資料3

電波について

東京工業大学　電気電子工学専攻　　安藤　真

Dept.　Electrical　&　Electronic Eng.　Makoto　Ando

電波とは

電磁波とは、電界と磁界がお互いに影響しながら空間を光速で伝わっていく波のこと。

電　磁　波

（電波の伝わり方）
（伝送できる情報量）

障害物の後ろに回り込む
情報量が小さい

直進する
情報量が大きい

0Hz	30Hz	3kHz	300kHz	30MHz	3GHz	30GHz	3THz	10000THz
	10,000km	100km	1km	10m	10cm	1cm	0.1mm	100nm以下

（波長）
（周波数）

周波数が3THz*以下

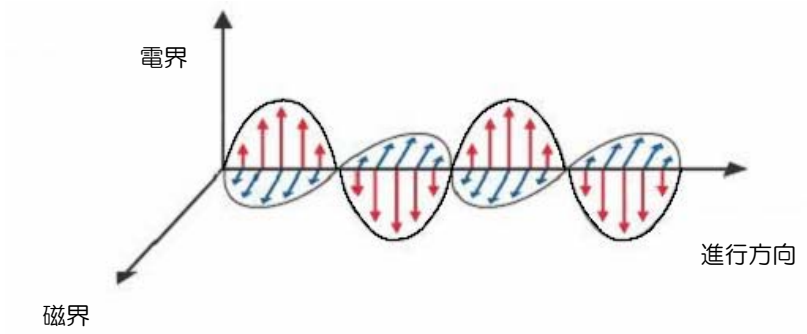
※ THz：テラヘルツ（ 1兆Hz）

周波数が
3THz～
10,000THz

周波数が
10,000
THz以上

電　波

電波法 第２条により規定



光　波（光）

赤外線・可視光線・紫外線など。

可視光線は、唯一目に見える電磁波。

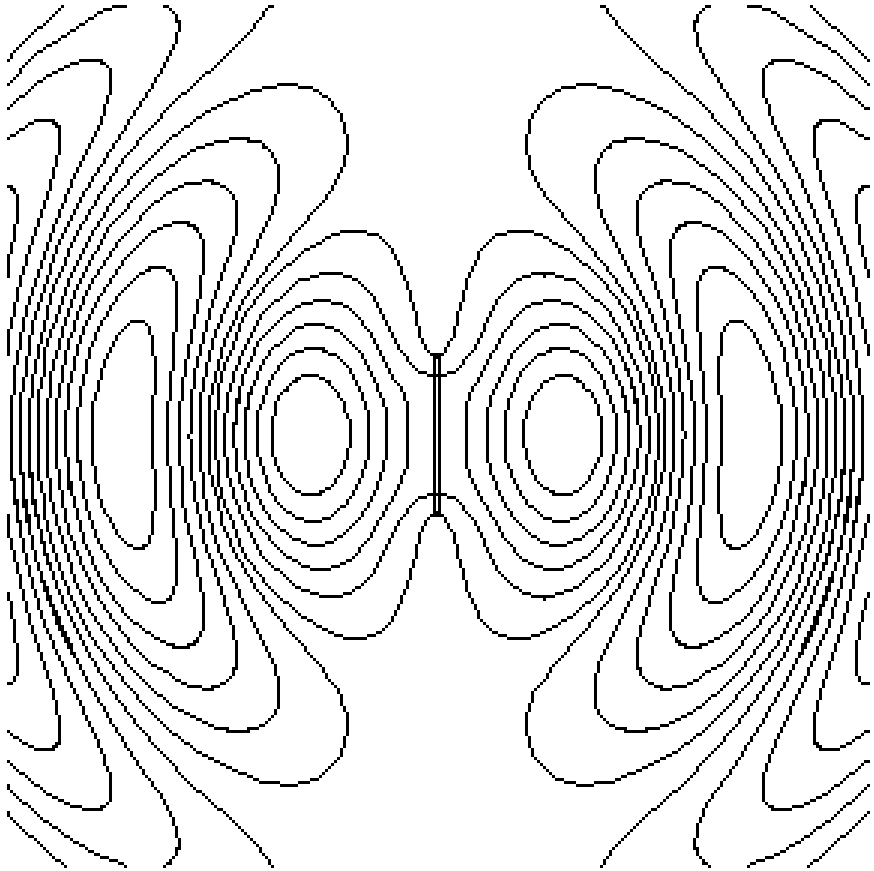
電離放射線

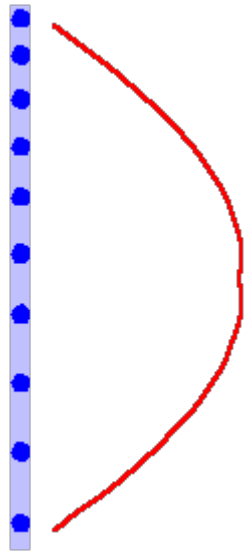
X線・ガンマ線など。

半波長ダイポール

電気力線

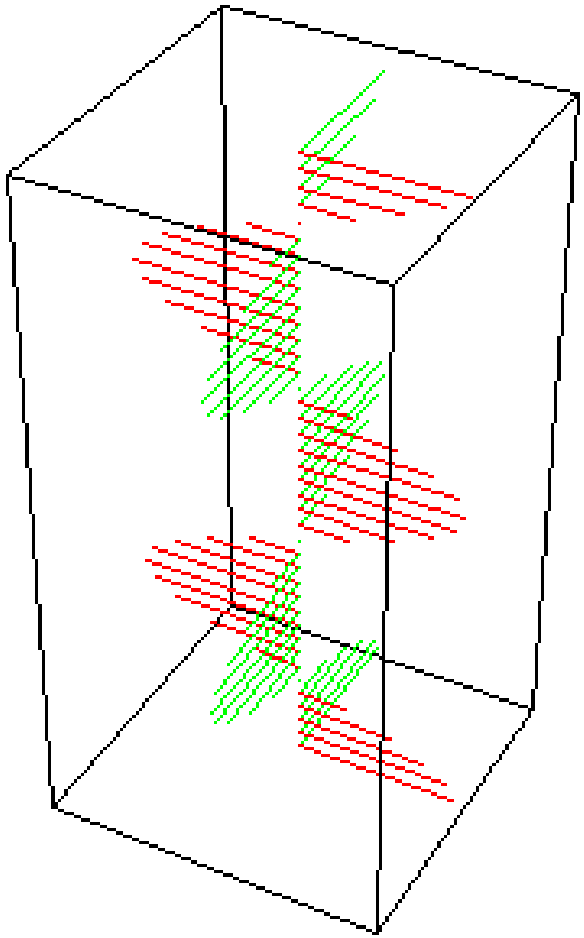
半波長ダイポールアンテナ





電荷の移動、電流分布

平面波(直線偏波)



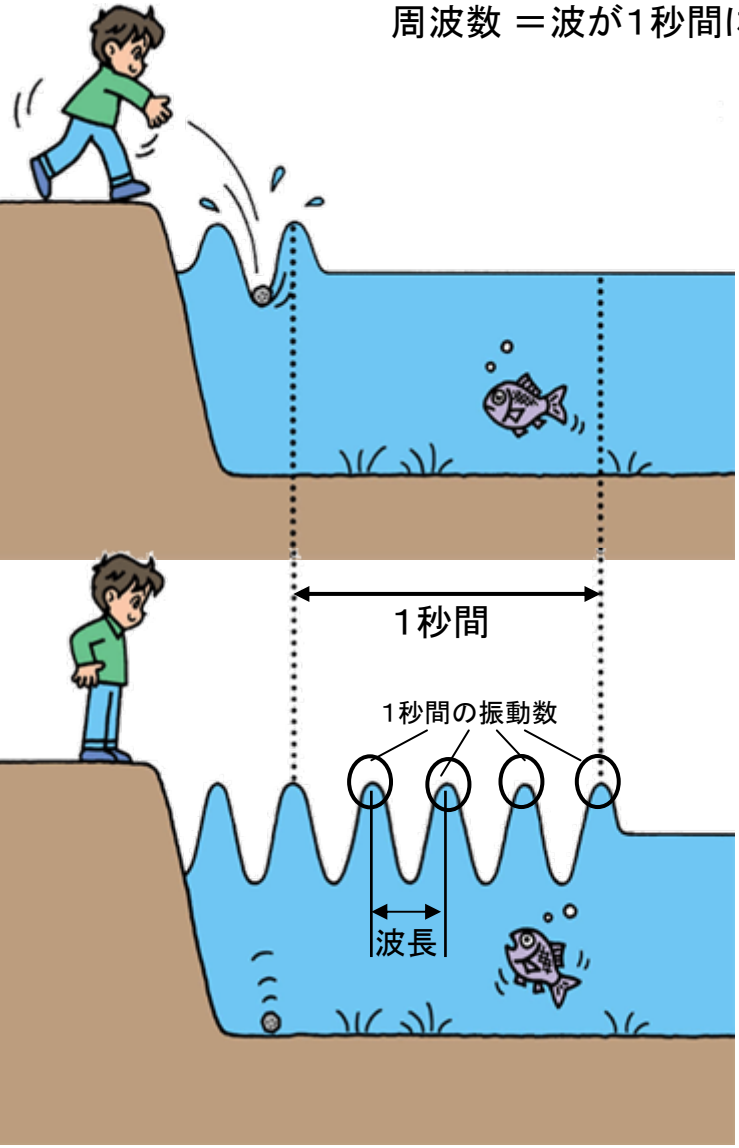
E: 電界

H: 磁界

進行方向: **E**×**H** (右ねじ)

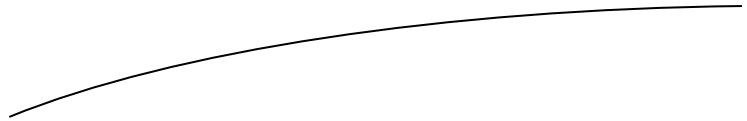
周波数とは

周波数 ＝波が1秒間に振動する回数 ＝ 1秒間にできる波の山（谷）の数　（単位は、Hz）

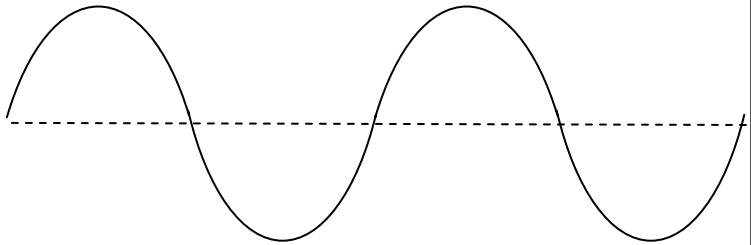


［例］

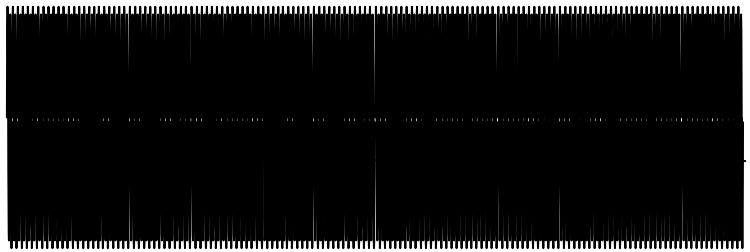
短波帯
（短波放送等）
［３MHz～30MHz］



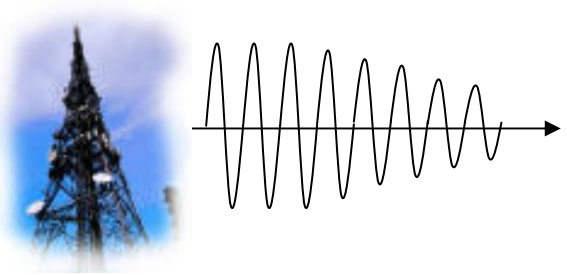
ＶＨＦ帯
（テレビ放送等）
[30MHz～300MHz]



