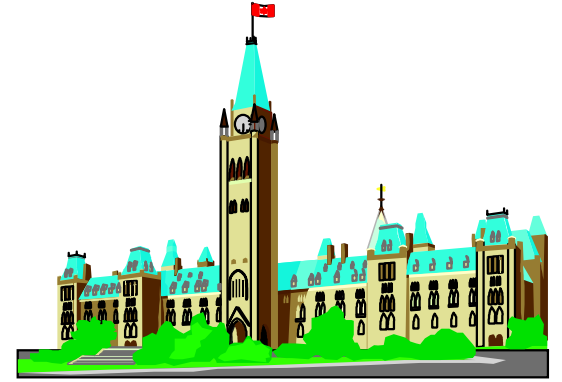


ヒートアイランド

都市が周囲に比較して気温が高くなる現象



その原因は、都市の被覆による水収支・熱収支の変化に加えて、人工排熱、等々、多岐にわたる

地球温暖化(Global Warming)が100年で数度の上昇だとすると、Local Warmingであるヒートアイランドはその10倍の温暖化速度

人間の生活にとって身近で重要な問題

ロンドンのヒートアイランド(下)

- ・1959.5.14
- ・都市域の高温化、周辺の気温勾配は急

日本のヒートアイランドの例(右)

- ・(上)大垣の例 1980.10.18
- ・(下)東京 1978.3.27

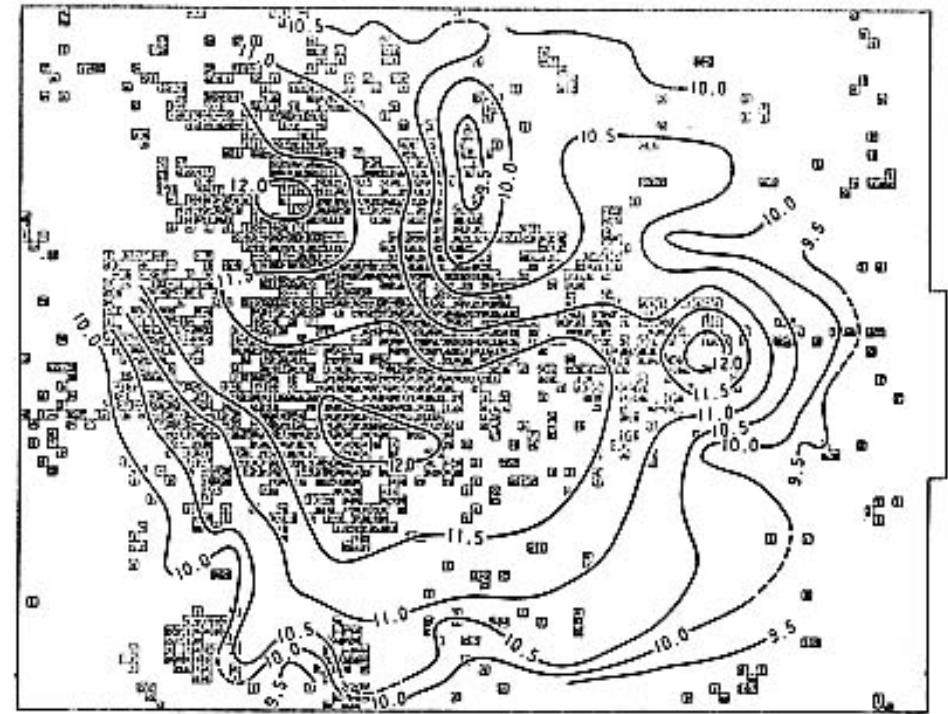


図49 欧米諸国のヒートアイランドの特徴
ロンドンにおける最低気温分布, 1959年5月14日 (Chandler, 1965)
(Landsberg (1981); *The Urban Climate*, Academic Press.)

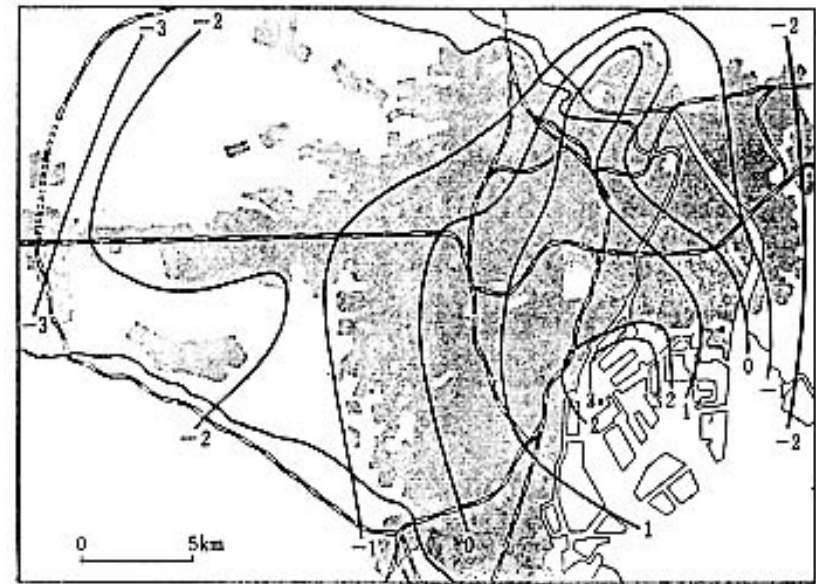


図50 日本におけるヒートアイランドの特徴
上) 大垣市における最低気温出現時頃の気温分布, 1980年10月18日。
□内の数字はラフネス(都市表面の凸凹度)を示す(関根, 1981)
下) 東京における気温分布(°C), 1978年3月27日6時。

Satellite-derived urban heat islands from three coastal cities and the utilization of such data in urban climatology

M. ROTH and T. R. OKE

Atmospheric Science Programme, Department of Geography,
The University of British Columbia, Vancouver, B.C., Canada V6T 1W5

and W. J. EMERY

Colorado Center for Astrodynamics, University of Colorado,
Box 431, Boulder, Colorado 80309, U.S.A.

(Received 19 February 1988; in final form 28 September 1988)

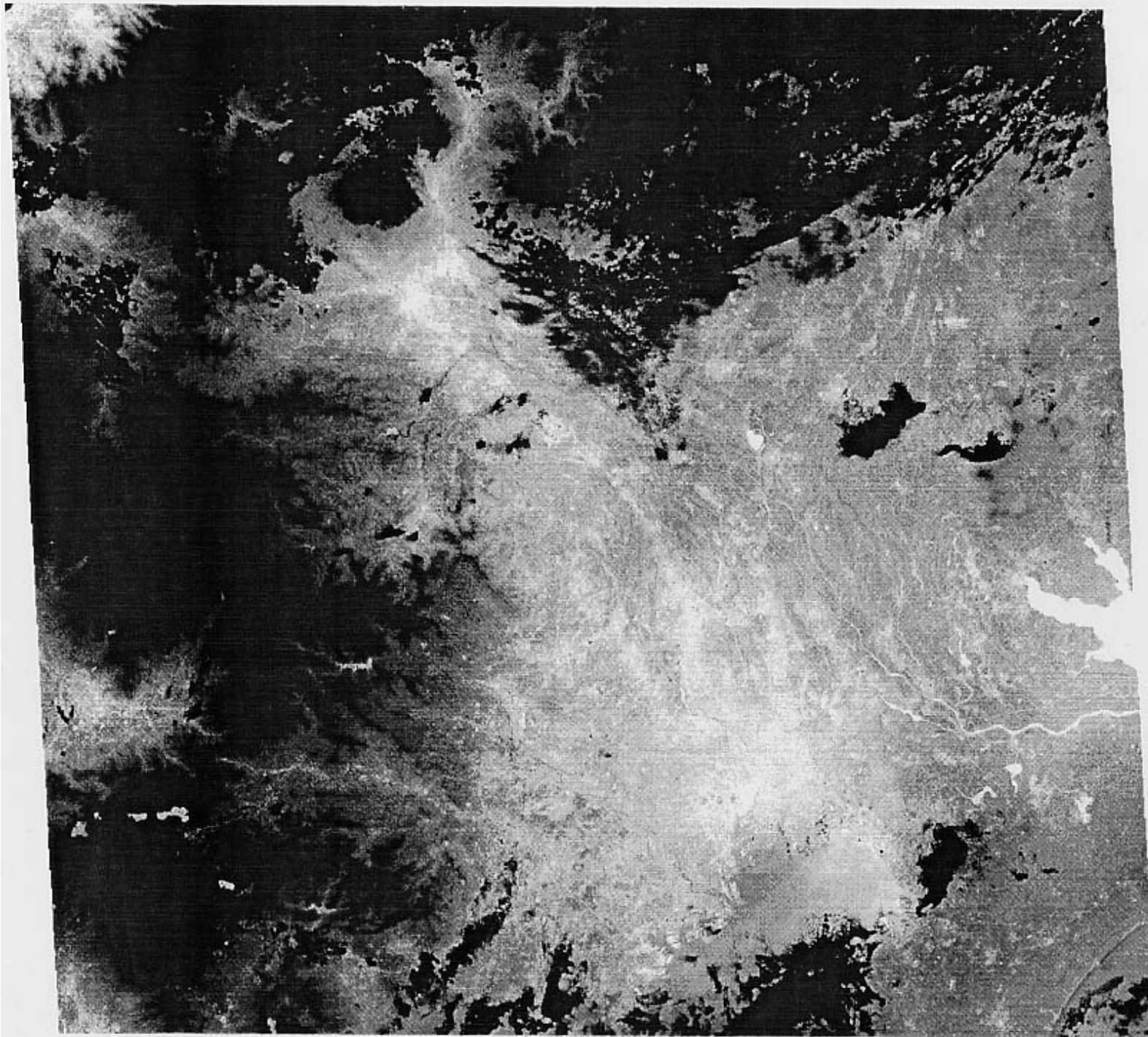
Abstract. NOAA AVHRR satellite infra-red data are used to display the surface radiant temperature heat islands of Vancouver, British Columbia, Seattle, Washington, and Los Angeles, California. Heat island intensities are largest in the day-time and in the warm season. Day-time intra-urban thermal patterns are strongly correlated with land-use; industrial areas are warmest and vegetated, riverine or coastal areas are coolest. Nocturnal heat island intensities and the correlation of the surface radiant temperature distribution with land use are less. This is the reverse of the known characteristics of near-surface air temperature heat islands. Several questions relating to the interpretation and limitations of satellite data in heat island analysis and urban climate modelling are addressed.

