

実用準天頂衛星システムのL帯を用いた衛星測位 システムの技術的条件(素案)について

2015年6月

L帯を用いた衛星測位システムの
技術的条件策定に関する調査検討会

実用準天頂衛星システムのL帯衛星測位システムの概要

- 実用準天頂衛星システムは、我が国独自の測位衛星として、4機の衛星(3機の準天頂軌道及び1機の静止軌道)と、地上系システム(主管制局、監視局、追跡管制局)により構成
- 実用準天頂衛星システムではL帯によりGPS補完、補強、その他のサービスを提供

①GPS補完

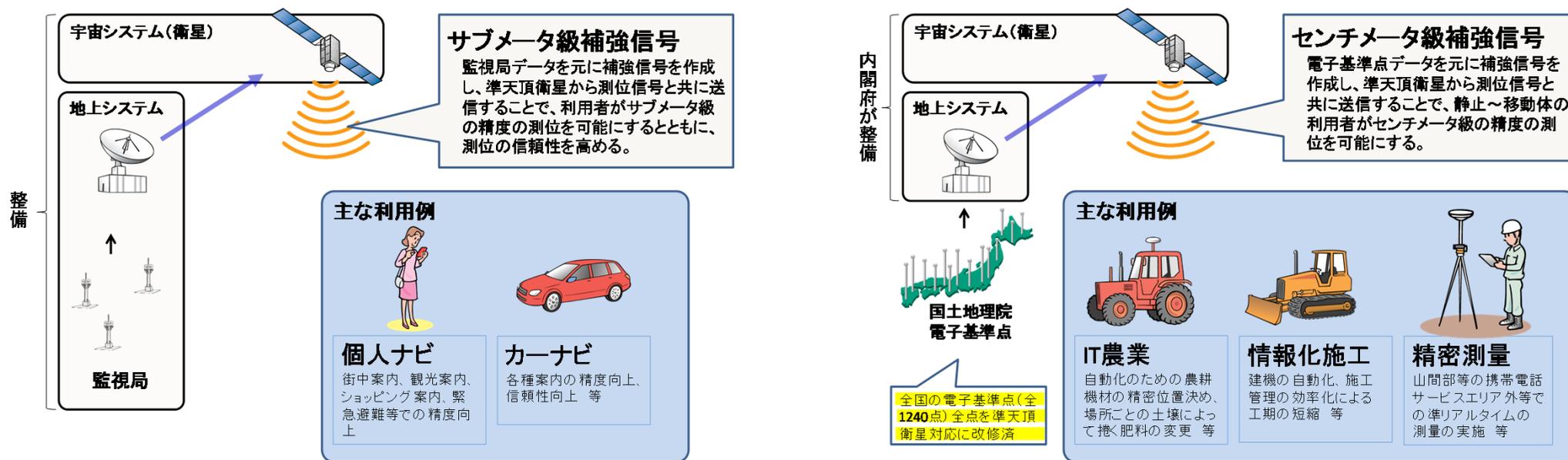
実用準天頂衛星から、GPSと互換性のある測位信号を提供するサービス。送信する測位信号はGPS Block IIIが提供する信号と共存性・相互運用性を有するL1C/A信号、L1C信号、L2C信号及びL5信号である。

