

地球観測衛星データによる広域熱環境把握技術の開発作業

Development of Technology for Grasping Wide-Area Thermal Environment by Using Earth Observation Satellite Data

地理調査部

永山 透・小清水寛*・山田美隆・木村佳織

Geographic Department

Toru NAGAYAMA, Hiroshi KOSHIMIZU, Yoshitaka YAMADA and Kaori KIMURA

要 旨

ヒートアイランド現象の調査研究、対策立案において土地被覆情報や広域熱画像等の都市圏スケールの地理情報は必要不可欠であるが、目的に適った情報はその取得技術も含め確立されていないのが課題である。

この課題に取り組むため国土地理院は、国土交通省総合技術開発プロジェクト「都市空間の熱環境評価・対策技術の開発」の一環として、地球観測衛星データと既存の地理情報を組み合わせた高度化された土地被覆情報の整備手法、及び衛星熱画像を用いた都市の熱環境マップの作成手法を開発したので報告する。

1. はじめに

近年、都市の中心部の気温が郊外に比べて島状に高くなるヒートアイランド現象が都市環境問題として注目を集めている。20世紀中の平均気温の上昇は、地球全体では約0.6℃である一方、日本の大都市では2～3℃上昇していること、また、気温が30度を超える累積時間の増加、熱帯夜の日数増加などが報告されヒートアイランド現象の進行傾向は顕著である。その原因としては①空調システム、電気機器、燃焼機器、自動車などの人間活動より排出される人工排熱の増加、②緑地、水面の減少と建築物・舗装面の増大による地表面の人工化が挙げられる。ヒートアイランド現象の影響として、不快さの増大、冷房需要の増加に伴うエネルギー消費量の増大が指摘されるほか、熱中症による死者数の増加、光化学オキシダント生成の助長、局地的集中豪雨との関連も指摘されている（ヒートアイランド対策関係府省連絡会議、2004）。これを受けて日本政府は、ヒートアイランド対策に関する国、地方公共団体、事業者、住民等の取組を適切に推進するためヒートアイランド対策大綱を2004年に策定し、基本方針を示すとともに、実施すべき具体の対策を体系的に取りまとめている。

国土交通省はこれに呼応して、ヒートアイランドの実態把握、シミュレーションの高度化、対策評価ツールの開発を目的とした総合技術開発プロジェクト「都市空間の熱環境評価・対策技術の開発」（平成 16～18年度）を国土技術政策総合研究所及び国土地理院で実

施した。国土地理院地理調査部はその一環として、ヒートアイランド現象の調査研究・対策立案に適用可能な都市圏スケール（10～100km 四方またはそれ以上）の土地被覆情報の整備手法、及び衛星熱画像を用いた都市の熱環境マップの作成手法を開発した。次章以下にその概要を記す。なお詳細については国土地理院（2007）を参照されたい。

2. 都市圏スケールの土地被覆情報の整備手法の開発

2.1 背景

土地被覆情報は、ヒートアイランドの要因の一つとなる都市を構成する人工構造物の拡がり把握し、かつ対策評価のためのシミュレーションの入力データとして必要不可欠である。しかしながら、わが国ではこの用途に最適化された土地被覆データがこれまで体系的に整備されていないため、シミュレーションの入力データ等には国土数値情報など既存の土地利用情報を代用することが多かった。土地利用情報では地表の地物の物理的な性状を把握できず、その分類項目をシミュレーションに入力される地表面パラメータと上手く対応づけられないのが大きな課題である。

土地利用情報と土地被覆情報の大きな違いは、土地利用情報が人間の社会経済活動の見地から土地を分類している一方、土地被覆情報は地表の地物を物理的な性状に照らして分類している点である。一例として、国土数値情報の一つの土地利用項目であるゴルフ場には、森林、草地、水面等の土地被覆項目が混在している（図-1）。

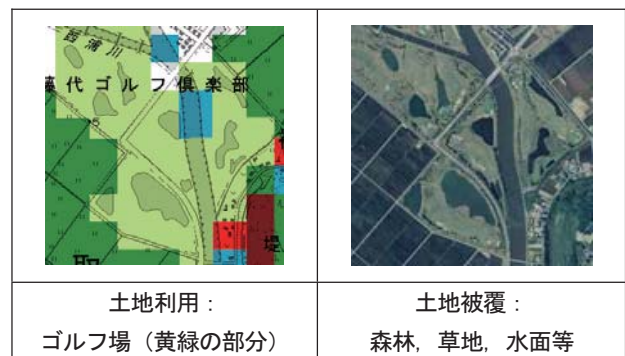


図-1 国土数値情報（左）と空中写真（右）の比較

また、国土数値情報の場合、3次メッシュの10分の1の分解能(約100m)であるため、幅や広がり100m未満の道路、鉄道、都市の緑等の分布を正確に把握できない。図-1左において川を示す水域が連続していないことを参照されたい。国土数値情報は全国を対象に30年来の時系列データを有しており、国土計画や地方スケールの土地利用政策においては有用性が高いものの、これらの例から物理的性状で類別される地物の正確な分布の把握には限界があり、ヒートアイランド現象の調査研究、対策立案にあたっては、その用途に見合った土地被覆情報を整備する必要があることが課題として提起される。

2. 2 手法

上述の課題に対応するため、図-2に示す作業フローに基づきヒートアイランド現象の調査研究、対策立案に資する土地被覆情報の整備手法を開発した。東京北部(約3,200k m²)、それから植生や土地利用状況が異なる札幌(約1,000k m²)をモデル地域とした。