ヒートアイランドは衛星リモートセンシングで見えるだろうか？

左はRoth et al.(1989)
・夜間のヒートアイランド強度と衛星による輝度温度分布の相関は低い、と書いてある

・気温のヒートアイランドと輝度温度のヒートアイランドは違う

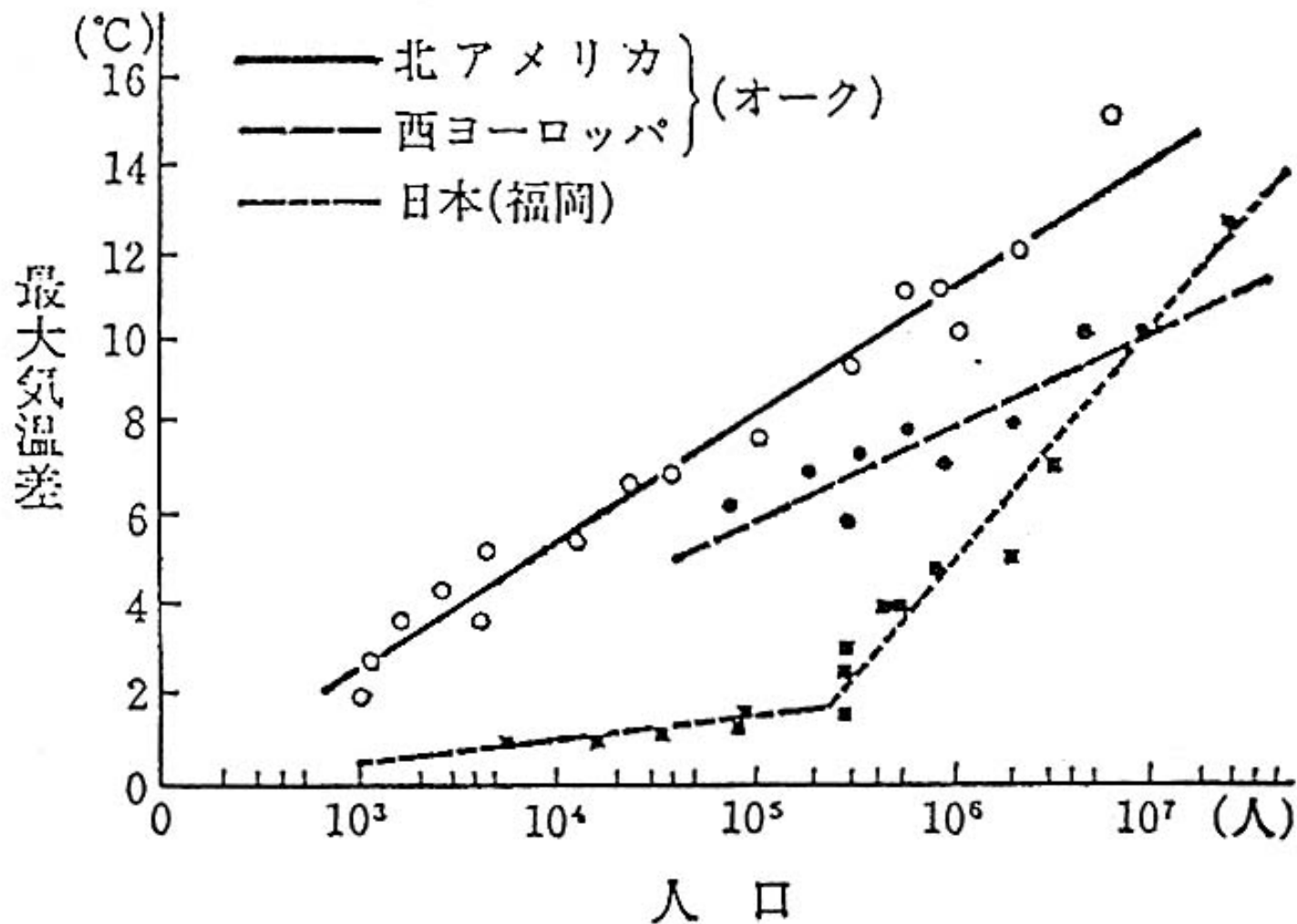
・静穏な日は地表面温度が気温に先立ち変化する



- ・日没後間もない
午後9時頃に撮影
されるランドサット
TMでは都市の
ヒートアイランドが
保存されている

- ・NOAA衛星は夜
間の2時頃撮影さ
れる

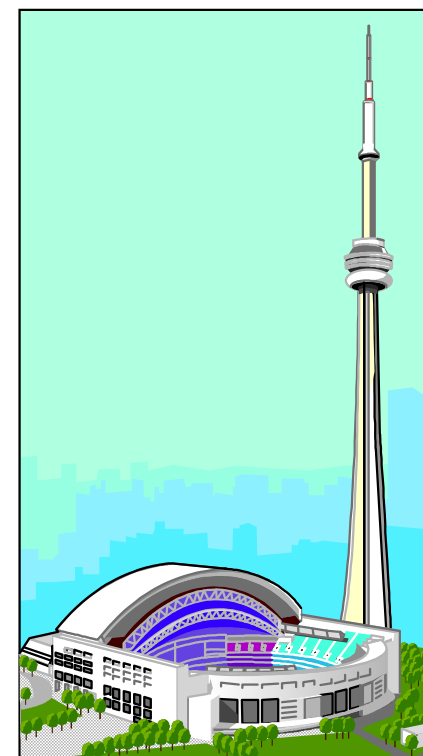
- ・気温と地表面温
度は厳密に区別
する必要



都市内外の最大
気温差をヒート
アイランド強度と
呼ぶ

都市内外の最大気温差と人口数との関係

- ・リモートセンシングからどのような情報が抽出できるか？
- ・ヒートアイランド強度は地域により異なる
- ・なぜか？ 地理学における古典的な課題



小林 守
(筑波大学地球科学系)

(1988年2月15日21時, 16日5時)

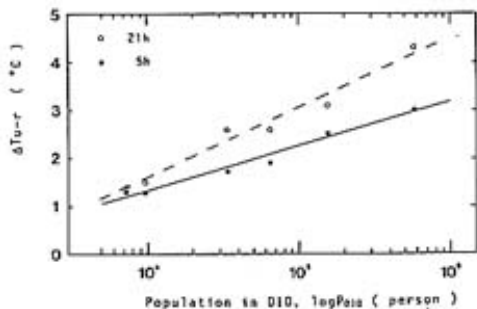
第1表 関東平野の代表都市における都市規模の指標
(1985年, 総務庁統計局(1987)による)

都市	人口	DID人口	面積 (km ²)	DID面積 (km ²)	人口密度 (人/km ²)	DID人口密度 (人/km ²)
千葉市	709,874	568,922	270.6	87.4	2916.0	6509.4
川崎市	285,299	153,776	110.2	19.4	2588.9	7926.6
横浜市	143,484	63,994	86.0	9.8	1668.4	6520.0
行田市	79,249	33,009	69.6	6.6	1309.4	5801.4
水海道市	41,633	9,534	79.2	1.9	525.7	5817.9
下妻市	32,631	7,244	61.8	2.1	528.6	3445.6

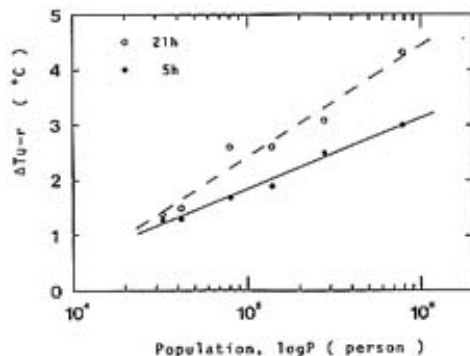
第2表 関東平野の代表都市におけるヒートアイランド強度(ΔT_{u-r})
と都市規模指標との関係

都市規模指標	21時			5時		
	α	β	γ	α	β	γ
log P	2.021	-7.693	0.979**	1.255	-4.637	0.932**
log P _{DID}	1.465	-4.281	0.986**	0.928	-2.308	0.982**
log A	3.824	-4.990	0.859*	2.523	-3.045	0.896*
log A _{DID}	1.707	0.979	0.993**	1.072	0.942	0.987**
PD	0.00182	0.964	0.957**	0.00066	0.891	0.966**
PD _{DID}	0.00048	-0.188	0.761	0.00033	0.032	0.771

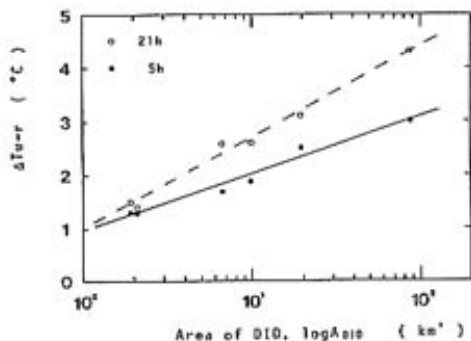
記号の α と β は、ヒートアイランド強度(ΔT_{u-r})と都市規模指標との関係式、例えば、 $\Delta T_{u-r} = \alpha \cdot \log P + \beta$ の傾きと切片を、 γ は両者の相関係数を示す。Pは人口[人]、Aは面積[km²]、PDは人口密度[人/km²]、そして括弧DIDは人口集中地区のそれぞれを示す。
(*:危険率1%で有意、*:危険率5%で有意)



