

高精度測位補強サービスの国際標準化状況報告

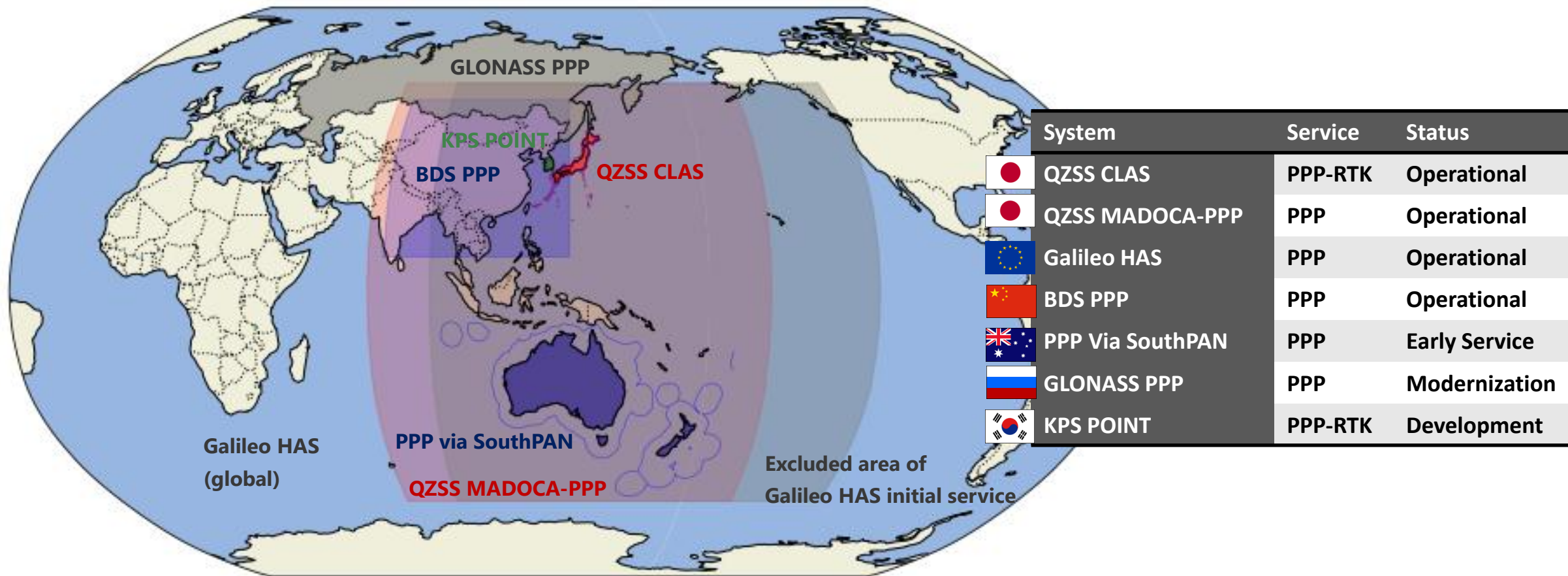
廣川 類（三菱電機）

SBIC標準化WG

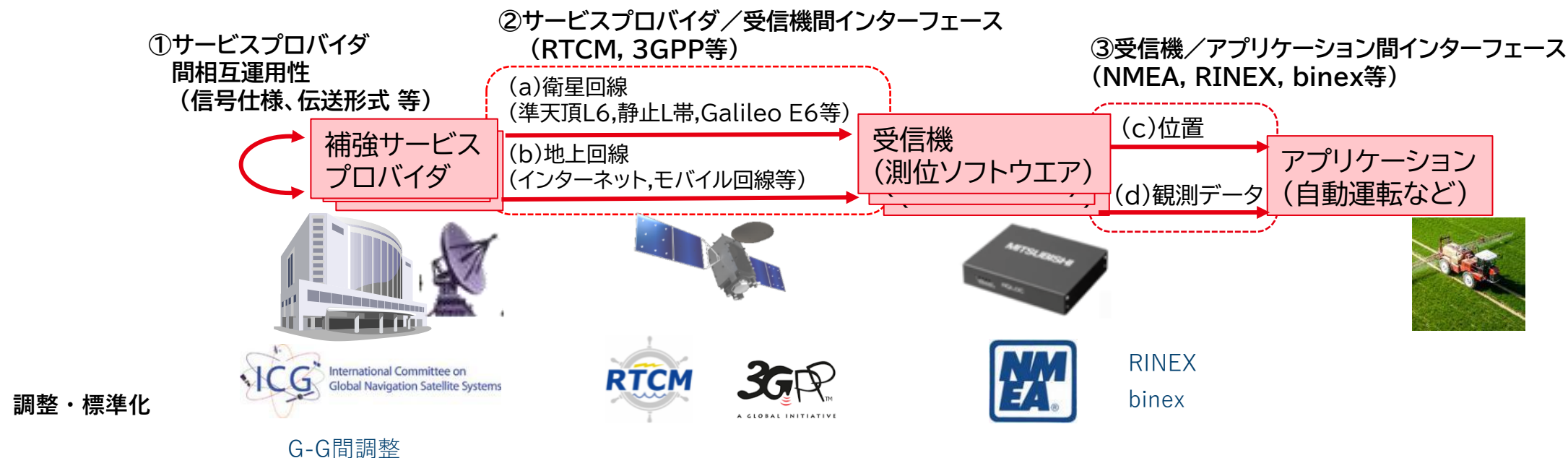
2025年11月20日（木）

MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION

- ✓ 多くのGNSS/RNSSからオープンな高精度補強サービスが提供されている。
- ✓ 同分野のパイオニアである日本がリードするチャンス



- オープンな高精度補強サービス、低コストGNSS受信機が普及し、高精度測位を利用する自動運転・農業・ドローンなどのアプリケーションが普及する
- 複数のプロバイダ(GNSS,補強サービス業者)、複数の受信機が混在して使用される
- 課題:組み合わせの数は非常に多く、開発・試験に多くのリソースが必要となる
- このため、プロバイダ・受信機間、受信機・アプリ間におけるインターフェースの定義・標準化が必要



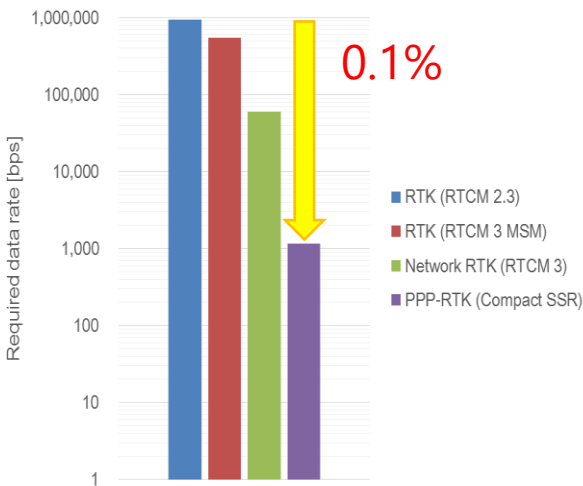
- ICG: 国連下部組織によるGNSS間連携の枠組み:
- 衛星配信によるオープンなPPP/PPP-RTK補強サービスを各国が構築(日本が先行)
- UN-ICGの枠組みでPPPの相互運用性に関するタスクフォースを開始(2019-): 11団体
 - ✓ **4th Workshopを実施**(2025/3 プーケット、タイ)
 - ✓ パラメータ(性能指標等)の定義明確化、参照モデル等について議論、RTCMと連携
- 主要パラメータをまとめ、「PPP/PPP-RTK Service Providers Report」を作成(rev.4)
