

ワイヤレス電力伝送に関する ITUにおける検討状況と今後の展望

情報通信審議会 情報通信技術分科会 ITU部会
周波数管理・作業計画委員会 主査

小林 哲

目次

- はじめに
- 予備知識
- WPTに関するITUの研究動向
- WPTに関するITUの規則検討の動向
- 日本におけるWPT検討の進展
- WPTの標準化に関する海外動向
- 今後の展望
- おわりに

【参考資料】

はじめに

- 宇宙太陽発電システム(SSPS)実現のための
ひとつの重要課題 = 「周波数」
- 周波数の決定には、国際電気通信連合(ITU)での
合意が不可欠。
- 本講演では、ワイヤレス電力伝送(WPT)の周波数
に関するITUの検討状況と今後の展望を説明。
- 併せて、近年、WPTに関するITUでの検討を牽引し
てきた日本の国内での関連する経験を紹介。
- これまでの日本の経験を、SSPS用の周波数決定
のための参考にしていただきたい。

目次

- はじめに
- **予備知識**
- WPTに関するITUの研究動向
- WPTに関するITUの規則検討の動向
- 日本におけるWPT検討の進展
- WPTの標準化に関する海外動向
- 今後の展望
- おわりに

【参考資料】

予備知識①： ITUについて

- ITUは、国際電気通信憲章・条約によって設立されている政府間機関で、ITU-R、ITU-T、ITU-Dの3部門で構成され、民間機関・企業等も活動に参加。
- ITU-Rの任務
 - 無線周波数スペクトラムの分配(Allocation)
無線周波数割当及び静止衛星軌道の登録
 - 混信の除去、電波の利用改善のための取組みの調整
 - 宇宙技術利用など電気通信手段の調和のとれた発展に向けた取組みの調整
 - 無線通信に関する研究(Study)の実施、規則(Radio Regulations: RR)の改定、決議の採択、(報告(Report))、勧告(Recommendation)及び意見の作成 等
- RRは法的強制力を持ち、3~4年ごとのWRCで改正



予備知識②： WPTとSSPS

- 「ワイヤレス電力伝送(WPT)」とSSPS」
 - ワイヤレス電力伝送‘Wireless Power Transmission’ (WPT)は、1997年からITU-Rで用いられている用語。
 - 宇宙太陽発電システム‘Space Solar Power System’ (SSPS)は、宇宙空間に巨大な太陽光発電所を建設し、得られた電気エネルギーを地上に送電して利用する新しい発電システムの将来構想(宇宙太陽発電学会HPから)
 - 「WPT」は、SSPS関連の多くの文献でも用いられている。
 - SSPSの地上への送受電部分は、WPTのひとつのタイプ。
 - WPTは多様で、国際的な権威ある用語の定義は無い。

予備知識③:

Beam WPTとNon-Beam WPT

- ITU-Rの検討では、WPTをBeam WPTとNon-Beam WPTに分けて検討。
- SSPSの送受電部分は、Beam WPTに分類。
- 本講演では、ITU-RにおけるBeam WPTとNon-Beam WPTの両方に検討状況を説明。
- ITU-Rにおける検討は、1997年に開始され、以前はBeam WPTが主流であった。
- しかし、2012年以降、Non-Beam WPTの検討が活発になり、周波数帯や規則化の議論等が進展。
- Beam WPTについては、本年6月に若干の進展があったものの進展は遅く、時間を要している。

予備知識④： ITU-Rの役割

- SSPS実現に向けたITU-Rの役割
 - SSPSのための**研究の実施**
 - 研究課題(Question)を承認 ⇒ Q. ITU-R 210-3/1
 - 研究課題をStudy Group に割り振り、各国、セクターメンバーからの寄与文書(Contribution)に基づいて研究を実施 ⇒ **SG 1が担当**
 - **研究の結果**として
 - 報告(**Report**)の承認、公表
 - 勧告(**Recommendation**)の承認、公表
 - 無線通信業務に関する**規則(RR: Radio Regulations)**を改訂し、利用**周波数をRRの周波数分配表等に記載**。
 - **現行のRRには、WPTについては全く記述なし。**
 - WRC-15の結果、WRC-19に向けてEV用WPTが緊急研究課題に。
 - **SSPS用の周波数は、今後の課題。**

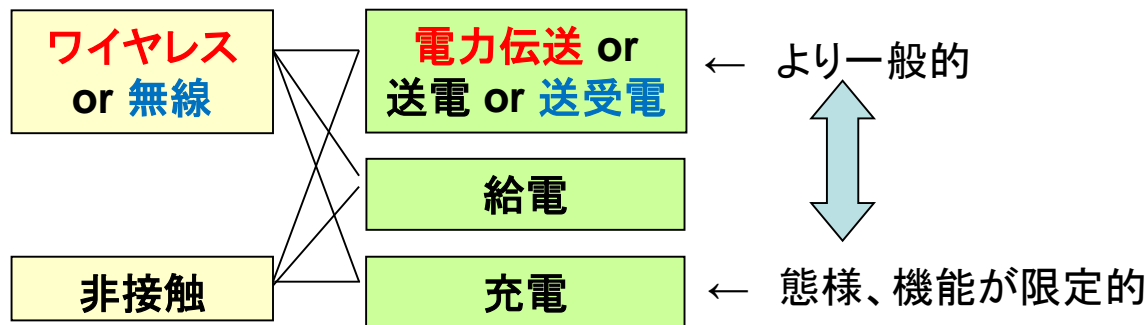
予備知識⑤： WPTとは

- ワイヤレス電力伝送 (WPT)とは？

「電氣的接触なしに他の場所に電力を伝えること」(私見)

(注) 厳密な定義は難しい(口頭説明)。

- 「ワイヤレス電力伝送」の呼称



本年3月改正の電波法施行規則では「非接触電力伝送」。

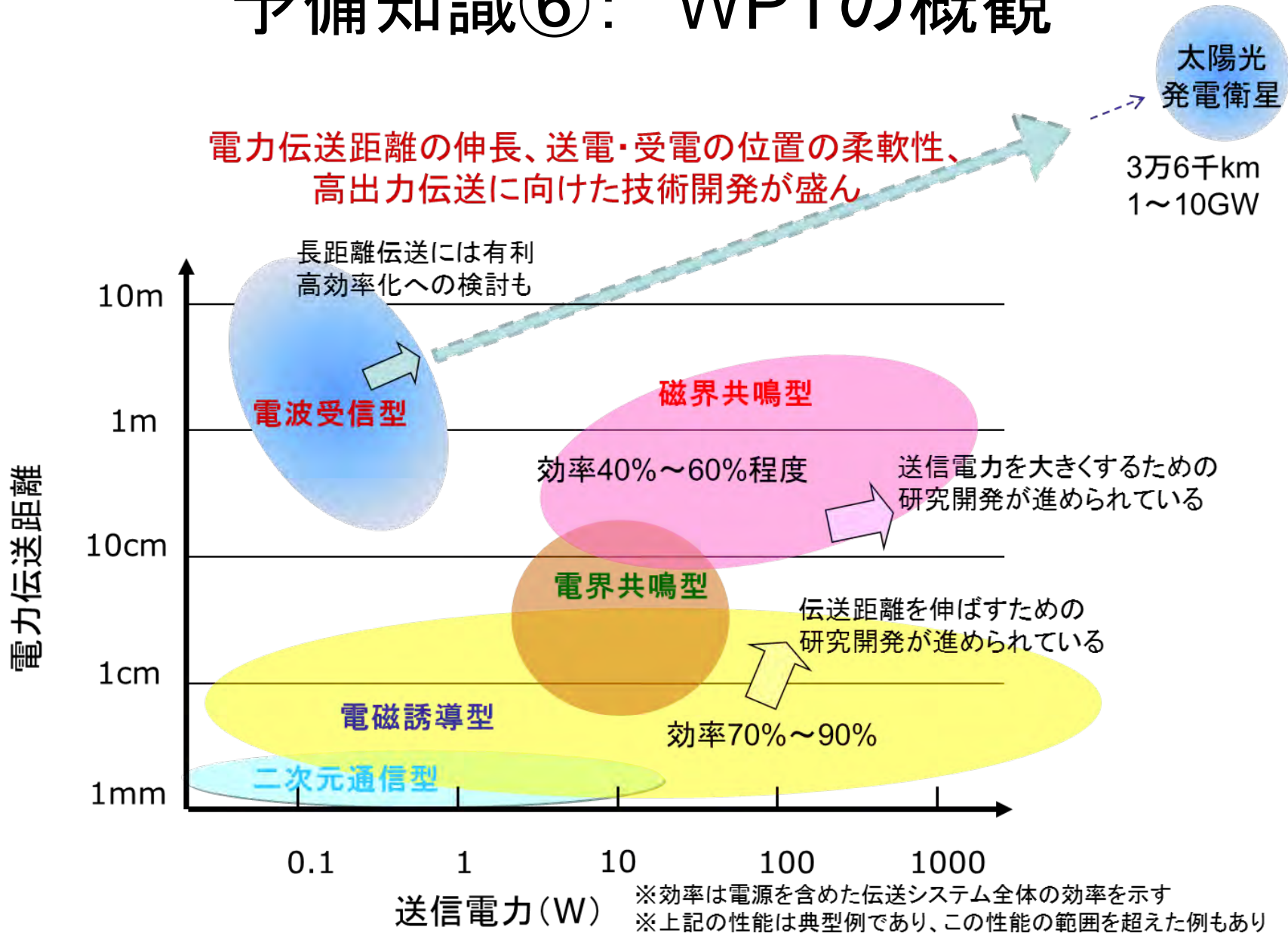
- Wireless Power Transmission/Transfer

⇒ ITU-Rでは「Transmission」を使用

本資料では、両方を兼ねた略語として「WPT」を用いる。

- ワイヤレス充電器等、市販されているWPT機器が既に存在。

予備知識⑥: WPTの概観



目次

- はじめに
- 予備知識
- **WPTに関するITUの研究動向**
- WPTに関するITUの規則検討の動向
- 日本におけるWPT検討の進展
- WPTの標準化に関する海外動向
- 今後の展望
- おわりに

【参考資料】

WPTに関するITUの研究動向(1/2)

- 1979年、ITU-Rの前身のCCIRが、宇宙からの無線エネルギー伝送に関する最初のCCIR Reportを京都総会で承認。当時の研究はBeam WPT 中心。研究は、CCIRからITU-Rへの改組に伴い、1993年に**中断**。
- 1997年、研究課題**Question ITU-R 210/1 “Wireless Power Transmission”**を承認し、研究再開。当初はBeam WPT中心。
- 2007年、**ISM機器からの輻射限度に関する勧告ITU-R SM.1056-1の留意事項のAnnexの中に、将来のISM応用としてPower transferを挙げ、太陽光発電衛星をリスト**。
- 2007年、Question を改訂し、Beam WPTに対象を限定。
- 2012年、Non-Beam WPTへの関心が高まり、**Question を改訂し、Beam WPT以外も対象にすることを明記**。
- 2013年、日本提案により、Reportに向けた作業文書をNon-Beam WPTとBeam WPTの二つの作業文書に分割。

WPTに関するITUの研究動向(2/2)

- 2014年、日本からの測定データを含む寄与文書の提出等によりReport案が充実され、**Non-Beam WPTに関するReport ITU-R SM.2303.0を承認**。
- 2015年6月、同報告をさらに充実させ改訂。(SM.2303-1に)
- 2015年6月、6.78MHz帯を勧告する**WPTに関する暫定新勧告案(PDNR)**を作成し、他SGや外部機関に意見照会。
- 2016年6月、**Beam WPTの応用に関するReport ITU-R SM.2392.0を承認**。
WPTに関するPDNRは採択されず、DNRとして1年持ち越し。
- WPTに関する**勧告は未承認**。2017年6月に6.78MHz帯の勧告承認を期待。
- 2016年11月、日本提案により**周波数管理手法の議論を開始**。

目次

- はじめに
- 予備知識
- WPTに関するITUの研究動向
- **WPTに関するITUの規則検討の動向**
- 日本におけるWPT検討の進展
- WPTの標準化に関する海外動向
- 今後の展望
- おわりに

【参考資料】

WPTに関するITUの規則検討の動向

- 2015年6月、**WPTに関する暫定勧告案(PDNR)** が作成されてWPTに関する初の勧告承認の可能性が高まったことから、日本は、APT諸国にWPTを2019年開催予定の世界無線通信会議(WRC-19)の議題とするようWRC-15に諮ることを提案し、APT共同提案として提出。
- 2015年11月のWRC-15で、WPTのWRC-19議題化を審議し、RR改正の議題としては合意されなかったものの、**EV向けWPTがWRC-19に向けての緊急研究課題として合意。検討開始。**
- 2016年6月、SG 1会合で**WPTに関するPDNRは英、独、蘭の反対により採択されず、Draft New Rec.として1年持ち越し。**
- 2016年11月、SG 1傘下のWPの会合で、日本提案により**周波数管理手法(ISMかどうかなど)の議論を開始。**

ITUにおけるWPTの規則上の位置付け

- 規則上の位置付け

- 現行のRRには、WPTの明確な規定は無い。
- 現行RRの拡大解釈により、ISM(産業、科学、医療用)アプリケーションの一部と主張されることがある。しかし、RR No.1.15の定義に照らして異論がある。
- RR Nos.15.12又は15.13に規定される電気機器・設備と考える方が自然。それらが無線通信業務に有害な混信を起こさないよう主管庁に保証措置が義務付けられている。

- ITUに求められること

- WPTからの有害な混信を防ぐこと。先ずは、SG活動により周波数帯を決め、勧告を承認すること。
- 強制力がない勧告で十分か、RRの改正が必要か、先ずはWRC-19に向けて検討すること。SSPSはそれ以降の課題。

RR No. 1.15 とRR No. 5.150(ISM帯の例)

1.15 *industrial, scientific and medical (ISM) applications* (of radio frequency energy): Operation of equipment or appliances designed to generate and use **locally** radio frequency energy for **industrial, scientific, medical, domestic or similar purposes**, excluding applications in the field of *telecommunications*.

