

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

2016年4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

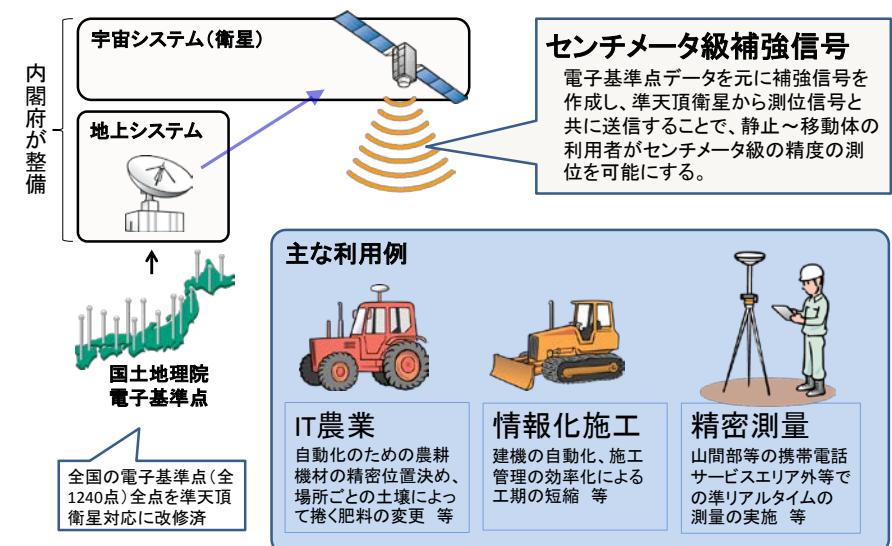
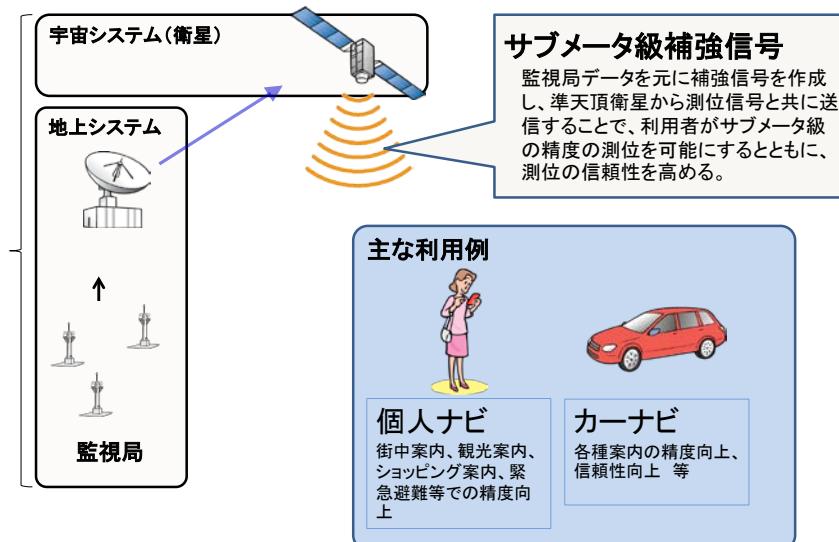
実用準天頂衛星から、GPSと互換性のある測位信号を提供するサービス。送信する測位信号はGPS Block IIIが提供する信号と共存性・相互運用性を有するL1C/A信号、L1C信号、L2C信号及びL5信号である。