②GPS補強

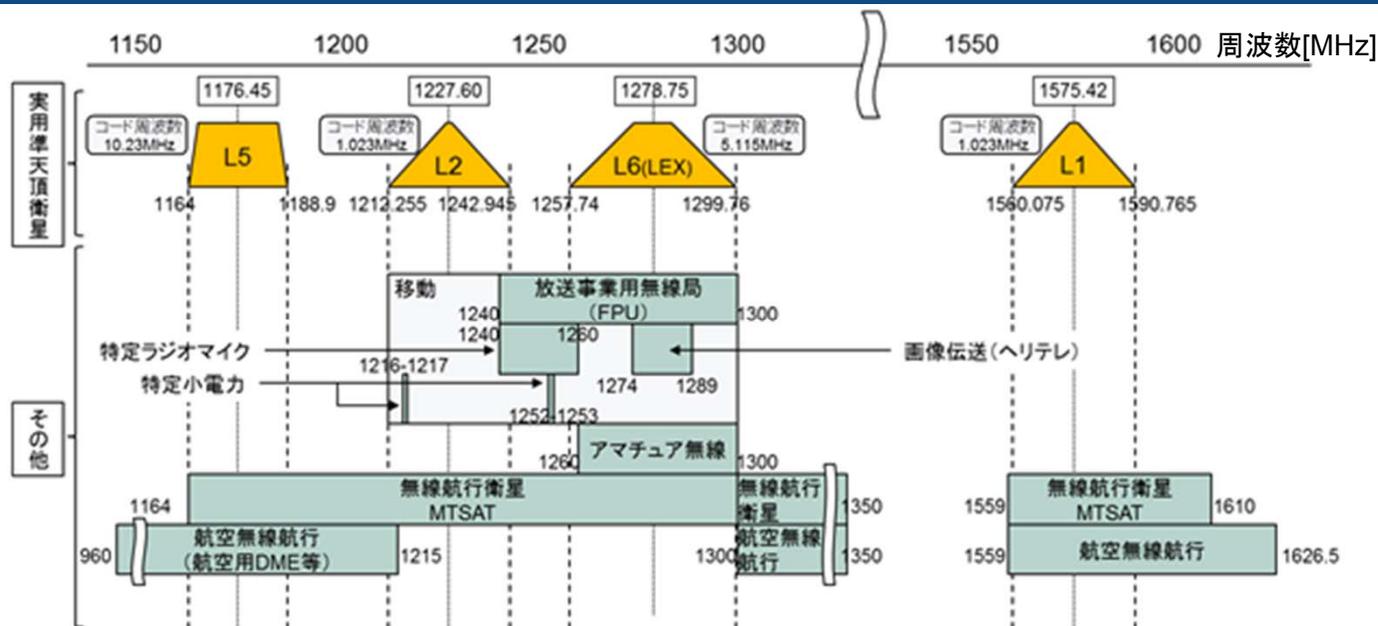
- ・ サブメータ級(精度約2m)の測位精度をユーザに提供するサービスで、L1帯のL1S信号で提供する。
- ・ センチメータ級(精度水平約3cm、垂直約6cm)の高精度な測位をユーザに提供するサービスで、L6信号で提供する。

③その他

- ・ 防災・救難分野での利用ユーザ向けメッセージ配信サービス
- ・ 新技術による測位信号の実証、等



L帯衛星測位システムとの共用システムの概要



画像伝送用携帯局

システムの概要: 無人ヘリコプタ等の撮影画像を伝送。

使用周波数帯: 1281.50MHz

特定ラジオマイク

システムの概要: 報道、野外コンサート等の現場で利用。

使用周波数帯: 1240-1252MHz, 1253-1260MHz

FPU

システムの概要: 放送事業者が番組制作において現場からの映像・音声伝送等に利用。特に屋外での見通し外伝送に利用。

使用周波数帯: 1240-1300MHz

VOR/DME等

システムの概要: 運航中の航空機に対して方位・距離を提供。

使用周波数帯: 108-118MHz, 960-1215MHz

MTSAT

システムの概要: 衛星航法補強システム等を提供。

使用周波数帯: 1575.42MHz

アマチュア無線

システムの概要: レピータ、高速データ、電信、VoIPなど様々な利用形態があり、特にレピータ局が多く運用。

使用周波数帯: 1260-1300MHz

構内無線局・特定小電力

システムの概要: 構内無線局は、一つの構内でRFID等の移動体識別用の無線設備を利用した無線局。特定小電力は、一定条件を満たすことで、免許が不要。テレメータ、データ伝送等として利用。

