

地図・測量の社会・経済に与える効果の研究（平成 27 年度） Study on social and economic effect of mapping and surveying

地理地殻活動研究センター 下山泰志
Geography and Crustal Dynamics Research Center Yasushi SHIMOYAMA

要 旨

伊能忠敬から始まり、明治時代の迅速図、さらには基本図と基準点をはじめとする近世からの地図・測量の技術・成果は、我が国の発展の基礎であり、その社会・経済活動にさまざまな効果をもたらしている。

また、我が国は地殻、土地、気候等の特性から災害が多発する国であり、地図・測量は、地震等に備えた地殻変動の把握、災害に脆弱な土地を明らかにする点において、極めて重要な役割を果たしている。さらに、暮らし・経済への貢献という観点からは、カーナビなどの移動支援、i-Construction（建設現場、すなわち調査・測量、設計、施工、検査、維持管理・更新までのあらゆる建設生産プロセスにおいて、抜本的に生産性を向上させる取組であり、建設生産システム全体の生産性向上の取組）をはじめ、地図・測量の多くの利用分野が存在する。歴史文化・観光・教育などの面からも、歴史的・教育的題材としての活用、観光マップ等の利用など、地図の成果の活用を多方面で見ることができる。

このように地図・測量が社会の様々な分野に効果を与えている一方で、それを国民が直接実感できる場面はそれほど多くない。そのため、この分野の重要性について、地図・測量の関係者が自負しているほどは社会で認知されていないことも事実である。その効果や重要性を広く知らせるための方策を検討し確立することは、地図・測量やその技術・成果の恩恵に対する社会の理解を定着させるためであることはもちろん、官民が行う地図・測量に関する様々な取組を継続的・発展的に行うためにも不可欠なことである。

以上の点を踏まえ、平成 29 年度までの予定で地図・測量が社会・経済に与える効果について調査・検討しており、本稿は、その目的や手法、平成 27 年度の検討結果等を整理したものである。

1. はじめに

国土地理院の行う測量行政や、基本測量・公共測量を含めた地図・測量に関する事業は、国民の社会経済活動において必要不可欠なものとなっているが、それらの社会・経済効果を示すための研究はこれまで十分にはなされていない。

地図・測量の技術・成果は、日頃の生活において

はあたかも水や空気のようにあり、これら技術・成果があることを前提に、官民を問わず、様々な利用方法やアプリケーションが組み立てられ、国民へのサービス提供につながっている。一方で、地図・測量の技術・成果そのものの効果を直接実感できる機会は、例えば境界の測量など、極めて限定的である。

国土交通省においては、適切にインフラを維持管理するとともに効果的な事業を優先的に進めるため、事業の「ストック効果」を検討し、広く社会に周知するための取組がなされている（インフラ政策研究会、2015）。地図・測量の技術・成果は、いわゆるソフトのインフラであることから、地図・測量の社会・経済効果について、ストック効果を提示する方法を検討することも必要である。

これまでも、地図・測量の技術・成果に関する様々な利用事例とその効果に関する検討がなされている（日本測量調査技術協会、2009）が、どのような立場の人に対してもわかりやすく説明を行えるよう、全体を体系づけてメニュー化しておくことが課題と考えられる。

地理地殻活動研究センターでは、これらの点を踏まえ、院内の各部・センターの協力を得つつ、一般研究「行政等における地理空間情報の流通・利活用の高度化に関する研究」の一環として、標記の研究を行っているところである。

2. 検討の目的と実施方法

2.1 目的

地図・測量の社会・経済効果を検討する目的は、地図・測量の技術・成果の効果を網羅的に整理するとともに、その効果を提示する方法を確立することであり、それにより国民が享受してきた恩恵をさらに発展させ、引き続き豊かで安全な社会の確立に資することにある。

検討にあたっては、様々な関係者から意見をいただくことが重要であることから、筑波大学システム情報系の堤教授が平成 27 年 8 月に設置・主宰され、有志が参加する「測量の（社会・経済）効果に関する研究会（仮称）」（以下「研究会」という。）の場をお借りしてご意見をいただいた。研究会の参加者は、堤教授と国土地理院のほか、一般社団法人全国測量設計業協会連合会、公益社団法人日本測量協会、公益財団法人日本測量調査技術協会、一般社団法人地

図調製技術協会、一般財団法人日本地図センター(順不同)である。研究会は平成 27 年度中に 4 回開催された。

2.2 実施方法

地図・測量の社会・経済効果を、まず具体的かつ網羅的に明らかにするため、各部・センターの協力を得て、国土地理院の主たる事業又は施策を対象に調査した。

その調査結果を参考にしつつ、主たる利用分野における効果の説明、社会全体への効果の説明についてもあわせて検討した。

3. 主たる事業における効果

3.1 事業ごとの定性的な効果の検討

地図・測量の効果についてどのようなものがあるかをある程度網羅的に把握するべく、国土地理院の主たる取組について、その技術・成果がどのように使われているかを整理した。

平成 27 年度は、院内の幹部打合せも開催し、8 つの事業・施策(電子基準点、UAV (Unmanned Aerial Vehicle ; 無人航空機)、VLBI (Very Long Baseline Interferometry ; 超長基線電波干渉法)、干渉 SAR (Synthetic Aperture Radar ; 合成開口レーダー)、アーカイブ、電子国土基本図・地理院地図、防災地理情報、公共測量)に対し、経済、暮らし、防災・減災、歴史文化・観光・教育の視点から、想定される効果を整理した(別添表-1)。

例えば電子基準点の技術・成果については、情報化施工(現在は事実上 i-Construction の 1 つの施策)及び IT 農業の普及、準天頂衛星の補強サービスの実現、海外展開の推進、巨大地震の後の早急な成果改定への対応、学校の地理教育への活用など、数多くの分野で利用されている。

また、最近では UAV の技術の普及はめざましい。平成 27 年 9 月に発生した関東・東北豪雨や、平成 28 年 4 月に発生した熊本地震の被災状況を UAV で撮影し動画を公開したことは国民に大きなインパクトを与えた。UAV は必ずしも地図・測量分野だけで利用されるものではないが、現に被災し発生している大きなリスクを把握しそれを軽減する方策を考えるための情報を提供するなど、国土管理に極めて有効なツールとなることを示した好例であった。もちろん、操作方法を誤ると人に被害を及ぼす可能性があるため、それを避けるべく安全な飛行に向けた訓練を重ねることが、UAV の活用がさらに進む大前提となる。

