

IoT 推進コンソーシアム
国際連携ワーキンググループ

準天頂衛星利活用サブワーキンググループ
活動報告書

平成30年12月14日

目次

第Ⅰ部 活動報告	1
1. 検討の背景及び目的	1
① 準天頂衛星利活用サブワーキンググループ（SWG）の位置付け	1
② SWG の設立背景・目的	2
③ SWG のスコープと期待されるアウトプット	2
2. 検討体制	3
3. これまでの主な取組と成果	4
① 開催実績	4
② アンケート調査	9
③ 構成員からのプレゼンテーション	12
4. 今後の SWG の活動の方向性	29
第Ⅱ部 資料編	30
1. 準天頂衛星システム「みちびき」について	30
① 経緯・目的	30
② システム構成	31
③ 提供サービス	31
2. 受信機の開発・販売状況	37
3. 「みちびき」利活用事例	42
① 海外事例	42
② 国内事例	45

第 I 部 活動報告

1. 検討の背景及び目的

① 準天頂衛星利活用サブワーキンググループ (SWG) の位置付け

◆ IoT 推進コンソーシアムについて

近年の IoT/ビッグデータ (BD) /人工知能 (AI) 等の発展により、従来の産業・社会構造が大きく変革する可能性がある。IoT の進展によりデータを活用した新たなサービスが生まれる一方、既存のビジネスが急速に陳腐化する懸念がある中、既に米国やドイツにおいては、こうした IoT 等の技術による産業・社会変革を見越した具体的な取組が進められている。我が国においても、産学官を挙げて IoT を活用した未来への投資を促す適切な環境を整備すべく、平成 27 年 10 月 23 日に「IoT 推進コンソーシアム」を設立した。

本コンソーシアムでは、産学官が参画・連携し、IoT 推進に関する技術の開発・実証や新たなビジネスモデルの創出を推進するための体制を構築することを目的として、①IoT に関する技術の開発・実証及び標準化等の推進、②IoT に関する各種プロジェクトの創出及び当該プロジェクトの実施に必要な規制改革等の提言等を推進している。

◆ 準天頂衛星利活用サブワーキンググループ (SWG) について

我が国の優れた技術や ICT インフラの海外展開について、産官学を挙げた重点的な支援を検討することを目的とした IoT 推進コンソーシアム国際連携ワーキンググループに、2018 年 11 月 1 日にサービス開始される準天頂衛星システム「みちびき」の海外展開を見据え、準天頂衛星利活用サブワーキンググループを 2018 年に設立した。

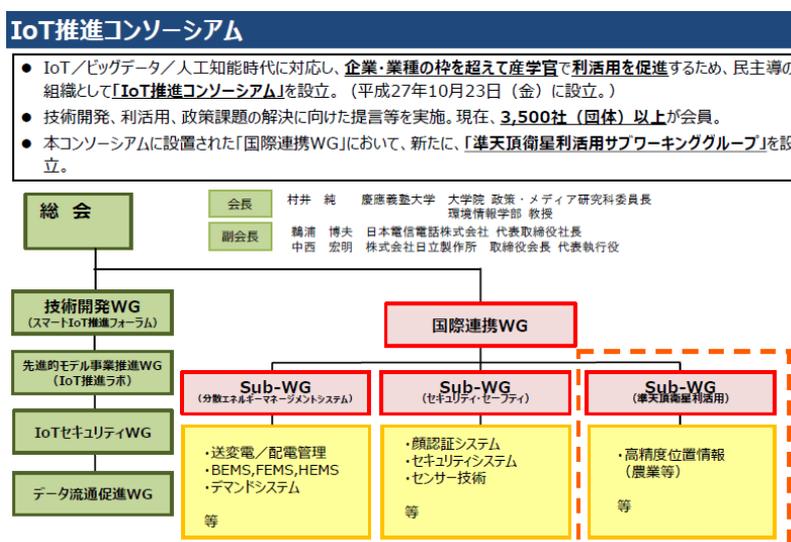


図 1 IoT 推進コンソーシアム体制

② SWG の設立背景・目的

- ・ 2018年11月1日からの準天頂衛星システム「みちびき」4機体制によるサービス開始を背景に、日本国内では、農業、建設、交通等の各分野で、準天頂衛星のセンチメートル級補強サービスに代表される高精度位置情報を活用した具体的なアプリケーションの展開に向けた取り組みが産学官を挙げて進められている。また、準天頂衛星に対応した受信機の開発についても、現在、国内/海外メーカーが取り組んでおり、サービス開始に向けた機運が高まってきている。
- ・ 準天頂衛星の軌道は、日本上空のみならずアジア、オセアニア地域を広くカバーするものであり、こうした地域においても、準天頂衛星の高精度位置情報を活用したアプリケーションを活用することが可能となるため、国内のみならず、海外にも高精度位置情報を活用したサービス・ソリューションビジネスを展開出来る環境が整いつつある。
- ・ このような中、既に豪州、タイ等では準天頂衛星を活用したアプリケーションの実証等が産学官協力の下で進められているが、一方で、実装に向けて各種課題があることも徐々に判明してきている。本SWGでは、これまで国内外で実施された実証実験等の状況も踏まえつつ、今後のアプリケーションの国内及び海外展開に向けた課題を共有し、その解決策について、産学官連携の下、検討することを目的とする。

③ SWG のスコープと期待されるアウトプット

◆ スコープ

- ・ 準天頂衛星システムの高精度測位サービスを活用したビジネスの可能性（特に海外展開可能性のあるビジネス）
- ・ 産業側ユーザの評価も踏まえた準天頂衛星システムの運用・サービスの在り方
- ・ 準天頂衛星システムの将来的な在り方

◆ アウトプット

- ・ 海外展開も前提とした具体的アプリケーション創出に向けた、業界及び関連企業の検討活性化
- ・ 準天頂衛星システムの測位信号配信サービス等に対する要望
- ・ 準天頂衛星システムの将来的な在り方についてのユーザ要求

2. 検討体制

本 SWG は、東京大学空間情報科学研究センターの柴崎教授を座長とし、多様な観点から準天頂衛星システムの利活用促進に向けた検討が進められるよう、準天頂衛星システムの利活用促進に関連が深い各団体・企業・投資機関を委員とする体制から構成されている。

<委員>

柴崎 亮介 東京大学 教授
坂下 哲也 (一財) 日本情報経済社会推進協会 常務理事
亀岬 睦也 (一社) 日本貿易会 企画グループ長
山口 徹 (一財) エンジニアリング協会 特別参与
北條 英 (公社) 日本ロジスティクスシステム協会
JILS 総合研究所 ロジスティクス環境推進センター センター長
坂野 聡 (一社) 全国警備業協会 専門委員
鈴木 薫 (特非) ITS Japan 普及促進グループ 部長
田村 敏彦 (一社) 日本農業機械工業会 専務理事
小伊藤 治 (一社) 日本建設機械工業会 事務局長
斉藤 和也 (公財) 日本測量調査技術協会 専務理事
穴山 眞 (株) 日本政策投資銀行 常務執行役員
土田 誠行 (株) 産業革新機構 専務取締役
児玉 俊介 (一社) 電波産業会 常務理事 研究開発本部長
今井 正道 (一社) 情報通信ネットワーク産業協会 常務理事
鎌形 亨 準天頂衛星システムサービス (株) 社長
小澤 秀司 グローバル測位サービス (株) 社長

<オブザーバー>

外務省
文部科学省
農林水産省
国土交通省 国土地理院
宇宙航空研究開発機構 (JAXA) (第2回～)
(一財) 衛星測位利用推進センター
衛星測位システム協議会

<事務局>

内閣府 宇宙開発戦略推進事務局
総務省 情報通信国際戦略局 宇宙通信政策課
経済産業省 製造産業局 宇宙産業室

3. これまでの主な取組と成果

本 SWG は、2018 年 5 月の設立から同年 12 月までに計 5 回開催し、準天頂衛星システムの最新状況、サービス内容、国内外の利活用事例、受信機の開発動向等の情報共有を行った。また、構成員に対して、準天頂衛星システムを活用したビジネスや課題に関するアンケート調査を実施し、意見を取りまとめるとともに、構成員による今後の利活用に向けた期待等に関するプレゼンテーションについて意見交換を行った。

① 開催実績

○ 第 1 回 (2018 年 5 月 15 日 (火))

<議事次第>

1. ご挨拶【経産省、内閣府、総務省】
2. 自己紹介 (全員)・座長選出
3. 本サブ WG の概要について【経産省】
4. 準天頂衛星システムの最新状況について【内閣府】
5. 準天頂衛星システムのサービスについて (その 1)【QSS】
6. 準天頂衛星システムのサービスについて (その 2)【GPAS】
7. 全体討議

<結果概要>

- ・ 冒頭、本サブワーキンググループの事務局を務める経済産業省、内閣府及び総務省の幹部より挨拶が行われた。また本サブワーキンググループの座長として、柴崎東京大学教授が提案され、満場一致にて、承認された。
- ・ 経済産業省宇宙産業室より、本サブワーキンググループの目的とアウトプット等について説明、了承された。
- ・ 続いて、国のインフラとしての準天頂衛星システムの機能及びサービスについて内閣府宇宙開発戦略推進事務局より、資料 2 に沿って説明を行い、準天頂衛星システム全体計画に関する質疑応答が行われた。
- ・ 準天頂衛星システムサービス (株) より、主に日本国内向けの準天頂衛星システムのサービスについて説明がされ、受信機の国内市場導入動向等に関して、質疑応答が行われた。
- ・ グローバル測位サービス (株) より、アジア・太平洋地域向けの準天頂衛星システムのサービスについて説明があり、海外配信サービスに関するスペックや受信機の海外対応等について質疑応答が行われた。
- ・ 出席委員からは、各業界団体での準天頂衛星システムの利用を検討するあたり、今後のスケジュールも含む分かりやすいサービス内容、各種課題、受信機の開発状況

等の提供の必要性が示され、次回の本サブワーキンググループにて、事務局から提示することになった。

○ 第2回（2018年6月25日（月））

<議事次第>

1. みちびきを使った技術実証の状況について（豪州） 【日立製作所】
2. みちびきを使った新サービス実証の結果について（タイ）【豊田通商】
3. みちびきの高精度測位補強サービス・対応受信機の開発動向について 【内閣府】
4. 高精度測位補強サービスのグローバル展開について 【GPAS】
5. 全体討議

<結果概要>

- ・ （株）日立製作所より、豪州におけるみちびきを使った技術実証の状況について説明があった。準天頂システムによる効果として人件費、運用管理等のコスト軽減が期待できる点、初期収束時間の短縮、アンテナ/受信機の小型化、商品化等が課題である点について報告がされた。質疑応答では、測位信号を活用したオートステアリングを導入する際の電子基準点の整備について質問があり、各農家が自前で基準点を設置して運用をしていることが紹介された。
- ・ 豊田通商（株）より、資料2に沿って、タイにおけるみちびきを使った新サービス実証の結果について説明があった。高精度位置情報を活用して車線毎の渋滞情報を生成し高精度ルートガイダンスを行うことで、現行システムと比較して目的地への到達時間が早くなる傾向が確認できた点、初期収束時間の短縮、受信機の小型化/低コスト化などが課題である点が報告された。質疑応答では、車線毎の渋滞情報を生成する際に必要となる受信端末の台数について質問があり、今回の実証では予算等の制約から台数が限られていたが、台数が増えれば精度が高くなる見込みであるとの回答があった。
- ・ 内閣府宇宙開発戦略推進事務局より、みちびき高精度測位補強サービスの今後のスケジュールと対応受信機の開発動向について説明があった。
- ・ グローバル測位サービス（株）より、高精度測位補強サービスのグローバル展開に向けた、国内外の高精度測位の利用事例と同社のサービス概要について説明があった。その後、出席委員を交えた全体討議が行われた。
- ・ 全体討議として、GPAS社から、初期収束時間の短縮については、短期的にはMADCOAの補正情報にローカル補正情報を更に加えることで収束時間を短縮する方法について検討を進めていること、並行して、ローカル補正情報無しでもできる方法について有識者を集めた専門家チームで検討を進めているとの報告があった。出席委員か

らは、受信機の開発状況、初期収束時間の課題に対する検討状況などを踏まえて、情報、道路交通、測量、農業などの各業界での利用の可能性や利用にあたって考慮すべき事項についての議論が行われた。

- ・ 最後に、座長から、これまでの議論をベースとして各組織でみちびき利用の可能性や要望についての検討依頼が出席委員に対して行われた。

○ 第3回 (2018年8月30日 (木))

<議事次第>

1. 準天頂衛星による新たな測位について 【マゼランシステムズジャパン(株)】
2. 準天頂衛星を活用した除雪車運転支援システムの開発について 【東日本高速道路(株)】
3. 準天頂衛星の産業活用と IoT 端末について 【ソフトバンク(株)】
4. 全体討議

