンピュータ・量子通信の知財化・標準化、国際的なルールづくりを主導していく体制や仕組み ✓ 量子技術に関するパテントプールの創設と主体的な民間運営組織の立ち上げ ✓ 量子暗号通信の周辺技術を含めた実用化技術（アーキテクチャ、フレームワーク、インターフェース等）の確立や標準化 ✓ （量子コンピュータについてはハードウェアの方式が固まっていないため、標準化には時間を要するもの）量子コンピュータの上層のレイヤなど可能なところからの標準化

出典：量子技術イノベーション戦略の戦略見直し検討ワーキンググループ（2022.1.24）
「量子技術イノベーション戦略の見直しの方向性 中間取りまとめ概要（案）」

3) AI を活用したネットワーク技術

今後、Beyond 5G や IoT などのさらなる発展を支えるためにネットワークの安全性を担保することは必要不可欠であり、AI を活用したネットワークリソースの最適化や障害の検知など、ネットワークオペ

²⁰⁴ 新しい資本主義実現会議（第4回）「論点案」

https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/atarashii_sihonsyugi/kaigi/dai4/shiryoushu2.pdf

²⁰⁵ 量子技術イノベーション戦略の戦略見直し検討ワーキンググループ（2022）「量子技術イノベーション戦略の見直しの方向性 中間取りまとめ（案）」https://www8.cao.go.jp/cstp/ryoshigijutsu/kento_wg/7kai/sanko5.pdf

レーションの自動化に関する研究開発や実装が各国で進んでいる。国際的な標準化組織でいくつものプロジェクトが進んでおり、日本企業も標準化の一助を担っている。

日本電信電話株式会社の推進する新しいネットワーク構想「IOWN 構想」においても、ICT リソースを全体最適に調和させて、必要な情報をネットワーク内に流通させる「コグニティブ・ファウンデーション」が主要技術の1つとなっている。東京大学の相田仁教授は「IOWN 構想を成功させるためには固定系・モバイル系の両方を視野に入れたうえで、世界でいかに巻き込んでいくかが重要」と話しており、世界を巻き込んでガラパゴス化した技術とにならないようにすることが必要とされる。

また、障害検知・修復について相田教授は「現時点では AI の判断にすべて任せることができる範囲は大きくないが、ネットワーク障害は迅速な根本原因の把握が難しいことがあり、その際の原因調査の手がかりとしては有効。自動化の範囲を進めるには AI の精度を高める必要がある。」と話す。AI を活用する上では学習データが必要とされるため、シミュレータによって発生させた障害事例を学習させるなどの工夫により、ネットワーク修復への AI 活用の実用化が期待される。

テレコムマネジメント分野で最大の国際標準化団体 TM-Forum では運用管理の自動化を L0（手動管理）から L5（完全な Autonomous Network）まで 6 段階で定義しているが、現状では L2（部分的な Autonomous Network）から L3（条件付き Autonomous Network）と考えられている²⁰⁶。AI 技術も活用しながら最適な配置バランスを全体設計し、国際的に提言していくことが今後重要であり、社会課題解決ソリューションの検討などグローバルな課題解決にも役立つと考えられる²⁰⁷。

図表 3-87 目指すべき自動化レベル

自動化レベルの定義と目指すべきターゲット 11

本プロジェクトの最終目標として、自動化レベル3を目指すため、各課題単位での自動化レベル3の実現に向け各課題で設計開発・技術確立を推進する。

レベル	概要	設計/制御業務	障害検知・特定 復旧業務
実現済み	Level 0 人による運用業務 運用者がすべての運用タスクを実施	運用者	運用者
	Level 1 運用タスクの一部自動化 スクリプトによるコマンド実行操作を自動化		
	Level 2 運用プロセスのフロー自動化 ルール（しきい値等）ベースによる判断の一部自動化	運用者（主） システム（副）	運用者（主） システム（副）
今後	Level 3 運用プロセスの判断自動化 AI/MLによる判断の一部自動化	システム（主） 運用者（副）	システム（主） 運用者（副）
	Level 4 特定環境における完全自動化 AI/MLによる特定の業務やNWに特化し完全自動化	システム	システム
	Level 5 完全自動化 AI/MLによるすべての業務・NWに自動化が対応		

(※)ETSI ISG ENI(Experimental Networked Intelligence)の定義に基づき、KDDIが作成

© 2020 KDDI Tomorrow, Together **KDDI**

出典：総務省（2021.4.7）「革新的 AI ネットワーク統合基盤技術の研究開発」の取り組み」

²⁰⁶ 総務省 情報通信審議会 情報通信技術分科会 IP ネットワーク設備委員会（第 65 回）資料 65-3（2021.4.7）
https://www.soumu.go.jp/main_content/000744518.pdf

²⁰⁷ 「デジュール及びフォーラム標準化機関・団体の標準化活動の動向」（総務省）
https://www.soumu.go.jp/main_content/000572828.pdf

4) 宇宙・衛星通信

世界の宇宙産業の市場規模は、16年の37兆円から50年には200兆円に拡大すると予測されている。衛星・ロケットの開発や打ち上げなどの宇宙関連産業に加え、通信・放送サービスなど周辺産業の成長が見込まれるなか、日本がどのくらいシェアを獲得できるかが重要である。世界の宇宙開発では、2つの大きなゲームチェンジが起きている。1つ目は、小型衛星コンステレーションによる低価格化やデータ量の増大により、通信や観測の分野で新しい価値が創造されていることである。米SpaceX社の「Starlink」は、高度550キロメートルに1万2000機の衛星を打ち上げて、宇宙空間からインターネットに接続するサービスを計画しており、すでに約1500機の衛星が打ち上げられた。2つ目は、国家機関が主導する研究開発に加え、ベンチャーが主導する研究開発が活発化していることである。米国のプラネット社は、180機以上の超小型衛星を打ち上げて、1日に100万枚以上の画像を配信するサービスを計画しており、政府の国家監視局が画像を継続して購入している。

我が国では、ソフトバンク株式会社、KDDI株式会社、楽天モバイル株式会社の大手企業を中心に、衛星コンステレーションによる研究開発や社会実装に取り組んでいるが、米国や中国と比べ、衛星コンステレーションによる通信事業に取り組む民間企業は少なく、今後も生まれにくいと見られている。国土の狭さに加え、通信事業者の電波がほぼ全域で入るため衛星通信の必要性が低いためである²⁰⁸。我が国が衛星通信の社会実装をより進めて行くためには、衛星通信事業を専門にする企業ではなく、通信を使用する側の産業が宇宙分野に参画しやすくなる仕組みが求められるであろう。現状、衛星通信をグローバルで使いたい産業はかなり多いとみられる。プラントや自動車メーカー、船舶、航空機などの事業をグローバルで行う企業では、自社のコネクティビティが課題になっている。こうした企業が、単に市場から通信サービスを買うだけでなく、積極的な衛星通信分野への投資、グローバルアライアンスへの参加という議論や動きが起きることが期待される。

また、失敗を恐れず、新しい技術にチャレンジし、人材育成ができる環境づくりが必要である。先述したスターダストプログラムを通して、超小型通信衛星、衛星量子暗号通信、光衛星通信の研究開発に継続して投資することも必要になると考えられる。

5) 脳情報通信技術

● 基礎研究への投資

諸外国で本分野への投資が進む背景には、ベースとなる神経科学の基礎研究が進んでいることがある。しかし、2014年にエルゼビア社が発表した調査レポート「Brain Science : Mapping the Landscape of Brain」²⁰⁹では、2009年から2013年までの期間に掲載された約200万件におよぶ脳と神経科学に関

²⁰⁸ リックテレコム「月刊テレコミュニケーション2021年8月号」

https://www.telecomi.biz/backnumber/bn2021_08.html

²⁰⁹ エルゼビア「Brain Science: Mapping the Landscape of Brain and Neuroscience Research」

<https://www.elsevier.com/research-intelligence/resource-library/brain-science-mapping-the-landscape-of-brain-and-neuroscience-research>

する研究論文を調査し、数が多い上位5か国は、米国、英国、中国、ドイツ、日本となっていた。我が国は2022年時点ではさらにランクを下げている可能性もある。また、人材流出も懸念されている。海外から優秀な研究者を集める中国の人材招致プロジェクト「千人計画」において、兵器科学の最高研究機関とされる北京理工大・ロボット研究センターでは、AIやロボット工学、ロボット製造に活用できる日本人の神経科学者が採用され、神経科学などを研究・指導している²¹⁰。同センターは、弾道ミサイルの誘導や軍民両用ロボットなどを研究してきたとホームページで説明している。こうした背景には中国では多額の研究費などが保証され、研究環境が日本より魅力的という状況が指摘されている。基礎研究は国力の基礎になるもので、その国際競争力の低下は我が国の安全保障上脅威となることから、脳情報通信に関する研究開発への投資を強化していく必要があると考えられる。

● ニューロテクノロジー全般に関する応用志向の教育課程の不足

基礎研究だけでなく、応用志向の神経科学分野における教育課程の不足もみられる。欧米を中心に、ビジネススクールでも「消費者神経科学」をカリキュラムとして扱うところが2014年の時点で30か所もある²¹¹。消費者神経科学関連の研究部署を持つ研究機関の例として、カーネギー・メロン大学、コロンビア大学、コペンハーゲン・ビジネススクール、ハーバード・ビジネススクール、ロンドン・ビジネススクール、MIT（マサチューセッツ工科大学）、スタンフォード大学、UCLA、カリフォルニア大学バークレイ校などが挙げられる。テクノロジーそのものではないが、マーケティングなど、ビジネス分野への応用に対する関心の高さが伺えるが、残念ながら我が国では脳科学の応用に関する教育機会や情報に接する場は少ないため、ニューロテクノロジー全般の技術を発展させるためには、応用志向の教育課程を強化していく必要があると考えられる。

● ニューロテクノロジーに関わるスタートアップの不足

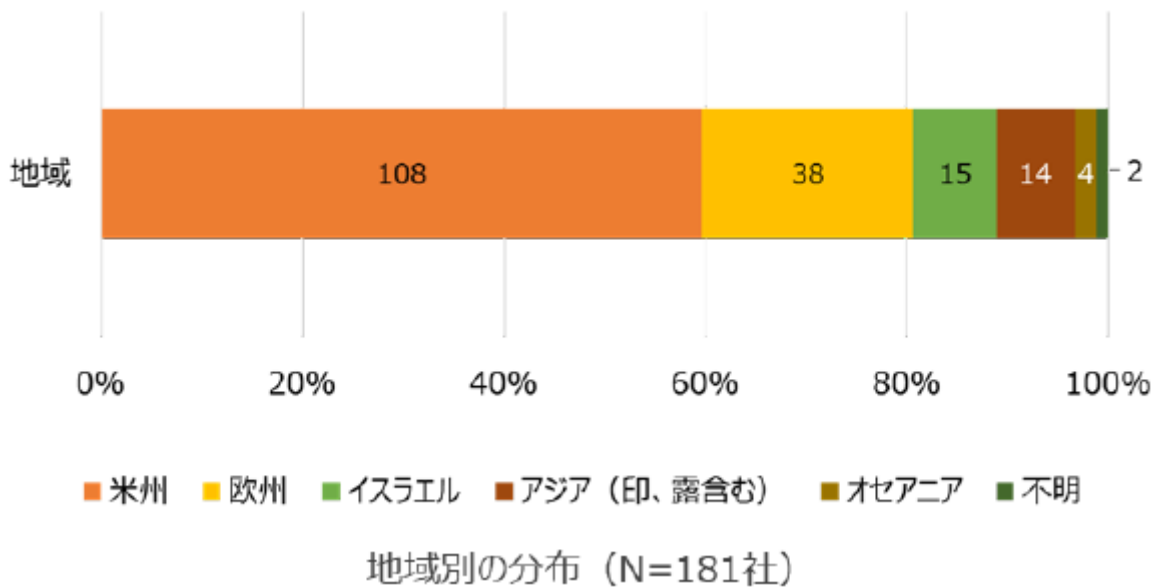
Neuralinkやメタだけでなく、日本のニューロテクノロジー分野のスタートアップについても相対的に勢いが足りていない。英語圏のみの調査であるが、図表3-88に示す通り、ニューロテクノロジー分野のスタートアップは欧米が中心であり²¹²、日本から世界的に名の知れるようなニューロテクノロジー企業はまだ誕生していない。このため、基礎研究の体制整備、教育環境の構築と共に社会実装の出口の部分でこうしたスタートアップ企業を支援するような国家的な取り組みが期待される。

²¹⁰ 読売新聞（2021.1.1）「【独自】中国「千人計画」に日本人、政府が規制強化へ…研究者44人を確認」
<https://www.yomiuri.co.jp/politics/20201231-OYT1T50192/>

²¹¹ Smidts, A., Hsu, M., Sanfey, A. G., Boksem, M. a. S., Ebstein, R. B., Huettel, S. a., … Yoon, C. (2014). Advancing consumer neuroscience. *Marketing Letters*

²¹² 一般社団法人応用脳科学コンソーシアム「応用脳科学リサーチプロジェクト2018」
<https://www.can-neuro.org/consortium/research2018.html>

図表 3-88 ニューロテクノロジー関連スタートアップの企業数



出典：応用脳科学コンソーシアム, (2018) 「応用脳科学リサーチプロジェクト 2018」²¹³

● 倫理・法律・社会的課題への対応・国際的な協調活動の不足

BMI やニューロフィードバックは可能性がある分野でありながら、遺伝子治療の分野における「遺伝子改変がどこまで許されるか？」と同様に「人間は人間の脳にどこまで介入してもいいのか？」という問いを強く投げかける領域でもある。また、ニューロテクノロジーを、権力を得ようとする国家・独裁者やテロリストによって使われるリスクもある。日本で規制しても、他国が進めるということも十分考えられる。国際社会が協調して、ニューロテクノロジー分野の負の側面を抑えこむ努力をすることが期待されるが、なかなかそうした動きは見られない。

ニューロテクノロジー分野は、科学的に後進国となりつつある我が国が基礎研究の領域ではまだ競争力を持っている分野でもあり、その社会実装における ELSI 関連問題も、国際的な議論を主導していくことで存在感を示していきたいところである。応用分野では、英国のユニバーシティカレッジロンドンと日本の株式会社 NTT データ経営研究所が共同で「Applying Neuroscience to Business」²¹⁴という世界で初めての脳科学の産業応用を議論する研究者事業者を集めた国際会議を開催するなど、小さくはあるが取り組みもあるため、政府としてもこうした基礎研究や産業応用上のシーズを実社会に普及促進させる施策が望まれる。

²¹³ 応用脳科学コンソーシアム, (2018) 「応用脳科学リサーチプロジェクト 2018」, <https://www.can-neuro.org/consortium/research2018.html>

²¹⁴ 株式会社 NTT データ経営研究所 (2019.7.19) 「国際会議「Applying Neuroscience to Business (脳科学の事業応用)」の開催」 <https://www.nttdata-strategy.com/newsrelease/190719.html>

6) ICT分野におけるデバイス技術（半導体・パワーデバイス）

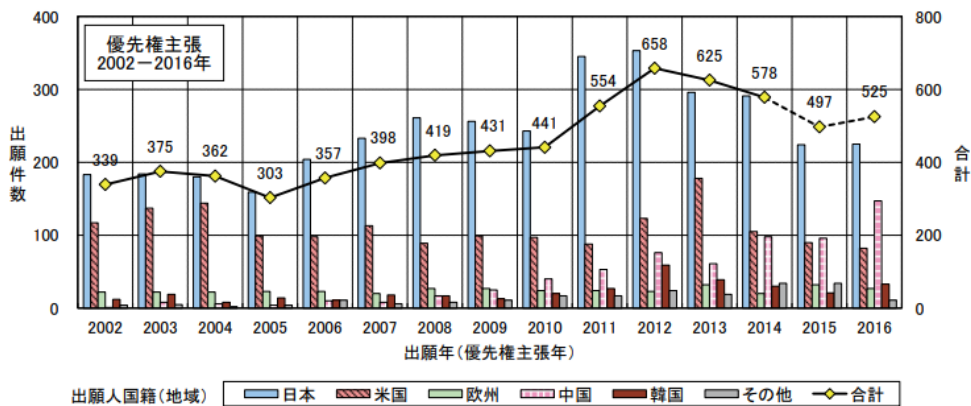
パワーデバイスは生活のあらゆる場面で使われており、省エネルギー化や温室効果ガス排出削減といった社会課題の解決において重要な役割を担っている。電気自動車の普及においても、効率的な電力制御を担うパワーデバイスの果たす役割は大きい。

パワー半導体の世界市場規模は拡大しており、2030年には5兆円、2050年には10兆円市場になると言われている。従来のSi（シリコン）のパワー半導体が普及する中で次世代のパワー半導体となるSiC（シリコンカーバイド）、GaN（窒化ガリウム）、Ga2O3（酸化ガリウム）等のワイドギャップ半導体の研究開発に関して、基板、デバイスから応用技術まで幅広い取組みが行われている。今後は、高電力、高周波数、高温での高性能化が見込まれるワイドギャップ半導体の割合が増加していくと予想されている。

従来の素材（Si：シリコン）を含むと、日本企業が一定のシェア（パワーデバイス20%、パワーモジュール45%、パワー半導体用Siウェハー34%）を獲得しているが、SiCデバイスは日欧米でシェアを分け合う状況であり、特にSiCウェハーでは米国が80%以上のシェアを有しており寡占状態である。特に米国ではテスラがSiCによるインバーターを搭載したEVの生産を開始するなど、社会実装の拡大が始まりつつある²¹⁵。

ただ、SiC材料分野の特許、論文では、日本のシェアが大きく、日本の技術ポテンシャルは高い。日本がワイドバンドギャップ半導体の社会実装において競争優位性を確立するためには、低コスト化、信頼性向上、安定供給等の実装課題を解決していくことが求められている。

図表 3-89 SiC材料分野の特許出願数推移



出典：国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（2021）「パワーエレクトロニクス分野の技術戦略策定に向けて」

²¹⁵ 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（2021）「パワーエレクトロニクス分野の技術戦略策定に向けて」 <https://www.nedo.go.jp/content/100939129.pdf>

3.2. 国内外におけるデジタル活用の動向等の調査

3.2.1. 国民生活におけるデジタル活用の動向

(1) 国民生活におけるデジタル活用に対する意識調査

本項では、国民生活におけるデジタル活用状況や意識調査結果とそこから見えてきた課題と今後の展望について記載する。

1) アンケート結果

(ア) 働き方

i 利活用及び利用意向の状況

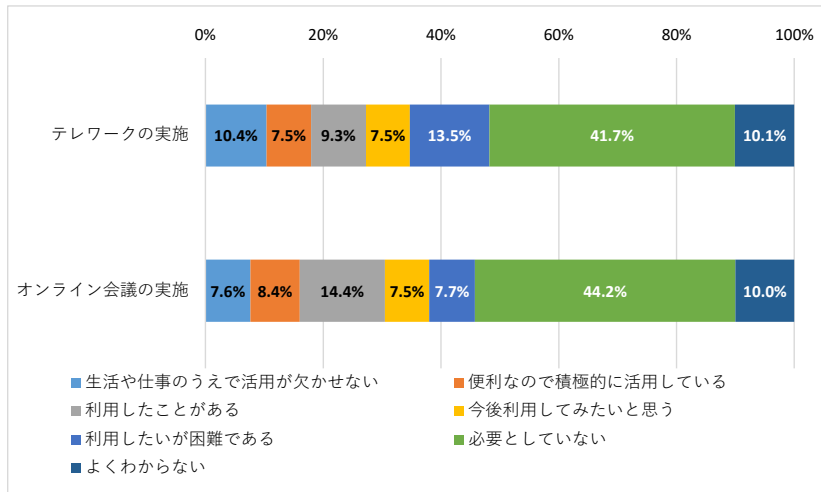
● 日本におけるデジタル利活用状況

働く上でのデジタル化として、テレワーク及びオンライン会議の利用状況について尋ねたところ、テレワーク及びオンライン会議の利用意向として「必要としていない」という回答が最も多く、40%を超えており、「利用したいが困難である」と回答した割合を合わせると50%を超えていた（図表 3-90）。一方で、利用したことがあると回答した割合は（「生活や仕事のうえで活用が欠かせない＋便利なので積極的に活用している＋利用したことがある」）で30%程度に留まっていた。

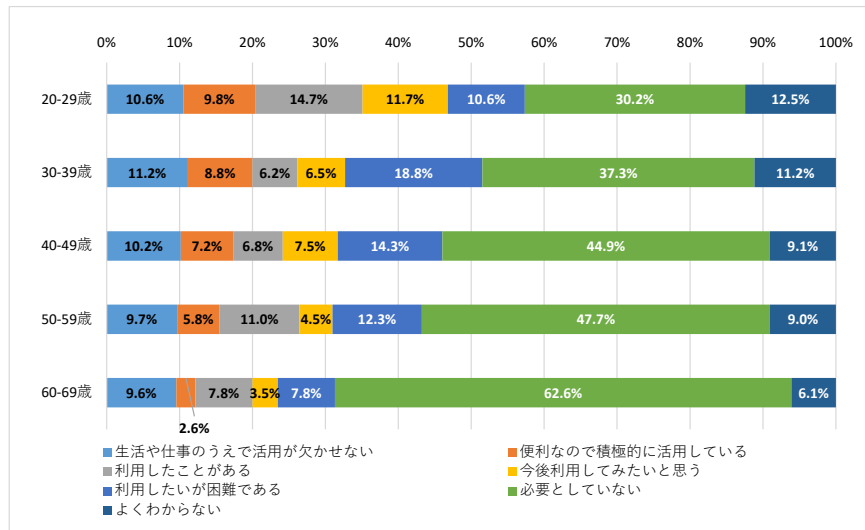
年齢別に見ると、テレワーク及びオンライン会議を利用したことがあると回答した割合は、20歳代が35%程度と最も利用率が高かった。また、年代が低いほど、「必要としていない」と答える割合が低いことに加えて、「今後利用してみたいと思う」と回答した割合が多くなる傾向があることから利用意向が高いことが伺えた（図表 3-91）。

世帯年収別に見ると、世帯年収が高い層ほど、利用したことがある（「生活や仕事のうえで活用が欠かせない＋便利なので積極的に活用している＋利用したことがある」）と回答した割合が多くなっていたことに加えて、「必要としていない」と回答する割合が低い傾向であった。特に、世帯年収が1000万円以上の層ではテレワーク、オンライン会議ともに50%以上が利用したことがあると回答した（図表 3-92）。

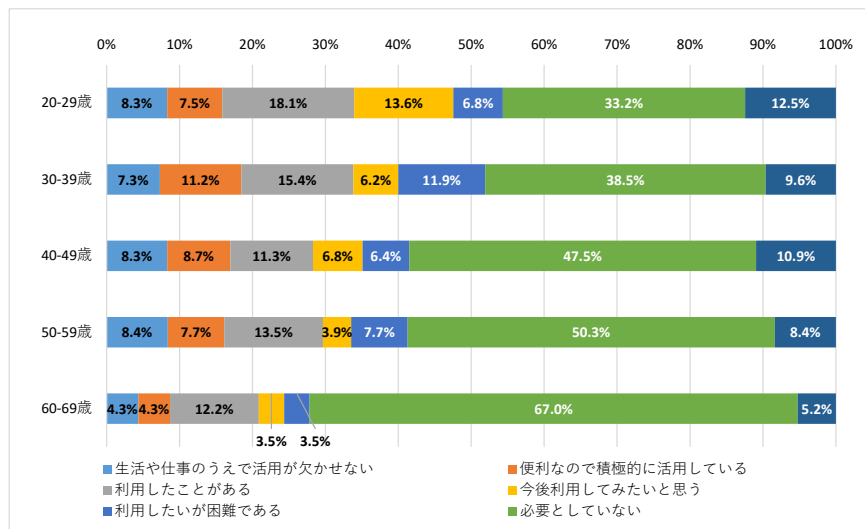
図表 3-90 日本におけるデジタル活用状況



図表 3-91 日本における年齢別デジタル利用状況
(a) テレワークの実施

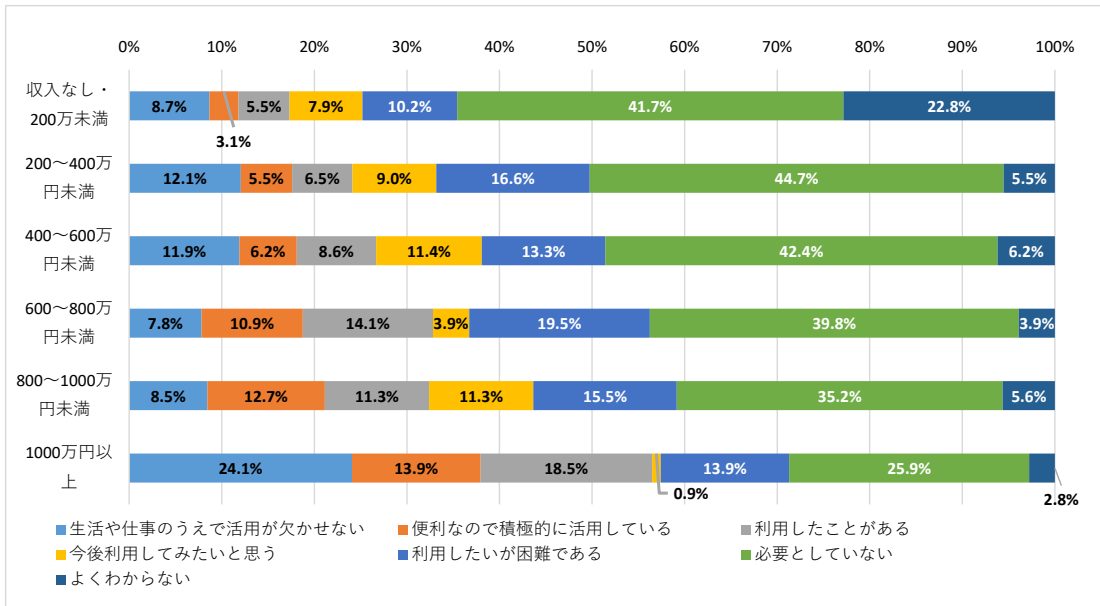


(b) オンライン会議の実施

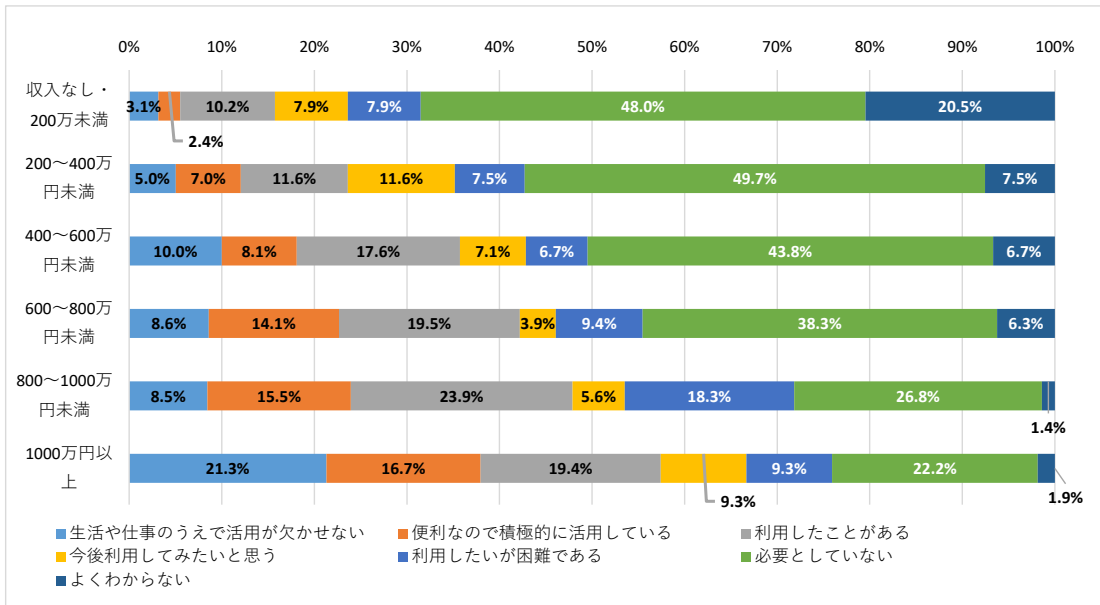


図表 3-92 日本における世帯年収別デジタル利用状況

(a) テレワークの実施



(b) オンライン会議の実施

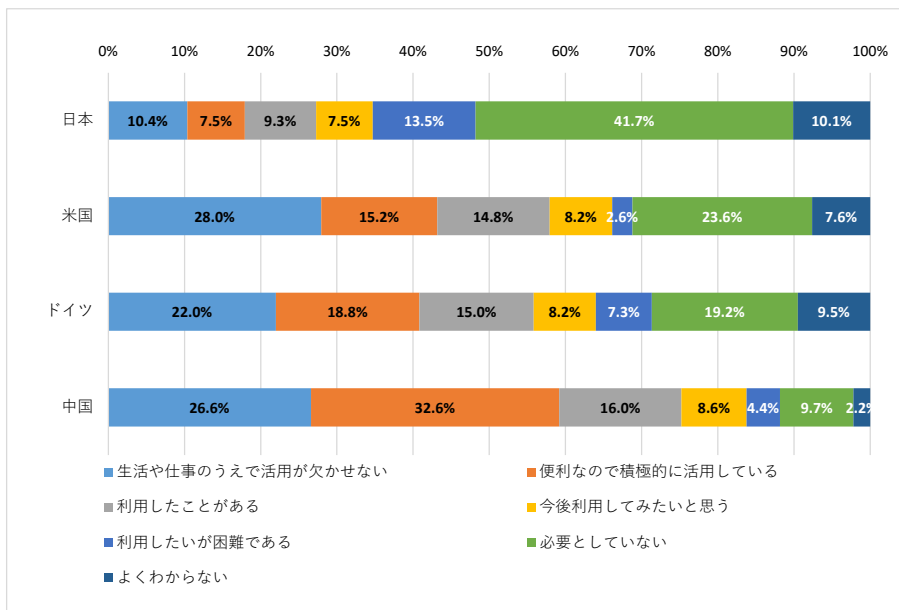


● 日本と諸外国におけるデジタル利用状況の比較

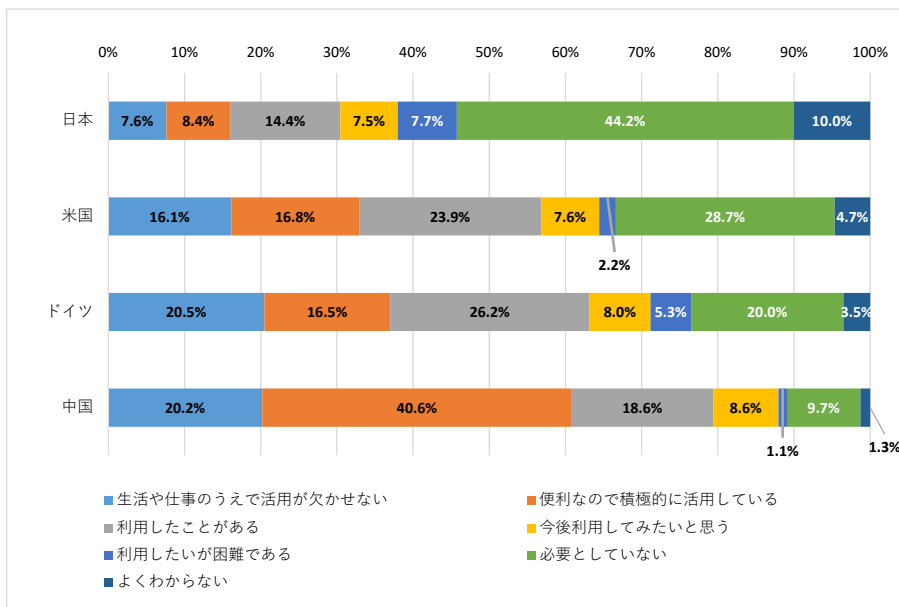
日本ではテレワーク、オンライン会議を利用したことがあると回答した割合は 30%程度であったのに対して、米国・ドイツでは 60%弱、中国では 70%を超えており、日本におけるテレワークの普及が遅れていることが分かった。また、テレワークの実施について「必要としていない」という回答が日本では 40%を超えるのに対して、諸外国では 10%-20%程度となっていた（図表 3-93）。

テレワークなど働く上でのデジタル化について「利用したいが困難である」と回答した方にその理由を尋ねたところ、諸外国ではインターネット回線等の環境面や費用面が多く挙げられているのに対し、日本では「ルールや制度が整っていない」ことが 35.7%と最も多く挙げられていた（図表 3-94）。

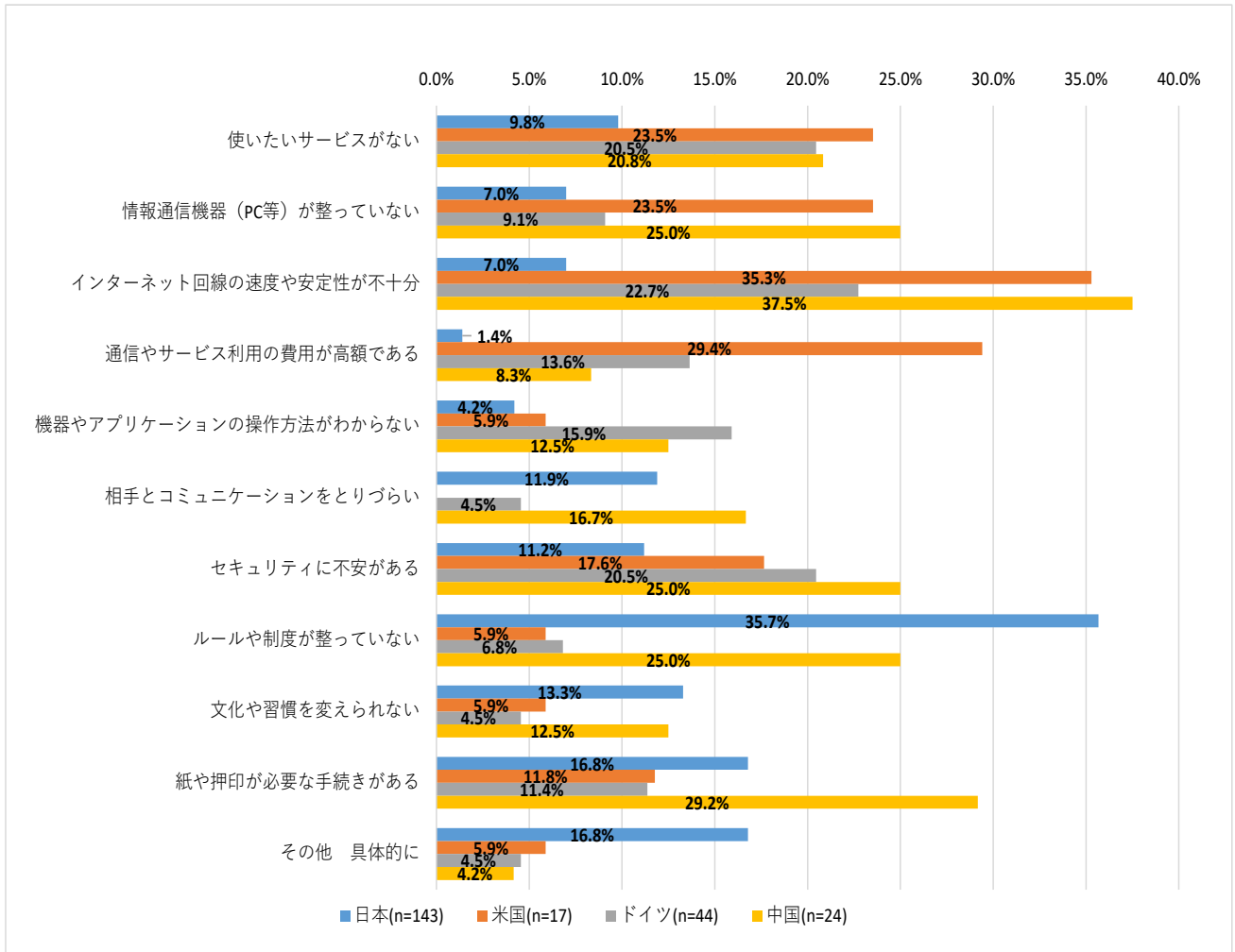
図表 3-93 日本と諸外国におけるデジタル利用状況
(a) テレワークの実施



(b) オンライン会議の実施



図表 3-94 デジタル活用が困難である理由（テレワークの実施）



ii デジタル化に伴う期待・不安

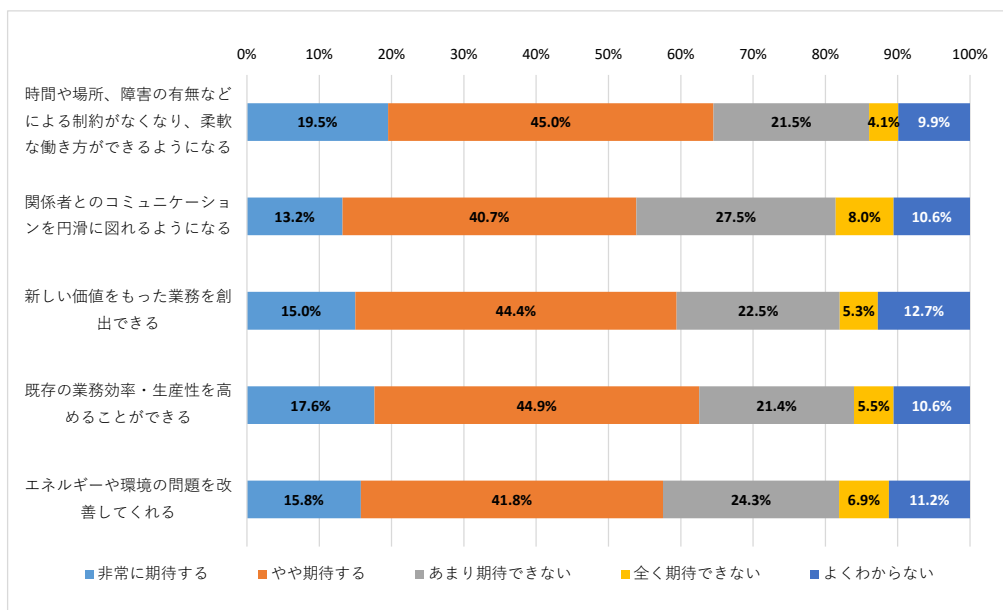
● 日本におけるデジタル化進展に対する期待・不安

働き方におけるデジタル化に対する期待と不安について尋ねたところ、期待することとしては、時間や場所などの制約が無くなることによる柔軟な働き方と業務効率・生産性に対して期待する割合が最も多く、60%以上となっていた。また、コミュニケーションや新たな業務、エネルギー問題についても50%以上が期待すると回答した。一方で、不安に感じることとしては、機器やシステム不具合に対する損害が発生することに対する不安が60%強と最も多く、次点で雇用が奪われることに対して不安を感じる割合が多く、約54%程度となっていた。その他にも、労働管理や人とのつながりに対する不安も50%程度となっていた一方で、エネルギーに対する不安の割合は44%程度と他の回答と比較して不安を感じる割合が低くなっていた（図表 3-95、図表 3-96）。

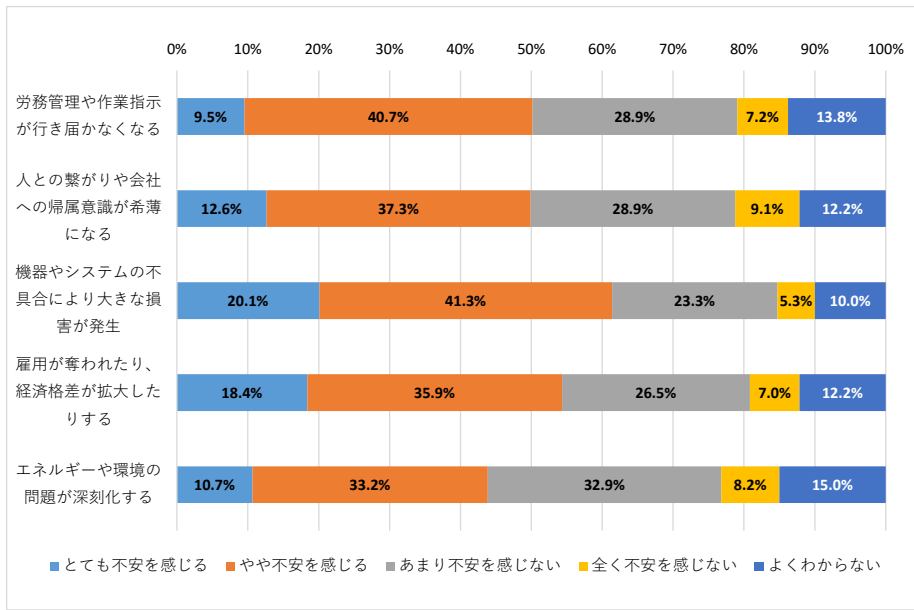
年齢別に比較すると、期待・不安ともに大きな差はなかった（図表 3-99、図表 3-100）。

世帯年収別に比較すると、収入なし・200万円未満の層では期待・不安ともに「よくわからない」と回答する割合が大きく、それ以外の世帯年収帯の回答と比べ、期待する・不安を感じる割合が低くなった（図表 3-97、図表 3-98）。また、世帯年収が高い層ほど、デジタル化に対して期待すると回答する割合が多くなる傾向があった。一方で、世帯年収によってデジタル化に対する不安について大きな差はなかった。

図表 3-95 日本におけるデジタル利活用に対する期待

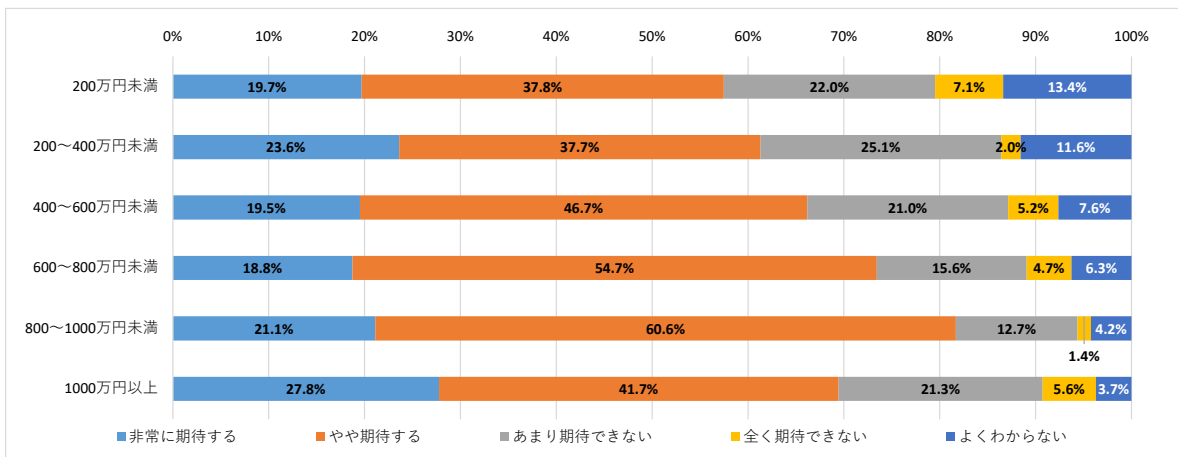


図表 3-96 日本におけるデジタル活用に対する不安

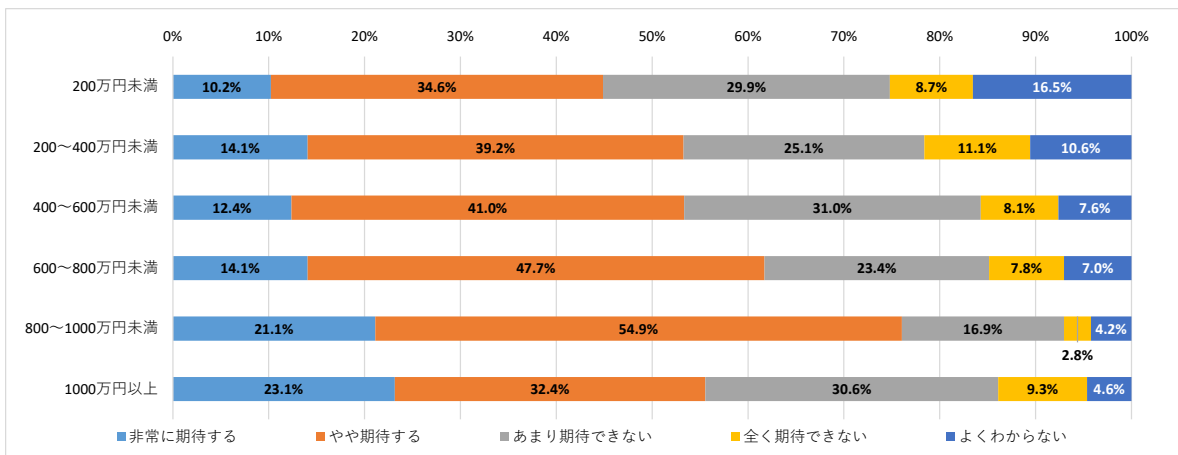


図表 3-97 日本における世帯年収別デジタル活用への期待

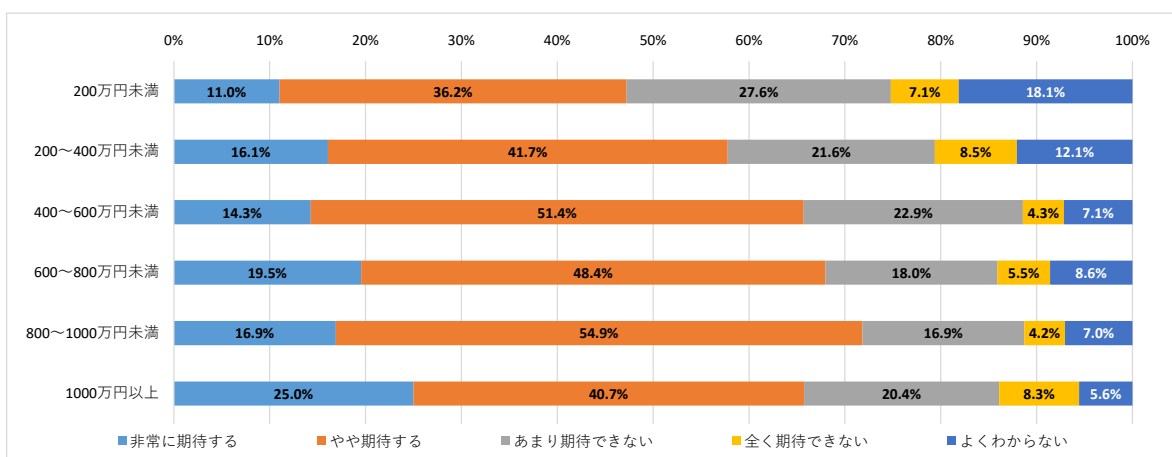
(a) 時間や場所、障害の有無などによる制約がなくなり、柔軟な働き方ができるようになる



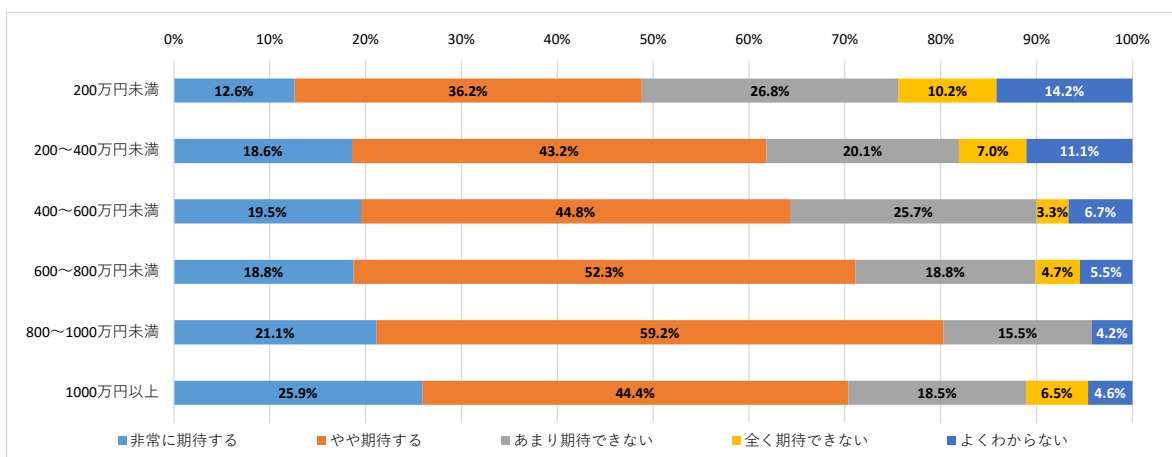
(b) 関係者とのコミュニケーションを円滑に図れるようになる



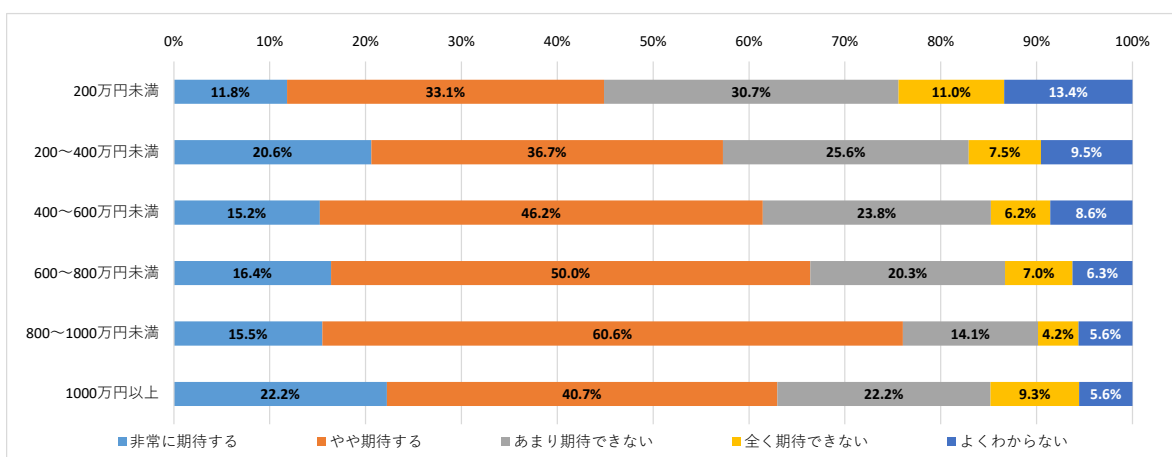
(c) 新しい価値をもった業務を創出できる



(d) 既存の業務効率・生産性を高めることができる

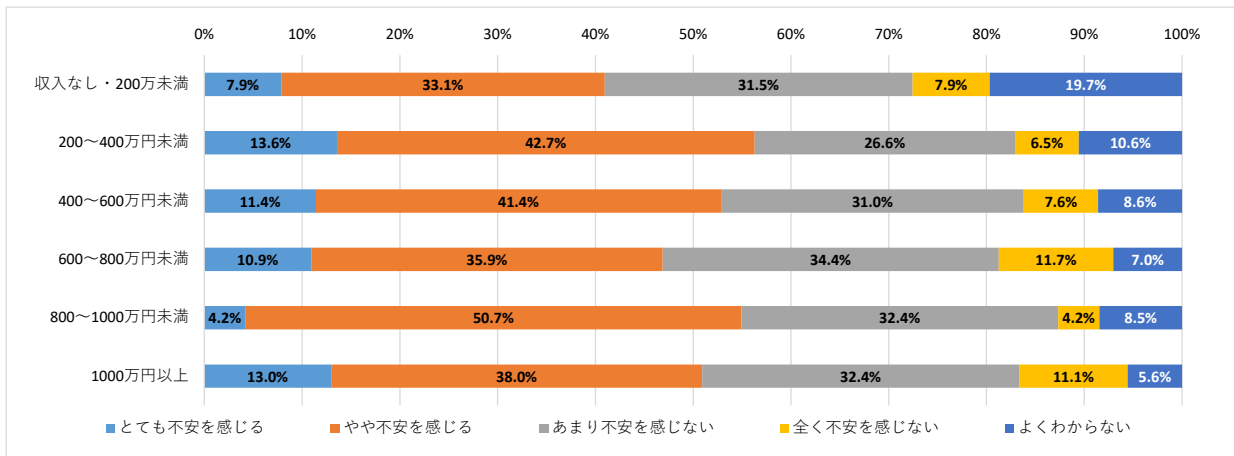


(e) エネルギーや環境の問題を改善してくれる

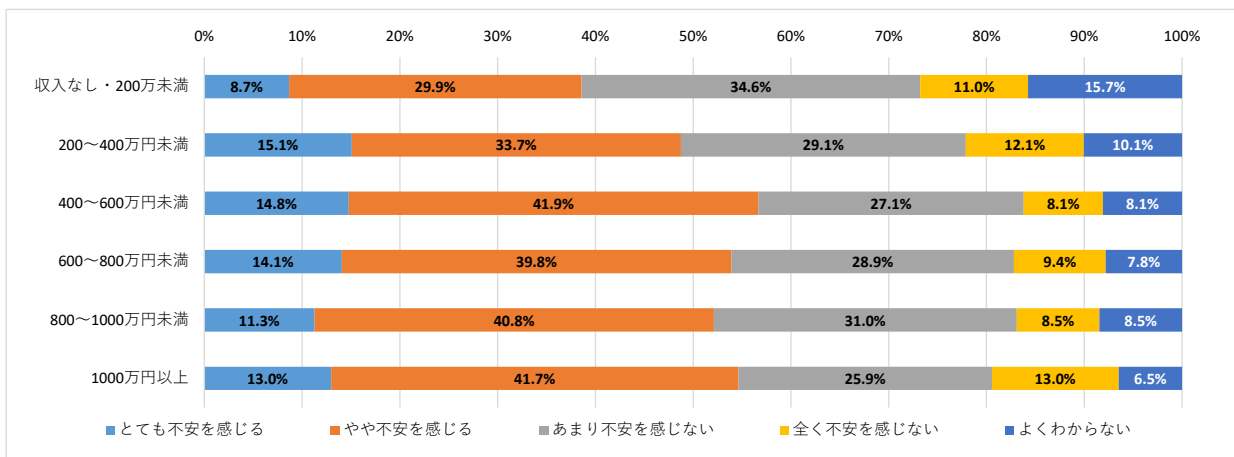


図表 3-98 日本における世帯年収別デジタル活用への不安

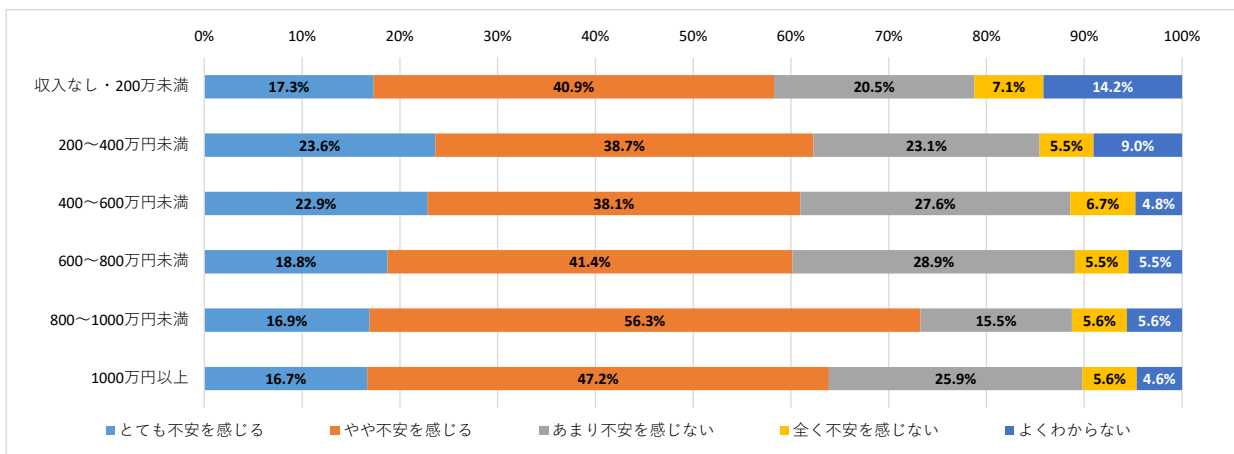
(a) 労務管理や作業指示が行き届かなくなる



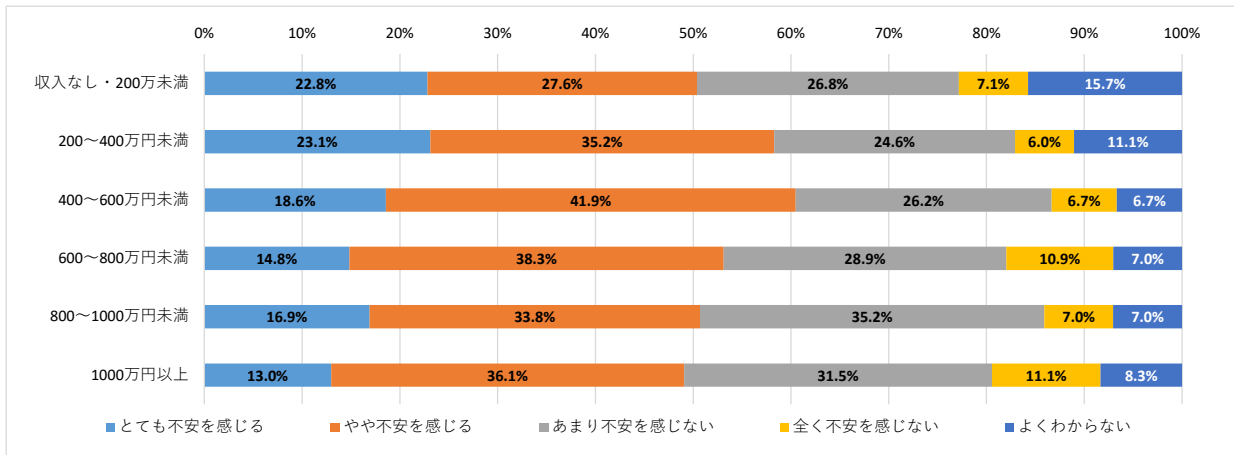
(b) 人との繋がりや会社への帰属意識が希薄になる



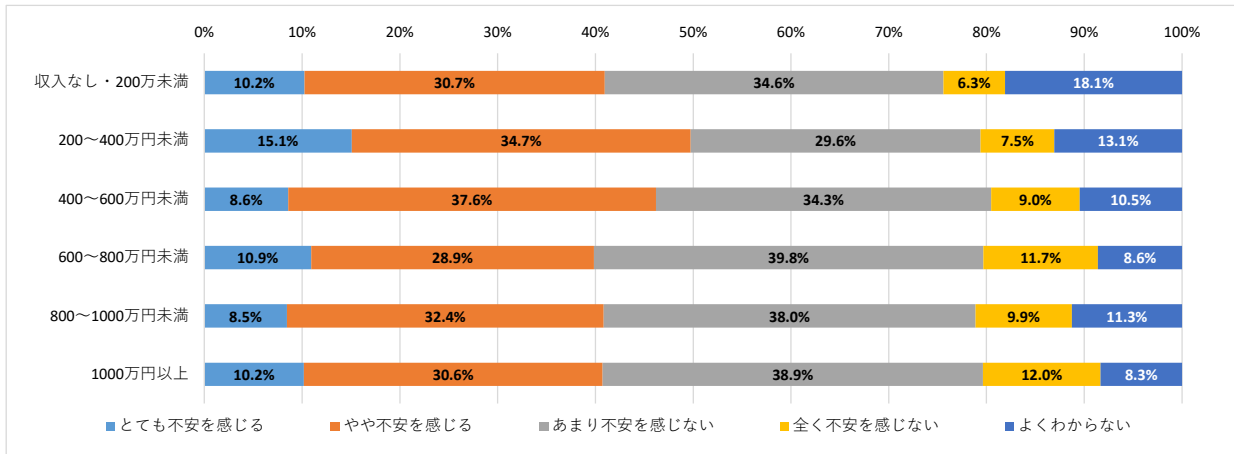
(c) 機器やシステムの不具合により大きな損害が発生



(d) 雇用が奪われたり、経済格差が拡大したりする

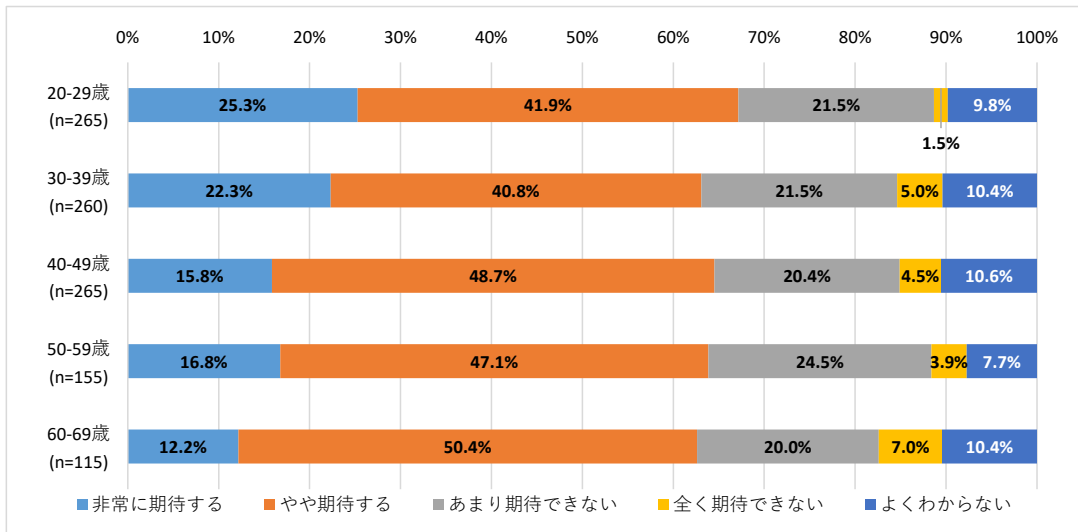


(e) エネルギーや環境の問題が深刻化する

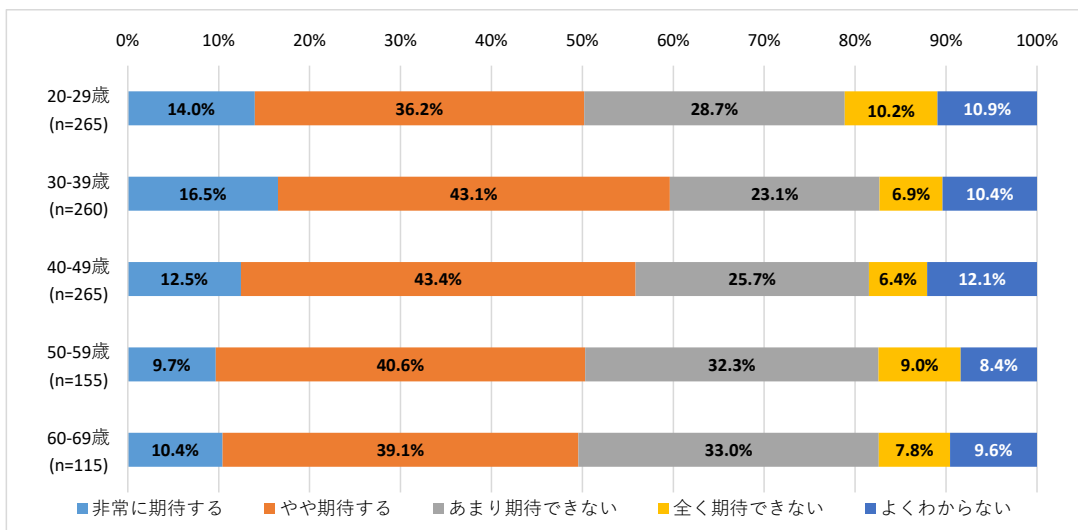


図表 3-99 日本における年齢別デジタル活用への期待

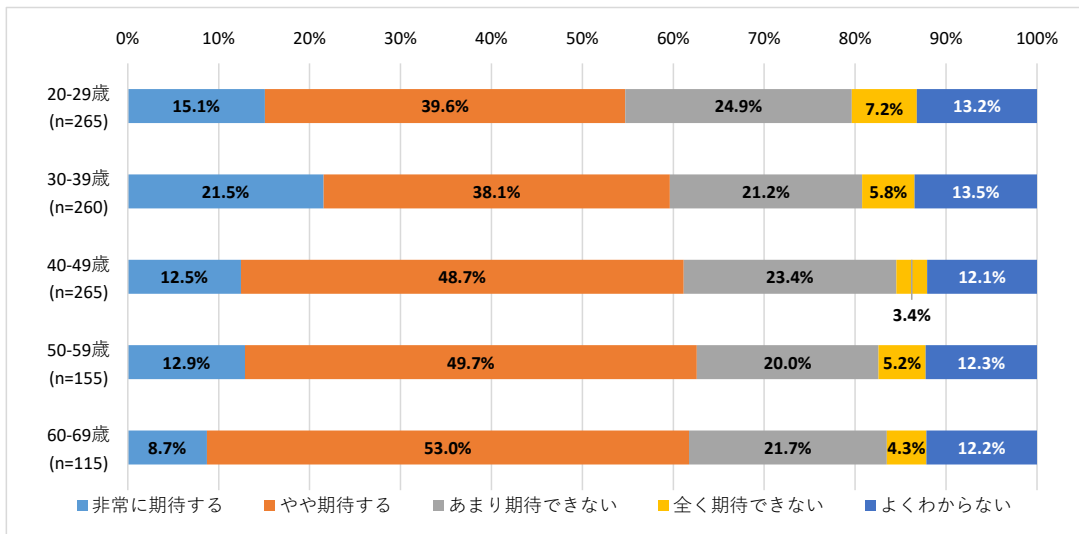
(a) 時間や場所、障害の有無などによる制約がなくなり、柔軟な働き方ができるようになる



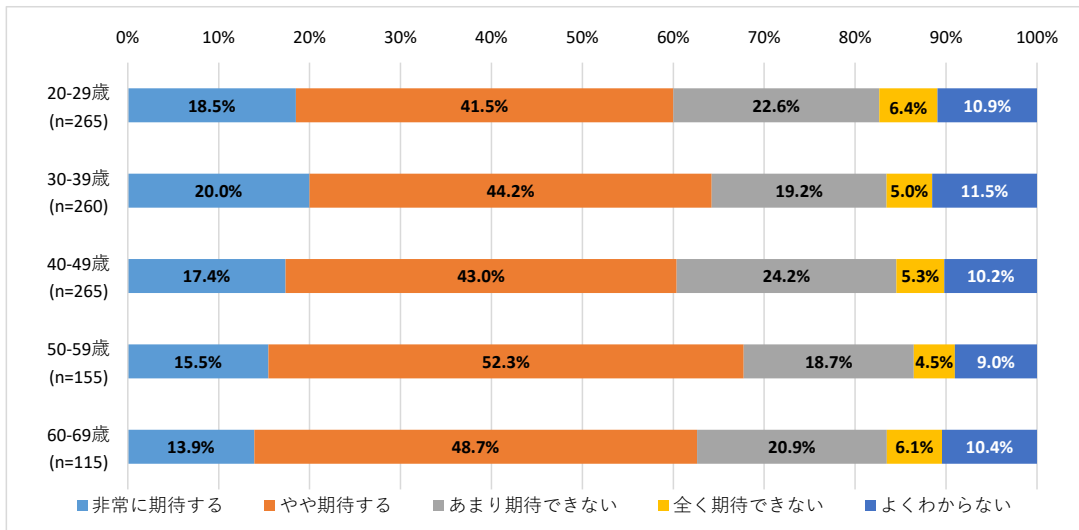
(b) 関係者とのコミュニケーションを円滑に図れるようになる



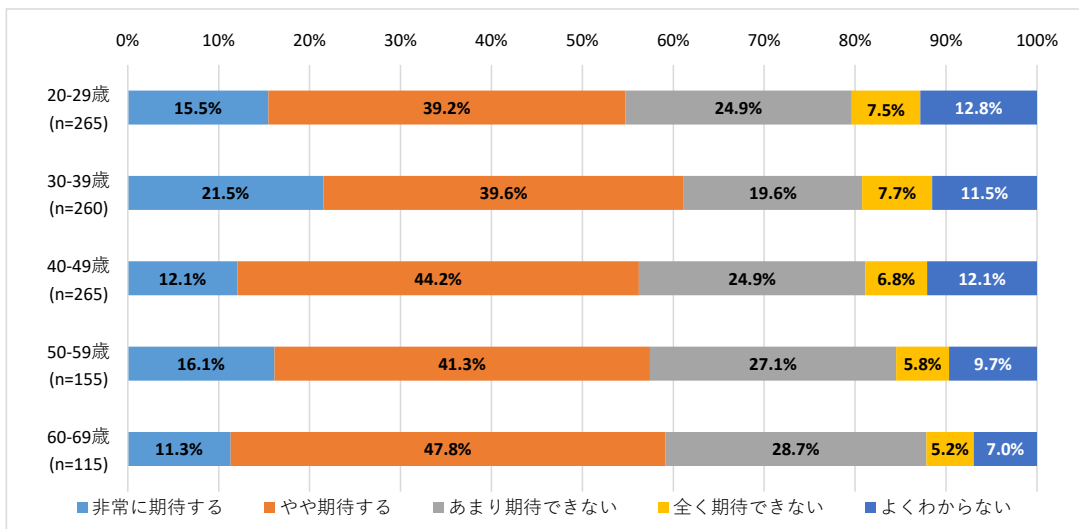
(c) 新しい価値をもった業務を創出できる



(d) 既存の業務効率・生産性を高めることができる

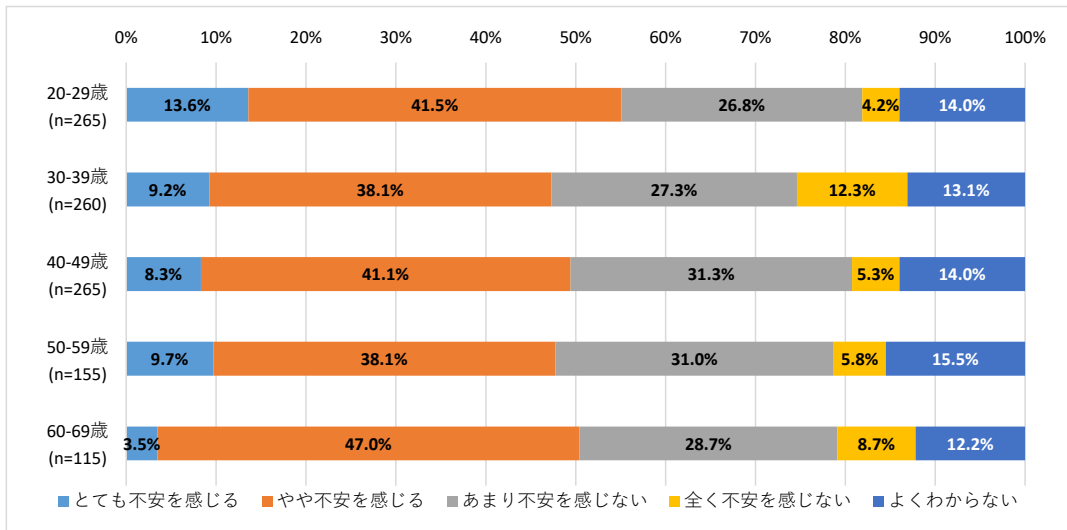


(e) エネルギーや環境の問題を改善してくれる

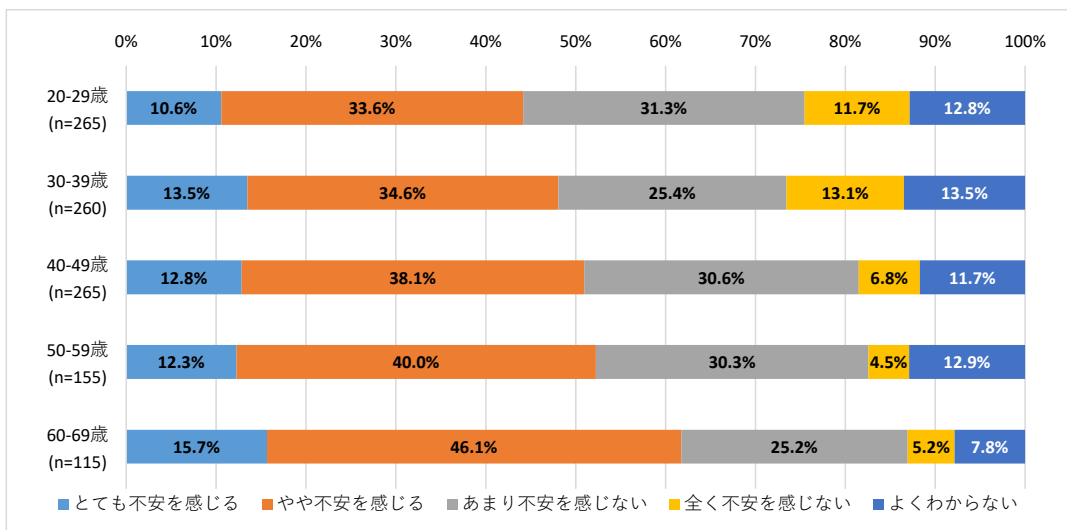


図表 3-100 日本における年齢別デジタル活用への不安

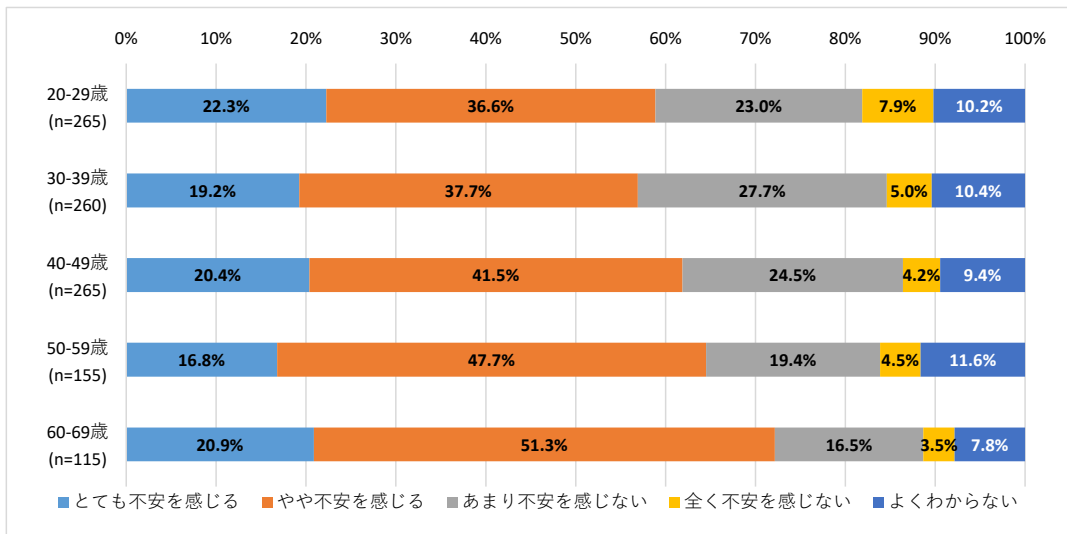
(a) 労務管理や作業指示が行き届かなくなる



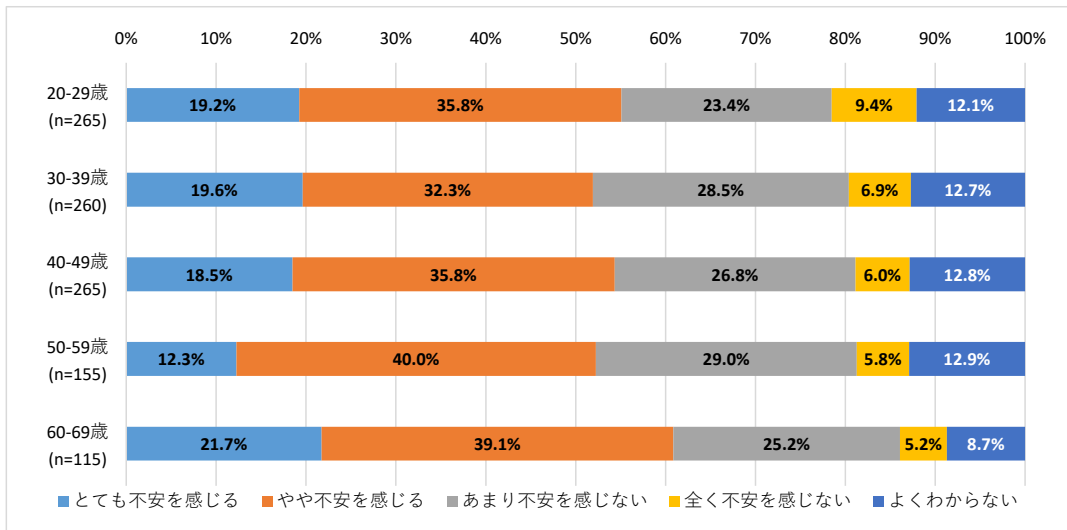
(b) 人との繋がりや会社への帰属意識が希薄になる



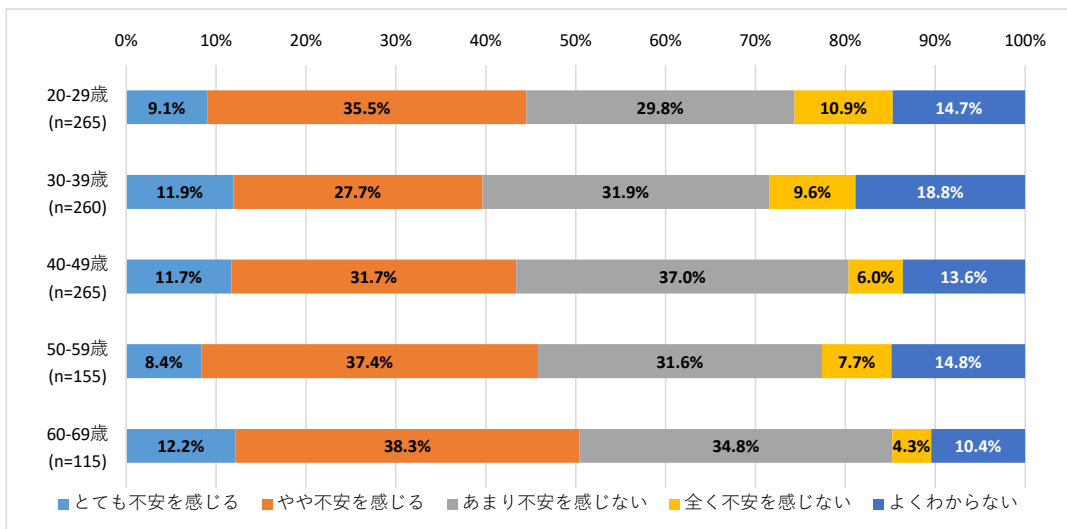
(c) 機器やシステムの不具合により大きな損害が発生



(d) 雇用が奪われたり、経済格差が拡大したりする



(e) エネルギーや環境の問題が深刻化する

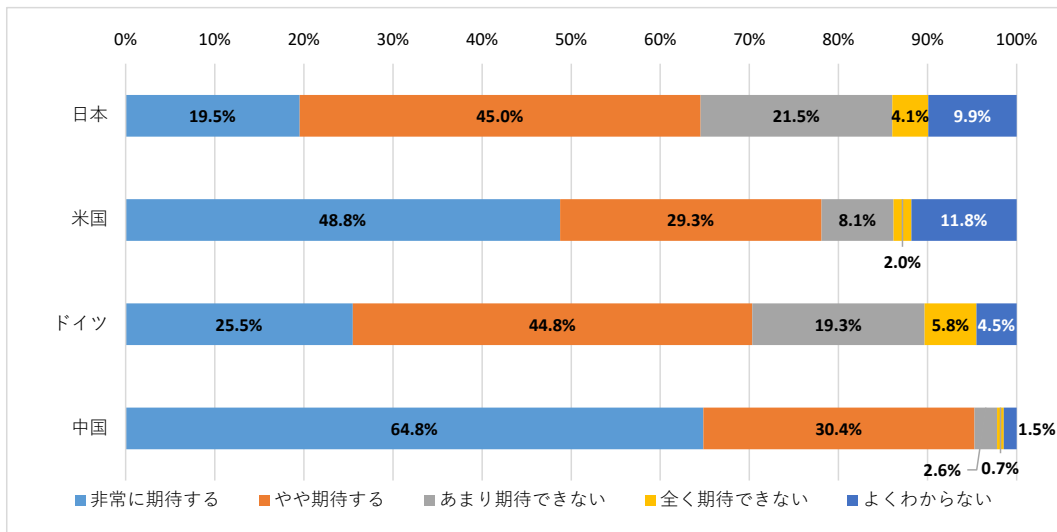


● 日本と諸外国におけるデジタル化進展に対する期待・不安の比較

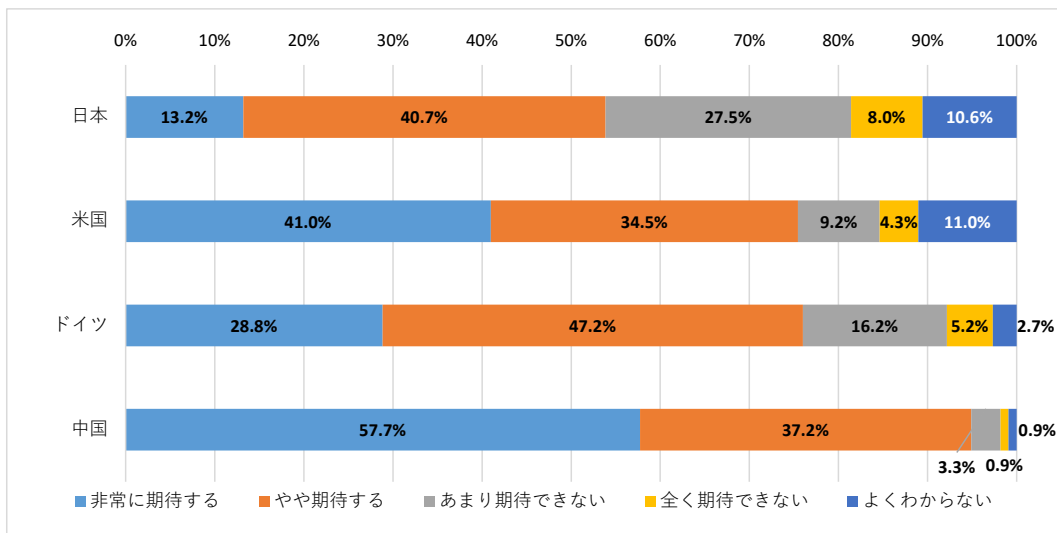
全体的に諸外国のほうが、働き方がデジタル化されることに対して期待すると回答した割合が多かった。特に、関係者とのコミュニケーションが円滑になることに対して75%以上が期待すると回答しており、日本と比較して20%以上高い割合となっていた(図表 3-101)。一方で、不安を感じる割合は日本と諸外国で大きな差はなかったことから、諸外国のほうが働き方におけるデジタル化に対する期待が大きい傾向であることが推測される(図表 3-102)。

図表 3-101 日本と諸外国におけるデジタル活用への期待

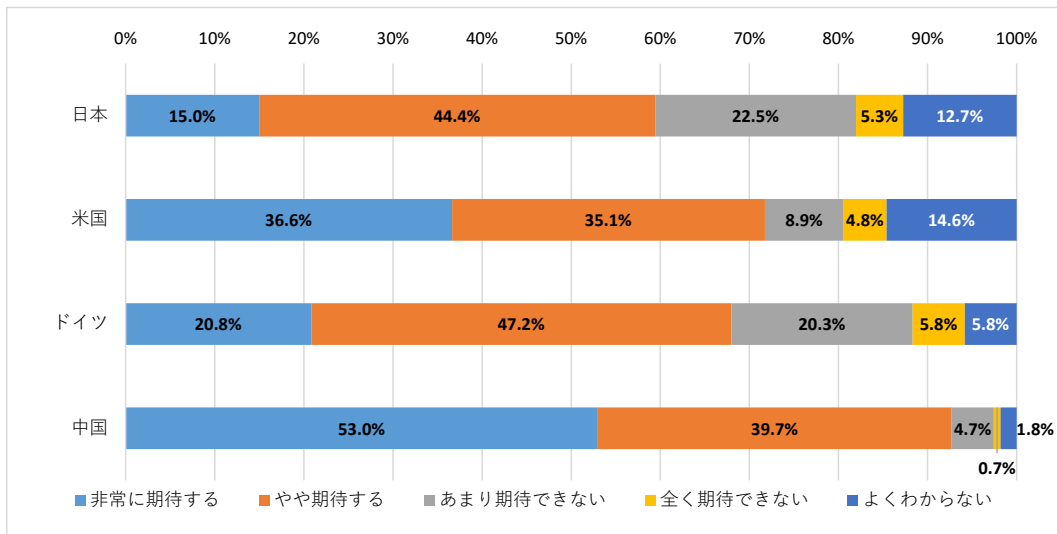
(a) 時間や場所、障害の有無などによる制約がなくなり、柔軟な働き方ができるようになる



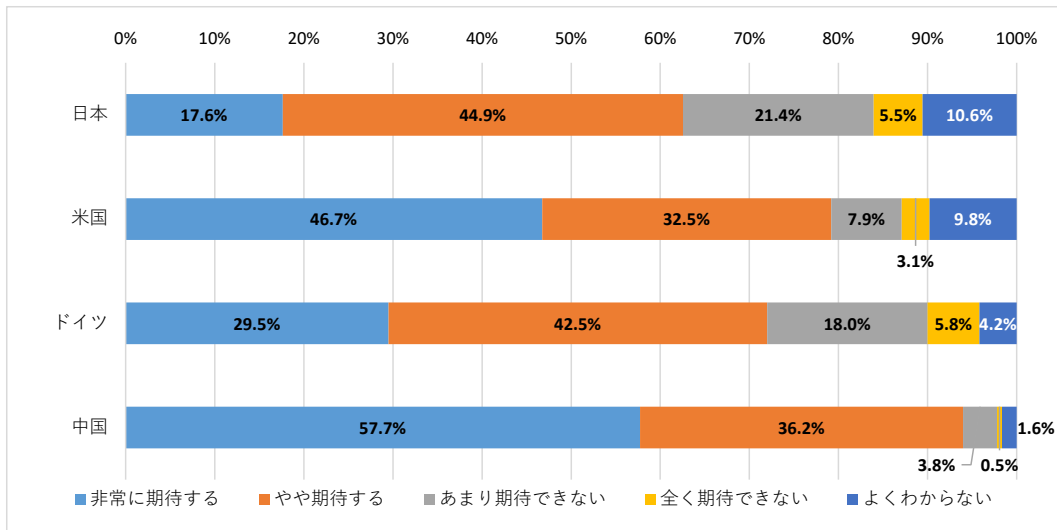
(b) 関係者とのコミュニケーションを円滑に図れるようになる



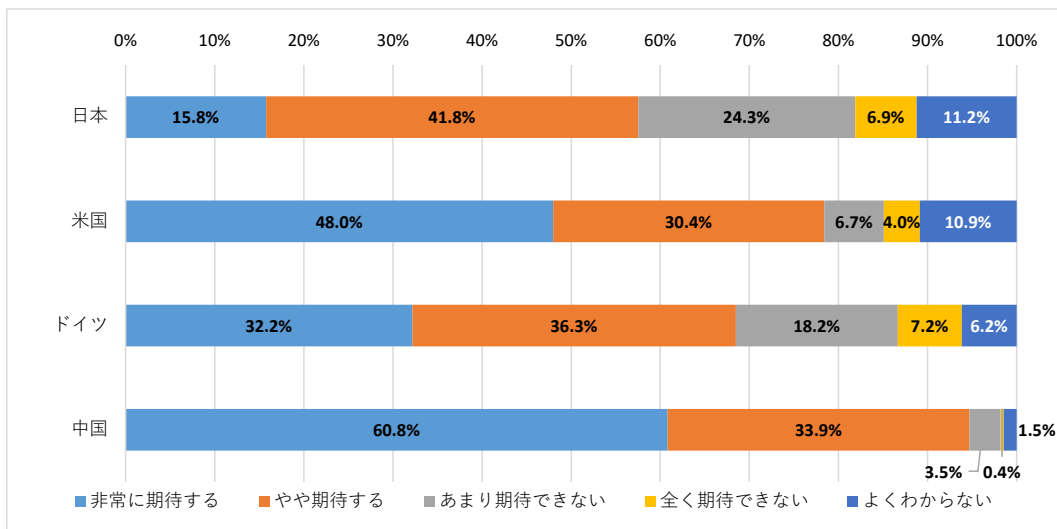
(c) 新しい価値をもった業務を創出できる



(d) 既存の業務効率・生産性を高めることができる

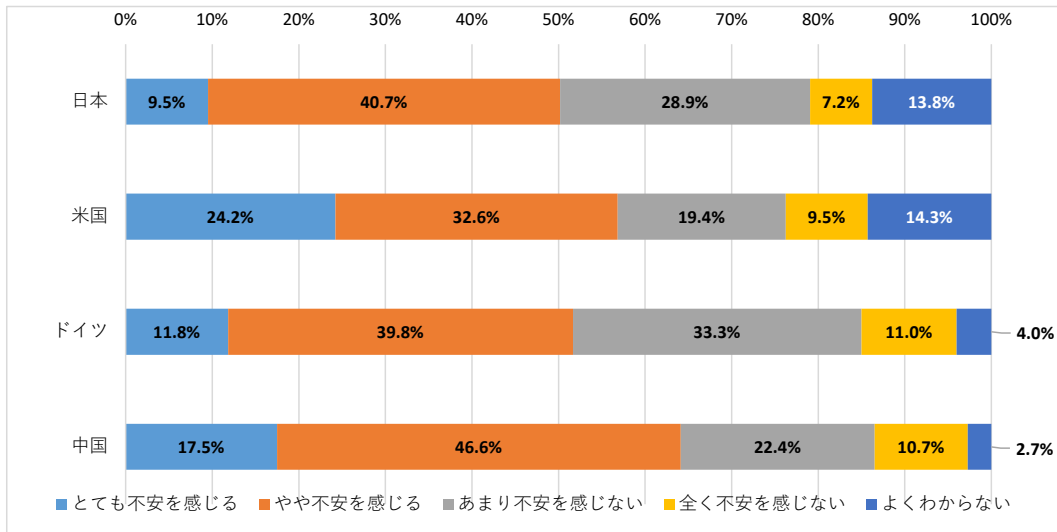


(e) エネルギーや環境の問題を改善してくれる

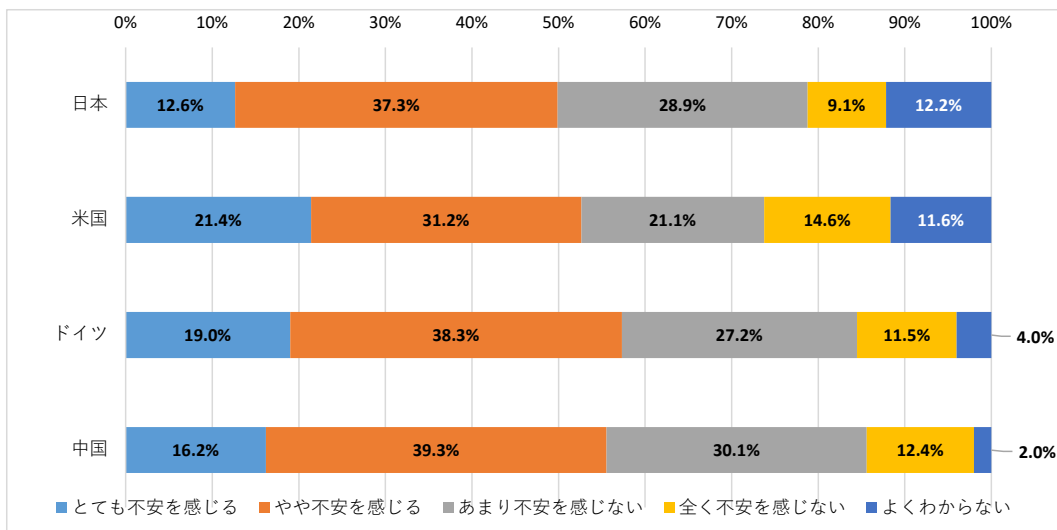


図表 3-102 日本と諸外国におけるデジタル活用への不安

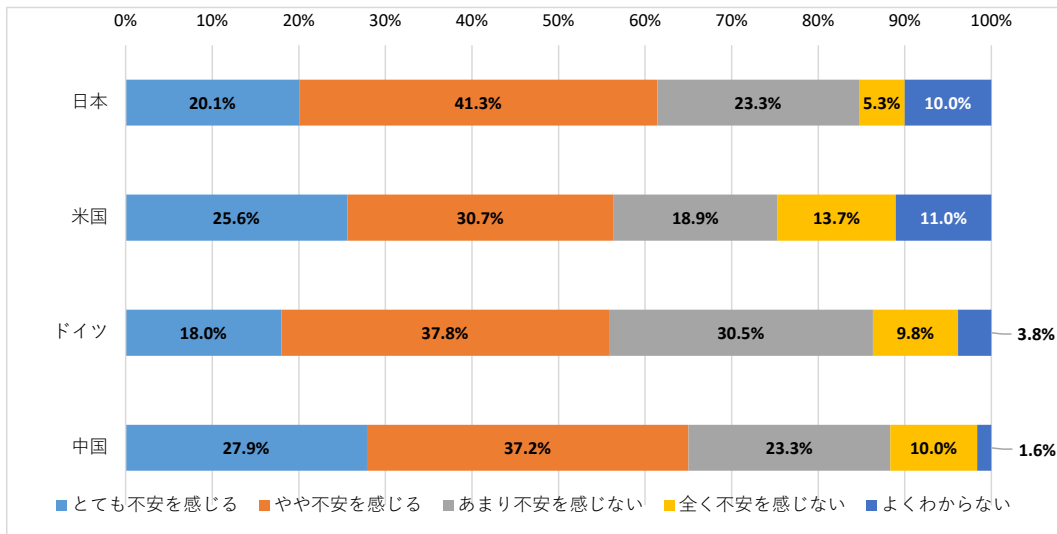
(a) 労務管理や作業指示が行き届かなくなる



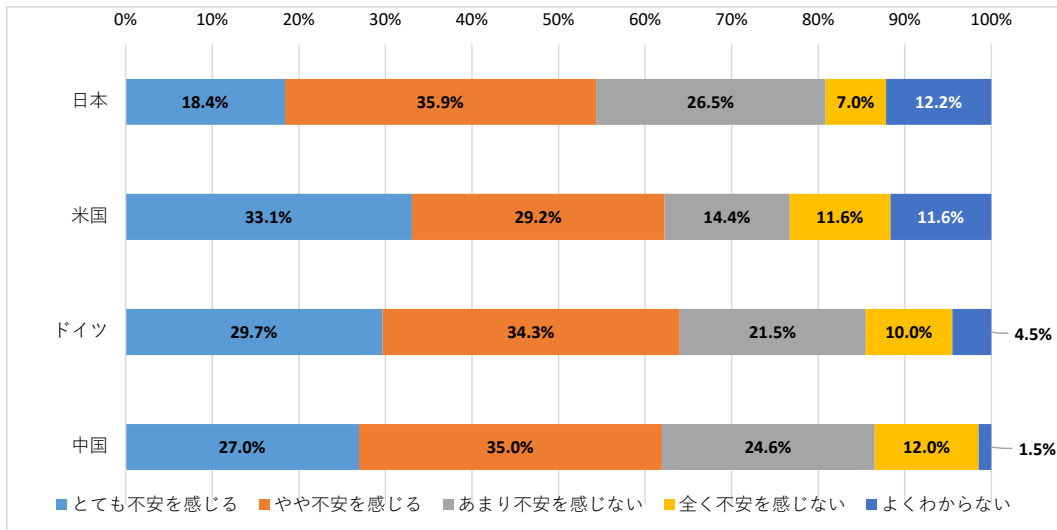
(b) 人との繋がりや会社への帰属意識が希薄になる



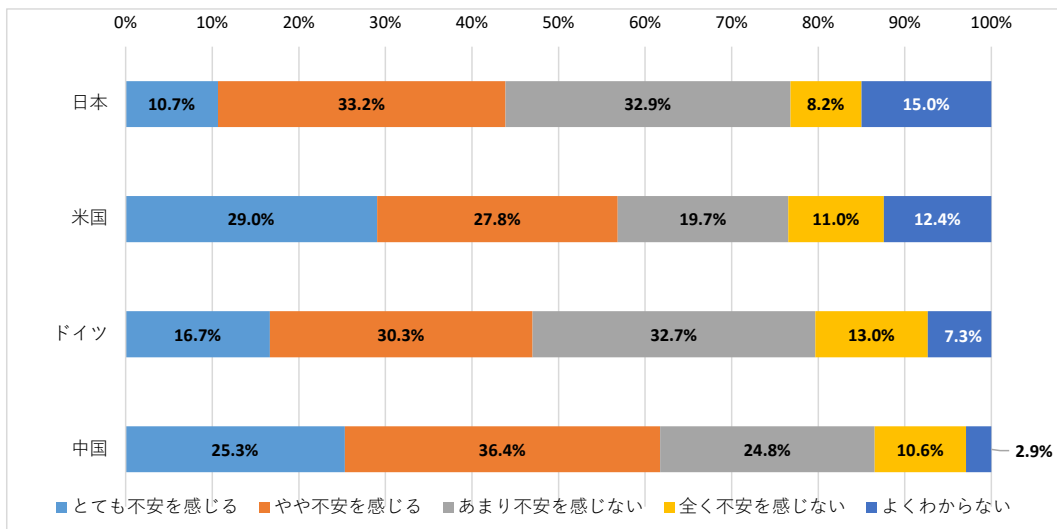
(c) 機器やシステムの不具合により大きな損害が発生



(d) 雇用が奪われたり、経済格差が拡大したりする



(e) エネルギーや環境の問題が深刻化する



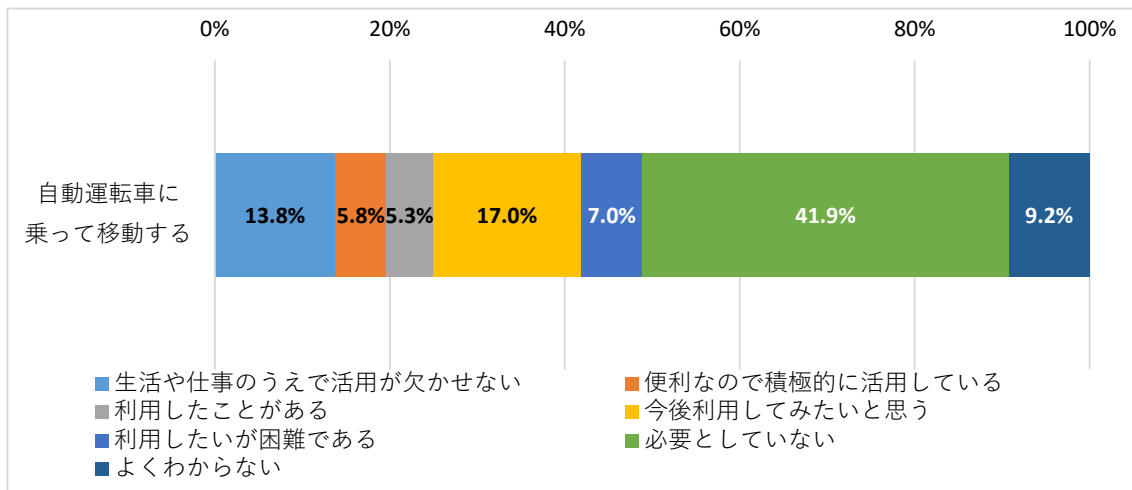
(イ) 移動

i 利活用及び利用意向の状況

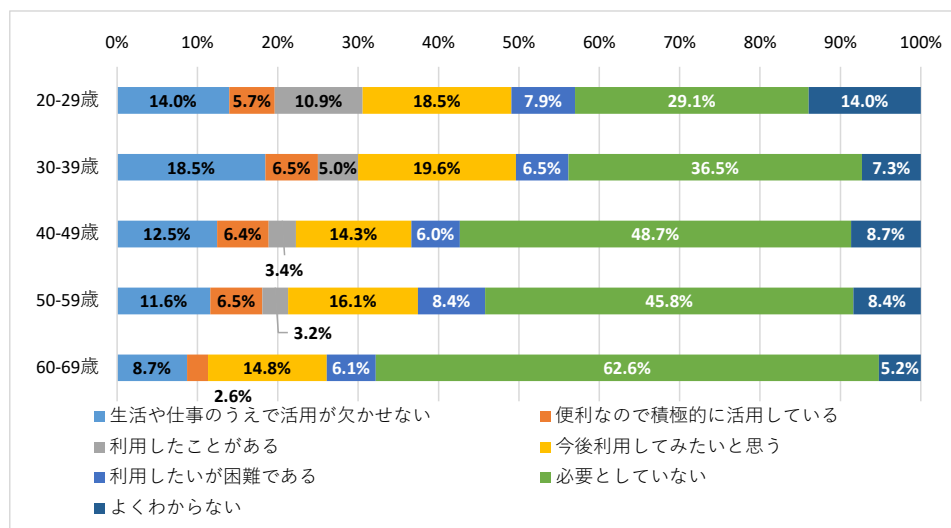
● 日本におけるデジタル利活用状況

移動におけるデジタル化として、自動運転の利用状況について尋ねたところ、自動運転については、必要としていないと回答した割合が最も多く42%程度となっていた（図表 3-103）。特に、年齢が高くなるほど、「必要としていない」という回答の割合が多くなり、20 歳代では29%であったのに対して、60 歳代では60%を超えていた（図表 3-104）。世帯年収別に見てみると、世帯年収が収入なし・200万円未満の層において、「よくわからない」という回答が他の世帯年収帯と比較した際に10%以上多くなっている一方で、「今後利用してみたいと思う」という回答が他の世帯年収帯と比べ低くなっていた（図表 3-105）。

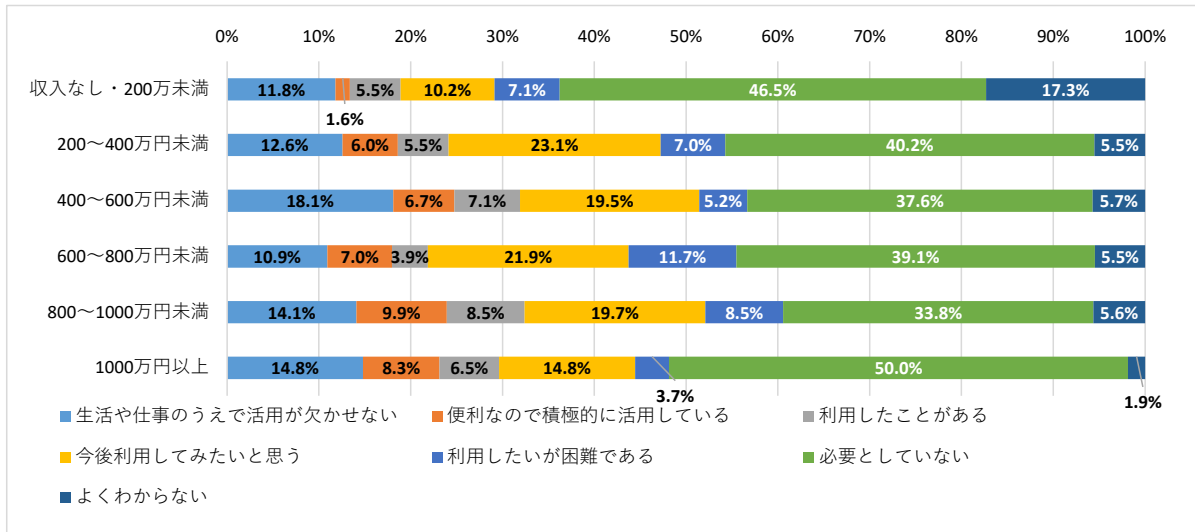
図表 3-103 日本におけるデジタル利活用状況



図表 3-104 日本における年齢別デジタル利用状況



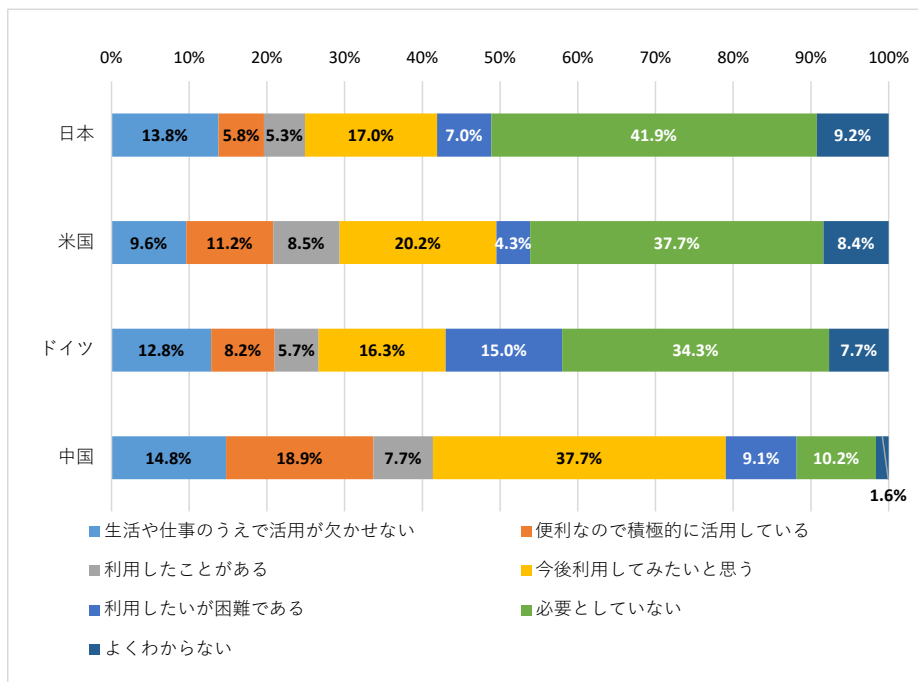
図表 3-105 日本における世帯年収別デジタル利用状況



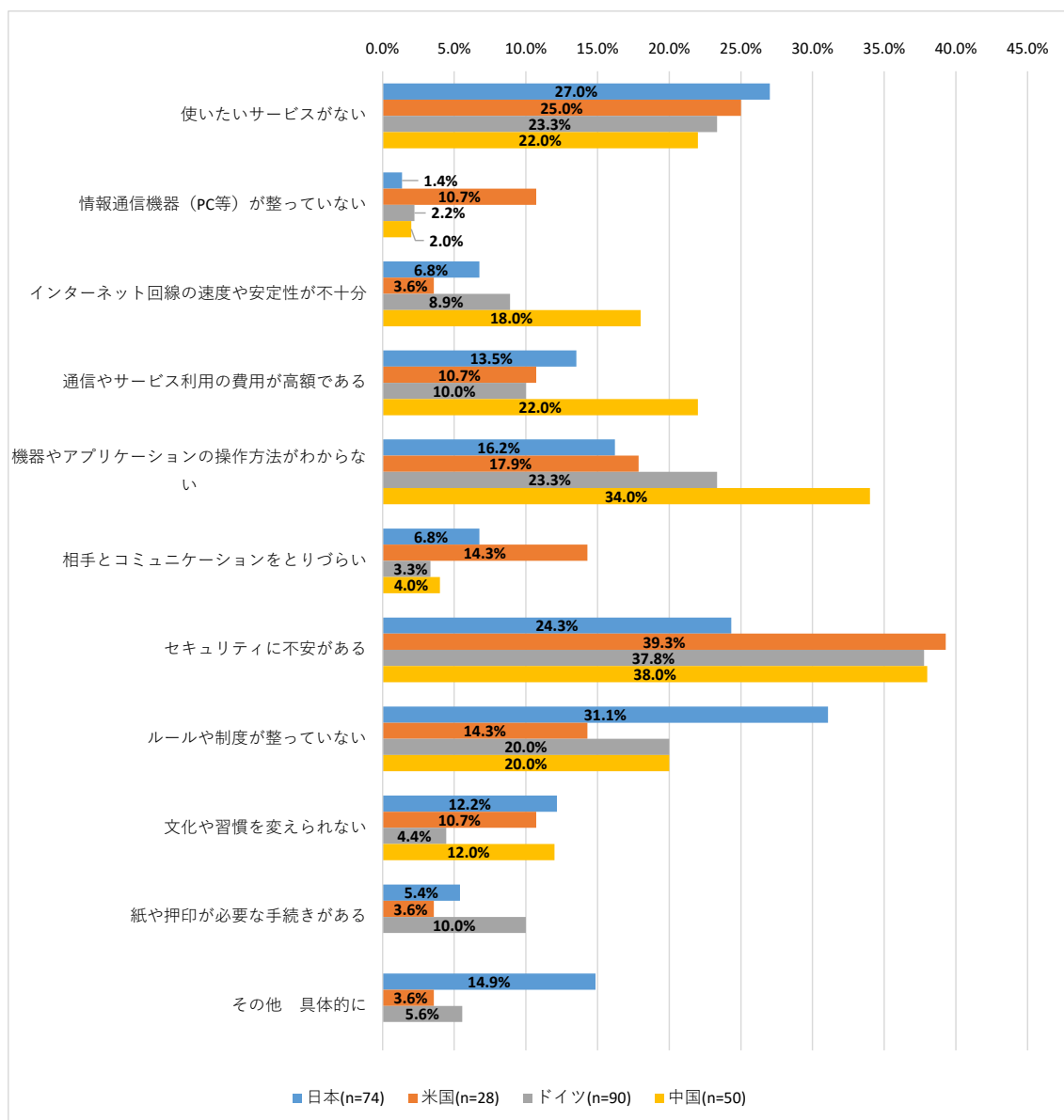
● 日本と諸外国におけるデジタル利用状況の比較

自動運転については、中国のみ利用経験と今後利用したいと回答する割合が多くなっていったが、米国、ドイツ、日本間では大きな差が無かった（図表 3-106）。また、利用したいが困難であると回答した方に理由を尋ねたところ、日本では「ルールや制度が整っていない」ことが最も多く挙げられていたのに対して、諸外国では「セキュリティに不安がある」と回答した割合が多かった（図表 3-107）。

図表 3-106 日本と諸外国におけるデジタル利用状況



図表 3-107 デジタル活用が困難である理由



ii デジタル化に伴う期待・不安

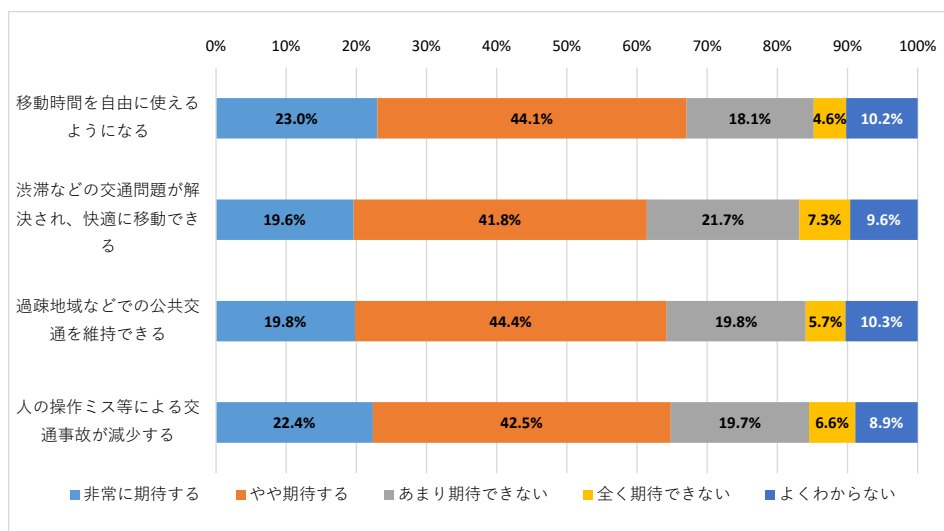
● 日本におけるデジタル化進展に対する期待・不安

自動運転に対する期待と不安について尋ねたところ、自動運転の実現により、移動時間を自由に使えることや安全・快適な交通が実現されることに対して期待すると回答した割合は 60%以上であった（図表 3-108）。一方で、不安については事故の増加についても 50%を超えていたが、それ以上に事故発生時の責任の所在については 60%以上が不安を感じると回答しており、制度に対する不安の方が大きくなっていった（図表 3-109）。

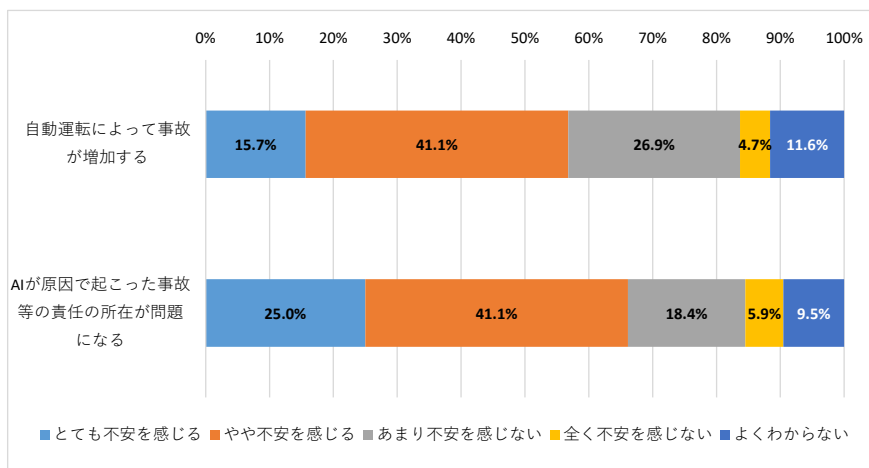
世帯年収別に見ると、世帯年収が高いほど、期待する割合が多くなっていったものの、不安に対しては世帯年収による差は無かった（図表 3-110、図表 3-111）。

年齢別に見ると、期待に関しては大きな差は無かったものの、制度に対する不安に対して 60 歳の 80%弱が不安を感じると回答していた（図表 3-112、図表 3-113）。

