高精度衛星測位利用公開シンポジウム
中央電気倶楽部（大阪・堂島）
2019年4月17日

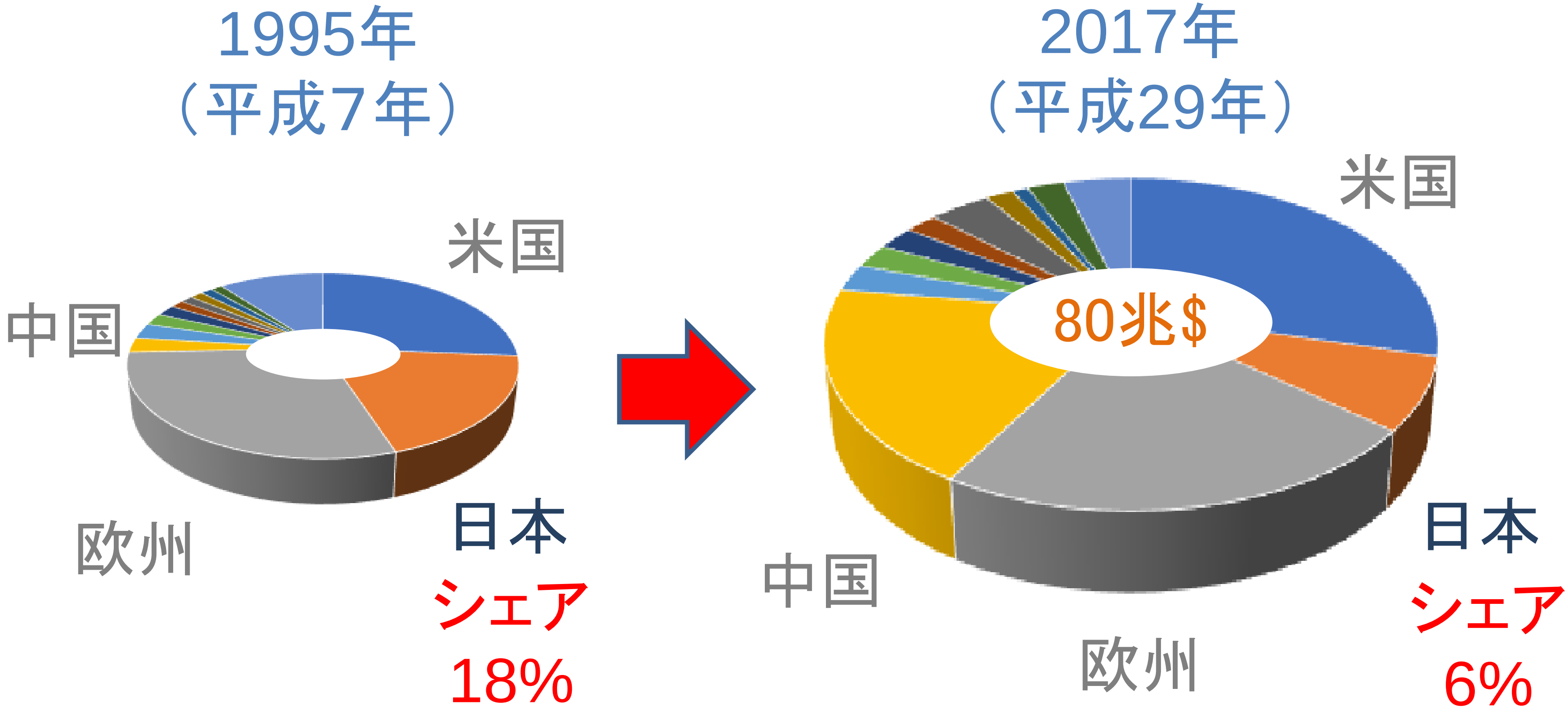
A改訂

高精度衛星測位を利用した IoT・スマホ向け技術と サービスの状況