<結果概要>

- ・ マゼランシステムズジャパン (株) より、準天頂衛星による新たな測位について説明があり、対応受信機の開発動向や今後の普及に向けた課題などの紹介があった。また、内閣府SIPでの北海道大学や農研機構との実証実験、ドローンの衝突回避に係わる技術開発のための飛行試験について報告された。質疑応答では、初期収束時間について質問があり、外部からのローカル情報補正や、20cm程度の精度要求であれば3分程で測位可能であると回答された。
- ・ 東日本高速道路 (株) より、準天頂衛星を活用した除雪車運転支援システムの開発について説明があり、雪氷対策作業にはcm級の精度が求められることや、将来的な労働力問題を解決するための除雪車運転支援システム及び普及拡大に向けた課題について報告された。除雪車運転支援システムについて、高さ情報の必要性について質問があり、今後、徐行ではなく高速道路本線を高速走行しながら除雪をする際に、路面の段差を考慮する必要があると回答された。
- ・ ソフトバンク (株) より、準天頂衛星の産業活用とIoT端末について説明があった。準天頂衛星を使った屋内外シームレス測位実証、山間部での測位実証及び数百名を対象とした大規模実証など産業活用に向けた取組や、今後のネットワークインフラの高度化に向けた取組が報告された。質疑応答では、GNSS系の電波はシグナルの強度が弱いためジャミングやなりすましに弱いことへの対応策について質問があり、過去のデータを利用した機械学習や二次補正ロジックを使用して、情報の取捨選択や予測による補正情報を作ることで精度を上げていると回答された。
- ・ 全体討議として、出席委員よりISOにおいて提案されている、センサーを使用した場

合のネットワーク通信を伴う産業・サービスの信頼度を担保する評価軸を作るためのプロジェクト（PC317）について紹介があった。これを受け、座長より、今後様々なものがデータ化されていくと、ネットワークだけではなく、センサーそのものがハッキングを受ける可能性があることが述べられた。最後に、座長より、これまでの議論をベースとして各組織におけるみちびき利用の可能性や将来の在り方などについての調査への協力依頼が行われた。

○ 第4回（2018年9月21日（金））

<議事次第>

1. 準天頂衛星システムを活用したビジネスへの期待と課題について 【各構成員】
2. 農業機械分野における GPS 測位情報の活用について 【日本農業機械工業会】
3. 準天頂衛星システムを活用したビジネスへの期待について 【日本ロジスティクスシステム協会】
4. 全体討議

<結果概要>

- ・ 冒頭、各構成員より、資料1に基づいて、準天頂衛星システムを活用したビジネスへの期待と課題について発言があった。
- ・ （一社）日本農業機械工業会より、資料2に沿って、農業機械分野におけるGPS測位情報の活用について説明があった。日本農業の現状・課題について説明があった後、各農業機械メーカーによる測位情報を活用したロボット農機の事例について紹介があった。
- ・ （公社）日本ロジスティクスシステム協会より、資料3に沿って、準天頂衛星システムを活用したビジネスの期待について説明があった。過去の調査結果に基づいて、メーカーの出荷から卸の入荷までの過程におけるドライバーの稼働実態の調査結果について説明があった後、準天頂衛星システムを活用した物流の効率化に関して期待が述べられた。
- ・ 出席委員より、準天頂衛星の利活用が見込まれる分野等について質疑や意見交換がなされた。例えば、海底資源探査等で海中での測量が必要な場合に、測位衛星をどのように活用できるか質問があり、他の出席委員より、深淺測量の技法を用いることが有用である旨の回答があった。また、座長より、高精度測位を利用するためのコストと利益の負担（分担）について、引き続き議論することの重要性について述べられた。

○ 第5回（2018年12月14日（金））

<議事次第>

1. 準天頂衛星システムの最新状況について 【内閣府】
2. 「みちびき」の活用 【ジェネクス株式会社】
3. add michibiki more life 【株式会社フォルテ】
4. 活動報告書（案） 【内閣府】
5. 全体討議
6. 今後の予定 【内閣府】

<結果概要>

- ・ 冒頭、内閣府宇宙開発戦略推進事務局より、資料1に沿って準天頂衛星システム「みちびき」の最新状況、みちびきに対応した受信機の動向について説明を行った。
- ・ ジェネクス株式会社より、資料2に沿って、「みちびき」の活用について説明があり、サービス事業者として期待する端末の価格や精度、高齢運転者の交通事故抑止対策について質疑応答が行われた。
- ・ 株式会社フォルテより、資料3に沿って、add michibiki more life（「みちびき」の社会実装による豊かな生活の実現）について説明があった。受信機のコストや重量、個人の属性情報などとの組み合わせによる新たなビジネスの可能性について質疑応答が行われた。
- ・ 内閣府宇宙開発戦略推進事務局より、資料4に沿って準天頂衛星システム活用サブワーキンググループの活動報告書（案）について説明があり、記載内容についての出席委員コメントを踏まえ、座長、事務局にて報告書を取りまとめていくこととなった。

② アンケート調査

本 SWG の構成員に対し、各業界における準天頂衛星を活用したビジネス、課題等についてのアンケート調査を実施し、11 機関¹より回答を受けた。回答結果の概要は、以下のとおりである。

◆ 準天頂衛星を活用したビジネスの可能性 (現在取組が進んでいるビジネスや今後想定される取組)

<総論>

- 自動運転（自動車、船舶、農機、建機、除雪機、ドローン）、精密農業、測量、防災、位置情報（作業員、機器、資材等）の把握による業務の高度化等、災危通報サービス
- 日本のみならずアジア、オセアニア地域等への海外展開を想定

<主な個別内容>

- ・ 作業位置情報の正確把握による工事施工安全管理の向上—広大なプラント建設エリアで活動する工事作業員の位置を小型携帯の測位端末の活用によりリアルタイム把握、管理監視（エンジニアリング協会）
- ・ 簡易測量—ドローン簡易測量により、現地調査不要で概略施工計画の立案（現地測定補正なく、ドローン情報だけで完結する簡易測量）（エンジニアリング協会）
- ・ 専用端末による人（子供、高齢者等）や物（業務車両、自家用車両等）の見守り（全国警備業協会）
- ・ 自動車向け災危通報サービス—準天頂衛星システムの災危通報サービスを活用し、車載器を通してドライバーに提供する。（山間部当携帯電話や VICS のサービスエリア外となりやすいエリアをカバーすると共に、発災により地上設備の故障や地上回線が輻輳している状況でも受信を可能とする。）（ITS Japan）
- ・ 自動走行—自動車の安全運転支援・無人走行（高精度衛星測位サービス利用促進協議会）
- ・ ロボット農機—GPS版が国内に順次市場投入されており、将来的には準天頂衛星を使ったものになっていくものと思われる。（日本農業機械工業会）

¹ 回答機関：一般社団法人日本貿易会、一般財団法人エンジニアリング協会、高精度測位サービス利用促進協議会、衛星測位システム協議会、準天頂衛星システムサービス株式会社、グローバル測位サービス株式会社、公益社団法人日本ロジスティクスシステム協会、一般社団法人全国警備業協会、特定非営利活動法人 ITS Japan、一般社団法人日本農業機械工業会、公益財団法人日本測量調査技術協会

◆ 現在の準天頂衛星の測位信号配信サービスの課題・要望

<総論>

- 制度関係：海外展開を視野に入れた柔軟な対応とスピード感のある取り組み、(データエレメントの定義や各国の電子基準点等の) 標準化の促進
- 受信機関係：小型化、低コスト化、省電力化、防爆対応
- 運用関係：測位精度の向上、安定した信号の配信、運用状況のきめ細かい情報発信、MADCOA 信号の本格運用

<主な個別内容>

- ・ 地図情報を含む位置情報は概して安全保障上の精密情報として扱われることが多く、利活用の開発・促進には制度面にて柔軟な対応が必要となることが多いという特徴がある。また各国において、地図情報を含む位置情報は各機関がそれぞれ独立して整備・運用・維持していることが多く、効果的な活用には組織間の連携の促進が必須となる。(日本貿易会会員企業)
- ・ 受信機の防爆対応が必要(運転中の石油・石油化学プラントでは必須)(エンジニアリング協会)
- ・ 現状の測位信号サービス(GPS など)で既構築のシステムに対し、そのレベルアップという観点でシステム全体(アプリケーションを含む)の増強・改造として具体的にどう進めればいいのかの指針や事例案などの情報整備が進められることに期待。上記情報の体系的整備と公開、あるいはシステムメーカー側からのガイダンス情報の提示など。(エンジニアリング協会)
- ・ 補強信号(L6)を活用するためのハードルが高い。高額な受信機。アンテナサイズ。(全国警備業協会)
- ・ 受信機が高価—1万円程度に下がらないと準天頂衛星の利用は難しい(日本農業機械工業会)
- ・ サービス品質や可用性を維持するための運用体制が不透明、技術開示や性能向上などのロードマップの説明が不足(高精度測位サービス利用促進協議会)
- ・ 上空の状況と QZSS の位置、他の測位衛星の位置関係で精度がどのように変化するのか定量化すべき。DOP などで定量化されているが各メーカーで値が異なる場合がある。ISO などの国家基準とのトレーサビリティにかかわる事柄でもあるので、国家基準で定義づけが必要。(衛星測位システム協議会)

◆ 準天頂衛星システムの将来的なあり方に関する要望

<総論>

- 政策：マルチ GNSS 環境における連携・インターオペラビリティの確保・準天頂衛星システムの競争力維持と差別化、高精度地図の基盤化、7 機体制の早期実現と提供されるサービスの明確化、更なる測位衛星（周回衛星）の追加による真にグローバルな衛星測位インフラの実現
- 機能・技術：ジャミング（妨害）・スプーフィング（なりすまし）対策、時刻・位置認証機能の提供、屋内測位とシームレスに利用可能な環境・技術の構築、MADCOA 方式の収束時間短縮、メッセージ配信機能の高度化（受信情報の取捨選択等）

<主な個別内容>

- ・ 警備業において GNSS 技術は端末位置特定や屋外ロボット、ドローン自立飛行等のために欠かせない技術となっており、またソフトウェア無線技術の普及によるジャミング・スプーフィングが容易、かつ高度化が進展したことから、攻撃への対策が益々重要となっております。準天頂衛星システムからの信号配信等による攻撃対策・検知技術の将来的な実現を希望します。（全国警備業協会）
- ・ 標準化。なかでもデータエレメントとの定義を標準化することは、データの流通を促進しより高精度な予測などに繋がると思われる。標準化はサプライチェーンを通じた情報連携を実現する上での必要(必須)条件と考える。（日本ロジスティクスシステム協会）
- ・ 7 機体制時に提供さえるサービスの明確化をお願い致します。（Jamming（妨害）、Spoofing（なりすまし）、Meaconing（再放送による遅延攻撃）対策等）
海外測位衛星の動向、その中での準天頂衛星の役割の明確化等、ロードマップの明確化をお願い致します。例えばマルチパス対策として、都市部（ビル街）における高精度測位実現のために、マルチ GNSS 化が期待されている等。
メッセージ配信機能の使い勝手の向上をご検討いただけると幸いです。衛星から一斉配信されるので、現行システムでは北海道から起きた地震情報が沖縄にも配信され、取捨選択は受信機側で行う必要がある。（ITS Japan）
- ・ 7 機体制の早期実現—今後、高精度なリアルタイム測位が加速されるが、安心安全な測位データを供給し続けるために準天頂衛星は必要。（日本測量調査技術協会）
- ・ QZSS を利用した基盤となる地図の 4 次元を見据えた共有空間の一元化管理システムの構築された社会。（高精度衛星測位サービス利用促進協議会）
- ・ アプリケーションに関しては民間企業が開発し、製品化するため、国として準天頂衛星が配信する測位信号及び測位補強信号の確実かつ高品質化に注力してほしい。（衛星測位システム協議会）

③ 構成員からのプレゼンテーション

これまでの本 SWG での議論を踏まえつつ、第 4 回 SWG において、日本農業機械工業会、日本ロジスティクスシステム協会より、農業分野及び物流分野における準天頂衛星システムの今後の利活用に向けた期待等に関するプレゼンテーションが行われた。

◆ (一社) 日本農業機械工業会

JAMMA
(一社) 日本農業機械工業会

農業機械分野における GPS 測位情報の活用

(一社) 日本農業機械工業会

専務理事 田村敏彦

平成 30 年 9 月 21 日

JAMMA
(一社) 日本農業機械工業会

工業会の概要

名称 一般社団法人日本農業機械工業会 (略称：日農工)

創立 1939年6月2日
1967年2月1日 社団法人に改組
2012年4月1日 一般社団法人に改組

事業概要

当会は、国内の農業機械メーカーで構成する全国組織で、技術・安全・環境対策、貿易振興、標準化などの活動を行っています。(正会員 67社、賛助会員 2社)

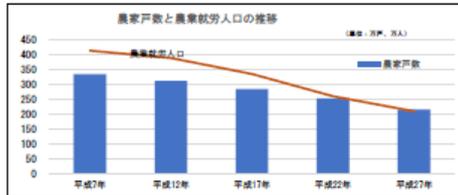
会員企業の代表的な製品



1. 日本農業の現状

◆ 農業者の減少

20年間で農家戸数は35%減少、農業従事人口は49%減少



(出典: 農林水産省/農林業センサス)

◆ 基幹的農業従事者の減少

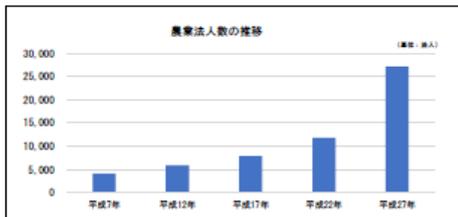
20年間で基幹的農業従事者は31%減少、加えて高齢化が進行(約4割が65歳以上)



