

IPv6によるインターネットの利用高度化に関する研究会
IPv6によるモノのインターネット社会ワーキンググループ
とりまとめ（案）

1. インターネットの利用形態の変遷について

2. IPv6を活用した「モノのインターネット社会」の姿について
 - (1) 「モノのインターネット社会」とは
 - (2) 利用者視点から見た「モノのインターネット社会」の姿
 - (3) 「IPv6」と「モノのインターネット社会」

3. 「モノのインターネット社会」の実現に向けた課題について
 - (1) 制度面の課題
 - (2) 利活用面・ビジネス面の課題
 - (3) 技術面の課題

参考資料1 「モノのインターネット社会」を実現するサービスの提供事例

参考資料2 Internet of Things(モノのインターネット)に関する行動計画(欧州委員会)

1. インターネットの利用形態の変遷について

□ 1990年代前半まで

- インターネットは大学、企業等での学術利用に限られていた
- 通信を行う単位は「組織」

□ 1990年代後半

- 一般家庭にもインターネット利用が拡大し、webページ閲覧(ネットサーフィン)、電子メールの送受信等の利用が行われるようになった
- 通信を行う単位は「組織」だけでなく「人」も加わってきた

□ 2000年代前半

- 通信の高速・大容量化の進展により、家庭でのインターネット利用がさらに拡大した
- 依然として利用は、webページの閲覧や電子メールの送受信等が中心だが、データ量の大きい画像コンテンツなどが出現するようになった
- 通信を行う単位は「組織」、「人」

□ 2000年代中頃

- 通信の高速・大容量化がさらに進展し、webページの閲覧では、動画等のさらにデータ量の大きいコンテンツが利用されるようになった
- インターネットの用途もweb閲覧や電子メールの送受信のみならず、ネットショッピング、双方向コミュニケーション等、多様化が進展
- 無線LANによるホットスポットサービスの出現、携帯電話等端末からのインターネットアクセス等、モバイルでの利用も広がり始め、個人が複数のインターネットアクセス手段を持つようになった
- 通信を行う単位は「組織」、「人」だけでなく「モノ(機器)」も加わってきた

□ 2000年代後半

- インターネットの用途の多様化が引き続き進展。テレビやレコーダー等のPC以外の機器がインターネットに接続されるようになった
- クラウドサービスの出現、大衆化により、アプリケーションが利用端末になくとも様々なサービスを利用することが可能に
- 通信を行う単位は「組織」、「人」だけでなく「モノ」も加わってきた

□ 2010年以降

- PCや家電の他にもあらゆる「モノ」がネットワークに接続
- 機器どうしが自律的に通信を行う利用形態も一般化
- 通信を行う単位は「組織」、「人」、「モノ」

2. IPv6を活用した「モノのインターネット社会」の姿について

(1) 「モノのインターネット社会」とは

- 「人」と「人」だけでなく、「人」と「モノ」、「モノ」と「モノ」がコミュニケーションを行う(情報をやりとりする)ことにより、環境・医療・防災・教育等様々な生活の場面でICTの利便性を享受することのできる社会が実現される

モノのインターネット:狭義には電子タグ等のRFIDネットワークのみを指すこともあるが、ここではそれ以外に情報家電のネットワークやセンサーネットワーク等を含めたPC以外の機器が接続されたネットワーク全般を指す

(2) 「モノのインターネット社会」の具体的なイメージ

「モノのインターネット社会」において、利用者がメリットを享受できる分野として、以下のものが挙げられる(具体的なイメージは次頁以降参照)

