

# 地理空間情報活用のための新たな位置情報基盤

キーワード：新しい位置情報基盤  
位置情報点  
場所情報コード

測地技術調整官

高 橋 保 博

## 地理空間情報活用のための新たな位置情報基盤

### 1. はじめに

平成13年6月、国土地理院は「いつでも欲しいときに、どこでも簡単に、必要とする精度で、必要とする種類の位置情報をサービスできる」という環境の実現のため測量法(昭和24年法律第188号)を改正し、位置の基準である座標系を、従来の我が国独自の日本測地系から世界で共通に利用できる世界測地系に変更した。この改正により、GPSによる測位結果が直接地図上に表示できるようになった。

これに加え、平成19年5月には、基準点を含む地理空間情報の高度な活用の推進に関する施策を総合的かつ計画的に推進するため、地理空間情報活用推進基本法(平成19年法律第63号)が新たに制定された。これにより、位置の情報と、位置の情報に関連付けられた様々な事象に関する情報からなる地理空間情報を高度に活用し、現在及び将来に亘って国民が安心して豊かな生活を営むことができる経済社会の実現に向けて、国及び地方公共団体は大きく動き出すことになった。

一方、国土地理院は、電子基準点、三角点、水準点等の国家基準点(約13万点)及び公共基準点等を測量法に基づき基準点体系として維持管理し、すべての測量に位置の基準を与えるとともに、地殻変動の検出等に貢献してきた。今日、測位技術の発達や位置情報の取得・活用技術の高度化、多様化に伴って位置情報サービスが本格化しており、測位のための地上の設備はさらに増え続けると考えられる。

このような状況にかんがみ、国土地理院技術協議会では平成20年6月に基準点体系分科会(IV)を設置し、測量のための正確な基準点体系を拡張して、測位や航法を含めた位置に関する幅広い社会需要に対応した位置情報基盤の整備や効果的な活用に関する具体的施策の検討を行い平成22年3月に報告書としてまとめた。

同分科会の検討内容のうち、地理空間情報活用のための新たな位置情報基盤について報告する。

### 2. 基準点体系の現状

基準点体系とは、

- 1) 測量法で規定された測量の基準(楕円体、座標系、平均海面)
- 2) 経緯度原点、水準原点、VLBI観測点、電子基準点及び三角点、水準点等の国家基準点及び公共基準点(以下、「測地基準点」という。)
- 3) 各基準点の精度、測量の作業方法等を規定した各測量作業規程
- 4) 測地基準点の測量成果及びその提供体制

を合わせた概念である。そのうち、測地基準点の第一の機能は、基本測量、公共測量及び地図作成等の各種測量に位置の基準を与えることである。基本測量は、すべての測量の基礎となる測量で、その成果は公共測量や地籍調査等に基準を与える。すなわち、国家基準点の座標値に基づいて、公共基準点や筆界点等の座標値が決定されていく。このように、すべての測量について基準を統一し局所的な位置情報まで繋げることで、国土全体を覆うシームレスな基準点の体系が確立し、利用者はGPS等で得られた位置情報を地図上に表示したり、様々な縮尺の地図を重ね合わせたりすることや、隣地との境界から市町村界、都道府県界に至るまで地図上に連続的に表すことが可能になる。

測地基準点の第二の機能は、地殻変動の監視である。明治時代に設置された一、二、三等三角点、経緯儀・光波測距儀やGPS等による繰り返し測量により、地殻変動の検出に大きな効果を発揮してきた。特にGPS測量は、1990年代に入って普及した米国の人工衛星を利用した測量方法で、現在、基準点測量の主要技術になっている。地震や火山活動等のため地殻変動が著しい我が国では、GPS連続観測を行う高密度な電子基準点網が世界に先駆けて整備された。これにより広域地殻変動の常時モニタリングが可能になるとともに、地殻変動が大きい中でも、精度よく各種のGPS測量を行う基準点として測量の高度化に役立つものとして広く活用されている。

