測位技術振興会
高精度衛星測位利用公開シンポジウム

高精度測位補強サービスへの期待
～MADOCAによる海外展開～

グローバル測位サービス株式会社

五百竹 義勝
April 17, 2019

Copyright 2019 © Global Positioning Augmentation Service Corporation All Rights Reserved

講演内容

1．GPASのご紹介
2．高精度測位補強サービス
3．高精度測位技術/MADOCAとは
4．期待される利用分野
5．海外実証事例のご紹介

Copyright 2019 © Global Positioning Augmentation Service Corporation All Rights Reserved

1．GPASのご紹介

- グローバルな高精度測位サービスの事業化をめざし企画会社として設立。
- 事業化に向け、国・機関の支援を頂きながら、事業性・実用性を評価中。
- 2020年度からの事業化（商用配信サービスの開始）を目指す。

2020年度を目途に

企画会社 → **事業会社** へ

内閣府
準天頂衛星の主務官庁

経済産業省
総務省
他官公庁
準天頂衛星の利活用推進

支援

<構成メンバー>
日立造船
日本政策投資銀行
デンソー
日立ｵｰﾄﾓﾃｨﾌﾞｼｽﾃﾑｽﾞ
日本無線
NECｿﾘｭｰｼｮﾝｲﾉﾍﾞｰﾀ
古野電気
豊田通商
ﾏｾﾞﾗﾝｼｽﾃﾑｽﾞｼﾞｬﾊﾟﾝ

技術提供
課題抽出

JAXA
ＭＡＤＯＣＡ開発元

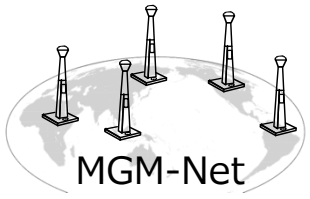
<オブザーバ協力>
自動車OEM、
建機・農機メーカ、
その他メーカ等

事業性評価・検討

事業性、サービス、
企業連携

実用性評価・検討

MADOCA機能・性能、
グローバル監視局、
センターシステム



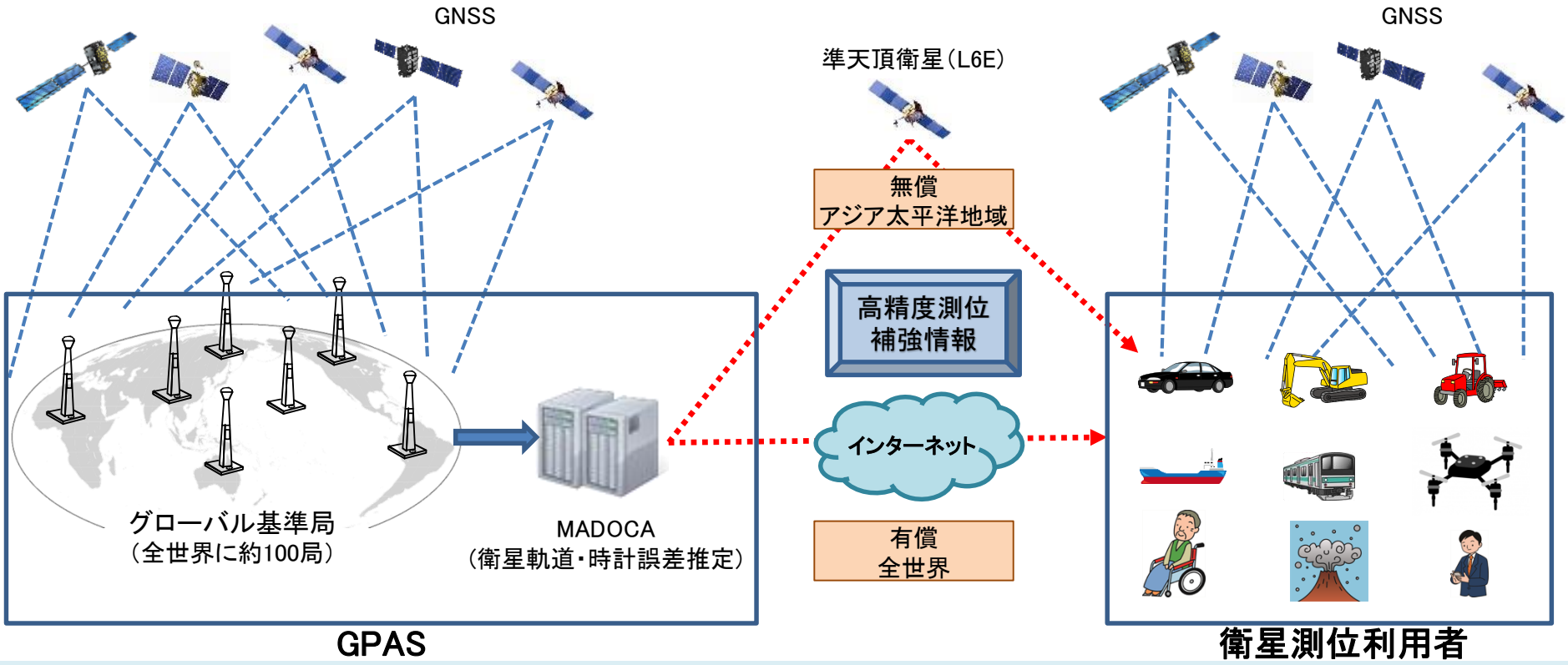
高精度測位実証

Copyright 2019 © Global Positioning Augmentation Service Corporation All Rights Reserved

2．高精度測位補強サービス ①

◆商用サービスの概要

- 衛星測位利用者に**高精度測位補強情報**(測位衛星の軌道、時計誤差等)を提供することにより、測位精度を数センチメートルに高めることが出来る。
- JAXAが開発したMADOCA（後述）を利用して**高精度測位補強情報**を生成し、準天頂衛星およびインターネット経由で衛星測位利用者に提供する。
- 衛星測位利用者は、MADOCA対応の受信機さえあれば、地上インフラの整備を必要とせず、 世界中どこでもセンチメータ級の測位が可能となる。

