

高精度測位情報活用 の現状と将来展望

三菱電機株式会社
宇宙システム事業部長
兼 高精度測位事業推進部長
柴田 泰秀

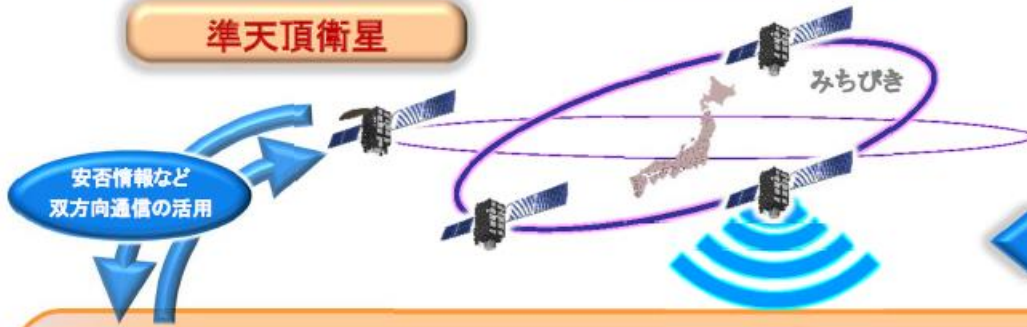
2019年4月9日

三菱電機株式会社

G空間社会のイメージ



準天頂衛星



準天頂衛星とは

日本独自の測位衛星。日本のほぼ真上(準天頂)に滞留可能であり、8の字軌道によりアジア・オセアニア地域にも衛星測位サービスの提供が可能。2018年度に4機体制を構築し、cm級の高精度測位を行うことが可能。さらに2023年度を目途として7機体制の確立により、準天頂衛星のみでGPSに依存することなく測位が可能。

高精度でリアルタイムの位置と時刻

国土を守り、命を救う



防災対策システム

新時代の交通、物流システム



離島への物流網

多様で豊かな暮らし



ストレスフリー環境

地方創生を加速



i-Construction

IT農業

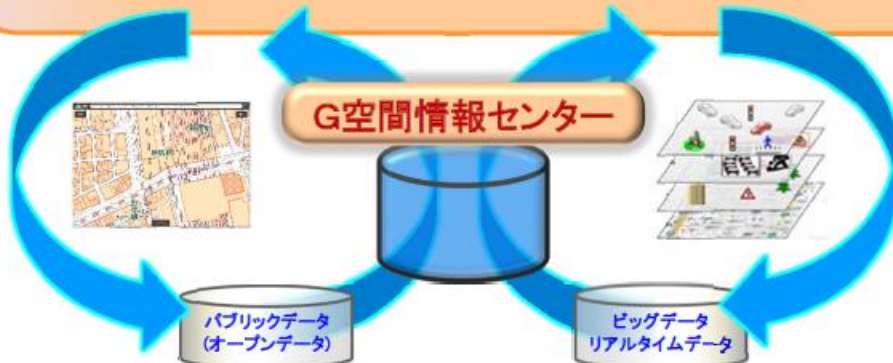
世界に拡げる



技術・サービスの海外展開

G空間関連市場規模は2020年度には約60兆円に拡大（2012年度は約20兆円）
出典：情報通信白書（2013年版）

G空間情報センター



高付加価値のG空間情報の循環システムの形成

G空間情報センターとは

各主体が整備するG空間情報を集約し、より一層利用価値の高い情報へ加工・変換して、誰もがいつでも容易に、かつ円滑に検索・入手できる、G空間情報の流通・利活用の中核としての機能を有する。

G空間がつくる未来

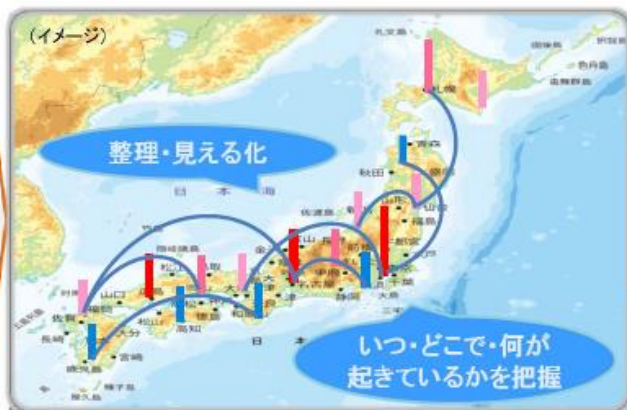


- 情報を位置と時間で整理・見える化。
- 「いつ、どこで、何が起きているか」を正確に把握。
- 最適な意思決定、制御・連携による、新しいサービスや産業の創出。

デジタル情報をIoTにより集約
(ビッグデータ化)



衛星、車両、
携帯端末、センサ等

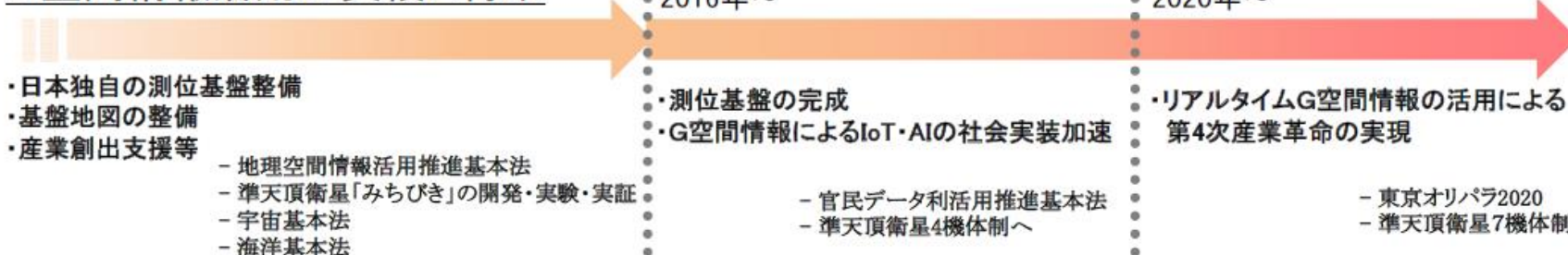


意思決定や制御・連携の
最適化を実現



市民生活、ビジネス、
自動走行から災害対応まで

G空間情報活用の実績と将来



位置情報利用の動向：第5期科学技術基本計画 (平成28年度～平成32年度)

第5期科学技術基本計画の概要

- 「科学技術基本計画」は、科学技術基本法に基づき政府が策定する、10年先を見通した5年間の科学技術の振興に関する総合的な計画
- 第5期基本計画（平成28年度～32年度）は、総合科学技術・イノベーション会議（CSTI）として初めての計画であり、「科学技術イノベーション政策」を強力に推進
- 本基本計画を、政府、学界、産業界、国民といった幅広い関係者が共に実行する計画として位置付け、我が国を「世界で最もイノベーションに適した国」へと導く

第1章 基本的考え方

(Society 5.0)

サイバー空間とフィジカル空間(現実社会)が高度に融合した「超スマート社会」を未来の姿として共有し、その実現に向けた一連の取組を「Society 5.0」(*)とし、更に深化させつつ強力に推進



第2章 未来の産業創造と社会変革に向けた新たな価値創出の取組

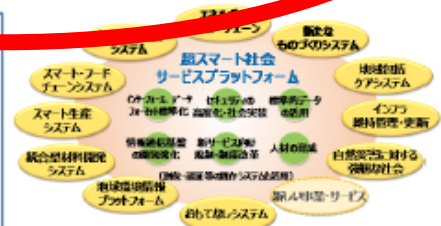
自ら大きな変化を起こし、大変革時代を先導していくため、非連続なイノベーションを生み出す研究開発と、新しい価値やサービスが次々と創出される「超スマート社会」を世界に先駆けて実現するための仕組み作りを強化する。

(1) 未来に果敢に挑戦する研究開発と人材の強化

- 失敗を恐れず高いハードルに果敢に挑戦し、他の追随を許さないイノベーションを生み出していく営みが重要。アイデアの斬新さと経済・社会的インパクトを重視した研究開発への挑戦を促すとともに、より創造的なアイデアと、それを実装する行動力を持つ人材にアイデアの試行機会を提供（各府省の研究開発プロジェクトにおける、チャレンジングな研究開発の推進に適した手法の普及拡大、IaaS/PaaS/SaaSの更なる発展・展開など）

