

高精度測位社会における電子基準点施策のあり方 (提言)

令和7年2月19日

高精度測位社会における電子基準点施策のあり方検討会

高精度測位社会における電子基準点施策のあり方検討会

委員名簿

井上由里子	一橋大学大学院法学研究科教授
太田 雄策	東北大学大学院理学研究科教授
大坪 俊通	一橋大学大学院社会学研究科教授
久保 信明	東京海洋大学海洋工学部教授
小暮 聡	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 第一宇宙技術部門衛星測位技術統括
佐田 達典	日本大学理工学部交通システム工学科教授
(座長) 布施 孝志	東京大学大学院工学系研究科教授
山本佳世子	電気通信大学大学院情報理工学研究科教授
和田 弘人	内閣府宇宙開発戦略推進事務局 準天頂衛星システム戦略室企画官

(五十音順、敬称略)

目次

1. はじめに	1
2. 電子基準点を取り巻く環境.....	4
(1) 電子基準点と衛星測位の状況	4
(2) 産学官の役割分担と連携	8
(3) 国内の位置情報サービス	10
(4) 国際動向	12
(5) 基本測量長期計画との関係.....	15
3. 電子基準点の役割とあるべき姿	17
(1) 電子基準点の役割	17
(2) 電子基準点のあるべき姿	18
4. 講じるべき電子基準点施策.....	21
(1) 社会基盤としての電子基準点の理解醸成	21
(2) 電子基準点の継続性、安定性の確保	22
(3) 持続的・安定的な高精度測位環境の提供	24
(4) 電子基準点関係データの活用環境の適切な確保	25
(5) 技術力の維持・向上と国内・国際連携.....	27
(6) 民間等電子基準点制度の効果的な運用.....	29
5. 終わりに	31

1. はじめに

電子基準点は、測量法で定められた測量の基準に基づく位置情報（国家座標）を与えるだけでなく、衛星測位による位置情報へのアクセスを支える基盤としてすでに欠かすことができない重要なインフラとなっている。

位置情報が我々の生活に欠かせないことを示す最も身近な例の一つは、スマートフォンやカーナビによるナビゲーションである。こうしたナビゲーションでは、衛星測位を用いて自分の位置を計測し、得られた位置情報を正確な地図に重ね合わせることで、目的の場所への案内等を実現させている。電子基準点は、正確な地図を作成するための測量や、ナビゲーションで cm レベルの高精度な位置計測を行うために必要となる。このように、電子基準点はすでに我々の日々の生活に欠かせない基盤を提供する役割を担っており、電子基準点がなければ今と同じ日常生活を送ることができない、といっても過言ではない。

また近年、深刻化する人口減少・少子高齢化、激甚化する災害といった我が国が抱える課題において、社会の生産性、安全・安心を確保していく上で電子基準点の担う役割は増している。

人口減少・少子高齢化は、生産性の低下を引き起こし、経済成長を阻害する主要因の一つとなりうることから、我が国における喫緊の課題の一つとなっている。この社会的課題へ対応し、長期的な経済成長を着実なものとするべく、生産性の向上を目的とした様々な取組が進められている。

また、風水害の激甚化・頻発化は、巨大地震の発生や火山活動の活発化とともに、国民の生命、財産、暮らしを守り、国家、社会の機能を維持するにあたり大きな懸念となっており、防災、減災、国土強靱化が急務となる中で、ハード・ソフト一体となった取組が推進されている。

これらの取組においては、近年の進展が目覚ましい情報通信技術（IoT）等の技術が活用されているが、Society5.0 では、サイバー空間において、社会のあらゆる要素をデジタルツインとして構成した上で、フィジカル空間に反映し、社会を変革していくこととされている。サイバー空間とフィジカル空間において位置を結合するためには、正確な位置情報に基づいてデジタルツインを構築するだけでなく、フィジカル空間での位置を目的に応じて所要の精度で把握する必要がある。位置情報へのアクセスの多くが衛星測位によって行われる現代社会において、サイバー空間で精密な位置情報を持つデジタルツインを構築するためにも、フィジカル空間での位置計測の精度を高めるためにも衛星測位の基盤となる電子基準点の観測データが必要不可欠であり、位置情報基盤としての電子基準点の役割は、ますます重要になってきていると考えられる。

このように電子基準点の活用範囲が拡大し、ステークホルダーが広がる中で、電子基準点には、国として位置情報基盤を構築・維持し、位置情報への着実なアクセスを確保する役割がこれまで以上に求められていることから、電子基準点を持続可能とするための施策について方向性の具体化を図ることが急務となっている。このため、必要

な電子基準点施策が適切に講じられているかを改めて見直し、今後の施策の展開につなげていくことを目的として、この度、9名の有識者からなる「高精度測位社会における電子基準点施策のあり方検討会」を設置した。

電子基準点を持続可能な形で維持管理・運用することにより、着実な利活用が可能となる環境を確保し、国として求められる役割を果たしていくため、電子基準点のあるべき姿を明確にするとともに、その達成に必要な施策を体系的に展開していく必要がある。このため、検討会では令和6年8月から12月にかけて4回にわたり議論を行い、その成果を国土地理院への提言としてとりまとめた。