使用周波数帯: 1216-1217MHzの内、定められた一部の周波数。

実施体制

○ 関係省庁、学識経験者、既存無線局関係者、メーカー等による検討会を設置し、検討を実施

三菱総合研究所

L帯を用いた衛星測位システムの技術的条件案策定に関する調査検討会

主査	井家上 哲史	明治大学 理工学部電気電子生命学科 教授
構成員	石川 博康	日本大学工学部 電気電子工学科 ワイヤレス通信研究室 教授
構成員	高橋 靖宏	独立行政法人情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク研究所 企画室長
構成員	奥山 俊幸	日本電気株式会社 宇宙システム事業部ミッションシステム部 エキスパートエンジニア
構成員	九里 孝輝	三菱電機株式会社 鎌倉製作所 ミッション技術部
構成員	河合 和哉	パナソニック システムネットワークス株式会社 インフラシステム事業部ワイヤレスソリューショングループ 技術渉外担当参事
構成員	田北 順二	日本無線株式会社 海上機器事業部 企画推進部 部長
構成員	山階 克久	古野電気株式会社 航空防衛事業部 開発部 開発1課 主任技師
構成員	越野 真行	一般社団法人電波産業会 研究開発本部 宇宙通信グループ 担当部長
構成員	小竹 信幸 (中川 永伸)	一般財団法人テレコムエンジニアリングセンター 企画・技術部門技術グループ 担当部長
構成員	篠原 博 (山川 秀雄)	準天頂衛星システムサービス株式会社 取締役
構成員	近藤 俊幸	一般社団法人日本アマチュア無線連盟 会員部 技術担当部長
構成員	甲田 乃次	一般社団法人特定ラジオマイク運用調整機構 グループリーダー
構成員	尾崎 裕章	無人ヘリテレ推進協議会 代表
構成員	斉藤 隆志	一般社団法人電波産業会 研究開発本部 移動通信グループ 主任研究員
構成員	田代 英明	国土交通省 航空局 交通管制部 管制技術課 航空管制技術調査官
構成員	濱住 啓之	NHK放送技術研究所 伝送システム研究部 上級研究員
構成員	深澤 知巳	株式会社TBSテレビ メディア戦略室 JNN技術統括部 担当部長
構成員	阿部 健彦	株式会社テレビ朝日 技術局設備センター コンテンツ制作システム担当部長
構成員	松本 暁洋 (野田 浩幸)	内閣府 宇宙戦略室 企画官
構成員	片山 英郎	内閣府 宇宙戦略室 参事官補佐

()内は交代前の構成員

実施状況

<L帯検討会>

第1回検討会(平成26年7月28日)

- ・ 動向調査結果について
- ・ 技術的条件の検討項目と試験内容
- ・ 試験項目について

第2回検討会(平成26年11月21日)

- ・ 衛星測位システムに関する動向調査結果について
- ・ 技術的条件の検討項目について
- ・ 衛星測位受信機に関する測定試験方法について
- ・ 衛星測位受信機フィルタの試作について

第3回検討会(平成27年2月13日)

