

マルチGNSSの動向と 我が国の取り組み

東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科
衛星航法工学研究室 安田明生

平成24年2月17日

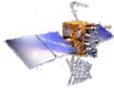
電波航法研究会、於/東京海洋大学

(平成24年5月一部更新)

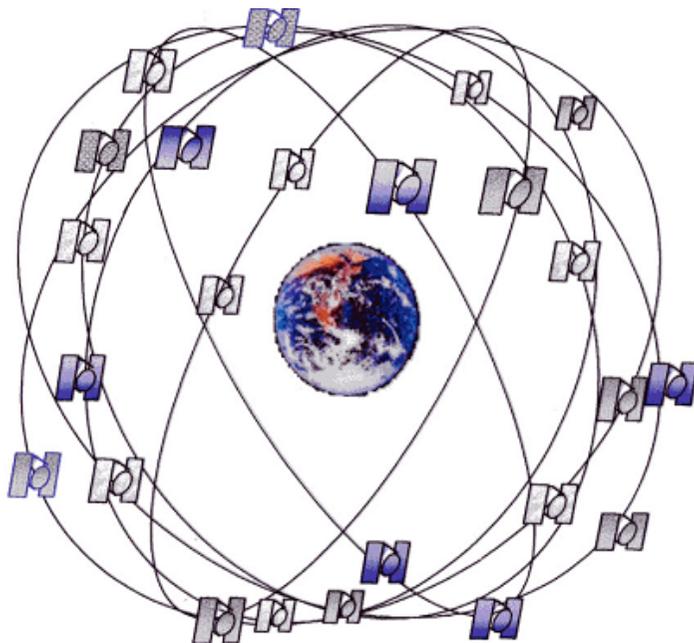
目次

- ・ GPSの現状
- ・ GLONASSの現状
- ・ Multi-GNSS周波数スペクトル
- ・ Beidou/COMPASSの動向
- ・ Galileoの動向
- ・ IRNSS
- ・ QZSの動向
- ・ ICG-6について
- ・ AOR-WS シンポジウム

GPSの概要

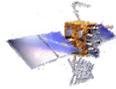


衛星機数	4機 × 6軌道面
設計寿命	7.5年(IIR-M:12年)
軌道半径	26,561km
周回周期	1/2恒星日(約11時間58分2秒)
軌道傾斜角	55°



搬送波周波数	L1=1,575.42MHz (10.23MHz × 154) L2=1,227.6MHz (10.23MHz × 120) L5=1,176.45MHz (10.23MHz × 115)
測距信号	C/A code: L1波で送信、民生用に解放、(IIR-M:L2C追加) 1.023Mcps P(Y) code: L1, L2で送信、秘匿 L5: 10.23Mcps: 民生用(IIFから) L1C: BOC(1,1)はBlock IIIから

GPS衛星の現状



稼働衛星数 打上げ数(打上げ時期)

- Block I 0 11 (1978~1985)
- Block II 0 9 (1989, 1990)
- Block II A 10 19 (1990~1997)
- Block II R 12 13 (1997~2004)
- Block II R-M 7 8 (2005~2009) : L2C追加
- Block II F 2 2 (2010~) : L5追加

31衛星稼働中

IIF-3 2012年9月予定 (SPACEFLIGHT NOW)

IIF12機後, GPS III (L1C追加) は2015年以降

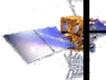
2012年5月14日現在

Block II A衛星 (12/5/21)



	番号	PRN	軌道	打上日	時計	サービス開始時	退役日
II-10	23	32	E5	90-11-26	Rb2	90-12-10 23:45	07-06-27
II-11	24	24		91-07-04	Cs4	91-08-30 04:44	11-11-04
II-12	25	25		92-02-23		92-03-24 11:00	09-12-18
II-13	28	(28)		92-04-10		92-04-25	97-05
II-14	26	26	F5	92-07-07	Rb2	92-07-23 19:43	
II-15	27	27	A6	92-09-09	Cs4	92-09-30 20:08	11-12-16
II-16	32	01		92-11-22		92-12-11 14:49	08-03-17
II-17	29	29		92-12-18		93-01-05 16:39	07-10-23
II-18	22	22		93-02-03		93-04-04 05:20	03-08-06
II-19	31	31		93-03-30		93-04-13 20:53	05-10-24
II-20	37	07		93-05-13		93-06-12 16:15	07-12-20
II-21	39	09	A1	93-06-26	Cs4	93-07-20 12:54	
II-22	35	30	B5	93-08-30		93-09-28 19:29	11-08-16
II-23	34	04	D4	93-10-26	Rb1	93-11-22 18:20	
II-24	36	06	C6	94-03-10	Rb1	94-03-28 14:20	
II-25	33	03	C2	96-03-28	Cs4	96-04-09 21:17	
II-26	40	10	E6	96-07-16	Cs3	96-08-15 15:05	
II-27	30			96-09-12	Cs3	96-10-01 15:28	11-07-20
II-28	38	08	A3	97-11-06	Cs4	97-12-18 15:24	

Block II R 衛星 (12/2/14)



	番号	PRN	軌道	打上日	時計	サービス開始時
II R-1	42			97-01-17	Rb	打ち上げ失敗
II R-2	43	13	F-3	97-07-23	Rb1	98-01-31 00:57
II R-3	46	11	D-2	99-10-07	Rb1	00-01-03
II R-4	51	20	E-1	00-05-11	Rb1	00-06-01 16:09
II R-5	44	28	B-3	00-07-16	Rb2	00-08-17 13:51
II R-6	41	14	F-1	00-11-10	Rb1	00-12-10
II R-7	54	18	E-4	01-01-30	Rb1	01-02-15
II R-8	56	16	B-1	03-01-29	Rb3	03-02-18 15:53
II R-9	45	21	D-3	03-03-31	Rb3	03-04-11
II R-10	47	22	E-2	03-12-21	Rb3	04-01-12
II R-11	59	19	C-3	04-03-20	Rb3	04-04-05
II R-12	60	23	F-4	04-06-23	Rb2	04-07-09
II R-13	61	02	D-1	04-11-06	Rb1	04-11-22

Block II R-M / II F 衛星

	Sat#	PRN#	Orbit	Launch Date	Clock	Commitment Date
II R-14/M1	53	17	C-4	05-09-26	Rb3	05-12-16
II R-15/M2	52	31	A-2	06-09-25	Rb3	06-10-12
II R-16/M3	58	12	B-4	06-11-17	Rb3	06-12-13
II R-17/M4	55	15	F-2	07-10-17	Rb3	07-10-31
II R-18/M5	57	29	C-1	07-12-20	Rb3	08-01-02
II R-19/M6	48	07	A-4	08-03-13	Rb3	08-03-24
II R-20/M7	49			09-03-24	Rb2	11-05-06 退役
II R-21/M8	50	05	E-3	09-08-17	Rb1	09-08-27
II F-1	62	25	B-2	10-05-28	Rb1	10-08-27
II F-2	63	01	D-2	11-07-16	Rb1	11-10-14

IIF-3 2012年9月予定 (SPACEFLIGHT NOW)

<http://earth-info.nga.mil/GandG/sathtml/satinfo.html>

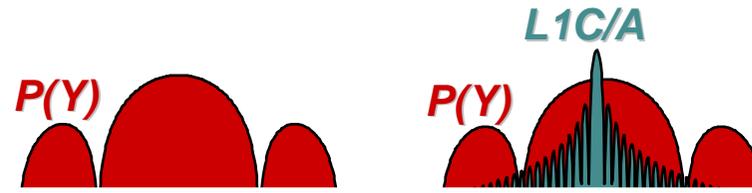
National Geospatial-intelligence Agency

2012年2月14日現在

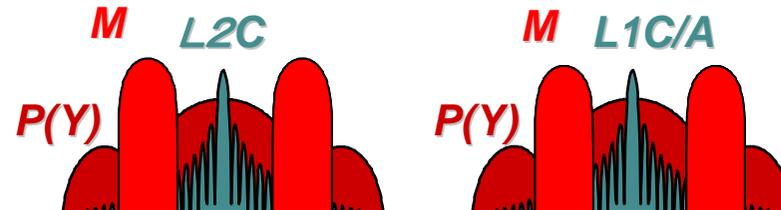
GPSの信号計画



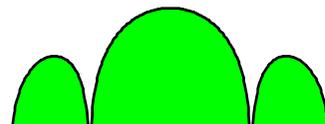
現在の信号
(Block II/IIA/IIR)



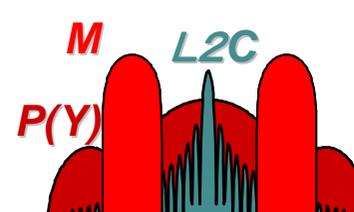
L2に民生コードを付加
軍用にMコードを新設
信号出力の増大
Block IIR-M
2005年から打ち上げ
8衛星



民生用L5を全Block IIFに追加
2010年から打ち上げ12衛星



1176 MHz
(L5)



1227 MHz
(L2)



1575 MHz
(L1)

GPS III 2015年以降打ち上げ開始
第4の民生波 L1C の追加

GPS 近代化の道筋



システム性能の向上 ◆ 防衛／民生利用の便益増進

Block IIA/IIR

基本 GPS

- 標準サービス
 - 単一周波数 (L1)
 - 粗い接続 (C/A) コード測距
- 高精度サービス
 - Y-Code (L1Y & L2Y)
 - Y-Code 測距

IIR-M: IIA/IIRの性能補強

- 第2の民生信号 (L2C)
- M-Code (L1M & L2M)
- 耐妨害／送信電力調整可能

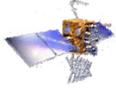
IIF: IIR-Mの性能補強

- 第3の民生信号 (L5)
- 2 Rb+1 Cs Clock
- 12年の設計寿命

Block III

- 後方互換性
- 第4民生信号 (L1C)
- UREがIIFの1/4
- 可用性の増強
- 完全性の増強
- 15年設計寿命

GPS近代化のメリット



- 3周波数による電離層遅延量の測定
- 3周波数により耐干渉性
- 送信出力アップによるCN比の向上
- 長コードによる分離性能向上
- L5(高チップレート)によるマルチパスの軽減
- Ambiguityの高速決定
(L2, L5のエクストラ・ワイドレーン)
- 軌道誤差、時計誤差の縮減(GPSIII)

GPS ブロックナンバーと送信信号

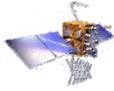
Specifications		I	II	IIA	IIR	IIR-M	IIF	III
Accuracy (meters)	User Range Error at 1 day	-	7.6	7.6	2.2	2.2	3.0	1.0
	MMD Reg.	4.5	6	6	6	6	9.9	12
SV Lifetime (years)	Design Life	5	7.5	7.5	7.5	7.5	12	15
	Expendables	7	10	10	10	10	-	-
	L1C/A	-160.0	-160.0	-158.5	-158.5	-158.5	-158.5	-158.5
Signal Power (dBW)	L1P	-163.0	-163.0	-161.5	-161.5	-161.5	-161.5	-161.5
	L1M	-	-	-	-	-158.0	-158.0	-158.0
	L1C	-	-	-	-	-	-	-157.0
	L2C	-	-	-	-	-160.0	-160.0	-158.5
	L2P	-166.0	-166.0	-164.5	-164.5	-161.5	-161.5	-161.5
	L2M	-	-	-	-	-161.0	-161.0	-158.0
	L5	-	-	-	-	-	-157.9	-157.0
	L5	-	-	-	-	-	-157.9	-157.0
SV Availability	%	Availability specification levied on full constellation at 98% with SV goals of 95%					98.08%	99.45%

Table 1. GPS SV Specifications

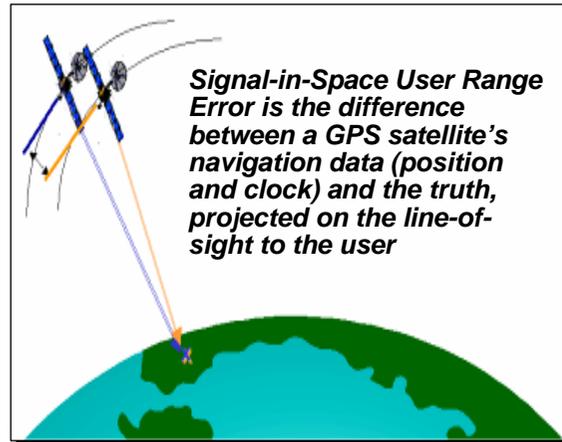
Inside GNSS September/October 2011

Standard Positioning Service (SPS)

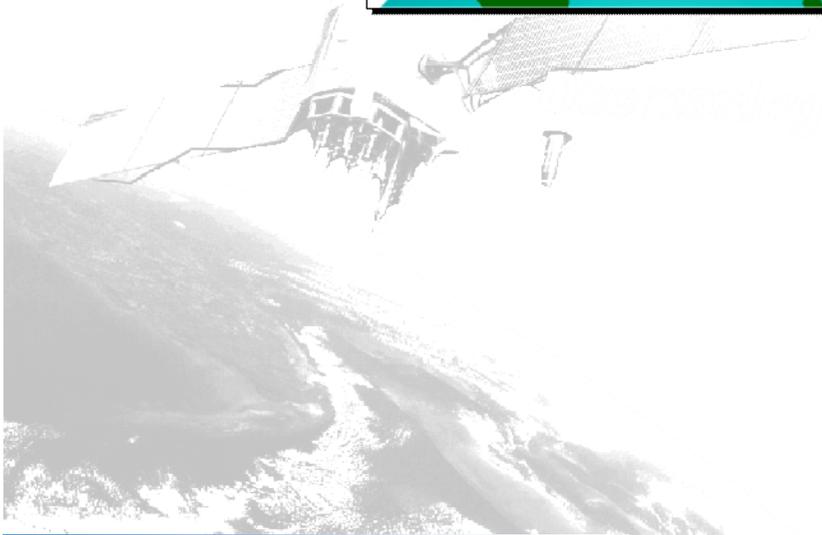
Signal-in-Space Performance



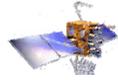
2001 SPS Performance Standard
(RMS over all SPS SISURE)



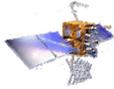
2008 SPS Performance Standard
(Worst of any SPS SISURE) →



GPS モニター・ステーション



GLONASS衛星(ロシア)



3MEO 24衛星

昇交点傾斜角 64.8°

軌道半径25510 km

周回周期 11時間15分40秒

搬送波周波数

$G1 : 1602 + K \times 0.5625 \text{ MHz}$

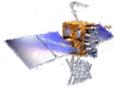
$G2 : 1246 + K \times 0.4375 \text{ MHz}$

