

平成21年度  
テラヘルツ波帯の情報通信利用に関する  
調査報告書 【概要】

平成22年4月15日

テラヘルツ波帯の情報通信利用に関する調査検討会

# テラヘルツ波帯の情報通信利用に関する調査検討会

## <期間>

平成21年9月21日～平成22年3月31日

## <活動>

会合開催5回、デモンストレーション実証実験

## <構成員>

委員：京セラ、シャープ、関西電力、NTT、関西テレビ、ローム、大阪大学、情報通信研究機構から9名

オブザーバー：アストロデザイン、パナソニック、総務省研究推進室から13名

（座長：大阪大学大学院 基礎工学研究科 永妻忠夫教授 事務局：近畿総合通信局）

## 調査報告書の構成

【1】調査検討の背景

【2】超高速無線のニーズ

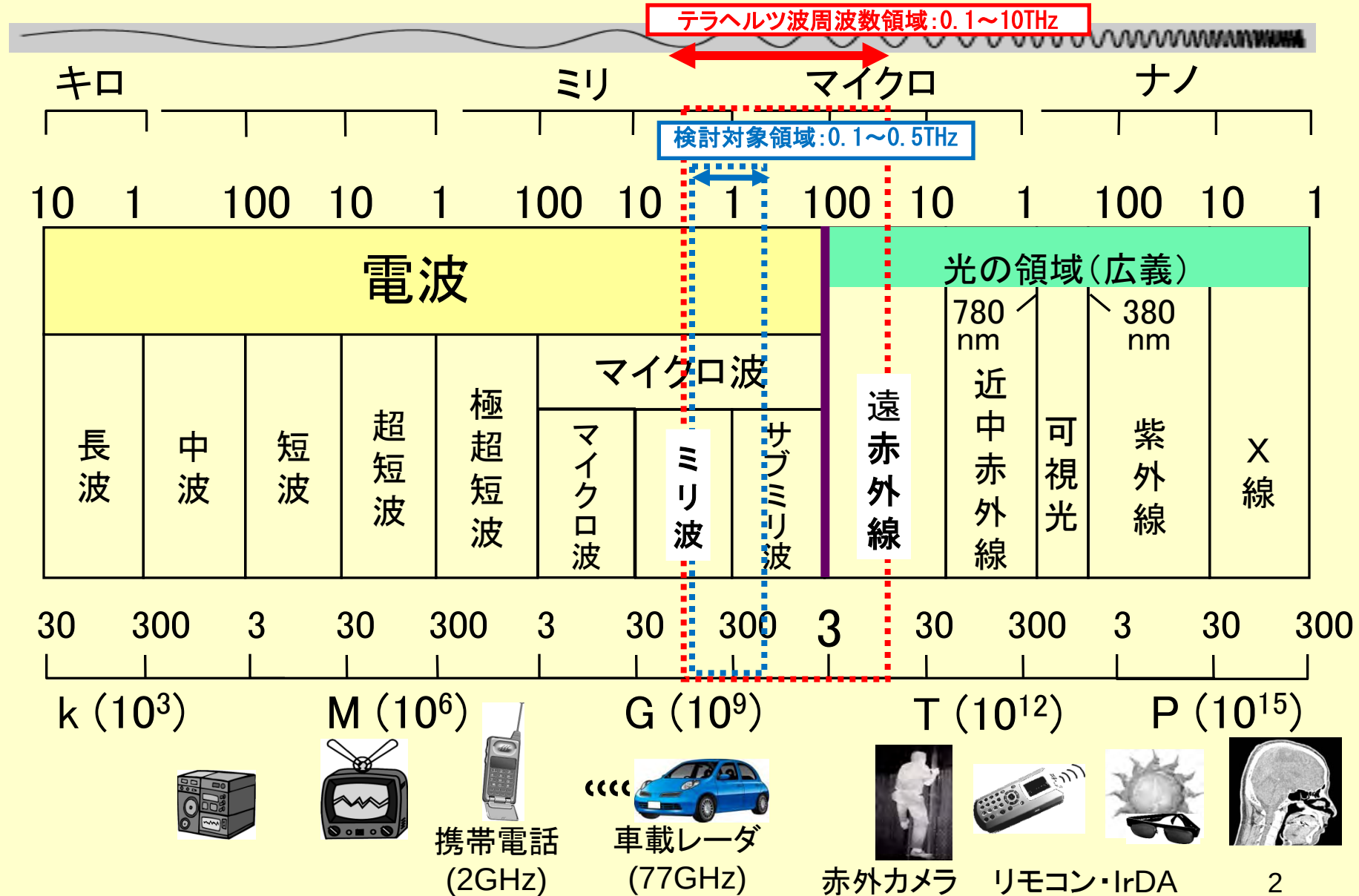
【3】無線の高速化に向けた最新の技術動向

【4】テラヘルツ波無線の実現に向けて

【5】総括と今後の展望

【6】デモンストレーション実験の実施報告とアンケート結果

# テラヘルツ波の周波数領域



# テラヘルツ波(0.1~10THz)が注目されている理由

- ・未開拓で利用が進んでいない電磁波領域
- ・センシング応用の実用化が進む
  - 物質を透過できる(人体に影響を与えない)
  - 物質が何か判る(共鳴周波数、吸収特性を利用)
- ・情報通信応用の議論が活発化
  - 米国電気電子学会IEEE 802.15における標準化の議論
  - WRCにおける275~3000GHz電波割当ての検討