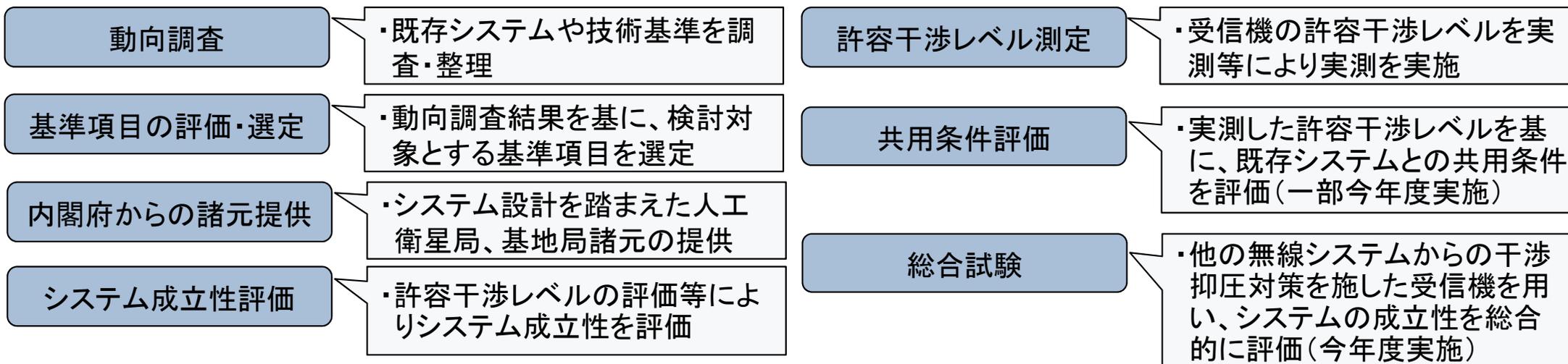
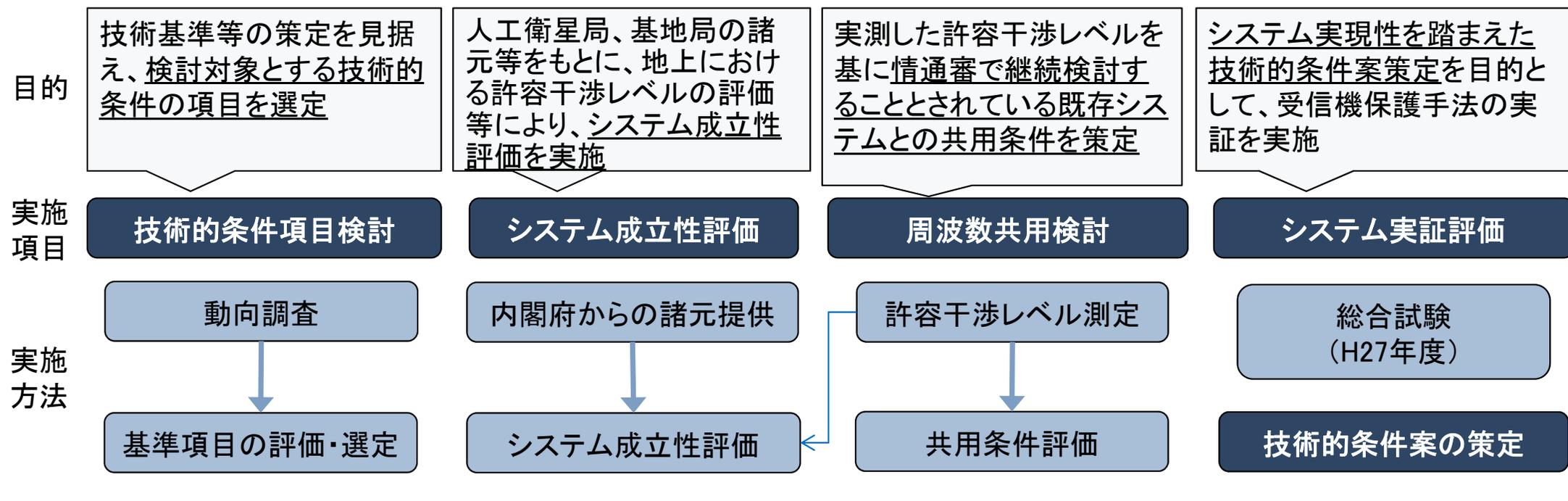
- ・ 内閣府の運用イメージについて
- ・ 技術的条件(素案)について
- ・ 許容干渉レベル測定試験結果について
- ・ 共用条件について
- ・ 報告書骨子(案)について

第4回検討会(平成27年3月20日)