5.150 The following bands:
13 553-13 567 kHz (centre frequency 13 560 kHz),
26 957-27 283 kHz (centre frequency 27 120 kHz),
40.66-40.70 MHz (centre frequency 40.68 MHz),
902-928 MHz in Region 2 (centre frequency 915 MHz),
2 400-2 500 MHz (centre frequency 2 450 MHz),
5 725-5 875 MHz (centre frequency 5 800 MHz), and
24-24.25 GHz (centre frequency 24.125 GHz)

are also **designated for industrial, scientific and medical (ISM) applications**. **Radiocommunication services operating within these bands must accept harmful interference** which may be caused by these applications. ISM equipment operating in these bands is **subject to the provisions of No. 15.13**.

SSPS用の周波数はISM帯？

- SSPSに関する多くの実験・研究で、**2.4GHz帯、5.8GHz帯**を使用している。これはなぜ？
⇒答：**ISM帯**で、免許・許可を得やすいから。
- ISM帯とは？
⇒答：**'Industrial, Scientific and Medical'** band かな？
- SSPSはISM？
⇒答：実験用はYes. 科学目的だから。
⇒疑問：**でも、実用段階でもISM？**
ISMでなければ、何？
- **ISM帯以外の周波数**でも可能性があるのか？

RR Nos.15.12及び15.13

Section I Interference from Radio Stations (15.1 ~15.11 省略)

Section II - Interference from **electrical apparatus and installations** of any kind except equipment used for industrial, scientific and medical applications

15.12 § 8 Administrations **shall** take all practicable and necessary steps to ensure that the operation of electrical apparatus or installations of any kind, including power and telecommunication distribution networks, but excluding equipment used for industrial, scientific and medical applications, **does not cause harmful interference to a radiocommunication service** and, in particular, to a radionavigation or any other safety service operating in accordance with the provisions of these Regulations¹.

Section III - Interference from **equipment used for industrial, scientific and medical applications**

15.13 § 9 Administrations **shall** take all practicable and necessary steps to ensure that radiation from equipment used for industrial, scientific and medical applications is minimal and that, **outside the bands** designated for use by this equipment, radiation from such equipment is at a level that **does not cause harmful interference to a radiocommunication service** and, in particular, to a radionavigation or any other safety service operating in accordance with the provisions of these Regulations¹.

¹ **15.12.1** and **15.13.1** In this matter, administrations **should** be guided by the latest relevant **ITU-R Recommendations**.

目次

- はじめに
- 予備知識
- WPTに関するITUの研究動向
- WPTに関するITUの規則検討の動向
- **日本におけるWPT検討の進展**
- WPTの標準化に関する海外動向
- 今後の展望
- おわりに

【参考資料】

日本におけるWPT検討の進展

● Non-Beam WPTの検討

- 磁気誘導方式の技術は、1990年代から製品化。
- 2007年、MITの発表により、研究開発が急加速。
- 2009年7月、総務省の「電波政策懇談会報告」により、ブロードバンドワイヤレスフォーラム(BWF)が設立され、産官の活動が活性化。
- BWFは、日中韓、APT、SAE、IEC、ISO等、更にITUの活動を展開。
- 2012年、BWFがロードマップを作成し、総務省、関係者間で共有。
- 2013年6月から情報通信審議会傘下の電波利用環境委員会がWPTに関して審議し、2015年1月及び7月に結果を一部答申。
- 2016年3月、国内制度化を達成

● Beam WPTの検討

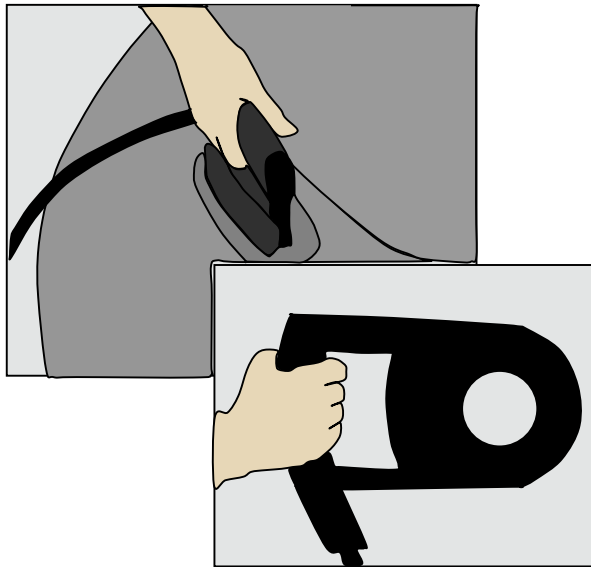
- SSPSの研究は、NASAの研究中断により、1980年初期以降JAXA(当初、NASDA等)及び京都大学が研究をリード。
- 2016年7月、BWF内にBeam WPT(マイクロ波帯空間型WPT)を扱うTGを設置し、8月から活動を開始。

1990年代からの磁気誘導方式のWPT

EV用システムの例

(日本メーカーが供給)

米国のEVプロジェクトの
パドル型充電器
(1990年頃)



GM EV1で用いられた電磁誘導式充電パドル

元典： GM ATV: WM7200 Inductive Charger Owner's Manual

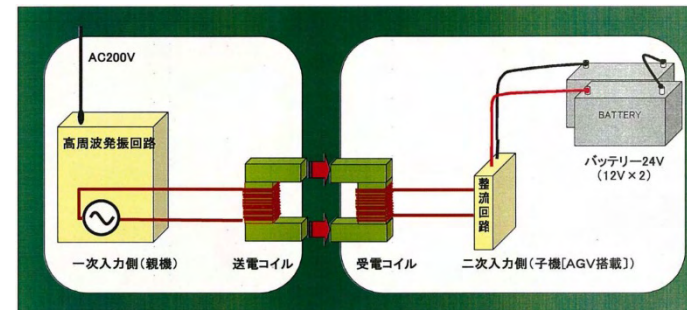
産業用システムの例

(株)ダイフクの非接触給
電搬送システム
(1993年から8千台以上)



出典： [\(株\)ダイフク資料](#)

(株)ヘッズの自動搬送機
(AGV)用非接触自動充電器
(2004年から1500台以上)



出典： [\(株\)ヘッズ資料](#)

MITの発表

MITの磁界共鳴型ワイヤレス電力伝送装置の発表により、関心が高まり、研究開発が急加速



2.1m離れた
60W電球の点灯

2007年6月発表

出典: http://www.mit.edu/~soljagic/MIT_WiTricity_Press_Release.pdf

電波政策懇談会の議論

「10年後、なくなっているもの」(抜粋)

INFOCITY

家電製品の配線がなくなる

- ◆ **ワイアレスホームネットワーク**
 - テレビやBDレコーダ等のAV機器がワイアレスで接続され、複雑な配線がなくなる
 - 背面もスッキリし、機器デザインや室内レイアウトなどの自由度も高まる (ただし、音質・画質等の劣化は許されない!)
 - 現在、大量にあるリモコンもなくなり、整理・集約される
- ◆ **一家に一台「インターネット・マシン」**
 - 家庭内から現在のルータのような設定の難しい通信機器がなくなり、家庭内や外出時などどこにいても、どんな端末でもインターネットへの接続を可能にするための「インターネット・マシン」が登場する
 - PC、携帯電話に限らず、ゲーム機、AV機器、その他の家電なども簡単な操作でひとつのホームネットワークを形成することができる
- ◆ **ワイアレス電源供給**
 - 電池切れがなくなり、携帯電話やホータブルAV機器、ノートPCなどがいつでもどこでもワイアレスで充電できる

社会的効果

国際競争力強化 **環境・エネルギー対策** **国内需要活性化**

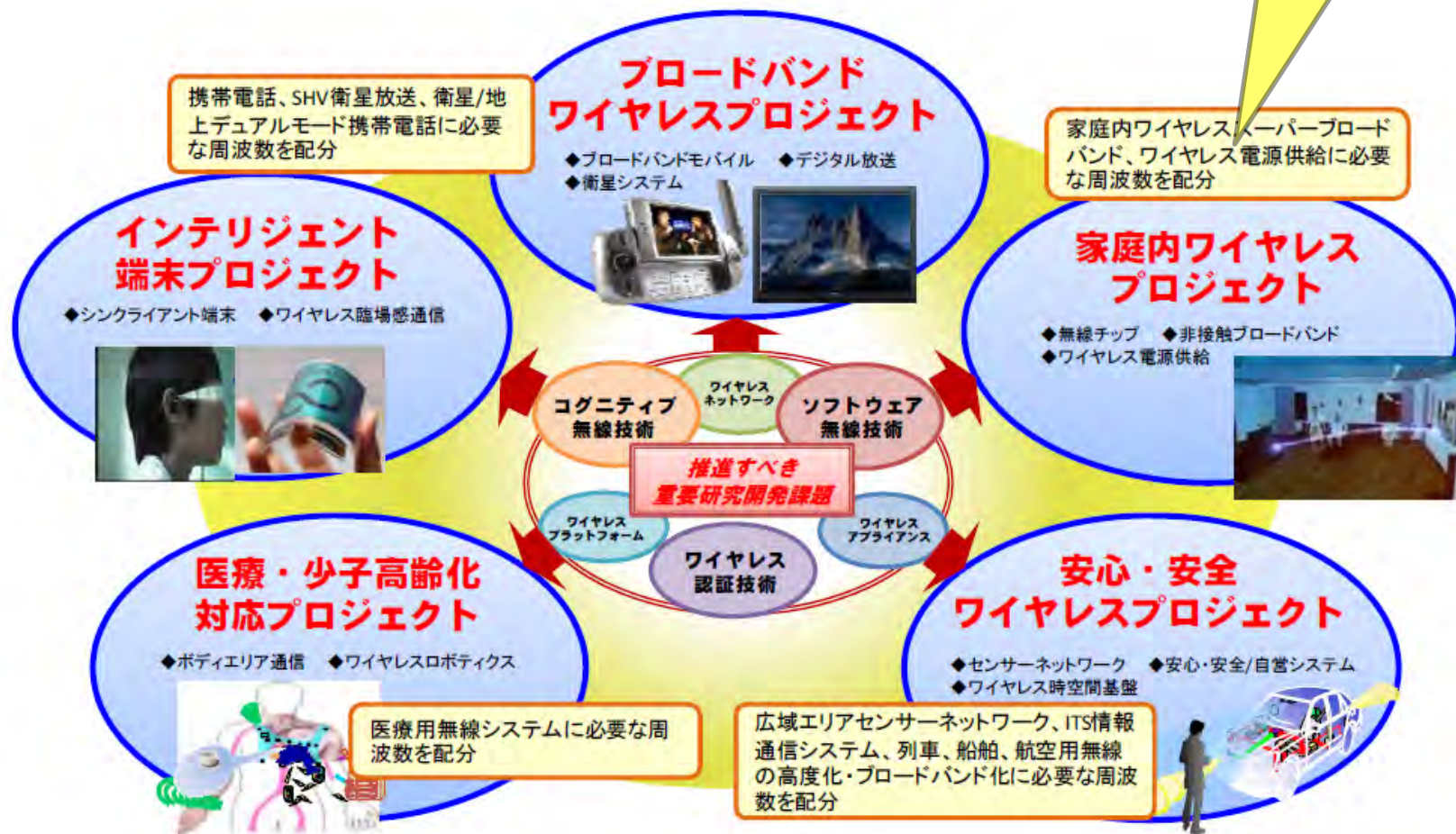
- 5 -

出典：[電波政策懇談会\(第2回資料\)「10年後、なくなっているもの」](#)
2008年12月2日 株式会社インフォシティ 岩波剛太

電波政策懇談会の報告

5つの電波新産業創出プロジェクト

当初は、家庭内の応用に着目



出典： [総務省電波政策懇談会報告書「電波新産業創出戦略」\(2009年7月3日\)第6章](#)

