

# 地球研P・2-4 「地下環境プロジェクト」

都市の地下環境に残る人間活動の影響  
Human Activity Impacts on Urban  
Subsurface Environment

<http://www.chikyu.ac.jp/USE/index.htm>

インキュベーション研究(H15)

↓ (所内評価)

FS研究(H16)

↓ (外部評価)

**PR:プレ・リサーチ(H17、概算要求)**

↓

本プロジェクト(5年間、H18-22)

中間評価(H19)・最終評価(H22)

# 都市の地下環境に残る 人間活動の影響



谷口真人

# 全球スケールの環境問題

地球温暖化



大気汚染



海洋汚染



人口の増加  
都市化

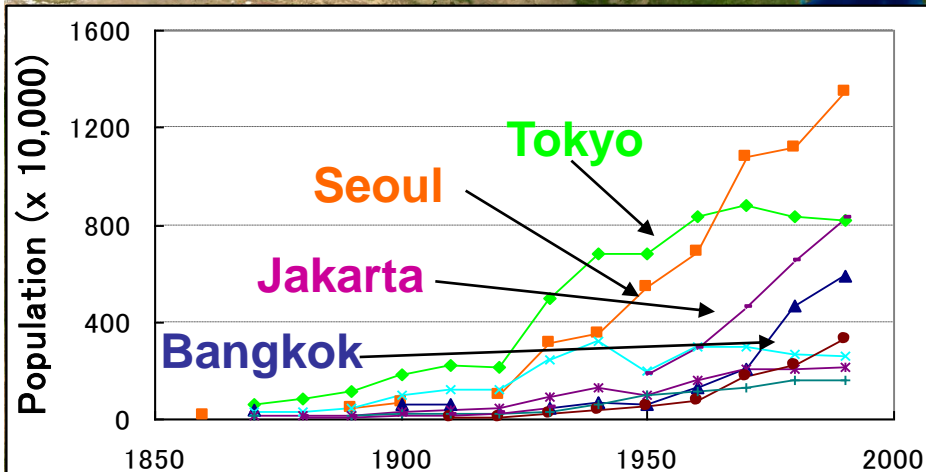
生物多様性の減少



## 地下の環境?

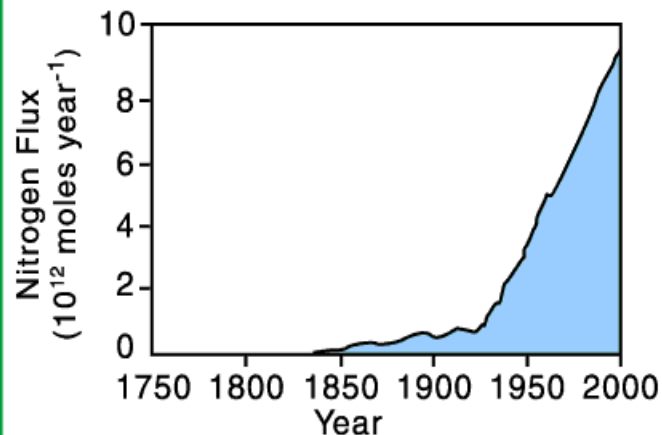
地下の環境は、現在および将来の人間生活にとって重要であるが、現象が見えないことと、その評価が困難であるため、これまであまり扱われていなかった。

