

宇宙利用促進調整委託費

事後評価

<p>研究開発課題名（研究機関名）： 準天頂衛星システム利用促進プログラム (1)準天頂衛星システム利用促進に向けた測位端末およびシミュレータの開発・整備 （財団法人衛星測位利用推進センター） 研究機関及び予算額：平成21年度～平成22年度（2年計画） 799,992千円</p>	
項目	要約
1. 研究開発の概要	<p>準天頂衛星システムの利用促進のために、未整備インフラの開発、端末共通部の開発、端末開発用測位信号シミュレータの開発を行うことにより、アプリケーション開発が可能な環境を構築する。</p>
2. 総合評価	<p>A</p> <p>受信機の大量製作と配布、利用実証実験の促進など、準天頂衛星の利用促進に大きく寄与している。多数の利用者を巻き込み、精力的な研究開発が実施され、様々な利用へ準天頂衛星システムを世に発信する効果は大きく、一定の成果を挙げることができた。アジア太平洋地区へのパッケージ輸出につながる成果である。</p> <p>一方、今後、携帯電話等への受信機の実装、アジア諸国等への地上基準点の展開など課題も残されているが、それに関する戦略については今回十分フォローアップ計画が提示されていないのでやや不安が残る。</p> <p>また、我が国おける準天頂衛星の打ち上げ、運用等の整備計画についての見通しが十分でないため、本事業が平成21年度開始と22年度に終了したにも関わらず、アプリ業者の参入は十分ではないことは残念である。</p> <p>S) 優れた成果を挙げ、宇宙利用の促進に著しく貢献した。 A) 相応の成果を挙げ、宇宙利用の促進に貢献した。 B) 相応の成果を挙げ、宇宙利用の促進に貢献しているが、一部の成果は得られておらず、その合理的な理由が説明されていない。 C) 一部の成果を挙げているが、宇宙利用の明確な促進につながっていない。 D) 成果はほとんど得られていない。</p>
3. その他	<p>【研究開発成果について】 特になし。</p> <p>【その他特記事項について】 特になし。</p>

宇宙利用促進調整委託費 事後評価 調査票

1. 研究開発課題名
準天頂衛星システム利用促進に向けた測位端末およびシミュレータの開発・整備

2. 該当プログラム名
準天頂衛星システム利用促進プログラム

3. 研究開発の実施者
機関名：財団法人 衛星測位利用推進センター 代表者氏名：桑原 洋
担当事業：衛星測位の利用実証・利活用の推進

4. 研究開発予算及び研究者数

	研究開発予算	研究・技術者
平成 21 年度	966 千円	2 人 / 年
平成 22 年度	799,026 千円	2 人 / 年

5. 研究開発の背景、目的・目標

(1)背景
準天頂衛星対応の測位受信機や移動体向けセンチメートル級測位補強システムの開発が行われておらず、「みちびき」を用いた利用実証を実施し得る環境の整備が急務であった。

(2)目的・目標
準天頂衛星システムの利用を促進するためには、アプリケーション事業者が専門的な衛星測位インフラの固有技術を深く知らなくとも、アプリケーション開発が可能な環境（以下「共通基盤」という）を開発・整備する必要がある。
従って、準天頂衛星システムの利用促進のために、未整備インフラの開発、端末共通部の開発、端末開発用測位信号シミュレータの開発を行うことにより、共通基盤を構築する。