- 衛星オープンサービスの伝送フォーマットについては日本発のCompact SSR (CSSR) (派生含む)でまとまりつつある



List of Open Satellite-Based High-Accuracy GNSS Correction Service

System	Country	Service Area	Service	Satellite	Status	Signal	Data Rate	Format in SIS
QZSS CLAS	Japan	Japan	PPP-RTK	IGSO/GEO	Operational (2018-)	1.278GHz (L6D)	1,695bps	CSSR
QZSS MADOCA-PPP	Japan	Asia Pacific	PPP	IGSO/GEO	Operational (2024-)	1.278GHz (L6E)	1,695bps	CSSR
Galileo HAS	EU	Global	PPP	MEO	Operational (2023-)	1.278GHz (E6b)	448bps	Similar to CSSR
BeiDou PPP	China	China+	PPP	GEO	Operational (2020-)	1.207GHz (B2b)	456bps	Customized CSSR
PPP via SouthPAN	AU/NZ	Oceania	PPP	GEO	Early Service (2022-)	1.207GHz (E5b)	500bps?	(TBD)
GLONASS PPP	Russia	Russia	PPP	MEO/IGSO	Development (2030-)	1.202GHz (L3SVI)	3,155bps	CSSR
KPS POINT	Korea	Korea	PPP-RTK	IGSO/GEO	Development (2035-)	1.278GHz (L6)	(TBD)	Similar to CSSR