さらに、旧版の地図すなわちアーカイブについても、地域への進出等を検討している企業等が土地の立地条件を確認したり、生活に密着した情報として

活用されたり、災害発生の危険性の把握、歴史・地理の理解・教育・研究用等に利用されたりなど、様々な効果がある。

3.2 定量的な効果の検討

3.2.1 考え方

効果の定量化については、その目的によりフロー効果を分析する考え方とストック効果を分析する考え方がある。

一般的に、インフラの整備の評価は、ストック効果の分析により論じられる。そのための分析手法として、費用便益分析が一般的に用いられている。費用については、事業費に加えて、毎年必要となる維持管理費などからなる。また便益としては、事業を実施した場合(With のケース)、実施しなかった場合(Without のケース)に比べてどれだけの差異が生じるかが計算される。

ここで計算される費用等について、産業振興や土地価格上昇など社会全般にわたる広範な項目を対象とする研究も多数なされている(中村英夫, 1997 ; 御巫・森杉, 1981)が、実際の事業では、金銭表現が容易な項目に絞って評価されている(国土交通省道路局ほか, 2008 ; 国土交通省, 2009 ; 常木, 1990)。

地図・測量の分野でこういった定量的な分析を行おうとした場合、どういった方法が可能であろうか。例えば標石基準点の測量や地形図の作成などについては、明治以来からある技術・成果が、形、精度、情報の内容(基準点の場合は配点密度)などを徐々に変えつつも、その社会に与える役割・機能を大きく変えたことはない。また仮に基準点の測量がなされなかった場合、その設置を期待して計画されている事業が止まるのか、より多くのコストがかかっても別の枠組で基準点測量が行われるのか、様々な可能性がある。このような状況で、基準点測量がなくなることの影響の分析、いわゆる without のケースについて想定を行うことは、非常に困難であると考えられる。

一方で、効果をできる限り定量的に明らかにしておくことは、地図・測量の有用性を社会に知らせる上で重要なことである。平成 27 年度においては、最も控えめな効果計測の方法として、事後評価(事業評価)に類する考え方で、近年新たに取り組んだ事業について、その事業を前提とする現状のコストと、なかった場合における従前のコストの比較により評価を行うことを試みた。ここで対象とした近年の新たな事業としては、平成 8 年度から全国ネットワーク化した電子基準点の整備事業とした。

3.2.2 事後評価に基づく電子基準点の効果の検討

電子基準点を利用した事業の実施状況については、

国土地理院にこれまでの公共測量の届けがあることから、それを活用して事業を抽出した。そして、それぞれの事業の実施において、電子基準点が存在することで節減された費用を試算した。具体的には、まず、平成 26 年度に実施された公共測量の 1 級～3 級基準点測量のうち GNSS 測量で実施されたものを対象に、平成 26 年度の積算基準に基づく GNSS に関する積算方法と、平成 5 年度の積算基準に基づく TS（トータルステーション）による積算方法による予定価格を比較し、その差を節減された費用とみなして試算した。基準点測量は各級毎に積算基準が異なることから、その点は考慮に入れたが、物価上昇率（平成 5 年度から平成 26 年度までの消費者物価上昇率は約 4%）については、積算レベルでの上昇率を勘案することが困難であることから、考慮していない。

次に、電子基準点を使った地図作成についても、同時調整の工程が明確に存在する平成 26 年度の公共測量として実施されたものについて、従来のアナログ図化機より標定作業が効率的になると仮定し、同様に節減費用を試算した。

以上についての節減の度合いの試算結果は、平成 26 年度については、基準点測量においておよそ 10 億円程度、また地図作成については数億円程度と、あわせておよそ年間 10 数億円程度と推定された。

一方、電子基準点の通信費等の維持管理経費については年 6 億円程度、また全体施設（受信機やピラーを含む）を更新する経費を平均化した場合の経費（整備経費を耐用年数で割ったもの）を合わせると、経費は年間 8～9 億円と見込まれる。これと上記の節減の度合いとの比較からみると、今後も電子基準点の整備事業を実施する価値が十分にあることがわかる。なお、民間で行われる地図作成・測量でも、電子基準点の効果が一定あると考えられるが、民間における事業の集計は、資料の収集が困難であるため、今回は算定には加えなかった。これをさらに考慮すると、電子基準点の効果はさらに大きくなると考えられる。

また、ここで電子基準点の波及効果についても触れておきたい。電子基準点があるからこそ普及したと言って過言でない事業は、航空レーザ測量、MMS（Mobile Mapping System；計測移動車両による測量システム）による路線測量や地図作成などである。平成 26 年度の公共測量で、航空レーザ測量は、約 7,000km²実施され、また MMS も 1.5 万 km の路線測量が実施されている。さらに情報化施工における VRS 測量の実施を含めれば、それぞれの積算単価などを考慮すれば、あわせて年間数 10 億円オーダーの事業が創出しているものと推計される。

また、将来的には準天頂衛星により高精度な位置

補正情報の提供が予定され、それにも不可欠なインフラであり、将来的にはさらに大きな効果が得られることも期待される。

以上のように、定量的な効果の観点からも、電子基準点の維持管理を継続することは極めて重要な取組であることが理解できる。

また、ここでは電子基準点に限定して示したが、電子基準点のみならず、他の地図・測量に関する事業についても、同様に社会に幅広く役立つ情報を提供しているものとして、大きな効果をもたらしていることが容易に推測できる。

3.3 説明用資料の作成

以上の検討の結果として、電子基準点、及び UAV については、三つ折パンフレットの作成対象とし、平成 28 年度の第一四半期にかけて作成した。ここで UAV については、その実働部隊である「国土地理院ランドバード」としてパンフレットを作成した。

三つ折パンフレットとは、国土地理院の職員が、取り組んでいる職務を外部の方に短時間でポイントを説明するのに適切な内容として作成され、かつ A4 用紙を 3 つに折りたたみ上着の内ポケットにちょうど入る大きさで、説明時に瞬時に取り出せるものであることが特徴である。平成 26 年度に関東地方整備局で作成されたものがあったため、その体裁等を参考に作成した。

電子基準点をテーマに作成した三つ折パンフレットでは、3.1 で述べた効果をさらに整理し、電子基準点の役割を、測量の基準、位置情報サービスの支援、地殻変動の監視と地図更新への貢献、という 3 点に集約させ、地図・測量分野以外の方にもできるだけ理解できるよう作成した。人工衛星を使って測量する原理についても若干の解説を試みた。

また、国土地理院ランドバードの三つ折パンフレットでは、UAV の主な活用場面として災害調査、地図作成、i-Construction を示し、活用を支えるために訓練を実施するとともに、基準・マニュアル等の整備と助言・指導、技術開発の実施等に取り組んでいることを解説した。

国土交通省の広報活動でも、「伝える」から「伝わる」へ」をキャッチフレーズとして行われているところである。「伝わる」ことを実現するためには、ビジュアルでイメージを持ちやすい資料を使うこと、伝える相手方の意識や立場を考慮すること、さらに、自分ではなく相手方を主語にした説明をするように配慮すること、ということがしばしば言われるが、これらについても十分意識しながら検討を行った。またこの観点から、三つ折パンフレットも、「伝える」から「伝わる」への標題を付けたシリーズものとした。

