

# 地図・測量の社会・経済に与える 効果の研究

地理空間情報部長  
下山 泰志

# 1. 概要 ー検討の背景(1)

- 地図・測量の技術・成果は、社会のさまざまな分野に役立っている。
- その効果の説明には多くの関係者が努力しているところだが、地図・測量を一般論として「重要である」と強く認識してもらえるにはどのような説明が適切か。

# 1. 概要 – 検討の背景(2)

- 国土交通本省においても、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」について検討。
- 地図・測量の技術・成果も、社会基盤の1つであり、ストック効果と同様の説明が必要。

# 1. 概要 – 検討の視点(1)

- 誰に地図・測量の技術・成果の重要性を分かってもらいたいか。
  - 関係機関や地方公共団体に。
  - 民間企業としては、顧客(利用者)に。
  - この分野に携わる者全体としては、国民全体に。
- それぞれの対象によって、適切な説明の方法が異なる。

# 1. 概要 – 検討の視点(2)

- 以下の視点から効果を検討
  - 個別の施策・事業等の社会への効果
  - 利用分野における効果
  - 社会全体への効果

- 以下の8つの事業・施策について、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
  - 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
  - 基本図 (地理院地図)
  - 防災地理情報
  - 公共測量

### 電子基準点のストック効果(1)

- 情報化施工 (i-Constructionの1重要施策)
- 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



三つ折パンフレットを作成

# 2. 個別の施策・事業等の社会への効果(電子基準点)

## — 測定の基準 — GNSSによる高精度測位

電子基準点は全国に約1,300点設置され、我が国で、位置を決めるための、あらゆる測定の基準として使われています。



高い山の山頂や遠く離れた島にも設置されています。

電子基準点データの取得はこちら <http://terras.gsi.go.jp/>

こんな目的にも使われています

### 降水の予測

気象庁では、電子基準点のデータから水蒸気量を求め、降水予測に活用しています。

### 火山噴火時の避難

2000年の有珠山噴火時、地殻変動からマグマの動きを解析し、その結果が避難区域の設定などに活用されました。

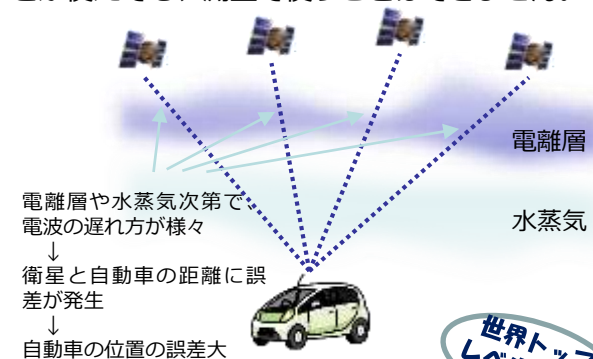


## なぜできる? 人工衛星を使って測る

位置を測るときには、4つ以上のGNSS衛星が発信する電波を使って、衛星からの距離を計算し、地上の点を求めます。しかし、衛星の電波は、途中で地球の電離層や水蒸気などの影響を受け、予測不可能な遅れが生じる結果、求める距離に誤差が生じます。

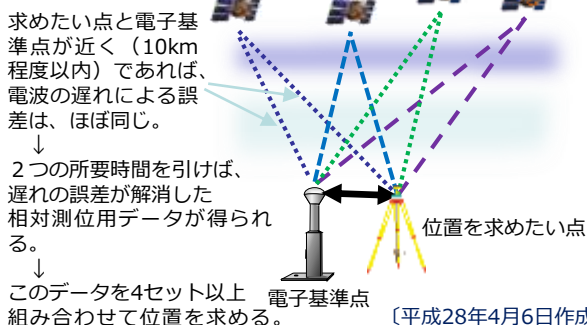
### (1) カーナビにおける衛星の利用

カーナビでは、電波の遅れを補正せずに、衛星との距離から自分の位置を求めます。この方法を単独測位といい、地上の位置の誤差が数m~10mになることもあります。カーナビでは何とか使えても、測量で使うことはできません。



### (2) 測量における衛星の利用

電子基準点など位置が正確に分かっている点を使い、求めたい点との相対関係を正確に求めます。この方法を、相対測位といい、電子基準点から、求めたい点の位置を数cm程度の誤差で求めることができます。