2. 2. 1 土地被覆分類項目の設定

ヒートアイランド現象の予測シミュレーションに関

する文献及びヒアリング調査に基づき土地被覆分類項目を検討し、設定した(表-1)。建物については、熱的特性の違いから木造が主体となる低層建物(高さ10m未満)、及びコンクリート構造が主体となる中高層建物(高さ10m以上)に分け、また、交用地は道路と鉄道に分ける方針とした。さらに、湿地については、既存のシミュレーションでは取りあげられていないものの、水面の蒸発、植生の蒸散による気候の緩和効果を有しておりクールスポットとなること、また、湿地の確保を通じた水系の浄化や生態系の維持といった機能もあわせたヒートアイランド対策も将来的にあり得るとの見地から分類項目の一つとして設定した。

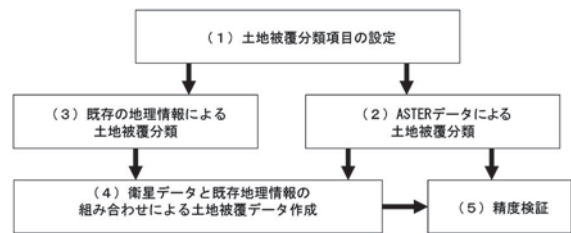


図-2 土地被覆情報の整備手法の開発・作業フロー

表-1 土地被覆分類項目の検討

	ヒートアイランド研究における 既存シミュレーションの土地被覆分類項目						ヒートアイランドの見地から見た 土地被覆特性 (森山ほか(2004)を参照して作成)
	金ほか (2000)	気象庁 (2004)	原山ほか (2004)	平野ほか (2005)	大岡ほか (2005)	建築 研究所 (2006)	
常緑樹林	○	○	○		○	○	植生の蒸散と樹葉による緑陰の作用による気候の緩和効果を有しておりクールスポットとなる。常緑樹は冬季においても樹葉を保つため放射冷却が起きにくい。
落葉樹林					○	○	
草地	○	○				○	
畑	○		○		○		森林に比べて蒸散量は少ないため気候の緩和効果は比較的少ないと考えられる。また夜間は森林に比べ放射冷却効果が大きい。
田	○	○			○		森林に比べて蒸散量は少ないため気候の緩和効果は比較的少ないと考えられる。また夜間は森林に比べ放射冷却効果が大きい。植生が少ないあるいは無い期間もありこの場合は裸地となる。
道路		○	○		○	○	地域により差があるが5月頃から9月頃にかけて湛水し、水面からの蒸発と植生の蒸散により気候の緩和効果を有する。秋冬は裸地となる。
鉄道			○				アスファルト道路は日射蓄熱量が大きく、ヒートアイランド効果を高める。また、自動車からの排熱はヒートアイランド効果を高める。
低層建物						○	鉄道敷は日射蓄熱量が大きく、ヒートアイランド効果を高める。鉄道車両からの排熱はヒートアイランド効果を高める。
中高層建物	○		○	○	○	○	低層建物には木造等の熱容量の小さい建材が多く使われ、建物外壁における日射の蓄熱は比較的少ない。建物におけるエネルギー消費は排熱の原因となる。
不透水地					○	○	中高層建物はRC構造を主体とし、コンクリートといった熱容量の大きな建材が多く使われる。建物外側に使われると日射の蓄熱量が大きく、夜間も表面温度が下がりにくい。建物におけるエネルギー消費は排熱の原因となる。
裸地	○	○	○		○		アスファルト、コンクリート等は日射蓄熱量が大きく、ヒートアイランド効果を高める。
湿地							エネルギー消費が顕著に行われておらず人工排熱はないと考えられるが、植生の有する気候緩和効果も有しない。
水面		○	○		○	○	水面的蒸発及び植生の蒸散による気候の緩和効果を有する。

2. 2. 2 ASTER データによる土地被覆分類

都市圏スケールの地表の情報を同時かつ広域に取得できる利点を生かし、ASTER データ（地球観測衛星 Terra に搭載された ASTER センサにより取得したデータ、空間分解能約 15m）により土地被覆分類を行った。

初めに春・晩春・夏・秋・冬の 5 時期（札幌は春・夏・秋の 3 時期）の衛星オルソ画像（図-5 上）を使い土地被覆を一次分類した。図-3 に示すディジションツリー法によりシーン毎にまず 5 項目（水面、森林、草地、不透水地、裸地）に一次分類した（図-5 中）。

一次分類された項目の季節変化に応じて本検討で用いた土地被覆分類項目に再分類した。再分類にあたり、1）

不確定要素が多い画素を未分類にする方法（以下、きつい分類とし、作成したデータは「ASTER 土地被覆データ（きつい分類版）」とする。）と 2）未分類画素を低減する方法（以下、ゆるい分類とし、作成したデータは「ASTER 土地被覆データ（ゆるい分類版）」とする。）の 2 通りを行った（図-4）。

次に、季節変化対応ルールでは分類できなかった画素は、最尤法により補完した。特に、畑や裸地については最尤法の工夫、また季節変化対応ルールの工夫で一致率の向上を図ることで一定の精度を有する土地被覆データ（以下、「ASTER 土地被覆データ（完成版）」とする。）を作成した（図-5 下）。

