

社会基盤データベースの構築とその運営

高木 方隆

1. 研究概要

社会基盤に関する地理的な情報は、特に COE プログラムにおいても各研究分野で様々な分析のための基盤データとして活用できる。道路・橋梁などの社会資本アセットマネジメント、地域 ITS、災害被害最小化マネジメント等のテーマは、社会基盤データベースの整備が必要とされる。

ところで、地方自治体においては、地理情報システム (GIS) として社会基盤データベースの構築が、求められているものの、あまり導入されていない状況である。その理由の多くは、現実の業務において必要性を感じていなかったり、GIS 導入の効果が判らないと言うものである。しかしながら GIS は、地方自治体において各部局間におけるデータの共有において効果を発揮する。さらにデータが公開されることによって、民間企業においてはマーケティングに、教育研究機関においては地理状況の定量的な分析に有効に活用されると期待される。

したがって、COE プログラムの研究テーマをサポートするだけでなく、自治体業務や民間企業におけるマーケティングなど、多種多様な目的のために社会基盤データベースを実験的に構築し、継続的な運用が可能かどうか検討しなければならない。そのために、社会基盤データベースとして必要なデータ項目を決定し、その要求精度とともにデータ仕様を作成する。また構築費用・更新費用を概算し、持続的な運用の可能性について検討する。

2. 成果目標

2.1 社会基盤データベースの整備

目標となる社会基盤データの項目は、以下の通りである。

基図 (道路, 家屋, 施設, 標高等)

各種指定区域 (都市計画, 防災区域等)

社会経済データ (人口, 事業所等)

自然環境データ (植生, 土地被覆等)

これらデータのうち、新しいものは既にデジタル化されているデータもあるが、全てのデータを重ね合わせるためには、データの測地系・座標系をあわせるための座標変換が必要となる。また、過去のデータなど、デジタル化されていないデータについては、紙地図をスキャナによってデジタル化し、ラスター/ベクトル変換を行う。紙地図も整備されていない場合は、衛星リモートセンシングを活用し、時系列的なデータを整備する。

2.2 データサーバの構築

整備された社会基盤データを閲覧し、解析を実行するためのソフトウェアを構築する。汎用的な利用が求められるため、Web ベースで利用できるマップサーバを立ち上げる。

2.3 運用実験

ある地方自治体を対象に、社会基盤データベースを構築する。防災システムとリンクさせ、運用コストを調査しながら、実利用に向けた実験を行う。また、教育機関、民間企業での運用実験も行う。最終的に社会基盤データベース整備とサーバ構築・運用における採算性の見通しについて検討する。

3. 研究成果

3.1 社会基盤データベースの整備

まず社会基盤データの骨格となる標高、水系、道路、家屋、施設のデータを購入した。詳細は、以下の通りである。

標高（国土地理院 50m メッシュ標高）

水系（国土地理院空間データ基盤 25000）

道路（国土地理院空間データ基盤 25000）

家屋（NTT ネオメイト Geo Space）

施設（国土地理院空間データ基盤 2500）

これらデータは、それぞれ異なる測地系と座標系で整備されているため、座標変換を施し、統一した座標系にした。このとき採用した測地系は WGS84、座標系は平面直角座標系 IV 系である。図 1 に現在整備中の社会基盤データの例を示す。

現在、全国的に整備されている標高データは、前述の国土地理院 50m メッシュ標高が一般的であるが、分解能が低いという欠点がある。そこで

衛星画像を用いて、空間分解能の高い標高データを整備した。今回利用した衛星データは、ASTER（Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer）である。ASTER は、衛星 Terra に搭載され、可視～熱赤外域までの 14 バンドのスペクトルデータを観測することが出来る。空間分解能は、可視～近赤外の 3 バンドにおいては、15m である。そして、近赤外バンドは、直下視と後方視のステレオ視ができるため、ステレオマッチングにより高さ情報を求めることが出来る。これにより、15m 分解能の標高データを作成した。なお、ASTER による標高データの検証を行うため、航空機レーザーによる高さ情報との比較を行った。航空機レーザーは、その名の通り航空機より地上へレーザー光を照射し、反射してくるレーザーを受信して高さ情報を求めるものである。地上に照射されるレーザー光のポイントは、等間隔ではなくランダムポイントとなるが、