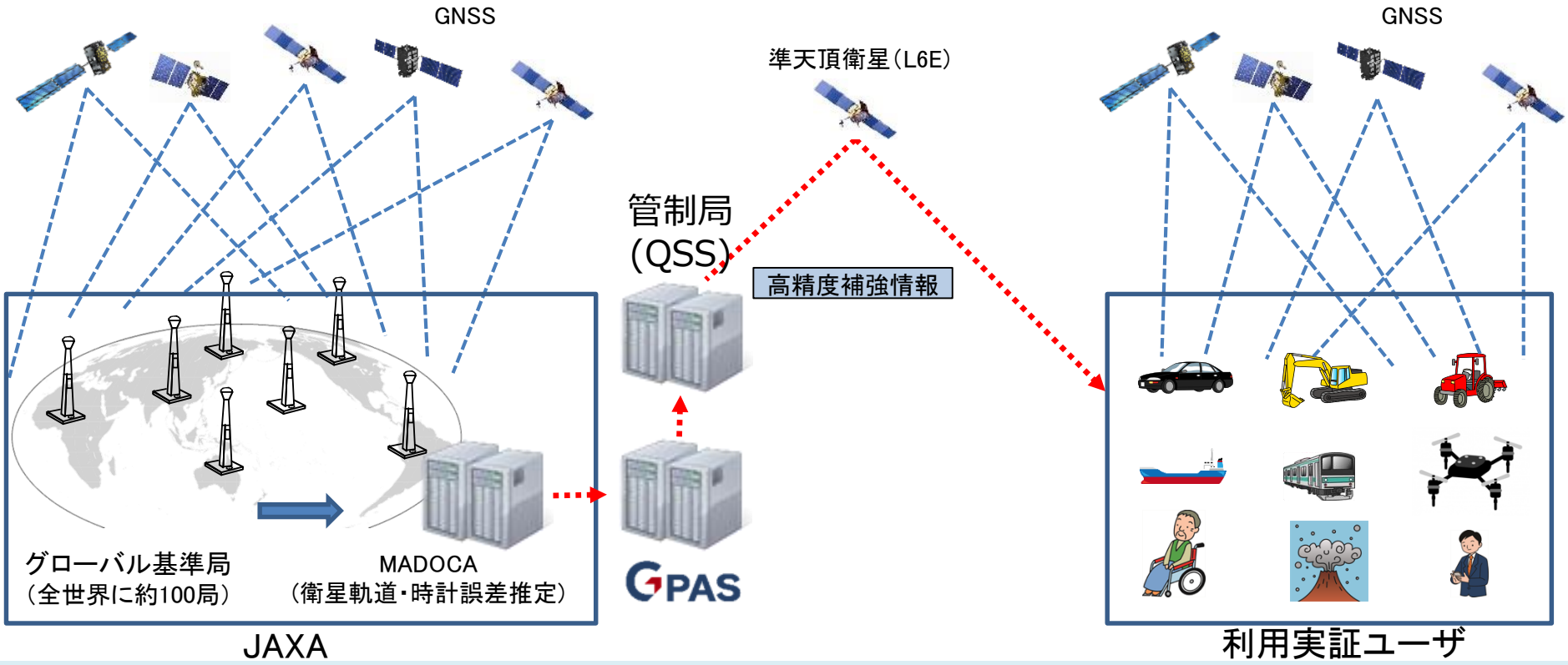


Copyright 2019 © Global Positioning Augmentation Service Corporation All Rights Reserved

2．高精度測位補強サービス ②

◆準天頂衛星からのMADOCA配信（技術実証）

- 内閣府、準天頂衛星ｼｽﾃﾑｻｰﾋﾞｽ株式会社(QSS)と共同で、準天頂衛星のアジア太平洋地域でのセンチメータ級測位補強実証の位置づけでMADOCA技術実証(※)を開始。
  ※準天頂衛星L6E信号での技術実証用補正情報の配信。
  2017.12.06より、準天頂衛星からのMADOCA配信を開始
- 経産省、総務省の実証事業として、海外(オーストラリア、タイ他)での準天頂衛星を活用した高精度測位実証を実施中。



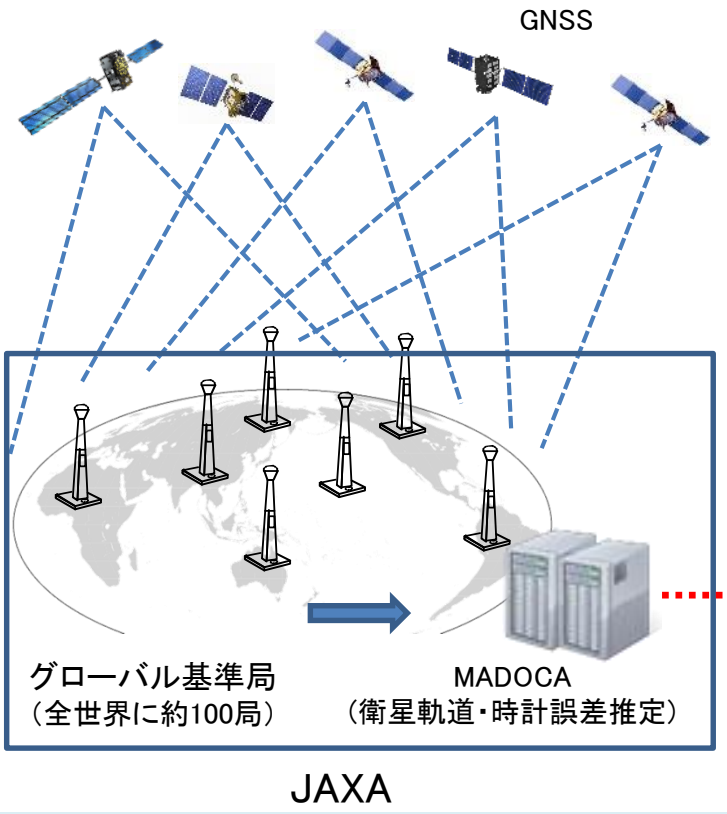
Copyright 2019 © Global Positioning Augmentation Service Corporation All Rights Reserved

3．高精度測位技術/MADOCAとは ①

◆ MADOCA

Multi-GNSS Advanced Demonstration tool for Orbit and Clock Analysis

- JAXAが開発した高精度測位を実現するための精密軌道・クロック推定ソフトウェア。
- 従来方式のように地上インフラを必要とせず、全世界で約100局の観測局があれば、世界中で高精度測位(センチメータ級)が可能となる。
- 自動車、農機、海洋などアプリケーションの実証試験によって技術の有効性を確認。