- Issue: there was no open standard supporting PPP-RTK.
- Compact SSR, a flexible and efficient open format is defined for open PPP/PPP-RTK service.
- It is compatible with RTCM 3 standard (MT4073).
- It supports
 - ✓ Atmospheric correction (ionospheric delay, tropospheric delay)
 - ✓ Multi-GNSS, multi-signals
- Highly efficient: 0.1% of RTK, 32% of RTCM SSR



Part	Type	Standalone	Combined
Mask	Mask	SubType 1	
Satellite	Clock	SubType 3	SubType 11
	Orbit	SubType 2	
	Code Bias	SubType 4	SubType 6
	Phase Bias	SubType 5	
	URA	SubType 7	
Local (Troposphere, Ionosphere)	Functional Gridded	SubType 8	SubType 12
		SubType 9	
Service Information		SubType 10 (defined in [1])	

Specification of Service Information message [1]

Type	Message Name
1	Service Provider Information
2	Service Operation Information
3	Grid Definition Information
4	Coordinate Transformation Information

補強情報配信形式の業界標準: RTCM SC-104委員会で定義されるRTCM 規格

- ・主要受信機メーカー、補強サービス業者、研究機関等が参加
- ・国内から三菱電機、ALESが参加

三菱電機はQZS WGのチェアを務めており、CLASで使用する**圧縮方式SSR (Compact SSR)**の標準化、QZS関連規格化を推進



Working Group

規格ドラフト作成

QZS

Galileo

Glionass

BeiDou

version 3

RINEX

NMEA

SSR

Network RTK

Internet Protocol

Coordinate Transformation

相互運用性
テスト

送受信各2団体以上

SC-104委員会(3回/年)

討議

投票

RTCM規格

* RTCM SC-104: The Radio Technical Commission for Maritime Service, Special Committee 104

- RTCM SSR規格： ネットワークRTKの後継として期待が高いが、2011年以降停滞。
- TFメンバーにより議論を継続、仕様書案が完成。**相互運用性試験を開始。来年の規格化**を計画。
- PPPのみならずPPP-RTKを包含、トータルパッケージとして議論
- 受信機メーカー、プロバイダにより積極的な議論が行われている: Hexagon, Geo++, Swift, Trimble
- 今後： コンテンツを規格化後、圧縮メッセージ等を定義

#	Item	TF Proposal
1	Satellite Orbit, Clock	As previously defined
2	Code Bias	As previously defined
3	Phase bias	RTCM SSR Phase Bias Message – Draft v6
4	Ionosphere message	RTCM SSR Ionospheric Correction Message – Draft v2
5	Tropospheric Correction Message	RTCM SSR Tropospheric Correction Message – Draft v 3
6	Grid Definition Message	RTCM SSR Grid Definition Message – Draft v 6
7	Satellite Antenna Message (PCV/GDV)	RTCM SSR Satellite Antenna Message – Draft v6
8	Metadata message	RTCM SSR Metadata Message - Draft v2

Hilton Baltimore Inner Harbor, Paca Room (hybrid)

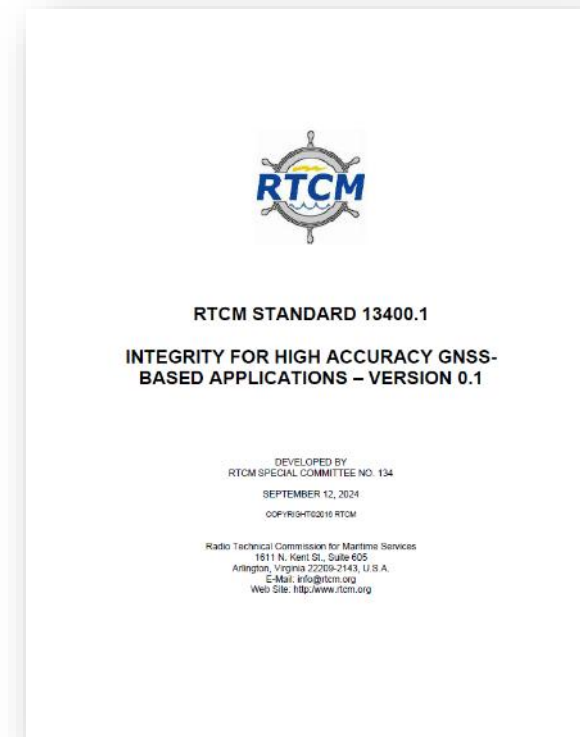
Monday, September 8, 2025: 0900-1700 EDT 47名 (日本人: 7名: CAO:2, MELCO: 3, NEC:1, TUMSAT: 1)