## 【最近話題の実用事例】

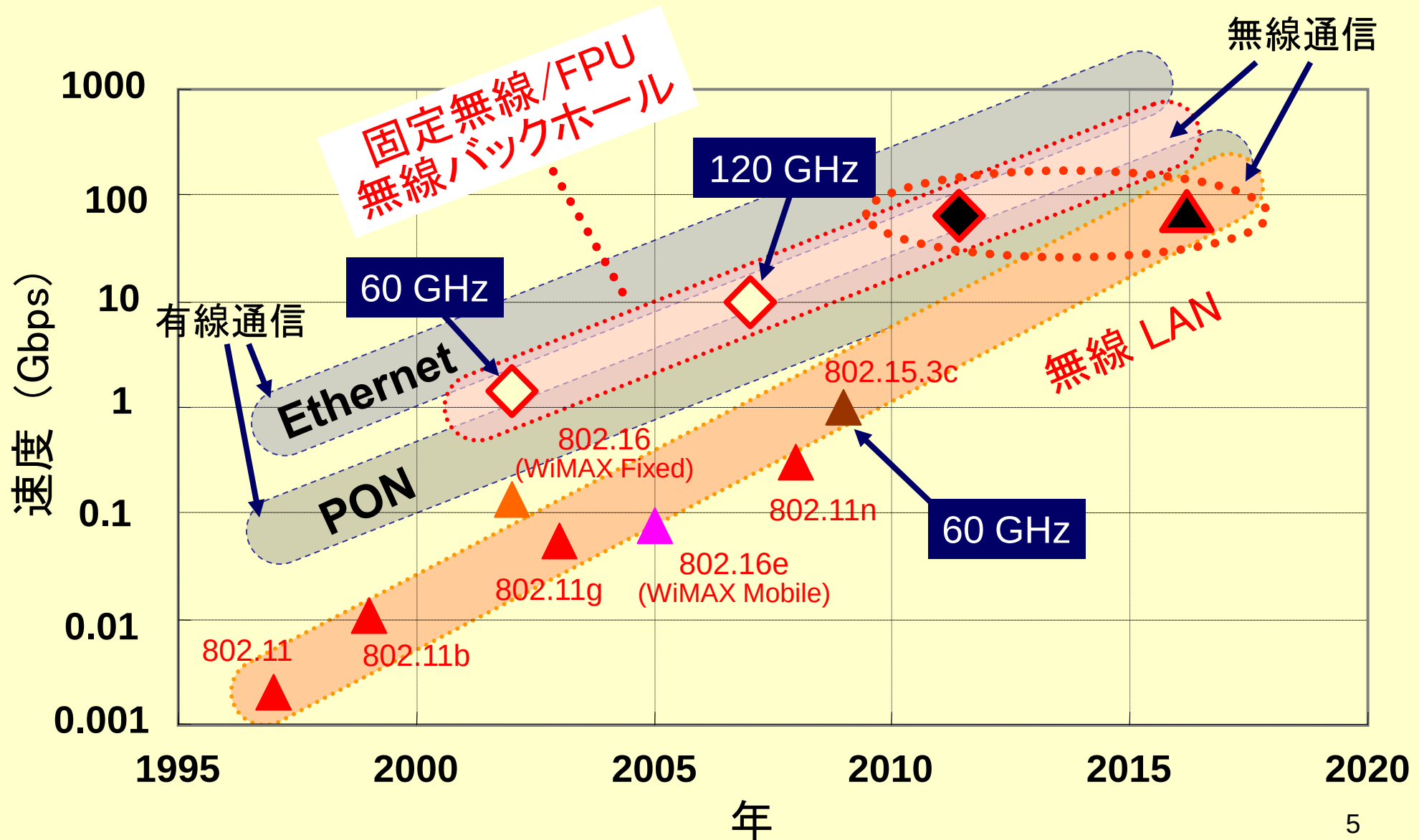
- ・非破壊のテラヘルツ波技術で初期ルネッサンス絵画の技法を世界で初めて解明(NICT)
- ・テラヘルツ波カメラを空港等に配置し、不審人物のセキュリティチェック
- ・封筒中の禁止薬物・危険物質の非破壊検査

## 【1】調査検討の背景

情報通信の大容量・高速化が進展しており、高精細画像（ハイビジョン）データをはじめとする超大容量のデータ伝送が、映像機器、医療機器やストレージデバイスを扱う分野で必要。

今後、無線の高速化が一段と進み、数年後には、数10Gbpsから100Gbpsに達すると予測。

# 無線の高速化: 10年以内に数10~100Gbpsへ



## 【2】超高速無線のニーズ

今後更なる高速無線技術を必要とする分野（アクセス・ホームネットワーク、放送分野、高精細映像分野、高速インターフェース）において、各分野の第一人者から講演、質疑応答を行い、超高速無線使用の各利用シーンにおけるニーズについての取りまとめ。

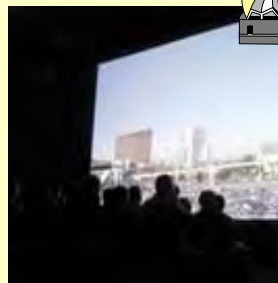
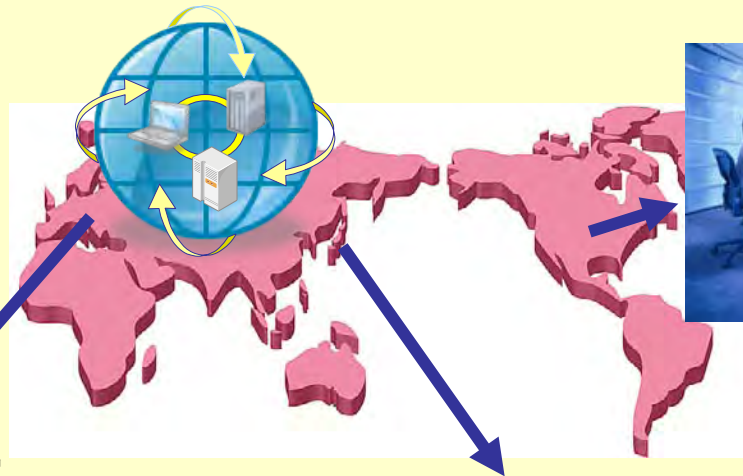
**既存技術の1～2桁を超える高速化へのニーズが顕在化。**

# ネットワークのラストアクセスの無線化

～有線と無線との速度差のボトルネックを解消～

【例】超臨場感遠隔会議・教育

移動による  
エネルギー消費



スーパー  
ハイビジョン  
( $>24\text{Gbps}$ )



