

総務省
生体電磁環境に関する研究戦略検討会
(第4回)

【領域】 超高周波
【分野】 細胞

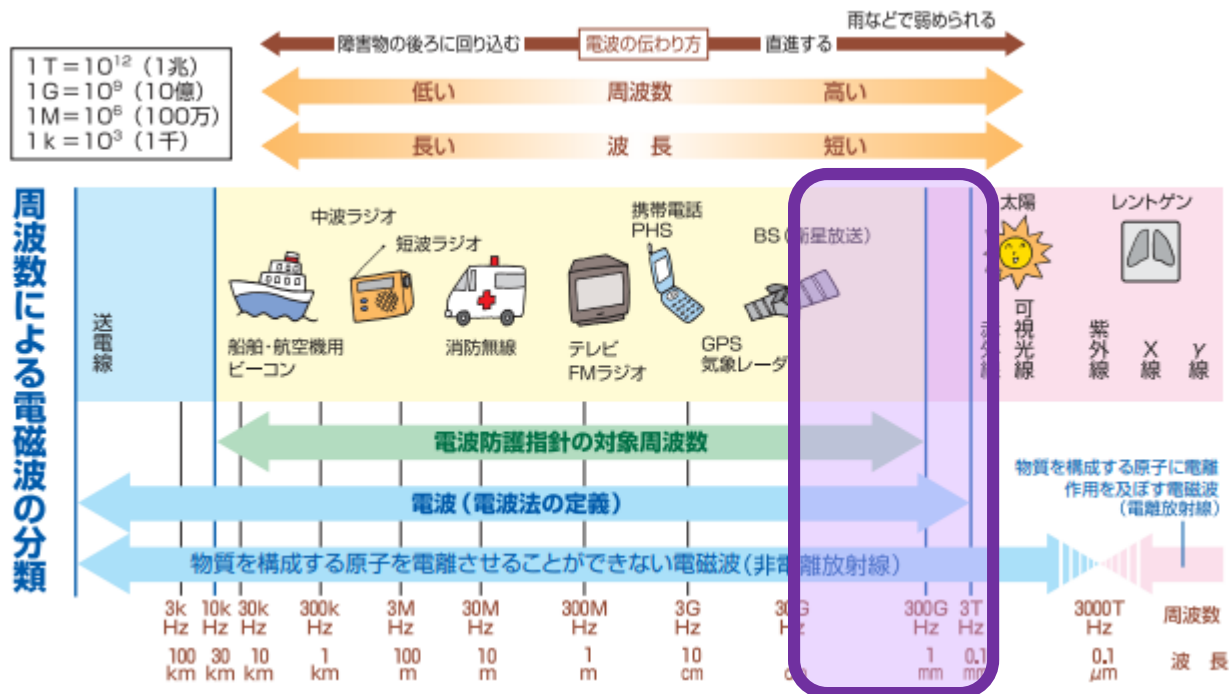
理化学研究所

八重柏 典子

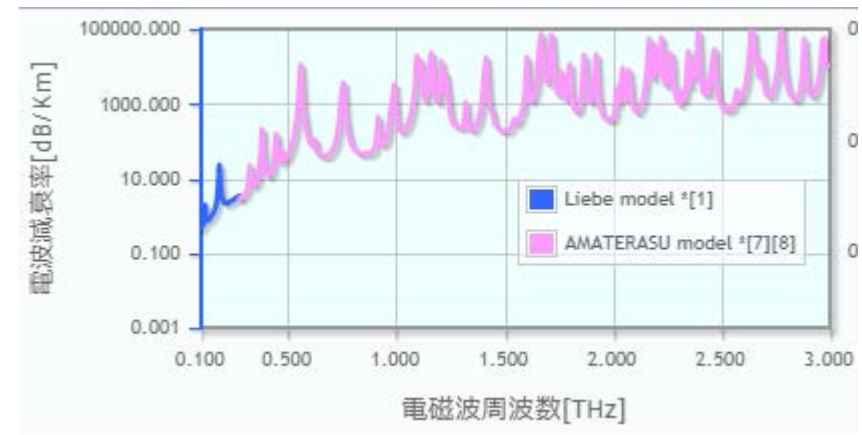
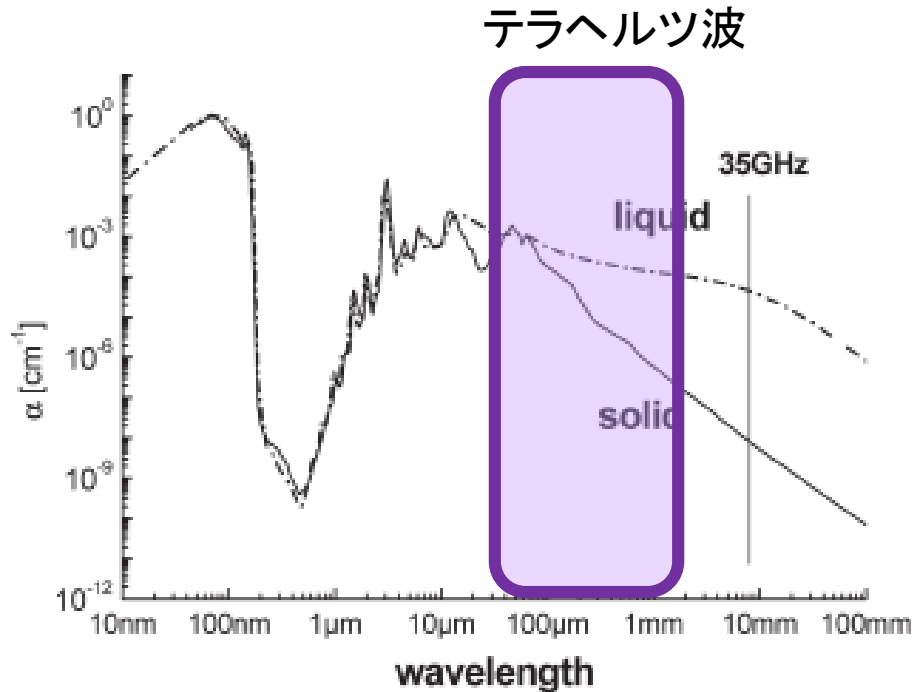
平成30年3月12日(月)

超高周波の周波数範囲

- 30～300 GHz ミリ波
- 300 GHz～3 THz サブミリ波