## 人口



## 窒素流出量

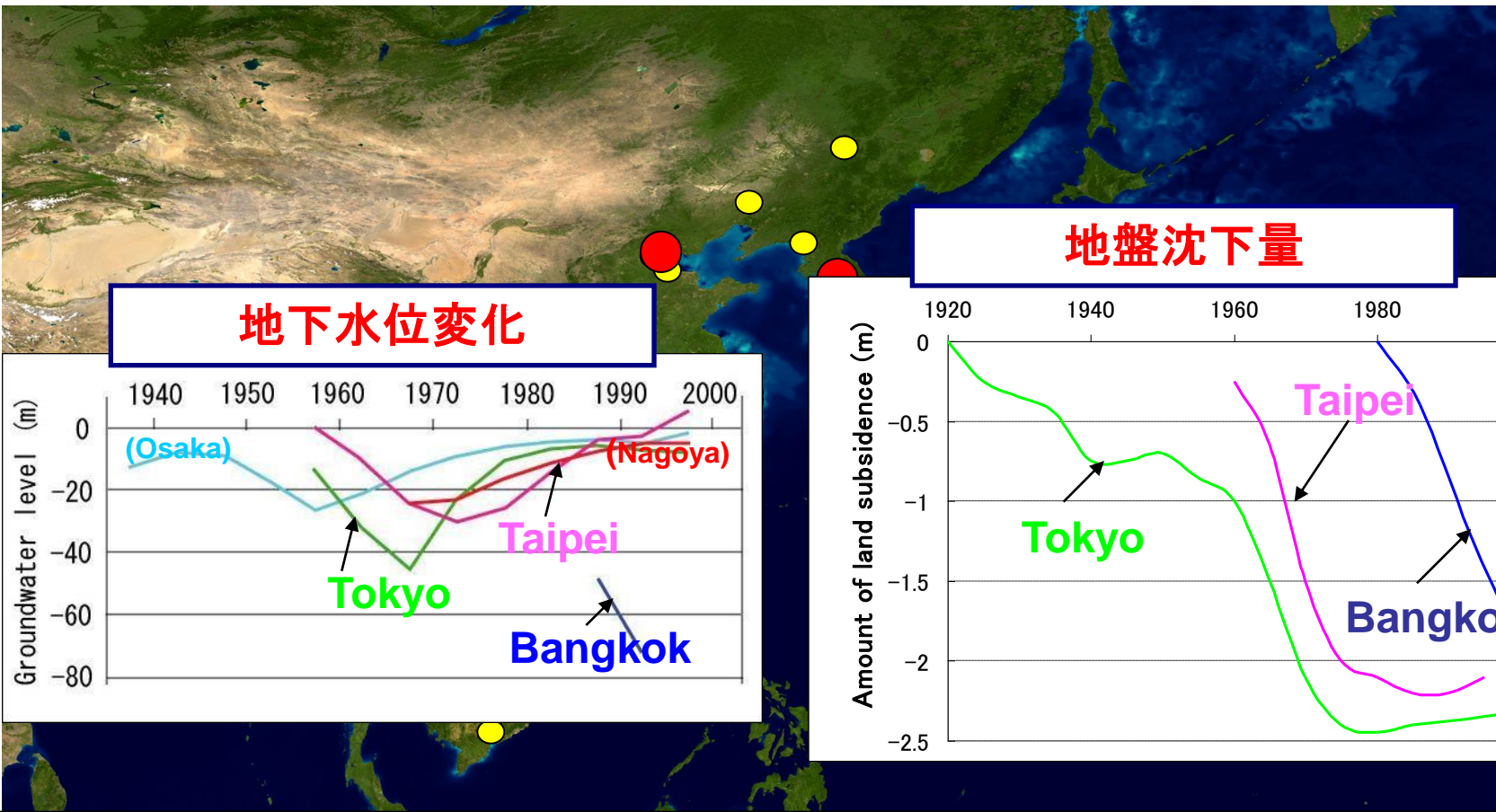
### Nitrogen Flux to Coastal Zone



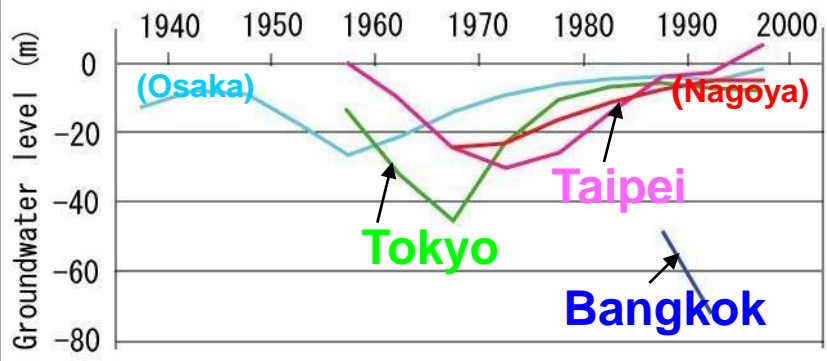
自然災害や気候変動の影響を受けやすい、アジア沿岸部の都市に人口の集中が生じている

地下環境や沿岸域への汚染物質の蓄積

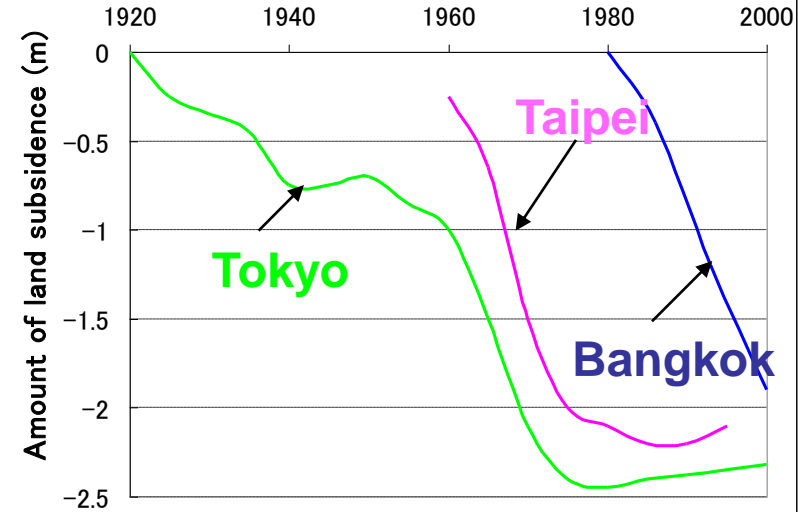
Population  
● >5million  
● >2million



### 地下水水位変化



### 地盤沈下量



地盤沈下や地下水汚染、地下熱汚染のような地下の環境問題は、都市の発達段階により時間遅れを伴って、アジアの諸都市で次々と生じている

Population  
 ● >5million  
 ● >2million

## 本研究の目的

- 現在および将来の人間社会にとって、重要であるが未だ評価されていない「地下環境」に与える人間活動の影響を評価すること
- 都市の発達段階と、地盤沈下・地下水汚染・地下熱汚染など様々な地下環境問題との関係を明らかにすること