4. 主たる利用分野における効果

地図・測量の技術・成果が効果的にかつ適切に社会に生かされるためには、技術・成果の利用者に、意義や使い方等について正しい認識を持っていただくことが必要である。また、地図・測量の関係者も、その利用が効果的であることを理解した上で、その利用分野が社会に有用であることと、それが地図・測量によって支えられていることについてできる限り具体的に説明を行うことが有効である。

このうち後者については、地図・測量のための説明というより、利用者の立場も説明することを意味している。利用分野の中には、国民の生活に欠かせず、かつその効果がわかりやすいものも多く、その意義を正しく説明することは、結果として地図・測量の価値を高めることにつながるという趣旨である。

これにより整理されるすべての内容の和集合は、3.で説明されるすべての内容の和集合と一致するはずである。すなわち利用分野と事業のマトリックスを作成すれば、それを縦方向に集計したものと横方向に集計したものができることになる。

ただし、実際のところ、地図・測量の利用は多岐にわたることから、ここでは以下の6つの代表的な利用分野における効果を紹介することにする。

なお、この中で4.4と4.5については、日本測量調査技術協会の資料（日本測量調査技術協会、2009）として検討された事例を修正して示したものである。

4.1 防災への貢献（図-1）

地図・測量の技術・成果が最も活躍できる利用場面は、防災の取組と考えられる。防災のうち災害予防に関しては、地殻変動の常時監視が行われているほか、災害の起こりやすさと関連が深い土地条件の把握・データ公開が行われている。また、災害応急対応としては、GNSSのみならずALOS-2のレーダー観測を通じた地殻変動の監視、UAVや航空機を用いた被災地域の空中写真の撮影と画像データの提供、統合災害情報システム(DiMAPS)に基づく現地からの情報等の収集と共有化、空中写真の判読による被災情報の集約など、多数の取組がなされる。さらに、早期復旧・復興の観点からは、地殻変動を監視しつつ、基準点の成果を改めるための方法の周知、復興に向けた地図やその他の測量成果などの提供が行われる。

4.2 i-Construction への貢献（図-2）

建設分野で積極的にICTを導入するための取組であるi-Constructionについても、測量等によるUAVの利用や、電子基準点を用いたGNSS測量技術等により建設機械の正確な現在位置がリアルタイムで取得可能な無人化施工の活用が推進されている。i-

Constructionは、高齢化に伴う働き手の減少等の社会的課題をできる限り緩和するため、施工の効率化(生産性向上)、新規入職者への支援(未熟な作業員であっても機械のガイドを受けることで熟達すること)



図-1 防災への貢献の説明イメージ

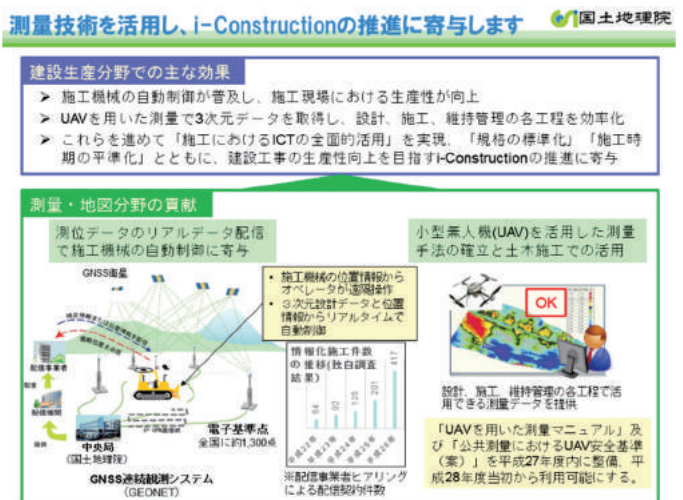


図-2 i-Construction への貢献の説明イメージ

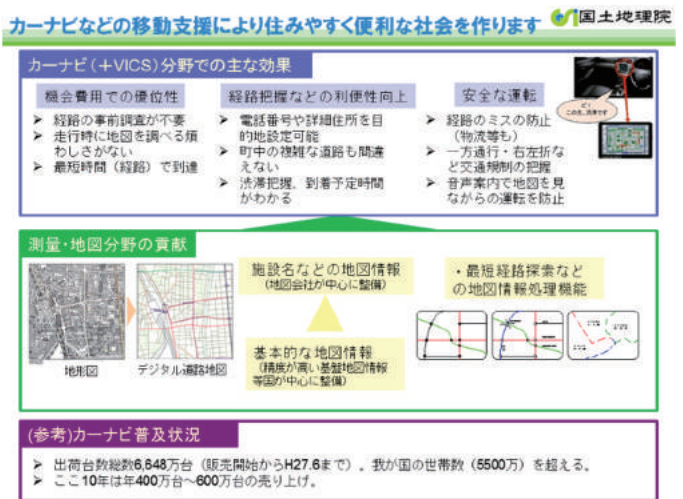


図-3 カーナビへの貢献の説明イメージ

に貢献することを主眼とした取組である。また、作業が危険な箇所で復旧作業の必要性が切迫している場合でも、人命の損失の心配なく作業を行うことが可能、すなわち人命損失への懸念を解消する点でも大きなメリットがある。

4.3 カーナビへの貢献（図-3）

カーナビで背景に使用されている地図は、通常、国土地理院の電子国土基本図（及び基盤地図情報）をもとに高精度化された地図である。基盤地図情報は、起点終点の位置の設定の背景として利用することができるほか、車線を区分する白線を地図上に取得する場合、都市域であれば 2.5m 以内の精度であることから、少なくとも現地の測量を若干組み合わせれば、自動車の通行に支障が生じない、正確な車線の位置のデータが得られるであろう。

また、最短距離探索などの機能も、昭和 50 年代後半から GIS において確立されてきた機能を使ったものであると言え、地図・測量と深い関わりがある。

4.4 文化財保護への貢献（図-4）

近年、開発等において地下に存在した文化財が発見されることが頻発しており、その現状を明らかにするための調査が行われる。調査にあたっては、文化財の配置・形状などを三次元的に取得して保存方法等が検討される必要があり、地上測量の分野のノウハウが生かされる好例である。

歴史的建築物などを計測して文化財保護に貢献します

文化財保護の観点からの主な効果

- ▶ 文化財は、我が国の歴史・文化・観光・教育などの分野にとって重要な資産
- ▶ 文化財の詳細な状況を対象に触れることなく効率的に図面化することで、文化財の劣化を最低限にしつつ、保護、開発などの方針を立てることが可能。
- ▶ 3次元データを取得することで、形状を容易に復元することに寄与。

