

都市内気候特性の把握に基づく これからの都市・建築環境計画 ー仙台のクリマアトラスとその応用可能性ー

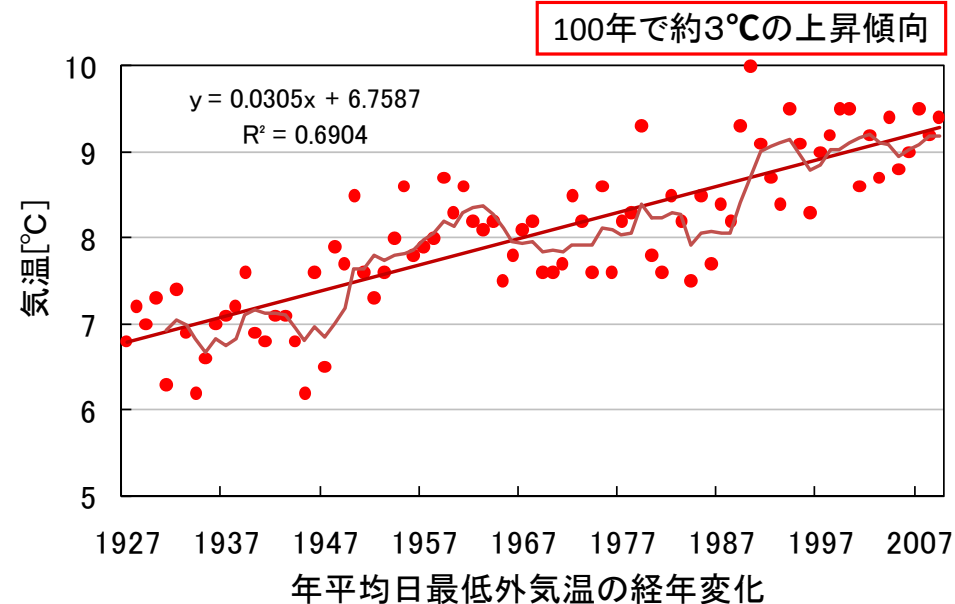
東北工業大学工学部建築学科
教授 渡辺浩文

講義内容

1. 都市環境の実態(仙台を事例として)
2. クリマアトラスの理念・概念(ドイツでの事例)
3. 国内におけるクリマアトラス作成の事例
4. 気候風土に配慮した都市の環境計画に向けて

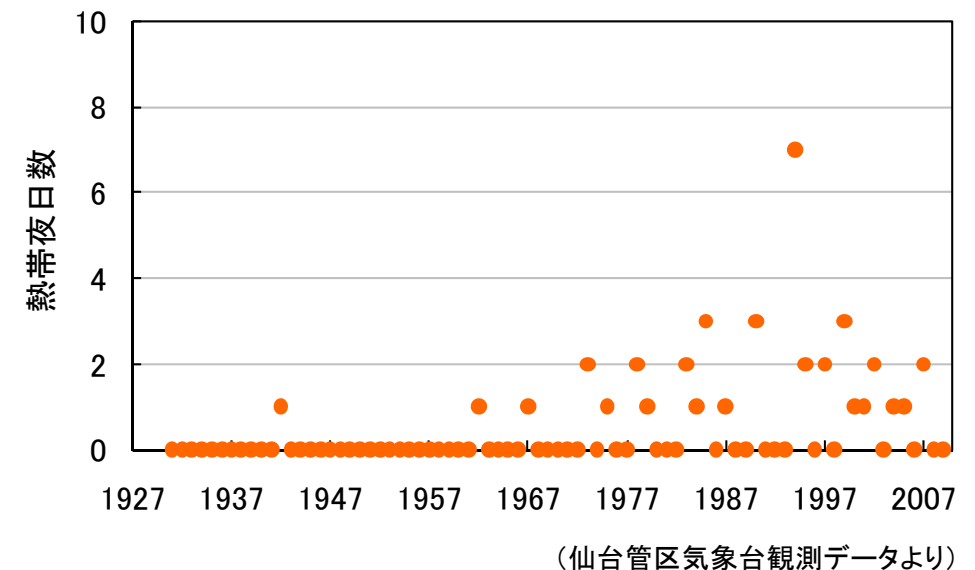
質疑応答

仙台の平均気温の上昇



(仙台管区気象台観測データより)

熱帯夜日数の増加



都市域に固有の気候現象（都市気候）

「都市のヒートアイランド現象」 熱大気汚染

→ 土地被覆の改変（都市化）

市街地の拡大（都市のスプロール化）

緑地からアスファルト・コンクリートへ

→ 人工廃熱（エネルギー消費）

冷房、自動車、工場...

人工衛星データによる仙台の市街化状況分析

使用衛星 Landsat

（1972年1号打ち上げ・現在7号運用）

使用データ

1979年05月21日 1985年06月16日

1995年10月21日 1990年04月11日

2000年07月11日

仙台周辺約30km四方対象

マルチチャンネル・データを

土地被覆6分類し、比較検討

カラー合成画像



1979年05月21日 ナチュラルカラー



1985年06月16日 トゥルーカラー



1990年04月11日 トゥルーカラー

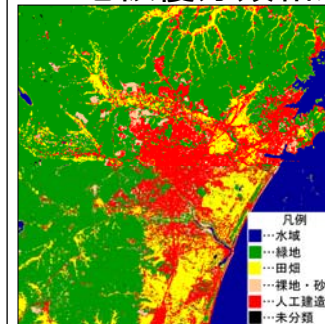


Tohtech 1995年10月18日 トゥルーカラー

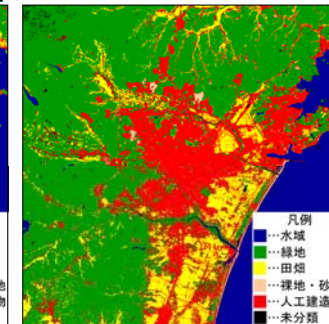


2000年07月11日 トゥルーカラー

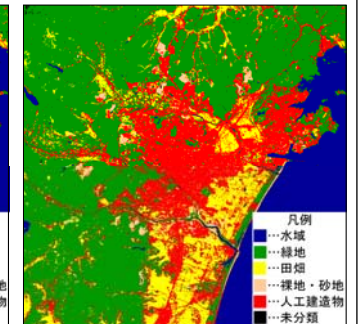
土地被覆分類結果



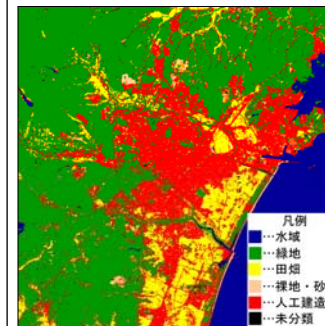
1979年05月21日 6項目分類



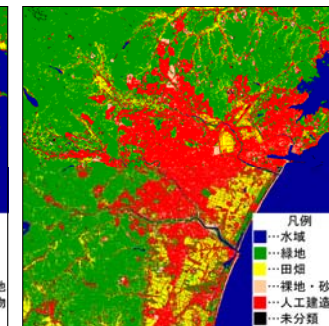
1985年06月16日 6項目分類



1990年04月11日 6項目分類



Tohtech, 1995年10月18日 6項目分類



2000年07月11日 6項目分類

1979年～2000年 都市化による緑地減少箇所



図18 1979年の緑地箇所

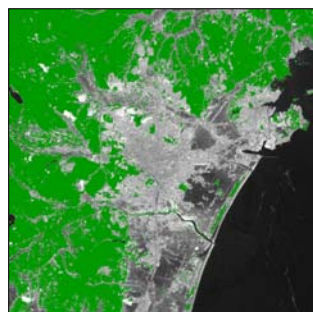


図19 2000年の緑地箇所

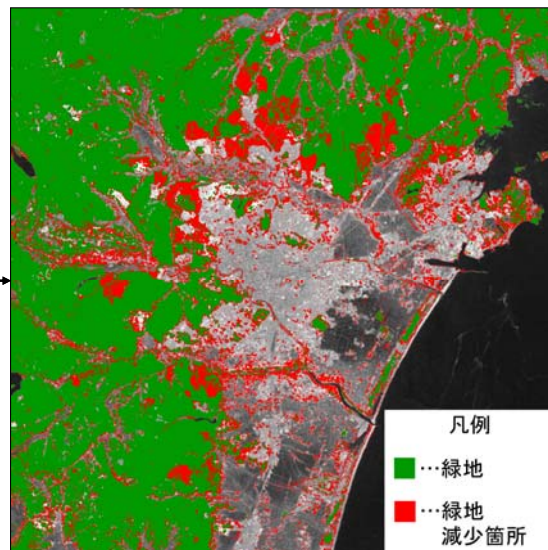


図20 1979年～2000年
緑地減少箇所

緑地-(人工建造物+裸地・砂地)の差画像4データ統合

1979年～2000年 都市化による田畑減少箇所

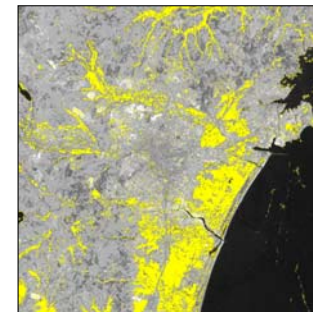


図21 1979年の田畑箇所

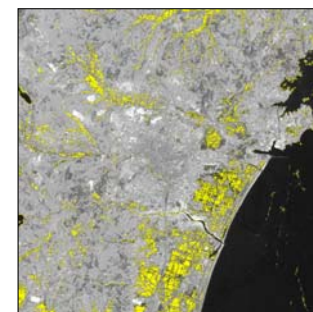


図22 2000年の田畑箇所

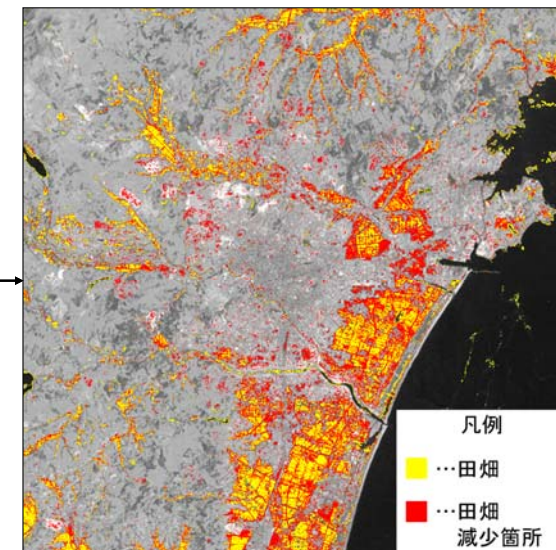


図23 1979年～2000年
田畑減少箇所

田畑-(人工建造物+裸地・砂地)の差画像4データ統合

1979年～2000年 人工建造物箇所の拡大

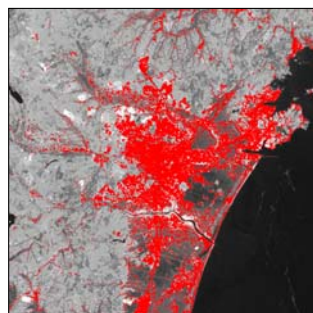


図24 1979年の人工建造物箇所

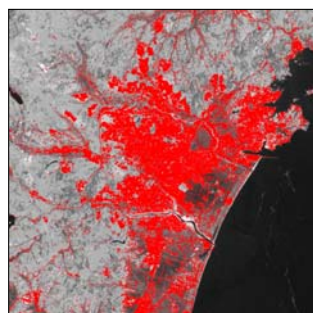


図25 2000年の人工建造物箇所

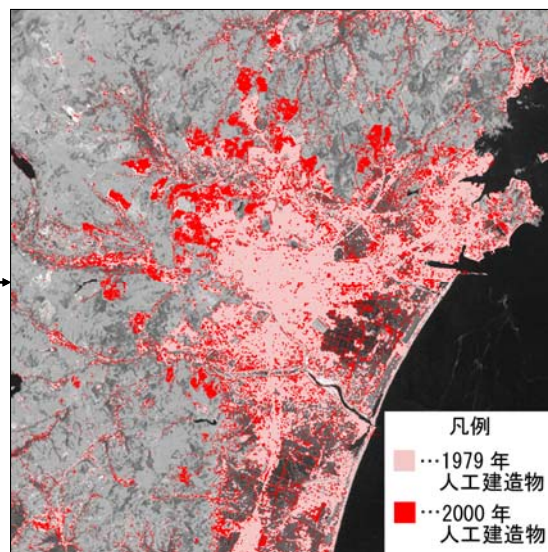


図26 1979年～2000年
人工建造物拡大箇所

2000年人工建造物-1979年人工建造物

仙台都市域の気温分布測定

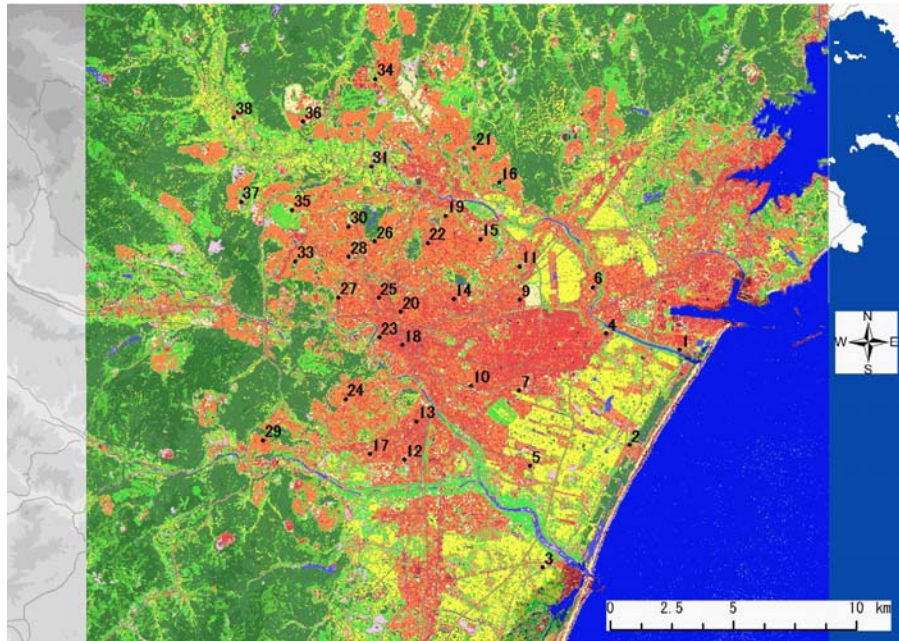
測定期間: 1998年7月29日～1999年10月5日(10箇所)
2000年8月2日～9月30日(30箇所)
2001年8月1日～9月31日(38箇所)
2002年8月2日～8月31日(38箇所)
2003年8月12日～10月5日(35箇所)
2004年8月1日～8月31日(12箇所)
2005年8月1日～8月31日(15箇所)