(出典: 農林水産省/農林業センサス)

◆ 農業法人の増加

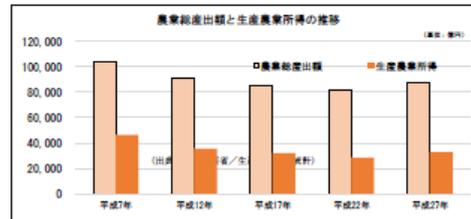
20年間で農業法人は6.5倍に増加、経営規模の拡大が進展



(出典: 農林水産省/農林業センサス)

◆ 農業所得の漸減

農業総産出額は10兆円を割り8兆円台で推移、直近で持ち直しの兆し



(出典: 農林水産省/農林業センサス)

2. 日本農業の課題

高齢化・離農によって、農家が減少



耕作地は担い手農家へ集約

担い手農家の課題

- ・ 多数圃場をどう管理するか
- ・ 生産コストの削減
- ・ 人手不足（人材確保が困難）
- ・ 農産物の高付加価値化
- ・ 販路開拓



課題解決の有力手段

ICT・ロボット技術の活用

- ・ 農作業の効率アップ
- ・ 収量、品質アップ
- ・ 技術の伝承
- ・ 省力化、軽労化

担い手農家：農業経営への意欲や能力のある農業者のうち、農業経営基盤強化促進法にもとづく経営改善計画の市町村認定を受けた認定農業者など。

3. 農機メーカーの取り組み

ロボット農機（測位情報の活用事例）

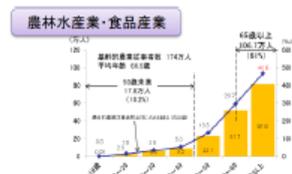
■ **ファームパイロットシリーズ** <株式会社クボタ>
(販売開始：2016年9月以降順次)

■ **SMART PILOT** <ヤンマー株式会社>
(販売開始：2018年10月予定)

■ **直進アシスト田植機** <井関農機株式会社>
(販売開始：2017年12月)

(参考) 政府の「ロボット新戦略」

アクションプラン - 分野別事項③において、「自動走行トラクターの現場実装を実現」と明記された。



高齢化が進行、深刻な労働力不足に直面する可能性

重点分野

- ✓ トラクター等農業機械にGPS自動走行システム等を活用することで作業の自動化を行い、作業能力の限界を打破し、これまでにない大規模・低コスト生産を実現
- ✓ アシストスーツや除草ロボット等を活用することで、人手に頼っている重労働を機械化・自動化
- ✓ 高度環境制御システム及び病害虫判別ロボット等の普及やビッグデータ解析により、省力・高品質生産を実現

2020年に目指すべき姿

- ◆ 2020年までに自動走行トラクターの現場実装を実現
- ◆ 農林水産業・食品産業分野において省力化などに貢献する新たなロボットを70機種以上導入

<参考例示> ファームパイロットシリーズ (網クボタ)



機種	概要	主な特長
トラクタ	有人監視のもと、無人で自動運転が可能トラクタ 発売開始：2017年6月	① RTK-GNSS基地局を活用した高精度な無人運転 ② 更に作業員1人で、無人機と有人機を使用した2台協働運転が可能 ③ オートステアも装備しており搭乗時も作業ストレスが少ない ④ 4台のカメラ、レーザーキャナ、超音波ソナー等による多彩な安全機能
	直線曲線の自動運転が可能トラクタ 発売開始：2016年12月	① D-GPSを利用してオートステアリング（自動操舵）が可能 ② RTK-GNSS基地局を活用すれば、直線曲線の自動運転が可能
コンバイン	使用者が搭乗した状態で刈取作業を自動運転アシストするコンバイン 発売開始：2018年12月	① RTK-GNSS基地局を活用し、走行、旋回、刈取部の昇降などを自動制御 ② 作業時間が最短になるように刈取り経路を計算・作業し、タンクが満杯になるとモミ車まで自動的に移動。モミ排出後は自動的に最適経路で復帰。
乗用田植機	直進キープ機能付田植機 発売開始： 新モデル：2018年9月 旧モデル：2016年9月	① D-GPSと姿勢計測ユニットを組み合わせた独自制御システムを搭載 ② 高精度な自動直進作業を安価に実現 ③ 更にD-GPSの位置情報により、設定した株間で植付可能な「株間キープ機能」、スリップ率を補正し、設定した施肥量を散布できる「施肥量キープ機能」を搭載※ ※新モデルのみ

<参考例示> SMART PILOT (ヤンマー)



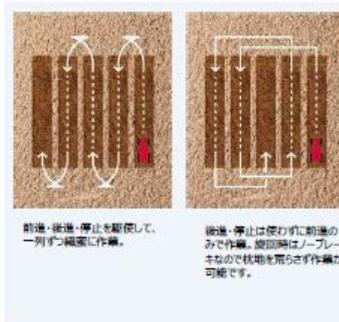
SMART PILOT

(販売開始：2018年10月予定)

■ 枕地まで作業できる「直進モード」
 直進だけを自動運転し、旋回は手動のため、機械が旋回する枕地いっぱいまで作業が可能です。



■ 自動で作業を行う「オートモード」
 事前に設定した経路において、ステアリング（旋回）、作業機昇降、前進・後進・停止、PTOの入切を自動で行います。



前進・後進・停止を駆使して、一列ずつ縦割りに作業。

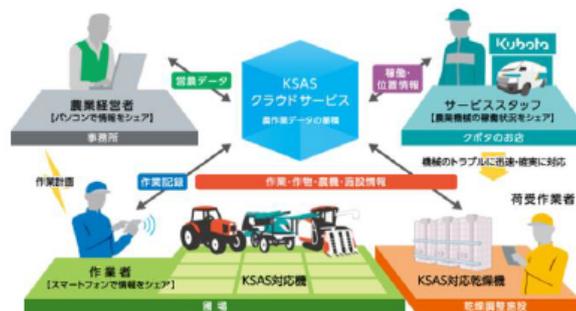
後進・停止は使わずに前進のみで作業。旋回時はノーブレーキなので枕地を荒らさず作業が可能です。

精密農業 (Precision Farming) (測位情報の活用事例)

- ◆ **KSAS (クボタ)**
- ◆ **スマートアシスト (ヤンマー)**
- ◆ **スマートファーマーズサポート (井関農機)**

<参考例示> **KSAS (クボタ)**

クボタが2014年6月からサービスを開始した営農支援システム。地図情報を活用した圃場管理や農薬・肥料などの管理、作業記録、作業進捗管理などをサポート。KSAS対応の農業機械と連動すると、品質・収量の向上や機械の順調稼働もサポート。



精密農業 (Precision Farming) (測位情報の活用事例)

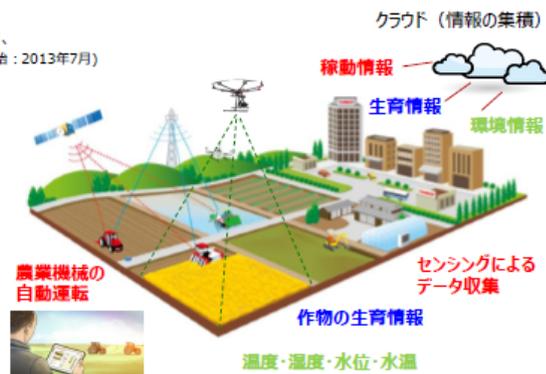
- ◆ **KSAS (クボタ)**
- ◆ **スマートアシスト (ヤンマー)**
- ◆ **スマートファーマーズサポート (井関農機)**

<参考例示> **スマートアシスト (ヤンマー)**

独自のロボット技術、商品技術、ICTを駆使し、超省力、高品質生産の実現により、農業経営のサポート (サービス開始: 2013年7月)

スマートアシストの特徴、主要テクノロジー

<p>高精度位置情報システムを基にしたフィールドでの作業計画と作業記録の自動化。</p>	<p>高精度位置情報システムを基にした作業計画と作業記録の自動化。</p>	<p>高精度位置情報システムを基にした作業計画と作業記録の自動化。</p>
<p>高精度位置情報システムを基にした作業計画と作業記録の自動化。</p>	<p>高精度位置情報システムを基にした作業計画と作業記録の自動化。</p>	<p>高精度位置情報システムを基にした作業計画と作業記録の自動化。</p>



JAMMA
(一社)日本農業機械工業会

精密農業(Precision Farming) (測位情報の活用事例)

- ◆ KSAS (クボタ)
- ◆ スマートアシスト (ヤンマー)
- ◆ スマートファーマーズサポート (井関農機)

<参考例示>
スマートファーマーズサポート (井関農機)

ISEKIスマートファーマーズサポートは、生産・作業・収穫の計画と実績をクラウドに集計・分析し、農業の経営・生産・品質の見える化を行い、PDCAのマネジメントで、科学的な農業経営の実現と収益改善に貢献

・アグリサポートにて衛星からの位置情報をタブレット端末に記録
・クラウドを通じてアグリサポートで記録した情報をスマートファーマーズサポートと連携して利用

(サービス開始：2014年)

The diagram illustrates the ISEKI Smart Farmers Support system. It shows data being collected from mobile devices (smartphones and tablets) and processed in the cloud. The system then provides various services such as field management, equipment management, and decision-making support. Key components include:

- 作業管理サポート (Field management support):** 肥料・薬剤散布の管理 (Fertilizer/pesticide application management), 圃場の作業管理 (Field work management), 作業工程の記録 (Recording of work processes).
- 機械管理サポート (Machine management support):** 本機情報の管理 (Machine information management), アラート情報の管理 (Alert information management), アラート発生情報 (Alert occurrence information).
- 導入イメージ (Introduction image):** 日々の活動から生まれるデータ (Data generated from daily activities) is collected from mobile devices and processed in the cloud. This data is then used for farm management and decision-making.
- 活用 (Utilization):** Data is used for farm management, including business planning, decision-making, and personnel training.

JAMMA
(一社)日本農業機械工業会

4. 普及に向けた課題

<農機メーカーの課題>

- ・高精度な位置情報からどんな付加価値を農家に提供できるか
- ・農家はその付加価値にいくら払ってくれるか
- ・それ以下のコストで機械・サービスを提供できるか
- ※普及しないと価格が下がらない、下がらないと普及しない

<政策的な課題・要望>

- ・受信機の劇的な低価格化
- ・準天頂衛星に関する技術課題（収束時間等）の改善やサービス内容（グロナス対応、L2C信号対応など）の情報開示
- ・MADOCA方式の実用化に向けたマイルストンの情報開示
- ・各国通信関連の規制緩和、関連技術の国際標準化

5. 農業分野における準天頂衛星利活用の可能性

(国内 CLAS)

- 独自基地局が不要となるためロボット農機や精密農業アプリなどの普及拡大が期待される（基本は有人作業）
- 複数の田畑でロボット化された農機が田植えや種まき作業などをCM単位の精度で行うことも可能（完全無人化）

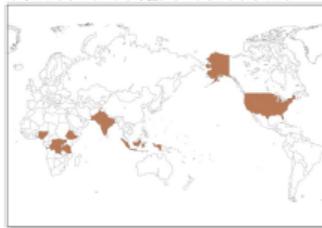
(海外 MADOCA) 東南アジア・オーストラリア

- 国内と同様のサービスを提供することが可能

(参考) 世界の人口増加と食料不足問題

- ◆ 国連は世界人口が2050年に97億人になると予測
- ◆ FAO(国連食糧農業機関)は人口増加を支えるための食料生産の課題を以下のように指摘
 - 世界人口は1961年の31億人が2009年に68億人に増加し、2.2倍になった
 - 一方、世界の作物栽培地面積は1961年の13.7億haが2009年に15.3億haにしか増えなかった
 - 灌漑農地の拡大、農薬・肥料、機械化により、農業生産を2.5~3倍に増やして人口増加を支えた
 - 今後急増する人口によって、2050年の農産物需要は2009年比で70%増加すると予想している
 - しかし、灌漑に適した農地は既に開発済みであり、地球全体で見ると農地拡大はあまり望めない
 - さらに、複数の国を流れる河川の上流と下流で水利権をめぐる緊張関係が起こっている
 - 農薬や肥料は地下水汚染などの環境劣化を引き起こすことが懸念されている
 - 地球温暖化により食料生産にプラス影響もあるが干ばつや洪水などのマイナス影響のほうが大きい

人口増加の上位国：インド、ナイジェリア、パキスタン、コンゴ、エチオピア、タンザニア、米国、インドネシア、ウガンダ



農業生産量(穀物)上位国：中国、米国、インド、ブラジル、ロシア、インドネシア、フランス、カナダ、ウクライナ、バンラディッシュ



・世界の食料不足を解決するは、農業分野の飛躍的な生産性向上が不可欠
 単位面積あたりの収量増大 → 高精度測位情報を活用して何が出来るか？

- ◆ (公社) 日本ロジスティクスシステム協会

準天頂衛星利活用サブワーキンググループ

準天頂衛星システムを活用した ビジネスへの期待

2018年9月21日

公益社団法人 日本ロジスティクスシステム協会

Japan Institute of Logistics Systems

北條 英

1

＝荷主企業と物流企業のデータ連携＝

荷主連携による共同輸配送の環境整備等に関する調査研究報告書

JILS 2017年3月より

2016年度 経済産業省 次世代物流システム構築事業費補助金
(次世代物流システム構築に関する調査事業)

