

# コンパクトシティを実現するための GISを用いた都市のサステイナブルマネジメントシステムに関する研究

研究チーム《代表者》村上公哉(芝浦工業大学) 《メンバー》渡邊浩文(東北工業大学)/堀 祐治(富山大学)

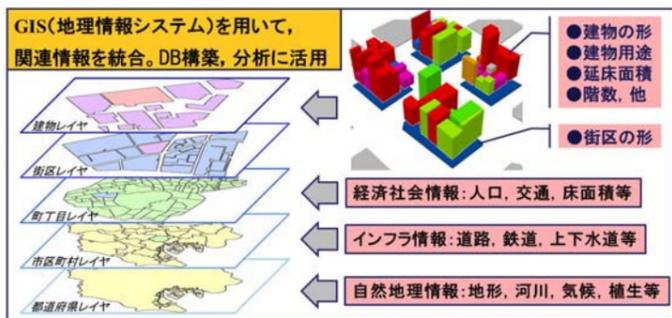
## 研究の背景と目的

現在、持続可能社会に向けて、さまざまな都市(市町村)で、コンパクトシティやスマートシティ等の環境配慮型都市づくりが進められようとしているが、これは既存都市の構造転換を要する。この構造転換には地方自治体の都市計画関連業務や環境関連業務における計画的コントロール(誘導)が不可欠であり、それには都市計画分野における環境計画に係わるPDCAサイクルの構築が有効である。

本研究では、このPDCAを支援する機能を有するものを『都市のサステイナブルマネジメントシステム』と称し、その開発の第一段階として、『都市空間の環境エネルギー情報の把握方法』、『データベースの構築方法』および『そのデータの分析手法』の構築を目的とした。



(a)環境配慮型都市づくりのイメージ  
(出典:国土交通省・市街地整備局市街地整備課)

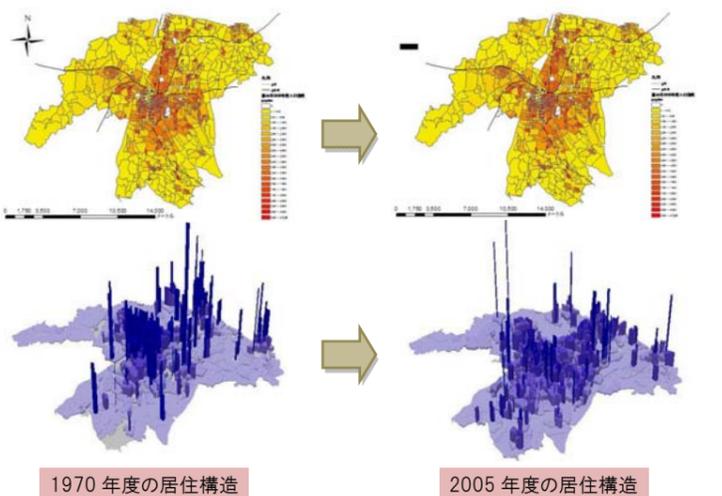


(b)都市空間における『環境エネルギー情報』のイメージ

- 村上チーム  
I: 都市空間構造情報の構築法と分析手法
- 堀・村上チーム  
II: 住宅・非住宅建築物のエネルギー・設備情報の構築法と分析手法
- 村上・村上チーム  
III: 地域単位のエネルギー消費量・CO2 排出量と地域エネルギーシステム導入適正地区空間の分析手法
- 渡邊チーム  
IV: 都市環境気候情報の構築法と分析手法

## I: 都市空間構造情報の構築法と分析手法

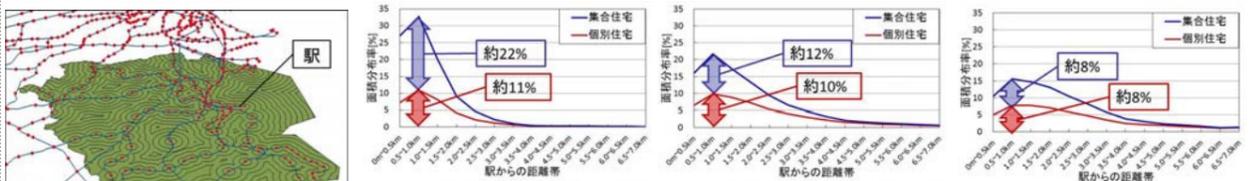
### ① 都市内の居住人口分布の経年推移分析(例:富山市)



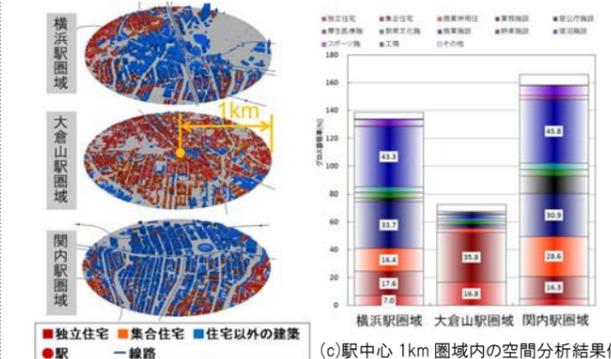
(a)都市内の居住構造の経年推移の分析結果例

独自に作成したGISデータ(1960-1995年)と情報公開されているGISデータ(2000年-)を分析することで、都市中心部から郊外部に居住人口分布が拡散する現象が明確に把握できる。