[平成28年4月6日作成]

「伝える」から「伝わる」へ No.4

## 電子基準点

高精度な測位ができる社会を目指して



電子基準点はGPSなどのGNSS衛星からの信号を絶えず観測している施設です。電子基準点のデータは様々なサービスに必要な情報として国土地理院から提供されています。

## 電子基準点の大切な役割

- ① 測定の基準  
測量における基準の位置を示します。
- ② 位置情報サービスの支援  
移動体のナビなどに使われます。
- ③ 地殻変動の監視と地図更新への貢献  
日々の地殻の変化を捉えるとともに、地図の更新にも利用されます。



## 2. 個別の施策・事業等の社会への効果 (電子基準点)

### 位置情報サービスの支援

### 移動体における高い精度のナビが実現します

近い将来、準天頂衛星が4機運用されると、常時、全国どこでも、カーナビやスマホナビで、より便利に位置情報を得ることが可能になると期待されています。

**現在**

日本の準天頂衛星初号機「みちびき」

GNSS\*衛星

電子基準点データは(無償公開)

高精度化情報配信(民間による)

**カーナビ**  
ビル街、山間部では衛星の電波が遮られて位置把握が困難(誤差数m~10m)

**農業機械や建設機械の一部で利用**  
ビル街や山間部での利用は困難

→ i-Constructionに必要不可欠な技術の1つ

**将来**

準天頂衛星(4機体制)

GNSS衛星

衛星を経由した高精度化情報が配信予定(民間による)

電子基準点

高精度化情報配信

**スマホナビ、カーナビ**  
将来、専用の受信機等のチップ化が実現すれば誤差が数cm程度に。

**従来の利用(農業機械、建設機械の一部)**

新たに電波環境の悪い山間部などでも、建設機械等の自動運転が可能に

専用の受信機を利用して、誤差も数cm程度に。

→ i-Constructionの一層の推進に不可欠

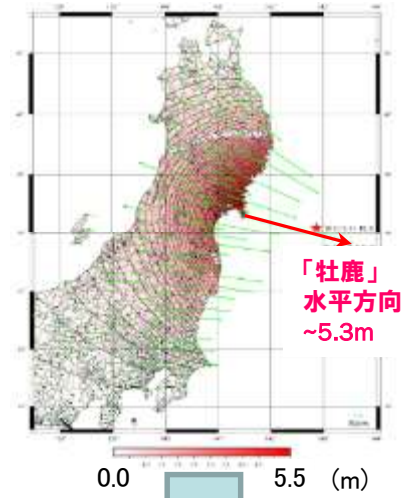
\*GNSSとは、日本の準天頂衛星、米国のGPS、ロシアのグロナス、EUのガリレオなどの衛星測位システムの総称です。

### 地殻変動の監視と地図更新への貢献

東日本大震災で日本列島が水平方向に最大約5m移動しました。

電子基準点の座標を改め、さらに、更新された国土地理院の地図から、民間会社のナビ用、Web用の地図が更新され、被災地の復興に役立ちました。

### 東日本大震災直後の地面の動き



### 国土地理院が地図を更新



民間地図会社がWeb用、ナビ用の地図を更新 8

### 電子基準点のストック効果(2)

- スtock効果の分析として、一般的に費用便益分析が行われる
  - 費用は、事業費、維持管理費
  - 便益は、実施した場合(withのケース)と実施しなかった場合(withoutのケース)の差異
  - 便益／費用 で評価
- 近年新たに取組み、この評価が行いやすい電子基準点(平成8年度からネットワーク化)について試算
- 費用としては整備費用として9億円、判明している便益として公共測量の予定価格ベースの減として十数億円と試算。民間における測量は試算の範囲外だが、それを考慮すると電子基準点の効果は相当大きい。

### 電子基準点のストック効果(3)

- 電子基準点の波及効果
  - 航空レーザ測量：平成26年度の公共測量で、航空レーザ測量は約7,000km<sup>2</sup>実施
  - 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：1.5万kmを実施
  - i-ConstructionにおけるVRS測量
  - 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を創出しているものと推計される。
- 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る。