2

調査の概要

調査の目的

本調査の目的は、**貨物輸送部門の省エネ化とドライバーの生産性向上**を図ることである。
 本年度は、過年度の研究における「発荷主連携」から「発着荷主連携」へと連携の組合せを変えて、研究を行った。

調査フロー

本調査のフローは、右図の通り。
 既存調査や事例調査を踏まえ、時間短縮化策の検討に必要な**実態調査**を行った上で、**時間短縮化策**を検討した。

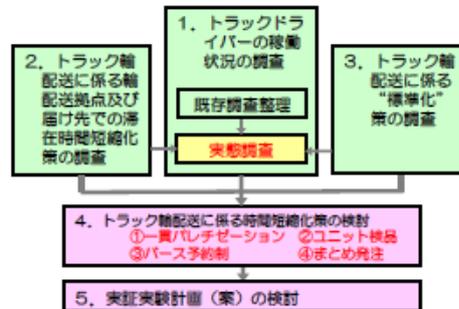


図 本研究のフロー

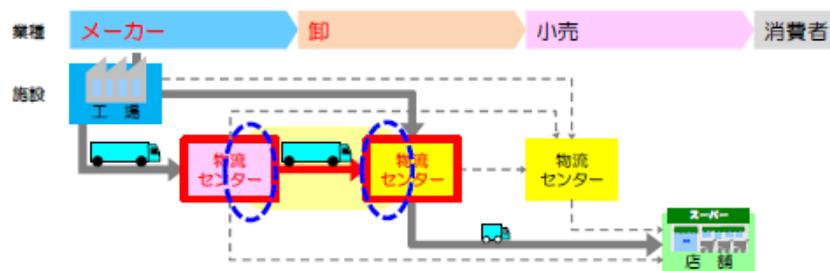
調査スケジュール

年月	2016年 (H28)						2017年 (H29)	
	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
1. トラックドライバーの稼働状況の調査	既存顧客のレビュー		実態調査の企業		調査結果	加工食品	日回結果	整理・分析
2. トラック輸送に係る輸送ルート及び届け先での滞在時間短縮化策の調査	仮設	事例調査						
3. トラック輸送に係る「標準化」策の調査	仮設	事例調査						
4. トラック輸送に係る時間短縮化策の検討	仮設		輸送量の検討			新案検討 (シミュレーション)		
5. 実証実験計画 (案) の検討							案検討	
発着荷主による共同輸送の連携整備研究会		①	②	③		④		⑤

3

調査の対象領域

本研究では、メーカーの出荷から卸の入荷までの領域に焦点を当て、メーカーの発側と卸の着側で、それぞれドライバーの稼働実態(業務プロセスごとの所要時間)調査を行った。



4

実態調査の概要

調査対象の輸送区間

製造業と卸売業が発着となる幹線輸送

対象施設

加工食品：北関東 発2施設、着2施設
 日用雑貨：北海道 発2施設、着2施設

調査日

2016年10～11月の平日1日
 (拠点により調査日は異なる)

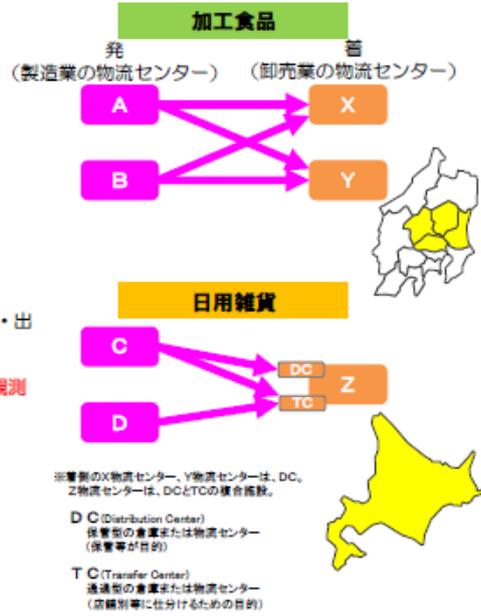
調査方法

【発施設】

- 着施設への出荷について、荷揃え・車両積込・出発を立合観測

【着施設】

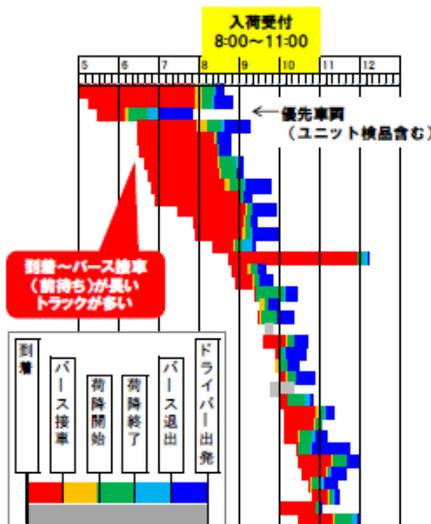
- 入荷バースで、接車した車両の状況を立合観測
- 着施設側の既存保有データも活用し分析
 - 入荷車両受付簿
 - 検品のハンディターミナル情報



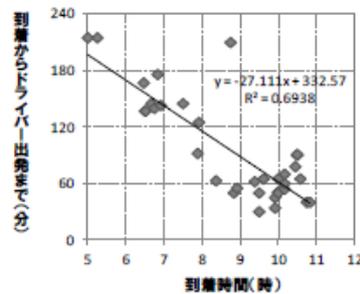
加工食品 着施設 X物流センター

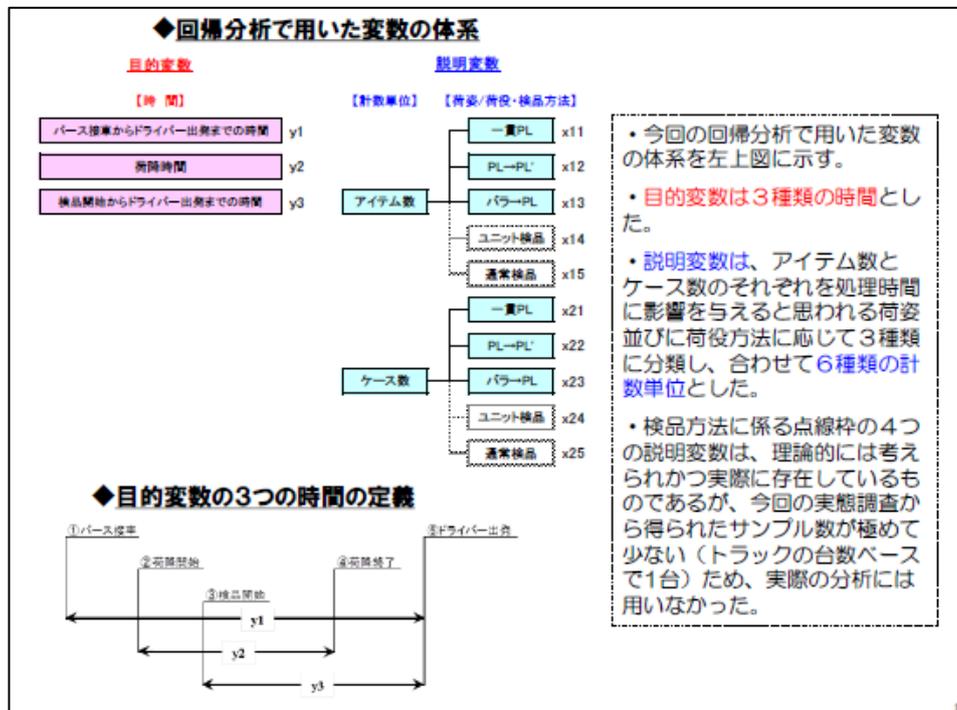
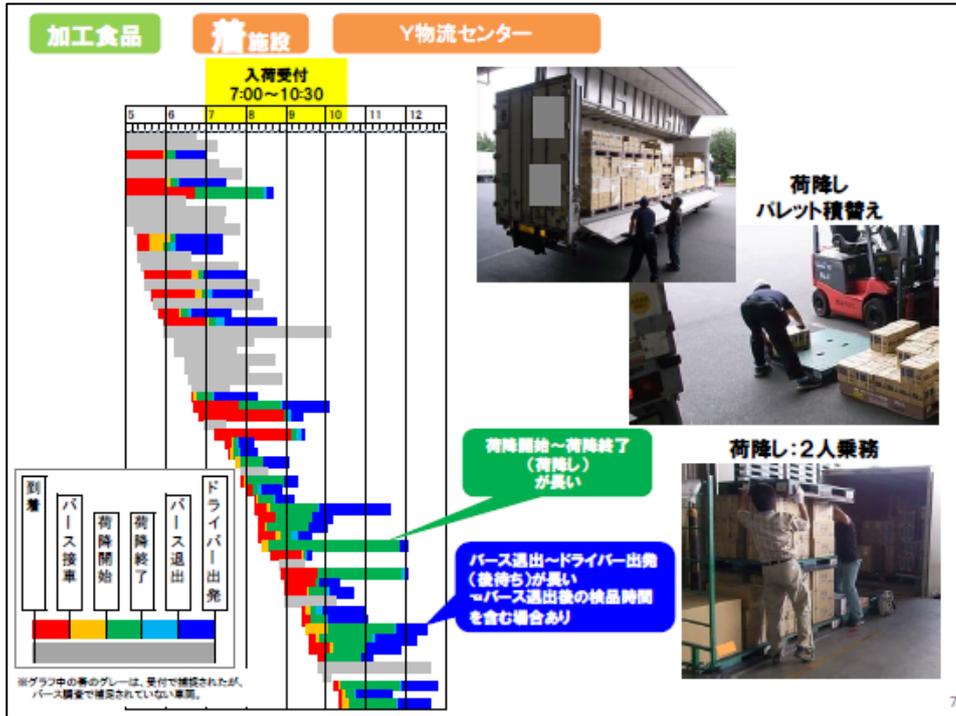
到着車両はどのくらいの時間滞在しているか？

朝早くきた車ほど長く待っている。



※グラフ中の車のグレーは、受付で検品されたが、バース側まで検品されていない車両。





補 足：一貫パレチゼーションとユニット検品の事例



9

実態調査の回帰分析結果

◆ある物流センターにおける**アイテム数**と

バース接車から出発までの所要時間の定式化【単回帰式】

$$Y_1 = 0.694X + 22.3 \quad (R^2 = 0.571) \quad \dots \text{式②}$$

ここに、

Y_1 = バース接車から出発までの所要時間 (分)

X = 入荷アイテム数 (アイテム)

- ある物流センターの実態調査を行ったところ、「アイテム数」から「バース接車からドライバー出発までの時間」を予測出来ることがわかった。
⇒ 100アイテムの入荷ならば所要時間は92分
- 「バース接車からドライバー出発までの時間」が予測出来れば、荷受施設側でバースの利用時間帯を割り当て、さらにバース接車時刻を指定することが可能である。
- 所要時間予測機能を実装した「バース予約システム」を導入することで、徒に早く到着してバースの順番を待っていたこれまでのドライバー行動を変えられる可能性がある。
- こうすることで、「到着～接車荷降ろし」までの時間を大幅に削減出来る。

10

実態調査の回帰分析結果

◆ある物流センターにおける**ケース数**と

バス接車からドライバー出発までの所要時間の定式化【重回帰式】

$$Y_1 = 0.0269X_{21} + 0.0941X_{22} + 0.162X_{23} + 45.9 \dots \text{式③}$$

ここに、

- Y_1 = バス接車からドライバー出発までの所要時間（分）
- X_{21} = 一貫パレチゼーションで入荷した荷物のケース数
- X_{22} = パレットで着荷したものの別のパレットに積み替えられて入荷した荷物のケース数
- X_{23} = バラで荷降ししてパレット組みの後入荷した荷物のケース数

• 係数の値（傾き）に着目すると、**1ケースの処理に要する時間**は次のようになっている。

一貫パレチゼーション	0.0269（分）	⇒1.61（秒）	（100）
パレット積み替え	0.0941（分）	⇒5.65（秒）	（351）
バラ荷物のパレット組み	0.162（分）	⇒9.72（秒）	（604）

• この定式化により、荷姿/荷扱方法の違いによる「バス接車からドライバー出発までの所要時間」の違いを比較することができる。

⇨**時間短縮策を定量的に比較検討**できる。

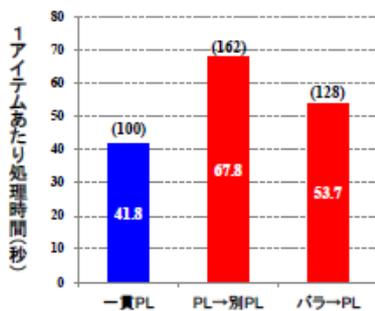
• 因果関係をあらわす式⇨**荷姿【原因】と所要時間【結果】**

◆ある物流センターにおける**一貫PL、PL積替、バラ積替の処理時間の比較**
【重回帰式の傾き】

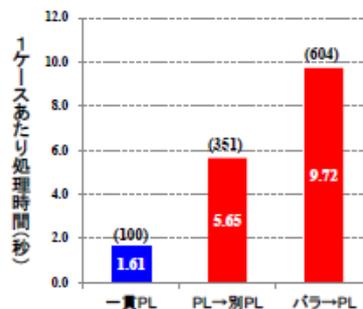
• 今回の実態調査からわかった**一貫パレチゼーション、パレットの積み替え、バラ荷物のパレット組み**の単位数量（アイテム数並びにケース数）あたりの処理時間（バス接車からドライバー出発までの時間）の違いを下図に示す。