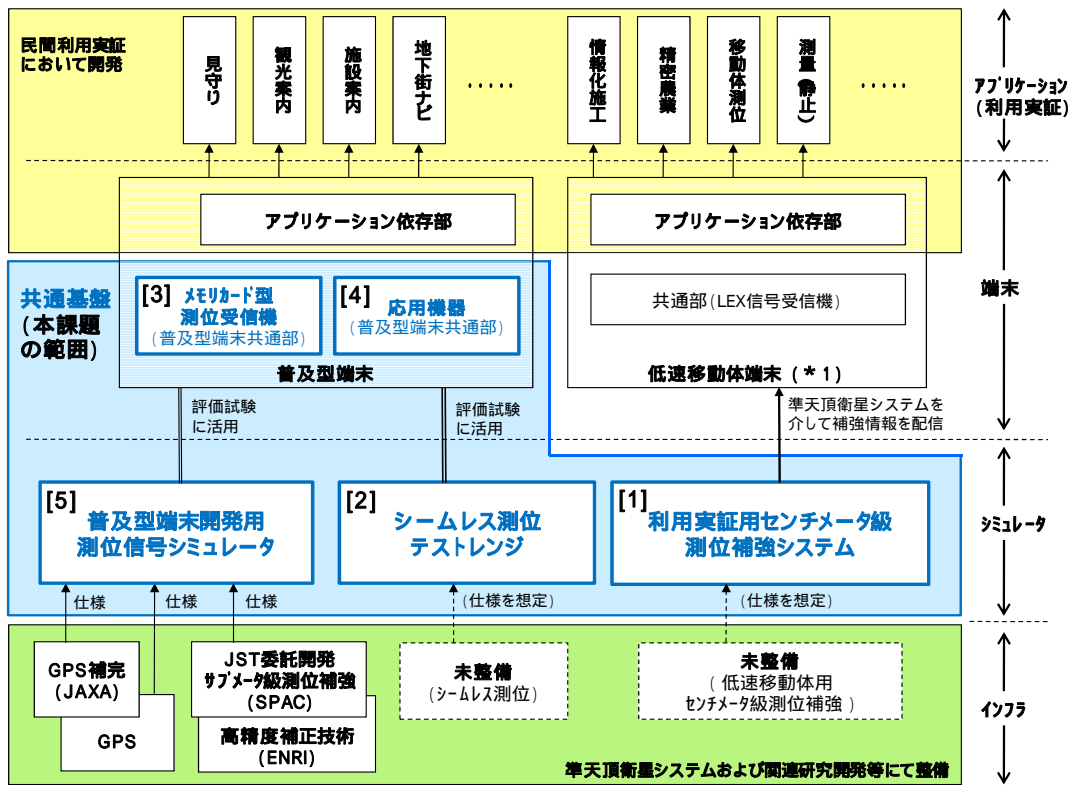


図 1 準天頂衛星システムの共通基盤

本課題においては、未整備インフラの開発として[1]利用実証用センチメートル級測位補強システムと[2]シームレス測位テストレンジ、端末共通部の開発として[3]メモ리카ード型測位受信機と[4]応用機器、端末開発用測位信号シミュレータの開発として[5]普及型端末開発用測位信号シミュレータの開発を行い、共通基盤を整備する。なお、低速移動体端末(*1)は SPAC が別途開発・整備する。

6. 研究開発の実施内容

(1)総合システム設計

- ・共通基盤として必要な要求を分析・検討し、総合システム仕様書を作成した。
- ・準天頂衛星システムのインフラストラクチャ開発とアプリケーション開発（利用実証）が同時に並行して実施されるため、インタフェース調整を一元化することにより、共通基盤の各構成部品に対する開発仕様を最適化し、インタフェース仕様書および各構成部品の開発仕様書を作成した。

(2)総合システム維持設計/各構成部品の製作

- ・総合システム設計にて作成した開発仕様書に基づき、外部発注先にて製作を行った。
- ・各構成部品の製作を円滑かつ確実に実施するため、外部発注先に対して、各製作段階（製造設計、製造および試験段階）において審査を実施した。

(3)総合システム評価

- ・普及型端末共通部と利用実証用センチメートル級測位補強システムについて、準天頂衛星システムの共通基盤としての適合性を評価した。なお、普及型端末開発用測位信号シミュレータおよびシームレス測位テストレンジは、普及型端末共通部の評価に使用した。
- ・また、利用実証用センチメートル級測位補強システムについては、JAXA の協力を得て準天頂衛星初号機「みちびき」と接続し、End-to-End の全系確認試験を実施した。

〔変更契約に関する特記事項〕

- ・契約後、JAXA と協定を締結し外部インタフェース設計の一環として細部調整を実施したところ、既に完成していたマスターコントロール実験局（準天頂衛星システムの構成部品）とのインタフェース条件が想定と異なっていたため、設計変更が必要となり開発期間を延長せざるを得なくなった。これにより、当初の契約では平成 21 年度末に完了の予定であったが、翌 22 年度への繰越による変更契約を実施した。