測定箇所: 主として仙台市内小学校の百葉箱

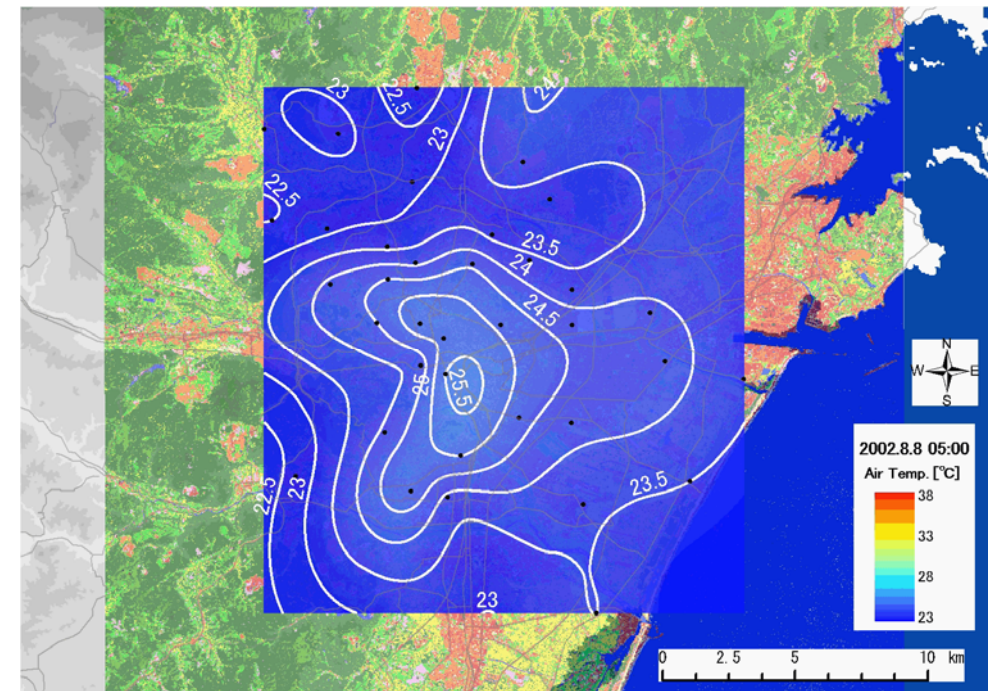
測定項目: 温度・湿度(T&D, TR72S)

測定間隔: 10分間隔

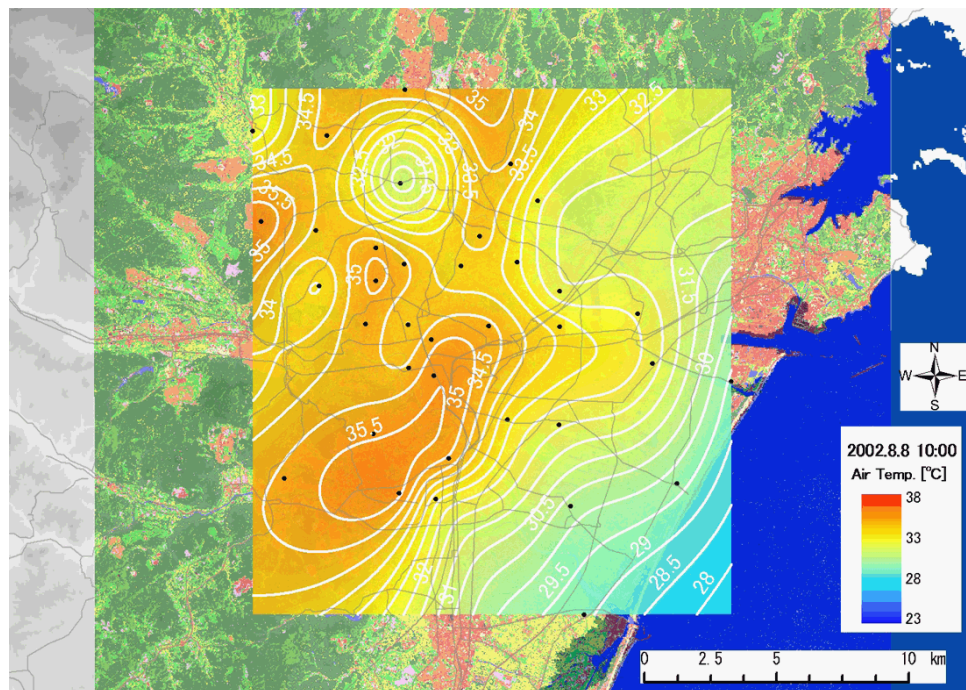
仙台都市域の気温分布測定(1998~2005)



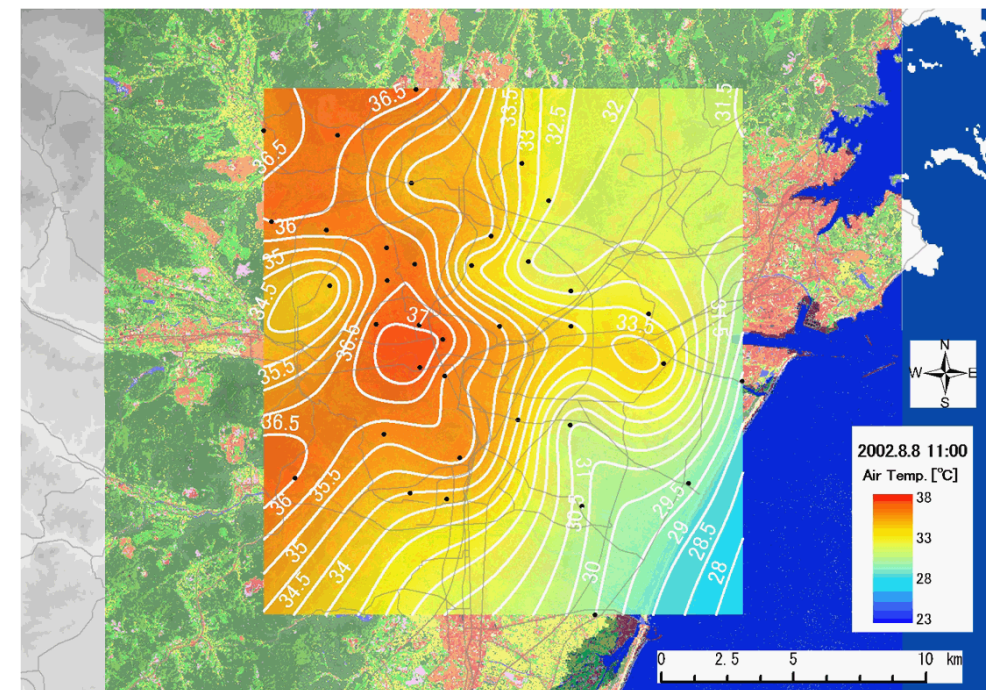
測定点の分布 (2002年)



