

IoTを支える電波の基礎知識



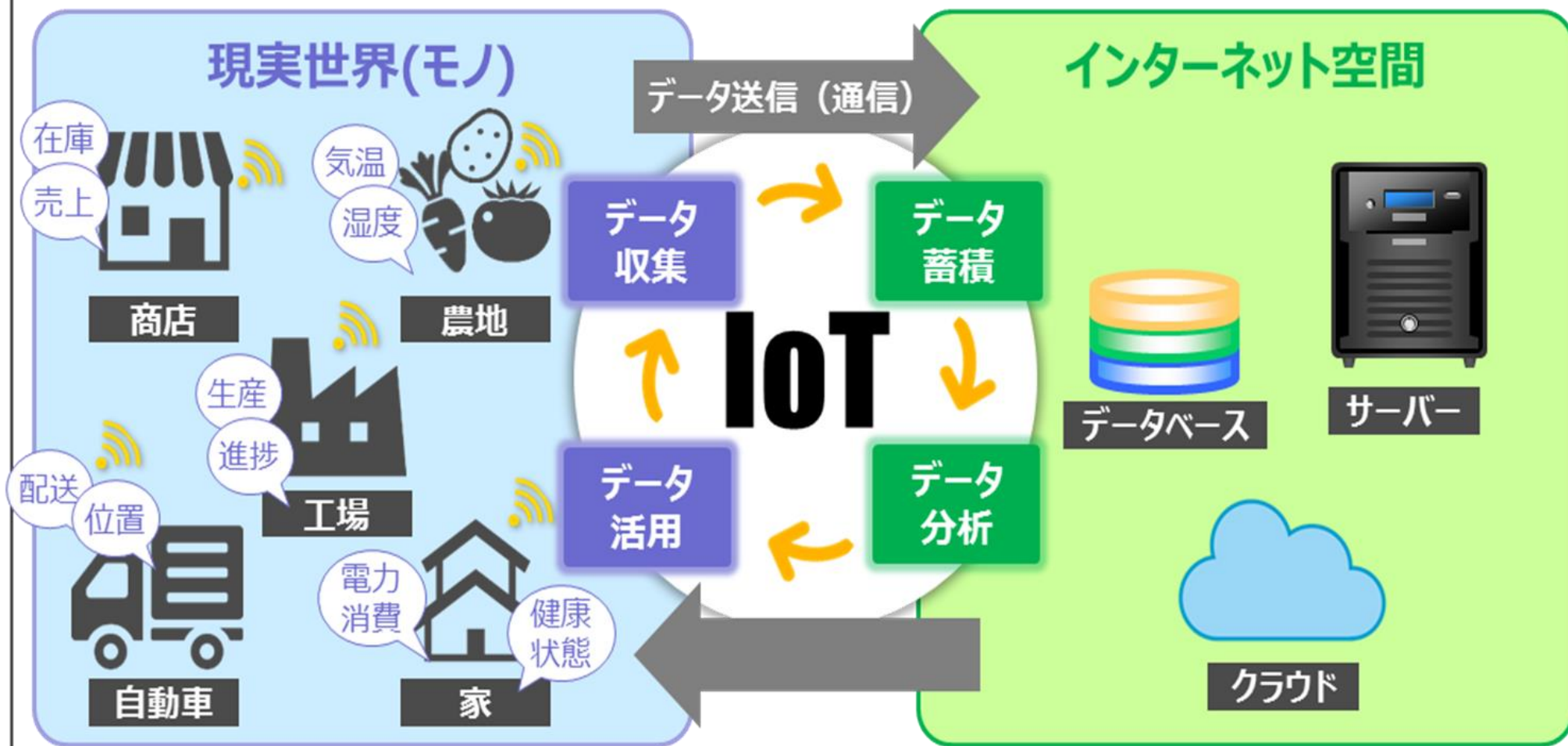
講師：不破 泰（信州大学 理事・副学長）



IoT と Society 5.0

IoTとは？

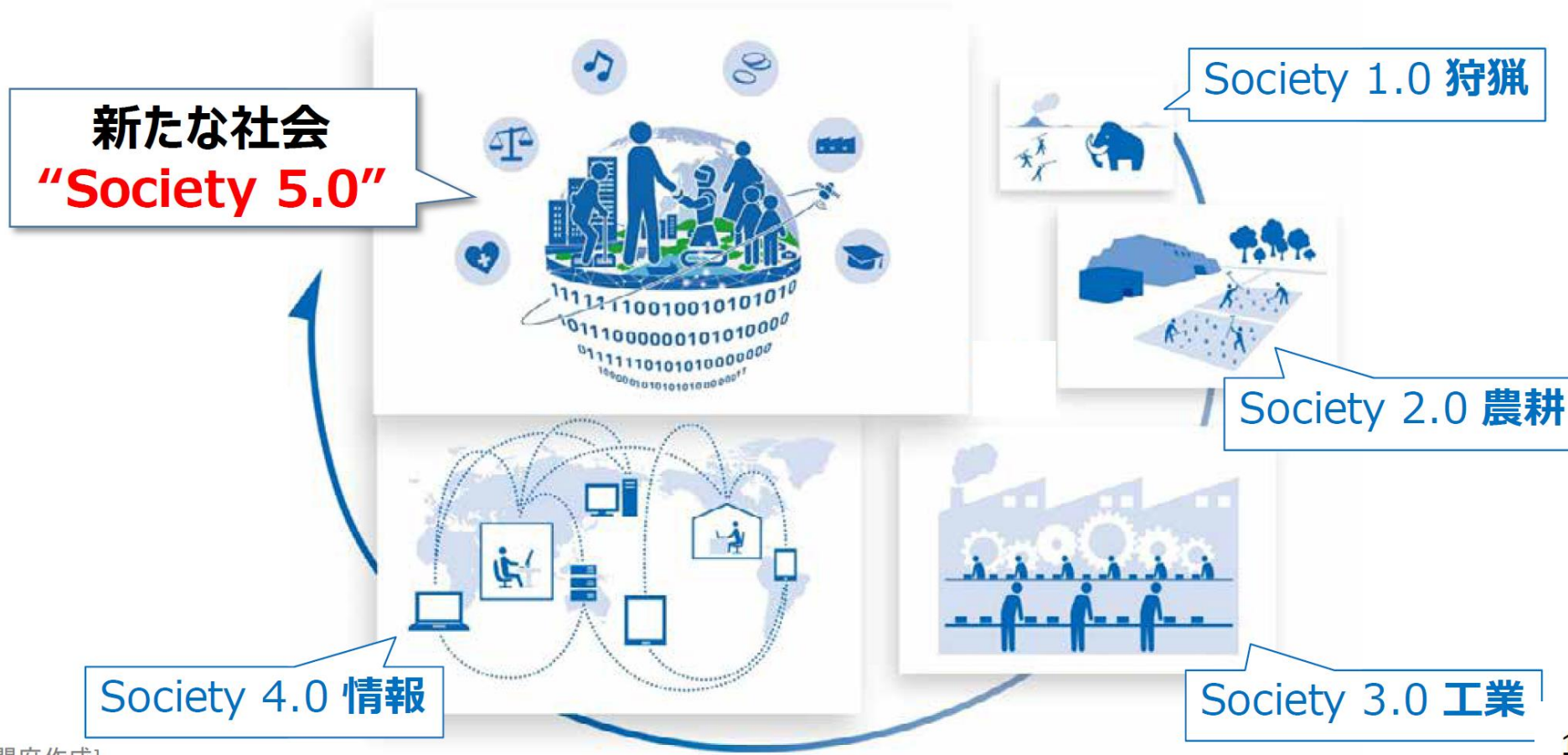
IoT(**I**nternet **o**f **T**hings)とは、現実世界の**様々なモノ**が**インターネット**とつながることである。
モノの世界で**収集**した**データ**が、**通信**によりインターネット空間に**送信・蓄積**され、
データを**分析・活用**することで新たな価値の創出につながる。



Society 5.0 とは

サイバー空間とフィジカル（現実）空間を高度に融合させたシステムにより、
経済発展と社会的課題の解決を両立する、
人間中心の**社会（Society）**

第5期科学技術基本計画
(平成28年1月22日制定)
において我が国が目指す
べき未来社会の姿として
提唱



[内閣府作成]

1

Society 5.0

フィジカル空間 (現実の空間) で発生する膨大な情報がIoTによりサイバー空間に集積

サイバー空間で蓄積されたビックデータをAI等で解析し、現実空間にフィードバックされる。

(注) ビッグデータは全てが公開データという訳では無い

今までの情報社会では、人間が情報を解析することで価値が生まれてきた

Society 5.0では IoT (Internet of Things) で全ての人とモノがつながり、様々な知識や情報が共有
今までにない新たな価値を生み出すことで、課題を克服

IoTマルウェア「Mirai」の脅威がより現実