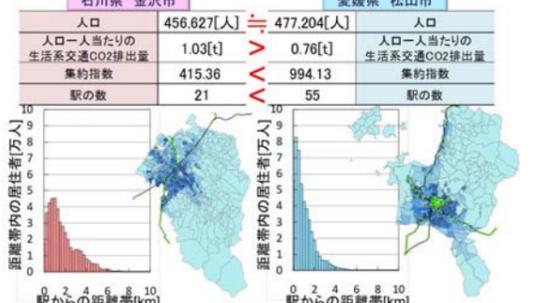
### ② 鉄道駅を中心とする居住構造分析



(a)鉄道駅中心距離帯ごとの居住構造の分析イメージ  
(b)鉄道駅中心距離帯ごとの居住構造と生活系交通CO2排出量との関係分析  
人口一人当たりの年間CO2排出量(生活系交通部門)が少ない都市は、鉄道駅を中心とした約1km圏内に住宅面積が集約している。そして、集約を可能としているのは集合住宅である。



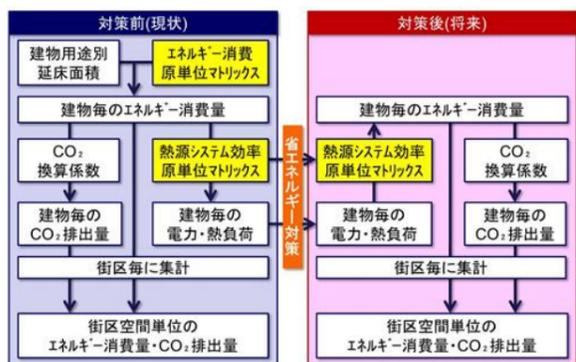
(c)駅中心1km圏内の空間分析結果例



金沢市と松山市の人口規模は46万人程度である。しかし、駅圏域の居住人口が多い松山市の方が人口一人当たりの生活系交通CO2排出量が少ない。

## III: 地域単位のエネルギー消費量・CO2 排出量と地域エネルギーシステム導入適正地区空間の分析手法

### ① 建物の省エネ改善前後の街区単位のエネルギー消費量・CO2 排出量の推計手法



(a)消費量と排出量の推計フローの概要

エネルギー消費量(対策前、電力、暖房)[MJ]

$$3,547[m^2] \times 13[MJ/m^2] = 46,111[MJ]$$

電力・熱負荷(対策前、電力、暖房)[MJ]

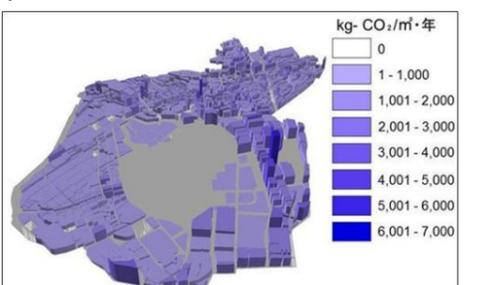
$$46,111[MJ] \times 0.04 \times 4.12 = 7,599[MJ]$$

$$46,111[MJ] \times 0.96 \times 4.00 = 177,066[MJ]$$

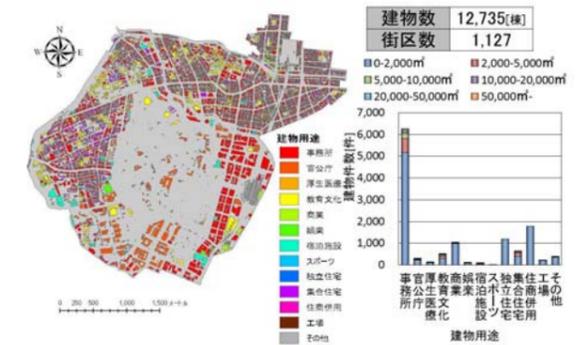
建物用途	延床面積	熱源方式	熱効率	比率	効率
事務所	3,547m <sup>2</sup>	中央方式	0%	4%	4.12
事務所	3,547m <sup>2</sup>	電気ボイラ	0%	0%	1.00
事務所	3,547m <sup>2</sup>	個別方式	96%	4%	4.00
事務所	3,547m <sup>2</sup>	個別方式	0%	0%	1.00

(b)建物用途・規模別のエネルギー・設備情報の原単位マトリックスの例(熱源システムマトリックス例)

GIS建物現況データ(建物用途、延床面積等)と建物用途及び建物規模を考慮した『エネルギー消費原単位』『熱源システム原単位』を活用することで、都市内の街区別のエネルギー消費量やCO2排出量を推計できる。