• 数字からは、**一貫パレチゼーションの時間生産性の高さが明白**である。

○アイテム数ベース

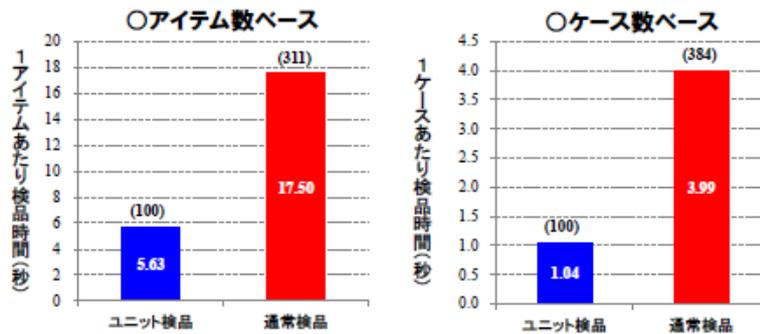


○ケース数ベース

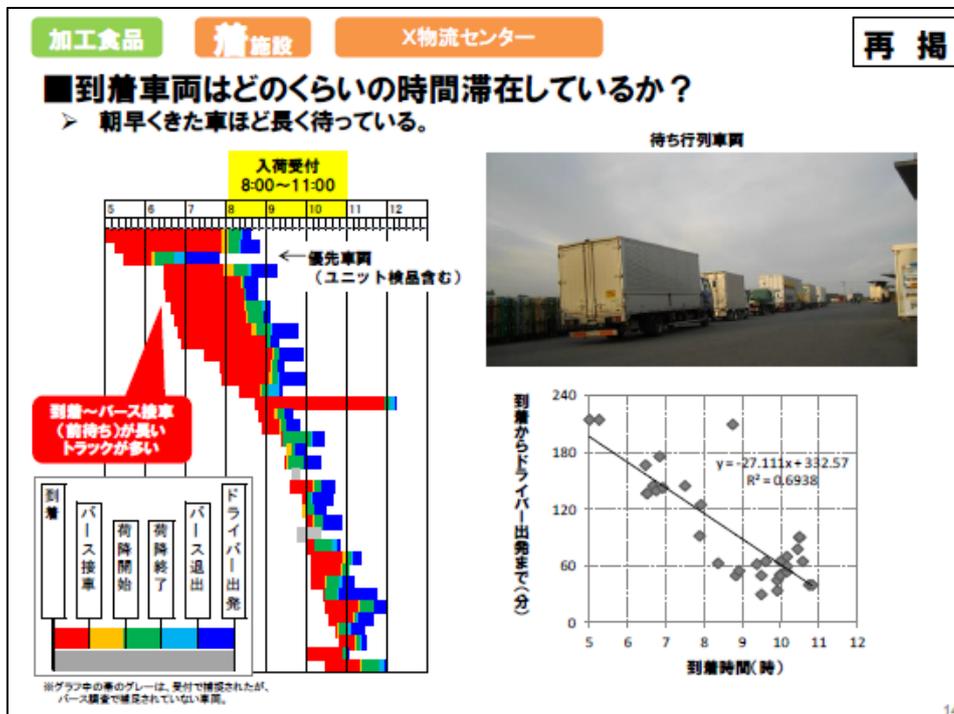


◆ある物流センターにおける**ユニット検品**と**通常検品**の検品時間の比較
【加重平均】

- 今回の実態調査からわかった**通常検品**と**ユニット検品**の処理時間について、「検品時間」に対する単位数量（アイテム数並びにケース数）あたりの処理時間（検品時間）を下図に示す。
- 数字からは、**ユニット検品の時間生産性の高さが明明白白**である。



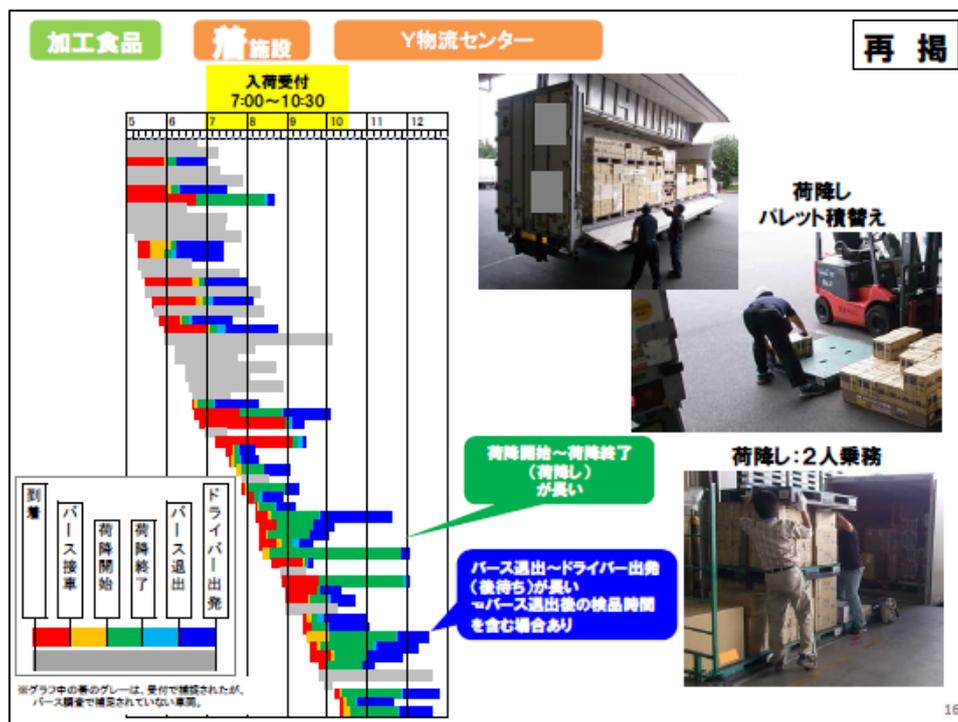
13



14

- 「バス接車からドライバーの出発までの所要時間」(Y₁)が推定出来れば、バスと接車時刻を適切に指定することで、**待ち時間を大幅に削減**できる。
- 「バス接車からドライバーの出発までの所要時間」(Y₁)であれば、例えば「**テレマティクス**」で計測したデータ（GPS、サイドブレーキ、運転台ドアの開閉、荷室ドアの開閉など）により、推定可能。
- 「**アイテム数**」(X)データの取得方法は？
 - ☞ 発荷主の出荷データ？
 - ☞ 着荷主の入荷データ？
 - ☞ 荷台/ドライバーの画像センサー？
- また、自動車の運行情報を数多く集め蓄積すれば、**ビッグデータ**を活かして**旅行時間予測**することが出来、遠方からのドライバーであっても、**徒に早い出発をしなくても良くなる**可能性がある。
- さらに、トラックを離れた**ドライバーの業務**については、例えば、**バイタルセンサー**のデータから推定可能か？

15



16

- 積み替えなしの「一貫パレチゼーション」及びパレット単位での「ユニット検品」の導入で「バース接車からドライバーの出発までの所要時間」(Y₁)を大幅に削減できる。
- 更に、「バース接車からドライバーの出発までの所要時間」(Y₁)が推定出来れば、バースと接車時刻を適切に指定することで、**待ち時間を大幅に削減**できる。
- 「バース接車からドライバーの出発までの所要時間」(Y₁)であれば、例えば「テレマティクス」で計測したデータ(GPS、サイドブレーキ、運転台ドアの開閉、荷室ドアの開閉など)により、推定可能。
- 「ケース数」(X_{2i})データの取得方法は？
 - ⇒ 発荷主の出荷データ？
 - ⇒ 着荷主の入荷データ？
 - ⇒ 荷台/ドライバーの画像センサー？
- さらに、トラックを離れた**ドライバーの業務**については、例えば、**バイタルセンサー**のデータから推定可能か？

効果シミュレーション結果

アイテム数ベースモデルを適用

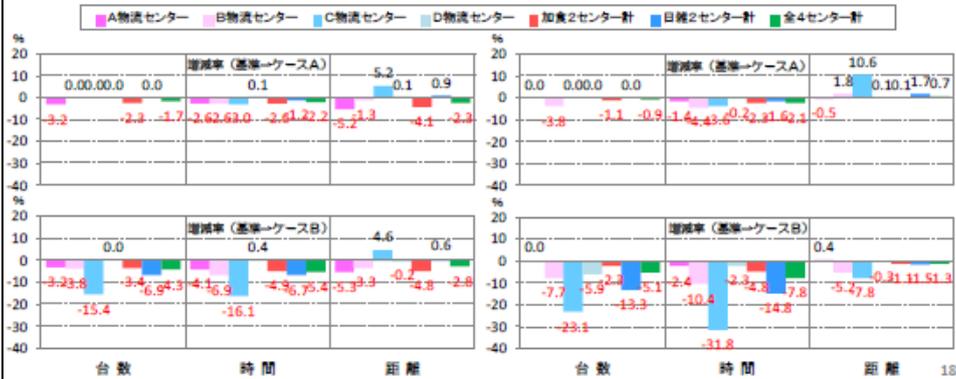
- 【仮定】
- 一定以上の荷量の届け先で導入 40ケース以上
 - 一貫PLの導入割合を右表の通り設定
 - 到着からバース接車までの時間 全て：30分
 - バース接車から出発までの時間 **アイテム数**に基づく右のモデルで推計
- 【結果】
- 全4センター計の時間で、一貫パレ導入で5.4%、ユニット検品も導入すると7.8%の削減。(40ケース以上の届け先が多いC物流センターに効果がある。)

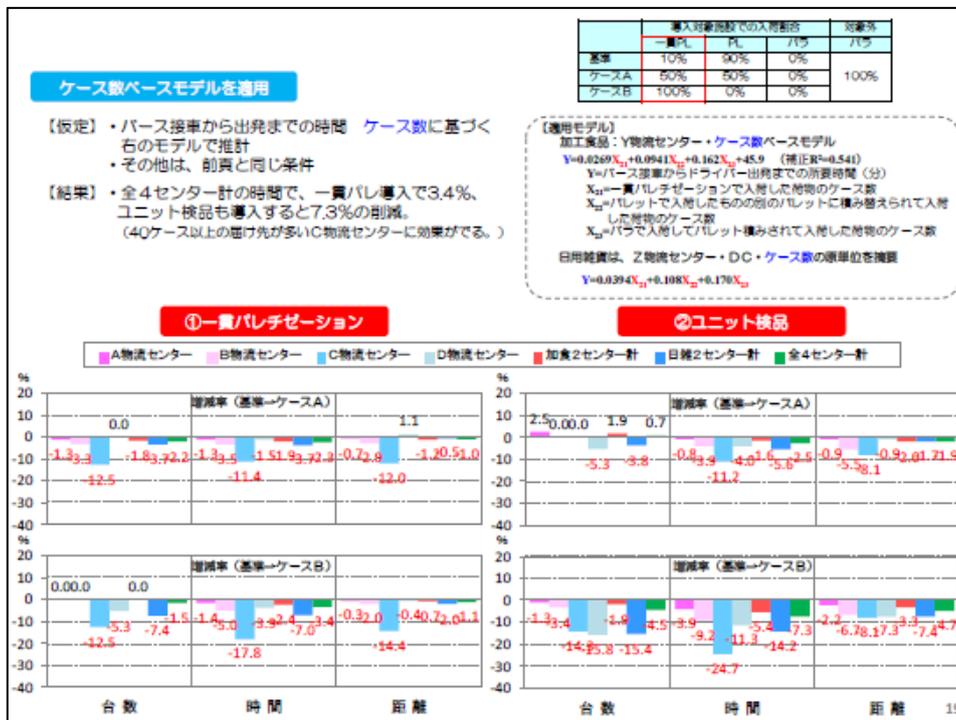
	導入対象施設での導入割合			効果率
	一貫PL	PL	パレ	
基準	10%	50%	0%	100%
ケースA	50%	50%	0%	
ケースB	100%	0%	0%	

【適用モデル】 X物流センター・アイテム数ベースモデル
 $Y = 0.096X_{1i} + 1.13X_{2i} + 0.095X_{3i} + 30.0$ (修正R²=0.568)
 Y=バース接車からドライバー出発までの所要時間(分)
 X_{1i} =一貫パレチゼーションで入荷した荷物アイテム数
 X_{2i} =パレットで入荷したものの個数のパレットに積み替えて入荷した荷物アイテム数
 X_{3i} =パレで入荷してパレット積みされて入荷した荷物アイテム数
 日用雑貨は、Z物流センター・DC・アイテム数の原単位を換算
 $Y = 0.533X_{4i} + 1.570X_{5i} + 1.19X_{6i}$

①一貫パレチゼーション

②ユニット検品





4. 今後の SWG の活動の方向性

2018年11月1日より準天頂衛星システム「みちびき」が4機体制によるサービス提供を開始したことを受け、我が国では、様々な分野において高精度位置情報を活用した具体的なアプリケーションの展開に向けた機運が一層高まりつつある。

