

電波天文周波数小委員会の活動

立澤加一、亀谷收、川口則幸（国立天文台）

Abstract

電波天文学観測に影響を与える各種の外来混信から電波天文観測施設を守り、かつ、電波天文観測の重要性を知らせるために、電波天文周波数小委員会は各種の活動を活発に行っています。ここでは、その活動内容を懸念事項を含めて紹介します。

電波天文周波数小委員会構成

(親委員会：電波専門委員会)

委員長：川口則幸（国立天文台水沢VLBI観測所）

副委員長：亀谷 收（国立天文台水沢VLBI観測所）

委員（50音順）

今井 裕（鹿児島大学大学院理工学研究科）

梅本智文（国立天文台水沢VLBI観測所）

岡 朋治（慶応義塾大学理工学部物理学科）

川邊良平（国立天文台野辺山宇宙電波観測所）

河野孝太郎（東京大学大学院理学系研究科）

小門研亮（国土地理院宇宙測地課）

但徠和夫（北海道大学理学研究院）

高羽 浩（岐阜大学工学部）

大師堂経明（早稻田大学教育学部）

土歴史紀（東北大学大学院理学研究科）

藤澤健太（山口大学理学部）

藤下光身（東海大学産業工学部）

前澤裕之（名古屋大学太陽地球環境研究所）

村田泰宏（JAXA 宇宙科学研究本部）

森田耕一郎（国立天文台ALMA推進室）

事務局&委員

立澤加一（電波研究部 小委員会事務局長）

齋藤泰文（野辺山宇宙電波観測所）

岡保利佳子（電波研究部）

電波天文周波数小委員会(現活動を概観)

新電波応用の出現とその影響

* 車載レーダ (UWBレーダ: 22-29GHz → 79GHzレーダ: 77-81GHz)
平成22年8月 一部答申を予定

電波天文施設近傍で

自動停止 (UWBレーダ) → 停止なし (79GHzレーダ)

星間分子雲(暗黒星雲) の様々な分子スペクトル線の観測に支障

* 無許可・小出力電波応用/デバイス

・ Short Range Devices, ・ Ultra Wide Band 応用

→ 電波天文観測に支障?

ITU-R国際勧告化動向とその影響

* ITU-R WRC-12議題 1.8/1.6 (無線通信規則RRの改定に係る)
電波天文観測バンド (71-238GHz, 275GHz-3THz帯)

・ 1-3THz周波数帯域の利用レビュー

・ 他無線業務との周波数共用研究がスタート

電波天文周波数小委員会 **国内活動**

* 総務省ITU-R（国際電気通信連合）部会

科学業務委員会： WP7D（**電波天文**）対応国内会議

- ・ 電波天文の**日本対処方針**を決定する
- ・ 国立天文台は**国内の電波天文**を代表する

スペクトラム管理委員会： WP1A（スペクトラム管理）対応国内会議

- ・ 多様な国内無線業務の**周波数関連事項の日本対処方針**を決定する
- ・ **国内で電波天文の周波数保護**を代弁

* 総務省WRC対策部会（APT会合対応国内会議）

- ・ **APT会合における日本の対処方針**を決定する

（WRC: ITU-Rの国際無線通信規則 通称RRの改定を所掌

ITU-Rの上位機関であり、周波数に係る活動目標（議題）を設定）

（APT: アジア太平洋地域）

* 総務省ITS無線システム委員会—高度道路交通システム

- ・ 79GHz帯高分解能車載レーダシステム
- ・ 車載レーダシステムから**電波天文を保護**する

電波天文周波数小委員会 **海外活動**

* ITU-R (国際電気通信連合)

国連ITU本部 (スイス国 (ジュネーブ)) で定期開催 (勧告を作成)
国際調停の場、**日本代表団** (総務省参与) として参加、

WP7D (**電波天文**) : (国立天文台が日本の電波天文を代表)

- ・ 世界に対し、**日本の電波天文を代表**

- ・ 2010年は6月、10月 約年2回 各1週間開催

WP1A (**スペクトラム管理**) : (日本の周波数保護活動の場)

