

メガコンステレーション衛星の電波監視に関する 諸外国の動向

MRI 三菱総合研究所

2025年8月5日

モビリティ・通信事業本部

ITU-Rにおける検討状況

<背景>

- 2022年のITU全権委員会議(PP-22)において「宇宙業務で使用する無線周波数及び衛星軌道リソースの持続的な利用」が決議された(決議219)。
- 上記を受けて、2023年の無線通信総会(RA-23)では、当該分野の研究をITU-RのSG4を中心に推進することが決議された。(決議ITU-R 74)

<決議ITU-R 74概要>

- 以下の項目について、緊急の課題としてITU-Rに対して招請することを決議
 - 有害な干渉の防止に焦点を当て、無線周波数及び衛星軌道リソースの合理的、公平、効率的かつ経済的な利用を確保し、ITU-Rの範囲における長期的な持続可能性を支援するため、非静止衛星システム間の干渉評価と干渉緩和技術に関する技術活動を継続すること
 - 加盟国およびセクターメンバーによって採用された個々の経験やガイドラインを含む、宇宙無線通信業務による周波数および関連する非静止衛星軌道の持続可能な利用のためのベストプラクティスに関するハンドブックを作成し、次の研究サイクル中に最終化すること

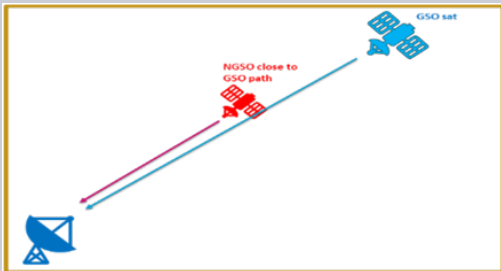
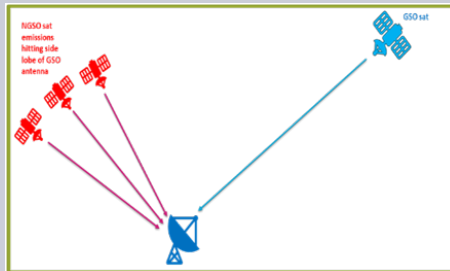
<決議ITU-R 74に関するWP1Cの活動>

- 2024年6月のSG1会合にて、本決議に関しては当面はSG4(WP4A)が主導する活動を注視するとされた一方で、干渉評価技術に関する部分はWP1Cのスコップであることが確認された。
- 2025年6月のWP1C会合に対して、電波監視ハンドブックの改訂作業に対し、英国からの提案を契機としてメガコンステレーション衛星の干渉シナリオや測定概要について盛り込む方向で検討中。EPFDの検証手法については今後も議論予定。

ITU-Rにおける検討状況

<電波監視ハンドブックへの反映予定の内容の概要>

非静止メガコンステレーション衛星のPFD測定と特別な考慮事項

背景	Ku帯およびKa帯の周波数帯域へのアクセスを求める新たな非静止メガコンステレーションの数が急増している。複数のメガコンステレーション衛星システムが静止衛星システムや地上サービスと同じ周波数を使用し、ビーム分離により共用条件を確保しているため、複雑な周波数共用環境が形成されている。	
干渉シナリオ	単一衛星(インラインイベント) 単一の非静止衛星が静止軌道を通過する際に発生するケース。 	累積干渉 複数の非静止衛星からの干渉成分が静止衛星地球局アンテナのサイドローブを通じて受信されるケース。 
測定方法	- 非静止衛星の静止軌道付近での電波発射を測定することは、静止衛星の信号の存在により困難 - 静止衛星のビームから少しオフセットした方向で非静止衛星の信号を測定し、干渉を引き起こす非静止衛星を特定する。 - 被干渉局のアンテナを使用や、衛星の軌道データが必要となる。	- 静止衛星地球局における可視範囲内のすべての非静止衛星の正確なPFD測定、ならびに測定されたPFDに基づく累積干渉レベルの計算が必要。 - 非静止衛星がより密に存在してくる場合は、非静止衛星のPFDを過大評価しないために大型アンテナが必要となる。
平面アンテナの活用	- 関心のあるメガコンステレーション衛星システムにおいて、個別のどの衛星が電波を発射しているかを判断する上で重要な役割を果たす。 - これは、平面アンテナが複数の衛星を同時に(またはほぼ同時に)監視できるためであり、特に累積干渉評価の計算において必要となる。	

