

地下プロ09全体会議

アジアの都市発展と水環境変化

2009.10.29

吉越 昭久
(立命館大学)

研究の目的

- アジアのメガシティが発展することで、その水環境が大きく変化してきた。その変化は、地下水位の低下や塩水化、地盤沈下など、いわゆる水環境問題につながった。
 - この発生プロセスをみると、早い時期に発展した都市ほど早い時期に水環境問題を発生させてきたと考えられる。従って、現在顕著な発展をしている都市において、近い将来、早くから発展した都市と同じような問題が起こることが予想される。今のうちに、有効な対策をとれば、今後発生する水環境問題はこれまでとは違ったものになる可能性がある。
 - そこで、アジアのメガシティにおいて、都市の発展と水環境変化の関係を明らかにするために、時系列的に検討する。
-

方法

- アジアの7つのメガシティを対象に、近代都市の成立時期以降の都市発展をモデル的に整理する。その後、都市ごとに、時系列的に水環境問題を概観して、両者の関係を考察する。

 - アジアのメガシティに関する事例研究ではなく、一般化を目指す。
-

発表の流れ

研究の目的・方法



メガシティの起源とその後の発展



水環境の変化と水環境問題



都市発展と水環境変化の関わり



結論

メガシティの成立とその後の発展

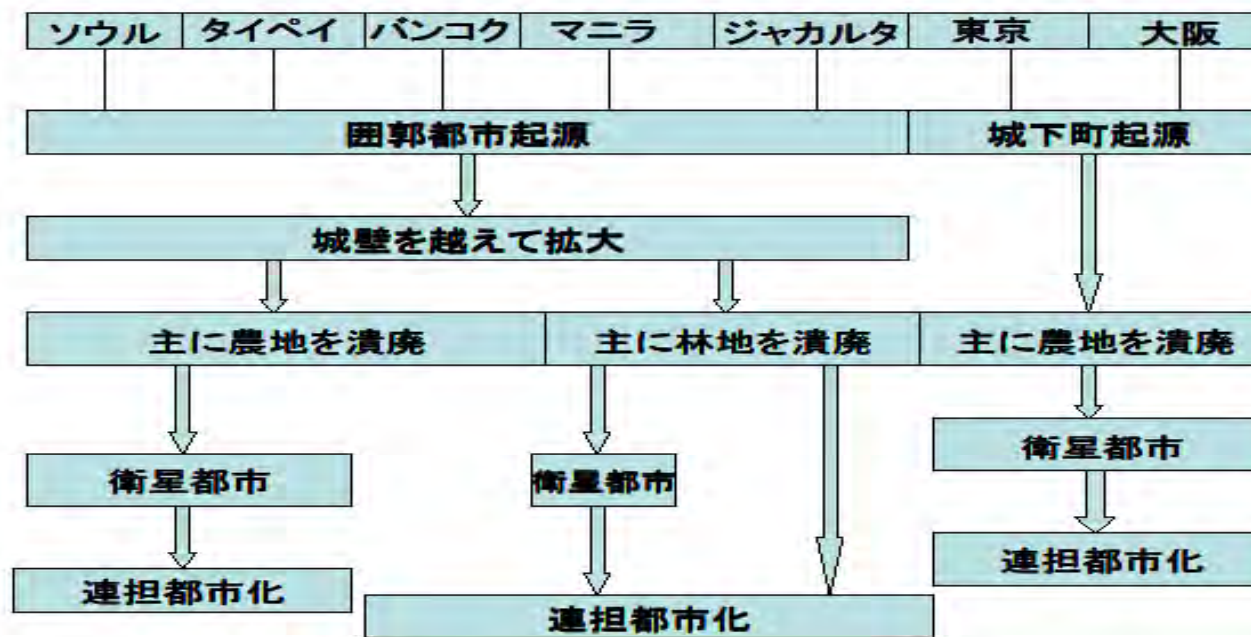


図1.1 都市の発展過程

東京	森林	草原・荒地	田・農地	工業用地	宅地	水域・湿地	その他
1930年	5,143	491	5,804	7	930	336	61
1970年	4,267	265	6,203	75	1,718	236	116
2000年	3,553	512	3,419	513	4,709	173	81

大阪	森林	草原・荒地	田・農地	工業用地	宅地	水域・湿地	その他
1930年	3,439	94	1,840	7	339	150	18
1970年	3,258	50	1,511	24	908	118	53
2000年	2,960	115	935	73	1,815	124	55

ソウル	森林	草地・荒地	田・農地	工業用地	宅地	水域・湿地	その他
1920年	1,552	1,971	1,832	0	117	318	5
1960年	1,066	1,776	2,208	0	428	259	51
2000年	1,908	71	1,476	59	1,966	247	62

タイペイ	森林	草地・荒地	田・農地	工業用地	宅地	水域・湿地	その他
1920年	1,811	396	643	0	67	39	173
1970年							
2000年	1,941	72	550	54	323	54	24

バンコク	森林	草地・荒地	田・農地	工業用地	宅地	水域・湿地	その他
1930年							
1960年	263	264	3,799	0	113	240	35
2000年	3	352	1,716	30	1,390	1,190	58

ジャカルタ	森林	草地・荒地	田・農地	工業用地	宅地	水域・湿地	その他
1930年	2,539	503	3,583	5	390	283	4
1960年	1,861	603	4,082	6	486	268	2
2000年							

マニラ	森林	草地・荒地	田・農地	工業用地	宅地	水域・湿地	その他
1930年	73	1,779	586	1	103	796	2
1960年	52	1,460	1,364	3	284	770	6
2000年	554	794	966	2	846	299	13

表1. 1 GISデータで求めた各都市の土地利用別面積 (単位: 平方キロメートル)

アジアのメガシティの都市圏データ

都市	項目	都市圏人口(万人)	都市圏面積 (km ²)	人口密度 (人/km ²)
東京		3, 4 2 5	7, 8 3 5	4, 3 5 0
大阪		1, 7 2 5	2, 7 2 0	6, 3 5 0
ソウル		1, 9 5 0	1, 9 4 3	1 0, 0 5 0
タイペイ		6 5 0	4 4 0	1 4, 7 5 0
バンコク		8 0 0	1, 5 0 2	5, 3 5 0
ジャカルタ		2, 0 6 0	2, 7 2 0	7, 6 0 0
マニラ		1, 9 1 5	1, 4 2 5	1 3, 4 5 0

出典： Demographia (2009)

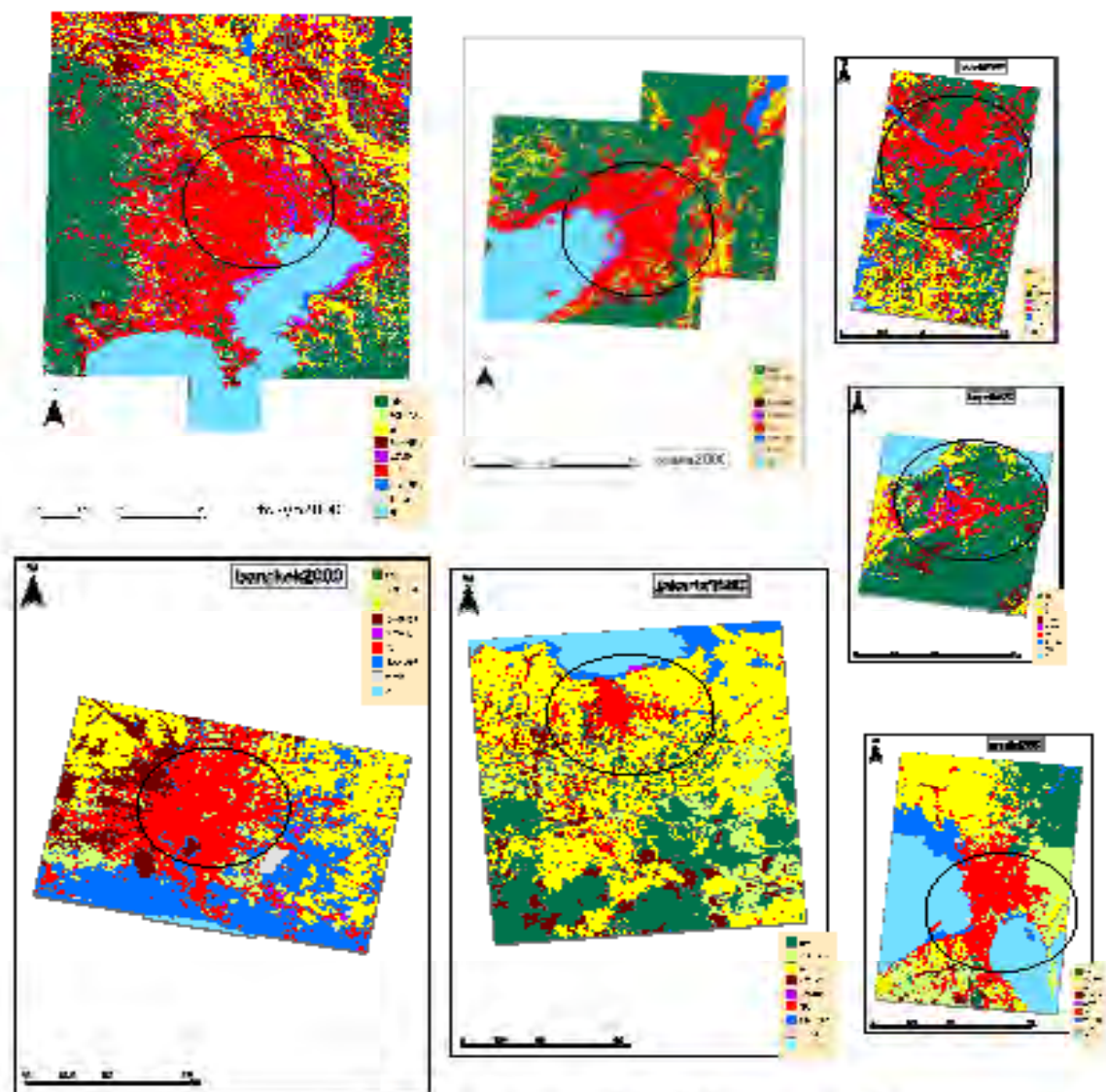
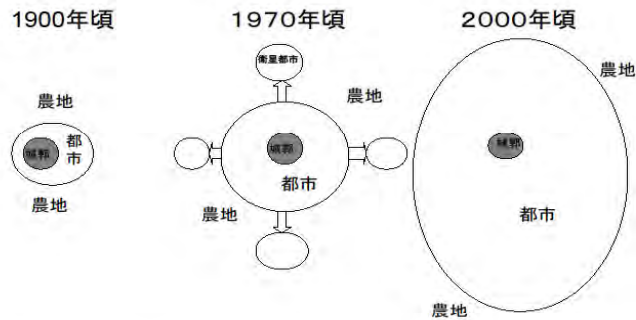


図1.2 メガシティの規模の比較

□ 東京・大阪

近代都市の起源を1868年の明治維新とする。

東京の都市発展モデル



大阪の都市発展モデル

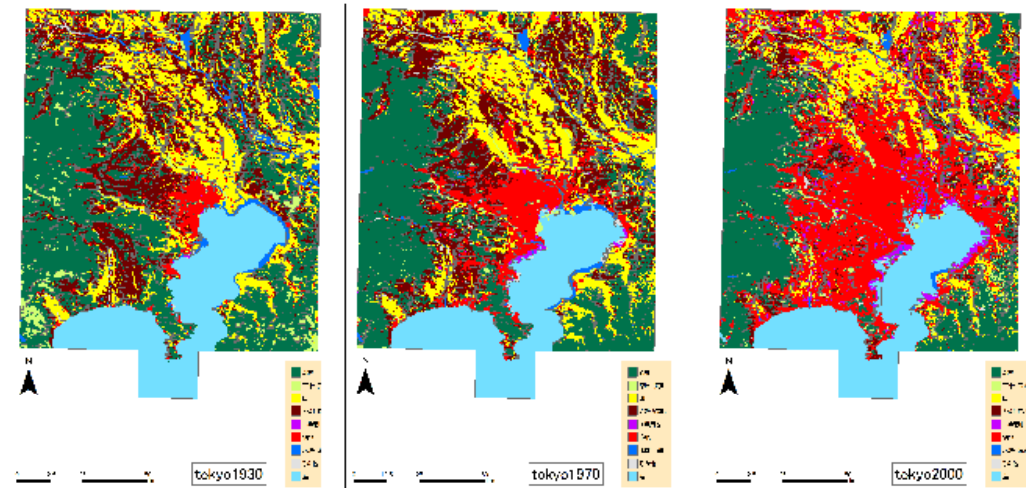
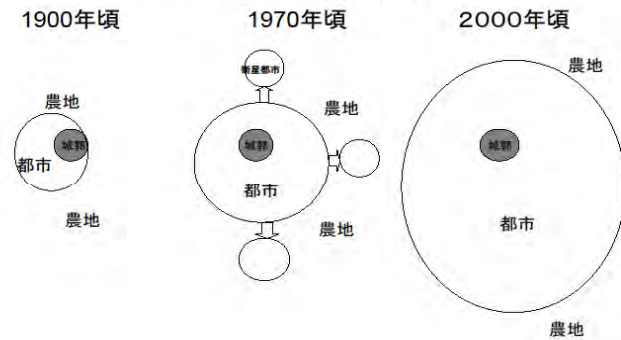


図1.4 東京の土地利用の変遷

ソウル・タイペイ

ソウルの近代都市の起源は、1910年の日韓併合時を、タイペイも1895年に日本の統治が行われた時期とした。

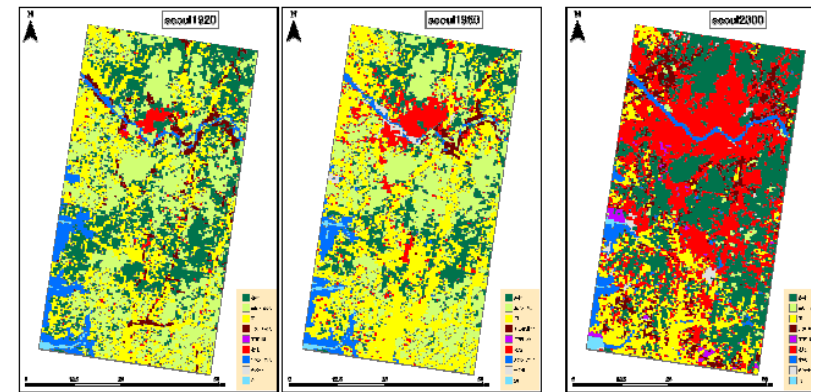


図1.6 ソウルの土地利用の変遷

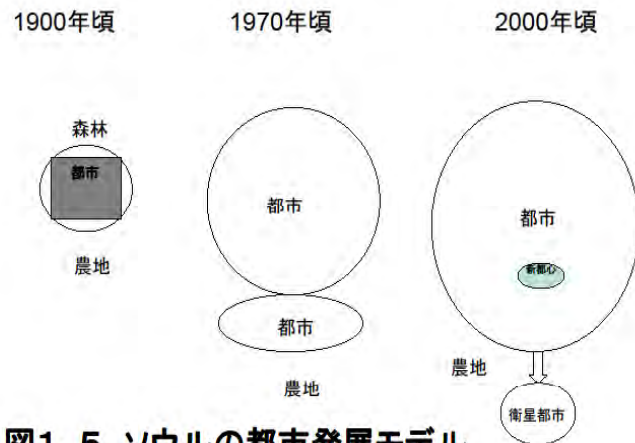
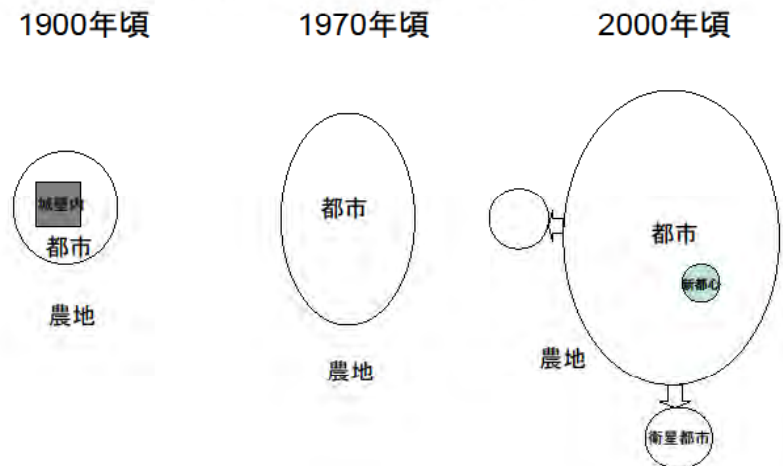