$K = -7 \sim 24 (G2 = G1 \times 7/9)$

多重方式 FDMA M系列

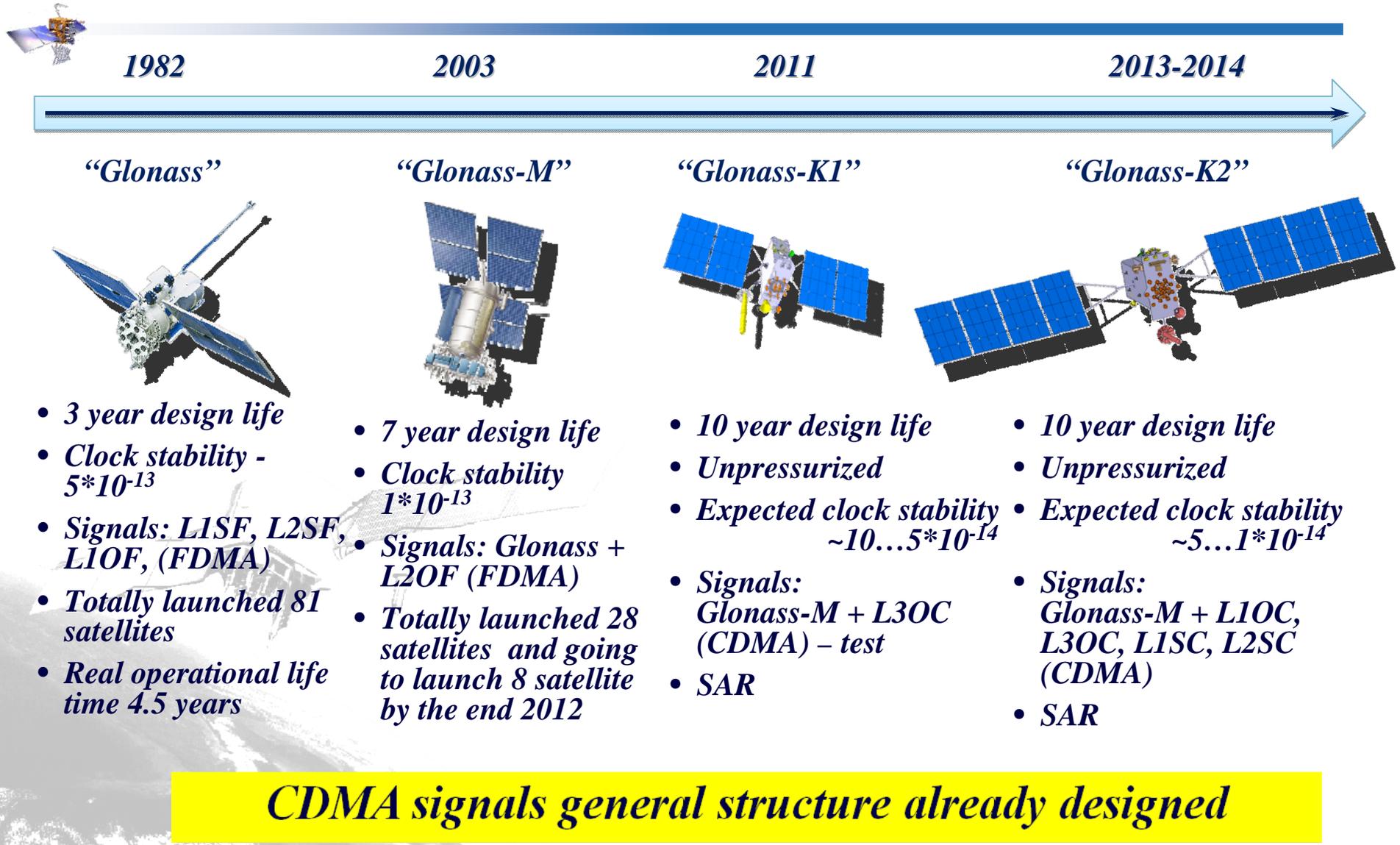


GLONASSの概要

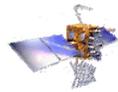


- 1976年から開発開始
 - 1982年2月、ITUに周波数申請
 - 1982年10月、第一号機打ち上げ
 - 1995年末、24衛星でFOC
 - 1999年末、9機まで減少
 - 2007年末、14機まで復活
 - 2010年12月6日、打上失敗(3機)
 - 2011年2月26日GLONASS-K 一号機打ち上げ
 - 2011年10月2日GLONASS-M 一機打ち上げ
 - 2011年11月4日GLONASS-M 三機打ち上げ
 - 2011年11月28日GLONASS-M 一機打ち上げ
- 2011年12月～
24機体制(FOC)*

GLONASS Modernization Plan

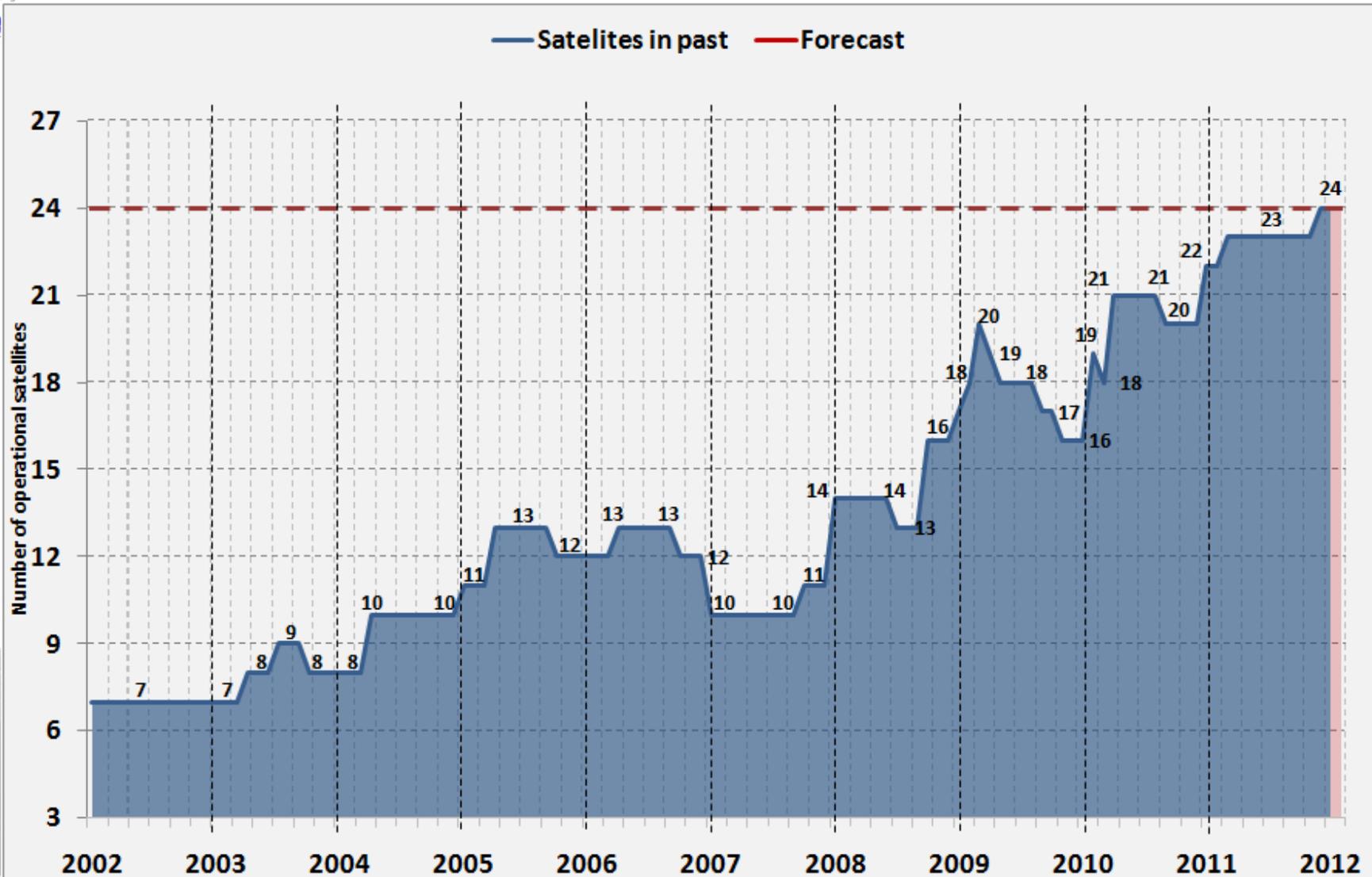


GLONASS Constellation Status at 11.06.2012 based on both the almanac analysis and navigation messages received at 06:00 11.06.12 (UTC) in IAC PNT TsNIImash

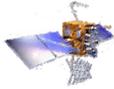


Orb. slot	Orb. pl.	RF chnl	# GC	Launched	Operation begins	Operation ends	Life-time (months)	Satellite health status		Comments
								In almanac	In ephemeris (UTC)	
1	1	01	730	14.12.09	30.01.10		29.9	+	+ 06:45 11.06.12	In operation
2	1	-4	728	25.12.08	20.01.09		41.6	+	+ 22:30 10.06.12	In operation
3	1	05	744	04.11.11	08.12.11		7.2	+	+ 00:01 11.06.12	In operation
4	1	06	742	02.10.11	25.10.11		8.3	+	+ 02:15 11.06.12	In operation
5	1	01	734	14.12.09	10.01.10		29.9	+	+ 04:00 11.06.12	In operation
6	1	-4	733	14.12.09	24.01.10		29.9	+	+ 06:00 11.06.12	In operation
7	1	05	745	04.11.11	18.12.11		7.2	+	+ 06:45 11.06.12	In operation
8	1	06	729	25.12.08	12.02.09		41.6	+	+ 06:45 11.06.12	In operation
9	2	-2	736	02.09.10	04.10.10		21.3	+	+ 06:45 11.06.12	In operation
10	2	-7	717	25.12.06	03.04.07		65.6	+	+ 06:44 11.06.12	In operation
11	2	00	723	25.12.07	22.01.08		53.6	+	+ 06:45 11.06.12	In operation
12	2	-1	737	02.09.10	12.10.10		21.3	+	+ 23:30 10.06.12	In operation
13	2	-2	721	25.12.07	08.02.08		53.6	+	+ 01:30 11.06.12	In operation
14	2	-7	715	25.12.06	03.04.07		65.6	+	+ 02:59 11.06.12	In operation
15	2	00	716	25.12.06	12.10.07		65.6	+	+ 04:45 11.06.12	In operation
16	2	-1	738	02.09.10	11.10.10		21.3	+	+ 06:30 11.06.12	In operation
17	3	04	746	28.11.11	23.12.11		6.4	+	+ 06:45 11.06.12	In operation
18	3	-3	724	25.09.08	26.10.08		44.5	+	+ 06:45 11.06.12	In operation
19	3	03	720	26.10.07	25.11.07		55.6	+	+ 01:00 11.06.12	In operation
20	3	02	719	26.10.07	27.11.07		55.6	+	+ 02:30 11.06.12	In operation
21	3	04	725	25.09.08	05.11.08		44.5	+	+ 03:30 11.06.12	In operation
22	3	-3	731	02.03.10	28.03.10		27.4	+	+ 04:45 11.06.12	In operation
23	3	03	732	02.03.10	28.03.10		27.4	+	+ 05:31 11.06.12	In operation
24	3	02	735	02.03.10	28.03.10		27.4	+	+ 06:30 11.06.12	In operation
21	3	-5	701	26.02.11			15.5			Flight Tests
2	1		743	04.11.11			7.2			Spares
14	2		722	25.12.07	25.01.08	12.10.11	53.6			Spares
7	1		712	26.12.04	07.10.05	14.12.11	89.6			Spares
17	3		714	25.12.05	31.08.06	19.12.11	77.6			Spares
3	1		727	25.12.08	17.01.09	08.09.10	41.6			Maintenance
22	3		726	25.09.08	13.11.08	31.08.09	44.5			Maintenance

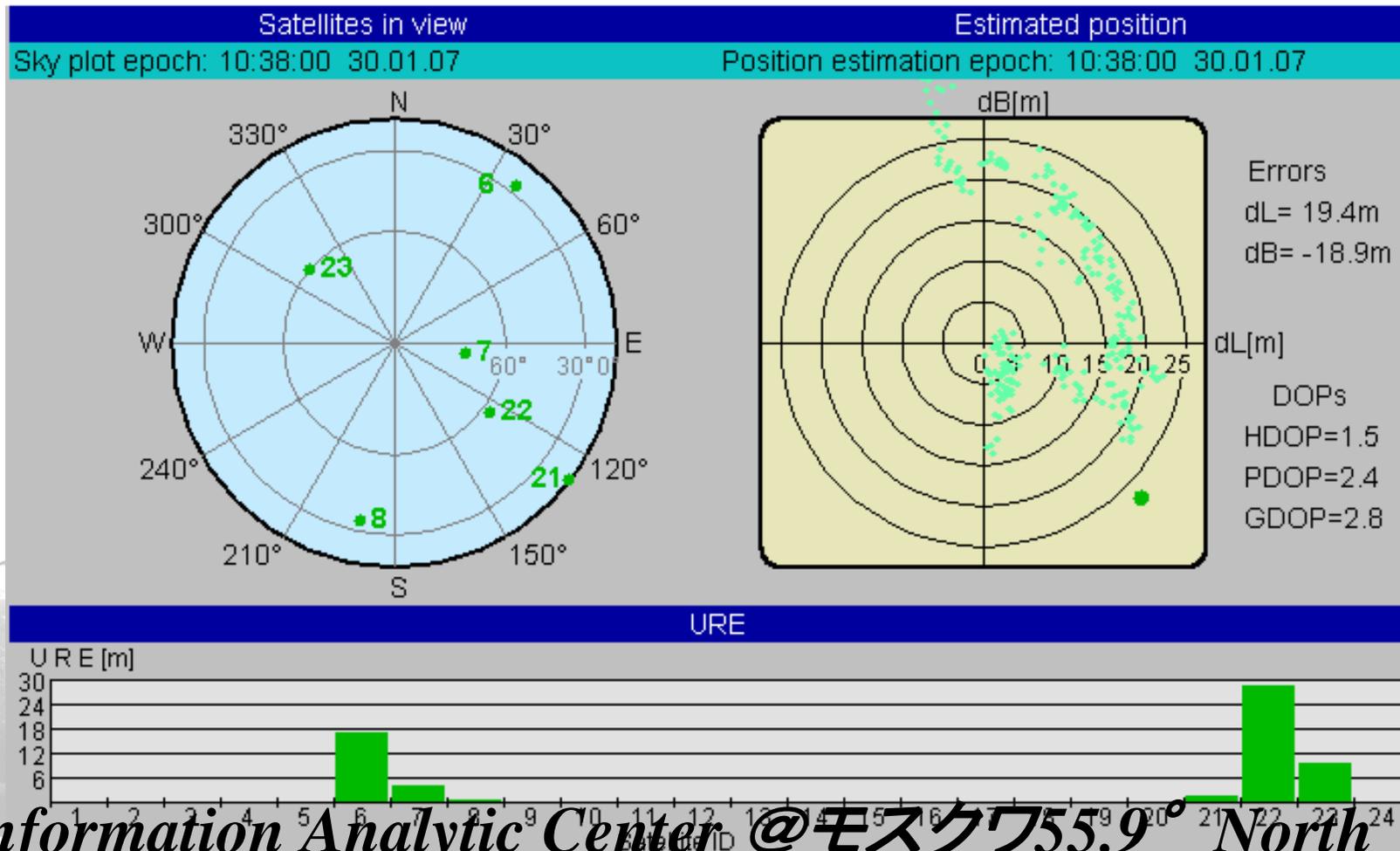
GLONASS稼働衛星数の推移



GLONASS測位(2007年1月30日)



Real-Time GLONASS monitoring (for IAC tracking point)