②GPS補強

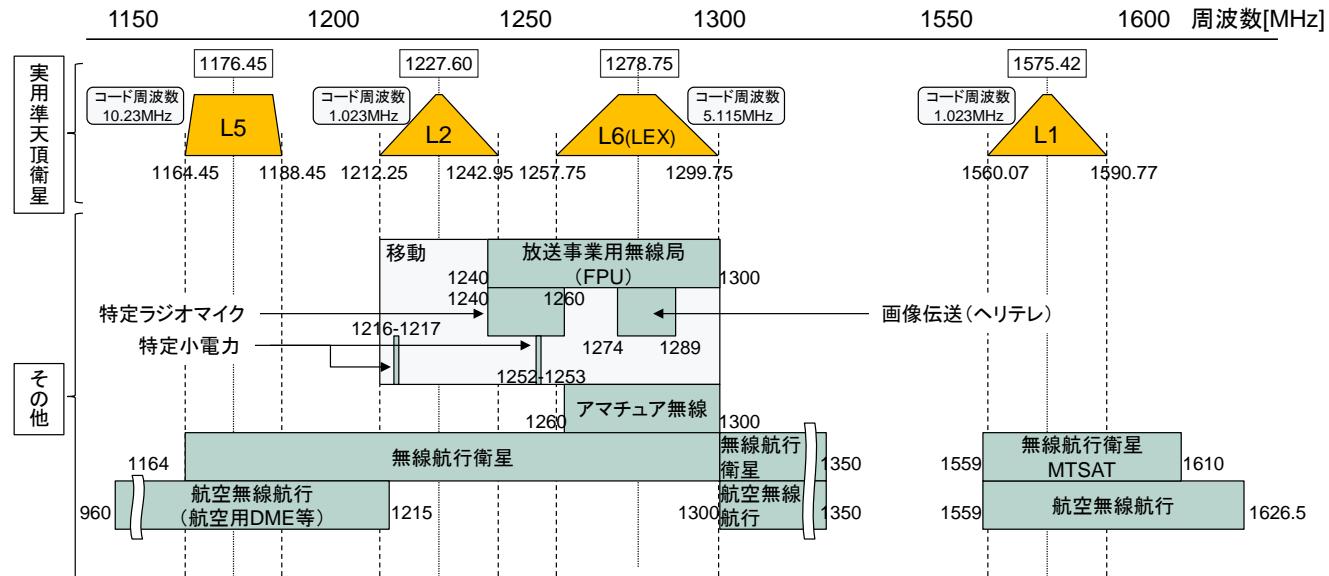
- ・ サブメータ級(静止水平精度1.0m以下、静止垂直精度2.0m以下)の測位精度をユーザに提供するサービスで、L1帯のL1S信号で提供する。
- ・ センチメータ級(静止水平精度6cm以下、静止垂直精度12cm以下)の高精度な測位をユーザに提供するサービスで、L6信号で提供する。

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

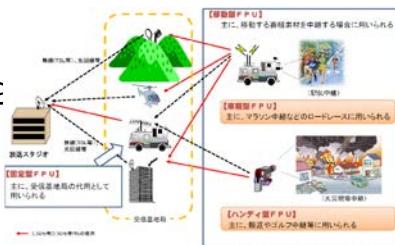
FPU

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。

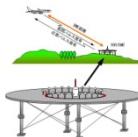
使用周波数帯

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

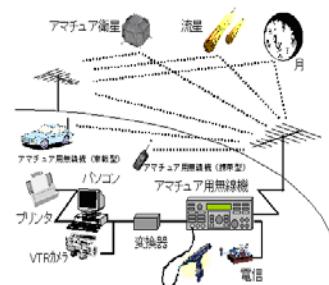
アマチュア無線

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

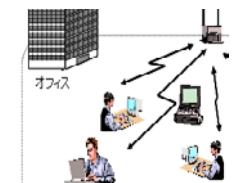


構内無線局・特定小電力

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。



技術試験事務総合試験結果 概要

- アマチュア無線レピータ局との共用条件を確認するために、総合試験を実施した。
- 一昨年度の一部答申を受け、アマチュア無線レピータ局の影響を低減可能な小型かつ有効なフィルタを検討し、複数種類のSAWフィルタを試作した。
- 屋内試験として、アマチュア無線レピータ局の送信周波数に対して試作したSAWフィルタによる効果を確認した。

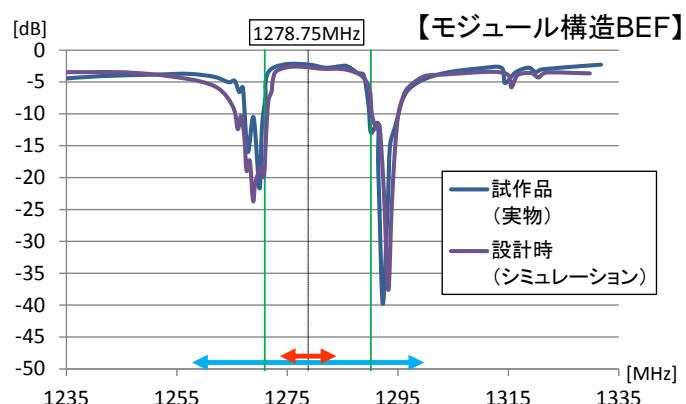
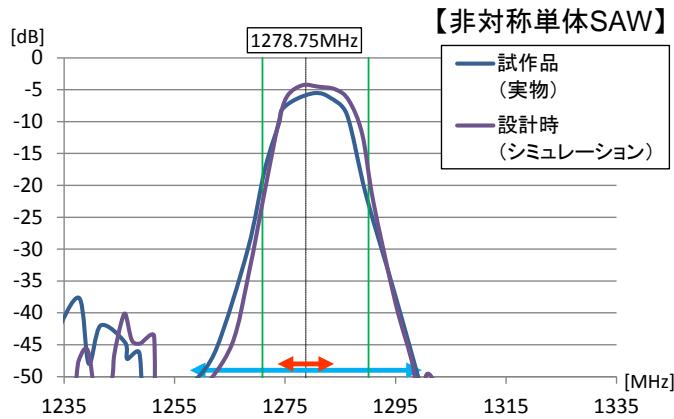
SAWフィルタの試作