地殻変動を精度よく把握するには測地基準点を管理し、繰り返し観測する必要がある。一方、日本において正確な位置情報を提供するには、地殻変動を常に把握する必要がある。すなわち、正確な測量の基準の提供と地殻変動の監視は表裏一体の関係にあり、測地基準点はその両方の役割を担っている。これら二つの機能は、衛星測位技術が主流となった現在でも変わることのない測地基準点の基本的な機能である。

### 3. 基準点体系の考え方の転換

位置の測定には、既に位置が決定されている基準点から距離と角度を測定し、隣の基準点との間を数珠つなぎで位置を決定していくのが一般的な基準点測量の手法である。この時、点間距離が短い方が位置の誤差が小さくなる。一等三角点から四等三角点というように基準点が等級に分かれているため、等級が上ほど位置の精度が高と考えられがちであるが、実際にはどの等級であっても絶対的な位置の精度はおおよそ10cm程度であって、等級による大きな

違いはない。等級によって異なるのは点間の距離であり、点間の距離に応じた測量方法と測量網の構築方法が異なることによる。つまり、数十 km を cm の精度で位置決定を行うのと、数 km を cm の精度で位置決定を行うのでは、測定自体の要求精度（例えば、測定誤差／測定点間距離）が大きく異なる。このように点間距離によって等級を分けたのは、宇宙測地技術の登場以前においては点間距離が離れた長距離間の測定ほど困難であったことによる。10mの距離であれば誰でも容易に cm の精度で距離測定ができるが、数十 km の距離測定は高価な測量機器を用いて専門家が細心の注意を払うことでしか同じ精度は実現できなかった。ましてや 100km を超えるような距離を直接測定する手法自体が存在せず、数多くの基準点網を繋げて日本列島を覆うしかなかった。

GPS や VLBI に代表される宇宙測地技術の出現とその実用化は、測量手法と基準点の利用方法を大きく変えた。宇宙測地技術であっても基準点間の相対位置測定であることには変わりはないが、その点間距離の制約が従来の測定手法に比べて圧倒的に小さくなった。さらに、ネットワーク型 RTK-GPS 測量のように相対的な位置の基準となる点を GEONET に依存することで、新点に設置した GPS 測量機のみで、あたかも地球上の絶対的位置（水平位置）が数 cm の精度で瞬時に分かるかのような測定が可能となった（実際には、この場合でも、決定されるのは電子基準点に対する相対的な水平距離や高さである）。これは、測量の専門家にとってだけの変化ではない。ほとんどの携帯電話に備え付けられている GPS 機能によって、測量の知識が特段ない者でもボタンを押すだけで（場合によっては遠隔操作で他者の位置を測定する使い方もある）、数 m の精度で地球上の位置を特定できるようになったことは、位置測定（測位）にとって革命的な進化である。

#### 4. 基準点体系の拡張

測量法が制定された戦後まもなくの時代と、地理空間情報活用推進基本法が制定された現代を比較すると、社会そのものや測量・測位の技術が大きく変わっている。しかし、位置の基準を統一することは、最小のシステムで最大の効果を得ることであり、法に基づき国内に秩序を与え、社会の活性化に貢献する国として担うべき役割である。我が国においては、緯度、経度、高さに責任を持つのは、測量法を所管する国土地理院の責務である。

国土地理院が整備する位置情報の中で最も精度の高いものは、基準点（電子基準点、三角点、水準点等）として整備しており、すべての測量に位置の基準を与え、地殻変動の検出等に効果を発揮している。さらに、国土地理院は、位置精度 2.5m の縮尺レベ

ル 2500 の基盤地図情報の整備も進めている。

測地基準点については、測量法に基づき、誰もが安心して利用できる精度の確保、無駄な投資を避けるための測量の重複排除や、国家基準点—公共基準点—その他の基準点といった一連の体系づけられた仕組みが確立している。

一方、測位技術の現状は、屋外においては GNSS を用いた衛星測位が確立されているが、電波受信状況が悪い遮蔽空間や屋内においては、主流となる測位技術が確立されておらず、各種地上測位システムが提案されている。様々な地上測位システムの普及が見込まれる現在、複数のシステム同士が矛盾のない位置情報を与えるために、地上測位システムにも測地基準点のような枠組みが構築される必要がある。ここでは、例えば、地上測位システムが使用する位置情報の発信設備等を、これまでの基準点体系の仕組みを適用して、位置情報基盤の枠組みの中に包含することを提案する。それによって、従来の測量の基準とシームレスに矛盾なくつながり、高密度の位置情報基盤が構築され、誰もが簡単に基盤地図情報に整合した位置情報を得ることができるようになる。