図1.5 ソウルの都市発展モデル

タイペイ都市発展モデル

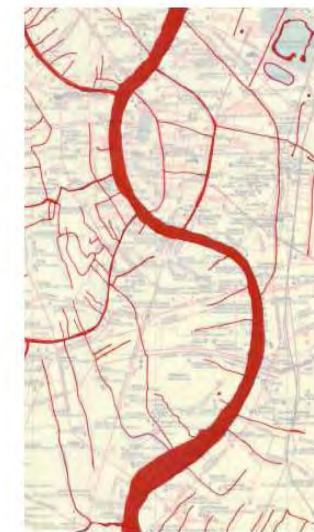


バンコク

1932年のクーデター
(無血革命)で立憲君主制
に変化した。この時期を
近代都市の起源とする。



1917年



2004年

図1.11 バンコクの水域

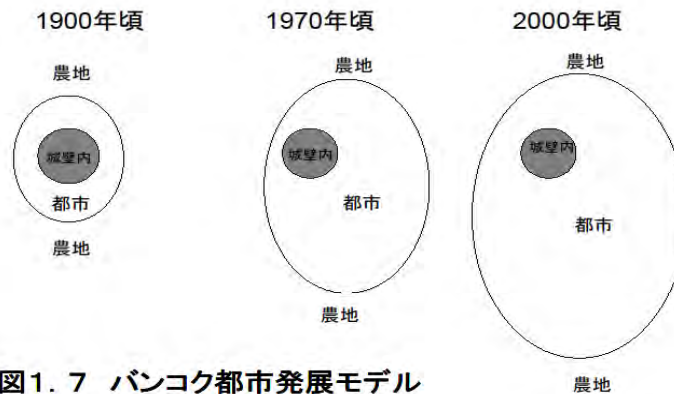


図1.7 バンコク都市発展モデル

ジャカルタ・マニラ

近代都市の起源を、ジャカルタ:1860年代の「自由主義政策」に実施時期に、マニラ:1898年のスペインからアメリカ合衆国への割譲時期に。

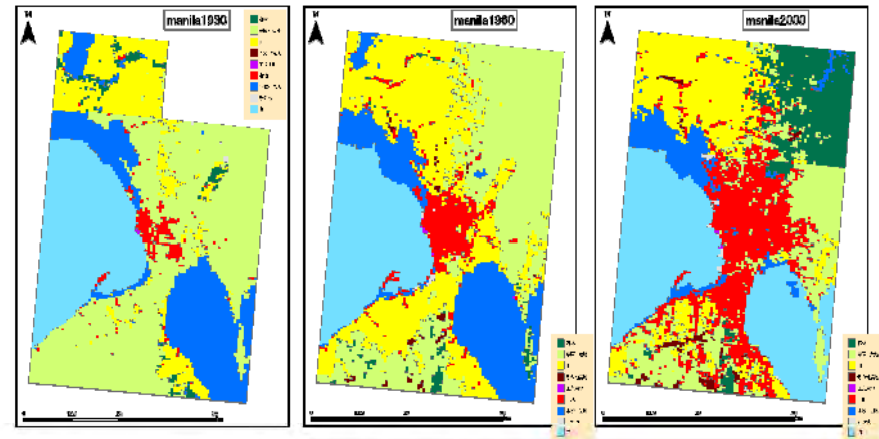


図1.10 マニラの土地利用の変遷

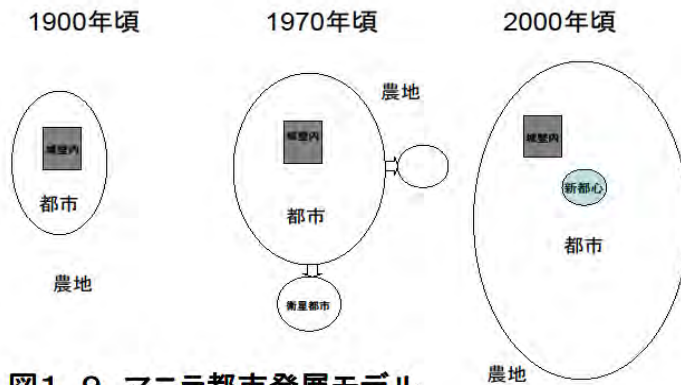


図1.9 マニラ都市発展モデル

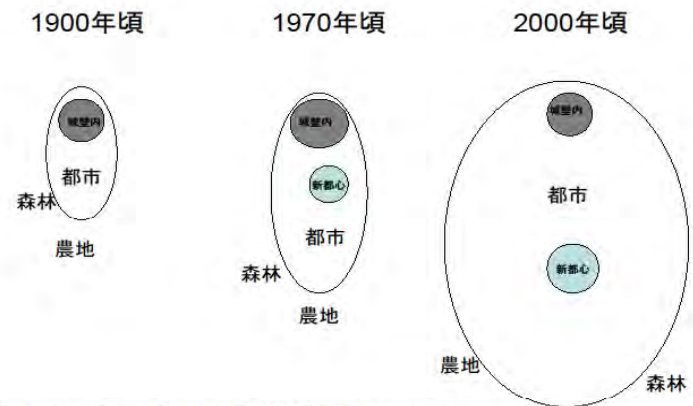


図1.8 ジャカルタ都市発展モデル

水環境の変化と水環境問題

メガシティの水環境問題の程度

都市	水環境問題				下水道普及率 (%)
	地下水位	地盤沈下	塩水化	水質汚染	
東京	○	◎	◎	○	99.9
大阪	○	◎	◎	○	99.9
ソウル	△	△	○	△	98.1
タイペイ	○	△	○	△	60.1
バンコク	△	×	△	×	50.0
ジャカルタ	△	×	×	×	1.0
マニラ	△	×	×	×	5.0

◎大変良好な状態 ○良好な状態 △多少問題がある ×大変問題がある

都市発展と水環境の関わり

- 各都市の発展と水環境の変化(水環境問題)の発生には、時間的な「ずれ」(例:バンコクでは、東京・大阪と30年)があり、都市発展(都市の起源の時期とは無関係)が早く起こった都市ほど、早い時期に水環境問題が発生している。
 - 地盤沈下に絞ると、以下の様な関係があることが明らかになった。
-

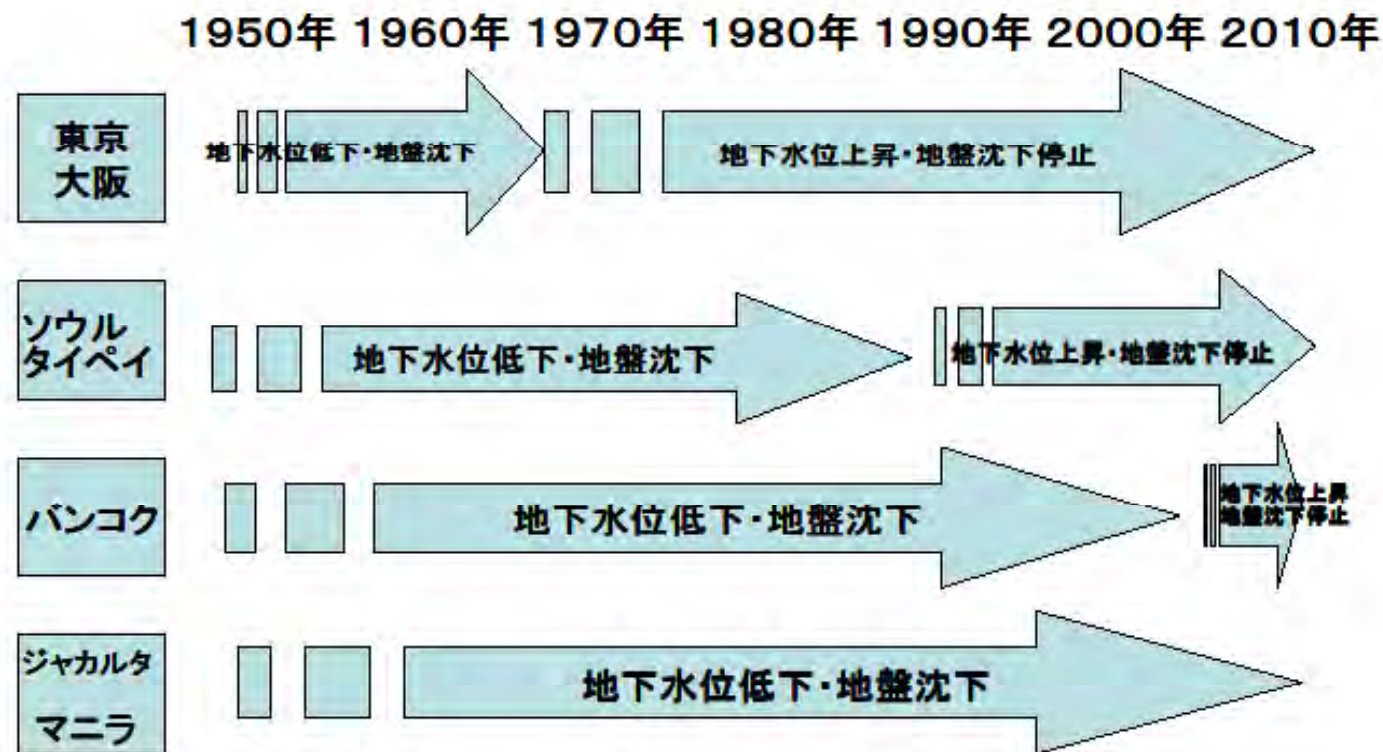


図1. 12 各都市の地下水水位低下・地盤沈下の終了時期

まとめ

- アジアのメガシティにおいて、都市発展と水環境変化（水環境問題）には、時間的な「ずれ」があることが明確になった。
 - 東京・大阪の水環境問題への対処の経験を、他の都市に伝えて行く必要がある。（水の使用量の削減方法など→節水型都市へ）
 - 新たな水環境問題（気候変化に伴うものなど）への対処にも焦点をあてて行く必要がある。
-

景観による都市発展と水環境の比較

谷口智雅

(立正大学地球環境科学部・非)

都市地理G

地下水利用の歴史的変遷の把握

経済発展や人口増加によって水需要を増加



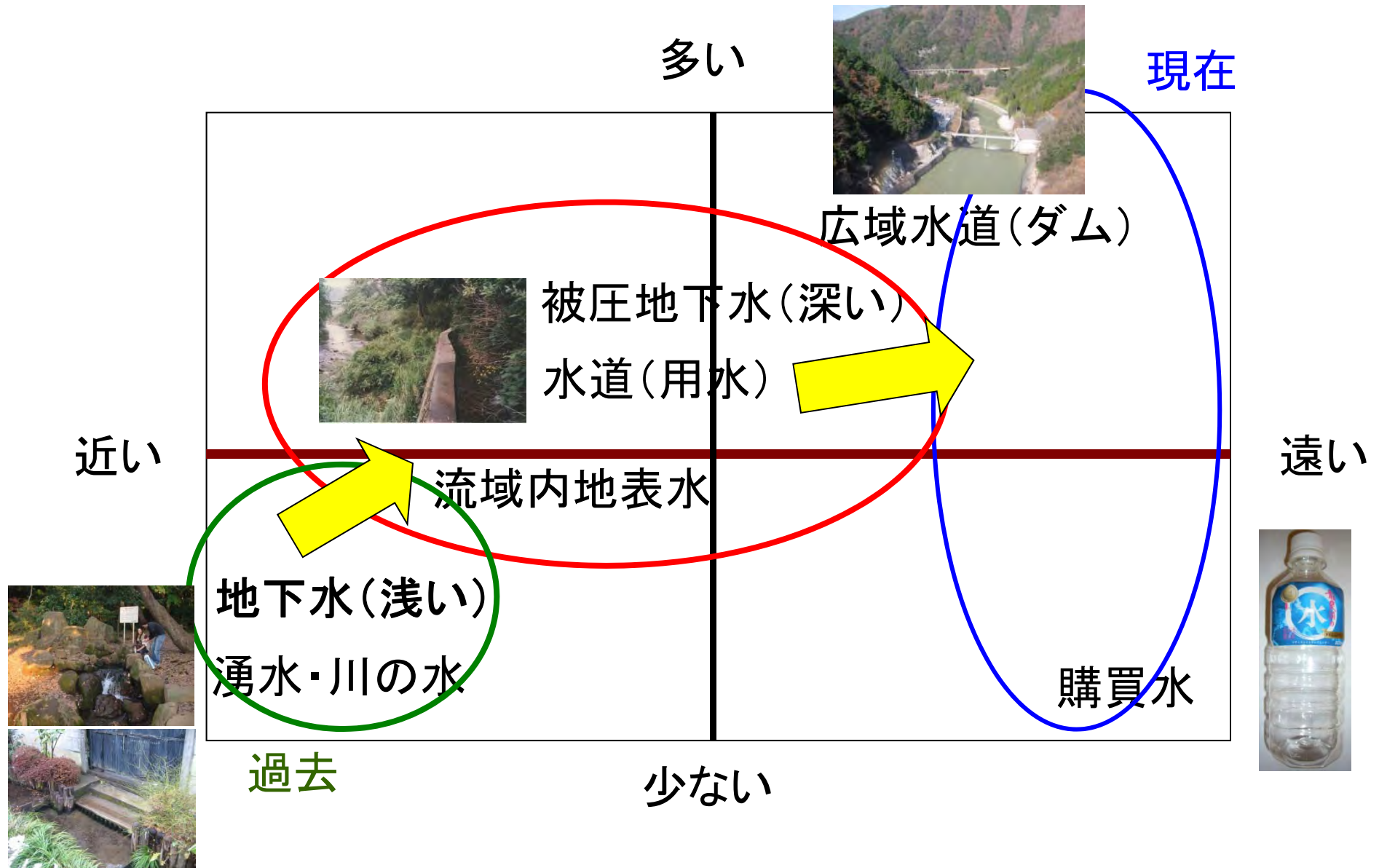
水資源を確保のためその水源を変化
大量の地下水の汲み上げ・流域外のダム開発



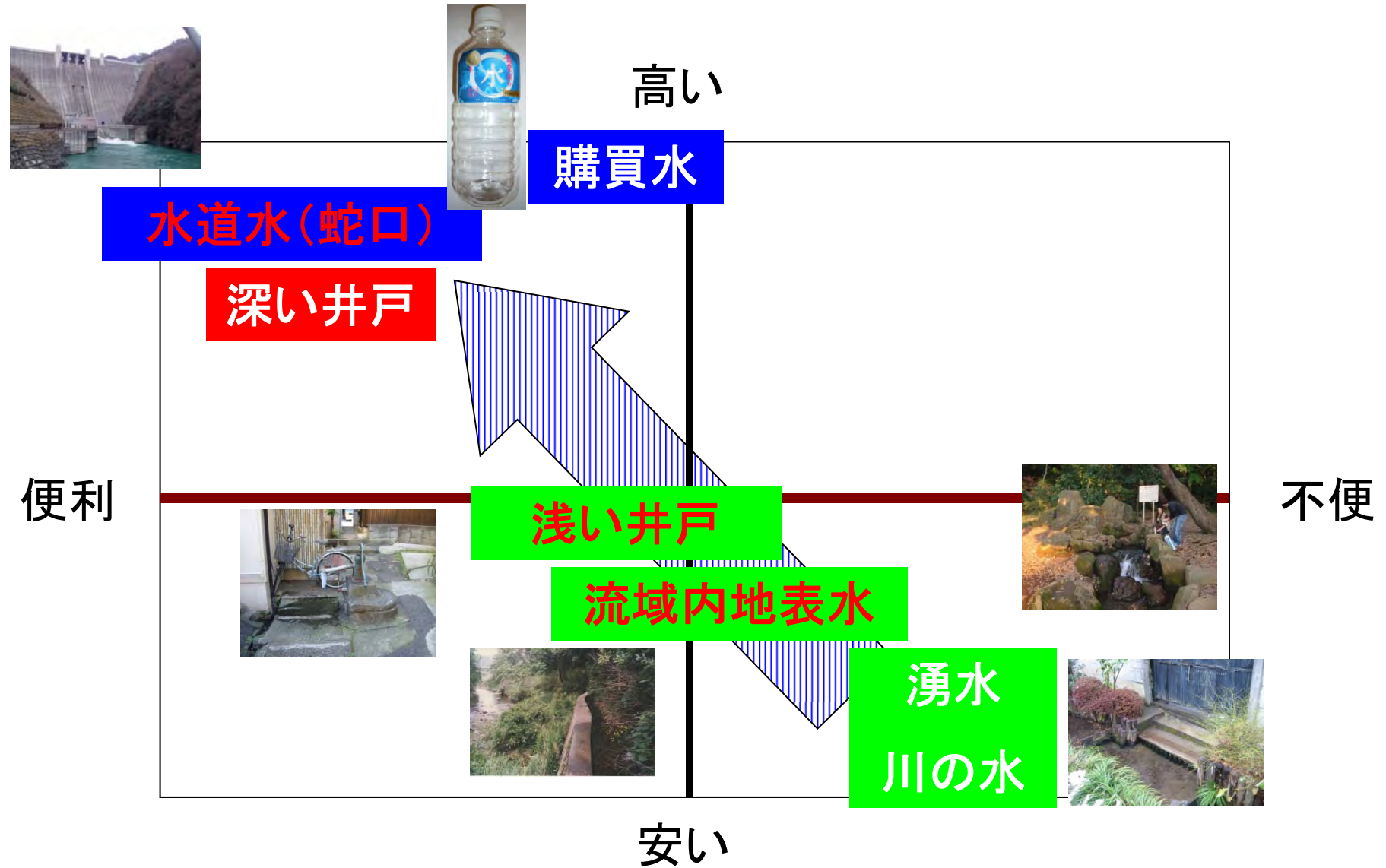
「近くにある水」から「遠くから来る水」へと変化



都市の生活用水の水源の変化



生活用水の利便性と経済性



水源変化; 湧水・川の水 → 地下水 → ダム水道

地下水(井戸)



バンコクセンセーブ運河沿いの住宅地内にある数少ない井戸



メトロ・マニラ市内共同の水場として利用



マニラ・パヤタス集落にある民家の井戸



ソウル・ソウル歴史博物館内の井戸；遺構として残存



ソウル雑用水としての井戸



ジャカルタの集落内にある共同の上水道井戸の施設

地下水(井戸)



