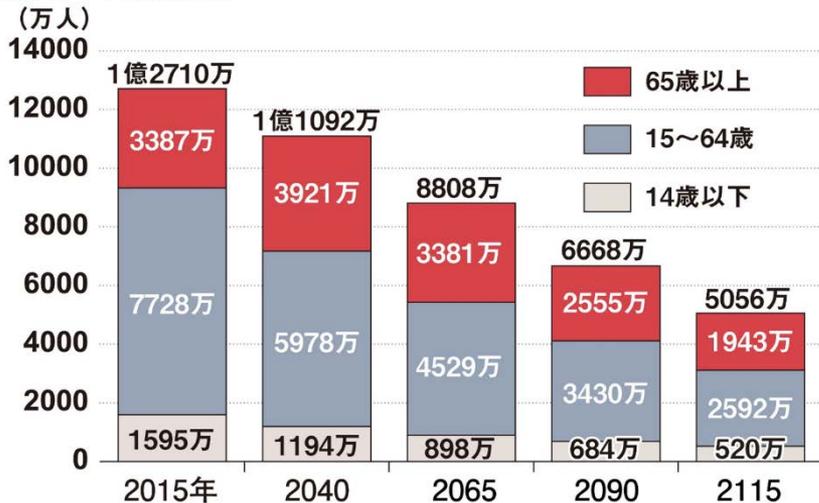


## 成長戦略WG ヒアリング発表資料等

**社会の姿**(静かなる有事)

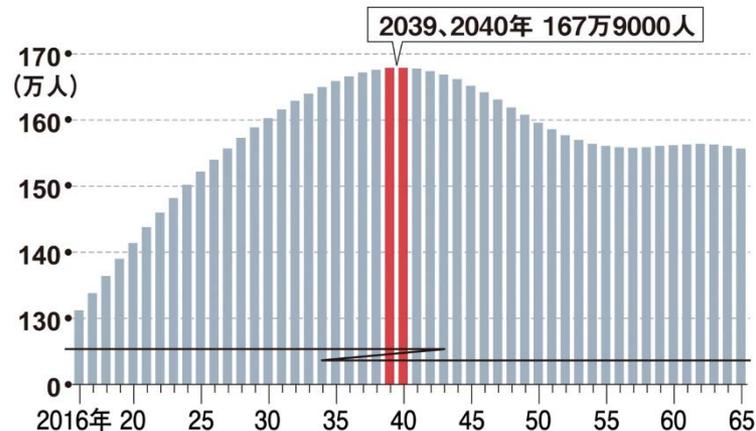
# 人口減少・高齢化・少子化・多死が進む

## 総人口の将来推計



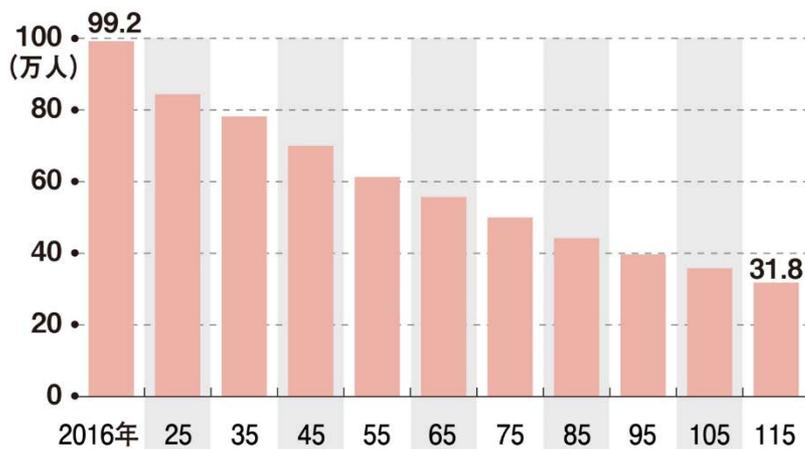
※国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口」(2017年推計)から

## 死亡者数の将来推計



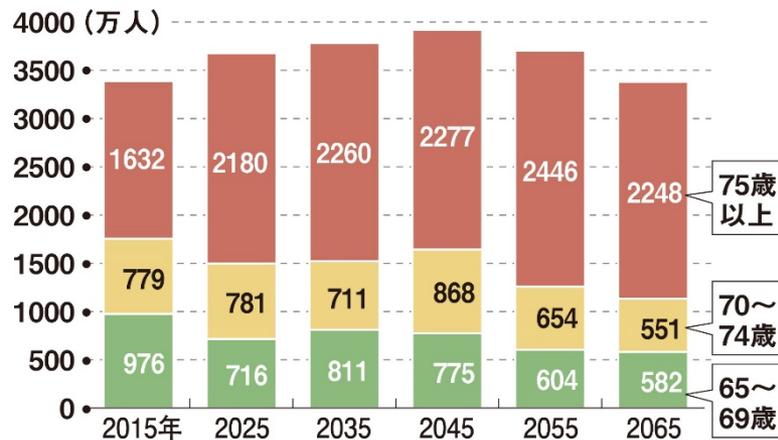
※国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口」(2017年推計)から

## 年間出生数の見通し



※国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口」(2017年推計)から

## 高齢者数の将来予測



※国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口」(2017年推計)から

# 我が国は未曾有の転換期を迎える

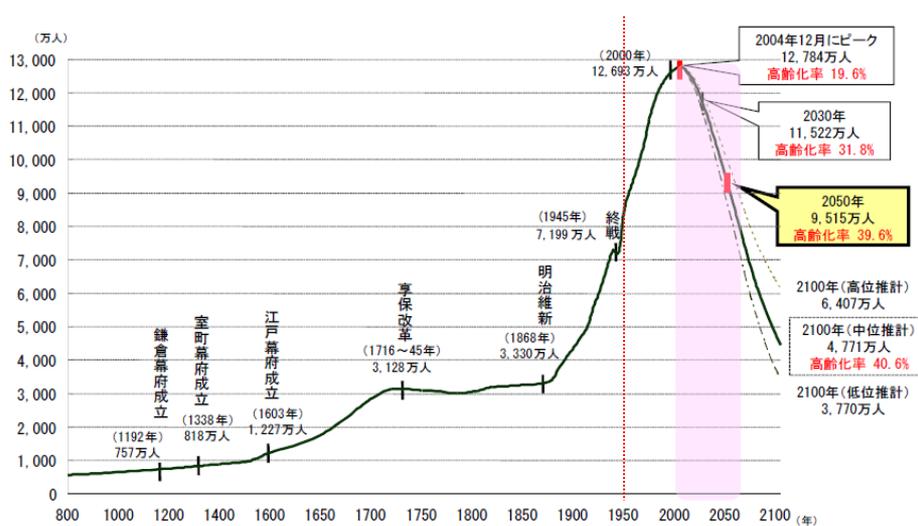
## 観点2：人口問題

- ✓ 我が国は急速に少子高齢化が進展するが、世界（特に発展途上国）は人口増大の流れ。
- ✓ 我が国の人口構造は“未曾有の転換期”を迎えている。即ち、経済や産業構造にもインパクト大。
- ✓ また、情報通信技術が発展している現在において、人口増大する発展途上国において、急速に新たな市場が立ち上がると思料。



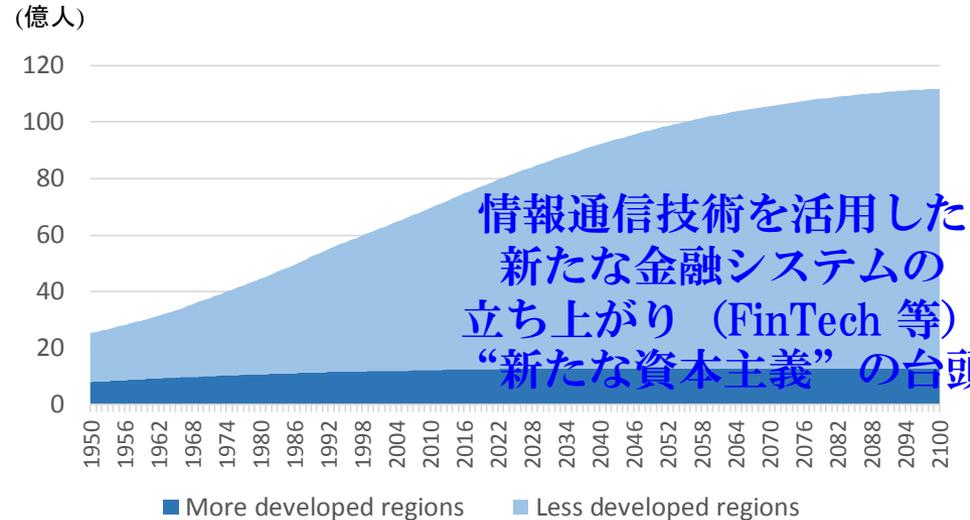
世界における「日本の立ち位置」を大局的に見つめる必要あり。

日本の人口の推移(推計値)



(出典)総務省「国勢調査報告」、同「人口推計年報」、同「平成12年及び17年国勢調査結果による補間推計人口」、国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(平成18年12月推計)」、国土庁「日本列島における人口分布の長期時系列分析(1974年)をもとに、国土交通省国土計画局作成

1950年～2050年までの世界人口の推移(中位推計値)



Source: United Nations, "World Population Prospects: The 2017 Revision"より日本総研作成

## 「2040年」の日本社会

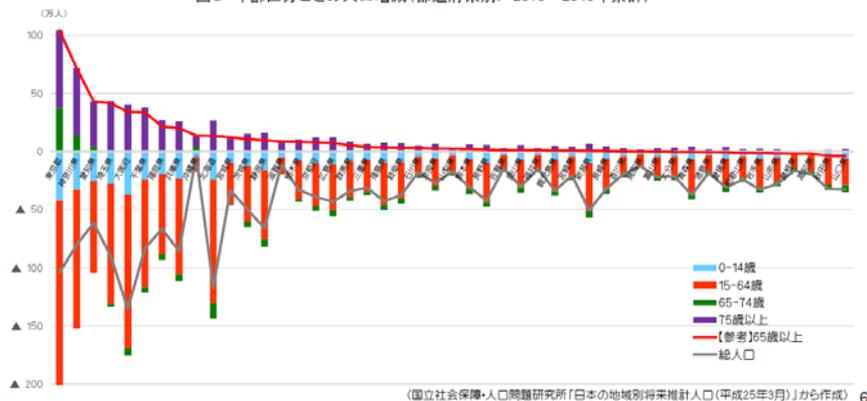
- 出生数 74万2000人
- 死亡数 167万9000人
- 自然減 88万2000人
- 高齢化率 35・3%
- 80歳以上 14・2%
- 認知症患者 953万人
- 「就職氷河期世代」が高齢化
- 低年金、無年金者の増加懸念

## 地方の人口減少・インフラの老朽化が進む

## 都道府県の人口増減

- 2040年までに高齢者(65歳以上)人口が大きく増加するのは、東京都、神奈川県、愛知県、埼玉県、大阪府、千葉県、福岡県、兵庫県など。これらの都道府県では生産年齢人口は大きく減少。
- 全ての都道府県で、75歳以上人口が増加し、年少人口(0~14歳)、生産年齢人口(15~64歳)が減少する。

図6 年齢区分ごとの人口増減(都道府県別/2015→2040年累計)



総務省自治体戦略2040構想研究会(第1回)事務局提出資料より

高度成長期以降に整備された道路橋、トンネル、河川、下水道、港湾等について、今後20年で建設後50年以上経過する施設の割合が加速度的に高くなる

《建設後50年以上経過する社会資本の割合》

|   | H24年3月 | H34年3月 | H44年3月 |
|---|--------|--------|--------|
| 道路橋<br>[約40万橋 <sup>注1)</sup> (橋長2m以上の橋約70万のうち)] | 約16%   | 約40%   | 約65%   |
| トンネル<br>[約1万本 <sup>注2)</sup>                    | 約18%   | 約31%   | 約47%   |
| 河川管理施設(水門等)<br>[約1万施設 <sup>注3)</sup>            | 約24%   | 約40%   | 約62%   |
| 下水道管きよ<br>[総延長:約44万km <sup>注4)</sup>            | 約2%    | 約7%    | 約23%   |
| 港湾岸壁<br>[約5千施設 <sup>注5)</sup> (水深-4.5m以深)]      | 約7%    | 約29%   | 約56%   |

注1) 建設年度不明橋梁の約30万橋については、割合の算出にあたり除いている。

注2) 建設年度不明トンネルの約250本については、割合の算出にあたり除いている。

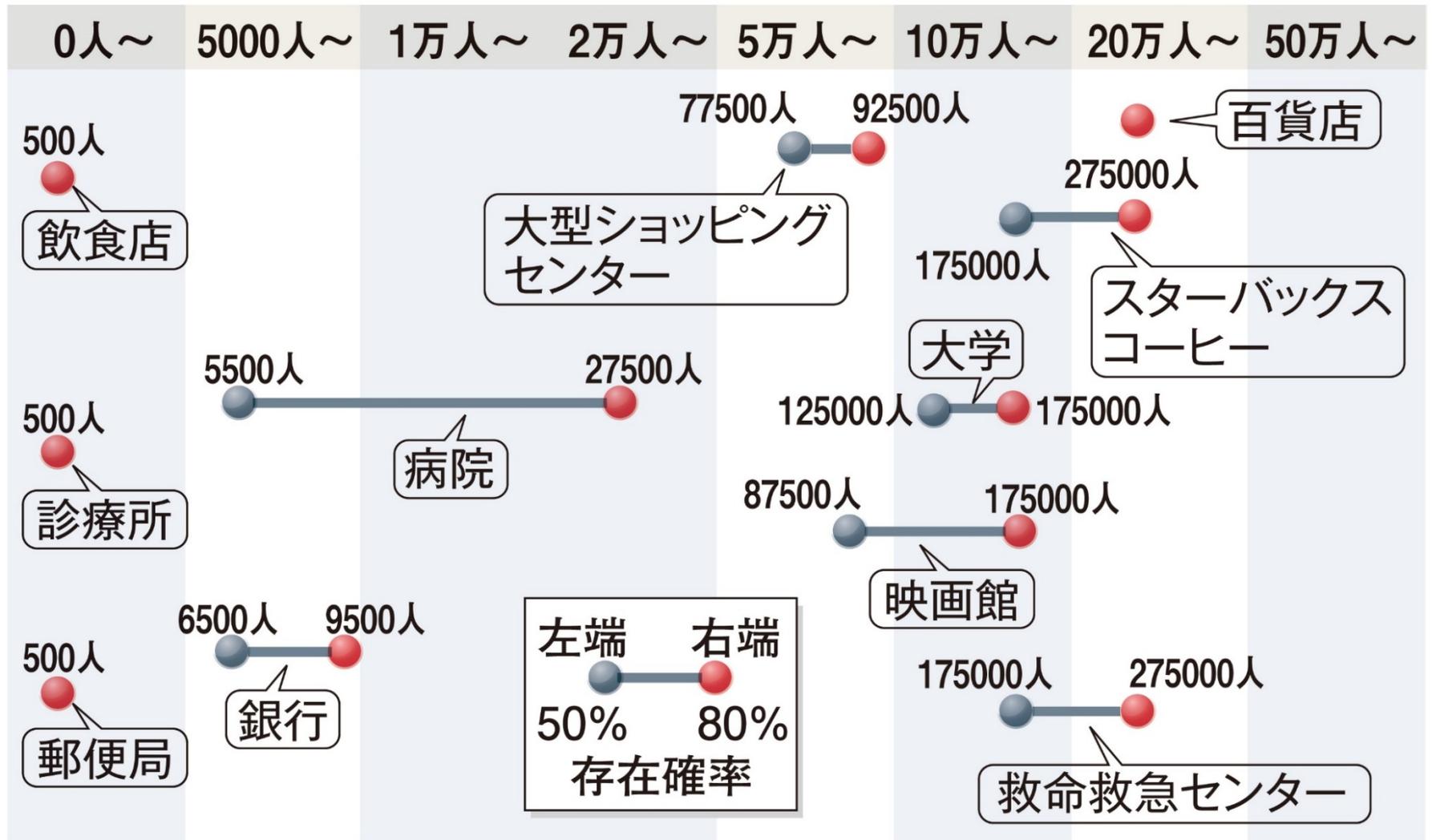
注3) 国管理の施設のみ。建設年度が不明な約1,000施設を含む。(50年以内に整備された施設については概ね記録が存在していることから、建設年度が不明な施設は約50年以上経過した施設として整理している。)