### 基本図のストック効果

- 特定分野での共通地図の作成や、主題情報を追加した地図の作成など
  - 防災（被災状況の把握）
  - 安全・見守り（命を守る情報）
  - 観光・娯楽（観光マップ）
  - 教育（国土や地域についての勉強）
  - 統計調査（統計結果のわかりやすい表現）
  - 移動支援（カーナビ）
  - 管内図・ネット地図など、各種地図作成



## 基本図を作る(はかる)

空中写真や人工衛星画像を使って位置や高さを「はかる」作業を行います。精度の確保に常に留意しています。

位置をはかる：地上にある物の緯度（北緯〇〇度△△分□□秒）と経度（東経〇〇〇度△△分□□秒）をはかります。  
高さをはかる：地上にある物の海面からの高さをはかります。



空中写真の撮影



空中写真を見て、専用の機械（図化機）ではかります。



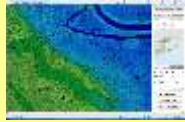
離島などは人工衛星の画像も使います。

## 標高（3D）

地形図では標高は等高線でえがかれますが、最近は色別に標高を表した地図の作成や、3Dプリンタによる立体模型の作成などが可能なデータも作っています。



標高から作った立体模型



色別標高図

## 基本図を作る(えがく)

### 地形図

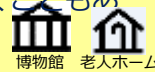


新東名高速道路に架かる新安倍川橋と新静岡インターチェンジ（静岡県内）

空中写真ではかった結果を地図としてえがきます。地図記号も使います。

主要な道路は道路管理者からの情報で供用日に更新します。市町村が測量した地図を用いてえがくこともあ

地図記号の例



### 面積・境界

毎年、基本図から市町村の面積や、主な島、湖の面積も求めます。

1位 岐阜県高山市 2177.61km<sup>2</sup>

### 山の高さ

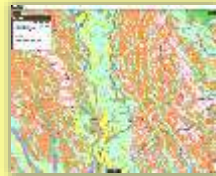
我が国の主な1003山の高さをまとめて公開しています。

富士山 3776m、北岳 3193m

### いろいろな地図

防災のための情報を作っています。

(例)



