

MADOCA利用検討会について

2016年8月5日

Hitz 日立造船株式会社
Hitachi Zosen

内容

1. 背景

- 国内における高精度測位の状況
- 海外における高精度測位の状況

2. MADOCA

- MADOCAとは
- 現在の状況、今後の展開

3. MADOCA利用検討会

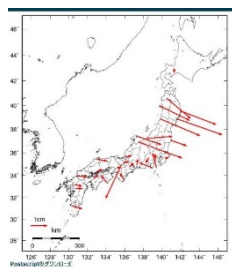
- 設立趣意、目的
- 参加方法
- 今後の活動

国内における高精度測位の状況

● 後処理での利用 1980s～



阪神淡路大震災
(1995)



国土地理院によるGPS地殻変動観測網整備 ⇒ 日本全国にGPS基準点整備



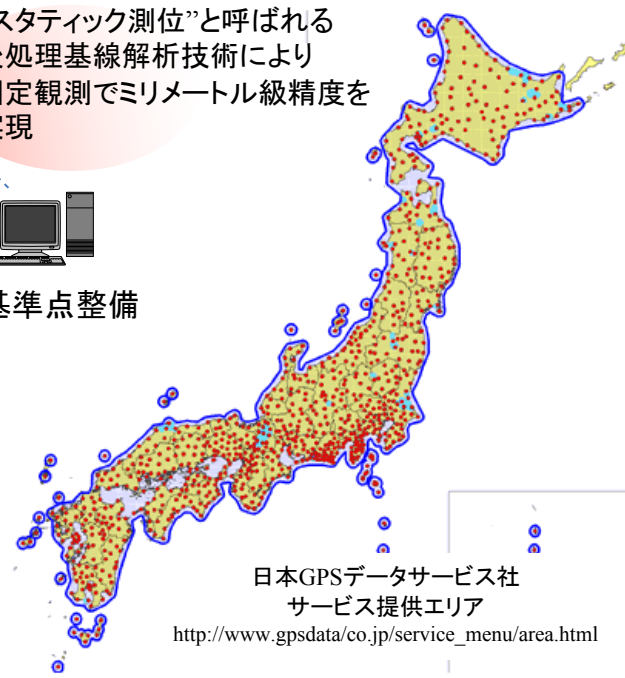
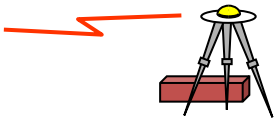
“スタティック測位”と呼ばれる
後処理基線解析技術により
固定観測でミリメートル級精度を
実現

● RTK測位によるリアルタイム測位の普及 1990s～



移動体でも利用可能に！

利用者自身がGPS基準点を設置し、
無線機にて補強情報を送信



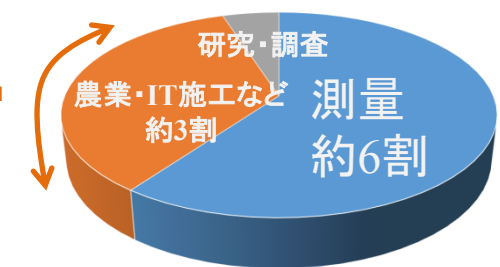
● RTK測位ベースの補正配信サービス開始 2002～

サービスプロバイダ:

- ・日本GPSデータサービス株式会社
- ・株式会社ジェノバ
- ・日本テラサット株式会社

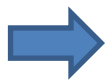
- ✓ 利用者自身の基準点設置は不要
- ✓ 国内陸域をカバー(一部離島を除く)
- ✓ 1秒レートの補強配信により移動体でも利用可能

