Geoinformatics
古くて新しい情報技術

(財)日本建設情報総合ｾﾝﾀｰ
標準部長　秋山実

2008年12月3日
関西大学総合情報学部講演会

Geoinformatics とは

- Geoinformatics とは、測地学領域の問題を情報工学的に解決するもの
- Geoinformatics は、地理空間情報処理，GIS，GPS，リモートセンシング等を含む
- 測量の成果（位置情報，地図，地理画像等）を、いつでも、どこでも、誰でも利用する技術
- カーナビ，GPS携帯，Google Earth 等

本日の話題

- 測量技術が目指してきたもの
- 多様な測位技術と位置情報サービス
- 多様な地理・空間情報の取得・提供
- 防災への貢献
- 環境問題への貢献

測量技術が目指して来たもの

- 測量とは、地球上の点の位置関係を計測し、基準に基づき表示する技術
- 古代エジプトではナイル河の氾濫が収まった後に農地を元通り配分するため、測量と幾何学が発達した。
- 原理は、幾何学と誤差論
- 手段は、計測と計算
- 測量の進歩とは、精度の向上
- 最新の計測技術を取り入れ、
- 逆に、最新の測量技術を他分野に応用してきた

正確な？伊能図
（1800－1821）

伊能図(赤) と
現在の地図 を
重ねて比較

基準点測量の推移

- 三角測量
  - 基線と両角から三角形を決定
  - トランシットの角測定精度１秒：10^{-5}
- 三辺測量
  - 三辺の長さから三角形を決定
  - レーザ測距儀の距離測定精度：10^{-6}
- GPS測量
  - GPS衛星からの電波到達時間から位置を決定
  - 水平位置精度：10^{-6}

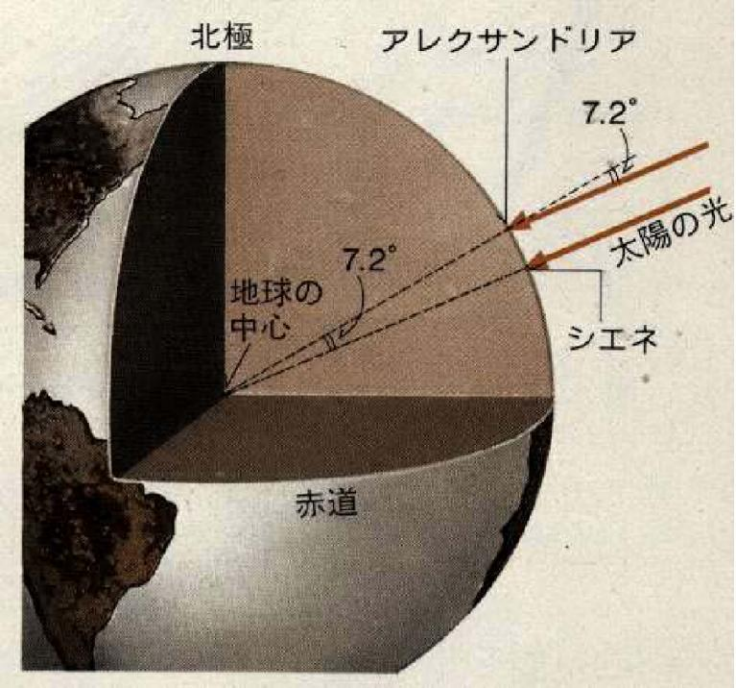
地球の大きさ･形（1） - 球形の地球

エラトステネス（BC275-195）による算出

- シエネの深井戸は，夏至の正午にだけ水面まで太陽の光が届く
- 夏至の正午のアレクサンドリアでの太陽の高度を7.2°であると計測
- アレクサンドリアとシエネの距離を隊商の移動日数から5000スタジア（約920km）と推定
- アレクサンドリアとシエネは同じ経度上と仮定
- 地球一周の長さ

  920Km×360°÷7.2°＝46000km

- 実際の地球の大きさ＝40000km
- 誤差は＋15%
- エラトステネスは測地学の父と呼ばれている.

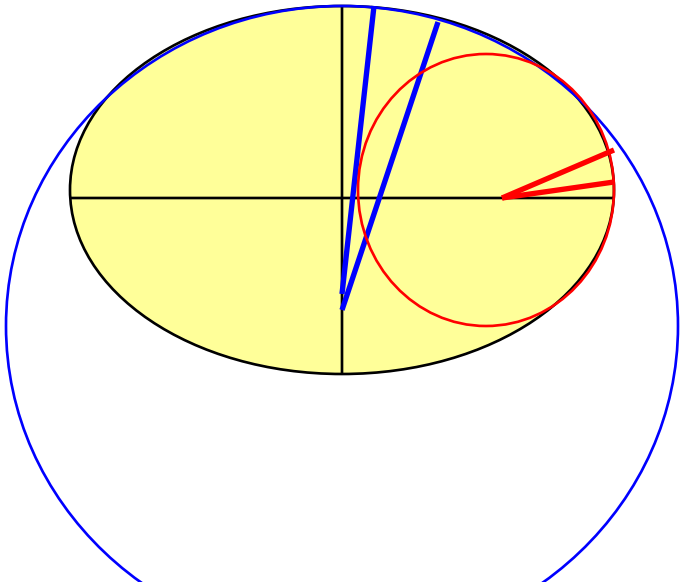


東京図書高校教科書「地学B」より

地球の大きさ･形（2） - 楕円体の地球

フランス王立科学学士院の測量隊による算出（1735-1743）

- 振り子時計が，カイエンヌ（5°N）とパリ（49°N）で1日に148秒の差
- この重力差は地球自転の遠心力だけでは説明できない
  → 赤道が極より半径が長いと推定（横長の回転楕円体）
- 地球を一様な密度の回転楕円体とすると、扁平率＝1/230（ニュートン，1687）
- 地球の全重量を一点に集中と仮定すると、扁平率＝1/578（ホイヘンス，1690）
- フランス国内の測量結果からは，縦長の楕円体と推定（カッシーニ父子）
- フランス王立科学学士院は，ラップランドとペルーに測量隊を派遣
  → 横長の回転楕円体であることを実測
- ベッセル1841楕円体（日本測地系）の定数
  - 赤道半径＝6,377,397.155m
  - 扁平率＝1/299.152813



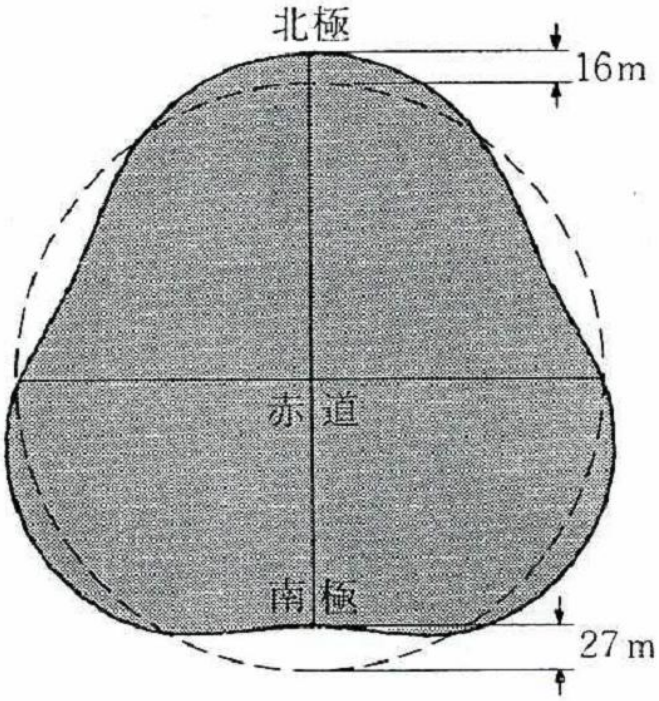
地球の大きさ･形（3） - 西洋梨型の地球

古在由秀による衛星軌道からの算出（1958）

- 人工衛星の軌道は，地球が球対象であれば重心を焦点とする楕円軌道を描く
- 人工衛星の軌道解析から，周期的変動が観測
- 南極より北極の方が40m強飛び出しているモデルで説明（古在由秀）
- その後，さらに詳しいジオイドの形が衛星軌道解析から求められている

- 測地衛星による人工衛星レーザ測距（SLR）では、10^{-9}オーダー（近地点1500kmの軌道を1～2mmで決定できる）

測地衛星「あじさい」JAXA　HPより



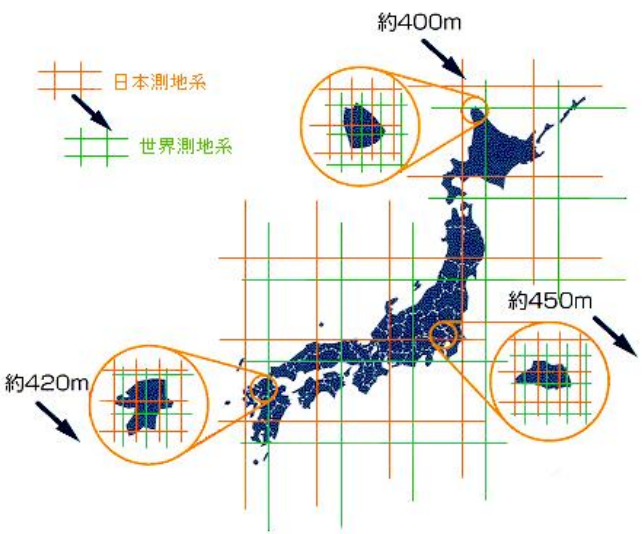
古在由秀著「地球をはかる」より

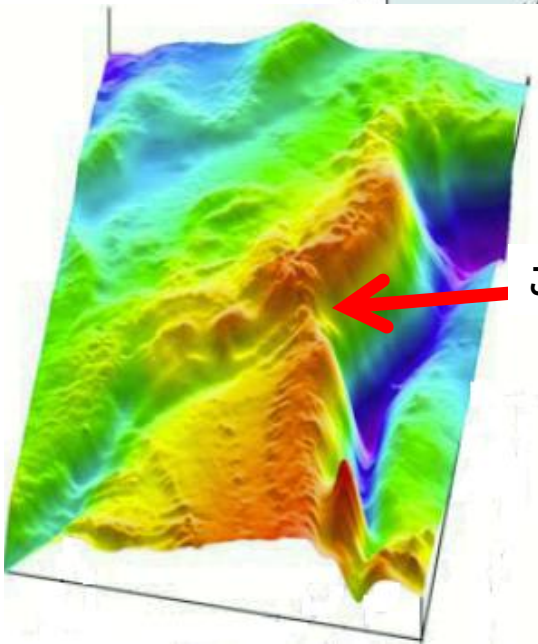
地球の大きさ・形（4） - ジオイド地図

重力測量によるジオイドの測量（2001）

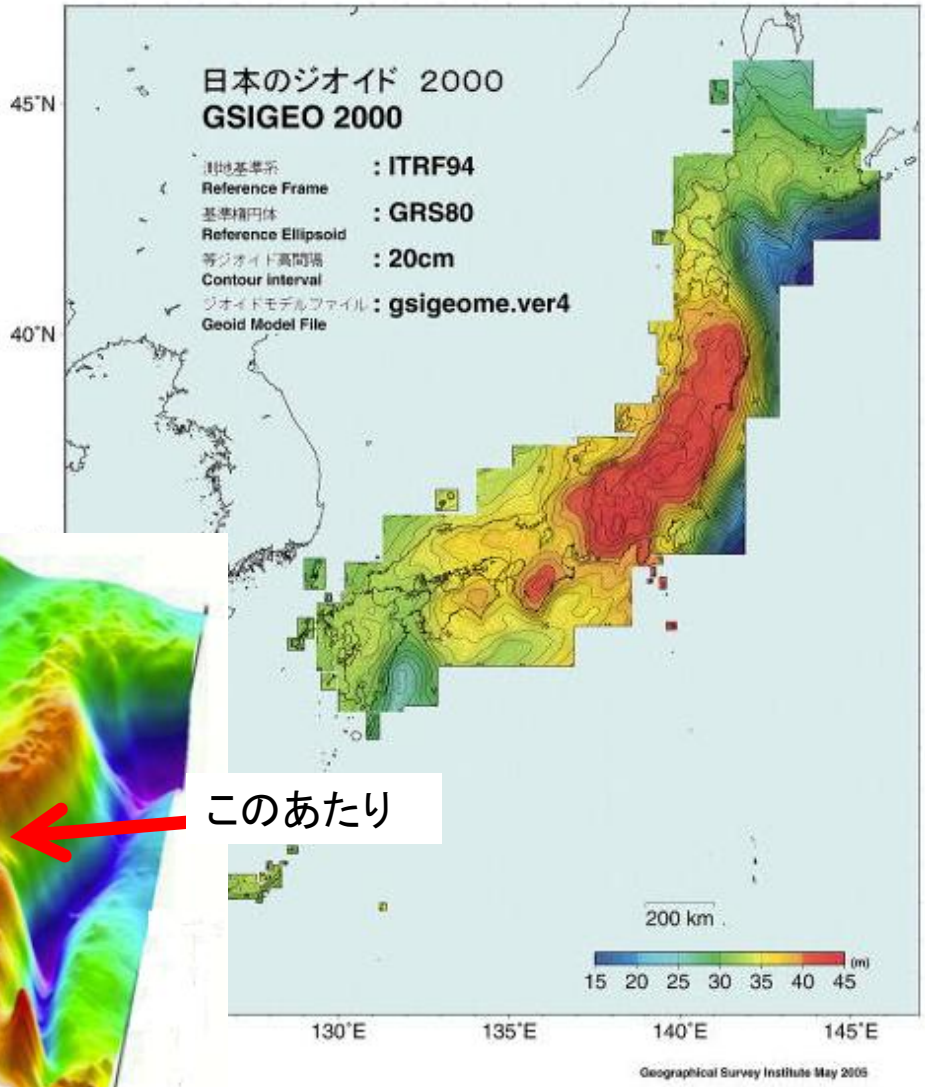
- ジオイドとは，平均海水面にほぼ相当する，重力の等ポテンシャル面
- 標高は，ジオイド面からの距離
- ジオイド高
  → 準拠楕円体とジオイド面の距離

日本経緯度原点は，ジオイド面の急斜面にあり，世界測地系と旧日本測地系の差約450mが生じた





このあたり



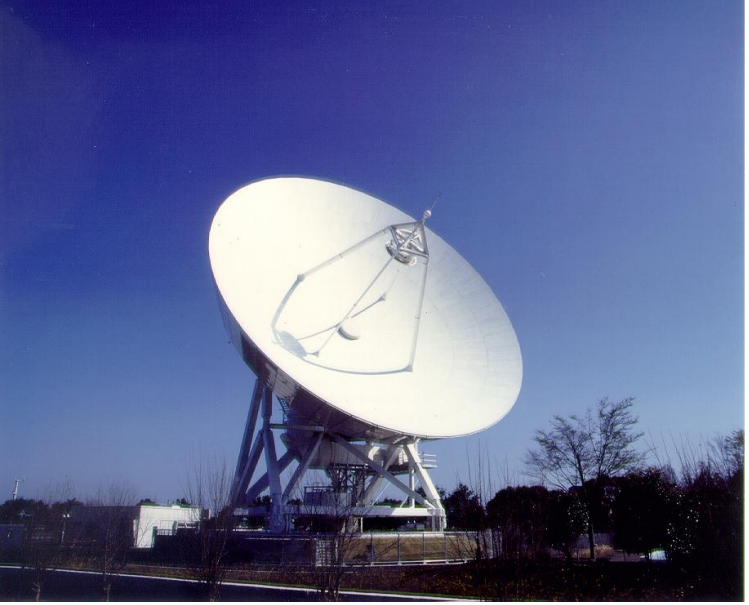
地球の大きさ･形（5） - ITRF

国際地球基準座標系（International Terrestrial Reference Frame)（2000）

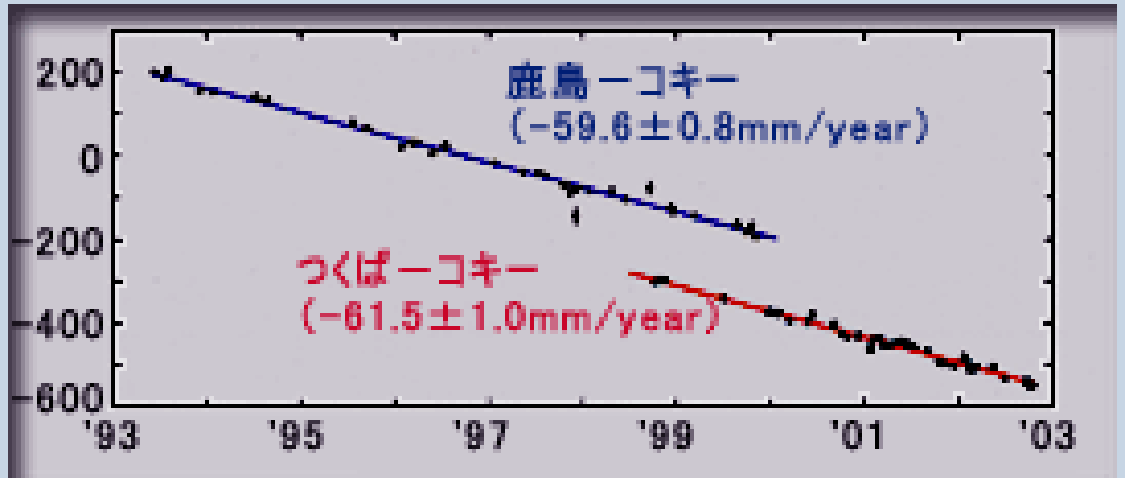
- 地球上に不動の観測点は存在しない。
  - 地球上のすべての観測点はいずれかのプレート上に位置している。
  - プレートは地球深部に対して運動している。
  - プレート境界周辺ではプレートの内部変形が生じている。

- 平均リソスフェア（No-net-rotation：NNR）系
  - 全てのプレートの運動の総和（平均回転）がゼロになるように調整されたモデル

- ITRF（International Terrestrial Reference Frame，国際地球基準座標系）
  - 国際地球回転事業（IERS）が提供する3次元直交座標系
  - GPS，VLBI，SLRなどの宇宙測地観測データに基づいて決定
  - 測量法（2002年4月1日改正）で定める日本測地系はITRF2000に準拠した地心座標系.

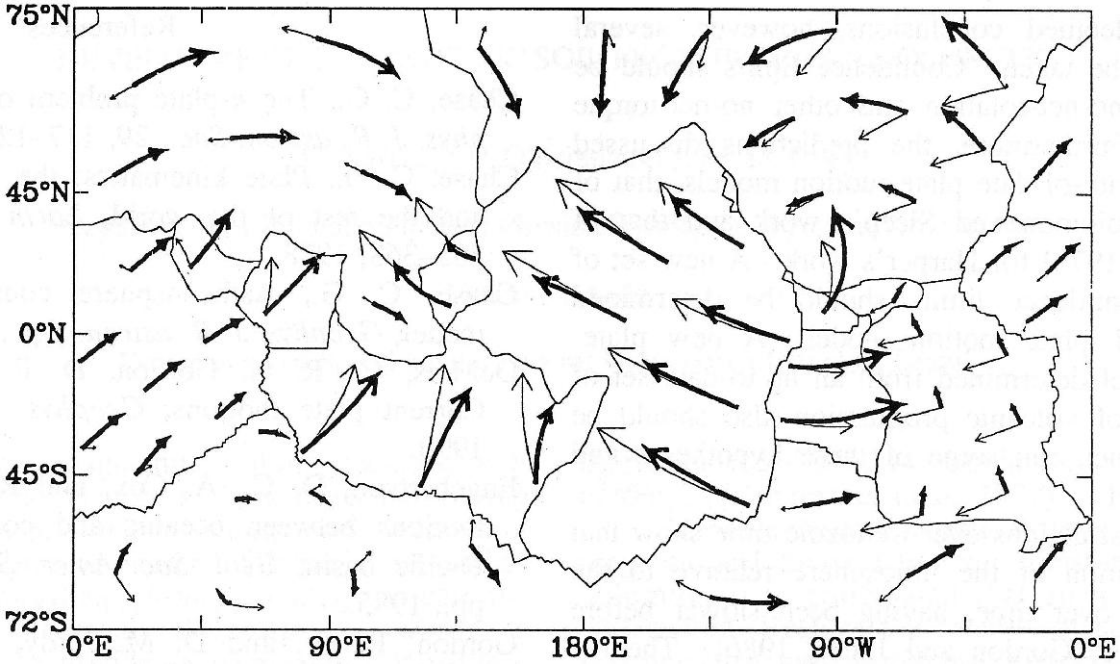


VLBIアンテナ（つくば国土地理院）



日本（鹿島・つくば） ー ハワイ（コキー）間（5,700km）の距離変化

GPS電子基準点



プレート運動ベクトル Argus and Gordon（1991）より

日本の測量基準 – 世界測地系

測量法（2002年4月1日改正）により、世界測地系を日本の測量基準と定める

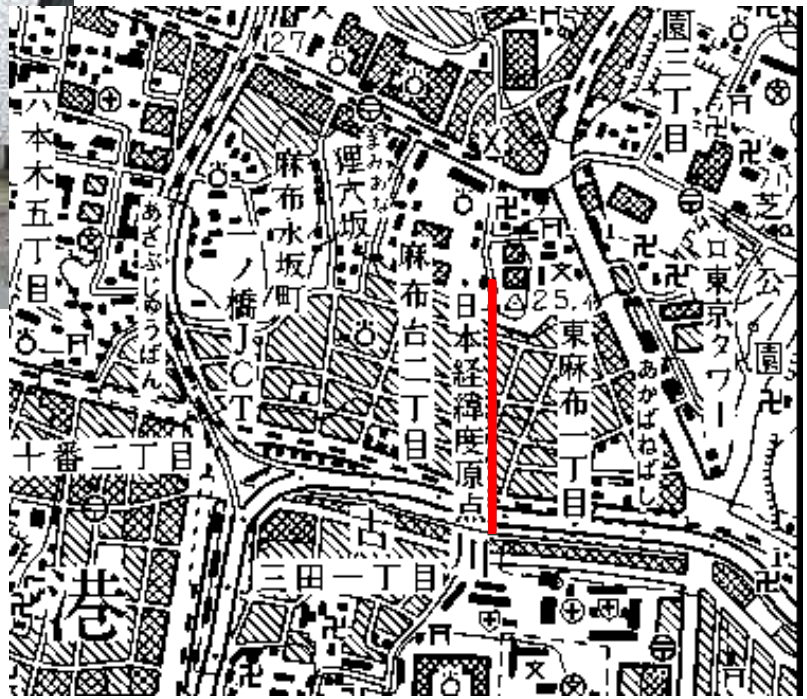
- 楕円体は、GRS80（Geodetic Reference System 1980：測地基準系1980）
  - 赤道半径＝6378137m
  - 扁平率の逆数＝298.257222101
- 経度・緯度は、ITRF94座標系（International Terrestrial Reference Frame）
  - 原点は地球の重心
  - X軸はグリニッジ子午線と赤道との交点の方向
  - Y軸は東経90度の方向
  - Z軸を北極の方向
  - 空間上の位置をX、Y、Zの数字の組で表現
- 標高は、東京湾平均海面を基準としたジオイド面からの距離
  - 水準点標石の水晶板の零分の標高値：東京湾平均海面上24.4140m
- 平面直角座標系：測量計算を簡便にするため、平面投影した座標系
  - ガウス・クリューゲルの等角投影法（横メルカトール図法）
  - 座標原点の縮尺係数は0.9999
  - 適用範囲は座標原点より東西130km以内（投影距離の誤差1/10,000以内）
  - 国内に19の座標系を設定

経緯度の基準はここ

経緯度原点（東京・麻布）

旧東京天文台子午環跡

緯　度 観測　　明治 9年
経　度 観測　　明治18年
方位角観測　明治16-17年
（万国子午線会議　明治17年）



経度：東経139度44分28秒8759

緯度：北緯35度39分29秒1572

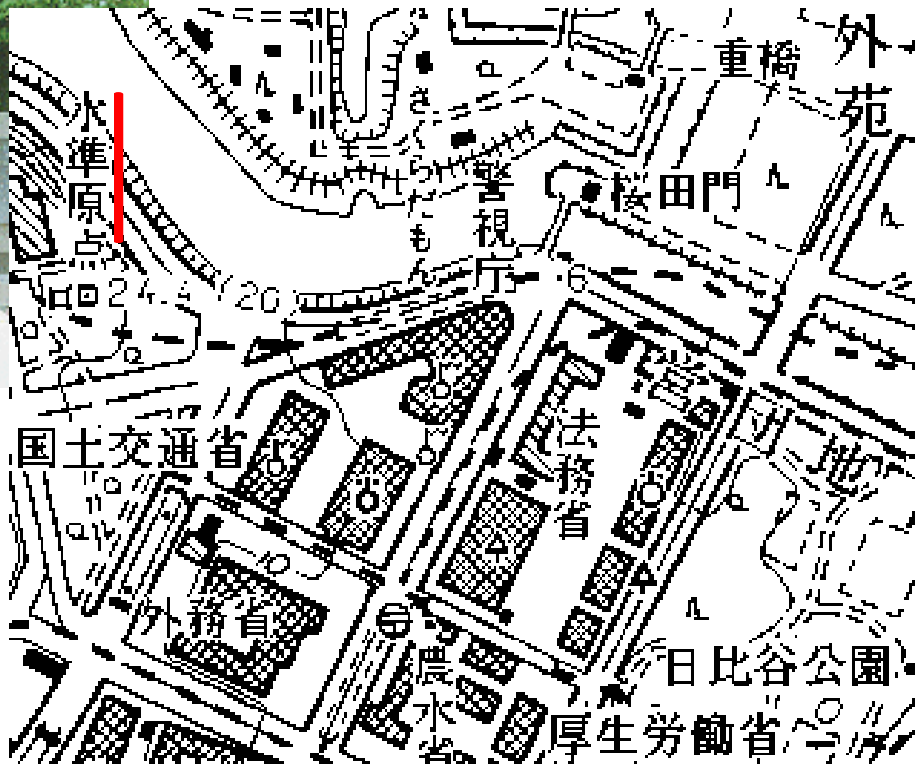
原点方位角：32度20分44秒756

（国土地理院構内VLBI金属標の方向）

高さの基準はここ

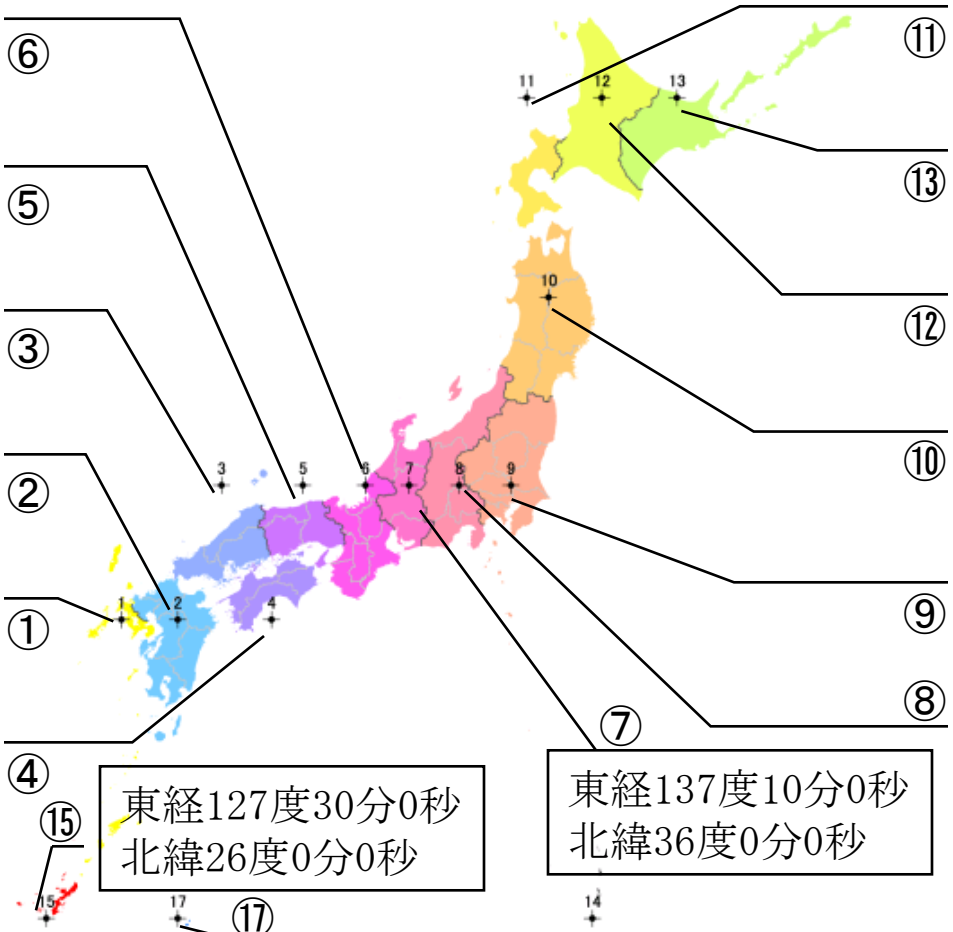
水準原点（東京・永田町）

明治24年竣工
佐立七次郎設計



霊岸島で測定した東京湾
平均海面を基準
水晶零目盛　24.5000m
関東震災後　24.4140m

日本の平面直角座標系　－　19座標系



⑥ 東経136度　0分0秒
北緯36度0分0秒

⑤ 東経134度20分0秒
北緯36度0分0秒

③ 東経132度10分0秒
北緯36度0分0秒

② 東経131度　0分0秒
北緯33度0分0秒

① 東経129度30分0秒
北緯33度0分0秒

④ 東経133度30分0秒
北緯33度0分0秒

⑪ 東経140度15分0秒
北緯44度0分0秒

⑬ 東経144度15分0秒
北緯44度0分0秒

⑫ 東経142度15分0秒
北緯44度0分0秒

⑩ 東経140度50分0秒
北緯40度0分0秒

⑨ 東経139度50分0秒
北緯36度0分0秒

⑧ 東経138度30分0秒
北緯36度0分0秒

⑦ 東経137度10分0秒
北緯36度0分0秒

⑮ 東経127度30分0秒
北緯26度0分0秒

⑯ 東経124度　0分0秒
北緯26度0分0秒

⑰ 東経131度　0分0秒
北緯26度0分0秒

⑭ 東経142度　0分0秒
北緯26度0分0秒

⑲ 東経154度　0分0秒
北緯26度0分0秒

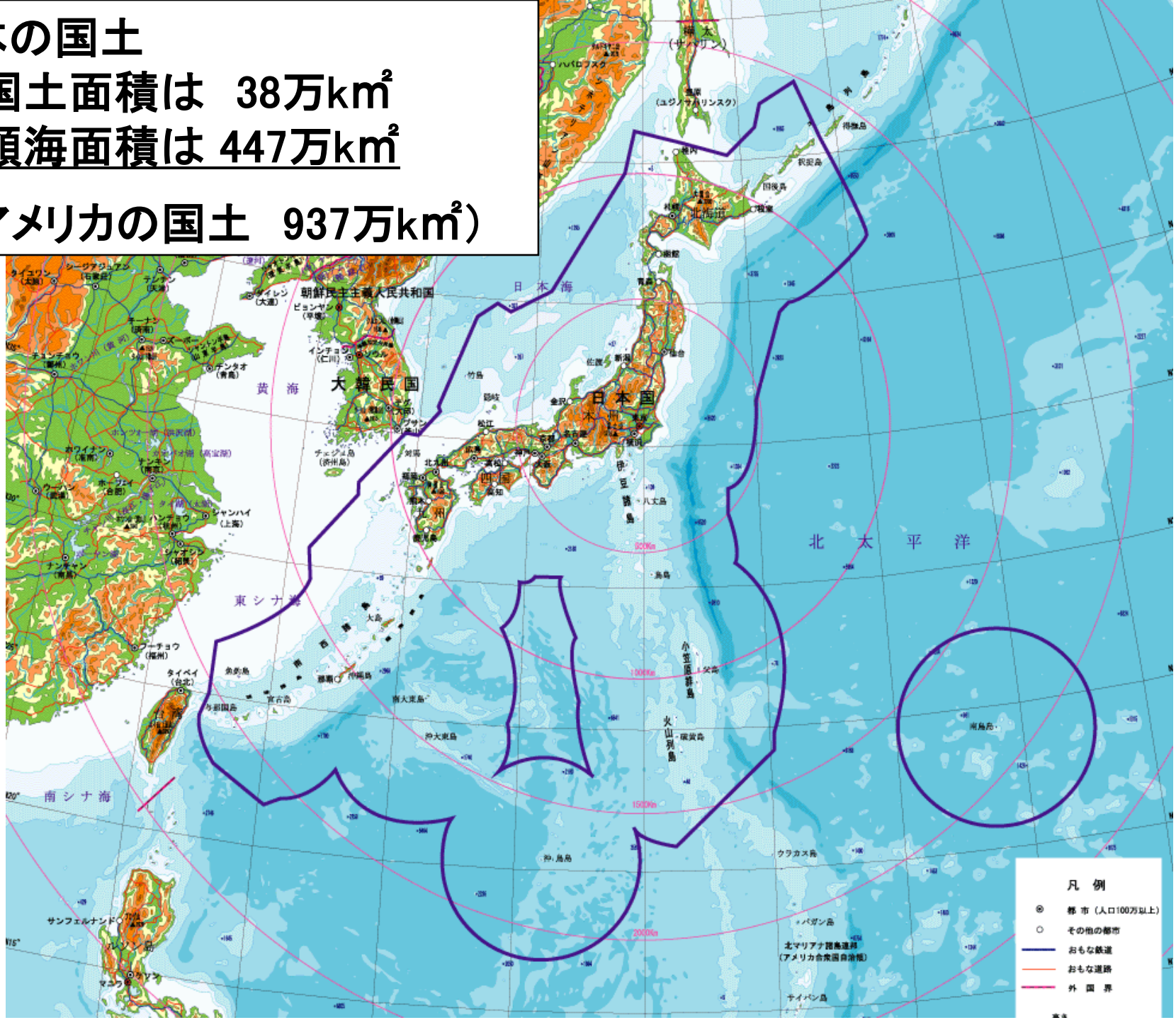
⑱ 東経136度　0分0秒
北緯20度0分0秒

日本の国土

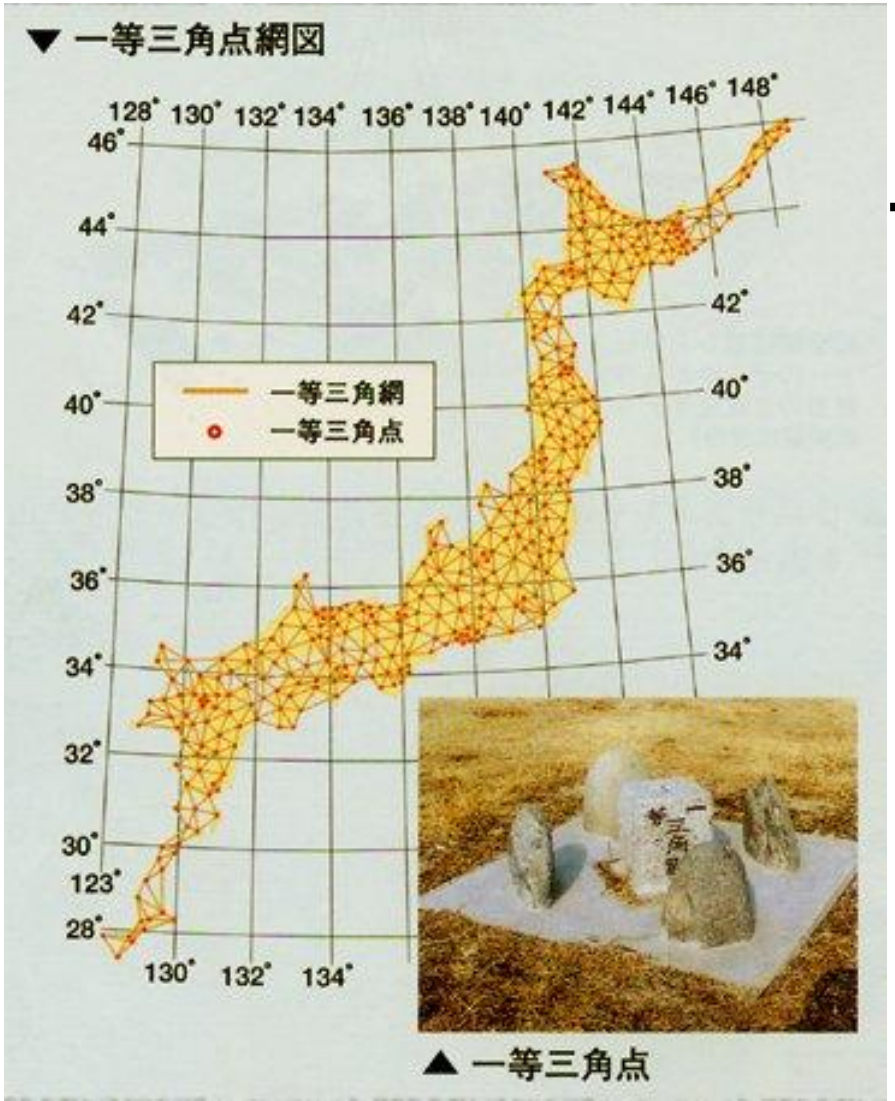
国土面積は　38万㎢

<u>領海面積は 447万㎢</u>

（アメリカの国土　937万㎢）



日本全国に設置している三角点



三角点の間隔・数は

一等三角点	45km	973点
二等三角点	8～10km	5,056点
三等三角点	3～ 4km	32,723点
四等三角点	1.5～2km	63,806点

どこにでも　三角点

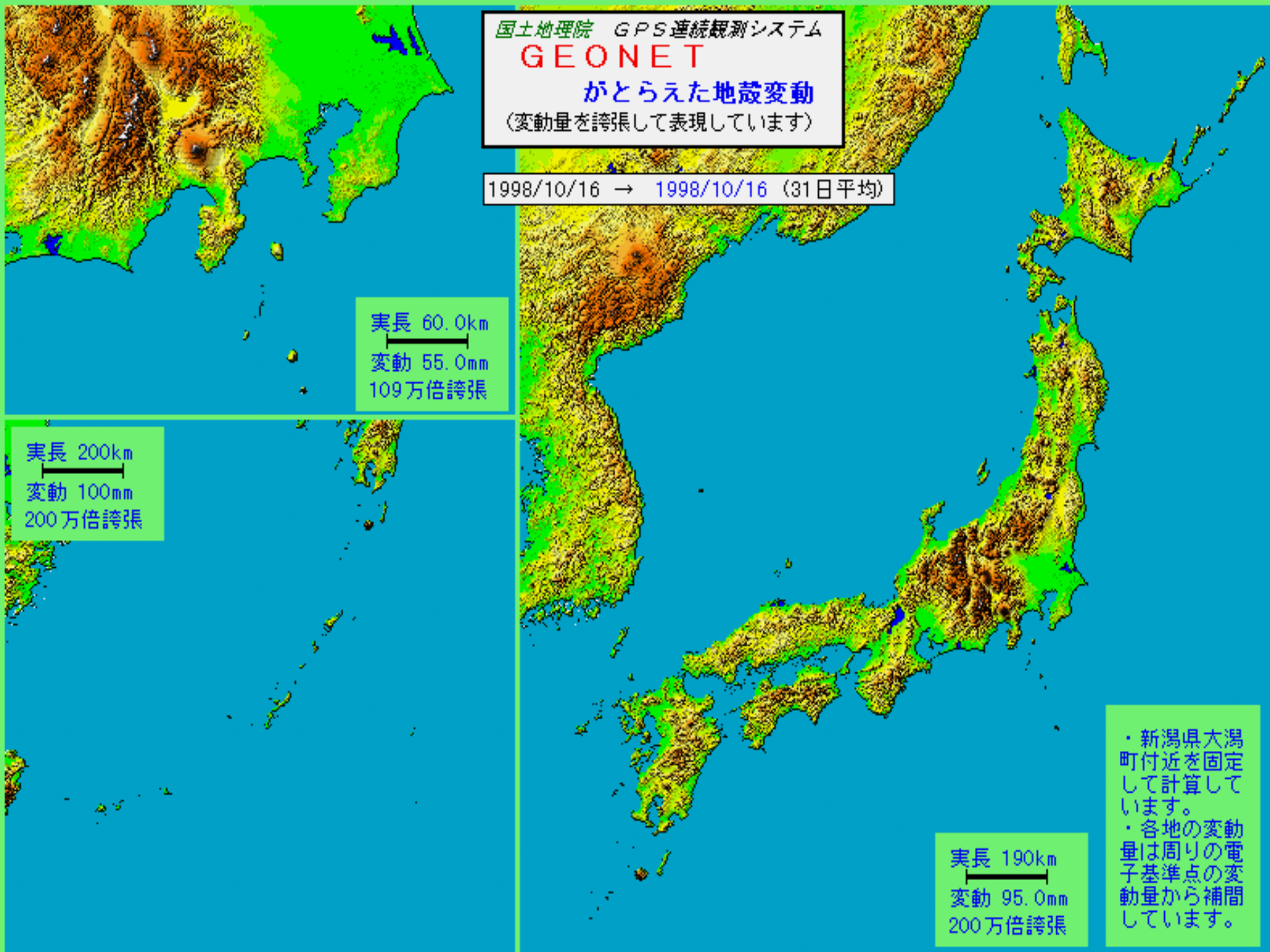
四等三角点の標識番号　宇治「平」 2001／8／5

我が国の島嶼　　6,852島
　　有人島は　　428島
　　無人島は　　6,424島

国土交通省都市・地域整備局離島振興課より

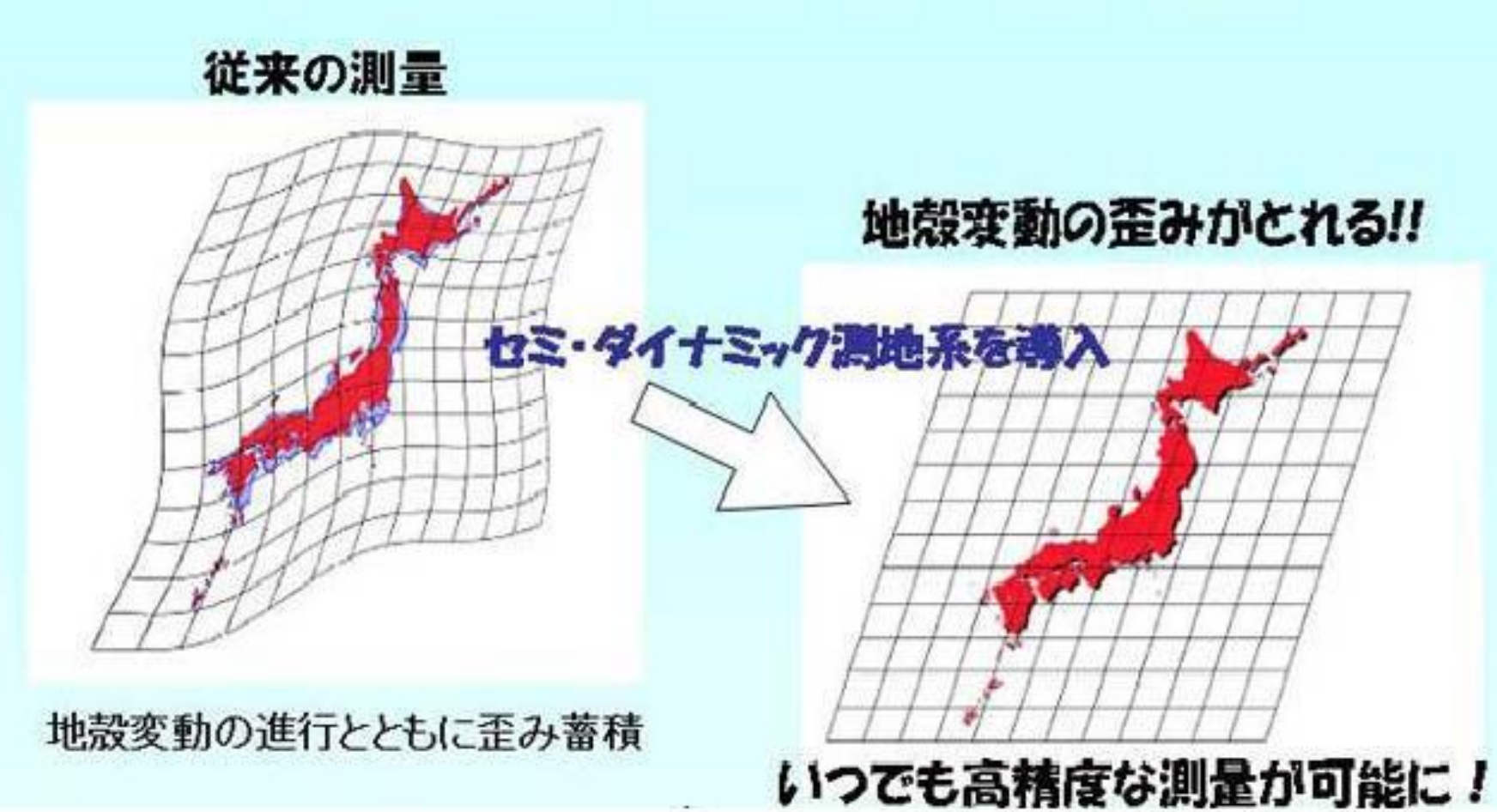
離島にある
三角点の設置数

有人島の　428島(100%)
無人島の　382島(　　6%)


国土地理院　ＧＰＳ連続観測システム
ＧＥＯＮＥＴ
がとらえた地殻変動
（変動量を誇張して表現しています）
1998/10/16 → 1998/10/16（31日平均）
実長 60.0km
変動 55.0mm
109万倍誇張
実長 200km
変動 100mm
200万倍誇張
実長 190km
変動 95.0mm
200万倍誇張
・新潟県大潟町付近を固定して計算しています。
・各地の変動量は周りの電子基準点の変動量から補間しています。

セミ・ダイナミック測地系

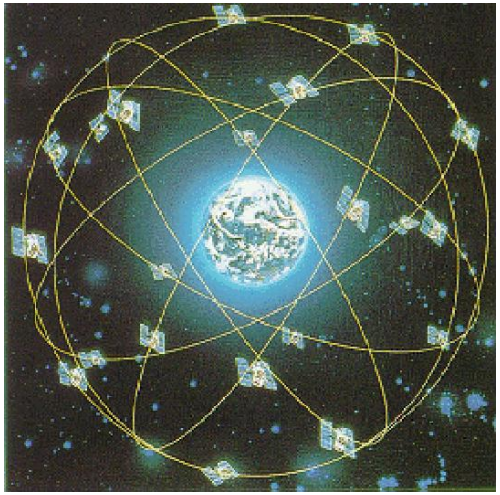
日本列島は地震が無くても年数cmの地殻変動がある。
従って、測地座標系は不動の基準ではない。
測地座標系に地殻変動ベクトルを加味した、セミ・ダイナミック測地系を検討。



多様な測位技術と位置情報サービス
Location Based Service（LBS）

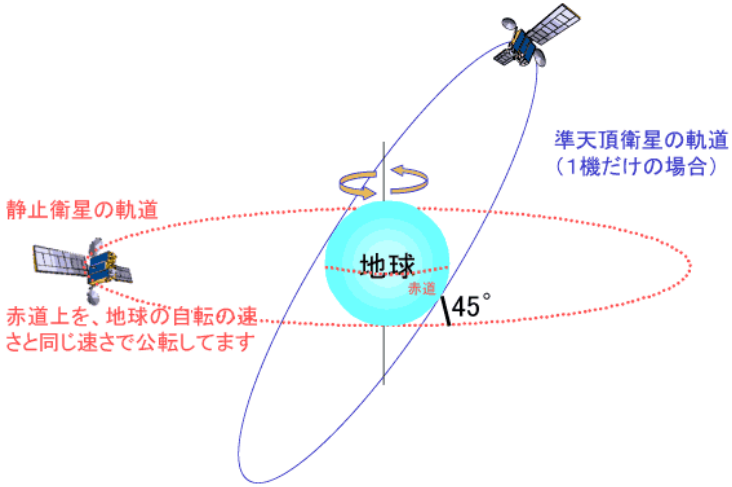
- 人工衛星を使った測位システム　–　GNSS
- 電子基準点リアルタイムデータの提供
- インテリジェント基準点
- 場所コード
- 無線LAN測位

人工衛星を使った測位システム - GNSS



GNSS (Global Navigation Satellite System) 測位衛星

- GPS (Global Positioning System)
  - 米国が運用する軍事用衛星測位システム
  - 予備を含め、約30機のGPS衛星で構成
- GLONASS
  - 旧ソ連-ロシアが運用する軍事用衛星測位システム
  - 予備を含め、24機の衛星で構成（現在16機）
  - 2011年までに完全配備予定
- Galileo
  - EUの民間主体の衛星測位システム
  - 予備を含め、30機の衛星で構成（現在16機）
  - 2013年までに完全配備予定
- 準天頂衛星（QZSS）
  - 日本が計画中のGPS補完システム
  - 2009年に1機打ち上げ予定
  - 日本上空を通過する8の字軌道上に3機の衛星を配置し、常時1機は天頂に



GPS測位法（コード測位）

GPSの信号には、変調波（コード）と搬送波があり、一般にはコード測位が用いられているが、高精度の測量には搬送波の位相差を計測する干渉測位が用いられる。

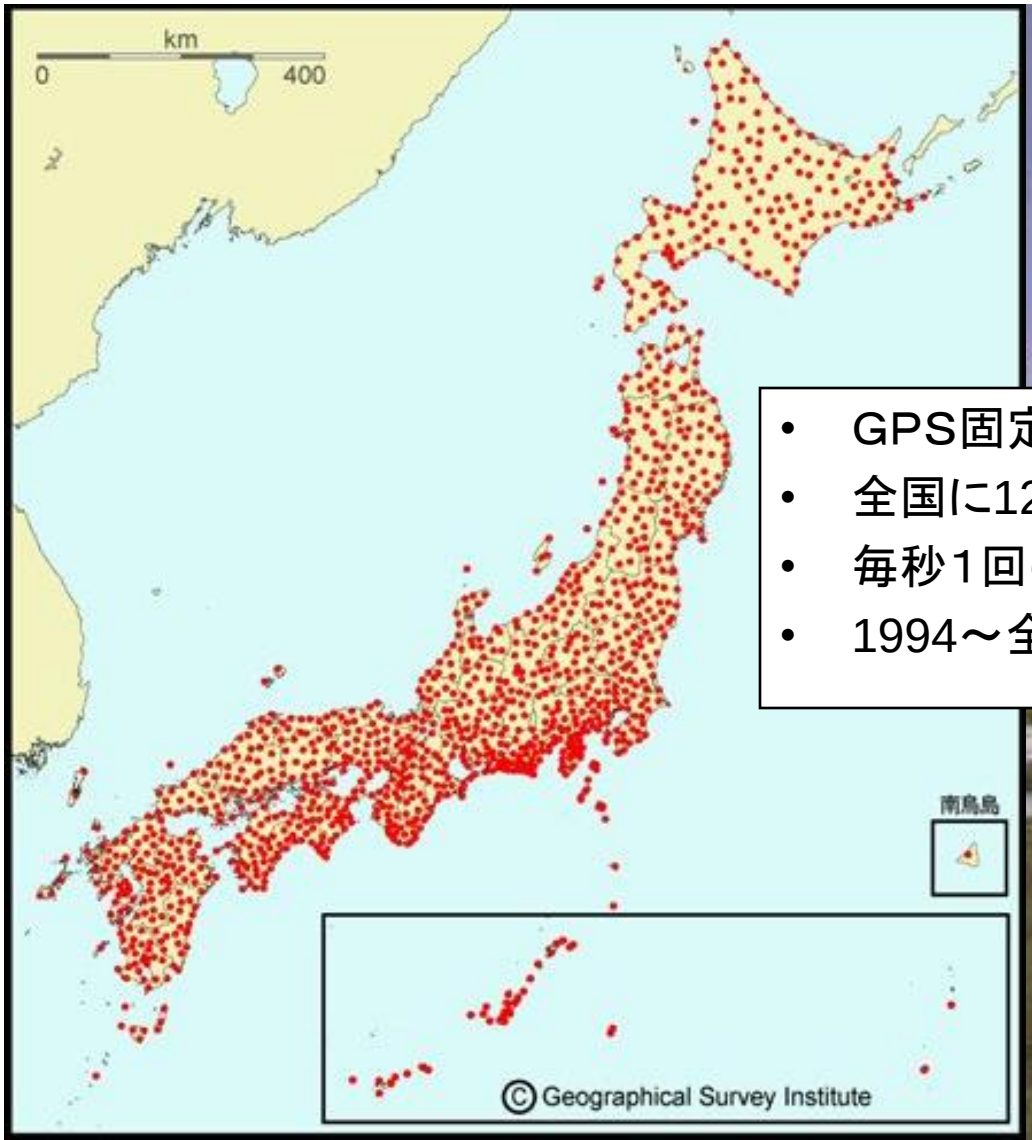
- 単独測位
  - 誤差10m程度（民生用）。
- DGPS
  - Differential GPS（相対測位方式）。誤差数m。
  - 測位対象となる移動局と、固定局で同時にGPS電波を受信し、誤差を消去する方法。
  - 基地局から送信される補正情報を移動局で受信し、実時間でDGPSの補正処理を行う。

GPS測位法（干渉測位）

- 高速スタティック測位
  - 測位時間30分以下、誤差1cm以下。
  - 測量地点に複数の受信機を固定設置し、位相差の組合せにより誤差を相殺する。波長の整数倍の不確定性を除去するため、静止観測が必要。
- RTK測位
  - Real Time Kinematic GPS。測位時間1分以下、誤差数cm。
  - 波長の整数倍の不確定性を当初に確定（初期化）し、その後は連続性の条件から、干渉測位と移動観測を両立させた方式。
  - 電子基準点等の基地局のデータを無線で（複数の）移動受信機に送信して測位。
- VRS-RTK測位
  - Virtual Reference Station RTK-GPS。仮想基準点方式。
  - RTK測位の基地局として、測量範囲内の仮想点に実際にGPS受信機を設置した際得られるであろうデータを、複数の電子基準点のデータから算出し、これを利用してRTK測位を行う。
  - 仮想点のデータを算出し、送信するサービスを、民間のVRSセンターが提供している。

電子基準点

GPSを利用した新しい国家基準点（電子基準点）を全国に1，224点整備
毎秒１回の連続的な観測により我が国の地殻変動を毎日監視



- GPS固定受信点
- 全国に1224点
- 毎秒1回の観測
- 1994～全国運用

電子基準点リアルタイムデータの提供

誤差 1cm
RTK-GPS

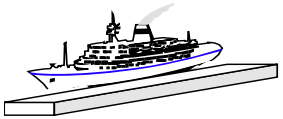
から

誤差 1m
DGPS

まで

測量・調査作業支援

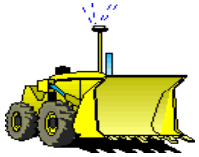
自動車運転支援
車両運行管理支援



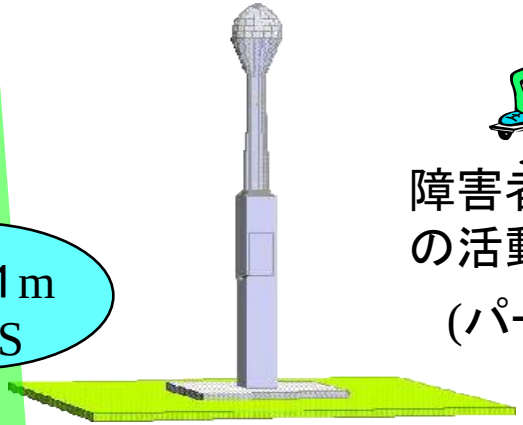
船舶接岸誘導支援

障害者・高齢者
の活動支援

レジャー支援
(パーソナルナビゲーション)



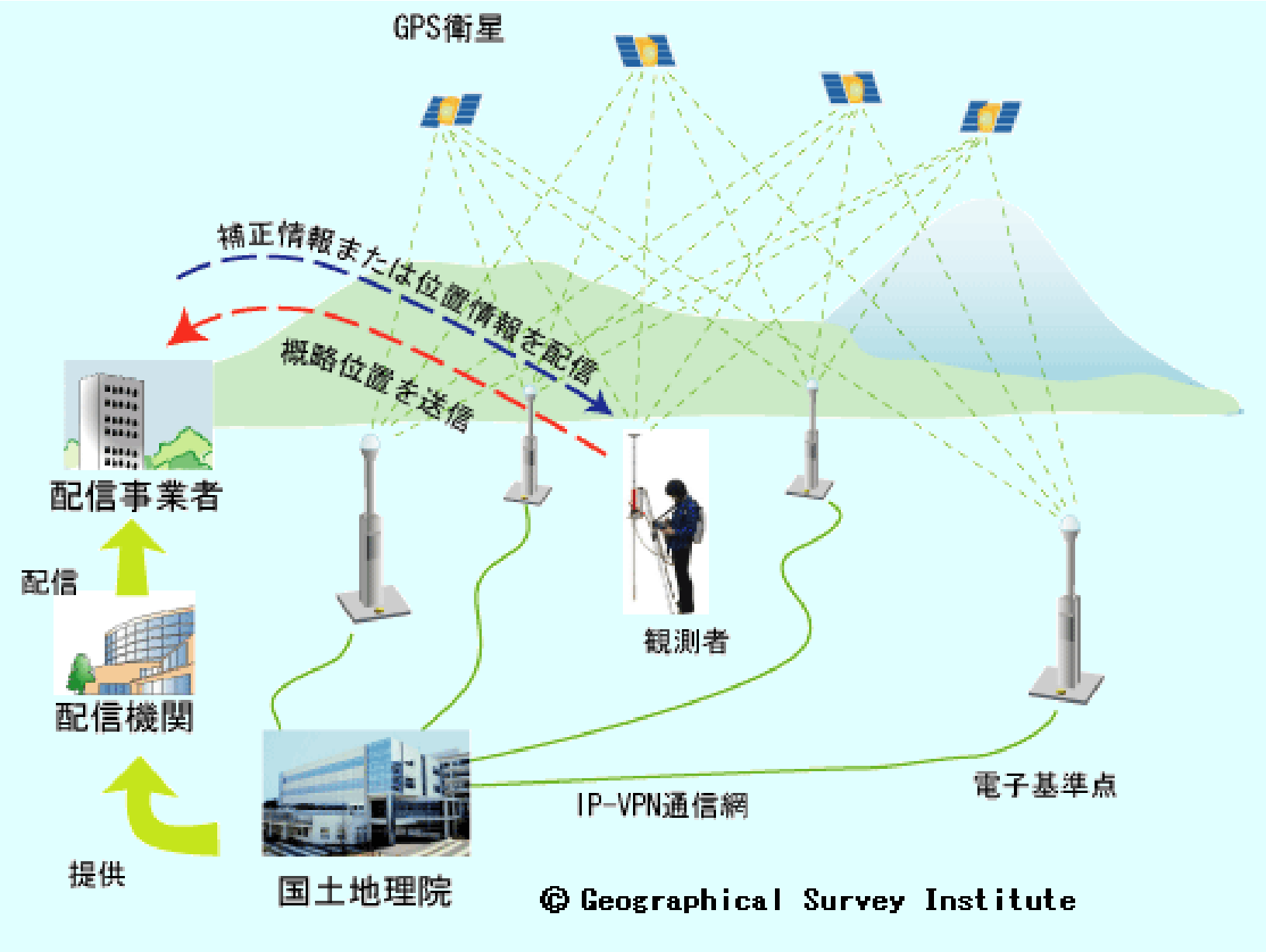
重機無人運転支援



電子基準点

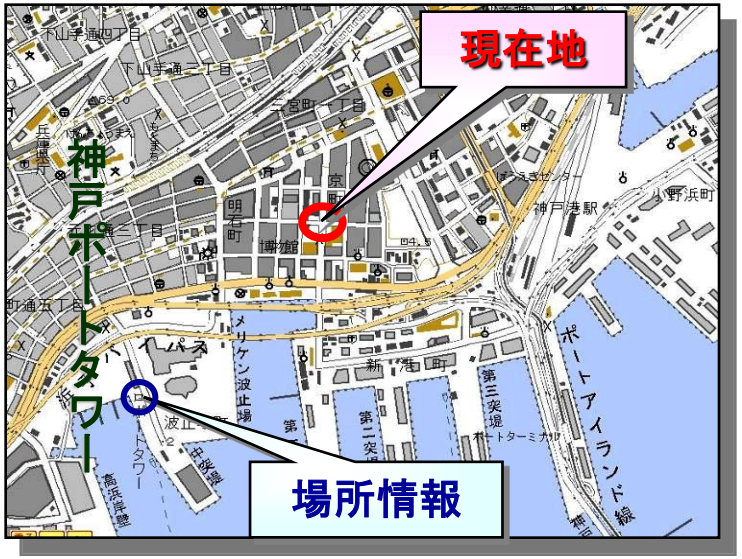
ナビゲーション

VRS (Virtual Reference Station) 仮想基準点



インテリジェント基準点

自律的移動支援プロジェクト神戸実証実験用
国土地理院



いつでも・どこでも・誰でも
容易に得られる位置情報

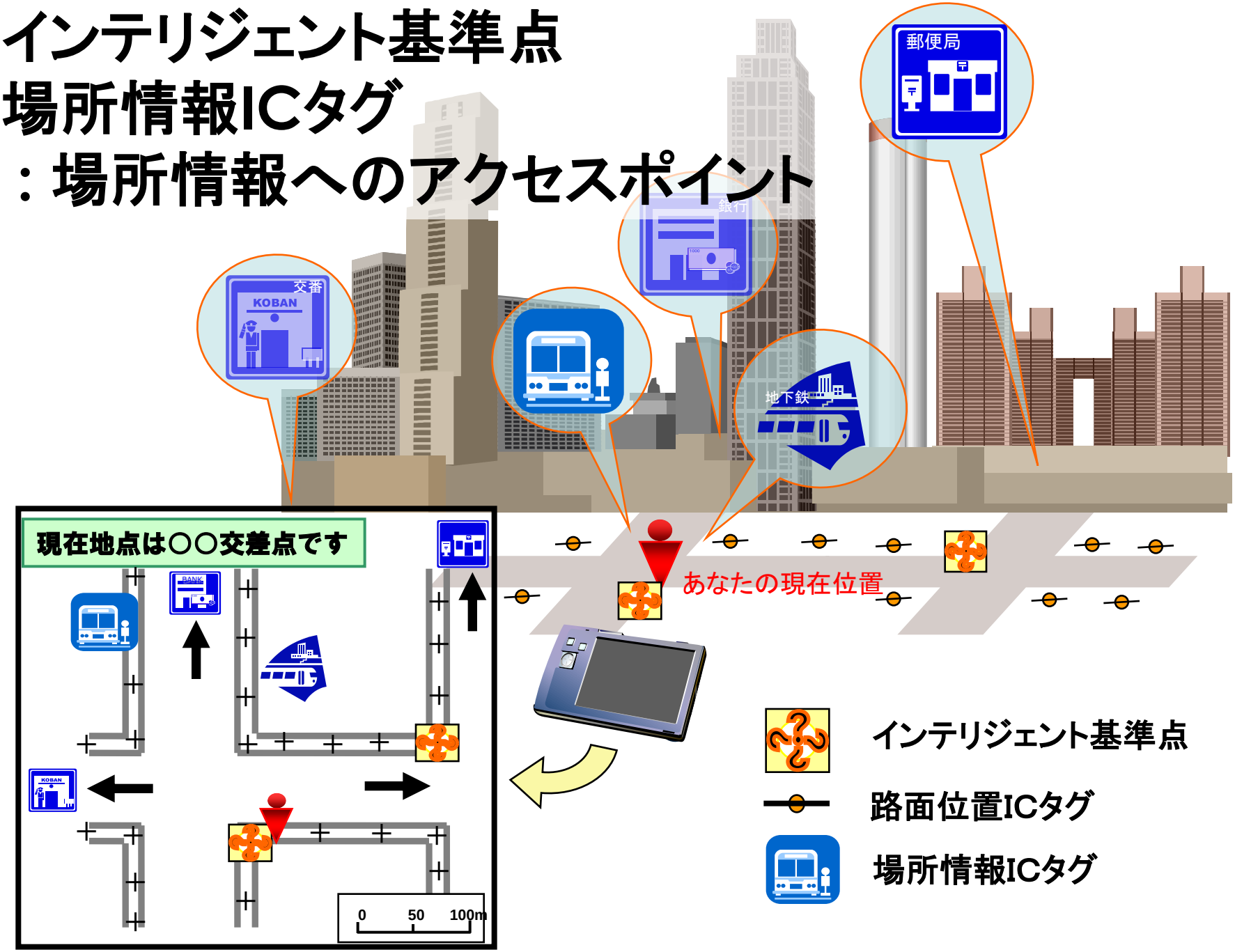
神戸ポートタワーは南西方向に
８６８mの位置にあります。

緯度： 34° 41′ 17.2289″
経度：135° 11′ 36.7242″
標高： 2.426 m

国土交通省 国土地理院

インテリジェント基準点
（実験用）
自律的移動支援プロジェクト神戸実証実験用
国土地理院
この基準点にはICタグが組み込まれており、携帯読取装置により、位置情報等が取得できます。

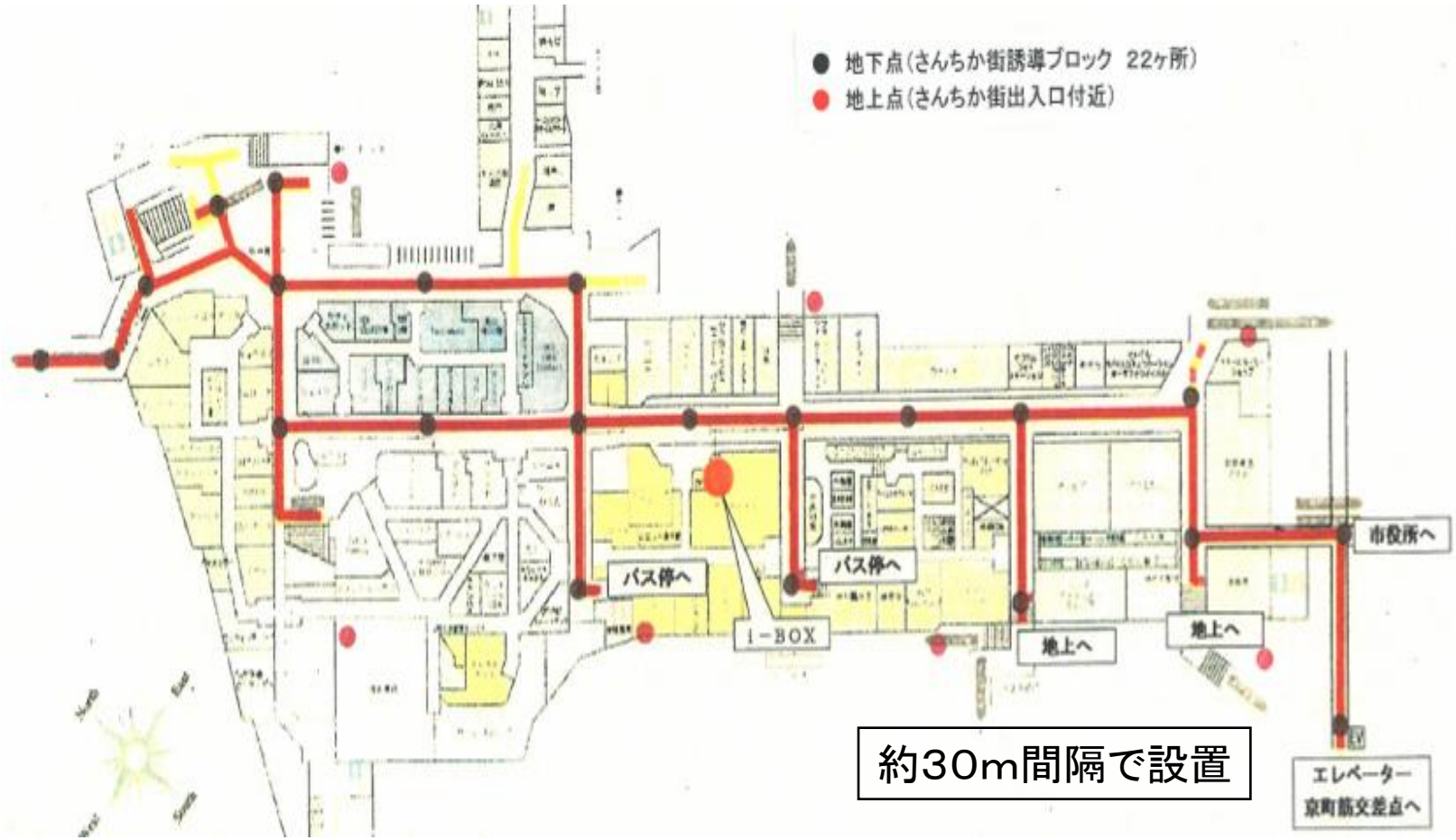
インテリジェント基準点
場所情報ICタグ
：場所情報へのアクセスポイント



路面位置ICタグ

歩道ブロックにあらかじめICタグを貼り付けて製造し、これを敷き詰め、位置情報を付加することで、車椅子の自動ガイドなどにも使える位置情報インフラが構築できる。

地下街にもインテリジェント基準点を設置



さんちかタウン(地下街)に
インテリジェント基準点を設置(2003)