東京の井戸
防火・防災井戸、雑用水、寺院内の井戸



公園として整備されている
台北の「番井」の湧水

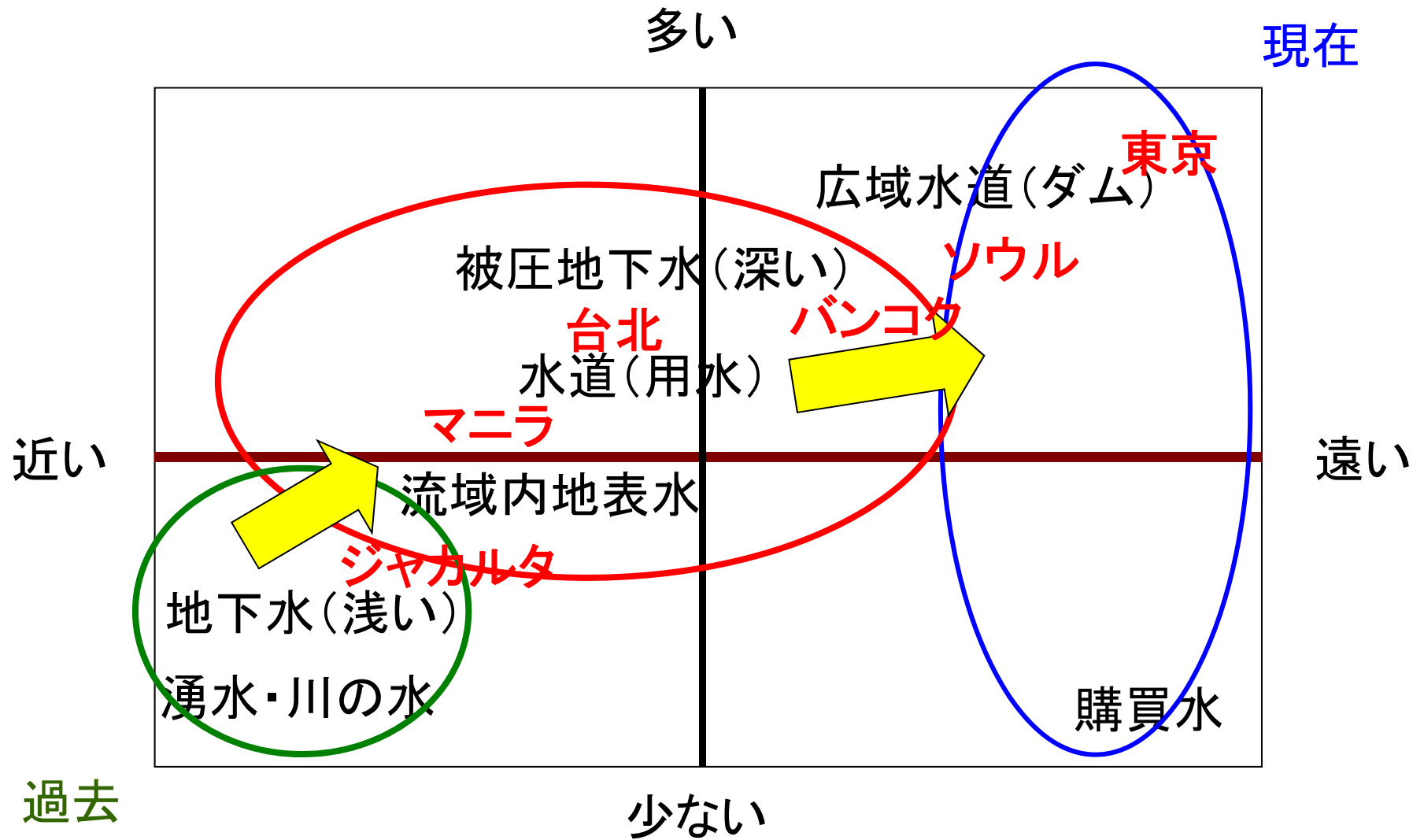


台北の市街地内の学校で保存
されている井戸

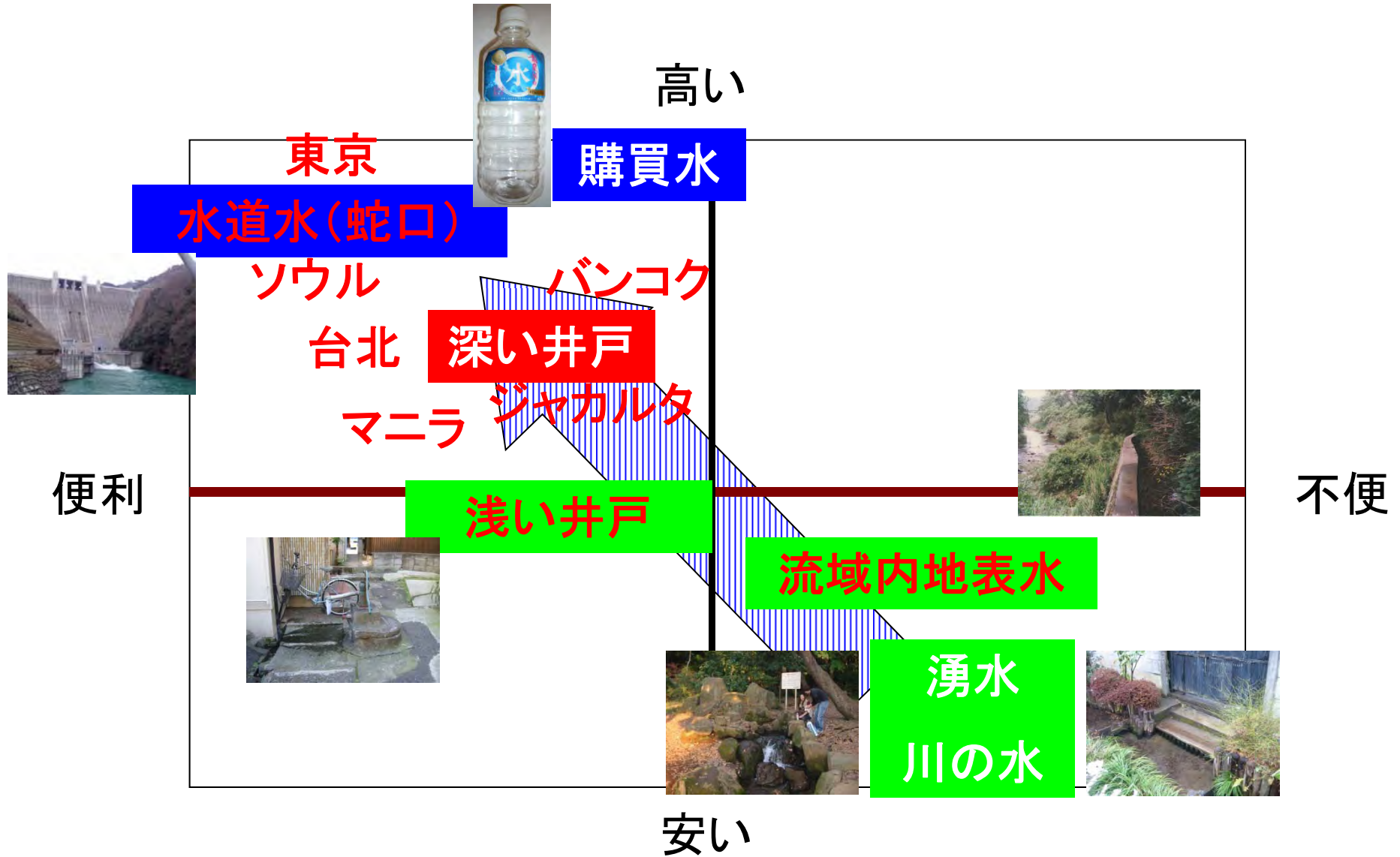


台北・井戸
昔の水利用の手段として展示

都市の生活用水の水源の変化



生活用水の利便性と経済性



水源変化; 湧水・川の水 → 地下水 → ダム水道

		1900	1920	1940	1960	1980	2000
Tokyo	生活用水	○	○	○		×	×
	雑用水				○	○	○
	防火・非常用					○	○
	名跡・名井	○	○	○	○	○	○
Seoul	生活用水		○		○		×
	雑用水						○
	防火・非常用						×
	名跡・名井			○	○	○	○
Jakarta	生活用水						○
	雑用水						○
	防火・非常用						×
	名跡・名井						×
Manila	生活用水						○
	雑用水						○
	防火・非常用						×
	名跡・名井					○	○
台北	生活用水						○
	雑用水						○
	防火・非常用						○
	名跡・名井						○
Bangkok	生活用水						×
	雑用水						×
	防火・非常用						×
	名跡・名井						×

- 発展段階により、生活用水から雑用水と変化
- 名跡・名井はある都市とない無い都市が存在
- 東京では防災・緊急用としての役割を担っている

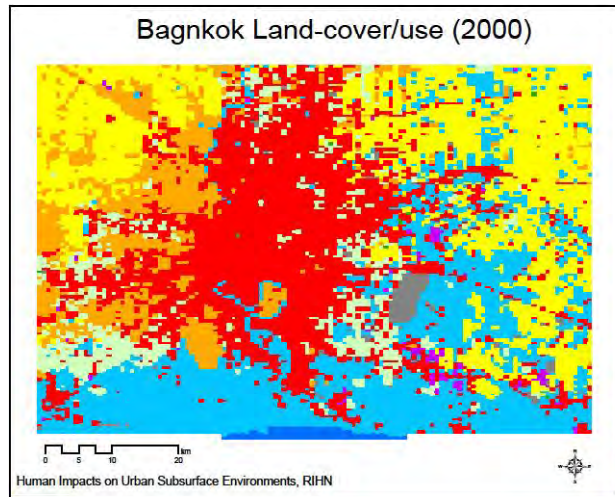
都市地理Gとして

都市発展状況と都市化の過程を理解・把握するため、対象地域の地形図と旧版地形図、空中写真の収集を実施

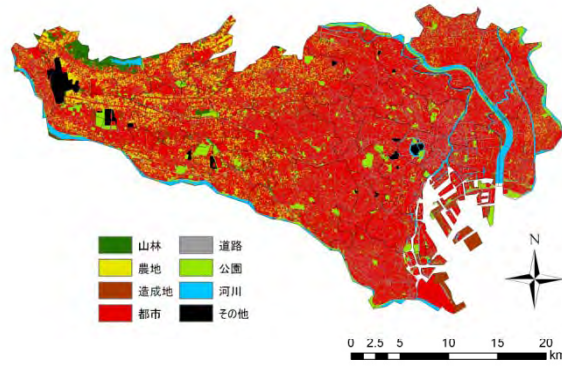
アジアのメガシティにおける都市化・工業化の進展と、それによって引き起こされる種々の都市環境問題についての都市間比較を行う指標として、土地利用メッシュマップを作成

※東京・大阪・ソウル・台北・マニラ・バンコク・ジャカルタの各都市の都心からみて市街地が連担している範囲(都市域)を全て包含するような、それよりやや広い地域範囲として作成

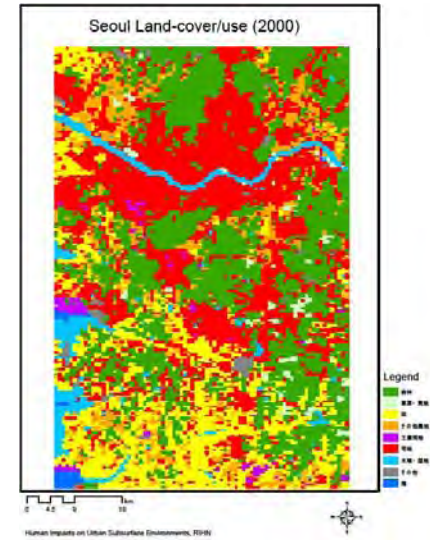
土地利用図 (GIS maps)



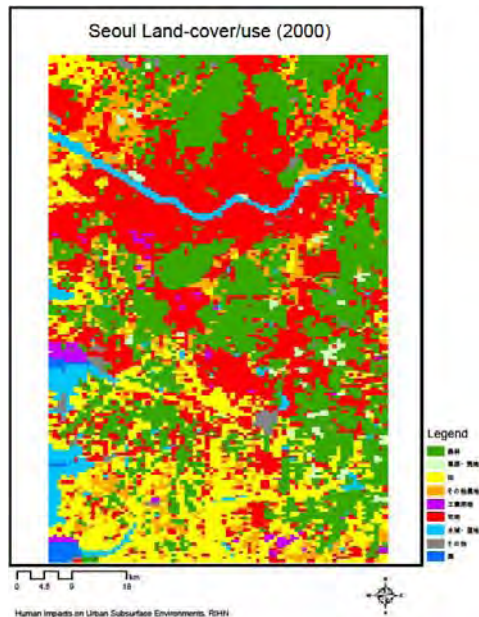
バンコク



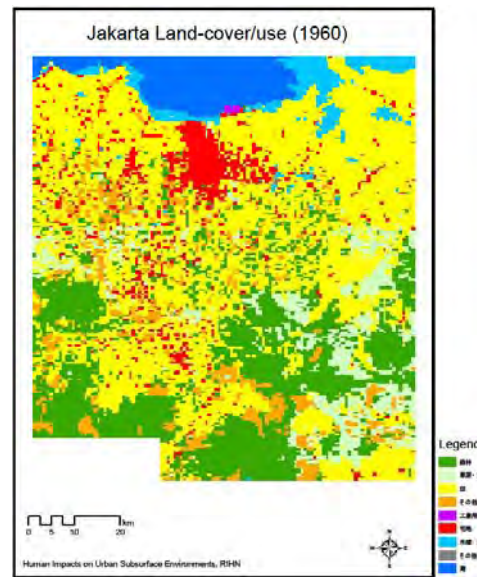
東京



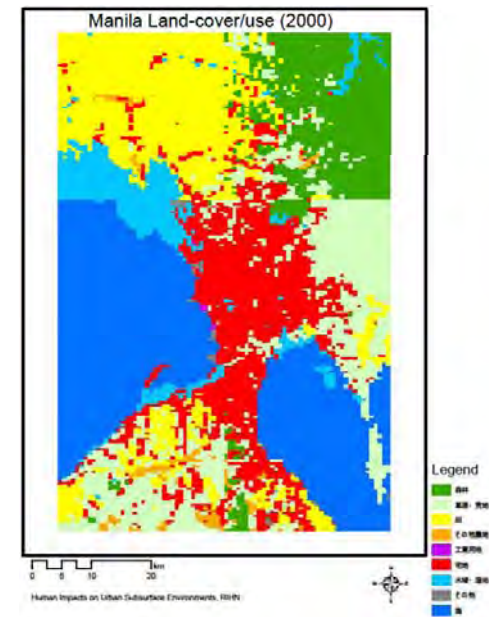
ソウル



台北



ジャカルカ



マニラ

都市化の時期、内容によって、現在の都市景観に様々な都市問題・課題、特徴が見られる

2次元(平面的)都市化の変化



古代・中世



近世



明治時代



大正・戦前昭和時代



現代

図1 日本の都市景観の変遷 (正井原図)

3次元(立体的・高層化)
都市化の比較
各都市の景観比較を検討

高層階からの都市景観



バンコク



東京



ソウル



台北



ジャカルタ



マニラ

河川沿岸の土地利用



船上から見たマニラ・パッシング川の
リバーサイドの高層ビル



東京・荒川
洪水対策のため人工的に放水路
を掘削



台北淡水河、護岸を遊歩道として
整備



マニラ・パッシング川
16世紀スペインが統治の根拠地・
城塞都市が立地



橋上から見た東京・隅田川大川
端リバーシティ



台北淡水河の堤内地と隔てる堤防
(堤防の先は遊覧航路乗り場)

河川沿岸の土地利用



ソウル・漢江
リバーサイドマンション



大韓生命63ビルから見たソウル・漢江の河川沿いの共同高層住宅



ソウル・漢江
親水空間として利用



バンコク・チャオプラヤ川
の水上交通船



バンコク・チャオプラヤ川
水面に張り出した住居



バンコク・チャオプラヤ川
渡しと沿岸の宗教施設

都市内の中小河川



マニラ・パッシング川の支流
低所得者層の居住地域
水質汚濁が顕著



台北郊外・河川
コンクリート護岸の河川



多くのゴミが浮かぶジャカルタ
市内の河川



復元された親水公園化された
ソウル・清溪川



三面張りの都市河川となった東
京・渋谷川



バンコク・運河では水上交通機
関が発達

上水・排水、雑用水としての水



メトロマニラ郊外・パヤタスでは水道も敷設されているが沢水も利用



バンコク・屋台のトイレ
流すための水桶を設置



ジャカルタ レストランの庭先の
スプリンクラー



台北・水道水博物館
浄水場施設内・公園として公開



バンコク・センセーブ運河沿い
住宅の邸内池



ソウル・大韓生命63ビル内
デザイントイレ

都市地理班都市熱WG

「アジアのメガシティにおける
近代の都市温暖化数値計算」

Numerical Simulation of Urban Warming
in Modern Asian Mega-cities

一ノ瀬俊明

独立行政法人国立環境研究所上席研究員
名古屋大学大学院環境学研究科教授(兼)

20091030 大津

都市地理班で海外5都市2時点以上の デジタル土地利用データが完成

台湾シンポまでの目標

バンコク 1960 2000
ジャカルタ 1930 1960
マニラ 1930 2000
ソウル 1920 2000
台北 1920 2000

について年最高気温出現季節の
典型的好天日における試行計算

地上気象と地表面温度

土地利用データを2kmグリッドに集約

数種類の物性値に変換

標高データも必要(どうする?)

プロジェクト終了までに

地下温度と対比可能な通年気候値に代替
できる計算結果を作成

手法の検討が必要

広域とのNesting?