下側(1270MHz帯)及び上側(1290MHz帯)でバランスよく減衰量を確保できると思われる非対称単体SAWと、モジュール構造BEFを試作し、総合試験で使用。

周波数	減衰量			
	構造体 SAWフィルタ (BPF*) ($\pm 5.115\text{MHz}$)	構造体 SAWフィルタ (BPF) ($\pm 4\text{MHz}$)	構造体 SAWフィルタ (BEF*) ($\pm 5.115\text{MHz}$)	非対称単体SAW
1270.9MHz	2.5dB	2.1dB	14.9dB	21.2dB
1290.1MHz	15dB	13.9dB	5.7dB	13dB

*) BPF:帯域通過フィルタ(Band Pass Filter) BEF:帯域除外フィルタ(Band Elimination Filter)

試作したSAWフィルタの特性



SAWフィルタの効果

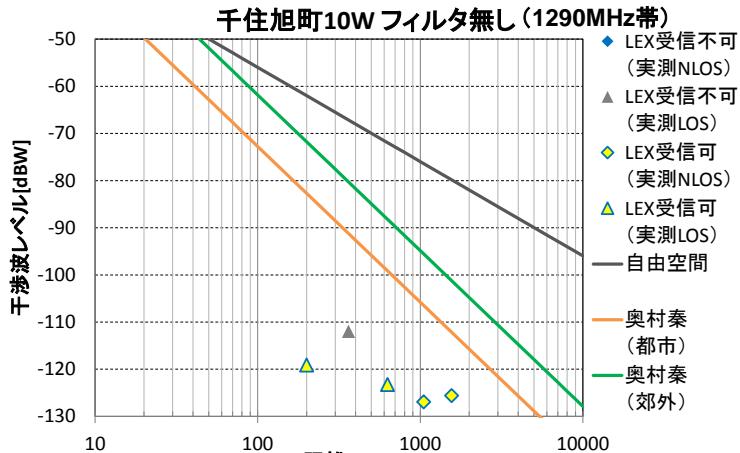
- デジタル音声とアナログ音声での許容干渉レベルの差はない。
- 非対称単体SAWフィルタによる許容干渉レベル改善効果は、非対称単体SAWフィルタの透過帯域での減衰量(約6dB)と対象周波数での非対称単体SAWフィルタの減衰量の差にほぼ等しい。

←→ L6(LEX)信号の占有帯域(1257.75-1299.75MHz: 1278.75±21MHz)
 ←→ L6(LEX)信号のメインロープ部(1273.635-1283.865: 1278.75±5.115MHz)

技術試験事務検討結果 概要

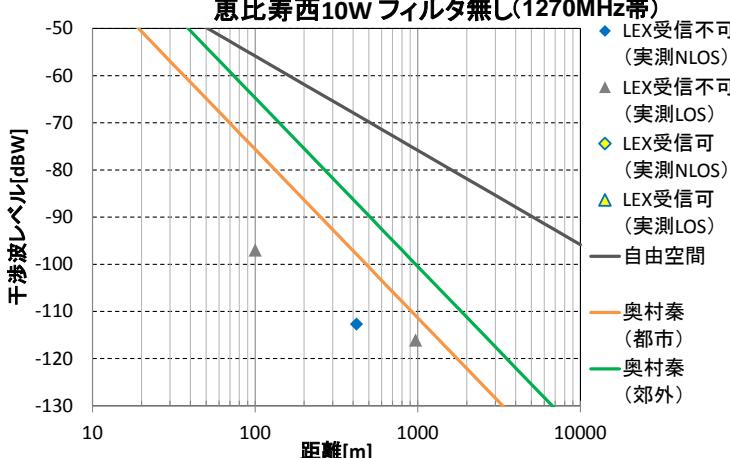
- 屋外試験として、アマチュア無線レピータ局からの被干渉について、距離等の環境を変え干渉波の強度を測定するとともに、フィルタの挿入効果を検証した。
- 試作したフィルタの効果は確認されたが、1270MHz帯のアマチュア無線レピータ局からの干渉波はL6信号のメインローブに近いため、フィルタの効果は限定的であり、1Wへの減力が必要である。