Society 5.0 を支える基幹技術

Society 5.0 を支える基幹技術

LPWA

あらゆるものが
サイバー空間に
つながるIoTの
基盤技術

5G

ユーザ端末の通信基盤

AI

サイバー空間に
おけるビックデータ
処理として期待
されている認識技術

LPWA

(Low Power Wide Area)

- 乾電池や太陽光で動作できる低消費電力でありながら、従来とは比較にならない位遠くまで通信できる無線技術
- その代わりに、通信速度は遅い（1秒間に数十文字程度）
- IoTの基盤技術として注目されている

LPWAの特徴



5G

(第5世代移動通信システム)

5Gは4Gの次の通信規格

5Gの特徴

高速	20Gbps 4Gは1Gbps
低遅延	1msec 4Gは10～数十msec
多数接続	1 平方キロメートルあたり100万台 4Gは1平方キロメートルあたり約6万台

AI

(Artificial Intelligence)

- 人間のものの考え方をコンピュータで再現したもの
- 大量のデータを入力として与えてパターンを認識させる方法が基本
- その基本的な技術がディープ・ラーニング
- 基本的には、処理方式を確立してアルゴリズムを作成する従来の方法と異なり、階層化されたレイア群にデータを入力して並列的に処理を行い、データの特徴を明らかにする。

AI 進展の背景

- コンピュータ技術の発展により超大量のデータを利用できるようになった
- そのためのデータを集める方法も、IoT技術の進展で発展した
- さらに、大量のデータを一度に並行して処理するGPUというコンピュータ処理システムが出現し、従来とは比べものにならない高度なコンピュータパワーを使えるようになった