① 医療・福祉

- 医療連携ネットワーク
- 在宅ケア

② 環境

- 天候等の環境モニタリング
- ビルの空調・照明等の制御

③ 災害対策

- 災害情報の収集・提供
- 応急措置の支援

④ 交通・物流

- 交通量観測
- 商品のトレーサビリティ確保

⑤ 産業

- 工場管理
- 農作業支援

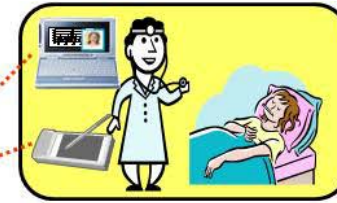
⑥ 生活・娯楽

- 防犯対策
 - 宅外からの家電操作
- 等

① 医療・福祉分野

- 医療連携ネットワーク
- 在宅ケア

バイタルセンサー等を活用した在宅ケア

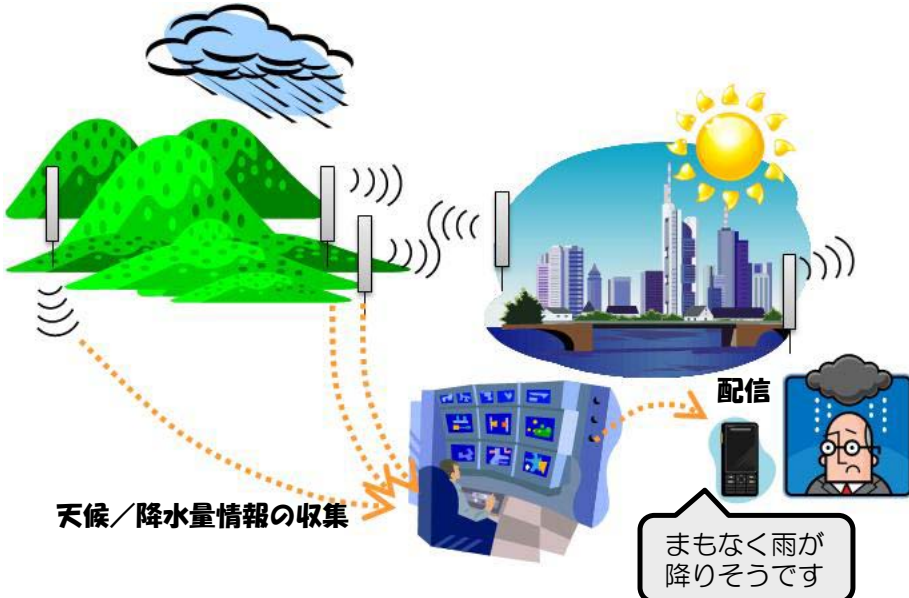


医療連携ネットワーク

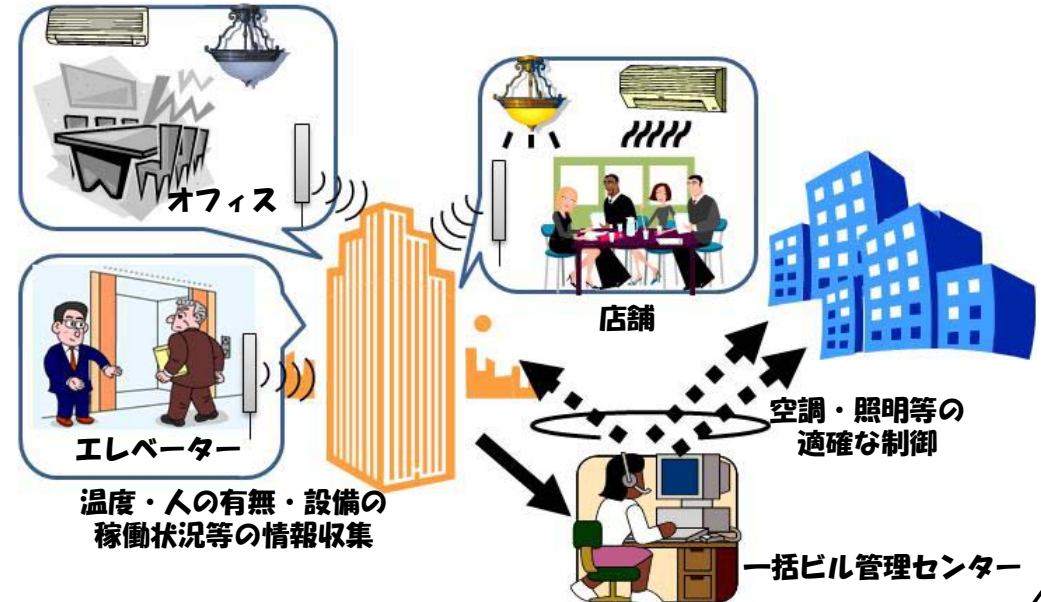


② 環境分野

- 天候等の環境モニタリング
- ビルの空調・照明等の制御

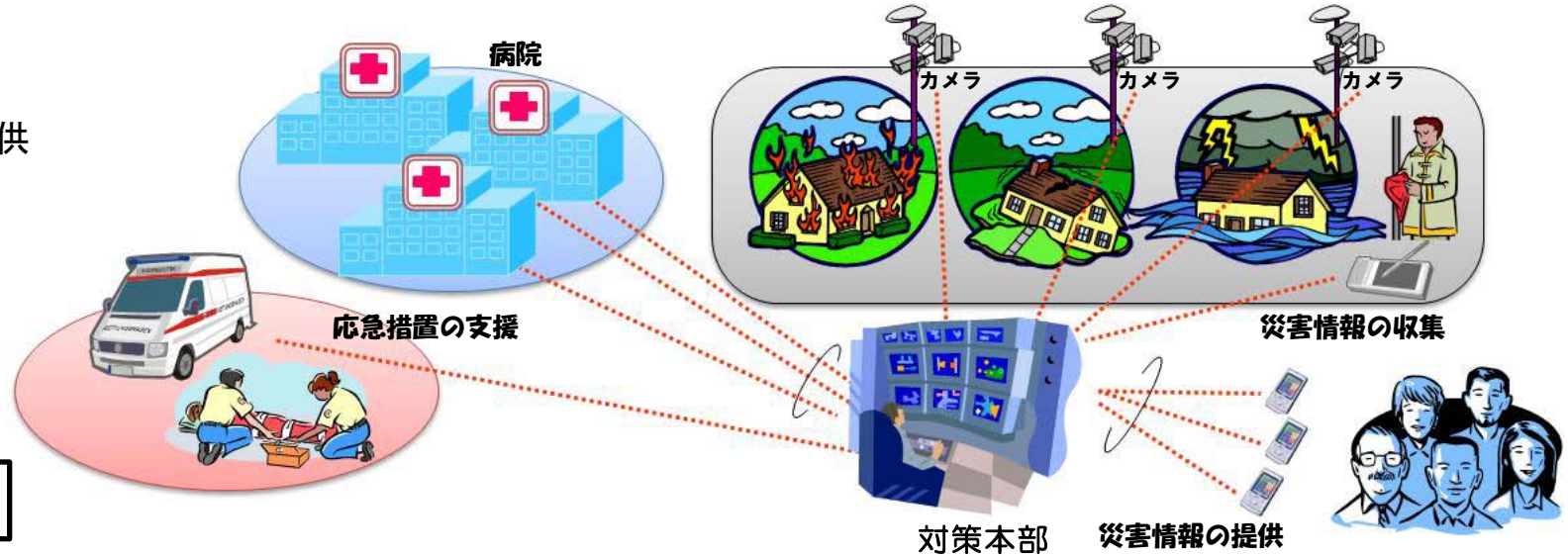


ビルの空調・照明等の適確な制御による省エネルギー化の実現



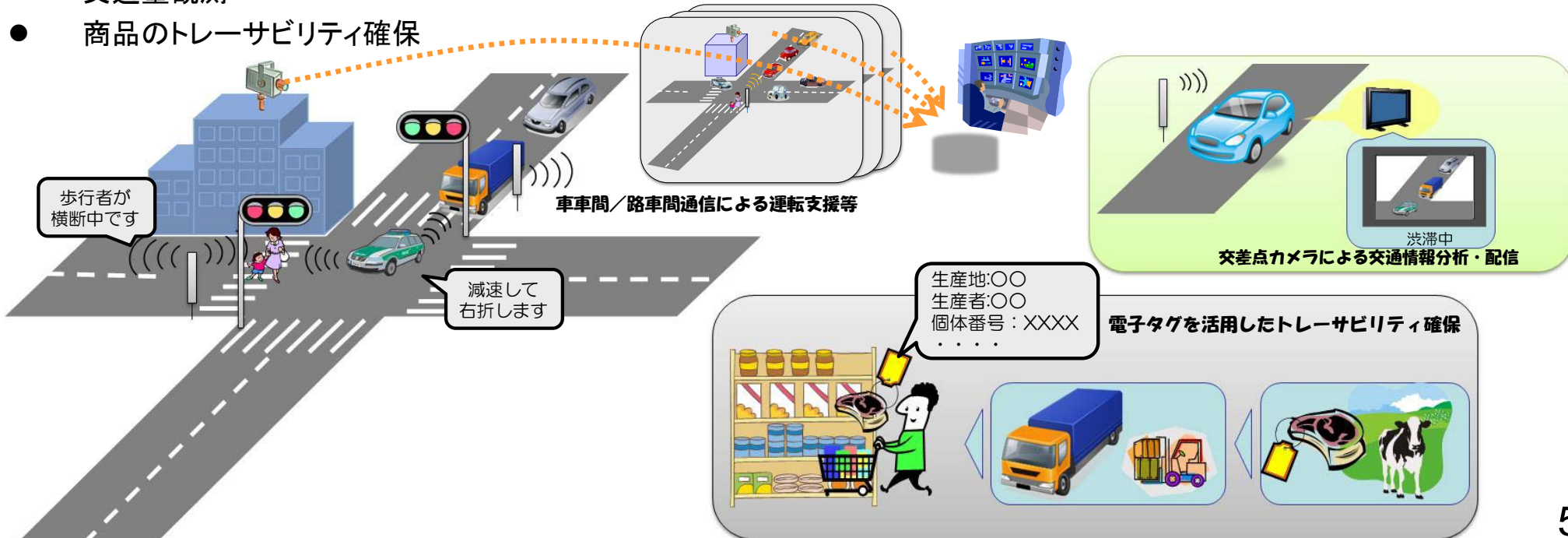
③ 災害対策分野

- 災害情報の収集・提供
- 応急措置の支援



④ 交通・物流分野

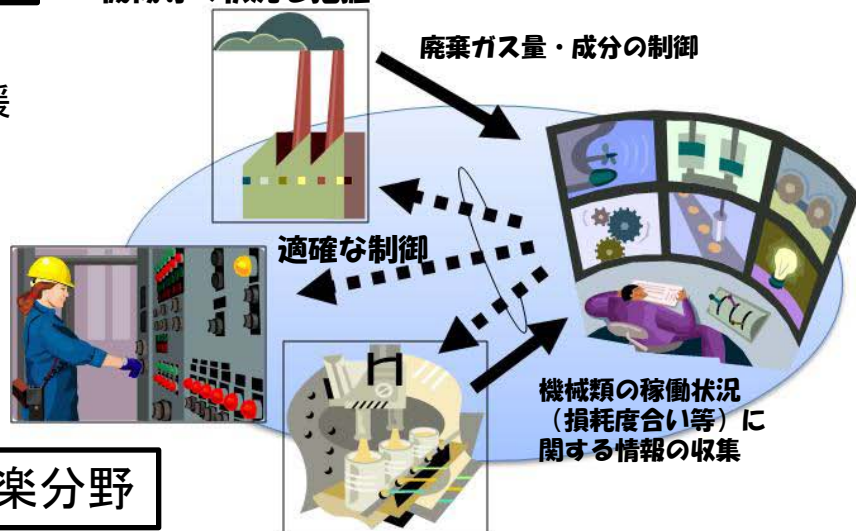
- 交通量観測
- 商品のトレーサビリティ確保



⑤ 産業分野

- 工場管理
- 農作業支援

工場内に配置されたセンサにより、リアルタイムに機械等の状況を把握

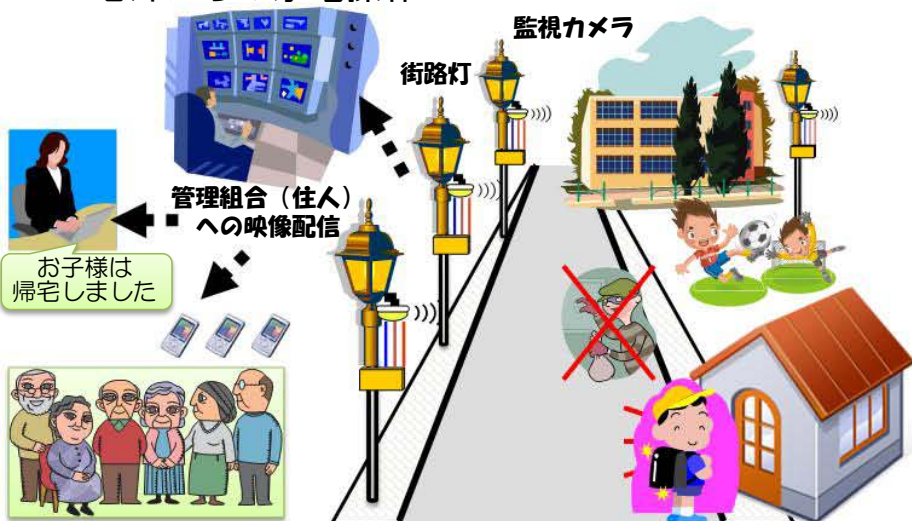


同地的な温度・湿度等の環境情報を収集・分析し、農作業を支援



⑥ 生活・娯楽分野

- 防犯対策
- 宅外からの家電操作



防犯対策 (地域ぐるみでの住民見守りシステム)

宅外からの家電の操作等



(3) 「IPv6」と「モノのインターネット社会」

① 多数の機器がオープンなネットワークに接続される環境の進展

「モノのインターネット社会」においては、個々のネットワークは、閉域網としてではなく、インターネット等に接続されるオープンなネットワークとして構築されることにより、例えば複数のセンサーネットワークを組合せてサービスを提供したり、一つのセンサーネットワークが複数のサービスにおいて利用されたりする等、より柔軟で利便性の高いサービスが実現される