- ・ 多様な**能動無線業務**に対し日本の**周波数保護を主張**

- ・ 日本代表団でなく、**IUCAFから参加の可能性もある**

- ・ 2010年は2月、6月 約年2回 各1週間程度開催



* APT会合 (WRC会合に対するアジア太平洋地域会議)

- ・ WRCには電波天文に係る議題が沢山ある

- ・ **周波数保護/ 周波数ポリシー** (9 議題/全36 議題) が含まれる

- ・ WRC会合は国際的な**周波数利用**が決定される場

- ・ (WRC会合 (4年ごとに開催) では、ITU-R地域 (R1~R3) の意見が重視される、

- ・ **日本は第3地域 (APT:アジア太平洋地域)**

ITU-R動向と総務省戦略

ITU-R動向：「THz帯への帯域拡張」

- 1) **1-3THz帯観測**の ITU-R RA.1860勧告
- 2) WRC-12議題1.6でRR脚注5.565の特定周波数帯域の上限引き上げ
1THzから**3THzに拡大**する
- 3) **THz帯の他業務との共用**に関する 新ITU-R Report RA.[THZ-SHARE]

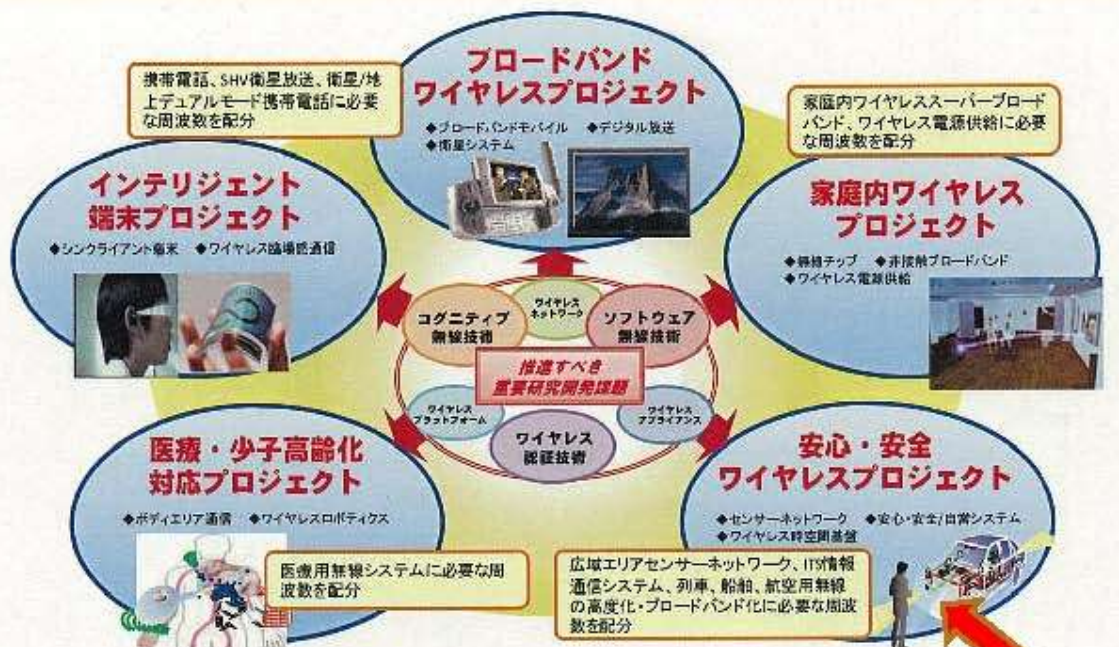
(従来から、1THz以下観測に対応する勧告はITU-R RA.314があり、10-1000THz帯の勧告としてはITU-R RA.1630がある。)

(RR周波数分配は現状で275GHzまで)

総務省戦略：「電波資源拡大のための研究開発」

- 1) **周波数を効率的に利用**する技術
- 2) 周波数の共同利用を促進する技術
- 3) **高い周波数への移行**を促進する技術

総務省-5つの電波新産業創出プロジェクト



5つの推進プログラム

- ・新たな周波数再編アクションプランの策定
- ・アプリケーション開発や社会実証の推進
- ・ブロードバンドワイヤレスフォーラムの設置
- ・電波利用制度の抜本的見直し (免許不要局の範囲の見直し)
- ・電波利用環境の整備