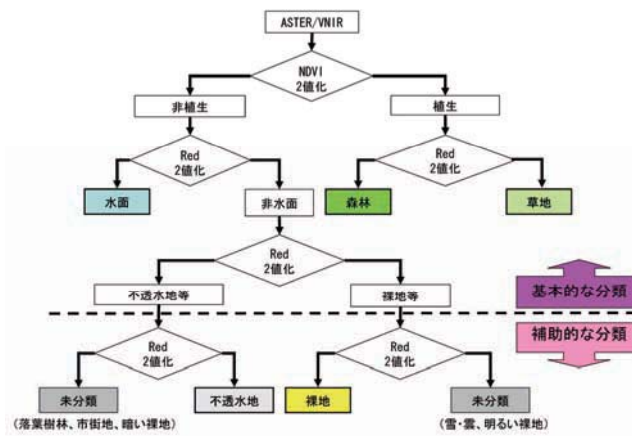


図-3 一次分類におけるディジションツリー法

優先順位	季節変化を利用した分類項目	春 (4月)	晩春 (6月)	夏 (8~9月)	秋 (10~11月)	冬 (3月)
①	未分類	いずれかの季節が「雲・雪」、「データ欠損領域」の画素				
②	水*	上記以外で、水域マスク領域または4時期全て「水」の画素				
③	常緑樹林	上記以外で、夏・秋のいずれかと春・冬が「森林」の画素				
④	草地 (人工芝生)	草地		草地	草地	草地
⑤	不透水地	不透水地		不透水地	不透水地	不透水地
⑥	裸地	裸地		裸地	裸地	裸地
⑦	水田	上記以外で、春または晩春が「水」、夏が「草地」、秋・冬が「裸地」の画素				
⑧	水田	上記以外で、春が「裸地」、夏が「草地」、秋・冬が「裸地」の画素				
⑨	湿地	上記以外で、4時期のうち必ず「草地」と「水」の時期があり、残る時期は「草地」「水」「裸地」のいずれかの画素				
⑩	草地 (自然草地)	上記以外で、夏が「草地」、冬が「裸地」、残る時期が「草地」か「裸地」の画素(草地/非草地の変化が1サイクル)				
⑪	畑	上記以外で、いずれかの季節が「草地」、残る時期が「草地」か「裸地」の画素				
⑫	落葉樹林	上記以外で、夏・秋のいずれかが「森林」、春・冬のいずれかが「落葉樹林」の画素				
⑬	未分類	上記以外の画素				

※シーン毎の分類結果で良好に分類された水域を抽出して水域マスクを作成

分類規則A

優先順位	季節変化を利用した分類項目	春 (4月)	晩春 (6月)	夏 (8~9月)	秋 (10~11月)	冬 (3月)
①	未分類					
②	水*	水域マスク領域または4時期全て「水」の画素				
③	常緑樹林	上記以外で、夏・秋のいずれかが「森林」、春・冬のいずれかが「森林」、もう一方が「森林」「雲・雪」「データ欠損領域」のいずれかの画素				
④	草地 (人工芝生)	草地		草地	草地	草地
⑤	不透水地	上記以外で、4時期それぞれ「不透水地」「未分類(市街地・暗い裸地系)」「データ欠損領域」のいずれかの画素				
⑥	裸地	裸地		裸地	裸地	裸地
⑦	水田	上記以外で、春が「裸地」「不透水地」「未分類(市街地・暗い裸地系)」、晩春が「水」「草地」のいずれか、夏が「草地」、秋が「裸地」「不透水地」、冬が「裸地」の画素				
⑧	湿地	上記以外で、4時期のうち必ず「草地」と「水」の時期があり、残る時期は「草地」「水」「裸地」のいずれかの画素				
⑨	草地 (自然草地)	上記以外で、夏が「草地」、冬が「裸地」、残る時期が「草地」「裸地」「不透水地」のいずれかの画素(草地/非草地の変化が1サイクル)				
⑩	畑	上記以外で、いずれかの季節が「草地」、残る時期が「草地」「裸地」「不透水地」のいずれかの画素				
⑪	落葉樹林	上記以外で、夏・秋のいずれかが「森林」、春・冬のいずれかが「落葉樹林」の画素				
⑫	未分類	上記以外の画素				

※シーン毎の分類結果で良好に分類された水域を抽出して水域マスクを作成

分類規則B

(分類規則Aで未分類とされた画素を対象)

(* きつい分類は分類規則Aのみを適用したもの。ゆるい分類は分類規則Aとそれに続いてBを適用したもの。)

