

座標系の維持

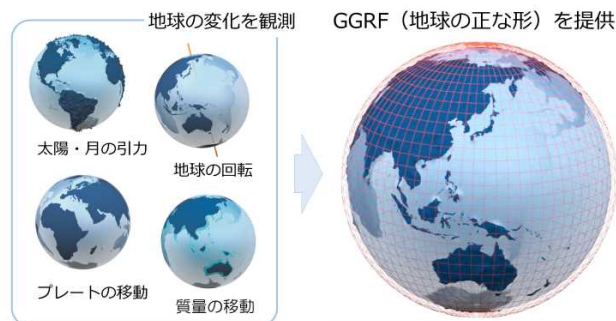
地球規模の測地基準座標系

「地球規模の測地基準座標系」に関する国連総会決議

日本だけでなく世界の全ての国が世界測地系を導入することで、国境をまたいで正確な位置を得ることができます。そこで、2015年、国連総会では、世界各国で連携して世界測地系（GGRF）を維持することを全会一致で決議しました。測量分野では初めての国連総会決議です。



▲国連総会における決議（ニューヨーク国連本部）



▲変化を続ける地球とGGRF

※GGRFとは？

Global Geodetic Reference Frame（地球規模の測地基準座標系）

地球の形は絶えず変化しており、この変化する地球の正確な形を表した世界測地系がGGRFです。国境をまたいで正確な位置を与える、国際的な位置の基準で、地球の形を測る様々な技術（VLBIやGNSSなど）から実現されます。

国際事業の推進

国土地理院は、我が国唯一の測量行政機関として、測量・地図や地球科学等の分野で国際的に活動しています。

「地球規模の測地基準座標系（GGRF）」が世界の国々で活用されるために、日本の技術を生かした国際連携が期待されています。

電子基準点網の海外展開、測量分野の技術協力や人材育成を通して、アジア地域における連携を強化し、国連決議の実施に貢献していきます。



▲国連本部での会議（国連ウェブTVより）



▲JICA研修員受入（電子基準点見学）

日本の位置はここから始まる

地球上の正確な位置（緯度・経度）を測る！

VLBIとは、非常に遠くにある天体から地球に届く電波を利用して、数千km離れた距離をmmの精度で測る技術です。

国土地理院は、茨城県石岡市にある直径13.2mのアンテナを使ってVLBI観測を行っています。



▲石岡測地観測局のVLBI観測施設
(茨城県石岡市)

VLBI観測は、世界各地のパラポラアンテナが同時に、天体からの電波を受信します。

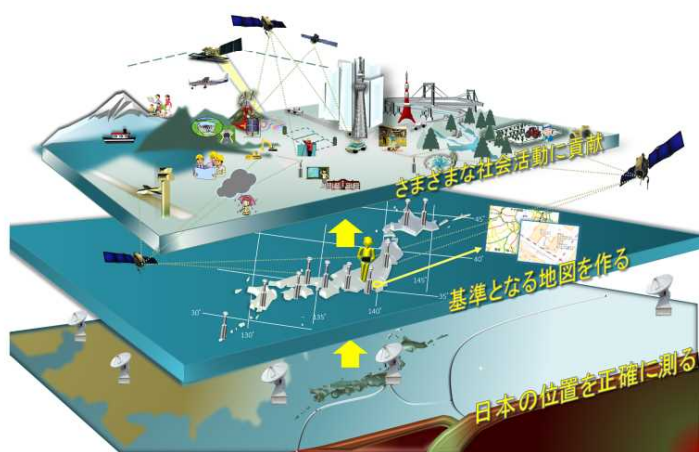
受信した電波を解析することにより、アンテナが地球上のどこにあるか、正確な位置（緯度・経度）を測る技術です。