(2) 世界に先駆けた「超スマート社会」の実現 (Society 5.0)

- 世界では、ものづくり分野を中心に、ネットワークやIoTを活用していく取組が打ち出されている。我が国ではその活用を、ものづくりだけでなく様々な分野に広げ、経済成長や健康長寿社会の形成、さらには社会変革につなげていく。また、科学技術の成果のあらゆる分野や領域への浸透を促し、ビジネス力の強化、サービスの質の向上につなげる
- サイバー空間とフィジカル空間（現実社会）が高度に融合した「超スマート社会」を未来の姿として共有し、その実現に向けた一連の取組を「Society 5.0」*とし、更に深化させつつ強力に推進
* 野良社会、農研社会、工業社会、情報社会に続くような新たな社会を生み出す変革を科学技術イノベーションが先導していく、という意味を持つ
- サービスや事業の「システム化」、システムの高度化、複数のシステム間の連携協調が必要であり、産学官・関係府省連携の下、共通的なプラットフォーム（超スマート社会サービスプラットフォーム）構築に必要な取組を推進



(4) 基本方針

- 先を見通し戦略的に手を打っていく力（先見性と戦略性）と、どのような変化にも的確に対応していく力（多様性と柔軟性）を重視
- あらゆる主体が国際的に開かれたイノベーションシステムの中で競争、協調し、各主体の持つ力を最大限発揮できる仕組みを、人文社会科学、自然科学のあらゆる分野の参画の下で構築

① 第5期科学技術基本計画の4本柱

- i) 未来の産業創造と社会変革 ii) 経済・社会的な課題への対応
- iii) 基盤的な力の強化 iv) 人材、知、資金の好循環システムの構築

* i～ivの推進に際し、科学技術外交とも一体となり、戦略的に国際展開を図る視点が不可欠

② 科学技術基本計画の推進に当たっての重要事項

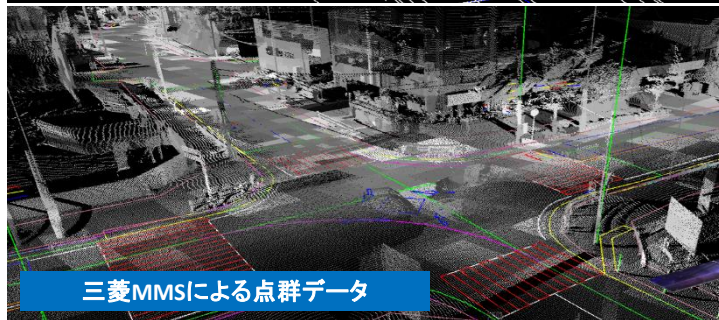
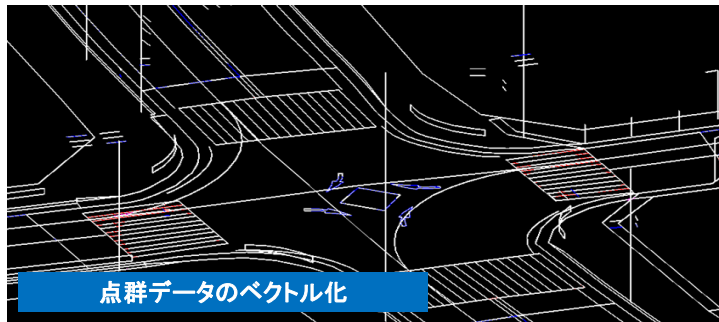
- i) 科学技術イノベーションと社会との関係深化 ii) 科学技術イノベーションの推進機能の強化
- 基本計画を5年間の指針としつつ、毎年度「総合戦略」を策定し、柔軟に政策運営
- 計画の進捗及び成果の状況を把握していくため、主要指標及び目標値を設定（目標値は、国全体としての達成状況把握のために設定しており、現場でその達成が自己目的化されないよう留意が必要）

(3) 「超スマート社会」における競争力向上と基盤技術の戦略的強化

- 競争力の維持・強化に向け、知的財産・国際標準化戦略、基盤技術、人材等を強化
- システムのパッケージ輸出促進を通じ、新ビジネスを創出し、課題先進国であることを強みに変える
- 基盤技術については、超スマート社会サービスプラットフォームに必要な技術（サイバーセキュリティ、IoTシステム構築、ビッグデータ解析、AI、デバイスなど）、新たな価値創出のコアとなる強みを有する技術（ロボット、センサ、バイオテクノロジー、素材・ナノテクノロジー、光・量子など）について、中長期視野から高い達成目標を設定し、その強化を図る

位置情報の新しい役割

- サイバー空間とフィジカル空間（現実社会）が高度に融合した「超スマート社会」
 - ⇒ 空間を連結する情報の1つが「位置情報」であり、新たなサービスを生み出すキー技術
 - ⇒ **準天頂衛星の高精度測位、高精度地図生成の共創により、新しいビジネス展開が期待**

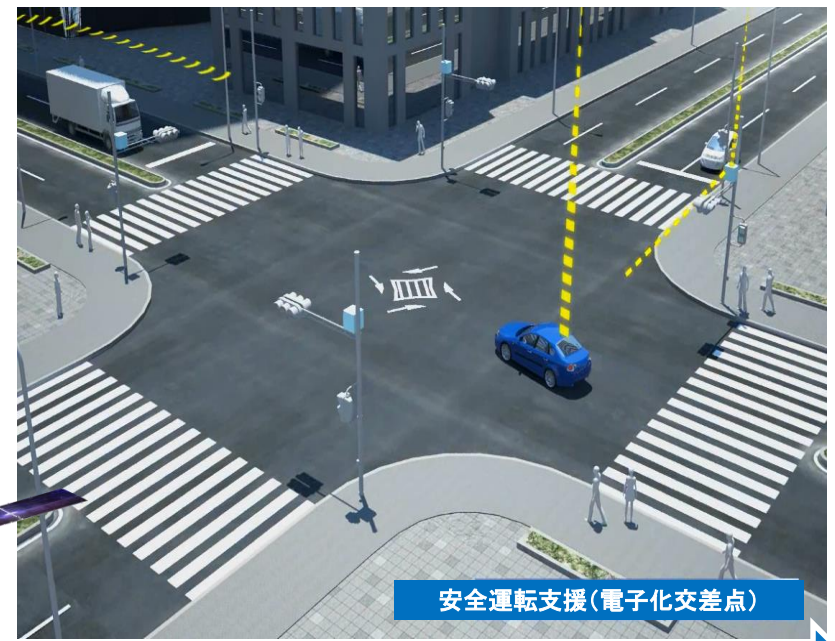


Digital World

セキュリティ
ネットワーク
センサ

個の台頭

位置情報



Real World

高精度測位社会実現に向けた3要素

センチメートル級高精度測位インフラ

◆補強情報の生成・提供

⇒ センチメートル級測位実現



日本：
内閣府
準天頂衛星 CLAS*
2018年11月開始

高精度3次元地図

◆ダイナミックマップ

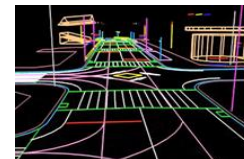
⇒ 高精度地図整備、MMS提供、図化ソフト



ダイナミックマップ
基盤 (株)



着脱方モバイル
マッピングシステム
(MMS)