注4) 建設年度が不明な約1万5千kmを含む。(30年以内に布設された管きよについては概ね記録が存在していることから、建設年度が不明な施設は約30年以上経過した施設として整理し、記録が確認できる経過年数毎の整備延長割合により不明な施設の整備延長を按分し、計上している。)

注5) 建設年度不明岸壁の約100施設については、割合の算出にあたり除いている。

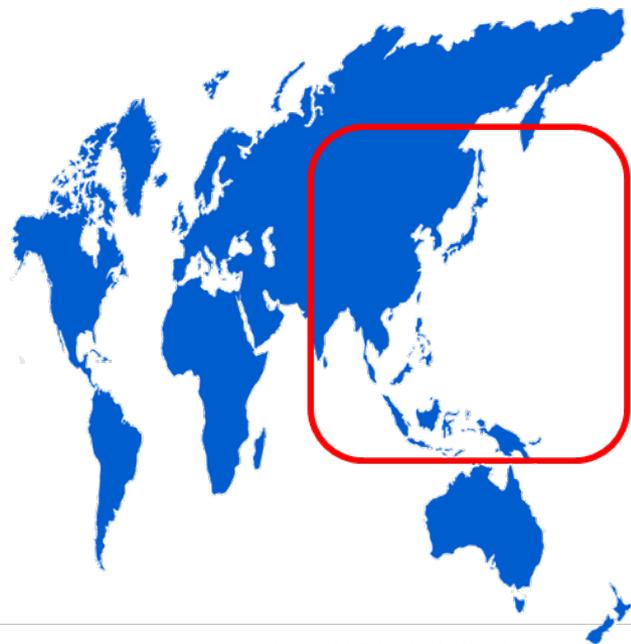
内閣府 第1回インフラ老朽化対策の推進に関する関係省庁連絡会議 参考資料より

## サービス施設が立地する自治体規模(3大都市圏を除く)

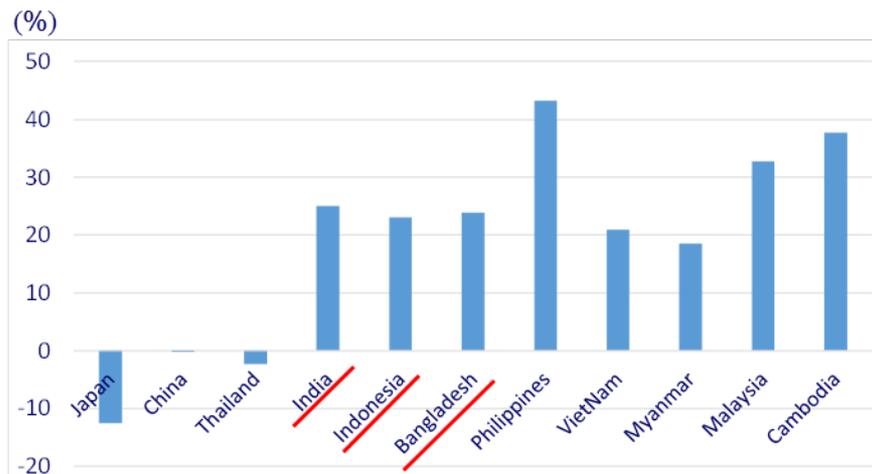


※国土交通省「国土のグランドデザイン」から

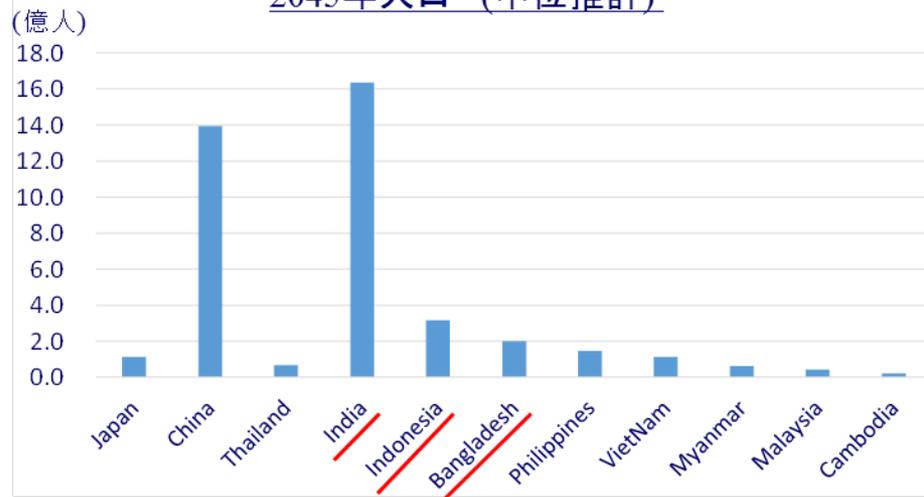
# 市場としても成長するアジア市場をどのように捉えるか？



2015年→2045年 人口増加率(中位推計)

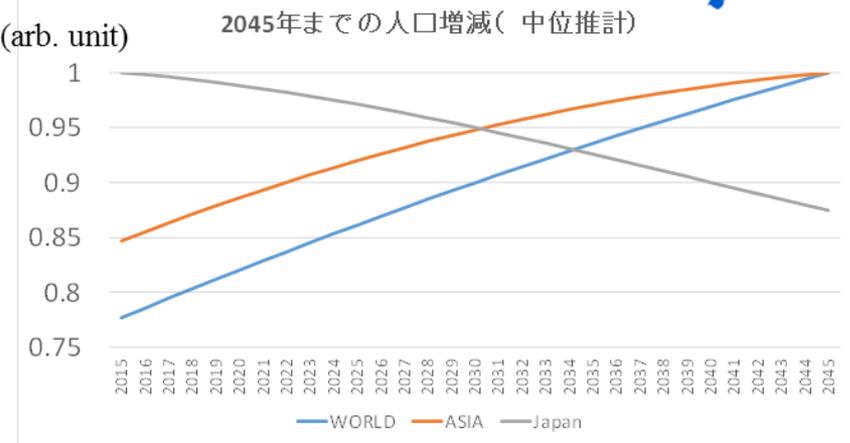


2045年人口 (中位推計)

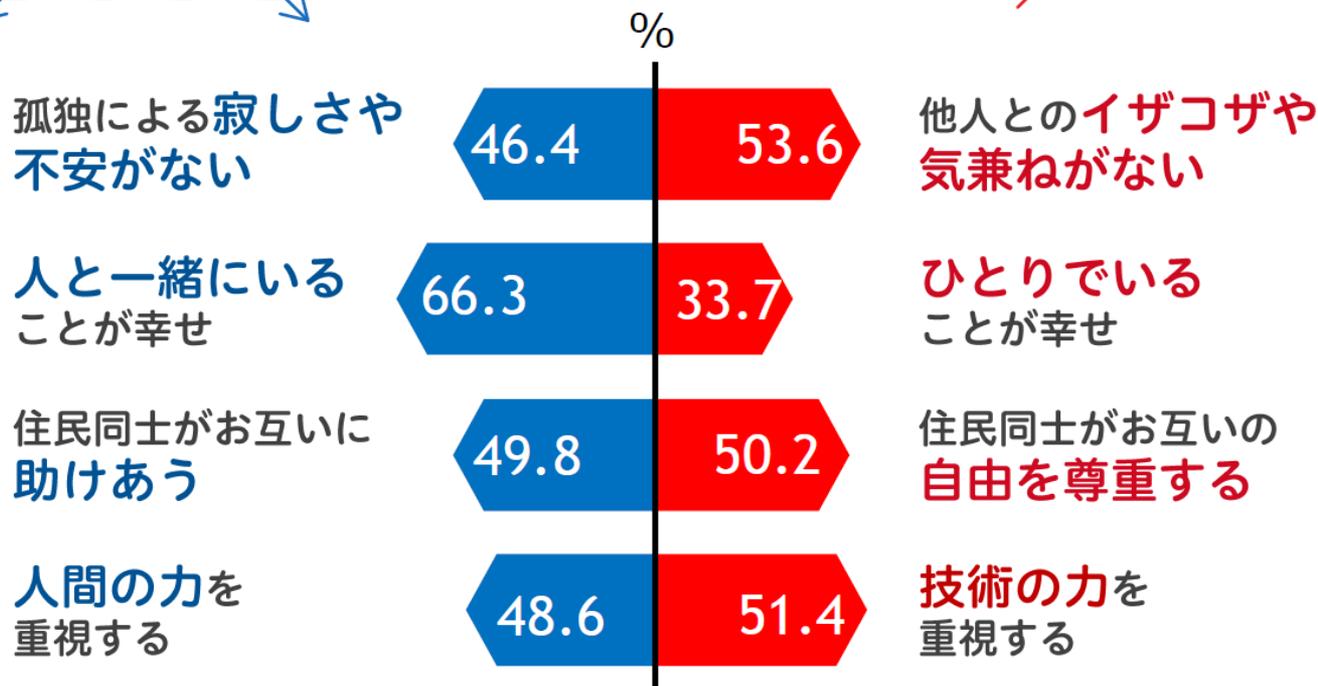


Source: United Nations, "World Population Prospects: The 2017 Revision"より日本総研作成

出典: 第3回成長戦略WG 東構成員発表



# 「互助」と「自助」への技術利用が進展する



【街の未来二択調査】全国15～69歳男女 3,300名

# 街と暮らしの変化がもたらすインパクト



技術の進歩が、意識を変え、行動を変えてゆく。

- **「居住」形態の変化**がもたらすインパクト  
→ 「定住」「同居」「都市」志向の揺らぎ、都市計画の再編・・・
- **「移動」行為の変化**がもたらすインパクト  
→ 「物流」「人流」の激変、交通インフラの再構築・・・
- **「所有」概念の変化**がもたらすインパクト  
→ 所有形態の多様化（私有・共有・総有・公有）・・・
- **「購入・利用」単位の変化**がもたらすインパクト  
→ 複数化/単数化による利用頻度の増減・・・

|          |                | 1970年代                                | 1980年代  | 1990年代            | 2000年代              | 2010年代                 | 2020年代         | 2030年代       |
|----------|----------------|---------------------------------------|---------|-------------------|---------------------|------------------------|----------------|--------------|
| 外部環境     | 経済環境           |                                       |         | ニューエコノミー          | 途上国の成長              | エコシステム                 |                |              |
|          | 産業構造           | 垂直統合                                  |         |                   | 水平分業（グローバルフォーカス）    |                        |                |              |
| ICT産業・技術 |                | GANG OF FOUR<br>(Eric Schmidt 2011)   |         |                   | MS/Intel/Cisco/Dell | Google/Apple/FB/Amazon |                |              |
| ①        | コンテンツ・アプリ・サービス |                                       |         | EC                | SNS                 | ビッグデータ<br>OTT          | 超臨場感伝送         |              |
| ②        | ICTサービス        |                                       |         | 検索エンジン            | クラウド                | IoT/機械学習               | 深層学習           | シンギュラリティ     |
| ③        | 有線通信           | 音声通信                                  |         | インターネット           | ブロードバンド             | SDN/NFV                | NW運用・管理統合・自動化  |              |
|          | 無線通信           |                                       |         | 2G                | 3G                  | 4G(LTE)                | 5G<br>コグニティブ無線 | 6G<br>超高周波通信 |
|          | 放送             | アナログ放送                                |         |                   | デジタル放送(HD)          |                        | 4K・8K          |              |
| ④        | 電話機            | 固定電話機                                 |         |                   | フィーチャフォン            | スマートフォン                | ウェアラブルフォン      | ウェアラブル       |
|          | コンピュータ         | メインフレーム                               | ミニコン/WS | デスクトップPC          | ノートPC               | タブレット                  | ペーパーPC         | IoTデバイス      |
|          |                | ダウンサイジング                              |         | パーソナル化/モバイル化/IoT化 |                     |                        |                |              |
|          |                | OS                                    |         |                   | WEBブラウザ             |                        | UX/音声認識        | BMI          |
|          | テレビ            | CRTテレビ                                |         |                   | 液晶テレビ               |                        | 有機ELテレビ        | 壁紙/立体TV      |
| ⑤        | FPD            | ブラウン管                                 |         |                   | TFT液晶               | OLED                   |                | Embedded D   |
|          | 集積回路           | バイポーラトランジスタ                           |         | CMOS (MOSFET)     |                     | プリンタブル化                |                |              |
|          |                | ムーアの法則（3年で4倍高集積化,トランジスタ当たりコストは年率35%減） |         |                   |                     |                        |                |              |
|          |                | 高集積化/低消費電力化                           |         |                   |                     |                        |                |              |
| ⑥        | 材料             | 半導体                                   |         |                   |                     |                        |                |              |
|          |                | シリコン                                  |         |                   |                     |                        |                |              |

# 2030年代のメガトレンド

生産性、持続可能性、個、つながりがキーワード

# 2030年代に向けたメガトレンド



持続可能性の追求



生産性の向上



個の力の増大



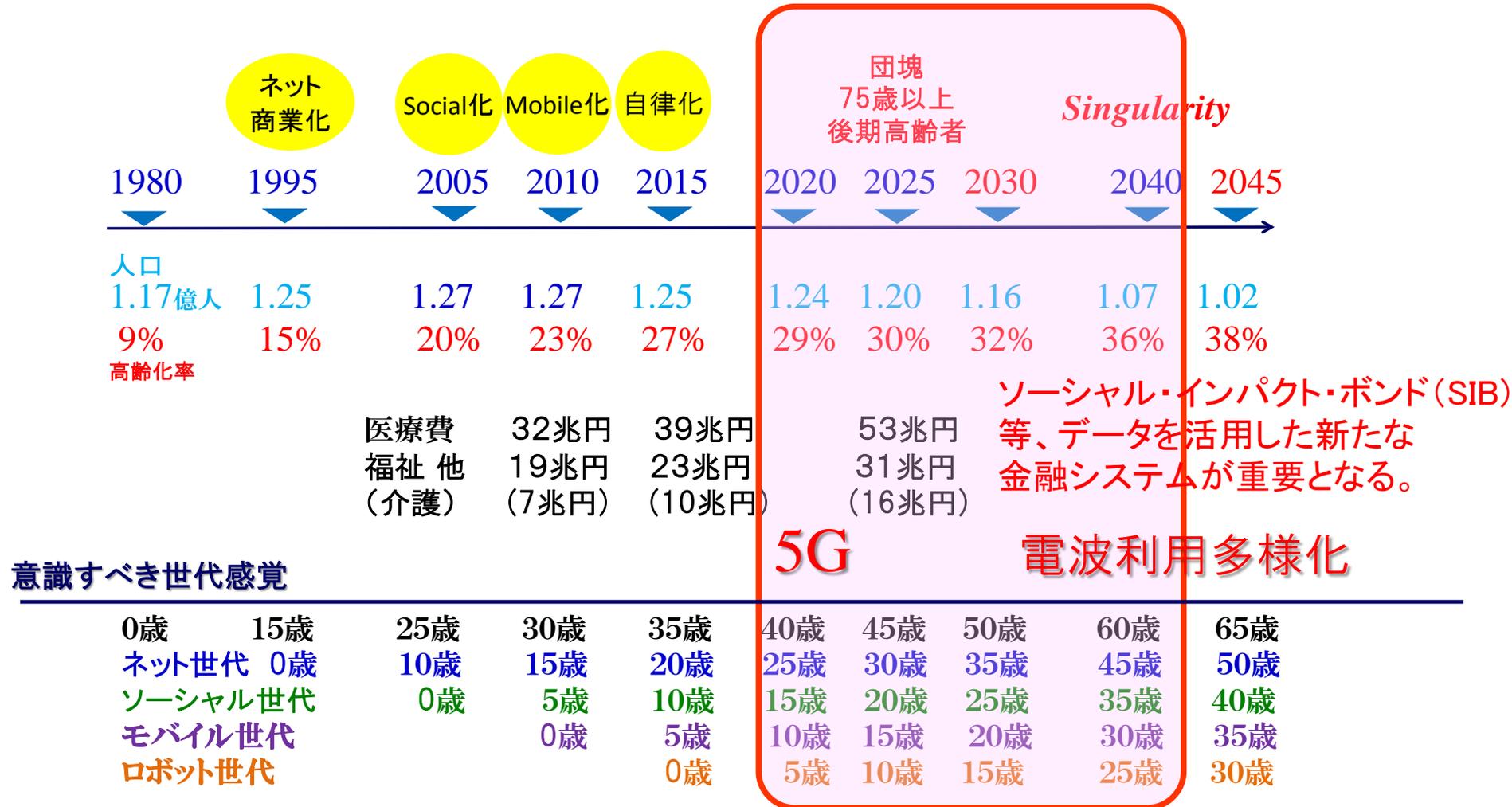
つながりの深化

# 変化の鍵となる技術は6G+α

## 2030年代の社会

| メガトレンド          | 社会・生活動向  | 変化要因  | 2030年代の社会    |
|-----------------|--|---|--------------|
| <b>生産性の向上</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・就労者の多様化               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 人生100年時代の到来</li> <li>- 多様な働き方の拡大</li> </ul> </li> </ul>                 | <div style="border: 2px solid red; padding: 10px; text-align: center;"> <p><b>ロボティクス</b></p> <p><b>スマートコントラクト</b></p> <p><b>フルパーソナライズ</b></p> <p><b>CPS</b></p> </div> <div style="border: 2px solid red; border-radius: 15px; padding: 10px; text-align: center; margin: 10px auto; width: 60px;"> <p><b>6G</b></p> </div> | 軽労・高度生産社会    |
| <b>持続可能性の追求</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・省資源利用の拡大               <ul style="list-style-type: none"> <li>- シェアリングの普及</li> <li>- 資源節約取引の拡大</li> </ul> </li> </ul>                  |   | スマート消費社会     |
| <b>個の力の増大</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・個人の価値観の尊重               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 個人による生産の拡大</li> <li>- マス・カスタマイゼーションの進展</li> </ul> </li> </ul>         |   | 自産自消社会       |
| <b>つながりの深化</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・サイバー世界の情報量が拡大               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 非言語領域（触力覚など）へ拡大</li> <li>- IoT（モノのつながり）の進展</li> </ul> </li> </ul> |   | リアル・サイバー融合社会 |