#### 5. 新しい位置情報基盤

位置情報を活用した新しい社会を実現し、実際の位置を正確に表示するためには、屋外、屋内、地下等の現実世界の「ある場所」と、その場所の座標（経緯度）を関連づけ、場所に対してその座標を提供する仕組みが必要となっている。このために設置する点を「位置情報点」と定義した。また、「位置情報点」は測量の基準点の精度は必要とせず 0.2~10m 程度の精度を想定している。そして、これらの「位置情報点」が国土に広く設置されることが重要となっている。

国土地理院は、測量法の適用のみにかかわらず、位置情報を活用した高度な社会の実現に向けて、測位についても技術的な観点から積極的に貢献する必要がある。

新しく普及を目指す「位置情報点」の設置や利活用について、産学官の連携協力体制の下、適切な仕組みを構築することにより、社会や国民が安心して利用でき、結果としてその利用が促進されるような環境の形成に向けて取り組むべきと考えている（図—1）。

#### 6. 位置情報点の位置づけと役割

地理空間情報社会においては、

- 様々な測位システム（衛星測位、地上測位システム等）を、
- 様々な利用者（国、地方公共団体、企業、個人等）が、

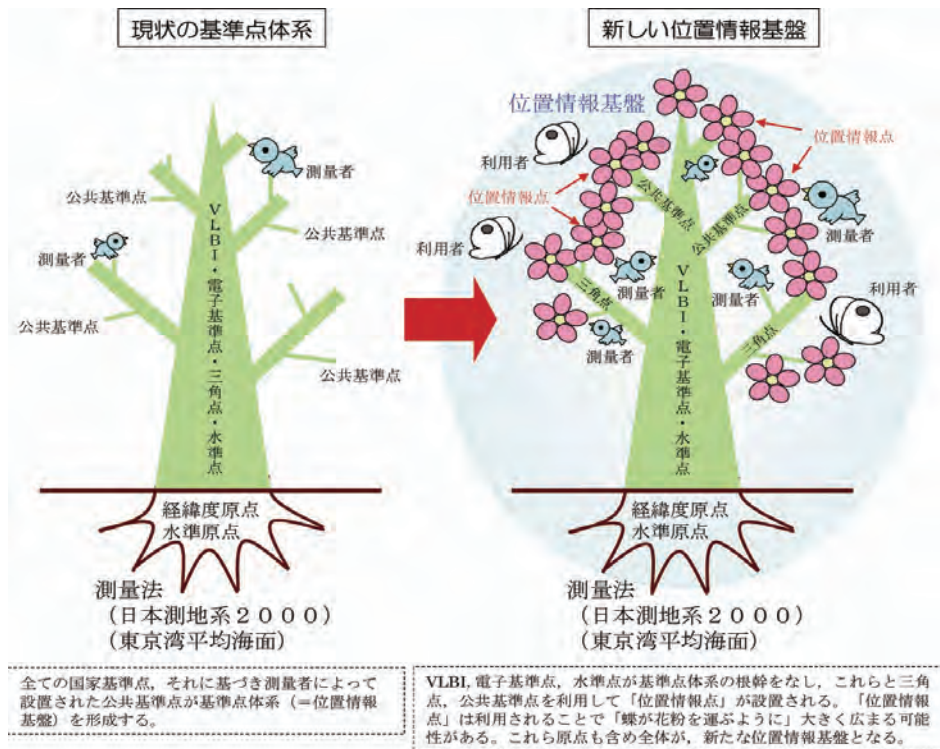


図-1 基準点体系のイメージ

- ・様々な目的（測量，ナビゲーション，自律移動支援，ロボット，避難，救助等）で，
  - ・様々な空間（屋外，屋内，トンネル内，地下街等）において，
- 安心して簡便に利用できることが望まれる。