したがって、「モノのインターネット社会」において、ネットワークは自ずとインターネットにおいて用いられているIPアドレスを利用して実現されることが一般的になる

その際、非常に多くの機器がネットワークに接続されることから、使用可能な数に制限のあるIPv4アドレスではなく、IPv6アドレスを活用して実現されることが現実的である

- モノのインターネット社会において、インターネットに接続される機器の数はIPv4アドレスの数(約43億個)を優に超える。IPv6アドレスの数は約 3.4×10^{38} 個(340澗:340兆×1兆×1兆個)
- NAT^(注)を利用すれば、IPv4アドレスでもより多くの機器を扱うことができるが、その場合、一方向からしか通信を開始することができないという問題がある

(注) NAT(Network Address Translation): IPアドレス変換装置。1つのIPアドレスを複数の機器で共有して利用するために用いられる

② 「クラウドネットワーク」の活用の進展

クラウドネットワークのようにネットワーク構成が複雑・大規模な場合には、IPv4の場合に比べ、アドレス設計が容易となる等の理由から、IPv6を活用することによってより効率的にネットワークを構築できる

- IPv6においては、アドレスの数に余裕があるため、サーバーの仮想化やネットワーク機器に割り当てるIPアドレスをネットワーク構成に沿って階層的にする等、管理を容易とし、拡張性を持ったIPアドレスの利用が可能であるが、IPv4ではアドレスの数が十分でないために無駄なく密に利用する必要があり、管理の容易さや拡張性の点で限界がある

クラウドサービスで利用される「サーバーの仮想化」によって、1個のサーバーの中に複数の仮想サーバーを構築し、それぞれの仮想サーバーにIPアドレスを割り当てることから、IPアドレスの消費が加速される

その際、非常に多くのサーバーがネットワークに接続されることから、使用可能な数に制限のあるIPv4アドレスではなく、IPv6アドレスを活用して実現されることが現実的である

また、IPv4では実現できるネットワークの規模・複雑さに限界があり、IPv6を活用しなければサービスが実現できない場合がある

③ 直接通信の活用

IPv6を活用すれば、IPv4において一般的に利用されていたNATが不要になることから、通信の途中でサーバ類を介在させない直接通信(またはサーバ類の介在を最小限とする通信)が可能となるため、遅延の少ない高品質の通信が実現される