浅里　幸起　技術開発部長
一般財団法人 衛星測位利用推進センター（SPAC）

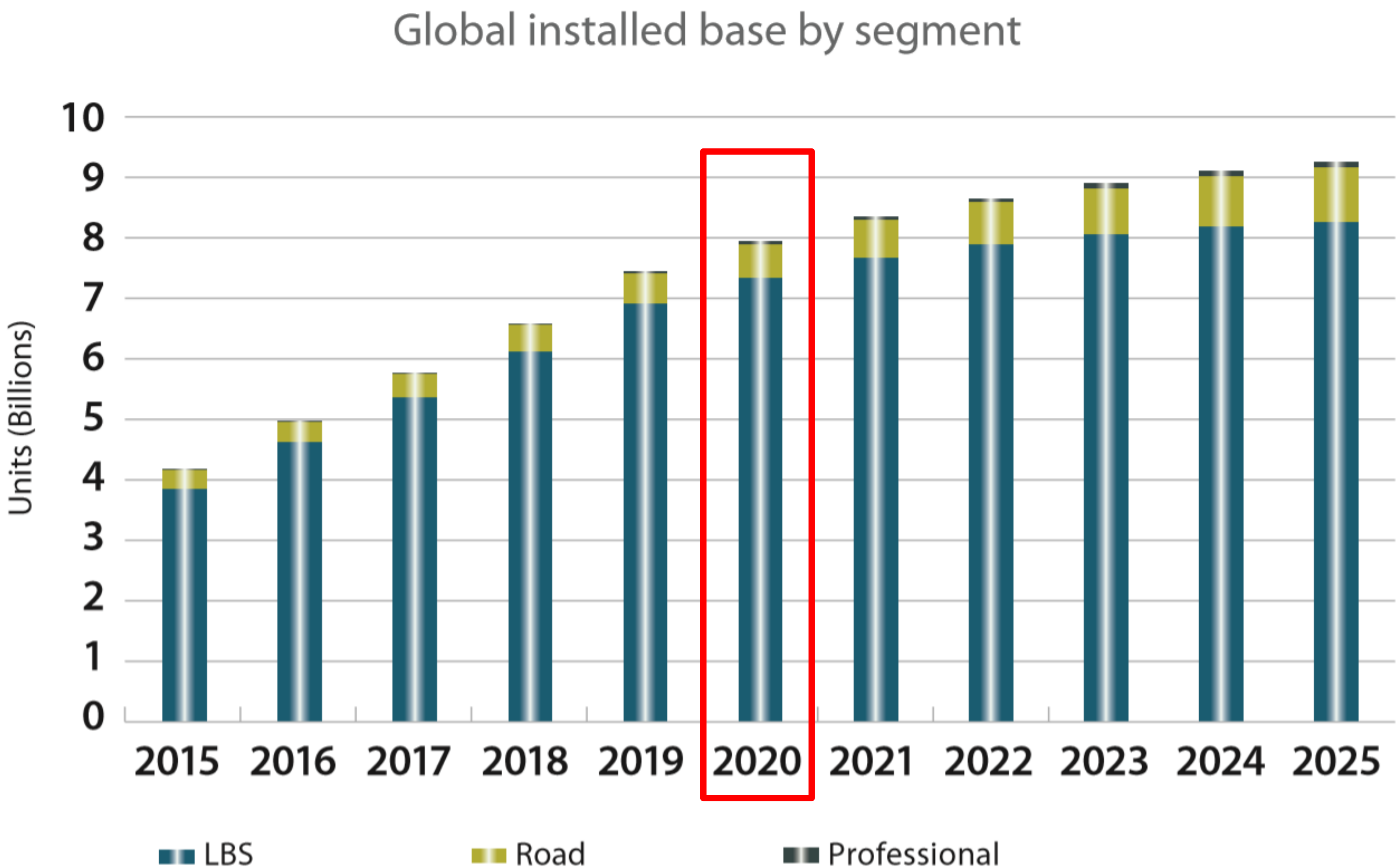
世界経済は約3倍に成長

日本のGDP世界シェアのピークは18%、現在は6%以下。