自動図化/差分
抽出ソフトウェア
開発

◆高精度測位端末

⇒ 補強情報により高精度測位



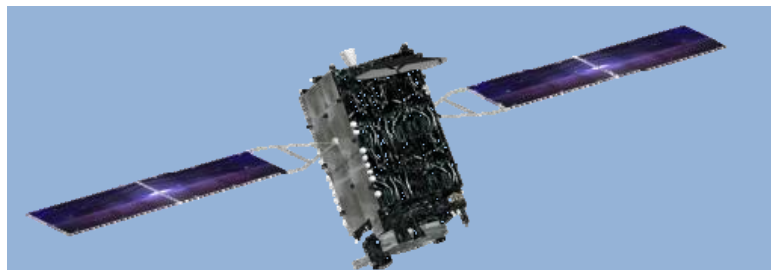
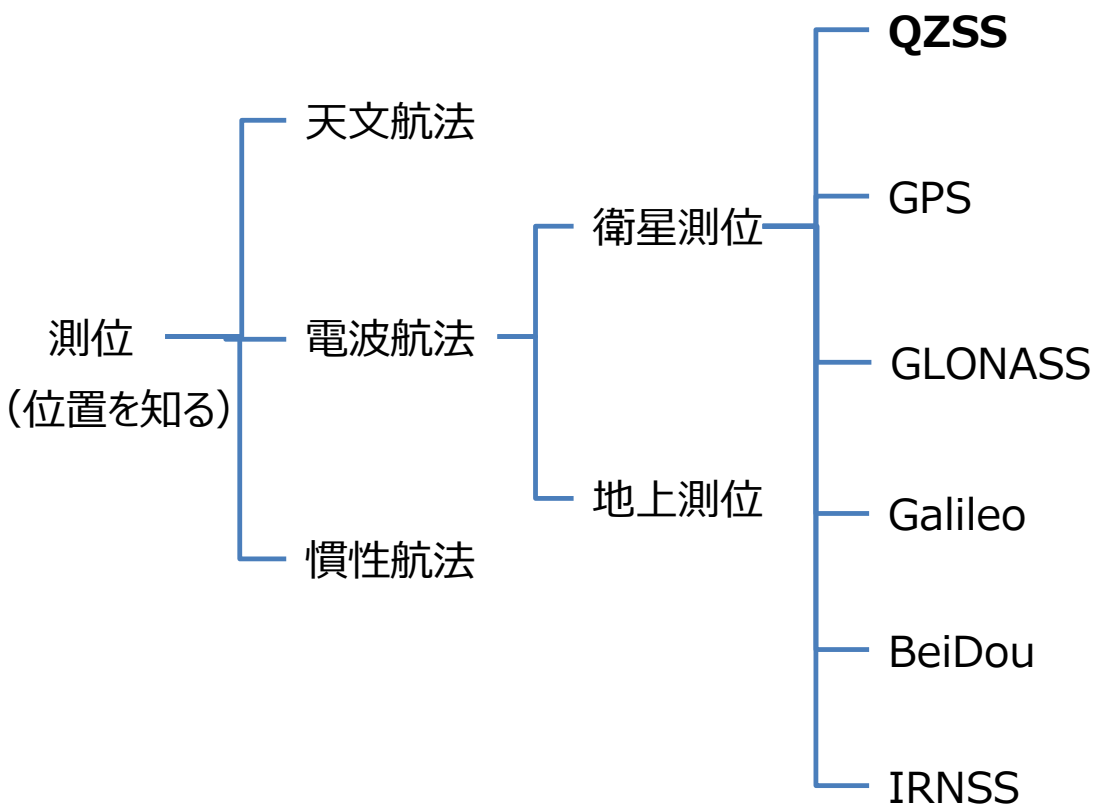
高精度測位端末(AQLOC)

高精度測位端末

* CLAS : Centimeter Level Augmentation Service. シーラス

準天頂衛星システム : 高精度測位情報の社会インフラ

- ◆ 屋外で高精度に自己の位置情報を知る方法の一つが衛星測位
- ◆ 測位衛星として、米国のGPSが先進性・実用性の観点で有名だが、ロシアGLONASS、欧州Galileo、中国BeiDou、インドIRNSS、日本における準天頂衛星システム (QZSS) が存在



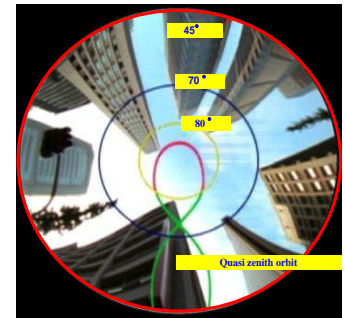
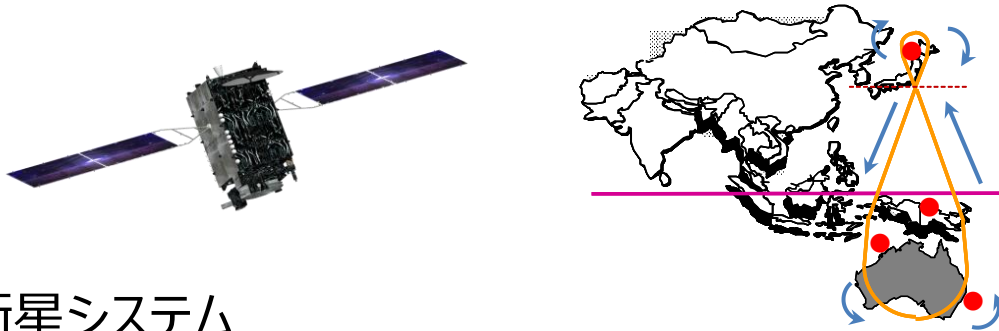
準天頂衛星システム

QZSS : Quasi-Zenith Satellite System

- 2010年9月に1号機打上げ
- 2018年度より4機構成にて24時間連続サービス開始
- 2023年度より7機構成 (予定)
- 日本の国土の特徴に合せ、ビルや山間部等の天頂付近 (準天頂) の空隙に配置
- QZSS独自となるセンチメートル級補強精度の測位を実現

準天頂衛星システムの概要

- 日本では、内閣府が準天頂衛星システムを整備・推進中
- 2号機～4号機を2017年中に打ち上げ
- 2018年11月から日本にてサービスが開始



■ 準天頂衛星システム

準天頂衛星システムの主な測位関連提供サービス

測位補完サービス

準天頂衛星から米国GPSと同等の測位信号を日本上空天頂付近から送信することにより測位の安定性を図る。

センチメートル級測位補強サービス

日本 : CLAS (Centimeter Level Augmentation Service)

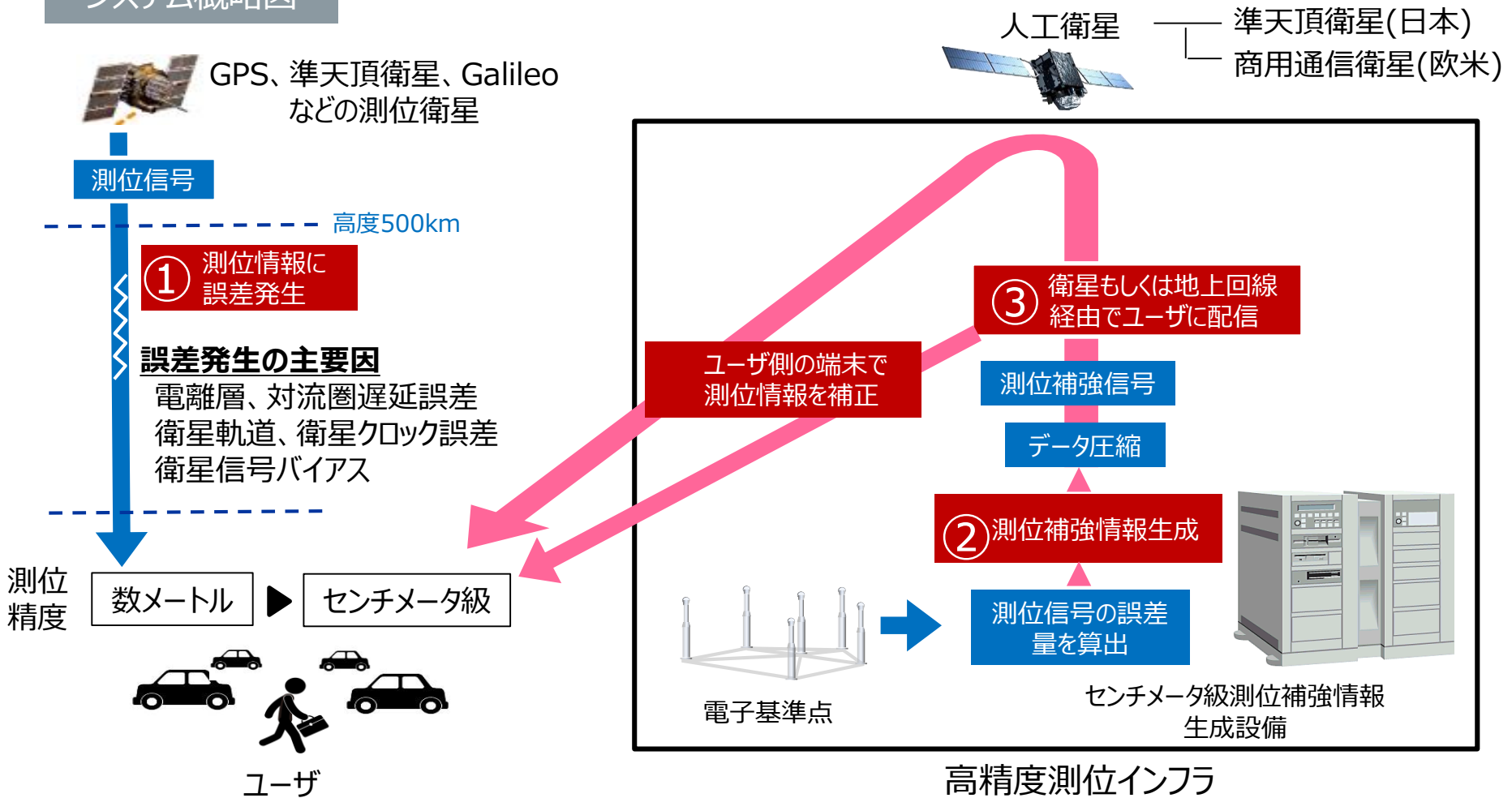
アジア、豪州 : MADOCA (Multi-GNSS Advanced Demonstration tool for Orbit and Clock Analysis)_(注)