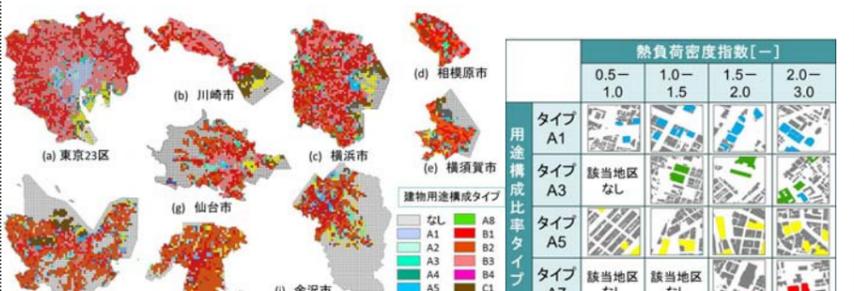


(d)街区ごとの年間CO2排出量の推計結果(例:千代田区)

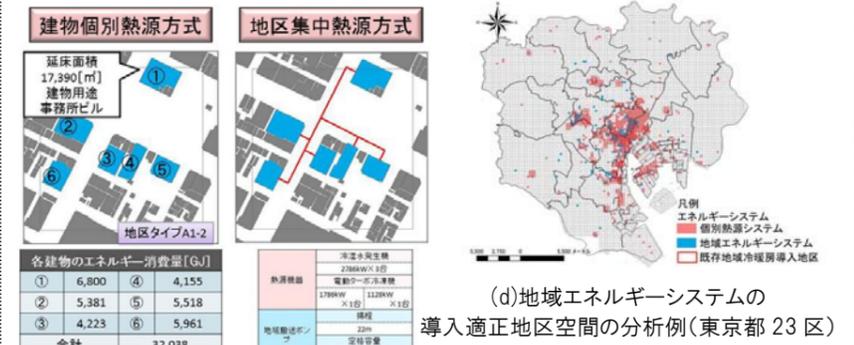


(c)GIS建物現況データの概要(例:千代田区)

### ② 地域エネルギーシステムの導入適正地区空間の分析手法



(a)都市別の地区空間タイプの分析結果  
(b)分析対象の地区空間タイプ例  
GIS建物現況データを用いて、クラスター分析をした結果、都市内の地区空間の用途構成タイプは15タイプに分類される。



(c)両熱源システムの省エネ性の比較シミュレーションの概要  
各地区空間タイプにおいて、個別熱源システムと地域熱源システムのシミュレーションを行い、地域熱源システムの方が省エネとなる地区空間を抽出する。

## 今後の展望

- 本研究では、都市計画を支援することを目的とした環境計画ツールに着目し、その基礎体系を構築・提示した。
- 今後、様々なデータベースの構築法や分析手法が研究され、実際に地方自治体の都市計画及び環境関連部門の業務支援に繋がることを期待する。

# コンパクトシティを実現するための GISを用いた都市のサステナブルマネジメントシステムに関する研究

研究チーム《代表者》村上公哉(芝浦工業大学) 《メンバー》渡邊浩文(東北工業大学)/堀 祐治(富山大学)

## Ⅱ: 住宅・非住宅建築物のエネルギー・設備情報の構築方法と分析手法(富山大学・堀チーム)

### Databaseの構築

- ① 建物情報
- ② 設備情報
- ③ 需要情報

### Databaseの分析

- ① 建物特性と消費原単位
- ② 建築設備の消費性能
- ③ 省エネ機器代替時の効果予測
- ④ 都市集約化の需要予測

### 地域・都市計画における「建築物エネルギー・設備情報DB」の活用

都市のエネルギー消費および低炭素社会を目指すエネルギー供給の適正化にあたっては、都市の建築物からの消費予測が不可欠である。そこで、都市の建築によるエネルギー需要の調査、消費設備の性能調査を行い、建物と設備の情報データベースを作成する。建物と設備の情報データベースを用いた、建築物の省エネルギー改修の試算、都市の集約によるエネルギー需要変化予測手法を提案する。最終的には、これらの情報DBをGISデータとして示すことで、地域・都市のエネルギー計画、政策への活用を目指す。

### ① エネルギー消費および設備保有の実態調査

富山県の住宅建築(200余件)非住宅建築物(1,000余件)の建物用途、規模、月別エネルギー需要、等の年間消費実績調査を実施し、建物種別エネルギー消費原単位の算出を行った。またこれにあわせて、各種非住宅建築物の空調、照明、冷凍機等の設備保有状況を調査した。

#### 住宅・非住宅の消費情報調査

- I: 建物情報**
- ・建物種別
  - ・建築規模
  - ・地域位置情報
  - ・世帯構成
  - ・住戸形態
- II: エネルギー・設備情報**
- ・使用エネルギー種別
  - ・設備エネルギー効率
  - ・設備製造年
  - ・設備保有台数
  - ・エネルギー消費変動