- およそ100 GHz (0.1 THz)～10 THz(テラヘルツ波)



超高周波の特性1



大気中の減衰率

図1 氷と水の吸収特性.

水への強い吸収

超高周波の特性2

DNAやタンパク質 などに特異的な吸収がみられる
(物質に固有の指紋スペクトル)

DNA, BSAの分光データ

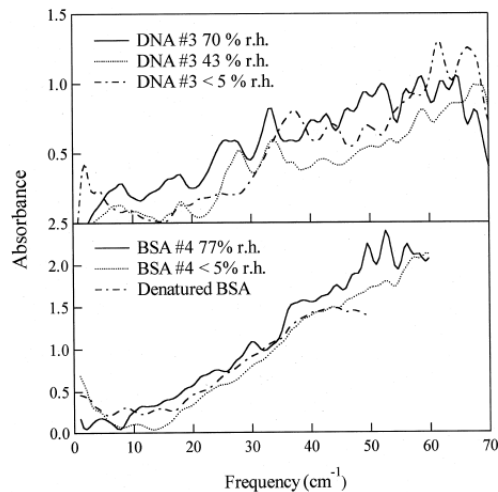
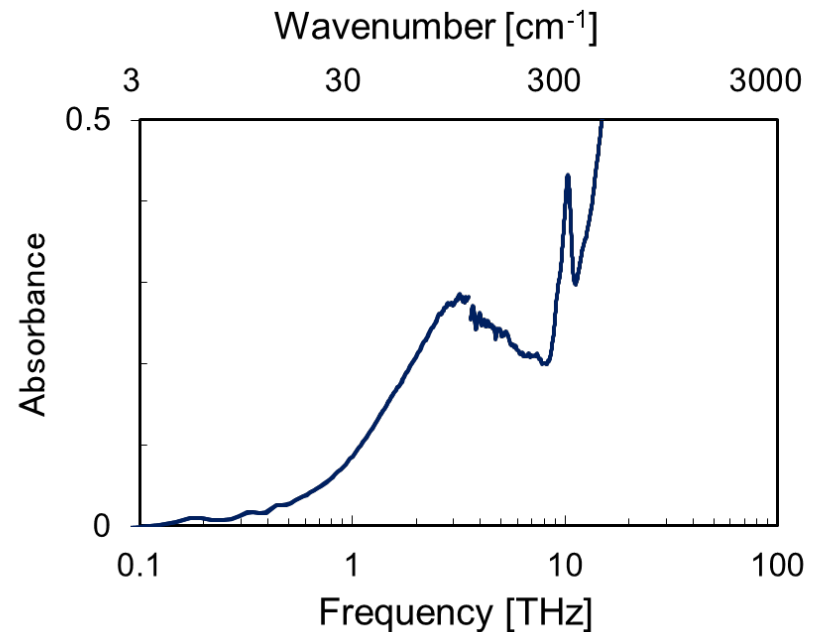