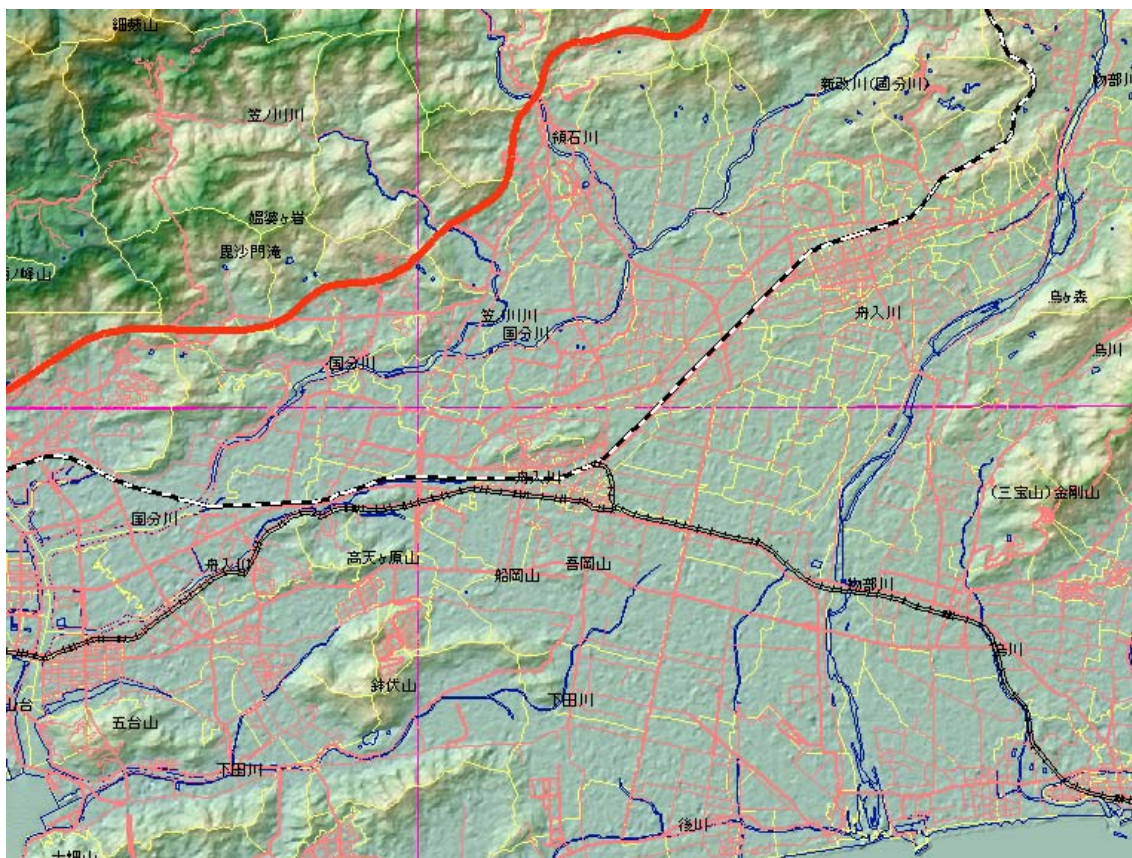


図1 整備中の社会基盤データ

ポイント間隔は 1m 未満と非常に高分解能である。このデータを等間隔のメッシュ型に変換し、ASTER による高さ情報と比較したところ、相関係数 0.99 という高い相関が得られた。そこで 2 次式を持って ASTER による標高データのキャリブレーションを行った。