- IPv4においては、IPアドレスの数に制約があることから、一つのグローバルなIPアドレスを複数の機器で共用するためにNATが一般的に利用されているが、IPv6においてはIPアドレスの数に事実上制約がなく、個々の機器にグローバルなIPアドレスを割り当てることができるためNATが不要になる

他方、

- 端末に対して直接通信が可能となると外部からの攻撃を受けやすくなる等、セキュリティ上の脅威が高まるため、ファイアーウォールとしての役割を果たすNATは必要である
- 機器に割り当てられるIPアドレスが固定される場合には、IPアドレスがプライバシー情報となりうるため、NATによってIPアドレスを変換する仕組みは維持すべきである

という指摘もあり、適切な対処が必要である(対処の方向性等については後述)

⇒ 上記①～③の点を十分に踏まえつつ、モノのインターネット社会を支える基盤技術として、IPv6のより一層の活用を促進することが必要である

3. 「モノのインターネット社会」の実現に向けた課題について

以下の点については、今後、IPv6を活用した「モノのインターネット社会」の進展状況を注視しつつ、必要に応じて課題の抽出と解決のために官民一体となって取り組むことが求められる

(1) 制度面の課題

① プライバシーとデータ保護

- IPv4では一般的には利用者に割り当てるIPアドレスは固定されていなかったが、IPv6では、アドレスが固定的に割り当てられる場合があり、そのような場合には、IPアドレスはユーザーに紐付けられたプライバシー情報となりうることに配慮すべきである
 - IPv6では、IPv4と同様に利用者に割り当てるIPアドレスを固定しない手法も存在する

② センサーネットワーク・電子タグの利活用におけるプライバシーに関する検討(監視カメラ等)

- センサーネットワークの利用や電子タグの利用等において、プライバシー保護について十分配慮することが必要である
その際、民間を中心に、行政を含めた関係者において広く議論されることが必要であり、その成果についても、広く公表されることが期待される

③ 新サービスが生まれた場合の権利問題

- 複数のセンサーネットワークを組み合わせると、センサーなどの機器設置者（情報提供者）の意識しない利用法が生まれることがあり、そのような場合には、センサーなどの機器設置者（情報提供者）、新サービス提供者、新サービス利用者の中で発生する権利関係を制度化する必要がある

④ グローバル化における国際的な協調

- 我が国が先行してIPv6対応をしていくことはビジネス面で先行者利益を考えた場合に重要であるが、国際的な協調を取りながら進めて行く必要がある

⑤ イノベーションへの対応

- モノのインターネット社会においては、技術やサービスの変化が急速に起きることが想定されるが、それに対応する制度の確立が間に合わない可能性がある

⑥ 問題発生時の対応

- ネットワークに関わるプレイヤー数が増え、複雑になることで、問題が発生した場合のそれぞれの責任分解点や因果関係が分かるような仕組みが必要である

⑦ ネットワークの大規模化への対応

- 今後クラウド化が進むことにより、ネットワークの大規模化、複雑化が想定されるが、社会的に影響の大きい防災、医療、エネルギー等の分野において、システムダウン、エラー、事故等が発生した場合の影響も大きくなるため、対策が必要である

等

(2) 利活用面・ビジネス面の課題

① インターネットのIPv6移行に関する広報

ISP等のネットワーク事業者や、サービス提供事業者、情報家電ベンダー等の関係者は、IPv6対応の有無、手法、スケジュール等について、適時適切に広報することが求められる

- 情報家電ベンダー等からは、ISPにLSN^(注)が導入されるとネットワークカメラやネットワーク家電等のサービスに特別な対応が必要になる、または機能が制限されるといった影響が出る可能性があるとの懸念が示されている

(注) LSN(Large Scale NAT) :ISP等の大規模なネットワークに導入されるNAT

関係者が足並みをそろえてIPv6を活用したオープンなネットワークとしてサービスを提供することにより、複数のネットワークを組合せてサービスを提供したり、一つのネットワークを複数のネットワークで利用するといった、より柔軟で利便性の高いサービスが低コストで実現される


また、サービスの提供にあたっては、仕様等のばらつきから、将来的に端末・アプリケーション毎に、使えるサービス・使えないサービスが出てきてしまう、といった事態を防ぐために、共通の条件を策定し、これらをサービス・端末等に適用することが、有効な手段として考えられる

② サービスの品質確保のための関係者による役割分担

- 多数の機器がネットワークに接続されるようになると、例えば、コスト面の要因からセキュリティ機能が限定された機器が接続されることも想定され、ネットワーク全体のセキュリティ確保が困難になり、他のサービスの品質確保に影響を及ぼすおそれがある
 - センサー等、大量に利用される機器については、機器の単価を下げるためにセキュリティ機能が限定される可能性がある
 - 「モノのインターネット社会」を実現する新しいサービスにおいて、どのような特性をもった通信が行われるか、現時点では想定できない

- インフラ提供者、アプリケーション提供者、機器提供者等の関係者はサービスの品質を確保するため、適切に連携し、責任分解点を明らかにした上でサービスを提供することが求められる
 - 例えば、その解決策の一つとして、アクセス制御、暗号通信のための暗号鍵の管理等を行うサーバーを介在させる手法が開発されている(次頁参照)


- セキュリティを確保するためのサーバーを介在させて通信を行う仕組みの例



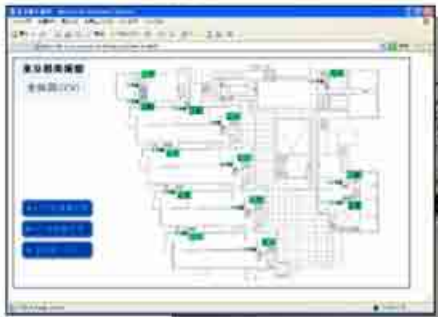
導入事例：東京都美術館

マルチポリシーVPNの応用


- 温度計やビル管理システム、エレベータ状態監視など、ベンダーの異なる機器を設置
- 各ベンダーが個々の機器に直接アクセスすることで、遠隔メンテナンス、高度なデータ分析などを実施
- IPv6マルチポリシーVPNにより、ベンダーから直接アクセスできる機器を制限




実験風景



ベンダ拠点からの遠隔メンテナンス



途中挿入型暗号化装置



途中挿入型暗号化装置(m2m-x対応)

Copyright © 2009 by NTT Communications Corporation. All rights reserved.