▲世界のVLBI観測局

VLBIにより地球上における日本の正確な位置を測ります。

その位置が基準となって、日本中の緯度・経度が定まり、日本全国の地図が作られています。

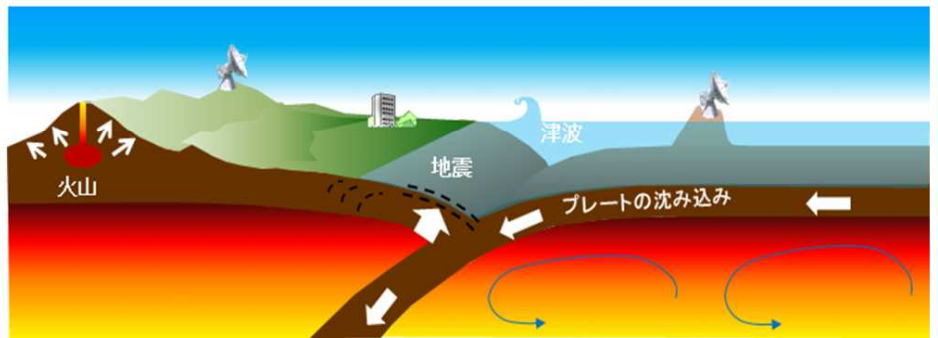


▲社会基盤に必要不可欠な位置情報（模式図）

地球の動きを把握できます！

プレート運動を捉える

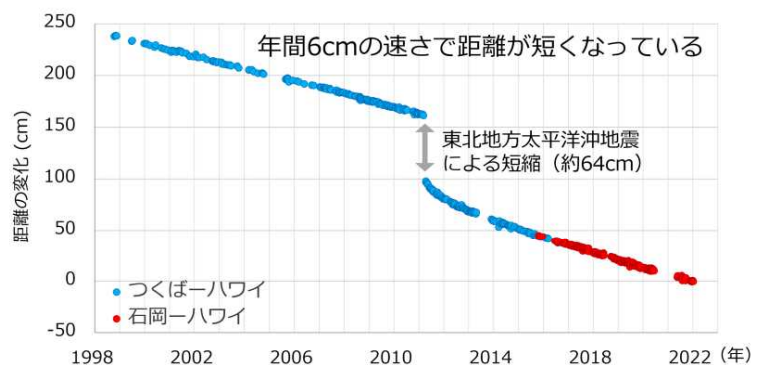
地球の表面は、プレートと呼ばれる地球の表面を覆う薄い岩盤が、十数枚に分かれ互いに動いており、巨大地震の原因になっています。



▲プレート運動の模式図

特に日本列島は、プレート境界域に位置しており、ハワイと日本の間が、年間6cmの速さで近づくという太平洋プレートの動きをVLBIで捉えています。

また、2011年の東北地方太平洋沖地震の際には、約64cm近づきました。



▲日本とハワイの間の距離の変化

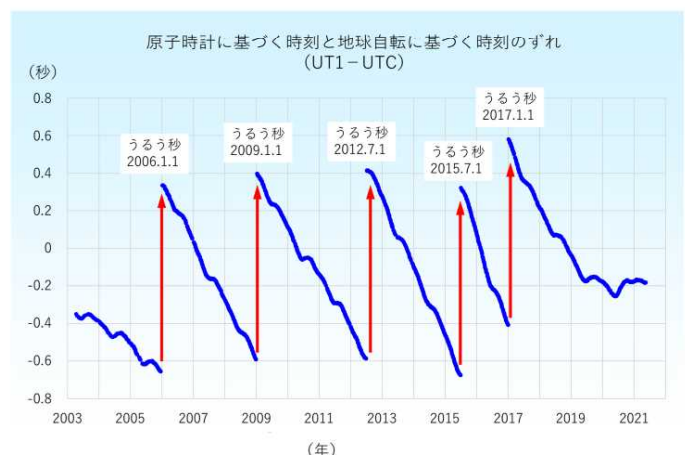
地球の自転速度を測る

地球の自転速度は一定ではなく、常にわずかに変化しています。

VLBIでは、位置を非常に正確に測ることで、同時に自転など地球の運動も精密に測ることができます。

VLBIは、自転速度の変化に関する「うるう秒」を決める唯一の技術です。

VLBIから決まったうるう秒は、世界の時刻の決定に用いられています。



▲原子時計に基づく時刻と地球自転に基づく時刻のずれ

全国1300点で常時地殻変動を 監視しています

電子基準点は、全国約1,300ヶ所に設置されたGNSS連続観測点です。外観は高さ5mのステンレス製ピラーで、上部にGNSS衛星からの電波を受信するアンテナ、内部には受信機と通信用機器等が格納されています。基礎部には、電子基準点付属標と呼ばれる金属標が埋設してあり、トータルステーション等を用いる測量にも利用できるようになっています。



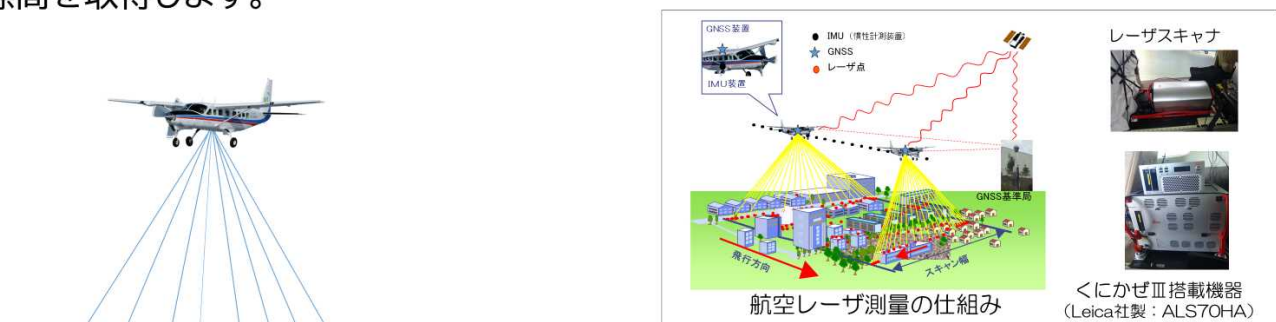
衛星測位データの利用

衛星測位データの利用で 使いやすくなった航空レーザ測量

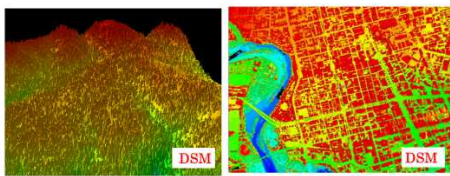
航空レーザ測量とは、航空レーザスキャナを使用して広範囲に高密度・高精度の標高データを取得する測量方法です。