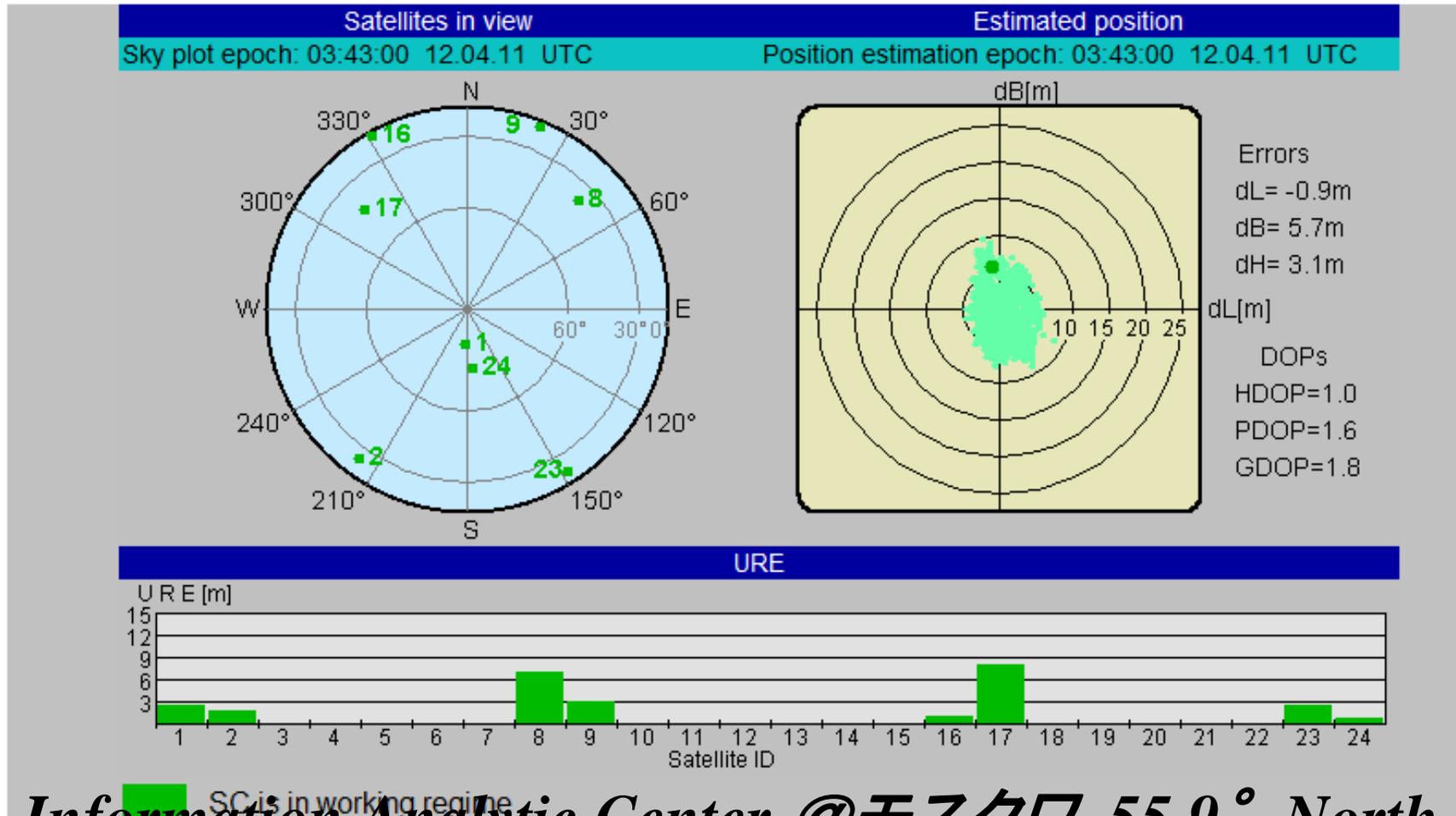


Information Analytic Center @モスクワ55.9° North
37.8° East

GLONASS測位点分布 (2011年4月12日)

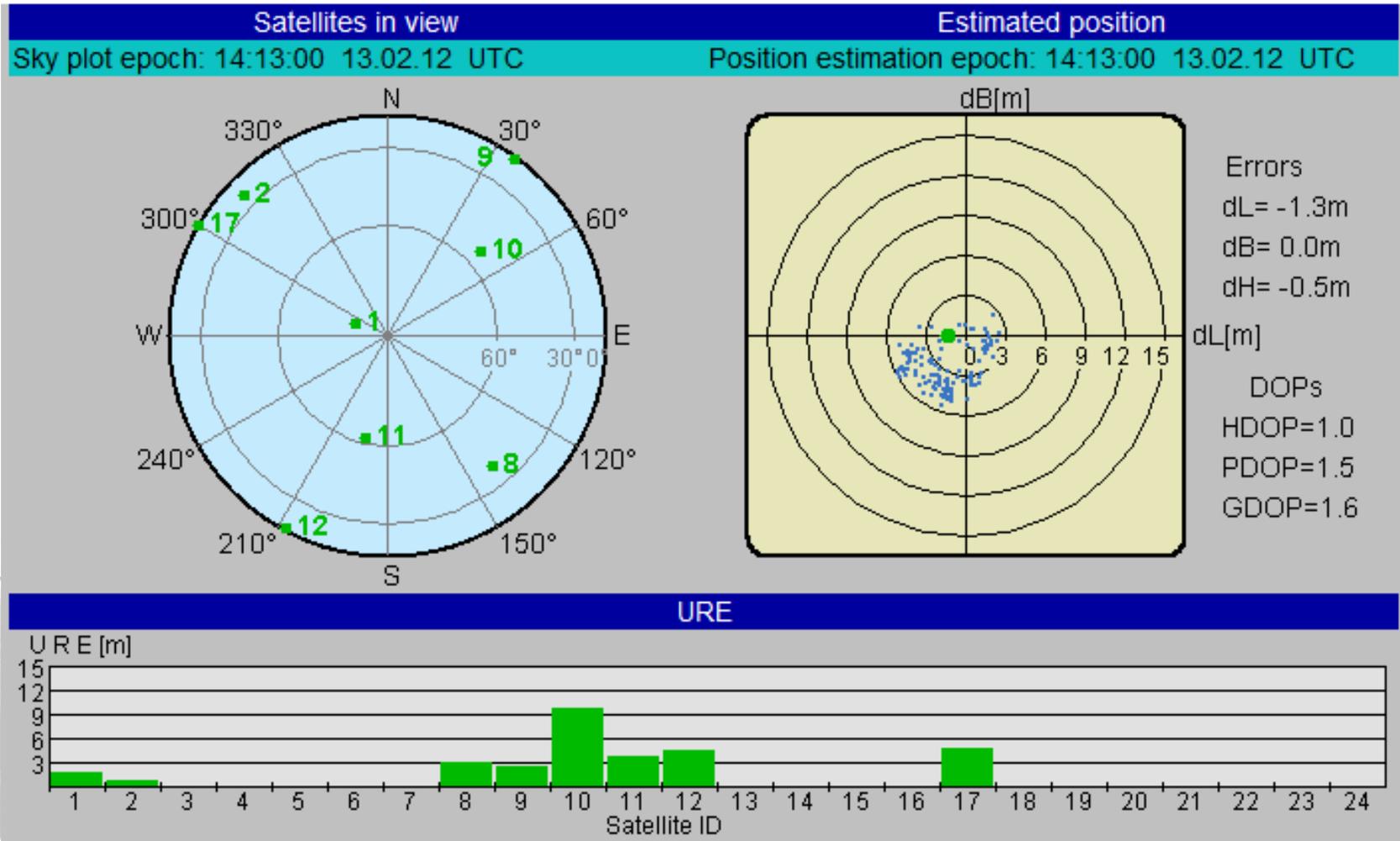
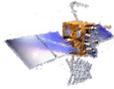


Real-Time GLONASS monitoring (for IAC tracking point)

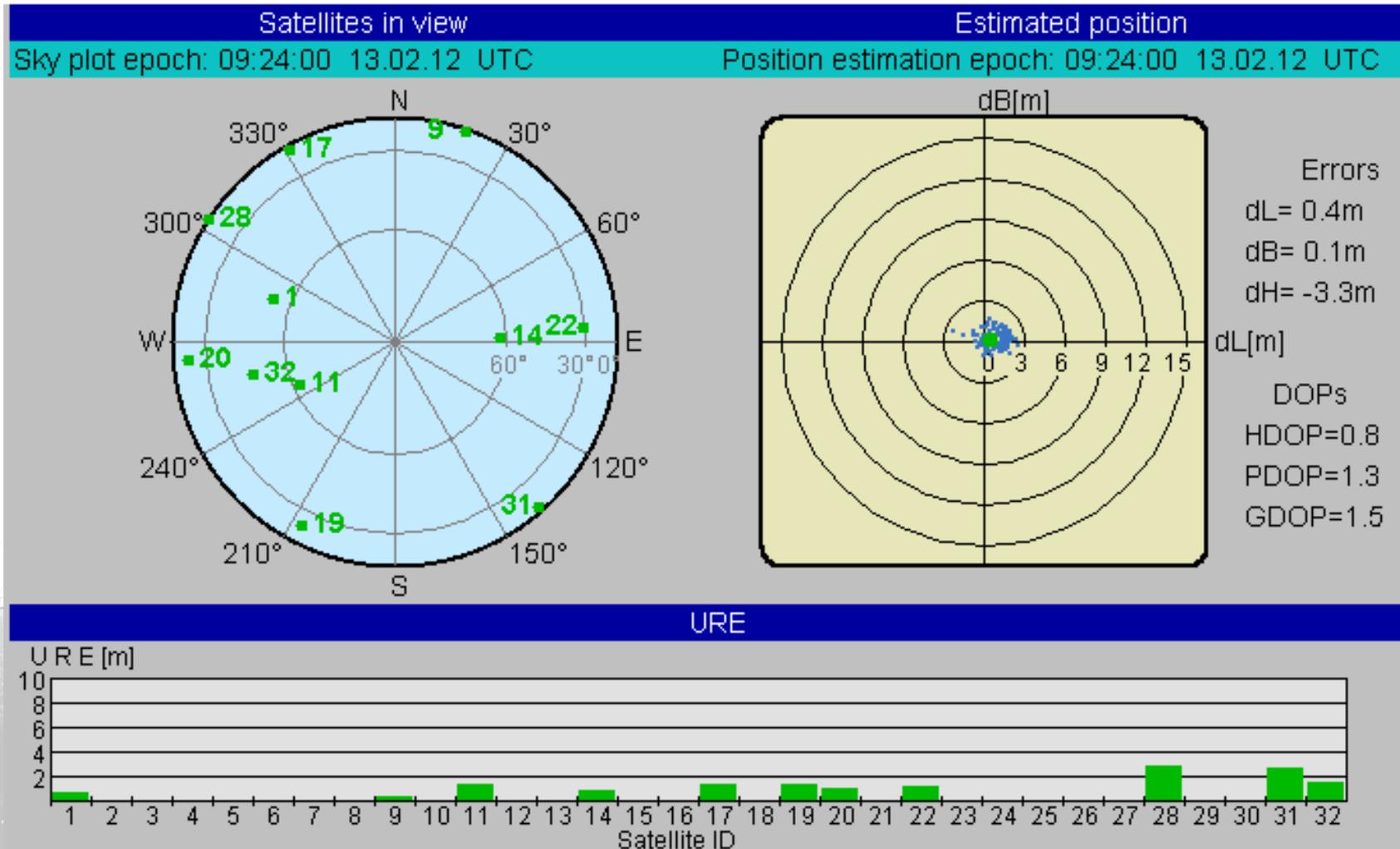
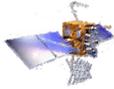


**Information Analytic Center @モスクワ 55.9° North
37.8° East**

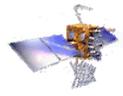
GLONASS測位点分布 (2012年2月13日)



GPS測位点分布 (2012年2月13日)



ガリレオ衛星 2014年IOC(18機)予定



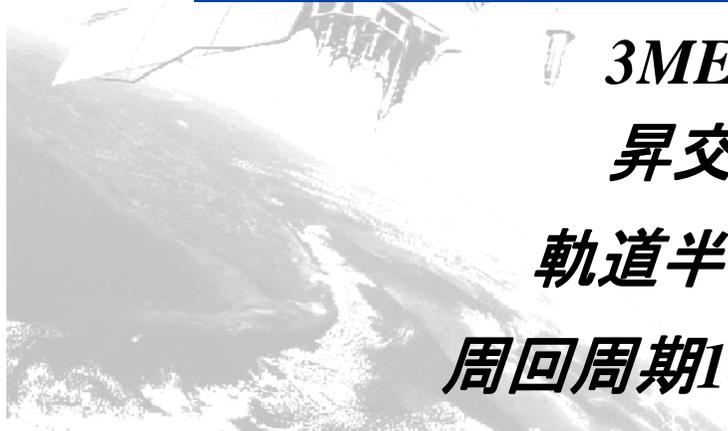
GIOVE-A 2005年12月28日打ち上げ
GIOVE-B 2008年4月27日打ち上げ

IOV 2機
 2011年10月21日打上
 次IOV 2機9月28日予定

逆向反射鏡
(レーザ測距用)

姿勢センサー

L-Band アンテナ



3MEO軌道面30衛星
 昇交点傾斜角 56°
 軌道半径 29980 km
 周回周期14時間21分36秒

E1 :1589.742MHz
 E2 :1561.098MHz
 E5 :1207.140MHz
 E6 :1278.75MHz
 C1 :5019.861MHz

Galileo implementation plan



Galileo is implemented in a step-wise approach

2機軌道上

2機打ち上げ待機

14機製作中

追加8機 調達決定 2012/02/02

今後の予定

2013 6機打ち上げ

2014 8機打ち上げ・OS/SAR開始

2015 8機打ち上げ

2016 PRS/CS開始

2012/03/14 @Munich

Galileo System Testbed v1
Validation of critical algorithms
2003



GIOVE A/B
2 test satellites
2005/2008



In-Orbit Validation
4 fully operational satellites
and ground segment
2012



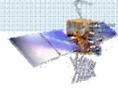
Initial Operational Capability
Early services for OS, SAR
Pilot project for PRS and demonstrator for CS
2014