BWFの設立とロードマップの共有

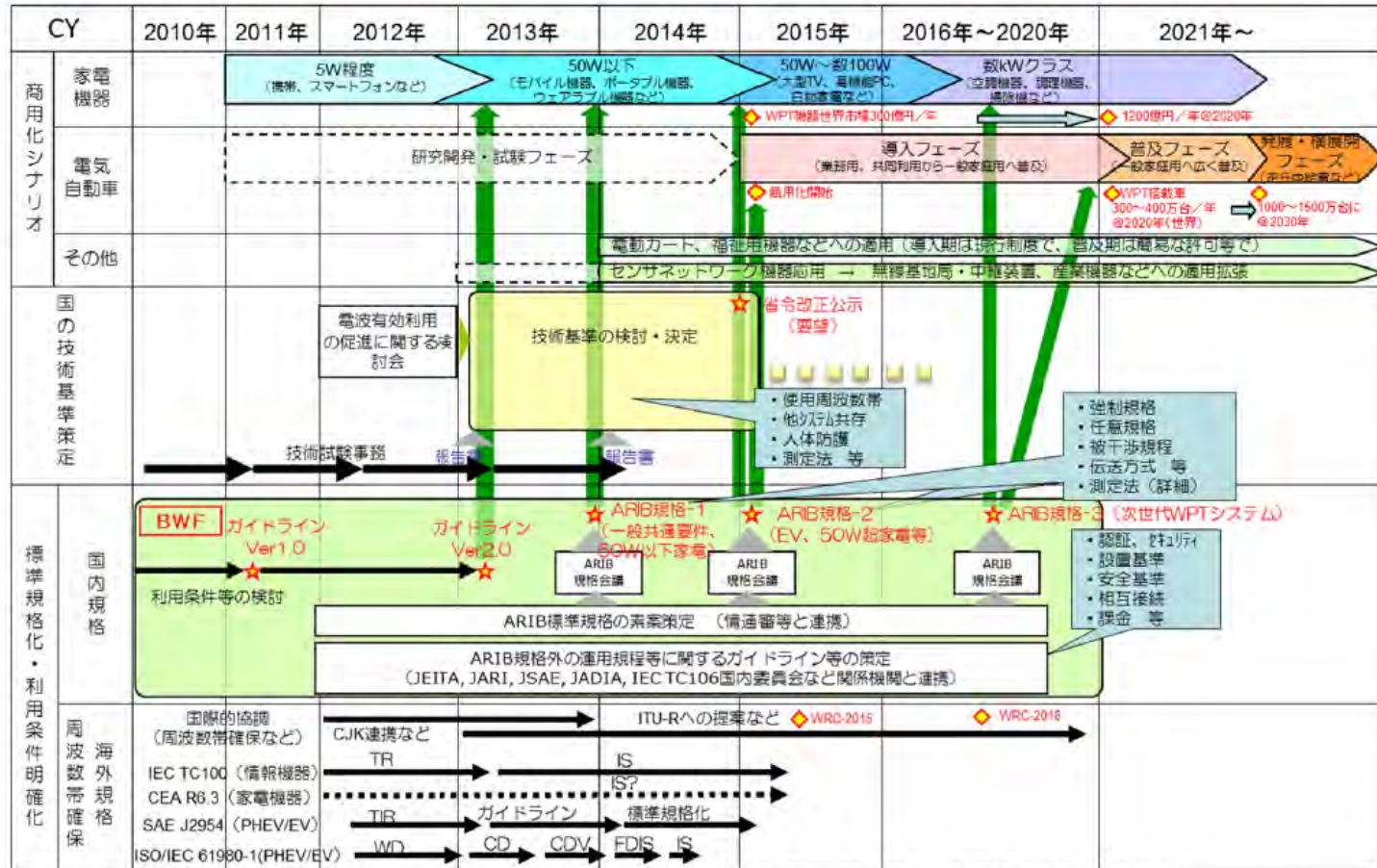
- 電波新産業創出戦略(2009年7月)とBWF
 - 総務省の電波政策懇談会(2008年10月～)が、その報告「電波新産業創出戦略」(2009年7月)においてワイヤレス電源供給を取り上げ、注目される。
 - この報告を受け、民間任意団体としてブロードバンドワイヤレスフォーラム(BWF)が設立(2009年7月)され、WPTワーキンググループが検討を開始。現在も活発に活動中。
- 総務省 電波有効利用の促進に関する検討会 報告書(2012年12月)
 - BWFが作成した制度化、実用化のロードマップが報告書に盛り込まれ、関係者の間で共有。

日本のWPT実用化に向けたロードマップ

作成:ブロードバンドワイヤレスフォーラム

YRP Broadband Wireless Forum

ワイヤレス電力伝送技術の実用化に向けたロードマップ



BWF:ブロードバンドワイヤレスフォーラム (Broadband Wireless Forum), WPT-WG: Wireless Power Transmission - Working Group, WPT: Wireless Power Transfer, ARIB:電波産業会, JEITA:電子情報産業技術協会, JARI:日本自動車研究所, JSAE:自動車技術会, JADIA:日本不燃デバイス工業会, IEC:国際電気標準会議 (International Electrotechnical Commission), CEA:米国家電協会 (Consumer Electronics Association), SAE:米自動車技術会 (Society of Automotive Engineers), ISO:国際標準化機構 (International Organization for Standardization), TR: Technical Report, TIR: Technical Inspection Report, NP: New work item Proposal, WD: Working Draft, CD: Committee Draft, CDV: Committee Drafts for Voting, FDIS: Final Draft International Standard, IS: International Standard

出典: [総務省 電波有効利用の促進に関する検討会報告書\(2012年12月25日\)](#) p.31

日本におけるWPTの制度化

- **国内制度整備から国際調和へ**

- 2013年6月、総務省の情報通信審議会情報技術分科会の**電波利用環境委員会**の下にワイヤレス電力伝送作業班を設置して検討を開始し、周波数の特定、他システムとの共用、人体防護等の課題を、実証実験を行いつつ検討
- 上記委員会の報告に基づき、情報通信審議会が技術的条件を一部**答申**(2015年1月及び7月)
- **2016年3月**、電気自動車(EV)用WPT装置等を高周波利用設備の型式指定の対象に追加する**省令改正を施行**。
- 上記の進捗状況は、日中韓情報技術会合、APT(アジア太平洋電気通信共同体)、**ITU-R等の検討の場に随時報告**し、フィードバックを得ながら、周波数の世界的な調和に向けて活動

目次

- はじめに
- 予備知識
- WPTに関するITUの研究動向
- WPTに関するITUの規則検討の動向
- 日本におけるWPT検討の進展
- **WPTの標準化に関する海外動向**
- 今後の展望
- おわりに

【参考資料】

WPTの標準化に関する海外動向

組織		内容 (2016年1月頃の状況。一部、進展があるものあり)
IEC	CISPR	CISPR SC-BがWPTをとり上げることとし、2014年6月にタスクフォースを設置して議論。他のSCは審議の可否を検討中。
	TC100	WPTに関するTechnical Reports について作業中 - 2012年7月にステージ0の調査を終え、Technical Reports 案を作成中。
	TC69/PT 61980	TC69 (電気自動車及び電動産業車両) のWG4において、ISO TC22 (道路車両)と共に自動車向けWPTについて議論 - IEC 61980-1: 一般要求条件 - IEC 61980-2: 通信 - IEC 61980-3: 磁界結合方式
ISO TC22/SC21 (ISO 19363)		ISO 19363: 自動車用磁界結合WPTの安全及びインタオペラビリティ要求条件を検討(PAS) - IEC 61980 and SAE J2954と密接に協調
ISO/IEC JTC 1 SC6		WPT用のIn-band PHY レイヤ及び MAC レイヤのプロトコルを検討
CEA (Consumer Electronics Association)		CEA R6-TG1 において家電用のWPT について議論
SAE (Society of Automotive Engineers)		2010年からWPTの標準化を検討。2013年11月に、SAE International J2954™ タスクフォース (ライトデューティEV/PHEV用WPT) が85 kHz帯での運用と3つの電力クラスについて合意。
AirFuel Alliance		磁界共鳴方式WPTを検討したA4WPと誘導方式WPTを検討したPMAが2015年に統合。 - メンバー企業が2015年にFCC認証、中国のSRRC承認を取得。50W超のシステムも検討中。
WPC (Wireless Power Consortium)		2008年設立。15Wまでの強結合誘導方式WPTの仕様(Qi規格)を公開。200社以上がQi規格をサポートし、アクセサリ、充電器、デバイスを含め約800の製品がQi規格を採用。
CJK WPT WG		CJK(中日韓)情報技術会合のWPTワーキンググループ。小電力/大電力のWPTに関して調査研究を行うため、地域内で情報を共有。2013年以降CJK WPT Technical Reportを作成し更新。
APT/AWG		TG on WPTでSurvey Report、Technical Reportを作成し更新。APT勧告についても検討中。
ETSI/TG28		SDR規格をベースに、EV用の周波数帯、電磁界強度の限度値等について見直しを検討中。

目次

- はじめに
- 予備知識
- WPTに関するITUの研究動向
- WPTに関するITUの規則検討の動向
- 日本におけるWPT検討の進展
- WPTの標準化に関する海外動向
- **今後の展望**
- おわりに

【参考資料】

今後の展望 (希望的観測)

- 2017年6月：
 - WPTの最初のITU-R勧告案(6.78MHz帯)を採択し、郵便投票に。
 - EV用周波数帯を含む暫定勧告改定案を作成。他WPに意見照会。
 - Non-Beam WPTのReport ITU-R SM.2303-1の改定を承認。
 - 周波数管理手法について議論して、Reportに向けた作業文書を更新。
 - Beam WPTの応用のうち早期実現を目指すものについて、周波数共用検討の方法論等を議論し、Report案の構成に関する作業文書を作成。
- 2017年11月： 6月会合の継続案件の検討。
 - WRC-19での検討が望まれるEV用以外のWPTについても、方針を確定。
- 2018年6月： EV用WPTの周波数を含む勧告案採択。周波数管理手法に関する新Reportを承認。CPMLレポートのテキスト案を作成。
 - Beam WPTについても、可能な範囲でCPMLレポートテキスト案に盛り込み、WRC-23以降の審議の可能性を模索。
- 2019年10~11月： WRC-19で、EV用WPTの周波数等をRRに規定。
- EV用以外のNon-Beam WPT及びSSPS等Beam WPTについて、他の国際機関等と連携し、周波数の世界的な調和に向けて更に活動。

今後想定される主な論点・課題

- **無線通信業務に干渉するWPTは認めない。**
 - ⇒ WPTから無線業務への影響が十分に小さいことを示すことが必須。
- **WPT用の周波数をRRに記載すべきか？**
 - 国際共通周波数が無線業務の保護に有益ならば、記載すべき。
 - ⇔ WPTはRR上のステータスがない。無線(通信)業務に影響を与えないよう各国又は地域が規制すべきで、RRの記載は不要。
- **現行RRのISM帯を拡張すべきか？**
- **現行RRのISMの定義を変更すべきか？**
- **WPTの定義をRRに新たに設けるべきか？**
- **WPTからの不要輻射をどのように規制すべきか？**
 - CISPRとの関係の整理
- **WPTからの人体防護をどのように行うべきか？**

新勧告案 ITU-R SM.[WPT]

DRAFT NEW RECOMMENDATION ITU-R SM.[WPT]

Frequency ranges for ~~global or regional~~ operation ~~and Human Hazards~~ of non-beam Wireless Power Transmission (WPT) systems

The ITU Radiocommunication Assembly,
(中略)

recommends

注：見え消しは
2016年11月会合
での変更部分

1 that administrations should consider as a guideline the use of the frequency range listed in the following table for the operation of WPT technologies ~~requiring operation on global or regional basis~~ and should take steps to ensure that radiocommunication services including the standard frequency and time signal service and the radio astronomy service are protected from WPT operations;

TABLE 1

Frequency range for global or regional operation of WPT

Frequency range	Suitable WPT technologies and applications
6 765 – 6 795 kHz Note: See RR No. 5.138	Magnetic resonant technology for mobile devices