7. 研究開発成果

【1】宇宙利用の促進への寄与（本研究開発事業がどれだけ宇宙利用の促進に寄与したのか。）

(1)総合システム設計

- ・インタフェース仕様書および開発仕様書等のドキュメント類を整備した。

(2)総合システム維持設計/各構成部品の製作

- ・総合システム設計にて作成した開発仕様書に基づき、下表に示す構成部品を製作した。

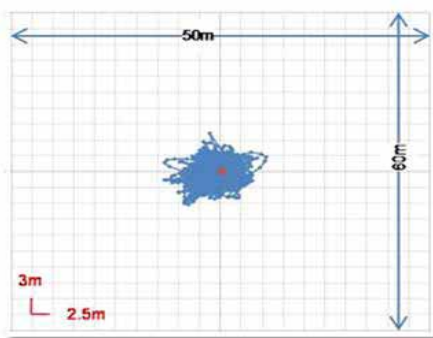
構成部品		達成目標
普及型 端末 共通部	メモ리카ード型測位受信機(QZSR)	・L1信号を用いた単独測位ができ、種々のホスト端末（に適合する汎用性の高い測位受信機を開発
	応用機器 (SPAD)	・メモ리카ード型測位受信機を内蔵する応用機器(携帯電話タイプのホスト端末)を開発
普及型端末開発用測位信号シミュレータ(PSIM)		・L1信号(L1C/A, L1-SAIF)および地上補完信号(IMES)の模擬信号を発生できるシミュレータを開発
利用実証用センチメートル級測位補強システム(CMAS)		・低速移動体向けセンチメートル級測位補強情報を生成できる利用実証用の測位補強システムを整備。 ・測位精度：水平 3cm(dms)、標高 6cm(rms)
シームレス測位テストレンジ (SPTR)		・屋外と屋内の測位を検証し得るシームレス測位環境(テストレンジ)を整備

(3) 総合システム評価

普及型端末共通部：市街地における静止測位および自動車に搭載した移動体測位を実施し、共に良好な結果が得られた。

利用実証用センチメートル級測位補強システム

- ・単体確認試験：測位精度 水平 1.25cm(drms)、標高 2.9cm(rms)を得、開発目標である水平 3cm(drms)以内、標高 6cm(rms)以内を達成していることを確認した。
- ・全系確認試験：公共測量で認められている FKP 方式と同等である評価できた。



マルチパスの影響がある市街地における水平測位精度 2.7m(rms)



メモリカード型測位受信機を自動車に搭載し、移動体測位実験を実施した結果。良好な軌跡が得られた。

図2 普及型端末共通部 試験結果

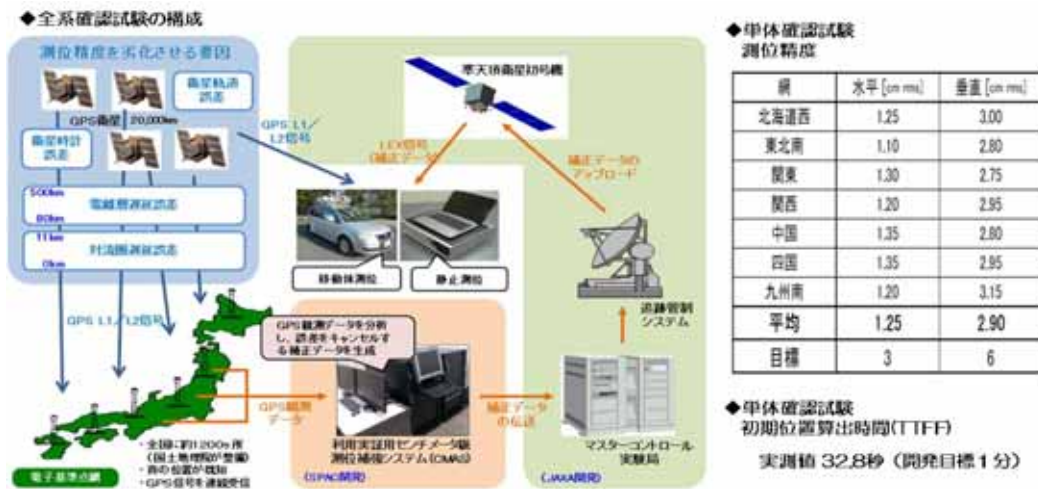


図3 センチメートル級測位補強システム 試験結果

(4) 宇宙利用の促進への寄与

社会的な効果（公益性、実用性、インパクト等）の大きさ

- ・準天頂衛星システムの共通基盤を構築し、衛星測位インフラの専門的な知識のない事業者でも、アプリケーション開発が可能な環境を整備した。また、本課題の成果を活用して2011年1月より利用実証を推進し、多くの企業・団体の参画を得た。