Full Operational Capability
Full services, 30 satellites
2018

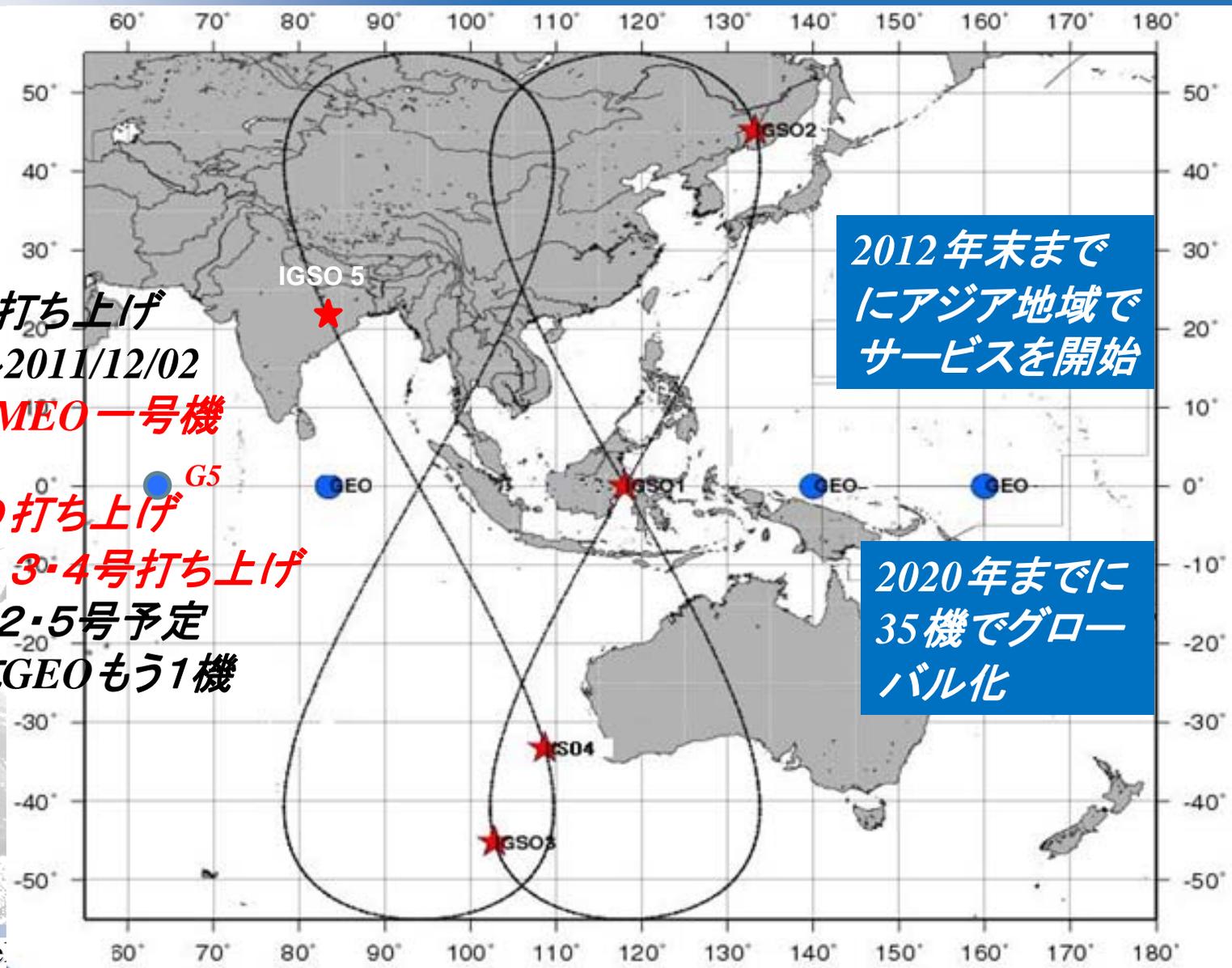


中国のBeiDou/Compass衛星 (2012年5月現在)



IGSO 5機打ち上げ
 2010/08/01~2011/12/02
 2007/04/13 MEO 一号機

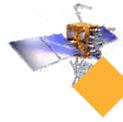
02/24 GEO 打ち上げ
04/29 MEO 3・4号打ち上げ
6月 MEO 2・5号予定
2012年中にGEOもう1機



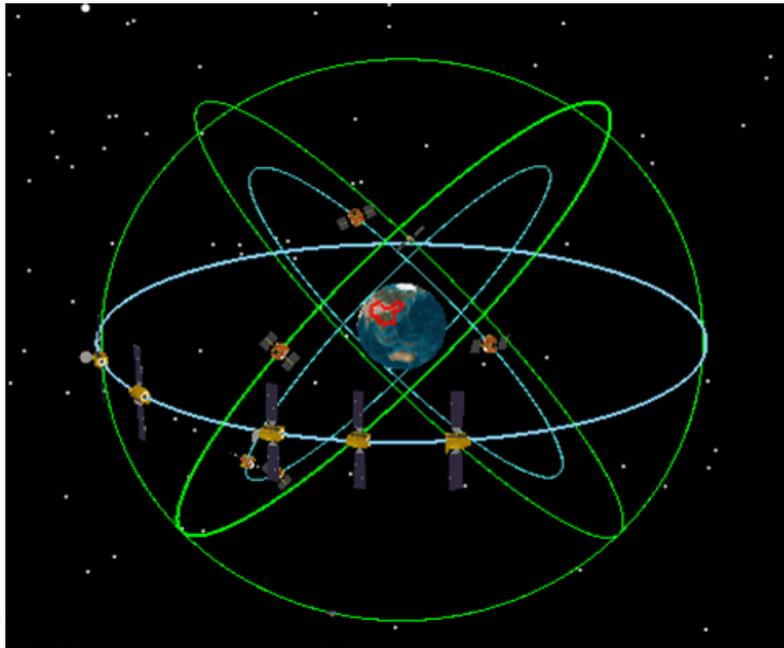
2012年末までにアジア地域でサービスを開始

2020年までに35機でグローバル化

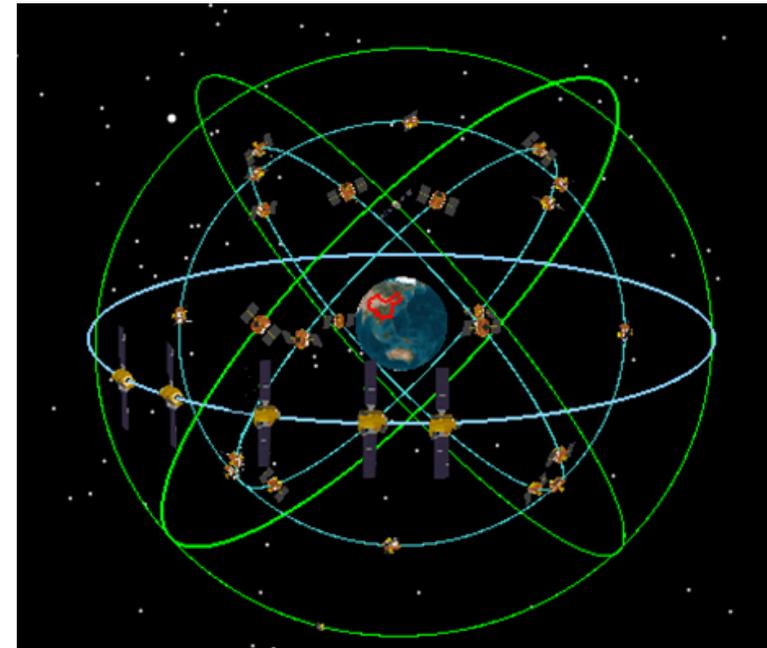
中国のCOMPASS 測位衛星



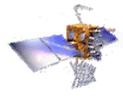
‘北斗’から2段階で—全地球システムに



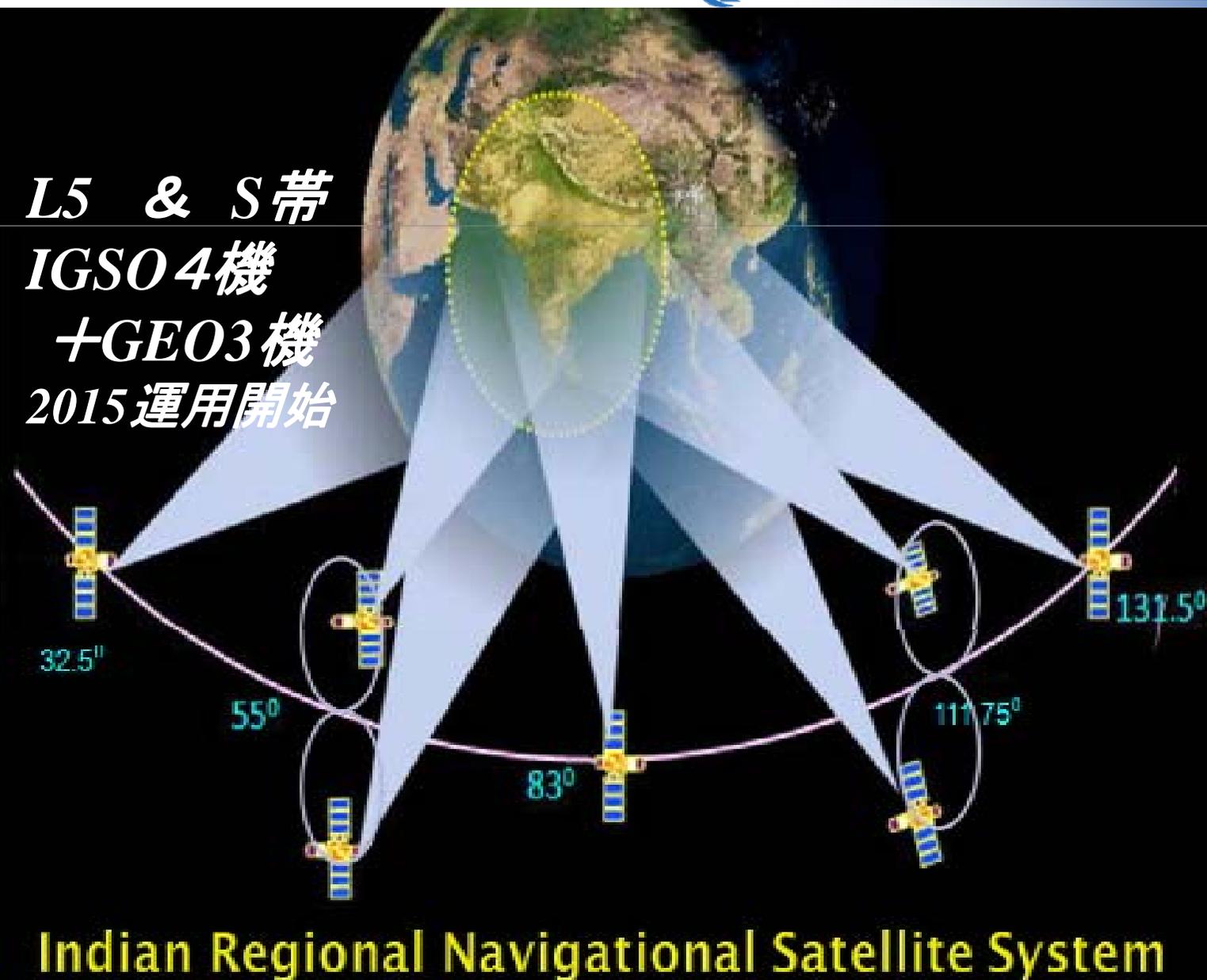
COMPASS 第2段階 (CP II)
アジア地域
MEO 5, GEO 6, IGSO 5
2012年末



COMPASS 第3段階 (CP III)
全世界システム
MEO 27, GEO 5, IGSO 3
2020年までに



L5 & S帯
IGSO 4機
+GEO3機
2015運用開始

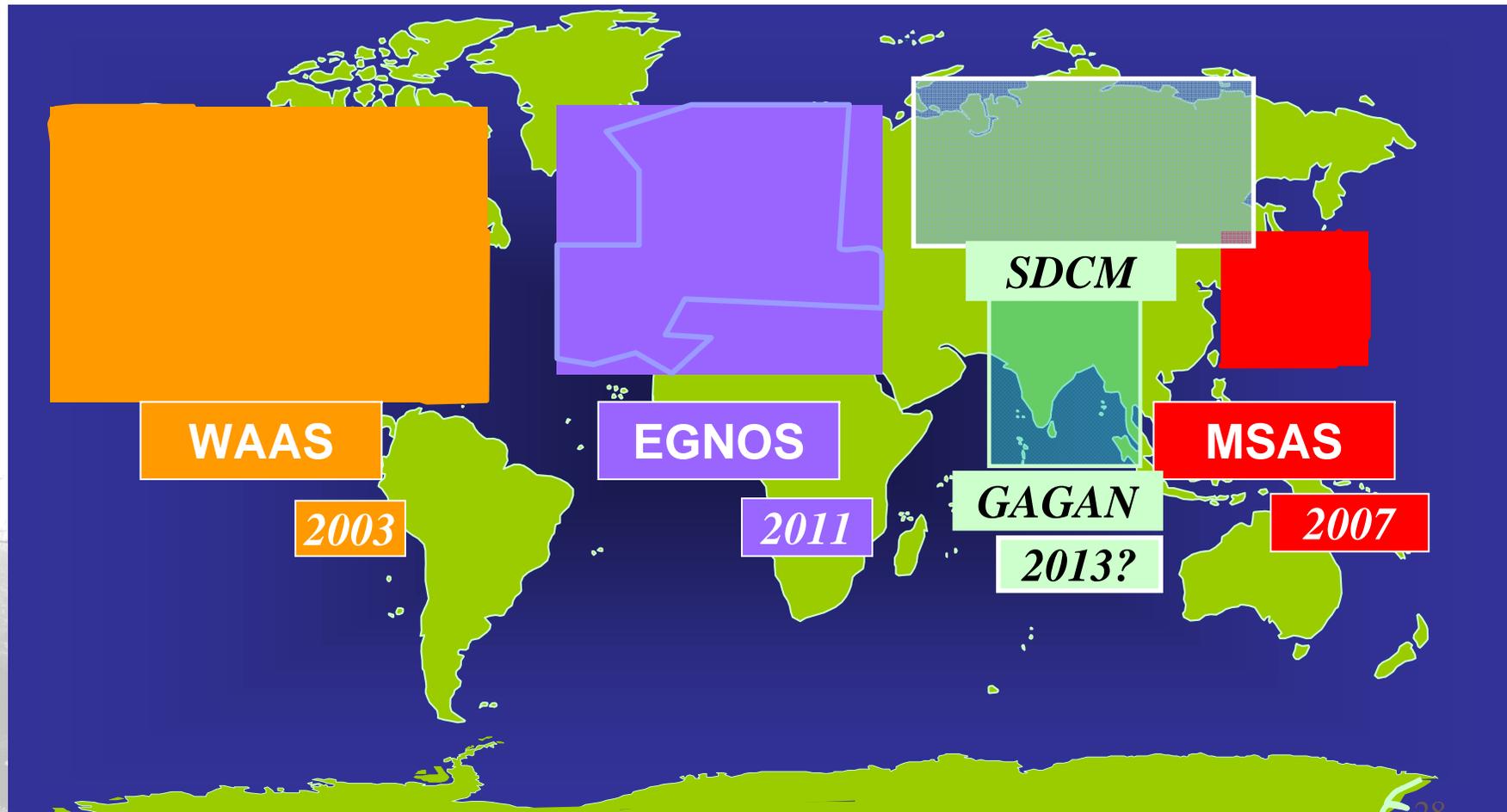


Indian Regional Navigational Satellite System

2012年第二4半期から打ち上げ開始

世界のWAAS (SBAS) サービス (DGPS)

洋上飛行の航空機対象 (インテグリティ機能)