応用：音声認識、画像認識、自然言語処理等



IoTの技術関連法制度

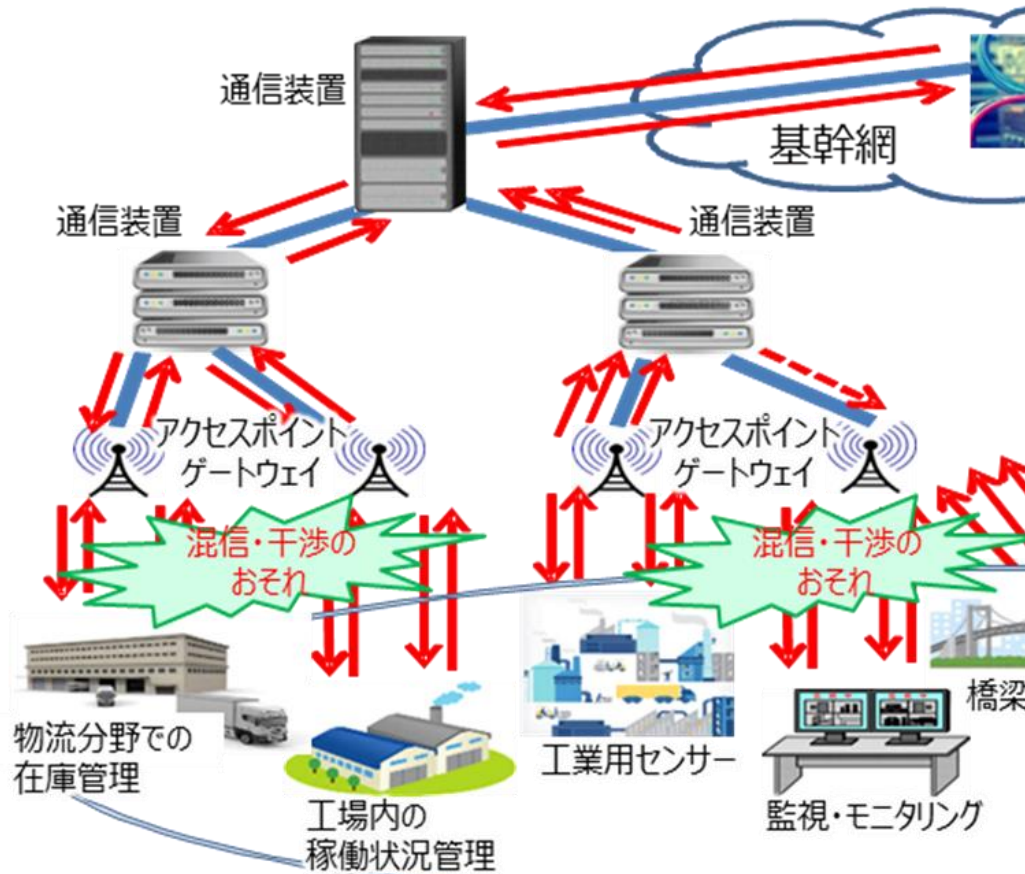
通信

IoTデバイスからデータを送信するための通信手段には、
有線通信と無線通信がある。



電波の有効利用

IoTでは、膨大な数のIoT機器やユーザ企業等が電波を利用
⇒電波の干渉などが発生しないよう、**電波の有効利用が不可欠**



太陽光パネル

2次電池で駆動
する、特定小電
力無線システム