次に社会経済データとして人口データの整備を行った。人口データは国勢調査により 5 年ごとに集計されているが、その集計の単位は、各市町村における町丁目字界ごとである。通常、町丁目字の大きさは、人口密集地ほど小さく、山間部ほど大きい、特に山間部においては、人の住んでいる部分は、ごく限られている状況である。したがって細かなメッシュに変換して地図上に表現した方が定量的な解析に向く。そこで家屋にのみ人が住んでおり、その家屋数或いは家屋面積に人口が比例すると仮定し、家屋情報を用いて人口データをメッシュ化する手法を考案した。この手法は、他の社会経済データにも適用できると考えられ、現在検討中である。

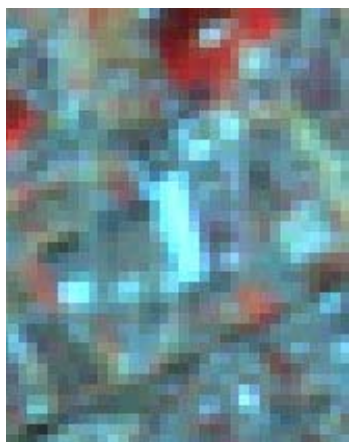
植生・土地被覆分類図に関しては、衛星画像の利用を検討した。利用した衛星データは、前述の ASTER と新たに IKONOS を用いた。IKONOS は、アメリカの商用衛星で、約 80cm という非常に高い分解能の衛星画像を供給する。尚、スペクトルバ

ンドは、可視～近赤外域までの 4 バンドであり、スペクトル分解能は余りない。IKONOS 画像は 1 シーン (11km×11km) が約 70 万円から 110 万円と非常に高額なため時系列データによる解析には向かない。しかし、高分解能の利点を活かし、位置合わせのための画像としては非常に有用なデータとなり得る。一方 ASTER は、1 シーン (60km×60km) が約 9 千円と非常に安価である。したがって、空間分解能は 15m と劣るものの時系列分析に向く。したがって、ASTER の時系列データを用いて土地被覆の分類を試みた。

土地被覆分類に用いた ASTER 画像は、2000 年 10 月、2001 年 1 月、3 月の 3 シーンである。これら 3 シーンを用いて、土地の変化の状況を評価することによって土地被覆分類を行うためには、以下の処理が必要となる。

1. 高精度幾何補正
2. 画像濃度の正規化
3. ミクセル解析
4. 固定グリッドを用いた変化抽出

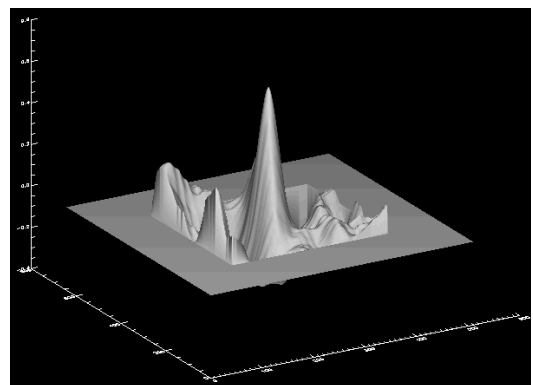
高精度幾何補正においては、まず空間分解能が 80cm の IKONOS 画像を利用し、画像相関を用いて高精度の画像基準点を 7 点求めた (図 2)。その後アフィン変換により幾何補正を行い、15m の空間分解能の ASTER 画像を約 4m という高精度で幾



ASTER 画像



IKONOS 画像



相関結果

図 2 画像マッチングによる基準点取得例

何補正を実現することができた。

画像濃度の正規化については、画像濃度の最大値・最小値を利用した線形変換を適用した。最大値・最小値の決定は、各シーンとも同じ画素における値を利用しなければならない。そのためには、少なくとも一辺が50m以上の3画素以上で構成される均質で変化のない物が必要となる。今回、最大値には山間部にある岩石掘削現場を用い、最小値には海面を用いた。