本SWGでは、この機会を捉え、農業、自動車、物流等における「みちびき」の利活用事例や、高精度測位補強サービスのアジア・太平洋地域への展開、「みちびき」対応受信機の開発状況などについて情報を共有し、産学官をあげて進められている最新の取組について知見を得るとともに、今後、「みちびき」を利用したアプリケーションの展開をより加速化するために、以下の取組が重要であることを確認した。

- ・ 本SWGの構成員を対象に実施したアンケート調査の結果にあるように、①受信機端末価格の一層の低廉化、②データの価値向上（CLAS・SLAS・MADOCA や災危通報の価値向上、セキュリティ対策等）、③新たな「みちびき」の利活用事例の蓄積・共有について、引き続き取り組んでいくこと
- ・ 地上の通信網などの利用環境や他のセンサーとの組み合わせなど、「みちびき」の多様な利用方法について検討し、「みちびき」から得られる付加価値を向上させることも重要であり、また、特に受信機端末価格の一層の低廉化については、受信機メーカーによる小型・低価格化に向けたより一層の対応が前提とされるものの、「量産効果による低価格化」の効果が大きいものと考えられるため、具体的な実サービスを早期に創出することによる相乗効果を生み出していくこと
- ・ アジア・太平洋地域では電子基準点の未整備など、高精度位置情報を利用するインフラ・環境整備が整っていない地域があることから、MADOCA を活用した日本発の高精度位置情報ビジネス・アプリケーションを展開していくこと

本SWGでは、設立初年度にあたる本年度においては、主に情報共有を主体とした活動を行ったが、今後は、情報共有活動を継続しつつ、「みちびき」を利用したアプリケーションの展開をより加速化するため、上述の観点や各構成員のニーズや意向も踏まえながら、実サービスを創出するための具体的な検討や活動にステップアップしていくことが重要である。

第Ⅱ部 資料編

1. 準天頂衛星システム「みちびき」について

① 経緯・目的

- 平成 23 年 9 月の宇宙開発戦略本部において、準天頂衛星システムについては、産業の国際競争力強化、アジア太平洋地域への貢献、災害対応能力の向上等の広義の安全保障に資するプロジェクトとして、2010 年代後半（平成 27～31 年頃）を目途に 4 機体制を整備すること、また、将来は持続測位が可能となる 7 機体制を目指すこと、実用準天頂衛星システムの開発・整備・運用は、初号機「みちびき」の成果を活用しつつ内閣府が実施すること等が決定された。
- 平成 24 年 3 月には、「地理空間情報高度活用社会（G 空間社会）」の実現を目的とした「地理空間情報活用推進基本計画」が閣議決定され、将来の 7 機体制を目指すことを含め、実用準天頂衛星システムの整備、利活用、及び海外展開に取り組んでいくことが盛り込まれた。
- 「地理空間情報活用推進基本計画」では、準天頂衛星システムの整備等に加えて、地理空間情報の社会への浸透・定着や、東日本大震災からの復興と災害に強い国土作りへの貢献等が盛り込まれており、準天頂衛星システムと地理空間情報との相互作用による成果の創出が期待されている。
- 現在の宇宙基本計画（平成 28 年 4 月閣議決定）においても、持続測位が可能となる 7 機体制の確立のために必要な追加 3 機の運用を平成 35 年度めどに開始すること、国内やアジア太平洋を中心とした諸外国における利活用を促進すること等が盛り込まれている。
- 宇宙基本計画工程表（平成 29 年 12 月宇宙開発戦略本部決定）の内、準天頂衛星システム部分について以下（図 1）に示す。



図 1 準天頂衛星システムの工程表

② システム構成

準天頂衛星システムは、名称の由来である準天頂軌道の衛星を主体とする複数の衛星システムと、主管制局、追跡管制局及び監視局から構成される地上システム、及びユーザシステム（測位信号受信端末等）から構成される。「みちびき」はシステムの通称であり、英語では、QZSS（Quasi-Zenith Satellite System）と表記する。

準天頂軌道とは、高度約 36,000km、傾斜角約 40 度の南北非対称の楕円軌道のことであり、日本から見ると変形した「8」の字を描くように見え、日本上空に長い間滞在するように設計された軌道である。

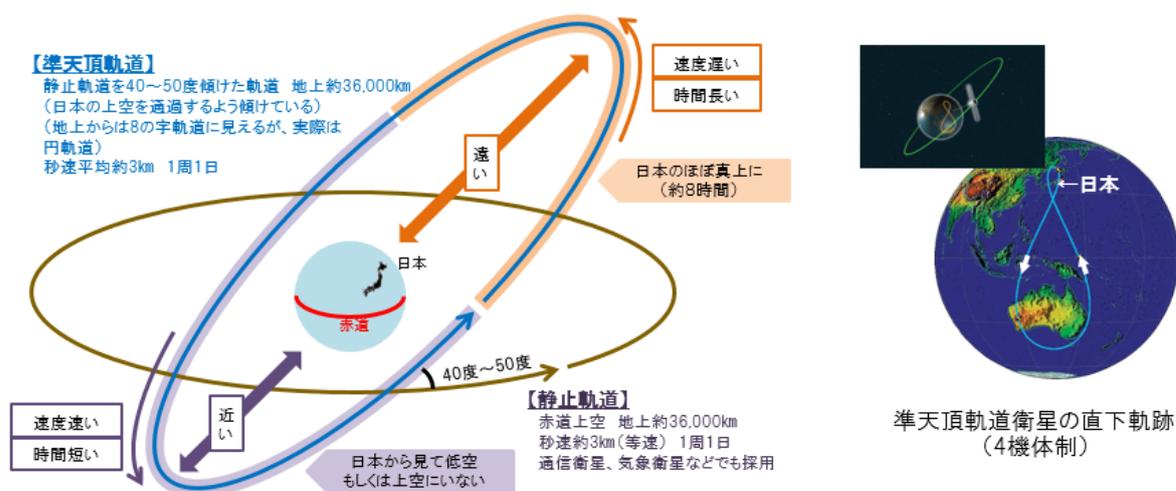


図 2 準天頂衛星軌道

③ 提供サービス

「みちびき」の提供サービスは、大きく分類すると、

- (1) 測位補完サービス（衛星測位サービス）
- (2) 測位補強サービス（サブメータ級及びセンチメータ級測位補強サービス）
- (3) メッセージサービス

の3サービスに分類することができる。

- (1) 測位補完サービス（衛星測位サービス）は、準天頂衛星から GPS と互換性のある測位信号を提供し、受信できる測位衛星の数が少ないことによる誤差や電離層による誤差を低減するサービスである。前者の誤差は、高層ビル間や山間部で起きるマルチパスによる誤差（図 3）や測位衛星の幾何配置の偏りによる誤差のことであり、衛星数を増やすことで誤差が低減できる（図 4）。

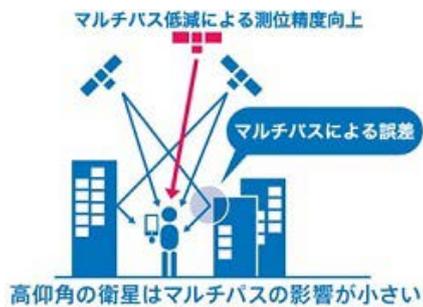


図3 マルチパス誤差の低減



図4 衛星数増加による測位精度の向上

後者の誤差は、電波が電離層を通過する際に速度が変化することによる誤差のことであり、速度の遅延量が電波の周波数に依存する性質を利用して、複数の測位信号を組み合わせることで誤差を低減する（図5）。

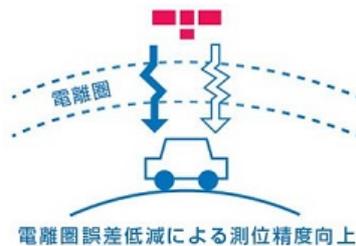


図5 電離層誤差の低減

- (2) 測位補強サービスは、水平位置精度 1m 以下のサブメータ級測位補強サービスと、水平位置精度 6~12cm のセンチメータ級測位補強サービスからなる。
- i. サブメータ級測位補強サービスは、国内 13 のサブメータ用監視局の測位データから誤差情報を生成し、衛星測位の補強信号を提供するサービスである（図6）。日本に配置された監視局を利用したサービスであるため、サービス範囲としては日本及び周辺海域である（図8）。
 - ii. センチメータ級測位補強サービスは、水平位置精度 6cm（静止体）、12cm（移動体）程度を実現するため、国土地理院の電子基準点のデータを利用して補正情報を生成し、みちびき経由で補強情報を配信するサービスである（CLAS 方式）（図7）。ただし、この CLAS 方式においては、日本における電子基準点を利用するサービスであるため、利用可能範囲は日本のみである（図8）。
 - iii. 一方、アジア太平洋地域へのセンチメータ級測位補強サービスとしては、世界各地に配置した監視局より補正情報を生成し（MADOCA 方式）、みちびきの実証実験チャンネルより情報を配信している（図9）。

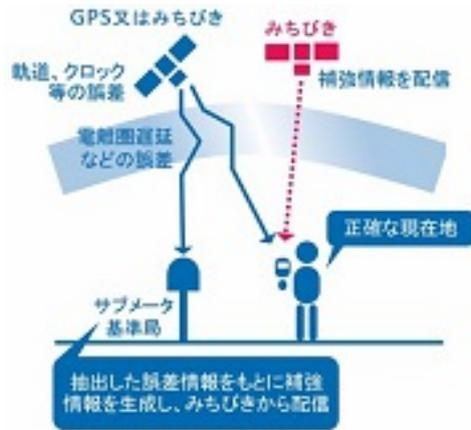


図 6 サブメートル級補強サービス

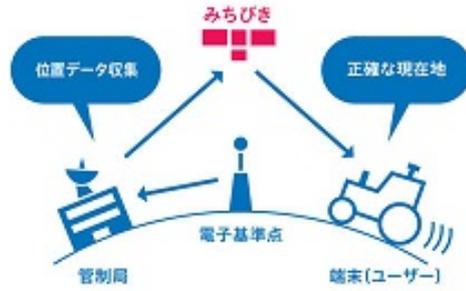


図 7 センチメートル級補強サービス

	センチメートル級測位補強サービス (CLAS)	サブメートル級測位補強サービス (SLAS)																		
サービス範囲																				
測位精度	<table border="1"> <thead> <tr> <th>区分</th> <th>水平方向</th> <th>高さ方向</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>静止</td> <td>6cm</td> <td>12cm</td> </tr> <tr> <td>移動体</td> <td>12cm</td> <td>24cm</td> </tr> </tbody> </table>	区分	水平方向	高さ方向	静止	6cm	12cm	移動体	12cm	24cm	<table border="1"> <thead> <tr> <th>区分</th> <th>水平方向</th> <th>高さ方向</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>領域①</td> <td>1.0m</td> <td>2.0m</td> </tr> <tr> <td>領域②</td> <td>2.0m</td> <td>3.0m</td> </tr> </tbody> </table>	区分	水平方向	高さ方向	領域①	1.0m	2.0m	領域②	2.0m	3.0m
区分	水平方向	高さ方向																		
静止	6cm	12cm																		
移動体	12cm	24cm																		
区分	水平方向	高さ方向																		
領域①	1.0m	2.0m																		
領域②	2.0m	3.0m																		

図 8 サービス範囲と精度

海外センチメートル級測位補強サービス (1)

◆ サービス概要

- 衛星測位利用者に高精度測位補強情報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MADCOCA（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、MADCOCA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トル級の測位が可能となる。

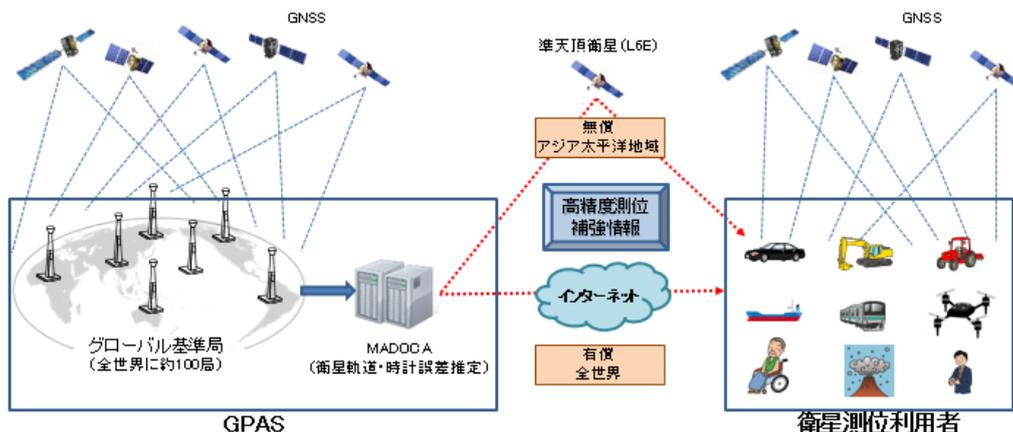


図9 海外センチメートル級測位補強サービス (1)

海外センチメートル級測位補強サービス (2)

◆ MADCOCAとは

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(センチメートル級)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。