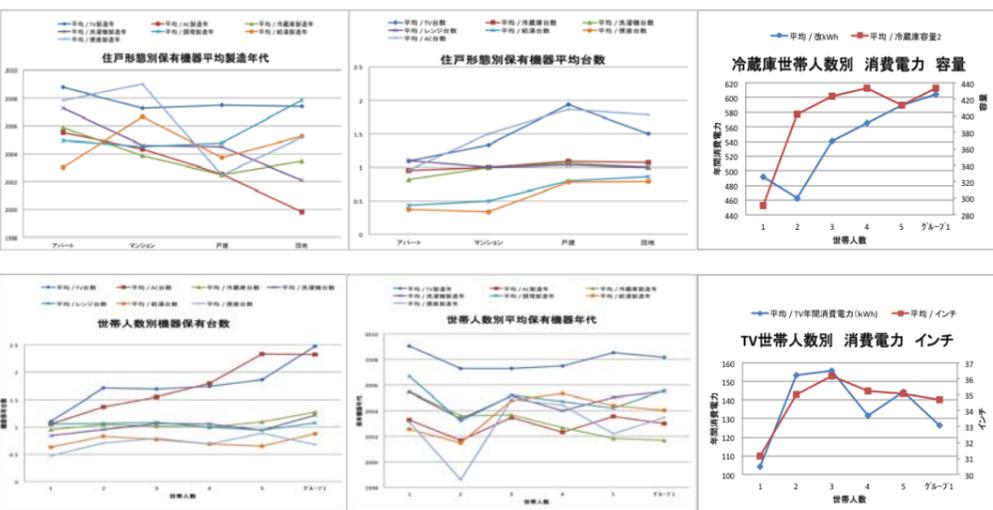
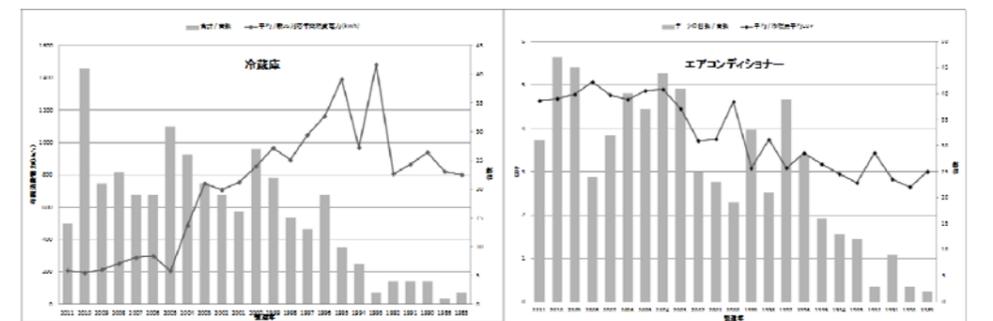
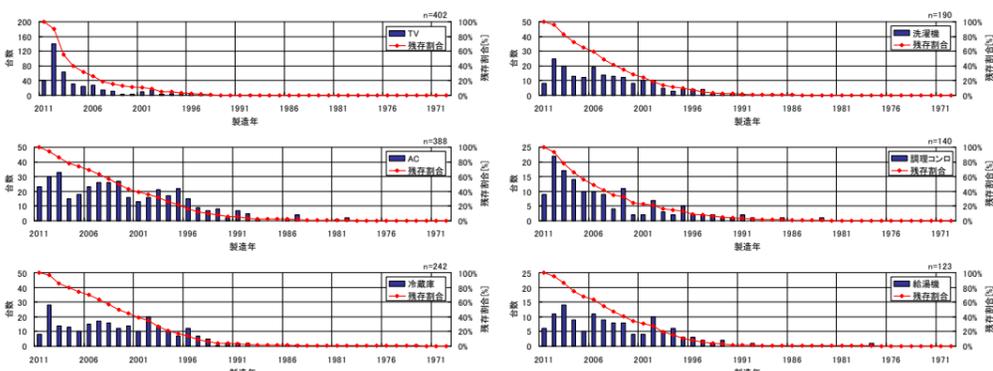
建築物エネルギー・設備情報データベースの構築

建物種別	用途	規模	設備保有状況	エネルギー消費原単位
住宅	戸建	100㎡	空調あり	15 kWh/㎡
非住宅	小売店	500㎡	空調あり	25 kWh/㎡
非住宅	学校	1000㎡	空調あり	30 kWh/㎡
非住宅	病院	2000㎡	空調あり	35 kWh/㎡
非住宅	工場	5000㎡	空調あり	40 kWh/㎡

[データベースシート] 建物位置情報は番地単位までを記録している。また保有設備に関しては機器のエネルギー消費性能予測を行うため、製品型番、製造年度まで調査している。