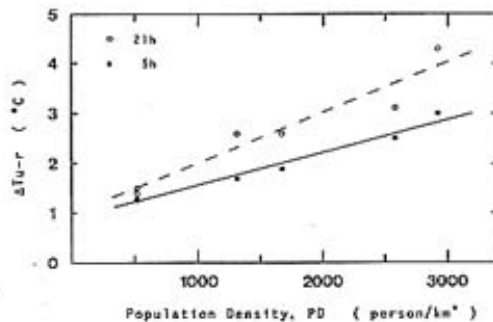
第1図 都市ヒートアイランド強度とDID人口との関係



第2図 都市ヒートアイランド強度と人口との関係



第3図 都市ヒートアイランド強度とDID面積との関係



第4図 都市ヒートアイランド強度と人口密度との関係

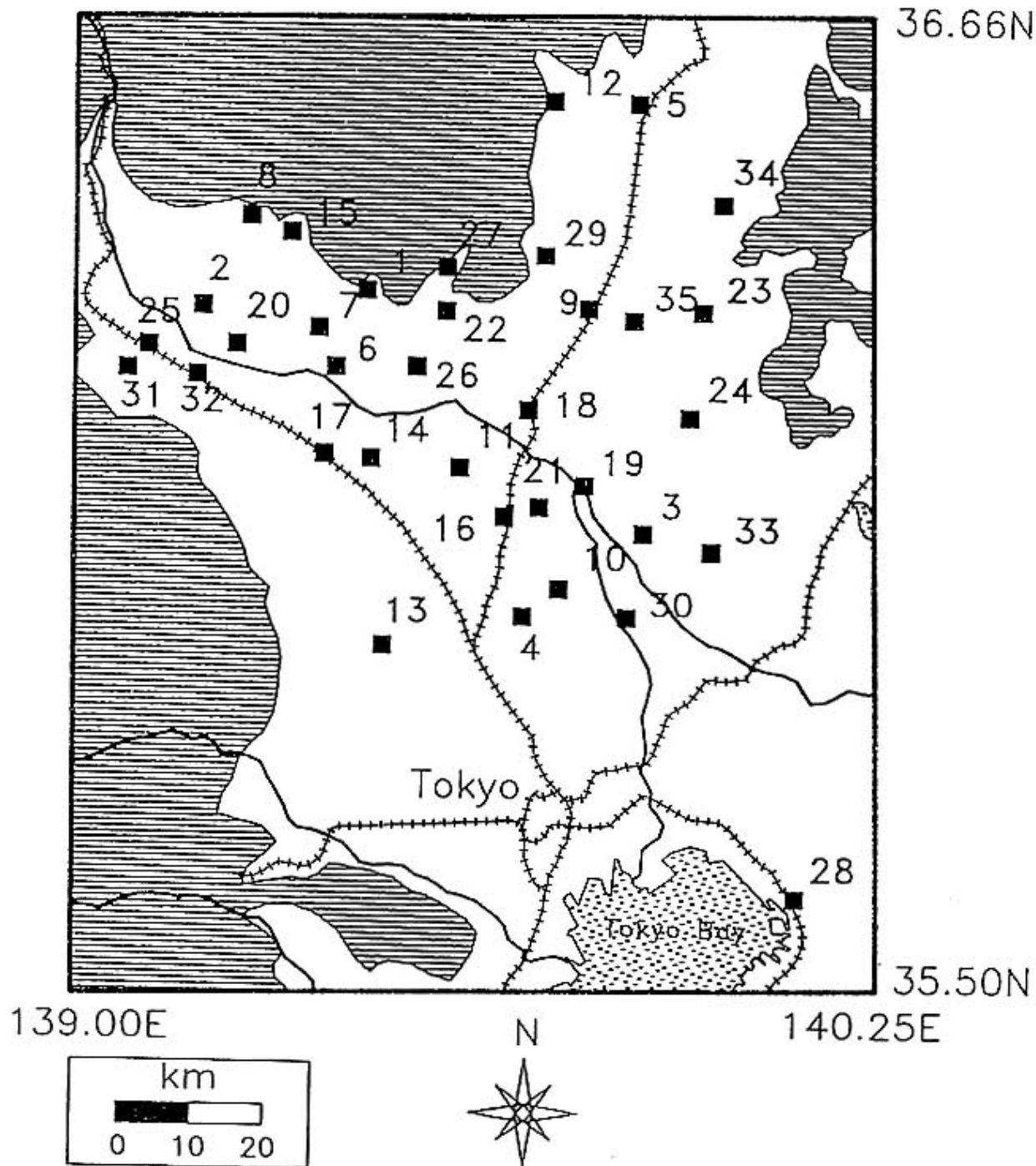
・ヒートアイランドの観測には多数の
気温観測点が必要

・測器を多数配置できない場合は移
動観測の手段を利用

・所定の時間を挟んで自転車や自動
車で移動しながら気温を測定し、基準
点における気温変化で時間補正を行
う

・左は関東平野の5つの都市で同時
にヒートアイランドを観測した例

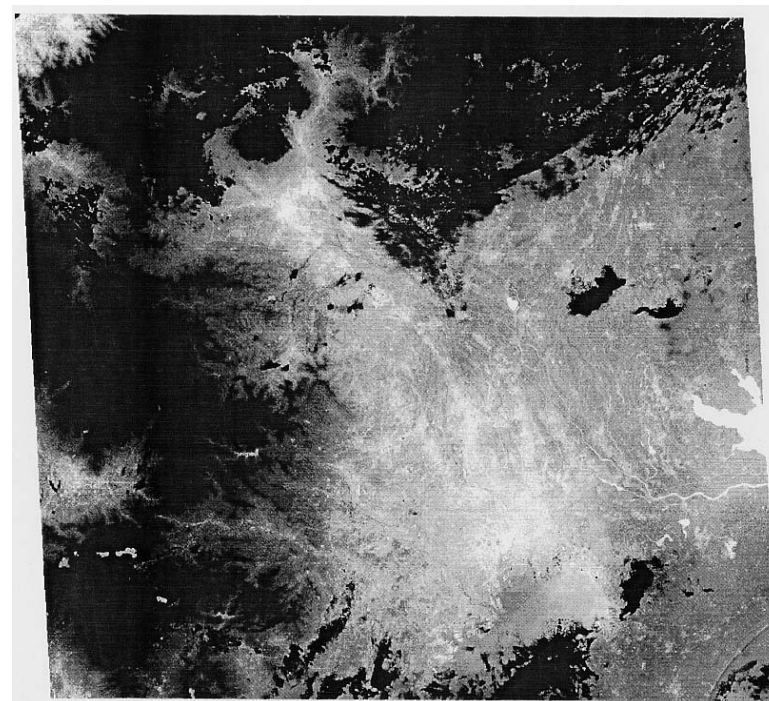
・都市の規模とヒートアイランド強度の
間には相関が認められた

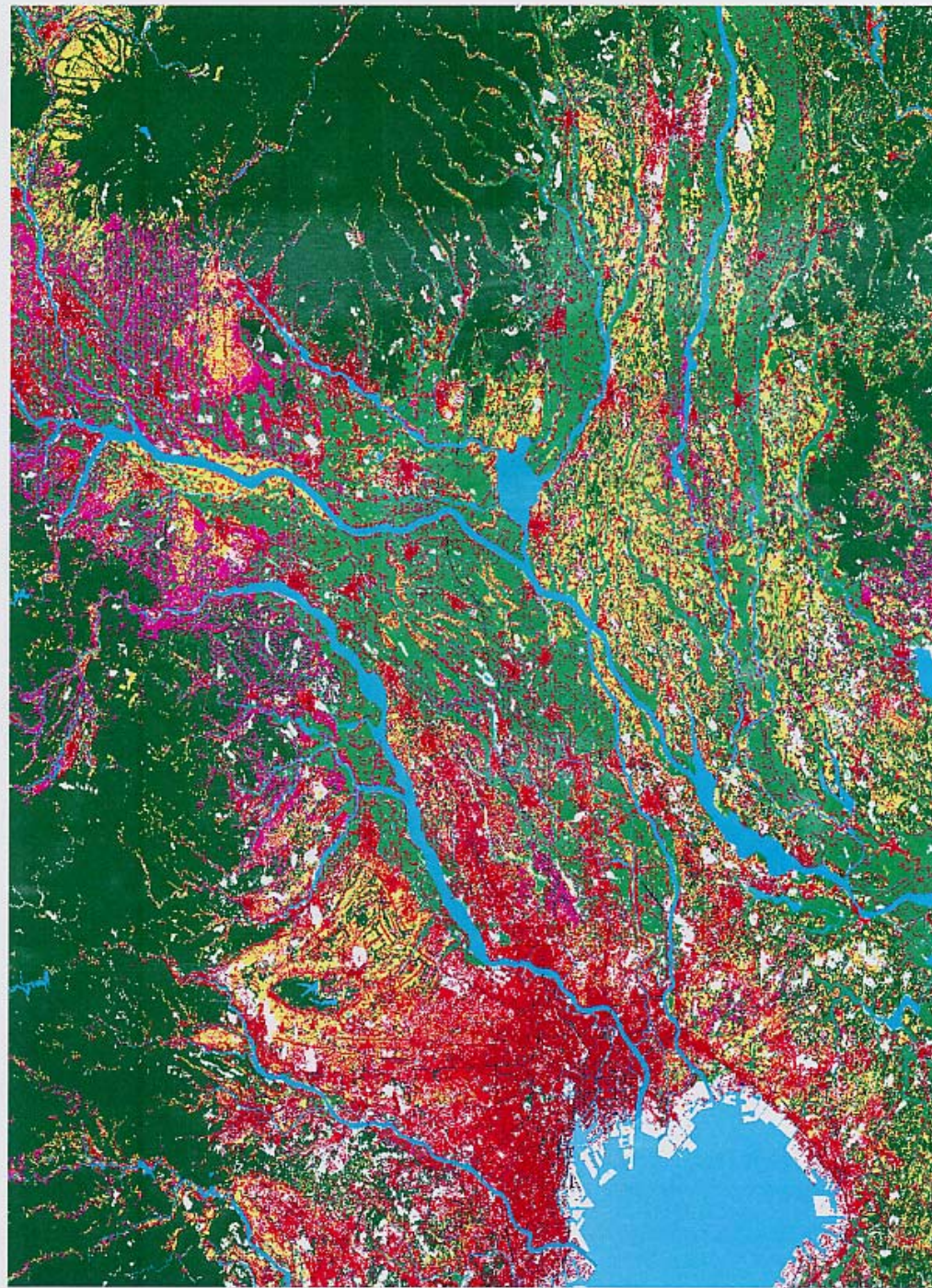
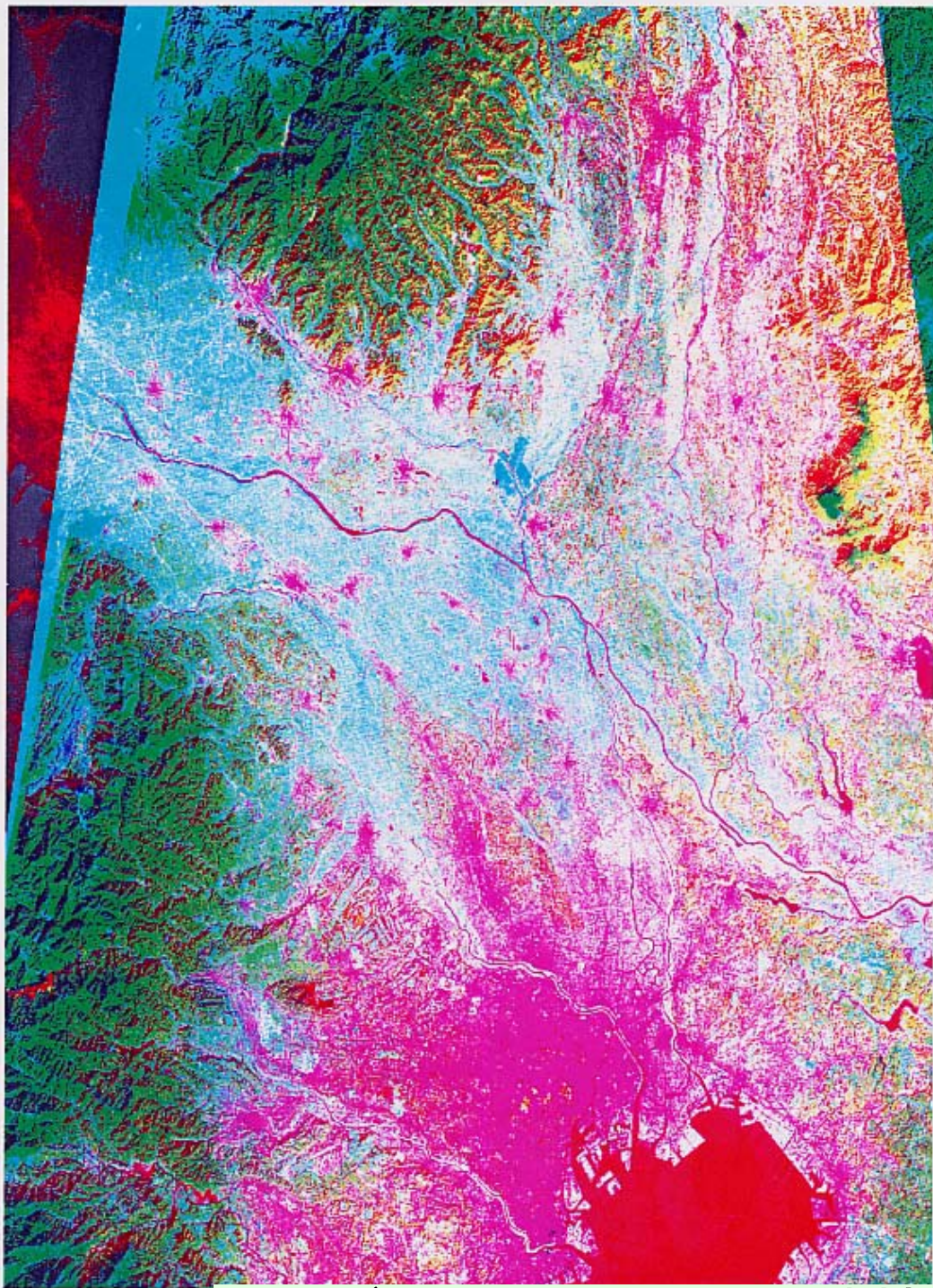