他機関・他地域への波及効果

- ・利用実証用センチメートル級測位補強システムは、電子基準点網を含めた全体システムとして海外においても活用可能である。

研究開発成果の新規性・独創性

- ・普及型端末共通部：準天頂衛星が放送する L1 C/A 信号および L1-SAIF 信号に対応した測位受信機を世界で初めて開発した。
- ・利用実証用センチメートル級測位補強システム：日本全土に均一な品質の補強情報を配信し得るリアルタイム移動体向け測位補強システムを世界で初めて開発した。

本委託事業終了後の継続性

- ・本課題の成果の貸付を受け、準天頂衛星システムの利用に関する研究開発を実施すると共に利用実証の促進を継続しており、2011年10月時点で累計100テーマ(延べ214企業・団体が参画)の利用実証が行われた。詳細は以下のURLを参照。
(<http://www.eiseisokui.or.jp/ja/pdf/library/02-06.pdf>)

【2】その他成果(もしあれば、参考のためお伺いします)

- ・利用実証用センチメートル級測位補強システムは、移動体測位に適合するよう、初期位置算出時間を短縮し得る二周波搬送波測位を前提として開発したが、測量分野における衛星測位の普及に係わる国土地理院のコメントに基づき一周波搬送波測位への適合性を評価した結果、測位精度およびFIX率とも二周波搬送波測位と同等との結果を得た。また、初期位置算出時間についても約4分以下と良好であった。
- ・利用実証用センチメートル級測位補強システムのサービスエリアは、日本の外周に位置する電子基準点を結んだ線の外周10km以内と定義しているが、津波監視や海洋土木等への適用を想定し、日本周辺海域における測位精度を評価した結果、測位アルゴリズムの若干の改良により53km沖合迄センチメートル級の測位精度が得られることを確認した。また、この適用アプリケーションの一例として、大型の台風来襲時にGPS津波計を用いた実証実験を行った結果、測位精度およびFIX率とも良好な結果(本アプリケーションにおいて重要な指標であるFIX率は平均96%)を得た。

7. 研究開発成果の発表状況

(1) 研究開発成果の製品化の状況

純然たる製品化ではないが、弊財団は利用実証の推進のため、メモリカード型測位受信機に内蔵されている測位モジュールの開発成果(製造図面)を活用して、携帯情報端末(PDA)に実装する利用実証用メモリカード型測位受信機を400台製作し、利用実証参画者に貸し付けた。

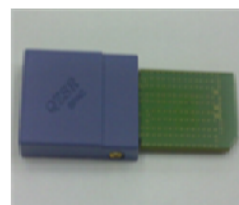


図4 利用実証用メモリカード型測位受信機

(2) 研究発表件数

査読付き論文：0件
査読無し論文等：5件
口頭発表：8件(国内：4件、国際：4件)

(3) 知的財産権等出願件数(出願中含む)

1件(国内：1件、外国：1件)
表題「測位補強情報生成装置、GNSS受信機、測位補強システム、及び測位補強方法」
補正量を圧縮することによる誤差の情報をユーザに提供することができるとともに、誤差の情報を場所に依らず、広範囲な領域で一律に有効とすることができる測位補強システムを提供する。

(4) 受賞等

0件(国内：0件、国際：0件)

8. 今後の展望と課題

- ・実用準天頂衛星システムの実用化が2011年9月に閣議決定され、実用化に向けた検討が進められており、弊財団としては利用促進をさらに進める必要がある。
- ・開発当初における電子基準点網はGPS観測データしか配信していなかったため、利用実証用センチメートル級測位補強システムの補強対象衛星をGPSのみとしたが、現在、電子基準点網のGNSS化が進められている。
- ・準天頂衛星システムの最大の利点は、補完と補強の相乗効果であるため、利用実証用センチメートル級測位補強システムの補強対象衛星に準天頂衛星を付加することが、利用実証の促進における今後の課題である。

9. その他特記事項

- ・本課題の推進には、準天頂衛星初号機「みちびき」を開発したJAXAとの連携が不可欠であるため、JAXAと弊財団の間で協定を締結すると共にインタフェース調整会議を定期的に行い、情報交換を密にし開発の円滑化を図った。