そのために必要なのは，各測位システムを統合して利用できる仕組みの構築である。これは，統一した高精度な測地座標系の採用や，適切な維持管理の点では，従来の基準点体系管理と何ら変わるものではない。測地基準点が，測量における位置をコントロールする強制力を有する基準であるのに対し，「位置情報点」は，地理空間情報活用推進基本法が目的とする地理空間情報の活用を促進するため，民間事業者を含む様々な主体の協同によって創り出される新しい位置情報の基盤を目指している。つまり，「位置情報点」は位置情報基盤の構成要素であり，いつでも・どこでも・誰でも位置情報の入手が可能となるための基盤（手段）としての役割がある。なお，高い精度を有する測地基準点が，機能的に「位置情報点」として利用できることは勿論である。

「位置情報点」を設置するのは，測地基準点のように測量目的ではなく，民間の事業者が測位システムを用いた国民への情報サービスを効果的に行うためであることが基本である。それにより設置された「位置情報点」の情報について，位置情報サービス以外のビジネスを展開しようとする他事業者でも使用することが可能となり，結果的に，国民に多面的

な利益をもたらすことが望まれる。

「位置情報点」を設置する場合は，「位置情報点」の普及を促進するために，基盤地図情報を活用して測定が可能な位置精度とする。それにより，設置費用を抑えることも可能となる。

測定は，国土地理院が別途定める「『位置情報点』設置のためのガイドライン」（以下，「設置ガイドライン（仮称）」という。）に基づいて行い，測量の基準（世界測地系）とシームレスに整合させることとする。それにより異なる事業者が設置した「位置情報点」間の連続性や基盤地図情報との整合性が確保される。

ただし，位置情報の精度の限界から「位置情報点」は，基準点測量の基準としては使用しない。

## 7. インテリジェント基準点

国土地理院は，国土交通省による「自律移動支援プロジェクト（実施期間：平成16年度から平成20年度）」の中でICタグを国家基準点に埋め込んだインテリジェント基準点を整備し，実証実験と並行して研究開発を進めてきた。また，インテリジェント基準点は，地理空間情報活用推進基本計画において，「国土地理院は，基準点にICタグを付加したインテリジェント基準点の整備・導入を順次図り，その普及啓発活動や関係機関に対する技術的支援を行い，基準点の維持管理及び活用の高度化に努める。」とき

れている。さらに、平成 21 年 6 月に策定された「基本測量に関する長期計画」においても、「基準点に IC タグを付加したインテリジェント基準点を設置し、より利用しやすい環境を整備する。」とされている。

国土地理院は、平成 21 年度に都市部約 2 万点の三角点の現況調査業務で IC タグを設置した。IC タグは後述の「場所情報コード」を持ち、現地で IC タグの ucode を読み取るだけで約 3 m の精度で位置情報を取得できる仕組みである。今後、国土地理院のデータベースにアクセスすれば、即座に基本測量成果としての正確な座標値を取得できるシステムを構築している。

## 8. 場所情報コード

場所情報コードは、前述の自律移動支援プロジェクトの「第 5 回自律移動支援プロジェクト推進委員会（平成 18 年 3 月 22 日）」の「場所情報検討委員会」の中で、①場所情報コードとして ucode を試用すること、②インテリジェント基準点における場所情報コードの発番ルール等は国土地理院で検討すること等が確認された。その後、国土地理院ではコード形式について検討を行い、T-Engine フォーラムへの ucode 発行の申請時（平成 21 年 5 月）に、コード形式を決定した。今後は「位置情報点」の管理・提供の強力な仕組みとして利用することとしている。

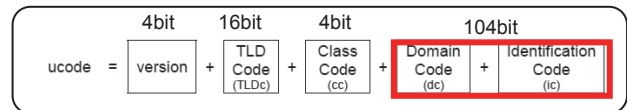
なお、位置情報点に付与する場所情報コードの詳細については、インテリジェント基準点を参考に「設置ガイドライン（仮称）」で引き続き検討する。