Fig. 3. (a) Absorbance hydration dependence for sample DNA #3 also shown in Fig. 2a. (b) Absorbance hydration dependence for BSA #4 shown in Fig. 2b, and transmittance of a denatured BSA sample with r.h. < 5%. The data are truncated to remove values outside the dynamic range of the PTS system absorbance measurements. This dynamic range is defined by $-\log(I_n/I_{ref})$, where I_n is the noise floor intensity and I_{ref} is the reference intensity transmitted through an empty aperture.

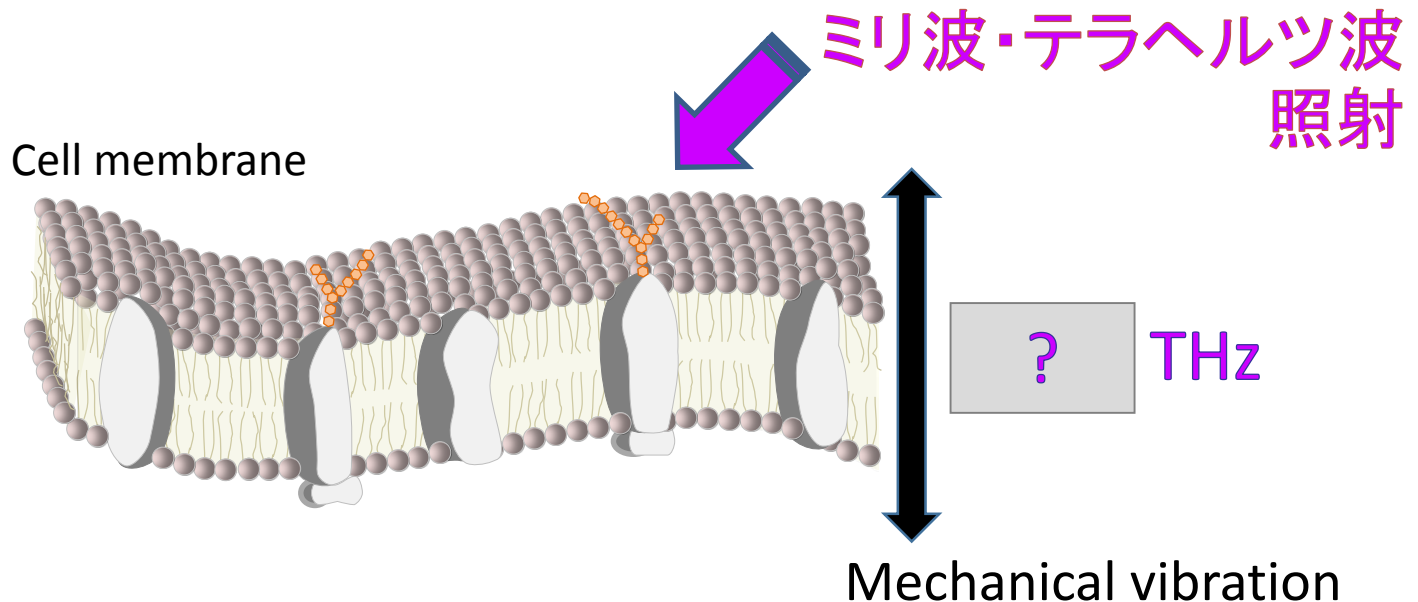
コラーゲン(ウシ)の分光データ



細胞膜のテラヘルツ帯共鳴振動仮説 (フレーリッヒ仮説)