米国及び欧州には、それぞれ日本の4倍の市場がある。



測位デバイスは80億台（2020年）

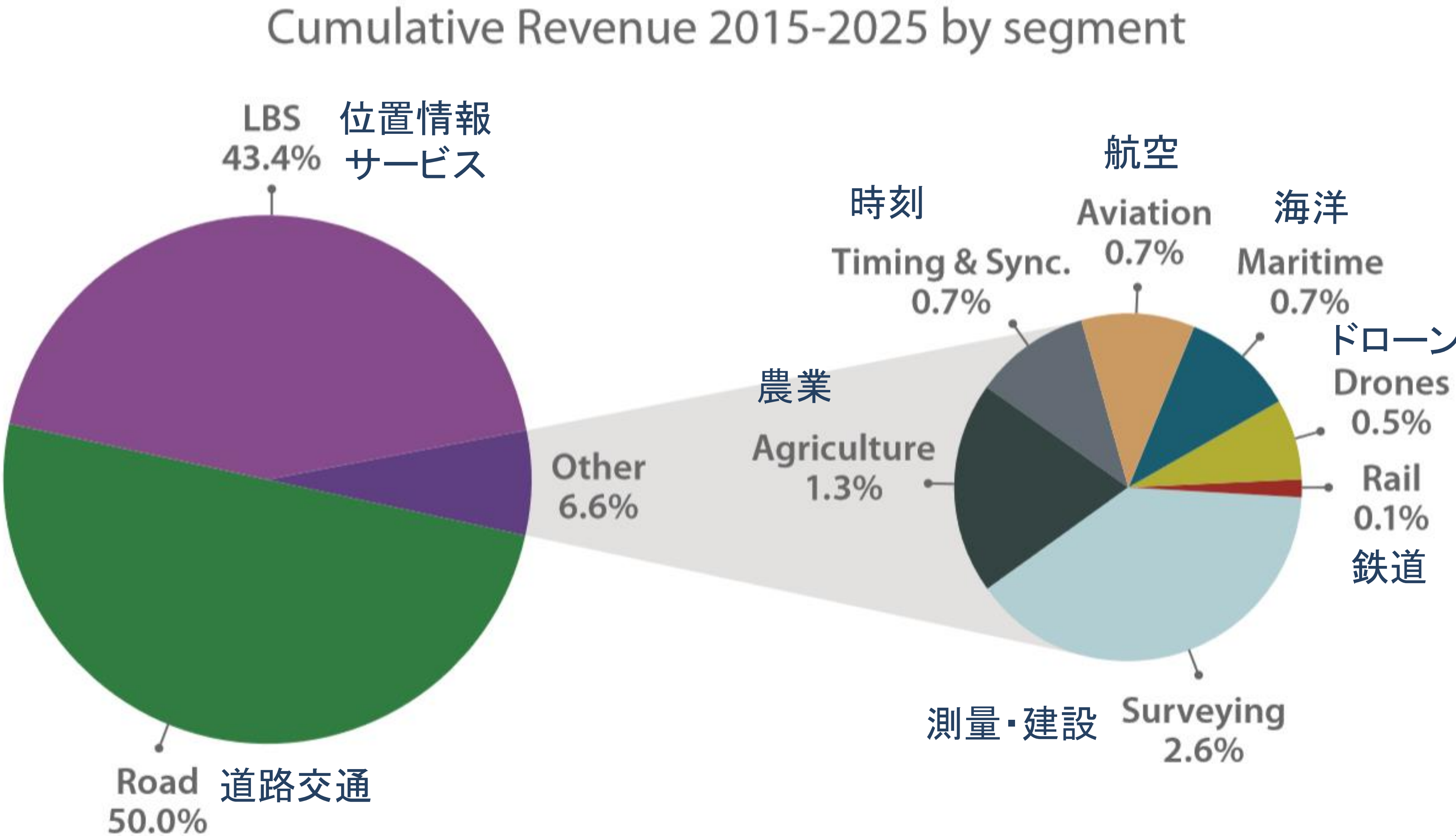
その9割をLBS（Location Based Service, スマートフォン等）が占める。