イギリス(Ofcom)における検討状況

- 2つの干渉シナリオを想定し、優先課題として取り組む

- ① 単一衛星の干渉:メガコンステレーションの1つの衛星が、静止衛星のビーム内もしくは付近を通過する際に、本来行うべきではない動作を行い、電波発射して干渉を引き起こす場合
- ② 累積干渉:1つ以上のメガコンステレーションからの多数の衛星が被干渉局となる静止衛星地球局のサイドローブに入力している場合(EPFD制限値の超過)

投影のみ

ドイツ(BNetZA)における検討状況

- 3つの干渉シナリオをモデル化し、各シナリオに対する測定方法について検討中
 - ① メガコンステレーション衛星のすべての衛星で同じ障害が発生する場合
 - ② メガコンステレーション衛星のうち一つの衛星で障害が発生し、特定の地点で障害が発生する場合
 - ⇒もしリーハイム局の可視範囲内で測定ができる場合は干渉発生時点での可視衛星を絞り込み、監視局上空での可視範囲に入る際に測定を実施する想定
 - ⇒リーハイム局での監視が困難な場合は車両に搭載した監視局等により被干渉局付近の測定を実施し、リーハイム局での測定結果との比較検証を実施する想定
- 測定機器状況(開発状況含む)

投影のみ

- 技術課題/潜在的課題
 - 近接する複数の衛星を識別するためには鋭いビームを形成できる大口径アンテナが必要と考えている
 - メガコンステレーション衛星の帯域外発射の影響を測定する必要も認識

中国(国家電波監視センター:SRMC)における検討状況

- 非静止衛星コンステレーションの電波監視機器に求められる要件として以下の3点を重視
 - 見通し内で同時か同時に近い形で多くの衛星の電波を監視する能力
 - 通過時間が非常に短時間となる場合にも、捕捉及び測定する能力
 - 現場の電波監視を担う高い可動性
- 平面(フェーズドアレイ)アンテナとパラボラアンテナを組み合わせた監視を提唱
 - 平面アンテナはマルチビーム形成や高速スキャンが可能
 - パラボラアンテナは技術成熟度が高く、受信性能が高い
 - SRMCでは平面アンテナとパラボラアンテナが連携するシステムを試作
- 測定手法として通常時かの長期的なデータ収集を行っておくことを提唱
 - 平面アンテナにて通常期から長期的な監視で各衛星のスペクトルやRFパラメータを収集し、干渉が報告された際に当該蓄積データを活用する
 - 特定の衛星ネットワークの異常がある場合はパラボラアンテナにて正確な測定を実施する
- 技術課題
 - 正確なPFDの測定(フェーズドアレイアンテナの課題点)
 - EPFD測定の実現