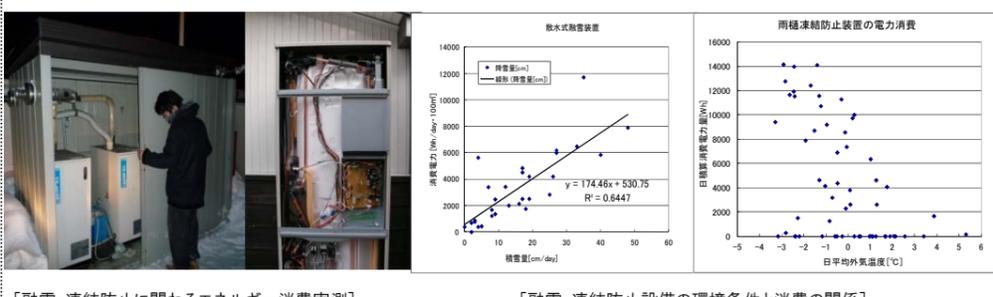
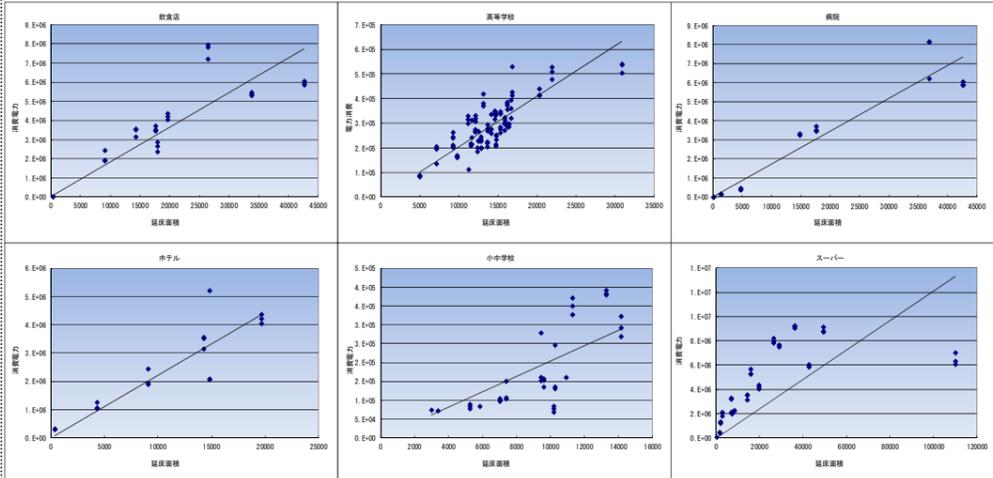
### ② エネルギー消費・設備情報等のデータベースの作成

建物でのエネルギー消費は、行為に伴う負荷の発生とともに、設備の消費効率が大きく関わるため、建築設備の保有状況、年代、消費効率の分析を行った。



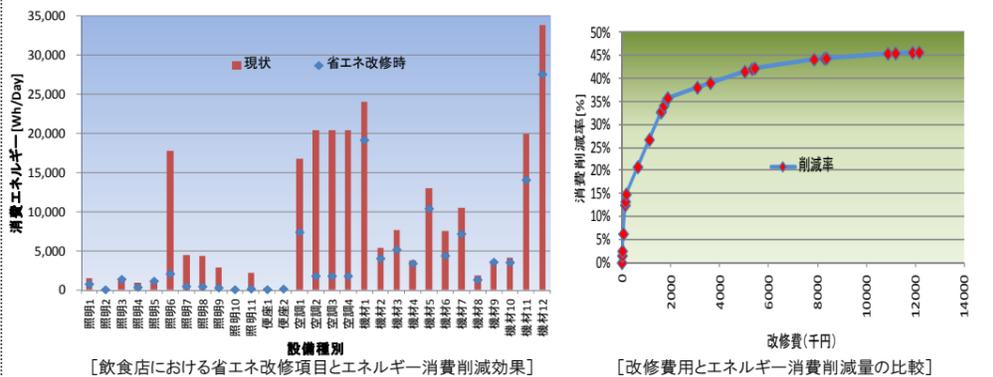
### ③ 非住宅建築物の種別とエネルギー消費原単位の分析と気候特性との関係

特に非住宅建築物について、建物用途、規模による、月別のエネルギー消費原単位の分析を行った。また積雪地域特有の需要として、融雪、解水にかかるエネルギーの実測。ヒートポンプの除霜需要の実測を行った。



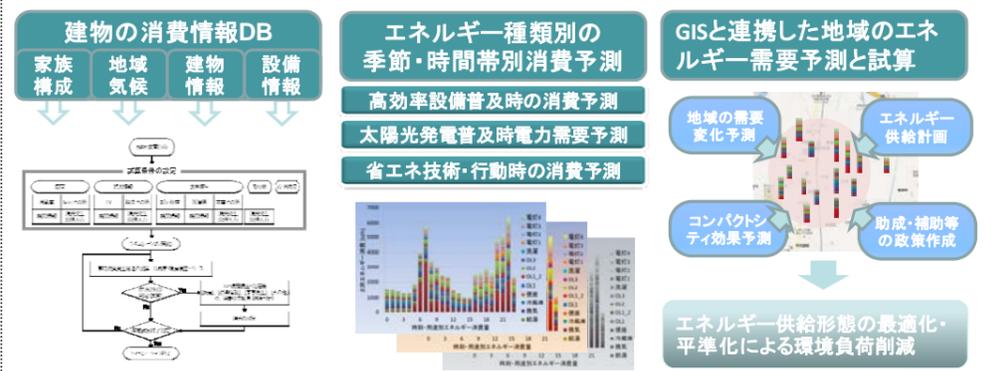
### ④ 建築物の設備更新、省エネ設備の普及促進に伴うエネルギー需要の変化予測手法の作成