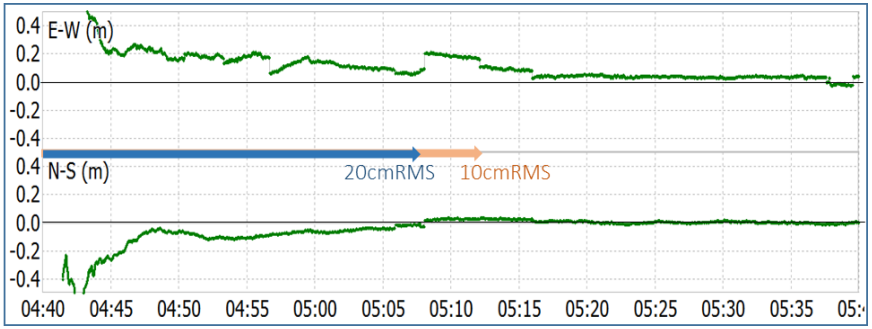
高精度
補強情報

PPP

PPP	AVE	STD	RMS
E	1.6 cm	2.6 cm	3.1 cm
N	1.3 cm	1.7 cm	2.1 cm
U	5.1 cm	4.8 cm	7.0 cm

PPP−AR

PPPAR	AVE	STD	RMS
E	1.1 cm	1.0 cm	1.5 cm
N	1.4 cm	1.0 cm	1.7 cm
U	4.7 cm	3.2 cm	5.7 cm



MADOCA技術による測位精度実証結果例
（約30分間の初期収束後にセンチメートル級精度を達成）
※初期収束時間の短縮は今後の開発課題

Copyright 2019 © Global Positioning Augmentation Service Corporation All Rights Reserved

3．高精度測位技術/MADOCAとは ②

◆ MADOCA対応受信機

➢ データフォーマット公開により、数多くの受信機が対応。端末価格の低廉化に期待。

<すでに販売中の受信機>

・マゼランシステムズジャパン株式会社 / 多周波マルチGNSS受信機 評価キット
https://www.magellan.jp/products/embedded/multifrequency-gnss-evkit

・株式会社コア / Cohac∞ Chronosphere-L6 みちびき対応 センチメータ精度測位受信機
https://www.core.co.jp/solution/gnss/chronosphere-l6/index.html

マゼラン社製

コア社製

<MADOCA対応を予定している受信機メーカ>

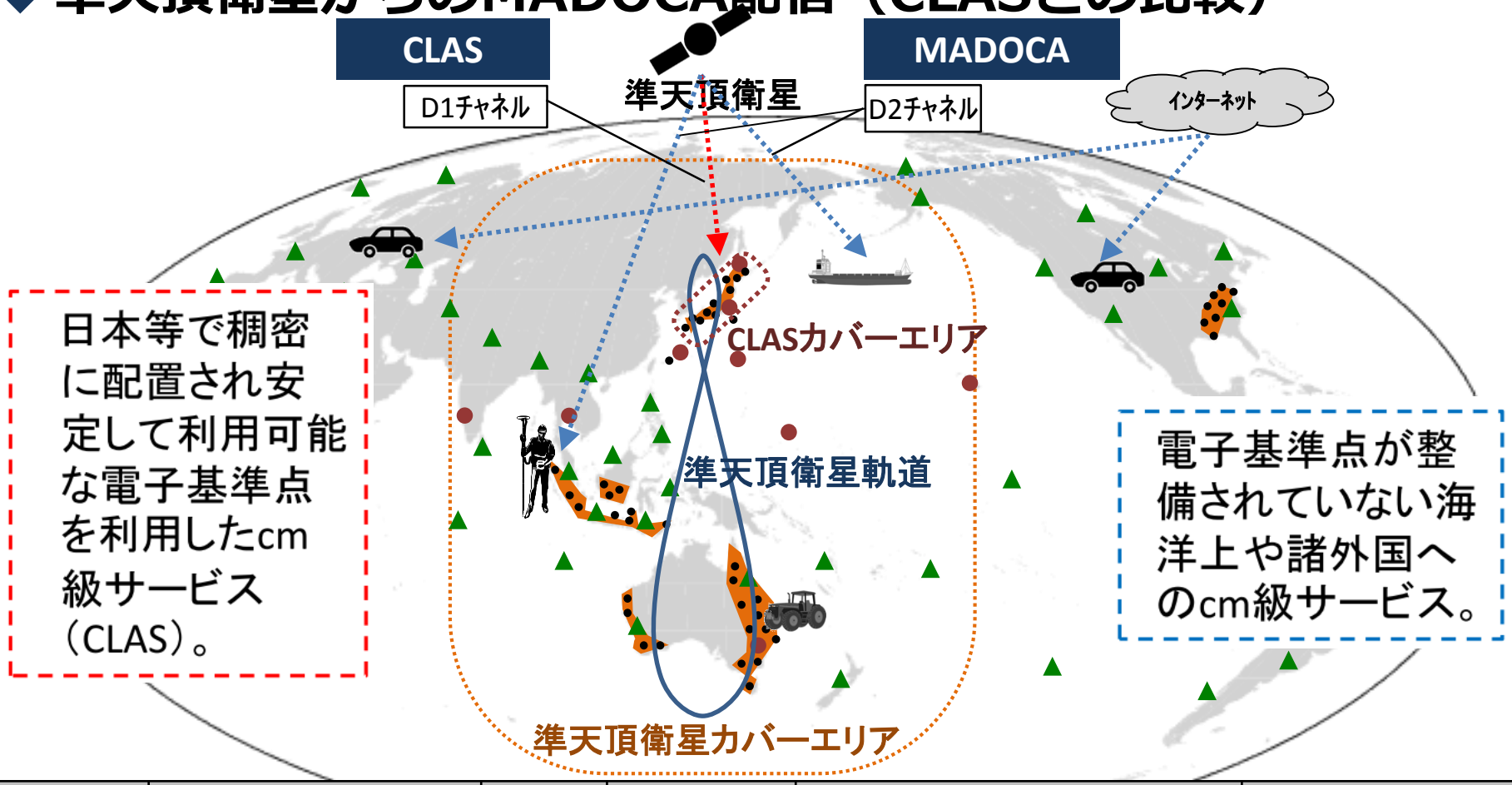
・日本無線株式会社
・u-blox
・Septentrio
・UniStrong/Hemisphere