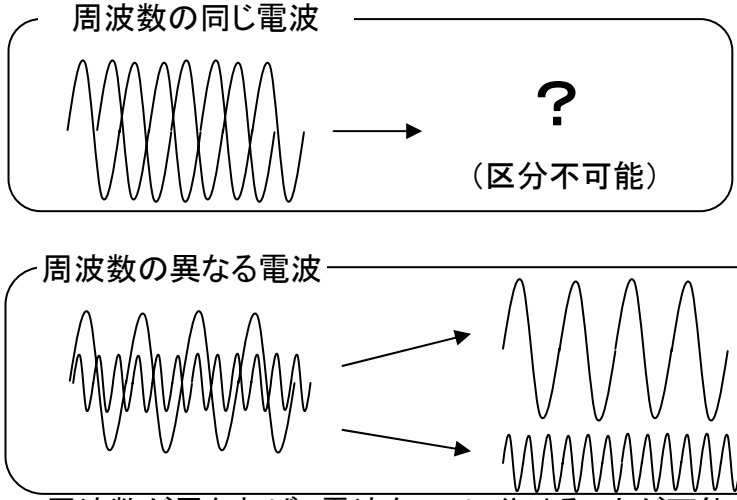
マイクロ波帯
（無線ＬＡＮ等）
［３GHz～３０GHz］

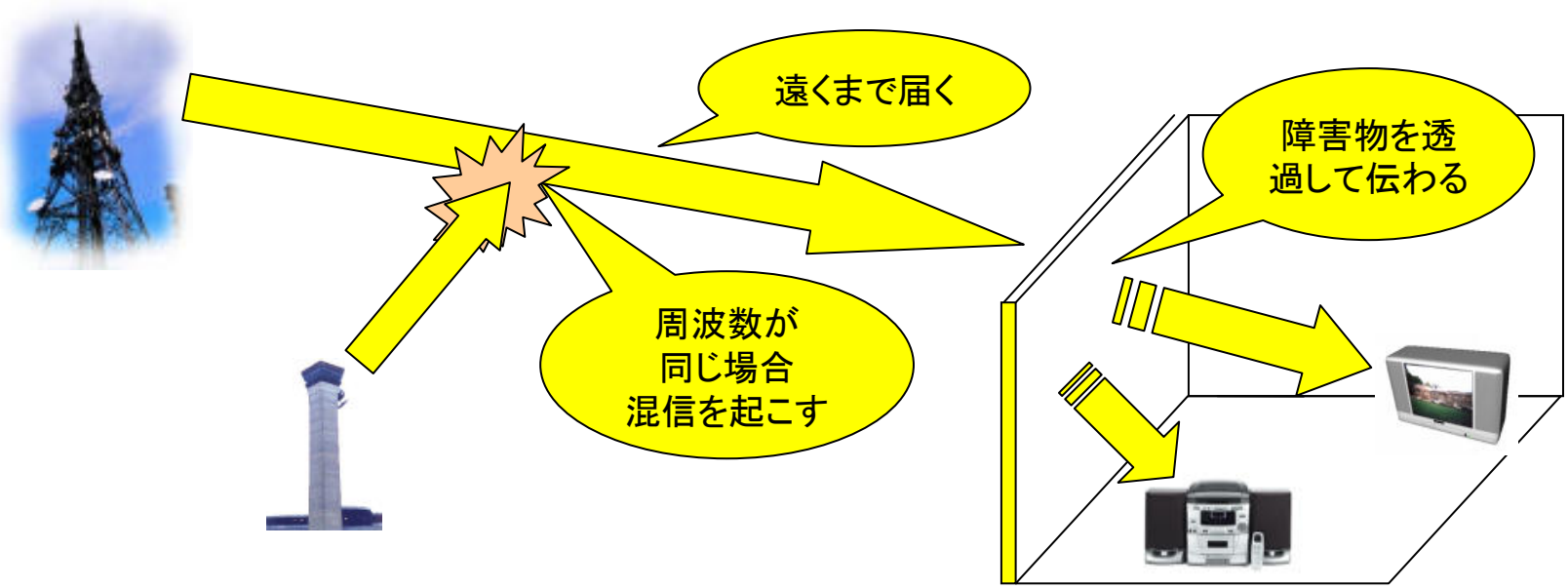


減衰しながら遠くまで飛んでいく



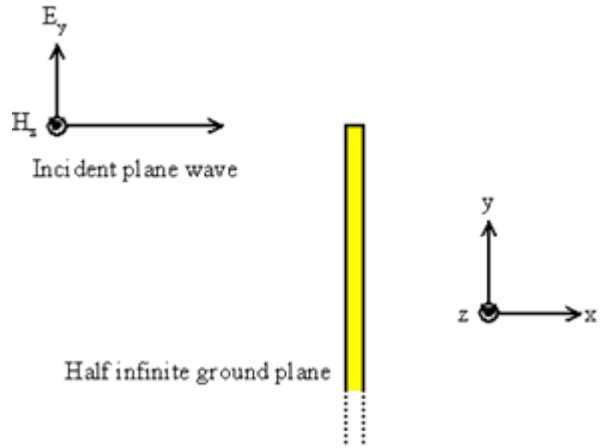
周波数（振動数）が同じ電波が混じると分けられない



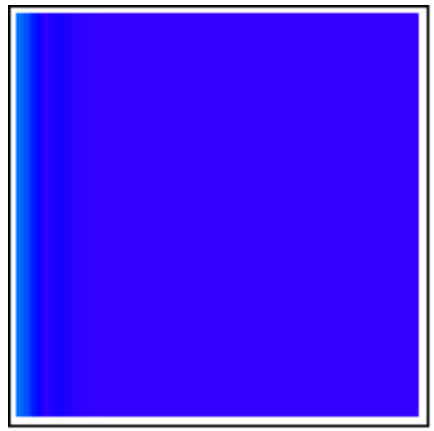


回折

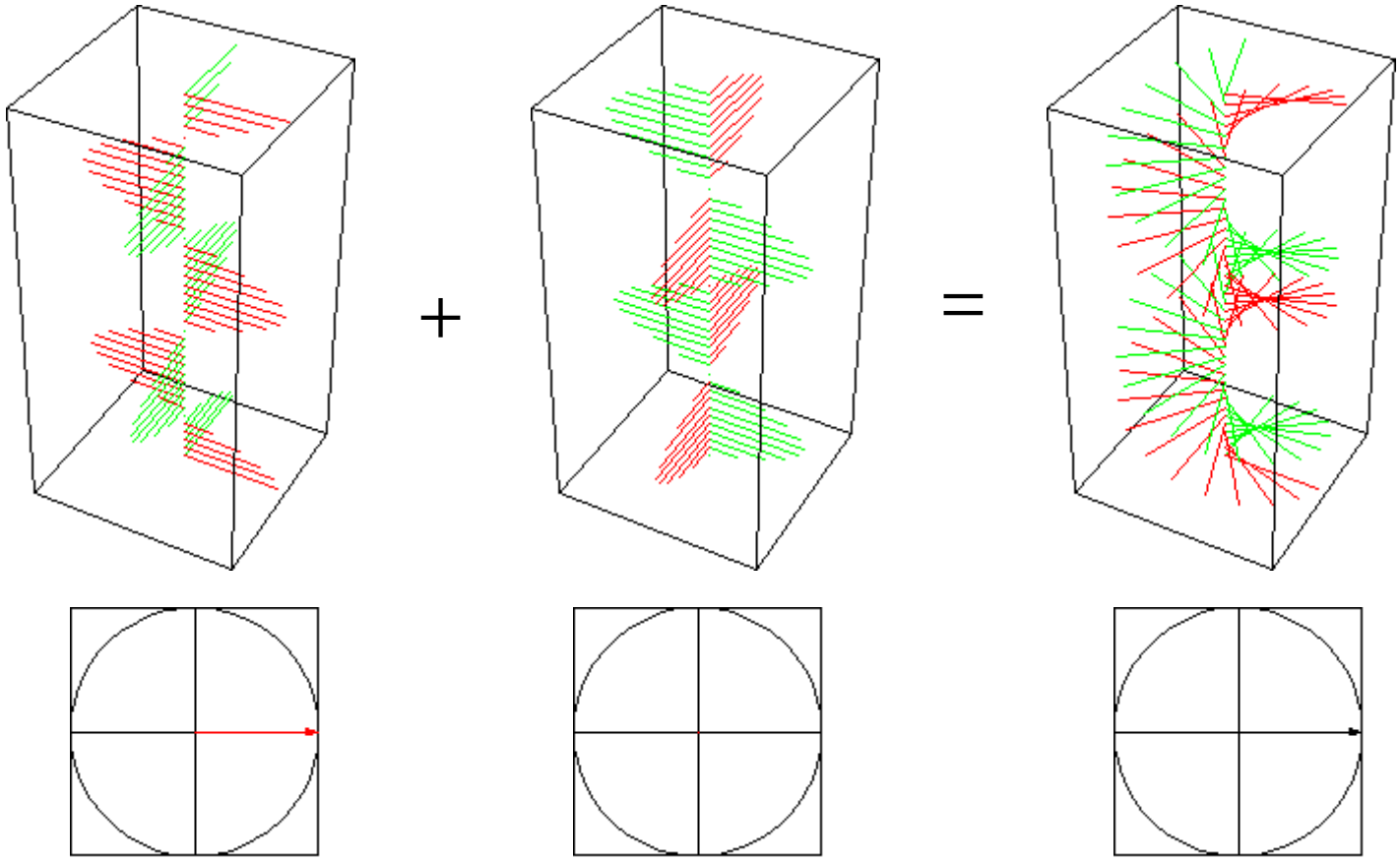
低い周波数　よく回り込む



高い周波数　あまり回り込まない



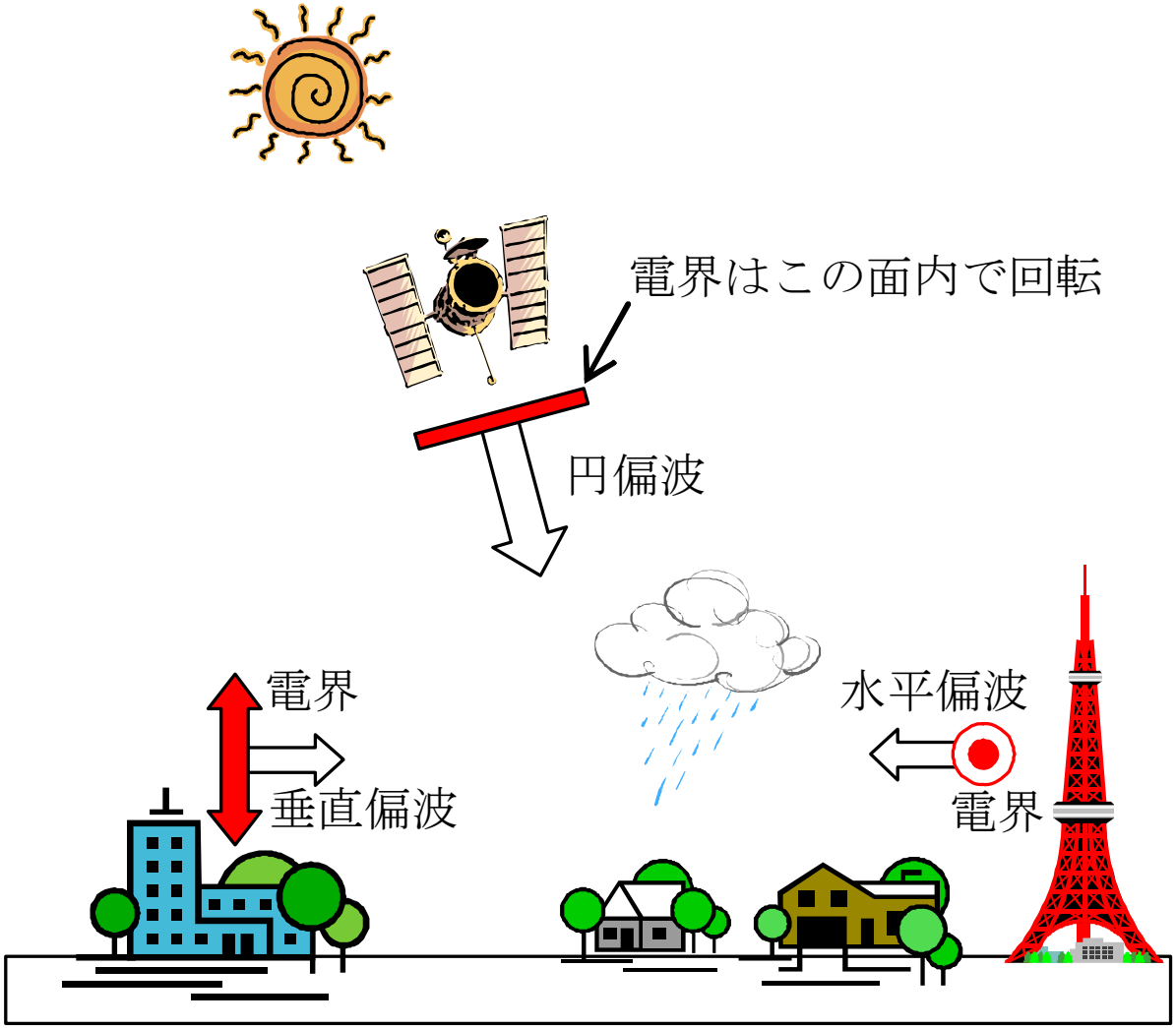
直線偏波　　円偏波(右旋)