茨城県常総市付近の土地条件図（土地の性質上、例えばオレンジのところは浸水しにくく、水色のところは浸水のおそれ大きいところです。）

## 基本図が役立つ

### 観光・娯楽

登山用の地図として使われたり、他の観光マップの作成に使われています。



### 教育

学校では、我が国の国土や地域について、地図で勉強します。



### 統計調査

統計の結果は、地図に色であらわすことで、理解しやすくなります。



### 市町村の地図、管内図

市町村などが自らの行政区域・管理区域を示すのに使われています。

### ネット地図

各種ネット地図の作成に使われています。

国土地理院もネット地図

「地理院地図」を開設し防災情報等を提供しています。



地理院地図スマホ版

## さらに、新しい時代へ

### 防災

地図は、災害への危険性や避難所の場所をあらかじめ知ったり、災害時には被害の状況や開設されている避難所の場所や状況を知るのに役立ちます。

災害に弱いところを示す地図を集めた「ハザードマップポータルサイト」

地理院地図上で指定緊急避難場所を公開しています。



災害発生時には情報を共有するのに役立てられます。

### 安全/見守り

命にかかわる情報を、正しい位置で伝えるのに役立ちます。



地理院地図で全国のAEDの所在を示すマップが見られます。（日本救急医療財団資料）

### カーナビ地図



カーナビ地図の作成に使われています。



地下街での立体地図によるナビのイメージ（民間会社資料）



自動運転のための地図のコンセプト（内閣府資料）

IoTや自動運転が注目される時代において、地図はますます重要な役割を果たします。

## 我が国全土の基本図

基本図は全国同じ仕様で作成しています。また、我が国の領土を示し、土地の名称を正しく表しています。



また、表示される大きさ（縮尺）によって、その詳しさを変えて描かれます。

地理院地図でお台場付近を拡大



## 南極の地図も作っています

南極観測隊にも参加し、我が国が観測活動を行っている区域の地図も作成しています。



## 地図の豆知識

国土地理院では、基本図の限られたスペースで、できるだけ分かりやすくえがくため、地図記号を定めています。

次の地図記号が何を示すか、わかりますか。



国土地理院のホームページで地図記号をダウンロードして調べてみてください。

もっと知りたい、調べたいときは

国土地理院ホームページ まで  
<http://www.gsi.go.jp/>

このパンフレットに記載された主な内容のURLは以下のとおりです。

- 地理院地図のページ（3D地図も見られます。）  
<http://maps.gsi.go.jp>  
 ヘルプ：<http://maps.gsi.go.jp/help/>
- 地理空間情報ライブラリーのページ  
<http://geolib.gsi.go.jp>
- 南極の地図のページ  
<http://www.gsi.go.jp/antarctic>
- ハザードマップポータルサイト  
<http://disaportal.gsi.go.jp/>
- 指定緊急避難場所のページ  
<http://www.gsi.go.jp/bousaichiri/bousaichiri60030.html>
- 地図記号ダウンロード  
 (以下のページの下部「主なリンク」をご覧ください。)  
[http://www.gsi.go.jp/kibanjoho/mapinfo\\_what.html](http://www.gsi.go.jp/kibanjoho/mapinfo_what.html)
- 市町村の面積  
<http://www.gsi.go.jp/KOKUJYOHO/MENCHO-title.htm>
- 山の高さ  
 (以下のページの「日本の主な山岳標高」をご覧ください。)  
<http://www.gsi.go.jp/KOKUJYOHO/index.html>

これら国土地理院のデータ利用の手続きの詳細は<http://www.gsi.go.jp/LAW/2930-index.html>をご覧ください。報道など情報番組では、出典を明記していただければ、自由にご使用いただけます。

「伝える」から「伝える」へ  
 No.6-②

## 国土地理院の基本図

国土地理院では、我が国の形状、地形、地名、交通、建物などを表した、基本となる地図（基本図）を作成しています。

我が国で販売・配付されている多くの地図は、基本図をベースに作成されており、これらの地図の大半は基本図の地図になっています。

## 基本図の整備は明治時代から

昔の基本図は、身近な場所が昔はどのような場所であったのか、タイムスリップして見せてくれます。



左図は大正5年時点の東京駅～神田駅周辺で、中央線は万世橋駅が起点で、山手線もまだ環状運転になっていません。この後の変遷を「地理空間情報ライブラリー」でたどってみませんか？  
（国土地理院の前身である参謀本部陸地測量部の地図による。）

寺田寅彦「地図をながめて」（1934年(昭和9年)）より

「(今の世の中で安いものを列挙するとしたら)その筆頭にあげられるべきものの一つは陸地測量部の地図、中でも五万分一地形図などであろう。一枚の代価十三銭であるが、その一枚からわれわれが学べば学び得る有用な知識は到底金銭に換算することのできないほど貴重なものである。…実地作業や三角測量、計算、整理、製図、製版等の作業費を費やし、それだけの手数のかかったものがわずかにコーヒー杯の代価で買えるのである。」

- 地図・測量の技術・成果が社会に活かされるためには、その利用者に正しい認識を持っていただくことが必要
- 利用者の立場を把握しつつ地図・測量の意義を整理することが必要
- 以下の5つの主な利用事例について効果を整理
  - 防災への貢献
  - i-Constructionへの貢献
  - カーナビへの貢献
  - 文化財保護への貢献
  - 安全の確保



## 防災分野での主な効果

### 災害予防

- 災害に強いまちづくりの立案
- 被災予測可能性に基づく備えの充実

### 災害時の応急対応全般

- 共通の情報による関係機関・部署間の的確な対応検討、密接な連携の確保

### 復旧・復興対応全般

- 避難住民の生活を早くもとに戻す方法の検討

## 測量・地図分野の貢献

### 災害予防

- ・被害予測を記載したハザードマップの作成
- ・地殻の動きを常時監視し災害発生を予測

### 災害時の応急対応全般

- ・被災状況の詳細調査（現地調査、空中写真、レーダー画像）
- ・地図上で被災状況を俯瞰、緊急輸送立案など
- ・地震等による地殻変動の把握

### 復旧・復興対応全般

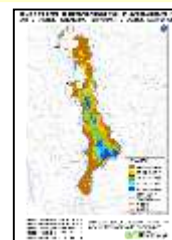
- ・復興用基図の作成
- ・測量の基準点の更新
- ・復興に向けた各種工事測量