※2周波(搬送波出力)受信機であればPPP測位ソフト(RTKLIB、他)を利用することで
MADOCA-PPP測位が可能。

Copyright 2019 © Global Positioning Augmentation Service Corporation All Rights Reserved

3．高精度測位技術/MADOCAとは ③

◆準天頂衛星からのMADOCA配信（CLASとの比較）



補正方式	サービスエリア	精度	初期化	基準点構成	データサイズ
CLAS	日本とその近海	cm級	1分	20-30km間隔の基準点	日本周辺で2kbps
MADOCA	準天頂衛星カバーエリア ※インターネットで全世界対応	cm級	30分 ※高速化取組	全世界で約100点の基準点	全世界で2kbps

Copyright 2019 © Global Positioning Augmentation Service Corporation All Rights Reserved

4．期待される利用分野

◆ PPP測位への期待

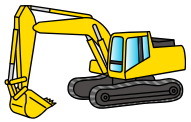
自動車関連

高度運転支援、自動運転、
ロードプライシング、等々

時刻・位置認証

時刻同期、時刻認証、
位置認証サービス、等々

土木・建設



建機自動運転、施工管理、
測量、等々

①単独測位である
②高精度である
③地域に依存しない

防災・減災

火山・地震・地すべり監視、
津波監視、気象観測、等々

**様々な分野で
PPP測位に期待**

農業

農機自動運転、生育管理、
農薬散布、等々

ロケーションサービス

観光・身障者ナビ、見守り、
物流管理、エンタメ、等々

海洋・船舶

海洋状況把握、自動着桟、
自動航行、港湾管理、等々

航空・ドローン

安全対策、航空車両管理、
ドローン自律飛行、等々

鉄道

運行管理、安全運転支援、
保線作業、等々

Copyright 2019 © Global Positioning Augmentation Service Corporation All Rights Reserved

5．海外実証事例のご紹介 ①

◆JAXAによるこれまでの取り組み

自動走行による『スマートチャージング』デモ

DENSO/NEC/JAXA共同実験

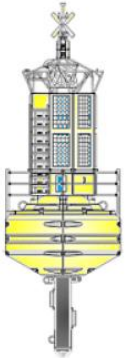
- NEDOバンコク実証事業（ホンダ技研、ゼンリンほか）

農機自動走行

北海道大学/JAXA共同実験

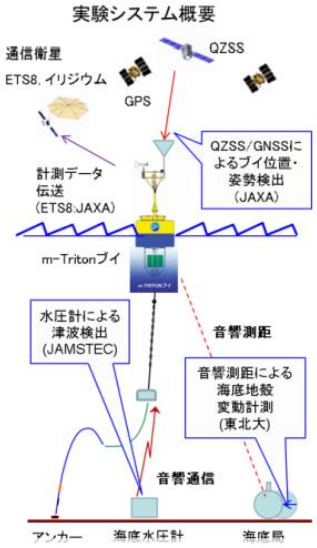
- 田植機自動制御に関する共同実験（農研機構/中央農研センター）
- 総務省G空間×ICT実証：豪州における共同実験（日立造船、ヤンマー、日立製作所ほか）

津波計測用ブイの精密測位



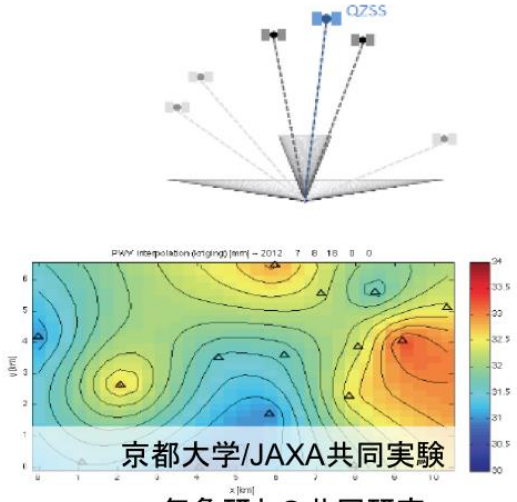
日立造船/
JAXA共同実験

実験システム概要



JAMSTEC/東北大
/JAXA共同実験

測位信号による可降水量推定



京都大学/JAXA共同実験

- 気象研との共同研究

都市環境下での低速移動体測位

日本大学/JAXA共同実験

青字：海外

※JAXA様提供資料

Copyright 2019 © Global Positioning Augmentation Service Corporation All Rights Reserved

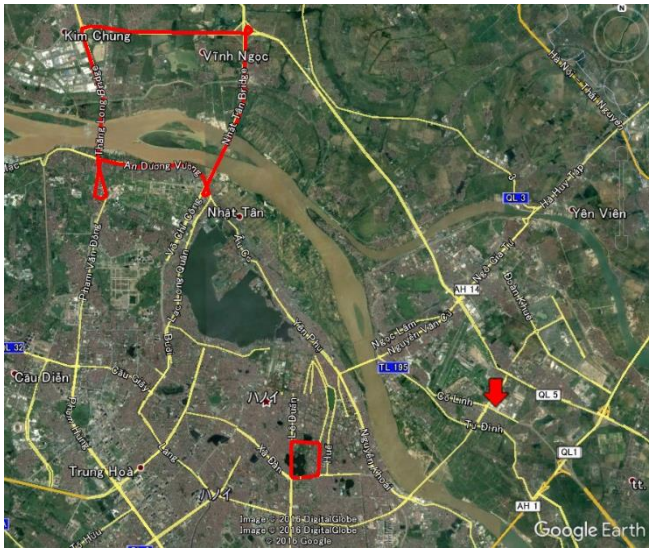
5．海外実証事例のご紹介 ②

■ベトナムにおける準天頂衛星システムを活用した高精度測位サービス実証事業（平成28年度　経産省）

経済産業省
Ministry of Economy, Trade and Industry

委託：　本田技研工業

✓　準天頂衛星システムによるセンチメータ級測位を用いた新たなサービスの実現・拡大に向けた技術的課題の解決に向けた技術実証をベトナム国内で実施。



ベトナム・ハノイ

実験車両

精度評価
1)静止

単位：cm	RMS 全データ	RMS FIX時のみ
東方向	3．6	3．6
北方向	3．5	3．1
高さ方向	8．8	6．9

2)走行
(市街)