建築物の設備代替、省エネルギー改修によるエネルギー消費の削減予測を、作成したデータベース情報をもとに行った。また省エネルギー改修の試算では、エネルギー削減量の予測のみならず、改修にかかる費用対効果(エネルギー削減量)の試算もおこなった。



### ⑤ 地域のエネルギー供給の適正化、都市集約化建物の省エネ化による環境負荷低減効果

本研究で作成された建物消費情報DBおよび、DBを利用した建物、地域のエネルギー需要予測手法は、住居や非住宅建築への省エネルギー改修を確かにする。また連携研究のGISデータにあわせることで、地域の需要変化予測、適切なエネルギー供給計画に資する。



## 今後の展望

- 都市のエネルギー計画を支援することを目的とした建築物のエネルギー需要情報、付帯設備情報、設備効率、および改修による省エネルギー試算、都市の集約による需要変化予測手法の提案を行った。
- 現在、当該研究地区は環境未来都市のモデル地区として選定されており、そのエネルギー計画および政策において、ひいてはこれからの低炭素型都市形成への計画に益するものと期待する。

# コンパクトシティを実現するための GISを用いた都市のサステイナブル マネジメントシステムに関する研究

研究チーム《代表者》村上公哉(芝浦工業大学) 《メンバー》渡邊浩文(東北工業大学)/堀 祐治(富山大学)

## Ⅳ: 都市環境気候情報の構築と分析手法

### Databaseの構築

- ① 土地被覆
- ② 緑被地
- ③ 都市気候

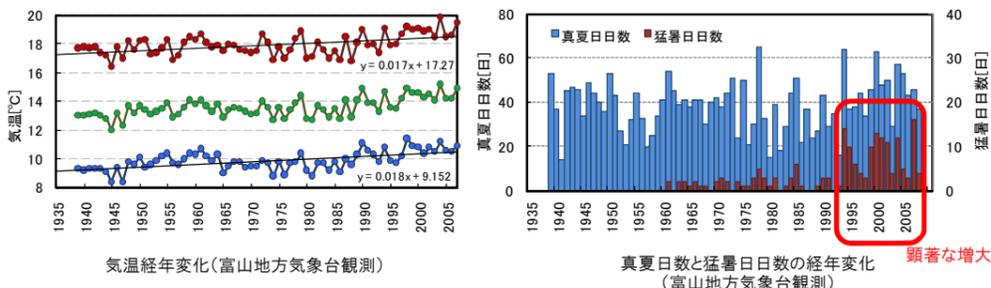
### Databaseの分析

- ① 土地被覆特性と変容状況
- ② 都市気候特性
- ③ 都市環境気候図の作成

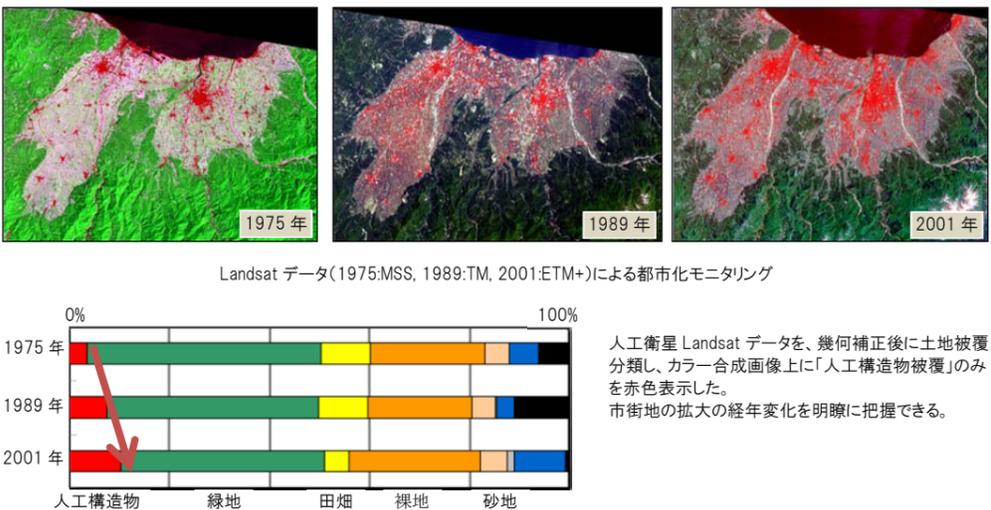
### 地域・都市計画における「都市環境気候情報」の活用

都市の熱汚染の一要因に、市街地の拡散による人工被覆部分の増大がある。そこで、  
 ・都市の土地被覆構造をモニタリングし、その経年変化や都市間比較を可能とする。  
 ・各都市にある地方気象台の気候データを用いた都市気候特性の分析方法や都市気候を把握するための計測手法を提示する。  
 ・最終的には、上記の分析結果を用いた、GISによる「都市環境気候図」の作成方法を提示し、地域・都市計画等への活用を目指す。