36.66N

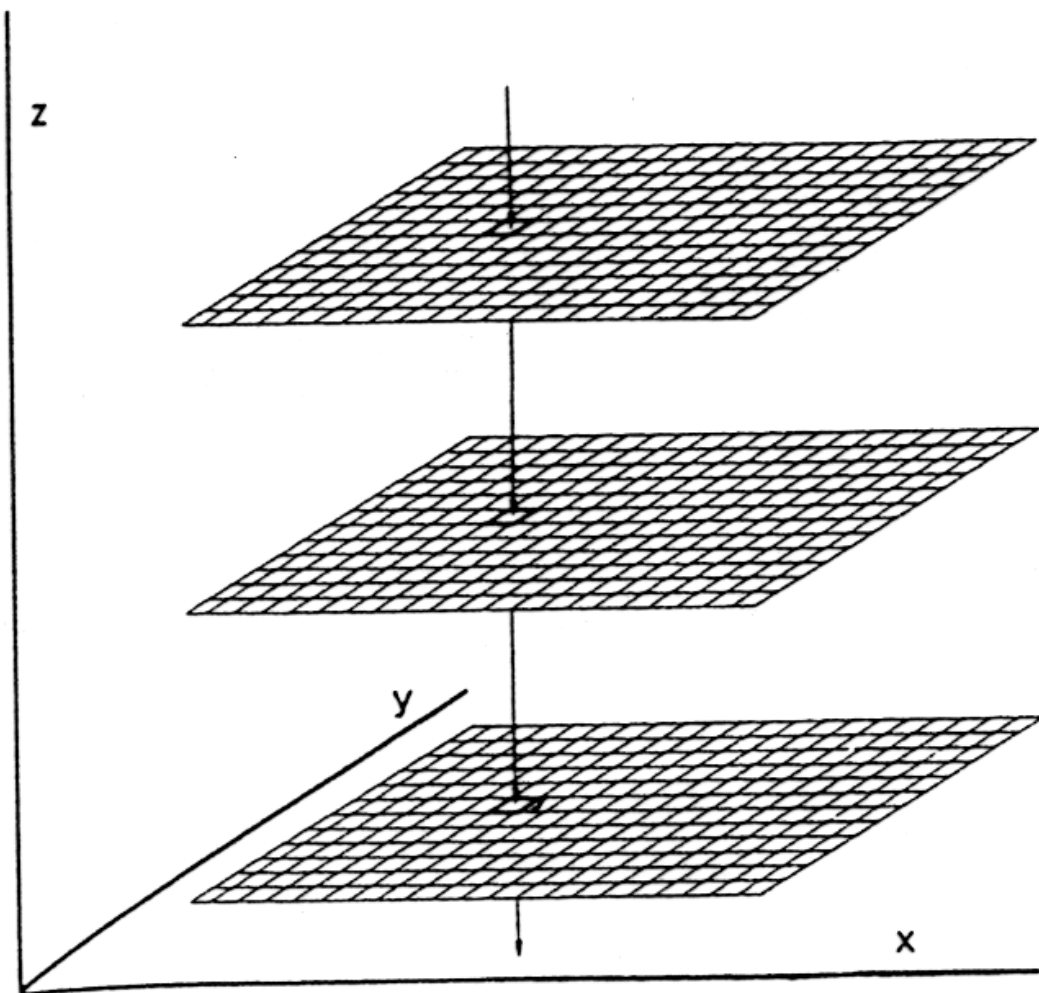
・ヒートアイランドの観測には大きなコストが必要

・でも、広域を同時に観測する衛星ならば多数の都市のヒートアイランド強度を求めることができるか？





衛星データ(左)と国土数値情報による土地利用データ(右)

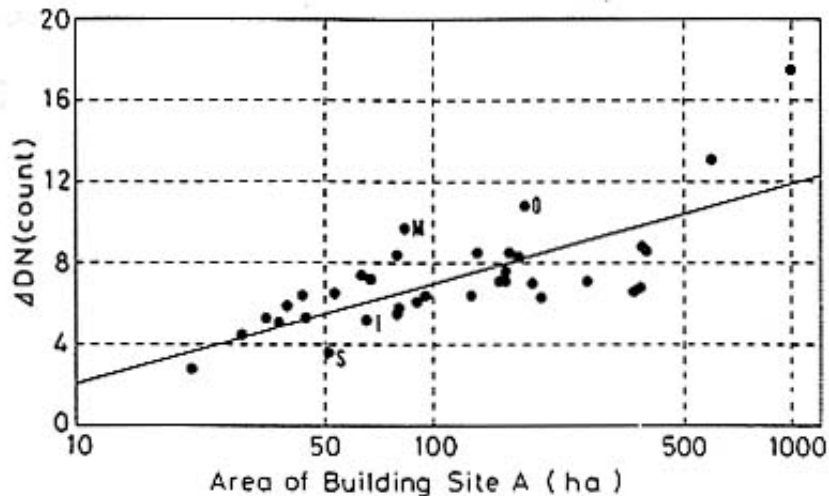
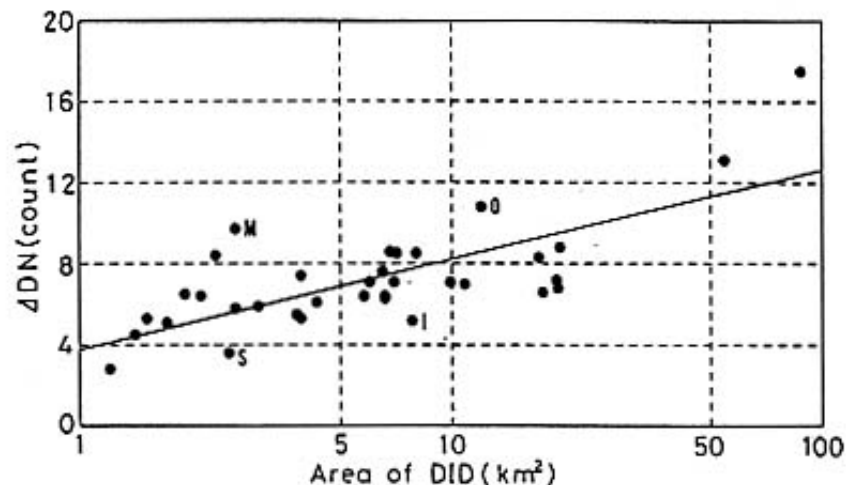
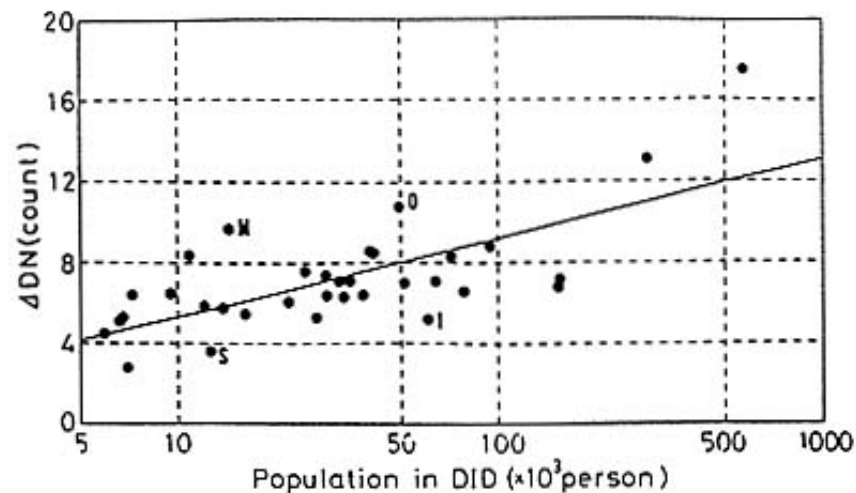
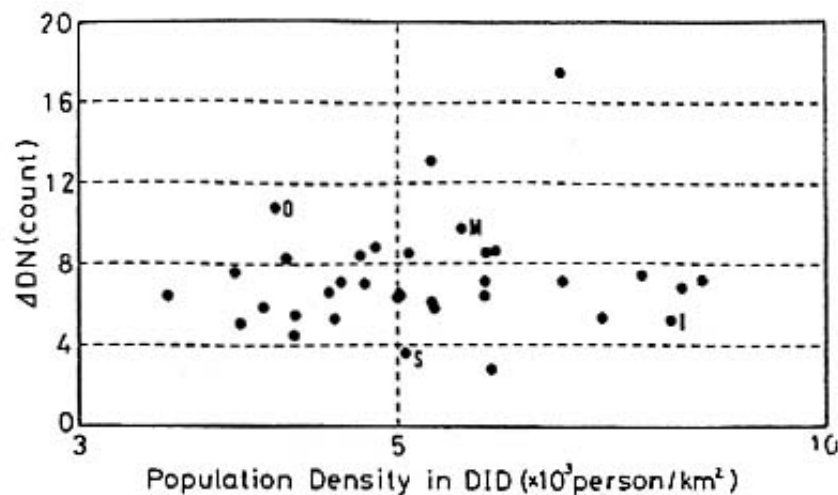