電波天文周波数小委員会 **(直近の課題)**

電波干渉妨害要因とその対策：

- * 79GHz帯車載レーダ → 77-81GHz 2010年2月に作業班審議**開始**
天文台側と推進側で**Ad-hocレベル**でつめ
離隔距離の設定と自動停止 → **“なし”**の前提
- * 21GHz次期放送衛星システム (21.4-22GHz)
スーパーハイビジョン放送 (地デジTVの16倍解像度) 2015年に実験放送スタート?
22GHz水メーザ観測(22.21-22.5GHz)に支障?
→ **NHK技研と協議が必要**
- * BS放送19chBS-IF周波数 (1.39472GHz)
1.4GHz観測への妨害 (総務省21chBS-IFの携帯電話への干渉で対策を決定)
→ (19chの**同時救済**に追加申請が必要?)
- * 現行総務省電波天文保護審査基準
国際基準ITU-R RA.769に準拠 OR 暫定総務省提案の受け入れ?
→ 総務省と協議再開

ITU-R研究動向

- * **WRC-12議題 (無線通信規則RRの改定に係る)**
 - ➡ 電波天文バンド(71-238 GHz帯)の他業務との共用研究スタート
 - ➡ 電波天文バンド(275 GHz-3 THz帯)のレビュー開始
 - ➡ 将来 ALMA帯域への他業務干渉の可能性?

- * **許認可不要の広帯域微小電力無線応用**
SRD (Short Range Devices)応用: UWB (Ultra Wide Band) / RFID
(小電力、広帯域、許認可不要) ➡ 電波新時代への備え

- * **準天頂衛星システム/ 宇宙太陽光発電計画**
 - ・ 高仰角な天頂衛星即位システム
 - ・ JAXA Model: 1 GW, 5.8 GHz
 - ➡ 新しい衛星出現の脅威

79GHz帯高分解能レーダの特徴

特徴

- 短距離から長距離までの幅広い範囲で検知・分離が可能
数10cmから数100mの距離離れた状態でも物体を高精度に検知・分離することが可能なため、マルチレンジに対応したレーダシステムとしても活用可能。

海外

- 欧州では2004年に制度化 周波数帯:77GHz~81GHz 出力:-9dBm/MHz(125 μ W/MHz)
(今後、米国、アジア諸国等でも導入に向けた検討が開始されることが想定)

既存レーダとの比較

	周波数	占有周波数帯域幅	電力	空中線利得	最大分解能	測距可能な距離
UWBレーダ	22~29GHz	4750MHz以下	-41.3dBm/MHz	—	3cm程度	最大 30m 程度
60GHz帯レーダ	60~61GHz	500MHz以下	10mW	40dBi以下	30cm程度	最大 200m 程度
76GHz帯レーダ	76~77GHz	500MHz以下	10mW	40dBi以下	30cm程度	最大 200m 程度
79GHz帯レーダ(短距離モード) (長距離モード)	77~81GHz を候補に検討	今後具体的に検討			数cm程度 数10cm程度	最大 数10m程度 最大 数100m程度

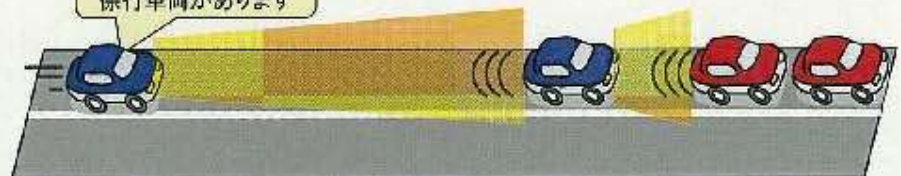
利用シーン

注意:後方の壁の手前
に何かあります



極近距離ターゲット(数10cm程度)の高精度検知により、後方の高度な安全確保を実現。(壁と分離して子供を検出)

注意:前方○100mに
徐行車両があります



短距離(数10cm)から遠距離(数100m)までのターゲットの距離及び速度を高精度で検知することで、追従走行や渋滞時追突防止に必要なきめ細かい車間距離制御を実現。

ミリ波帯の周波数割当状況(一次業務)