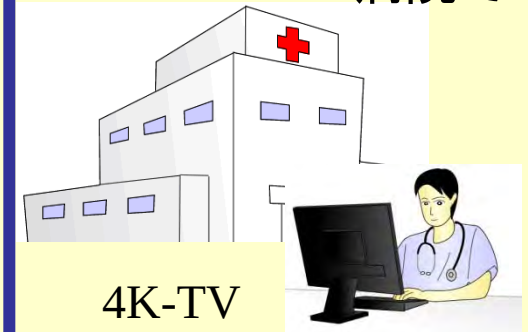
超高精細映像は“テレポーテーション”をもたらす



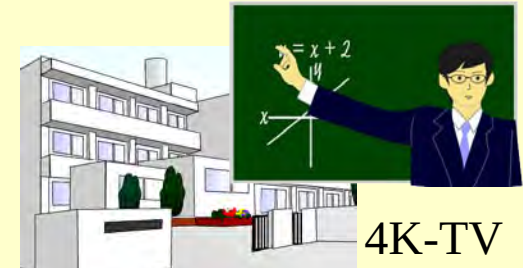
オフィスで  
4K-TV  
( $6\text{--}7\text{Gbps}$ )



病院で



4K-TV



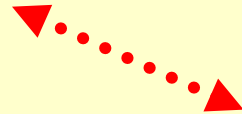
4K-TV

学校で

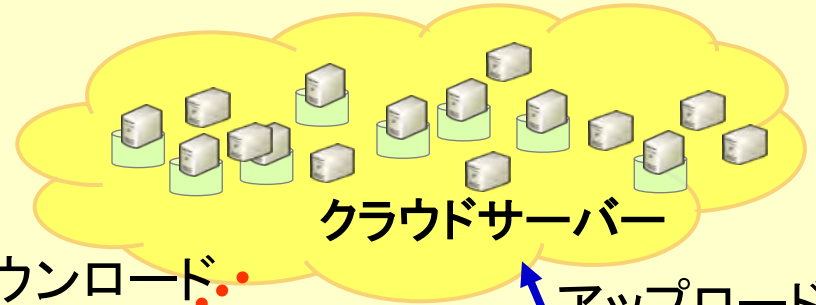


# 高速インターフェースの無線化

40-100Gbps (5-12.5GBps)  
近接無線で瞬時に転送



ダウンロード



クラウドサーバー

アップロード



HDビデオ



テラバイト → ペタバイト



SSD メモリ



SD メモリ\*

\*Tera-bite 規格化 2009

### 【3】無線の高速化に向けた最新の技術動向

- ・マイクロ波無線: Transfer Jet
- ・ミリ波無線: 60GHz帯無線
- ・赤外線無線: Giga-IR

高精細3D映像の通信ではTbpsを超える通信速度が必要との報告もあり、このニーズに応えることも各無線通信方式の共通課題。利用シーンに適した通信距離を確保を考慮しつつ、超高速・大容量無線通信を実現するためには、占有周波数帯域幅の拡大も有力な選択肢の一つ。広帯域かつ未開拓の周波数帯として残されているテラヘルツ波帯の無線通信への利用に大いに期待。

# 既存技術の動向とテラヘルツ無線の位置づけ

|             | 赤外線(光)                                                                                          | ミリ波(60GHz)                      | マイクロ波                 | THz波                    |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| 通信速度        | 100Mbps<br>(将来GigaIR規格<br>で1Gbps)                                                               | 1.5~4Gbps<br>(Wireless<br>HD規格) | 0.1~1Gbps             | 10~100Gbps              |
| アンテナ<br>サイズ | 小<br>(レンズ)<br> | 近距離応用では<br>mmオーダー               | 中 (>1-10mm)           | 小 (<0.5mm)<br>(レンズと併用可) |
| ビーム<br>位置決め | 難                                                                                               | 容易<br>(電氣的なビーム走<br>査も可能)        | 不要                    | 比較的容易                   |
| コスト         | 安価                                                                                              | Si IC技術の導入で<br>劇的に安価に           | 安価                    | アンテナとの集積<br>によりさらに安価に   |
| 最近の<br>応用事例 | 携帯端末間での<br>データ転送                                                                                | ハイビジョンTV<br>のデータ伝送<br>(家電メーカ)   | 無線LAN<br>Transfer Jet | 放送素材、デジタル<br>シネマの非圧縮伝送  |

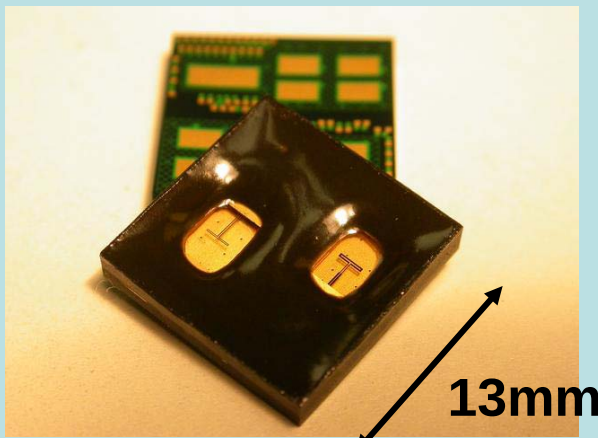
## 【4】テラヘルツ波無線の実現に向けて

- ・利用シーン
- ・テラヘルツ無線を可能とする要素技術の動向と課題
- ・テラヘルツ無線の研究開発事例
- ・電波行政上の課題

各分野の第一人者から講演、質疑応答を行い、伝送距離・アプリケーションに応じた利用シーンや大容量・近接無線通信、デバイス・アンテナ技術、ミリ波帯のアダプティブアレイアンテナの動向、要素技術の課題、国内外の研究所研究機関での研究開発事例、電波行政上の諸課題についての取りまとめている。