ミリ波・テラヘルツ波(0.1-1 THz)の帯域に、生体膜(二重リン脂質膜)を共鳴振動させる周波数が存在し、何らかの非熱作用が起きるとする仮説 (H. Frohlich, 1968)

→ 生体膜への生体影響の可能性



超高周波による細胞への影響

◆パルス波

◆連続波(CW)

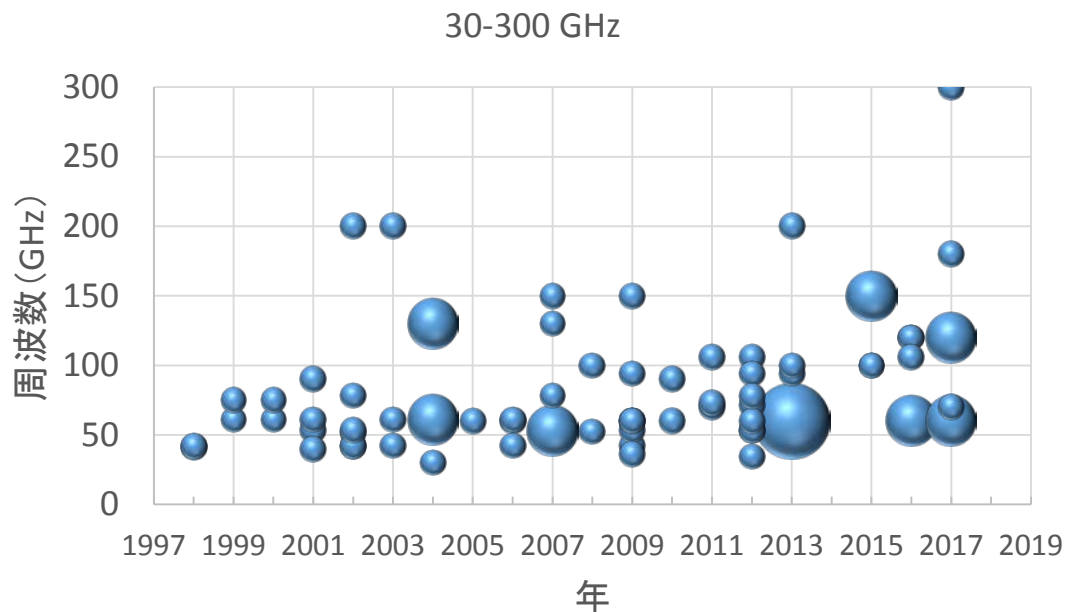
◆熱作用

ばく露パワーによる熱・蓄積による熱・分子振動による熱など

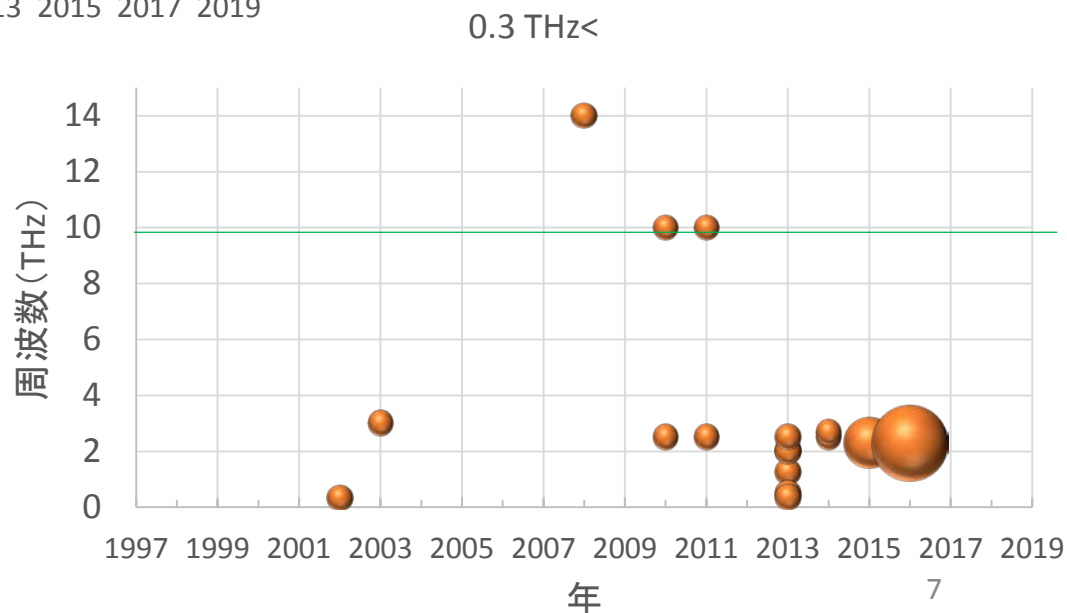
◆非熱作用

タンパク質の立体構造変化・共鳴振動の可能性など

過去20年程度のこれまでの国内外の研究

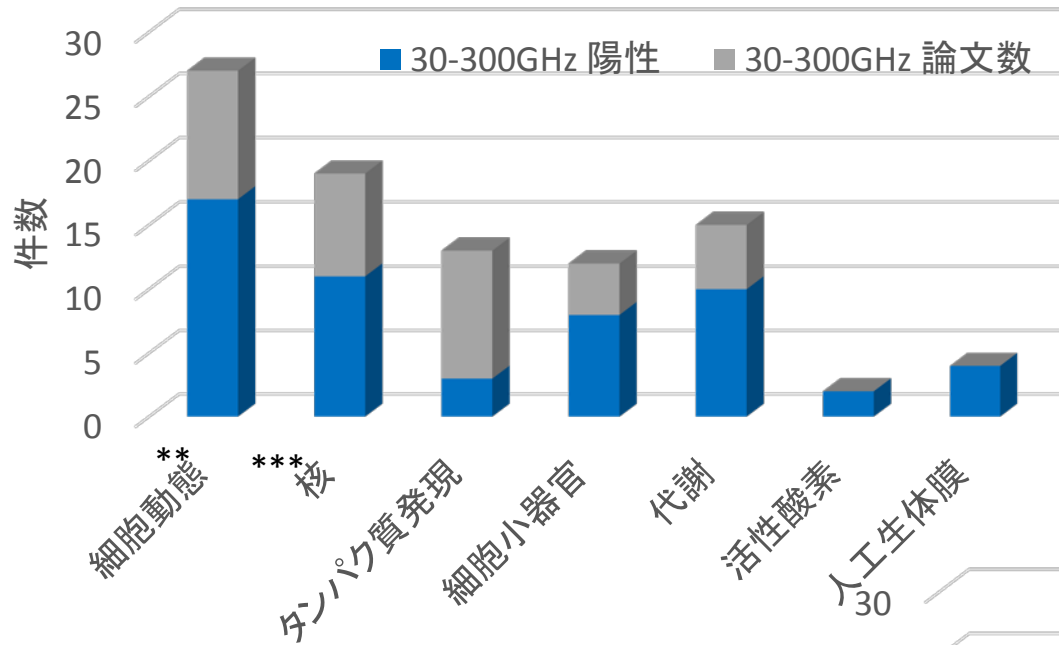


1998~2018年における
超高周波の細胞研究

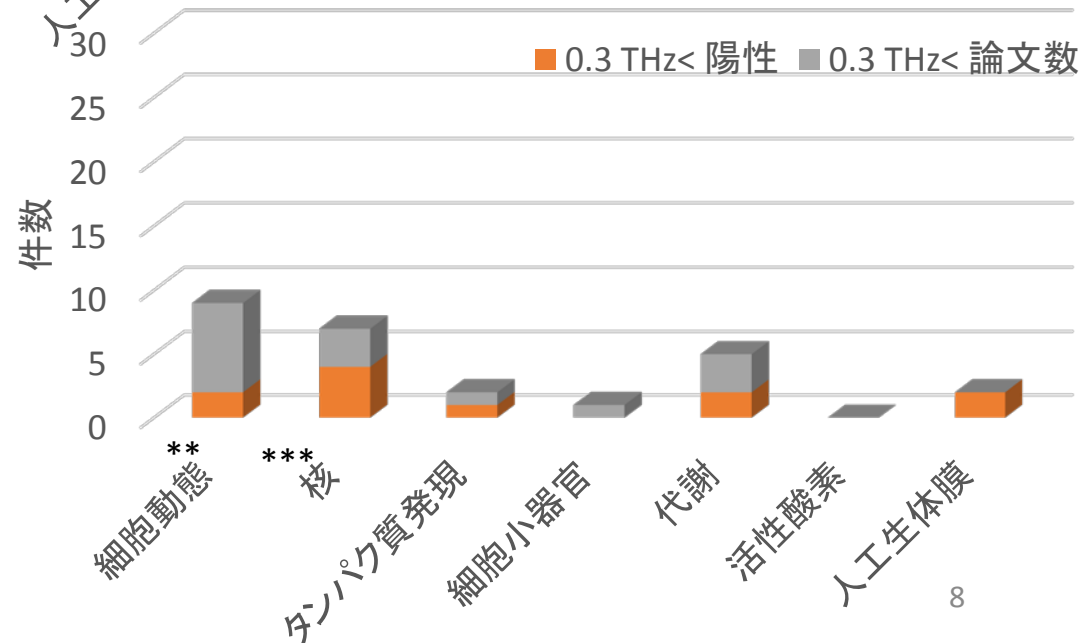


* 1つの文献で複数の周波数での実験
を行っている場合は重複してカウント

細胞ばく露実験報告数



* 1つの文献で多数の解析を行っている場合は重複してカウント



**細胞動態:細胞形態・分裂・増殖
 ***核:DNA・染色体・遺伝子 含む

超高周波研究の国際動向

SCENIHR

(Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks)



Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks

SCENIHR

Opinion on

Potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF)