水害・土砂災害への脆弱さを表す土地条件図



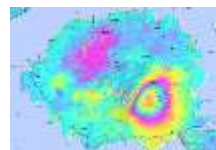
空中写真による被災前後の比較



浸水範囲図作成



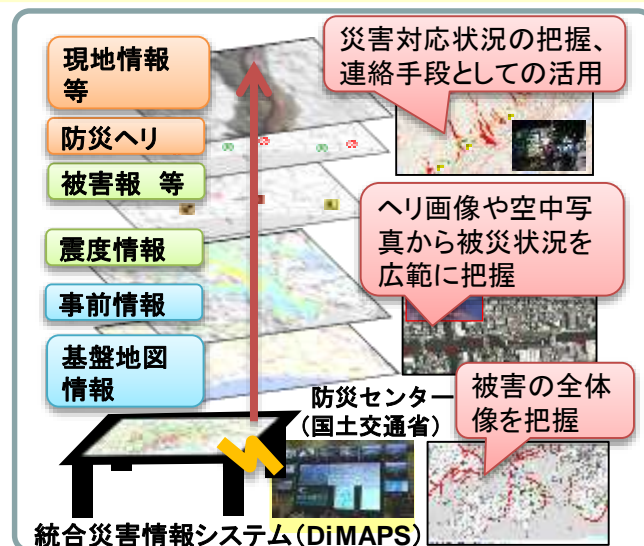
航空機やドローンによる被災調査



JAXA/ALOS-2データを利用した干渉SAR分析による、面的な地表変動の観測



ハザードマップ





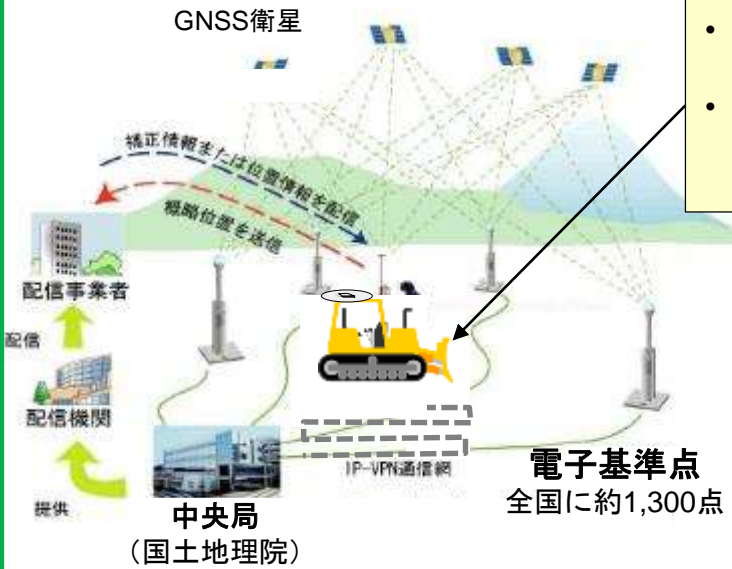
# 3. 主たる利用分野における効果 — i-Constructionへの貢献

## 建設生産分野での主な効果

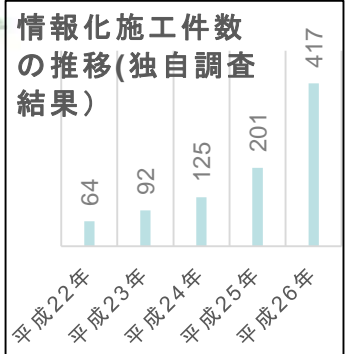
- 施工機械の自動制御が普及し、施工現場における生産性が向上
- UAVを用いた測量で3次元データを取得し、設計、施工、維持管理の各工程を効率化
- これらを進めて「施工におけるICTの全面的活用」を実現、「規格の標準化」「施工時期の平準化」とともに、建設工事の生産性向上を目指すi-Constructionの推進に寄与