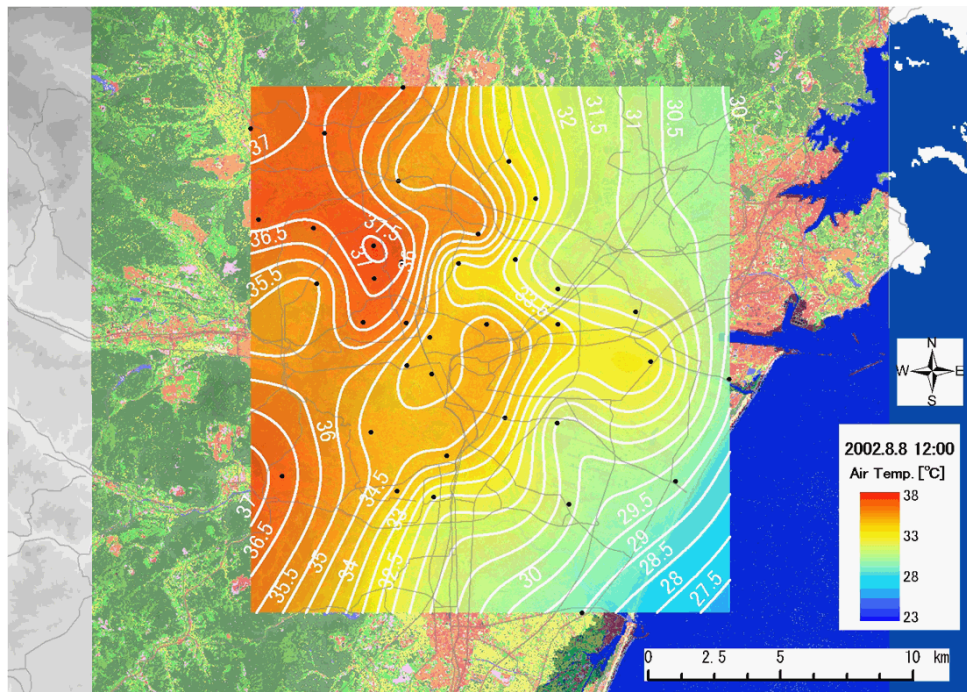
気温分布 2002.8.8 05:00JST



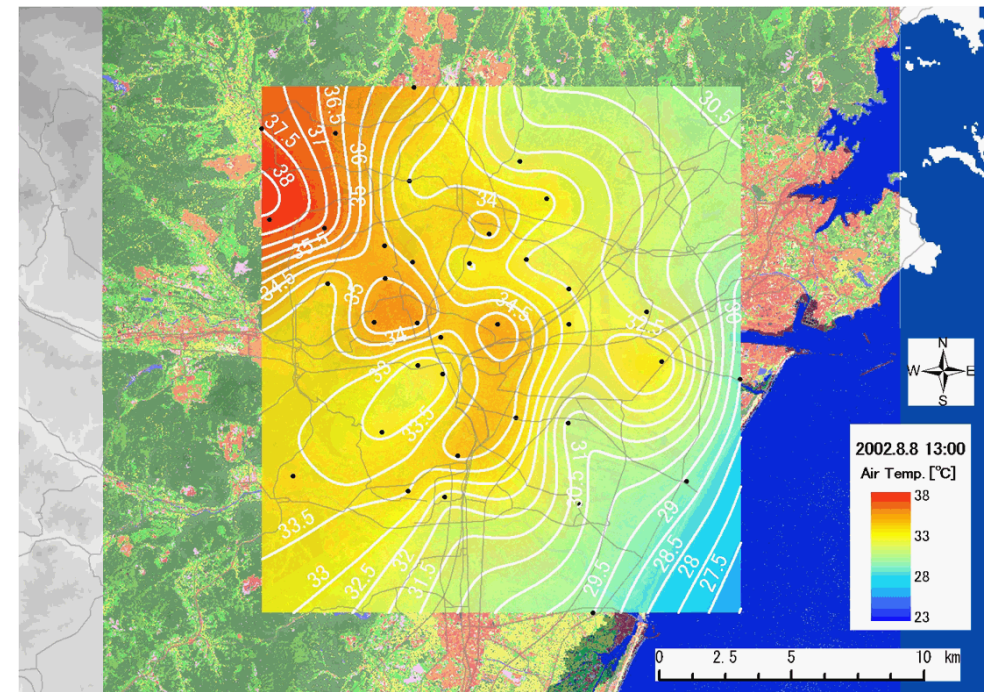
気温分布 2002.8.8 10:00JST



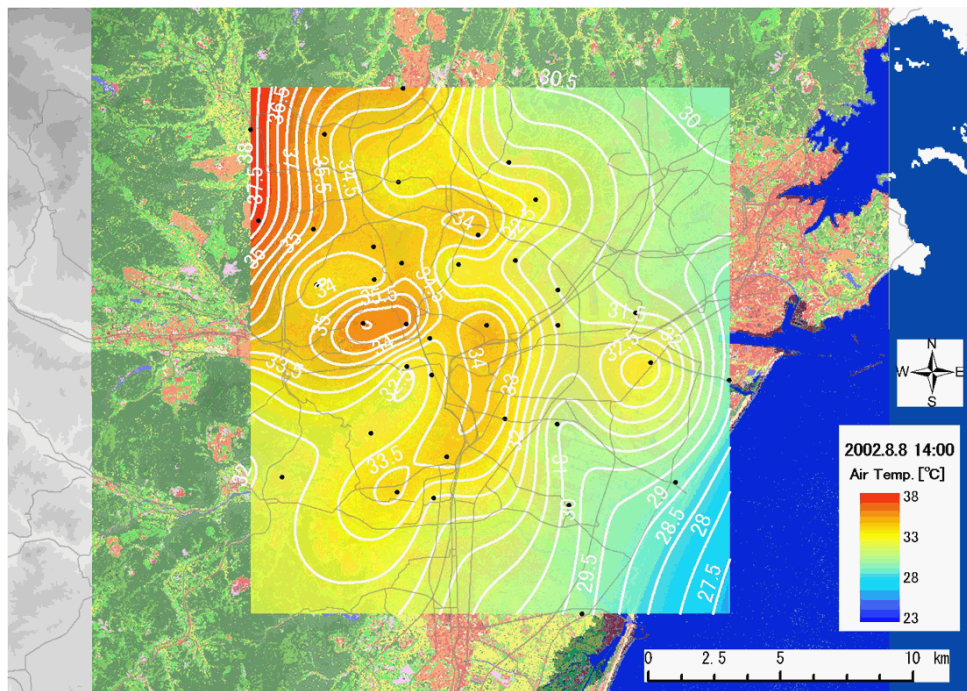
気温分布 2002.8.8 11:00JST



気温分布 2002.8.8 12:00JST



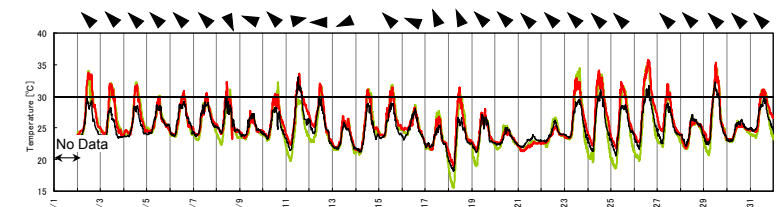
気温分布 2002.8.8 13:00JST



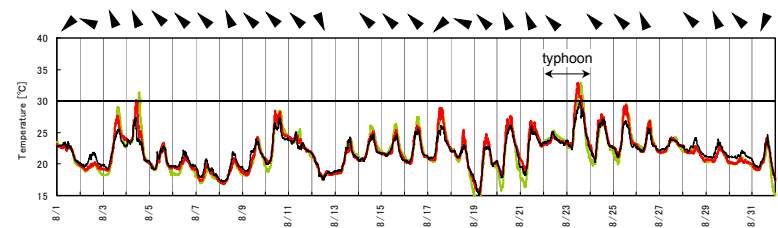
気温分布 2002.8.8 14:00JST

気温変化と日中主風向(2000~2004年)

Black:near the seashore **Red:**city center **Green:**inland

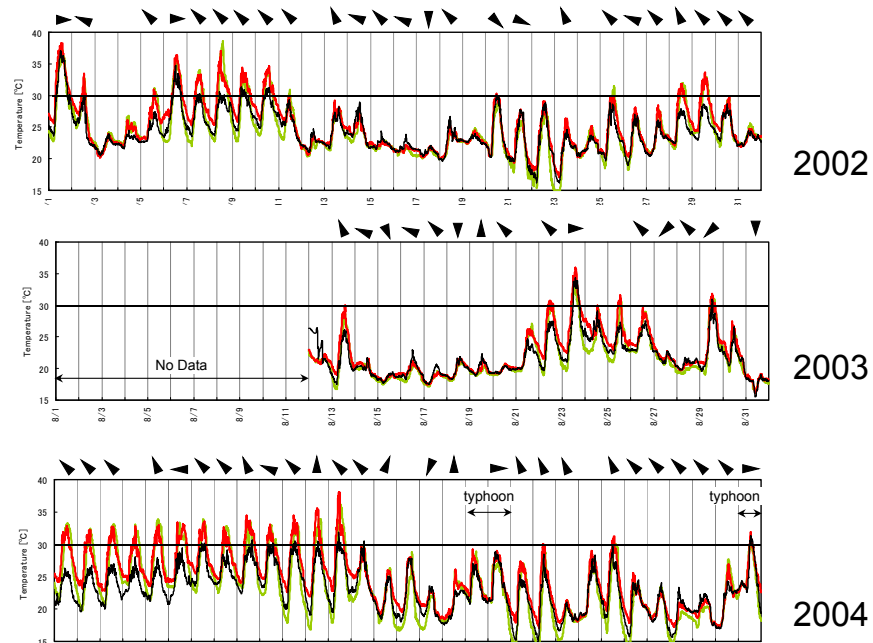


2000



2001

Black:near the seashore **Red:**city center **Green:**inland

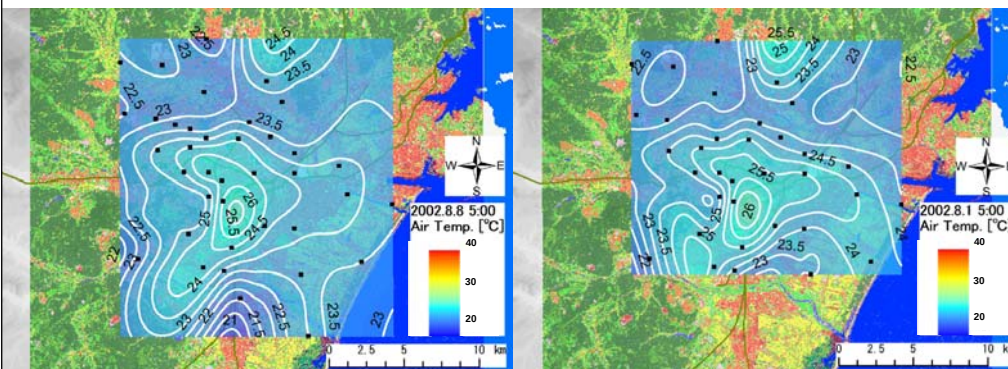


日最高気温と日中主風向との関係

Max. Temp.	東 ~ 南東 ~ 南										西						Total
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	-
35°C-													2				2
30°C - 35°C					2	2	24	3	1			1	1			1	39
25°C - 30°C			1	1		4	22	13	1	1				1	1		53
20°C - 25°C	2	2	2			5	18	3	1							1	41
-20°C	1						1									1	3

(仙台管区気象台資料より作成)

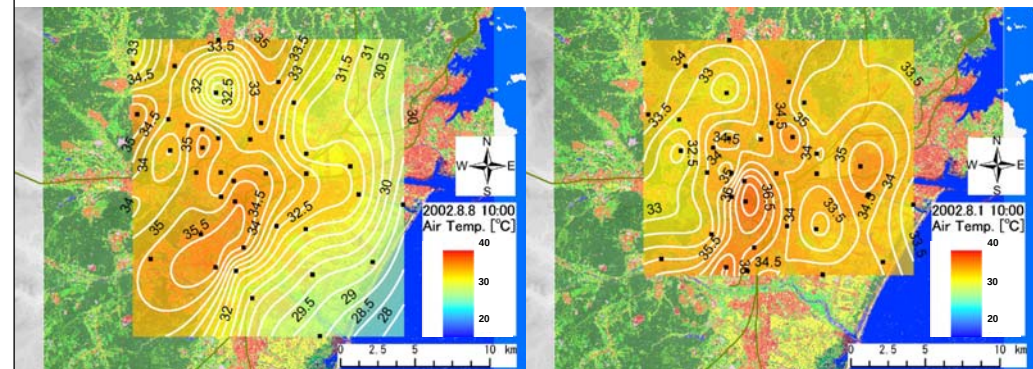
海風日(南東風日)と西風日の気温分布の比較(05:00)



海風日
(05:00, 2002.8.8)

西風日
(05:00, 2002.8.1)

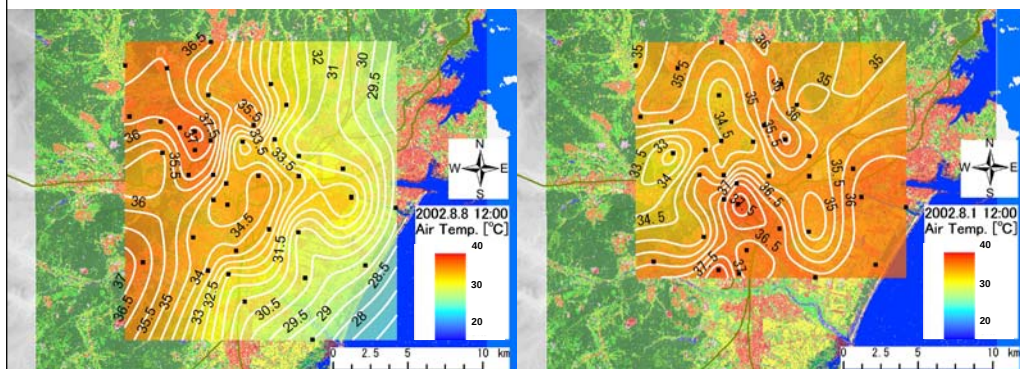
海風日(南東風日)と西風日の気温分布の比較(10:00)



海風日
(10:00, 2002.8.8)

西風日
(10:00, 2002.8.1)

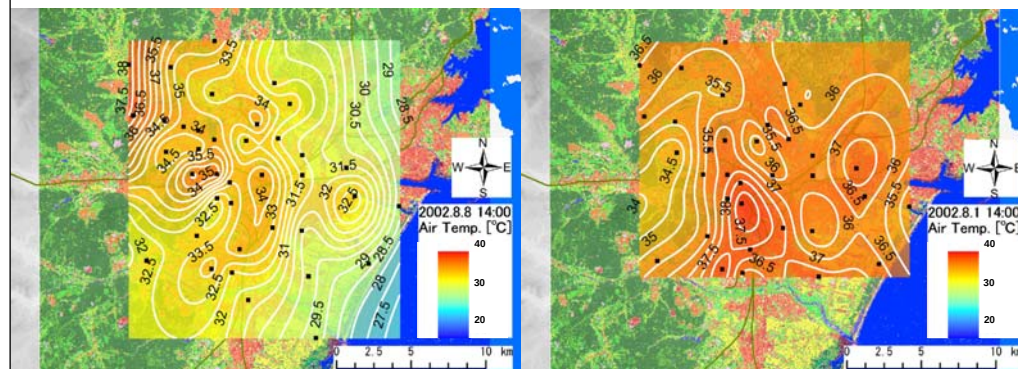
海風日(南東風日)と西風日の気温分布の比較(12:00)



海風日
(12:00, 2002.8.8)

西風日
(12:00, 2002.8.1)

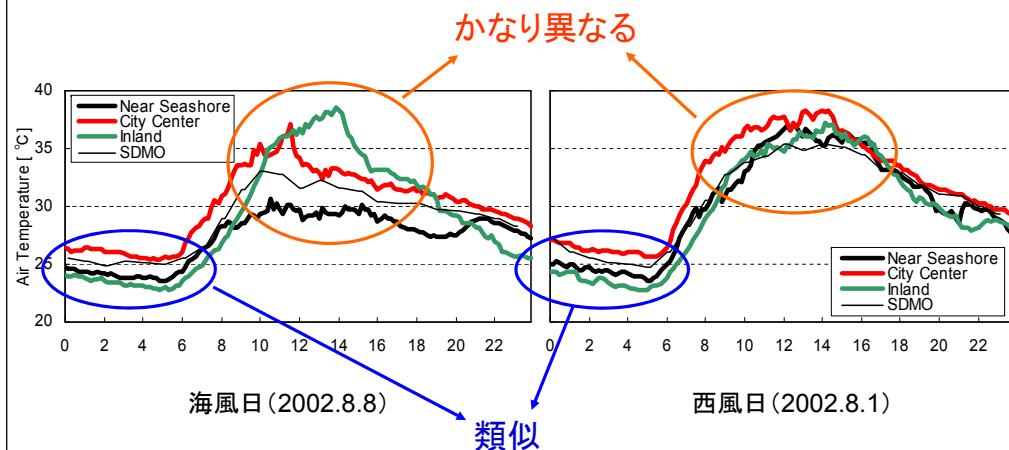
海風日(南東風日)と西風日の気温分布の比較(14:00)



海風日
(14:00, 2002.8.8)