- 内閣府が初めてオブザーバ参加。=> 標準化活動への理解が深まると期待
- QZSS WG:
 - ✓ PRN 191, 192 をプライマリPRNに使わない(L1C/Bのみで利用)代案を提示。受信機メーカーの賛同を得る。
 - ✓ L1C/B相互運用性試験の仕様案合意。試験開始準備(参加者募集中)
 - ✓ QZSS WGチェアを次回交代(MELCO 廣川⇒NEC 鈴木様)
- RTCM SSR:
 - ✓ TF案完成。相互運用性試験を開始。
 - ✓ QZSSサポートの参加者が集まっていない(規格から外れるリスクあり)。
- 今後のRTCM 3の拡張の方向:
 - ✓ CNAV は主メッセージ+インテグリティでメッセージ分割の方向
 - ✓ NTRIP v2.1 相互運用性試験開始
 - ✓ TODO: QZSS SV ID拡張: MT1044 (QZS ephemeris) 4bit -> 6bit => 新メッセージ
 - ✓ NavIC L1 support: NVS03打上げ以降で議論 (NVS02打上げ失敗で延期)

Hilton Baltimore Inner Harbor, Paca Room (hybrid)
Tuesday, September 9, 2025: 0900-1700 EDT 70名

- GNSSにおけるインテグリティの重要性からSC-104から分離・独立(2018)
- 車、鉄道、船などアプリケーション毎にユースケースを分析・定義
- RTCM 13400.1 を制定するべく準備中
 - ✓ Minimum integrity message (health, flags for sats)
 - ✓ Extended integrity message (params for PL calc)
 - ✓ Augmentation System integrity flags (minimum message for SSR)

- ✓ 今年12月までに相互運用性テストを実施、来年1月にCDV
- ✓ SSRはRTCM SSRの規格進捗にあわせることとし、SIS部分のみ規格化(大気補正は除外)
- ✓ Interop-test: cssrlib (github) 活用



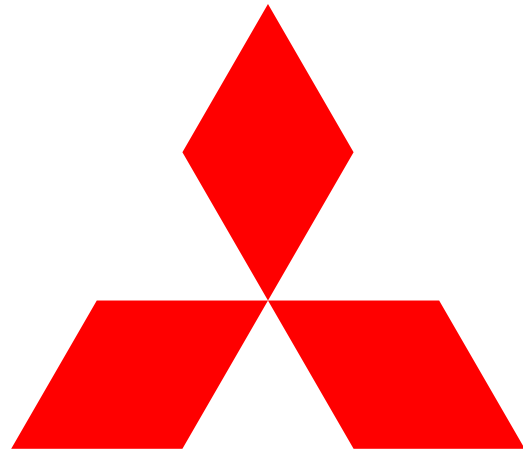
WG1 Automotive

WG2 Rail

WG3 Maritime and other application

WG4 Harmonization of Requirements and Metrics

WG5 Open Satellite Correction Services



**MITSUBISHI
ELECTRIC**

Changes for the Better

QZSS Working Group Status

Dr. Rui Hirokawa (RTCM SC-104 QZSS WG Chair)

MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION

**RTCM SC-104 plenary meeting at Baltimore, MD
Sep. 8, 2025**

- PRN of QZSS signals are assigned in 193-202.
- For the expanded QZSS constellation with 11 satellites, PRN range should be extended.
- Note: the plan is generally agreed with GPS and will be formally approved after ITU filing.
- Currently, there are two options regarding PRN assignment; the advantages and concerns of each option are shown on the next page.

Current range (PRN193-202)

Option A

PRN	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209
L1C/A			C	C	C	C	C					-							
L1C/B	W/E	W/E										-	W/E	W/E	G/Q	G/Q	G/Q	G/Q	W/E
L1C	W/E	W/E	C	C	C	C	C	G/Q	G/Q	G/Q	G/Q	-	W/E	W/E					W/E
L2C	(W/E)	(W/E)	(C)	(C)	(C)	(C)	(C)		(G/Q)			-	(W/E)	(W/E)					(W/E)
L5	W/E	W/E	C	C	C	C	C	G/Q	G/Q	G/Q	G/Q	-	W/E	W/E					W/E
L6D	W/E	W/E	C	C	C	C	C	G/Q	G/Q	G/Q	G/Q	-	W/E	W/E					W/E