自律移動支援プロジェクトにおける インテリジェント基準点の役割・可能性

場所が話しかける
インテリジェント基準点

現地で簡便に利用できる
高精度な位置基準

ICタグ
ローカル座標

結びつけ

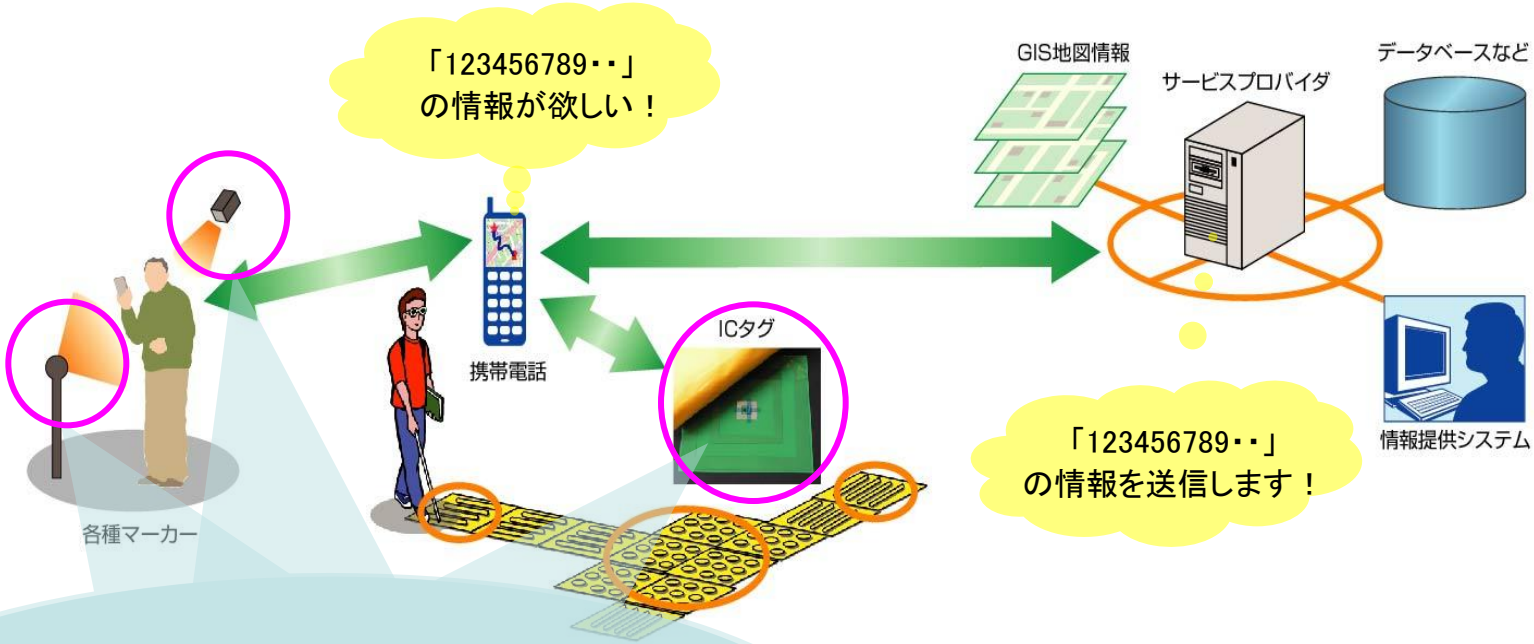
グローバル基準系の情報
（地図、他の地理情報など）

＜可能性（イメージ）＞

- ICタグによる道案内と地図情報のマッチング
- ICタグに基づく場所認証（精度保証）
- ICタグを利用した災害救助支援
- ICタグが亡失しても位置復元が可能

場所コードとは？

- 個々の場所を識別するため場所に付与する固有のコード番号
- ICタグ等の通信機器に「場所コード」を付与し、携帯端末機器で取得
- 携帯端末機器からネットワーク上のデータベースに問い合わせ、「場所コード」に対応した様々な情報やサービスを取得



「場所コード」（例）

コード番号＝123456789・・・

管理者区分？　場所区分？　識別番号？

場所コードの活用（イメージ）

位置情報
（場所情報）

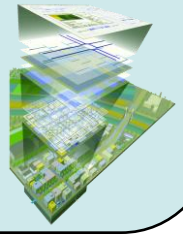
経緯度・標高
住所
〇〇ビル〇階

など

地理情報

多目的トイレこちら
この店のメニュー
〇月〇日待合せ場所

など



場所コードによる整合

ユニバーサルデザイン社会の実現

新たな情報産業の創出の支援

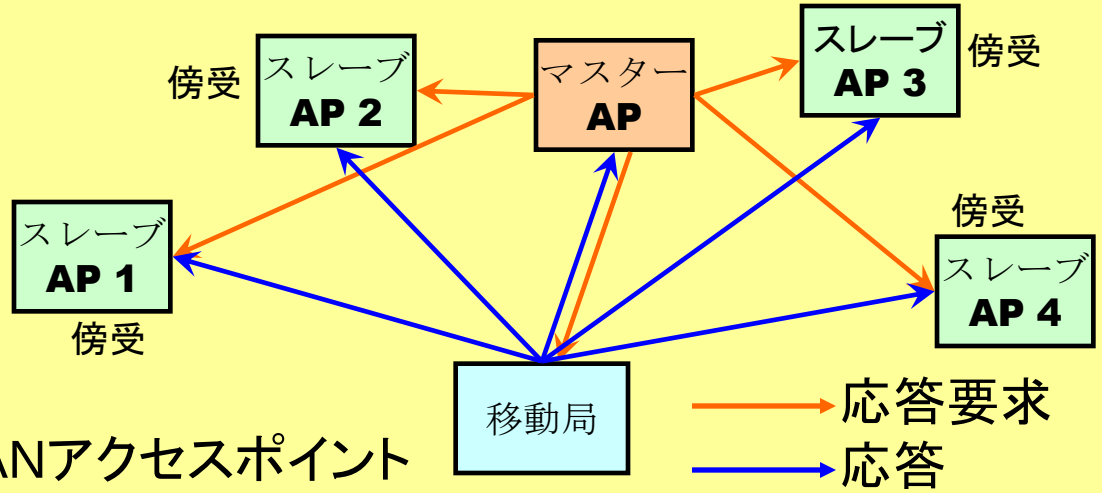
無線LAN測位

無線LAN測位は、地下街、主要なビル等において、無線LAN設備を整備する際、同時に測位環境も整備できる利点がある。

TDOA (到達時間差方式)

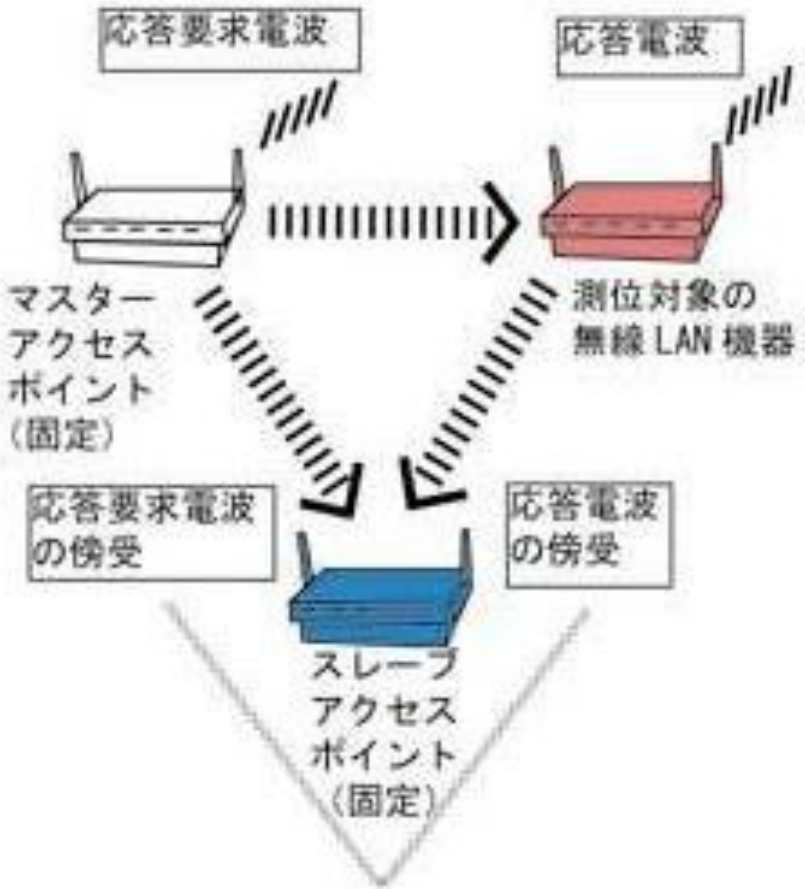
マスターAPの応答要求と、移動局の応答を、4個以上のスレーブアクセスポイントが傍受し、その到達時間差から3次元測位ができる。

原理



AP: 無線LANアクセスポイント

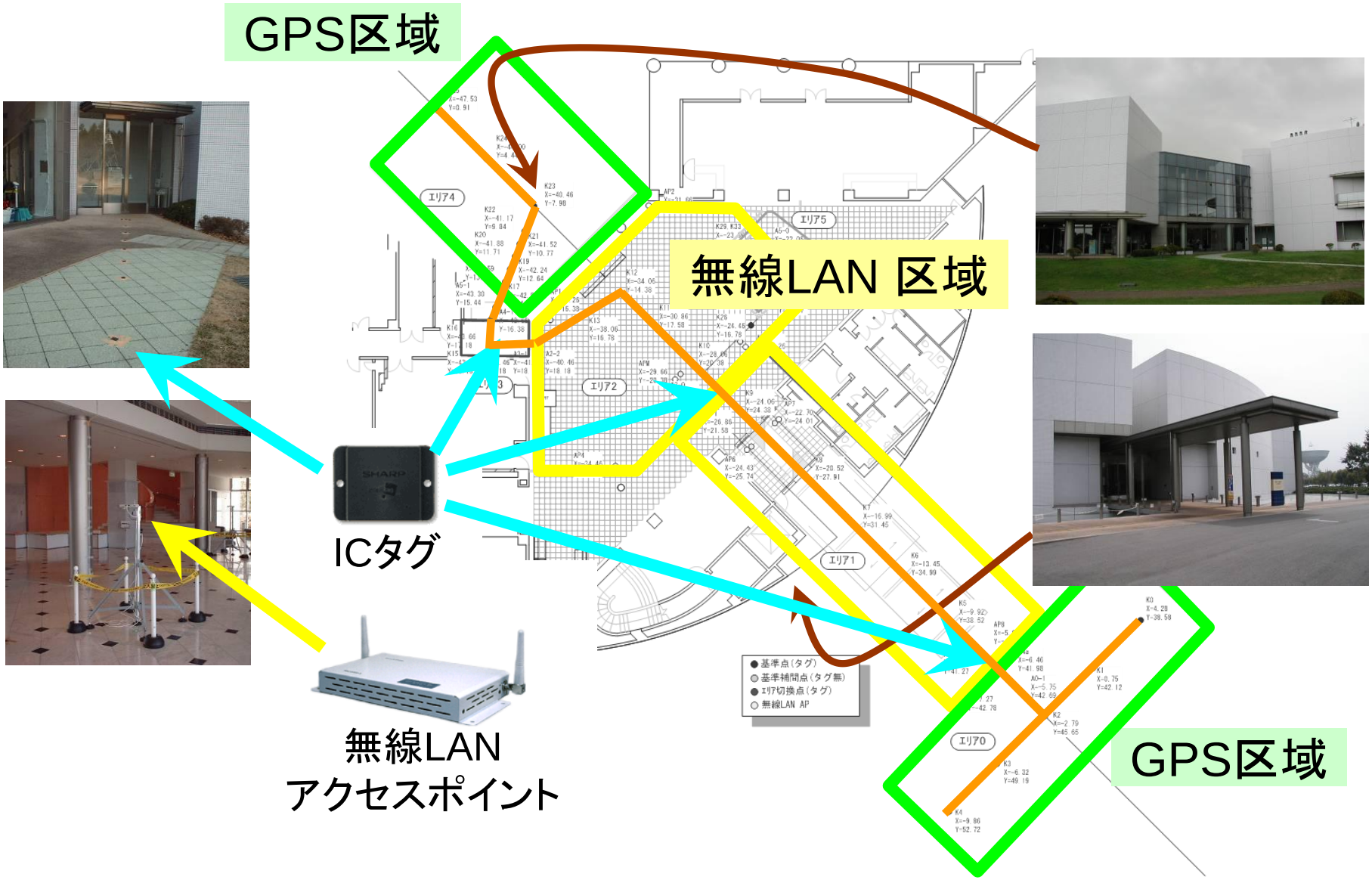
無線LAN測位



無線LAN測位用の
アクセスポイント

この2つの電波が、スレーブアクセスポイントに到着する時間差を利用して、無線LAN機器の位置を測る

GPSと無線LAN、ICタグの連結測位実験



GPSと無線LAN、ICタグの連結測位実験

測位結果
表示用 PC

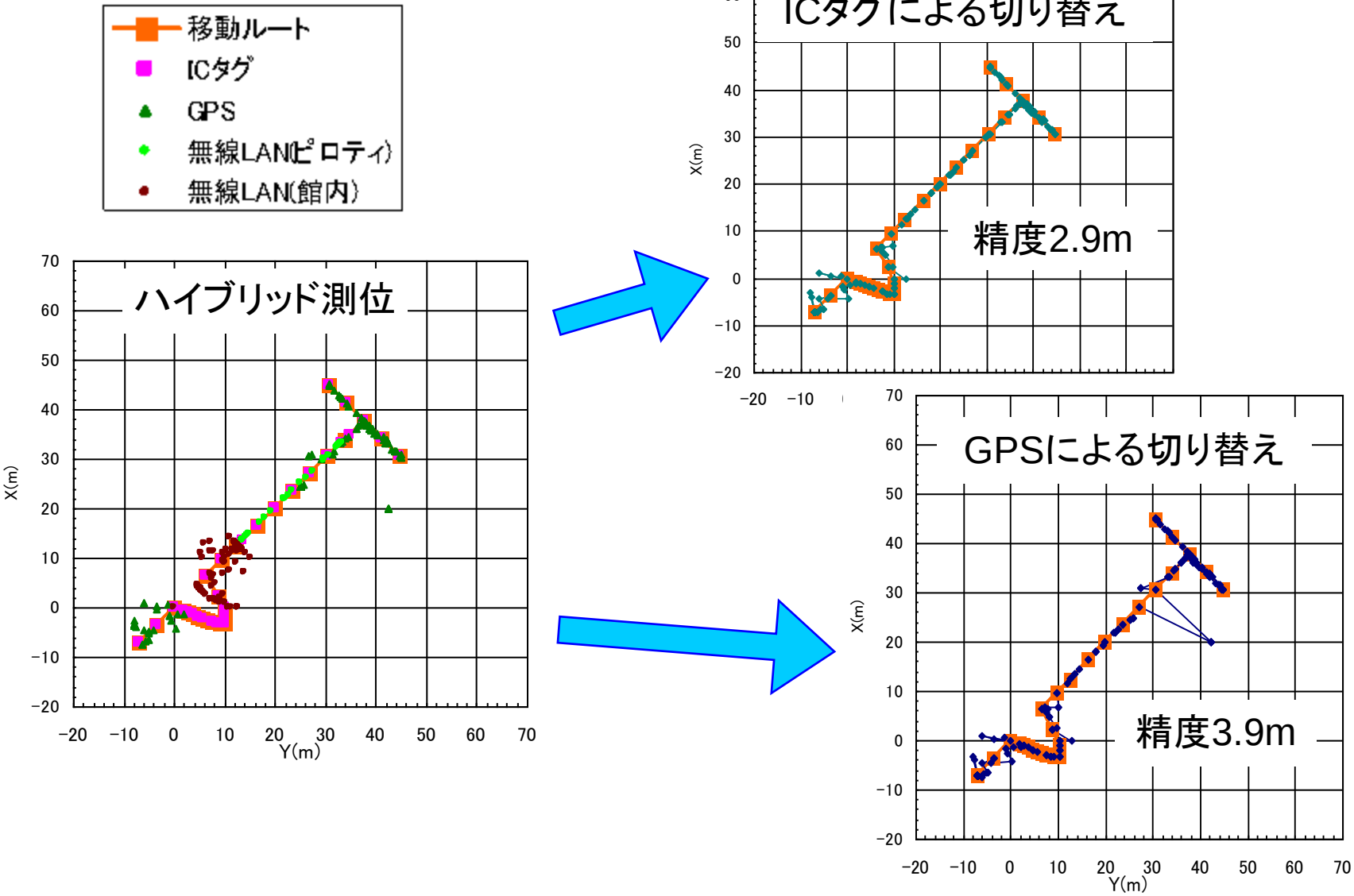
DGPS受信機

無線LAN
測位用PDA

IC タグ読取り
アンテナ

IC タグリーダー

実験結果


移動ルート
ICタグ
GPS
無線LAN(ピロティ)
無線LAN(館内)
ハイブリッド測位
ICタグによる切り替え
精度2.9m
GPSによる切り替え
精度3.9m
X(m)
Y(m)

多様な地理・空間情報の取得・提供

- 3次元情報の取得
  - 写真測量
  - レーザプロファイラ
  - in-SAR
- 地理空間情報の整備・提供
  - 地理空間情報活用推進基本法
  - 基盤地図情報
  - 電子国土
  - 国土変遷アーカイブ

地理空間情報

地理空間情報とは・・・

位置情報　空間情報（事物の三次元位置座標）＋時間情報

地理情報　地理的な把握を可能にする、場所の属性などの情報（建物や道の名前、住所など）
＋　関連する情報（建物のレストランの評判など）

利用サイドの視点から見た特徴

- 何時でも、何処でも、誰でもが、その人にとって、その時その場所の状況に応じて発信・利用できる**パーソナルな情報**
- 様々な場所とサービスを結び付けることで新たな**付加価値を与える便利で有用な情報**
- 人や物と周囲の状況をリアルに結びつけ、楽しさ、喜び、安心などの感性情報として利用できる**つながり力のある情報**
- 地図表現のほか、様々な分野に利用できる**集計や解析が可能な情報**

より検索・集積しやすく発展

世界共通に体系化

精度向上

充実

三次元位置情報の把握

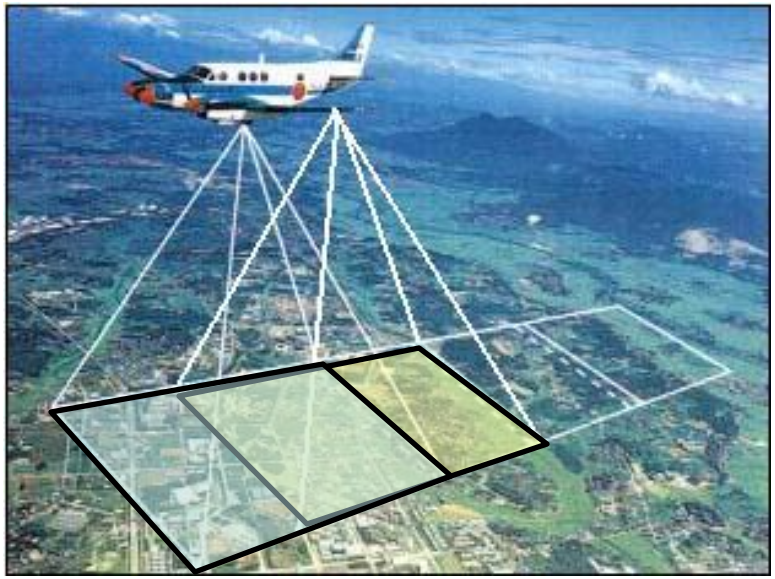
測位衛星からの電波や、これを補完する位置の把握に必要な電波等を受信機でキャッチ

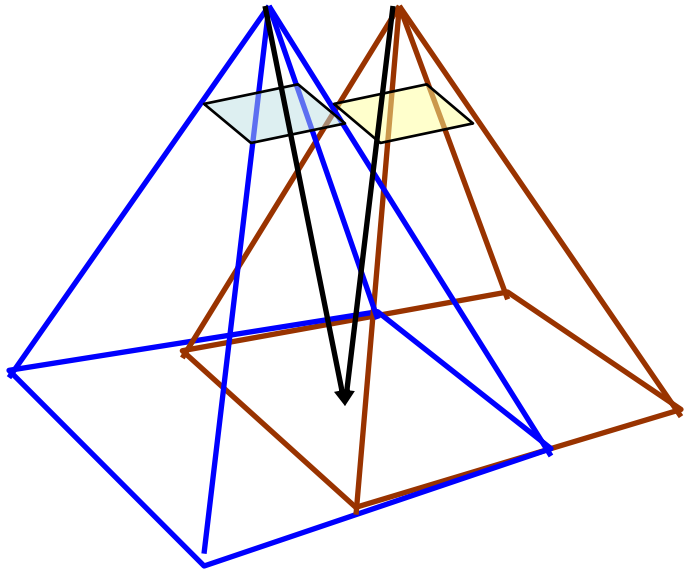
三次元地理情報データベースの整備

これまでの紙の2次元地図から、デジタルの3次元地理情報データベースへ変化する中で、様々な関連情報を体系的に整理

写真測量

- 写真を仲立ちとした間接計測技術
- 三次元計測技術と写真判読技術で構成
- 現地での計測は一瞬で終わる写真の撮影
- 写真からの計測は室内作業
- 対象地区全体でほぼ均一な精度
- 2枚の写真に撮影されない点の計測は不能
- ディジタル画像処理で3次元計測の自動化が進展





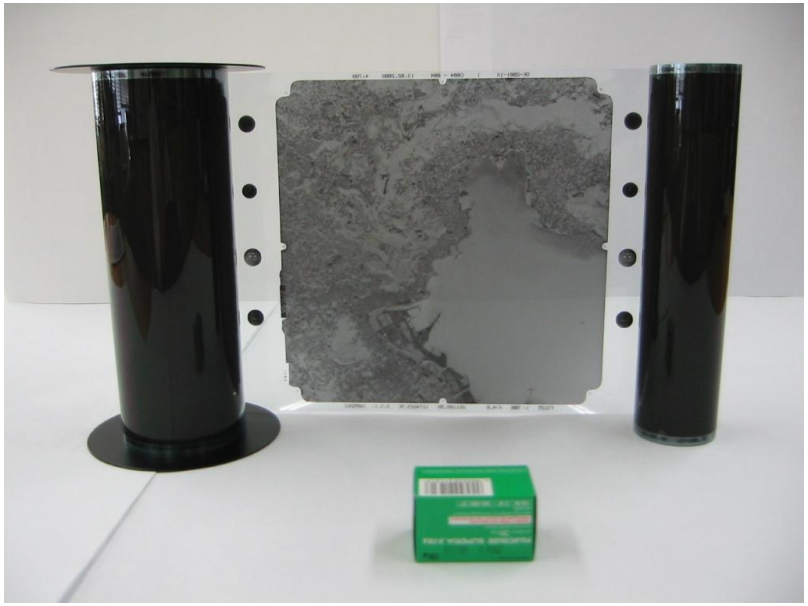
航空カメラと撮影

フィルム
航空カメラ

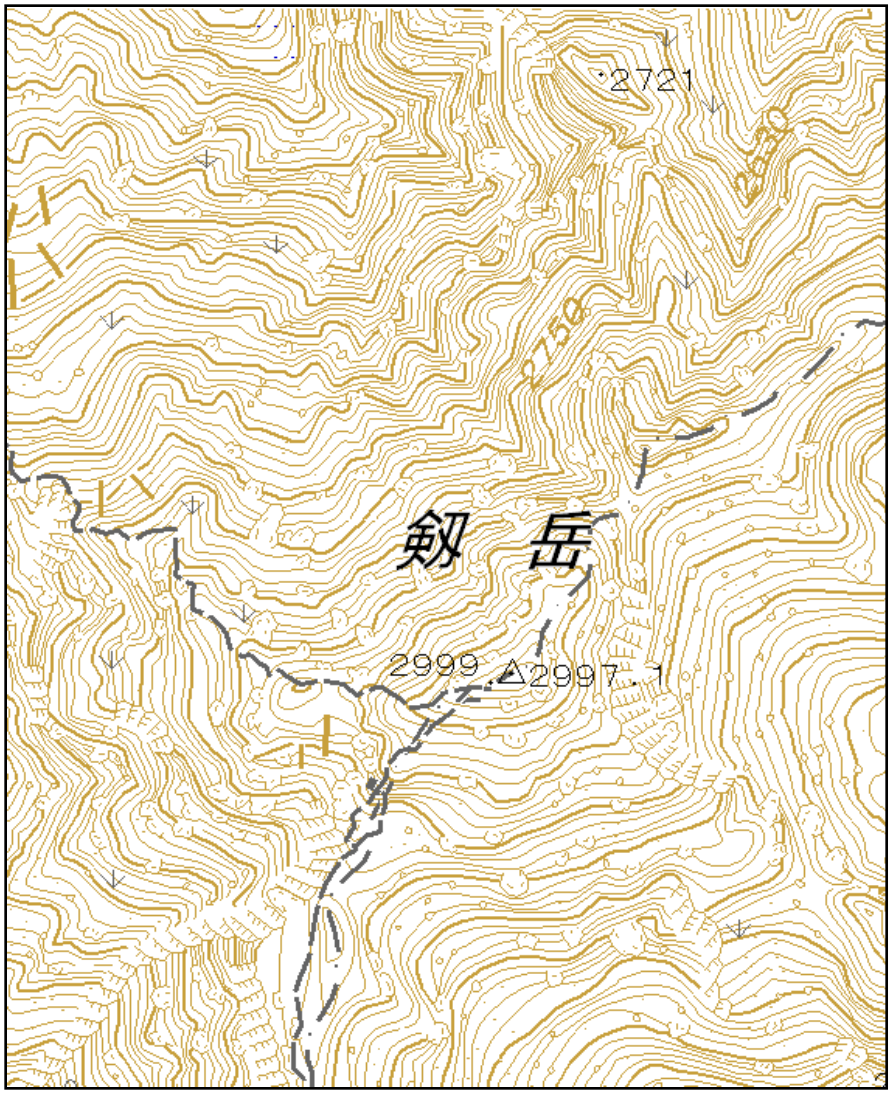
ディジタル
航空カメラ

撮影機内

航空フィルム



図化



ステレオマッチング

- 2枚の画像の対応点同定
- 人間の立体視感覚で行っていたものを
- 画像パターン認識技術で実現

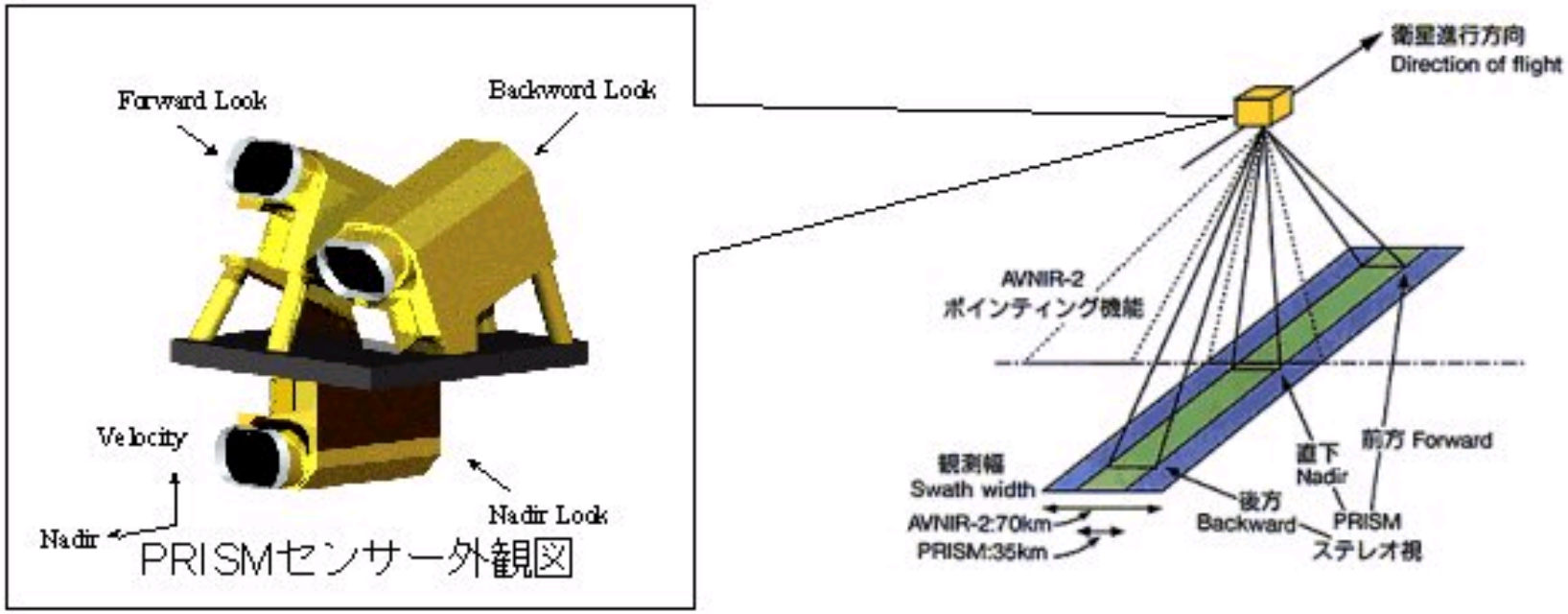
Feature based matching

- 雑音除去，エッジ強調
- エッジ検出
- 特徴パラメータ演算
- 特徴点抽出
- 評価関数演算
- 対応点決定

Area based matching

- 濃度調整
- テンプレートマッチング
  - Sum of Absolute Difference
  - Sum of Squared intensity Difference
  - Normalized Cross Correlation
- Course to fine 法

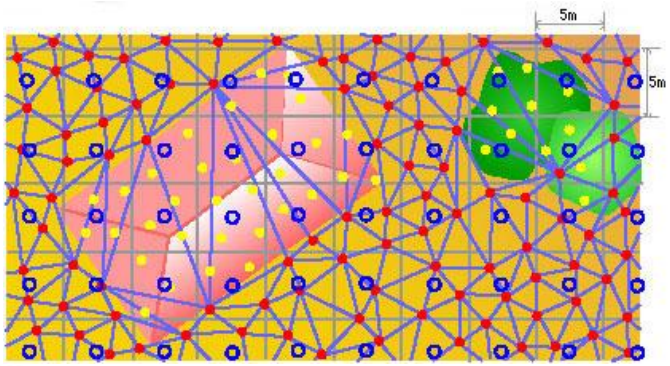
トリプレットマッチング

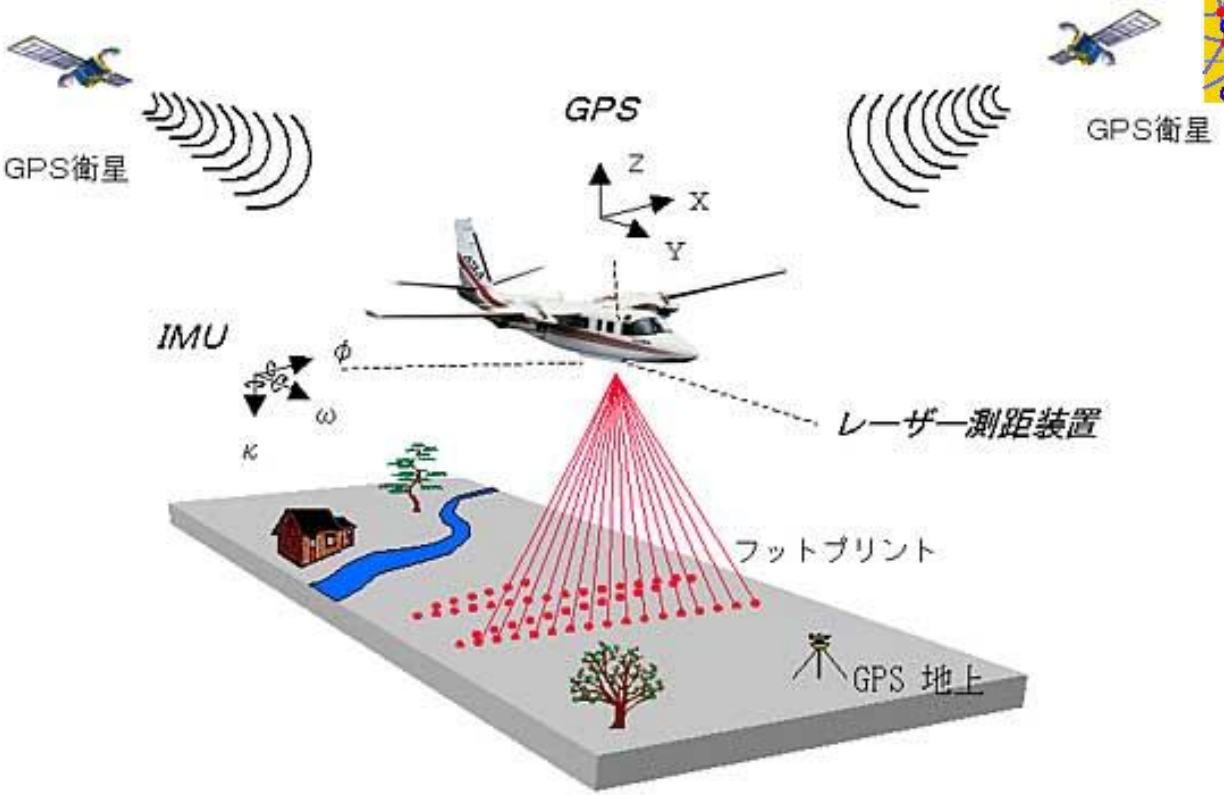


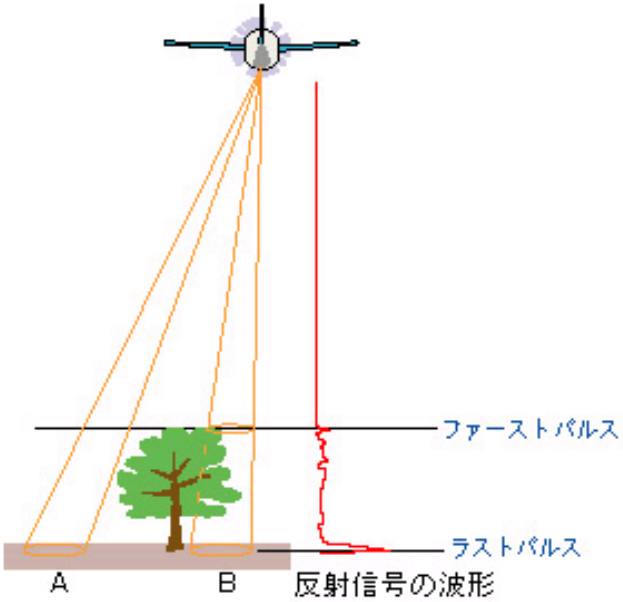
ALOS PRISMによるスリーライン方式ステレオ画像取得

航空レーザスキャナ（LIDAR)

- 航空機の位置（GPS）と傾き（IMU）を測定
- レーザパルスを発射し、地表まで測距
- 反射点の3次元座標を算出

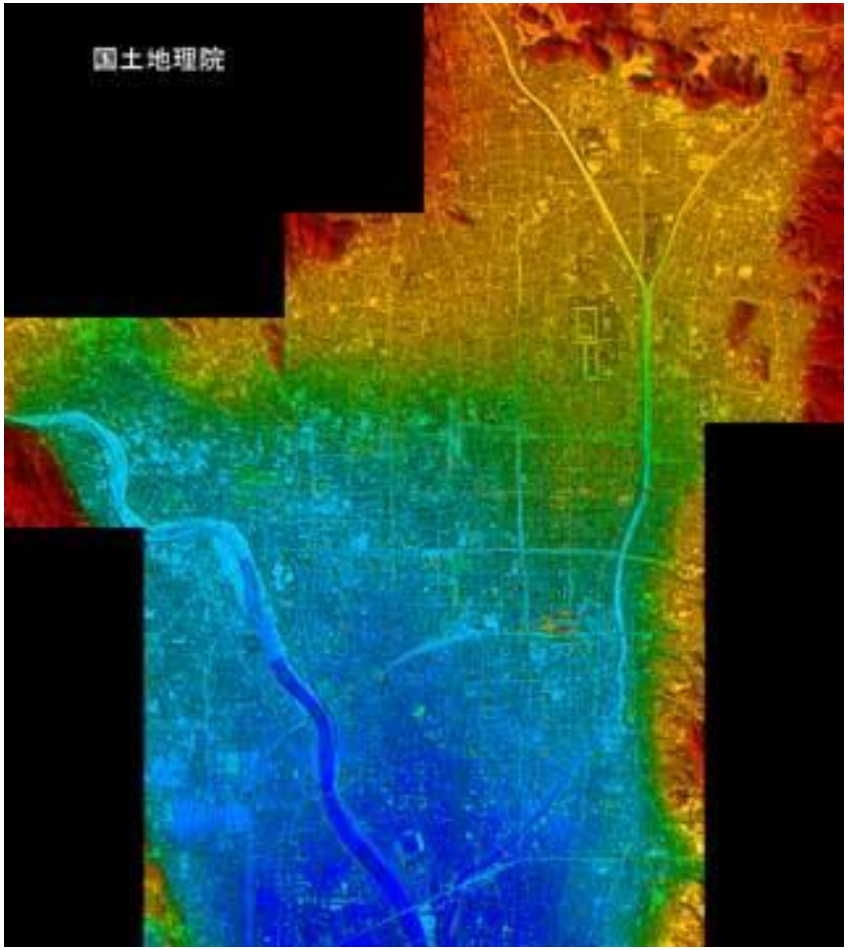




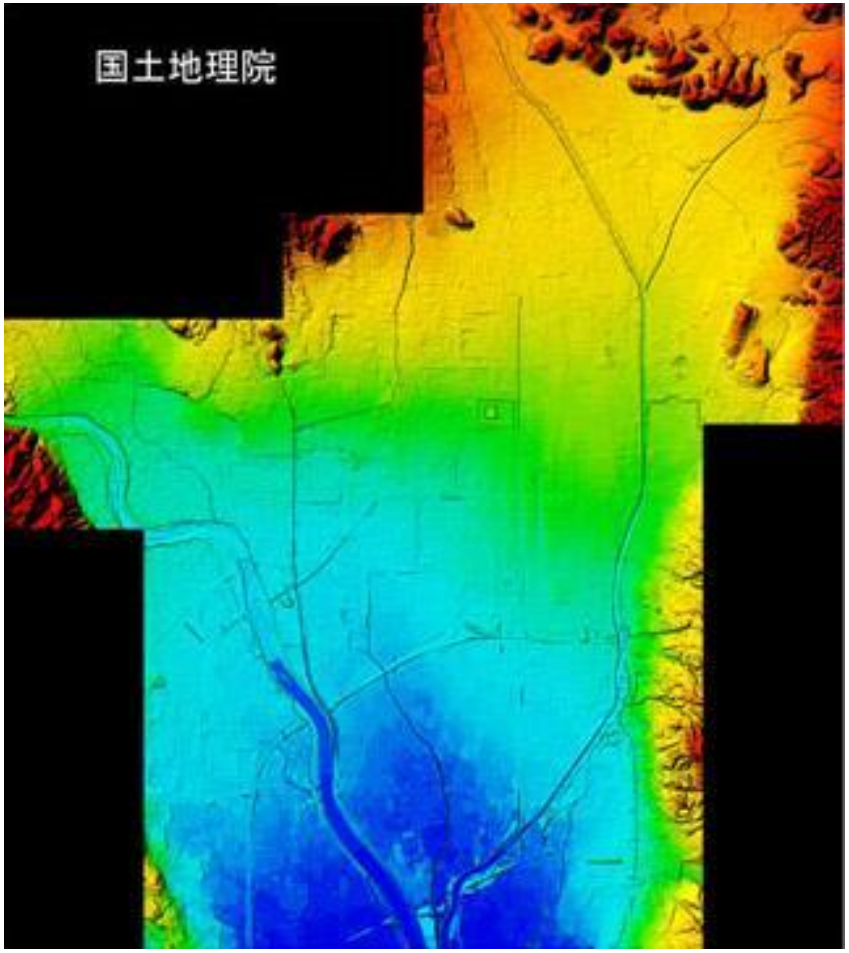


レーザ測量データ（5mメッシュ） 京都

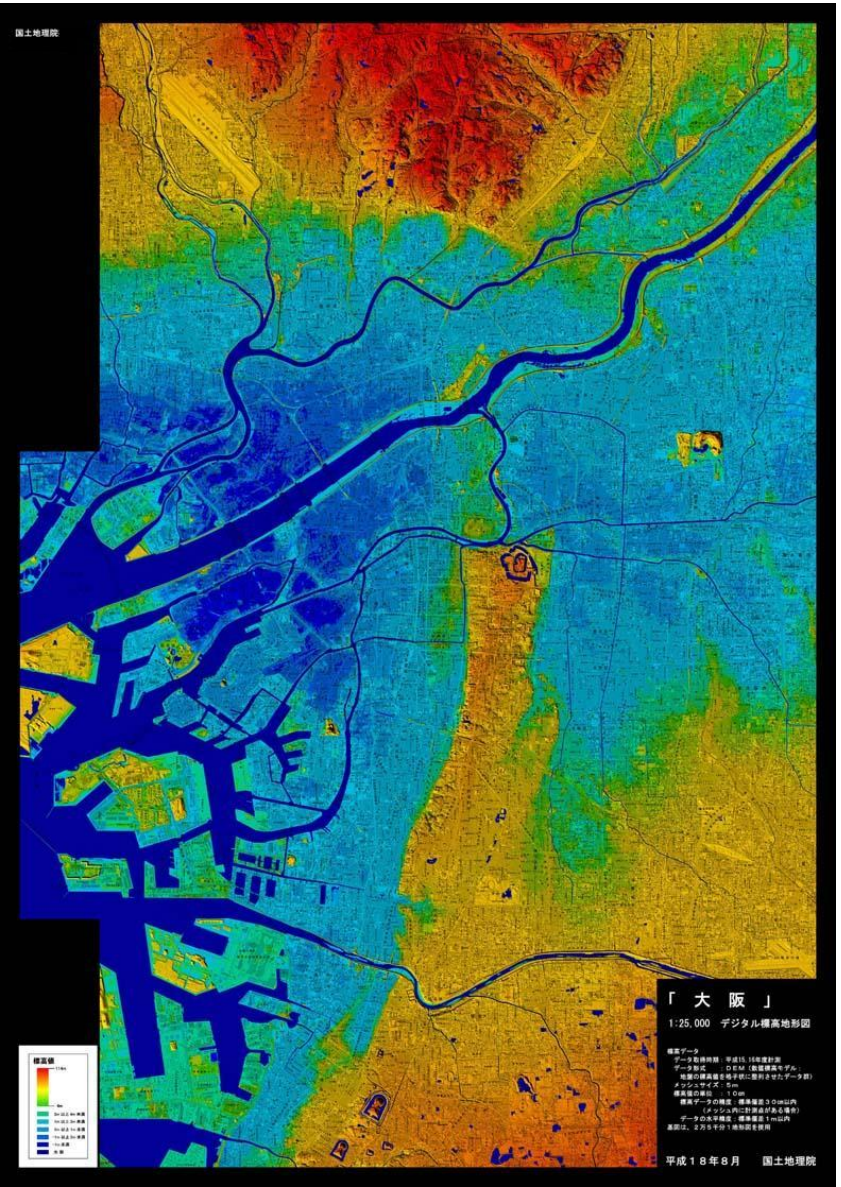
DSM



DEM

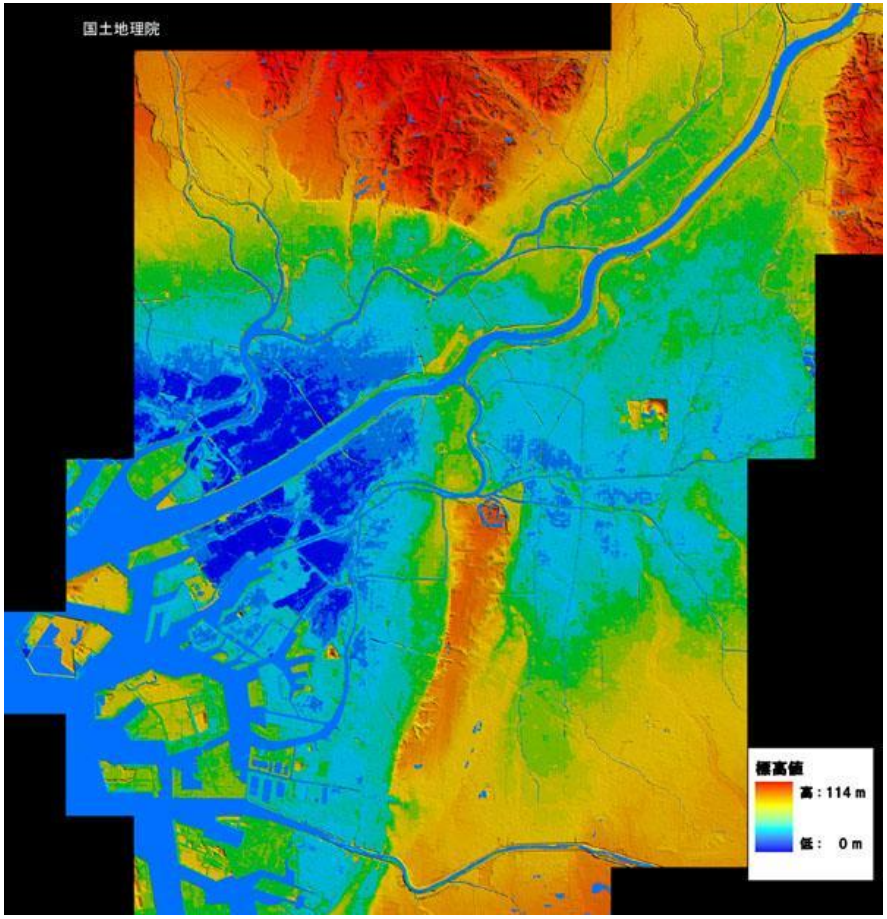


レーザ測量データ（5mメッシュ） 大阪



DSM

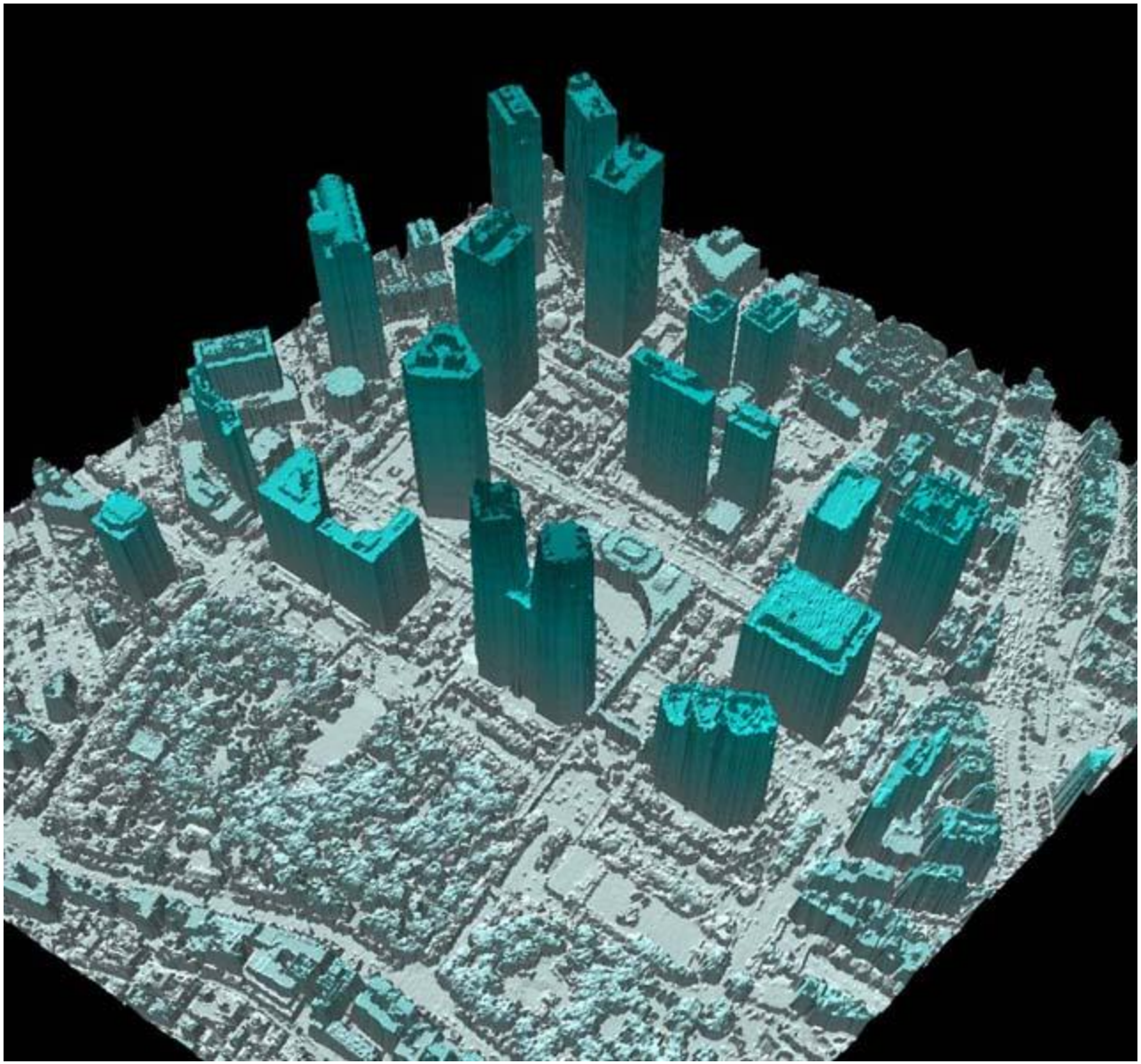
DEM



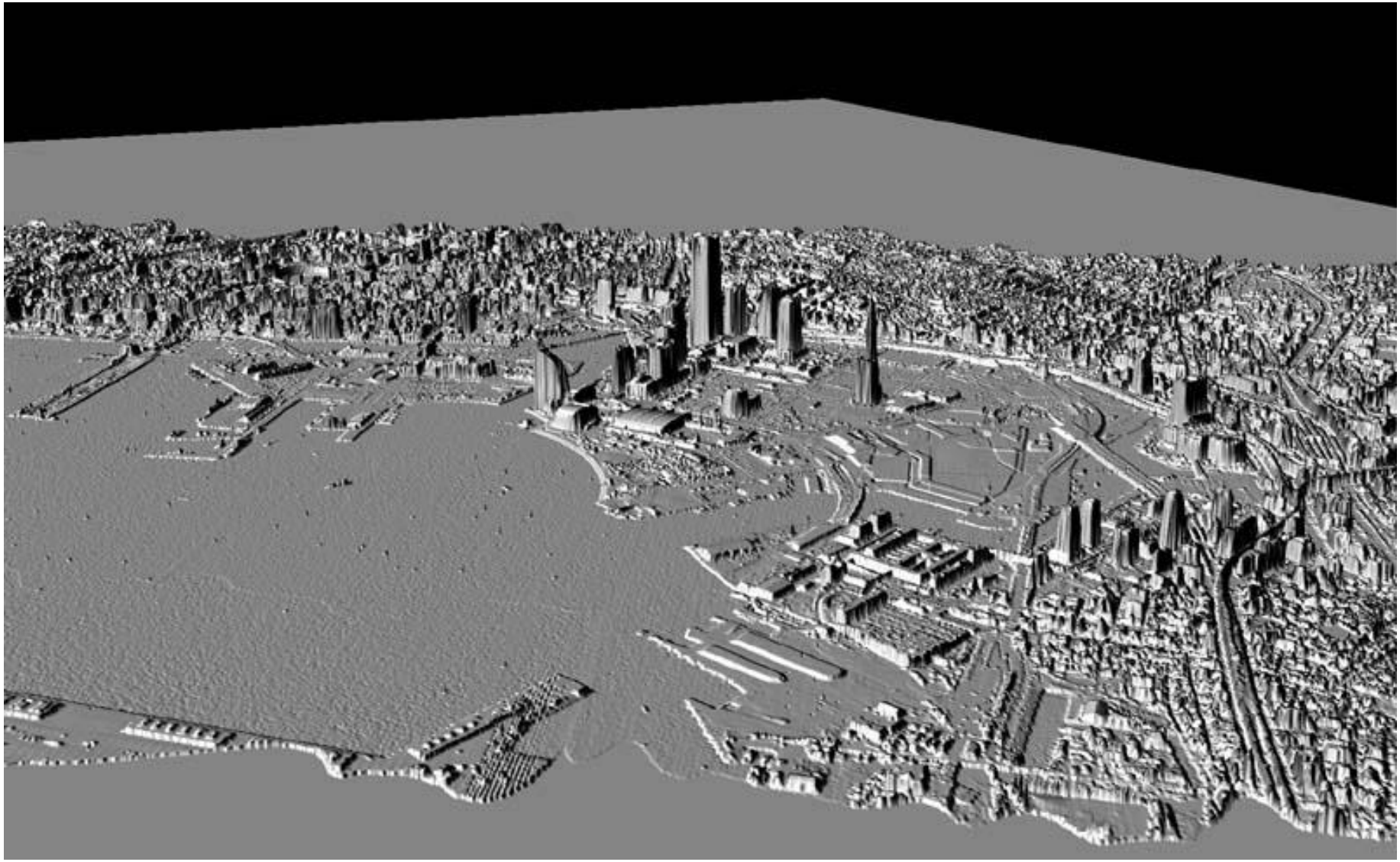
レーザ測量データ（5mメッシュ）　大阪城

DSM

レーザ測量データ　新宿

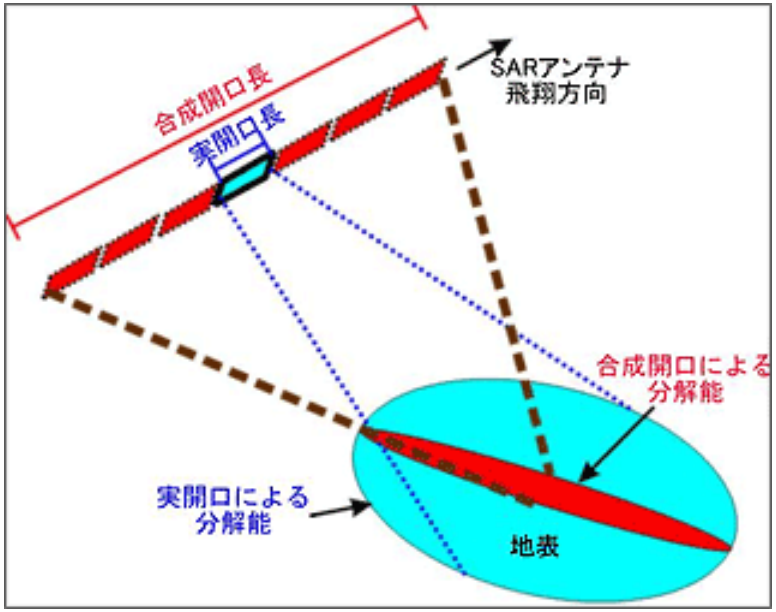


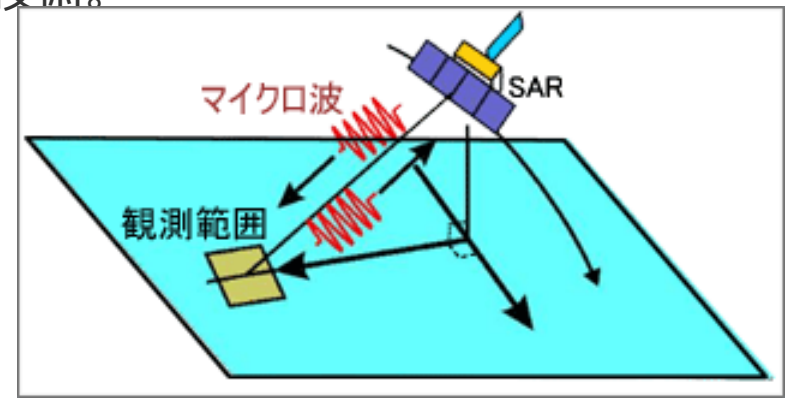
レーザ測量データ　横浜

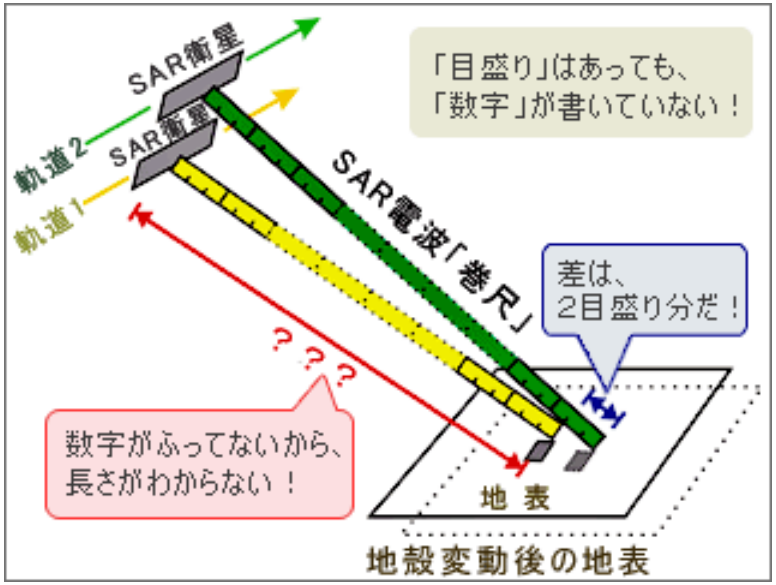


干渉合成開口レーダ（in-SAR)

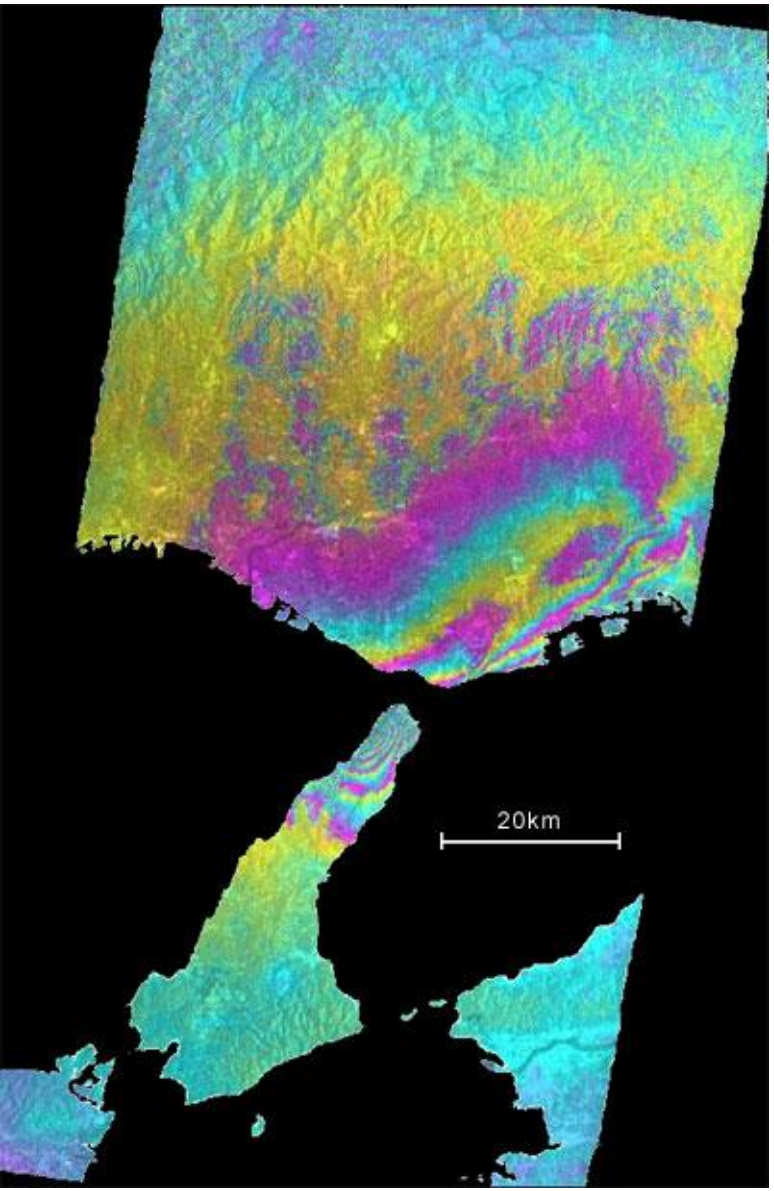
- SARは、衛星が移動しながら電波を送受信して、大きな開口を持ったアンテナの場合と等価な画像が得られる技術。
- SARでは、対象物までの距離の違いで対象を見分けているため、斜め下に向けて電波の送受信を行っている。
- 反射波の位相には、距離を波長で割ったときの端数として、より詳細な距離情報が得られるが、整数分の不確定量が残る。
- 地表の同一の場所に対して２回のSAR観測を実施し、それらを干渉させて差をとることによって、このわずかな距離差の情報を利用できる。これが、干渉SAR技術。