測量・地図分野の貢献

正確な測量・地図作成の最新技術により、文化財の詳細な表面形状を捉えることができます。
表面形状のデータ作成には、レーザ光を照射する測量技術が用いられます。



図-4 文化財保護への貢献の説明イメージ

4.5 安全の確保（図-5）

安全の確保についても、地理空間情報の利用が大きな効果を発揮する分野である。

GNSS による測位を活用した子供の位置を取得するシステムが普及しつつあることのほか、小学校や幼稚園で、都市計画図の写しを背景に、登下校時などの危険箇所を示す地図を作成しているところもあ

地域の情報の分析活用で子供やお年寄りを守ります

社会的弱者保護の観点からの主な効果

- ▶ 犯罪の空間的な広がり进行分析し公開することで、犯罪の発生を未然に防止することが可能
- ▶ 通学路の監視や交通事故の多発地帯等を示すヒヤリマップなどを見える化することで、安心や安全を見守ることが可能

測量・地図分野の貢献

- ・ 地図情報、地名情報、施設名の情報をベースマップとして使います。
- ・ 複数地図の重ね合わせ機能を用い、関心のある内容を取捨選択して表示することができます。注意事項なども、地図と関連づけて管理・表示できます。

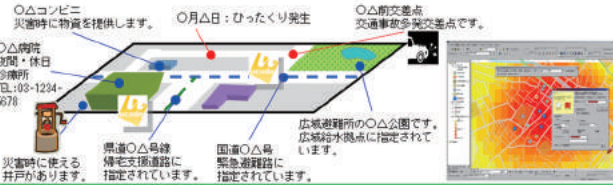


図-5 安全の確保の説明イメージ

る。また、千葉県警察のホームページ（「暮らしの安全マップ」）では、犯罪や交通事故の発生地点を地図上にプロットした図が公開されている。

4.6 教育への貢献

地理教育が目指すのは、誰もが空間把握能力を有し、地図を用いて地域を理解することができることである。これにより、例えば地域レベルでは災害等が発生した場合、地球レベルでは環境保全への課題が顕在化した場合などにおいて、人々が適切に判断し取り組むことが可能になる。

今日、様々な地理空間情報が整備され、その利活用の環境も整いつつあるが、地域を正しく理解するためには、地理空間情報についての正しい知識や技能を持つことが必要である。

このような考え方を受け、中央教育審議会による次期学習指導要領に向けた議論の中で、高等学校地歴科における地理総合（仮称）の必修化の議論が行われている。必修化が実現した場合には、適切な教科書の作成のほか、不足が見込まれる専門教員数や、目的に合致した教材の充実などが喫緊の課題となる。

教科書を含む資料等の作成・充実を図る上で、地図・測量の技術・成果は最も重要な役割を果たすと考えられる。特に国土地理院の電子国土基本図（地形図）は地域の状況を把握できる有力な地図であり、また旧版の地形図と組み合わせることで地域の変遷も理解することができる。

なお、教育をしっかりと行うことにより、人材が育ち、地図・測量が引き続き適切に発展していくという質的な部分でのリターンが期待でき、これは他の利用分野とは大きく異なる。このようなスパイラルな効果の考え方についても、今後検討していきたい。

5. 社会全体に対する効果

地図・測量の社会・経済効果の説明としては、3.及び4.で示したとおり、事業面からの検討と、地図・測量を利用する個別分野からの観点が重要であるが、これまでの説明だけでは、地図・測量が社会全体の基礎となっていることを必ずしも十分示すことができていない。

そのため、地図・測量が社会全般に役立っていることの説明方法を改善するための検討を行った。

なお、説明においては、その時々のもっとも進んだ技術を活用しつつ成果を提供しているという事実を確実に伝えるとともに、地図・測量が魅力的な分野であることを併せて伝えるために、新しい技術に立脚した産業の開拓にもつながっている、という理解を得ることが必要である。

5.1 地図・測量の社会全体への効果

検討の過程で、オーストラリアで国からの援助を受けて関係研究者に対して情報を提供している機関である Auscope が HP (<http://www.auscope.org.au/geospatial-framework-and-earth-dynamics/>) で公開している地理空間情報基盤の必要性を示す資料に触れることができ、これが必要なコンセプトをカバーしていたことから、これを参考に説明用の図を作成した

(図-6).

この図は、地図・測量が社会のさまざまな活動の基礎となり、防災・生活・産業・教育など、あらゆる場面で役立っており、国土を測るということが、私たちの生活と不可分な大切な取組であることを、空間スケールを三層に分けて示したものである。

上段の図は、私たちの生活空間で、様々な社会・経済活動が行われていることを示したもので、例えば、道路や橋を建設したり、電気やガスなどのエネルギーを生産したり、農業などの産業活動があり、また、仕事や旅行・観光などで、スマホやカーナビなどで位置を確認しながら目的地に向かったりしている。また、i-Construction の取組と関連した UAV を用いた測量や公共施設の維持管理なども検討が進められている。さらに、これらの様々な活動を行うため、土地の所有界の把握、位置の確認といった測量も重要である。東日本大震災や阪神大震災後には、地籍調査が進められてきたところでは復旧が早く進んだが、そうでないところは土地の境界等の確定が困難で復旧・復興の障害になった事例もあった。

