

# 我が国独自の測位衛星「みちびき」の ASEAN と豪州における 効果的な利用可能性調査

一般財団法人 日本宇宙フォーラム 主任調査分析員 小林 功典

## 1. 調査研究のバックグラウンドと目的

衛星測位システムとしては、米国が世界に先駆けて GPS グローバル測位システムを構築し、軍事利用として活用してきた他、一般の利用にも信号を公開することにより、世界的に社会経済のインフラとしてカーナビ、スマホの地図アプリ等の広い分野に活用されてきた。他国と比べて優位性を持つと考えられる日本版 GPS「みちびき」の MADOCA や災害危機通報は、電子基準点等の地上のインフラがあまり整備されていない地域においても様々な社会経済活動に活用可能である。その点を活かし、みちびきの ASEAN やオーストラリアにおける利用拡大に資するため、以下を本調査の目的とした。

- ①優先順位が異なる各国の社会課題を整理し、「みちびき」を最大限活用し、日本の事業者がいかにそれらの解決や各国の社会経済に貢献できるかを整理する。
- ②ASEAN やオーストラリアの社会経済での利用シーン毎に測位システムの最適なサービス提供形態を分析する。
- ③我が国の機器産業やサービス産業等のみちびき関連海外マーケット創出・拡大に向け、日本の産業の競争力強化につなげるための政策提言を行う。

## 2. 調査内容と方法

外務省・各国の国別開発協力方針・事業展開計画を用いて、各国の情勢や潜在的マーケットを整理した他、内閣府実証：準天頂衛星システムウェブサイト、総務省実証：総務省資料（令和2年3月）及び日立「みちびきを使った技術実証の状況」、経済産業省実証：衛星データ統合活用実証事業費の概要（終了時評価）資料などのウェブサイトでの公開資料を用いて、実施済みのみちびきを活用した海外での実証事業を整理した。また、海外調査含むヒアリングを通じて、最新のみちびき利用状況や開発動向を収集し、整理した。最後に、それらから得られた情報を分析し、日本の産業の競争力強化につなげるための考察と提案を行った。

## 3. 調査結果（ASEAN とオーストラリアの社会課題及び経済利用ニーズとみちびき利用）

### （1） インドネシア

#### ①スマート建設分野

スマート建設への適応にあたっては、数 cm から数十 cm の位置精度が必要となり、MADOCA のような高精度測位が有効となる。他方、現在使われている重機を含む建設機器への MADOCA 対応受信機の組み込み、アプリケーションの統合が必要であり、その初期コストが導入にあたっての課題となる。我が国の建設関連事業者、みちびき対応受信機メーカーがマーケットを拓げられる可能性があり、現地の建設関連事業者と連携して事業化を目指すということが考えられる。

#### ②測量・地図作成分野

測量・地図作成への適応にあたっては、数 cm から数十 cm の位置精度が必要となり、MADOCA のような高精度測位が有効となる。他方、同分野においては、これまでも各国の軍や政府が主導

して行われてきている分野であり、政府の許可、規制緩和、ルールへの組み込みが必須である。そのため、BIG への働きかけを続け、標準化を実現させた上で、日本の測量事業者がインドネシアの測量事業者に機材提供や運用方法のキャピタルを行うことで、マーケットを拡げていけると考えられる。

### ③航空管制分野

GPS を利用した航空機進入着陸システム (GBAS) の実利用にあたっては、電離層の影響の少ない高緯度地域の空港で既に導入が進められている。他方、低緯度地域での導入にあたっては、電離層の影響を排除する手法の開発が研究段階であり、我が国の研究所を巻き込んだ対応が必要である。また、導入にあたっては、空港毎に導入のための初期コストが必要であり、コストに見合ったメリットをしっかりと示すことが重要である。