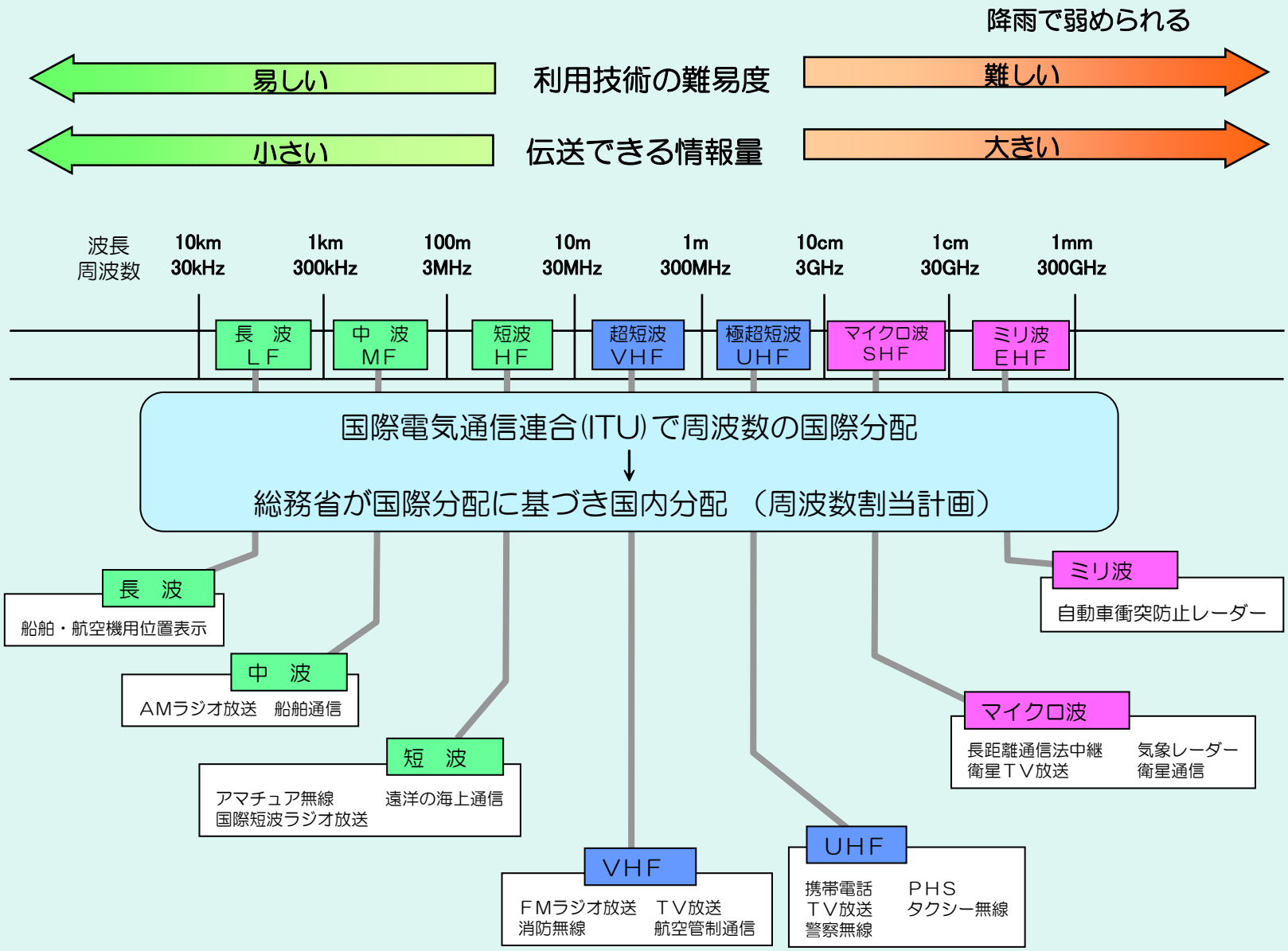
$\hat{x}\, A$　　$\hat{y}\, A \exp(-\pi/2)$　　右旋円偏波

ある場所で進行方向を見て右回り

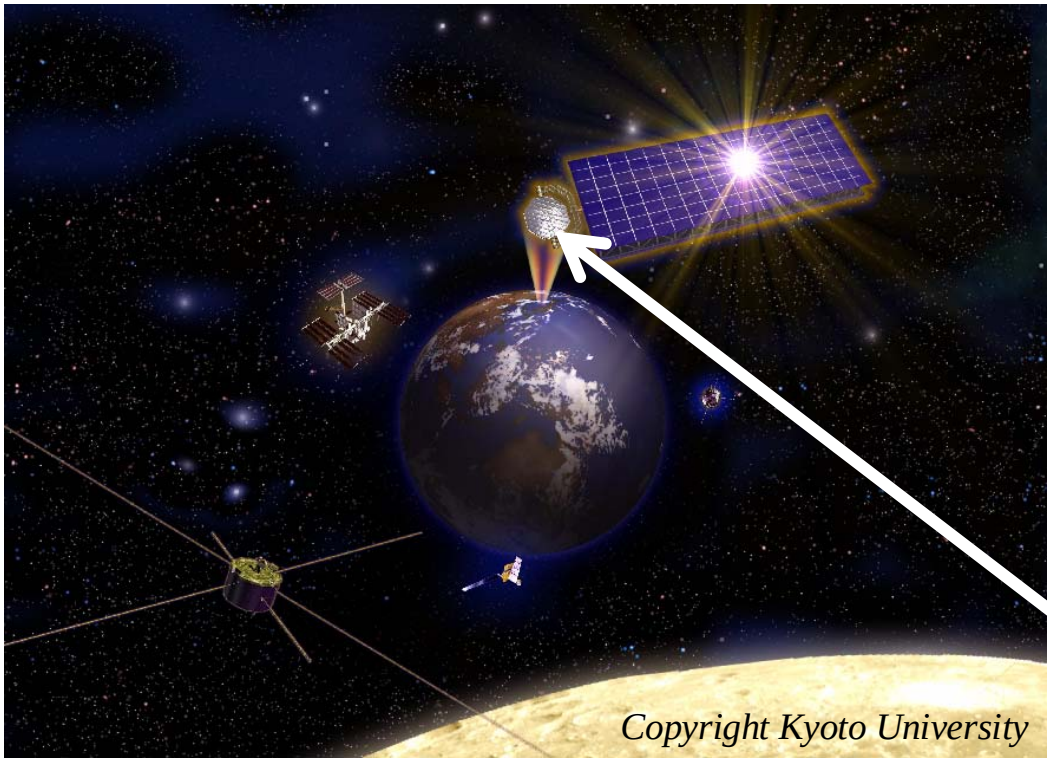
偏波の使い分け

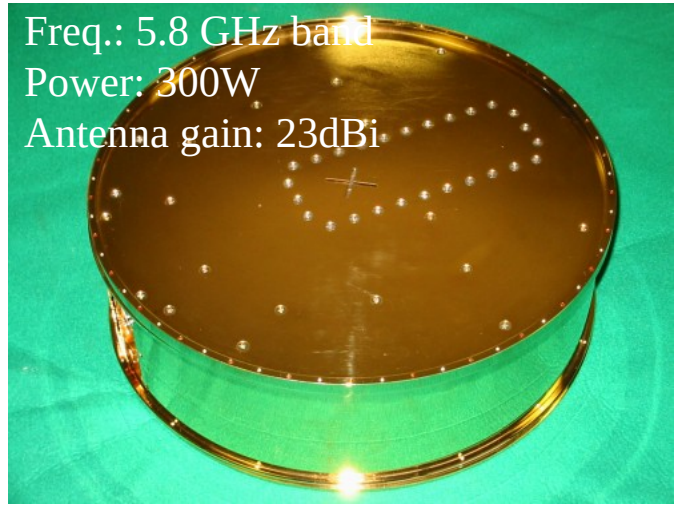


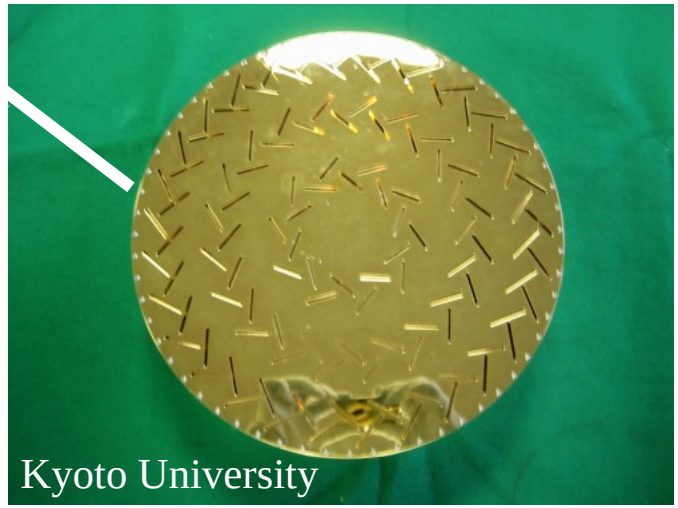
電波の特性と利用


降雨で弱められる
易しい
利用技術の難易度
難しい
小さい
伝送できる情報量
大きい
波長
周波数
10km
30kHz
1km
300kHz
100m
3MHz
10m
30MHz
1m
300MHz
10cm
3GHz
1cm
30GHz
1mm
300GHz
長　波
ＬＦ
中　波
ＭＦ
短波
ＨＦ
超短波
ＶＨＦ
極超短波
ＵＨＦ
マイクロ波
ＳＨＦ
ミリ波
ＥＨＦ
国際電気通信連合(ITU)で周波数の国際分配
↓
総務省が国際分配に基づき国内分配　（周波数割当計画）
長　波
船舶・航空機用位置表示
中　波
AMラジオ放送　船舶通信
短　波
アマチュア無線　遠洋の海上通信
国際短波ラジオ放送
VHF
FMラジオ放送　TV放送
消防無線　航空管制通信
UHF
携帯電話　PHS
TV放送　タクシー無線
警察無線
マイクロ波
長距離通信法中継　気象レーダー
衛星TV放送　衛星通信
ミリ波
自動車衝突防止レーダー

宇宙太陽発電システム (SSPS)