Population  
● >5million  
● >2million

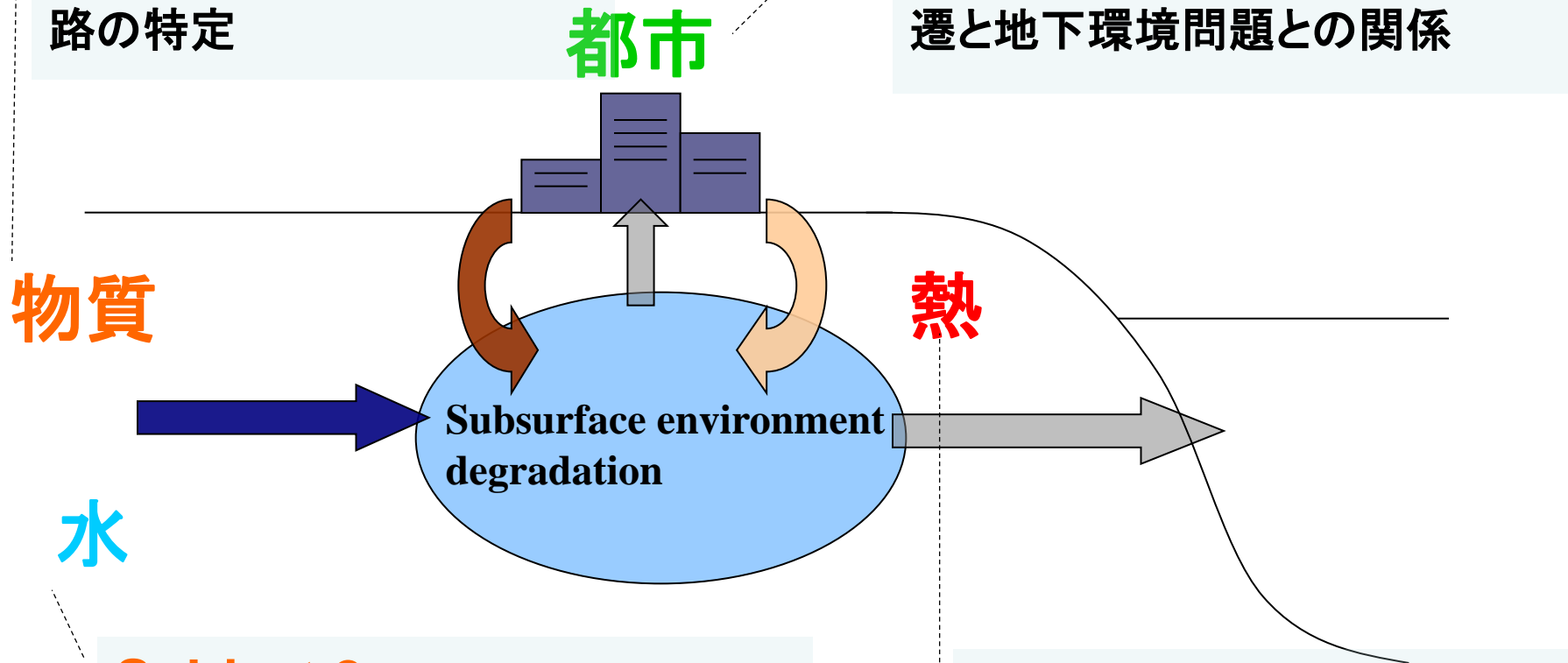
# 4 subjects

## Subject 3:

沿岸汚染物質の起源と経路の特定

## Subject 1:

都市の発達段階・政治経済の変遷と地下環境問題との関係



## Subject 2:

地下水資源量の変動と地下水の有効利用

## Subject 4:

都市基盤の変遷とヒートアイランドの拡大および大気へのフィードバック機構の解明

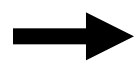
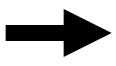
# Subject 1: 都市の発達段階・政治経済の変遷と 地下環境問題との関係