## 測量・地図分野の貢献

### 測位データのリアルデータ配信で施工機械の自動制御に寄与

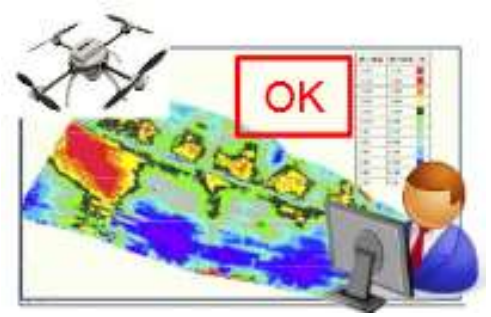


- 施工機械の位置情報からオペレータが遠隔操作
- 3次元設計データと位置情報からリアルタイムで自動制御



※配信事業者ヒアリングによる配信契約件数

### 小型無人機(UAV)を活用した測量手法の確立と土木施工での活用



設計、施工、維持管理の各工程で活用できる測量データを提供

「UAVを用いた測量マニュアル(案)」及び「公共測量におけるUAVの使用に関する安全基準(案)」を平成28年3月に整備、平成28年度当初から利用可能にした。

GNSS連続観測システム (GEONET)

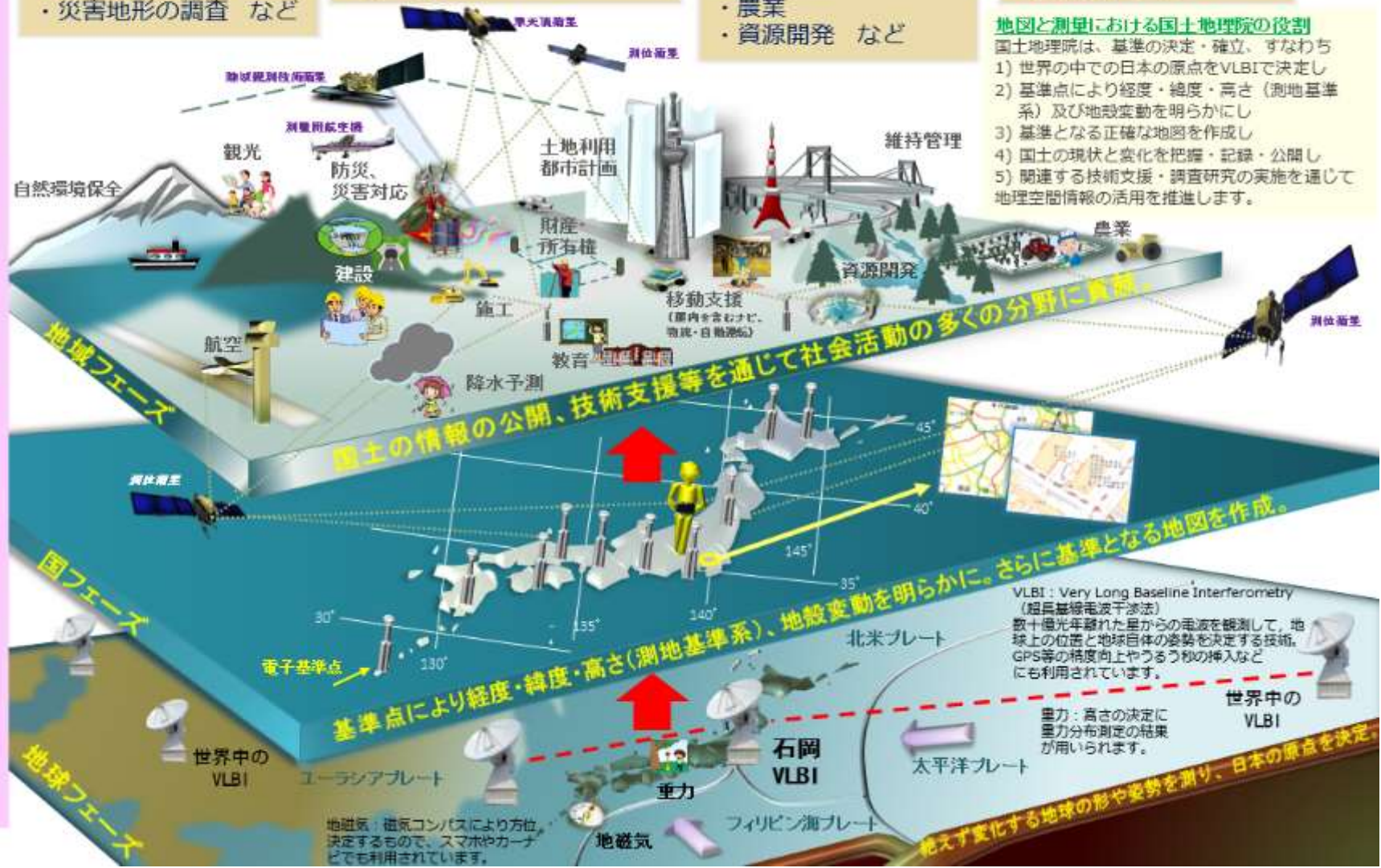
## 4. 社会全体への効果

- 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ち、「国土を測る」ことが私たちの生活と不可分で大切な取組であることを示すための資料を作成。
- 空間スケールを、地球・国・地域の三層に分けて示した。

# 4. 社会全体への効果

地図と測量は社会のあらゆる場面で役立っています

- 安全・安心への貢献**
  - ・地震、火山、水害等への対応
  - ・地殻変動の監視
  - ・災害地形の調査 など
- 国民の豊かな生活への貢献**
  - ・施設の建設・維持管理
  - ・土地の境界の測量
  - ・都市計画 など
- 産業の発展への貢献**
  - ・移動支援 (人や物の移動経路の選定の支援)
  - ・観光
  - ・農業
  - ・資源開発 など
- 教育・歴史・文化への貢献**
  - ・地理教育 (教材作成等)
  - ・土地の変遷の把握
  - ・遺跡調査 など



**地図と測量における国土地理院の役割**  
 国土地理院は、基準の決定・確立、すなわち

- 1) 世界の中で日本の原点をVLBIで決定し
- 2) 基準点により経度・緯度・高さ(測地基準系)及び地殻変動を明らかにし
- 3) 基準となる正確な地図を作成し
- 4) 国土の現状と変化を把握・記録・公開し
- 5) 関連する技術支援・調査研究の実施を通じて地理空間情報の活用を推進します。