Option B

PRN	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209
L1C/A			C	C	C	C	C					-							
L1C/B	G/Q	G/Q										-	W/E	W/E	G/Q	G/Q	W/E	W/E	W/E
L1C			C	C	C	C	C	G/Q	G/Q	G/Q	G/Q	-	W/E	W/E			W/E	W/E	W/E
L2C			(C)	(C)	(C)	(C)	(C)		(G/Q)			-	(W/E)	(W/E)			(W/E)	(W/E)	(W/E)
L5			C	C	C	C	C	G/Q	G/Q	G/Q	G/Q	-	W/E	W/E			W/E	W/E	W/E
L6D			C	C	C	C	C	G/Q	G/Q	G/Q	G/Q	-	W/E	W/E			W/E	W/E	W/E

※

- 202 could be let go in the future when existing receivers retire, and the stakeholders agree.
- PRN >= 211 is reserved for non-standard code.
- L2C will not be available beyond 2040s.

Please share any feedback or suggestions on these two options.

	Option A	Option B
Mapping between PRN Numbers and SV IDs.	✗: Irregular mapping due to downward expansion of primary PRN.	✓: Straightforward mapping, although PRN191 and PRN192 will only broadcast L1 C/B.
Period before same PRN reuse when shifting from 7-satellite to 11- satellite configuration.	✓: A minimum of four years can be assured .	✗: Reduced to only one year.

Option A

PRN Number			LNAV SVID
L1C L2C L5	L1C/A	L1C/B	
191	-	191	19
192	-	192	20
193	-	-	1
194	-	-	2
195	-	-	3
196	-	-	4
197	-	-	5
198	207	-	6
199	208	-	7
200	205	-	8
201	206	-	9
-	-	-	-
203	-	203	11
204	-	204	12
209	-	209	17

Option B

PRN Number			LNAV SVID
L1C L2C L5	L1C/A	L1C/B	
193	-	-	1
194	-	-	2
195	-	-	3
196	-	-	4
197	-	-	5
198	-	191	6
199	-	192	7
200	-	205	8
201	-	206	9
-	-	-	-
203	-	203	11
204	-	204	12
207	-	207	15
208	-	208	16
209	-	209	17

Option A

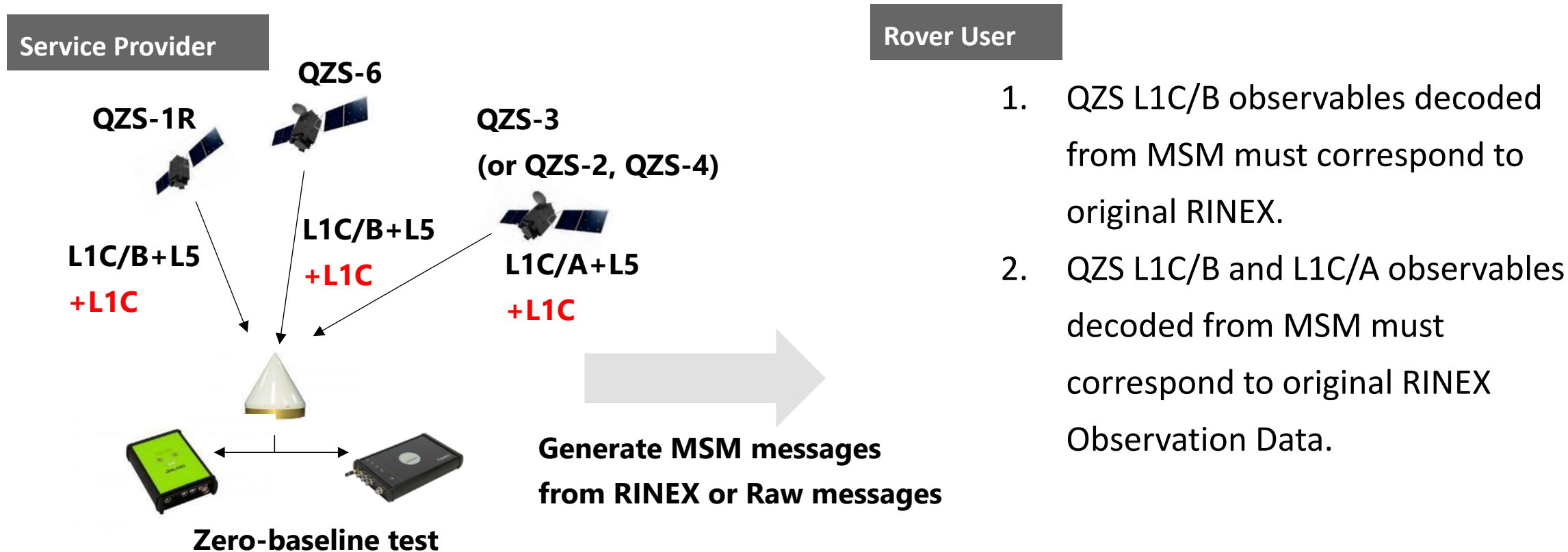
PRN Code	Slot	Signal	2020s	2030s								2040s			
203	W/E	L1 C/B, L1C (L2C), L5	Q1R(only L1 C/B)									Q11			
204	W/E	L1 C/B, L1C (L2C), L5	Q5(only L1 C/B)								Q1R (later phase)				Q8R