# 将来の日本の状況



HAL<sup>®</sup>のしくみ

HAL<sup>®</sup>について

# 03 READ

信号を、HAL<sup>®</sup>が読み取る

1/1,000~1/100,000

MORE INFO

脳から神経を通じて筋肉へ送られた信号は、非常に微弱な信号“生体電位信号”として、皮膚表面から漏れ出てきます。HAL<sup>®</sup>は独自に開発したセンサーを皮膚に貼り付けるだけで、その“生体電位信号”を読み取ることができます。その他、さまざまな情報を組み合わせて、装着者がどのような動作をしたいと考えているのかを、HAL<sup>®</sup>は認識しているのです。

01

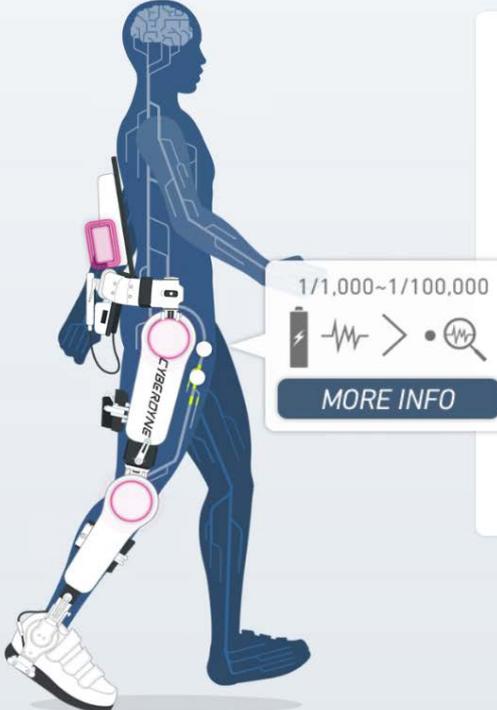
02

03

04

05

HAL<sup>®</sup>の活用分野




脳神経系の信号をロボットスーツが読み取りサポート  
 身体機能改善・機能再生治療等にも効果  
 ロボットスーツの情報をビッグデータとして電波を介して集約

出典：CYBERDINEホームページ  
 第1回 成長戦略WG 山海氏発表関連

# パワーバランスが変化する

## 個の影響力の拡大

| テクノロジー |         | 力の向上    |
|--------|---------|---------|
| 1990年代 | ネット販売   | → 販売力   |
|        | SNS     | → 発信力   |
| 2000年代 | スマートフォン | → 情報収集力 |
|        | C2C決済   | → 決済力   |
| 2010年代 | MOOCs   | → 学力    |
|        | 3Dプリンタ  | → 製造力   |

「個の影響力拡大が社会の変革を促進する」

情報社会トレンド1

## パワーバランスの変化

|          |        |          |
|----------|--------|----------|
| 市民と政府    | 社員と管理職 | 民意と報道    |
| 顧客と企業    | 男性と女性  | 警察とテロ    |
| 有権者の情報発信 | NGOの台頭 | ウィキリークス  |
| 口コミ      | 商品知識増大 | ショールーミング |

さまざまな力関係の変化が社会の変革を促す

**選択肢が多様な社会へ。**  
**一方で、変わりゆくパワーバランスを適切に捉え続けなければならない。**

- オンデマンドエコノミー
- アンバンドリング
- ギグエコノミー
- 3Dプリンタ

## 進化するモノ

## ソフトウェアの更新

ソフトウェアをインストールすると自動運転車に転換できる自動車が登場

## 教えられるロボット

アプリケーションを追加することで機能が拡大するロボットや、人が教えると作業を覚えるロボットが登場

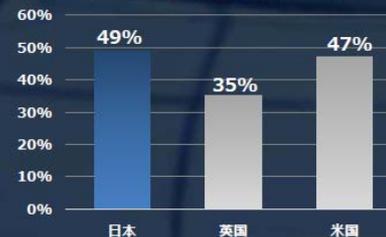
## 自己学習機能による自律動作

自己学習機能を持ち、自ら判断し自律的に行動する人工知能を搭載した自動運転車、ドローン、ロボット等も登場

ソフトウェアの更新や新機能追加で**価値が向上**

## 進化する価値は雇用の問題も生む

人工知能やロボット等による代替可能性が高い労働人口の割合（日本、英国、米国の比較）



人工知能に代替されにくいスキル等の教育

労働時間短縮

社会保障の考え方の見直し

**AIとの共生は社会のしくみの見直しも必要**

「進化する価値が既成概念の転換を促す」

情報社会トレンド3

**モノが自ら成長する時代に。  
原価償却、社会保障、雇用等の  
考え方の見直しが促される。**

コト消費

スマートマシン

進化するモノ

AIと雇用

## 対応その1 (イノベーションの本質の究明) [例3ブロックチェーンテクノロジー]

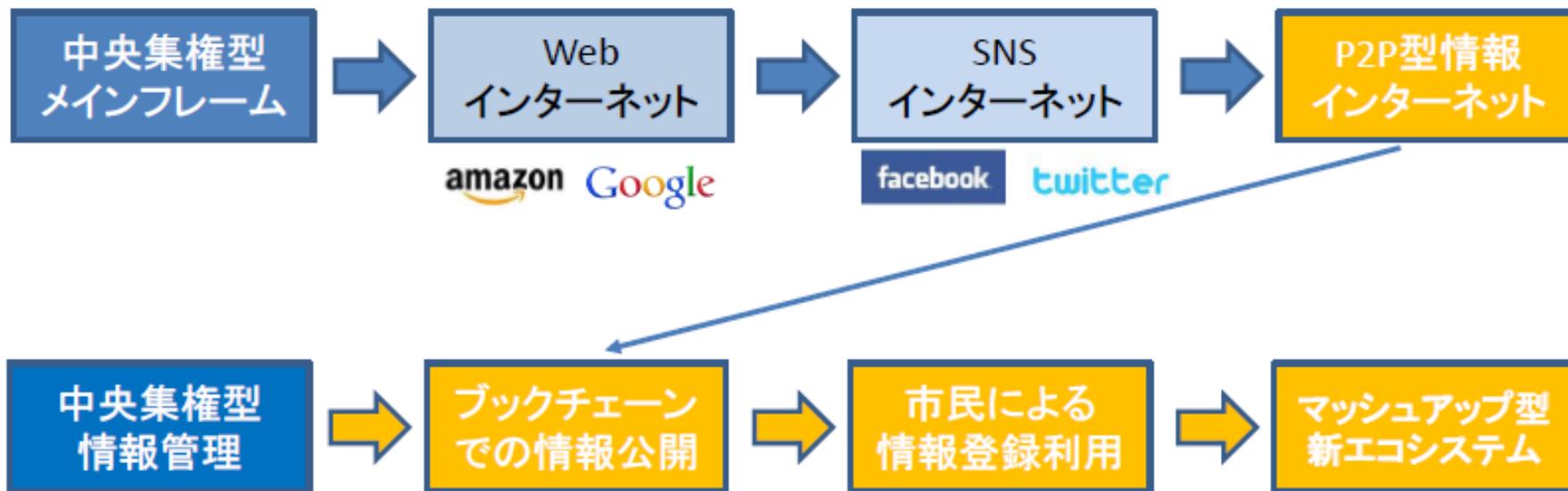
### ●コンピュータ・ネットワークにおけるインターネットの対比

VS

金融システムにおけるビットコイン (FinTech)

VS

情報管理におけるブロックチェーン



ブロックチェーンの持つ可能性は、分散/集中(囲い込み)/分散への  
回帰現象としてのFinTechを超えた情報管理革命！

# データ経済が発展する

## 2040年代の経済

### 新たな経済

### 新たな「資本」主義

(第4次産業革命から「資本主義革命」へ)

*Circular Economy*

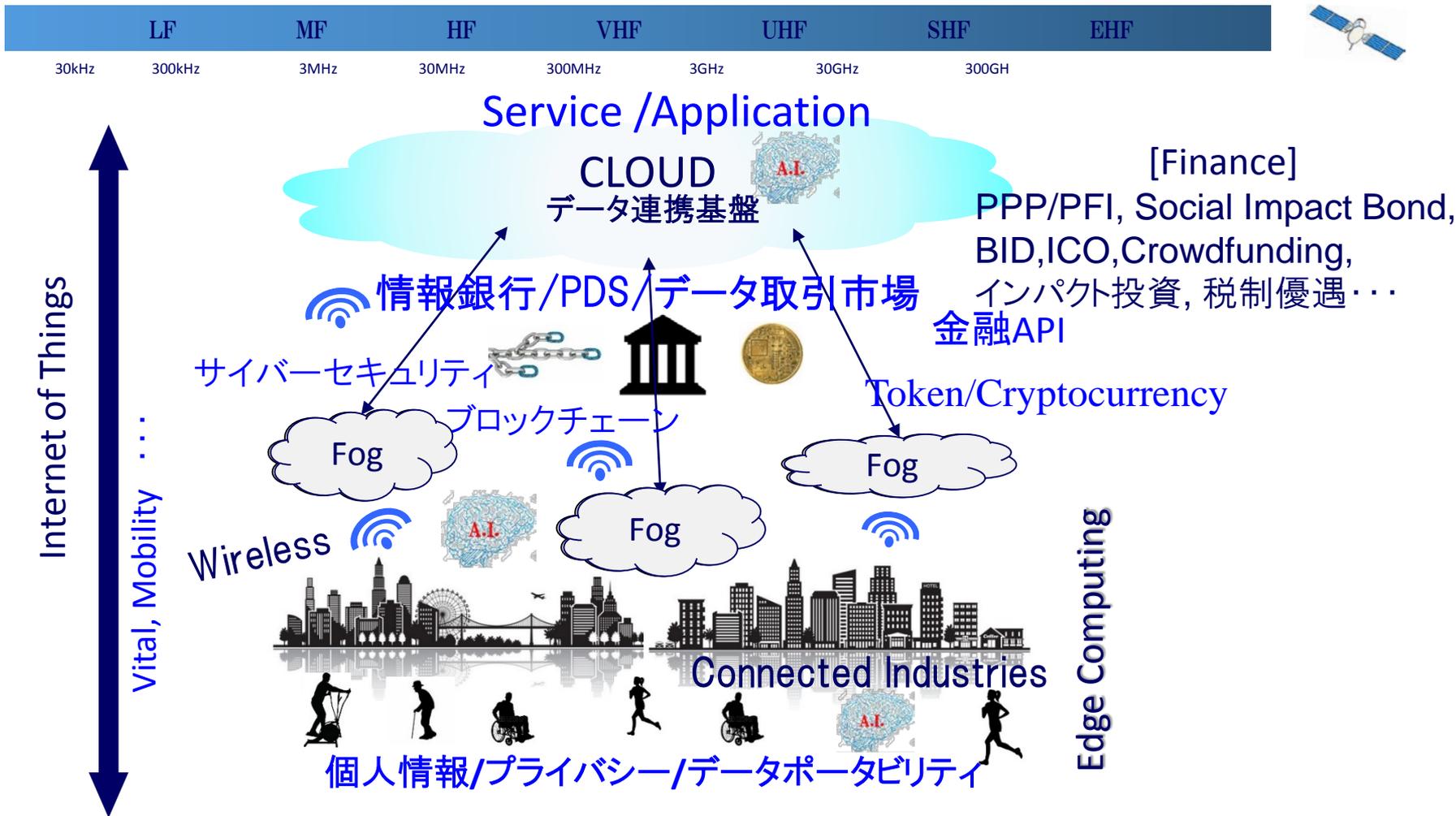
*Invisible Capital*

第一段階として

「貨幣経済」と「データ経済」の融合が起こり  
「個」がより力をより力を持つ時代に

# 人々の暮らし＝街づくり として社会を捉える

データが価値を持つData-Driven Societyにおいて周波数利用は必須であり、時代と共に多様化



### 様々なインターネット化

| 人  | 製造業   | お金   |
|--|---|--|
| <p>【クラウドソーシング】</p> <p>不特定多数の人から知識やノウハウ、サービス、作業等を募るクラウドソーシングは、オープンイノベーションの手段のひとつとして、大企業も含め活用が進む</p> <p>ex) Wikispeed等</p> | <p>【インダストリー4.0】</p> <p>部品や製造機械等に取り付けたセンサと、ヒト、生産計画、プロセス等を相互連携させ、調達・生産・出荷後までを含めたライフサイクル全体を最適化</p> <p>ex) Siemens, GE等</p> | <p>【仮想通貨】</p> <p>国家や中央銀行等の発行主体を持たず、分散化されたオープンな元帳により信頼性が担保される仮想通貨が、価値の流通を実現する</p> <p>ex) Bitcoin, Ethereum等</p> |



### 「オープンな連携が新たな社会のしくみを生み出す」

情報社会トレンド2

**分散型社会は透明性が高い。**

**ただし、主体者がいない。**

**社会受容の程度を注視する必要がある。**

APIエコノミー    ブロックチェーン    スマートファクトリー    社会のインターネット化



# 現在から2030年/2040年を予測して 社会課題からの未来



## 対応その2(具体策)〔「電波による産業のデジタル化」概念〕

### ●「産業のデジタル化」(デジタルトランスフォーメーション)の鍵を握るワイヤレス!

農林水産業⇒Connected Agriculture/Fisheries/Forestry over Wireless

工場 ⇒ Wireless Factory

運輸(自動車/鉄道/航空) ⇒Connected Car/Train/Airplane by Wireless

建設 ⇒ Wireless Construction for Workers and Construction machines

出版物・印刷物 ⇒ Wireless Media +Local Print

金融(銀行/保険/証券) ⇒ FinTech over Wireless

### ●デジタルトランスフォーメーションの手段とは？



**IoT+Big Data+AI over Radio Wave! ⇒ Wireless AI Computing**

出典:第5回 成長戦略WG 藤原構成員発表

# 情報革命

インターネット



IoT



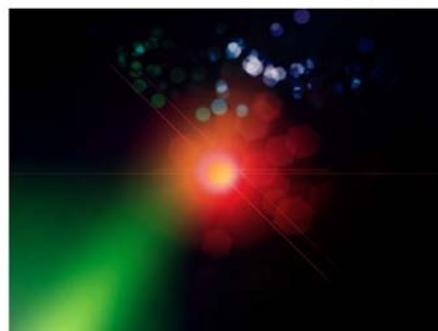
人工知能  
(Deep Learning)