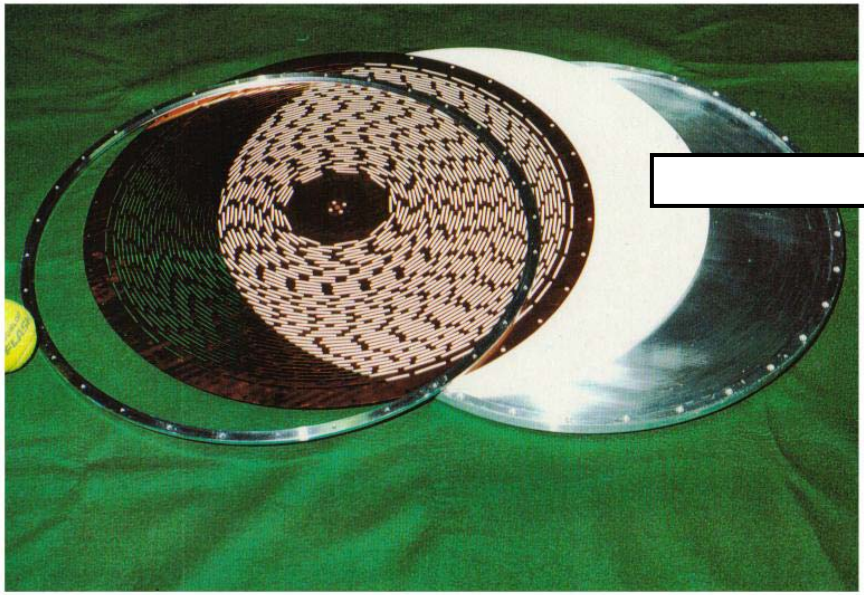


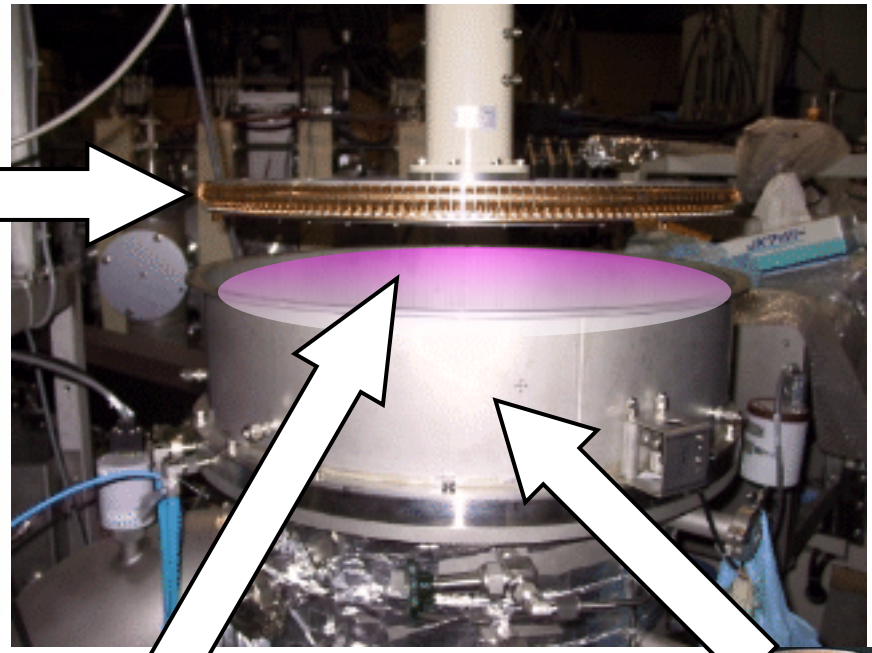


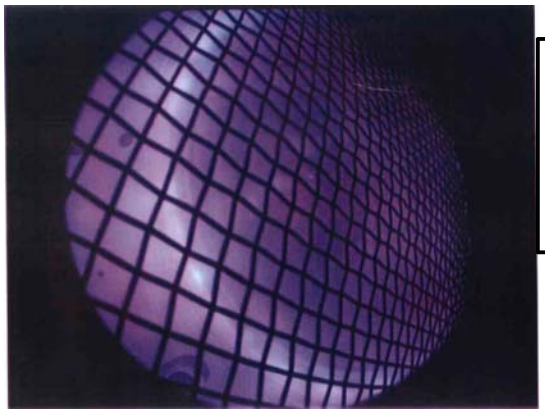


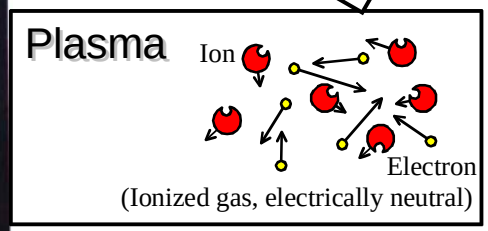
夢がある

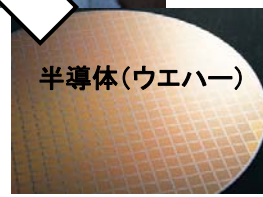
プラズマ処理装置





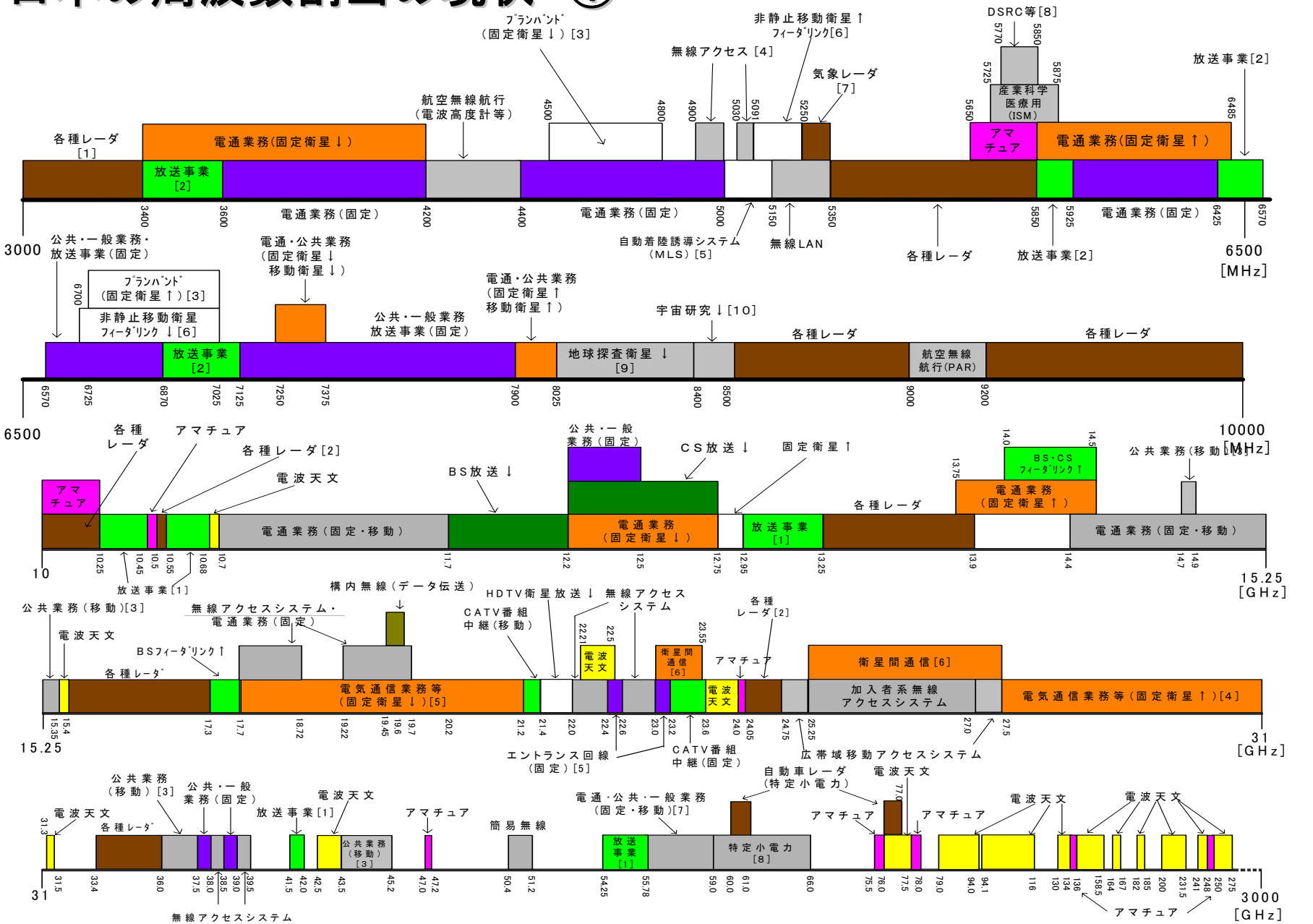




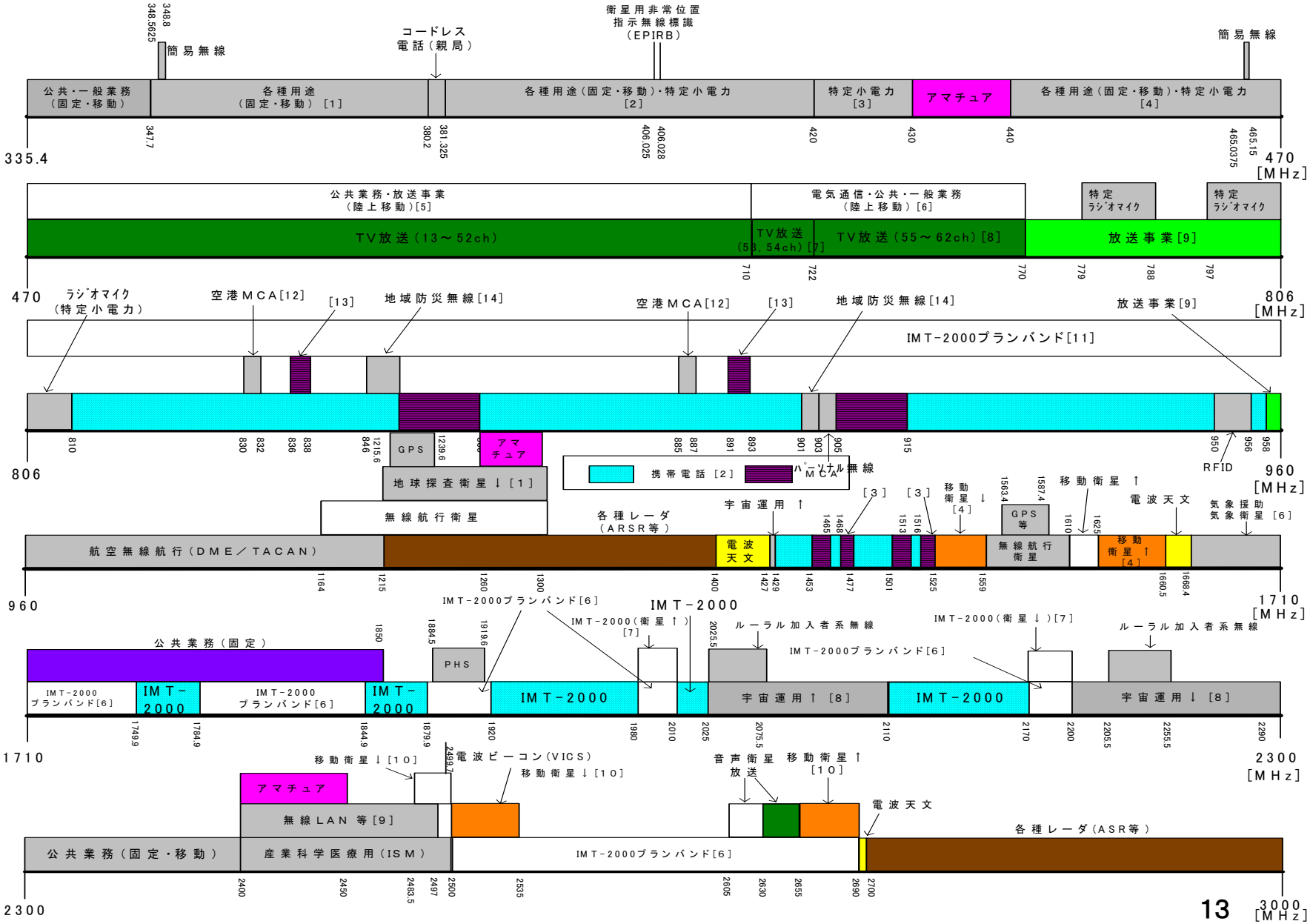


通信だけじゃない

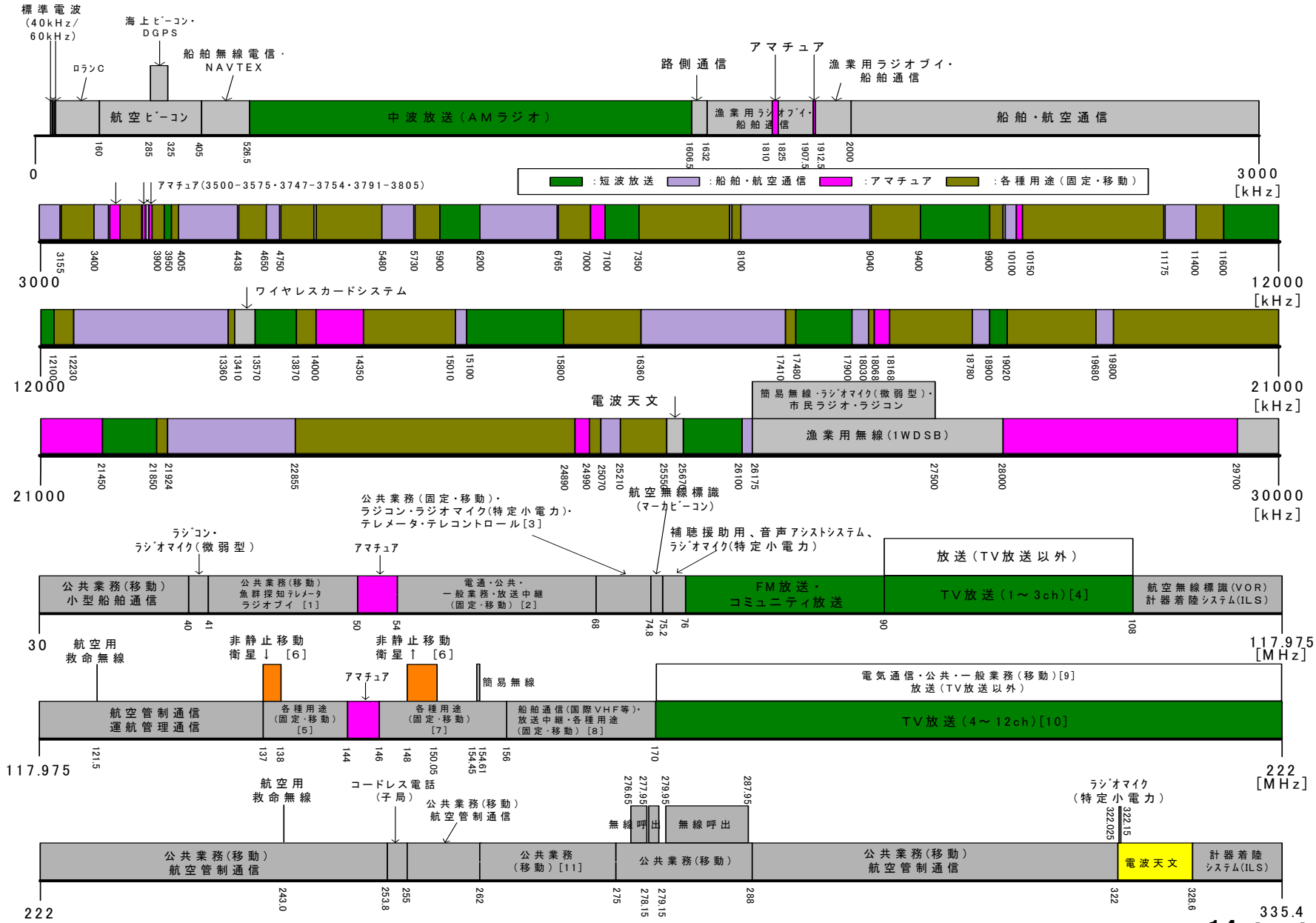
日本の周波数割当の現状 ①



日本の周波数割当の現状 ②



日本の周波数割当の現状 ③



我が国の電波利用の変遷

無線局数及び主な利用の推移

1950年

5,118局

移動局　4,195局
固定局　552局
放送局　80局
その他　291局

放送

地方公共団体等

海上通信

防災通信

消防署等

船舶航空による保安通信や放送防災等公共部門が中心に利用

1985年

約381万局

移動局　約107万局
固定局　約3.8万局
放送局　約2.4万局
その他　約268万局

衛星通信

固定マイクロ回線

電気通信事業への民間参入が可能となり、電波利用が拡大

2005年

約1億430万局

移動局　約1億228万局
固定局　約9.9万局
放送局　約2.5万局
その他　約189万局

90年代中盤から普及始まる