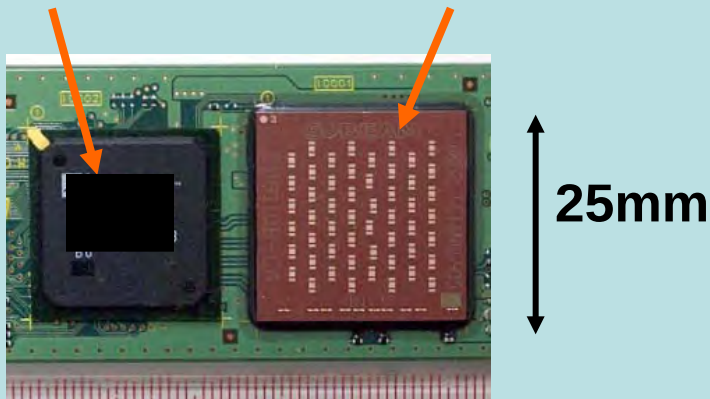
# アンテナの小型・集積化が低コスト化・汎用化に

60GHz帯



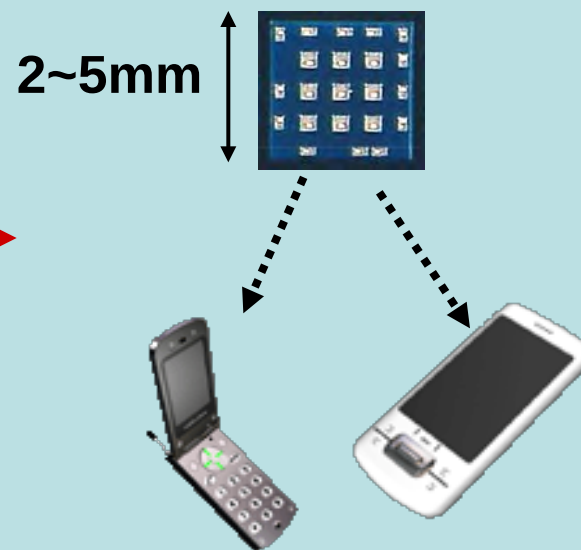
ベースバンド処理LSI

アレーアンテナ



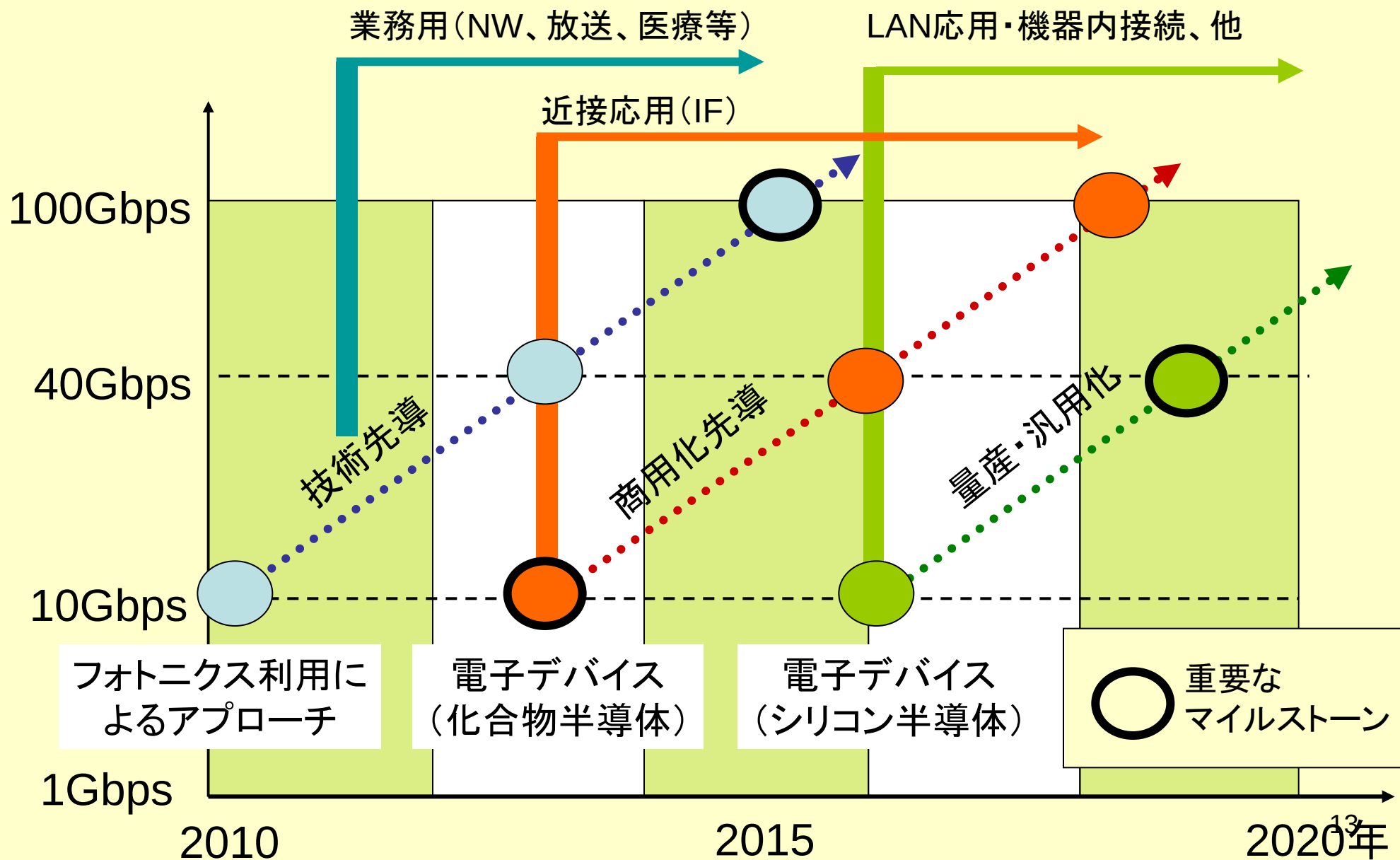
300GHz帯

サイズは1/5（面積は1/25）



携帯機器に搭載可能  
装置内接続に利用可能  
→市場の拡大

# テラヘルツ無線実用化のためのロードマップ



## 【5】残された検討項目

### テラヘルツ波帯の情報通信利用に係る重要項目

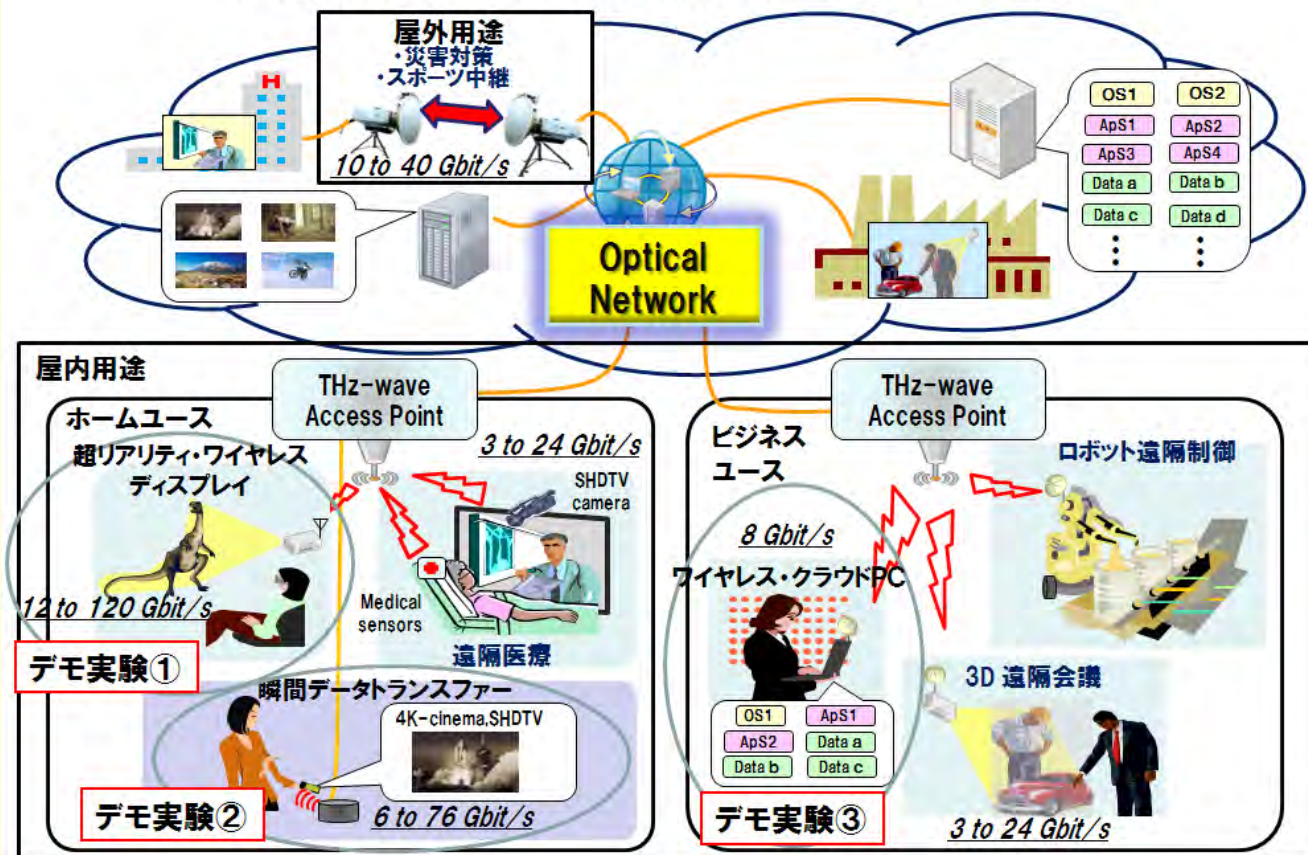
- 大量の画像データを取扱う医療系機器での高速無線リンクのニーズの把握
- 機器内での無線インターコネクションのニーズの把握
- 無線LAN、モバイル無線でのニーズや具体的な利用シーンの把握
