

# 都市の地下環境 に残る人間活動 の影響

このプロジェクトでは、現在および将来の人間社会にとって重要であるがま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、特に人口の増加・集中及び地下利用の増大が激しいアジア沿岸都市において評価します。様々な地下の環境問題が、都市の発達程度に応じて、アジアの各都市で時間遅れを伴って次々と発生していることから、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し、地上と地下の環境を統合することによって、将来の発展と人間の幸せのために、地下環境との賢明な付き合い方・共存のありかたについて提言します。

プロジェクトリーダー ■ 谷口真人 総合地球環境学研究所  
 コアメンバー ■ 吉越昭久 立命館大学文学部  
 山野 誠 東京大学地震研究所  
 福田洋一 京都大学大学院理学研究科

金子慎治 広島大学大学院国際協力研究科  
 嶋田 純 熊本大学大学院自然科学研究科  
 小野寺真一 広島大学大学院総合科学研究科

中野孝教 総合地球環境学研究所  
 遠藤崇浩 総合地球環境学研究所

## 研究の目的

これまで扱われてきた地球環境問題は、主に地表より上の問題のみを対象としてきました。これに対して地下の環境問題は、現在及び将来の人間社会にとって重要であるにもかかわらず、目に見えにくく評価しにくい現象であるため、長い間放置され続けてきました。地上と地下の環境は繋がっているにもかかわらず分断されてきたのが実情です。

地盤沈下・地下水汚染・地下熱汚染などの地下の環境問題は、都市の発達程度に応じて、アジアの各都市で時間遅れを伴って次々と発生しています。したがって、アジア地域沿海の都市発展過程のドライビングフォースと典型的な段階、地下環境問題と経済成長との関係を明らかにすることができれば、将来の発展と人間の幸せのために、地上の環境とリンクした地下環境と地下水の持続可能な利用に

様々な地下環境問題との関係について、社会経済的指標による解析と、歴史資料を用いた都市と水環境の復原により明らかにします。

- (2) 水文地球化学データと重力観測によって、地下水流動と地下水貯留量の変動を明らかにし、可能涵養量を評価することによって持続可能地下水利用量を評価します。
- (3) 地中水と堆積物中の水文化学・同位体分析とトレーサビリティによって、地下環境の蓄積汚染量の評価と、地下水流動による物質輸送を含めた

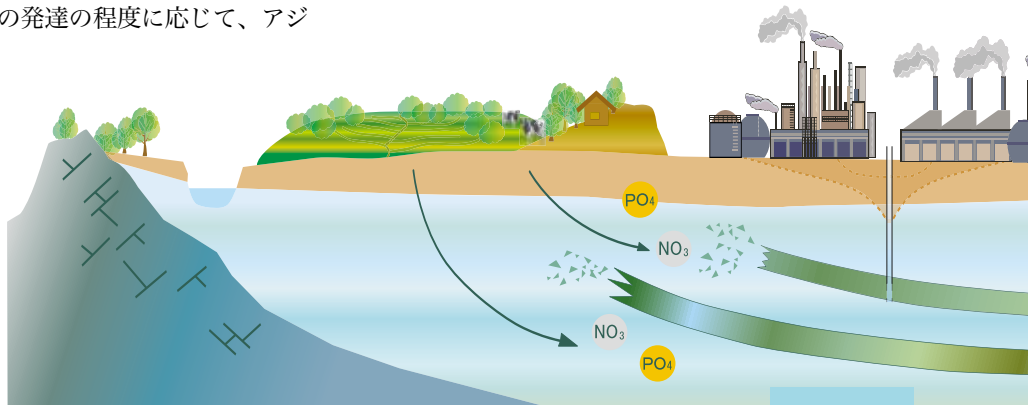
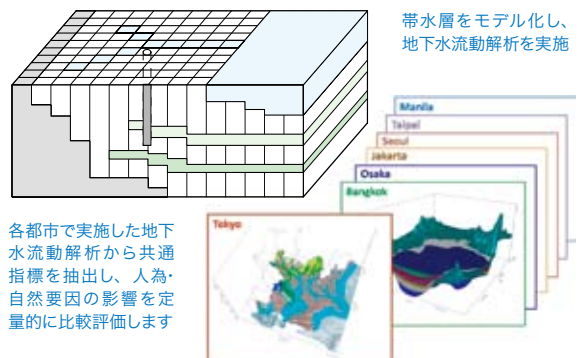