デジタル対応で電子メール等新サービスが開始

テレビ電話等さらに多様なサービスが開始

携帯電話

家庭内や外出先等様々な場所に設置された無線アクセスポイントを経由してインターネットアクセスを実現

無線LAN

携帯電話をはじめとした個人利用の移動系無線局の爆発的な普及

今　後

次世代移動通信システム
モバイルオフィス、モバイルホーム

次世代の携帯電話やIP常時接続を実現するWiMAX、次世代PHS等の次世代移動通信システムの導入を実現

有線ブロードバンド代替システム

有線の条件不利地域において安価にブロードバンドを確立するための固定無線アクセス等の導入を実現

安全・安心ＩＴＳ

交通を未然に防止するための安全・安全を支援する高度化ITSの導入を実現

次世代情報家電、ホームネットワーク

有線よりも簡易に情報家電等の配線を可能とする無線LAN、UWB、PLC等近距離無線通信等の導入を実現

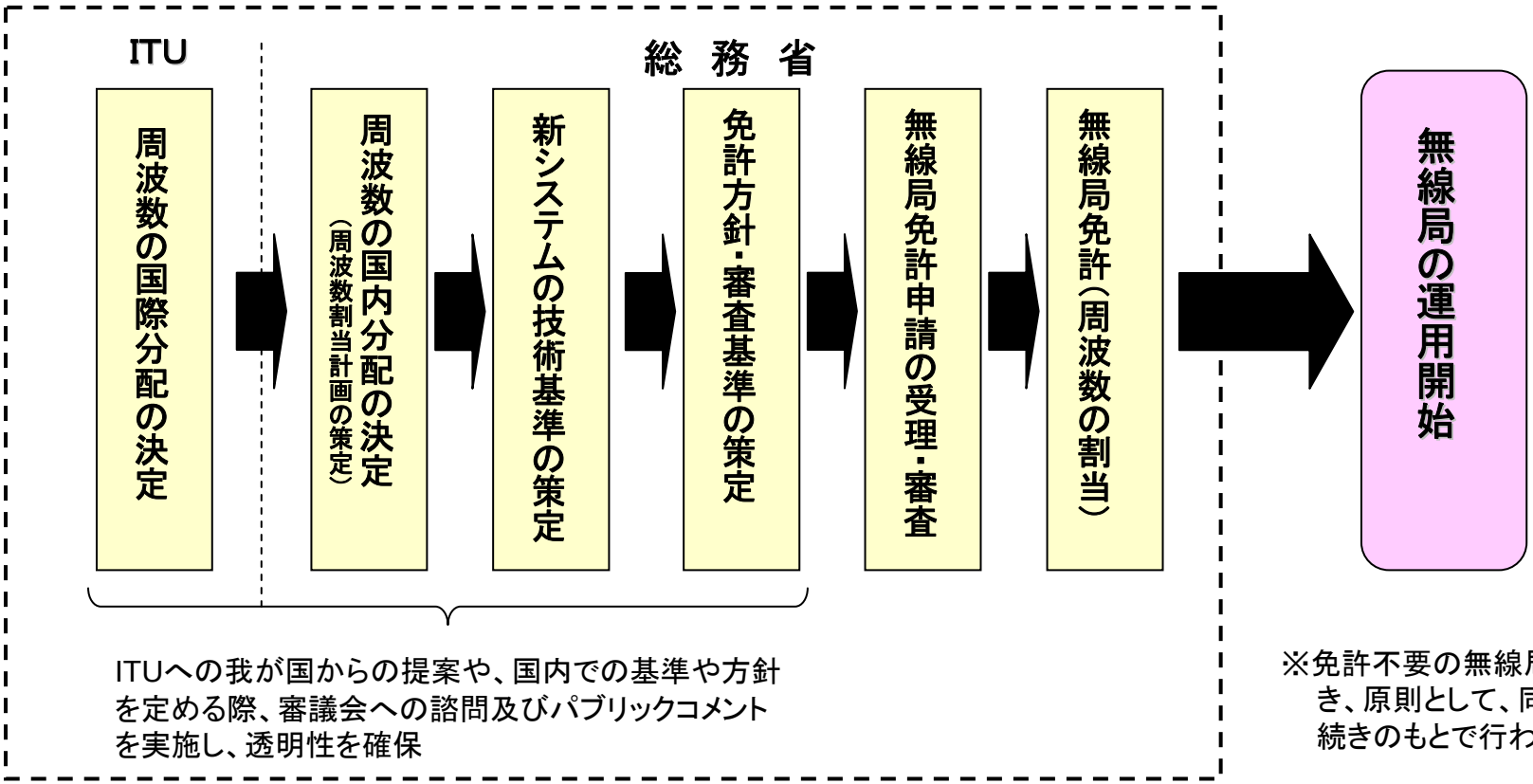
次世代移動通信システムなどの新たな電波利用ニーズの拡大

我が国における周波数割当のプロセス

○電波を管理する国際的な枠組み（国際電気通信連合（ITU）憲章・条約）に基づき電波の特性に応じ、周波数帯ごとの用途を定めた分配表や使用条件を規定。

○ 日本は、ITUにおいてアジア・オセアニア（第三地域）に分配された用途に基づき、「周波数割当計画」（総務省告示：電波法第26条）を制定し、国内の周波数使用に関する条件を定めている。

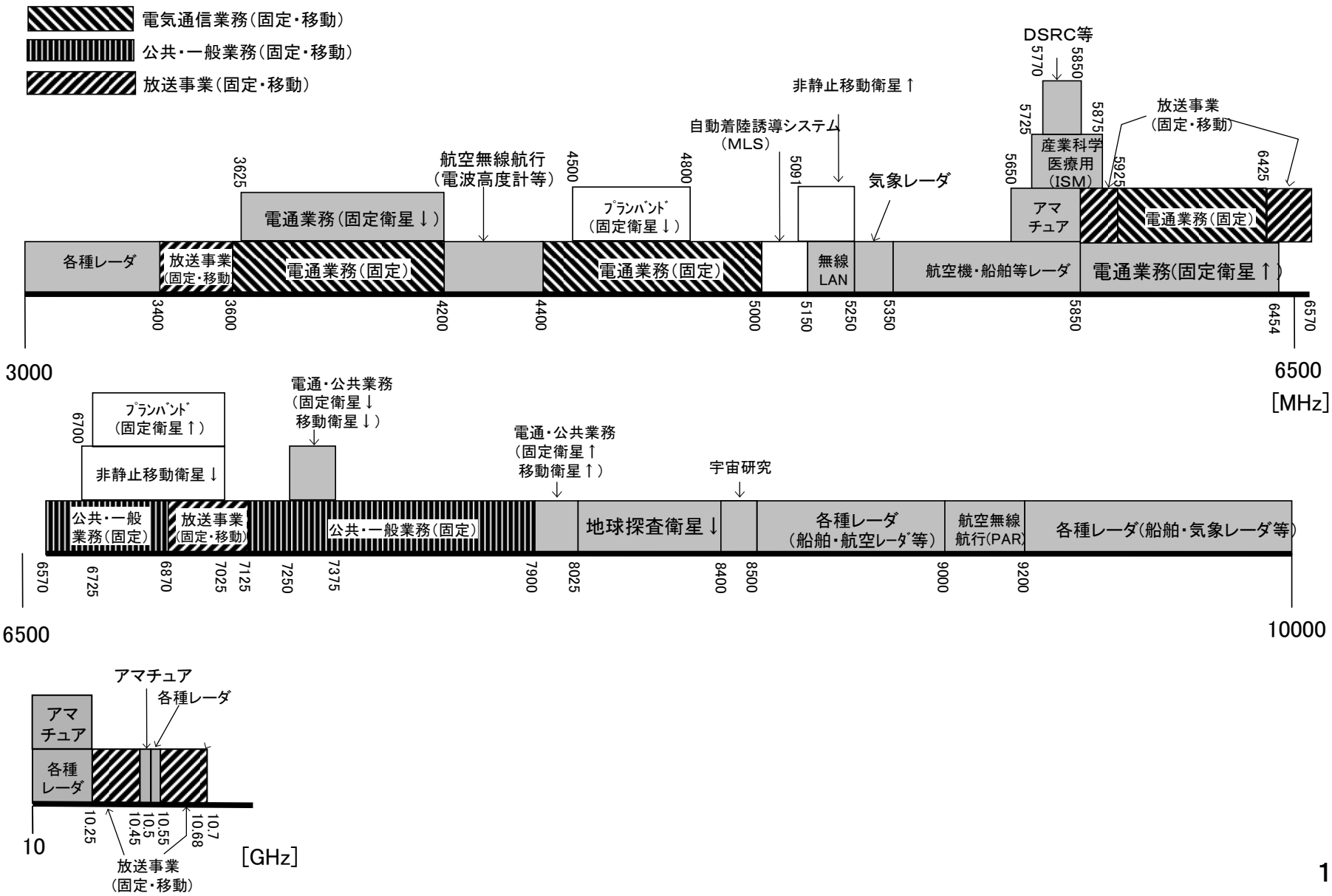
○なお、我が国では、国による利用を含め、総務省が国内における電波利用の監督・管理を行っている。