人工知能はあらゆる産業の中心へ



より高い周波数帯の活用  
(Q/V帯など)



自由空間光通信の活用  
(光フィーダリンクや  
光衛星間通信など)

将来の日本の社会像

日本の社会の価値観・ライフスタイルの変化は益々進んでいく

将来の日本の社会像キーワード

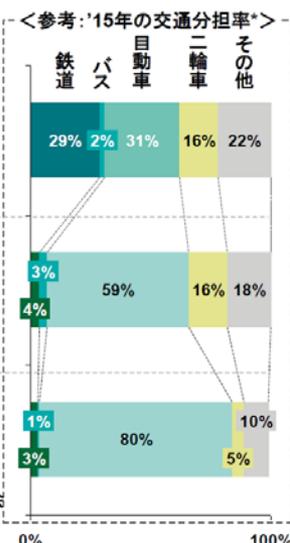
- ロングライフ** 高齢者層が増加:アクティブ層と共に生活弱者層も増加
  - ✓ 高齢者比率27%('16年)→32%('30年)
- リーン** 合理的・効率的な生活・消費が進展
  - ✓ 他者とのモノの共有に対する受容性33%(現代の40~50代)→39%('30年頃の40~50代)
  - ✓ シェアリング市場規模285億円('16年)→600億円('20年)
- グローバル** 外国人居住者・インバウンド観光客が増加
  - ✓ 外国人労働者105万人('16年)→468万人('30年)
  - ✓ 外国人観光客2404万人('16年)→6000万人('30年)
- スマート** エネルギー生成・消費の効率化・クリーン化が進展
  - ✓ 再エネ比率12%('14年)→22~24%('30年)
- デジタル** いつでも手軽・便利にツナガル生活・消費が当たり前化
  - ✓ デジタルネイティブ人口 割合14%('15年)→27%('30年)
  - ✓ EC市場規模12.6兆円('14年)→ 25.6兆円('21年)

\*:日本で携帯電話のインターネット接続サービスが開始された1999年以降に生まれた人口と設定

将来の日本の国土構造と交通体系

日本は地域毎に発展の仕方が異なり、交通体系も異なる

- 大都市圏域**
  - メガシティとしての集中化・発展
    - グローバル都市間競争の主体としての更なる発展を志向
    - 多様な交通手段が併存するマルチモーダル社会
- 地方圏域**
  - 都市機能の集約化が進展する中心部
    - 人口減少・財政悪化が進展する中、行政サービス効率化のために都市機能の集約化が進展
    - 公共交通も一定整備されたクルマ中心社会
  - 分散的に存続する町村部
    - 集約化する中心部の周縁に、引き続き低人口密度エリアが存続
    - 交通手段の選択肢が極めて限定的なクルマ中心社会



\*:国土交通省「全国都市交通特性調査」における調査対象都市類型の三大都市圏を大都市圏域、地方都市圏から中山間地域を除いたものを地方圏域中心部、中山間地域を町村部として区分

# 2030年代に起こりうることはさまざま

## 2030年代の『世界』

- ✓ 自動運転車が、世界の新車販売の25%を占める
- ✓ 米国/ロシアが有人火星探査を実現する
- ✓ 小惑星アポフィスが、1/450の確率で地球に衝突
- ✓ 中国の高齢者が4億人を超え、人口減少社会に突入
- ✓ 世界のエネルギー需要が4割増加する
- ✓ 宇宙太陽光発電システムが実用化する
- ✓ インフレ/デフレの制御が進み、景気変動が大幅減
- ✓ 総雇用の50%が、ロボット/AIに置換可能になる

出典：生活総研 未来年表（データ提供：Future Lab 未来人）

## 2030年代の『日本』

- ✓ 日本の総人口が1億1,100万人に
- ✓ リニア新幹線の大阪延伸が前倒しでこの頃に実現
- ✓ 完全埋め込み型の人工心臓が実用化する
- ✓ 国内の仕事の49%が、ロボットに置換可能になる
- ✓ 介護・医療ロボットの国内市場が4000億円規模に
- ✓ 日本の再生可能エネルギー発電量が現在の3倍に
- ✓ この頃までに巨大地震が発生する（50～60%）

出典：生活総研 未来年表（データ提供：Future Lab 未来人）

## 2030年代の『情報・通信環境』

- ✓ 世界中の図書館蔵書やTV映像が家庭で入手可能に
- ✓ ナノボットが脳内で活動し、クラウドコンピュータと接続する
- ✓ 量子コンピュータがネットワークセキュリティ技術の50%を無力化
- ✓ 匂いや温度なども記録・共有できるデバイスが実用化
- ✓ 中国が地球規模の量子暗号通信網を構築する
- ✓ 口座のない20億人が携帯電話で金融サービスを利用
- ✓ 5Gが12兆\$の経済波及効果を生む
- ✓ ウェアラブルを繋ぐインテリジェントコンピュータ市場が270億\$に

出典：生活総研 未来年表（データ提供：Future Lab 未来人）

## しかし、2025年以降の『日本の街』は・・・

- 超高齢化人口減少**
  - 日本人の平均年齢は約50歳に
  - 総人口に占める高齢者の割合が約3割でピークに
  - 高齢者の約6割が後期高齢者に（1975年は約3割）
- 単独世帯の増加**
  - 全都道府県で総人口が減少に転じる
  - 単独世帯が最多の1800万世帯（うち高齢者が4割）
- 住宅の空洞化**
  - 日本の4軒に1軒が空き家に（1998年は約1割）
  - 買い物に苦勞する高齢者が約600万人に

出典：総務省「国勢調査」、国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口」、国土交通省国土計画局「国土の長期展望 中間とりまとめ」

最悪のシナリオは、社会動態の変化によって買物等の家事や介護に苦勞する“日常生活難民”が街に溢れる状況

2030年代の革新的電波システムを実現

|                   | ～2030年   | ～2040年   |
|-------------------|--|--|
| <b>実現イメージ</b>     | <p>～5G～</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 短方向での超大容量×超大量接続×超低遅延のネットワーク。</li> <li>■ IoTの普及により、多様な機器にワイヤレス機能が搭載される。</li> <li>■ 低遅延が要求されるアプリケーションにワイヤレスが適用されるようになり、B2Bで多様なサービスが開発される。通信から制御へと機能が拡充することで、様々な分野・産業において生産性向上が図られる。</li> <li>■ 全国一律的な利用や一部都市のスマートシティ化に留まらず、様々な地域におけるきめ細かなニーズに対応するために5Gが使われる。</li> </ul> | <p>～6G～</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 双方向での超大容量×超大量接続×超低遅延のネットワーク。</li> <li>■ 通信に必要なモジュールがあらゆるものに受け込むため、ユーザは端末を介さず(意識せず)に通信を利用する。</li> <li>■ クリティカルなアプリケーションにもワイヤレスが使われ、高速な移動体の遠隔操作や、完全自律型ロボット等が社会へ普及。これにより、ヒトとモノの動きに依存する生産性低下から社会が解放される。</li> <li>■ ネットワークが個々人のニーズや感性に対応し、完全なパーソナル化が実現する。</li> </ul> |
| <b>(想定される)技術例</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ マイクロ波～ミリ波通信</li> <li>■ 伝送容量：10Gbps～</li> <li>■ 遅延：1msec</li> <li>■ 接続密度：10<sup>6</sup>台/km<sup>2</sup>～</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ テラヘルツ～可視光通信</li> <li>■ 伝送容量：100Gbps～</li> <li>■ 遅延：1msec未満（ほぼゼロ遅延）</li> <li>■ 接続密度：10<sup>7</sup>台/km<sup>2</sup>～</li> </ul>   |
| <b>課題等</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 容量や遅延等のスペックの揺らぎの解消(ベストエフォートから品質保証型へ)</li> <li>■ 既存セルラー網や衛星通信網などの他ネットワークとの協調、相互互換性の確保</li> <li>■ クリティカルなアプリケーションや分野へワイヤレスが使われるための社会的なコンセンサス</li> </ul>   |  |

# 2030年代のモバイルコミュニケーション (6G)

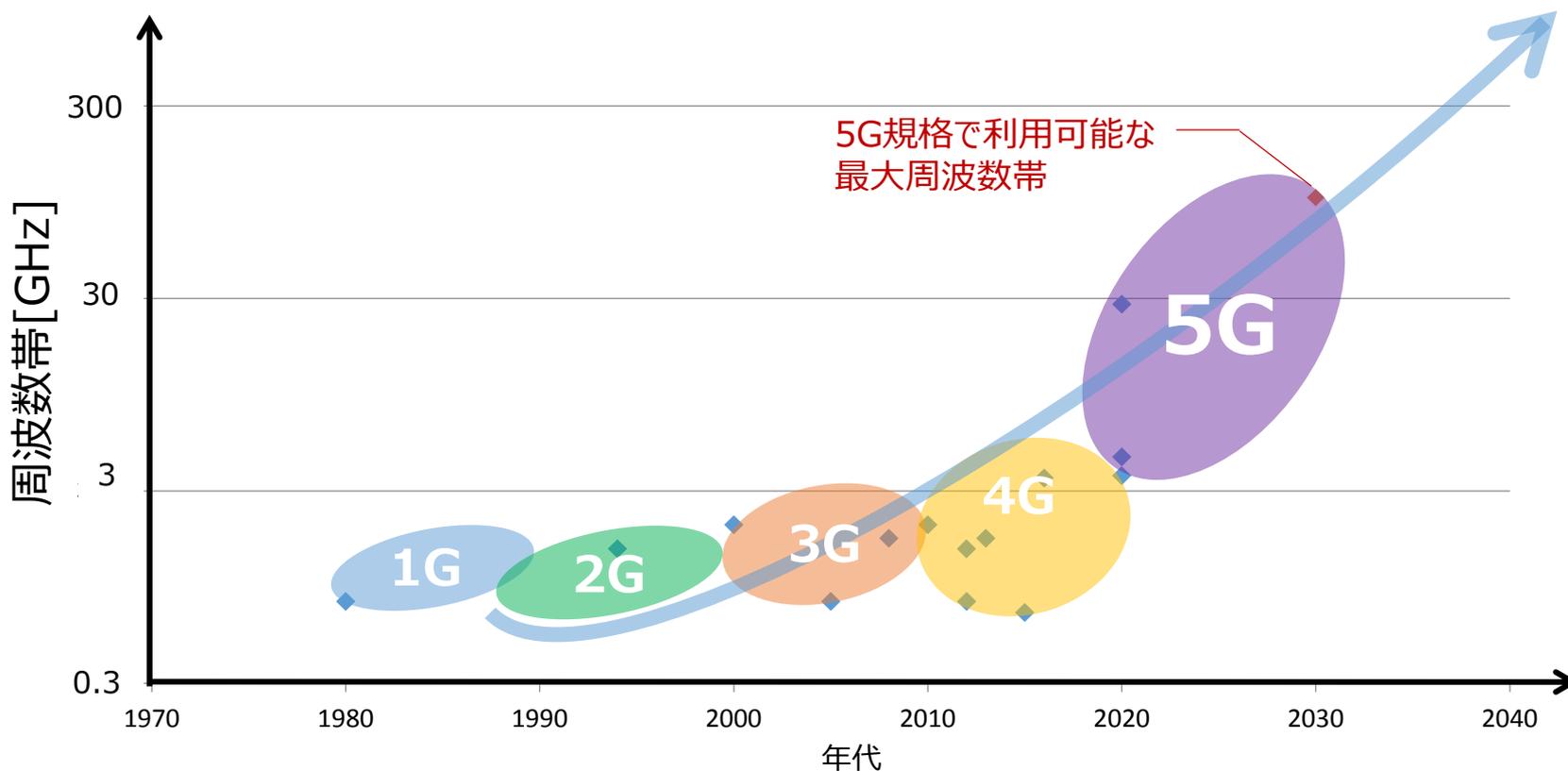
## 5Gを超える大容量と多様な性能 (速度、遅延、信頼性) 要求へ柔軟に対応する通信環境への進化



©2017 NTT DOCOMO, INC. All Rights Reserved.

## 今後の電波の使い方(1)

## より高い周波数帯を活用する方向へ

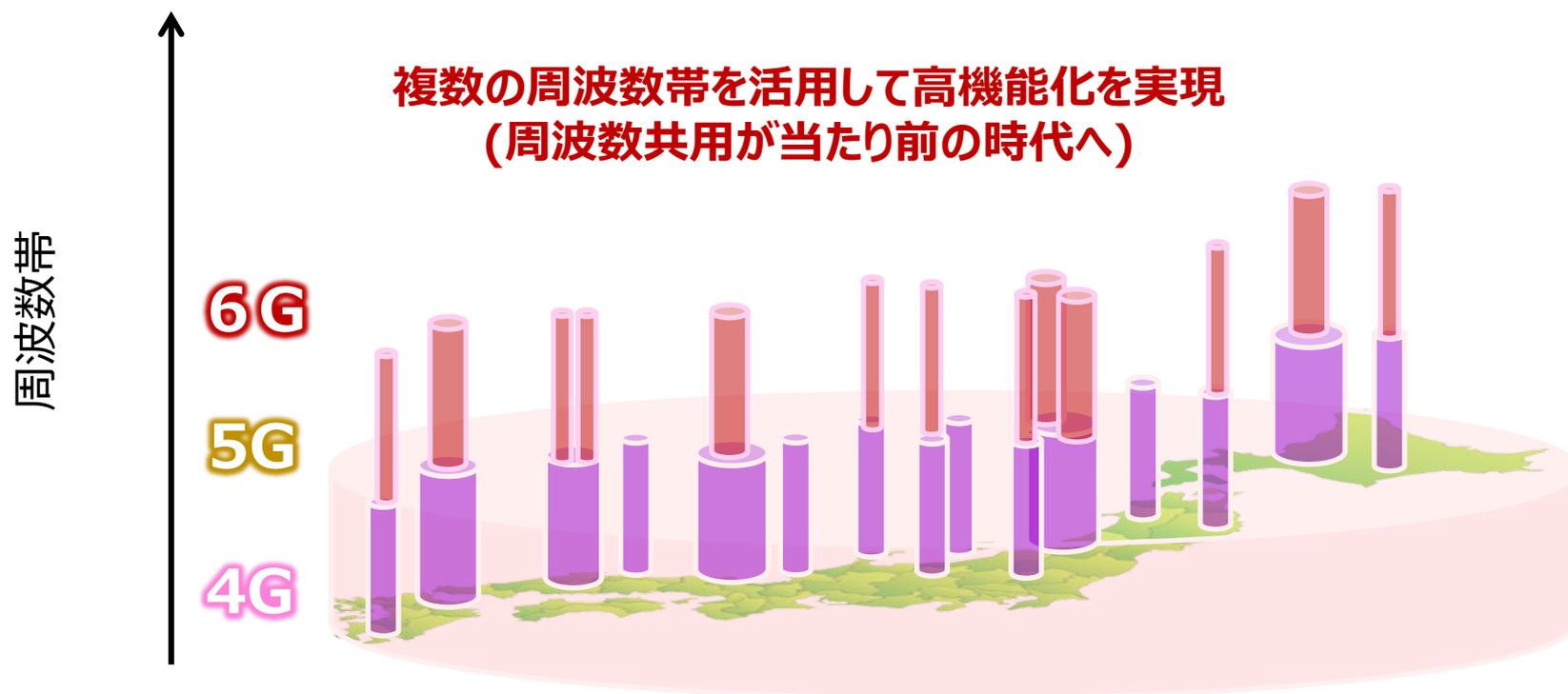


©2017 NTT DOCOMO, INC. All Rights Reserved.

30

## 今後の電波の使い方(2)

**多種多様な要求に応えるため、  
必要とされる場所に、適切な機能と周波数帯で展開する形態へ**



©2017 NTT DOCOMO, INC. All Rights Reserved.