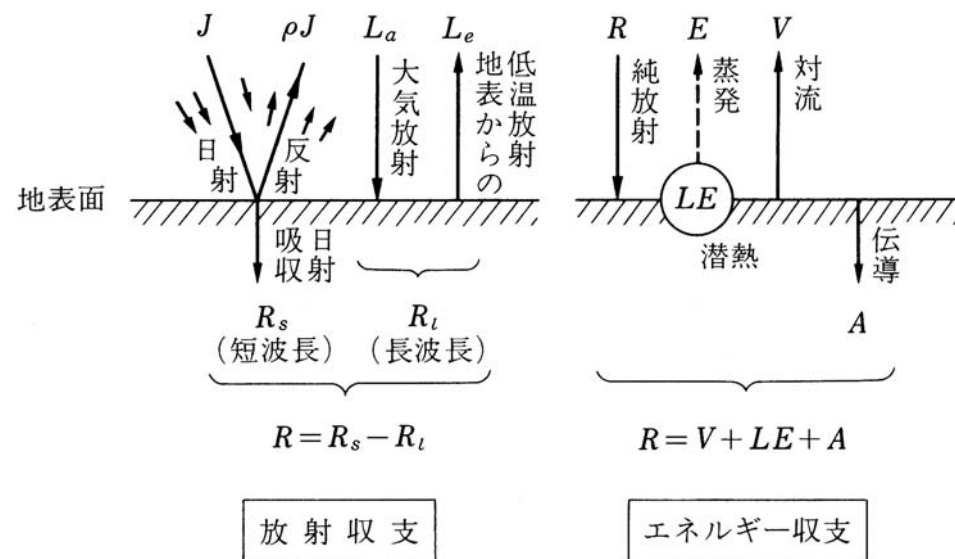
西風日
(14:00, 2002.8.1)

海風日(南東風日)と西風日の気温変化の比較 (海沿い・中心市街地・内陸部)



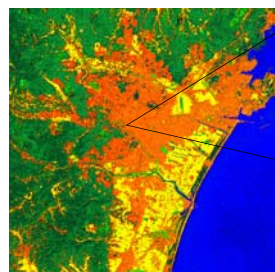
海風日 (2002.8.8)

西風日 (2002.8.1)

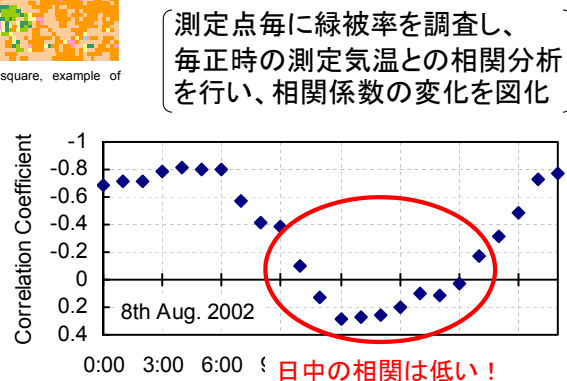


地表面エネルギー収支 (Heat balance at Ground Surface)

海風日の観測気温と緑被率との相関分析

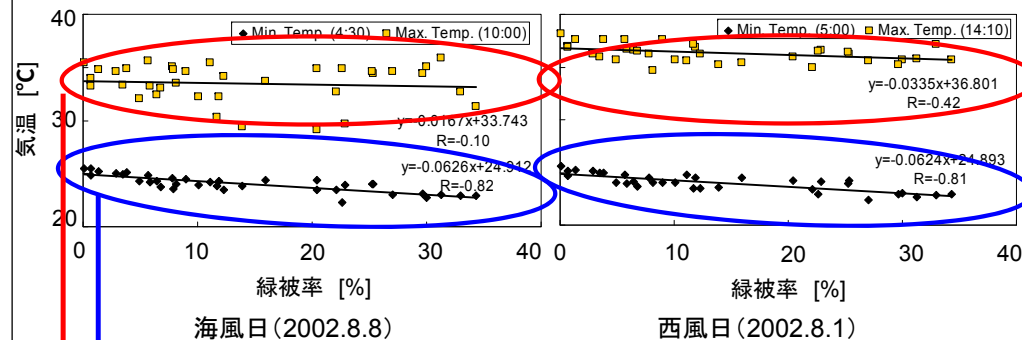


土地被覆データ
(測定点中心に1km四方)



緑被率と各時刻測定気温との相関分析結果
(相関係数)の時刻変化

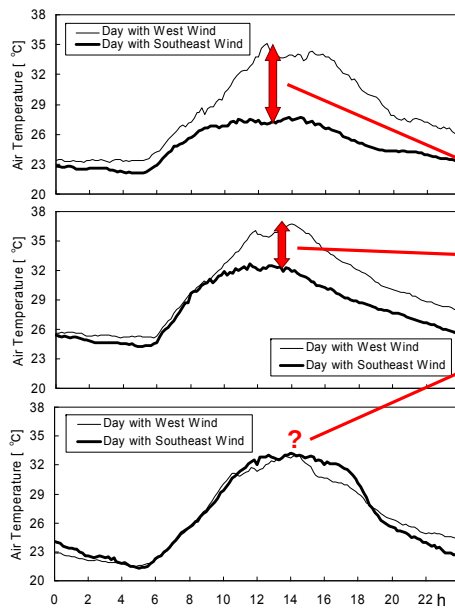
各測定点の周囲緑被率と気温との関係(日中■と夜間◆)



夜間の緑被率と気温とは負の相関関係あり。海風日も西風日も同程度。
 $R = 0.81, -0.6[^\circ\text{C}/10\%]$

日中の緑被率と気温との相関関係は弱い(海風日は無関係と見なせる)

海風発生時の気温変化(各地)



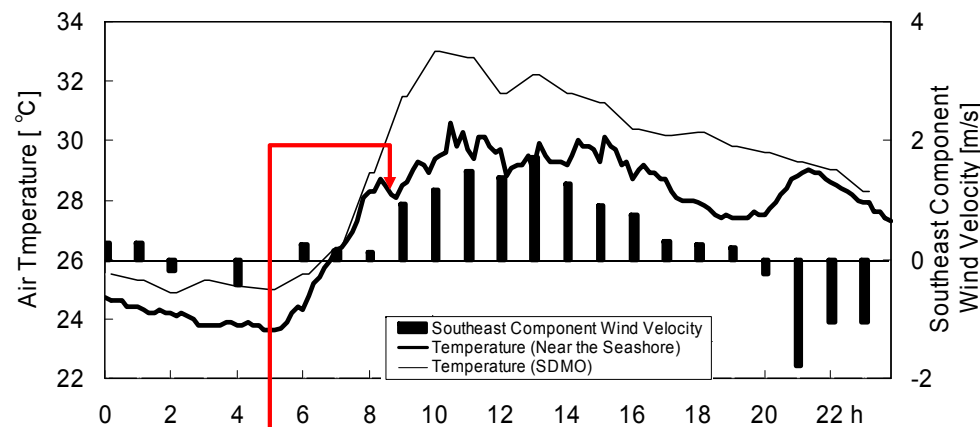
海岸近く

中心市街地

内陸部

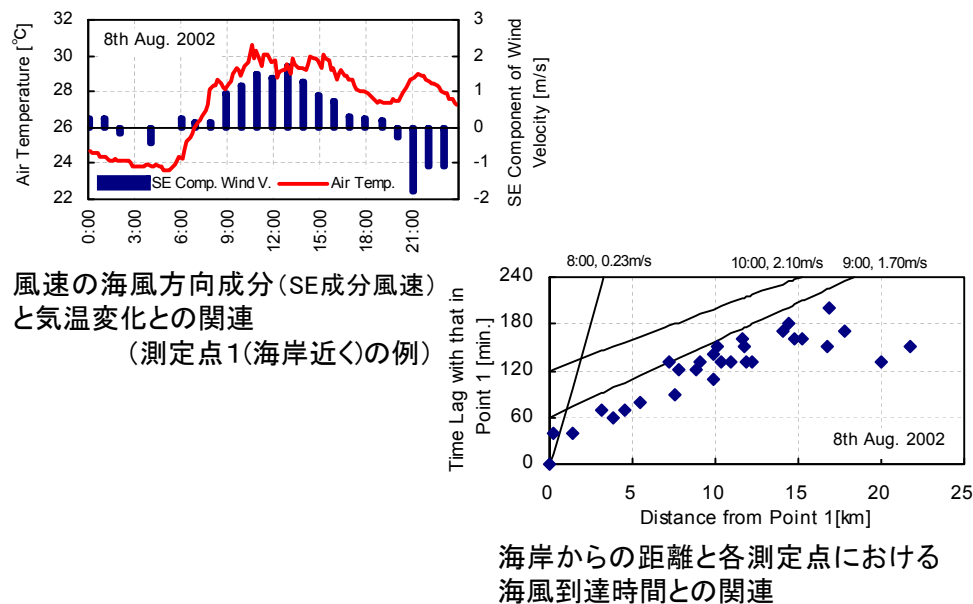
海風日と西風日の
日中の気温差は、
内陸に行くほど
小さくなる傾向あり。

海岸近くの測定点における 気温変化と海風成分風速との関係 (2002.08.08)

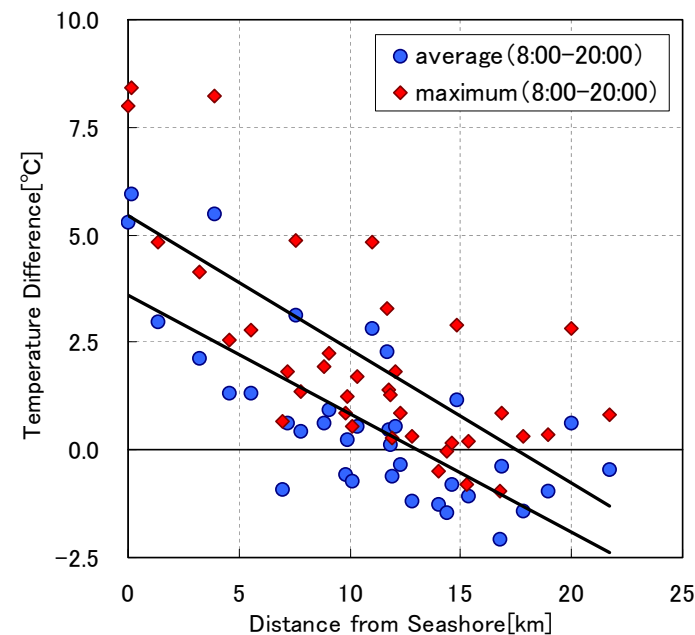


海風発生時に気温上昇が止まる！

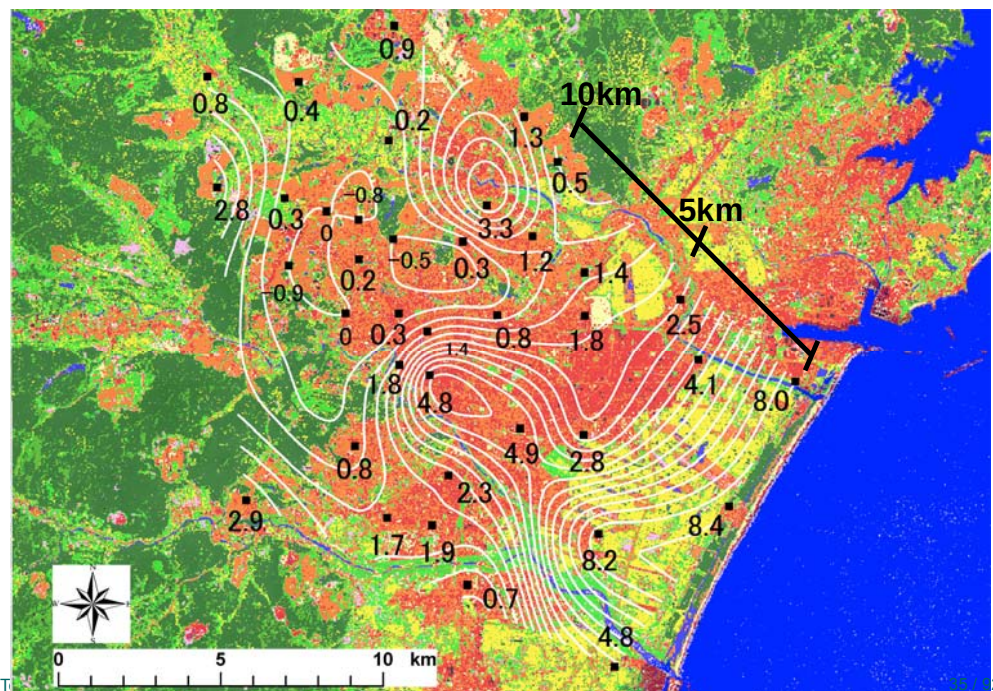
海風(気温上昇緩和時刻と海岸からの距離)との相関分析



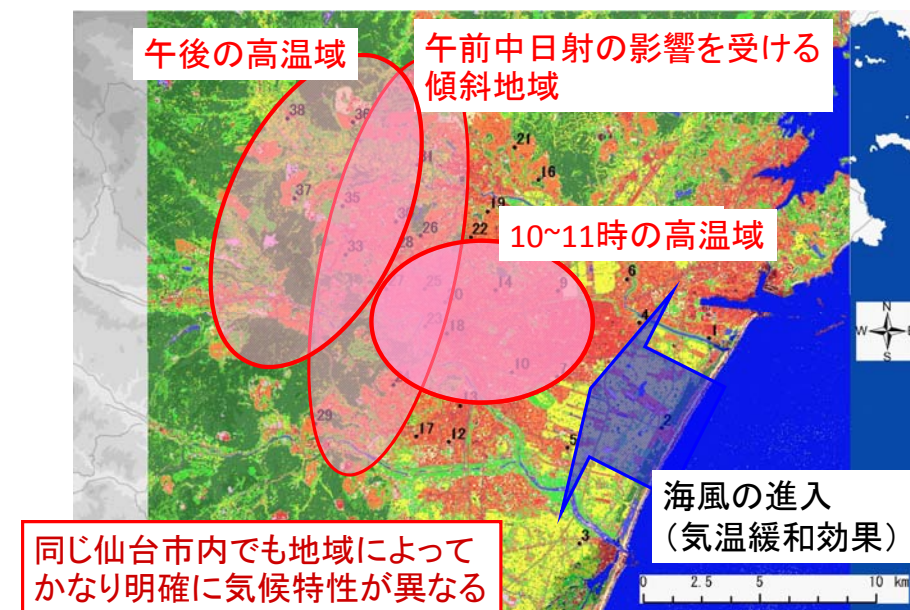
海岸からの距離と海風による気温緩和効果との関係 (海風日と西風日の気温差)