- 都市の発達段階の違いの評価
- 都市化と地下環境変化の関係解明と  
地下環境問題の長期予測

Driving forces

Pressures



States and Effects

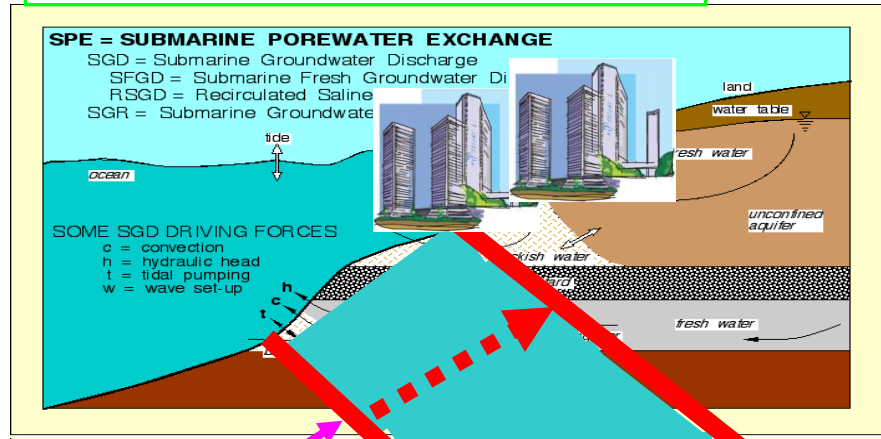
# Subject 2: 地下水資源量の変動と地下水の有効利用

洪水



揚水規制

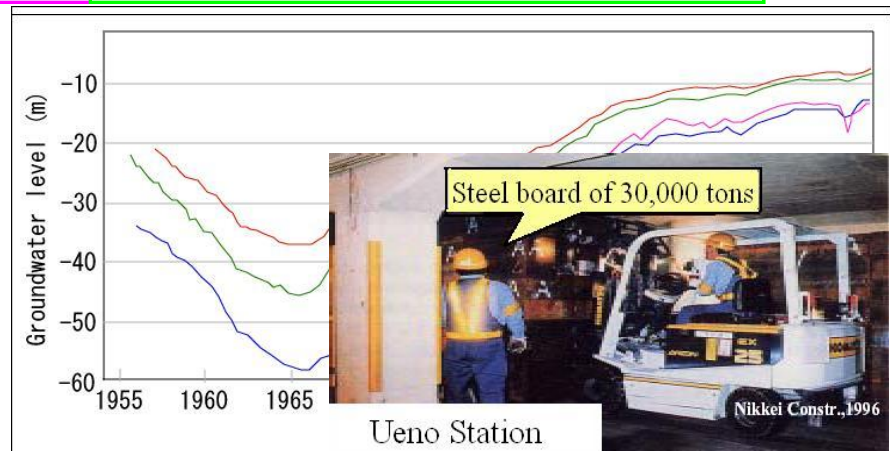
過剰揚水による塩水侵入



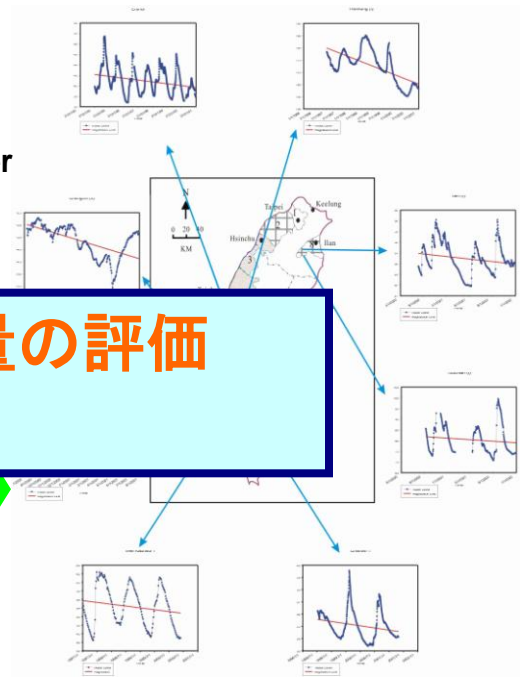
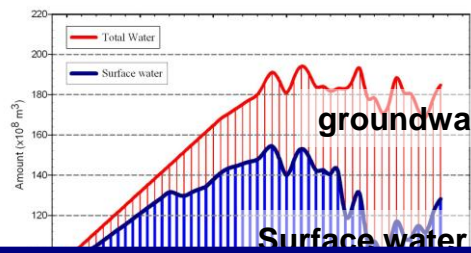
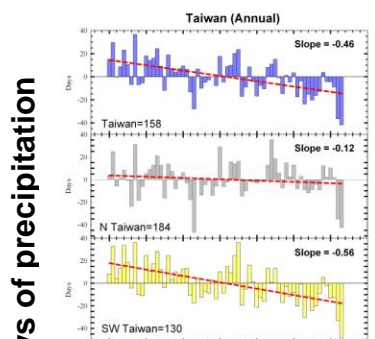
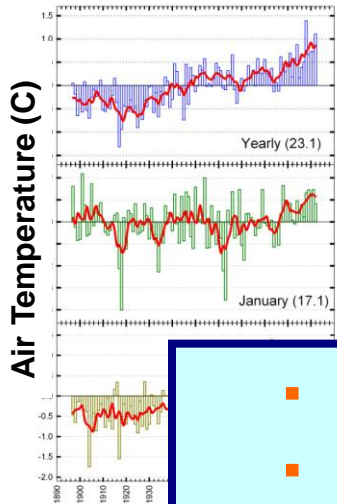
地盤沈下