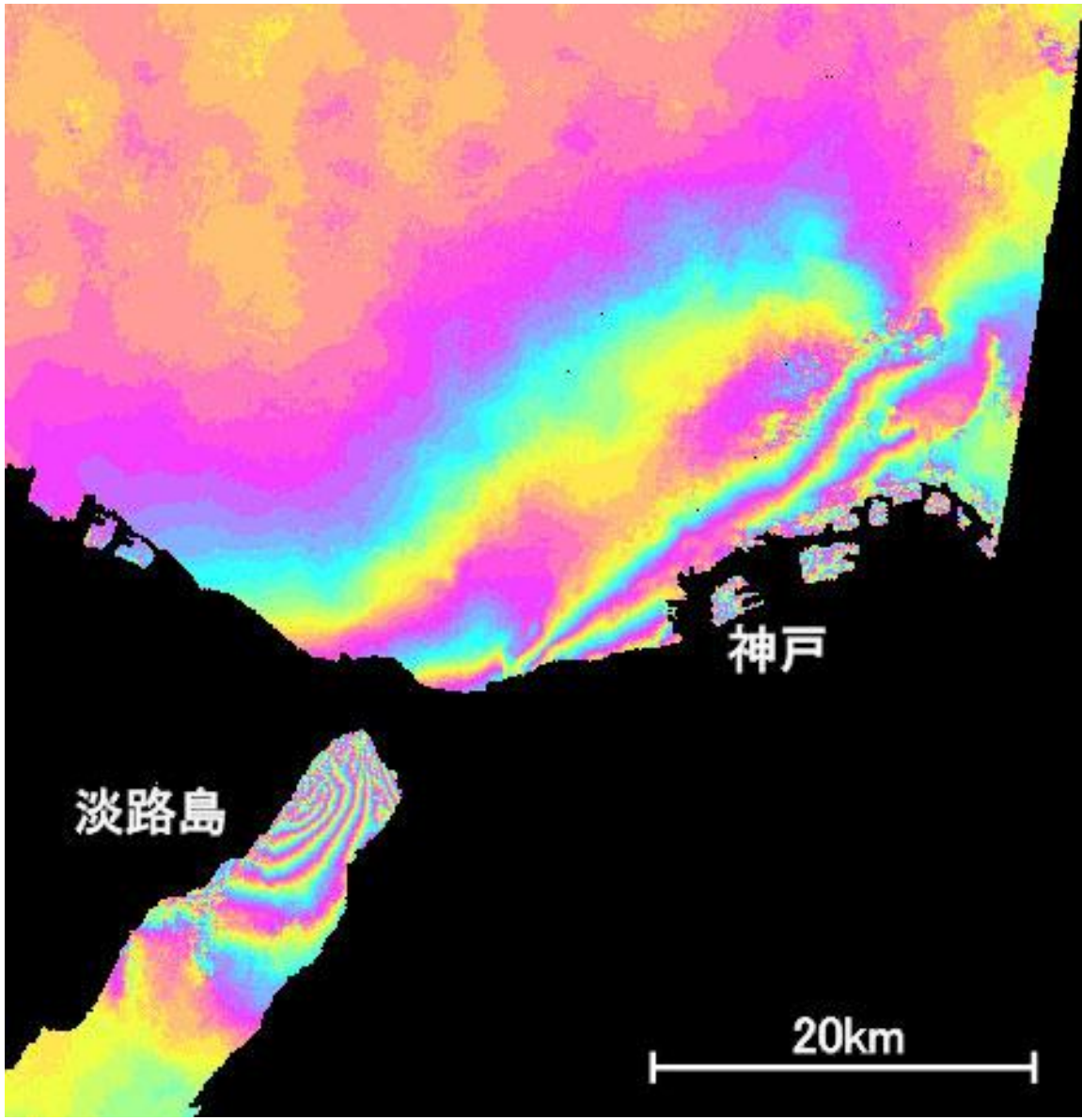






In-SAR画像：地震の地殻変動（兵庫県南部地震）



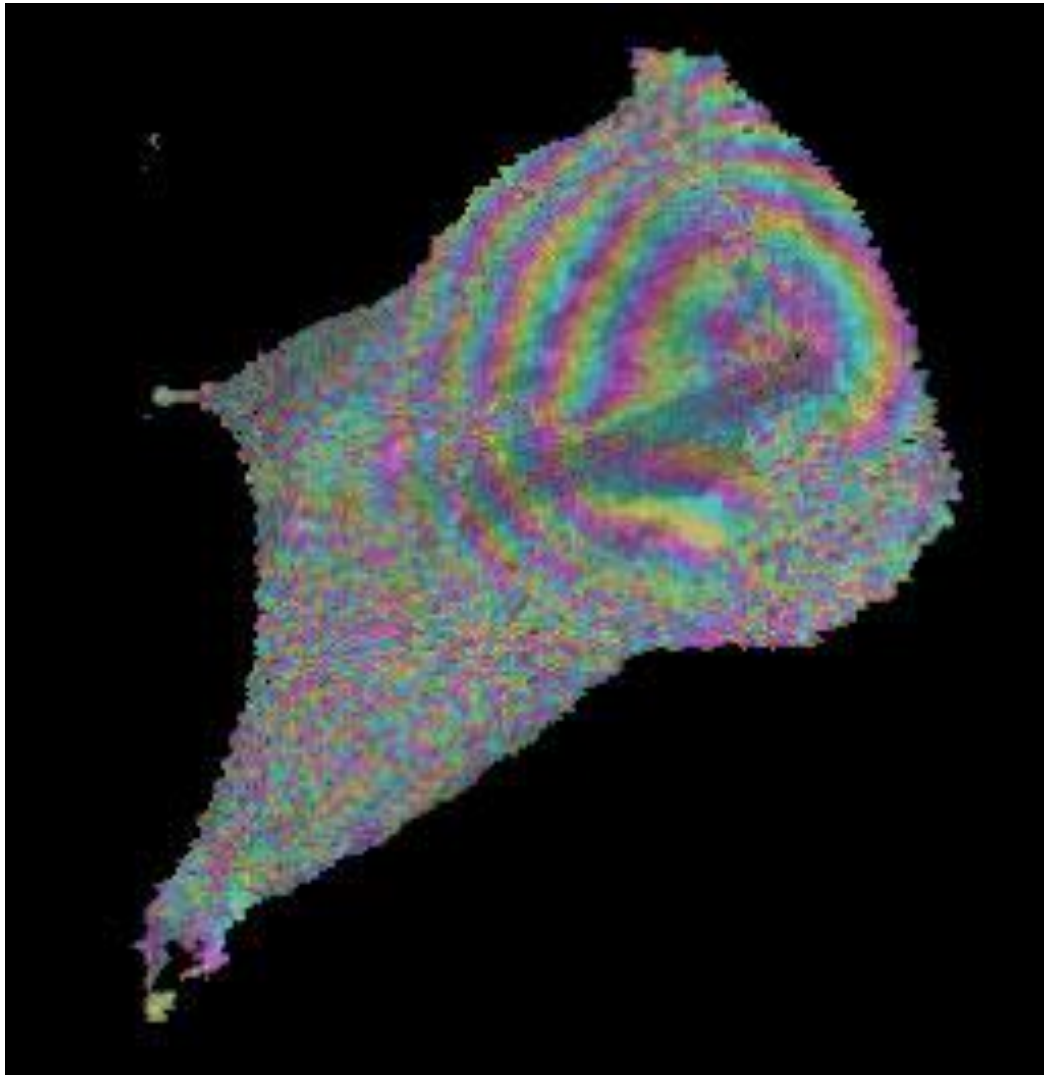


In-SAR画像：火山活動の地殻変動（硫黄島）

硫黄島では活発な火山活動が続いており、この図は活発な活動後の収縮期のもの。

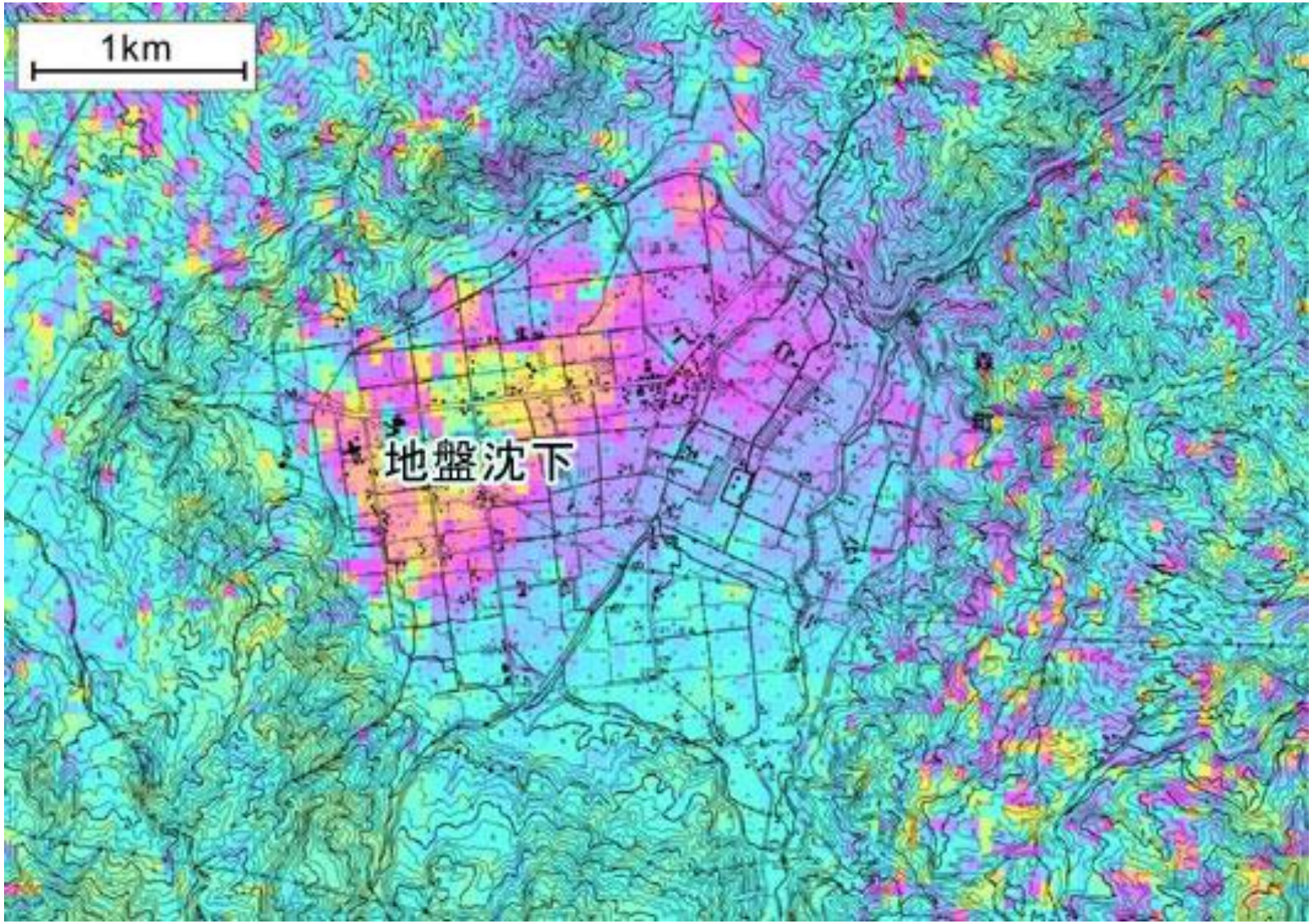
1993年6月－1996年5月

年間20cmの収縮

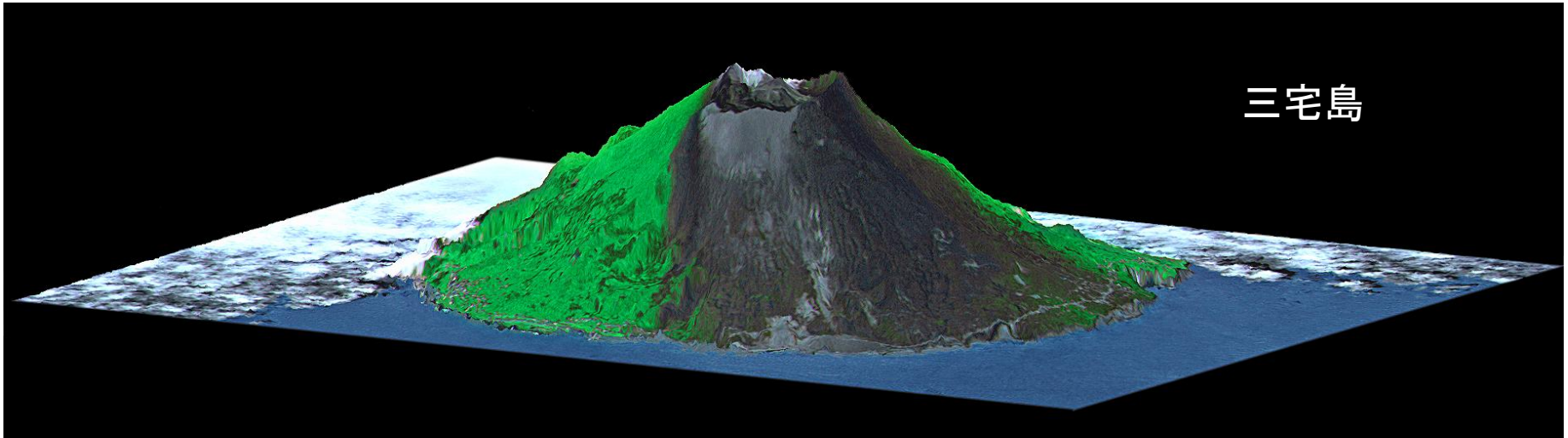


In-SAR画像：地盤沈下（北海道・濁川温泉）

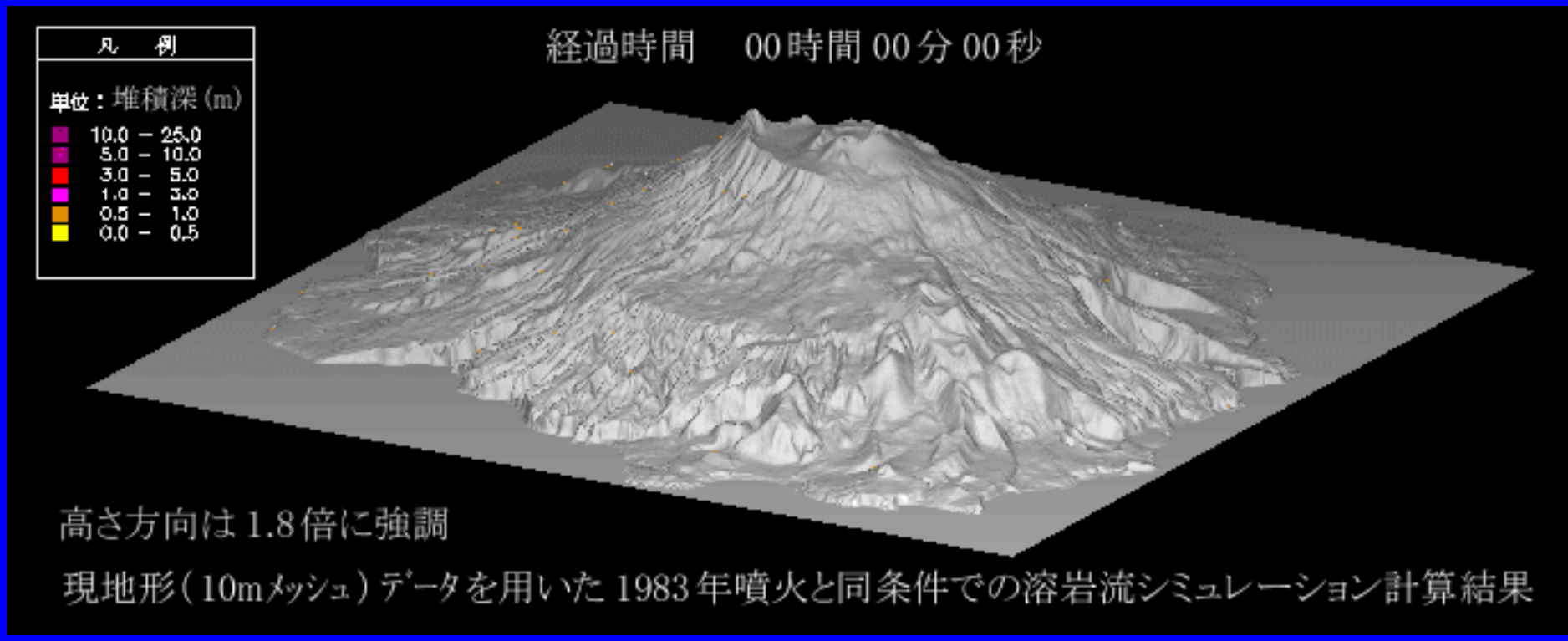
1995年10月－1998年09月



In-SAR画像：地形（航空SAR）



3Dデータの活用例



三宅島　GISシミュレーション

地理空間情報の整備・提供

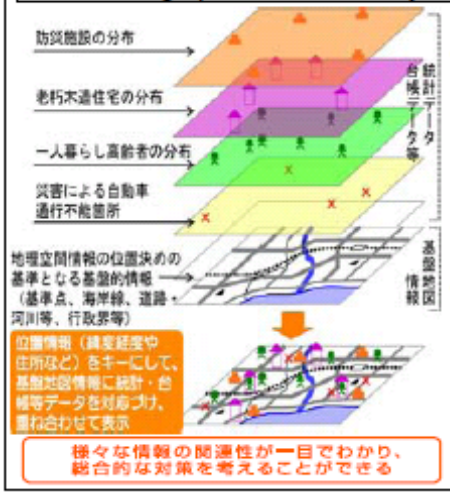
- 地理空間情報活用推進基本法
- 基盤地図情報
- 電子国土
- 国土変遷アーカイブ
- リモートセンシング

地理空間情報活用推進基本法

背景

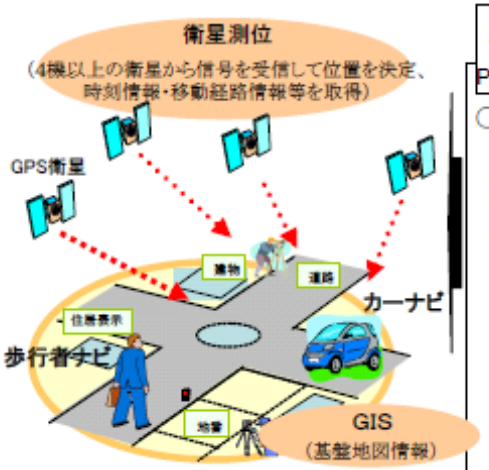
2002年の世界測地系の導入に伴い、地理情報システムと衛星測位の連携の可能性が拡大

地理情報システム（GIS）
Geographic Information System



○阪神淡路大震災(1995年1月)後、政府においてGIS(地図データと、地図上に位置づけられる様々な情報を用いて、視覚的な表現、高度な分析、迅速な判断を可能にするシステム)を推進
1/25000レベル、1/2500レベルは概成

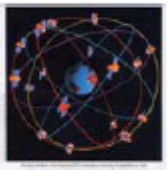
○各システムの連携・統合の強化を図り、様々な情報の重ね合わせを可能とするため、より高精度で新鮮な「共通白地図」的なものが必要



国民生活の向上と
産業の発展への貢献

衛星測位（PNT）
Positioning, Navigation and Timing

○我が国の衛星測位（複数の人工衛星の信号を用いる位置の決定及び時刻、移動経路等の情報の取得）は米国の衛星システムGPS（Global Positioning System）が基盤



○わが国では、衛星測位は国民生活や国民経済に深く浸透しており、重要な社会基盤

基本理念等

○国土空間データ基盤（NSDI(National Spatial Data Infrastructure)）を形成
－地理空間情報（空間上の位置を示す情報（当該情報の時点情報を含む。）等）（注）の整備・提供、地理情報システムや衛星測位の利用推進、人材育成、関係機関の連携強化等による総合的・体系的な施策の実施

（注）基盤地図情報（空間データ基盤）、統計情報（基本空間データ）、画像情報（デジタル画像）等

○地理空間情報の活用の推進に関する施策が相乗効果を発揮するよう、関係施策を実施

信頼性の高い衛星測位サービスを安定的に享受できる環境の確保

効果的・効率的な公共施設の管理、防災対策の推進
国土の利用・整備・保全、国民の生命・身体・財産の保護

行政運営の効率化・高度化

多様なサービスの提供

多様な事業の創出と発展
環境との調和

民間事業者の技術提案及び創意工夫の活用

個人の権利利益侵害、国の安全の確保への配慮

○地理空間情報活用推進基本計画の策定と施策の実施に関し、関係行政機関の協力体制の整備

地理空間情報活用推進基本法

地理空間情報活用推進基本計画

地理空間情報の活用の推進に関する施策を総合的・計画的に推進

基本的施策

○施策の策定・実施に必要な調査・研究の実施
○行政における地理空間情報の活用
○知識の普及
○個人情報の保護
○人材の育成
等

地理情報システムに係る施策

○新世代の地理情報システム（次世代GIS：Geospatial Information System）の整備及び活用の推進

- 基盤地図情報(注)の整備、更新、流通
  （注）地理空間情報の位置決めの基準となる基準点、海岸線等の位置等に係る情報等共通白地図の主要項目の位置情報
- 地図関連の行政事務（地籍、登記等）での基盤地図情報の相互活用
- 基盤地図情報の円滑な流通（国の基盤地図情報等を原則無償提供）
- 研究開発の推進　等

基盤地図情報

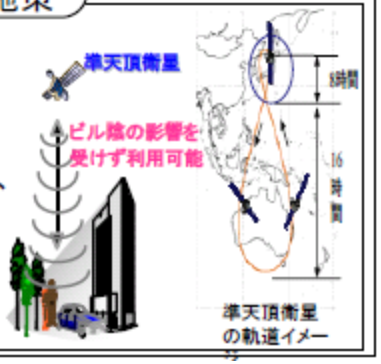
移動体測位の基盤地図を提供

測位情報を安定的に提供

衛星測位に係る施策

○地球全体にわたる衛星測位システムの運営主体との連絡調整
○研究開発、技術実証、利用実証、利用促進

－ ビル、山陰の影響を受けずに利用可能な準天頂衛星システムによる衛星測位の技術実証・利用実証に平成18年度から着手　等



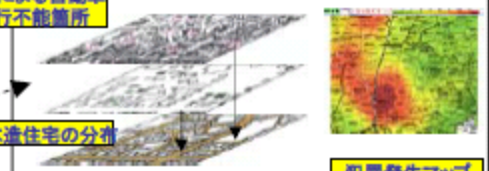
準天頂衛星の軌道イメー

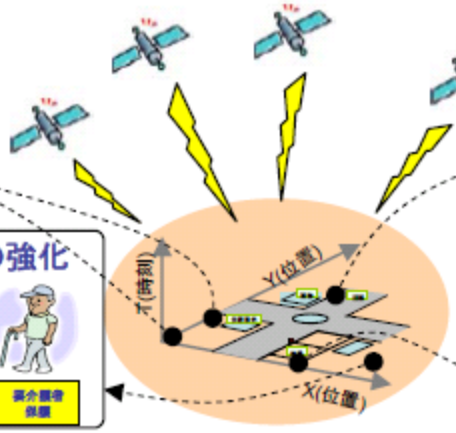
期待される効果 －地理空間情報を高度に活用できる社会の実現－

行政の効率化・高度化

・地図共有、電子申請等

安全安心、国民生活の利便性向上





新産業・新サービスの創出

弱者保護力の強化

国土の利用、整備、保全

・河川氾濫による増水部分をデータ化し、
基盤地図情報に重ね合わせることで、被災状況を視覚的に表現。

豪雨時の洪水シミュレーション

基盤地図情報整備

都市再生街区基本調査では、都市部の地籍調査の推進に必要な基礎的データを整備するため、公図や道路台帳などの資料収集を行うとともに街区基準点測量及び街区点測量を実施しており、その測量成果はデータベース化されている。

この都市再生街区基本調査で得られた成果等を活用し、共通基盤となる白地図（基盤地図情報）を整備する。

街区基準点

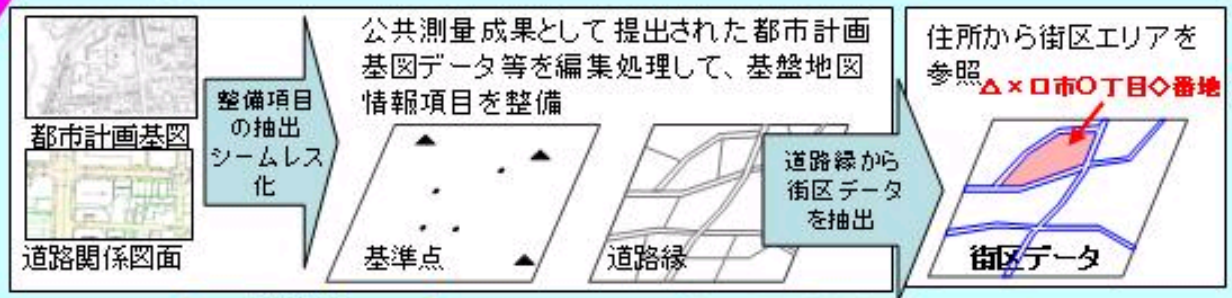
都市再生街区基本調査で得られた成果を活用

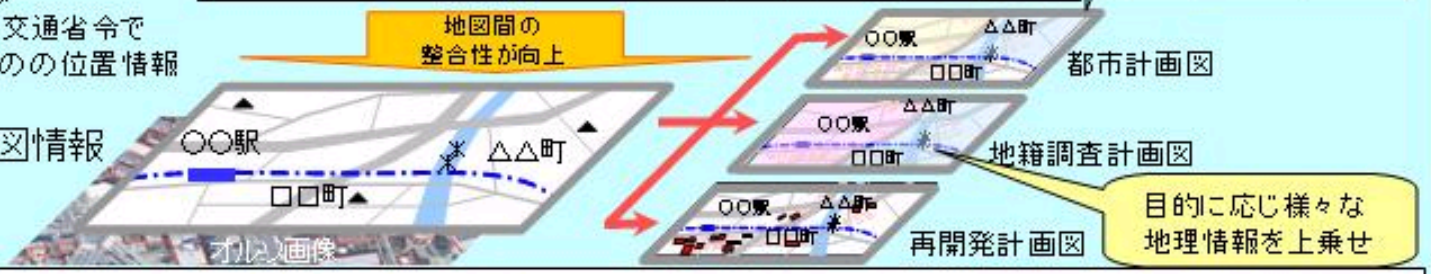
高い位置精度を持つ街区基準点や街区点を用いることにより、複数の地図データの整合を高精度に取ることが可能

基盤地図情報

- ○測量の基準点
- ○海岸線
- ○公共施設の境界線
- ○行政区画の境界線及び代表点
- ○道路縁

等、国土交通省令で定めるものの位置情報





背景

- ●平成19年５月30日「地理空間情報活用推進基本法（平成19年法律第63号）」公布（８月29日施行）
- ●平成19年６月１日長期戦略指針「イノベーション25」閣議決定
  「2010年度までに電子化された基盤地図情報を整備する」と記載
- ●平成20年４月４日に決定された「成長力強化への早期実施策」において、
  「◎地理空間情報の高度な活用による地域の活性化の早期実施」と記載
- ●平成20年４月15日「地理空間情報活用推進基本計画」閣議決定
- ●平成20年６月10日に改定された「経済成長戦略大綱」（経済財政諮問会議）において、
  「「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）に基づき、地理情報システムの利用拡大、衛星測位の研究開発等により、地理空間情報を高度に活用する社会の実現を図る」と記載

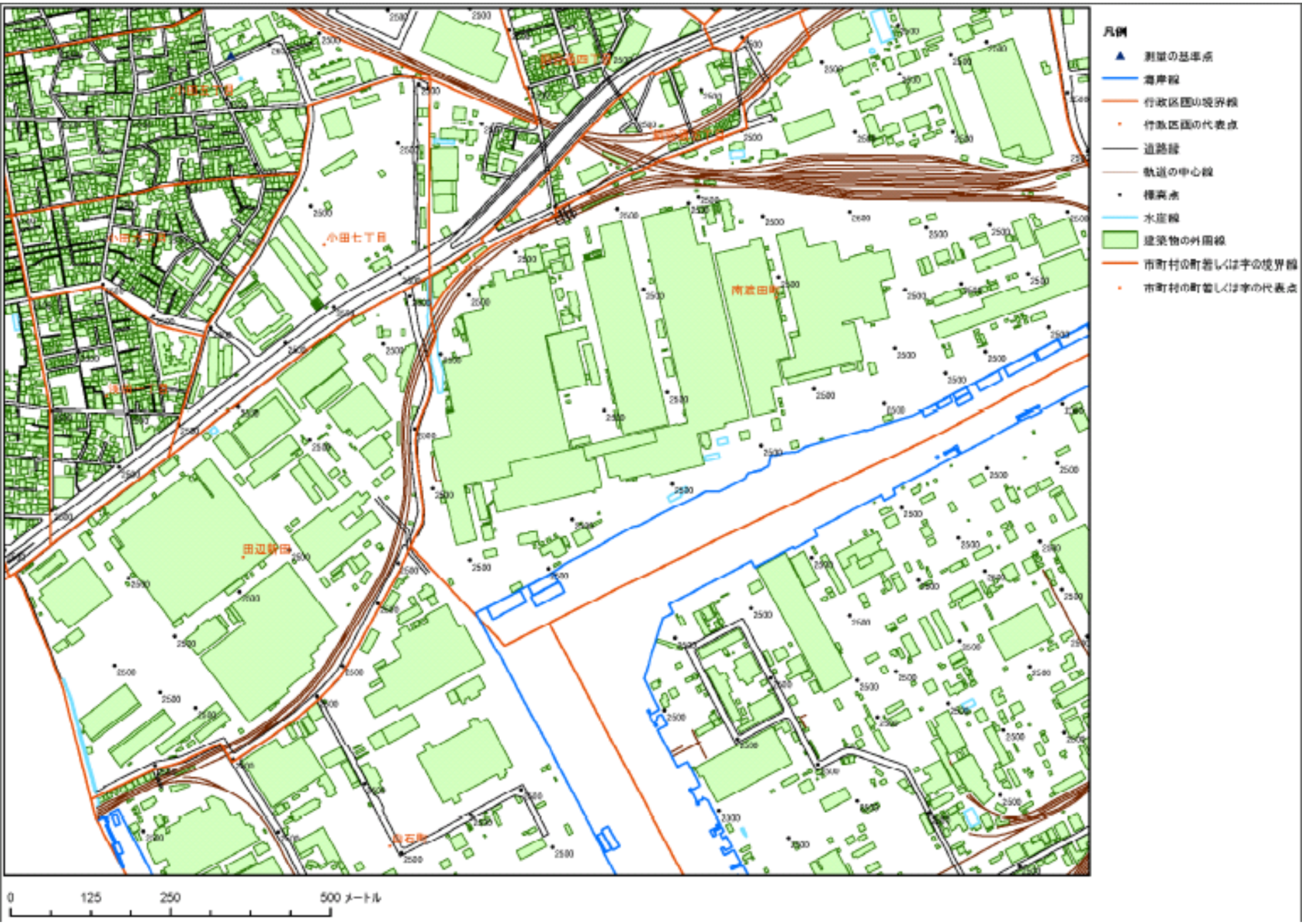
共通基盤となる白地図（基盤地図情報）の整備・提供を推進

基盤地図情報を活用し都市計画図を効率よく更新

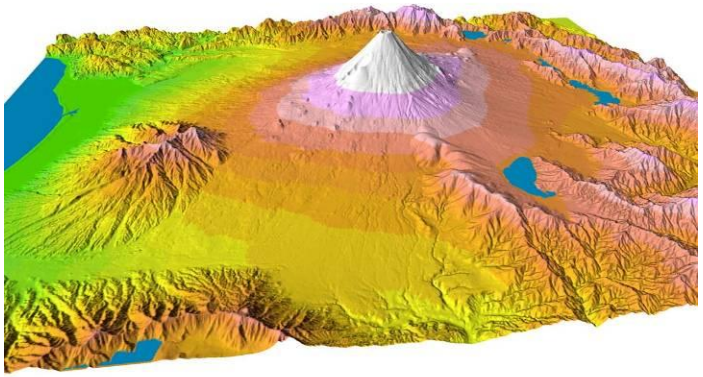
オルソ画像を基盤地図情報整備や情報補完に活用

効果

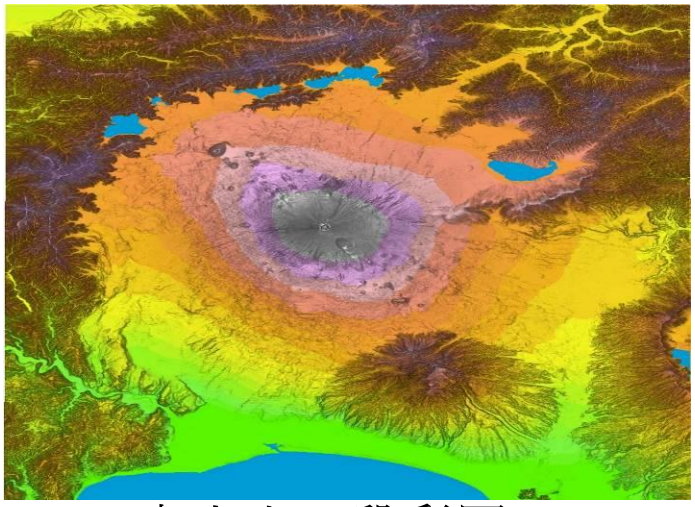
- ◎より高鮮度・高精度な大縮尺地図の整備
- ◎都市計画区域におけるシームレスな大縮尺地図の提供
- ◎地図情報の共有や重複整備の回避などの行政の効率化
- ◎都市再生に資するべく実施される各種施策等への活用
- ◎オルソ画像の提供により基盤地図情報と利用目的に応じた地理情報の整備を促進


凡例
測量の基準点
海岸線
行政区画の境界線
行政区画の代表点
道路縁
軌道の中心線
標高点
水涯線
建築物の外周線
市町村の町若しくは字の境界線
市町村の町若しくは字の代表点
小田七丁目
南波田町
田辺新田
0
125
250
500 メートル

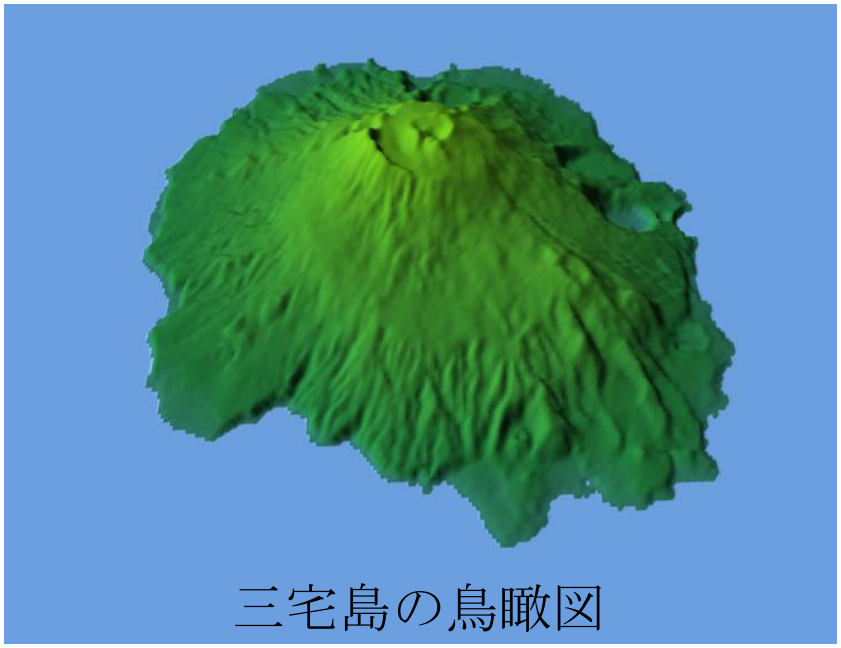
50m・250mメッシュ標高データの利用



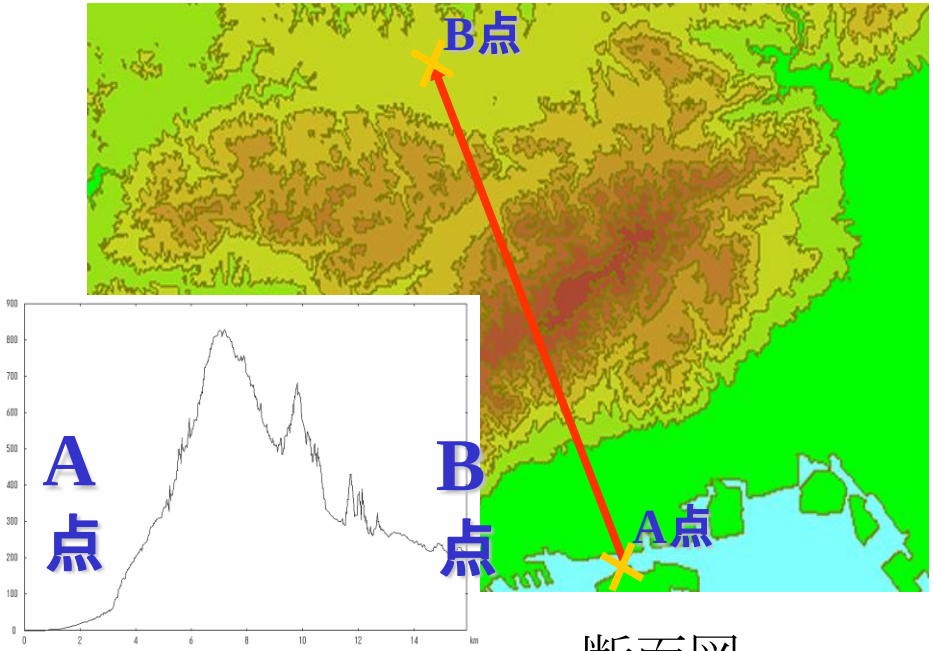
富士山の鳥瞰図的段彩図



富士山の段彩図

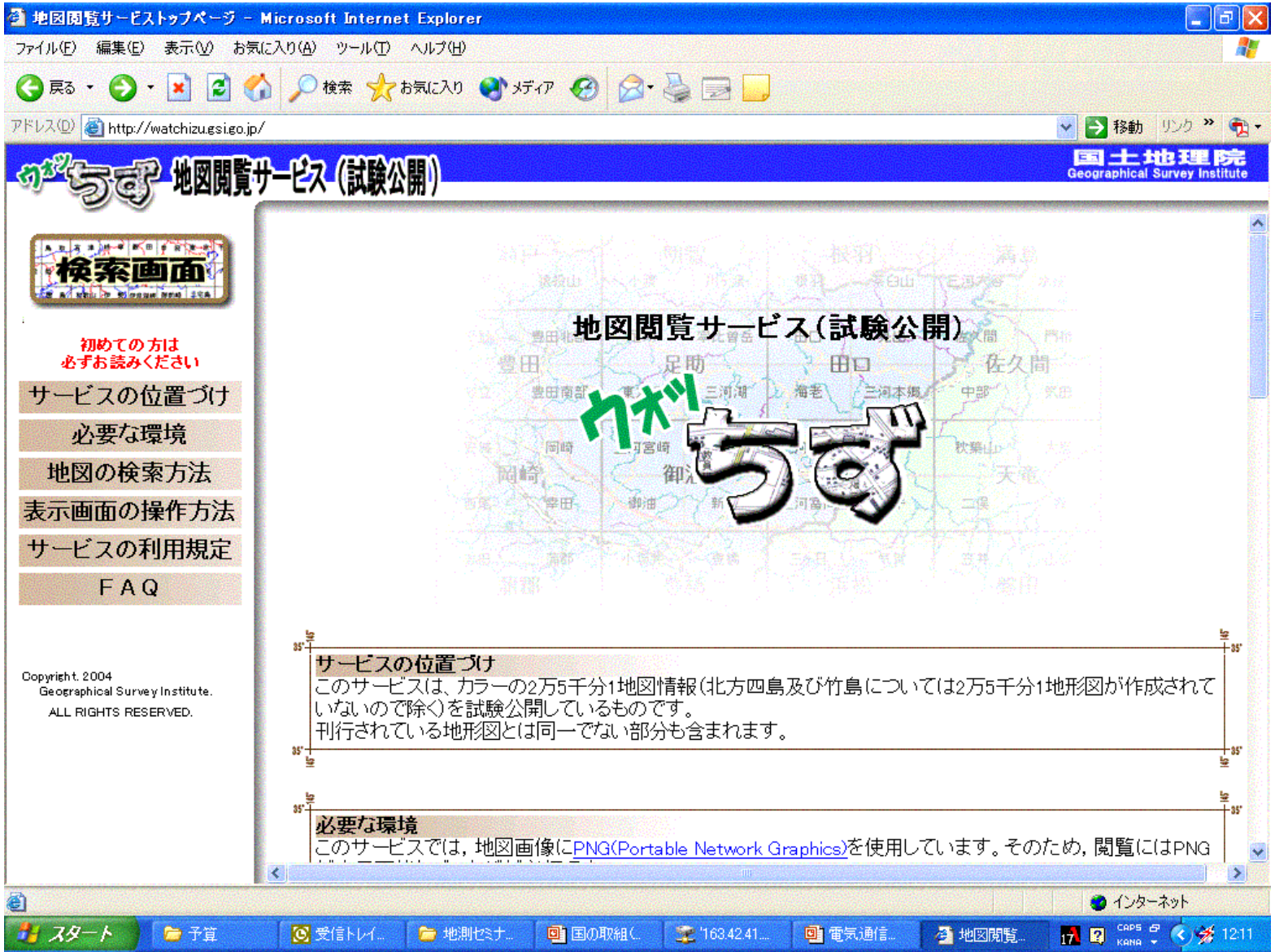


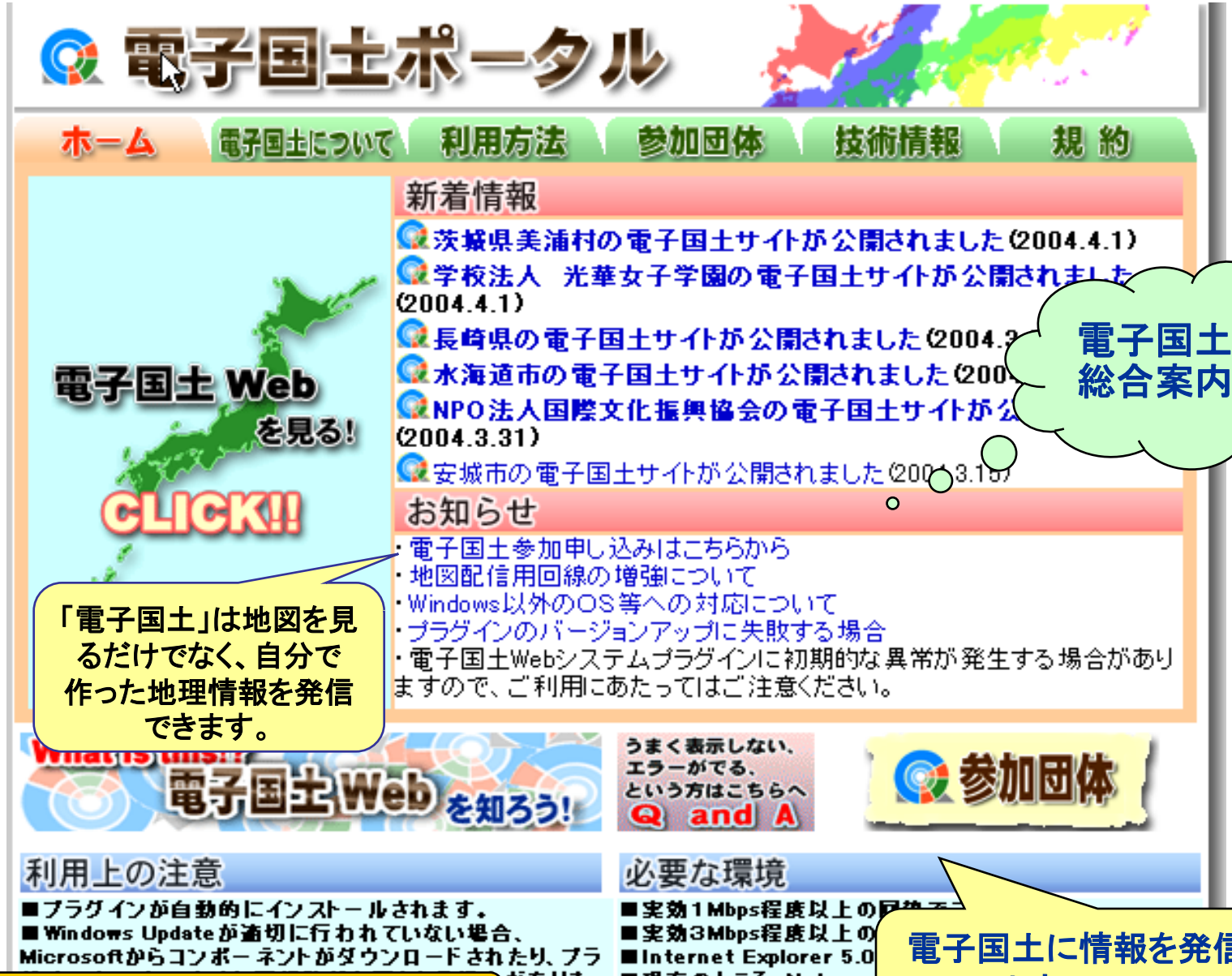
三宅島の鳥瞰図



断面図

全国1/25,000地形図閲覧サービス（ウォッちず）





電子国土の
総合案内所

「電子国土」は地図を見るだけでなく、自分で作った地理情報を発信できます。

電子国土に情報を発信するためのソフトウェア、ツール、技術情報を提供します

http://cyberjapan.jp/

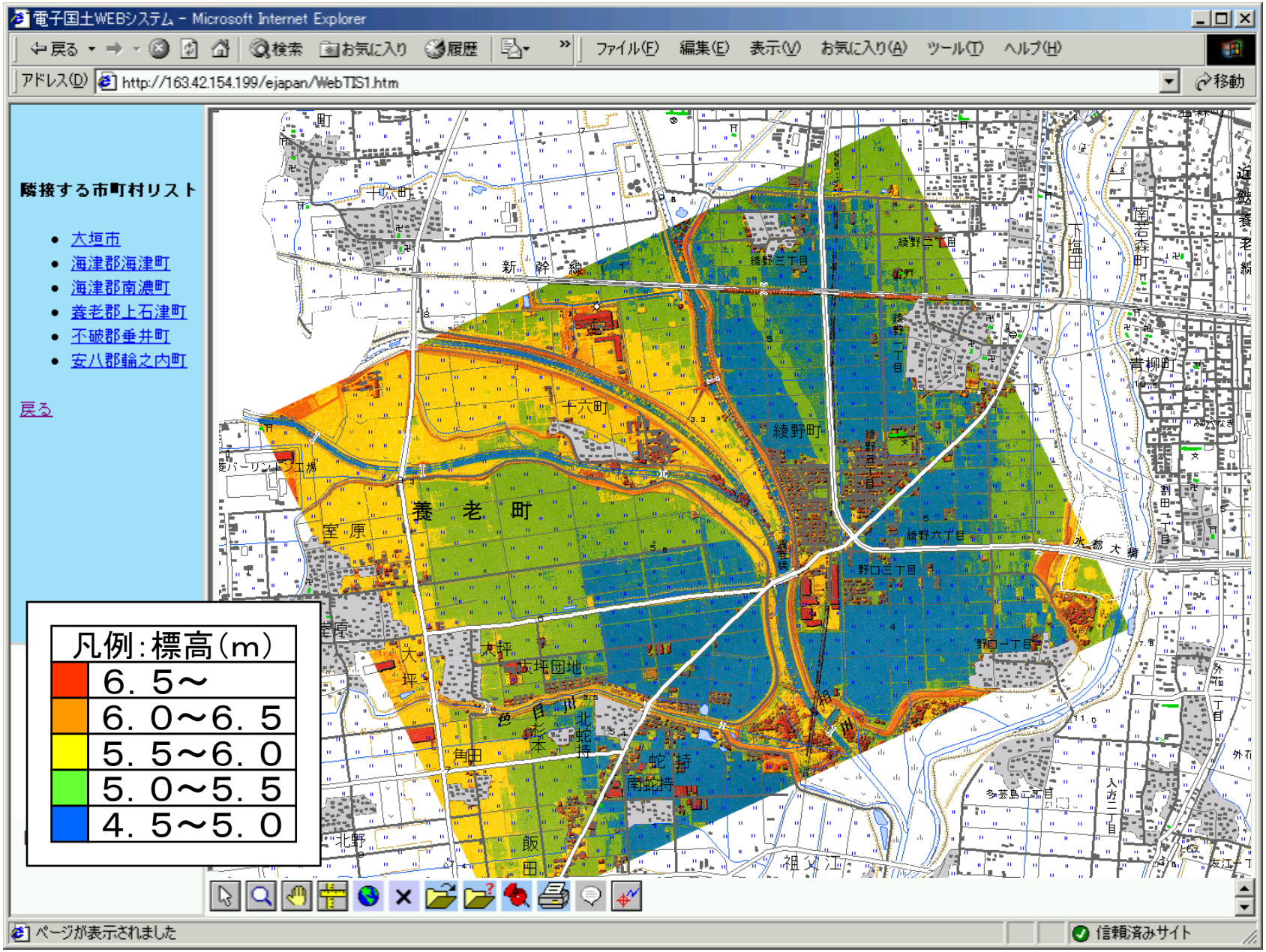
電子国土Webシステム（システム画面）

見たい場所・利用したい場所を表示

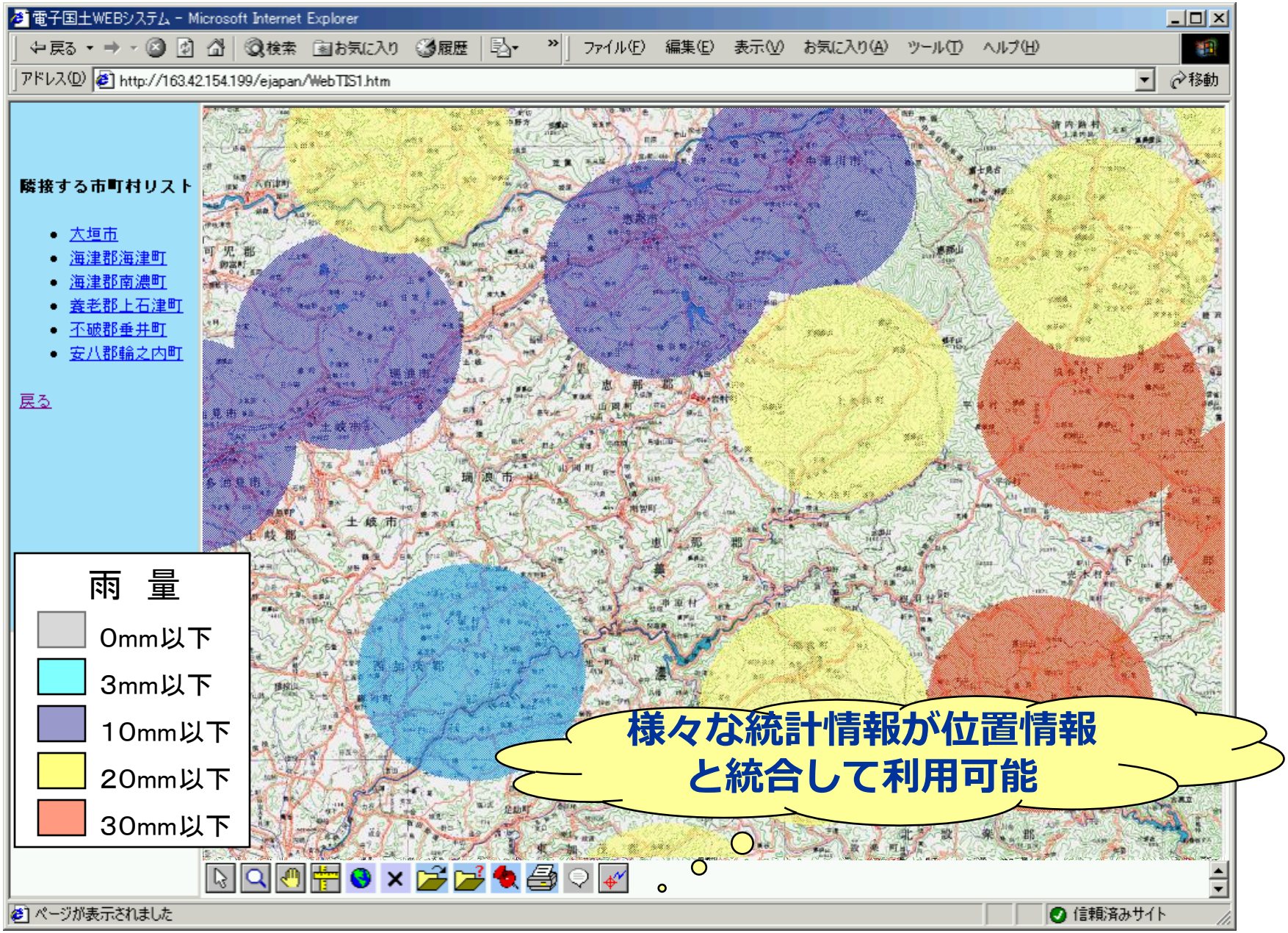
見たい場所を表示する。
表示したい縮尺の地図を選択する。

ユーザが作成したデータの貼り付け表示や属性データの表示が容易にできる。

地図データと精密標高データの重ね合わせイメージ

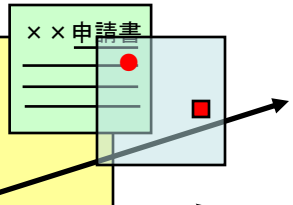


地図データとアメダス雨量データの重ね合わせイメージ

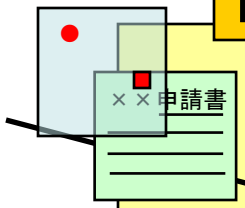


電子申請用添付地図作成支援・確認サービスのしくみ

申請者

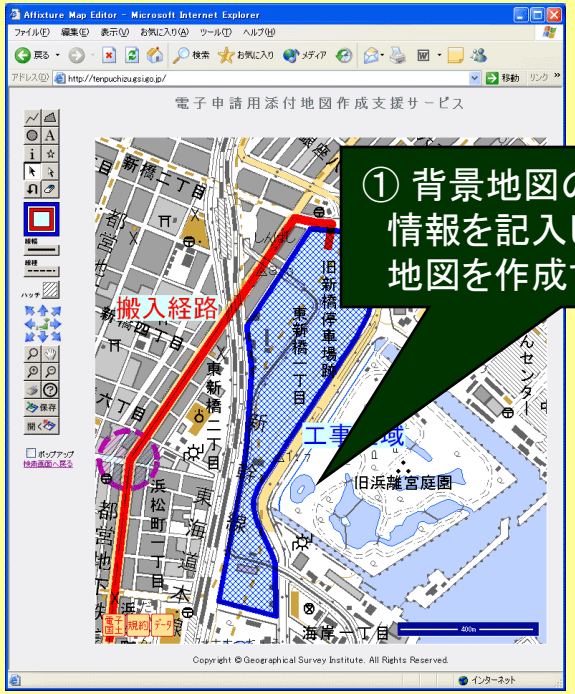


オンライン申請システム



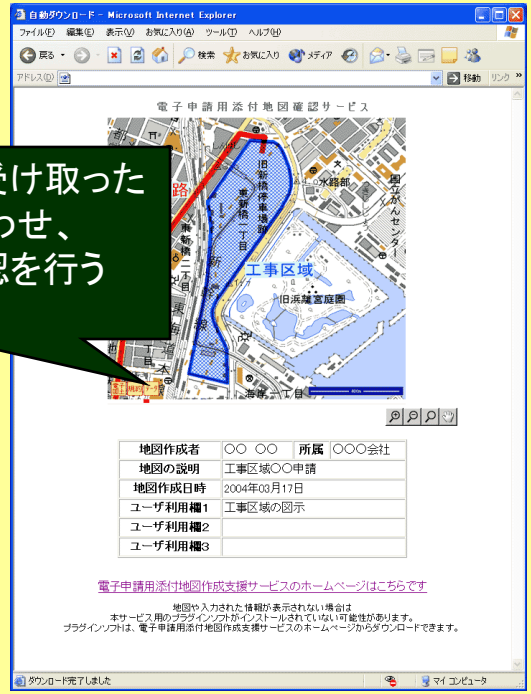
申請受付担当職員

申請時に添付する地図ファイルには、背景地図上に記入した申請・届出情報だけが含まれている。



① 背景地図の上に申請・届出情報を記入して、いつでも地図を作成することができる

② 背景地図の上に受け取った申請情報を重ねあわせ、いつでも内容の確認を行うことができる



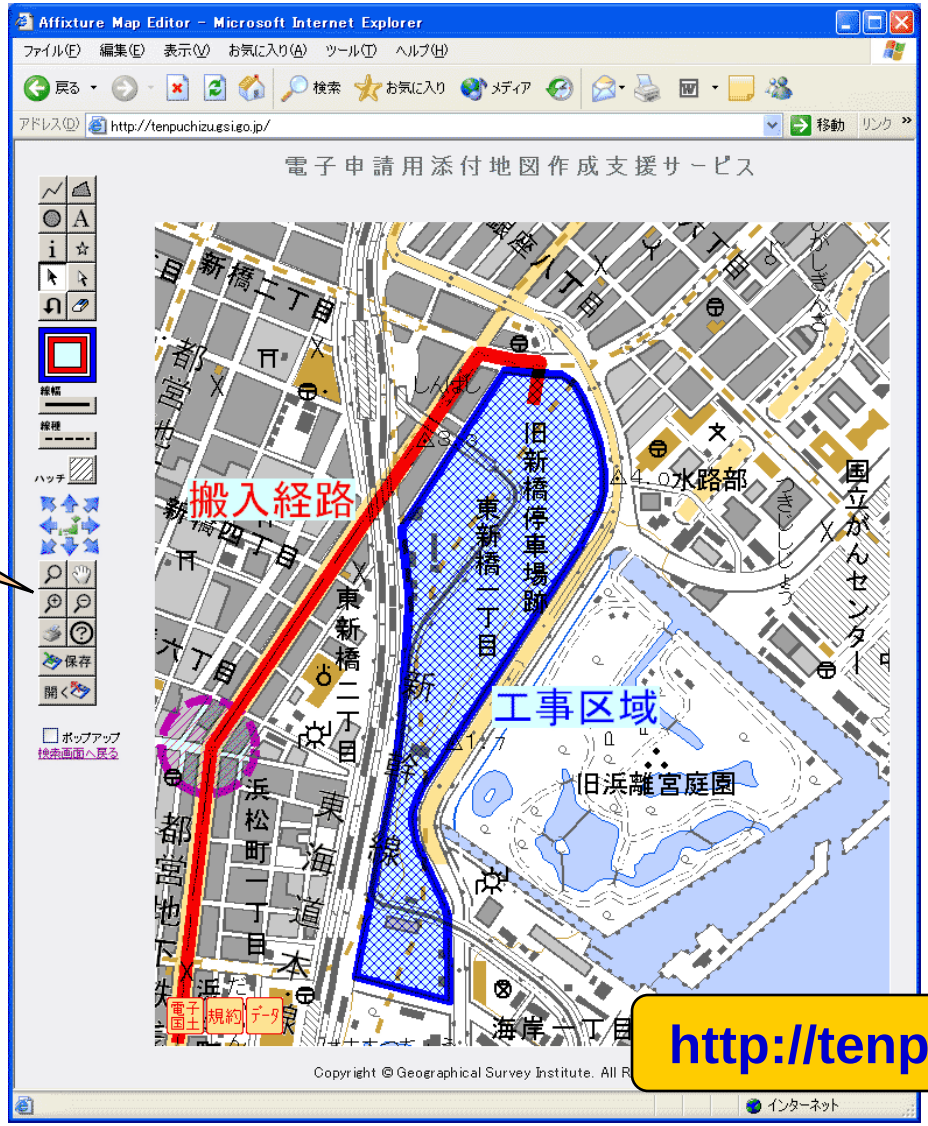
背景地図を配信
（日本全国をいつでも）

電子申請用添付地図作成支援・確認サービス

※背景地図とは、電子申請用地形図のことです

電子申請用添付地図作成支援サービスの地図作成画面

必要な申請情報を記入した後、電子ファイルとして保存し、そのファイルを他の申請文書とともに申請を行います。



背景地図として配信される電子申請用地形図（縮尺2万5千分1相当）の上に、線や矩形、円、記号を描画することや文字を記入することが可能です。

http://tenpuchizu.gsi.go.jp/

国土変遷アーカイブの構築

国土変遷アーカイブ

空中写真

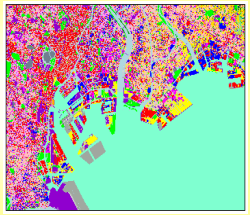
→

地形図

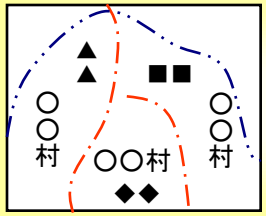
→

土地利用

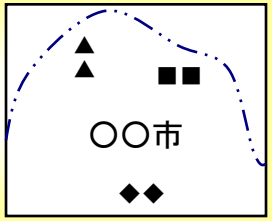
→



地名等

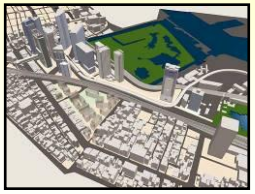


→



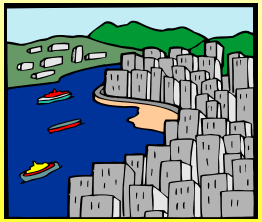
利便性・サービスの向上

都市開発・再生の促進



地方分権の促進

地域の魅力向上



空中写真を見る | 国土変遷アーカイブ空中写真閲覧システム - Microsoft Internet Explorer

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)

戻る 検索 お気に入り

アドレス(D) http://archive.gsi.go.jp/airphoto/search.html 移動

- 地名検索
- 写真番号検索
- 緯度経度で移動
- 検索結果

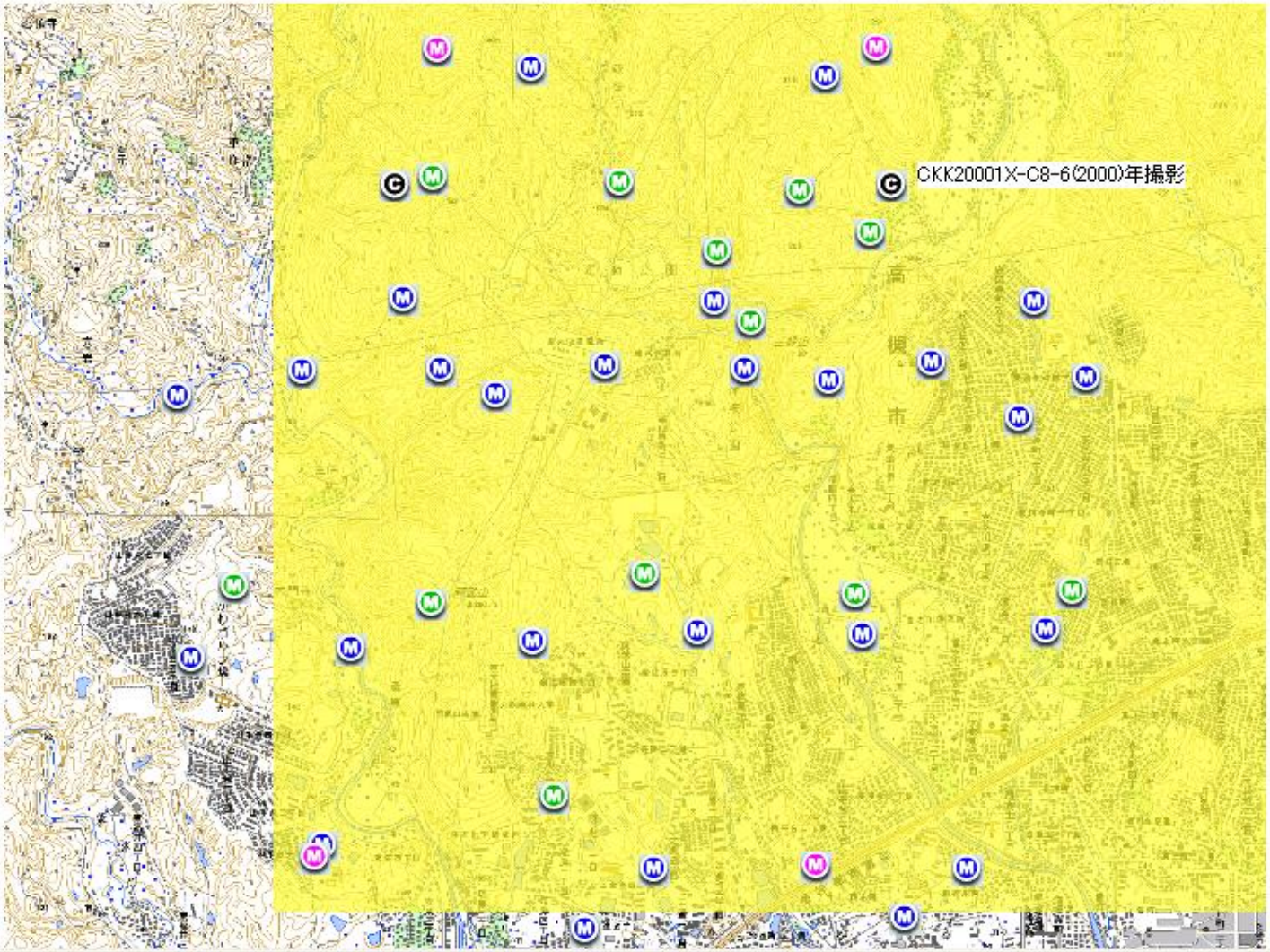
閲覧	年代	撮影範囲	2画面表示
閲覧	2000		
閲覧	1963		
閲覧	1961		
閲覧	1961		
閲覧	1961		
閲覧	1948		
閲覧	1948		
閲覧	1963		
閲覧	1969		
閲覧	2003		

☑ ポップアップ表示　2画面表示

検索条件の設定

検索

検索件数 50



ページが表示されました　インターネット

スタート　関西大学.ppt　関西大学　5 Internet Explorer　JP　17:20 日曜日

詳細情報 | 国土変遷アーカイブ空中写真閲覧システム - Microsoft Internet Explorer

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)

戻る 検索 お気に入り

アドレス(D) http://archive.gsi.go.jp/airphoto/ViewPhotoServlet?workname=CKK20001X&courseno=C8&photono=6 移動 リンク

国土変遷アーカイブ 空中写真閲覧

詳細情報	
写真名	CKK20001X-C8-6
作業名	CKK20001X
コース番号	C8
写真番号	6
撮影年月日	2000/05/30
撮影地域	
撮影計画機関	国土地理院
撮影実施機関	国土地理院
撮影高度	4700m
撮影縮尺	1:30000
焦点距離	
地図番号	
カメラ名称	
地理院缶番号	
形式	カラー
市区町村名	高槻市
備考	

画像解像度

100dpi 200dpi

画像の入手

ページが表示されました

インターネット

スタート 基盤地図情報... 関西大学.ppt 関西大学 6 Internet Ex... JP 17:12 日曜日

詳細情報 | 国土変遷アーカイブ空中写真閲覧システム - Microsoft Internet Explorer

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)

戻る 検索 お気に入り

アドレス(D) http://archive.gsi.go.jp/airphoto/ViewPhotoServlet?workname=USA&courseno=M33-5&photono=99 移動 リンク

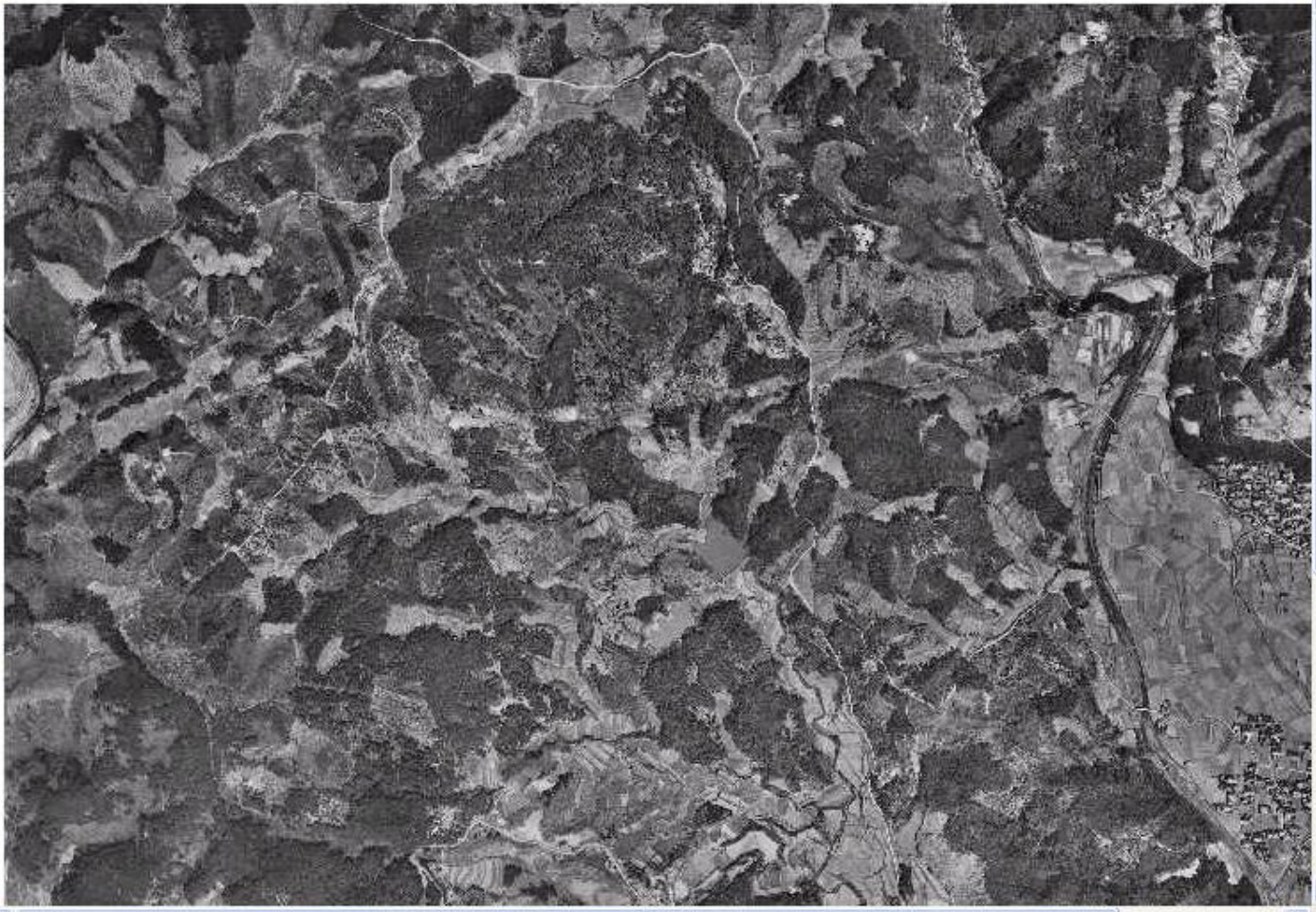
国土変遷アーカイブ 空中写真閲覧

詳細情報	
写真名	USA-M33-5-99
作業名	USA
コース番号	M33-5
写真番号	99
撮影年月日	1948/03/30
撮影地域	京都西南部
撮影計画機関	米軍
撮影実施機関	米軍
撮影高度	2438m
撮影縮尺	1:15875
焦点距離	153.6
地図番号	NI-53-14-7
カメラ名称	K-17B
地理院缶番号	
形式	モノクロ
市区町村名	高槻市
備考	

画像解像度

100dpi 200dpi

画像の入手



ページが表示されました インターネット

スタート Microsoft PowerPoi... 空中写真を見る | ... 詳細情報 | 国土変... JP 22:14 火曜日

古地図コレクション（古地図資料閲覧サービス） - Microsoft Internet Explorer

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)

戻る 検索 お気に入り

アドレス(D) http://kochizu.gsi.go.jp/HistoricalMap/ 移動 リンク

古地図コレクション 古地図資料閲覧サービス

古地図コレクションについて

カテゴリー別

天文図	3点
世界図	11点
日本図	13点
地方図	16点
国図	60点
郡図	1点
都市図	33点
地域図	17点
道中図・案内図	28点
伊能図	7点
アジア図	6点
江戸切絵図	70点
その他	40点

伊能大図彩色図

～ アイコン凡例 ～

高精細画像・解説文

画像・解説文

戻る カテゴリー別一覧【 江戸切絵図 】

番号	資料名
93	四ッ谷千駄ヶ谷辺図 全

古地図画像

作者	高柴三雄
版元	近吾堂

ページが表示されました

インターネット

スタート 関西大学.ppt 関西大学 2 Internet Ex... 空中写真0.TIF... JP 17:35 日曜日

彩色図 - Microsoft Internet Explorer
ファイル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)
戻る 検索 お気に入り
アドレス(D) http://www.gsi.go.jp/MAP/KOTIZU/sisak/ino-frm1.html 移動

