



2009年10月28日-30日 滋賀

H21年度地球研谷口P 「都市の地下環境に残る人間活動の影響」全体会議

「物質班内容-4年目-」

小野寺真一

1. はじめに
2. 都市比較: 細野(地下水 & 堆積物)
3. 手法開発:
4. 浄化:

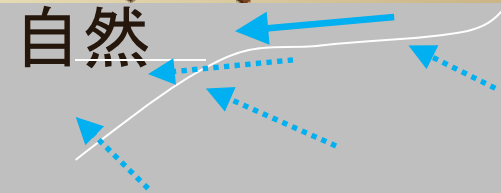


09体制

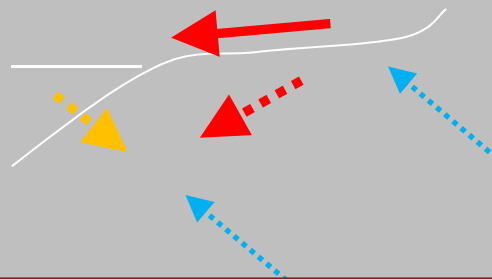
- メイン（調査/解析）：
小野寺（広島大）、細野（熊本大）、清水（広大院・地球研RA）、大川（秋田大）
- 分析：
梅沢（長崎大）、中野（地球研）
- 大阪：
梅沢（長崎大）、中屋（信州大）、中野（地球研）
安元（琉球大）、林（神戸大）、藤井（奈良教育大）
- 補助要員；
齋藤（愛媛大Cmes,PD）、加藤愛彬（広大M1）

* 斜字：台湾シンポ参加予定者

地下・海洋環境と都市化の関係モデル（物質班的ゴール）

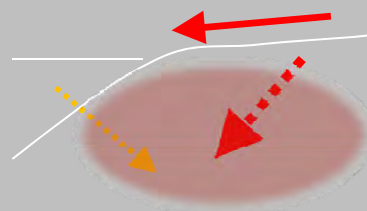


1st都市化（ジャカルタ、マニラ）

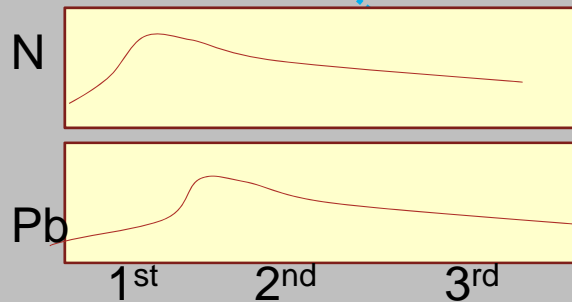
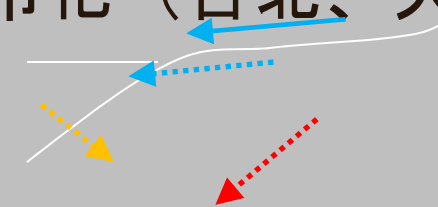


窒素：堆積物、 N_2Ar
有機物・重金属：堆積物
塩素：モデル（次年度）

2nd都市化（バンコク）



3rd都市化（台北、大阪）



@揚水影響により早い段階から地下水流出・栄養塩流出なし
 = ! ?

@汚染物質の地下貯留・遅れ流出（現状：堆積物から）

今年度課題

- 塩水侵入：既存データ整理（小野寺）、モデル解析（中屋：地下水、安元：干潟）
- 窒素汚染復元：ガス分析（小野寺、清水）
- 都市の発展にともなう汚染変動（細野、梅沢、中野他）
 - 負荷量（N,Pb）：雨・堆積物データから
 - 自然由来汚染物質（N,Mn）：地下水データから
 - 海洋モデル解析（林、小野寺、梅沢）
- SGDの季節変化評価→モデル解析へ：マニラ、バンコク、ジャカルタ、大阪（小野寺、安元、清水、加藤）
- 自然浄化機能の評価（Resilienceの一つ）（特にN：収支として）（大川、齊藤）

汚染（地下水 & 堆積物）

- 細野

海域物質収支モデル

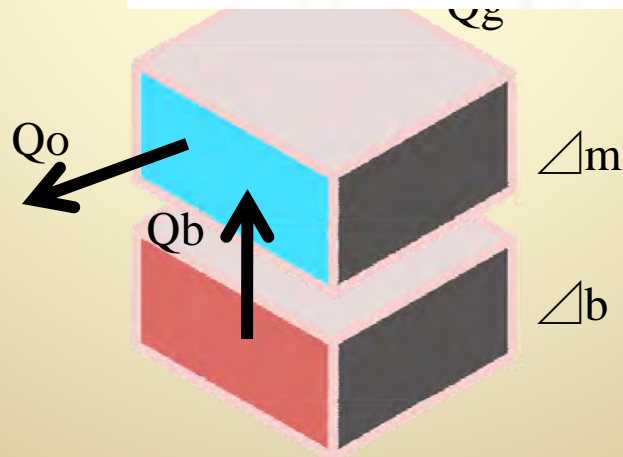
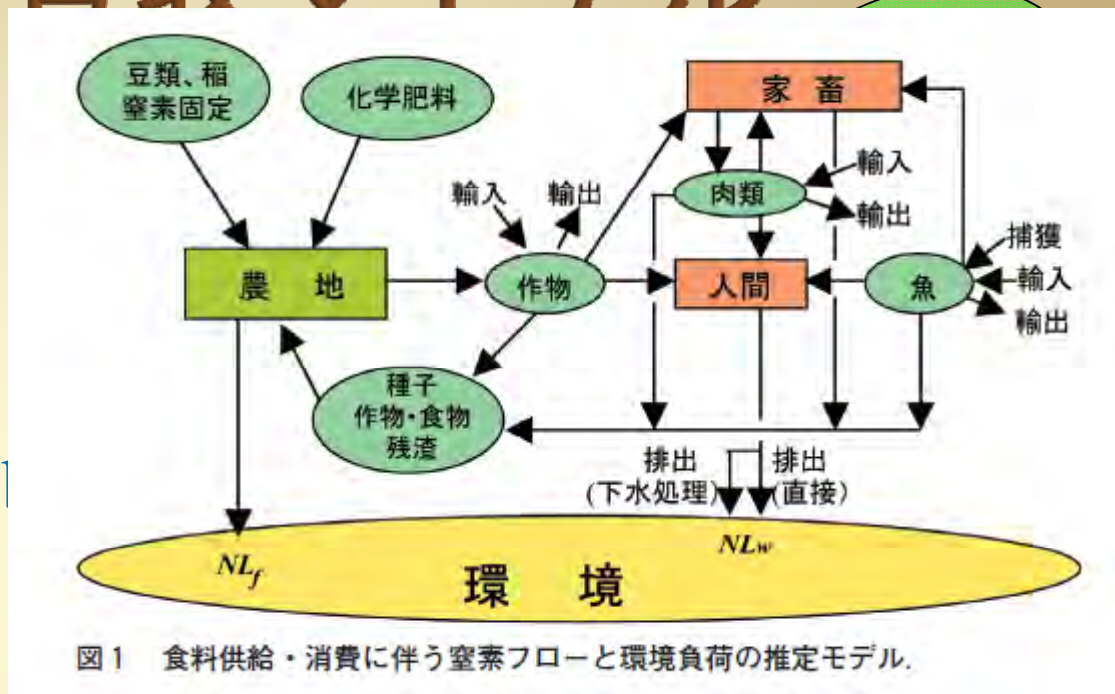
流域

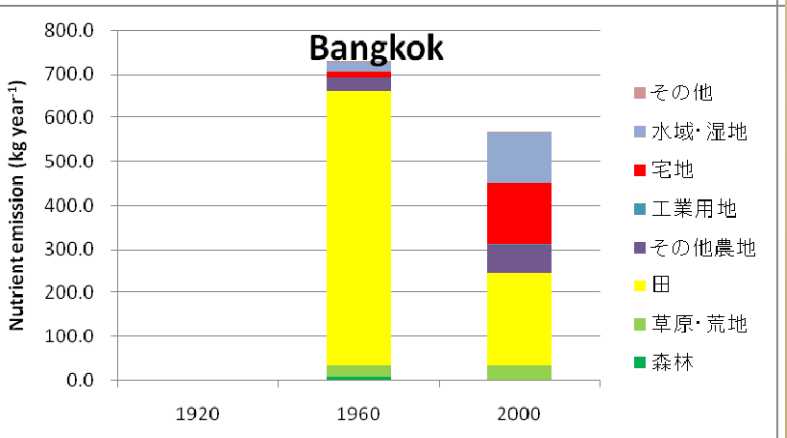
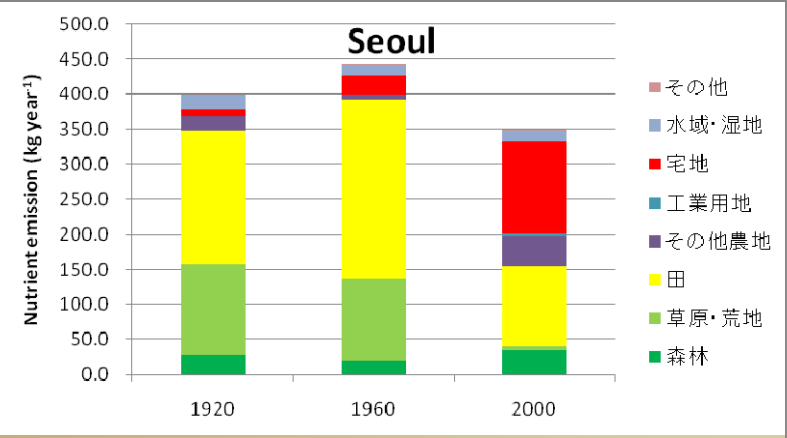
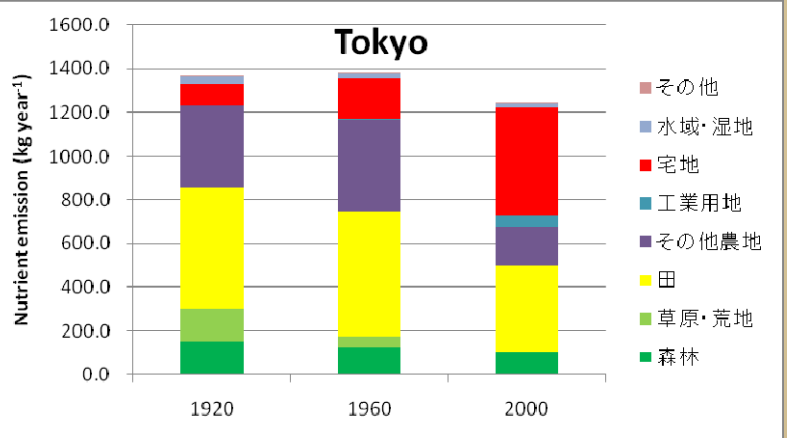
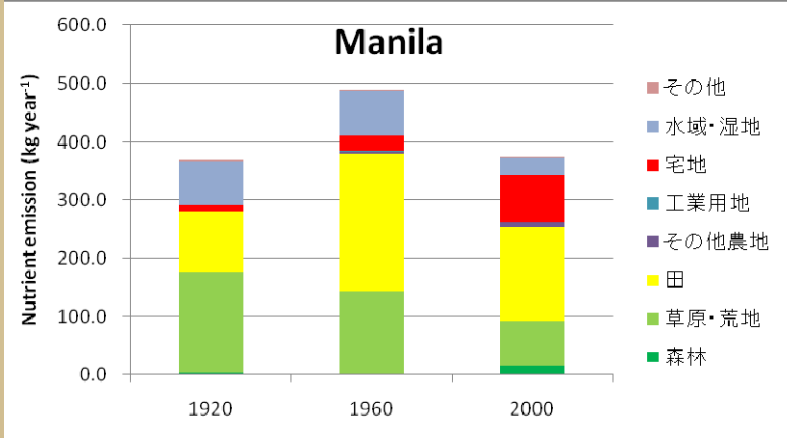
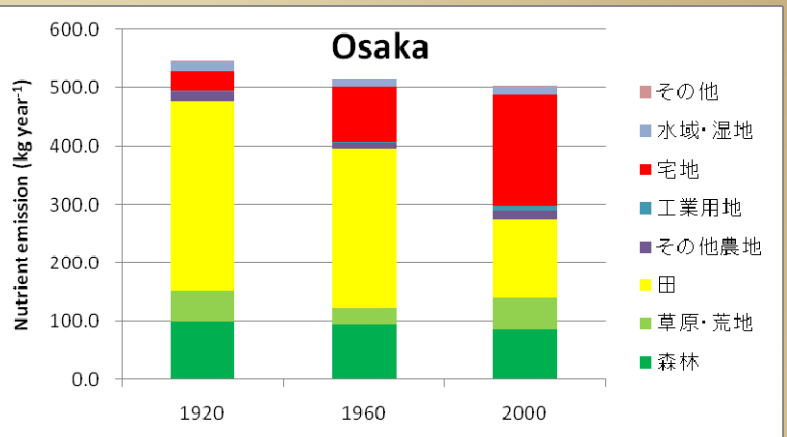
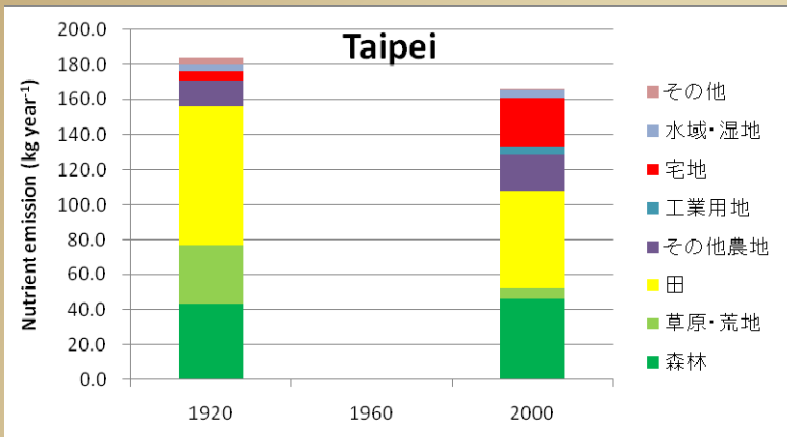
$$I = Q_s + Q_g + \Delta g$$

海洋

$$Q_s + Q_g - Q_o = \Delta m + \Delta b$$

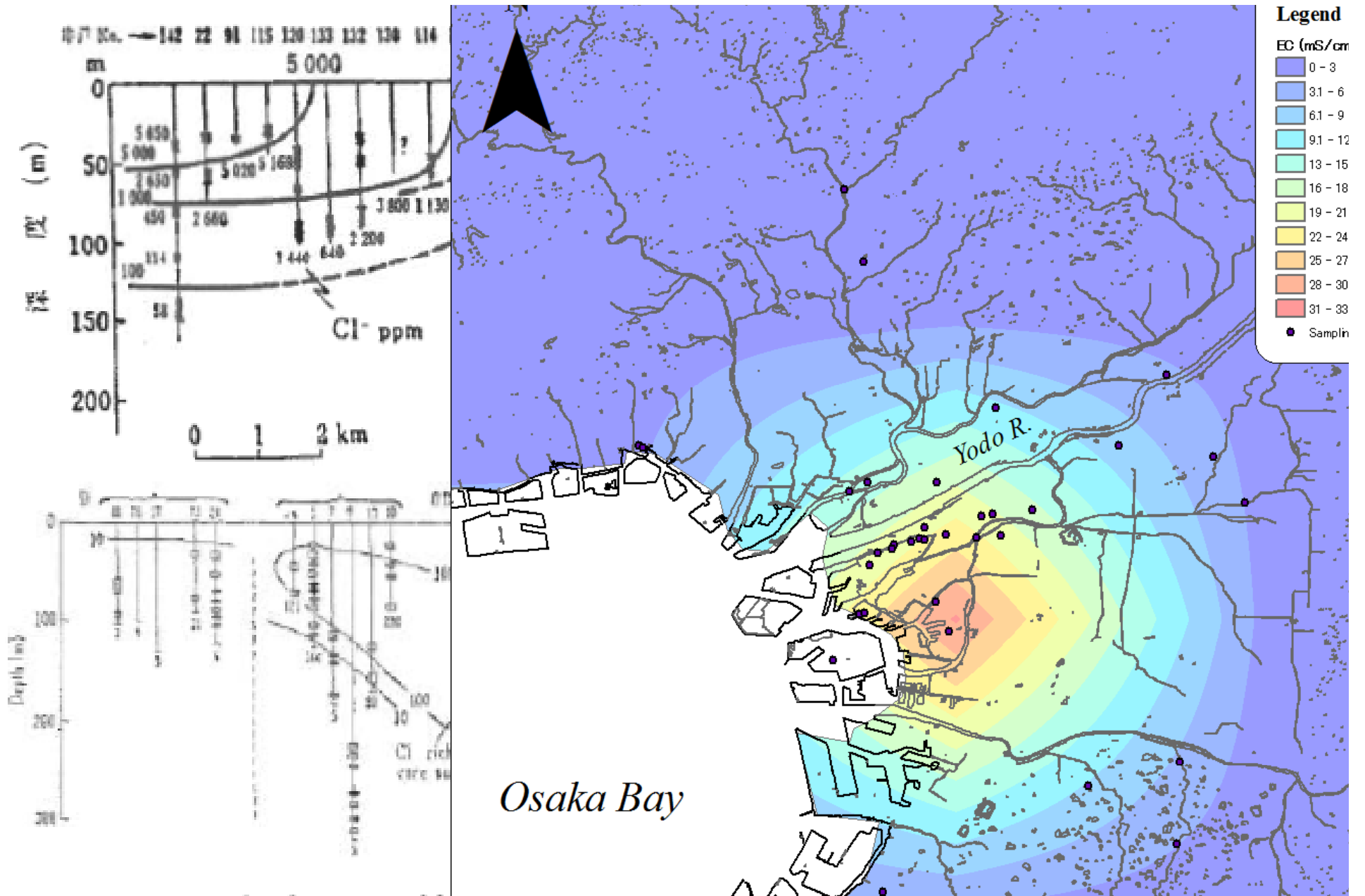
- 時間変化へ





塩水化

- 大阪
- バンコク
- ジャカルタ



図—5 東大阪の塩化物イ

図 大阪平野における浅層地下水の電気伝導度布(mS/cm)