GNSS周波数配置／L1帯



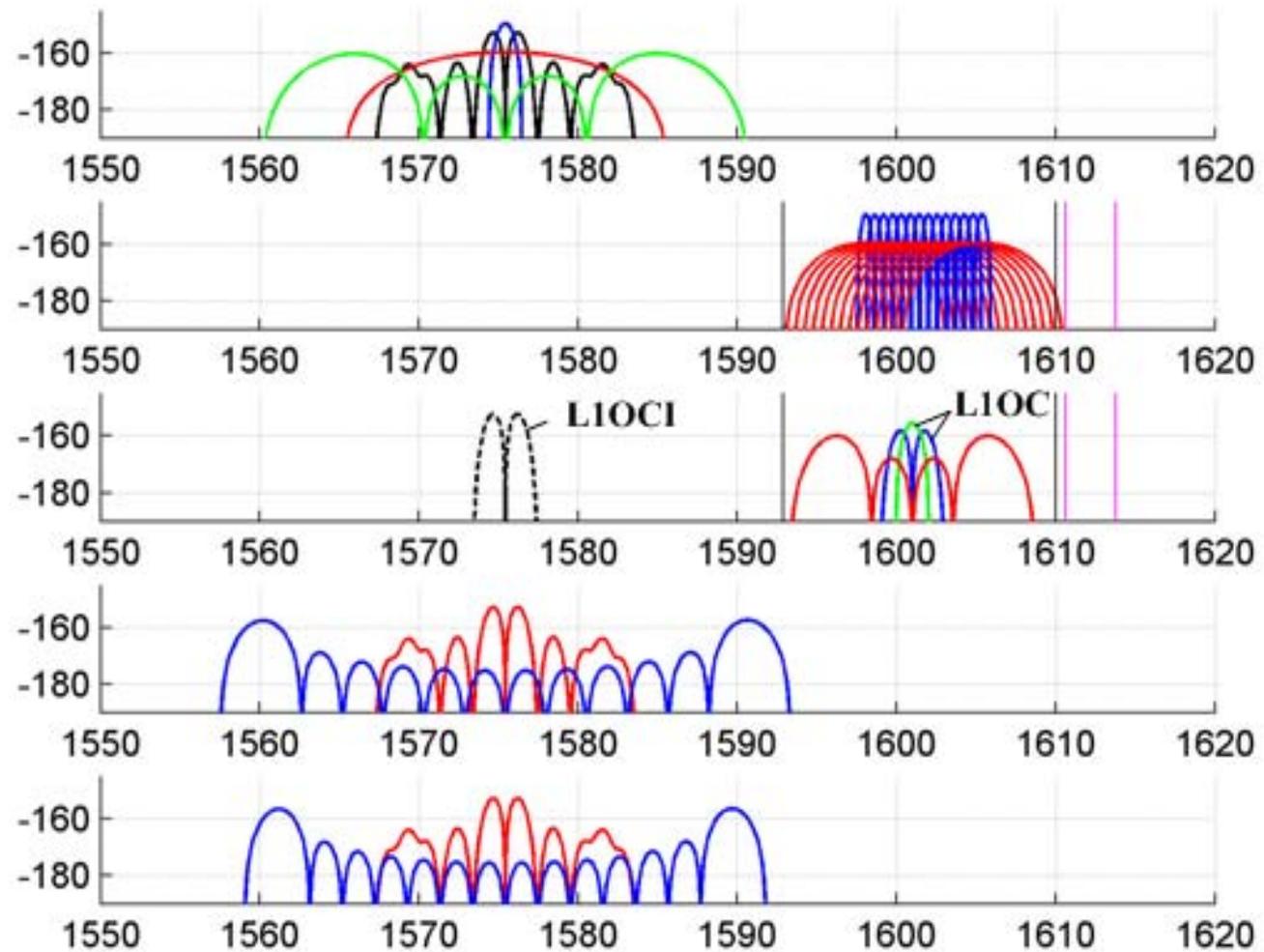
GPS

GLONASS
old signals

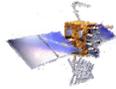
GLONASS
new signals

Galileo

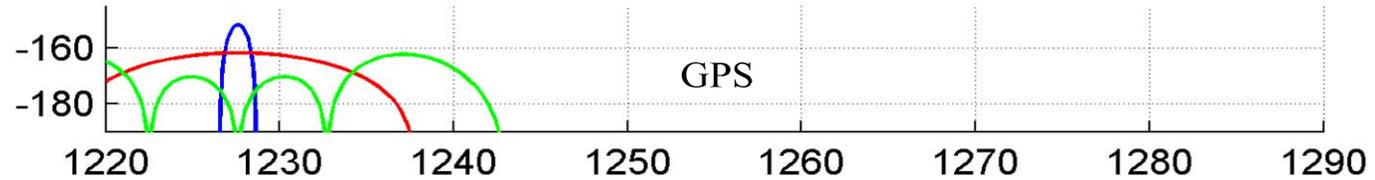
Compass



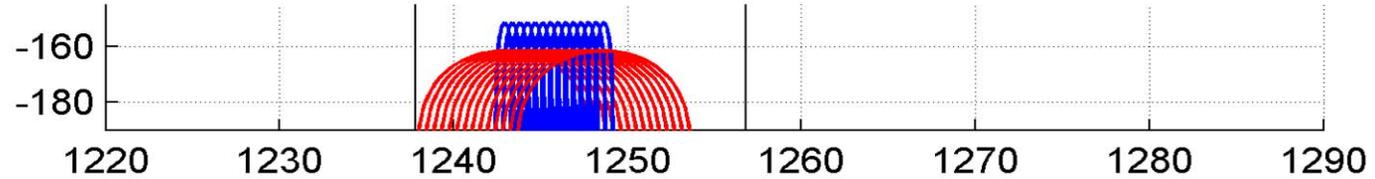
GNSS周波数配置 / L2帯



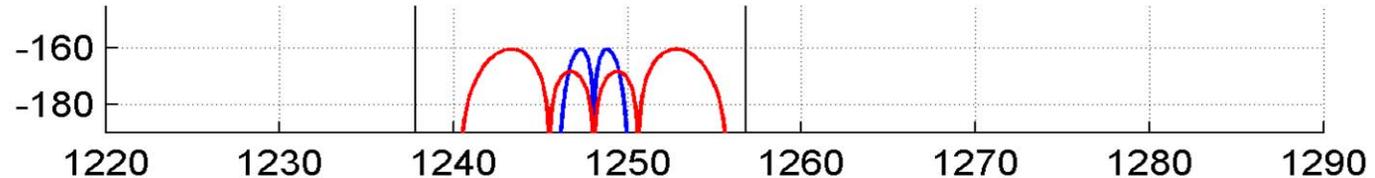
GPS



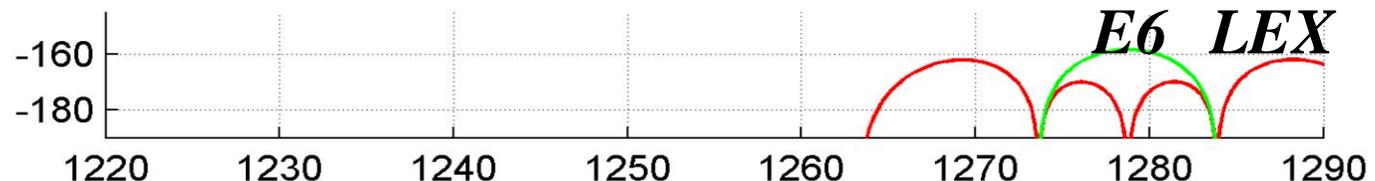
GLONASS
old signals



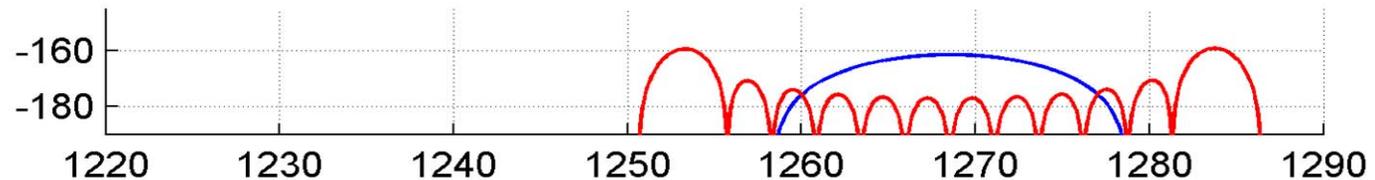
GLONASS
new signals



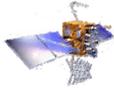
Galileo



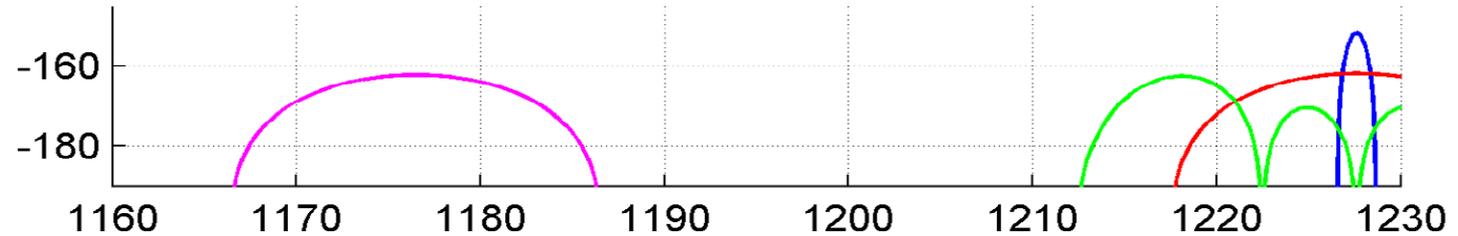
Compass



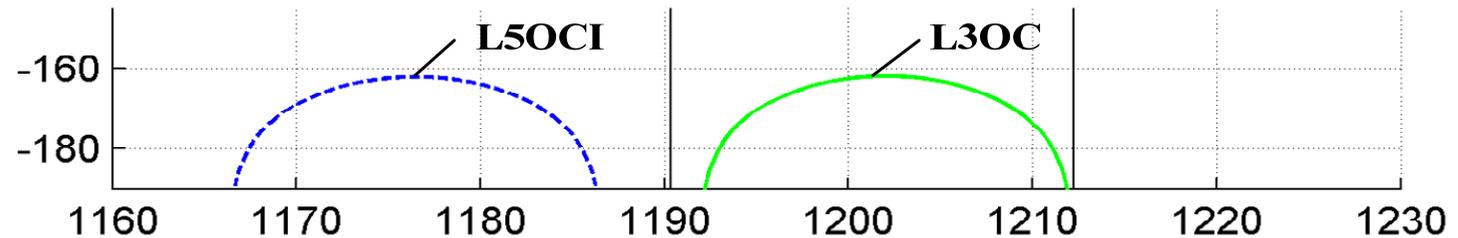
GNSS周波数配置 / L3・L5帯



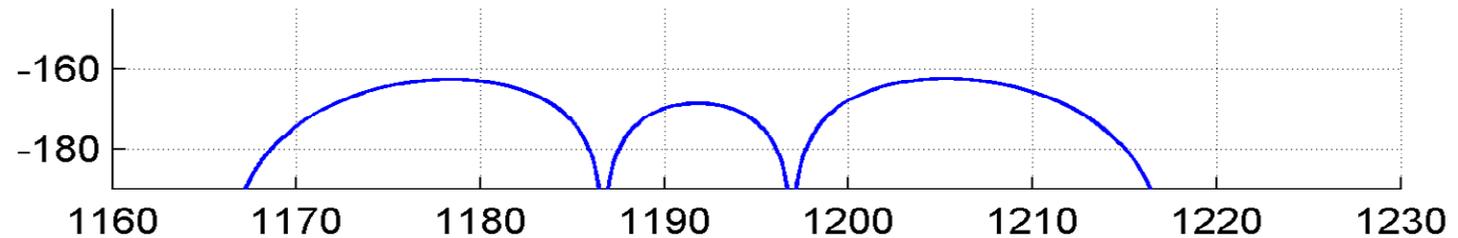
GPS



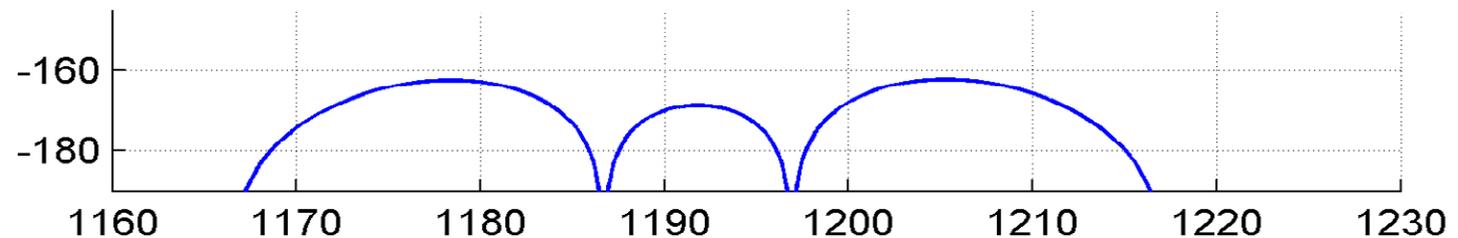
GLONASS
new signals

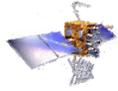


Galileo

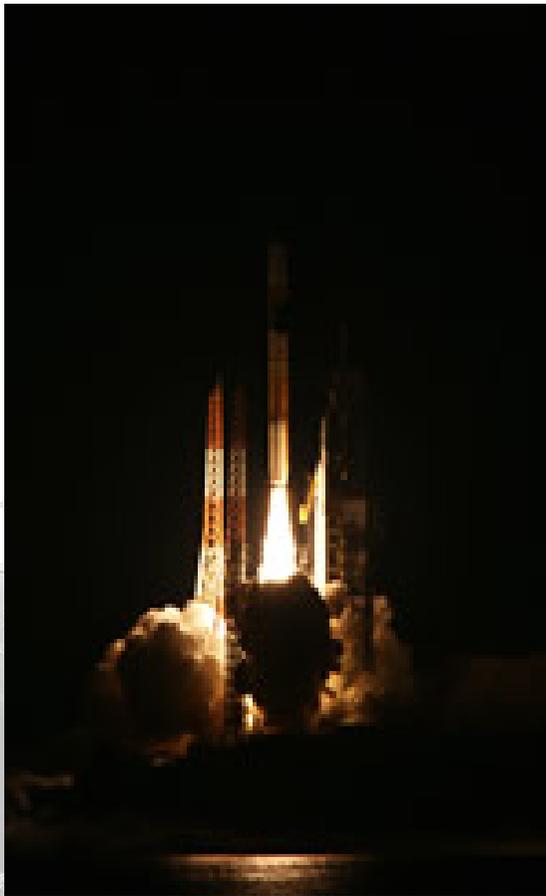


Compass

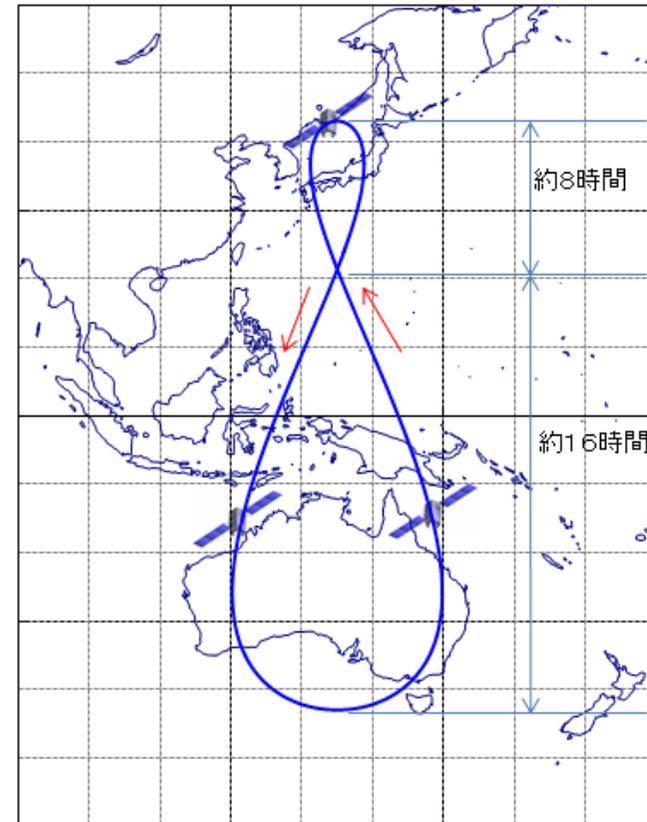
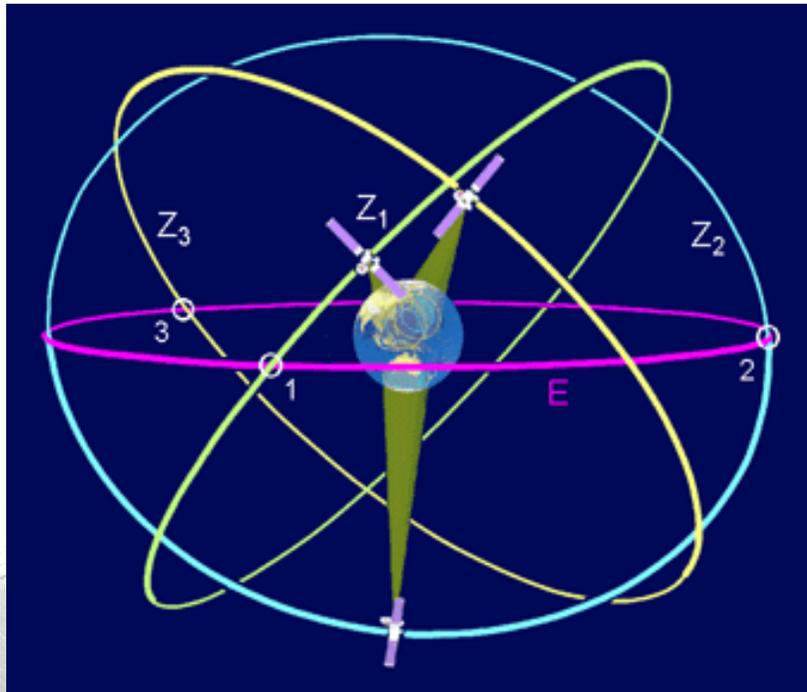
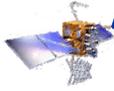




平成22年9月11日準天頂衛星測位システム一号機「みちびき」打ち上げ成功

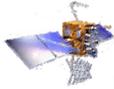


静止軌道衛星と非対称8の字衛星

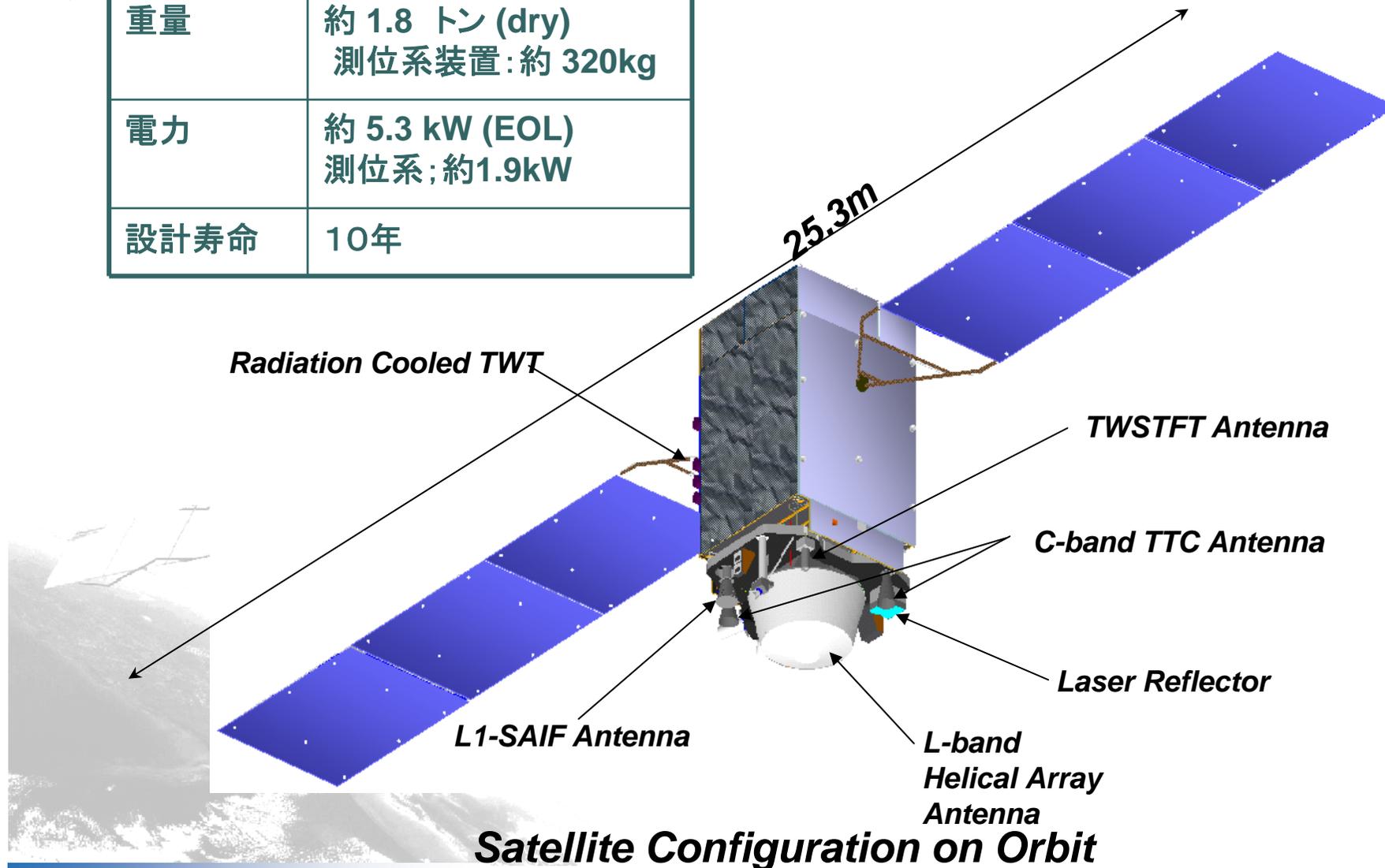


Eccentricity = 0.075 Inclination = 41 degree

準天頂衛星1号機「みちびき」



重量	約 1.8 トン (dry) 測位系装置: 約 320kg
電力	約 5.3 kW (EOL) 測位系: 約1.9kW
設計寿命	10年



QZSS信号