単位：cm	RMS 全データ	RMS FIX時のみ
横方向	24．1	16．9
進行方向	18．2	16．2
高さ方向	63．2	40．2

3)走行
(郊外)

単位：cm	RMS 全データ	RMS FIX時のみ
横方向	9．8	6．7
進行方向	10．3	5．8
高さ方向	32．0	23．3

Copyright 2019 © Global Positioning Augmentation Service Corporation All Rights Reserved

5．海外実証事例のご紹介 ③

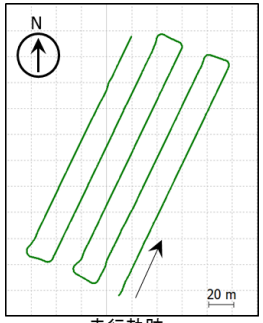
■豪州農業における準天頂衛星の補強信号を活用した高効率な営農作業システムの調査（平成28年度　総務省）

総務省 Ministry of Internal Affairs and Communications

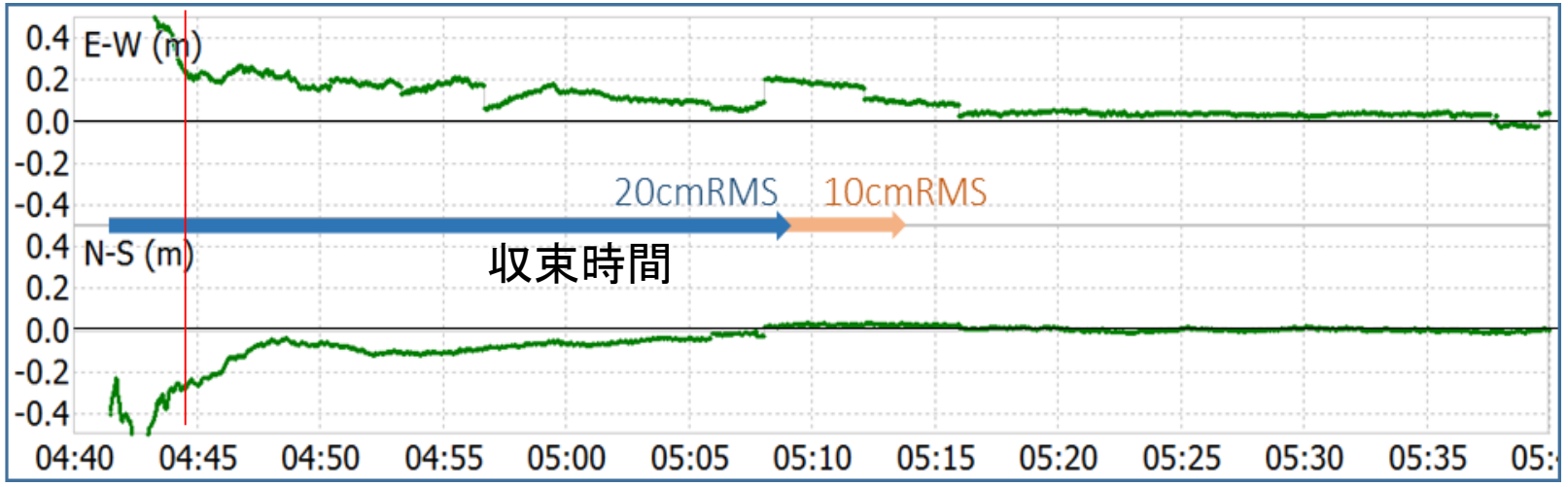
請負：　株式会社 日立製作所

✓　準天頂衛星によるセンチメータ級測位（PPP方式）を用いて豪州の農場における営農作業の実証と初期収束時間・測位精度の評価を実施。

測位使用衛星	GPS+QZSS+GLO	初期値補正	なし
収束時間(20cmRMS)	1651 秒	測位精度(収束前)	水平 28.2 cm
収束時間(10cmRMS)	1903 秒	測位精度(収束後)	水平　4.5 cm



走行軌跡



Copyright 2019 © Global Positioning Augmentation Service Corporation All Rights Reserved