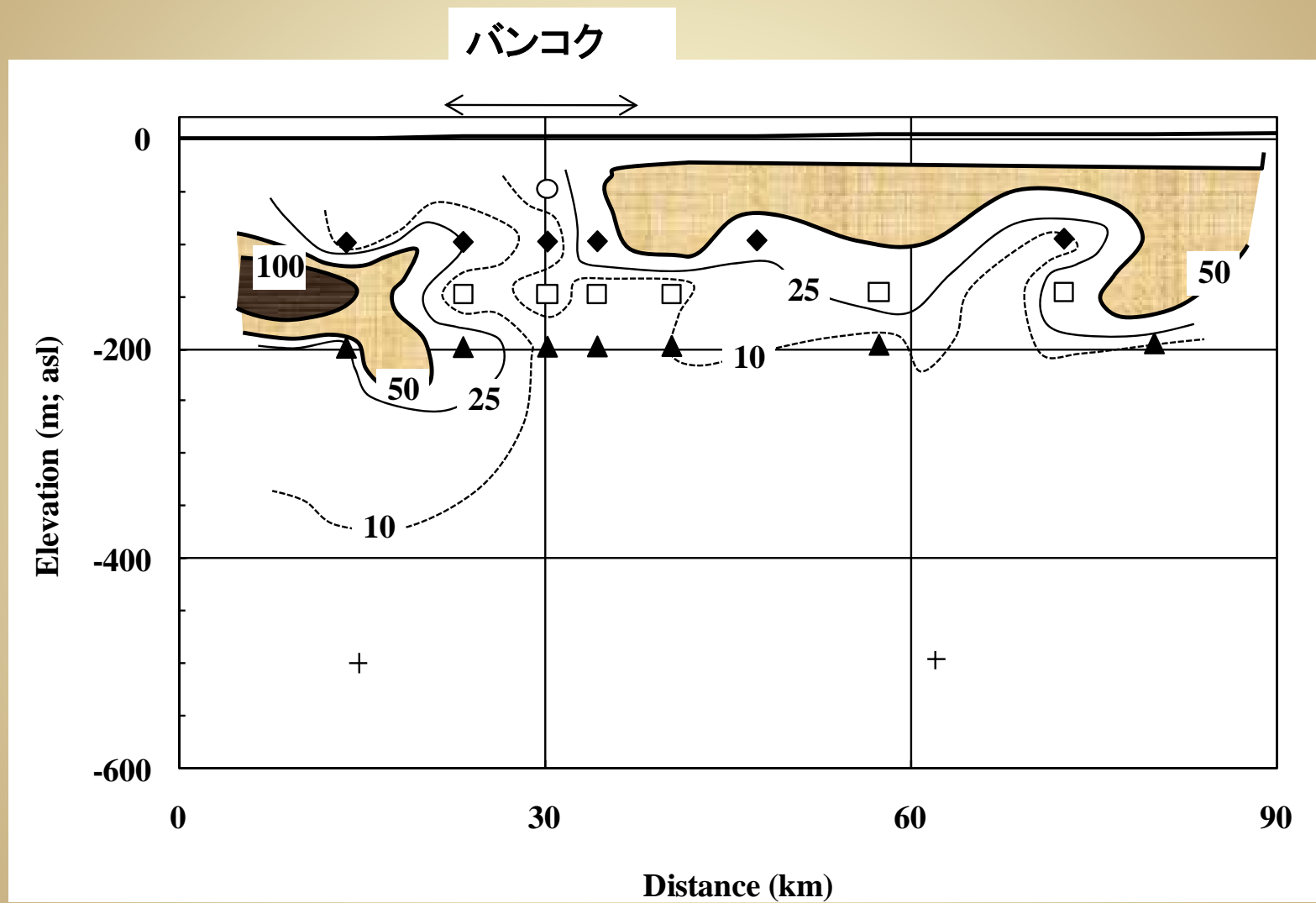
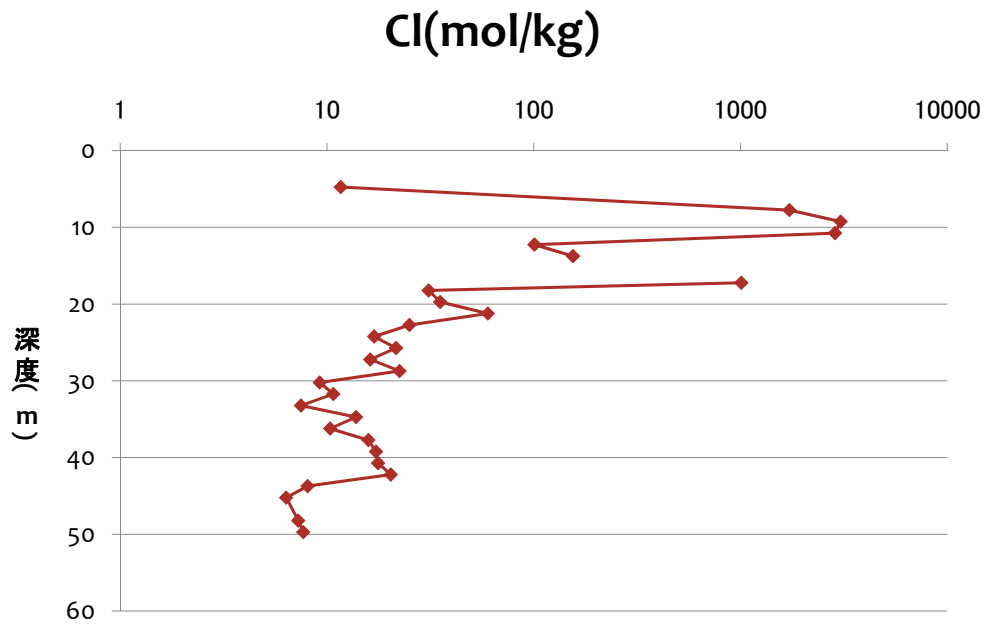
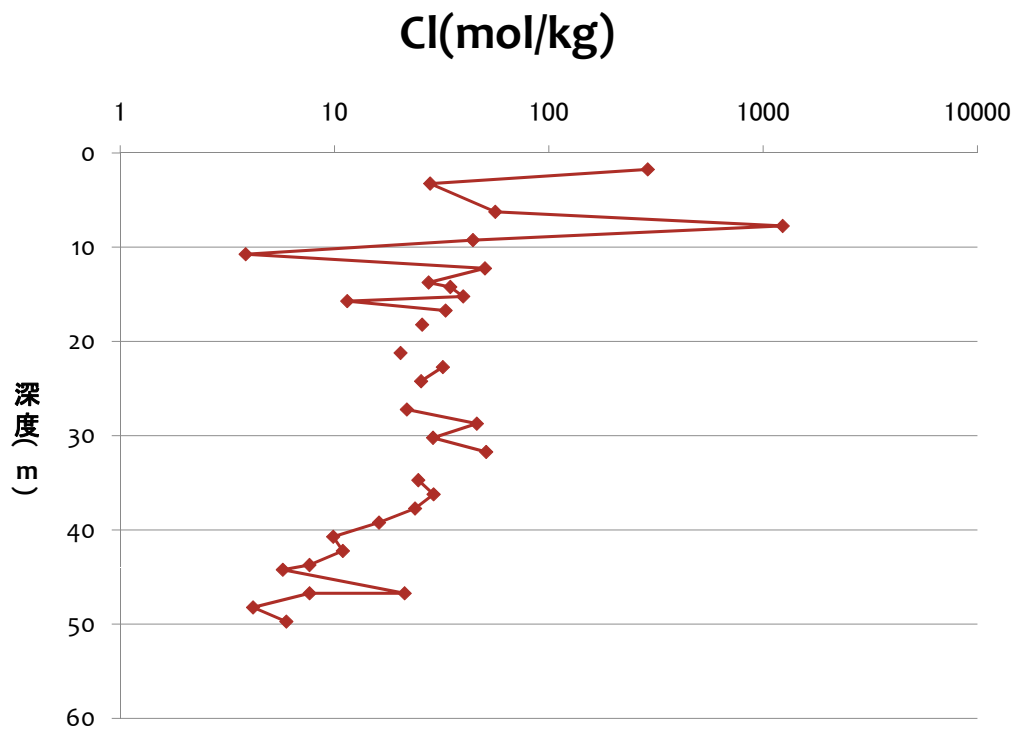


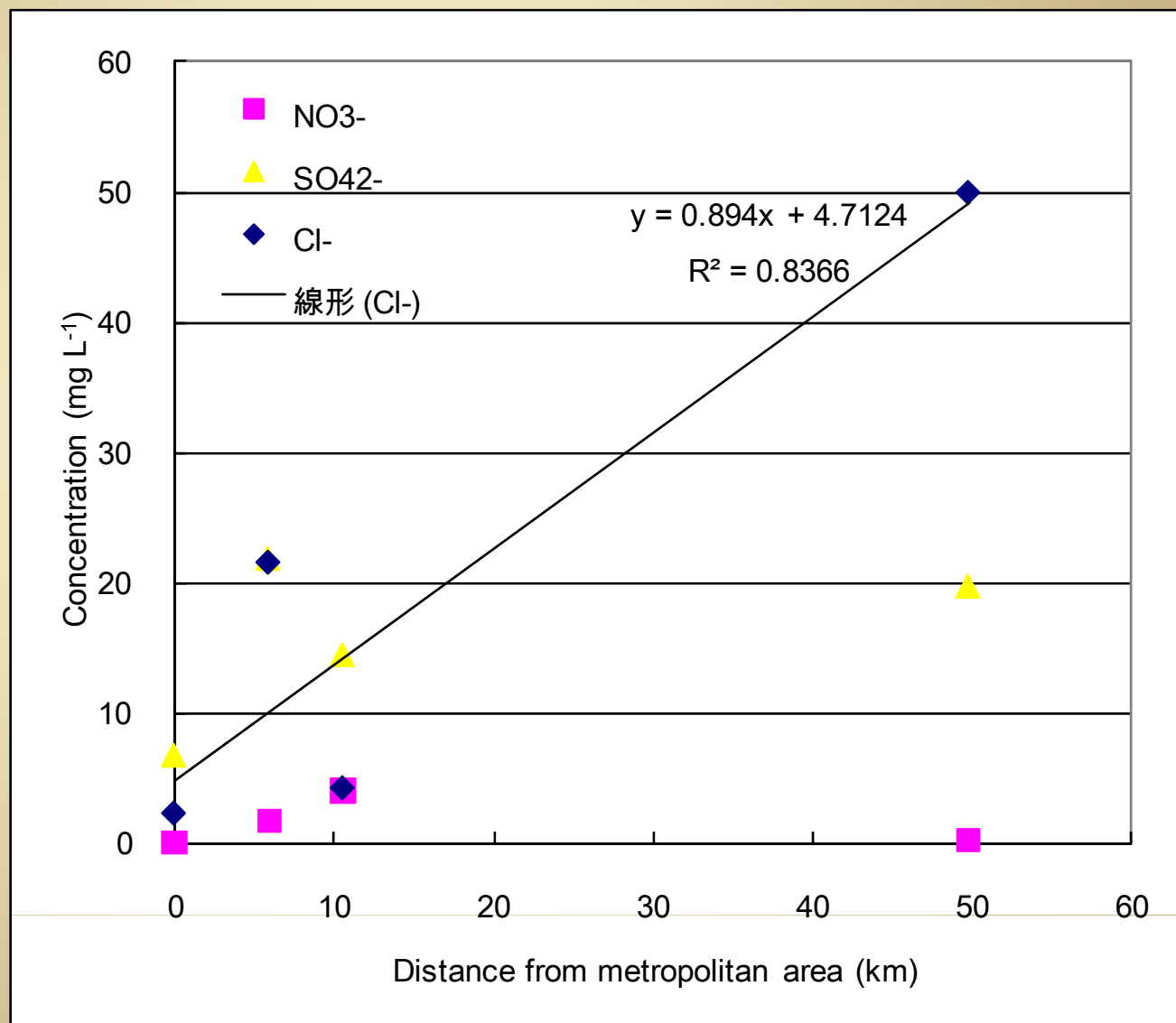
図 南北断面におけるCl濃度分布(mM)