(注) 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。グローバル測位サービス株式会社 (GPAS)が実証信号として配信。

センチメートル級高精度測位インフラの概要

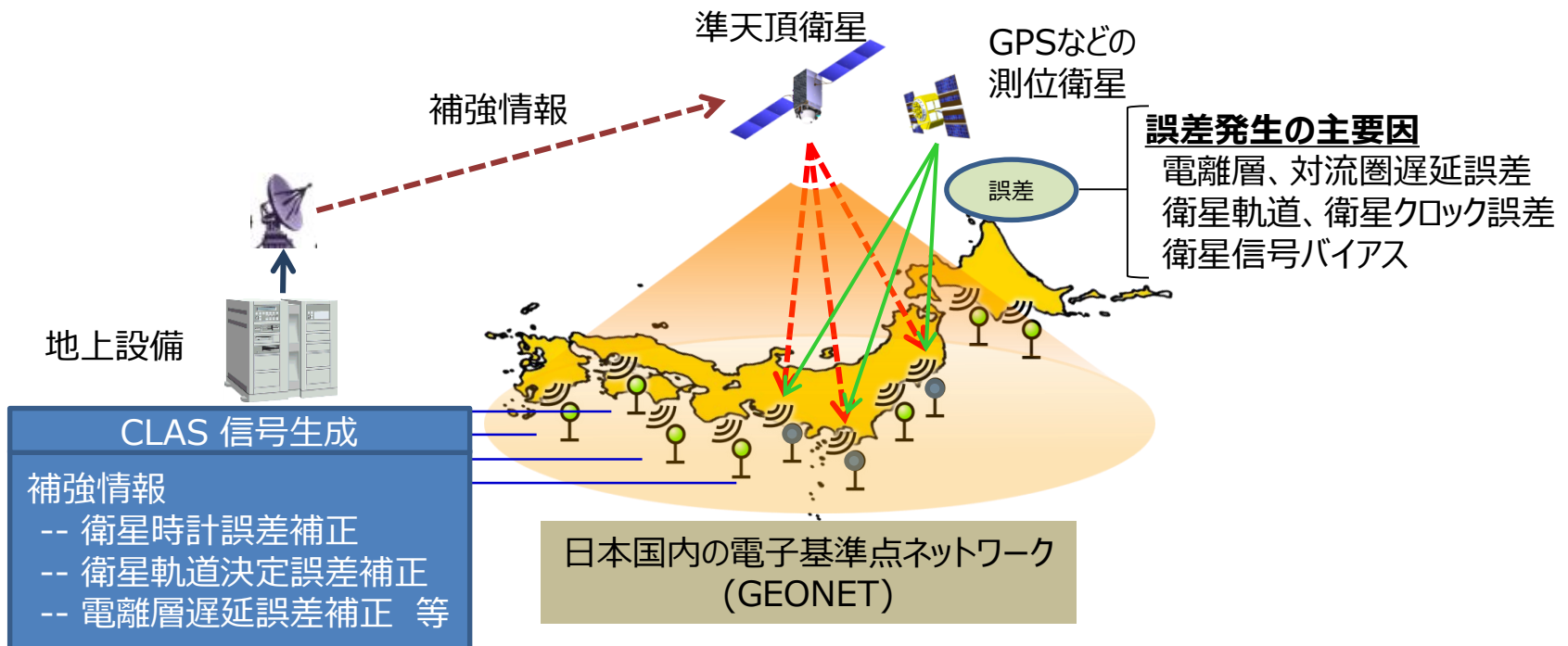
システム概略図



- 従来の測位信号に含まれる誤差を補正する情報を配信
- 配信方法は、衛星配信と地上配信がある

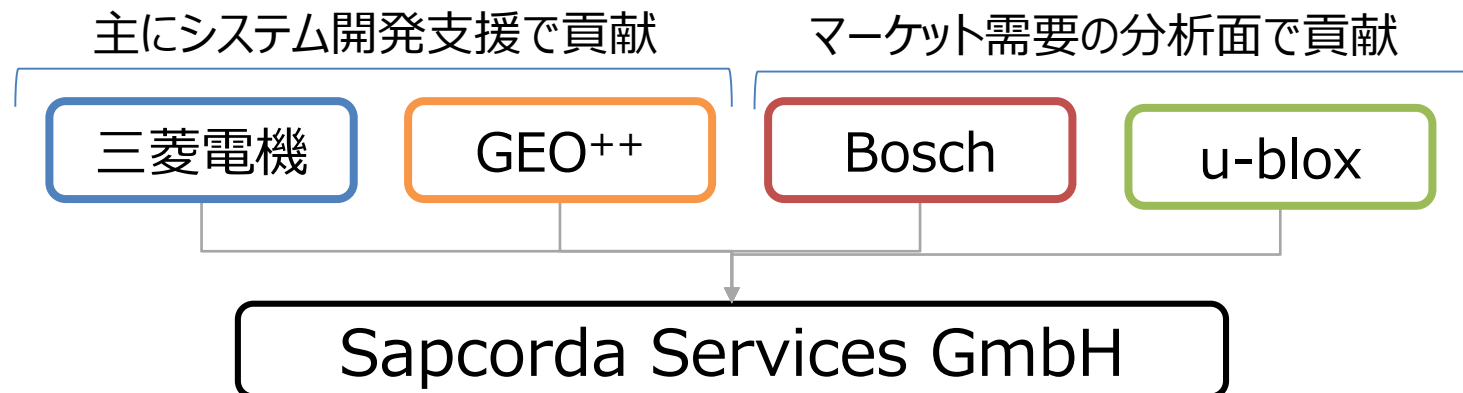
準天頂衛星CLASの概要

- 日本国内の電子基準点1,300個以上の内約250個を利用
- 電子基準点で受信された測位信号を処理
- 各誤差源に対する補正量をリアルタイムで計算
- 補正量を準天頂衛星から送信 ⇒ **補強情報**
- ユーザ端末で**補強情報**を受信して補正処理を実施