航空レーザ測量の概要

航空機から地上にレーザ光を照射し、地上から反射したレーザ光により地上までの距離を計測、これとGNSS測量機、IMU(慣性計測装置)から得られる航空機の位置情報から標高を取得します。



航空機からレーザ計測を行い、木や建物を含む最も高い地点(表層)の高さのデータを取得



山間部

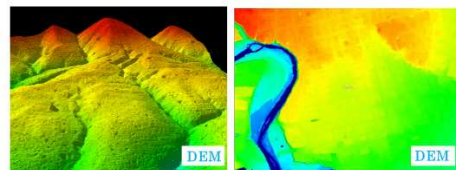
都市部

自動及び手動により
地表面以外のデータを取り除く

フィルタリング処理



フィルタリング処理により、地表面だけの高さのデータを作成



山間部

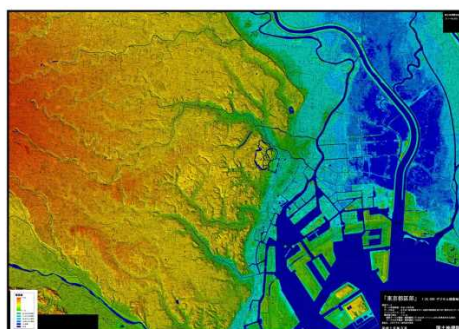
都市部

航空レーザ測量の成果と利用

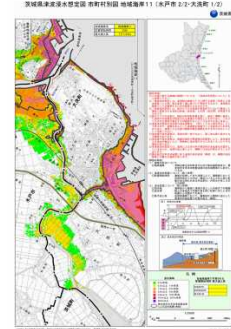
洪水や津波浸水予測、避難経路選定、ハザードマップなどの防災業務で広く活用



標高がわかる地図
(地理院地図)



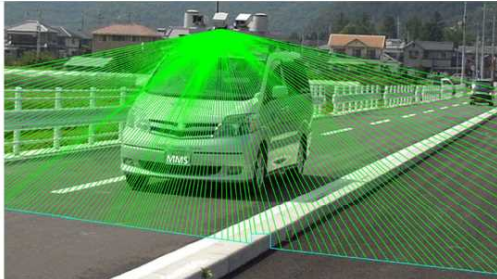
デジタル標高地形図「東京都区部」



茨城県津波浸水想定図
(茨城県ホームページより)

衛星測位データの利用で 使いやすくなったMMS

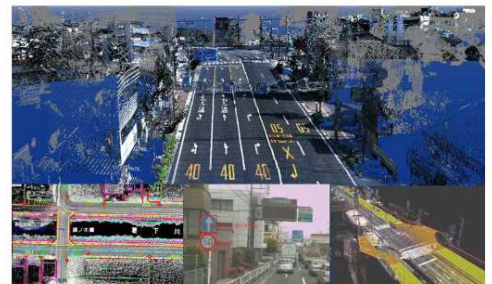
MMSの概要



MMS(Mobile Mapping System)とは、車両にGNSS、レーザスキャナ、デジタルカメラ等を搭載して走行することで、道路及び沿道の3次元デジタルデータを取得する移動体計測システムです。

・ GNSS (Global Navigation Satellite System) 衛星測位

道路の法面や建物の側面など、上空からでは計測できなかった地物の情報を取得することができます。対象物への計測距離が短いため、詳細な(解像度の高い)計測が可能です。例えば、道路の白線やマンホール、電柱、ガードレールなど比較的小さい地物の計測が可能で、道路施設等の調査・測量・設計・維持管理に貢献しています。



MMSの基本構成

GNSS/IMU(Inertial Measurement Unit)衛星測位・慣性計測装置

地上の固定局と車上で、同時に測位衛星の測位電波を受信し、1秒以下レートの自車(センサ)の位置、軌跡を算出します。IMUにより姿勢・位置情報を融合計算して精密な自車位置姿勢データを求めます。

車測装置(オドメータ)

車軸の回転から走行距離を計測します。GNSS衛星から受信できない区間(トンネル内など)においてIMUとの複合計算に利用されます。

レーザスキャナ

近赤外線レーザ光を照射し、反射光を受光します。レーザ光の往復時間から、スキャナと物体照射点との距離を測定します。

デジタルカメラ

設定した移動距離または時間間隔で計測車両走行中に自動撮影するカメラです。レーザスキャナデータと重畳することで、レーザ点の色付け処理や地物認識による座標抽出、図化等に利用されます。

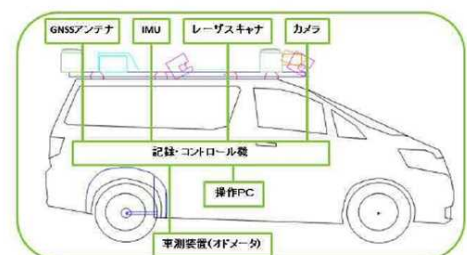
操作PC

計測における設定値を入力し、計測開始～計測終了の操作を行います。計測中におけるGNSS衛星受信状況、カメラ取得状況のモニタリングも行います。

記録コントロール機

各種センサの作動管理等を行い、各種データにGNSS時刻付け等を行います。

(公財)日本測量調査技術協会(2016)『MMSガイドブック』から



宇宙から地球の変動をみる

人工衛星に搭載された合成開口レーダ（SAR）のデータを使用して、地面の動きを把握しています。

SARとは？

SAR（サー）とは、人工衛星などに搭載されたアンテナから電波を地表に向けて照射し、地表からの反射波を捉えることで、地形や構造物の形状及び性質を画像化する技術です。