31

～2030年

～2040年

実現  
イメージ

## ～スマート化～

- ナローバンド・ブロードバンドのワイヤレスIoT規格が多様な仕様(通信速度・頻度・カバレッジ等)を有するIoTニーズに対応することで、様々な分野・産業でIoTが普及する。
- とりわけIoT化が期待される工場や物流の現場では、生産や流通状況を「見える化」するために、センサーとワイヤレス活用が進み、サプライチェーンの効率化と生産性向上が図られる。
- ウェアラブル機器や生活の身の回りの様々な環境や空間にセンサー/通信モジュールが埋め込まれ、ワイヤレスIoTがスマートシティの実現を加速する。

## ～社会インフラ化～

- 6Gや衛星通信など様々な通信インフラ、動的な周波数割当を実装する共用技術、またネットワーク・クラウドとの連携により、ワイヤレスIoTが大規模なプラットフォームとして確立される。
- 膨大に収集された実世界情報の分析により、環境・エネルギーなど様々な社会課題の解決に利用されるようになる。
- MEMSやバイオ・医療技術と融合し、健康管理、予防医療の進展にも貢献。体内埋め込み型機器により、投薬システムの開発、難治疾患の治療が進展することが期待される。

(想定される)  
技術例

- IoT接続台数：～1,000億台
- IoTセンサ数：～1兆個
- Liバッテリー(エネルギー密度)：～500Wh/kg

- IoT接続台数：1,000億台～
- IoTセンサ数：1兆個～
- Liバッテリー(エネルギー密度)：～700Wh/kg

## 課題等

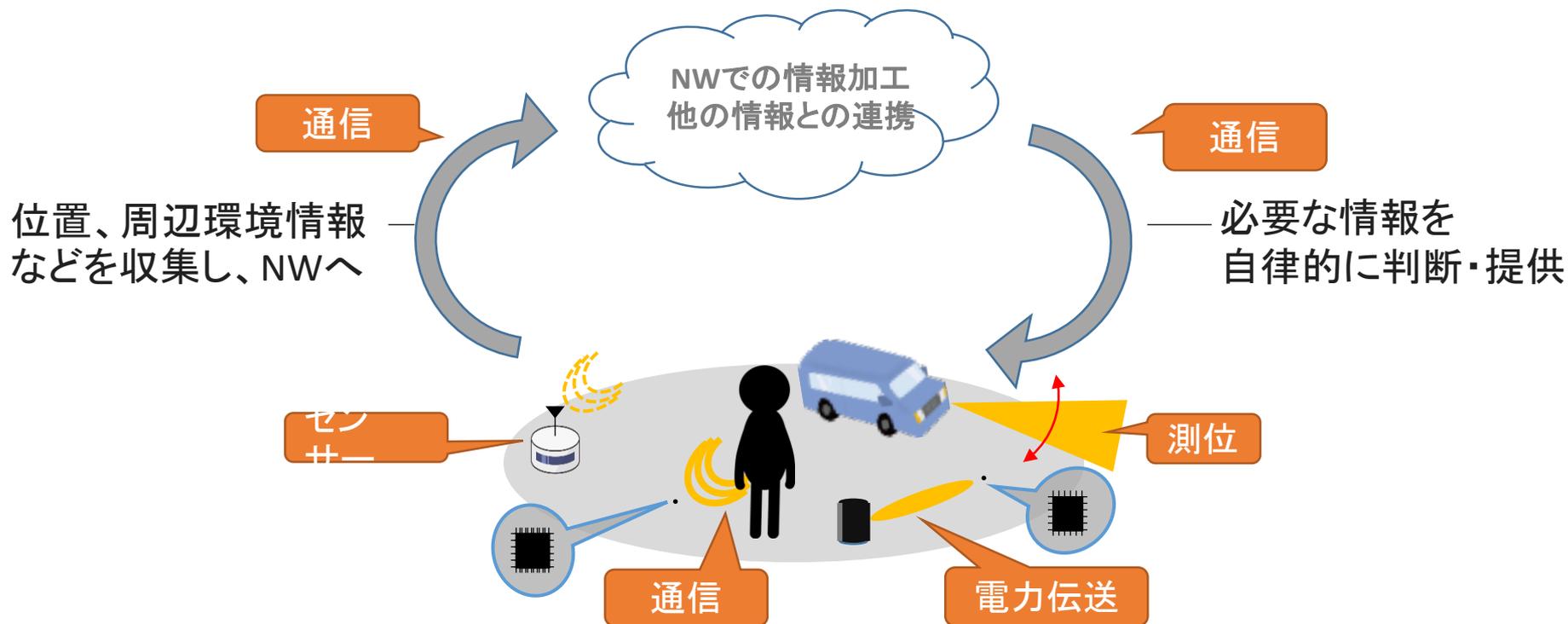
- 大量接続、広カバレッジ、低消費電力を実現する無線環境の実現
- IoT共通プラットフォームの標準化
- サイバー攻撃・電磁的事故の対象の増加、影響範囲の拡大

出典：第5回 成長戦略WG 三菱総研発表

## ●アンビエント社会では、様々な用途で電波の需要が増大

ユーザへのサービス提供や認証のための“通信”

- データ収集を行う“無線センサー”
- 位置を把握するための“測位”
- 遍在するデバイスに電力を供給する“電力伝送”、etc



2040年の社会環境想定

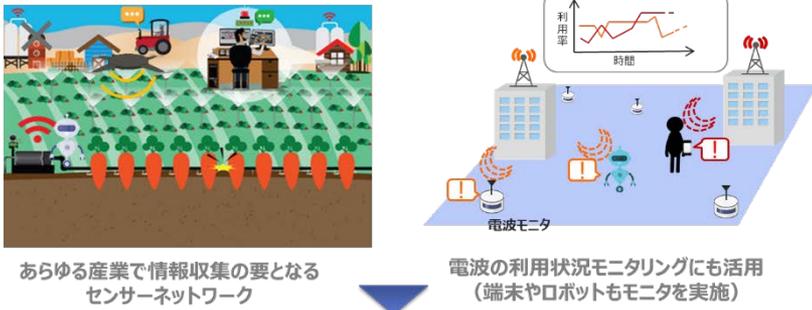
アンビエント社会の実現  
～ コンピュータが遍在化する時代へ ～

- 量子コンピューティング、チップの3次元実装技術などのハードウェア技術の発展に伴い、チップの極小化が進展
- 生物を含む、あらゆるモノに高性能チップが埋め込まれ、現実世界から情報を間断なく抽出し、解釈可能な時代へ



電波の利用 # 2 : センサー

- 人やモノ、電波利用の状態を把握するために、センサーの重要性はより高まる



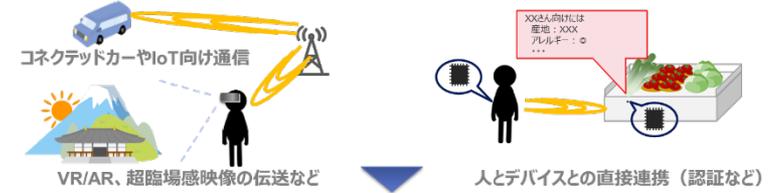
**実用化に向けた技術課題**

- 膨大なセンサーの管理・運用技術
- 様々な環境に設置されるセンサーへの給電方法
- 電波のモニタリングにおける、高い周波数を検出するための高密度配置方法

出典: 第3回 成長戦略WG KDDI発表

電波の利用 # 1 : 通信

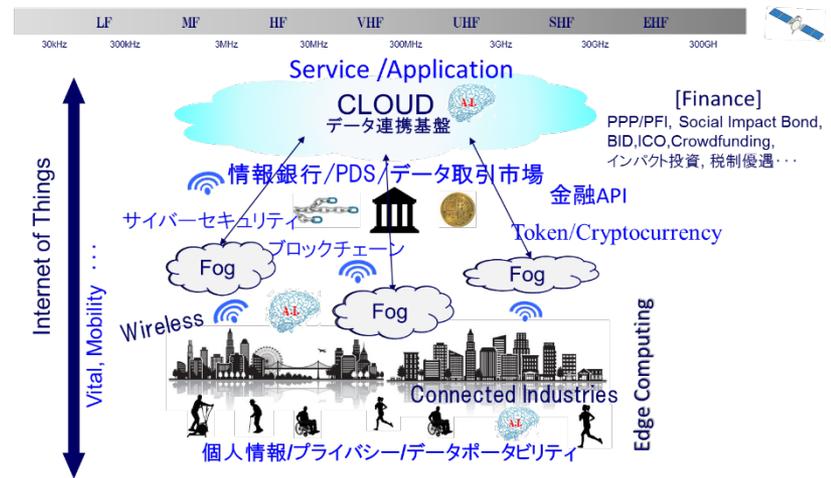
- エンドデバイスの多様化に伴い、通信への要求品質もより多様に
  - ✓ 5G時代のサービスもさらに高度化
  - ✓ 埋め込み型チップにより、人とモノの間の認証用通信などが登場



**実用化に向けた技術課題**

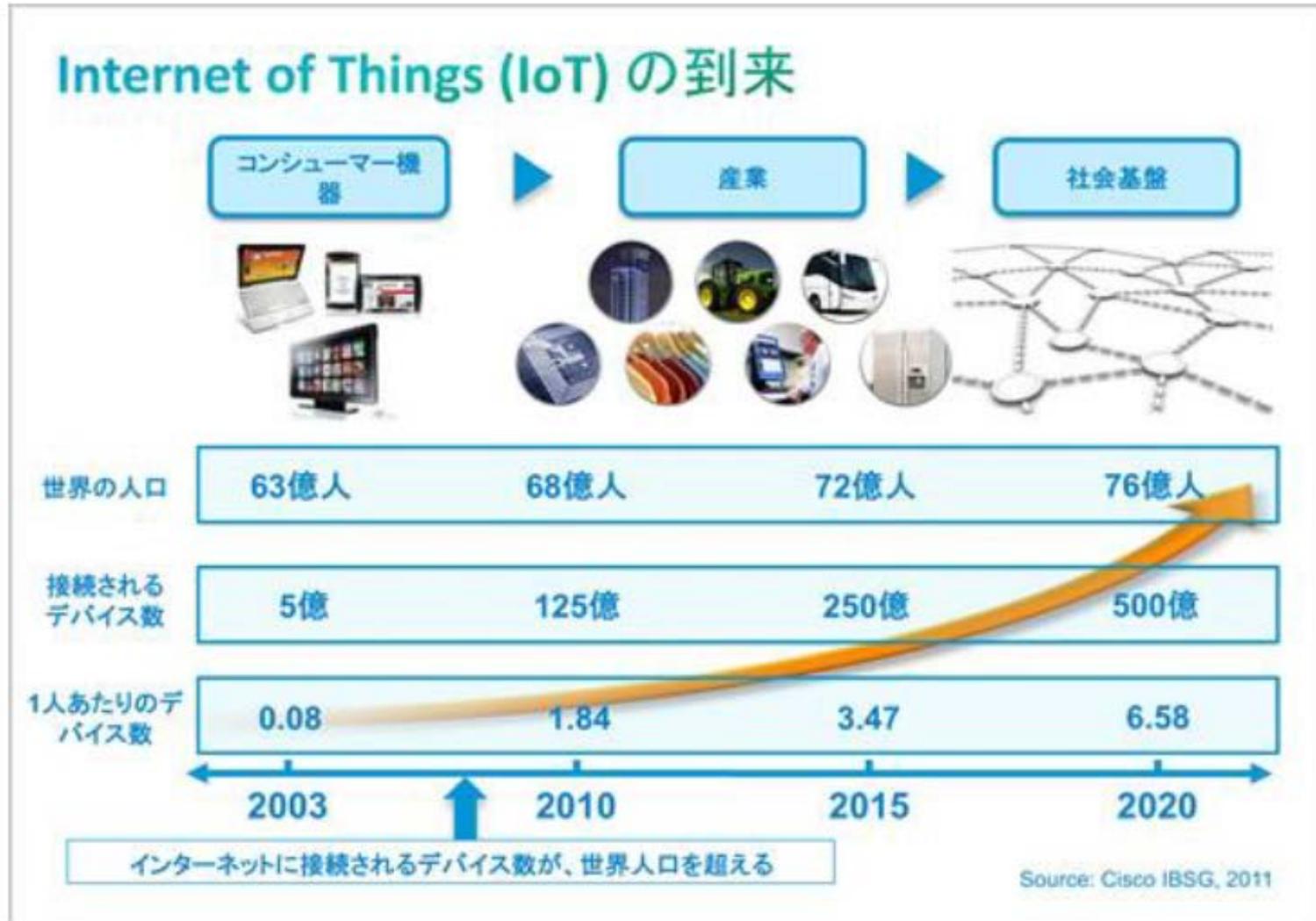
- 様々な要求品質に対応可能な柔軟な無線ネットワーク
- 伝搬特性の異なる複数の電波を活用
- デバイスが超高密度に存在する環境での干渉回避
- 遍在するデバイスの通信管理、etc...

人々の暮らし=街づくり として社会を捉える  
データが価値を持つData-Driven Societyにおいて周波数利用は必須であり、時代と共に多様化



出典: 第3回成長戦略WG 東構成員発表

# モノの接続が人間を超えた！ *ポータル*→*SNS*→*IoT*



～2030年

～2040年

実現  
イメージ

## ～コネクテッド・カー～

- コネクテッドを起点に、自動運転・シェアリング・電動化により次世代車両が普及する。
- 全自動車がクラウドベースの安全・管理システムと連携する等で、様々な情報が瞬時に集積・共有され、安全・効率的・快適な移動体験が実現する。
- 完全自動運転が実現し、移動中がハンズフリー・ストレスフリーとなることで、通信利用機会が増える。
- 自動車がパーソナルアシスタント化するとともに、ロボットタクシーや自動配送など新たなモビリティサービスも登場する。

## ～コネクテッド・モビリティ～

- 陸・海・空・宇宙へと、ワイヤレスと連携した新技術が実用化され、モビリティインフラ革命が起きる。
- ヒト・モノの輸送に係るあらゆるインフラやシステムの連携等により、大量輸送交通機関や個人のモビリティ、物流システム等が自動化される。
- 事故が無くなるとともに、移動手段が均等化することで車両等の使用が困難な多くの人々が様々なモビリティサービスを利用できるようになる（「モビリティ・アズ・ア・サービス」）。

(想定される)  
技術例

- 自動運転：レベル4(完全自動走行)
- 測位精度：誤差数cm以内
- 環境認識距離 (LIDAR等)：～数百m

- 自動運転：道路本線以外における自動走行、海・空・宇宙空間における自動運転
- 測位精度：誤差数mm以内
- 環境認識距離 (LIDAR等)：～数km

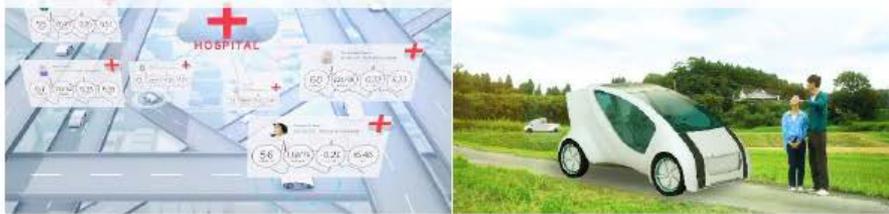
## 課題等

- 各種モビリティシステムにおける安全性・セキュリティ性の向上
- 周辺環境に関する大量のリアルタイムデータの流通を可能とする通信インフラ環境の整備
- 安全基準の策定、責任所在の明確化