塩淡水境界 地下水貯留量の減少と回復

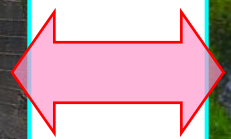


# 気候変動 → 人間社会への影響 → 地下環境の変化



- ・ 地下水流動システムと地下水貯留量の評価
- ・ 水資源転化の要因評価

地球温暖化 → 降水変動量の増加 → 地下水) →



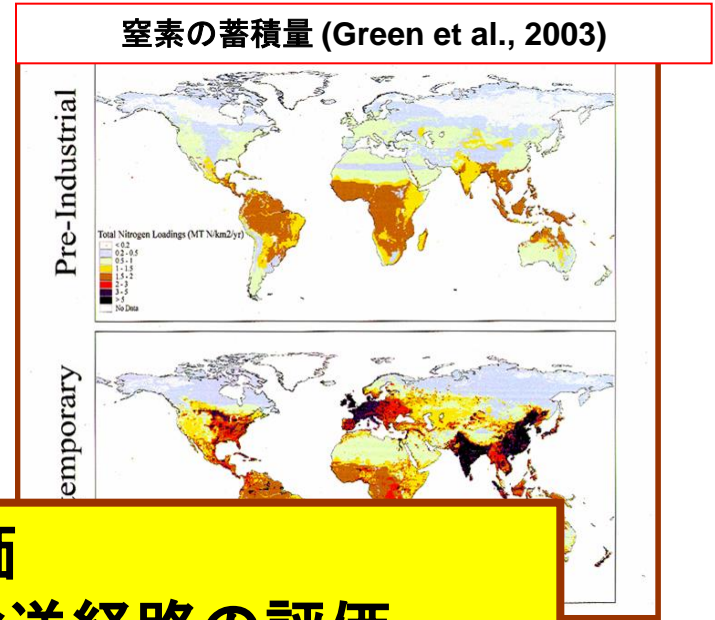
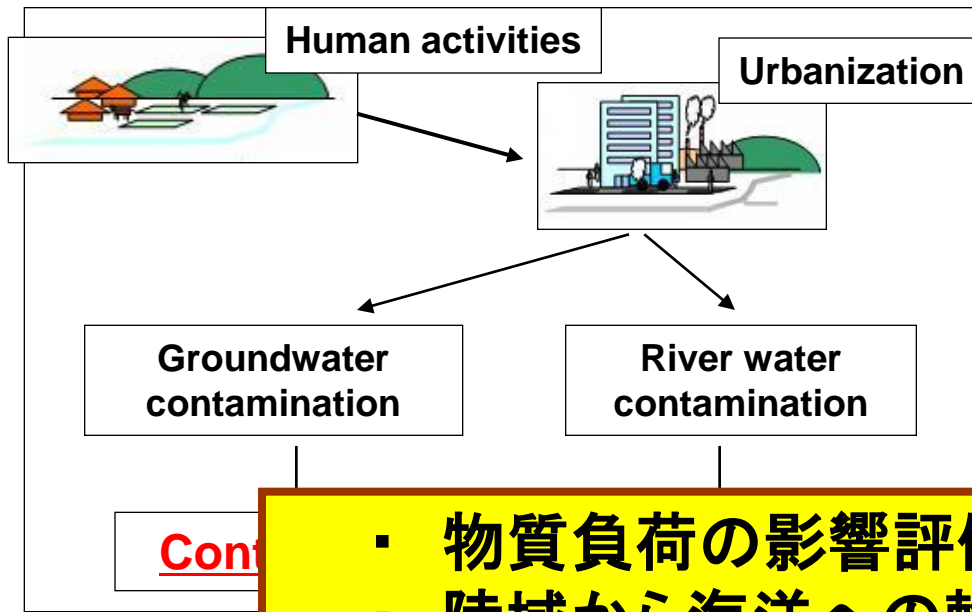
水資源の転化  
地表水 ⇔ 地下水

地下水位の低下



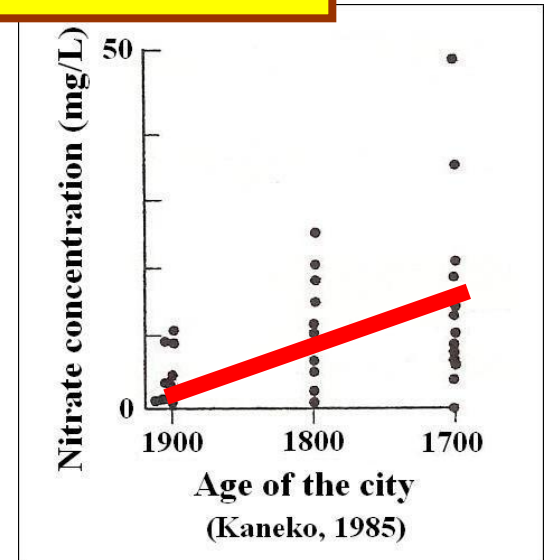
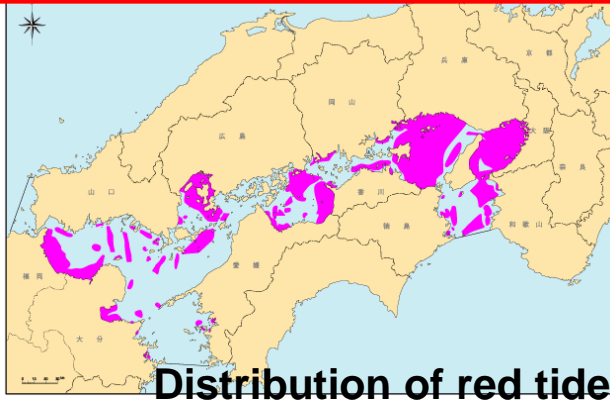
地下環境の悪化