■ 欧州でのレーダシステムへの周波数割当

総務省資料より引用

TVデジタル化と空き周波数帯域

放送 1/3

- 2003年 周波数の再編方針
- 2006年 地上デジタルTV帯域決定 (13~52ch : 470~710MHz)
- 2011年 7月デジタルTVへ移行完了予定

地上テレビ放送デジタル化後の空き周波数の有効利用



16

総務省資料から引用

BS-19ch 中間周波数 (1.4GHz) と電波天文

放送 2/3

(BS放送: 11.7 - 12.2GHz)

●12GHz帯(アナログ跡地・追加4ch)



1ch	3ch	13ch	15ch	BSAT-2c
5ch	7ch	9ch	11ch	BSAT-3a
17ch	19ch	21ch	23ch	BSAT-3a
難視聴対策	BS-IF 1.39472GHz	BS-IF 1.43308GHz	BS-IF 1.47144GHz	

1.4GHz (1.4 - 1.427)
電波天文
に干渉

1.5GHz 帯の携帯電話基地局
に干渉 2012年以降に利用

NHK資料より引用

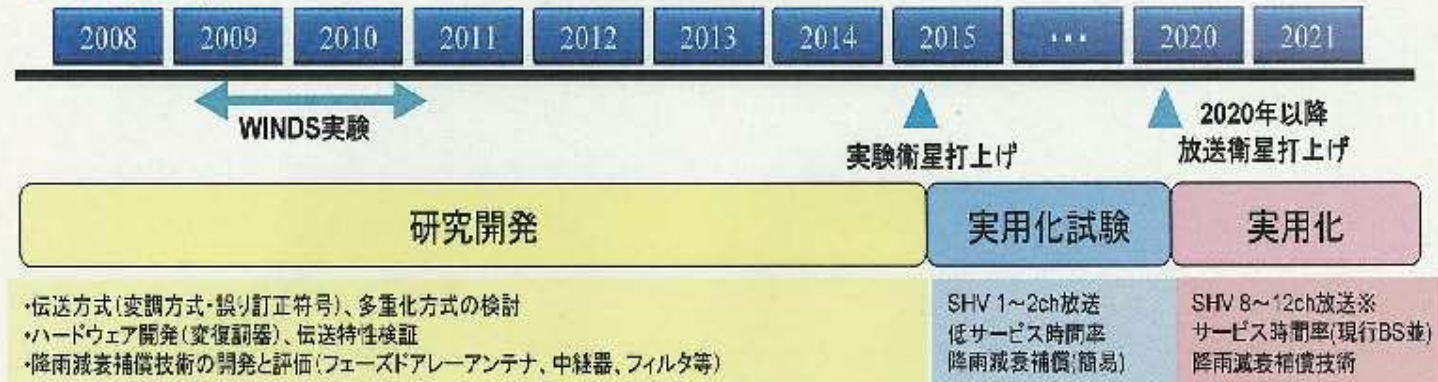
21GHz高度放送衛星システム

21.4~22.0GHz 600MHz帯域、衛星の最大送信電力約1.4kw
 降雨対応可変ビームパターン衛星、サービスエリア内全域で40dBI以上の利得
 スーパーハイビジョン(3300万画素 超高精細度放送)、立体TV放送など、高度化、
 高機能化する衛星放送ニーズに対応

*2015年 スーパーハイビジョン実験放送

*2020年 スーパーハイビジョン多チャンネル本放送予定

●21GHz帯



※ SHV情報レート90~128Mbps/ch、8PSK(3/4)、帯域幅600MHzと仮定 18

許認可不要の広帯域微小電力無線応用

(従来、無線局は総務省の認可が必要とされた)

SRD (Short Range Devices)

ITU-R SM. 1538 'Technical and operating parameters and spectrum requirements for short-range radiocommunication devices'

各種の国際標準が規定されているが、

「基本は各国の法的規制に準じる、特別な場合を除き、他に干渉を与えないこと、また他からの干渉に対する保護はない」

SRD利用帯域

「電波天文業務、航空移動業務、生命安全」に係わる帯域は禁止

「RRRのISM (Industrial, Scientific & Medical)帯域とオーバラップするが、保護はない」

SRD放射出力

日本の認可不要局の放射出力は、

「322MHzまで、150GHz以上は 500 μ V/m, 322MHzから10GHzまで35 μ V/m, 10GHzから150GHzまでは線形補間 (両対数)」

