

76GHzレーダーによる野辺山 45m電波望遠鏡への干渉評価

2014年11月(12月改訂版)

国立天文台

国立天文台の考え方

- 76GHz帯で電波天文は一次業務であるため、共用検討が必須である。
- 電波天文側は、レーダーに干渉を与えないため、電波天文局(野辺山45m)周囲にレーダーの発射禁止地域を設ければ共用は可能。
- 禁止地域の外側ではレーダーの運用は自由。

与干渉システムのパラメータ

- 帯域：76-77 GHz
- 送信電力：10dBm
- 占有周波数帯域幅：1000 MHz
- 送信アンテナゲイン：40 dBi

→ eirp = 50 dBm、輻射電力密度= 20 dBm/MHz

被干渉システムのパラメータ

- 対象RAS局： 国立天文台野辺山電波天文台
45m大型電波望遠鏡（この1局のみ）
- 干渉閾値： Rec. ITU-R RA.769の規定による
 - 受信ゲイン: 0 dBi（モデル化したアンテナパターンの上半球における平均値より）
 - 閾値：
 - 連続波モード: -193.8 dBm/MHz (1 GHz帯域換算)
 - 連続波モード: -228 dB(W/(m²*Hz))



国道141号線から見える
45m望遠鏡



リゾートハケ岳

周波数共用検討

- 同位の分配にある無線業務間で、干渉を起こさずに電波利用をするための技術検討
- 共用方法
 - 周波数毎：利用する周波数帯域を分ける
 - 時間毎：利用する時間帯を分ける
 - 地域毎：利用する場所を分ける
 - その他
- 76GHzレーダーや電波天文は同じ帯域を用い、利用時間帯も予測できないので、適切な離隔距離を設定し、利用場所を分離する → 電波天文局周囲ではレーダー利用を避ける
- 80GHz帯高速無線伝送システムでの検討結果を参照しながら共用検討を実施した

干渉電力の計算

- 基本式

$$P_{RX} = P_{TX} + G_{TX} - L + G_{RX}$$

P_{TX} : 送信電力 (dBW)

G_{TX} : 送信ゲイン (dBi)

P_{RX} : 受信電力 (dBW)

G_{RX} : 受信ゲイン (dBi) = 0 dBi for RAS antenna

L : 伝搬損 (dB)

伝搬損 (propagation loss)

- 伝搬損は、いくつかの要素の和
 - 自由空間伝搬損 (Free Space propagation loss)
 $L_{bf} = 32.4 + 20 \log f + 20 \log d$ (dB)
f: frequency (MHz), d: distance (km)
 - 回折: Rec. ITU-R P.452
 - 大気中のガスによる減衰: Rec. ITU-R P.676
 - 76.5GHzでは0.15dB/km
(SG3の専門家による推奨値)

レーダーがRAS
の見通し内にある場合

中心周波数= 76.5 GHz

指向性減衰=0 dBを仮定

	項 目	パラメータ	備 考
レーダー	①送信電力	10 dBm	10 mW
	②占有周波数帯域幅	1 000 MHz	
	③送信アンテナゲイン	40 dBi	
	④帯域内輻射電力	50 dBm	①+③
	⑤帯域内輻射電力密度	20 dBm/MHz	④-10log(②)
RAS	⑥受信アンテナゲイン	0 dBi	Rec. RA.769
	⑦輻射電力密度の閾値	-193.9 dBm/MHz	連続波モード
所要減衰量	⑧所要減衰量	213.9 dB	⑤-⑦
伝搬損失	⑨自由空間伝搬損	177.8 dB	244.4 km
	⑩水蒸気圧	5.5 mmHg	
	⑪水蒸気密度	4.1 g/m ³	15°C
	⑫水蒸気による吸収	0.148 dB/km	
	⑬大気減衰	36.1 dB	
	⑭ナイフエッジ回折損	0 dB	見通し
	⑮伝搬損失の合計	213.91 dB	⑨+⑬

レーダーがRAS の見通し外にある場合

中心周波数= 76.5 GHz

レーダーとRAS局の中間に高さ100mの遮蔽物が存在すると仮定

指向性減衰=0 dBを仮定

	項 目	パラメータ	備 考
レーダー	①送信電力	10 dBm	10 mW
	②占有周波数帯域幅	1 000 MHz	
	③送信アンテナゲイン	40 dBi	
	④帯域内輻射電力	50 dBm	①+③
	⑤帯域内輻射電力密度	20 dBm/MHz	④-10log(②)
RAS	⑥受信アンテナゲイン	0 dBi	Rec. RA.769
	⑦輻射電力密度の閾値	-193.9 dBm/MHz	連続波モード
所要減衰量	⑧所要減衰量	213.9 dB	⑤-⑦
伝搬損失	⑨自由空間伝搬損	166.4 dB	65.6 km
	⑩水蒸気圧	5.5 mmHg	
	⑪水蒸気密度	4.1 g/m ³	15°C
	⑫水蒸気による吸収	0.148 dB/km	
	⑬大気減衰	9.7 dB	
	⑭ナイフエッジ回折損	37.8 dB	見通し外
	⑮伝搬損失の合計	213.90 dB	⑨+⑬+⑭