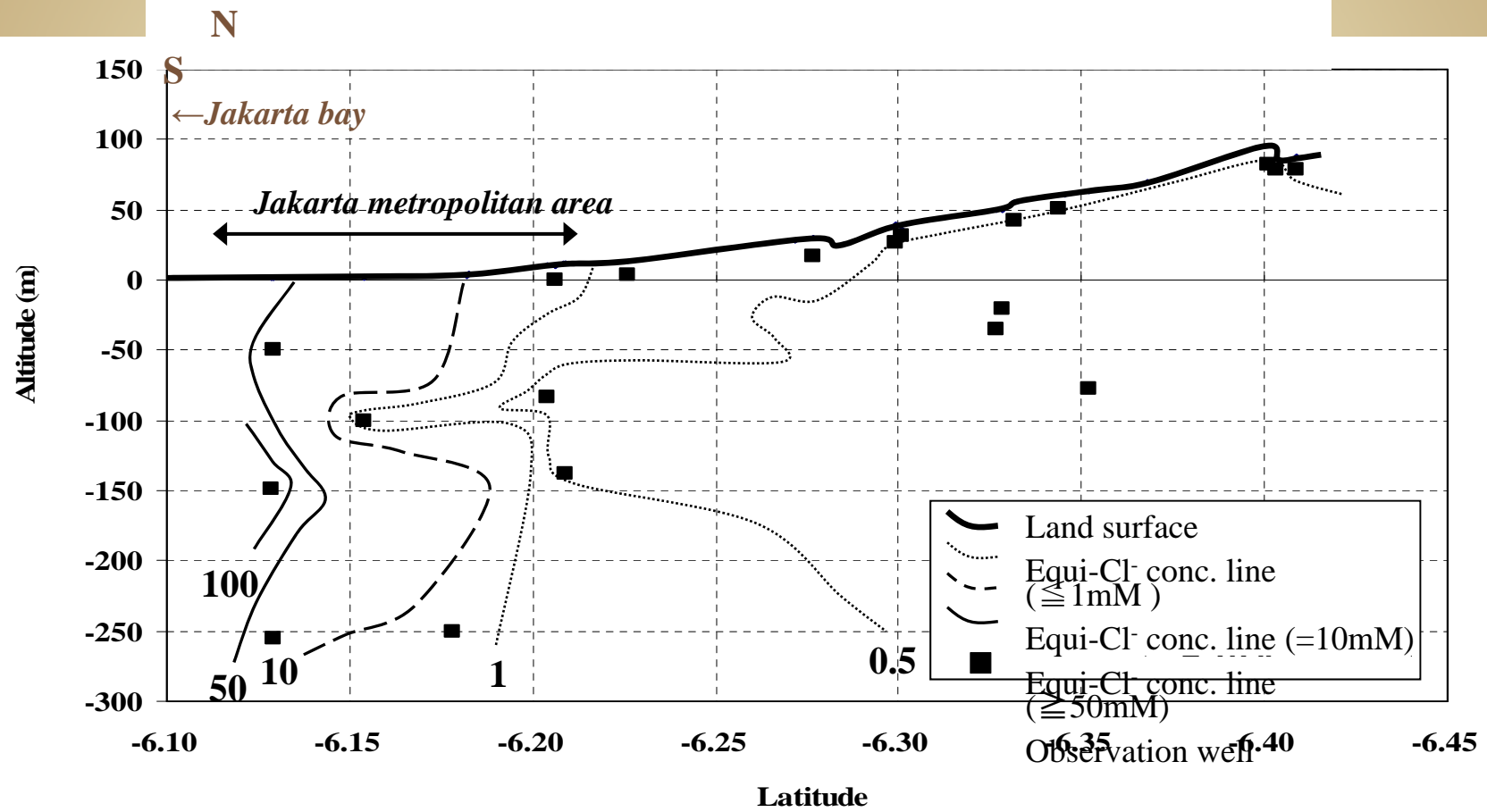


● 郊外



● 都心



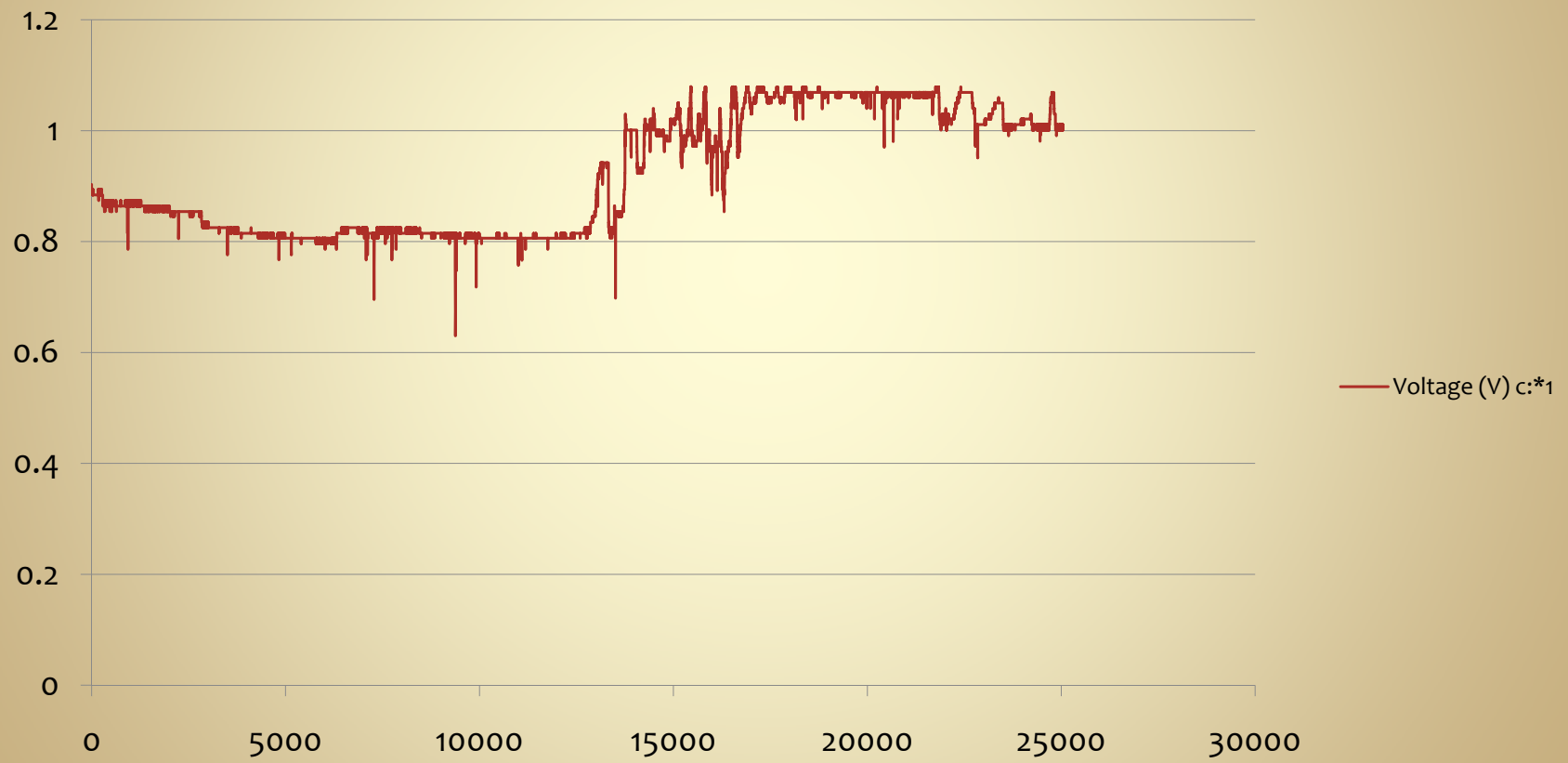


SGD（海底地下水湧出）

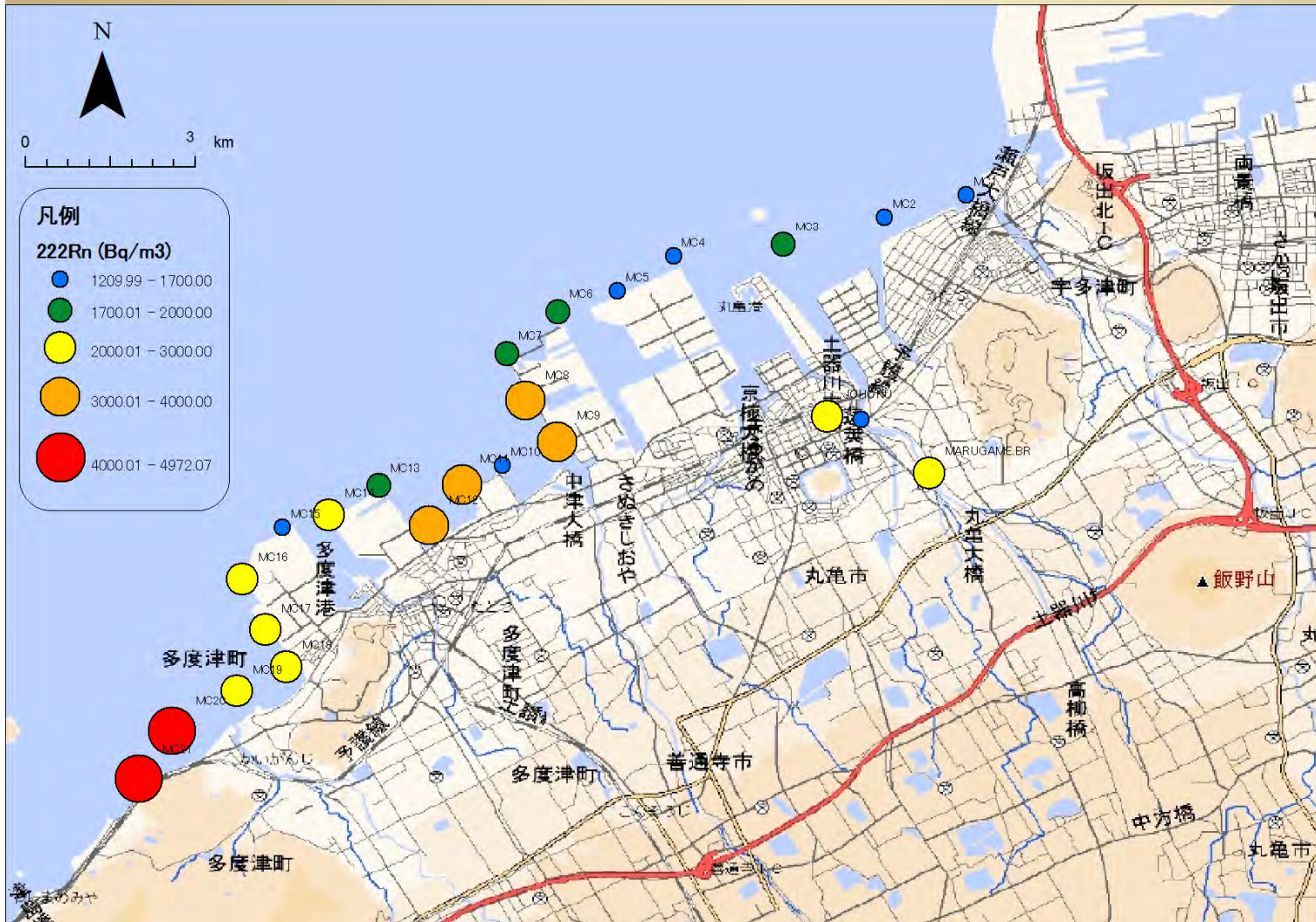
- 長期モニタリング
- 地形モデル解析（清水ら,2009）
- SEAWATによる解析（安元：瀬戸内海Fで発表）



Voltage (V) c:*1



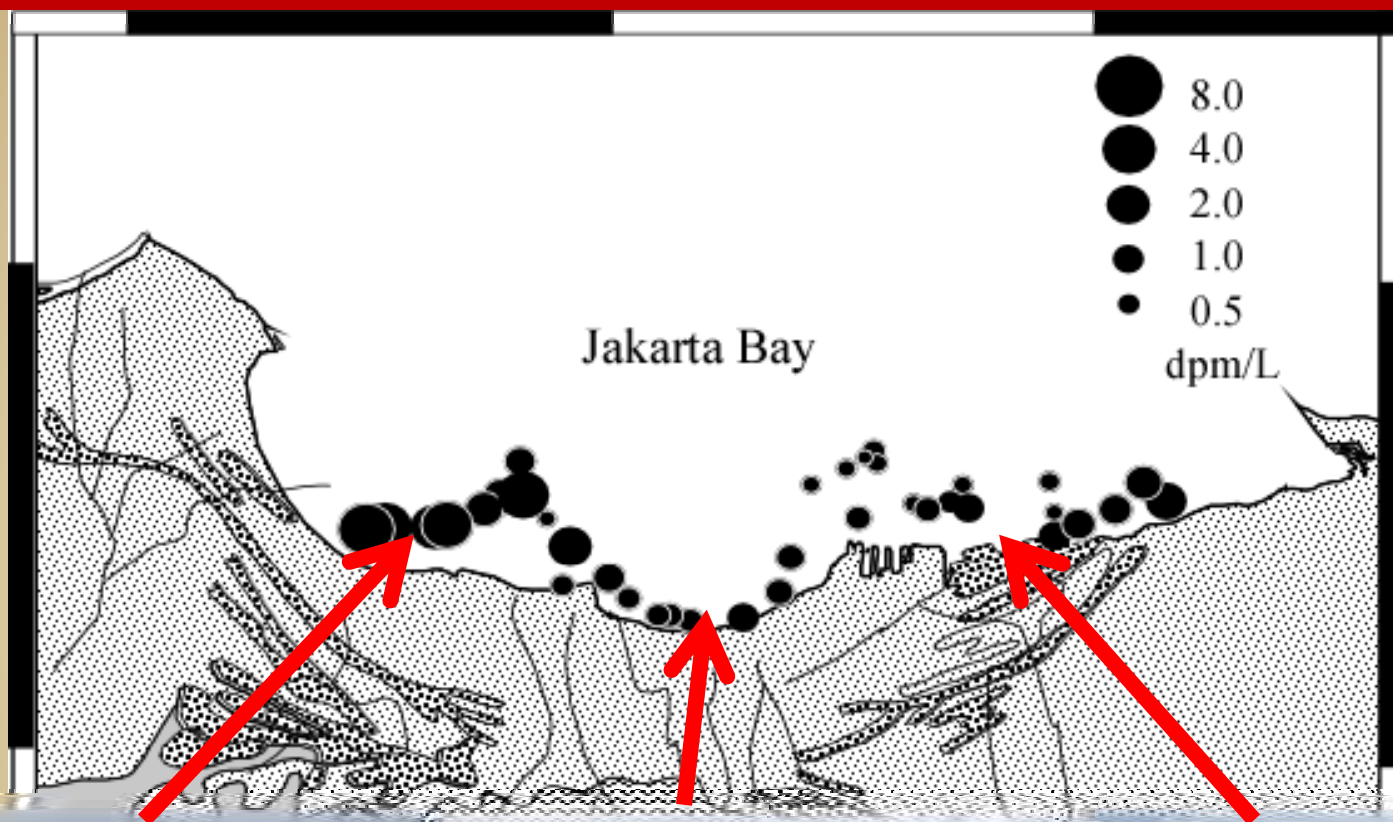
地形モデル



● 埋立地：
SGD小

● 自然海岸：
SGD大

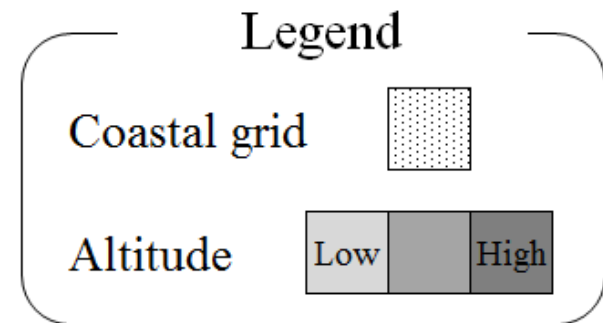
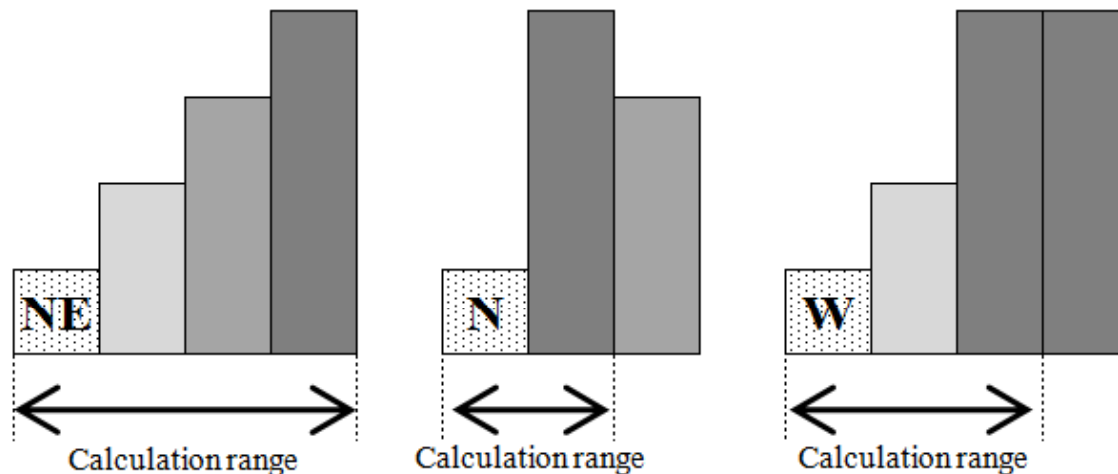
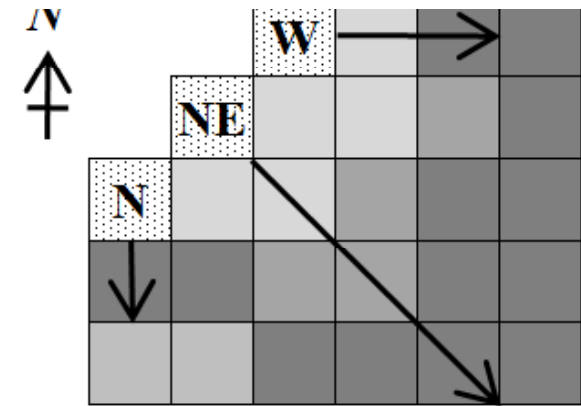
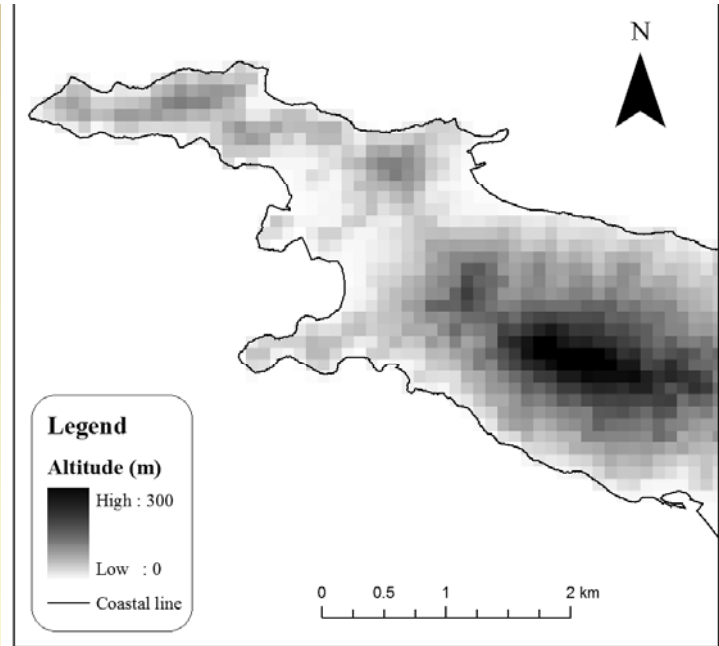
ジャカルタ沿岸表層海水中の ^{222}Rn 濃度分布

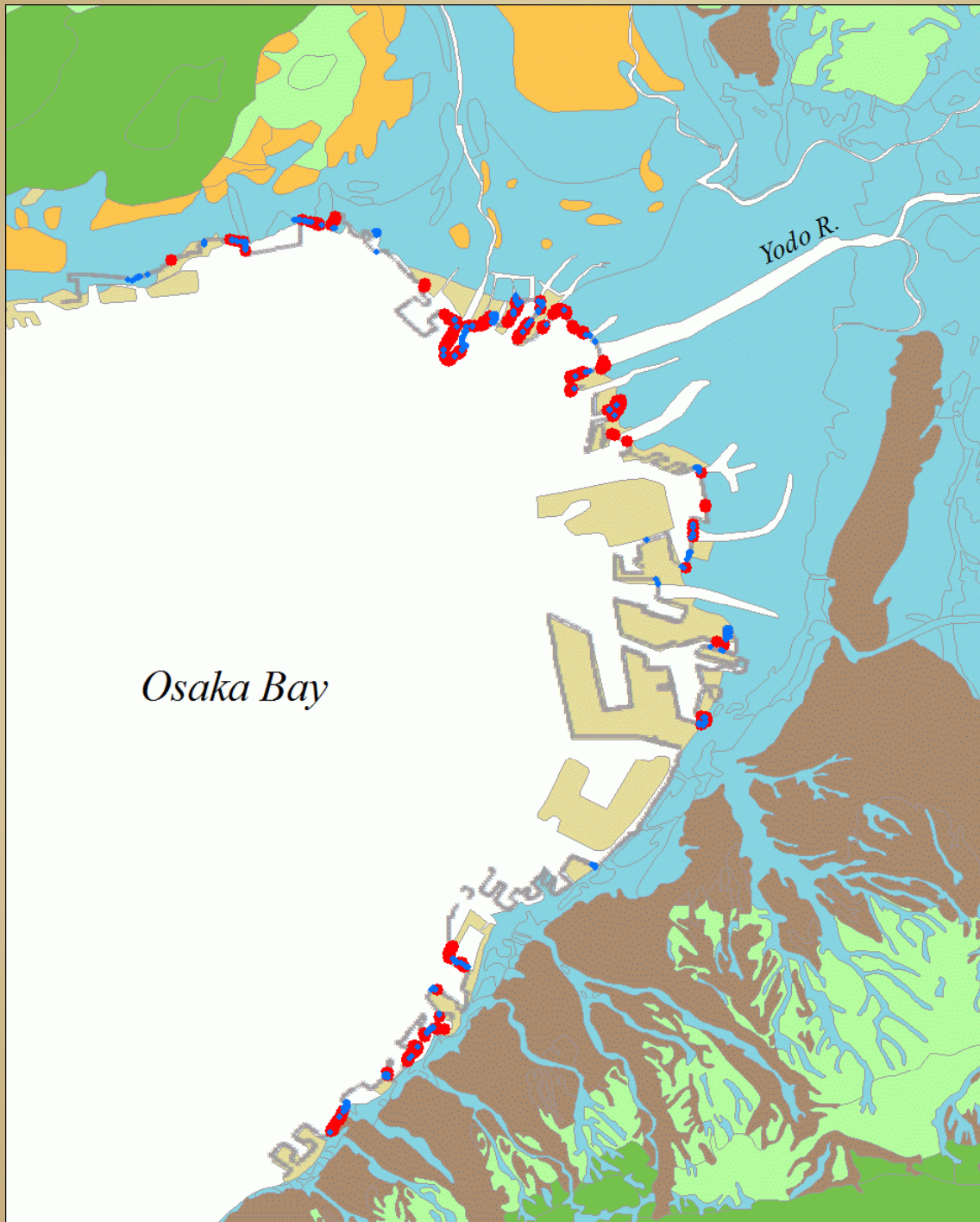


Umezawa et al. (2009) IAHS Publ.