以上のように、上段の図は、日頃の生活では、地図・測量の技術・成果に気付きにくいとしても、実は社会のさまざまな活動を支えていることを表している。

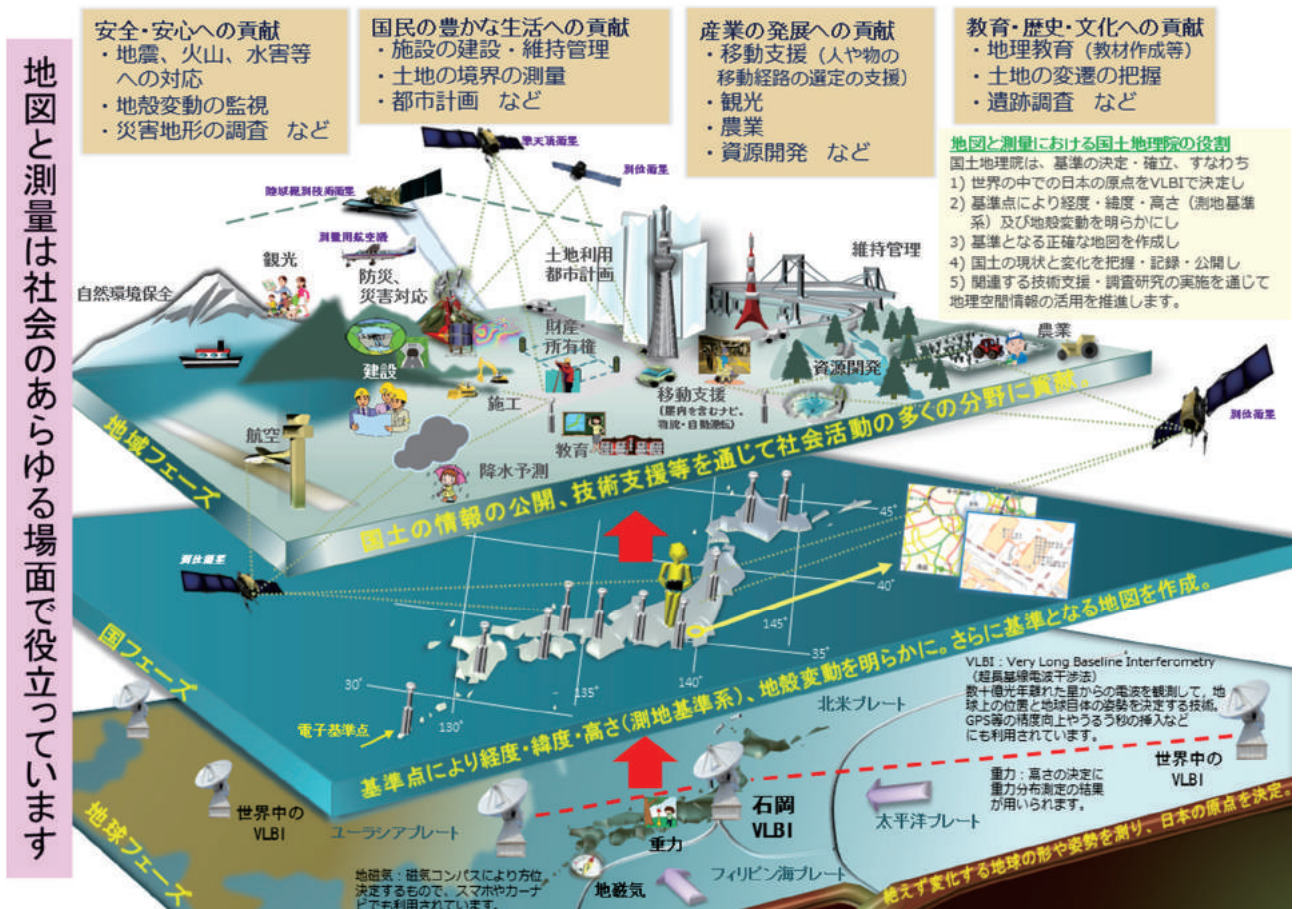


図-6 地図・測量の社会全体への効果の説明イメージ

中段の図は、全国に約1,300点ある電子基準点や、10万点を超える三角点、水準点などで、国土をくまなくつないだネットワークを形成することによって、全国津々浦々の各地点の経度、緯度、高さといった位置を正確かつ詳細に決められることを示すとともに、位置決めを行った結果として、国土の状況が基準となる地図として描かれることを示している。このような国土を測り、描く仕組みがあることによって正確な測量ができ、そして、この仕組みや必要な施設を整備・維持・管理することによって上段図のような、国土を守ることをはじめとする様々な活動ができることをイメージできるように作成した。

さらに、この中段図の仕組みを支えているのが、下段の図である。正確な緯度、経度、高さなどの位置を統一的、全体的に決めるためには、その基となる、我が国の地球上の原点（座標を定めるための最初の基準にする点）が必要であり、この原点を定めるため、VLBIを使って、地球から数十億光年離れた星からの電波を観測し、国際共同観測を行っていることを示した。

VLBIは、原点を定めるだけでなく、地球の動きを監視し、プレート運動なども捉えており、うるう秒の挿入も世界の3つのVLBIによる計測結果が使われ、その1つが国土地理院のVLBIであることも補足した。

以上のように、この図では、中段と下段で書かれている活動が基盤として確実に行われることで、インフラの整備や維持管理をはじめとする活動、さらには私たちの生活を便利にし、また命を守るための活動がしっかりとサポートされることを示したものである。

5.2 口述用資料の作成

ここで示した図-6は、地図・測量の全体のストック効果を示す図としても有効であることから、地図・測量の社会への貢献を示すものとして、先述の三つ折パンフレットの第1弾（No.1「地図と測量」）として作成したものにも使用した。（3.2で示した電子基準点はNo.4であり、ナンバーが後であるが、これは並行して検討する中、No.1の作成を優先したためである。）

この3つの階層の図は、国土地理院職員にとっても初めて見る図であったことから、説明のシナリオを作成し、地方測量部等を含めて院内で共有化することで、院全体の説明レベルの向上に努めた。説明のシナリオは、一般向け、教育者向け、子供向け、産業界向けの4パターンを用意した。この中で、子供向けについては、上段については正しく測量しないと家が建てられないこと、トンネルを両方から掘っても最後に十分な精度でつながらないことなどの

わかりやすい事例を加えた。また中段の図については、東西及び南北に延びる緯線と経線が、学校で教科書として配付される地図帳に書かれている緯線と経線のもとになっていると説明するなど、なるべく子供の学習レベルにあわせた題材を取り上げるスタンスを取った。

ちなみに、本稿の内容とは関係がないが、三つ折パンフは、その後さらにNo.2として「地理院地図」、No.3として「国土地理院のしごと一測る、描く、守る一」を作成している。

ここで示した内容を含む三つ折パンフ No.1は、No.3とともに英語版を作成し、平成28年5月15日から17日まで茨城県つくば市で開催されたG7科学技術大臣会合の参加者に配付するとともに、5月23日から27日までオランダのロッテルダムで開催された「Geospatial World Forum」で配付し、また地図・測量の効果に関する講演を行った中でも紹介し、好評を博した。

6. 結論と今後の課題

平成27年度は、上述の課題ごとに検討を行い、今後の道筋を確立することができた。特に、広報戦略に関する活動と連携することにより、埋もれかねない本研究の成果を広く提示する機会に恵まれたことは幸いであった。

平成28年度は、地図・測量の技術・成果の利用状況の把握等を進める予定であり、引き続き地図・測量分野の社会・経済効果を把握する方法を検討していきたい。

最後に、この検討を実施するに当たり、筑波大学の堤教授、研究会のメンバー等から、資料の提供のほか、貴重なご意見をいただいた。ここに記して感謝申し上げる。

（公開日：平成28年9月20日）

参 考 文 献

- インフラ政策研究会（2015）：インフラ・ストック効果，中央公論新社.
- 国土交通省（2009）：公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針（共通編）.
- 国土交通省道路局，都市・地域整備局（2008）：費用便益分析マニュアル.
- 御巫清泰，森杉寿芳（1981）：社会資本と公共投資，新体系土木工学 49，技報堂出版.
- 中村英夫（1997）：道路投資の社会経済評価，東洋経済新報社.
- 日本測量調査技術協会（2009）：先端測量技術 No.100，29-45.
- 常木淳（1990）：公共経済学，新経済学ライブラリー，新世社.