2. 電子基準点を取り巻く環境

(1) 電子基準点と衛星測位の状況

電子基準点は、24 時間 365 日、連続して測位衛星からの信号を受信し位置を計測する施設であり、我が国では 1990 年代から整備が進められてきた。現在、全国約 1,300 か所に設置されており、世界でも有数の高い配点密度と約 30 年にわたる長い運用の実績を有している。

電子基準点は、測量法（昭和 24 年法律第 188 号）に基づく永久標識として平成 14 年に位置づけられたもので、国際的な基準に従って日々決定される地球上の正確な位置に基づき、我が国の国土の骨格的な位置を定めて国家座標として内外に示すとともに、基本測量や公共測量等の測量の基準として活用されている。この電子基準点の導入により、測量手法が従来のトータルステーション等を用いた地上測量から劇的に転換し、作業の大幅な効率化が実現した。現在では、公共測量のおおよそ 6 割で電子基準点が活用され、基準点測量をはじめとしてほぼ全ての測量種別において電子基準点の利用が主流となっている。

また、電子基準点では連続観測が行われており、その位置が日々、計測され、そこから国土の位置の変化すなわち日々の地殻変動が把握できる。このため、電子基準点は、地震調査研究推進本部で平成 9 年に策定された「地震に関する基盤的調査観測計画」において基盤的調査観測網に位置づけられており、広域的な地殻ひずみの変化を定

常的に観測するとともに、地震の際に生じる地殻変動を捉えてきた。また、火山活動に関しても、それらに起因する地殻変動を捉え、その推移や活動の成因に関する情報を提供してきたが、今般、活動火山対策特別措置法（昭和 48 年法律第 61 号）が改正され、火山調査研究推進本部が令和 6 年 4 月に発足したところであり、火山調査研究においても引き続き地殻変動観測を担うことが期待される。このように、電子基準点による連続観測の情報は、地震や火山活動、さらにはそれらの発生過程や推移の把握に活用されてきたところである。

さらに、常時観測を行う電子基準点の観測データはほぼ全ての点からリアルタイムで集約されており、これらを解析することで、規模の大きな地震の際に生じる地殻変動を即時に把握し、この地殻変動から推計した地震の規模や発生様式を関係機関に迅速に提供することが可能となっている。

これらの電子基準点のリアルタイム観測データは、平成 14 年から民間に対して開放されており、これを活用して民間事業者が高精度測位サービスを提供している。当初は主に測量で利用されていたが、この 10 年ほどの間に生産性の向上に関する各種取組での活用が進められ、例えば、建設分野における i-Construction や農業分野におけるスマート農業では機械の自動制御等に活用されるようになっている。

さらに、電子基準点のリアルタイム観測データは、準天頂衛星システム（QZSS）のセンチメートル級測位補強サービス（CLAS）の補正情報を生成するための元データとしても活用されており、電子基準点は、我が国の国土においてリアルタイム高精度測位を実現する上

で必要不可欠なものとなっている。

このほかにも、電子基準点の観測データには、電離圏や対流圏といった、測位信号が通過してきた経路上の情報も含まれるため、従来は測位における誤差として扱っていたこれらの情報を抽出・活用することで、気象予測に必要な大気中の水蒸気の情報（可降水量）や宇宙天気予報に必要な電離圏の電子密度の推定に活用される等、測量・測位以外への活用も拡大している。

電子基準点の運用は、衛星測位システム（GNSS）からの測位信号を受信することではじめて可能となる。当初、電子基準点が受信する測位信号は米国のGPSのみであったが、その後、ロシアのGLONASS、日本のQZSS、欧州のGalileoの測位信号も随時追加して複数の測位衛星系への対応（マルチGNSS化）を進めてきた。これに加えて、GNSS側の更新にあわせ、測位信号の近代化、民生化への対応も行ってきた。特にQZSSに関しては、宇宙基本計画（令和5年6月13日閣議決定）において、現在の4機体制から今後は7機体制を経て11機体制の配備による自律測位の実現に向けた方向性が示されている。他のGNSSにおいても衛星数の拡充やシステムの刷新・近代化、さらには衛星系独自の高精度測位サービスの展開等が見込まれており、今後もGNSSの更新・拡大は継続すると考えられる。

多くの測位は地球上で行われるため、様々な測位衛星を組み合わせた高精度な測量・測位が可能な環境を維持するには、各衛星の精密な軌道情報（暦）の生成に加えて、地球の形や動きを表した世界共通の位置の基準（国際地球基準座標系：ITRF）の構築・維持が必要で

ある。これらは、複数の国際組織による横断的な国際連携で実現されており、GNSS では、国際 GNSS 事業（IGS）が GNSS の利用促進を目的としてこうした国際連携を行っている。国土地理院の電子基準点の一部は IGS の根幹観測局として登録されており、これらの電子基準点のデータを IGS に提供することで衛星の精密な暦の生成や ITRF の構築等に貢献している。