地形モデル (清水ら2009)

- 50mメッシュ標高データ
- 地形勾配
 - 海岸傾斜方向に遡上
 - 最大500mまで
- 地形勾配から動水勾配・断面深度を推定
- 透水係数：一律と仮定





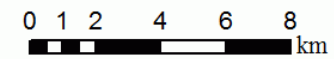
Legend

Calculated SGD (m³/year)

- 11300.1 - 11601.0
- - 11300.0
- × No discharge

Landform

- Lowland
- Terrace
- Upland
- Hill
- Mountain
- Reclaimed land



河川流出

計算結果

河川流出量	5,566,419,360	m ³ /year
N流出量	5,369,777,578	g/year
P流出量	901,260,406	g/year
Si流出量	7,835,560,704	g/year

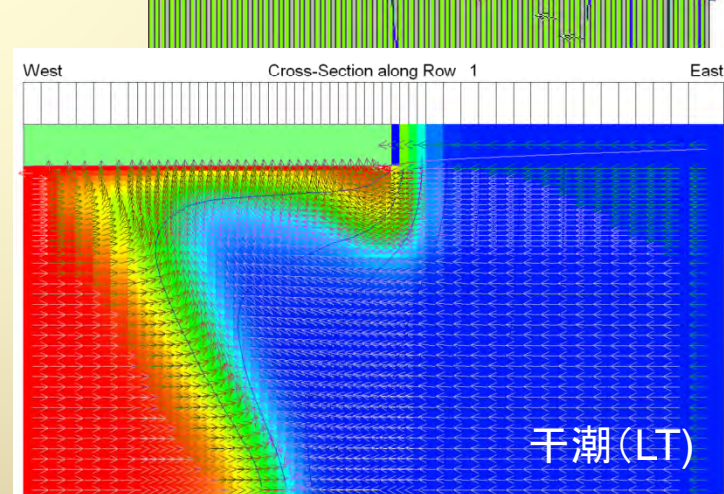
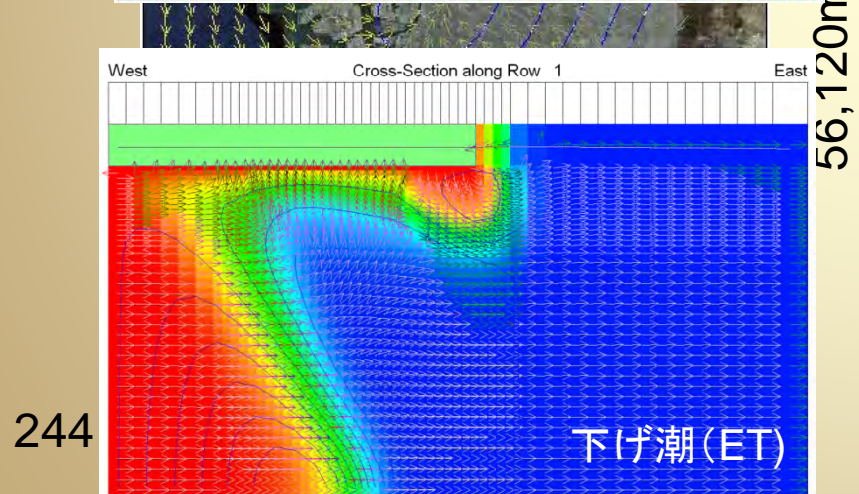
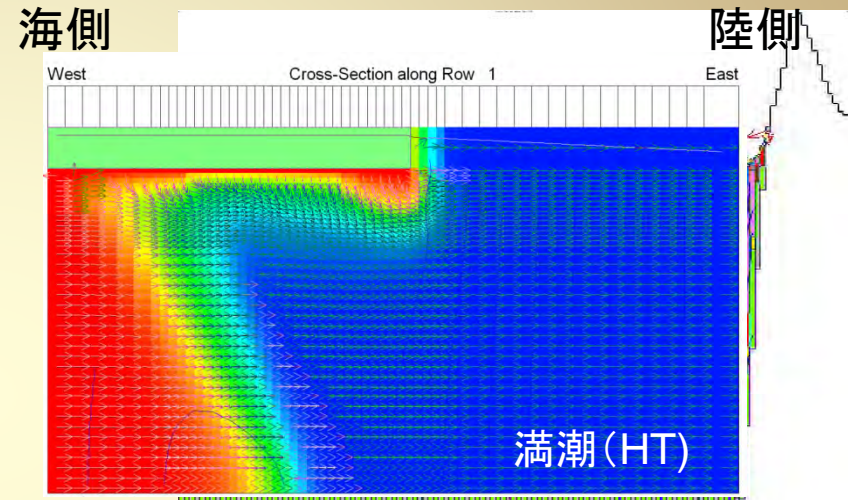
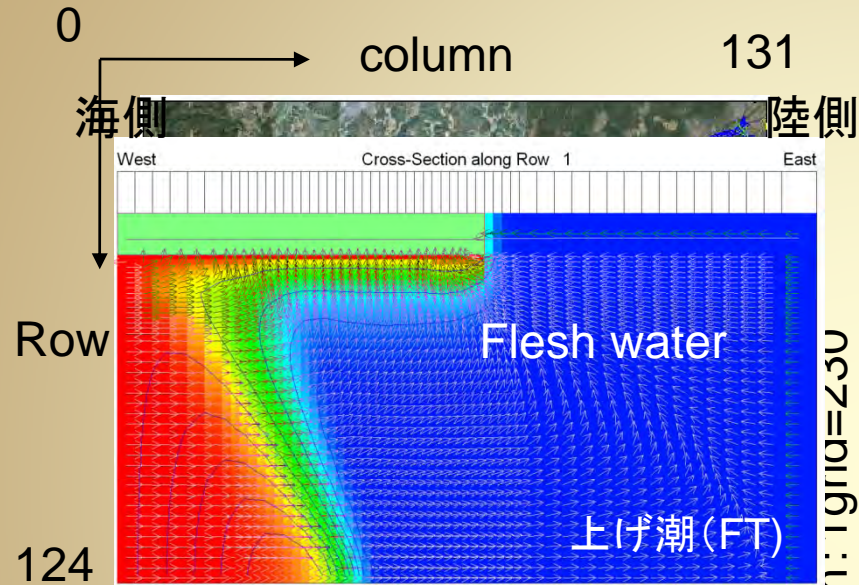
SGD

計算結果

計算結果			割合
地下水流出量	219,880,270	m ³ /year	3.95%
N流出量	2,814,662	g/year	0.05%
P流出量	320,219,797	g/year	35.53%
Si流出量	896,465,605	g/year	11.44%

- 河川：国交省データ⇒SWAT解析も

安元によるMODFLOW



56,120m: 1grid=230

37,335m: 1grid=230

手法

- Rn
 - 再循環の分離
 - 新しい再循環水
 - 古い再循環水
- N₂Ar、N₂O
 - 脱窒の検証
 - 復元

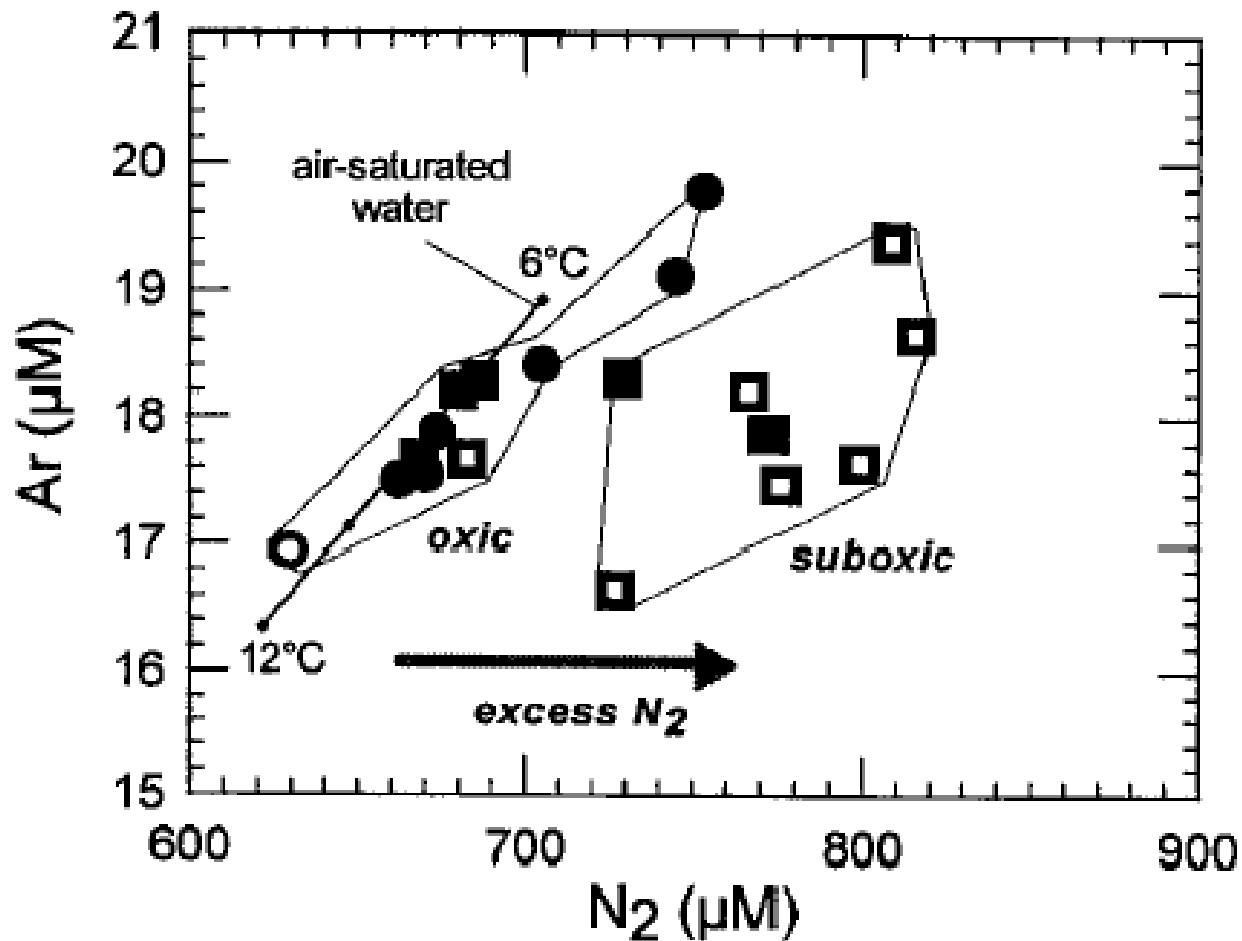


図 溶存窒素ガスとアルゴンの測定例
(Bölke and Denver, 1995)
Ar/N₂が低下

- 溶存窒素濃度の溶存Ar（大気平衡）との比から余剰分を脱窒由来と評価（吉岡ら1979；Bolke, 2002など）
- **適用例は多くない！**
- **流動にともなう変動など不明な部分も多い！**

八折方法 - HSCC (注: 相)