Option B

PRN Code	Slot	Signal	2020s	2030s								2040s																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
203	W/E	L1 C/B, L1C (L2C), L5	Q1R(only L1 C/B)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						</

2-1 QZS L1C/B operational status and interop test plan

- Two QZS satellites (QZS-6, QZS-1R) start to broadcast L1C/B signal, the interoperability test can be started.
- 2025-SC104-1448, the proposed interoperability test plan for L1C/B has reviewed in QZSS WG.
- Next step: vote on plenary.
- L1 C/B interop test: Request for participation as service provider, rover user.



A

(付 録) I O N G N S S + 2 0 2 5 参 加 報 告



ION GNSS+ とは？

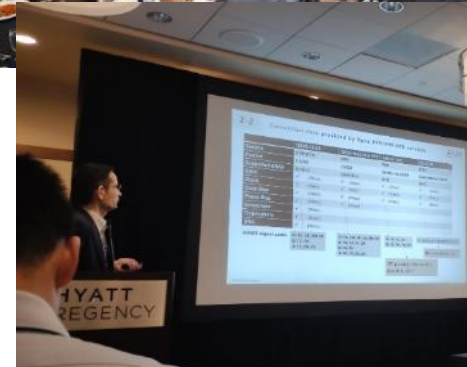
- GNSSで最大規模(約2000人)の国際学会
- 2025年はバルチモアで開催
- セッション:40, 発表件数:300件, トラック:6並行
- 併設する展示会:最新製品の発表, ネットワークイベント

トピックス

- ✓ Galileo開発開始30周年イベント
- ✓ LunaPNT: 月面でのGNSS測位データ公開
- ✓ LEO PNT: 実装段階に Xona干渉解析
- ✓ 高精度測位ツールキット CSSRlib (発表)



Logan Scott



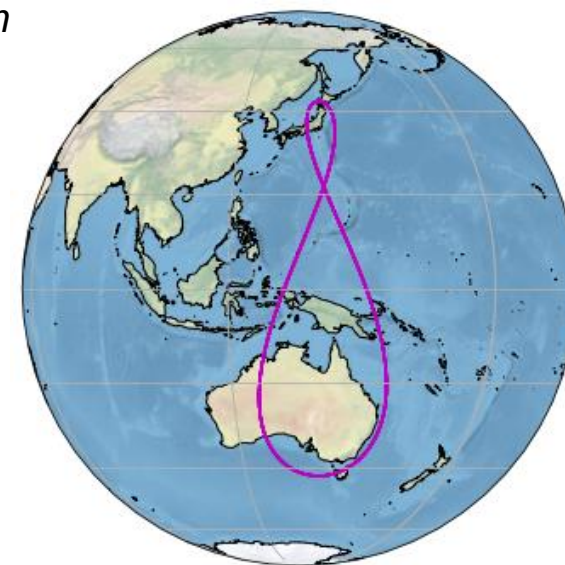
CSSRlib: Python Toolkit for high-accuracy, secure, and resilient positioning services