電子基準点は、これまでも随時、観測・解析技術の向上や、GNSS、通信技術の更新に対応してきたところであるが、厳しい財政状況の中、限られた予算・人員で対応していることから、ハード・ソフトの双方において旧来の仕組みが散見される等、制度面も含めて改善、アップデートが必ずしも十分ではないと言わざるを得ない。実際に、全ての電子基準点について一律に同水準で品質確保を行う維持管理は厳しい状況にある。一方で、電子基準点による高精度な位置の計測、高精度測位サービスの提供においては、GNSS 自体から電子基準点の構成機器やシステムの調達と運用、データの通信、位置の計測まで多岐にわたるプロセスのいずれが欠けても機能せず、いずれかが失われることで高精度な位置の計測が困難となる事態にもなりかねない。このため、いずれのプロセスにおいても必要な機能を維持し、全体を見渡していくことが求められる。

また、巨大地震や火山噴火等の災害時においては、測量の基準や地殻変動の監視、高精度測位サービスの基盤として継続した観測と情報提供が期待されており、電源や通信の確保等の耐災害性を強化してきたが、対策は万全ではなく、令和元年房総半島台風や令和 6 年能

登半島地震では、被災地域の電子基準点において、観測や通信の停止、筐体の傾斜等の障害が発生した。

このように電子基準点は、現状では全ての社会ニーズに応え得る理想の姿には及ばず、その高度化及び持続可能性の確保が大きな課題となっている。電子基準点の活用範囲は現在でも拡大しており、ステークホルダーやニーズを完全に把握するのは容易ではないが、多様なニーズに対してどこまで国が応えていくべきか、電子基準点の果たすべき役割を今一度整理し、国として維持すべき点数や品質等、どのレベルを維持すべきかを明確にする必要がある。

（２）産学官の役割分担と連携

電子基準点の運用は、現在、国土地理院が担うところであるが、電子基準点を用いた位置情報の提供、また、研究・技術開発に関しては、産学官で大まかに以下のような役割分担が行われている。国土地理院は、位置情報の基盤として電子基準点を整備・運用・維持し、観測データや日々の座標値等国家座標へのアクセスを可能とするための基礎的なデータを提供している。公的機関では、これらを活用して公共測量を実施している。民間部門では、主に測量事業や位置情報サービス事業を実施するとともに、これらに関する研究開発を実施している。学術、研究機関では、衛星測位や地殻変動等に関する研究、技術開発が実施されている。

加えて近年、民間部門を中心に、電子基準点を補完する独自の

GNSS 連続観測点を整備し、これらを活用した位置情報サービスが展開されている。このような動きを受けて、国土地理院では、民間等が設置した GNSS 連続観測点に国家座標を付与するとともに、これら民間の GNSS 連続観測点の信頼性等を確保することで既存の位置情報と整合性、安定性の高い位置情報が提供されるよう、民間等電子基準点の登録制度を令和元年 10 月に創設し、国家座標に準拠した地理空間情報の整備・活用を推進している。

このほか、国土地理院では、関係機関との連携を図りつつ位置情報の安定的な提供に必要な事業を実施している。国土地理院は、令和 5 年 12 月、JAXA とともに IGS の解析センターとして登録された。これは、JAXA が開発した技術により衛星の精密な軌道暦の作成が可能となったことを受けて、国土地理院で事業化を行って安定運用を確立し、この連携によって技術開発と運用の継続性が担保されたことで実現したものである。また、東北大学で研究が進められてきたリアルタイムでの地殻変動検出と震源断層推計システムが国土地理院において実運用システムである「電子基準点リアルタイム解析システム (REGARD)」として実装され、令和 6 年能登半島地震をはじめとした災害において地震規模の即時推定、それに基づく津波規模の即時推定や緊急対応に活用されている。

これらの事例が示すとおり、国土地理院では、国内外の機関と連携することで電子基準点の事業効果を高め、成果を着実に提供する体制を構築してきた。しかしながら、限られたリソースの中で最大限の事業効果を達成するためには、案件ごとの断片的な連携にとどまっ

ているものから、さらに広く産学官の関係者と連携して進める事業のあり方を模索する必要がある。

（３）国内の位置情報サービス

今回の検討にあたり、国内の高精度測位サービスの配信事業者やエンドユーザーを対象に、電子基準点の認知度や高精度測位サービスの現状・課題、今後の見通しや国に対する要望についての調査を実施した。

まず、業界における電子基準点の認知度については、配信事業者は、電子基準点のデータが測位情報に活用されていることを認識している一方、エンドユーザーは、測位のために衛星を利用していることは認識しているものの、電子基準点についてはほぼ認識していないことが明らかになった。

高精度測位サービスのユーザー数は近年増加しており、調査の結果、配信事業者によっては、契約ユーザー数の直近数年間の毎年の伸び率（年平均成長率）が10%を超えていた。今後もリアルタイム高精度測位サービスの活用が拡大すると見込まれる中、エンドユーザーを対象に、配信事業者が高精度測位サービスをユーザーに提供する場合の料金について調査を行った。回答は、活用分野によって異なり、スマート農業、ドローン制御及び自動車の自動運転等の規模が大きく多く利用者が見込まれる分野では、現状の高精度測位サービスの料金は高く、サービス活用拡大の阻害要因になるとの回答が多かつ