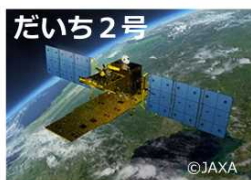
国土地理院では、だいち2号によるSAR観測データを使用し、SAR干渉解析を実施することで、国土の変動を把握しています。

※SAR：Synthetic Aperture Radar 合成開口レーダー

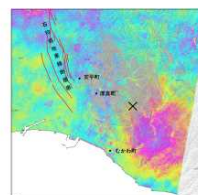
SAR観測の特長

- 数10km～数100kmの範囲を一度で観測し、地表のわずかな動きを捉えることができます。
- レーダーを使用しているため天候に左右されず、昼夜に関係なく観測が可能です。
- 地上の観測機器が不要で、人の立ち入りが困難な地域の変動を捉えることができます。

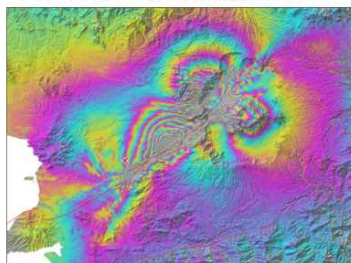
だいち2号で捉えた地殻変動



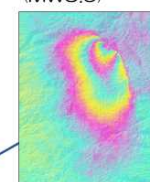
2018-09-06
北海道胆振東部
地震 (Mw6.6)



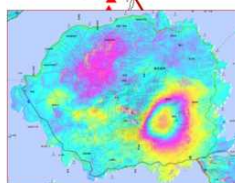
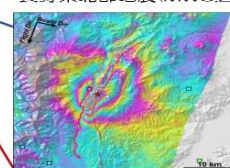
2016-04-16 熊本地震 (Mw7.0)



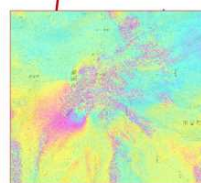
2016-12-28
茨城県北部の地震
(Mw5.9)



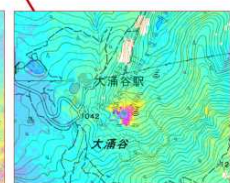
2014-11-22
長野県北部地震 (Mw6.2)



桜島
(2015-08-15マグマ貫入)



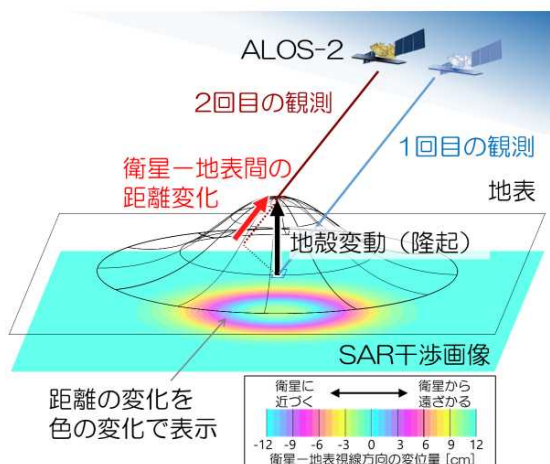
御嶽山
(2014-09-27噴火)



箱根山
(2015-06-30噴火)