~~2 that administrations should use ICNIRP guidelines for RF exposure.~~

Beam WPTに関するReportのWork Plan

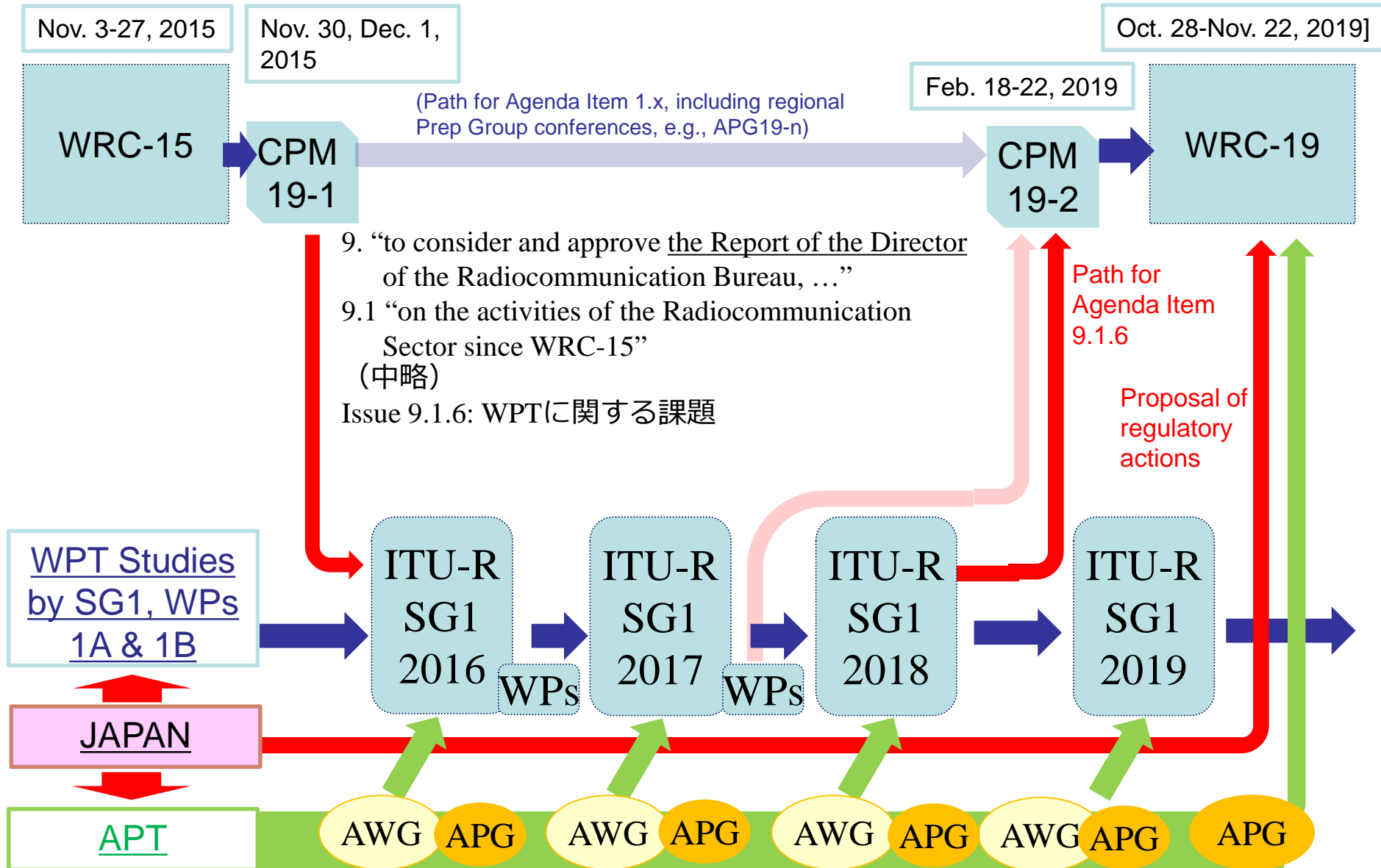
- 2016年11月のWP 1A会合で作成したWork Plan
(議長報告書に添付し、今後必要に応じて見直す。)

Target Years of Making Reports

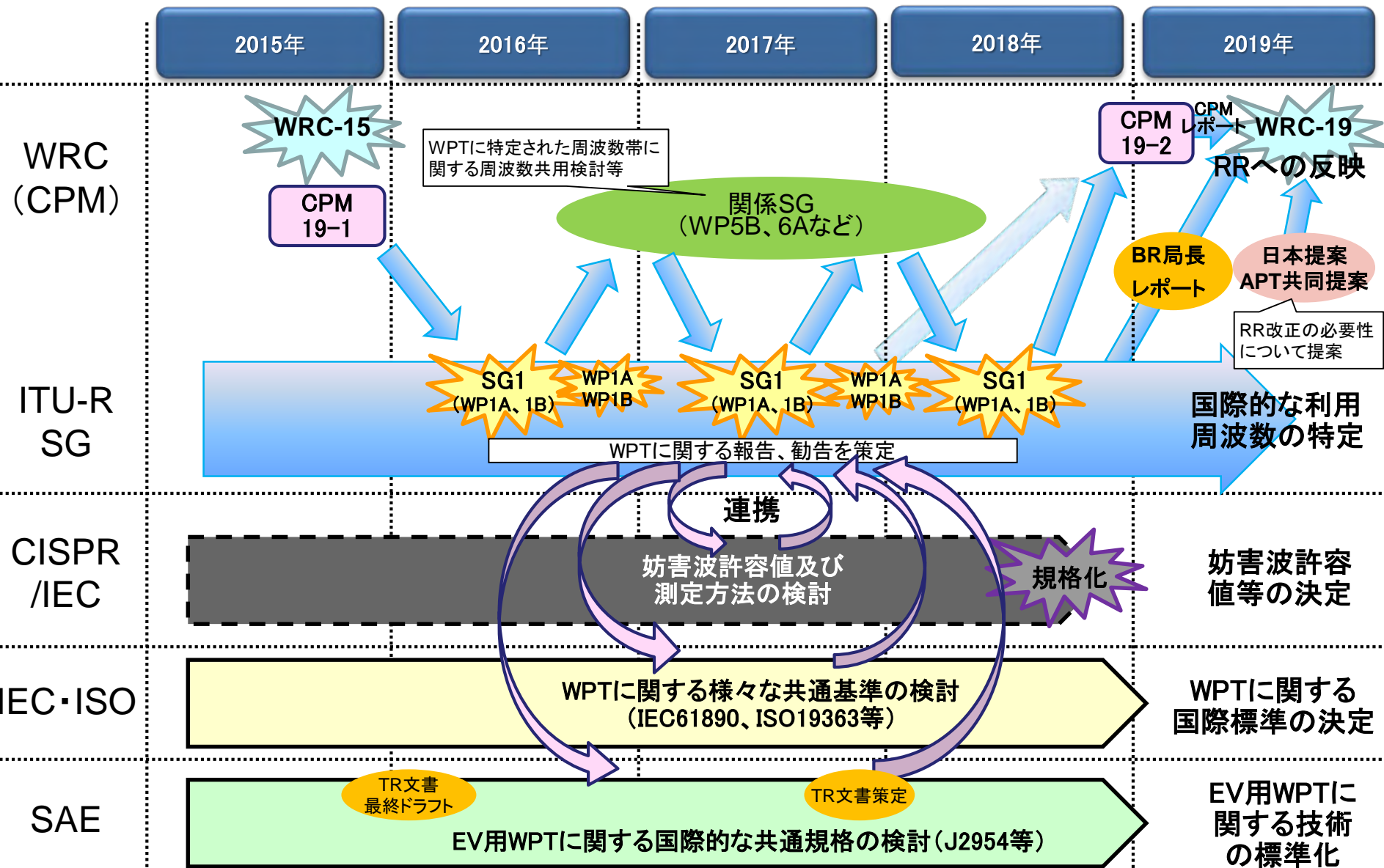
regarding Applications of WPT via Radio Frequency Beam

Target years of making reports	ID	Applications
[2017-2020]	a1	Wireless Powered Sensor Network
[2017-2020]	a2	Wireless Charger of Mobile Devices
[2017 – 2020 (Short Distance)] [2020- 2030 (Long Distance)]	c2	Point-to-Point WPT
[2025-2030]	c1	WPT to Moving Flying Target
[2025-2030]	c3	Wireless Charging for Electric Vehicle
TBD	c4	Solar Power Satellite

WPTに関するWRC-19審議に向けての手順



国際機関等における今後の取組み



目次

- はじめに
- 予備知識
- WPTに関するITUの研究動向
- WPTに関するITUの規則検討の動向
- 日本におけるWPT検討の進展
- WPTの標準化に関する海外動向
- 今後の展望
- おわりに

【参考資料】

おわりに

- WPTは周波数の新しい利用。幅広い応用に期待。特にEV給電は、EV普及を促し地球温暖化対策に繋がる。
- Non-Beam WPTは、電波利用のブロードバンド化により空きつつある低い周波数帯の有効利用促進の側面を持つ。
- RR上のWPTのステイタスが明確でない。RRの基本に立ち返っての議論が必要。言わば、「市民権獲得運動」。
- 無線(通信)業務へのインパクトの検討については、その実績と関係国際機関への貢献において日本がリード。継続を。
- 中国、韓国、イスラエル、米国等との連携及び他の国際機関・国際グループとの連携が、今後も重要。
- EV用WPTの周波数については、ITUが検討・決定を行うべきとの認識が芽生え、WRC-15の成果に繋がった。他のWPT(特にBeam WPT)はどうすべきか？

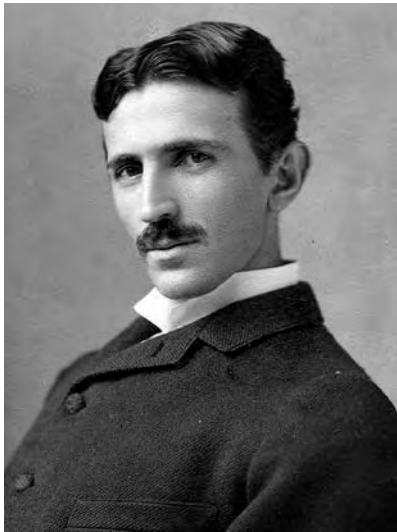
ご清聴ありがとうございました。

参考資料

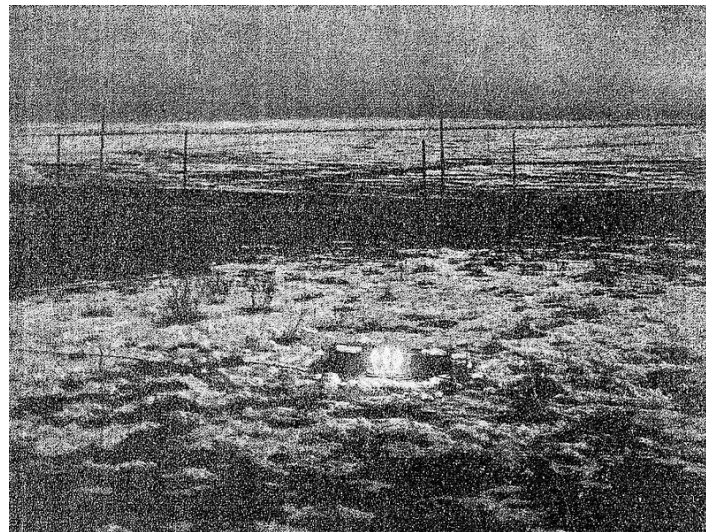
- 1) ニコラ・テスラの実験(1890年代～1910年代)
- 2) 国際電気通信連合(ITU)の概要
- 3) 電波の利用に関する制度等の階層
- 4) Report ITU-R SM.2303-1 記載の応用例
- 5) Report ITU-R SM.2392.0 記載の応用例
- 6) WRC-15及びCPM19-1の概要

1) ニコラ・テスラの実験(1890年代～1910年代)

ニコラ・テスラの実験(1890年代～1910年代)



ニコラ・テスラ
(1856-1943)
電磁界を用いた
多くの技術を発明。
磁束密度の単位
T(テスラ)に。



コロラド・スプリングスのテスラの
ラボにおけるWPT実験(1899):
30m離れた大型コイルから18m
のループアンテナにつながれた
3個の電球を点灯。



Wardenclyffe タワー
(Long Island)から、全世
界向けワイヤレス電力伝
送を計画(1901-1917)。
伝送は実現せず。

写真出典: ウィキメディア・コモンズ

2) 国際電気通信連合 (ITU) の概要

1. 設立

1865年創設の万国電信連合と1906年創設の国際無線電信連合が1932年合体し、国際電気通信連合 (ITU) として発足。

2. 国際連合 (UN) の15の専門機関のうちの一つ

3. 目的

電気通信の改善と合理的利用のため国際協力を増進し、電気通信業務の能率増進、利用増大と普及のため、技術的手段の発達と能率的運用を促進すること。

4. メンバー： 加盟国： 193か国 (2016年4月現在)