Yoh
2台GC
TCD

Ar, O₂

N₂O

N₂, Ar+O₂

vacuum manifold

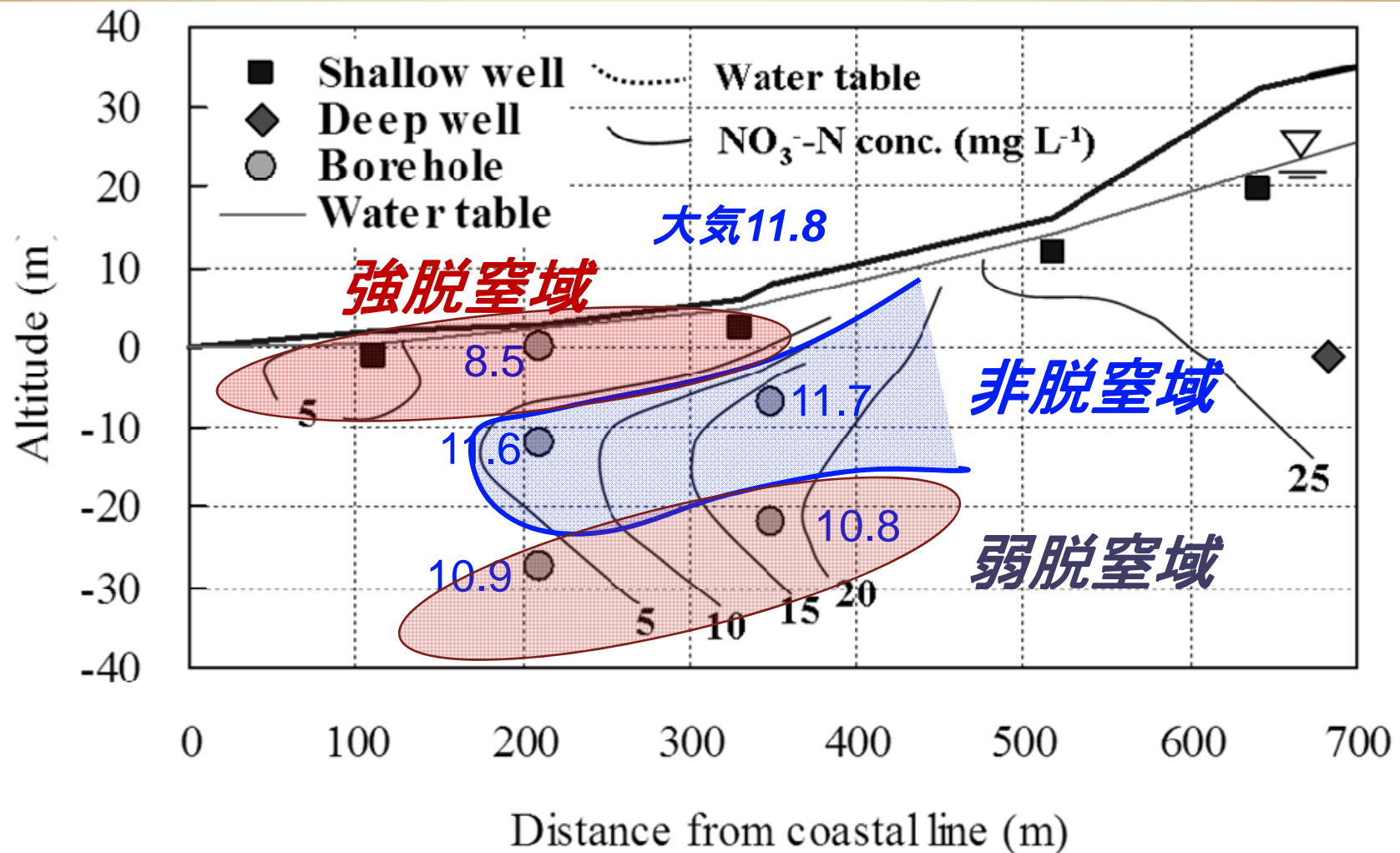
Sample Tube



Gas-tight syringe

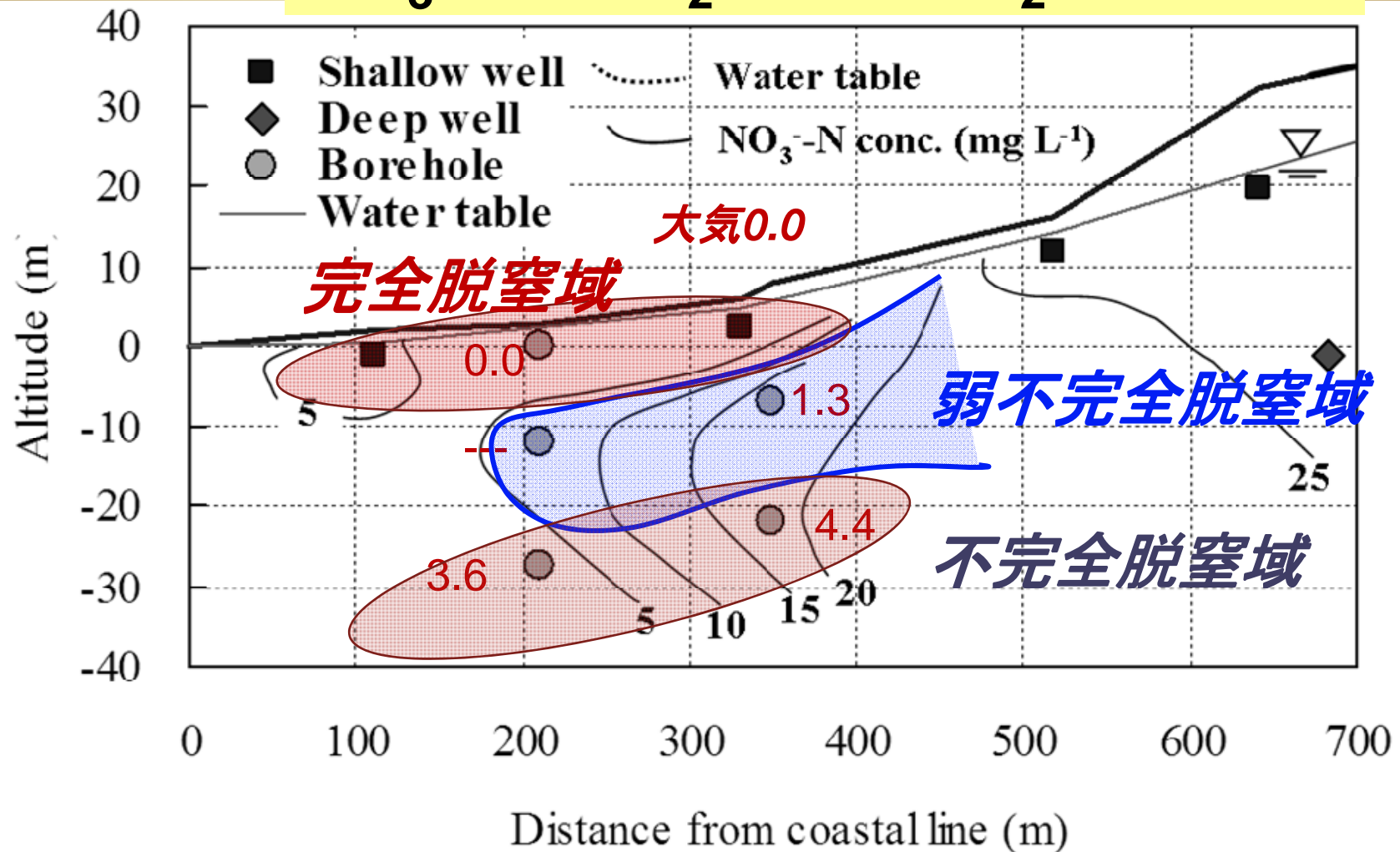
①広島県生口島

地下水中のAr/N₂分布



① 広島県生口島

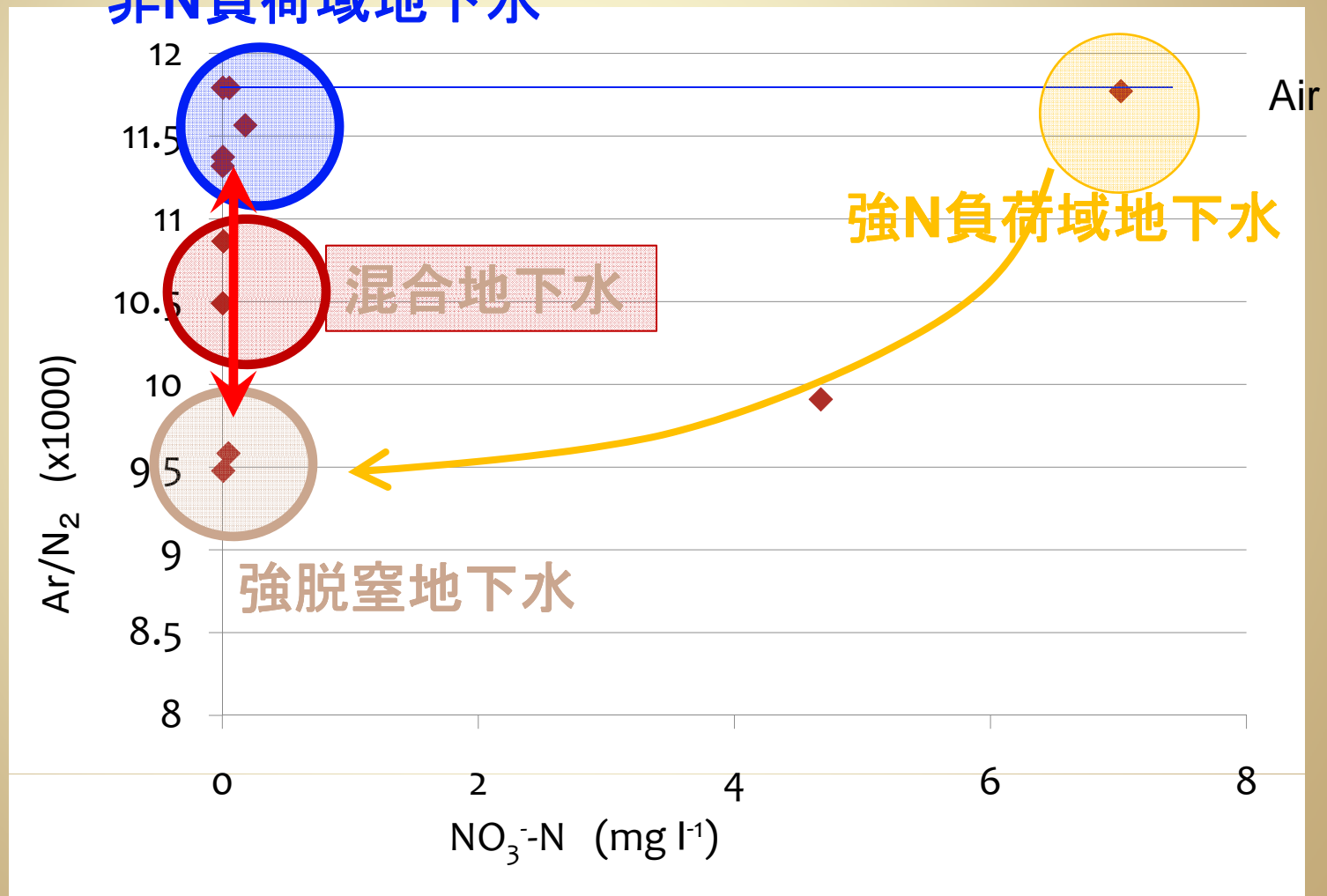
地下水中の N_2O 分布 (ppm)



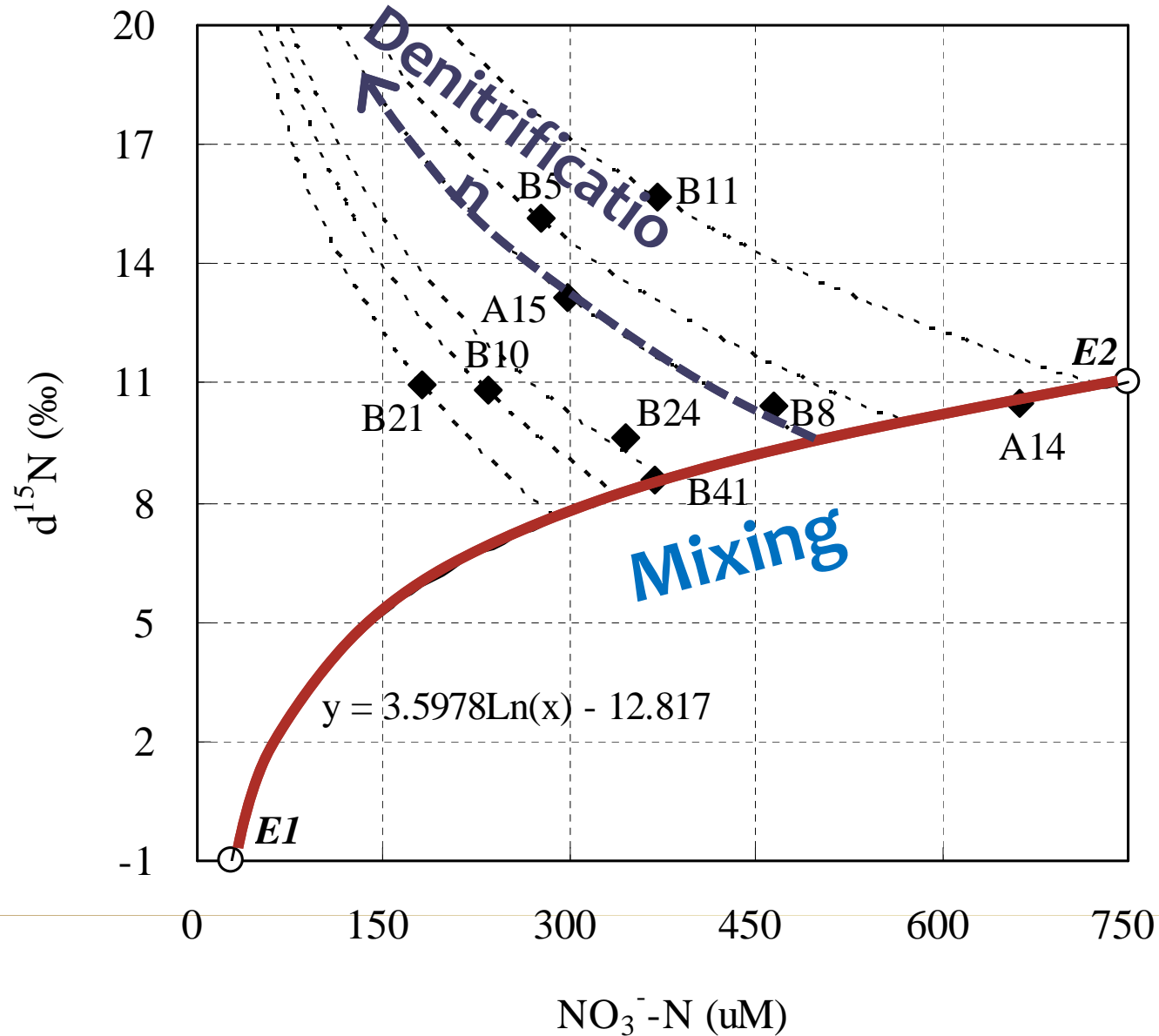
② ジャカルタの例

NO_3^- -N vs Ar/N_2

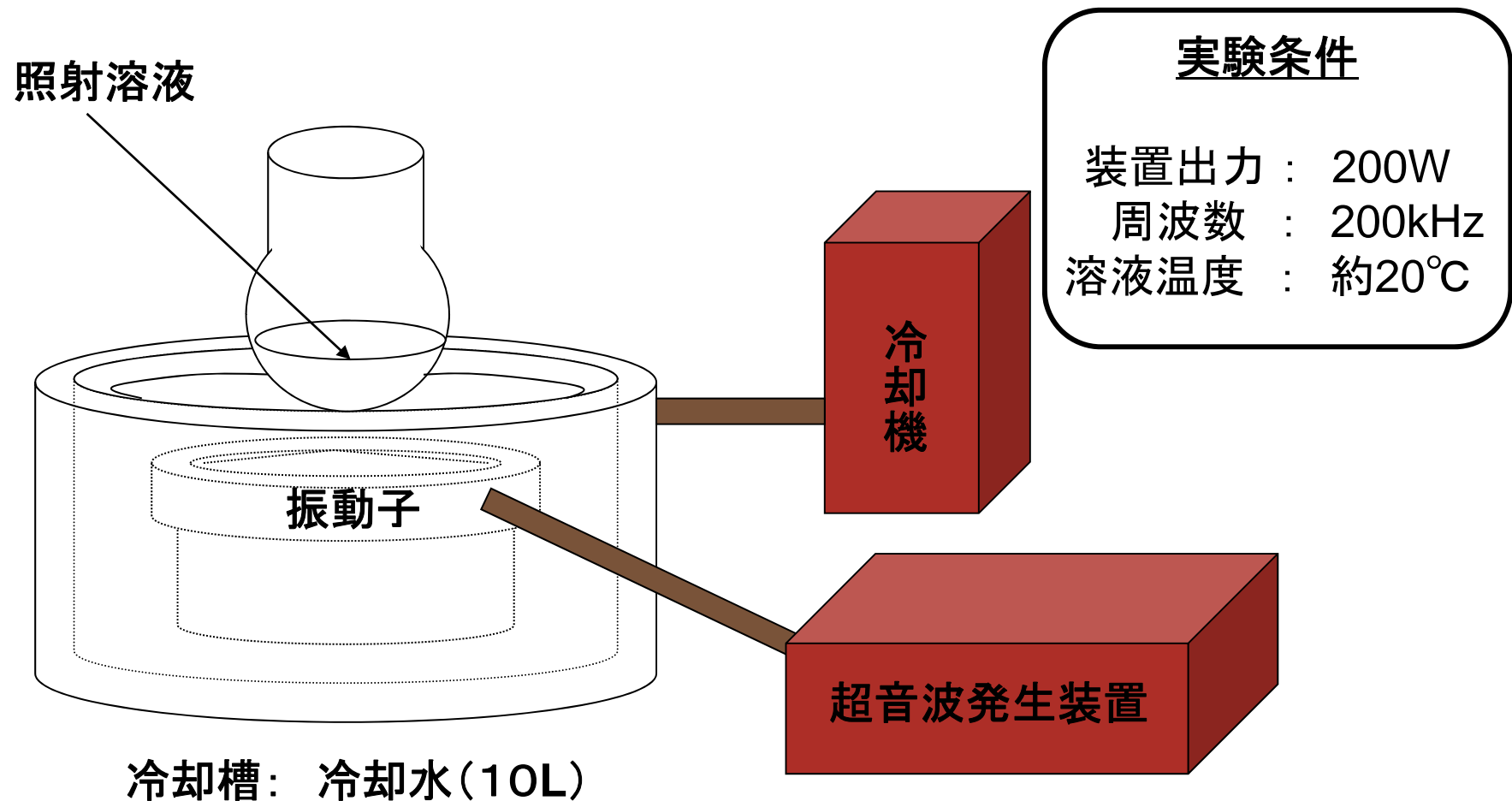
非N負荷域地下水



硝酸性窒素浄化 (Saito et al., 2009)



(* $\delta^{15}\text{N}$ data is from Umezawa *et al.*, 2009)



『第18回 ソノケミストリー討論会』にて発表

超音波を用いた有機塩素化合物汚濁懸濁液の浄化

中村 貴司¹, 大川 浩一², 川村 洋平³, 菅原 勝康²

H21 公表（物質班）

- 地球惑星5月
 - 「陸—海相互作用」：大阪3件（O,Y,S）
- 陸水学会特集号 1号→2号へ（3編：プロジェクトから1編H）S,S（瀬戸内海なので間接関与）
- IAHS 9月
 - 4件（H,H,U,S,S）
- 瀬戸内海研究フォーラム 2件 O,Y
- 地下水学会 1件 O 水文科学会 1件O

- 堆積物論文予定（H,U+ α ）、地下水汚染論文予定（H,O+ α ）、SGD論文予定（U,O）
- 特集号計画予定 年度末

残りの計画

- Resilienceの評価
 - N収支、脱窒浄化
 - トリクロロエチレン汚染浄化＝仮想実験を
- N₂Ar分析
 - 全都市で分析
 - ジャカルタ

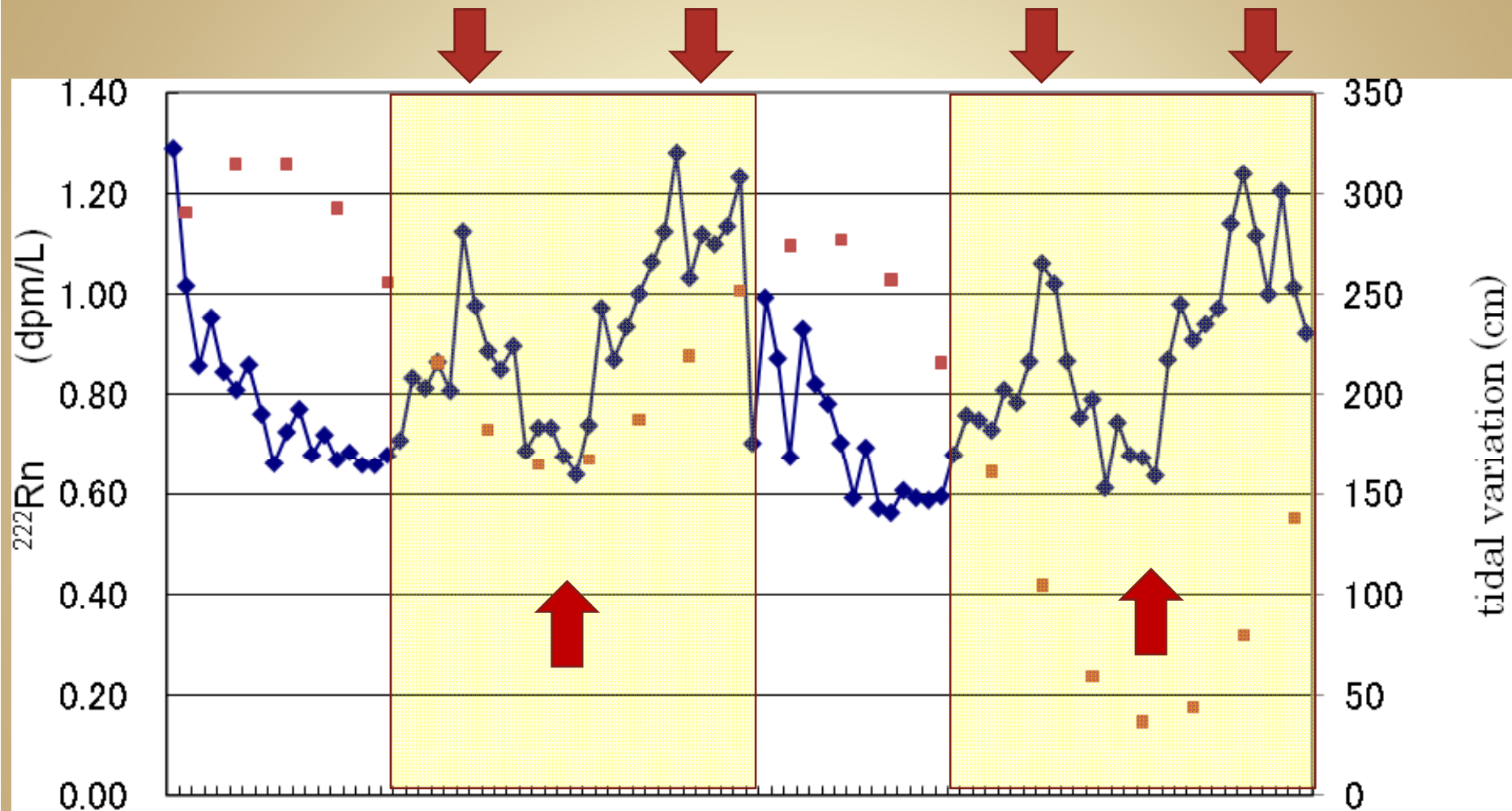
まとめ

リーダー設定目標との対応

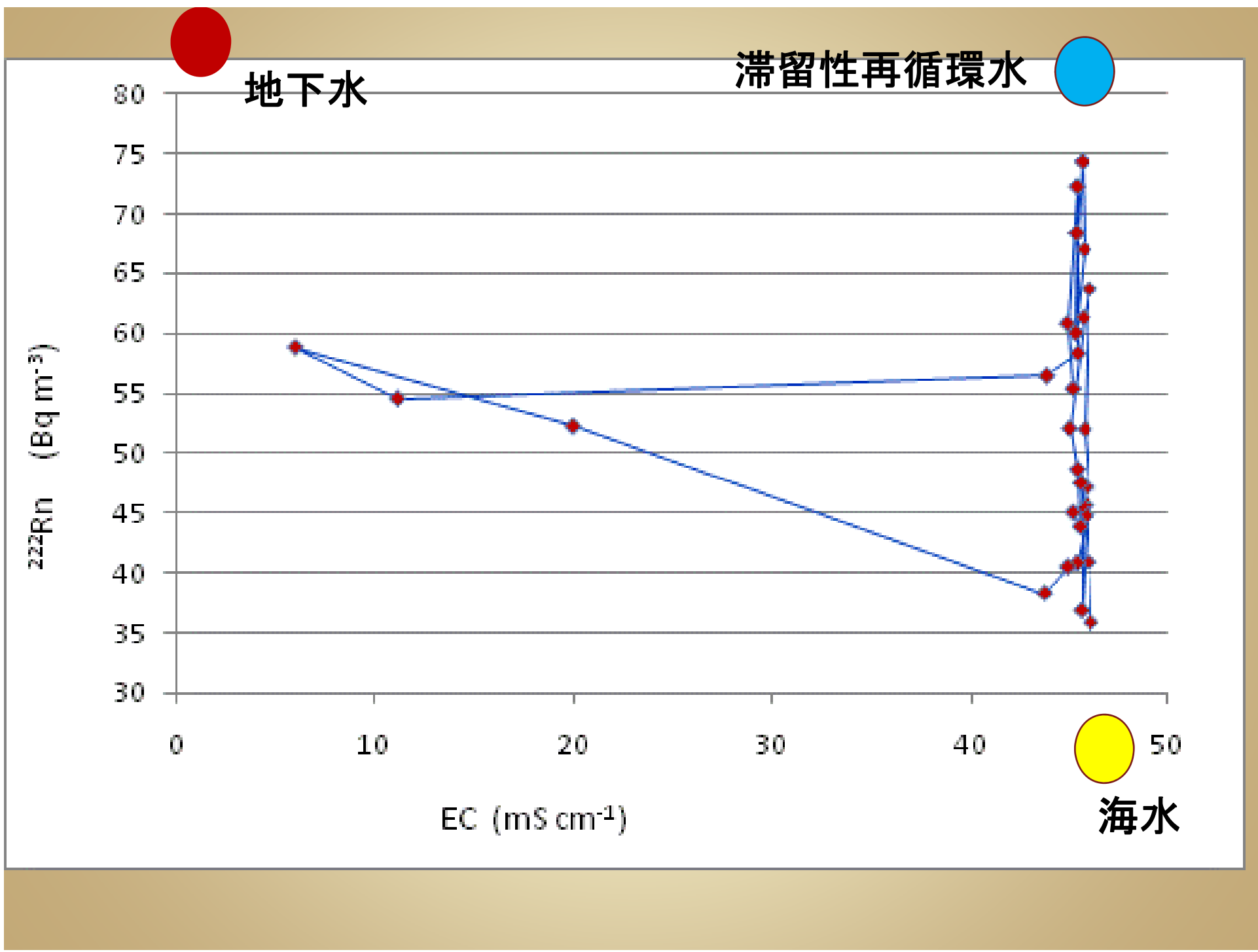
- 堆積物、地下水蓄積：都市比較（1）、（2）
 - 重金属、窒素、塩素
- SGD: (3)
 - 地形モデルでは埋め立ての影響評価=Rn分布と整合
 - モニタリングはうまくいかない（すいません）
- 新手法：
 - N2Ar：都市での評価
 - Rn：滞留時間へ
- 浄化法：OK
 - 積極的な浄化技術適用の抑
 - 地盤沈下の起きない程度