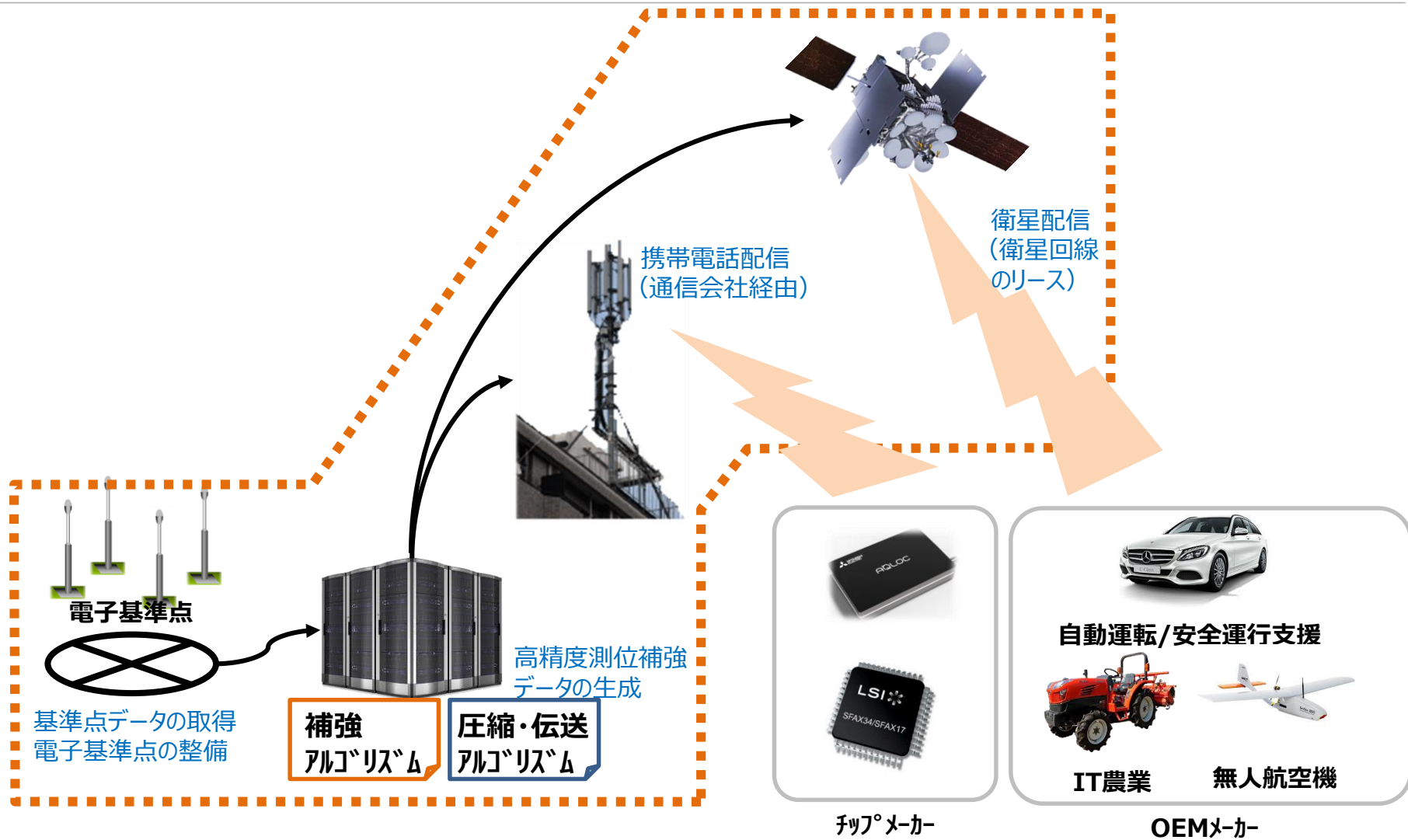


グローバルサービス合併会社への参画

- グローバルサービス合併会社Sapcorda Services GmbH
(Safe And Precise CORrection DAta)
- Sapcorda社(本社：ドイツ・ベルリン)事業の特長
 1. グローバルにサービス提供
 2. センチメートル級の測位補強信号の配信
 3. 自動運転向けセーフティ情報の付加
 4. 特定端末に限定しないオープンフォーマットの採用
 5. 衛星配信および地上配信
 6. 準天頂衛星システムCLASとの互換性を追求
- 4社の貢献



Sapcorda社の事業概要



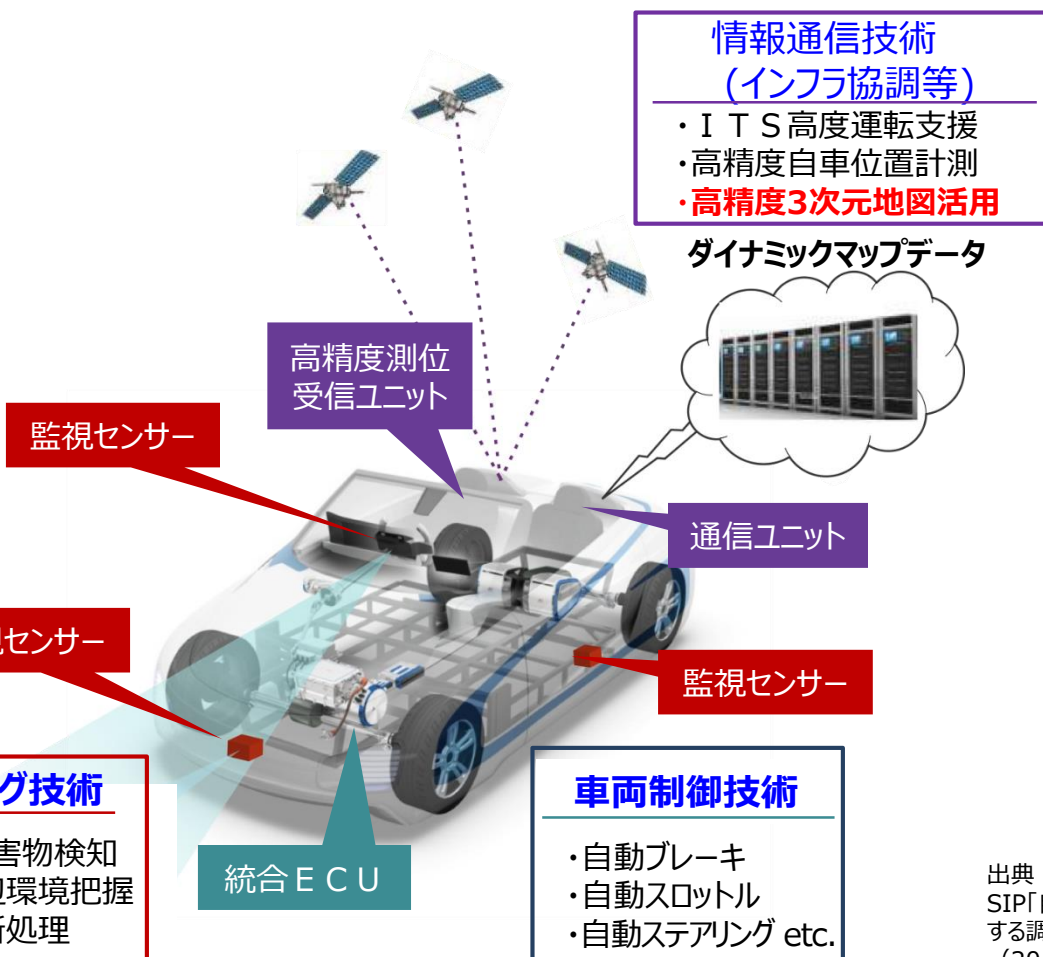
➤ 衛星配信もしくは地上配信で補強信号を配信するサービス事業

高精度測位情報の利活用(例1)

自動運転・安全運転支援への高精度3次元位置情報の活用

高精度測位インフラからの測位情報を活用し、車両単独では把握できない高精度な自己位置認識が可能

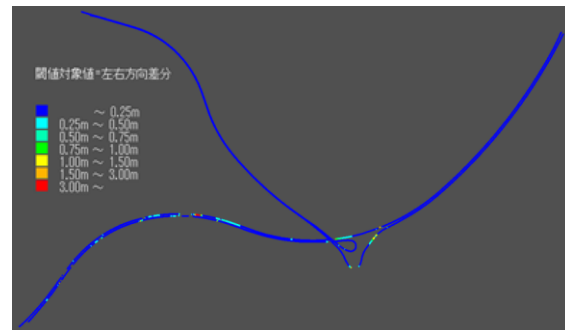
準天頂衛星CLASを用いた高精度測位



計測情報

- ・ 計測日 : 2014/12/15
- ・ 観測コース : 都市間高速(つくば)

桜土浦IC→つくばCT→つくば中央IC→谷田部IC→つくばCT→桜土浦IC (31.8km)