図表 3-108 日本におけるデジタル利活用に対する期待

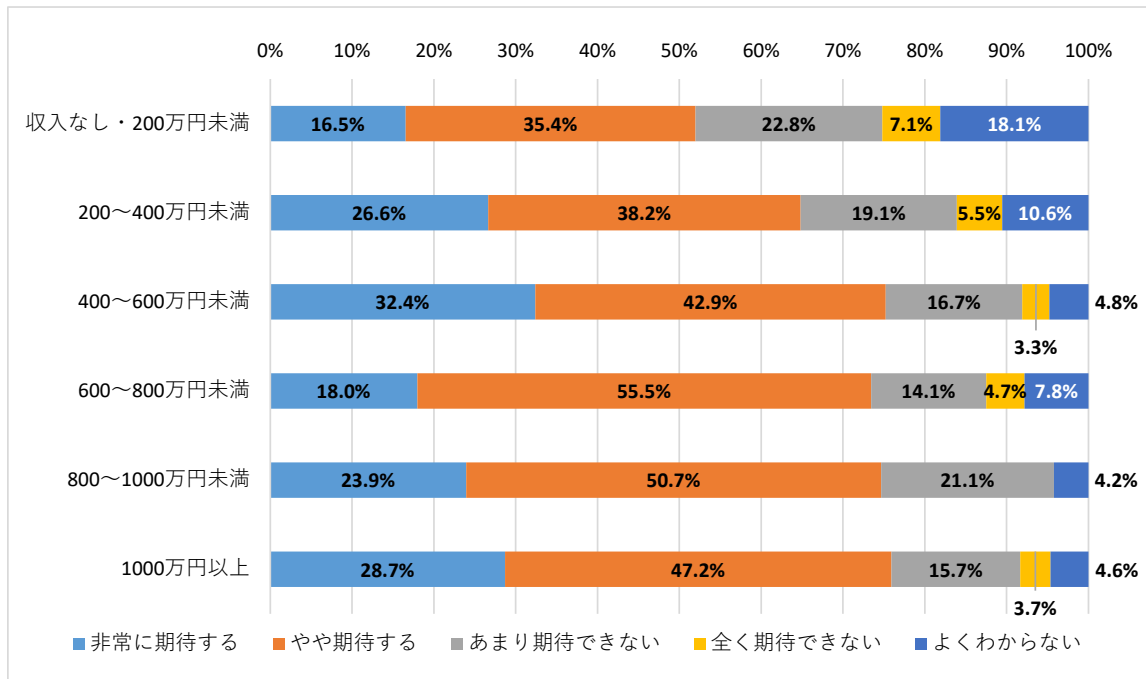


図表 3-109 日本におけるデジタル活用に対する不安

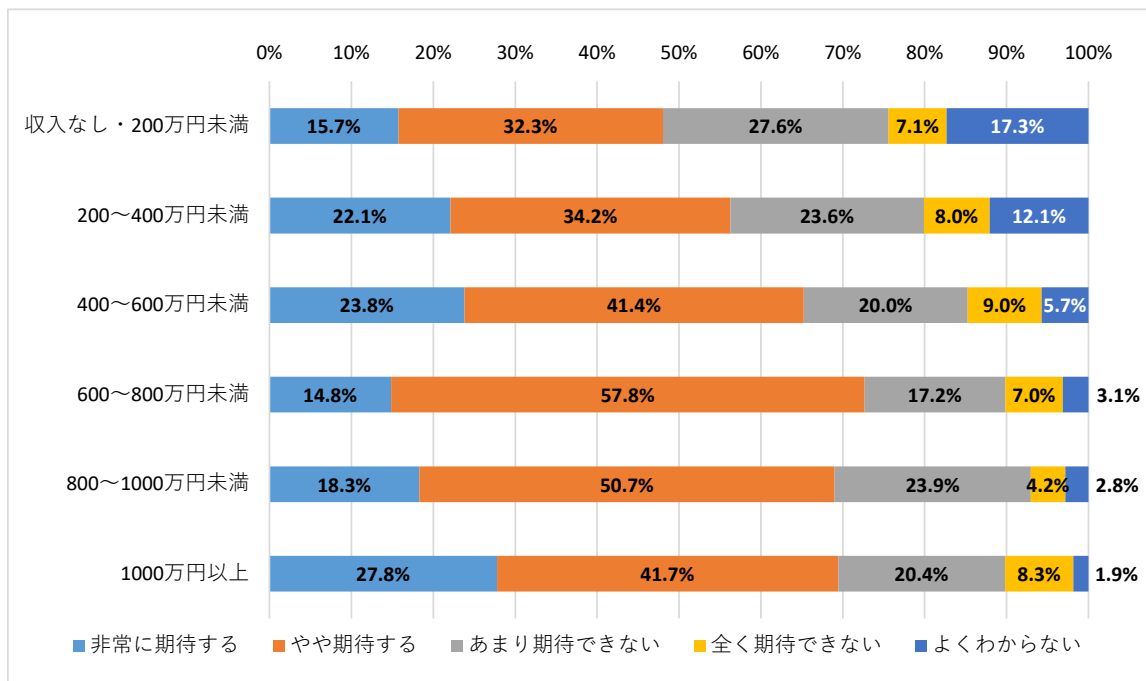


図表 3-110 日本における世帯年収別デジタル活用への期待

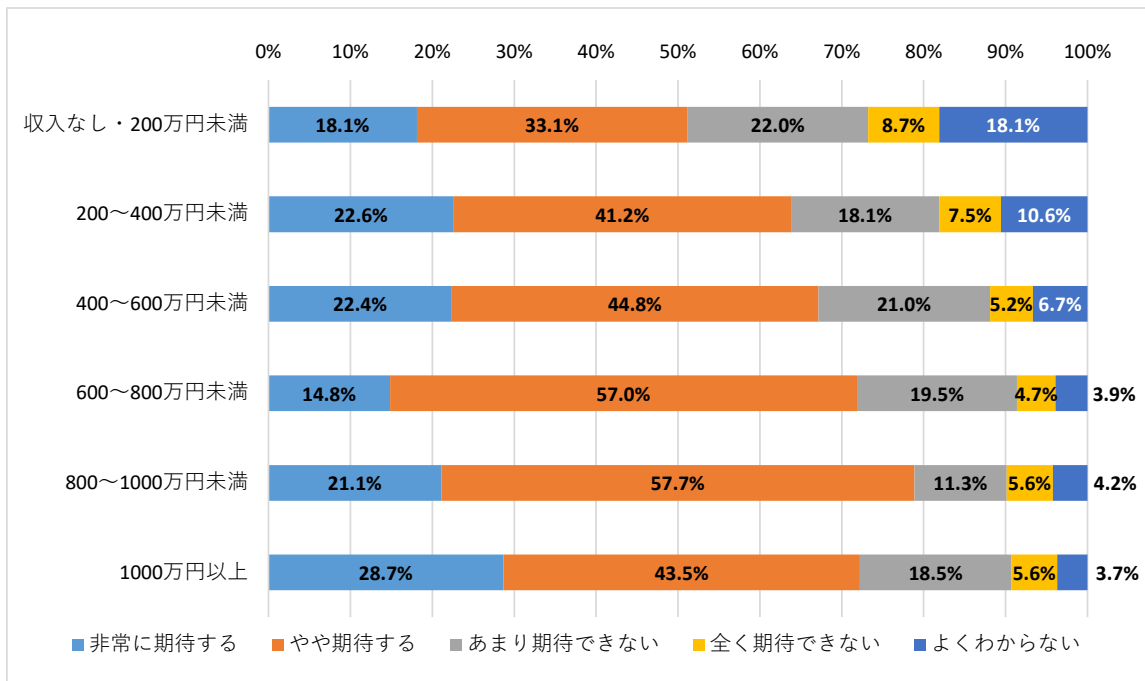
(a) 移動時間を自由に使えるようになる



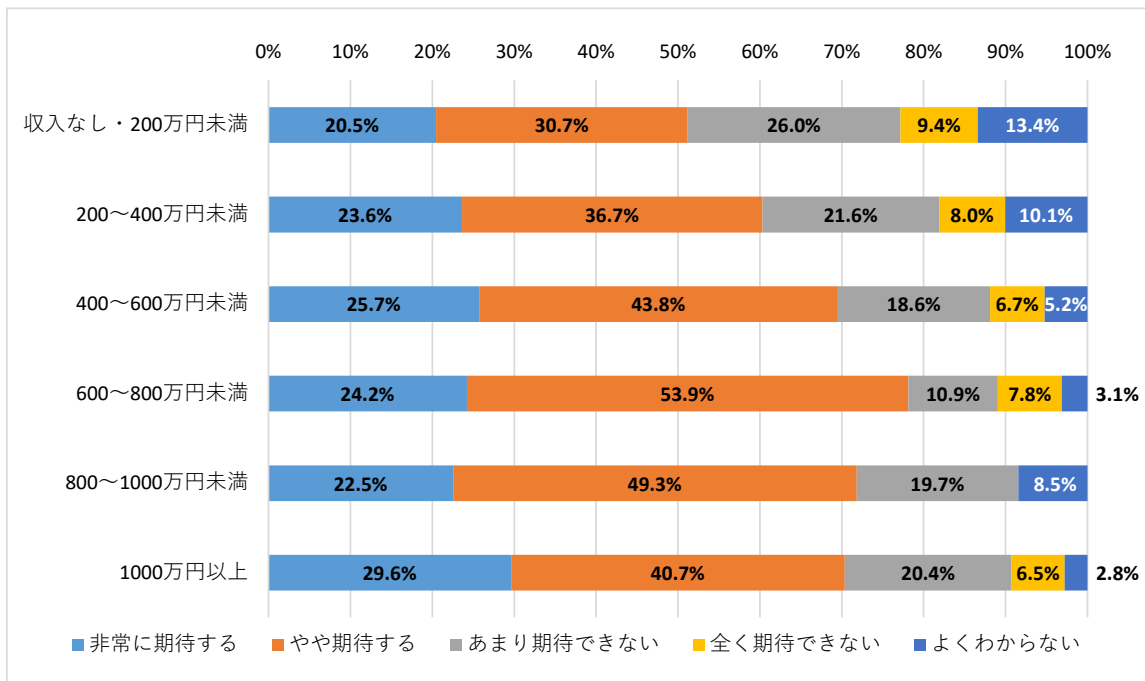
(b) 渋滞などの交通問題が解決され、快適に移動できる



(c) 過疎地域などでの公共交通を維持できる

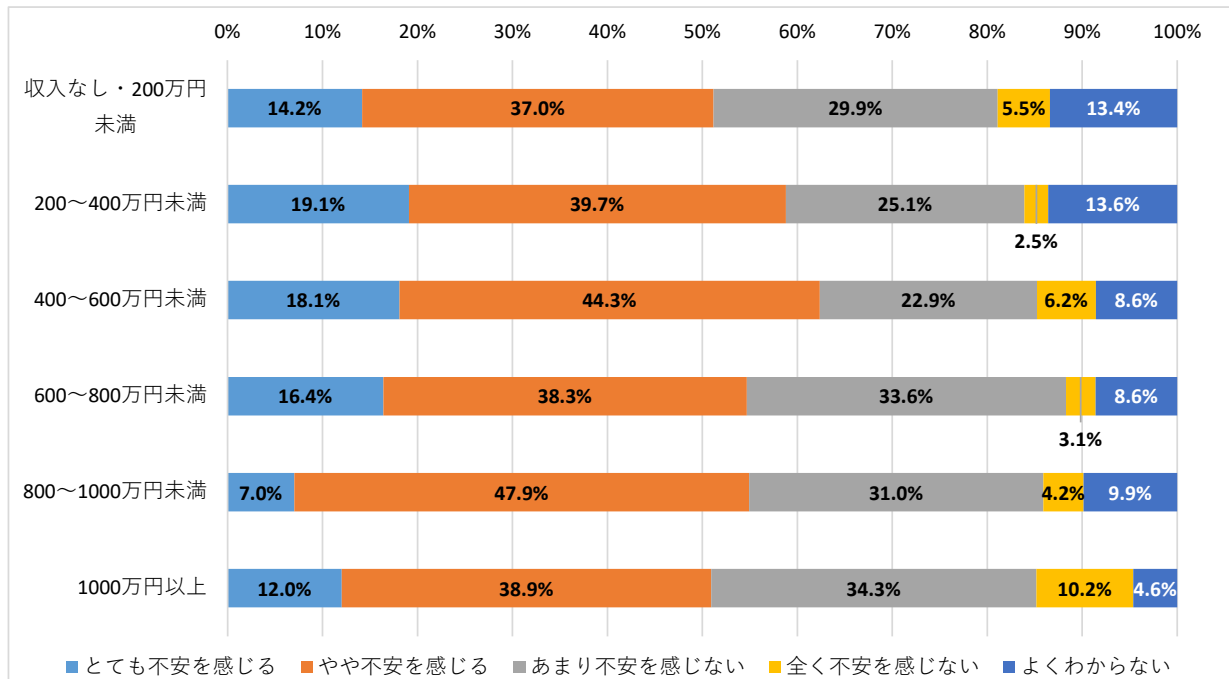


(d) 人の操作ミス等による交通事故が減少する

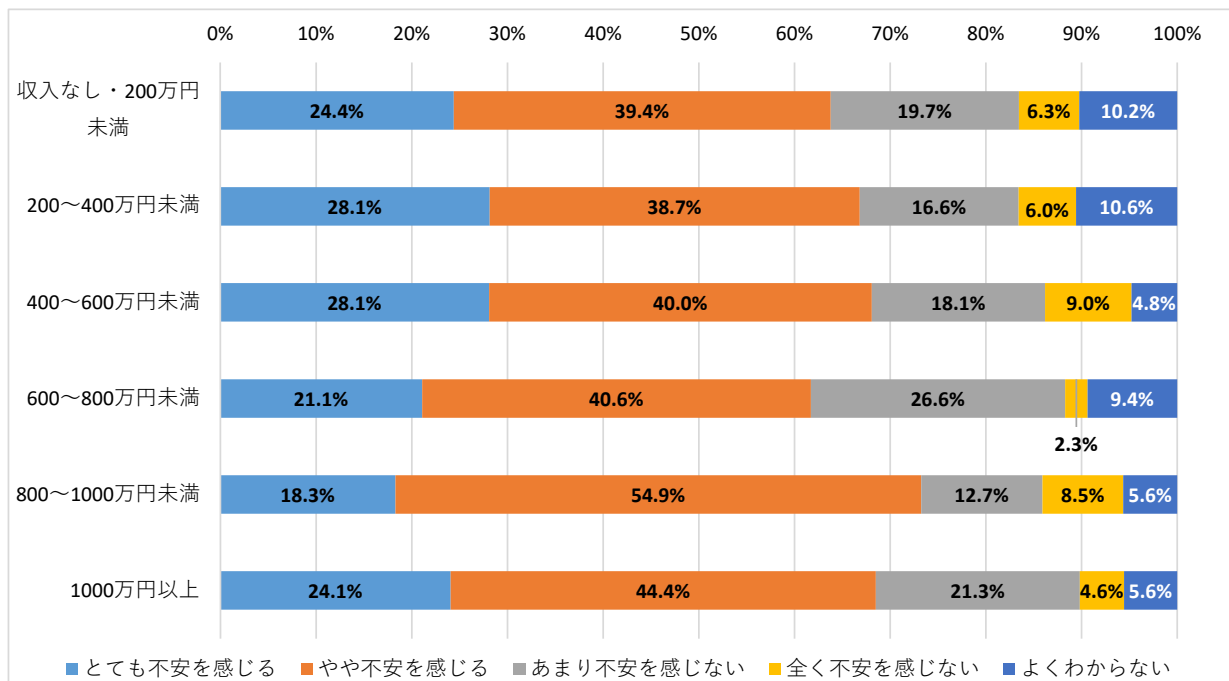


図表 3-111 日本における世帯年収別デジタル活用への不安

(a) 自動運転によって事故が増加する

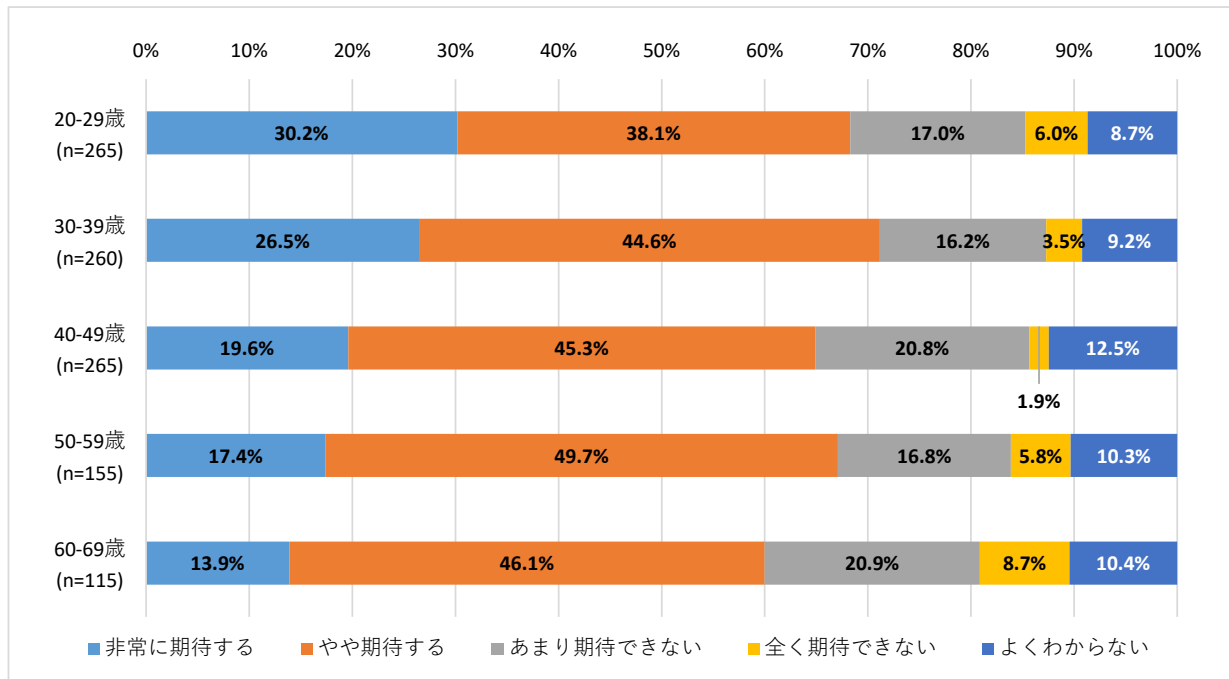


(b) AI が原因で起こった事故等の責任の所在が問題になる

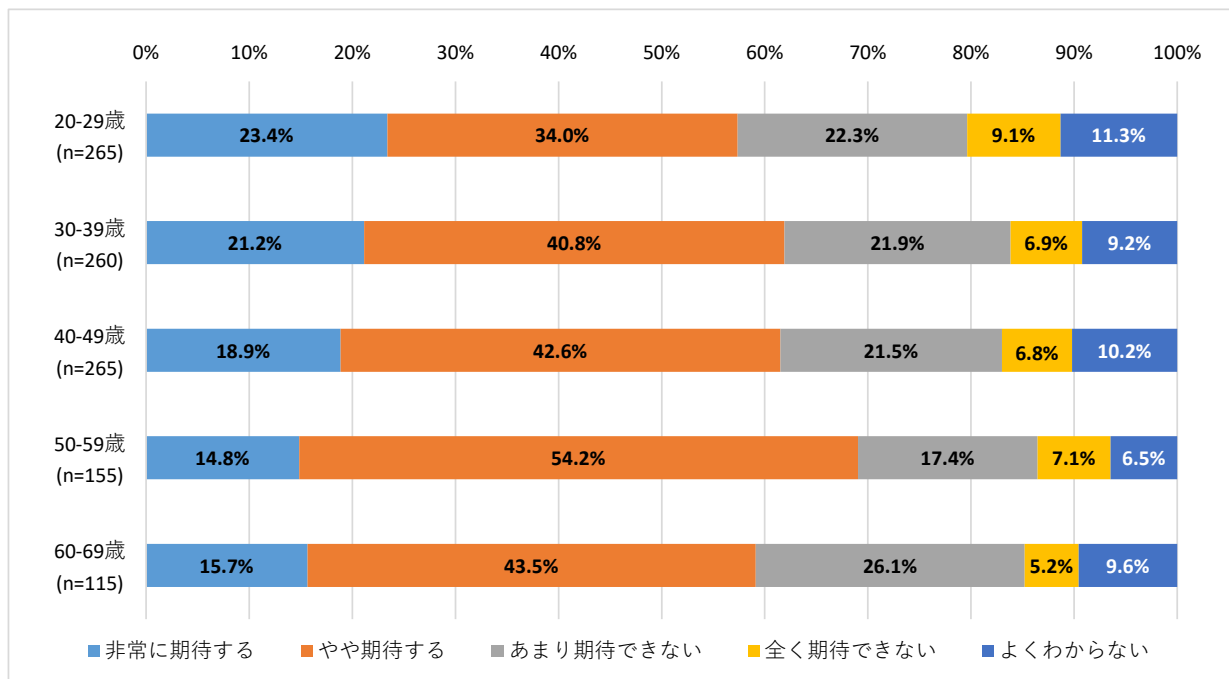


図表 3-112 日本における年齢別デジタル活用への期待

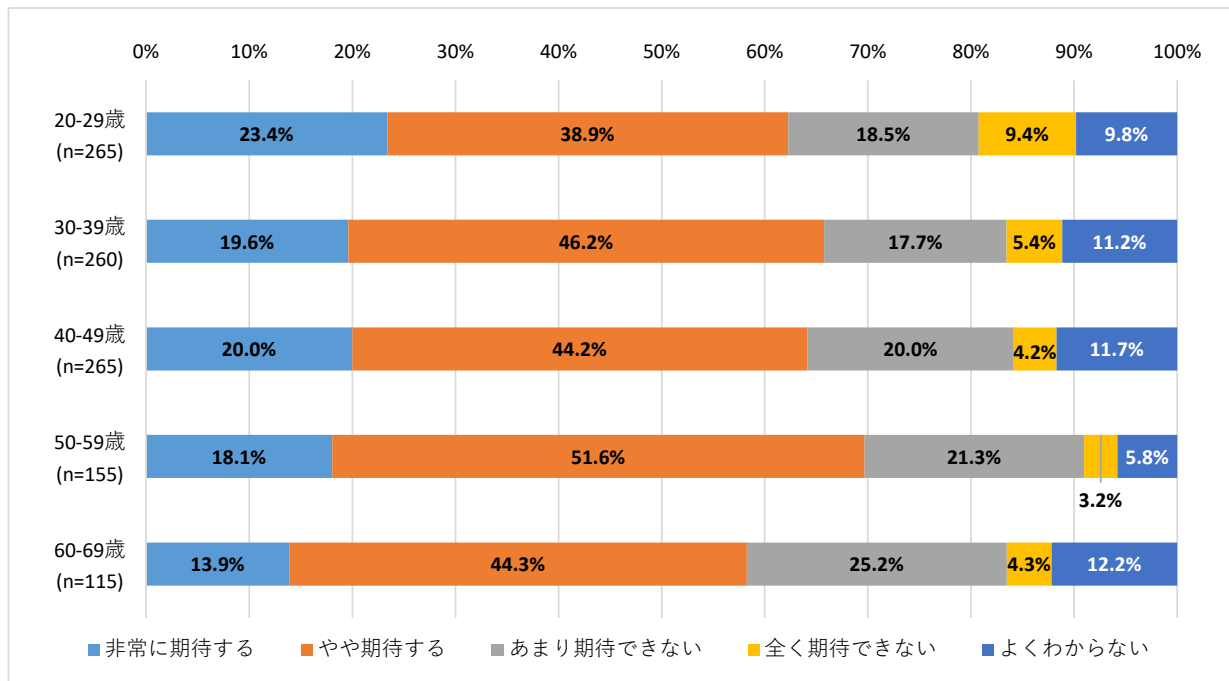
(a) 移動時間を自由に使えるようになる



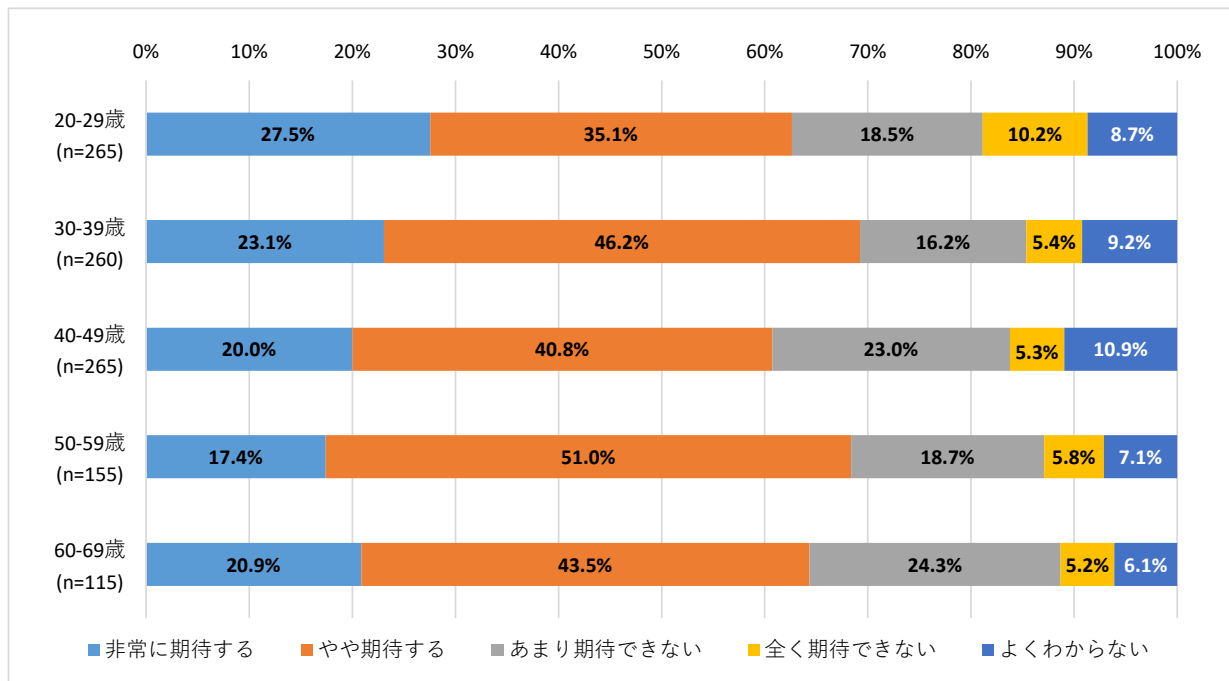
(b) 渋滞などの交通問題が解決され、快適に移動できる



(c) 過疎地域などでの公共交通を維持できる

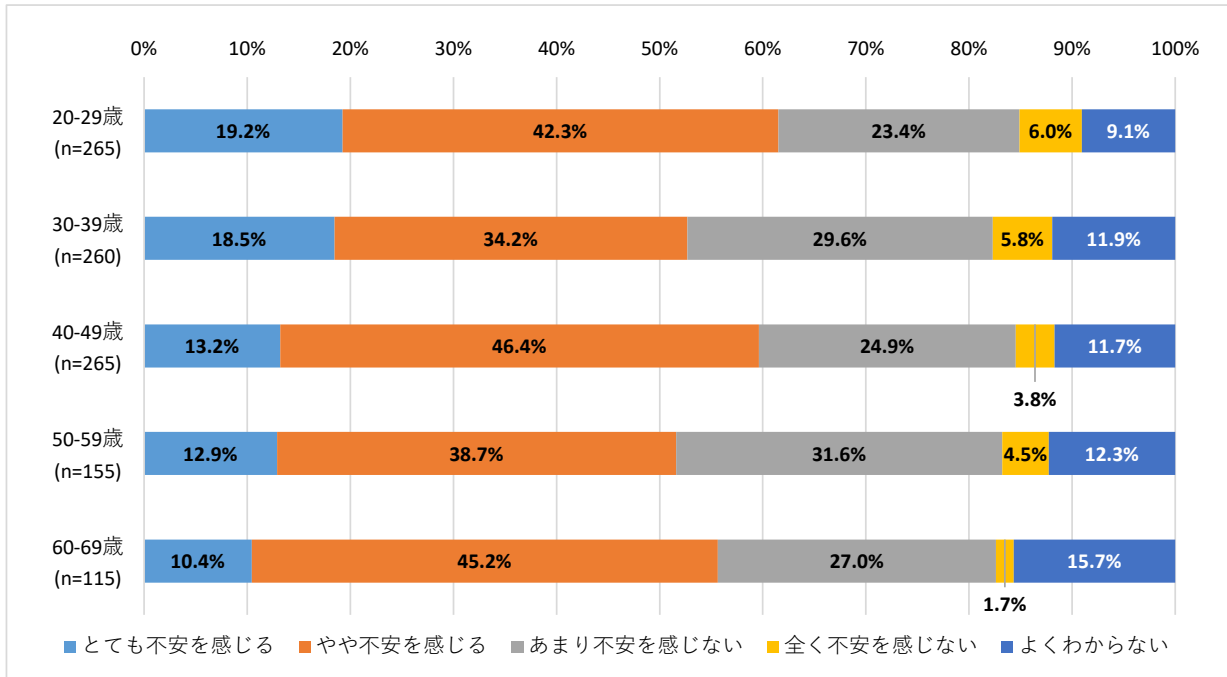


(d) 人の操作ミス等による交通事故が減少する

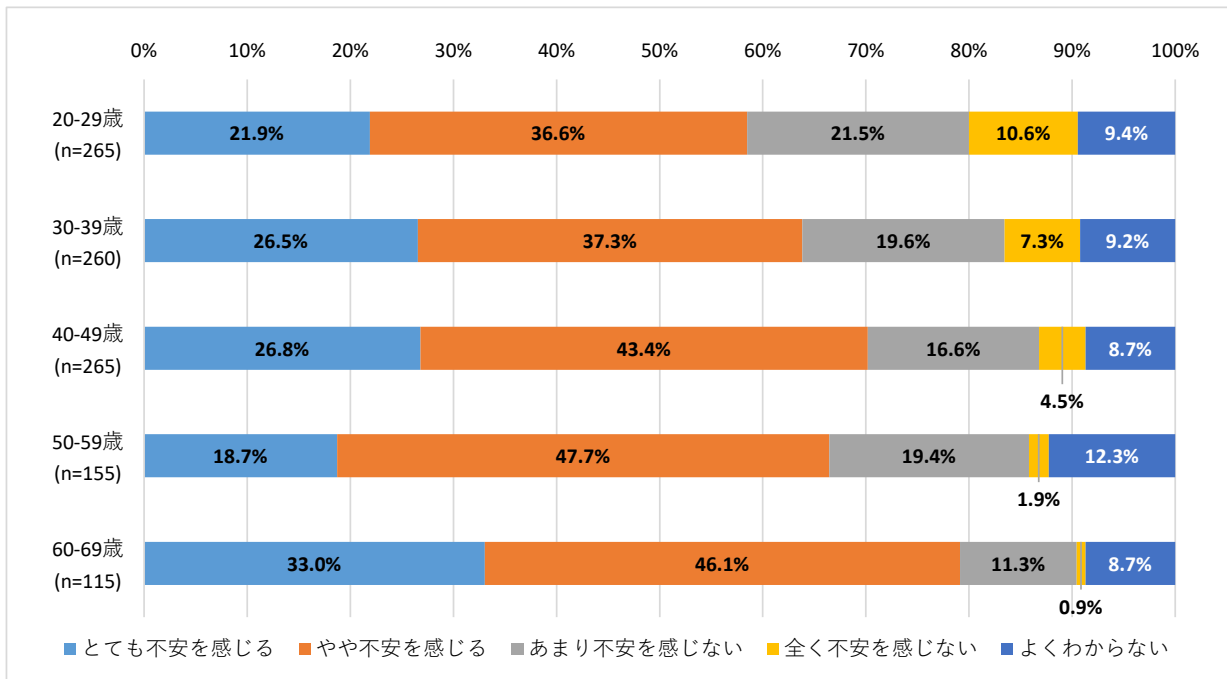


図表 3-113 日本における年齢別デジタル活用への不安

(a) 自動運転によって事故が増加する



(b) AI が原因で起こった事故等の責任の所在が問題になる

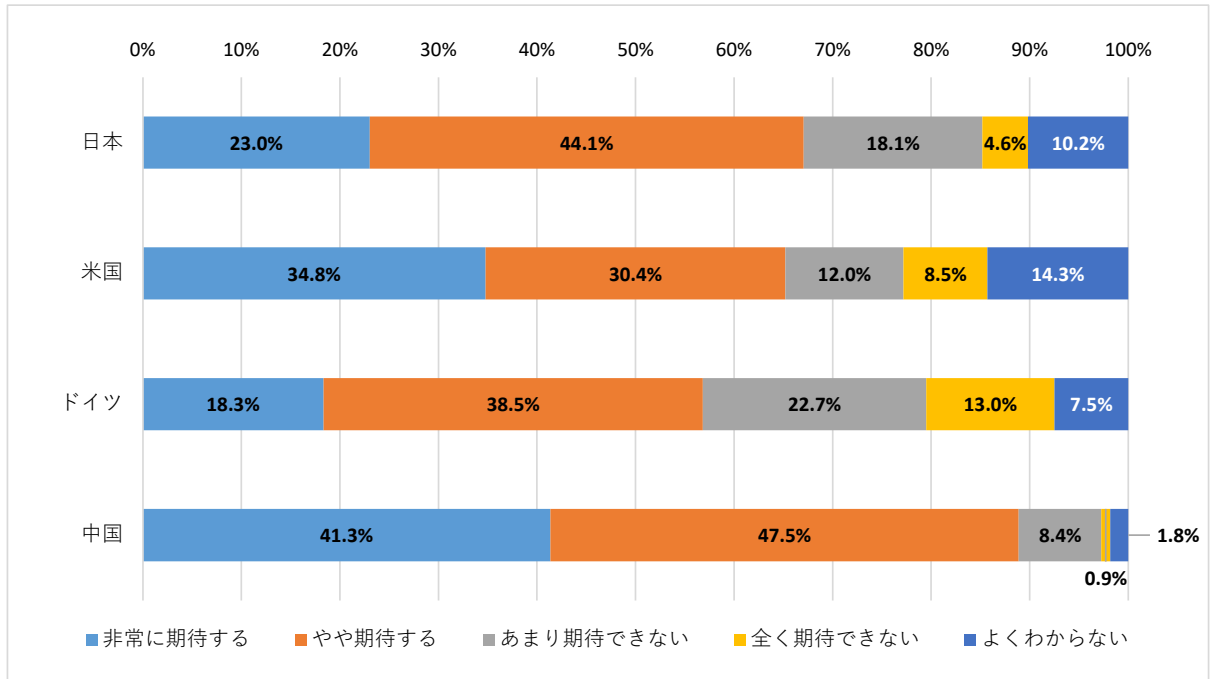


● 日本と諸外国におけるデジタル化進展に対する期待・不安の比較

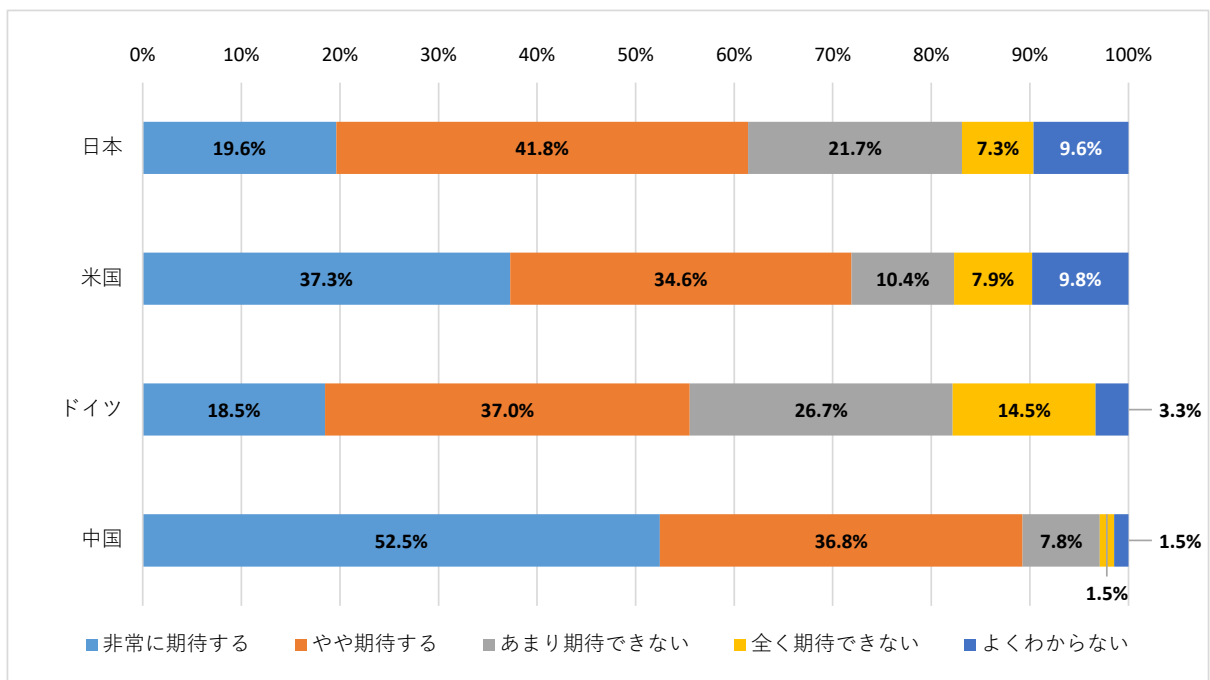
中国において期待すると回答した割合が多くなっていたが、米国やドイツとは大きな差が無かった（図表 3-114）。不安については、ドイツや中国では事故が増加することと、事故発生時の責任の所在について同程度であったのに対して、日本では事故発生時の責任の所在に対する不安の方が10%弱大きくなっていた（図表 3-115）。

図表 3-114 日本と諸外国におけるデジタル活用への期待

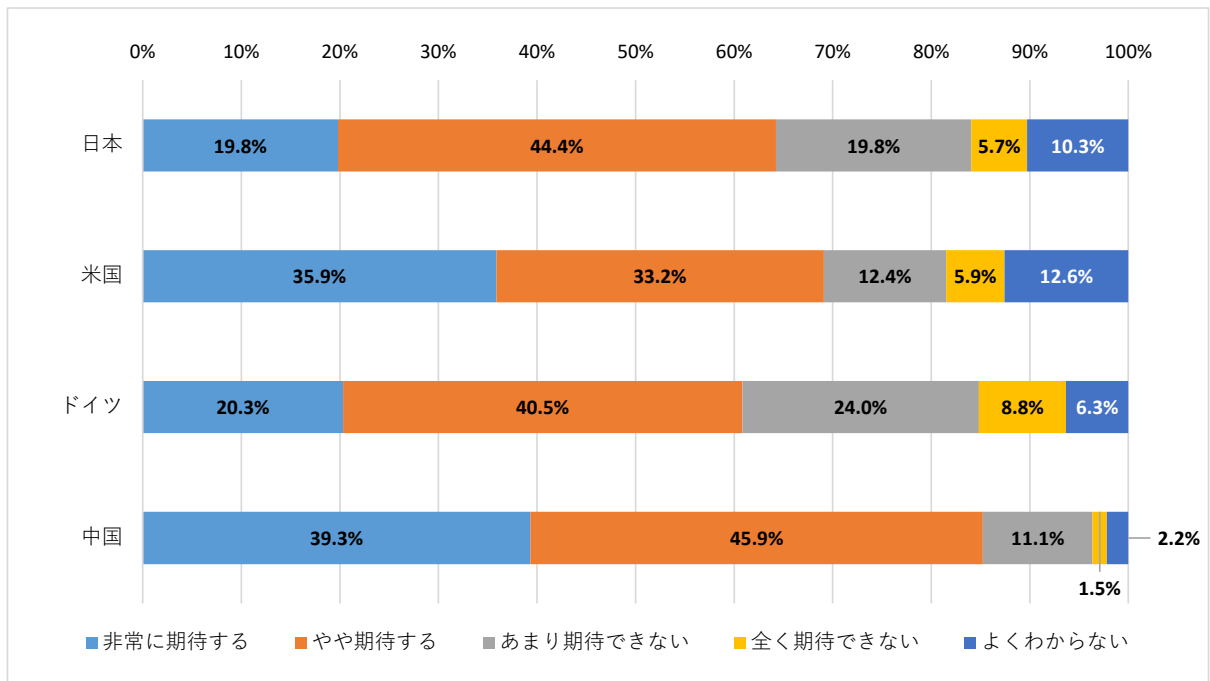
(a) 移動時間を自由に使えるようになる



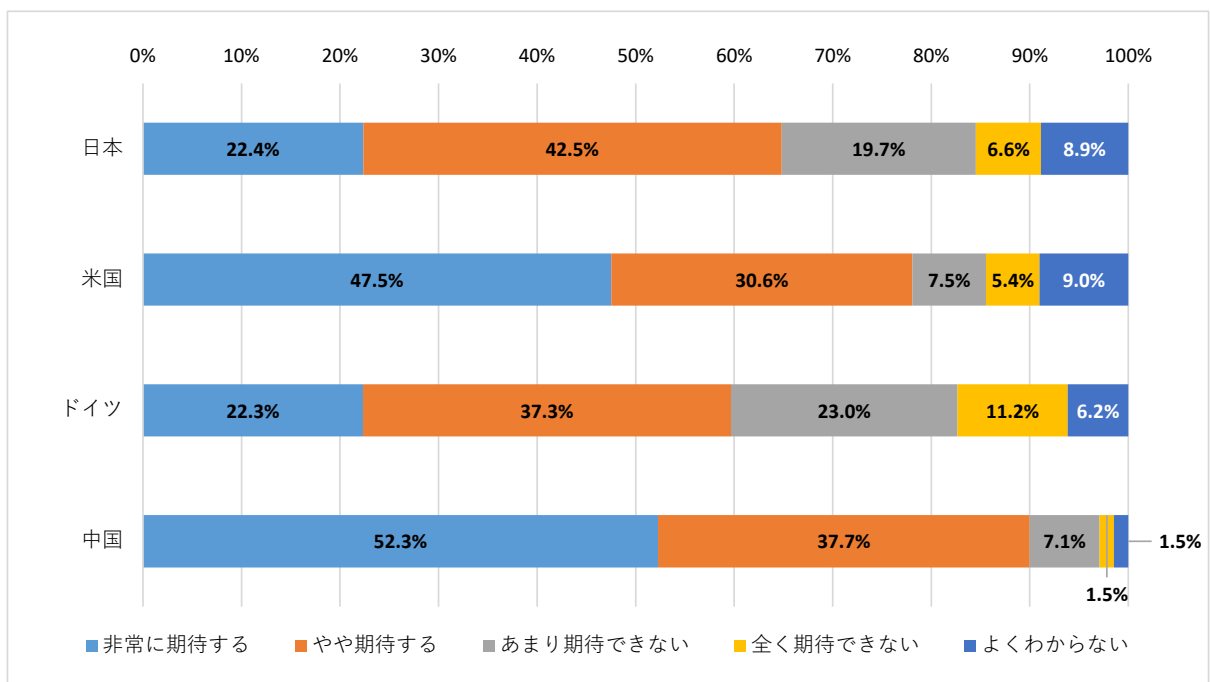
(b) 渋滞などの交通問題が解決され、快適に移動できる



(c) 過疎地域などでの公共交通を維持できる

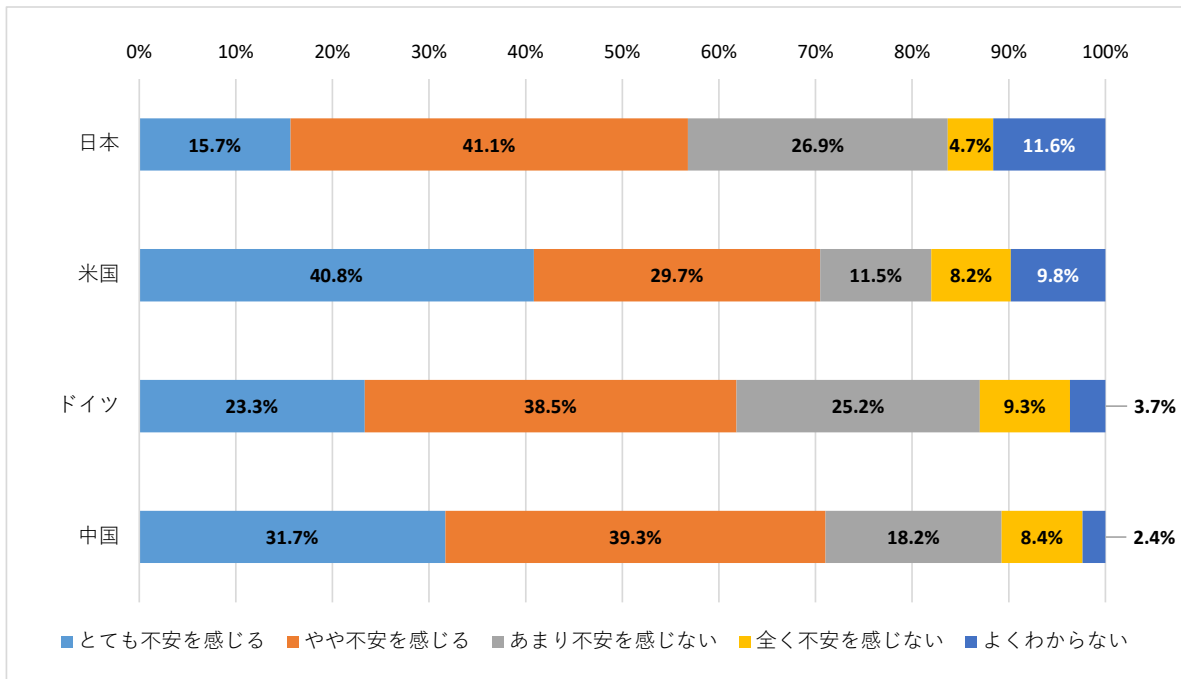


(d) 人の操作ミス等による交通事故が減少する

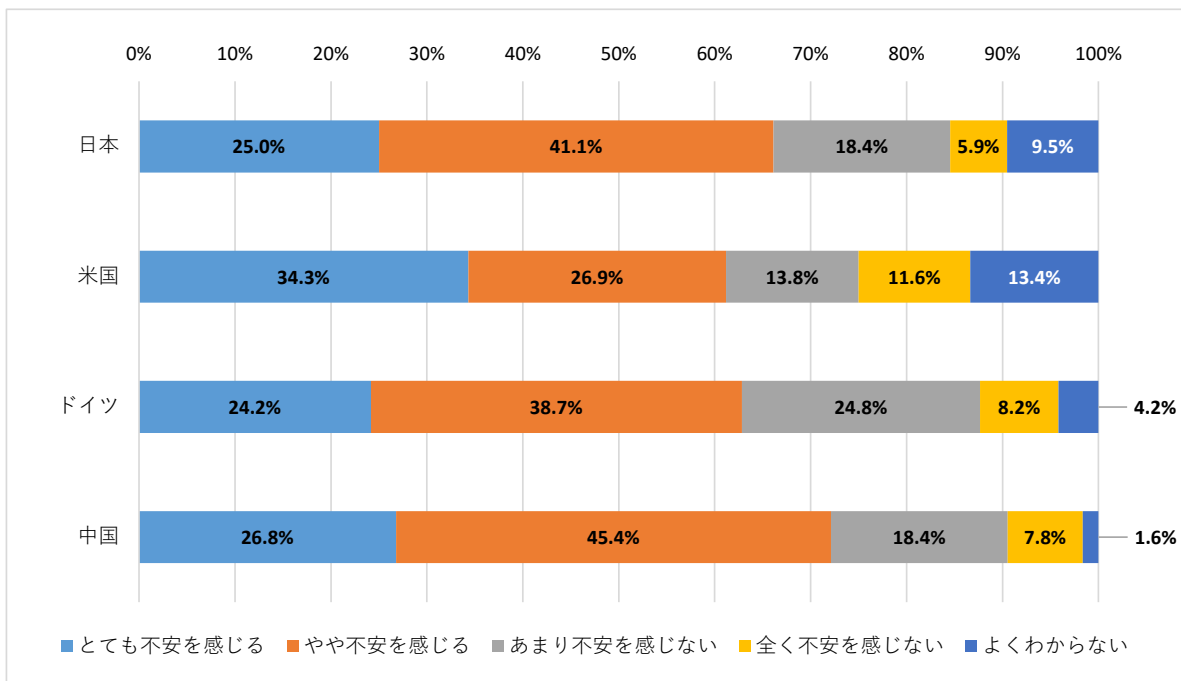


図表 3-115 日本と諸外国におけるデジタル活用への不安

(a) 自動運転によって事故が増加する



(b) AI が原因で起こった事故等の責任の所在が問題になる



(ウ) 買い物・サービス利用

i 利活用及び利用意向の状況

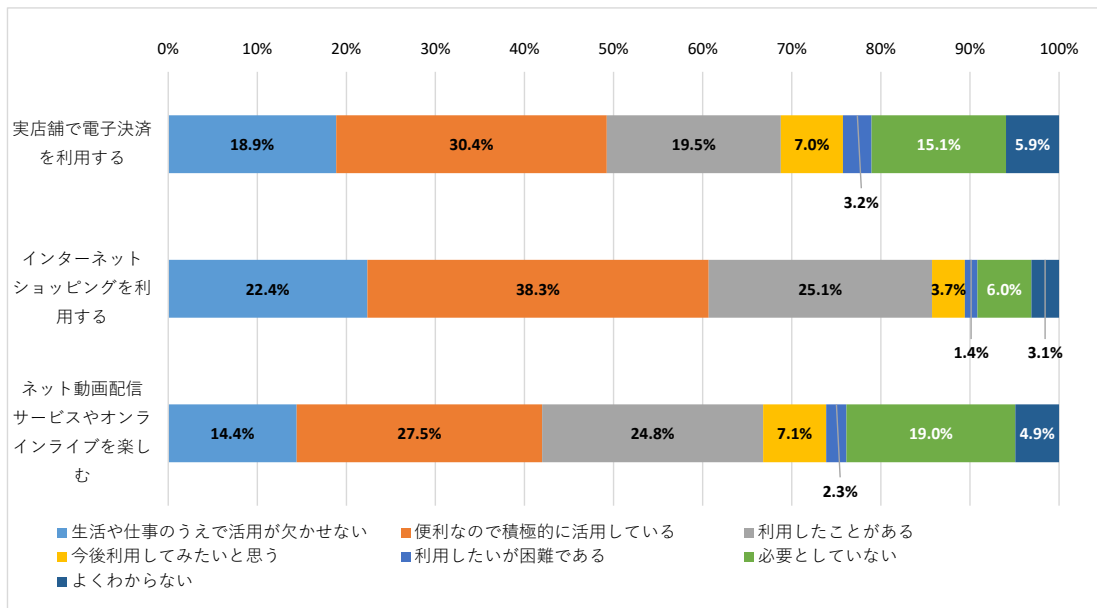
● 日本におけるデジタル利活用状況

買い物・サービス利用におけるデジタル化として、電子決済やインターネットショッピング及びオンラインサービスの利用状況について尋ねたところ、個人の利用については70%程度以上が利用したことがあると回答しており、デジタル活用が浸透しつつあることが分かった（図表 3-116）。

年齢別の利用状況としては、電子決済及びインターネットショッピングの利用について、20歳代から40歳代になるにつれて高くなるが、50歳代以降は低下していた。ネット動画配信サービスについては20歳代が最も利用しており70%以上となっているが、年齢が高くなるにつれて利用したことがあると回答した割合が減少し、「必要としていない」と回答する割合が増加した（図表 3-117）。

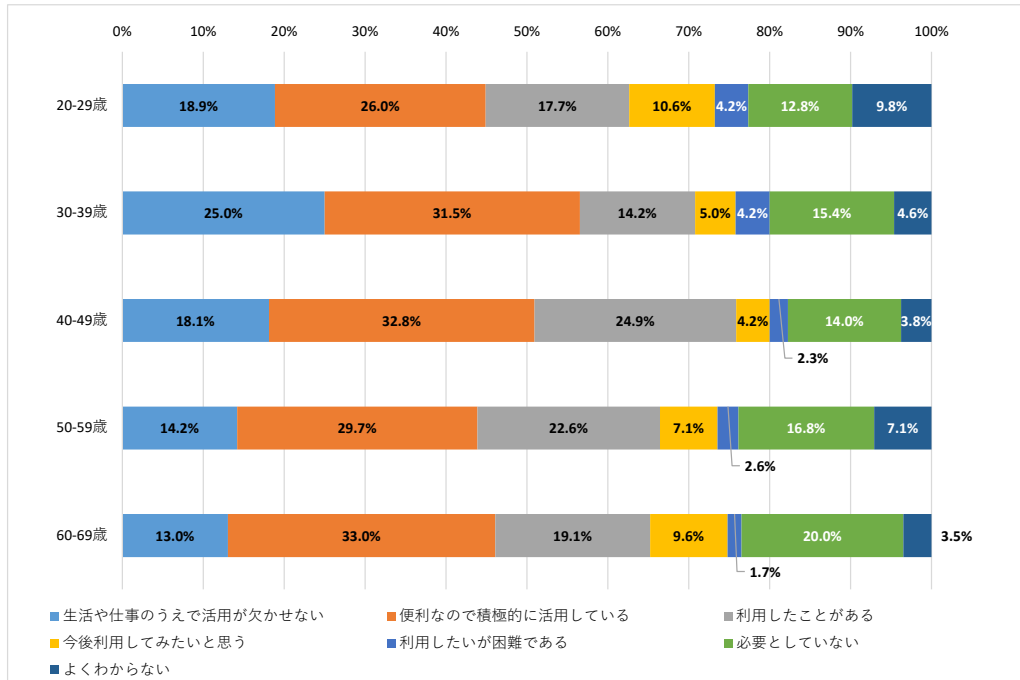
世帯年収別の利用状況としては、世帯年収が高いほど、電子決済やオンラインサービスを利用していることが分かった。また、世帯年収が収入なし・200万円未満の層にて電子決済やインターネットショッピングについて必要ないと回答している割合が大きくなっていった（図表 3-118）。

図表 3-116 日本におけるデジタル利活用状況

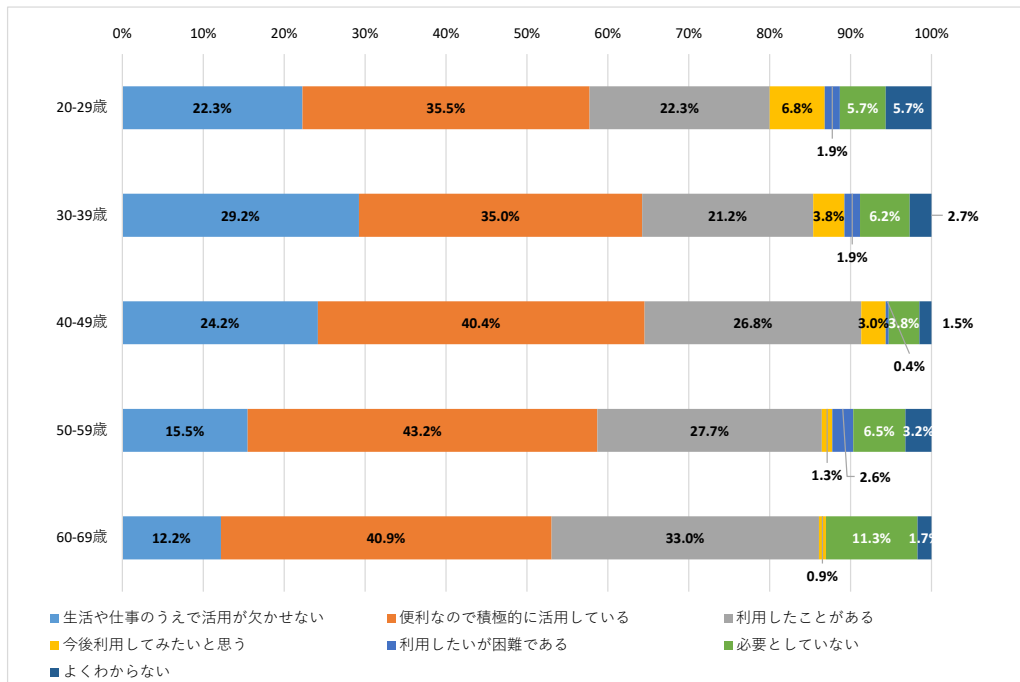


図表 3-117 日本における年齢別デジタル利用状況

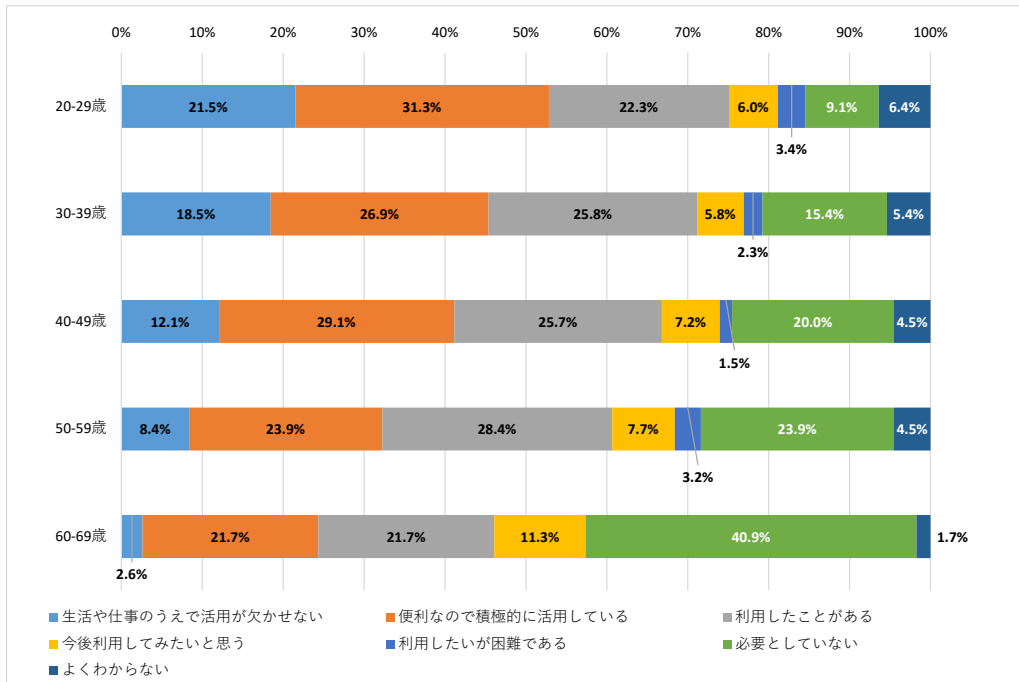
(a) 実店舗で電子決済を利用する



(b) インターネットショッピングを利用する

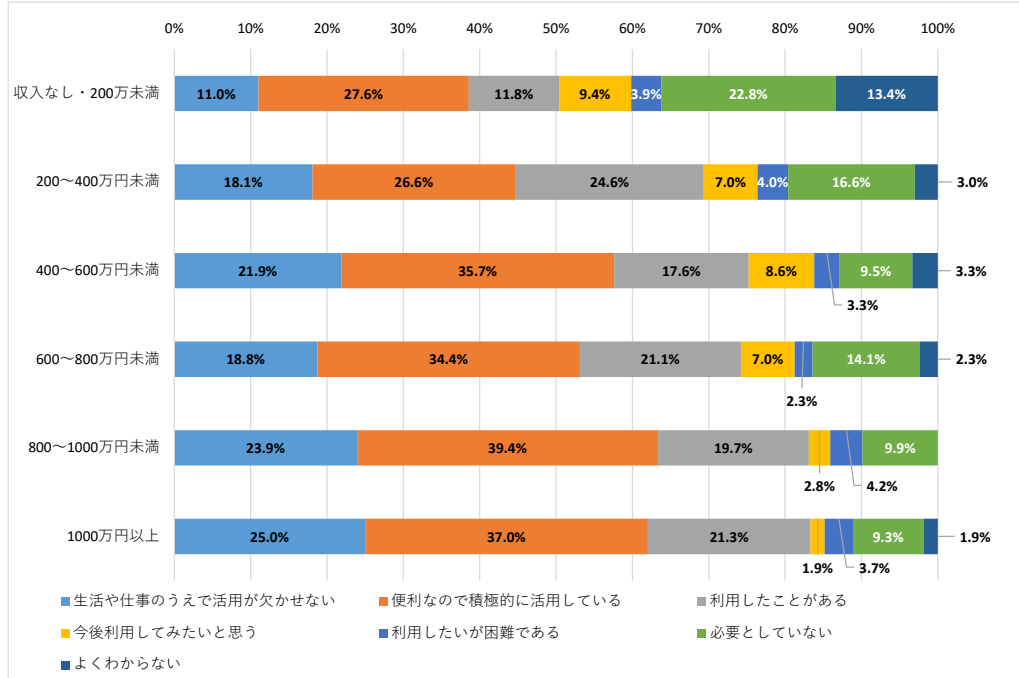


(c) ネット動画配信サービスやオンラインライブを楽しむ

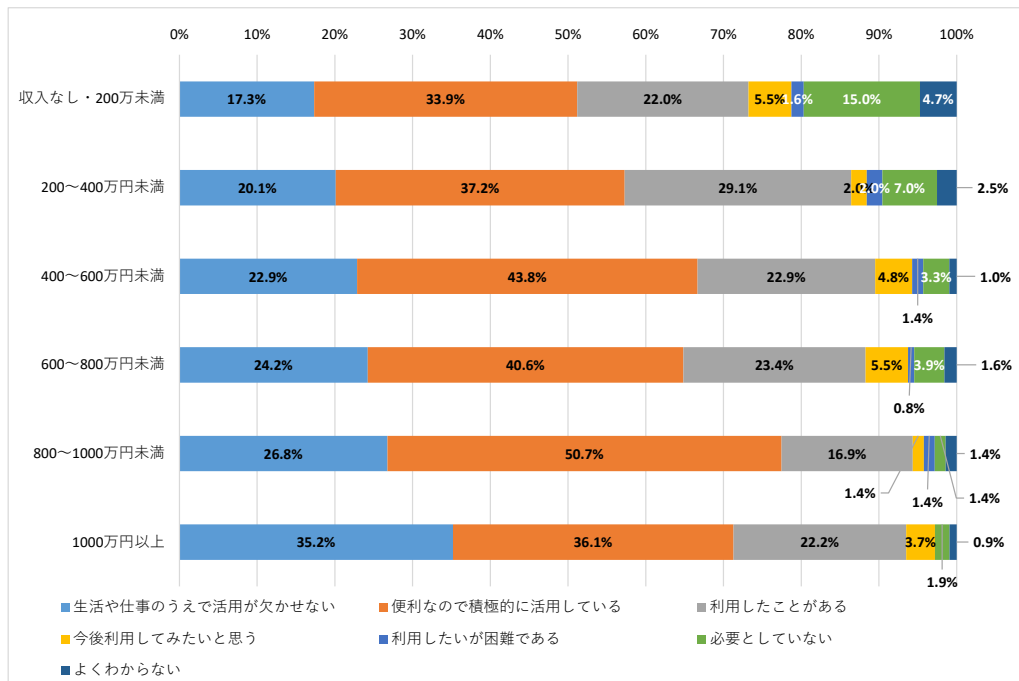


図表 3-118 日本における世帯年収別デジタル利用状況

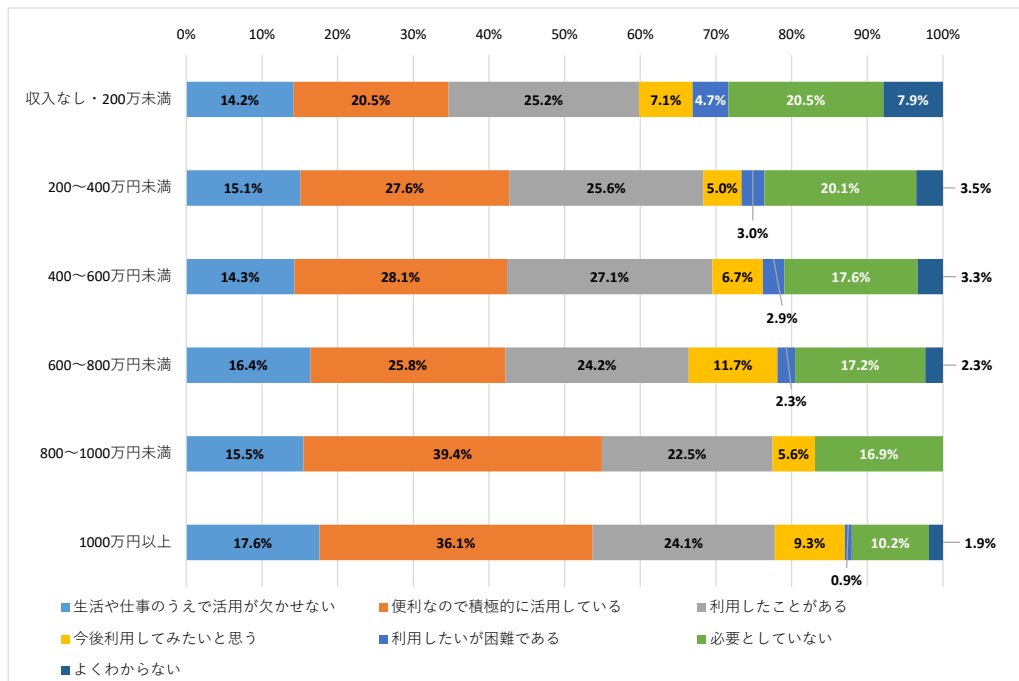
(a) 実店舗で電子決済を利用する



(b) インターネットショッピングを利用する



(c) ネット動画配信サービスやオンラインライブを楽しむ

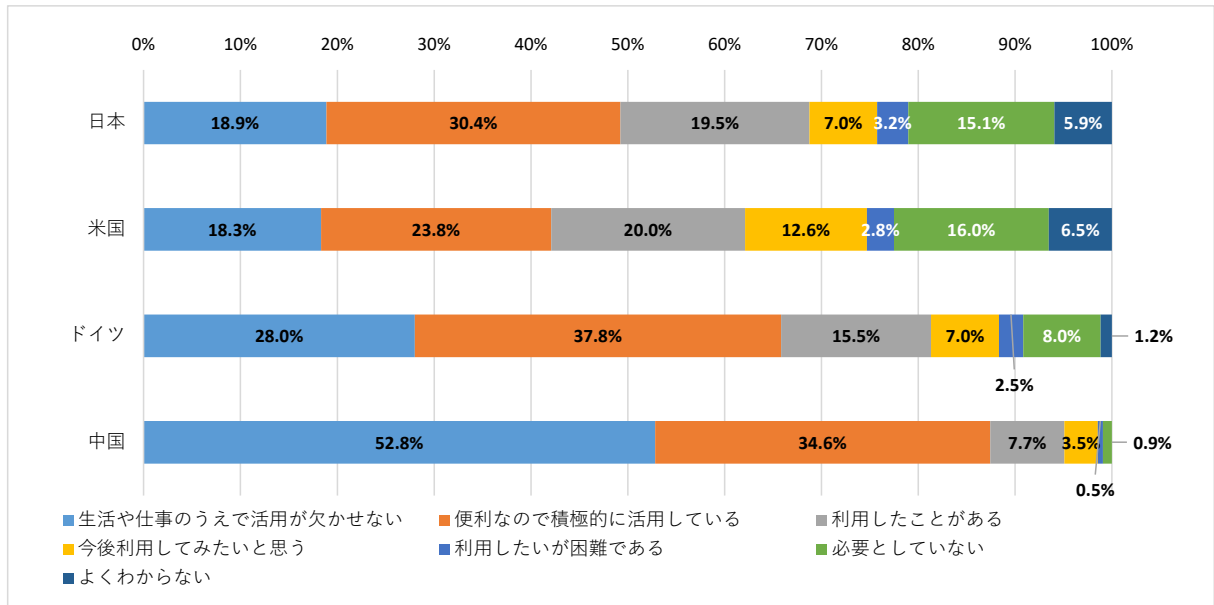


● 日本と諸外国におけるデジタル利用状況の比較

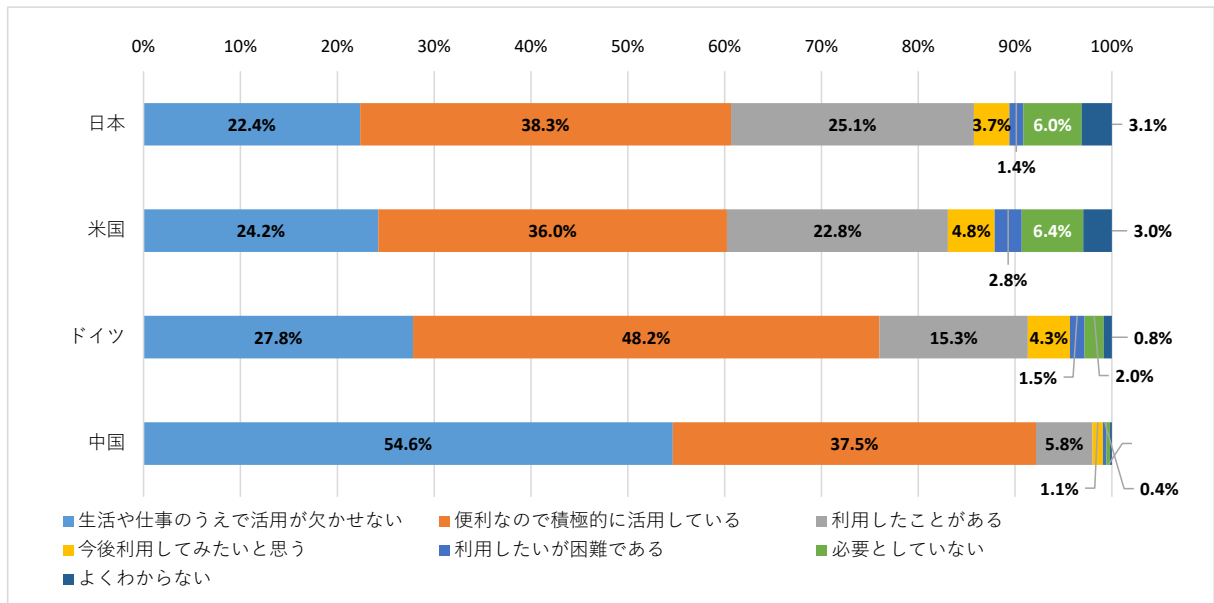
買い物・サービス利用におけるデジタル化されたサービスの利用状況としては、諸外国と日本で大きな差は無かった（図表 3-119）。また、「利用したいが困難である」と回答した方にその理由を尋ねたところ、日本、諸外国ともにセキュリティに対する不安が多く挙げられていた（図表 3-120）。

図表 3-119 日本と諸外国におけるデジタル利用状況

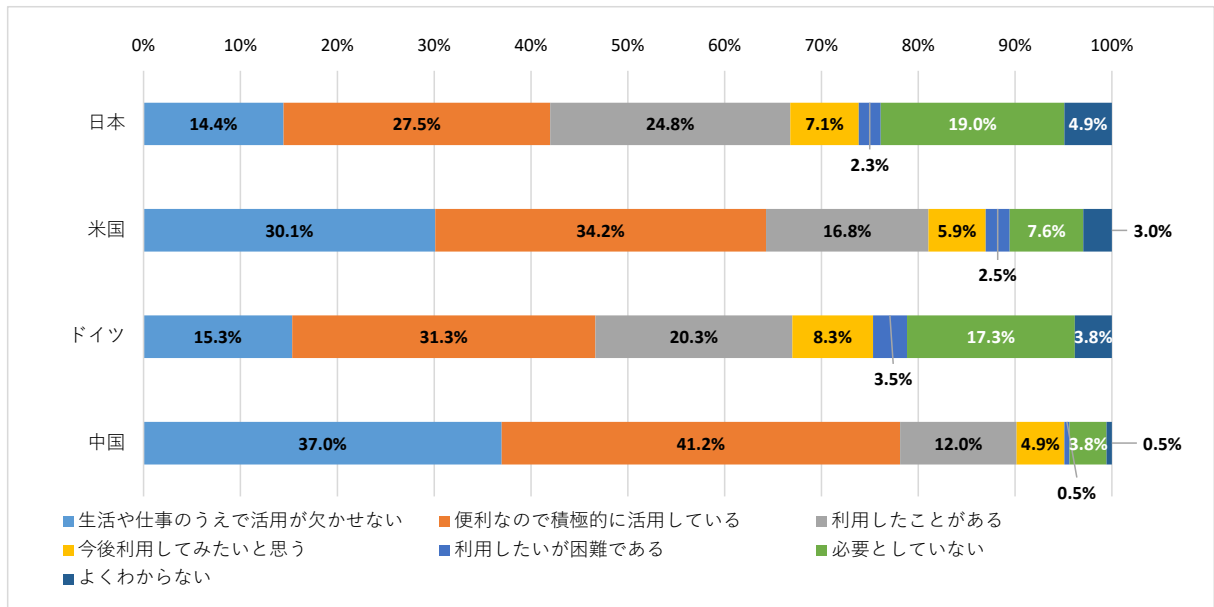
(a) 実店舗で電子決済を利用する



(b) インターネットショッピングを利用する

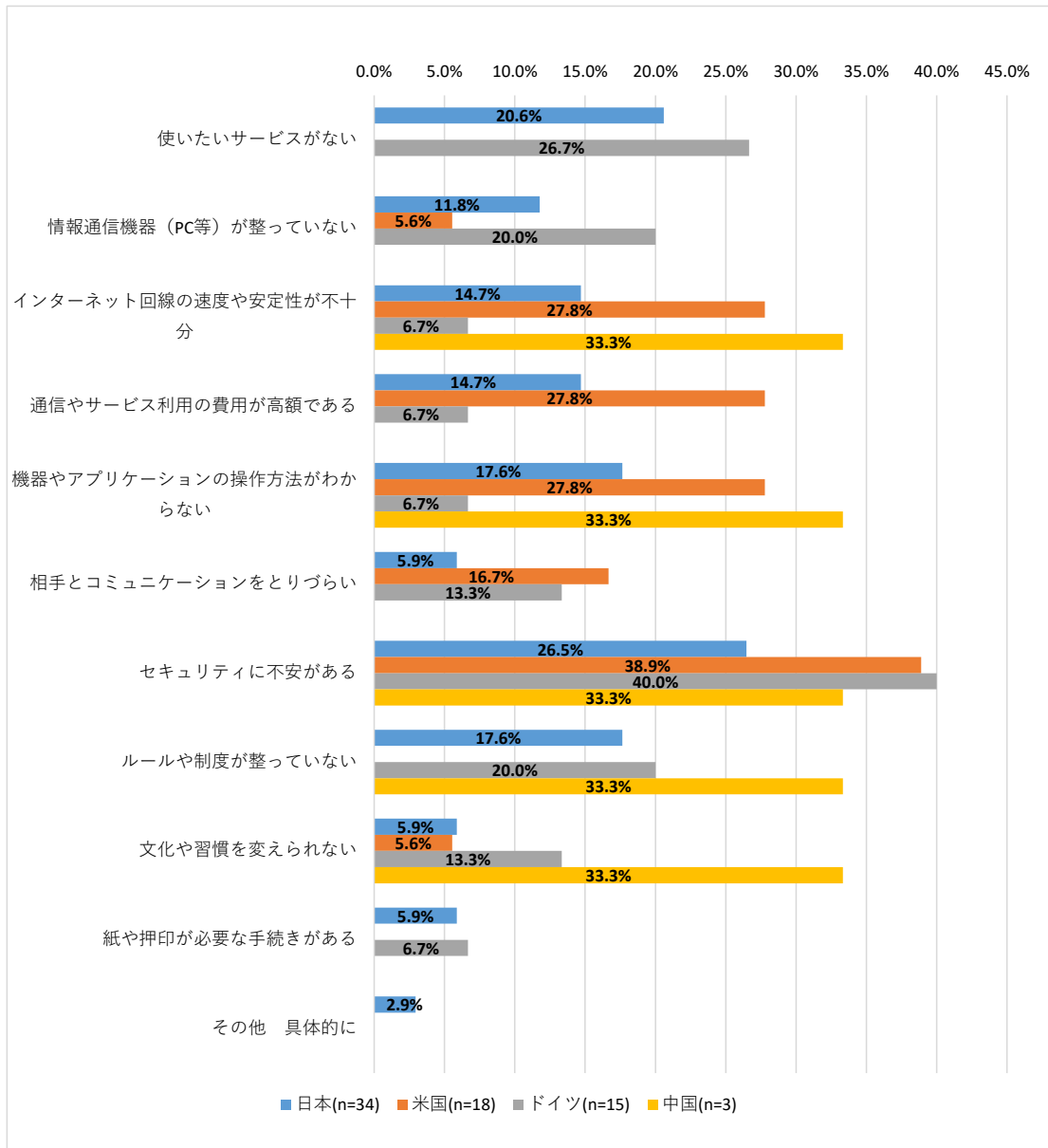


(c) ネット動画配信サービスやオンラインライブを楽しむ

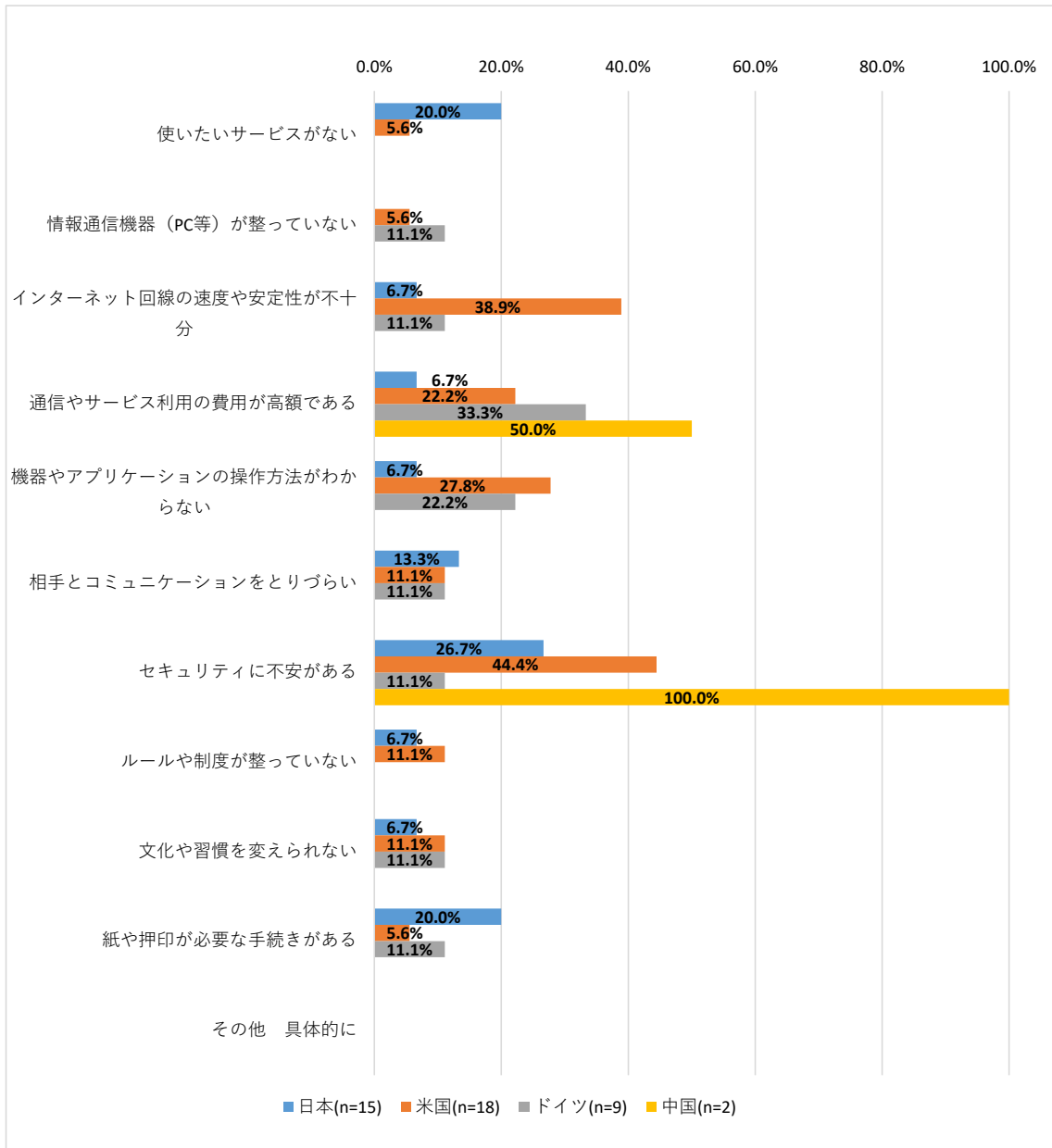


図表 3-120 デジタル活用が困難である理由

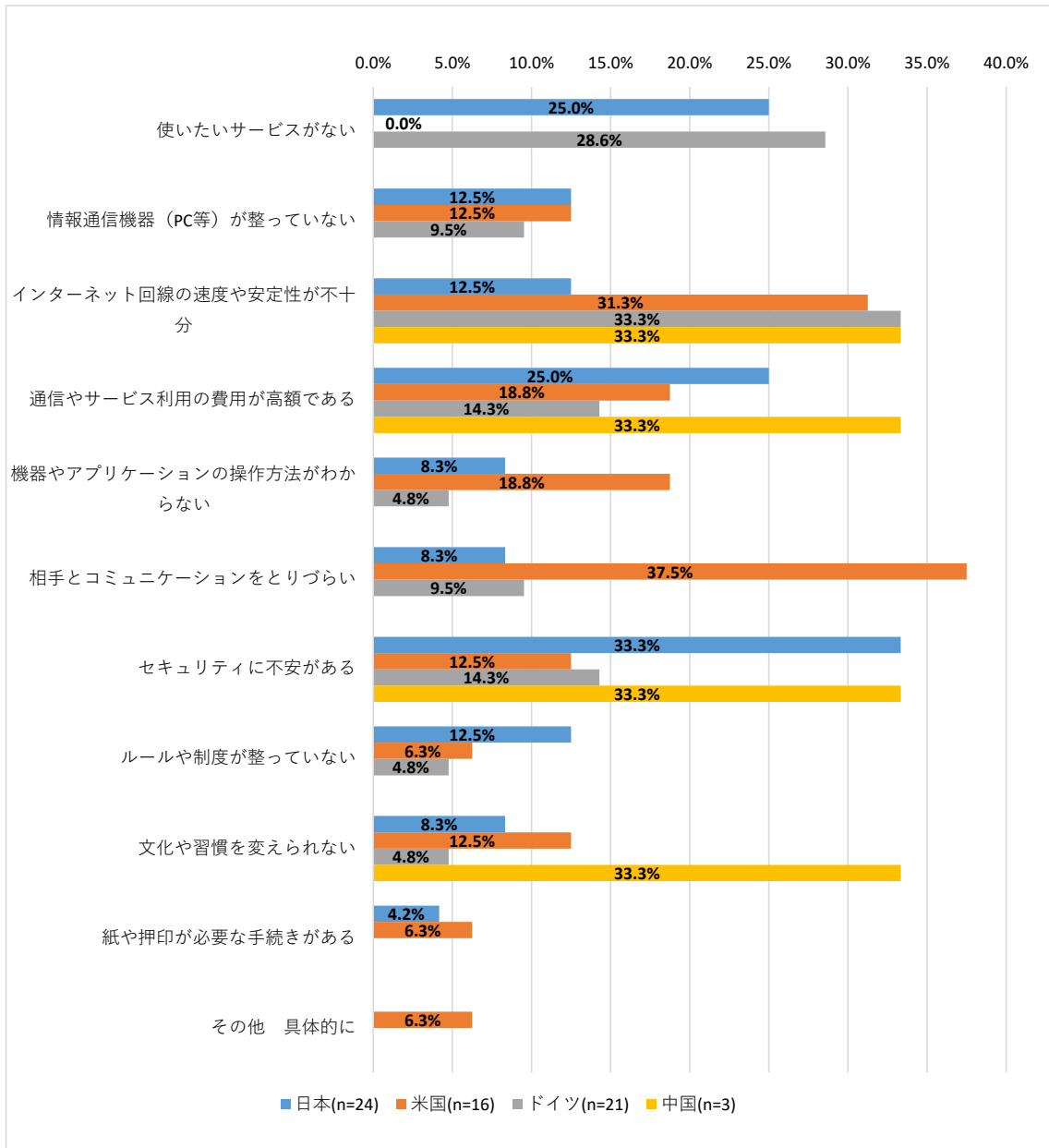
(a) 実店舗で電子決済を利用する



(b) インターネットショッピングを利用する



(c) ネット動画配信サービスやオンラインライブを楽しむ



ii デジタル化に伴う期待・不安

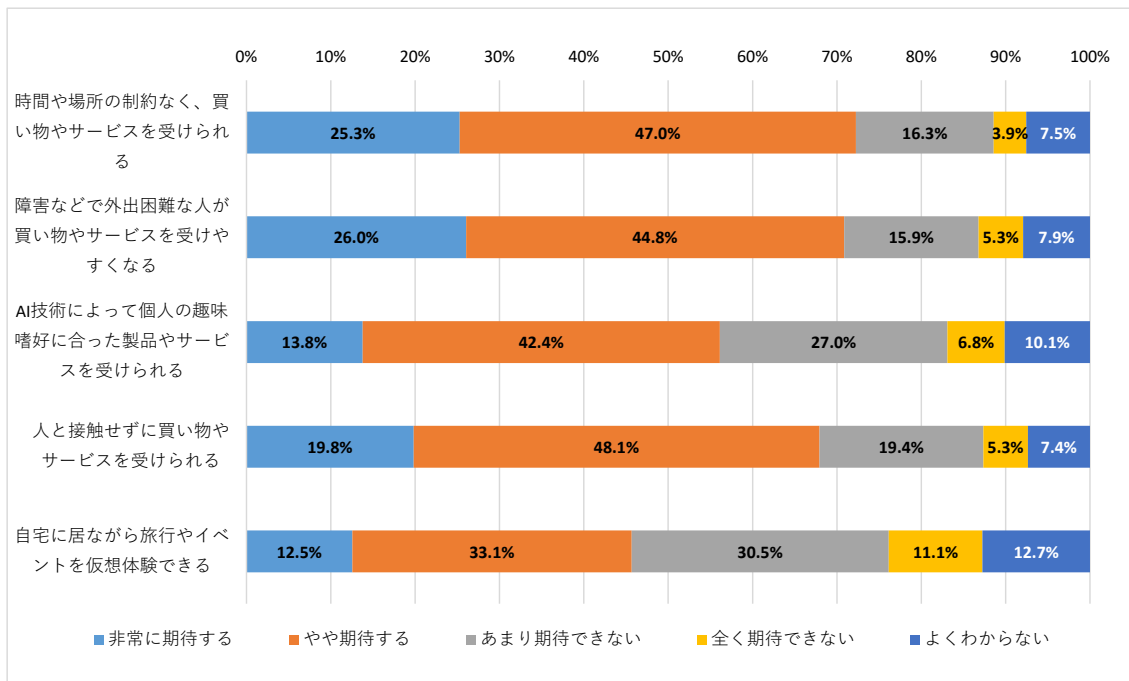
● 日本におけるデジタル利活用状況

買い物・サービス利用におけるデジタル化されたサービスに対する期待と不安について尋ねたところ、時間・場所の制約が無くなることと障害などを持つ方もサービスを受けやすくなることに対して期待する割合が最も多く70%を超えていた。一方で、旅行やイベントの仮想体験については約45%となっており期待する割合が低くなっていた。不安を感じる内容としては、デジタルを利用できる人とできない人の格差に対するものが約65%となっており最も多かった。また、個人情報の侵害と人とのつながりが希薄になることに対して過半数が不安を感じると回答した。一方で、外出や旅行の機会については約42%が不安を感じると回答した割合が最も低くなっていた（図表 3-121、図表 3-122）。

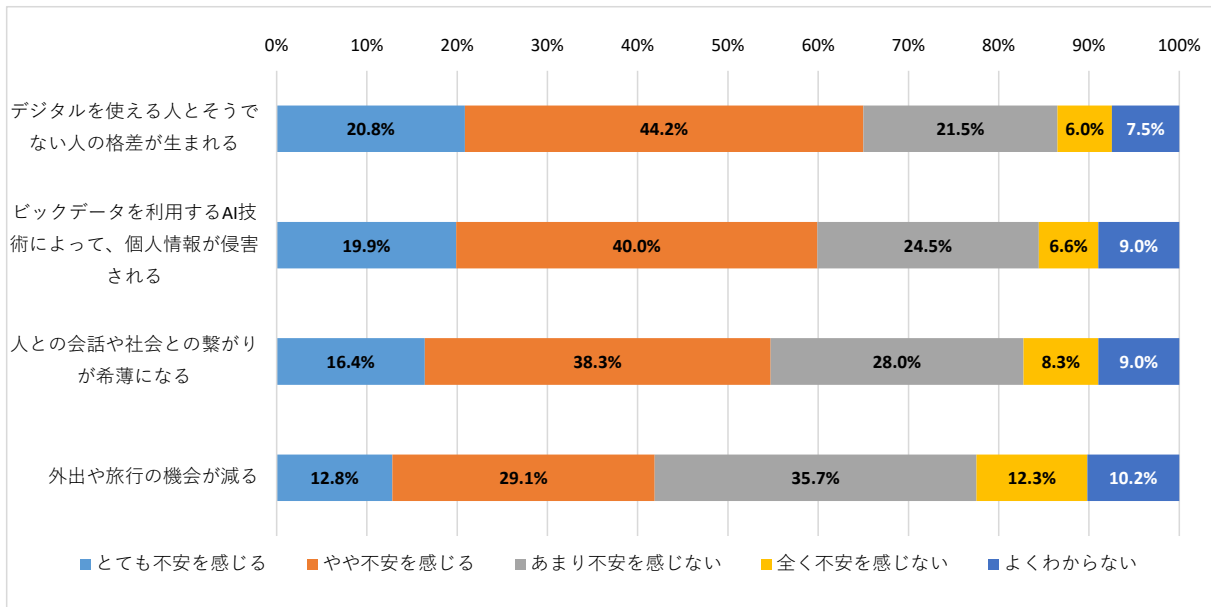
世帯年収別に比較すると、世帯年収が高いほど、期待する割合、不安を感じると回答した割合が多くなった。また、収入なし・200万円未満の層では「よくわからない」と回答している割合が多くなっていた（図表 3-123、図表 3-124）。

年齢別に比較すると、買い物・サービス利用におけるデジタル化に伴う期待については、大きな差が無かった。一方で、不安については「個人情報が侵害されること」と「社会とのつながりが希薄になること」において、年齢が上がるほど不安を感じると回答する割合が多くなった（図表 3-125、図表 3-126）。

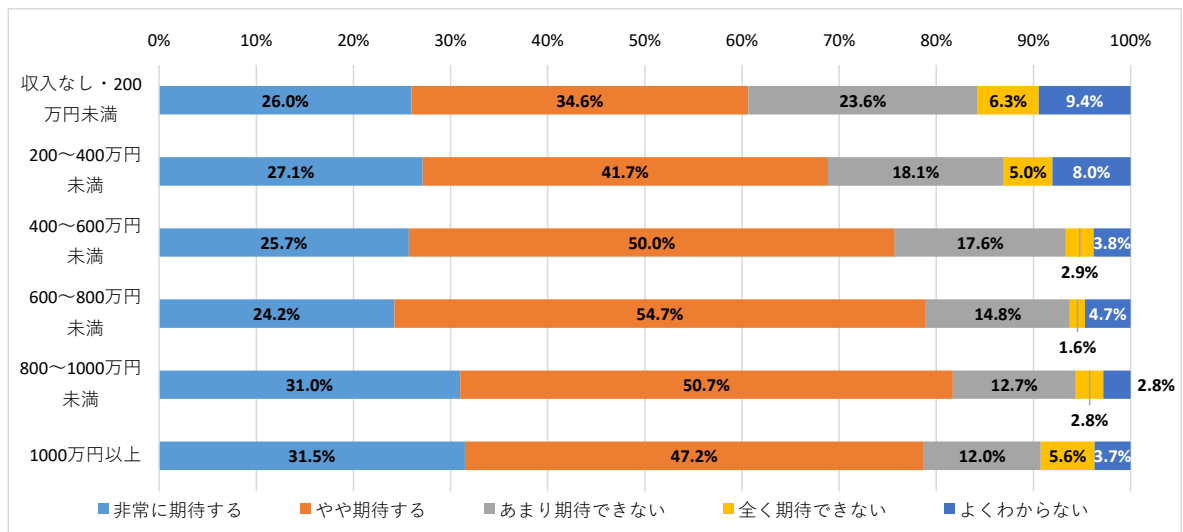
図表 3-121 日本におけるデジタル利活用に対する期待



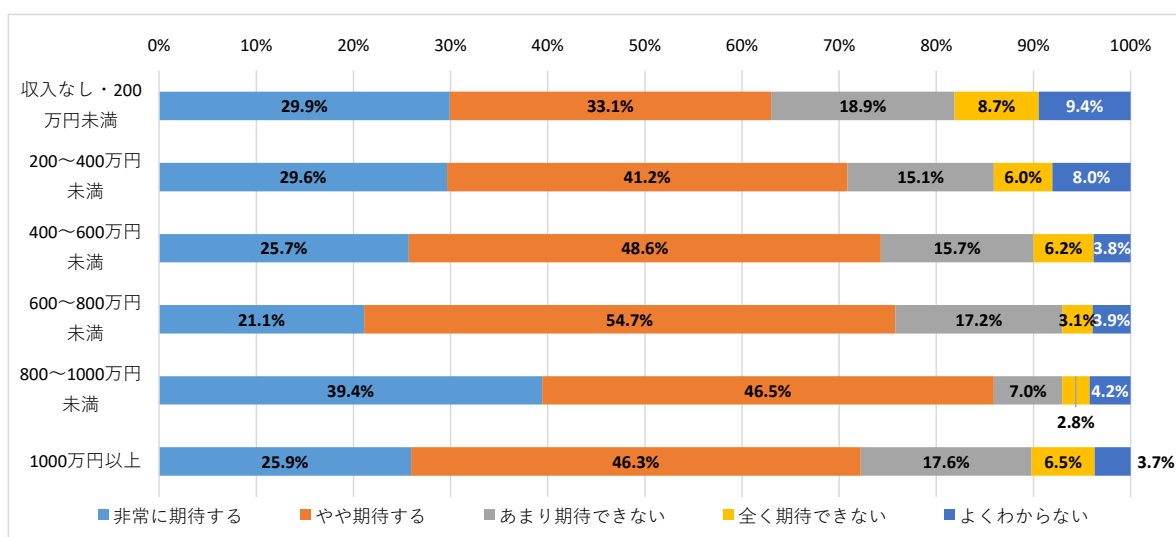
図表 3-122 日本におけるデジタル活用に対する不安



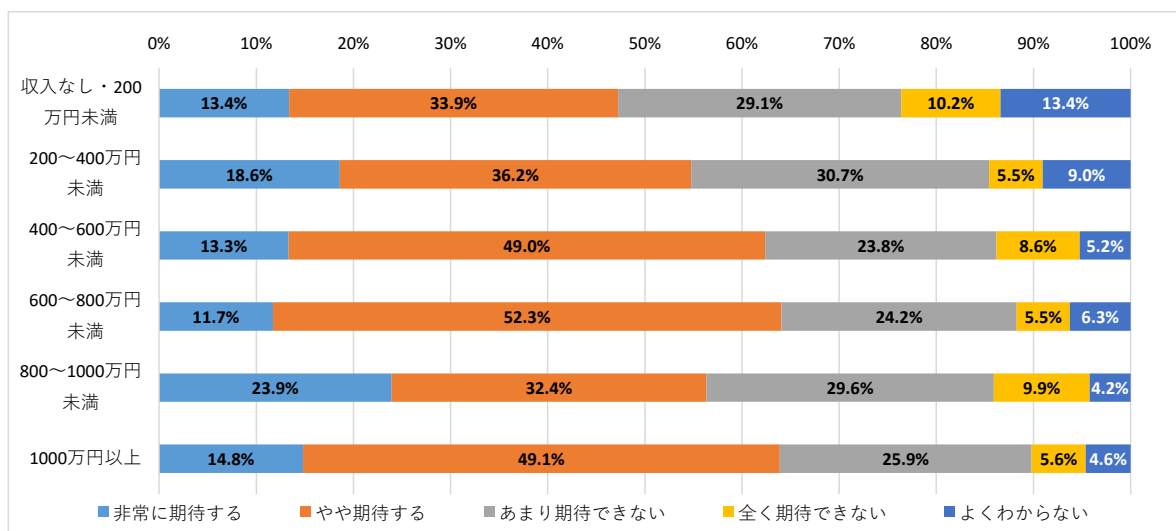
図表 3-123 日本における世帯年収別デジタル活用への期待
(a) 時間や場所の制約なく、買い物やサービスを受けられる



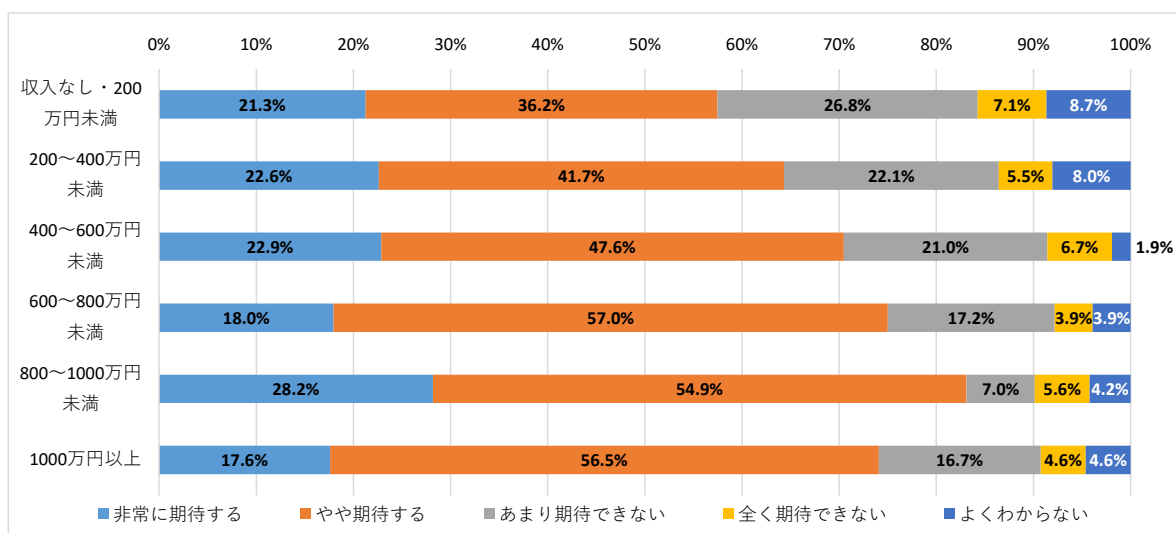
(b) 障害などで外出困難な人が買い物やサービスを受けやすくなる



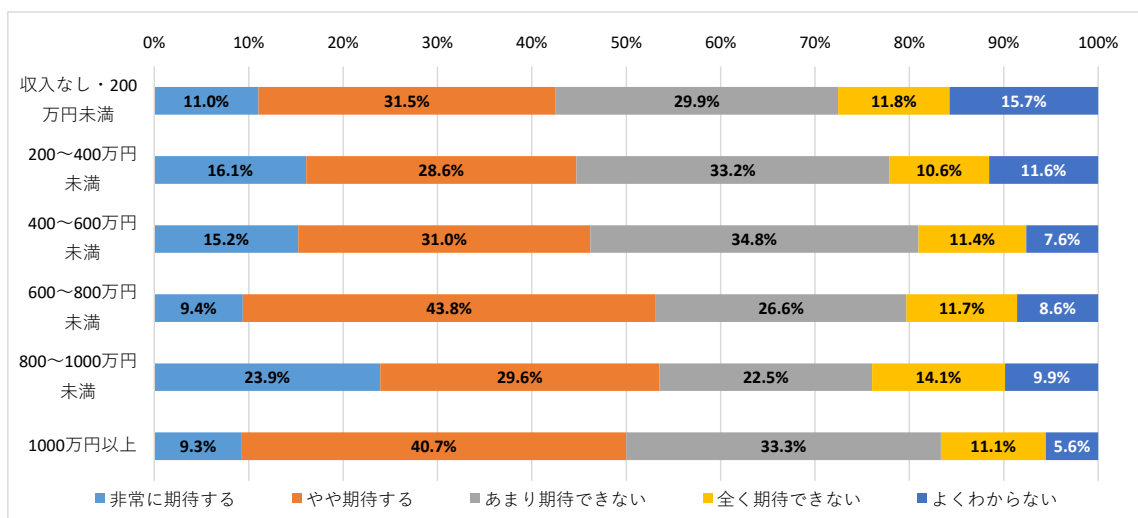
(c) AI技術によって個人の趣味嗜好に合った製品やサービスを受けられる



(d) 人と接触せずに買い物やサービスを受けられる

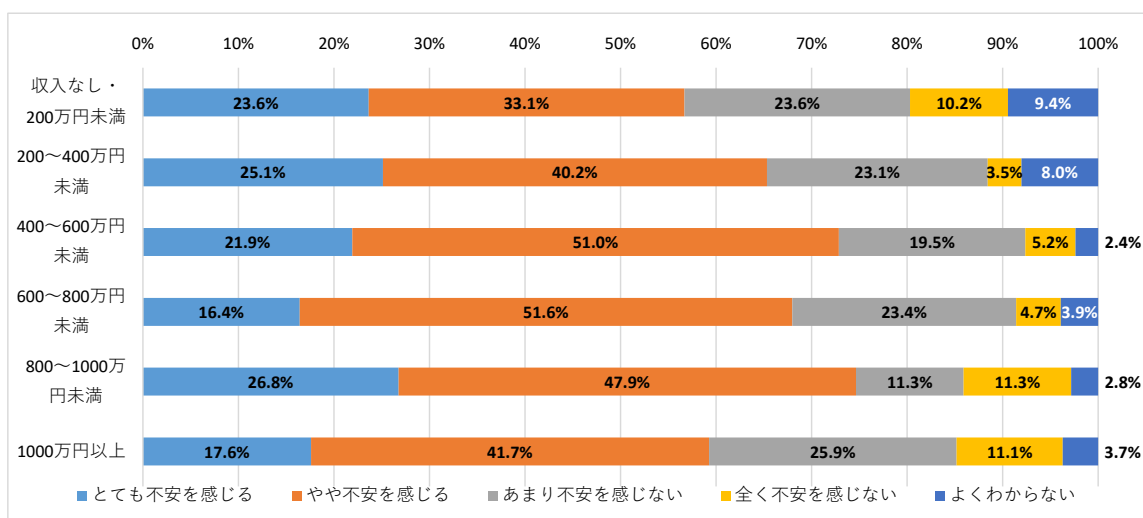


(e) 自宅に居ながら旅行やイベントを仮想体験できる

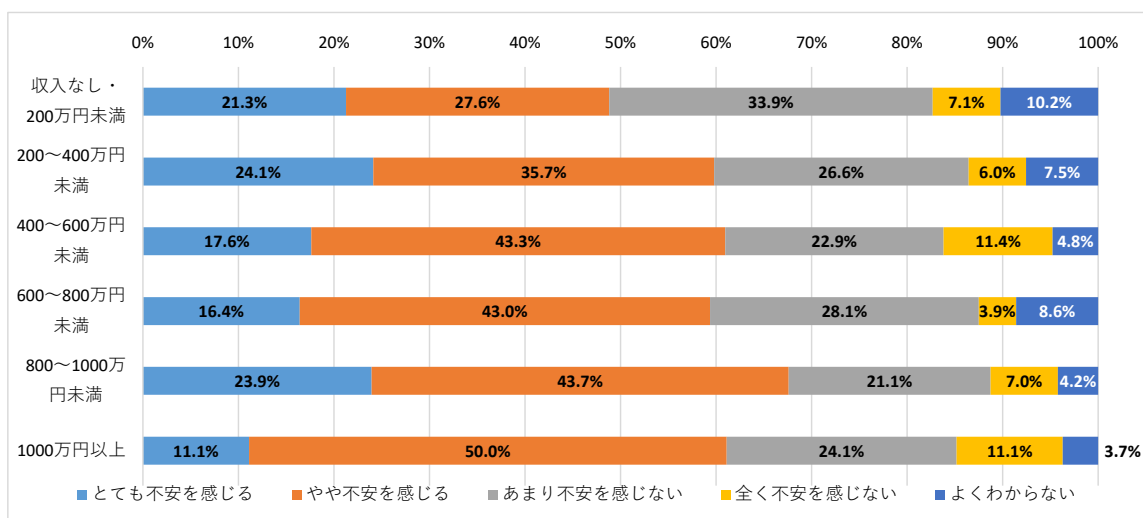


図表 3-124 日本における世帯年収別デジタル活用への不安

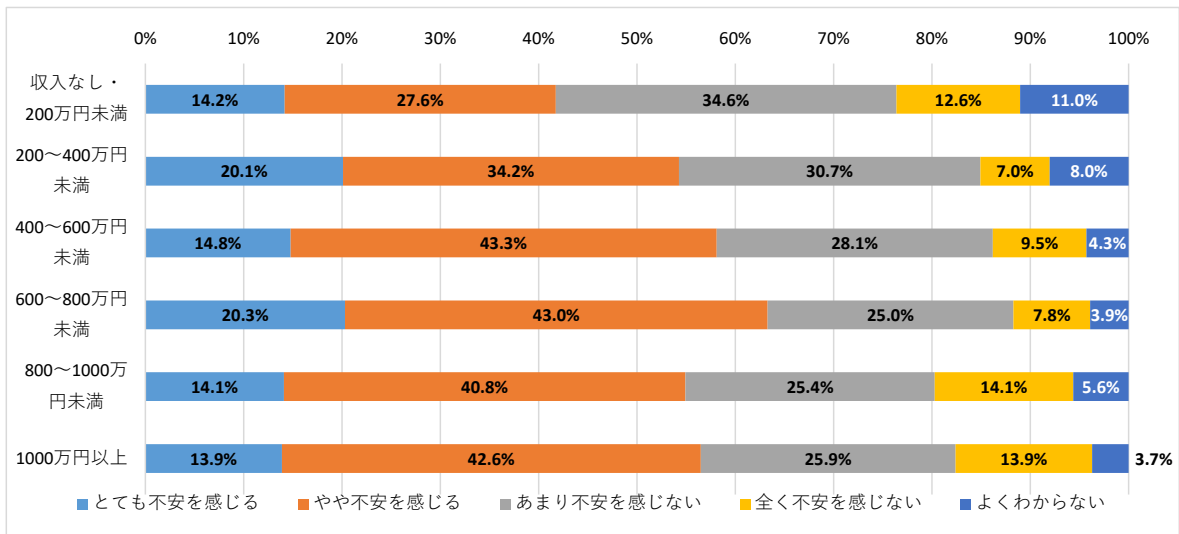
(a) デジタルを使える人とそうでない人の格差が生まれる



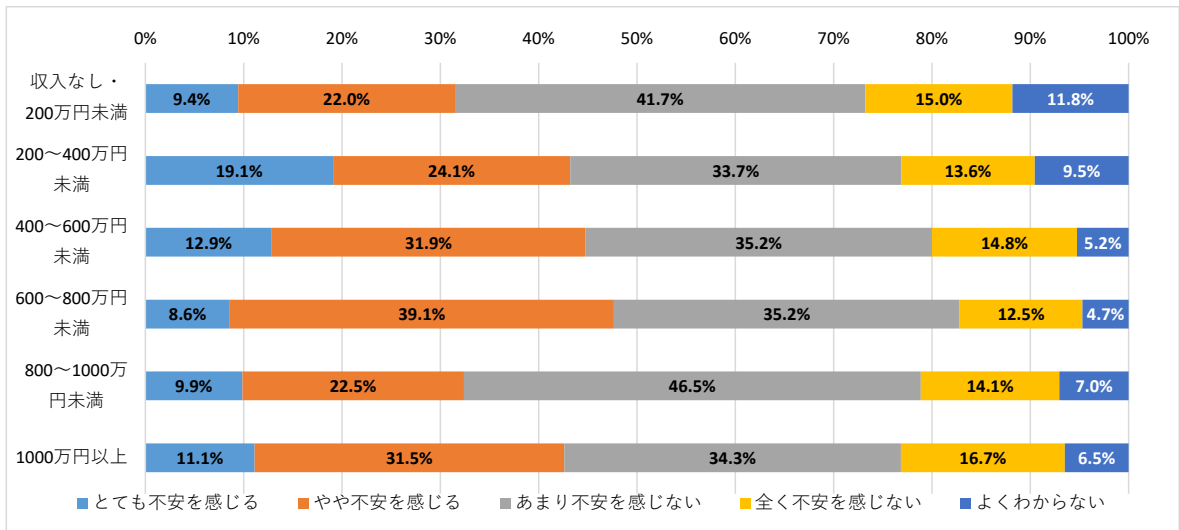
(b) ビックデータを利用するAI技術によって、個人情報侵害される



(c) 人との会話や社会との繋がりが希薄になる

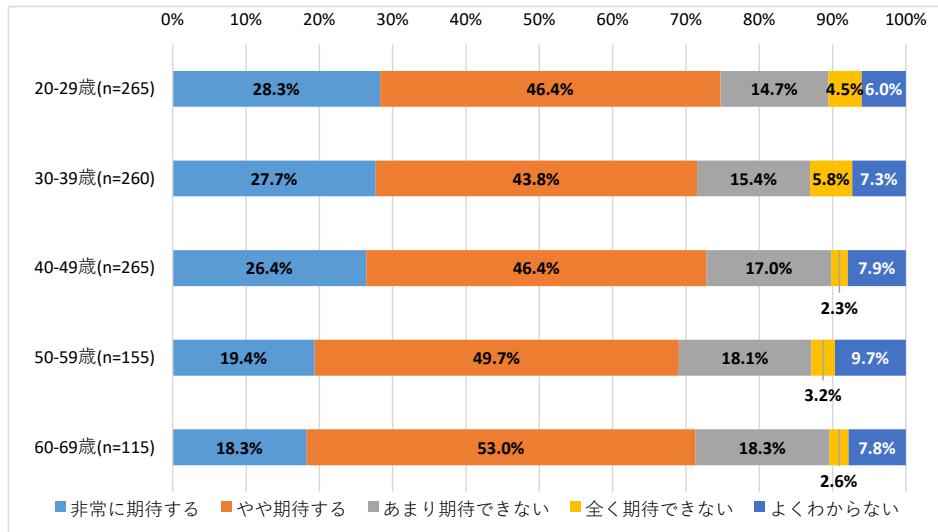


(d) 外出や旅行の機会が減る

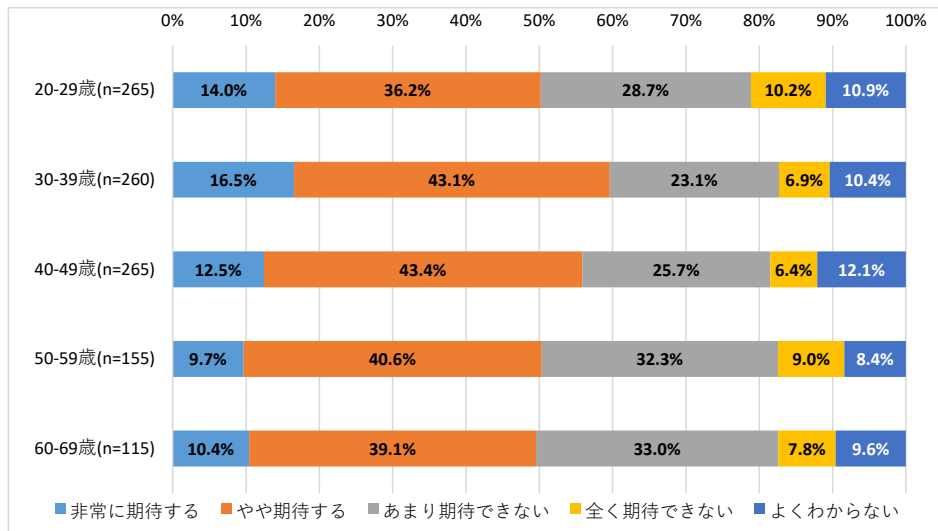


図表 3-125 日本における年齢別デジタル活用への期待

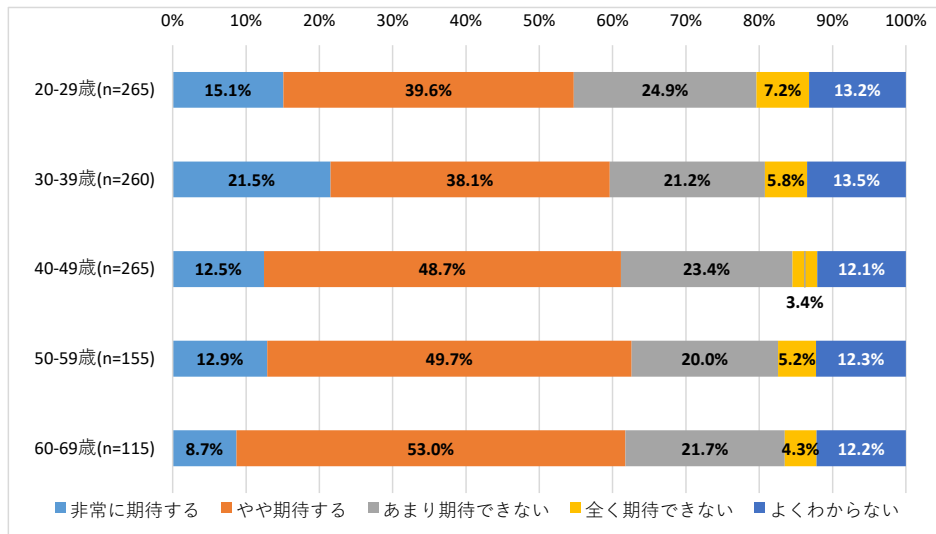
(a) 時間や場所の制約なく、買い物やサービスを受けられる



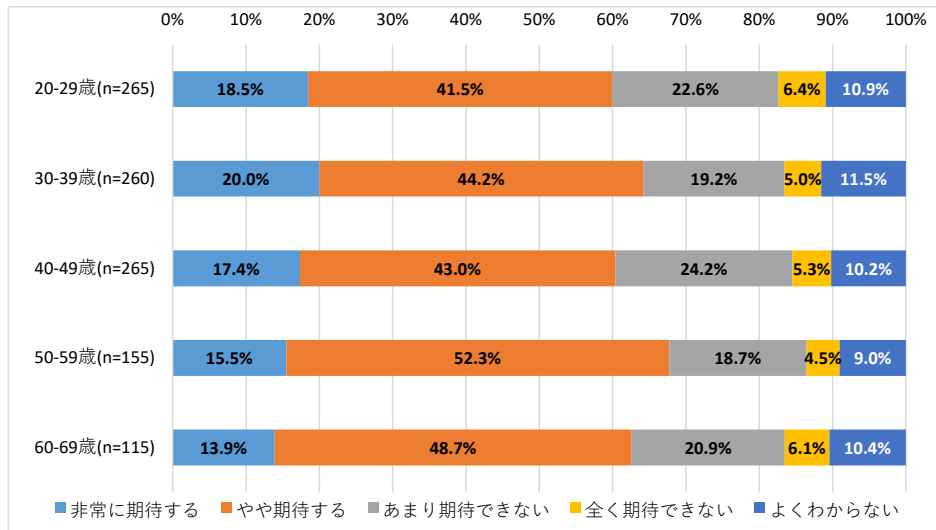
(b) 障害などで外出困難な人が買い物やサービスを受けやすくなる



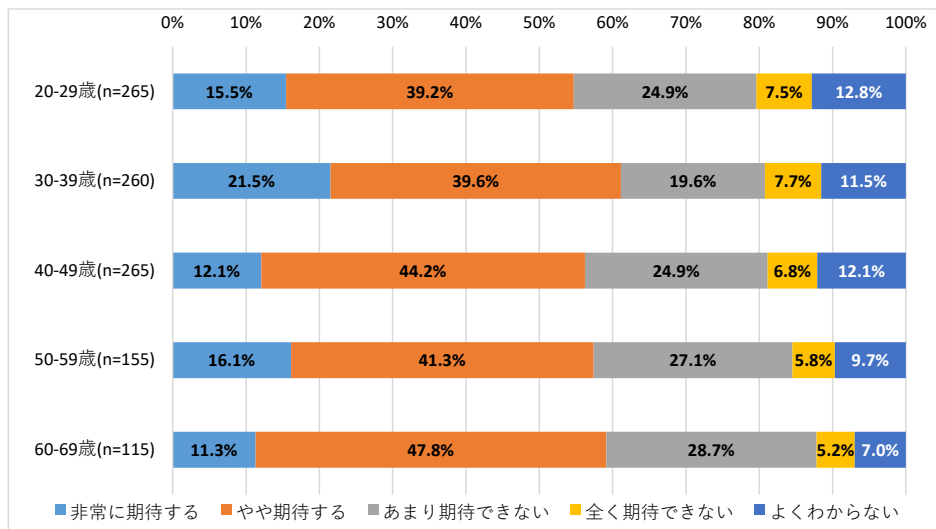
(c) AI 技術によって個人の趣味嗜好に合った製品やサービスを受けられる



(d) 人と接触せずに買い物やサービスを受けられる

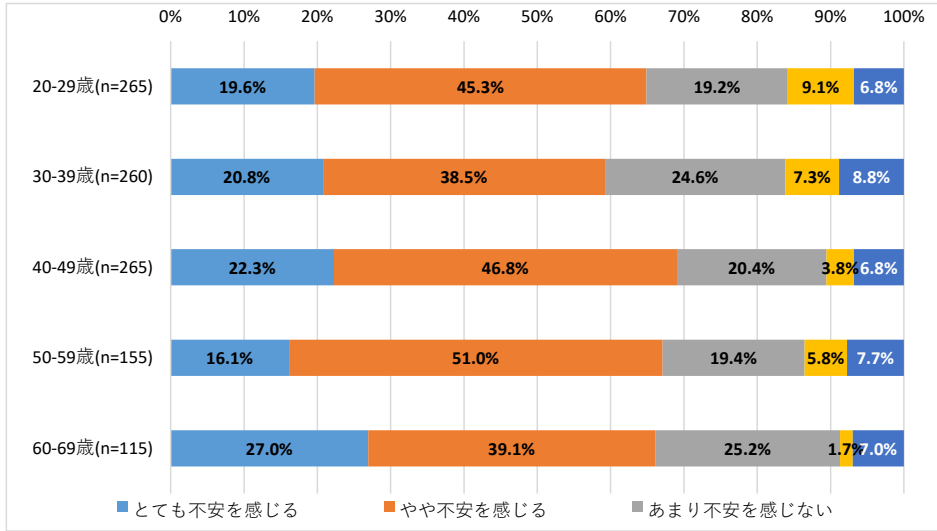


(e) 自宅に居ながら旅行やイベントを仮想体験できる

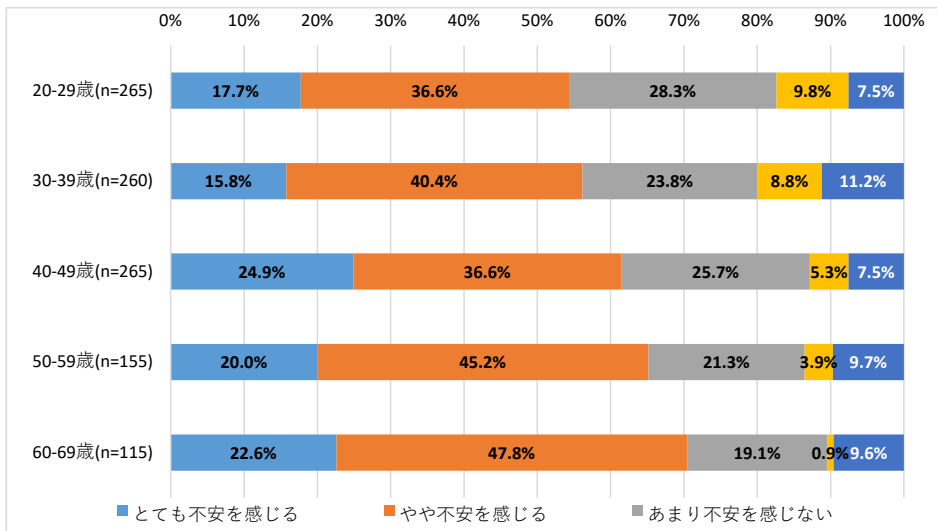


図表 3-126 日本における年齢別デジタル活用への不安

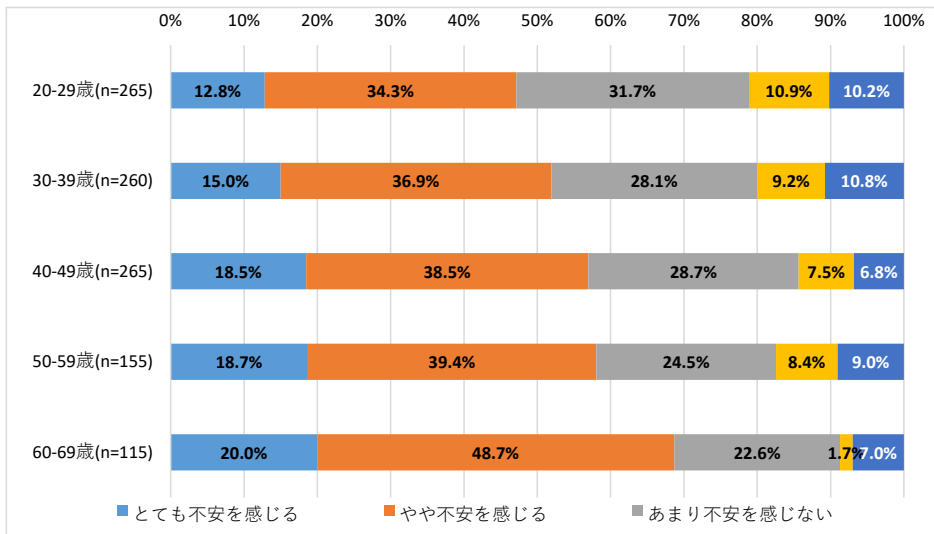
(a) デジタルを使える人とそうでない人の格差が生まれる



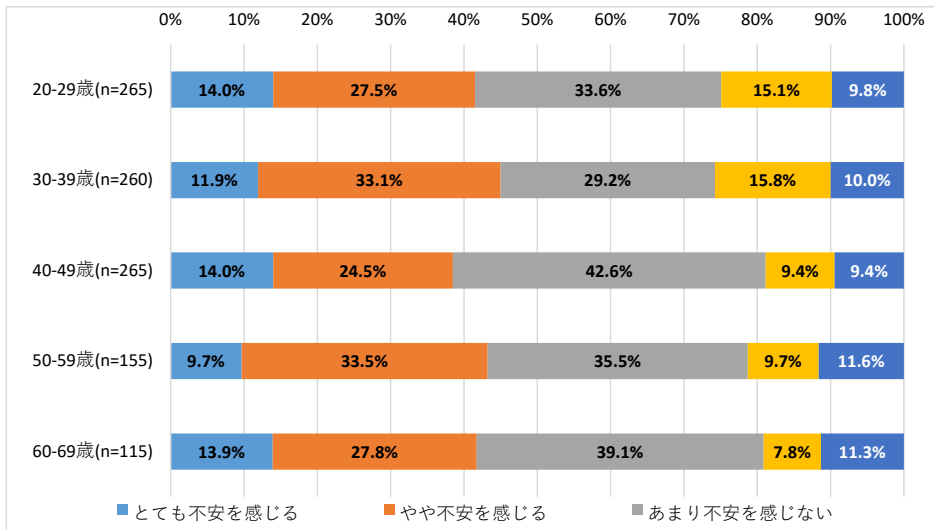
(b) ビックデータを利用する AI 技術によって、個人情報侵害される



(c) 人との会話や社会との繋がりが希薄になる



(d) 外出や旅行の機会が減る

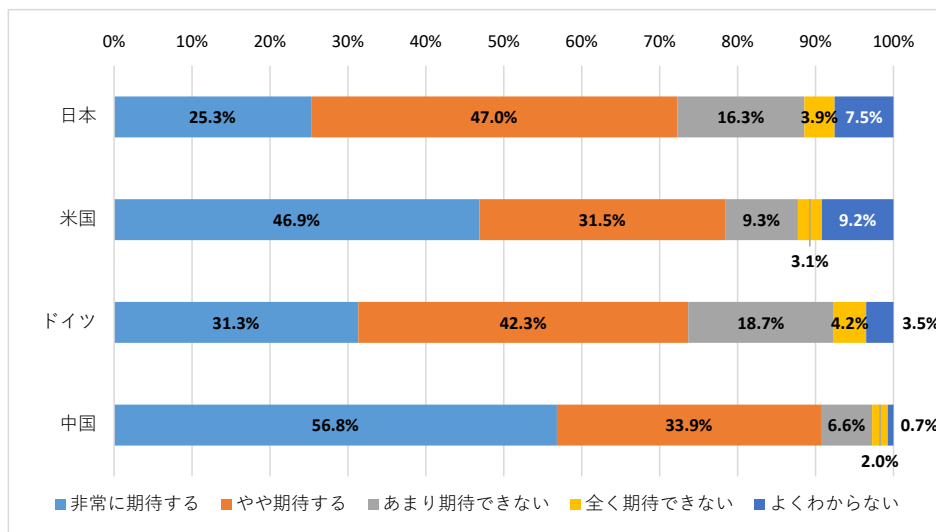


● 日本と諸外国におけるデジタル化進展に対する期待・不安の比較

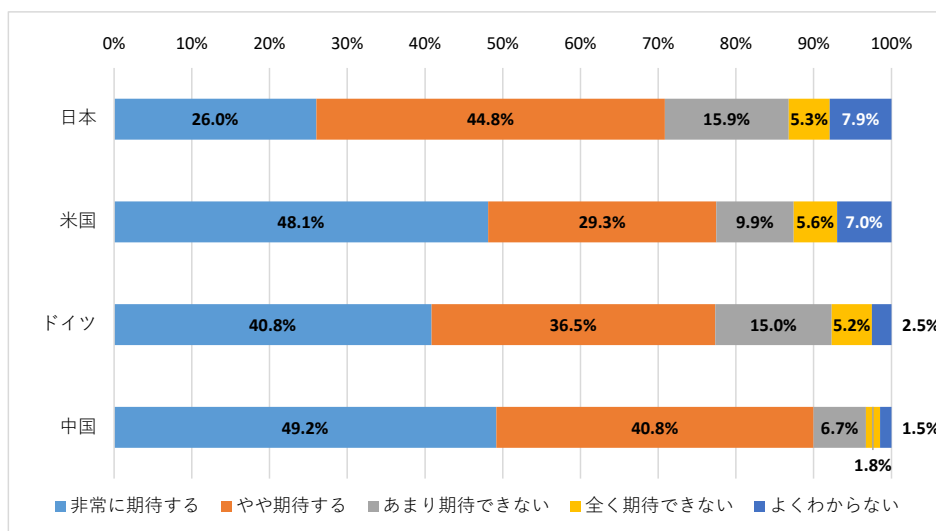
買い物・サービス利用におけるデジタル化進展に対する期待について諸外国と比較したところ、中国にて期待する割合が大きくなったものの、その他の国と日本で大きな差はなかった。

不安については、外出や旅行の機会について日本では 42%弱が不安を感じると回答したが、中国では 53%、米国・ドイツでは 60%程度となって 10%以上差があったものの、その他の項目については日本と諸外国との間で大きな差は無かった（図表 3-127、図表 3-128）。

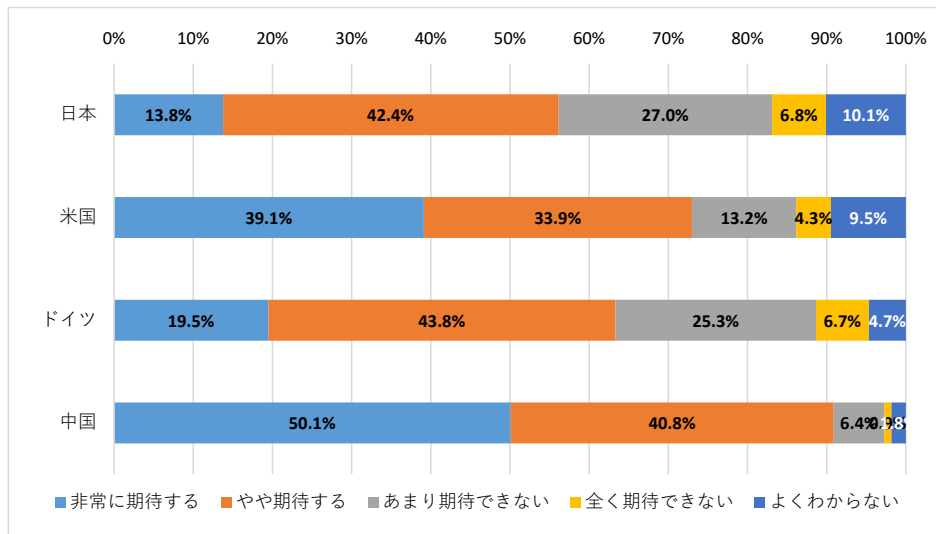
図表 3-127 日本と諸外国におけるデジタル活用への期待
(a) 時間や場所の制約なく、買い物やサービスを受けられる