次に正規化された画像よりミクセル解析を行った。ミクセル解析は、一つの画素を構成している幾つかの要素の割合を求めるもので、今回は植物、土（構造物を含む）、水（影を含む）の3要素で一つの画素が構成しているものと仮定した。トレーニングデータとして、植物のみの要素で構成されている画素、土の要素のみで構成されている画素、水の要素のみで構成されている画素を抽出し、可視・近赤外の3バンドのデータを用いてミクセルモデル式を最小二乗法により導いた。その後、画像全体においてミクセル解析を施した。

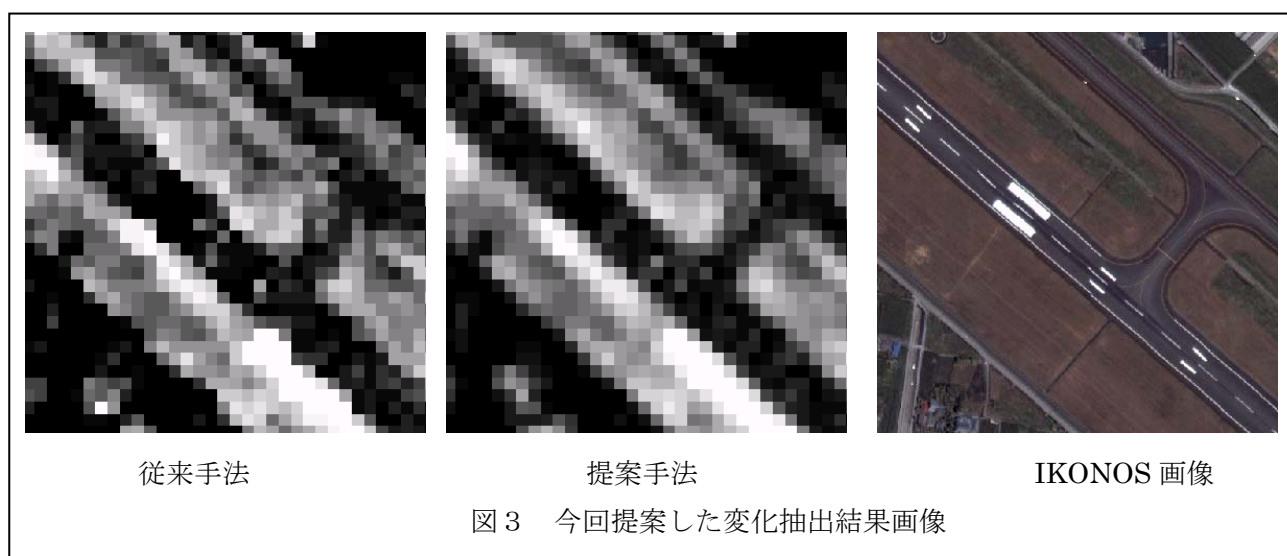
固定グリッドによる変化抽出は、今回我々が提案する新しい変化抽出法である。従来、変化抽出のためにシーン間における画素同士を直接比較してきた。しかし、シーン毎で画素の位置は地上において微妙に違うため、直接比較すると位置ずれによる誤差を含んでしまう。そこで、位置ずれ

による誤差を最小限に抑えるため、変化抽出のためのグリッドをあらかじめ用意し、各シーンにおける画素の位置を変化抽出のためのグリッドに精密にオーバーレイし、面積配分により変化抽出のためのグリッドへミクセル解析した結果を再配列させた。これにより、従来の変化抽出法に比べて50%以上の精度向上を期待することが出来る（図3）。この変化抽出手法により、信頼性の高い土地被覆分類を行った（図4）。

3.2 データサーバ

今回整備された社会基盤データ、今後整備される社会基盤データを公開し、社会マネジメントシステム構築のため実施される数々のサブプロジェクトにおいて活用される仕組みを構築する。整備中の社会基データのほとんどは、位置情報とともに線分や面の図形情報も含んでいるため、通常のデータベースサーバでは対応できない。したがって、地理情報のデータサーバを構築しなければならない。