解析：国土地理院 原初データ所有：JAXA

干渉SARとは？



干渉SARは、同じ地域を2回観測し、この期間に発生した地盤変動を数cmの精度で捉えることのできる技術です。

干渉SARでは変動量を12cm周期の虹色で表すことが多く、色の変化の仕方によって、変動の大きさや衛星に近づいているのか遠ざかっているのかを判断します。

国家座標

国家座標 ～位置情報の共通ルール～

こっかざひょう

国家座標とは、日本国内における位置情報の共通ルールです

同じ位置であるのに座標（数値）が複数存在すると、社会的な混乱が生じてしまいます。

ある時点（基準日）の座標

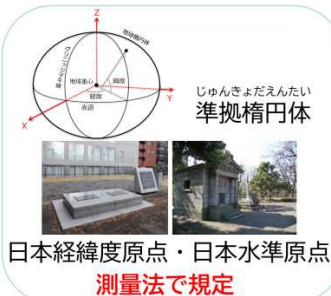


座標は1つだけ

誰もが安心して位置情報を利用できるようにするには、統一された共通ルールに従って位置を表すことが重要です。

そこで日本では、ある決められた時点（基準日）の座標で位置を表すことにしています。

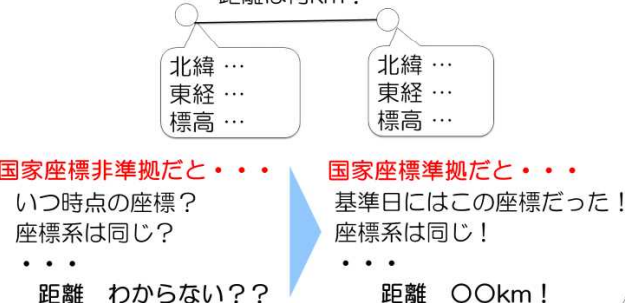
公的な基準だから安心



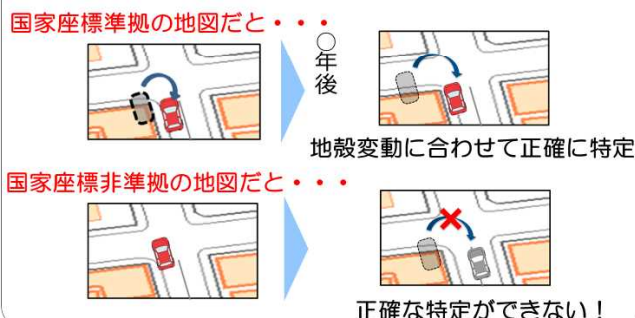
地図上の正しい位置に重なる



距離や面積が法令に整合



地殻変動が補正され長持ち

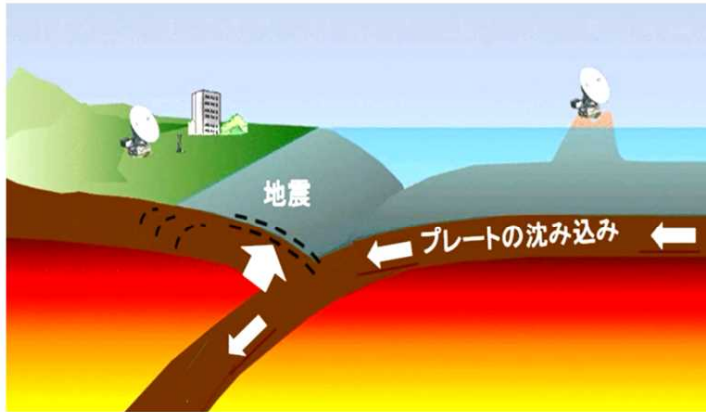


国家座標のサウンドロゴ
聞いてみて下さいね！



大地のズレ

～現在位置は時々刻々変化する～

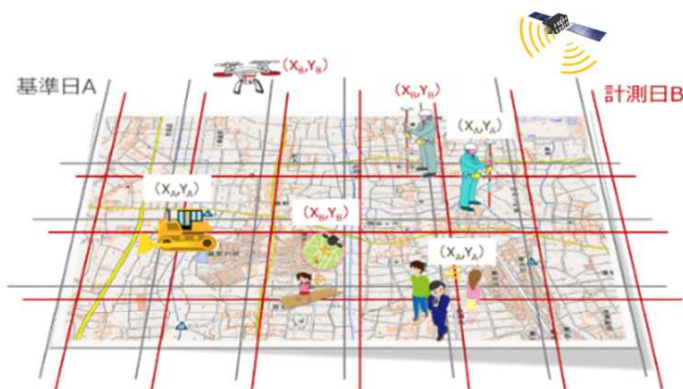


日本列島は4つのプレートがぶつかり合う場所にあり、プレートの運動にともなって複雑な地殻変動が発生しています。

その結果・・・現在の位置は時々刻々変化します 

一方、地図上の位置は、過去の決められた時点（基準日）の位置です。そのため、時間とともに現在の位置と地図上の位置はズれてしまい、大きいところで2メートルほどになります。

つまり、GPSなどの人工衛星を使って求めた現在の位置が地図と2メートル以上ずれてしまうことがあります。



現在の位置と地図の位置がズれている・・・？！

？ この問題を解決するにはどうしたらよいでしょうか ？

その答えが、パネル ちかくへんどうほせい 地殻変動補正 で説明する地殻変動補正というしくみです。



ち かく へん どう ほ せい 地殻変動補正

えい せい そく い い ち こっ か ざ ひょう
～衛星測位の位置を国家座標に合わせるしくみ～

ちかくへんどうほせい

地殻変動補正とは、GPSなどの人工衛星を使って求められる現在の位置と地図を正確に合わせるしくみのことです。



このしくみの考え方は、過去の決められた時点（基準日）から、現在までの位置の変化が正確に分ければ、現在の位置と地図上の位置のズレを解消できるというものです。

国土地理院が日本全国の約1300か所に設置した電子基準点では、位置の変化を約30年にわたってリアルタイムで観測しています。この電子基準点を利用することで、正確な地殻変動補正を実現しています。