表-1 地図・測量の事業ごとの効果

事業・施策	対象ストック	経済	暮らし	防災・減災	歴史文化・観光・教育など
電子基準点	<p>【有形】</p> <ul style="list-style-type: none"> 電子基準点システム (GEONET) データ (観測データ、解析結果、地殻変動、測量成果) 法規 (測量法、作業規程、マニュアル) <p>【無形】</p> <ul style="list-style-type: none"> GNSS解析技術 地殻変動監視技術 測地基準系 (位置の基準) 地理院ブランド (信頼性) 	<p>●情報化施工及びIT農業の普及</p> <ul style="list-style-type: none"> リアルタイム観測データは、情報化施工や農機自動走行を支える精密測位に活用。 データ配信機関と契約する補正情報配信事業者は現在3社。 <p>(事例：GPS及びグロナスを用いるネットワーク型RTKの精度が安定化し、一部のリース用重機にネットワーク型RTK機器を装備。)</p> <p>●準天頂衛星(QZSS)の補強サービス実現</p> <ul style="list-style-type: none"> 実用QZSSの補強サービスでは電子基準点データが利用される。 (事例：cm級補強を行う事業者が配信事業者と契約。) (事例：サブm級補強のため電子航法研究所が電子基準点データを利用した電離層補正情報を生成。) <p>●海外展開の促進</p> <ul style="list-style-type: none"> QZSSの利活用促進のパッケージとして電子基準点を海外展開しようとする動きが民間企業にあり、地理院ブランドにも期待がある。 	<p>●H14年以来、測量の正確性と効率性を担保</p> <ul style="list-style-type: none"> 電子基準点データ (観測データ、測量成果) は、水平位置の基準として、公共測量に幅広く利用され、測量技術の発展・市場の拡大と正確性の確保に貢献。 (事例：H25年度の電子基準点を用いた公共測量 (基準点測量、航空写真・レーザ測量、MMS等)の市場規模は、100億円程度と推定。) <p>●測量の効率化 (イメージ)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 電子基準点がない場合に比べGNSS測量の工程を大幅に効率化 2) トータルステーションに比べ基準点測量の作業量が2割～3割程度減 <p>(事例：電子基準点を活用した効率的な測量手法 (スマートサーベイ、マルチGNSS)などの新技術導入。)</p> <p>●H21年10月以来、天気予報に貢献</p> <p>(事例：気象庁はH21年10月から電子基準点データから求めた水蒸気量を数値予報に利用。豪雨等の予測スコアを改善。)</p>	<p>●H7年以来、日本列島の地殻変動をcmレベルで把握</p> <ul style="list-style-type: none"> 大地震・火山噴火に伴う地殻変動を迅速に把握し公表。 東海地震の判定会、火山噴火予知連絡会、地震調査委員会等の活動に必要な地殻変動データを提供。 (事例：東北地方太平洋沖地震では最大水平5.4m、上下1.2mの地殻変動を検出。沈下情報は大潮警戒に活用。) (事例：スロースリップの発見[房総、豊後水道、東海地]。) (事例：H12年有珠山噴火時、避難・終息判断に活用。) <p>●巨大地震に伴う津波予測支援</p> <ul style="list-style-type: none"> 東日本大震災の教訓に基づき、リアルタイム解析を常時行い、巨大地震発生時の地殻変動からマグニチュードを即時に推定する津波予測支援システム (REGARD)を開発。現在、試験運用中。 <p>●復旧測量の実施・支援</p> <ul style="list-style-type: none"> 電子基準点データ (観測データ、地殻変動パラメータ)を活用し、巨大地震後の測量成果改定を効率的に実施。 (事例：H23年3月11日の東日本大震災後、測量の基礎となる基準点の成果改定を早期に実現 (電子基準点5月31日、三角点10月31日)。) 	<p>●[学術]：地殻変動の研究。</p> <p>(事例：大学等の研究者が電子基準点のデータを地殻変動研究の基盤として活用。)</p> <p>●[教育]：電子基準点に関するJICA研修コースの実施 (H26～)。</p> <p>●[教育]：電子基準点を契機とした学校への地理教育の可能性。</p> <ul style="list-style-type: none"> 学校に設置されることが多い電子基準点を糸口に当該校における広報・教育の種をまく。 (事例：出前授業。) <p>●[教育]：理科教育の教材。</p> <p>(事例：県の教育委員会のHPで、電子基準点の地殻変動グラフが、高等学校/理科/地学の教材として例示。)</p> <p>●[歴史]：測量史では、現代の三角点としてアピール可能。</p> <p>●[観光]：ごく少数の愛好家が電子基準点めぐりを実施している模様。</p>
UAV	<p>【有形】</p> <ul style="list-style-type: none"> 公共測量に関するマニュアル、安全規程等、撮影画像 <p>【無形】</p> <ul style="list-style-type: none"> UAV操作技術、画像情報処理技術 	<p>●最新の技術として多方面に活用</p> <p>具体的な利用は今後展開されていくと考えられるが、以下のような効果があると想定。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・i-Constructionにおける活用。建設現場における生産性向上を図るため、ICTが全面的に導入されるが、その中でもUAVは最も重要な技術の1つ。 ・早く、安く、安全な測量の実施・地図の作成。 ・遺跡等、小地域の地図作成の効率化。 	<p>●最新の技術として多方面に活用</p> <p>具体的な利用は今後展開されていくと考えられるが、以下の分野での効果があると想定。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・農業分野。 ・警備。 ・輸送・宅配。 ・観光。 	<p>●最新の技術として多方面に活用</p> <p>具体的な利用は今後展開されていくと考えられるが、以下のような効果があると想定。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地震災害後の状況把握や、施設の復旧方法の検討に活用。 (事例：H28年熊本地震。) ・水害・土砂災害発生後の状況調査、特に二次災害の恐れのある被災地の状況把握に活用。 (事例：H27年関東・東北豪雨、H26年広島土砂災害、H23年台風12号災害のような災害等。) ・甚大な被災地域、噴火中の火山等人が入ることができない危険箇所における状況の把握や安全な作業の実施。 ・復旧のための各種工事等の効率化。 	<p>●最新の技術として多方面に活用</p> <p>具体的な利用は今後展開されていくと考えられるが、以下のような効果があると想定。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・細部地形を把握可能となることで、防災対応の高度化や、地形学の進歩への貢献。 ・UAVを身近に見ることで市民の関心を惹き、測量に触れる機会を提供することなどにより、広報、教育の取組を強化。
VLBI	<p>【有形】</p> <ul style="list-style-type: none"> VLBI <p>【無形】</p> <ul style="list-style-type: none"> 原点座標解析技術 	<p>●測地基準系の構築・維持</p> <ul style="list-style-type: none"> 国際的に統一された測地基準系を構築、維持し、日本の測地基準系の高度化を実現することにより、高度な地理空間情報社会のための基盤を提供し、自動運転情報化施工、UAV等新たな物流サービスの基盤となる。 	<p>●GNSS等の衛星軌道情報の高精度化</p> <ul style="list-style-type: none"> 地球回転パラメータの迅速な測定によるGNSS等の衛星軌道情報の高精度化により、測量、カーナビスマートフォン等GNSSを用いた位置情報サービスの精度向上。 <p>●時刻の高精度化</p> <ul style="list-style-type: none"> 国土地理院のVLBIを含むVLBI国際共同観測を通じた、世界の時刻の精度向上。 	<p>●大地震による大きな地殻変動後の測地基準系の再構築</p> <ul style="list-style-type: none"> VLBI観測及び原点座標解析技術により、国際地球基準座標系に結合した日本の測地基準系を迅速に再構築。 (事例：東日本大震災後の測地成果2011の構築。) <p>●自然災害及び環境問題への対処</p> <ul style="list-style-type: none"> 国際地球基準座標系の高精度化により、地震、火山等の自然災害の理解促進による被害軽減や、海面上昇、気候変動等の環境問題への対処。 	<p>●広報・教育</p> <ul style="list-style-type: none"> モニュメントとして市民の関心を惹き、測量及び地球科学に触れる機会を提供することなどにより、広報、教育の取組を強化。 (事例：見学コースへの組み込み、公開イベント、つくば景観100への選定。)