Reference: GSA, GNSS Market Report, 2017

金額ベースの内訳

道路交通 50%，LBS 43%，専門分野 6.6%の内訳である。
専門分野には社会的に重要なものが多く含まれている。



Reference: GSA, GNSS Market Report, 2017

世界初の測位スマホは日本製ースミソニアン博物館

SPAC

Seiko Epson Digital Assistant, 1997

This was one of the earliest devices to incorporate a wide range of communication and navigation features integrated into one unit. It included electronic map tools, a mobile phone, a digital camera, data links, a touch-sensitive screen, and GPS navigation.

CAPTION:
The Seiko Epson Digital Assistant was one of the earliest devices to incorporate GPS navigation with communication features.

TYPE: Artifact

IMAGE DATE: 2012

CREDIT: National Air and Space Museum, Smithsonian Institution

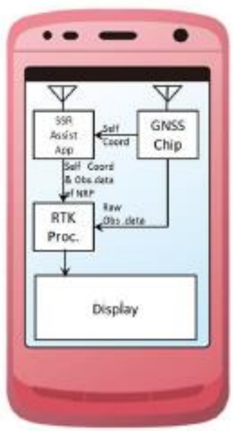
ORIGIN: National Air and Space Museum, Smithsonian Institution

CREATOR: Dane A. Penland

NASM2012-02123

SSR補強情報によるスマホ測位は日本から提案(2017)

SSR:
State Space Representation
状態空間表現



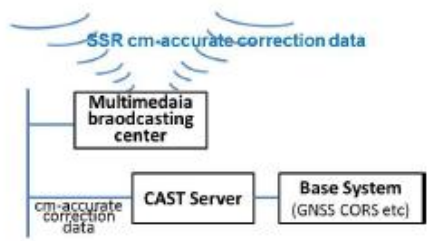


Figure 9. SSR assist application for smartphones

Table 1 SSR correction data and positioning types

Technique		DF PPP-RTK	SF PPP-RTK	SF-PPP	(DF) PPP
Error Factor & Correction	Orbit Error	Provided	Provided	Provided	Provided
	Clock Error	Provided	Provided	Provided	Provided
	Code Bias	Provided	Not Used	Not Used	Provided
	Carrier-phase Bias	Provided	Provided	Provided	Not Used
	Ionosphere	Provided	Provided	Provided	Corrected By Receiver
	Troposphere	Provided	Provided	Provided	Estimated By Receiver
Receiver Function	Single Frequency	—	Yes	Yes	No
	Dual Frequency	Yes	No	No	Yes
	Major Ranging Scale	Carrier-phase	Carrier-phase	Code	Code
	Positioning Status	RTK Fix	RTK Fix	≒ RTK Float	PPP Convergence

SSR assist for smartphones with PPP-RTK processing

Koki Asari, Masayuki Saito, and Hisao Amitani
Satellite Positioning Research and Application Center (SPAC Foundation), Japan

BIOGRAPHY (IES)

Koki Asari is General Manager at SPAC Foundation of Japan. He received bachelor of Measurement and Control Engineering from Waseda University in 1987, and his master's degree of Social Management Science from the Open University of Japan in 2012. He contributed to the development and the operation of Centimeter-class Augmentation System (CMAS) utilizing QZSS.

Masayuki Saito is Chief Engineer at SPAC Foundation of Japan. He received his master's degree of Engineering from Tokyo Institute of Technology in 1980. He contributed to the development of Network RTK system in early 2000s, Centimeter-class Augmentation System (CMAS) utilizing QZSS around 2010, and the most innovative QZSS applications in recent years.