海風による気温緩和効果の分布



都市気候観測とその分析より



仙台の気候の特徴と都市計画上の配慮

○ 海風の暑熱環境緩和効果が非常に大きい

→ 海近くの田園保全
風通しのよい街区計画

通風の確保

○ 緑地の効果は夜間顕著で日中は相対的には小さい

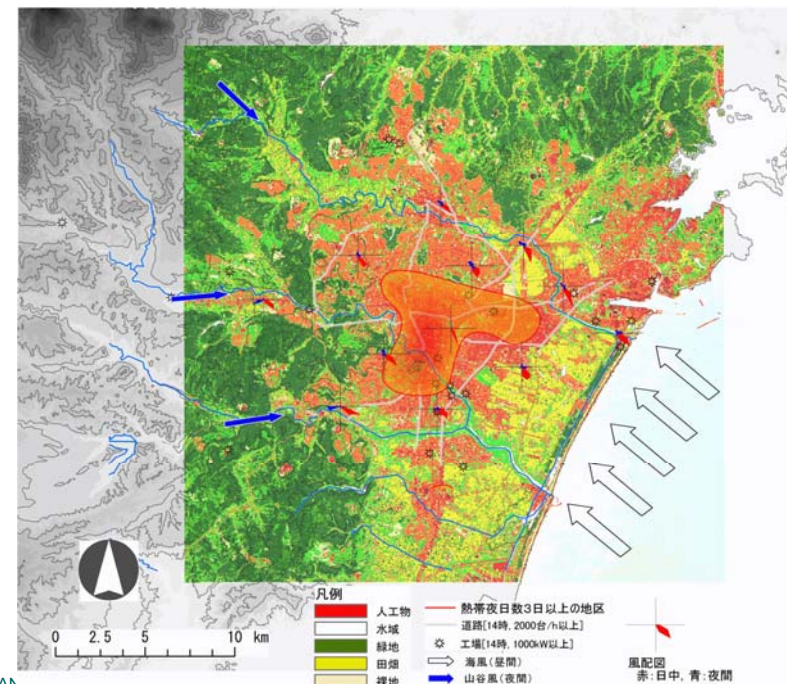
→ 局所的には体感上の効果は大きい
海風の吹かない日もある

効果的な緑化

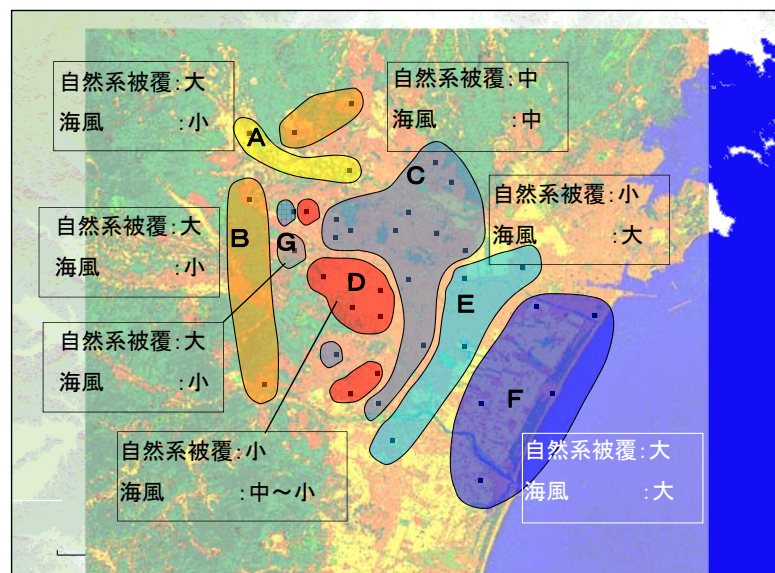
○ 同じ仙台市内であっても気候の特徴は異なる

→ 一律の規制・誘導ではなく
適材適所の環境緩和対策が求められる

都市気候解析図(クリマアトラス)集約図



測定地点の類型化



地域別に建築・都市環境計画の指針作成の可能性あり！

地域の気候風土に配慮した都市計画

→ 現在の都市計画制度には殆ど反映されていない

緑地や水域、風の環境緩和効果を活かした

環境調和・環境共生型住まい・まちづくりの考え方

都市環境クリマアトラス(都市環境気候図)

気候解析図

計画指針図

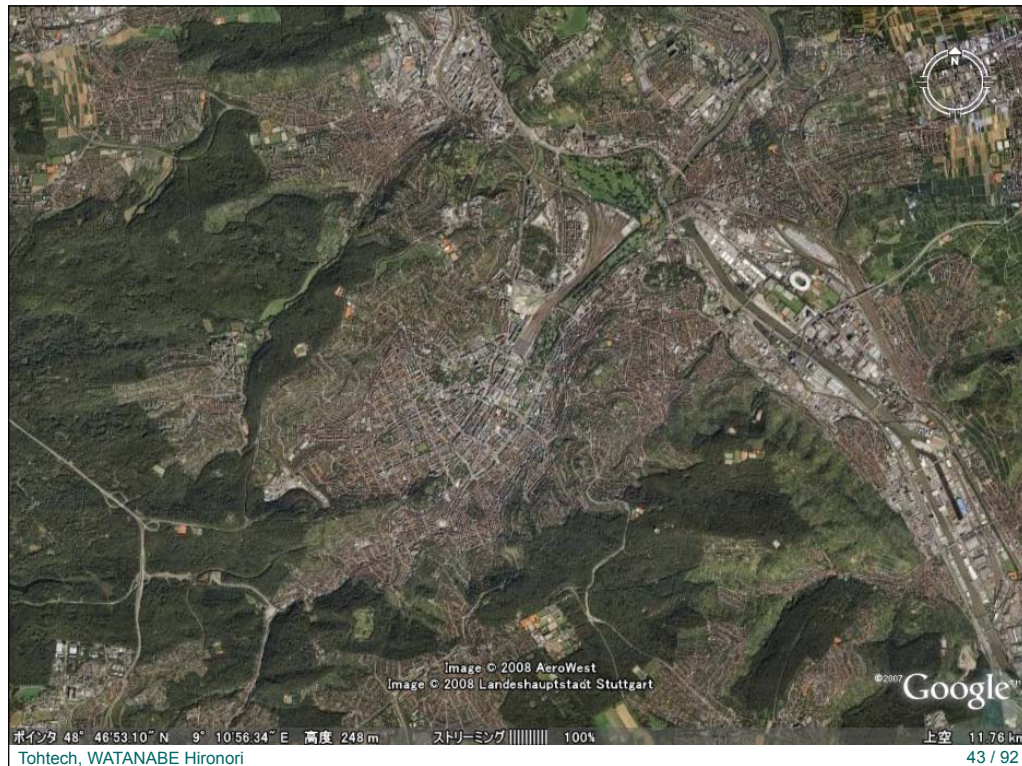
の作成に基づく
都市環境計画の検討

講義内容

1. 都市環境の実態(仙台を事例として)
2. クリマアトラスの理念・概念(ドイツでの事例)
3. 国内におけるクリマアトラス作成の事例
4. 気候風土に配慮した都市の環境計画に向けて

質疑応答

ドイツ・シュツットガルト市の取り組み



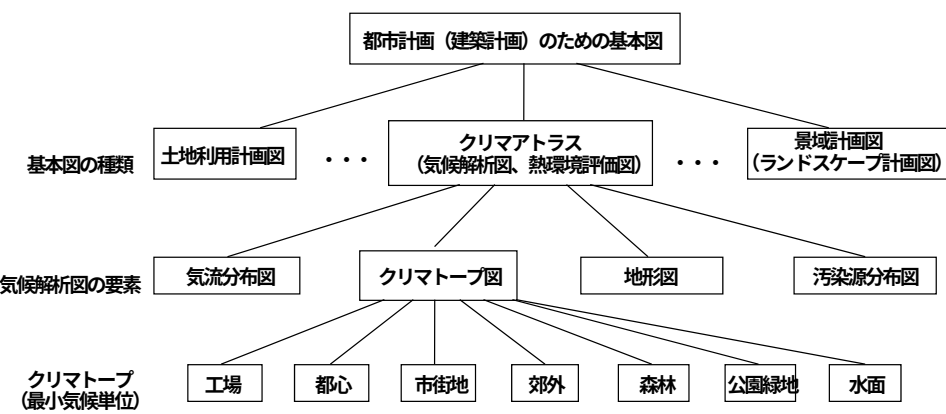
ダスト・ドーム(大気汚染物質の滞留)



シュツットガルト市のアクション

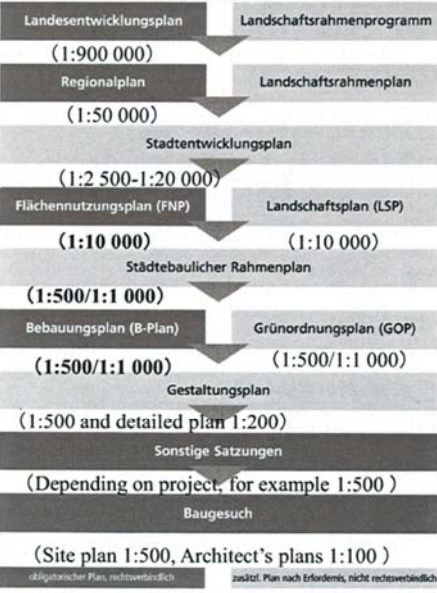
- ・ 大気汚染の防止
- ・ 都心部暑熱環境の緩和
- ・ 通風(風の道)の確保
- ・ 緑地の保存
- ・ 市街化の規制
- ・ 建物配置・形態の規制

都市計画のための「クリマアトラス」の位置づけ



建築許可に至る州の空間計画から自治体の土地利用・開発計画までの段階

Von der staatlichen Landesentwicklungsplanung über die kommunale Bauleitplanung zum privaten Baugesuch (ドイツ語)



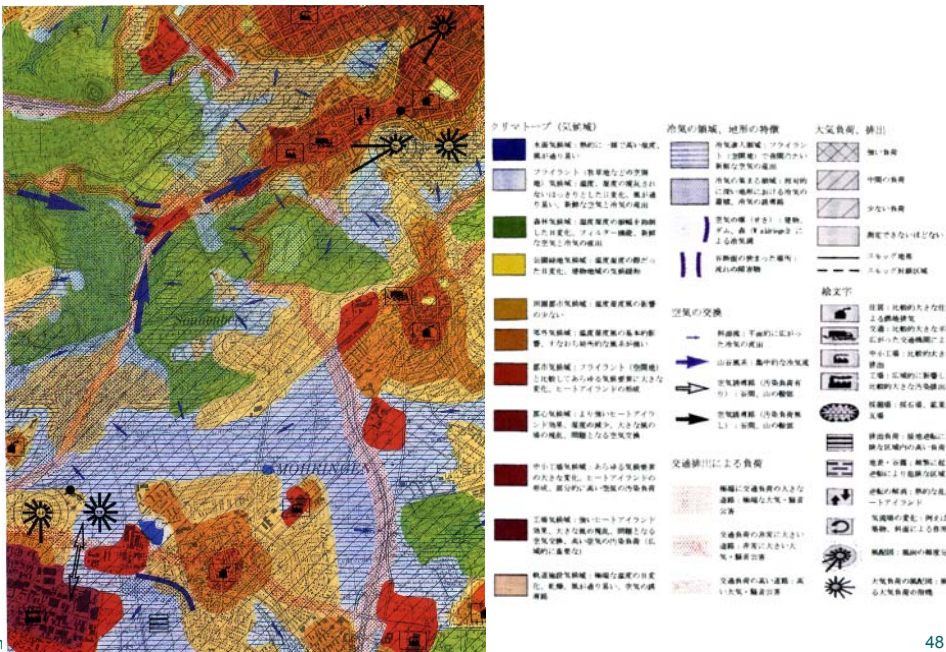
From state spatial planning to municipal land use and development planning to application for building permission (英語と日本語訳)



