

電波天文業務との 共存に向けて

2022年2月16日

国立天文台

電波天文業務とは

- RRにおける定義

- 電波天文学：天体が発する電波を受信することによる天文学

RR 1.13 radio astronomy: Astronomy based on the reception of radio waves of cosmic origin.

- 電波天文業務：電波天文学の利用を含む業務

RR 1.58 radio astronomy service: A service involving the use of radio astronomy.

- 電波天文業務は無線業務の範疇には入らないが、干渉を防止する際には無線業務とみなす RR 4.6
- 電波天文業務の保護に関する規定群 Article 29

Article 29 Radio astronomy service

29.1 § 1 Administrations shall cooperate in protecting the radio astronomy service from interference, bearing in mind:

29.2 a) **the exceptionally high sensitivity** of radio astronomy stations;

29.3 b) the frequent need **for long periods of observation without harmful interference**; and

29.4 c) that the small number of radio astronomy stations in each country and their known locations often make it practicable to give special consideration to the avoidance of interference.

29.9 § 6 In providing protection from interference to the radio astronomy service on a permanent or temporary basis, **administrations shall use appropriate means such as geographical separation**, site shielding, antenna directivity and the use of time-sharing and the minimum practicable transmitter power.

29.13 § 10 Administrations shall take note of the relevant ITU-R Recommendations with the aim of limiting interference to the radio astronomy service from other services.

天体からの電波信号の特徴

- 超微弱：電波強度の単位 $Jy = 10^{-26} \text{ W/m}^2/\text{Hz}$
 $= -260 \text{ dB(W/m}^2/\text{Hz)}$
mJyレベルの信号受信が容易
- dB表記したS/Nは負
 - 天体からの信号を含む受信機出力から含まない受信機出力を引き算したものを長時間積分し、ノイズの平均値を限りなく小さくする（ゆらぎは統計的に減少する）。
 - 天体からの信号のみを検出可能

電波天文業務の保護基準

- **Rec ITU-R RA.769**

- 干渉閾値を定義
- ゲイン 0dBi ← 望遠鏡は様々な方向を向くので平均値
- 連続波モード（表1）、スペクトル線モード（表2）、VLBIモード（表3）
- 多くの場合、表1の値に基づき、参照帯域幅の補正をして用いる

- **Rec ITU-R RA.1513**

- 干渉時間率に相当する「データ損」率を定義
- 2000秒の積分時間の間に生じる干渉電力がRA.769の値を超過する割合として2%（全てのシステムからの合算では5%）を許容

76-77.5GHzは電波天文業務に一次分配

76-77.5	→	RADIO ASTRONOMY	↩
→ → →	→	RADIOLOCATION	↩
→ → →	→	Amateur	↩
→ → →	→	Amateur-satellite	↩
→ → →	→	Space research (space-to-Earth)	↩
→ → →	→	5.149	↩
77.5-78	→	AMATEUR	↩
→ → →	→	AMATEUR-SATELLITE	↩
→ → →	→	RADIOLOCATION · 5.559B	↩
→ → →	→	Radio astronomy	↩
→ → →	→	Space research (space-to-Earth)	↩
→ → →	→	5.149	↩
78-79	→	RADIOLOCATION	↩
→ → →	→	Amateur	↩
→ → →	→	Amateur-satellite	↩
→ → →	→	Radio astronomy	↩
→ → →	→	Space research (space-to-Earth)	↩
→ → →	→	5.149 · 5.560	↩
79-81	→	RADIO ASTRONOMY	↩
→ → →	→	RADIOLOCATION	↩
→ → →	→	Amateur	↩
→ → →	→	Amateur-satellite	↩
→ → →	→	Space research (space-to-Earth)	↩
→ → →	→	5.149	↩