23

③ セキュリティの確保、セキュリティ対策の推進

- IPv6によってNATを介さない直接通信が可能となり、セキュリティ上の脅威が高まるため、これまで以上にセキュリティの確保に配慮することが求められる
- モノとモノの通信がインターネットを介して行われる場合、利用者の意図・管理しないところで通信が行われることで、情報が筒抜けになってしまうといった状況が発生することが懸念されるため、誰の意思・許可で通信が行われているのか(暗号化の判断も含む)、といったことを確認・管理する手段・対策がセキュリティ確保の観点から、求められる

④ イノベーションの促進

「モノのインターネット社会」におけるイノベーションを促進するためにも、現在のインターネット同様、誰もが参画できるオープンな環境を維持することが求められる

⑤ 多数の機器を安価にインターネットに接続するための通信サービスの提供

多数のセンサー等の機器をインターネットに接続する場合、機器の数に応じて回線利用やIPアドレス割り当て等に係るコストが増加し、それにより接続料金も増加することが想定される。そのため、例えば通信速度や利用可能なサービスを限定する等により、多数であっても機器を安価にインターネット接続することが可能なサービスの提供が求められる

⑥ 実証実験を通じた「モノのインターネット社会」におけるICT利活用の促進

「モノのインターネット社会」実現に向けた上記の様々な課題の解決に当たっては、必要に応じて実証実験を実施することが効果的である。

(3) 技術面の課題

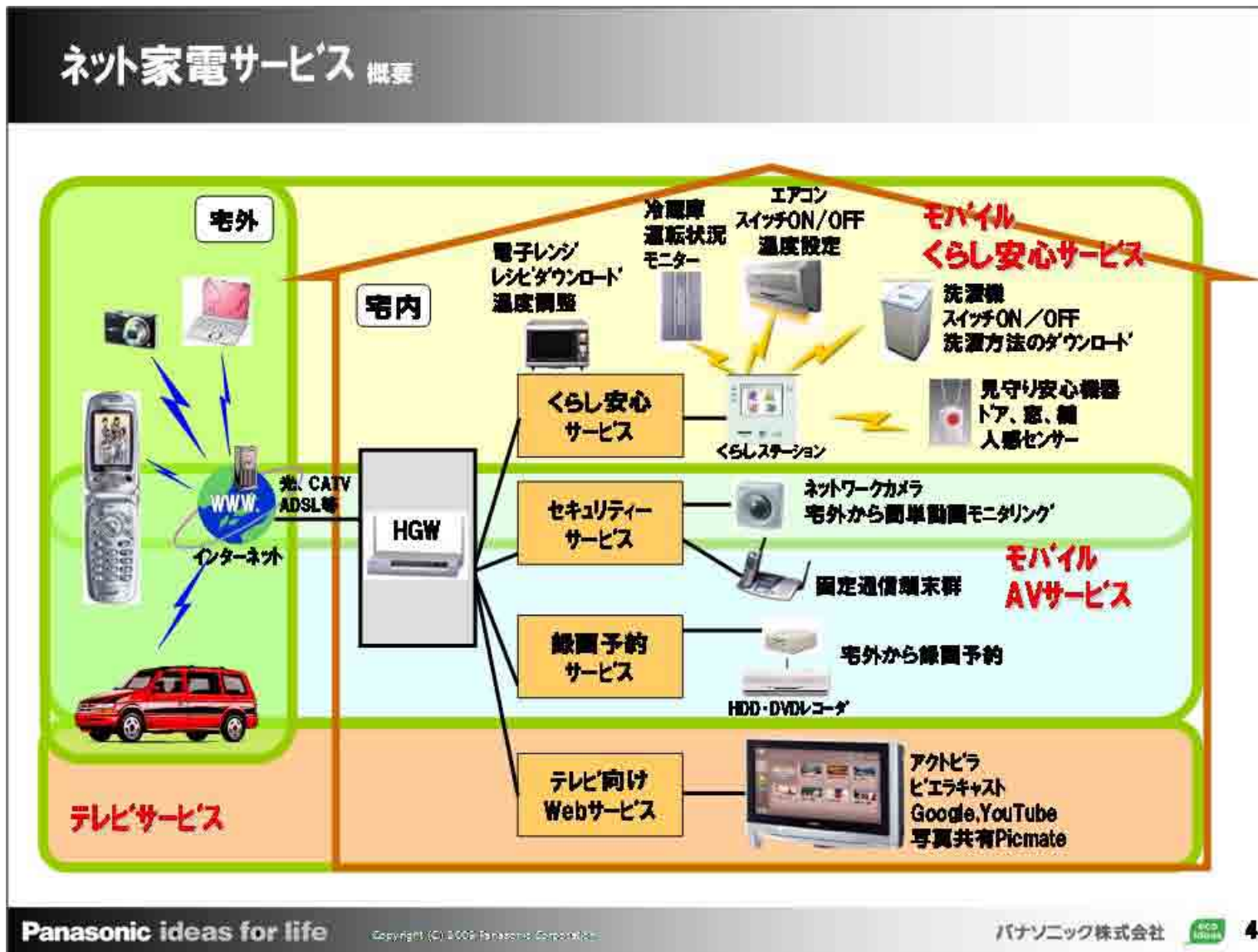
① 研究開発の促進、標準化の推進

- セキュリティの確保
- 異なる種類の機器間の相互接続性の確保
- 大量の機器がネットワークに接続された場合のルーティング、ネットワーク維持に要する負荷への対策
- ウェブアクセスで発生するISPからユーザーへのトラヒックと異なる、センサー等が生成する逆方向のトラヒックが大量に発生した場合の対策