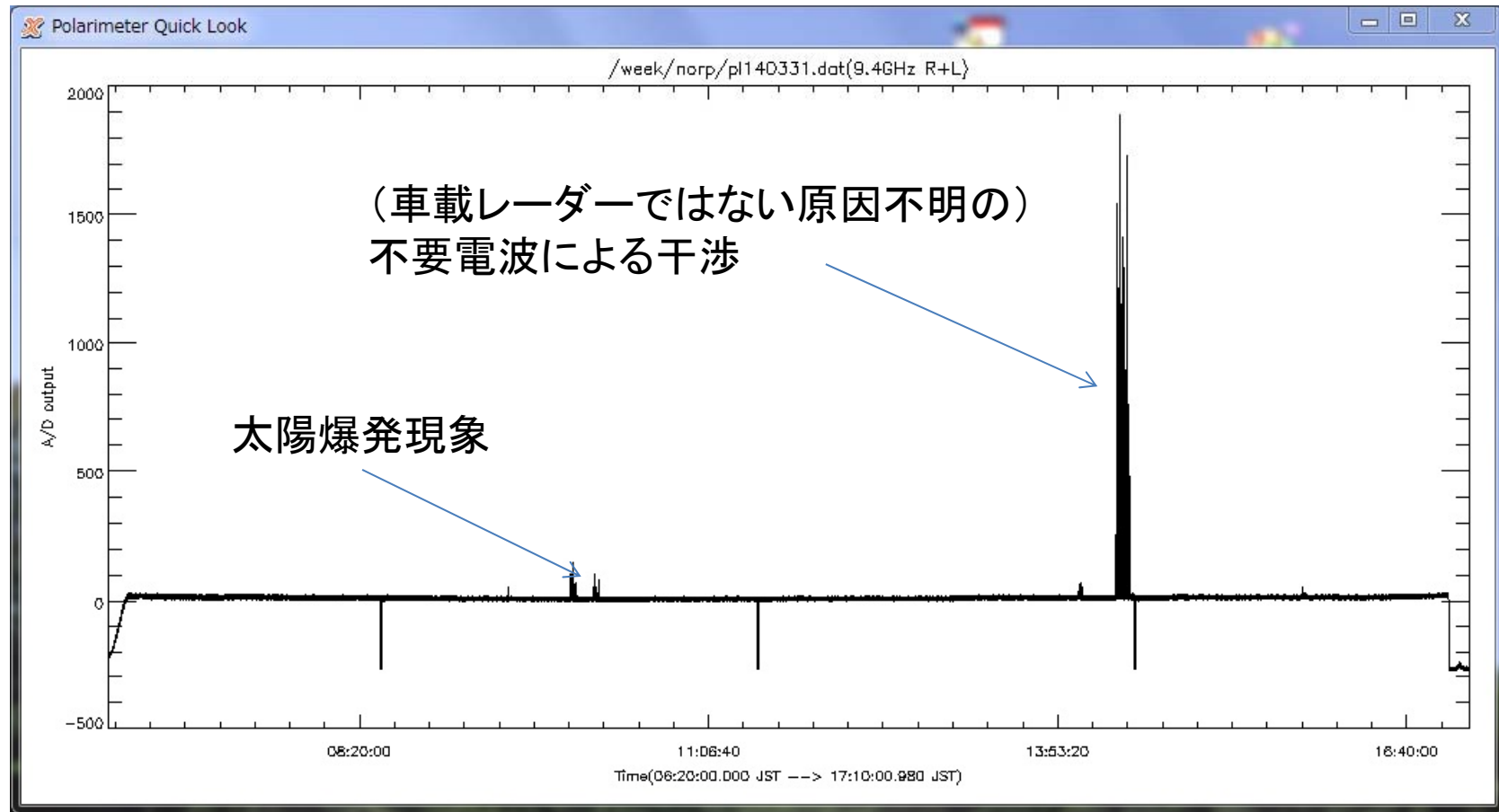
離隔距離のまとめ

- 見通し (Line-of-Sight: LoS) の場合、離隔距離は244.4 km
- レーダーと電波天文局の間に高さ100mの障害物(山など)がある場合、離隔距離は65.6 km
- 指向性減衰が0dBよりかなり大きければ見通し外における離隔距離が短くなると期待される。

共用についての考え方

- 電波天文側は、レーダーに干渉を与えないため、電波天文局(野辺山45m)周囲にレーダーの発射禁止地域を設ければ共用は可能。
- 禁止地域の外側ではレーダーの運用は自由。
- 車載レーダーは免許不要であるため、運転者が意識せずともレーダーが停止できる機構を導入する必要あり(レーダー販売者／自動車販売業者)。
- 参考例：80GHz帯高速無線伝送システム(要免許システム)と電波天文局との共用検討の結果、「見通しでは249km、遮蔽物がある場合41km」という離隔距離が得られた。その結果、見通し内では利用禁止、41km内ではRAS局と調整することとなっている。

【参考】9.4 GHz不要電波による観測例



野辺山太陽電波観測所提供

以 上