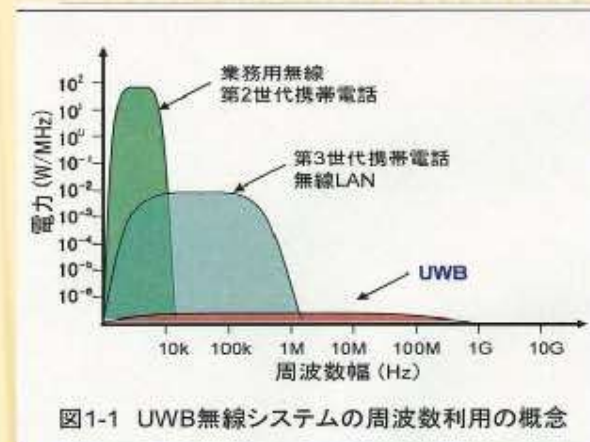
UWB (Ultra Wide Band)

定義 (FCC) : 帯域が最低500MHzまたは
中心周波数の20%以上
放射出力が-41.3dBm/MHz

UWB応用 (車載UWBレーダ/UWB通信など)

車載UWBレーダ (22-26GHz, 24-29GHz, 77-81GHz)

UWB通信 (3.1-10.6GHz MB-OFDM 推進 WiMedia ALLIANCE)



4つのITU-R勧告:

- 1) ITU-R SML 1757 'Impact of devices using ultra-wideband technology on systems operating within radio communication services'
- 2) ITU-R SML 1756 'Framework for the introduction of devices using ultra-wideband technology'
- 3) ITU-R SML 1755 'Characteristics of ultra-wideband technology'
- 4) ITU-R SML 1754 'Measurement technologies of ultra-wideband transmission'

SRD(Short Range Devices)

SRD 3/3

750MHz RFID

UWB通信

(1) 運輸(積込み)の作業効率向上



資源環境システムにおいて、廃棄物の正確なデータ、資源の分別状況などの把握のために電子タグを資源袋に装着して管理を行う。

(2) アパレル店舗、書店等の入庫管理の作業効率向上



ハンガー形状で積載された商品や箱に重ねて収納された商品に装着された電子タグを読み取って、店舗等への商品入庫管理をする。

(3) 集配・回収業務の作業効率向上



コンビニ、宅配、スーパー等の商品等の集配・回収業務において、移動可能なリーダー/ライタで、商品や回収容器に装着された電子タグを読み書きし誤配、遅配などを防止する。