セクターメンバー等 (団体、企業、大学等)： 700以上

5. 連合の構成： 3部門 (セクター) と事務総局からなる。

1. 無線通信部門 (ITU-R)

2. 電気通信標準化部門 (ITU-T)

3. 電気通信開発部門 (ITU-D)

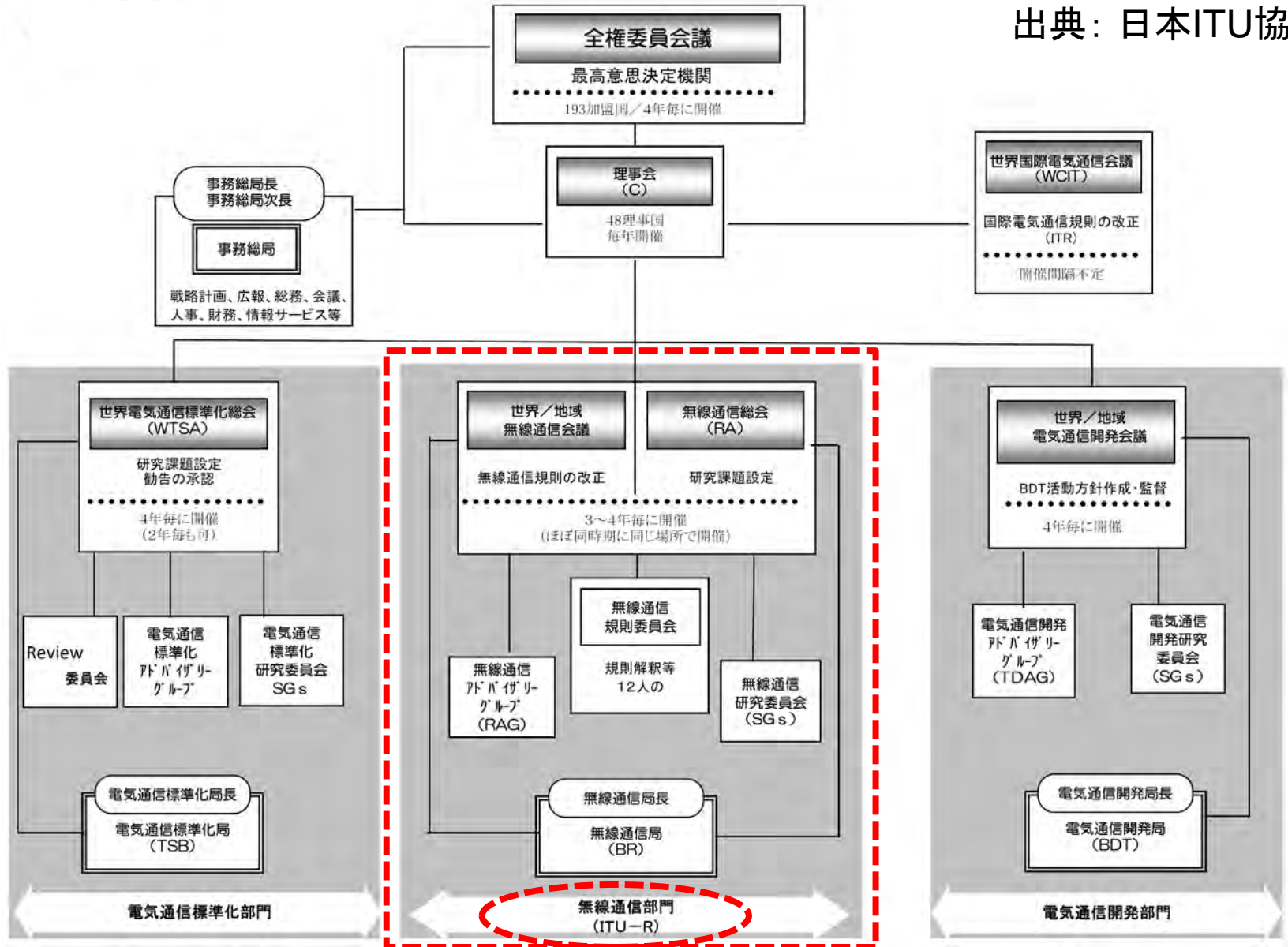
4. 事務総局

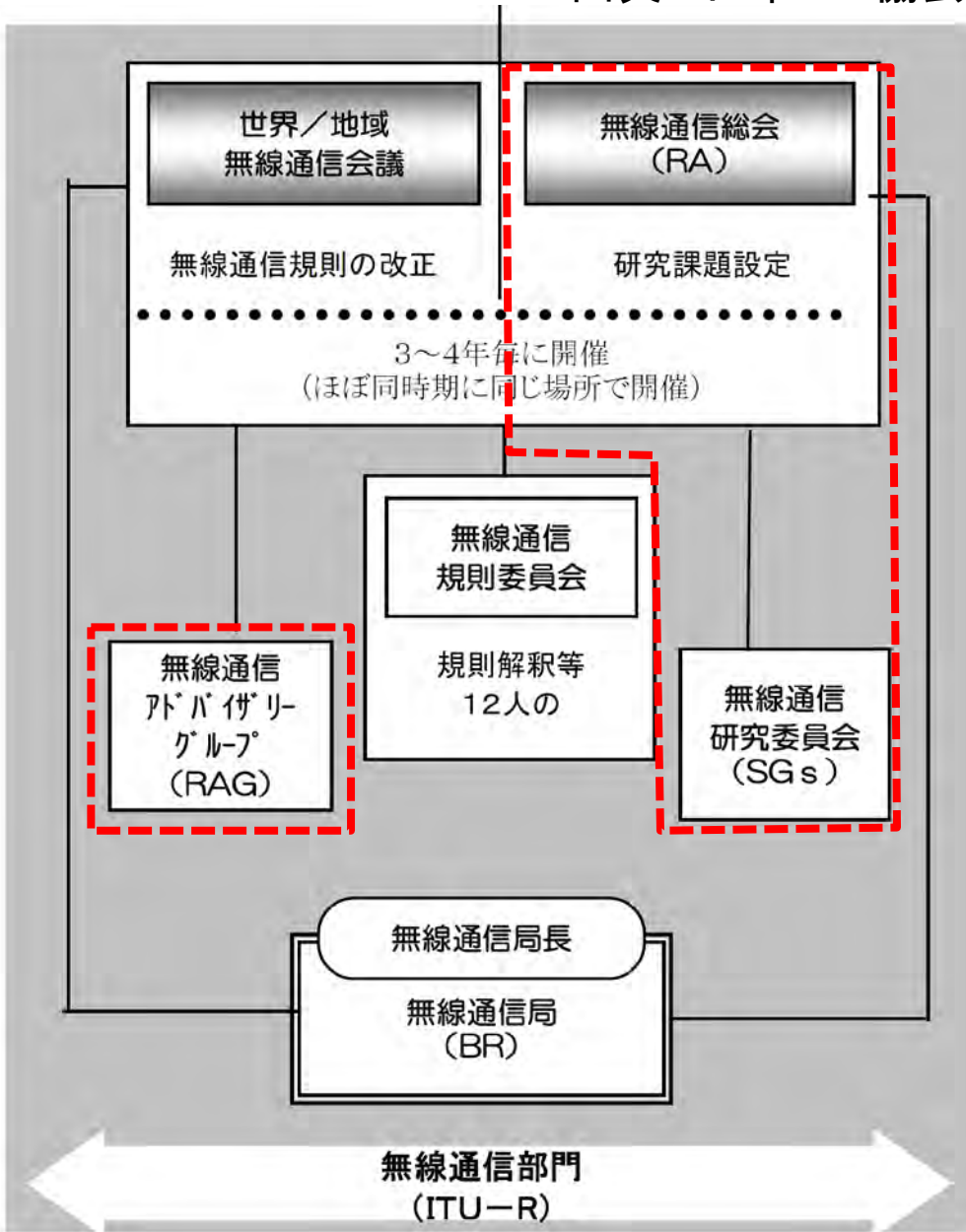
ITUの任務

1. 無線周波数スペクトラムの分配
無線周波数割当及び静止衛星軌道の登録
2. 混信の除去、電波の利用改善のための取組みの調整
3. 電気通信の世界的な標準化の促進
4. 発展途上国への技術援助の促進
5. 宇宙技術利用など電気通信手段の調和のとれた発展に向けた取組みの調整
6. できる限り低廉な通信料金を設定するための国際協力の促進
7. 電気通信に関する研究の実施、規則の改定、決議の採択、勧告及び意見の作成 等

ITUの組織図

出典：日本ITU協会





ITU-Rの概要

主な組織と機能

- WRC/RRC ← CPM
無線通信規則 (RR: Radio Regulations) の改正
- RA ← SGs/RAG
無線通信の技術・運用等の課題の研究、勧告の作成
- RRB
規則の解説
- BR
周波数の割当て・登録等

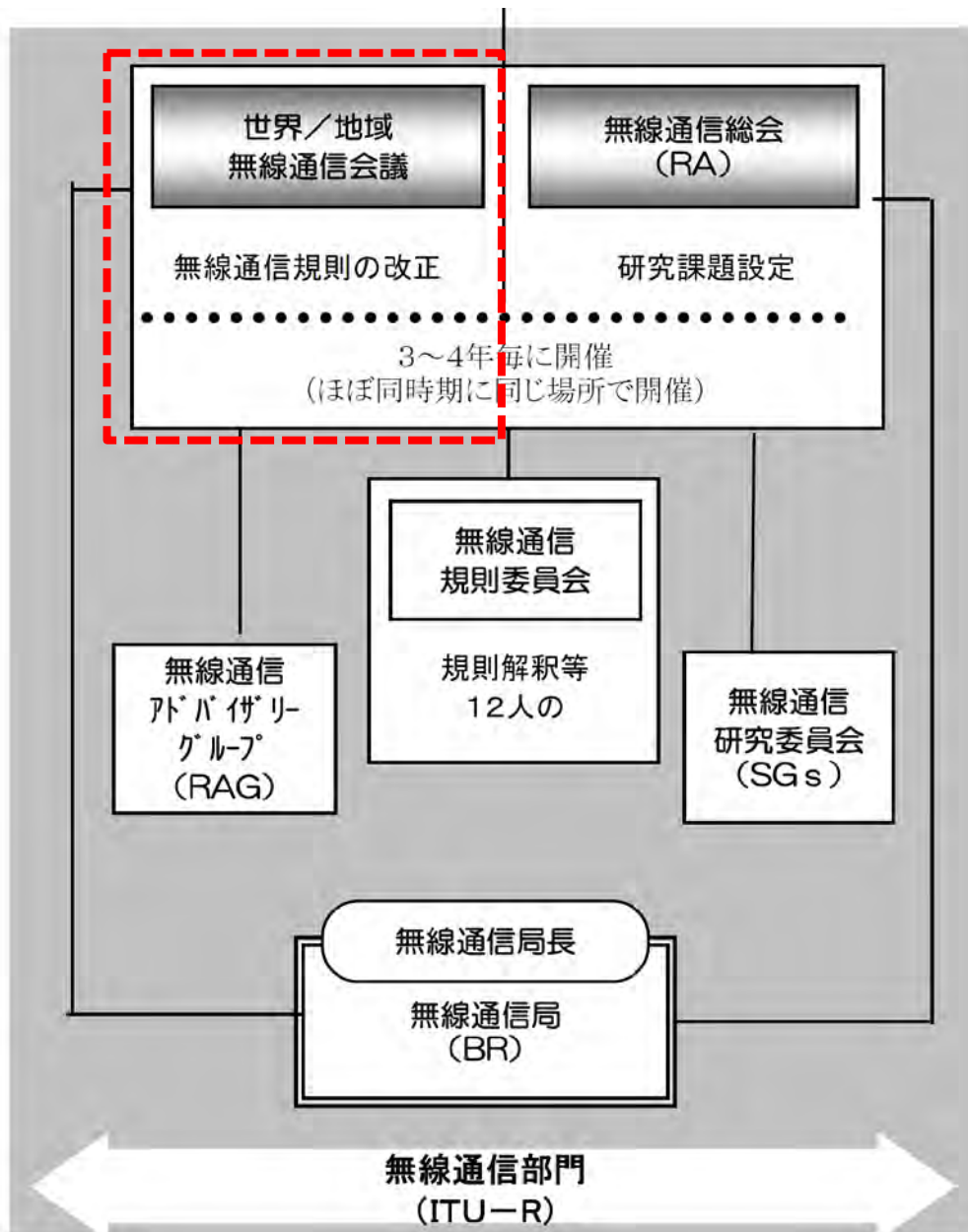
WPTに関する
以前からの活動範囲

ITU-Rの概要

WPTに関して
WC-15から
活動開始

主な組織と機能

- WRC/RRC ← CPM
無線通信規則 (RR: Radio Regulations) の改正
- RA ← SGs/RAG
無線通信の技術・運用等の課題の研究、勧告の作成
- RRB
規則の解釈等
- BR
周波数の割当て・登録等