# Subject 3: 沿岸汚染物質の起源と経路の特定

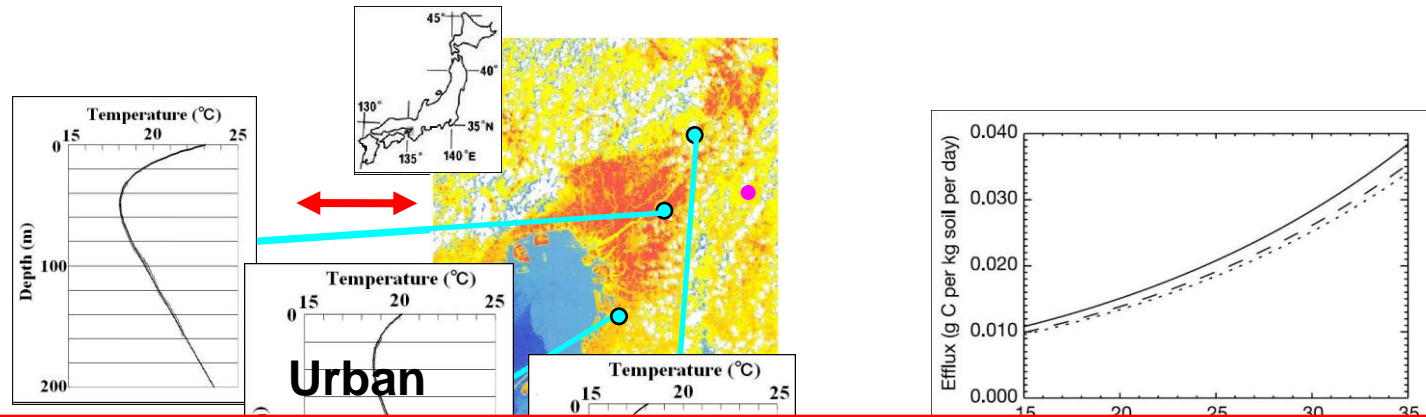


- 物質負荷の影響評価
- 陸域から海洋への輸送経路の評価

地下水 → 赤潮, アオコ?



# Subject 4: 都市基盤の変遷とヒートアイランドの拡大および大気へのフィードバック機構の解明



- ・ ヒートアイランドと都市の発段階の関係評価
- ・ 地球温暖化の影響と都市化の影響の分離
- ・ 陸域から大気へのフィードバックプロセスの解明
- ・ 地下水による熱輸送の、沿岸域エコシステムへの影響



- ・ 都市におけるヒートアイランドの影響は、地球温暖化の影響よりも大きい
- ・ 地下熱汚染はアジアの多くの都市で見られる
- ・ 熱の汚染は、地下水により広範囲に輸送される