た。他方、測量や建築・土木等の比較的規模が小さく専門家による活用が中心となる分野においては、現状の料金設定は、サービス活用拡大の阻害要因にはならないとの回答が得られた。

配信事業者が電子基準点リアルタイム観測データを利用する際に発生する費用については、現在の費用負担について特段の不満はなく、データ配信に係るサービス品質が向上し、これに伴って高精度測位サービスの品質も向上してデータの活用範囲が広がるのであれば、負担が増加することも許容できるという回答が得られた。一方で、一部の配信事業者は、電子基準点から配信されるデータの品質が悪化した場合のリスクを考慮して、自身の高精度測位サービスが影響を受けないようにするために独自の GNSS 連続観測点を設置している。

各配信事業者は、高精度測位サービスの品質を確保するために、電子基準点等の基準局のデータや自身の作成する補正データの状況や品質を監視しているほか、マルチ GNSS への対応や通信回線や配信システムの冗長化等を行っている。こういった状況の中、電子基準点のリアルタイム観測データについても品質の向上が求められており、品質を劣化させる樹木障害への迅速な対応等の電子基準点の周辺環境の確保や、アンテナや受信機の定期的な更新、マルチ GNSS への対応や配信システムの冗長化等についても要望が寄せられた。

高精度測位サービスのユーザー数は、今後も増加が見込まれており、3～5年後に5倍、5～10年後に10倍の増加を見込んでいる配信事業者もいる。電子基準点は、位置情報サービス事業の基盤となることから、その運用を行う国土地理院に対して、高精度測位社会にお

ける測位情報の提供方法等について議論する場を設け、主導的に活動することを望む意見も見られた。

(4) 国際動向

国際的な動きに目を向けると、人工衛星では宇宙と地上のシステムが相互依存関係にあり、特に GNSS では測地分野がシステムの下支えに必要不可欠であるにもかかわらず、地上のシステムが脆弱であることに対する認識が進んでいる。これを受けて、国連をはじめとして国際的に測地サプライチェーンの維持が強く求められている。

また今回の検討にあたり、海外の国土地理院に相当する国家地理空間情報機関や測地関係機関等を対象に GNSS 連続観測施設の運用の状況や方針、将来展望等の調査を実施した。

まず、GNSS 連続観測施設の役割としては、地理空間情報機関を中心とした調査ということもあり、全ての国で測量の基準、すなわち国家座標の基盤の役割が挙げられている。さらに、ほぼ全ての国で位置情報サービスの基盤が挙げられた。地殻変動が大きな国や災害が多い国を中心に、地殻変動監視や災害監視、さらには災害状況の把握や復旧・復興が役割として挙げられている。

GNSS 連続観測施設は、ほぼ全ての国でマルチ GNSS 対応が実施されており、一部の国では、観測点からのデータ収集経路が冗長化されている。北米、豪州、ニュージーランドでは、GNSS 連続観測施設を運用する各機関において、クラウド技術の活用が進んでいるが、欧

州ほかの各国は、オンプレミス、あるいはシステムの一部で自前のクラウドを活用したシステムとなっている。

観測データや高精度測位サービスの提供状況については、国によって有償・無償、提供主体の形が異なり、細部においては多様なビジネスモデルが存在している。アーカイブされた後処理用の観測データは、多くの国において無償で提供されている。リアルタイムの観測データについては、北欧の3か国では有償で提供されているが、利用するデータ量等のサービスレベルに応じて多様な料金設定がある、特定の公益利用のみ提供価格の値引きがある等、複雑な課金形態をとっている。高精度測位サービスの運用・提供については、日本と同様、民間に委ねる国が多い中で、北欧の3か国では国家地理空間情報機関が直接運用を行い、有償で提供を行っている。いずれの場合でも、現状のビジネスモデルにとどまることなく、ユーザー数や利用状況等を見つつ、必要に応じて有償化、無償化、料金体系の見直し等、最適な形態への変更を行っていくこととしている。

データ提供の範囲に関しても国によって異なっている。EU では、2019 年のオープンデータ指令等により、公的機関の有するデータはオープンデータとされたことから、ドイツでは、国内法も併せてこの方向性にのっとり国家地理空間情報機関が有するデータは無償で提供されており、北米、豪州等でも同様となっている。一方で、北欧の3か国は受益者負担の考え方により原則有償での提供となっている。なお、価格の設定については、民業を圧迫しない水準、あるいは実費が基準となっている。

国家地理空間情報機関以外の機関や民間の運用する GNSS 連続観測施設の観測データに関しては、データ共有を定める法律や法的枠組みはなく、関係者間で諸条件について合意を形成して協定や契約を結び、これらに基づいて共有が行われている。特に、GNSS 連続観測施設のうち国家地理空間情報機関が運用する点数の占める割合が低い国では、官民他組織との連携により国家地理空間情報機関が他機関の観測データを活用し、国土に設置された GNSS 連続観測網が可能な限り無駄なく全て位置情報の基盤として活用される仕組みが構築されている。