・ラスタータータでは異なるレイヤーの同じ座標の値は、同じ位置(場所)の属性を示す

・ひとつのレイヤーが土地利用を表し、他のレイヤーが地表面温度を表せば、土地利用ごとの地表面温度の統計値が得られる

- ・土地利用データは国土数値情報KS202で、1:25,000地形図を縦横40等分する1辺約100mのグリッドに土地利用コードが与えられている
- ・衛星データはこの等緯度経度座標に合わせて幾何補正されている

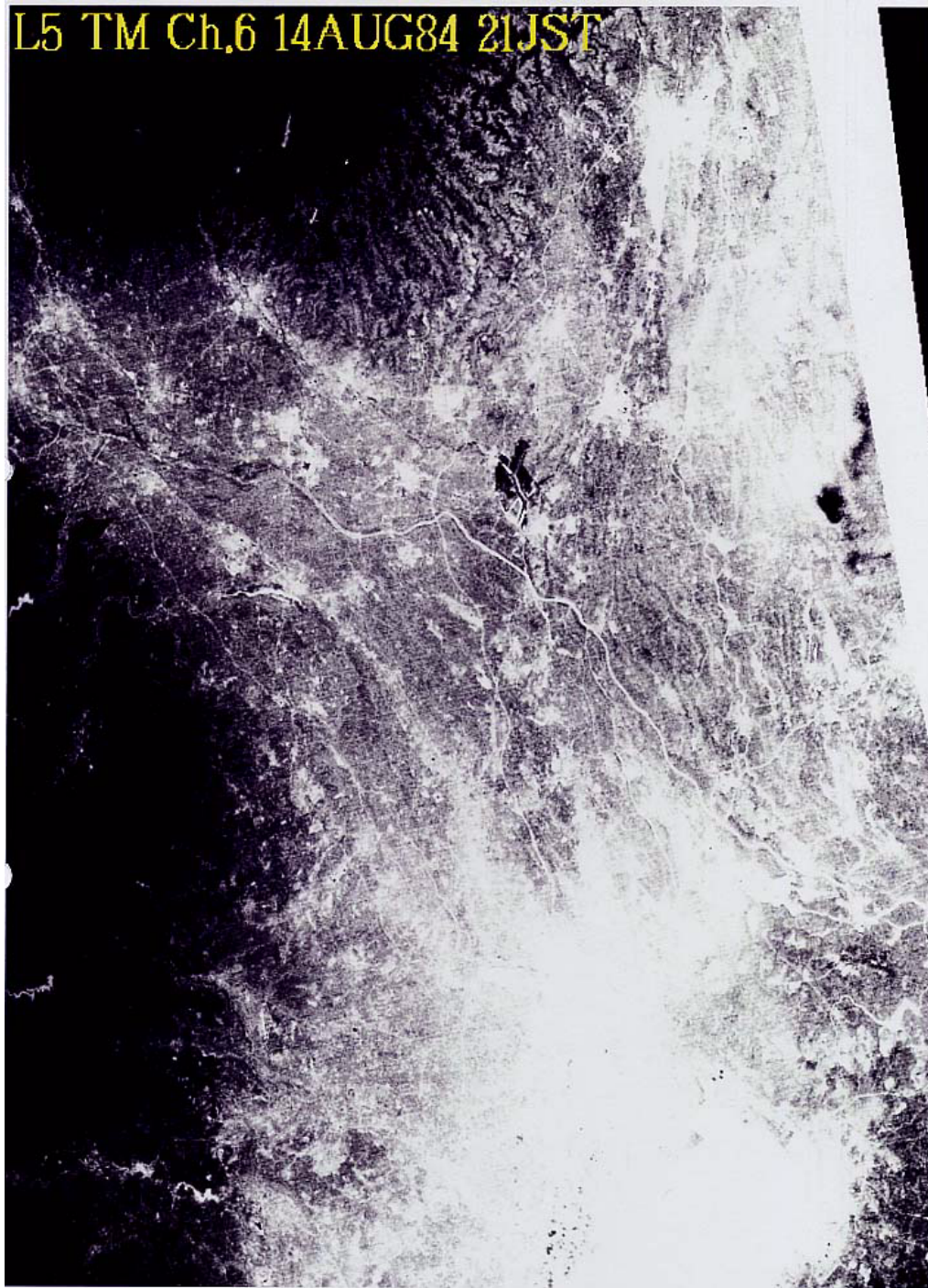
結果



都市の規模（の常用対数）とヒートアイランド強度（ ΔDN ）の関係

都市の規模としてDID（人口集中地区）の①人口密度、②人口、③DID面積、および④土地利用メッシュマップの建物用地A（高層建物、建物密集地域）の面積をとった。

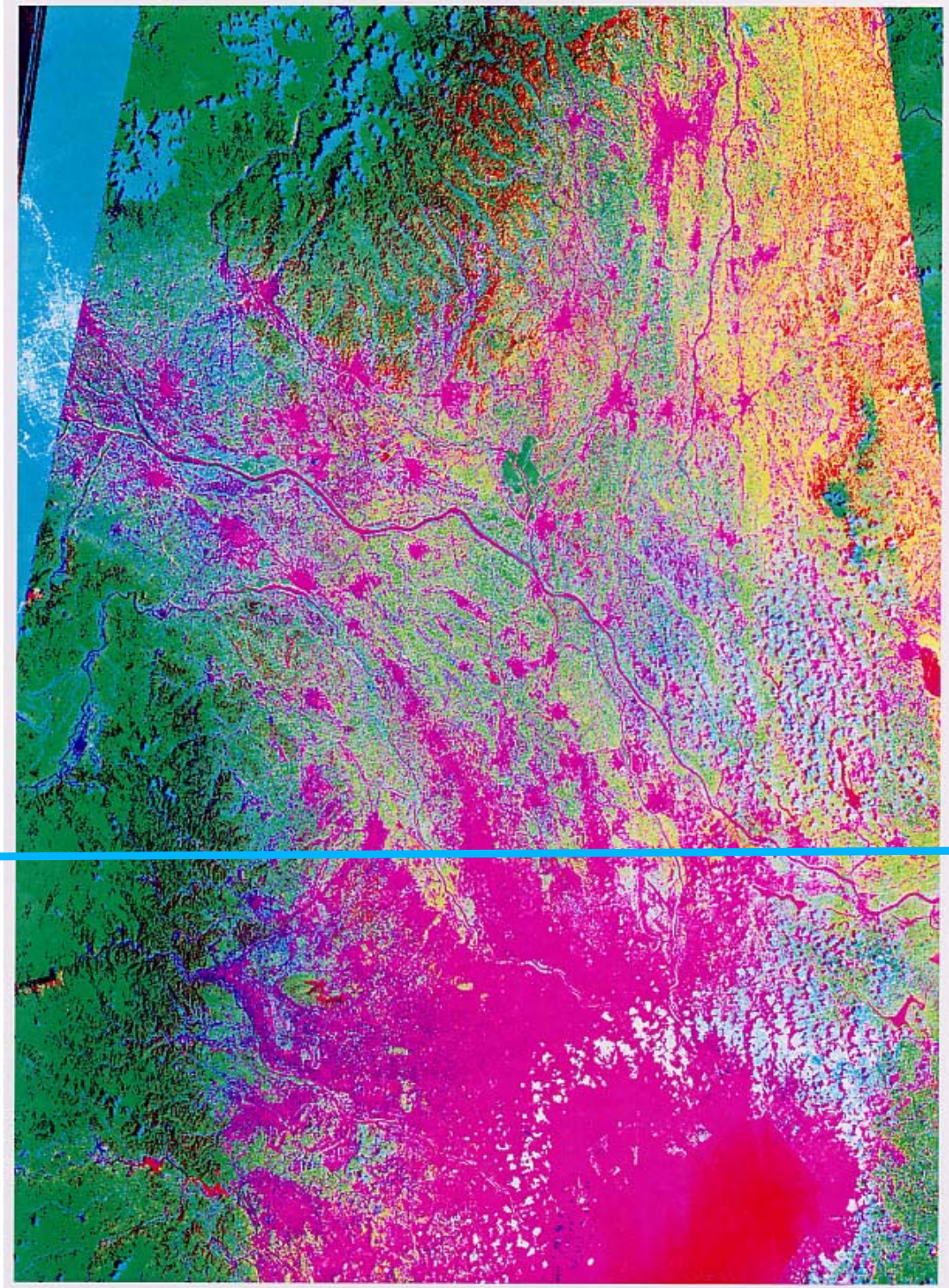
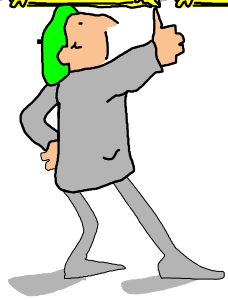
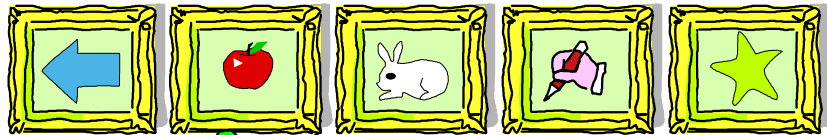
ΔDN の1カウントはアメダス気温との相関解析によると、約 0.3°C に相当する。