図-4 分類規則の調整

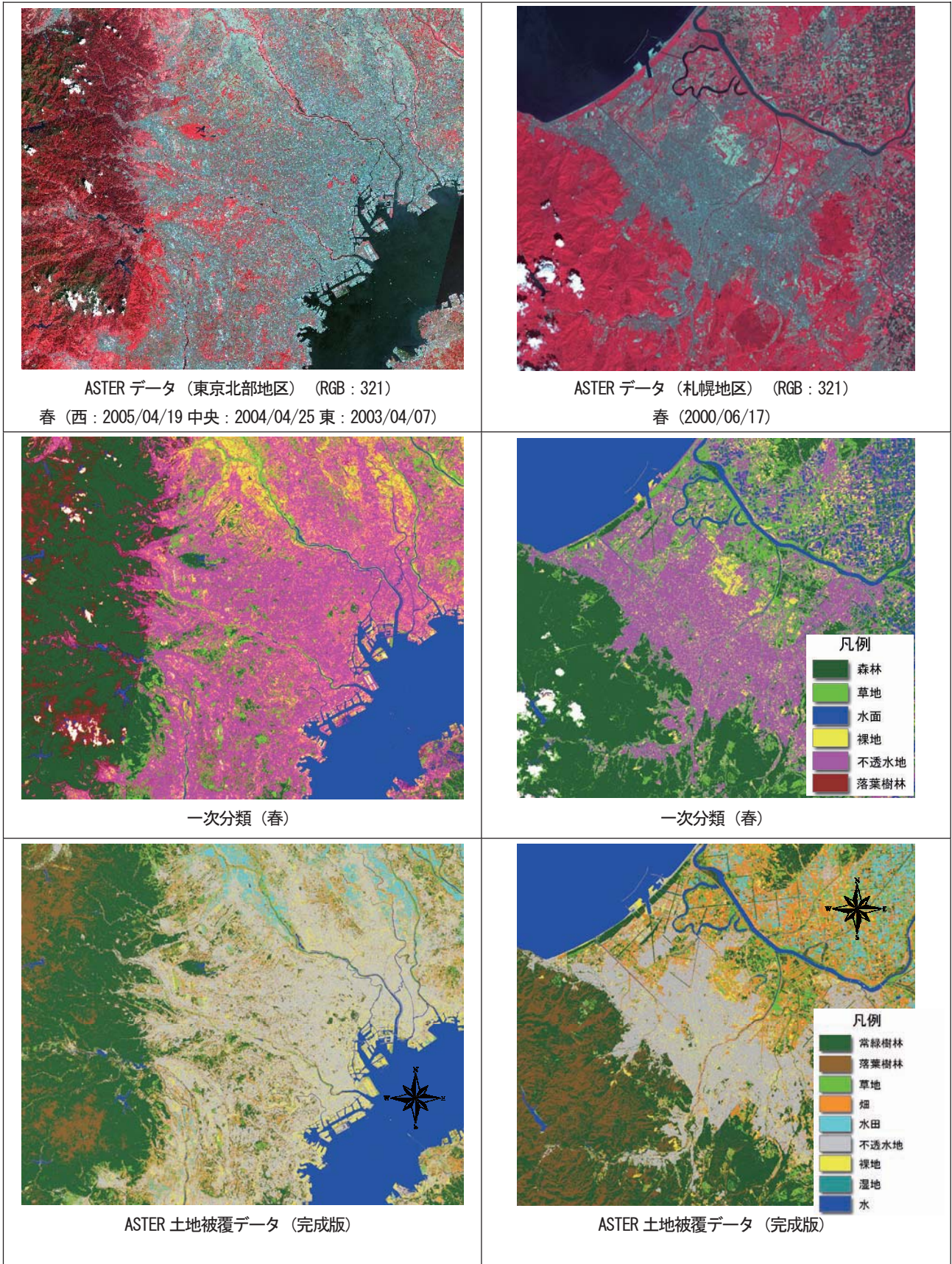


図-5 ASTER データによる土地被覆分類

2. 2. 3 既存の地理情報による土地被覆分類

建物、道路などの社会基盤施設は、それぞれ特有の熱的物性を有することからヒートアイランドの観点から都市圏スケールの土地被覆情報にも組み込まれていることがふさわしい。しかしながら、これらの施設は衛星データを用いた自動画像分類により抽出することが困難であることから既存の地理情報を利用して取得することとした。利用した既存地理情報は数値地図25000（空間データ基盤）の道路、鉄道、一条河川、及び電子国土で採用されている建物データと植生記号データである（図-6）。

データの取得にあたり、交通関連や建物データが持つ属性情報を活用し、データの高度化を図った。数値地図25000（空間データ基盤）のデータは、1：25,000地形図図式を基に道路や鉄道の幅員などに対応したバッファを発生させ、また、二条河川も水涯線を外形とするポリゴンを作成することにより取得した。さらに、電子国土起源のデータも植生記号データについては半径50mの円バッファでポリゴン化することによりデータを作成した（図-7）。

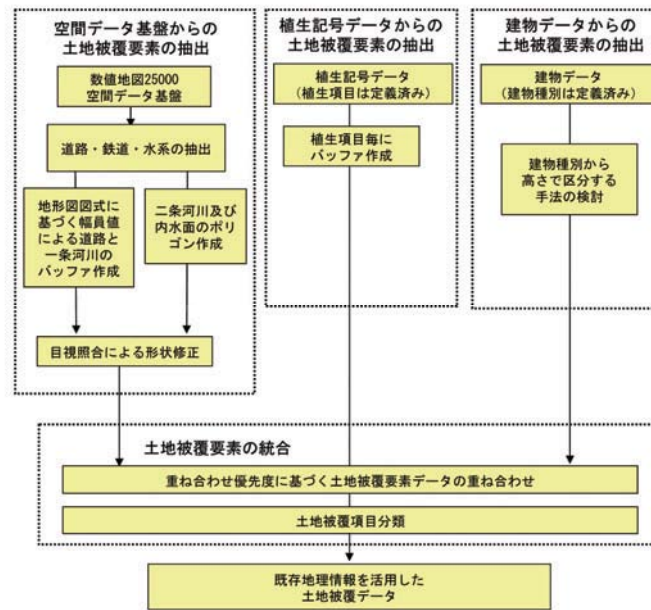


図-6 既存の地理情報による土地被覆分類のフロー

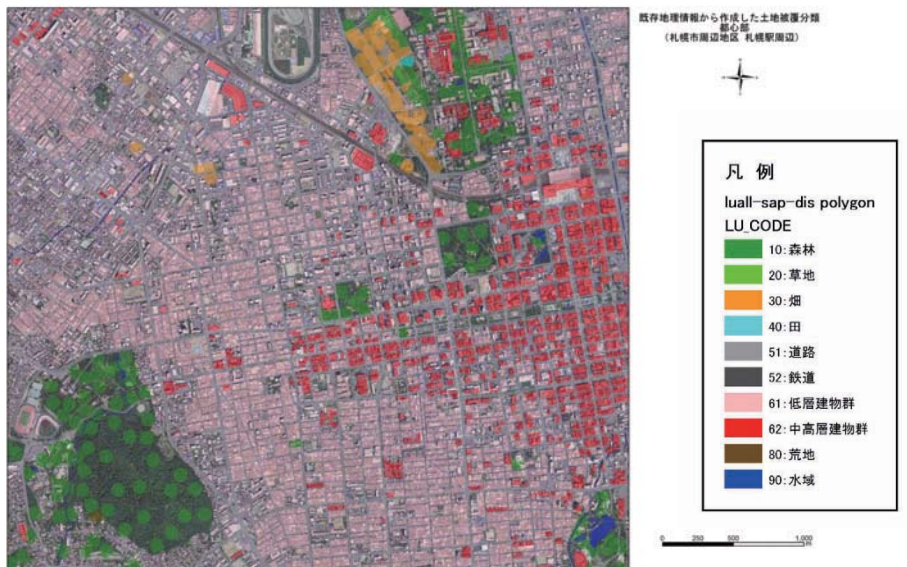


図-7 既存地理情報から作成した土地被覆データ（札幌駅周辺）（空中写真と重ね合わせている）

2. 2. 4 データの組み合わせ

衛星データに基づく土地被覆データと既存地理情報に基づくポリゴンデータを、両者の分類の特質や精度（分類精度，時間精度，空間精度等）を考慮した優先度を定めた上で組み合わせた土地被覆データを作成した。