VLBI: Very Long Baseline Interferometry (超長基線電波干渉法)  
 数十億光年離れた星からの電波を観測して、地球上の位置と地球自体の姿勢を決定する技術。GPS等の精度向上やつづら湯の挿入などにも利用されています。

重力: 高さの決定に重力分布測定の結果が用いられます。

地磁気: 磁気コンパスにより方位決定するもので、スマホやカーナビでも利用されています。

図-6 地図・測量の社会全体への効果の説明イメージ

- 社会全体への効果を示す図について、英語版を作成し、平成28年5月にオランダで開かれた「Geospatial World Forum」における招待講演を通じて紹介。
- 多くの参加者がこのような資料の必要性を理解し、例えばISOの標準に携わる関係者は、「ISOはいわゆる標準の基盤であるが、その必要性を説明する場面において啓発されるシナリオである」と指摘。



## 6. おわりに

- これまでの検討を通じ、地図・測量の効果についての一般的な説明手順や方法を確立。
- 現在基本図等について、成果の利用状況の把握等を実施している。
- 地図・測量分野の社会・経済効果を把握する方法を引き続き検討していきたい。
- なお、この検討にあたっては筑波大学の堤教授、測量関係団体のメンバーにもご参画を賜り、貴重なご意見をいただきました。ここに記して厚くお礼申し上げます。

堤 盛人	筑波大学大学院システム情報工学研究科教授
宮崎 清博	一般社団法人全国測量設計業協会連合会常務理事・事務局長
岩崎 昇一	一般社団法人地図調製技術協会理事・事務局長
五本木秀昭	一般社団法人地図調製技術協会業務執行理事
篠崎 透	一般社団法人地図調製技術協会総務委員会広報部会長
瀬戸島政博	公益社団法人日本測量協会専務理事
住田 英二	公益社団法人日本測量協会理事
篠原 茂明	公益社団法人日本測量協会理事・測量技術センター所長
椎橋 信幸	公益社団法人日本測量調査技術協会専務理事
橘 菊生	公益社団法人日本測量調査技術協会技術委員会副委員長
井上 誠	一般財団法人日本地図センター専務理事
安藤 暁史	国土交通省国土地理院企画部測量指導課長
下山 泰志	国土交通省国土地理院地理地殻活動研究センター 測量新技術研究官