Rui Hirokawa, *Mitsubishi Electric Corporation*

André Hauschild, *German Aerospace Center*

MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION

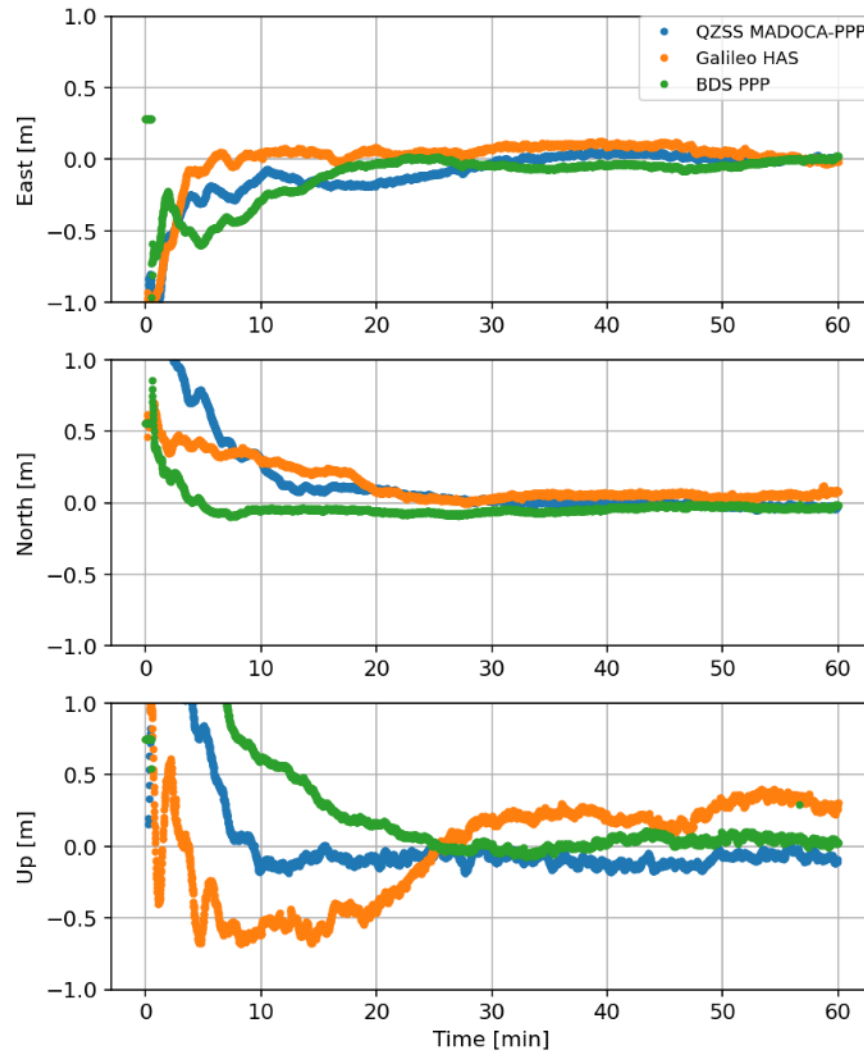
**ION GNSS+ 2025, Baltimore, MD
September 12, 2025**