出典：第5回 成長戦略WG 三菱総研発表

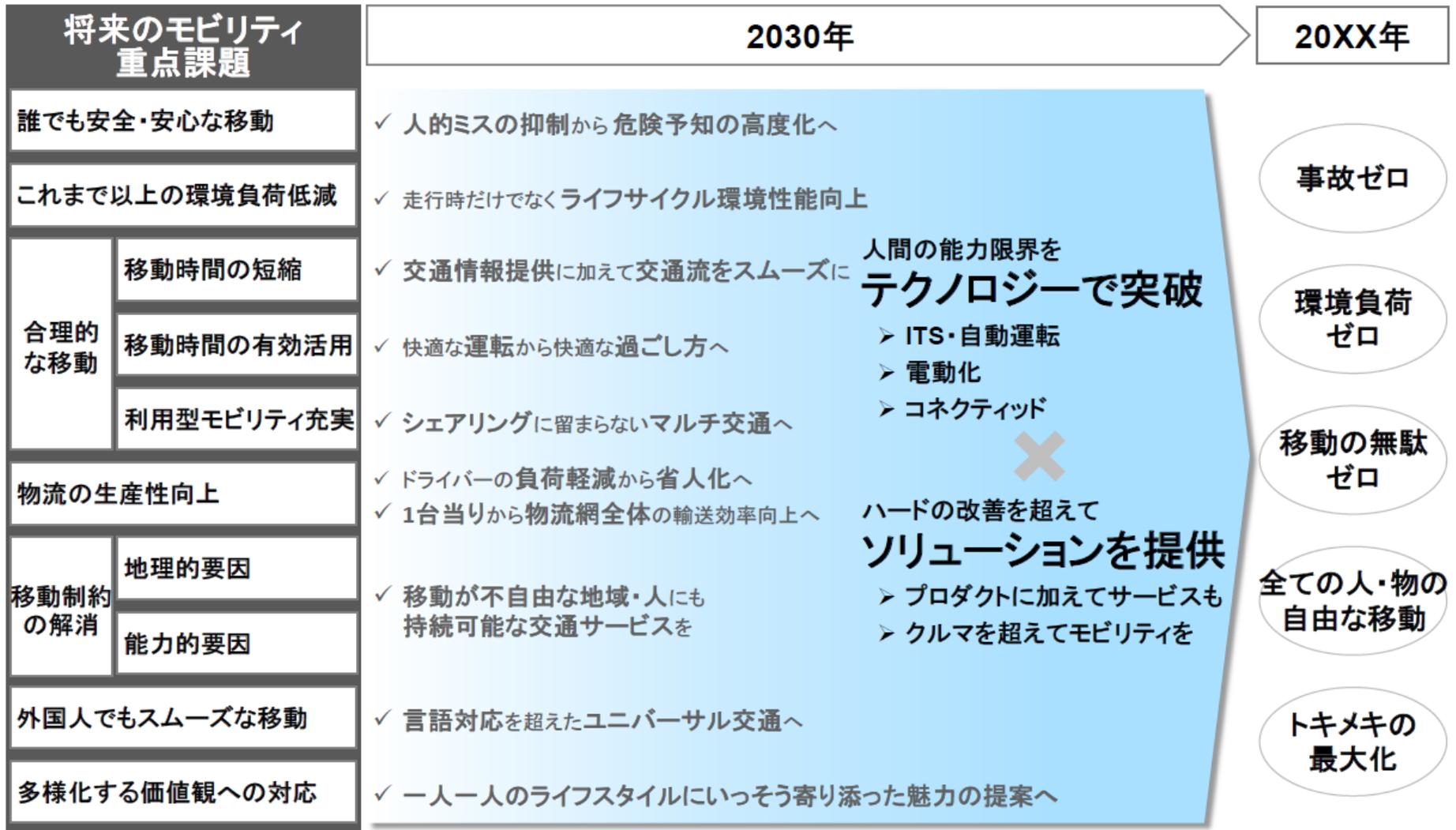
2030年のモビリティ社会イメージ

2030年には、飛躍的に進化したモビリティ社会を実現する



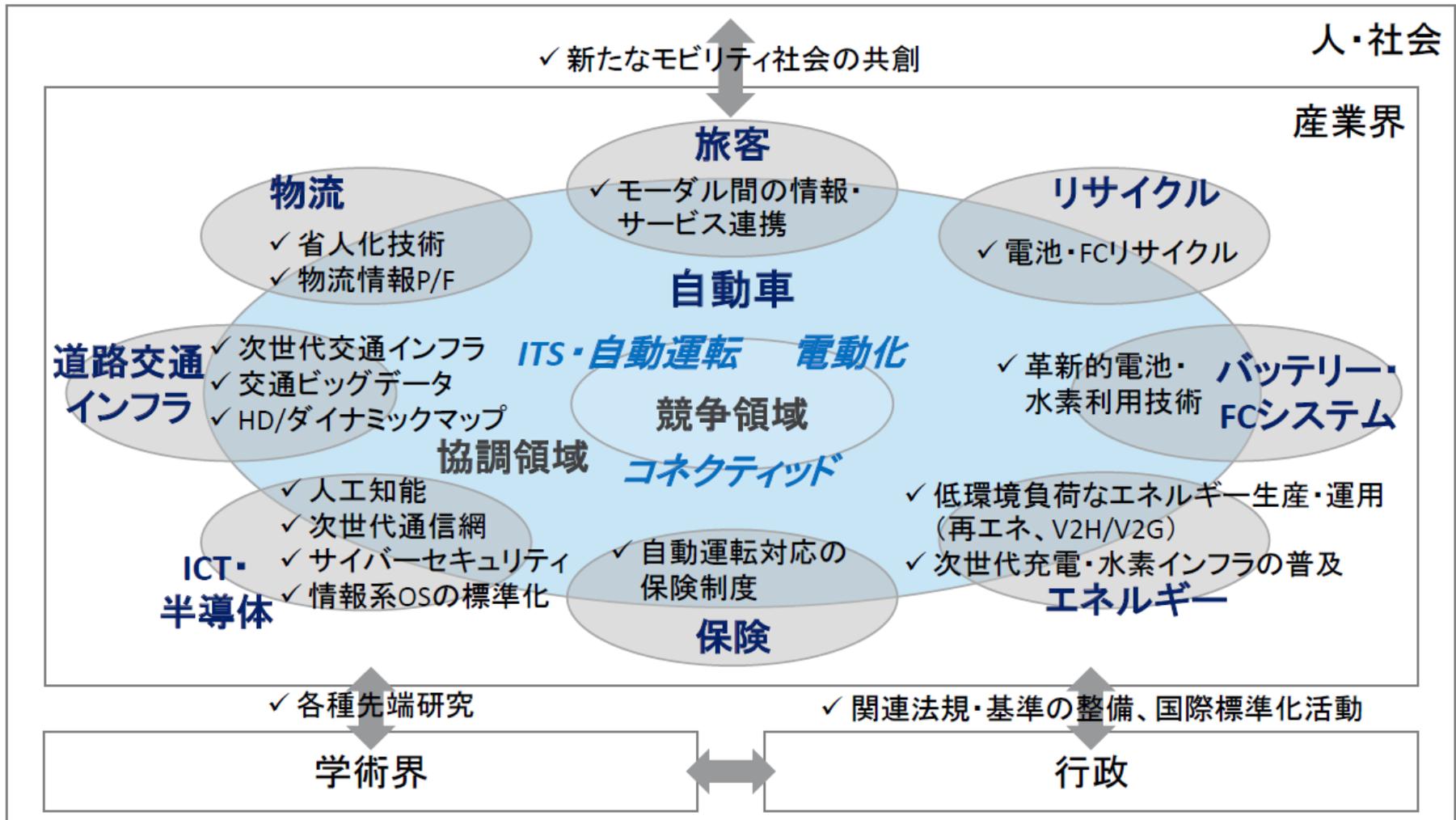
## 2030年のモビリティの方向性

## 2030年をマイルストーンに、「感動」に繋がる取組みに挑戦し続ける



2030年のモビリティ実現に向けたエコシステムの形成

業界内外の協調的取組みを拡大し、モビリティの未来を引き寄せる



～2030年

～2040年

実現  
イメージ

## ～フルワイヤレス～

- 機器間等、短距離・小電力の屋内外での給電。
- 家電や機器間では、通信とワイヤレス給電の融合によるバッテリーレスなネットワークを組むことができ、フルワイヤレスになる。
- 次世代自動車のうちWPT搭載車が普及し、自宅の駐車場に設置した給電設備から充電、屋外移動時は自動車やドローンにスタンドや駐機場に設置された自動給電施設からワイヤレスで充電できる。

## ～バッテリーレス～

- 長距離・大電力の屋外で給電がインフラ化。
- あらゆる場所に給電設備が整備され、バッテリーレス端末も実用化される。対応端末・設備とネットワークが融合し真のスマート社会が実現する。
- 家庭内電源もフルワイヤレス化し、EVの走行中給電が可能になる。家庭から通信と電力のための配線が消え、太陽光発電・風力発電の施設から送電線が消える。

(想定される)  
技術例

- 電力：数W～
- 伝送距離：数cm～
- 伝送方向：短方向/1対1給電

- 電力：数十kW～
- 伝送距離：数十m～
- 伝送方向：双方向/1対多給電

## 課題等

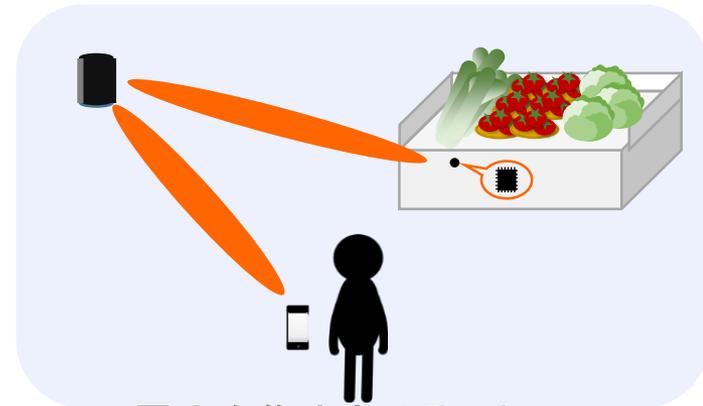
- 効率的な電力伝送技術や安全かつ利用環境に依存しないシステム開発・実現
- 人体防護、電磁干渉、大電力でのワイヤレス電力伝送時の妨害波低減技術の開発
- インフラとしてのWPT対応設備の整備、そのための規格標準化

## ● 遍在するコンピュータへの電力供給に利用

✓ 電源ケーブルが引けない場合や、少し離れたデバイスに手軽に給電



広く一面に発射し、  
複数のデバイスをまとめて給電



電力を集中させることで、  
より遠方のデバイスにも給電

### 実用化に向けた技術課題

伝送距離を延ばすための、効率的な電力伝送技術

給電対象の周辺環境に依存しないシステム

小型軽量化などの実装技術

安全かつ効率的なシステム制御

～2030年

～2040年

## ～次世代衛星通信インフラ～

- 従来のFSSに対して、スループットを大幅に向上させたHTS(大容量衛星通信)を中心に高速化が図られるとともに、高周波数帯利用が進展する。
- 他方、大容量・低遅延を実現する低軌道コンステレーション等の非静止衛星が活発化する。非静止衛星と静止衛星との連携による、新たなサービスやビジネスが登場する。
- 高解像度・高頻度なりモートセンシング技術によって宇宙データ利活用ビジネスが拡大し、「衛星通信IoT」によって地球上のあらゆる場所やインフラのモニタリングが行われる。
- これらの次世代衛星インフラの実現により、消費者向け・企業向けの固定通信に限らず、船舶・航空機サービスなどの移動体利用にも拡大する。

実現  
イメージ

## ～宇宙フロンティア～

- NewSpace(地球周回・月・火星などの地球近傍宇宙を指す)において、6G・ワイヤレスIoTが利用できる環境が整い、静止衛星との連携などを通じて地上通信網との協調・連携が進展する。
- 高周波数帯を利用した、NewSpace、宇宙・地上間通信により、月面・火星面、または衛星軌道上におけるロボティクスのワイヤレス化(遠隔操縦等)や自動化が進展する。

(想定される)  
技術例

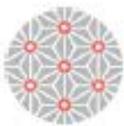
- 周波数帯域：Q・V帯域
- 通信総容量：テラビットクラススループット

- 周波数帯域：W帯域、テラヘルツ～可視光通信
- 伝送容量：100Gbps～
- 通信総容量：ペタビットクラススループット

## 課題等

- 衛星の多数配備による全球対応通信の実現、地上系通信との棲み分け
- 通信コンポーネントの小型化、軽量化、高効率化の推進によるサービス単価の低減
- 月・火星を含むNewSpaceにおける周波数の割り当て
- サイバーセキュリティ対策

出典：各種資料よりMRI作成



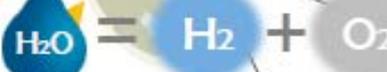
## 宇宙資源開発

今後、急速に拡充される地球周りの宇宙インフラや、更なる惑星探査に向けて、水素燃料のニーズが顕在化。宇宙の水素燃料ステーションにより宇宙輸送に変革が起こる

### 静止衛星／輸送船への燃料補給

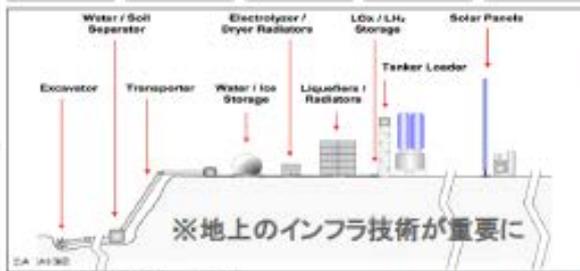


月には数十億トンの H<sub>2</sub>O が存在



火星・小惑星輸送への燃料補給中継基地

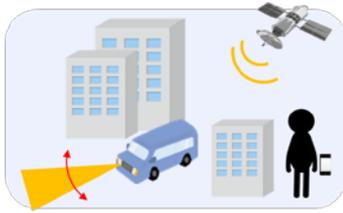
| 月への輸送 | 月での資源開発   |                                   |                                      |   |                                  | 宇宙での資源利用      |                                      |
|-------|---|-----------------------------------|--------------------------------------|---|----------------------------------|---------------|--------------------------------------|
| 物資輸送  | データ取得/ 試量   | 掘削                                | 貯蔵                                   | 輸送  | その他 インフラ                         | 月面基地・住居・発電    | 政府<br>Bigelow, 清水建設, 三井物産            |
|       | ispace  | 清水建設<br>千代田化工<br>日揮<br>コマン<br>大林組 | 清水建設<br>千代田化工<br>日揮<br>TOYOTA<br>大林組 | ispace<br>ULA<br>Moon Express<br>Astrobotic | 通信<br>電力<br>資源メジャー<br>商社<br>金融機関 | 燃料補給          | 政府, SpaceX, ULA, Orbital ATK, OneWeb |
|       | ispace<br>SpaceX<br>Blue Origin<br>IHI<br>MHI<br>ULA<br>Boeing<br>Rocket labs<br>Moon Express<br>Astrobotic |                                   |                                      |   |                                  | 宇宙空間でのインフラ構築  | 政府, 三菱電機, 大林組                        |
|       |   |                                   |                                      |   |                                  | 宇宙での素材・機械等の利用 |                                      |
|       |   |                                   |                                      |   |                                  | ロボティクス/ユビクティス | TOYOTA, Panasonic, Sony              |
|       |   |                                   |                                      |   |                                  | 素材            | 凸版印刷, 東レ                             |
|       |   |                                   |                                      |   |                                  | ヘルスケア         | ユーグレナ                                |



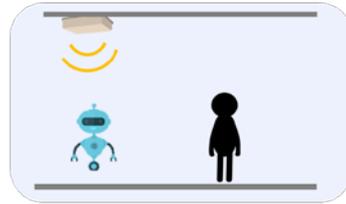
※2030年には4兆円の市場へ(弊社推定)

## 電波の利用#3：測位

- 位置を把握し、ユーザの環境／状況の推定に利用するニーズも高まる



アクティブなレーダーや、準天頂衛星を利用した屋外測位



ビーコンなどを利用した屋内測位

#### 実用化に向けた技術課題

屋内外問わず位置測位を行うための、適用領域の拡大  
ビル街など反射が発生する環境での、推定精度の向上  
アクティブな測位、パッシブな測位の連携

出典：第3回 成長戦略WG KDDI発表

**OneWeb**  
ACCESS FOR EVERYONE

人工衛星を使って  
全世界に高速インターネットの  
提供を目指すベンチャー企業

|         |               |
|---------|---------------|
| 会社設立    | 2012年         |
| Founder | Greg Wyler    |
| CEO     | Eric Beranger |
| 打ち上げ開始  | 2018-2019年    |
| サービス開始  | 2020年（部分的）    |
| 衛星総数    | 約900機（最大）     |
| 軌道高度    | 低軌道（1,200km）  |