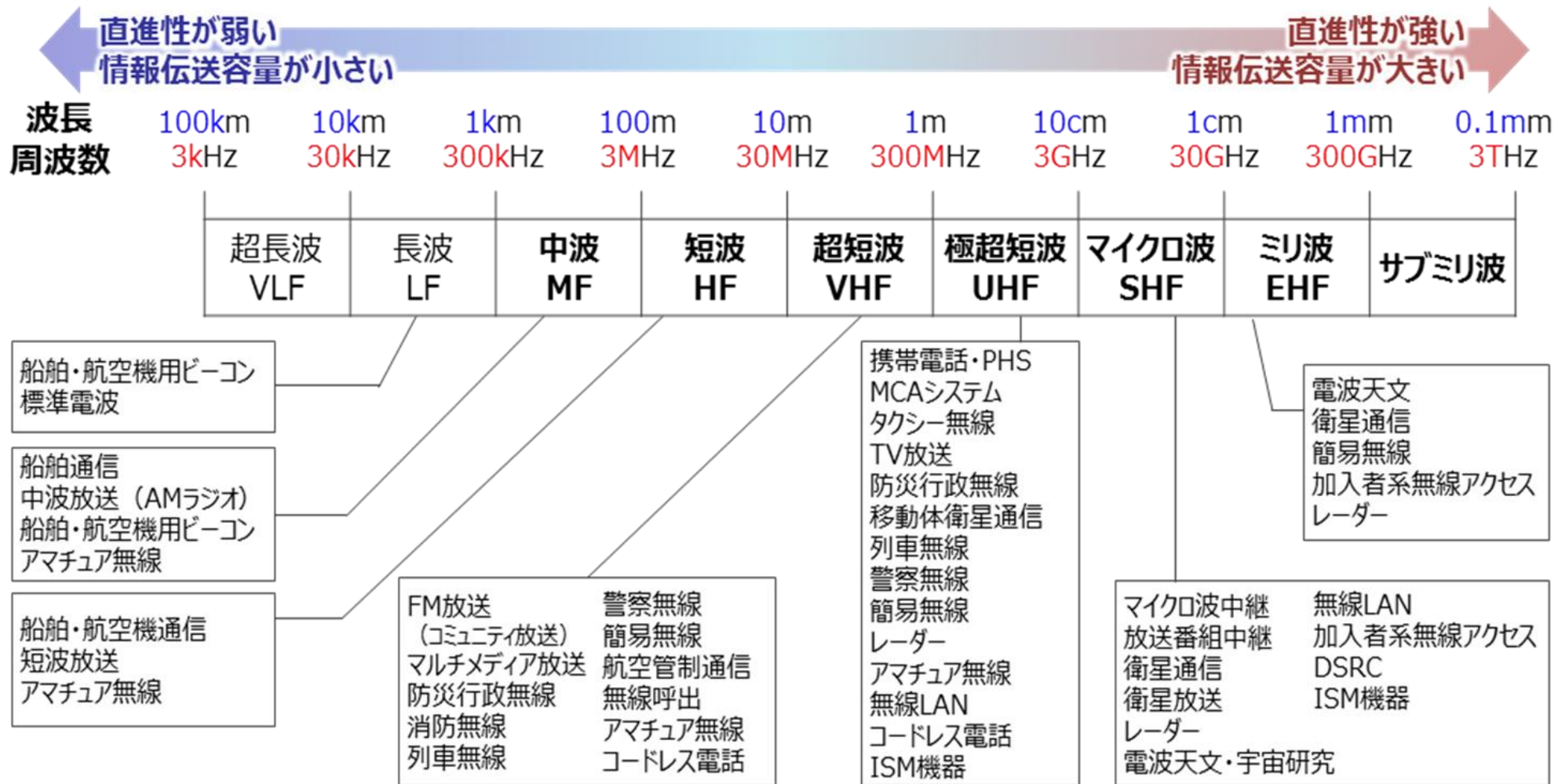


デバイスが
接続



電波の周波数帯

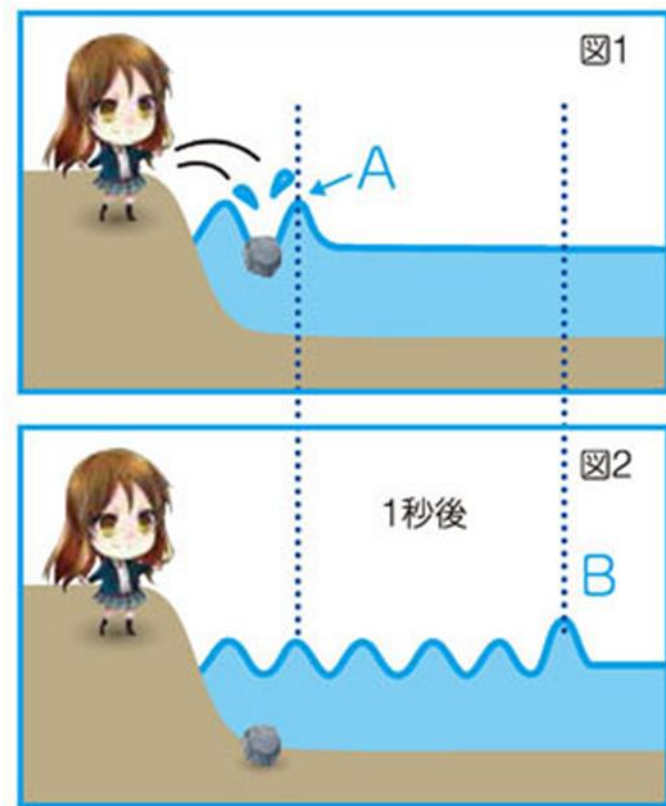
電波の性質を踏まえて、最適な周波数を選択する。



電波利用ホームページ (<http://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/freq/search/myuse/summary/index.htm>) より