検索画面
■一覧表
■索引図(全体)
■北海道・東北地区
■東北・北陸地区
■関東・中部・近畿地区
■中国・四国・九州地区
■結合図(全体)
■北海道・東北地区
■東北・北陸地区
■関東・中部・近畿地区
■中国・四国・九州地区
ホームへ
■彩色図ホーム
■古地図コレクション
■国土地理院ホームページ

番号:133　図名:山城　河内・摂津

図の大きさ:109.1cm×184.8cm

記載内容:京都　大津

(本図は、国土地理院が海上保安庁海洋情報部の許可を得て、同部所蔵の伊能図を基に作成したものです)

画像をクリックすると拡大(一部分)表示されます

インターネット
スタート 関西大学.ppt 関西大学 gsi - Google ... 彩色図 - Micr... JP 17:40 日曜日

大池
淀
伏見
下島羽村
横大路村
下三栖村
富森村
納所村
東一口村
西一口村
北川顔村
鉄門
堀内村
下島
向島村
上島

リモートセンシング

- 広義には、対象物に接触せず、電磁波等の情報から対象物に関する知識を得ること
- 狭義には、人工衛星や航空機などから地表の情報を画像データとして取得し、パターン認識等の情報処理技術で対象物を分類する技術
- 写真判読をコンピュータで行う技術
- センサ技術，データ校正技術，画像強調技術，パターン認識技術等で構成
- 1972年打ち上げのERTS衛星（LANDSAT-1）のデータが全世界に提供され、研究が活発となった
- しかし、人間の判読技術を代替するまでには至っていない

リモートセンシング

- 植物を計る
  - 森林伐採、砂漠化、農作物（水田）の状況
- 地表の温度を計る
  - ヒートアイランド現象
- 海面の温度を計る
  - 黒潮の蛇行、エルニーニョ現象、漁場予測
- 地表の高さを計る
  - 地図の作成
- 雲の状態を計る
  - 天気予報、雨の強さ、台風の内部状況
- 水の状況を計る
  - ダムの貯水量、洪水の被害状況
- 地表を探る
  - 資源探査、土地被覆分類

リモートセンシング

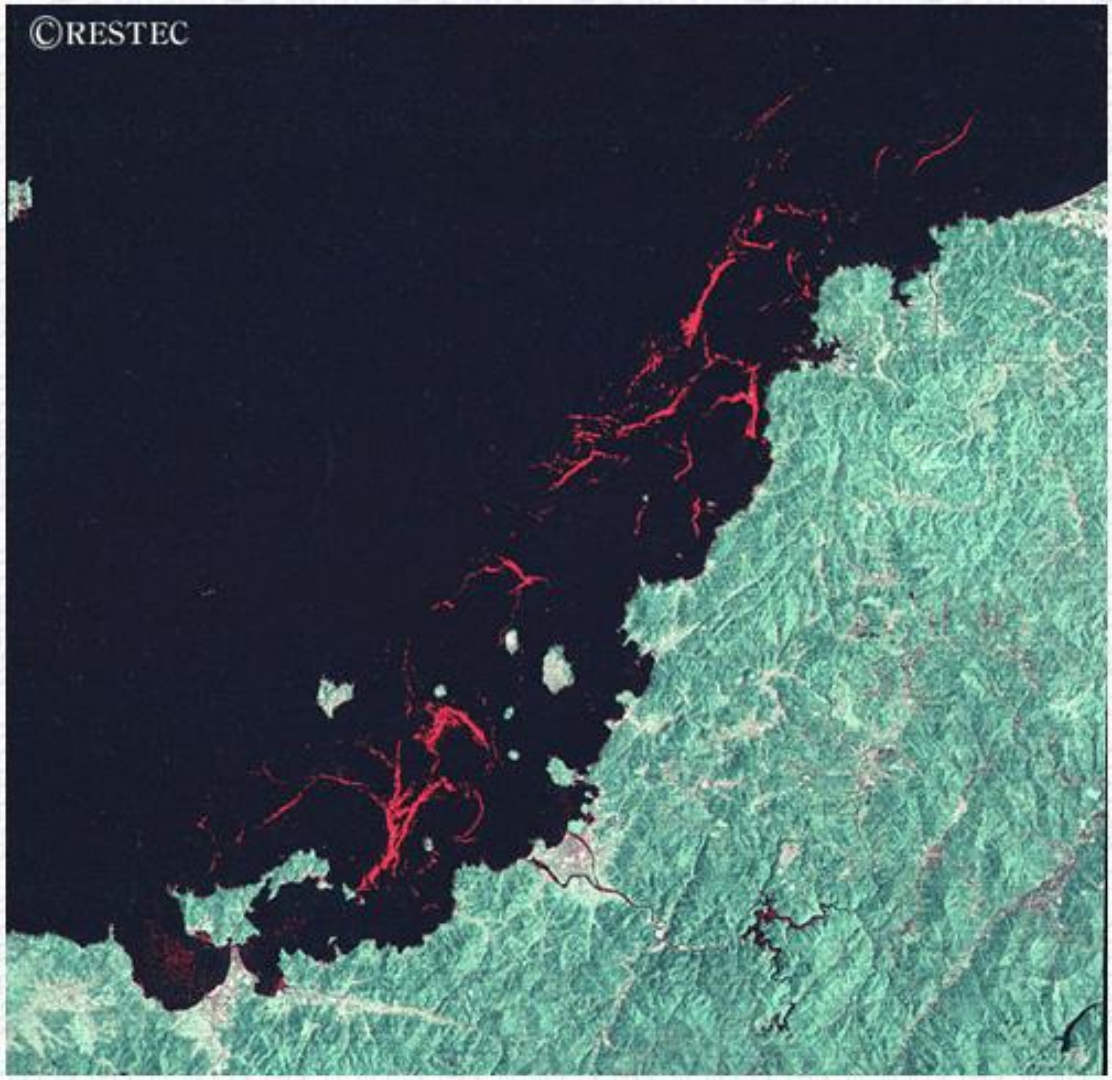
センサ

- 能動型センサ：SAR，LIDAR
- 受動型センサ：可視光，近赤外，中間赤外，遠赤外

主な地球観測衛星

- 日本国内の地球観測衛星
  - MOS-1/1b，JERS-1，ADEOS，ADEOSII，ALOS
- 日本のセンサを搭載している国外の地球観測衛星
  - TRMM（米），Aqua（米）
- 日本国外の地球観測衛星
  - Landsat（米），SPOT（仏），IRS（印），Envisat（欧），RADARSAT（加）
- 外国の商業衛星
  - IKONOS，Quickbird，OrbView 3

LANDSAT　MSS
萩沖の赤潮　1981年4月28日

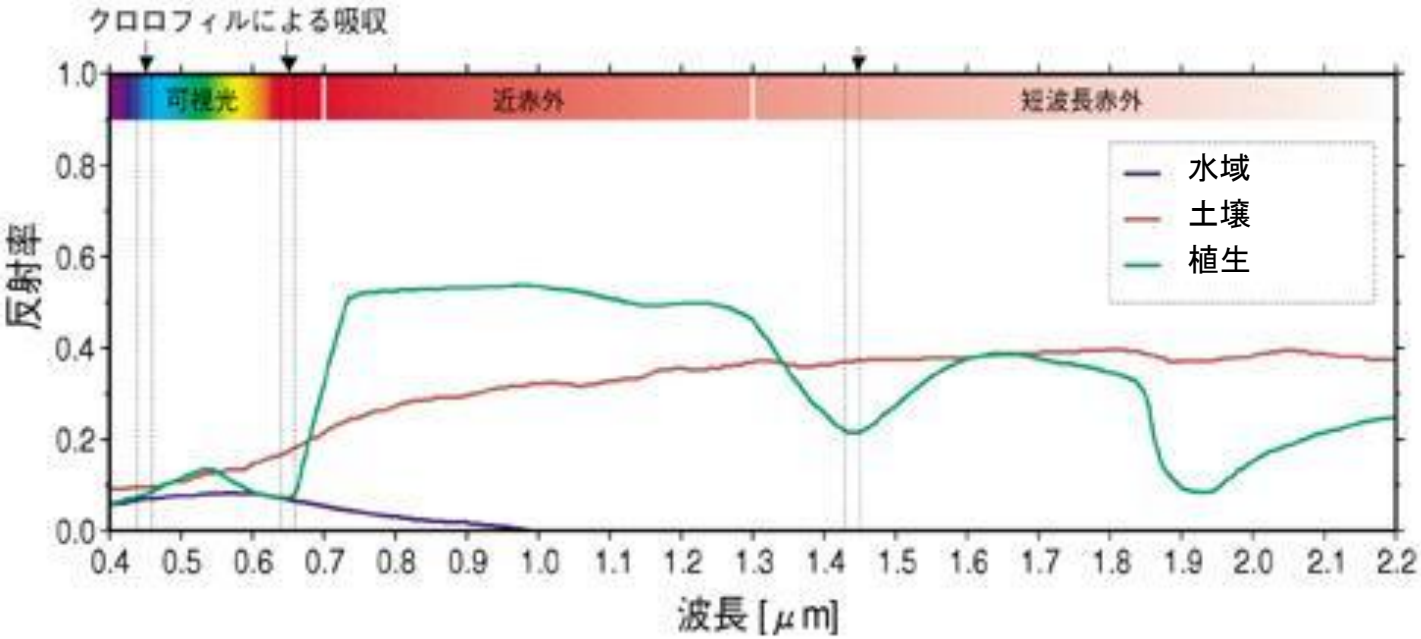


ALOS　AVNIR-2
札幌

リモートセンシング

解析アルゴリズム

- 前処理
  - 放射補正，幾何補正
- 分類
  - 教師付分類，教師なし分類
  - ディシジョンツリー，多変量解析
  - スペクトルパターン分類，テクスチャ分類，季節変化パターン分類
  - 変化量，変化部分の抽出
  - ファジー，ニューラルネット
  - 制約条件による推論（GIS等）
- 後処理
  - 弛緩法，スムージング，地図化
- 最近の方向
  - 解像力の向上（サブm），ハイパースペクトル（100バンド超）

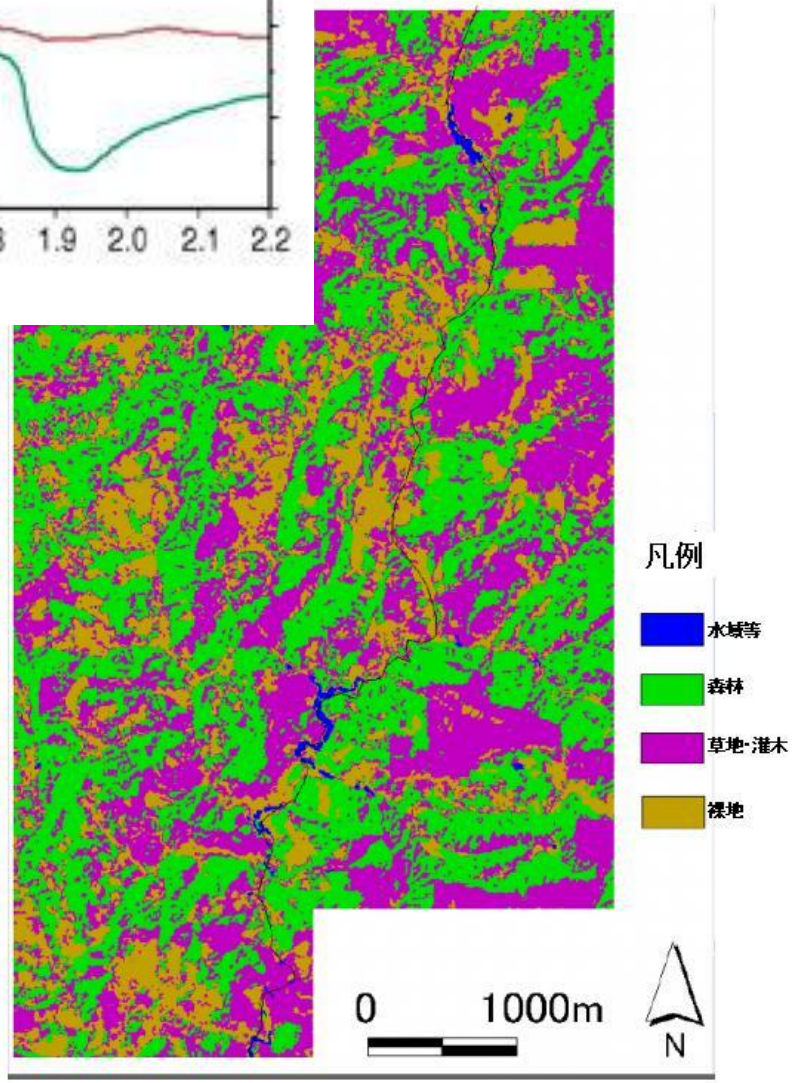


分光反射率

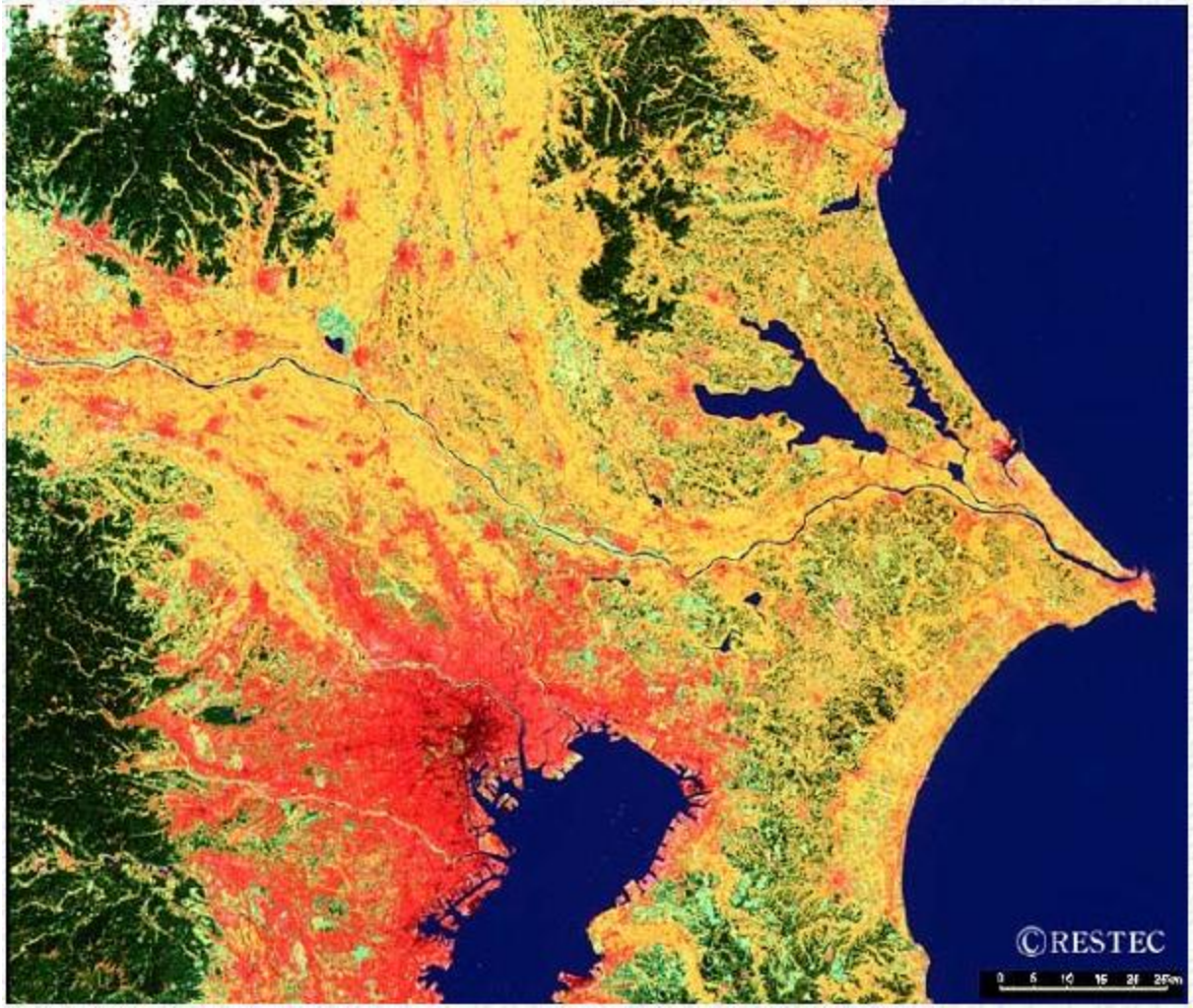
水域：赤外領域で顕著な吸収

土壌：全波長帯を通じて変化の少ない反射率

植生：赤で吸収，近赤外で顕著な反射



LANDSAT衛星データ解析例
ー関東地方の土地被覆分類ー

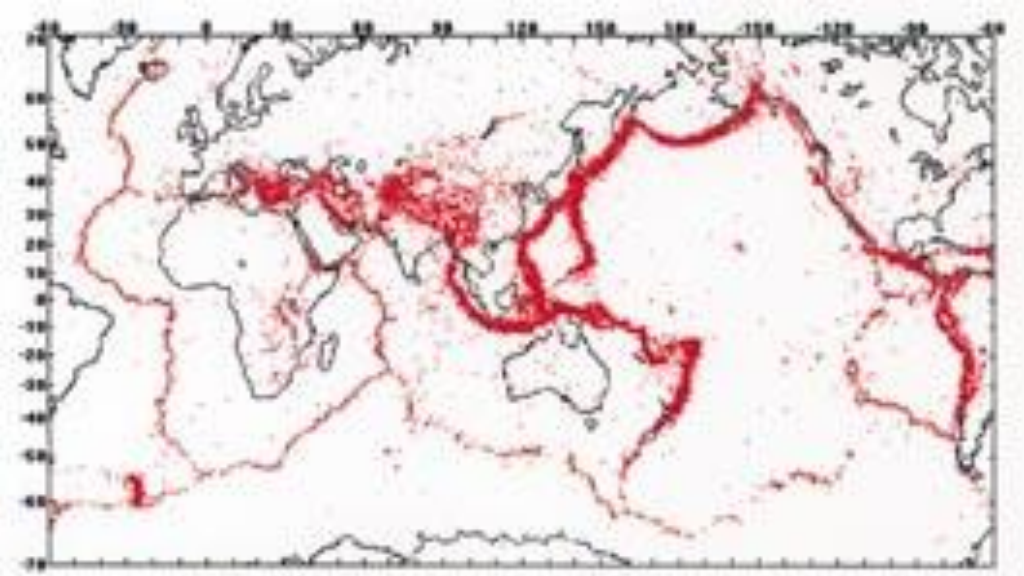


1988年10月14日観測 Landsat/TMデータ

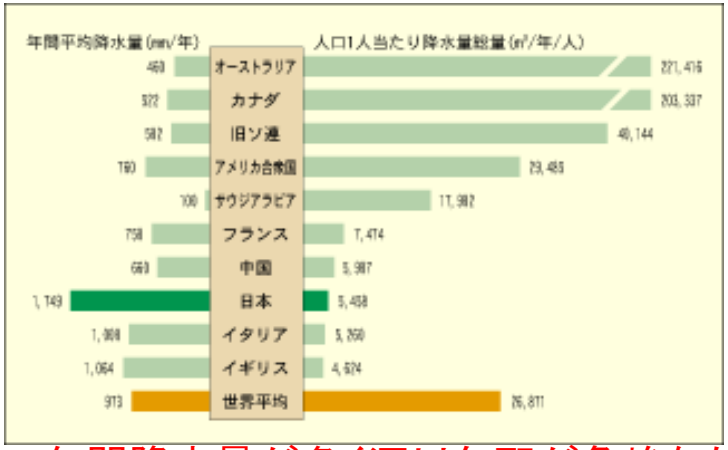
防災への貢献

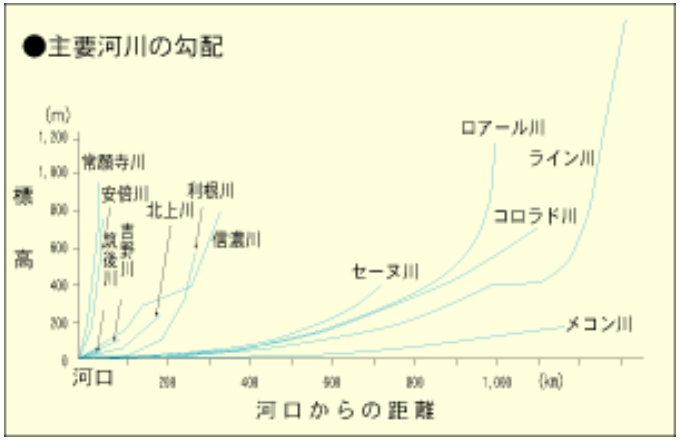
日本の国土は脆弱

- 地震調査
- 火山調査
- 風水害調査
- 災害情報の提供



世界の0.25%の国土に、火山の10%が存在、地震の10%が発生

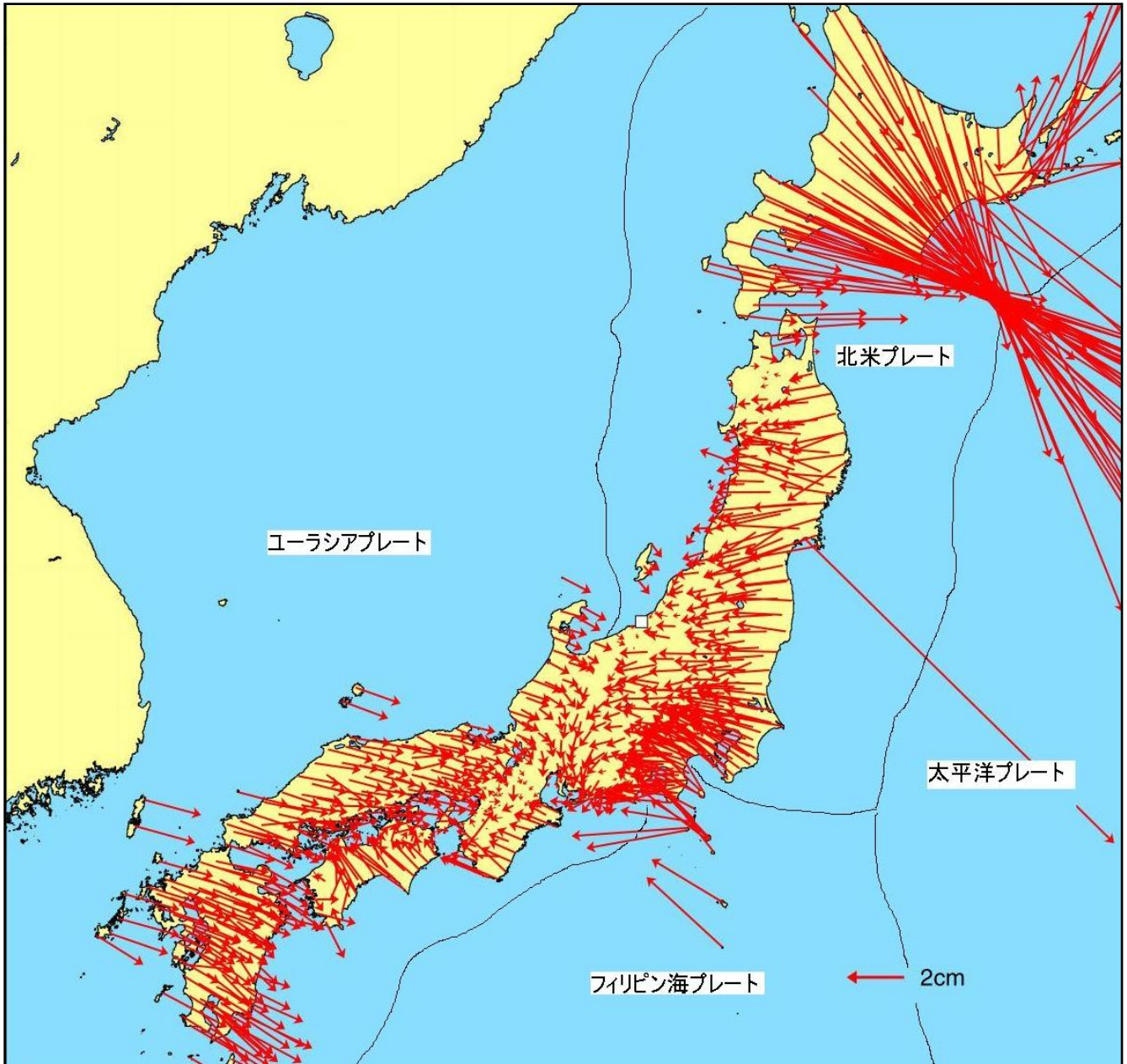




年間降水量が多く河川勾配が急峻なため、氾濫しやすい一方で、渇水も多い

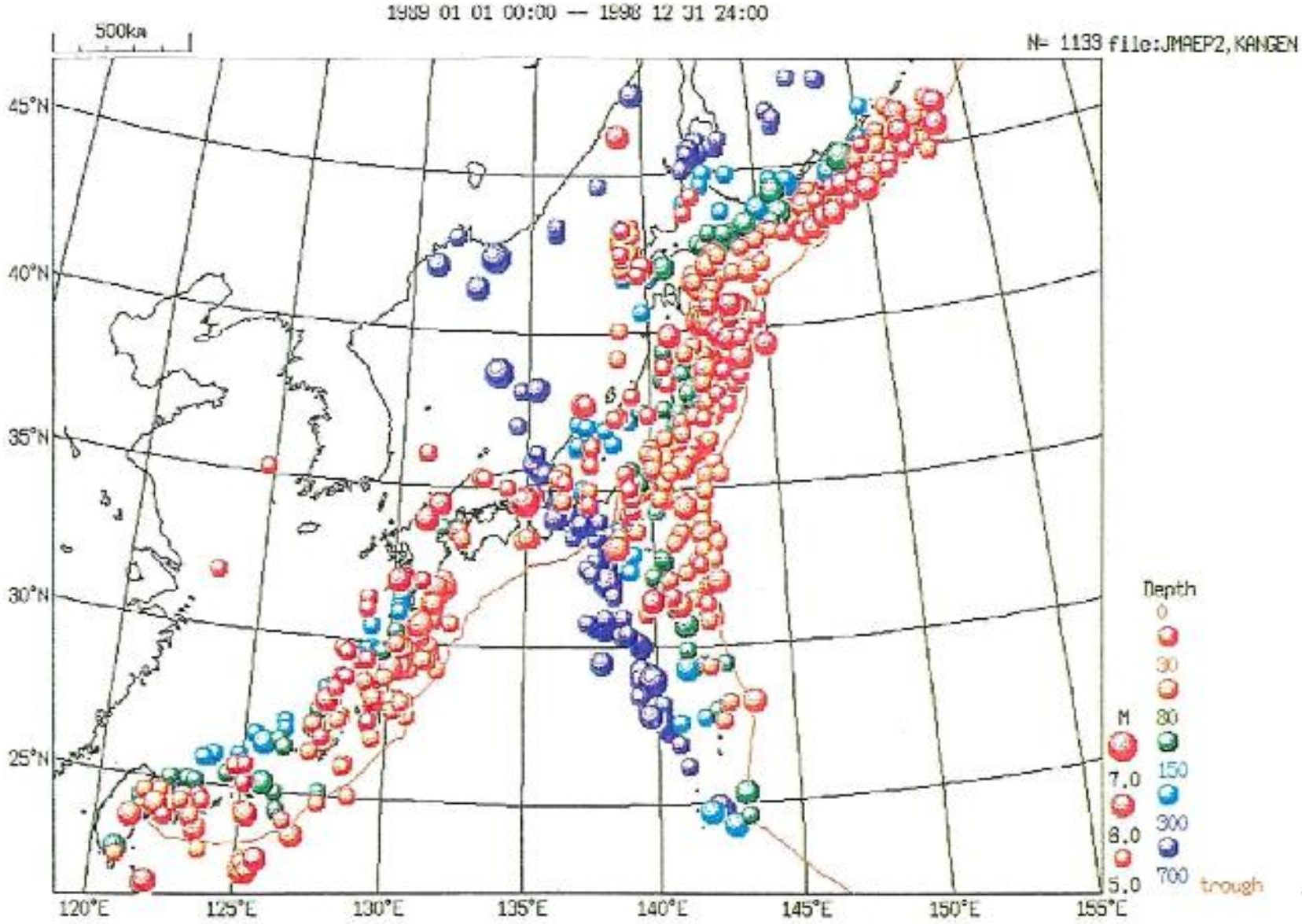
年間数cmずつ　日本列島が移動

平成15年度　1年間の地殻変動



ヨーロッパの1年間の地殻変動

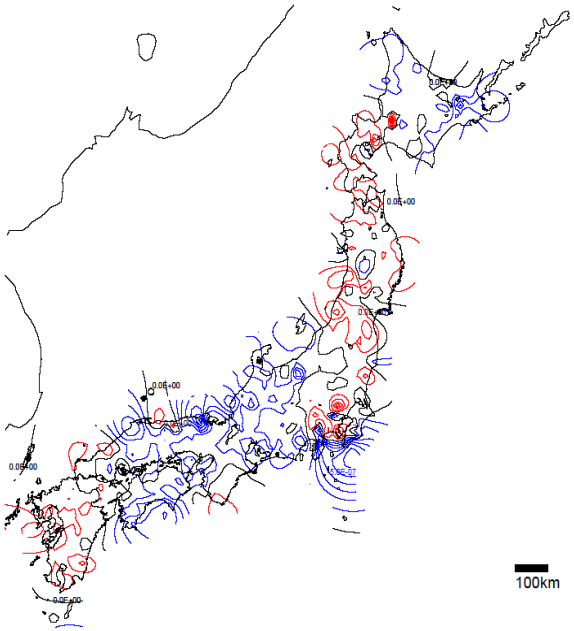
日本付近の地震活動（M5以上 1989-1998）



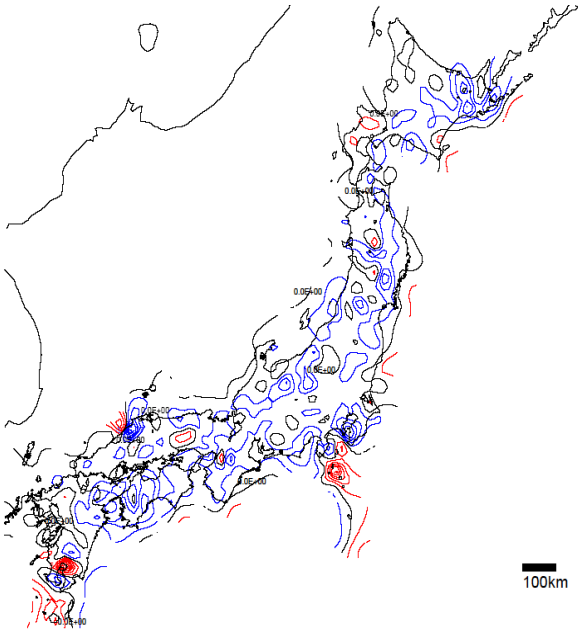
基準点測量・水準測量 による地殻変動の把握

○基準点測量

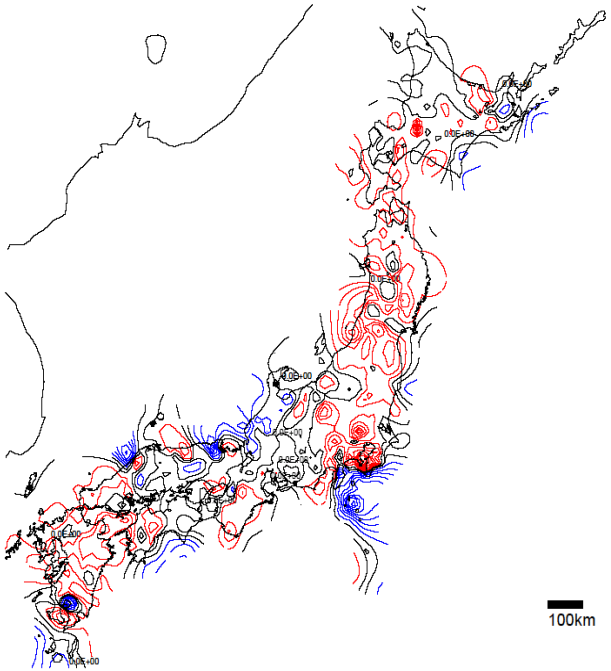
・全国約11万点の三角点の位置を精密に観測し、ミリメートル単位の精密な地殻の水平変動を把握



三角測量と光波測量による
明治～昭和のひずみ



GPSによる定常状態のひずみ
（地震のなかった1999年のひずみ）



100年間のひずみ偏差

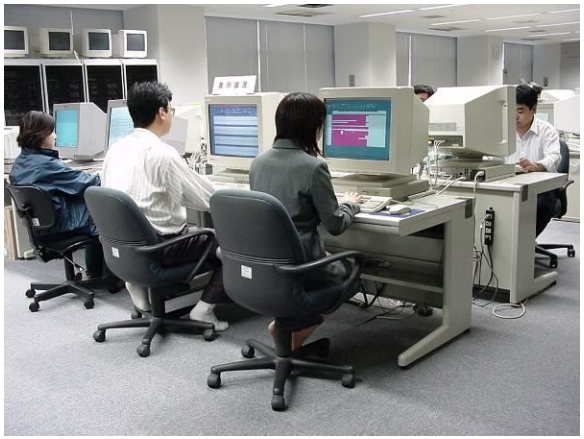
＊何もなければ日本列島は縮みが卓越するが、地震時に伸びを回復

＜図はいずれも　赤が伸び、青が縮み＞

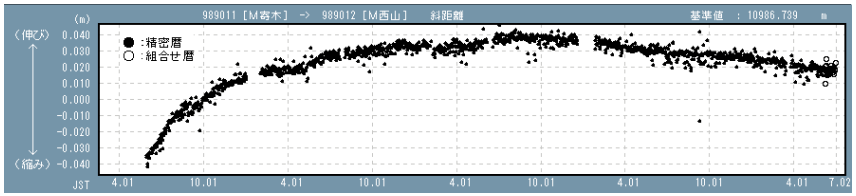
毎日見てます　地殻変動

リアルタイム監視システム

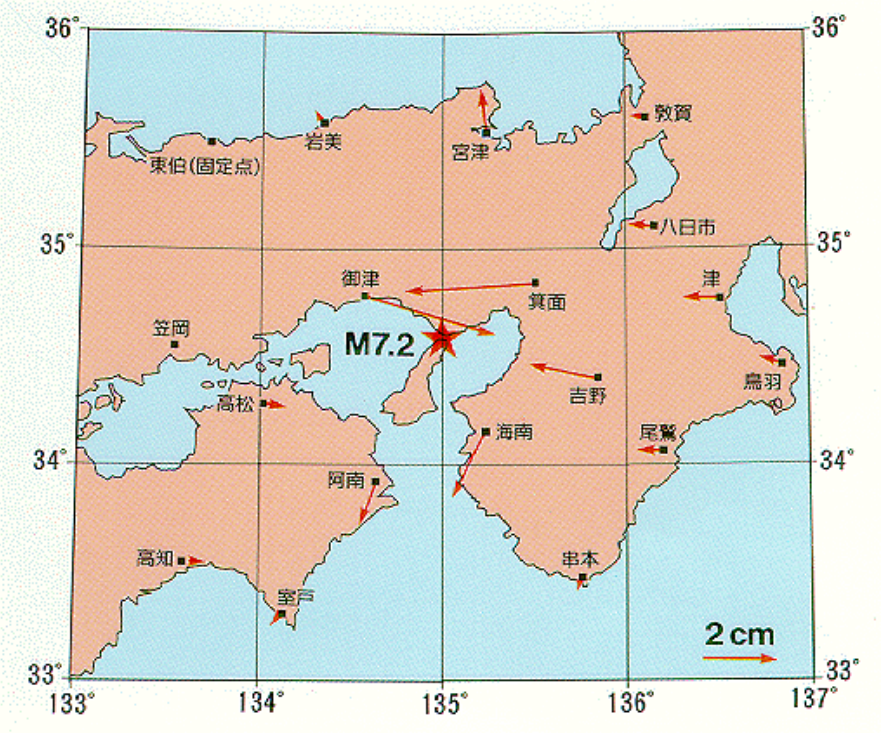
電子基準点がとらえる日本列島の地殻変動



GPSデータの解析と監視



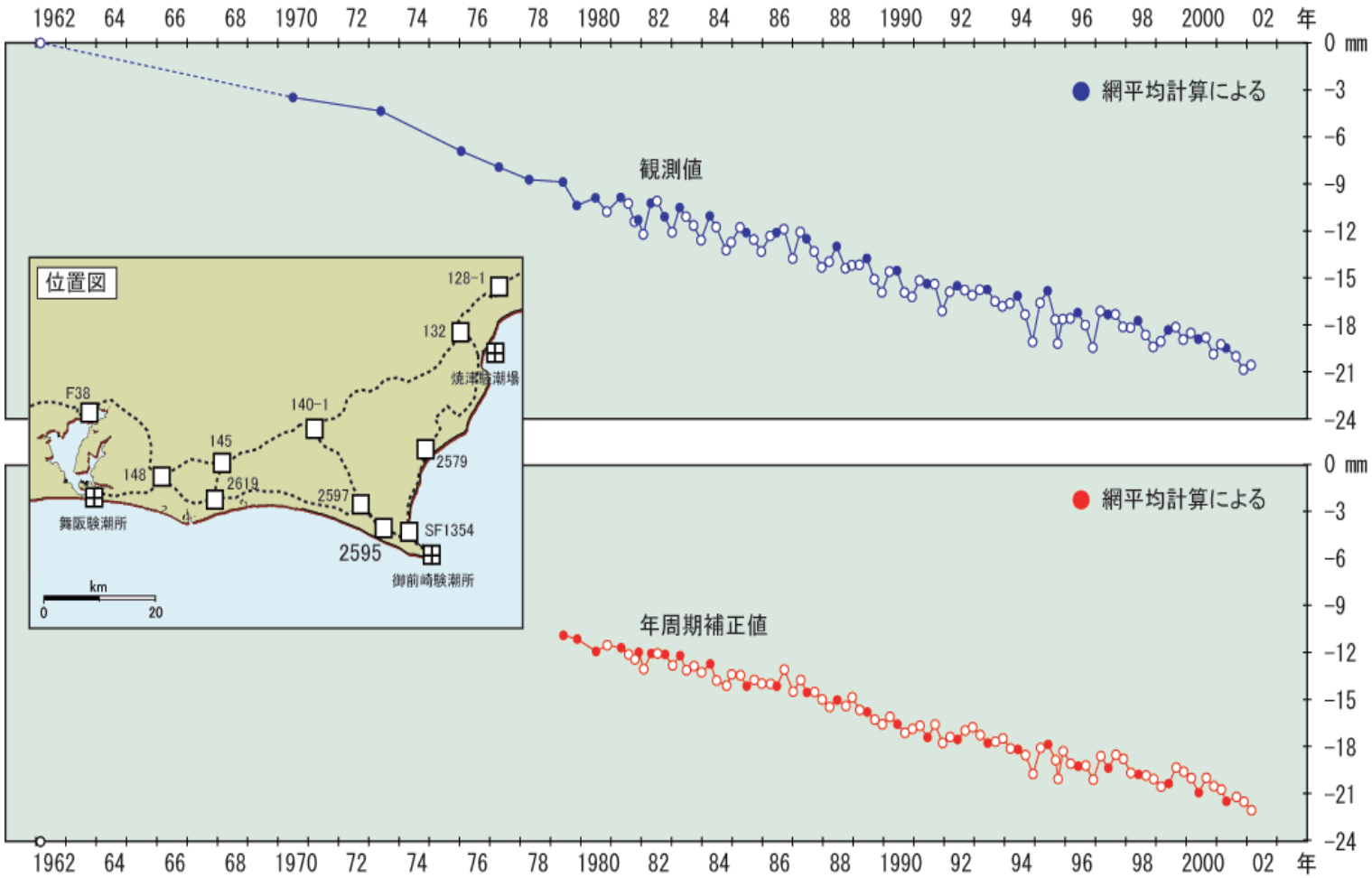
岩手山のGPS連続観測による距離変化



兵庫県南部地震による地殻水平変動

水準測量 による東海地震の前兆の監視

静岡県御前崎の高さの経年変化

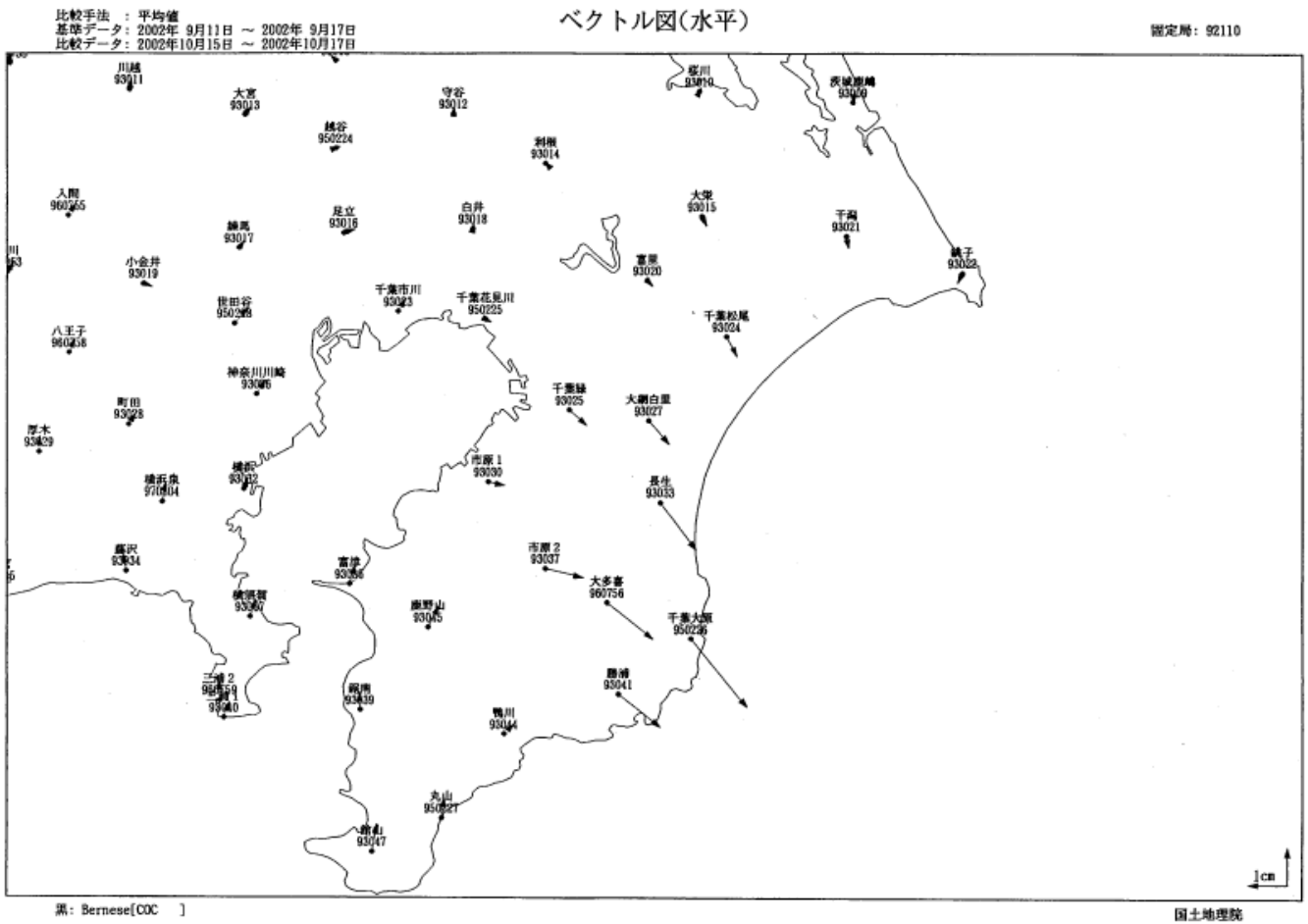


季節的な上下変動を繰り返しながら、約5mm／年の速度で沈降。
沈降が停止したり、隆起に転じた場合は地震前兆現象と考えられる。

GPS電子基準点による地殻変動の把握

2002.10　房総半島で検出された「ゆっくりすべり」

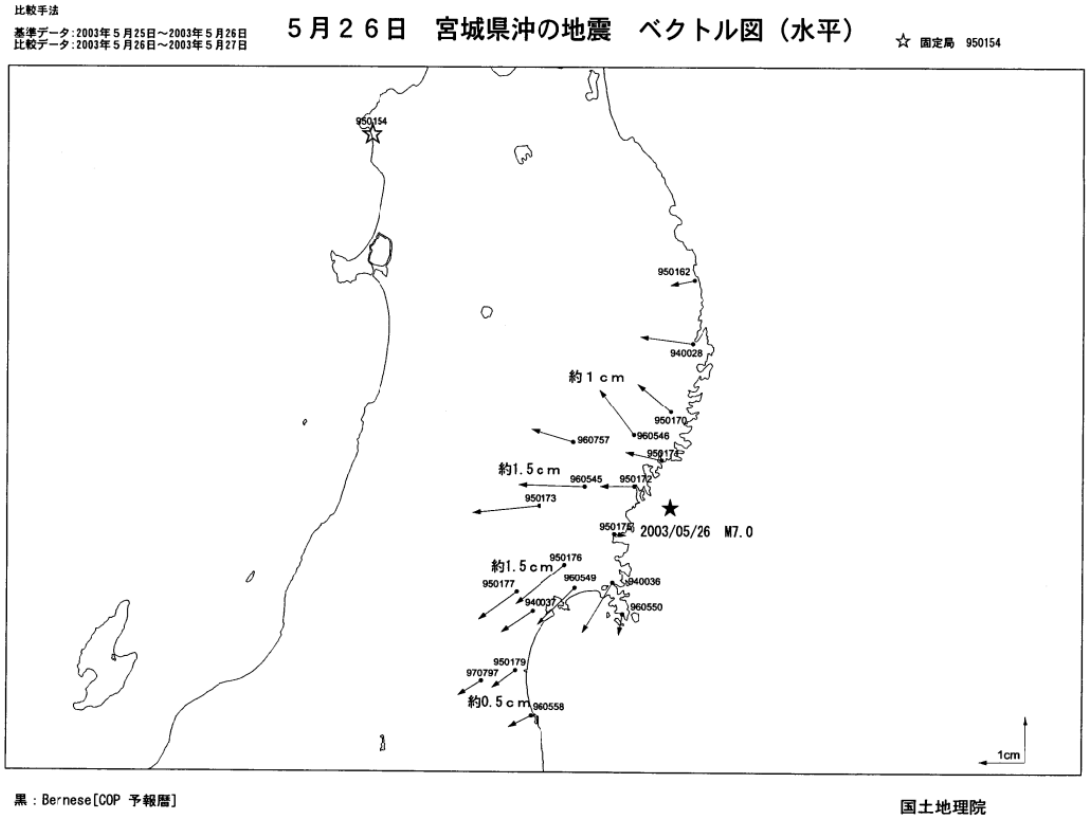
房総半島において2002年10月上旬から10日間程、地震動を伴わない地殻変動が続いた。
千葉県大原を中心とした地域が南東方向へ1cmから2cm程度変動した。
地殻変動量から地下でのすべりの量を試算すると、最大でおよそ10cm 程度、Mw（モーメントマグニチュード）6.5 程度に相当する歪みエネルギーが開放されたと考えられる。

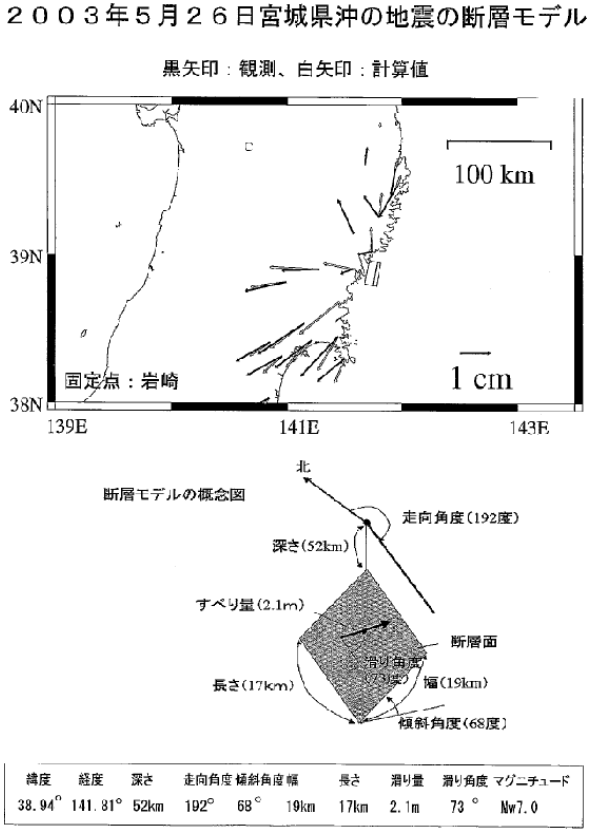


GPS電子基準点による地殻変動の把握

2003.5.26　宮城県沖の地震

宮城県沖の地震（マグニチュード7.0）で最大約1.5cmの水平地殻変動を確認。
震源断層の形状は、ほぼ北北東－南南西方向、水平方向約20km、上下方向約20kmで、東から西の方向に傾き下がるほぼ垂直な断層（傾斜角67度）。上端の深さは約52kmで、すべり量は約2.1m。
この地域は、太平洋プレートが陸のプレートに西向きに潜りこんでいるところで、今回は潜りこんだ太平洋プレートの内部で断層運動が起きたことが推定される。

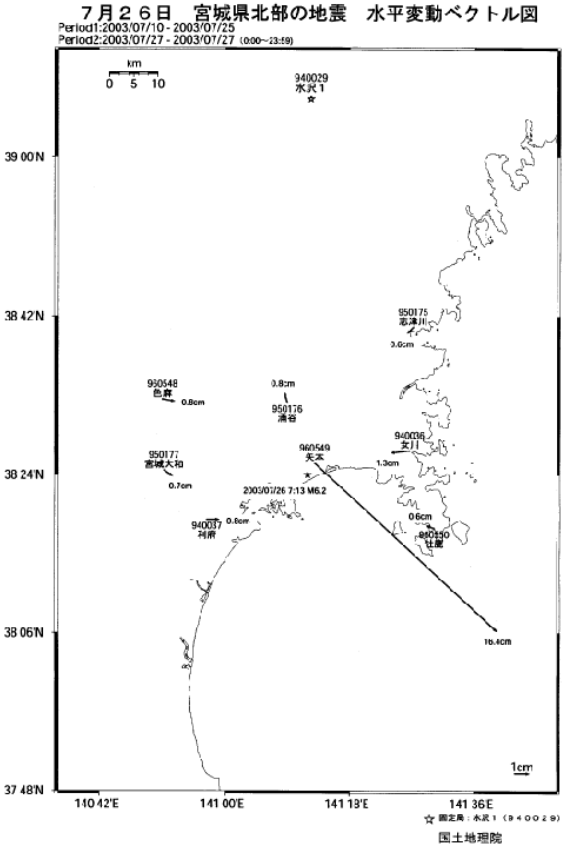


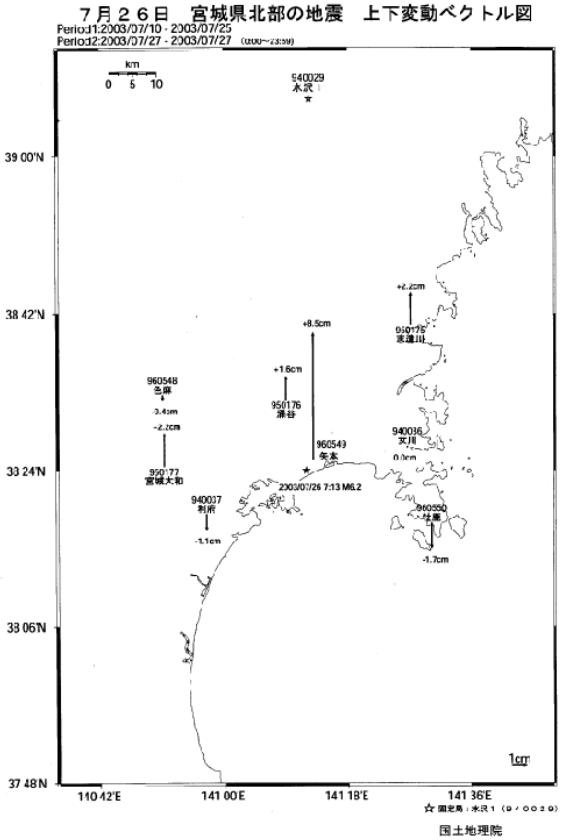


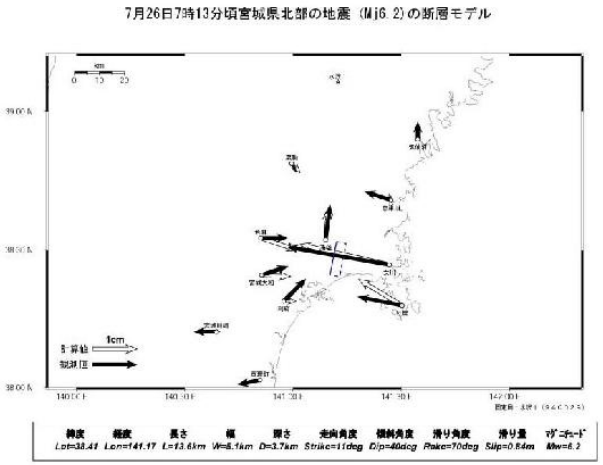
GPS電子基準点による地殻変動の把握

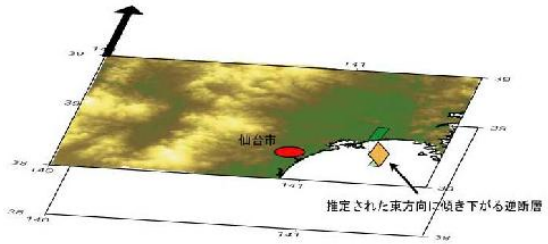
2003.7.26　宮城県沖の地震

宮城県北部の地震（マグニチュード6.2）で震源近くの電子基準点「矢本」が南東方向に16.4cm移動、8.5cm隆起を確認。
震源断層の形状は、ほぼ北北東－南南西方向、水平方向約14km、上下方向約5kmで、西から東の方向に傾き下がる断層（傾斜角約40度）。上端部の深さは約4km、すべり角約70度の逆断層で、すべり量は約0.8m。
5月26日の宮城県沖の地震とは異なり、陸側のプレート内部の浅い所で生じた。





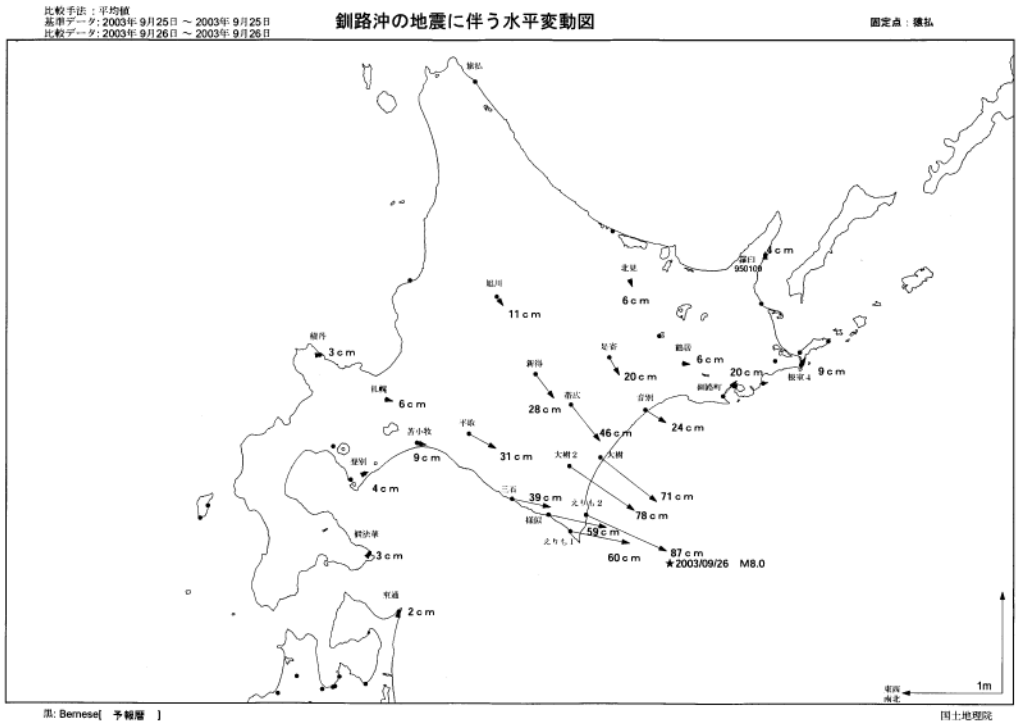




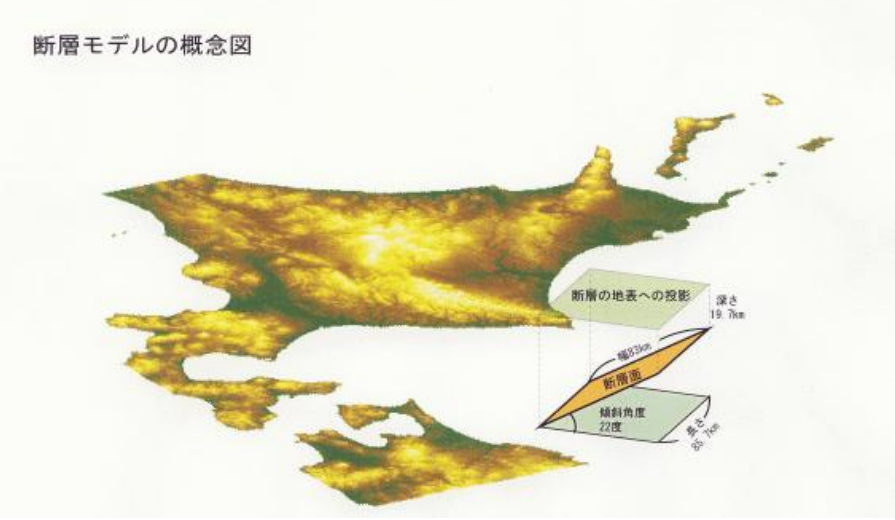
GPS電子基準点による地殻変動の把握

2003.9.26　十勝沖地震

十勝沖地震（マグニチュード8.0）で、えりも町の電子基準点が最大約87cm東南東方向へ移動し、大樹町の電子基準点が約31cm沈降したのを確認。
震源断層の形状は、ほぼ北西－南東方向、長さ約86km、幅約83kmで、南東から北西に傾き下がる低角の逆断層（傾斜角22度）。上端部の深さは約20km、すべり量は約5m。
この地域で1952年に発生したマグニチュード8の地震とほぼ同様。



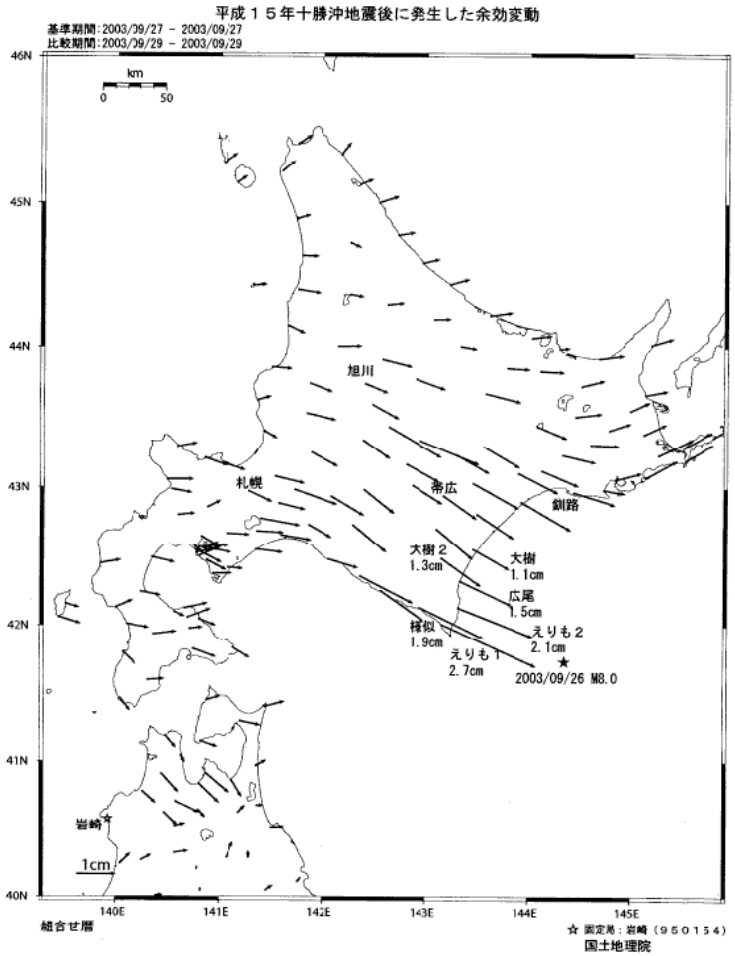
緯度	経度	長さ	幅	深さ	走向角度	傾斜角度	すべり角度	すべり量	マグニチュード
Lat=42.12	Lon=144.55	L=85.7km	W=83.0km	D=19.7km	Strike=231deg	Dip=22deg	Rake=110deg	Slip=5.19m	Mw=8.0



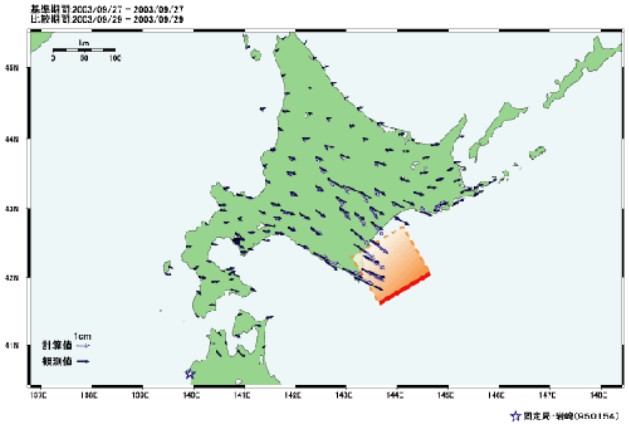
GPS電子基準点による地殻変動の把握

2003.9.26　十勝沖地震の余効変動

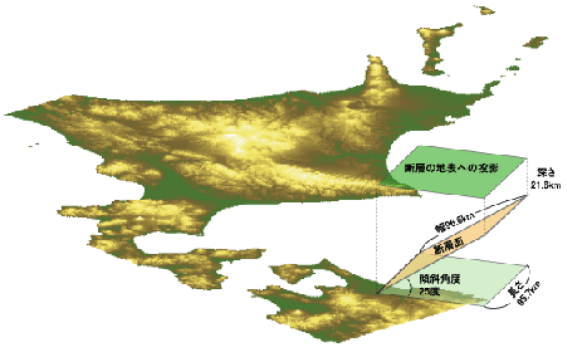
十勝沖地震（マグニチュード8.0）後の9月27日から9月29日にかけて、えりも1測点が2.7cm、えりも2観測点が2.1cm南東方向に変動したのを始めとして、襟裳岬を中心とした北海道の広い範囲で地震動を伴わない地殻変動が観測された。
推定断層モデルは、本震よりやや広い断層面で滑り量が約14cm、Mw＝6.6。



電子基準点データから推定した余効変動の断層モデル



緯度	経度	長さ	幅	深さ	走向角度	傾斜角度	すべり角度	すべり量	マグニチュード
Lat=42.06	Lon=144.85	L=95.7km	W=36.6km	D=21.6km	Strike=240deg	Dip=25deg	Rake=123deg	Slip=0.14m	Mw=8.6



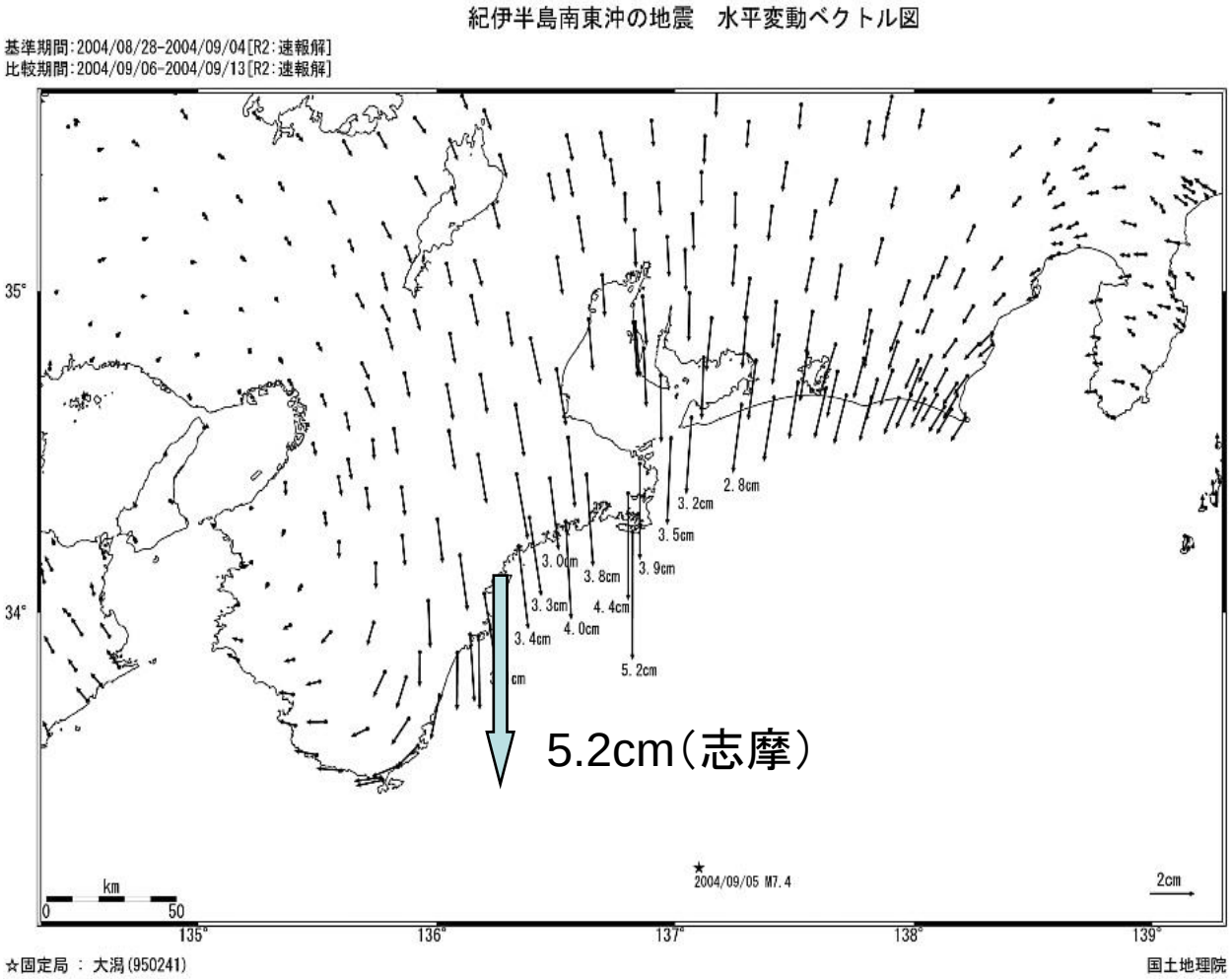
GPS電子基準点による地殻変動の把握

2004.9.5 紀伊半島南東沖の地震 (M7.4)