地球研谷ロプロジェクト全体会議
(Oct 28-30 2009)

アジアの都市発展に伴う 都市気候の変化



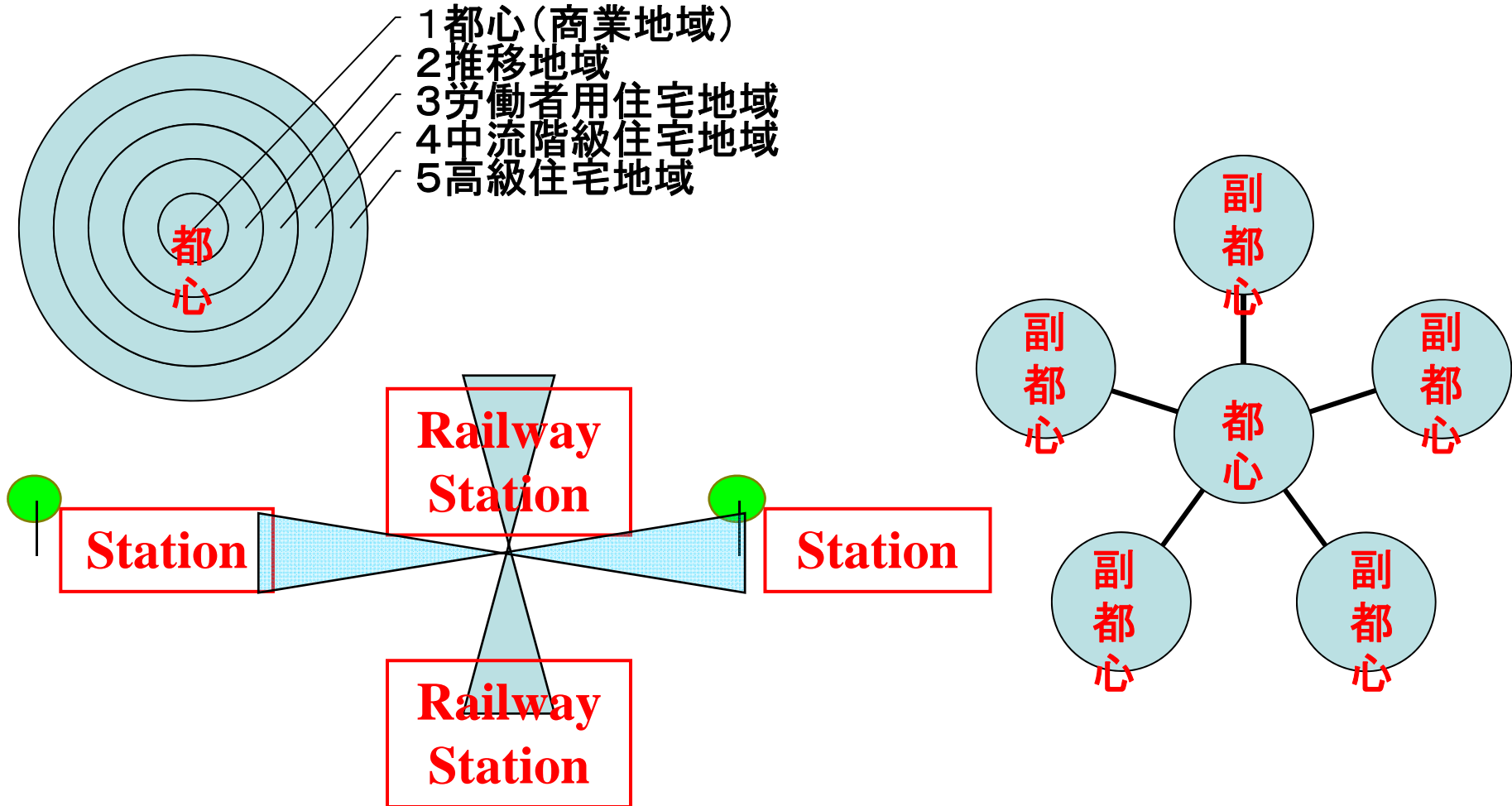
都市地理Group

バイ インジュウ

白 迎玖 (東北公益文科大学)

都市の成長と構造：都市域の人口密度の変化

都市被覆の変化



都市発展をモデルに考える

- **都市域の拡大**
 - 一つの巨大大都市の形成
 - 衛星都市の形成
 - 衛星都市圏の形成
- **都市計画の導入と都市生活の**
 - 都市計画と都市秩序(日本の影響、他の国の影響)
 - 都市の中心部:旧市街地(down town)
 - 都心部の移動:①旧市街地→新市街地→新都心の形成
 - ②旧市街地衰退、新都心の形成
 - ③旧市街地→新市街地、
しかし都市機能の移動のみ(人口の移動なし)

データ収集について

- ・ **都市の発展**

- ・ **都市域の拡大**

- 空間変化

- 地図データの収集(時系列)

- 都市域の面積

- GIS上で確認

- 人口数、人口密度

- 統計データ(社会班)

- ・ **都市気候の変化**

- ・ **気象要素: 気温・湿度、降雨量、風向・風速など**

- ・ **気象データ: 統計資料(100年間程度)**

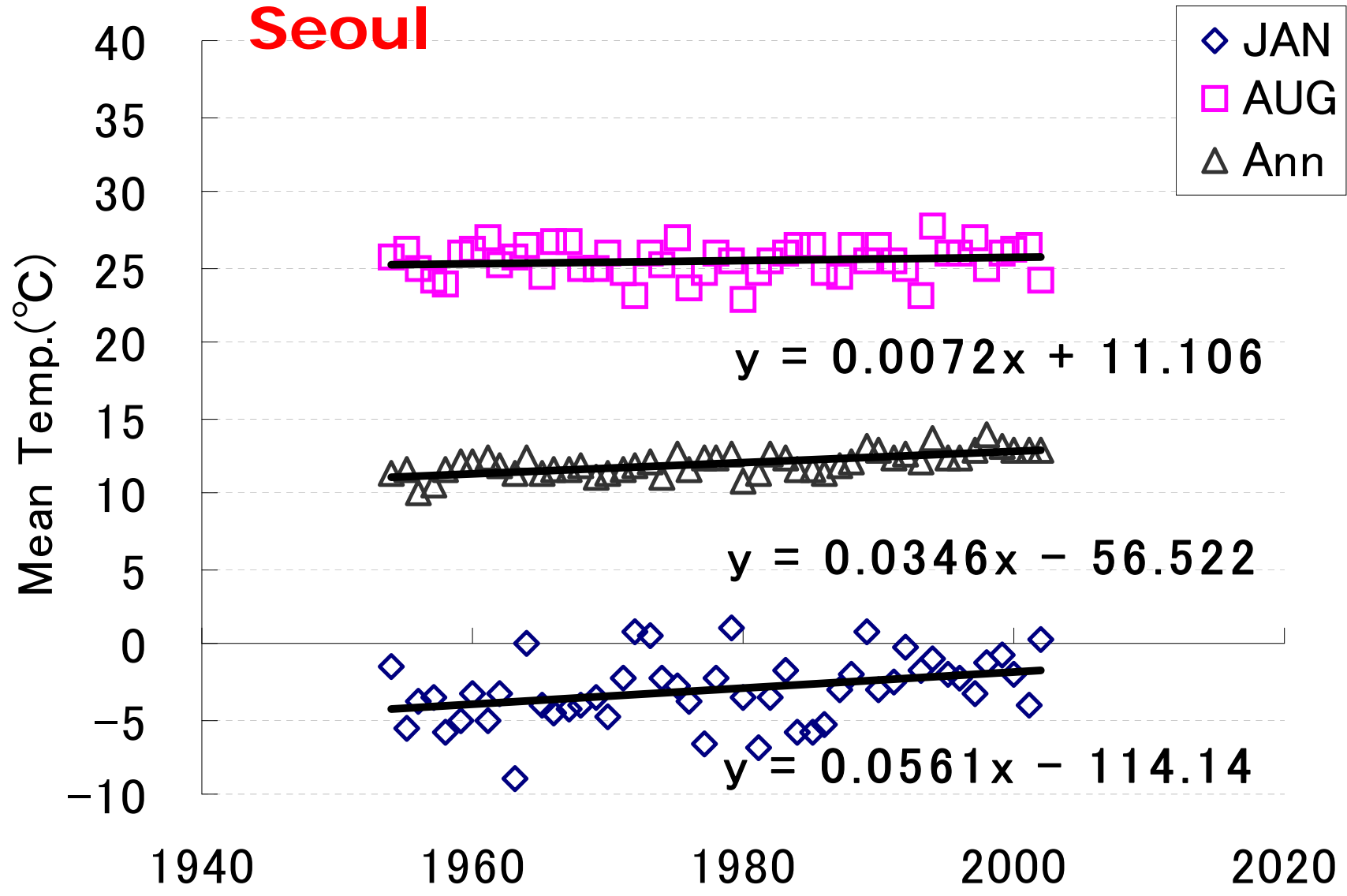
- ・ **ヒートアイランドの把握: 都心部と郊外の観測データ**

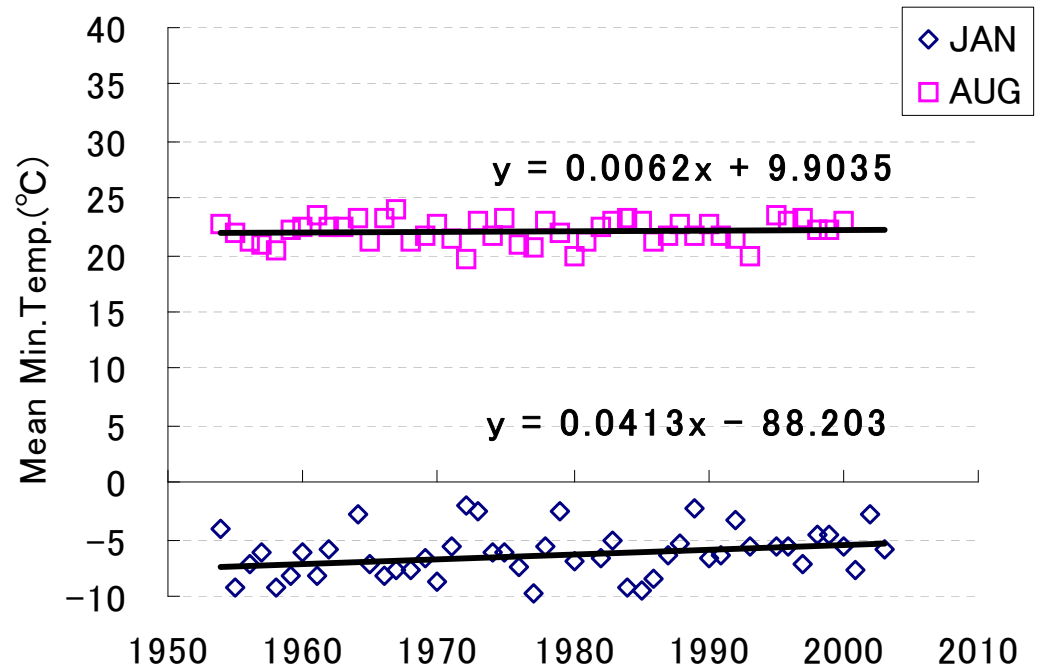
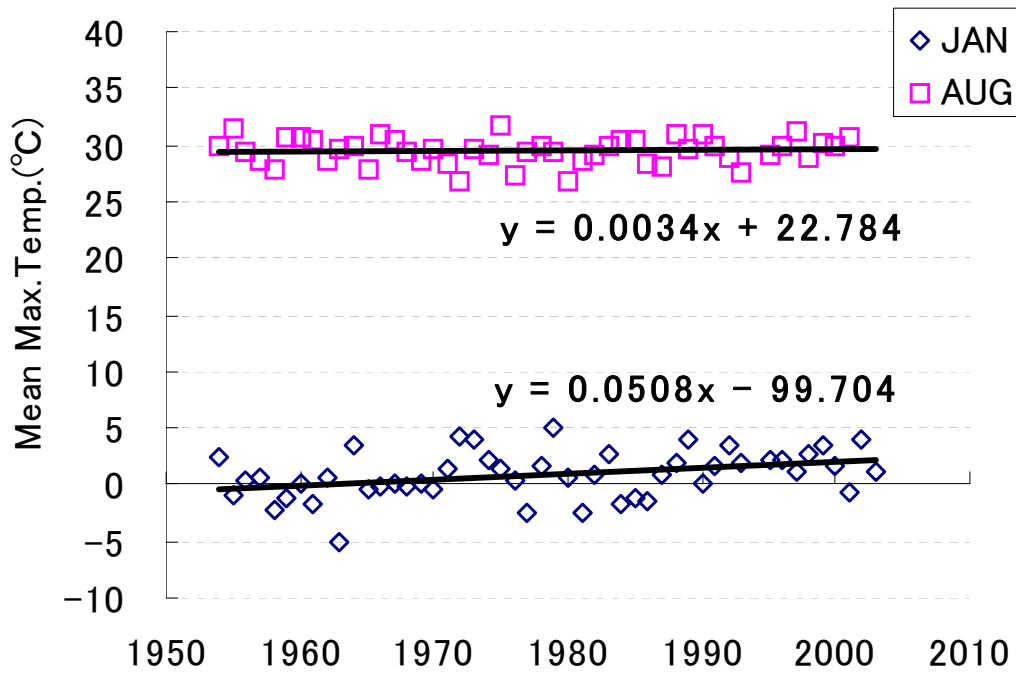
- ・ **地下への影響: 地表面温度、地下温度(熱班)**

問題点

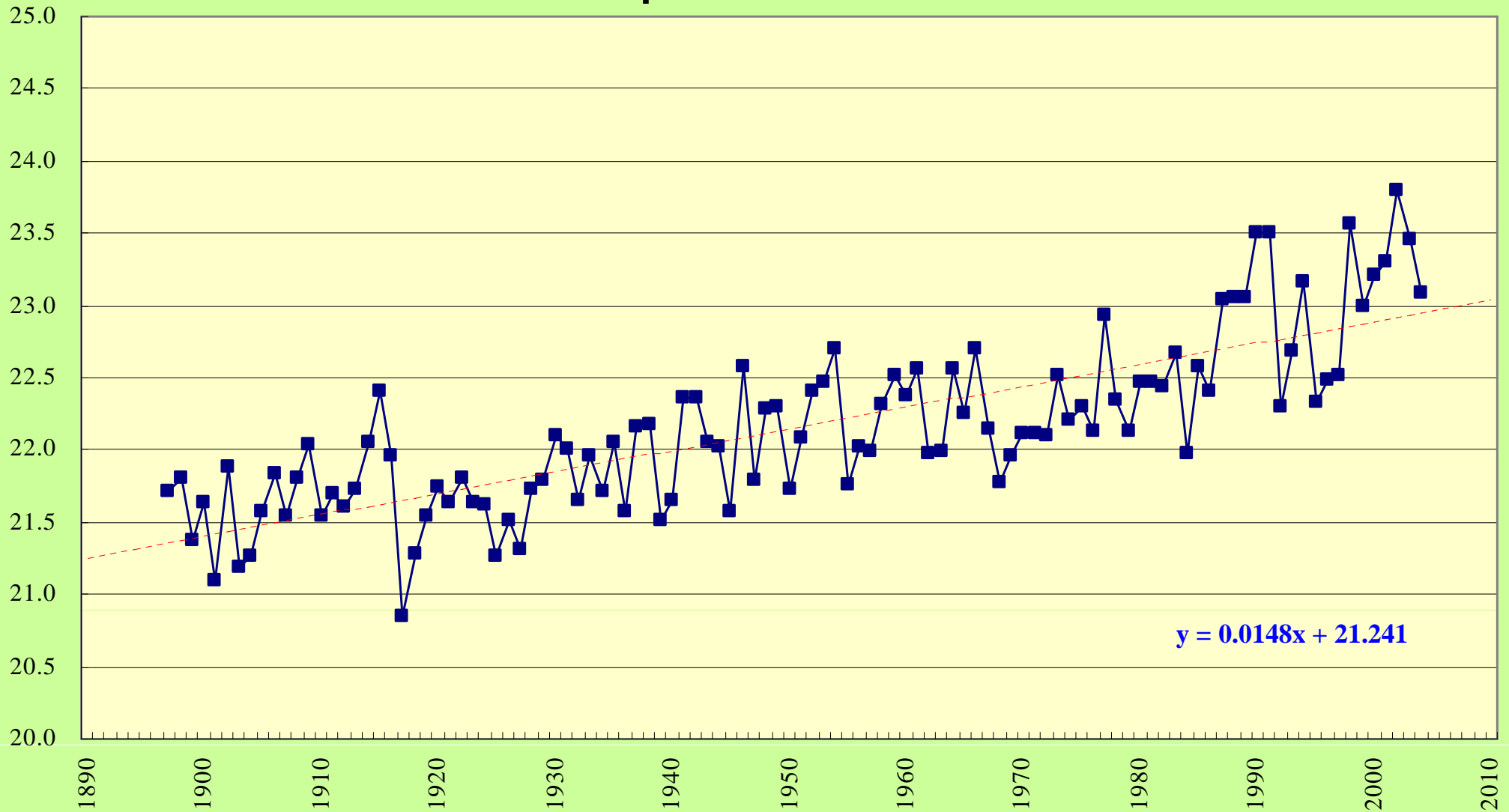
- ・ **各都市のデータについて**
 - ・ **都市域の拡大**
 - 空間変化**
 - 都市域の面積**
 - 人口数、人口密度**
 - 地下水位データ**
 - など**
 - 時系列について**
 - GIS上で確認**
 - 統計データ(社会班)**
 - 各都市のデータの統合性**
- ・ **気象データの収集: 100年間のデータがあるか?**
- ・ **ヒートアイランドの把握: 都心部と郊外の観測データ**
 - 郊外の定義について?**
- ・ **地下温度(熱班)データ: Pointデータ、都市範囲の定義?**