このほか、近年、特に大きく懸念されているものとして衛星測位に関する様々な形での意図的な精度劣化がある。衛星測位の歴史においては、黎明期に米国の GPS で民生利用における測位の精度を意図的に低下させる政策がとられていたものの、2000 年には解除され、現在のところ公式には衛星プロバイダ側による精度劣化は行われていない。しかし近年、2022 年以降のロシアによるウクライナ侵攻において、衛星測位におけるジャミング（妨害）やスプーフィング（なりすまし）が行われたとの報道が見られている。このような懸念に関して、衛星プロバイダ側では、QZSS や Galileo をはじめとして信号の認証機能の実装や検討が進められているものの、地上側においては、今回の調査対象国においては、電波関係法令による特定帯域の保護を除いては、どの国も特段の対策は行われていない状況であった。こうした中で、英国においては、これに加えて、測位、航法、時刻（PNT）サービスが多くの公共サービスにとって不可欠であり、

PNT サービスが衛星測位に大きく依存している状況を踏まえ、PNT サービスが利用できなくなる最悪のケースへの備えと PNT サービスのレジリエンスの向上に向けて、近年、PNT に関する組織を科学技術イノベーション省内に設立し、各種取組を進めている。この組織の設立以前にも 2018 年には衛星測位に関する様々な課題が既に整理されており、外部からの脅威として、ジャミングやスプーフィングが盛り込まれている。

このように世界各国で GNSS 連続観測網の整備が拡大する中、各国の社会・経済状況に応じて様々な事例、ビジネスモデル、意図的な精度劣化への対策等が展開されており、それらを参考にしつつ我が国の社会・経済状況に応じた最適な電子基準点網の維持管理・運用のシナリオの分析を行うことが期待される。

（５）基本測量長期計画との関係

測量法第 12 条の規定に基づいて策定される、国土地理院におけるこの先 10 年間の大きな方向性を示した第 9 次の基本測量長期計画が令和 6 年 4 月に施行された。基本測量長期計画では、電子基準点に関して、「測量のみならず測位分野における基本測量の役割の増大に応じた取組の必要性」、「座標値の時間管理」等が電子基準点施策の大綱として示されている。

このため本提言では、基本測量長期計画を基本としつつ当該計画の計画期間である令和 6 年から令和 16 年までの 10 年間、さらにそ

の先の将来も見据えた、短期、長期の両面で、電子基準点に関して講じていくべき施策の具体化を図っていく。

3. 電子基準点の役割とあるべき姿

電子基準点は、約 30 年近くにわたり位置情報の基盤としてその役割を果たしてきたところであるが、電子基準点の活用の広がり、ステークホルダーのニーズ、衛星測位システムの動向等、電子基準点を取り巻く状況の変化、さらには国際動向を踏まえ、電子基準点施策の具体化を図っていく上で前提となる電子基準点が果たすべき役割を今一度整理し、施策の基本的な方向性となる電子基準点のあるべき姿を考える。

(1) 電子基準点の役割

電子基準点の役割は、大前提として、絶え間なく変動を続ける地球の上で、正確な地球の形と動きを継続的に把握し、我が国の位置座標（国家座標）が、その時々地球の形と動きを表した世界共通の位置の基準である ITRF に従って高精度に（正確に）求められるようにすることである。そのためには、電子基準点の位置座標（国家座標）とその時間変化が ITRF に従って常に正確に定められ、かつその状態を維持していくことが求められる。これにより、高精度測位が持続的、安定的に提供される環境を維持していくことが可能になる。

この正確に求められた位置（国家座標）に基づくことで実現される、国土地理院が従来から掲げてきた電子基準点の三つの役割、すなわち、測量の基準、地殻変動の監視、高精度測位サービスを基本としつつ、気象予測や宇宙天気予報、時刻比較等の、基盤としての電子基準

点ならではの役割を果たし得る他分野への貢献も視野に入れるべきである。

(2) 電子基準点のあるべき姿

(維持すべき電子基準点網の規模)

測量の基準や地殻変動の監視に係る役割を果たしていく上で、国土の基盤となる情報として現状と同レベルでの維持が社会活動に不可欠であることから、現状の維持に必須となる約 1,300 点の骨格的な観測網は、国として死守すべきである。特に、国土全域の保全を着実に行うという観点からは、設置密度の疎な有人離島への設置を進めることにより、配置の偏在を解消すべきである。

(電子基準点に求められる姿)

位置情報へのアクセスの多くが衛星測位によって行われる高精度測位社会において、電子基準点の観測データは CLAS をはじめとする高精度測位サービスや地震時の地殻変動即時把握に活用されており、電子基準点は、正確な位置情報へのアクセスを支える社会基盤として既に停止することが許されない重要なインフラとなっている。

電子基準点が高精度測位社会の重要インフラとしての役割を果たすためには、災害や意図的な精度劣化といった様々な脅威に対応しつつ、安定した品質での観測・データ提供を維持・継続していくことが強く求められる。

また、近年、民間が独自に設置した GNSS 連続観測点を活用した民間測位サービスが増加し、ユーザーの選択肢が多様化する中では、異なる測位サービスを用いた際に位置情報に齟齬が生じるリスクが増加していることから、いずれの測位サービスを用いたとしても着実に国家座標にアクセスできる環境を維持する基盤として、電子基準点の永続性を確保していくことが非常に重要になる。