「ドラマで描く地図と位置情報の未来」

ドラマで
地殻変動補正を
理解しよう！



地殻変動補正は車の自動走行やドローン配送などを支える基盤にもなると期待されています。

地殻変動補正 ～高精度測位社会に向けた取組～

地殻変動による地図と現在の位置のズレを補正

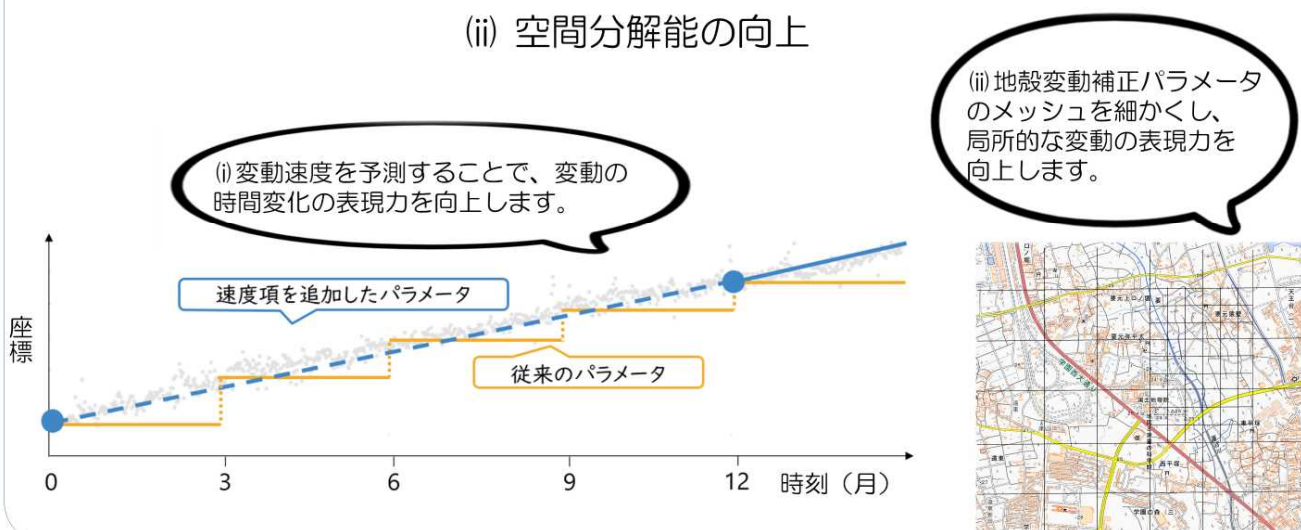
4次元の国家座標 = 3次元の座標値
+ 時点情報（地殻変動補正パラメータ）



将来に向けてさらに高度な位置情報の利用を可能にする取組

—地殻変動補正パラメータの高精度化—

- (i) 時間分解能の向上
- (ii) 空間分解能の向上



地殻変動補正のパラメータを高精度化することで、
地図と現在の位置のズレをより正確に補正できるよう検討を進めま
す。



これからの生活に役立つ世界測地系

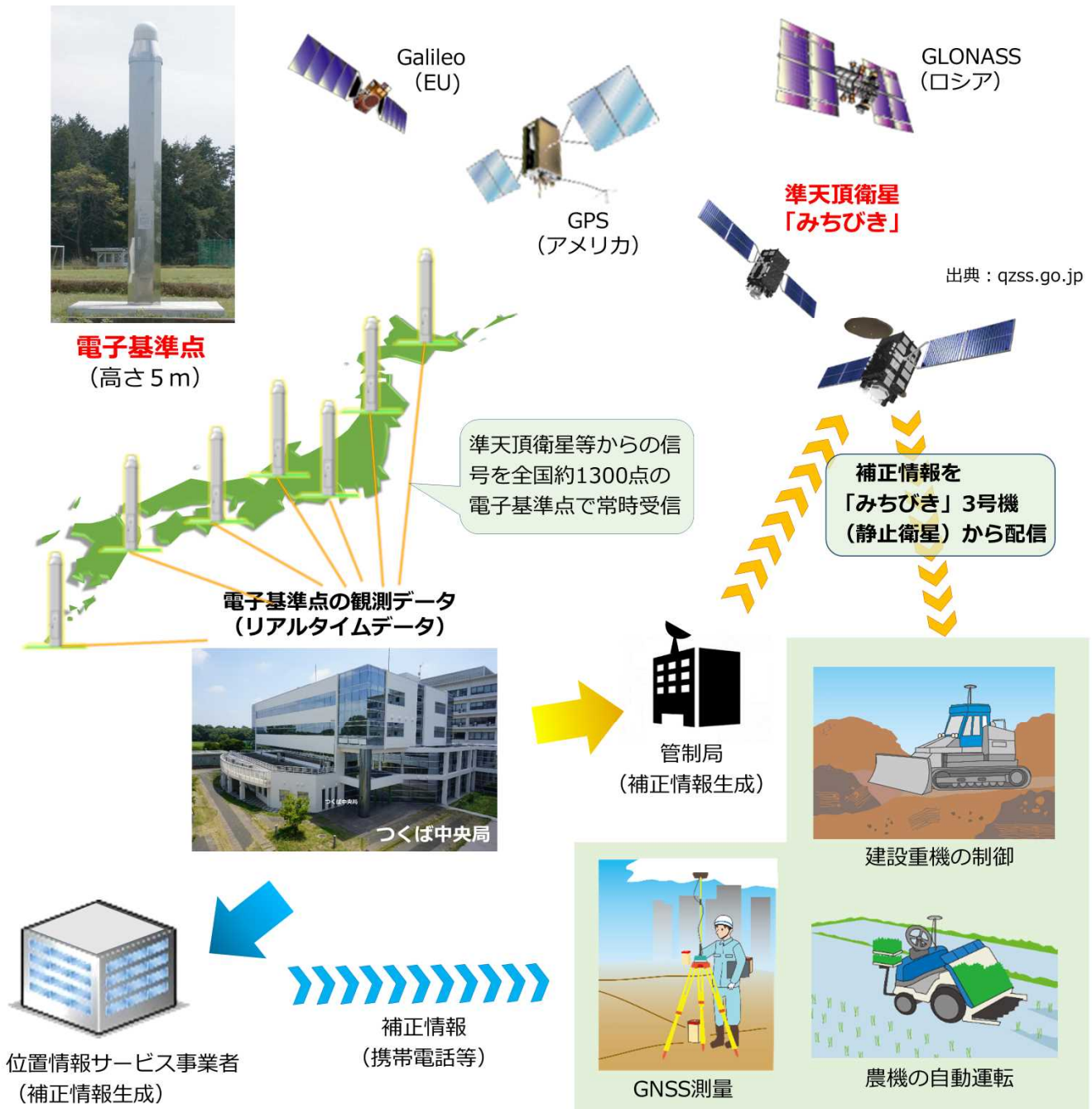
じゅんてん ちょう えいせい

準天頂衛星「みちびき」を使って 補正ができます

電子基準点のデータは、みちびきのcm級測位のための補正情報を生成するなど、高精度測位社会の実現に貢献しています。

位置情報サービスの支援