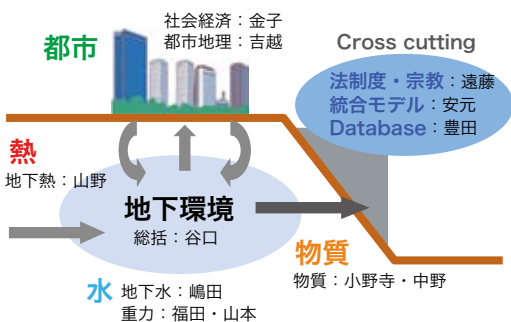
図2 Cross Cutting 統合モデル

観測・収集データを統合するためのモデルワーキンググループ(モデルWG)を立ち上げ、7都市比較の枠組みと地下水流動モデルの共通指標を決定



各都市で実施した地下水流動解析から共通指標を抽出し、人為・自然要因の影響を定量的に比較評価します

図1 各班構成図



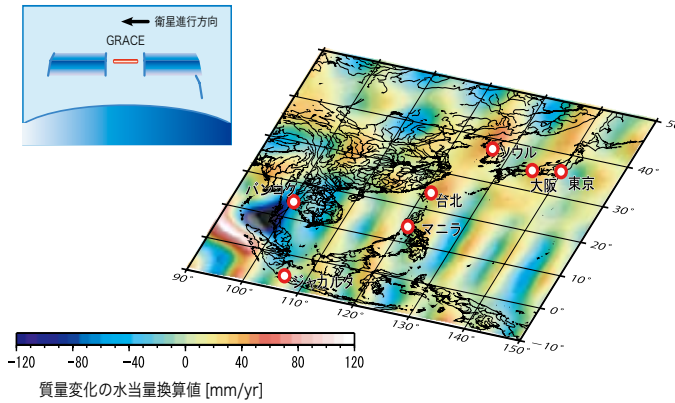
についてのシナリオを提言することができます。

本プロジェクトでは、以下の4つのサブテーマ・研究方法に基づいて研究を進めます。

- (1) 都市の発達段階と

図3 重力班 GRACE

GRACE衛星から観測された質量変動の経年変化(2002-2008年)  
陸域の質量変化は地下水を含む陸水の総貯留量の変化を示しています。  
空間分解能は約300-400 km。左端の大きな正負のシグナルは、スマトラアンダマン地震にともなう固体地球の質量変化。海洋域に見られる縦方向の縞は主に GRACEのデータ処理に伴う系統誤差によるものです



沿岸域への汚染物質負荷の評価を行います。  
(4) 孔内地下水温度の逆解析を用いた地表面温度履歴の復原と気象データを用いて、温暖化と都市化に伴うヒートアイランド現象による地下熱汚染について評価します。

これまでの主な研究成果

- 野外共同観測と現地データ収集調査を行い、都市の発達段階に応じた地下環境モニタリングを7都市で継続中です。
- 地下環境に関する自然・社会環境データのアセスメントと、GISを基

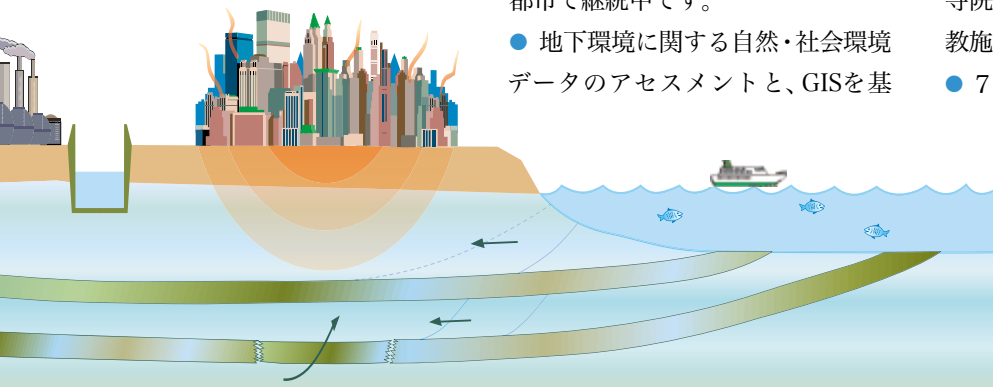


図4 Cross Cutting 法制度・宗教

地下水関連法の拡充と水源転換…地下水の過剰揚水が地表水への水源切り替えを促す構図が大阪に続きバンコクでも現れました。過剰揚水の防止にあたっては、単なる規制ではなく地表水による代替水源の提供が有効になる点が読み取れます