カタール(CRA)における検討状況

投影のみ

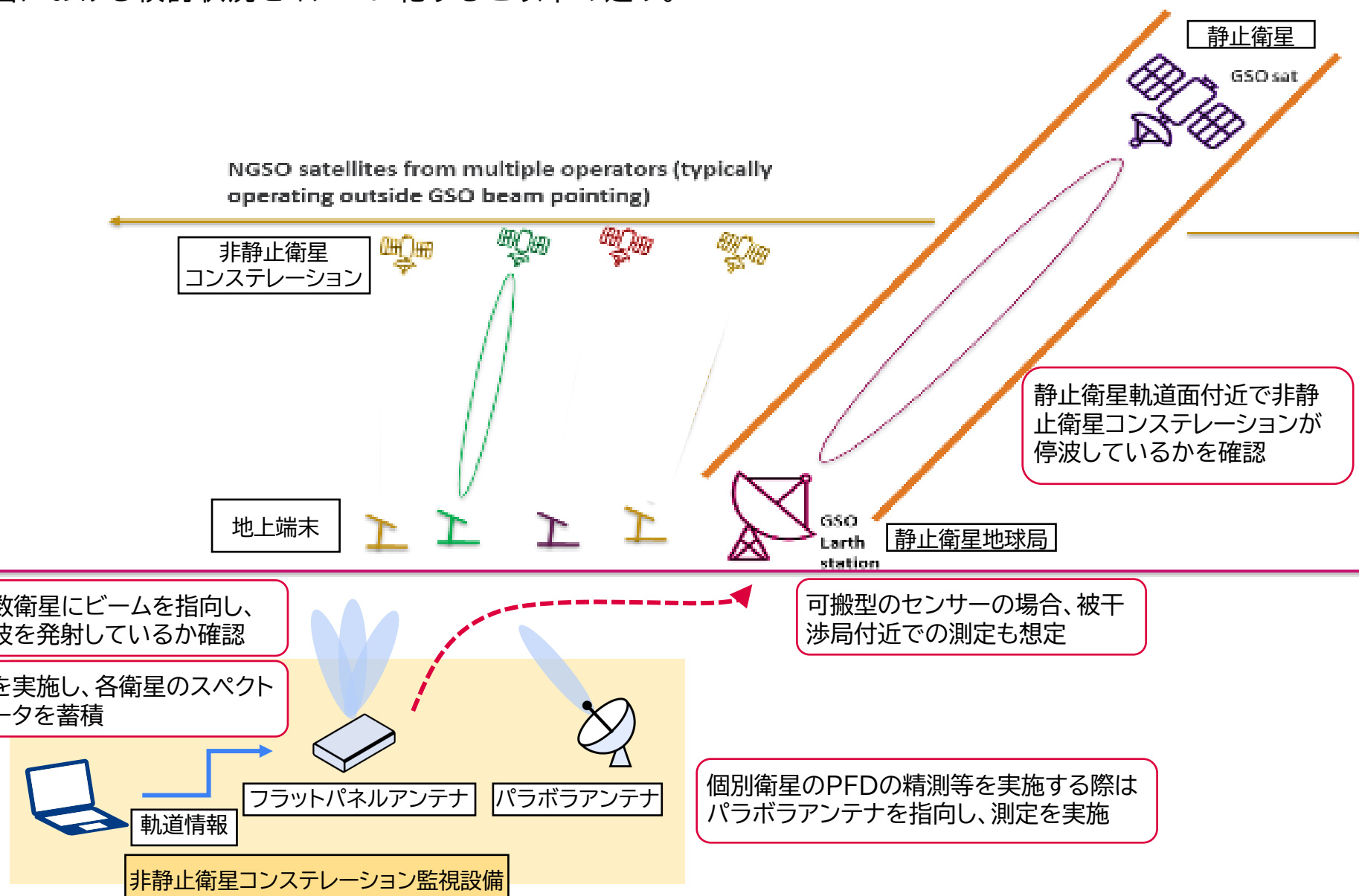
まとめ 各国における検討状況の比較

- 平面アンテナとパラボラアンテナを組み合わせた測定が検討されている。
- 被干渉局付近での測定が可能な可搬型センサの活用が想定されている。
- 各国においてEPFDの検証の必要性は認識されているものの、具体的手法は各国にて検討中。

		イギリス	ドイツ	中国	カタール
想定する干渉ケース		• 静止軌道を通過する際に単一干渉が発生するケース • 累積干渉ケース	• 複数の衛星が故障を起こすケース • 単一の衛星が故障を起こすケース	• (具体言及は無し) EPFDの測定の必要性を認識	• (具体言及は無し) 静止軌道通過時の状況 • EPFD測定 • 非静止衛星間干渉
監視設備に関する検討状況	パラボラアンテナ	○ (個別衛星の精測時)	○	○ (個別衛星の精測時)	○
	平面アンテナ	○	— (狭ビームの必要性を主張)	○	○
	可搬型の活用	○	○	○	—
測定項目の想定	電波発射状況	○	○	○	○
	スペクトル	○	○	○	○
	PFD	○	(言及無し)	○	○
	帯域外の不要発射	○	○	—	—
	信号復号	○	—	—	—
技術課題		PFDの測定方法 EPFD算出方法 TLEの信頼性	—	PFDの測定方法 EPFD算出方法	EPFD算出方法

まとめ 非静止衛星コンステレーション監視のイメージ

- 各国における検討状況をイメージ化すると以下の通り。



未来を問い続け、変革を先駆ける

MRI 三菱総合研究所