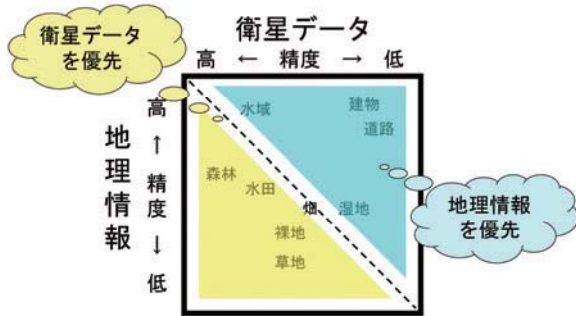


図-8 組み合わせの概念
(各土地被覆項目はイメージとして表現した)

組み合わせの概念は図-8で表現される。図-8では、衛星データによる土地被覆情報の精度スケールを横軸に、既存地理情報による土地被覆情報の精度スケールをとっている。各々の土地被覆項目で得られる精度は衛星データ由来と既存地理情報由来では異なると考えられ

る。現在、それぞれの精度の高低を客観的に判断できるデータや指標などは現時点で確立されていないが、専門家による知見に照らすことにより、図上の右上半分は既存地理情報由来のものがより精度が高いと見なし、左下半分は衛星データ由来のものがより精度が高いと判断するものである。

重ね合わせの手法については2手法を検討した。一つは表-2に示すように ASTER 土地被覆データ優先の重ね合わせマトリックスとして、ASTER 土地被覆データ（完成版）による土地被覆分類を優先させ、道路、鉄道、建物、水面を既存の地理情報で重ね合わせる方法である（以下、「ハイブリッド土地被覆データ（衛星データ優先）」とする。）。

また、もう一つの手法は表-3に示すように ASTER 土地被覆データ（きつい分類版）を組み合わせの対象として、そのデータに多く含まれる未分類箇所（すなわち、衛星データでの精度が低いと見なせる箇所）には既存地理情報の属性が割り当てられるように重ね合わせマトリックスを作成した（以下、「ハイブリッド土地被覆データ（既存地理情報優先）」とする。）。なお、既存地理情報には土地被覆区分がない「白部」が広く含まれるが、この画素は ASTER の最尤法による分類結果で補完した（表-3，最下行第3列目）。図-9が重ね合わせた結果である。

表-2 ASTER 土地被覆データ優先の重ね合わせマトリックス

		ASTERデータによる土地被覆分類								
		常緑樹林	落葉樹林	草地	畑	田	不透水地	裸地	湿地	水面
既存の地理情報	森林	常緑樹林	落葉樹林	草地	畑	田	不透水地	裸地	湿地	水面
	草地	常緑樹林	落葉樹林	草地	畑	田	不透水地	裸地	湿地	水面
	畑	常緑樹林	落葉樹林	草地	畑	田	不透水地	裸地	湿地	水面
	田	常緑樹林	落葉樹林	草地	畑	田	不透水地	裸地	湿地	水面
	道路	常緑樹林	落葉樹林	草地	道路	道路	道路	道路	道路	道路
	鉄道	常緑樹林	落葉樹林	草地	鉄道	鉄道	鉄道	鉄道	鉄道	鉄道
	低層建物群	常緑樹林	落葉樹林	草地	低層建物群	低層建物群	低層建物群	低層建物群	低層建物群	低層建物群
	中高層建物群	常緑樹林	落葉樹林	草地	中高層建物群	中高層建物群	中高層建物群	中高層建物群	中高層建物群	中高層建物群
	裸地	常緑樹林	落葉樹林	草地	畑	田	不透水地	裸地	湿地	水面
	水面	水面	水面	水面	水面	水面	水面	水面	水面	水面
	白部	常緑樹林	落葉樹林	草地	畑	田	不透水地	裸地	湿地	水面

（青：ASTER 分類結果を優先，黒：既存の地理情報を優先）

表-3 既存地理情報を積極的に活用する重ね合わせマトリックス

		ASTERデータによる土地被覆分類									
		未分類	常緑樹林	落葉樹林	草地	畑	田	不透水地	裸地	湿地	水面
既存の地理情報	森林	森林	常緑樹林	落葉樹林	草地	畑	田	不透水地	裸地	湿地	水面
	草地	草地	常緑樹林	落葉樹林	草地	畑	田	不透水地	裸地	湿地	水面
	畑	畑	常緑樹林	落葉樹林	草地	畑	田	不透水地	裸地	湿地	水面
	田	田	常緑樹林	落葉樹林	草地	畑	田	不透水地	裸地	湿地	水面
	道路	道路	常緑樹林	落葉樹林	草地	道路	道路	道路	道路	道路	道路
	鉄道	鉄道	常緑樹林	落葉樹林	草地	鉄道	鉄道	鉄道	鉄道	鉄道	鉄道
	低層建物群	低層建物群	常緑樹林	落葉樹林	草地	低層建物群	低層建物群	低層建物群	低層建物群	低層建物群	低層建物群
	中高層建物群	中高層建物群	常緑樹林	落葉樹林	草地	中高層建物群	中高層建物群	中高層建物群	中高層建物群	中高層建物群	中高層建物群
	裸地	裸地	常緑樹林	落葉樹林	草地	畑	田	不透水地	裸地	湿地	水面
	水面	水面	水面	水面	水面	水面	水面	水面	水面	水面	水面
	白部	ASTER最尤法の分類項目	常緑樹林	落葉樹林	草地	畑	田	不透水地	裸地	湿地	水面