採択課題名「準天頂衛星システム利用促進に向けた測位端末およびシミュレータの開発・整備」

1. 研究開発の背景、目的・目標

(1)背景

準天頂衛星対応の測位受信機や移動体向けセンチメートル級測位補強システムの開発が行われておらず、「みちびき」を用いた利用実証を実施し得る環境の整備が急務であった。

(2)目的・目標

準天頂衛星システムの利用を促進するためには、アプリケーション事業者が専門的な衛星測位インフラの固有技術を深く知らなくとも、アプリケーション開発が可能な環境（以下「共通基盤」という）を開発・整備する必要がある。

そのため、参考資料1に示すシステムおよび装置の開発・整備を行って、準天頂衛星システムの共通基盤を構築する。

2. 研究開発の実施内容

(1)総合システム設計

- ・ 共通基盤として必要な要求を分析・検討し、総合システム仕様書を作成
- ・ 準天頂衛星システムのインフラストラクチャ開発とアプリケーション開発(利用実証)が同時に並行して実施される為、インタフェース調整を一元化することにより、共通基盤の各構成部品に対する開発仕様を最適化
- ・ インタフェース仕様書および各構成部品の開発仕様書を作成

(2)総合システム維持設計/各構成部品の製作

- ・ 各構成部品の開発仕様書に基づき、外部発注先にて製作
- ・ 各構成部品の製作を円滑かつ確実に実施するため、外部発注先に対して、各製作段階において審査を実施

(3)総合システム評価

- ・ 各構成部品について共通基盤としての適合性を評価
- ・ センチメートル級測位補強システムについては、JAXAの協力を得て「みちびき」と接続し、全系確認試験を実施

3. 研究開発成果

(1)総合システム設計

- ・ 開発仕様書等のドキュメントを整備

(2)総合システム維持設計/各構成部品の製作

- ・ 開発仕様書に基づき、以下の構成部品を製作

構成部品		達成目標
普及型 端末 共通部	メロカード型測位受信機(QZSR)	・L1信号を用いた単独測位ができ、種々のホスト端末に適合する汎用性の高い測位受信機を開発
	応用機器(SPAD)	・メロカード型測位受信機を内蔵する応用機器(携帯電話タイプのホスト端末)を開発
普及型端末開発用測位信号シミュレータ(PSIM)		・L1信号(L1C/A, L1-SAIF)および地上補完信号(IMES)の模擬信号を発生できるシミュレータを開発
利用実証用センチメートル級測位補強システム(CMAS)		・低速移動体向けセンチメートル級測位補強情報を生成できる利用実証用の測位補強システムを整備。 ・測位精度：水平 3cm(drms)、標高 6cm(rms)
シームレス測位テストレンジ(SPTR)		・屋外と屋内の測位を検証し得るシームレス測位環境(テストレンジ)を整備

(3)総合システム評価(参考資料2および3を参照)