Health effects from THz fields

The number of studies investigating potential biological, non-thermal effects of THz fields is small, but has been increasing over recent years due to the availability of adequate sources and detectors.

In vivo studies indicate mainly beneficial effects on disorders of intravascular components of microcirculation in rats under immobilization stress, but do not address acute and chronic toxicity or carcinogenesis. *In vitro* studies on mammalian cells differ greatly with respect to irradiation conditions and endpoints under investigation. There are studies suggesting health effects of exposure, but these have not been replicated. Some theoretical mechanisms have been proposed, but there is no experimental evidence for them. Considering the expected increase in use of THz technologies, more research focusing on the effects on skin (long-term, low-level exposure) and cornea (high-intensity, short-term exposure) is recommended.

2009年にTHz 帯における記載

[Health effects of EMF のレポートを公表 \(2015年1月\)](#)

Opinion on “Potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF)”

- THz電磁界の生物学的影響を調査した研究は少ないが、過去10年で増加傾向
- 関連するデータが乏しい。THz技術の利用が増加すると予想
- 皮膚(長期、低レベルばく露)及び角膜(高強度、短期ばく露)への影響研究が推奨

超高周波の技術開発の進展

- より高い周波数域の光源開発
- ハイパワーの光源開発
- THz波光源の小型化、低価格
- 実用化に向けた製品開発
 - 非破壊検査
 - 食品異物検査
 - 有害なガスの検出
 - ウェアラブル端末、高速無線通信



数キロワットの高い出力のTHz波出せる小型光源(0.1-1.0THz)装置
http://www.riken.jp/pr/press/2017/20171002_1/



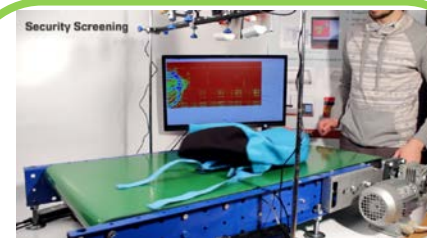
0.1~1.7THz帯を使用したハンディヘッドテラヘルツスキャナー
http://pioneer.jp/corp/crdl_desi/en/crdl/fr/terahertzimaging/