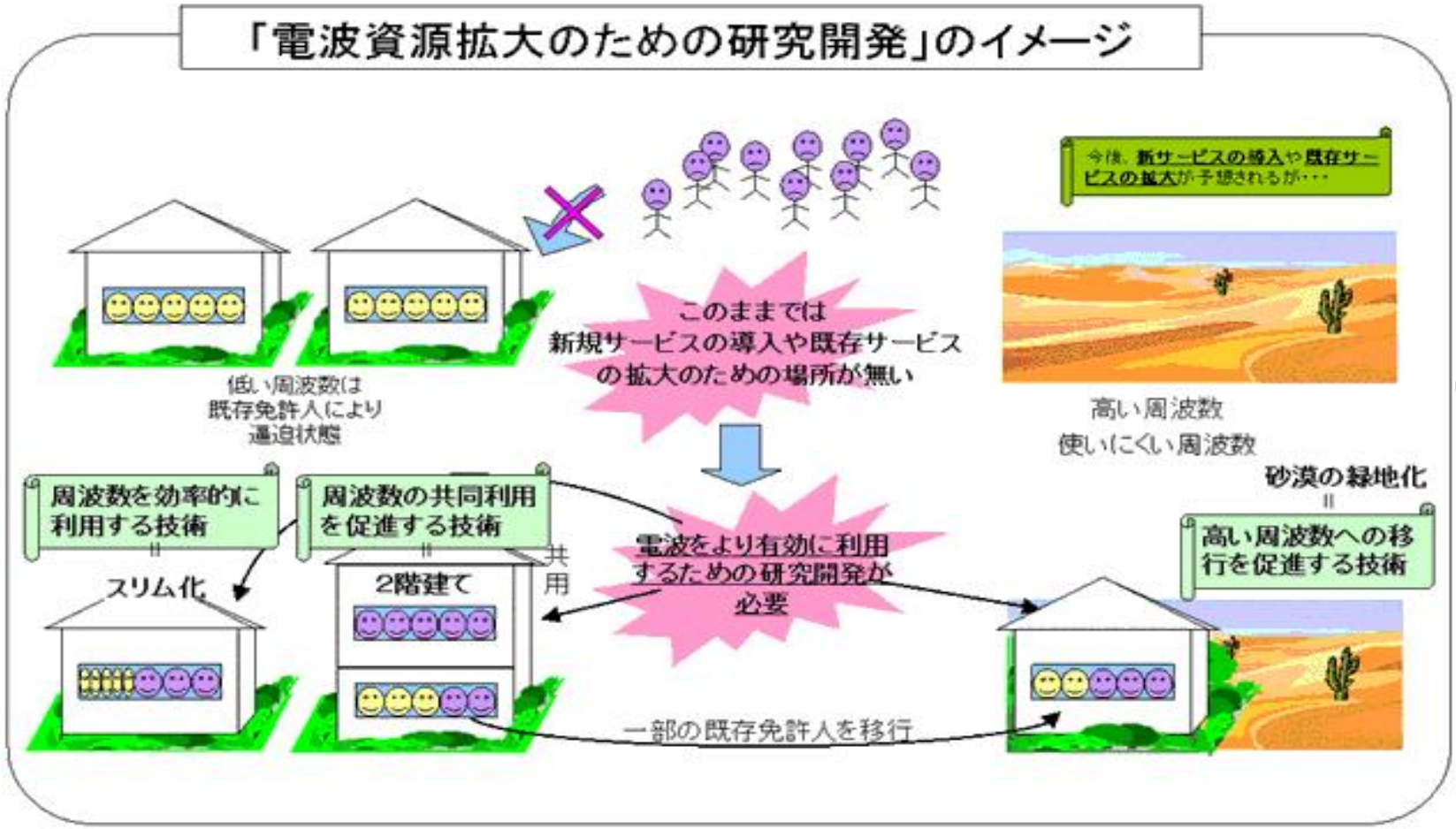
電波法26条（周波数割当計画）

1　総務大臣は、免許の申請等に資するため、割り当てることが可能な周波数の表（以下「周波数割当計画という。）を作成し、これを公衆の閲覧に供するとともに、これを公示しなければならない。（以下略）

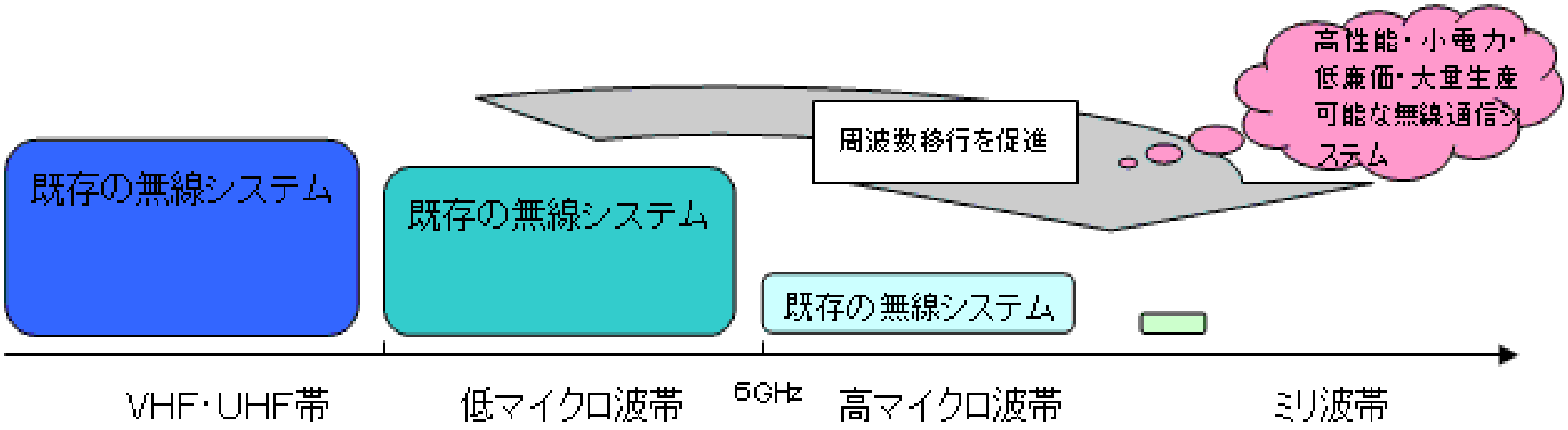
3.1～10.6GHzの割当状況（共用検討が必要なシステム）（参考）



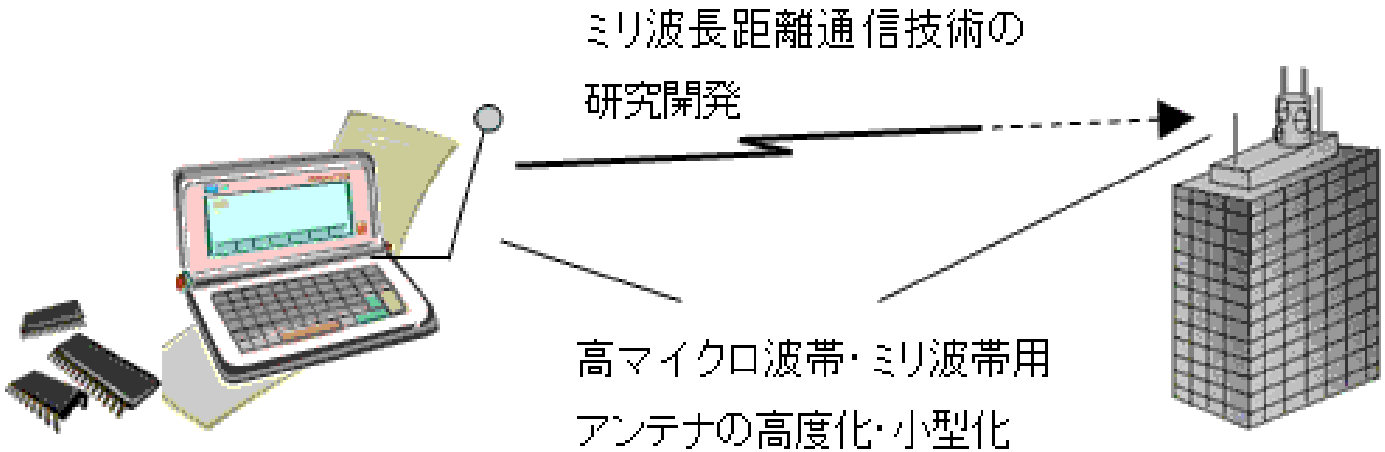
電波資源拡大のための研究開発の実施



高マイクロ派帯や未利用周波数帯への移行を促進するための技術



（研究開発例）



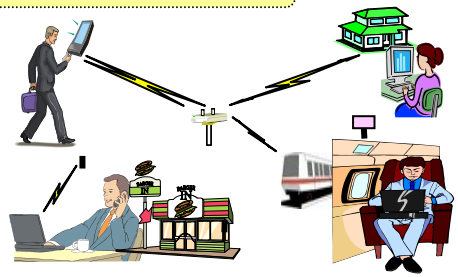
ワイヤレスブロードバンド推進研究会

・電波政策ビジョンが示した周波数再編により創出される周波数に導入する電波システムを具体化。
・将来導入が想定される電波システムに係る提案募集を行うなど、広くオープンな場で議論を実施。
・我が国のユビキタスネット社会の鍵となるワイヤレスブロードバンドシステムの導入シナリオ、普及推進方策、周波数再配分の具体化方策について取りまとめ、公表（H17．12）

提言内容

４分野に対し、今後、重点的に周波数を再配分

次世代移動通信システム

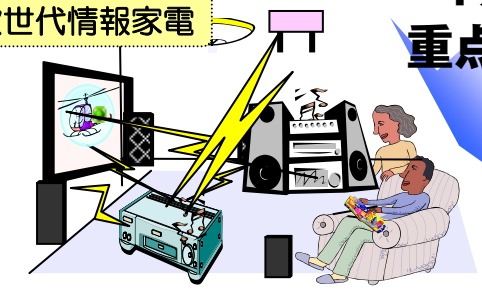


次世代の携帯電話やIP常時接続を実現するWiMAX、次世代PHS等次世代移動通信システムの導入を実現

有線ブロードバンド代替システム

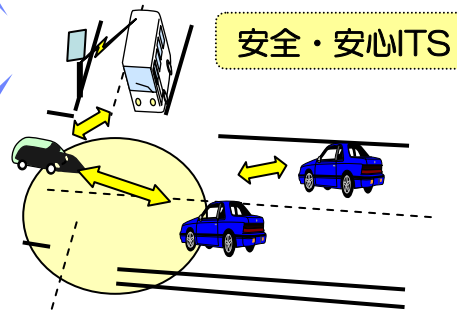
条件不利地域において安価にブロードバンドを確立するための固定無線アクセス等の導入を実現