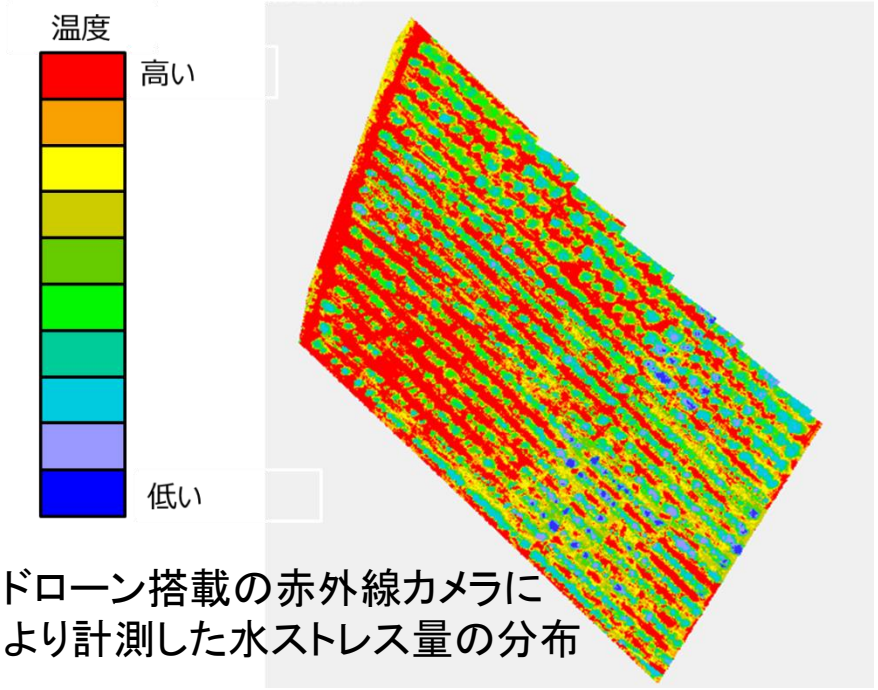
5．海外実証事例のご紹介 ④

■豪州における準天頂衛星の高精度測位機能を利用したセンシングデータの活用に関する調査（平成28年度　総務省）

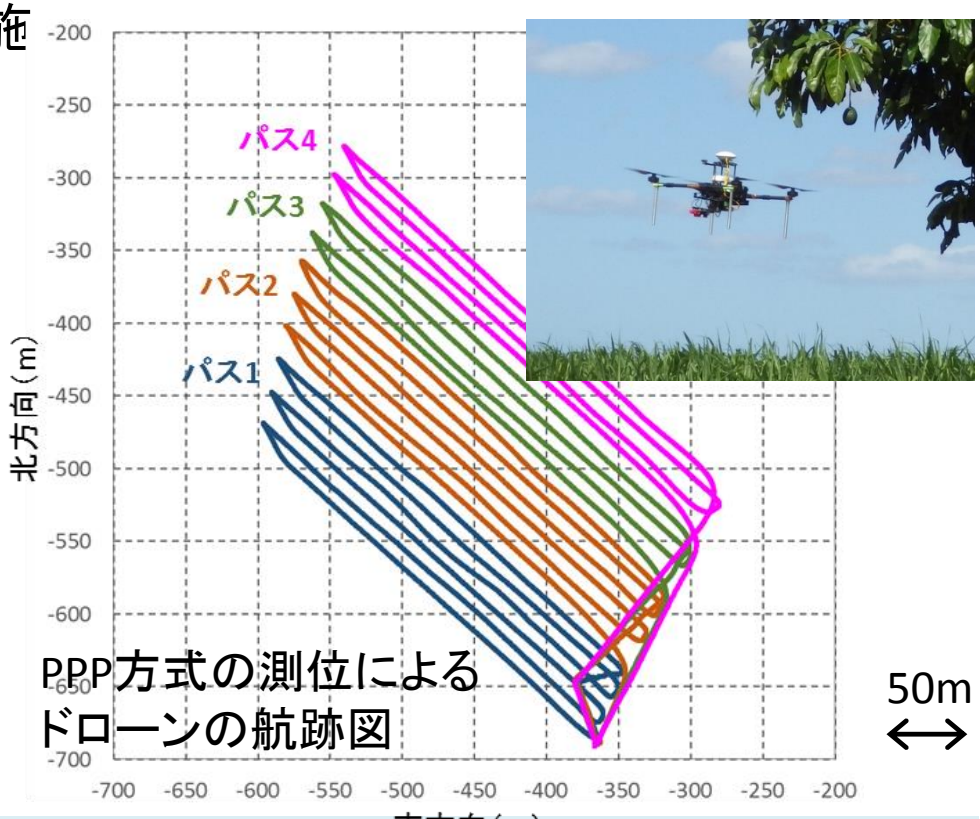
請負：　株式会社 日立製作所

総務省
Ministry of Internal Affairs and Communications

✓　農場センシングを行うドローンの位置管理に準天頂衛星のセンチメータ級測位（PPP方式）を用いた実証試験を実施



ドローン搭載の赤外線カメラにより計測した水ストレス量の分布



PPP方式の測位によるドローンの航跡図

50m

Copyright 2019 © Global Positioning Augmentation Service Corporation All Rights Reserved