(4) 搬送物等置き場の作業効率向上



屋外の積み上げた搬送物や、大型の搬送物等に電子タグを装着し、所在の確認作業や入出荷作業の効率を上げる。

(5) 設備・機器等の保守点検の作業効率向上

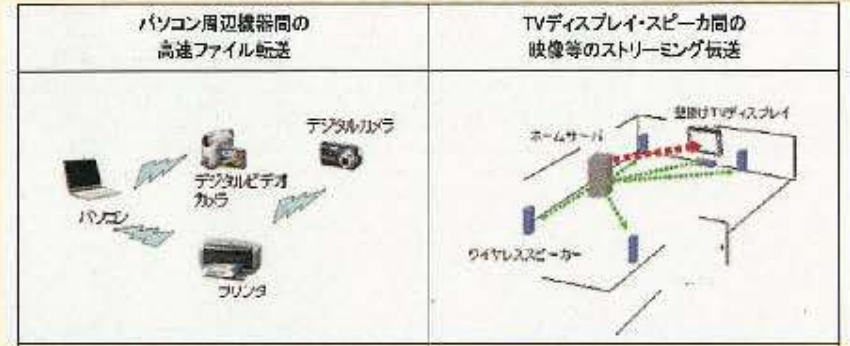


設置場所を移動できない設備・機器の保守点検業務にて、機器に装着した電子タグ内の情報を読み書きし、作業履歴等を管理する。

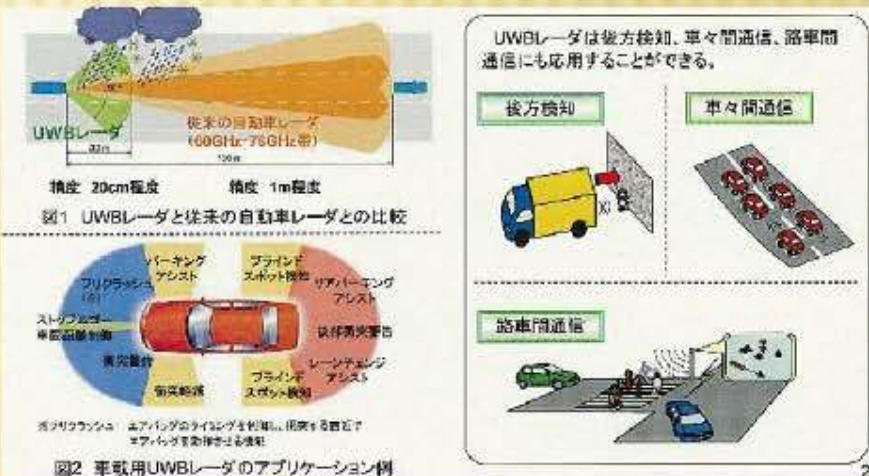
(6) 老人・身体障がい者等の生活の質向上



老人・身体障がい者等が持つ専用の電子タグを識別することで、スムーズに横断できるよう信号を制御する。



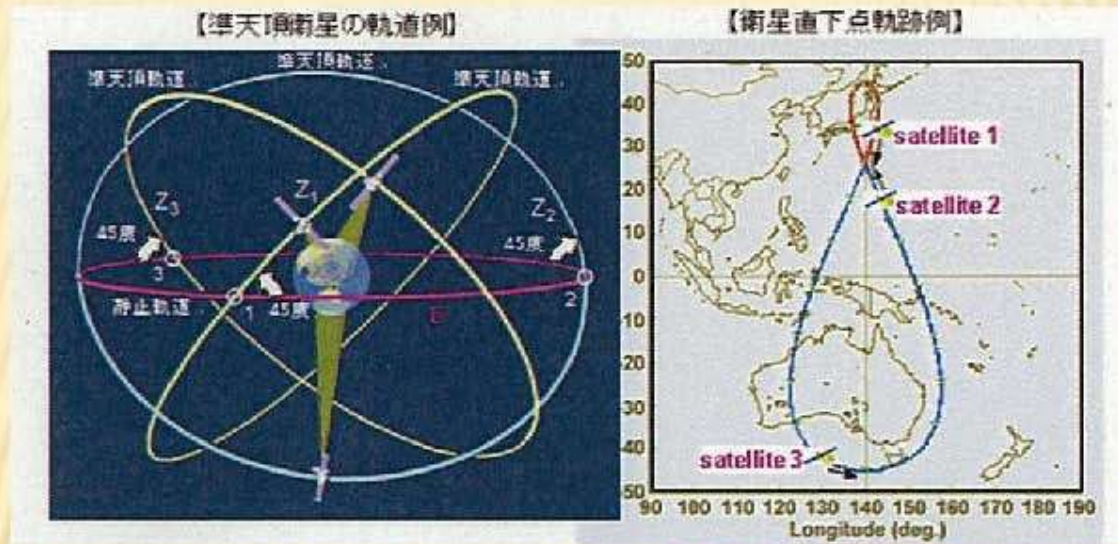
UWBレーダ



新しい衛星の脅威

新衛星応用 1/2

準天頂衛星システム



高仰角な衛星測位システムの実現

静止軌道を約45度傾けた軌道に少なくとも軌道面を120度ずつずらし3機の衛星をお互いに同期して配置する

高度は約36000km 地表面軌跡が8の字を描く

常に1つの衛星が日本の天頂付近に滞留する衛星測位システム

衛星通信・放送システム応用は実用化見送り

総務省資料から引用

宇宙太陽光発電

JAXA-Model: **1GW 5.8GHz**



地上・海洋プラント

受電アンテナ（レクテナ）

マイクロ波を受信し、整流することで電気エネルギーを取り出します。アンテナ方式はパッチアンテナやダイポールアンテナを検討しています。100万kWの電力を得る受電設備は直径2～3kmとなるため、アンテナ下部を有効活用する検討も行っています。

JAXAホームページより引用