地震や火山活動等の災害時においても、電子基準点により検出した地殻変動情報や、地殻変動後の正確な位置情報の早期提供が、それら現象の推移予測の観点等から強く求められている。将来的には、そのほかの自然災害も含め、発災直後からの被災地での初動対応や復旧・復興作業において、高精度測位が活用されることが見込まれ、発災時においても電子基準点が停止・中断すること無く稼働する継続性や、南海トラフ巨大地震等の大規模災害においても機能を継続させるための強靱性が求められる。

こうした役割を担う基盤として、電子基準点には正確性、継続性、安定性が求められるため、これらを確保するための施策を遂行していく必要があるが、効率性や経済性といった重要な基盤の要件が電子基準点において満たされ、電子基準点による効果が適切に発揮されていくように留意しなければならない。さらに、衛星測位分野で継続する目覚ましい技術革新に引き続き遅れることなく対応していく必要があることから、電子基準点には、新技術に対する十分な適応性が求められる。

なお、電子基準点が求められる役割を果たし、あるべき姿を実現していくためには、観測やデータ提供等に係る設備の更新や技術開発、これらに係る人材の育成等が必要となるが、こうした広範にわたる対応を国土地理院が限られたリソースのもとに単独で対応していくことは困難であり、産学官による適切な役割分担の下で、国外も含めた連携が必要不可欠である。また、各種対応を進めていく上で、国土地理院をはじめとして関係する者の技術力が確かなものであるとともに、それを維持し、不断の努力によって向上していく必要がある。

次章において具体の施策を考えていく上で、こうした視点も欠くことができない。

4. 講じるべき電子基準点施策

前章では、電子基準点の役割とあるべき姿について述べてきた。電子基準点は、正確な位置情報へのアクセスを支える社会基盤としてその役割が十分に果たされるよう、正確性、永続性と継続性、安定性を確保するとともに、正確な位置を求め、位置情報をはじめとするデータが適時適切に提供されることが強く求められるところである。

本章では、基本測量長期計画を基本として、ステークホルダーからのニーズを踏まえ、電子基準点の役割を着実に果たし、あるべき姿に向かって進めていくために講じるべき施策を整理する。

(1) 社会基盤としての電子基準点の理解醸成

そもそも電子基準点は、今日の社会経済活動に必要不可欠な、社会の基盤である重要なインフラであるが、その認識が十分に浸透しているとは言い難い。今回実施した調査においても、電子基準点に関するエンドユーザーの認知度はほぼ皆無であった。求められる水準の電子基準点を国として維持していくためには、予算や体制の確保等において社会的な一層の理解を得ることが必要不可欠である。このため、ステークホルダーはもとより、広く国民から電子基準点の必要性について理解が得られるよう、電子基準点の停止によって社会に生じる致命的な不都合を示して重要性を伝える、観測データや日々の座標値に対して、利用状況を可視化する識別子（DOI 等）を付与して利用者の認識を高める、産学官一体でどのように活用している

かを発信する、日頃からの広報を一層心がける等、電子基準点の認知度の向上と理解醸成に向けた対応を十分に取り取るべきである。

(2) 電子基準点の継続性、安定性の確保

(維持更新計画の策定)

重要インフラとしての電子基準点の正確性、継続性、安定性を高め、適切な品質を確保し、もって電子基準点の持続可能性を確保することで永続性を確実なものとしていくため、電子基準点に求められる役割やそのために必要となる電子基準点の品質やサービス水準等を整理すべきである。また、求められる品質やサービス水準を確保するために必要な電子基準点を構成する機器、構造、保守水準等を明確化し、これを踏まえ、電子基準点の維持更新計画を策定すべきである。

その上で、安定した品質を確保し、国土のどこでも安定した測位サービスを実現するためには、全ての電子基準点に必要な性能を満たす機材を導入すべきである。

なお、品質や保守水準等の提言内容については、予算等の制約条件の下で、持続可能性を十分に考慮した上で、妥当性や実現可能性を検討し、具体化を進めていくべきである。また、国内の動向だけでなく、測地分野における国際的な動きを踏まえて、電子基準点が国際社会における要請に応えうる水準を維持・管理すべきであることは言うまでもない。

（耐災害性強化に向けた冗長性の確保と多機能化）

巨大地震等の発災時の復旧・復興の過程において、測量は、最初に必要なとなる工程であり、施工作业においても多くの場合、高精度な位置情報が必要となる。こうした復旧・復興時における社会基盤として責務を果たすべく、電子基準点の継続性を確保し、被災した場合でも早期復旧を可能とする対策を検討する等、発災時の耐災害性強化策を具体化すべきである。

特に、南海トラフ巨大地震等による大規模災害が想定される中で、現在のデータ提供環境には冗長性が不足し、脆弱であることから、特に民間開放しているリアルタイム高精度測位向けのデータ配信装置や通信経路の二重化が急務であるとともに、筐体や機器の安定性等、電子基準点そのものの冗長性の確保も進めるべきである。また、電子基準点に現状で不足している機能として、例えば、筐体の傾斜や地震時の振動を把握する MEMS センサーの付加が挙げられるため、こうした新たな機器の追加による耐災害性の強化、防災関連情報の拡充も重要である。