現在、地理情報のためのデータサーバとして様々な製品が利用されている。ローカルエリア内でのデータ共有であれば、市販のGISソフトウェアを利用するのが簡単であるが、ワイドエリアとなると、クライアントに特殊なGISソフトウェアがインストールされていることは期待できないため、Webブラウザを活用したいいわゆるWeb GISが



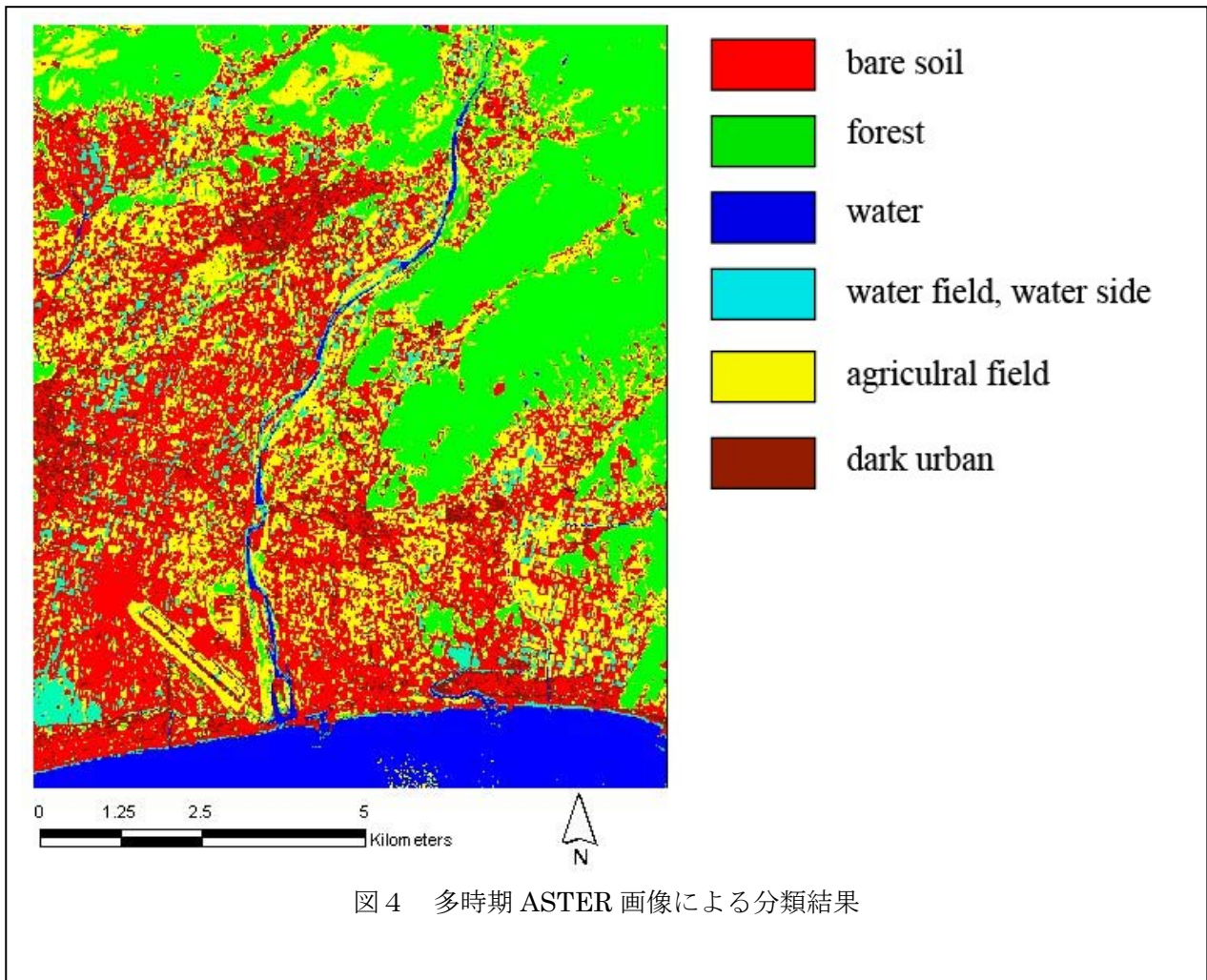


図4 多時期 ASTER 画像による分類結果

有効である。そこで様々な製品を比較・検討した結果、今回 Web GIS 構築のため、オープンソースの Mapserver を選定した。この Mapserver は、ミネソタ大学で開発され、Linux 上で運用できるものである。ライセンスフリーのため商用ベースでの活用も期待できるため、現在社会マネジメントシステムセンターにおいて運用準備を行っている。