Hisao Amitani is Director at SPAC Foundation of Japan. He received bachelor of Mechanical Engineering from Tokyo University in 1980, and his master's degree of Aeronautics & Astronautics Engineering from Stanford University in 1990. He contributed the development and the application promotion of QZSS applications in recent years.

ABSTRACT

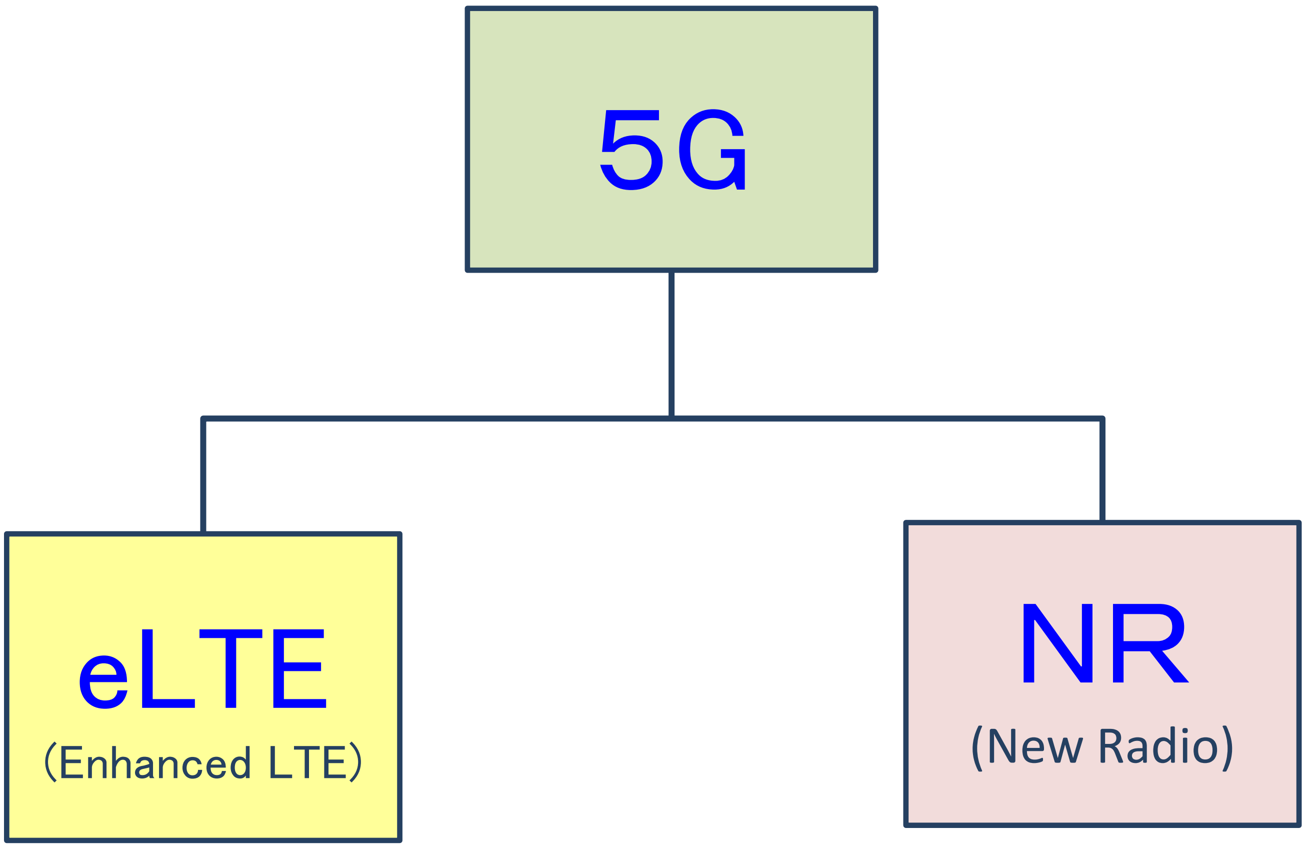
Japanese Quasi-Zenith Satellite System (QZSS) provides the Centimeter Level Augmentation Service (CLAS) using Compact State Space Representation (SSR) correction data. It enables Precise Point Positioning (PPP) in Real-Time Kinematic (RTK) networks. This method is called PPP-RTK GNSS positioning, which realizes centimeter-level positioning accuracy and very fast convergence within one minute, anytime and anyplace all over the country. The Japanese government also announces ground-based augmentation using the same correction data, therefore it recently become able to study to apply PPP-RTK to smartphones. This paper presents the discussion on the PPP-RTK applicability using ground-based assist service, the development of SSR assist system, the application configuration in a smartphone, positioning accuracy, and worldwide applicability of PPP-RTK GNSS positioning.