この地震は、東南海地震の想定震源域内で発生したため、地震予知連絡会を開催して検討した。

地震の発震機構について、南北方向に圧力軸を持つ逆断層型で広域に渉る地殻変動が観測され、三重県の志摩半島では南へ約5cmの変位を捉えたことを報告。

政府の地震調査研究推進本部地震調査委員会にも報告。想定東南海地震に与える直接的な影響がない、との評価を得るにあたっての重要な検討資料となった。



GPS電子基準点による地殻変動の把握

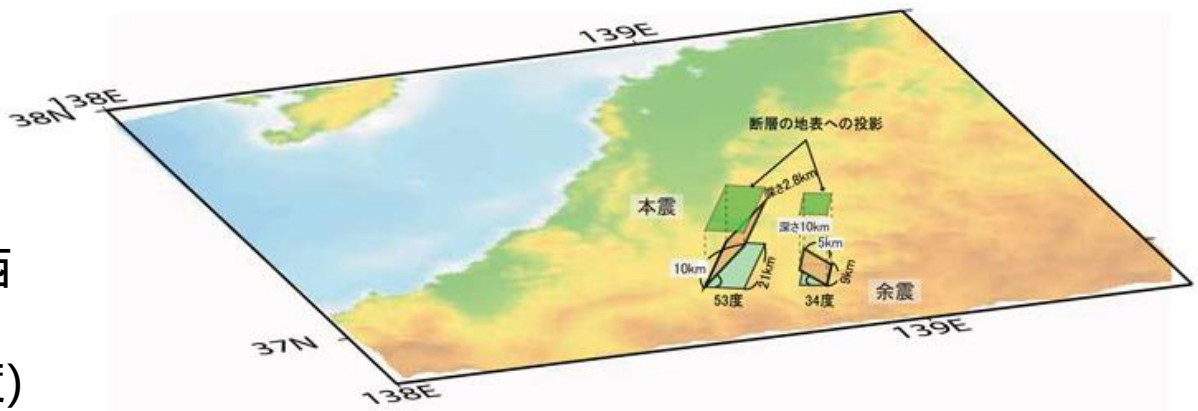
2004.10.23　新潟県中越地震

新潟県中越地震（マグニチュード6.8）で、小千谷市の電子基準点が約24cm隆起し、約9cm南西方向へ、北魚沼郡守門村の点が約9cm沈降し、約20cm北西方向へ移動していることなど、新潟県を中心に広い範囲で地殻変動を確認。
また、10月27日の余震（マグニチュード6.1）では、北魚沼郡守門村の電子基準点が約3cm隆起したことを確認。

本震の推定断層モデルは、ほぼ北東から南西方向、長さ約21km、幅約10kmの断層面(傾斜角53度)が約1.8m北西側地塊が南東側地塊に乗りあがった(逆断層)で、上端部の深さは約2.8km。
余震は、ほぼ北東から南西方向、長さ約9km、幅約5kmの断層面(傾斜角34度)が、約0.5m南東側地塊が北西側地塊に乗りあがった(逆断層)で、上端部の深さは約10km。

断層モデルの概念図

速報解による暫定版

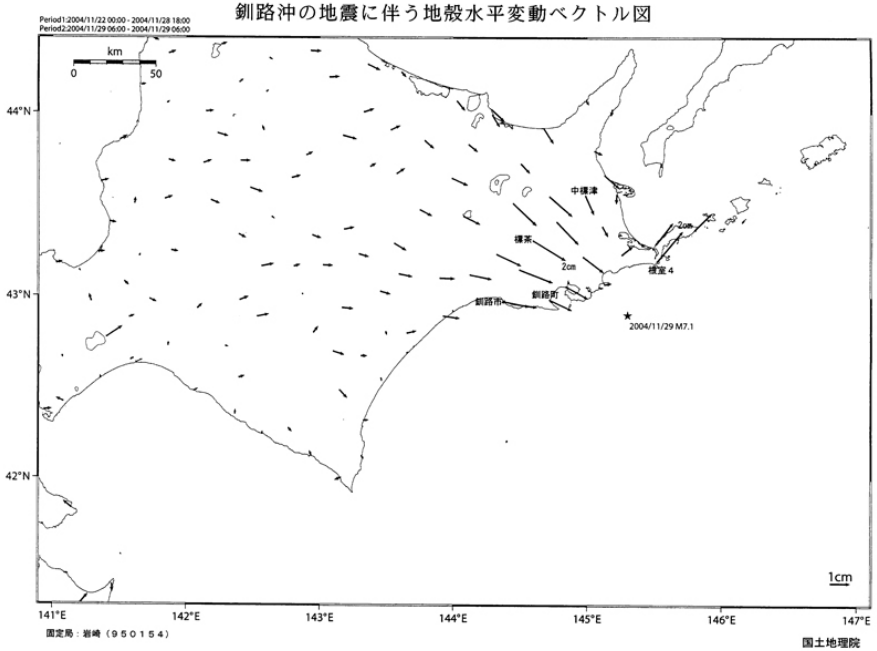


	緯度	経度	長さ	幅	深さ	走向角度	傾斜角度	すべり角度	すべり量	ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ
本震	Lat=37.40	Lon=138.96	L=20.9km	W=10.2km	D= 2.8km	Strike=210deg	Dip=53deg	Rake=92deg	Slip=1.82m	Mw=6.5
余震	Lat=37.28	Lon=138.97	L= 9.2km	W= 4.6km	D=10.2km	Strike= 24deg	Dip=34deg	Rake=81deg	Slip=0.53m	Mw=5.8

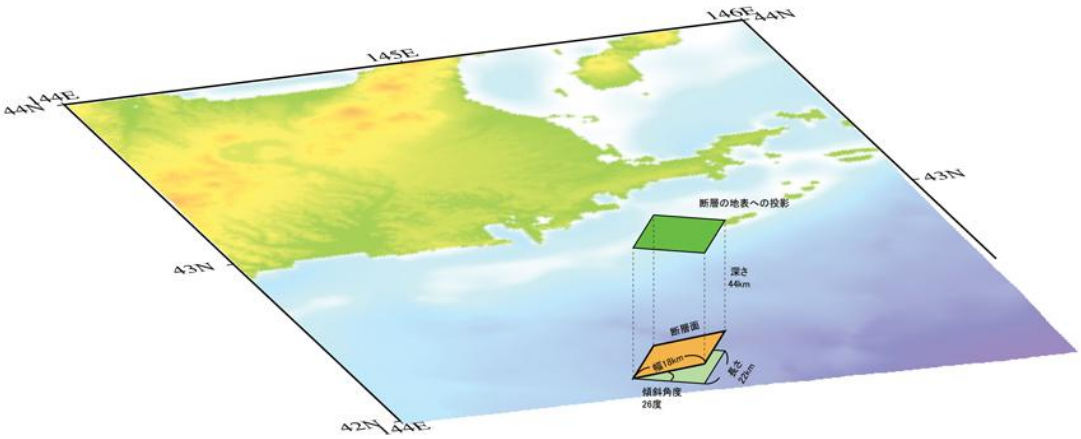
GPS電子基準点による地殻変動の把握

2004.11.29　釧路沖の地震

釧路沖の地震（マグニチュード7.1）で、電子基準点「標茶」が南東へ2cm、「根室4」が2cm北東へ移動したのを確認。
震源断層の形状は、ほぼ北東ー南西方向、長さ22km、幅約18kmの断層面(傾斜角26度)が、約2.1m北西側地塊が南東側地塊に乗りあがった(逆断層) 。上端部の深さは約44km、Mw=6.8。



2004年11月29日　釧路沖の地震に伴う断層モデルの概念図



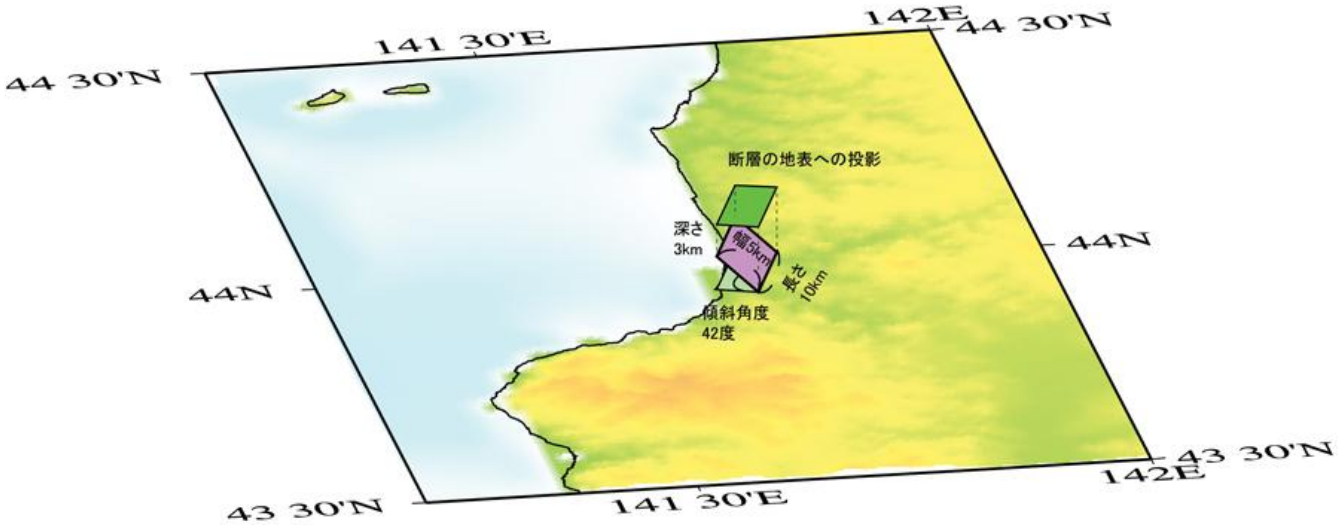
緯度	経度	長さ	幅	深さ	走向角度	傾斜角度	すべり角度	すべり量	ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ
Lat=42.91	Lon=145.40	L=22.2km	W=18.3km	D=44.3km	Strike=212eg	Dip=26deg	Rake=87deg	Slip=2.06m	Mw=6.8

GPS電子基準点による地殻変動の把握

2004.12.14　留萌支庁南部の地震

留萌支庁南部の地震（マグニチュード 6.1）で、電子基準点「小平（おびら）」が約2cm隆起し、北西へ約4cm移動など留萌郡小平町での地殻変動を確認。
推定断層モデルは、北北東－南南西方向、長さ約10km、幅約5kmの断層面(傾斜角42度)をはさみ、東側地塊が西側地塊に約 0.7m乗りあがった(逆断層) 。上端部の深さは約3kmで、Mw=5.9。

2004年12月14日　留萌支庁南部の地震
断層モデルの概念図

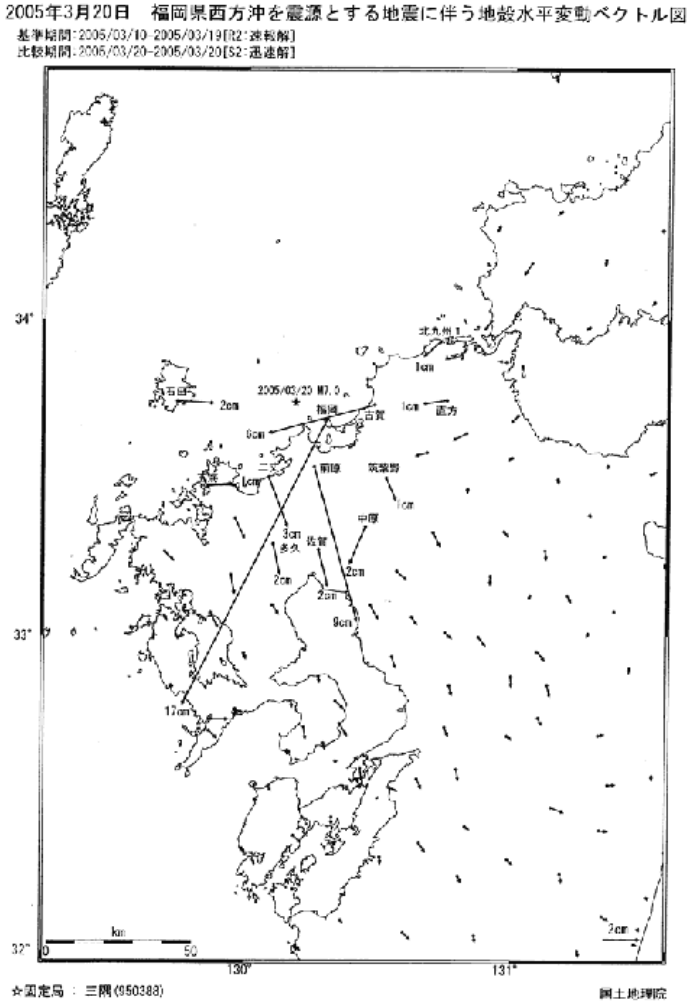


緯度	経度	長さ	幅	深さ	走向角度	傾斜角度	すべり角度	すべり量	ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ
Lat=44.09	Lon=141.66	L=10.2km	W=4.9km	D=3.1km	Strike=19deg	Dip=42deg	Rake=104deg	Slip=0.69m	Mw=5.9

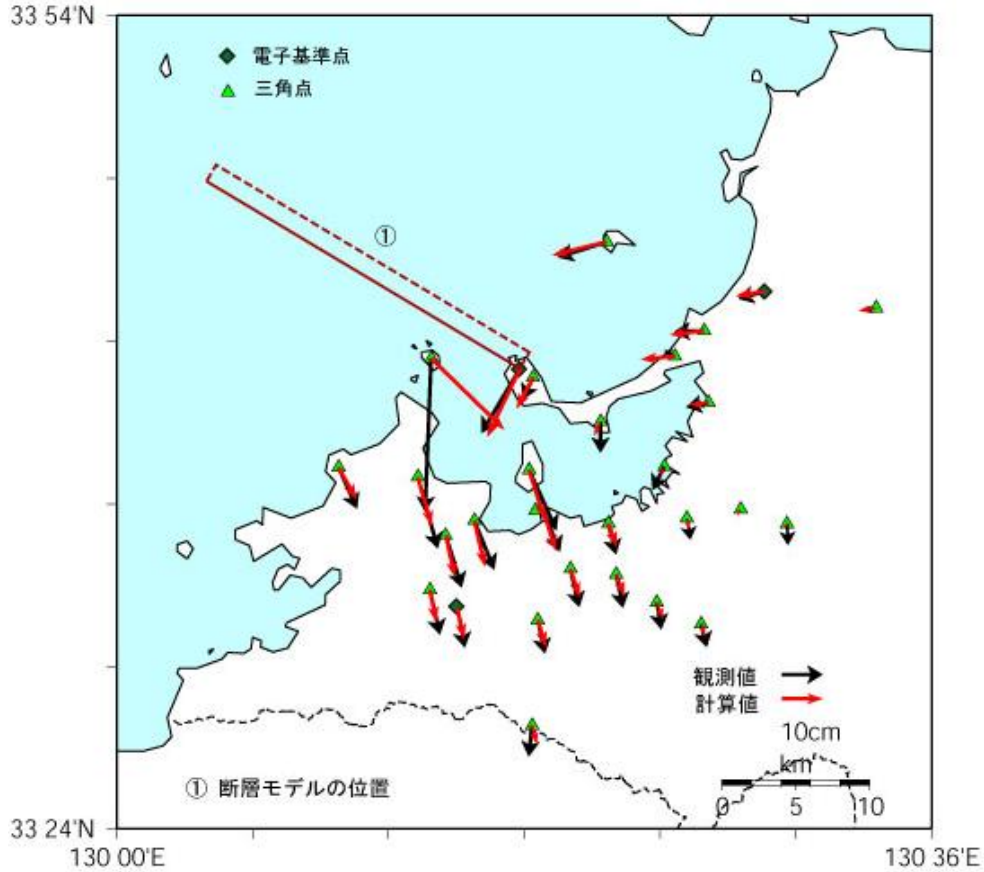
GPS電子基準点による地殻変動の把握

2005.3.20　福岡県西方沖の地震

福岡県西方沖の地震（マグニチュード7.0）で、電子基準点「福岡」が南西へ約17cm、電子基準点「前原」が南へ約9cm移動などの地殻変動を確認。
推定断層モデルは、長さ約30km、幅約20kmの断層が約0.6m滑り、Mw=6.6。



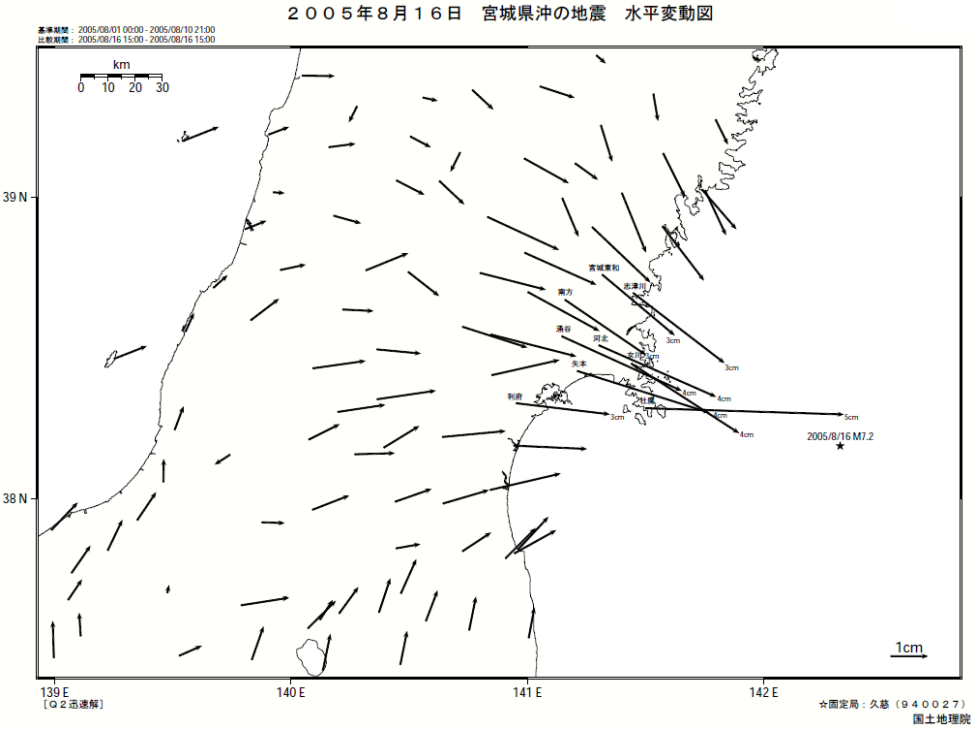
観測された三角点・電子基準点の水平変動と断層モデルから計算される水平変動の比較

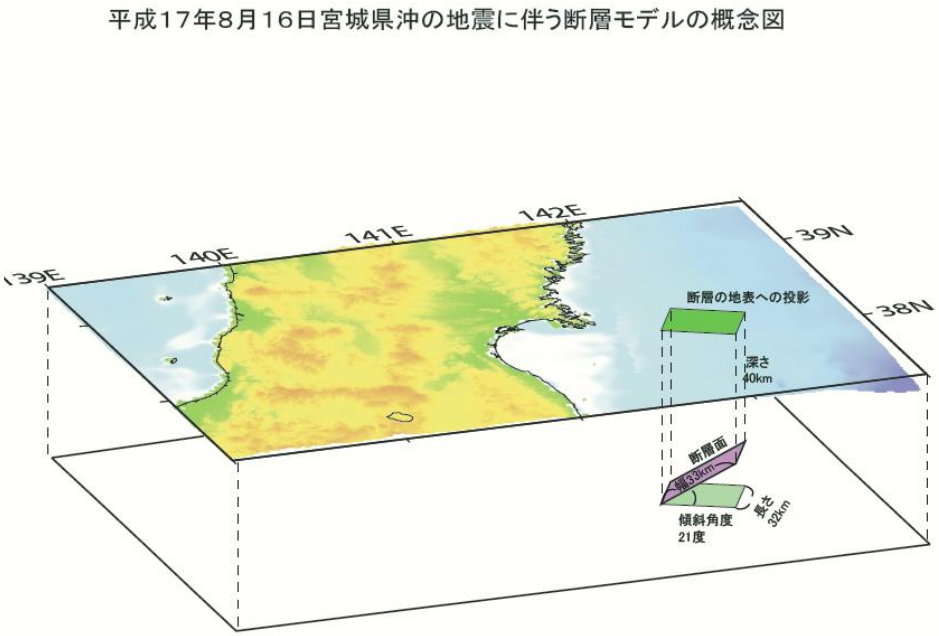


GPS電子基準点による地殻変動の把握

2005.8.16　宮城県沖の地震

宮城県沖の地震（マグニチュード7.2）で、電子基準点「牡鹿」が東へ約5cm移動などの地殻変動を確認。
推定断層モデルは、北北東－南南西方向、長さ約32km、幅約33kmで東から西に傾き下がる低角の逆断層（傾斜角21度）。上端部の深さ約40km、滑り量約0.6m、Mw=7.2。



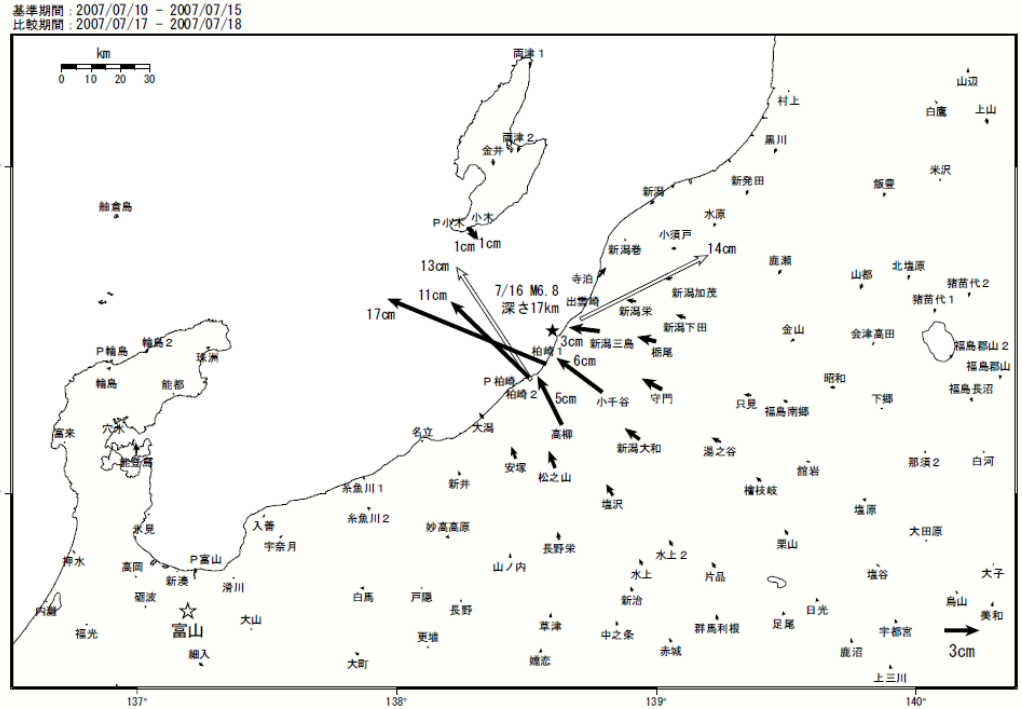


GPS電子基準点による地殻変動の把握

2007.7.16　新潟県中越沖地震

新潟県中越沖地震（M6.8）で、電子基準点「柏崎1」で北西方向へ約17cm移動等地殻変動を観測。推定断層モデルは、北東－南西方向、長さ約21km、幅約14kmで北西から南東に傾き下がる逆断層。上端部の深さは約17km、すべり量は約1.2m。Mw=6.8。

平成19年（2007年）新潟県中越沖地震に伴う地殻変動ベクトル図



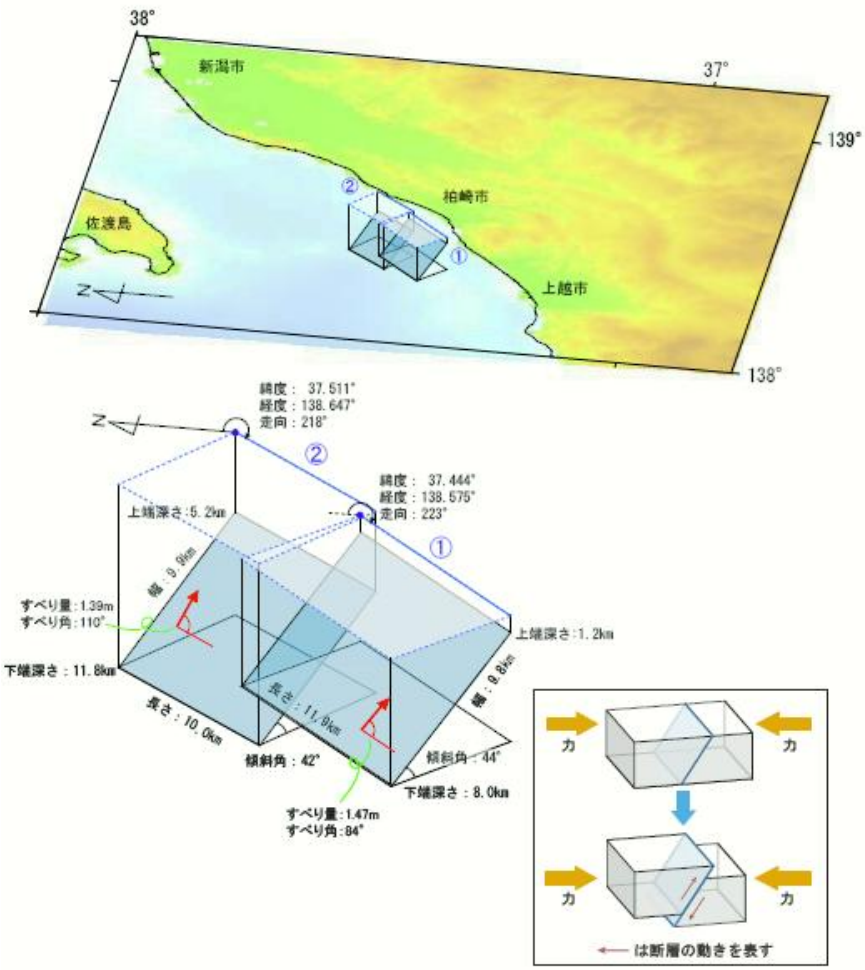
［Ｒ２速報解］

☆固定局：富山（９５０２４９）

※白抜き矢印は傾斜による変位を補正しています。

国土地理院

平成１９年新潟県中越沖地震　震源断層モデルの概念図



断層パラメータ

	緯度	経度	上端深さ	長さ	幅	走向	傾斜角	すべり角	すべり量	モーメントマグニチュード
①	37.444°	138.575°	1.2km	11.9km	9.8km	223°	44°	84°	1.47m	6.41
②	37.511°	138.647°	5.2km	10.0km	9.9km	218°	42°	110°	1.39m	6.34

国土地理院

GPS電子基準点による地殻変動の把握

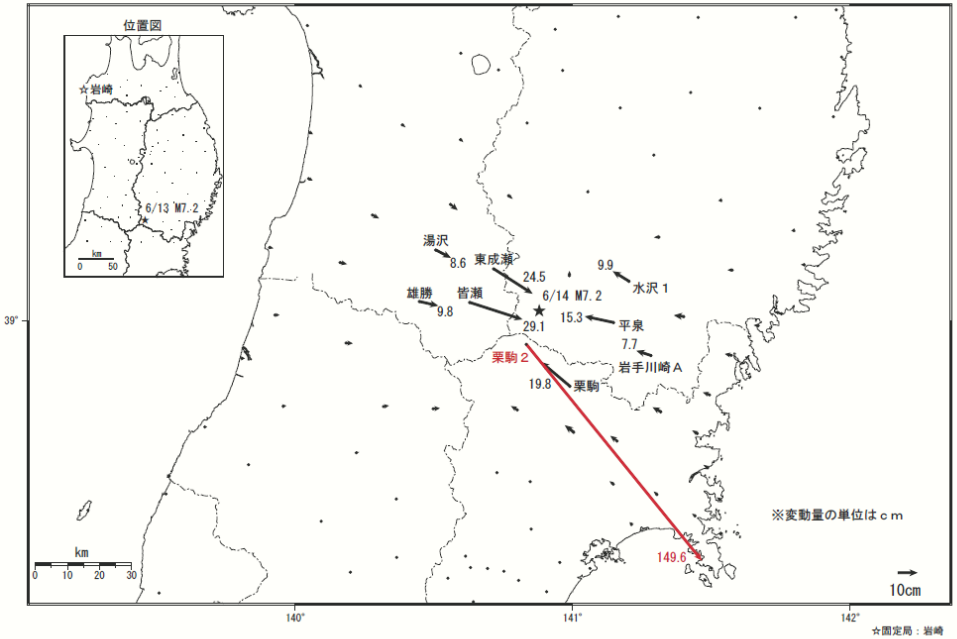
2008.6.14　岩手・宮城内陸地震

岩手・宮城内陸地震（マグニチュード7.2）で、電子基準点「栗駒2 」が約2.1m隆起し、南東に約1.5 m移動などの地殻変動を確認。
推定断層モデルは、北北東－南南西方向、長さ約20km、幅約12kmで東から西に傾き下がる低角の逆断層（傾斜角31度）。上端部の深さ約0.4km、滑り量約3.5m、Mw=6.9。

平成20年（2008年）岩手・宮城内陸地震に伴う地殻変動

基準期間： 2008/06/03 － 2008/06/12[R2：速報解]
比較期間： 2008/06/14 － 2008/06/16[R2：速報解]
比較期間（「栗駒２」）： 2008/06/14 14:00 － 2008/06/14 14:00[S2：迅速解]

変動ベクトル図（水平）

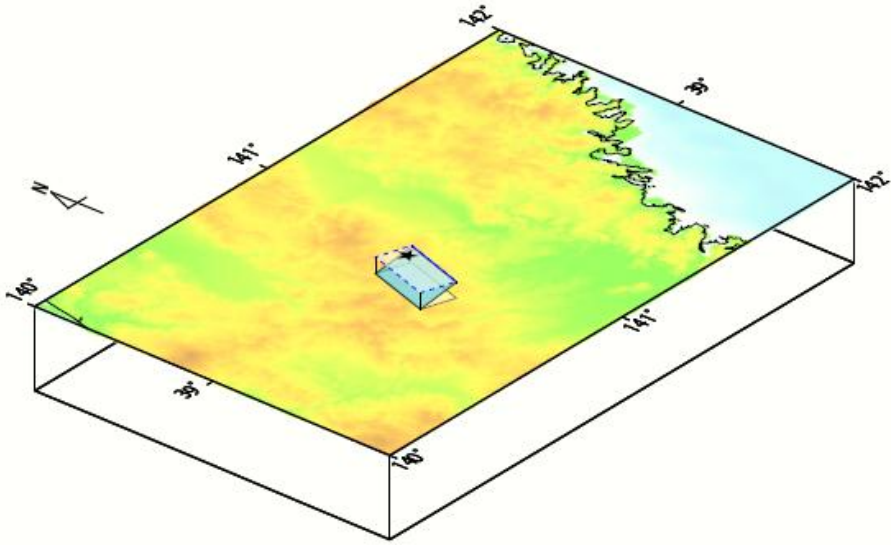


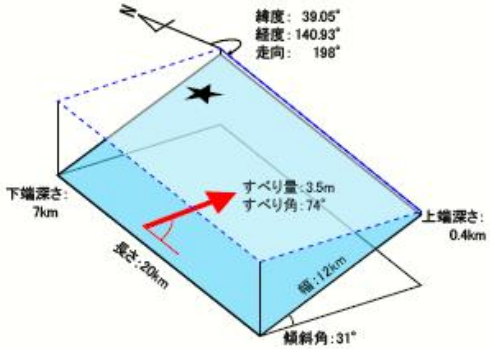
☆固定局：岩崎

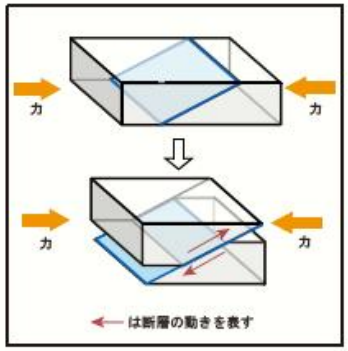
国土地理院

※「栗駒２」は9:00 － 19:00の観測データを用いて迅速解で計算（赤色の矢印で表示）
※「水沢１」は、データに異常が見られており、それによる誤差が含まれている可能性があります。

平成20年（2008年）岩手・宮城内陸地震の震源断層モデルの概念図







断層パラメータ

緯度	経度	上端深さ	長さ	幅	走向	傾斜角	すべり角	すべり量	モーメントマグニチュード
39.05 °	140.93°	0.4km	20km	12km	198°	31°	74°	3.5m	6.9

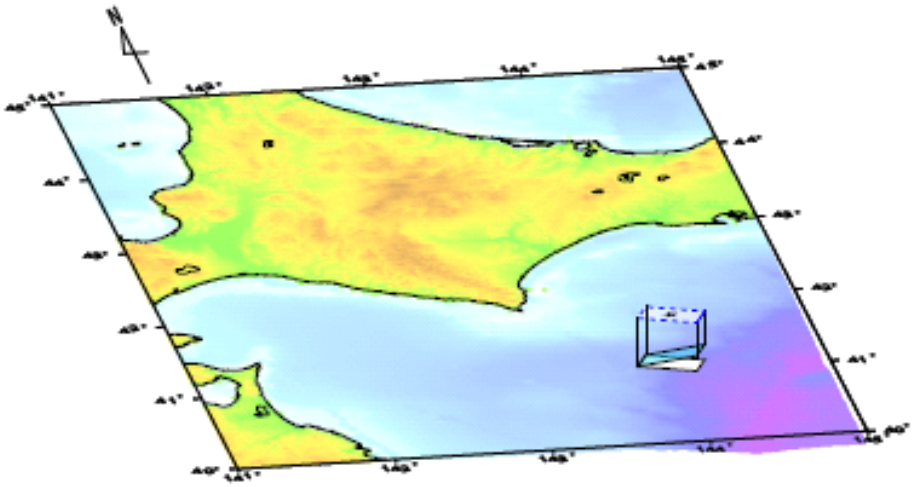
国土地理院

GPS電子基準点による地殻変動の把握

2008.9.11　十勝沖の地震

十勝沖の地震（M7.1）で、電子基準点「えりも2 」が約2cm東南東へ移動を確認。
推定断層モデルは、北北東－南南西方向、長さ約18km、幅約33kmで西北西に傾き下がる低角の逆断層（傾斜角31度）。上端部の深さ約0.4km、滑り量約3.5m、Mw=6.9。

震源断層モデルの概念図
平成20年9月11日の十勝沖の地震

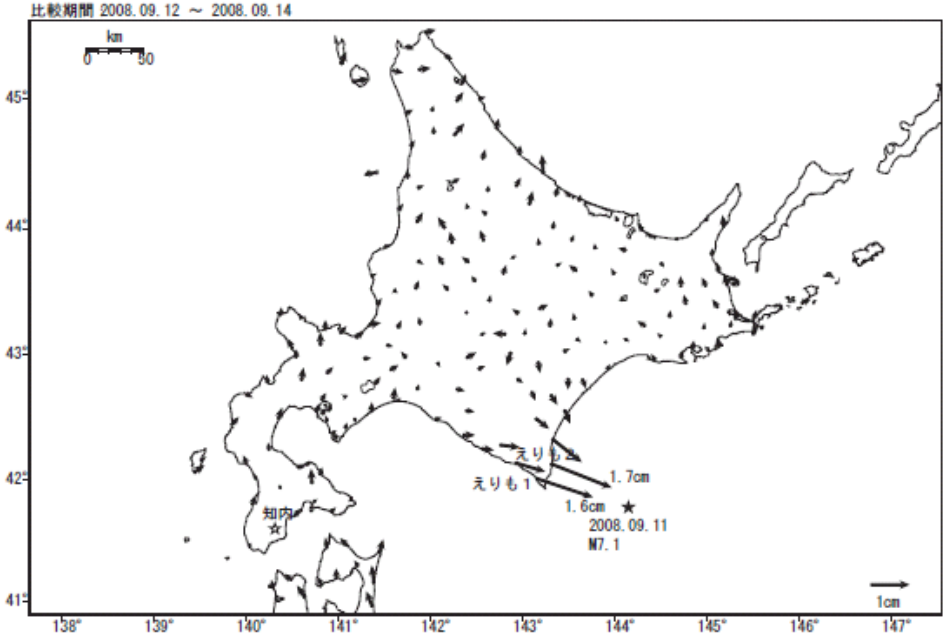


地殻変動ベクトル図と成分変化グラフ
平成20年9月11日の十勝沖の地震

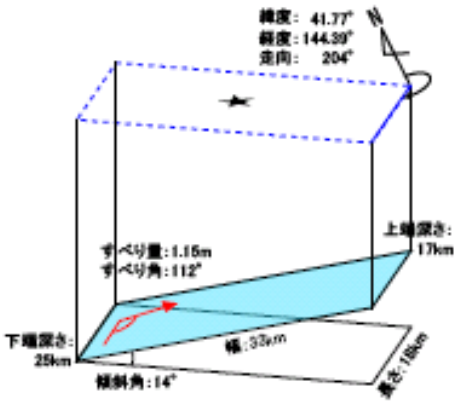
この地震に伴い電子基準点「えりも２」で東南東方向へ約2cmの移動が観測されるなど、北海道日高地方及び十勝地方の南部を中心とする地域で小さな地殻変動が観測された。

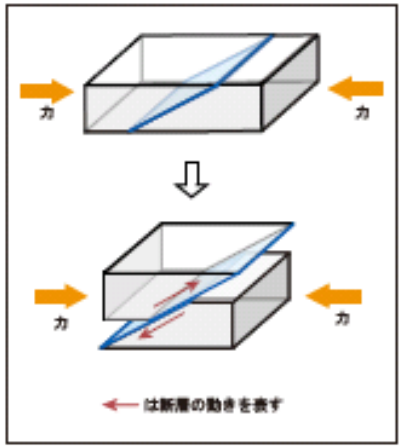
水平変動ベクトル図

基準期間 2008.09.06 ～ 2008.09.10
比較期間 2008.09.12 ～ 2008.09.14



［Ｒ２速報解］　☆固定局：知内





断層パラメータ

緯度	経度	上端深さ	長さ	幅	走向	傾斜角	すべり角	すべり量	モーメントマグニチュード
41.77 °	144.39°	17km	18km	33km	204°	14°	112°	1.15m	6.8

干渉SARによる地殻変動の把握

2005.10.8　パキスタンの地震

パキスタン北部の地震（M7.2）の地殻変動をENVISAT（エンビサット）のSARから面的に把握。
最大の地殻変動は、ムザファラバード北部で6mの隆起。
モデル計算から、断層が最大約9mすべった。

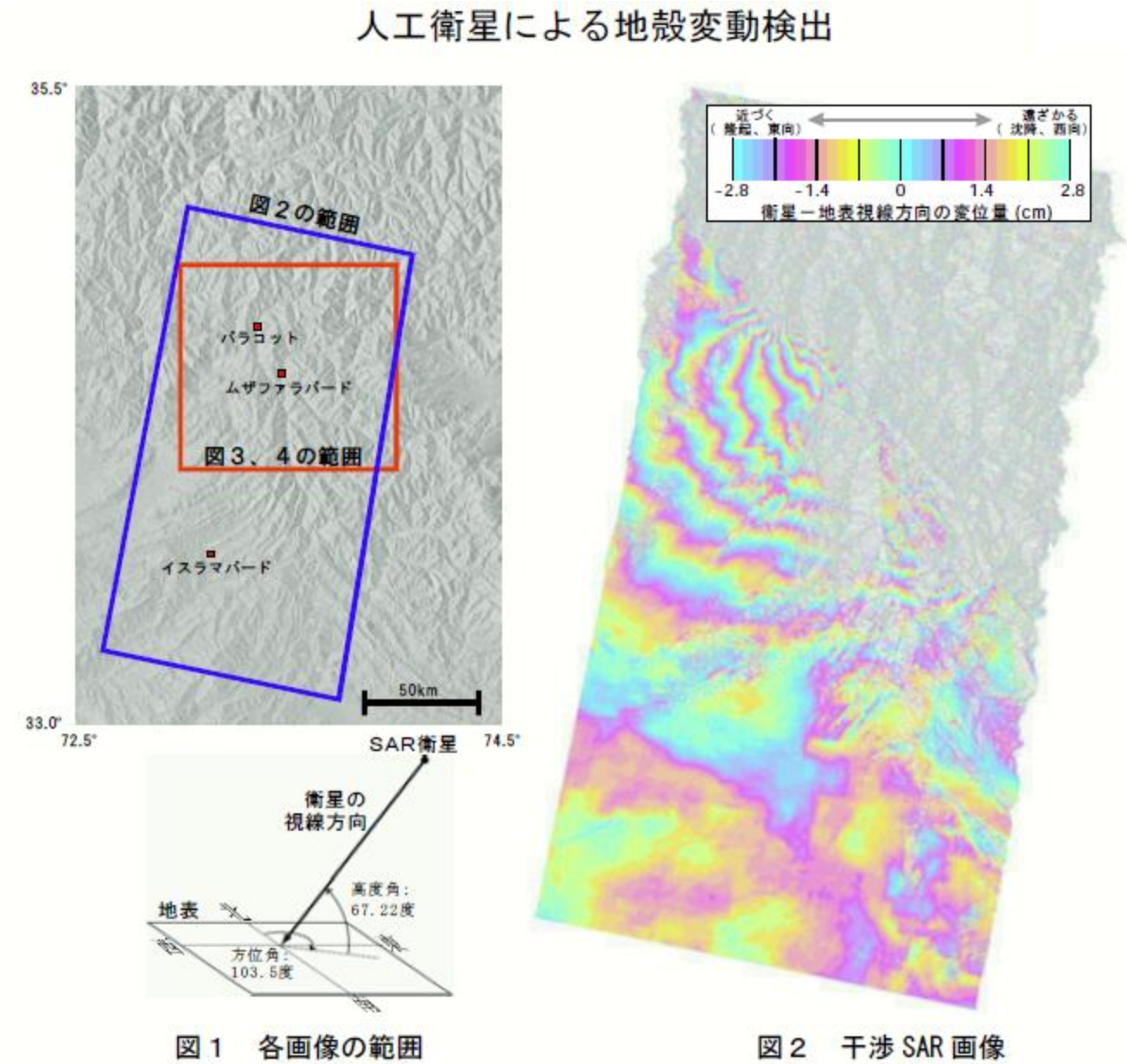


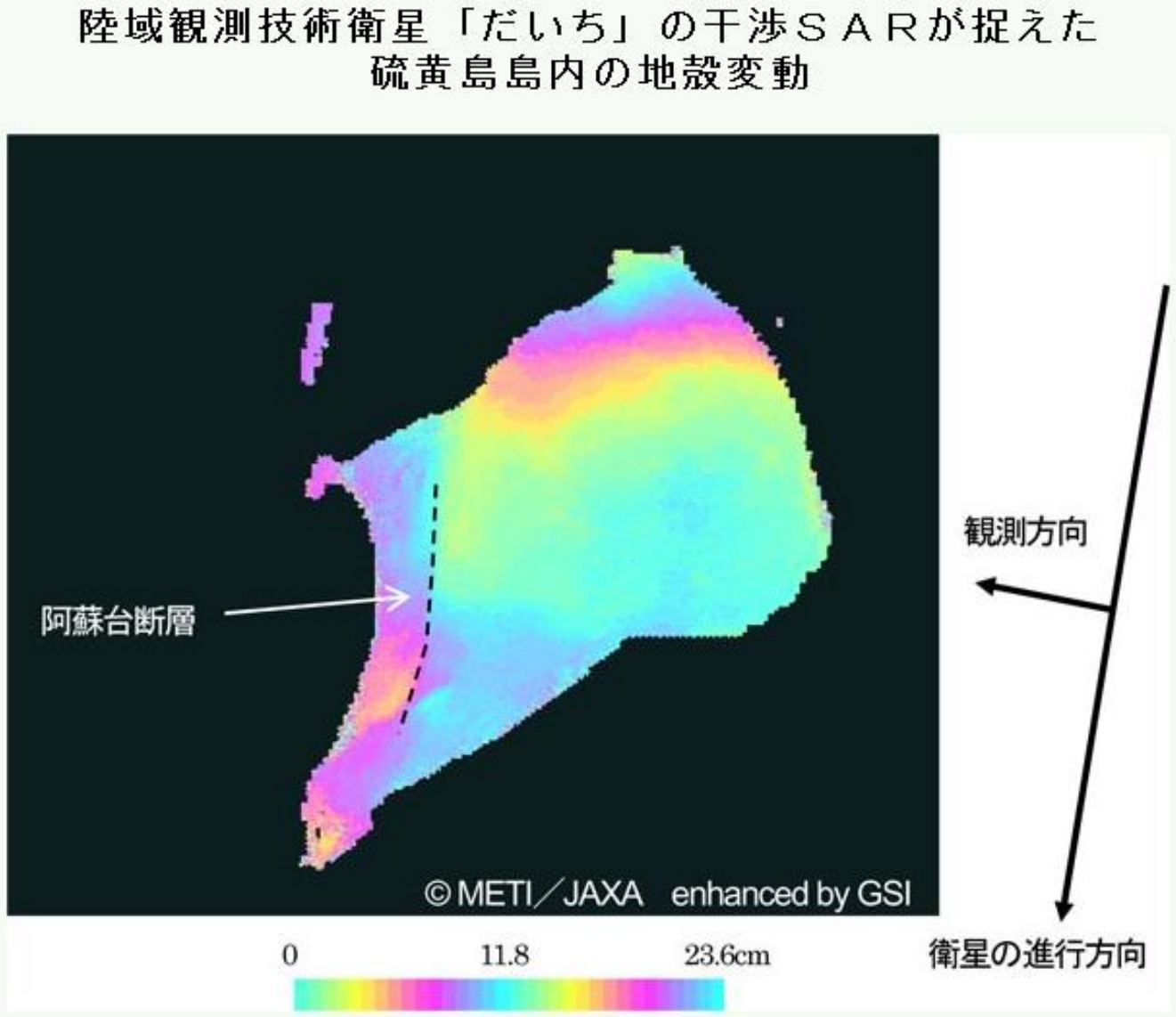
図１　各画像の範囲

図２　干渉 SAR 画像

干渉SARによる地殻変動の把握

2006年12月－2007年2月間の硫黄島の地殻変動

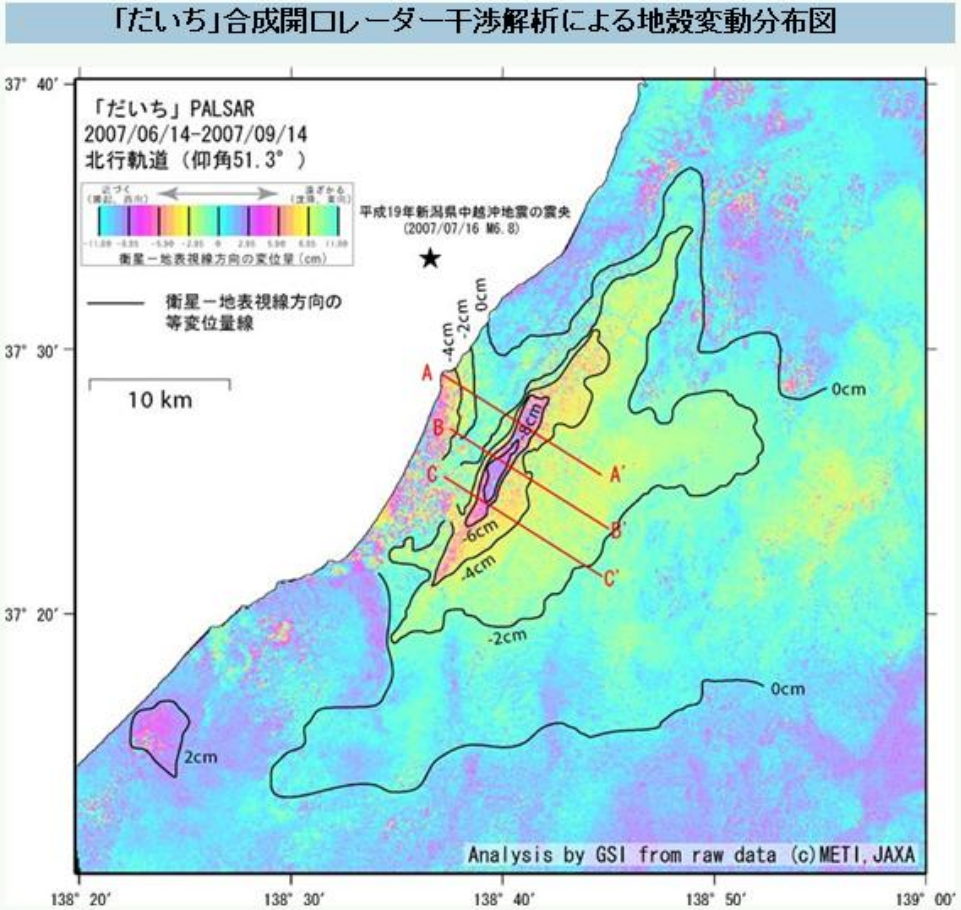
「だいち」PALSARデータの解析で得られた硫黄島の干渉画像。
島の西岸から中央部にかけては青→黄→赤→青の順に色が変化しており、島の中央部で地表が衛星に近づくような地殻変動が起こったことを示している。
硫黄島西部の阿蘇台断層に沿って変動量が急激に変化している様子が見られる。

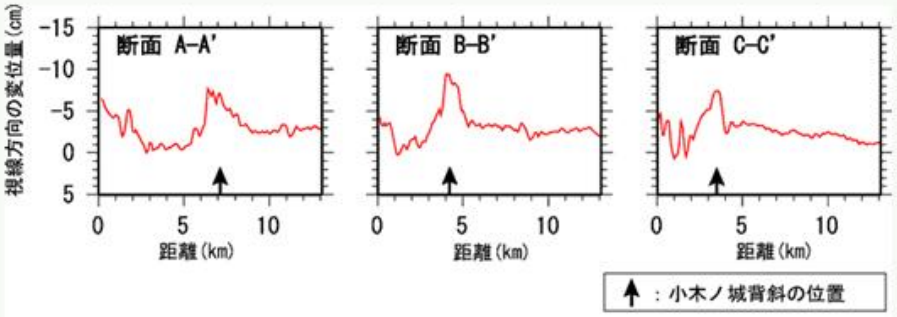


干渉SARによる地殻変動の把握

2007.7.16　新潟県中越沖地震

「だいち」のSARの干渉解析で、本震の震央から約15km離れた西山丘陵に帯状の隆起域があることを発見。
隆起域は、新潟県柏崎市西山町藤掛北部から同市平井に至る西山丘陵の西側斜面の長さ約15km、幅約1.5kmの帯状の領域で、隆起量に換算すると、最大約15cm。
この帯状隆起は、地震に伴って地盤が北西－南東方向に圧縮され、活褶曲である小木ノ城背斜の褶曲構造が成長したことを反映したものであると考えられる。





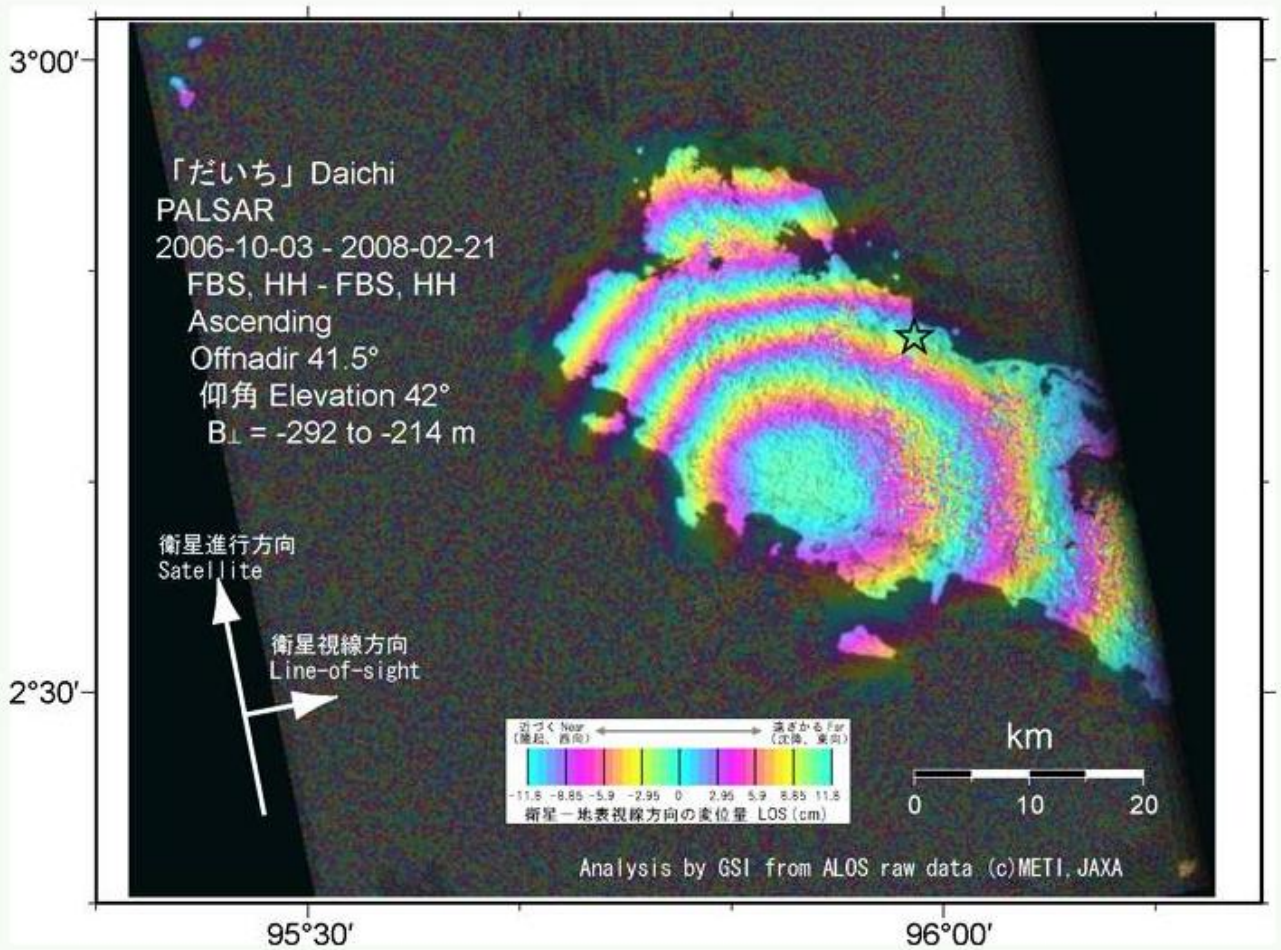
帯状隆起の断面図

干渉SARによる地殻変動の把握

2008.2.20　スマトラ島地震

2月20日にスマトラ島西方沖のシムルエ島付近で発生したマグニチュード7.5の地震が2004年と2005年のスマトラ島巨大地震の間にある空白域を埋めるように起こったことを合成開口レーダーの干渉解析で明らかにした。

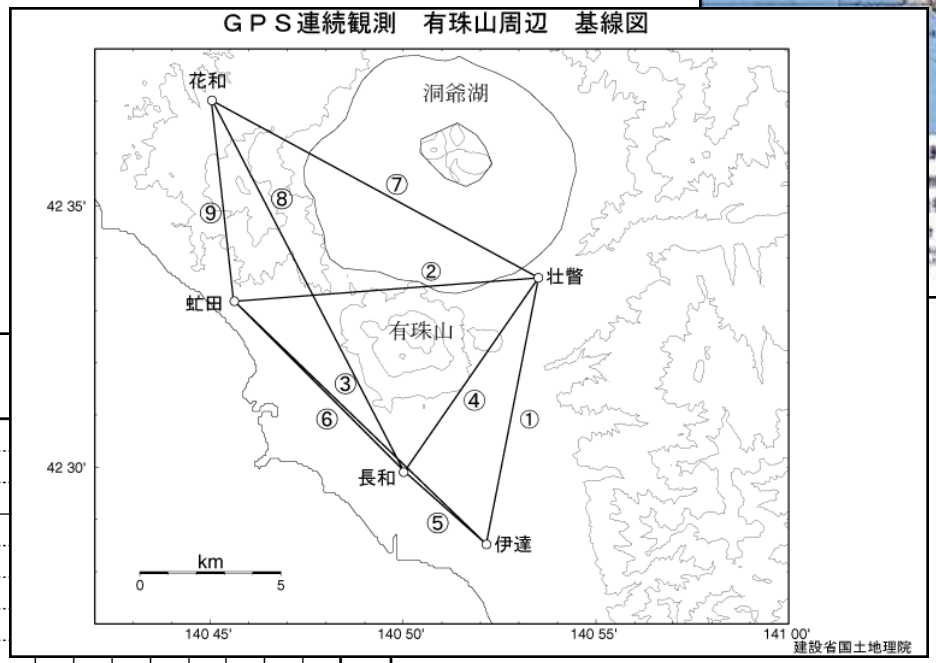
「だいち」合成開口レーダー干渉解析による地殻変動分布図

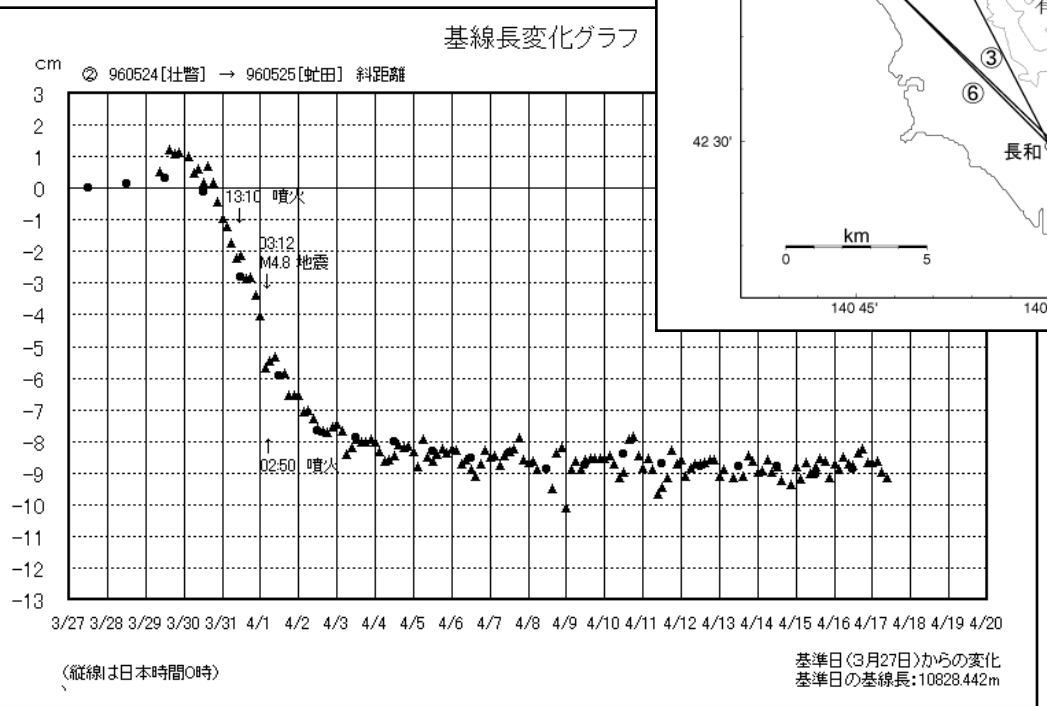


国土地理院における火山災害への対応

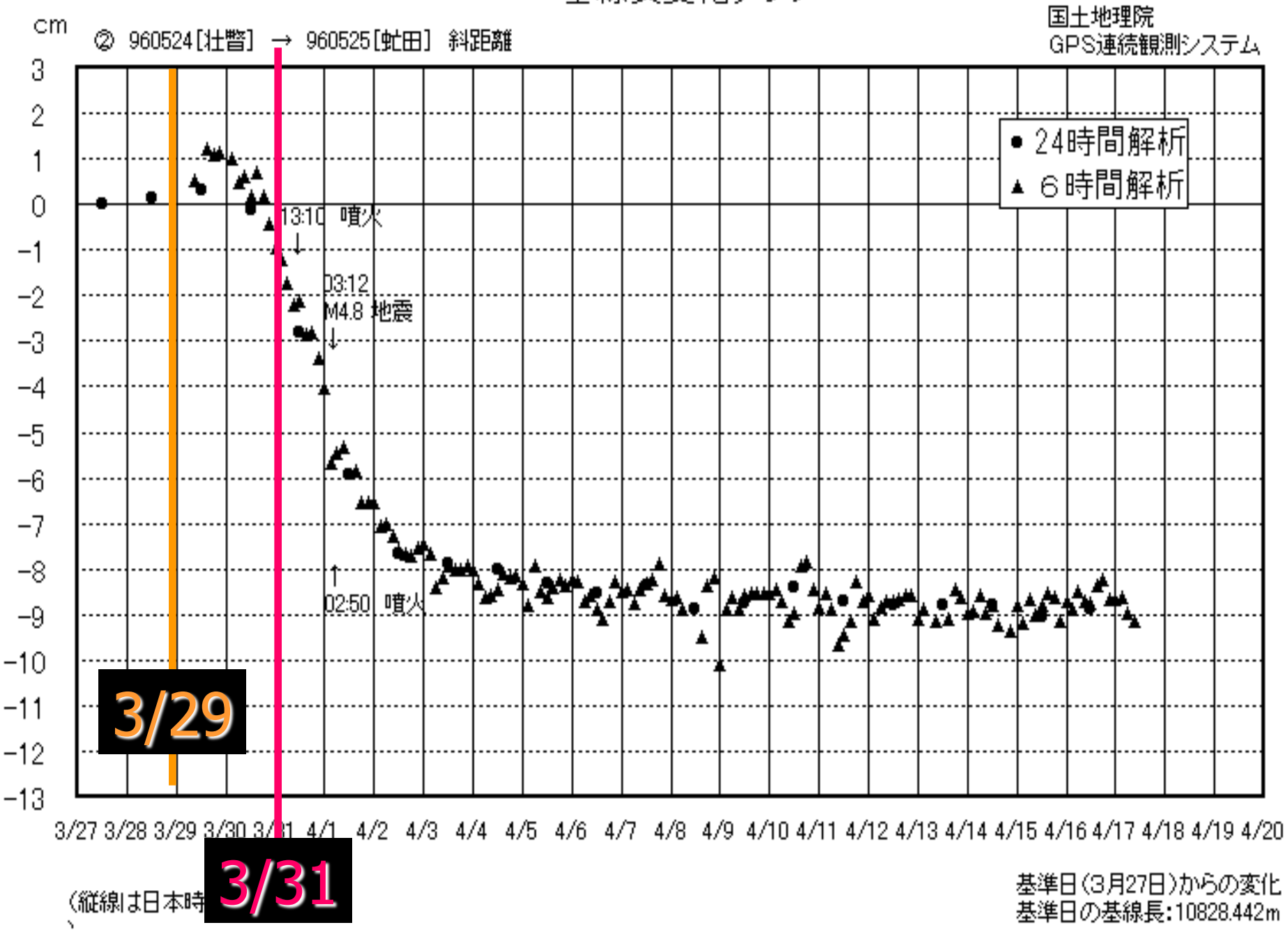
有珠山火山活動災害対策本部
(平成12年3月　北海道伊達市)

有珠山火山観測

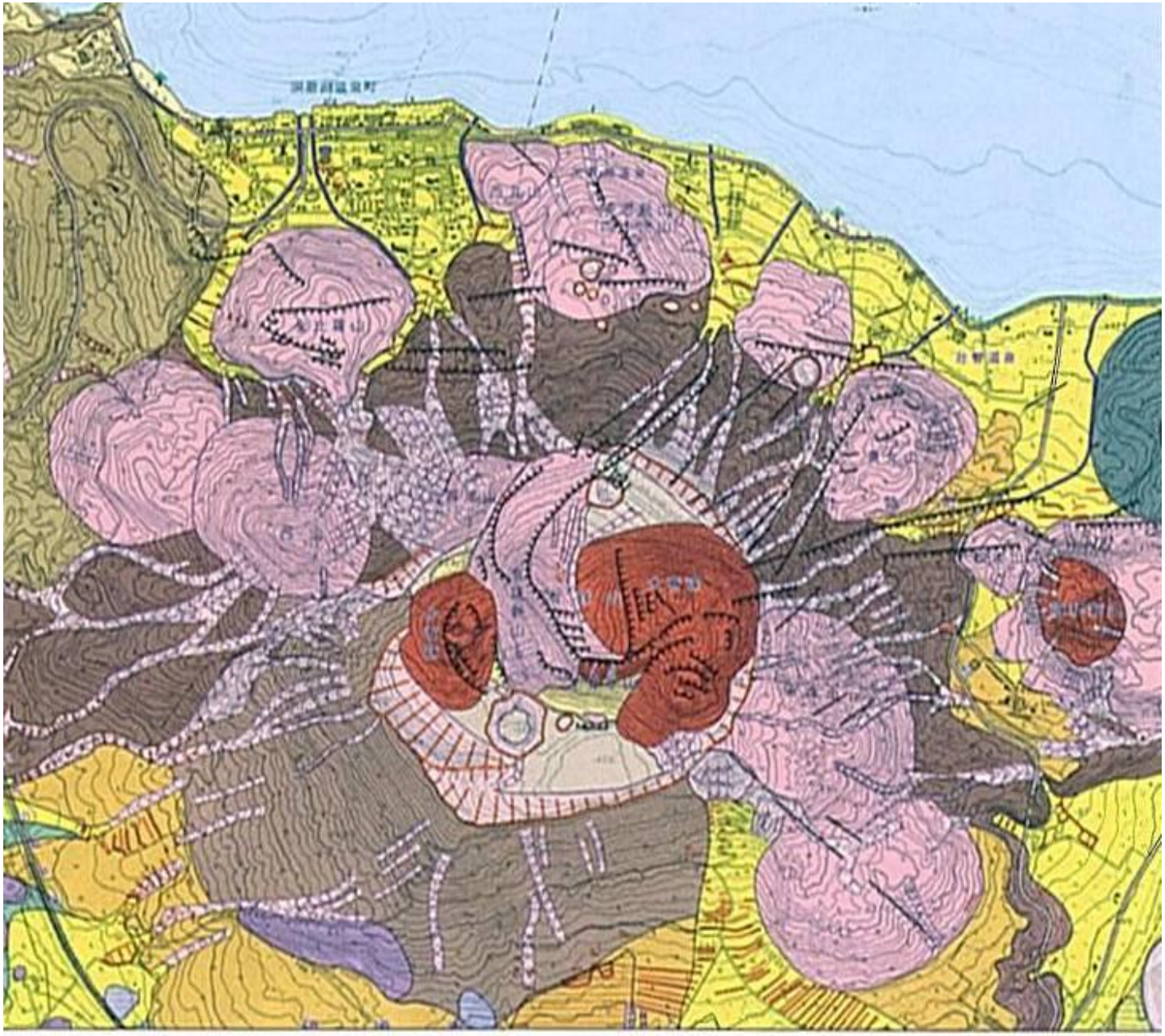

ＧＰＳ連続観測　有珠山周辺　基線図
花和
洞爺湖
壮瞥
虻田
有珠山
長和
伊達
①
②
③
④
⑤
⑥
⑦
⑧
⑨
42 35'
42 30'
140 45'
140 50'
140 55'
141 00'
km
0
5
建設省国土地理院


基線長変化グラフ
cm
② 960524[壮瞥] → 960525[虻田] 斜距離
13:10 噴火
03:12
M4.8 地震
02:50 噴火
3/27 3/28 3/29 3/30 3/31 4/1 4/2 4/3 4/4 4/5 4/6 4/7 4/8 4/9 4/10 4/11 4/12 4/13 4/14 4/15 4/16 4/17 4/18 4/19 4/20
(縦線は日本時間0時)
基準日(3月27日)からの変化
基準日の基線長:10828.442m

基線長変化グラフ


国土地理院
GPS連続観測システム
cm
② 960524[壮瞥] → 960525[虻田] 斜距離
24時間解析
6時間解析
13:10 噴火
03:12
M4.8 地震
02:50 噴火
3/29
3/31
3 2 1 0 −1 −2 −3 −4 −5 −6 −7 −8 −9 −10 −11 −12 −13
3/27 3/28 3/29 3/30 3/31 4/1 4/2 4/3 4/4 4/5 4/6 4/7 4/8 4/9 4/10 4/11 4/12 4/13 4/14 4/15 4/16 4/17 4/18 4/19 4/20
(縦線は日本時
基準日(3月27日)からの変化
基準日の基線長:10828.442m