電波って何？

空間を伝わる電気エネルギーのことで、波の形で伝わる



出典：一般社団法人電波産業会 電波環境委員会
「暮らしの中の電波」 <https://www.arib-emf.org/>

音は空気がなければ伝わらないが、電波は空気が無くても伝わる（例えば宇宙）

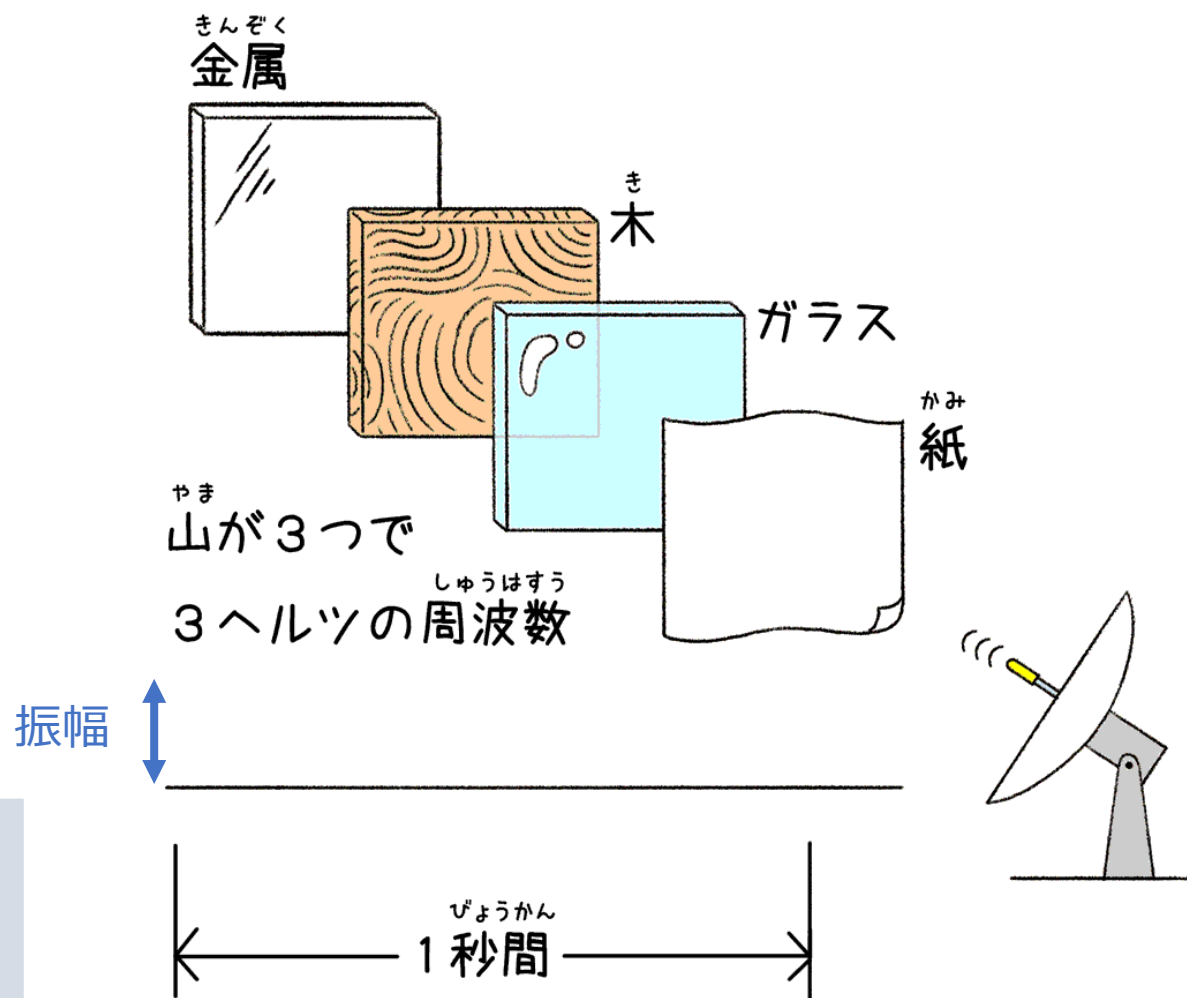
波の分類

周波数： 1秒間の中で繰り返される波の数

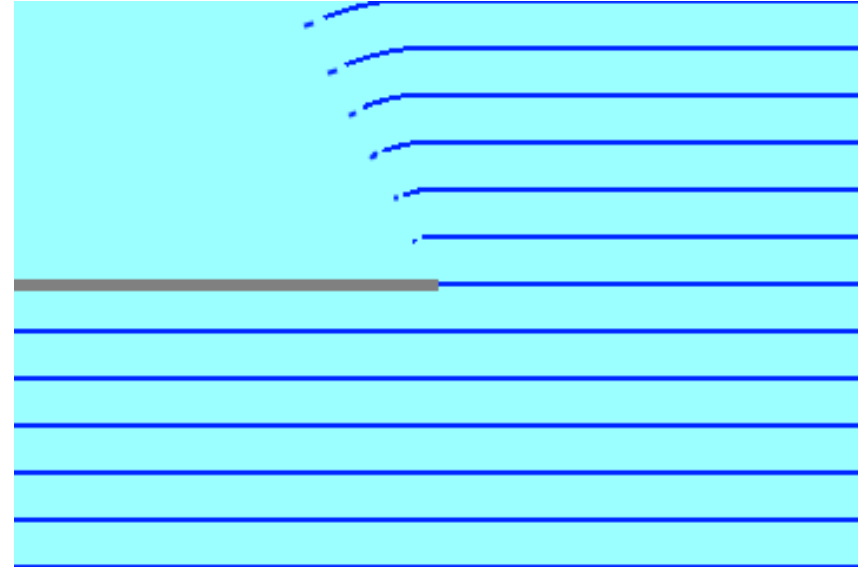
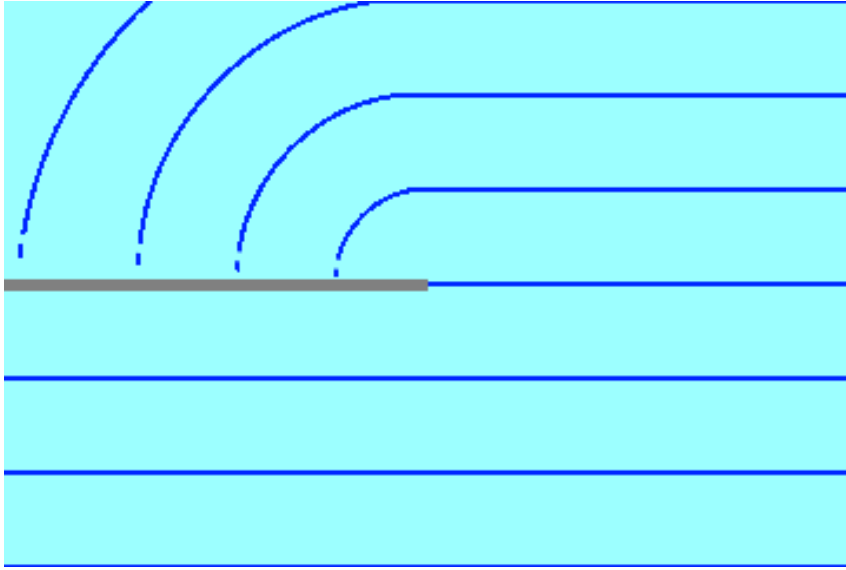
強さ (振幅)： 波の大きさ

- 1秒間に3回波が発生する場合、周波数は3Hz (ヘルツ) と呼ぶ
- 1秒間に100回波が発生する場合 周波数は100Hz (ヘルツ) と呼ぶ

1000Hz = 1KHz (キロヘルツ)
1000000Hz = 1000KH = 1MHz (メガヘルツ)
1000000000Hz = 1000MHz = 1GHz (ギガヘルツ)
10000000000000Hz = 1000GHz = 1THz (テラヘルツ)



周波数による特性



光(周波数が高い) は建物に遮られるとその先は届かない (陰になる)