Study Group (SG) とSG 1の概要

各SGの所掌

SG 1	周波数管理	SG 3	電波伝搬	SG 4	衛星業務
SG 5	地上業務	SG 6	放送業務	SG 7	科学業務

SG 1の概要

<研究領域>

Spectrum Management (周波数管理)

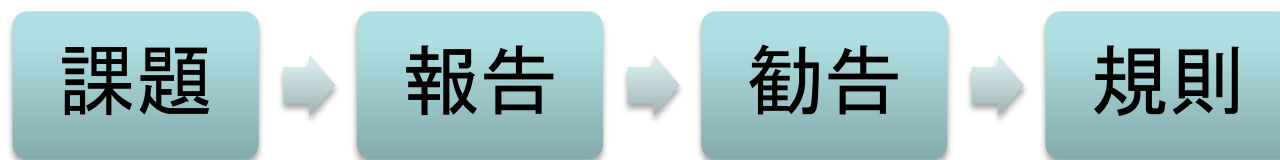
WPTに関する
研究課題を担当

<構成>

- Working Party 1A (WP 1A)
 - Spectrum **engineering techniques**
- Working Party 1B (WP 1B)
 - Spectrum **management methodologies** and economic strategies
- Working Party 1C (WP 1C)
 - Spectrum monitoring

ITUの作業方法

- **Contribution Driven**: メンバーからの寄書が必須。
- 事実上、全会一致の審議。
- **Question**(研究課題)の承認により審議開始。
- **Recommendation**(勧告)、**Report**(報告)等を公表。
- **Working Document**(作業文書)、**Preliminary Draft**(暫定案)を経て、**Draft**(案)を承認して公表に至る。
- 勧告(Rec.)は、SGの採択を経て、総会承認又は加盟国の郵便投票により承認。
報告(Rep.)は、SGが承認。
- **Regulation**(規則)には法的強制力がある。勧告にはない。
- 規則はWRCが改正。



Question ITU-R 210/1-3 (要点)

QUESTION ITU-R 210-3/1 Wireless power transmission

(1997-2006-2007-2012)

considering

a) that **technology** is under development to transfer power efficiently from one location to another using wireless methods;

b) that such **wireless power transmission (WPT)** technologies may . . .
(中略)

decides that the following **information** be gathered

1 What applications . . . ?

2 What are the technical characteristics of the emission . . . ?

3 What is the WPT's standardization situation in the world?

decides that the following **Questions** should be studied

1 Under what category of spectrum use should administrations consider WPT: ISM, or other?

2 What radio frequency bands are most suitable for WPT?

3 What steps are required to ensure that radiocommunication services, including the radio astronomy service, are protected from WPT operations?

勧告 ITU-R SM.1056-1 (抜粋)

RECOMMENDATION ITU-R SM.1056-1

Limitation of radiation from industrial, scientific and medical (ISM) equipment
(1994-2007)

noting

- a) that, for ISM applications, the frequencies typically used by ISM equipment and some current and **future ISM applications are shown in Annex 1**;
(中略)

recommends

(CISPR Publication 11の最新版の使用及びCISPRとの協力の継続を勧告)

ANNEX 1

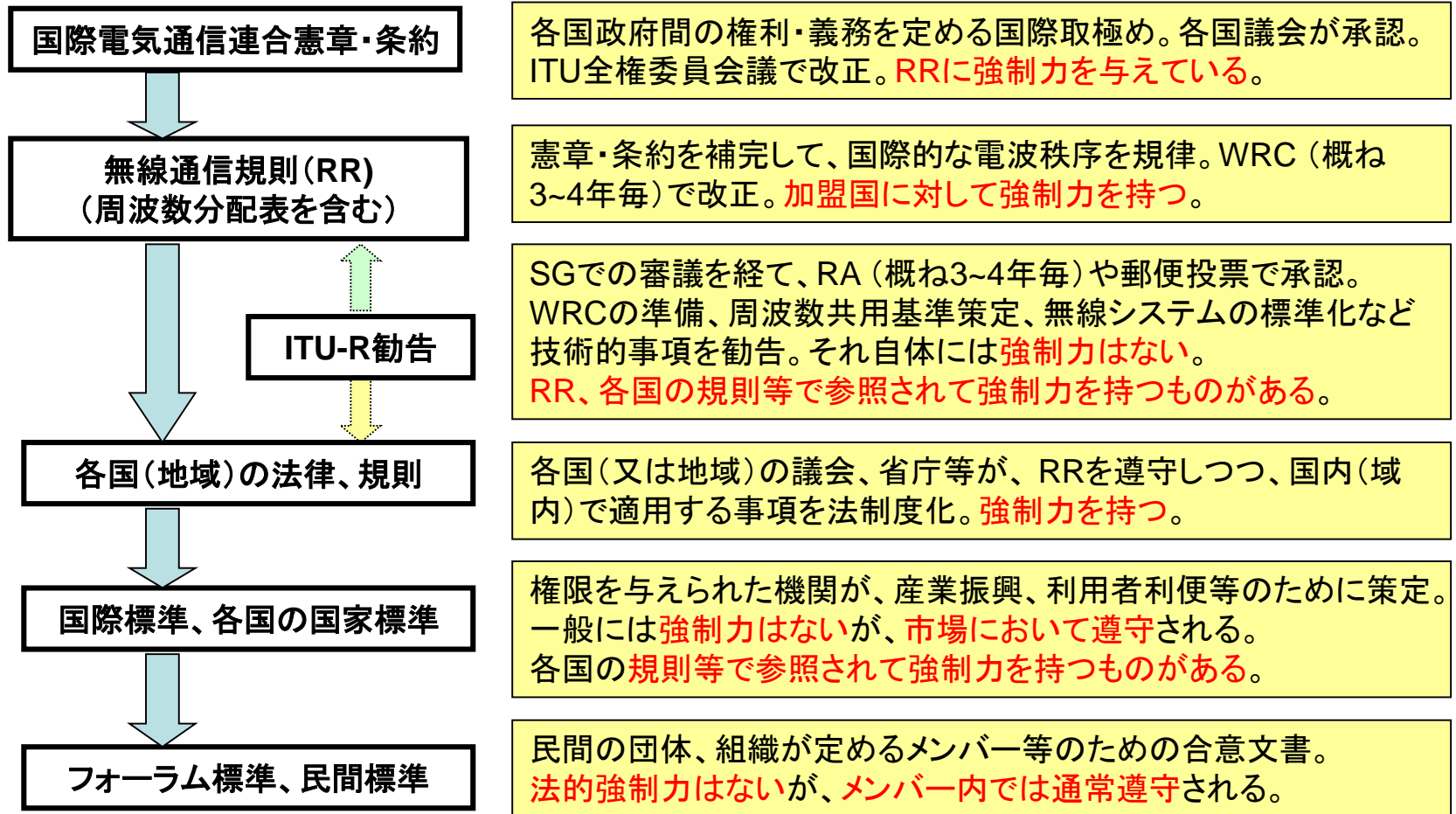
2.2 **Future applications**

2.2.5 **Power transfer**

Most experiments on transfer of energy have occurred at microwave frequencies, e.g., 2 450 MHz, 5 800 MHz and higher.

- Solar power satellite experiments are continuing at 2 450 MHz and 35 GHz;
- transfer of power to an aircraft at 2 450 MHz;
- electrified roadway – a number of energy transfer stations embedded in the roadway to recharge electrically powered vehicles passing overhead (915 MHz and 2 450 MHz);
- electromagnetic (EM) propulsion systems below 1 MHz.

3) 電波の利用に関する制度等の階層



ITU: International Telecommunication Union
RA: Radiocommunication Assembly

RR: Radio Regulation
SG: Study Group

WRC: World Radiocommunication Conference
ITU-R: ITU Radiocommunication Sector

4) Report ITU-R SM.2303-1 記載の応用例



Tightly coupled mixer



Tightly coupled rice cooker:

Report SM.2303-3-05



(WPT overhead shutter of LCD product line)

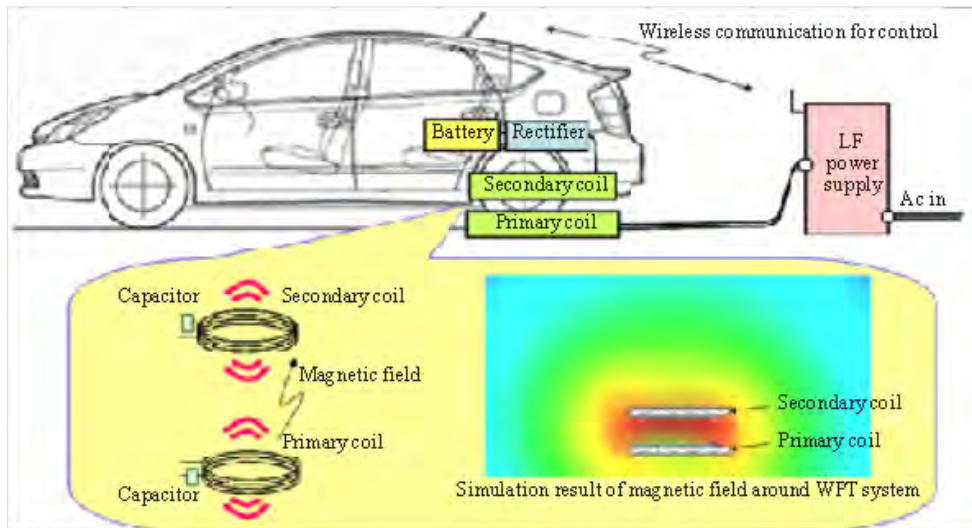


(WPT overhead transmission of semiconductor product line)



(WPT kitchen is land of apartment)

Report SM.2303-3-06

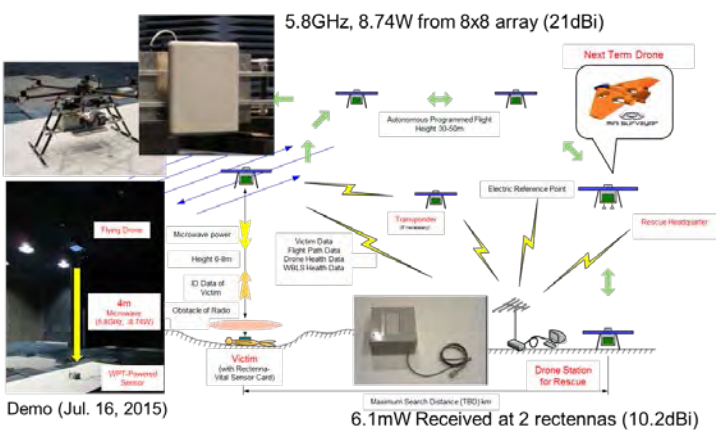
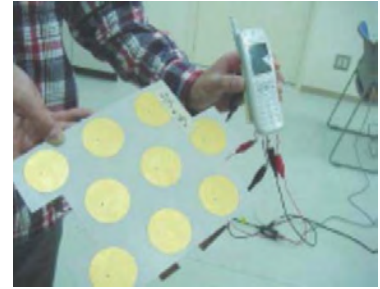
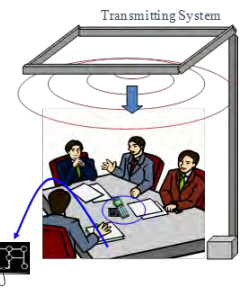
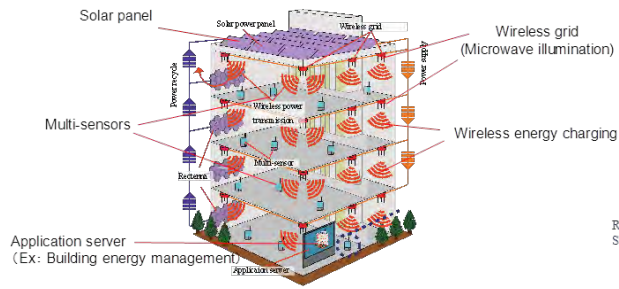
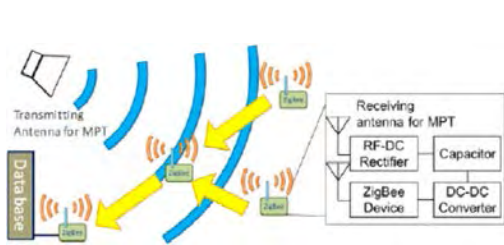