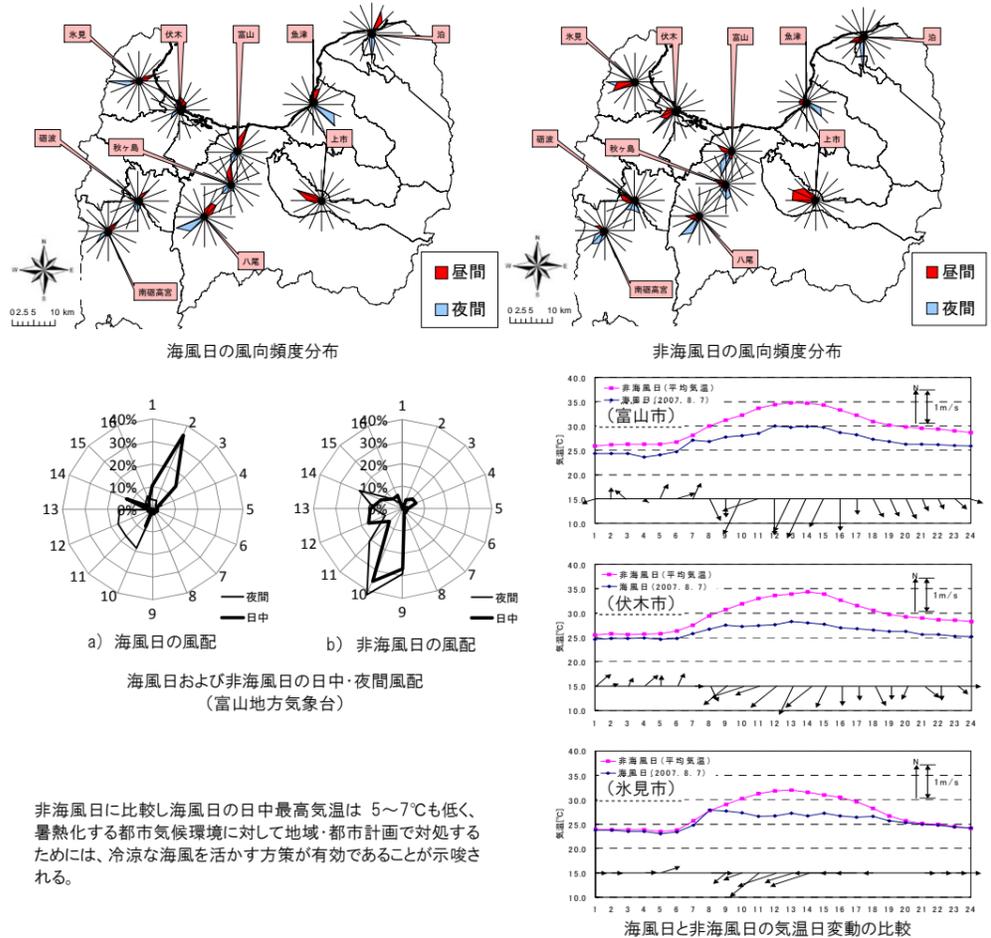
#### ① 地方気象台データからの都市気候の経年分析(例:富山市)