- 電子基準点の観測データは測位信号の誤差を取り除く補正情報生成に利用されています。
- 補正情報を用いることでリアルタイムでcm級の位置を決定することができます。
- 測量以外にも、建設や農業等様々な分野で活用され作業の効率化に貢献しています。



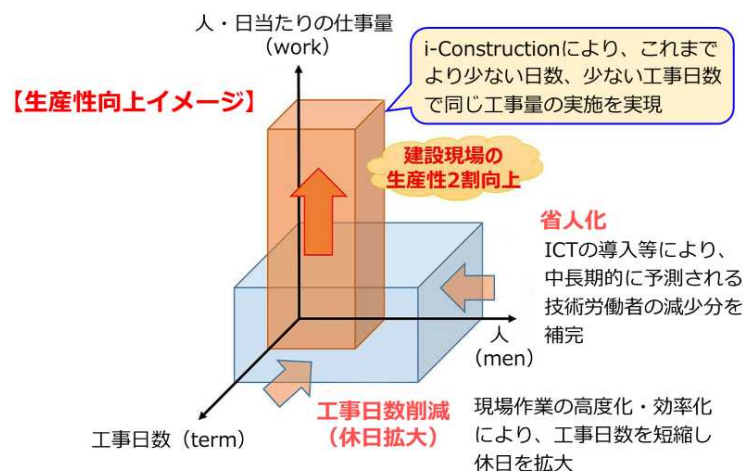
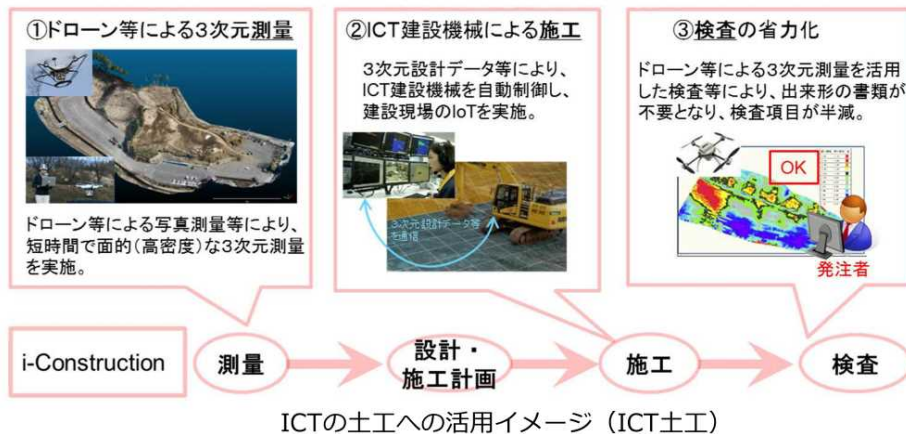
i-Construction ～建設現場の生産性向上～

平成28年9月12日の未来投資会議において、安倍総理（当時）から第4次産業革命による『建設現場の生産性革命』に向け、建設現場の生産性を**2025年度までに2割向上**を目指す方針が示されました。



平成28年9月 未来投資会議の様子

この目標に向け、3年以内に、橋やトンネル、ダムなどの公共工事の現場で、測量にドローン等を投入し、施工、検査に至る建設プロセス全体を3次元データでつなぐなど、新たな建設手法を導入。



これらの取組によって従来の3Kのイメージを払拭して、多様な人材を呼び込むことで人手不足も解消し、全国の建設現場を新3K（給与が良い、休暇がとれる、希望がもてる）の魅力ある現場に劇的に改善。