- ・ 各構成部品：共通基盤としての適合性を確認
- ・ CMAS：静止および移動体とも開発目標を満足

4. 今後の宇宙利用促進に向けた展望と課題

(1)準天頂衛星システムを用いた民間利用実証の推進

- ・ 弊財団が本課題の成果を活用して推進した民間利用実証に多くの企業・団体が参画、引き続き利用実証を推進

【参考】<http://www.eiseisokui.or.jp/ja/pdf/library/02-06.pdf>

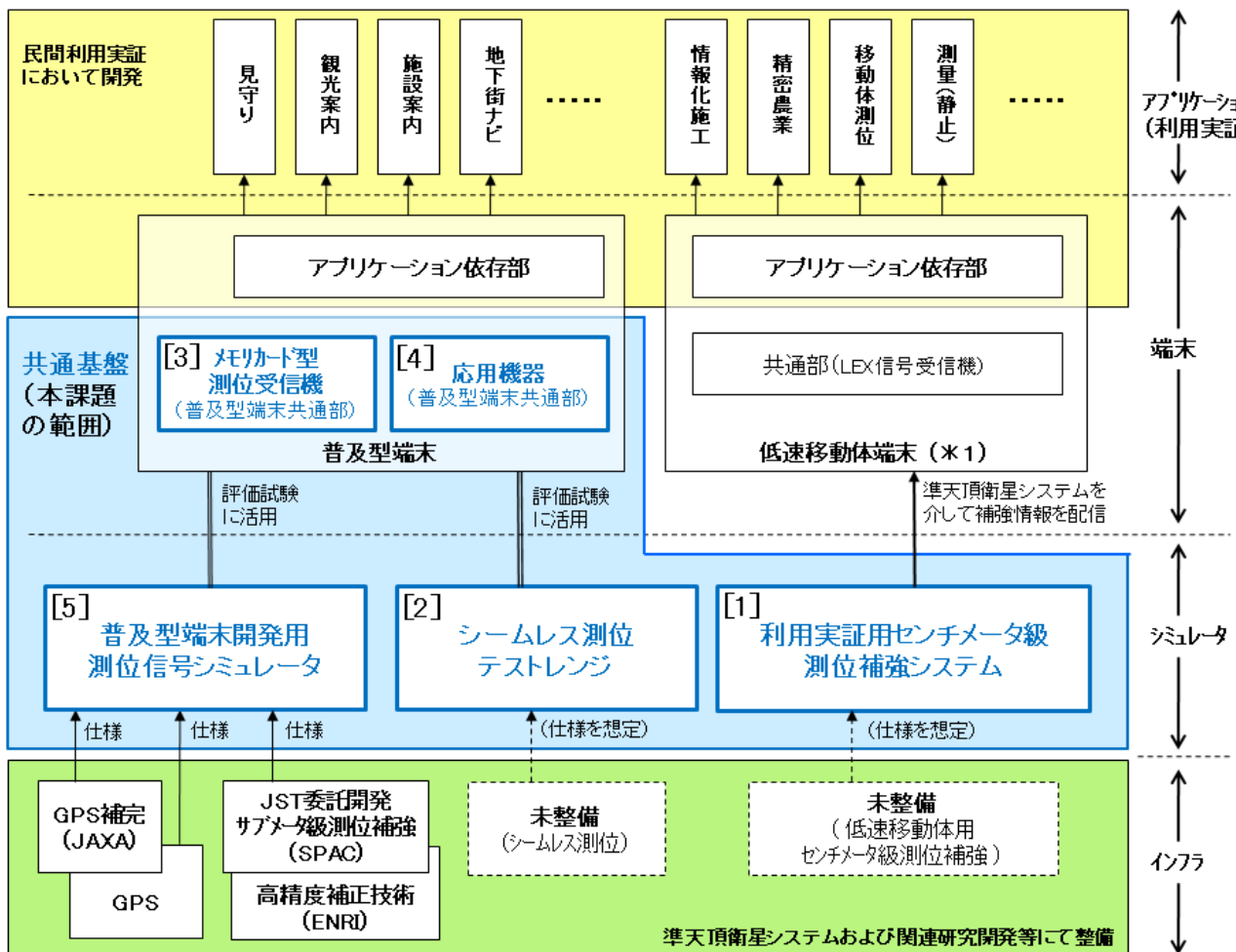
(2)利用実証用センチメートル級測位補強システムの機能拡大

- ・ CMASの補強対象衛星はGPSのみであるが、更に利用を促進するには、準天頂衛星を付加することが必要

【参考資料1】 利用促進に向けた共通基盤の構築

衛星測位インフラは極めて専門性の高い技術を用いて構築されているため、利用を促進するには、アプリケーション事業者が衛星測位インフラの固有技術を深く知らなくとも、アプリケーション開発が可能な環境（共通基盤）を整備することが重要である。

従って、準天頂衛星システムの利用促進のため、①未整備インフラの開発 ②端末共通部の開発 ③端末開発用測位信号シミュレータの開発 を行うことにより準天頂衛星システムの共通基盤を構築する。