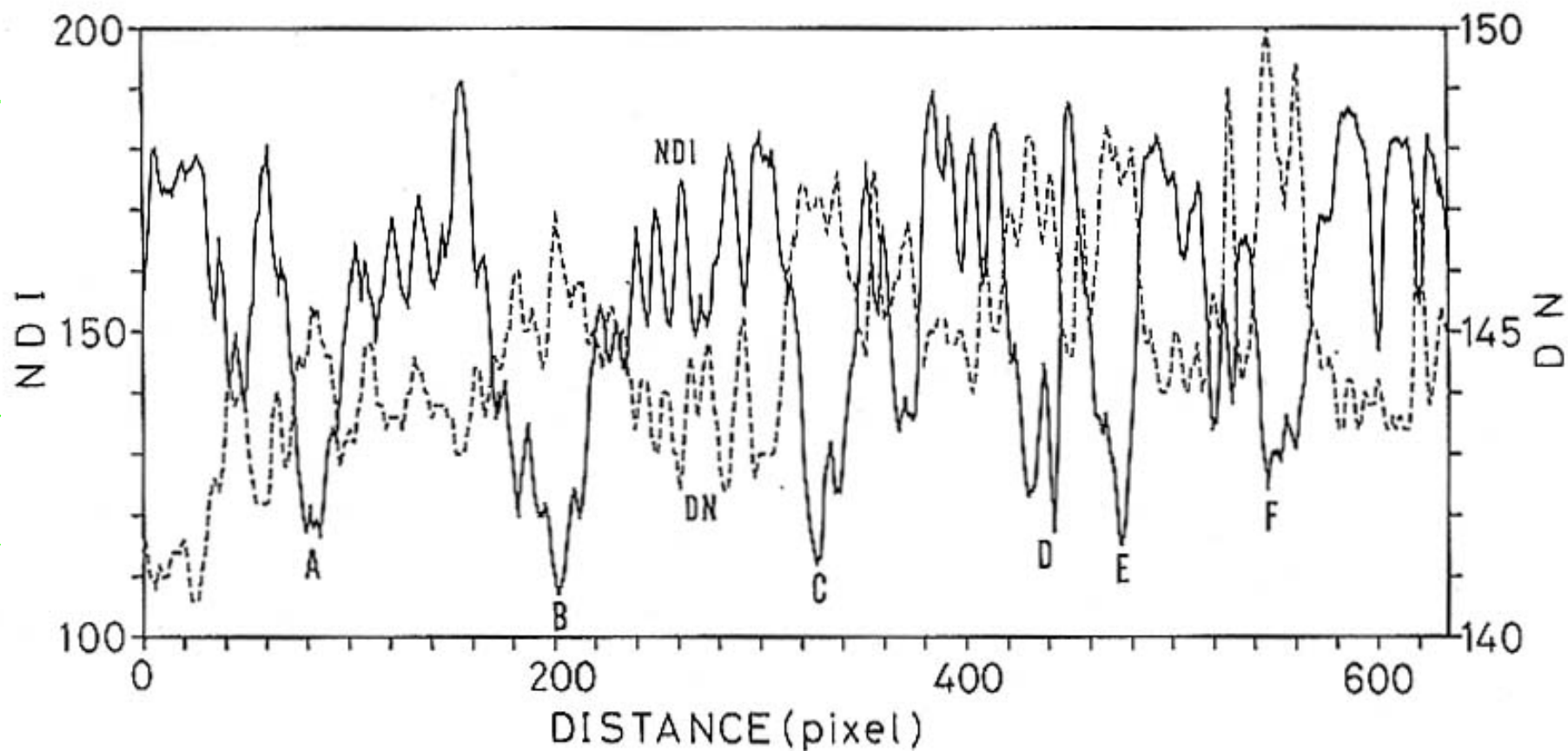
・ポジとネガのように見える2つの画像は輝度温度(左)と植生指標(右)

・同じ座標に対して幾何補正されている2つの画像

・同じ断面で両者の対応を見てみよう



植生のシグナルの強さ



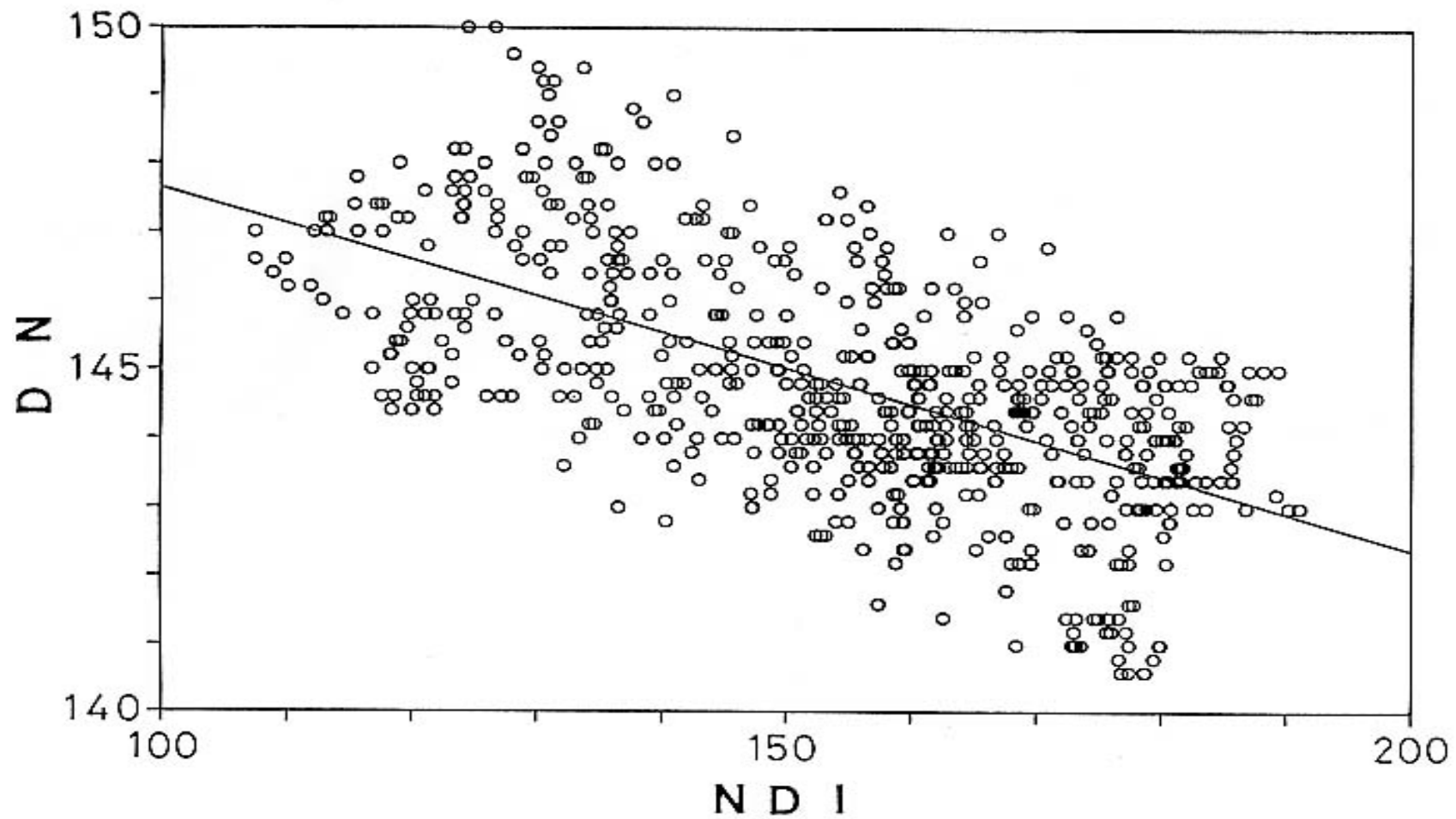
地表面温度に対応するデジタル値

- 植生指標が大きな場所は、輝度温度が低い
- 植生指標が小さな場所は、輝度温度が高い(都市域)

高

地表温度に対応

低



低

植生の量、植被率、活性

高

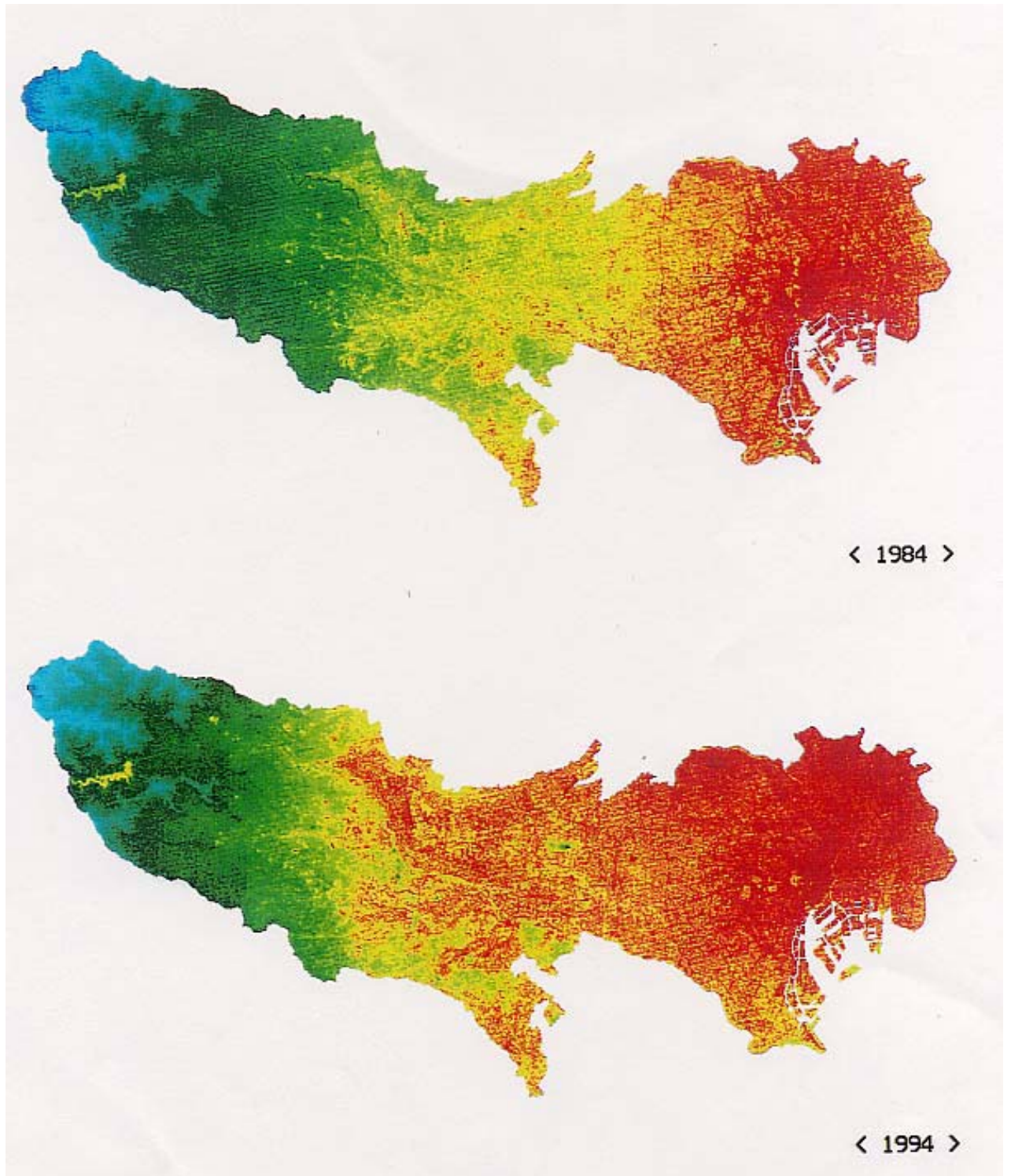
- 同じデータを散布図で書いてみる
- 植生が増えると、輝度温度は下がる
- 植生による熱収支の変化