図5 試薬サンプルと遮蔽物



新規開発した0.3THz帯の発生器と検出器を使用した食品の異物検査装置
<https://www.tut.ac.jp/docs/PR151217.pdf>



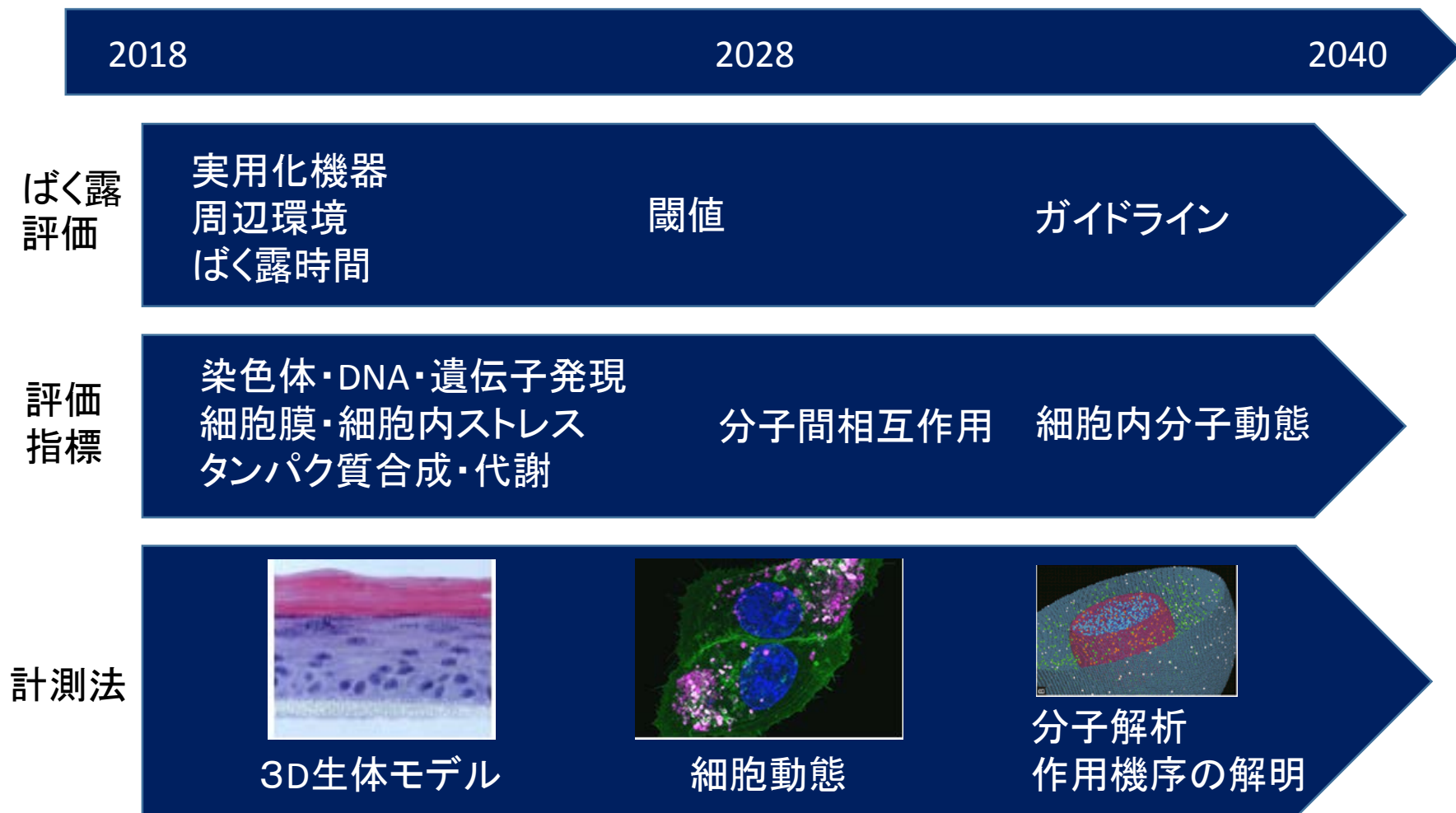
空港等におけるセキュリティゲートの非破壊検査用テラヘルツ(0.1THz)スキャナ
<http://terasense.com/products/terahz-scanner/>



テラヘルツ帯(0.14~29THz)カメラを使用した人体に装着可能なウェアラブルカメラ
Suzuki et al.(2016)Nature Photonics, 10, 809-813.

郵便物内の違法薬物の非破壊検査(0.2-3THz)
山崎ら(2016)精密工学会誌, 82(3), 217-220.

2040年頃までを見据えた中長期的な(5年間、5~10年間、10~20年間)超高周波の細胞研究の方向性



http://www.funakoshi.co.jp/contents/6135#3D_culture

<https://www.thermofisher.com/jp/ja/home/life-science/cell-analysis/cell-structure/plasma-membrane.html>

<http://www.qbic.riken.jp/japanese/research/core02.html> より画像引用