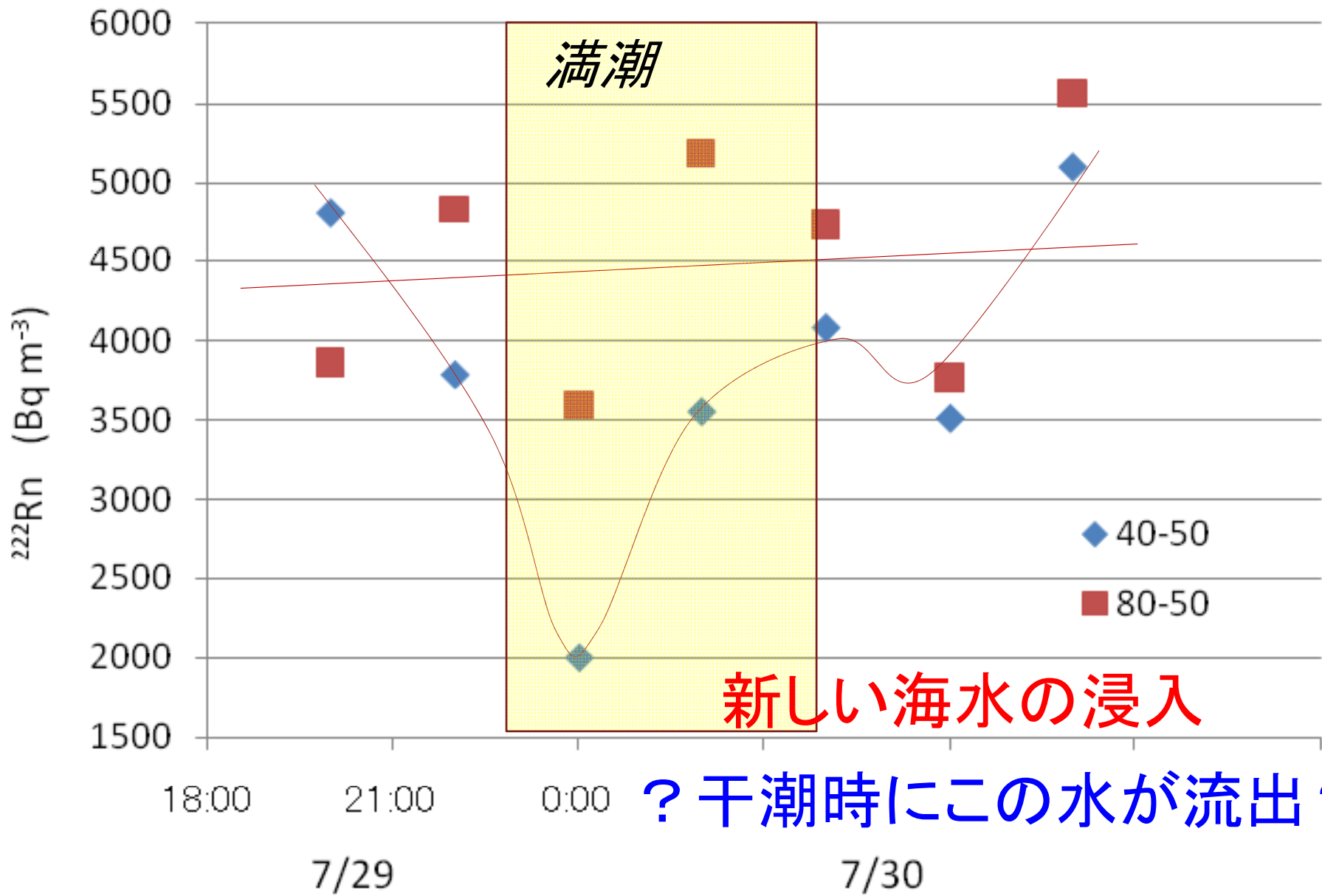




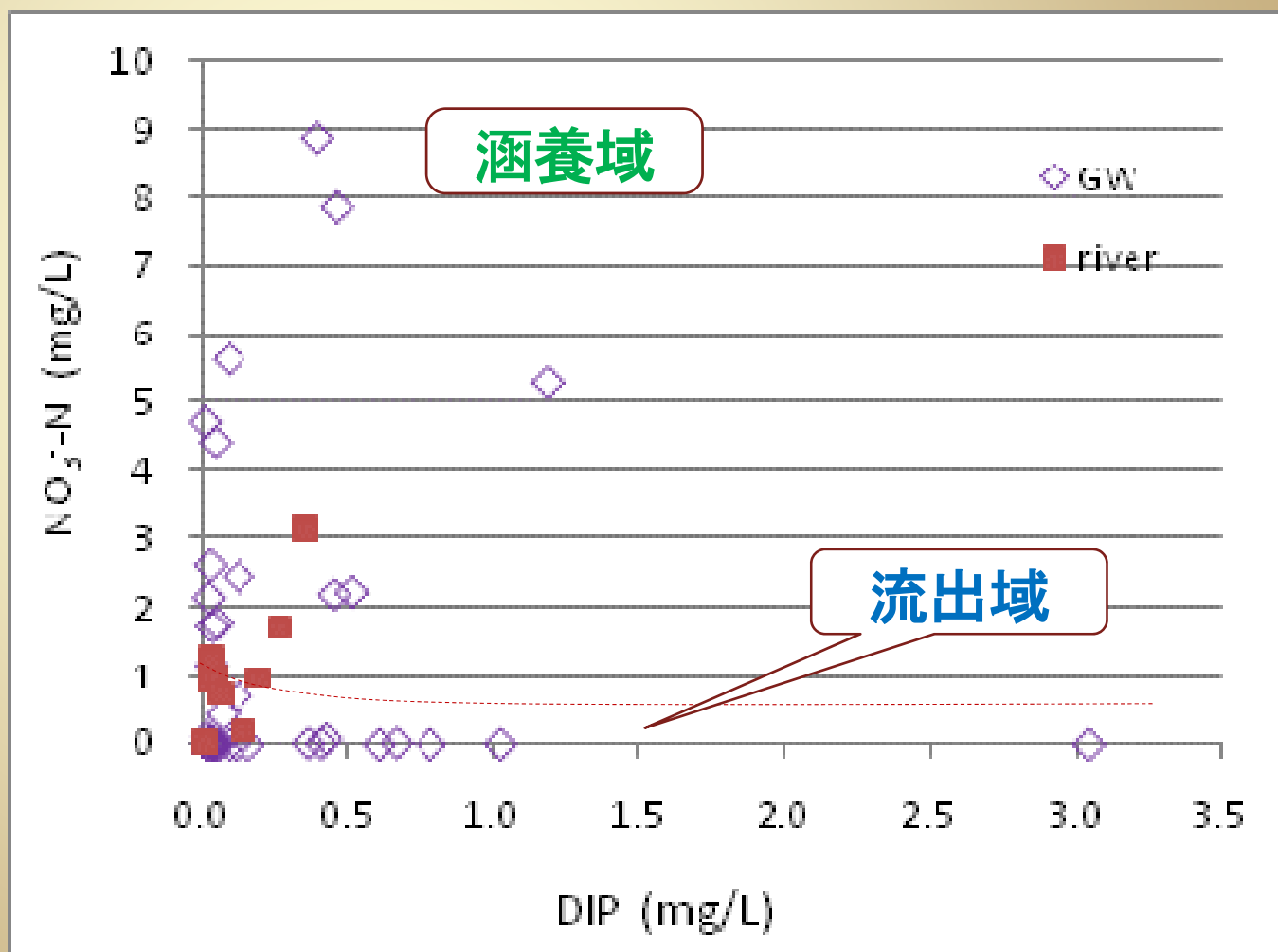


- 干潮時に2つのピークが！
- 干潮ピーク時に、最低値が！





再循環が多い40m地点vs少ない80m地点



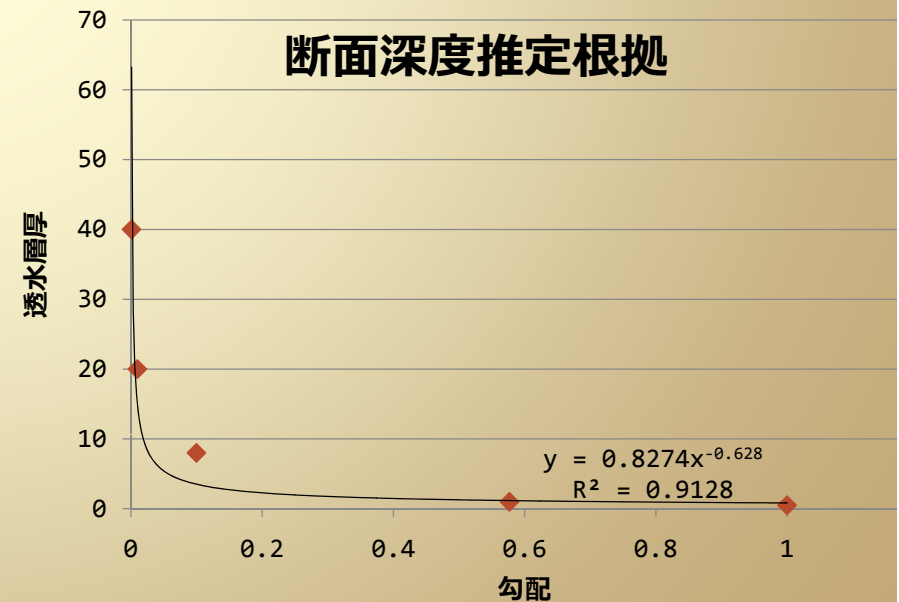
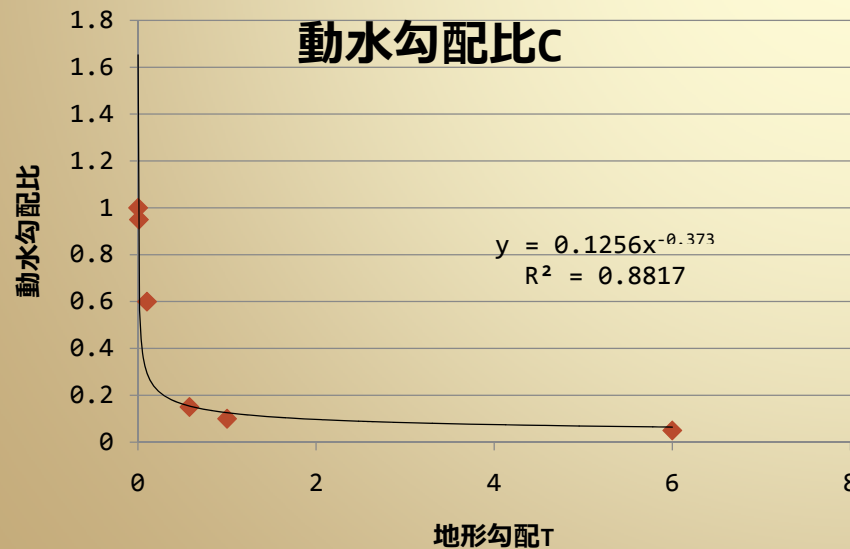
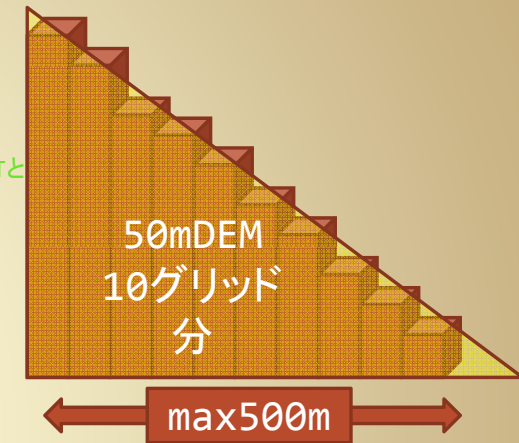
□ ダルシー則に従って求めた地下水流出量

□ $Q = kA \Delta h / l$

□ 透水係数 $k = \text{unknown}$

□ 断面積 $A = 0.5 * (\text{勾配})^{-0.8}$

□ 動水勾配 $\Delta h / l = 0.1256T^{-0.373T}$ *地形勾配Tと



連携成果の提案計画

- 流動を加味した物質蓄積・流出の評価（継続して水班との連携→特に大阪）
- 堆積物の重金属プロファイルの社会経済的解析（金子班との連携）→年度末までに論文を
- 原単位法での各都市での窒素負荷量計算（都市地理班、金子班との連携）→年度内に成果

予算計画 (H21) :

国内調査 :

大阪 (9月) : 地下水調査
日本4人 (小野寺、中屋、斎藤、清水、大川、)
; 10日間 国内 10万x5=50万、現地調査雑費: 70万
計120万 *採水経費(1か所7万x20=140万) は一部別途予算で捻出計画中

国内会議 : 社会経済班連携

東京 (7月・1月) : 日本3人 (小野寺、細野、梅沢、斎藤、清水)
; 1日x3回 国内 5万x3人x2回=60万 30万 (-30)

海外調査 (長期データ収集) :

バンコク (8月) : +自然浄化実験
: 日本5人 (小野寺、斎藤、清水、広島大院)
; 7日間 2520万x3 (日本旅費) + 7540万 (現地調査雑費) = 計200万 100万 (-100)

マニラ (12月) 日本2人 (小野寺、R1) ; 旅費20万x2 + 現地調査40万 = 80万
ジャカルタ (1月) 日本2人 (小野寺、R1) = 80万

IAHS (9月) : 小野寺、梅沢、細野、斎藤、清水 2520万x2=~~125万~~ 40万 (-85)

分析消耗品類 (標準値、分析) : 60万円 50万 (-10)