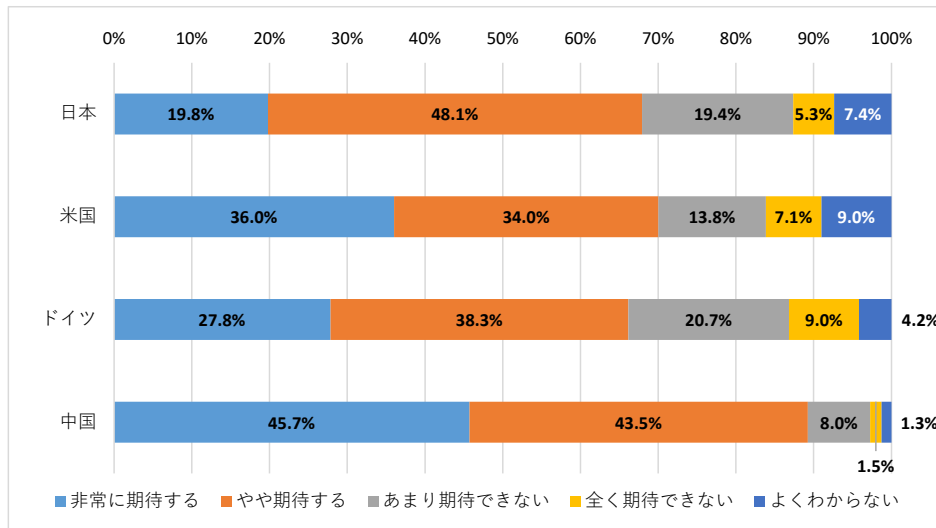
(b) 障害などで外出困難な人が買い物やサービスを受けやすくなる



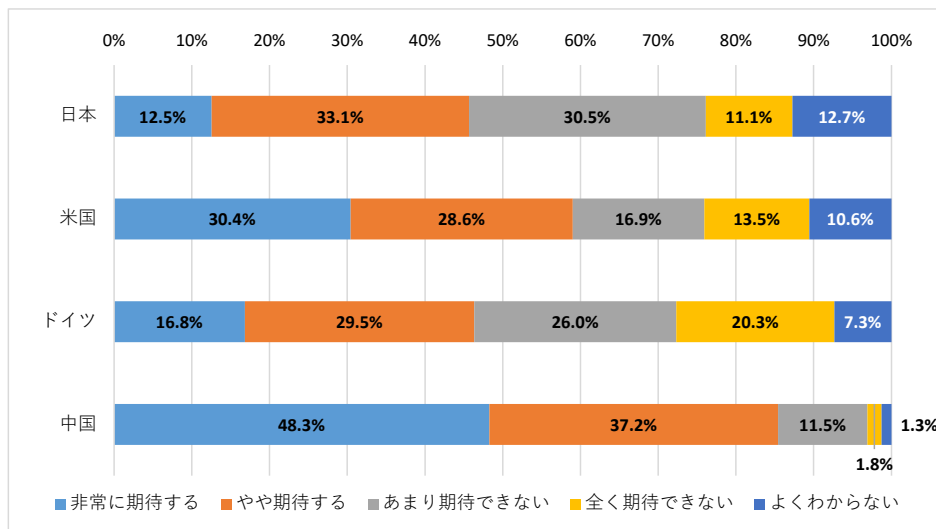
(c) AI 技術によって個人の趣味嗜好に合った製品やサービスを受けられる



(d) 人と接触せずに買い物やサービスを受けられる

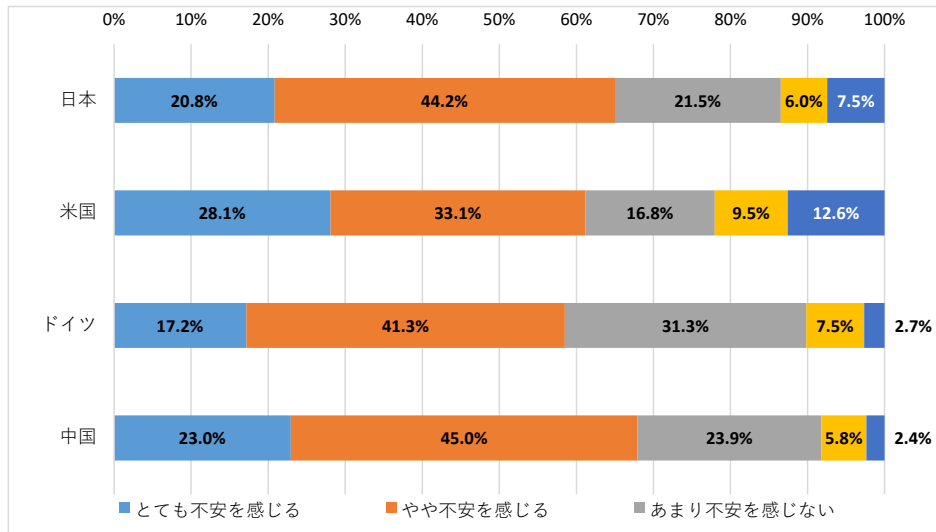


(e) 自宅に居ながら旅行やイベントを仮想体験できる

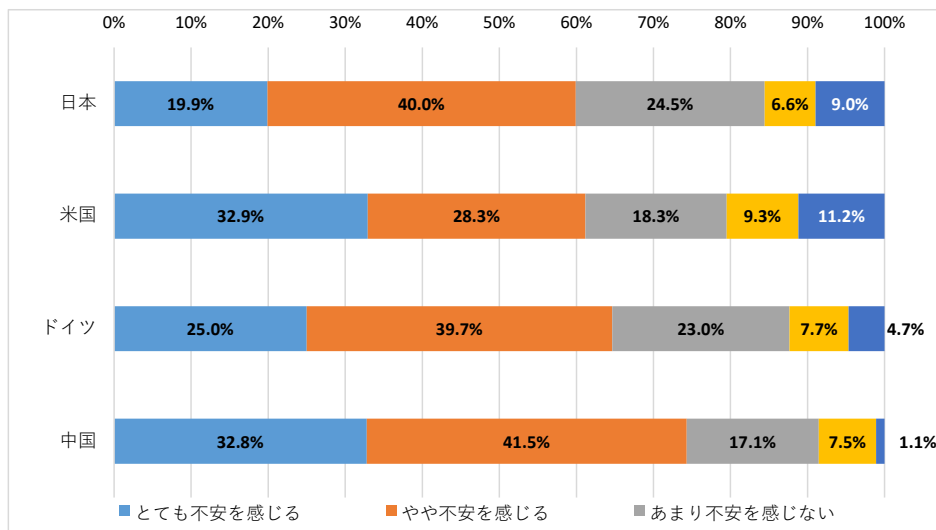


図表 3-128 日本と諸外国におけるデジタル活用への不安

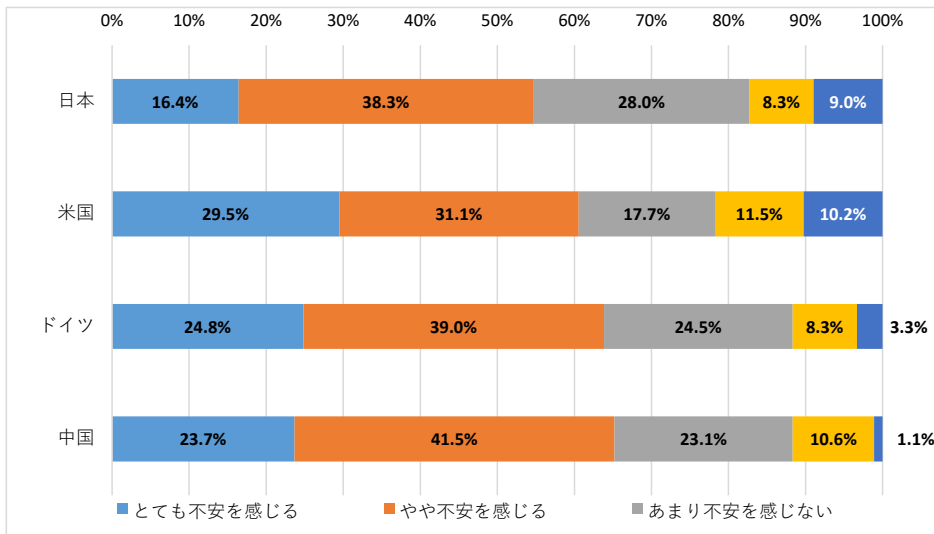
(a) デジタルを使える人とそうでない人の格差が生まれる



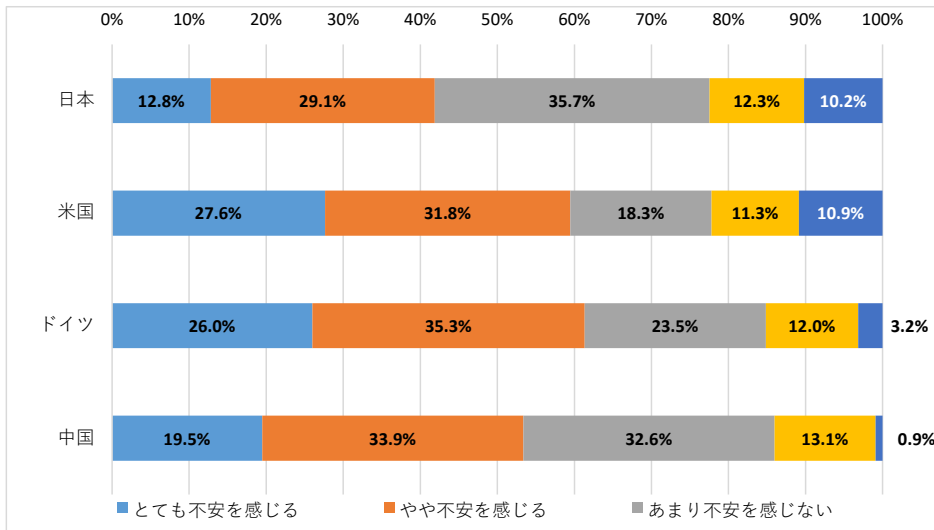
(b) ビックデータを利用する AI 技術によって、個人情報侵害される



(c) 人との会話や社会との繋がりが希薄になる



(d) 外出や旅行の機会が減る



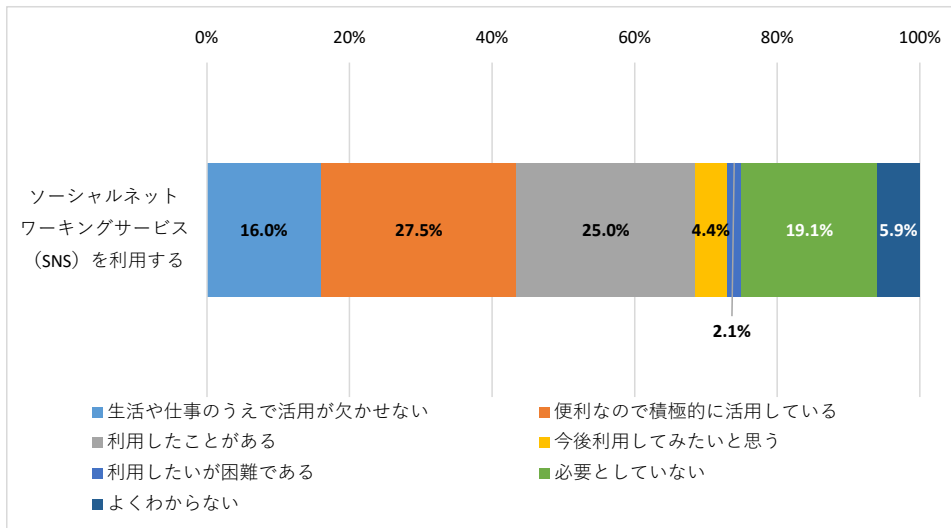
(エ) 情報収集

i 利活用及び利用意向の状況

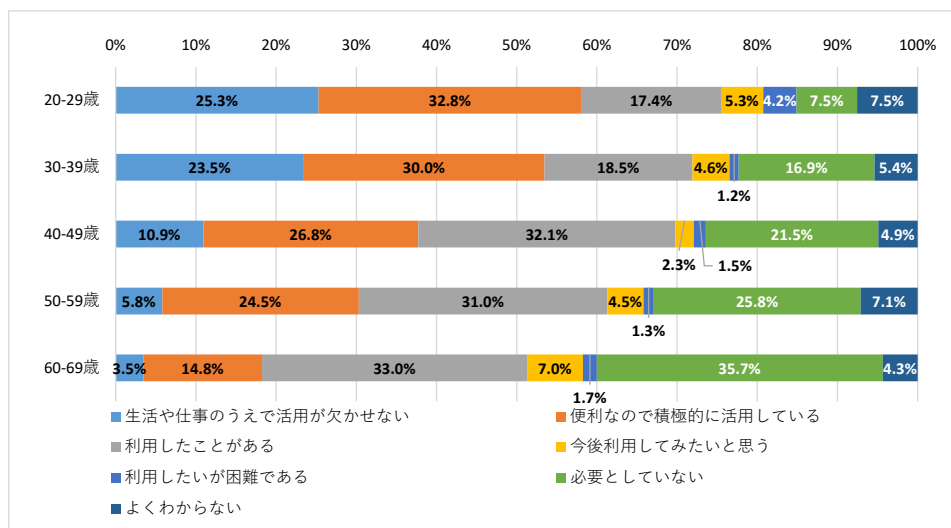
● 日本におけるデジタル利活用状況

デジタル化された情報収集サービスとして、ソーシャルネットワーキングサービス（SNS）の利用状況について尋ねたところ、日本において利用したことがあると回答したのは全体で 70%弱であった。ただし、積極的に活用している割合は 20 歳代-30 歳代で 50%を超えていたものの、40 歳代以降では 40%以下となっており、年齢が上がるほど下がっていた。一方で、「必要としていない」と回答した割合が増えていた。また、世帯年収別に見ると収入なし・200 万円未満の層のみソーシャルネットワーキングサービスの利用経験が 60%未満となっており、それ以上の世帯収入帯では 70%程度となっていることから、利用率が低くなっていることが明らかとなった（図表 3-129、図表 3-130、図表 3-131）。

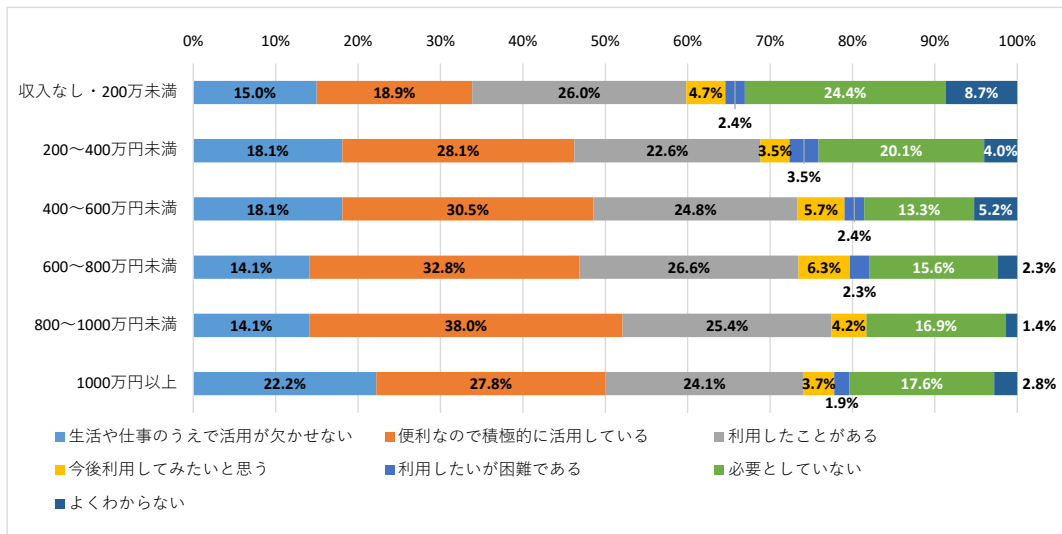
図表 3-129 日本におけるデジタル利活用状況



図表 3-130 日本における年齢別デジタル利用状況



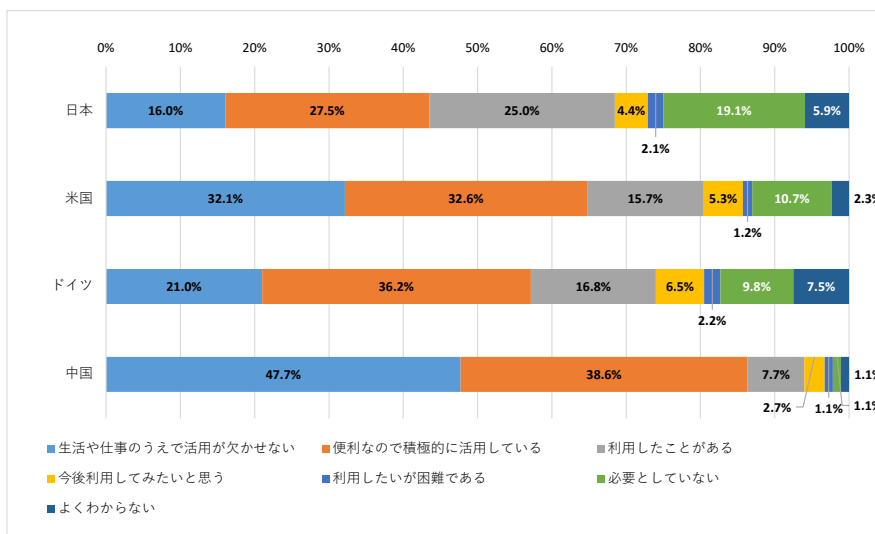
図表 3-131 日本における世帯年収別デジタル利用状況



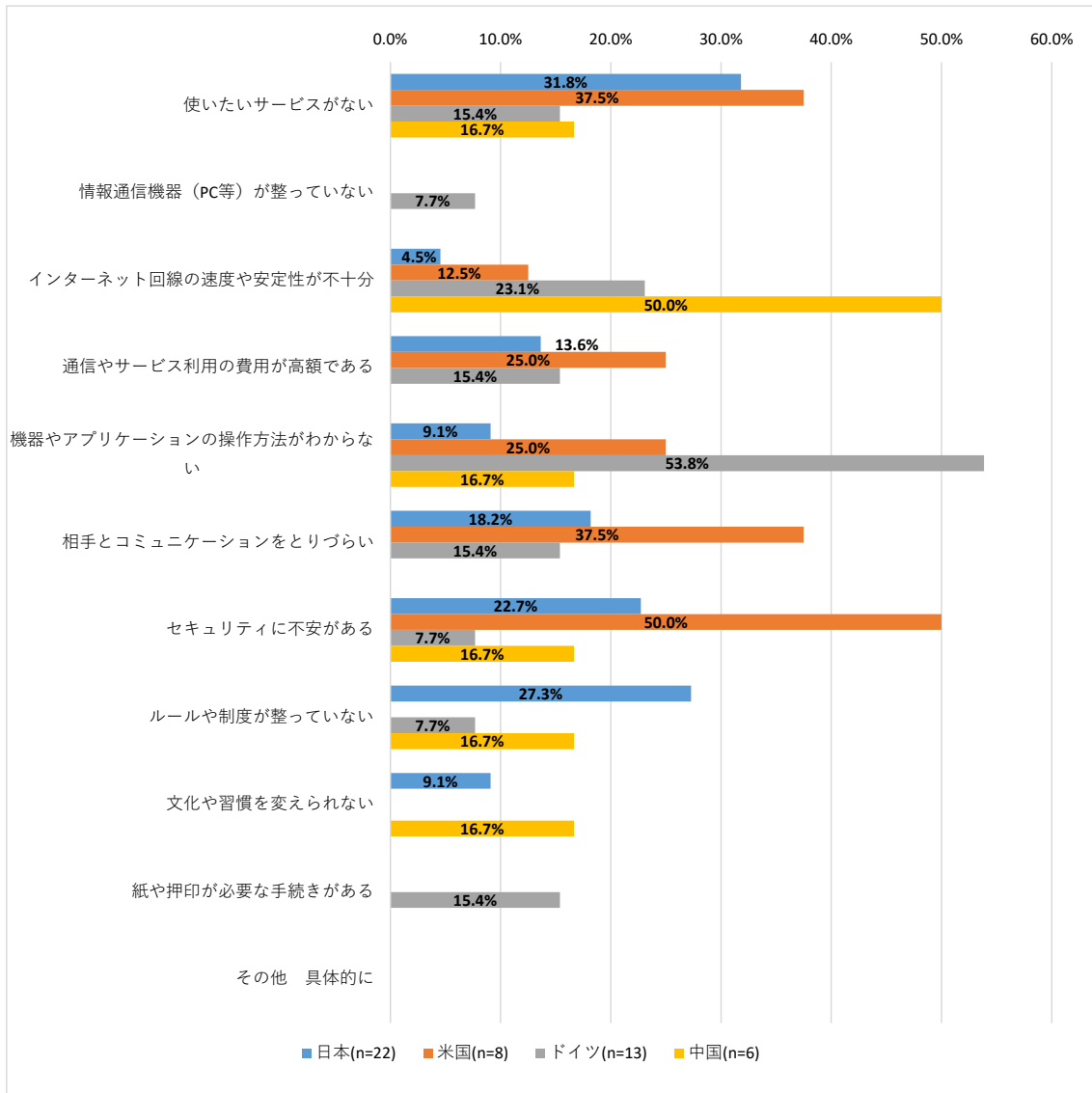
● 日本と諸外国におけるデジタル利用状況の比較

ソーシャルネットワーキングサービスの利用状況として、利用したことがあると回答した割合については諸外国と日本で大きな差が無かったものの、諸外国では積極的に活用している層が50%以上であったのに対して、日本では43.5%と低くなっており、継続的に利用していない様子が伺えた。その中で、「利用したいが困難である」と回答した方にその理由を尋ねたところ、日本では「使いたいサービスが無い」、「ルールや制度が整っていない」と答えた割合が多くなっていった。一方で、諸外国は機器やアプリケーションの操作方法などについて懸念を感じている割合が比較的多く挙げられていた（図表 3-132、図表 3-133）。

図表 3-132 日本と諸外国におけるデジタル利用状況の比較



図表 3-133 デジタル活用が困難である理由



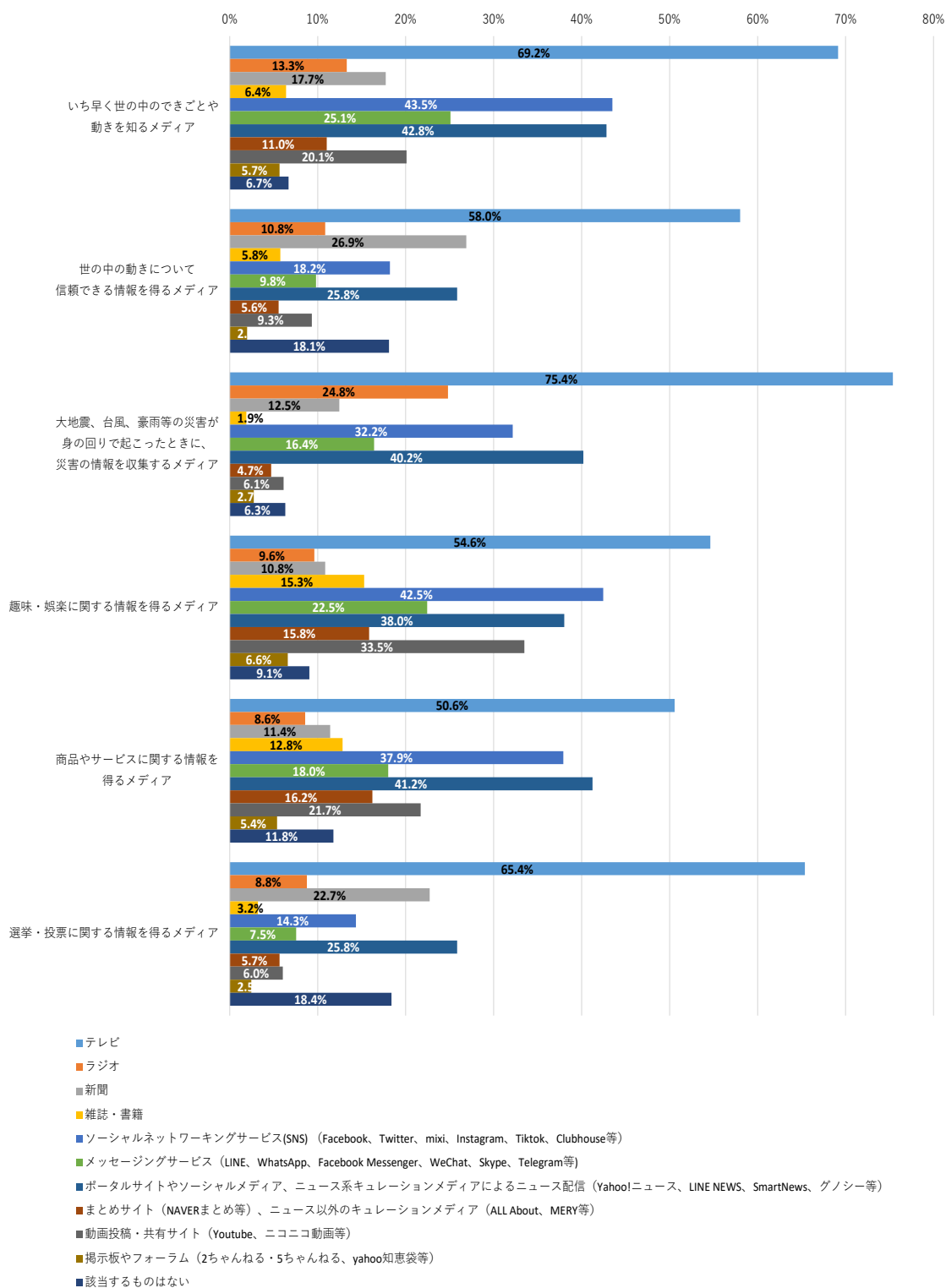
● 各メディアの利用方法について

目的別に頻繁に利用するメディアについて尋ねたところ、全ての目的においてテレビのみ 50%以上が利用すると回答した。その次に利用するメディアとしては、ソーシャルネットワーキングサービスやポータルサイト等ネットを利用すると回答されていた (図表 3-134)。

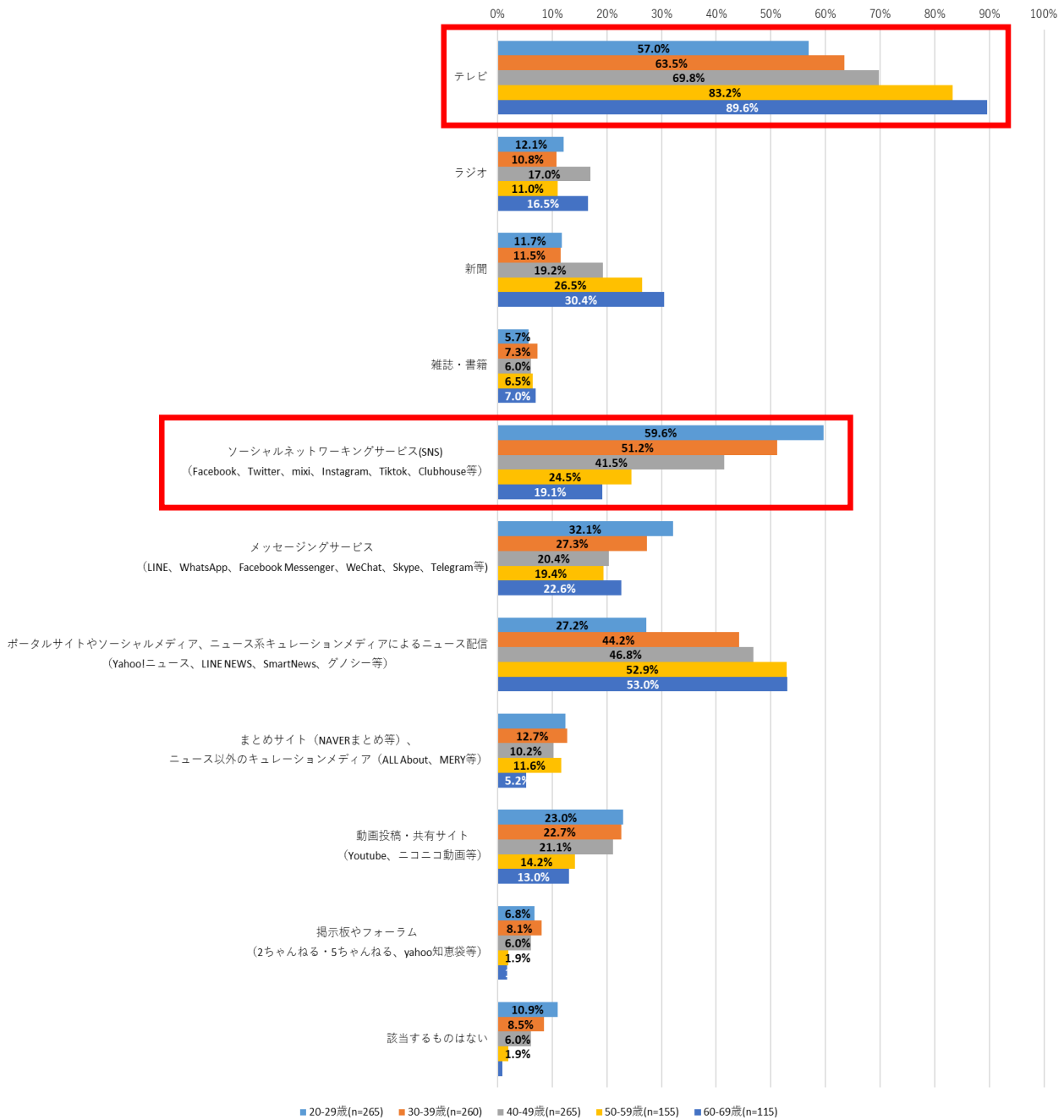
年齢別に利用するメディアを比較すると、いち早く世の中のできごとや動きを知るメディアとして全ての年齢でテレビが 50%以上となっており、特に 60 歳代では 89.6%となっていた。一方で、20 歳代、30 歳代ではソーシャルネットワーキングサービスも 50%以上の回答となっていた (図表 3-135)。

また、災害の情報を収集するメディアとしてもテレビを挙げる回答が多く、特に 60 歳代では 95.7%となっていた。また、ネット利用状況として、20 歳代は 47.9%がソーシャルネットワーキングサービスを利用すると回答した一方で、40 歳代以降ではポータルサイトを活用していると回答した割合が 40%以上となっていた (図表 3-136)。

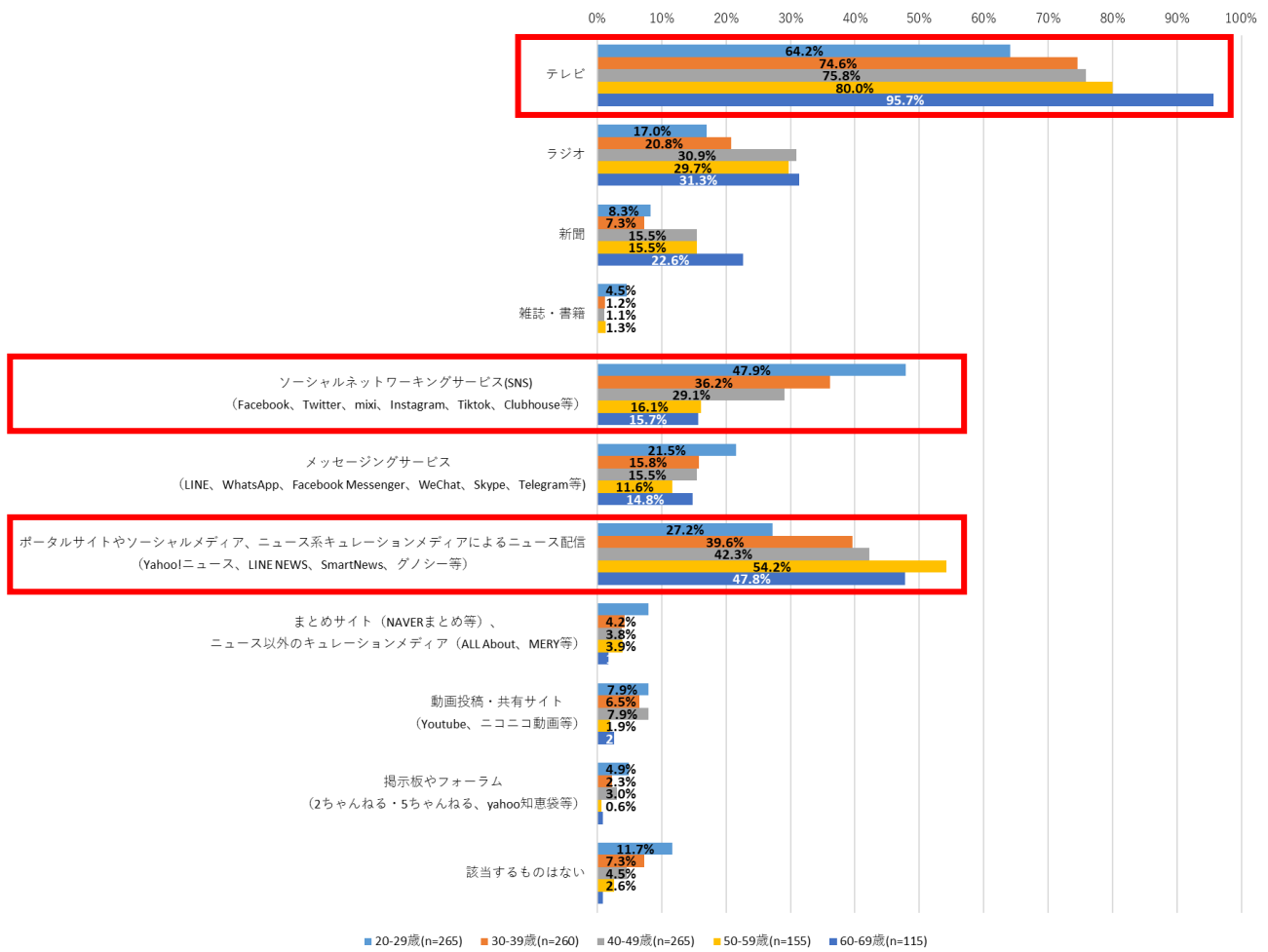
図表 3-134 目的別に頻繁に利用するメディアについて



図表 3-135 いち早く世の中のできごとや動きを知るメディアの年齢別比較



図表 3-136 災害の情報を収集するメディアの年齢別比較



ii デジタル化に伴う期待・不安

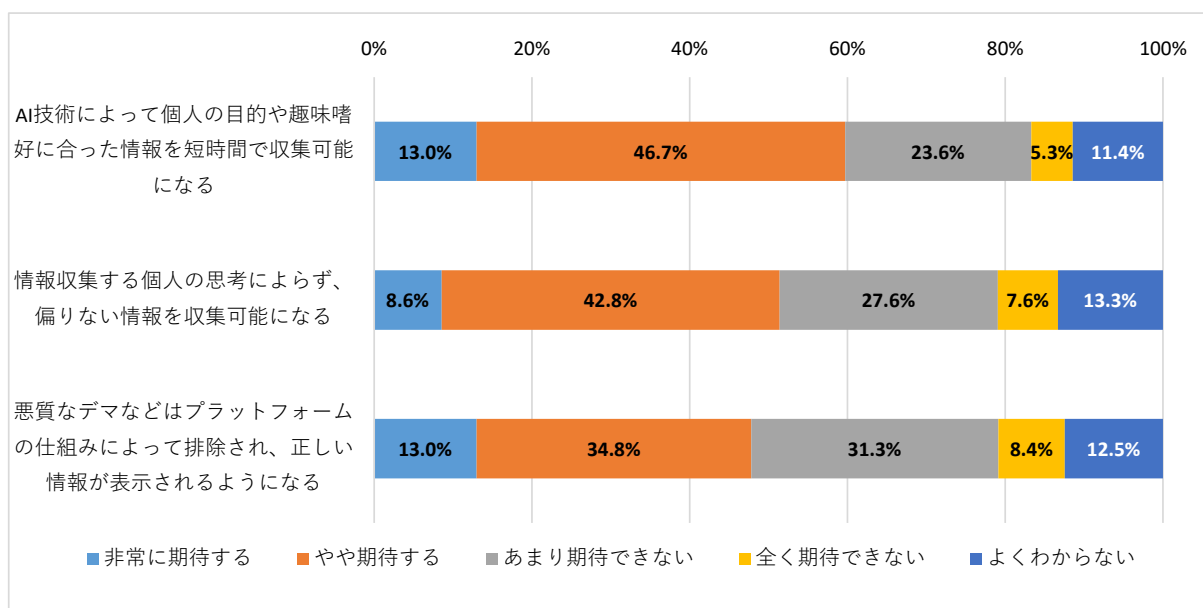
● 日本におけるデジタル化進展に対する期待・不安

情報収集においてデジタル化が進むことに対する期待と不安について尋ねたところ、短時間で情報収集可能になることに対して期待すると回答した割合が最も多く、60%程度となった。一方で、プラットフォームによる取組によって正しい情報が表示されることに対して期待すると回答した割合は 47.8%と過半数を下回っていた。不安については、格差が生じることとフェイクニュースやデマに対して不安を感じると回答する割合が60%を超えていた（図表 3-137、図表 3-138）。

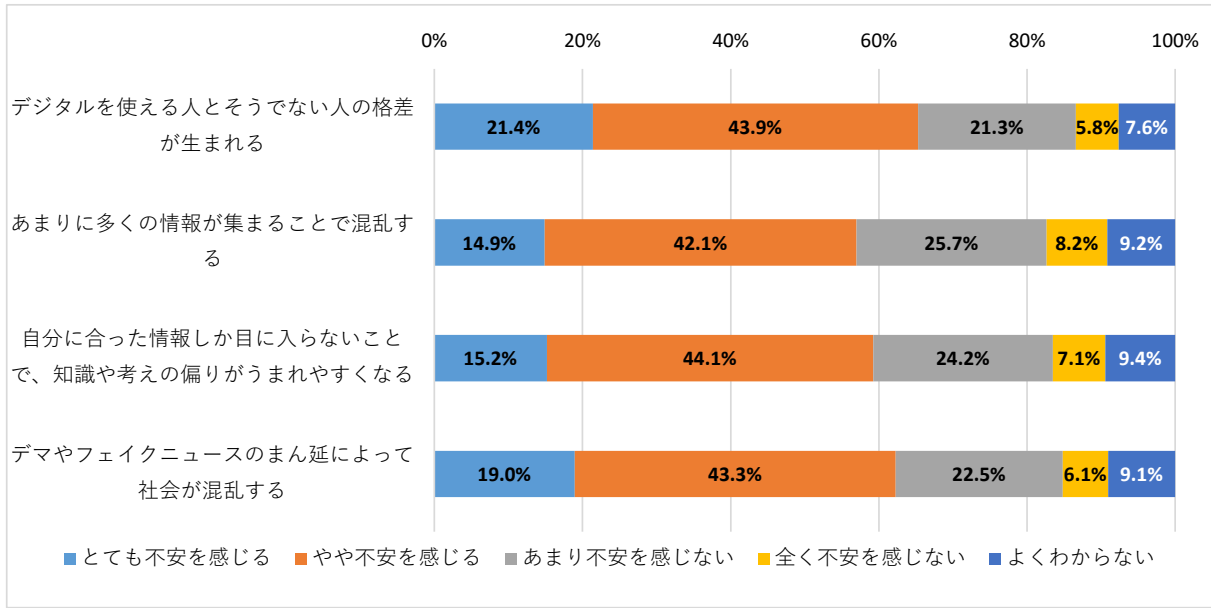
世帯年収別に見ると、世帯年収が高いほど、デジタル化に対して期待すると回答した割合が多くなる傾向にあり、特に AI により趣味嗜好にあった情報収集が短時間で可能となることに対して、世帯年収が高いほど期待すると回答する割合が多くなっていた（図表 3-139、図表 3-140）。

年齢別に見ると、期待・不安ともに年齢によって大きな違いは見られなかったものの、60 歳代にてフェイクニュースに対する不安が70%を超えており、他の年齢帯よりも不安を感じていることが明らかとなった（図表 3-141、図表 3-142）。

図表 3-137 日本におけるデジタル活用に対する期待

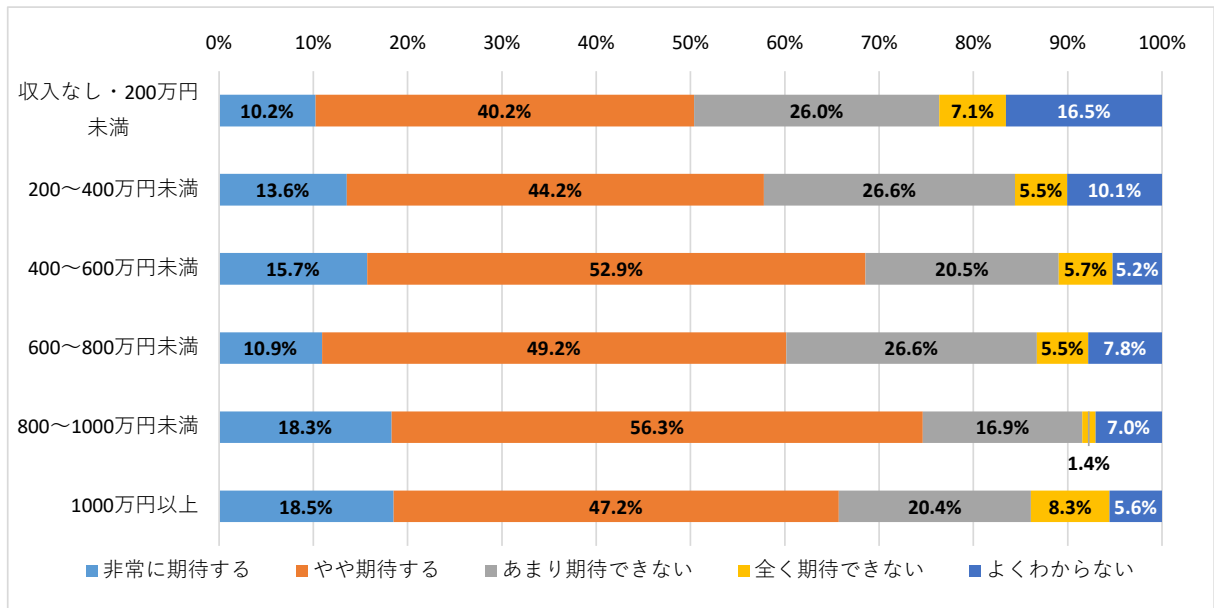


図表 3-138 日本におけるデジタル活用に対する不安

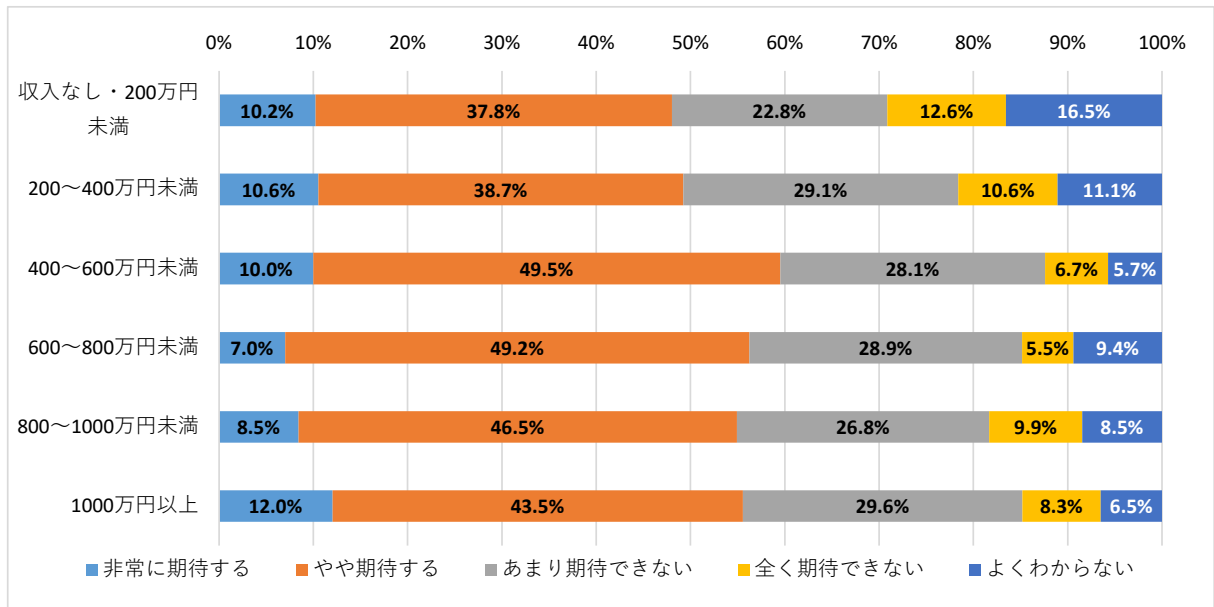


図表 3-139 日本における世帯年収別デジタル活用への期待

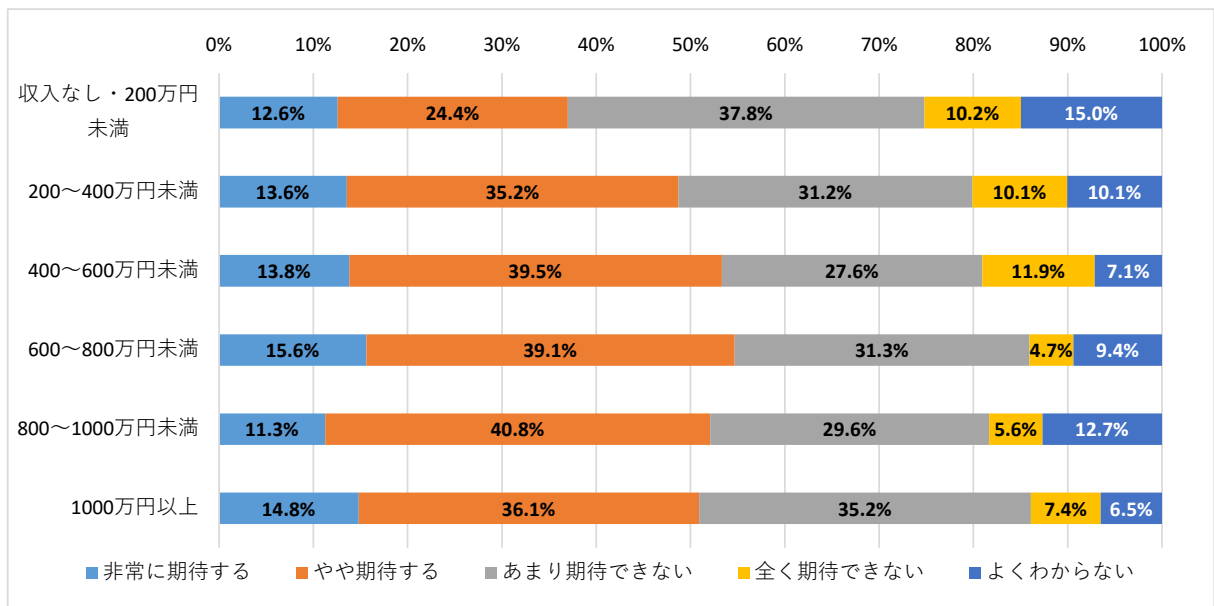
(a) AI 技術によって個人の目的や趣味嗜好に合った情報を短時間で収集可能になる



(b) 情報収集する個人の思考によらず、偏りない情報を収集可能になる

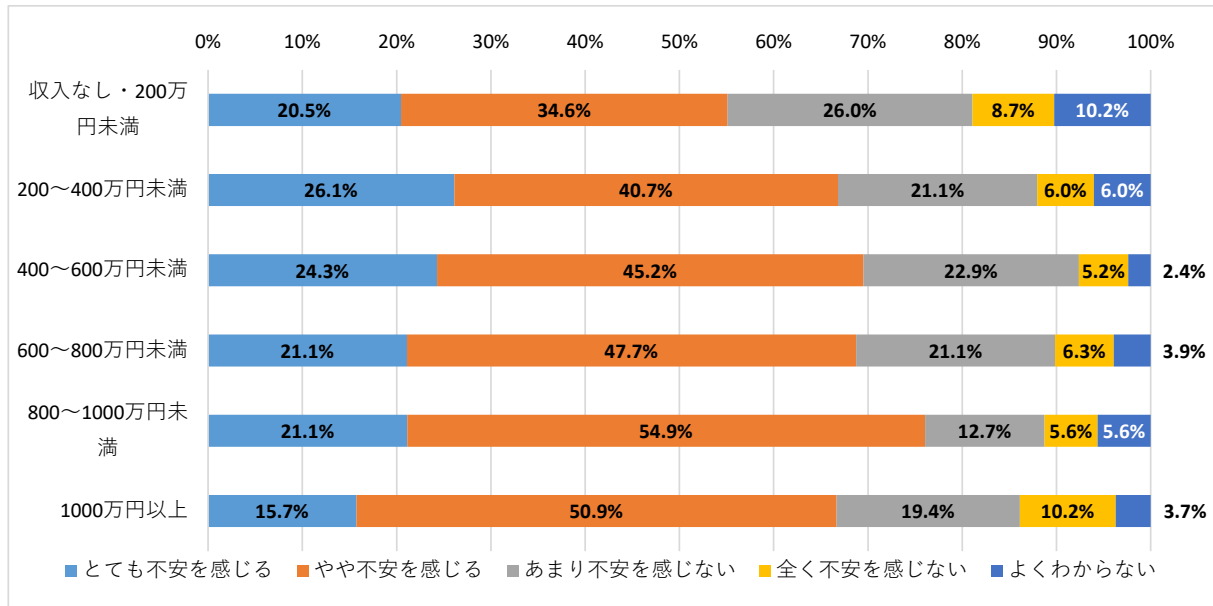


(c) 悪質なデマなどはプラットフォームの仕組みによって排除され、正しい情報が表示されるようになる

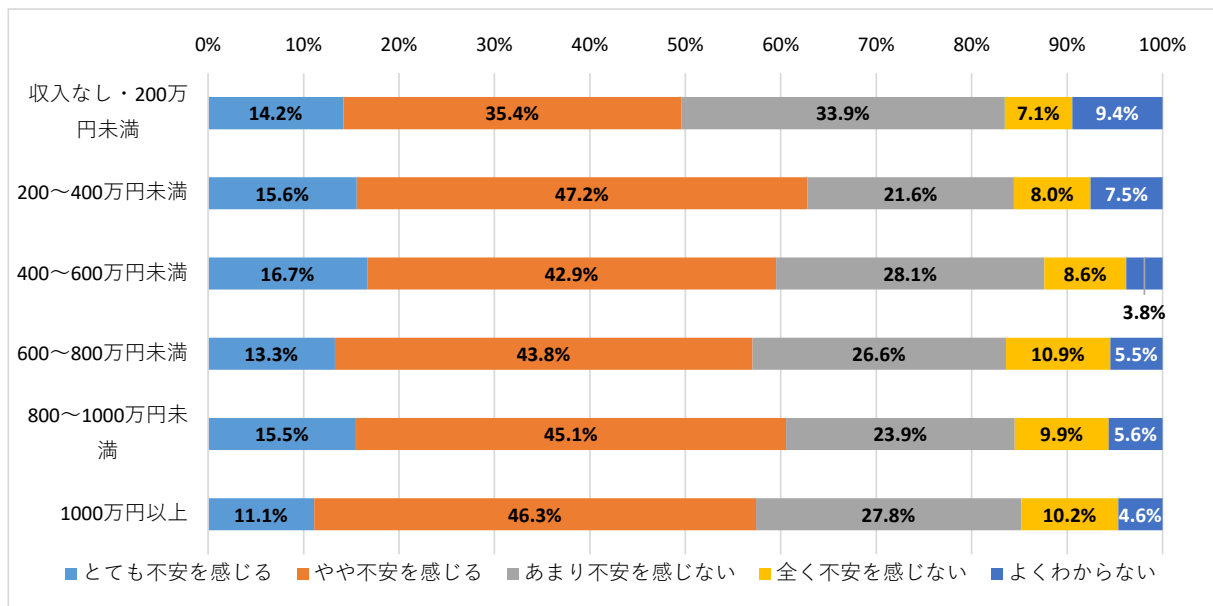


図表 3-140 日本における世帯年収別デジタル活用への不安

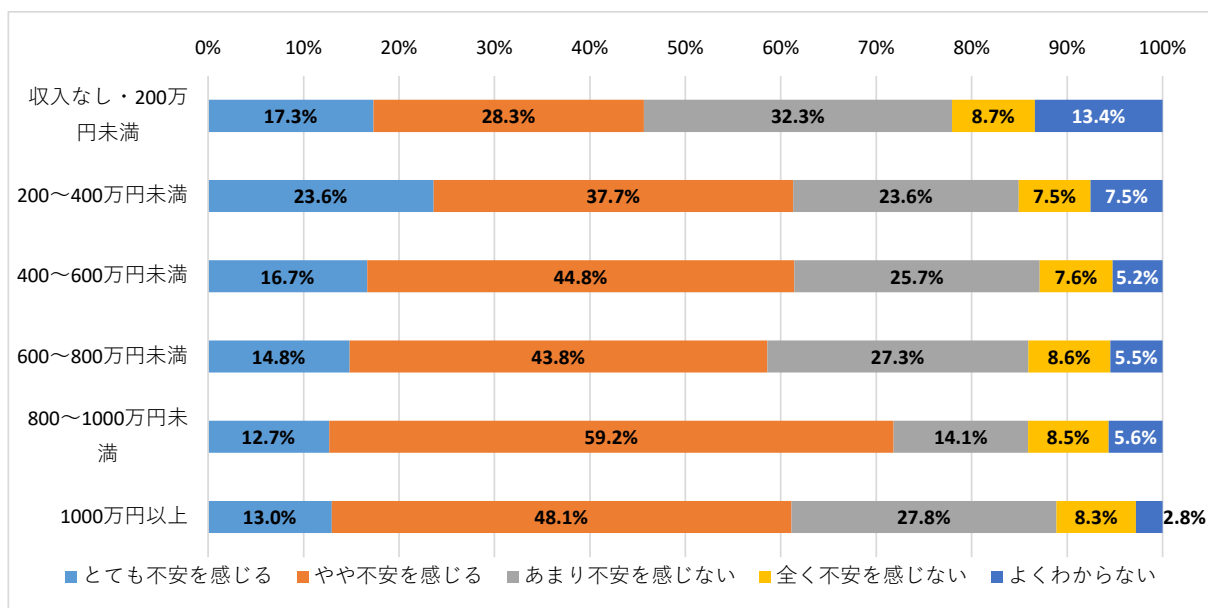
(a) デジタルを使える人とそうでない人の格差が生まれる



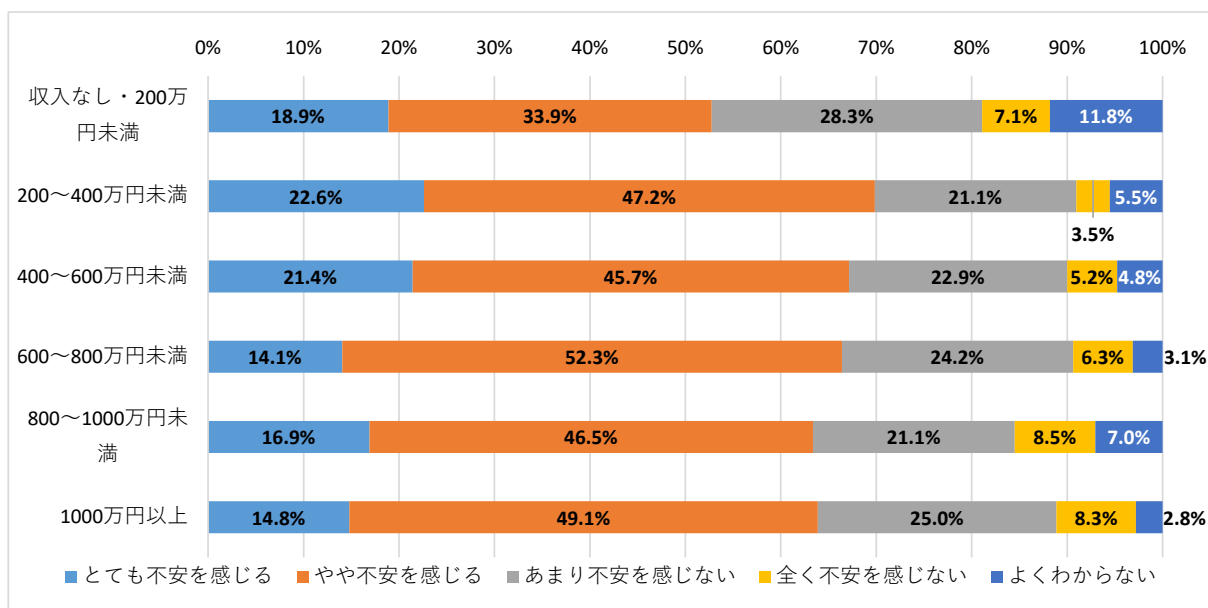
(b) あまりに多くの情報が集まることで混乱する



(c) 自分に合った情報しか目に入らないことで、知識や考えの偏りがうまれやすくなる

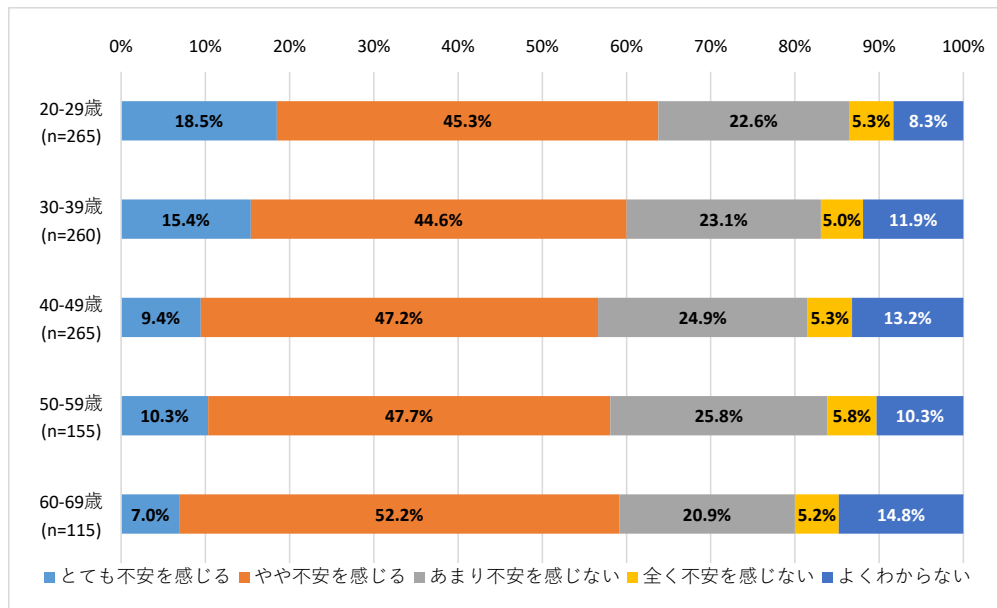


(d) デマやフェイクニュースのまん延によって社会が混乱する

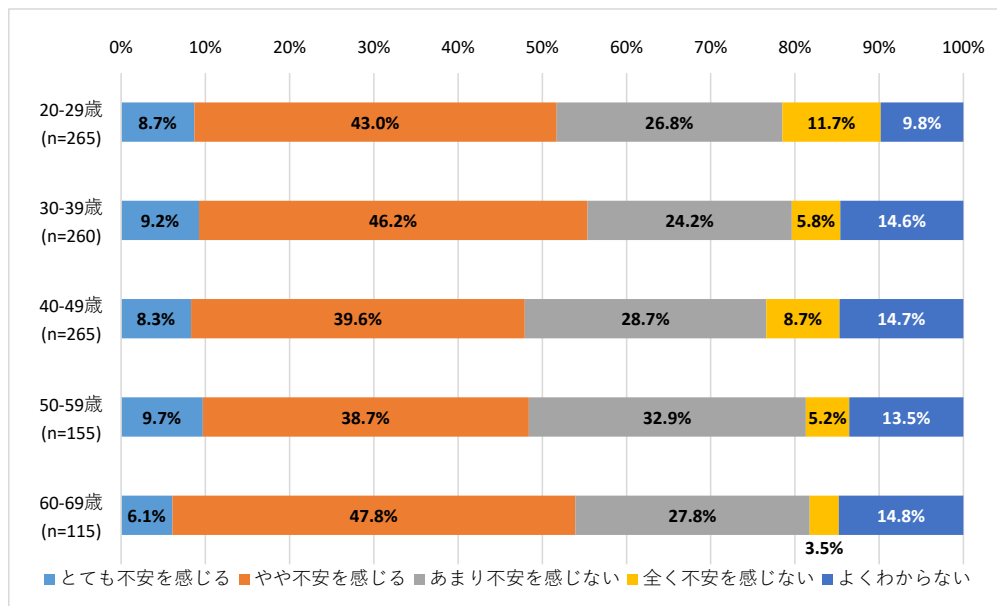


図表 3-141 日本における年齢別デジタル活用への期待

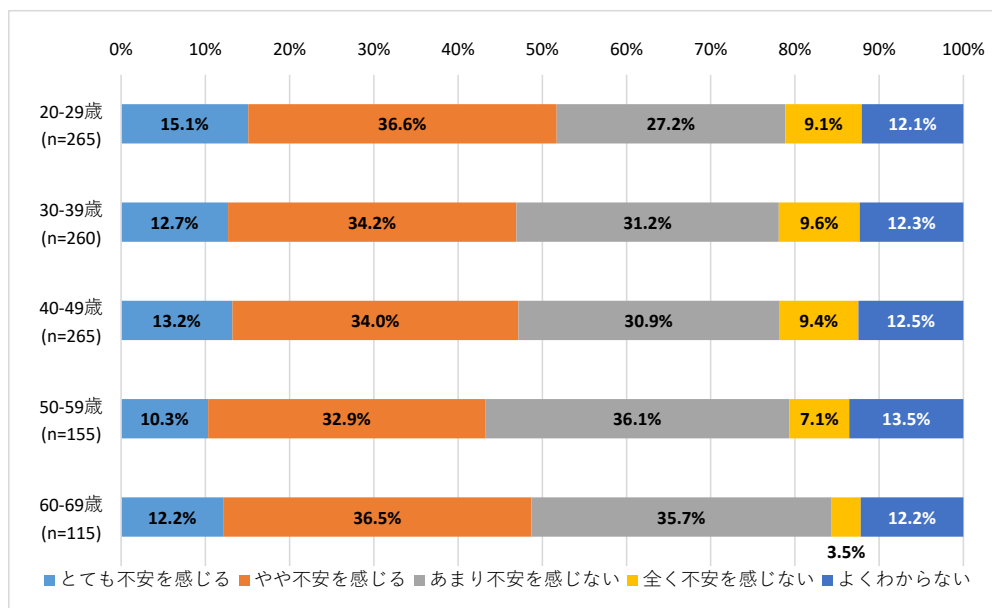
(a) AI 技術によって個人の目的や趣味嗜好に合った情報を短時間で収集可能になる



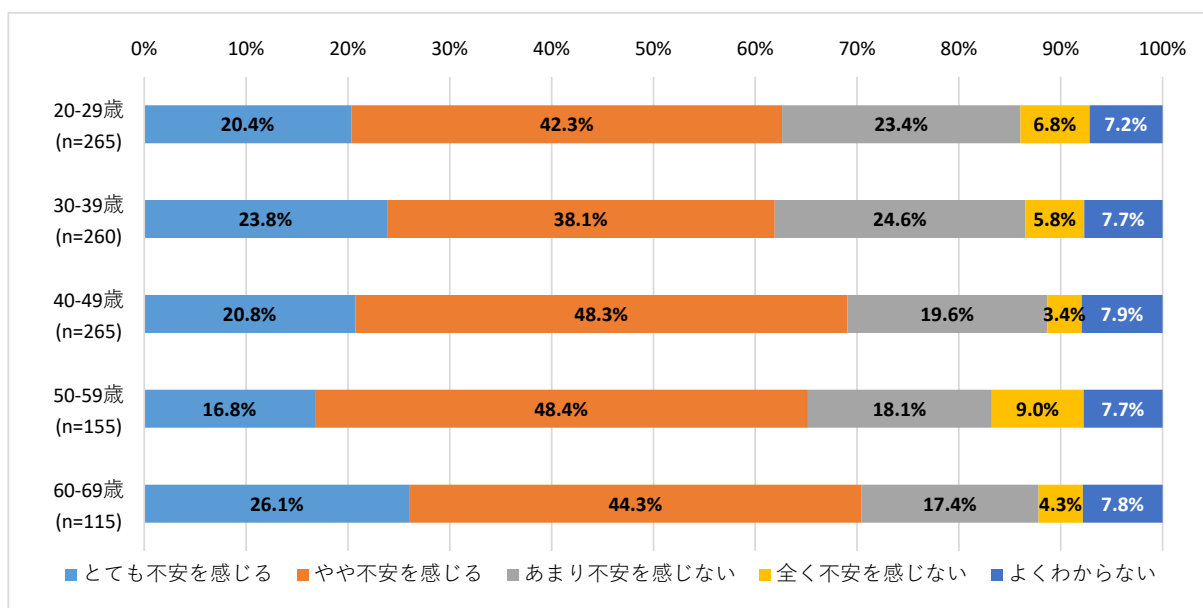
(b) 情報収集する個人の思考によらず、偏りない情報を収集可能になる



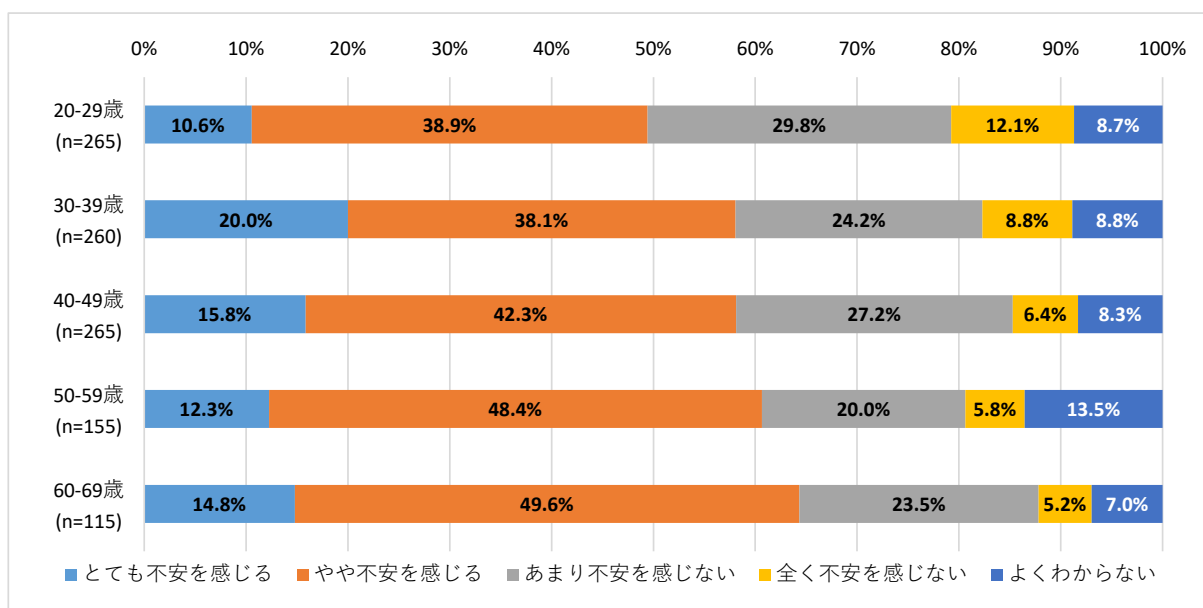
(c) 悪質なデマなどはプラットフォームの仕組みによって排除され、正しい情報が表示されるようになる



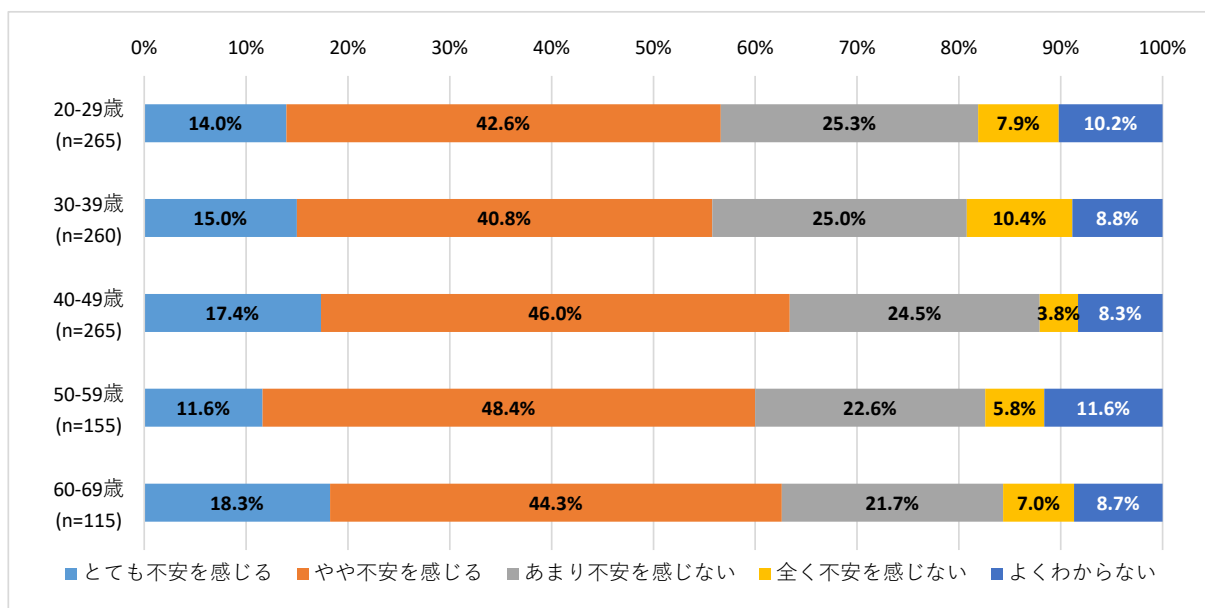
図表 3-142 日本における年齢別デジタル活用への不安
 (a) デジタルを使える人とそうでない人の格差が生まれる



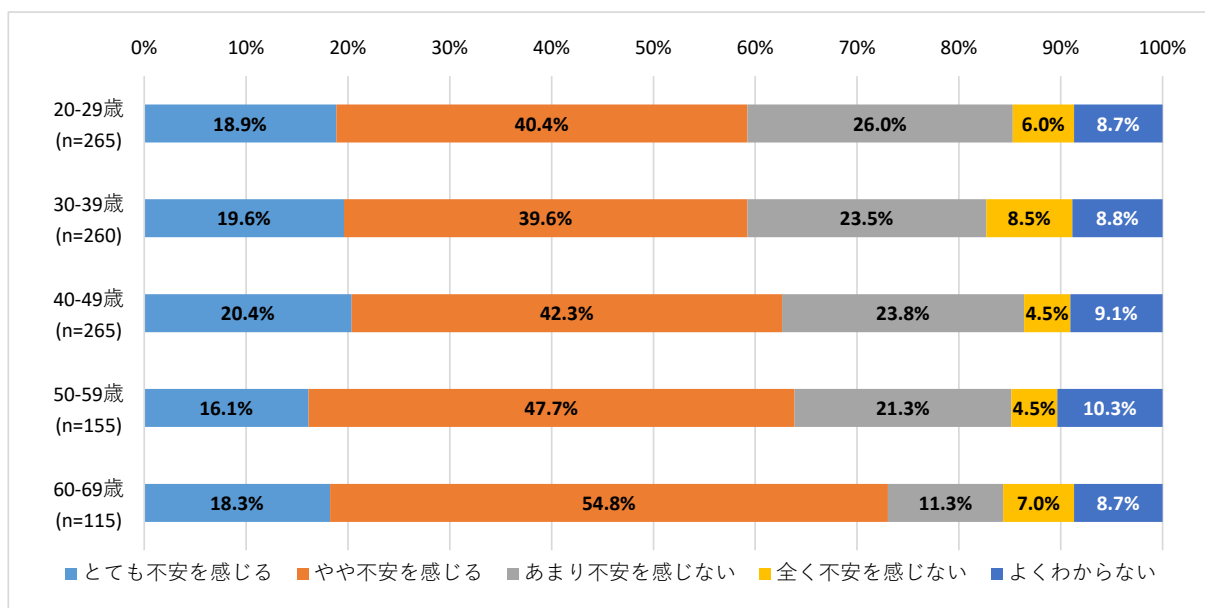
(b) あまりに多くの情報が集まることで混乱する



(c) 自分に合った情報しか目に入らないことで、知識や考えの偏りが生まれやすくなる



(d) デマやフェイクニュースのまん延によって社会が混乱する

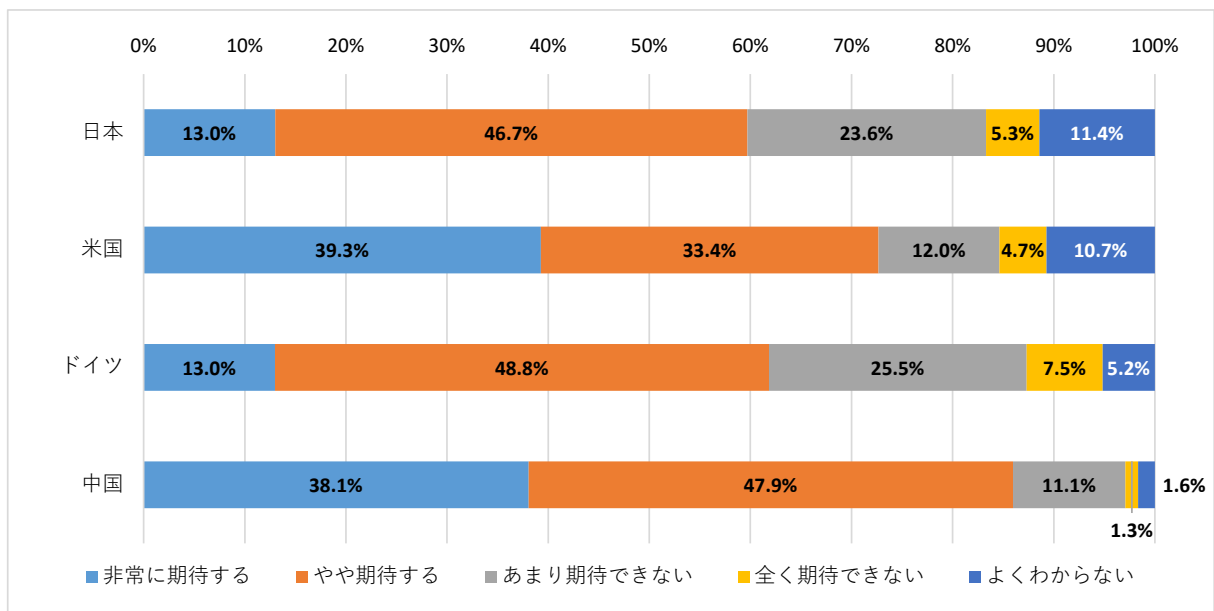


● 日本と諸外国におけるデジタル化進展に対する期待・不安の比較

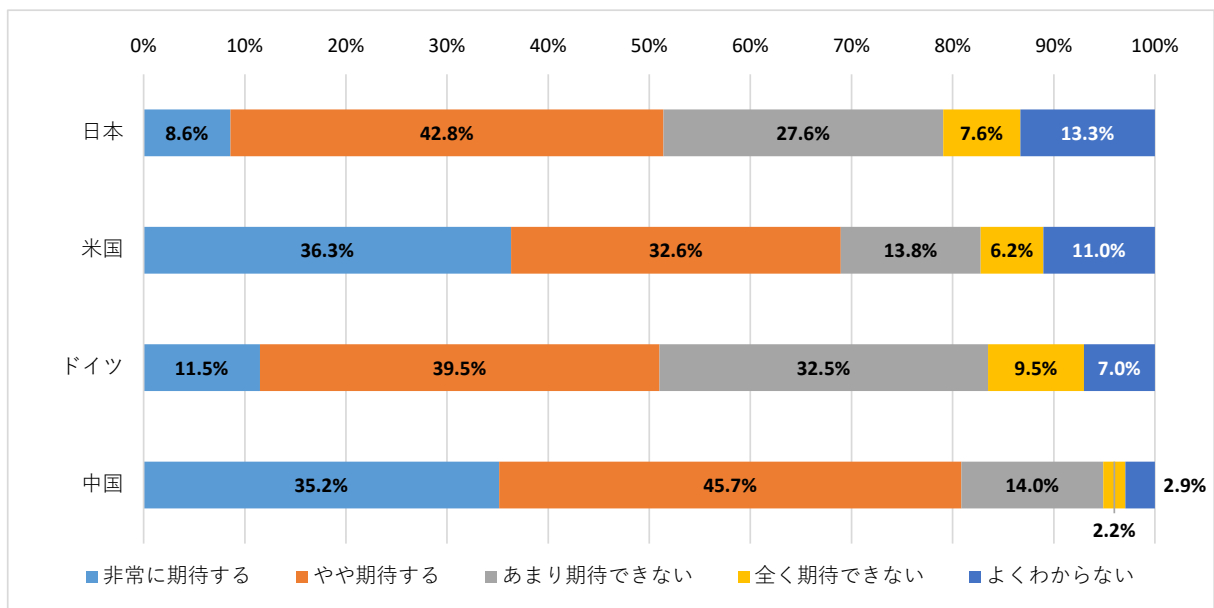
情報収集においてデジタル化が進むことに対する期待については、日本とドイツにおいては同様の傾向であったが、米国・中国では期待すると回答した割合が多くなった。特に米国と中国では、「非常に期待する」と回答した割合はどの項目についても35%を超えており、AI技術などデジタル化による期待が大きい様子が見られた。一方、不安については日本と諸外国で大きな差は無かった（図表 3-143、図表 3-144）。

図表 3-143 日本と諸外国におけるデジタル活用への期待の比較

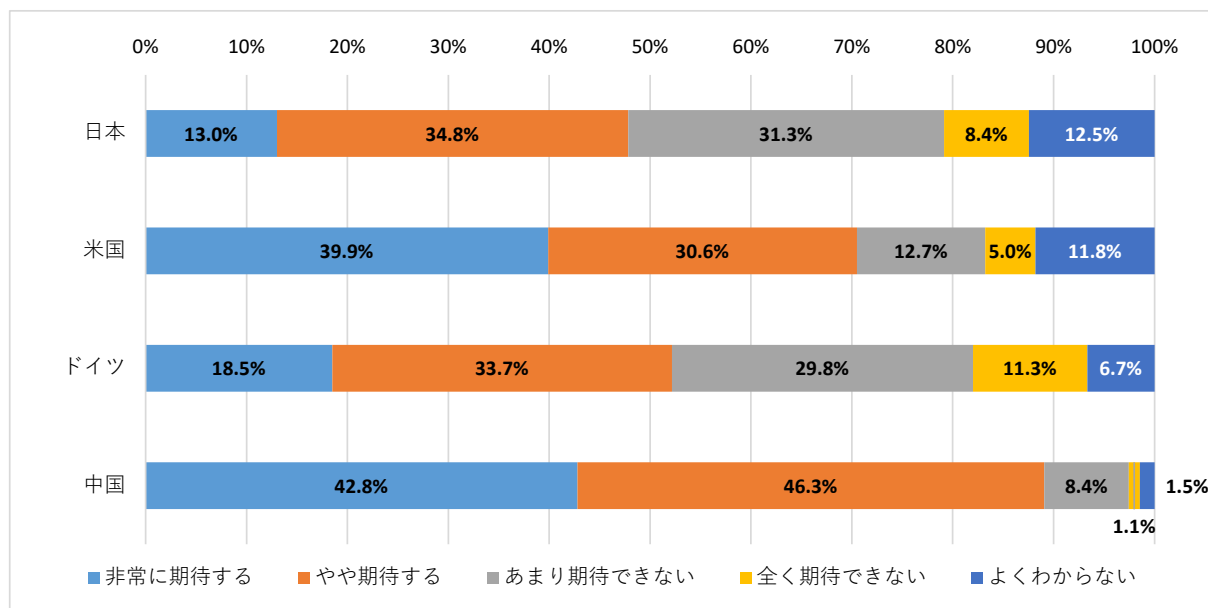
(a) AI技術によって個人の目的や趣味嗜好に合った情報を短時間で収集可能になる



(b) 情報収集する個人の思考によらず、偏りない情報を収集可能になる

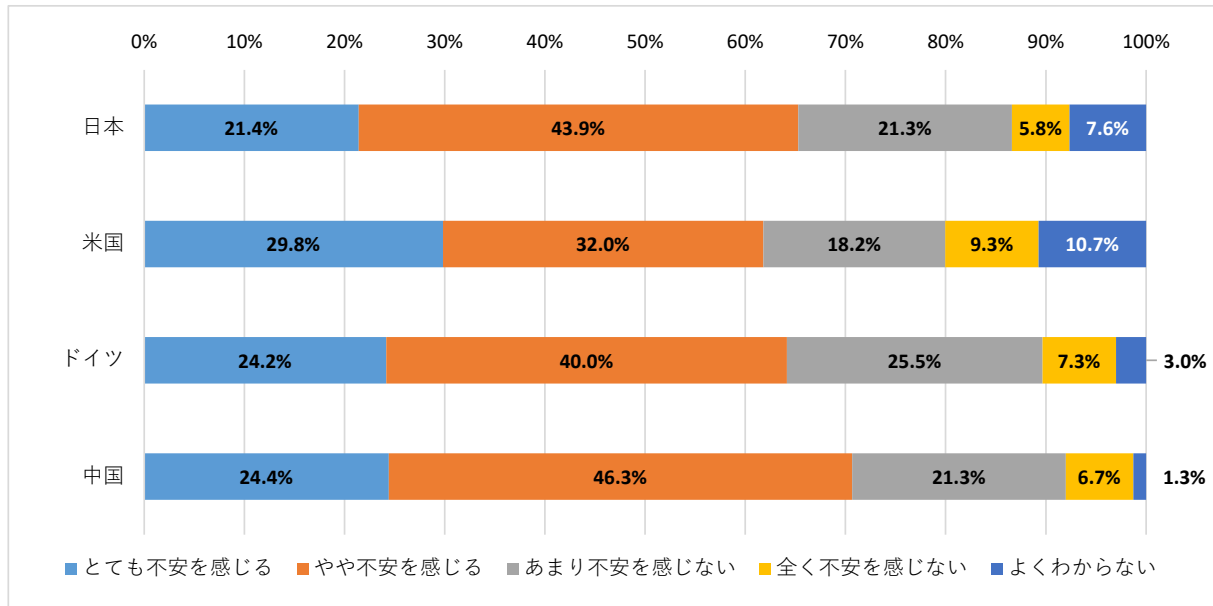


(c) 悪質なデマなどはプラットフォームの仕組みによって排除され、正しい情報が表示されるようになる

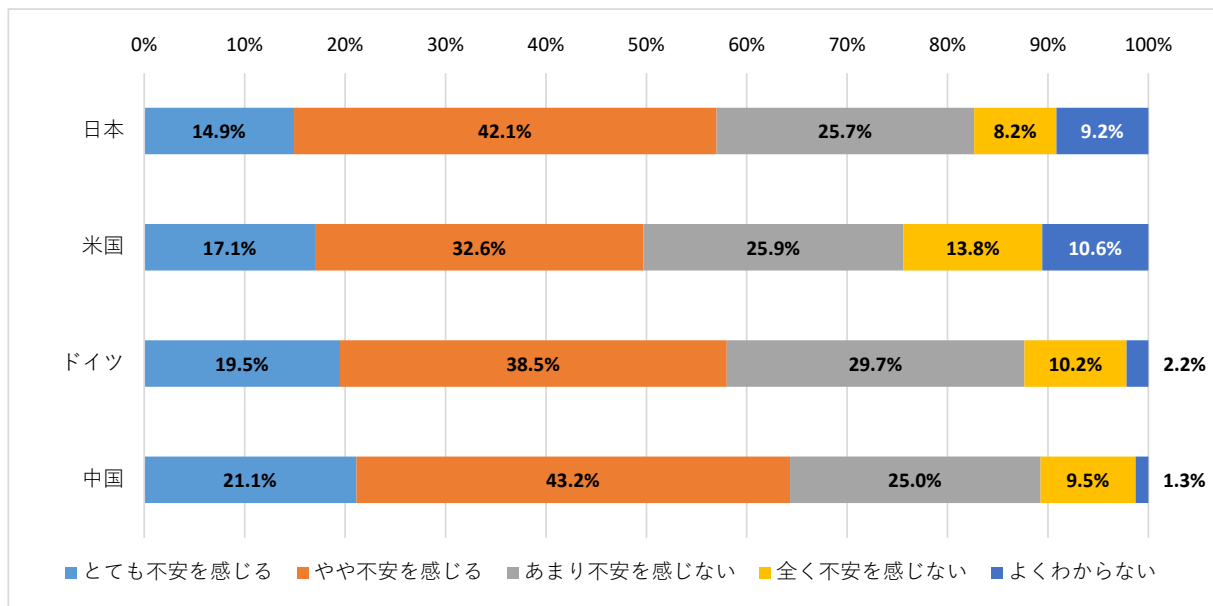


図表 3-144 日本と諸外国におけるデジタル活用への不安の比較

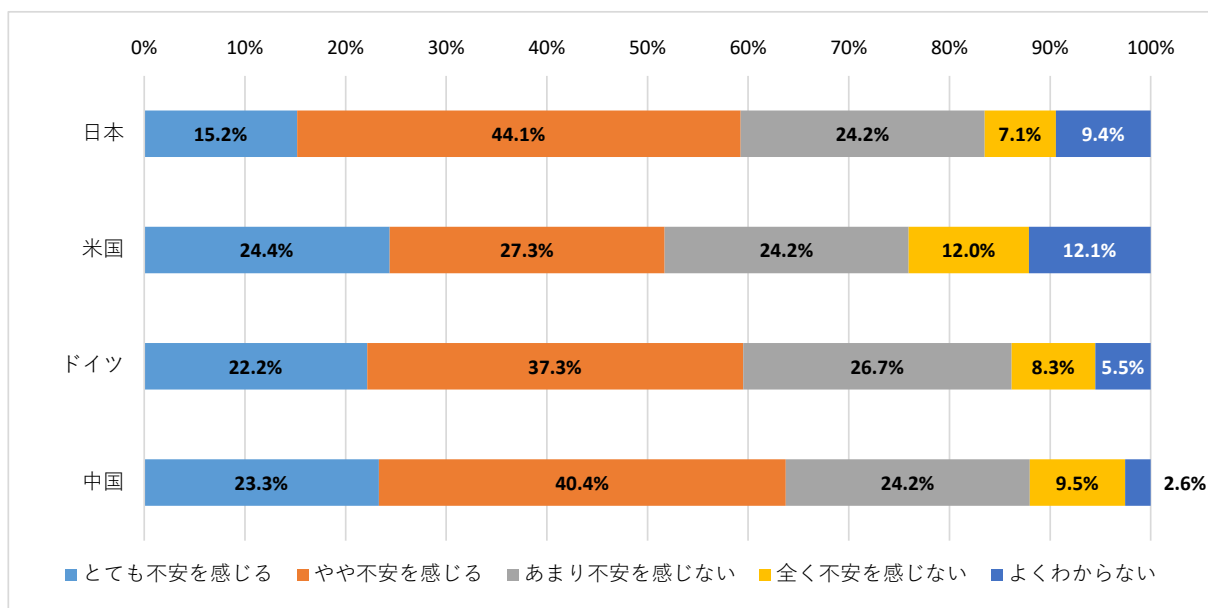
(a) デジタルを使える人とそうでない人の格差が生まれる



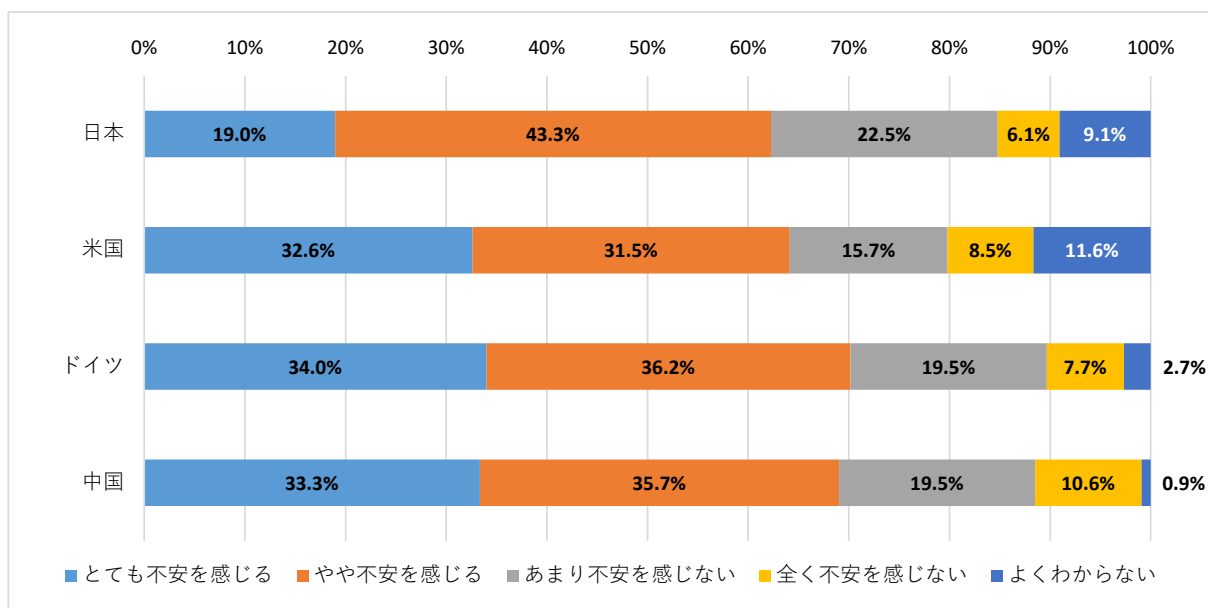
(b) あまりに多くの情報が集まることで混乱する



(c) 自分に合った情報しか目に入らないことで、知識や考えの偏りがうまれやすくなる



(d) デマやフェイクニュースのまん延によって社会が混乱する



(オ) 行政サービス

i 利活用及び利用意向の状況

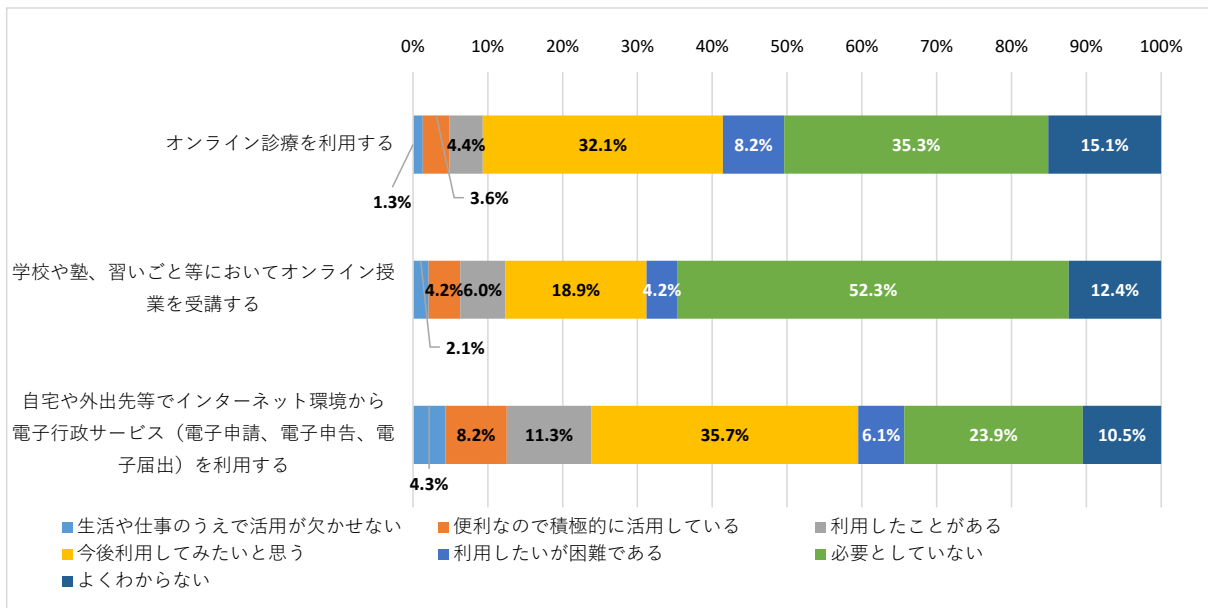
● 日本におけるデジタル利活用状況

医療、教育、行政においてデジタル化された公的サービスの利用状況について尋ねたところ、オンライン診断とオンライン授業に関しては必要としていないと回答する割合が最も多かったが、電子行政サービスについては、今後利用してみたいと思うと回答する割合が最も多かった（図表 3-145）。

年齢別に見ると、電子行政サービスについては、年齢にかかわらず約 20%の利用に留まっていたが、20 歳代から 50 歳代では「今後利用してみたいと思う」と答えた割合が最も多く 30%以上となっていた（図表 3-146）。

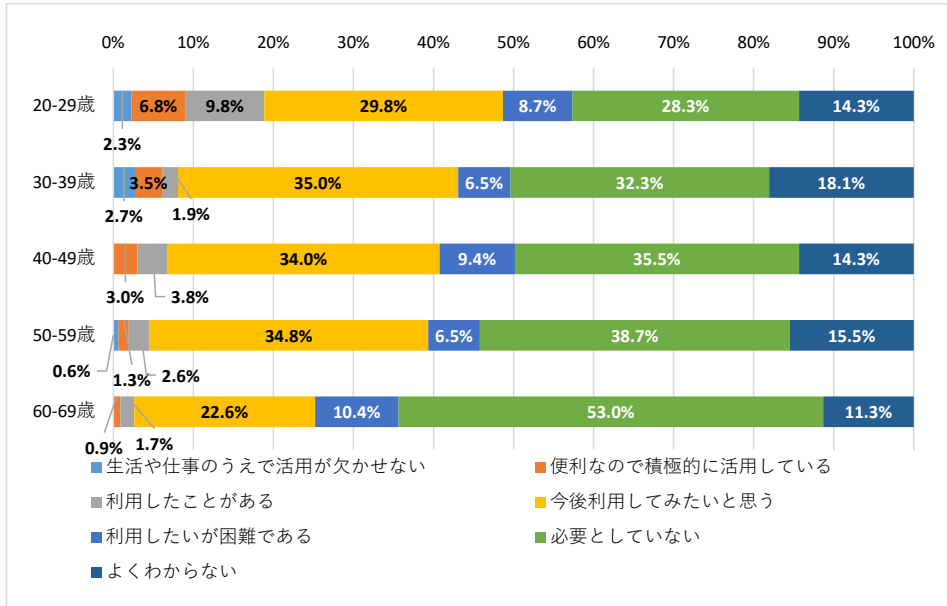
世帯年収別に見ると、電子行政サービスについては、世帯年収が高いほど利用しているあるいは今後利用してみたいと思うと回答している割合が多くなった（図表 3-147）。

図表 3-145 日本におけるデジタル利活用状況

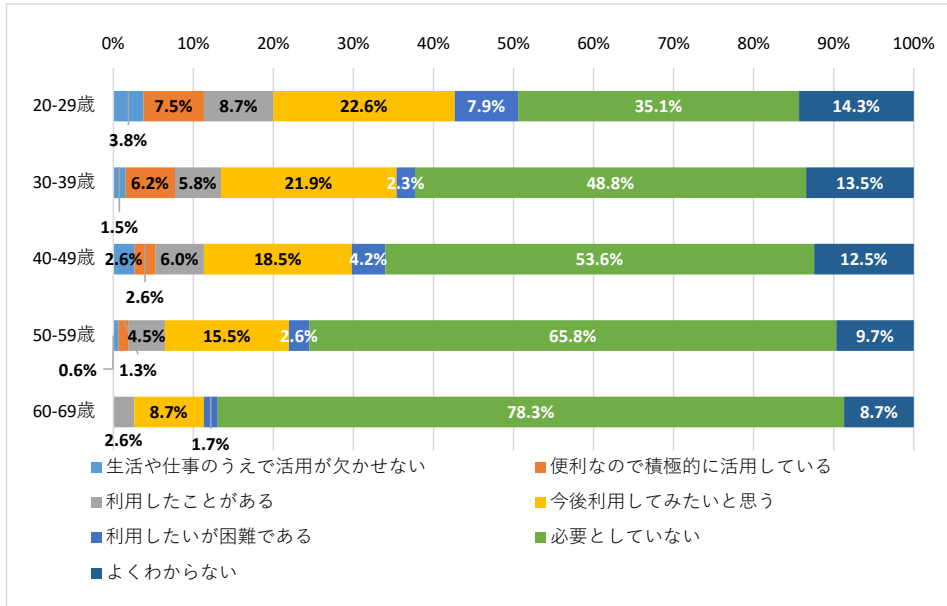


図表 3-146 日本における年齢別デジタル利用状況

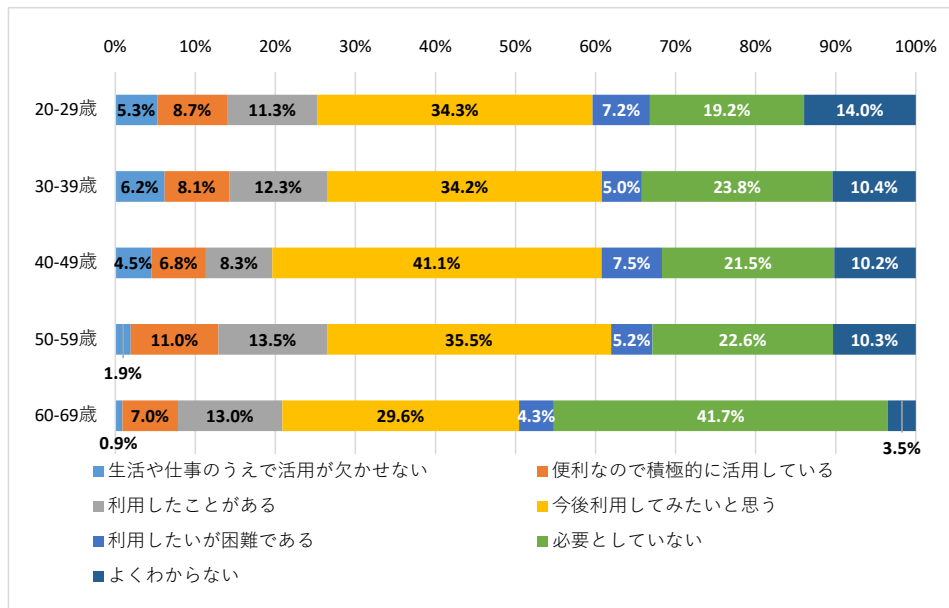
(a) オンライン診療を利用する



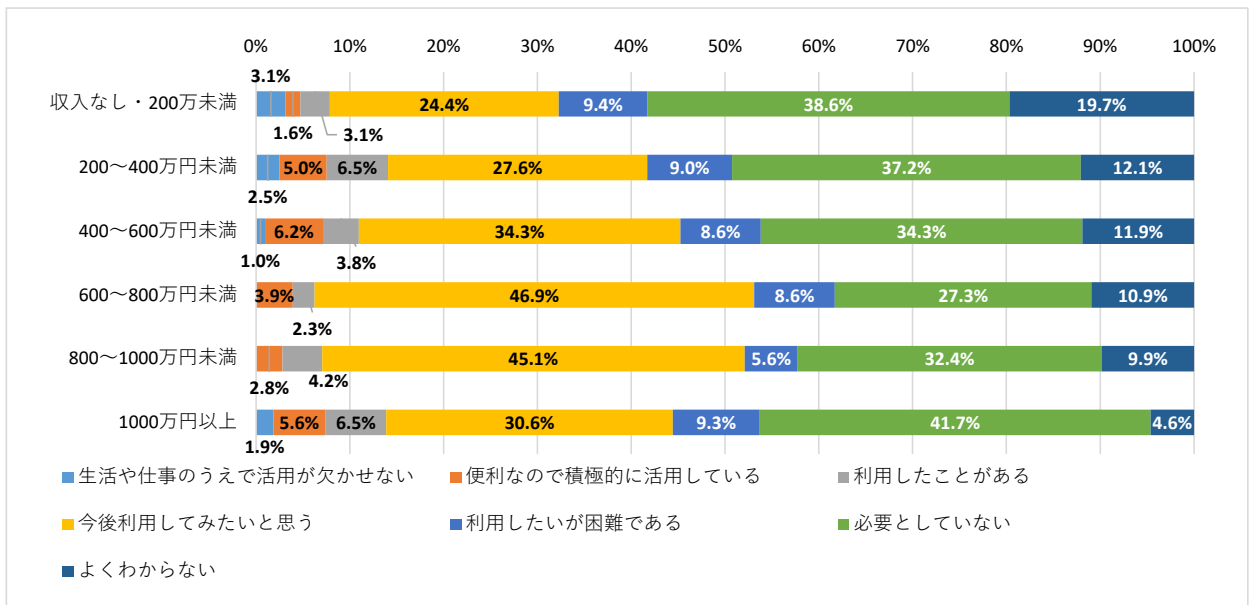
(b) 学校や塾、習いごと等においてオンライン授業を受講する



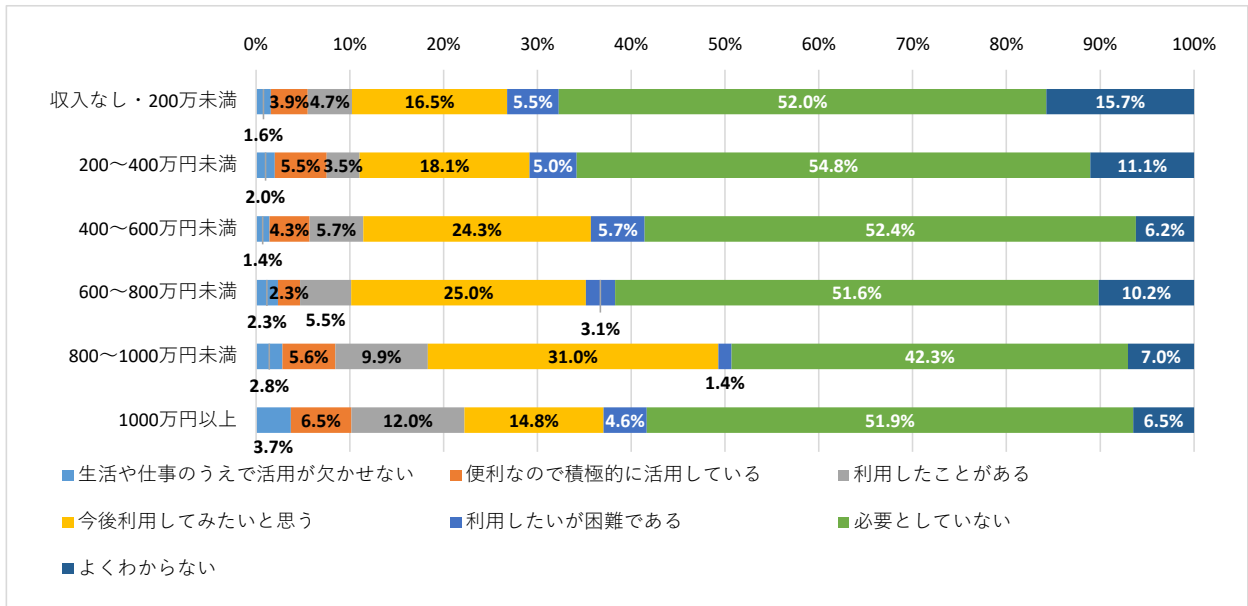
(c) 自宅や外出先等でインターネット環境から
電子行政サービス（電子申請、電子申告、電子届出）を利用する



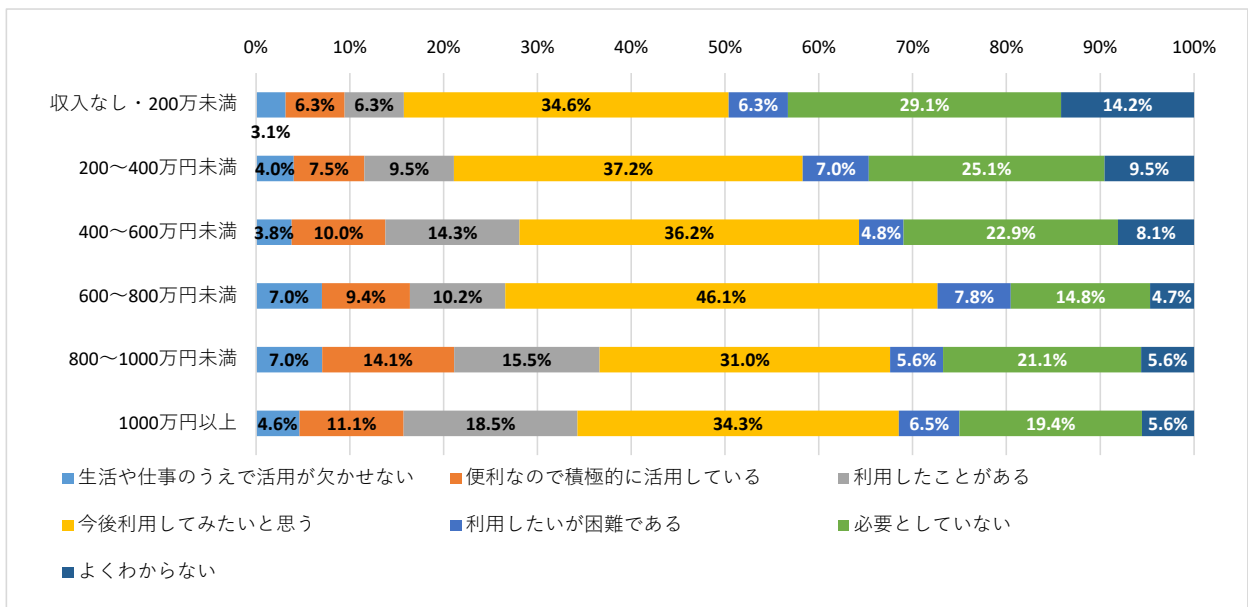
図表 3-147 日本における世帯年収別デジタル利用状況
(a) オンライン診療を利用する



(b) 学校や塾、習いごと等においてオンライン授業を受講する



(c) 自宅や外出先等でインターネット環境から
電子行政サービス（電子申請、電子申告、電子届出）を利用する

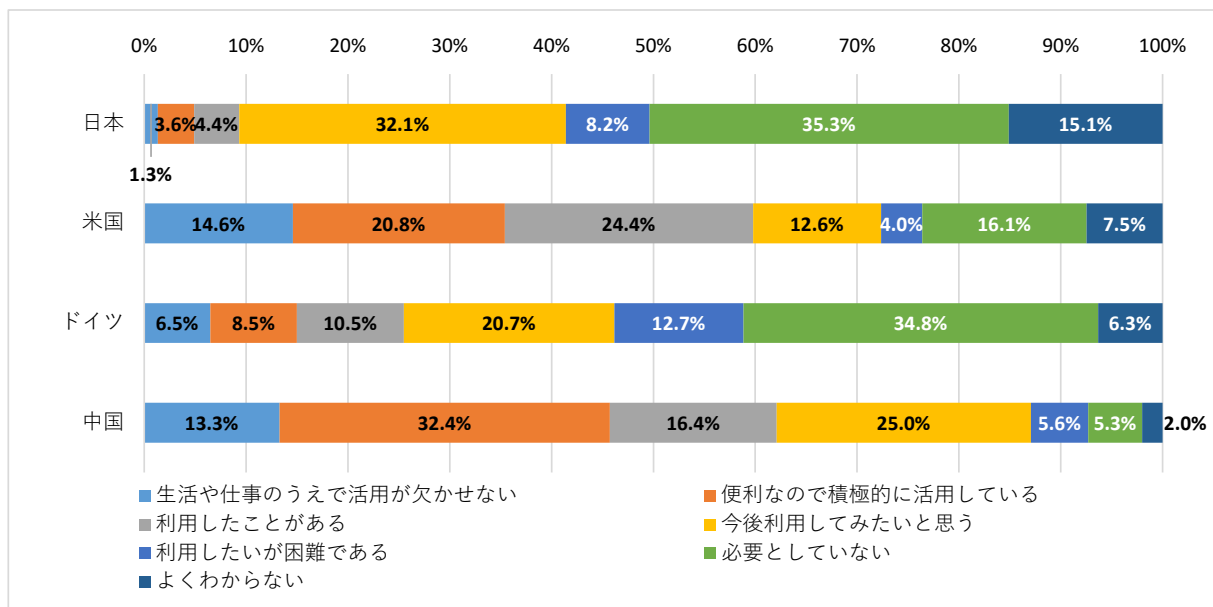


● 日本と諸外国におけるデジタル利用状況の比較

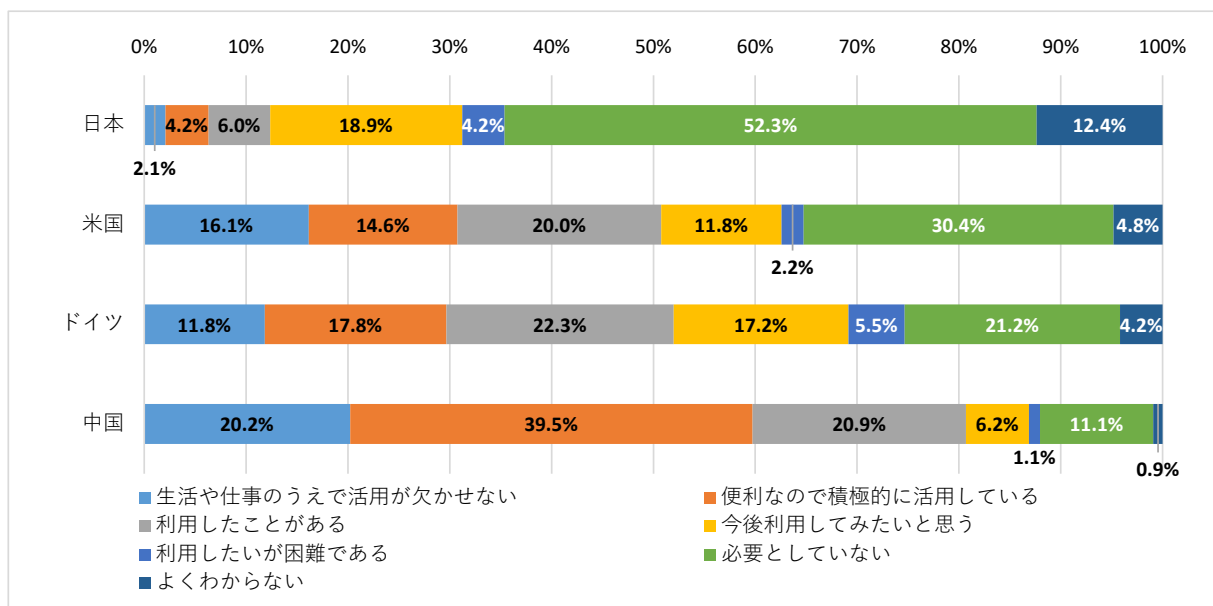
諸外国との利用状況を比較したところ、諸外国よりも利用したことがあると回答した割合が低く、取組が遅れていることが明らかとなった。特に、電子行政サービスについては、利用したことがあると回答した割合について日本では23.8%であったのに対して、諸外国では60%以上となっていた。利用したいが困難であると回答した理由として、日本ではセキュリティやルール・制度に対する不安を挙げていたが、諸外国はインターネット回線の速度や安定性が不十分であることや紙など押印が必要な手続きがあることが挙げられていた（図表 3-148、図表 3-149）。

図表 3-148 日本と諸外国におけるデジタル利用状況の比較

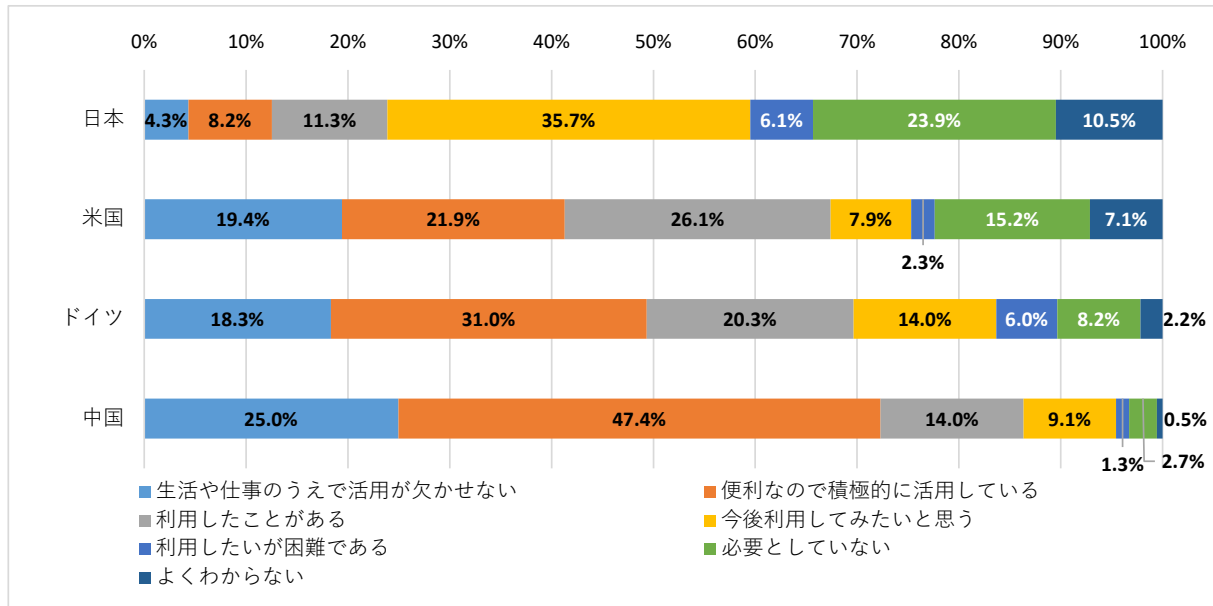
(a) オンライン診療を利用する



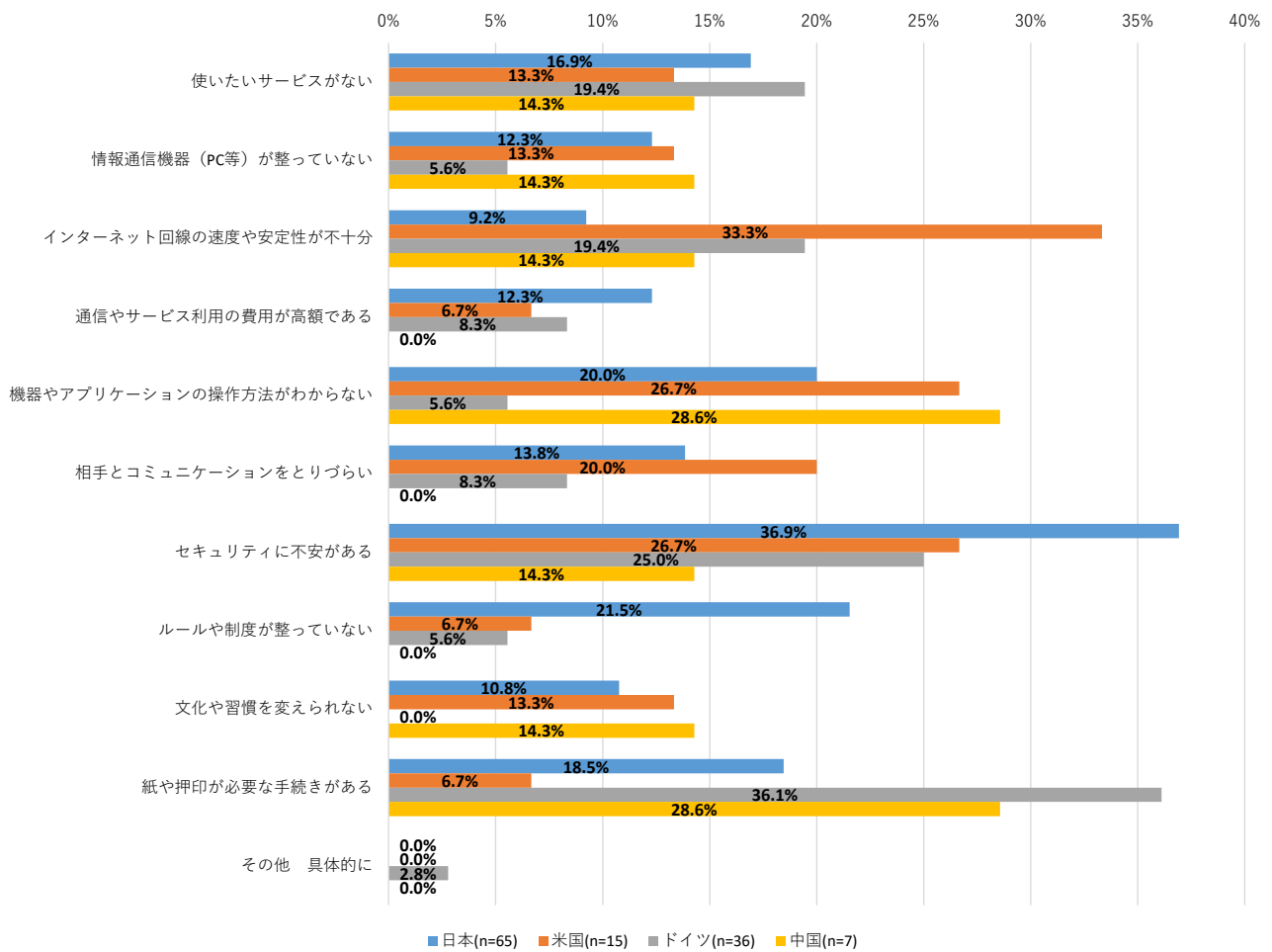
(b) 学校や塾、習いごと等においてオンライン授業を受講する



(c) 自宅や外出先等でインターネット環境から
電子行政サービス（電子申請、電子申告、電子届出）を利用する



図表 3-149 デジタル活用が困難である理由（電子行政サービス）



ii デジタル化に伴う期待・不安

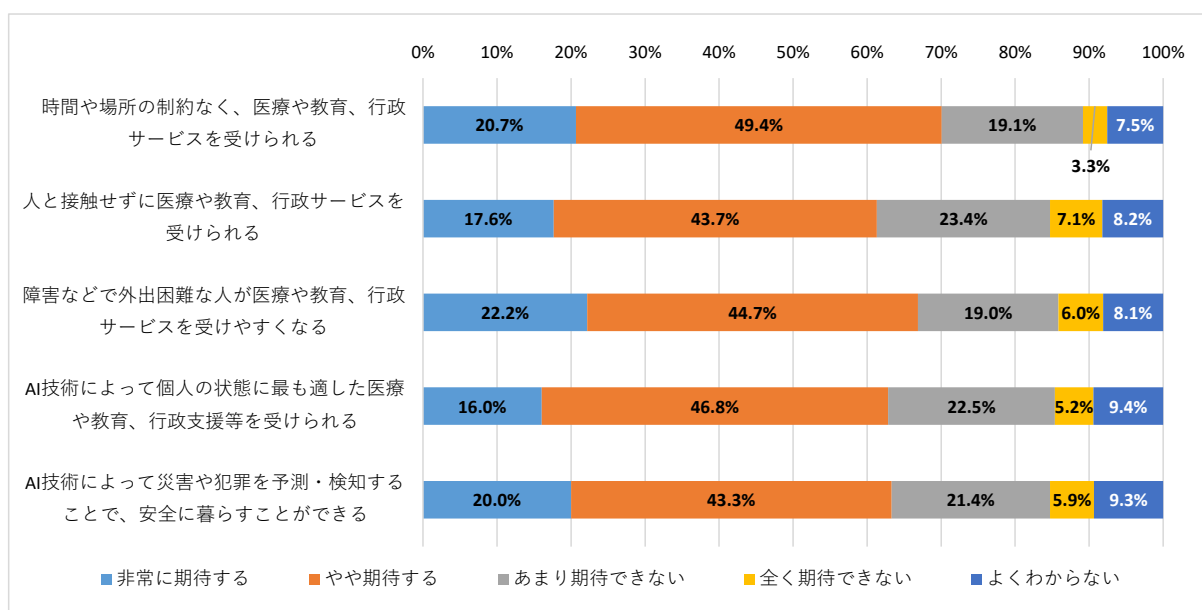
● 日本におけるデジタル化進展に対する期待・不安

公的サービスのデジタル化が進展することに対する期待と不安について尋ねたところ、時間や場所の制約が無くなることと障害などを持った方でも行政サービスが受けられることに対して期待すると回答した割合が多かったが、AI 等による技術によってより快適・安全なサービスを受けられることに対しても 60%以上が期待すると回答した。一方で、デジタルを利用できる人とできない人の格差について不安を感じると回答する割合が 65%を超えており、格差を少なくする仕組みにも関心がある様子が伺えた（図表 3-150、図表 3-151）。

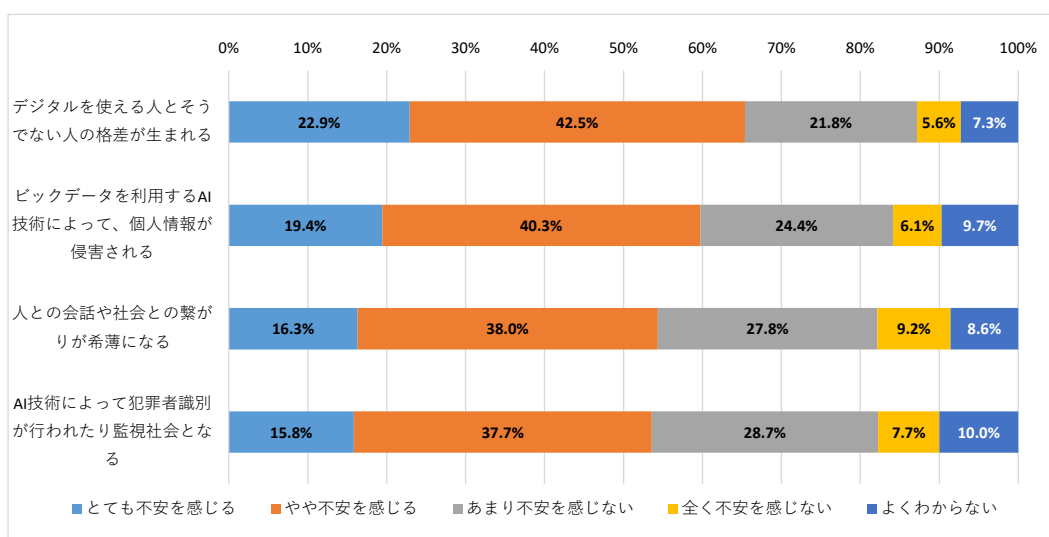
世帯年収が高いほど期待する及び不安を感じると回答する割合が多くなった。また、期待について尋ねた際に「よくわからない」と回答する割合が収入なし・200万円未満の層で多くっており、普段の利活用が期待について関わるということが推測された（図表 3-152、図表 3-153）。