- 常時接続から瞬時接続への変化によるネットワークの省エネ化にもたらす影響の把握
- 無線機器間の干渉の可能性や電波天文などの観測(受動)業務への影響の把握
- 周波数が高いことによるデメリットやリスクの詳細検討
- 計測技術のトレンドやメーカーの動き
- IEEE802委員会での議論



## 【6】公開デモ実験

本調査検討会では、今から10年後にどのような世の中になっているかをテラヘルツのICT利用の観点から想像し、下図に示す近未来のICTイメージを考えた。この将来像の中で、現在の最先端技術の3つのデモンストレーションを行い、参加者に未来像の雰囲気を感じていただき、その意見等を本調査検討会に役立てることを目的として、アンケートを実施した。

近未来のテラヘルツ波利用イメージ及びデモ実験



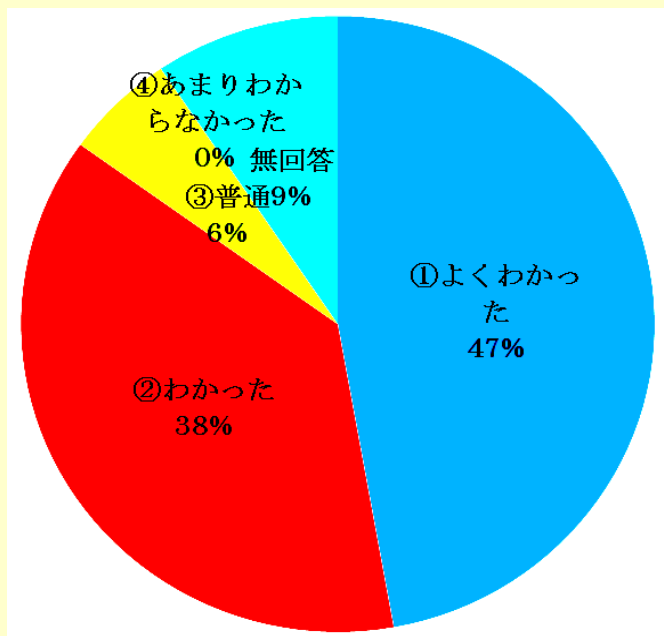
開催日: 平成22年1月29日(金)  
 会場: 大阪大学中之島センター  
 参加者: 81名(一般募集)