② 国際協調・国際展開の推進

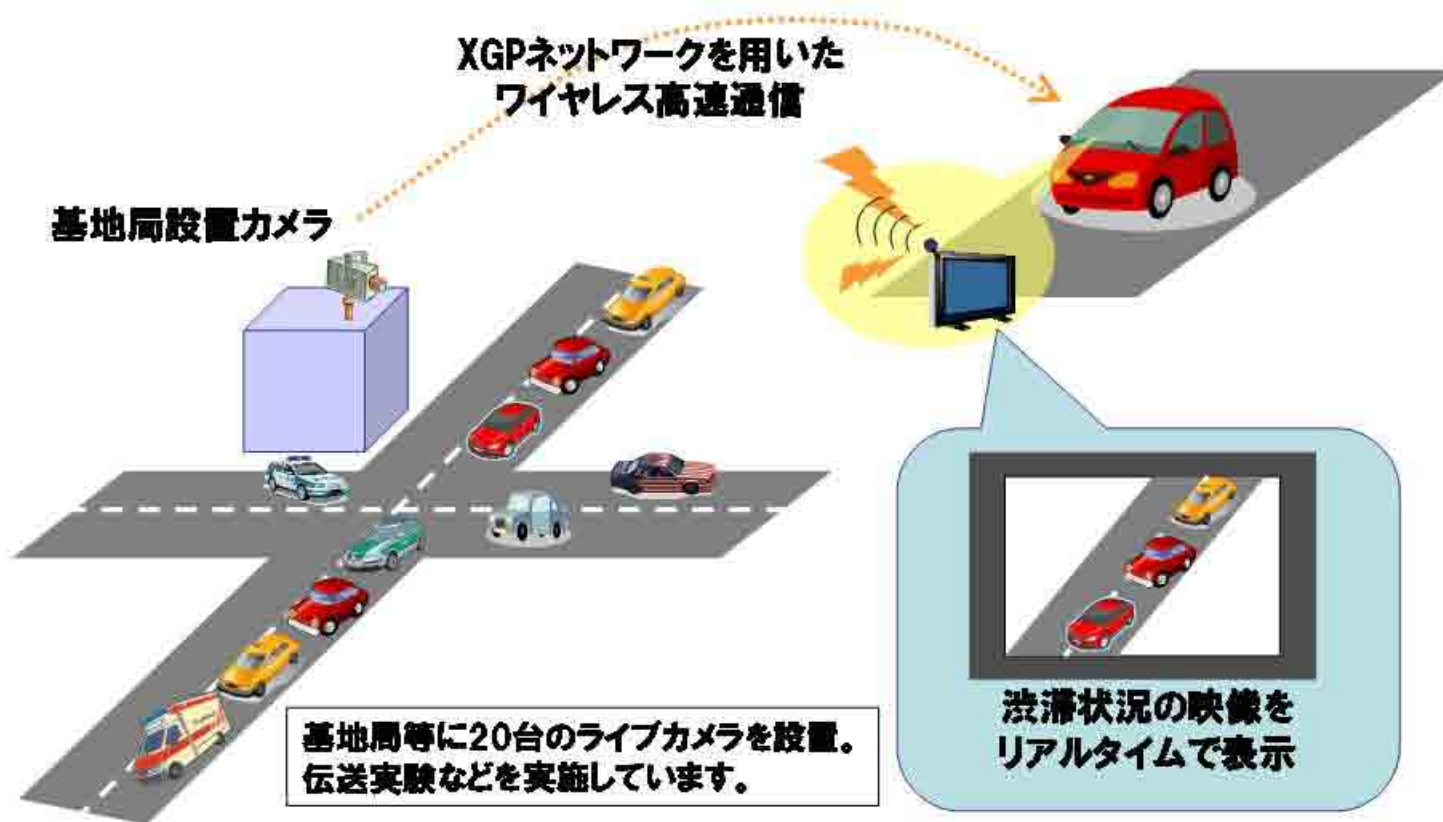
以下参考





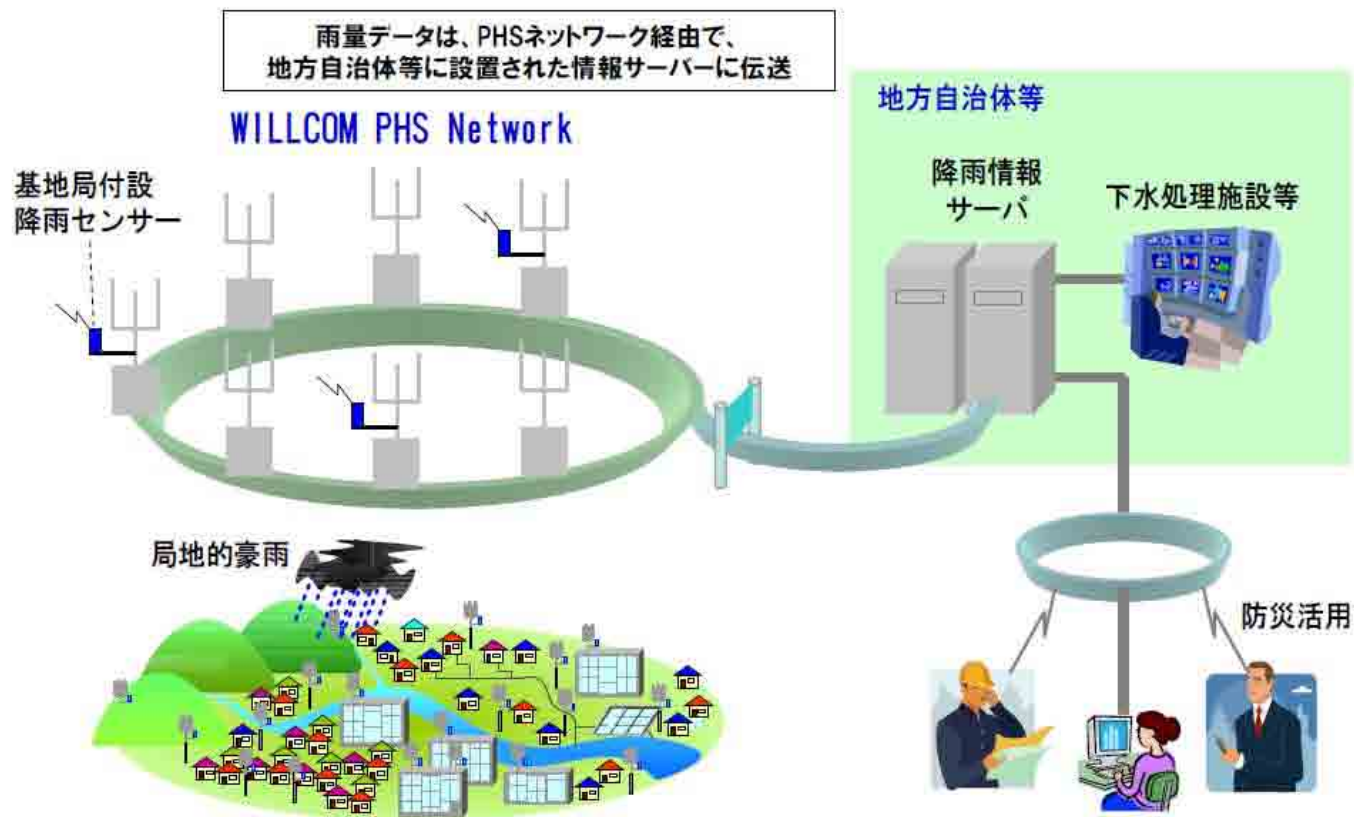
交通景観サービスのイメージ

ウィルコムは高速道路・主要道路沿いに広く配置されており、渋滞状況等の収集が可能。画像処理により、交通量の統計情報化も視野に。

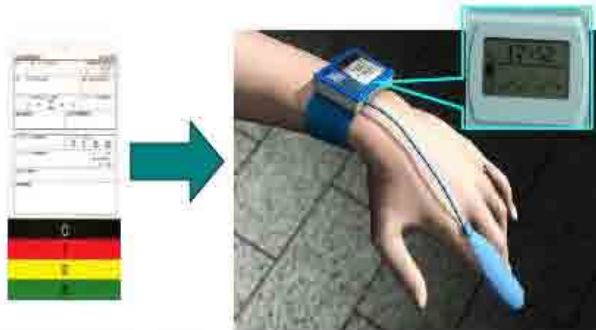


雨量計測システムの概要

「雨量計測システム」は、ウィルコム基地局に設置する雨量計測器、通信装置と地方自治体等に設置される雨量情報を提供するサーバーで構成されます。



電子トリアージとは？



現在のトリアージタグ
(紙製)