火山土地条件図　有珠山



地形情報の緊急提供　～H16.9 浅間山の火山活動～

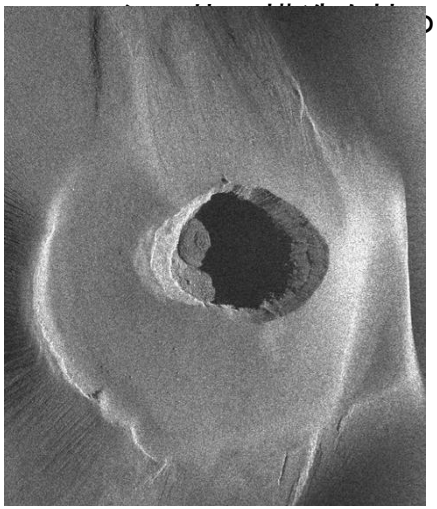
活発な火山活動が続いている 浅間山の火口付近の地形情報を緊急提供

（夜間や雲・噴煙下でも地表の状況を把握することのできる航空機搭載型合成開口レーダにより緊急観測）

参考１：観測日当日の噴火状況（H16.9.16）

画像判読・解析を実施

火口クレーター内やや北東部分で以前くぼ地であった場所に、[illegible]った円形地形を確認



写真：取得・提供したレーダ映像（東側より照射）

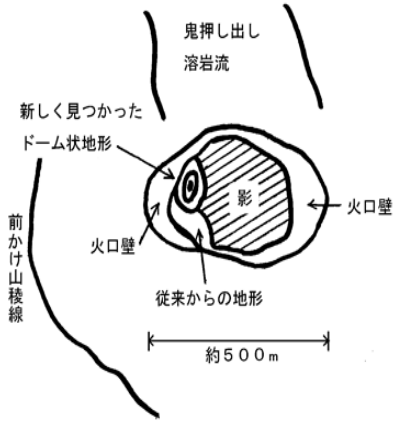
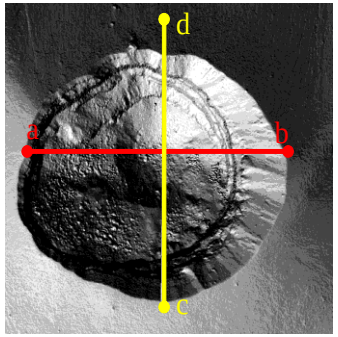


図１：東側照射画像より判読



参考２：噴火前の火口状況

（関東地方整備局利根川水系砂防事務所より提供のデータを元に国土地理院で作成）

さらに詳細な解析と引き続きの調査

噴火前のデータとの比較により、さらに詳細な解析を実施

・火口底に噴出した溶岩90万m3

・噴火前より65mの盛り上がり

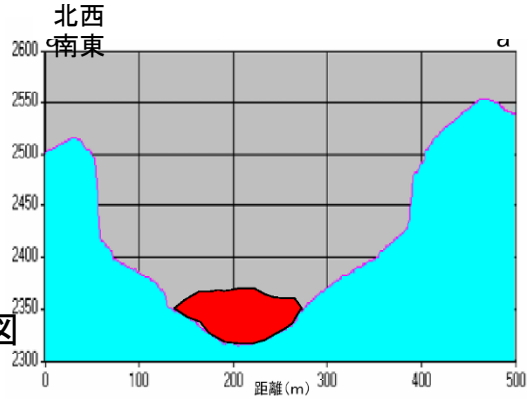


図２：火口断面図（解析結果）

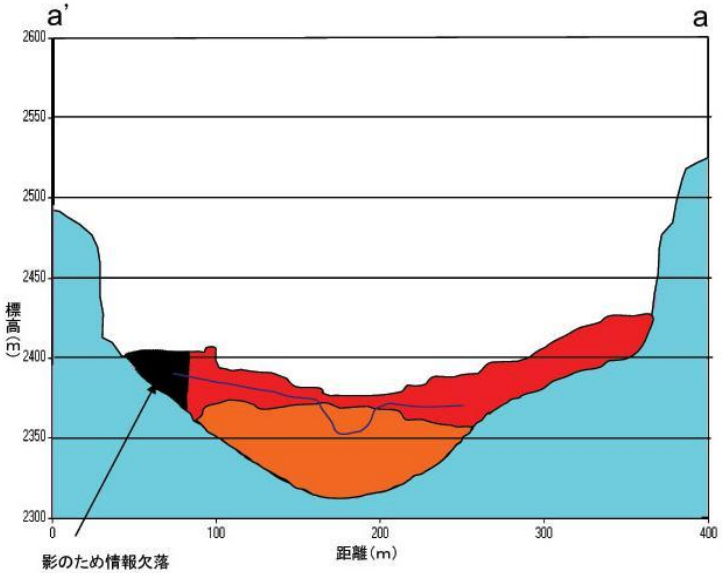
SARによる地形変化の把握

H16.9 浅間山の火山活動

浅間山火口断面図

（北 ー 南方向）

平成15年10月10日、平成16年9月16日、10月1日、
10月22日の4時期のデータを重ね合わせた断面図



平成15年10月10日観測（レーザスキャナ）
（関東地方整備局利根川水系砂防事務所より提供されたデータを国土地理院が解析）

平成16年 9月16日観測（SAR）

平成16年10月 1日観測（ハンドカメラ）
（気象庁より提供されたデータを国土地理院が解析）

平成16年10月22日観測（SAR）

SAR観測における影の部分

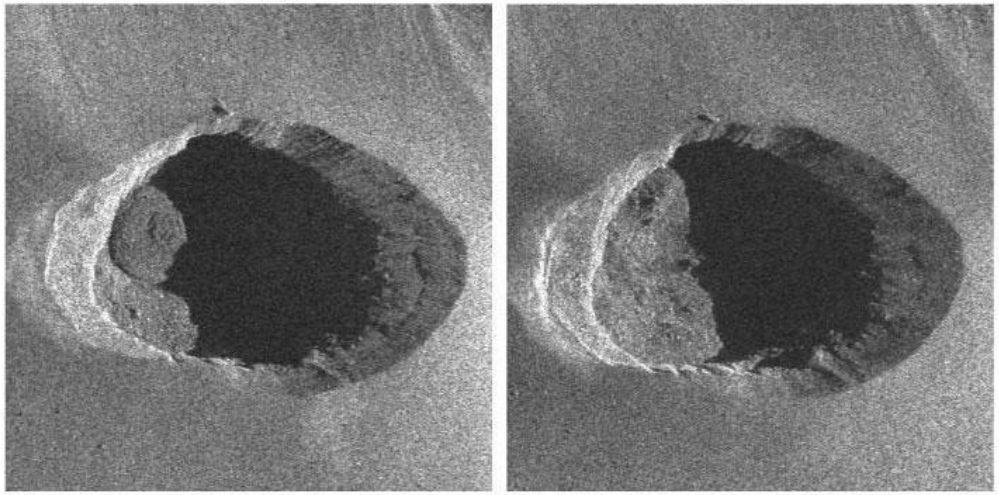
	最高標高値	容 積
平成16年 9月16日	2,380m	90万㎥
平成16年10月22日	2,430m	210万㎥

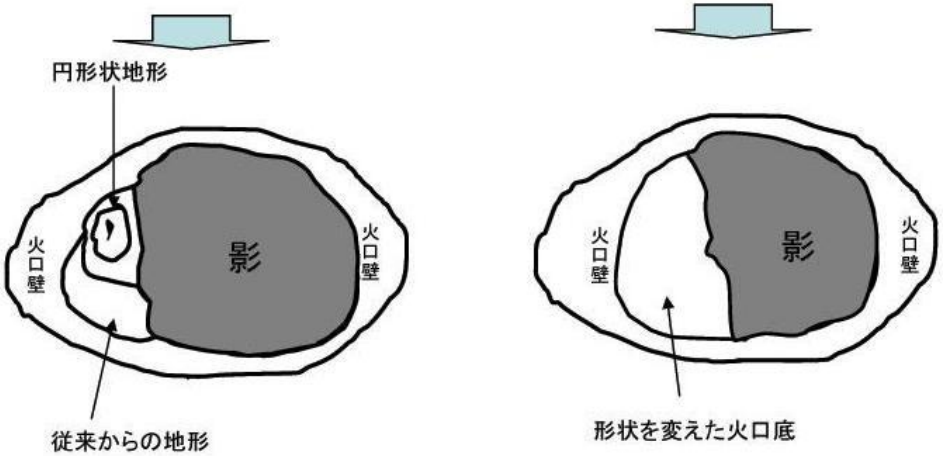
合成開口レーダ（SAR）画像

16年9月16日観測したSAR画像と平成16年10月22日観測
SAR画像の比較

東側から照射

9月16日　　10月22日





風水害リスクに関する地理情報

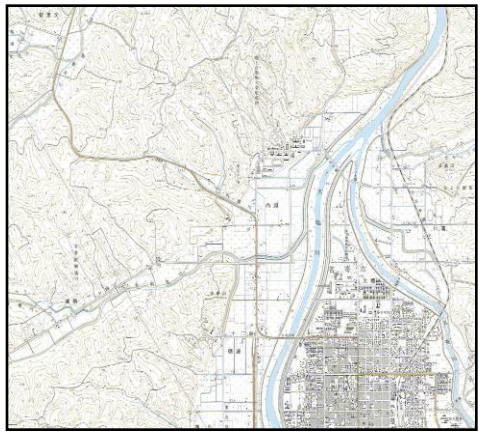
- 伊勢湾台風の3年前に、洪水や高潮災害を想定・表示した「水害地形分類図」が作成されていた。
- 図上で「異常洪水時に冠水」とされた地域と、被害地域とがほぼ合致していた。
- これを契機に、土地条件調査の重要性が広く認識された。

図−1　昭和35年10月11日の中部日本新聞（現，中日新聞）

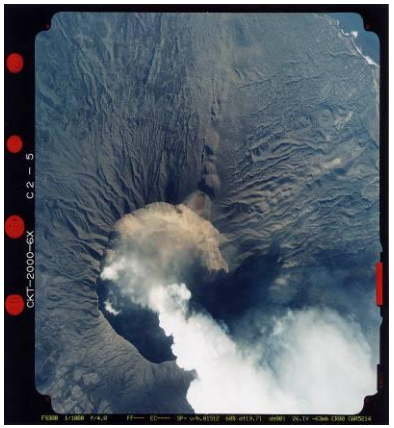
地形図・空中写真・ハザードマップ作成のための基礎情報

・国土の変遷を表す最も基礎的な情報である地形図・空中写真を所有
・風水害、火山噴火、地震災害などのハザードマップ作成に必要な地形、地盤条件、避難場所などの防災関連施設が表示された防災地理情報を整備

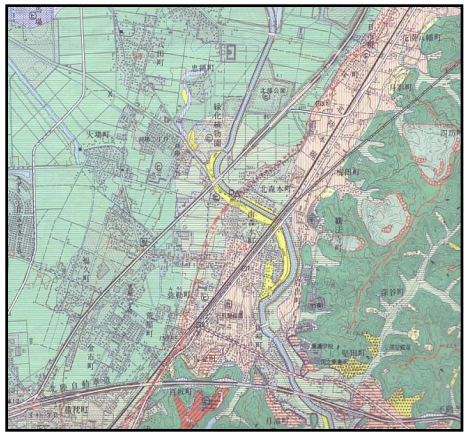
① 地形図
（1/5万：1924、1/2.5万：1983）



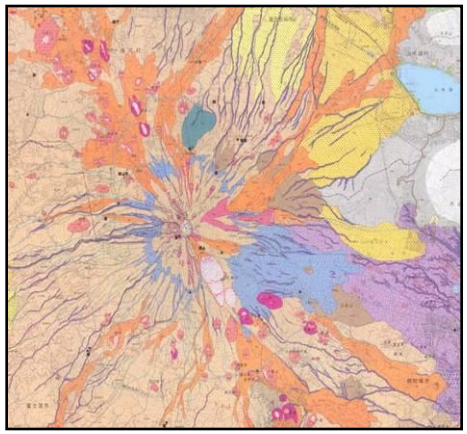
② 空中写真（1947～）



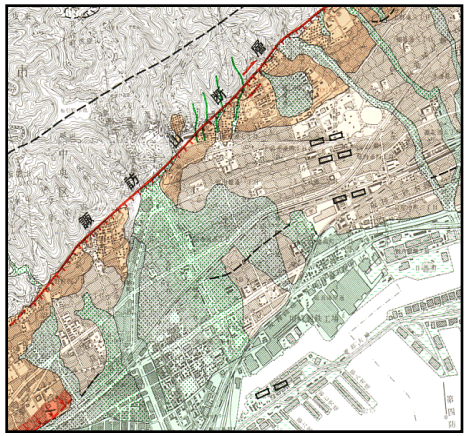
③ 土地条件図（約5万km2）



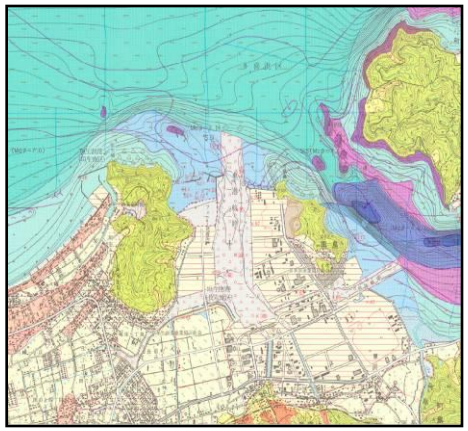
④ 火山土地条件図（約2千km2）



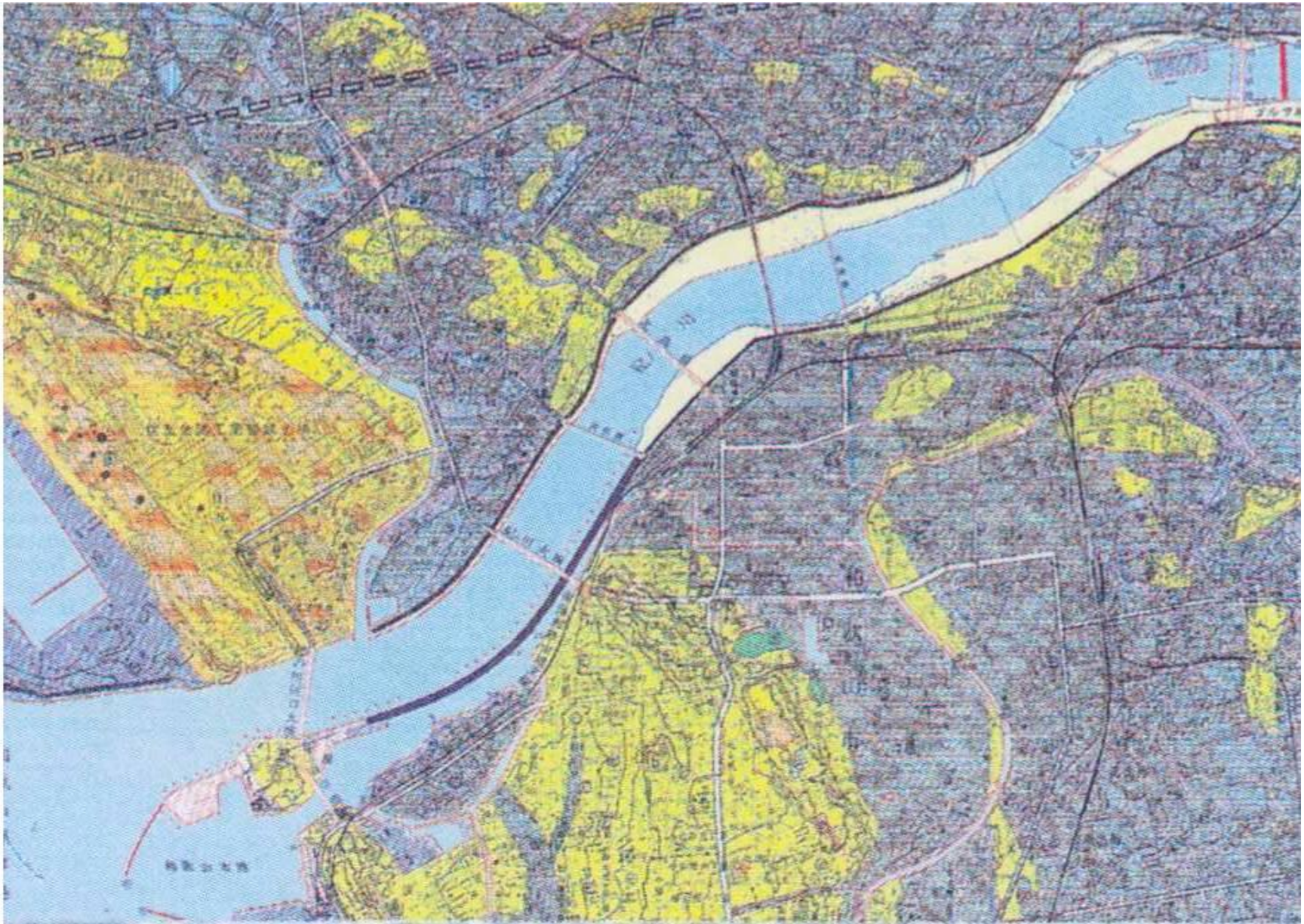
⑤ 都市圏活断層図（約5万km2）



⑥ 沿岸海域土地条件図（約2万km2）



ハザードマップの基礎情報　ー　土地条件図



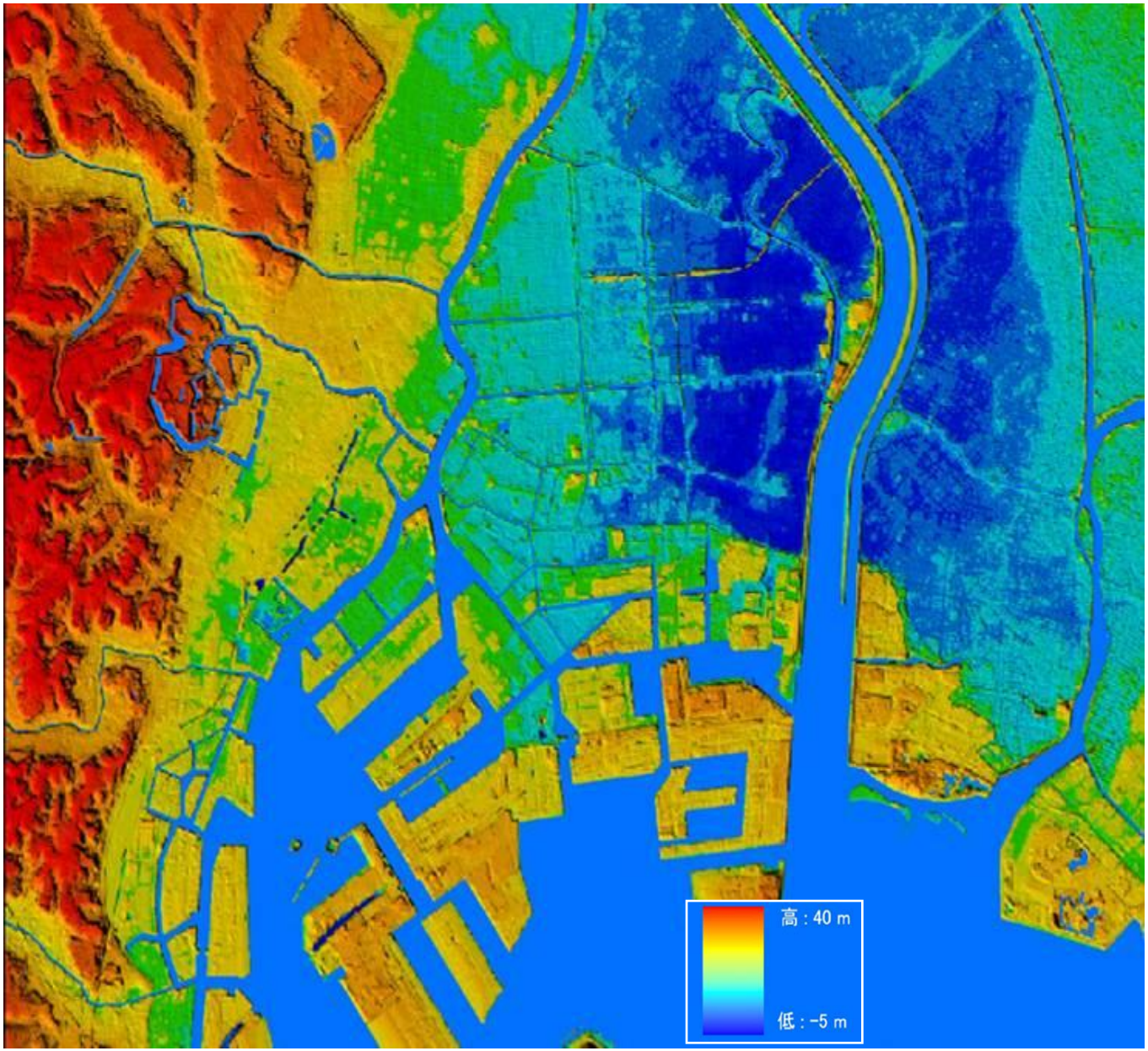
精密標高データ　5mメッシュ

家屋や橋梁、樹木等を取り除いた地表面の高精度な数値標高データ

大都市圏を中心に整備を推進しているところ

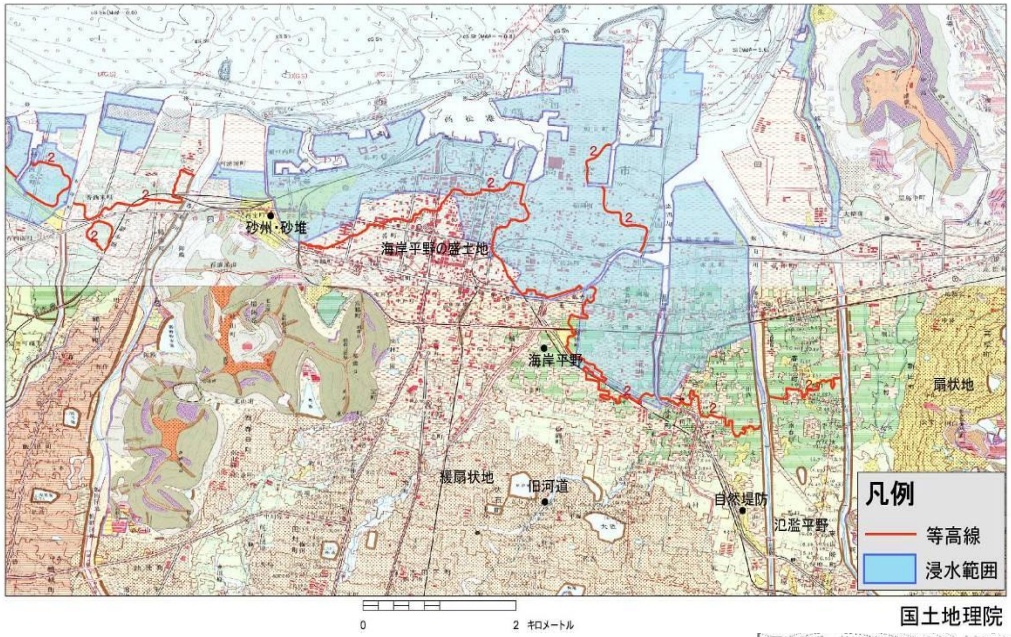
航空機の正確な位置を随時計測するとともに、航空機から地上に向けてレーザーを照射し、地上から反射してくるレーザとの時間差により航空機と地上の距離を計測。

これらのデータと、詳細な水準測量の成果を合わせて解析・補正することにより、地表の3次元情報を取得。



高潮浸水区域図と地形図の重ね合わせ

H16.9 台風16号

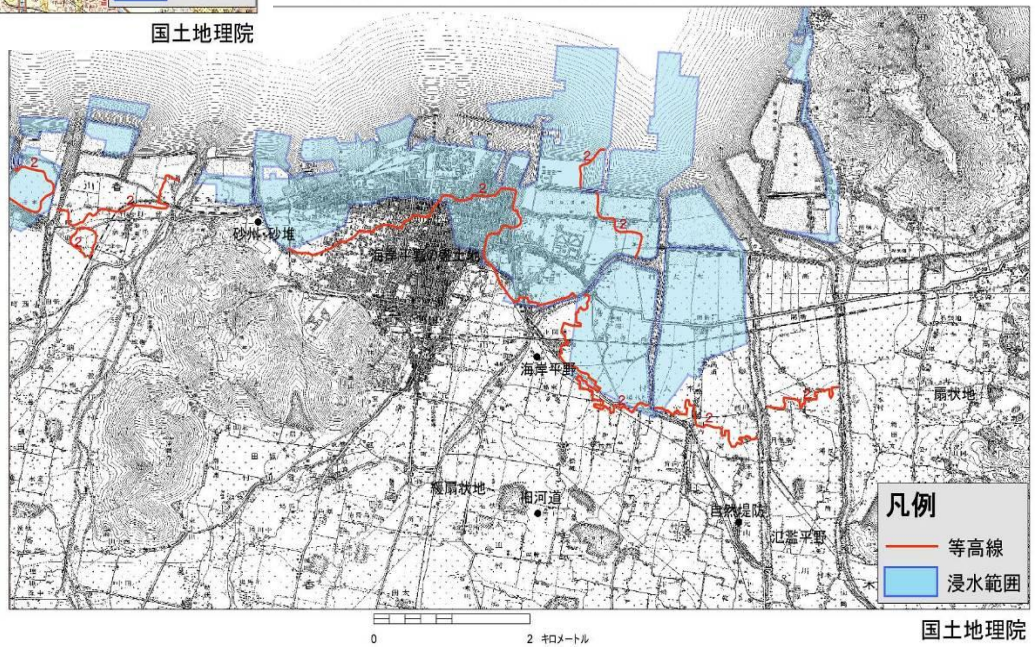


災害時の地理情報を整理・統合し
インターネット等で提供

台風16号に関連して
高潮浸水区域図を作成
（高松市における高潮浸水）

↑ 図1
国土地理院が作成した土地条件図と
沿岸海域土地条件図に重ね合わせ

→ 図2
国土地理院が作成した
1/25,000地形図（旧版図）に重ね合わせ



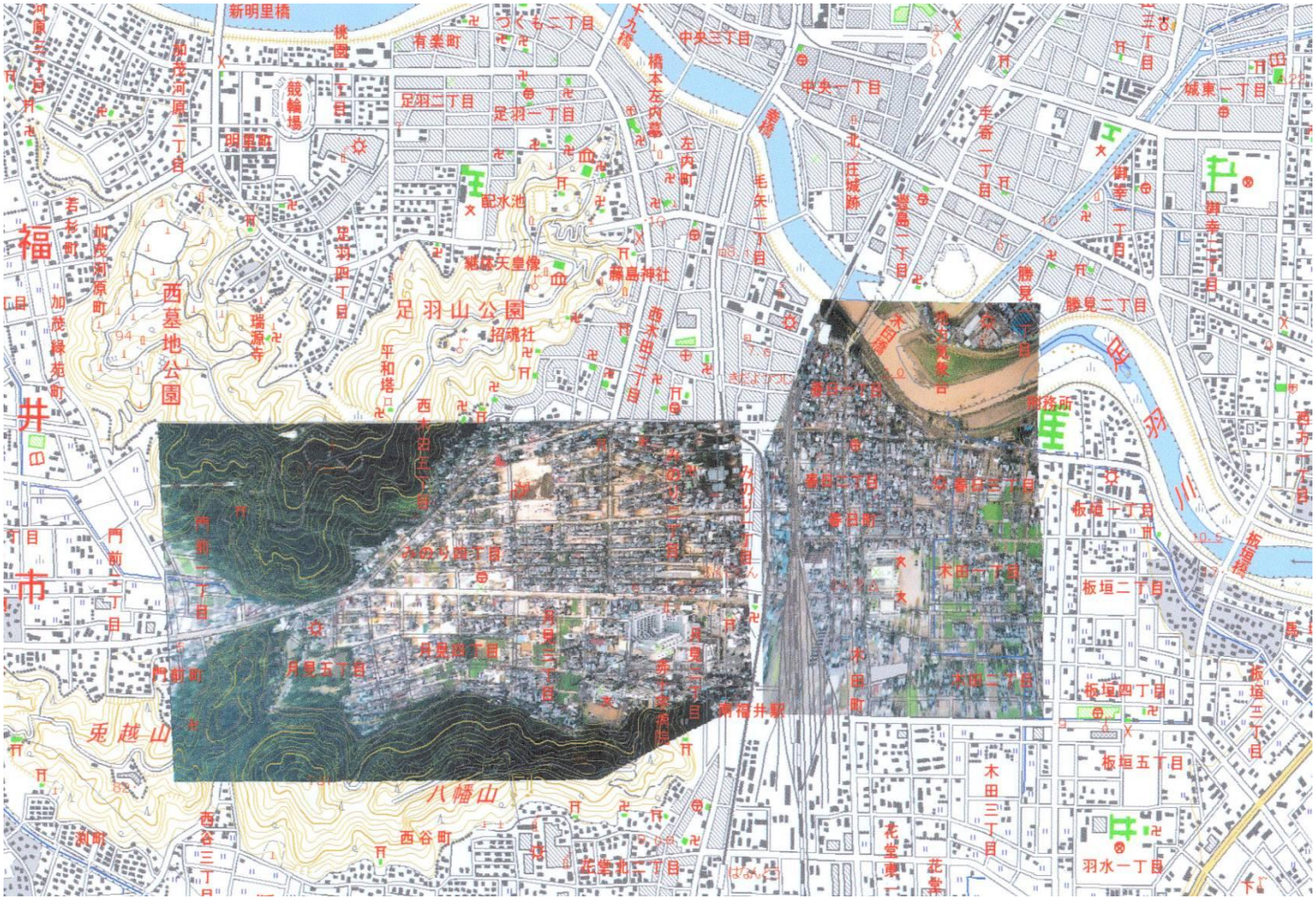
リアルタイム地理情報と地形図の重ね合わせ

平成16年7月　福井豪雨

防災ヘリコプターの映像と
地図の重ね合わせ

⇨

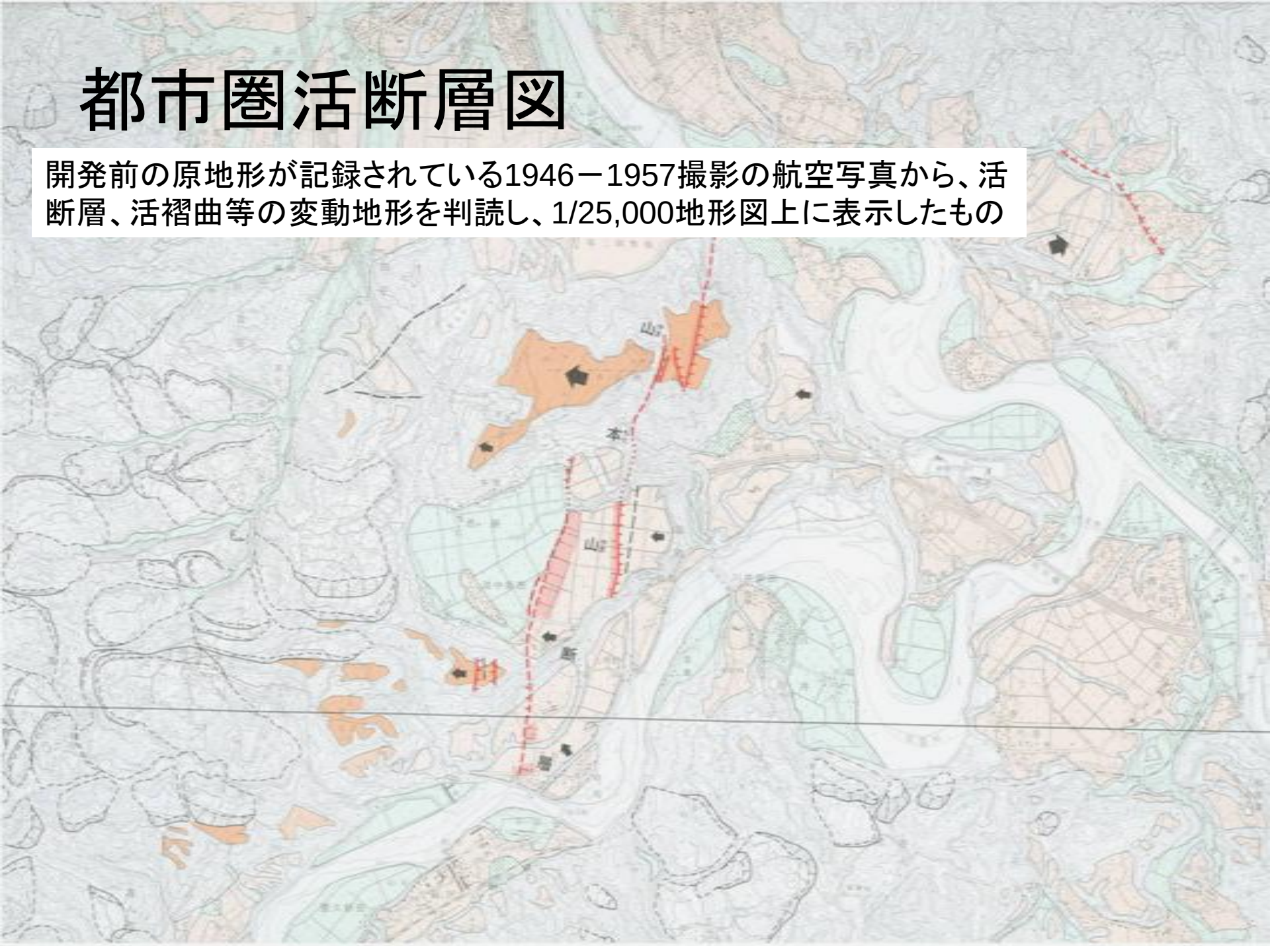
現地の位置関係と現況の把握が容易に
時系列で編集することも可能



国土地理院技術検討資料

都市圏活断層図

開発前の原地形が記録されている1946－1957撮影の航空写真から、活断層、活褶曲等の変動地形を判読し、1/25,000地形図上に表示したもの

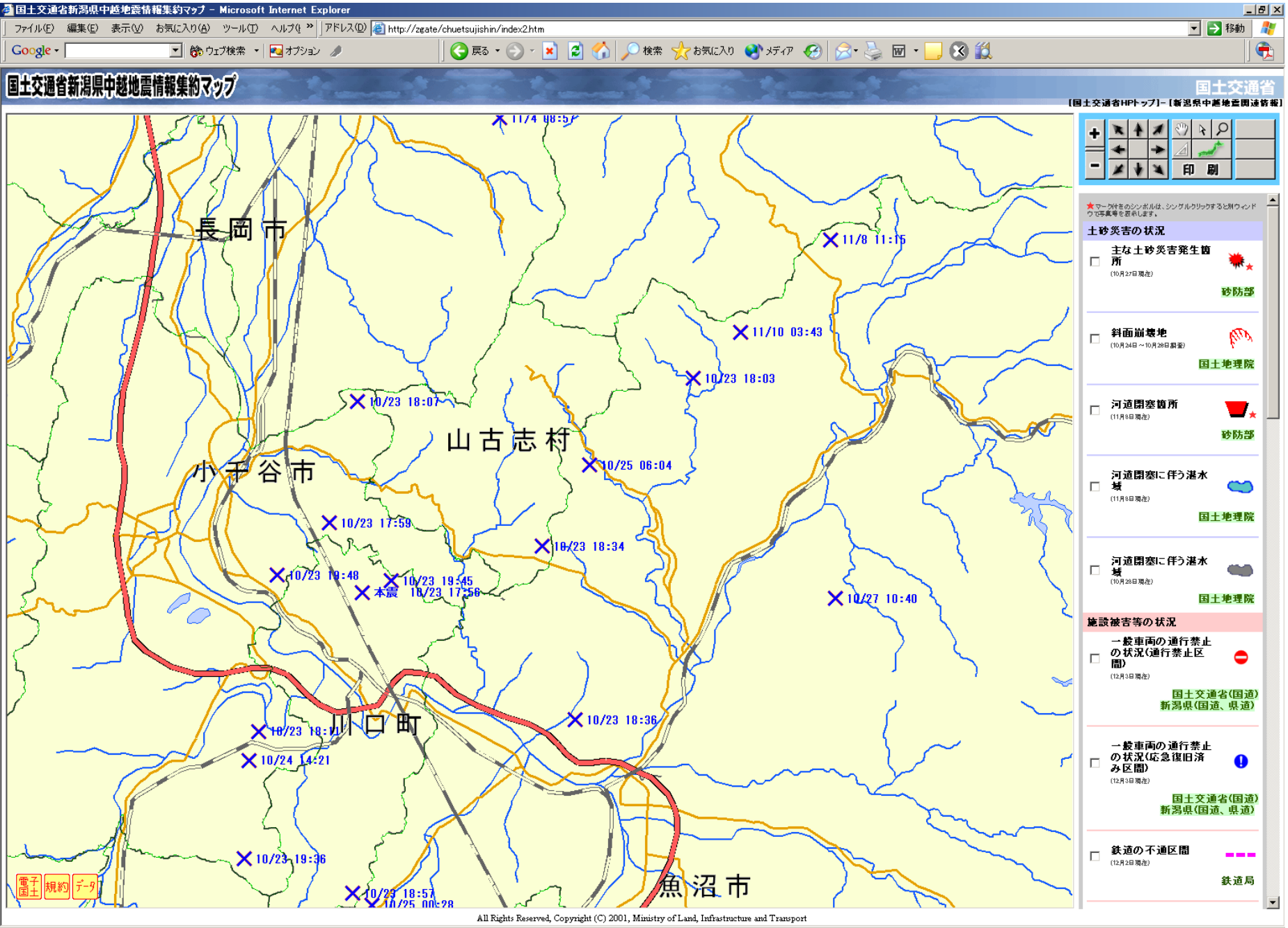


電子国土Webシステムを利用した地震災害対策関連情報ポータル

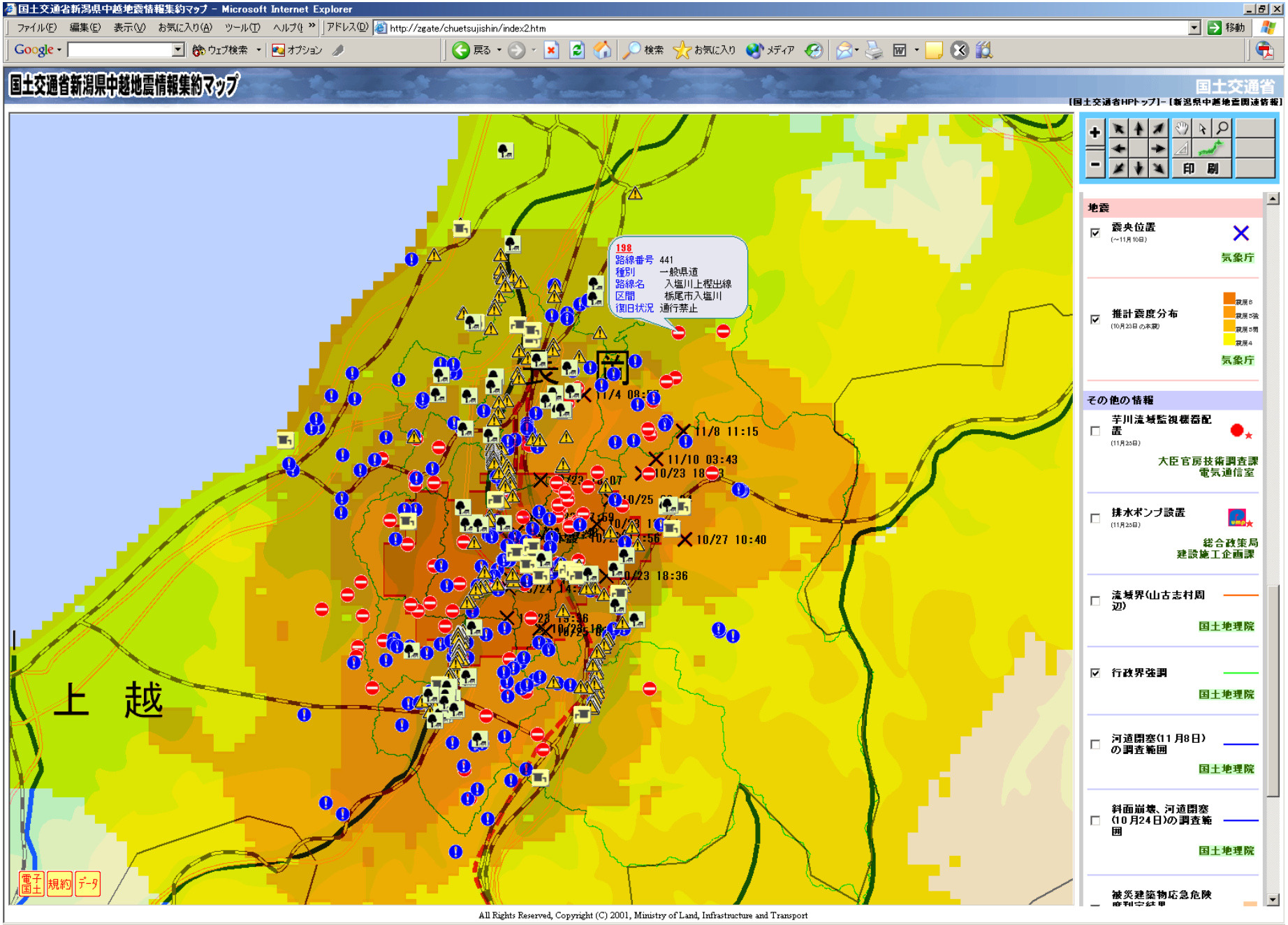
国土交通省新潟県中越地震情報集約マップ

http://zgate.gsi.go.jp/chuetsujishin/index.htm

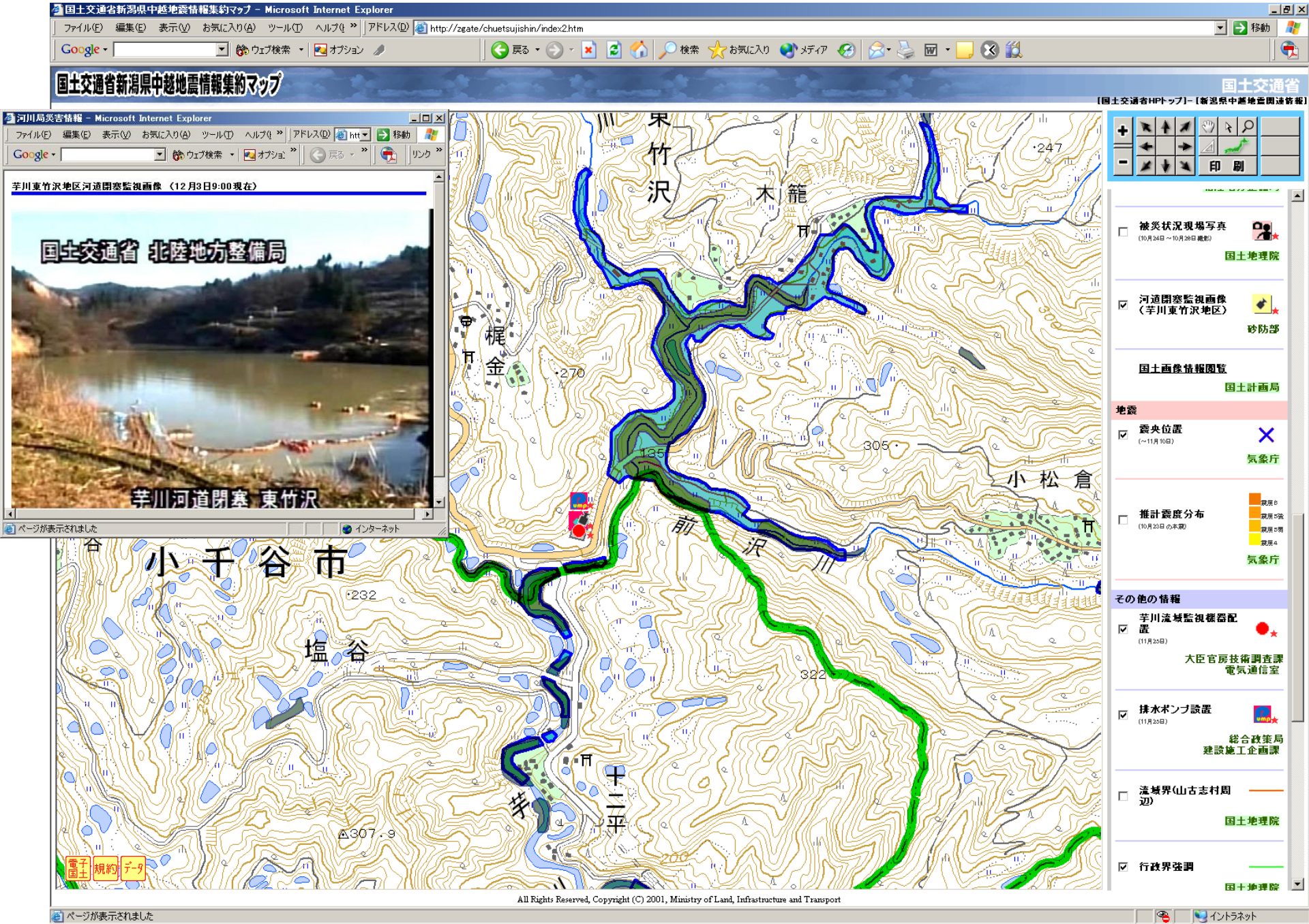
新潟県中越地震情報集約マップ初期画面（表示する情報項目を選択）



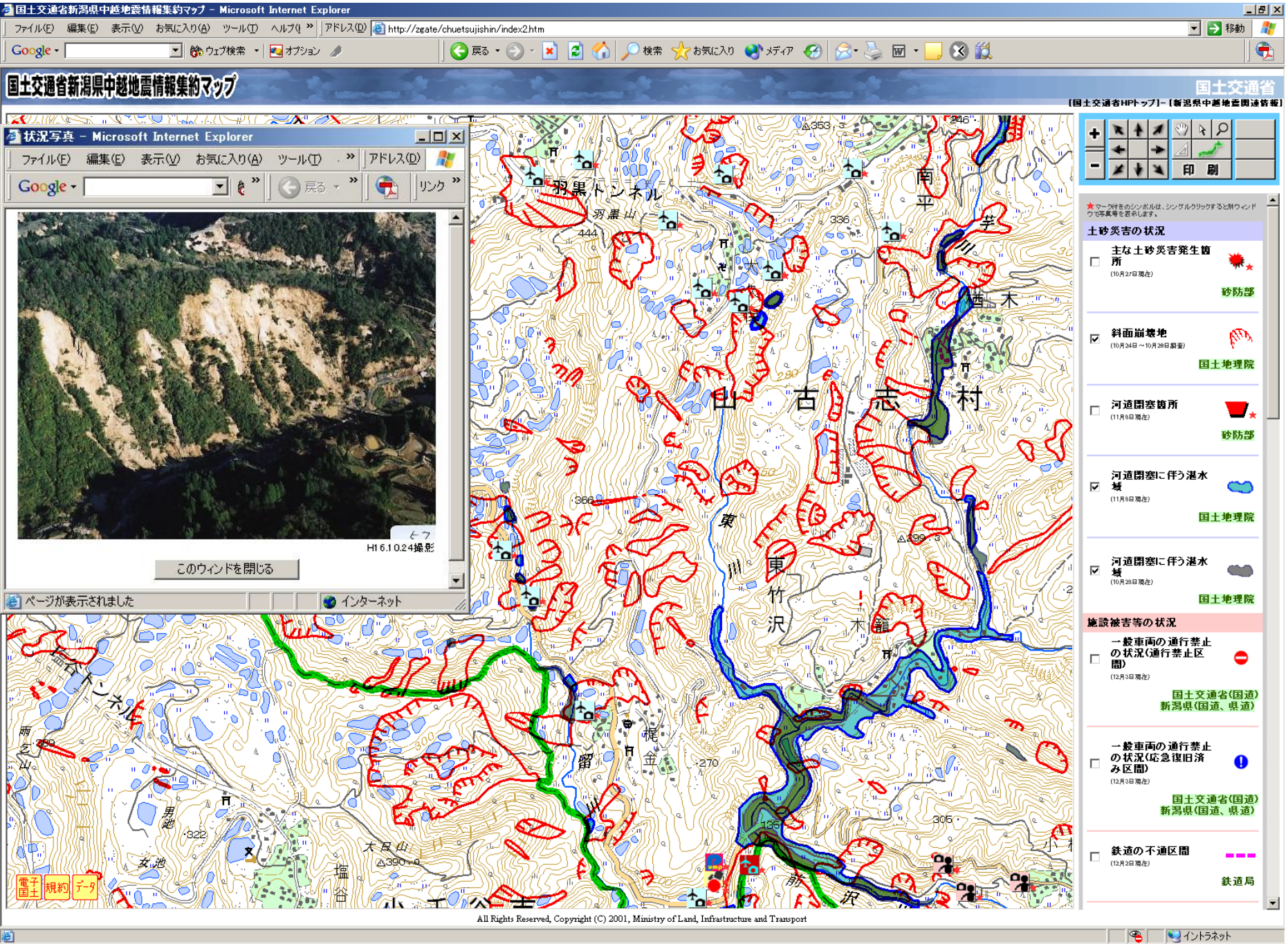
推計震度分布と各種施設の被災状況等（重ね合わせ表示）



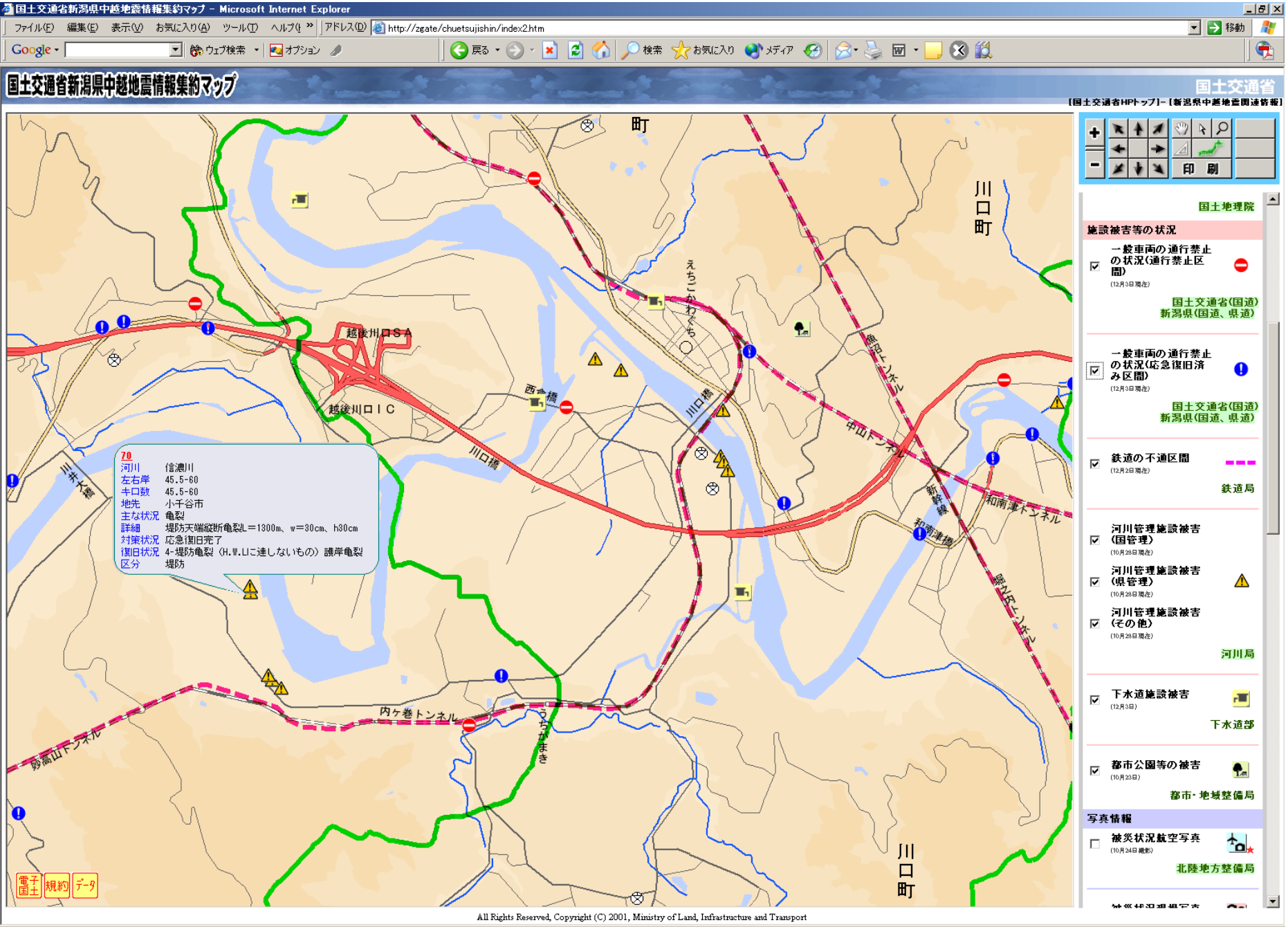
河道閉塞の状況と監視画像の表示



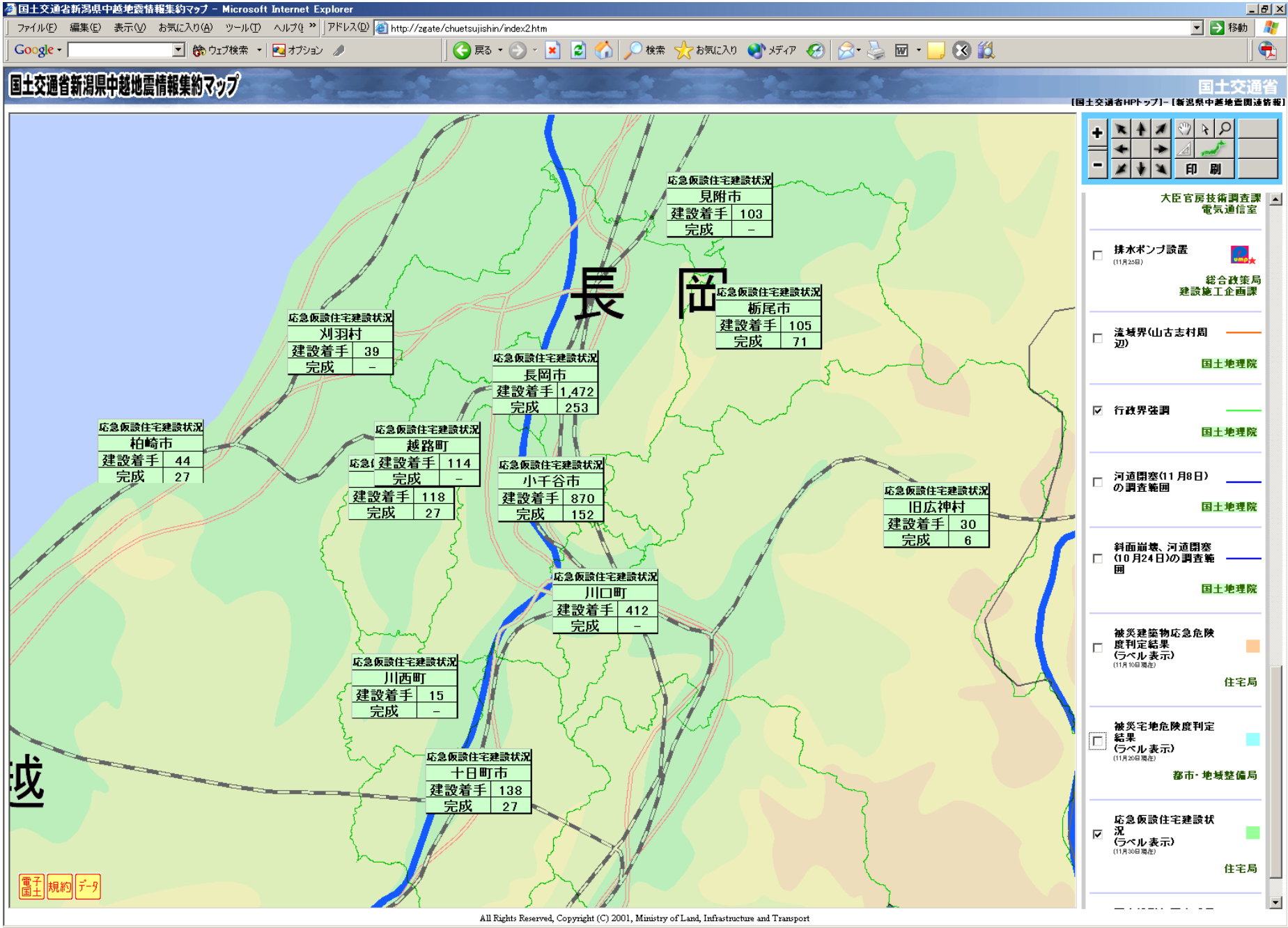
斜面崩壊の状況と空中写真の表示



各種施設の被災状況、対策状況等の表示



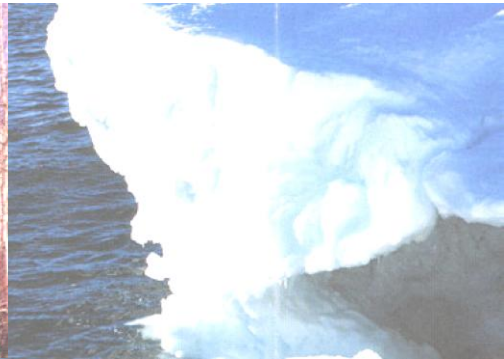
応急仮設住宅建設状況等の表示（ラベル表示）



地球地図
Global Mapping

地球地図国際運営委員会（**ISCGM**）

事務局　国土地理院



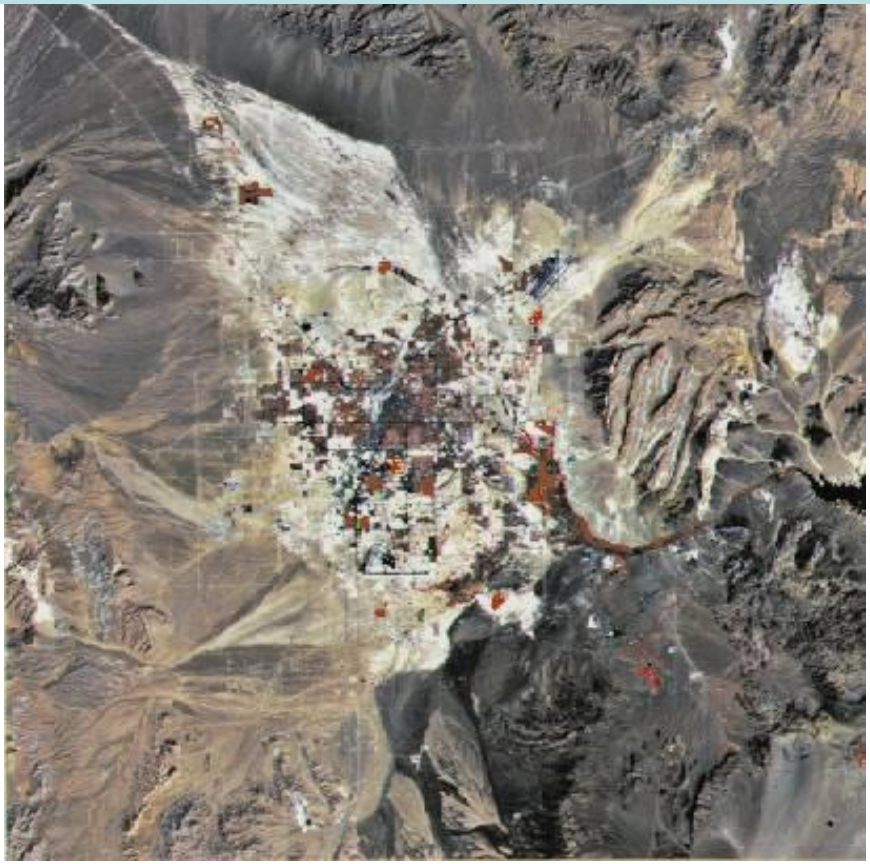
地球環境問題

- 人口爆発 ： 食糧問題，資源･エネルギー問題
- 人間活動 ： 大気汚染，水質汚染，紛争
- 気候変化 ： 温暖化，旱魃，気象災害の大型化
- 地勢変化 ： 都市化，砂漠化，氷河の後退
- 生態系変化 ： 生物多様性の減少，森林減少
- Global化 ： 国境を越えて影響，南北対立

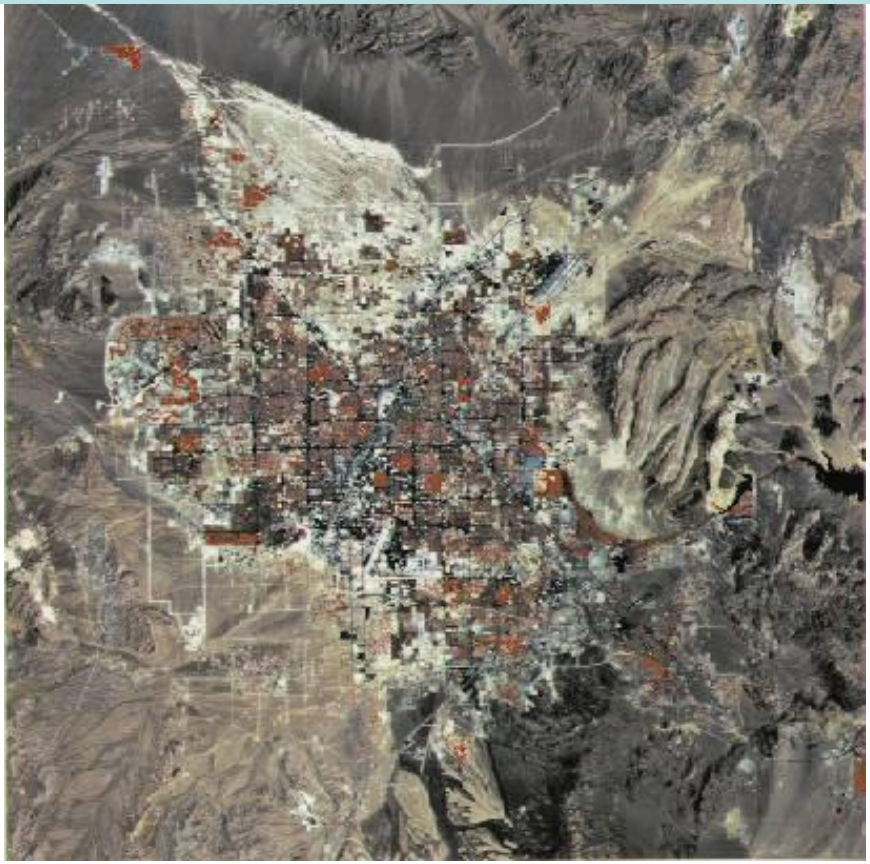
科学的･客観的データに基づく合意形成

Urban Growth Las Vegas, Nevada

Urban Growth in Las Vegas, Nevada - 200% Increase in Built-up Area (over 25 years)



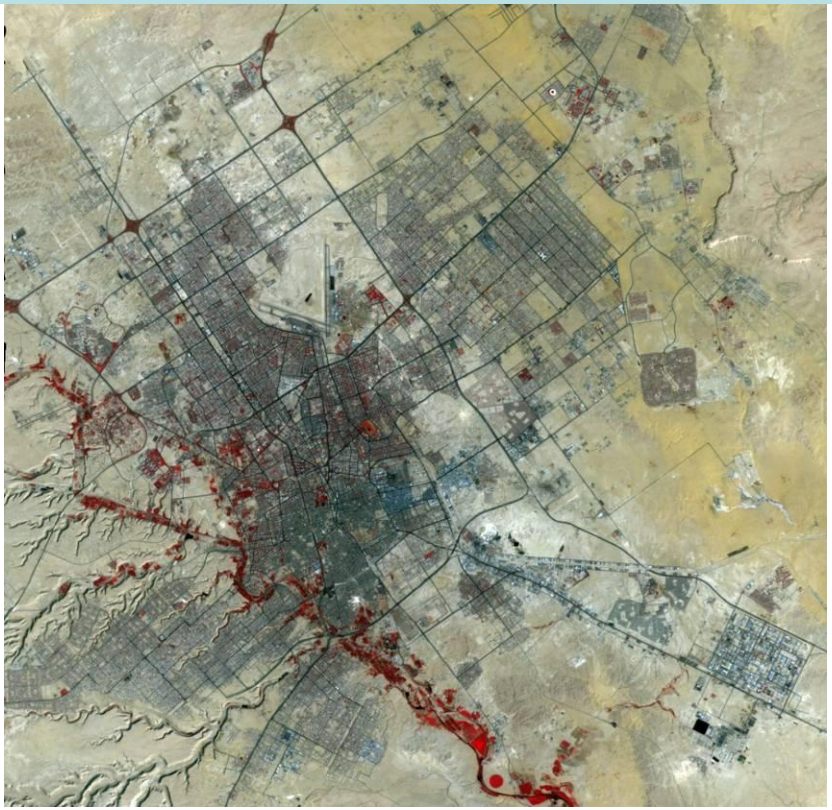
1972
Landsat MSS
Population: 273,000
Area: 205 km^2



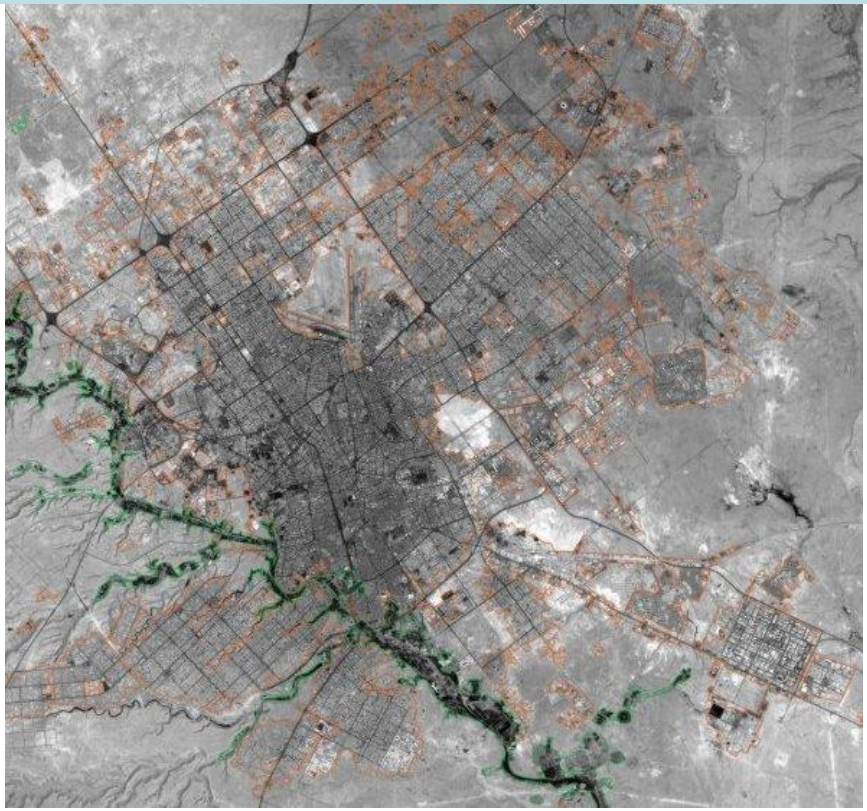
1997
Landsat TM
Population: 1,124,000
Area: 627 km^2

Urban Growth Riyadh, Saudi Arabia

Urban Growth in Riyadh, Saudi Arabia - 100% Increase in Built-up Area (Over 8 Years)