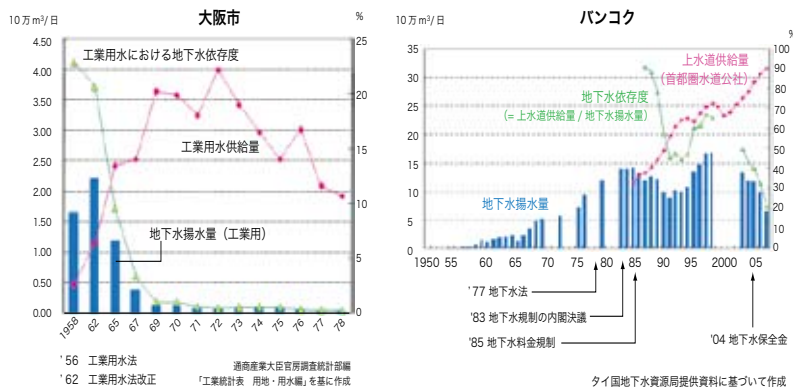
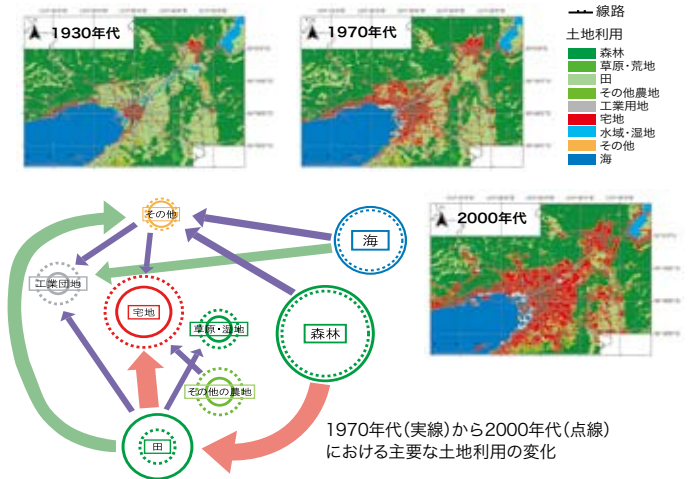


図5 Cross Cutting GIS-WG

大阪における土地利用の変化(1930年代、1970年代、2000年代)  
中心市街地へのアクセスが良い線路沿いに宅地が広がっていく様子が見て取れます



にしたデータベースの構築を継続し、アジア7都市の3時代区分(1930年、1970年、2000年)の土地利用図を0.5kmメッシュで完成させました。

- GRAPHICやGWSP、IAHSなどの国際機関と連携し、気候変動・人間活動の地下水資源への影響評価を行いました。また国際シンポジウムHydrChnage2008を開催し、源流域から海までの統合水管理に関する本(論文集)を出版しました。
- 宗教と地下水に関する調査をバンコクで行い、寺院の存在と地下水流出の関係、標高・土壌と宗教施設との関係を確認しました。
- 7都市地下環境比較モデルの構築を開始し、各班サブテーマとの統合を継続しました。
- 国際学術誌 STOTEN (Science of the Total Environment, Elsevier)の特集号として、プロジェクト成果の一部を公表しました。

今後の課題について

- サブテーマ間のクロスカッティングとして、法・制度と地表水(公水)・地下水(私水)問題をテーマに調査を行い、ドキュメント年表と実測データの統合を行います。
- 統合モデルによるクロスカッティングを継続し、地下水貯留変動を決める要因を明らかにするとともに、社会経済・水資源・環境負荷・対策/政策に関する地下環境統合指標の確立を行います。
- 地下環境変化を決定する要因としての土地利用・被覆の3時代7都市GISデータを用いて、地下水涵養量・地下熱貯留量・地下汚染要因としての物質負荷量の変動解析を行います。