近年増加中



RTK補強データ配信サービスの利用状況

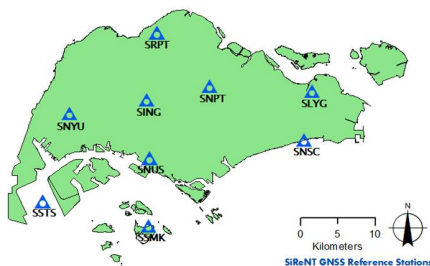
● 準天頂衛星による補強サービス開始 2018～



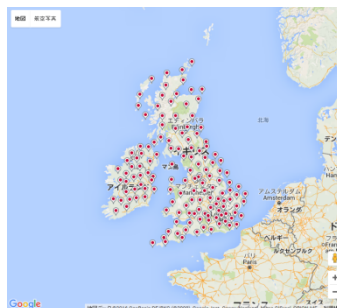
いつでもどこでも高精度測位が可能

海外における高精度測位の状況

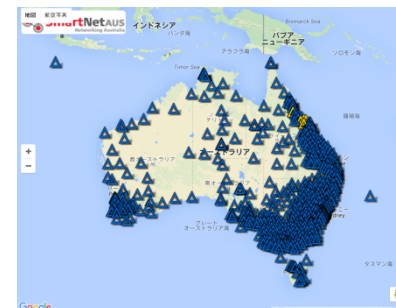
- 様々なプロバイダ・機関が個別にRTK測位ベースの補正配信を展開



シンガポールSLA “SiReNT”
<https://sirent.inlis.gov.sg/> より引用

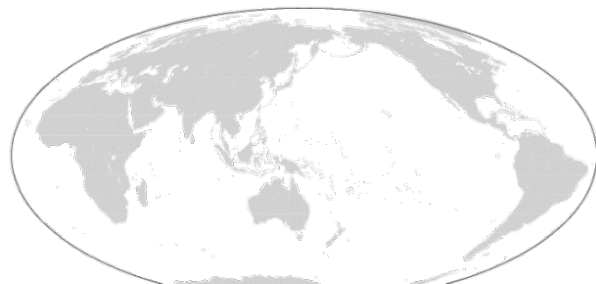


SmartNet UK&Ireland CORS Coverage map
http://uk.smartnet-eu.com/coverage-map_19.htm より引用



SmartNetAUS Site Map
<http://smartnetaus.com/home/index.php?q=map> より引用

- 海外企業が衛星によるグローバル補正配信を事業化



Trimble CenterPointRTX
NavCom/Johndeere StarFire
Veripos/Terrastar

Fugro Starfix
Hemisphere Atlas



国・地域毎にプロバイダ、仕様が異なる
グローバルで共通的に利用できるものはない
※衛星配信はまだまだ高い

MADOCAとは？

MADOCA: Multi-GNSS Advanced Demonstration tool for Orbit and Clock Analysis

- ・PPP方式を実現するために不可欠な精密軌道クロック推定ソフトウェア
 - GPS, GLONASS, QZSSに対応
 - グローバルに展開したモニタ局で収集した観測データから衛星軌道、クロックオフセット、コード/搬送波位相バイアス、電離層遅延、対流圏遅延量等を推定
 - 最新の物理モデル実装、太陽輻射圧モデルの改良

MADOCA-PPP (Precise Point Positioning)

- ・MADOCAを用いて生成した精密軌道・クロックを用いた単独搬送波位相測位
 - 測位解析ツールRTKLIBを機能拡張、ユーザ測位性能の評価を実施
 - GPS, GLONASS, QZSS, Galileo, BeiDouに対応
 - 二周波 (L1/L2、L1/L5) 利用、三周波
 - ・一周波利用についてもユーザレベルでの評価実施 (移動体利用)
 - アンビギュイティ推定機能＝PPP-AR
 - 電離層・対流圏遅延量推定機能＝ローカル補正情報生成



日本発の技術
グローバルに高精度測位が可能

※JAXA殿提供資料より抜粋

【現時点の開発状況】

- ・GPS, GLONASSの軌道・クロック推定精度：世界トップレベルの性能を達成

衛星系	後処理			リアルタイム		
	軌道	時刻	達成状況	軌道	時刻	達成状況
GPS	3 cm	0.1 ns	達成	6 cm	0.15 ns	達成
GLONASS	7 cm	0.25 ns	達成	9 cm	0.25 ns	達成 *1
QZSS	7 cm	0.25 ns	達成	9 cm	0.25 ns	達成

- ・後処理の推定結果はIGSの解析センターに比肩するレベル

GPS							
IGS AC	Country (headquarters office)	Analysis Software	# of Stas	Orbit RMS (cm)			
				R	A	C	3D
JPL	USA	GIPSY/OASIS-II	166	1.39	1.11	1.09	2.09
NGS	USA	arc,orb,pages,gpscom	228	1.00	1.36	1.51	2.26
CODE	Switzerland	Bernese	254	1.63	1.21	1.17	2.34
GFZ	Germany	EPOS	212	1.23	1.36	1.58	2.42
MIT	USA	GAMIT, GLOBK	368	1.42	1.47	1.36	2.45
	Japan	MADOCA	146	1.74	1.32	1.21	2.49
SIO	USA	GAMIT, GLOBK	299	1.70	1.48	1.33	2.62
ESA(ESOC)	Germany	NAPEOS	150	1.71	1.45	1.34	2.61
GRG	France	GINS, DYNAMO	180	1.64	2.03	1.87	3.21