(摂南大学(元神戸大学)森山正和教授)の和訳

環境アトラス・気候 気候調査

近隣都市連合シュツットガルト気候解析



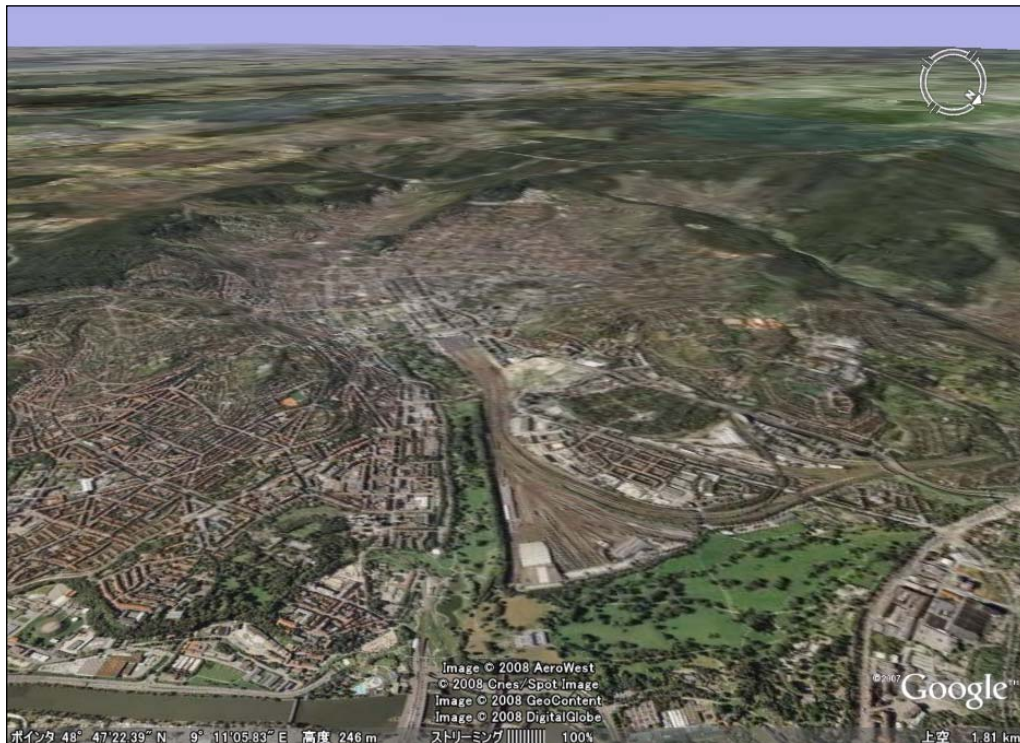
環境アトラス・気候 計画の指針

近隣都市連合シュツットガルト気候解析



- フライラント（空開地、空の覆われていない土地）
- 重要な気候作用のあるフライラント：居住空間と直接的な気候作用のあるフライラント、用途変更の干渉に対して大変弱い
 - あまり重要でない気候作用のあるフライラント：植栽物の生息空間には直接分類しない、用途変更の干渉に対して少し弱い
 - 気候作用の小さな開地：規模の大きな気候ポテンシャルの内に影響空間またはフライラント、疎られた用途変更の干渉に対して相対的に弱い
- 居住地
- 気候作用のあまり重要でない建物地域：土地の高度利用や建物の高層化に対して重要な気候的・空気衛生上の弱さはない
 - 気候作用の重要な建物地域：土地の高度利用化に対して気候的・空気衛生上の弱さは少ない
 - 気候作用のより重要な建物地域：建物の高度利用化に対して著しい気候的・空気衛生上の弱さがある
 - 気候的・空気衛生上の問題のある建物地域：高密度な居住空間または迷惑な建築物都市気候的視点による改善の必要性
 - 高い汚染と騒音の発生のある道路：道路の影響範囲の計画による利用目的

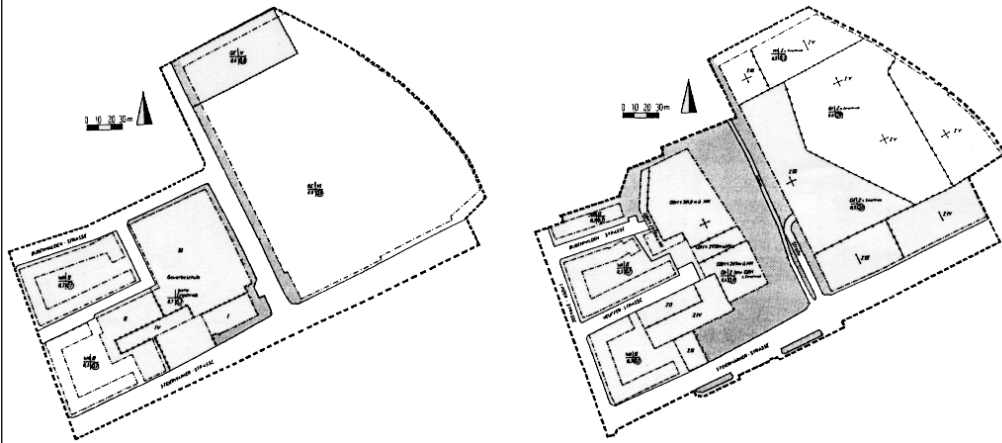
新鮮冷気源である斜面の保全：高密or低密の建物配置



斜面への低密な住戸配置と形態規制



シュツットガルト市シェルメネッカー地区の Bプラン当初案と改訂Bプラン



シェルメネッカー Schelmenäcker

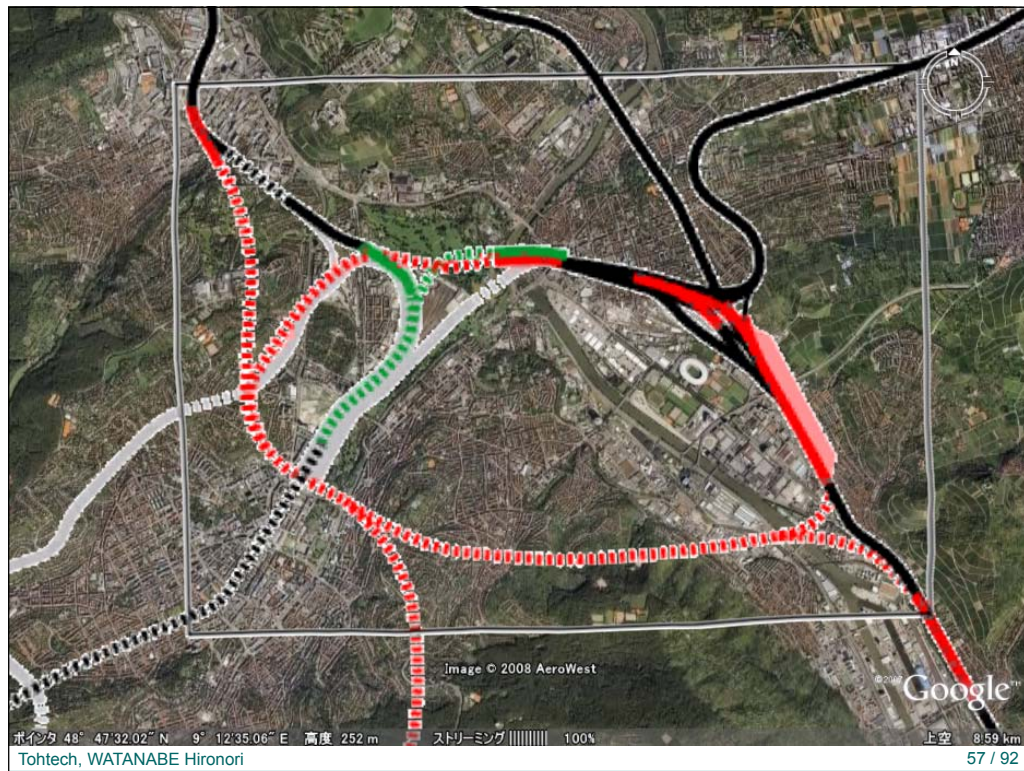


中央駅周辺再開発プロジェクト(Stuttgart21)

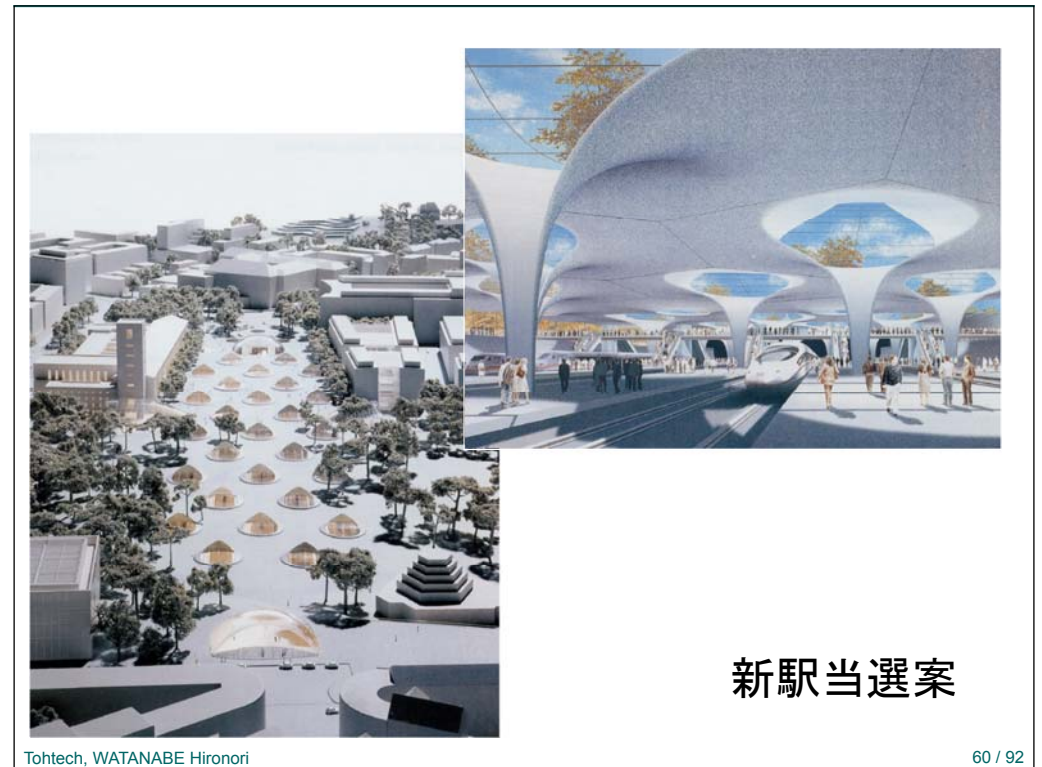
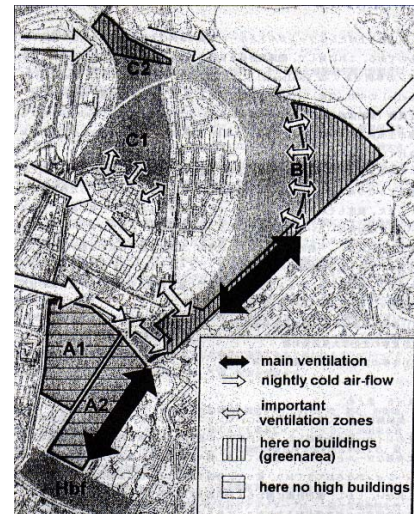
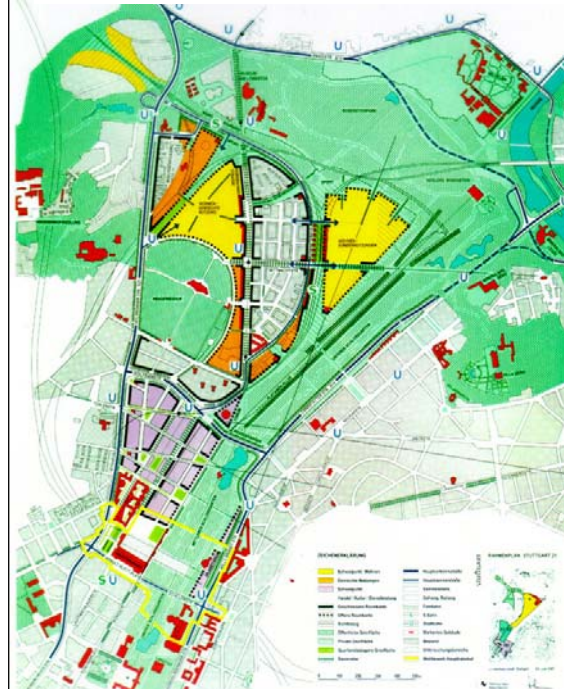
- ・ 通過型駅への改築に伴う大規模再開発
- ・ 設計競技の与条件として気候作用を提示