### 参考 インテリジェント基準点における場所情報コード

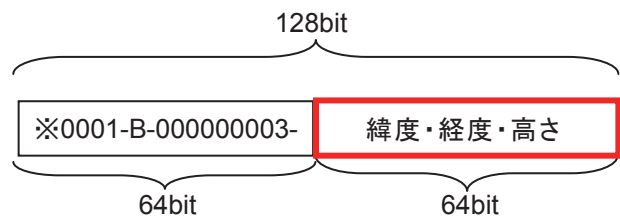
インテリジェント基準点は、場所情報コードとして ucode (128bits) を使用し、コードの下位 64bits に緯度、経度、高さ等を組み込んでいる。

この ucode は、16 進法で表記することにより英数 32 文字となる。16 進法は、4 bits を 1 文字として、数字 (0123456789) 英字 (ABCDEF) で表現される。

ucode は、識別したい物や場所、概念を唯一無二に特定する番号であり、128bits を基本とする固定長コードの  $2^{128} \approx 3 \times 10^{38}$  個からなる膨大な空間である。T-Engine フォーラムの会員で運営される「ユビキタス ID センター」が ucode の割り当てを行っている。



- ・ version : 現在のバージョンは、0000 (2 進数表記)
- ・ TLDc (トップレベルドメインコード) : ユビキタス ID センターが認定した組織に割り当てるドメイン
- ・ cc (クラスコード) : dc (ドメインコード) 及び ic (識別コード) の境界を示すコード
- ・ dc : TLD 管理組織が認定した組織に割り当てるドメイン (SLDc : Second Level Domain Code)
- ・ ic : SLD 管理組織が自由に管理できるコード



※国土地理院がユビキタス ID センターから割り当てられた

ucode : 0-0001-B-0000000003-\*\*\*\*\*

位置を表現するためには、測量で使用されている枠組みを活用し、世界測地系での緯度、経度、高さ（場合によっては階数）等を用いるのが自然である。

位置を取得するためには、「設置ガイドライン（仮称）」に基づいて測量し、得られた結果を IC タグや QR コード等の記録媒体に、同じく「設置ガイドライン（仮称）」に基づいて記録するものとする。

## 9. 論理場所情報コード

場所情報コードとは、ユニークな ID 方式で場所に対して一意に与えるコードである。

コードの発番にあたっては、物理的な標識の有無に関わらず、経緯度で定義された約 3 m × 3 m の領域に場所情報コードを定義した「論理場所情報コード」を割り当てることとした。

論理場所情報コードは、任意の場所（空間）で GPS 測位等により得られた位置情報を場所情報コードに変換して自由に利用できるように、必要とする情報に位置情報を結びつけることで、位置情報がキーワードとなる情報流通の形態が創出できる。メッシュコードの詳細版とも言えるものだが、約 3 m の精度で位置を特定できることから例えば、待ち合わせ場所を相手に連絡するときに、論理場所情報コードを利用すれば、お互い認識していない場所でも場所情報コードから基盤地図情報を使って待ち合わせることが可能になる。また、路上や街中でタクシーに乗りたいたときに、携帯電話等による GPS 測位で自分の位置を測定し、位置情報を論理場所情報コードに変換