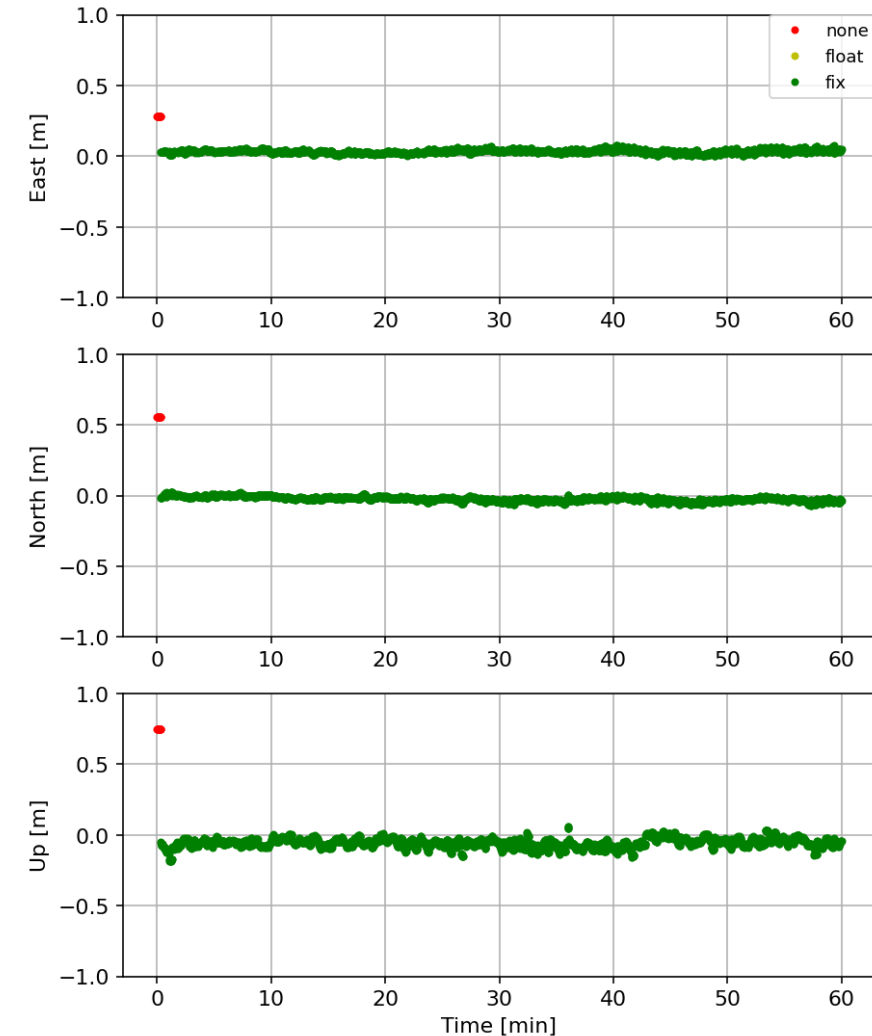
**Note for
Galileo HAS
BDS PPP**

**Kamakura, Japan is
currently outside
of service area !**

Galileo HAS, MADOCA-PPP, BDS PPP



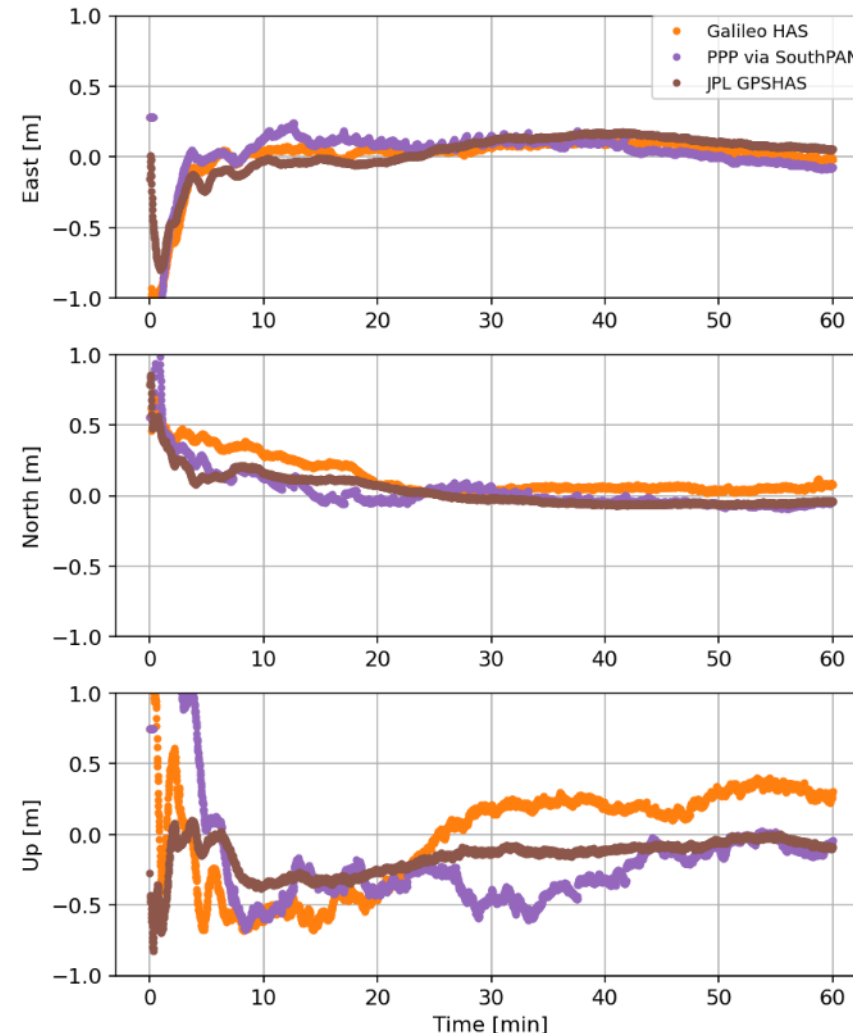
PPP-RTK: QZSS CLAS



Static Case on August 23, 2025 @ Kamakura, JAPAN (7:00-8:00 UTC)
Septentrio Mosaic-X5 + JAVAD RINGANT

- ✓ Positions with PVS show discontinuities because of the slow update rate.
- ✓ Despite the slow correction speed (250bps), performance of PVS is comparable with other PPP services.
- ✓ JPL GPSHAS shows similar performance with Galileo HAS.

Galileo HAS, PVS, GPSHAS



**Note for
Galileo HAS,
PVS**

**Kamakura, Japan is
currently outside
of service area !**

Static Case on August 23, 2025 @ Kamakura, JAPAN (7:00-8:00 UTC)
Septentrio Mosaic-X5 + JAVAD RINGANT