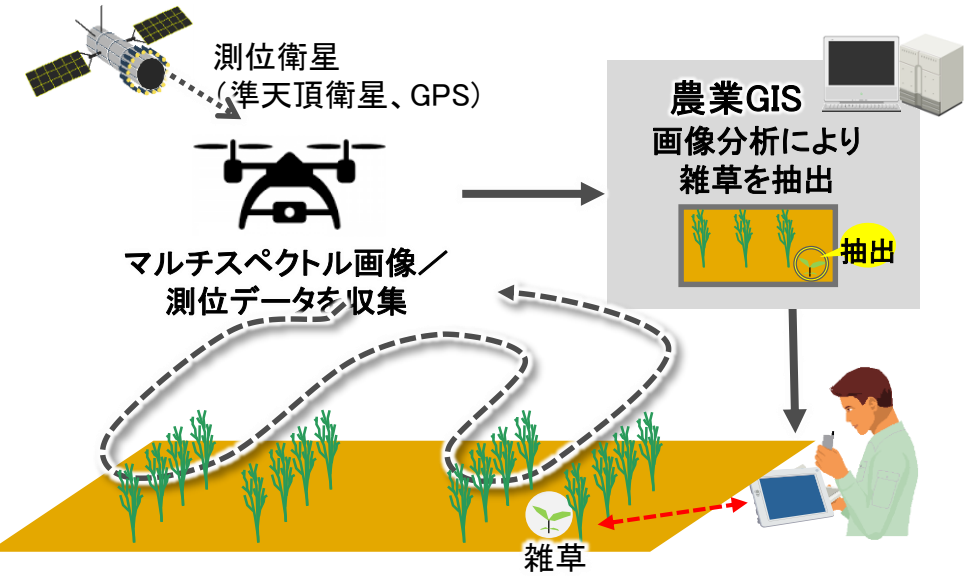
5．海外実証事例のご紹介 ⑤

■豪州農業における準天頂衛星を活用した高精度・高効率分析システムの調査（平成29年度　総務省）

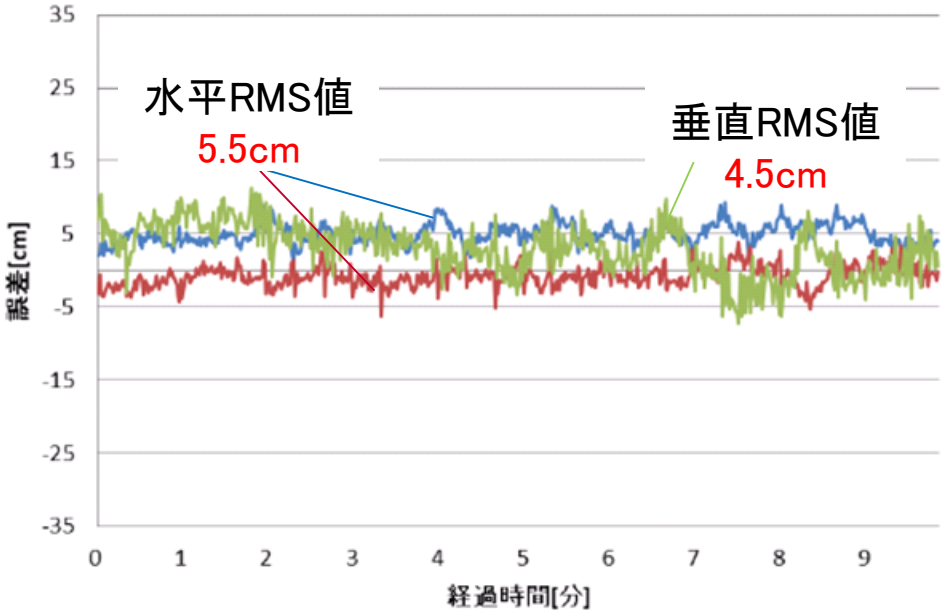
請負：株式会社 日立製作所

総務省
Ministry of Internal Affairs and Communications

✓ 準天頂衛星のセンチメータ級測位（PPP方式）による高精度・高効率分析の実証試験を実施



【高精度・高効率分析システムの概要図】



【ドローン飛行時の測位精度(PPP方式)】

本実証は、総務省の『豪州における準天頂衛星の高精度測位機能を利用したセンシングデータの活用に関する調査に係る請負』（平成29年度）による委託を受けて実施

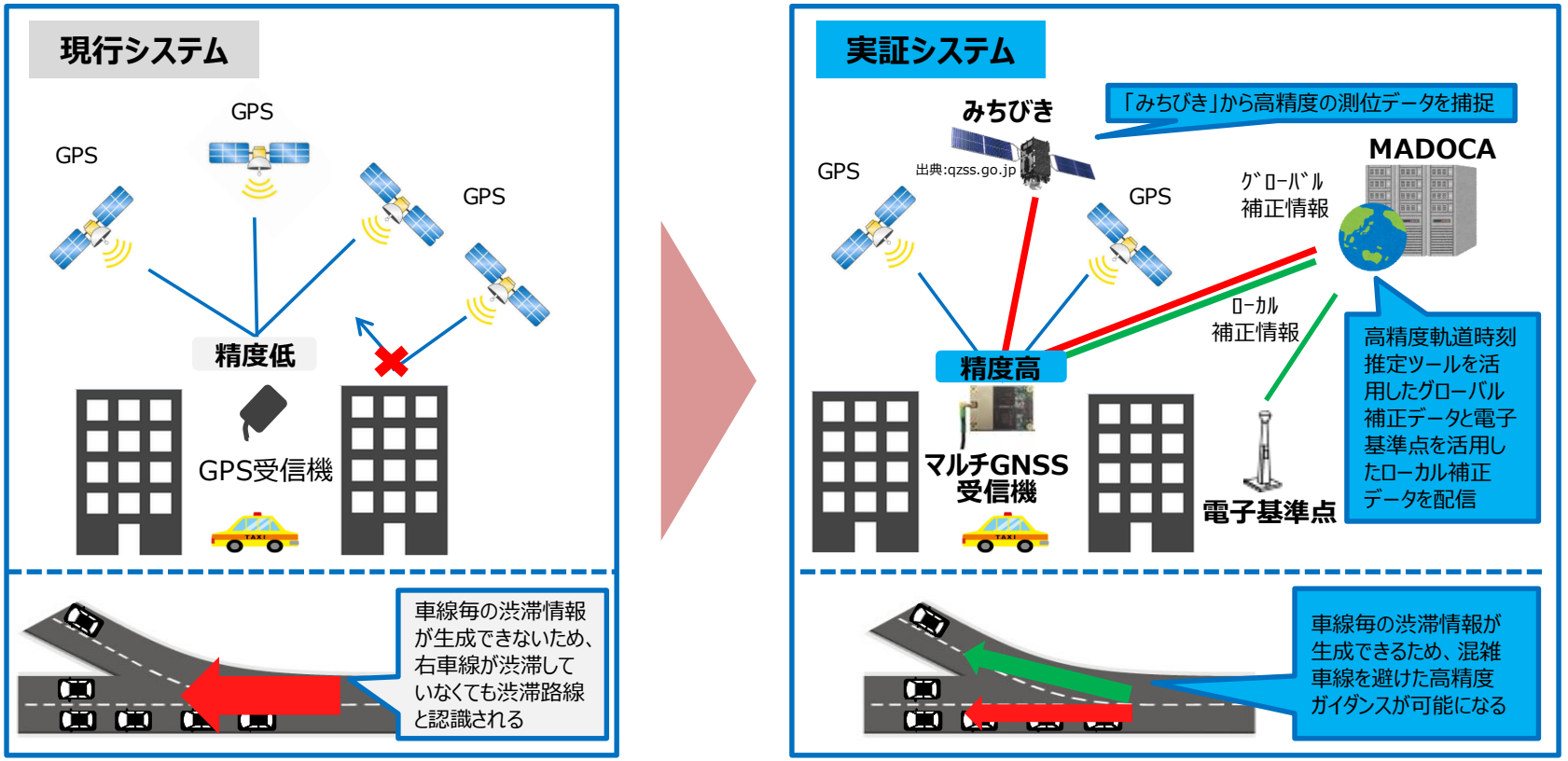
Copyright 2019 © Global Positioning Augmentation Service Corporation All Rights Reserved

5．海外実証事例のご紹介 ⑥

■日ASEAN新作業創出実証事業/高精度測位技術を活用した高精度ルートガイダンスシステムの検討（平成29年度 JETRO）

委託：豊田通商株式会社

✓ 準天頂衛星システムを活用した車線単位の高精度ルートガイダンスシステムの実証事業をタイ・バンコクで実施。



Copyright 2019 © Global Positioning Augmentation Service Corporation All Rights Reserved