年齢別に見ると、期待については大きな差は無かったものの、不安については年齢が上がるほど個人情報侵害や社会とのつながりが希薄になること、監視社会になることに対して不安を感じると回答する割合が多くなった（図表 3-154、図表 3-155）。

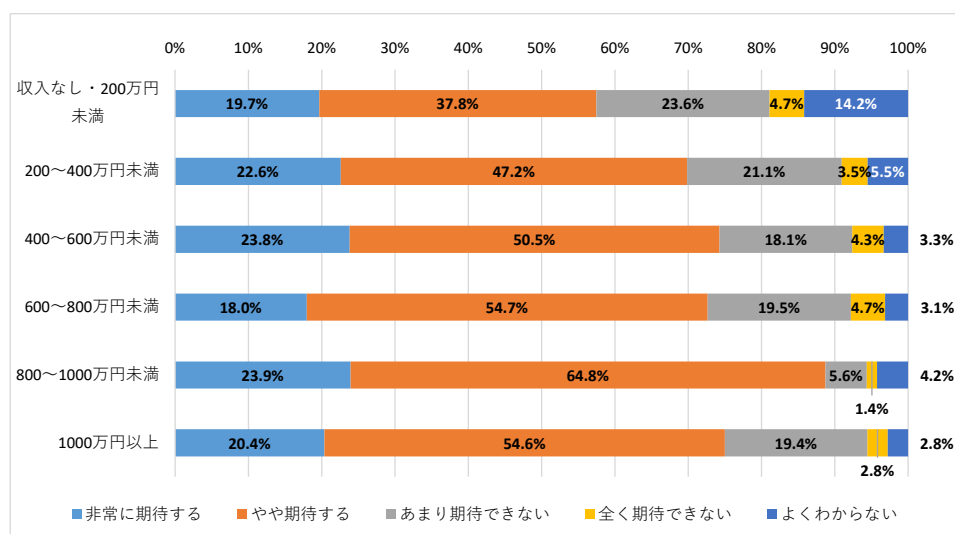
図表 3-150 日本におけるデジタル利活用に対する期待



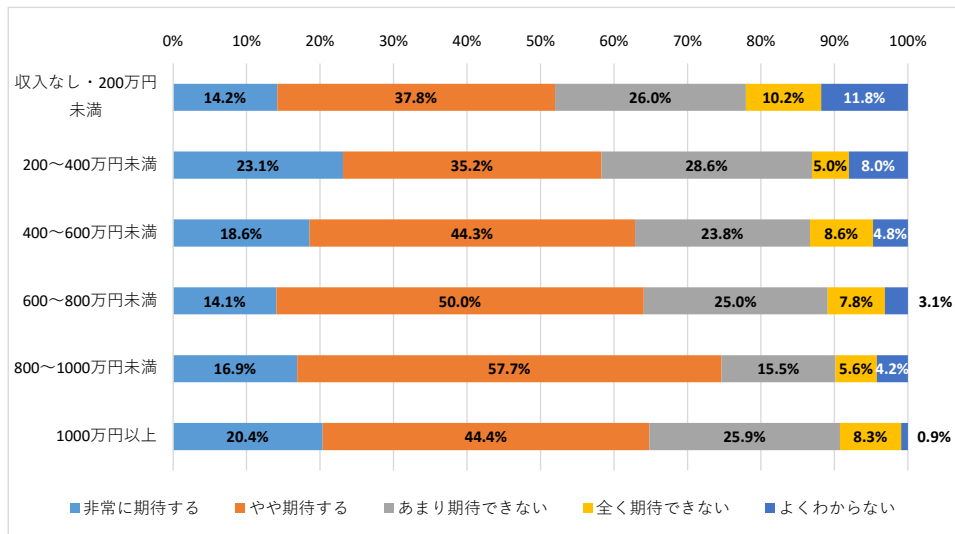
図表 3-151 日本におけるデジタル活用に対する不安



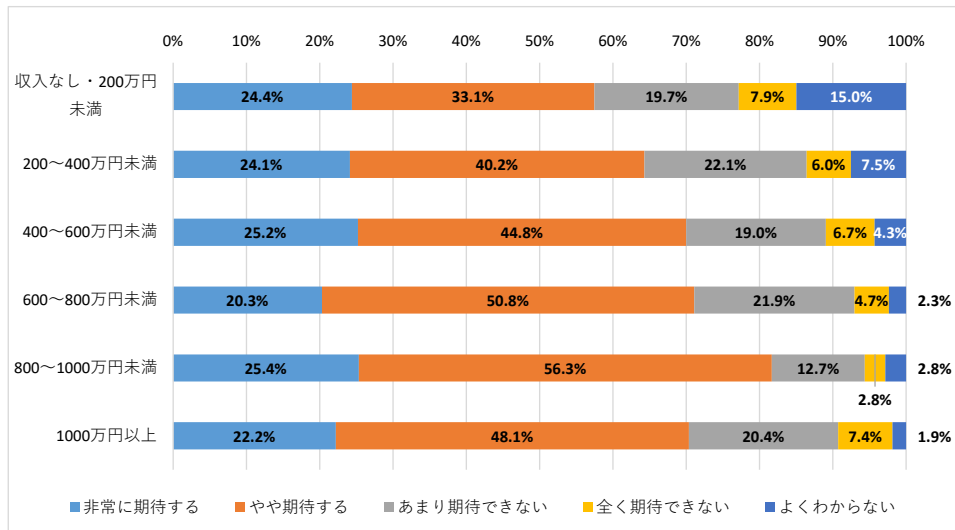
図表 3-152 日本における世帯年収別デジタル活用への期待
(a) 時間や場所の制約なく、医療や教育、行政サービスを受けられる



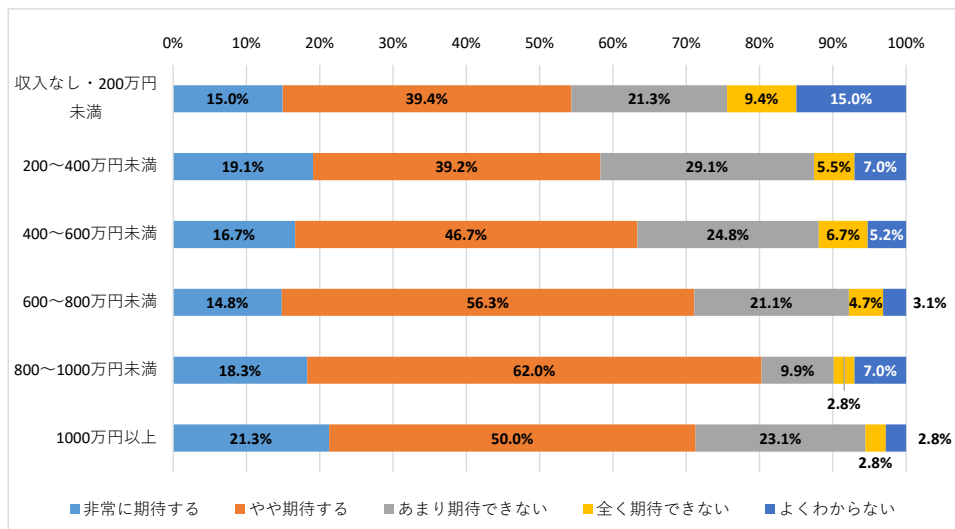
(b) 人と接触せずに医療や教育、行政サービスを受けられる



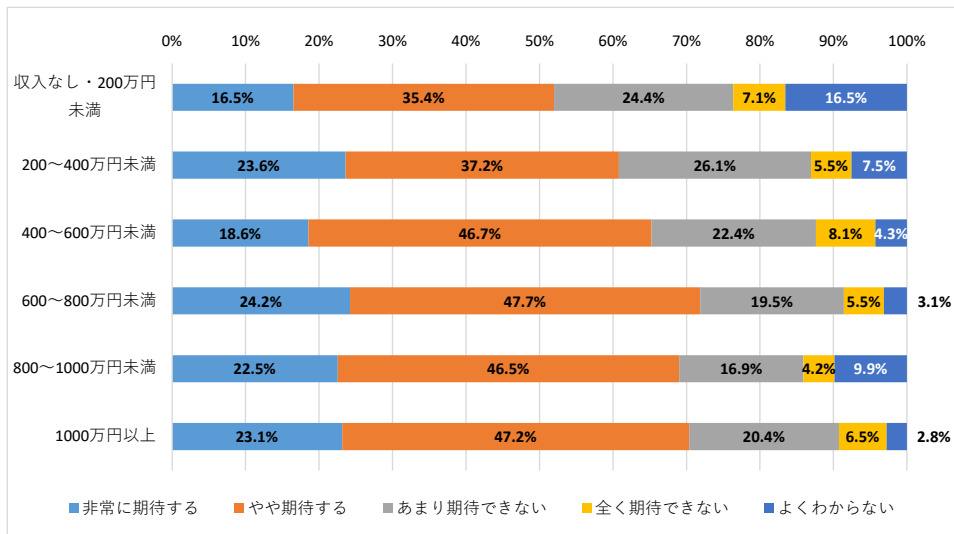
(c) 障害などで外出困難な人が医療や教育、行政サービスを受けやすくなる



(d) AI技術によって個人の状態に最も適した医療や教育、行政支援等を受けられる

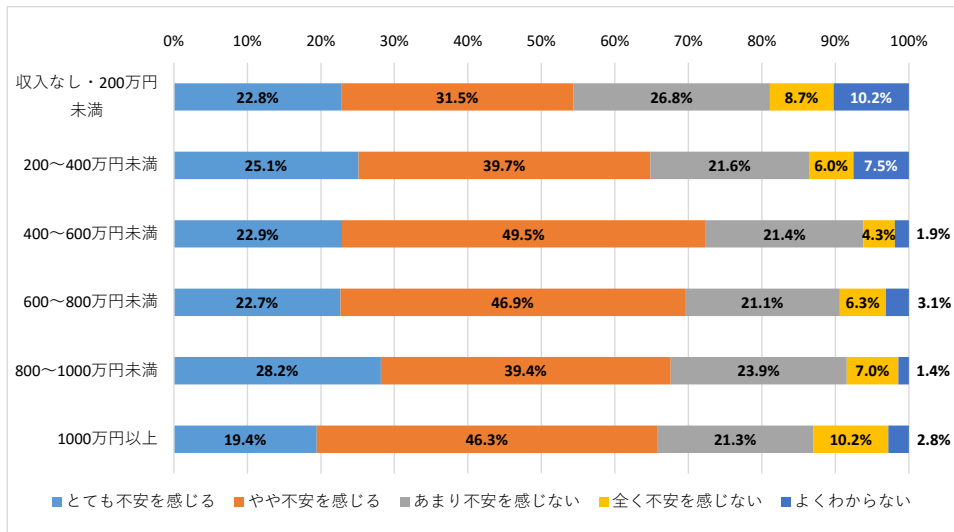


(e) AI技術によって災害や犯罪を予測・検知することで、安全に暮らすことができる

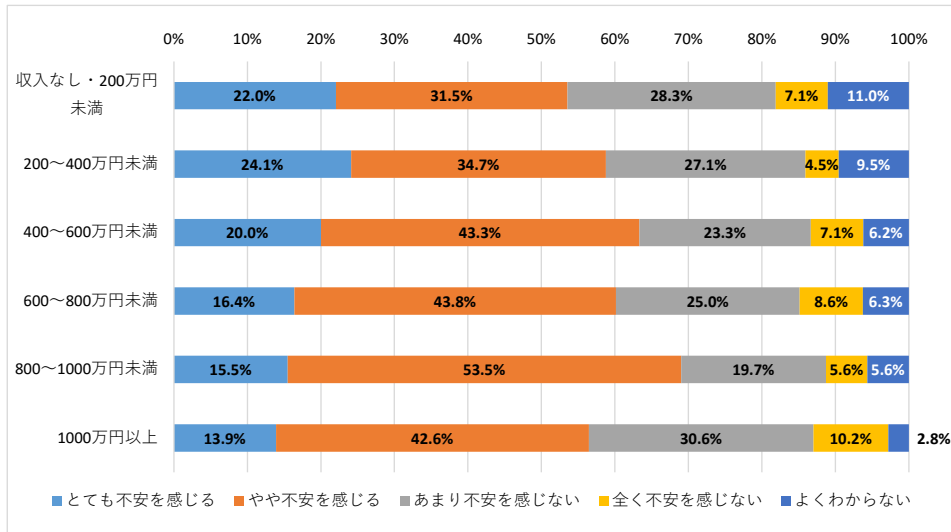


図表 3-153 日本における世帯年収別デジタル活用への不安

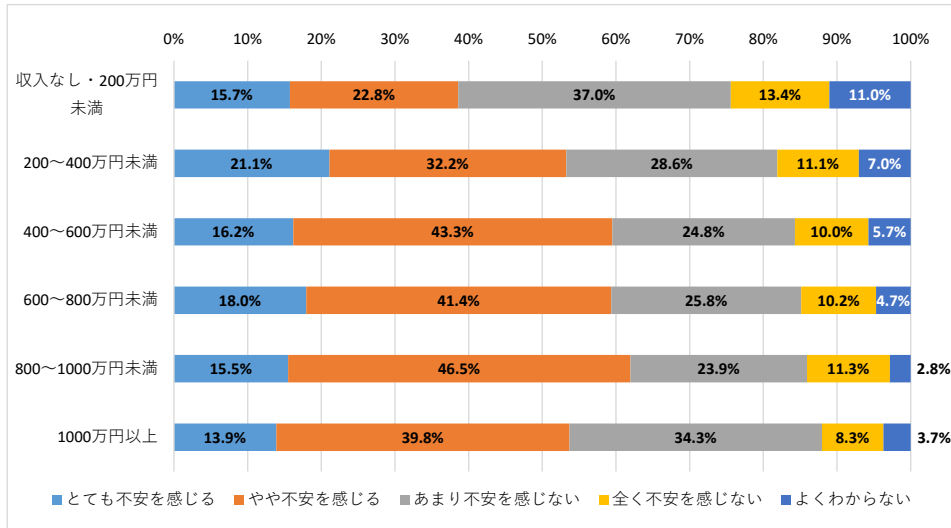
(a) デジタルを使える人とそうでない人の格差が生まれる



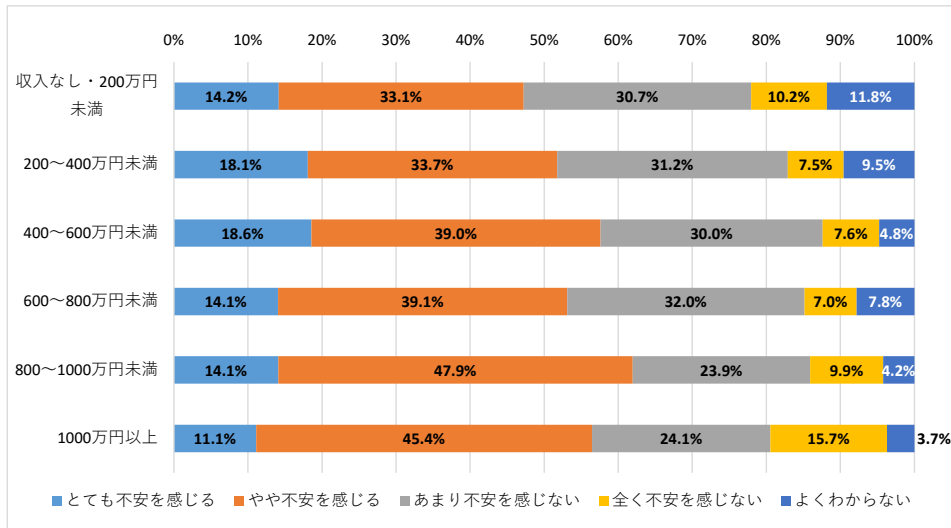
(b) ビックデータを利用する AI 技術によって、個人情報侵害される



(c) 人との会話や社会との繋がりが希薄になる

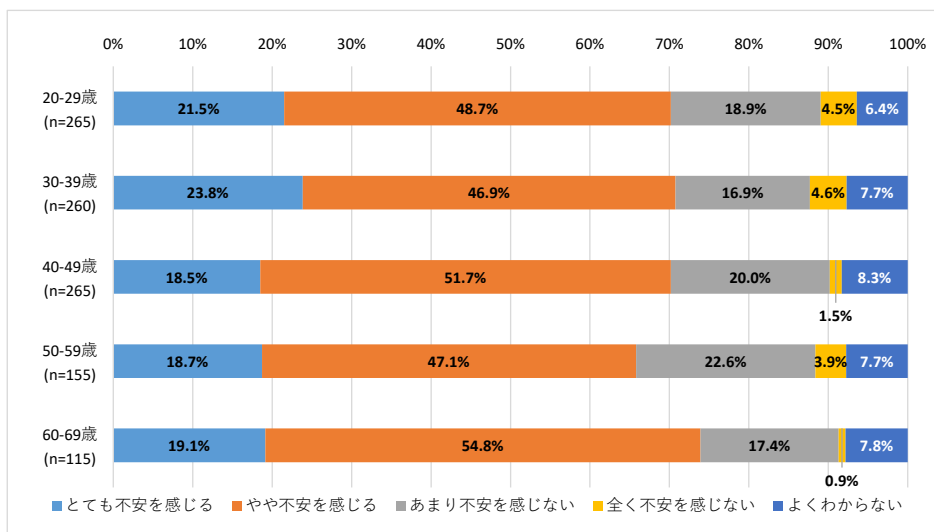


(d) AI 技術によって犯罪者識別が行われたり監視社会となる

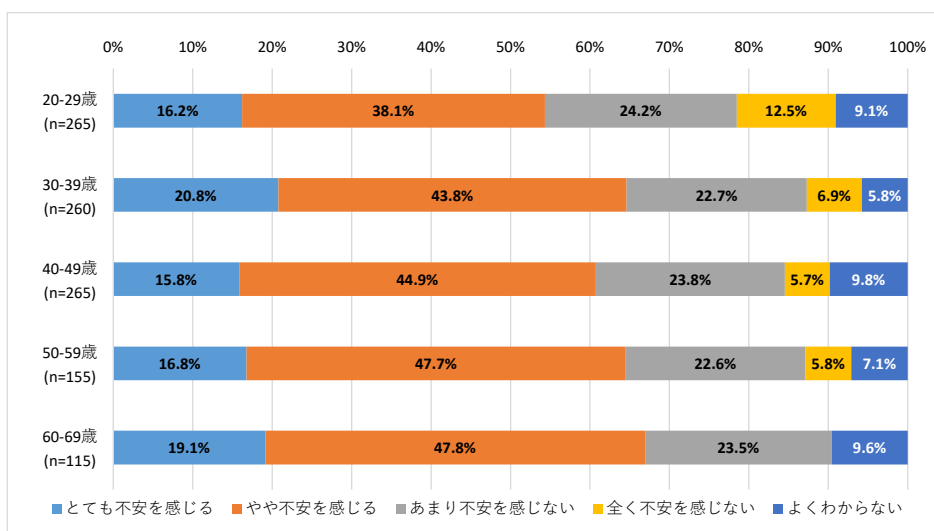


図表 3-154 日本における年齢別デジタル活用への期待

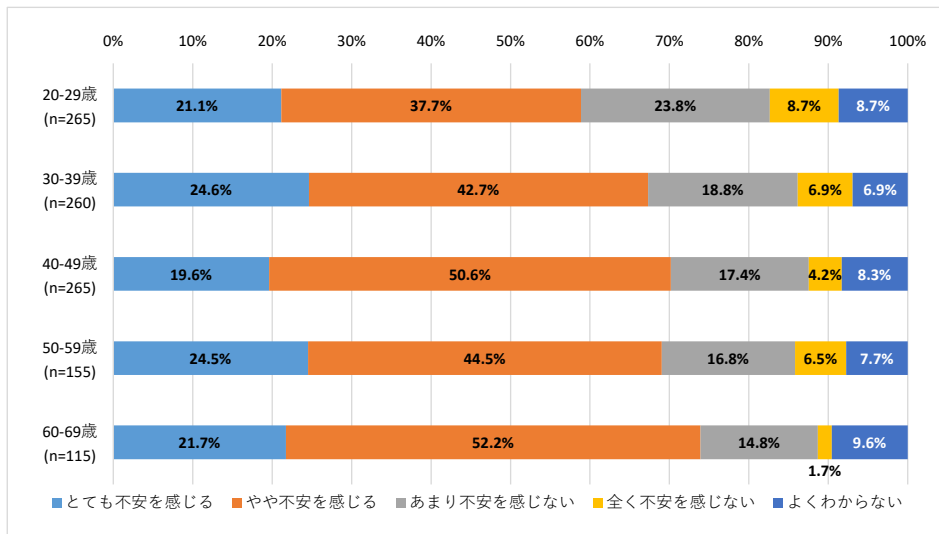
(a) 時間や場所の制約なく、医療や教育、行政サービスを受けられる



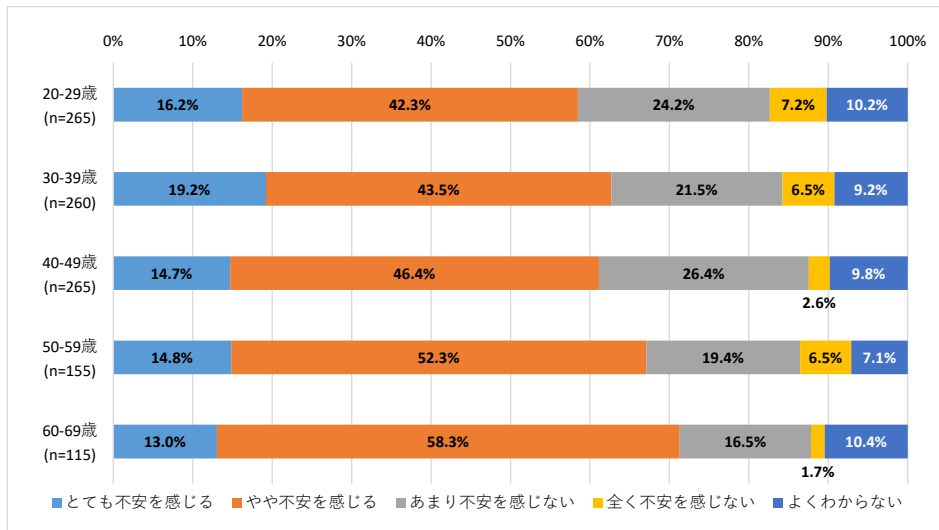
(b) 人と接触せずに医療や教育、行政サービスを受けられる



(c) 障害などで外出困難な人が医療や教育、行政サービスを受けやすくなる



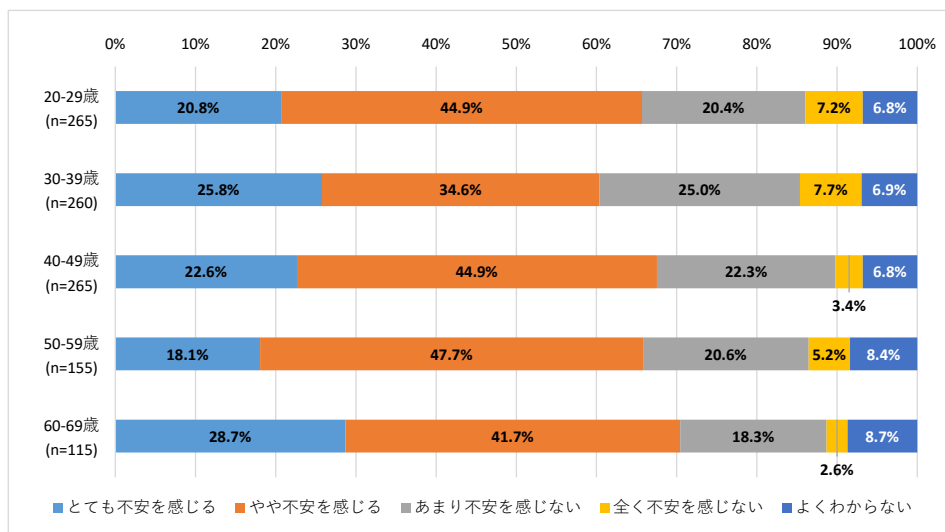
(d) AI 技術によって個人の状態に最も適した医療や教育、行政支援等を受けられる



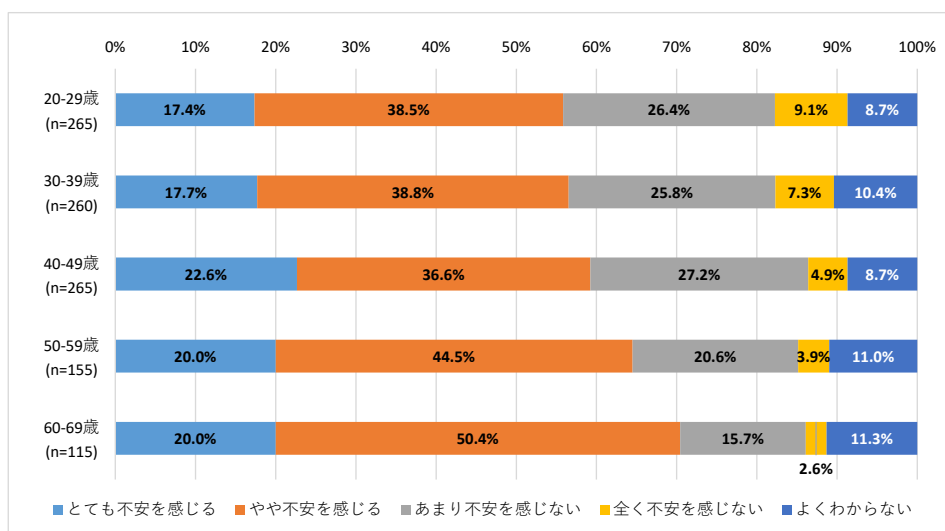
(e) AI 技術によって災害や犯罪を予測・検知することで、安全に暮らすことができる



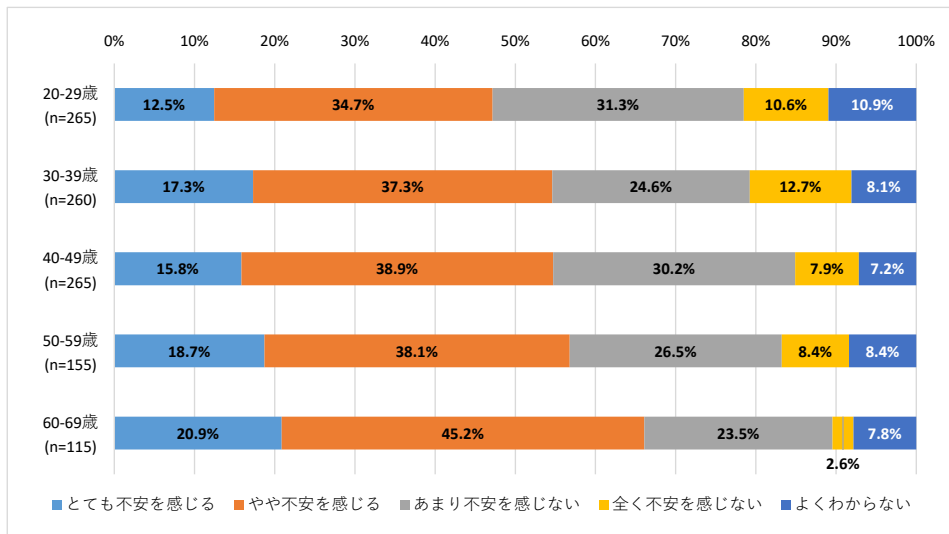
図表 3-155 日本における年齢別デジタル活用への不安
 (a) デジタルを使える人とそうでない人の格差が生まれる



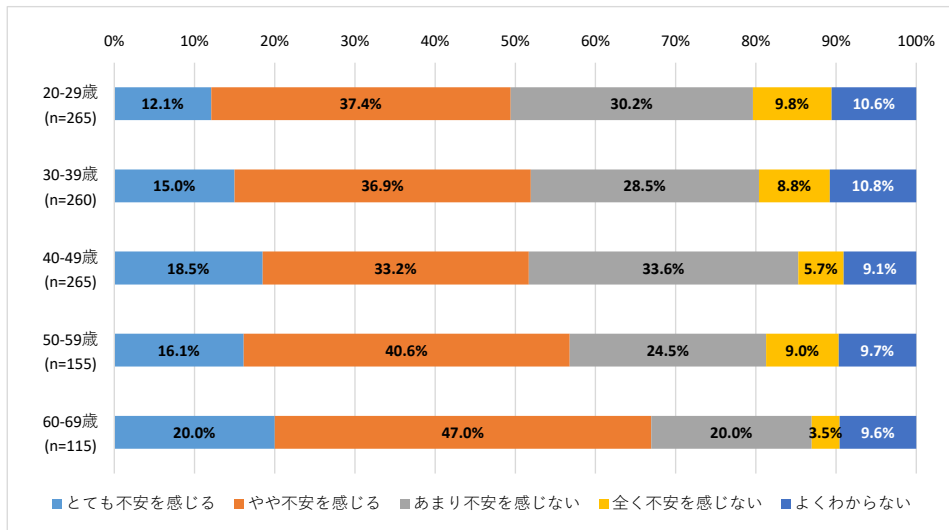
(b) ビックデータを利用する AI 技術によって、個人情報侵害される



(c) 人との会話や社会との繋がりが希薄になる



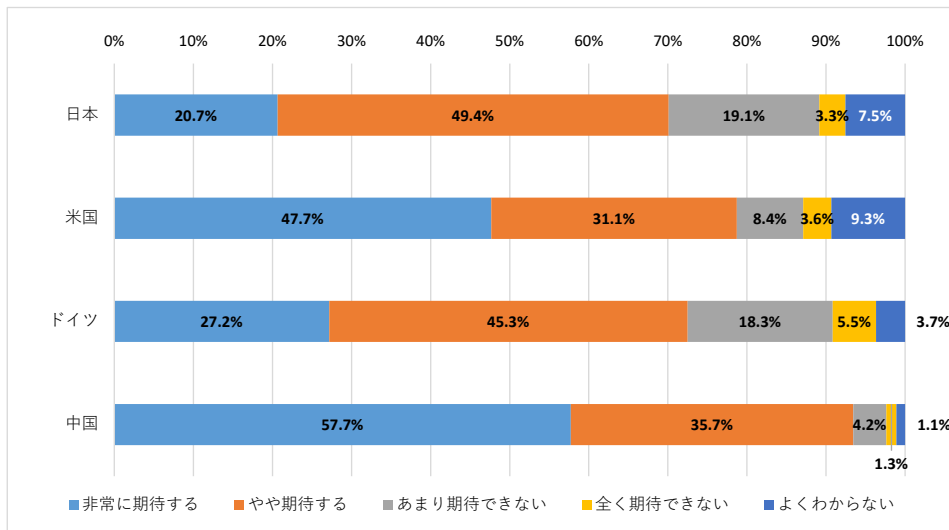
(d) AI 技術によって犯罪者識別が行われたり監視社会となる



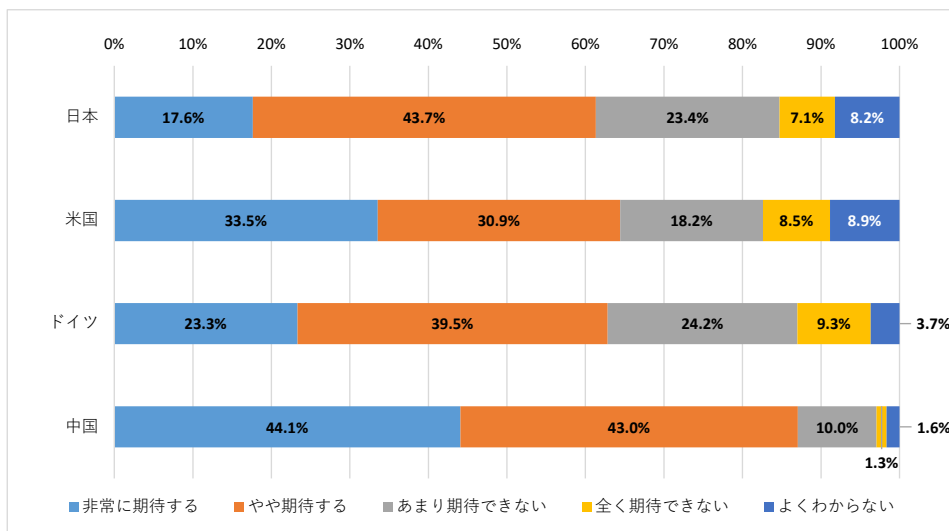
● 日本と諸外国におけるデジタル化進展に対する期待・不安の比較

行政サービスのデジタル化に対する期待として、中国では期待すると回答する割合が多くなっていったが、その他の米国とドイツにて比較すると日本と大きな差はなかった（図表 3-156）。一方で、不安については、日本と諸外国で大きな差は無かった（図表 3-157）。

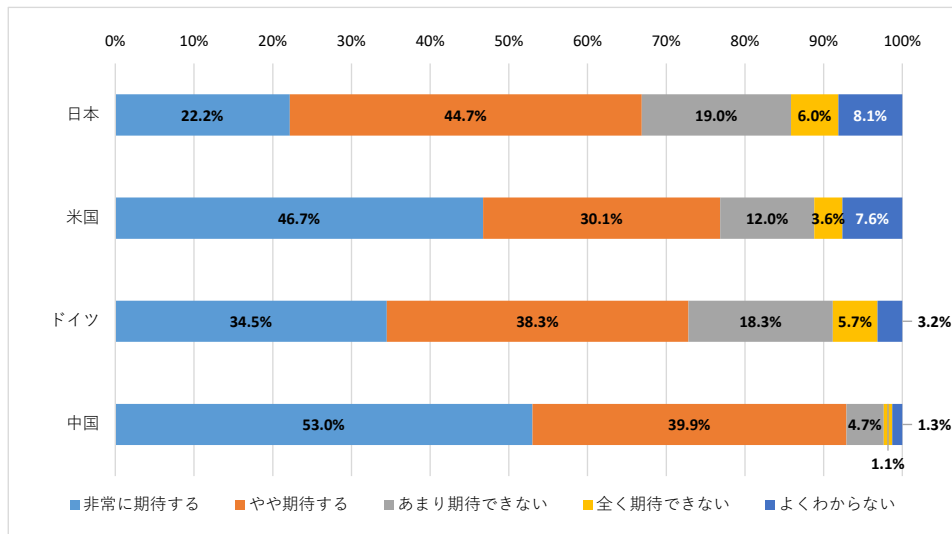
図表 3-156 日本と諸外国におけるデジタル活用への期待
 (a) 時間や場所の制約なく、医療や教育、行政サービスを受けられる



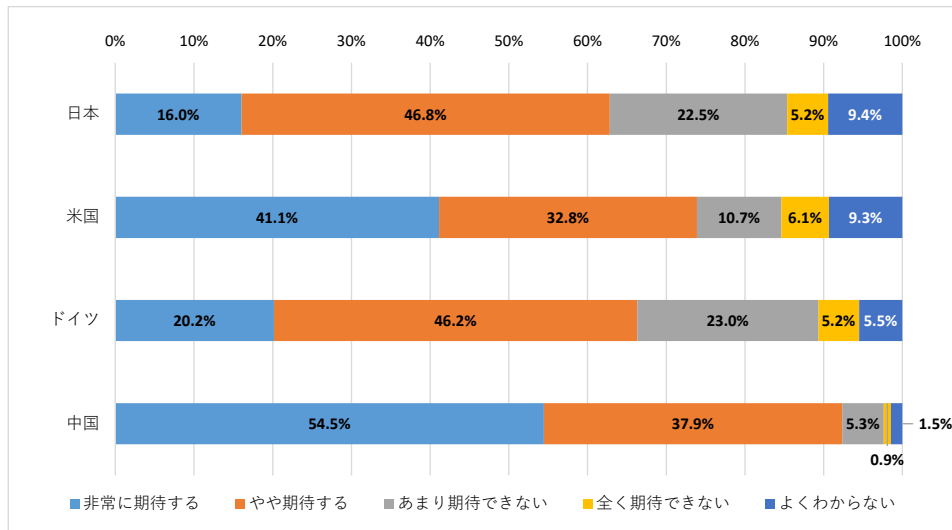
(b) 人と接触せずに医療や教育、行政サービスを受けられる



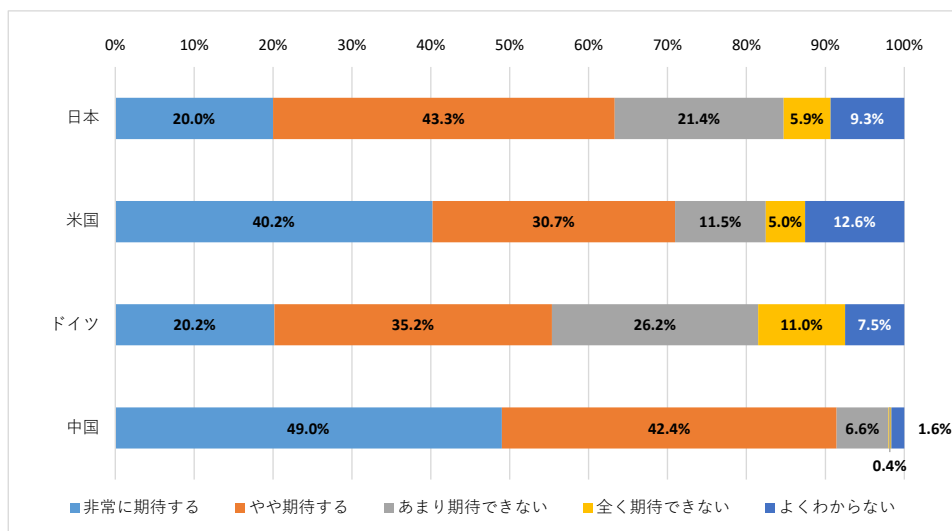
(c) 障害などで外出困難な人が医療や教育、行政サービスを受けやすくなる



(d) AI 技術によって個人の状態に最も適した医療や教育、行政支援等を受けられる

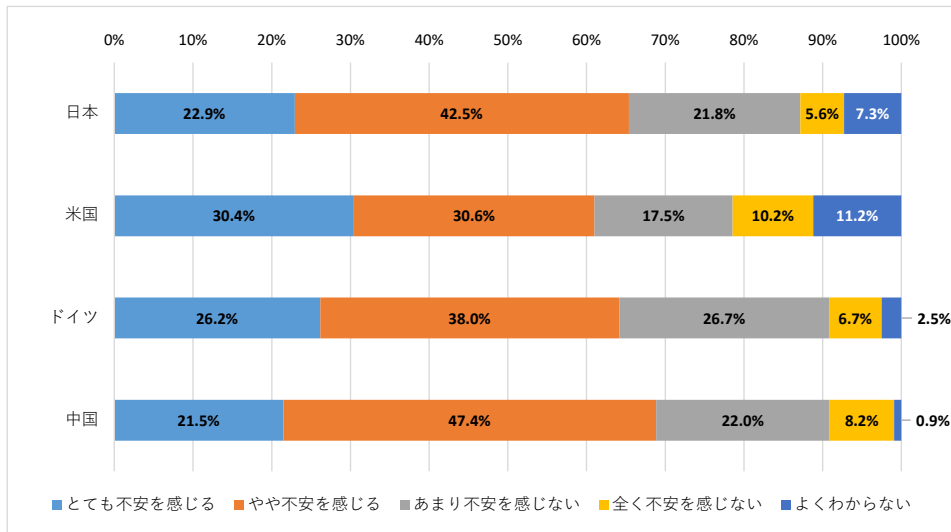


(e) AI 技術によって災害や犯罪を予測・検知することで、安全に暮らすことができる

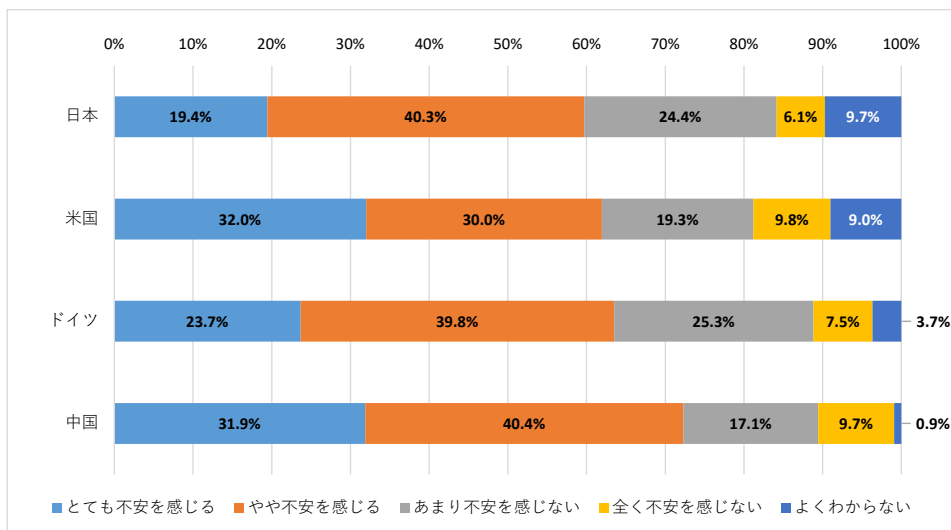


図表 3-157 日本と諸外国におけるデジタル活用への不安

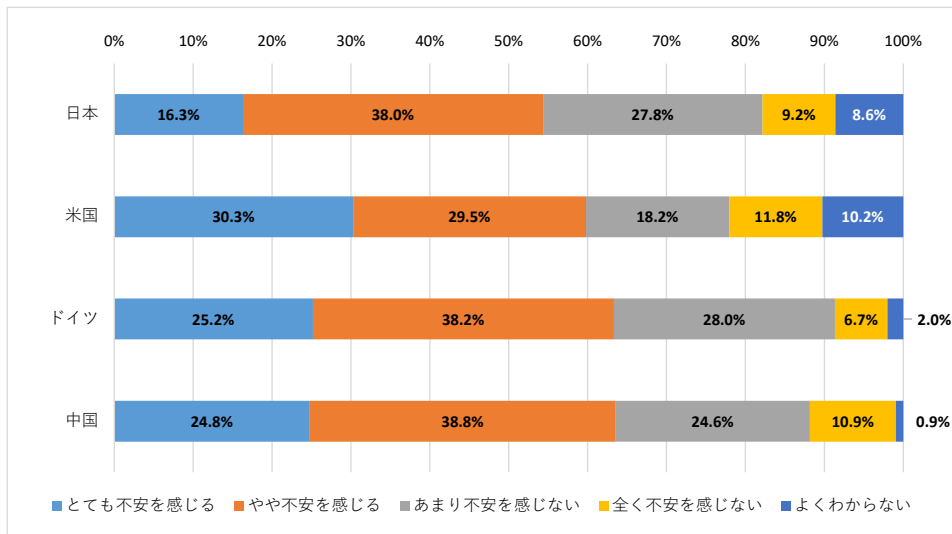
(a) デジタルを使える人とそうでない人の格差が生まれる



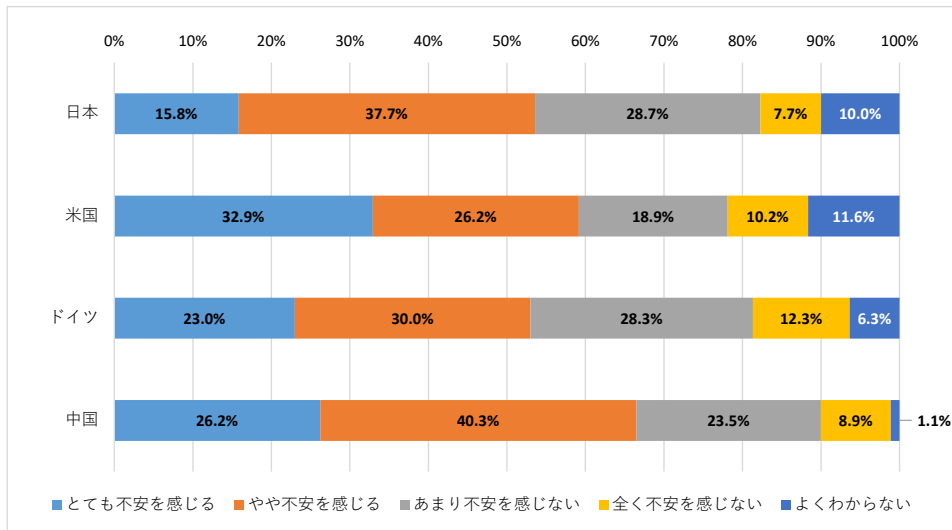
(b) ビックデータを利用する AI 技術によって、個人情報侵害される



(c) 人との会話や社会との繋がりが希薄になる



(d) AI 技術によって犯罪者識別が行われたり監視社会となる



(カ) パーソナルデータ提供について

● **パーソナルデータ提供に対する考え方・態度**

企業等が提供するサービスやアプリケーションを利用するにあたり、どのように感じるか尋ねたところ、パーソナルデータを提供することに対して不安を感じると回答した割合が 50%を超えていた。また、同時に質問した、企業などにおいてどのようにパーソナルデータが利用されているか知っている割合については 25%弱となっていた（図表 3-158）。

ただし、パーソナルデータに提供に対して不安を感じているものの、目的別パーソナルデータ提供意向について質問したところ、全ての項目で提供してもよいと 50%以上が回答した。特に、災害等の緊急時や健康・福祉に関わる場合、経済的なメリットがある場合のような、国民にとってメリットが分かりやすい場合ほどパーソナルデータ提供意向が高くなる傾向が見られた（図表 3-159）。

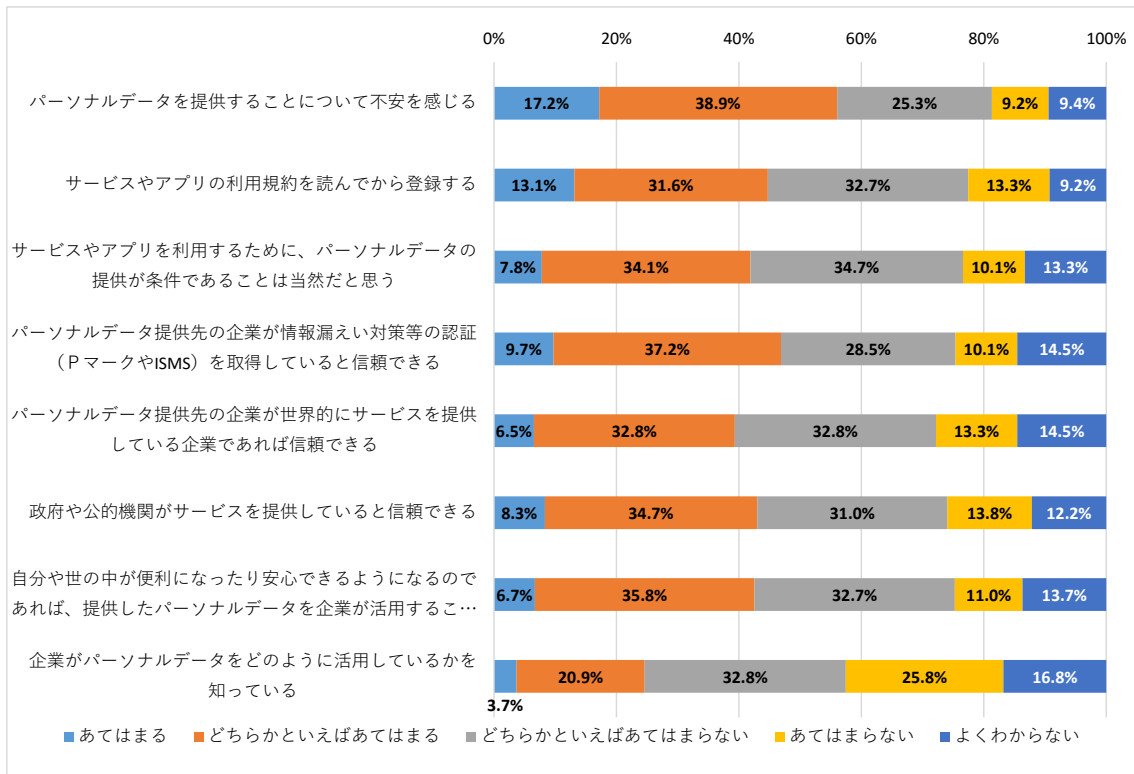
世帯年収別に見ると、世帯年収が高い人ほど、パーソナルデータ提供に対して提供してもよいと回答する割合が多くなっていた（図表 3-160）。

年齢別に見ると、健康や安全保障、地域経済、自身の経済的なメリットに関わる場合について、年齢が上がるほどパーソナルデータ提供意向が高くなっていた（図表 3-161）。

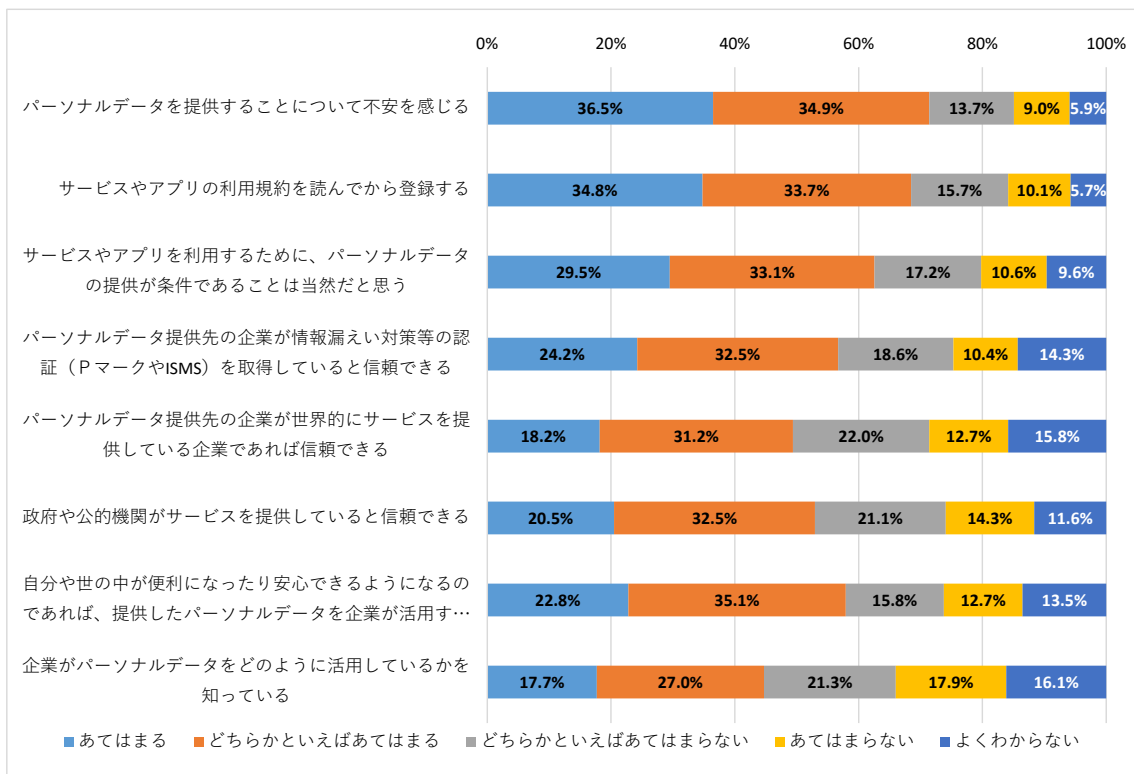
また、日本と諸外国で比較すると、中国のみ突出してパーソナルデータの提供意向が高くなっていたものの、その他の国と日本で大きな違いはなかった（図表 3-159）。

図表 3-158 サービス利用におけるパーソナルデータ提供に対する考え方

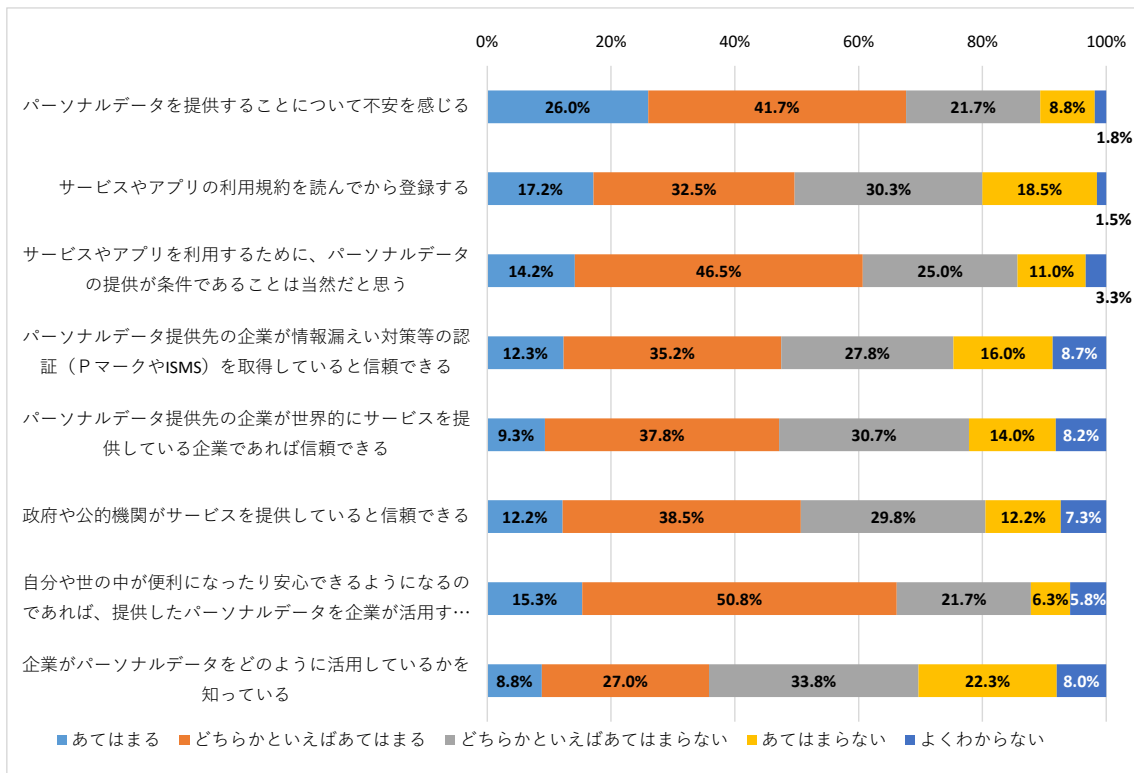
(a)日本



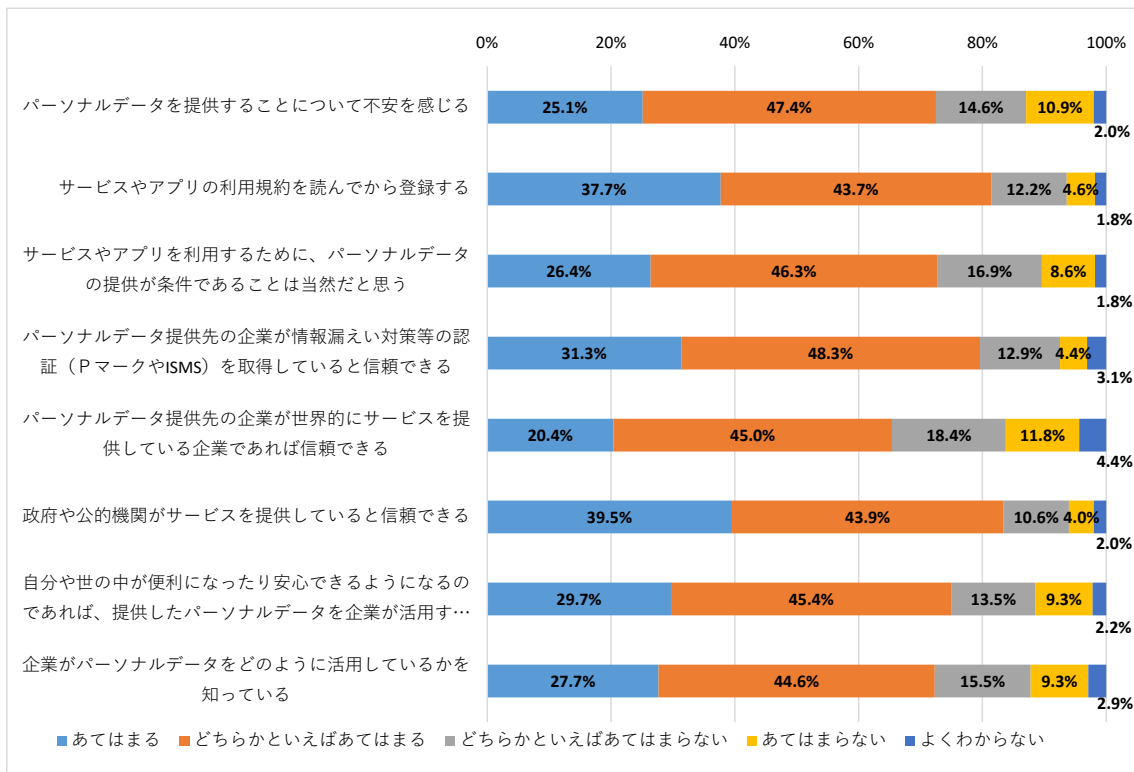
(b)米国



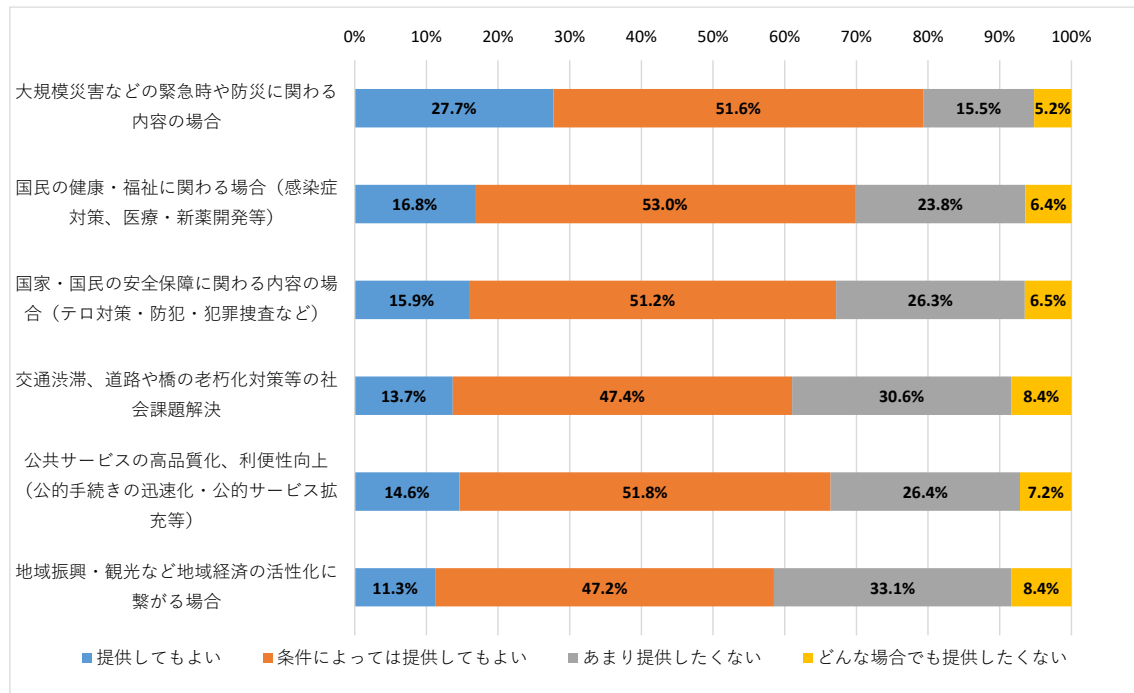
(c) ドイツ



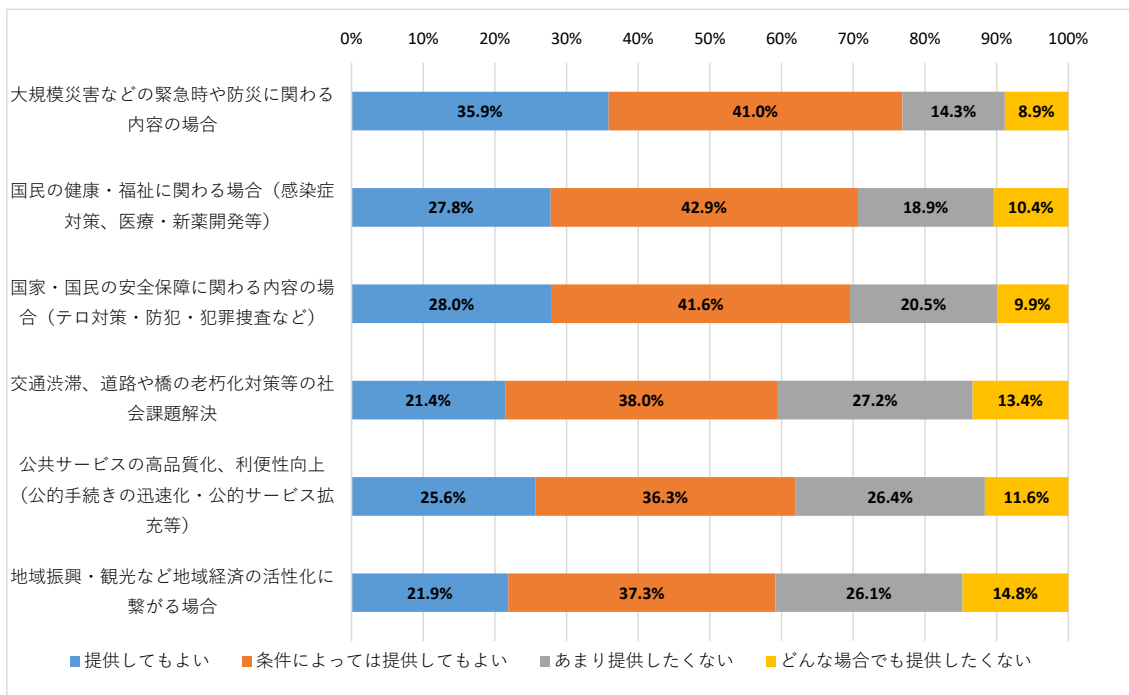
(d) 中国



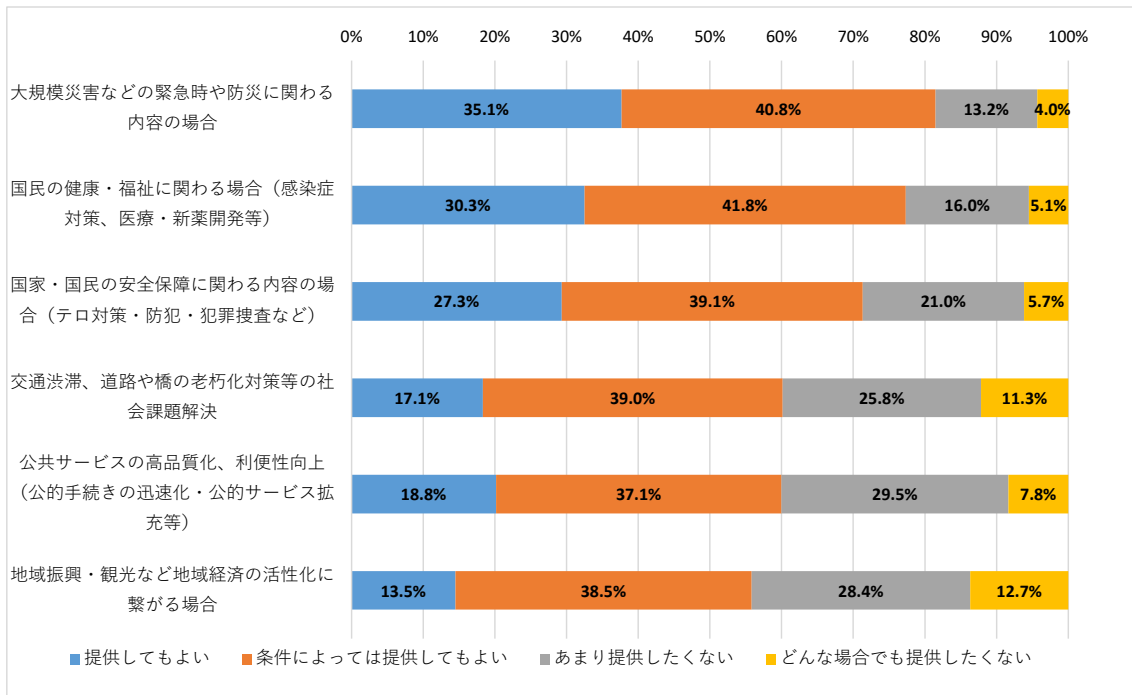
図表 3-159 目的別パーソナルデータ提供意向
 (a)行政サービスに係るパーソナルデータ提供意向
 (i)日本



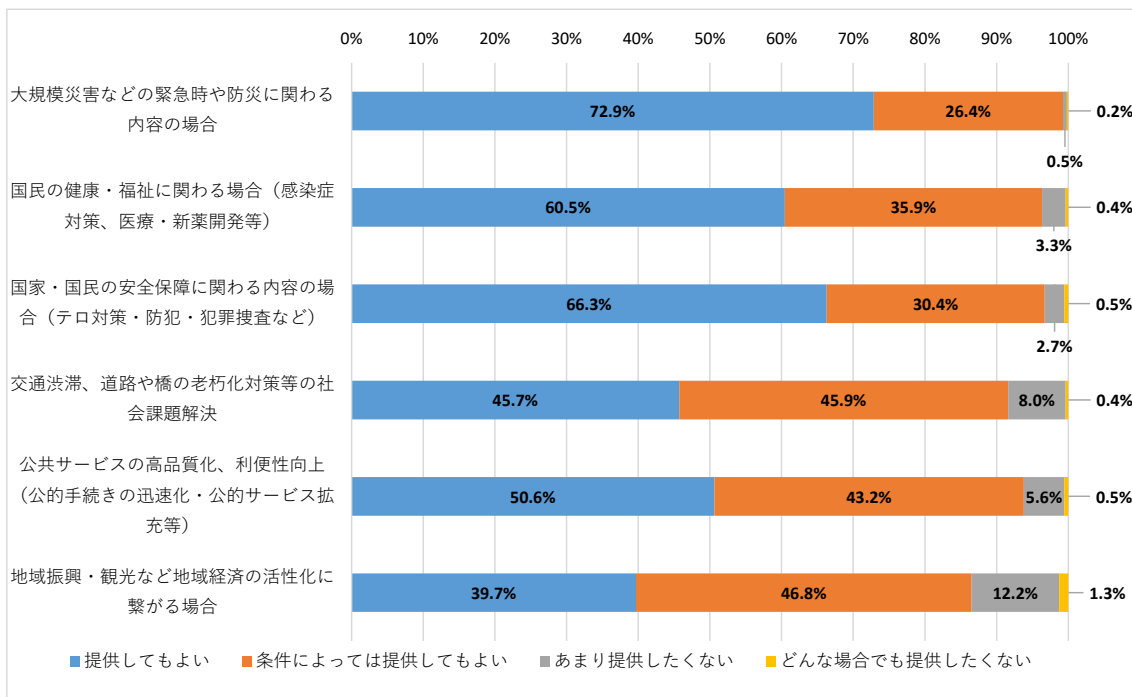
(ii)米国



(iii) ドイツ

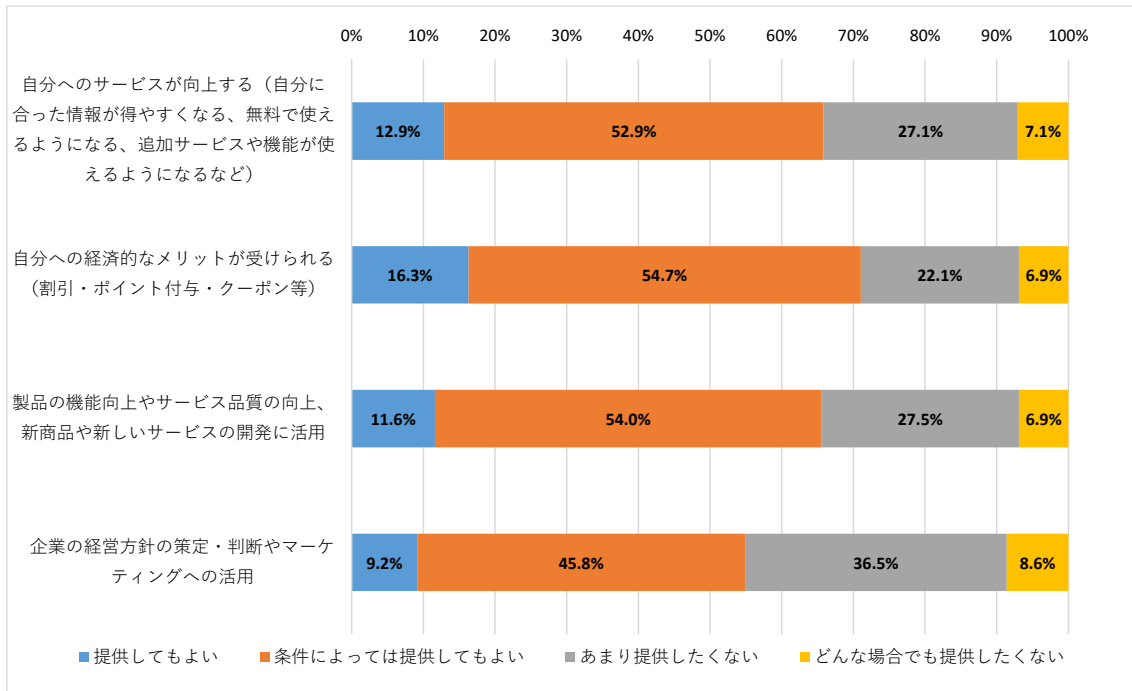


(iv) 中国

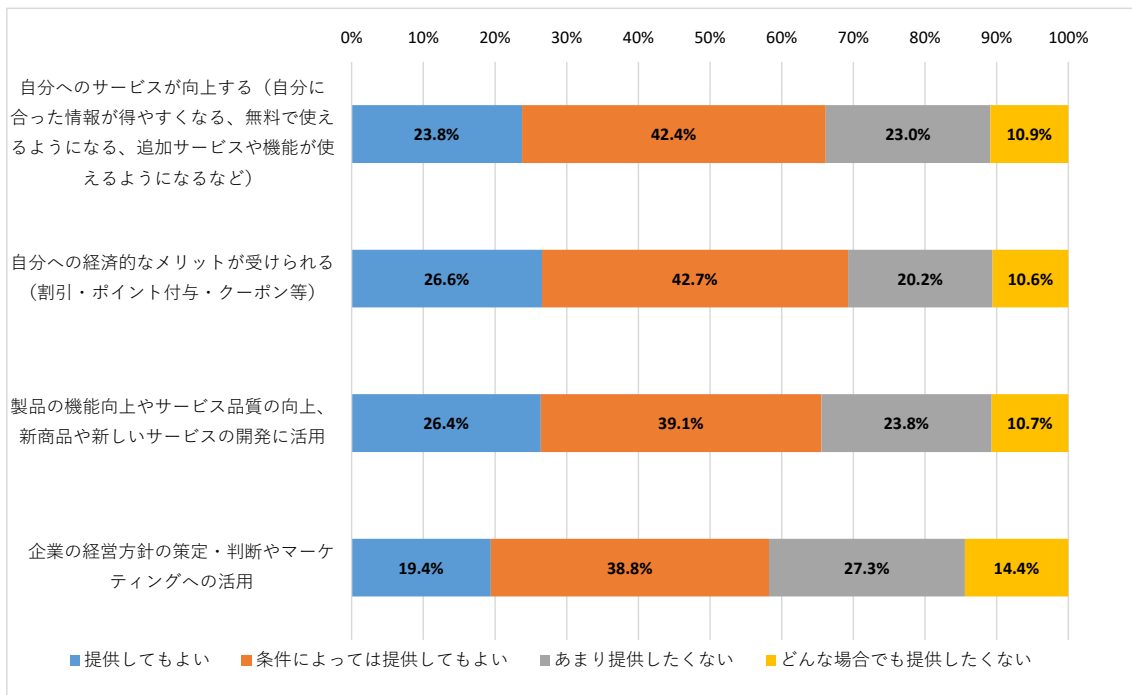


(b) 企業サービスに係るパーソナルデータ提供意向

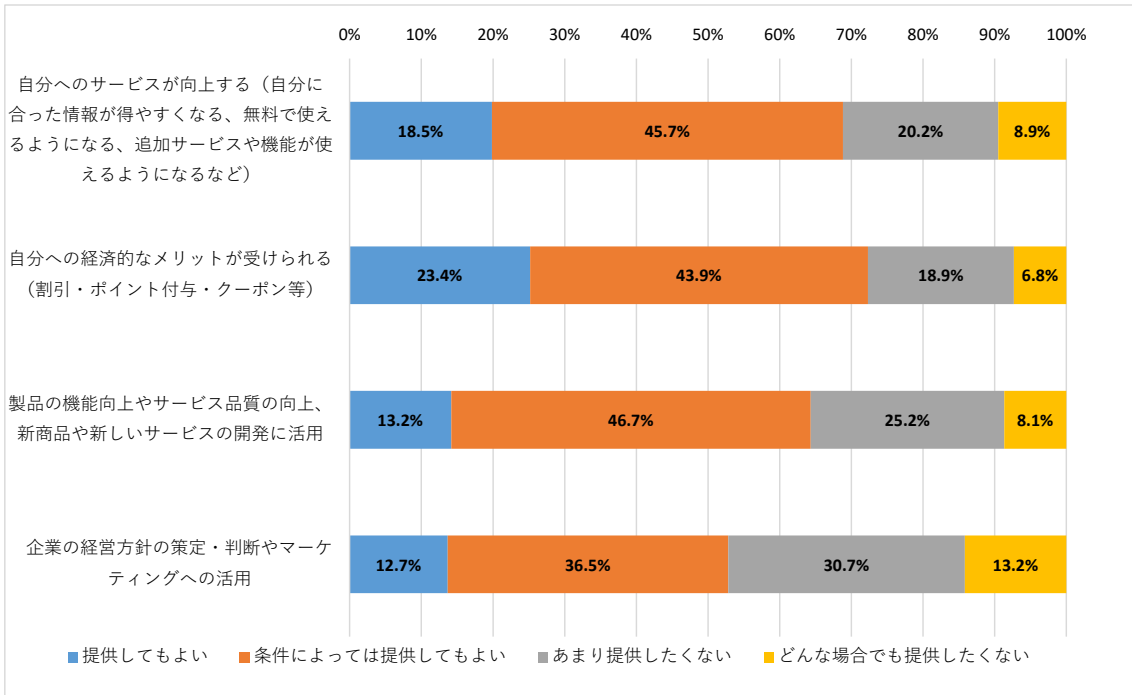
(i) 日本



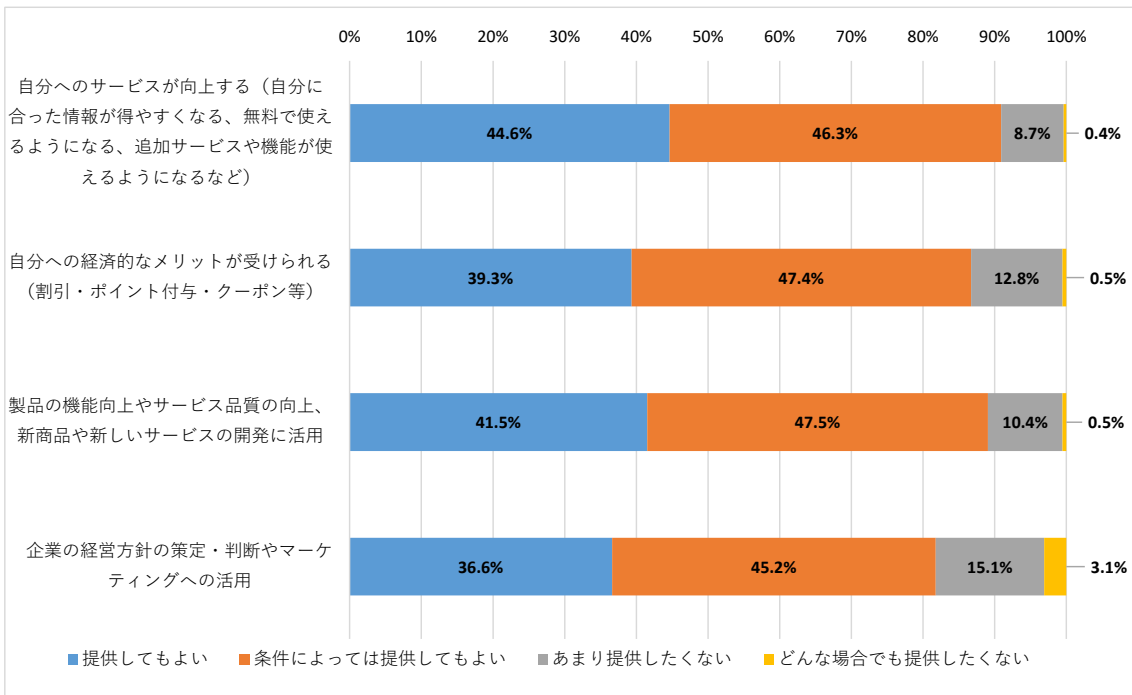
(ii) 米国



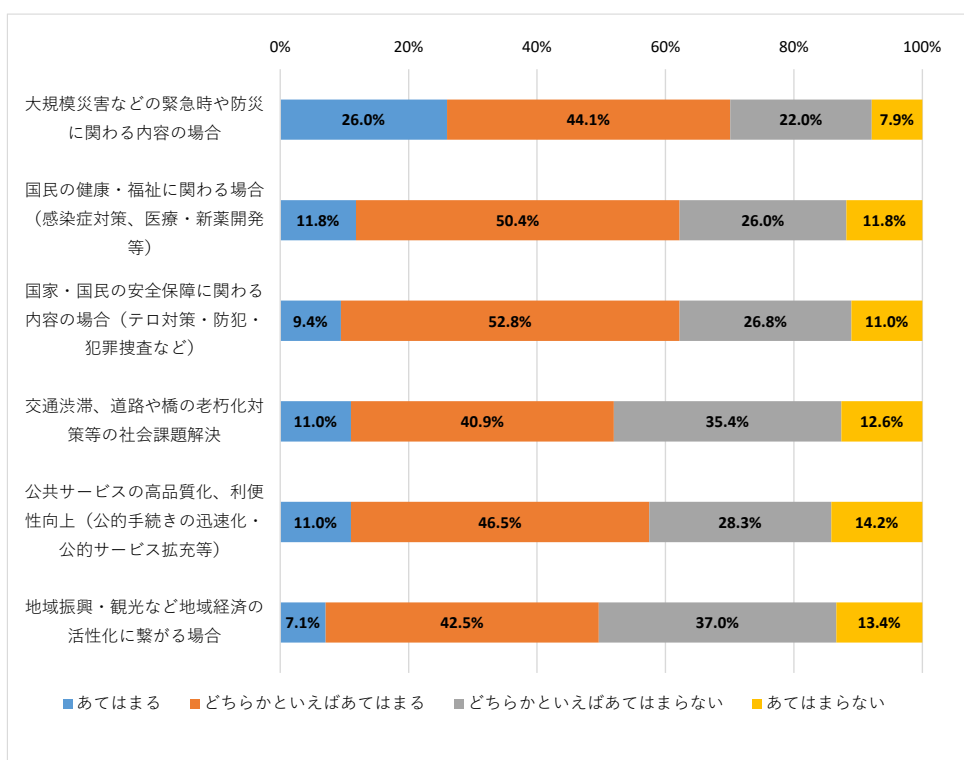
(iii) ドイツ



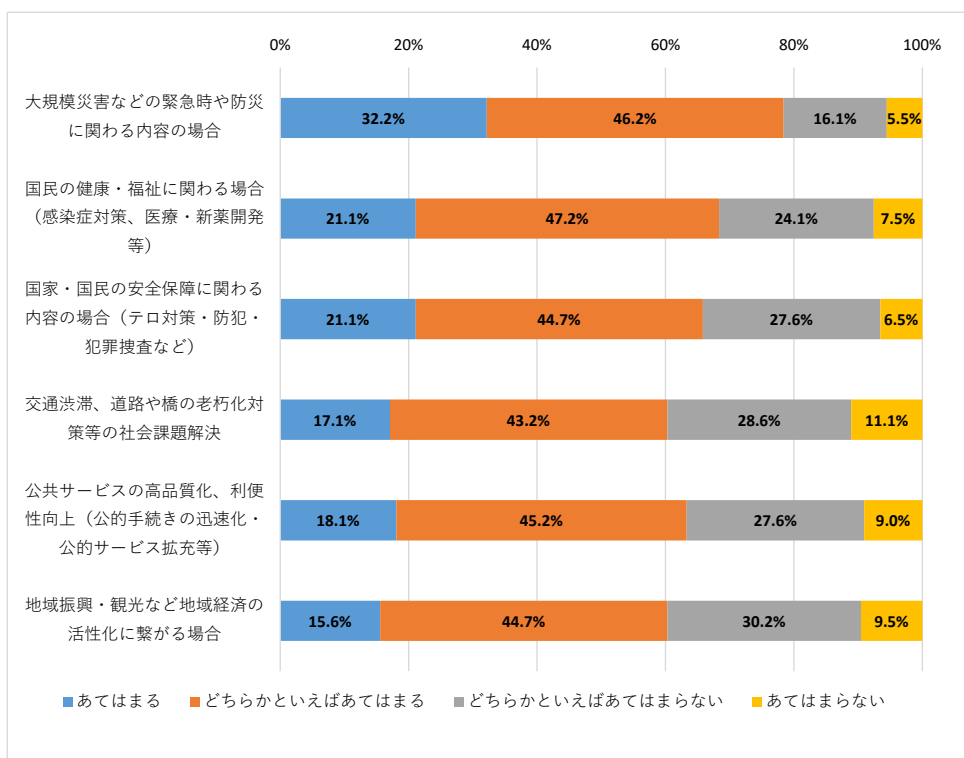
(iv) 中国



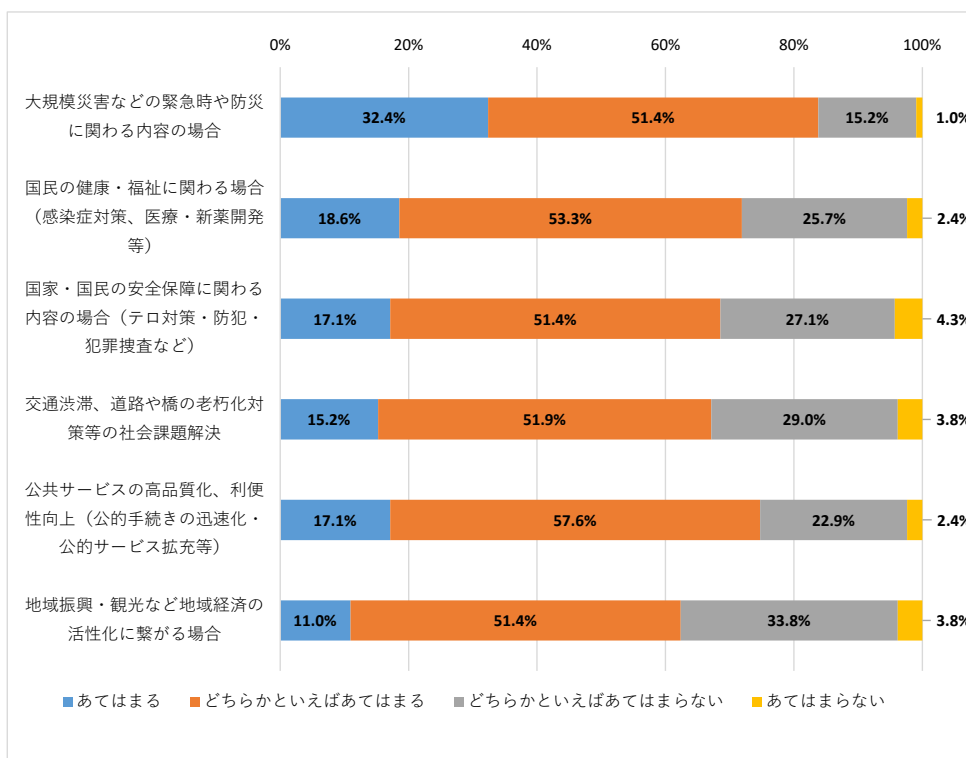
図表 3-160 世帯年収別パーソナルデータ提供意向
 (a) 行政サービスに係るパーソナルデータ提供意向
 (i) 世帯年収 200 万円未満



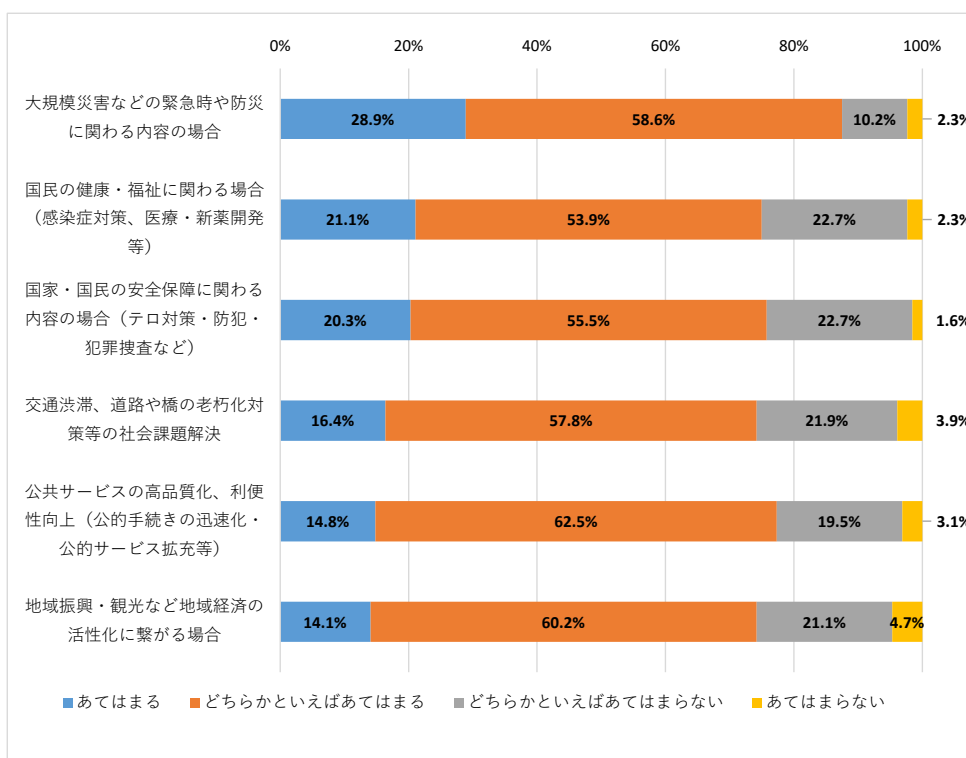
(ii) 世帯年収 200 万円以上 400 万円未満



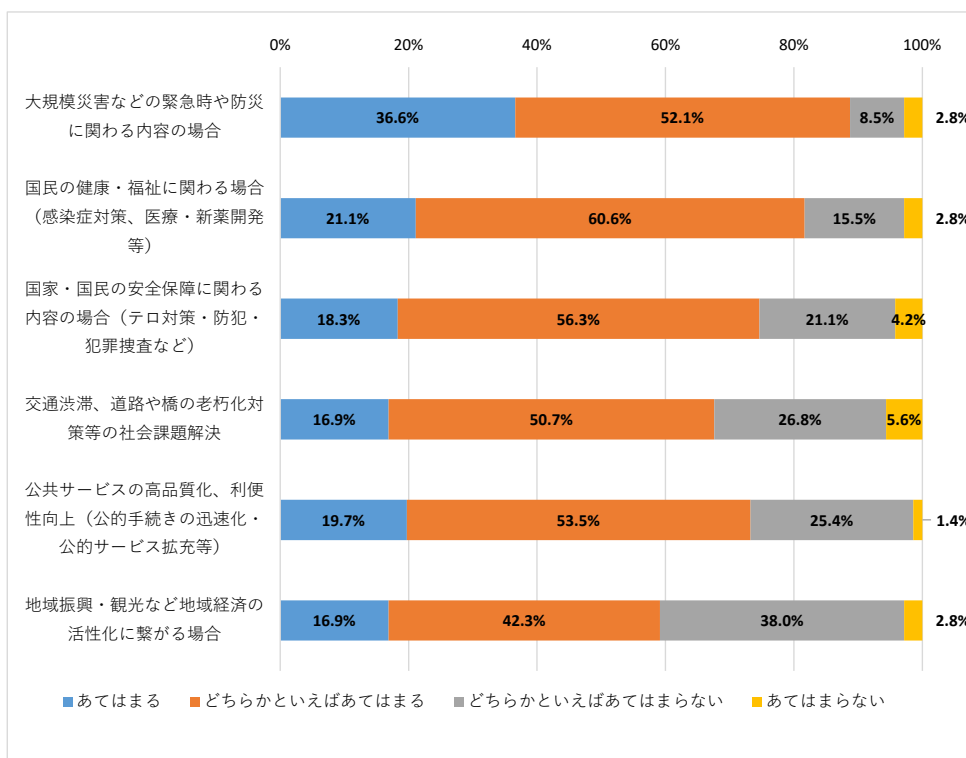
(iii)世帯年収 400 万円以上 600 万円未満



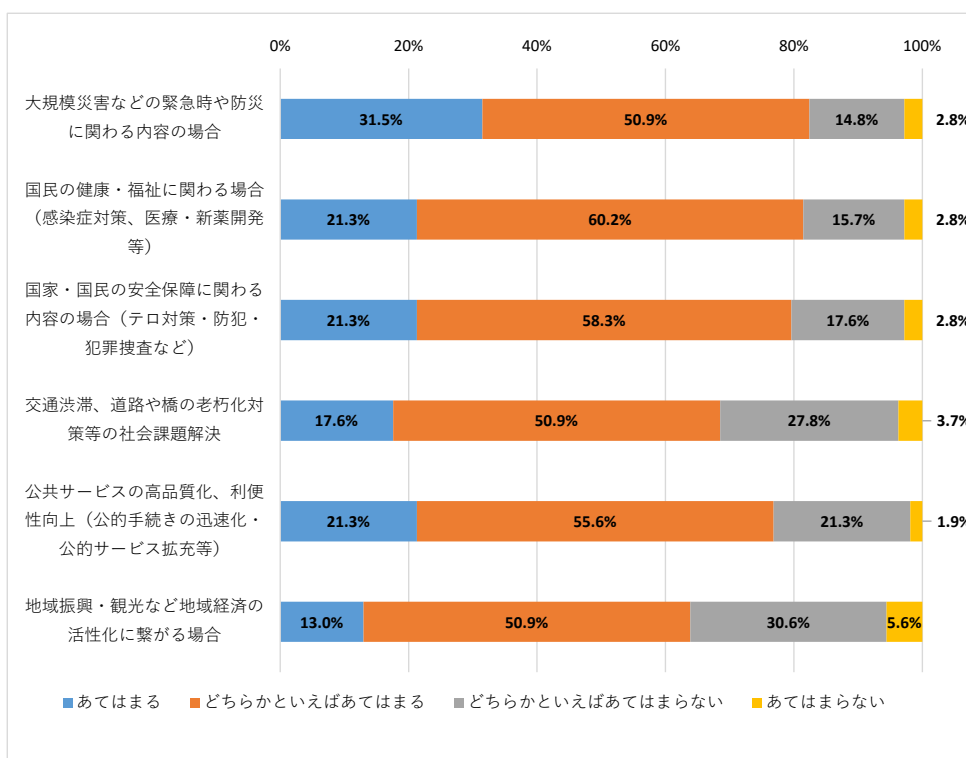
(iv)世帯年収 600 万円以上 800 万円未満



(v)世帯年収 800 万円以上 1000 万円未満

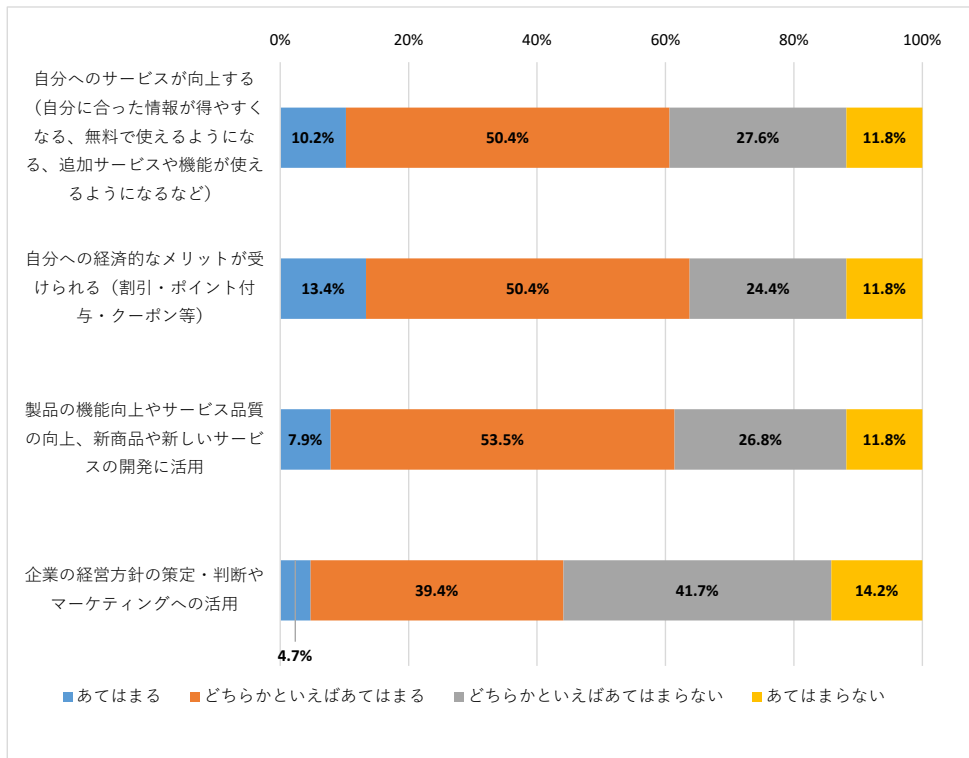


(vi)世帯年収 1000 万円以上

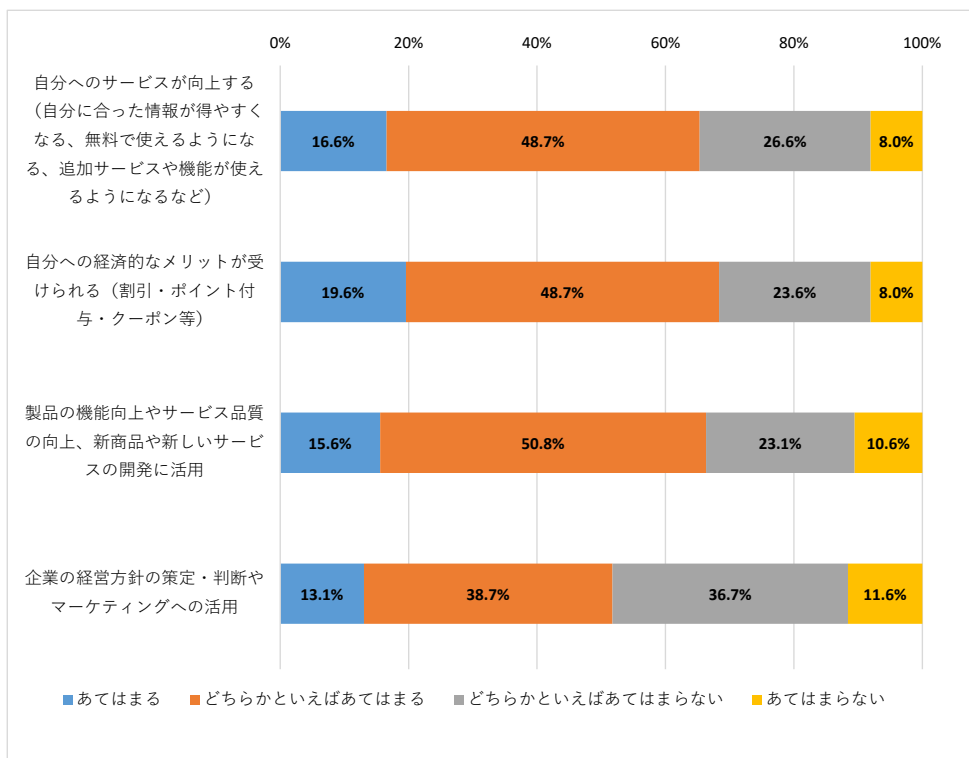


(b) 企業サービスに係るパーソナルデータ提供意向

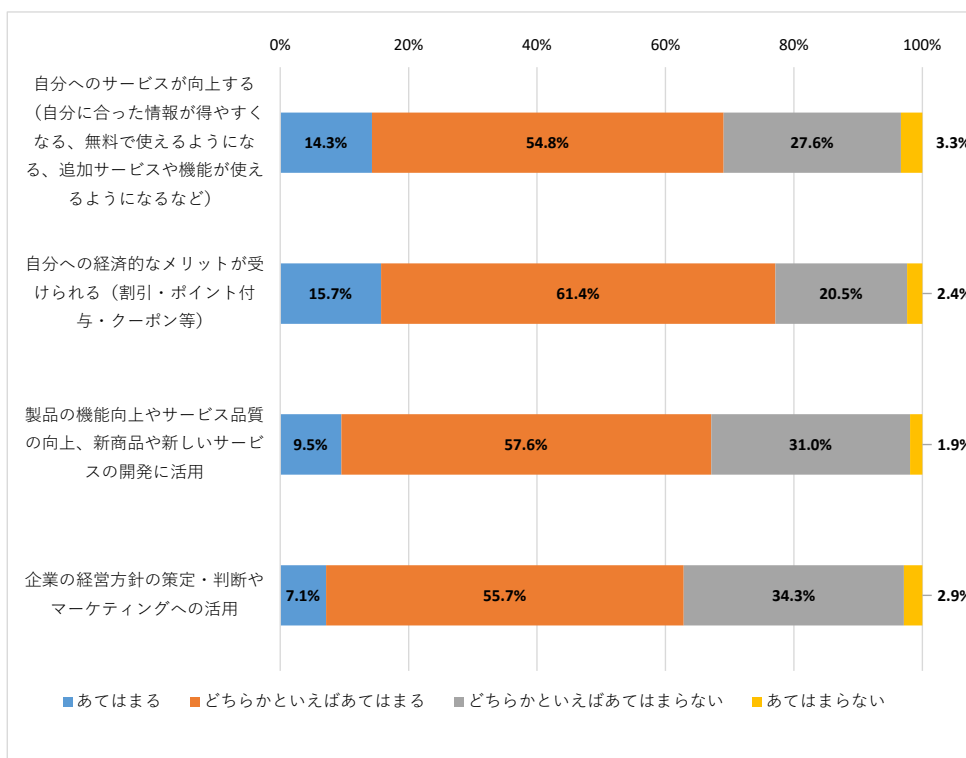
(i) 世帯年収 200 万円未満



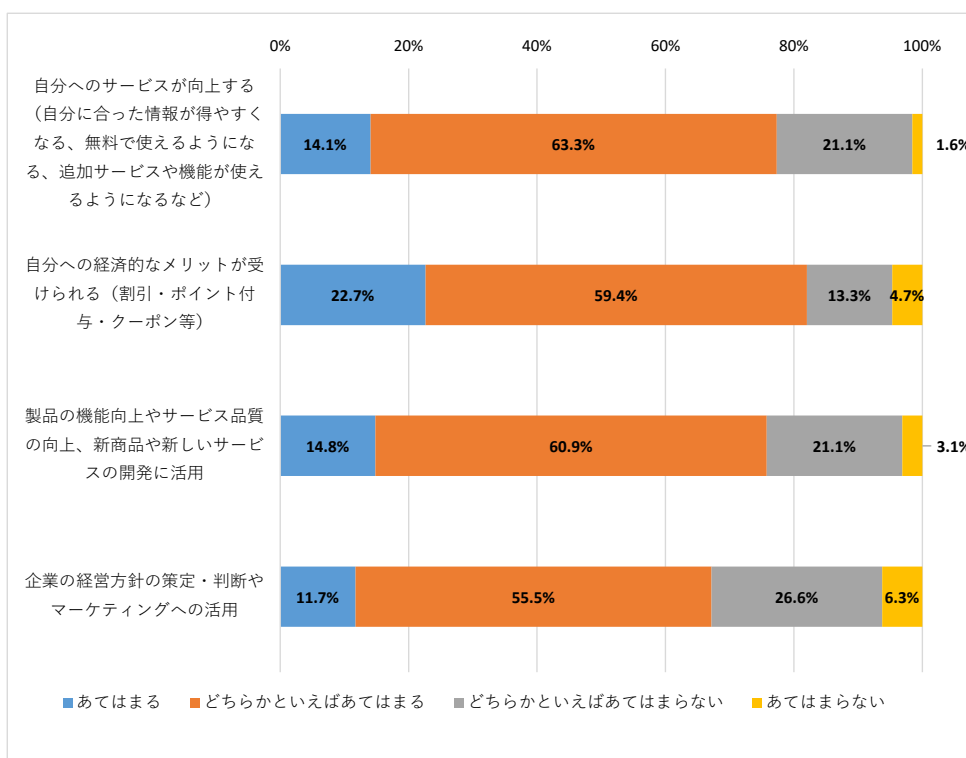
(ii) 世帯年収 200 万円以上 400 万円未満



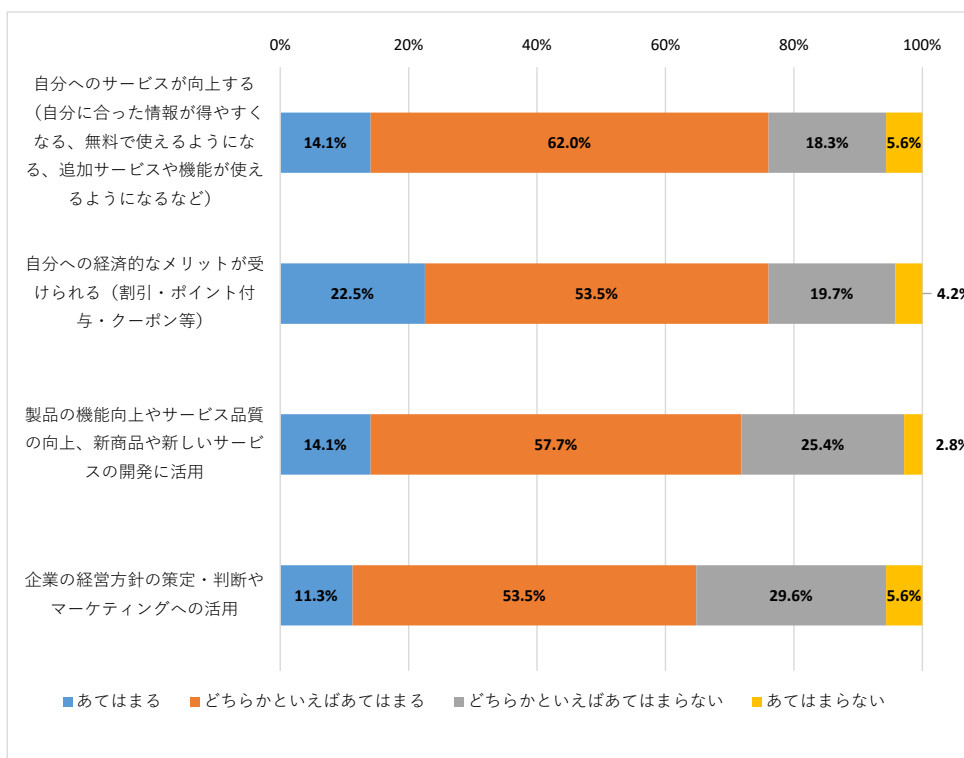
(iii)世帯年収 400 万円以上 600 万円未満



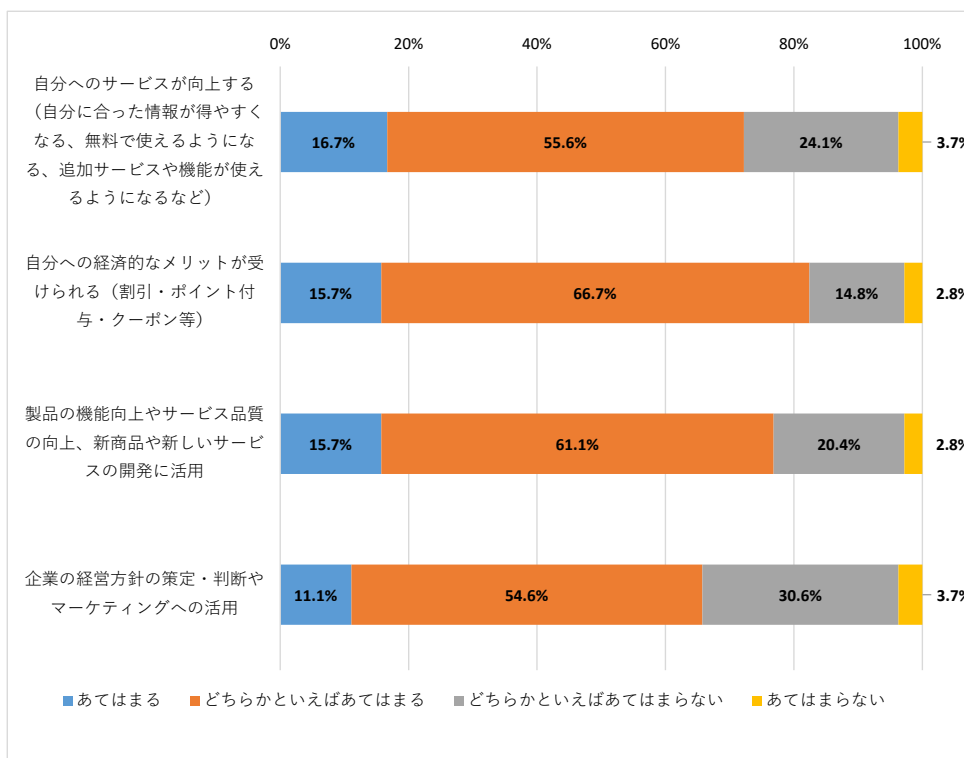
(iv)世帯年収 600 万円以上 800 万円未満



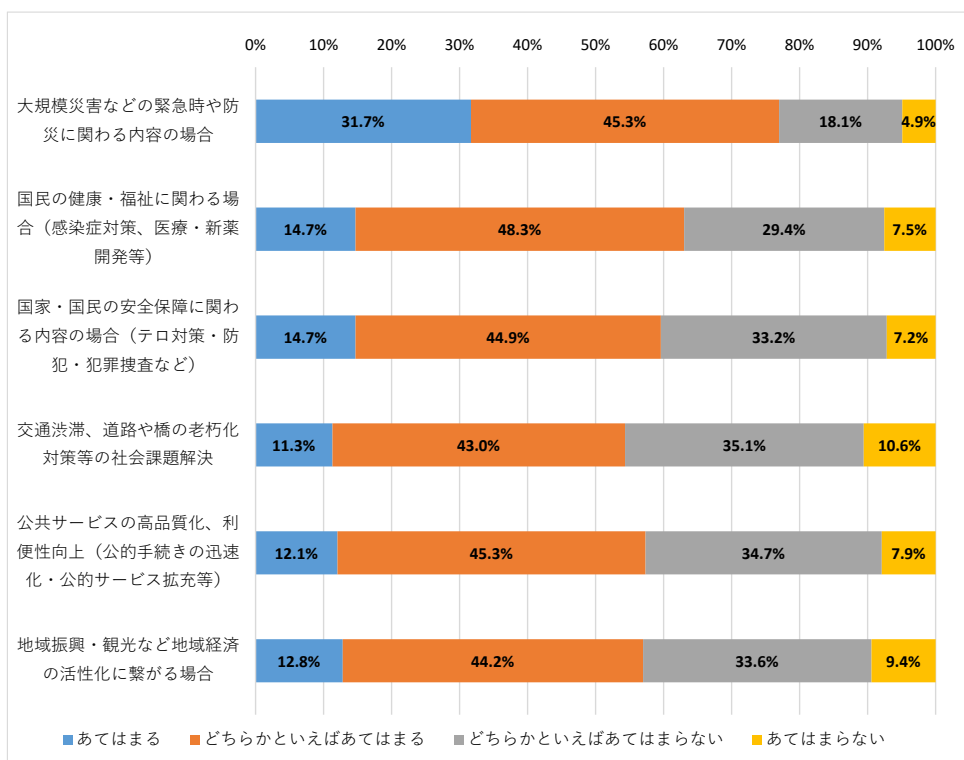
(v)世帯年収 800 万円以上 1000 万円未満



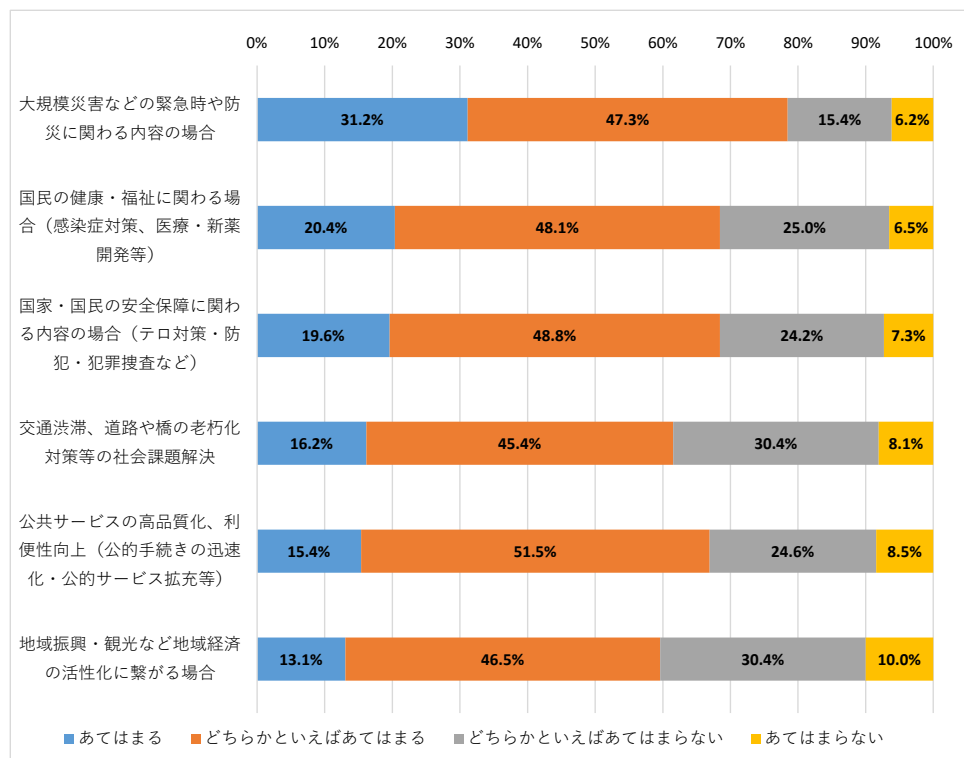
(vi)世帯年収 1000 万円以上



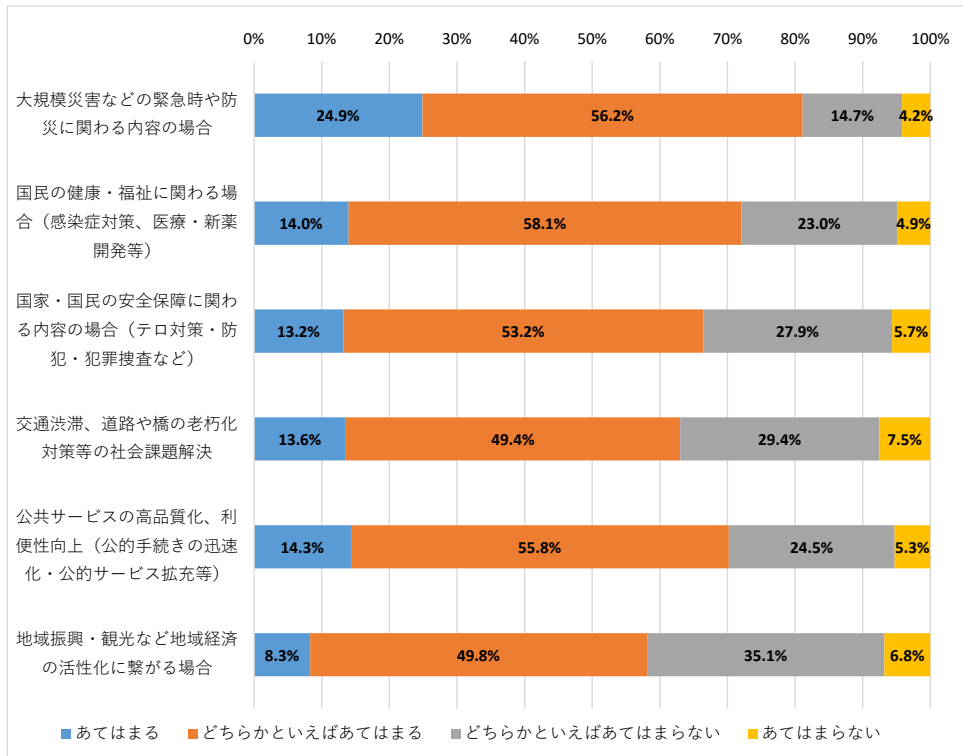
図表 3-161 年齢別パーソナルデータ提供意向
 (a) 行政サービスに係るパーソナルデータ提供意向
 (i) 20 歳代