音 (周波数が低い)は建物に遮られても聞こえる

電波には 光の性質 (直進する性質)

波の性質 (回り込む性質)

の2つの性質が混ざっている

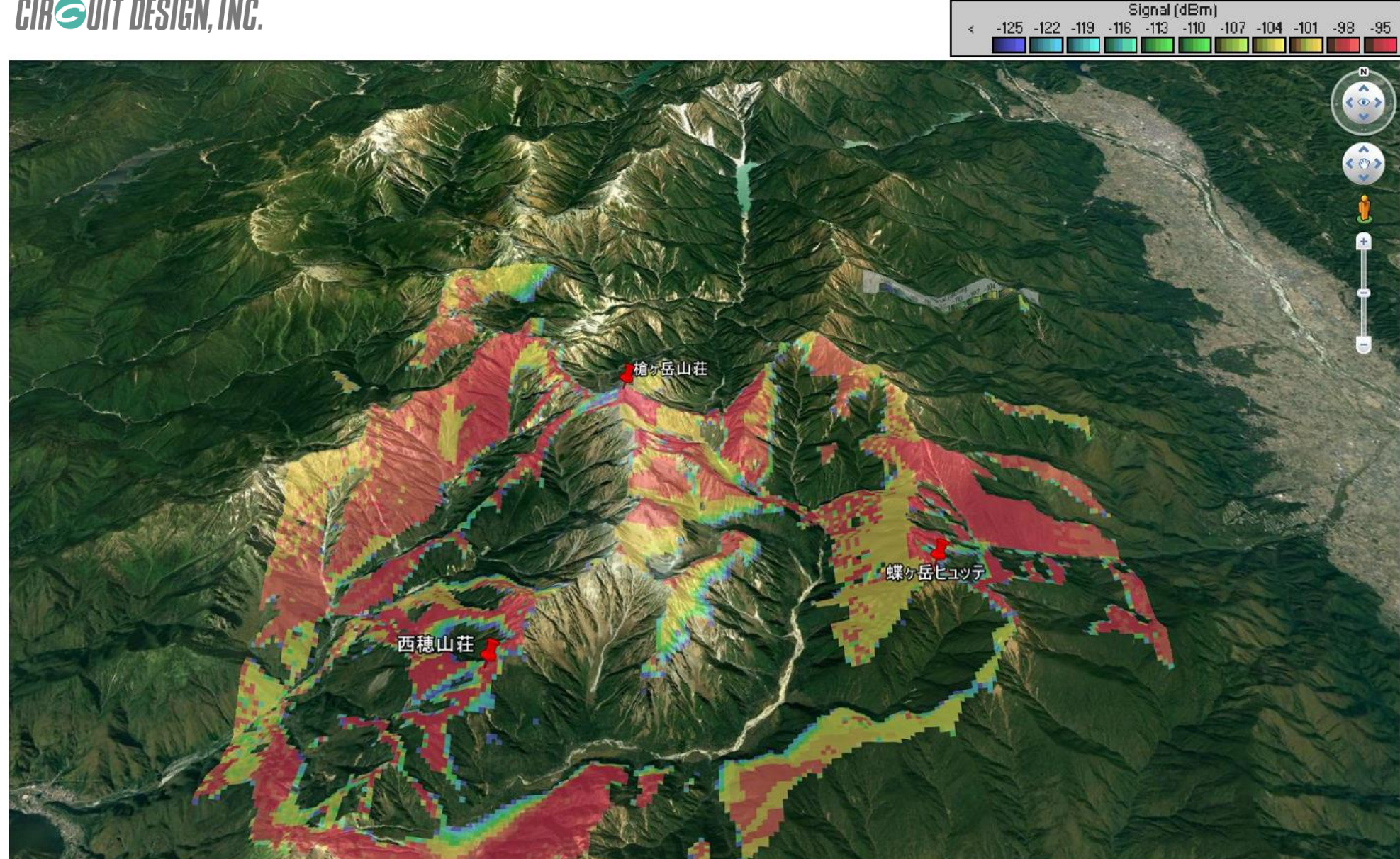
周波数が高いと光の性質、低いと波の性質が強くなる

出典：
わかりやすい高校物理の部屋「波の回折」

<https://wakariyasui.sakura.ne.jp/p/wave/housoku/kaisetu.html>

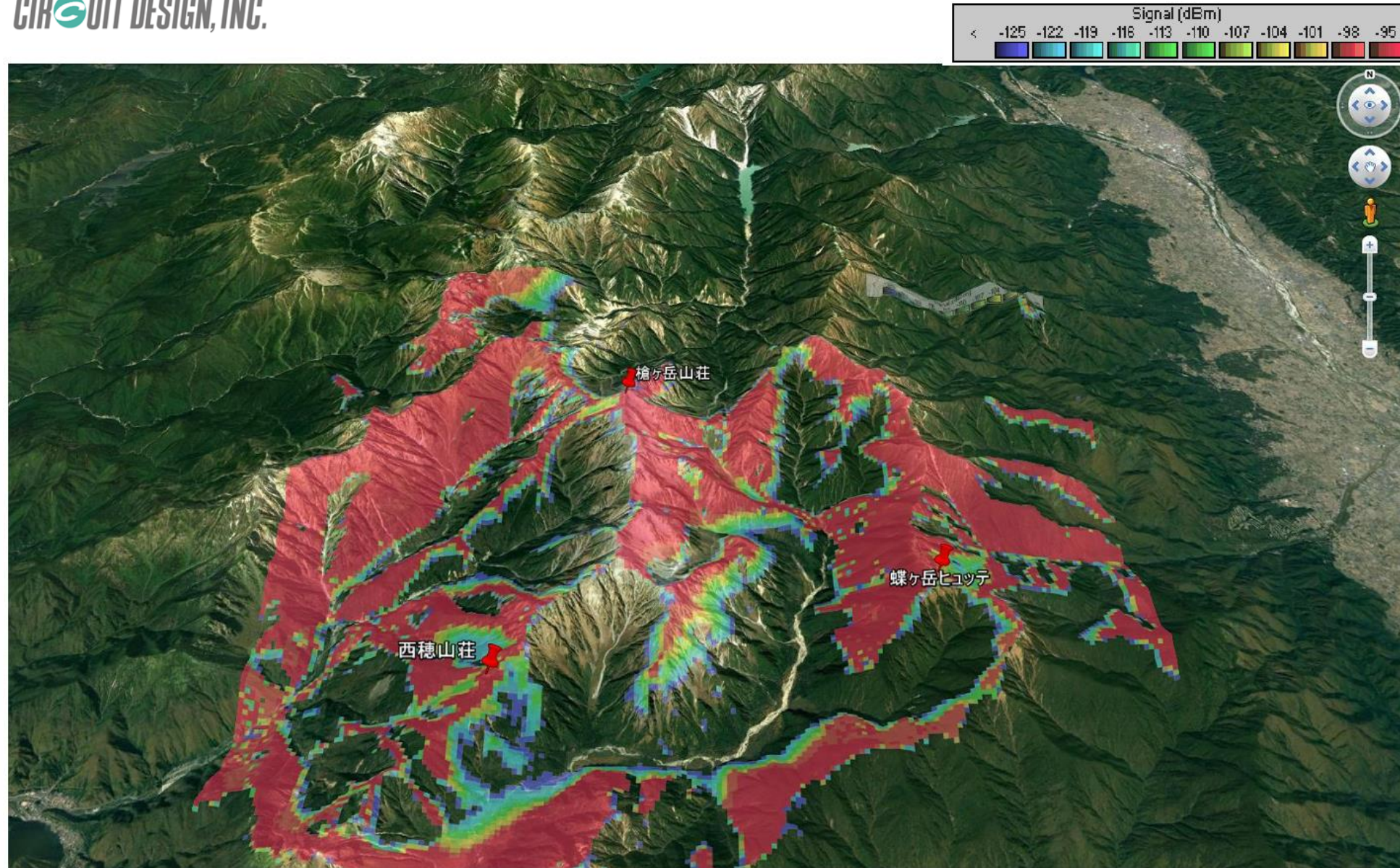
シュミレーションによる利用周波数帯域検討 920MHz帯

CIRCUIT DESIGN, INC.