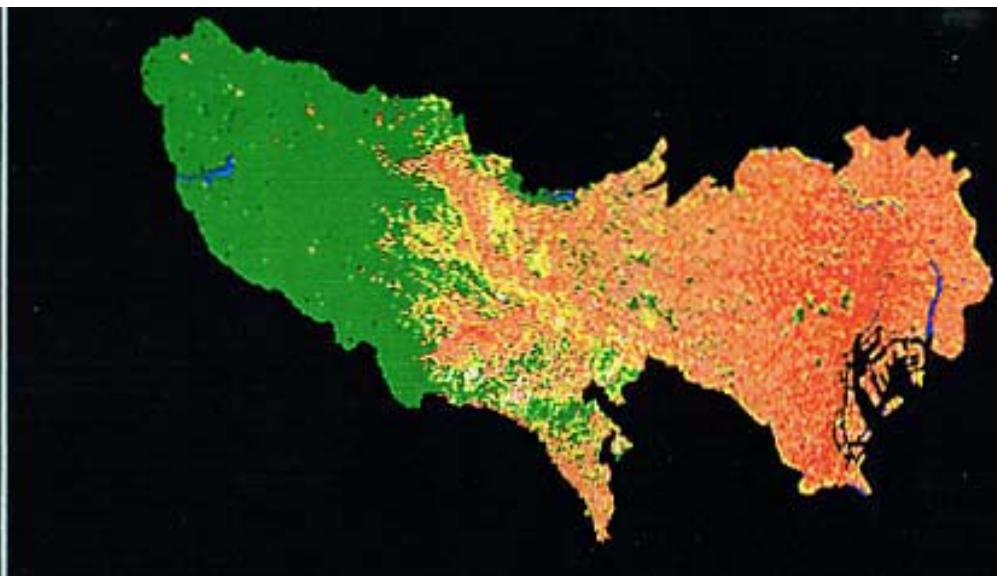
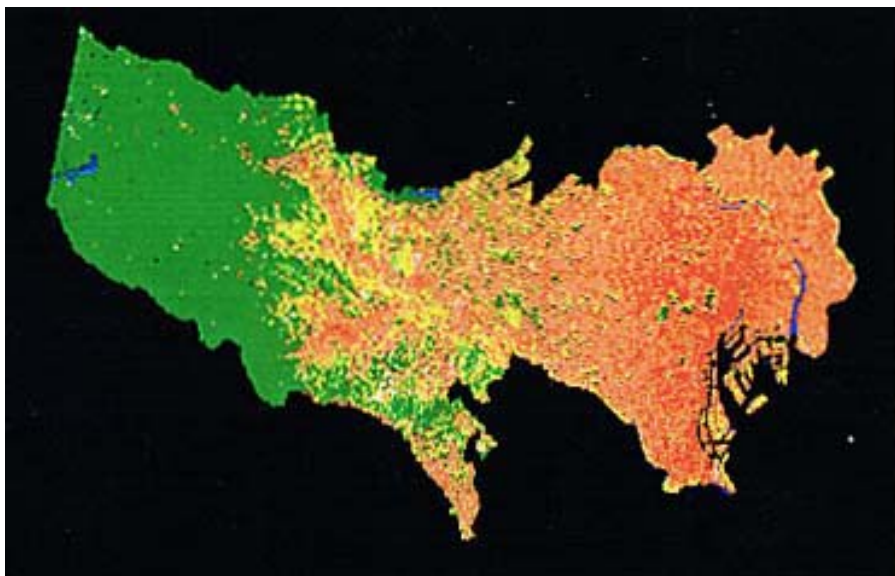
・夏の夜のデータは雲や水蒸気の影響でなかなか取得が困難である

・1984年と1994年に夜間の熱赤外画像が取得できた

・この間に地表面温度に何か変化が生じただろうか

・94年といえば、バブルの末期



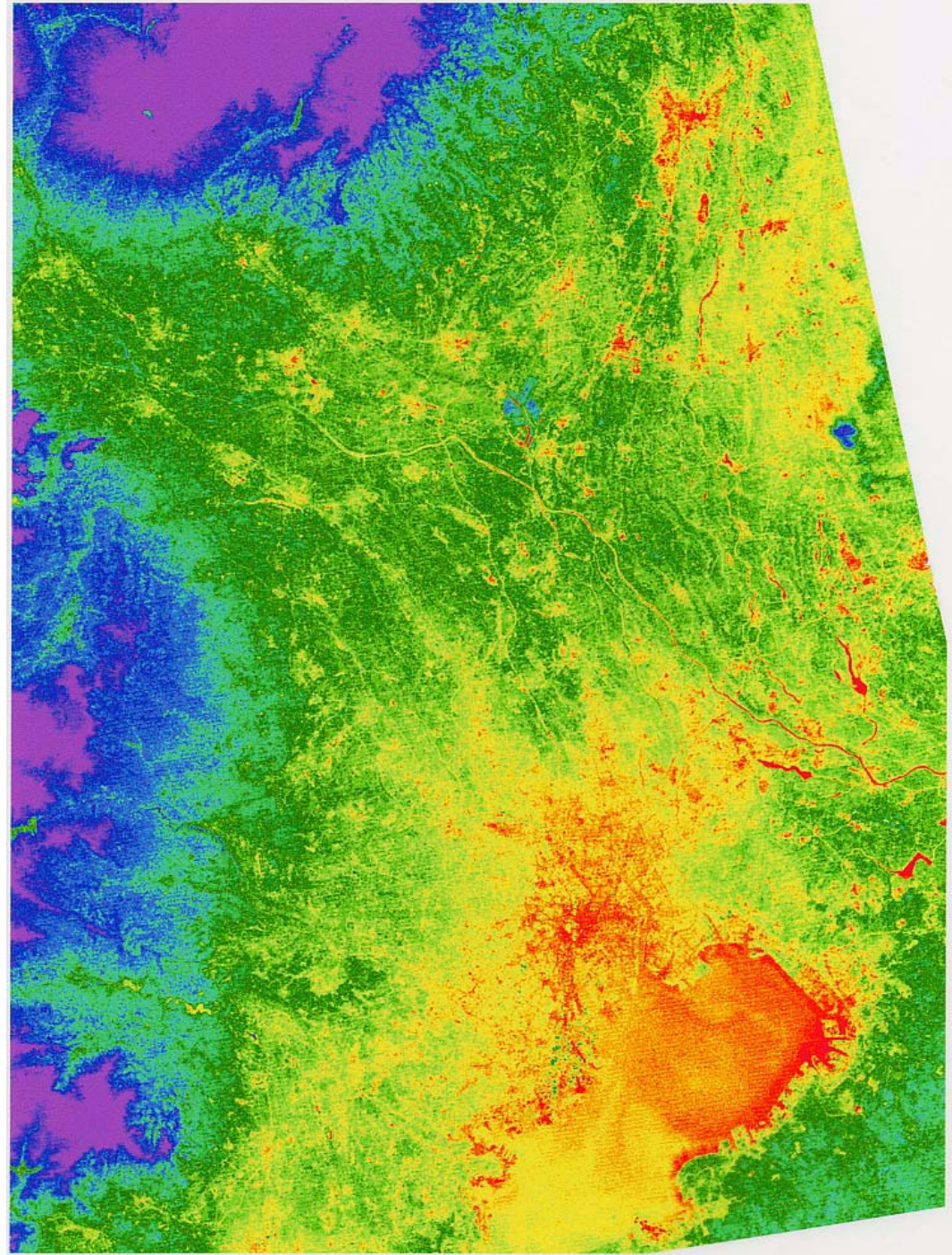
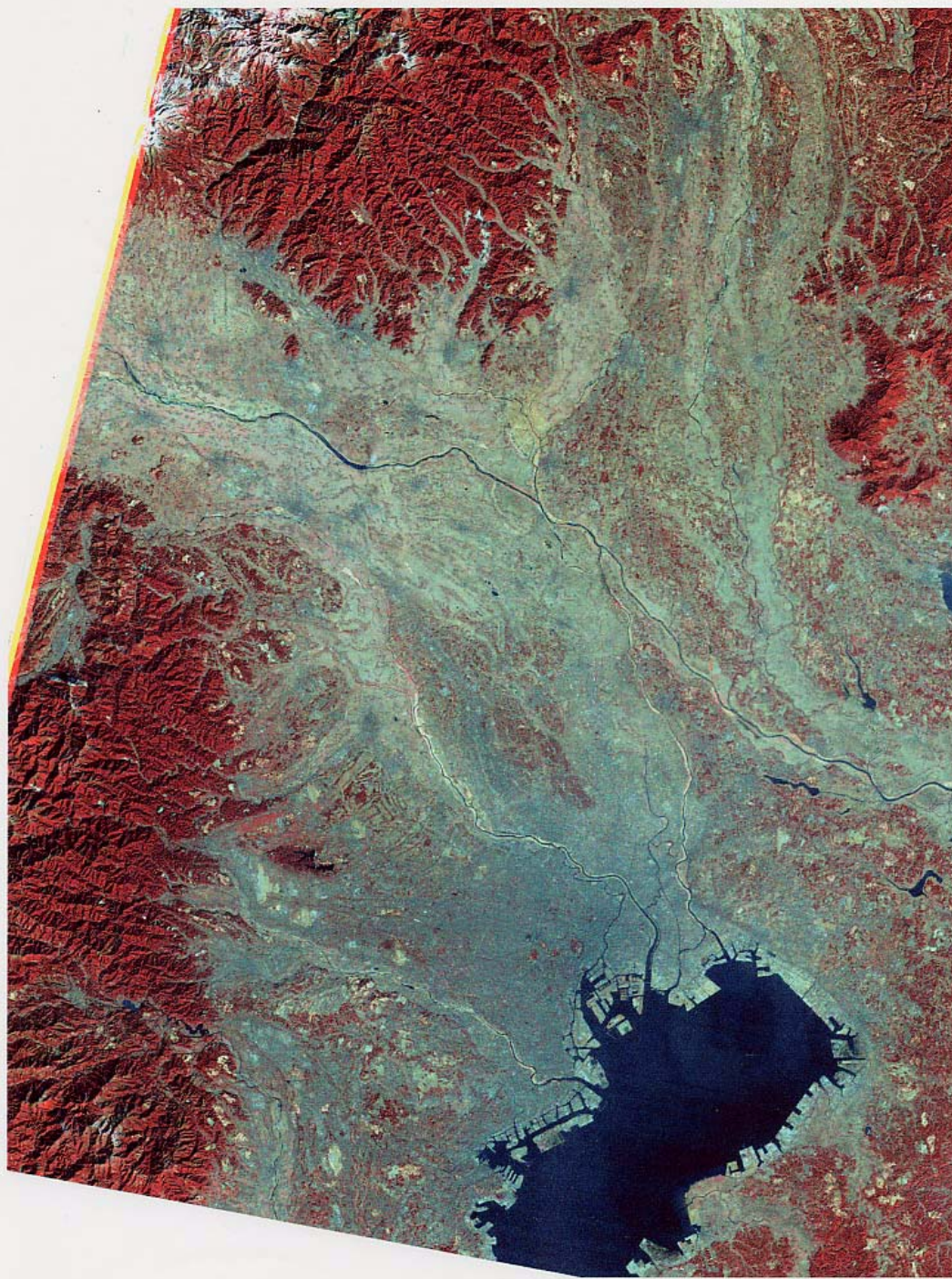