総計 計720万 500万



Kumamoto University

平成21年10月28-30 地球研地下環境プロジェクト全体会議in大津

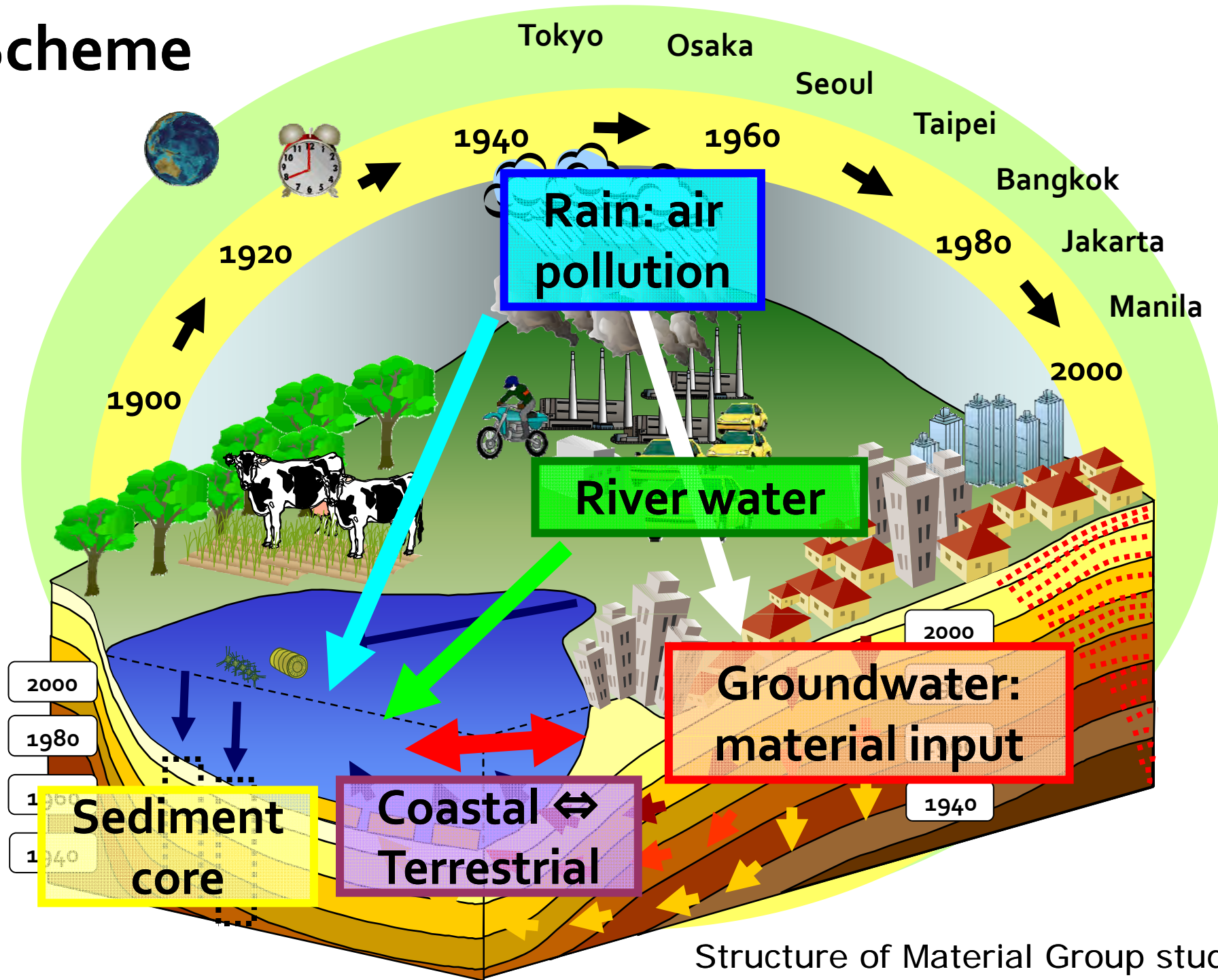


物質班（発表担当：細野高啓・熊本大学）

2009年物質班の活動Part 2

～陸域地下水および沿岸の汚染状況
把握に対する研究の進展について～

Scheme



Structure of Material Group study

2009年の主な活動： 成果発表および論文化

◎2008年以前：2005-2006年調査における結果をもとに論文化

地下水論文

- ◆ ソウル05年調査の結果
- ◆ バンコク、ジャカルタ、マニラ06年調査の結果

◎2009年 ⇒ 2007年2008年調査を含めた結果をもとに論文化を目指してきた

地下水マルチアイソトープ論文

- ◆ 台北
- ◆ マニラ
- ◆ バンコク
- ◆ ジャカルタ

堆積物重金属論文

- ◆ 大阪
- ◆ マニラ
- ◆ ジャカルタ

都市の雨および堆積物NP論文



2009年の主な活動： 成果発表および論文化

3月（法政大）：社会経済班—物質班との合同会議。大阪ではジョイントすることを確認。

7月（地球研）：地球研アジア水質会議での発表。

9月（インド）：IAHS国際学会でジャカルタおよびバンコク地下水研究の成果を発表。

10月（地球研）：国際シンポジウム（The Dilemma of Boundaries: Toward a New Concept of Catchment）にて成果の一部を発表。

地下水マルチアイソトープ論文

- ◆ 台北 投稿準備中
- ◆ マニラ 投稿中
- ◆ バンコク IAHSにて発表
- ◆ ジャカルタ IAHSにて発表

堆積物重金属論文

- ◆ 大阪 投稿準備中
- ◆ マニラ 投稿準備中
- ◆ ジャカルタ 投稿準備中

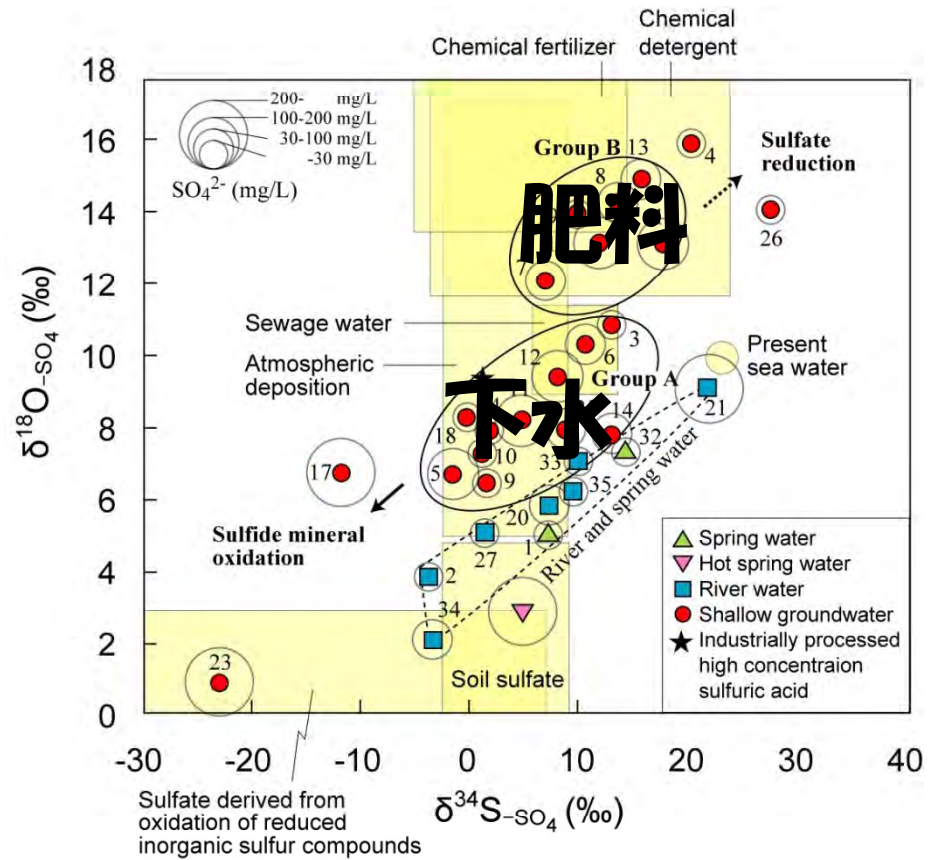
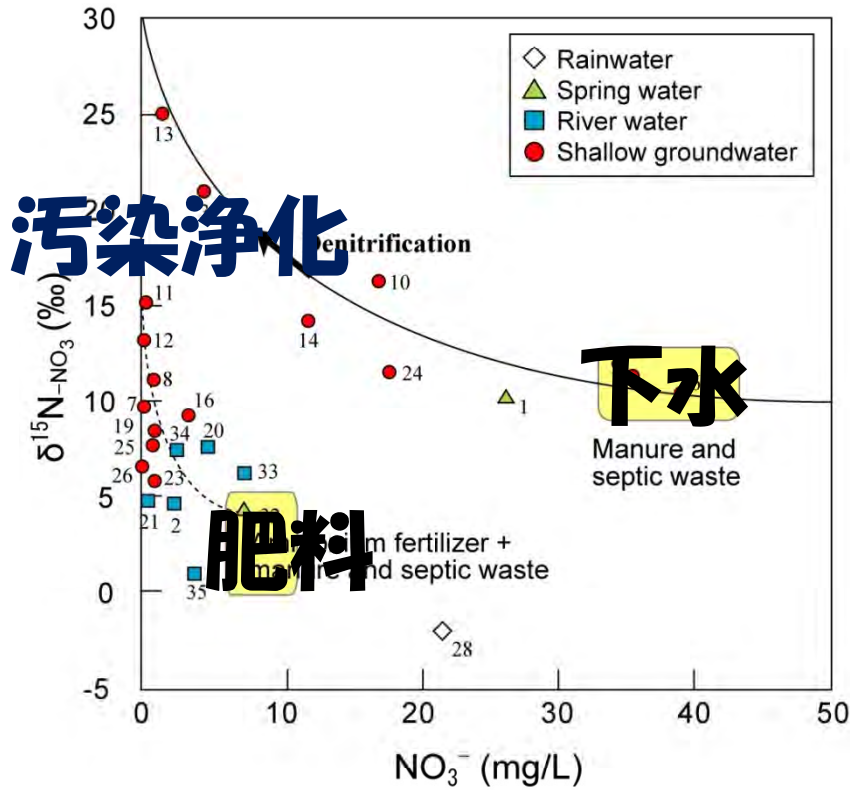
都市の雨および堆積物有機物論文
梅沢が準備中