〈 開発・整備対象 〉

①未整備インフラの開発

- 1 利用実証用センチメートル級測位補強システム
- 2 シームレス測位テストレンジ

②端末共通部の開発

- 3 メモリカード型測位受信機
- 4 応用機器

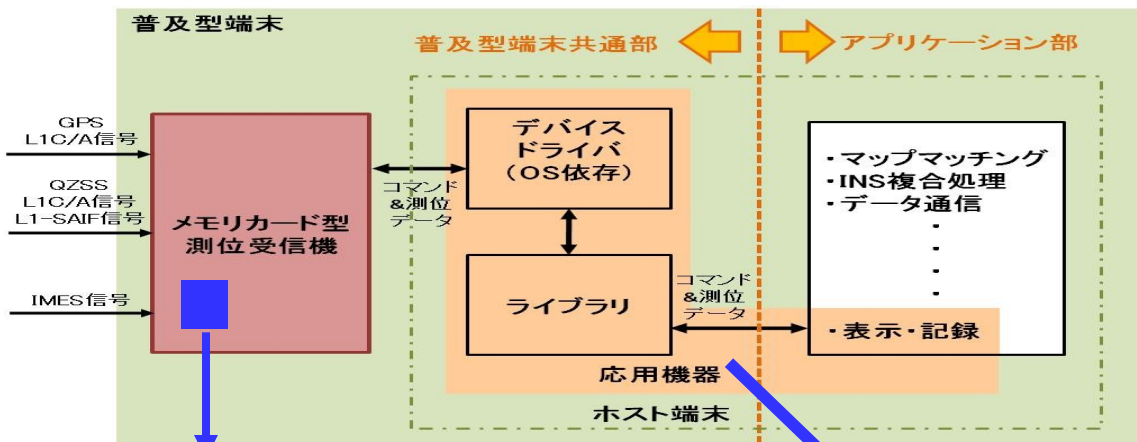
③端末開発用測位信号シミュレータの開発

- 5 普及型端末開発用測位信号シミュレータ

* 1 : 低速移動体端末は、SPACが別途開発・整備した。

【参考資料2】各構成品の開発・整備と評価

普及型端末（メモリカード型測位受信機および応用機器）



メモリカード型測位受信機を自動車に搭載し、移動体測位実験を実施した結果を下図に示す。良好な軌跡が得られた。



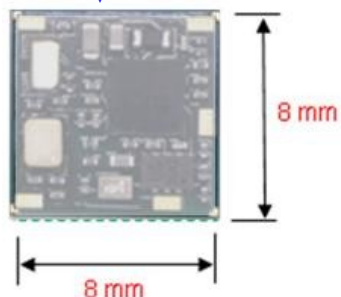
普及型端末開発用測位信号シミュレータ

普及型端末・メモリカード型測位受信機の開発試験に使用した。



シームレス測位テストレンジ

普及型端末の屋内と屋外のシームレスな測位機能の評価に使用した。



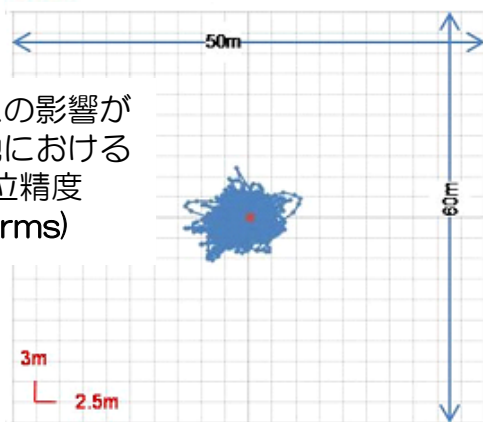
メモリカード型測位受信機の測位モジュール

メモリカード型測位受信機を内蔵



応用機器（携帯電話タイプ）

マルチパスの影響がある市街地における水平測位精度 2.7m(rms)



測位結果

【参考資料3】 利用実証用センチメートル級測位補強システム

CMAS全系評価

◆全系確認試験の構成



◆試験結果

- 測位精度として、水平1.0cm(drms)、標高 2.3cm (rms)を得、開発目標である水平3cm(drms)以内、標高 6cm (rms)以内を達成していることを確認
- 公共測量で認められているFKP方式と同等の性能であると評価
- 世界初の衛星配信によるリアルタイム移動体向けセンチメートル級測位補強サービスを、日本全土に均一な品質で提供できることを確認

注：移動体測位および静止測位で用いた端末は、SPACで別途開発・整備した。

CMAS単体評価

◆外観



ラック高 H=119.8cm

◆測位精度

網	水平 [cm rms]	垂直 [cm rms]
北海道西	1.25	3.00
東北南	1.10	2.80
関東	1.30	2.75
関西	1.20	2.95
中国	1.35	2.80
四国	1.35	2.95
九州南	1.20	3.15
平均	1.25	2.90
目標	3	6

◆初期位置算出時間(TTFF)

実測値 32.8秒 (開発目標 1分)