電子トリアージ装置
(イメージ)

トリアージとは、フランス語のTriage(選別)が語源で、国内でも2005年の福知山線脱線事故でトリアージ(紙製)が負傷者の優先順位を判定するのに効率的であったとクローズアップされる一方で、現場の主観的な判断により選別されることから、本当に判断は正しかったのかと、自問自答を繰り返し、精神的な負担が大きくなるといった証言も聞かれました。また、負傷者の状況も刻一刻と変化することから、トリアージタグ(紙製)での運用の限界は、常に問われてきました。

○ 電子トリアージが普及すると・・・

- ・ 脈拍、血中酸素濃度による呼吸の有無、高さセンサー(倒れているかどうか)、通信機能による現在位置の特定、といった情報を基に、負傷者の現位置表示、負傷者数、などを基に自動的にトリアージカテゴリーを判定可能。
- ・ 自動判定により現場での人的な判定が不要に。
- ・ リアルタイムな状況判定が可能。
- ・ 平時での活用も可能に。
(勤怠管理システム、安否確認システム、健康管理システム情報受信端末 など)

また、情報表示システムと連携することにより、
次ページのような表現が可能となります。

<参考>

・ トリアージカテゴリー

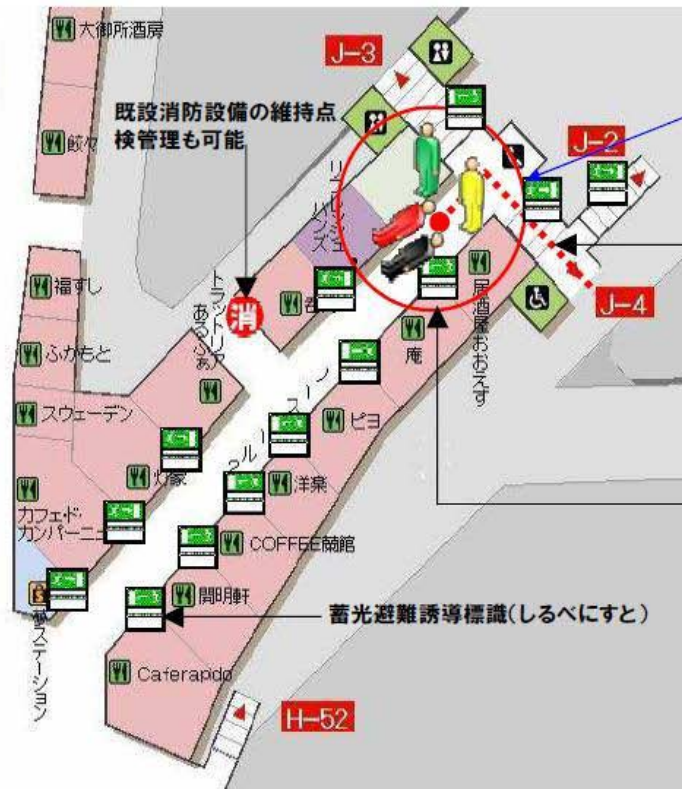
- 黒 (Black Tag) カテゴリー0
死亡、もしくは救命に現況以上の救命資機材・人員を必要とし救命不可能なもの。
- 赤 (Red Tag) カテゴリーI
生命に関わる重篤な状態で一刻も早い処置が必要で救命の可能性があるもの。
- 黄 (Yellow Tag) カテゴリーII
今すぐに生命に関わる重篤な状態ではないが、早期に処置が必要なもの。
- 緑 (Green Tag) カテゴリーIII
救急での搬送の必要がない軽症なもの。

・ トリアージ判定基準

(負傷者が多数の場合のSTART法、一部抜粋)

- Q1. 歩けるか？
YES・・・ 緑(状態の悪化がないか絶えず観察)
NO・・・ Q2へ
- Q2. 呼吸をしているか？
YES・・・ 黄(気道確保なして十分な呼吸が出来る)
赤(気道確保がなければ呼吸できない)
赤(呼吸はあるが頻呼吸[30回/分以上])
- NO・・・ 黒(気道確保をしても、呼吸がない)

電子トリアージの利用イメージ



地下街図表示システム(NIGESASシステム)

都市・施設検索
Microsoft
Virtual Earth
地図・画像



渋滞区間

地上の座標と連動し、進入
口までのルートナビゲーシ
ョンが可能。
渋滞情報を取得し、渋滞を
回避するルートナビゲーシ
ョンも可能。

負傷者までの最適な救
助経路、進入口を自動
表示
救急隊員の現位置も表
示

負傷者の人数と現位置、
トリアージカテゴリーを
表示

マップと画像を切り替え
て表示可能



写真画像上に負傷者の人数と現位置とトリアージカテゴリーを
リンクして表示可能(画像センサを実装し、将来的にはリアル
タイム映像)