次世代情報家電



簡易に情報家電等の配線を可能とする無線LAN、UWB等の近距離無線通信システム等の導入を実現

安全・安心ITS



交通事故などを未然に防止するための安心・安全を支援する高度化ITSの導入を実現

広帯域移動無線アクセスシステム（WiMAX等）

検討スケジュール

2006年2月　　情報通信審議会に対し「2.5GHz帯を使用する広帯域移動無線アクセスシステムの技術的条件」を諮問

2006年12月頃　情報通信審議会より答申を希望

2006年度中　　技術基準の策定、周波数割当計画の変更

主な検討課題

○検討対象となっている方式（IEEE 802.16、IEEE 802.20及び次世代PHS）に関する技術調査

○広帯域移動無線アクセスシステムと隣接システムとの間、あるいは広帯域移動無線アクセスシステム同士の間の所要ガードバンド幅

○複数事業者による無線インフラの共用技術　等

（参考）　利用イメージ

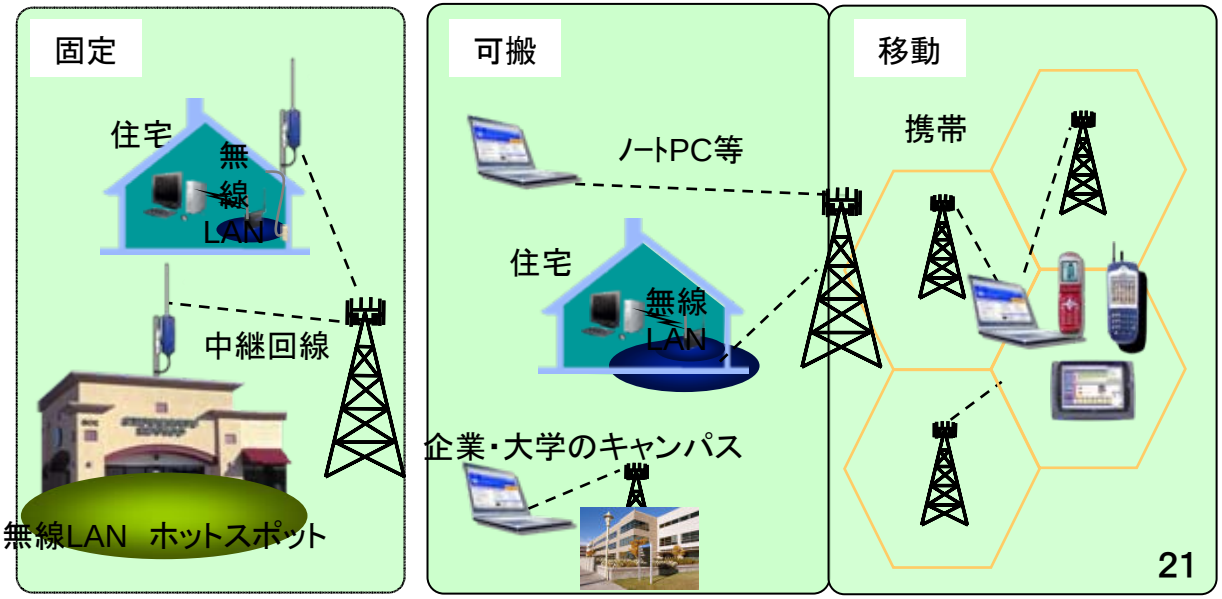
◇無線によるインターネット常時接続

◇自宅、職場から持ち出したパソコンをどこでもブロードバンド環境で利用可能

◇電気通信事業者により、都市部を中心に広域をカバー

◇中速程度の移動が可能

◇条件不利地域における有線回線の代替として、安価にブロードバンドサービスを提供



固定型：伝送距離　最大　数十km

移動型：伝送距離　最大　数km

（インテル社資料より）

移動通信システム（携帯電話・BWA）の発展イメージ

携帯電話

2G

3G
- W-CDMA
- CDMA-2000

3.5G
- HSDPA
- EV-DO

3.9G
- LTE

～数kbps → 384kbps → 14.4Mbps → 30-100Mbps

音声　インターネット接続　（ADSL同等）音楽、ゲーム等サービスの高度化

4G（IMT-Advanced）

高速移動時　100Mbps
低速移動時　1Gbps

（光ファイバ同等）

無線アクセス

BWA (Broadband Wireless Access)
- **IEEE 802.16e (WiMAX)**
- IEEE 802.20
- 次世代PHS

（20～30Mbps）

韓国
KTがWiBroサービス開始

欧州
主として固定利用

米国
Sprint Nextelが採用を決定

広域化

無線LAN

IEEE802.11
- 11b　11Mbps
- 11a/g　54Mbps
- 高速化
- 11n　100Mbps
- 1Gbps

超高速無線LAN

2000年　2010年

次世代情報家電の用途と普及予測

用途による分類

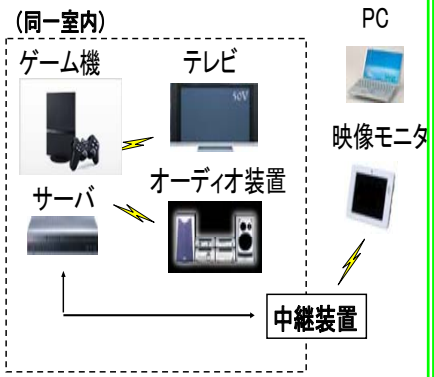
家庭でのユースケースを想定し、大容量とストリーミングの観点から4つに分類

映像機器の端子間接続の用途

映像を主体とした用途

音楽を主体とした用途

サーバを主体とした統合用途



代表的な機器の普及予測

	現在	5年後(2010年)	10年後(2015年)
デジタルTV	デジタルTV	デジタルTV 普及台数:5400万台 無線化率:10%	デジタルTV 普及台数:1億台 無線化率:50%
DVD/HDD	DVD/HDD	DVD/HDD 普及台数:4900万台 無線化率:10%	普及台数:1.3億台 無線化率:50% DVD/HDD
STB	STB	STB 普及台数:2000万台 無線化率:10%	STB
サーバ			サーバ
NW機能付ゲーム機	NW機能付ゲーム機	NW機能付ゲーム機 普及台数:3000万台 無線化率:100%	NW機能付 ゲーム機
PC	PC	PC 普及台数:1億台 無線化率:50%	PC 普及台数:1.5億台 無線化率:100%

(注) デジタル放送対応チューナー搭載のものを含む

JEITA「AV主要品目世界需要予測」、ｱﾄﾞﾊﾞﾝｽﾄ・ﾏﾈｼﾞﾒﾝﾄ「Media Fusion Report 2005」等から推計

無線によるデジタルディバイド対策

背　景

- 需要密度（採算性）等の点から、光ファイバ、ＡＤＳＬ等有線ブロードバンドサービスが導入され難い地域がある。
- 地方では公衆無線LAN（無線スポット）サービスが利用できる場所は極めて少ない。

無線LANを利用した取組の広がり

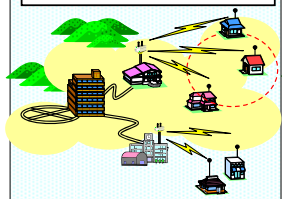
- 市町村やNPO等が事業主体になり、住民（コミュニティ）と一体となって、手作りのブロードバンドインフラづくりに取り組む自律的モデルが全国に広がりつつある。
- 光ファイバ、ADSL等有線ブロードバンドシステムの代替手段として、安価で短期間に構築可能な無線LAN（WiFi）が注目されている。

無線を活用したデジタル・ディバイド対策が期待されている

総務省の取組

- 無線LAN等を活用したブロードバンド基盤整備の利点、活用事例等を地方公共団体等に提示する等普及啓発に取り組む。
- 高度通信施設整備事業よる金融・税制、及び、地域情報通信基盤整備推進交付金の活用等による支援。
- 新たなワイヤレスブロードバンドシステムの早期導入等無線LANの高度化を推進。

無線を活用したブロードバンド整備の３つの類型

①ラストワンマイル（加入者回線）型	②ホットゾーン（面展開）型	③離島・山間地向け中継回線型
		
デジタル・ディバイド（地域内格差）の是正	ユビキタス環境の先行的整備	デジタル・ディバイド（地域内格差）の是正
■ 地域公共ﾈｯﾄﾜｰｸと組み合わせて構築。 ■ 無線LAN、高出力無線LANを主に利用。	■ 地域ブランド価値（競争力）の向上。 ■ 海外では、ﾒｯｼｭ型無線LANを活用。	■ 合併による広域化への対応。 ■ 準ミリ波帯FWAの他、無線LANも活用。

全国に広がる先進的な取組事例

Installation of Antennas

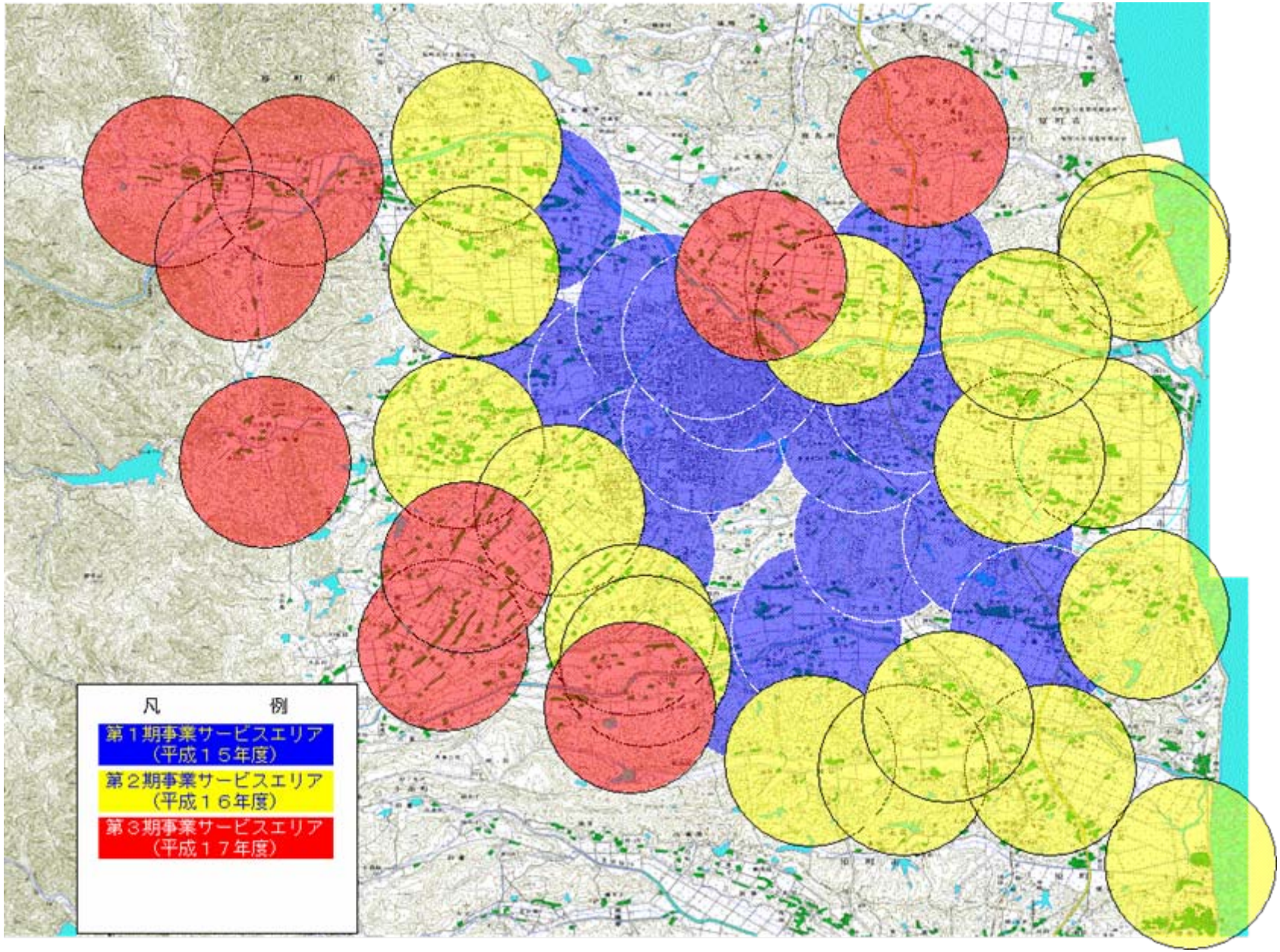
Access point

- Installed on a telephone pole or building roof top.
- Connected to the optical fiber cable.