都市間高速で左右方向誤差は概ね25cm以下

出典 : SIP「自動走行システムの実現に向けた諸課題とその解決の方向性に関する調査・検討における衛星測位活用に向けた基礎評価に関する調査(2014年度)」

農業



北海道の大学におけるIT農業実証事例

北海道・上富良野実証



京都・木津実証



農業用機器（トラクター、コンバイン）の自動制御を実現

ドローン



IoT推進のための新ビジネス創出基盤整備事業
(無人航空機IoT実証事業)【経産省】より



準天頂衛星システムを
ドローンの自律飛行制御
に活用し、物流分野での
ピンポイント配送を想定
した実証実験

モビリティ



SIP沖縄バス自動運転@内閣府

除雪

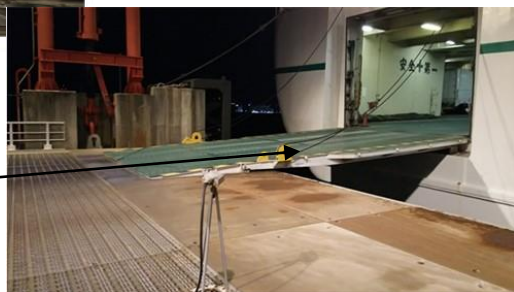


ロータリー除雪車@NEXCO東日本

自動接岸

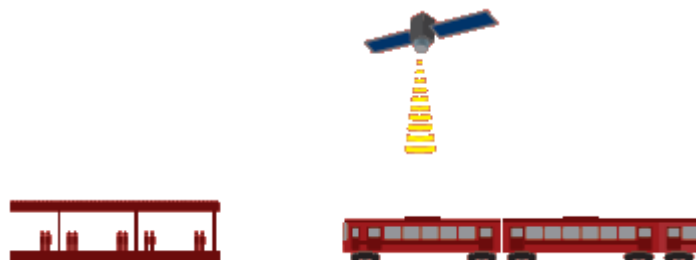


岸壁エッジに対して、
±50cmの精度で
接岸しないと、ス
ロープが正しく掛か
らない。



鉄道

車両位置を把握、効率的な運行を支援



高精度3次元位置情報により列車の動きを正確に検出

高精度測位情報の利活用(例4)

構内移動車輛(AGV)

製鉄所構内の運搬用機関車の位置管理への適用



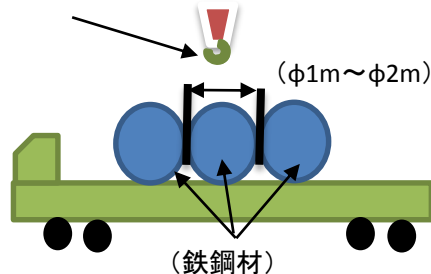
Source : https://blogs.yahoo.co.jp/d_muratyuu/40827581.html
http://ironwork.jp/monkey_farm/setetusyo/kengaku1.htm

構内移動車輛(港湾クレーン)



Source : <https://matome.naver.jp/odai/2143915688918230401/2144747859955210003>

フックをロール中心に降ろす



MaaS (空港車両)

国土交通省

Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

Press Release

平成 30 年 12 月 4 日
航空局 空港技術課

空港制限区域内の自動走行に係る実証実験をスタートします！
～航空イノベーションの推進 地上支援業務の省力化・自動化に向けて～

国土交通省では、空港地上支援業務の省力化・自動化を推進するため、12 月より、空港制限区域内において、国内初となる乗客・乗員等の輸送を想定した自動走行の実証実験を実施します。

中部空港

B アイソテック㈱
タフミックスアップ 基盤㈱



車両：トヨタ・イスタ (定員5人)
時期：2019年2月頃
技術：車両自律型
ルート：未定

Source : <http://www.mlit.go.jp/common/001263708.pdf>

Source : <http://www.mlit.go.jp/common/001263707.pdf>

案内ロボット(自動案内)



ロボットによるテーマパークといった広大な園内案内や巡回監視用への提供

次世代社会における高精度位置情報利用シーン

準天頂衛星活用のイメージ (宇宙基本計画に向けた提言(平成26年10月27日 経団連発表)より)



準天頂衛星

移動体測量(MMS)インフラ計測・管理
準天頂から高精度な補強信号を提供することにより、高精度な位置特定を実現。街つくり、インフラ整備/管理、鉄道管理、車両管理に活用。

鉄道管理・列車制御
全線の車両位置を計測。踏切、閉塞区間の制御、列車、自動車/人の位置、線路脇の限界領域の建築物も計測し、安全運行を支援。

IT農業
敷地境界の情報により、農地整備などの車両自動運転をはじめとする農作業自動化を実現し、農耕作業効率化を支援。

衛星測位課金システム (ロードプライジング)
走行している車両をシームレスに計測し、走行距離、ルートにより課金するとともに課金情報、ルート別通行料、渋滞回避情報も提供。

情報化施工
道路設計の情報をもとに、一般道、トンネル、街作り等における現場で、工事車両の運用管理、および工事全般を管理。鉱山における採掘、運搬作業では車両の自動運転により、事故削減、経費削減を実現。雪原、積雪道路等では埋もれた設備を避けて作業するよう車両を管理。

高精度ナビゲーション
車両の位置計測、移動局の運行管理により高度なナビゲーションを実現し、業務の効率化、安全性の向上を図る。

トンネル内・地下道路の計測
トンネル内や地下道路等、測位できない場所は、INS複合技術による連続した測位を実現。移動体測量(MMS)のトンネル、地下道路管理計測により安全性向上を支援。

海洋管理
海面の高さを計測し、センターに通報。津波、高波の予測、海洋火山観測、風速管理などのデータ作成を支援。

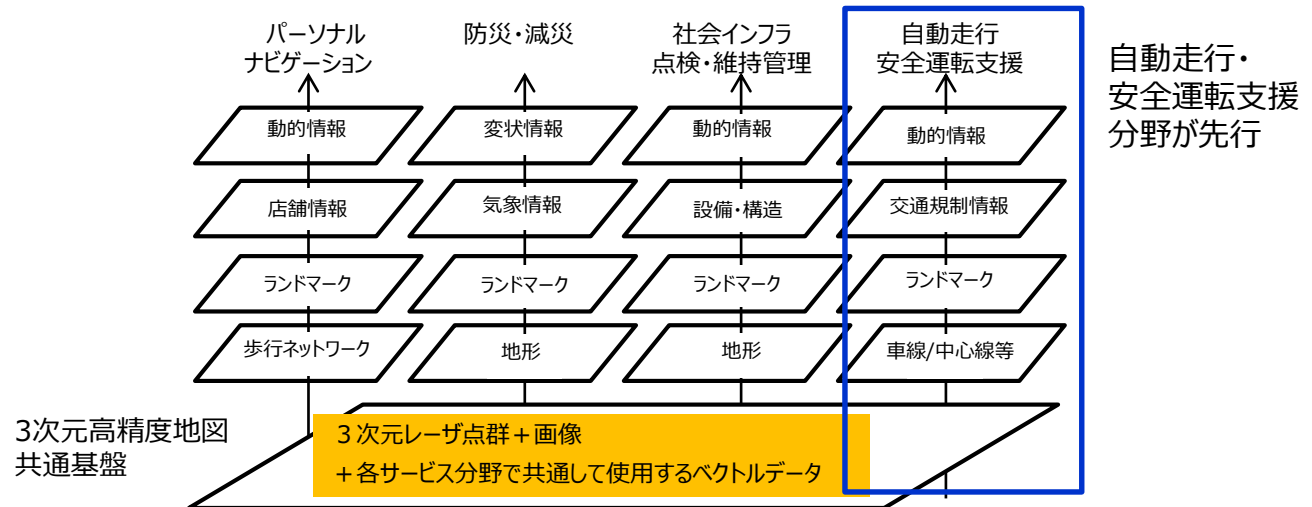
船舶制御
船舶の位置を計測し、地図情報と照らし合わせ、接岸、座礁回避、対船舶自動制御の支援、積荷管理することで、船舶の安全運行を。

GPSで計測できない場所でも計測可能
測位衛星の信号が届きにくい山間部や都心の高層ビル街でも、シームレスな測位が可能です。

自動運転・安全運転支援
路車・車車間通信を用いてインフラ、および準天頂衛星の計測による車両情報、人情報、列車情報、河川情報、港湾情報を各車両が協調し、安全・安心・快適な移動を実現。

3次元位置情報共通基盤

- センチメートル級高精度測位情報の利活用には、同等精度の3次元地図が不可欠
- 共通整備・共通利用することが効率的
- 産業競争力懇談会(COCON: Council on Competitiveness-Nippon)において2015年より取り組み開始