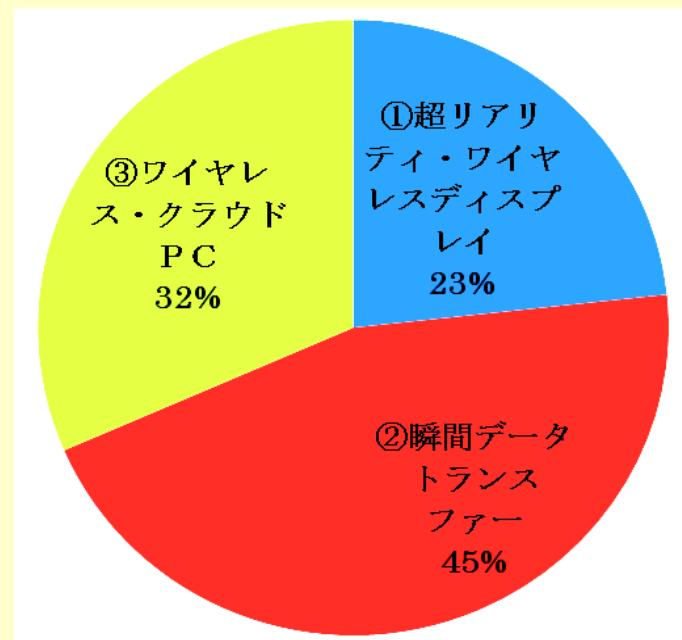
# アンケート結果の一例

●参加者数81名のうち、アンケート回答者数は53名。

①テラヘルツ波がもたらす未来の高速・大容量無線通信についてイメージすることができましたか。



②どの応用システムの実用化に期待しますか。



③テラヘルツ波無線に期待すること・使ってみたい利用シーンなど

- ・家電、携帯端末への利用の期待が多かった。
- ・TV会議、セミナー参加などについても、高解像度化によってより臨場感が増し、違和感が無くなることが想定される。

## 調査検討会からの提言

- ①周波数開拓に順番なし  
ミリ波(60GHz)のNext Generationという意識では  
将来の市場を失ってしまう。
- ②高速電子デバイスの研究開発の復活  
300GHz超のLSIの研究は国内では皆無  
産官学連携のフレームワークとファンドが必要
- ③周波数割当・標準化関係会議への積極的な参画  
国際的な議論の活発化・貢献のため