### ④防災・災害対応分野

インドネシアの自然災害としては、津波と水災害 (洪水・地滑り等) が大きな被害をもたらしており、それらの早期警戒でのみちびきの活用シーンが適当である。津波の早期警戒では、沿岸ブイに MADOCA 対応の送受信機を取り付けることにより、海面高度を常時モニタリングでき、津波が通過する際の挙動を準リアルタイムで把握することにより、津波の到来前に警報を出すことが可能である。海上では常にオープンスカイのため、MADOCA の信号が途切れることなく、初期収束時間も問題にはならないこともメリットである。その際、みちびきの災害通報機能を用いることで、個人の携帯電話へのプッシュ型の警報通知システムなどを構築することが可能である。その際に課題となるのは、インドネシアの災害対応オペレーションへの同システムの組み込みとなる。

## (2) ベトナム

### ①スマート農業分野

ドローンの精密位置推定や無人トラクターの位置制御のためには、数 cm から数十 cm の位置精度が必要となり、MADOCA のような高精度測位が有効となる。他方、ベトナムにおいては人件費が相対的に安いとため、人的コストの削減に比べて、スマート農業のコスト削減効果や作物の品質向上のメリットが上回る経済合理性が必要となる。そのため、それぞれの農家に個別にアプローチしていくのは得策ではなく、例えば、我が国の農機メーカーや肥料メーカーと協業し、農機や肥料の提供とパッケージでの事業展開などの工夫が求められると考えられる。

### ②物資輸送分野

我が国でも、ドローン輸送の実証実験が多く行われており、国内での先進的取り組みをベトナム等の主要大都市において導入を図ることで、将来的にマーケットが広がる可能性がある。ドローン宅配においては、各国における飛行に関する規制の緩和が必要であり、また、位置情報が確実に得られる信号の信頼性を保証する仕組みも必要となる。まずは、各国で規制緩和の特区を作り、そこでの実証を積み重ねることにより、将来的な実用の導入を目指すことになると思われる。また、災害発生時などの緊急時の物資輸送においては、大都市ではない遠隔地への輸送が主になることから、安全面でケアが必要なリクワイアメントは都市部よりは少なく、まずは緊急時物資輸送の実用化を目指すべきである。

### (3) タイ

#### ①物資輸送分野

災害時のサプライチェーンの維持というニーズがあり、非常時の安定的な物流を確保することが重要と考えられる。そのため、災害時に地上のインフラが利用できなくなっても利活用可能なことが大きなリクワイアメントとなる。ドローン等を活用した無人物流も様々なみちびきを活用した実証試験が行われており、ドローン宅配や緊急物資輸送のニーズは高いと思われる。ニーズとみちびき利用のマッチングにおける考察事項としては、ベトナムの物資輸送分野に記載と同様である。

### (4) オーストラリア

#### ①災害（山火事）対応分野

ニューサウスウェールズ州は山火事が頻発し、多くの死者を出したこともあり、山火事対策が最優先の課題である。インドネシアにおける津波早期警戒と同様、みちびきの災危通報機能を用いることで、個人の携帯電話へのプッシュ型の警報通知システムなどを構築することが可能である。その際に課題となるのは、災害対応オペレーションへの同システムの組み込みであり、既に運用されている政府の災害対応オペレーションに組み込む際には、政府当局の理解と協力が不可欠であり、受信機メーカーや通信コンサル事業者のみならず、政府間の協力枠組みを構築した上で、実用に向けた組み込みの活動が必須となると思われる。オーストラリアにおいては、州政府が大きな権限を持っており、まずは州政府との連携の枠組みを構築した上での導入に向けた取組みが重要となる。

#### ②鉱業分野

スマート鉱業への適応にあたっては、数 cm から数十 cm の位置精度が必要となり、MADOCA のような高精度測位が有効となる。他方、現在使われている重機を含む建設機器への MADOCA 対応受信機の組み込み、アプリケーションの統合が必要であり、その初期コストが導入にあたっての課題となる。我が国のみちびき対応受信機メーカーがマーケットを拓けられる可能性があり、現地の建設関連事業者と連携して事業化を目指すということが考えられる。