Seoul

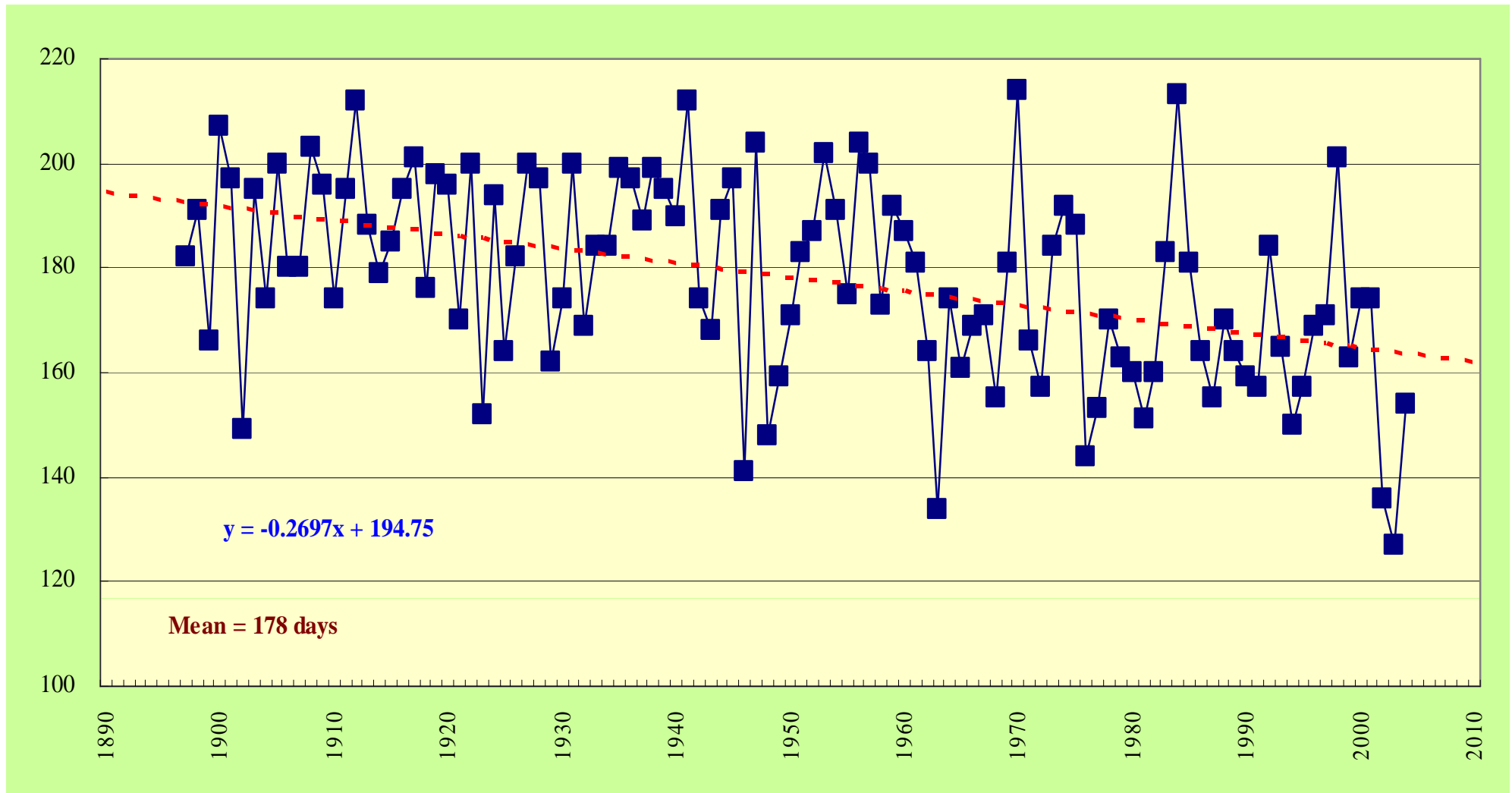




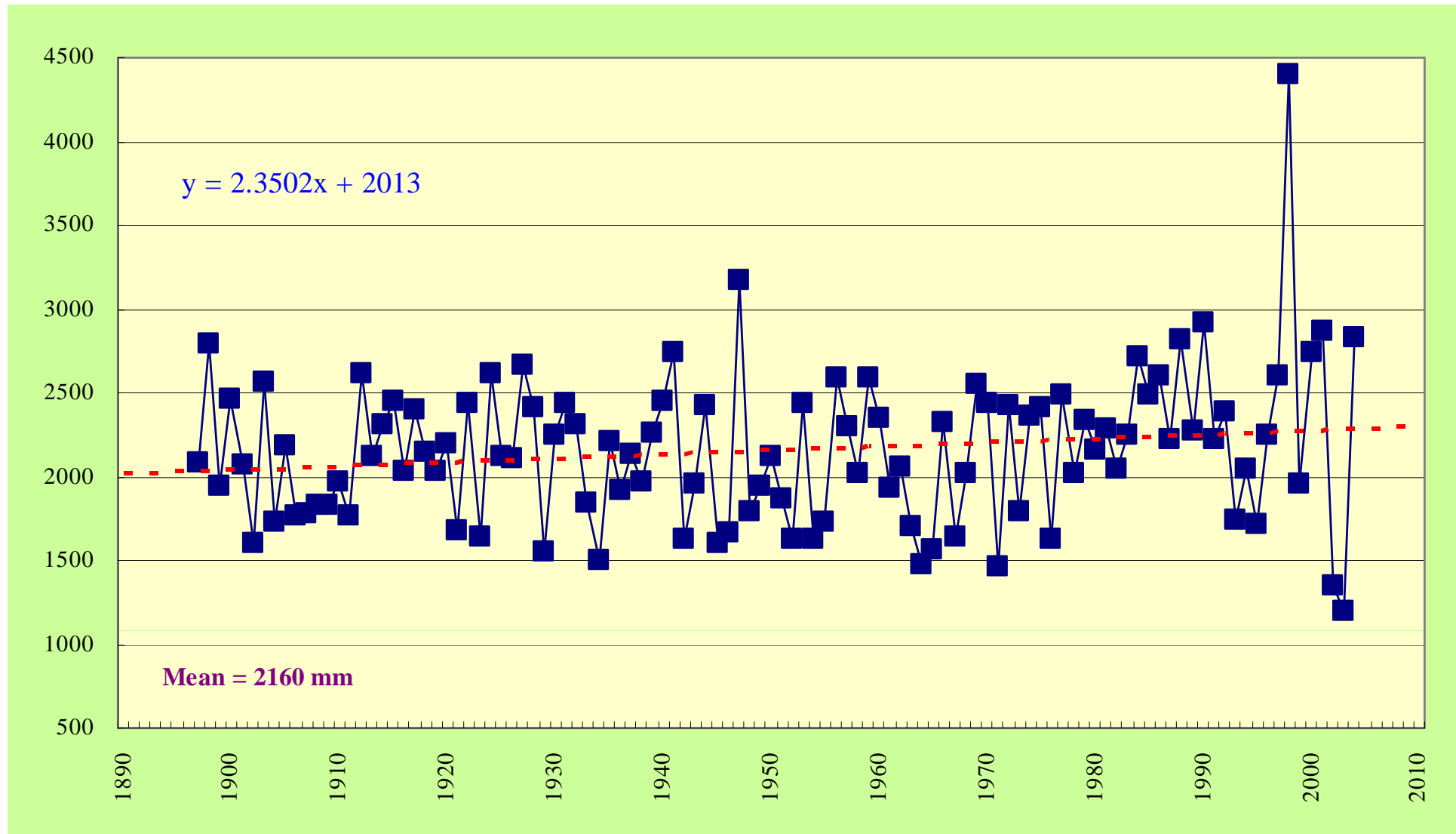
Long term trend of Taipei annual temperatures



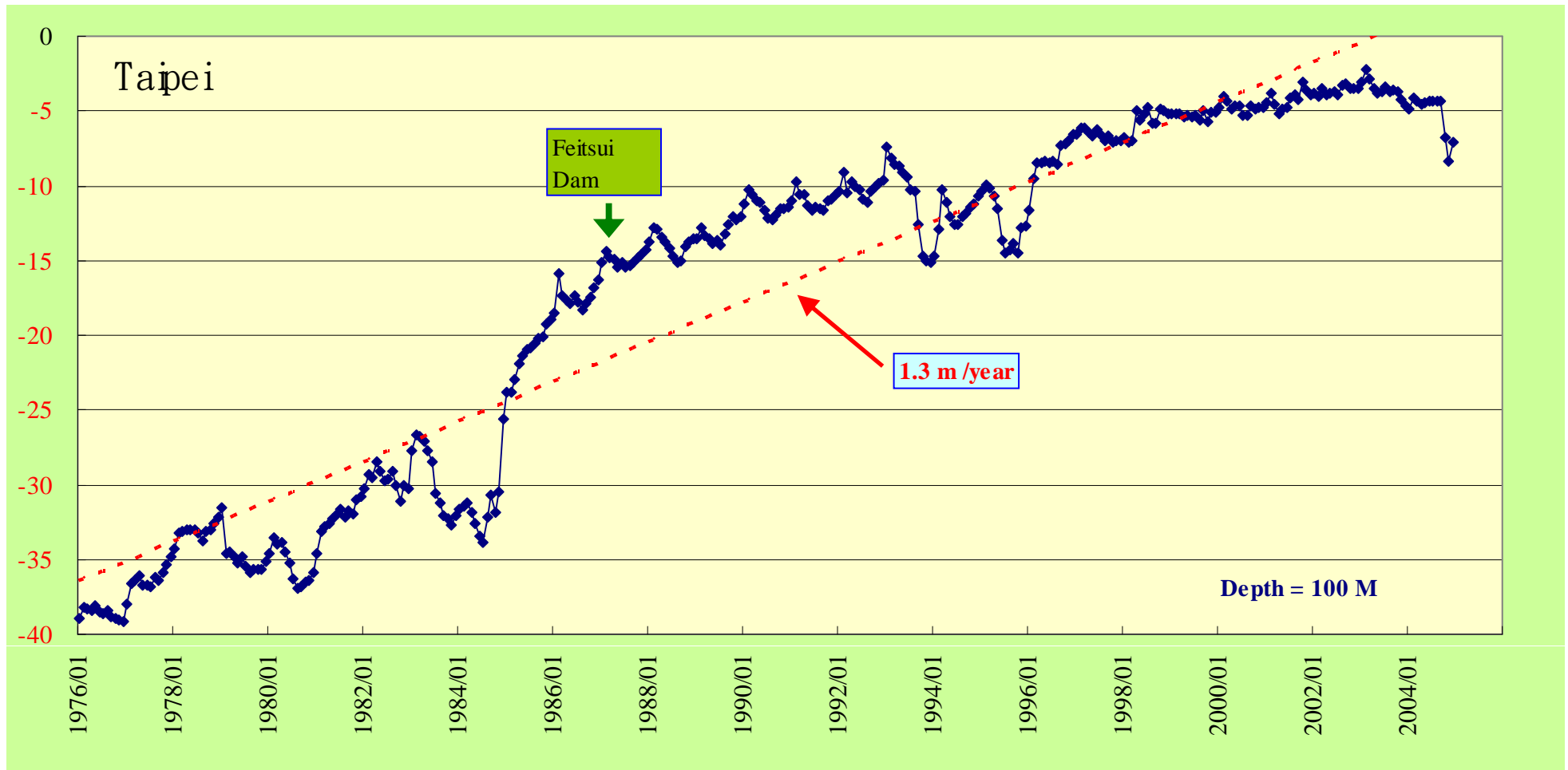
Long term trend of Taipei annual rain-days



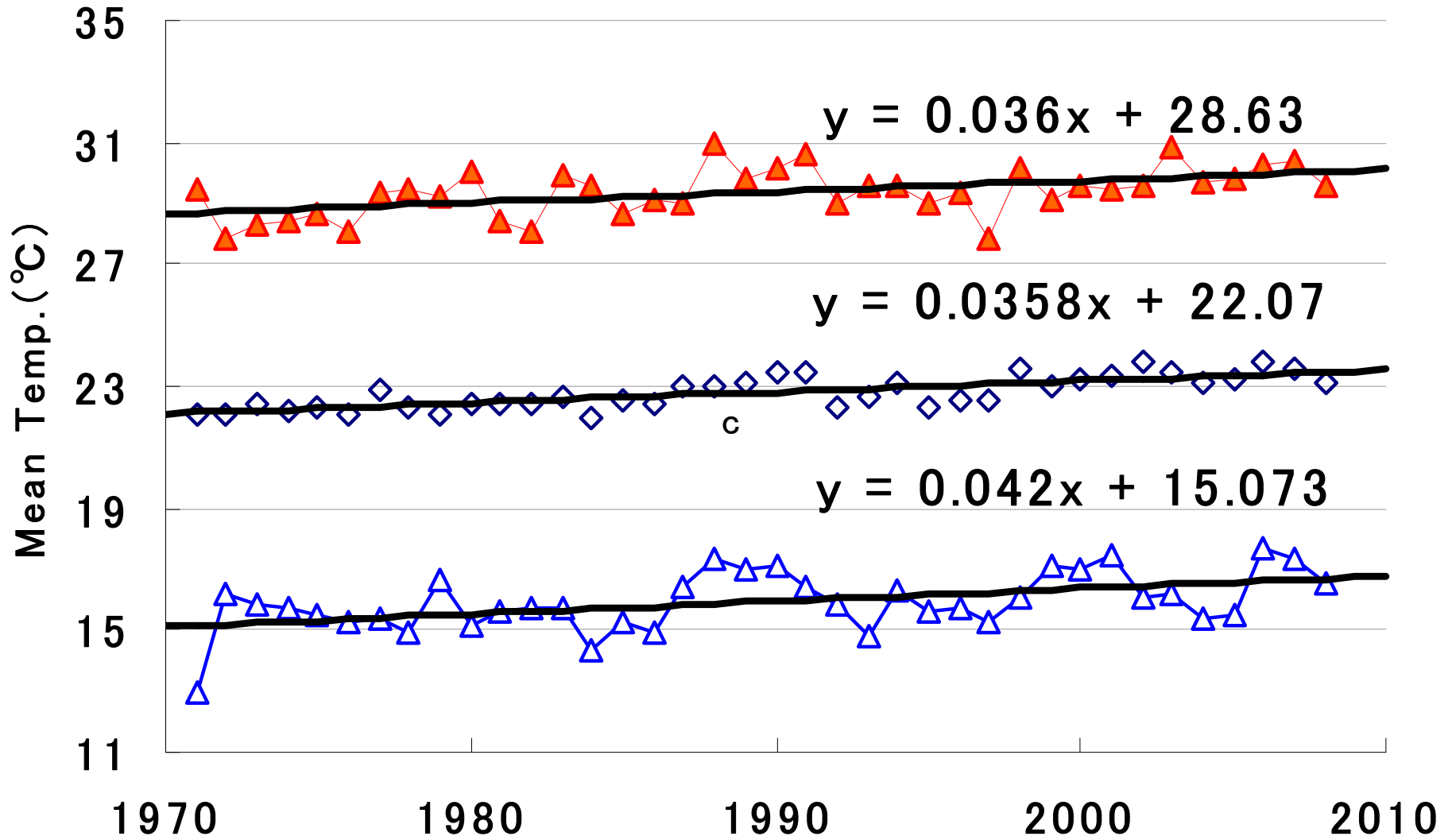
Long term trend of Taipei annual precipitation

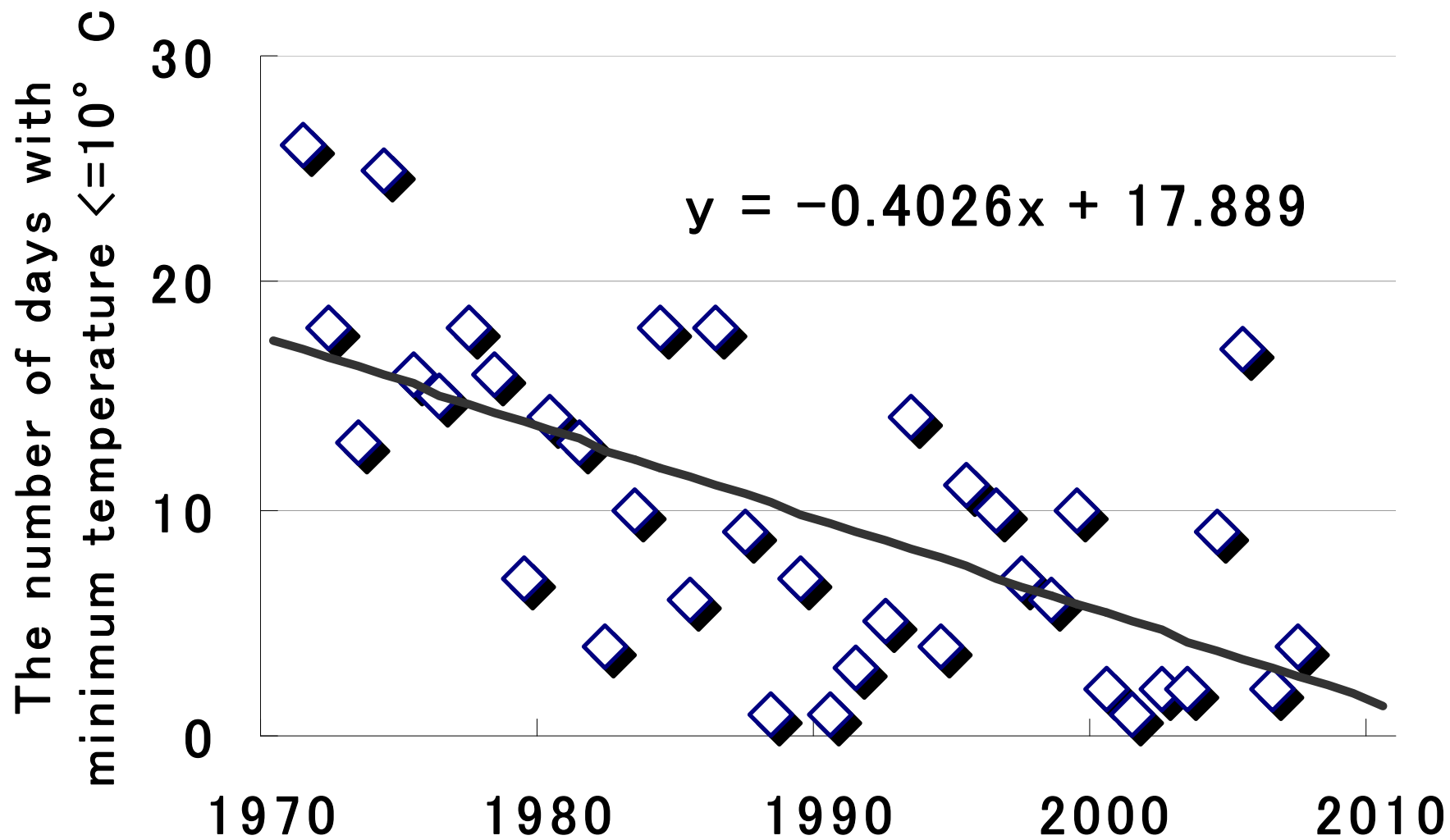


Long-term trend of Taipei Groundwater level



◇ Ann. Mean Tem. —△— Jan. Mean Tem. —▲— Jul. Mean Tem.