Wireless terminal

- Installed in general owner-house, apartment balconies or office buildings.
- Connected to the user PC using an Ethernet cable.

南相馬市でのWIPAS導入事例



ＩＴＳ（高度道路交通システム）

道路交通に関する総合的な情報通信システム。交通事故、渋滞、環境問題等の諸問題の解決に寄与するとともに、快適なカーライフの実現、自動車、情報通信機器等の関連市場の活性化に寄与。

すでに実用化されているシステムの例

ア　VICS（道路交通情報通信システム）

渋滞情報などの道路交通情報をリアルタイムにドライバーに提供するシステム

・平成8年4月よりサービス開始

・約1，502万台が利用（平成18年3月末現在）

イ　ETC（有料道路自動料金支払システム）

料金所と車載機間の無線通信によりノンストップで料金を徴収するシステム

・平成13年3月よりサービス開始

・約1，370万台が利用（平成18年8月末現在）

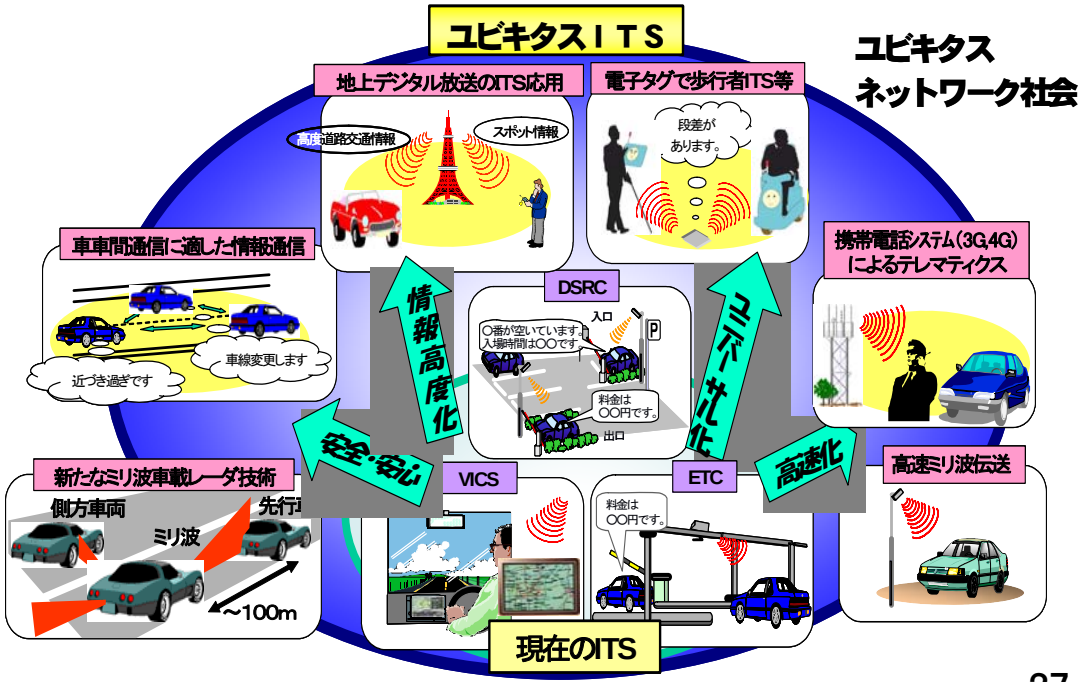
取組みの現状

○ ユビキタスITSの研究開発

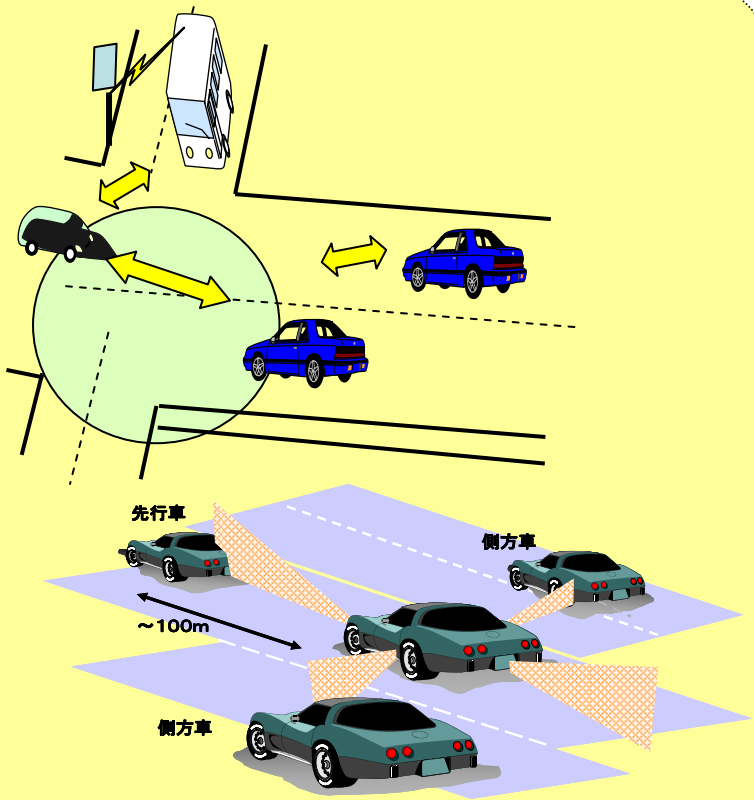
誰もが、快適に、意のままに移動できる安全・安心な道路交通社会の実現に向け、車・道路・人を有機的に結合し、いつでも・どこでも・誰でも・何でも・特別な操作なく情報を利用できるユビキタスITSの研究開発を実施

今後の対応

「IT新改革戦略」に基づく安全運転支援システムの大規模実証実験に向けて検討中



安心・安全ＩＴＳ関連の取組み



・車両相互間や路側施設等と瞬時にアドホック
的な無線通信網を構築する無線通信

概要

・見通しの悪い交差点等における車車間通信や信号機等路側との路車間通信、またミリ波レーダーによる車の周辺空間の把握により道路交通の危険回避に資する。

候補周波数帯

VHF／UHF帯
５．８GHz帯
７８－８１GHz帯

※ 見通し外通信を行うためのVHF/UHF帯、ETC等に利用される5.8GHz帯DSRC（狭域通信）による新たなサービスの提供とそれに応じた周波数の追加、さらに、国際的な標準化が進む７９GHz帯車載レーダー等用途に応じ多様な周波数の活用を想定。

今後の取組

・車・道路・人を有機的に結合し、「いつでも・どこでも・誰でも・何でも」特別な操作なく情報を利用できるユビキタスITSの研究開発を実施。

・官民連携による安全運転支援システムに関する大規模な実証実験の実施（2008年度）。

・安全運転支援システムの実用化（2010年度）に向けた取組の推進。

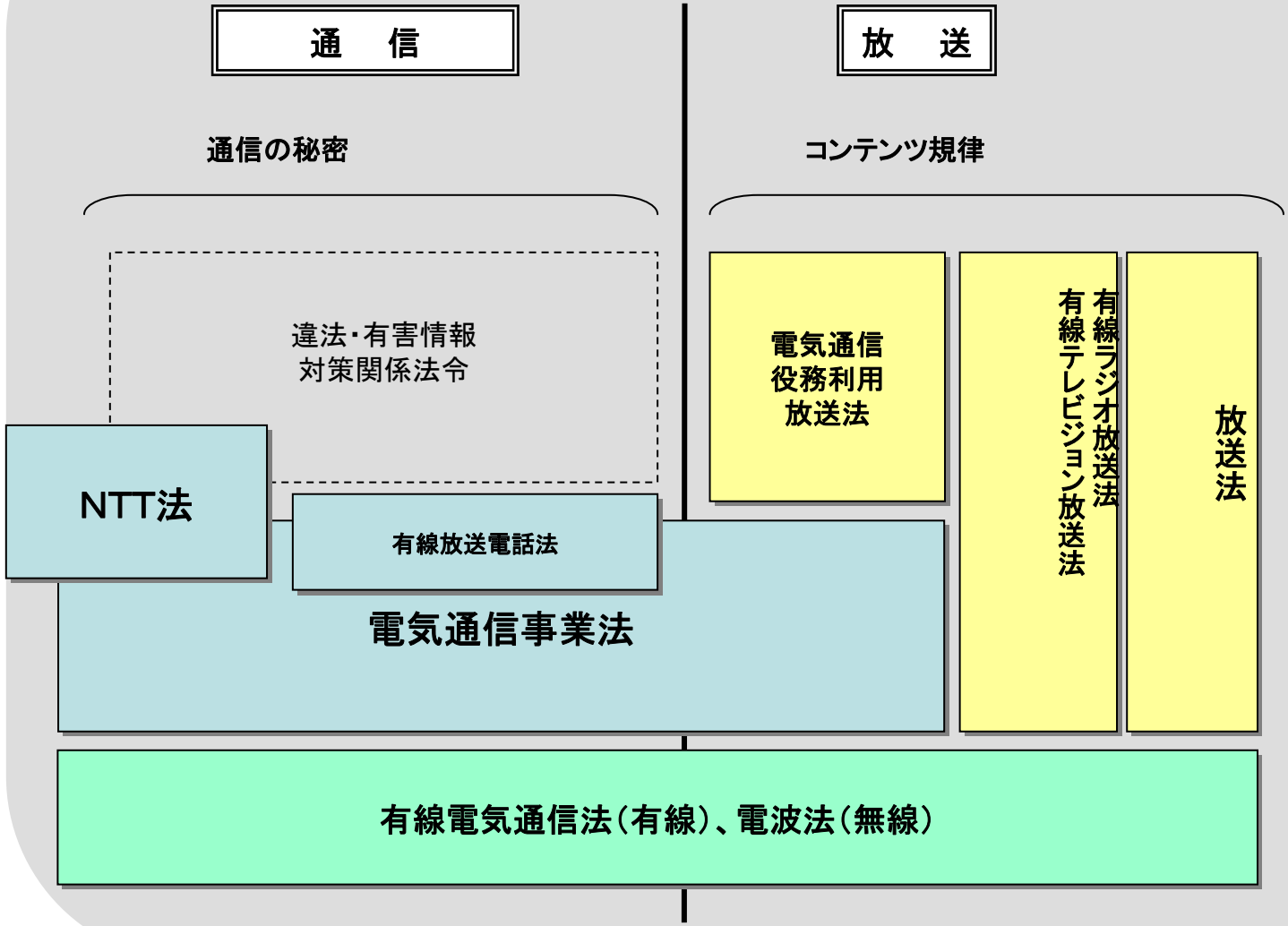
- **１．電波のあらまし・物理的特性について**

- **２．電波の使途について**

- **３．電波法の役割**
  - 電波法は、情報の電磁的流通の在り方や方法を規制しているというよりも、電波の物理的特性を踏まえて電波を有効に安全に利用するための「規制」であり、放送法や電気通信事業法とは法律の性格が異なっている。（周波数、偏波、時間、空間、符号による共用ルール）

- **４．電波利用の観点での通信と放送の違い**
  - 通信用途と放送用途では、電波を利用する際の、目的、制約が若干違う。（物理的、技術的な観点）
  - 情報量と伝送速度、周波数（距離、雨）、移動速度、リアルタイム性（TV会議）
  - 同報性（カバレージ）と秘匿性（パーソナル）
  - 双方向と一方向

現行の通信・放送法体系


通　信
放　送
通信の秘密
コンテンツ規律
違法・有害情報
対策関係法令
NTT法
有線放送電話法
電気通信事業法
電気通信
役務利用
放送法
有線ラジオ放送法
有線テレビジョン放送法
放送法
有線電気通信法（有線）、電波法（無線）