終

平成22年度も調査検討は続行

参考補足資料

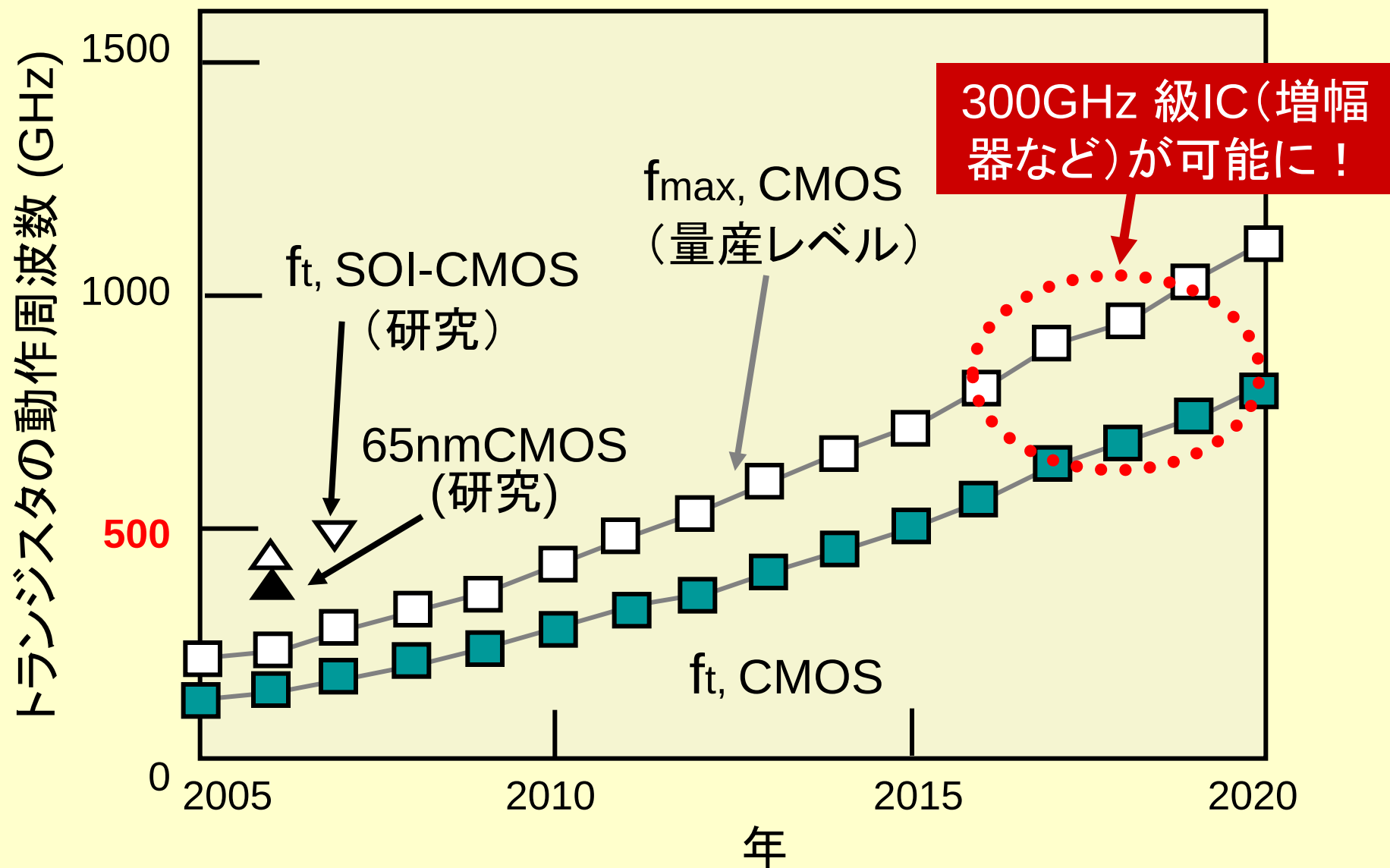
# 期待される応用分野

| 分野        | 適用例(検討中のものを含む)                                                                                                                                                        |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| セキュリティ    | 薬物・爆薬・引火性液体など、違法、危険物質の非接触・非開封探知(パッケージ、手荷物、靴や衣服内の検査)。遠隔での危険ガス、バイオハザード分子の検出。                                                                                            |
| 製薬・バイオ・医療 | 製薬タブレットの品質検査(内部やコーティング)。医薬品などの結晶多形のモニタ。皮膚・口腔がんのイメージング(正常細胞との正確な区別)。DNAのラベルフリー分析。バイオセンサーチップ。人工骨用ポリマーの劣化診断。                                                             |
| 非破壊検査・診断  | スペースシャトルの外部燃料タンクの断熱材検査。半導体基板材料の評価(移動度、キャリア濃度など)。ゴム・樹脂製品の欠陥検査・劣化診断。車体などの塗装膜の検査。衣服類の体へのフィッティングの検査。乾燥食品中の異物の探知。LSI部品の内部欠陥・故障診断。植物の水分モニタ。食品の凍結・乾燥モニタ。残留農薬検査。包装・チューブの欠陥検査。 |
| 環境        | 排気ガス検査。大気(オゾンなど)観測。                                                                                                                                                   |
| 基礎科学      | 電波天文学。フォトリック結晶・メタマテリアルの評価。生体分子分光、ラジカル分子などの高分解分子分光。プロセスプラズマの分光。文化財(絵画など)の分析・診断。                                                                                        |
| 通信        | 高速大容量無線。高精細映像データ(ハイビジョン映像など)の非圧縮無線伝送。データの瞬時転送。高セキュリティ通信。                                                                                                              |

# 実現可能性を示唆する最近の動向

- ① 実用レベルの10Gbps無線は、現在テラヘルツ無線のみ  
120GHz帯無線の実用性をNTT・フジTV・NHKが実証
- ② 300-400GHz帯無線が国内外で立ち上がってきた  
研究レベルで>10Gbpsが実証
- ③ 半導体LSI技術が着実に立ち上がってきた  
研究レベルで300GHz帯増幅器や発振器が登場  
シリコン半導体LSI、とくにCMOS LSIの可能性も大  
コストの問題を解消

## 要素技術の動向：シリコンCMOS技術の進展

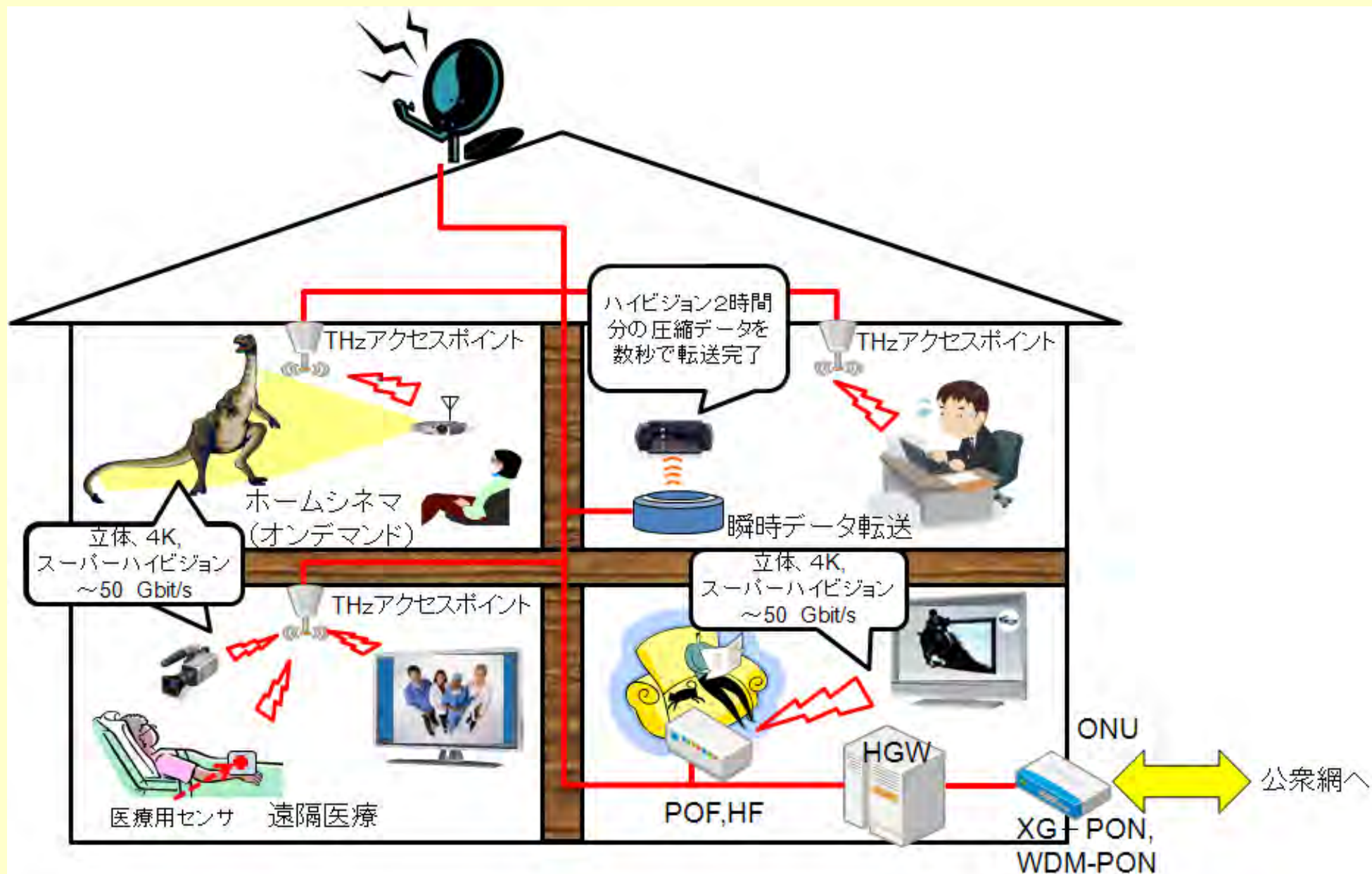




## 実用化のための3つの技術課題

- ①アンテナ技術の開発  
アレーアンテナによるビームステアリング  
(MEMS技術やメタマテリアルの導入も有望)
- ②能動デバイス(増幅器、発振器など)の開発と  
アンテナとの集積化
- ③大容量メモリーにおける高速内部バス技術の開発  
(テラヘルツ無線を活かす周辺技術として重要)