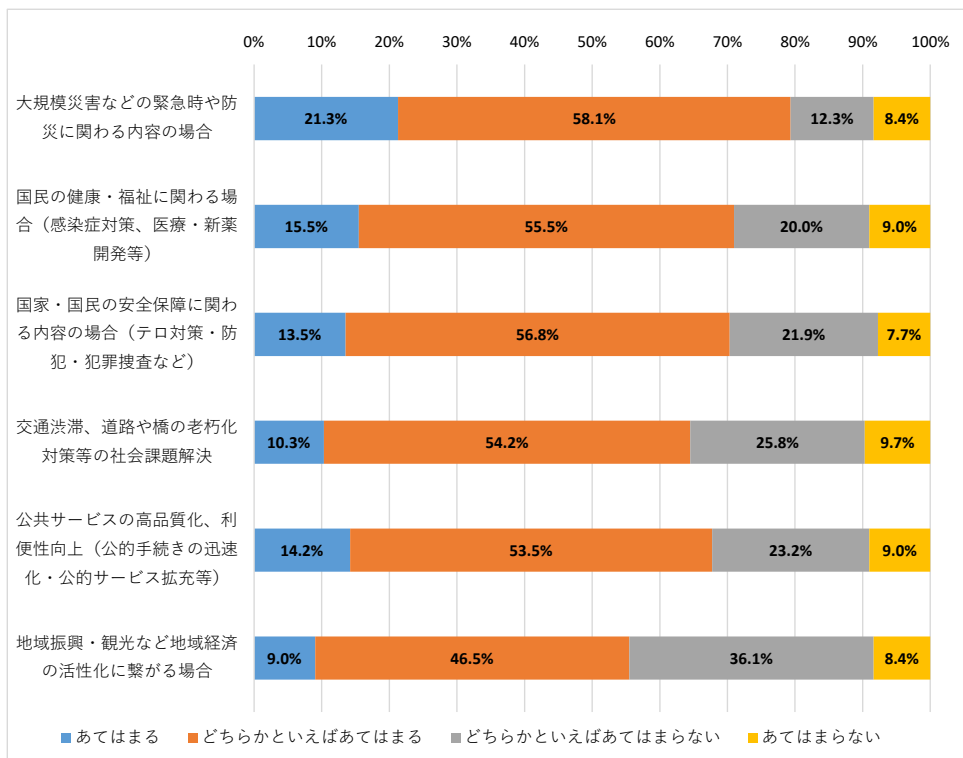
(ii) 30 歳代



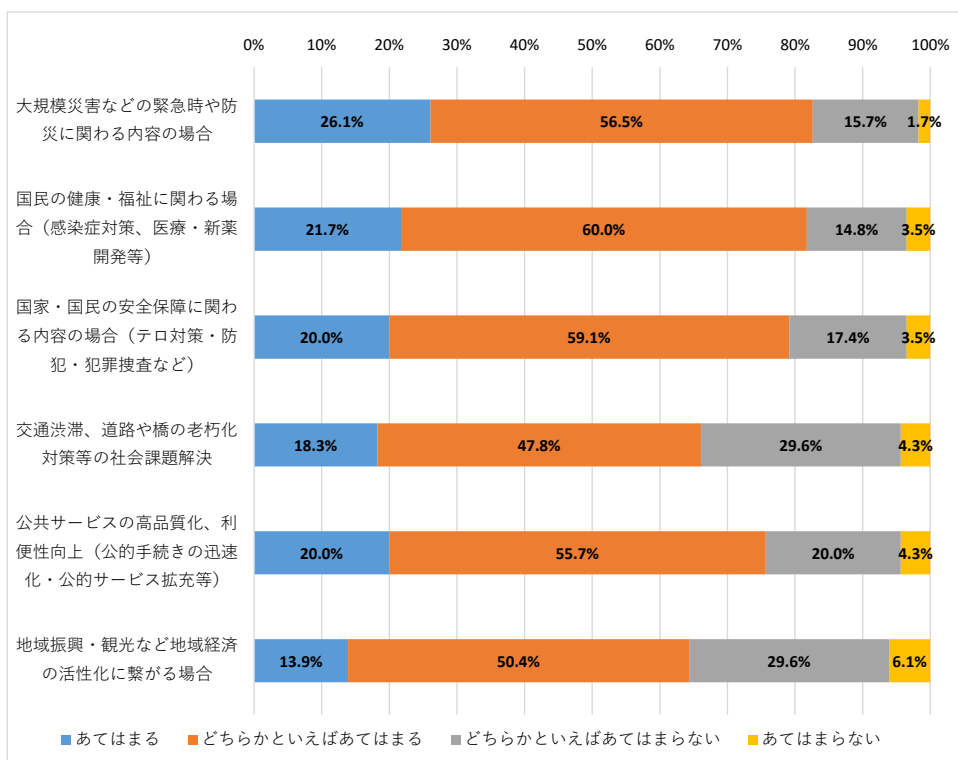
(iii)40 歳代



(iv)50 歳代

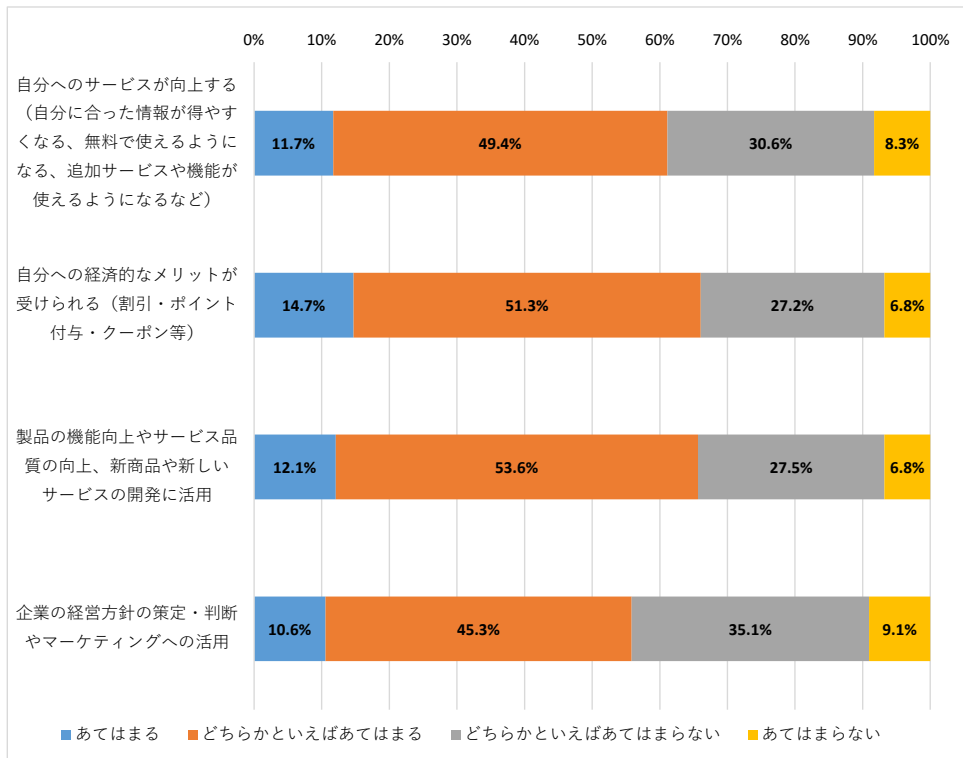


(v)60 歳代

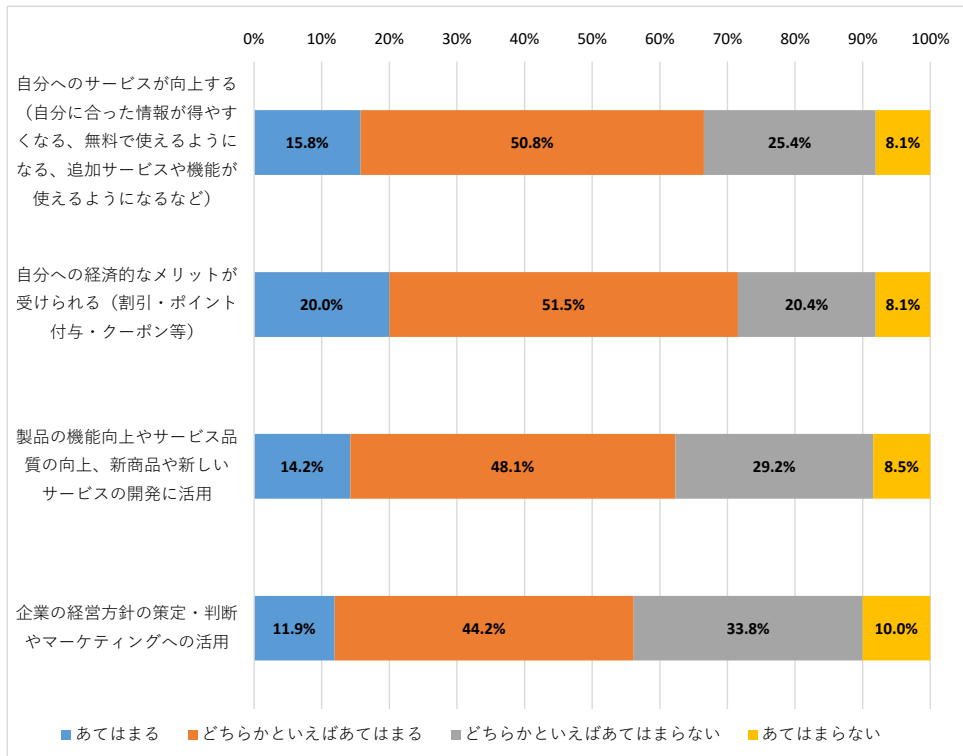


(b) 企業サービスに係るパーソナルデータ提供意向

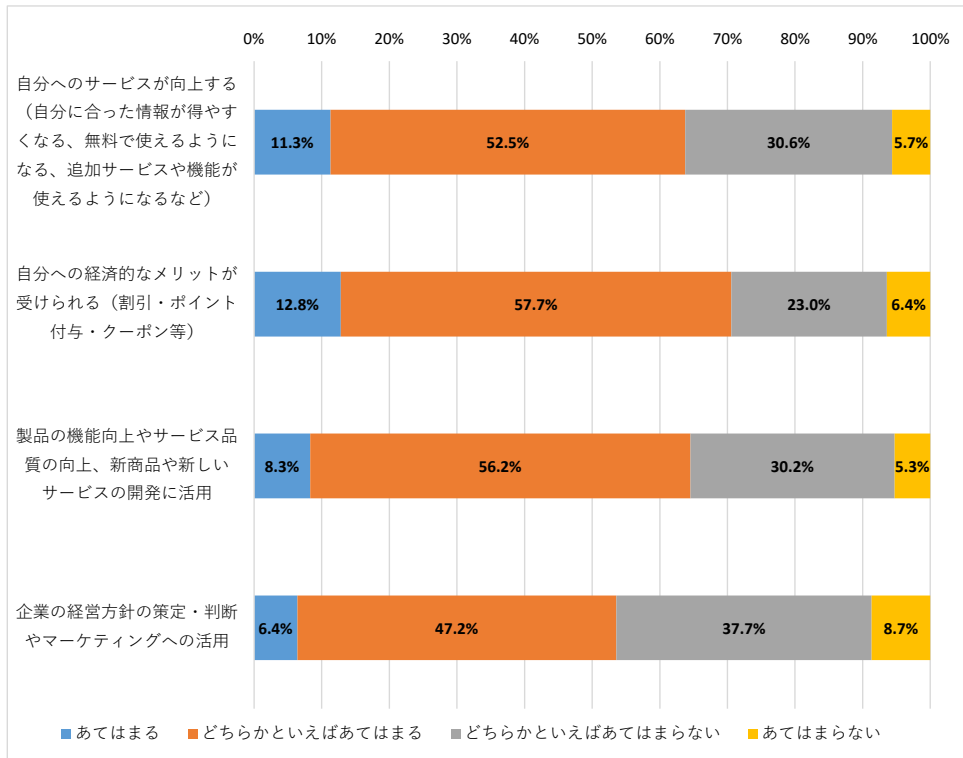
(i)20 歳代



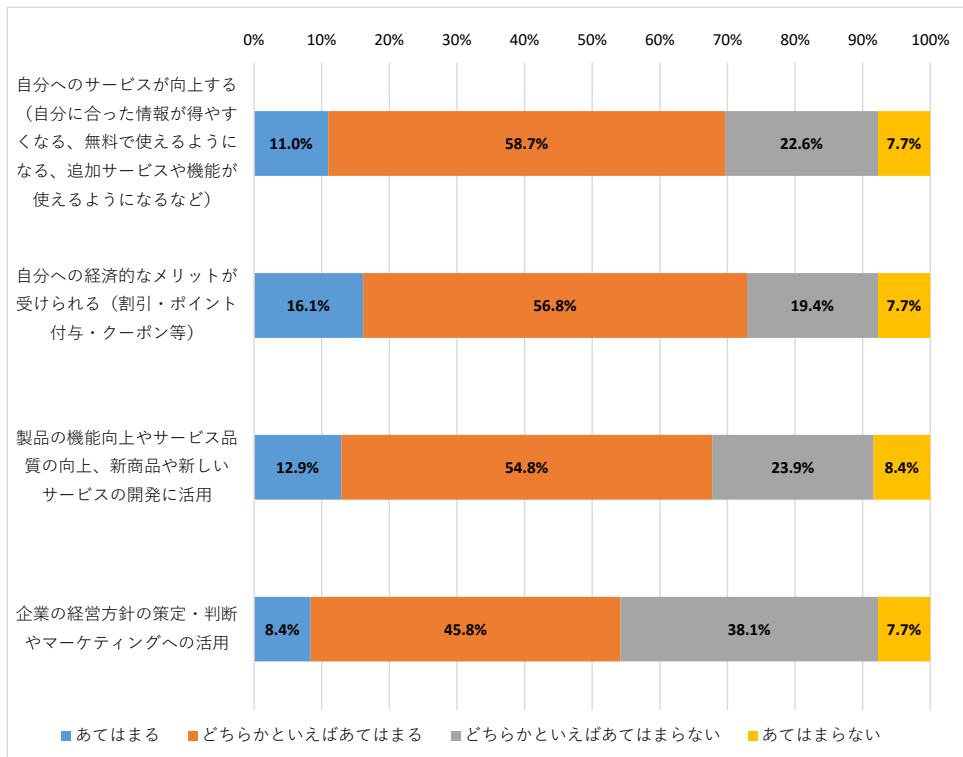
(ii)30 歳代



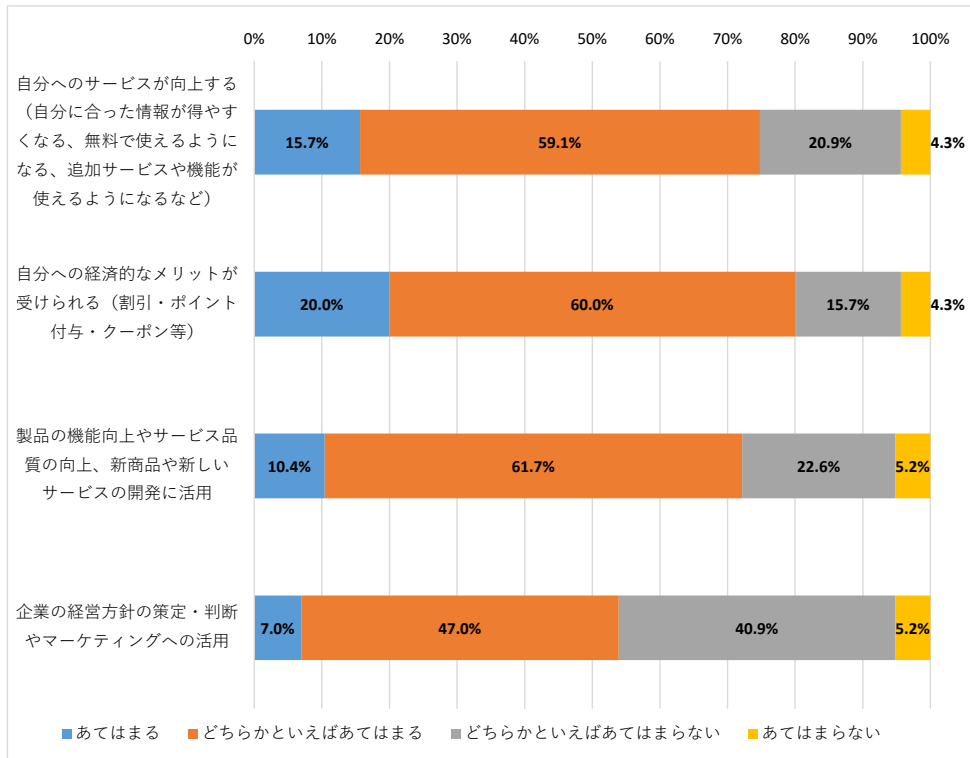
(iii)40 歳代



(iv)50 歳代



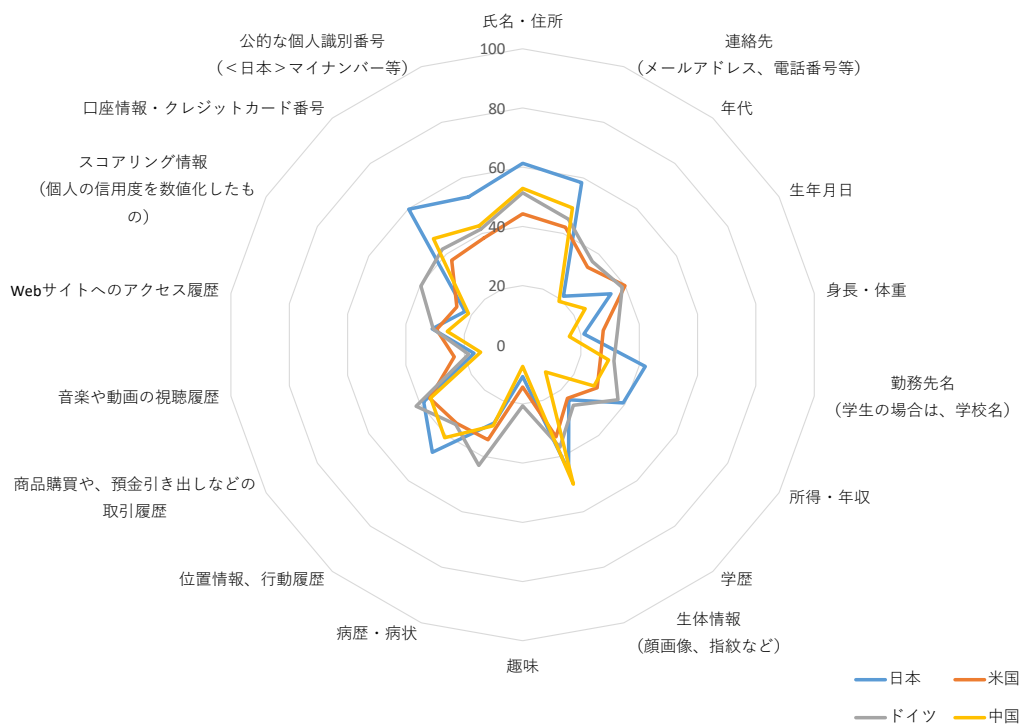
(v)60 歳代



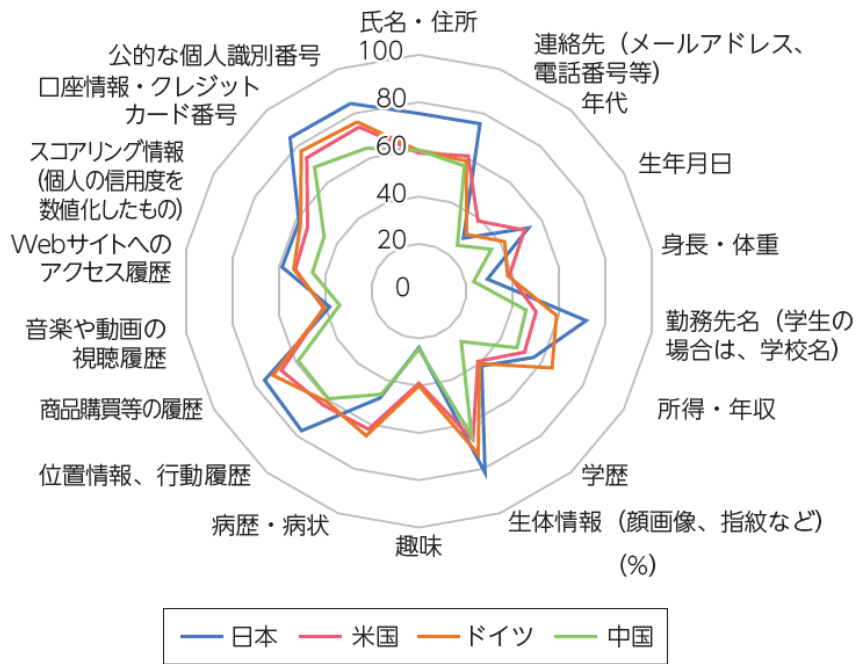
● 提供時に不安を感じるパーソナルデータ

パーソナルデータの提供について、特にどのデータの提供に不安を感じているか調べるため、データの種別ごとに尋ねたところ、各国ともに「氏名・住所」、「連絡先」、「生体情報」、「位置情報」といったデータについては不安を感じる割合が多かった。また、日本については「口座情報」、マイナンバー等の「個人識別番号」で他国より大きく上回っていた。ただし、前回調査時には日本において「口座情報」及び「個人識別番号」の提供に対して 80%以上が不安を感じるという回答に対して、今回の調査では 60%程度となっていた。前回調査ではパーソナルデータ提供に対する考え方として、口座情報・クレジットカード番号や公的な個人識別番号については、80%以上が不安を感じるという回答していたが、今回はそれぞれ 60%を下回っており、前回調査よりも低くなっていた（図表 3-162、図表 3-163）。

図表 3-162 提供に当たって不安を感じるパーソナルデータ



図表 3-163 提供に当たって不安を感じるパーソナルデータ（前回調査）



出典：総務省（2021）「令和3年版 情報通信白書」

2) 国民生活におけるデジタル活用の課題と今後の展望

前節にて実施したアンケート結果と文献調査等をもとに国民生活におけるデジタル活用における課題と今後の展望を記述する。

(ア) 働き方

日本と諸外国におけるデジタル利用状況に関するアンケート結果（図表 3-93）から、日本におけるテレワーク実施状況としては、30%程度にとどまっていたが、諸外国では約 60%以上となっていた。さらに、日本ではテレワークなどを必要としていないという回答が 40%強と諸外国と比較して突出して多かったことから、日本ではテレワークの必要性を認知できていないことが、テレワーク推進が遅れている一因であることが考えられる。

テレワークの実施が困難である理由に関するアンケート結果（図表 3-94）から、テレワークが困難である理由として、諸外国ではインターネット回線の速度等が不十分であるといった環境面や費用面が多く挙げられていたのに対し、日本ではルールや制度が整っていないと挙げた割合が最も多かったのが特徴的であった。

一方で、2016年7月から内閣官房長官指示により²¹⁶、テレワーク関係府省連絡会議が開催されており、テレワーク推進に向けた各府省における取組の共有や連携施策の検討・推進が実施されている（図表 3-164）。総務省では、テレワークにおけるセキュリティ確保のためのガイドラインやチェックリストを公表している²¹⁷。このように、関係省庁より、テレワーク推進時の補助となる資料が公表されているため、企業においては、これらのガイドライン等を用いることで、制度やルール策定を迅速に進め、テレワーク導入を推進していくことが期待される。

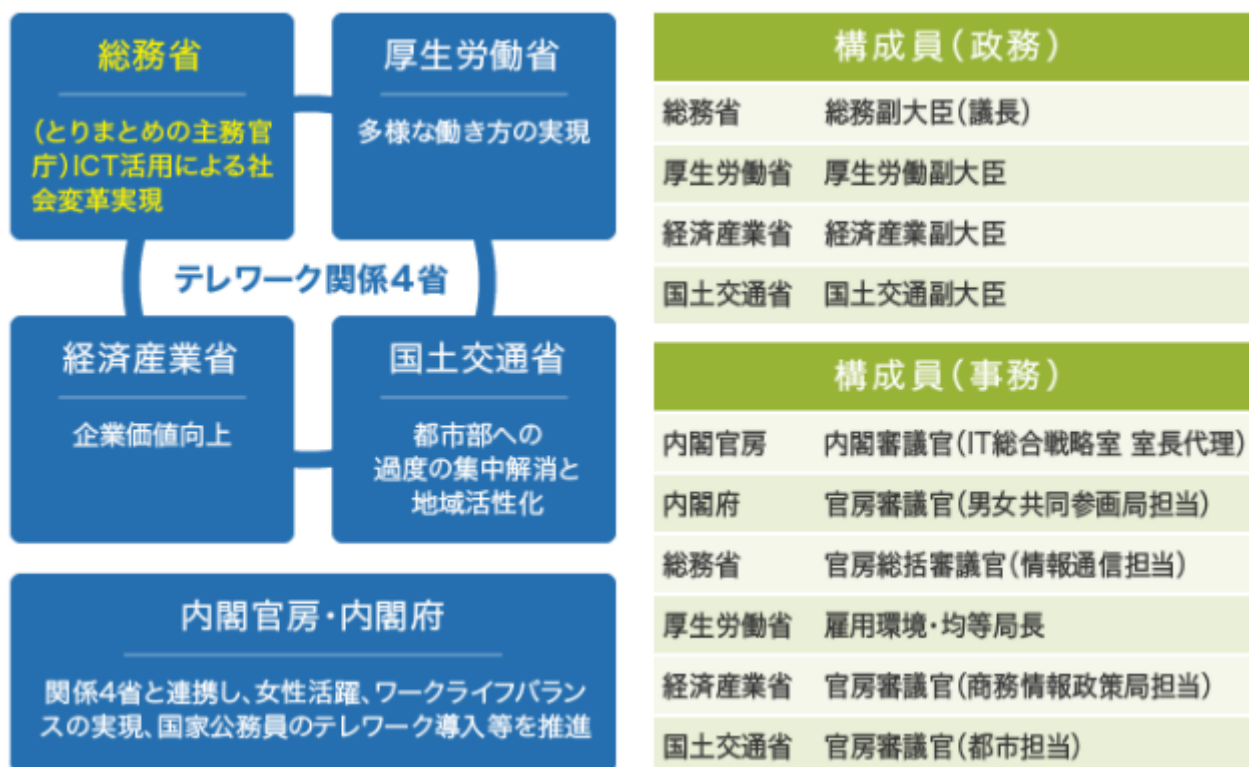
デジタル活用に対する世帯年収別のアンケート結果（図表 3-97）から、世帯年収が低い層ほど、テレワークに対して期待すると回答した割合が低くなっていた。これは、世帯年収が低い層ほど、テレワークを活用していない（図表 3-92）ことから、テレワーク実施によるメリットがイメージできないためであると考えられる。総務省では、テレワークの意義・効果²¹⁸として「有能・多様な人材の確保生産性の向上」等を挙げていることから、テレワークによるメリットは多岐にわたる。企業は総務省等が発信している、テレワークによるメリットを理解したうえで、従業員である国民にもテレワークの必要性を伝えることで、テレワーク推進につなげることが期待される。

²¹⁶ 「テレワーク総合ポータルサイト」（厚生労働省）（<https://telework.mhlw.go.jp/telework/gvm/>）※2022.3.28 閲覧時点

²¹⁷ 「テレワークにおけるセキュリティ確保」（総務省）
（https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/cybersecurity/telework/）

²¹⁸ 「テレワークの意義・効果」（総務省）
（https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/telework/18028_01.html）※2022.3.30 閲覧時点

図表 3-164 テレワーク関係府省連絡会議



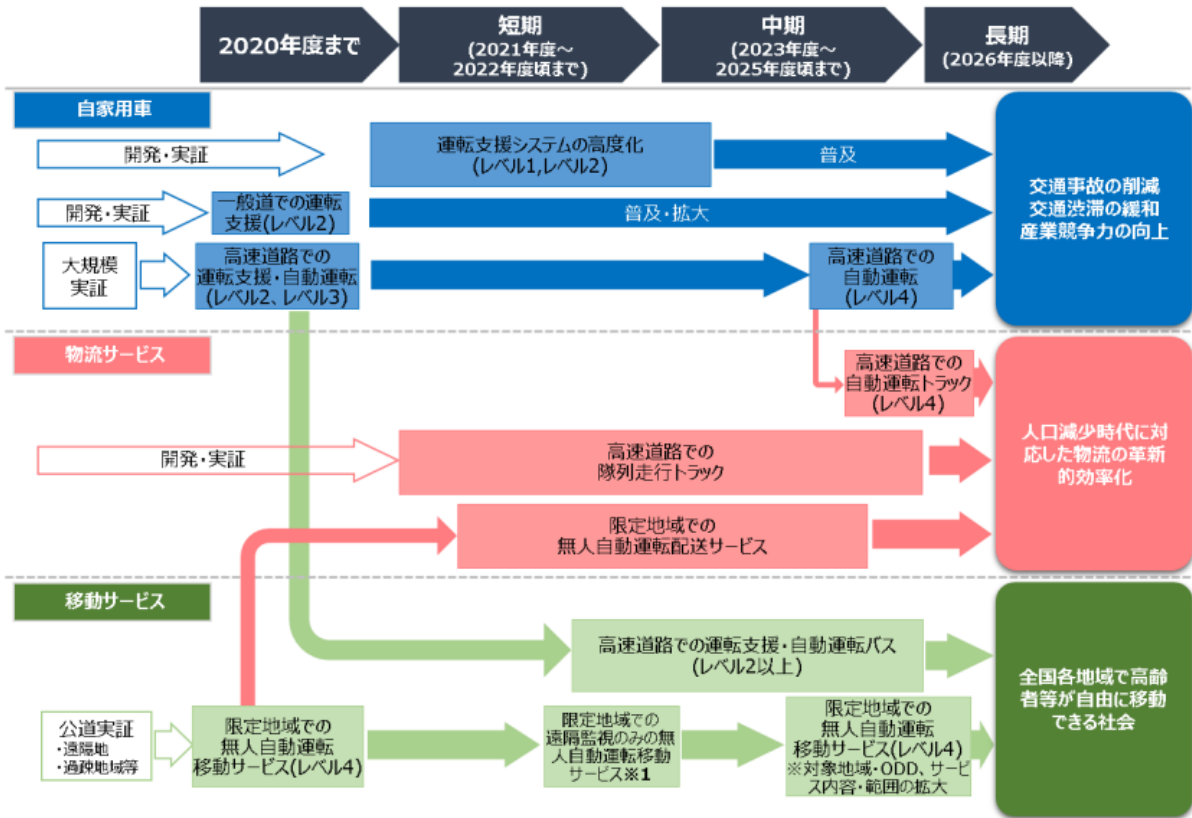
出典：厚生労働省「テレワーク総合ポータルサイト」

(イ) 移動

日本と諸外国における自動運転の活用状況に関するアンケート結果(図表 3-106)から、自動運転について、日本、米国、ドイツでは必要としていないという回答が40%程度と最も多く、利用したことがあると回答したのは20%程度と低かった。これは、まだ自動運転が国民生活に普及していないことから、自動運転の実現により、交通がどの程度快適・安全になるのか分からないためだと推測される。「官民 ITS 構想・ロードマップ2020」²¹⁹によると、今後、高速道路や限定地域における実証実験が実施される(図表 3-165)ため、それらの結果をもとに国民の利用意向が変化していくことが期待される。

²¹⁹ 「官民 ITS 構想・ロードマップ2020」(高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部・官民データ活用推進戦略会議、2020.7.15) (https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20200715/2020_roadmap.pdf)

図表 3-165 自動運転システムの市場化・サービス実現のシナリオ



※1: 無人自動運転移動サービスの実現時期は、実際の走行環境における天候や交通量の多寡など 様々な条件によって異なるものであり、実現に向けた環境整備については、今後の技術開発等を踏まえて、各省庁において適切な時期や在り方について検討し、実施する。

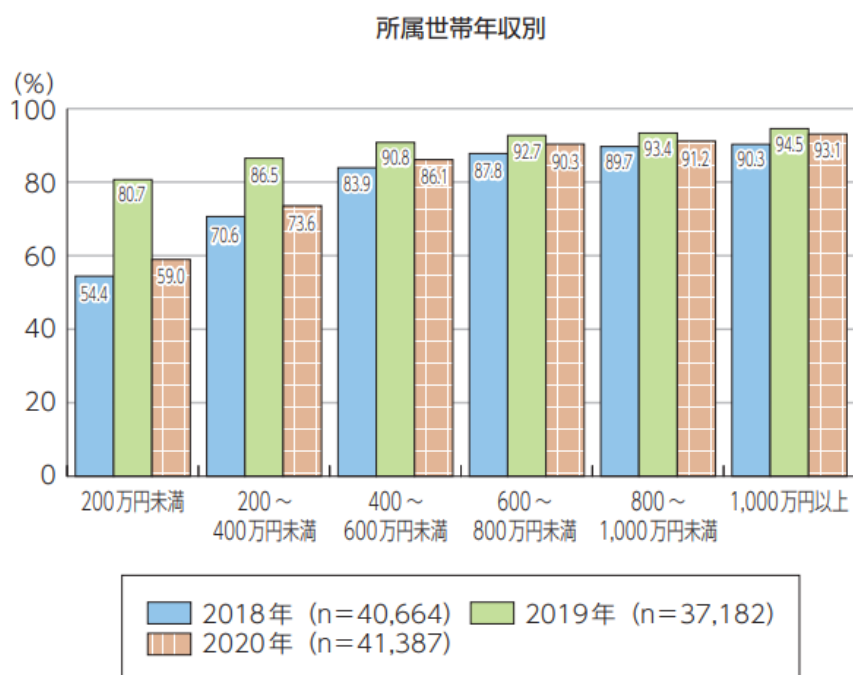
出典：高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部・官民データ活用推進戦略会議
「官民 ITS 構想・ロードマップ 2020」より抜粋

(ウ) 買い物・サービス

日本と諸外国における買い物・サービス利用におけるデジタル利用状況に関するアンケート結果 (図表 3-119) から、個人におけるインターネットショッピング等のデジタルサービス利用経験については、日本と諸外国間で大きな差は無かった。このことから、買い物・サービス利用におけるデジタルサービスは国民生活に浸透している様子が見られた。一方で、世帯年収が収入なし・200万円未満の層ではデジタルサービスの利用率が下がるだけでなく、必要としていないと回答している割合が大きくなっていることが特徴的であった (図表 3-118)。これは、世帯年収が低い層では、インターネット利用率が低いことが影響していると考えられる。総務省によると、世帯年収が200万円未満の層では、2021年のインターネット利用率が59%となっており、その他の層と比較して10%以上低くなっていた (図表 3-166)。加えて、デジタル化に伴う期待に関するアンケート結果 (図表 3-123) から、世帯年収が高い層ほど、デジタル化進展に対して期待すると回答した割合が大きくなっていた。そのため、世帯年収が高い層では、イン

ターネットを利用する環境が整備されていることに加え、デジタルサービスに期待していることから積極的にデジタルサービスを生活に取り入れることが期待できる。一方で、世帯年収が低い層ではインターネットを利用する環境が整備されていないことに加え、デジタルサービスへの期待が低いために積極的にデジタルサービスを生活に取り入れる割合が低くなることが想定される。その結果、世帯年収が低い層では、買い物・サービス利用におけるデジタル化のメリットを享受できない懸念がある。

図表 3-166 世帯年収別インターネット利用率



出典：総務省（2021）「令和3年版 情報通信白書」

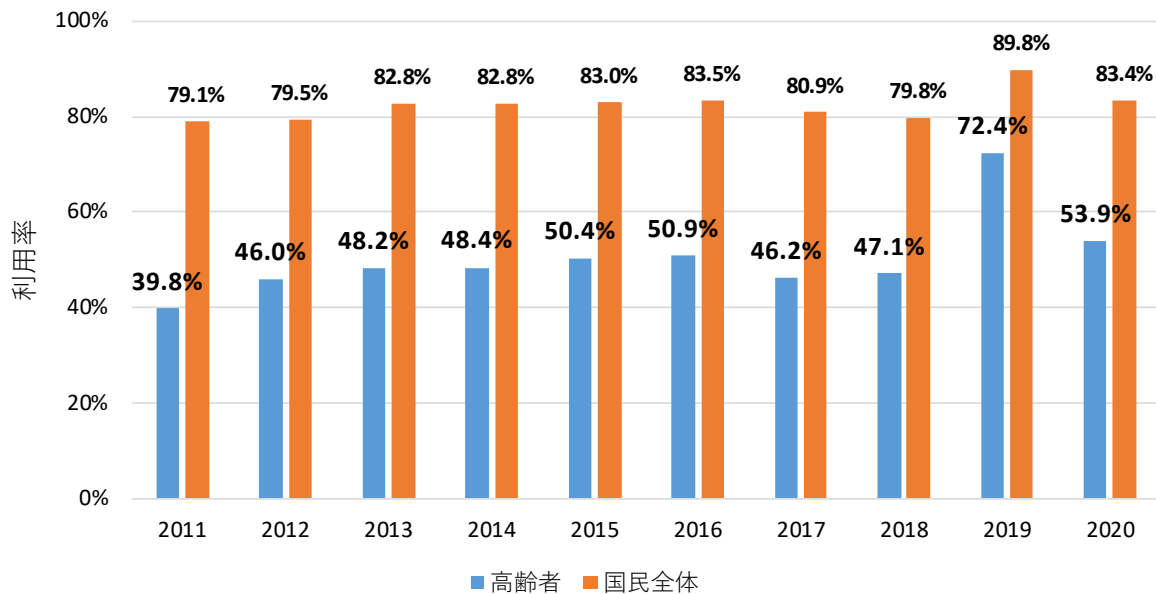
(エ) 情報収集

総務省が公表している「通信利用動向調査」によれば、2011年には高齢者のインターネット利用率は39.8%となっていた（図表 3-167）。そのため、総務省では、民間企業や地方公共団体などと連携し、デジタル活用に不安のある高齢者等の解消に向けて、オンラインによる行政手続きやサービスの利用方法等に対する助言・相談等を実施している²²⁰。その結果、高齢者のインターネット利用率は右肩上がりに増加し、2020年には53.9%まで増加した。今回の調査において、頻繁に利用するメディアに関する調査（図表 3-134、図表 3-135、図表 3-136）では、テレビを挙げる回答が多かったことから、高齢者ではマスメディアによる情報を優先して利用している様子が確認できた。ただし、災害の情報を収集するメディアに関するアンケート（図表 3-136）において、高齢者層ではテレビが最も多く挙げられていたものの、次点にポータルサイトが挙げられていた。このことから、世代によって優先して利用するメディアやツールは異なるものの、用途に合わせてメディアを使い分けることができていると、情報リテラシーが向上し

²²⁰ 「令和3年版 情報通信白書」（総務省、2021）

ている様子が見られた。

図表 3-167 インターネット利用率の推移



出典：総務省「通信利用動向調査」

※令和元年調査の調査票の設計が一部例年と異なっていたため、経年比較に際しては注意が必要

(オ) 行政サービス

利用状況及び利用意向に関するアンケート結果（図表 3-148）から、電子行政サービス等、オンライン行政サービス利用率が、諸外国と比較して低かったことから、行政におけるデジタル化が遅れていることが明らかとなった。また、諸外国と比較して利用意欲はあるものの、必要としていないと回答している割合も多くなっていた。特に、電子行政サービスの利用状況を世帯年収別に比較したところ（図表 3-147）、世帯年収の低い層ほど利用率が低いことに加え、必要としていないと回答していた。この結果を踏まえ、武蔵大学の庄司昌彦教授は、電子行政サービスのデジタル化について、「必要性の認知が不足しているために『必要としていない』という回答が多くなっているとすれば、問題かもしれない。」と述べた。

デジタル化に伴う期待・不安に関するアンケート結果（図表 3-156、図表 3-157）から、日本と諸外国のデジタル活用に対する期待・不安について大きな差はなかった。一方で、世帯年収別の期待・不安のアンケート結果（図表 3-152、図表 3-153）から、世帯年収が高くなるほど期待・不安共に高くなる傾向があった。これは、世帯年収が高い層ほど、電子行政サービスを利用したことから、同様に普段のデジタルサービスを利用していることで、行政サービスのデジタル化による影響を推測できるためだと考えられる。

(カ) パーソナルデータ

パーソナルデータ提供に対する考え方に関するアンケート結果（図表 3-158）から、パーソナルデータ提供に対して、過半数が不安を感じると回答していた。しかし、サービス利用時のパーソナルデータ提供意向に関するアンケート結果（図表 3-159）では、過半数が提供してよいと考えていることが明らかとなった。また、日本と諸外国におけるパーソナルデータ提供意向の比較結果から、日本と諸外国にてパーソナルデータを提供してよいと考えている割合が同程度であることが明らかとなった。

提供時に不安を感じるパーソナルデータに関するアンケート結果（図表 3-162）から、個人情報の提供に対して、前回調査（図表 3-163）に比べ、パーソナルデータ提供意向が高くなっていることが明らかとなった。特に、「口座情報」及び「個人識別番号」に対する不安が減少していたことから、コロナ給付金受け取り時の対応時に、メリットを実感できたことが要因であることが推測される。これまで、諸外国と比較した際に、日本では個人情報の提供に対して受容度が低いと言われていたが²²¹、今後パーソナルデータを活用したサービスを提供し、国民にメリットを実感してもらうことで、より個人情報の提供に対する受容度が高くなることが期待される。

²²¹ 「コロナ禍におけるパーソナルデータ活用のあり方－「監視社会」ではない「見守り社会」の実現に向けて－」（株式会社野村総合研究所、2020.6.11）（https://www.nri.com/jp/keyword/proposal/20200610_2）

(2) デジタル活用に伴う経済的・社会的影響

本項では、デジタル活用によって生じた及び生じるであろう経済的・社会的影響について記載する。なお、前項のアンケート結果と文献調査より自動運転によって国民生活に影響が出てくるのは数年後となることを見込まれるため、移動の観点については割愛する。

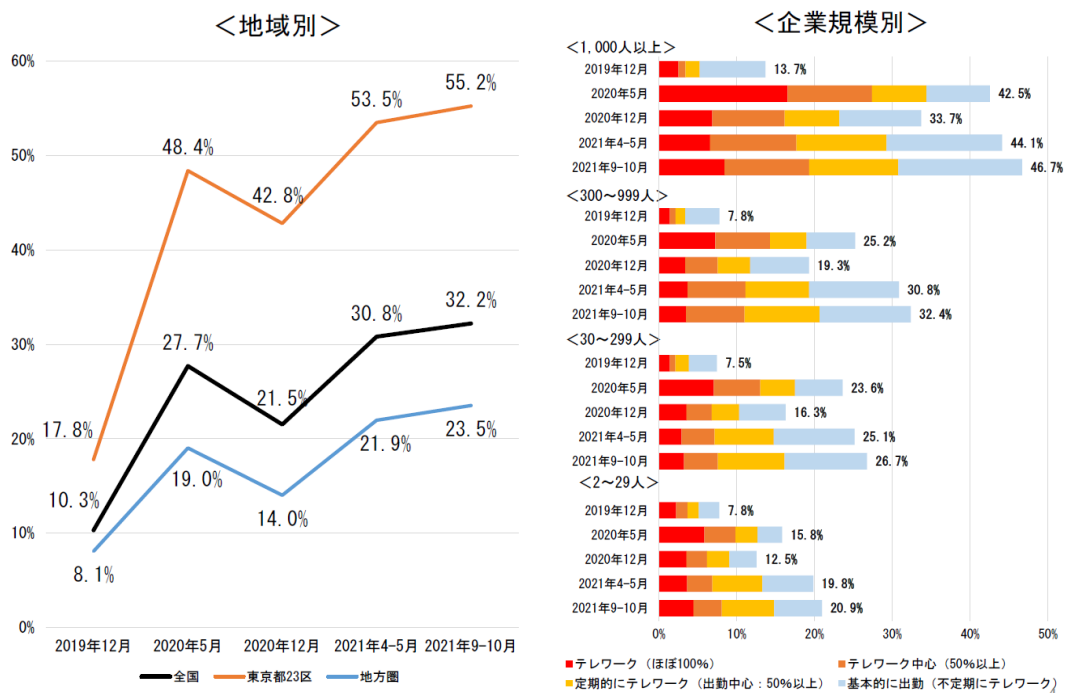
1) 働き方

● テレワークの導入状況

テレワーク導入状況について、内閣府にて公表された調査結果²²²によると、2019年12月時点では、東京都23区でも17.8%であったが、2020年の感染症拡大以降、2021年9-10月は55.2%となっていた。また、その他地域でも2019年12月と2021年9-10月におけるテレワークの導入率を比較すると3倍程度となっていた。このように、感染症拡大以降テレワークの導入が急速に進んでいる（図表 3-168）。

一方で、テレワークのデメリットとして、画面を通じた情報のみによるやり取りが多くなるため、気軽な相談やコミュニケーションをとることが難しくなることが挙げられていた（図表 3-169）。

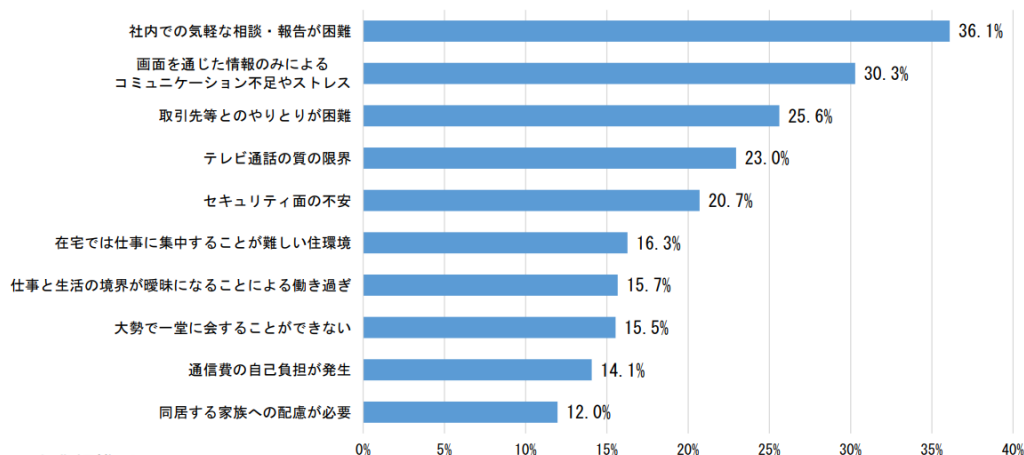
図表 3-168 地域別・企業規模別のテレワーク実施率



出典：内閣府（2021）「新型コロナウイルス感染症の影響下における生活意識・行動の変化に関する調査」

²²² 「第4回 新型コロナウイルス感染症の影響下における生活意識・行動の変化に関する調査」（内閣府、2021.11.1）
https://www5.cao.go.jp/keizai2/wellbeing/covid/pdf/result4_covid.pdf

図表 3-169 テレワークによるデメリット



<企業規模別>

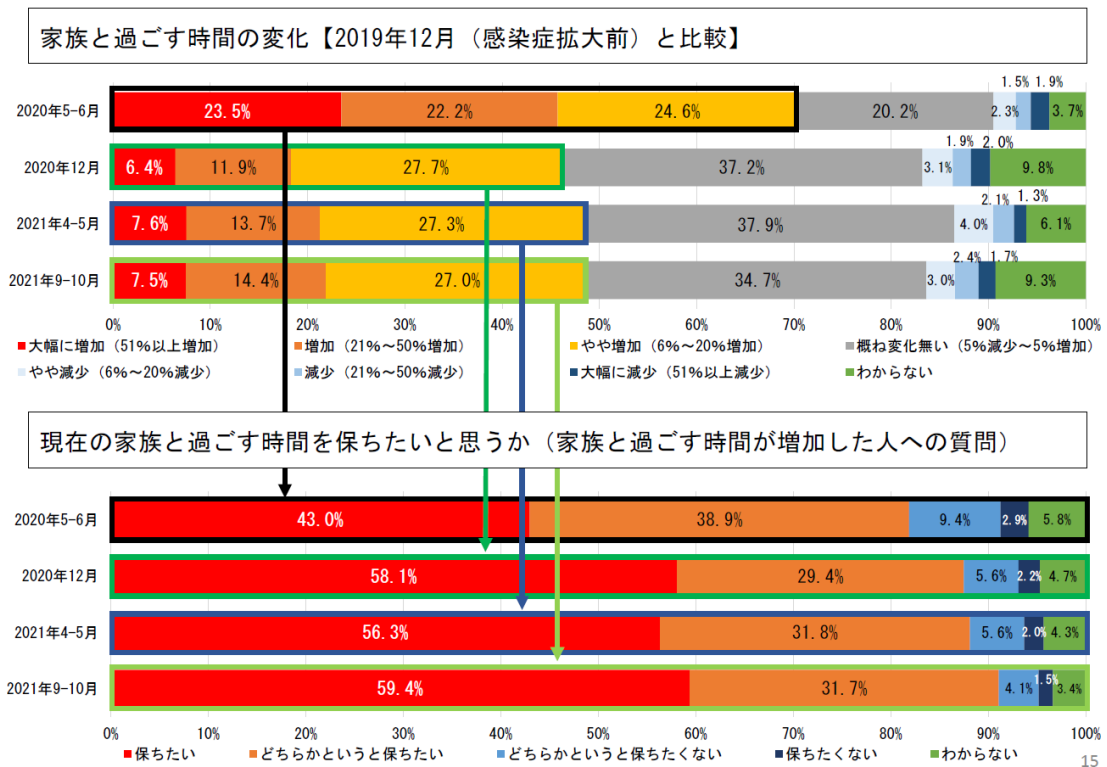
(回答者数/回答対象者数)	社内での気軽な相談・報告が困難	画面を通じた情報のみによるコミュニケーション不足やストレス	取引先等とのやりとりが困難	テレビ通話の質の限界	セキュリティ面の不安	在宅では仕事に集中することが難しい住環境	仕事と生活の境界が曖昧になることによる働き過ぎ	大勢で一堂に会することができない	通信費の自己負担が発生	同居する家族への配慮が必要
1,000人以上	43.1%	35.4%	22.6%	26.5%	22.0%	17.5%	17.1%	15.6%	13.7%	12.2%
300~999人	36.8%	32.8%	28.8%	21.5%	25.2%	18.4%	12.3%	15.3%	15.0%	12.3%
30~299人	36.9%	26.4%	30.0%	22.2%	21.1%	15.4%	15.0%	15.0%	16.5%	10.5%
2~29人	23.5%	22.6%	26.3%	16.6%	16.3%	14.4%	16.6%	17.2%	11.6%	10.7%

出典：内閣府（2021）「新型コロナウイルス感染症の影響下における生活意識・行動の変化に関する調査」²²²

● テレワーク導入によるワークライフバランスへの効果

テレワークが導入されたことによって、2020年5-6月には家族と過ごす時間が増えたと回答する割合が70%を超えていた。その後は、50%弱に減少したものの、テレワークによって家族と過ごす時間が増えたことが判明した。また、家族と過ごす時間を保ちたいと回答する割合は2020年5-6月には81.9%であったが、2021年9-10月には91.1%と増加していた（図表3-170）。また、日常生活の過ごし方として今までやれなかったことや趣味など新たに挑戦したと回答があった（図表3-171）。これらの結果から、テレワークが導入されたことによって、可処分時間が増えたことでワークライフバランスが向上したと考えられる。

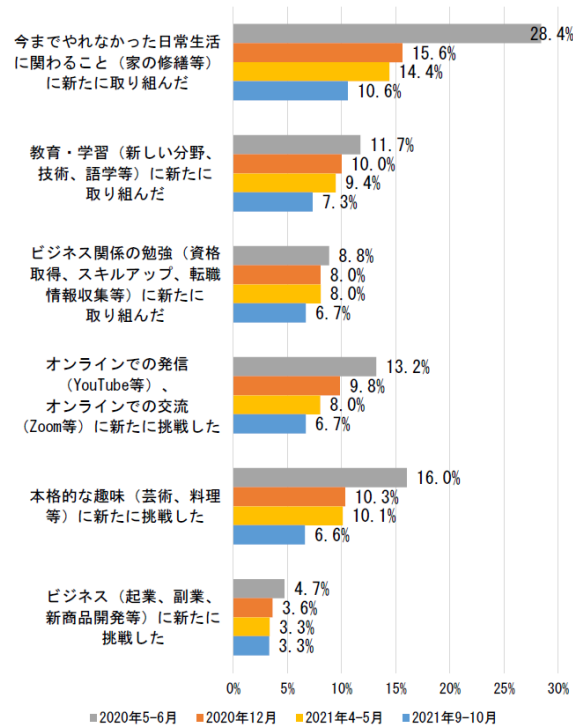
図表 3-170 テレワーク拡大後の家族と過ごす時間の変化と家族との時間の変化に対する意識調査



出典：内閣府（2021）「新型コロナウイルス感染症の影響下における生活意識・行動の変化に関する調査」²²²

図表 3-171 新たな挑戦・取組状況

<挑戦・取組の項目別回答割合>



出典：内閣府（2021）「新型コロナウイルス感染症の影響下における生活意識・行動の変化に関する調査」²²²

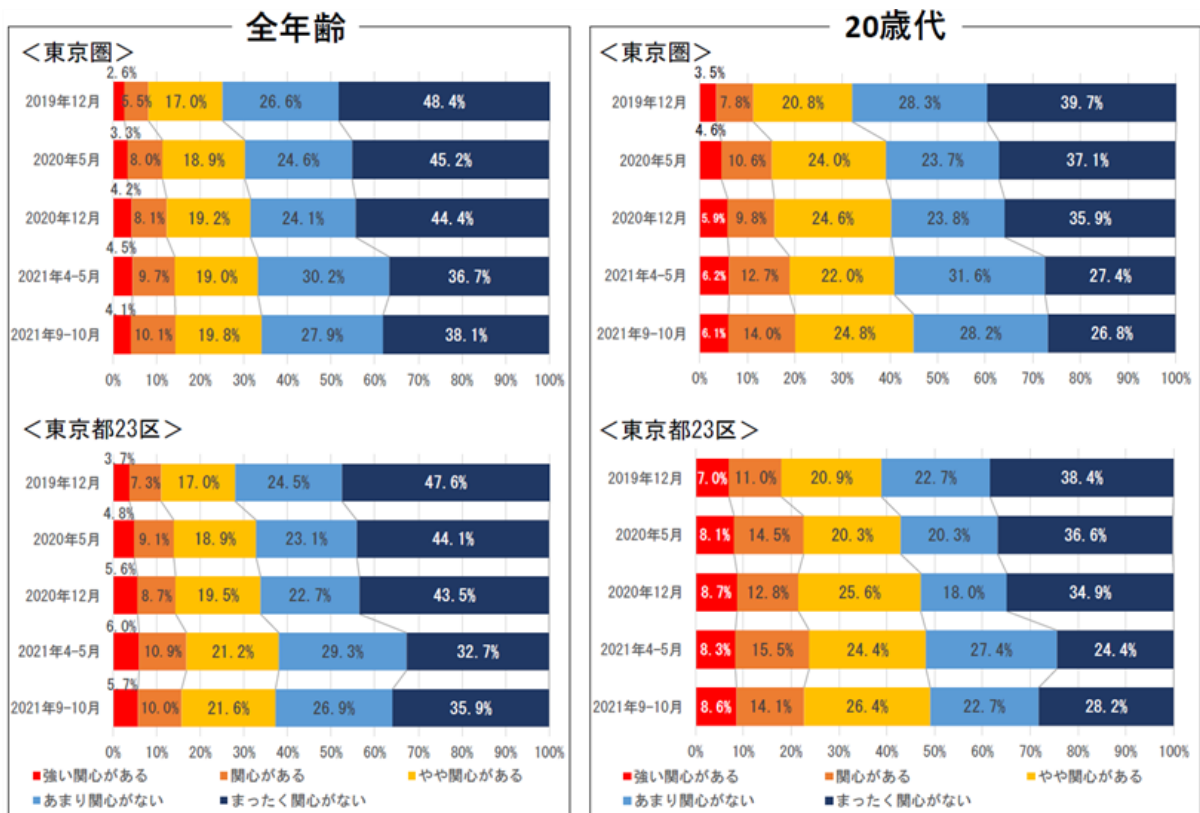
● テレワーク導入による居住地に対する意識の変化

テレワークの導入が急速に進んだことで、東京圏居住者の地方移住への関心が高まっている。特に、東京都 23 区に居住する 20 歳代においては 2019 年 12 月には移住に関して関心がある（「強い関心がある」+「関心がある」+「やや関心がある」）と回答したのは 38.9%であったが、2021 年 9-10 月には 49.1%と 10%以上増加していた（図表 3-172）。また、高校生・大学生等の学生に対して将来の進路希望について質問したところ、2020 年 5-6 月から 2021 年 9-10 月にかけて地方への就職志向が高まったと回答している割合が大きくなっていった（図表 3-173）。

これは、テレワークが推進されたことによって、地方へ移住しても同様に働けると考えている割合が 25%程度となっており、働く場所による制約が無くなってきたと考えていることが一因であると推測される（図表 3-174）。2021 年パーソルキャリア株式会社は 20-30 歳代に対してリモートワークの実施有無が転職先の応募意向に影響するか調査したところ、約 6 割が影響すると回答した（図表 3-175）。今回のアンケート結果（図表 3-91）においても、若年世代ほど、テレワークを今後利用してみたいと回答している割合が多く、テレワークを希望している様子が見られた。

このように、テレワークによる働く場所による制約を受けない新しい働き方が注目されている中、ヤフーや NTT では 2022 年 4 月より、テレワークによる働き方を前提として、社員の居住地制限の撤廃などを行う方針²²³となっており、今後もテレワークによる働き方が推進されていくことが期待される。

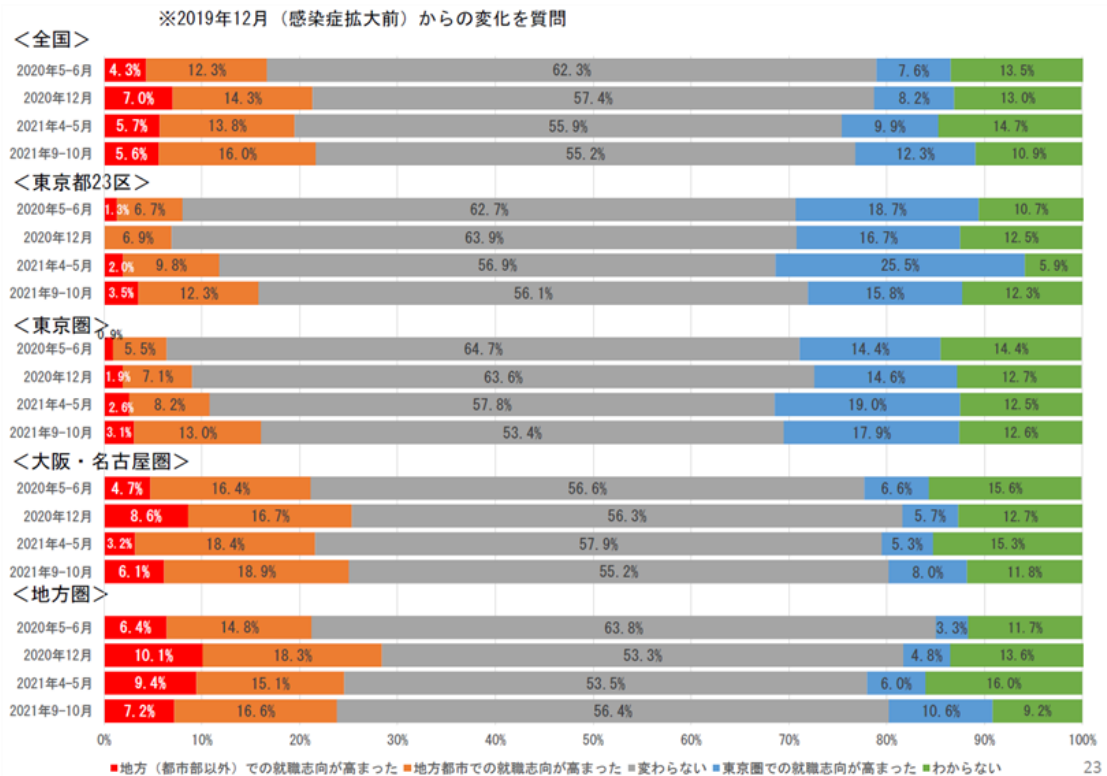
図表 3-172 地方移住への関心状況



²²³ 「NTT、リモートワークで社員の居住地制限撤廃へーヤフーに続く」（Bloomberg, 2022.2.7）
<https://www.bloomberg.co.jp/news/articles/2022-02-07/R6X8EKDWRGG201>

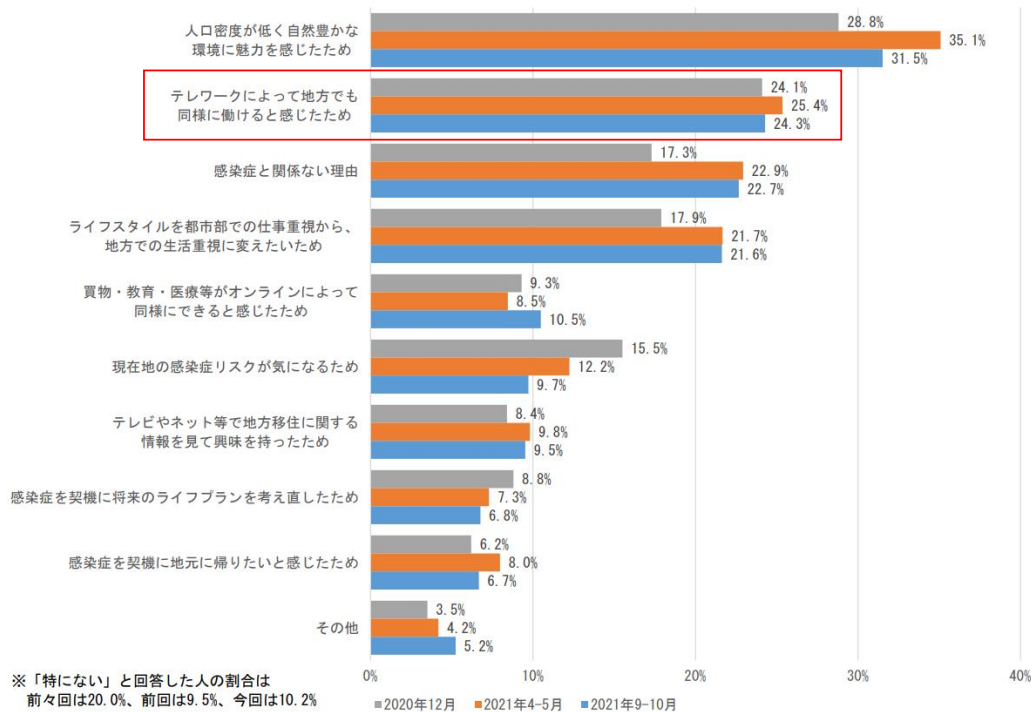
出典：内閣府(2021)「新型コロナウイルス感染症の影響下における生活意識・行動の変化に関する調査」

図表 3-173 将来の進路希望の変化



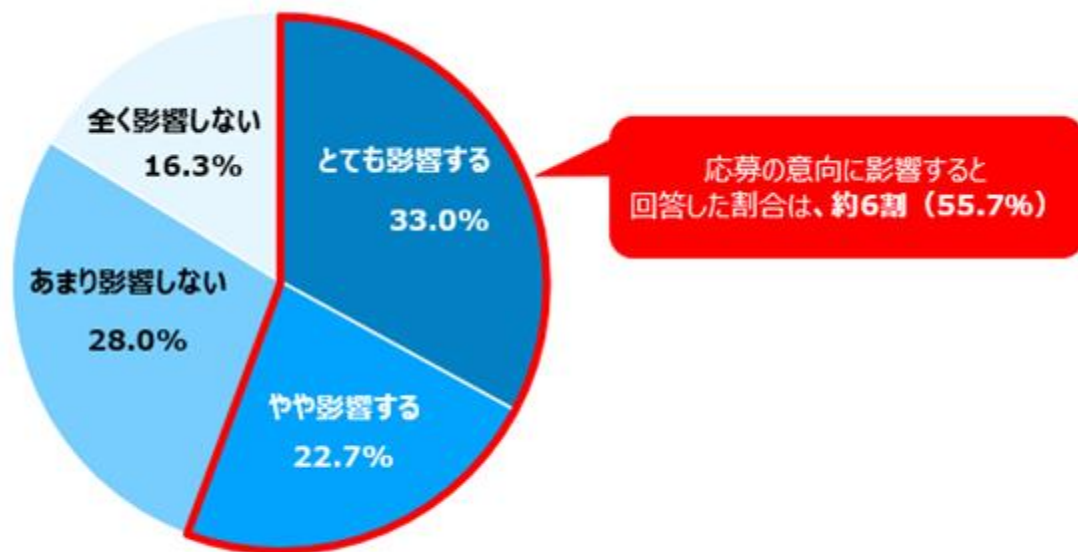
出典：内閣府(2021)「新型コロナウイルス感染症の影響下における生活意識・行動の変化に関する調査」

図表 3-174 地方移住への関心理由（東京圏在住で地方移住に関心がある人）



出典：内閣府(2021)「新型コロナウイルス感染症の影響下における生活意識・行動の変化に関する調査」

図表 3-175 転職を検討する際にリモートワーク・テレワークを実施しているかどうかは、応募の意向に影響しますか (N=361)



※転職サービス「doda」、「第3回リモートワーク・テレワーク企業への転職に関する調査」

出典：パーソルキャリア株式会社（2021）「第3回 自社のリモートワーク・テレワークに関する調査」

224

● 副業・兼業などの多様な働き方による雇用の創出

厚生労働省によると²²⁵、1992年以降、副業の希望率及び副業者数は増加している（図表 3-176）。厚生労働省では、副業による労働者と企業それぞれにおけるメリットと留意点などを整理した「副業・兼業の促進に関するガイドライン」を公表している。このガイドラインにおいて「副業・兼業は、社会全体としてみれば、オープンイノベーションや起業の手段としても有効であり、都市部の人材を地方でも活かすという観点から地方創生にも資する面もあると考えられる。」と示されており、副業による社会的、経済的効果があることが期待されている。最近では、テレワークでも可能な業務を社外の人材に副業で担ってもらうことで、人手不足の解消を目指す動きも出てきている²²⁶。

また、業務の電子化やテレワーク等働き方におけるデジタル化を推進することで、業務を効率化することだけでなく、働く場所による制約や障害等を持つ方でも活躍する場ができ、雇用が創出されることが期待される。総務省では2015年から、テレワークの導入・活用を進めている企業・団体を「テレワーク先駆者」とし、その中から十分な実績を持つ団体等を「テレワーク先駆者百選」として、働く上でのデジタル活用による社会的・経済的効果の事例を示している。

²²⁴ 「第3回 自社のリモートワーク・テレワークに関する調査」（パーソルキャリア株式会社、2021.11.29）

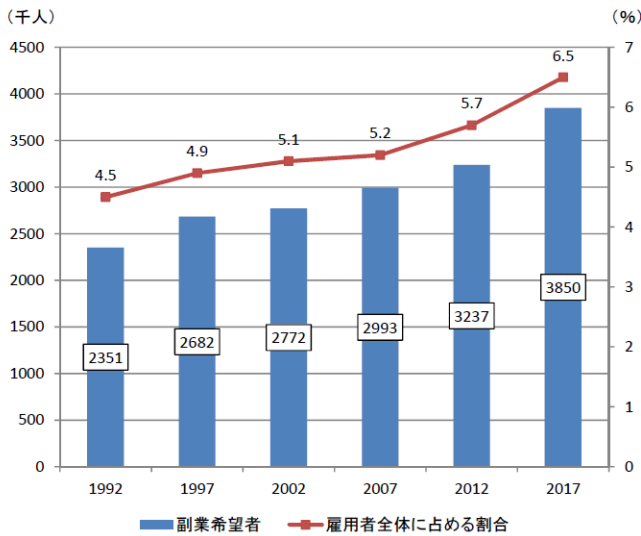
（https://www.persol-career.co.jp/pressroom/news/research/2021/20211129_01/）

²²⁵ 「副業・兼業の現状 1」（厚生労働省、2018）（<https://www.mhlw.go.jp/content/11909500/000361727.pdf>）

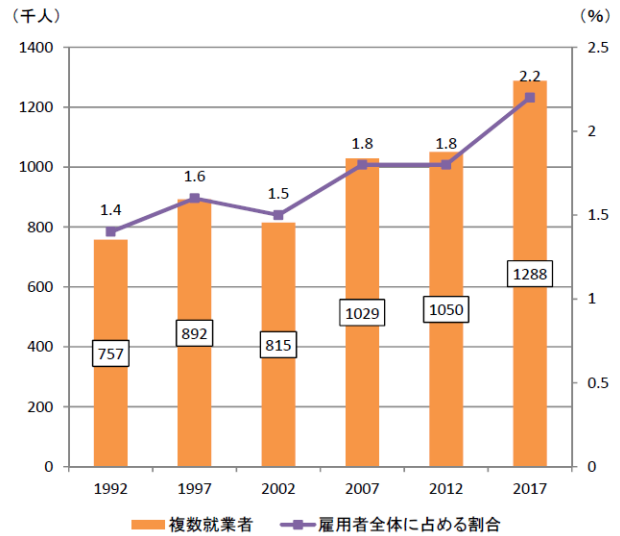
²²⁶ 「副業とデジタル化で“地方再生”コロナ禍で脱首都圏」（テレビ朝日、2021.11.11）（https://news.tv-asahi.co.jp/news_politics/articles/000234883.html）

図表 3-176 副業・兼業の推移

<副業を希望している雇用者数の変化>



<副業者数（雇用×雇用）の変化>



出典：厚生労働省（2018）「副業・兼業の現状 1」

2) 買い物・サービス利用

● 買い物・サービス利用におけるプロセスへの影響

スマートフォン等を活用し、インターネット上での商品注文・購入が増加している。インターネットショッピングを利用する世帯の割合は、2020年3月以降に急速に増加し、その後は二人以上の世帯の約半数以上が利用する状況が続いている（図表 3-177）。

買い物の際の情報収集方法として、博報堂が発表した「消費に関する情報収集手段」²²⁷によると、買い物における情報収集手段の利用時間シェアにおいて「検索」が60.6%を占め、次点で「専門サイト」が13.2%、一方で、店舗・営業マン、紙媒体等は約5%となっていた。これより、ネット上で情報を収集するようになってきていることから、受動的な情報収集ではなく、能動的な検索などにより消費を行うようになった様子が伺える。

日本法人グーグルの調査²²⁸によると、現在、テレビ等マスメディアから発信される情報だけでなく、ネットから様々な情報を入手し、購入まで行えるようになったことで、買い物・サービス利用時における消費者の行動が変化していることが報告されている。また、従来は購入対象を「認知」してから「購入」まで段階的に進むと考えられていたが、「認知」から「購入」まで一気に至るパルス消費行動が行われていることが示された（図表 3-178）。

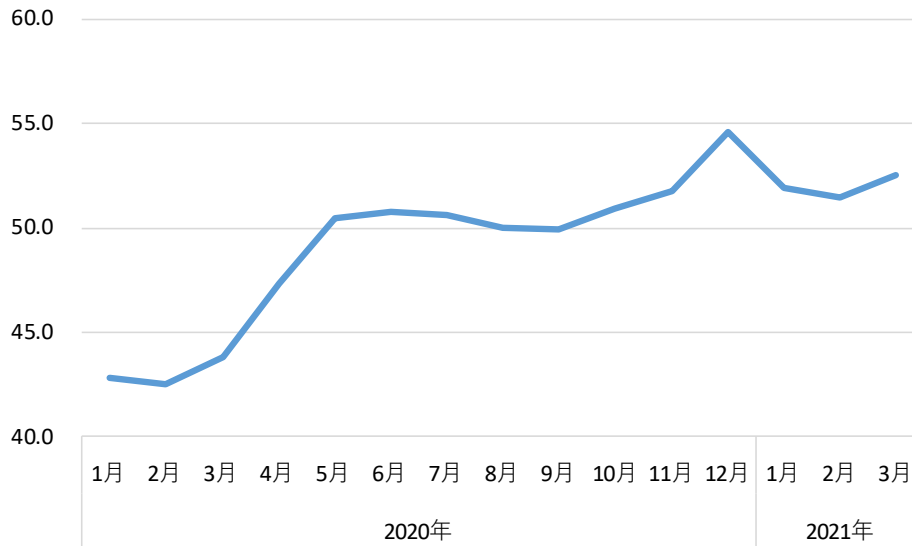
このように、ネット上の情報を参考にしながら商品購入を行うようになった一方で、消費者は情報

²²⁷ 「買い物における情報収集手段の利用時間シェア」（博報堂）

²²⁸ 「データから見えた「パルス型」消費行動——瞬間的な購買行動が増えている：買いたくなるを引き出すために：パルス消費を捉えるヒント（2）」（日本法人グーグル、2019.6）（<https://www.thinkwithgoogle.com/intl/ja-jp/marketing-strategies/app-and-mobile/shoppersurvey2019-2/>）

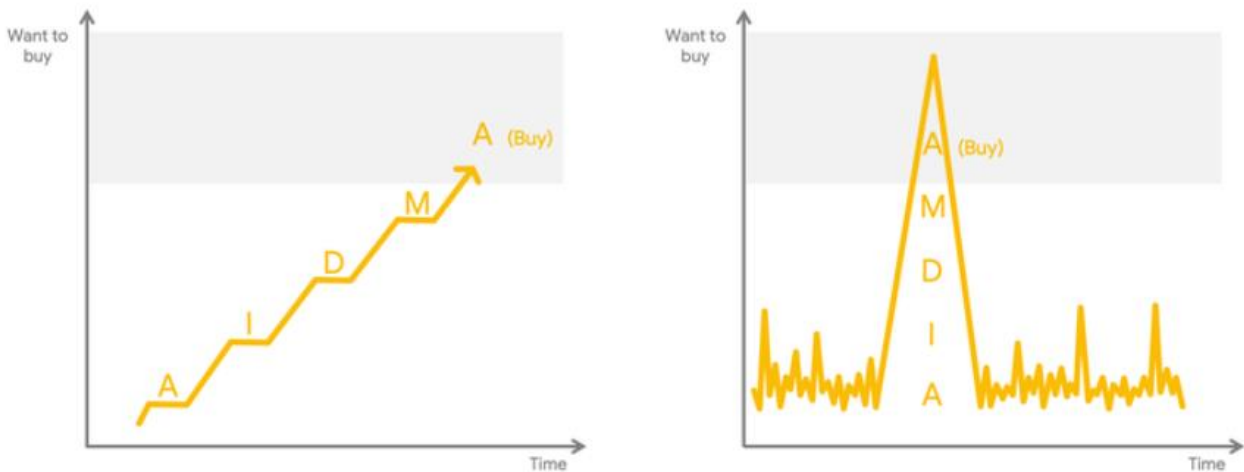
量が多すぎると感じている（図表 3-179）。アンケート調査結果（図表 3-121）からも、AIによる情報選別に対して期待すると回答した割合が過半数を超えていたことからその様子が見えた。そのため、今後はAIによって利用者の趣味嗜好に合わせた情報を前提とした、新たな消費行動が出てくることが考えられる。

図表 3-177 ネットショッピング利用世帯の割合



出典：総務省「家計消費状況調査」

図表 3-178 ジャーニー型消費行動とパルス型消費行動



©Google

出典：日本法人グーグル（2019）「データから見えた「パルス型」消費行動——瞬間的な購買行動が増えている：買いたくなるを引き出すために：パルス消費を捉えるヒント（2）」

図表 3-179 情報に対する意識

「情報が多すぎる」と感じている生活者

近年、接する情報が多く、速くなりすぎて、困惑している生活者。

インターネットは手軽に大量の情報へのアクセスを可能としたが、一方で「情報の信頼性」に関しては不信も広がっている

	2016年	2020年
世の中の情報量は多すぎる	42.1%	→ 54.0%
世の中の情報のスピードは速すぎる	35.5%	→ 41.1%

出典：消費者庁（2021）第3回社会のデジタル化に対応した消費者教育に関する分科会「【資料1】生活者のメディア環境と情報意識」²²⁹

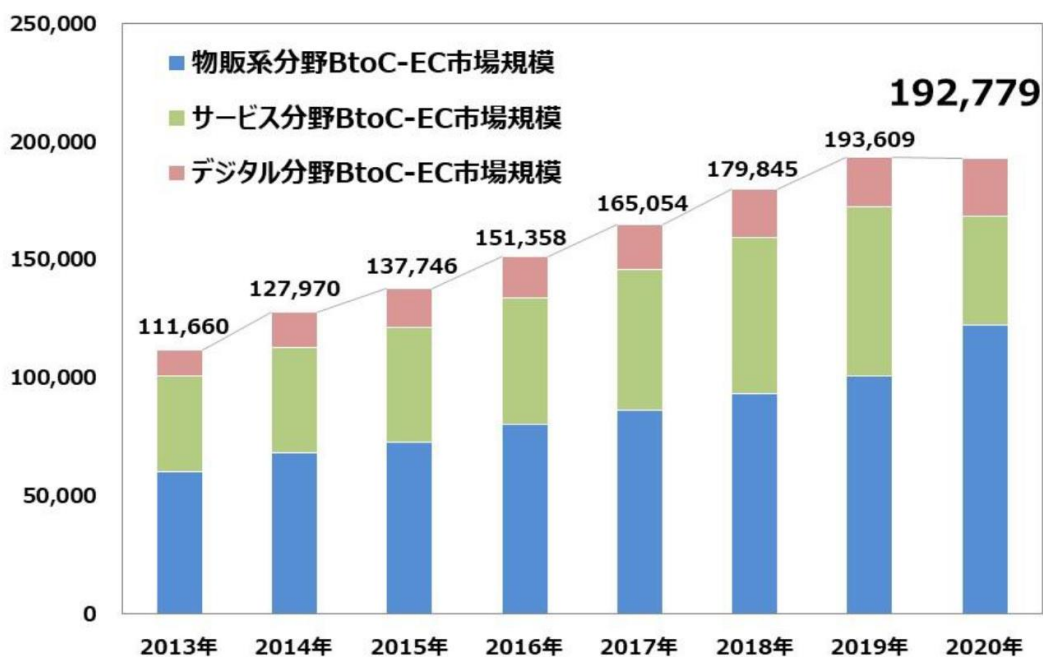
²²⁹ 「【資料1】生活者のメディア環境と情報意識」（消費者庁、2021.1.29）

(https://www.caa.go.jp/policies/council/cepc/meeting_materials_4/assets/consumer_education_203_210129_02.pdf)

● 買い物・サービス利用における環境の変化

2021年は感染症拡大のため、旅行などのサービス分野における市場規模が下がったものの、物販系分野の市場規模が拡大し、2013年以降BtoC-EC市場規模は拡大傾向にある（図表 3-180）。物販系分野においては、2013年には3.85%であったEC化率が2020年には8.08%まで増加している（図表 3-181）。諸外国の18.0%と比較するとまだ差があるものの、今後も諸外国同様EC化率が増加していくことが期待される（図表 3-182）。また、買い物・サービス利用におけるデジタル化が進んだことで、CtoC-EC市場が拡大している（図表 3-183）。このことから、消費者とサービス提供者の繋がり方が変化していることが伺える。

図表 3-180 日本のBtoC-EC市場規模推移
（単位：億円）



出典：経済産業省（2021）「令和2年度 電子商取引に関する市場調査」²³⁰

²³⁰ 「令和2年度 電子商取引に関する市場調査」（経済産業省、2021.7.30）
（https://www.meti.go.jp/policy/it_policy/statistics/outlook/210730_new_hokokusho.pdf）

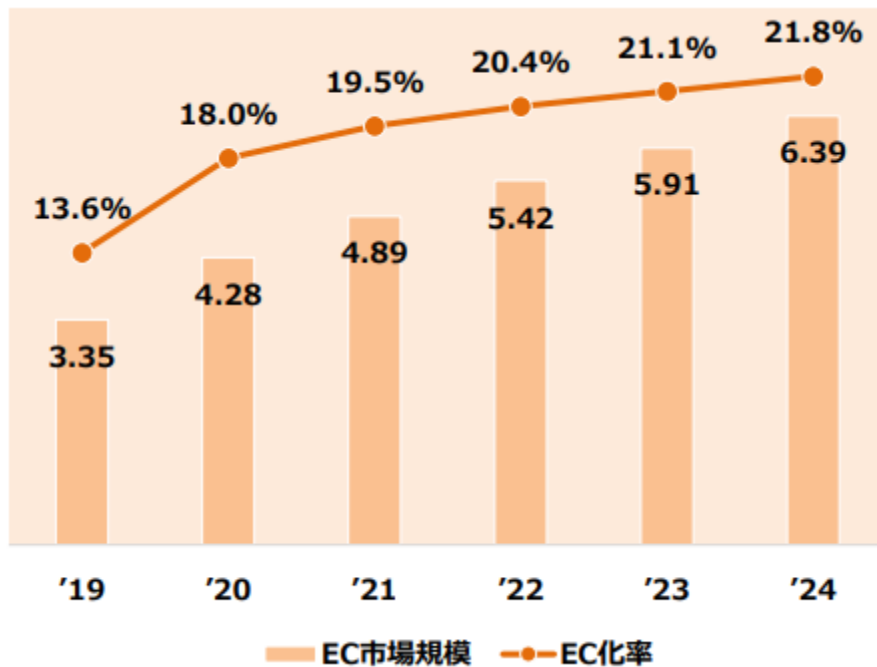
図表 3-181 日本の物販系分野 BtoC-EC 市場規模推移

(市場規模の単位：億円)



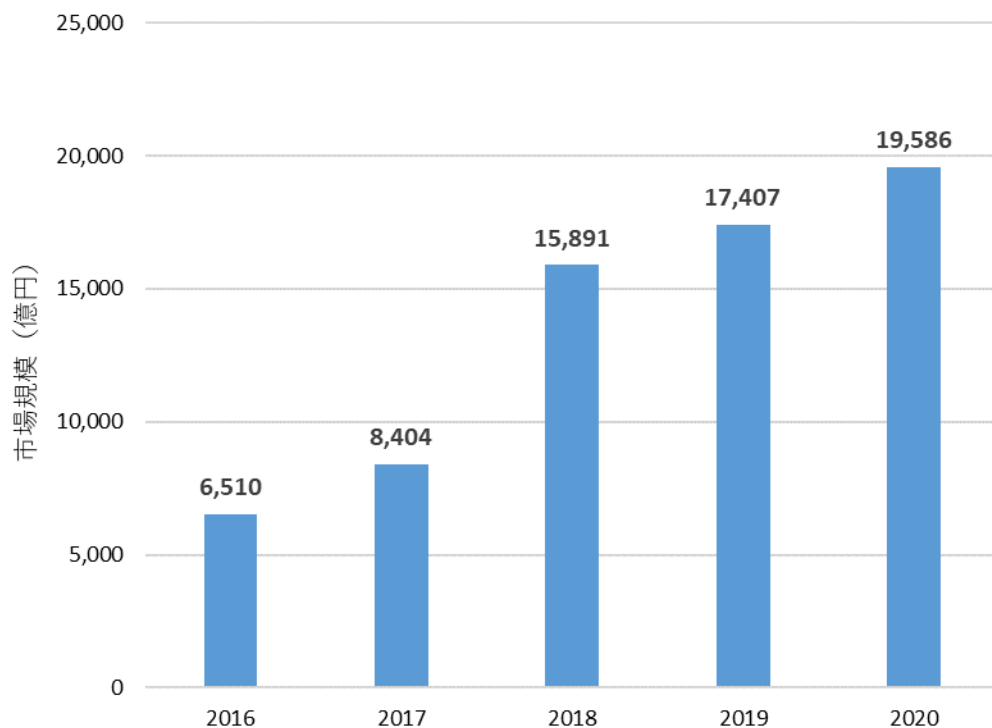
出典：経済産業省（2021）「令和2年度 電子商取引に関する市場調査」²³⁰

図表 3-182 世界の BtoC-EC 市場規模 (単位：兆 US ドル)



出典：経済産業省（2021）「令和2年度 電子商取引に関する市場調査」²³⁰

図表 3-183 日本の CtoC-EC 市場規模推移



出典：経済産業省「電子商取引に関する市場調査」を元に作成

● リアルとデジタルをつなぐ仕組み

EC 化率の向上する一方で実店舗とデジタルサービスをつなぐ仕組みも構築されつつある。

まず、イオンでは店舗とデジタル間でシームレスな買い物を実現するために、インターネットで注文した商品を店舗のカウンターやドライブスルーなどで受け取ることができるサービス「Pick Up」の導入を行っている（図表 3-184）。このような取り組みは、売り場で買い物をするよりも感染症への感染リスクを抑えることが期待され、米ウォルマートでも「カーブサイド・ピックアップ」として実施されている。このような仕組みはチェーンストアにとってはコスト高の宅配サービスより黒字化しやすいというメリットがある²³¹。

また、感染症拡大以降も顧客との接点を作るため、ライブコマースが実施されている。米ウォルマートでは自社サイトによる配信だけでなく、外部プラットフォームにおいても定期配信を行うことで、さらなるサービスの拡大を狙っている。

一方で、デジタル化による顧客接点の創出だけでなく、店舗にて顧客に体験機会を提供することや「小売企業が蓄積しているデータやノウハウを、ベンダーと連携したり、テクノロジー企業の技術をかけ合わせてサービスを作り外部に提供する」ことで、他の小売企業やメーカーを対象にした BtoB サービスとして RaaS (Retail as a Service) への取り組みが進んでいる。例えば、2018 年全米最大のスーパーマーケットクロガーがマイクロソフトと「EDGE (Enhanced Display for Grocery

²³¹ 「【ウォルマート】、カーブサイド・ピックアップ急成長！アマゾンに脅かす存在感を發揮？」(BLOGOS, 2022.1.3) (<https://blogos.com/article/575392/>)

Environments Digital Shelves)」を開始した。このサービスによって、業務効率の改善、従業員の作業負荷低減、販売促進効果を上げることが期待されている^{232,233}。

このように、近年では感染症リスク低減を目指して、デジタルと店舗をつなぐ仕組みや実店舗にて収集できるデータを活用したビジネスが創出されている。

図表 3-184 「Pick Up」(イオン)



出典：一般社団法人 日本経済団体連合会（2021）

「コロナ禍を受けた 消費者の行動や意識の変化と企業の取組み」²³⁴

3) 情報収集

● 情報収集手段の多様化

近年、情報通信機器の保有状況としてスマートフォンの世帯保有率が86.8%まで上昇している(図表 3-185)。それに伴い情報収集・発信が行えるLINE等のソーシャルネットワーキングサービス(SNS)が普及した。総務省の調査²³⁵によると、平成24年の調査開始以降、利用率は増加傾向である(図表 3-186)。

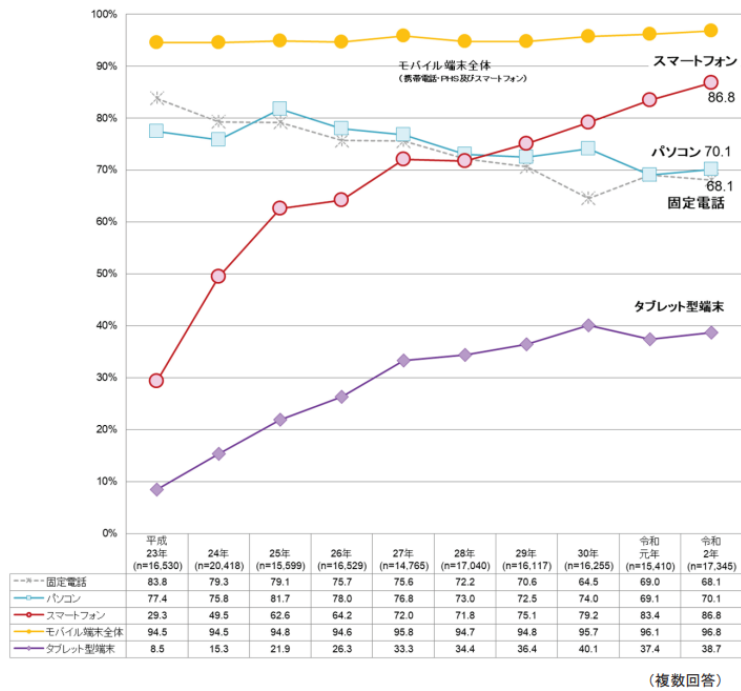
²³² 「b8ta (ベータ) とは? ビジネスモデルや RaaS がもたらす小売への影響【日本に2店舗進出】」
(<https://ferret-plus.com/19612>) ※2022.3.28 閲覧時点

²³³ 「小売の新しいトレンドになるか? Raas (ラース) とは? 先進事例を交えて徹底解説」(リテールガイド, 2021.7.8)
(<https://retailguide.tokubai.co.jp/tech/2838/>) ※2022.3.28 閲覧時点

²³⁴ 「コロナ禍を受けた 消費者の行動や意識の変化と企業の取組み」(一般社団法人 日本経済団体連合会, 2021.9.14)
(<https://www.keidanren.or.jp/policy/2021/079.pdf>)

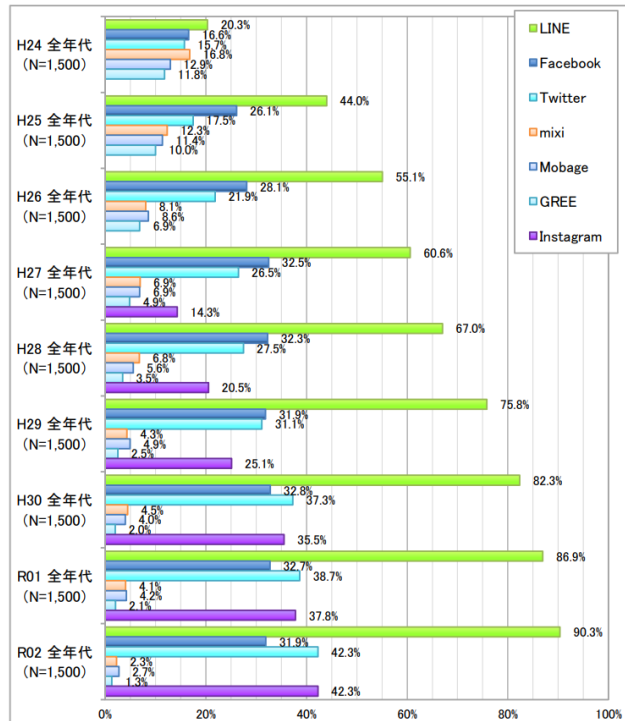
²³⁵ 「令和2年度情報通信メディアの利用時間と情報行動に関する調査 報告書」(総務省, 2021.8)
(https://www.soumu.go.jp/main_content/000765258.pdf)

図表 3-185 主な情報通信機器の保有状況（世帯）



出典：総務省（2021）「令和 2 年通信利用動向調査」²³⁶

図表 3-186 主なソーシャルメディア系サービス/アプリ等の利用率（全年代）



出典：総務省（2021）「令和 2 年度情報通信メディアの利用時間と情報行動に関する調査 報告書」

²³⁶ 「令和 2 年通信利用動向調査」（総務省、2021.6.18）

(https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/data/210618_1.pdf)

● フェイクニュースによる影響

感染症拡大の混乱において、フェイクニュースが増加傾向にある。シエンプレ デジタル・クライシス総合研究所によると²³⁷、2021年に日本で発生した疑義言説は合計で2,297件となっていた（図表 3-187）。特に、ウイルス関連、ワクチン関連、それらに関連する政治関連フェイクニュースが増加した。たとえ公的機関であっても誤情報を発信してしまう例²³⁸もあり、訂正が必要となる場面もあった。このように、近年情報発信が手軽に行えるようになった一方で、誤情報による混乱が生じることが出てきた。このような情勢を踏まえ、国際大学グローバル・コミュニケーション・センターの山口真一准教授は「ウイルス拡散は怖い、それと同様に怖いものとして情報の拡散がある。あるいはこれにより生じる人間の本性といえる誹謗中傷増加、フェイクニュース拡散、過激な行動をとる人」と述べた。

近年では、個人のリテラシー向上だけでなく、プラットフォームに対する期待も大きくなっている。例えば、Twitter社では昔からあるブロック機能やミュート機能だけではなく、ファクトチェック機能「Birdwatch」の拡充に取り組んでいる²³⁹。また、英語版 Twitter では、侮辱的リプライを飛ばす前にAIが検知して、本当に投稿するかを確認するアラート機能が実装されている。このような機能の追加により、34%が投稿を取りやめるか書き直した。さらに、その後もそういった投稿をする確率は11%低下したことを公表した²⁴⁰。

また、ファクトチェックの取り組みとして、まだまだ量としては欧米、台湾、韓国に遅れているものの、ファクトチェックイニシアティブジャパンのパートナー企業も拡大しつつある。一方で、山口真一准教授は「ファクトチェックイニシアティブジャパンは元々ファクトチェック目的の団体ではなく、ファクトチェックを社会に広める目的の団体であるため、国際認証としてIFCN認証（IFCN=International Fact-Checking Network）を取得していない。そのため、日本は国際認証を取れる機関を作る必要がある。」と述べた。

2019年の感染症拡大の混乱の中で、フェイクニュース問題の影響の抑止のため、山口真一准教授は「国民、政府、プラットフォーム、マスメディア等の各ステークホルダーが一步ずつ前進することが重要であり、その一步を踏み出したのが、この3年の活動の成果である。」と述べた（図表 3-188）。

²³⁷ 「デジタル・クライシス白書 2022」（シエンプレ株式会社、2022.1.12）

（<https://www.siemple.co.jp/document/hakusyo2022/>）

²³⁸ 「愛知県警、誤情報ツイートで謝罪「息止めて我慢して…」」（朝日新聞デジタル、2020.4.13）

（<https://www.asahi.com/articles/ASN4F5T56N4FOIPE01D.html>）

²³⁹ 「ファクトチェック機能「Birdwatch」をさらに充実」（Twitter、2022.3.8）

（https://blog.twitter.com/ja_jp/topics/product/2022/building-a-better-birdwatch_2022）

²⁴⁰ 「Tweeting with consideration」（Twitter、2021.5.5）（https://blog.twitter.com/en_us/topics/product/2021/tweeting-with-consideration）

図表 3-187 疑義言説の件数



出典：シエンプレ株式会社（2022）「デジタル・クライシス白書 2022」

※「ClaimMonitor2」内に存在する件数をカウントしているものであり、すべての疑義言説を網羅しているわけではない

図表 3-188 今後求められる方針まとめ

政策
<ol style="list-style-type: none"> 1. <u>法規制は慎重に検討し、①他の施策は検討しつくしたか、②本当に対象だけに効果があるか、という視点を持つ。</u> 2. <u>表現の自由を脅かさない、被害者に寄り添う法律をさらに検討していく。</u> 3. <u>官民で連携し、事業者の自主的な対応と透明性の確保を推進していく。また、どのような社会を目指し、そのためにどのような透明性が必要かビジョンを描いていく。</u> 4. <u>医療・健康系や生活を混乱させる情報については、分かりやすく正しい情報を一元的に伝えていく。また、国の責任ある人がファクトを積極的に発信する。</u>
民間事業者等
<ol style="list-style-type: none"> 5. <u>誹謗中傷の抑止、フェイクニュース拡散防止につながるようなアーキテクチャ上の工夫を進める。</u> 6. <u>産官学民の多様なステークホルダーで連携してファクトチェックを推進し、幅広いメディアによって行き届かせる。</u> 7. <u>多く拡散する人を対象に優先的にファクトチェック結果を届ける等、効率よくファクトを広める。</u>
教育・啓発
<ol style="list-style-type: none"> 8. <u>体系的で多角的なメディア・情報リテラシー教育を実施する。</u> 9. <u>情報の受信・発信双方に関する教育・啓発を推進する。子供だけでなく大人にも広める。</u> 10. <u>フェイクニュース対策に有効な情報検証行動を啓発する（それはジャンル別に異なる）。</u>

出典：国際大学 山口真一（2021）プラットフォームサービスに関する研究会
「我が国における誹謗中傷・フェイクニュースの実態と社会的対処」²⁴¹

²⁴¹ プラットフォームサービスに関する研究会「わが国における誹謗中傷・フェイクニュースの実態と社会的対処」（国際大学 山口真一、2021.4.12）（https://www.soumu.go.jp/main_content/000745067.pdf）

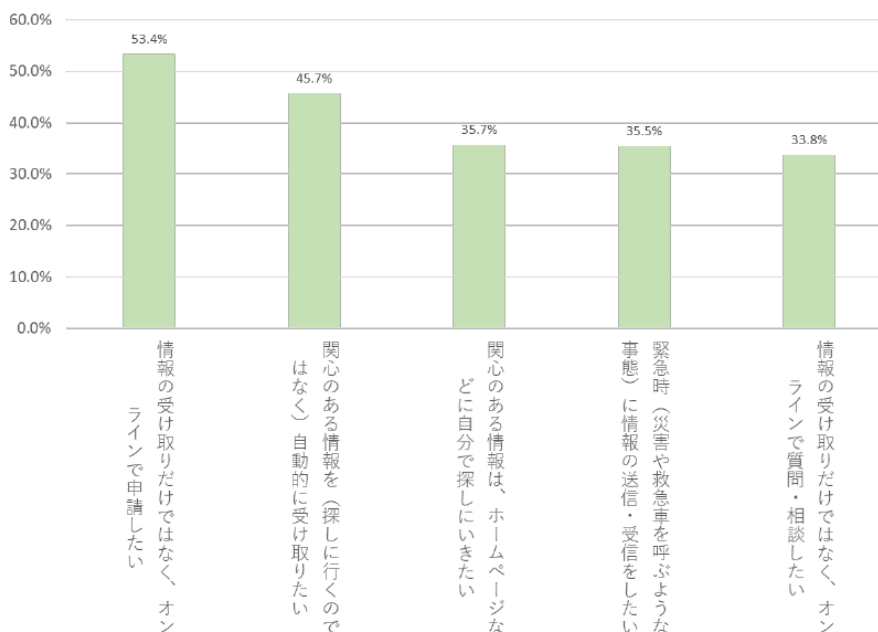
4) 公的サービス

● 行政サービスの在り方

これまで、行政サービスは住民自身が利用できるサービスを把握したうえで、各自治体に対して申請を行う形式となっていた（図表 3-190）。国際大学グローバル・コミュニケーション・センターの調査²⁴²によると、行政サービスに求めるニーズとしては、オンライン申請や、個人の関心に沿った情報がプッシュ式に提供されることであることが明らかとなった（図表 3-189）。デジタル庁でも、マイナンバー制度及び国と地方のデジタル基盤抜本改善ワーキンググループ²⁴³にて、これまで国民自身が自治体にアクセスしてサービスを探したうえで、サービスを利用していたが、今後は行政から利用可能なサービスがお知らせされ、意思表示を通じて簡単にサービスを利用可能とすることを目指している（図表 3-190）。

図表 3-189 自治体サービスに対する住民ニーズ

Q：自治体とのやりとりで望ましい形態をすべてお選びください。
(n=4,129)



出典：（株）サイバーエージェント、国際大学グローバル・コミュニケーション・センターの共同研究
「デジタルガバメントに関する住民ニーズ調査」

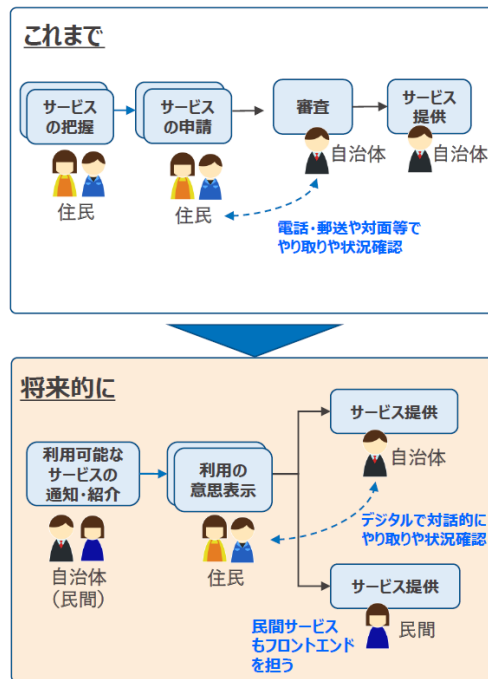
²⁴² （株）サイバーエージェント、国際大学グローバル・コミュニケーション・センターの共同研究「デジタルガバメントに関する住民ニーズ調査」。全国 4,129 人を対象としたオンラインアンケート調査（2021 年 2 月実施）。

(https://www.glocom.ac.jp/wp-content/uploads/2021/04/pressrelease_DigitalGovernment2_202105.pdf)

²⁴³ 「トータルデザイン実現に向けた公共サービスメッシュ等の検討について」（デジタル庁、2021.10.22）

(https://cio.go.jp/sites/default/files/uploads/documents/digital/20211022_meeting_my_number_wg_04.pdf)

図表 3-190 今後の行政サービスのイメージ



出典：デジタル庁（2021）「トータルデザイン実現に向けた公共サービスメッシュ等の検討について」

● プッシュ式サービスの事例

福岡市では2017年度にLINE公式アカウントを開設し、生活密着情報（防災、ごみ、子育て、防犯・交通安全、市政だより等）を、希望者のアカウントに配信するサービスを開始したところ、2020年3月には利用者が165万人を超えている²⁴⁴。このサービスでは登録者に対して同一の情報を発信するのではなく、個々の利用者が希望する情報を配信する仕組みを備えていることに加え、粗大ごみの申込やLINE Payによる市税の支払い等、幅広く連携サービスを展開している（図表 3-191）。

また、市川市では登録制のアンケート制度²⁴⁵を活用し、テーマによって、アンケートの対象とした住民を絞り込んだうえで、住民の意見を聞くことができるようになることで、より住民の意見を反映した行政サービスの提供に向け取組を行っている（図表 3-192）。

²⁴⁴ 「自治体からの通知物デジタル化と、それにより加速する民間サービスへの連携」（政府 CIO 補佐官等ディスカッションペーパー、2020.6）（https://cio.go.jp/sites/default/files/uploads/documents/dp2020_02.pdf）

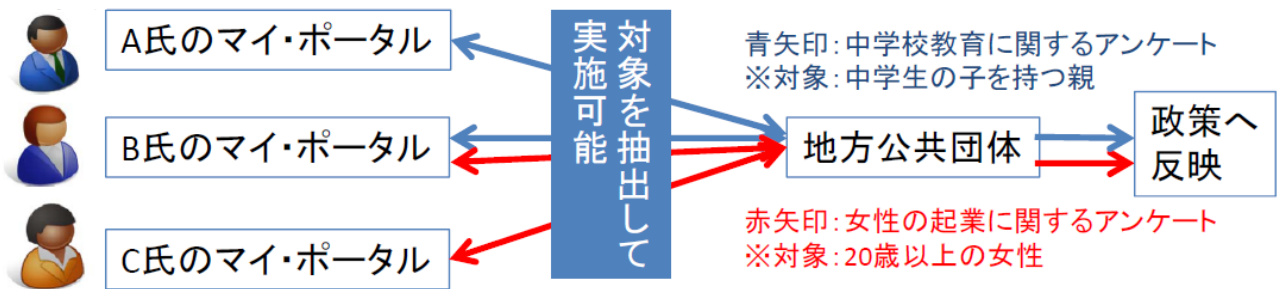
²⁴⁵ 「地方公共団体におけるマイ・ポータルを活用したプッシュ型情報提供・電子申請」（総務省、2014.10.29）（https://www.soumu.go.jp/main_content/000320493.pdf）

図表 3-191 LINE 公式アカウントを通じた個々の利用者に適した情報提供（福岡市）



出典：政府 CIO 補佐官等ディスカッションペーパー（2022）
「自治体からの通知物デジタル化と、それにより加速する民間サービスへの連携」

図表 3-192 市川市 e-モニター制度のイメージ図

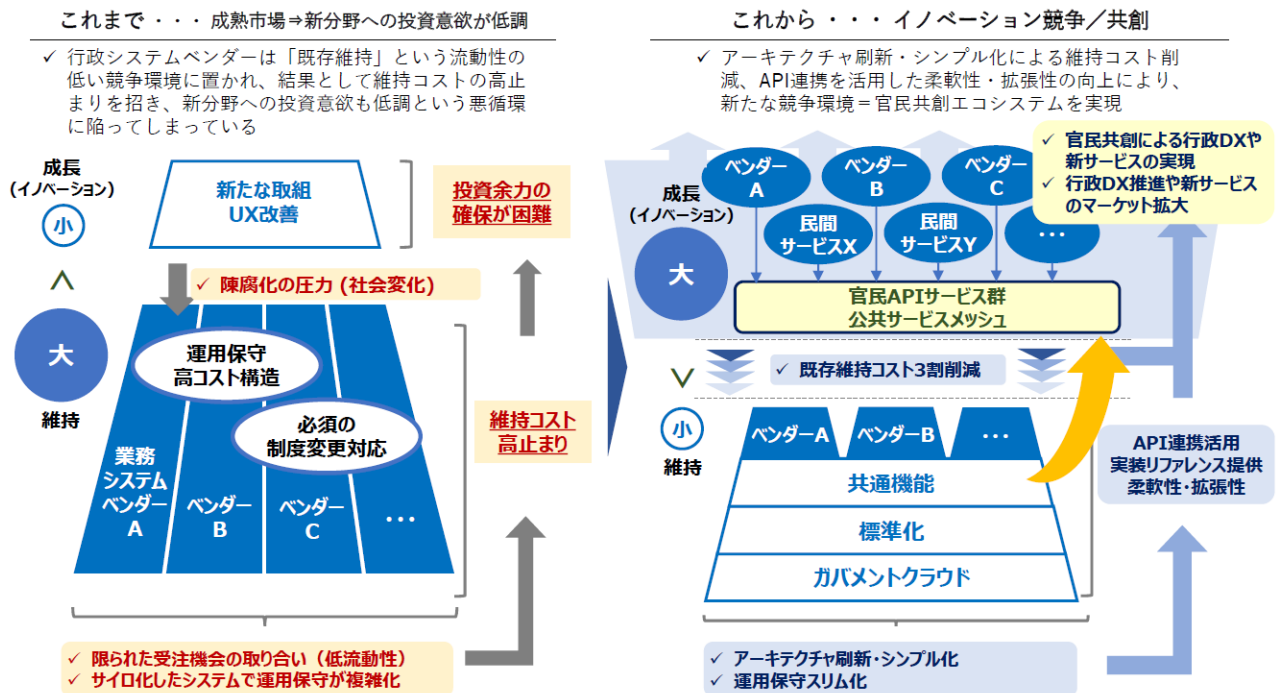


出典：総務省（2014）「地方公共団体におけるマイ・ポータルを活用したプッシュ型情報提供・電子申請」

● 迅速なサービス提供に向けた取組

デジタル庁より公表された「デジタル社会の実現に向けた重点計画」では、これまでの縦割りによるシステム構築ではなく、標準化を進めることで、行政 DX を官民共創で進められるエコシステム・マーケット創出を目指すことが示されている（図表 3-193）。全体構造として、原則スマホ 60 秒で完結、7 日間でサービス立ち上げ等、素早くユーザにとって使いやすいサービスを提供することを目的とした取組が行われつつある（図表 3-194）。

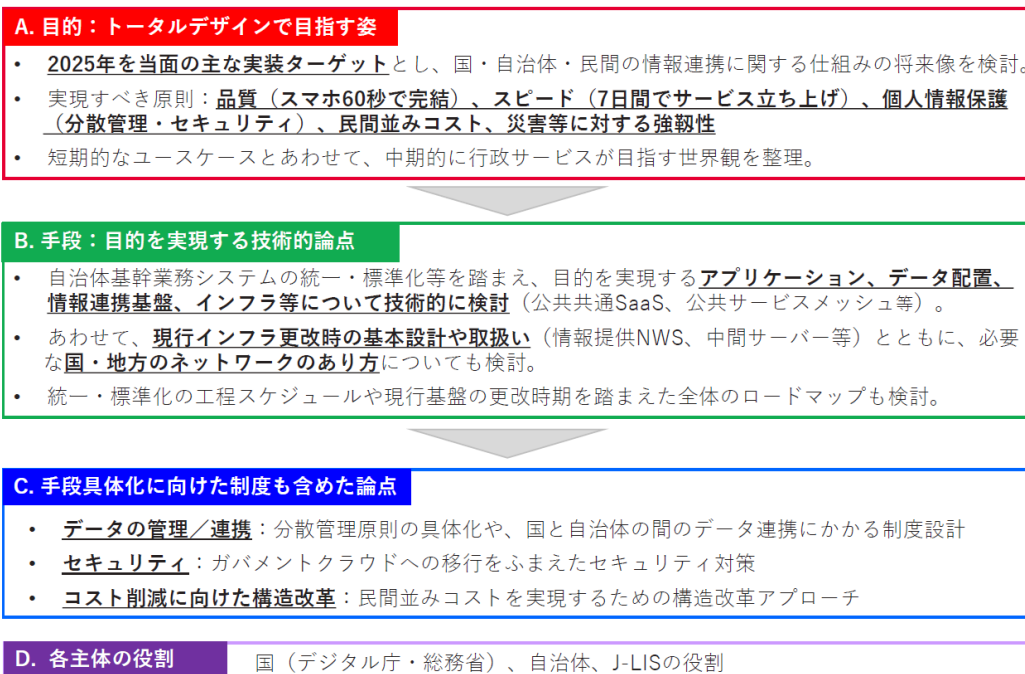
図表 3-193 デジタル庁の目指す官民共創のエコシステム（イメージ）



出典：デジタル庁（2021）「トータルデザイン実現に向けた公共サービスメッシュ等の検討について」²⁴³

図表 3-194 公共サービスメッシュ等の検討における論点の全体構造（案）

論点の全体構造（案）



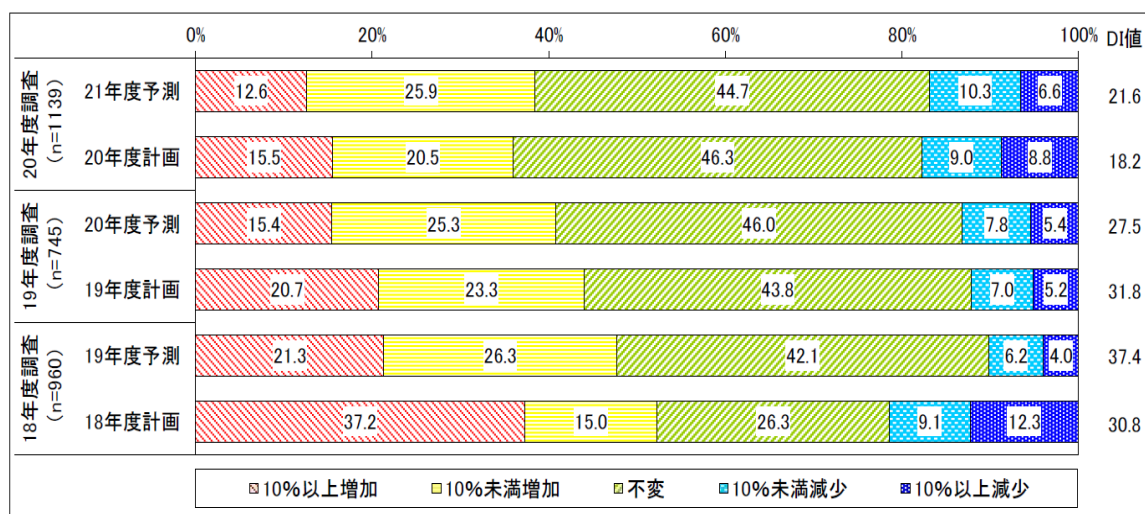
出典：デジタル庁（2021）「トータルデザイン実現に向けた公共サービスメッシュ等の検討について」²⁴³

3.2.2. 企業活動におけるデジタル活用の動向

(1) 企業におけるデジタル化の位置づけ

日本情報システム・ユーザー協会（以下、JUAS）が実施した企業 IT 動向調査 2021²⁴⁶によると、IT 予算は「10%以上増加」と「10%未満増加」の合計値から「10%未満減少」と「10%以上減少」の合計値を差し引いた DI 値（ディフュージョンインデックス）が 18 年度計画、19 年度計画、20 年度計画と正の値となっている（図表 3-195）。

図表 3-195 企業の IT 予算の増減



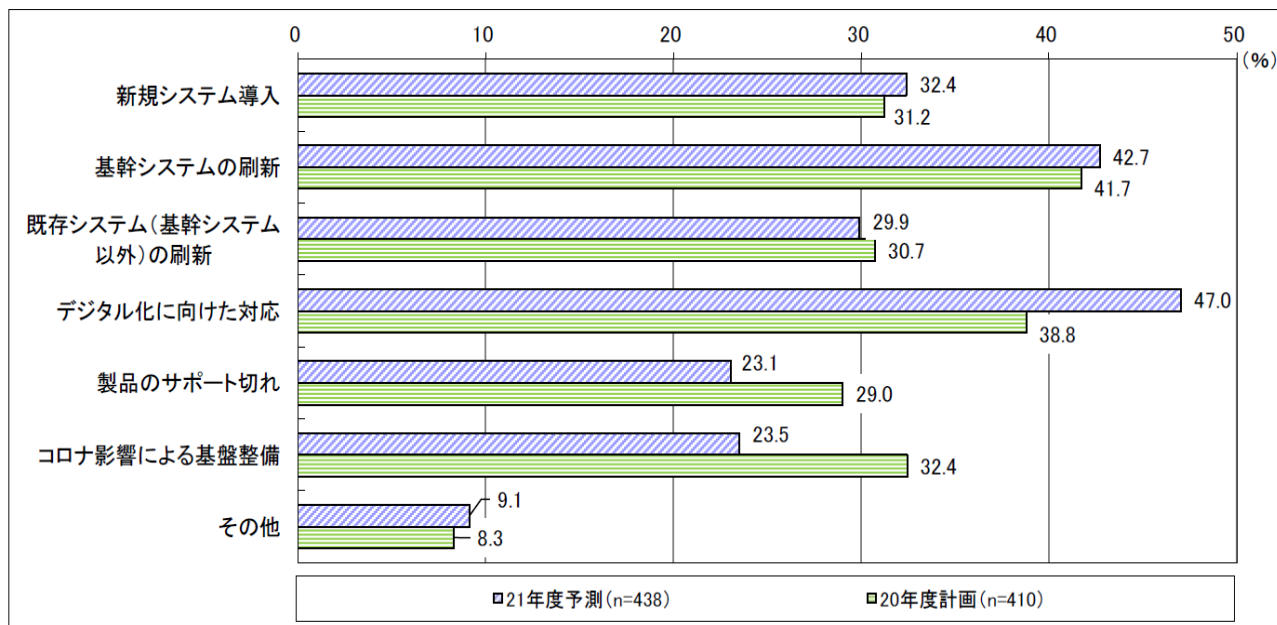
出典：JUAS（日本情報システム・ユーザー協会）（2021）「企業 IT 動向調査 2021」

²⁴⁶ 「企業 IT 動向調査 2021」（JUAS（日本情報システム・ユーザー協会）、2021）

URL：https://juas.or.jp/cms/media/2021/04/JUAS_IT2021_Ver2.pdf

次に企業の IT 予算の増加理由を見てみると、2021 年度の IT 予算（予測）の増加理由は「デジタル化に向けた対応」の回答が最多であることから、企業における「デジタル化」は重要な課題であることが分かる（図表 3-196）。

図表 3-196 企業の IT 予算の増加理由



出典：JUAS（日本情報システム・ユーザー協会）（2021）「企業 IT 動向調査 2021」

(2) 企業のデジタル化の実態

文献調査およびアンケート調査の結果から国内外の企業におけるデジタル化の動向の実態を調査した。

1) 国内外の企業におけるデジタル化の適用の動向

(ア) デジタル化の推進に向けた組織の取組

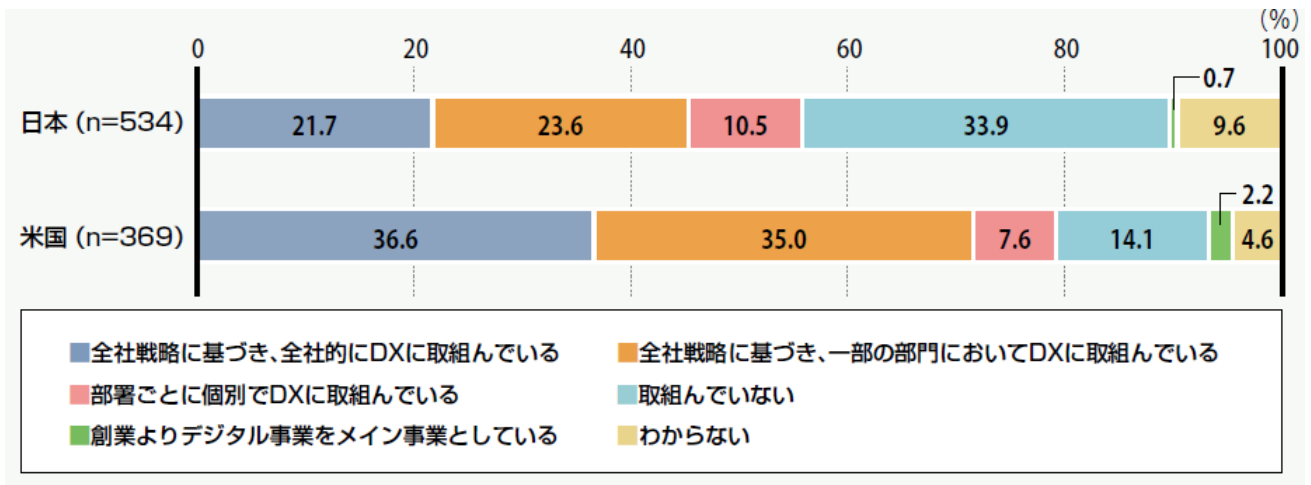
i) デジタル化の取組状況（日米比較）

独立行政法人情報処理推進機構（以下、IPA）の「DX 白書 2021」²⁴⁷によると、DX に関する取組を進めている企業の割合（「全社戦略に基づき、全社的に DX に取り組んでいる」、「全社戦略に基づき、一部の部門において DX に取り組んでいる」、「部署ごとに個別で DX に取り組んでいる」の合計値）は、日本企業は約 56%であるのに対し、米国企業は約 79%と、日本企業の方が低かった（図表 3-197）。

²⁴⁷ 「DX 白書 2021」（IPA（独立行政法人情報処理推進機構）、2021）

URL : <https://www.ipa.go.jp/files/000093706.pdf>

図表 3-197 デジタル化 (DX) の取組状況 (日米比較)



出典：IPA（独立行政法人情報処理推進機構）（2021）「DX 白書 2021」

ii 国内企業のデジタル化の実施レベル

JUAS が実施した企業 IT 動向調査 2021²⁴⁶では企業のデジタル化の実施レベルを「単純自動化」、「高度化」、「創造・革新」の3段階で定義したうえで、ビジネス自体の変革や商品・サービスの創造を実施する「商品・サービスのデジタル化」と業務プロセスの変革・自動化や状態の見える化、データ活用を実施する「プロセスのデジタル化」に分類し、調査した（図表 3-198）。

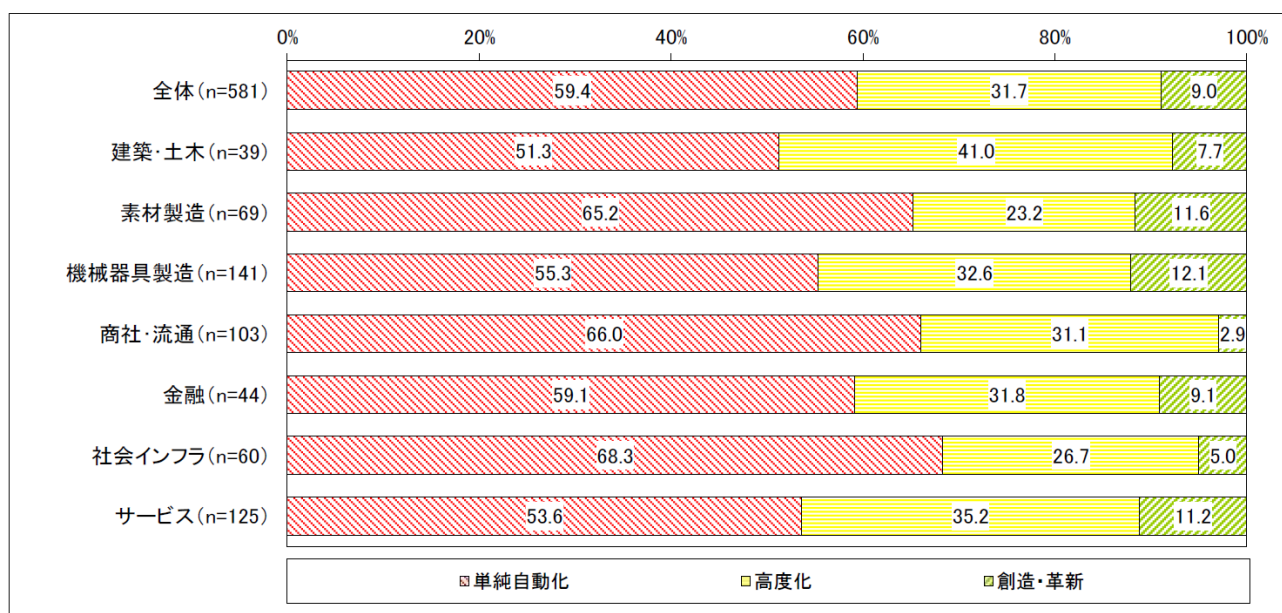
図表 3-198 企業 IT 動向調査 2021 におけるデジタル化の実施レベル

実施レベル	A. 商品・サービスのデジタル化	B. プロセスのデジタル化
1. 単純自動化	ネットショップやWebチャネルによる顧客へのサービスの自動化 等	RPA などのツール活用による単純作業、手作業の自動化 等
2. 高度化	既存商品の IoT 化や AI 搭載、データアナリティクスを活用した既存サービスの高度化 等	AI、アナリティクス、IoT などの最新技術を活用した既存業務プロセスの自動化・高度化・改革 等
3. 創造・革新	AI、データアナリティクス、IoT などの最新技術を活用しないと存在しえなかった新規商品・サービスの創造 等	AI、アナリティクス、IoT などの最新技術を活用しないと実現できなかったこれまでになかった業務革新（業務をなくす、これまでできなかった管理やプロセスの創造） 等

出典：JUAS（日本情報システム・ユーザー協会）（2021）「企業 IT 動向調査 2021」

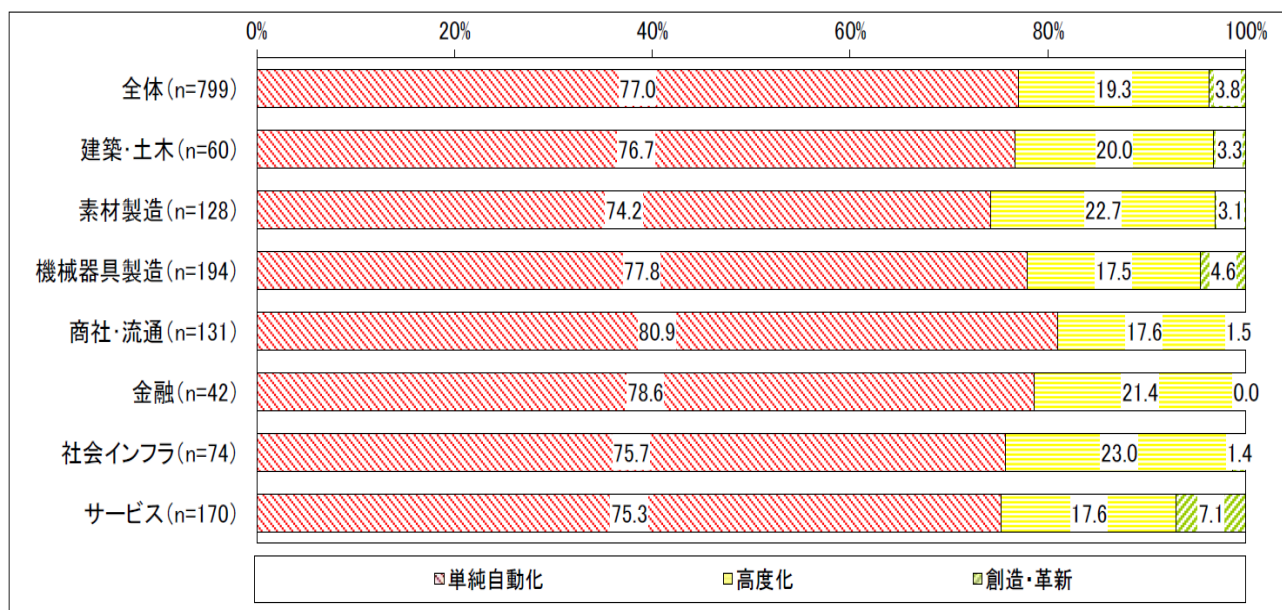
国内企業におけるデジタル化の実施状況としては「商品・サービスのデジタル化」、「プロセスのデジタル化」ともに業種グループに関係無く「単純自動化」の回答の割合が最多である。「創造・革新」レベルのデジタル化は「商品・サービスのデジタル化」においては約1割、「プロセスのデジタル化」にいたってはさらに低くなっていることが分かった（図表 3-199、図表 3-200）。

図表 3-199 商品・サービスのデジタル化の実施レベル



出典：JUAS（日本情報システム・ユーザー協会）（2021）「企業 IT 動向調査 2021」

図表 3-200 プロセスのデジタル化の実施レベル



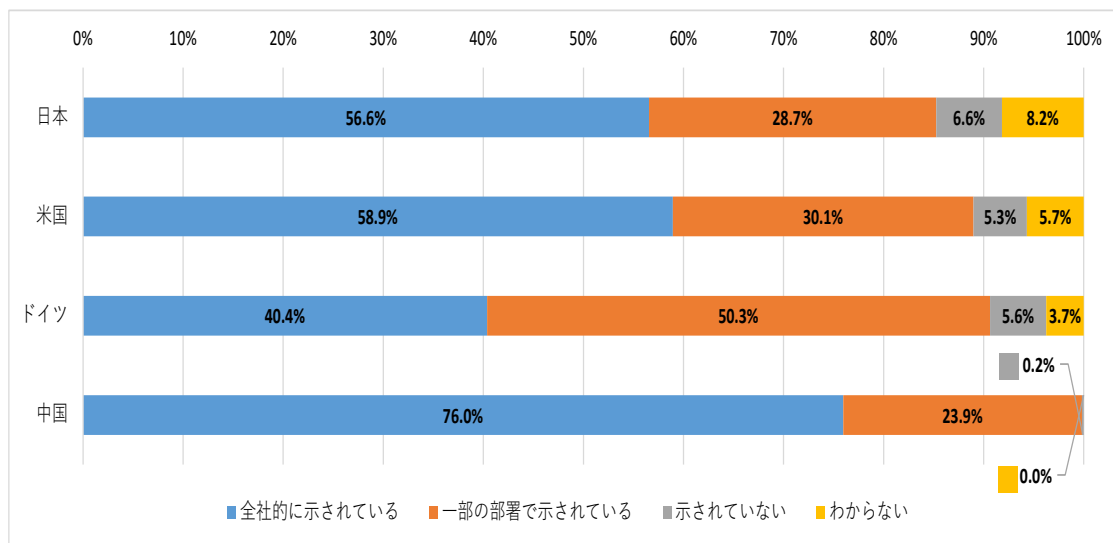
出典：JUAS（日本情報システム・ユーザー協会）（2021）「企業 IT 動向調査 2021」

iii デジタル化の方針や戦略の開示範囲

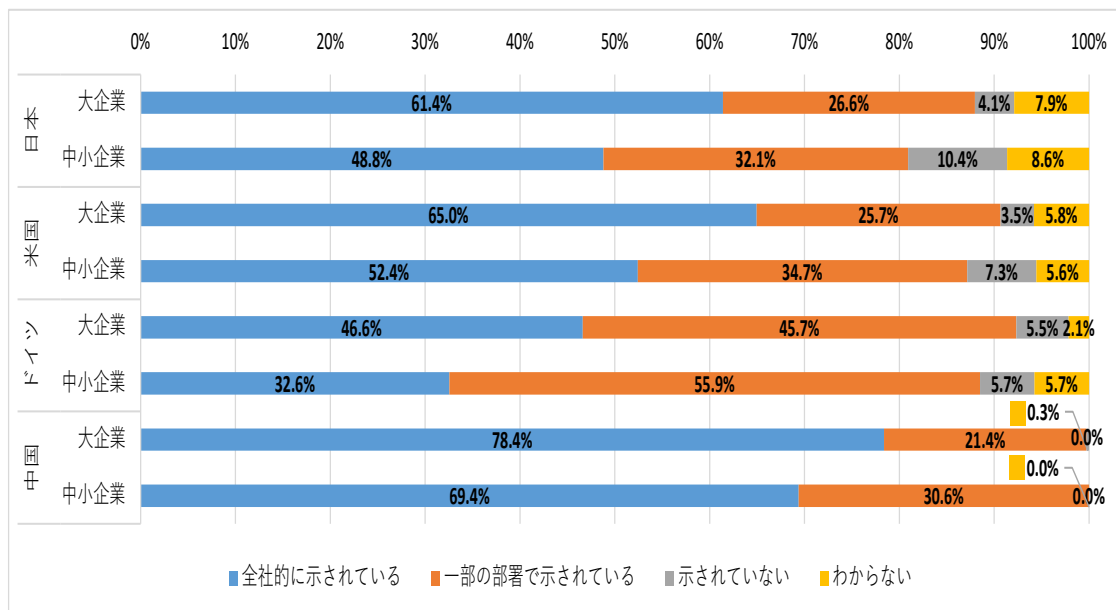
デジタル化の戦略や方針が組織の中でどの範囲までに開示されているかをアンケート調査で確認したところ、日本の企業は「全社的に示されている」の回答が56.6%と米国の58.9%とほぼ同等である（図表 3-201）。