- ・ 報告書(案)について

技術試験事務 実施内容

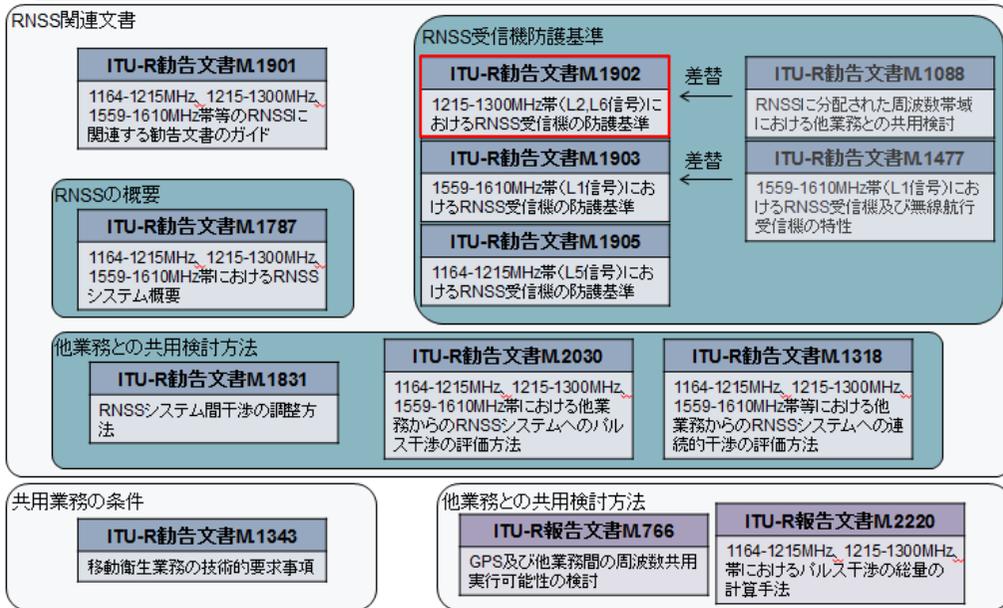
技術試験事務における実施内容



技術試験事務検討結果 概要

- L帯については周波数を共用する既存無線システムが多数存在することから、無線局諸元、利用実態を調査し、さらに衛星測位システムに関連する国内外の関連技術基準等について調査を実施
- 複数の測位受信機について、準天頂衛星初号機「みちびき」の電波を使用して、既存システムからの干渉波に対する受信機入力飽和特性、受信機の許容干渉レベルを測定し、ITUにおいて勧告化されている受信機の許容干渉レベルと概ね一致していることを確認

ITU勧告の調査



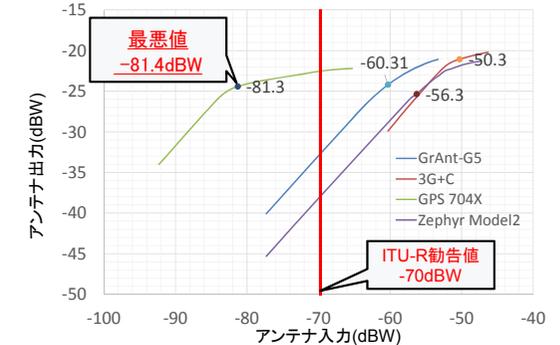
(参考1) 勧告M.1902の許容干渉レベル及び受信機入力飽和レベル

項目	諸元値
補足モード、受動アンテナ出力での広帯域干渉レベル (dBW/MHz)	-127
受信機入力飽和レベル (dBW)	-70

LNA飽和特性の検証



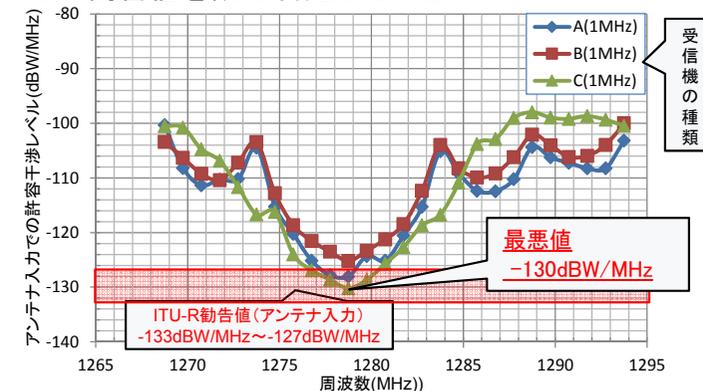
・4種類中3種類はITU-R勧告の飽和レベルを満足
・満たさなかった製品は、受信機の入力レベルを高めるために、ゲインを高くする設計とされている



許容干渉レベルの検証



ITU-Rの勧告値はアンテナ出力値であり、アンテナ利得を最大6dBiとしているので、アンテナ入力での値に換算すると最小-133dBW/MHzとなり、測定結果がITUの勧告値を概ね満足している



技術試験事務検討結果 概要

- 許容干渉レベルの実測試験の結果をもとに既存システムとの離隔距離を算出し、机上検討の結果と比較し、妥当性を検討
- アマチュア無線等の帯域外からの被干渉について、フィルタの挿入効果を検証するとともに、小型かつ有効なモジュール構造フィルタを新たに設計

机上検討による離隔距離と実測結果を踏まえた離隔距離

1.2GHz帯特定ラジオマイク

	離隔距離	受信機飽和レベル
机上検討	27 m	-70 dBW
実測試験の結果(最悪値)	49 m	-81.3 dBW
実測試験の結果(次点)	4.4 m	-60.3 dBW

※机上検討の許容干渉レベルはアンテナ(最大6dBi)出力端にて規定、実測試験の許容干渉レベルはアンテナ入力端にて規定

1.2GHz帯画像伝送用携帯局(ヘリテレ)

	自由空間	奥村・秦(都市)	奥村・秦(郊外)	奥村・秦(開放)
机上検討				
許容干渉レベル(追尾)	17km	約1.1km	約2.6km	約11.6km
許容干渉レベル(捕捉)	34km	約1.8km	約4.2km	約18.4km
実測				
許容干渉レベル(復号)	35.7km	約1.9km	約4.3km	約19.0km