# ホームネットワークでの利用シーン



# 電波行政に関する動向

① 275GHz~3000GHzは周波数分配が行われていない

② 周波数割当の議論

国際電気通信連合 無線通信部門 (ITU-R)

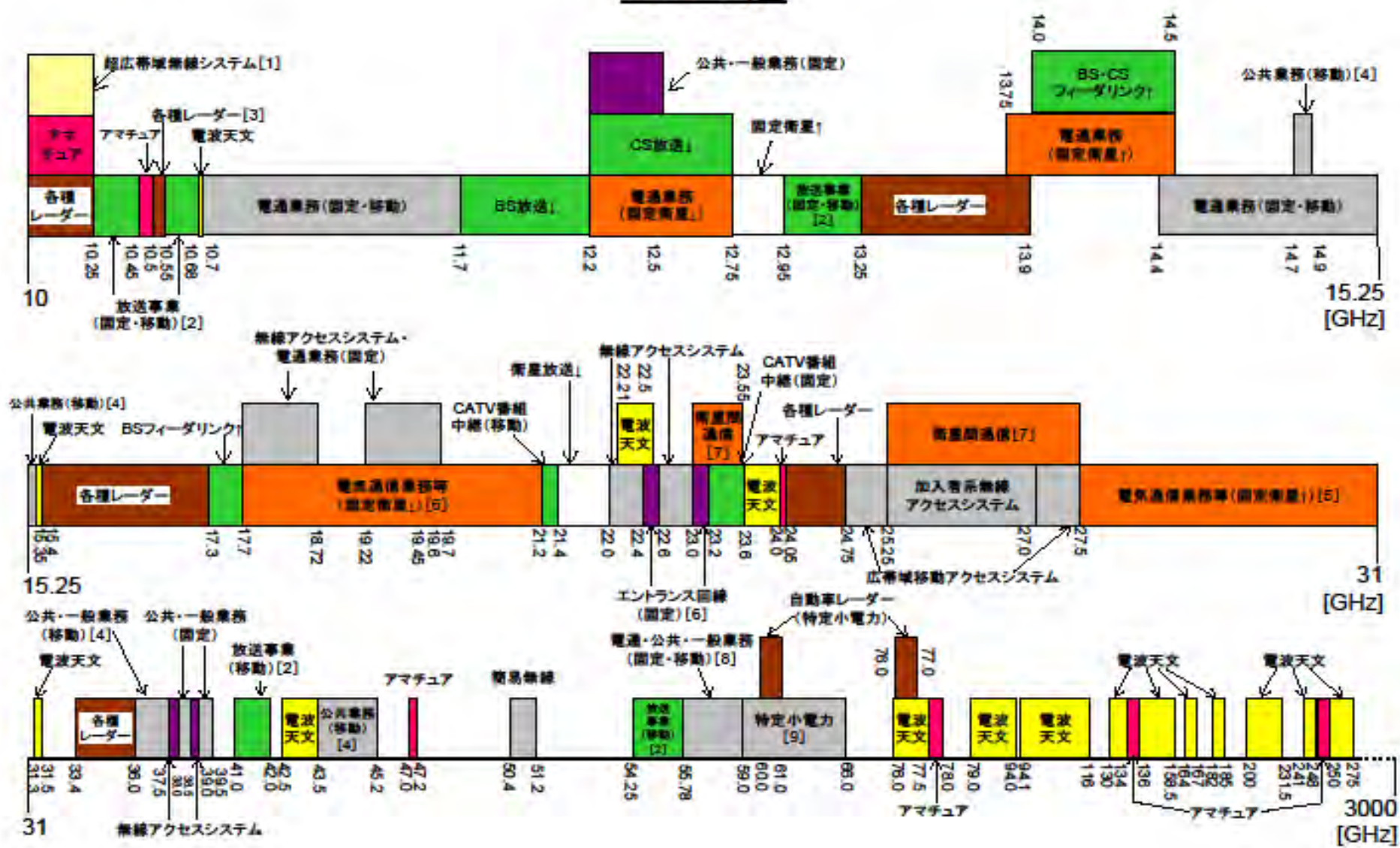
- 受動業務 (電波天文、地球観測等) : WRC-2012の議題
- 能動業務 : WRC-2016に向けてのアクションが必要

③ デファクトスタンダードの議論

IEEE802委員会

WPAN (Wireless Personal Area Network)の802.15において  
Terahertz Interest Group (IGTHz)が設置され活動中

## 10GHz超





## 電波の使用状況に関する補足説明

### 【10GHz超】

| 番号  | 周波数帯 (GHz)                                                           | 主 な 用 途 等                   |
|-----|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| [1] | 3400－4800MHz<br>7250－10250MHz                                        | 屋内限定での大容量データ通信用             |
| [2] | 10.25－10.45<br>10.55－10.7<br>12.95－13.25<br>41.0－42.0<br>54.25－55.78 | 放送事業者の番組素材の中継用              |
| [3] | 10.5－10.55、24.05－24.25                                               | 速度測定等のレーダー                  |
| [4] | 14.7－14.9<br>15.25－15.35<br>36.0－37.5<br>43.5－45.2                   | 公共機関の画像伝送                   |
| [5] | 19.7－21.2、29.5－31.0                                                  | データ中継衛星                     |
| [6] | 22.4－22.6、23.0－23.2                                                  | 携帯電話等の交換局と基地局との間の中継回線       |
| [7] | 23.0－23.55、25.25－27.5                                                | データ中継衛星                     |
| [8] | 55.78－59.0                                                           | 高速無線回線システム等                 |
| [9] | 59.0－66.0                                                            | ミリ波画像伝送用システム、ミリ波データ伝送用システム等 |