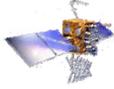


	周波数	備考
L1-C/A	1575.42MHz	<ul style="list-style-type: none"> ● 現存のおよび近代化後のGPS民生信号と完全な互換性 ● 電離層補正值、ディファレンシャル情報、インテグリティ・フラグの送信 ● 他のGNSS衛星の軌道情報(アルマナック)・健康情報の送信
L1C		
L2C	1227.6MHz	
L5	1176.45MHz	
L1-SAIF*	1575.42MHz	● GPS-SBASと同じ信号形式(250bps)
LEX	1278.75MHz	<ul style="list-style-type: none"> ● 実験用信号 (2Kbps) ● Galileo E6 信号と相互運用性

* L1-SAIF: L1-Submeter-class Augmentation with Integrity Function



準天頂GPS補強測位システムの概念



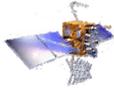
・**GPS**を補完・補強し、**GPS**測位機能の利用率を上げ、高精度化することを目指した衛星測位システムである。

補強機能 **DGPS**・搬送波位相情報。

インテグリティ

・**GPS**使用不能時には単独で受信しても高精度の測位が可能となるようなシステムとすることが望まれる。

QZSS独自の補強信号



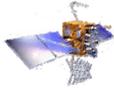
擬似距離測距

- ①L1-SAIFによるGPS測位補正データ伝送・サブメータ級測位 (ENRI)
- ②L1-SAIFによるTTFF短縮情報・緊急情報の送信 (SPAC)

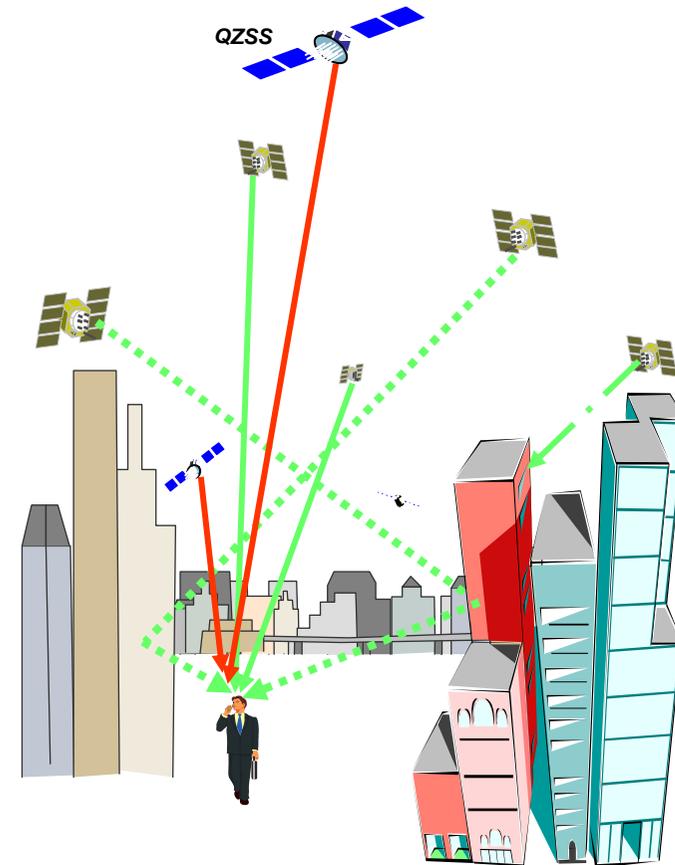
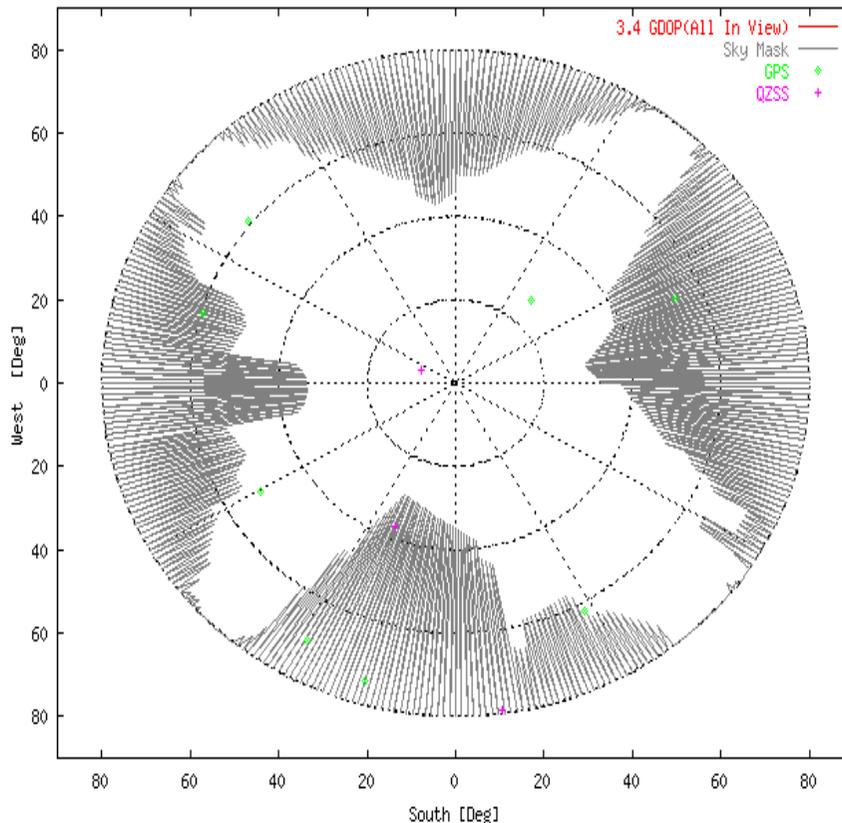
搬送波(キャリア)位相測距

- ③LEXによるPPP-RTK信号 (JAXA)
- ④LEXによる高精度測位補正データ (国土地理院)
- ⑤LEXによるcm級補正データ (SPAC)

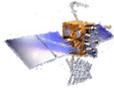
QZSSの効果



- QZSS 高仰角から、GPS信号を送信.
- 高層ビル街や地形の険しい山間部でも、安定した測位が可能になる。



GPS+QZS測位分布 (QZS仰角60~80°)



GPS 仰角マスク10°

2012/01/20 GPST: 0~8時

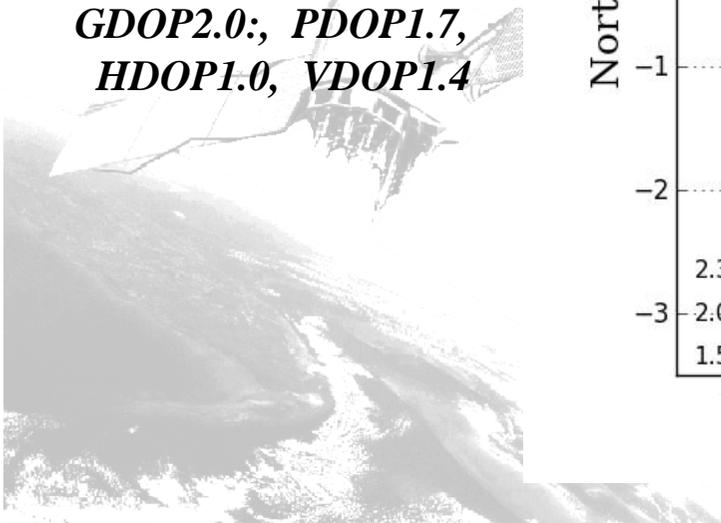
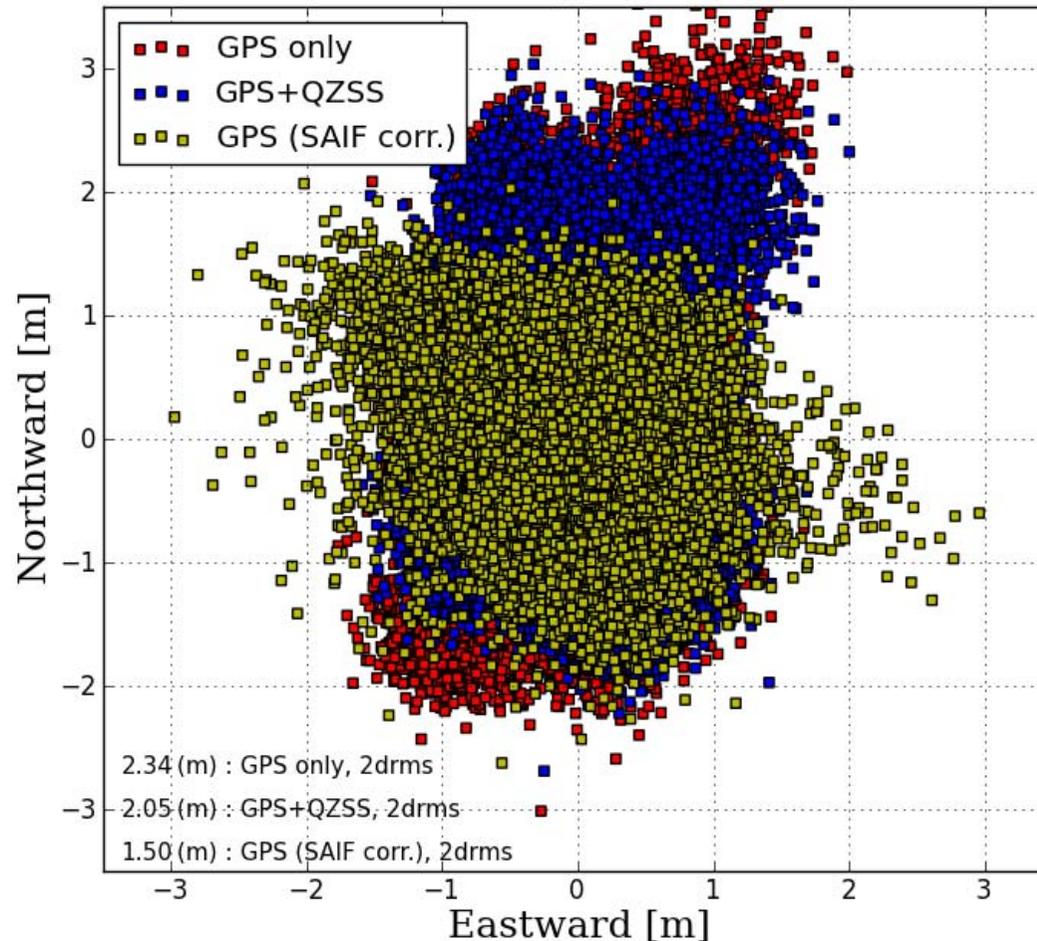
8時間平均DOP