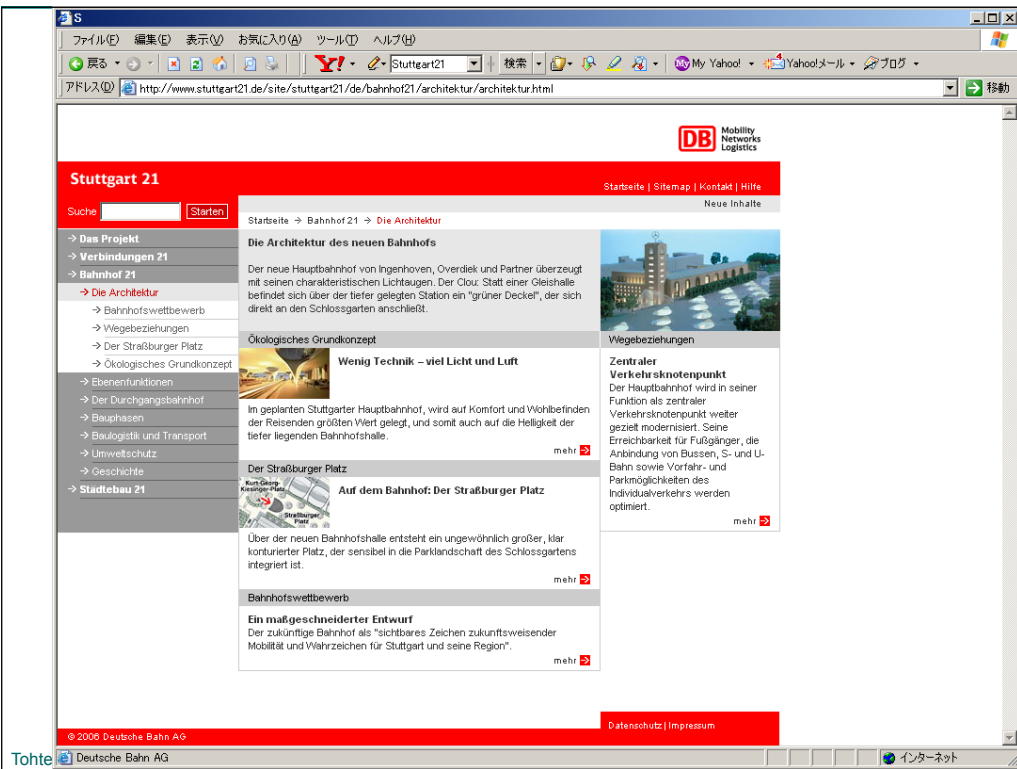
シュツットガルト中央駅の現況





シュツットガルト21計画への提言





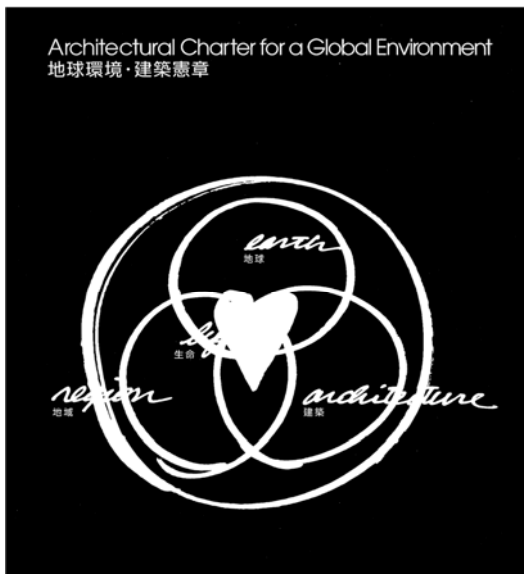
講義内容

1. 都市環境の実態（仙台を事例として）
2. クリマアトラスの理念・概念（ドイツでの事例）
3. 国内におけるクリマアトラス作成の事例
4. 気候風土に配慮した都市の環境計画に向けて

質疑応答

Architectural Charter for a Global Environment by AIJ, 2000

地球環境・建築憲章



1. 長寿命
Longevity
2. 自然共生
Symbiosis
3. 省エネルギー
Energy Conservation
4. 省資源・循環
Resource Conservation & Cyclicity
5. 継承
Succession

Proposal for Urban Heat Island Reduction Strategies, 2005

都市のヒートアイランド対策に関する提言



1. ヒートアイランド対策を通じて質の高い都市空間を創造しよう
2. 様々な事業に際して建築・都市の専門家はヒートアイランド対策に配慮しよう
3. 健康で快適な環境を形成するための科学的な設計手法を開発・普及しよう

関連機関の動向

- ・地球環境建築憲章, 2000.06
(日本建築学会・日本建築士会連合会・日本建築士事務所協会連合会・
日本建築家協会・建築業協会により起草)
- ・日本学術会議, 2003.07
「ヒートアイランド現象の解明に当たって建築・都市環境学からの提言」
(社会環境工学研連)
- ・ヒートアイランド対策大綱, 2004.03
(ヒートアイランド対策関係府省連絡会議)
- ・都市のヒートアイランド対策に関する提言, 2005.07
(日本建築学会)

などなど・・・

日本建築学会において

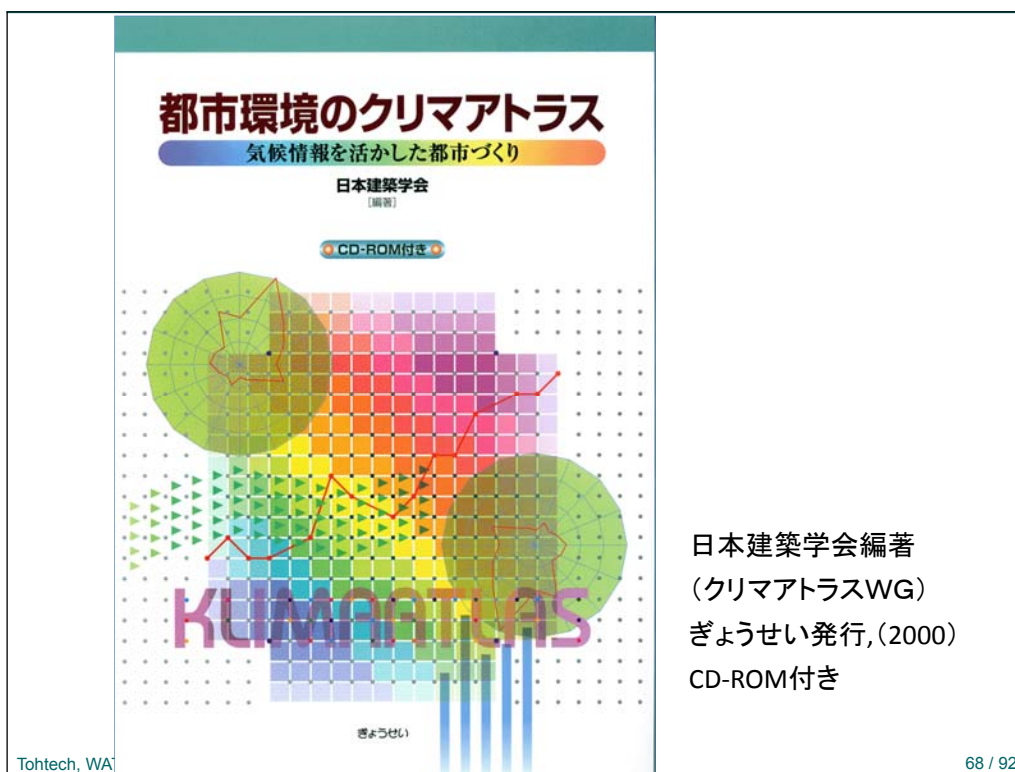
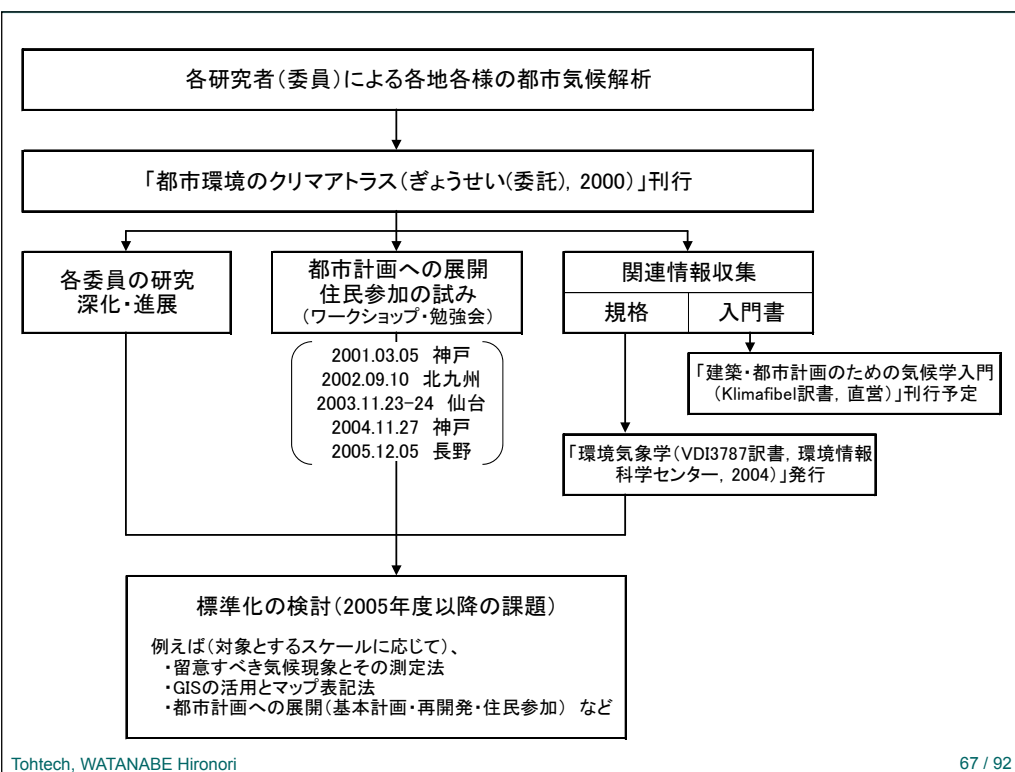
みどりの環境設計小委員会(森山正和主査)

クリマアトラス小委員会(足永靖信主査)

都市環境気候図小委員会(渡辺浩文主査)

都市環境気候図標準化検討小委員会(清田誠良主査)

→ 独日都市気候学会議を開催





環境気象学

—都市・地域計画のための気候環境地図—

著者：ドイツ工業協会
監修：森山 正和・足永 靖信・渡辺 浩文
日本建築学会気マアトラスの実用化ワーキンググループ
編訳：菅野 尚志・嶋田 大典・羽島 法子
発行：社団法人 環境情報科学センター

「環境気象学」

VDIガイドライン3787 Part 1 の翻訳

監修：森山正和・足永靖信・渡辺浩文・
日本建築学会気マアトラスの実用化WG、
(財)環境情報科学センター (2004)

問い合わせ：
環境情報科学センター
03-3265-3916

69 / 92

地域の気候風土に配慮した都市計画

→ 現在の都市計画制度には殆ど反映されていない

緑地や水域、風の環境緩和効果を活かした

環境調和・環境共生型住まい・まちづくりの考え方

都市環境気マアトラス(都市環境気候図)

気候解析図

計画指針図

の作成に基づく
都市環境計画の検討

Tohtech, WATANABE Hironori

70 / 92

都市内気候特性に配慮した都市環境計画の可能性

広域の都市環境気候図(都市域全体を対象)

→ 環境基本計画、
都市計画マスタープラン …

狭領域の都市環境気候図

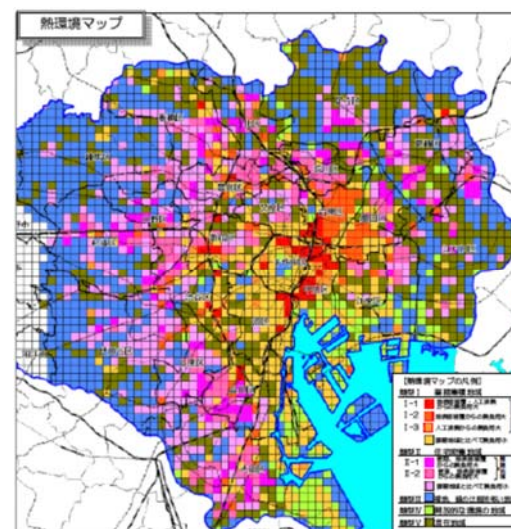
→ 開発・再開発プロジェクト、
地区計画制度 …

東京都・大阪府で
「熱環境マップ」作製

プランナー・住民等を
巻き込む取り組み

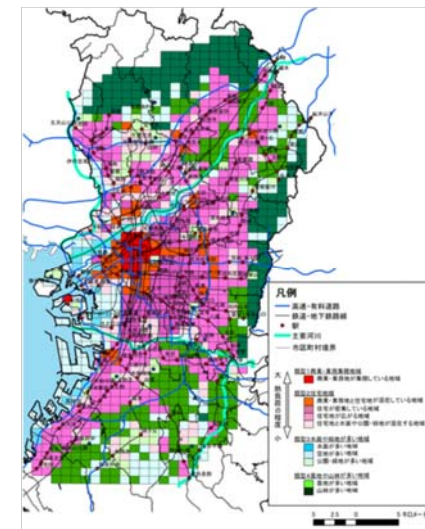
Tohtech, WATANABE Hironori

71 / 92



東京都の熱環境マップ

<http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/climate/other/countermeasure/guideline.html>



大阪府の熱環境マップ

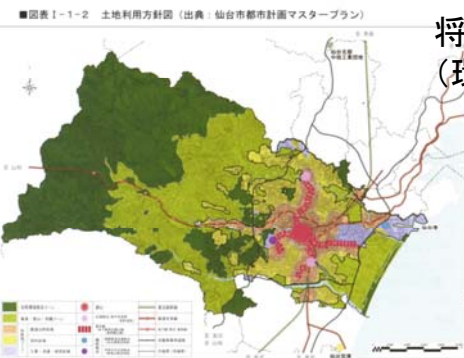
http://www.pref.osaka.jp/chikyukankyo/jigyotopage/heat_i.html