ION GNSS+ 2017
At Portland, Oregon, USA

SPAC 浅里, 齋藤, 網谷

5G網へ移行 ― eLTE と NR がある

5G技術は、高度化LTE (eLTE) と新無線技術(NR)からなる。
GNSS精密測位の導入は LTE から始まっている。
3GPP リリース15以降、RTK、PPP、PPP-RTK の利用が進む。



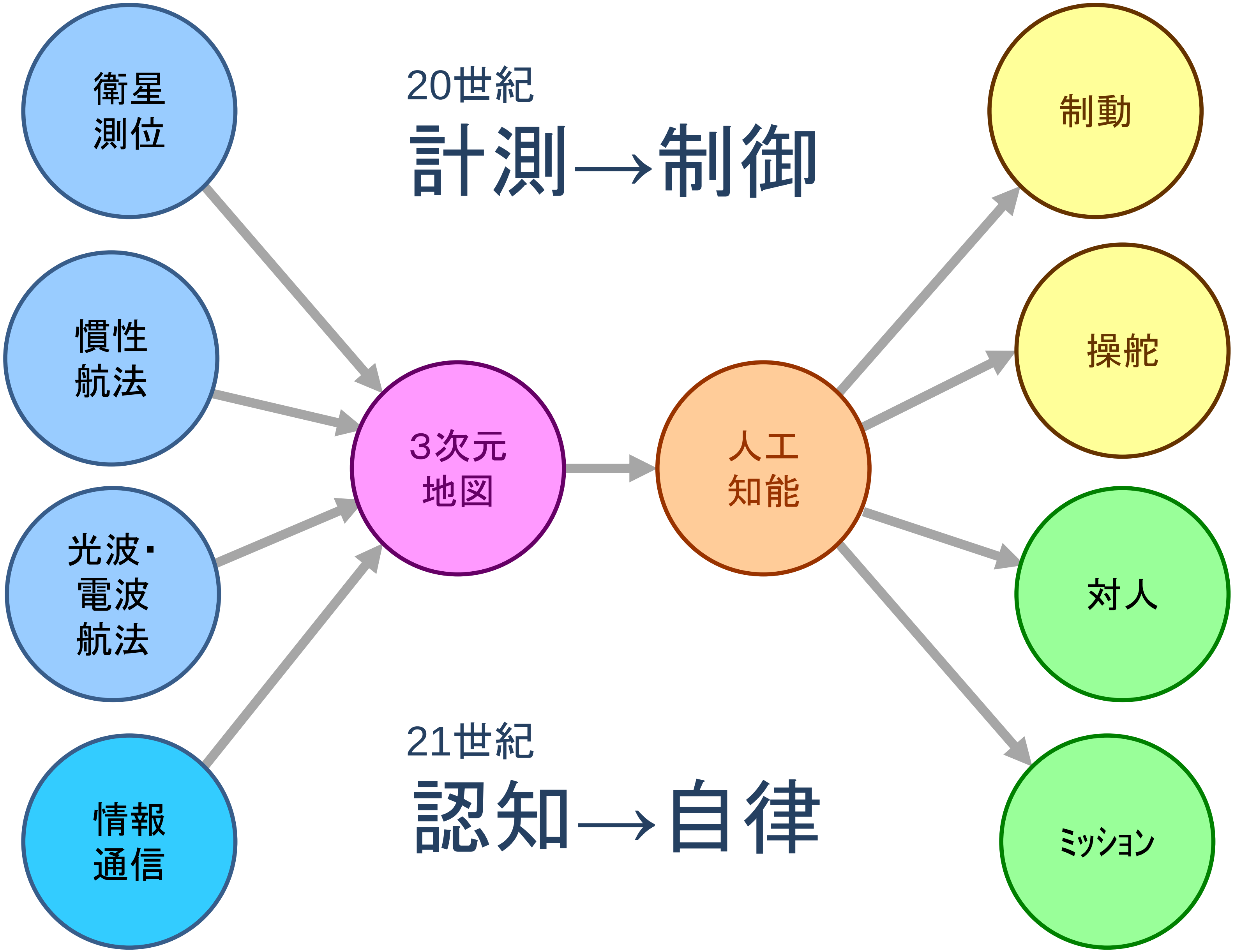
LTE測位：TOA, RTK, PPP, PPP−RTK

3GPP リリース14　2017年2月～
地上網の到達時間（TOA：Time Of Arrival）を活用し、
隣接した基地局を利用した到達時間差を使用
OTDOA：Observed Time Difference Of Arrival

3GPP リリース15　2018年5月～
RTK, Network RTK（VRS, FKP, MAC）, PPP
RTCM 10403.3 ベース
QZSSも含む

3GPP リリース16　2019年2月～
PPP-RTK
欧州宇宙機関（ESA）, Ericson, u-blox, Mitsubishi
Discussion with Qualcomm, Nokia, Huawei, HiSilicon