Study Case : Taipei (25 05 14 N 121 33 20 E)

Land Area: 27,180 hectares (2006)

Population: 2.62 million people (2006)

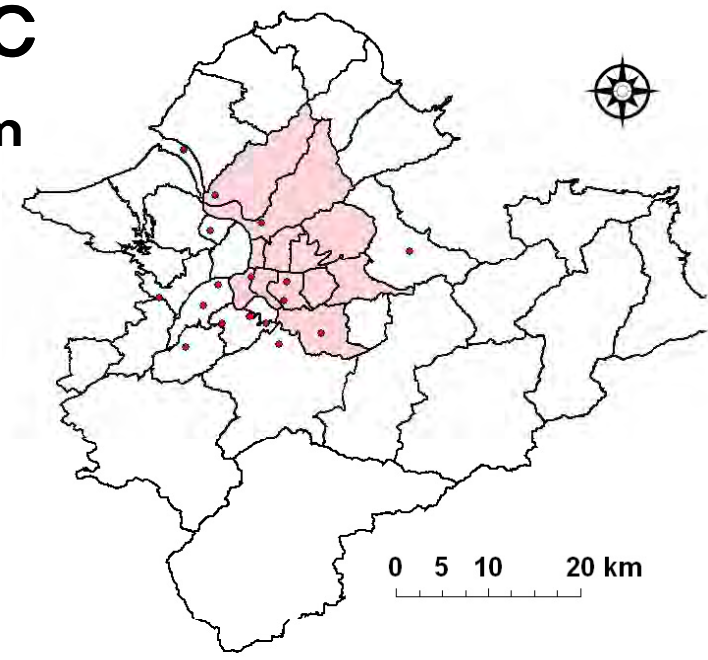
Aver. population density : 10,007 people /km²
(in the central urban area : over 26,110 people /km²)

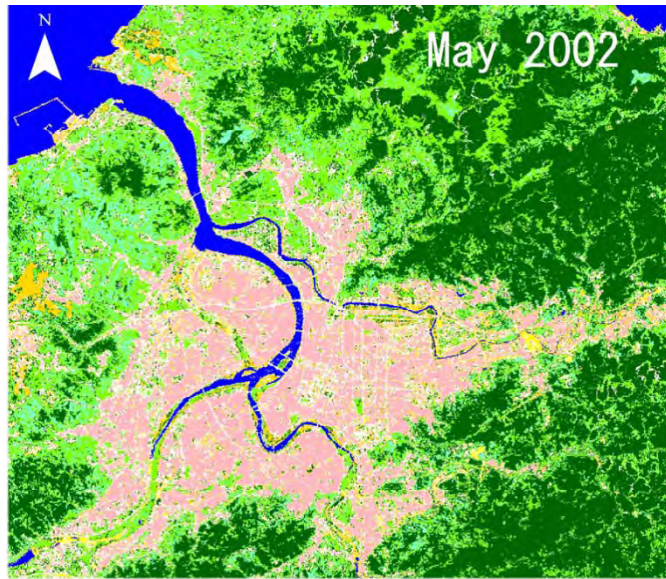
Ann. Mean Temp.: 21-22°C

Ann. Preci. : over 2,000mm

Jan Temp.: 1.7°C

Jul Temp.: 30.4°C



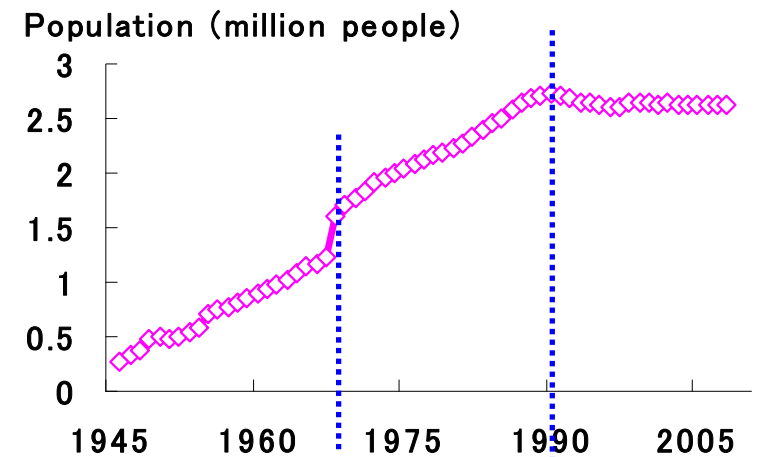
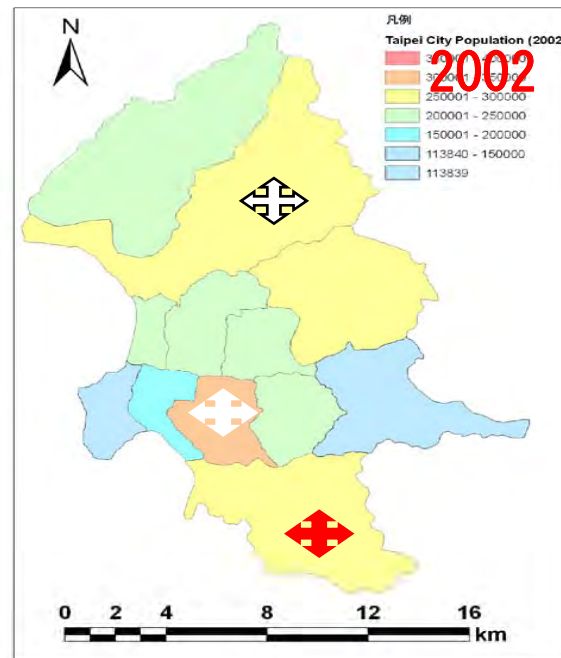
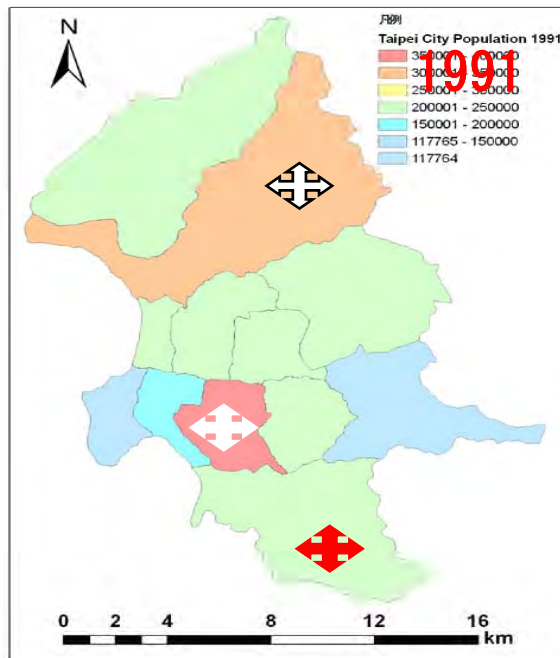
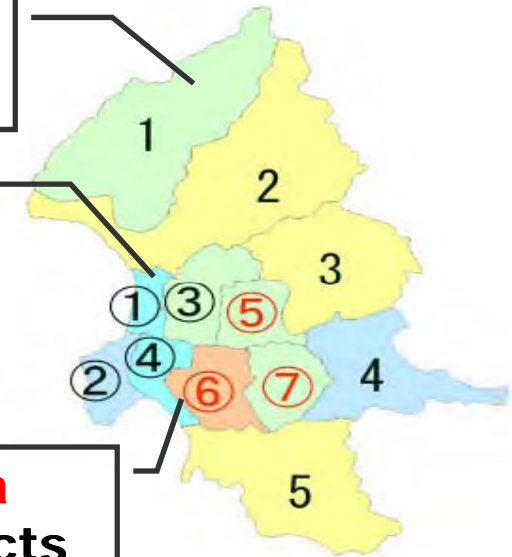


0 5,000 10,000 20,000 m

New Urban Area
1–5 districts

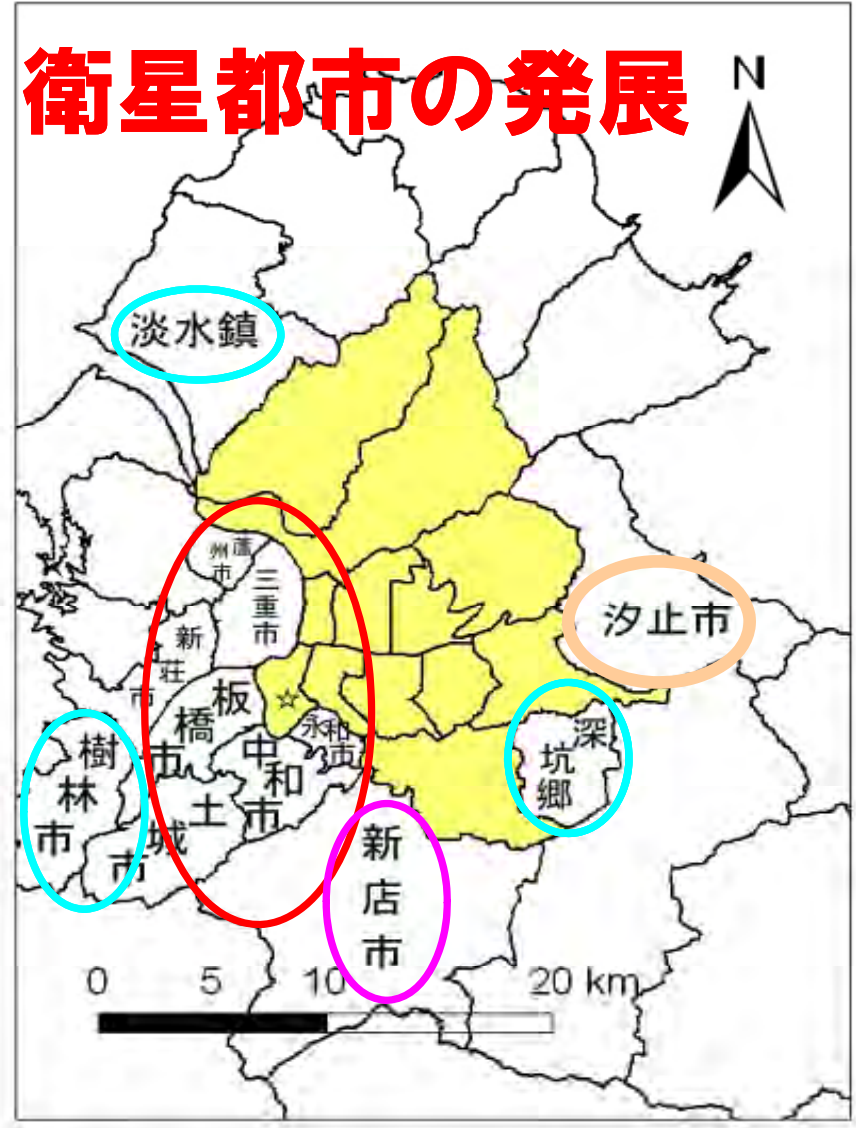
Urban Area (Inner City)
①–④ districts

Urban Area
⑤–⑦ districts



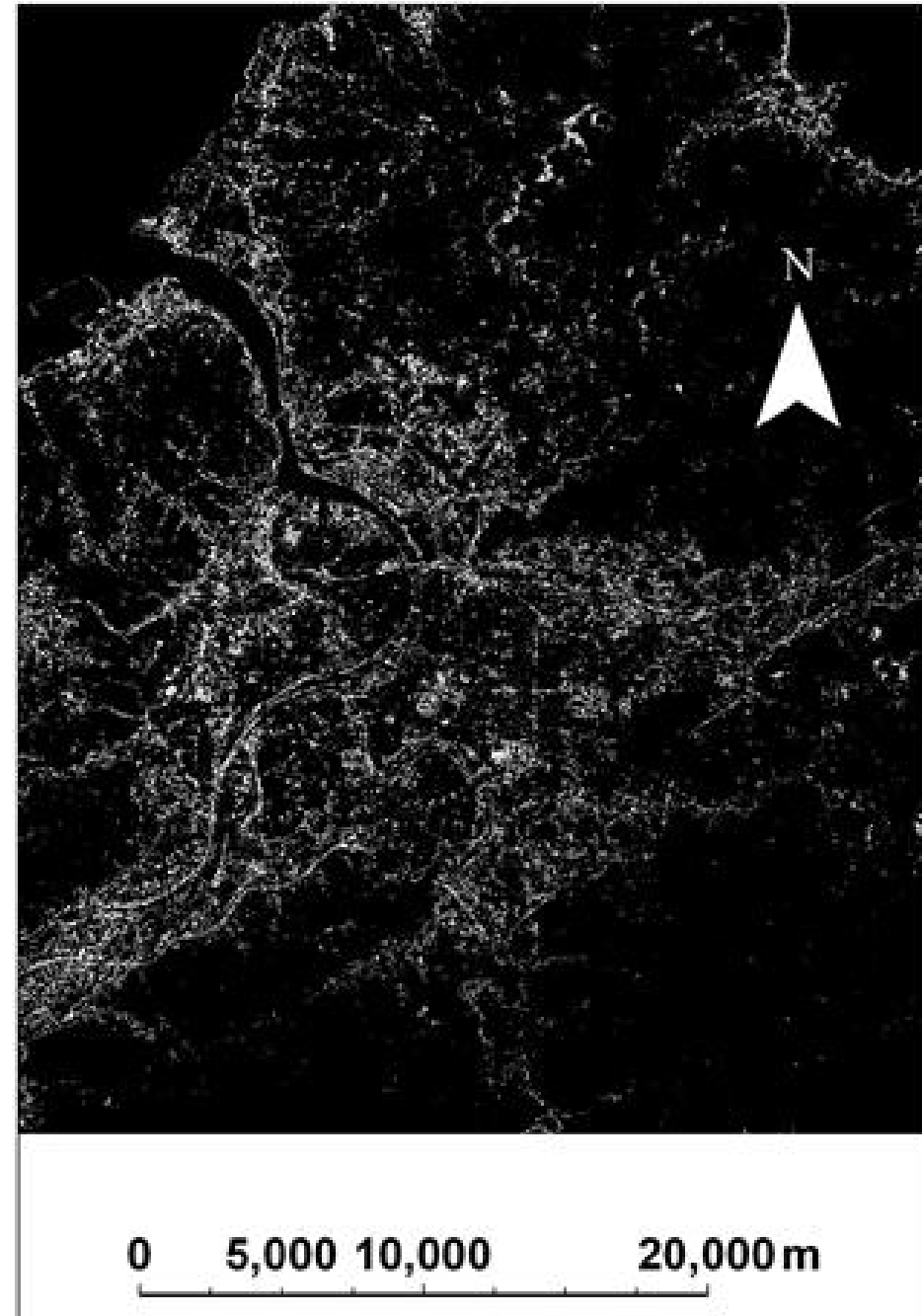
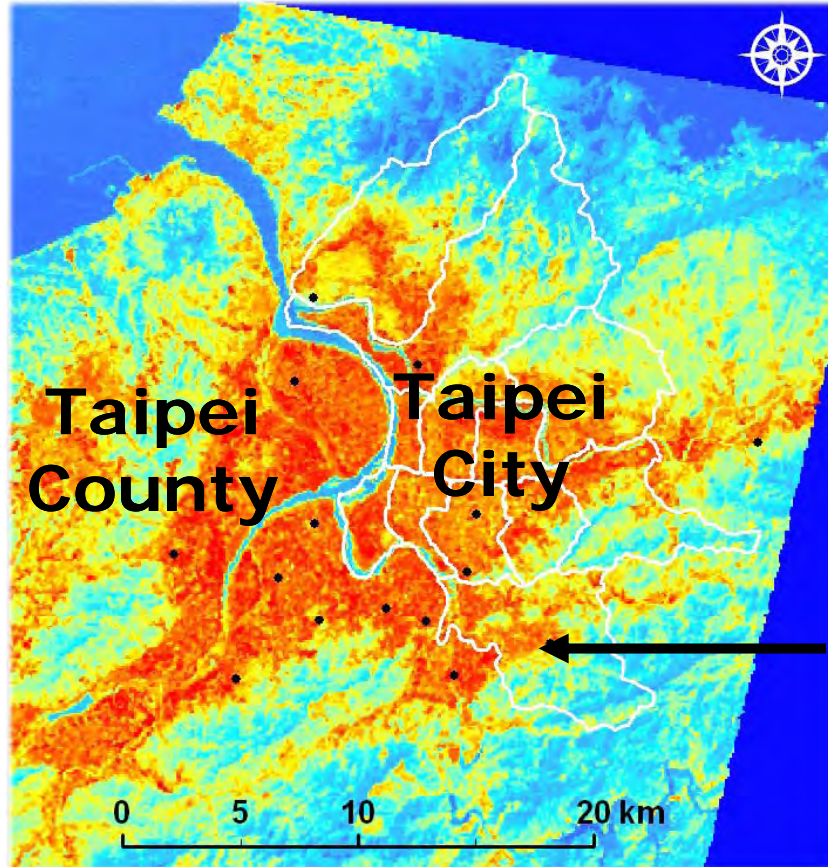
Taipei County **Ranked in the top ten of pop. in Taiwan (2008)**