Report SM.2303-3-07

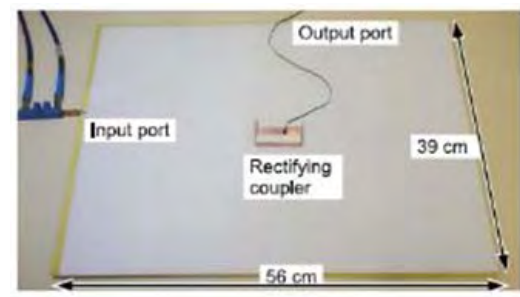
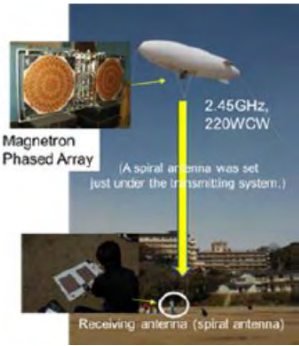
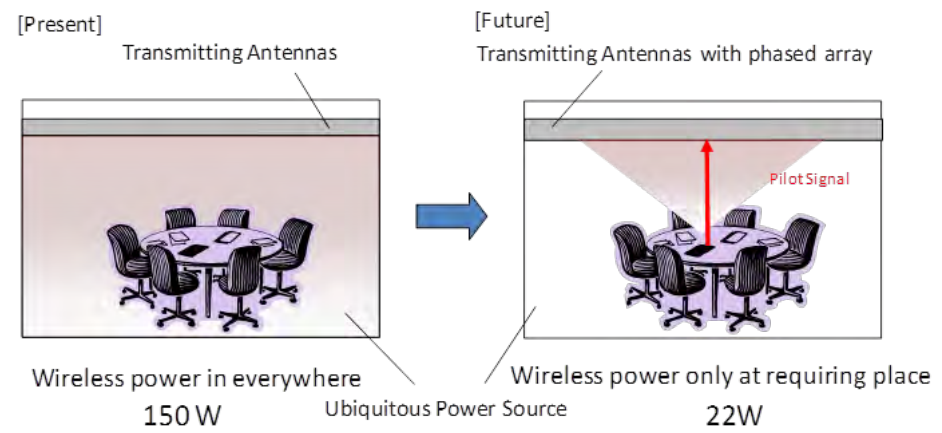


Report SM.2303-3-09

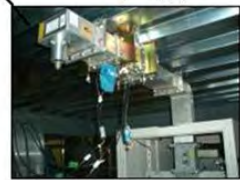
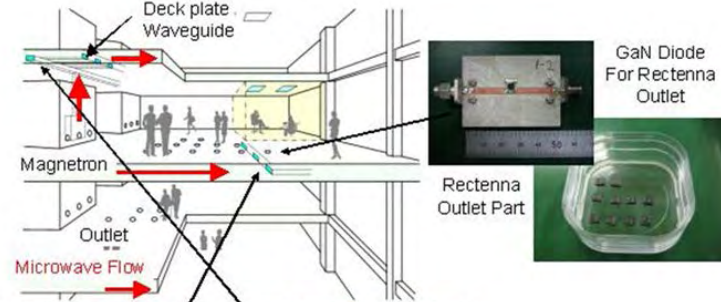
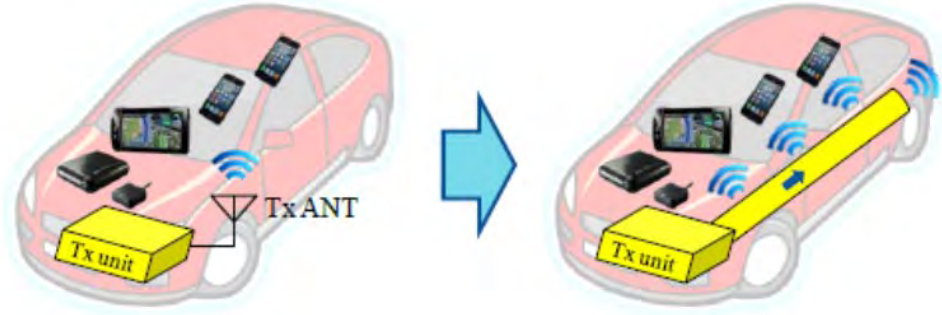
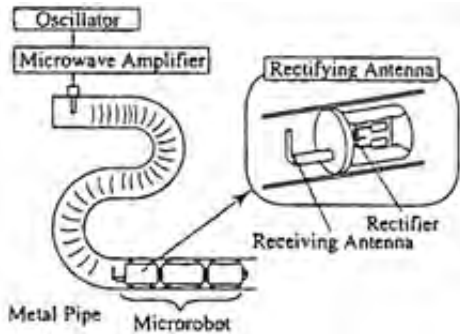
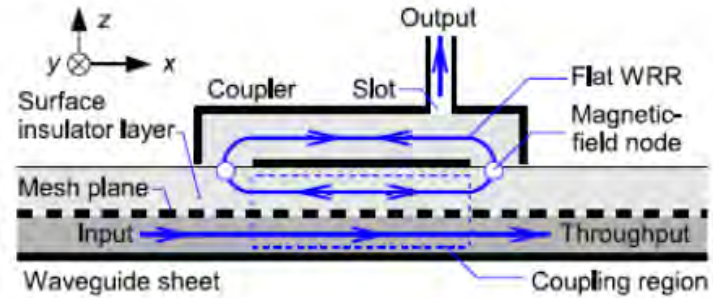
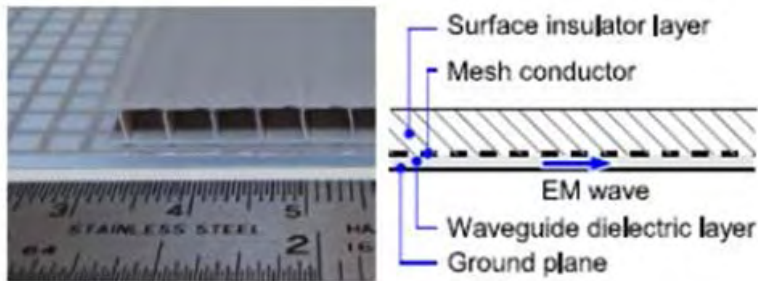
5) Report ITU-R SM.2392.0 記載の応用例(1/5)



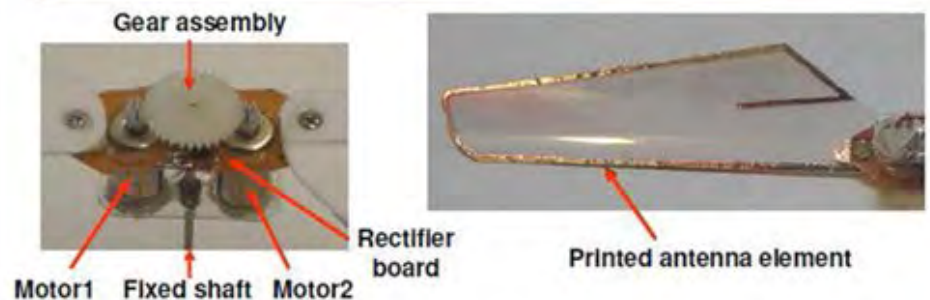
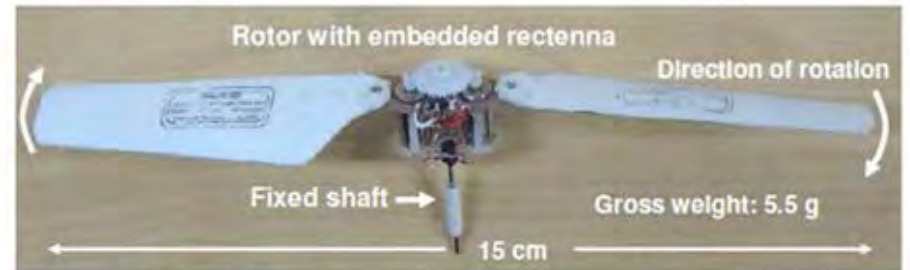
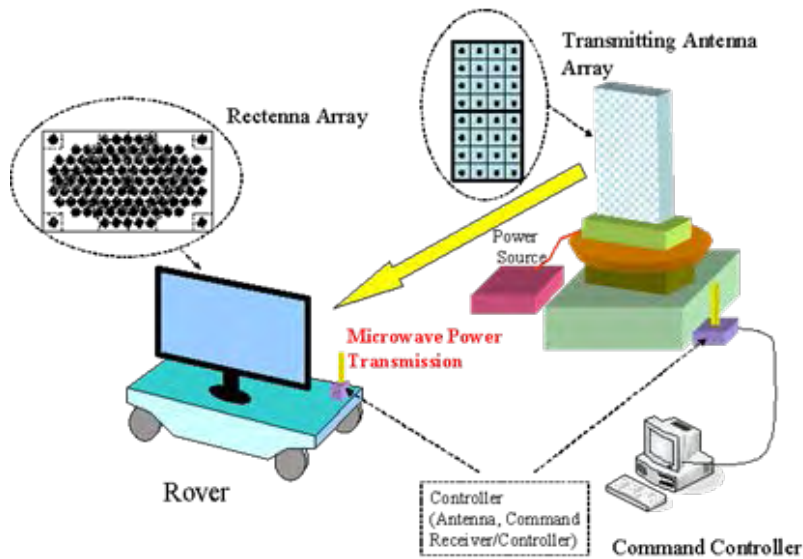
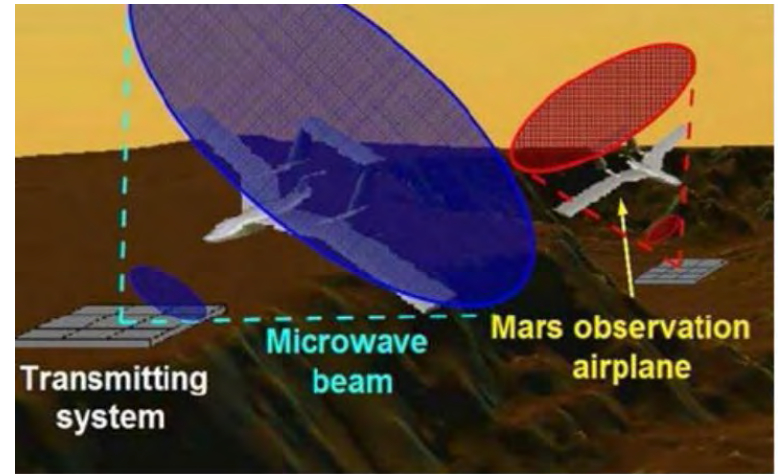
Demo (Jul. 16, 2015)



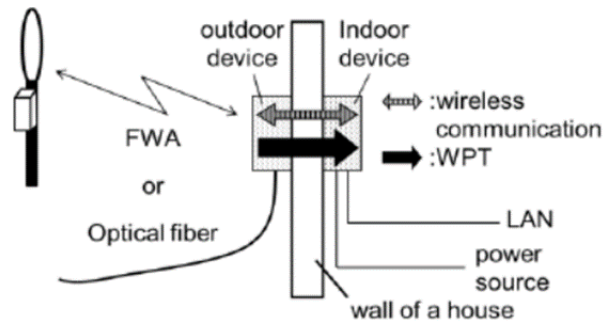
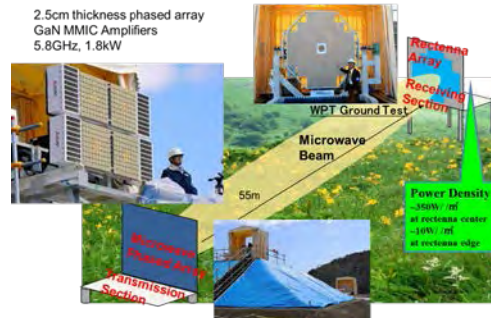
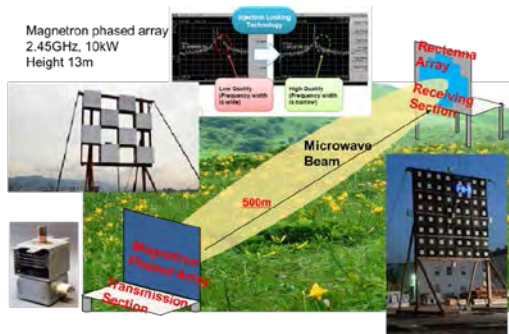
Report ITU-R SM.2392.0 記載の応用例(2/5)