出典：第4回 成長戦略WG ソフトバンク発表

## ～2030年

## ～2040年

実現  
イメージ

- 8K等高精細映像・表示技術に対応したパーソナル機器や、テレビ等の宅内用機器が普及し、より高度な視聴や臨場感の体験が実現する。
- 他方、音声等のユーザ・インターフェースとAI技術の進化により、最低限の入出力機能を残した機器が流通し、処理はネットワーク側で実装される。
- 無線通信機器の超小型化と各種センサーとの連携により、多様なウェアラブル機器や、IoT向けセンサーデバイス/モジュールが組み込まれた多様な商品やサービスが普及する。

- インテグラル方式やホログラム技術等による360°立体映像表示が実用化し、空間を自由かつ最大限に活かした視聴体験が実現する。
- WPTの普及により、バッテリーレス端末が実用化。
- 高度な3Dプリンターが個人まで普及することでユーザ自らが端末をデザインして作ることが可能になる。
- ウェアラブル機器は、ヒト・モノへのシール貼付型や体内への埋め込み型機器へと進化し、実用化する。BMI※との連携で、機器等を介さず、脳が直接ネットワーク・クラウドへ信号を送ることも可能に。  
※Brain-Machine-Interface

(想定される)  
技術例

- 8K等高精細映像・表示技術
- 音声等の高度なユーザインターフェース
- プリントブルエレクトロニクス

- ホログラム技術
- ワイヤレスとBMIとの連携

## 課題等

- イノベーションとの調和を図りつつ、ユーザが安心・安全に無線機器や無線機器が組み込まれた商品・サービスを利用できる環境作り（技術基準適合表示  など）
- 様々なワイヤレス機器が共存できるための技術や仕組み作り（干渉回避技術、周波数共用など）
- 人体への影響等、医療分野におけるワイヤレスの利活用に係る技術的・制度的課題

出典：各種資料よりMRI作成

| 区分   | 名称                               | 性能・用途  | 通信方式等             | 利用上の留意点例  |
|--|----------------------------------|--|-------------------|---|
| デバイス   | LPWA (LoRaWAN / Sigfox) 用通信モジュール | Wi-FiやBluetooth等の従来の近距離無線通信規格に比べ、通信速度は落ちるものの、低消費電力で長距離通信が可能であり、IoT及びM2M等に特化した活用が期待される。 | LoRaWAN<br>Sigfox | <ul style="list-style-type: none"> <li>幅広い用途に性能を最大限発揮して用いられること</li> </ul>                         |
|  | ユビキタスウェアコアモジュール                  | 各種センサとBluetooth通信機能を一つのモジュールに搭載しており、既存の機器へ内蔵することで様々なシステム・サービスに活用可能。                    | Bluetooth         | <ul style="list-style-type: none"> <li>超小型モジュール機器のため、組み込まれた最終製品のユーザが無線通信機能の適正性を確認できること</li> </ul> |
| <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; margin-right: 10px; color: blue; font-weight: bold;">           多彩な用途向けに<br/>組み込まれ製品化         </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>アクセサリ<br/>×<br/>IoT</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>ヘルスケア<br/>×<br/>IoT</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>アート<br/>×<br/>IoT</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>スポーツ<br/>×<br/>IoT</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>QoL<br/>×<br/>IoT</p> </div> </div> </div> |                                  |  |                   |   |
| プロダクト  | スマートアクセサリ                        | 加速センサーにより、歩数、距離、消費カロリー、睡眠の質と時間の測定のほか、スマートフォンからメール等の着信通知等が可能。                           | Bluetooth         | <ul style="list-style-type: none"> <li>斬新かつ画期的な無線通信機能の活用がなされること</li> </ul>                        |
|  | スマートコンタクトレンズ                     | 涙に含まれる糖の値を測定し、分析機器等に送信。<br>(糖尿病患者の血糖値監視などに向けた利用を想定)                                    | 未定                | <ul style="list-style-type: none"> <li>製品の開発・製造者が無線通信機器について、正しく理解していること</li> </ul>                |
|  | センサー内蔵硬式球                        | 野球の投手が投げたボールの回転数や回転軸、速度等を計測し、専用アプリ等で球質や軌道を数値化・グラフ化する。<br>(プロ野球球団が練習用に利用)               | Bluetooth         | <ul style="list-style-type: none"> <li>製品に使用される無線通信機能が適正に運用されること</li> </ul>                       |
|  | スマートフットウェア                       | 内蔵したセンサー及びAIが、スニーカー(ステップ)の動きを分析し、ステップに合わせて最適な色・音をリズムに沿って光表示。                           | Bluetooth         | <ul style="list-style-type: none"> <li>製品に無線通信機能が組み込まれていることをユーザが適切に認識できること</li> </ul>             |
|  | スマート補聴器                          | 補聴器として専用アプリにより音量・音質の調整や所在確認機能等が可能のほか、スマートフォン経由で直接、調整のプロから遠隔で微調整を受けられる。                 | Bluetooth         | <ul style="list-style-type: none"> <li>様々な分野に無線IoTが活用され、社会や人々に大きな利便性をもたらす可能性が広く認知されること</li> </ul> |

さらに、以上のようなデバイス、プロダクト等を組み合わせたソリューション的なIoTサービスも実現

出典：各種資料よりMRI作成

# 【実現への政策的対応】

(これまでの議論のまとめ)

論 点

戦略的な  
取組方針

技術を創る（研究  
開発プロジェクト・実証  
イノベーション等）

イノベーション  
促進

技術を創る（研究  
開発プロジェクト・実証  
イノベーション等）

市場を創る（標準  
化・海外展開 等）

挑戦的な取組  
への支援

技術を創る（研究  
開発プロジェクト・実証  
イノベーション等）

- ワイヤレスネットワークの品質（ピーク・平均速度、ビットコスト）についてのロードマップを横断的に共有すべきではないか。
- 特に集中的な取組を推進すべき戦略的に重要な研究課題は何か。電波の有効活用の観点に加え、社会的な有効性を研究開発に反映させる方策はどうあるべきか。
- 諸外国で進む無線技術の軍事利用について、市場形成という観点からの目配りも必要ではないか。
- 実フィールドで自由度の高いワイヤレス関連の実証を大胆に行うことが可能な環境を実現することが重要との指摘があるが、どのような支援措置が望ましいか。テストベッド整備は効果的か。
- 周波数帯毎に研究用、実証用と言った性格付けを事前に行い手続きを大胆に簡素化すべきではないか。
- 実験試験局制度はイノベーション推進に有効である反面、一般に十分に理解されていないとの指摘があるが、有効活用に向けてどのような措置が必要か。
- 上記に関連し、イノベーションへの挑戦の結果としての失敗を許容できるか（実験の結果としての混信発生、ビジネスとして失敗等）。
- 地域毎に異なるニーズに有効に対応するためにはどのような措置が有効か。ワイヤレスインフラの整備・利用と地域作り・街作りとのリンクをいかに確保するか。まちづくりとICTの時間軸の違いをどのように処理すべきか。
- 企業間・業界を横断するエコシステム作りはどのように進めるべきか。社会ニーズをワイヤレス技術の開発や標準化、さらに必要に応じてデバイスまでを含めた標準化にいかに繋げるか。
- 官民連携による場作りが有効との指摘があったが、どのようなイメージか。例えば、産業界（地方含む）が国研と連携して研究開発を進めるドイツのモデル（いわゆる「フラウンホーファーモデル」）は有効か。また、海外企業との連携はどうか。
- 新たな電波利用方法を含め、尖ったアイデアをものにする場はどのようなものか。
- また、宇宙における電波の利活用などを含めフロンティアの開拓に向けた挑戦的な取組を推進する上で有効な措置はいかなるものか。
- 例えば、成果報酬の形で支援するソーシャルインパクトボンドや、XPRIZEのようなコンテストの勝者への集中的支援などが考えられるのではないか。これらを含め、どのような措置が有効か。

論 点

人材育成

人を育てる  
(人材・リテラシー)

- 人材育成においては、よく言われるような数の不足への対応よりも質の向上が重要ではないか。「面白い」人材の重要性が増しているのではないか。
- 自動車産業の研究開発投資水準などを考えれば、ワイヤレス分野における国際競争力強化に向けては研究開発が重要ではないか。そのためには大学・国研が連携した特区的な取組が重要ではないか。
- 技術のプロと比べビジネス開発のプロが不足しているとの指摘があったが、ワイヤレスビジネスのプロの育成に向けてはどのような措置が有効か。
- プロジェクトを推進する上で、電波についての基本的な知識を備え、有効な助言が可能な人材を確保・育成することが重要との指摘があったが、そのような人材を確保するためにどのような手立てが有効か。
- リタイア組やシニアの活用が有効との指摘があったが、具体的な取組のあり方はいかなるものか。
- 若年層のリテラシー向上のためにはどのような措置が有効か。小中学生へのキャラバンはどうか。高専生への働きかけにはどのような措置が有効か。
- 今後スタートアップの活躍が予想される一方で、日本の学生は就職に関して既存企業志向が強い点、どのように考えるべきか。

中長期的な  
電波利用の  
制度／環境整備

市場を創る(標準  
化・海外展開 等)

人を育てる  
(人材・リテラシー)

- コーディネータ制度の導入など、免許や調整に係る電波行政の体制強化が必要ではないか。
- 電波の割当てにおいて課題解決や経済的価値だけでなく付加価値の創出や社会的価値の増大等を重視していくべきではないか。
- 国際的な分配を一度行うと事後的に変更することは困難。10年～20年先のビジネスを想定した周波数獲得が重要ではないか。(周波数がなければビジネスが始まらない)
- 5G以降はグローバルバンドの捻出はますます困難に。ITUでの全加盟国一致でのコンセンサス形成は難しく、主要な数カ国のアライアンスを進めることが現実的な選択肢になるのではないか。
- 電波利用が共用前提となる場合、センサーで常時電波の利用状況をモニターし、利用可能性を可視化することや、免許人同士の調整によらないシステムによる電波の動的な割り当てなどが必要となるのではないか。
- 特に電波利用制度の見直しが必要な課題は何か。例えば、ワイヤレス電力伝送など無線通信を目的としない電波利用に関する一定のルールを検討すべきではないか。
- 安全・安心な電波利用を実現するためのルールとして整備すべきものはあるか。
- 国際標準の獲得、国際的なルール整備の主導などの取組を進めるためには人材育成とその人材が長期的に取り組めることが重要ではないか。

技術を創る (研究開発プロジェクト・実証 イノベーション等)

柔軟な電波利用への期待

超分散スペアナネットワークの実現 (広帯域・高密度・長時間での電波の見える化/電波監視)

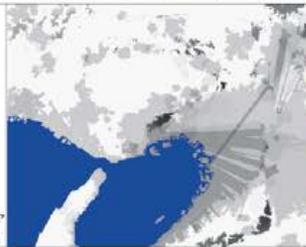


2次利用者の無線局が作る電界強度計算に遮蔽効果を考慮しない場合

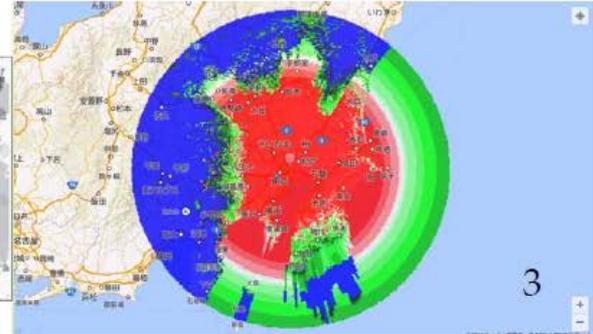


平均で19チャンネル

2次利用者の無線局が作る電界強度計算に遮蔽効果を考慮した場合



平均で34チャンネル



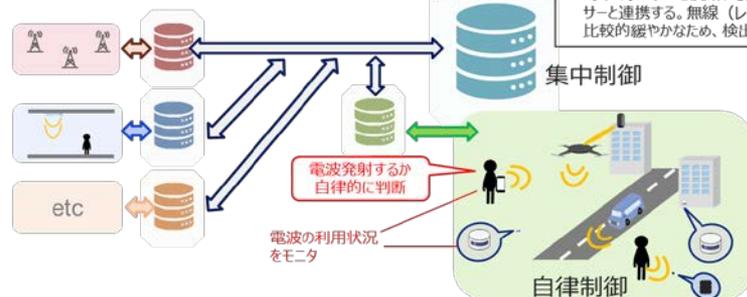
2030年代における電波利用への期待

出典: 第1回 成長戦略WG 森川構成員 発表

複数の周波数・無線システムを緩やかにコーディネーションする仕組みが必要

(2030年代の想定)

データベースとセンサーが連携するシステムに発展



(先行事例)

米国のSpectrum Access System (SAS)  
・海軍のレーダーを検知するための、沿岸部のセンサーと連携する。無線(レーダー)環境の変化は比較的緩やかなため、検出し易い。

- 高密度に展開されたセンサーと、データベースとが協力して、さらに稠密なコーディネーションを実現。  
⇒都市部の移動体無線システムなど、無線の利用状況が急激に変わる環境でも、集中制御/自律制御を組み合わせ、共用を実現する時代に。

←出典: 第3回 成長戦略WG KDDI発表

## 周波数捻出の具体策を検討・実行に移すべし

技術的には、

- ① 5G以降は、世界的に共通の周波数を割り当てることは最早困難との認識
  - ・ 不連続な周波数間を移動するコグニティブ機能の開発が重要
  - ・ 主要国間のアライアンスで、関係国間での共通周波数を定めることも一案
    - ・ 非効率な割り当ての行われているバンドにこれを適用できる可能性。
- ② 20GHz以上の周波数利用技術を確立し、可能なものから低周波数バンドのサービスを高周波数バンドに移行(日本ではかなり進んでいる)

その他の有力な手段(国際的な周波数の無駄使いをなくす)

- ③ 衛星通信用のバンドでは、ITUへの周波数獲得の多重申請が常態化。
- ④ ITUにおいて、獲得後、不要となった申請取り下げの義務化、周波数登録維持費用の改定を行い、不要不急の周波数長期保持の抑制を図る(ITUへの提案)

以上

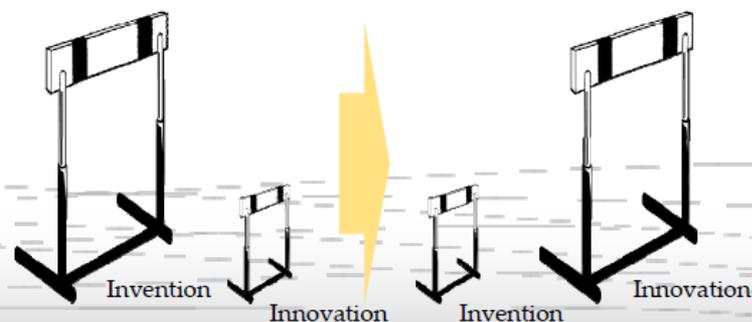
技術を創る (研究開発プロジェクト・実証 イノベーション等)

市場を創る (標準化・海外展開 等)

人を育てる (人材・リテラシー)

- ワイヤレス適用領域拡大への期待
  - » 有線環境 (工場内/機械内など) のオールワイヤレス化
    - ✓ リアルタイムワイヤレス
    - ✓ 高信頼ワイヤレス (ユビキタスアンテナ)
- 生産性向上に資するワイヤレス IoT 地域展開への期待
  - ✓ 地域を支える中小企業等への IoT 導入支援
  - ✓ デジタル変革を支える「場」づくり支援 (IoTデザインガール等)
- イノベーション側へのリソース配分への期待
  - » 技術開発のみならず Business Development 側への国プロリソース配分