GPS only:

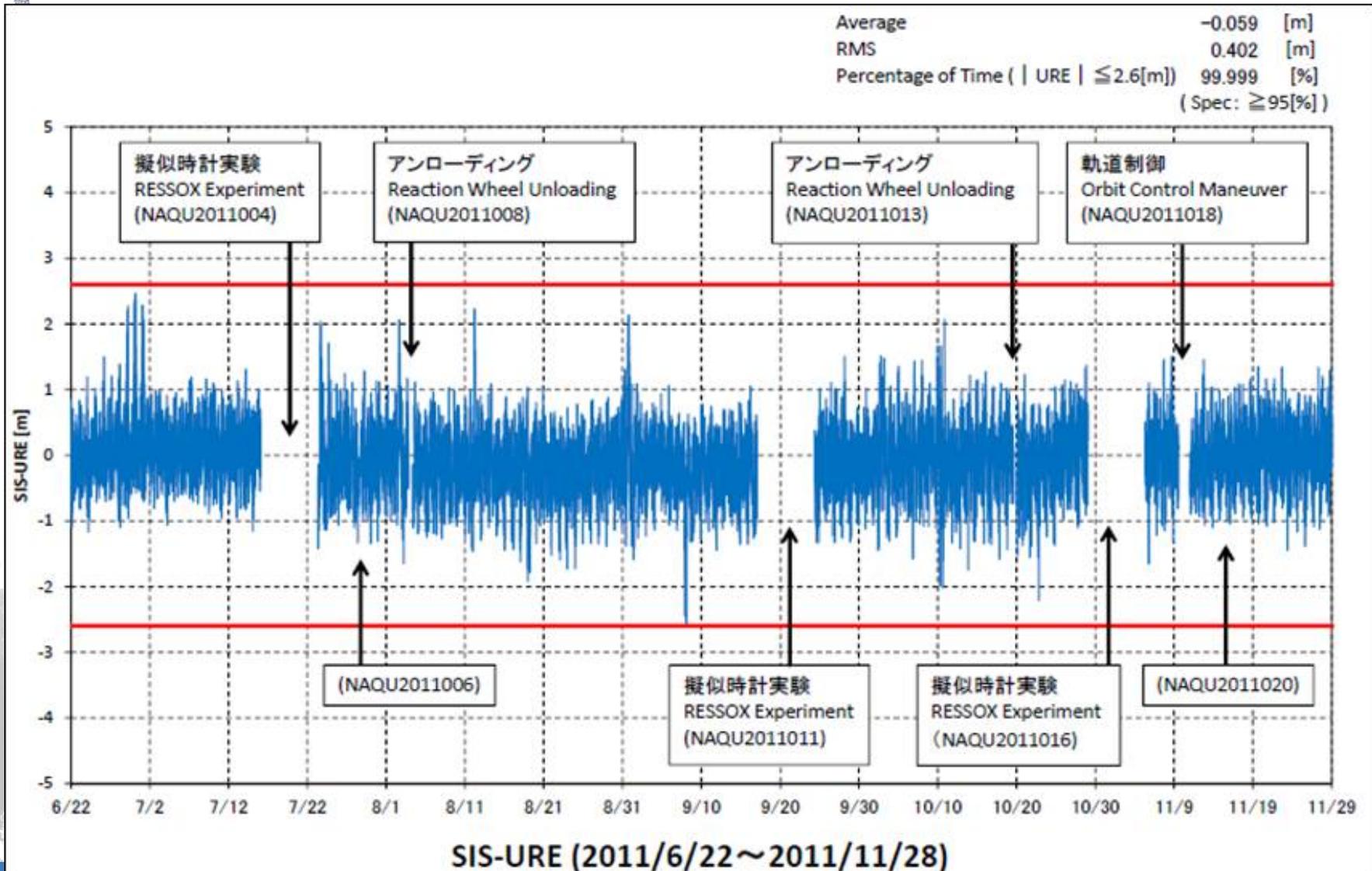
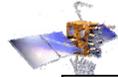
GDOP:2.2, PDOP1.9,
HDOP1.0, VDOP1.6

GPS+QZSS:

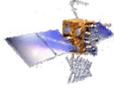
GDOP2.0:, PDOP1.7,
HDOP1.0, VDOP1.4



QZSのSIS-URE

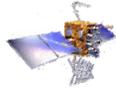


第6回ICG (The International Committee on Global Navigation Satellite Systems)



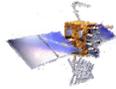
- ICG (衛星航法システム (GNSS)に関する国際会議) は1999年の第三回国連宇宙空間平和利用会議において採択されたウィーン宣言に基づくもので、その第6回会合が2011年9月5日～9日まで、東京都港区の三田共用会議所で開催された。
- 民生用衛星による位置決定、航法、時刻決定、その他の付加価値サービスに関する関心事項に関する協力、および地球規模の衛星航法システム間の共存性と相互運用性に関する協力を推進することを目的とする。

4つのWG



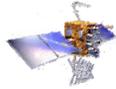
- **WG-A: 相互運用性及び共存性**
(Interoperability and Compatibility)
- **WG-B: GNSS の性能の向上** (Enhancement of Performance of Global Navigation Satellite Systems services)
- **WG-C: 情報の普及および教育**
(Information Dissemination and Capacity Building)
- **WG-D: 観測技術及び測地標準フレームワークの各地域・国際機関の協力**
(Interaction with National and Regional Authorities)

ICG-7 & ICG-8 その他



- 衛星信号提供国のみならず、利用国・利用機関も参加し、共通の利益の為に協議を進める。
- 我が国も国際標準・国際規格の策定に積極的に参加し、協力する。
- WG-Bのサブグループのチェアに峰正弥氏(NEC)が就任
- ICG-7は2012年11月4日より、北京で開催予定
- ICG-8は2013年ドバイ(アラブ首長国連合)
- 国連GNSS応用に関する国際会議2011年12月
- 国連マルチGNSS利用ワークショップ2012年3月
(ESCAP / アジア・太平洋州)

「みちびき」により何が変わるか？



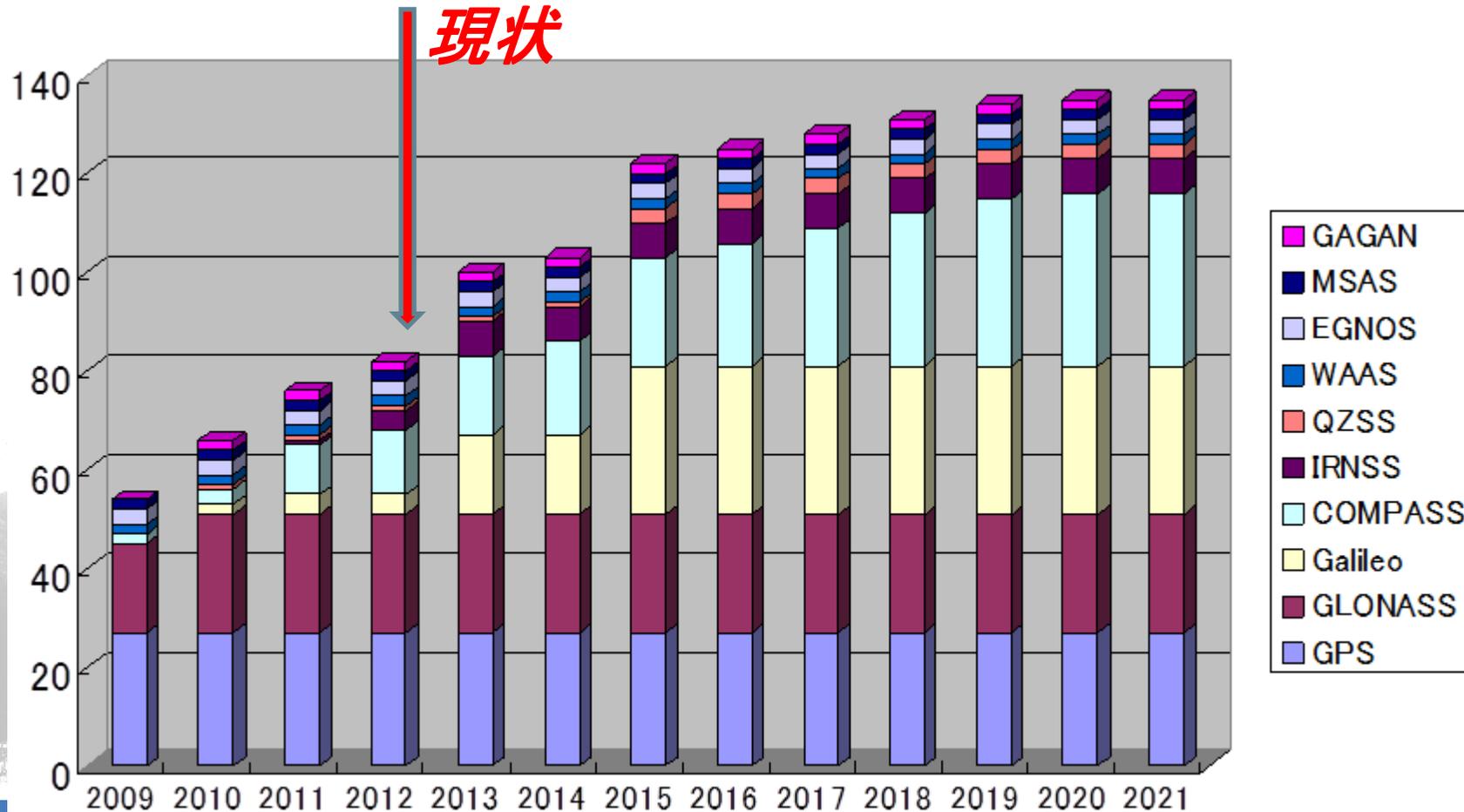
- GPS衛星補完で、市街地／山間部で測位可能率が上がる。
- L1-SAIFにより、実時間で誤差1m以内。＞高精度カーナビ、携帯ナビの実現。
- LEX利用で、基準局を用いず、高精度測量／実時間高精度測位が可能。
- **アジア・オセアニア地域の国際貢献**
第一回AOR－WS@バンコク2010年1月25・26日
第二回AOR－WS@メルボルン2010年11月21・22日
第三回AOR－WS@濟州島2011年11月1・2日
<http://www.multignss.asia/>
- **JAXA/SPACが主導**



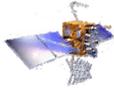
Multi-GNSS デモンストレーション キャンペーン の背景

利用可能GNSS 衛星の総数

2020年までにGNSS衛星は世界中で**130機**を超える。



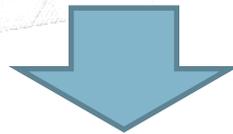
準天頂衛星システムと国際協力



Asia Oceania Multi-GNSS Demonstration Campaign

—アジア・オセアニア地域で複数GNSS実証実験—

- 「みちびき」は、日本とオーストラリアの上空を8の字を描く準天頂軌道を通るため、日本ばかりでなく、韓国やオーストラリア、東南アジアからでも受信でき、QZSサービスを利用することが可能
- アジア・オセアニア地域は、世界でいち早く、マルチGNSS（GPS、GLONASS、Galileo、COMPASS、QZSS、IRNSS）の利益を享受できる地域



- アジア・オセアニア地域でマルチGNSSの利用推進を目的に、利用実証の共同実験を推進する枠組みを2010年に立ち上げた
- 2011年夏に実証実験への参加募集を開始



準天頂衛星システムと国際協力

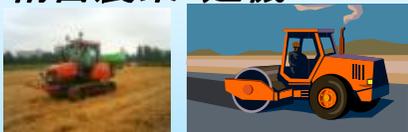
ーアジア・オセアニア地域マルチGNSS実証実験ー3つの活動

利用実証実験

防災



精密農業・建機



ITS (交通)



位置情報サービス



その他、電離層観測等

共同実験公募を開始、これまで8件のテーマを選定

AOR-ワークショップ

第1回:2010/1/25-26@バンコク



195名の参加, 18カ国, 95機関

第2回:2010/11/21-22@メルボルン



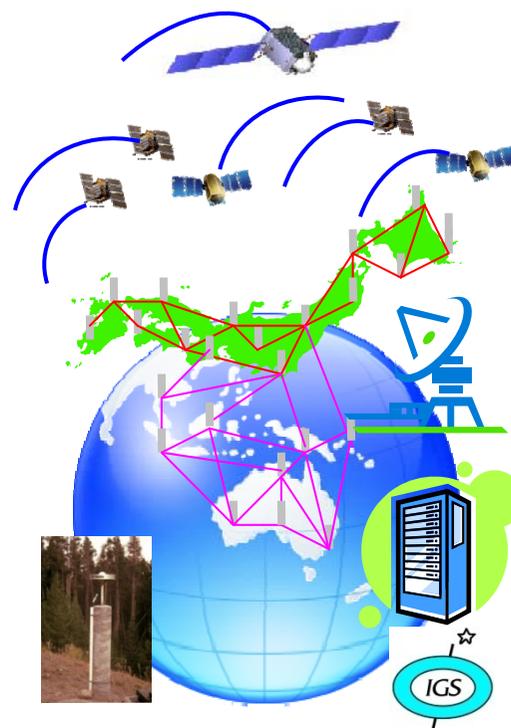
101名の参加, 11カ国, 67機関

第3回:2011/11/1-3@韓国濟州島



86名の参加, 9カ国, 39機関

モニタ局ネットワーク構築 (MGMネットワーク)