また、企業規模別にみると大企業の方が、中小企業よりも「全社的に示されている」と回答する割合が多いことが各国の共通点として見受けられる（図表 3-202）。

図表 3-201 デジタル化の方針や戦略の開示範囲



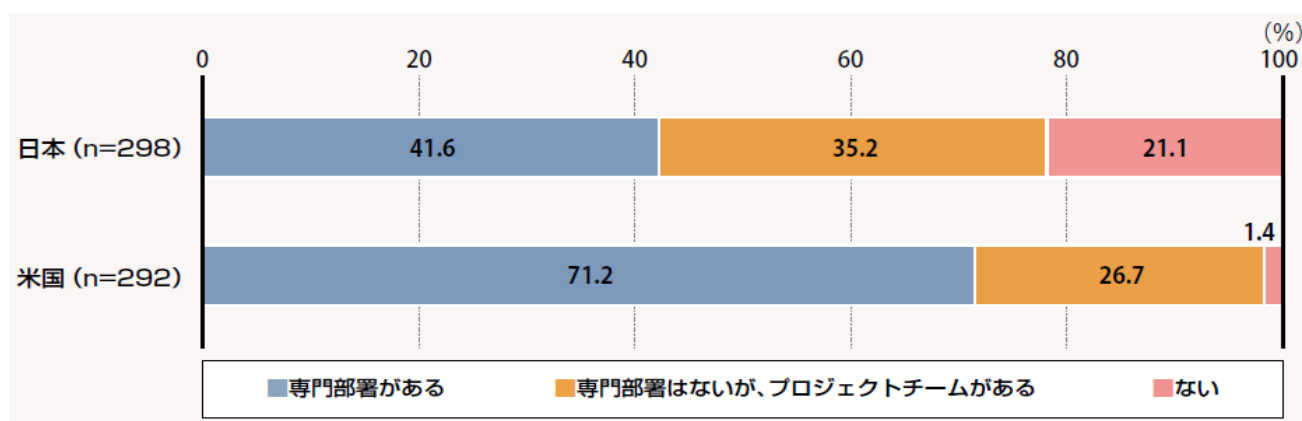
図表 3-202 デジタル化の方針や戦略の開示範囲（企業規模別）



iv デジタル化を推進する専門組織の設置状況

IPAの「DX白書2021」²⁴⁷によると、DX（デジタル化）の推進やデジタルビジネスの強化などをミッションとする専門部署の有無を確認したところ、日本は「専門部署がある」の回答結果が41.6%となり、米国の71.2%と大きな差があった。また、「ない」の回答結果をみると、日本は21.1%と米国の1.4%に比べ多く、専門組織の設置状況は米国に遅れていることが分かる（図表 3-203）。

図表 3-203 デジタル化を推進する専門組織の設置状況（2021年調査）

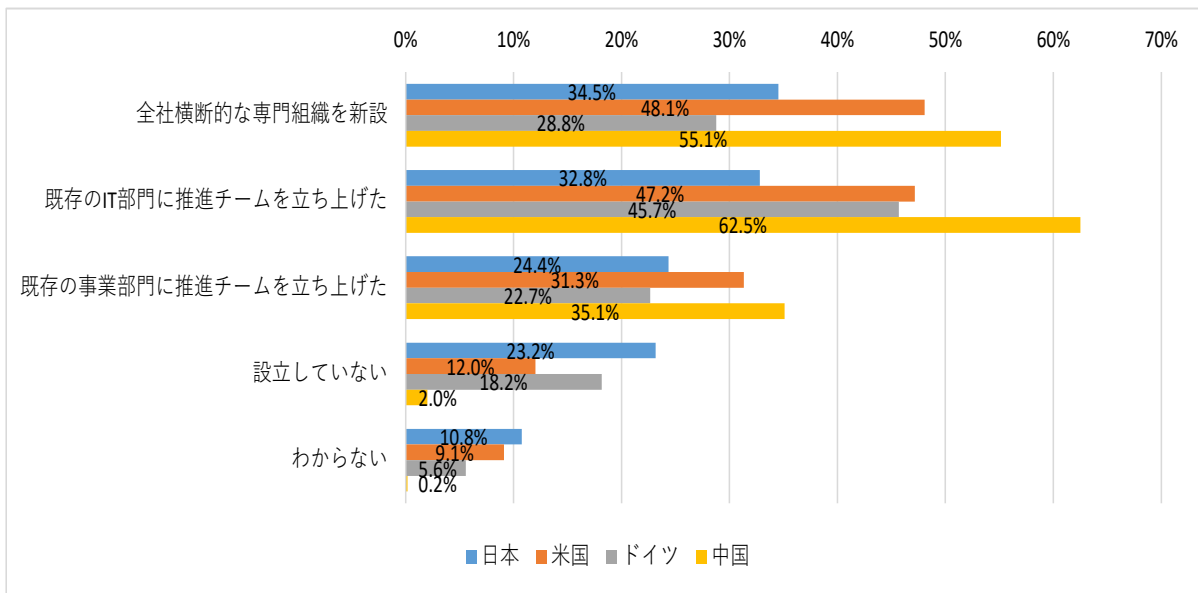


出典：IPA（独立行政法人情報処理推進機構）（2021）「DX白書2021」

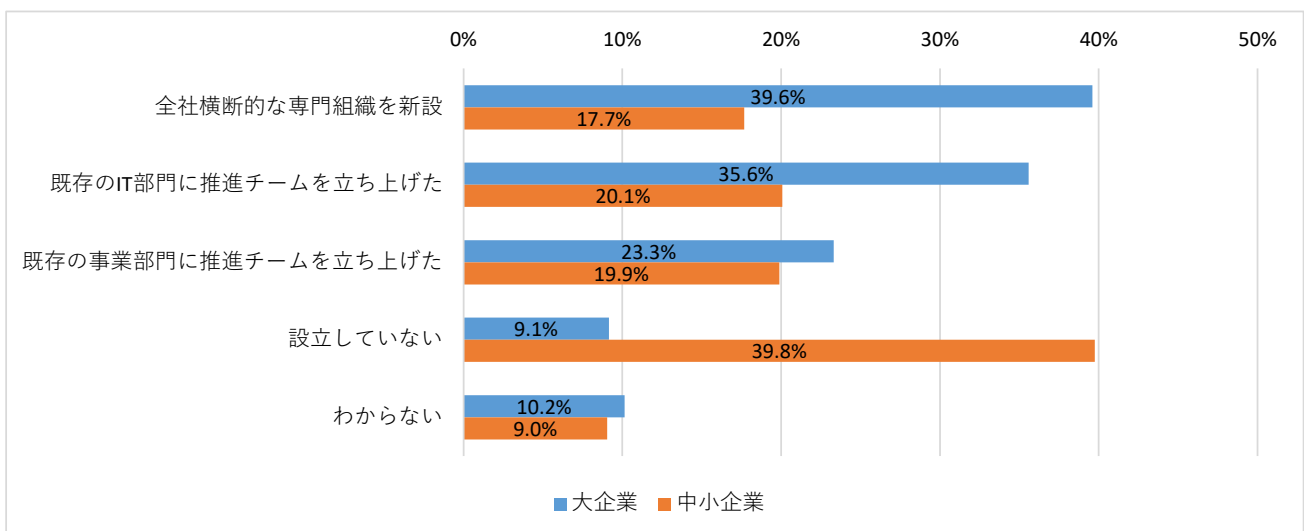
本調査のアンケート結果（複数回答）をみると、日本は「全社横断的な専門組織を新設」（34.5%）と「既存のIT部門に推進チームを立ち上げた」（32.8%）が多く、米国と同様の傾向であることがわかる。

また、「設立していない」の回答は日本が4か国の中で最も多く、デジタル化を推進する専門組織の設置状況は引き続きの課題であると考えられる。企業規模別にみると、「設立していない」の回答は大企業に比べ、中小企業の方が圧倒的に多いことが判明した。アンケート結果を図表 3-204、図表 3-205 に示す。

図表 3-204 デジタル化を推進する専門組織の設置状況（2022年調査）



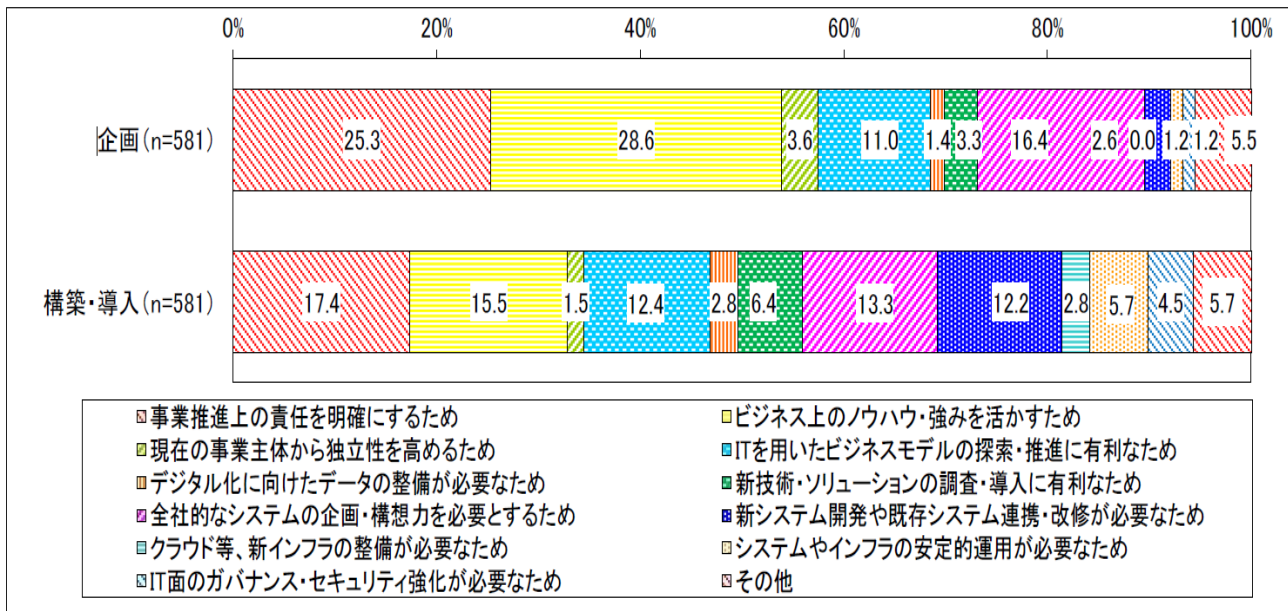
図表 3-205 デジタル化を推進する専門組織の設置状況（企業規模別：日本）



デジタル化を推進する専門組織の設置理由を調査したJUASのIT企業動向調査2021²⁴⁶によれば、デジタル化の推進組織の設置理由を企画段階と構築・導入段階に分けて調査を実施した結果、商品・サービスのデジタル化の企画については、「ビジネス上のノウハウ・強みを活かすため」(28.6%)、「事業推進上の責任を明確にするため」(25.3%)が多く挙げられた。

構築、導入については、「事業推進上の責任を明確にするため」が17.4%と最も多く挙げられ、システム開発に関わる「全社的なシステムの企画・構想力を必要とするため」(13.3%)、「ITを用いたビジネスモデルの探索・推進に有利なため」(12.4%)、等も多く挙げられている(図表3-206)。

図表 3-206 商品・サービスのデジタル化の推進組織設置理由

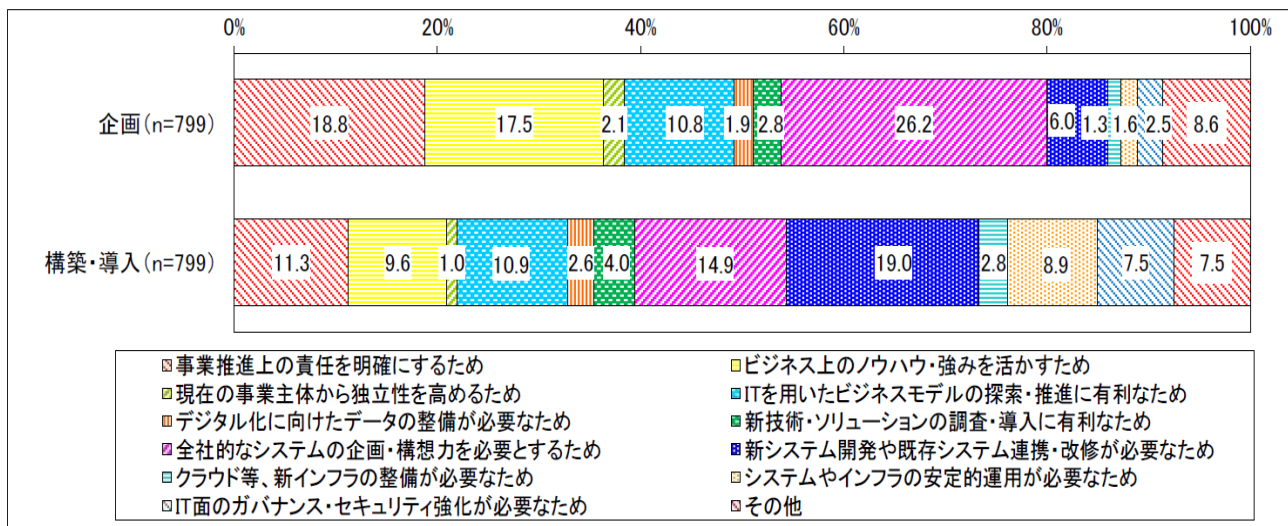


出典：JUAS（日本情報システム・ユーザー協会）（2021）「企業 IT 動向調査 2021」

プロセスのデジタル化の企画については「全社的なシステムの企画・構想力を必要とするため」（26.2%）が最も多く、次いで、「事業推進上の責任を明確にするため」（18.8%）となっている。

構築、導入については、「新システム開発や既存システム連携・改修が必要なため」（19.0%）が最多である（図表 3-207）。

図表 3-207 プロセスのデジタル化の推進組織設置理由



出典：JUAS（日本情報システム・ユーザー協会）（2021）「企業 IT 動向調査 2021」

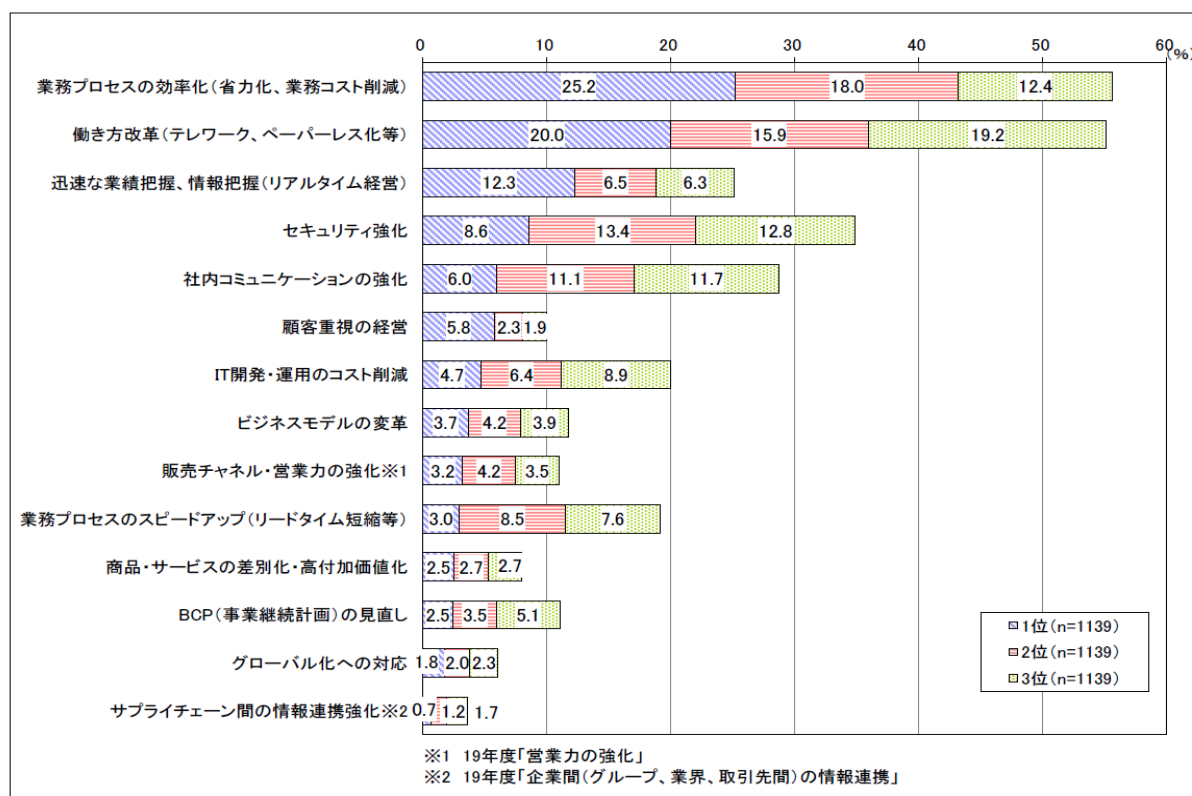
(イ) デジタル化の内容

i デジタル化の目的

JUAS の企業 IT 動向調査 2021²⁴⁶ では、企業が IT 投資で解決したい課題を短期的、中長期的に分け、且つ、優先度（1位～3位）も含めて調査した。短期的な経営課題の1位から3位までの合計として最も多く上がった課題は「業務プロセスの効率化（省力化、業務コスト削減）」であり、次いで、「働き方改革（テレワーク、ペーパーレス化等）」であった（図表 3-208）。

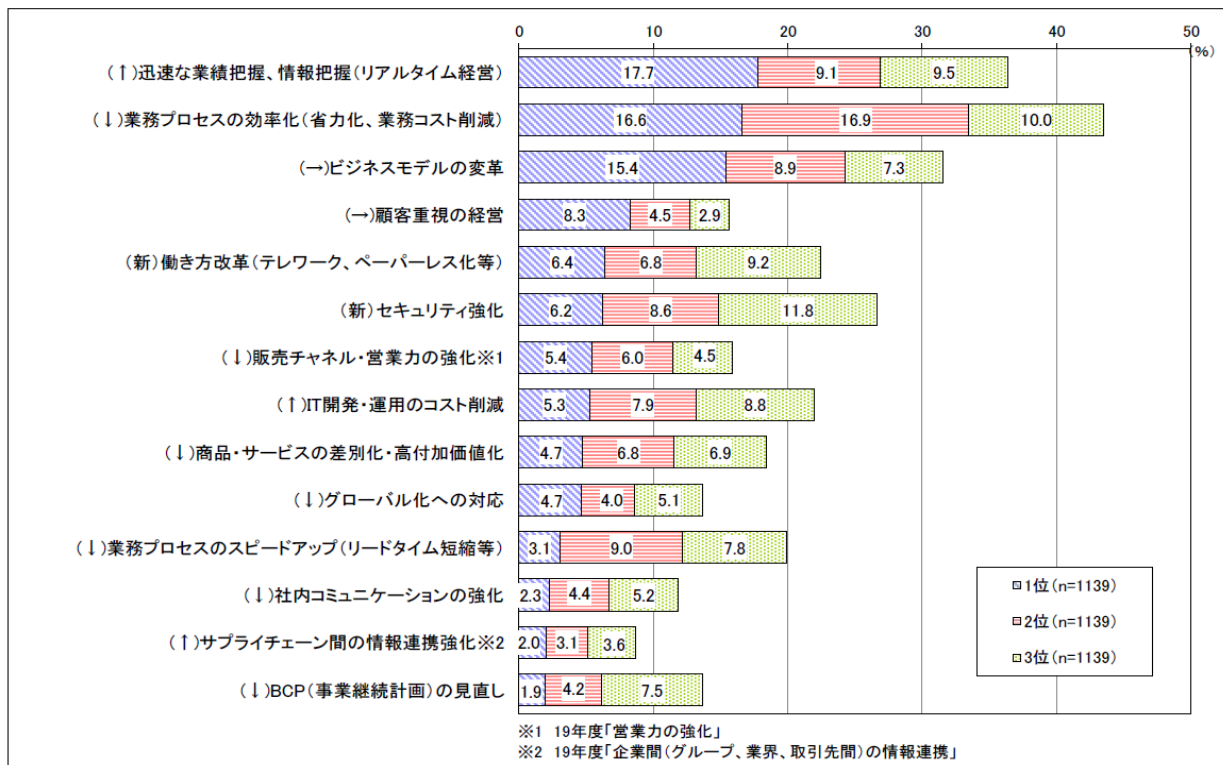
中長期的な課題の1位から3位までの合計として最も多く上がったものは「業務プロセスの効率化（省力化、業務コスト削減）」であり、次いで、「迅速な業績把握、情報把握（リアルタイム経営）」であった（図表 3-209）。

図表 3-208 IT 投資で解決したい短期的な経営課題



出典：JUAS（日本情報システム・ユーザー協会）（2021）「企業 IT 動向調査 2021」

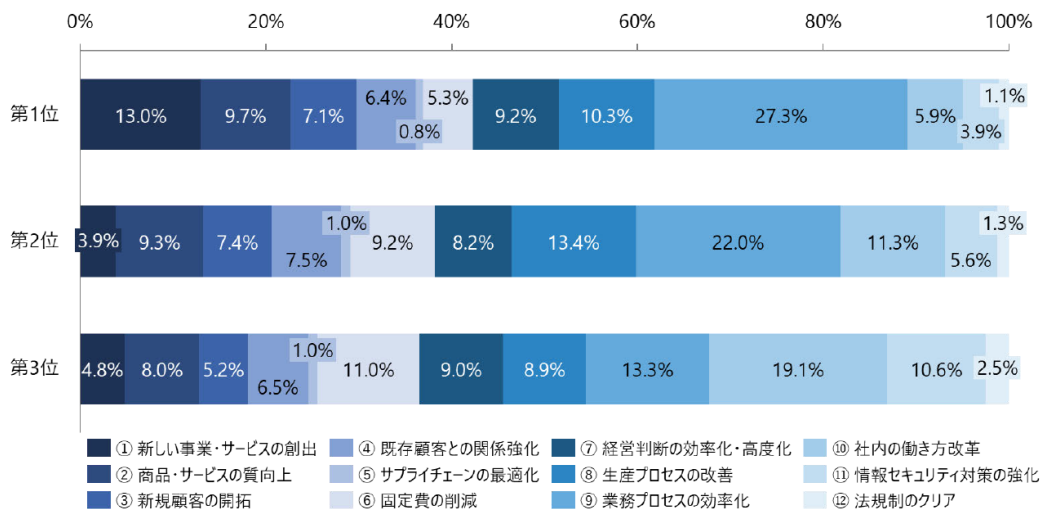
図表 3-209 IT 投資で解決したい中長期的な経営課題



出典：JUAS（日本情報システム・ユーザー協会）（2021）「企業 IT 動向調査 2021」

中小企業庁の「令和2年度中小企業のデジタル化に関する調査に係る委託事業報告書」²⁴⁸によると、中小企業がデジタル化の取組にあたり重視している項目の1位として最も多く挙げられた課題は「業務プロセスの効率化」であった（図表 3-210）。

図表 3-210 デジタル化の目的（中小企業）



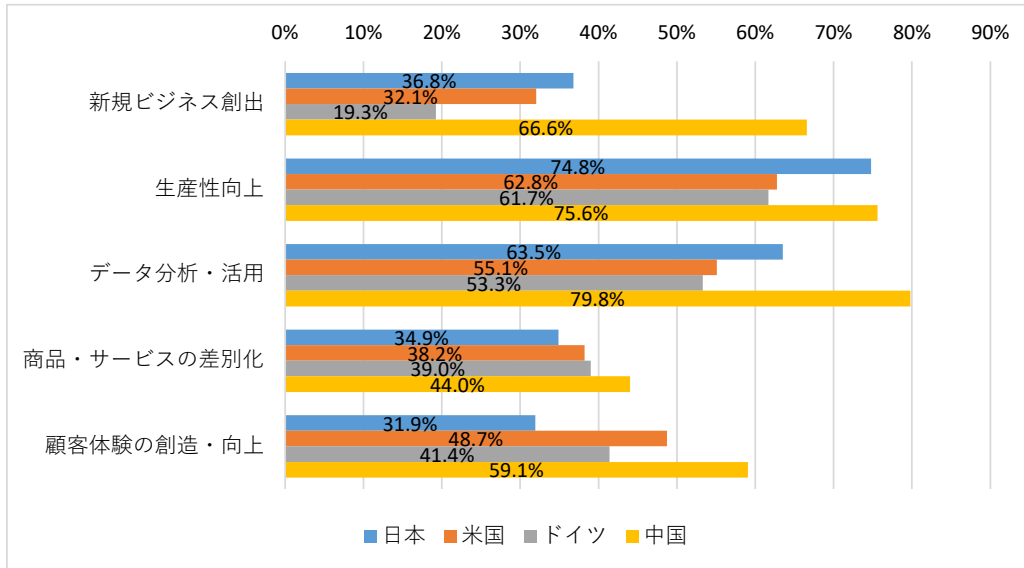
出典：中小企業庁(2021)「令和2年度中小企業のデジタル化に関する調査に係る委託事業報告書」

²⁴⁸ 「令和2年度中小企業のデジタル化に関する調査に係る委託事業報告書」（中小企業庁、2021）

URL : https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2020FY/000260.pdf

本調査のアンケートで尋ねたデジタル化の目的の結果を見ると、日本は「生産性向上」(74.8%)が最多であり、次いで「データ分析・活用」(63.5%)である(図表 3-211)。

図表 3-211 デジタル化の目的

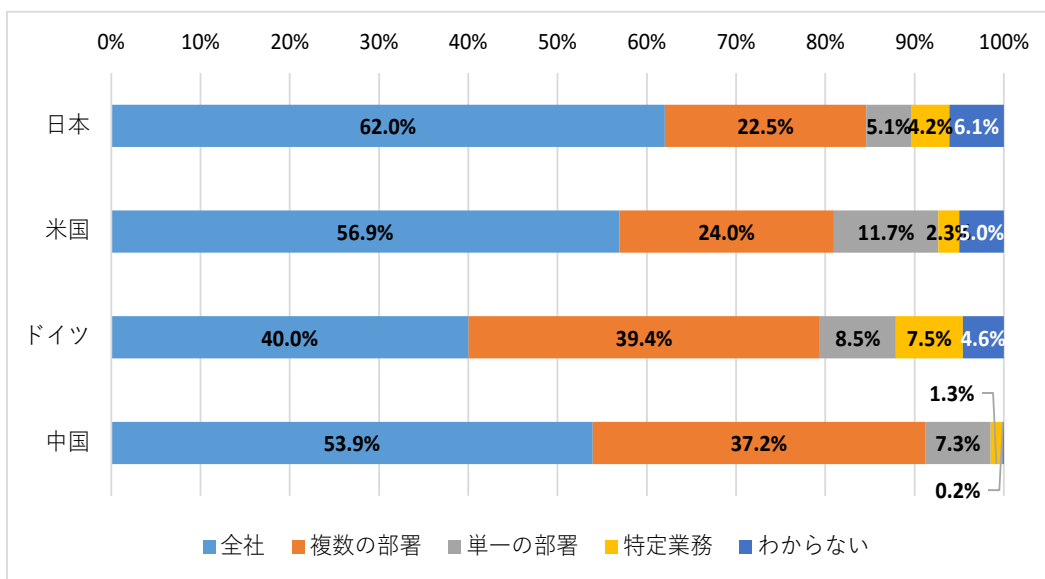


ii デジタル化の適用範囲

本調査のアンケートではデジタル化の適用範囲を「業務プロセス」、「CX (カスタマーエクスペリエンス)・顧客の体験価値向上」および「プロダクト・サービス」の観点に分けて調査した。

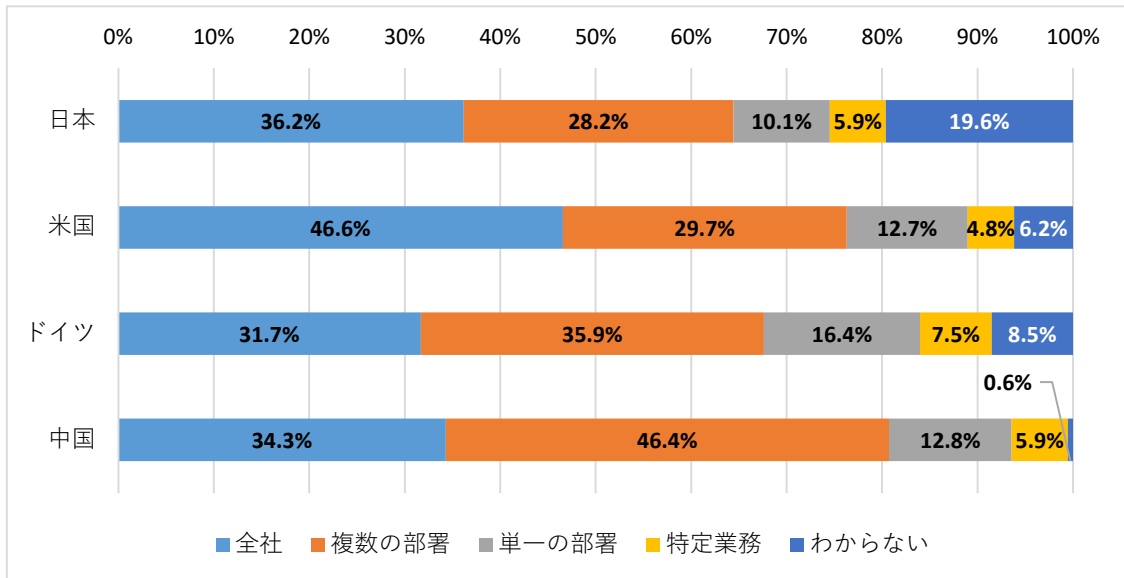
「業務プロセス」のデジタル化については、日本は海外の他の3か国に比べて全社的にデジタル化に取り組んでいることが分かる(図表 3-212)。

図表 3-212 業務プロセスのデジタル化の適用範囲



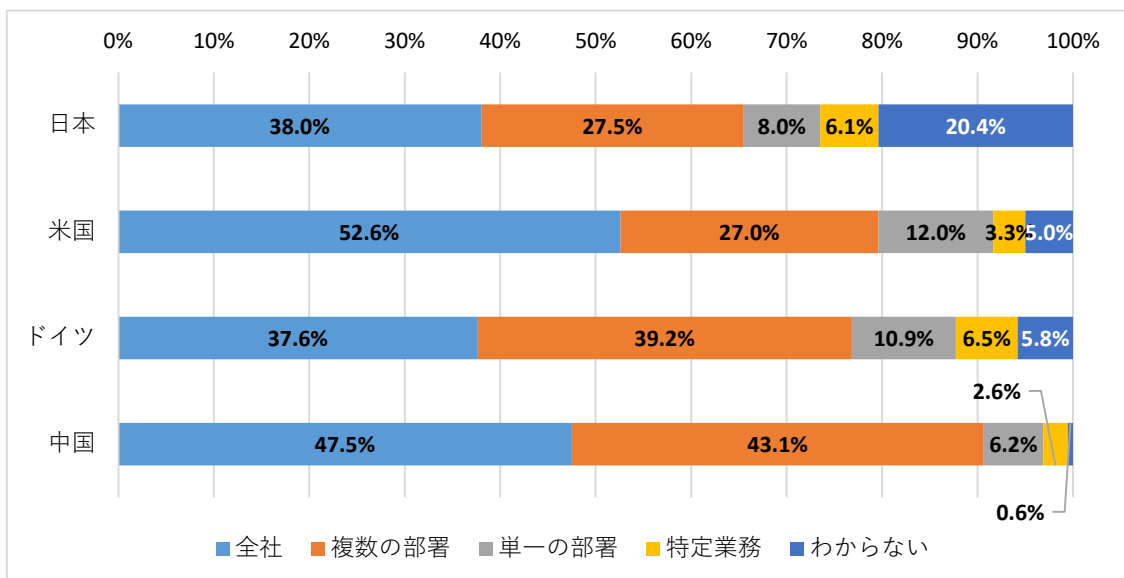
「CX (カスタマーエクスペリエンス)・顧客の体験価値向上」のデジタル化については、日本は全社的に取り組んでいるという回答は36.2%にとどまり、米国に次ぐ結果となっている (図表 3-213)。

図表 3-213 CX・顧客の体験価値向上のデジタル化の適用範囲



「プロダクト・サービス」のデジタル化については、日本は全社的に取り組んでいるという回答は38.0%にとどまり、米国・中国に次ぐ結果となっている (図表 3-214)。

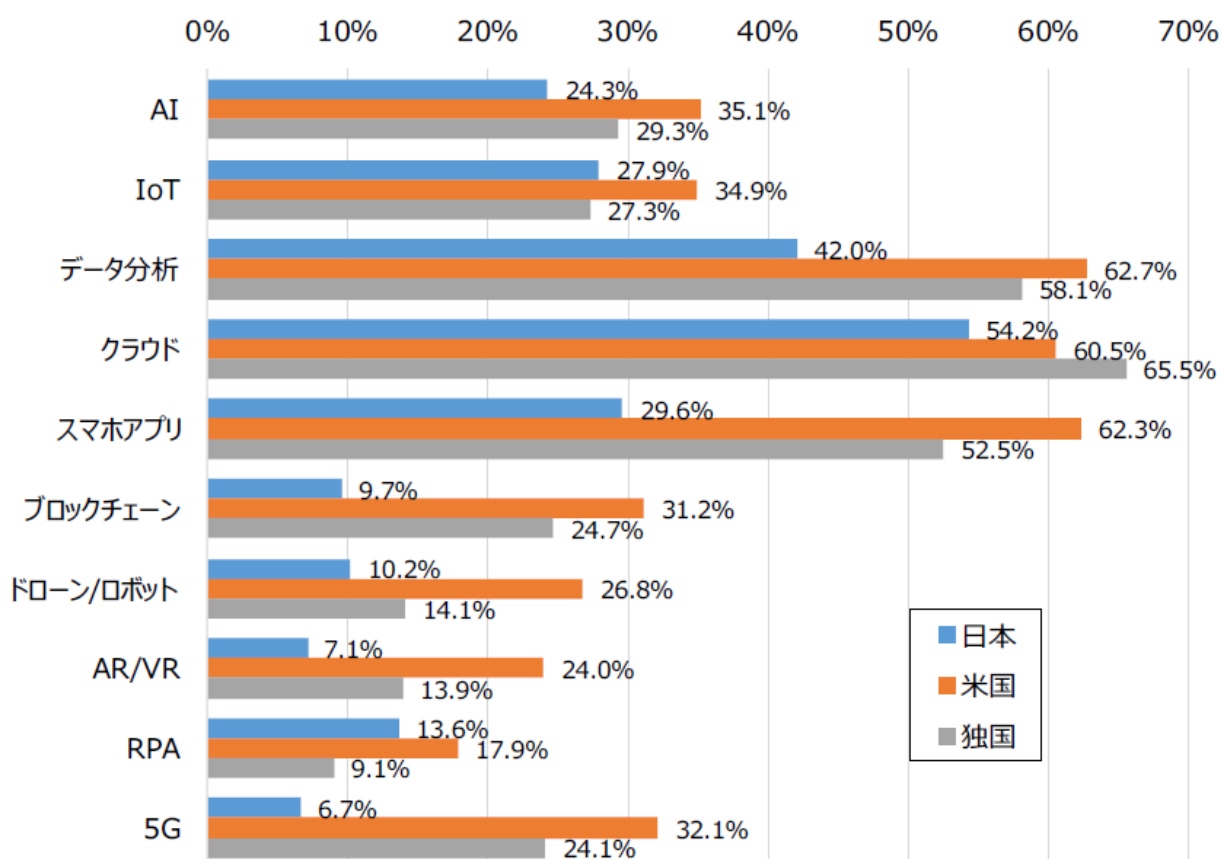
図表 3-214 プロダクト・サービスのデジタル化の適用範囲



iii デジタル化で活用する技術・手法

2021年の総務省の「デジタル・トランスフォーメーションによる経済へのインパクトに関する調査研究」⁸によれば、日本企業がデジタル化に向けて活用する技術は、「クラウド（54.2%）」、「データ分析（42.0%）」が中心となっているが、米国やドイツと比較すると全体的に低調となっている（図表 3-215）。

図表 3-215 日本企業がデジタル化で活用する技術・手法

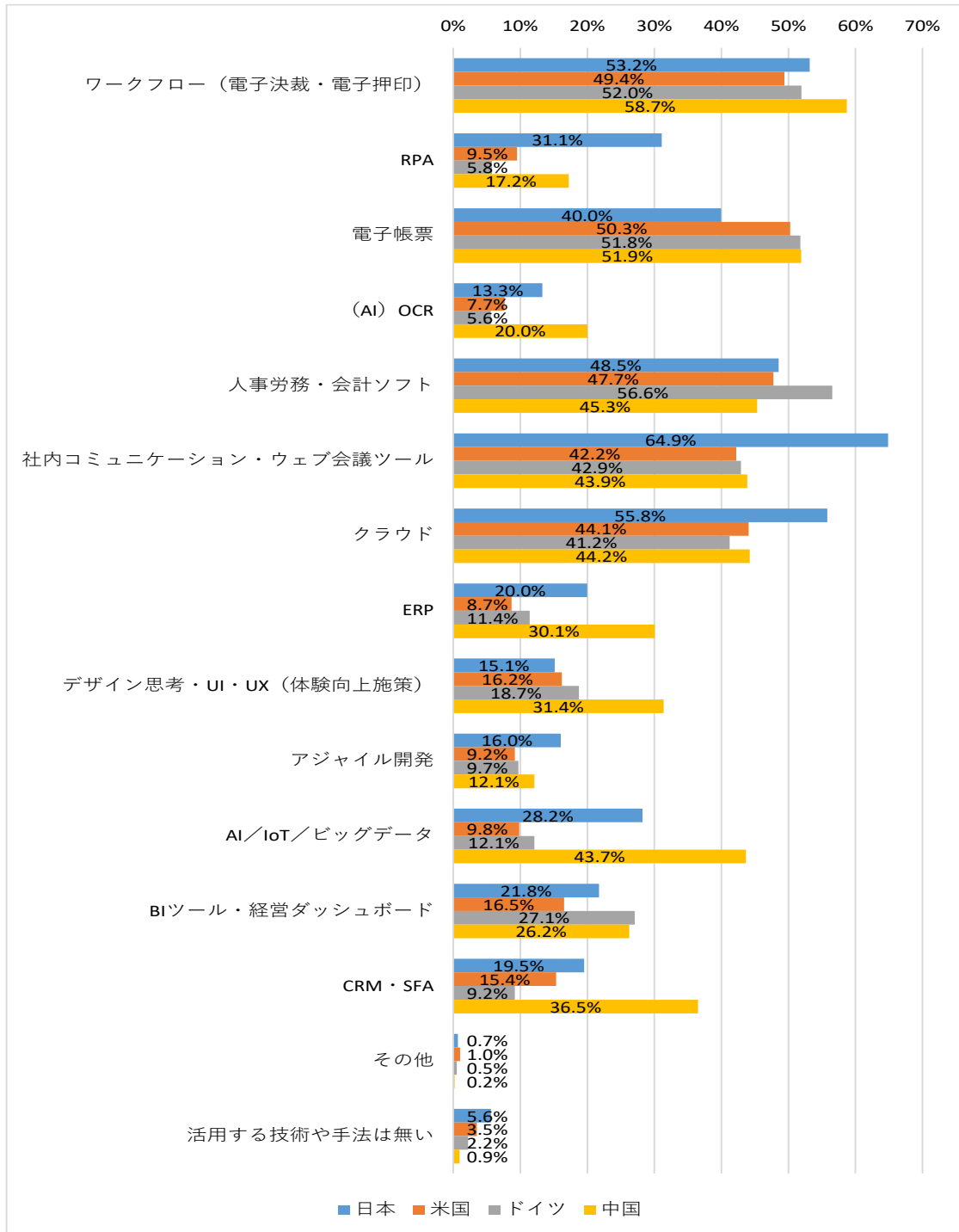


出典：総務省（2021）「デジタル・トランスフォーメーションによる経済へのインパクトに関する調査研究」

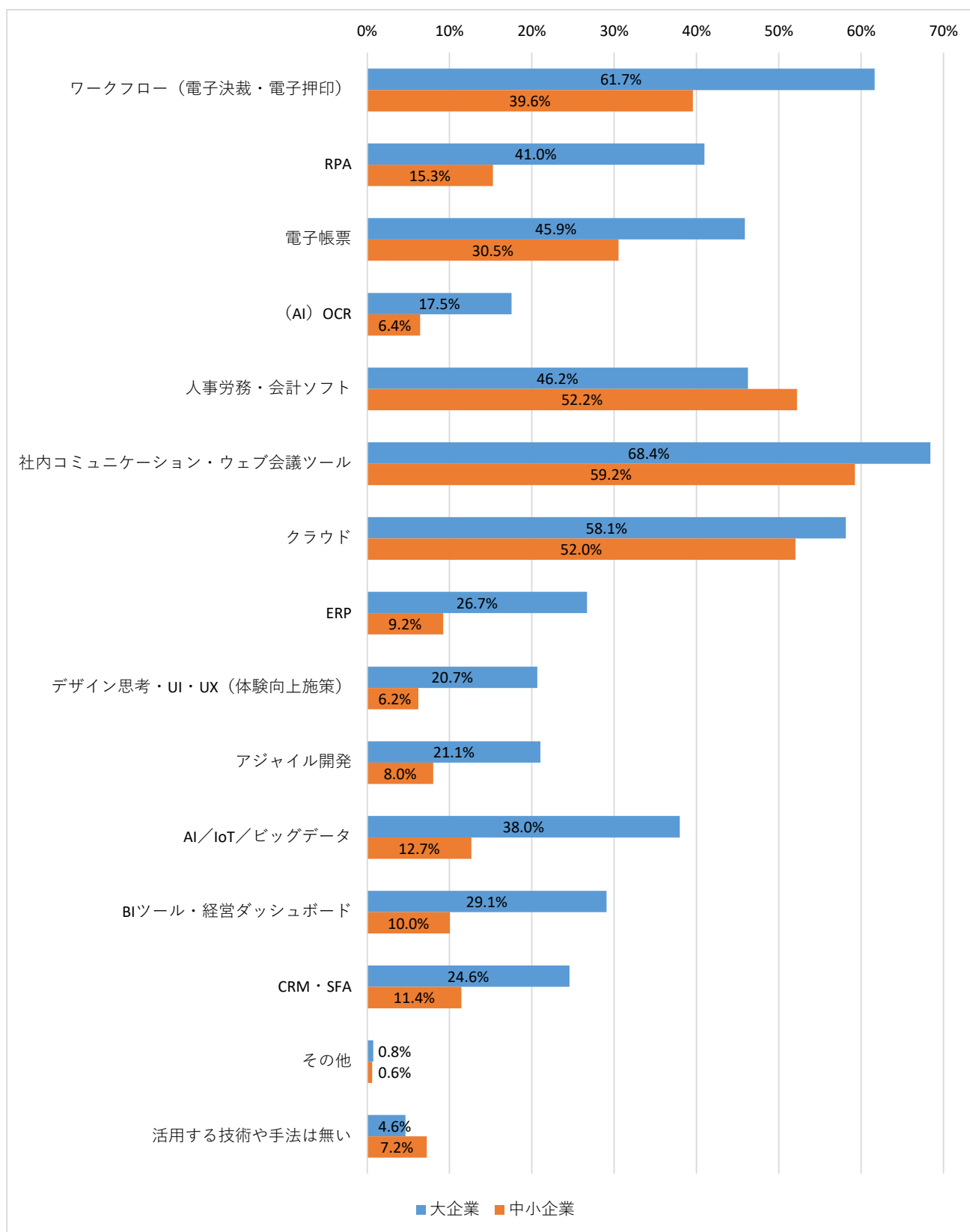
本調査のアンケートを確認すると「業務プロセス」領域において、日本企業は「社内コミュニケーション・ウェブ会議ツール」(64.9%)、「クラウド」(55.8%)、「ワークフロー（電子決裁・電子押印）」(53.2%)が中心となっている（図表 3-216）。

日本企業の活用状況を企業規模別で見た場合、大企業の方が中小企業に比べて活用が進んでいることが分かる（図表 3-217）。

図表 3-216 業務プロセスのデジタル化で活用する技術・手法



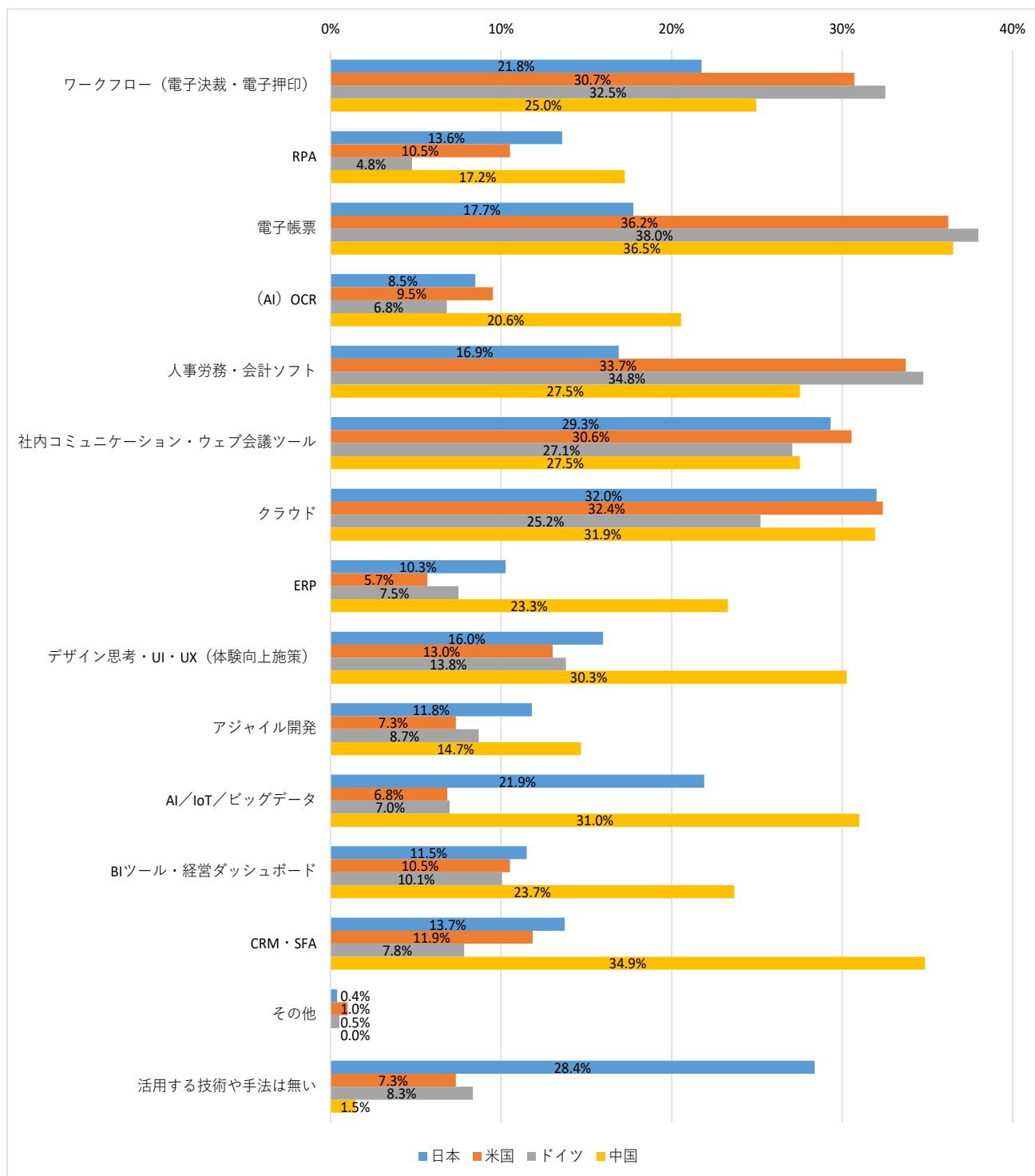
図表 3-217 業務プロセスのデジタル化で活用する技術・手法（企業規模別：日本）



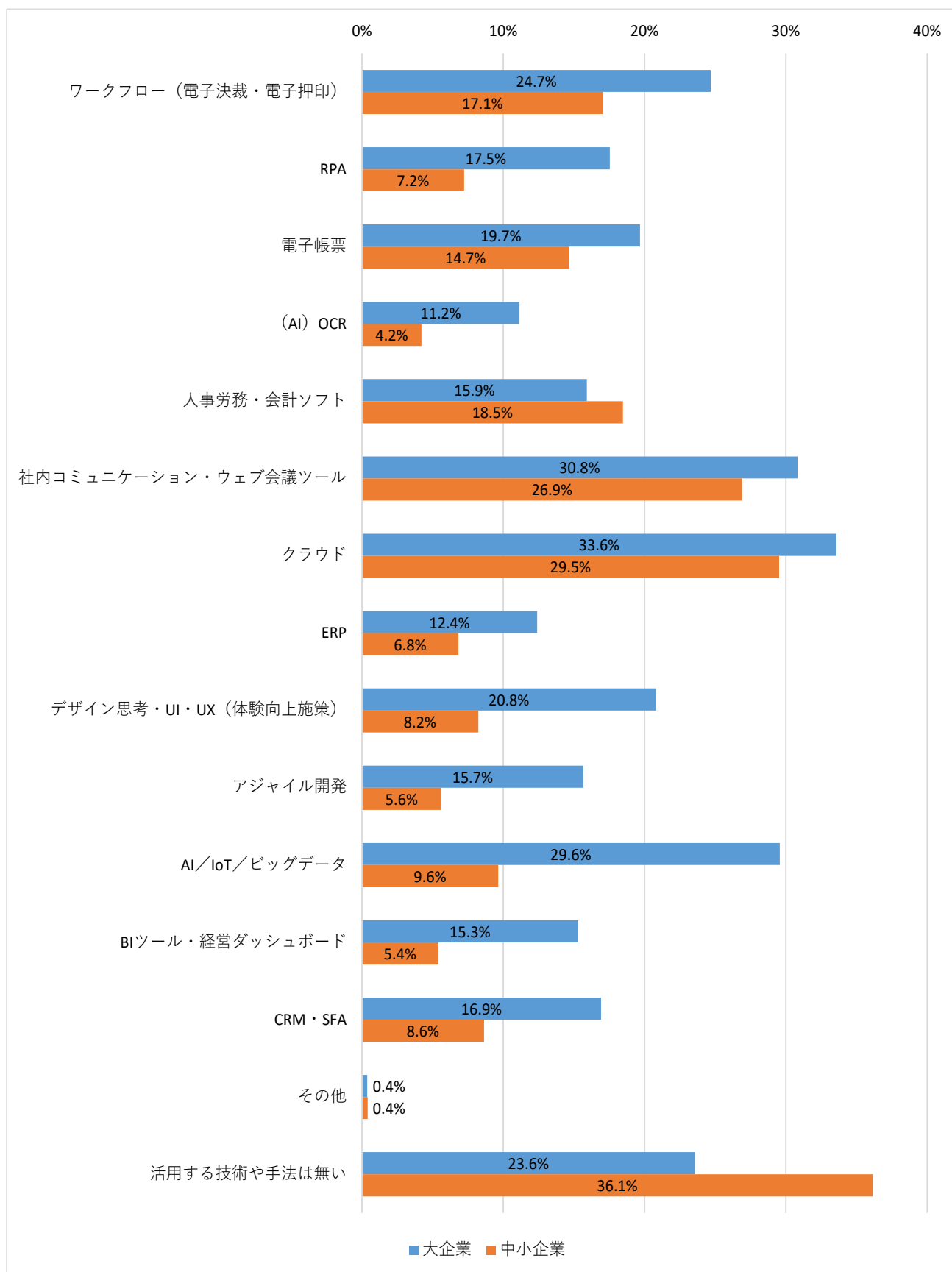
「CX（カスタマーエクスペリエンス）・顧客の体験価値向上」領域において、日本企業は「クラウド（32.0%）」、「社内コミュニケーション・ウェブ会議ツール（29.3%）」が中心となっており、海外の3か国と同等の結果となっている。また、「活用する技術や手法は無い」は日本が最も多い（図表 3-218）。

日本企業を企業規模別で見ると、「活用する技術や手法は無い」に関しては中小企業の方が大企業よりも回答の割合が多い（図表 3-219）。

図表 3-218 CX・顧客の体験価値向上のデジタル化で活用する技術・手法



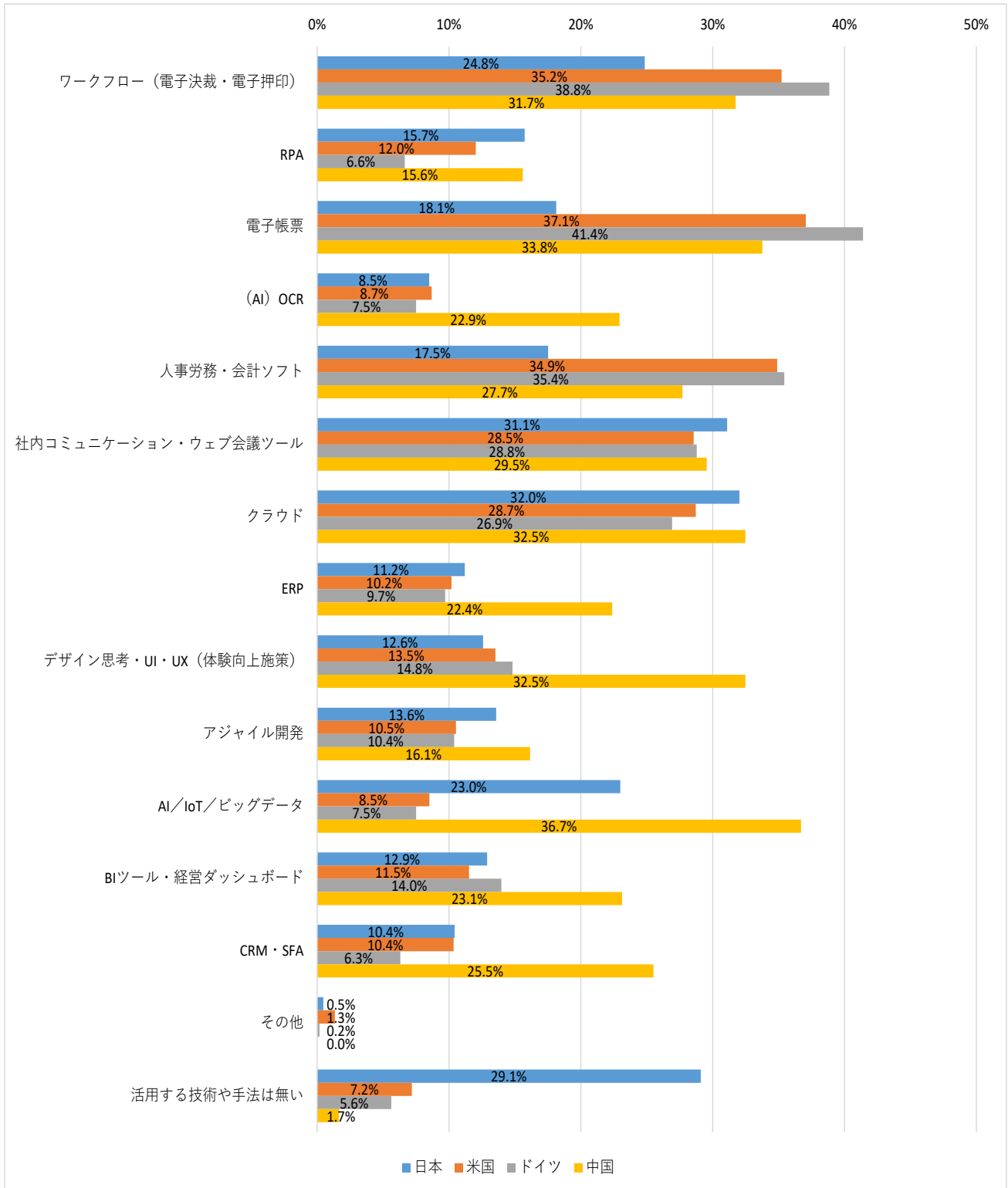
図表 3-219 CX・顧客の体験価値向上のデジタル化で活用する技術・手法（企業規模別：日本）



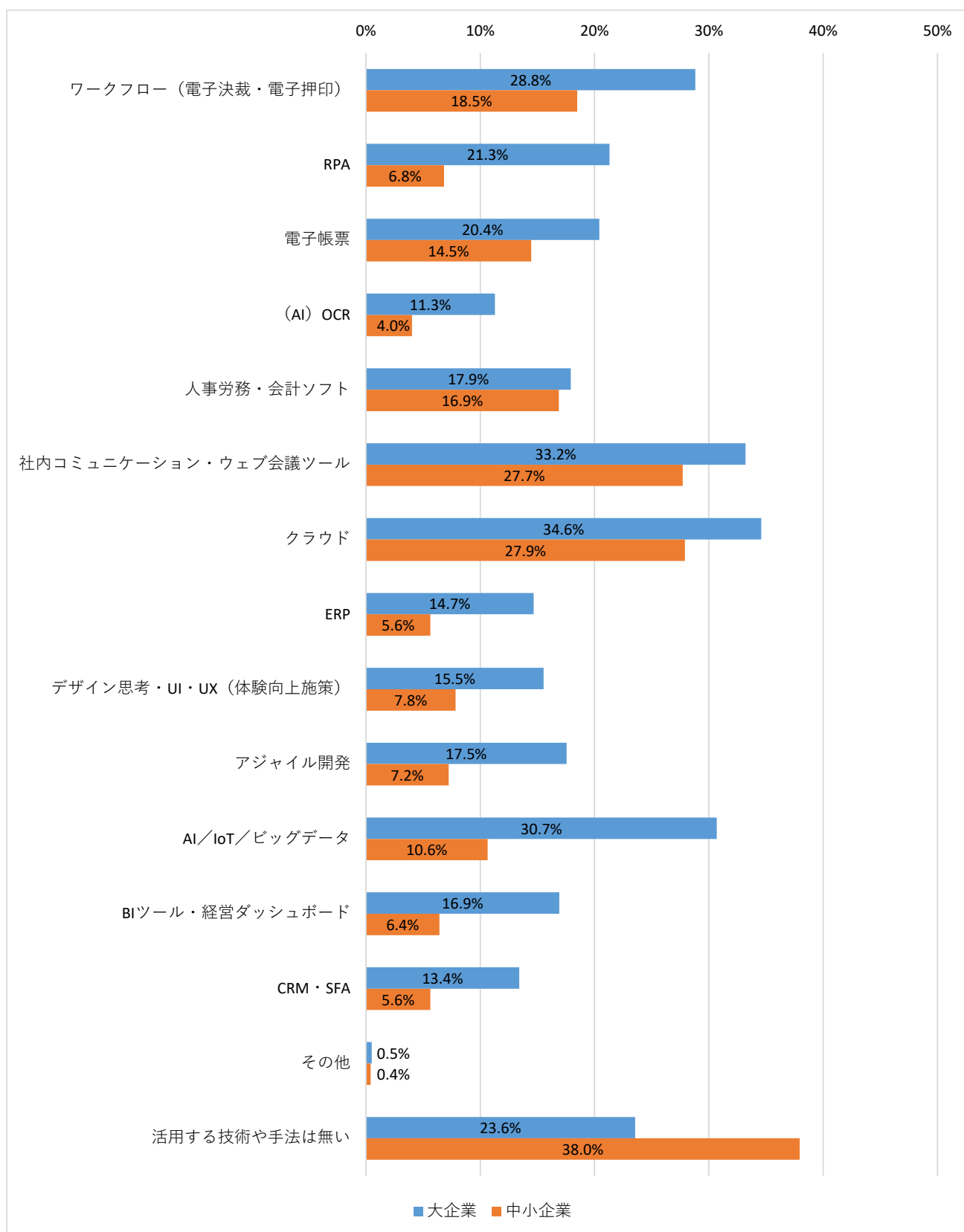
「プロダクト・サービス」領域では、「クラウド」(32.0%)、「社内コミュニケーション・ウェブ会議ツール」(31.1%)が中心となっている(図表 3-220)。

「活用する技術や手法は無い」は「CX(カスタマーエクスペリエンス)・顧客の体験価値向上」領域と同様の傾向があり、日本の中小企業は対応ができていないことが見られた(図表 3-221)。

図表 3-220 プロダクト・サービスのデジタル化で活用する技術・手法



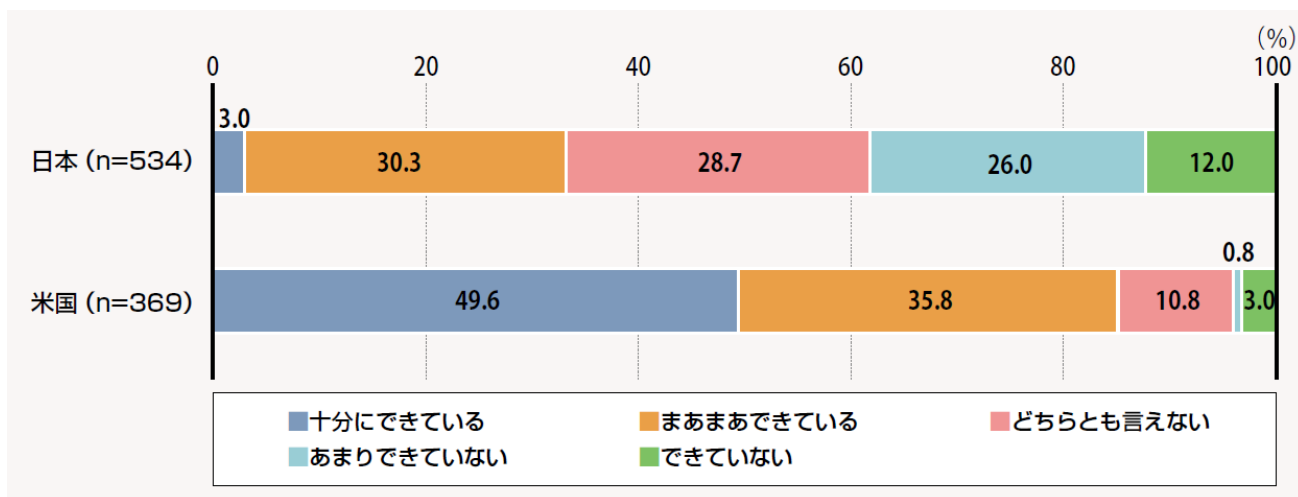
図表 3-221 プロダクト・サービスのデジタル化で活用する技術・手法（企業規模別：日本）



iv デジタル化で活用するデータ

IPAのDX白書2021²⁴⁷によると、データ活用において、目的を把握したうえでデータ収集に取り組んでいるかを確認したところ、日本の企業は米国の企業に比べて、「十分にできている」、「まあまあできている」の回答が少ないことが分かった（図表 3-222）。

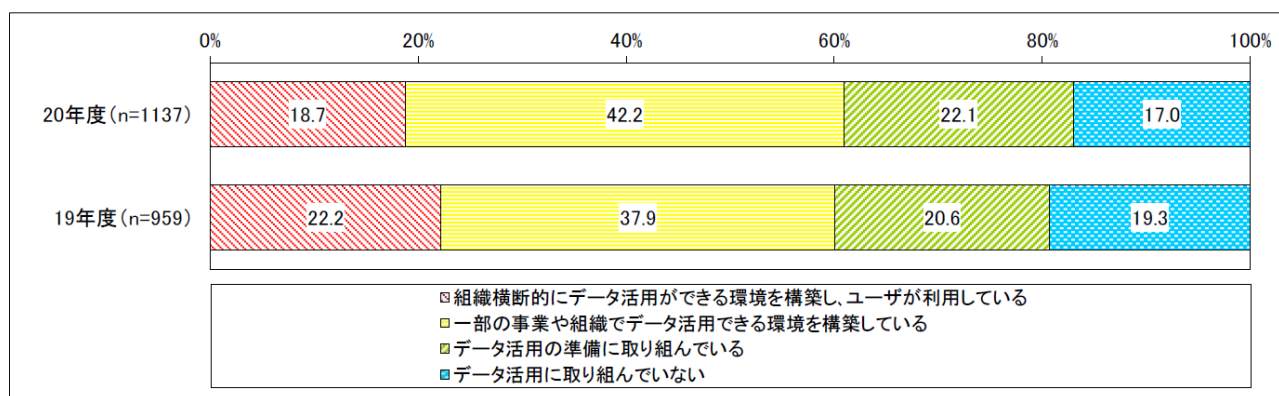
図表 3-222 目的を把握したうえでのデータ収集



出典：IPA（独立行政法人情報処理推進機構）（2021）「DX白書2021」

また、JUASの企業IT動向調査2021²⁴⁶によれば、「組織横断的にデータ活用ができる環境を構築し、ユーザが利用している」と回答した企業は当該調査の前年度の結果と大きな変化がなく、データ活用が進展していないことが分かる（図表 3-223）。

図表 3-223 データ活用の取組状況



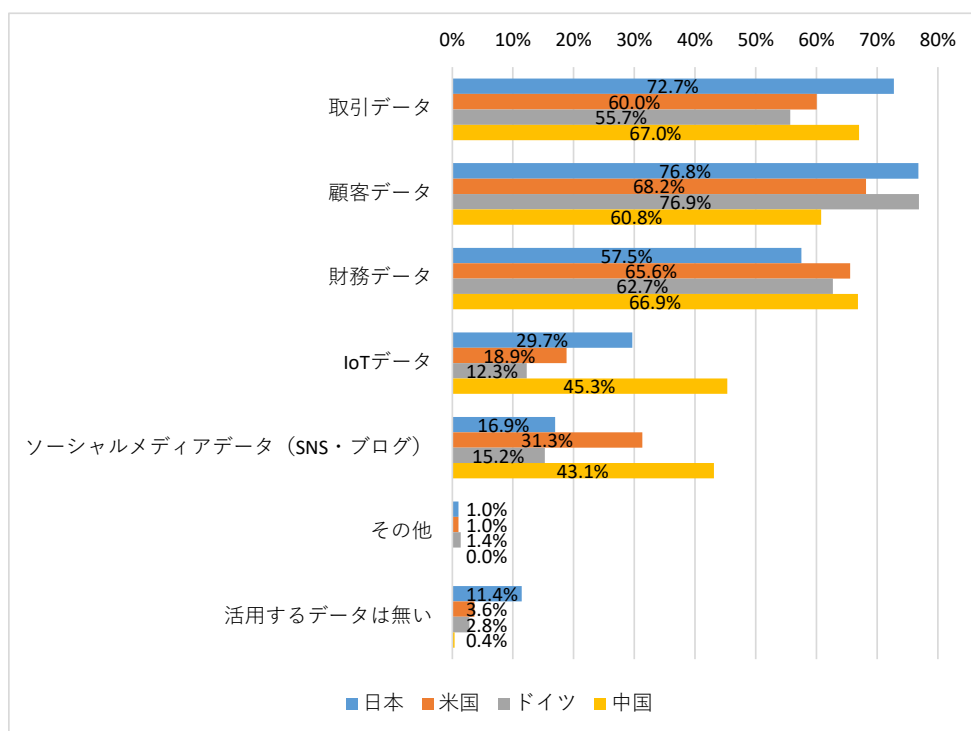
出典：JUAS（日本情報システム・ユーザー協会）（2021）「企業IT動向調査2021」

本調査ではアンケートを用いて、企業がデジタル化で活用するデータを調査した。

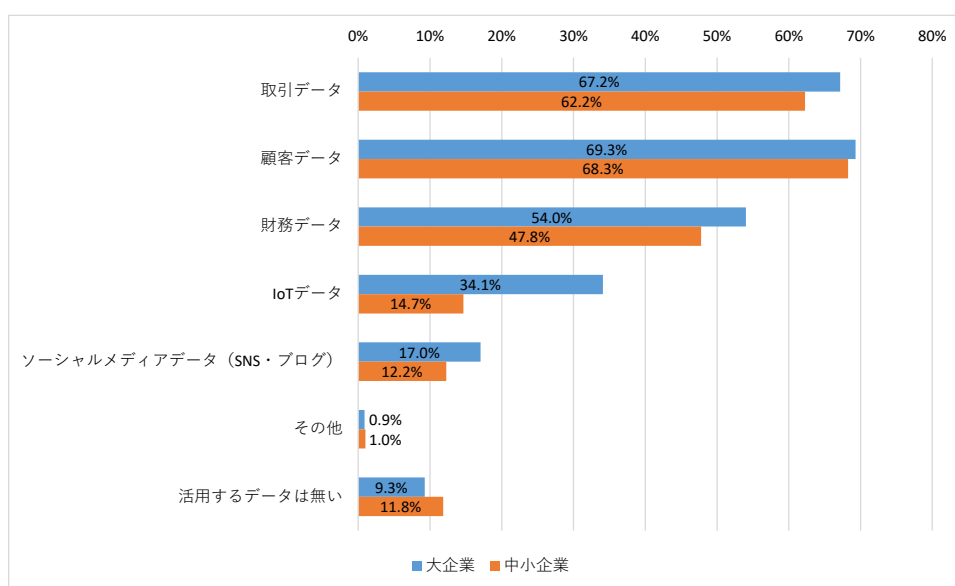
「業務プロセス」領域においては、日本企業は「顧客データ (76.8%)」、「取引データ (72.7%)」が中心となっている (図表 3-224)。

企業規模別で見た場合、大企業の方が中小企業に比べて活用が進んでいるデータは「IoT データ」である (図表 3-225)。

図表 3-224 業務プロセスのデジタル化で活用するデータ



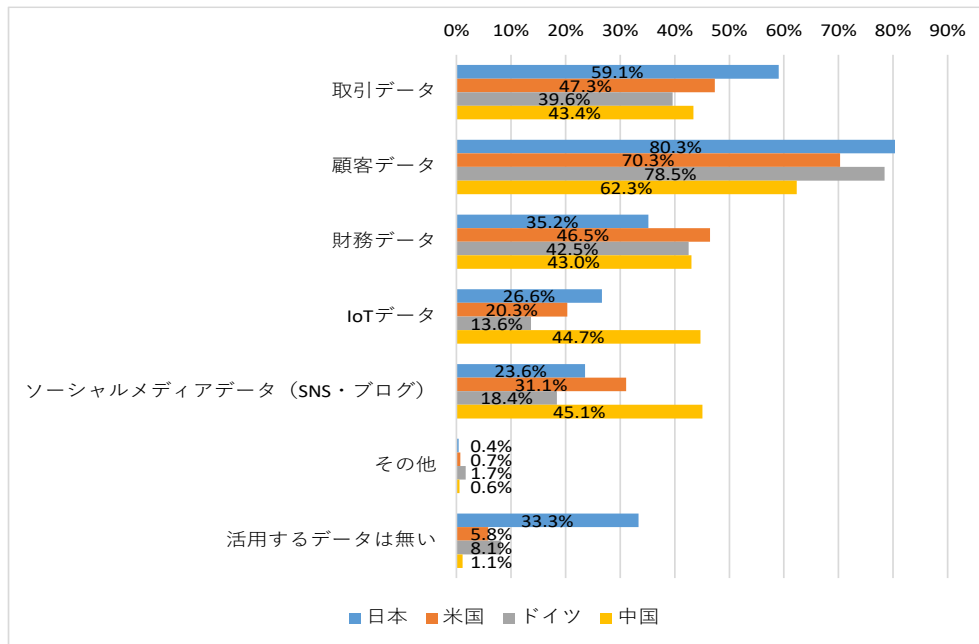
図表 3-225 業務プロセスのデジタル化で活用するデータ (企業規模別：日本)



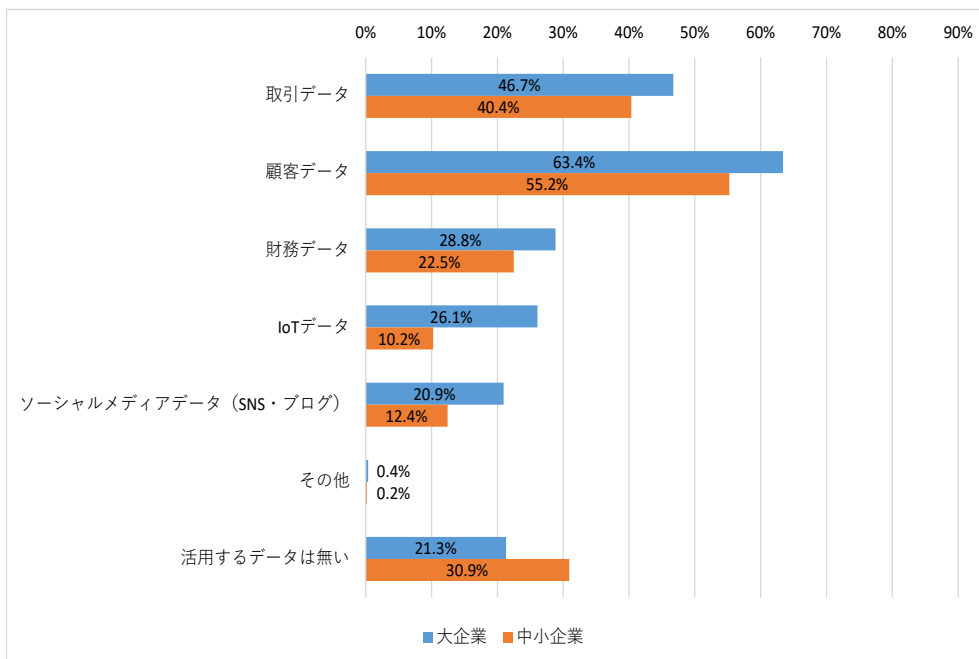
「CX (カスタマーエクスペリエンス)・顧客の体験価値向上」領域において、日本企業が利用するデータは「顧客データ (80.3%)」、「取引データ (59.1%)」が中心となっている。日本の企業は海外の3か国に比べて「活用するデータは無い (33.3%)」の回答が非常に多く、企業規模別で見ると、中小企業の方が大企業に比べて回答が多いことが分かった (図表 3-226、図表 3-227)。

また、日本企業の規模別で見た場合、大企業の方が中小企業に比べて活用が進んでいるデータは「IoT データ」と「ソーシャルメディアデータ (SNS・ブログ)」であることが分かる (図表 3-227)。

図表 3-226 CX・顧客の体験価値向上のデジタル化で活用するデータ



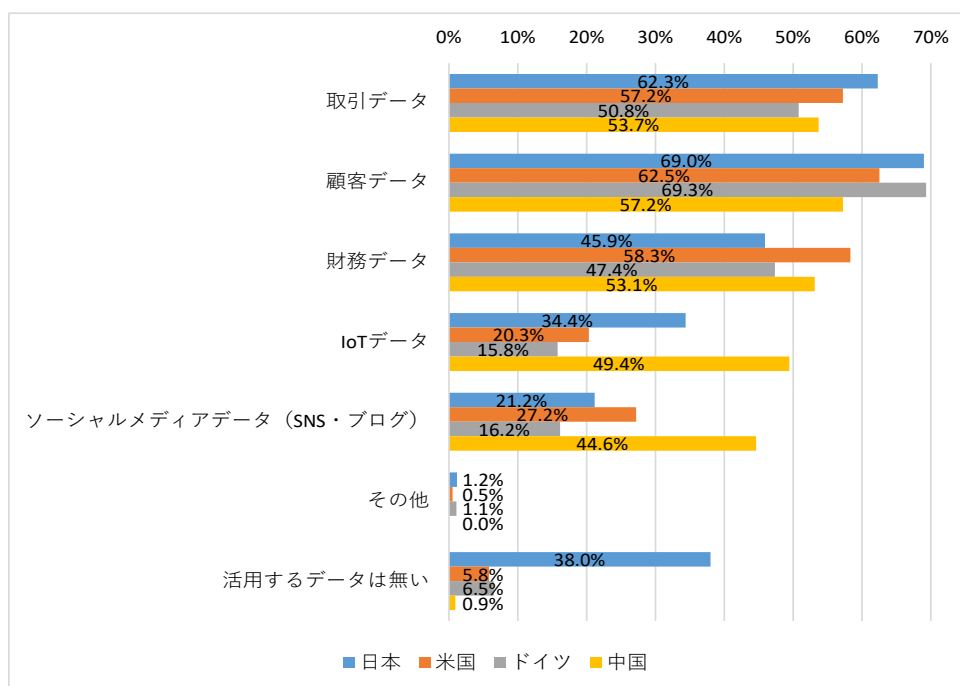
図表 3-227 CX・顧客の体験価値向上のデジタル化で活用するデータ (企業規模別：日本)



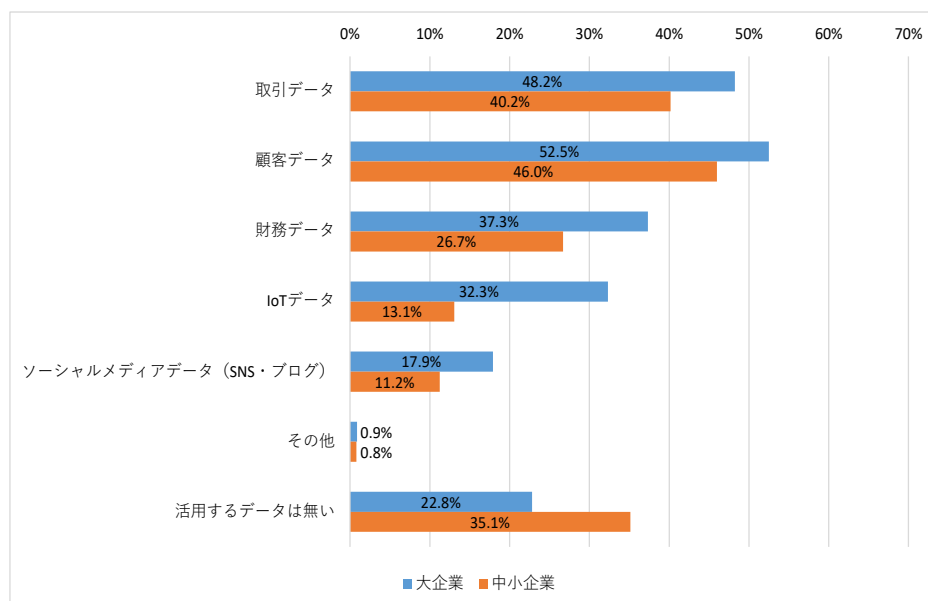
「プロダクト・サービス」領域において、日本企業は「顧客データ (69.0%)」、「取引データ (62.3%)」が中心となっている。日本の企業は海外の3か国に比べて「活用するデータは無い (38.0%)」の回答が非常に多い (図表 3-228)。企業規模別で見ると、中小企業の方が大企業に比べて回答が多いことが分かった (図表 3-229)。

日本企業の規模別で見た場合、大企業の方が中小企業に比べて活用が進んでいるデータは「IoT データ」であることが分かる (図表 3-229)。

図表 3-228 プロダクト・サービスのデジタル化で活用するデータ

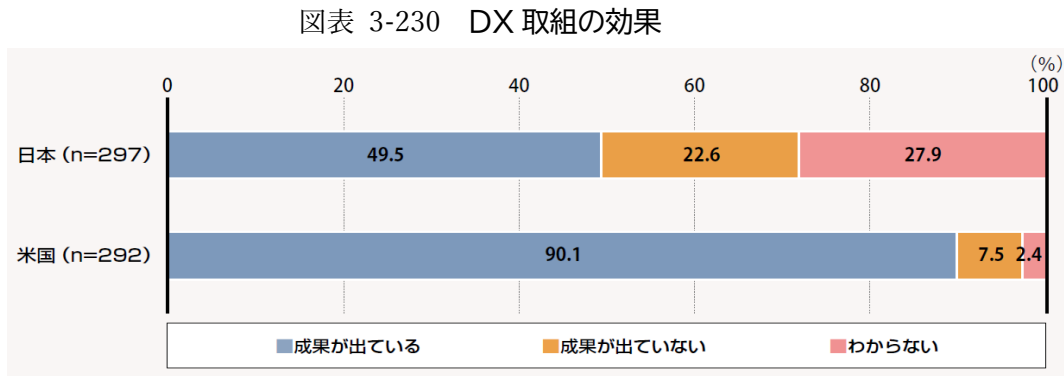


図表 3-229 プロダクト・サービスのデジタル化で活用するデータ (企業規模別：日本)



v デジタル化の効果

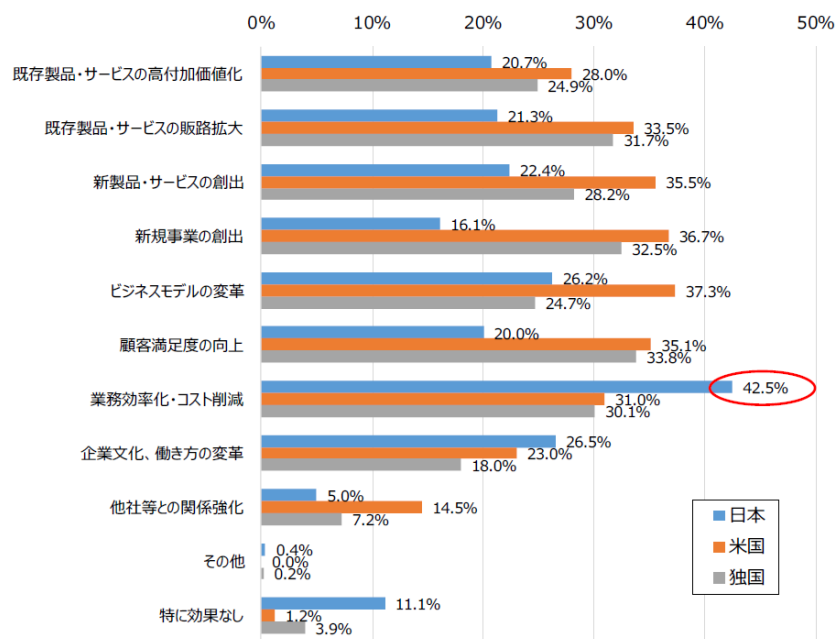
IPA の DX 白書 2021²⁴⁷ によると、DX（デジタル化）の取組において、設定した目的に対する成果状況を確認したところ、「成果が出ている」と回答した結果は日本（49.5%）と米国（90.1%）で大きな差があった（図表 3-230）。



出典：IPA（2021）「DX 白書 2021」

また、2021 年の総務省の「デジタル・トランスフォーメーションによる経済へのインパクトに関する調査研究」⁸によれば、DX に取り組むことによる具体的な効果として、日本企業は「業務効率化・コスト削減（42.5%）」の回答が米国やドイツと比較しても多い一方で、「新規事業創出（16.1%）」などの他の項目は米国やドイツと比べ少ない回答であった（図表 3-231）。

図表 3-231 DX に取り組むことによる具体的な効果



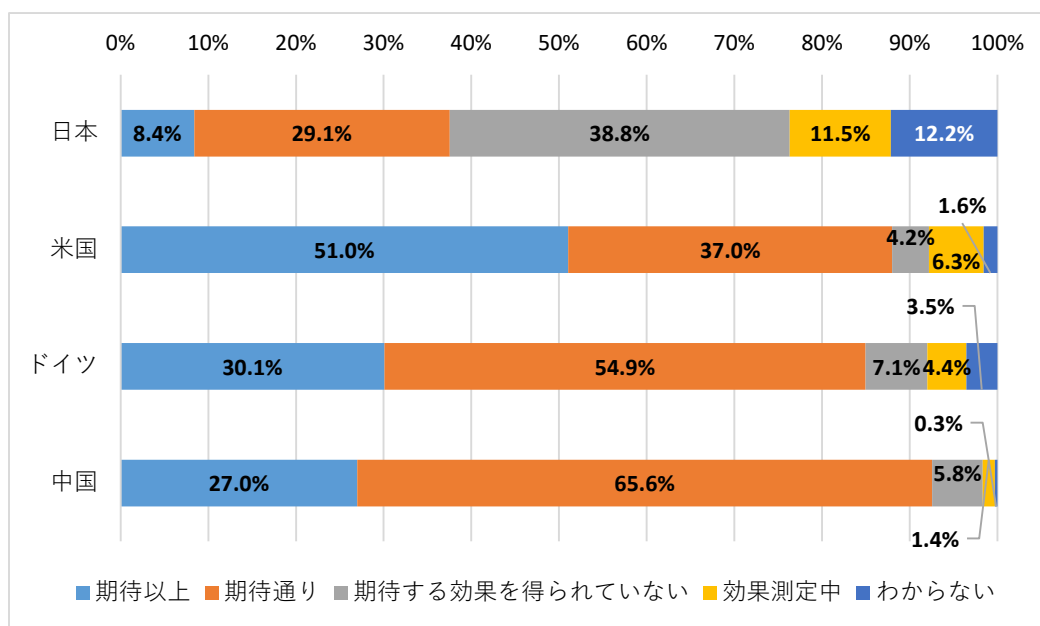
出典：総務省（2021）「デジタル・トランスフォーメーションによる経済へのインパクトに関する調査研究」

本調査のアンケートではデジタル化の効果について、「新規ビジネス創出」「生産性向上」「データ分析・活用」「商品・サービスの差別化」「顧客体験の創造・向上」の観点に分けて調査した。なお、調査対象はデジタル化の目的として上記5つの観点を選択した企業とし、目的ごとの回答結果を集計している。

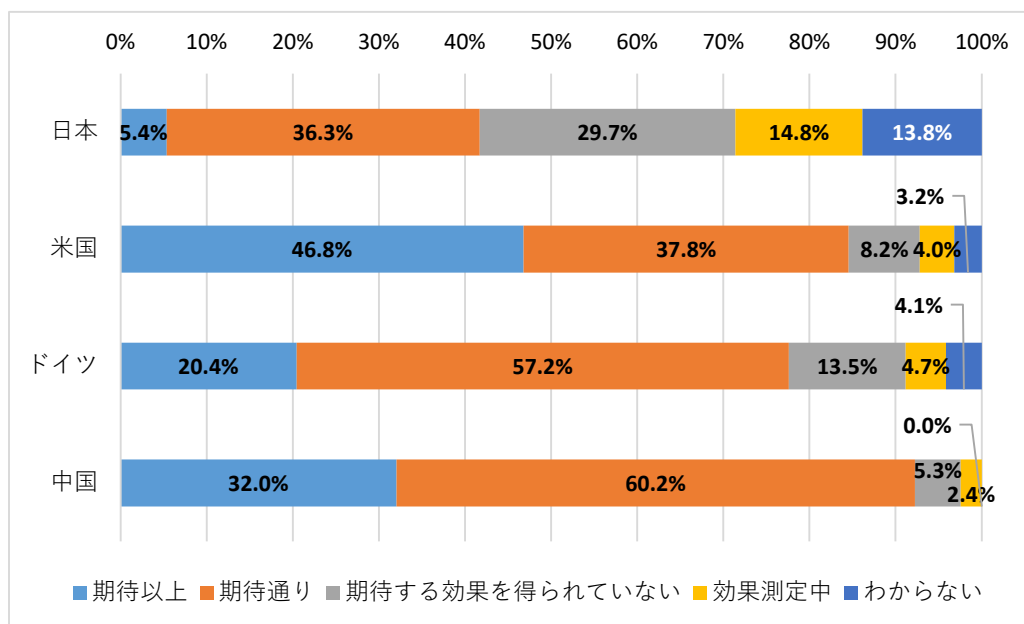
各観点に共通して、日本企業は「期待以上」の回答が最も少なく、一方で「期待するほどの効果を得られていない」は4か国の中で最も多い。

なお、「期待以上」の効果を得られていると回答した企業は米国が最も多く、デジタル化の効果は日米の差が大きく開いていることが分かった。各観点の調査結果を図表 3-232～図表 3-236 に示す。

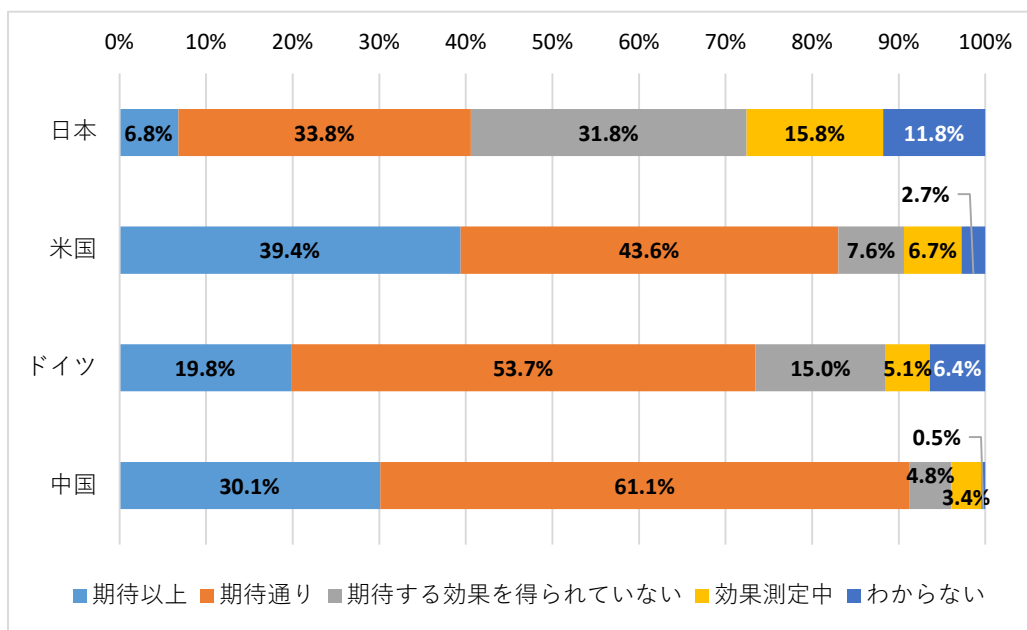
図表 3-232 新規ビジネス創出を目的としたデジタル化の効果



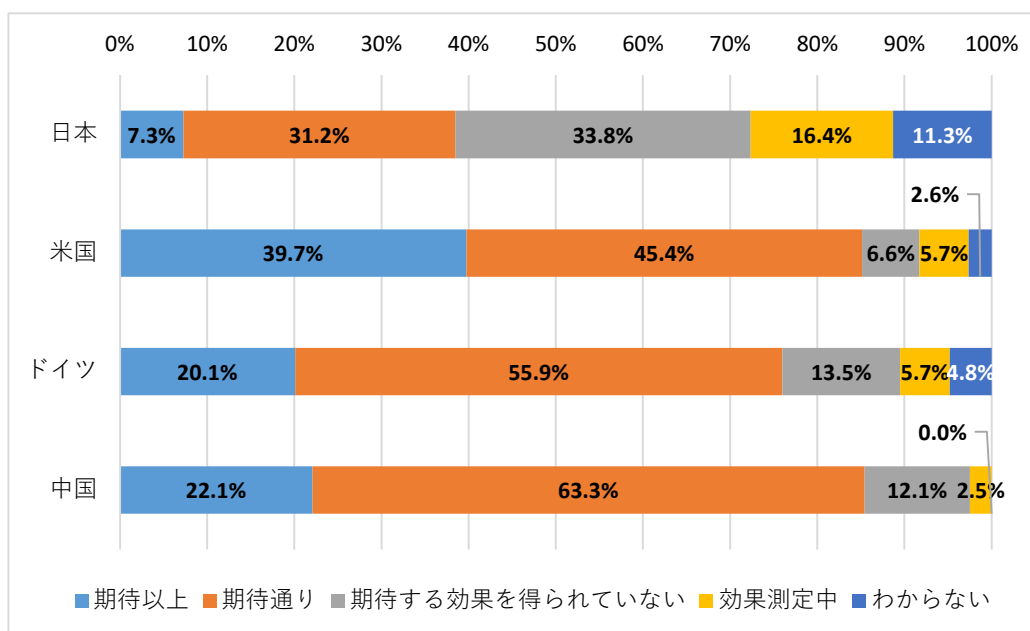
図表 3-233 生産性向上を目的としたデジタル化の効果



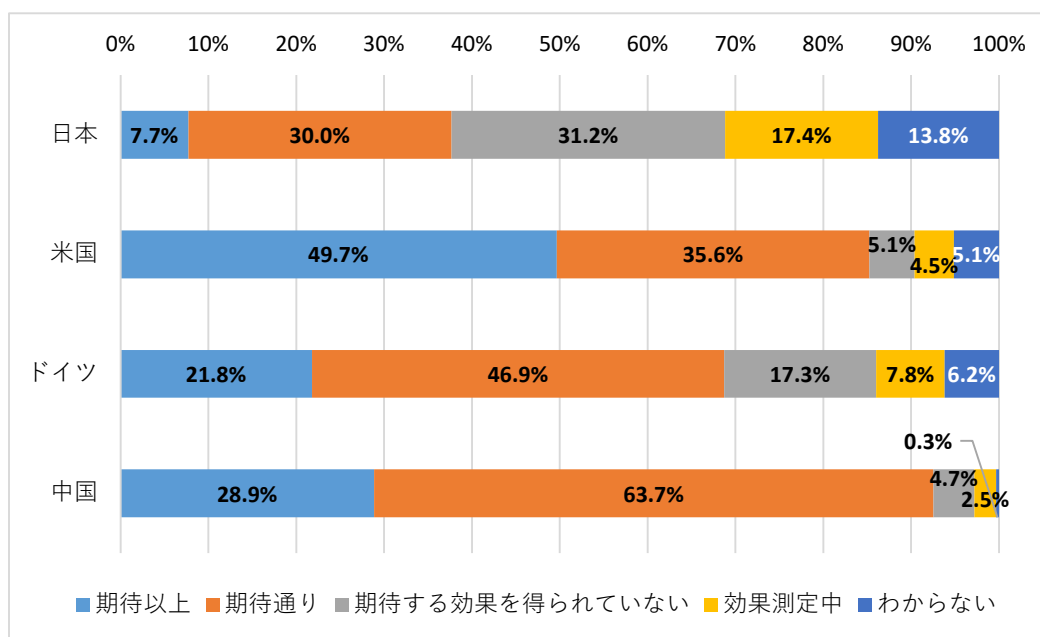
図表 3-234 データ分析・活用を目的としたデジタル化の効果



図表 3-235 商品・サービスの差別化を目的としたデジタル化の効果



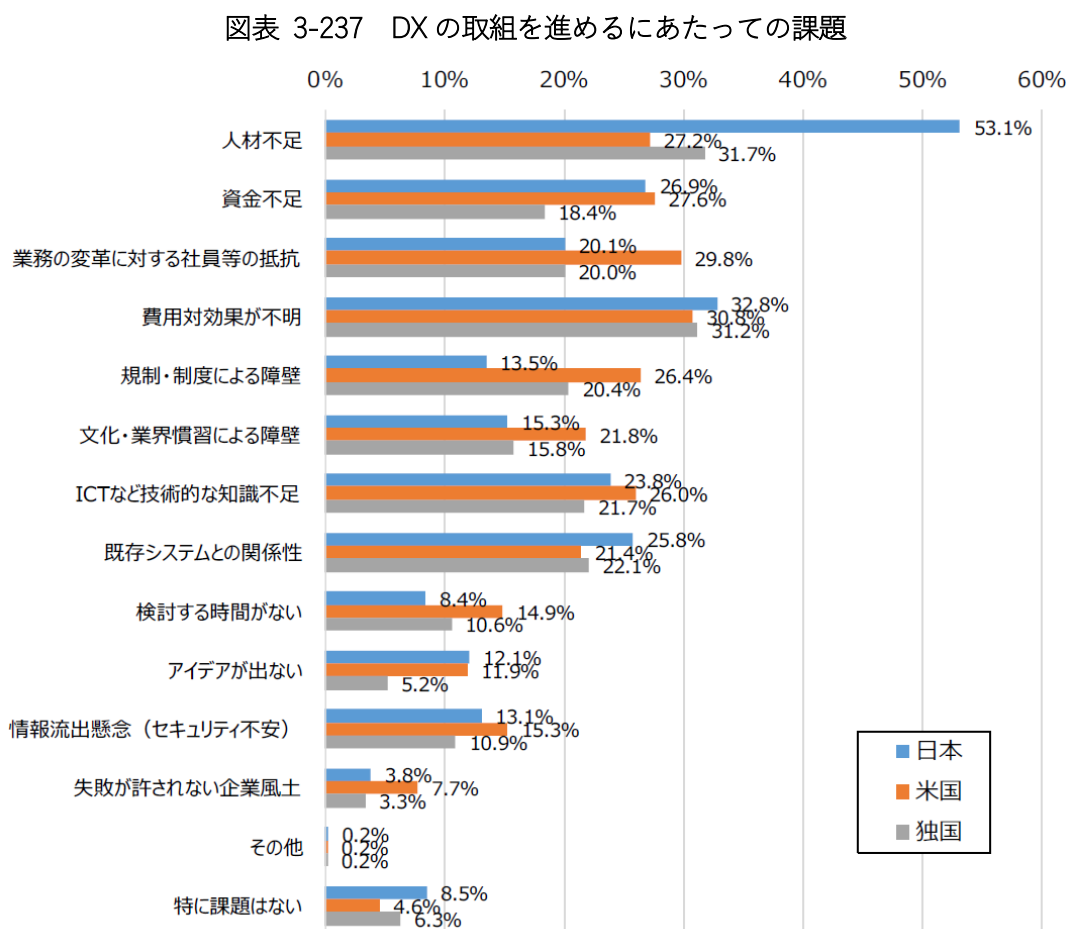
図表 3-236 顧客体験の創造・向上を目的としたデジタル化の効果



(ウ) 人材の動向

i デジタル化を推進する上での課題

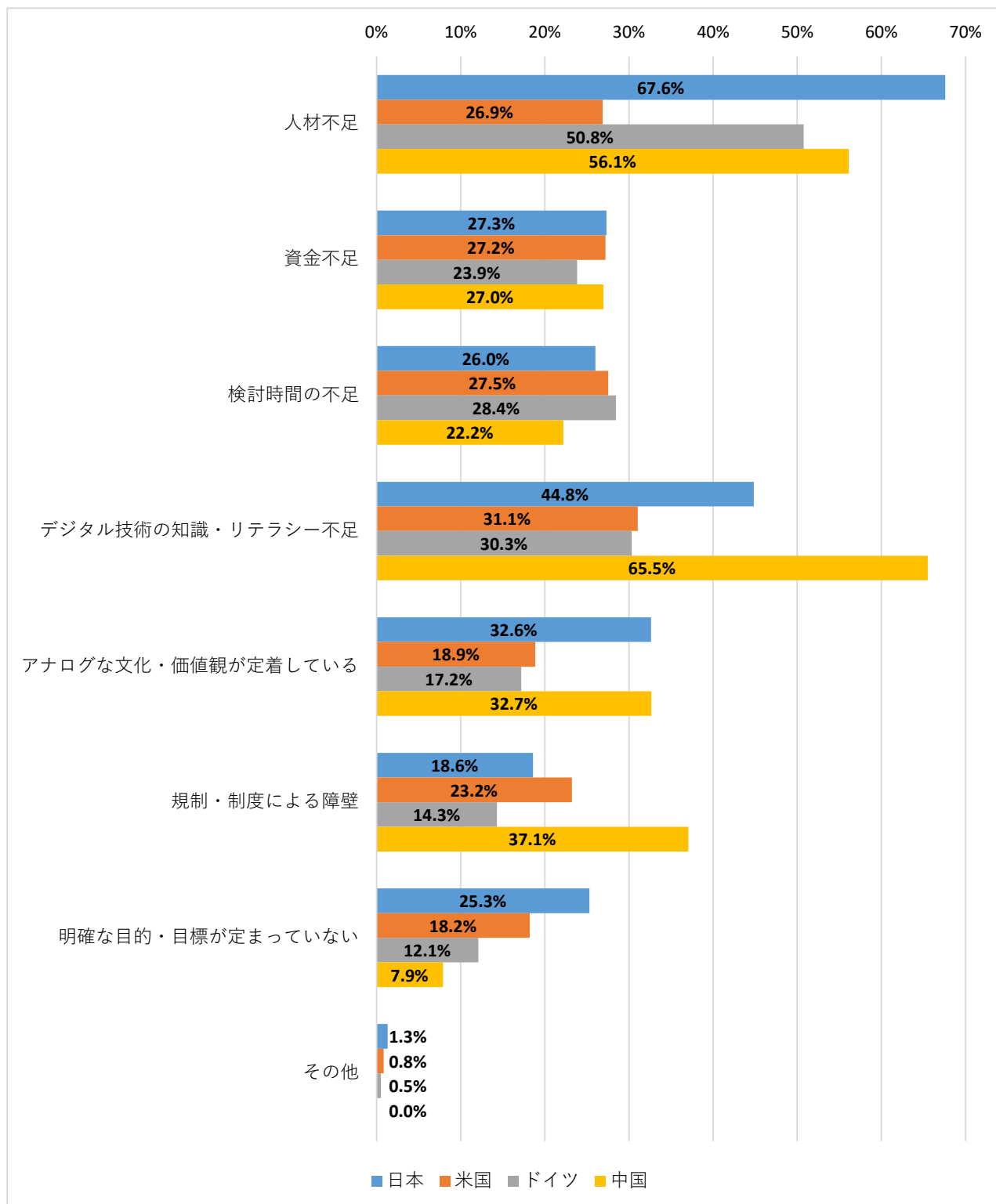
2021年の総務省の「デジタル・トランスフォーメーションによる経済へのインパクトに関する調査研究」⁸によれば、DXの取組を進めるにあたっての課題として、日本企業は「人材不足（53.1%）」が最多であり、米国やドイツと比較しても非常に多い回答であった（図表 3-237）。



出典：総務省（2021）「デジタル・トランスフォーメーションによる経済へのインパクトに関する調査研究」

本調査のアンケートにて、デジタル化に関する現在認識している、もしくは今後想定される課題や障壁を尋ねた。日本の企業は「人材不足（67.6%）」が最多であり、他の海外の3か国に比べて非常に多い。次いで「デジタル技術の知識・リテラシー不足（44.8%）」であり、昨年度の調査と同様に人材に関する課題の回答が多い結果となった。調査結果を図表 3-238 に示す。

図表 3-238 デジタル化に関する現在認識している、もしくは今後想定される課題や障壁

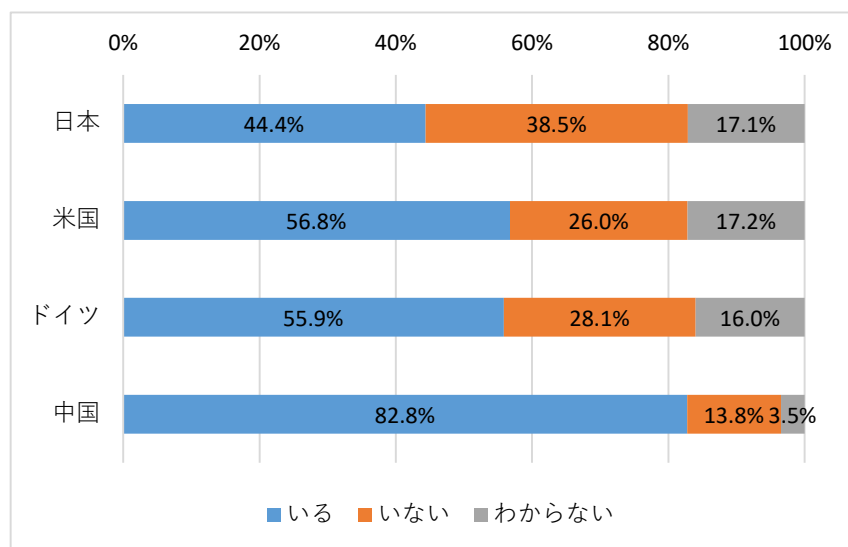


ii 企業が保有するデジタル人材

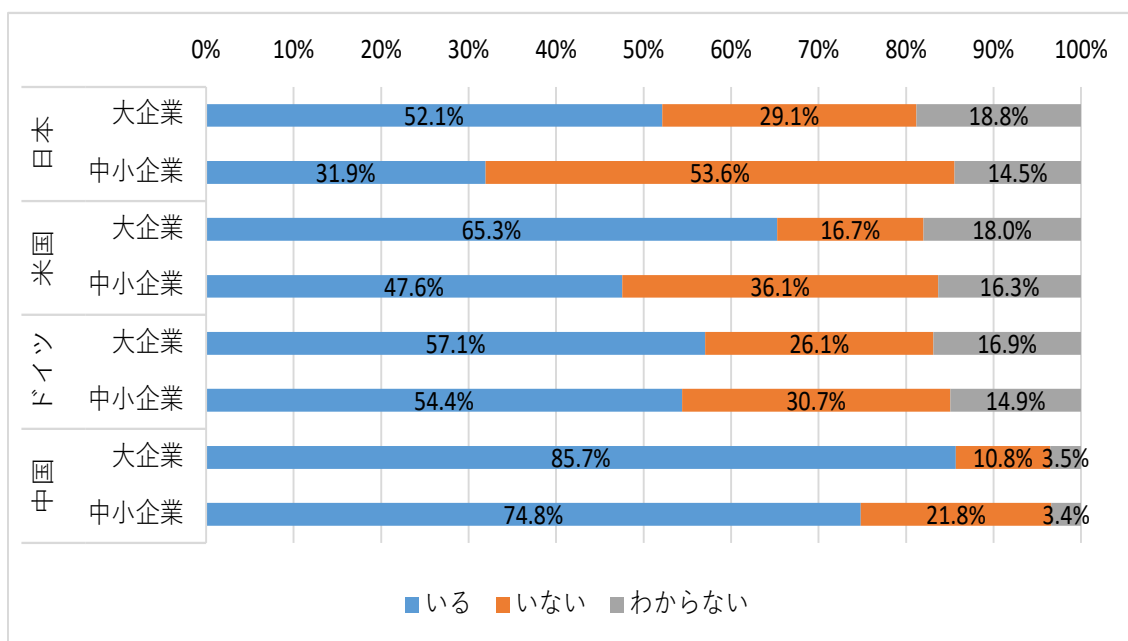
本調査では企業が保有するデジタル人材（「CIO や CDO などのデジタル化の主導者」、「新たなビジネスの企画・立案者」、「デジタル技術に精通している者」、「UI・UX に係るデザイナー」、「AI・データ解析の専門家」）の有無について尋ねた。

「CIO や CDO などのデジタル化の主導者」に関しては、海外の3か国は「いる」と回答した割合が半数以上である一方で、日本企業の回答は半数以下であった（図表 3-239）。企業規模別にみると、日本の中小企業は半数以上が「いない」と回答する結果となった（図表 3-240）。

図表 3-239 保有するデジタル人材（CIO や CDO などのデジタル化の主導者）

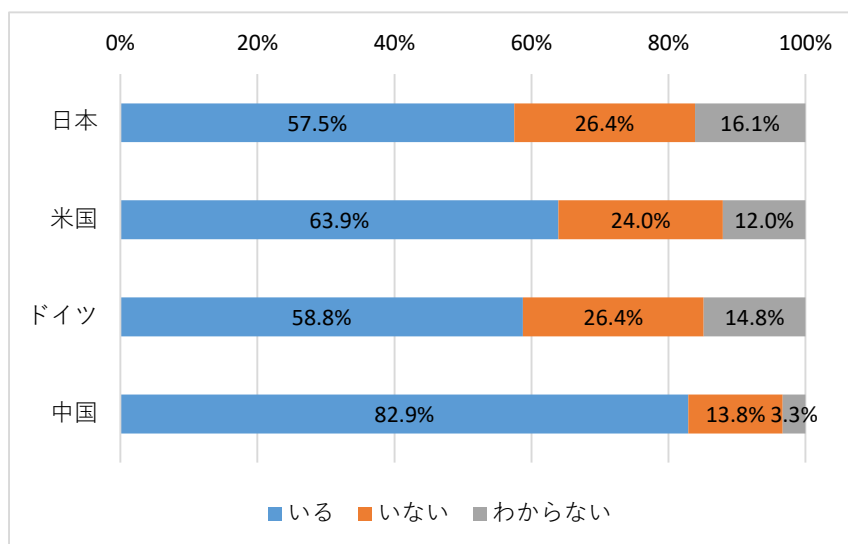


図表 3-240 保有するデジタル人材（CIO や CDO などのデジタル化の主導者（日本：企業規模別））

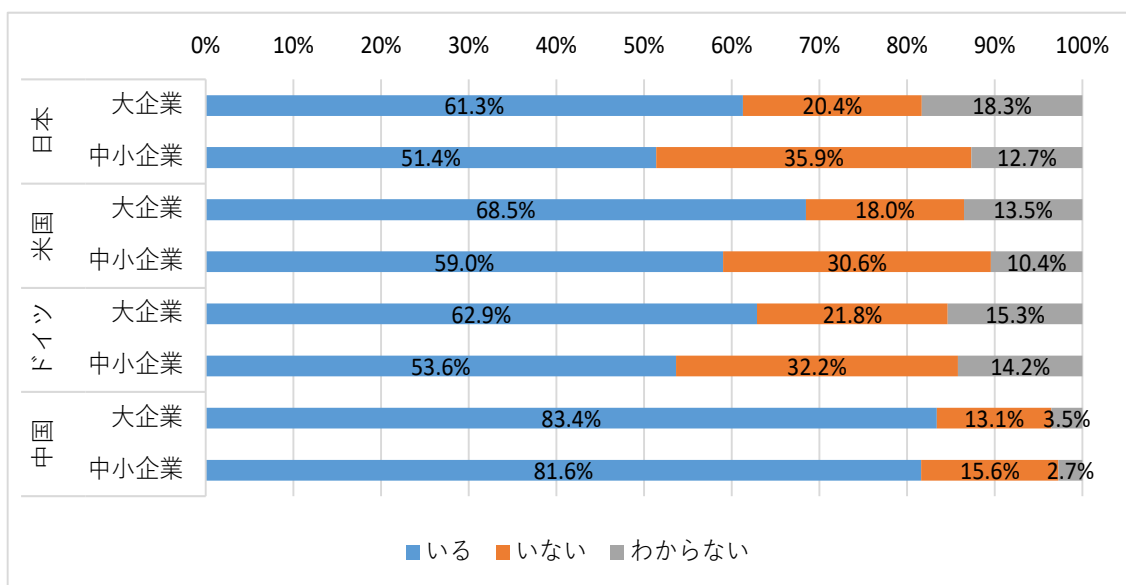


「新たなビジネスの企画・立案者」に関して、日本企業が「いる」と回答した割合は半数以上であり、米国やドイツと同等である（図表 3-241）。企業規模別にみると、日本は大企業と中小企業との間で大きな差は見られない（図表 3-242）。

図表 3-241 保有するデジタル人材（新たなビジネスの企画・立案者）

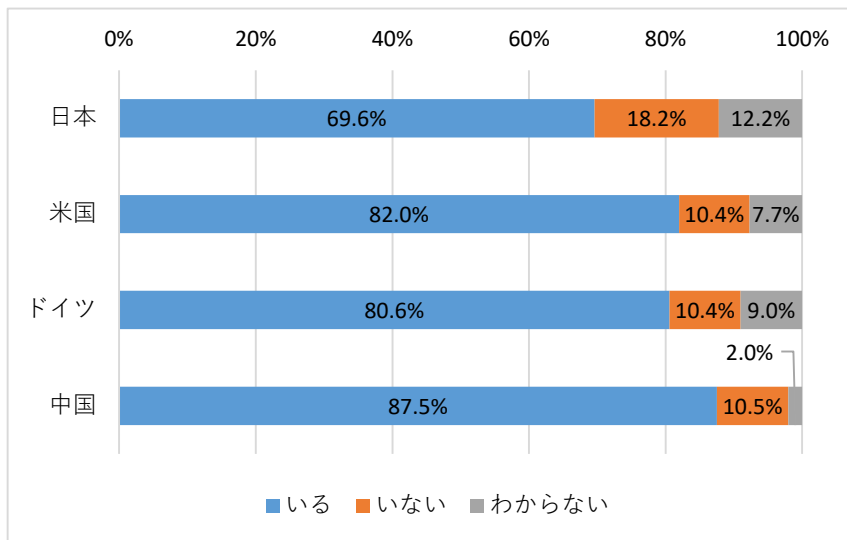


図表 3-242 保有するデジタル人材（新たなビジネスの企画・立案者（日本：企業規模別））

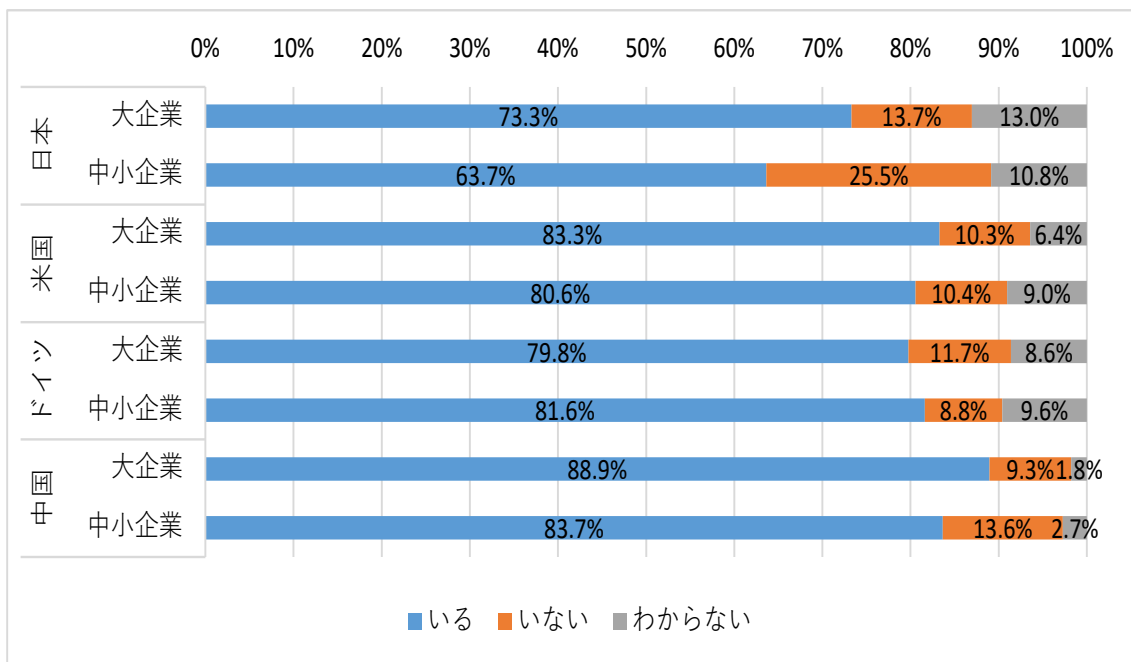


「デジタル技術に精通している者」に関して、日本企業は「いる」の回答の割合が7割近くの回答となり、海外の3か国同様に高い結果となった（図表 3-243）。企業規模別にみると、大企業と中小企業との間で大きな差は見られなかった（図表 3-244）。

図表 3-243 保有するデジタル人材（デジタル技術に精通している者）

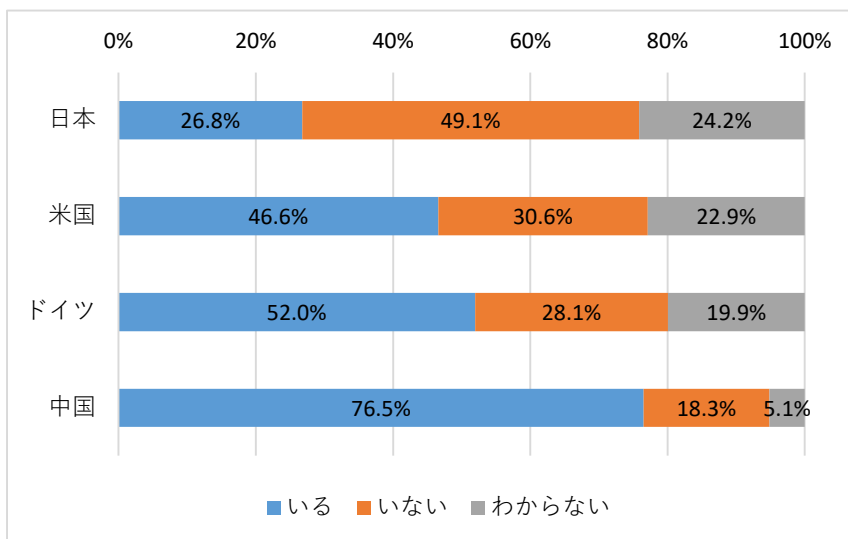


図表 3-244 保有するデジタル人材（デジタル技術に精通している者（日本：企業規模別））

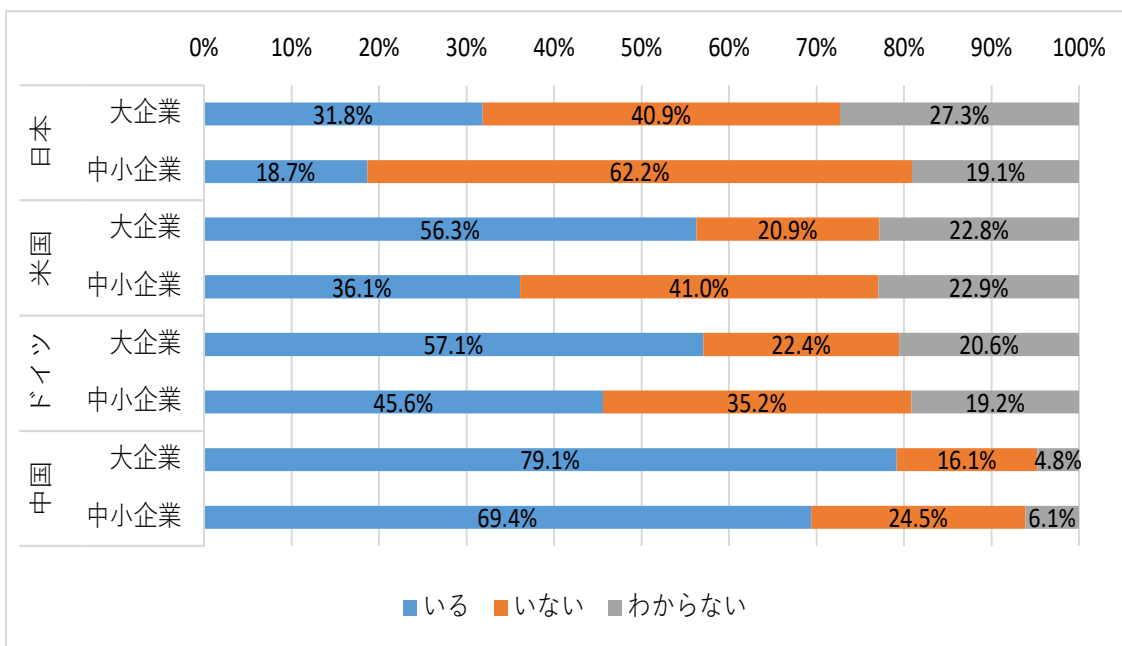


「UI・UXに係るデザイナー」に関しては、日本企業が「いる」(26.8%)と回答した割合は海外の3か国の半分程度である(図表 3-245)。企業規模別にみると、日本は中小企業と大企業の差が大きいことが分かった(図表 3-246)。

図表 3-245 保有するデジタル人材 (UI・UXに係るデザイナー)

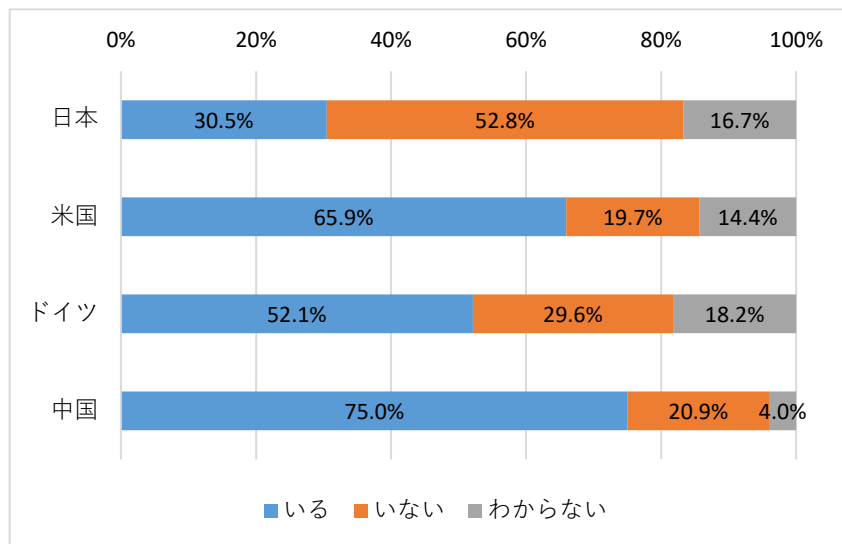


図表 3-246 保有するデジタル人材 (UI・UXに係るデザイナー (日本:企業規模別))

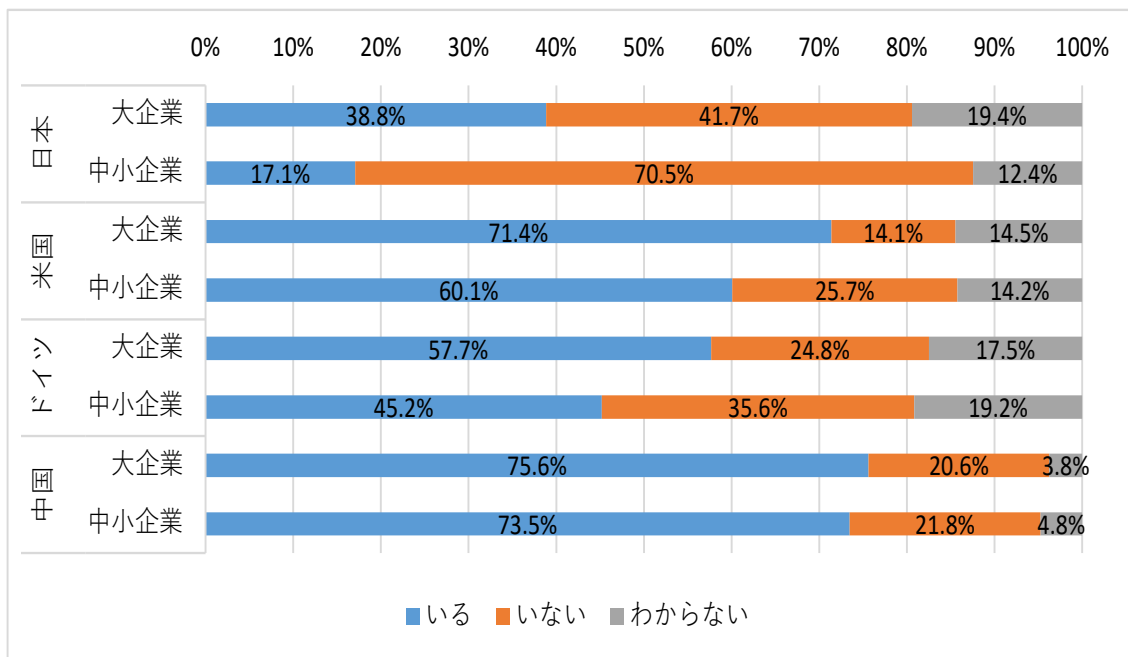


「AI・データ解析の専門家」に関しては、日本企業は「いる」(30.5%)と回答した割合が海外の3か国に比べ低い(図表 3-247)。企業規模別にみると、日本は中小企業の方が「いない」と回答した割合が多いことが分かった(図表 3-248)。