(青：ASTER 分類結果を優先，黒：既存の地理情報を優先)

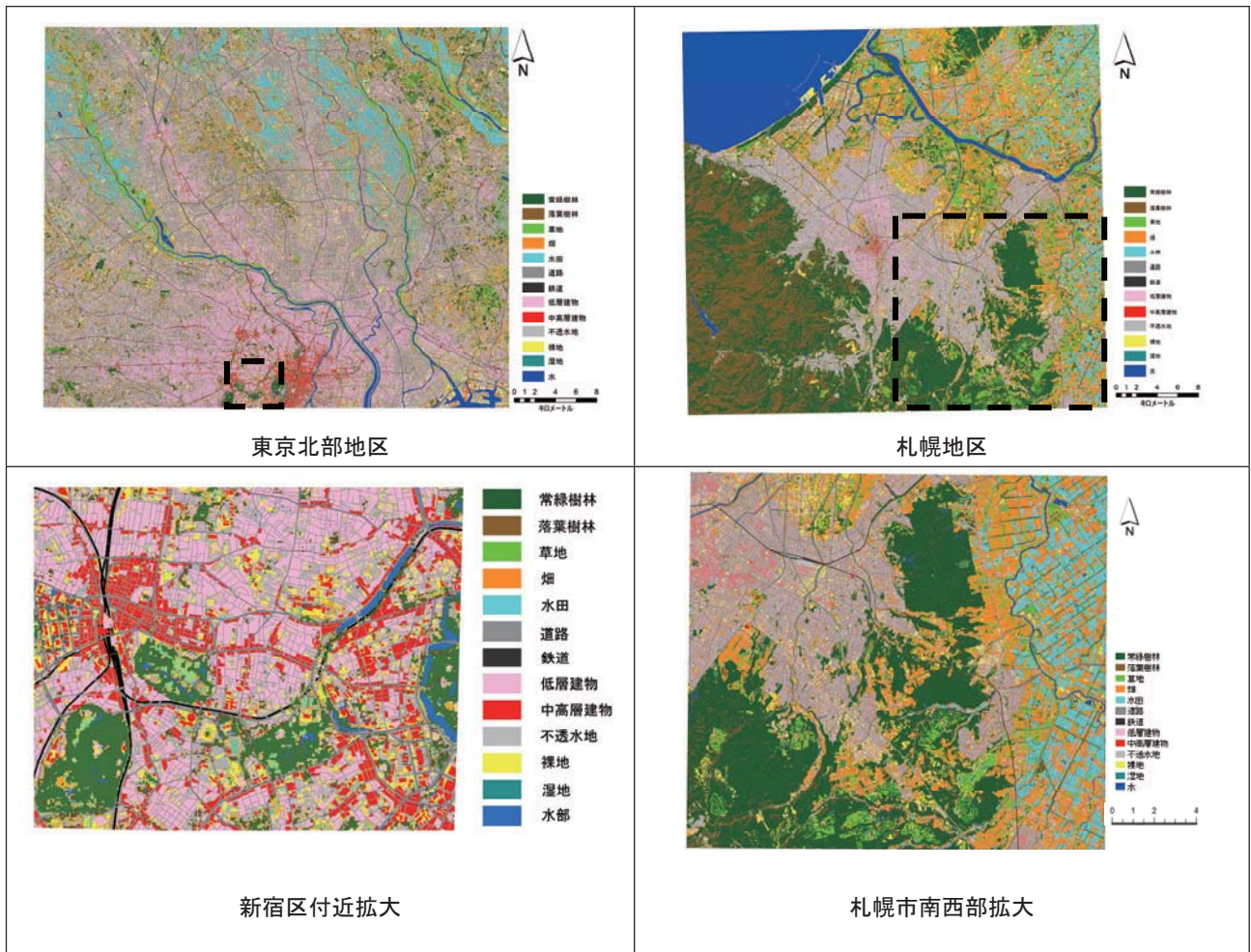


図-9 ハイブリッド土地被覆データ (: 拡大範囲)

(*東京北部地区のハイブリッド土地被覆データの対象地域は一部(1,600 km²)である.)

2. 2. 5 精度検証

精度検証は、ASTER 土地被覆データ（完成版）、ハイブリッド土地被覆データ（衛星データ優先）、ハイブリッド土地被覆データ（既存地理情報優先）を対象とした。面積が2,000~5,000 m²以上（ASTER データで9~25 画素以上）を主体とする箇所として、東京北部地区で約 200 箇所、札幌地区で約 300 箇所をランダムに選定した（図-10）。また、検証箇所は空中写真判読により得られた土地被覆項目と一致しているかどうかを集計して調べた。ただし、空中写真判読では、常緑樹林と落葉樹林は森林、低層建物と中高層建物は不透水地として土地被覆項目を集約して検証した。さらに、湿地は面積が少ないため検証の対象から外した。

その結果、東京北部地区では、ASTER 土地被覆データ（完成版）が 62.3%、ハイブリッド土地被覆データ（衛星データ優先）が 67.5%、ハイブリッド土地被覆データ（既存地理情報優先）が 66.8%であった。また、札幌地区では、ASTER 土地被覆データ（完成版）が 66.3%、ハイブリッド土地被覆データ（衛星データ優先）が 67.7%、ハイブリッド土地被覆データ（既存地理情報優先）が 71.3%であった。両地区とも ASTER 土地被覆データ（完成版）よりもハイブリッド土地被覆データが高い精度であった（表-4）。さらに、土地被覆項目別で見ると、森林、不透水地、水域は 70%以上の精度であったが、草地や畑はそれより低い精度であった。