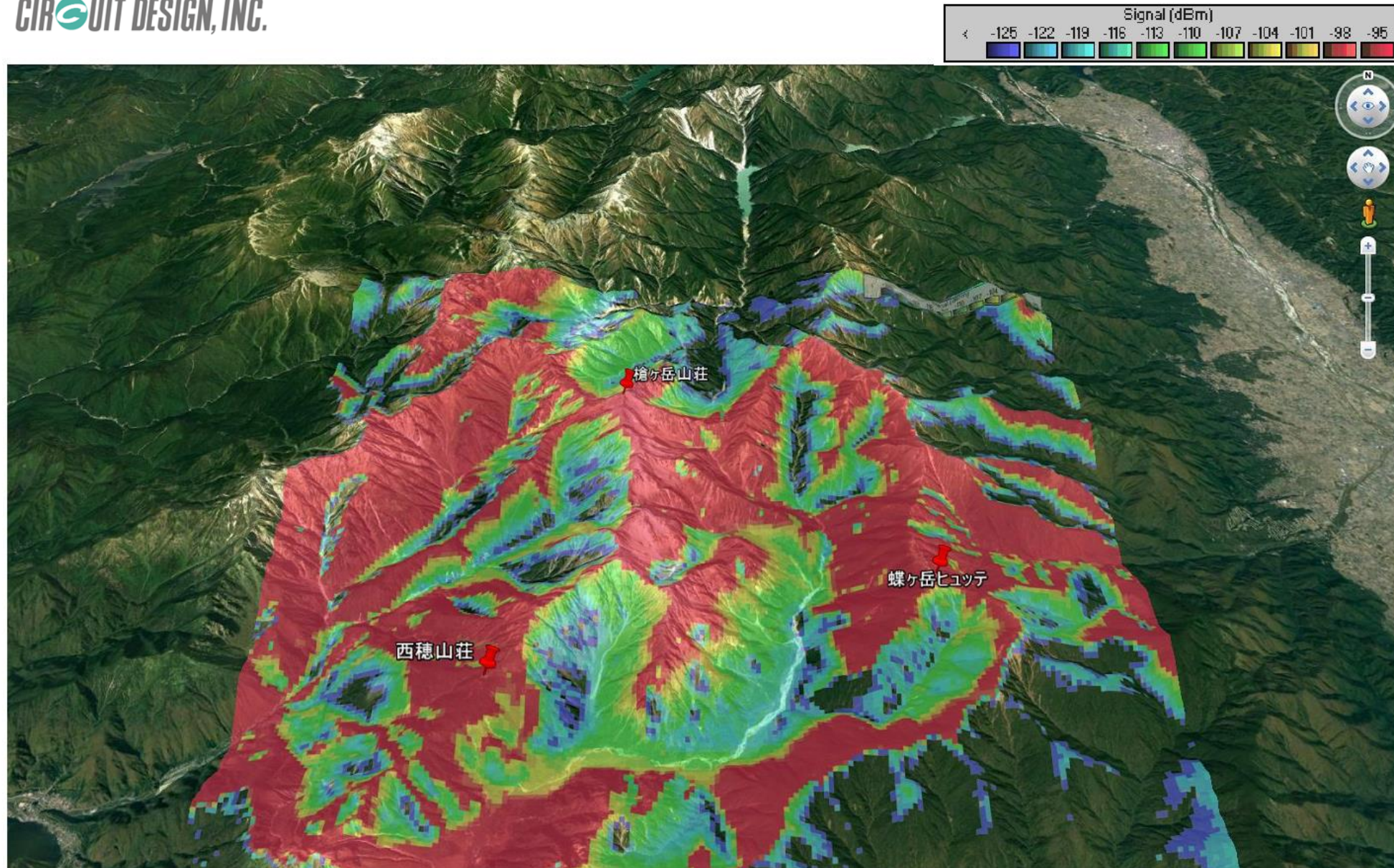
シュミレーションによる利用周波数帯域検討 429MHz帯

CIRCUIT DESIGN, INC.



シミュレーションによる利用周波数帯域検討 146MHz帯

CIRCUIT DESIGN, INC.



電波法

電波の利用には、原則として**免許**又は**登録**が必要。
ただし、条件を満たした場合には、免許や登録が不要となる。

免許や登録を要しない無線局

小電力の特定の用途に使用する無線局

空中線電力が1W以下であること

総務省令で定める電波の型式、
周波数を使用すること

呼出符号または呼出信号を自動的に送信し
または受信する機能や混信防止機能を持ち、
他の無線局の運用に妨害を与えないものであること

技術基準適合証明を受けた無線
設備だけを使用するものであること



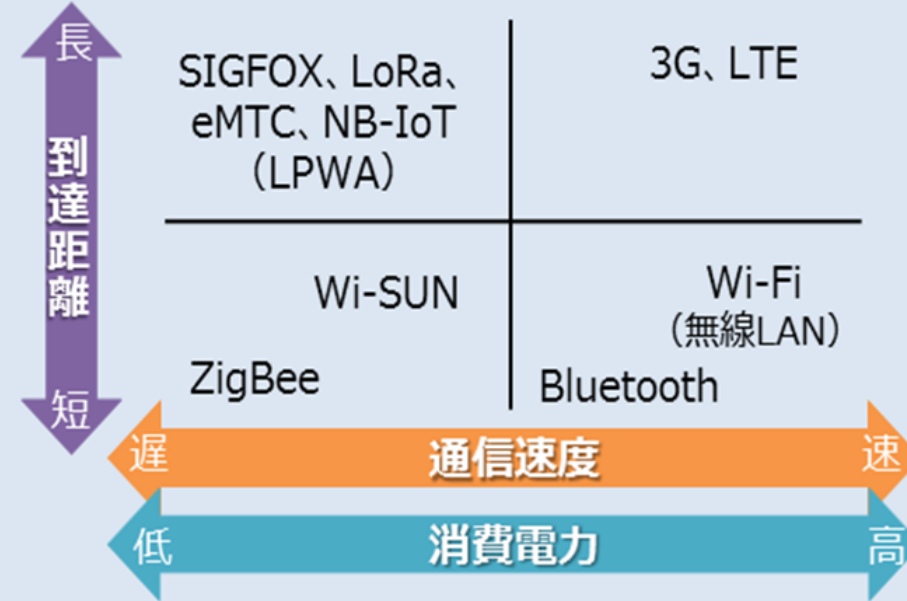
技適
マーク

※ 上記の条件がすべて満たされていることを確認・証明された無線機器には、
技適マークが付されています。

電波利用ホームページ (<http://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/proc/free/>)より

無線通信規格

無線通信は、**通信方式により**
それぞれ特徴があるため、
特徴を理解し通信方式を
選択する必要がある。



特徴	規格	利用周波数	通信速度	通信距離
長距離、高速通信	3G、LTEなど	700MHz帯～2.5GHz帯	高速（～数百Mbps程度）	～10km程度