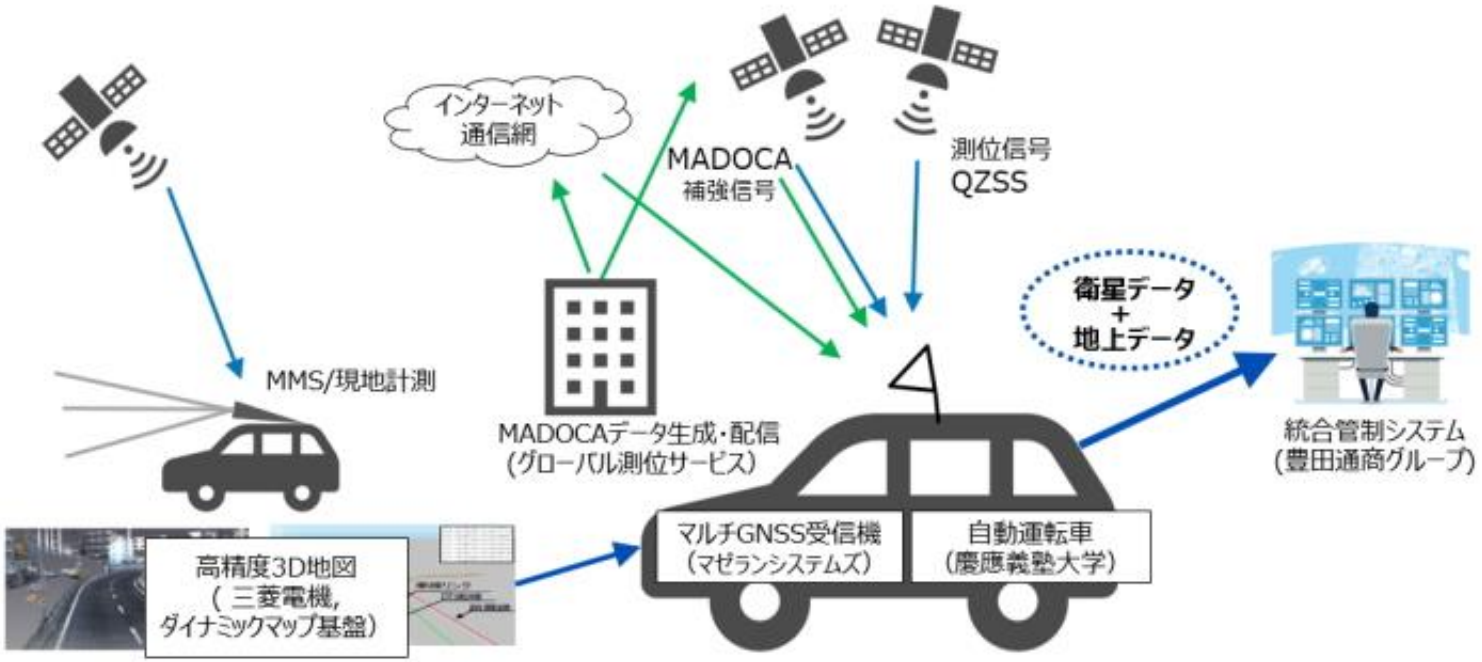
5．海外実証事例のご紹介 ⑦

■衛星データ統合活用実証事業/豪州における準天頂衛星システムを活用した自動運転実証（平成30年度 経産省）

経済産業省 Ministry of Economy, Trade and Industry

委託：豊田通商株式会社

✓ みちびき、MADOCA、高精度3D地図を利用した、自動運転への適用、ならびに走行車両のデータの収集・解析を行う統合管制システムの検証



衛星データ(QZSS,MADOCA) と 地上データ(高精度3D地図)を活用した自動運転車を走行させ、統合管制システムでデータ収集・解析

Copyright 2019 © Global Positioning Augmentation Service Corporation All Rights Reserved

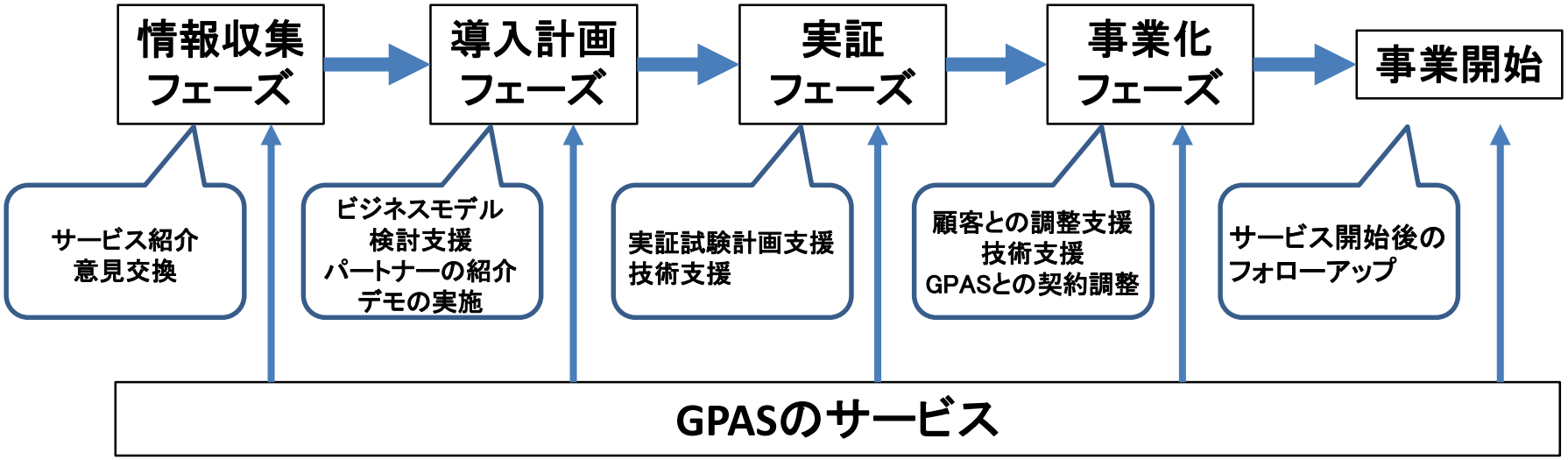
さいごに

◆利用を検討の皆様へ

- GPASでは、すでに準天頂衛星を利用してMADOCA情報を試験配信中。
  ※2019年度　インターネットでの試験配信を開始予定。
  ※2020年度　インターネットでの商用配信を開始予定。

- GPASでは、導入に関心をお持ちの企業様にビジネスモデル検討支援、実証試験計画支援等を実施可能。（下図参照）

- GPASでは、試験用受信機の貸与、試験システムの準備、運用等のスタッフ支援まで実施可能。



Copyright 2019 © Global Positioning Augmentation Service Corporation All Rights Reserved

グローバル測位サービス株式会社

ご清聴ありがとうございました。

Copyright 2019 © Global Positioning Augmentation Service Corporation All Rights Reserved