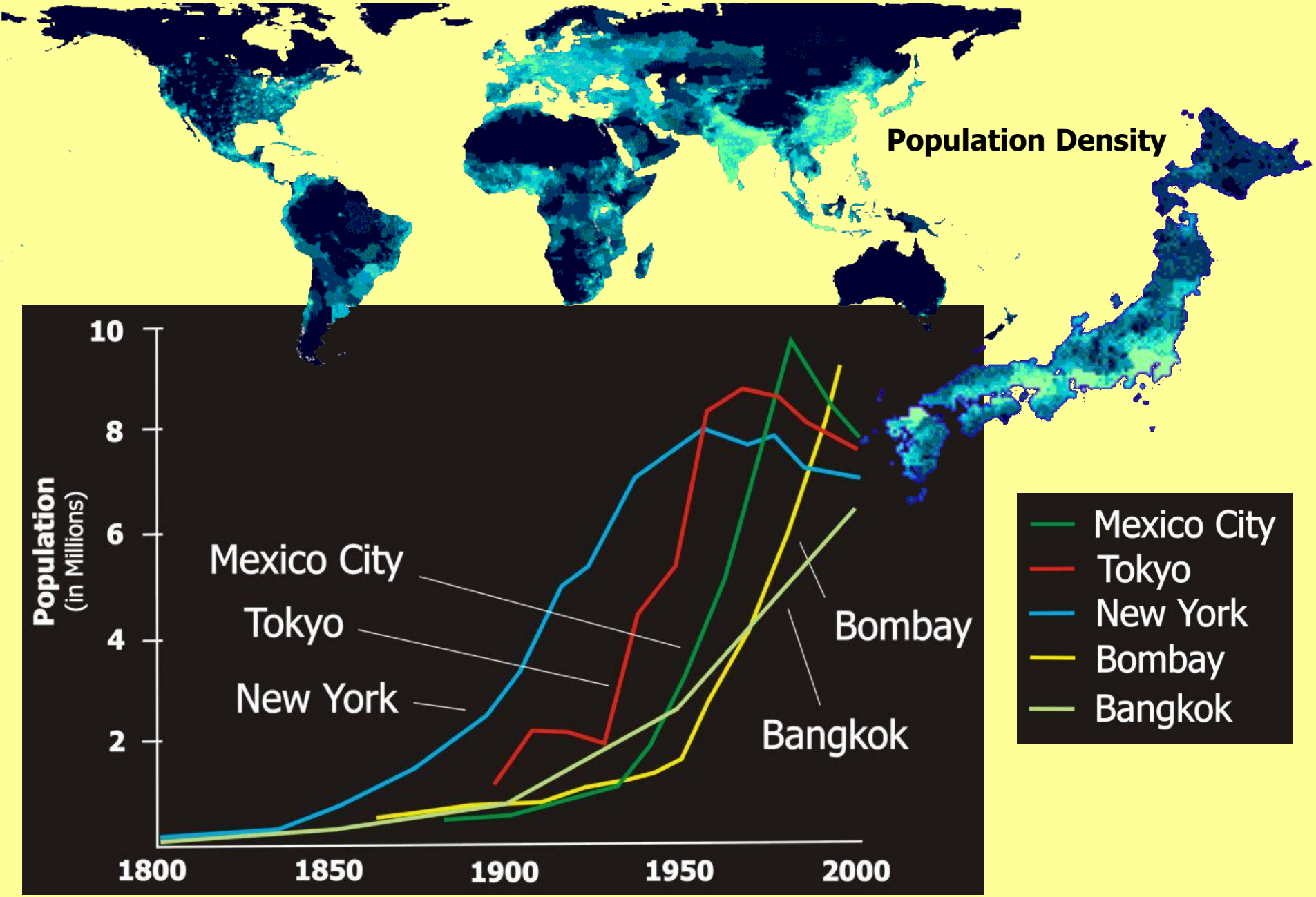


1991
Source: Landsat TM
Population: ~2.5 million
Urban Area: ~300 km^2

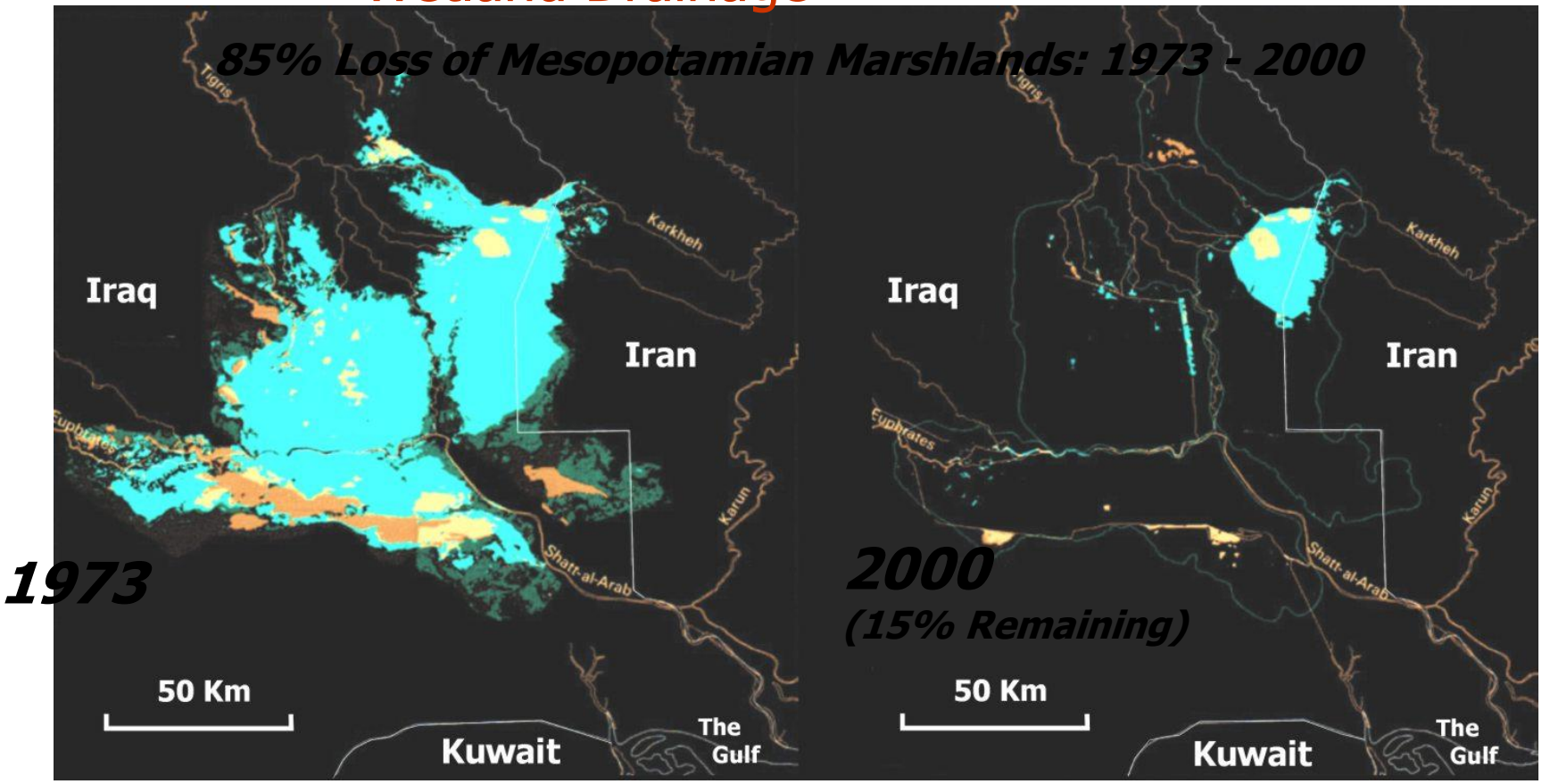


1999
Source: SPOT
Population: ~3.7 million
Urban Area: ~600 km^2

Regional Changes in Global Urban and Rural Population



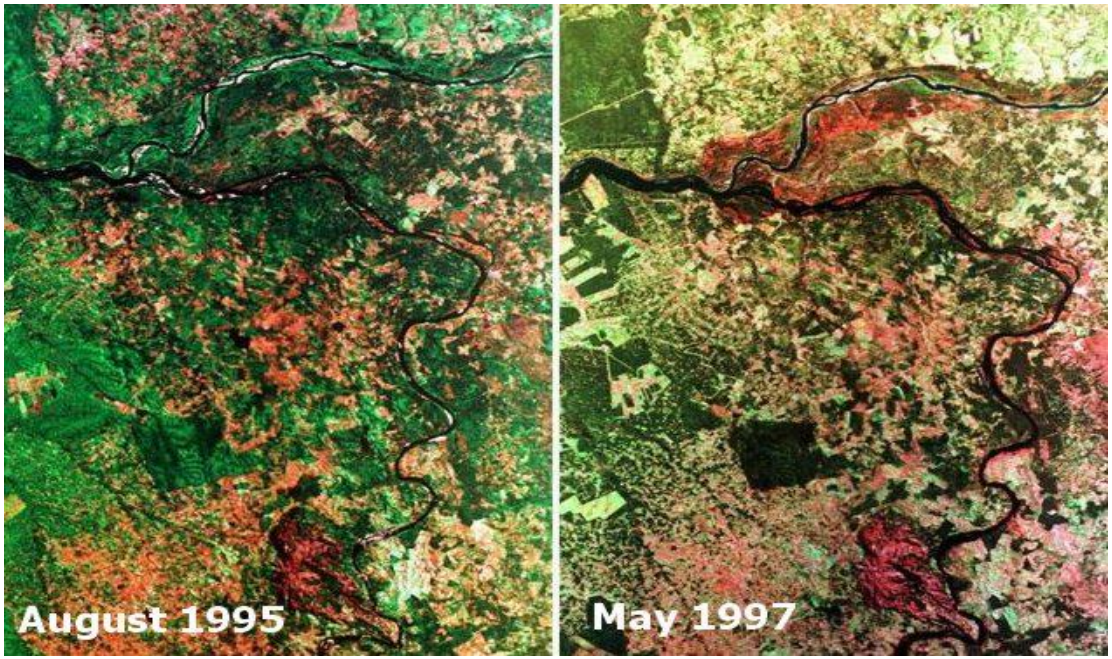
Human Induced Environmental Change – Wetland Drainage



Source: UNEP/GRID –Geneva/Sioux Falls

Mesopotamian Marshes

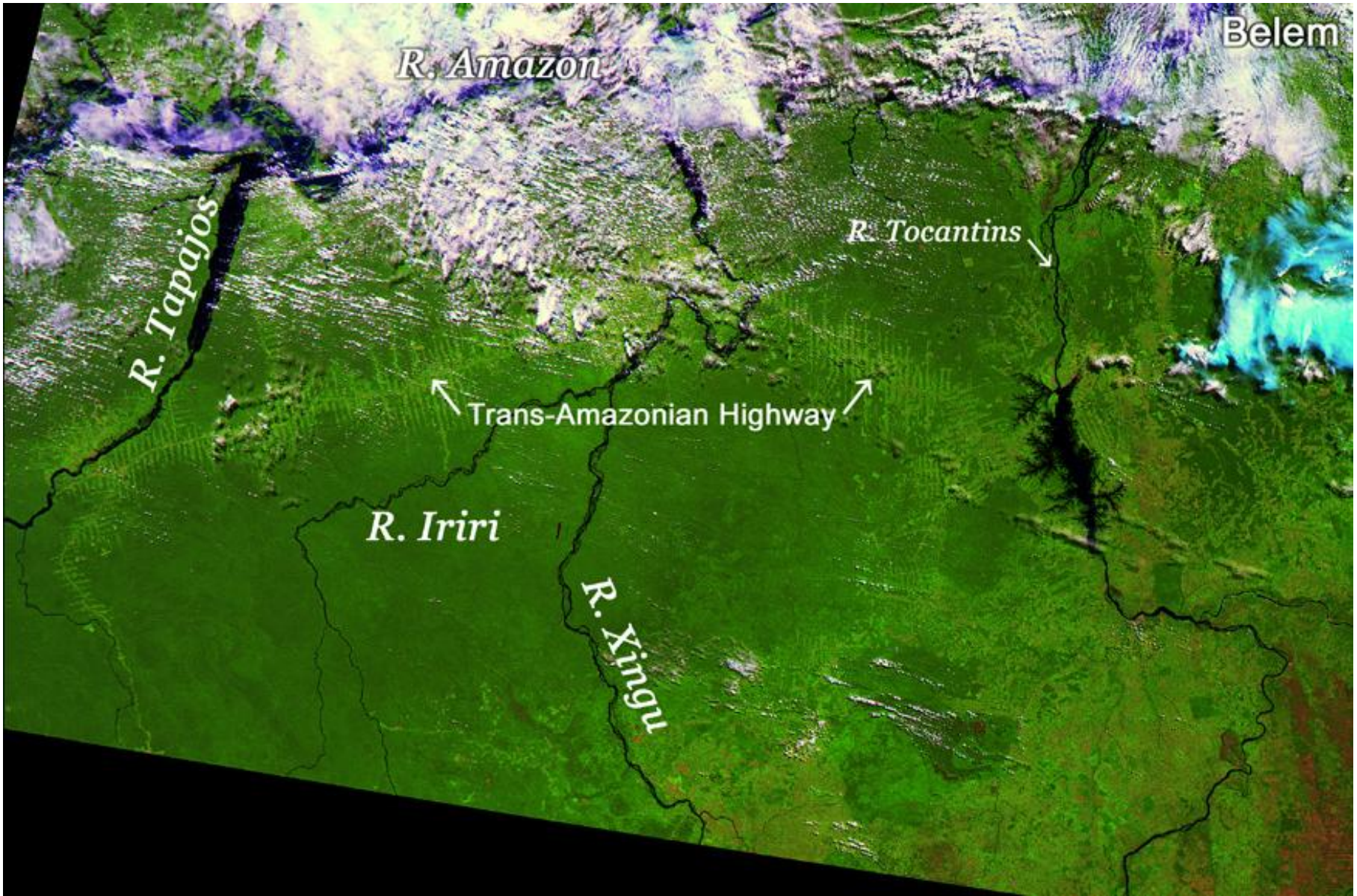
Regional Changes in Land Use and Long Term Environmental Shifts



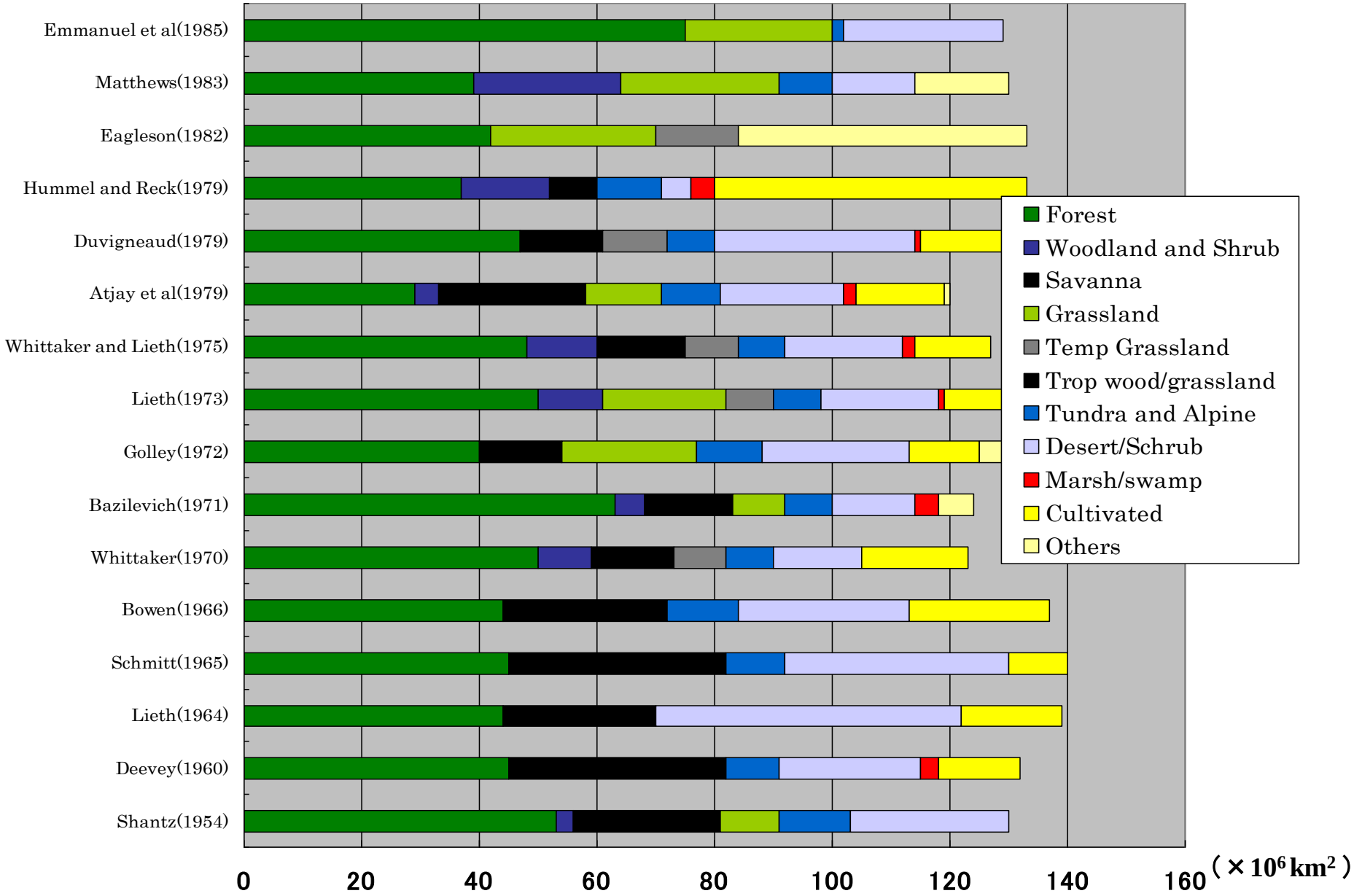
Two Years of Deforestation in the Brazil

Tropical land cover conversion accounts for 90% of the current net flux of carbon from the biota and 20-30% of the total net release of carbon when fossil fuel combustion is also considered.

アマゾン横断道に沿った熱帯雨林伐採（魚の骨）



地球全体の土地被覆分類報告のばらつき (Townshend et al)



アジェンダ21　リオ地球サミット1992

それぞれの分野、それぞれの組織が、その能力に応じて、地球環境問題への貢献をすべきである。

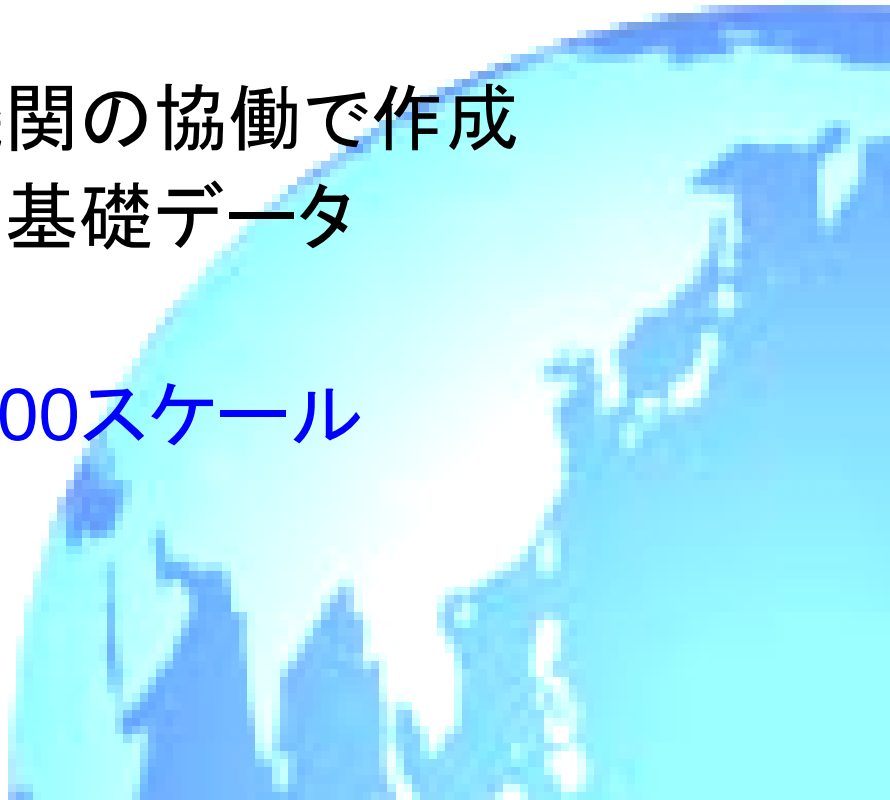
- 測量・地図作成分野の貢献は？
- 地球環境の現状に関する科学的・客観的データが不十分である。
- 地球環境問題の研究や合意形成に必要な地理情報を、協働で整備提供すること。

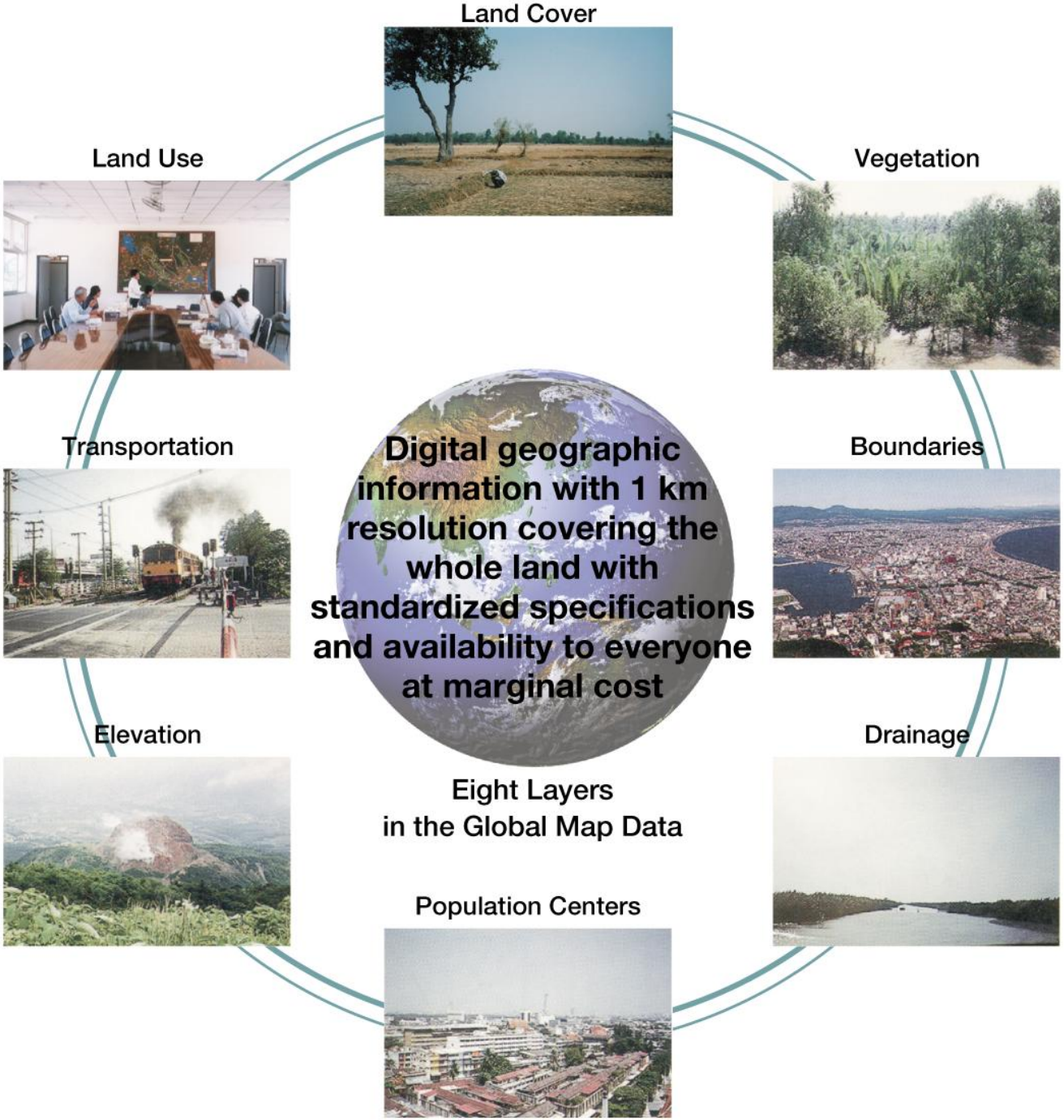
地球地図とは・・・

– 全陸域をカバーし,
– 統一された仕様で,
– 誰にでも安価に提供される,

– 各国の国家地図作成機関の協働で作成
– 地球環境問題の理解の基礎データ

– 1kmメッシュ，1/1,000,000スケール
– デジタル地理情報




Land Cover
Vegetation
Boundaries
Drainage
Population Centers
Elevation
Transportation
Land Use
Digital geographic information with 1 km resolution covering the whole land with standardized specifications and availability to everyone at marginal cost
Eight Layers
in the Global Map Data

地球地図推進の経緯

1992
地球サミット（リオ）でアジェンダ21採択

日本が「地球地図」を提唱

1996
国際運営委員会（ISCGM）設立

2000
地球地図 第1版（国別データ）提供開始

2002
ヨハネスブルグサミット（WSSD）
“実施計画”に地球地図記載

2008
地球地図 第1版（全球データ）提供開始

WSSD

地球地図　全陸域完成

地球地図プロジェクトの進捗

- 現状

参加国･地域：

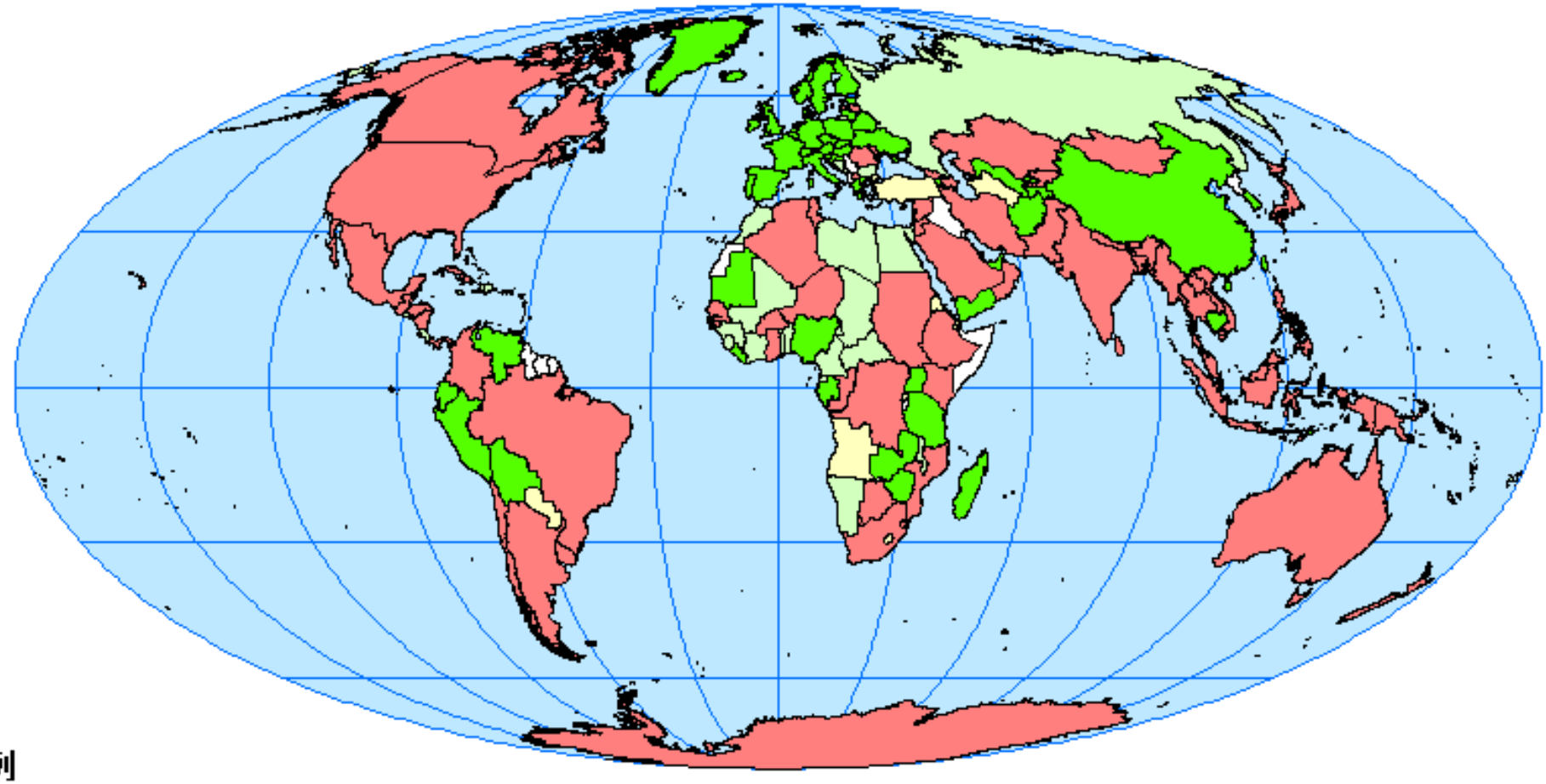
164 ヶ国 11地域

データ公開：

69 ヶ国 4地域

地球地図プロジェクト進捗状況

2008-11-20 現在
地球地図国際運営委員会事務局



凡例

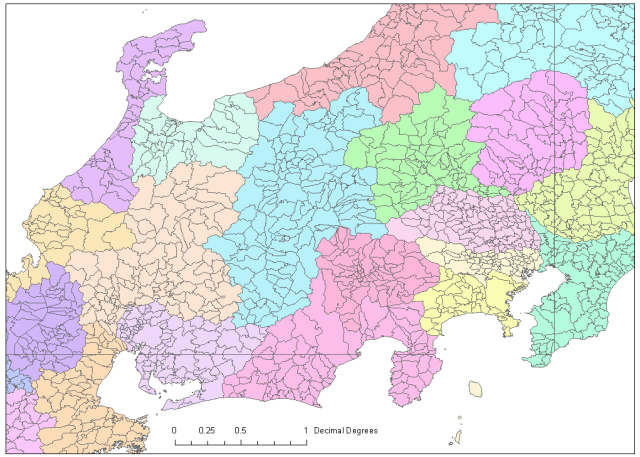
- データ公開中
- データ検証中
- データ作成中
- プロジェクト参加を検討中
- プロジェクト未参加

本図は参考のために作成したものであり、国境についてはいかなる組織によっても公認されたものではありません。

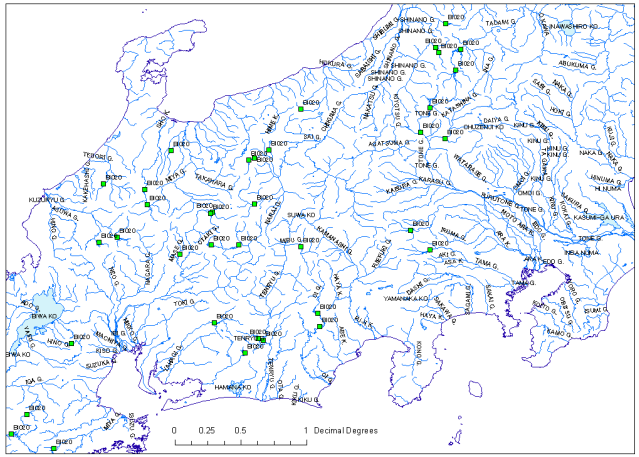
地球地図の仕様

- 解像度: 1km
  （縮尺 1:1,000,000 に相当）
- 8 レイヤ
  - ベクタデータ（点，線，面）
    - 交通網：道路，トレイル，鉄道，橋，フェリー航路，トンネル，空港など
    - 水系：内水面、河川、運河、水路、ダムなど
    - 境界：行政域、行政界、海岸線、海洋域など
    - 人口集中地区：都市域、都市、居住地など
  - ラスタデータ（メッシュ）
    - 標高：メートル単位の標高値
    - 植生
      - 各国版：地表の植生を20種類に分類したデータ
      - 全球版：樹木被覆率，樹冠を鉛直方向から見下ろしたとき、地表面に対する樹木の比率，人工衛星テラのMODISセンサで2003年に観測されたデータを用いて作成
    - 土地被覆：
      - 各国版：地表の被覆を17種類に分類したデータ
      - 全球版（GLCNMO）：地表の被覆を20種類に分類したデータ，人工衛星テラのMODISセンサで2003年に観測されたデータを用いて作成，FAOの土地被覆分類システム（LCCS2）に準拠
    - 土地利用：地表の土地利用を9種類に分類したデータ

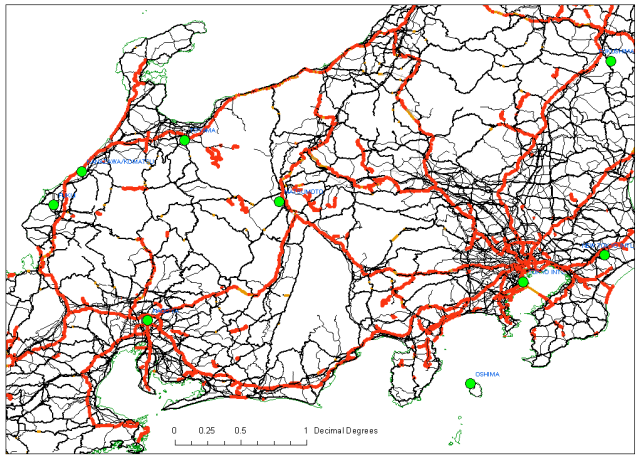
地球地図のベクタレイヤ



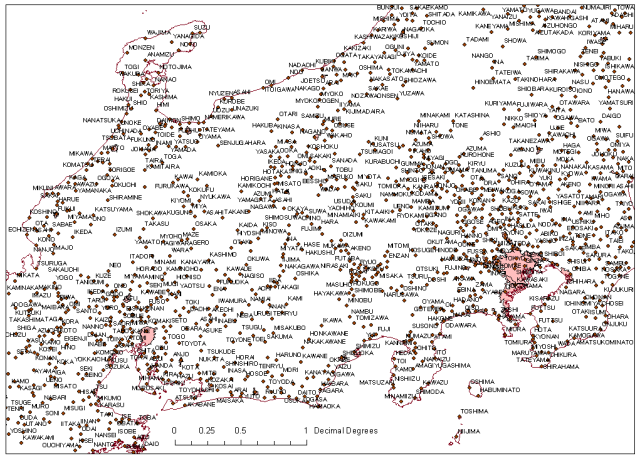
境界



水系

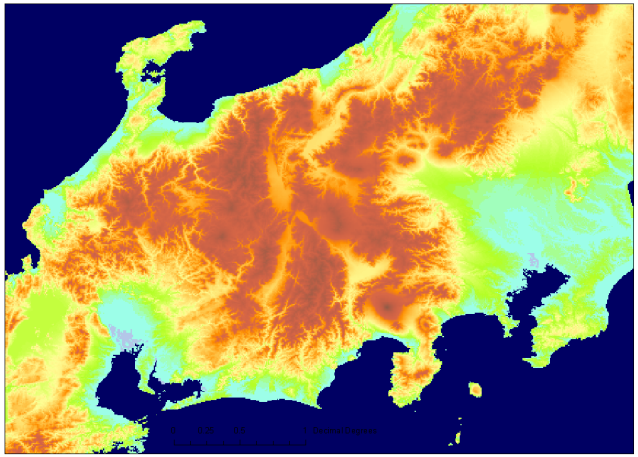


交通網

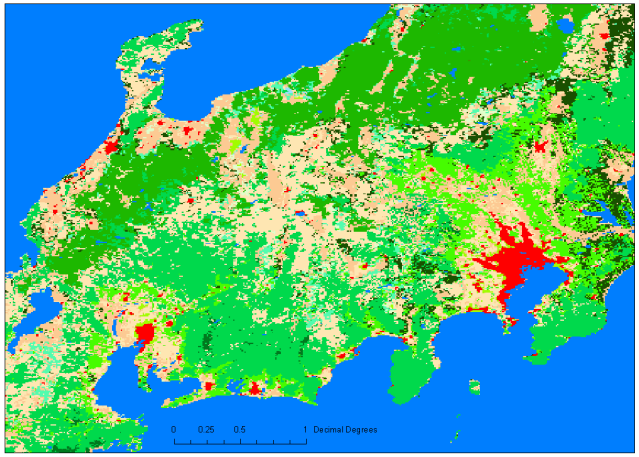


人口集中地区

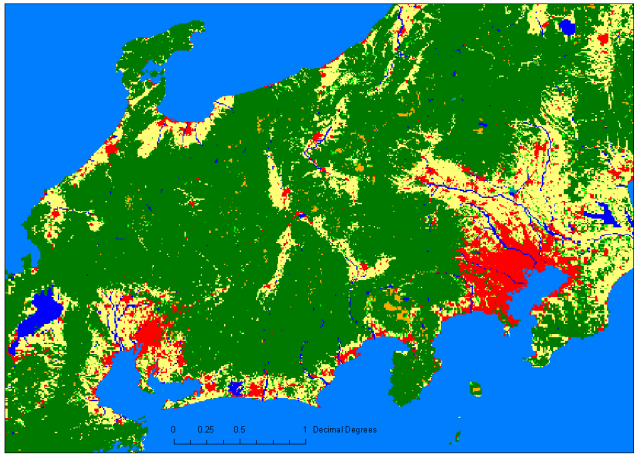
地球地図のラスタレイヤ



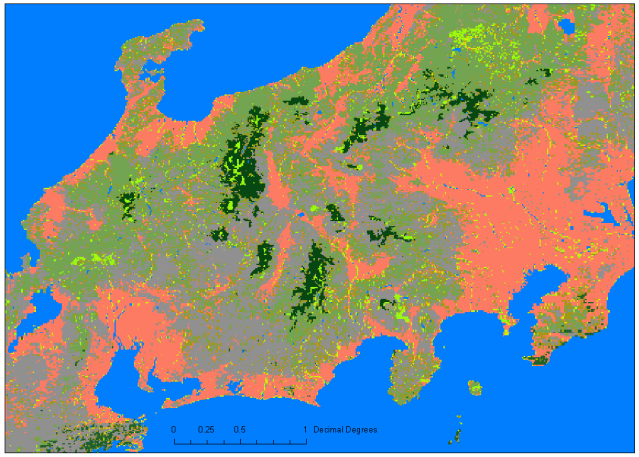
標高



土地被覆



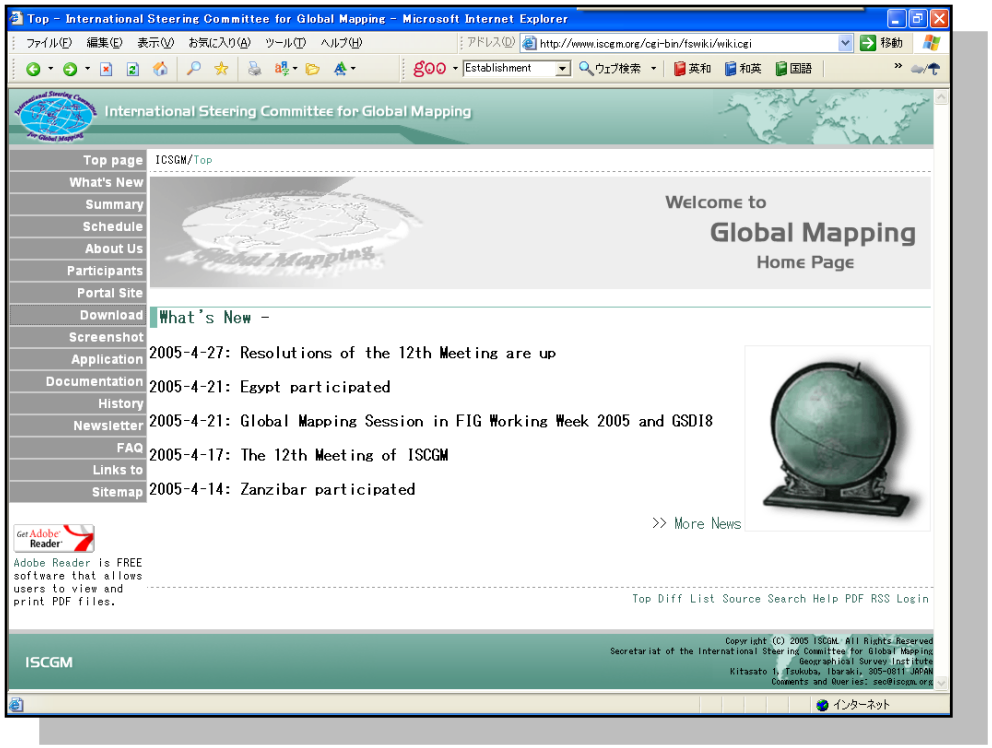
土地利用



植生

地球地図のダウンロード

- 地球地図データは ISCGM のホームページからダウンロードできます。



地球地図データ

データ ビューワ

http://www.iscgm.org

関連国際機関

EuroGeographics

Global Spatial Data Infrastructure

International Organization for Standardization

ISO/TC 211

The ISO/TC 211
Geographic information/Geomatics

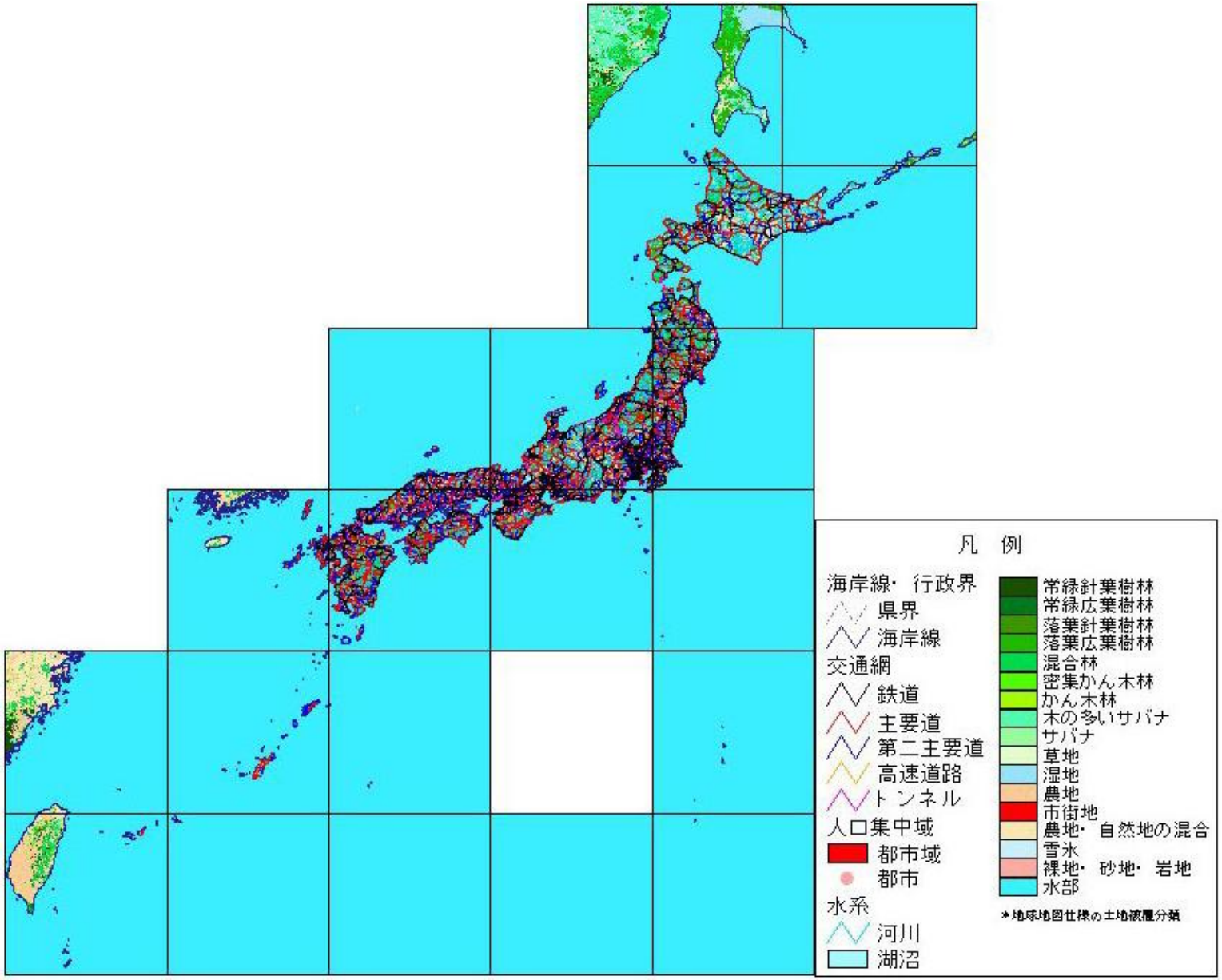
United Nations Geographic Information Working Group (UNGIWG)

Permanent Committee on GIS Infrastructure for Asia and the Pacific – PCGIAP

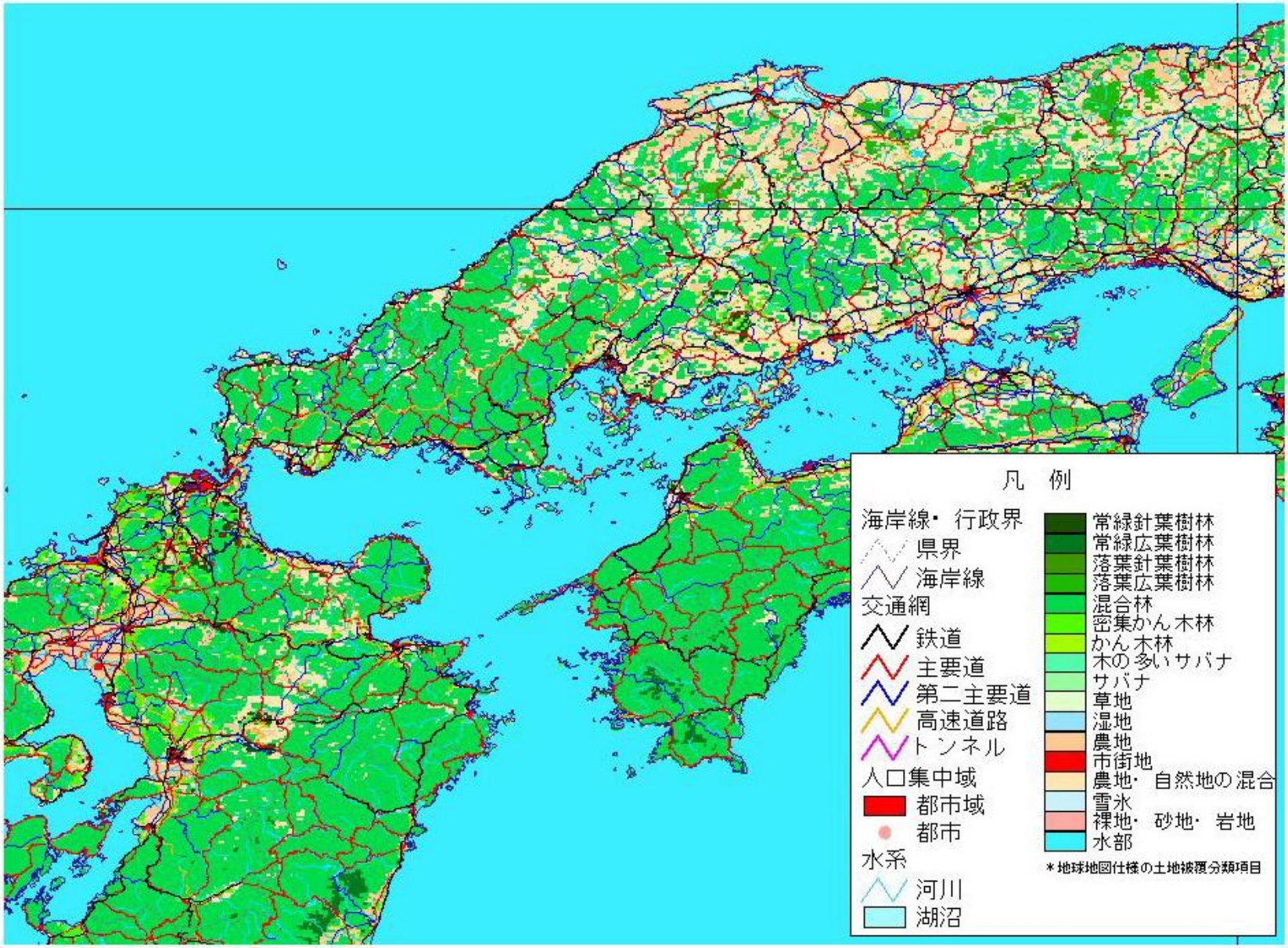
PC IDEA

Permanent Committee on Spatial Data Infrastructure for the Americas – PC IDEA

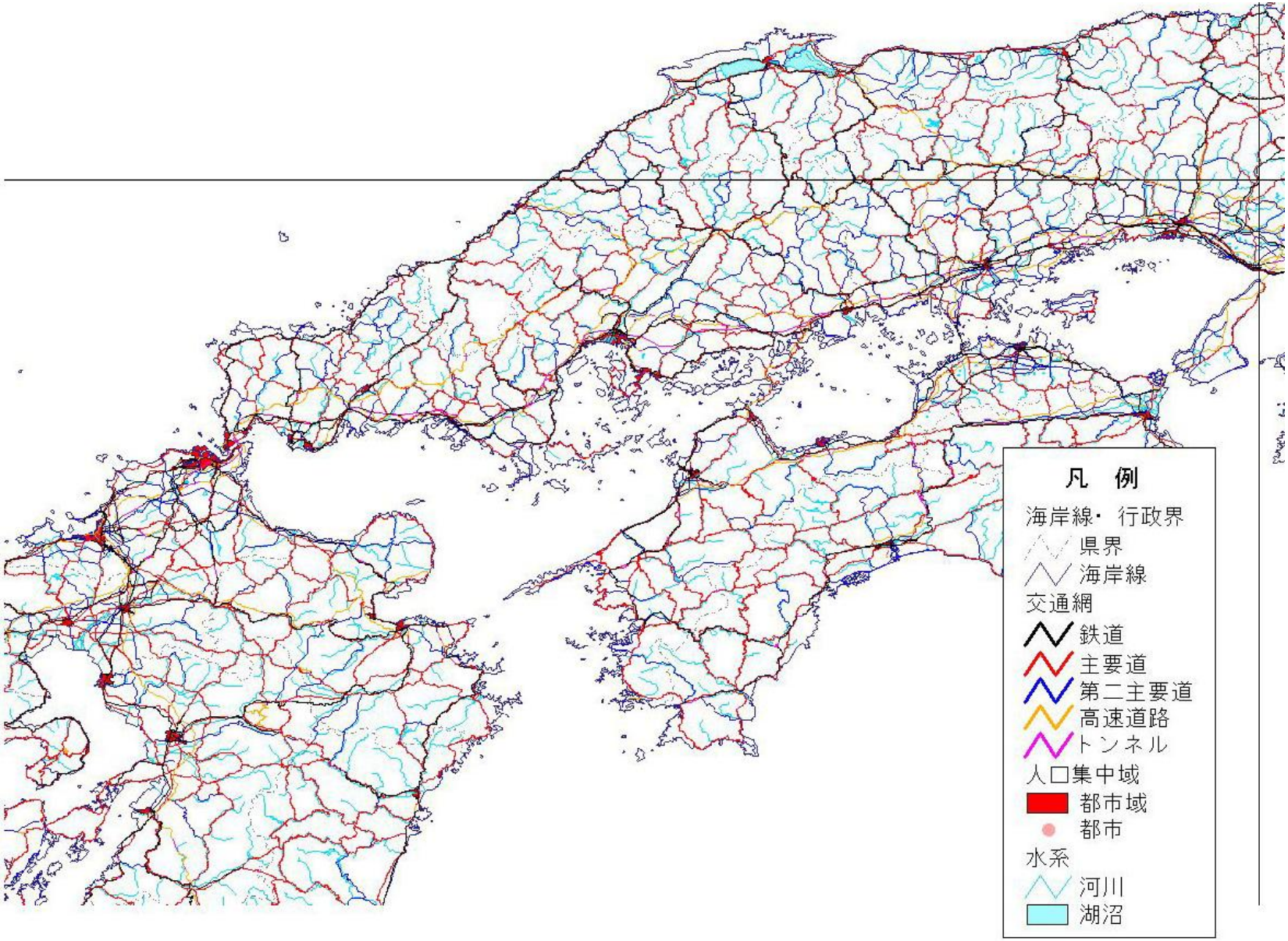
Global Map Screenshots (Japan)



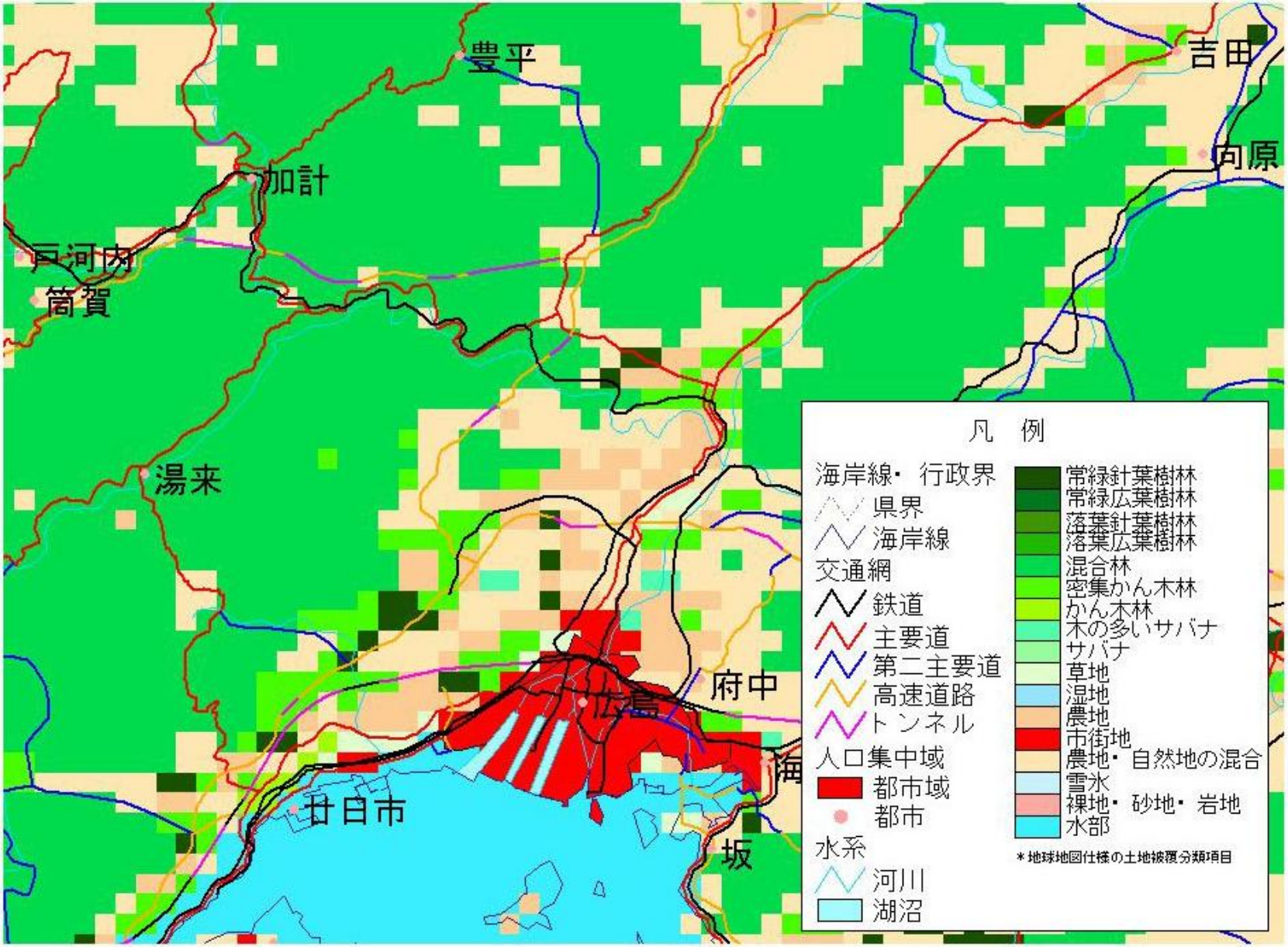
Global Map Screenshots (Japan)



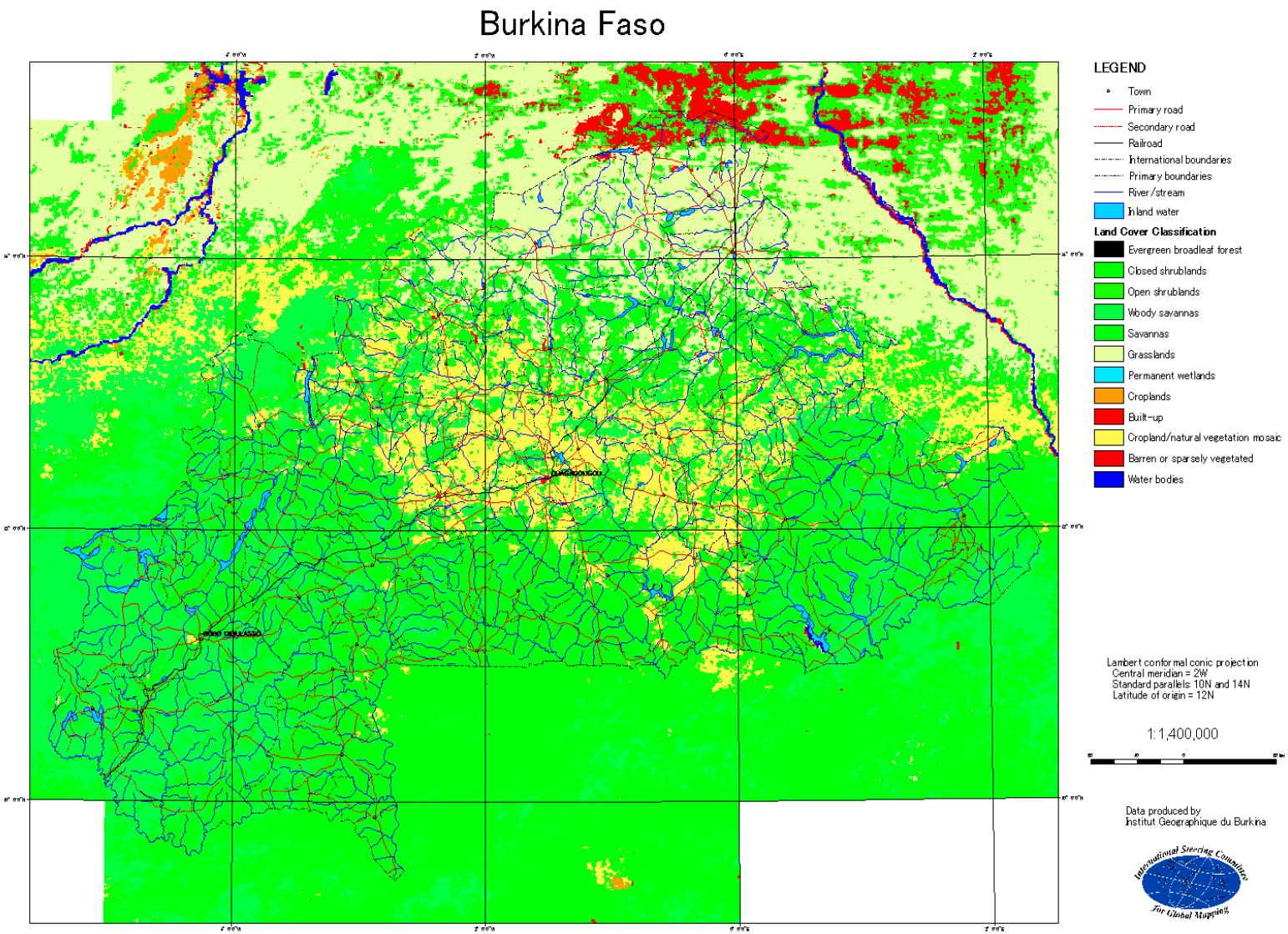
Global Map Screenshots (Japan)



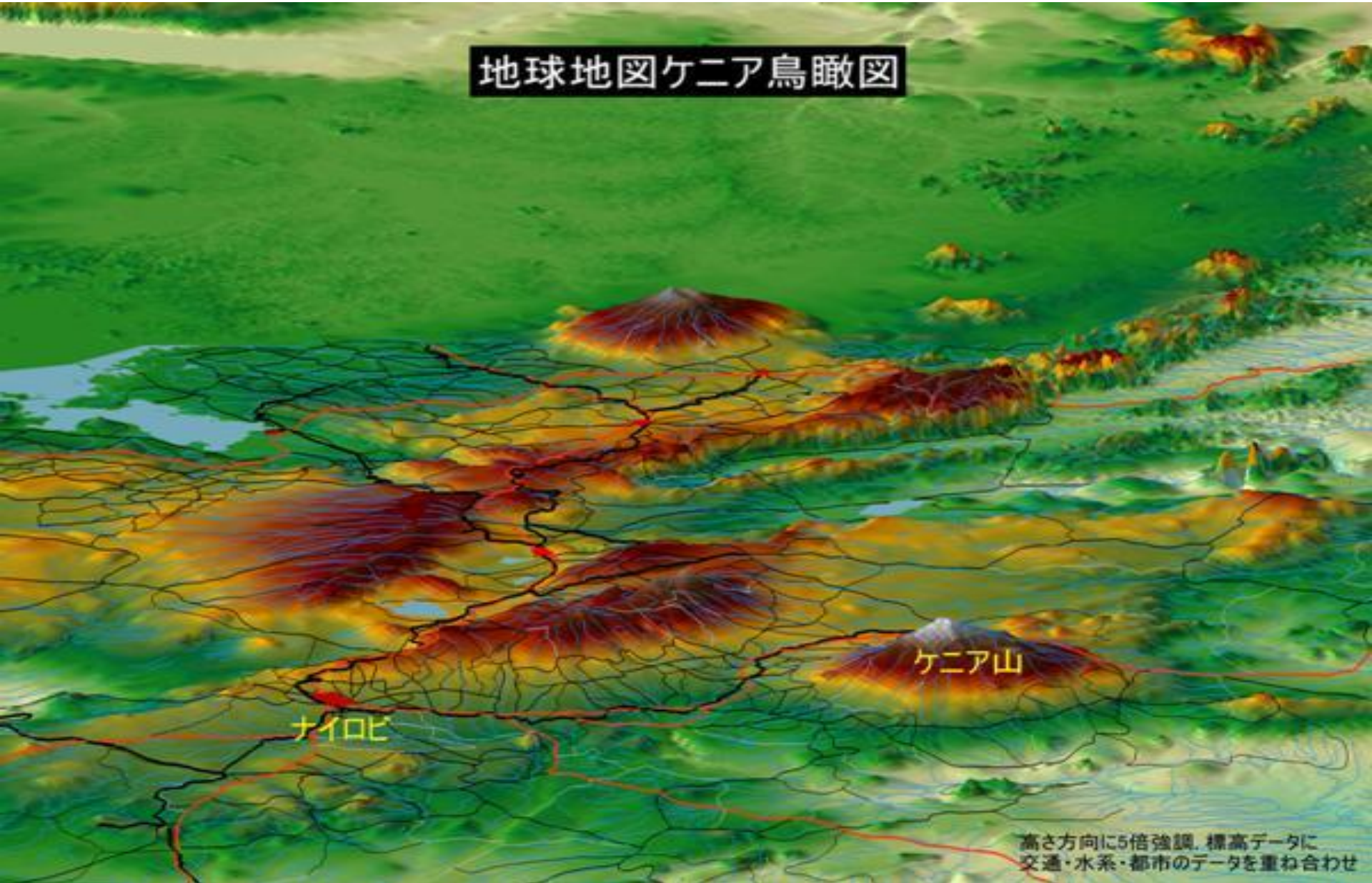
Global Map Screenshots (Japan)



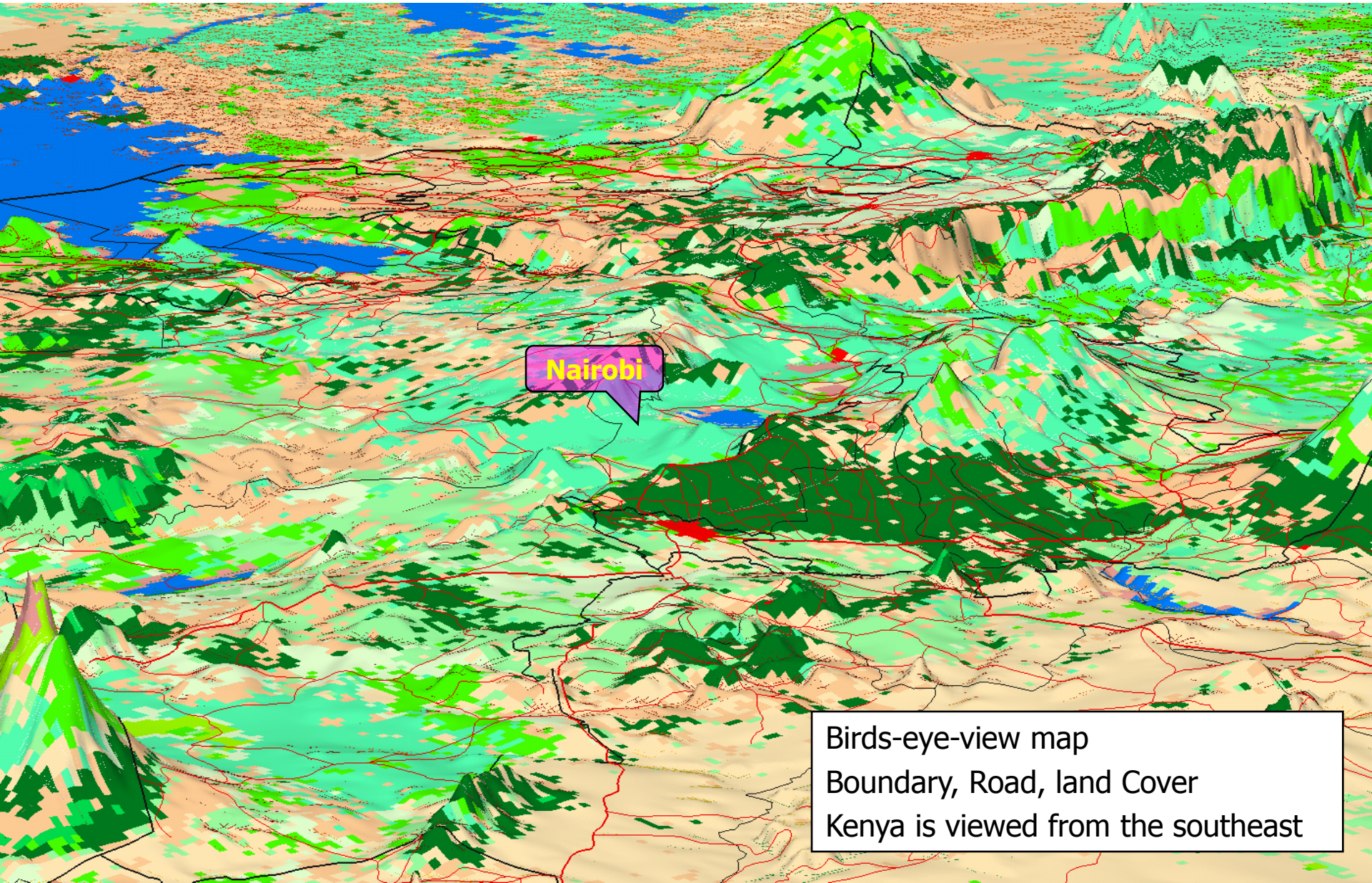
Global Map Screenshots (Burkina Faso)



Global Map Screenshots (Kenya)