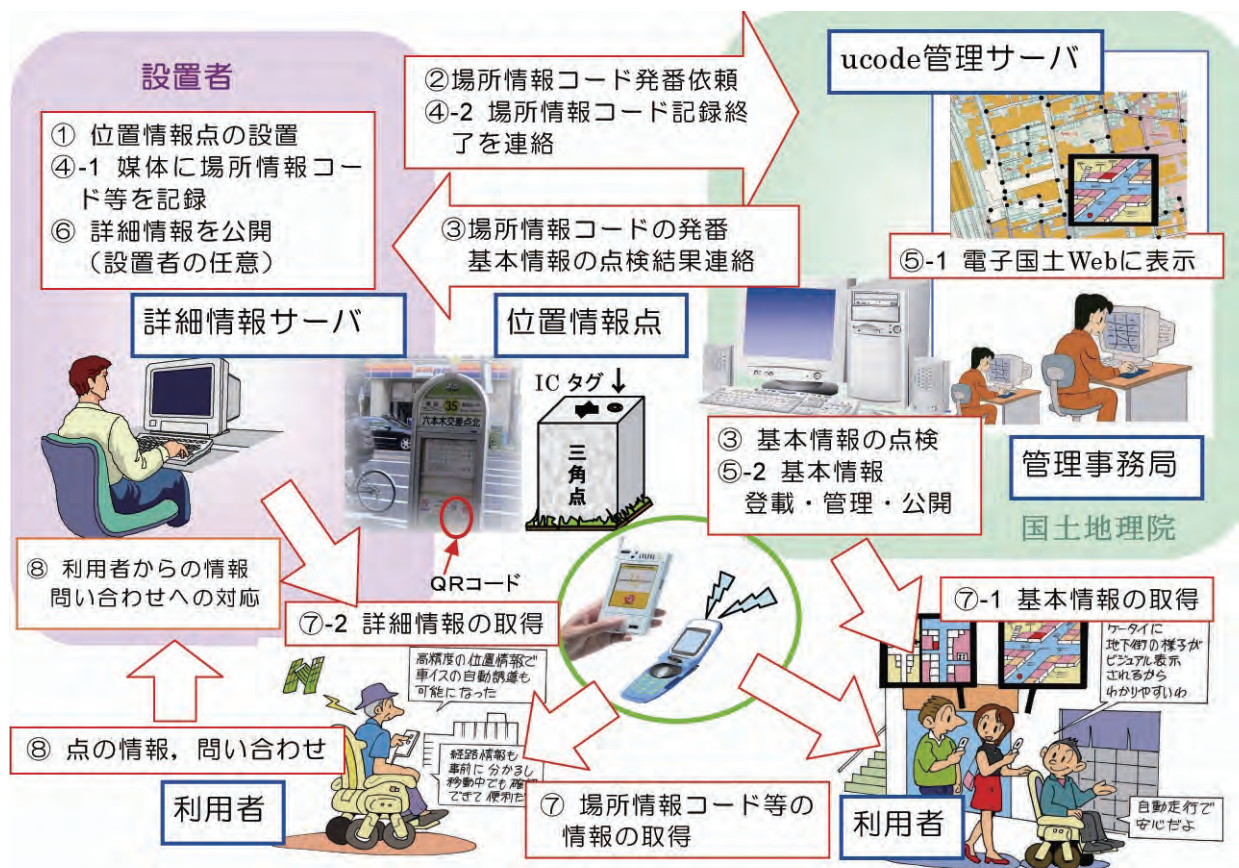


図-2 利用までの流れ

してタクシー配車センター等に連絡すれば、最寄りのタクシーに乗車希望情報が連絡される仕組みに利用できる。さらに、都市圏で行っているパーソントリップ調査（人の動きを調べ、交通に関する実態を把握する調査）や物流等での利用も考えられる。

#### 10. 「位置情報点」公開までの流れ

「位置情報点」の設置から利用までの流れは、図-2及び下記に示すとおりである。

- ①「位置情報点」を設置しようとする者（以下、「設置者」という。）は、「設置ガイドライン（仮称）」に基づき当該点の緯度、経度、高さを取得する。
- ②設置者は、設置作業の内容と基本情報（緯度、経度、高さ、設置管理者等）について、「位置情報点」を管理運営する管理事務局（当面は国土地理院）に送付し、場所情報コードの発番を依頼する。
- ③管理事務局は、場所情報コードとしての論理チェックと発番重複のチェックを自動的に行い、誤りがなければ場所情報コードを発番するとともに、速やかに基本情報の点検等を行い、設置者に点検結果を連絡する。
- ④設置者は、「設置ガイドライン（仮称）」に基づき「位置情報点」の媒体（ICタグ等）に場所情報コ

- ード等を記録し、終了後、管理事務局に報告する。
- ⑤管理事務局は、設置者から、媒体に場所情報コードの記録が終了したことの報告を受けた時点で、「位置情報点」を電子国土Webに表示するとともに、基本情報（緯度、経度、高さ、設置管理者等）をucode管理サーバ（仮称）に登載し、管理・公開する。
- ⑥設置者は、「位置情報点」の基本情報の他に詳細な情報（設置者が公開したい固有の情報）を設置者自身の責任で、インターネットで管理・公開することが可能である。
- ⑦媒体に記録された場所情報コード等は、携帯電話や専用のコミュニケーションで読み取ることができる。場所情報コードは、概略の位置としてその場で利用することができる。また、場所情報コードを利用して管理事務局のucode管理サーバ又は設置者のサーバにアクセスすることにより基本情報や詳細情報を利用することができる。
- ⑧「位置情報点」の管理・保全に関する問い合わせ・最新情報は設置者自身の責任で対応し、廃棄する場合等は管理事務局にその旨報告する。