屋外試験



測定地点	10W				1W減力時			
	フィルタ無し	高減衰フィルタ	非対称単体SAW	構造体SAW	フィルタ無し	高減衰フィルタ	非対称単体SAW	構造体SAW
200m(見通し内)	○/○	○/-	○/○	○/○	○/○	○/-	○/○	○/○
362m(見通し内)	×/○	○/-	○/○	○/○	○/○	○/-	○/○	○/○
630m(見通し内)	○/○	○/-	○/○	○/○	○/○	○/-	○/○	○/○
1050m(見通し外)	○/○	○/-	○/○	○/○	○/○	○/-	○/○	○/○
1560m(見通し外)	○/○	○/-	○/○	○/○	○/○	○/-	○/○	○/○

×/○はA社受信機が信号の復号不可で、B社受信機が信号の復号可能であったことを表す



測定地点	10W				1W減力時			
	フィルタ無し	高減衰フィルタ	非対称単体SAW	構造体SAW	フィルタ無し	高減衰フィルタ	非対称単体SAW	構造体SAW
100m(見通し内)	×/×	○/-	×/×	×/×	×/×	○/-	×/○	×/×
420m(見通し外)	×/×	○/-	○/○	×/○	×/○	○/-	○/○	○/○
970m(見通し内)	×/×	○/-	○/○	○/○	○/○	○/-	○/○	○/○

○:信号の復号可能 ×:信号の復号不可

—:フィルタの遅延時間が大きく、L1信号とL6信号の同期が取れない

周波数共用条件(素案)

- 昨年度からの継続検討となった航空用DMEについては非航空用QZSS受信機を対象として机上検討及び実測による検討を実施し、共用条件(素案)を取りまとめた。
- アマチュア無線レピータ局については、QZSS受信機へのフィルタ挿入効果について検討を実施し、軽減効果が期待できることが確認された。
- 検討対象となった全てのシステムに関して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	
		与干渉	被干渉
航空用DME (航空機無線航行)	L2, L5	◎共用可能	◎共用可能
MTSAT (無線航行衛星)	L1, L5	◎共用可能	◎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
特定ラジオマイク (移動)	L2, L6	◎共用可能	◎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)	L6	◎共用可能	◎共用可能
レピータ局 (アマチュア無線)	L6	◎共用可能	◎共用可能

青字:情通審一部答申時に検討完了

赤字:昨年度検討実施

緑字:本年度検討実施

共用対象 (業務)	共用条件(素案)の概要
航空用DME(航空 機無線航行)	航空機搭載QZSS受信機と地表面上で使用される 非航空用QZSS受信機(測量用途等)への影響評 価を机上検討及び実測等により実施した結果、国 内周波数分配(J97)を前提に共用可能との結論が 得られた。
レピータ局(アマ チュア無線)	1.2GHz帯アマチュア無線レピータ局の出力を1W に減力することで、依然として影響度は高いものの、 通常の測位業務のような多少の影響を受けても実 用に耐えうる用途においては、概ね共用可能。

QZSS受信機へのフィルタ挿入効果について
本年度検討によりフィルタを挿入することによる1.2GHz帯アマチュア無
線レピータ局からの干渉軽減効果が期待されることが判明。
実用準天頂衛星システムの利用用途として、高い正確性とリアルタイム
性が求められる条件下では、アマチュア無線の電力を1Wに減力した上
で、フィルタを挿入することが望ましい状況となる可能性もある。これら
については、本技術試験事務の検証結果を踏まえて、実装の段階でそ
の要求条件に合わせたフィルタの開発・挿入が必要となる場合もある。

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、総合試験及び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。

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
		占有周波数帯幅の許容値	【L1帯】30.7MHz、【L2帯】30.7MHz、【L5帯】24.0MHz、【L6帯】42.0MHz	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 μW 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
		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 μW 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%を超える場合: $-15+30(F/BN)$ dB以下、必要周波数帯幅の中心周波数から当該周波数帯幅は他の150%を超える場合: $12+12(2F/BN)$ 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

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: 必要周波数帯域幅

(参考)技術試験事務実施体制

- 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	尾頃 和夫	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 無線通信システム部 技術専門主幹
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2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	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	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	斎藤 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	渡邊 恒彰	国土交通省 航空局 交通管制部 管制技術課 航行支援技術高度化企画室 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 技術局 JNN技術統括部 担当部長
構成員	小林 俊明	株式会社テレビ朝日 技術局技術業務部 上級マネージャー
構成員	松本 晓洋	内閣府 宇宙戦略室 企画官

実施状況

<L帯検討会>

第1回検討会(平成27年8月4日)

- ・ 実施計画
- ・ 技術的条件(案)の見直し結果
- ・ SAWフィルタ試作
- ・ 総合試験方法

第2回検討会(平成27年10月30日)

- ・ SAWフィルタ試作結果報告
- ・ 総合試験結果報告
- ・ 共用検討
- ・ 技術的条件案
- ・ 報告書案

(参考)技術試験事務 実施内容

技術試験事務における実施内容