・昼間のTM画像を使って求めた85年(左)と94年(右)の土地利用分布図

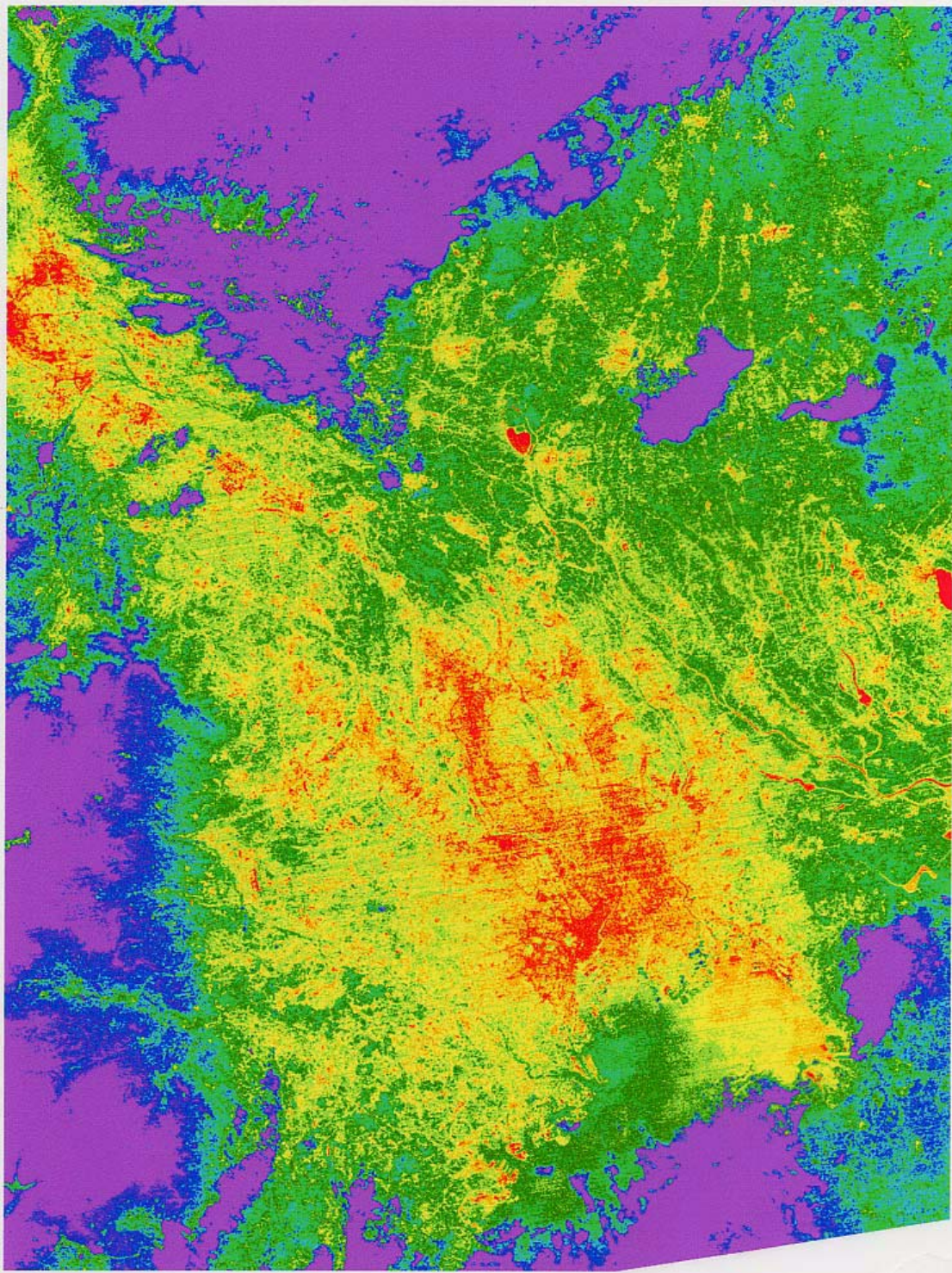
・デジタルデータなので差を取ることができる

・土地利用の変化が著しかったのは東京西郊

(稲永ほか、RESTEC)



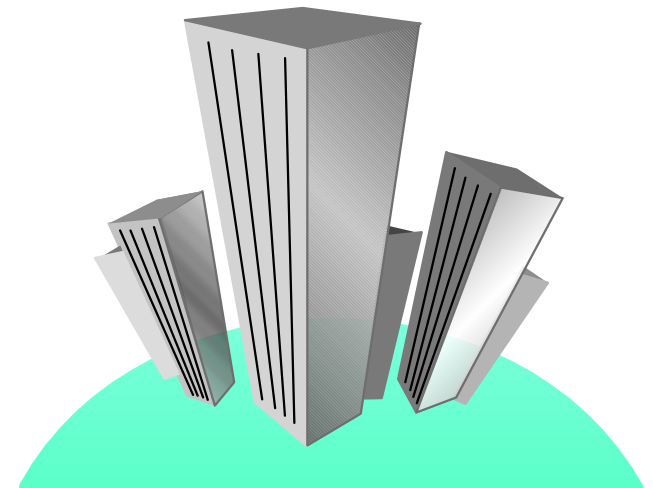
UTM座標に幾何補正したTM(左:85.1.23)画像と夜間の熱赤外画像(84.8.14)

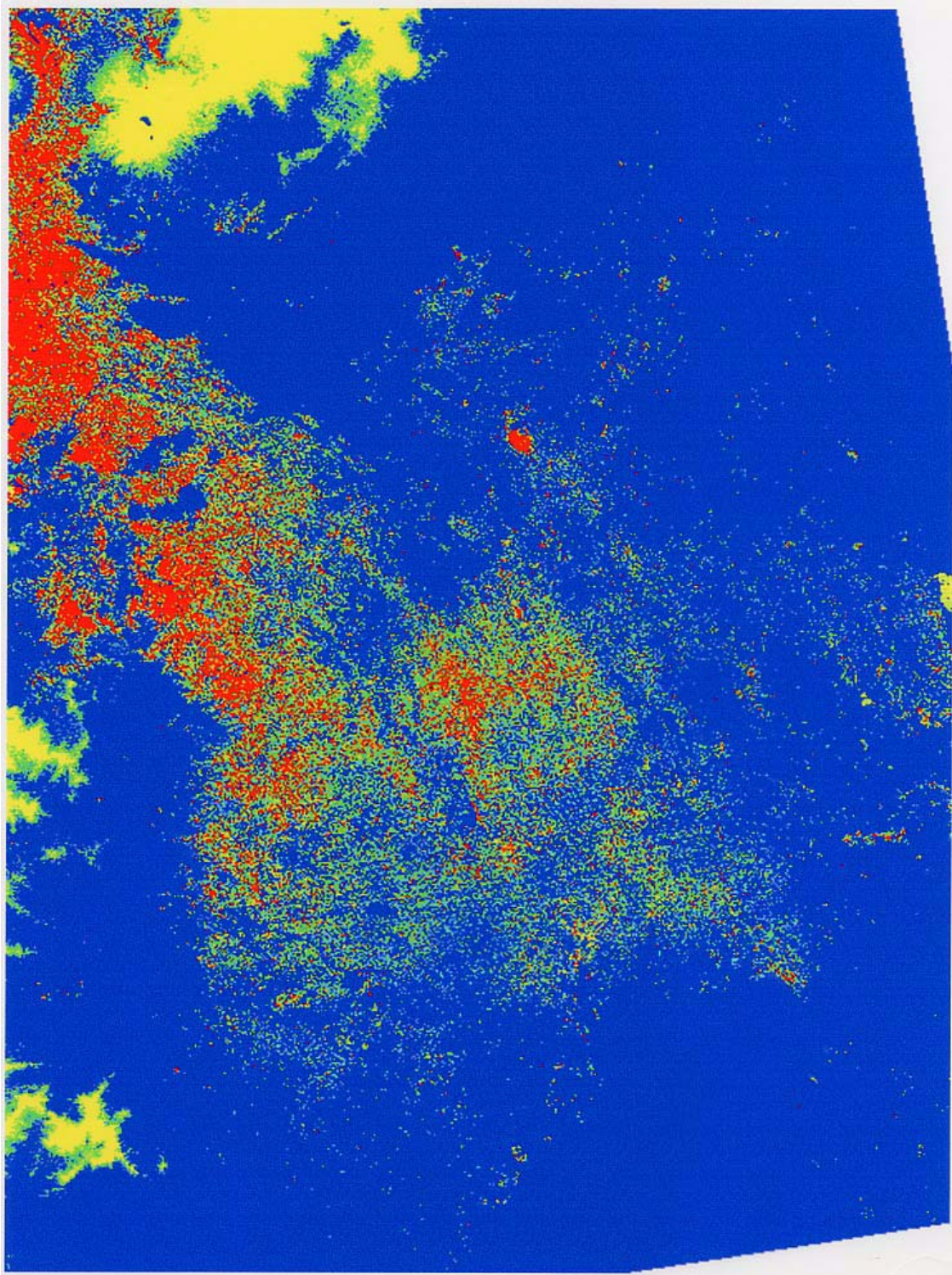


・1994年8月10日の夜間の熱赤外画像

・打ち上げから10年を経て、センサーも劣化しているので画像を見ながらパレットを設定した

・地表面温度分布は変化しているか？





・センサー劣化により輝度温度の絶対値の議論はできなくとも、その差の分布については議論可能である

・左の画像は94年-84年の値を画像化したもの

・都心付近では変化量は小さいが、北郊外では差が大きくなっている
(高温化している)

・これは都市化によるものか、それとも気象条件によるものか？

繰り返し観測している衛星は確実に地表面の変化を捉えている

そこから情報を抽出するのは人間の能力

だれが画像を解析するか

環境とは

- ・ 様々な要素からなる (多様性)
- ・ 要素間に関連性がある (関連性)
- ・ 空間的に分布している (空間性)
- ・ 歴史を持つ (時間性)
- ・ 認識の仕方において階層性を有する (階層性)

人間との関連

この5つの～性を認識することは多くの局面で、創造性の発揮、ビジネスチャンスの獲得、につながる