# How to solve ?

## 人間活動の影響

都市の発達段階

time

地下環境

水



物質



熱



過去

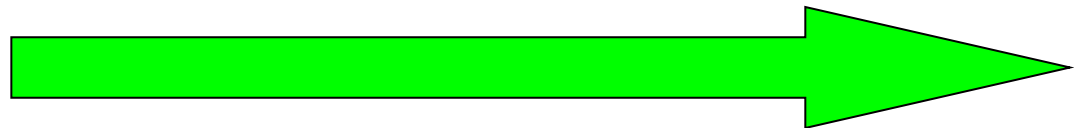
現在

未来

都市と自然の環境復原  
情報Database逆解析



衛星データ, Observatory,  
モデル解析

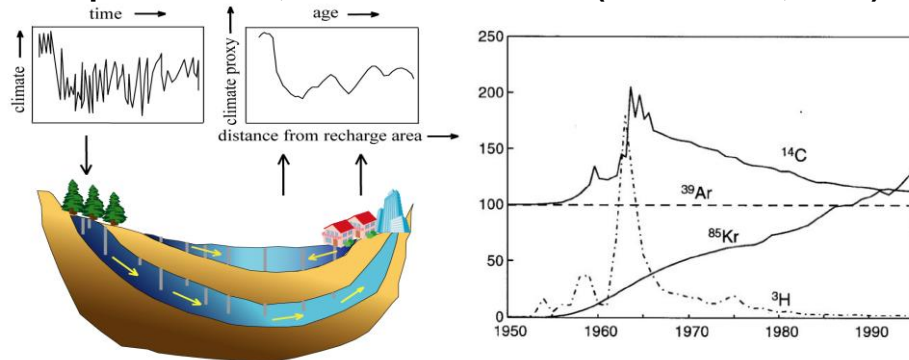


# 研究手法(1)

## Satellite and in-situ gravimetry



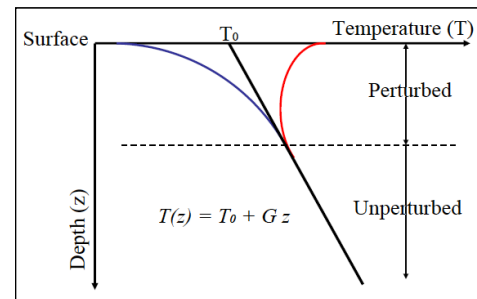
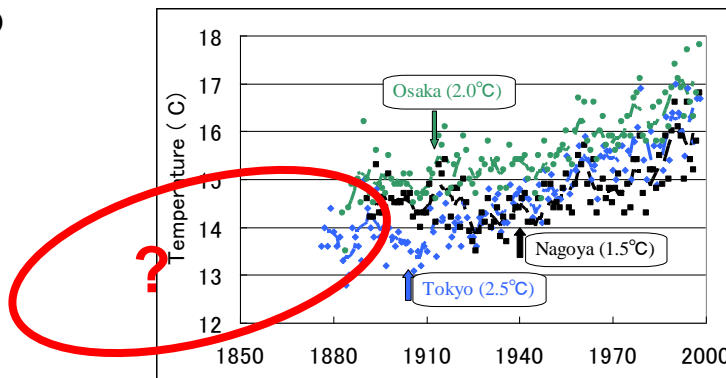
100=1Bq/m<sup>3</sup> of air for <sup>85</sup>Kr, 100% modern for <sup>39</sup>Ar, 100pmC for <sup>14</sup>C, and 1000 TU for <sup>3</sup>H (Loosil et al., 1997)



### 1. 衛星GRACEと重力測定による地下水調査

### 2. 地下情報の抽出 (e.g. 同位体データ)

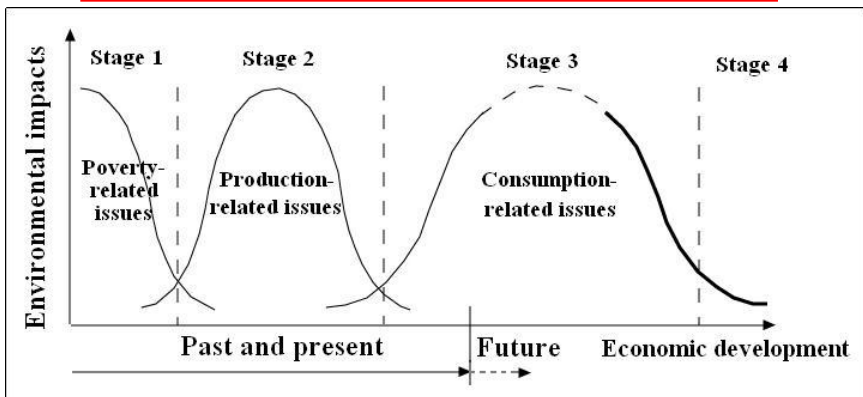
測定される重力は、主に地球表層の水バランスによって決定される



### 3. 地下温度情報による気候変動とヒートアイランドの復原(逆問題)

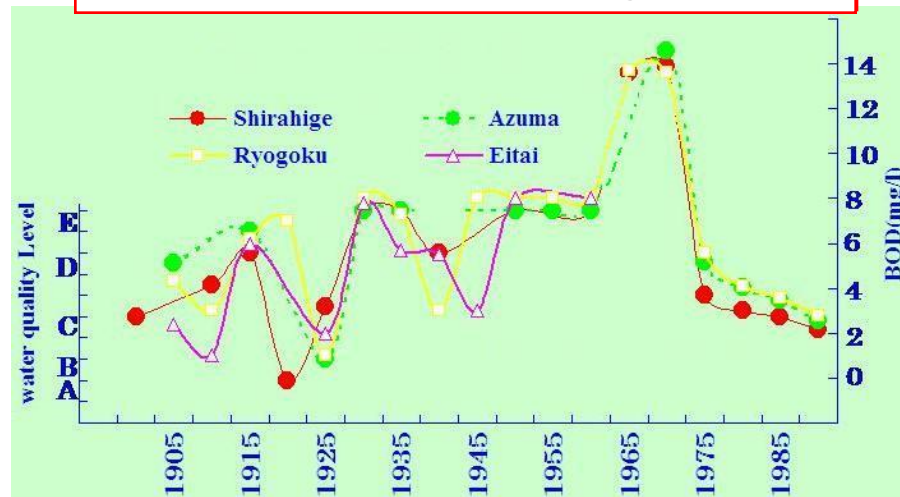
# 研究手法 (2)