（意図的な精度劣化等への対応）

我が国においては、これまでのところ、ジャミングやスプーフィングによる測位精度の低下は大きな問題にはなっていないが、衛星測位における意図的な精度劣化は、すぐにでも起こりうるもので、測位環境の維持において致命的なリスクであり、日本の QZSS では 2024

年に信号認証サービスが開始され、欧州の Galileo ではサービスの一般公開が予定されている。

電子基準点においても、意図しない欠測や観測データの改ざん、漏えいは、致命的なリスクであり、これらを防止するため、信号認証サービスへの対応を検討するとともに、情報セキュリティも含め、ジャミングやスプーフィングへの対策を検討する時期に来ているものと考えられる。検討に当たっては、電子基準点が受ける影響への対策だけでなく、電子基準点で把握したジャミング、スプーフィング情報の提供、さらには、太陽活動に伴うものも含め、衛星のアラート情報やインテグリティ情報といった測位の品質に関する情報を広く把握し、提供することを考えるべきである。検討のタイミングにもよるが、今後の機器調達、次期のシステム設計等においては、こうした点に十分配慮すべきである。

（３）持続的・安定的な高精度測位環境の提供

正確な位置情報へのアクセスを支える基盤として、位置を高精度に求めていくための重要な要素のうち、特に GNSS 衛星の軌道暦の生成に関する事業を着実に進めるとともに、リアルタイム衛星軌道暦の安定生成に向けて技術力を高めることで、我が国におけるリアルタイム測位結果の自律的な安定生成を実現し、国家座標へリアルタイムに安定してアクセスできる環境を確保する。確保された高精度測位環境がもたらす位置情報への容易なアクセスを活かして、国

家座標の時間管理等、さらに広い分野での活用を目指すべきである。

また、高精度測位技術の幅広い分野での活用を推進するため、電離圏モデルや対流圏モデル等の補正パラメータを標準化し、提供することも目指すべきである。

さらに、リアルタイム高精度測位では、測位の性能はリアルタイムに利用可能な衛星数に大きく依存することから、電子基準点では、日本域において観測が可能な測位衛星からの信号を全て受信すべきである。同様に、観測データの品質にも大きく依存するため、品質を劣化させる樹木障害への迅速な対応等、衛星測位に適した周辺環境の確保を図っていくべきである。

これらにより、我が国において安定して自律的に高精度な衛星測位が可能となる環境が実現され、維持されることが期待される。

（４）電子基準点関係データの活用環境の適切な確保

電子基準点に関係する各種のデータは、測量法に基づく取扱いが必要なデータ、配信に要する実費の負担を求める一部のデータを除き、基本的にはオープンデータとして提供してきたところであるが、社会イノベーションや研究開発の推進に留意しつつ、必要に応じて現行の仕組みを見直すべきである。

その際、各種データの提供は、政府のオープンデータ基本指針を踏まえ、原則としてオープンデータとすべきである。

この中で、高時間分解能（１秒）のデータやリアルタイム観測デー

タ等、利用者が限定されるデータの提供については、海外でも考え方が二分されているところであるが、今回の海外調査では、国土地理院と同様に高密度に GNSS 連続観測網を整備している機関では、リアルタイム観測データ等を概ね有償で提供している傾向が確認された。また、高精度測位サービスの配信事業者の中からは、電子基準点のデータの品質向上があるならばその範囲での負担増については容認する意見も見られた。これらの調査結果や現状の国土地理院のリソースを踏まえると、利用者の要求する水準やデータ提供に必要な設備投資等の負担の程度を考慮した上で、必要に応じて利用者による応分の負担を検討すべきである。

電子基準点のリアルタイム観測データの配信については、20 年前の制度設計が継続していることから、最近の技術動向も踏まえ、必要に応じて見直しても良いタイミングと考えられる。

ただし、大地震等の自然科学の理解の発展等に有用な高時間分解能の観測データについては、学術研究等において確実に利用が可能となるよう、無償で公開するとともに、データへの DOI 付与を検討すべきである。また、観測データのみならず、電子基準点の高時間分解能の座標値についても公開することによって、学術研究以外の分野での利活用の拡大が期待されるとともに、座標値のみを必要とする利用者のアクセスが分散されて負荷が軽減されることが期待できることから、電子基準点の高時間分解能の座標値についても公開を検討すべきである。

これらにより配信に大きく負荷が生じる高時間分解能のリアルタ

イム観測データに関しても、必要とするユーザーに対して安定して配信が可能となる持続可能な体制が構築されることが期待される。

（５）技術力の維持・向上と国内・国際連携

電子基準点を持続可能な形で維持管理・運用し、その価値に対する理解を促進し、さらには社会経済活動における電子基準点の利活用を促進するためには、産学官の連携が重要である。また、今回の調査から、国土地理院の積極的なイニシアチブを求める声があることも踏まえ、産学官で幅広く意見交換ができる仕組み等、連携のための環境の整備に向けて検討することを推奨する。

特に、電子基準点の安定性と永続性を確保しつつ電子基準点の維持・運用の効率化を図っていくことが重要であり、他のインフラとの連携といった視点も考慮したうえで検討すべきである。