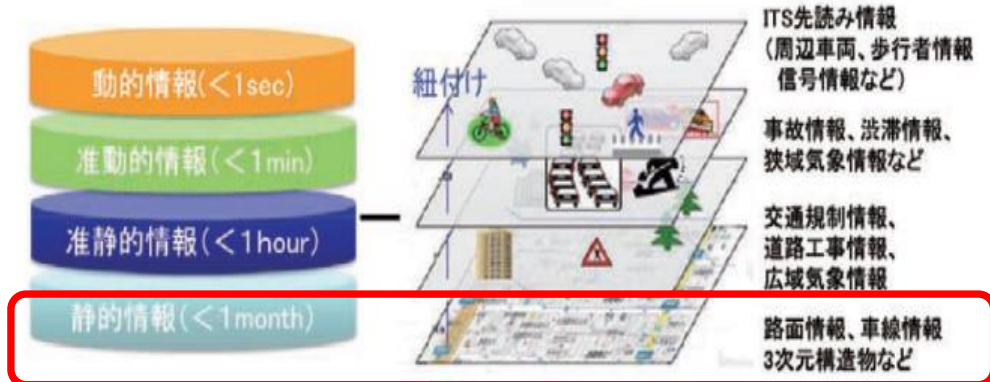


モータースマッピングシステム (MMS)により
3次元レーザ点群、画像を取得

SIP : 戦略的イノベーション創造プログラム

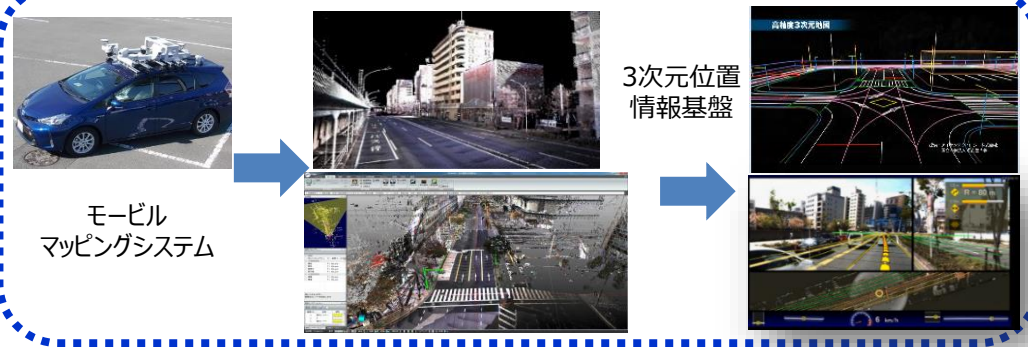
自動走行用ダイナミックマップ

- 静的情報と動的情報を組み込んだ高精度3次元デジタル地図
- ダイナミックマップ上の静的情報(車線, 道路縁等)・動的情報(渋滞, 信号等)を車載機器により処理し、自動走行を実現



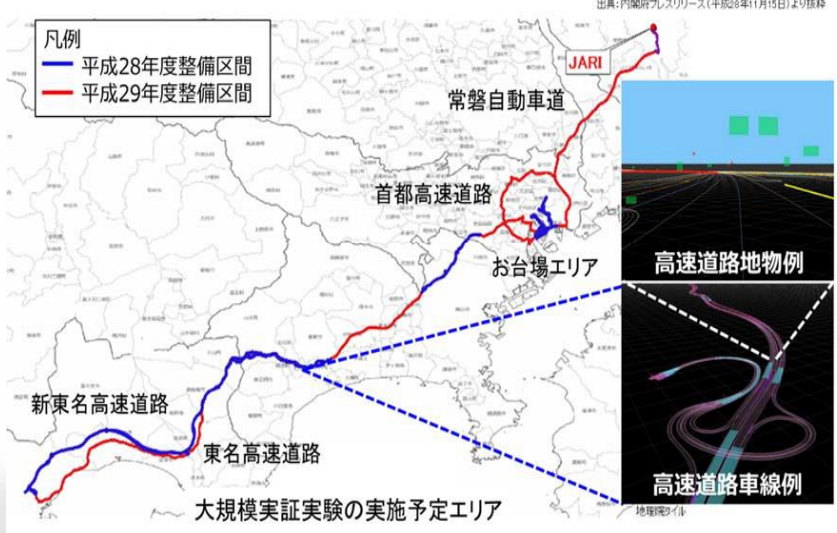
基盤 共通基盤

25cm精度3次元地図



内閣府戦略的イノベーション創造プログラム(SIP) / NEDOのダイナミックマップ大規模実証

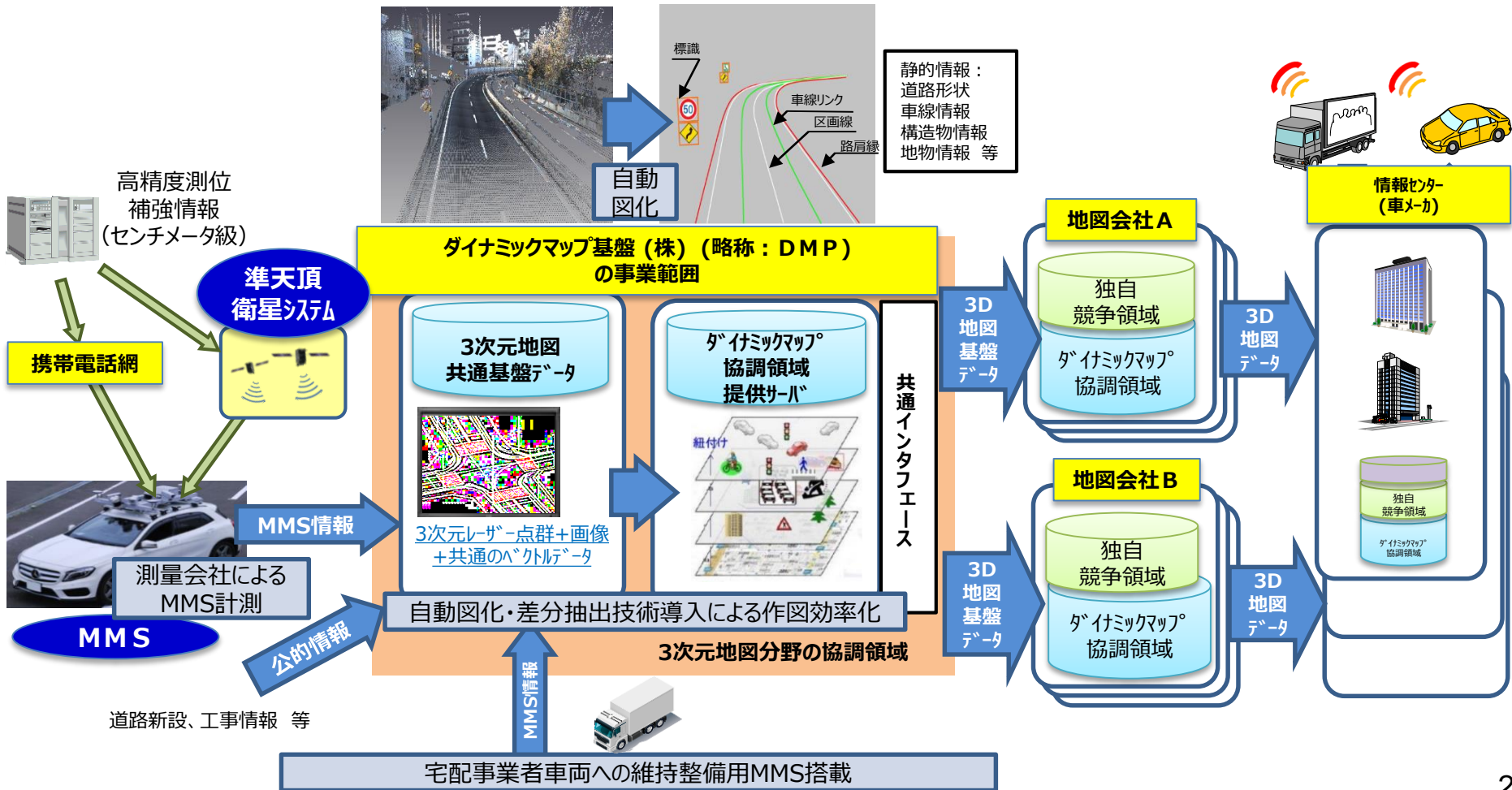
一般財団法人日本自動車研究所(JARI)から清水IC間の往復約700kmのデータ製作