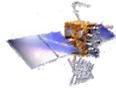


JAXAによる観測モニタ局候補地募集、一次募集で14局を選定、設置開始



活動①

ーアジア・オセアニア地域マルチGNSS実証実験1/2ー



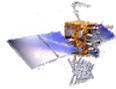
2011年夏に実証実験への参加募集を開始、5件の実験テーマ選定、さらに追加3件を選定

共同実験公募選定5テーマ(2011年11月)

1	精密農業に対するマルチGNSS利用効果の評価	韓国(忠南国立大)
2	油椰子農園における精密農業による持続可能な資源利用、RTK測位を使った自動誘導油椰子植林機、土壌成分マッピングシステムの研究	マレーシア (プトラ大)
3	自動田植え機の実証	日本(国立農業研究機構農研センター)
4	「みちびき」及びGPSのL1, L5二周波利用測位の性能検証	台湾(国立成功大)
5	マルチGNSS利用の可降水量推定、精密農業等などの効果検証	オーストラリア(ロイヤルメルボルン工科大)



ーアジア・オセアニア地域マルチGNSS実証実験2/2ー

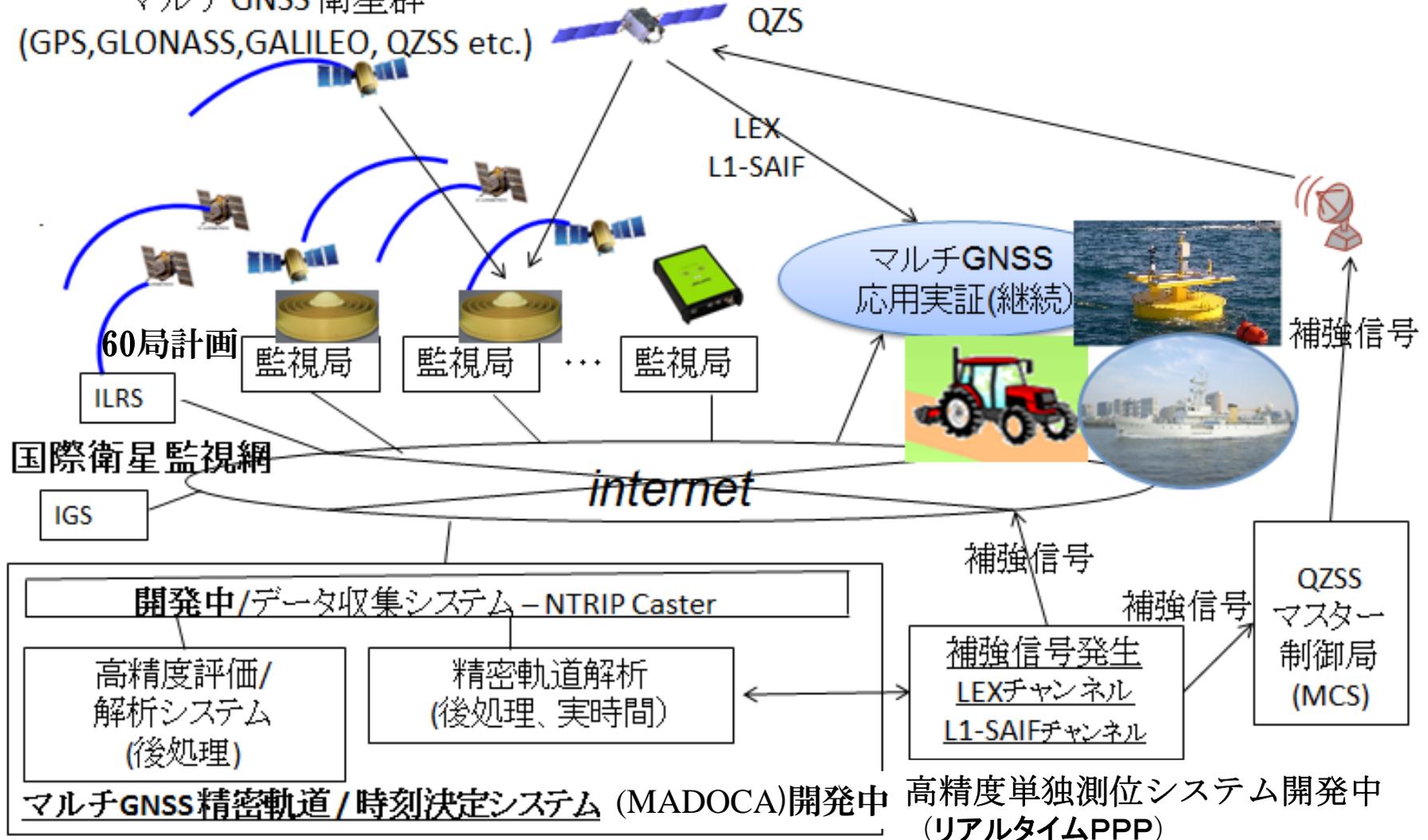


共同実験公募選定3テーマ(2012年4月追加)

1	GPS + QZSS測位高精度化による安全レベル評価のための車両ドライバーの操縦測定法の開発	タイ王国 (国立電子工学・電算機技術センター)
2	QZSSのLEX 及びL1-SAIF信号のタイ国内における測位精度評価とタイ国内向け補強信号の検討	タイ王国 (アジア工科大学)
3	中国内におけるQZSS による マルチGNSS の航法利用と精密測位応用の性能の評価	中華人民共和国 (寧波ノッチンガム大学)

マルチGNSS 監視局網構築 (MGMネットワーク)

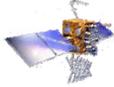
マルチGNSS衛星群
(GPS, GLONASS, GALILEO, QZSS etc.)



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



GPS 軌道/時計推定結果の比較



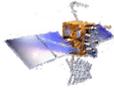
IGS AC	Analysis Software	# of Stas	Orbit RMS (cm)				Clock (ns)	
			R	A	C	3D	STD	RMS
	MADOCA 0.3.0	77	0.89	1.10	1.12	1.81	0.109	0.131
ESA	NAPEOS 3.5	110	0.97	1.33	1.09	1.98	0.116	0.183
CODE	Bernese 5.1	231	1.01	1.36	1.14	2.04	0.075	0.089
NGS	arc, orb, pages, gpscom	199	0.95	1.46	1.41	2.24	-	-
GFZ	EPOS.P.V2	191	1.15	1.64	1.59	2.56	0.146	0.169
MIT	GAMIT 10.33, GLOBK 5.16	263	1.37	2.12	1.39	2.88	0.277	0.316
NRCan	GIPSY/OASIS-II 5.0	91	2.58	1.72	1.77	3.57	0.128	0.148
JPL	GIPSY/OASIS-II 5.0	142	2.62	1.67	1.98	3.68	0.168	0.226
SIO	GAMIT 10.20, GLOBK 5.08	258	2.42	2.26	1.77	3.75	-	-
GRG	GINS, DYNAMO	134	2.47	2.80	1.74	4.12	0.172	0.212

2011/1/1 - 12/31 (365 days), interval 900/300s, wrt IGS Final



活動③

Asia Oceania Regional Workshop on GNSS



- 目的:MGMネットを含む現行の共同プロジェクトの状況や結果の報告/新たな共同プロジェクト模索のための討論/情報の交換・共有
- 内容:GNSSの現状紹介/利用実証(これまでは各WGにおいて、日本のGNSS利用事例紹介が中心)/応用開発/計画中のプロジェクトの紹介等
- 過去三回は主にSPAC協力企業が参加し、実証例等報告。オーストラリア・アジア地域から利用例等の紹介。
- **今後は利用実証参加組織からの報告が期待される。**

1st @ バンコク



2nd @ メルボルン



3rd @ 濟州島

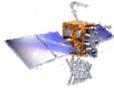


4th @ クアラルンプール



次回はマレーシアで
今年12月9, 10日
開催予定

ご静聴ありがとうございました。



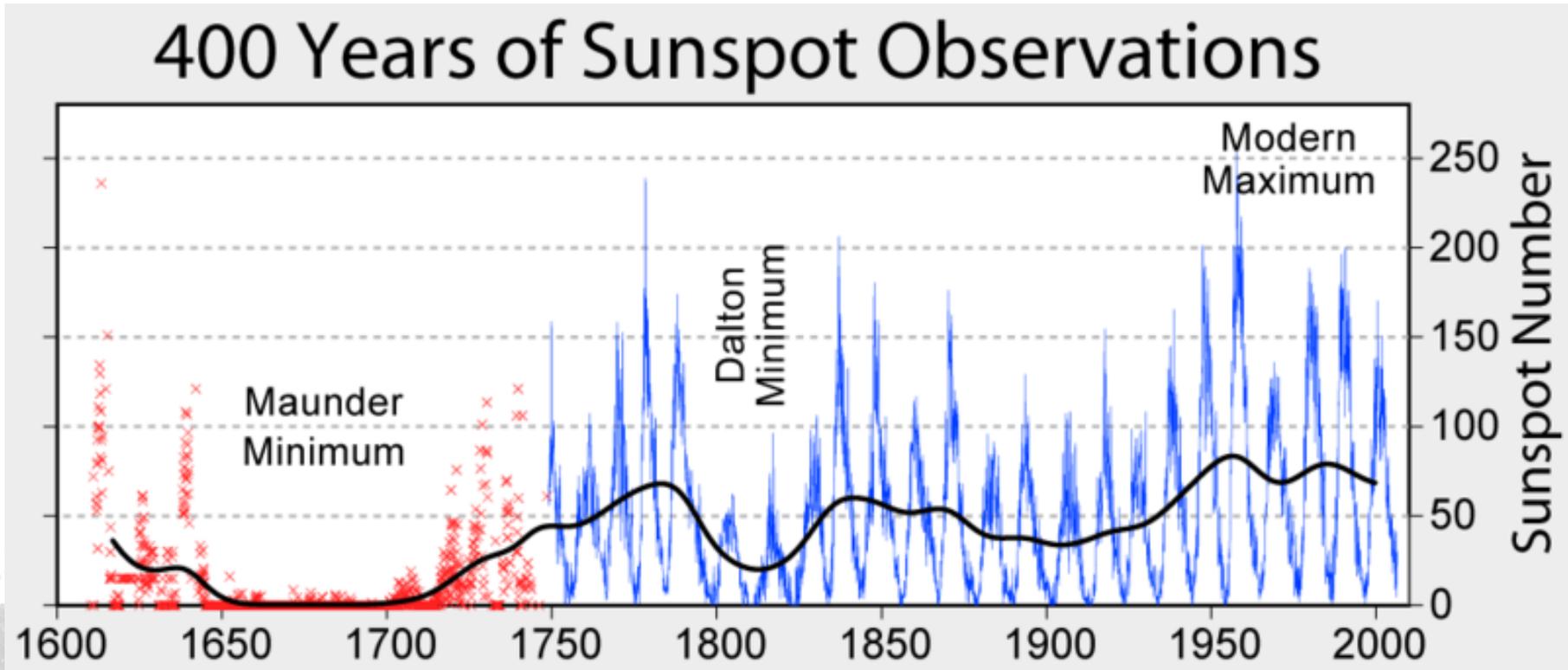
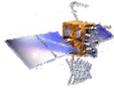
- ご意見／ご質問は

yasuda@kaiyodai.ac.jp

までお願いします。



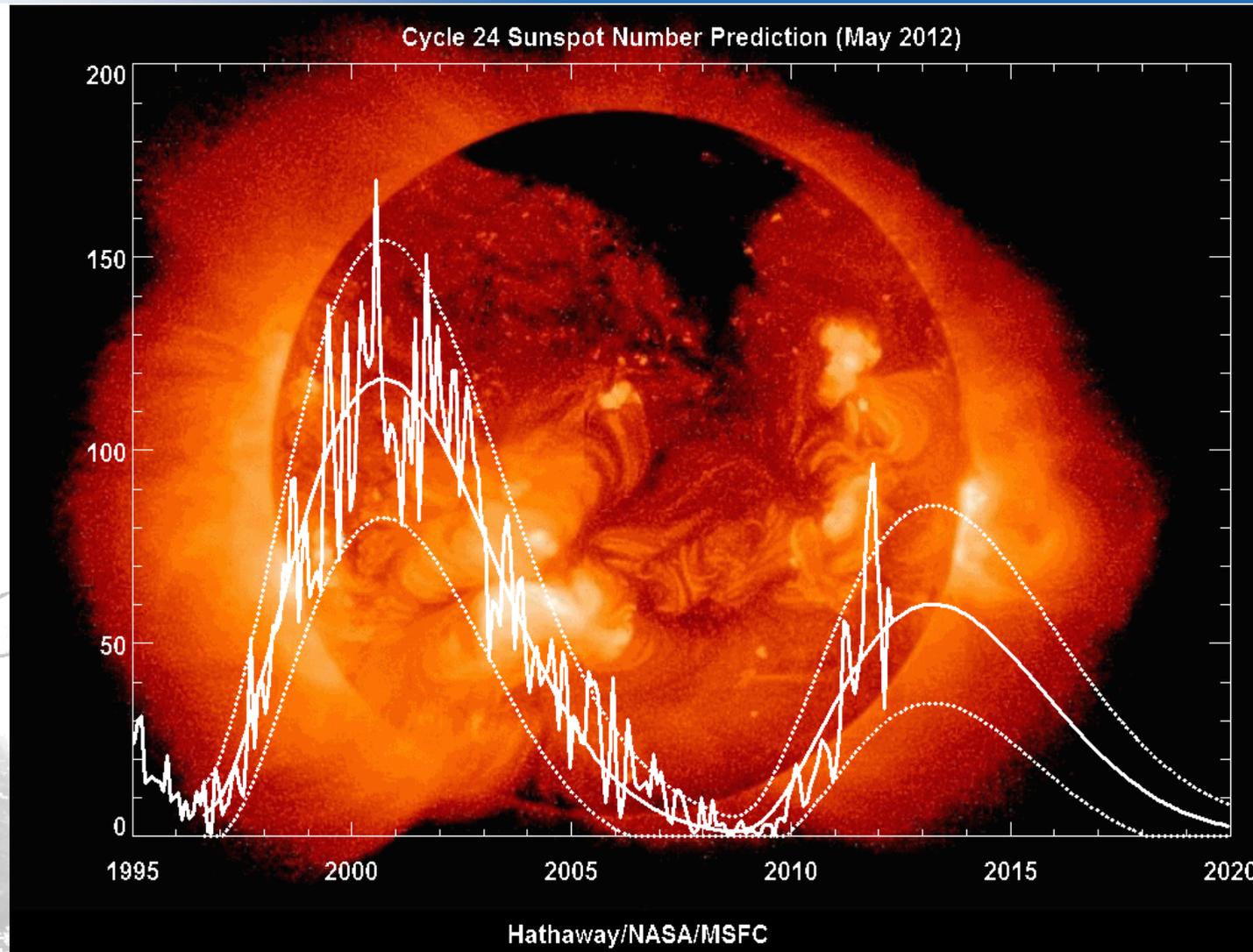
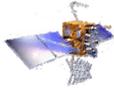
太陽黒点数観測履歴



寛永の大飢饉(1642-43)

元禄の大飢饉(1691-95)

最近の太陽活動



http://solarscience.msfc.nasa.gov/images/ssn_predict_l.gif