板橋市	5
Banchiao City	
中和市	6
Yunghe City	
新莊市	7
Shinjuang City	
三重市	8
Sanchung City	
新店市	10
Shindian City	
土城市	---
Tucheng City	
永和市	---
Yunghe City	
蘆洲市	---
Lujou City	
汐止市	---
Shijr City	
淡水鎮	---
Danshui Town	



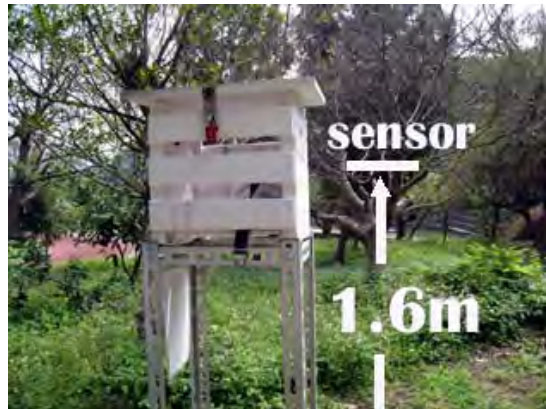


Thermal Image (2003)

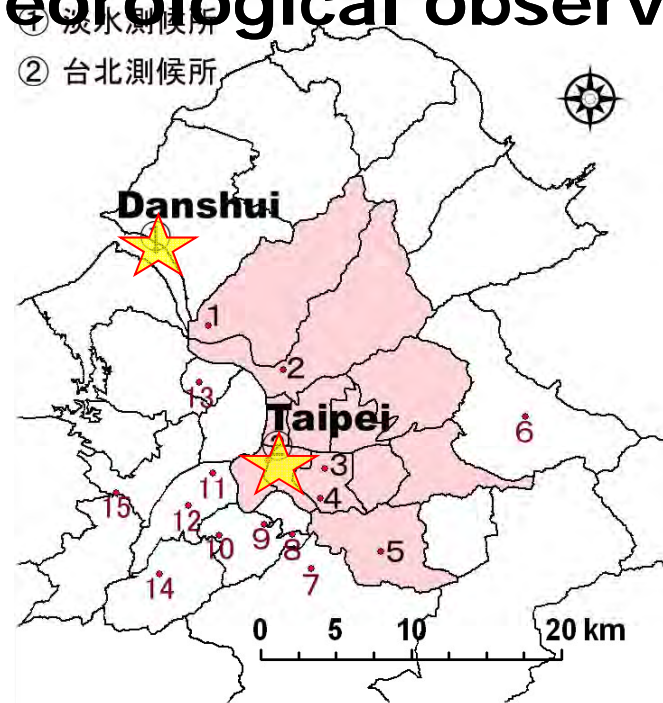


都市気候の考察について

- 1) To Make Clear Urban Warming: The long-term meteorological data collected at Danshi Town and Taipei City observatories from Taiwan Central Weather Bureau (CWB) Services
- 2) To Make Clear UHI: Meteorological observations

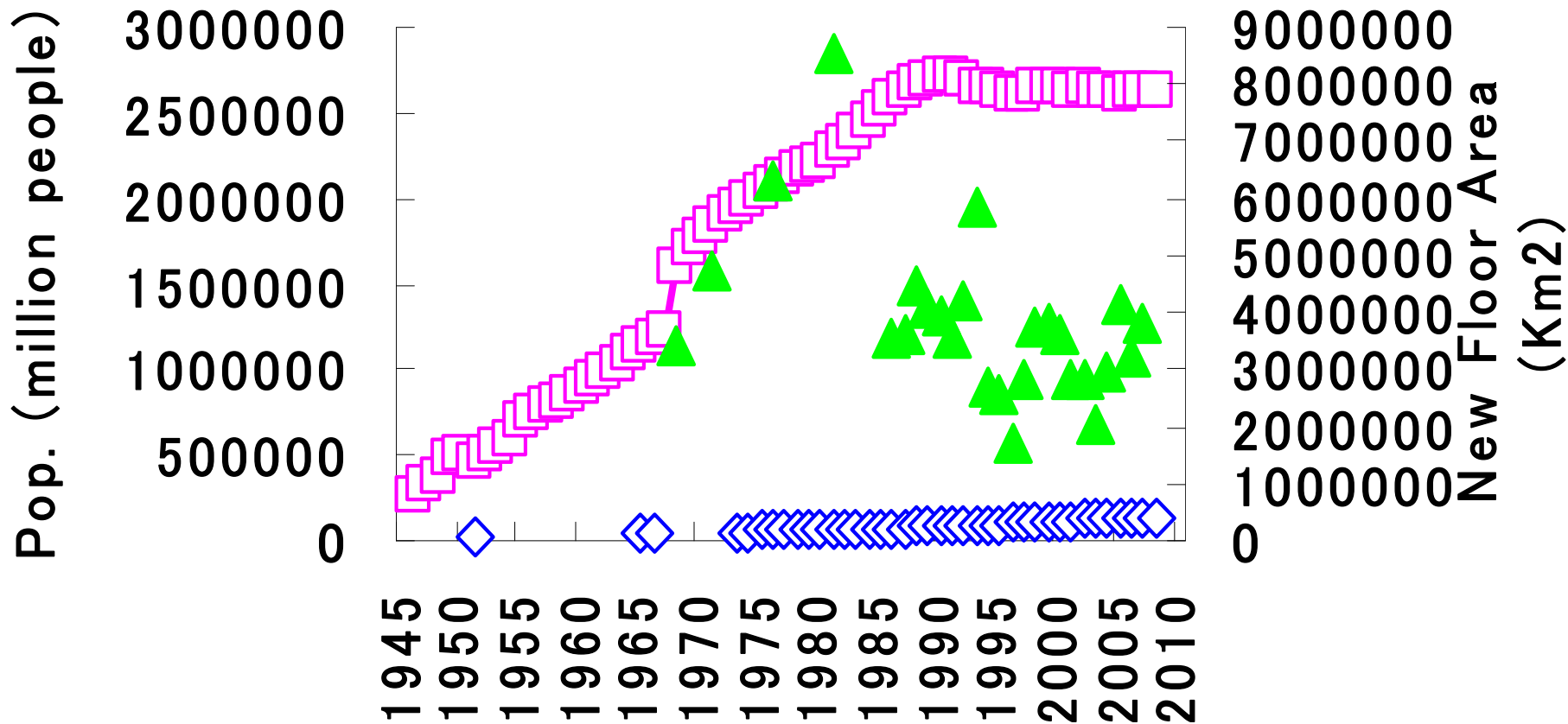


Thermal recorder installation

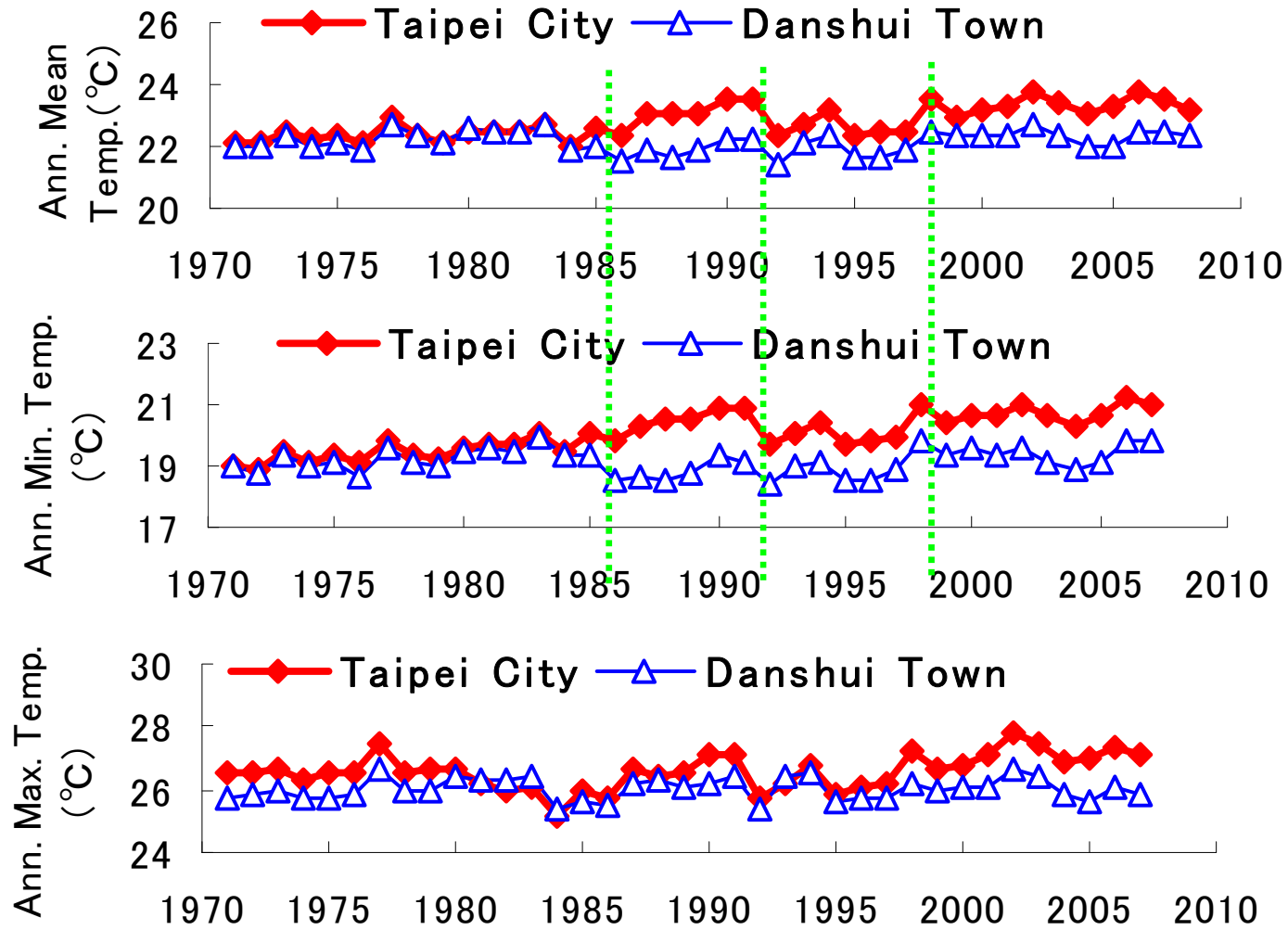


比較観測地点の選択

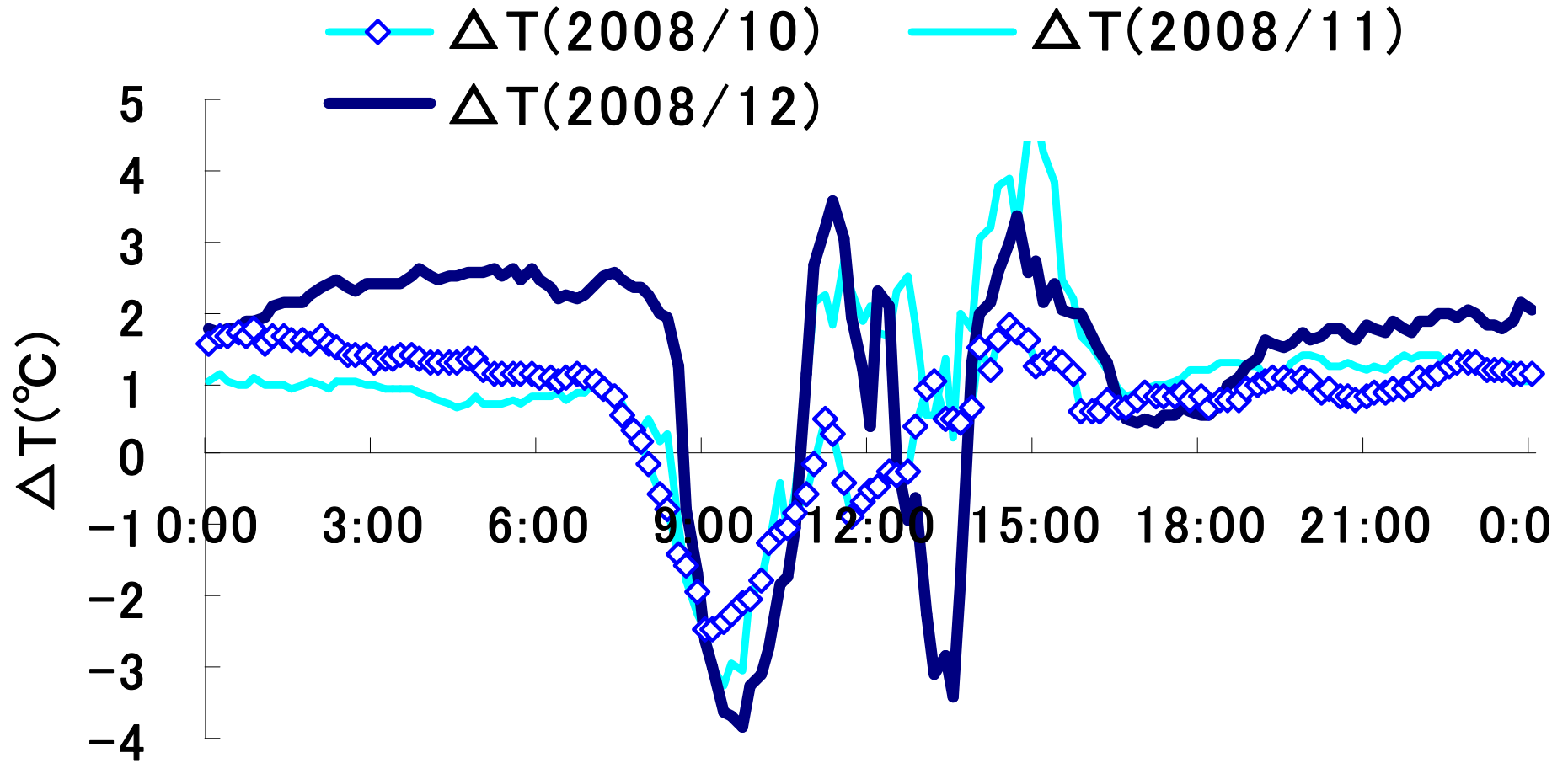
□ Pop. of Taipei City ◇ Pop. of Danshui Town
▲ New Floor Area

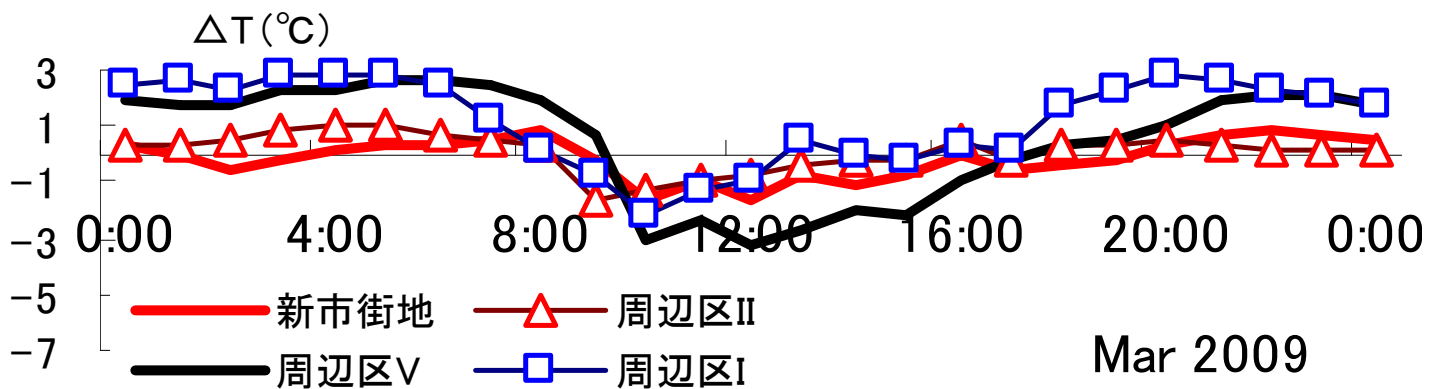
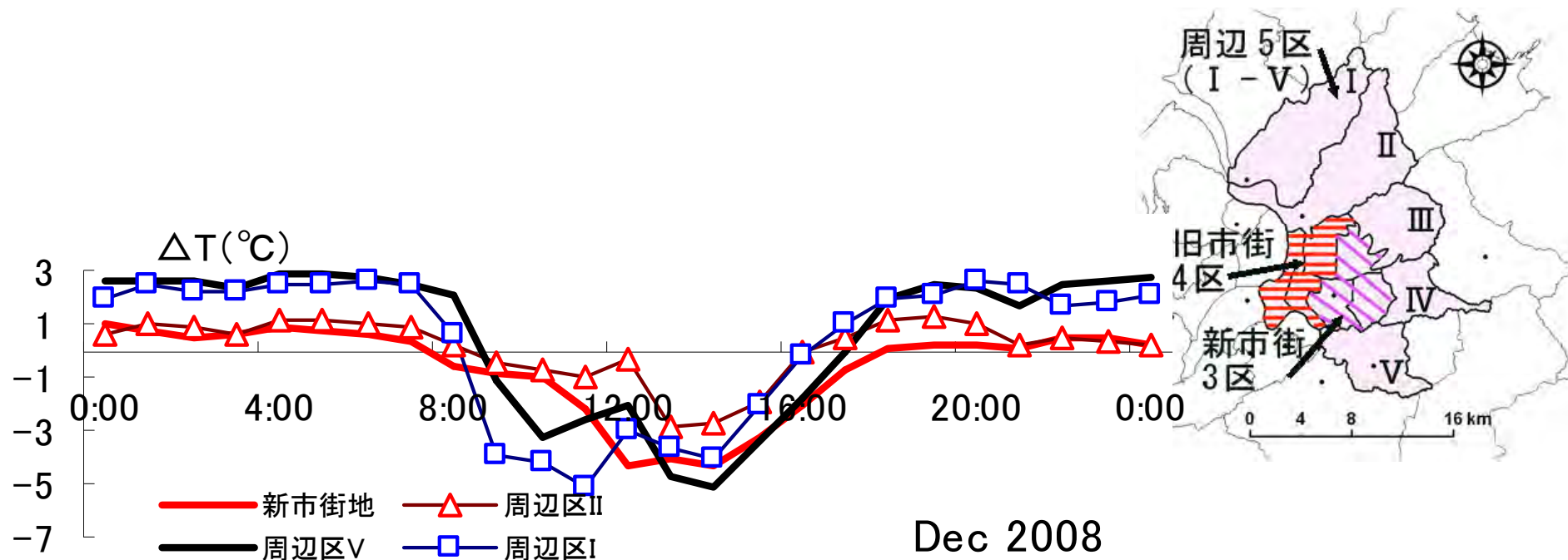