WRC-2000で71GHz以上の再分配を行った際、共用検討は実施せず

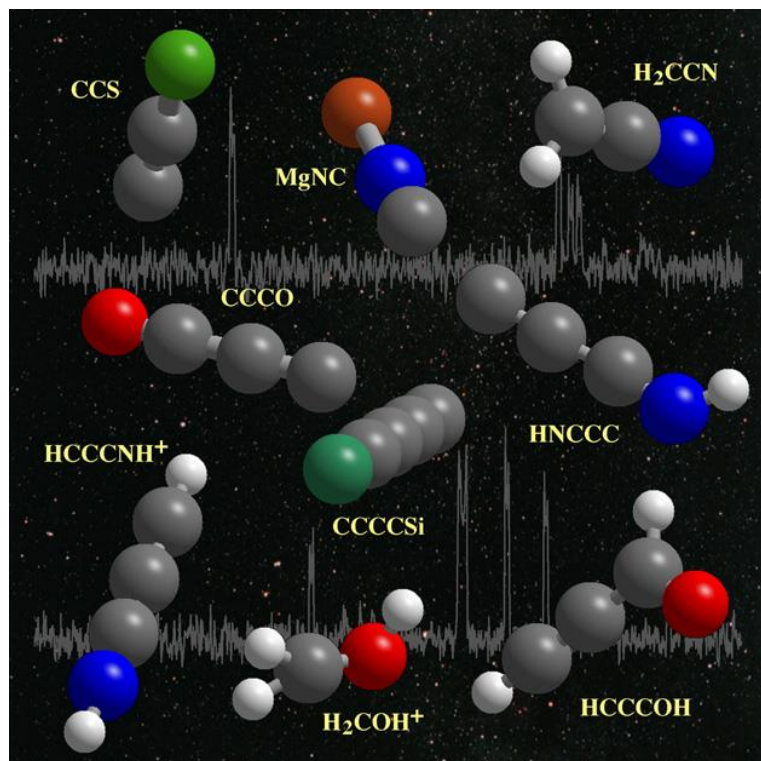
76-81GHzを観測するサイト

- 運用中：国立天文台野
辺山宇宙電波観測所
45m 電波望遠鏡
- 周囲を山に囲まれているため人工電波が少なく、また標高が高いため水蒸気が少ないことが主たる理由となつて1982年に開設
- 運用準備中：VERA 4局
(水沢、父島、入来、石垣)

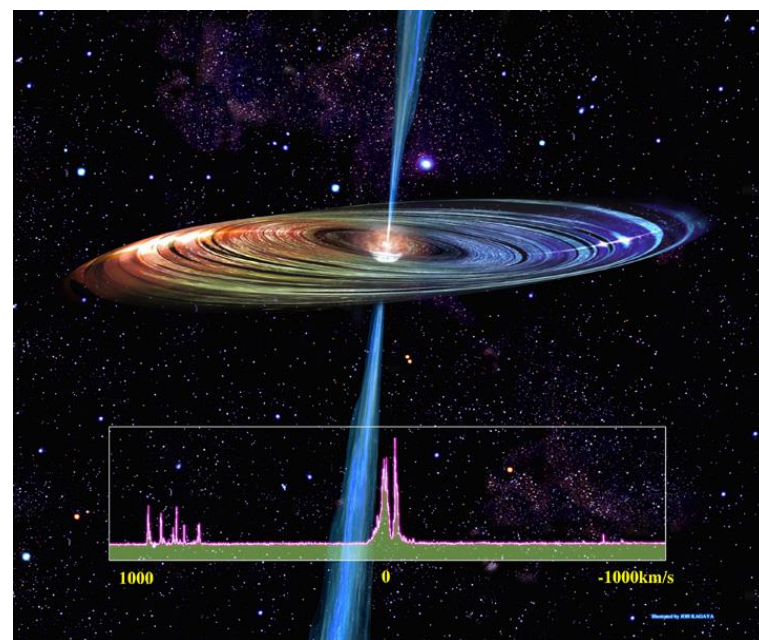


観測シーズンである冬季には
周囲の樹木は落葉している

これまでの主な成果



多数の星間分子の発見



ブラックホールの発見

車載レーダーとの周波数共用

- Report ITU-R RA.2457

- 国際天文学連合が車載レーダーによる干渉を懸念した決議を参照。
- Single entry（視線内 LoS）の場合、最小離隔距離は100kmを超える。
- 山岳などによる遮蔽が効く場合、最小離隔距離は大きく減少する。→ 電波天文サイト毎に周囲の地形や水蒸気分圧などを考慮した干渉検討を実施する必要がある。
（例）米国アリゾナ州のキットピーク電波天文台の場合、30-40kmの運用制限区域が必要。

まとめ

- 電波天文業務と車載レーダーとの共用
 - 干渉閾値 -197.4 dBm/MHz ← Rec ITU-R RA.769
 - データ損 2%以下
 - 電波天文側の受信ゲイン 0dBi
 - 国立天文台野辺山宇宙電波観測所とVERA4局（水沢、入来、小笠原、石垣）を対象に、主たる観測シーズンである冬季の環境条件と周囲の地形による減衰を考慮し、最小離隔距離を求める。