出典 未来投資会議構造改革徹底推進会合「地域経済・インフラ」会合（インフラ）（第1回）資料（平成29年11月）

国土地理院では、i-Constructionの取組の中で測量分野においても作業効率の向上を図るため、下記マニュアルを整備し新技術や新手法の導入を促進しています。

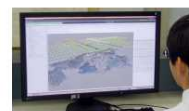
UAV（ドローン）を用いた公共測量

地上レーザスキャナを用いた公共測量

UAV搭載型レーザスキャナを用いた公共測量

航空レーザ測深機を用いた公共測量

平成28年3月	作成公表
平成29年3月	改正
平成29年3月	作成公表
平成30年3月	改正
平成30年3月	作成公表
平成31年3月	作成公表



UAVによる撮影と3Dモデルの作成

上記のマニュアルは、以下のURLから入手できます。

<https://psgsv2.gsi.go.jp/koukyou/download/download.html>

DX(デジタル・トランスフォーメーション)の推進

インフラ分野のDX(デジタル・トランスフォーメーション)の推進

○新型コロナウイルス感染症対策を契機とした非接触・リモート型の働き方への転換と抜本的な生産性や安全性向上を図るため、通信規格の5G等基幹テクノロジーを活用したインフラ分野のDXを強力に推進。

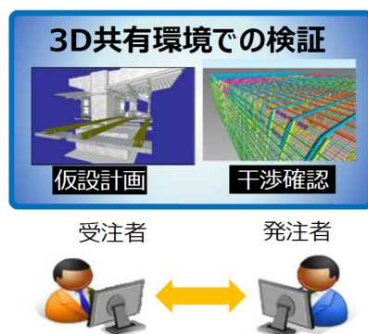
○インフラのデジタル化を進め、2023年度までに小規模なものを除く全ての公共工事について、対象とする構造物等の形状を3次元で表現した「3次元モデル」と「属性情報」等を組み合わせたBIM/CIM活用への転換を実現。

○現場、研究所と連携した推進体制を構築し、DX推進のための環境整備や実験フィールド整備等を行い、3次元データ等を活用した新技術の開発や導入促進、これらを活用する人材育成を実施。

公共事業を「現場・実地」から「非接触・リモート」に転換
・発注者・受注者間のやりとりを「非接触・リモート」方式に転換するためのICT環境を整備

5G等を活用した無人化施工技術開発の加速化

・実験フィールド、現場との連携のもと、無人化施工技術の高度化のための技術開発・研究を加速化

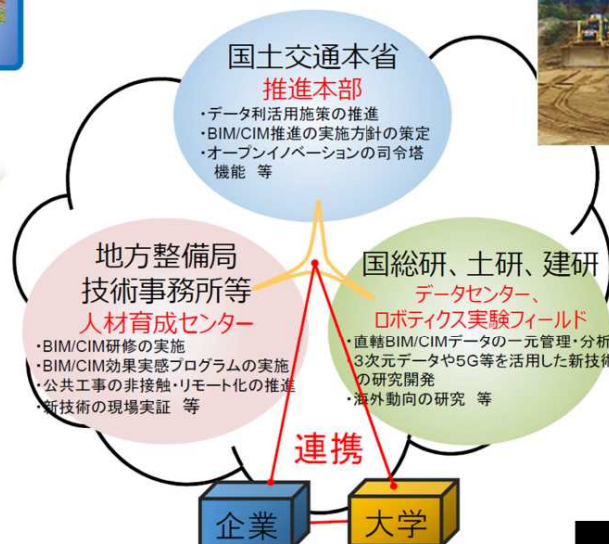
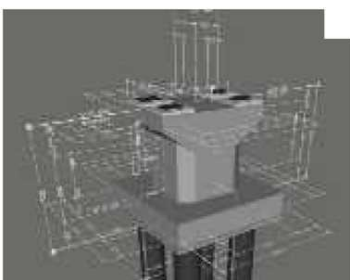


インフラDXを推進する体制の整備



インフラのデジタル化推進とBIM/CIM活用への転換

・対象とする構造物等の形状を3次元で表現した「3次元モデル」と「属性情報」等を組み合わせたBIM/CIMモデルの活用拡大



リアルデータを活用した技術開発の推進

・熟練技能労働者の動きのリアルデータ等を取得し、民間と連携し、省人化・高度化技術を開発



DX(デジタル・トランスフォーメーション)の概要

インフラ分野のDX

○社会経済状況の激しい変化に対応し、インフラ分野においてもデータとデジタル技術を活用して、国民のニーズを基に社会資本や公共サービスを変革すると共に、業務そのものや、組織、プロセス、建設業や国土交通省の文化・風土や働き方を変革し、インフラへの国民理解を促進すると共に、安全・安心で豊かな生活を実現

DXの概念

進化したデジタル技術を浸透させることで人々の生活をより良いものへと変革すること

「行動」のDX

どこでも可能な現場確認



「知識・経験」のDX

誰でもすぐに現場で活躍



「モノ」のDX

誰もが簡単に図面を理解



社会資本や公共サービス、組織、プロセス、文化・風土、働き方の変革

インフラへの国民理解の促進と安全・安心で豊かな生活を実現

インフラ分野のDXの概要

インフラ分野の Digital X formation

～デジタル技術の活用でインフラまわりをスマートにし、従来の「常識」を変革～