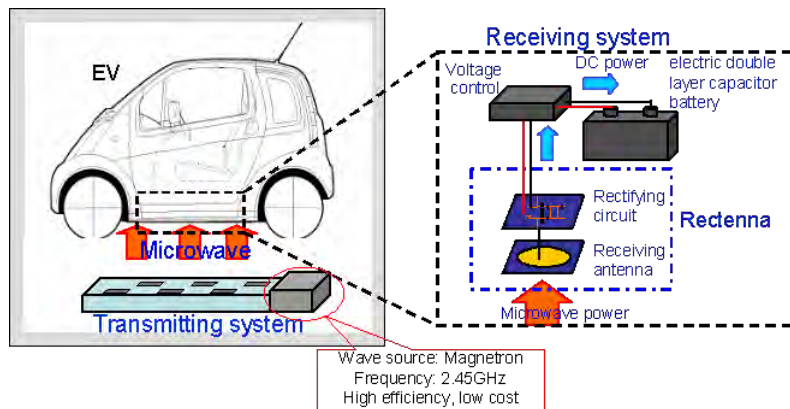
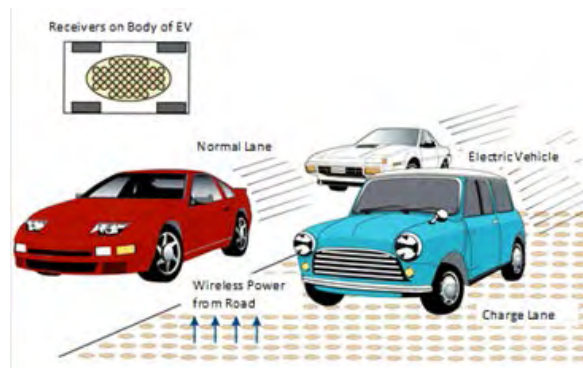
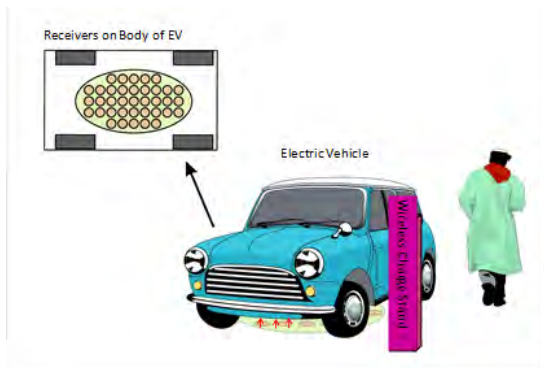
Report ITU-R SM.2392.0 記載の応用例(3/5)



Report ITU-R SM.2392.0 記載の応用例(4/5)



レポートITU-R SM.2392.0 記載の応用例(5/5)



Solar Power Satellite (SPS) in Geostationary orbit (36,000km above)

Electric power generated in the SPS is transmitted to the ground via microwave and is used on the ground.

Over 10,000 tons satellite

SPS designed in 70's (Reference system)

Wireless Power Transmission Via Microwave (1-10GHz, Especially 2.45GHz, 5.8GHz)

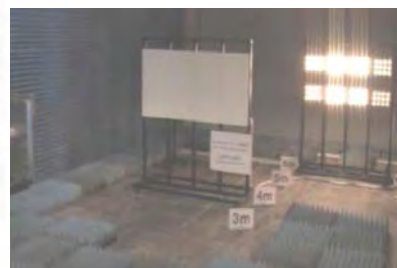
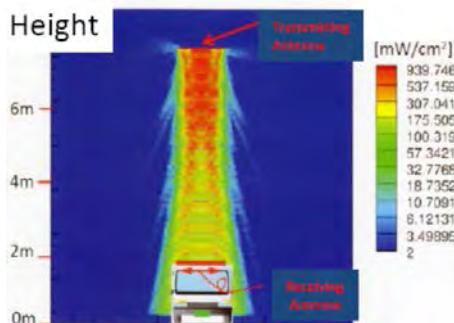
1-2km, over billion antenna elements for phased array Tx antenna

Ground 2-10km Over 1GW

[SPS Characteristics]

- CO2 free power source**
- SPS : 20g-CO₂/kWh (Plant)
- (11g-CO₂/kWh if with SPS power)
- Oil : 846g-CO₂/kWh
- Atomic power : 22 g-CO₂/kWh
- Baseload power source**
- Unrelated power generation with day/night and rain
- With developed technologies**
- Necessary for develop in different view point (higher efficiency, lighter weight, huge structure)

@RISH, Kyoto Univ.



6) WRC-15及びCPM19-1の概要

1. 2015年世界無線通信会議(WRC-15)

日程： 2015年11月3日(火)～27日(金)(25日間)

場所： スイス(ジュネーブ:ITU本部)

参加者： 162カ国から約3,800名が参加。我が国からは、総務省・民間事業者・研究機関などから約80名が参加。

審議内容等：

- 国際電気通信連合(ITU: International Telecommunication Union)が開催するワイヤレス分野の最大規模の会合であり、3～4年毎に開催(前回は2012年に開催)
- 無線システムの国際周波数分配等を規定する無線通信規則の改正を審議

2. WRC-19準備会合(CPM19-1会合)

日程： 2015年11月30日(月)・12月1日(火)(2日間)

場所： スイス(ジュネーブ:ITU本部)

参加者： 約70カ国から約300名が参加。我が国からは、総務省・民間事業者・研究機関などから約18名が参加

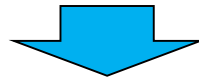
審議内容等：

「WRC-19新議題」の作業担当グループ及び「CPMレポート*」の章構成等を検討

*各議題の論点・解決策等についてCPM19-2会合からWRC-19へ報告されるもの。

WRC-15会合及びCPM19-1会合の結果

日本からの提案を元に、WRC-19議題候補のAPT共同提案として、「WPTのための周波数関連事項及び規制措置」(To consider spectrum related matters and regulatory actions to support WPT)を提案。



- 時期尚早等の理由から、議題候補とすることに欧米各国が強く反対。
- 議論の結果、対象を電気自動車用WPTに限定*して緊急研究**と決議。
- CPM19-1会合で、CPMLレポートで課題9.1.6 ***として扱うことを決定。
 - *タイトルを“Studies concerning WPT for electric vehicles”に変更。
 - **決議COM6/15により、緊急研究の対象とし、BR局長に研究結果の報告を指示。
 - ***WRC-19の議題9.1は、WRC-15以降の無線通信セクターの活動に関するBR局長の報告を検討し承認する議題。
- 上記の結果、WPTについては、今後のITU-R SG1の研究結果に基づくBR局長からの報告を、WRC-19で検討して承認することとなった。RRの改正が必要な場合、CPMLレポートにその必要性を記述するとともに、主管庁からの提案が必要(望ましくは共同提案)。

WPTに関するCPM19-1の決定(1/2)

Topic	Responsible group	Action to be taken by the group	Concerned group
<p>Resolution COM6/15 (WRC-15)</p> <p>Urgent studies required in preparation for the 2019 World Radiocommunication Conference</p>		<p>resolves</p> <p>to complete studies on the topics identified in this Resolution and its Annex,</p> <p>invites ITU-R</p> <p>as a matter of urgency, to complete the studies called for in this Resolution,</p> <p>instructs the Director of the Radiocommunication Bureau to report on these studies under agenda item 9.1 of WRC-19, as appropriate, based on the results of studies.</p> <p>(次頁のANNEXに続く)</p>	
<p>Source: R15-CPM19 01-1511130-TD-0004</p>			

注: Res. COM6/15 (WRC-15)は、後日、Res. 958 (WRC-15) と採番された。

WPTに関するCPM19-1の決定(2/2)

Topic	Responsible group	Action to be taken by the group	Concerned group
		ANNEX TO RESOLUTION COM6/15 (WRC-15) Urgent studies required in preparation for the 2019 World Radiocommunication Conference	
<u>Issue 9.1.6:</u> Issue 1) in the Annex to Resolution COM6/15 (WRC-15)	WP 1B	1) Studies concerning Wireless Power Transmission (WPT) for electric vehicles:	WP 1A WP 5B WP 6A
		a) to assess the impact of WPT for electric vehicles on radiocommunication services;	
		b) to study suitable harmonized frequency ranges which would minimize the impact on radiocommunication services from WPT for electrical vehicles.	
		These studies should take into account that the International Electrotechnical Commission (IEC), the International Organization for Standardization (ISO) and the Society of Automotive Engineers (SAE) are in the process of approving standards intended for global and regional harmonization of WPT technologies for electric vehicles.	
Source: R15-CPM19 01-1511130-TD-0004			
Issue 9.1.7: ...		2) 及び 3) (WPT以外につき省略)	(省略)

*SAE (Society of Automotive Engineers) : 全米自動車技術者協会

注: Res. COM6/15 (WRC-15)は、後日、Res. 958 (WRC-15) と採番された。

WRC-19議題一覧

- 議題1.1 50-54MHz帯におけるアマチュア業務への周波数分配に関する議題(第一地域)
- 議題1.2 401-403MHz帯及び399.9-400.05MHz帯におけるMSS/METSS/EESS用地球局の電力制限に関する議題
- 議題1.3 460-470MHz帯における気象衛星業務への一次分配への格上げ及び地球探査衛星業務への一次分配に関する議題
- 議題1.4 Appendix30 Annex7の見直しに関する議題
- 議題1.5 17.7-19.7GHz帯及び27.5-29.5GHz帯における固定衛星業務での通信における地球局の使用に関する議題
- 議題1.6 37.5-39.5GHz帯、39.5-42.5GHz帯、42.5-43.5GHz帯、47.2-50.2GHz帯及び50.4-51.4GHz帯における非静止軌道衛星のための固定衛星業務における規制の枠組みに関する議題
- 議題1.7 短期ミッションの非静止軌道衛星のための宇宙運用業務の適応要件に関する議題
- 議題1.8 GMDSSの近代化および新たな衛星プロバイダに関する議題
- 議題1.9 ① 全世界的な海上遭難・安全システム(GMDSS)および船舶自動識別装置(AIS)の保護のための156-162.05 MHz帯の海上無線装置の規制措置に関する議題
② 海上移動衛星業務への156.0125-157.4375MHz帯及び160.6125-162.0375MHz帯における新規周波数分配に関する議題
- 議題1.10 GADSSの導入及び利用に関する議題
- 議題1.11 列車-沿線間の鉄道無線通信システムに関する議題
- 議題1.12 ITSの推進のための世界的あるいは地域的な周波数利用の協調に関する議題
- 議題1.13 IMTの将来開発に向けたIMT周波数の特定に関する議題
- 議題1.14 固定業務へ分配済みの周波数帯域における高高度プラットフォーム(HAPS)への規制措置に関する議題
- 議題1.15 275GHz以上の周波数帯における能動業務の特定に関する議題
- 議題1.16 5150-5925MHz帯におけるWAS/RLANの使用に関する議題
- 議題2 無線通信規則の参照で引用されたITU-R勧告の参照の現行化
- 議題4 決議・勧告の見直し
- 議題7 衛星ネットワークに係る周波数割当のための事前公表手続、調整手続、通告手続及び登録手続の見直し
- 議題8 脚注からの自国の国名削除
- 議題9 **無線通信局長の報告の検討及び承認**
- 議題9.1 **WRC-15以降の無線通信セクターの活動について**
- 課題
- 9.1.1 1885-2025MHz帯及び2110-2200MHz帯におけるIMTの導入
- 9.1.2 1452-1492MHz帯におけるIMTと放送衛星業務との共存性
- 9.1.3 固定衛星業務に割り当てられた3700-4200MHz帯、4500-4800MHz帯、5925-6425MHz帯及び6725-7025MHz帯における、非静止軌道衛星システムの技術的及び運用上の課題の研究並びに規制条項
- 9.1.4 サブオービタル宇宙船上の局
- 9.1.5 RR Nos. 5.447F及び5.450AにおけるITU-R勧告M.1638-1及びR M.1849-1の参照に伴う技術的及び規制的影響の考察
- 9.1.6 **EV用WPTの研究**
- 9.1.7 無免許の地球局端末の運用管理のための手法等の研究
- 9.1.8 マシントイブコミュニケーションの導入に向けた技術的・運用的側面の研究及びスペクトル使用の調和
- 9.1.9 固定業務への51.4-52.4GHz帯の分配及びスペクトル要件
- 議題9.2 RR 適用上の矛盾及び困難に応じた措置について
- 議題9.3 決議80(WRC-07改定)の規定に応じた措置について
- 議題10 将来の世界無線通信会議の議題