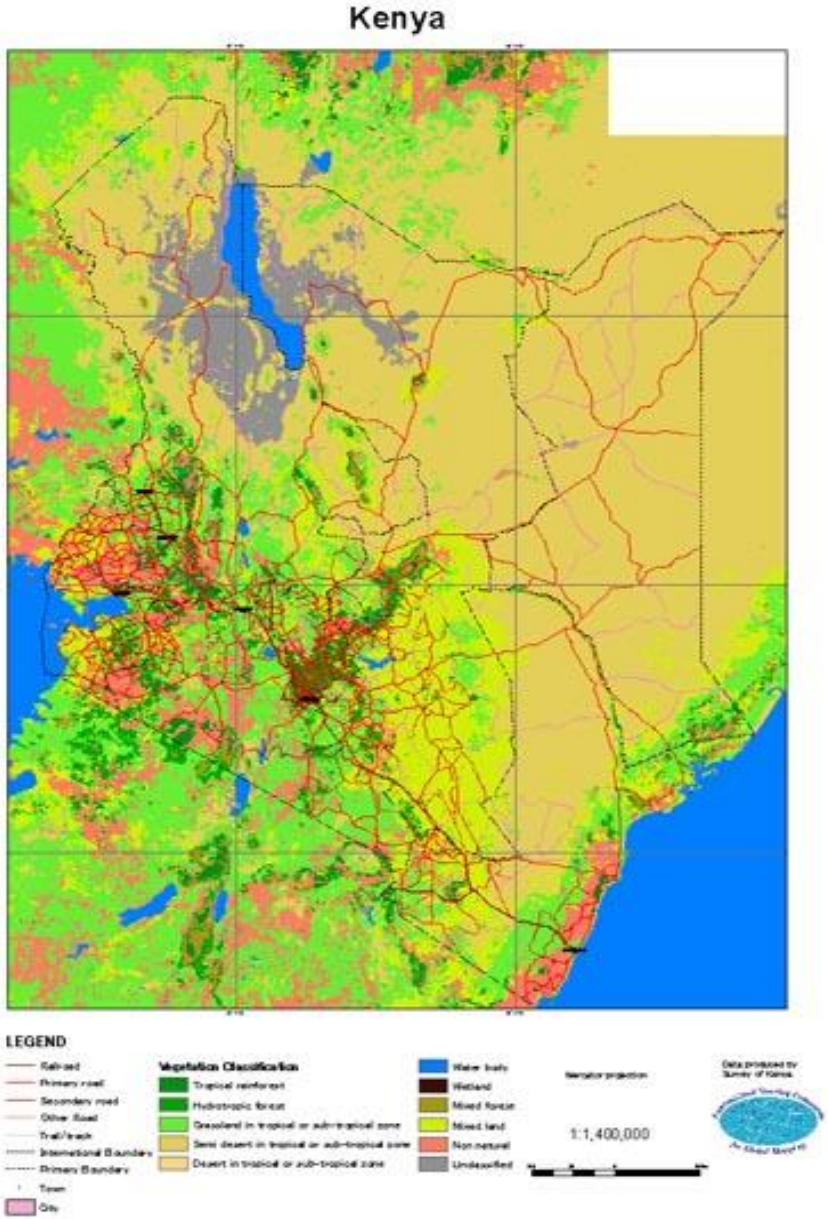


Global Map Screenshots (Kenya)

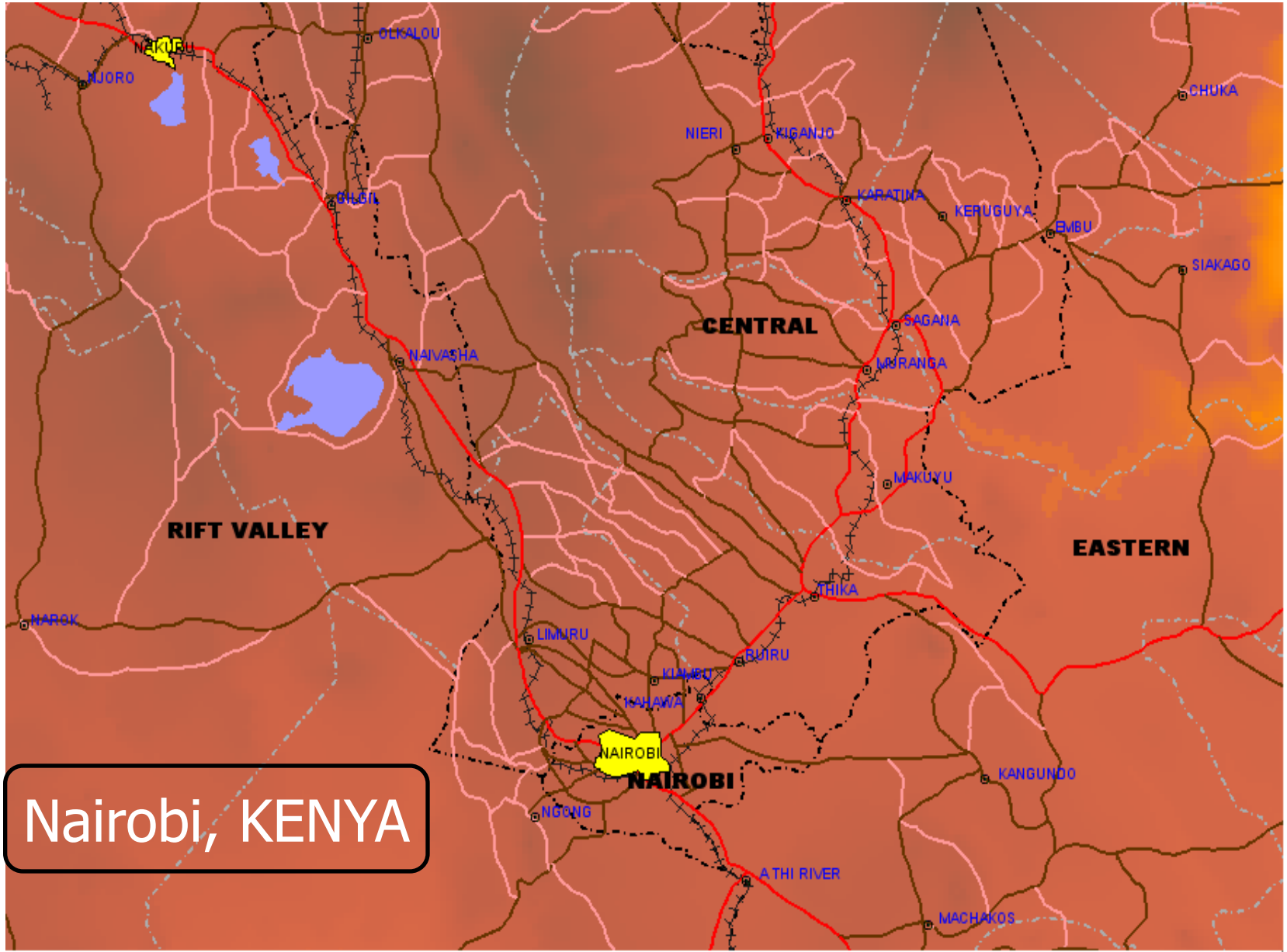


Birds-eye-view map
Boundary, Road, land Cover
Kenya is viewed from the southeast

Global Map Screenshots (Kenya)

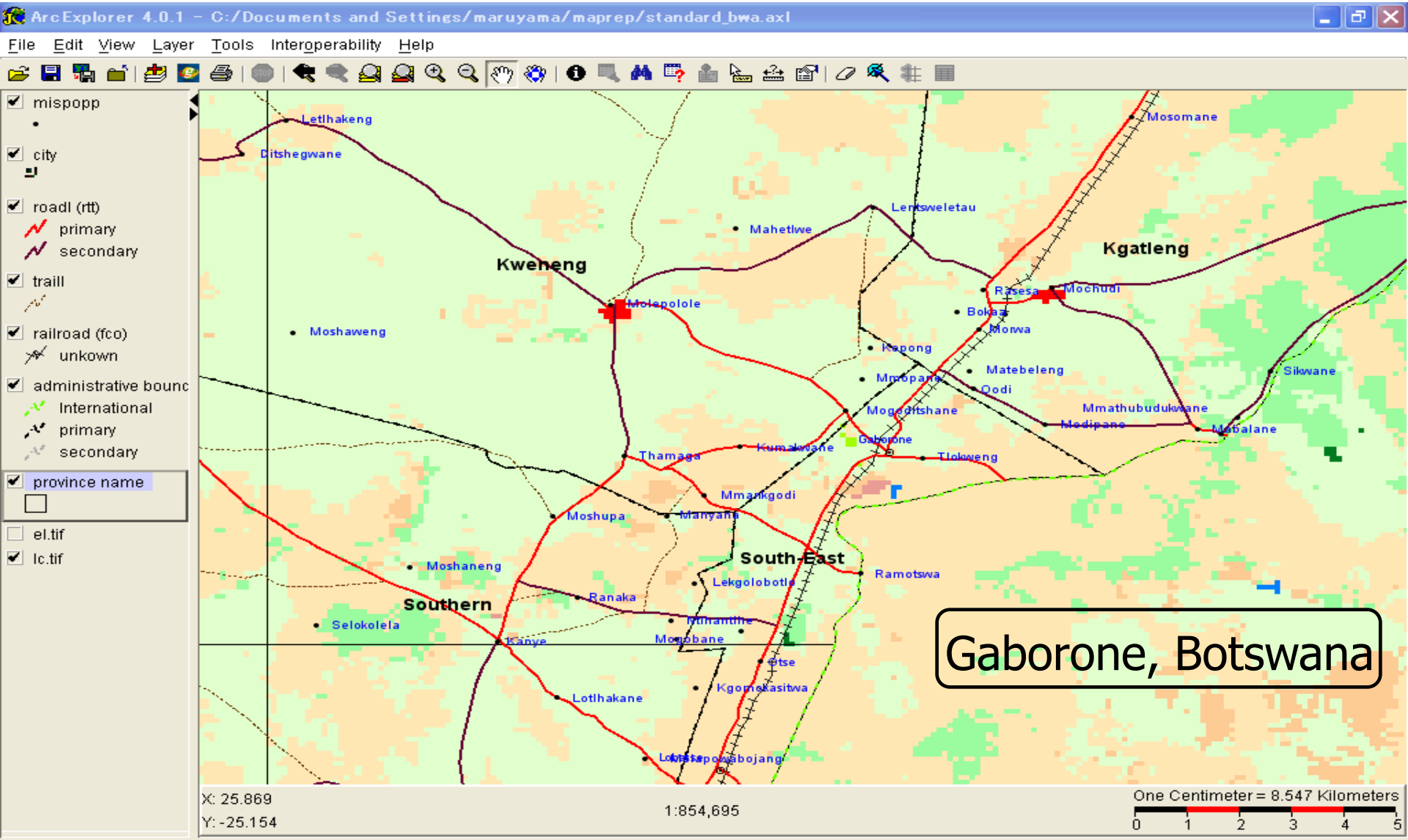


Global Map Screenshots (Kenya)

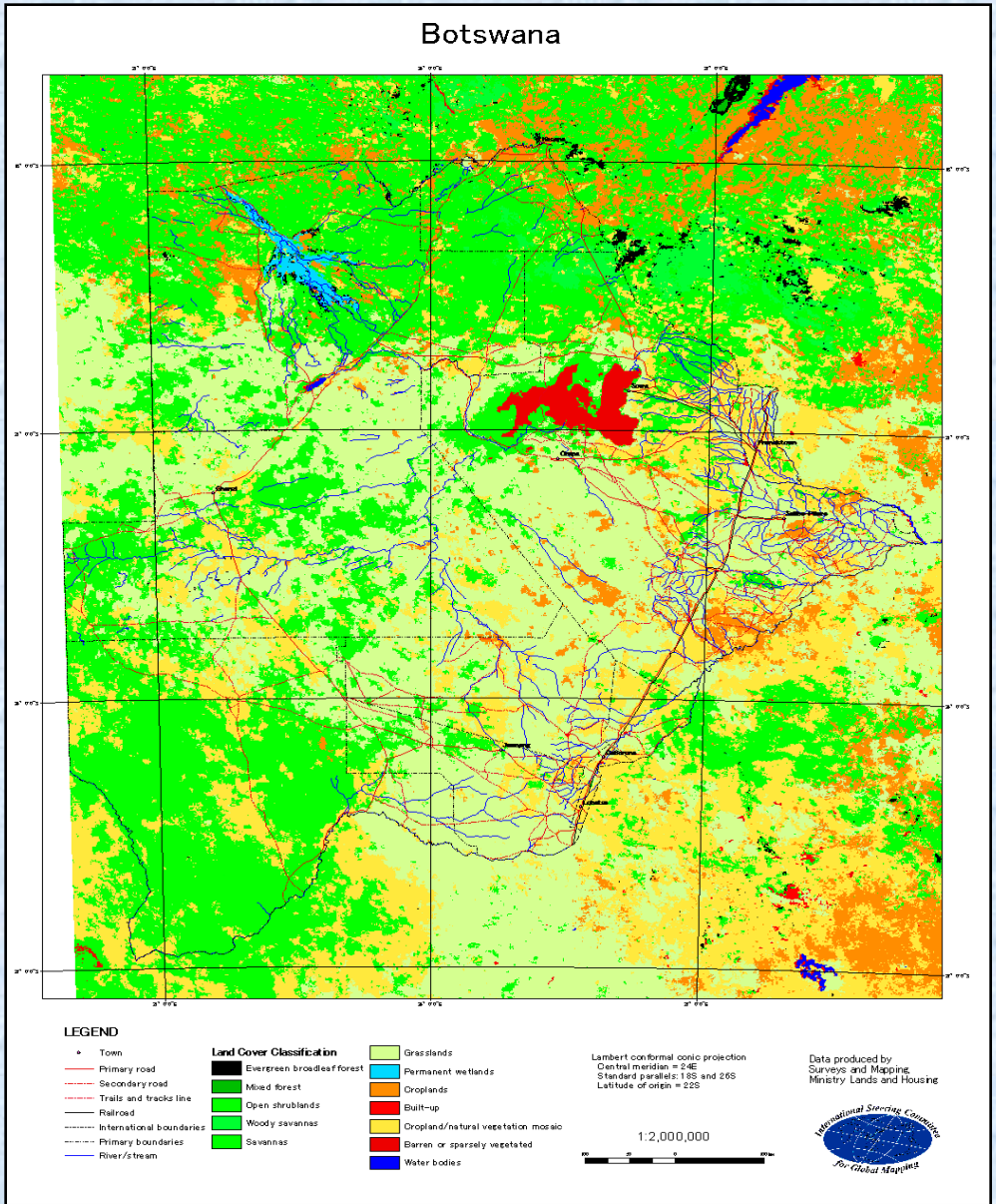


Nairobi, KENYA

Global Map Screenshots (Botswana)

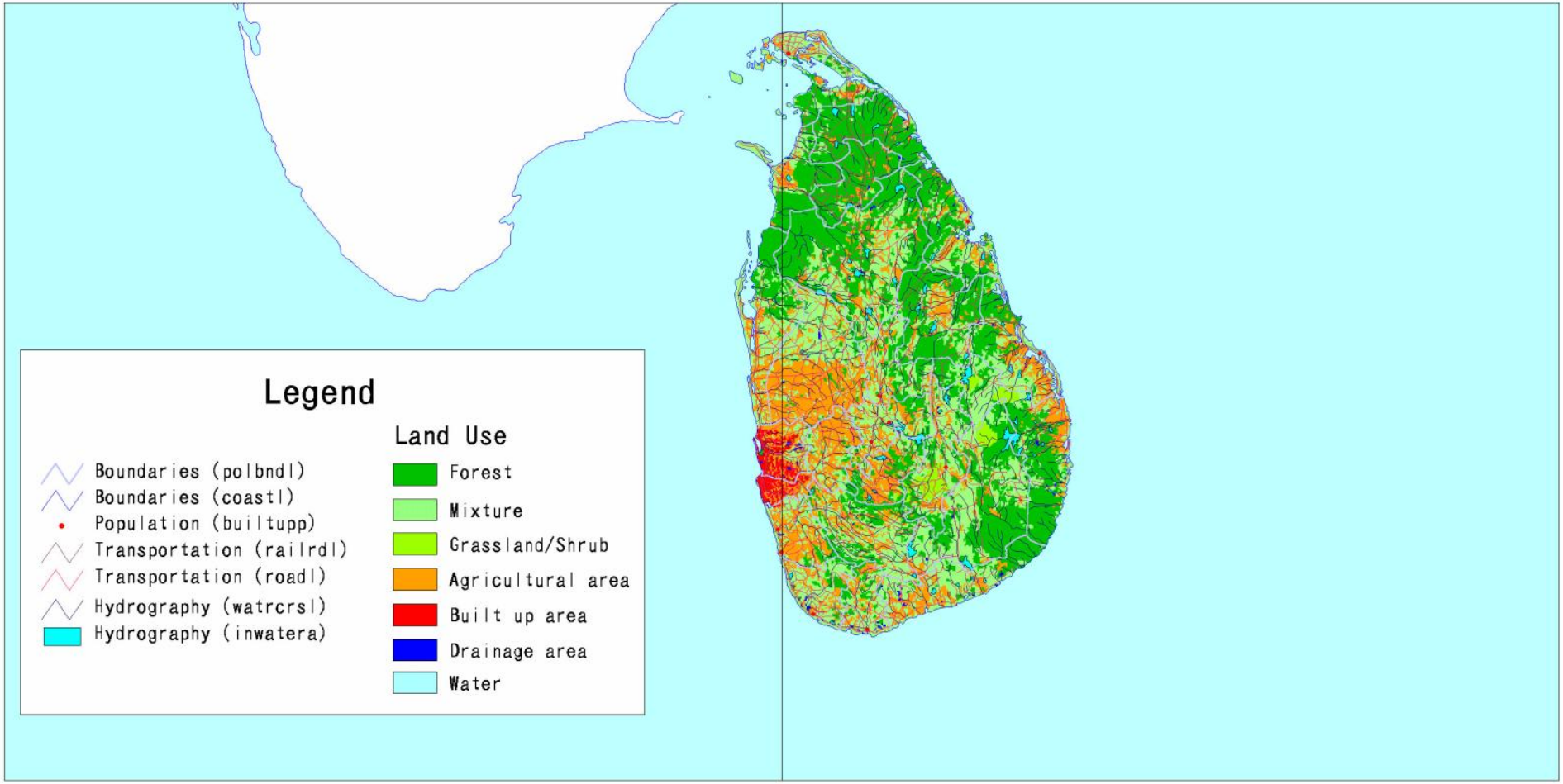


Global Map Screenshots (Botswana)

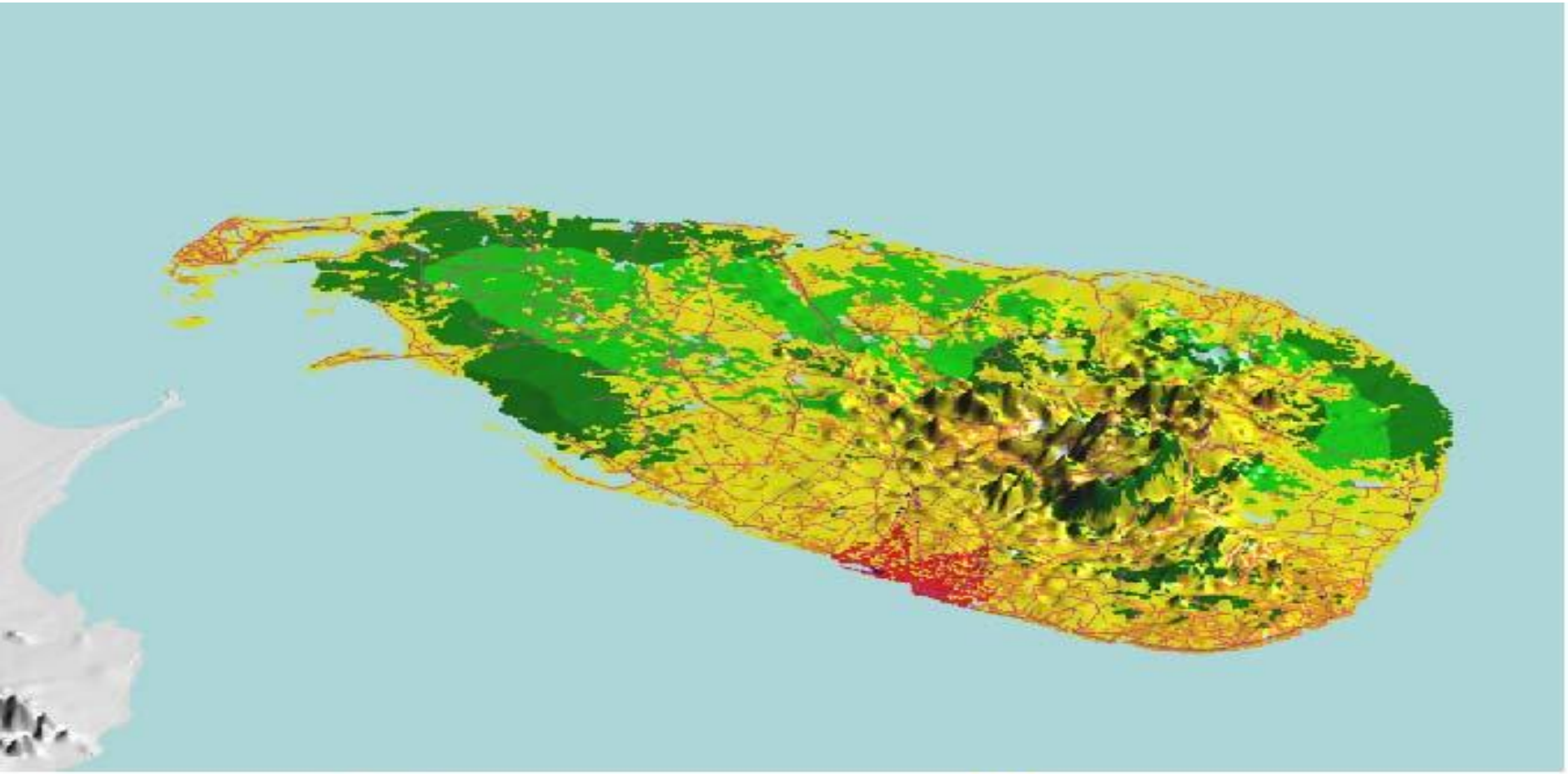


Global Map Screenshots (Botswana)

Global Map Screenshots (Sri Lanka)



Global Map Screenshots (Sri Lanka)



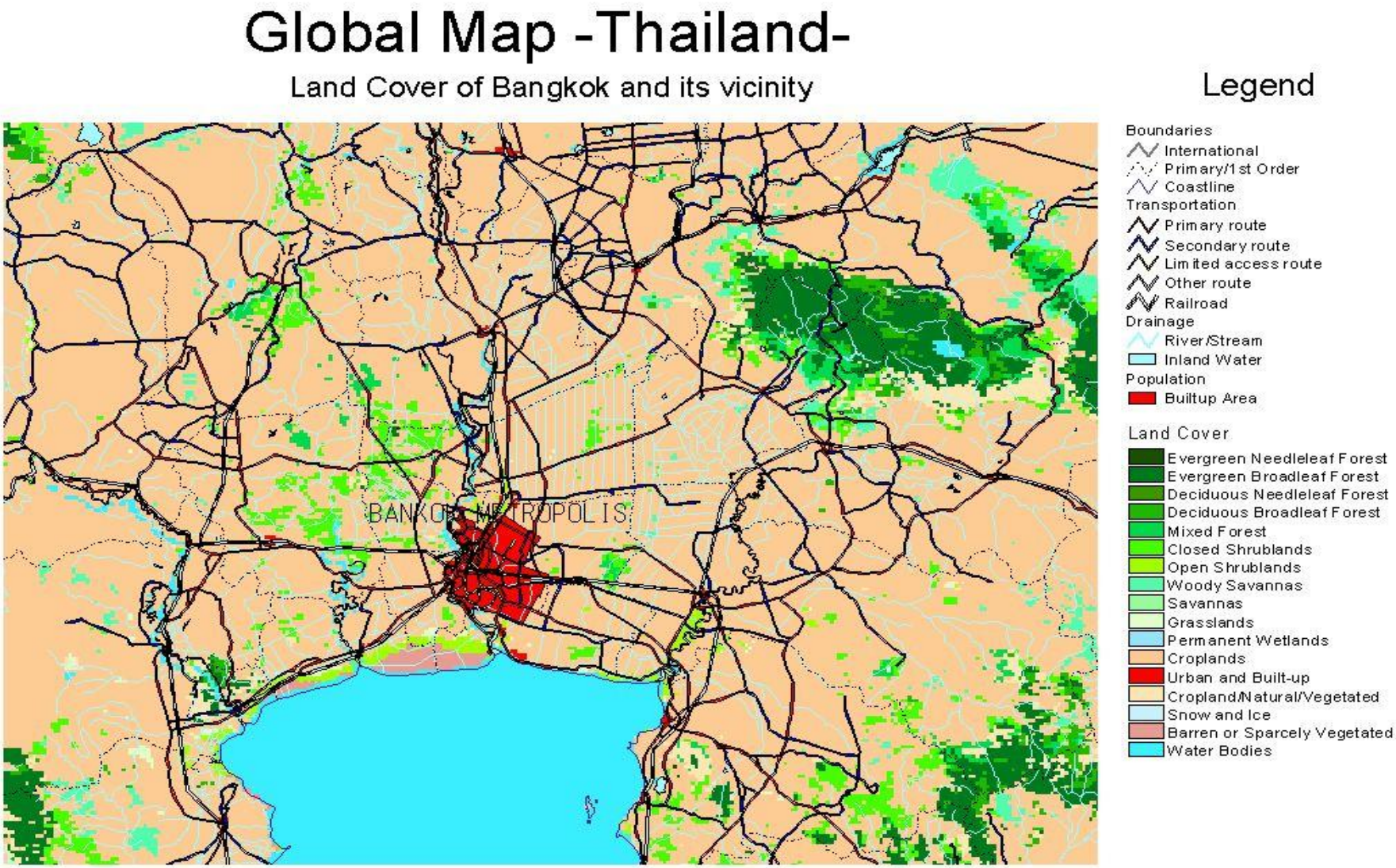
Road
Railroad

Evergreen Broadleaf Forest
Deciduous Broadleaf Forest
Mixed Forest
Woody Savannas

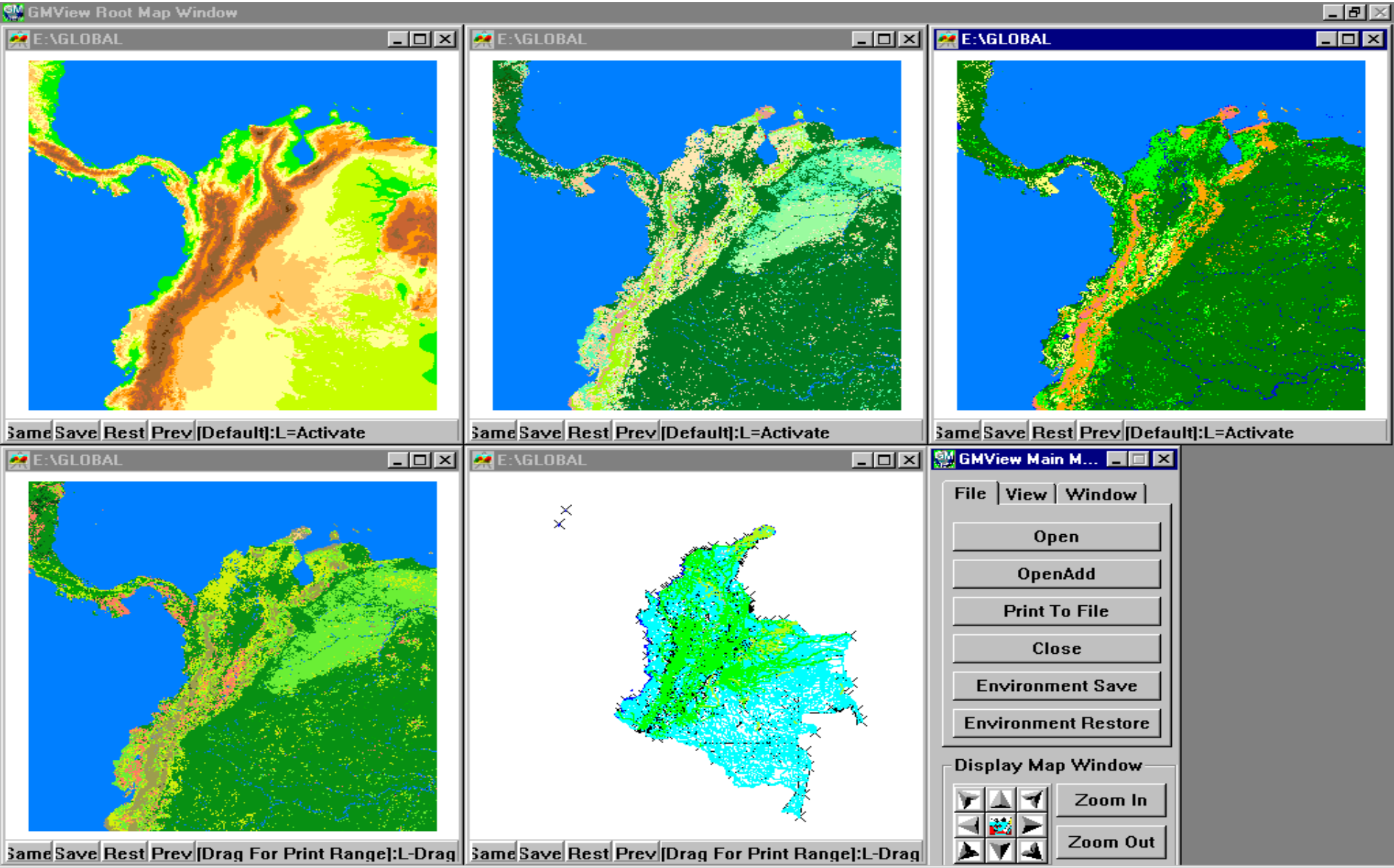
Croplands
Cropland/Natural Vegetation Mosaic
Urban and Built-up

Global Map - Sri Lanka
Land Cover - Transportation

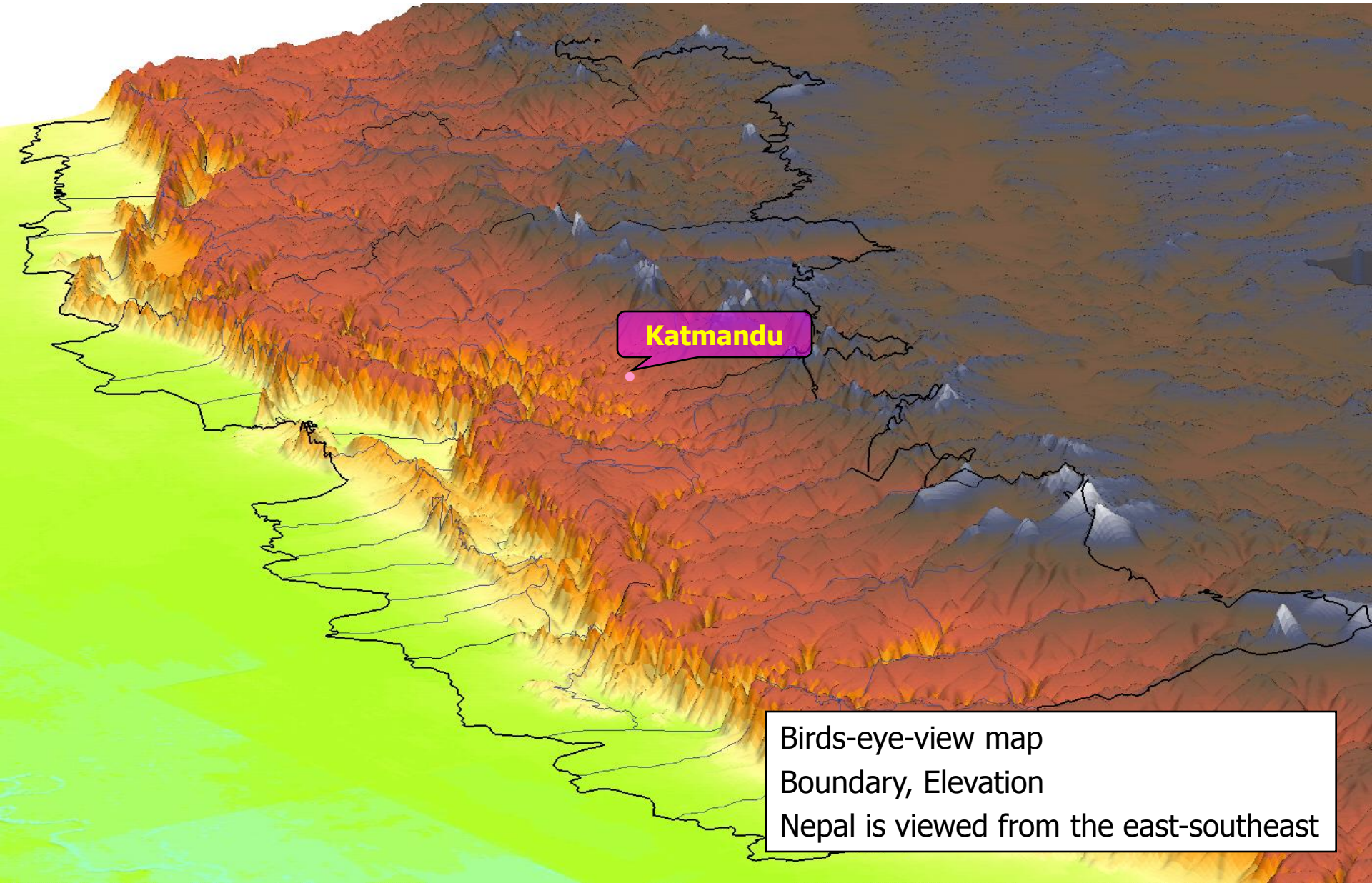
Global Map Screenshots (Thailand)



Global Map Screenshots (Colombia)

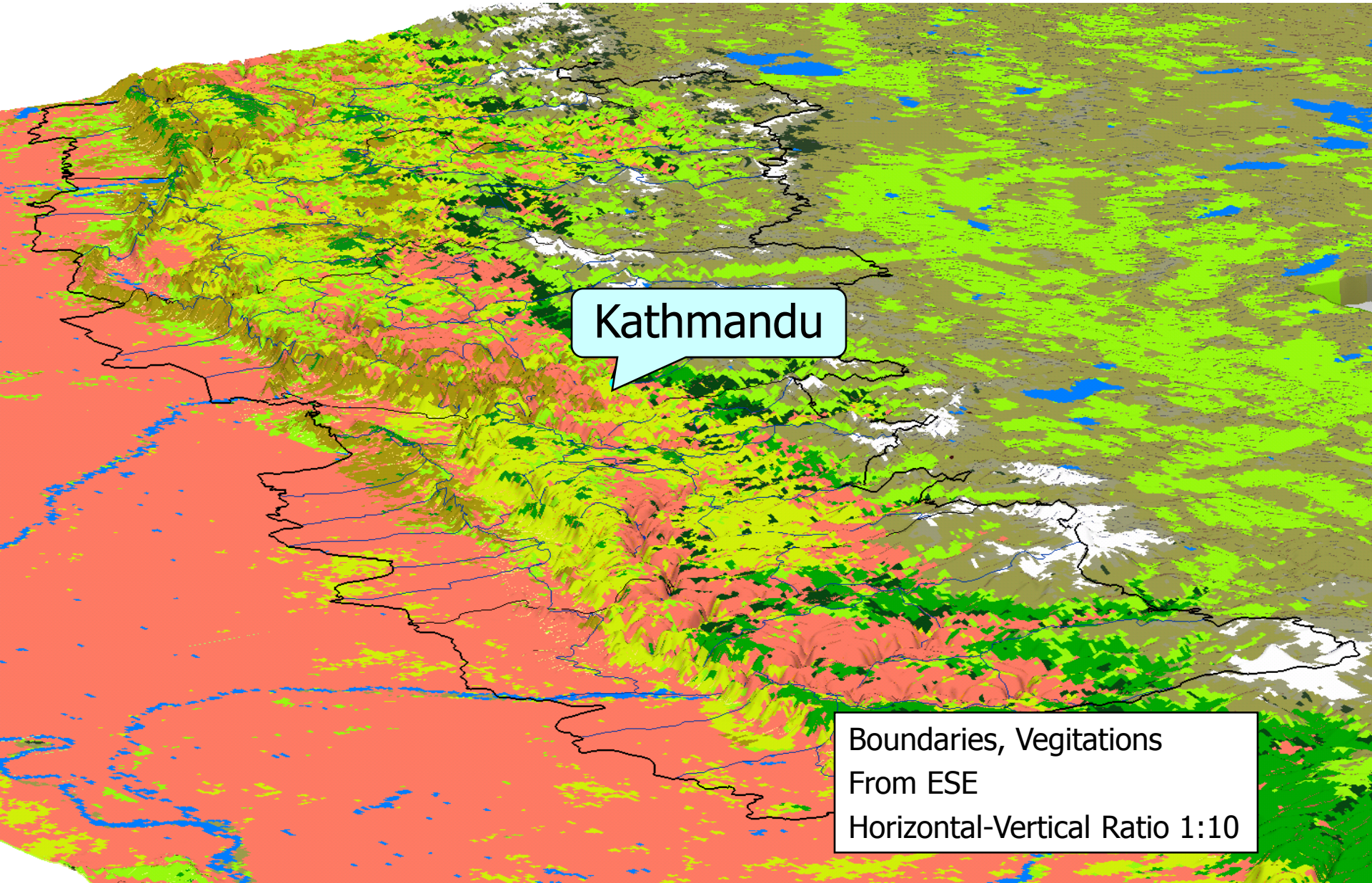


Global Map Screenshots (Nepal)

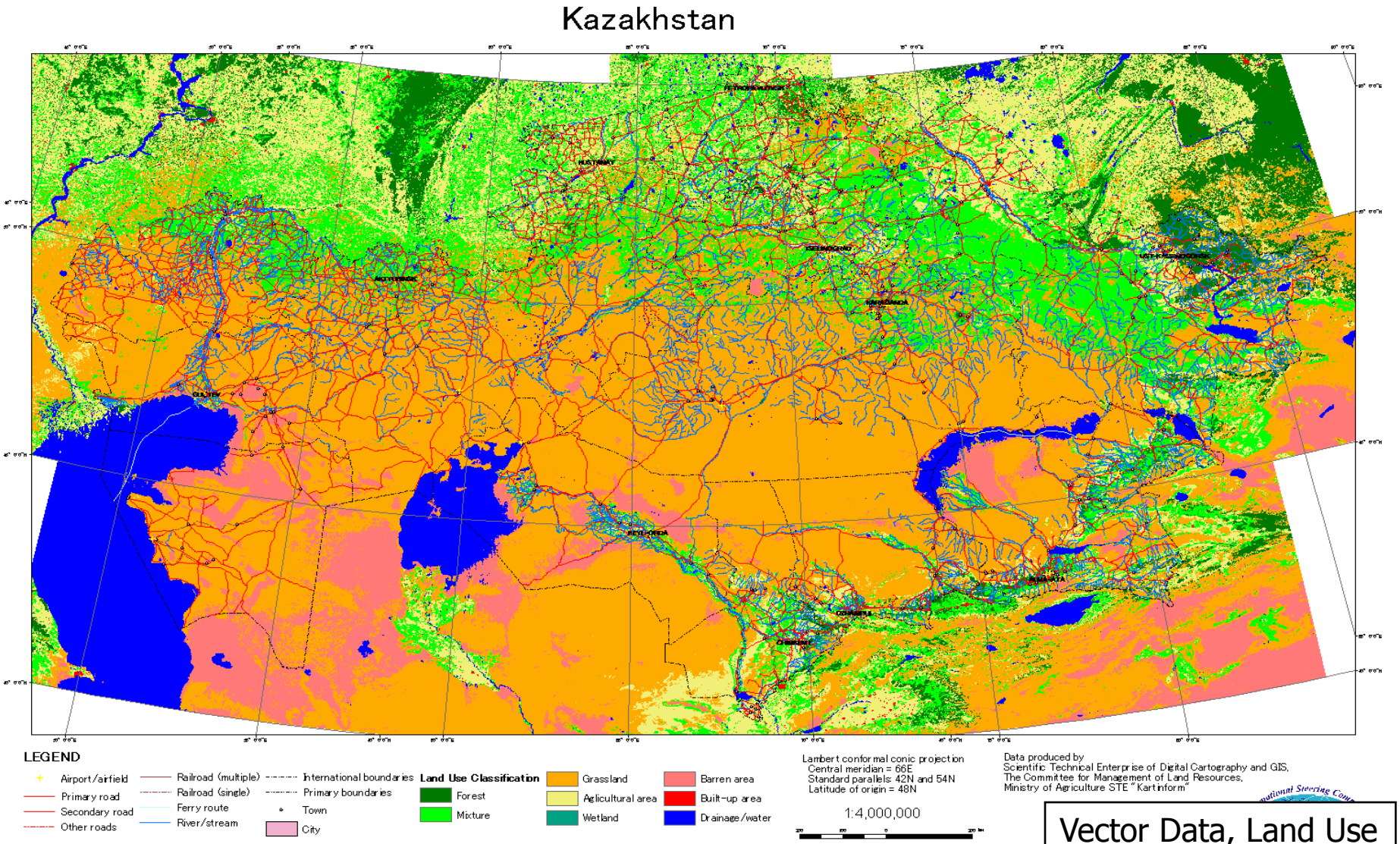


Birds-eye-view map
Boundary, Elevation
Nepal is viewed from the east-southeast

Global Map Screenshots (Nepal)



Global Map Screenshots (Kazakhstan)



Vector Data, Land Use

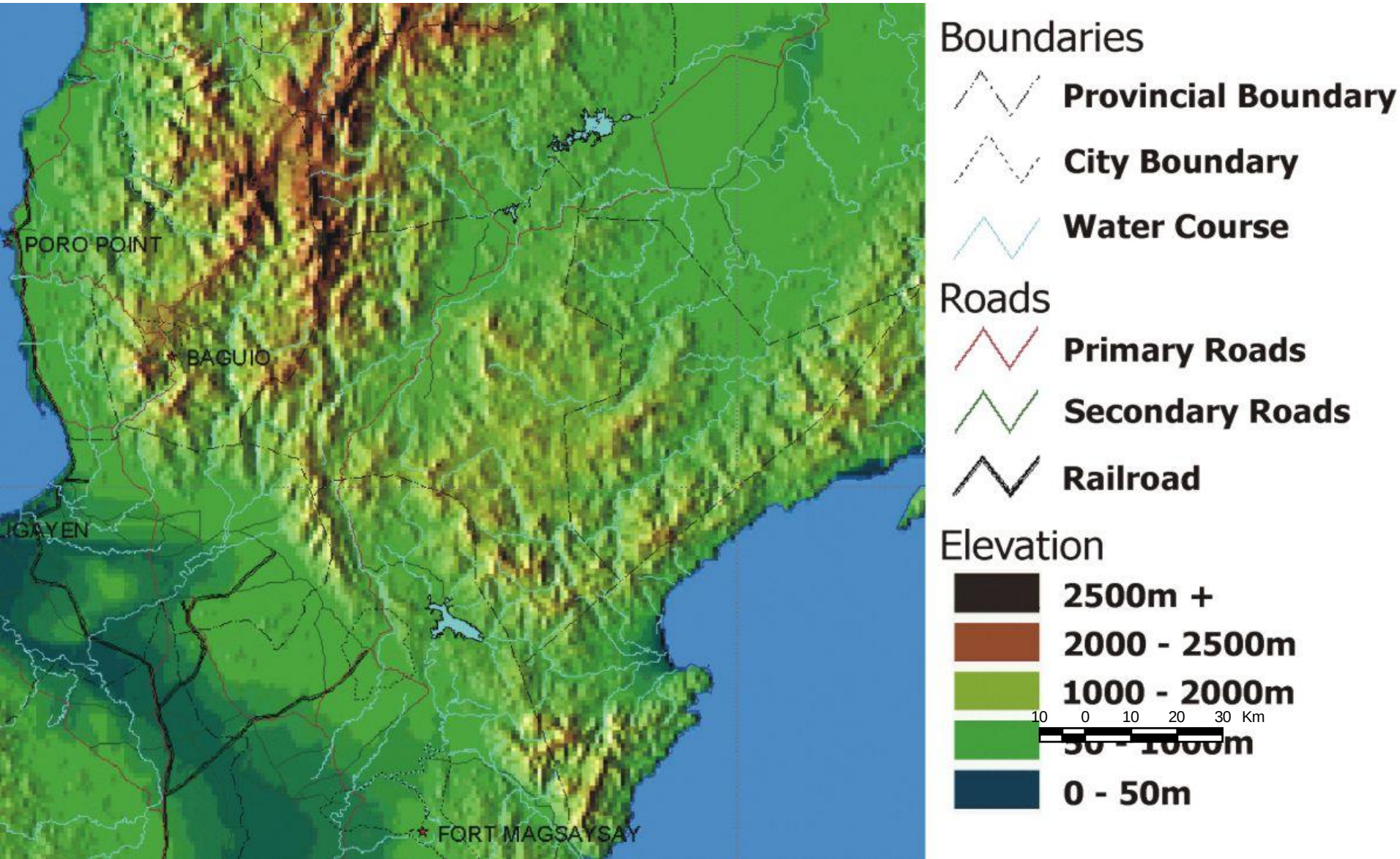
Global Map Screenshots (Kazakhstan)

LEGEND

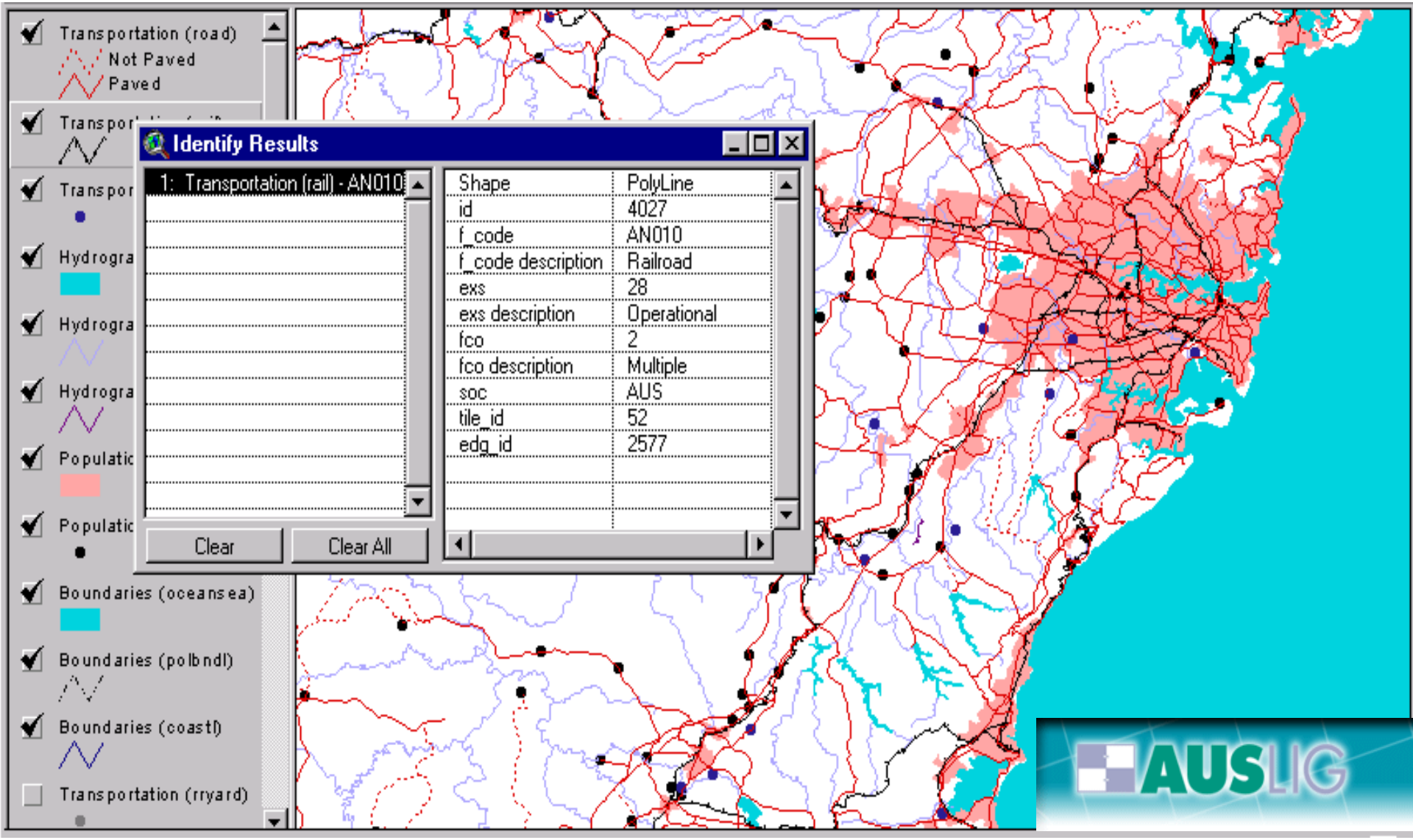
- Town
- Airport/airfield
- Railroad (multiple)
- Railroad (single)
- Primary road
- Secondary road
- Other roads
- River/stream
- Dam
- International boundaries
- Primary boundaries
- City
- Inland water

International Steering Committee for Global Mapping

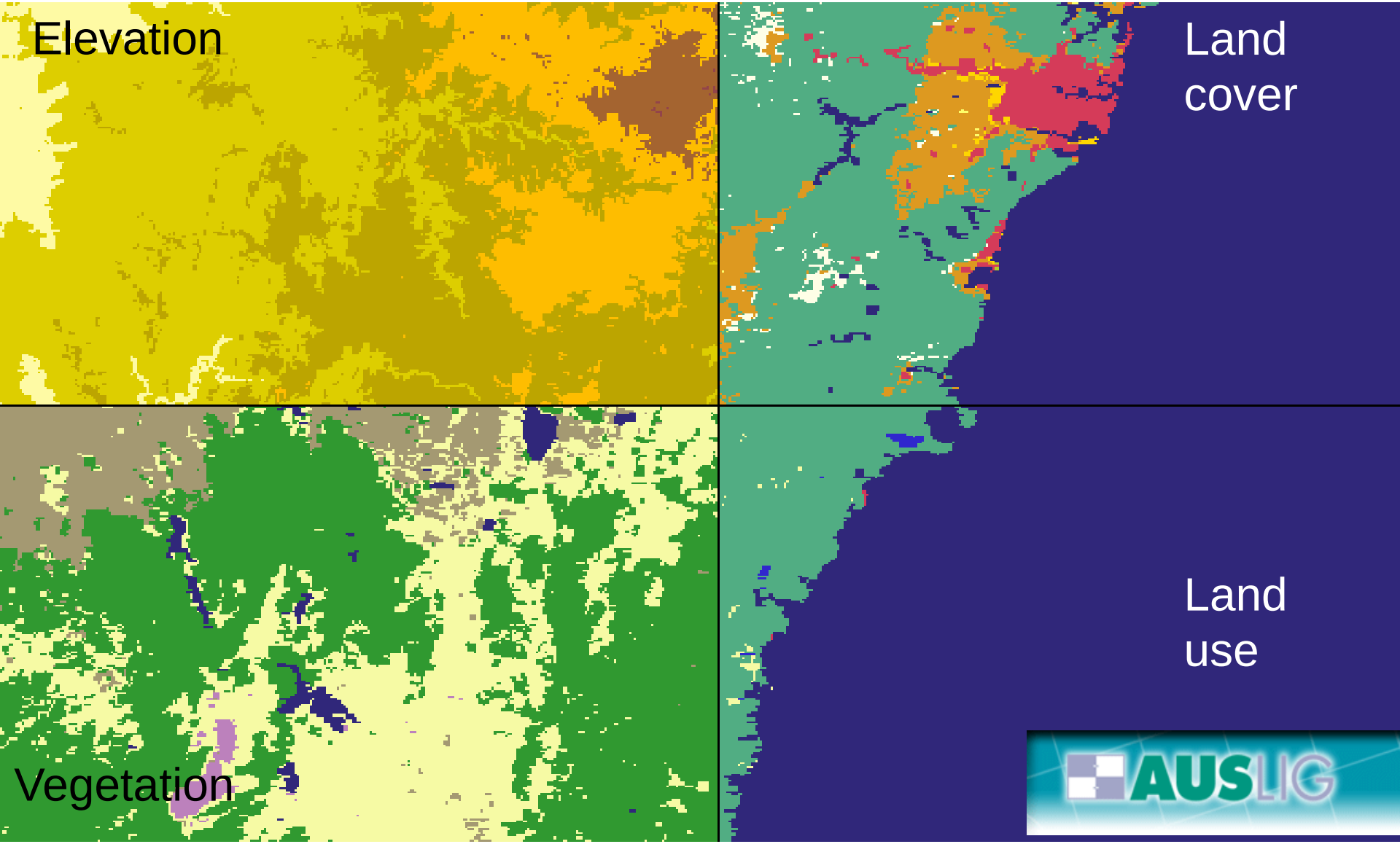
Global Map Screenshots (The Philippines)



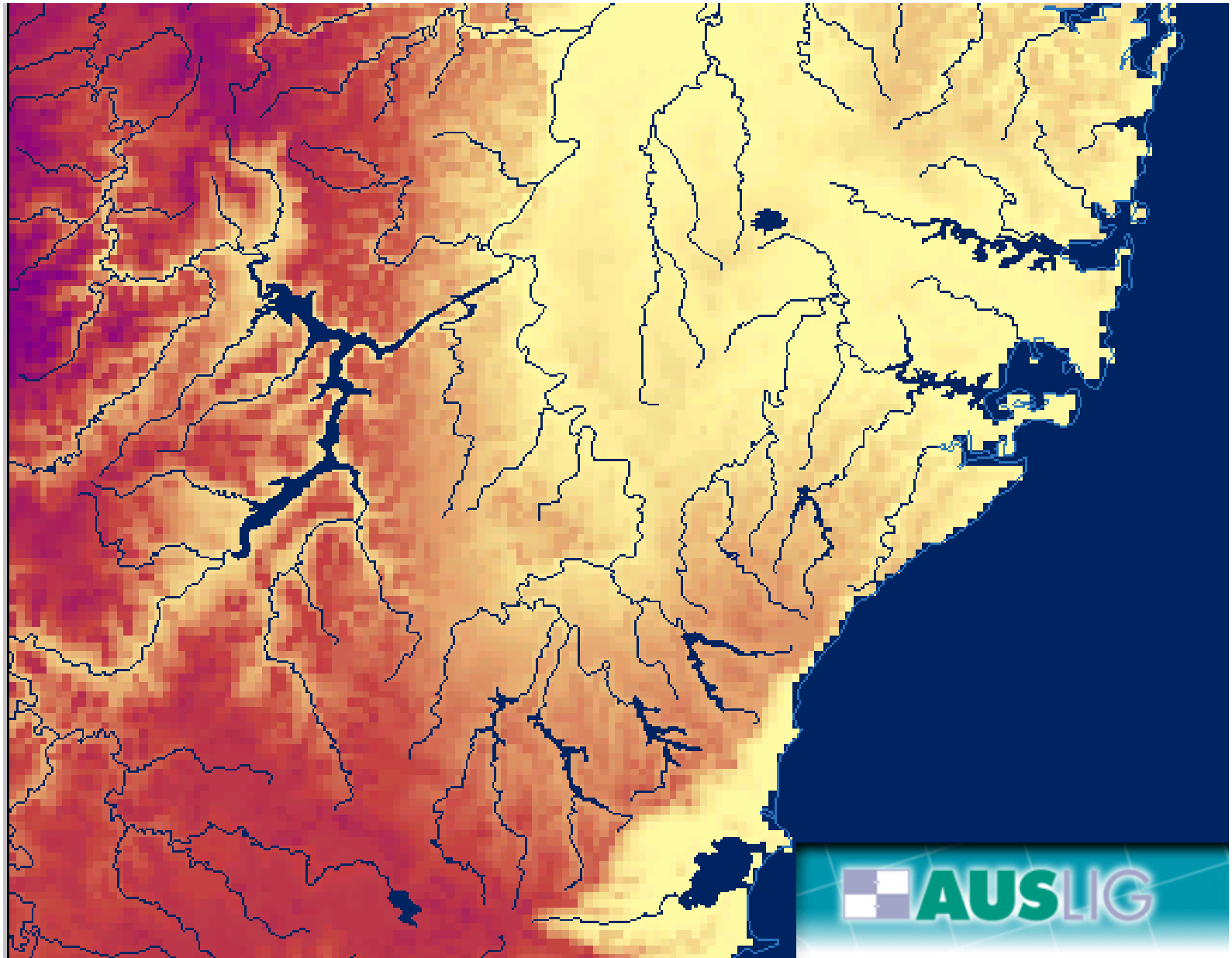
Global Map Screenshots (Australia)



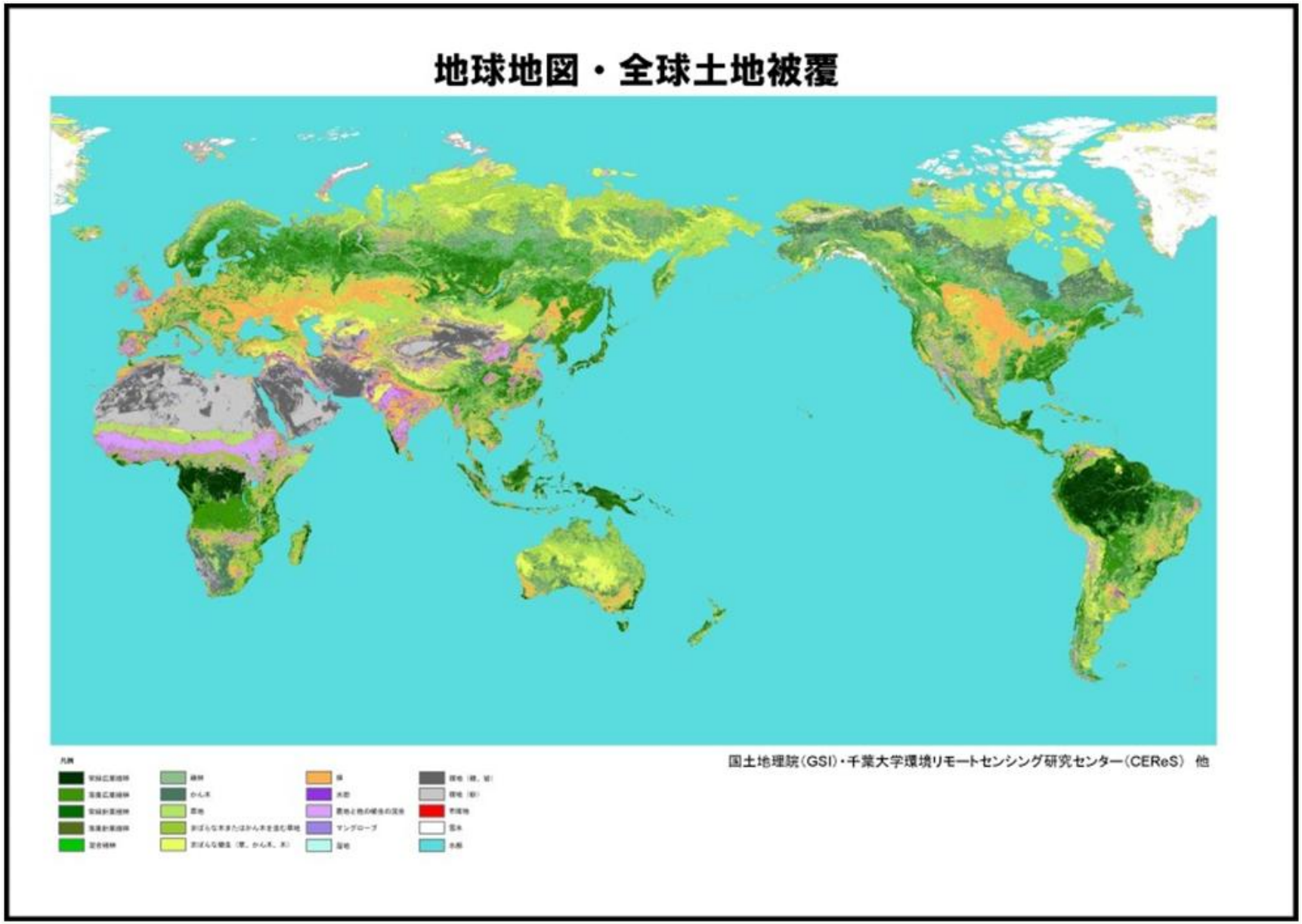
Global Map Screenshots (Australia)



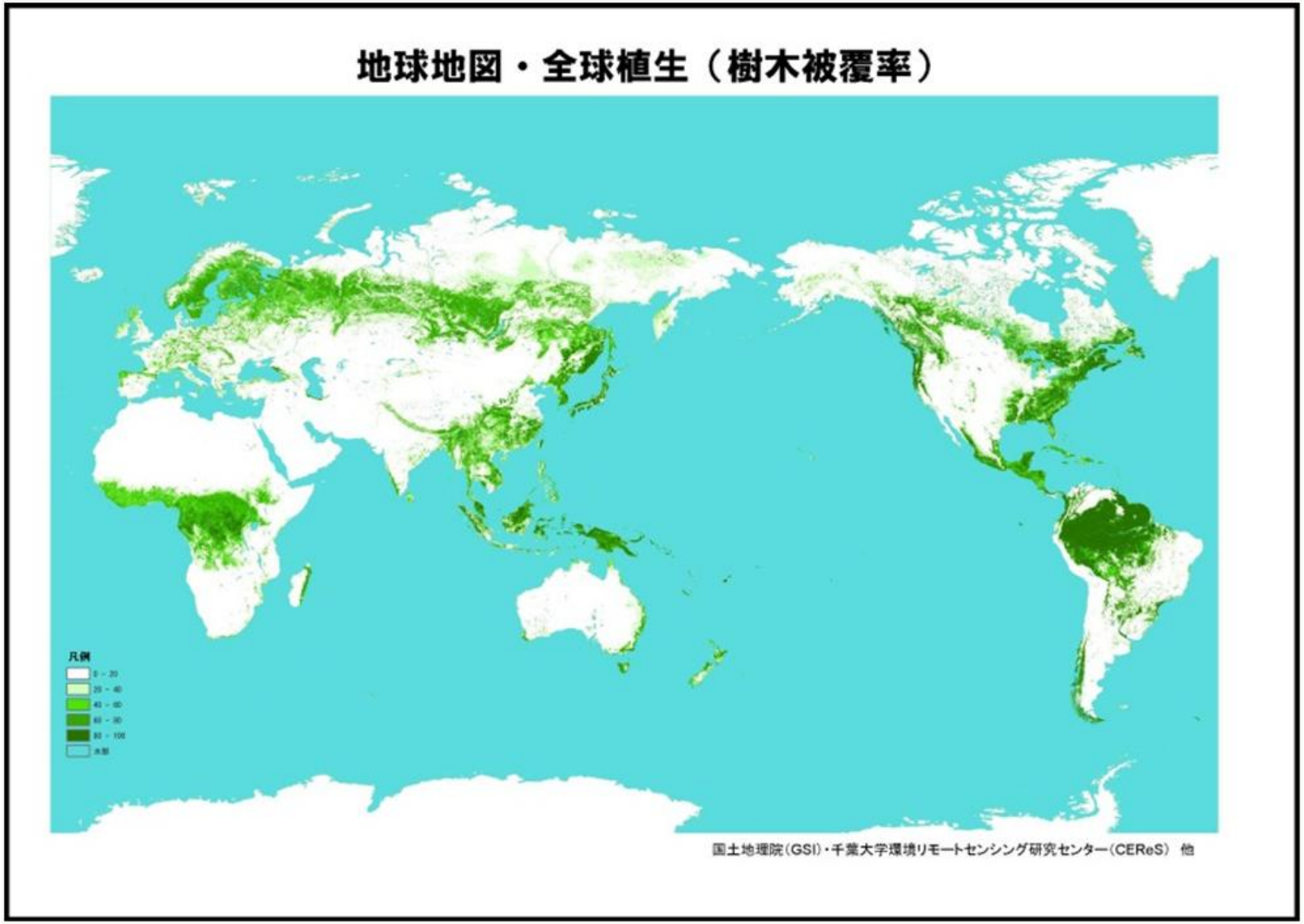
Global Map Screenshots (Australia)



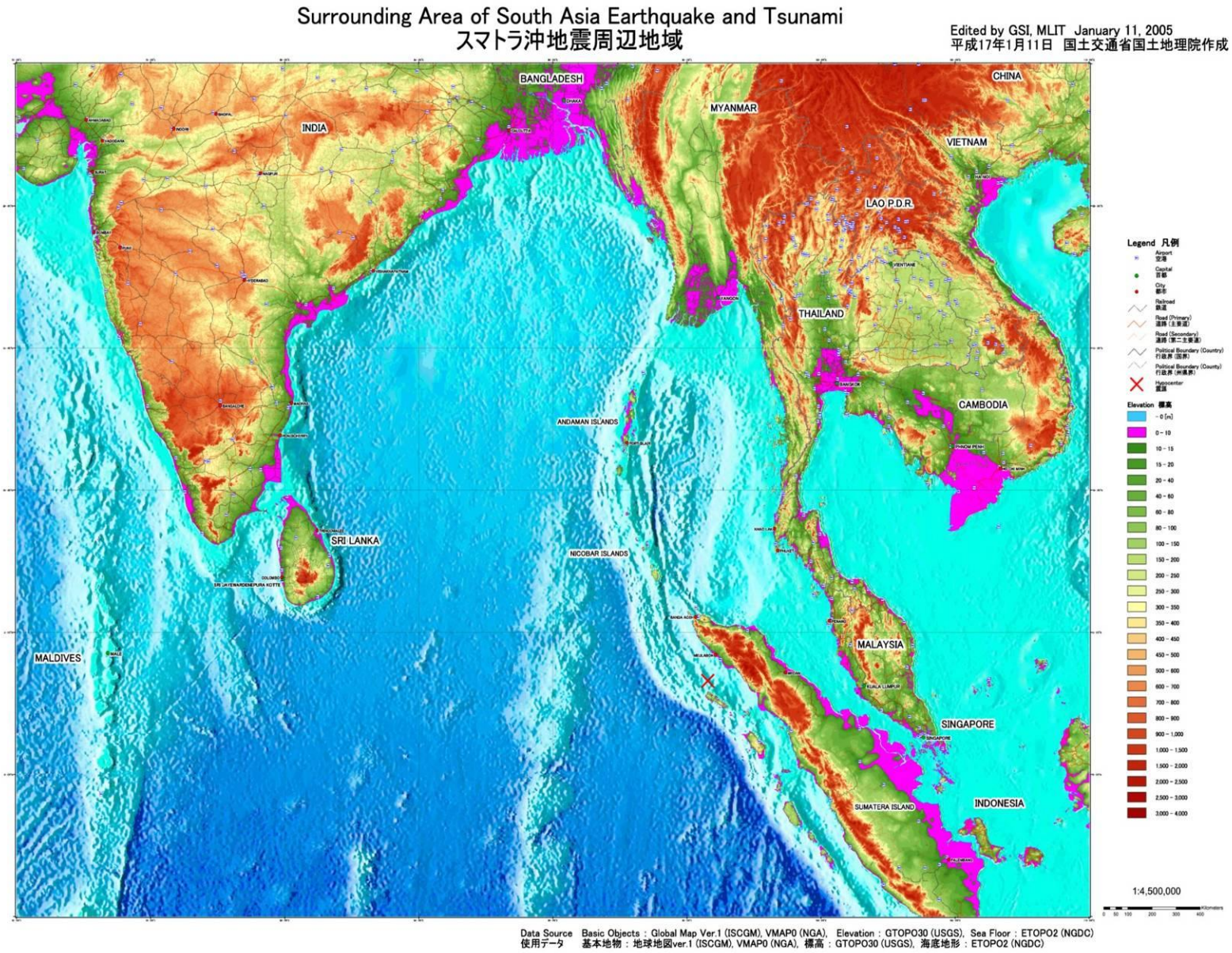
Global Map Screenshots (Global Version)



Global Map Screenshots (Global Version)



Global Map Screenshots (Indian Ocean)



地球地図（第1版）完成発表

気候変動枠組条約第14回締約国会議（COP14）

ご清聴有難うございました。