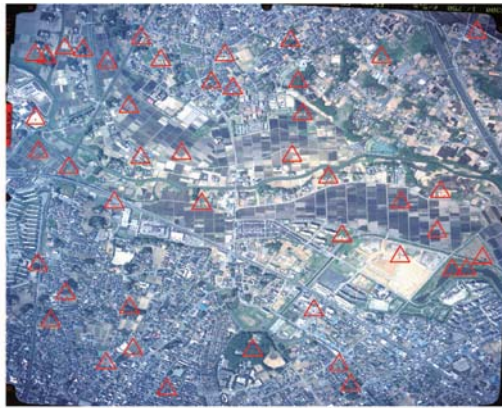


図-10 検証点配置図の例
(東京北部地区、△印が検証点)

表-4 精度評価結果 (%)

	ASTER 土地被覆データ (完成版)	ハイブリッド 土地被覆データ (衛星データ優先)	ハイブリッド 土地被覆データ (既存地理情報 優先)
東京 北部 地区	62.3	67.5	66.8
札幌 地区	66.3	67.7	71.3

3. 都市の熱環境マップの作成手法の検討

3. 1 背景

地球観測衛星を利用したリモートセンシング技術の活用的有力な手段として熱画像の取得がある。前章のテーマとした土地被覆情報は、ヒートアイランド現象の原因となる状況を表す情報であるが、熱画像はヒートアイランド現象の結果を表す情報である。

熱画像情報は、ヒートアイランド現象の顕著な箇所が一目でわかることから、都市の行政、住民、事業者等が現状認識を共有するツールとして活用され、ひいてはヒートアイランド対策を円滑に進め、進捗管理を行う上でも有用な情報である。しかしながら、専門外の人々が容易に理解できるよう情報を適切に可視化して表現する技術が確立されていない。

このため、熱画像を用いてヒートアイランドの状況を都市圏スケールで可視化するマップの作成手法を検討した。

3. 2 手法

以下の手法によりマップを作成した。

- (1) ASTER センサの熱赤外放射計 TIR で取得されたデータのうち第 13 バンドを利用した。
- (2) 対象とする都市を選定し、都市中心部を含むエリアの衛星画像を切り出した。
- (3) ASTER センサの第 13 バンドにおける対象エリアの放射輝度を把握する。エリア内の放射輝度の最大値と最小値を定める。
- (4) 最大値と最小値の間で等頻度となるよう閾値を定めて画像強調を行った。
- (5) 昼間の画像を R、夜間の画像を B+G で色表示した。これにより昼間に相対的に放射輝度が高い場所（例えば、木造住宅屋根）は赤色、夜間に相対的に高い場所は青緑色、昼夜とも高い場所（例えば、RC 造の建物）は白色、昼夜とも低い色は黒色に表示される（例えば、森林）（図-11）。

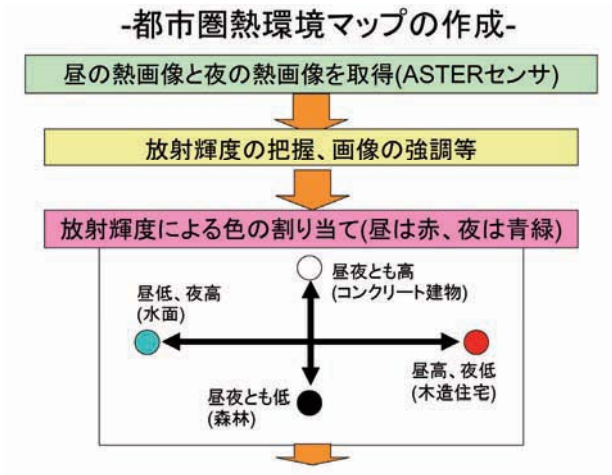
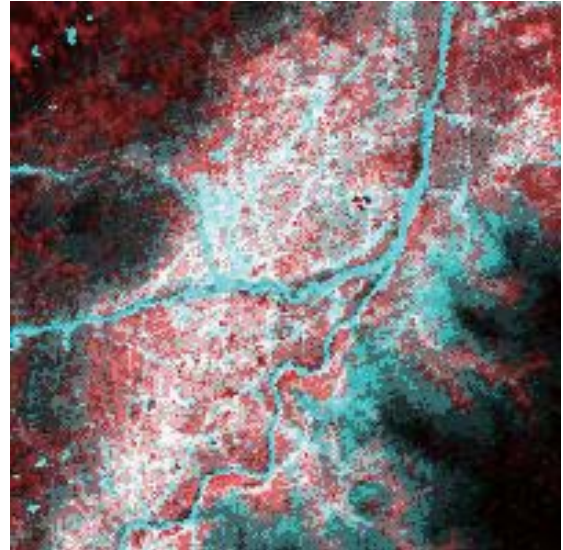


図-11 色の割り当てイメージ



(長野市のASTER 昼夜熱バンド画像)

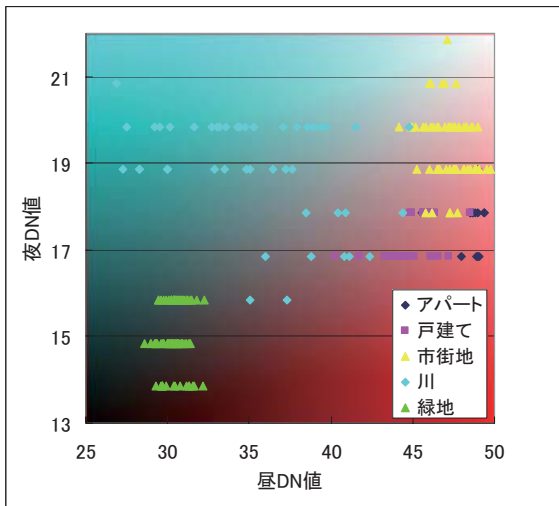
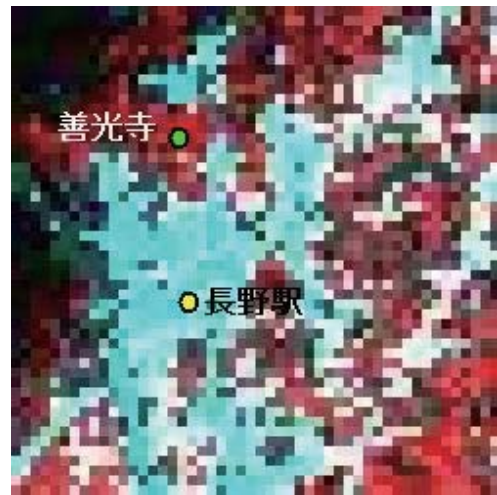