#### ③自動運転分野

長距離輸送に利用可能な MADOCA を用いることにより、オープンスカイの道路や鉄道では車両の数十 cm 精度での制御と監視が可能である。主な課題としては、通常の道路等での自動運転は安全面や信頼性等を考慮すると、まだまだハードルが高く、将来的な事業化の可能性となってしまう。そのため、近い将来に導入し、事業化を目指すためには、例えば道路等に専用レーンを設けるなどの、初期のインフラ投資が必要となってくる。また、みちびき等の宇宙インフラのみでは安全面や信頼性を確保することが難しく、車両に取り付けるセンサー類や通信機器による自動走行サポートが必要であり、それらを統合した開発が必要となる。

## 4. 考察とまとめ

### (1) MADOCA の技術的課題の解決に向けた取組み

MADOCA には適応したアルゴリズムによる精度の制約、初期収束時間による受信初期の精度の不安定、電離層遅延補正データの生成に CORS データ利用が必要、といった技術的なハード

ルがまだ存在する。これらは、MADCOCA のインフラとしての仕様の課題であり、事業者の努力ではどうにもならないものである。これらの技術的課題の解決のためには、JAXA のような研究開発機関が今後も継続的に技術研究開発を行っていき、アルゴリズム改良、初期収束時間の短縮化を図っていく必要があると考える。これまでもそれらの改良は図られてきており、現状の技術的課題を踏まえて社会利用適応できる分野については普及に向けて事業化できるが、適応が難しいテーマについても徐々に可能な範囲が広がっている。今後も技術研究開発を続けることにより、適応可能な分野を拡げていき、より多くの事業者のマーケット拡大に資するインフラになると考えられる。また、CORS については各国のインフラとしての整備計画に依存するものの、我が国政府の国際協力、援助や JICA の事業等により、日本が支援して整備できる部分もあり、それらを拡大することにより、みちびきの精度向上、ひいては我が国の事業者の海外展開に資するものとする。

## （２）受信機コストの低価格化

MADCOCA の L6 信号に対応した受信機は徐々に増えてきているが、まだまだいくつかの受信機メーカーが製品化し、販売しているのみである。日本の受信機メーカーを中心に製品化され、価格も廉価になってきているが、L6 非対応の汎用の受信機に比べるといまだに高価であるという状況である。極めて精密な数 cm の精度が必要なニーズに対しては、地上の電子基準点が整備されている、もしくはある程度のコストをかけても簡易の基準点を設置して対応することから、MADCOCA に置き換えることは容易ではない。他方、MADCOCA が必要とされるユースケースとしては電子基準点が整備されていない地域で、数十 cm 程度の精度で利活用する分野が有力である。その場合、あまりコストをかけずに導入できることが経済合理性から重要であり、現在 100 万円単位の L6 対応受信機を数十万円から数万円までコスト削減し、提供できるようにすることが利用拡大には必要になる。L6 信号のデコーダーチップも提供され始め、まだ実用化されていないものの、格安 L6 対応受信機も研究開発されていることから、引き続き、低価格化を進めることが MADCOCA 利用普及の近道となる。最終的には、数千円のチップにより、個人の携帯電話で受信対応できるようになれば、急速に様々な分野に利用が普及することも考えられる。

## （３）運用のためのキャパビル、標準化支援、アフターケア

みちびきの競合するインフラとしては、中国の北斗といったみちびきと協調運用しないインフラが考えられる。中国は経済発展や人的リソースをバックに、大量の測位衛星を打ち上げており、更に受信機の低コスト化や高品質化を急速に進めている。我が国が競争相手に負けないためには、みちびきの技術開発や改良のみならず、運用のためのキャパビル、標準化支援、アフターケアといった周辺支援とのパッケージ化による海外展開が有用と考える。インフラの売り切り、受信機の売り切りで終わるのではなく、きちんと相手国の社会利用に根付くまでの運用の研修などを定期的にサポートし、信頼関係を構築していくことが重要である。それらの地道な活動がアジア地域の日本初の標準化にもつながり、コストパフォーマンス的に避けがちなアフターケアなどにも真摯に対応することにより、結果的に質の良いインフラ輸出に繋がると考える。

以上