## 環境問題履歴の概念モデル(Bai, 2003)

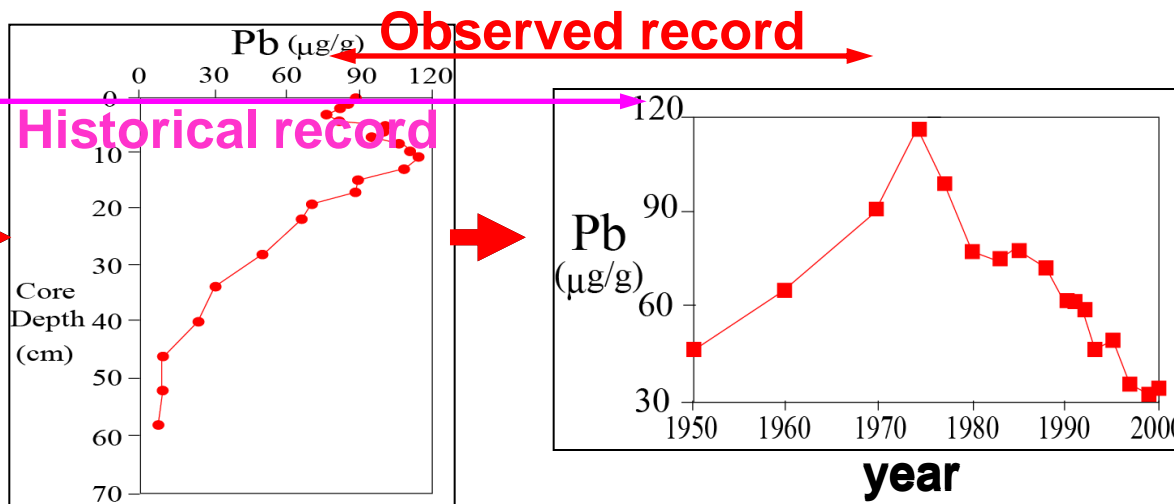


## 4 都市の発達段階と地下環境問題の関係モデル

## 東京の水質の歴史的変遷 (Taniguchi, 1999)

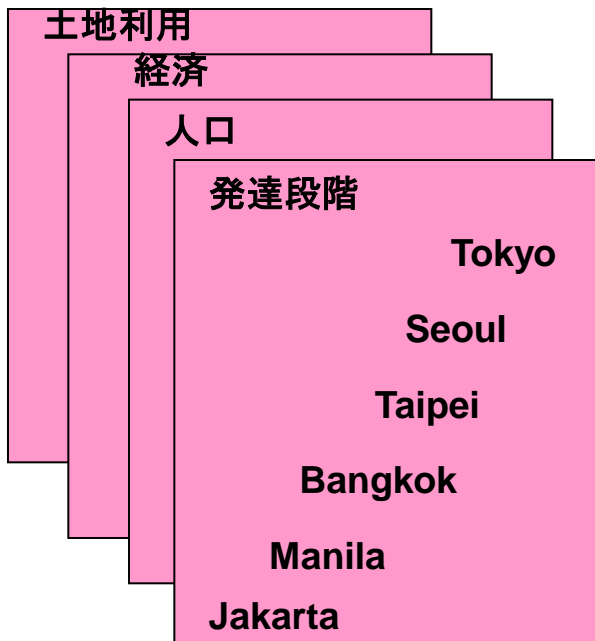


## 5. 歴史的資料による都市環境の復原



## 6 堆積物と地下情報からの物質負荷の評価

都市



フロン

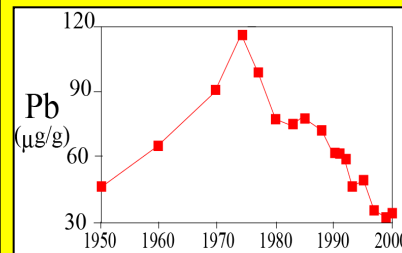
微量元素

窒素

鉛

物質

Nitrogen Flux  
( $10^{12}$  moles year<sup>-1</sup>)



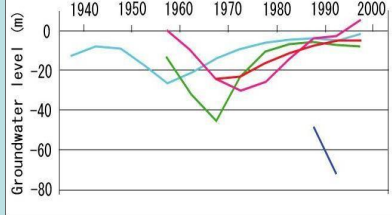
Integration

地下水依存率

地盤沈下

地下水位

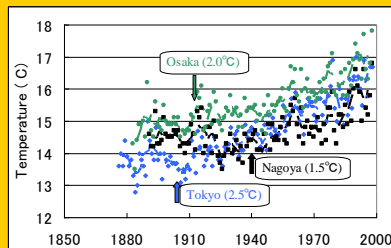
Amount of land subsidence (m)



地下水温

土壤温度

気温



水

熱

# 国際的フレームワーク

4. 物質

1. 都市

**APN**: Asian Pacific Network  
**IGBP-LOICZ**: Land-Ocean Interaction in the Coastal Zone  
**IOC/IHP/IAEA**

**IHDP**: International Human Dimensions Programme  
on Global Environmental Change  
**START**: System for Analysis, Research, and Training

**IASPEI**: International Association of Seismology and  
Physics of the Earth's Interior  
**Heat Flow Committee**

Groundwater

Subsidence  
degradation

2. 水

3. 熱

**GWSP**: Global Water System Project  
**UNESCO - GRAPHIC**: Groundwater Assessment under  
the Pressures of Humanity and Climate Changes

**より良い未来のための地下水と地下環境の持続的利用**