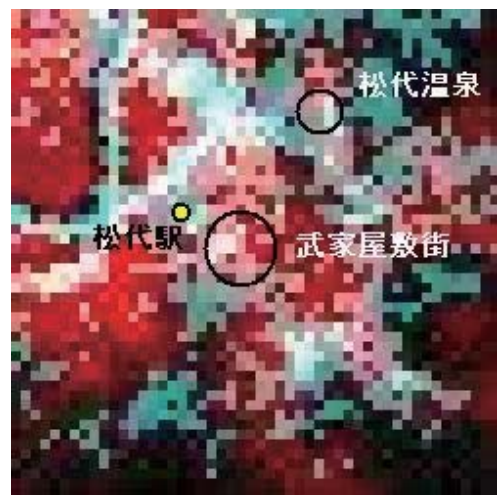
図-12 長野市における昼夜熱画像



(長野駅周辺地域)

3. 3 マップの作成例

代表例として長野市の熱環境マップについて示す(図-13)。中心市街地はやや白色、郊外は赤色となり、また河川(千曲川、犀川)や山ろく斜面は青緑で表示され熱分布からみた都市の構造が明らかとなった。また、配色と具体的な地物の関係を図-12に示した。今後はこのような例を積み重ねることによりヒートアイランド現象と都市構造の関係について明らかにすることが期待される。



(松代地域)

図-13 長野市の熱環境マップ(全体及び拡大)

4. 課題

4. 1 土地被覆データの整備手法の開発

ハイブリッド土地被覆データは、草地、水田、畑の分類精度が他の土地被覆項目に比べやや低いことが示された。今後は土地被覆データの高分解能化、地表面パラメータとの対応関係のさらなる明確化などを検討していく必要がある。

4. 2 熱環境把握のための地理情報の適用可能性の検討

現状ではいくつかの都市について試作にとどまっているが、今後は対策となる都市を増やすとともに、ヒートアイランド現象と都市構造の関係について解析を行い、知見を増やすことが重要である。

5. まとめ

ヒートアイランド現象の調査研究、対策立案において必要不可欠な土地被覆情報や広域熱画像等の都市圏スケールの地理情報のうち、地球観測衛星データを活用した整備が有望である土地被覆情報と熱画像を対象に現状の

課題を整理して、目的に適った整備手法を開発した。

土地被覆情報については、ASTER データを用いた衛星からの土地被覆情報及び空間データ基盤等の既存の地理情報由来の土地被覆情報を組み合わせることでより高度な土地被覆情報を得る手法を開発した。

熱画像については ASTER データから昼夜の画像を取得しそれぞれに配色することで、都市の熱的特性の分布がよくわかる熱環境マップの作成手法を開発した。

今後、開発された手法が実際に活用されることを通じ、ヒートアイランド対策な進展に寄与されることが期待される。

謝 辞

本検討の実施にあたり開催された地理情報WGの委員として、高橋康夫グループリーダー（三菱総合研究所）、建石隆太郎教授（千葉大学）、長幸平教授（東海大学）、梅干野晁教授（東京工業大学大学院）、松永恒雄室長（国立環境研究所）より貴重な御指導、御知見を賜りました。ここに記して感謝の意を表します（各委員の所属は平成19年3月末現在）。

参 考 文 献

- 建築研究所（2006）：都市熱環境解析のシミュレーション専門家へのヒアリング結果による。
- 金 相璣，村上周三，持田 灯，大岡龍三，吉田伸治（2000）：数値気候モデルによる都市化がもたらす関東地方の気候変化のメカニズムの解析，日本建築学会計画系論文集，534，83-88。
- 気象庁（2004）：ヒートアイランド監視報告（平成16年度夏季・関東地方）。
<http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/himr/2004/index2.html> (accessed 2 Aug. 2007)。
- 国土地理院（2007）：平成18年度地球観測衛星データによる広域熱環境把握技術の開発報告書，国土地理院技術資料D・1-No. 480。
- 原山和也，大岡龍三，村上周三，吉田伸治，瀬戸島政博，近藤裕昭（2004）：都市キャノピーモデルを組み込んだメソスケールモデルによる関東地方の都市気候解析，生産研究，(56) 1，17-21。
- ヒートアイランド対策関係府省連絡会議（2004）：ヒートアイランド対策大綱，18，
http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/heat_island.pdf (accessed 7 Aug. 2007)。
- 平野勇二郎，大橋唯太，亀卦川幸浩，近藤裕昭，玄地 裕（2005）：都市キャノピー・ビルエネルギー連成モデルを用いた東京都心部のヒートアイランド対策と冷房負荷削減策の評価，環境システム研究論文集，Vol. 33。
- 大岡龍三，吉田伸治，村上周三，佐々木澄，持田 灯，吉野 博（2005）：都市の熱代謝モデルの提案と緑化に係わる熱収支分析—都市気候モデルに基づく東京の都市熱環境の分析—，日本建築学会環境系論文集，(579)，78-80。
- 森山正和編（2004）：ヒートアイランドの対策と技術，学芸出版社，206。