3.3 運用実験

今回、高知県梶原町、宿毛市、土佐山田町を対象に、社会基盤データベースの構築を試みる。山間部、海岸部、中間部という地理的条件の市町を選定した。

4. 教育成果

4.1 関連する博士論文テーマ

「An Adapted Change Detection Method using Remotely Sensed Data」

4.2 関連する学士論文テーマ

「デジタルカメラの地図スキャナとしての利用可能性」

「地表面情報のボクセルモデル構築」

「人工衛星 TerraASTER による標高データの精度検証とその応用」

「ハンディ GPS を用いた衛星画像幾何補正のための基準点座標の取得」

5. その他成果

5.1 高知 GIS 活用研究会の発足と活動

高知県においては、平成 12～14 年に国交省主導で GIS 実証実験が実施され、地域において GIS 関係機関のコミュニティが形成された。GIS 実証実験終了後は、高知県主導で GIS ワーキンググループが発足した。活動期間は、平成 14～15 年であった。この活動において、データ共有のための GIS データハウスの設立と運用について検討がなされたが、自治体の賛同が得られず、15 年度で修了した。そこで、社会マネジメントシステムセンターにおいて、GIS データハウスに関して引き続き検討をすることとした。一方、GIS 関係機関のコミュニティについては、任意団体として高知 GIS 活用研究会を設立した。この高知 GIS 活用研究会の事務局は、地域における GIS の普及と GIS 関係機関の連携による GIS 技術レベルの向上を目的とするもので、社会システムマネジメントセンター内に置くこととした。以下に今年度の活用概要を示す。

第 1 回 平成 16 年 11 月 4 日

事務分担と今後の活動について

第 2 回 平成 16 年 11 月 29 日

梶原町における GIS について

第 3 回 平成 17 年 1 月 17 日

民間での GIS 活用について

第 4 回 平成 17 年 2 月 24 日

梶原町における GIS の進捗について

第 5 回 平成 17 年 3 月 25 日

民間での GIS 活用の進捗について

今後も本研究会活動を継続し、GIS の普及、技術力の向上に努める。

5.2 ワークショップの開催

第 3 回ワークショップ「GIS 構築の推進」

2004 年 10 月 22 日 於：高知工科大学

社会基盤情報となる GIS データの整備手法について議論を行った。政策決定やマーケティングのための汎用性の高いデータを整備し、その有用性を検証することを確認した。

第 6 回ワークショップ「三次元 GIS の活用」

2005 年 2 月 24 日 於：高知工科大学

三次元 GIS の活用について、どの程度必要なものか議論を行った。表面の三次元情報と伴に付随する属性データの整備も重要であることが確認された。

5.3 発表論文

Jong Hyeok JEONG and Masataka TAKAGI, Reducing Change Detection Errors due to Different Pointing Direction of Time Series Data, Proceedings of the 25th Asian Conference on Remote Sensing, Chiangmai THAILAND, pp.1551-1556, 2004

Takeshi MIYATA and Masataka TAKAGI, Acquisition Method of High Accuracy Ground Control Points for High Resolution Satellite Imagery, Proceedings of the 25th Asian Conference on Remote Sensing, Chiangmai THAILAND, pp.471-476, 2004

Jong Hyeok JEONG・高木方隆, Accuracy Evaluation of Change Detection using ASTER and IKONOS Image, 日本写真測量学会平成 16 年度年次学術講演会発表論文集, pp.119-121, 2004