場所情報コードの情報は、より正しい方がよいことは当然であるが、登録時の測量の軽微な誤差が後

から判明したり、地殻変動が蓄積したりした場合、該当するすべての場所情報コードをその都度修正することは現実的ではない。したがって、場所情報コードに関する最新で正確な情報及びその信頼度は、管理サーバ上で管理されているものを優先する。つまり、利用者は、携帯電話や専用のコミュニケータで読み取った場所情報コードの情報は限定的なものと考え、より正確な位置情報等の最新情報は、場所情報コードによる管理サーバへのアクセスもしくはあらかじめ管理サーバからダウンロードしておいた情報で確認することになる。場所情報コードで表現される位置とその精度は概略のもので、正確な数値はあくまで管理サーバ上にある。このように、概略の位置情報は場所情報コード自体から、確実に正確な情報と関連した最新の情報は管理サーバから得るといった利用方法を徹底していくことで、位置情報の維持管理の手間を最小限にする。

#### 11. 場所情報コードと「位置情報点」の利活用（想定）

「位置情報点」の多くは、店舗等を含め、施設の管理者が設置することを考えると、仕様の詳細決定にあたっては、まず、これらの設置者自身の業務、あるいは設置者が望む利用形態を考えるべきである。例えば、ビルの管理者は、清掃業者が全ての清掃箇所を回ったかを確認したり、現場での位置情報利用の一部を支援するために「位置情報点」を使用したりすることが考えられる。また、位置に連動した広告を用いた店舗への買い物客の誘導、あるいはビル来訪者への道案内の手段として活用されることも考えられる。もちろん、一度このようなインフラが整備されると当初の目的を離れての活用が可能になる。

その他、GPS の情報を受信できない遮蔽空間において、警備やサービスを想定した自律走行をするロボット、情報化施工における建設 ICT (Information and Communications Technology)、農業機械のロボット化等の技術開発をする上で、「位置情報点」から無線 LAN や光通信等により取得した場所情報コードを送信し、ネットワーク等を介して得られた詳細な位置情報と照合して、ロボット自身の位置を知るための位置特定の技術開発等への利用が期待できる。

また、流通面においては、目的地を表現する上で、郵便番号や住所等と同様に場所情報コードが利用できる可能性がある。特に論理場所情報コードは、GIS において、位置情報と結び付いた主題データの蓄積により詳細な空間分析が可能となる。

#### 12. まとめ

基準点体系分科会 (IV) 報告書は、平成 20 年 7 月から平成 22 年 3 月まで 21 ヶ月にわたり、基準点体系の新たなあり方についての検討結果を取りまとめたものである。

検討の発端は、「1. はじめに」にあるように、位置情報を誰もが安心して利用するためには測量技術でどのような貢献ができるか明らかにし、それに対応する新たな基準点体系を構築することであった。検討の過程で、基準点体系の考え方の転換が共通認識され、基準点の維持管理まで踏み込んだ議論が行われている。

今回の報告では、場所情報コードと「位置情報点」を説明したが、今後、「位置情報点」の広範な実装を目指して、特に利用サイドの観点を踏まえた、詳細な仕様の検討を行い、「設置ガイドライン(仮称)」に取りまとめる予定である。

#### 参考文献

国土地理院技術協議会基準点体系分科会 (IV) 報告書 (平成 22 年 3 月)。

地理空間情報活用推進基本法 (平成 19 年 5 月 30 日法律第 63 号) <http://law.e-gov.go.jp/htmlldata/H19/H19H0063.html> (accessed 30 Apr. 2010)。

地理空間情報活用推進基本計画(平成20年4月15日閣議決定)<http://www.gsi.go.jp/common/000003539.pdf> (accessed 30 Apr. 2010)。