高精度3次元地図に関する取り組み（3）

ダイナミックマップ協調領域

協調領域の整備・維持更新はDMP社。各地図会社が独自の競争領域(店舗や駐車場情報等)を付加して、自動車メーカー他へ供給



DMP事業会社化

当社は、企画会社段階で筆頭株主として事業化を牽引

- (1) **社名** : ダイナミックマップ基盤株式会社（英文名：Dynamic Map Platform Co.,Ltd.）
- (2) **資本金** : 40億円
- (3) **増資・時期** : 2017年6月
- (4) **事業内容** :
 - ・ 全国自動車専用道路(自専道)に係るダイナミックマップ協調領域及び高精度3次元地図共通基盤データの生成・維持・提供。自専道約3万Kmの整備を2019年3月に完了。
 - ・ 自動走行用3次元地図共通基盤データを用いた他用途（インフラ維持管理・防災減災等）向けビジネスの展開
- (5) **株主構成** : 株式会社産業革新機構(現:株式会社INCJ)、三菱電機株式会社、株式会社ゼンリン、株式会社パスコ、アイサンテクノロジー株式会社、インクリメント・ピー株式会社、株式会社トヨタマップマスター、自動車メーカー10社

DMP事業会社化に関する発表会・記念式典



DMP北米進出

DMPは、米国新興地図会社Ushr社を買収し北米へ進出
高精度3次元地図の世界デファクト化を推進

買収資金は、DMPがINCJ、三菱電機、JII(ジャパン・インフラストラクチャー・イニシアティブ)に対して、第三者割当増資を行い調達予定

DMPによるUshr社買収に関する記者会見



モバイルマッピングシステム

(1) 新規整備用 着脱型MMS

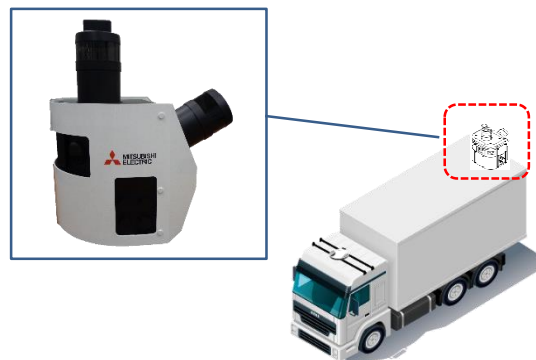
- 小型・軽量化により輸送や着脱が容易で、多くの計測用途で活用が可能
- 多くの場面で高精度な計測を実現し、3次元地図作成やインフラ管理に貢献
- 専門作業者を必要とせず、簡単に計測が可能

MMS-G



(2) 維持管理用MMS (将来開発)

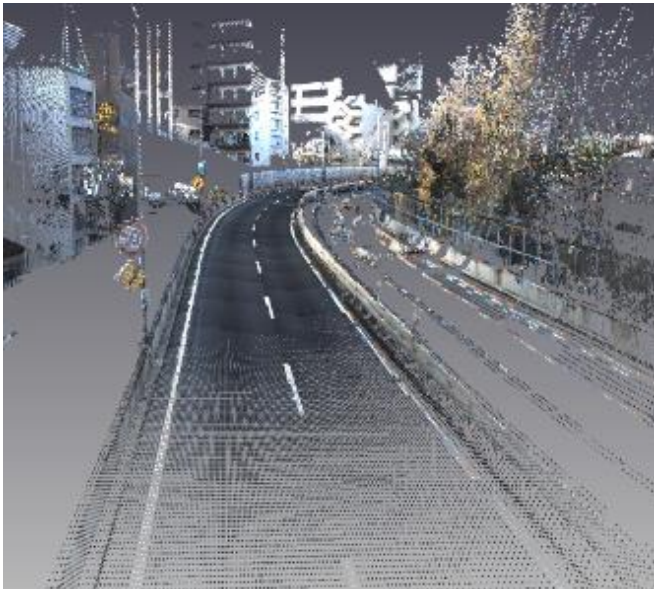
- 地図の維持管理・更新用の簡易版MMS



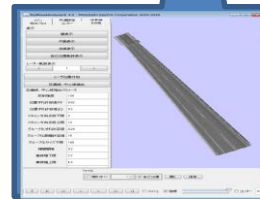
3次元地図共通基盤データを効率的に整備・維持を開発中

自動図化機能

- AI(人工知能)技術・画像認識技術
⇒ 地物（区画線、標識等）を自動抽出
- 点群データからダイナミックマップを自動で図化する



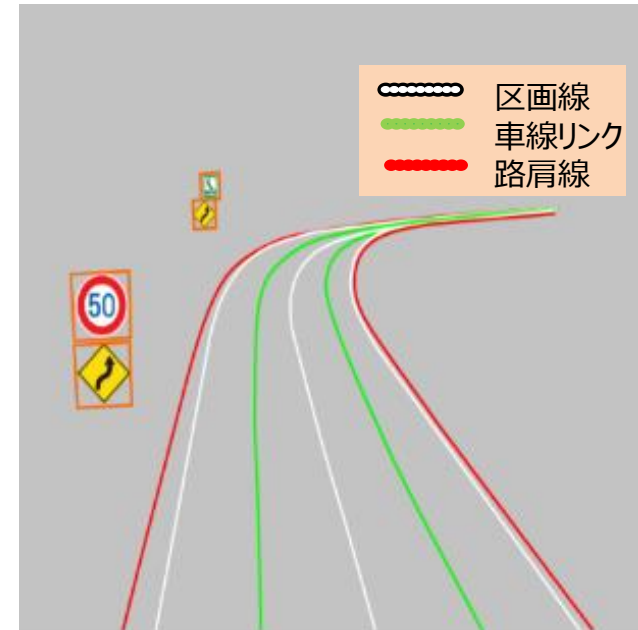
3次元点群データ



開発ツール画面



区画線抽出、
車線リンク生成



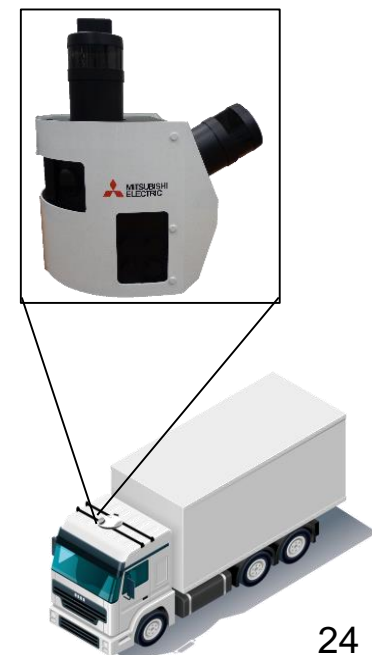
ダイナミックマップ定義データ

差分抽出機能

- レーザ点群の前回計測時と最新計測時との差分点を自動抽出
- 更新時には差分箇所のみ再図化を実施



MMSのレーザ点群：差分点を赤く表示



社会インフラの維持管理

(1) 道路維持管理分野

地物管理(道路台帳付図等)

道路台帳更新(拡幅道路、新設道路)用計測

標識、電柱、電線、マンホールなど

路面性状管理

縦断・横断・わだち掘れ・平坦性(道路性状)計測

道路景観・視距改良(切通し/斜面・法面)計測

(2) トンネル管理分野

トンネル健全性評価、浮き・剥離

(3) 地下管理分野

地中レーダとの組合せによる道路下の配管、空洞の
正確な位置特定

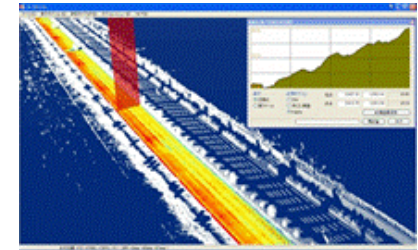
探査・調査箇所の高精度な位置計測

(4) 土木・建設・インフラ管理分野

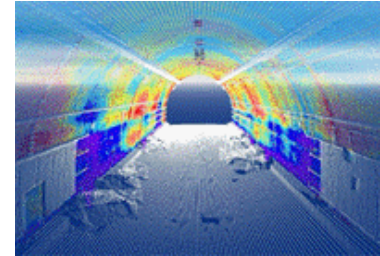
リアルタイム測位(除雪、情報化施工)



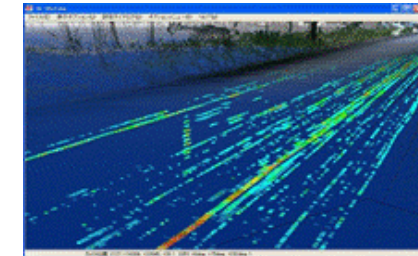
道路地物計測



路面性状調査



トンネル壁面調査



地下埋設物管理



除雪支援用道路地図、
積雪計測