表-1 地図・測量の事業ごとの効果

事業・施策	対象ストック	経済	暮らし	防災・減災	歴史文化・観光・教育など
干渉SAR	<p>【有形】 ・「だいち・だいち2号」の解析結果のアーカイブ</p> <p>【無形】 ・干渉SAR処理技術</p>	<p>●災害の予測、地盤の状況の把握により経済に与える負の影響を軽減</p> <ul style="list-style-type: none"> ・災害の推移予測により、人的・物的被害を最小限にすることで、経済への影響を低減。 ・地方公共団体等が実施する、水準測量等の予算・時間がかかる監視計画の効率化と観測を代替。 ・地盤の安定性を評価することで、大規模な施設等の立地の評価に利用。 	<p>●地盤沈下・造成地の沈降等の状況を把握</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地盤沈下の面的かつ広域把握（事例：千葉県東部）。少ない観測点で効率的に広域の情報を取得可能。 ・造成地等の沈降の進行を、施工後の管理の段階においても継続して把握することが可能となり、直上もしくは周辺の大規模な施設等の不同沈下などのリスク管理をサポート。 	<p>●火山の地殻変動の把握</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地殻変動の把握、立ち入りが困難な場所や火口付近が噴煙で見えない場合の火口付近のマグマの把握。 （事例：（箱根山）H27年5月からの箱根山の火山活動に伴う大涌谷内の地殻変動を検出。火山警戒レベルの変更の判断、将来の噴火地点の予測、火山地域の観光地への立ち入りの判断に活用。） （事例：（桜島）H27年8月15日の桜島の火山活動に伴う地殻変動を検出。火山噴火予知連絡会での検討、火山警戒レベルの変更の判断に活用。少ない観測点で効率的に広域の情報を取得可能。） （事例：（口永良部島）噴火による火山噴出物の堆積による地表の変化範囲を捉えることで、その後の土砂災害の危険性が高い場所を絞り込み、予防対策に貢献。） <p>●地震に伴う地殻変動の把握</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国内外の地震に伴う地殻変動の把握、変動域と活断層の位置関係から断層の分析。 （事例：熊本地震、長野県北部地震など。） <p>●専門家における検討に必要な情報を提供</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地震調査委員会、火山噴火予知連絡会等の活動に必要な地殻変動データを提供。 （事例：（地震）H28年熊本地震の地震に伴う地殻変動を把握。地震調査委員会等における現状評価等の検討に活用。） 	<p>●広報・教育</p> <ul style="list-style-type: none"> ・詳細な記録の集積により、科学的な知見を含めた普及啓発に貢献。 ・過去と現在進行の変動情報と、土砂災害危険箇所等、他のハザードマップ・地理空間情報の重ね合わせによる、ハザードマップの利用向上、防災教育に貢献。 <p>●観光</p> <ul style="list-style-type: none"> ・火山地域で、差し迫った危険範囲を限定し、規制範囲を最小限に抑えることで、観光地の経済的な損失リスクを低減。
アーカイブ	<p>【有形】 ・基準点成果(水準点を含む) ・地図 ・古地図 ・主題図 ・空中写真</p>	<p>●企業等による土地の立地条件の確認</p> <ul style="list-style-type: none"> ・昔と今の比較による、町の発展がわかる資料、地歴調査用資料として活用。 （事例：公共用地買収等に係る、当時の土地の使われ方（畑、田等）、建物の有無を確認。） （事例：建築基準法施行規則に基づく指定道路図の作成。（これまで、指定道路は、県の各土木事務所と市町が、建築計画の案件があった時に、路線ごと判断していたが、法改正により指定道路図を作成することになったため、一度に多数の指定道路を判定しなければならなくなり、過去の空中写真等の資料を大量に使用し条件を満たせば「建築基準法上の道路」（みなし道路）としている。） （事例：各種測量（河川測量・工事用測量など）や、道路設計、都市計画等に利用。） 	<p>●生活に密着した情報として活用</p> <ul style="list-style-type: none"> （事例：水準測量をこれまで周期的に実施することで、地盤の状況を把握。） （事例：建築確認における接道状況の確認、道路形状についての確認、開発に係る造成前の地形確認、崖地等の地形に関する確認が可能。） （事例：土壌汚染対策法の運用において、土壌調査の必要性の判断に土地利用の履歴を活用。） （事例：工事において取得を予定している敷地の過去の状況調査に地図等の変化情報を活用。） （事例：道路変遷調査。） （事例：境界確定測量等に利用。） 	<p>●災害発生の危険性を把握する情報として活用</p> <ul style="list-style-type: none"> ・もともとの地形がわかることにより、災害脆弱性をより正確に把握。 ・災害シミュレーション用基礎資料として活用。 （事例：伊豆大島の土砂災害では、災害発生地と昔の火山灰堆積地であることとの関連性が高いことが判明。） （事例：地震・津波被害想定調査の中で津波浸水区域の見直しを検証するにあたり、過去の津波高等を再現する際に地震発生当時の海岸地形の情報を考慮する必要があるため、過去の地形図情報を使用。） （事例：盛土形成変異状況調査に利用。） （事例：埋め立てや旧河道等の土地利用の変化に対応した管理・対策の検討が可能。） （事例：液状化調査のために利用。） 	<p>●広報・教育</p> <ul style="list-style-type: none"> ・昔のまちの状況の把握、歴史・地理の理解・教育・研究用や裁判資料として活用。 （事例：文化財所在地の旧地形環境の確認、昔の地形を確認。） （事例：市史調査に利用。） （事例：鉄道路線の研究に利用。） （事例：廃校調査に利用。） （事例：埋蔵文化財発掘調査に利用。） （事例：古文書研究時に古い地名を参照。） （事例：所有権確認訴訟裁判資料。） <p>・マスメディア等での活用。</p> <ul style="list-style-type: none"> （事例：TV番組や宣伝用チラシ、新聞広告等での利用。） <p>・歴史展示用資料として活用。</p> <ul style="list-style-type: none"> （事例：博物館等における企画展での利用。）