許容干渉レベル: 机上検討(-127dBW/MHz)、実測(-133.43dBW/MHz)

※机上検討の許容干渉レベルはアンテナ(最大6dBi)出力端にて規定、実測試験の許容干渉レベルはアンテナ入力端にて規定

H25技術試験による離隔距離とH26実測結果を踏まえた離隔距離

アマチュア無線(レピータ局)

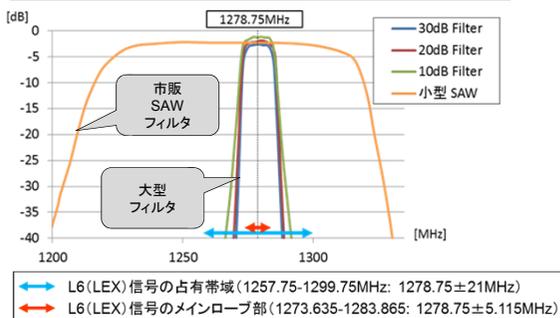
	自由空間	奥村・秦(都市)	奥村・秦(郊外)
許容干渉レベル(位相ロック、H25技試)、10W	115.8km		
許容干渉レベル(復号)、10W	105.7km	1.5km	3.0km
許容干渉レベル(復号)、1W	33.4km	0.77km	1.6km

許容干渉レベル: H25技試(-114dBW)、実測(-113.25dBW)

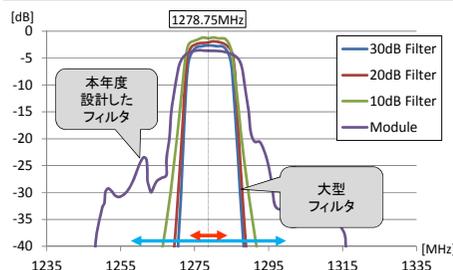
フィルタの挿入効果検証

- ・ フィルタによる減衰効果が期待されるが、現状では大型のフィルタのみ。
- ・ フィルタの小型化について、モジュール構造のフィルタを設計

大型フィルタ・市販SAWフィルタの特性



昨年度設計のモジュール化フィルタの特性



アマチュア無線(ATV)

	自由空間	奥村・秦(都市)	奥村・秦(郊外)	奥村・秦(開放)
許容干渉レベル(位相ロック、H25技試)	1,157km	約3.0km(拡張帯)	約6.2km(拡張帯)	約21.8km(拡張帯)
許容干渉レベル(復号)	約304km	約2.7km	約5.5km	約19.4km

許容干渉レベル: H25技試(-143.8dBW/MHz)、実測(-137dBW/MHz)

受信機の保護基準について

- ・ 実測結果から、測位受信機は、求める性能等により、設計思想が異なる
 - ・ 米国との電気通信分野のMOSS協議の結果により、人命の安全等に関わる航空海上の無線局を除き、無線設備の国の技術基準のうち受信機に関する規格は、副次的に発する電波等の限度に関する1項目のみとすることとなった経緯がある
- ⇒ 測位受信機保護基準は、ITU勧告の規定を基本として、本技術試験事務において取得した測位受信機の特長や干渉保護レベル、実測データ、共用条件等を参考に、民間での規格の策定等の議論に委ねることとし、特に限定しないことが適当

周波数共用条件(素案)

- 算出した離隔距離、詳細な運用条件等をもとに、共用検討を実施し、共用条件(素案)をとりまとめた
- 一部は継続検討となっているものの、概ね共用可能との結論が得られ、技術基準として規定すべき項目はない方向