このほか、風の道 など検討メニューに。

Tohtech, WATANABE Hironori

72 / 92

仙台市の各種基本計画<将来像図>

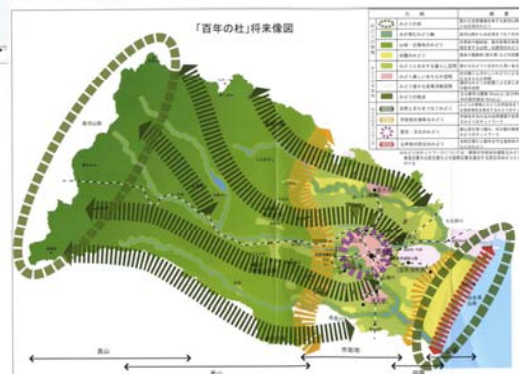


土地利用方針図(都市マス)

将来イメージ
(環境基本計画)



■図表1-1-2 「環境の杜」将来像図



百年の杜将来像図
(みどりの基本計画)

Tohtech, WATANABE Hironori

狭領域での気候解析・計画指針検討の試み (仙台ワークショップ 2003.11.23-24)



地下鉄東西線計画

Tohtech, WATANABE Hironori



都市再生プロジェクト

74 / 92

まちづくり構想図



八木山地区



仙台駅地区



荒井地区

Tohtech, WATANABE Hironori

75 / 92

八木山での検討結果



「気候解析図」



「計画指針図」

Tohtech, WATANABE Hironori

76 / 92

中心部での検討結果

気候解析図

計画指針図

Tohtech, WATANABE Hironori 77 / 92

荒井での検討結果

気候解析図

計画指針図

「気候解析図」

「計画指針図」

Tohtech, WATANABE Hironori

78 / 92

長野市ワークショップ 2005.12.3

(信州大学・高木教授・岩井技師・ほか)



- 中央通り：駅前の建物を無くし、善光寺と長野駅を視覚的に繋げる。
- 市街地道路：市街地循環バスを活用し、自家用車の進入を規制。
- 市街地水路：水路を開渠にし、ヒートアイランドを抑制する。
- 長野駅：地中化する。
- 県庁：風を通す為県庁を地中化する。減らした分を地中化した駅の上に建て、新たなシンボルする。風を通す為、流線型にする。
- 県庁付近道路：車の進入を規制し、大気汚染を防ぐ。
- 中央通り：参道を整備しポケットパークを作る。
- 駅前：善光寺の参道を意識させる景観にする。西口と東口の車道のつながり。
- 小学校：統廃合後、跡地を公園として利用。
- 市街地水路：開渠にし水・風・蜜の道を作る。

Tohtech, WATANABE Hironori

79 / 92

神戸市駒が林地区ワークショップ 2004.11.27

(神戸大学・森山教授・竹林准教授・田中准教授)

■気候分析図

神戸市長田区

■気候分析図

神戸市長田区駒が林地区

■計画指針図

神戸市長田区駒が林地区

都市環境気候図を利用した まちづくりワークショップ



まちづくり構想図(GroupA)



講義内容

1. 都市環境の実態(仙台を事例として)
2. クリマアトラスの理念・概念(ドイツでの事例)
3. 国内におけるクリマアトラス作成の事例
4. 気候風土に配慮した都市の環境計画に向けて
(課題と展開)

質疑応答

議論① そのものの目的(地球規模の環境変化を踏まえて)

地球環境への配慮のあり方

a)温暖化対応 ...>低炭素化(進みつつある)

b)気候変化対応 ...>???

(局地的集中豪雨, 猛暑の常態化などなど)

特に建築外部空間においては、
「夏季に人体を守るというピーク時対応」
を考慮する必要があるのでは。

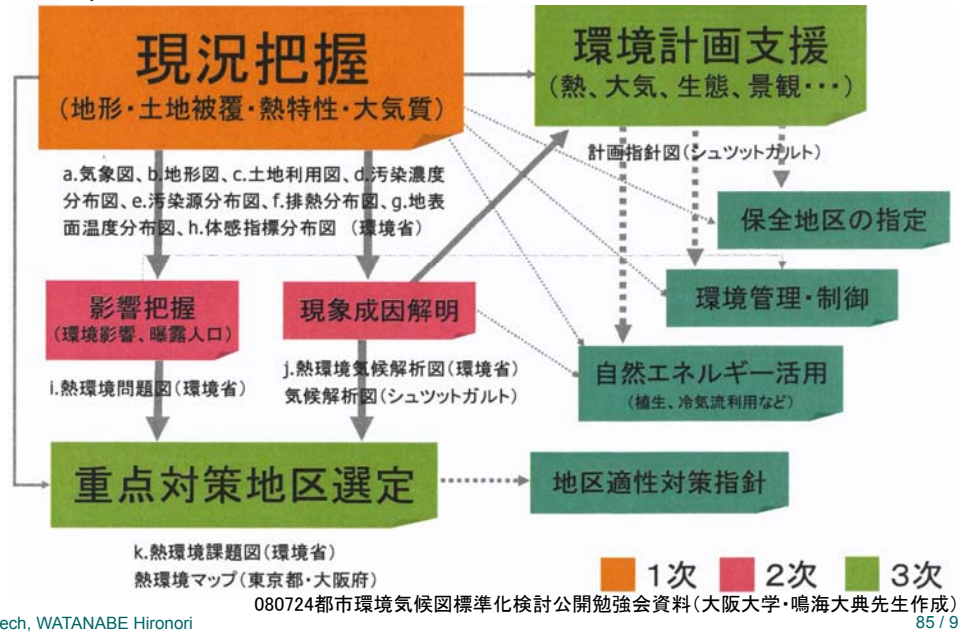
c)地球システムと都市との調和を図る(環境共生)

環境共生の概念は、
快適環境を暗に想定しているように思える。

人体への危険がそれほど高くはないような夏季、
そして春季から夏季、および夏季から秋季への
季節の変わり目でこそ考慮すべき事項なのかも。
(夏季ピークでは、暑熱環境から「逃げる」「守る」)

議論② クリマアトラスの標準化について

a) 都市環境気候図(クリマアトラス)の標準的構成案



b) クリマアトラス・ワークショップの標準化検討

- ・これまで神戸・北九州・仙台・神戸駒ヶ林・長野で開催
- ・住民参加のあり方 → 気候解析図and/or計画指針図の作成
- ・標準的な資料構成・対策メニュー・図字表記



041127クリマアトラスワークショップ(神戸市駒ヶ林地区)資料
(広島大学(当時神戸大学)・田中貴宏先生作成)

議論③ 建築計画・都市計画との連携について

a) 建築計画との連携

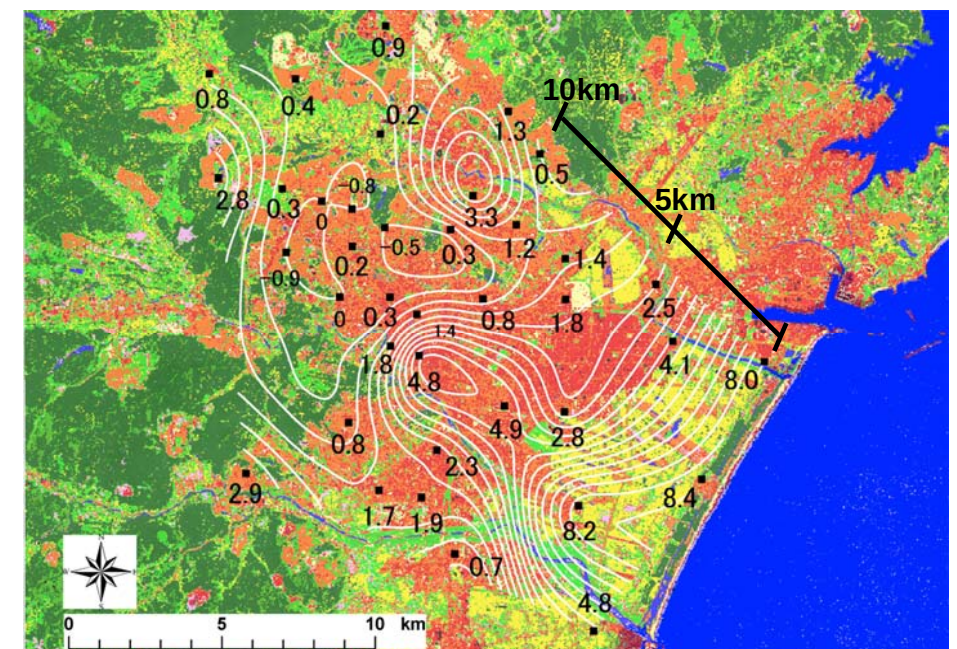
環境配慮を謳う建築設計の取り組みは
住宅・非住宅を問わず増加してきている



採用された手法が効果的かどうか、
疑問の残る物件も散見される

ex. 陽の当たらない屋上への緑化, 熱風しか入ってこない開口部等

海風による気温緩和効果の分布



b) 都市計画・地域計画との連携

都市マスタープラン

開発・再開発プロジェクト

地区計画 → 地域住民の発意 → 気候配慮の有用性認識

景観法(景観緑三法)

用途地域と容積率

c) 都市圏・都市規模の相違による考慮の相違

◆東京・大阪(高密度な大都市圏)

→これからも活発な投資と都市の変化

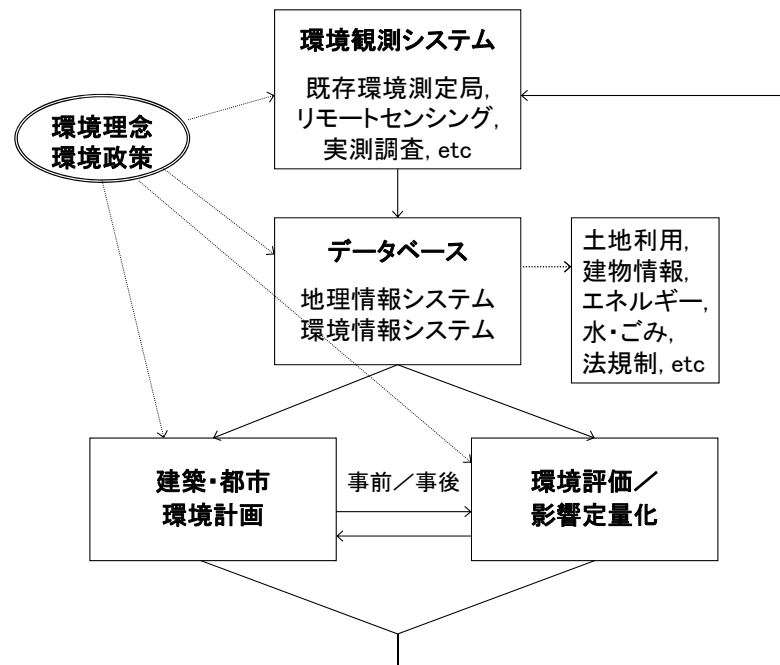
→可変の機会に可能な対処

◆多くの政令指定都市・地方都市

→少子高齢化と人口減少がますます進む

→都市の成長管理を考えて良いのでは

都市環境管理システム



参考・引用文献

日本建築学会編: 都市環境のクリマアトラス, ぎょうせい, 2000

森山正和・足永靖信ほか監修: 環境気象学, 環境情報科学センター, 2004

日本建築学会編: ヒートアイランドと建築・都市, 日本建築学会, 2007

渡辺浩文・十二村佳樹: 風と日本の街づくりー仙台の風(BioCity特集「空気と水の生態デザイン」), No.27, BioCity, 2004.01

Hironori WATANABE, Yoshiki JUNIMURA: Applications of GIS for Climate Analysis and City Planning, Proceedings of the 5th International Symposium on Architectural Interchanges in Asia, 2004.05

日本建築学会クリマアトラス実用化ワーキンググループ(渡辺はWG主査, 執筆担当): クリマアトラスの実用化に関する研究(その3) 仙台ワークショップによる気候解析図と計画指針図作成の試み, 日本建築学会技術報告集, 第20号, pp183-186, 2004.12

十二村佳樹・渡辺浩文: 夏季の広域都市気温分布実態と風が緑被率と気温との関係に及ぼす影響に関する研究ー東北地方沿岸都市・仙台における長期多点測定結果に基づく分析-, 日本建築学会環境系論文集, 第612号, pp83-88, 2007.02

十二村佳樹・渡辺浩文: 海風の夏季都市気温緩和効果に関する研究ー気温の長期多点同時測定と観測風データに基づく分析-, 日本建築学会環境系論文集, 第623号, pp93-100, 2008.01

渡辺浩文・須藤諭: 都市環境管理システムの概念とその運用主体, 日本建築学会大会(九州)学術講演梗概集, pp849-850, 1998.09

森山正和: 都市計画のための気候解析と計画指針, 神戸大学森山正和教授最終講義資料, 2010.02

岩井一博ほか: クリマアトラスの実用化に関する研究 其の4 気候に配慮した長野市のまちづくりのワークショップ, 日本建築学会技術報告集, 第24号, pp229-232, 2006.12

田中貴宏ほか: 「都市環境気候図」を利用した多主体参加型まちづくりワークショップに関する研究, 日本建築学会環境系論文集, 第611号, pp91-98, 2007.01