GLONASS							
IGS AC	Country (headquarters office)	Analysis Software	# of Stas	Orbit RMS (cm)			
				R	A	C	3D
IAC	Russia	STARK,POLAR	?	1.33	2.60	2.66	3.95
ESA(ESOC)	Germany	NAPEOS	150	1.42	2.95	3.94	5.13
GFZ	Germany	EPOS	212	1.98	3.51	4.14	5.78
	Japan	MADOCA	117	2.11	4.28	4.47	6.54
GRG	France	GINS, DYNAMO	180	2.03	5.07	5.17	7.52
CODE	Switzerland	Bernese	189	4.41	4.97	5.82	8.83
MCC	Russia	STARK, POLAR	?	4.21	21.58	22.74	31.63

MADOCAの軌道推定の実力 (IGS最終暦との差の2015年1年間の平均)

- ・リアルタイムPPPでグローバルに水平／垂直10cm以下(rms)の精度を確認
- ・PPP-AR測位とTTFF短縮は開発／評価実施中

※JAXA殿提供資料より抜粋

【今後の展開】



グローバル補正情報配信

- 二周波PPP(リアルタイム)
水平 6cm 垂直 10cm (rms)
 - 二周波PPP-AR(リアルタイム)
水平 3cm 垂直 6cm (rms)
- PPP、ARともに収束時間 30分程度
サービスエリア:グローバル(洋上含む)

広いエリアでのサービスを早期に開始

+ローカル補正情報配信

- 二周波PPP(リアルタイム)
水平 6cm 垂直 10cm (rms)
 - 二周波PPP-AR(リアルタイム)
水平 3cm 垂直 6cm (rms)
- PPP、ARともに収束時間 1分以下
サービスエリア:ローカル補正網展開エリア

アプリケーションの違い、地域のインフラ整備
状況に応じ、段階的にサービスレベルを拡張

※JAXA殿提供資料より抜粋

設立趣意、目的

- MADOCAを連携して利用する可能性を検討する産学連携体制
(官にもオブザーバ参加を期待)
- 2017年度末までの約2年間でMADOCA利用に関する検討を実施
(年3～4回程度の全体会合＋個別WGを計画)
- MADOCAの最新情報の共有、グローバル高精度測位に求められる性能・想定する使用方法の検討、ハイブリッド補強(グローバル＋ローカル)が求められるエリアなどを協議予定



MADOCAの有効利用に向けた、仕様の標準化・共通化、課題抽出、連携

想定する利用分野

グローバルエリアでの移動体測位：自動車、建機、農機、マンナビ 等

海洋観測：海洋プラットフォーム、津波計測ブイ、海底地殻変動観測 等

気象観測：GNSS可降水量推定(海洋エリアを含む観測) 等

設立総会（6.15開催）

● 幹事：

代表	東京大学 空間情報科学研究センター	教授	柴崎 亮介
副代表	東京海洋大学 情報通信工学研究室	准教授	久保 信明
幹事	慶応義塾大学 システムデザイン・マネジメント研究科	准教授	神武 直彦
	株式会社デンソー		松ヶ谷 和沖
	株式会社本田技術研究所		長尾 朗
	古野電気株式会社		近藤 仁志
事務局	日立造船株式会社		五百竹 義勝

● 加入機関：

一般会員	民間企業等	35社	
賛助会員	大学、研究機関等	16機関・団体	
オブザーバ	JAXA、官公庁他	7機関・団体	（8.3現在）

意見交換会（8.22開催予定）

● ワーキング活動について

利用分野ごとに連携し、利用検討・情報共有・課題抽出を行う。

ワーキングチーム	主な利用分野
連続観測WT	海洋観測、地盤観測、気象観測、測量など
モビリティ1WT	高速移動体（自動車など）
モビリティ2WT	低速移動体（建機・農機など）
技術基盤WT	※測位技術の観点からの課題・標準化を検討

● 検討会からの提言

現在、準天頂衛星の「技術実証用」メッセージとして定義されているL6E信号の用途を、海外・海洋向けセンチメートル級測位補強メッセージとしてMADOCA配信を提案。

すでに定義されているL6D（CLAS：日本とその近傍向け補強）と併せて、準天頂衛星の利活用推進にはベストミックスである