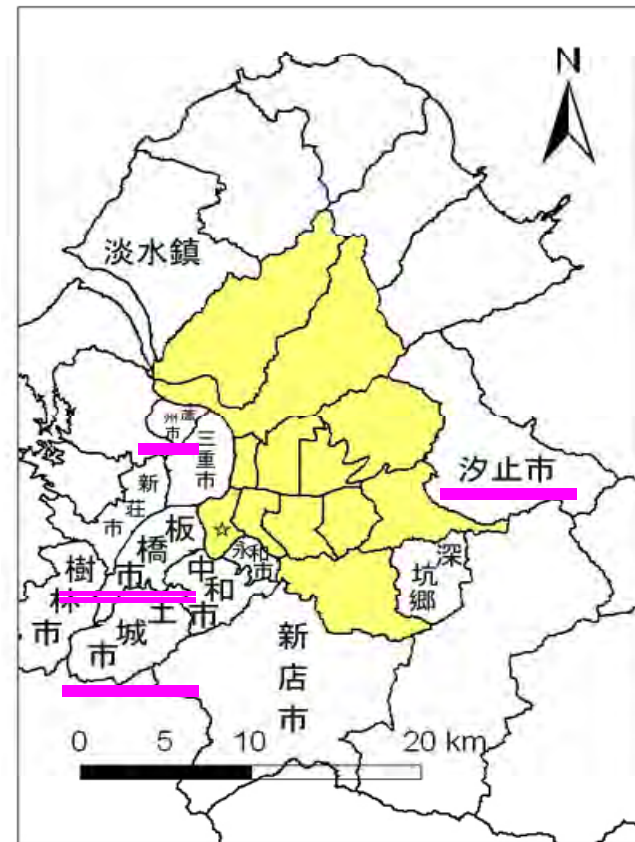
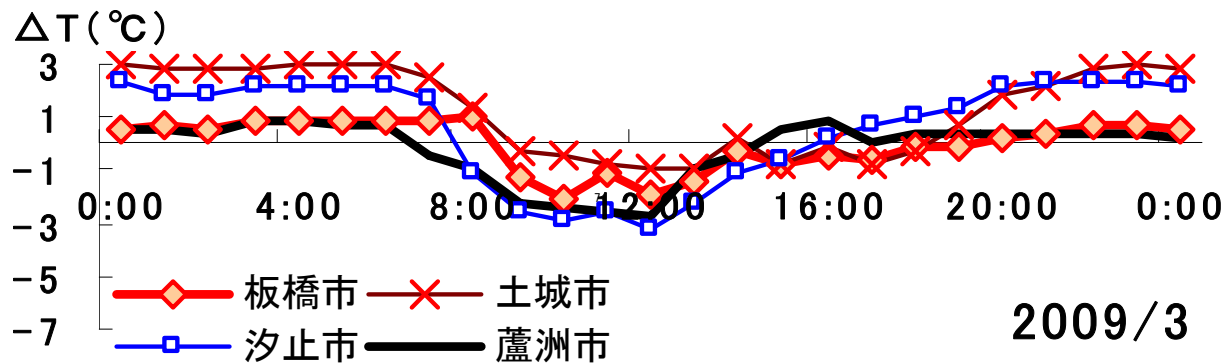
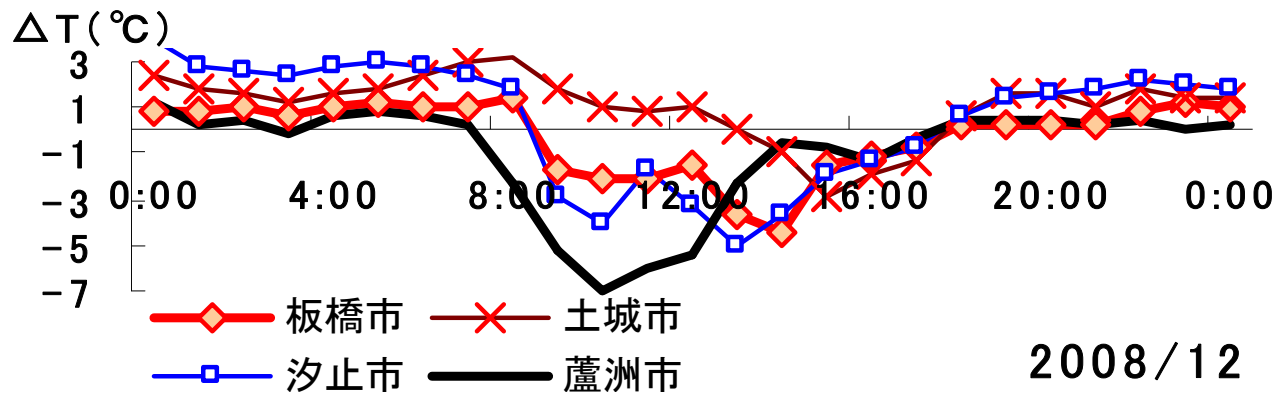
Results (1)



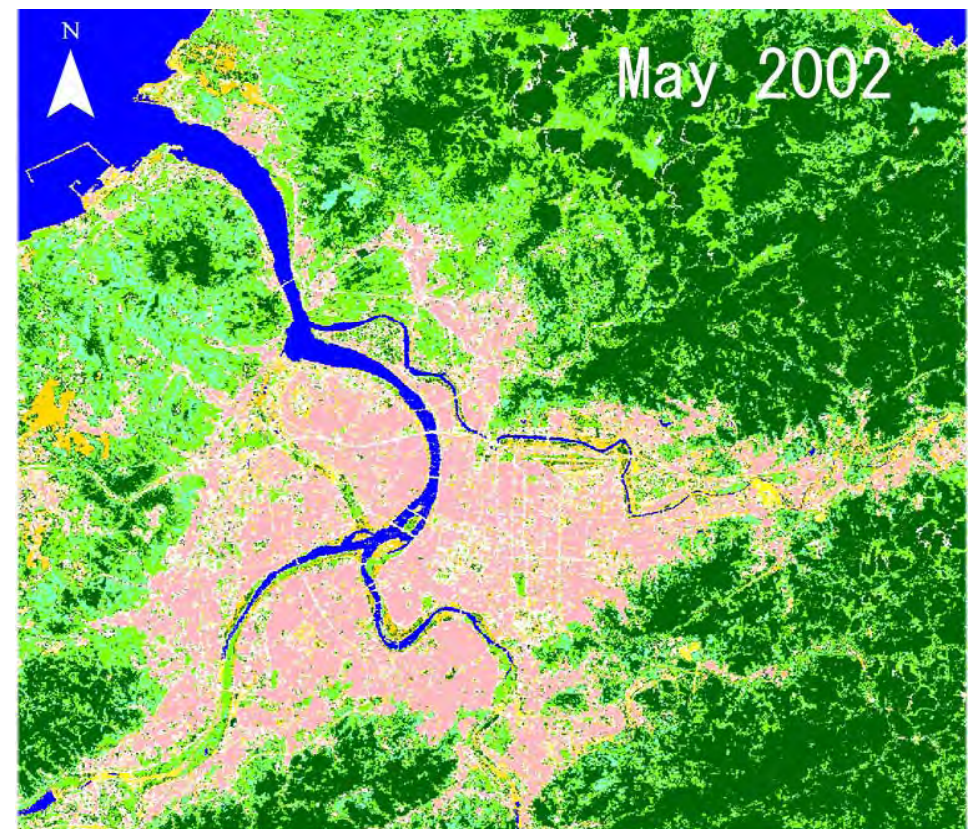
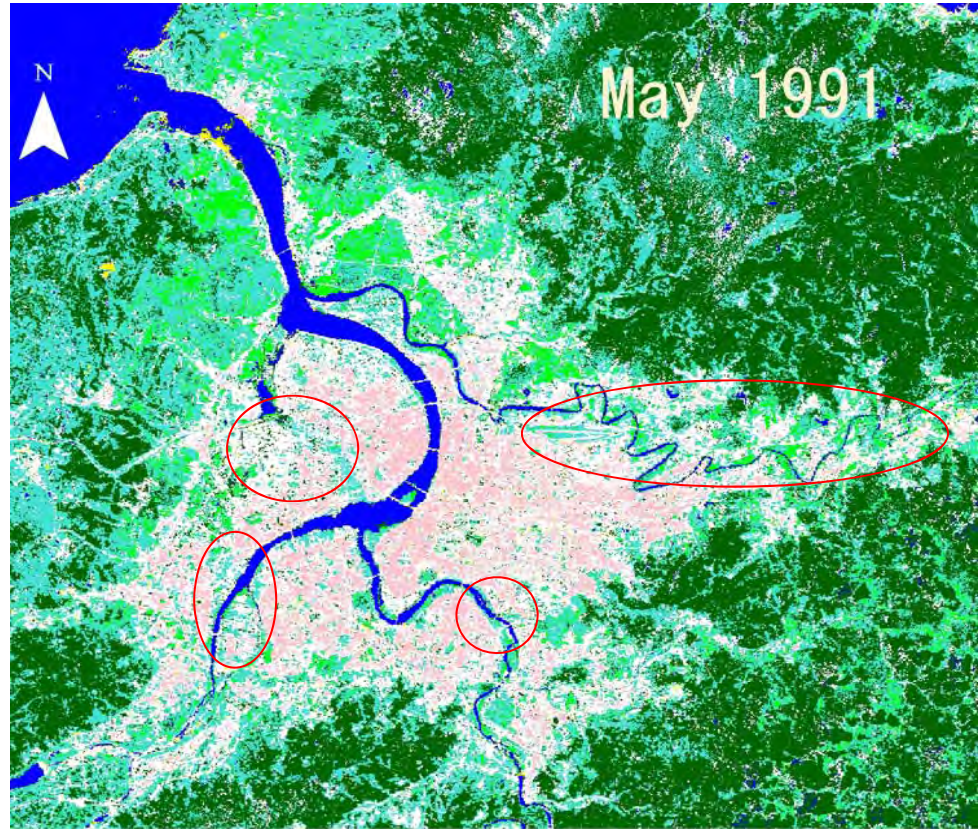
Results (2)







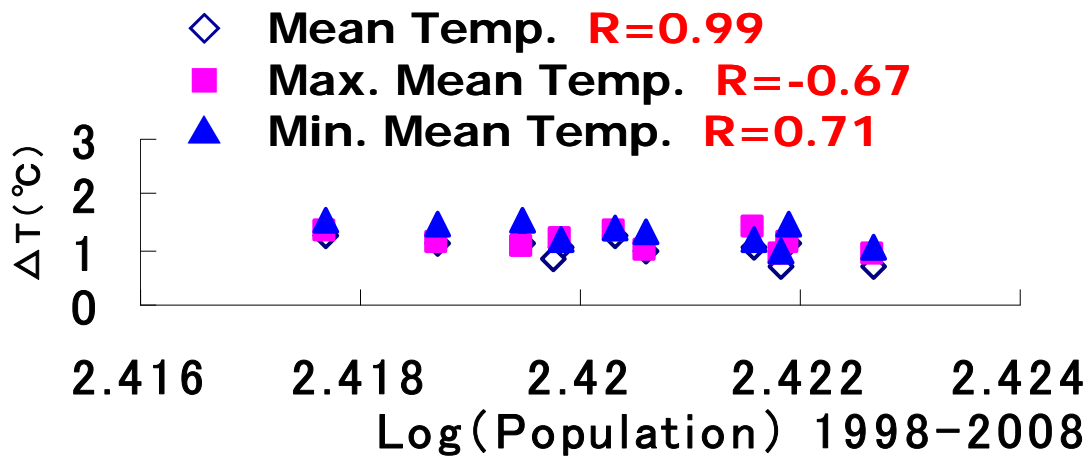
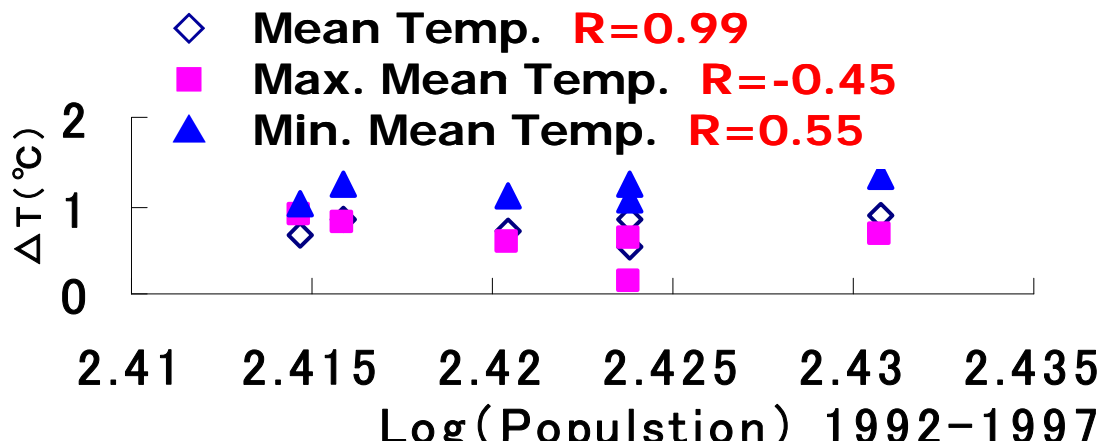
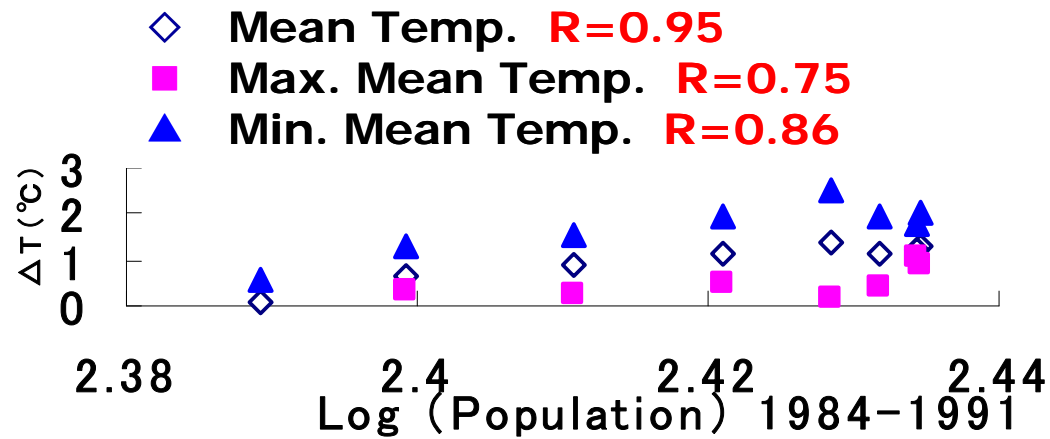
The Change of Land use



0 5,000 10,000 20,000 m

0 5,000 10,000 20,000 m

■ Ocean/River/Water ■ Forest ■ Grass ■ Cropland □ Bridge/Road/Berea ■ Urban ■ sand



Conclusions (Taipei)

- **This study examined Taipei City has been urbanized rapidly from 1967 and urban warming appeared from 1985.**
- **The effects of urbanization on local weather and climate change resulted in a remarkable increase in mean temperature and minimum temperature.**
- **However, urbanization resulted in little change in maximum temperature in Taipei City.**

まとめについて： 設定目標との対応

- 各都市発展のモデル（土地利用、地下水など）の比較
→ 都市地理グループ
- 各都市における統計資料の再確認（社会班の資料）
- 各都市の気象モデルについて
→ 一ノ瀬気候グループ（確認が必要）
- 都市ヒートアイランド（という指標を用いて評価するか？）
- 地下への影響について（物質班、熱班）