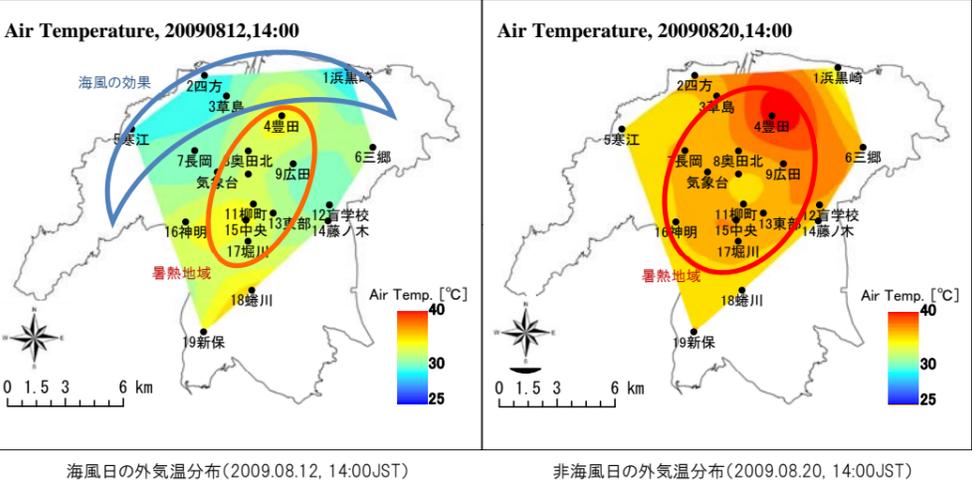
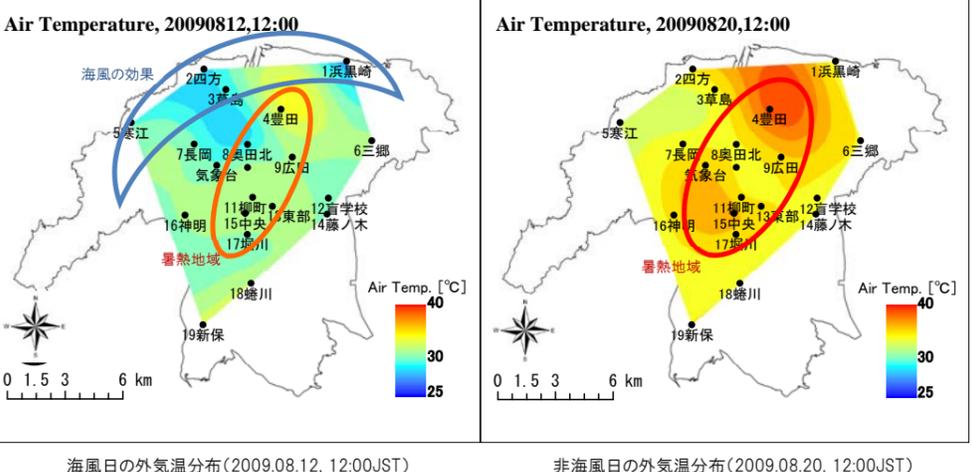
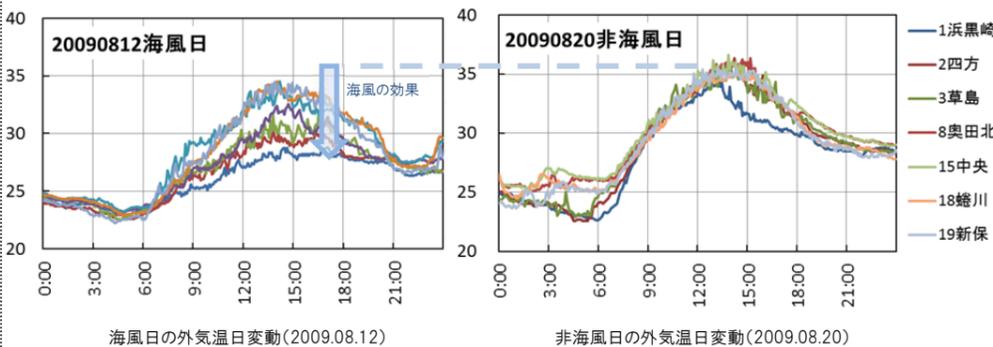
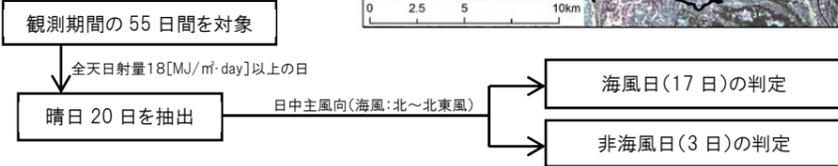
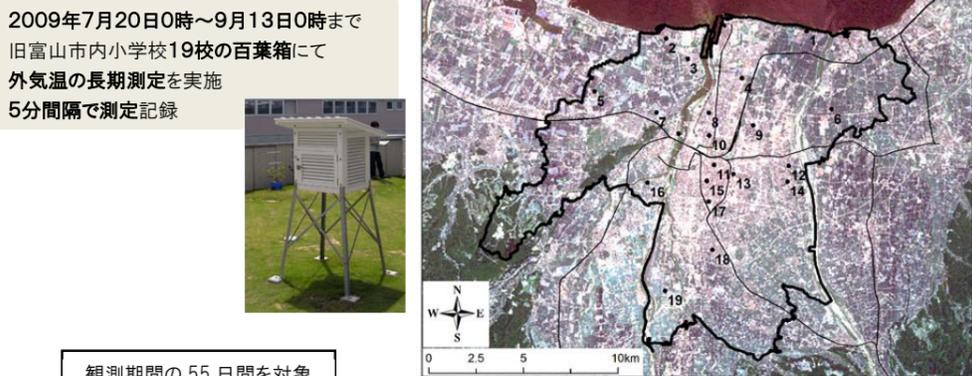
#### ② 人工衛星データによる土地被覆のモニタリング分析(例:富山市)



#### ③ 地方気象台データからの風況と気温変動の分析(例:富山県)



#### ④ 中心市街地対象の独自の観測網構築とGISデータベース化・都市気候解析(例:富山市)



### 『環境配慮型都市づくり』の計画支援 自然環境の保全と活用

#### 都市環境気候情報

- ・リモートセンシング
- ・既存データ
- ・モニタリング
- ・etc

#### GISデータベース化

#### ◇ 都市環境気候図 の制作

- ・気候解析図  
 気温変動の分析, 地理的相違, etc.
- ・計画指針図  
 暑熱環境対策, 都市環境計画支援, etc.

- ・夏季暑熱環境対策を施すべき重点地域の抽出
- ・利活用すべき緑地と水辺の選定と保全
- ・海風をはじめとする風の道の確保や形成
- ・都市気候に配慮した民生分野の省エネルギー対策の立案と効果予測