2.2 ユビキタス情報化の例：ライフ顕微鏡

HITACHI
Inspire the Next

■ 腕時計型センサ：人の日常を継続的にモニタリング



液晶
ディスプレイ

プッシュ
ボタン

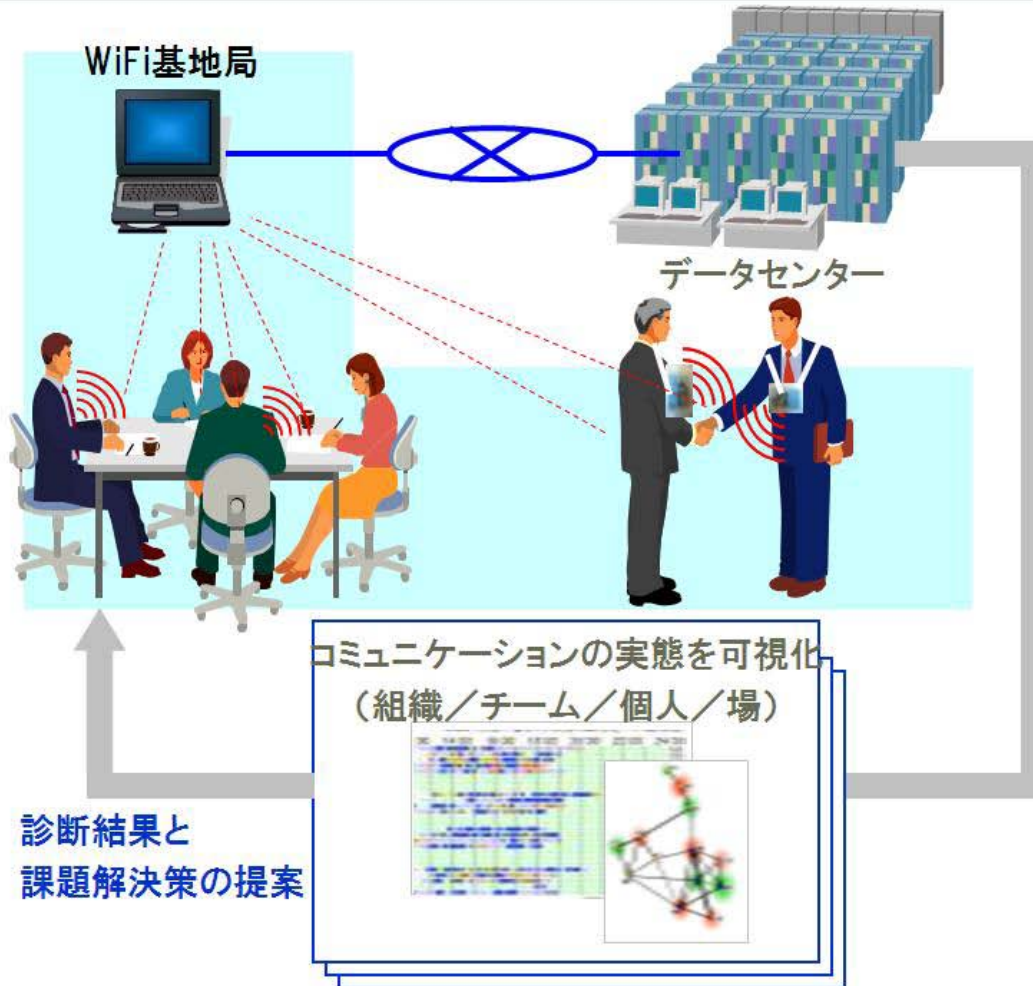
- ・センサ
 - ・動き（3軸加速度）
 - ・血流
 - ・温度
- ・通信機能
 - ・プッシュボタン
 - ・ディスプレイ（文字表示可能）

uVALUE

© Hitachi, Ltd. 2009. All rights reserved.

2.4 ビジネス顕微鏡

HITACHI
Inspire the Next



●外形寸法(mm): W86 × D11 × H61



- 赤外線ID交換による対面検出
- 加速度センサによる装着者の動き検出
- 低電力技術による連続稼動(24時間)

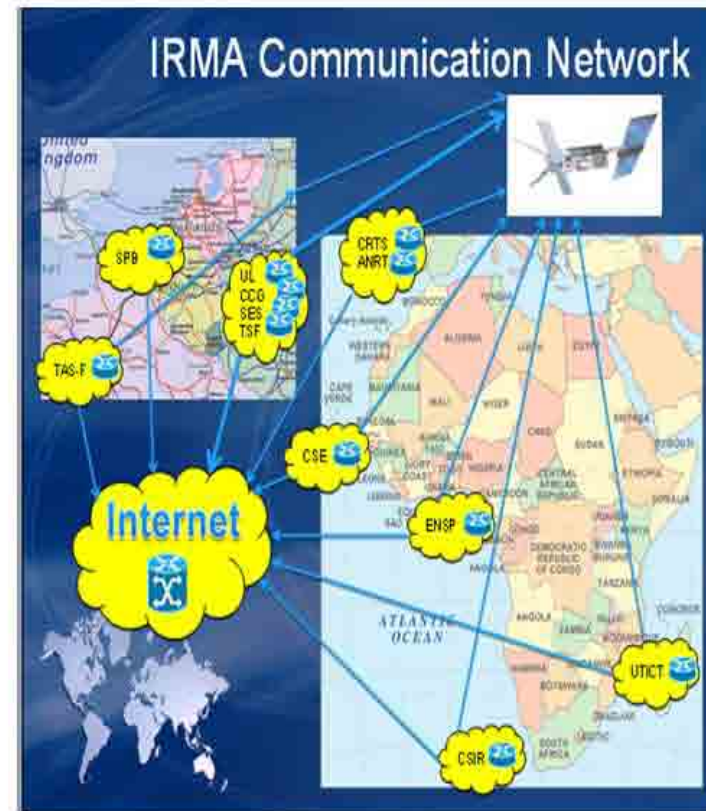
2008年度 グッドデザイン賞受賞
(ソリューションビジネス、サービスシステム部門)

uVALUE

©Hitachi, Ltd. 2009. All rights reserved.

IPv6によるモノのインターネット事例 アフリカ IRMA) 自然災害リスクマネジメントアプリケーション

- 2008年6月に発足したアフリカにおけるワイヤレスアドホックとIPv6をベースにしたインターネット利用の高度化プロジェクト
- アプリケーション概要:
アフリカにおける、森林火災、洪水、砂漠化、都市災害モニター
- インターネットを利用した高信頼性、低コスト、多目的コミュニケーションシステムとしてかつ、アフリカ域内のあらゆる場所での利用可とすることを想定し開発
- プロジェクトメンバー: EU、アフリカの地域政府、大学、NGO、ベンダー (Cisco他) を含む16団体の共同体



参考資料2. Internet of Things (モノのインターネット) に関する 行動計画 (欧州委員会)

(1) ガバナンス

- IoTのガバナンスに係る原則の定義及び分散管理に関するネットワーク構造のデザインを実施

(2) プライバシー及びデータ保護

- IoTのデータ保護法令の適合性に関して慎重に注視

(3) 「静かなチップ」に対する権利

- 消費者の意に応じて無線タグを非有効化することを可能とするための議論を開始

(4) 急増する危機

- IoTを利用した、信頼性、セキュリティ等に係る問題の克服策の実施

(5) 不可欠な資源

- IoTが欧州における不可欠な資源に発展していくことを興味を持って研究

(6) 標準化

- 必要に応じて、IoTに係る標準化の追加的な権限を措置

(7) 研究

- FP7を通じたIoT分野のプロジェクトに対する資金提供

(8) 官民連携

- IoTに関する既存の4つの官民連携事業の統合

(9) イノベーション

- 市場競争力性、相互接続性、安全性、プライバシー親和性を有するIoTの応用方法の効果的な浸透を促進するためのパイロット・プロジェクトの開始

(10) 機関への周知

- 欧州議会及び理事会に対して定期的に周知

(11) 国際的対話

- 情報及び良き事例の共有並びに共同行動の実施の合意を図るため、国際的なパートナーとの対話を協調

(12) 環境

- 無線タグの便益だけでなく、そのリサイクルの困難性も評価

(13) 統計

- 2009年12月、無線タグ技術に関する統計の公表を開始

(14) 進化

- IoTの進化を監視するため、欧州の関係者の代表を招集