計測・制御系から認知・自律システムへ



インターナショナル測位 & ナショナル測位 –注意事項–

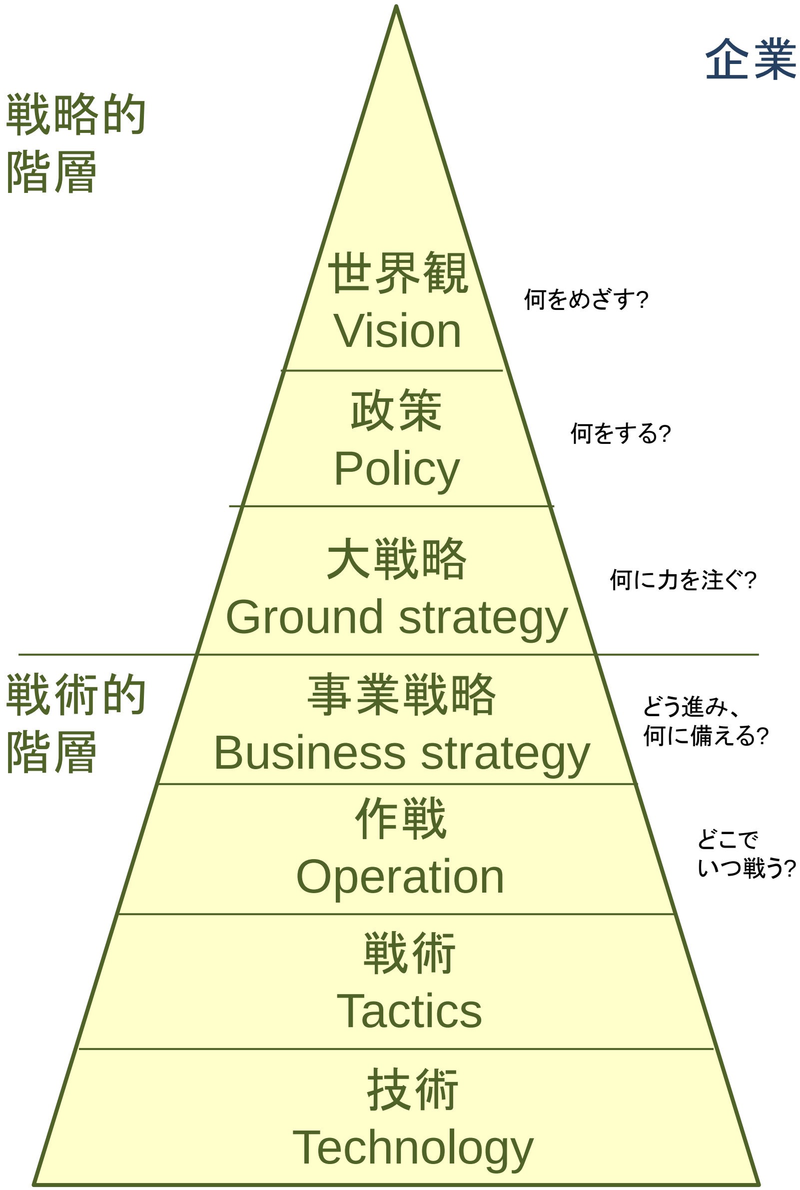
SPAC

① 法規に照らして「正しい測位」は、アプリケーションによって異なるので注意。

インターナショナル測位	ナショナル測位
米国防総省世界測地系WGS84 ≃ 国際地球基準座標系 ITRF	
	国のオーソリティ （例：測量局，航空局，沿岸警備局）
企業	企業
測位ユーザ	測位ユーザ

② 米国が推進する輸出管理の新しい規制（ECRA）に注目。

測位技術に関する戦略の階層



企業ごとの戦略から 産学官をつなぐ戦略協調へ統合

超スマート社会へ
Society 5.0

みちびき | G空間 | SIP | 標準化

米国補完 | 測位補強 | セキュリティ・決済利用 | 認知・自律化

事業開発 | 研究開発 | 能力構築

マーケットにおけるポジショニングとタイミング

連携 | 協力 | 調達 | 調査 | 参加

計測航法 | 衛星測位 | 地上系電波航法

参考文献：奥山真司, *戦略の階層 2.0*, オンザボード, 2016.

IoT測位八策

SPAC

① CMAS･MADOCA･GEONETで世界に魁けた測位技術を活用
（PPP-RTK, PPP, RTK技術の活用）

② 5G/LTE/ISO/ICAOなど国際標準に注目、日本提案を推進

③ IoT測位で世界上位に返り咲き（日本製ナビが世界に先駆けた90年代を再び）

④ 測位のセキュリティを強化し、決済手段に進化
（パワージャミング，スプーフィング，ミーコニング対策）
注:「ジャミング」は本来「妨害」全体をさす。区別して「パワージャミング」という。

⑤ 測位技術が支え 認知-自律システム に発展

⑥ 法規に適合した「正しい」測位（アプリケーション分野による）

⑦ 米中露対立から現れる “新輸出管理規制”に注意

⑧ 測位技術を基盤に超スマート社会を実現

用語集

3GPP	3rd Generation Partnership Project
5G	5th Generation Mobile Communication System
CLAS	Centimeter Level Augmentation Service（QZSS）
ECRA	Export Control Reform Act (USA)
ESA	European Space Agency
FKP	FlächenKorrecturPrameter (in the German language)
GDP	Gross Domestic Product
GNSS	Global Navigation Satellite System
ICAO	International Civil Aviation Organization
IoT	Internet Of Things
ISO	International Organization for Standardization
ITRF	International Terrestrial Reference Frame
LBS	Location Based Service
LTE	Long Term Evolution
MAC	Master Auxiliary Correction
MADOCA	Multi-GNSS Demonstration tool for Orbit and Clock Analysis
NR	New Radio (5G)
PPP	Precise Point Positioning
QZSS	Quasi-Zenith Satellite System
RTCM	Radio Technical Committee for Maritime Services
RTK	Real Time Kinematic GNSS positioning
SPAC	Satellite Positioning Research and Application Center
SSR	State Space Representation
TOA	Time Of Arrival
VRS	Virtual Reference Station
WGS	World Geodetic System