期待



# 【実現への政策的対応】

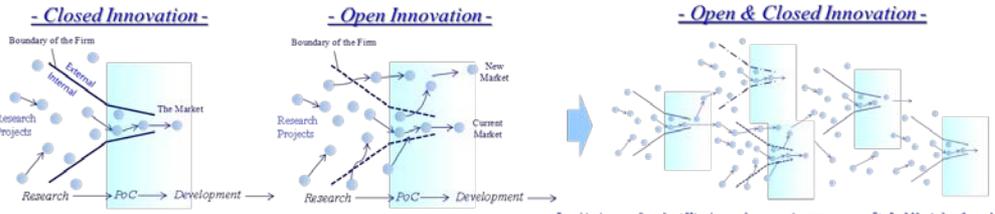
## スタートアップを含む新たな官民協働体制が必要となる

技術を創る (研究開発プロジェクト・実証 イノベーション等)

市場を創る (標準化・海外展開 等)

### 周波数利用の見方を変える

電波利用は、国民の重要な資源でもあるものの急速に変化する社会環境や経済動向を鑑み、2040年の社会をイメージした周波数利用の在り方の検討し、必要とあらば技術的な開発にチャレンジすることも重要ではないか？



官/民・大企業/スタートアップ連携が重要

(留意点) 我が国では、オープンイノベーションが「技術・研究開発文脈」で捉えられることが多いが、事業イノベーション、プロセスイノベーション等、様々な領域で語られる言葉である。イノベーションの本質は「これまでの、もの見方・考え方を変えること」であるということをもっと理解することが重要。

『イノベーションは、視点を変えたり自分自身が変わったりすることが出発点になるのだ。もの見方や自分自身を変えようとしているうちに、それまでとは異なったものが見えてくる。』  
『未来につきものの不確実性に対する反応として、俊敏な対応もある。戦略的な柔軟性は、不確実性の時代には望ましい要素である。移り変わりの激しい世の中で、すみやかに製品や流通チャネルや技術を変更していくのは企業にとって必須の条件だ。』

現在のような不確定要素の多い複雑な社会において「スタートアップ」の存在は極めて重要である。

-Gary Hamel- 米国においては、既に設立間もない急成長中のスタートアップが

政府と共に新たなルールや規制の枠組みの検討を行うなどの取り組みが進んでいる。(米国StartXの循環器領域で機械学習の臨床応用ソフトウェアとしてFDAが初めて認可 等)

電波利用に関しても、新たな社会変革を目指すスタートアップの技術やビジネスアイデアをPoC (Proof of Concept) の範囲内で、安全性を確保しつつ、トライアルできる環境の整備や新規技術開発の推進等の柔軟な対応、部分的規制緩和等を考えることも重要ではないか？

ヒト・モノ・カネ・情報・技術・制度・フィールド  
が一体となって初めて新たな社会変革を起こしうるサービスが創出できるものであり、  
制度やフィールドの提供も公共セクターが担う重要な役割であり、  
今後の未来社会を「新たな官民協働体制」で進めていくことが重要である。

また、総務省が中心となって、他省庁に対し、周波数(電波)利用の重要性をアピールし、最低限の知識をインストールすることも重要である。

# 【実現への政策的対応】

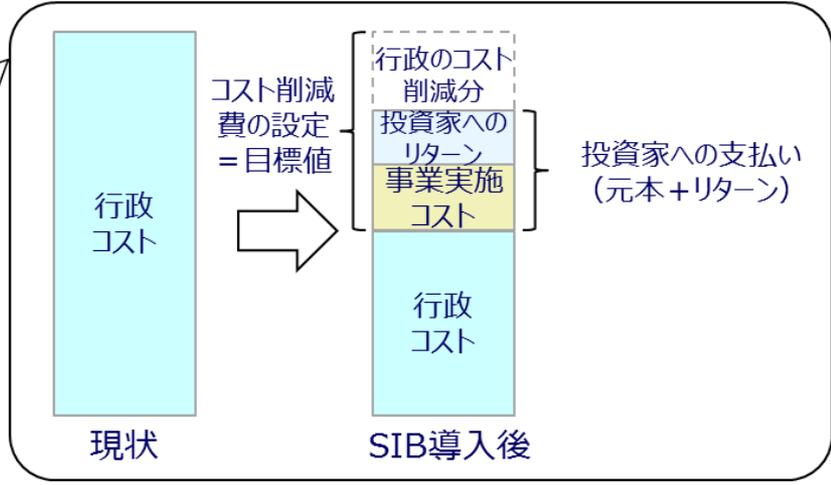
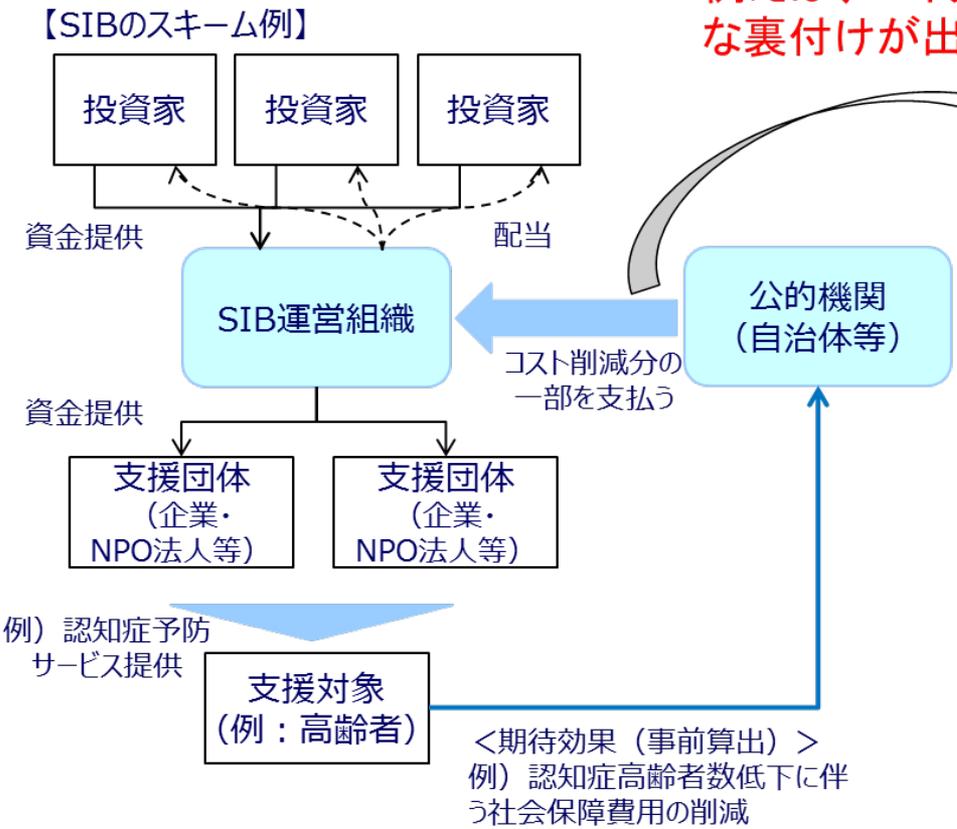
# 新たなファンディングの仕組みを考えるべきである

技術を創る (研究開発プロジェクト・実証 イノベーション等)

## 【参考】 ソーシャル・インパクト・ボンド (SIB)

民間資金で社会的コストを削減する事業を行い、事前に合意した成果が達成された場合に**後から行政が事業費と成果報酬を投資家に支払うモデル**。2010年に英国で始まり、現在までに米国、カナダ、豪州や韓国で導入されている。

例えば、バイタルデータ等が継続的に取得でき、Science的な裏付けが出来ないと設計できない金融システムでもある。



- 3つの特徴
- ① 対象事業が社会的課題を解決する事業
  - ② 投資モデルは社会的成果連動型
  - ③ 事業形式は行政と民間の連携

技術を創る (研究開発プロジェクト・実証 イノベーション等)

# 社会課題解決の為に、新たな電波利用のアイデアや実証もこれから 技術開発を要するケースもあり、まずはチャレンジが大事

## 官民連携によるトライアル実証



地域特性に応じた  
社会実装アイデア

## 電力伝送のアイデア

- ✓ 磁界方式(磁界共鳴方式) 自動車無線給電…
- ✓ 電界方式(電界共鳴方式) 無線給電(ドローン タッチ&ゴー…)
- ✓ 電磁界方式(放射方式) ドローン空中給電…
- ✓ 光伝送方式(反射方式) 工場内ロボット…

一方でCNTキャパシタ等、電池の研究開発や  
節電技術(素材軽量化等)の研究開発も…

## 北原病院グループが「日本の未来の医療」を推進

- ✓ デジタルリビングウィル
- ✓ トータルライフサポートサービス
- ✓ デジタルホスピタル
- ✓ ヒーリングファシリティ

医療現場でのWirelessへの挑戦も

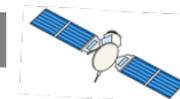
(出所)医療法人社団KNI・日本電気株式会社プレスリリース資料



市場を創る(標準化・海外展開 等)

急増する人口や急速に普及する電波利用端末に対応しながら、電波密度を緻密に設計し社会課題解決を図ってきた我が国の実績は一定評価できる。今後、我が国の課題解決と共に例えば、人口、IoT端末が共に急増する東南アジア諸国の都市・サービス開発等に、これまでのノウハウを提供しサービス全体としてビジネスエコシステムを輸出する、標準化の推進等の思想も必要ではないか？

| LF    | MF     | HF   | VHF   | UHF    | SHF  | EHF   |        |
|-------|--------|------|-------|--------|------|-------|--------|
| 30kHz | 300kHz | 3MHz | 30MHz | 300MHz | 3GHz | 30GHz | 300GHz |



オープンデータ推進

データ連携基盤(官民連携含む)  
標準化、API Economy、データ取引市場...

様々な商品サービスアプリケーション

Cyber Physical System

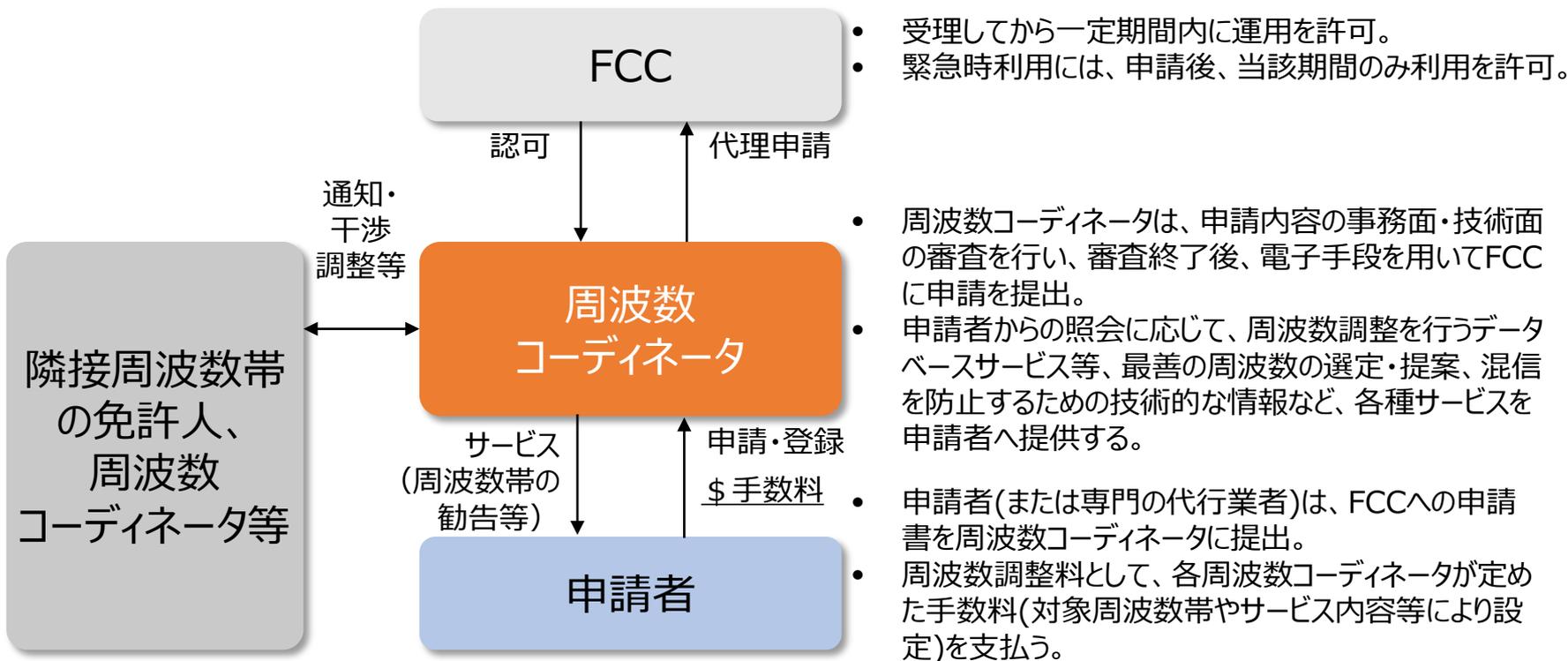


標準化の推進・ノウハウ・ビジネス展開

## ワイヤレス利用の増大を支える仕組み：米国周波数コーディネータ制度の例

- 無線局システムの運用に係る全ての免許申請内容について、FCC規則・規制上の技術要件の遵守を調査するには、FCC内の人的資源に限界があったこと等を背景に、周波数コーディネータ制度が導入されている。
- 「周波数コーディネータ」とは、無線免許の申請者に最も適切な周波数を勧告するため、連邦規則に基づきFCCによって認定された民間組織である。帯域及び業務・用途に応じて、1または複数団体が認定されている。対象となる帯域を利用する場合、申請者はコーディネータを通じて申請することが義務づけられている。

図. 周波数コーディネータ制度における基本的な流れ



出典：各種資料よりMRI作成

## 電波によってインターネットの4つの本質が確立【まとめ】

- テクノロジー : TCP/IP、Web、Block Chain、Connected-AI  
⇒シンギュラリティへ向けて研究開発を！
- メディア : 通信(電話)、放送(TV)、新聞、出版  
⇒エンドIPネットワーク+デジタル・コンテンツ
- デモクラシー : 民主主義のツール: 固定電話世論調査や従来型の  
放送番組の視聴率調査とは異なる「民意」測定手法
- ディプロマシー : 外交の重要テーマ=インターネット・ガバナンス  
インターネット運営上 必要なルール作りや仕組み・  
実施体制など従来の米国商務省傘下から移行

市場を創る(標準化・海外展開 等)

人を育てる(人材・リテラシー)

## 無線周波数はあらゆる技術と連携する

- 日本ではケータイが無線の代表でこの周波数の獲得に多大なエネルギーが使われている。
- 電波の応用は無限。
- 世界各国は、早くから  
ドローン(UAV): 2010年頃  
低軌道衛星: 2015年頃  
移動体: 船舶、航空機、自動車への高速通信  
その他の軍事応用
- 世界各国は、早くから  
など、非ケータイへの応用も重視。
- 周波数の獲得も同時進行

- 日本が気づいた時は既に周回遅れ
- 米国などは、軍事研究の延長線上で新しい周波数の獲得に乗り出す
- 新しい周波数の割り当てを求める時は、ドローンの場合のように用意周到に準備が行われる (<https://3dr.com/about/>)
- 10年、20年先のビジネスを想定した周波数の獲得が肝要(周波数がなければビジネスが始まらないと認識すべし)

## 無線周波数の使われ方の実態

- 認識1: 一度割り当てられた周波数は、取り消し、再割り当ては非常に困難  
認識2: サービス毎に使いやすい周波数がある  
認識3: 大きな割り当てはITUで決まっているが、詳細は各国で不統一  
認識4: 移動体でも今後は世界共通の周波数割り当ては期待できない  
認識5: 国際的に考えると無駄が多い

周波数業界の2大サービスの動向(100MHz~30GHzの範囲内で)

- 認識6: 衛星通信には約16GHzの帯域が割り当てられている(co-primary)  
認識7: 移動体通信には約13GHzの帯域が割り当てられている。(co-primary)  
認識8: 放送には約3GHzの帯域

問題点も明らかに

- 衛星通信の軌道位置獲得の申請では、他国衛星との調整の失敗を見越して、複数(3箇所程度)の軌道位置に申請書を提出することが常態
- しかし、軌道位置獲得後も、不要申請を取り下げない(周波数不足の一因)

出典: 第5回 成長戦略WG  
伊藤ITU-R RRB委員発表