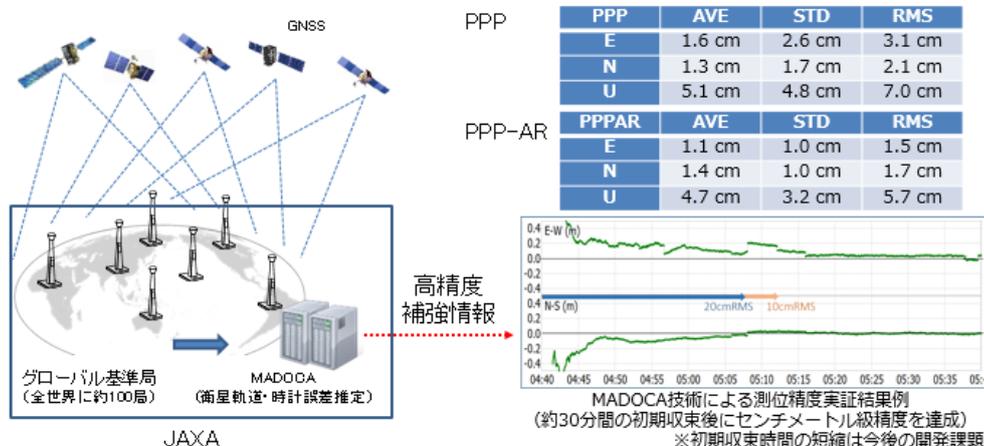


図9 海外センチメートル級測位補強サービス (2)

海外センチメートル級測位補強サービス (3) GPAS

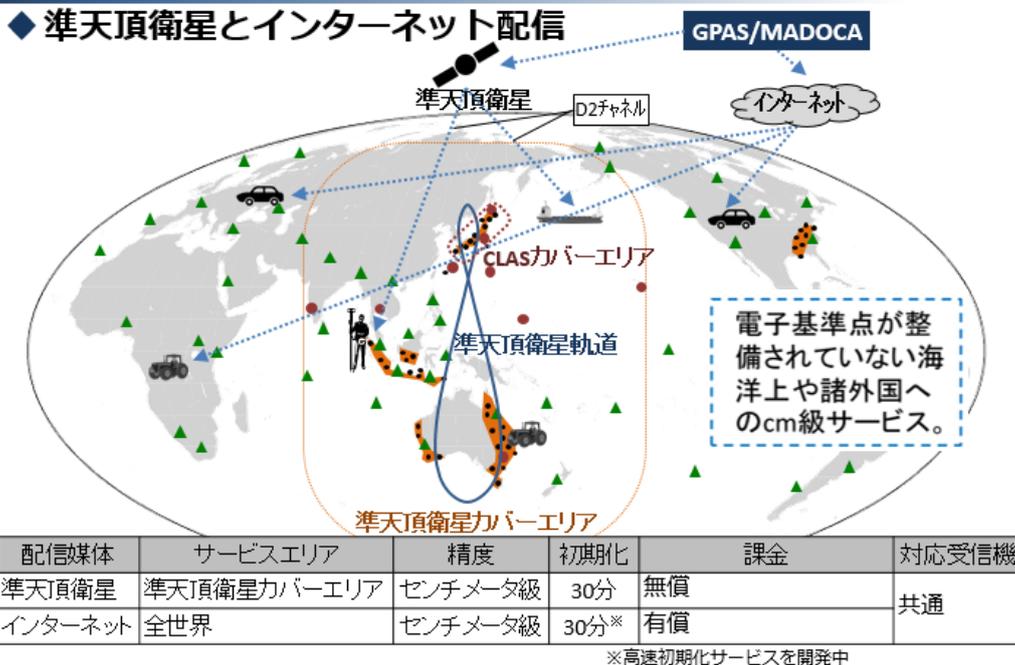


図 9 海外センチメートル級測位補強サービス (3)

海外センチメートル級測位補強サービス (4) GPAS

◆ GPAS/MADDOCAの優位性

- ▶ インターネット経由でMADDOCA情報を受け取ることで、全世界でセンチメートル級の測位が実現できる。
- ▶ 準天頂衛星からの配信により、アジア太平洋地域には無償で提供が可能。
- ▶ サブメートル級からセンチメートル級まで、同じMADDOCA情報を利用できる。
- ▶ データフォーマットの公開により、数多くの受信機で対応が可能となる。端末価格の低廉化が期待できる。
- ▶ JAXAが開発した技術（純国産技術、すで実証された技術、今後も継続開発される技術）。安定した技術を低価格で提供することが可能。
- ▶ 地上インフラを必要としない。MADDOCA対応受信機さえあれば利用可能。

➡ **世界中 どこでも・いつでも 高精度に測位できる環境を提供**

図 9 海外センチメートル級測位補強サービス (4)

(3) メッセージサービス

①災害・危機管理通報サービス

地震、津波などの災害情報、テロなどの危機管理情報、避難勧告などの発令状況について準天頂衛星経由で送信するサービス。アジア・オセアニア地域でも受信できるため、遠地地震や北西太平洋津波情報等の海外向け情報も送信される。(図 10)

②衛星安否確認サービス

利用者が安否情報を準天頂衛星に送信し、管制局を経由して近親者等に電子メールを送るサービス。静止軌道衛星でのみ利用でき、我が国及び沿岸部限定で提供される。(図 11)

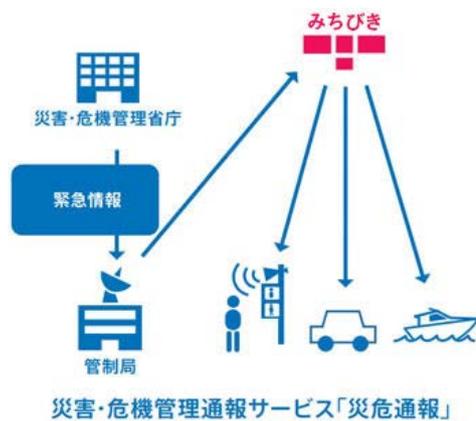


図 10 災害・危機管理通報サービス

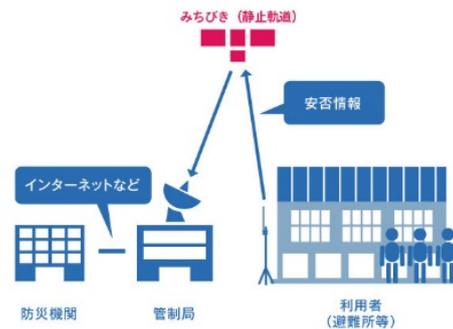


図 11 衛星安否確認サービス

2. 受信機の開発・販売状況

準天頂衛星システムのセンチメートル級測位補強サービス（CLAS）、サブメートル級測位補強サービス（SLAS）に対応可能な受信機は、各受信機メーカーによる開発が進められ、2018年11月1日のサービス開始を契機として、各社より販売が開始されている。

CLAS 受信機については、三菱電機、マゼランシステムズジャパン、コアより販売が開始され、受信機の構成要素の一つである受信モジュール・チップについては、マゼランシステムズジャパン、日本無線より 2019 年の販売が予定されている。価格帯については、一般的に他の既存の高精度測位用の受信機は数百万円程度と言われているが（仕様・機能によって価格は大きく異なる）、CLAS 受信機についても現状では 100 万円程度との報道がある。他方、マゼランシステムズジャパンが開発している受信機ボードでは、従来のネットワーク型高精度 RTK 受信機のコストに比べ 1/10 以下を実現とのリリース情報があり、内閣府 SIP 次世代農林水産業創造技術では平成 29 年度成果として 10 万円程度の準天頂衛星対応受信機の開発についても報告がされている。また、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）においても準天頂衛星対応受信機の高精度・低消費電力化の研究開発が進められている。現在、受信機の小型・低価格化については産学官で取り組みが進められているが、日本をはじめアジア太平洋地域での利活用の拡大による量産効果と合わせ、今後、一層の小型・低価格化が進むことが期待される。

アジア太平洋地域でのセンチメートル級測位補強サービスである 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）については、マゼランシステムズジャパン、コアが対応受信機を販売している。

SLAS 受信機については、ソフトバンク、フォルテ、ジェネクスより販売が開始され、受信機の構成要素の一つである受信モジュール・チップについては、日本無線、ポジション、ユーブロックスジャパン、ソニーセミコンダクタソリューションズより販売が開始されている。古野電気は 2019 年春に販売を予定している。また、ソフトバンクでは当該受信機を用いた IoT プラットフォームサービス（準天頂衛星対応トラッキングサービス）も合わせて提供を開始し、準天頂衛星システムの高精度測位情報をリアルタイムで管理・見える化を可能とする新たなサービスも展開している（図 18 参照）。価格帯については、各社、積極的にオープンにしている例は少ないが、例えば、ジェネクスでサービスを開始した道路交通法遵守「見える化」サービスでは、一括購入型で初期費用 21,500 円（初期登録料含む）、月額 3,000 円、レンタル型で初期費用 3,000 円（初期登録料）、月額 4,000 円とのリリース情報がある（<http://www.genext.co.jp/topics/98-category03/421-gps-1m-gps.html>）。

◆ センチメートル級測位補強サービス

〔 販売中 〕

<三菱電機株式会社>



準天頂衛星対応センチメートル級高精度測位端末
AQLOC-VCX

184×98×74mm、1,600g 【CLAS 対応】

<http://www.mitsubishielectric.co.jp/news/2017/1129.html>

〔 販売中 〕

<マゼランシステムズジャパン株式会社>



QZSS 対応多周波マルチ GNSS 受信機ユニット

206×155×86mm 【CLAS、MADOCA 対応】

<http://magellan.jp/item/index6.html>

〔 販売中 〕

<株式会社コア>



みちびき対応センチメートル精度測位受信機

200×140×60mm、1,100g 【CLAS、MADOCA 対応】

http://www.core.co.jp/pdf/pdf_2018/news_20180919.pdf

〔 2019 年春
販売予定 〕

<三菱電機株式会社>



準天頂衛星対応センチメートル級高精度測位端末

AQLOC-VCX II

139×94×39mm、650g 【CLAS 対応】

〔 2019 年春
販売予定 〕

<マゼランシステムズジャパン株式会社>



多周波マルチ GNSS 受信機ボード

MJ-2005-GL4 【CLAS、MADOCA 対応】

<http://magellan.jp/item/index6.html>

〔 2019 年春
販売予定 〕

<日本無線株式会社>



高精度 GNSS チップ JG11

9.0×9.0mm 【CLAS 対応】

<http://www.jrc.co.jp/about/news/2017/0111-2.html>

〔 販売中 〕

<小峰無線電機株式会社>



3 周波マルチ GNSS アンテナ QZG126c

φ 132×62mm、390g 以下

<http://www.kominemusen.co.jp/products/QZ/QZG126c/QZG126c.pdf>

◆ サブメータ級測位補強サービス

〔 販売中 〕

<ソフトバンクグループ株式会社>



マルチ GNSS 端末

90×61×29mm、約 165g 【SLAS 対応】

<https://www.softbank.jp/biz/iot/service/satellite/>

〔 販売中 〕

<株式会社フォルテ>



FB102、FB202

FB102 83×44×17.7mm、56.1g 【SLAS 対応】

FB202 74×42×20mm、70g 【SLAS 対応】

<http://www.forte-inc.jp/>

〔 販売中 〕

<ジェネクス株式会社>



QZ-05S

【SLAS 対応】

<http://www.genext.co.jp/topics/98-category03/421-gps-1m-gps.html>

〔 販売中 〕

<日本無線株式会社>

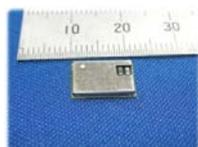


高精度 GNSS チップ JG11

9.0×9.0mm 【SLAS 対応】

〔 販売中 〕

<ポジション株式会社>



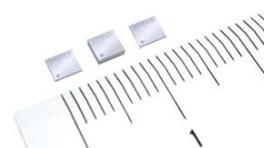
マルチ GNSS 対応チップ GSU-141

11.0×7.5×1.5mm 【SLAS 対応】

http://www.posit.co.jp/seihin/pdf/GSU-141_J.pdf

〔 販売中 〕

<ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社>



CXD5603GF

3.0×3.0mm 【SLAS 対応】

https://www.sony-semicon.co.jp/products_en/gps/index.html

〔 販売中 〕

<ユーブックスジャパン株式会社>



NEO-M8U

NEO-M8L

NEO-M8U 12.2×16×2.4mm 【SLAS 対応】

NEO-M8L 12.2×16×2.4mm 【SLAS 対応】

<https://www.u-blox.com/ja/product/neo-m8u-module>

<https://www.u-blox.com/ja/product/neo-m8l-series>

〔 2019 年春
販売予定 〕

<古野電気株式会社>



マルチ GNSS 受信モジュール GN-87

12.2×16.0×2.8mm 【SLAS 対応】

<https://www.furuno.com/jp/products/gnss-module/GN-87>

3. 「みちびき」利活用事例

① 海外事例

(1) 豪州におけるスマート農業実証事業【株式会社日立製作所等】

I. 2014年度 無人トラクターの実証試験

- 豪州ニューサウスウェルズ州ジェリルデリー（稲作圃場）において、電子基準点未整備地域における MADOCA を活用した適切な測位方式の検討及び測位精度検証を実施（図 12）
- 夜間の無人トラクターによる耕うん、施肥、水撒き及び除草作業を実現