共用条件(素案)の概要

共用対象 (業務)	共用する 測位衛星 信号	共用条件(素案) まとめ		共用対象 (業務)	共用条件(素案)の概要
		与干渉	被干渉		
航空用DME (航空機無線航行)	L2, L5	◎共用可能	○概ね共用可能 ※非航空用QZSS 受信機について引 き続き検討	航空用DME(航空 機無線航行)	航空機搭載QZSS受信機への影響評価を行い、概 ね合意。今年度は、引き続き非航空用QZSS受信 機とのパルス干渉に係る解析を行い共用条件を取 りまとめる。
MTSAT (無線航行衛星)	L1, L5	◎共用可能	◎共用可能	MTSAT(無線航行 衛星)(与干渉)	ITU-R勧告M.1831の計算方法に基づくQZSSから の干渉レベルがMTSATの要求を満足することから 共用可能。
構内無線局、特定 小電力 (移動)	L2, L6	◎共用可能	◎共用可能	構内無線局、特定 小電力(移動)	LNAの許容飽和レベルに基づく離隔距離(自由空 間モデルで28m)が非常に小さいことから共用可能。
特定ラジオマイク (移動)	L2, L6	◎共用可能	◎共用可能	特定ラジオマイク (移動)	LNAの許容飽和レベルに基づく離隔距離(自由空 間モデル4.4m)が非常に小さいことから共用可能。
FPU (移動)	L2, L6	◎共用可能	◎共用可能	ヘリテレ、画像伝 送(移動)	離隔距離と年間運用時間から、実用準天頂衛星シ ステムへの影響度が0.0047%となり、共用可能
ヘリテレ、画像伝送 (移動)	L6	◎共用可能	◎共用可能	レピータ局(アマ チュア無線)	レピータ局の出力を1Wにすることで、離隔距離と年 間運用時間から、実用準天頂衛星システムへの影 響度が0.16%となり、概ね共用可能。測位受信機 へのフィルタ挿入が望ましい。フィルタ小型可能性 について引き続き検討
レピータ局 (アマチュア無線)	L6	◎共用可能	○概ね共用可能 ※フィルタ特性につ いて今年度に検討		

青字:情通審一部答申時に検討完了
赤字:昨年度検討実施

技術的条件(素案)

- 技術的条件案として検討すべき項目を抽出した上で、共用検討結果等を踏まえながら評価を行い、技術的条件として規定すべき項目及び規定すべき値を検討し、技術的条件(素案)をとりまとめた
- 今年度を実施する総合評価試験の結果を踏まえて、検討会としての最終的な技術的条件(素案)をとりまとめる予定

技術的条件(素案)

構成	規定すべき項目案	技術的条件案	評価結果	
人工衛星局(L帯)	送信装置	周波数許容偏差	20ppm	実用準天頂衛星システムの仕様値が設備規則5条に準拠していることを確認
	送信装置	占有周波数帯幅の許容値	【L1帯】30.69MHz、【L2帯】30.69MHz、【L5帯】24.9MHz、【L6帯】42MHz	国際周波数調整結果を遵守することが適当
		不要発射の強度の許容値	スプリアス領域: 50 μ W 以下又は基本周波数の平均電力より-60 dBc/4kHz低い値 帯域外領域: $40\log(2F/BN+1)$ dB/4kHz以下	実用準天頂衛星システムの仕様値が平成17年総務省告示第1228号に準拠していることを確認
		空中線電力の許容偏差	上限50%、下限50%	実用準天頂衛星システムの仕様値が設備規則14条に準拠していることを確認
空中線	送信空中線の指向特性	0.3° 以内	実用準天頂衛星システムの仕様値が施行規則32条の3に準拠していることを確認	
基地局(C帯)	送信装置	周波数の許容偏差	50ppm	実用準天頂衛星システムの仕様値が設備規則5条に準拠していることを確認
	送信装置	占有周波数帯幅の許容値	10MHz	実用準天頂衛星システムの仕様を考慮し、左記の条件が適当
		不要発射の強度の許容値	スプリアス領域: 50 μ W 以下又は基本周波数の平均電力より-60 dBc/4kHz低い値 帯域外領域: 必要周波数帯幅の中心周波数から当該周波数帯幅の50%を超え150%以下の場合: $-15+30(F/BN)$ dB以下、必要周波数帯幅の中心周波数から当該周波数帯は他の150%を超え250%以下の場合: $12+12(2F/BN)$ dB以下	実用準天頂衛星システムの仕様値が平成17年総務省告示第1228号に準拠していることを確認
		空中線電力の許容偏差	上限50%、下限50%	実用準天頂衛星システムの仕様値が設備規則14条に準拠していることを確認
空中線	送信空中線の最小仰角	3° 以上	実用準天頂衛星システムの仕様値が施行規則32条に準拠していることを確認	
受信装置	副次的に発する電波の強度	4nW以下	実用準天頂衛星測位受信機が設備規則24条に準拠していることを確認	

F: 必要周波数帯幅と帯域外領域の境界より中心周波数と反対方向に離れる周波数の値 BN: 必要周波数帯幅