表-1 地図・測量の事業ごとの効果

事業・施策	対象ストック	経済	暮らし	防災・減災	歴史文化・観光・教育など
電子国土基本図 地理院地図	<p>【有形】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地図 (タイルデータを含む) ・標高データ (DEM・DSM) <p>【無形】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地図の作成技術、更新技術、更新の仕組み ・Web閲覧技術 	<p>●ストック量の把握、様々な分析の実施</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ストック量の把握を行うことができ、これにより施策立案に活用。 ・高さ情報の多方面への活用。 ・地理的に広がる対象物の効率かつ効果的な把握、管理、分析、予測。 <p>●民間地図の高精度化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・カーナビのデータ、インターネットの地図データの高精度化。 	<p>●各種管内図、計画図等で利用</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地図帳、各種管内図、各種計画図等に複製利用されたり、各種主題図の基図や背景地図として利用。 <p>●常に正確な地図がネット環境で閲覧可能、自由に入手可能</p> <p>(事例：地理院地図。)</p> <p>●主要な道路などの供用状況を把握</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国土地理院の道路の更新情報は他のWeb地図の中で最速。 (事例：高速道路、国道をはじめ、多数。) ・カーナビやスマホなど日常で使うGISの基本データとして利用。 <p>●3D屋内空間の地図の普及</p> <ul style="list-style-type: none"> ・屋内空間の地図作成技術・管理技術 (研究実施中) により、管理者やサービス提供者による地図活用が促進され、屋内外シームレスな移動に寄与。 	<p>●背景地図としての利用</p> <ul style="list-style-type: none"> ・災害対策用の背景地図として活用。 (事例：国土交通省のDiMaps、関係機関のシステム等。) <p>●災害発生時の危険性を把握する情報として活用</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水害・津波被害時の被災範囲の把握。 ・災害シミュレーションの基礎情報。 <p>●災害発生後に、地形変化量の把握に活用</p> <ul style="list-style-type: none"> ・土砂災害・火山災害時の地形変化量の把握。 (事例：H23年台風12号災害のような災害等。) ・浸水域と標高データをもとに湛水量の把握が可能 (研究実施予定)。 	<p>●観光</p> <ul style="list-style-type: none"> ・観光パンフレット・ガイドブック等における複製利用、主題図の基図や背景地図としての利用。 ・登山、オリエンテーリングなど野外活動などのレジャーでの利用。 <p>●教育</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地域の学習を目的として、中学生～高校生で国土地理院の地図の読図を学習に利用。 ・アジアにおける日本を理解するために、500万分1日本とその周辺を学校において利用。
防災地理情報等	<p>【有形】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・土地条件図、治水地形分類図、火山土地条件図、都市圏活動断層図、湖沼図、航空レーザーデータ、地球地図等 <p>【無形】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・土地分類判読・特性を理解する技術、データ収集・管理・提供に係るネットワーク・ノウハウ 	<p>●立地の検討</p> <ul style="list-style-type: none"> ・安全な土地の把握。 (事例：不動産総合データベース (不動産業課)、地盤サポートマップ (民間不動産業者)。) <p>●測量のコスト節減</p> <ul style="list-style-type: none"> ・公共測量で実施した航空レーザ測量の成果を共用することにより、重複して測量するコストを節減。 (国土地理院が管理している航空レーザ測量成果は、年間約120件、公的機関により利用。) 	<p>●災害リスクを理解した行動</p> <ul style="list-style-type: none"> ・例えば災害リスクを理解し、納得できる宅地を選ぶことが可能。 (事例：不動産総合データベース (不動産業課)、地盤サポートマップ (民間不動産業者)。 (再掲)) 	<p>●災害リスクの把握、ハザードマップ作成等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・確度の高いハザードマップを作成することが可能。 (事例：液化化地域ゾーニングマニュアル (旧国土庁)。) ・被災リスクに即したまちづくりを進めることが可能。 (事例：開発事業等におけるまちづくりに関する条例 (西宮市)。) ・被災リスクの高い地域に集中して災害対策 (ソフト、ハード) を行うなど、限られた資源による効果を高めることが可能。 	<p>●観光</p> <ul style="list-style-type: none"> ・観光地である湿原の保全や釣り等のレジャーに活用。 (事例：自然環境保全基礎調査 湿地調査 (環境省)、山中湖釣り情報-藤沢市産業振興財団/山中湖漁業協同組合。) <p>●教育</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地理・地質分野の専門教育において土地の脆弱性を把握するための教育活動に活用。
公共測量	<p>【有形】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・公共測量成果 ・作業規程の準則 <p>【無形】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・高精度な測量の計画・実施技術全般 ・重複防止のための指導のノウハウ 	<p>●測量等のコスト節減</p> <ul style="list-style-type: none"> ・他の測量 (基本測量、公共測量、民間で行われる測量を含む。) を行う際に再利用することで、コストを節減。 ・i-Constructionの取組により原典資料が多数得られ再利用されることで、測量を含むインフラ整備全般の効率性を高めることに寄与。 ・精度確保や重複防止のための助言を行うことで、高品質で二次利用が可能となる測量成果の整備を促進。 	<p>●安心・安全に暮らすための土台</p> <ul style="list-style-type: none"> ・インフラ整備を行うための調査や設計、施工管理等に測量作業は必須 (土木・建設工事の最上流部で実施)。 ・公共測量で整備した情報を、インフラ管理に活用 (都市計画基図、道路台帳図、河川台帳図等)。 ・不動産登記に活用することで国民の財産を明確化 (用地測量成果)。 	<p>●安全な社会実現のための土地の基礎情報の取得</p> <ul style="list-style-type: none"> ・公共測量の目的のうち、直接防災、治水、治山を目的としたものは約19% (H25年公共測量実態調査より)。 	<p>●観光・教育</p> <ul style="list-style-type: none"> ・公共測量で作成される地図データは、教育現場で使用される地図 (地図帳)、観光案内用の地図等にも活用。