図 12 無人トラクター実証実験

II. 2016年度 高効率な営農作業システム検証

- 豪州クィーンズランド州マックアイ（サトウキビ畑）において、トラクター（日本製、米国製）の農作業自動化に MADOCA を活用し、水平・垂直精度の検証及びドローンによる農地データの収集・分析を実施（図 13）
- 畝作り、水撒き、施肥の自動化による人件費の削減や、精密測位システム費用の削減（対 RTK 測位比：12,000AUD）が可能であることを確認



図 13 高効率な営農作業システム検証

III. 2016年度 生育状況把握システム検証

- 豪州クィーンズランド州バンダバーグ（アボカド農園）において、MADOCA を活用したドローンによる農地のセンシングシステムの有用性の評価及び測位精度の検証を実施（図 14）
- 作物の見回り作業時間の 90%程度短縮することが可能であることを確認



図 14 生育状況把握システム検証

IV. 2017年度 高精度・高効率分析システム検証

- 豪州西オーストラリア州カーナボン（バナナ農地）において、MADOCA を活用し、雑草の位置を自動検知するシステムの構築と検証を実施（図 15）
- 農地の見回り作業時間の 90%程度短縮することが可能であることを確認

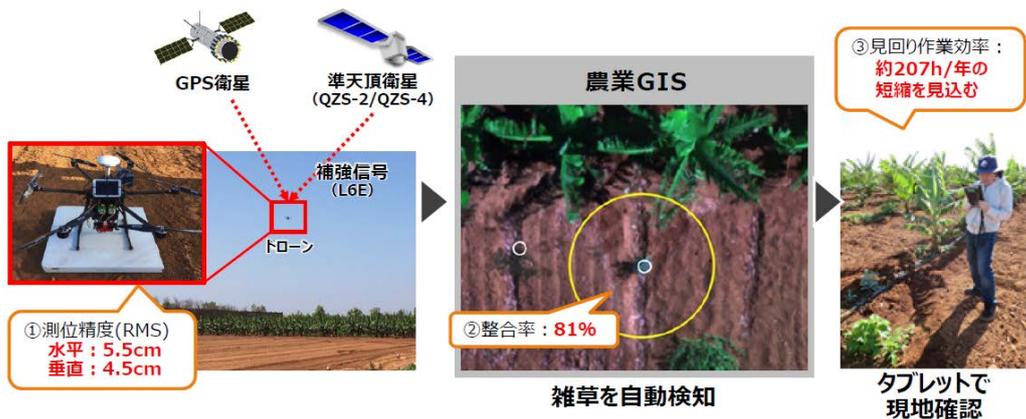


図 15 高精度・高効率分析システム検証

- (2) タイ王国—GPS プローブを活用した渋滞情報サービス【豊田通商株式会社】
- 2018年にバンコク市内において、MADCOCA を利用し、車線毎の交通情報を生成。この情報を高精度ルートガイダンス行える Navi システムに反映
 - 車線毎の渋滞情報表示及び最適かつ詳細なルートガイダンスを物流トラックに提供 (図 16)
 - 実証システムは、現行と比較して総走行時間合計で約 1 時間 54 分早く目的地に到着(改善率 3.46%)



図 16 高精度ルートガイダンス

② 国内事例

(1) 除雪車運転支援システム【東日本高速道路株式会社】

- 吹雪による視界不良時や雪に埋もれた壁高欄・ガードレール等の障害物への接触の回避を行いながら、cm級の正確な除雪作業が求められる
- 将来的に熟練技術者の確保、労働力不足が懸念される中、作業車両の位置をより正確に把握し、安全な作業を行えるよう除雪車運転支援技術の開発が必要となる
- 準天頂衛星の高精度位置情報と高精度地図の情報とを組み合わせ、運転席のガイダンスモニターに下記項目を表示するシステムを開発（図17）
 1. 路肩内の横方向の車両位置
 2. 左側のガードレールや右側のレーンマークとの離れ+アラート音
 3. 接触・はみ出しを回避する車両の修正角
 4. 路肩幅、作業注意情報
- ロータリー除雪作業の省力化・効率化、安全性が向上した

準天頂衛星を活用した除雪車運転支援システム(1)

準天頂衛星の高精度位置情報と高精度地図の情報とを組み合わせ、運転席のガイダンスモニターに除雪車の正確な位置を表示

↓

運転を視覚的にサポート

準天頂衛星を活用した除雪車運転支援システム(2)

運転席のガイダンスモニターの表示内容

- ①路肩内の横方向の車両位置
- ②左側のガードレールや右側のレーンマークとの離れ +アラート音
- ③接触・はみ出しを回避する車両の修正角
- ④路肩幅、作業注意情報

準天頂衛星を活用した除雪車運転支援システム(3)

開発効果

- ・熟練オペレーターの運転操作が容易
- ・助手が行う補助作業の軽減

除雪車位置確認、視界不良時等の安全確認、作業位置の連絡

↓

ロータリー除雪作業の省力化・効率化、安全性が向上

準天頂衛星を活用した除雪車運転支援システム(8)

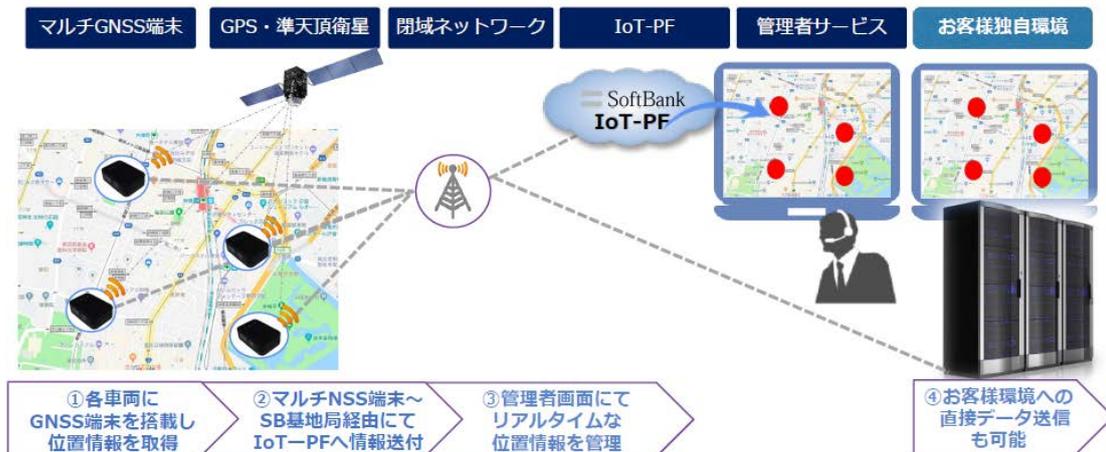
除雪車の自動化 ロードマップ

	～2016	2017～2020（中期経営計画）	2021～
①「低速」除雪（ロータリー除雪車）	運転視覚支援（ガイダンス） 技術開発（パイロット）★	作業操作・運転制御支援 自動化 技術開発（パイロット）★	準自動→自動 完全自動化 ★：試行導入
②「高速」除雪（除雪トラック）	運転視覚支援（ガイダンス） 作業操作・運転制御支援 自動化	技術開発（パイロット）★	準自動→自動 完全自動化 ★：試行導入

図17 準天頂衛星を活用した除雪車運転支援システム

(2) 準天頂衛星対応トラッキングサービス【ソフトバンク株式会社】

- 「みちびき」対応受信端末と高精度測位情報を活用したIoTプラットフォームを活用し、人や物の位置情報を高精度に収集・データ化
- 現在の位置や過去の移動経路等を高い精度で把握できるため、バスやタクシーの経路の最適化、運送業の物流管理、鉄道車両管理、構造物検査、高齢者の見守りなど多様なユーザーニーズに対応可能（図18）



<https://www.softbank.jp/biz/iot/service/satellite/>

図18 IoTを活用した道路情報管理システム

(3) みちびきを活用した自動運転【三菱電機】

- 「みちびき」の高精度測位情報を活用した自動運転技術を開発中（図19）
- 濃霧や雪道など視認性が悪い環境下においても、「みちびき」を活用した「インフラ型走行技術」により、高い安全性と快適性を両立した自動運転を実現
- 内閣府・SIP「自動走行システム」の大規模実証実験に参画する他、実用化に向け、高速道・公道での実証実験を実施中



図19 みちびきを活用した自動運転

(4) みちびきを活用した無人航空機（ドローン）【NEDO】

- 様々な状況の変化が想定される長距離飛行において、無人航空機が自律的に飛行経路を変更し、「みちびき」の高精度測位情報を利用して精密に飛行する技術を開発中（図 20）
- 「みちびき」の高精度測位情報を活用することで、一定の空域における多数の飛行経路を設定した高密度運行を実現
- 福島ロボットテストフィールド、離島での飛行実証試験を 2019 年度に実施予定



図 20 みちびきを活用した無人航空機

(5) みちびきを活用した海洋土木工事【東亜建設工業株式会社】

- 海洋土木工事の生産性・経済性向上を図るため、「みちびき」の高精度測位情報を活用した海上測位実証を実施（茨城県沖：2018年6月）
- 海上での「みちびき」の高精度測位精度を評価し、水平・垂直とも cm 級の測位精度を確認
- 作業船の位置決め、構造物の位置決め、基礎材投入管理、深浅測量などの多様な工事での適用に期待（図 21）



図 21 みちびきを活用した海洋土木工事

(6) みちびきを活用した IoT 路面情報検知システム【ソフトバンク株式会社等】

- 「みちびき」の高精度測位情報を活用した新たな路面情報検知システムの実証実験を実施中（2018年7月～2019年3月）
- カメラや加速度センサー、ジャイロセンサーなどを用いて路面状態を把握する「路面検知システム」に、「みちびき」の高精度な位置情報を連携させることで、路面の状態と場所を正確に把握
- 効率的に路面状態を把握することで点検費用や時間を抑え、日常的なモニタリングにより従来の事後保全から予防保全への転換も可能となり、道路の維持管理費用も削減（図22）



図22 みちびきを活用した IoT 路面情報検知システム

(7) みちびきを活用した交通安全分析サービス【ジェネクト株式会社】

- 「みちびき」の高精度測位情報を活用した新たな道路交通法違反自動判定の実用化サービスを2018年6月より提供開始（図23）
- 独自に開発した IoT 機器（衛星トラッカー）を車両に搭載し、「みちびき」を活用して取得された高精度な車両の位置情報ログを分析することにより、①制限速度超過、②右左折禁止、③一時停止違反、④踏切不停止、⑤進入禁止の5項目の違反を判定し、クライアント企業に提示
- ドライバー法令遵守向上、コンプライアンスリスクの軽減、交通事故削減、自動車保険料の削減に寄与

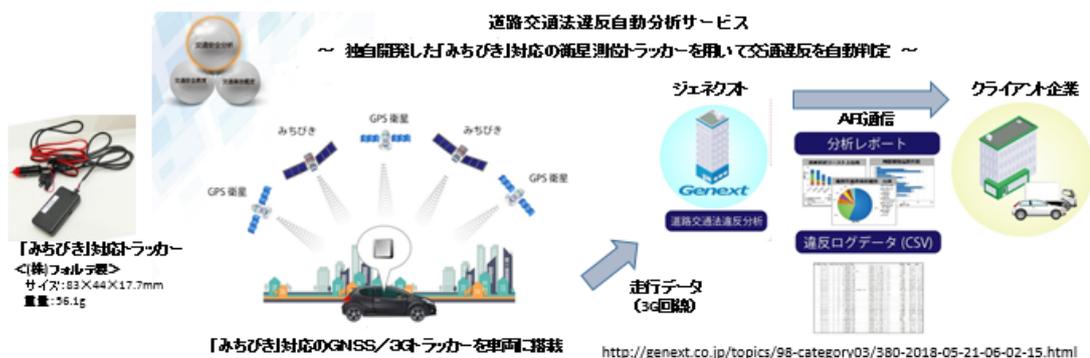


図23 みちびきを活用した交通安全分析サービス

(8) みちびきを活用した腕時計型ウェアラブル端末【株式会社MASA】

- 「みちびき」の高精度測位情報（サブメータ級測位補強サービス）を活用したゴルフナビゲーション用の腕時計型ウェアラブル端末を開発・販売中（図 24）
- 高性能アンテナと高性能衛星測位チップにより、様々な環境下で安定的に高精度測位を実現
- 予めダウンロードしたコース情報と組み合わせてグリーンまでの距離を表示し、ゴルフプレイヤーをサポート



図 24 みちびきを活用した腕時計型ウェアラブル端末

(9) みちびきを活用した福祉分野での動向【NEDO】

- 視覚障害者の自立歩行を補助するため、「みちびき」の高精度測位情報を活用した歩行補助システムを開発中（2016～2018年度）
- 測位情報を受け取る携帯地図端末、iPhone、腕時計型端末、眼鏡型映像入力装置、骨伝導スピーカー及び使用者専用の地図データベースで構成
- 歩行誘導は、骨伝導ヘッドホンによる音声案内、小型カメラによる信号機の色判別システムにより行われ、登録ルートから外れた場合は警告音を鳴らし、定められたルートに誘導するなど、歩行を補助（図 25）



図 25 みちびきを活用した腕時計型ウェアラブル端末