図表 3-247 保有するデジタル人材 (AI・データ解析の専門家)



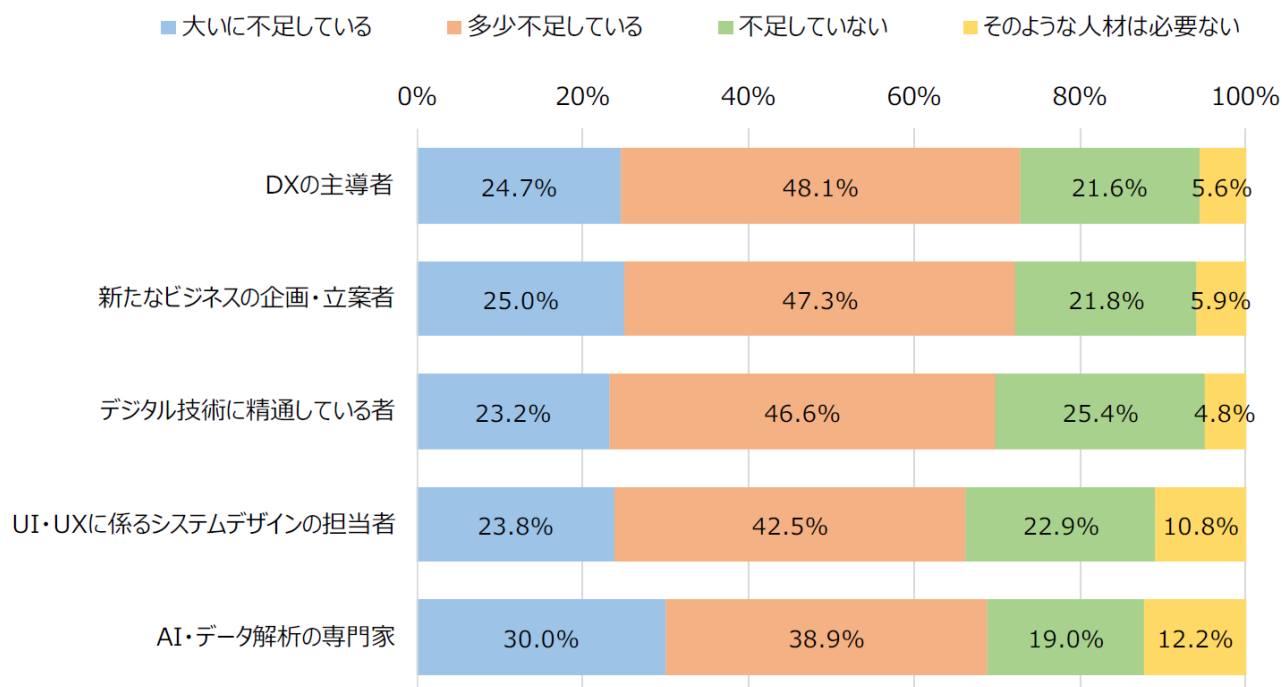
図表 3-248 保有するデジタル人材 (AI・データ解析の専門家 (日本：企業規模別))



iii デジタル人材の不足状況

2021年の総務省の「デジタル・トランスフォーメーションによる経済へのインパクトに関する調査研究」⁸によれば、日本企業におけるデジタル（DX）人材の不足状況を調査した結果、不足状況はデジタル人材種別毎に特徴はなく、「大いに不足している」は約25%、「多少不足している」約45%であった（図表 3-249）。

図表 3-249 デジタル人材の不足状況（2021 調査）

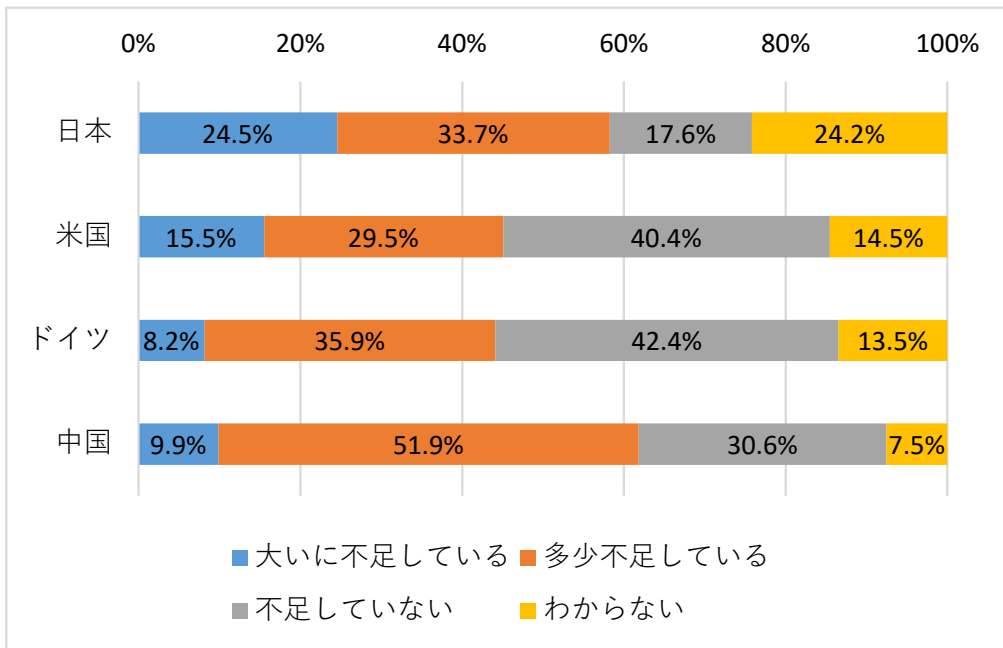


出典：総務省（2021）「デジタル・トランスフォーメーションによる経済へのインパクトに関する調査研究」

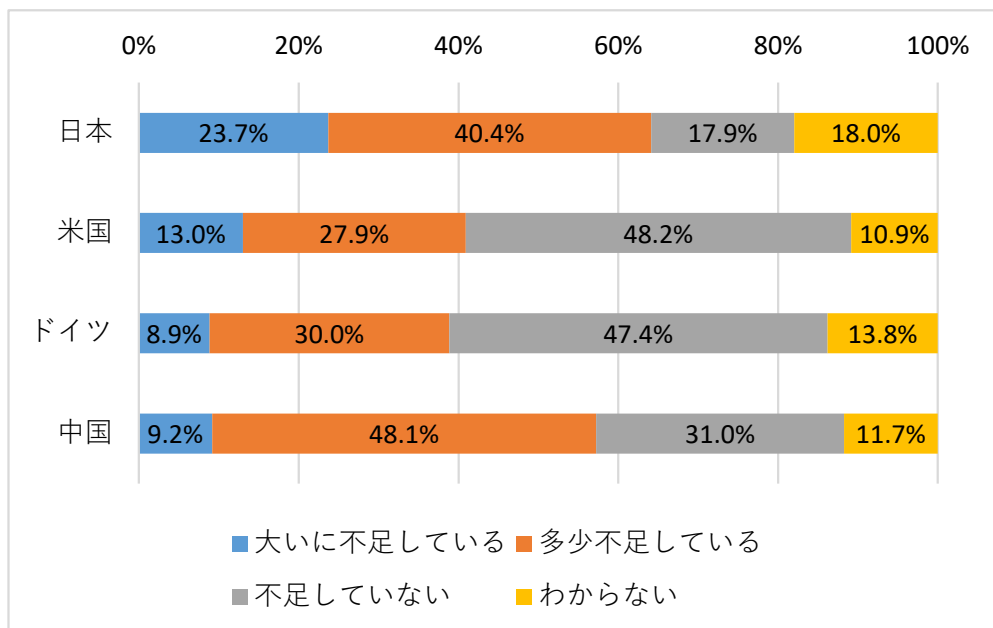
本調査のアンケートでは企業のデジタル人材（「CIO や CDO などのデジタル化の主導者」、「新たなビジネスの企画・立案者」、「デジタル技術に精通している者」、「UI・UX に係るデザイナー」、「AI・データ解析の専門家」）の不足状況について尋ねた。

日本は各デジタル人材に共通して、「大いに不足している」と「多少不足している」を合計すると 50% を超える結果となり、全体的にデジタル人材が不足している状況にある。特に、「UI・UX に係るデザイナー」と「AI・データ解析の専門家」は「大いに不足している」が 30% を超え、米国やドイツと比べると不足状況が深刻であると言える。調査結果を図表 3-250～図表 3-254 に示す。

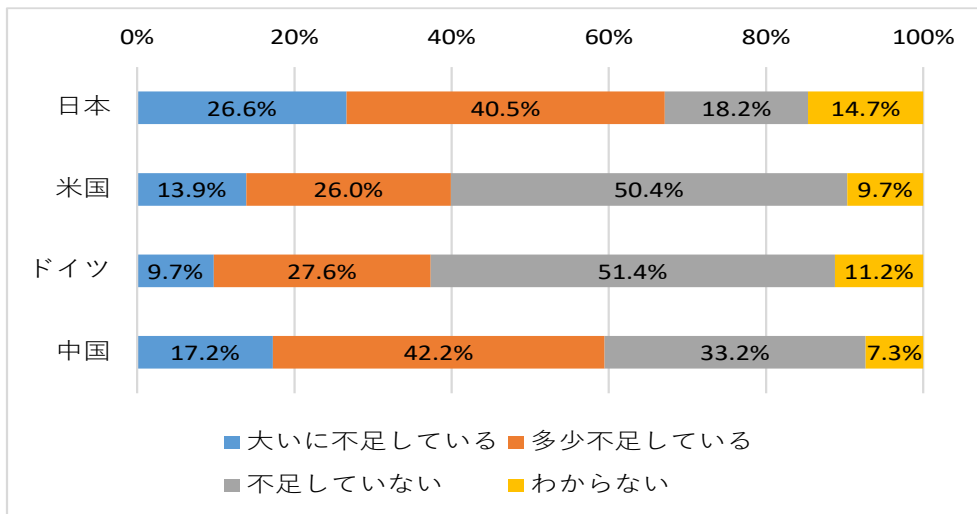
図表 3-250 デジタル人材の不足状況（CIO や CDO などのデジタル化の主導者）



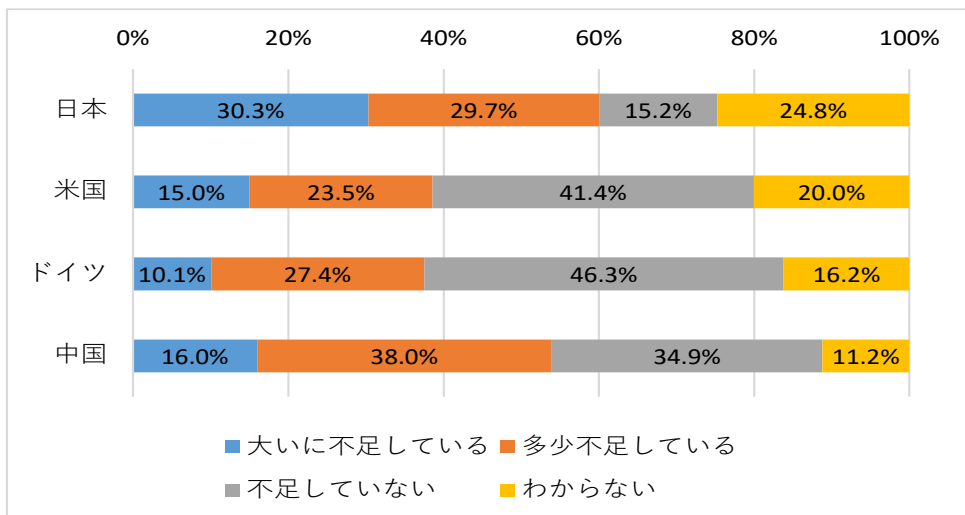
図表 3-251 デジタル人材の不足状況（新たなビジネスの企画・立案者）



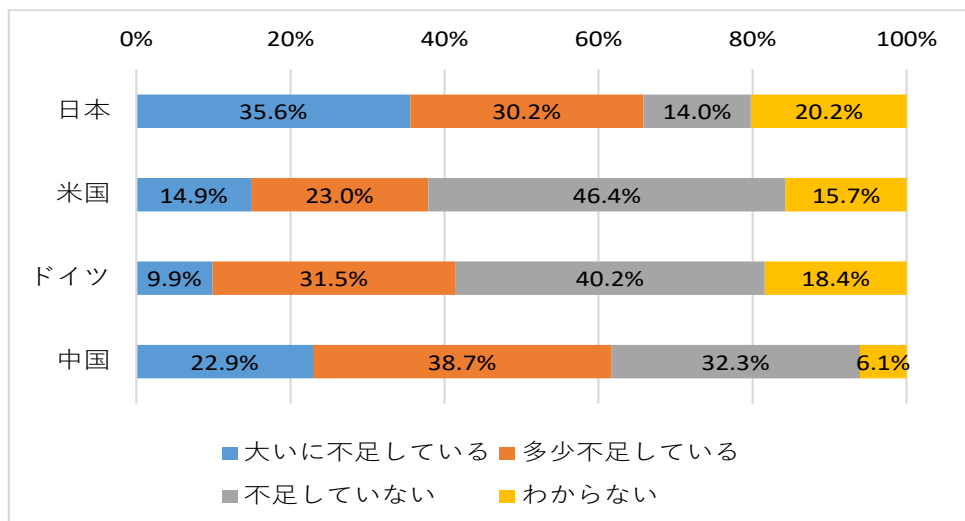
図表 3-252 デジタル人材の不足状況（デジタル技術に精通している者）



図表 3-253 デジタル人材の不足状況（UI・UXに係るデザイナー）



図表 3-254 デジタル人材の不足状況（AI・データ解析の専門家）



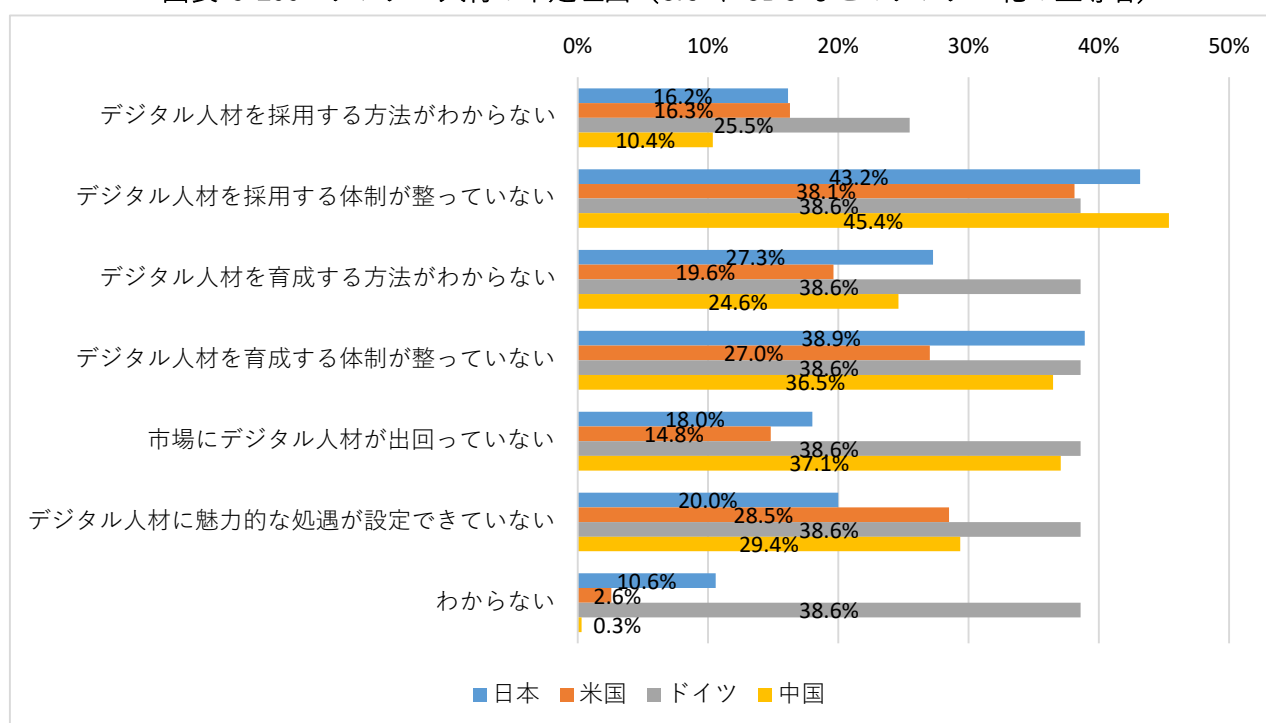
iv デジタル人材が不足する理由

企業のデジタル人材（「CIO や CDO などのデジタル化の主導者」、「新たなビジネスの企画・立案者」、「デジタル技術に精通している者」、「UI・UX に係るデザイナー」、「AI・データ解析の専門家」）が不足する理由について尋ねた。

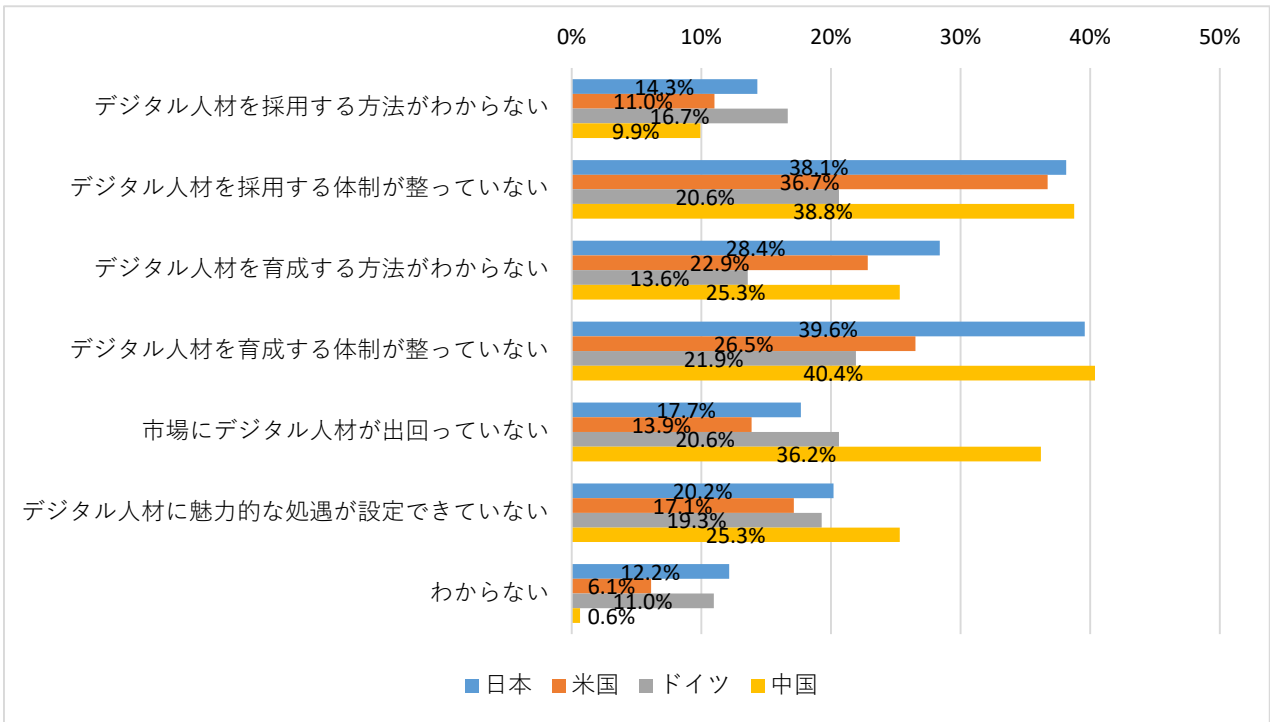
日本は各デジタル人材に共通して、採用方法や育成方法が分からないという理由に比べ、「デジタル人材を採用する体制が整っていない」と「デジタル人材を育成する体制が整っていない」が約 40%と多く回答された。

また、「デジタル人材に魅力的な処遇が設定できていない」は他の海外の3か国と比べ大きな差は見られない。調査結果を図表 3-255～図表 3-259 に示す。

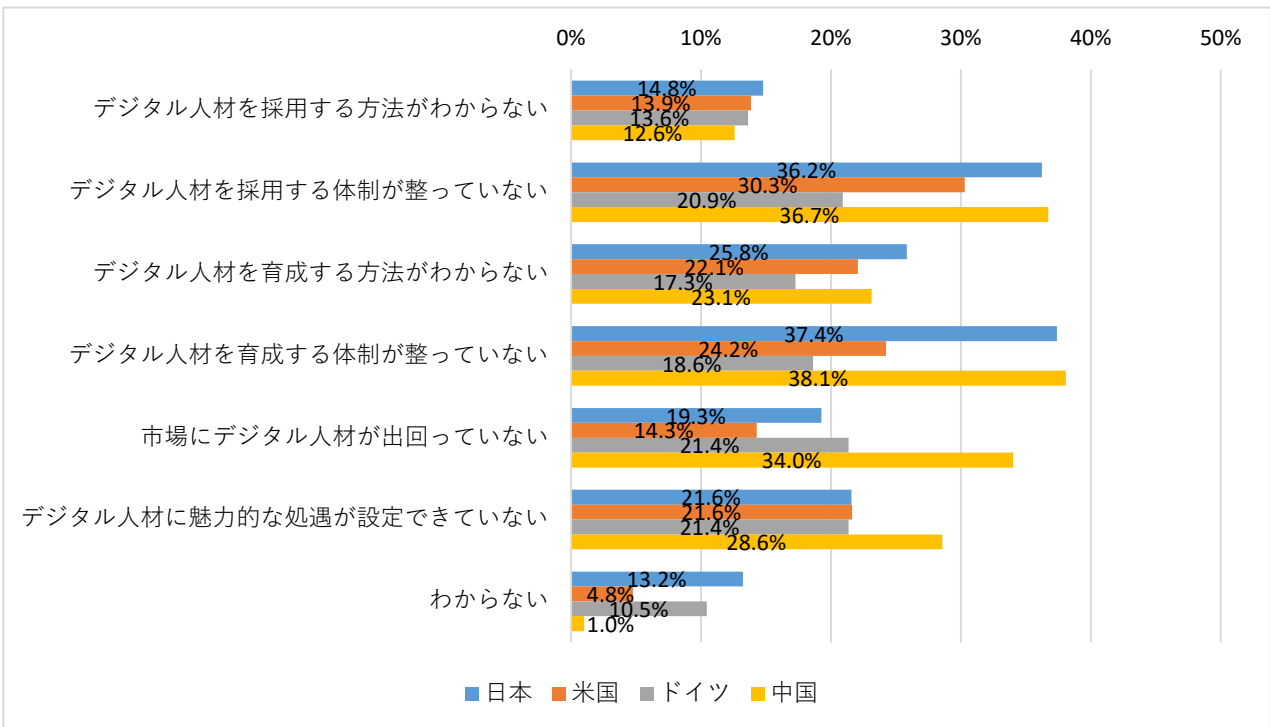
図表 3-255 デジタル人材の不足理由（CIO や CDO などのデジタル化の主導者）



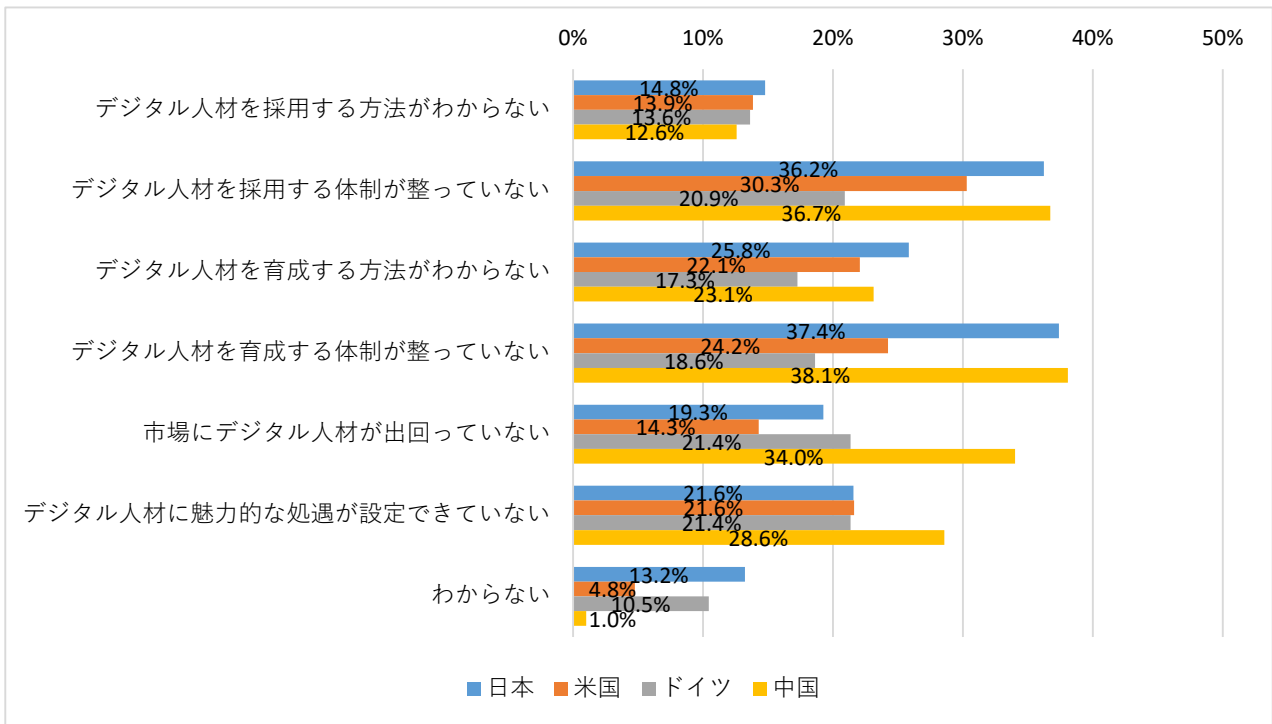
図表 3-256 デジタル人材の不足理由（新たなビジネスの企画・立案者）



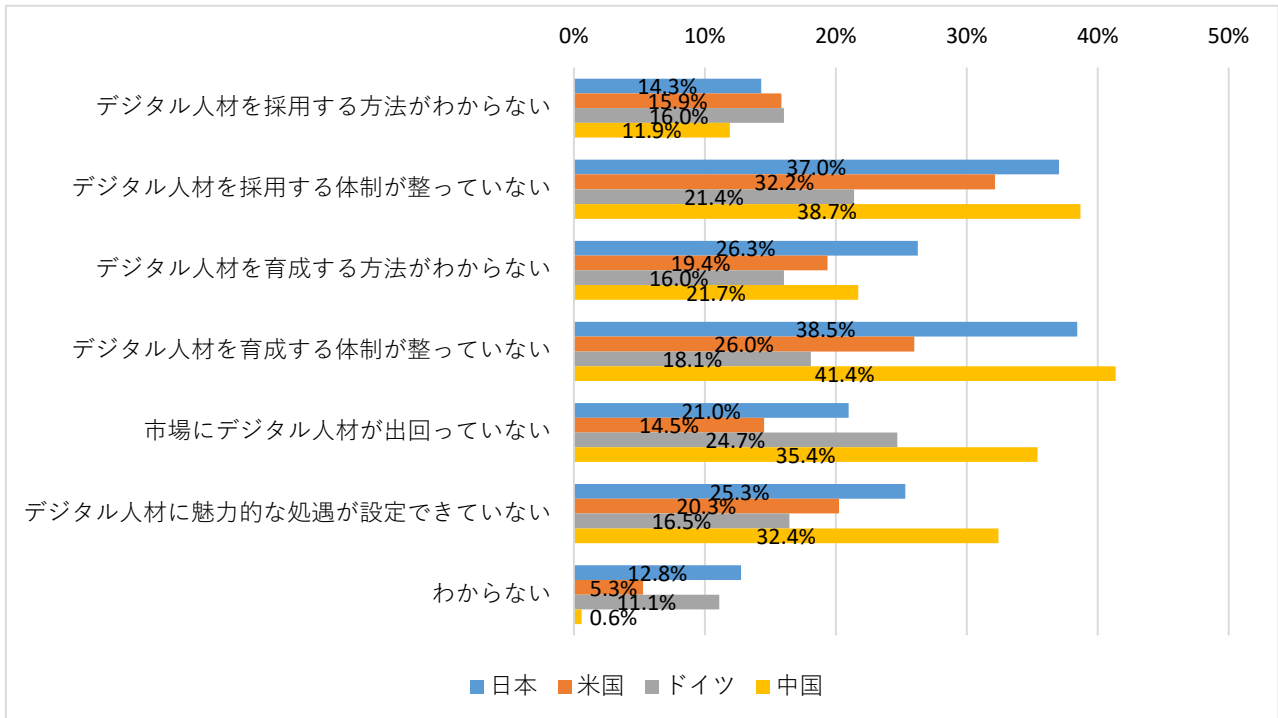
図表 3-257 デジタル人材の不足理由（デジタル技術に精通している者）



図表 3-258 デジタル人材の不足理由 (UI・UXに係るデザイナー)



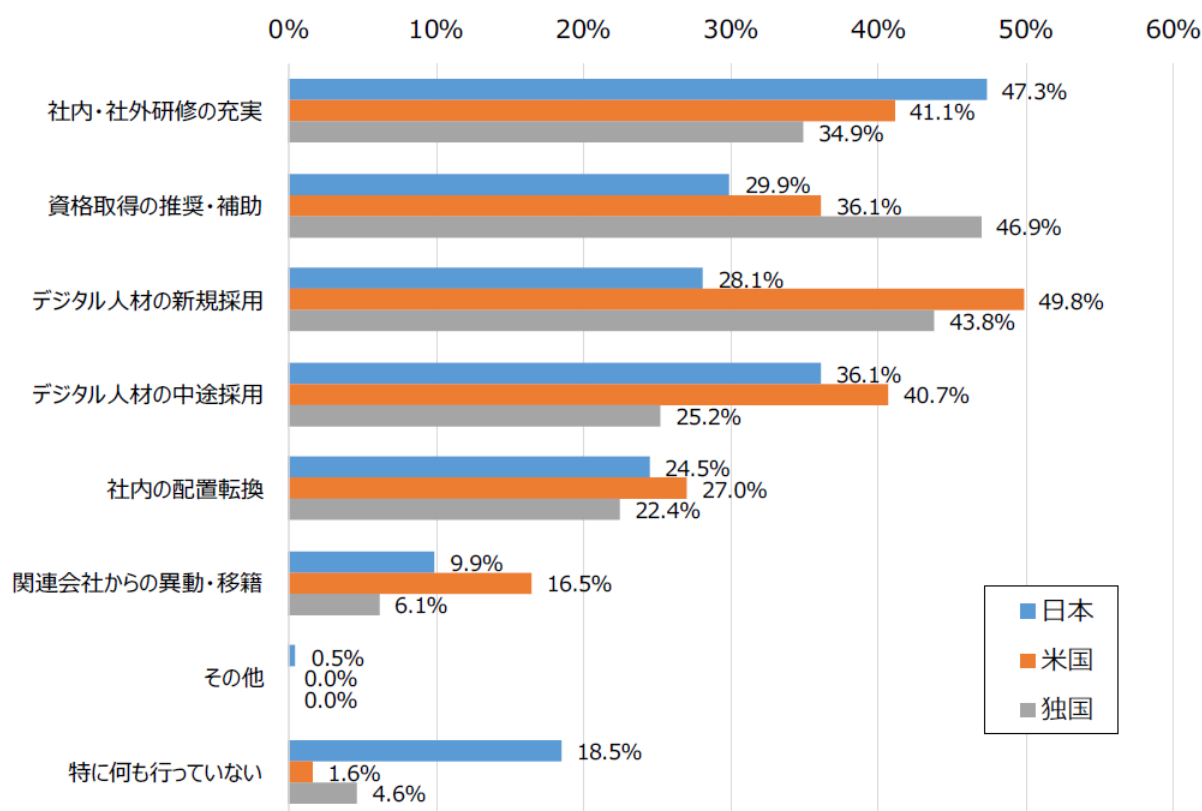
図表 3-259 デジタル人材の不足理由 (AI・データ解析の専門家)



v 人材の確保に向けた取組状況

2021年の総務省の「デジタル・トランスフォーメーションによる経済へのインパクトに関する調査研究」⁸によれば、日本企業がデジタル（DX）人材の確保・育成に関連した取組として実施していることは「社内・社外研修の充実」が多く、「デジタル人材の新規採用」、「デジタル人材の中途採用」は米国に比べ低調になっている（図表 3-260）。

図表 3-260 デジタル人材の確保・育成に関連した取組



出典：総務省（2021）「デジタル・トランスフォーメーションによる経済へのインパクトに関する調査研究」

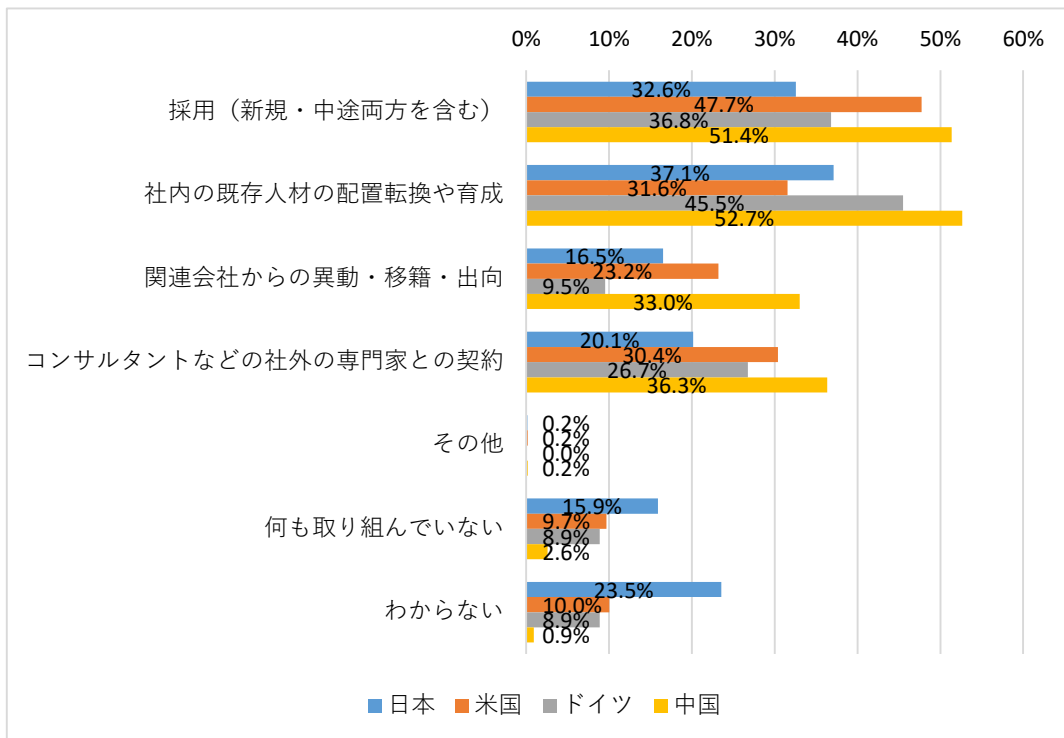
本調査では企業がデジタル人材（「CIO や CDO などのデジタル化の主導者」、「新たなビジネスの企画・立案者」、「デジタル技術に精通している者」、「UI・UXに係るデザイナー」、「AI・データ解析の専門家」）の確保に向けた取組を量的側面（人数の確保）と質的側面（必要なスキルの確保）から調査した。

各人材に共通することとして、日本企業は量的・質的共に「社内の既存人材の配置転換や育成」が最も多く、次いで「採用（新規・中途両方を含む）」となった。一方で米国は「採用（新規・中途両方を含む）」が最も多く、日米間の人材の流動性の違いが要因となっていることが推察される。

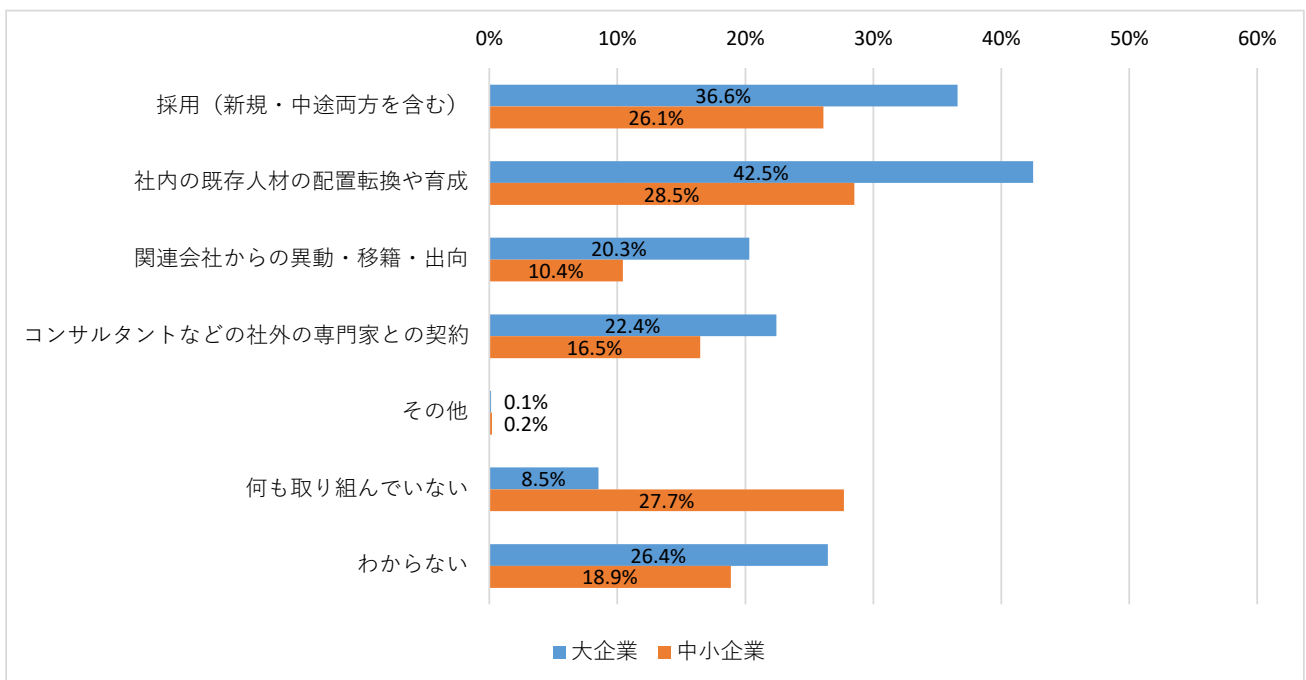
また、企業規模別でみると、日本は大企業の方が中小企業よりも各取組に関する回答が多くなっており、「何も取り組んでいない」に関しては中小企業の方が多く回答している。調査結果の詳細を図表 3-261～図表 3-280 に示す。

● CIO や CDO などのデジタル化の主導者の確保に向けた取組状況

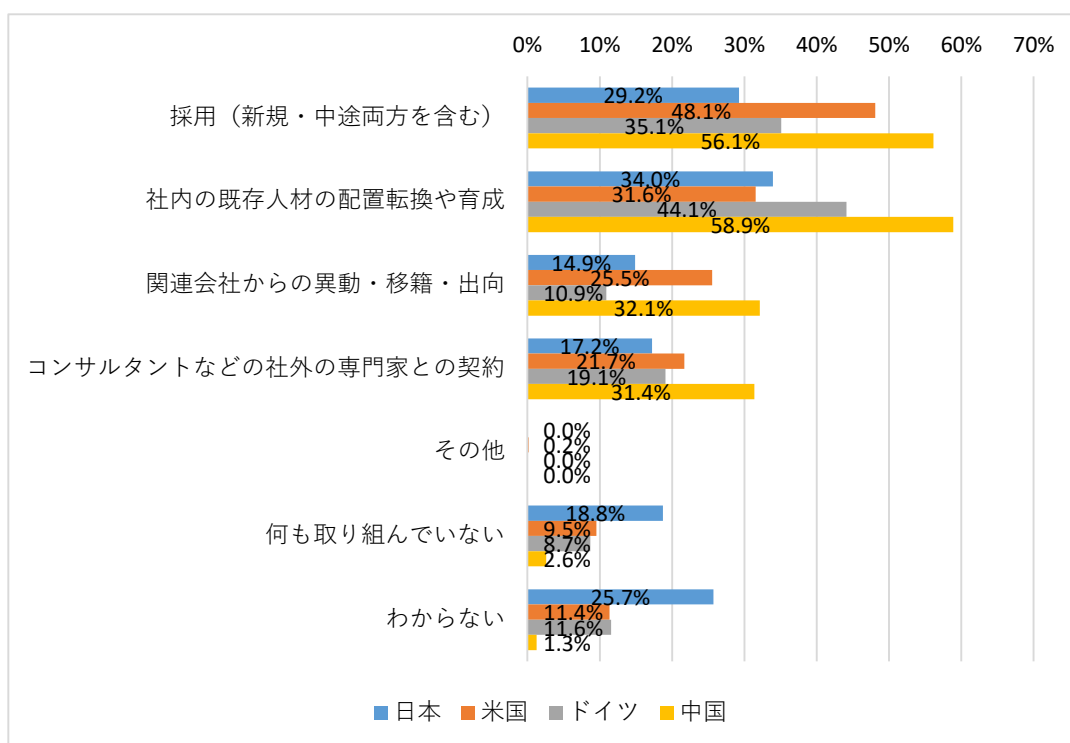
図表 3-261 人材の量的確保に向けた取組（CIO や CDO などのデジタル化の主導者）



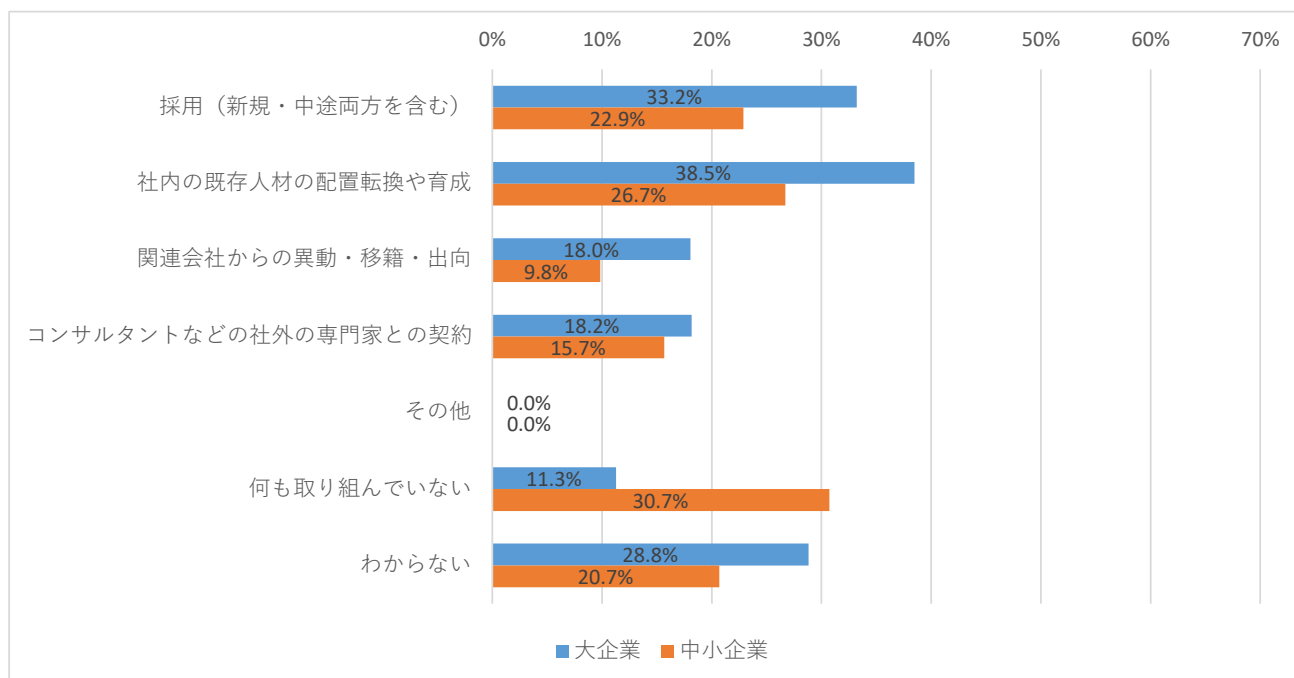
図表 3-262 人材の量的確保に向けた取組（CIO や CDO などのデジタル化の主導者（日本；企業規模別））



図表 3-263 人材の質的確保に向けた取組（CIO や CDO などのデジタル化の主導者）

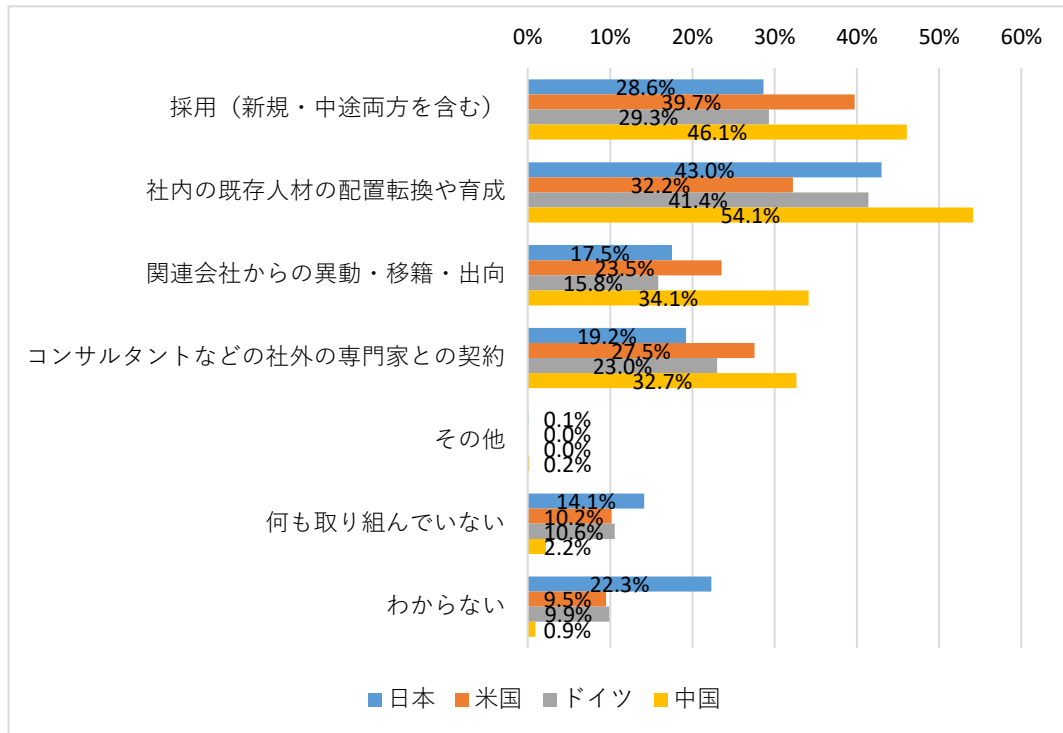


図表 3-264 人材の質的確保に向けた取組（CIO や CDO などのデジタル化の主導者（日本；企業規模別））

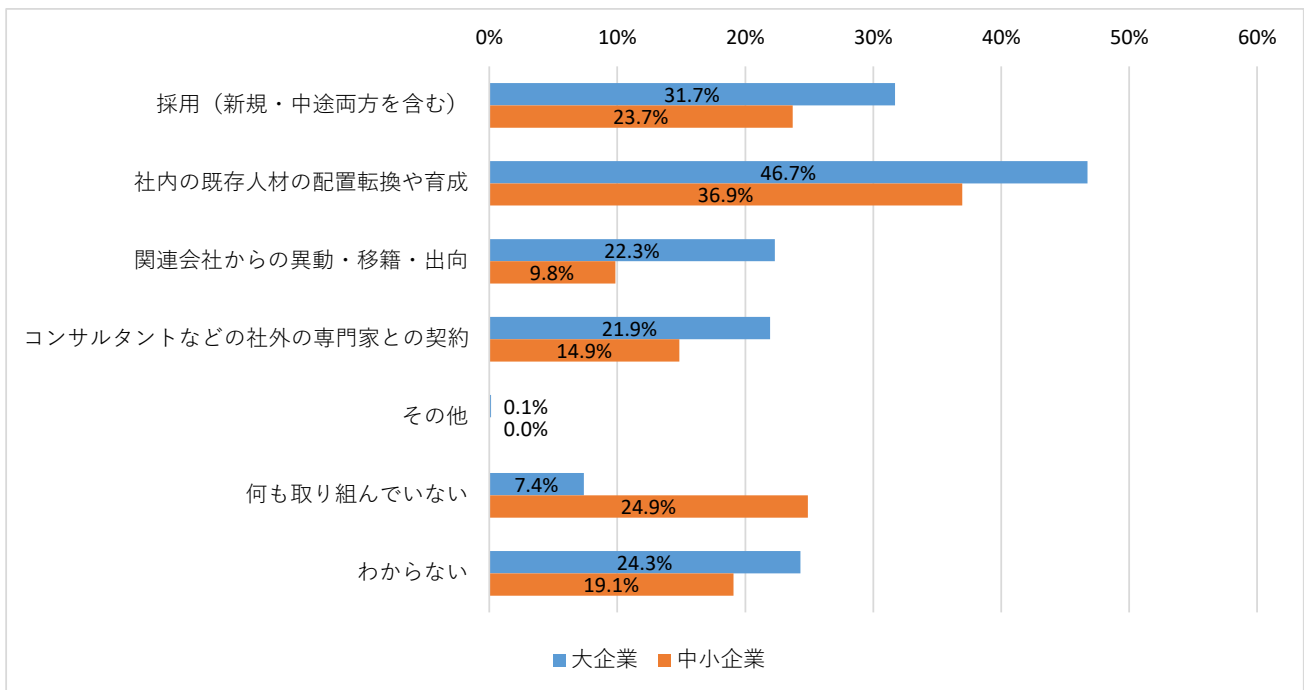


● 新たなビジネスの企画・立案者の確保に向けた取組状況

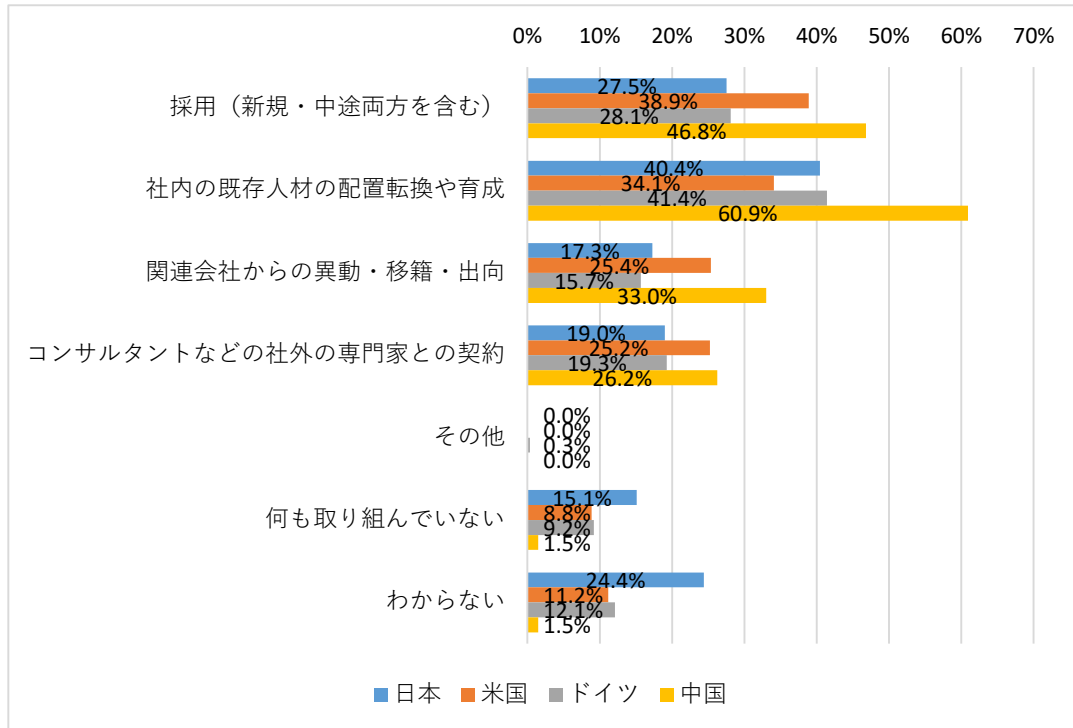
図表 3-265 人材の量的確保に向けた取組（新たなビジネスの企画・立案者）



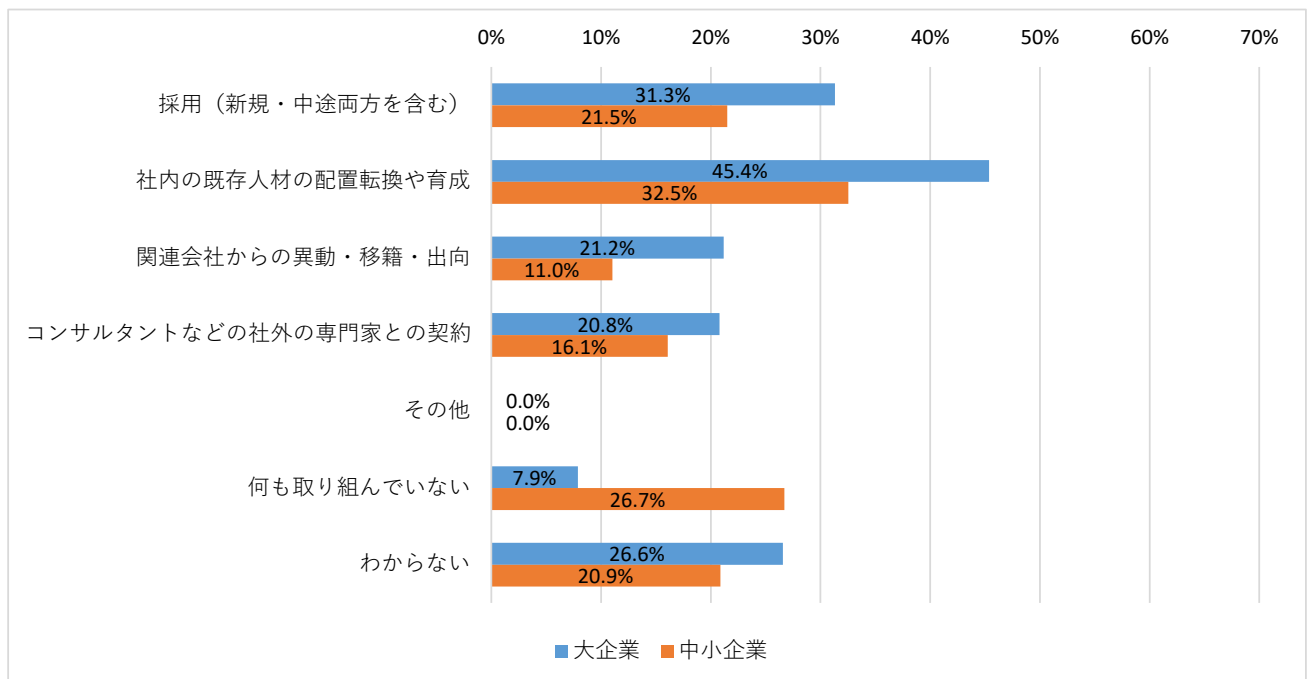
図表 3-266 人材の量的確保に向けた取組（新たなビジネスの企画・立案者（日本；企業規模別））



図表 3-267 人材の質的確保に向けた取組（新たなビジネスの企画・立案者）

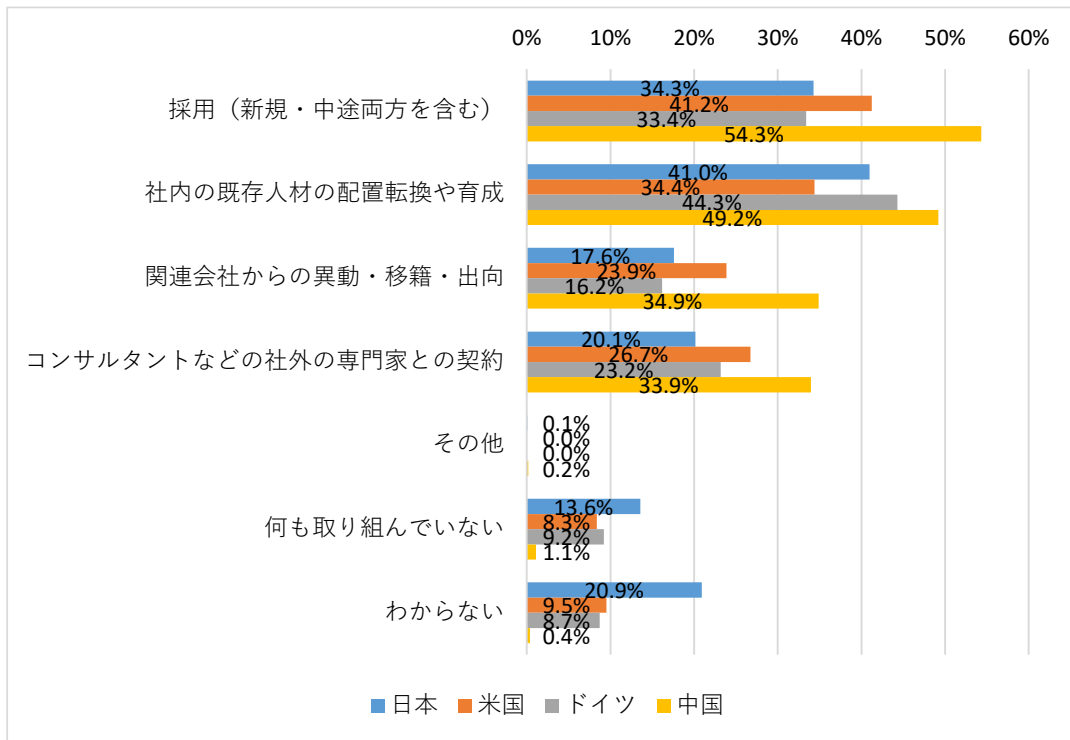


図表 3-268 人材の質的確保に向けた取組（新たなビジネスの企画・立案者（日本；企業規模別））

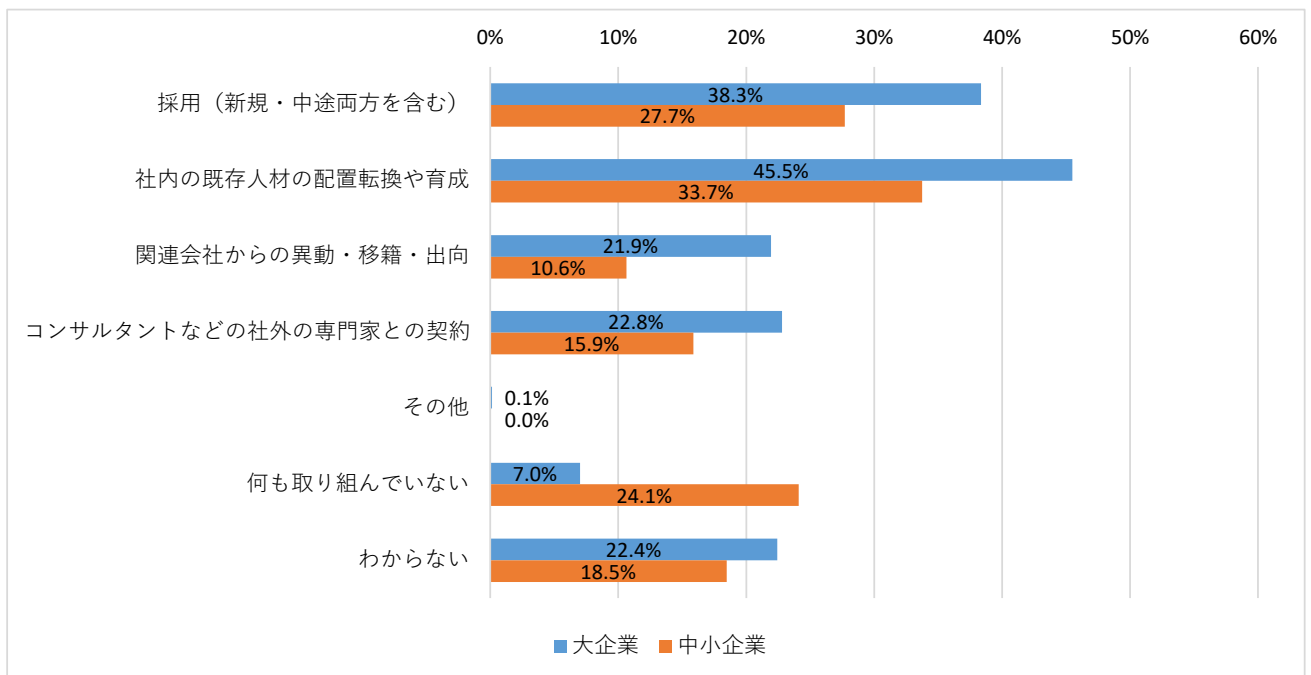


● デジタル技術に精通している者の確保に向けた取組状況

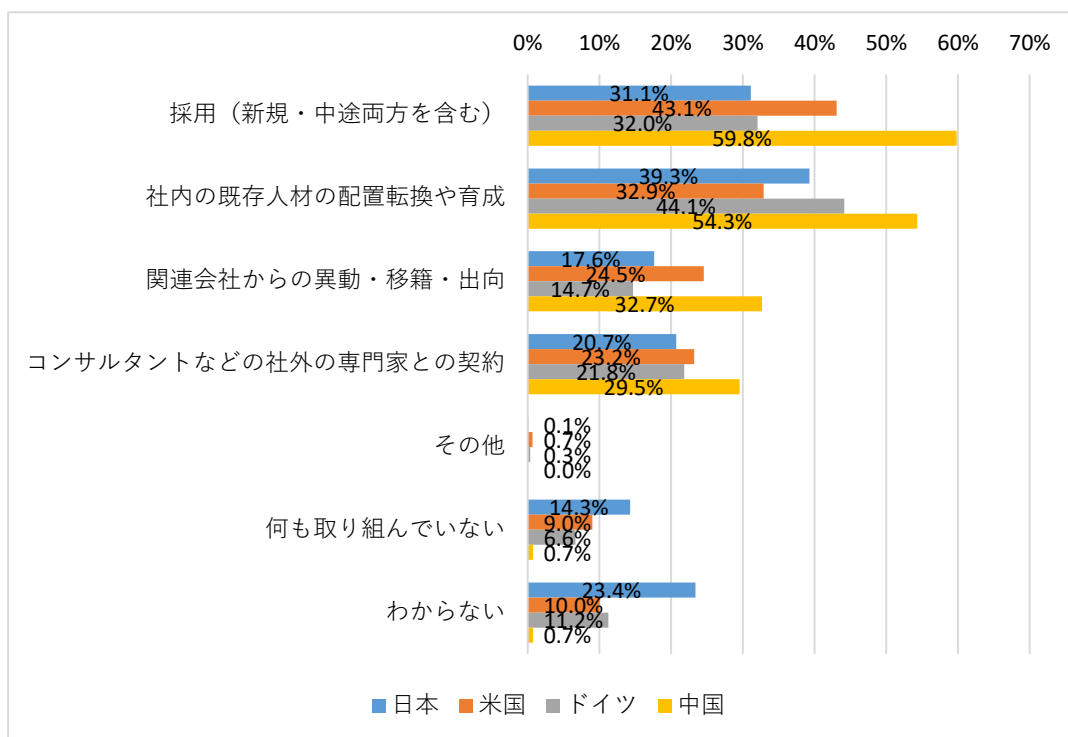
図表 3-269 人材の量的確保に向けた取組（デジタル技術に精通している者）



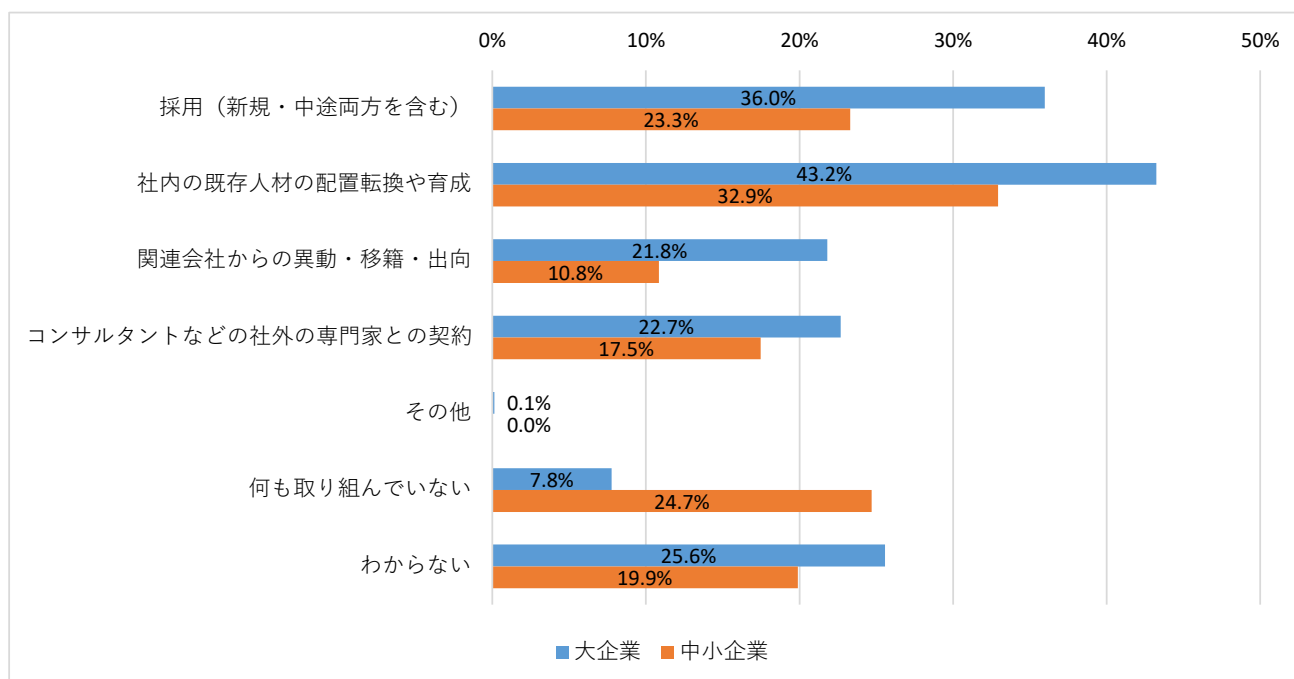
図表 3-270 人材の量的確保に向けた取組（デジタル技術に精通している者（日本；企業規模別））



図表 3-271 人材の質的確保に向けた取組（デジタル技術に精通している者）

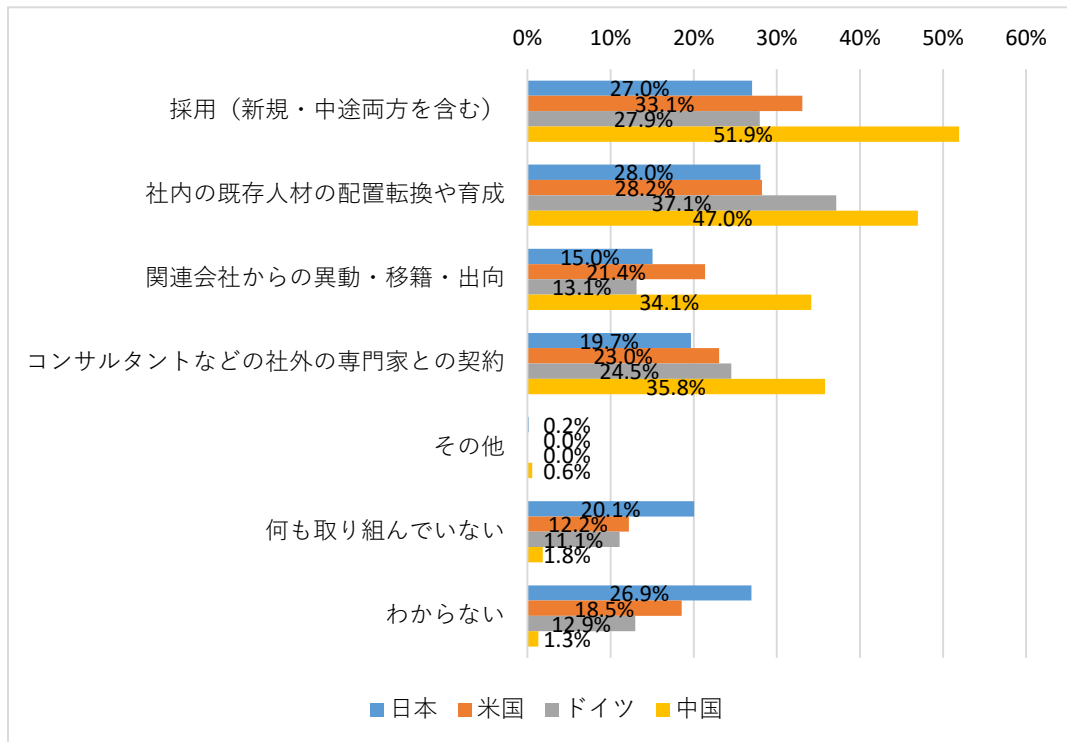


図表 3-272 人材の質的確保に向けた取組（デジタル技術に精通している者（日本；企業規模別））

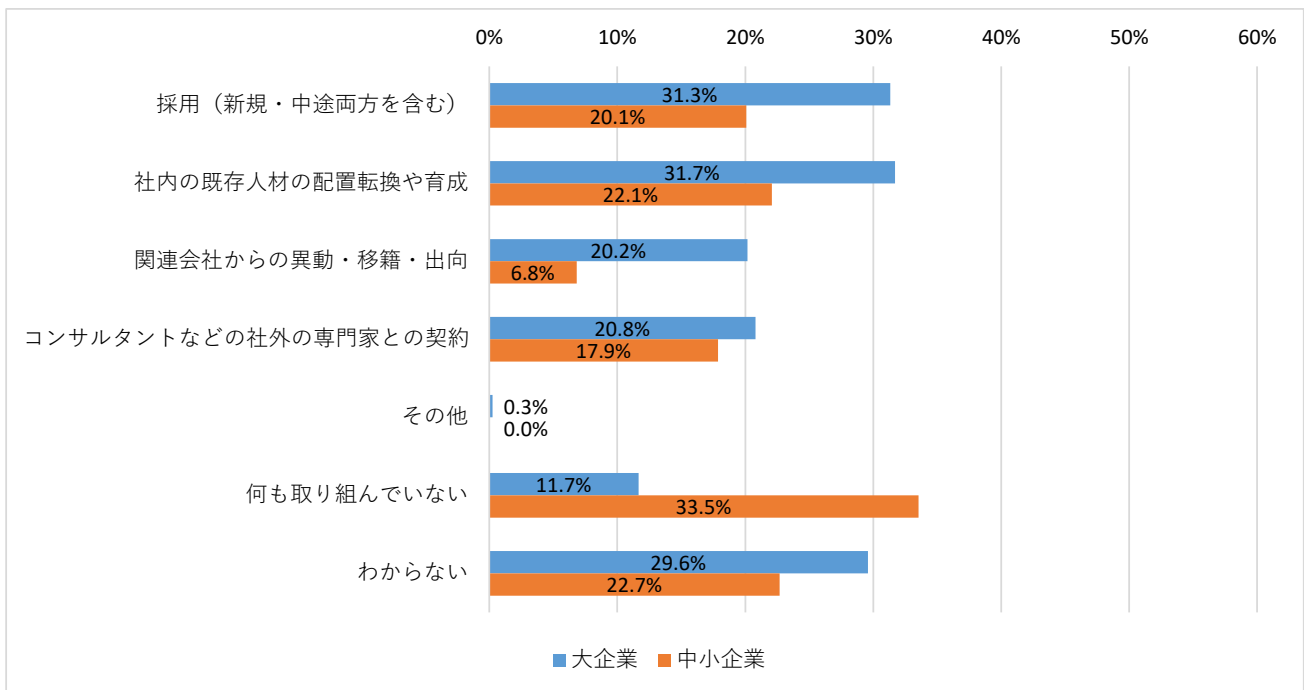


● UI・UXに係るデザイナーの確保に向けた取組状況

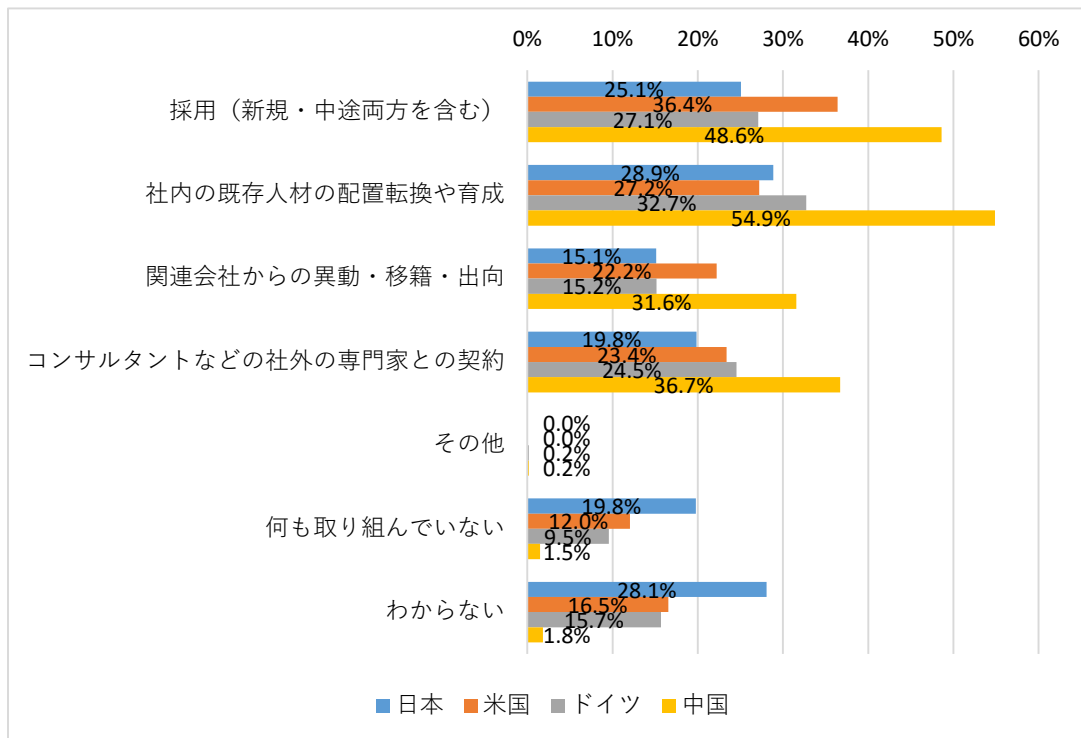
図表 3-273 人材の量的確保に向けた取組 (UI・UXに係るデザイナー)



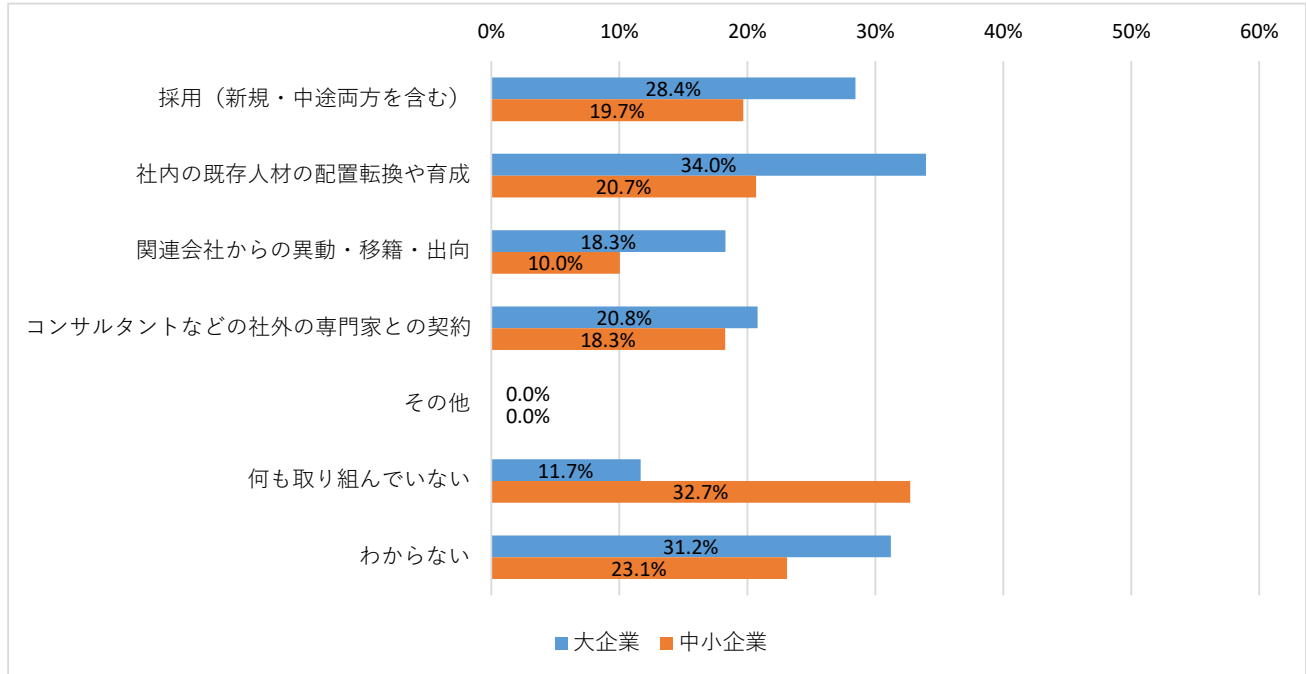
図表 3-274 人材の量的確保に向けた取組 (UI・UXに係るデザイナー (日本;企業規模別))



図表 3-275 人材の質的確保に向けた取組 (UI・UXに係るデザイナー)

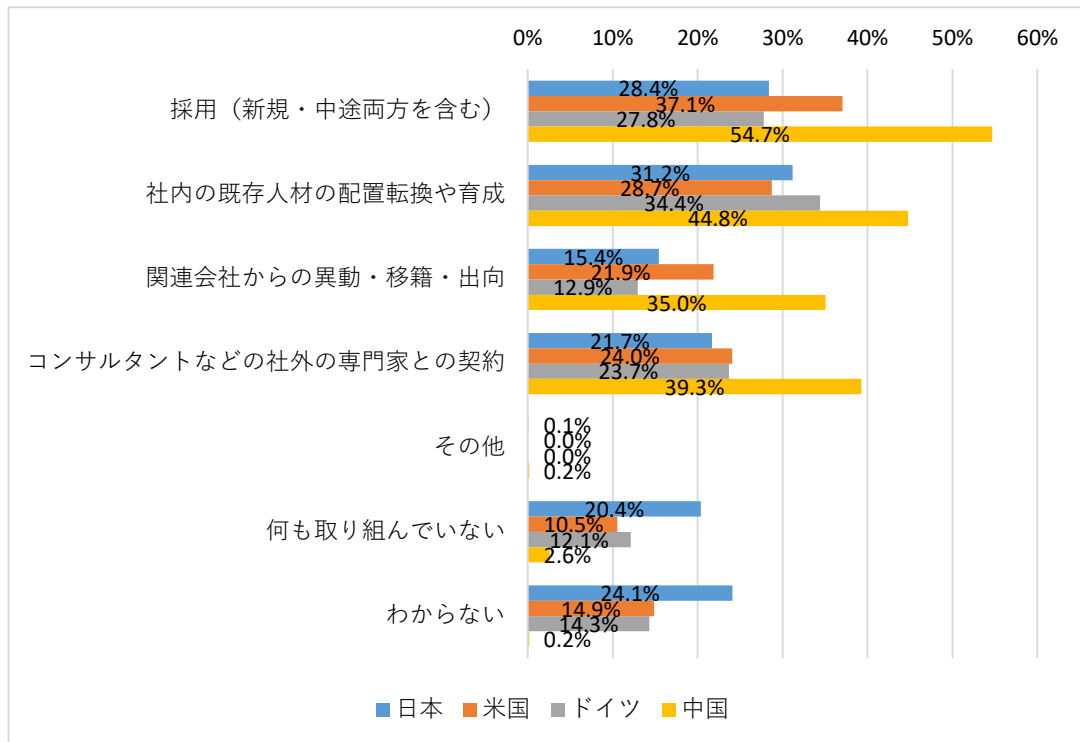


図表 3-276 人材の質的確保に向けた取組 (UI・UXに係るデザイナー (日本;企業規模別))

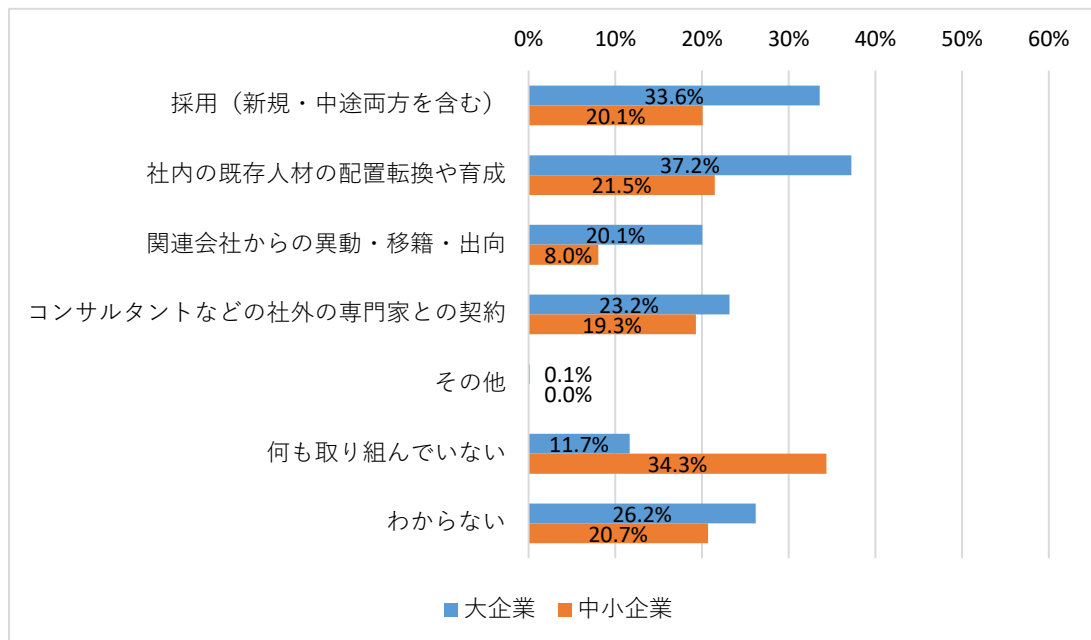


● AI・データ解析の専門家の確保に向けた取組状況

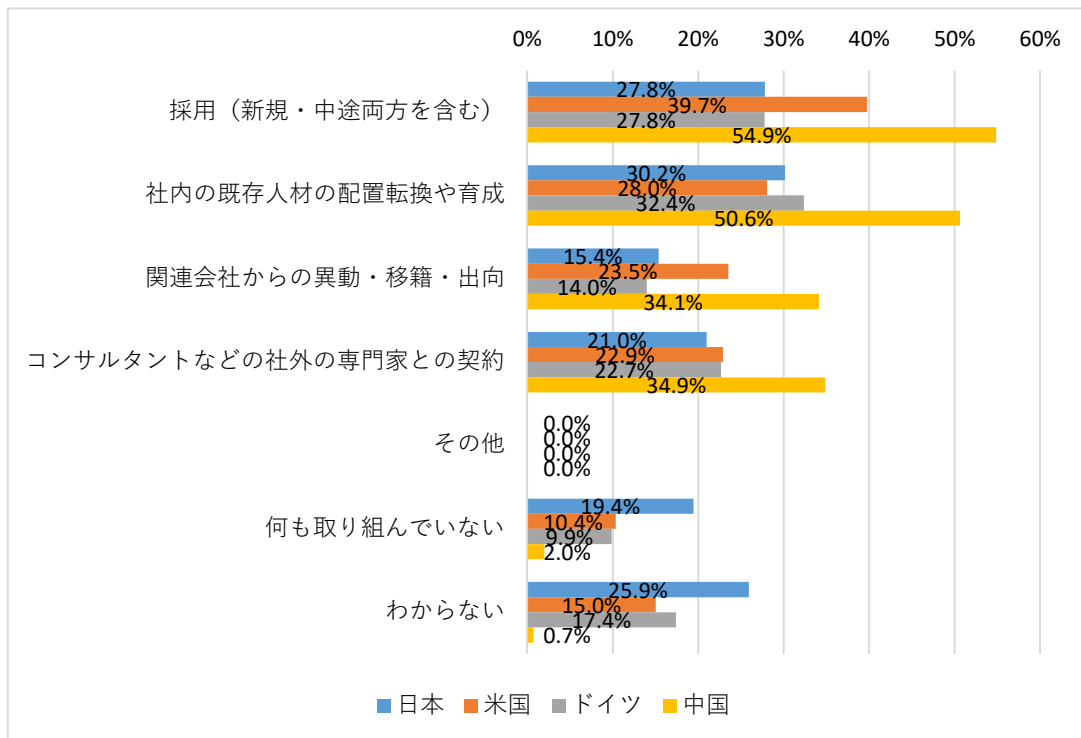
図表 3-277 人材の量的確保に向けた取組（AI・データ解析の専門家）



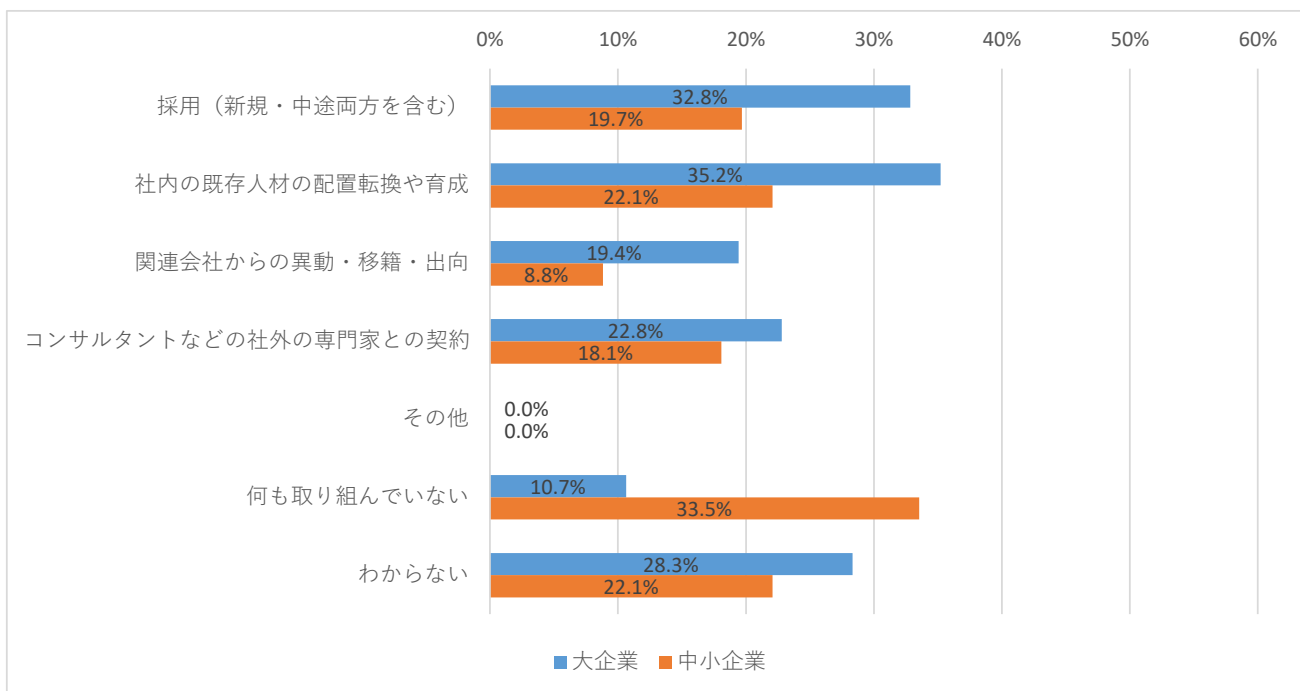
図表 3-278 人材の量的確保に向けた取組（AI・データ解析の専門家（日本；企業規模別））



図表 3-279 人材の質的確保に向けた取組（AI・データ解析の専門家）



図表 3-280 人材の質的確保に向けた取組（AI・データ解析の専門家（日本；企業規模別））



(3) 日本企業におけるデジタル活用の課題と今後の展望

i デジタル化戦略

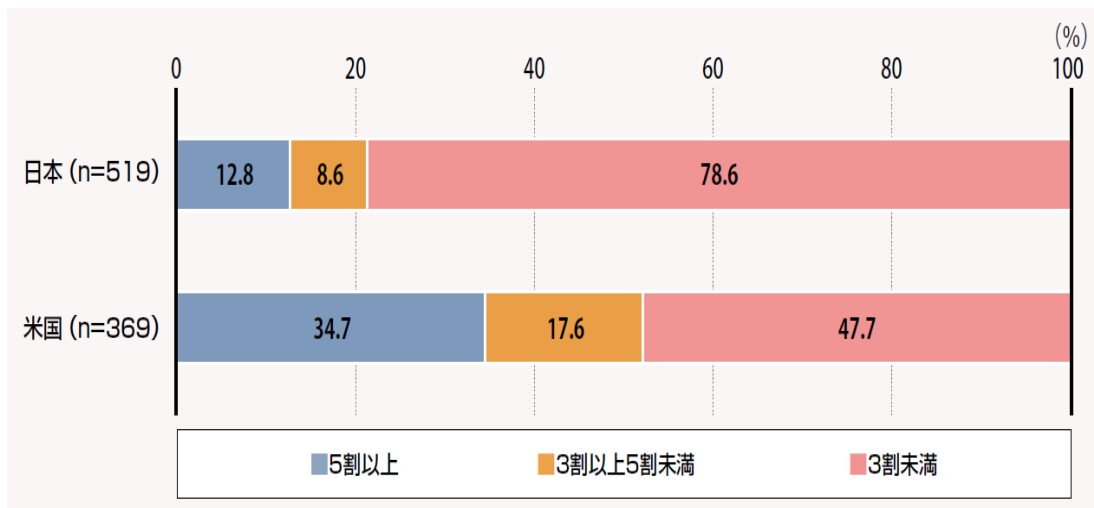
本調査のアンケート結果から、日本の企業は米国と同等にデジタル化の戦略や方針を全社的に示されていることが分かった（図表 3-201）。しかし、デジタル化の効果を「新規ビジネス創出」「生産性向上」「データ分析・活用」「商品・サービスの差別化」「顧客体験の創造・向上」の観点に分けて調査した結果、各観点到共通して、日本企業は「期待以上」の回答が4か国の中で最も少なく、「期待するほどの効果を得られていない」と回答した割合が約30%と4か国の中で最も多い（図表 3-232～図表 3-236）。

日本企業のデジタル化が期待するほどの効果を得られていない原因を考察する。

● デジタル戦略に責任を持つ役員層のITリテラシー

デジタル戦略と経営戦略との間で整合が取れていない場合や、現実的ではない目標が設定された場合、プロジェクトはうまくいかないことが多い。デジタル戦略の責任を担う経営層にはデジタル化に必要なITリテラシーが必須と言える。IPAのDX白書2021²⁴⁷によると、日本企業の78.6%が役員全体のうちITに見識がある役員の割合は「3割未満」と回答している。ITに見識がある役員の割合が「5割以上」との回答は日本が12.8%、米国が34.7%を示しており、日米を比較すると日本企業の経営層のITに対する理解が不十分であることが懸念される（図表 3-281）。

図表 3-281 ITに見識がある役員の割合



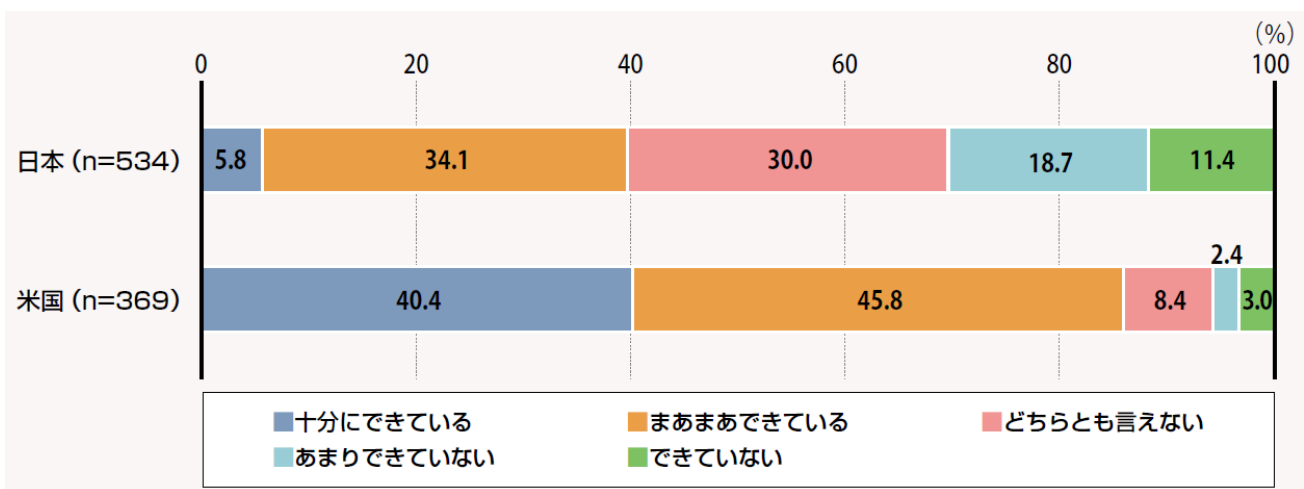
出典：IPA（2021）「DX白書2021」

● デジタル化の推進に向けた関係者との協調

デジタル化を推進するうえでは全社横断的に取り組むことが求められる場合が多い。本調査のアンケート結果から、「業務プロセス」領域のデジタル化は海外と同等、もしくはそれ以上に全社的に取り組んでいるが、「CX (カスタマーエクスペリエンス)・顧客の体験価値向上」領域と「プロダクト・サービス」領域は米国に比べて全社的に取り組めていないことが分かった (図表 3-212～図表 3-214)。

IPA が経営者・IT 部門・業務部門が協調できているか尋ねた結果²⁴⁷、日本企業は「十分にできている」と「まあまあできている」を合わせて 39.9%となっている。一方で米国企業は「十分にできている」と「まあまあできている」を合わせると全体の 8 割以上となり、日本企業は経営者・IT 部門・業務部門の協調がうまくいっていないことが分かる (図表 3-282)。

図表 3-282 経営者・IT 部門・業務部門の協調



出典：IPA (2021)「DX 白書 2021」

また、武蔵大学の庄司教授は「日本の企業は縦割り構造になっており、デジタル化の取組を全社的に推進することが難しい環境にある。まずはデジタル化の成果を実感できることが大切であり、その実現に向けたルールや制度作りが重要である。」と述べている。

日本企業が今後デジタル化を推進していくうえでは、全社横断的にデジタル化を進めていくための制度やルール作りも併せて取り組むことでデジタル化の活用が期待される。

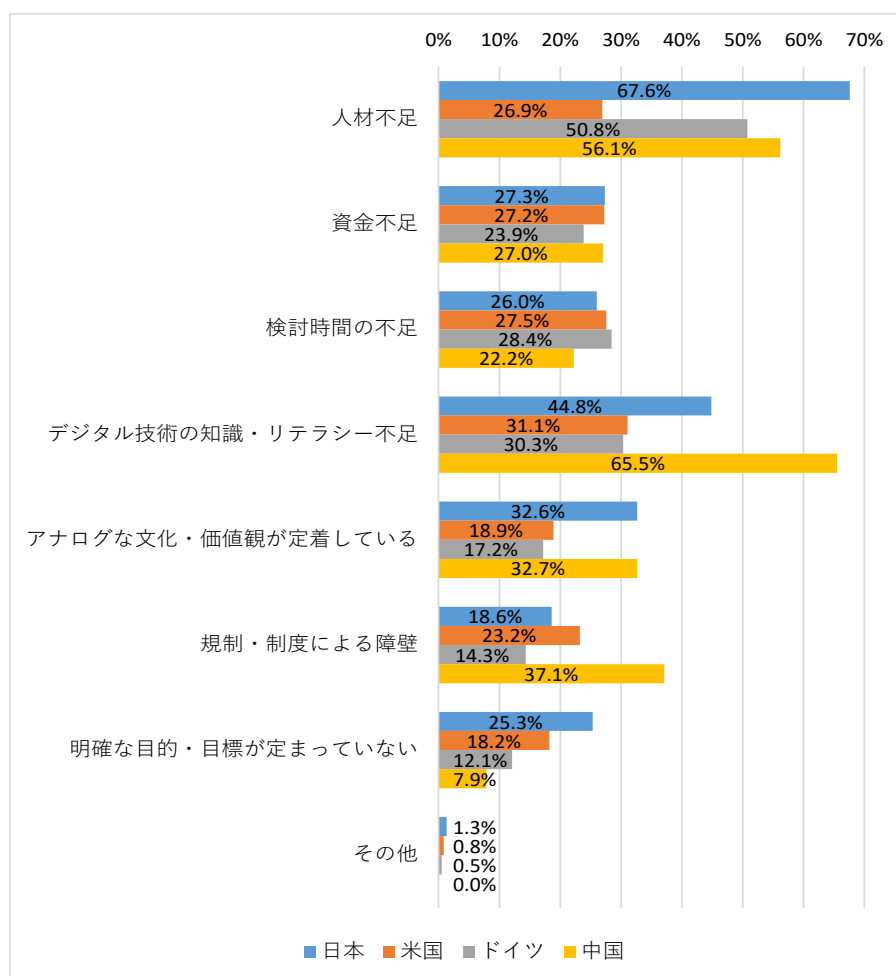
ii デジタル人材の確保

本調査のアンケートで、デジタル化に関して現在認識している、もしくは、今後想定される課題や障壁を尋ねた結果、昨年度の調査と同様に、日本は「人材不足」が67.6%と最も多い回答となった(図表 3-283)。

また、各デジタル人材の不足状況については、「大いに不足している」という回答は日本が最も多い結果となった(図表 3-250～図表 3-254)。

日本でデジタル人材が不足する主な原因は、デジタル人材を採用・育成する体制が整っていないことと考えられる(図表 3-255～図表 3-259)。

図表 3-283 デジタル化に関する現在認識している、もしくは今後想定される課題や障壁



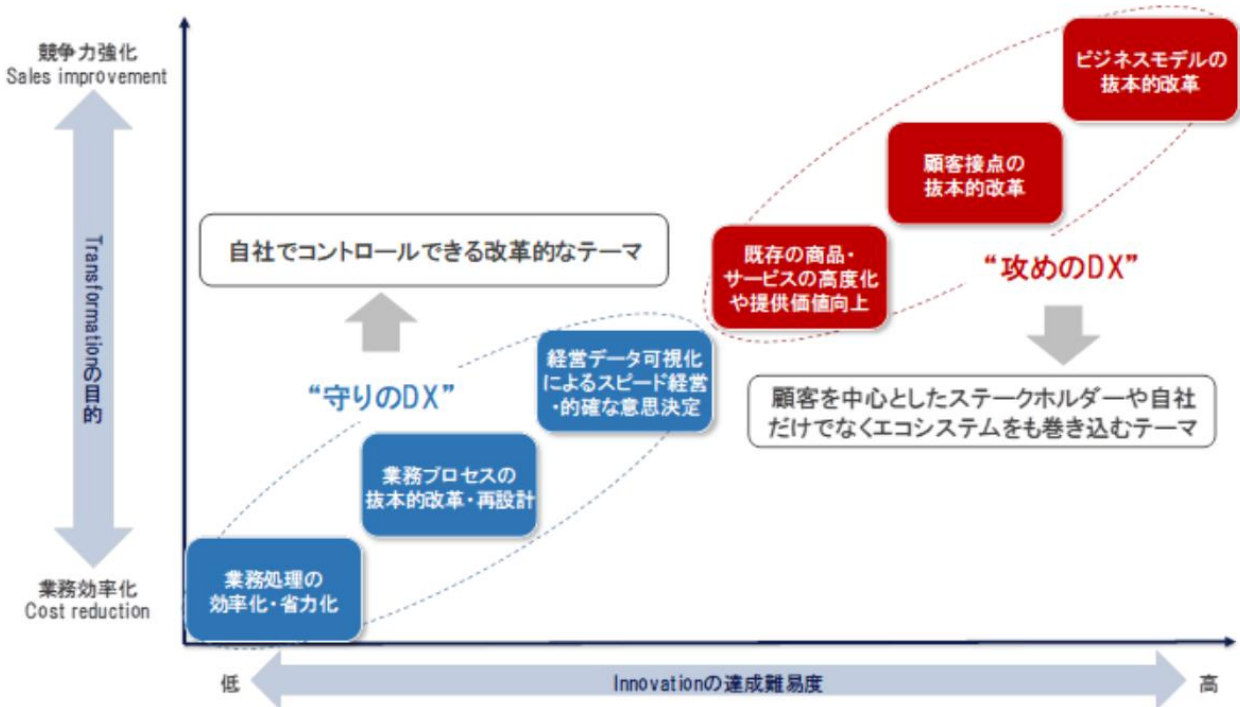
(4) デジタル活用によって“生じた”及び“これから生じるであろう”経済的・社会的影響

1) 経済的影響

(ア) デジタル化による「攻め」の効果・「守り」の効果

デジタル化はビジネスモデルの抜本的改革や顧客接点の抜本的改革などの競争力の強化を目的とする「攻め」の領域とアナログデータをデジタル化するなどの業務効率化を目的とする「守り」の領域に分類される²⁴⁹。

図表 3-284 デジタル化 (DX) の取組の種類



出典：NTT データ経営研究所（2019）「『日本企業のデジタル化への取り組みに関するアンケート調査』結果速報～日本企業の DX への取り組み実態、成功企業の特徴について～」

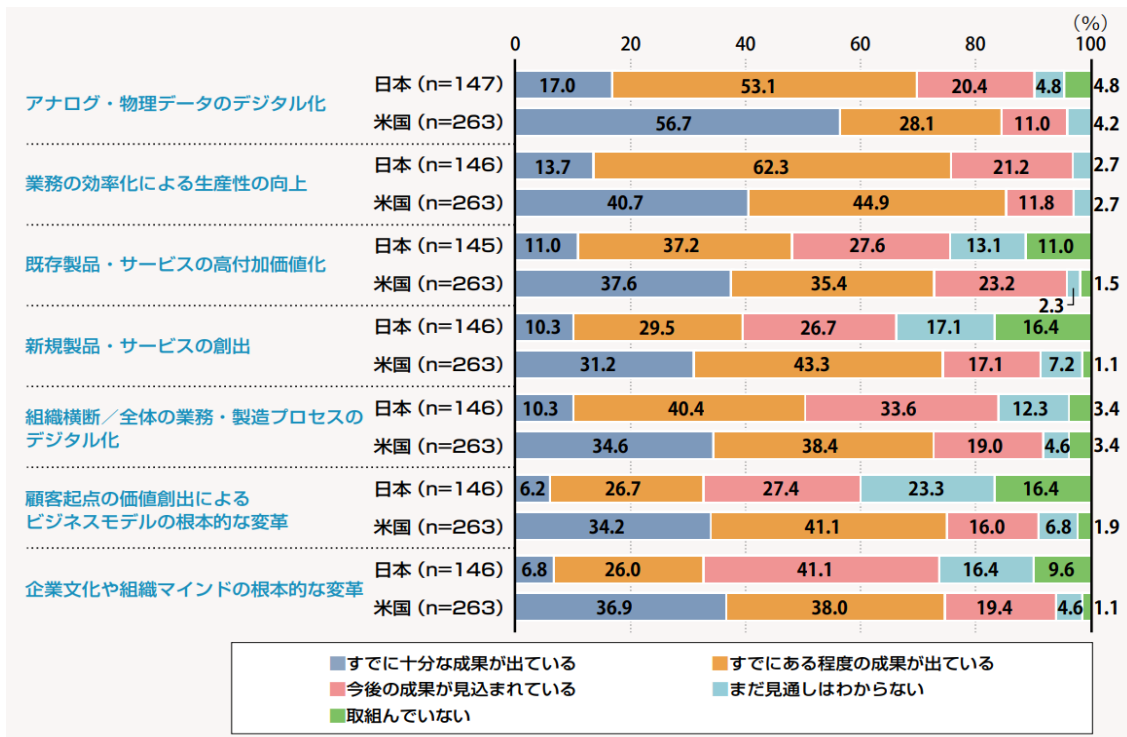
IPA の「DX 白書 2021」²⁴⁷ の調査によると、デジタル化の取組内容とその効果として、「攻め」の領域に該当する「既存製品・サービスの高付加価値化」、「新規製品・サービスの創出」、「顧客起点の価値創出によるビジネスモデルの根本的な変革」について「すでに十分な成果が出ている」と回答した日本企業は約 10%と、全ての項目で 30%以上の回答となった米国と大きな差がある（図表 3-285）。

²⁴⁹ 「『日本企業のデジタル化への取り組みに関するアンケート調査』結果速報～日本企業の DX への取り組み実態、成功企業の特徴について～」（株式会社 NTT データ経営研究所、2019.8.20）

URL : <https://www.nttdata-strategy.com/newsrelease/190820.html>

「守り」の領域に該当する「アナログ・物理データのデジタル化」、「業務の効率化による生産性の向上」に関しては、日本企業の「すでに十分な成果が出ている」と「すでにある程度の成果が出ている」の回答を合わせると70%を超え、米国には及ばないが、「攻め」の領域よりも効果を実感していることが分かる（図表 3-285）。

図表 3-285 DX の取組内容と成果

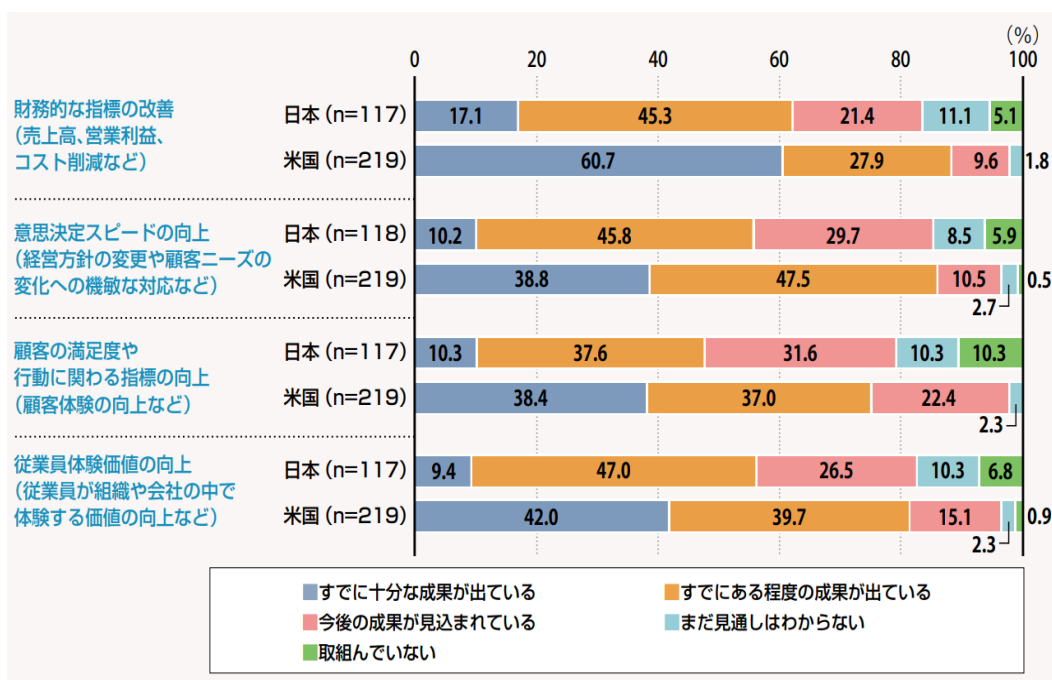


出典：IPA（2021）「DX 白書 2021」

また同調査ではデジタル化の具体的な効果として、「財務的な指標の改善（売上高、営業利益、コスト削減など）」、「意思決定スピードの向上（経営方針の変更や顧客ニーズの変化への機敏な対応など）」、「顧客の満足度や行動に関わる指標の向上（顧客体験の向上など）」、「従業員体験価値の向上（従業員が組織や会社の中で体験する価値の向上など）」について確認した。

「すでに十分な成果が出ている」と「すでにある程度の成果が出ている」の合計値で最も多い項目は「財務的な指標の改善（売上高、営業利益、コスト削減など）」となり、米国には及ばないものの、日本企業は財務面への効果が最も現れることが分かる（図表 3-286）。

図表 3-286 DX の取組内容と具体的な効果



出典：IPA（2021）「DX 白書 2021」

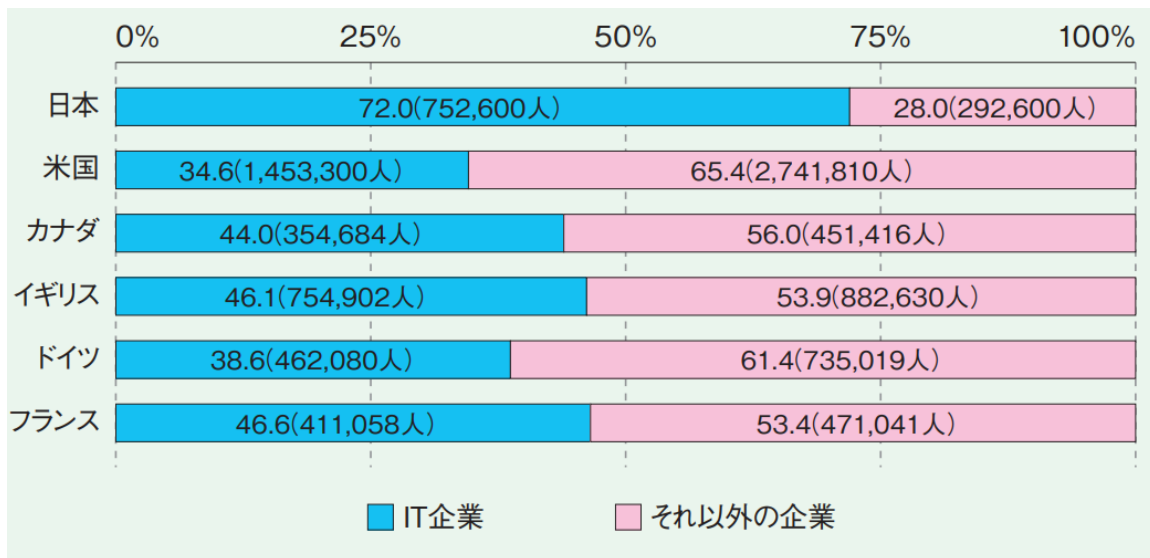
(イ) 事業会社におけるデジタル人材の重要性とデジタル人材の待遇の変化

i 事業会社におけるデジタル人材の重要性

IPA の「IT 人材白書 2017」²⁵⁰によると 2015 年に日本の IT 人材がどのような企業に所属しているのかを調査した結果、72%が IT 企業に所属していた。一方、米国やドイツの IT 人材は IT 企業に所属する割合は 35%前後となり、IT 人材の所属企業は日本と大きく異なる状態であった（図表 3-287）。

背景としてシステム開発の主体が米国は自社が中心となって行い、日本の企業は IT 企業に業務を発注するというビジネス上の構造に違いがあるためと考えられる。

図表 3-287 IT 人材が所属する企業（2015 年）



出典：IPA（独立行政法人情報処理推進機構）（2017）「IT 人材白書 2017」

ここ数年の日本の IT 企業と事業会社におけるデジタル人材の不足状況について確認する。IPA の「DX 白書 2021」²⁴⁷ではデジタル人材の不足状況を量的・質的の側面から調査した。国内の IT 企業は「量」と「質」とともに「IT 人材白書 2020」の結果から「大幅に不足している」の割合が減少に転じている（図表 3-288）。

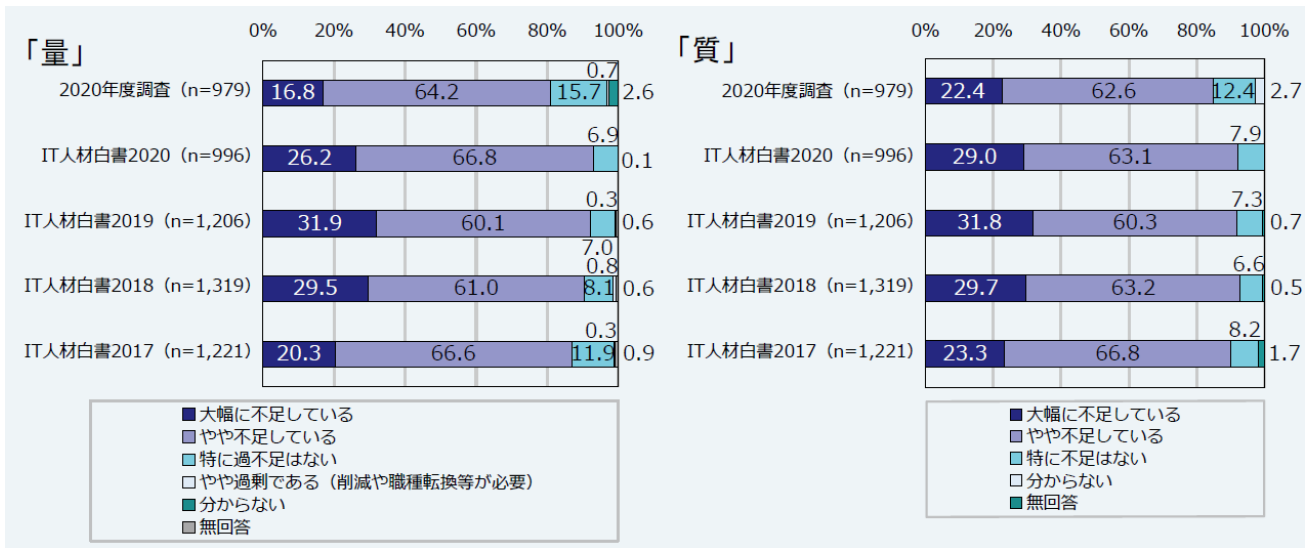
一方で、国内の事業会社の結果を見ると、IT 人材の「量」と「質」の両方について「大幅に不足している」割合は、2020 年度調査に至るまで上昇を続け、「量」に注目してみると 2020 年度調査での「大幅に不足している」割合は「IT 人材白書 2020」から 7.8%上昇している（図表 3-289）。

ビジネス環境が大きく変化したここ数年を経て、事業会社が自らデジタル化を推進する必要性を認識したことで、デジタル人材の不足感が高まったと考えられる。

²⁵⁰ 「IT 人材白書 2017」（IPA（独立行政法人情報処理推進機構）、2017）

URL : <https://www.ipa.go.jp/files/000059086.pdf>

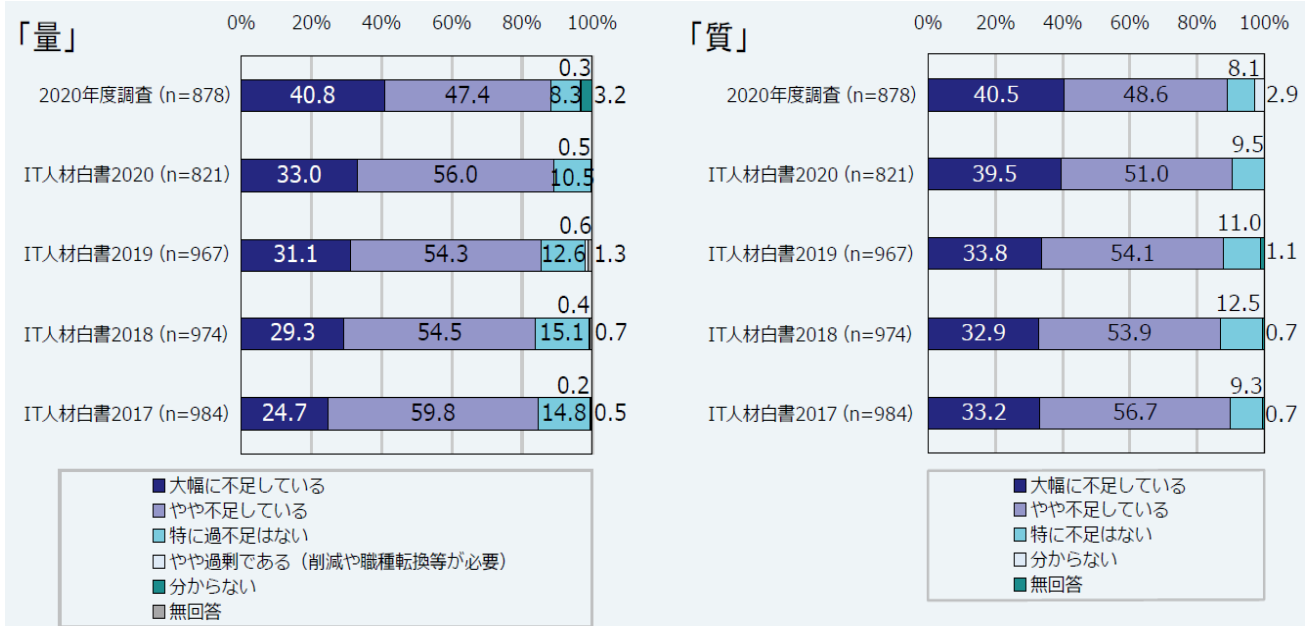
図表 3-288 国内のIT企業におけるデジタル人材の不足状況（経年）



出典：IPA（2021）「DX白書2021」

※「IT人材白書」におけるIT人材はIT企業や事業会社の情報システム部門等に所属する人であるが、2020年度調査は、これにITを活用して事業創造や製品・サービスの付加価値向上、業務のQCD向上等を行う人を含む（図表 3-289も同様）。

図表 3-289 国内の事業会社におけるデジタル人材の不足状況（経年）

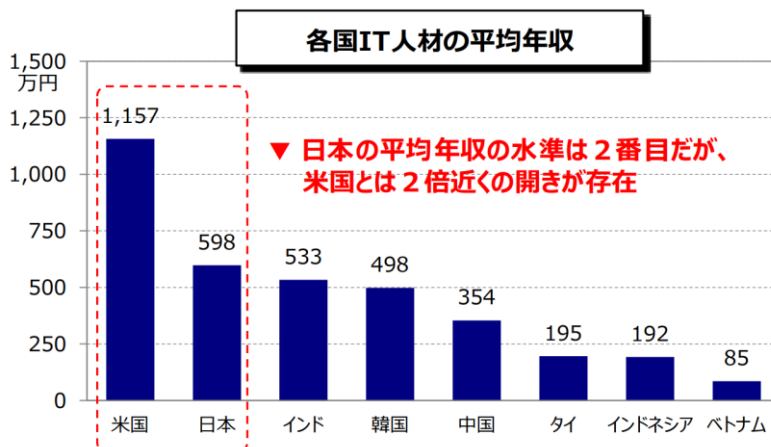


出典：IPA（2021）「DX白書2021」

ii デジタル人材の待遇の変化

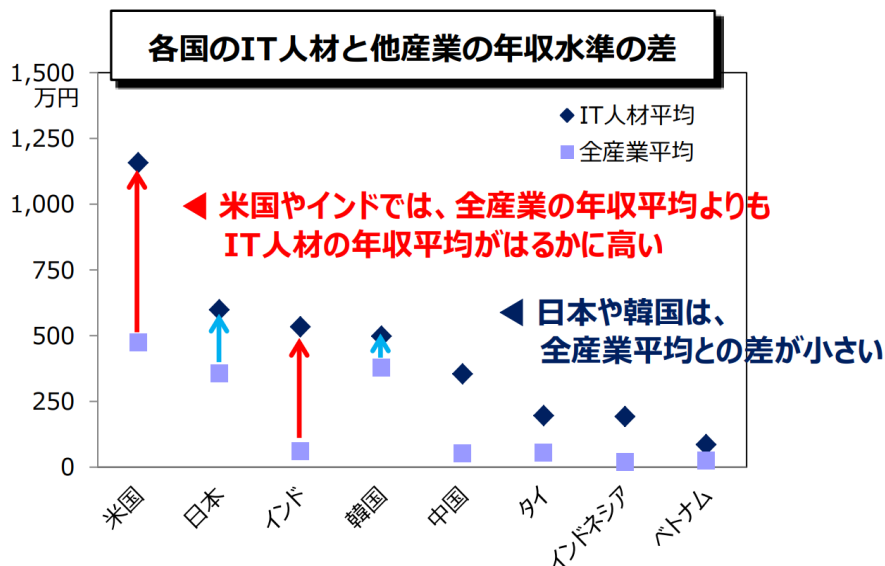
デジタル人材が不足する日本におけるデジタル人材の待遇の変化について確認してみる。2016年の経済産業省の「IT人材に関する各国比較調査結果報告書」²⁵¹によると、日本のIT人材の平均年収は598万円であり、米国の約半分という結果であった（図表 3-290 各国IT人材の平均年収（2016年））。全産業の平均年収との比較結果では、米国やインドは平均年収よりもIT人材の方がはるかに高いが、それと比べると日本は全産業との差は限定的であった。