また、防災・災害対応の観点では、これまでに REGARD が実証しているように、電子基準点による地殻変動の即時把握がすでに防災情報の即時発信に貢献しているところであるが、今後は、地震後の地殻変動の推移の把握や推定への活用等、さらなる防災への貢献に向けた技術・研究開発を進めるべきである。具体的には、令和 6 年 8 月に運用後初めて発表された南海トラフ地震臨時情報や、北海道・三陸沖後発地震注意情報等の即時性の高い防災情報への貢献も視野に入れながら、最新の知見を活用して REGARD の性能向上や定常解析の高精度化を図る等、地震活動の全てのプロセスにおいてより詳

細な地殻変動の推移を把握するために、学官（必要に応じて民）の連携による技術・研究開発を一層進めていくべきである。

さらに、QZSS において自律測位の実現に向けた動きがある中で、地上側のシステムでも様々なリスクへの対応を考え、技術的な自律性を確保する等、可能な限りのリスク軽減策を講じておくことが重要である。このため、国際標準化等も視野に入れつつ、国内の関係機関と連携して技術力向上等に取り組むとともに、海外関係機関との連携強化に最大限努めるべきである。加えて、電子基準点の運用の効率化や観測データ等の品質の向上に向けて、AI 等の関係技術の動向にも意識を向け、活用可能と考えられるものについては取り込んでいくことも検討すべきである。

ただし、自律性の確保も含め電子基準点の諸施策を進めていく上で、国際的に見てガラパゴス化することで技術的な優位性や国際競争力が失われることのないよう、国際的な動向には十分に留意する必要がある。

とりわけ、高精度測位の恩恵を最大限享受していくためには、測地サプライチェーン全体の持続可能性を向上させることが各国に求められていることを踏まえると、衛星測位に限定せず、超長基線電波干渉計（VLBI）や衛星レーザ測距（SLR）等の測地サプライチェーンの維持に必要な宇宙測地技術との連携を強化すべきである。具体的には、各技術間の系統的な位置関係の差を地上で精密に計測するローカルタイ測量に加え、欧州宇宙機関による宇宙でのローカルタイのための GENESIS 等のスペースミッションにも参加する等、他技

術との連携を見据えた対応を検討すべきである。

衛星測位を機能させるために必要な測地サプライチェーンの根幹となる要素である ITRF については、その構築において余効変動モデルも組み込まれるようになっている。これにより、巨大地震等の発生により複雑な地殻変動が発生し、従来は ITRF の構築対象から除外されていた日本の GNSS 観測局も取り込まれるようになっている。他国と比較して余効変動についての知見を豊富に有する日本が、こうした余効変動モデルの構築に係る取組に貢献することで、国際的な連携の確保、国内の技術力の向上等につなげていくことも検討すべきである。

（６）民間等電子基準点制度の効果的な運用

民間等電子基準点制度については、創設から 5 年が経過し、登録件数が 2,000 件を超え着実に伸びている中で、制度の実効性や信頼性を維持向上していくべきである。また、登録者に対しては、登録のメリットを感じてもらえるようにするとともに、安心して民間等電子基準点を活用できる環境の構築を促していくことが重要である。こうしたことから、施策の方向性や運用上の改善点に関して確認された以下の認識を受け、必要に応じて関係する規程等を見直すべきである。

民間等電子基準点への国家座標の付与、観測データや測位結果の品質確認は、国土地理院あるいは国土地理院がこれらを実施する能

力を有するとして認める者が責任を持って実施すべきであり、登録者は、被登録点の維持管理、品質管理に最善を尽くすべきである。

民間等電子基準点の観測データについては、国土地理院での利用目的を明確化し、登録者や管理者の理解及び協力を得た上で、適切な枠組みのもと平時から国土地理院に一元化するとともに、国土地理院において有効活用することで、業務の充実、高度化を図るべきである。特に、地震や火山活動等の地殻変動を伴う発災時には、それらのデータを速やかに活用することで、発災時の対応を強化する方向で検討すべきである。

加えて、ジャミング等の電波干渉の状況の把握に民間等電子基準点のデータも活用することで、こうした情報の実空間における高密度化にもつながることが期待される。

上記の各点も含め、民間等電子基準点は、地殻変動の監視や位置情報サービス等、様々な分野での活用が期待されるが、活用分野によって、求められる精度やデータ品質が異なるため、分野や活用場面によって使い分けができるように民間等電子基準点に関する各種ルールや役割分担を今一度整理すべきである。

5. 終わりに

本提言に掲げられた施策の遂行に当たっては、費用便益分析等を実施しその効果をできる限り可視化するとともに、EBPM の視点も加えて施策の妥当性に十分留意しつつ、コストの削減や省エネルギー化にもつながるように努めるべきである。

高精度測位を活用した取組が引き続き拡大することが見込まれる中で、電子基準点は、その重要インフラとして持続的、安定的な運用が求められるところである。

本提言が具体化されていくことで、電子基準点の根本的な役割である国家座標の管理において、正確性、継続性、安定性を確実にするための体系化が進められるとともに、広く国民から、重要インフラとして電子基準点が認識され、各種社会課題の解決に向けて電子基準点が幅広く利活用されていくことを期待したい。