近距離、高速通信	Wi-Fi	2.4GHz, 5GHz	高速（～1Gbps程度）	～数十m程度
	Bluetooth	2.4GHz	高速（～数十Mbps程度）	～十数m程度
近距離、低消費電力	ZigBee	2.4GHz	低速（～数百kbps程度）	～数十m程度
	Wi-SUN	920MHz	低速（～数百kbps程度）	～数百m程度
長距離、低消費電力	SIGFOX、LoRa、eMTC、NB-IoT (LPWA)	700MHz帯～2.5GHz帯	低速（～1Mbps程度）	～数十km程度

本講義資料について

この資料は、学生や初学者エンジニアを対象としたIoTシステム開発のスキルアップイベント「Web×IoTメイカーズチャレンジ PLUS」の 2021 年度の共通カリキュラムの講義資料として、信州大学 教授 不破 泰 氏 (理事・副学長) により制作されたものです。

本資料では、以下のサイトより図表等の引用を行っています。（各ページに出典を記載しています）

- 総務省 IoT機器等適正利用に係るオンライン講座「IoT入門Web講習
- 内閣府ホームページ「Society 5.0」
- 総務省「たのしい電波教室」
- 一般社団法人電波産業会 電波環境委員会「暮らしの中の電波」
- わかりやすい高校物理の部屋「波の回折」

本資料を授業・講習会等で活用・再配布される際は、出典を明記の上でご利用ください。資料の加工等を行う際は、その旨明示ください。（上記の外部サイトからの引用図表等の改変はできません）

Web×IoT メイカーズチャレンジ PLUS について

<https://webiotmakers.github.io/>