図表 3-290 各国IT人材の平均年収（2016年）



出典：経済産業省（2016）「IT人材に関する各国比較調査結果報告書」

図表 3-291 各国のIT人材と他産業の年収水準の差（2016年）



出典：経済産業省（2016）「IT人材に関する各国比較調査結果報告書」

²⁵¹ 「IT人材に関する各国比較調査結果報告書」（経済産業省、2016）

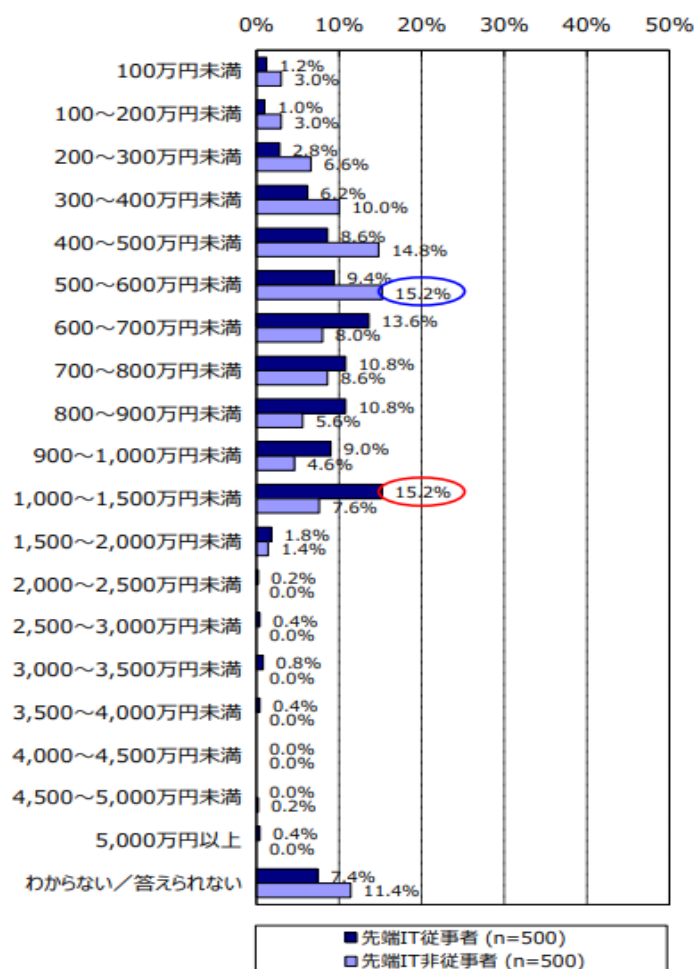
URL:https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11457937/www.meti.go.jp/policy/it_policy/jinzai/27FY/ITjinzai_global.pdf

最近のデジタル人材の待遇（年収）について確認をする。経済産業省の「デジタル・トランスフォーメーション（DX）推進に向けた 企業と IT 人材の実態調査」²⁵²ではデータサイエンス、AI、IoT等の先端的な IT 業務※に従事する先端 IT 従事者とそれ以外のデジタル人材である先端 IT 非従事者に分けて調査した。

※先端的な IT 業務：データサイエンス、AI・人工知能、IoT（Internet of Things）、デジタルビジネス/X-Tech、アジャイル開発/DevOps、AR/VR、ブロックチェーン、自動運転/MaaS、5G

回答結果を見ると、先端 IT 従事者は「1000～1500 万円未満」、先端 IT 非従事者は「500～600 万円未満」の回答が最多である（図表 3-292）。デジタル人材の待遇について、武蔵大学の庄司教授は「データアナリストや AI の専門家などの待遇は世界的に高騰している。そのようなデジタル人材は資金力のある企業に集中し、企業間での競争格差が生まれやすくなっている」と述べた。

図表 3-292 先端 IT 従事者と先端 IT 非従事者の年収



出典：経済産業省（2021）「我が国における IT 人材の動向」

²⁵² 「我が国における IT 人材の動向」（経済産業省 第 1 回 デジタル時代の人材政策に関する検討会、2021）

URL : https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/digital_jinzai/pdf/001_s01_00.pdf

2) 社会的影響

(ア) デジタル化がもたらす効果に関する様々な影響

デジタル技術の活用によって生じる効果には様々な議論がされている。2019年の情報通信白書²⁵³によると、GDP／生産性の伸び悩みとICTの関係を「技術楽観論」「折衷的考え方」「技術悲観論」「デジタル経済の計測の論点に注目する考え方」の4つの視点で整理している（図表 3-293）。

図表 3-293 GDP／生産性の伸び悩みとICTの関係を巡る議論の概要

技術悲観論	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 産業革命におけるかつての技術革新と比べると、ICTが人間生活に及ぼす影響は限定的 ➤ ICTによるイノベーションは、娯楽や情報通信自体といった分野に限られる ➤ このため、ICTの発展にもかかわらず、今後も生産性の停滞は続く
「デジタル経済の計測」の論点に注目する考え方	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ICTは、無料でサービス提供や既存のモノのシェアを促進する ➤ これらについて、現在のGDP統計は十分に捕捉できていない可能性があり、また、捕捉すべきかどうかについても議論が必要
技術楽観論	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ICTは、社会・経済のあらゆる領域に影響を及ぼす革新的な技術 ➤ ただし、ICTの導入・普及から生産性の向上という効果の発現までにはタイムラグがあり、現在はまだ効果が十分に出ていない
技術悲観論と楽観論の折衷的な考え方	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ICTにより、先端的な企業は生産性を大きく高めている ➤ 他方、他の企業ではそのような効果が出ておらず、平均すると総体として生産性が伸び悩んでいる

出典：総務省（2019）「情報通信白書」

(イ) AIを導入することで想定されるタスク量と雇用への影響

次に、企業がデジタル技術を活用することによる雇用への影響について確認する。2016年の情報通信白書²⁵⁴によると、AIの普及によって想定される雇用への影響について、社会的なコンセンサスが得られていると考えられるものの一つとして、雇用の基礎を構成するタスク量の変化がある。タスク量の変化がもたらす雇用への影響については①雇用の一部代替、②雇用の補完、③産業競争力への直結による雇用の維持・拡大、④女性・高齢者等の就労環境の改善があると示している（図表 3-294）。

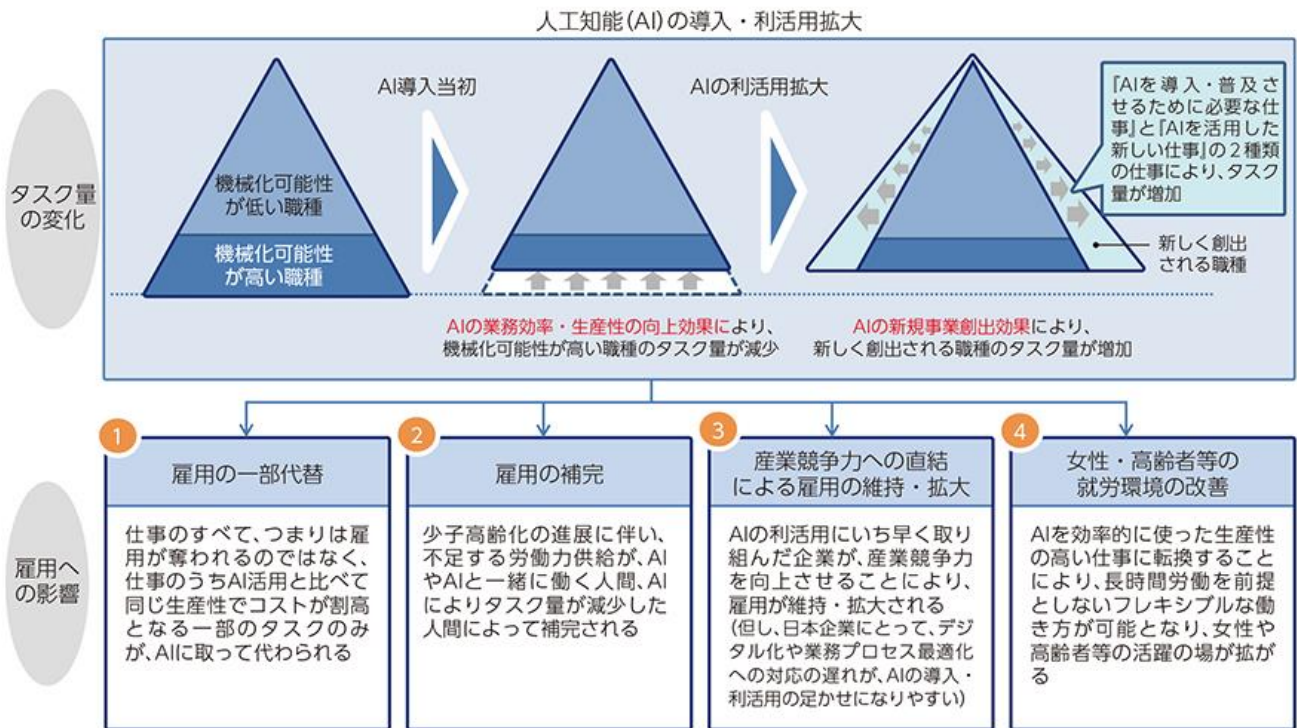
²⁵³ 「令和元年版情報通信白書」（総務省、2019）

URL： <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r01/pdf/01honpen.pdf>

²⁵⁴ 「平成28年版情報通信白書」（総務省、2016）

URL： <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h28/pdf/28honpen.pdf>

図表 3-294 人工知能 (AI) 導入で想定される雇用への影響



出典：総務省 (2016) 「情報通信白書」

(ウ) デジタル化がもたらす生産性向上と人手不足の解消への効果

コロナ禍によって企業を取り巻くビジネス環境が大きく変化したことから、一概にデジタル化による社会的な効果を述べることは簡単ではない。本調査では、アンケート結果 (図表 3-211) から、日本企業のデジタル化の目的は「生産性向上」が最も多かったことを踏まえ、デジタル化による生産性向上が社会にどのような影響を与えるのかを調査する。

厚生労働省の「令和元年版労働経済の分析」²⁵⁵によると、人手不足対策として、IT や AI 等を活用して「省力化・合理化投資」に取り組んできた企業の割合を産業別にみると、「製造業」が 27.5%と最も高く、次いで、「学術研究、専門・技術サービス業」が 25.0%、「卸売業、小売業」が 23.3%、「サービス業 (他に分類されないもの)」が 22.8%であった (図表 3-295)。

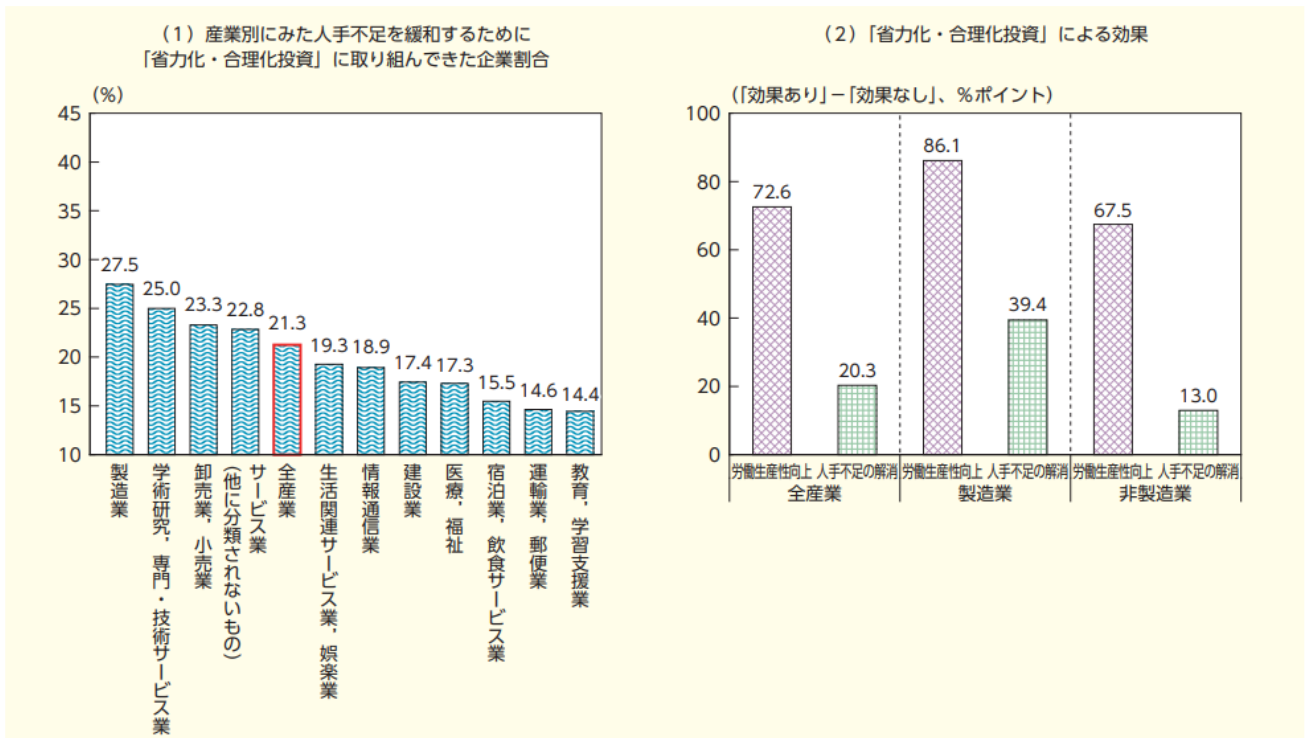
また、「省力化・合理化投資」に取り組んできた結果として、「労働生産性の向上」、「人手不足の解消」にどの程度効果があったかについて、「労働生産性の向上」「人手不足の解消」について効果があった企業の割合から、効果がなかった企業の割合を差し引いたギャップをみると、「労働生産性の向上」については、製造業では 86.1%、非製造業では 67.5%となっており、「省力化・合理化投資」の取組は、多くの企業において「労働生産性の向上」に効果があったことが分かる。

企業はデジタル技術を活用することにより、労働力を維持・向上させる効果があると推察される。

²⁵⁵ 「令和元年版労働経済の分析」 (厚生労働省、2019)

URL : <https://www.mhlw.go.jp/wp/hakusyo/roudou/19/dl/19-2.pdf>

図表 3-295 IT や AI 等を活用した省力化・合理化投資による効果について



出典：厚生労働省（2019）「令和元年版労働経済の分析」

3.2.3. 公的分野におけるデジタル活用の動向

(1) 我が国におけるデジタル・ガバメント推進の動向

本項では、デジタル改革関連 6 法とデジタル庁創設を中心とした我が国における近年のデジタル・ガバメント推進の動向についてとりまとめた。

1) デジタル改革関連 6 法の成立とデジタル庁設置の経緯

(ア) デジタル庁設置までの経緯

政府及び各省庁では、2017 年 5 月に策定された「デジタル・ガバメント推進方針」²⁵⁶に基づき、「デジタル・ガバメント実行計画」ならびに各府省の中長期計画を策定し、データ利活用、デジタル・ガバメント実現に向け改革を推進してきたが、その途上である 2020 年以降、新型コロナウイルス感染症拡大による緊急対応を余儀なくされた。

菅義偉前首相は、2020 年 9 月 23 日に開催されたデジタル改革関係閣僚会議において、新型コロナウイルス感染症への対応で明らかになった課題等を踏まえ、行政の縦割りを打破し、大胆に規制改革を断行するための突破口としてデジタル庁を創設すること、あわせて、デジタル分野の重要法案である IT 基本法の抜本改正を行うことを指示した。

これを受けて 2020 年 10 月、デジタル・ガバメント閣僚会議配下にデジタル改革関連法案ワーキンググループ及び作業部会が設置され、デジタル改革の基本的考え方や関連法案の整備等の検討に向けた議論が進められた。デジタル改革関連法案ワーキンググループは 2020 年 11 月、デジタル社会の将来像と、それを実現するための IT 基本法の見直し及びデジタル庁設置の考え方について議論の結果をまとめた「デジタル改革関連法案ワーキンググループとりまとめ」²⁵⁷を公表した。

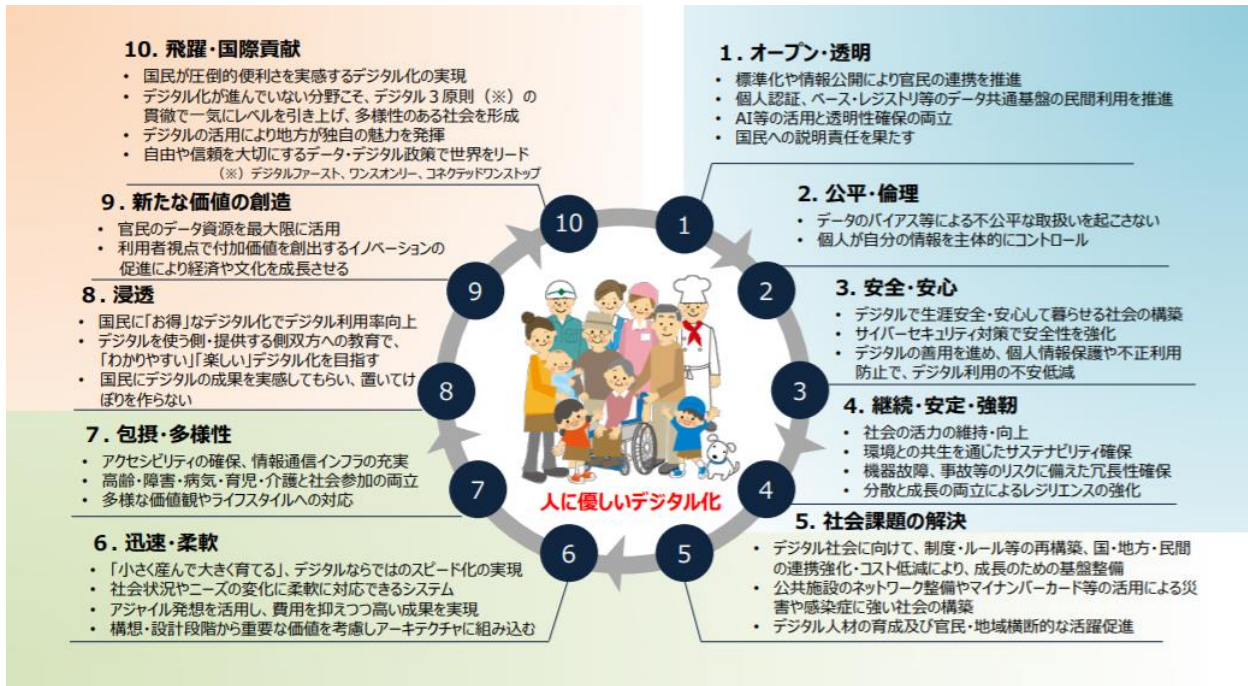
「デジタル改革関連法案ワーキンググループとりまとめ」では、デジタル社会の目指すビジョンとして「デジタルの活用により、一人一人のニーズに合ったサービスを選ぶことができ、多様な幸せが実現できる社会 ～誰一人取り残さない、人に優しいデジタル化～」と掲げ、このようなデジタル社会を形成するため、10 の基本原則を大方針として施策を展開することとした。

²⁵⁶ 「デジタル・ガバメント推進方針」(IT 総合戦略本部 官民データ活用推進戦略会議、2017.5.30)

(<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20170530/suisinhosin.pdf>)

²⁵⁷ 「デジタル改革関連法案ワーキンググループとりまとめ」(デジタル・ガバメント閣僚会議 デジタル改革関連法案ワーキンググループ、2020.11.26) (https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/dgov/houan_wg/dai4/siryou4.pdf)

図表 3-296 デジタル社会を形成するための基本原則



出典：「デジタル改革関連法案ワーキンググループとりまとめ」（2020.11.26）

上記のとりまとめ結果等を踏まえ、2020年12月、デジタル社会の将来像、IT基本法の見直しの考え方、デジタル庁設置の考え方等に関する政府としての方針を示す「デジタル社会の実現に向けた改革の基本方針」²⁵⁸が閣議決定された。基本方針では、とりまとめでも示したとおり、デジタル化によって、多様な国民がニーズに合ったサービスを選択でき、国民一人ひとりの幸福に資する「誰一人取り残さない、人に優しいデジタル化」を進めることを掲げ、デジタル社会の形成に向けた取組事項として「①ネットワークの整備・維持・充実」「②データ流通環境の整備」「③行政や公共分野におけるサービスの質の向上」「④人材の育成、教育・学習の振興」「⑤安心して参加できるデジタル社会の形成」の5項目を示した。

(イ) デジタル改革関連6法の成立

「デジタル社会の実現に向けた改革の基本方針」（2020年12月25日閣議決定）を踏まえ、2021年（令和3年）5月12日、IT基本法を抜本的に見直した「デジタル社会形成基本法」を含むデジタル改革関連6法が成立し、9月1日に施行された（図表 3-297）。

²⁵⁸ 「デジタル社会の実現に向けた改革の基本方針」（2020.12.25 閣議決定）
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/dgov/201225/siryoul.pdf>

図表 3-297 デジタル改革関連 6 法の全体像

<p>デジタル社会形成基本法※IT基本法は廃止</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓「デジタル社会」の形成による我が国経済の持続的かつ健全な発展と国民の幸福な生活の実現等を目的とする ✓デジタル社会の形成に関し、基本理念及び施策の策定に係る基本方針、国、地方公共団体及び事業者の責務、デジタル庁の設置並びに重点計画の策定について規定 <p>〔IT基本法との相違点〕</p> <ul style="list-style-type: none"> ・高度情報通信ネットワーク社会 → データ活用により発展するデジタル社会 ・ネットワークの充実+国民の利便性向上を図るデータ活用（基本理念・基本方針） ・デジタル庁の設置（IT本部は廃止） <p>⇒デジタル社会を形成するための基本原則（10原則）の要素も取り込んだうえで、デジタル社会の形成の基本的枠組みを明らかにし、これに基づき施策を推進</p>	<p>デジタル庁設置法</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓強力な総合調整機能（勅告権等）を有する組織。基本方針策定などの企画立案、国等の情報システムの統括・監理、重要なシステムは自ら整備 ✓国の情報システム、地方共通のデジタル基盤、マイナンバー、データ活用等の業務を強力に推進 ✓内閣直属の組織（長は内閣総理大臣）。デジタル大臣のほか、特別職のデジタル監を置く <p>⇒デジタル社会の形成に関する司令塔として、行政の縦割りを打破し、行政サービスを抜本的に向上</p>
<p>デジタル社会の形成を図るための関係法律の整備に関する法律</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓個人情報関係 3 法を 1 本の法律に統合するとともに、地方公共団体の制度についても全国的な共通ルールを設定、所管を個人情報委に一元化（個人情報保護法改正等） ✓押印・書面手続の見直し（押印・書面交付等を求める手続を定める48法律を改正） ✓医師免許等の国家資格に関する事務へのマイナンバーの利用の範囲の拡大（マイナンバー法改正） ✓郵便局での電子証明書の発行・更新等の可能化（郵便局事務取扱法改正） ✓本人同意に基づく署名検証者への基本 4 情報の提供、電子証明書のスマートフォンへの搭載（公的個人認証法改正） ✓転入地への転出届に関する情報の事前通知（住民基本台帳法改正） ✓マイナンバーカードの発行・運営体制の抜本的強化（マイナンバー法、J-LIS法改正） <p>⇒官民や地域の枠を超えたデータ活用の推進、マイナンバーの情報連携促進、マイナンバーカードの利便性の向上・普及促進及びオンライン手続の推進、押印等を求める手続の見直し等による国民の手続負担の軽減等</p>	<p>公的給付の支給等の迅速かつ確実な実施のための預貯金口座の登録等に関する法律</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓希望者において、マイポータルからの登録及び金融機関窓口からの口座登録ができるようにする ✓緊急時の給付金や児童手当などの公金給付に、登録した口座の利用を可能とする <p>⇒国民にとって申請手続の簡素化・給付の迅速化</p> <p>預貯金者の意思に基づく個人番号の利用による預貯金口座の管理等に関する法律</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓本人の同意を前提とし、一度に複数の預貯金口座への付番が行える仕組みや、マイポータルからも登録できる仕組みを創設 ✓相続時や災害時において、預貯金口座の所在を国民が確認できる仕組みを創設 <p>⇒国民にとって相続時や災害時の手続負担の軽減等の実現</p> <p>地方公共団体情報システムの標準化に関する法律</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓地方公共団体の基幹系情報システムについて、国が基準を策定し、当該基準に適合したシステムの利用を求める法的枠組みを構築 <p>⇒地方公共団体の行政運営の効率化・住民の利便性向上等 7</p>

出典：第 1 回デジタル社会推進会議 参考資料 1「これまでのデジタル改革の取組みについて」（2021.9.6）²⁵⁹

関連 6 法の中でも中核となるデジタル社会形成基本法は、高度情報通信ネットワーク社会形成基本法（IT 基本法）が施行された 2000 年以降の状況変化を踏まえ、データ利活用が不可欠となったデジタル社会の形成に関する施策を迅速かつ重点的に推進し、我が国経済の持続的かつ健全な発展と国民の幸福な生活の実現に寄与するため、基本理念及び施策の策定に係る基本方針、国、地方公共団体及び事業者の責務、デジタル庁の設置並びに重点計画の作成について定めたものである。本法の成立をもって、IT 基本法は廃止された。

(ウ) デジタル庁の設置とデジタル社会推進会議

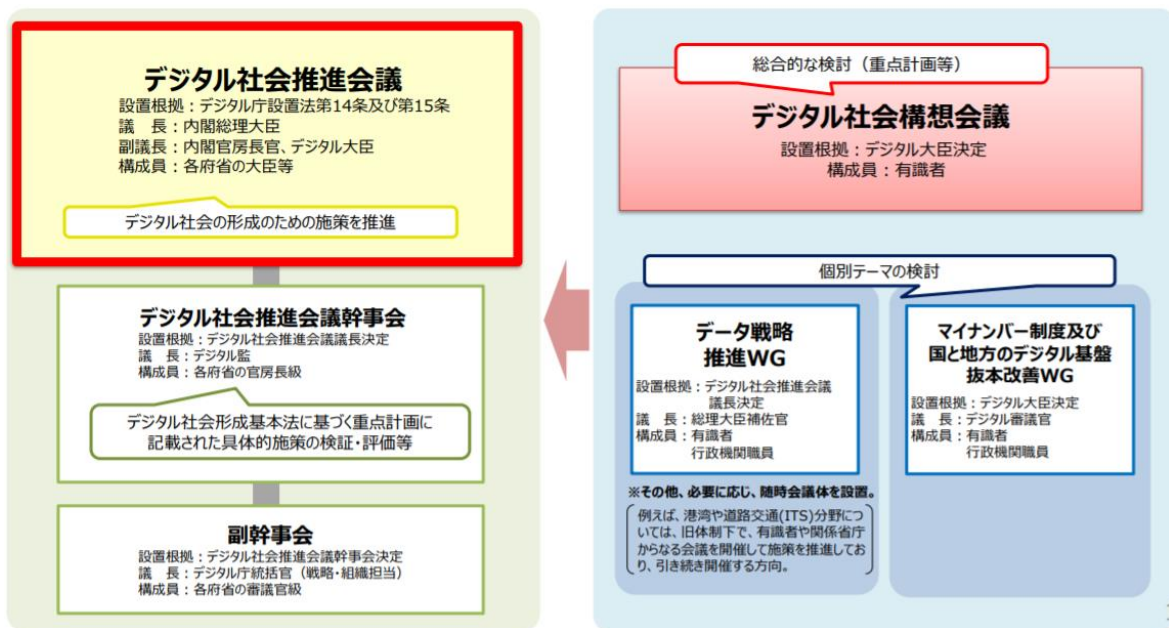
デジタル庁設置法に基づき、2021 年 9 月 1 日にデジタル庁が創設された。デジタル庁は、デジタル社会の実現に関する司令塔として、デジタル社会の実現に向けて、国、地方公共団体、事業者が連携・協力しながら社会全体のデジタル化を推進していく際に、利用者目線で適切にニーズをくみ取ったサービスを提供することによる国民の利便性の向上や、デジタル基盤やデータ流通環境の整備、行政や公共分野におけるサービスの質の向上、デジタル人材の育成・確保、教育・学習の振興、安心して参加できるデジタル社会の実現を図るため、主導的な役割を担い、関係者によるデジタル化の取組を牽引していく。また、デジタル改革、規制改革、行政改革といったデジタル時代にふさわしい構造改革に係る横断的課題の一体的な検討や実行を強力に推進するとともに、デジタル田園都市国家構想の実現においても内閣官房デジタル田園都市国家構想実現会議事務局と連携してデジタル技術を地域の暮らしや産業に実装するな

²⁵⁹ 第 1 回デジタル社会推進会議 参考資料 1「これまでのデジタル改革の取組みについて」（2021 年 9 月 6 日）
https://cio.go.jp/sites/default/files/uploads/documents/digital/20210906_meeting_promoting_07.pdf

ど、重要な役割を担っていく。

また、デジタル庁が創設した2021年9月1日、デジタル社会推進会議が設置された。内閣総理大臣を議長とし、全閣僚等をメンバーとするデジタル社会推進会議では、デジタル社会の形成のための施策の実施の推進及びデジタル社会の形成のための施策について必要な関係行政機関相互の調整を行う。デジタル監及び内閣総理大臣により任命された幹事からなるデジタル社会推進会議幹事会は、デジタル社会形成基本法に基づく重点計画に記載された具体的施策の検証・評価等、デジタル社会推進会議におけるデジタル社会の形成のための施策の実施の推進及び関係行政機関の相互の調整に資することを目的として開催する。

図表 3-298 デジタル社会の実現に向けた推進体制



出典：第1回デジタル社会推進会議 資料1「新たな推進体制について」(2021年9月6日)²⁶⁰

²⁶⁰ 第1回デジタル社会推進会議 資料1「新たな推進体制について」(2021年9月6日)

(https://cio.go.jp/sites/default/files/uploads/documents/digital/20210906_meeting_promoting_02.pdf)

2) 重点計画及び包括的データ戦略の策定

(ア) デジタル社会の実現に向けた重点計画の策定

デジタル社会形成基本法第37条第1項に規定する「デジタル社会の形成に関する重点計画」に盛り込むべき事項を見据え、2021年6月、「デジタル社会の実現に向けた重点計画」が策定され、本法の施行ならびにデジタル庁創設後の2021年12月、本計画ならびにデジタル・ガバメント実行計画を統合しフォローアップが反映された「デジタル社会の実現に向けた重点計画（新重点計画）」²⁶¹が閣議決定された。

重点計画では、「誰一人取り残されることなく、多様な幸せが実現できる社会」の実現に向け、官民挙げて利用者視点でのサービスデザイン体制を確立していくとともに、デジタル社会形成のための基本原則に則して取組みを進めること、業務改革（BPR）の徹底・システム改革の推進に取り組むことが示され、構造改革のためのデジタル原則として、①デジタル完結・自動化原則、②アジャイルガバナンス原則（機動的で柔軟なガバナンス）、③官民連携原則、④相互運用性確保原則、⑤共通基盤利用原則の5つの原則が提示された（図表3-299、図表3-300参照）。

図表 3-299 デジタル社会の実現に向けた重点計画の概要

デジタル社会の実現に向けた重点計画の概要		
<p>■ デジタル社会の形成のために政府が迅速かつ重点的に実施すべき施策等を定めるもの。（デジタル社会形成基本法37②等）</p> <p>■ デジタル社会の実現の司令塔であるデジタル庁のみならず各省庁の取組も含め工程表などスケジュールとあわせて明らかにするもの。</p> <p>我が国が目指すデジタル社会「デジタルの活用により、一人ひとりのニーズに合ったサービスを選ぶことができ、多様な幸せが実現できる社会」</p>		
実現のための6つの方針	実現に向けての理念・原則	デジタル化の基本戦略
<p>① デジタル化による成長戦略</p> <p>② 医療・教育・防災・子ども等の準公共分野のデジタル化</p> <p>③ デジタル化による地域の活性化</p> <p>④ 誰一人取り残されないデジタル社会</p> <p>⑤ デジタル人材の育成・確保</p> <p>⑥ DFFTの推進を始めとする国際戦略</p>	<p>誰一人取り残されないデジタル社会の実現 —誰もが、いつでも、どこでもデジタルの恩恵を享受</p> <p>デジタル社会形成のための基本原則</p> <p>→10原則（デジタル改革基本方針）</p> <p>①オープン・透明 ②公平・倫理 ③安全・安心 ④継続・安定・強靭 ⑤社会課題の解決 ⑥迅速・柔軟 ⑦包括・多様性 ⑧浸透 ⑨新たな価値の創造 ⑩飛躍・国際貢献</p> <p>→デジタル3原則（国の行政手続オンライン化原則）</p> <p>デジタルファースト/ワンストップ/コネクテッド/ワンストップ</p> <p>BPRと規制改革の必要性</p> <p>デジタル・バイ・デフォルト原則</p>	<p>デジタル臨時行政調査会</p> <p>デジタル・規制・行政改革に連通する構造改革のためのデジタル原則を定め、全ての法令の適合性を確認</p> <p>デジタル田園都市国家構想実現会議</p> <p>デジタル原則の遵守やデータ基盤の活用等を前提に、各地域の社会的課題の解決などに向けた取組を支援</p> <p>国際戦略の推進</p> <p>包括的データ戦略の推進</p> <p>DFFT/諸外国デジタル政策</p> <p>トラスト/ベース・関連機関との連携強化</p> <p>レジストリ/オープンデータ</p> <p>安全・安心の確保</p> <p>デジタル産業の育成</p> <p>サイバーセキュリティ/ベンチャー・中小企業等の育成</p> <p>個人情報保護/サイバー犯罪</p>
デジタル社会の実現に向けた基本的な施策		
<p>国民に対する行政サービスのデジタル化</p> <ul style="list-style-type: none"> 国・地方公共団体・民間を通じたトータルデザイン（アーキテクチャの将来像整理） 新型コロナウイルス感染症対策など緊急時の行政サービスのデジタル化（ワクチン接種証明書のスマホ搭載の推進/公金受取口座登録開始及び行政機関による利用） マイナンバー制度の利活用の推進（情報連携の拡大/各種免許等のデジタル化） マイナンバーカードの普及及び利用の推進（健康保険証利用のための環境整備/R6年度末に運転免許証との一体化/ユースケース拡充） 公共フロントサービスの提供等（ワンストップサービスの推進） 	<p>暮らしのデジタル化</p> <ul style="list-style-type: none"> 準公共分野のデジタル化の推進等（健康・医療・介護（PHR/オンライン診療）/教育（校務のデジタル化/教育データ活用）/防災/子ども/モビリティ/取引） <p>産業のデジタル化</p> <ul style="list-style-type: none"> 事業者向け行政サービスの質の向上に向けた取組（電子署名/電子委任状/商業登記電子証明書/GビスID/e-Gov） 中小企業のデジタル化の支援（IT専門家派遣/IT導入補助金/サイバーセキュリティ対策支援） 産業全体のデジタルトランスフォーメーション（DX認定制度/DX銘柄選定/DX投資促進税制/サイバーセキュリティ強化） 	<p>デジタル社会を支えるシステム・技術</p> <ul style="list-style-type: none"> 国の情報システムの刷新（重要システム開発体制整備/ガバメントクラウドの整備/ネットワークの整備） 地方の情報システムの刷新（標準化基本方針の策定等） デジタル化を支えるインフラの整備（5G/光ファイバ/データセンター/海底ケーブル/半導体） デジタル社会に必要な技術の研究開発・実証の推進（情報通信・コンピューティング・セキュリティ技術高度化/スーパーコンピュータ整備） <p>デジタル社会のライフスタイル・人材</p> <ul style="list-style-type: none"> ポストコロナも見据えた新たなライフスタイルへの転換（テレワーク/シェアリングエコノミー） デジタル人材の育成・確保（プログラミング必修化/リカレント教育）

出典：「デジタル社会の実現に向けた重点計画の概要」²⁶²

²⁶¹ 「デジタル社会の実現に向けた重点計画」（2021年12月24日閣議決定）

(https://www.digital.go.jp/assets/contents/node/basic_page/field_ref_resources/5ecac8cc-50f1-4168-b989-2bcaabffe870/20211224_policies_priority_package.pdf)

²⁶² 「デジタル社会の実現に向けた重点計画の概要」

(https://cio.go.jp/sites/default/files/uploads/documents/digital/20211224_policies_priority_overview.pdf)

図表 3-300 構造改革のためのデジタル原則

○「包括的データ戦略」（令和3年6月）にて提示された7層のアーキテクチャを参考に、**デジタル社会の実現に向けた構造改革のための5つの原則**を整理。

第7層 新たな価値の創出		改革を通じて実現すべき価値 (デジタル社会を形成するための基本原則：①オープン・透明 ②公平・倫理 ③安全・安心 ④継続・安定・強靭 ⑤社会課題の解決 ⑥迅速・柔軟 ⑦包摂・多様性 ⑧浸透 ⑨新たな価値の創造 ⑩飛躍・国際貢献)
アーキテクチャ		構造改革のためのデジタル原則
第6層 業務改革・BPR/組織	原則① デジタル完結・自動化原則	書面、目視、常駐、実地参加等を義務付ける手続・業務について、デジタル処理での完結、機械での自動化を基本とし、行政内部も含めエンドツーエンドでのデジタル対応を実現すること。国・地方公共団体を挙げてデジタルシフトへの組織文化作りと具体的対応を進めること。
第5層 ルール	原則② アジャイルガバナンス原則 (機動的で柔軟なガバナンス)	一律かつ硬直的な事前規制ではなく、リスクベースで性能等を規定して達成に向けた民間の創意工夫を尊重するとともに、データに基づくEBPMを徹底し、機動的・柔軟で継続的な改善を可能とすること。データを活用して政策の点検と見直しをスピーディに繰り返す、機動的な政策形成を可能とすること。
第4層 利活用環境	原則③ 官民連携原則 (GtoBtoCモデル)	公共サービスを提供する際に民間企業のUI・UXを活用するなど、ユーザー目線で、ベンチャーなど民間の力を最大化する新たな官民連携を可能とすること。
第3層 連携基盤	原則④ 相互運用性確保原則	官民で適切にデータを共有し、世界最高水準のサービスを楽しむことができるよう、国・地方公共団体や準公共といった主体・分野間のばらつきを解消し、システム間の相互運用性を確保すること。
第2層 データ	原則⑤ 共通基盤利用原則	ID、ベースレジストリ等は、国・地方公共団体や準公共といった主体・分野ごとの縦割りで独自仕様のシステムを構築するのではなく、官民で広くデジタル共通基盤を利用するとともに、調達仕様の標準化・共通化を進めること。
第1層 インフラ		

出典：「デジタル社会の実現に向けた重点計画」（2021年12月24日閣議決定）

(イ) 包括的データ戦略の策定

デジタル・ガバメント閣僚会議は、21世紀のデジタル国家にふさわしいデジタル基盤構築に向け、我が国初となる「データ戦略」（データ戦略タスクフォース第一次とりまとめ）²⁶³及びその具体的な取組の方向性となる「包括的データ戦略」²⁶⁴を策定した。

包括的データ戦略では、信頼と公益性の確保を通じてデータを安心して効率的に使える仕組みを構築することなどを理念に掲げ、現実空間とサイバー空間が高度に融合したシステム（デジタルツイン）により、新たな価値を創出する人間中心の社会の構築を目指すべき社会のビジョンとして掲げ、主な検討項目として「行政におけるデータ行動原則の構築」や「プラットフォームとしての行政が持つべき機能」、「トラスト基盤の構築」「データ連携に必要な共通ルール具体化とツール開発」「ベース・レジストリの指定」などを挙げている（図表 3-301）。

²⁶³ 「データ戦略タスクフォース 第一次とりまとめ」（デジタル・ガバメント閣僚会議決定、2020.12.21）

(https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/dgov/dai10/siryou_a.pdf)

²⁶⁴ 「包括的データ戦略」（2021.6.18）(<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20210618/siryou3.pdf>)

図表 3-301 包括的データ戦略の概要

ビジョン		現実空間とサイバー空間が高度に融合したシステム（デジタルツイン）により、新たな価値を創出する人間中心の社会	
データ戦略の アーキテクチャ	戦略・政策	第一次取りまとめ データ戦略の理念と データ活用の原則の提唱	包括的データ戦略 検討項目 ・データ活用原則 (①データがつながり、使える、②勝手に使われない、安心して使える、③みんなで協力する) ・行政における データ行動原則の構築 ①データに基づく行政(文化の醸成)、②データエコシステムの構築、③データの最大限の利活用 ・ プラットフォームとしての行政 が持つべき機能
	組織 { 行政 民間	社会実装・業務改革 デジタルツインの視点で ビジネスプロセスの見直し	・デジタル庁の策定する情報システムの整備方針にデータ戦略を反映
	ルール { データ ガバナンス 連携 ルール	トラストの枠組み整備 トラストの要素(意思表示の証明、 発行元証明、存在証明)を整理	・ トラスト基盤の構築 (認定スキームの創設) [デジタル庁を中心として関係省庁が協力して、2020年代早期の実装を目指す] ・ トラスト基盤構築に向けた論点整理 (トラスト基盤の創設[各プレイヤーの役割の明確化]、認定基準、国際的な相互承認 等)
	連携基盤 (ツール)	プラットフォームの整備 分野共通ルールの整理 分野毎のプラットフォームにおける 検討すべき項目の洗い出し (官民検討の場、ルール、ツール等)	・データ連携に必要な 共通ルール の具体化、 ツール開発 ・データ流通を促進・阻害要因を払拭するためのルールの整理 (意図しないデータ流通・利用防止のための仕組みの導入/ロックイン防止 等) [デジタル庁と知財本部事務局は、2021年末までにガイドライン策定] ・ 重点的に取り組むべき分野(健康・医療・介護、教育、防災等)のプラットフォーム構築 [関係省庁はデジタル庁と協力して、2025年までに実装を目指す] ・ データ取引市場のコンセプトの提示
		データ	ベース・レジストリの整備 オープンデータ データマネジメント
	利活用環境	引き続き検討すべき事項 データ利活用の環境整備 民間保有データの 活用の在り方 人材/国際連携/インフラ	デジタルインフラ ・通信インフラ (Beyond 5G) (2025年大阪・関西万博にて成果提示)、計算インフラ (富岳等コンピュ テイングリフスの民間利用)、半導体産業基盤の強化、データ取扱いのルール等の一体的整備
	インフラ		人材・組織 ・データ戦略に必要な人材像、データ整備・AI活用を含むデータ戦略責任者の設置 セキュリティ ・セキュリティバイデザインの推進、安全安心なサイバー空間の利用環境の構築 国際展開 ・理念を共有する国との連携や様々なフォーラムにおける DFFTの推進 (貿易、プライバシー、セキュリティ、トラスト基盤、データ活用、次世代インフラ) ・ G7 DFFTロードマップへのインプット [2023年G7日本会合を見据え成果を目指す]

出典：内閣官房 情報通信技術（IT）総合戦略室「包括的データ戦略の概要」（2021.6.15）²⁶⁵

i ベース・レジストリの整備に向けた取組

ベース・レジストリとは、公的機関等で登録・公開され、様々な場面で参照される、人、法人、土地、建物、資格等の社会の基本データであり、正確性や最新性が確保された社会の基盤となるデータベースである。2020年12月、データ戦略タスクフォース第一次とりまとめの別紙として公開された「ベース・レジストリ・ロードマップ」²⁶⁶においては、ベース・レジストリの重点整備対象候補として、個人や法人等、12の分野を例示した。

内閣官房情報通信技術（IT）総合戦略室は、この重点整備対象候補のうち、社会的ニーズ、経済効果、即効性の観点に基づき、具体的なデータの抱える課題についてデータホルダーの関係省庁と調整しながら検討を進め、2021年5月26日に「ベース・レジストリの指定について」²⁶⁷を決定した。「ベース・レジストリの指定について」では、当該データの状況に鑑み、区分①、区分②に分けて指定している（図表 3-302、図表 3-303）。

²⁶⁵ 内閣官房 情報通信技術（IT）総合戦略室「包括的データ戦略の概要」（2021.6.15）

(<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/dai80/siryou2-1.pdf>)

²⁶⁶ 「ベース・レジストリ・ロードマップ」（2020.12.21、デジタル・ガバメント閣僚会議決定）

(https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/dgov/dai10/siryou_a.pdf)

²⁶⁷ 内閣官房 情報通信技術（IT）総合戦略室「ベース・レジストリの指定について」（2021.5.26）

(<https://cio.go.jp/sites/default/files/uploads/documents/SpecifyingBaseRegistry.pdf>)

図表 3-302 区分①として指定するベース・レジストリー一覧

区分①：即効性の観点から、早期にベース・レジストリとしての利活用を実現するものとして指定するデータ			
分野	指定項目	指定データ等	所管部門
法人	会社法人等番号	商業・法人登記簿	法務省
	商号（法人名）		
	本店（所在地）		
	法人番号	法人番号公表サイト	国税庁
	法人資格	gBizINFO	経済産業省
	決算情報	EDINET	金融庁
土地・地図	地図情報	電子国土基本図	国土地理院
	郵便番号	郵便番号	日本郵便
公共施設	中央省庁施設		中央省庁
	自治体施設		地方公共団体
法律等	法律・政令・省令	e-Gov	総務省
	支援制度	ミラサポ Plus 制度ナビ	経済産業省
		被災者生活再建支援制度データベース	内閣府
その他	文字情報	文字情報基盤	（一社）文字情報技術促進協議会
	イベント		中央省庁・地方公共団体

図表 3-303 区分②として指定するベース・レジストリー一覧

区分②：今後ベース・レジストリとして整備のあり方を含め検討するものとして指定するデータ			
分野	指定項目	指定データ等	所管部門
法人	決算情報	官報（決算公告）	国立印刷局
	役員・資本金	商業・法人登記簿	法務省
	事業所情報	（マスターデータを整備する必要あり）	
土地・地図	アドレス	（マスターデータを整備する必要あり）	
	町字	電子国土基本図	国土地理院
	所在・地番	不動産登記簿	法務省
	不動産番号、地図データ		
個人	マイナンバー	（マイナンバー制度及び地方のデジタル基盤抜本改善ワーキンググループの検討を踏まえ検討）	
	個人4情報（氏名、住所、性別、生年月日）		
	個人資格		
	戸籍の記載事項		

デジタル庁と関係省庁はこの決定文書にのっとり、協力して2025年までの実装を目指してベース・レジストリの整備を推進している。今後、デジタル庁は、データ標準や各種ツールの整備を進め、指定されたデータを保有する各府省庁に対し必要な支援を行う。各府省庁においては、デジタル庁の整備するデータ標準への準拠、品質評価の実施、参照ルールの徹底等ベース・レジストリに適用されるルール遵守の徹底を図る。

なお、ベース・レジストリの最新の情報源は自治体を持っていることも多いため、ベース・レジストリの整備と普及の取組については、国・自治体・民間の連携が円滑に進むよう、国がデータ標準やルールなどを整備し、それを使って市区町村がデータを整備するなどの協力関係が重要となると指摘され

ている²⁶⁸。

(2) 諸外国における動向を踏まえた日本の現状と課題

本項では、諸外国におけるデジタル・ガバメント推進とデータ利活用に係る政策動向をとりまとめたうえで、国際的に比較した際の我が国の現状と課題を示した。

1) 諸外国におけるデジタル・ガバメント推進とデータ利活用の動向

デジタル・ガバメント先進国各国においては、高福祉化やコスト削減等の目的の下、90年代半ば頃から電子政府に関する取組みを開始している。近年の取組みにおいては、省庁横断組織が中心となり、デジタルを前提とした行政サービスの構築が推進されている。地域のデジタル化についても、州政府の独立性の強い米国を除き、中央政府と地方自治体の合意の下で共通フレームワークの活用やデータ共有が推進され、首尾一貫したデジタル化の推進が志向されていることが共通的である。

各国・地域とも、近年はベース・レジストリ整備を含むデータ連携・活用施策に注力しており、特にコロナ禍以降は、経済復興と公共サービスの更なる充実化の両面において、国家的なデータ戦略の下で積極投資していく方向性を示している。

(ア) 米国

米国においては、世界を代表する巨大 IT 企業を多く抱え、データの流通活用が進んでいる。一方、政府は、こういった実態を踏まえ民間部門のデータ活用促進に関して強い介入を行っていないが、公的部門に関しては、連邦・州政府レベル双方が積極的な取組を行っている。

2019年7月に米国大統領府の行政管理予算局（Office of Management and Budget; OMB）が公開した行政データの活用戦略「Federal Data Strategy」²⁶⁹は、10の原則とデータを活用するための40の実践事項を定め、具体的な行動計画を年次で作成し、政府機関が翌年に実行する必要があることを明確にしている。また米国国防総省（Department of Defense; DoD）は2020年10月に新しいデータ戦略「DoD Data Strategy」を発表し、情報システムを兵器と同等の優先順位で扱う必要性を強調している。

またデータ利活用を格段に高度化する AI に関して、国家安全保障局が2018年に設置した NSCAI（National Security Commission on Artificial Intelligence）が2021年3月に最終報告書を公表し、国防分野における AI 活用の高度化を提言している²⁷⁰。

オープンデータに関する取組としては、2019年にオープン政府データ法（Open Government Data Act）が2018年証拠に基づく政策形成基盤法（Foundations for Evidence-Based Policymaking Act of 2018）の一部として成立し、政府におけるオープンデータの活用について、法整備が行われた。オープン政府デー

²⁶⁸ 「データ戦略とその中核となるベース・レジストリの推進」（2022.2.10、行政&情報システム vol.58 No.1、一般社団法人行政情報システム研究所）

²⁶⁹ Federal Data Strategy –Leveraging Data as a Strategic Asset-（<https://strategy.data.gov/>）

²⁷⁰ NSCAI Final Report（<https://www.nscai.gov/2021-final-report/>）

タ法において、オープンガバメントデータ資産（open Government data asset）とオープンデータの定義がされており、オープンガバメントデータ資産は、機械判読可能（machine-readable）、オープン形式で利用可能（available（or could be made available） in an open format）、規制されない（not encumbered by restrictions）、標準化機関により定められているオープンスタンダードに基づく（based on an underlying open standard that is maintained by a standards organization）ことを満たさなければならないとされた²⁷¹。オープン政府データ法に基づき、Data.gov において各行政機関がデータを公開する際は、ガイドラインに従うこととされた。

ベース・レジストリの取組みについては、2015年（平成27年）頃より、運輸省（U.S. Department of Transportation）によって、全国住所データベース（National Address Database）として、全米における番地やストリート名称などのラベル情報と、緯度、経度や高度などの座標情報のデータベースの構築が進められている。位置情報のデータベース構築が取り組まれている目的としては、アメリカ合衆国郵便公社（USPS）において、定型業務の最適化が進められる一方、車を用いた配送業務の最適化が進んでいないことや、緊急通報を受電した際の、要救援者の位置特定の方法が一意に定まっていなかったことが背景にある。そのため、全国住所データベースと、アメリカ合衆国郵便公社や緊急対応機関（911）²⁷²を連携させることで、配送における燃料消費の削減や、要救援者を救助する時間の短縮を図っている。

（イ）欧州

欧州委員会は2020年2月19日に、欧州のデジタル戦略である「欧州のデジタル未来の形成（Shaping Europe's digital future）」を、「欧州データ戦略」および「AI白書」とともに発表した。

更に2021年3月9日、EUは今後10年間を「デジタル化の10年間（Digital Decade）」と位置付け、2030年までの欧州デジタル化への移行実現を目指し、「デジタル・コンパス2030（2030 Digital Compass: the European way for the Digital Decade）」²⁷³構想を公表した。同構想は、RRF予算の2割をデジタル化へ割り当てることを支持するに当たり、デジタル化の具体的な数値目標や目標達成のための枠組みの設定を行うものである。同構想では、次の4つの重要な領域における2030年までのマイルストーンが設定されている。

- ① デジタルリテラシーの向上と高度デジタル人材の育成
- ② 安全・高性能・持続可能なデジタルインフラの整備
- ③ ビジネスのデジタル・トランスフォーメーション
- ④ 公的サービスのデジタル化

このうち、「④公的サービスのデジタル化」については、2030年までのマイルストーンを以下に掲げて

²⁷¹ 「OPEN Government Data Act」（CONGRESS.GOV 2017.3.29）

（<https://www.congress.gov/115/bills/hr1770/BILLS-115hr1770ih.pdf>）

²⁷² 米国においては、911に架電することで、警察、消防や救急などへの緊急通報を行う

²⁷³ 「2030 Digital Compass: the European way for the Digital Decade」（欧州委員会、2021.3.9）

（https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/communication-digital-compass-2030_en.pdf）

いる：

- ・ 欧州市民及び企業が利用できる主要な公共サービスを 100%オンライン提供に
- ・ 欧州市民による電子医療記録へのアクセスを 100%可能に
- ・ 市民によるデジタル ID ソリューションの使用率を 80%に

欧州委員会では、2017年のタリン宣言における目標の一つである「ワンス・オンリー」を実現するため、デジタル社会の競争力の源泉であり且つ社会基盤としての「ベース・レジストリ」を最重要政策の一つに位置付けている。ベース・レジストリは、「欧州相互運用性フレームワーク (European Interoperability Framework : EIF)」の一環として推進されており、2010年の EIF のバージョン 2.0 にて定義され、2016年にはそのベストプラクティス集²⁷⁴が公表されている。

ベース・レジストリの推進に当たっては、各々の組織が持つデータ項目はそのまま、データ交換時に共通的なデータ項目に置き換えて情報交換や活用をすることとされているが、情報流通の形式を標準化することで、国境を越えてデータを共有しサービスを迅速に提供できるようになる。EU では、行政データの標準化に関しては、「Semantic Interoperability Community: SEMIC」²⁷⁵という取り組みが進められており、その中でデータ標準に関わる様々な検討がなされ、コア・ボキャブラリ (語彙)²⁷⁶が定義されている。

さらに、2020年2月に公表された「欧州データ戦略 (A European strategy for data)」²⁷⁷は、EU域内の企業や公共機関が生成するデータが持つ可能性を生かしきれていないとの問題意識から、データによる変革を促進し、企業や市民にもたらす恩恵を拡大するために、「データの単一市場」である「欧州データ・スペース (European Data Space)」を構築することを目標としている。欧州委員会は、この目標を達成し、域内全ての企業、研究者、行政機関が収集したデータに、全ての人や組織がアクセスできるようにするため、新たなルールを策定するとしている。同ルールは、企業間、行政機関間及び官民間での、データのガバナンス・アクセス・再利用に関する規制枠組みを提案するものであり、データ共有に向けたインセンティブや、実践的、公平且つ明確なデータへのアクセスと利用ルールを含む方針である。更に、信頼性の高い省エネ型のクラウド・インフラへの投資等、データの活用を可能とするシステムと次世代インフラの開発を支援すると共に、製造業や欧州グリーンディール、モビリティ、医療分野等に関するデータについては、分野別に特定の取り組みも行う意向を示している。予算面では、同戦略の一環として、データプラットフォームと AI アプリケーション構築のために約 25 億ユーロ (約 3000 億円) を投資すること

²⁷⁴ 「ACCESS TO BASE REGISTRIES Good Practices on building successful interconnections of Base Registries」(欧州委員会、2016) (<https://ec.europa.eu/isa2/sites/isa/files/publications/access-to-base-registries-good-practices-on-building-successful-interconnections-of-base-registries.pdf>)

²⁷⁵ 「Improving semantic interoperability in European eGovernment systems」(欧州委員会、2016) (https://ec.europa.eu/isa2/actions/improving-semantic-interoperability-european-egovernment-systems_en)

²⁷⁶ 「e-Government Core Vocabularies」(<https://joinup.ec.europa.eu/collection/semantic-interoperability-community-semic/solution/e-government-core-vocabularies>)

²⁷⁷ 「A European strategy for data」(欧州委員会、2020.2.19) (https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/communication-european-strategy-data-19feb2020_en.pdf)

を提案している。

● GAIA-X プロジェクト²⁷⁸

欧州では連邦型の欧州クラウド／データインフラ構想である GAIA-X プロジェクトの動きが加速している。「GAIA-X」とは、2019年10月にドイツ主導で立ち上げられ、フランスとともに準備が進められて2020年6月に正式発足が発表された汎欧州型データインフラ構築プロジェクトである。

GAIA-X の背景には、クラウドコンピューティングやデジタルプラットフォームビジネス分野で米国や中国の後塵を拝しているとの欧州の危機感があるといわれている。同団体は、欧州の価値観に基づく一体化した開かれたデータインフラの基礎を構築するため、集約型・分散型のインフラを接続することで、均一な利用しやすいシステムの実現を目指す。

(ウ) 中国

中国では2016年に公表された「第13次5ヵ年計画」においてビッグデータが国家戦略に加えられて以降、国家ビッグデータ戦略、国家イノベーションの駆動発展戦略、国家情報化発展戦略綱要、国家情報化規画、国家サイバー空間セキュリティ戦略を矢継ぎ早に打ち出し、国家主導によるデジタル社会基盤を発展させてきた。2021-2025年を対象とする第14次5ヵ年計画では、デジタル化を国家戦略の一環として位置付け、産業政策としての側面に加え、公共サービスにデジタル技術を活用し、データの積極的な利活用を進める旨が記載されている。

中国政府は2021年11月、企業や国家の競争力を左右するビッグデータ産業の5ヵ年計画を発表した。データに関する先端技術やデータ取引市場の育成を進め、国家のデータ安全を確実に保障することを骨子とし、2025年のビッグデータの産業規模を20年の3倍に相当する3兆元に引き上げるとしている。

(エ) その他の国・地域におけるベース・レジストリ整備の動向

i 英国

2016年、政府デジタルサービス（GDS: the Government Digital Service）の一部として、レジストリ設計機関（RDA: the Resister Design Authority）が設置され、より良い政策の実現や行政機関による効率的な投資のための政府データエコシステムの最適化に向けて、ガイドラインの維持と更新を担っている。

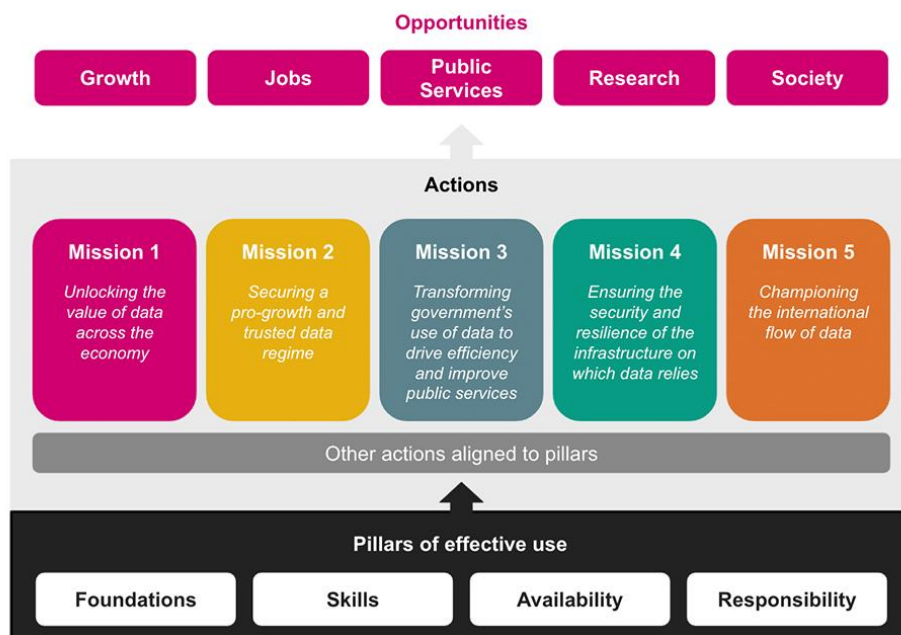
2020年には、EU 離脱後・コロナ後の回復期を見据え、データによって成長及びイノベーションを促進し、公共サービスの改善を目指すため「国家データ戦略（National Data Strategy）」が発表された²⁷⁹。同戦略では、社会に5つの Opportunities（Growth、Jobs、Public Services、Research、Society）を与えることを目指しており、その実現のために中核となる4つの「柱」の一つに「データ基盤（Data

²⁷⁸ GAIA-X: A Federated Data Infrastructure for Europe (<https://www.data-infrastructure.eu/GAIA-X/Navigation/EN/Home/home.html>)

²⁷⁹ 「National Data Strategy」(Department for Digital, Culture, Media & Sport 2020.12.9) (<https://www.gov.uk/government/publications/uk-national-data-strategy/national-data-strategy>)

foundations)」の改善に取り組むことを据えている。具体的には、建築、交通や他のインフラ分野における位置データの標準化を含めた連携や、研究のためのデータ標準化や信頼できるデータ源へのアクセスの改善、政府におけるデータ連携方法の改善及び政府保有データの統合データプラットフォーム開発等を掲げている。政府は、2020年4月、政府全体でデータを再利用し、相互運用性を確保するため、データ標準当局（DSA: Data Standards Authority）を設置し、政府で採用すべきデータ標準の検討を進めている。

図表 3-304 英国における国家データ戦略の概要



出典：「National Data Strategy」（2020）

なお、住所・所在地のマスターデータに関しては、2014年に政府の独立レポートとして「An open national address gazetteer」が公表され、自由に利用、再利用ができる国の資産として政府や地方自治体等の組織から情報を収集し定期的にデータ更新をしている²⁸⁰。2020年7月からは、Unique Property Reference Numbers(UPRNs)と Unique Street Reference Numbers(USRNs)をオープンデータとして公開し、行政の効率化とともに、社会全体の効率化を図っている。

ii シンガポール

シンガポールでは、1965年の国民登録番号（NRIC）の整備により、住民情報の基本データ化から始まり、住民情報、法人情報はベース・レジストリとして整備され、サービス・アプリケーションの開発が進んでいる。加えて、土地・不動産情報、車両や駐車場等の交通情報、地域に配置されるセンサー情報の活用が進められている。

²⁸⁰ data.gov.uk | Find open data National Address Gazetteer (<https://data.gov.uk/dataset/03d48dba-529b-4bd5-93a5-6d41d1b20ff9/national-address-gazetteer>)

2014年11月に、デジタル技術とデータを活用して国全体をスマートシティ化し、「より良い暮らし、より多くの機会、より強固なコミュニティ」を実現しようとする「スマートネイション構想(Smart Nation)」²⁸¹が発表された。また、2017年には関連する部局の統合により、政府横断的な取り組みを取りまとめる組織として、首相府直下にスマートネイション・デジタル政府グループ(SNDGG)が設立された。

データは、スマートネイションを実現するための重要な要素の一つとして位置づけられており、全国にデータを生成・収集するためのセンサーネットワークを張り巡らせ、スマートネイションの基盤インフラを構築する Smart Nation Sensor Platform (SNSP) のプロジェクトが進められている。SNSPでは、全国に配置されたセンサーや監視カメラ、IoT 機器などから収集されたデータを分析・活用し、社会的課題の解決や市民生活の改善、イノベーションの創出など安全で暮らしやすい最先端の国づくりに繋げる構想である。これまで、スマート水道メーターを通じた水漏れ検出、公共プールにおける事故の検知システム等を実現しており、さらに産業界や市民が利用できるようにする計画である。

2) 国際的に比較した際の日本の電子政府の現状と課題

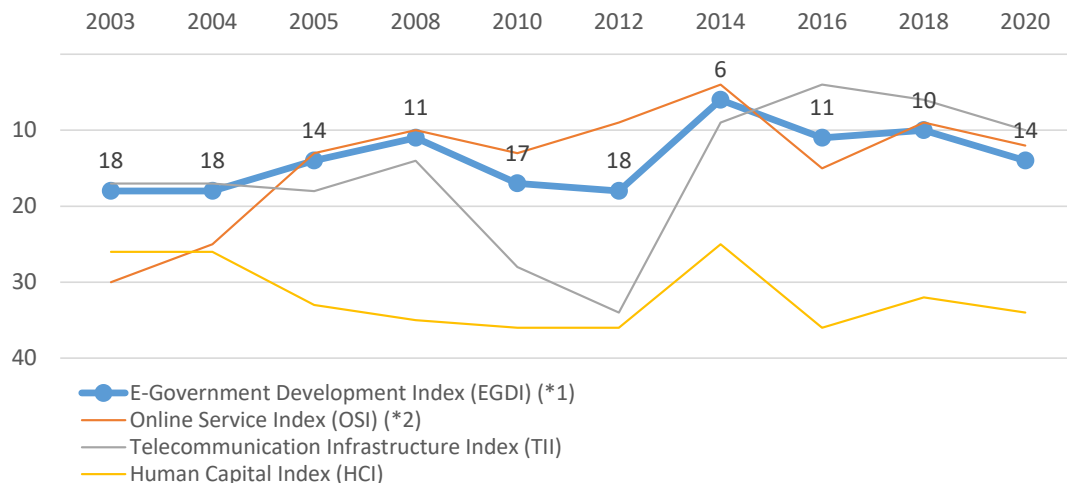
(ア) 国連 (UNDESA) 「世界電子政府ランキング」

国連経済社会局 (UNDESA) による電子政府調査は、国連加盟国における ICT を通じた公共政策の透明性やアカウントビリティを向上させ、公共政策における市民参画を促す目的で実施され、2003年から始まり、2008年以降は2年に1回の間隔で行われている。この調査では、オンラインサービス指標(Online Service Index)、人的資本指標 (Human Capital Index)、通信インフラ指標 (Telecommunications Infrastructure Index) の3つの指標を元に平均してEGDI (電子政府発展度指標) を出して順位を決めている。

この電子政府ランキングによれば、最新調査時点の2020年における日本の順位は14位であり、前回の10位から順位を下げた。過去からの推移をみると、日本は概ね18位から10位の間で推移している。個別指標の順位をみると、通信インフラ指標及びオンラインサービス指標と比較して人的資本指標の評価が一貫して低い。スコア自体としては、EGDI及び人的資本指標、通信インフラ指標については前回より評価が上がった一方、オンラインサービス指標の数値が下がっている。この結果については、他国が飛躍的に行政手続きのデジタル化やデジタルIDの導入を進めるなかで、日本はウェブサイト上にある行政サービスの所在が分かりにくいことや、役所手続きの煩雑さなどが指摘されている。

²⁸¹ Smart Nation Singapore (<https://www.smartnation.gov.sg/>)

図表 3-305 国連 (UNDESA) 「世界電子政府ランキング」における日本の順位推移



(*1)2001年は"E-Government Index"、2003年~2008年は"E-government readiness Index"

(*2) 2008年以前は"Web Measure Index"

出典：UN e-Government Surveys²⁸²をもとに NTT データ経営研究所作成

(イ) 早稲田大学世界デジタル政府ランキング

早稲田大学電子政府自治体研究所は、世界の ICT 先進国 64 カ国を対象に、各国のデジタル政府推進について進捗度を主要 10 指標 (35 サブ指標)²⁸³で多角的に評価する「世界デジタル政府ランキング」を、2005 年から毎年公表している。

16 回目となる 2021 年度の調査結果によれば、上位から 1 位：デンマーク、2 位：シンガポール、3 位：英国、4 位：米国、5 位：カナダであり、日本は前回の 7 位から 2 つランクを落とし 9 位となった²⁸⁴。日本の課題と構造的弱点として、コロナ対応で露呈した官庁の縦割り行政、DX (デジタル変革) やスピード感の欠如、地方公共団体の財政・デジタル格差、デジタル政府・自治体の推進役となる ICT 人材不足等が指摘されており、2021 年 9 月に発足したデジタル庁は我が国のポストコロナのデジタル・イノベーション成長戦略の司令塔として期待されること、またデジタル庁は、個別最適ではなく、中央と地方の全体最適を目指すべきであること等が提言として示されている。

²⁸² UN e-Government Surveys (<https://publicadministration.un.org/en/Research/UN-e-Government-Surveys>)

²⁸³ 主要 10 指標は、「NIP (ネットワーク・インフラの充実度 (公的ネットワークの構築・整備))」、「MO (行財政改革への貢献度、行政管理の最適化))」、「OS (各種オンライン・アプリケーション・サービスの進捗度 (オンライン・サービス活動の種類や進捗度))」、「NPR (ホームページ、ポータルサイトの利便性 (ナショナル・ポータルの状況))」、「GCIO (政府 CIO (最高情報責任者) の活躍度 (権限や人材育成))」、「EPRO (電子政府の戦略・振興策 (計画の達成度))」、「EPAR (ICT による市民の行政参加の充実度 (市民の電子参加))」、「OGD (オープン・ガバメント (オープン・データ))」、「CYB (サイバーセキュリティ))」、「AIU (先端 ICT (クラウド, IoT, ビッグデータ) の利活用度)」である。

²⁸⁴ 早稲田大学電子政府自治体研究所「世界デジタル政府ランキング」(https://idg-waseda.jp/ranking_jp.htm)

(ウ) OECD（経済協力開発機構）による行政手続のオンライン利用率の国際比較

OECD（経済協力開発機構）の調査によると²⁸⁵、2020年時点で日本の行政手続のオンライン利用率は10.7%にとどまっており、これは調査に参加した28カ国の中で最下位である（図表 3-306）。

行政手続のオンライン利用率のランキング上位は、ノルウェー、フィンランド、デンマークなどの北欧諸国が占めている。例えば第3位のエストニアは、原則すべての国民に、免許証、健康保険証などの機能を兼備えた電子IDカードの保有が義務付けられており、企業の設立や税務申告を含むほぼ全ての行政手続をオンラインで完結させることができる。

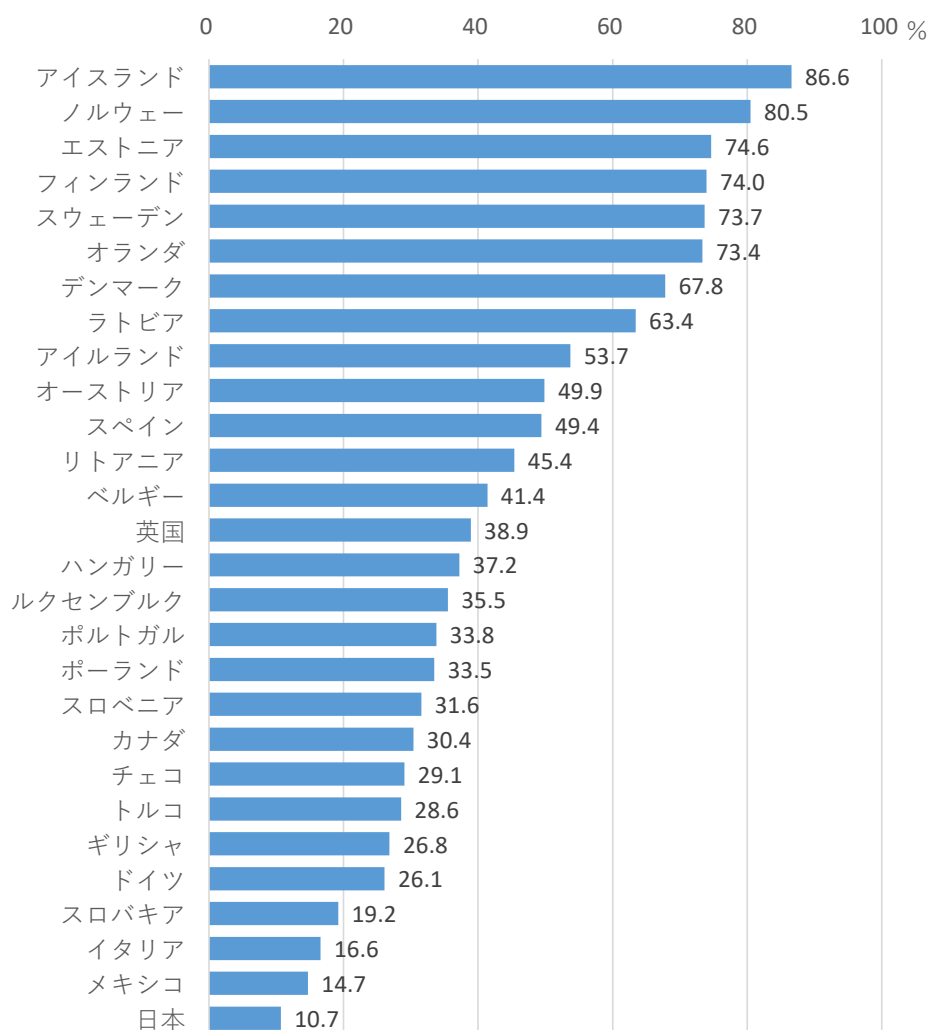
我が国では、「原則オンライン利用」の考え方にに基づき、2019年に施行されたデジタル手続法の下、オンライン化されていない手続について早期のオンライン化に取り組むとともに、既にオンライン化されている手続についても、使い勝手の向上等を通じて、オンライン利用の拡大に向けた取組を推進している。また、マイナンバーカードについては「2022年度末までにほぼ全国民に行き渡ること」を目指して多方面からの普及促進策を行っており、2022年3月1日時点で人口に対する交付枚数率は42.4%に達している²⁸⁶。3.2.1(1)1(オ)で述べた通り、国民のうち電子行政サービスを利用したことのある割合は2割程度に留まっているのに対し、「今後利用してみたい」と回答した割合は35.7%にのぼる。今後、政府及び自治体は、オンライン利用の更なる拡大に向けた取組が求められる。

²⁸⁵ OECD Telecommunications and Internet Statistics 「ICT Access and Usage by Households and Individuals」

(https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/data/oecd-telecommunications-and-internet-statistics/ict-access-and-usage-by-households-and-individuals_b9823565-en) (2022年3月28日閲覧)

²⁸⁶ 総務省「マイナンバーカード交付状況について」(https://www.soumu.go.jp/kojinbango_card/#kouhu) (2022年3月28日閲覧)

図表 3-306 行政手続のオンライン利用率の国際比較



出典：OECD「ICT Access and Usage by Households and Individuals」をもとに NTT データ経営研究所作成

(3) デジタル活用に伴う経済的・社会的影響

2021年6月に公開された「包括的データ戦略」では、「目指すべき社会」として、「フィジカル空間（現実空間）とサイバー空間（仮想空間）を高度に融合させたシステム（デジタルツイン）を前提とした、経済発展と社会的課題の解決を両立（新たな価値を創出）する人間中心の社会」を掲げている。

1) オープンデータ

公共データを誰もが利用しやすい形でアクセスできるようにするオープンデータの取組は、行政の高度化・効率化・透明性向上とともに、民間における創意工夫を活かした多様なサービスの迅速かつ効率的な提供、官民協働での諸課題の解決、これらを通じた産業競争力の強化や社会全体の生産性向上に資することが期待されている。

Innovation Nippon 研究会によれば²⁸⁷、オープンデータの日本における経済効果は、公共データの利用が直接・間接の受益者を含む日本の経済全体へ与えている波及効果は2.4～4.7 兆円程度とされ、さらに、オープンデータによって公共データが利用しやすくなれば、1800～3500 億円程度の追加的な経済効果を毎年得ることができると推計されている。

2) ベース・レジストリ

マイナンバーや地理空間情報など社会全体の基盤となるデータを整備・活用することは、行政手続のワンスオンリーを実現するなど社会全体の効率性の向上を図るとともに、スマートシティ等の新しいサービスの創出を図るために必要不可欠である。

ベース・レジストリ整備の経済効果のうち、住所のベース・レジストリ化に関する有識者の試算によれば²⁸⁸、海外と同レベルでポリゴンまで整備する場合、国の規模で換算すると、日本は、行政内の削減効果として年間 20 億円の投資で 100 億円程度の効果が見込まれる。また、デンマークでは民間での活用が 70%であることから、民間利用でのコスト削減効果でも数百億円の効果が見込まれると示されている。

(4) ICT による行政・防災の推進

本項では、地方公共団体におけるデジタル・トランスフォーメーションの動向ならびに防災分野における情報化の推進についてとりまとめた。

1) 地方公共団体におけるデジタル・トランスフォーメーション

総務省は、2020 年 12 月に閣議決定された改定版「デジタル・ガバメント実行計画」²⁸⁹における各施策について、自治体が重点的に取組むべき事項・内容を具体化するとともに、総務省及び関係省庁による支援策等を取りまとめ、2020 年 12 月、「自治体デジタル・トランスフォーメーション (DX) 推進計画」²⁹⁰として公表した。自治体 DX 推進計画では、「自治体の情報システムの標準化・共通化」「マイナンバーカード普及促進」「行政手続のオンライン化」「AI・RPA の利用推進」「テレワークの推進」「セキュリティ対策の徹底」の 6 つの重点取組事項を定めている。

²⁸⁷ Innovation Nippon2015 年度研究会報告書「地方自治体における情報公開制度とオープンデータ～利用価値の高い公共データを誰もが自由に使えるようにする～」(2016.1.31) (http://innovation-nippon.jp/reports/2015StudyReport_OpenData_all.pdf)

²⁸⁸ 政府 CIO 補佐官 中村弘太郎、下山紗代子、関治之、平本健二「ベース・レジストリとしての 住所・所在地マスターデータ整備について」(政府 CIO 補佐官等ディスカッションペーパー、2021.5.31) (https://cio.go.jp/sites/default/files/uploads/documents/dp2021_03.pdf)

²⁸⁹ 「デジタル・ガバメント実行計画」(2020.12.25 閣議決定) (<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/dgov/201225/siryoushi.pdf>)

²⁹⁰ 「自治体デジタル・トランスフォーメーション (DX) 推進計画」(総務省、2020.12.25) (https://www.soumu.go.jp/main_content/000726905.pdf)

さらに、自治体 DX 推進計画を踏まえ、自治体が着実に DX に取組めるよう、2021 年 7 月には「自治体 DX 推進手順書」²⁹¹を示すとともに、全国統一的な取組みとなる「自治体情報システムの標準化・共通化」及び「自治体の行政手続のオンライン化」については、作業手順を示す手順書を個別に作成、公開した。

本項では、6 つの重点取組事項それぞれについて、政策動向及び現状の自治体における取組状況をとりまとめた。

(ア) 自治体の情報システムの標準化・共通化

i 政策動向

2020 年 12 月に改定された「デジタル・ガバメント実行計画」では、住民記録、地方税、福祉など、地方公共団体の主要な 17 業務を処理する基幹系システムの標準仕様を、デジタル庁が策定する基本的な方針の下、関係府省において標準仕様書を作成した上で、各ベンダが標準仕様に準拠して開発したシステムを全国規模のクラウド基盤（ガバメントクラウド）に構築し、当該システムを各自治体が利用することを目指すことが示された。標準化・クラウド化の効果を踏まえ、地方公共団体の情報システムの運用経費等における目標値として、標準準拠システムへの移行完了予定後の 2026 年度までに 2018 年度比で少なくとも 3 割の削減を目指すことが掲げられている。

総務省はこれを受け、2021 年 7 月、全自治体が円滑に情報システムの標準化・共通化を進めるため、標準化・共通化に向けた標準的な作業項目やフェーズ毎に想定される主な作業手順等を取りまとめた「自治体情報システムの標準化・共通化に係る手順書 【第 1.0 版】」²⁹²を公開した。

ii ガバメントクラウド先行事業

デジタル庁は 2021 年 10 月 26 日、ガバメントクラウドへの移行に係る課題の検証を行う先行事業（市町村の基幹業務システム等）について 8 件の採択結果を公表した²⁹³。先行事業では、ガバメントクラウドのテスト環境に、市町村が現に利用する基幹業務等システム又は市町村が導入を希望する基幹業務等システムのアプリケーションをリフトし、市町村が安心してガバメントクラウドや回線を利用できることを検証する。

²⁹¹ 総務省「自治体 DX 全体手順書【第 1.0 版】」（2021.7.7）

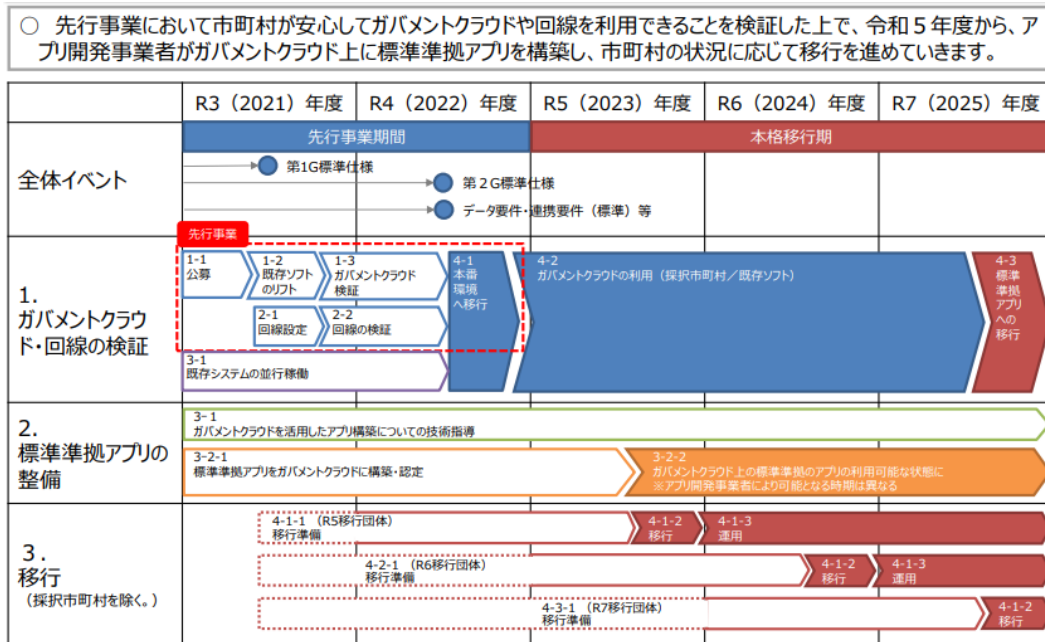
（https://www.soumu.go.jp/main_content/000770543.pdf）

²⁹² 総務省「自治体情報システムの標準化・共通化に係る手順書 【第 1.0 版】」（2021.7.7）

（https://www.soumu.go.jp/main_content/000770544.pdf）

²⁹³ デジタル庁「ガバメントクラウド先行事業（市町村の基幹業務システム等）の採択結果を公表しました」（2021.10.26）（<https://www.digital.go.jp/news/ZYzU5DYY/>）

図表 3-307 ガバメントクラウド先行事業の位置づけ



出典：内閣官房 情報通信技術（IT）総合戦略室「地方自治体によるガバメントクラウドの活用（先行事業）について」（2021.8）²⁹⁴

(イ) マイナンバーカード普及促進

i 政策動向

2021年5月19日に公布されたデジタル改革関連法により、医師免許等の国家資格に関する事務へのマイナンバーの利用の範囲の拡大、マイナンバーカードの機能（電子証明書）のスマートフォンへの搭載、任意で公金受取のための口座をマイナンバーとともに登録し、緊急時の給付金などの受取に当該口座が利用できる仕組みの創設等、マイナンバー制度の拡充が図られている。2022年3月28日からはマイナポータルでの公金受取口座の登録が開始された。

総務省は、2020年9月からマイナポイントによる消費活性化策を実施、2020年11月から翌年3月までにマイナンバーカード未取得者を対象とした二次元コード付きの交付申請書を送付するなど、多方面からのマイナンバーカードの普及促進策を行っている。またマイナポイント第2弾として、2022年6月頃から、公金受取口座の登録者ならびにマイナンバーカードの健康保険証としての利用申込みを実施した人を対象に、7,500円相当のマイナポイントを付与する予定である。

マイナンバーカードの機能のスマートフォン搭載等については、2020年11月から「マイナンバーカードの機能のスマートフォン搭載等に関する検討会」を開催し、公的個人認証サービスをスマートフォンへ搭載する方策等について検討を進めてきた。2020年12月には「マイナンバーカードの機能のスマ

²⁹⁴ 内閣官房 情報通信技術（IT）総合戦略室「地方自治体によるガバメントクラウドの活用（先行事業）について」（2021.8）（<https://cio.go.jp/sites/default/files/uploads/documents/senkoujigyougaiyou20210831.pdf>）

ートフォン搭載等に関する検討会 第1次とりまとめ ～電子証明書のスマートフォン搭載の実現に向けて～」²⁹⁵を公表し、2022年度内にAndroid端末への搭載を目指し、iPhoneについても早期実現を目指すなど、基本方針ならびに実現に向けたスケジュールが示された。

図表 3-308 電子証明書のスマートフォン搭載実現に向けたスケジュール

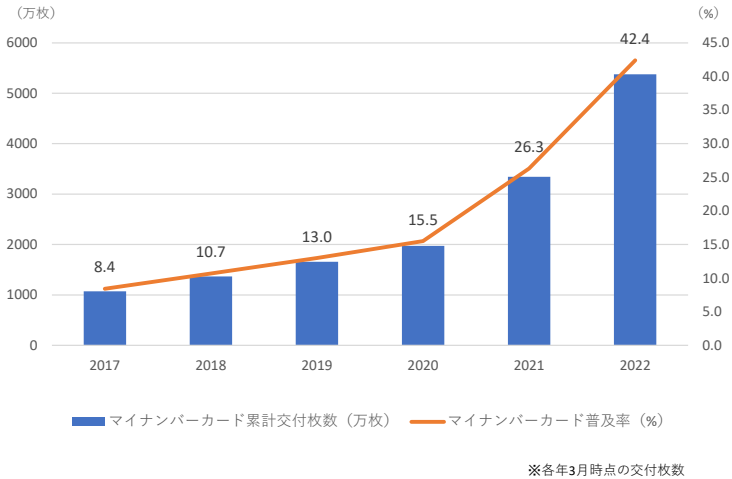


出典：「マイナンバーカードの機能のスマートフォン搭載等に関する検討会 第1次とりまとめ ～電子証明書のスマートフォン搭載の実現に向けて～」(2020.12.25)

ii マイナンバーカードの普及状況

マイナンバーカードの累計交付枚数ならびに人口に対する割合の推移を図表 3-309 に示す。マイナンバーカードの人口に対する交付枚数は、2021年3月時点で26.3%であったのに対し、2022年3月には42.4%まで増加している。

図表 3-309 マイナンバーカード普及状況



出典：総務省「マイナンバーカード交付状況について」²⁹⁶をもとに NTT データ経営研究所作成

²⁹⁵ 総務省「マイナンバーカードの機能のスマートフォン搭載等に関する検討会 第1次とりまとめ ～電子証明書のスマートフォン搭載の実現に向けて～」(2020.12.25) (https://www.soumu.go.jp/main_content/000726193.pdf)

²⁹⁶ 総務省「マイナンバーカード交付状況について」(https://www.soumu.go.jp/kojinbango_card/kofujokyo_07.html)

(ウ) 行政手続のオンライン化

i 政策動向

2020年12月に改定された「デジタル・ガバメント実行計画」においては、自治体におけるデジタル・ガバメントの推進には、サービスのフロント部分だけではなく、バックオフィスも含め、エンドトゥエンドでデジタル化・業務改革（BPR）の取組みを徹底することが必要であり、このような観点を踏まえ、行政手続のオンライン化の推進等に取り組むこととされている。これを踏まえ、総務省は「自治体 DX 推進計画」において、デジタル化による利便性の向上を国民が早期に享受できるよう、2022年度末を目指して、国と自治体が協力して、原則、全自治体で、特に国民の利便性向上に資すると想定される31手続について、マイナポータルからマイナンバーカードを用いてオンライン手続を可能にするとともに、それ以外の各種行政手続についても、「地方公共団体におけるオンライン利用促進指針」²⁹⁷を踏まえ、積極的にオンライン化を進めるとした。

総務省は2021年7月、「自治体の行政手続のオンライン化に係る手順書【第1.0版】」²⁹⁸を公表し、自治体の多様な状況を踏まえつつ、各自治体において「自治体 DX 推進計画」の内容を着実に実施できるよう、オンライン化に取り組むに当たっての手順を提示した。

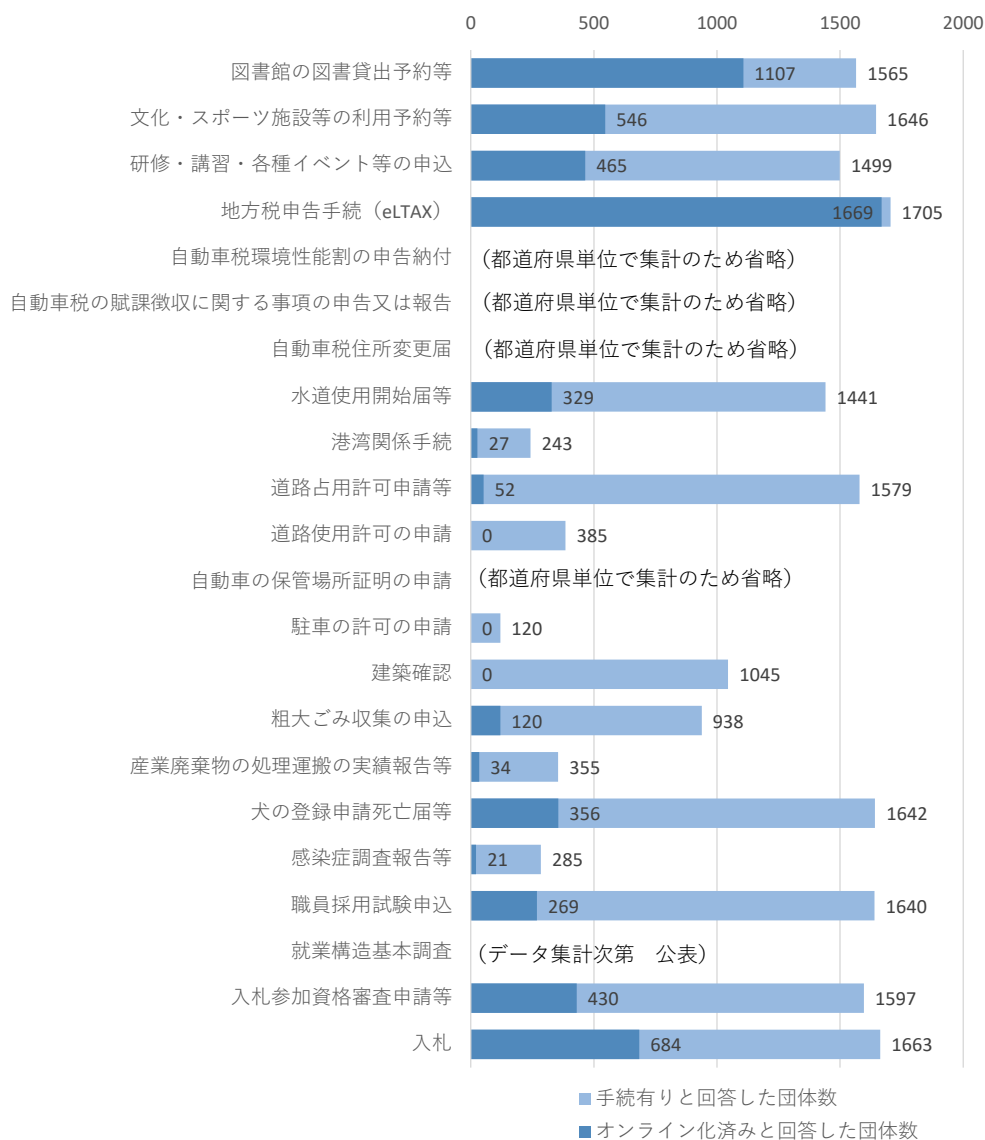
ii 自治体における取組状況

「オンライン利用促進対象手続」について、オンライン化が実現している市町村の数は図表 3-310 に示す通りである。地方税申告手続（eLTAX）については、ほとんどの自治体においてオンライン化が実現している。また図書館の図書貸出予約についても、6割以上の団体においてオンライン化が実現している。一方で、水道使用開始届等や道路占用許可申請等、犬の登録申請死亡届等については、オンライン化実現している団体は一部に留まる。

²⁹⁷ 内閣官房・内閣府・総務省「地方公共団体におけるオンライン利用促進指針」（2020.3.4改訂）
(https://www.soumu.go.jp/main_content/000696376.pdf)

²⁹⁸ 総務省「自治体の行政手続のオンライン化に係る手順書【第1.0版】」（2021.7.7）
(https://www.soumu.go.jp/main_content/000770545.pdf)

図表 3-310 優先的にオンライン化を推進すべき手続のオンライン化状況（2020年3月末時点）



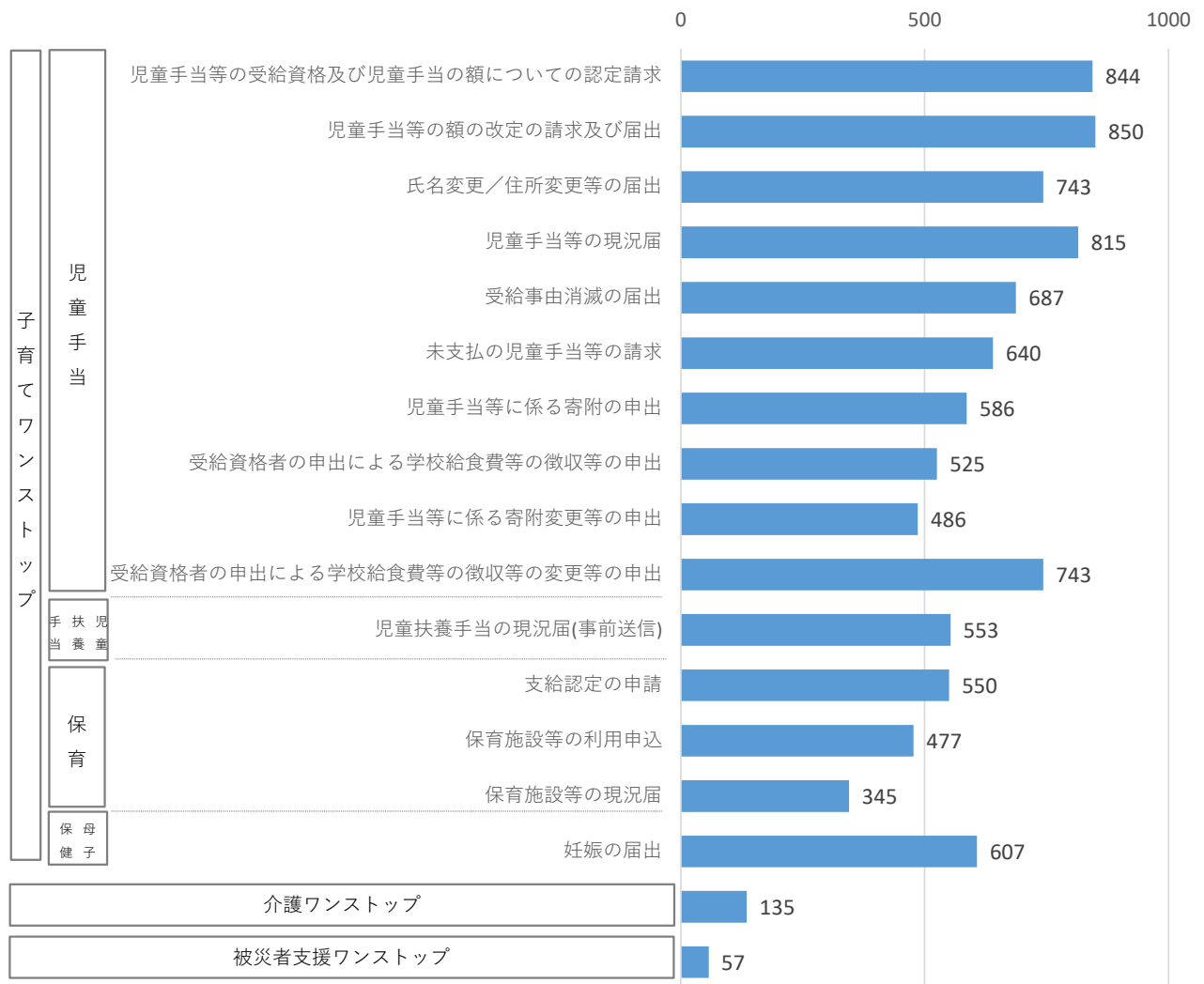
出典：政府 CIO ポータル「市町村のデジタル化の取組に関する情報について」²⁹⁹をもとに NTT データ経営研究所作成

また、「デジタル・ガバメント実行計画」において、住民のライフイベントに際し、多数存在する手続をワンストップで行うために必要と考えられる手続について、オンライン化が実現している市町村の数は図表 3-311 に示す通りである。

子育てワンストップの導入団体が増加するなか、介護ワンストップ及び被災者支援ワンストップの導入団体はまだ一部に留まっている。

²⁹⁹ 政府 CIO ポータル「市町村のデジタル化の取組に関する情報について」(https://cio.go.jp/Initiatives_municipalities)

図表 3-311 行政手続のマイナポータルでの利用可能手続の状況（2021年3月末時点）



出典：政府 CIO ポータル「市町村のデジタル化の取組に関する情報について」をもとに NTT データ経営研究所作成

(エ) AI・RPA の利用推進

i 政策動向

2020年12月に改定された「デジタル・ガバメント実行計画」においては、地方公共団体における AI・RPA 等による業務効率化の推進について、本格的な人口減少社会となる 2040 年頃を見据え、希少化する人的資源を本来注力すべき業務に振り向けるために今後積極的に活用すべきと示している。総務省は、2019 年度から開始した「自治体行政スマートプロジェクト」において、地方公共団体の基幹的な業務（住民基本台帳・税務等）について AI や RPA などのデジタル技術を活用した業務プロセスの標準モデル構築を進めてきた。

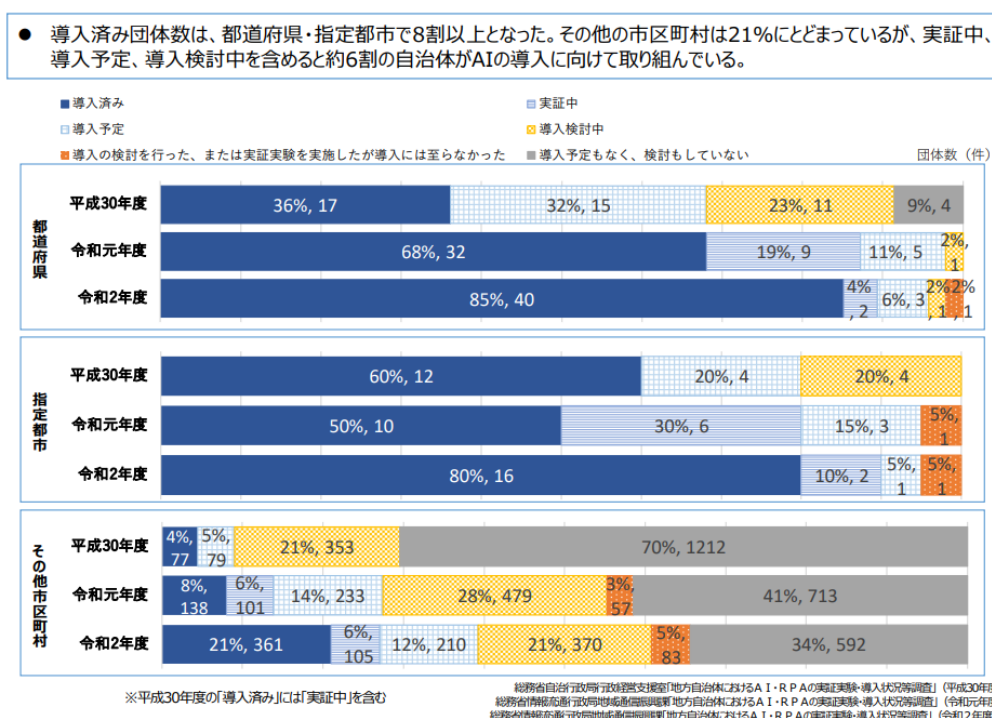
総務省では、自治体による AI や RPA の導入・活用を進めるため、2021 年 1 月には「自治体における

RPA 導入ガイドブック³⁰⁰を、同年 6 月には「自治体における AI 活用・導入ガイドブック」³⁰¹を公表し、検討の進め方や留意事項、取組事例等を自治体に共有している。

ii 自治体における取組状況

AI の導入済み団体数は、2021 年度時点で、都道府県が 85%まで増加し、指定都市は 80%の団体で導入済みとなった。その他の市区町村は 21%にとどまっているが、実証中、導入予定、導入検討中を含めると約 6 割の自治体が AI の導入に向けて取り組んでいる（図表 3-312）。

図表 3-312 地方自治体における AI・RPA の導入状況（AI 導入状況）



出典：総務省「自治体における AI・RPA 活用促進」（2021.7.14 修正版）³⁰²

また、RPA 導入済み団体数は、都道府県が 74%、指定都市が 65%まで増加した。その他の市区町村は 19%にとどまっているが、実証中、導入予定、導入検討中を含めると約 6 割の自治体が RPA の導入に向けて取り組んでいる（図表 3-313）。

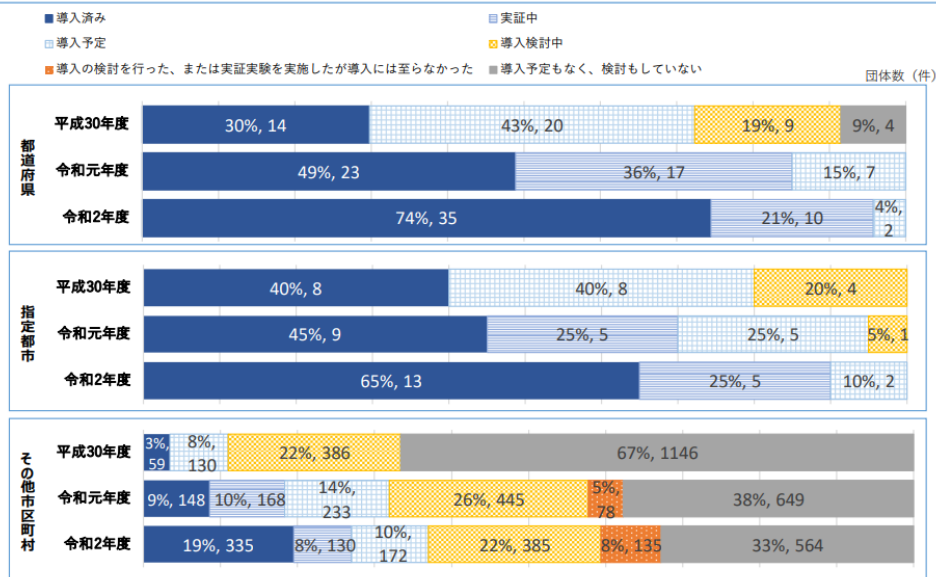
³⁰⁰ 総務省「自治体における RPA 導入ガイドブック」（2021.1）
 (https://www.soumu.go.jp/main_content/000770549.pdf)

³⁰¹ 総務省「自治体における AI 活用・導入ガイドブック」（2021.6）
 (https://www.soumu.go.jp/main_content/000770550.pdf)

³⁰² 総務省「自治体における AI・RPA 活用促進」（2021.7.14 修正版）
 (https://www.soumu.go.jp/main_content/000716134.pdf)

図表 3-313 地方自治体における AI・RPA の導入状況（RPA 導入状況）

● 導入済み団体数は、都道府県が74%、指定都市が65%まで増加した。その他の市区町村は19%にとどまっているが、導入予定、導入検討中を含めると約6割の自治体がRPAの導入に向けて取り組んでいる。



※平成30年度の「導入済み」には「実証中」を含む

総務省自治体行政情報支援センター「地方自治体における AI・RPA の実証実験・導入状況調査」(平成30年度11月1日現在)
 総務省情報政策課「自治体行政情報支援センター「地方自治体における AI・RPA の実証実験・導入状況調査」(令和元年度2月28日現在)
 総務省情報政策課「自治体行政情報支援センター「地方自治体における AI・RPA の実証実験・導入状況調査」(令和2年度12月31日現在)

出典：総務省「自治体における AI・RPA 活用促進」(2021.7.14 修正版) 303

(オ) テレワークの推進

i 政策動向

2020年12月に改定された「デジタル・ガバメント実行計画」においては、テレワークを活用した柔軟な働き方の推進は、非常時における業務継続の観点に加え、育児、介護等のために時間制約がある職員、障害等のために日常生活・社会生活上の制約がある職員の能力発揮にも資するものであり、ワークライフバランスの観点からも重要であると示している。また、ICTの活用により業務の効率化が図られることで行政サービスの向上にも効果が期待されるとともに、今般の新型コロナウイルス対策においては、感染拡大の未然防止や行政機能の維持のための有効な手段となっている。

総務省は2021年4月、「地方公共団体におけるテレワーク推進のための手引き」³⁰⁴を公開し、テレワーク導入の進め方や導入ステップごとの検討ポイント、事例紹介等を実施している。

ii 自治体における取組状況

新型コロナウイルス感染症拡大前後における自治体のテレワーク実施状況推移は、図表 3-314 に示す

³⁰³ 総務省「自治体における AI・RPA 活用促進」(2021.7.14 修正版)

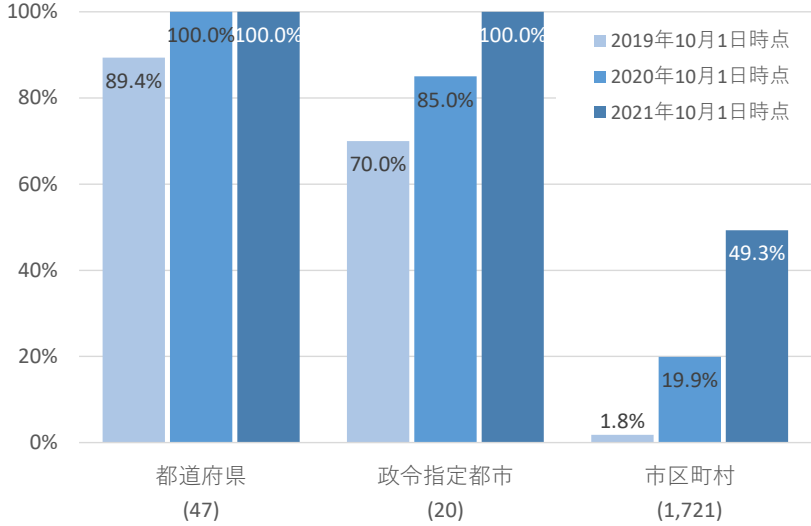
(https://www.soumu.go.jp/main_content/000716134.pdf)

³⁰⁴ 総務省「地方公共団体におけるテレワーク推進のための手引き」(2021.4)

(https://www.soumu.go.jp/main_content/000770551.pdf)

とおりである。1 回目の緊急事態宣言を経た 2020 年 10 月時点の調査では、政令市以外の市区町村で 20% 未満であったが、2021 年 10 月時点では半数近くまで急増している。

図表 3-314 自治体におけるテレワーク導入状況



出典：総務省「地方公共団体におけるテレワーク取組状況」をもとに NTT データ経営研究所作成³⁰⁵

(カ) セキュリティ対策の徹底

総務省では、2015 年の日本年金機構における個人情報流出事案を受けて、自治体に対して、いわゆる「三層の対策」を講じるよう要請を行った。これにより、インシデント数の大幅な減少を実現した一方で、自治体からは、ユーザビリティへの影響を指摘する声があり、さらに、政府における「クラウド・バイ・デフォルト原則」などを受けたクラウド化、デジタル手続法の成立を受けた行政手続のオンライン化、働き方改革や業務継続のためのテレワークなど、新たな時代の要請が日々増大している。

こうした中、総務省では、2019 年 12 月から「地方公共団体における情報セキュリティポリシーに関するガイドラインの改定等に係る検討会」を開催し、2020 年 5 月 22 日にとりまとめとして「自治体情報セキュリティ対策の見直しについて」を公表した。これを受けて、総務省では、2020 年 12 月 28 日に「地方公共団体における情報セキュリティポリシーに関するガイドライン」の改定を行った。今回の改定により、①マイナンバー利用事務系の分離の見直し、②L2WAN 接続系とインターネット接続系の分割の見直しを行うとともに、③テレワーク等のリモートアクセス、④L2WAN 接続系における無線 LAN の利用、⑤情報資産及び機器の廃棄、⑥クラウドサービスの利用に係るセキュリティ要件の整理などを行った。

今後、地方公共団体の業務システムの標準化・共通化を踏まえ、「三層の対策」の抜本的見直しを含めた新たなセキュリティ対策の在り方の検討を行うこととしている。

³⁰⁵ 総務省「地方公共団体におけるテレワーク取組状況」（令和元年 10 月 1 日時点、令和 2 年 10 月 1 日時点、令和 3 年 10 月 1 日時点）(https://www.soumu.go.jp/main_content/000784826.pdf)

2) 防災分野における情報化の推進

(ア) 災害に強い消防防災通信ネットワークの整備

被害状況等に係る情報の収集及び伝達を行うためには、通信ネットワークが必要である。災害時においても通信を確実に確保するように、国、都道府県、市町村等においては、公衆網を使用するほか、災害に強い自営網である消防防災通信ネットワーク、非常用電源等の整備を進めている。

現在、国、消防庁、地方公共団体、住民等を結ぶ消防防災通信ネットワークを構成する主要な通信網として、①政府内の情報の収集及び伝達を行う中央防災無線網、②消防庁と都道府県を結ぶ消防防災無線、③都道府県と市町村等を結ぶ都道府県防災行政無線、④市町村と住民等を結ぶ市町村防災行政無線、⑤国と地方公共団体又は地方公共団体間を結ぶ衛星通信ネットワーク等が構築されている。衛星通信ネットワークについては、高性能かつ安価な次世代システムの導入に関する取組等を進めている。³⁰⁶

(イ) 災害対策用移動通信機器の配備

携帯電話等の通信が遮断した場合であっても、被災地域における通信が確保できるよう、地方公共団体等に、災害対策用移動通信機器（2022年（令和4年）2月現在、衛星携帯電話317台、MCA無線280台、簡易無線1065台を全国の総合通信局等に配備）を貸し出している³⁰⁷。また、2021年（令和3年）7月及び8月に日本各地で発生した豪雨により、土砂崩れや河川の氾濫等、大規模な被害を受けた静岡県、長野県、福岡県、佐賀県等に対して、災害対策用移動通信機器の貸与を行った。

これらの機器を活用することにより、初動期における被災情報の収集伝達から応急復旧活動の迅速かつ円滑な遂行までの一連の活動に必要な情報伝達の補完を行うことが期待される。

(ウ) 災害時の非常用通信手段の確保

東日本大震災の教訓を踏まえて、電気通信サービスの途絶・輻輳対策等が行われているが、災害医療・救護活動のための非常用通信については、発災時に必要な通信手段が量・質共に確保されているとは言いがたい。

災害時等に公衆通信網による電気通信サービスが利用困難となるような状況等に備え、総務省が研究開発したICTユニット（アタッシュケース型）を2016年度（平成28年度）から総合通信局等に順次配備し、地方公共団体等の防災関係機関からの要請に応じて貸し出し、必要な通信手段の確保を支援する体制を整えている（図表3-315）。

³⁰⁶ 「令和3年版 消防白書」（2022年1月18日）https://www.fdma.go.jp/publication/hakusho/r3/items/r3_all.pdf

³⁰⁷ 総務省中国総合通信局 災害対策支援サイト https://www.soumu.go.jp/main_content/000718199.pdf（2022年3月28日閲覧）

図表 3-315 ICTユニットの概要



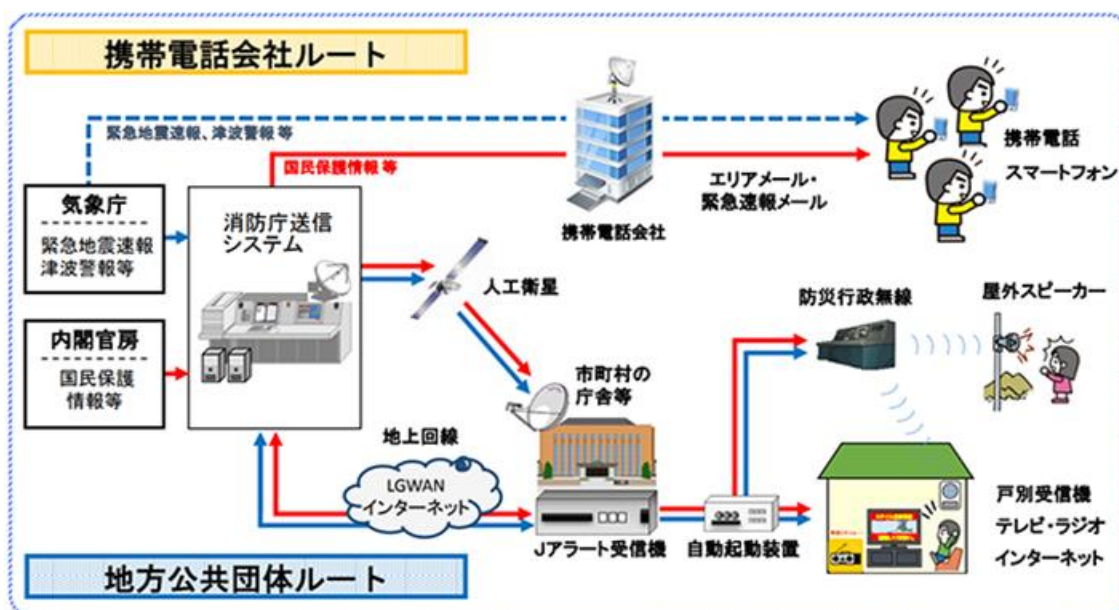
このほか、総務省をはじめとした関係府省庁、地方公共団体、主要な電気通信事業者、電力会社等、非常通信に関係の深い2,000を超える機関によって構成されている非常通信協議会では、1951年の設立以降、災害時における円滑な通信を確保するための活動として、非常通信計画の策定、通信訓練の実施、その他の非常通信に関する周知・啓発に取り組んでいる。2021年(令和3年)11月には、国のほか、全国47都道府県、121市区町村等が参加する全国非常通信訓練を実施した³⁰⁸。

(エ) 全国瞬時警報システム (Jアラート) の安定的な運用

総務省消防庁では、弾道ミサイル情報、緊急地震速報、津波警報など、対処に時間的余裕のない事態に関する情報を、携帯電話等に配信される緊急速報メール、市町村防災行政無線等により、国から住民まで瞬時に伝達するシステムである「全国瞬時警報システム (Jアラート)」を整備している (図表 3-316)。

³⁰⁸ 総務省報道資料「第84回全国非常通信訓練の実施」(2021年11月2日) https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban13_02000103.html

図表 3-316 Jアラートの概要³⁰⁹



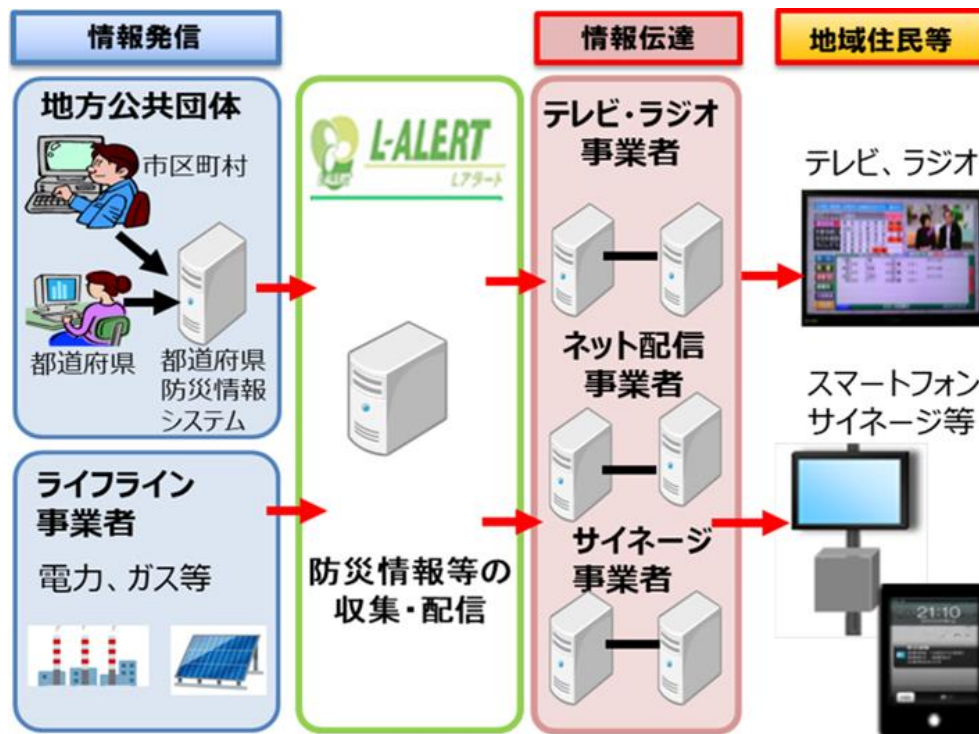
Jアラートによる緊急情報を迅速かつ確実に伝達するため、不具合解消対策等の運用改善やJアラートと連携する情報伝達手段の多重化等の機能向上を進めている。

(オ) 防災×ICTの推進

災害時には、住民への災害関連情報の迅速かつ効率的な伝達が必要であり、総務省では、地方公共団体等が発出する避難指示等の災害関連情報を多数の放送局やインターネット事業者等、多様なメディアに対して一斉に送信する共通基盤（Lアラート）（図表 3-317）の活用を推進している。

³⁰⁹ 総務省消防庁 全国瞬時警報システム（Jアラート）の概要 <https://www.fdma.go.jp/about/organization/post-18.html>（2022年3月28日閲覧）

図表 3-317 Lアラート（災害情報共有システム）の概要



Lアラートは、一般財団法人マルチメディア振興センターが運営しており、2019年（平成31年）4月から福岡県が運用を開始したことによって、全47都道府県での運用が実現する等、全国的な普及が進み、災害情報インフラとして一定の役割を担うに至っている。

Lアラートの更なる普及・利活用の促進のために、総務省では、Lアラートを介して提供される災害関連情報を地図化し、来訪者などその地域に詳しくない者であっても、避難指示等の発令地区等を容易に理解することを可能にするための実証等を行ってきた。2019年度（令和元年度）には、このLアラートの地図化システムの更なる高度化のため、地方公共団体が、過去の発令状況の表示等を可能とし、避難指示等の発令の判断からLアラートへの情報発信までの災害対応業務を円滑かつ迅速に行えるよう支援するシステムの構築を進めた。2020年度（令和2年度）及び2021年度（令和3年度）には、Lアラート情報の正確性向上に向けた、Lアラートへの誤発信等についての事例集作成等により、更に正確かつ迅速な情報発信を推進するとともに、デジタルサイネージを活用した訪日外国人・在留外国人向け災害情報伝達の実証を行った。また、地方公共団体職員等利用者を対象としたLアラートに関する研修等の実施を継続して行っている。

4. 参考文献一覧

4.1. 参考文献一覧

図表 4-1 参考文献一覧

著者等	発行/発表年	タイトル	出版社/掲載誌
内閣府	2021	経済財政運営と改革の基本方針 2021	
内閣府	2021	科学技術・イノベーション基本計画	
総務省	2021	次なる時代を切り拓く活力ある地域社会の実現（総務省重点施策 2022）重点施策集	
内閣官房	2021	成長戦略実行計画	
内閣府	2021	統合イノベーション戦略 2021	
国立研究開発法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センター	各年	研究開発の俯瞰報告書 主要国の研究開発戦略	
国立研究開発法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センター	2021	研究開発の俯瞰報告書 システム・情報科学技術分野（2021年）	
国立研究開発法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センター	2021	研究開発の俯瞰報告書 ライフサイエンス・臨床医学分野（2021年）	
国立研究開発法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センター	2021	EUの研究・イノベーション枠組みプログラム Horizon Europe	
経済安全保障法制に関する有識者会議	2022	経済安全保障法制に関する提言	
高橋郁夫、近藤剛、丸山修平	2021	シン・経済安保	日経 BP
総務省	2021	情報通信統計データベース	
総務省	各年	科学技術研究調査報告	
総務省	2020	Beyond 5G 推進戦略 -6G へのロードマップ-	
総務省	2021	情報通信行政の最新動向 ～5G からその先の世界の展望～	
経済産業省	2021	ポスト 5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業 研究開発計画	
国立研究開発法人 情報通信研究機構	2022	Beyond 5G/6G ホワイトペーパー2.0 版	
国立研究開発法人 情報通信研究機構	2021	Beyond 5G/6G ホワイトペーパー1.0 版	
Beyond 5G 推進コンソーシアム	2022	Beyond 5G ホワイトペーパー1.0 版	

著者等	発行/発表年	タイトル	出版社/掲載誌
一般財団法人マルチメディア振興センター	2021	L5G・B5Gの最新動向について	
内閣府	2020	量子技術イノベーション戦略(最終報告)	
国立研究開発法人 情報通信研究機構	2021	量子セキュリティ・ネットワークの研究開発・産業動向	
総務省	2021	分野別戦略における主な取組の概要について	
内閣官房	2022	新しい資本主義実現会議(第4回)資料2「論点案」	
国立研究開発法人 情報通信研究機構	2020	NICT イノベーション デザイン イニシアティブ 活動報告(2020-R1)	
中尾彰宏、井内秀則	2021	情報通信ネットワークサービスへのAI/ML利活用に関する標準化動向	電子情報通信学会論文誌 B Vol.J104-B No.3 pp.123-128
内閣府	2021	宇宙基本計画	
内閣府	2021	宇宙基本計画工程表	
内閣府	2021	宇宙開発利用加速化戦略プログラムに関する基本方針(案)	
経済産業省	2021	「次世代デジタルインフラの構築」プロジェクトに関する研究開発・社会実装計画(案)の概要	
一般社団法人応用脳科学コンソーシアム	2018	応用脳科学リサーチプロジェクト 2018	
公益財団法人 未来工学研究所	2021	「我が国の経済安全保障・国家安全保障の未来を左右する新興技術」中間報告書	
国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 技術戦略研究センター	2021	パワーエレクトロニクス分野の技術戦略策定に向けて	
一般社団法人電子情報技術産業協会	2021	1. WSTS 2021 年秋季半導体市場予測について	
文部科学省 科学技術・学術政策研究所	2021	科学技術指標 2021	
総務省	2021	令和3年版 情報通信白書	
経済産業省	2021	令和2年度 電子商取引に関する市場調査	
シエンブレ株式会社	2022	デジタル・クライシス白書 2022	
総務省	2021	令和2年通信利用動向調査	
JUAS(日本情報システム・ユーザー協会)	2021	企業IT動向調査 2021	
総務省	2021	デジタル・トランスフォーメーションによる経済へのインパクトに関する調査研	

著者等	発行/発表年	タイトル	出版社/掲載誌
		究	
IPA(独立行政法人情報処理推進機構)	2021	DX 白書 2021	
経済産業省	2021	令和2年度中小企業のデジタル化に関する調査に係る委託事業報告書	
株式会社 NTT データ経営研究所	2019	日本企業のデジタル化への取り組みに関するアンケート調査」結果速報～日本企業の DX への取り組み実態、成功企業の特徴について～	
IPA(独立行政法人情報処理推進機構)	2017	DX 白書 2017	
経済産業省	2016	IT 人材に関する各国比較調査結果報告書	
経済産業省	2021	我が国における IT 人材の動向	
総務省	2021	令和元年版情報通信白書	
総務省	2016	平成28年版情報通信白書	
厚生労働省	2019	令和元年版労働経済の分析	

4.2. アンケート集計結果

「別紙 1_アンケート単純集計結果」参照