台北

地下水マルチアイソトープ論文

- ◆ 台北 投稿準備中
- ◆ マニラ 投稿中
- ◆ バンコク IAHSにて発表
- ◆ ジャカルタ IAHSにて発表

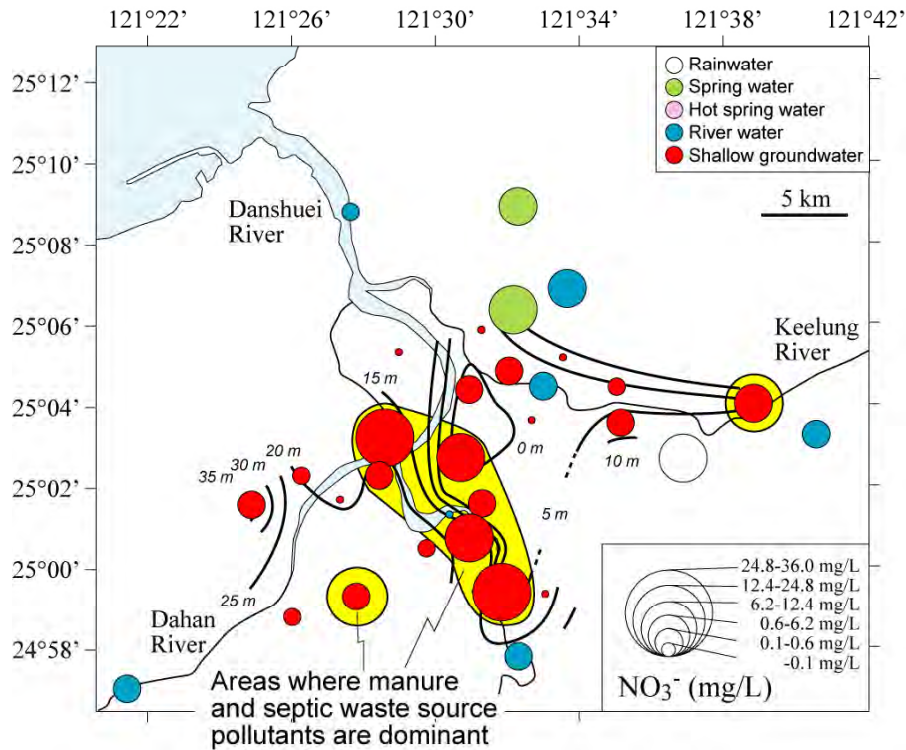


台北

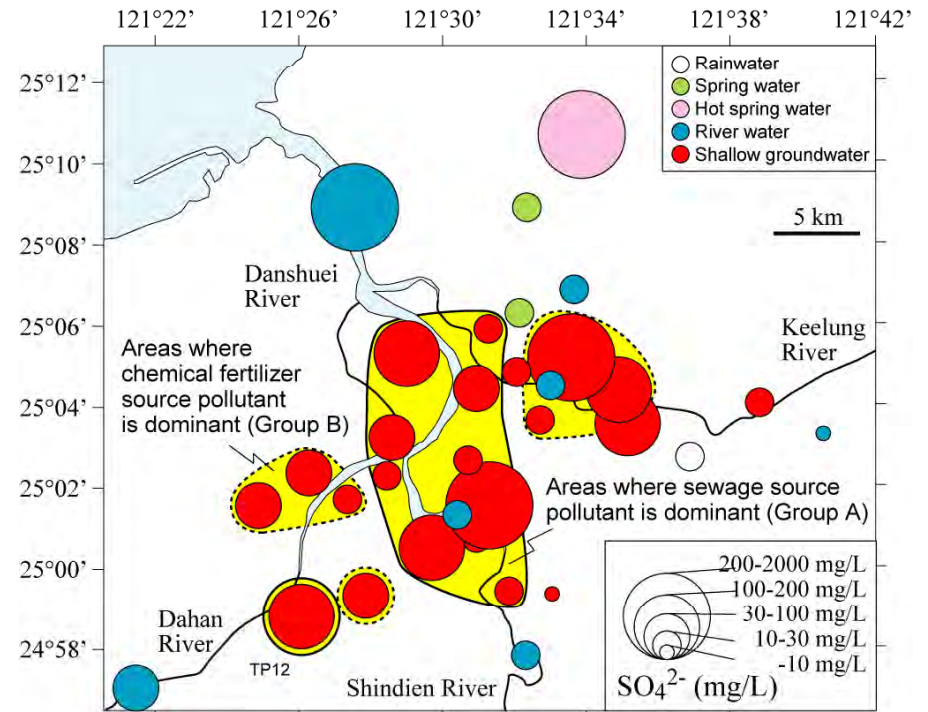
地下水マルチアイソトープ論文

- ◆ 台北 投稿準備中
- ◆ マニラ 投稿中
- ◆ バンコク IAHSにて発表
- ◆ ジャカルタ IAHSにて発表

硝酸



硫酸

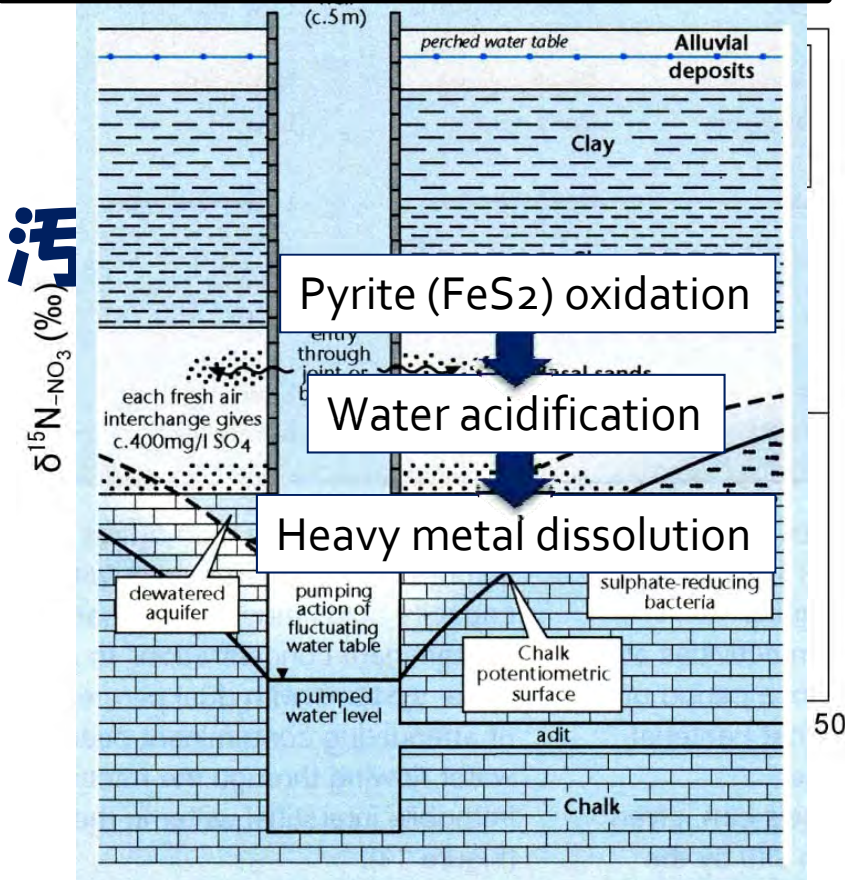


台北

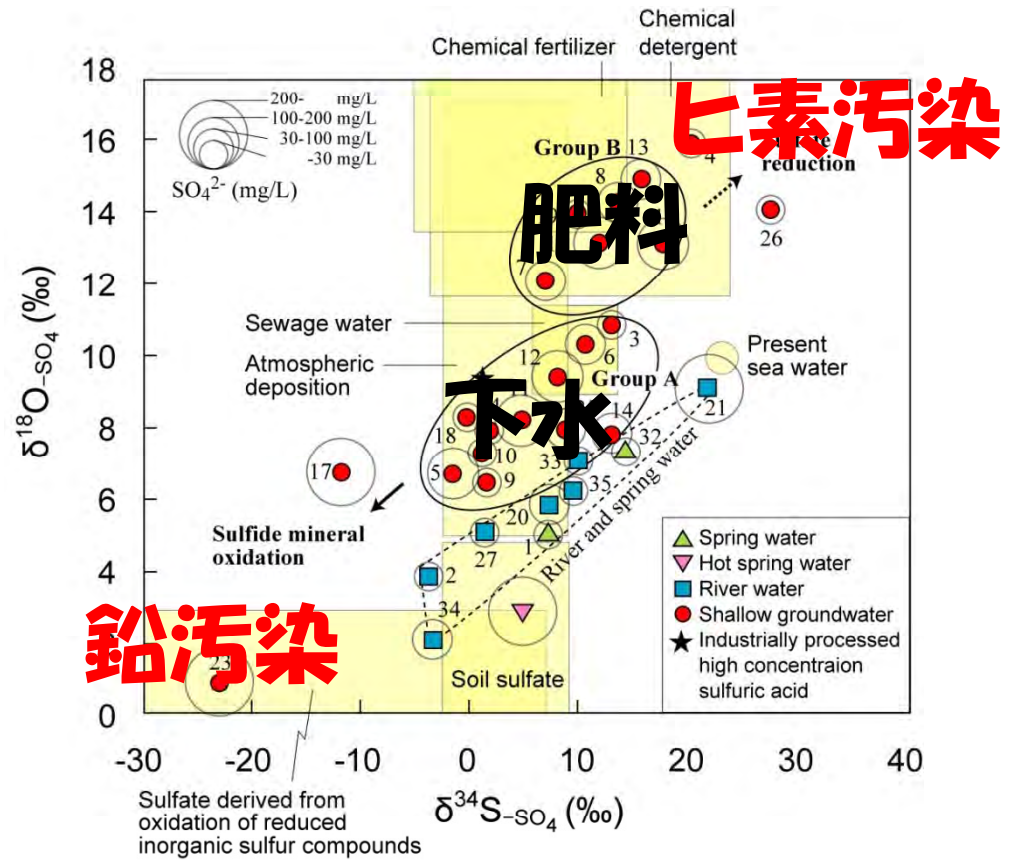
地下水マルチアイソトープ論文

- ◆ 台北 投稿準備中
- ◆ マニラ 投稿中
- ◆ バンコク IAHSにて発表
- ◆ ジャカルタ IAHSにて発表

Secondary impacts on groundwater environment



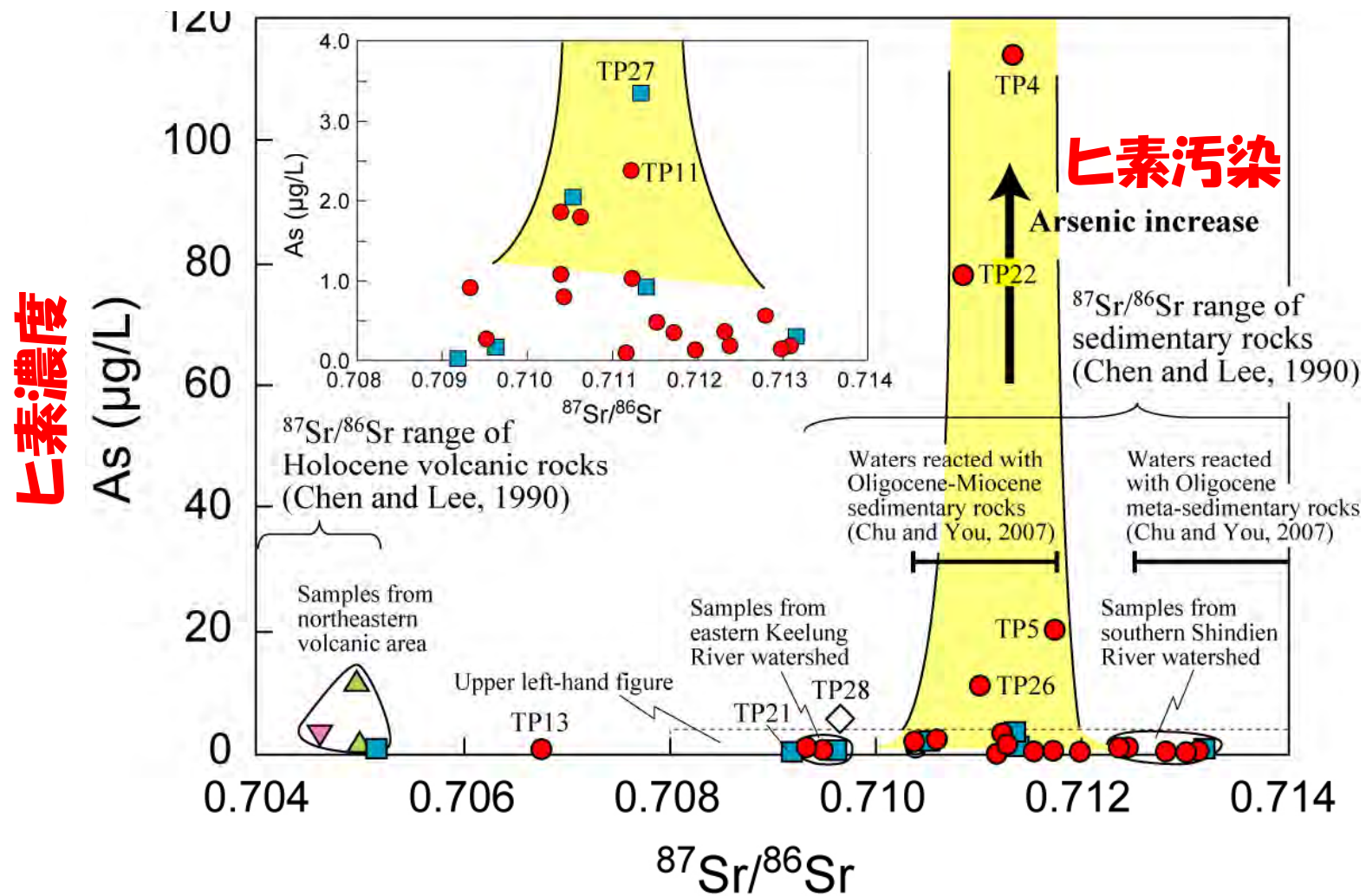
UNEP (2003)



台北

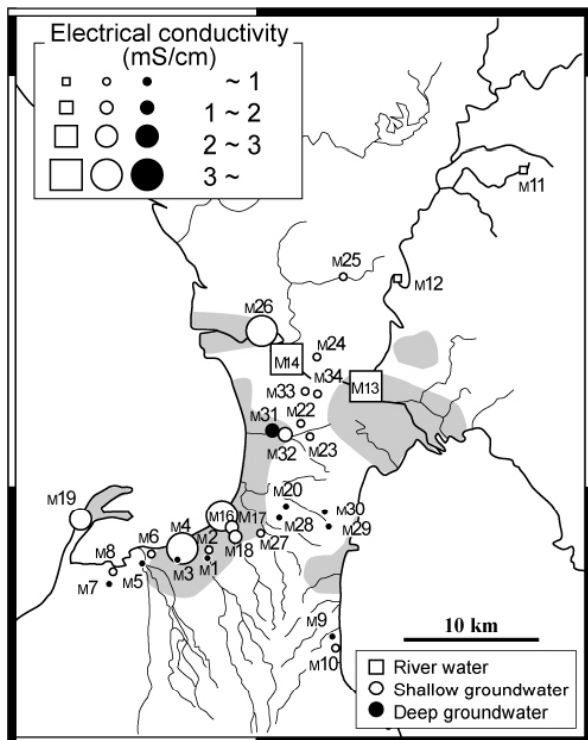
地下水マルチアイソトープ論文

- ◆ 台北 投稿準備中
- ◆ マニラ 投稿中
- ◆ バンコク IAHSにて発表
- ◆ ジャカルタ IAHSにて発表



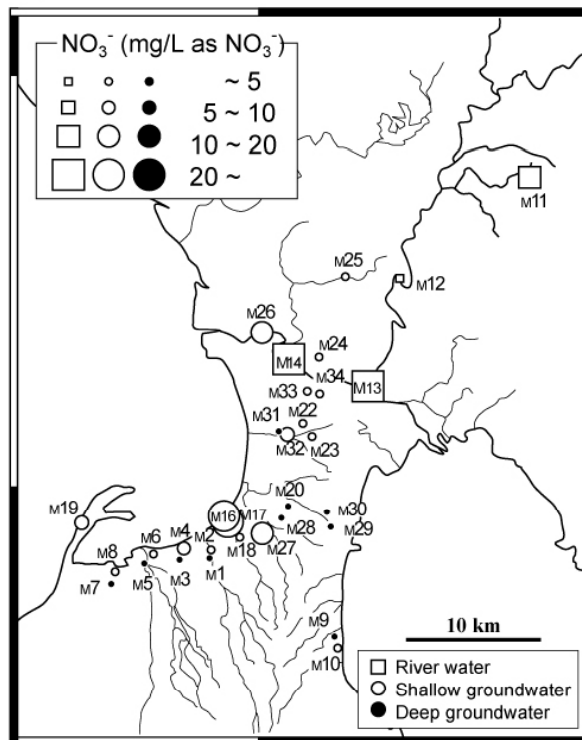
- ◆ 台北 投稿準備中
- ◆ マニラ 投稿中
- ◆ バンコク IAHSにて発表
- ◆ ジャカルタ IAHSにて発表

a) 塩水化



塩水化の分布90年代初めと変化なし

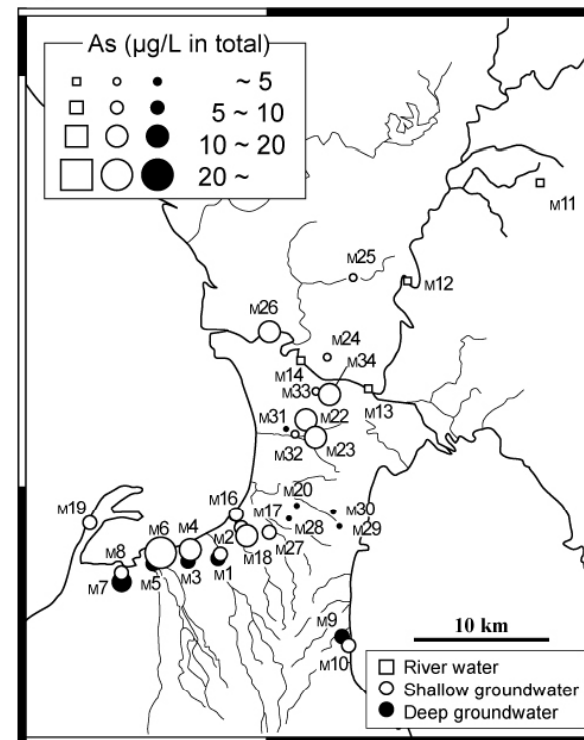
b) 硝酸汚染



脱窒による浄化でWHO基準を下回る

脱窒の影響を考慮した汚染度を検討中

c) ヒ素汚染



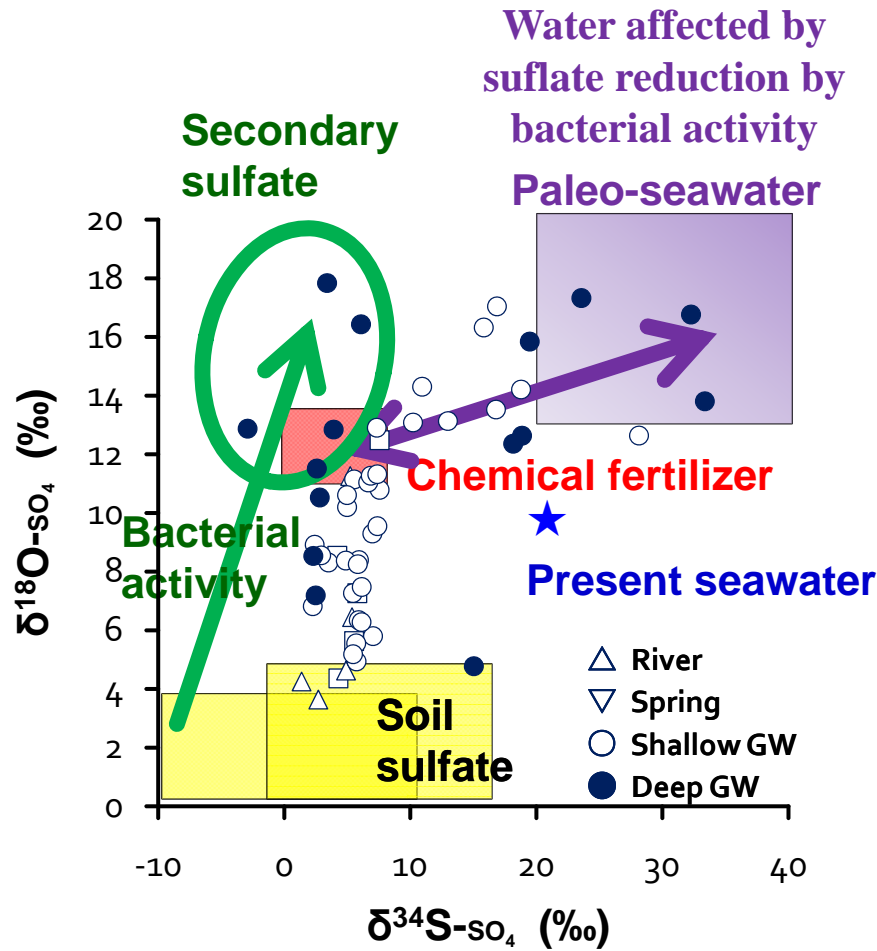
測定した地下水の3割がWHO基準を上回る

Sr同位体比などの検討からその起源を推定した

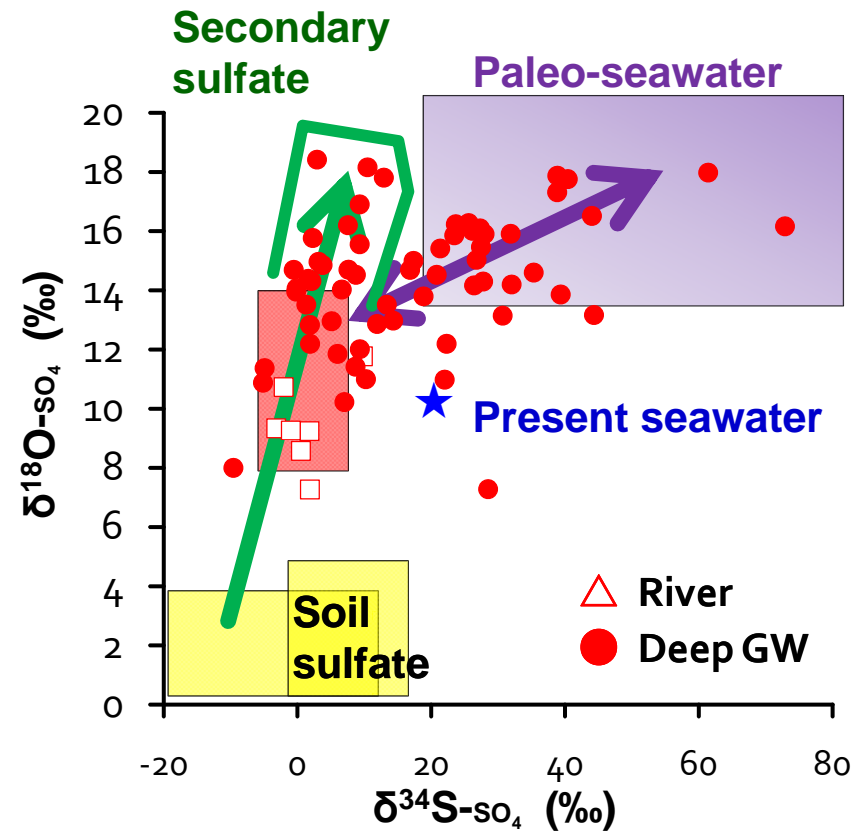
バンコク・ジャカルタ

地下水マルチアイソトープ論文

- ◆ 台北 投稿準備中
- ◆ マニラ 投稿中
- ◆ バンコク IAHSにて発表
- ◆ ジャカルタ IAHSにて発表



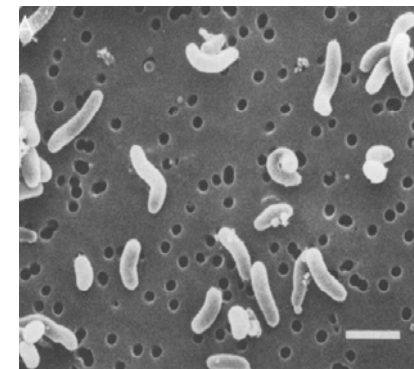
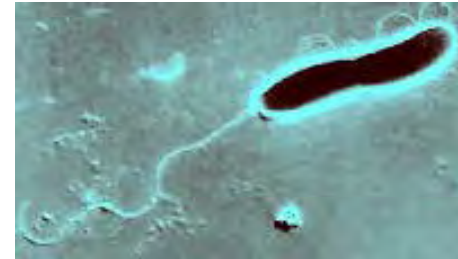
Jakarta



Bangkok

さまざまなバクテリアの存在

- **Denitrifying bacteria**
Nitrate from pollution
- **Sulfate reducing bacteria**
Sulfate of marine source
- **Sulfur oxidation bacteria**
Sulfur of geological origin

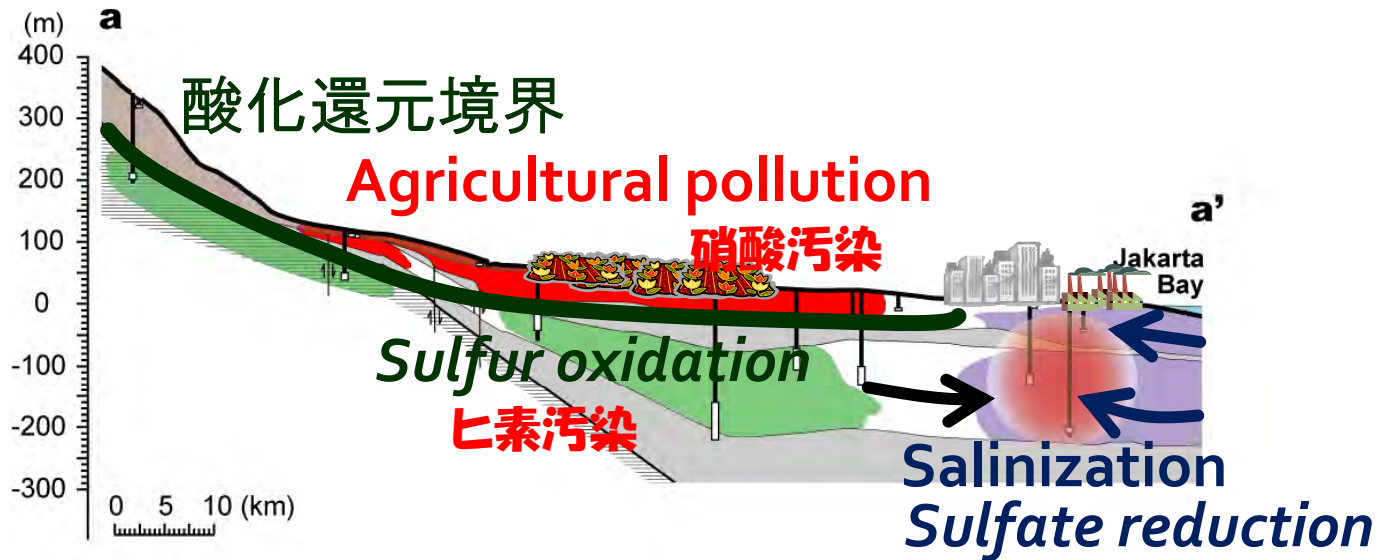


Ruby et al. (1981) Appl Environ Microbiol 42, 317-324.

バンコク・ジャカルタ

地下水マルチアイソトープ論文

- ◆ 台北 投稿準備中
- ◆ マニラ 投稿中
- ◆ バンコク IAHSにて発表
- ◆ ジャカルタ IAHSにて発表



Jakarta

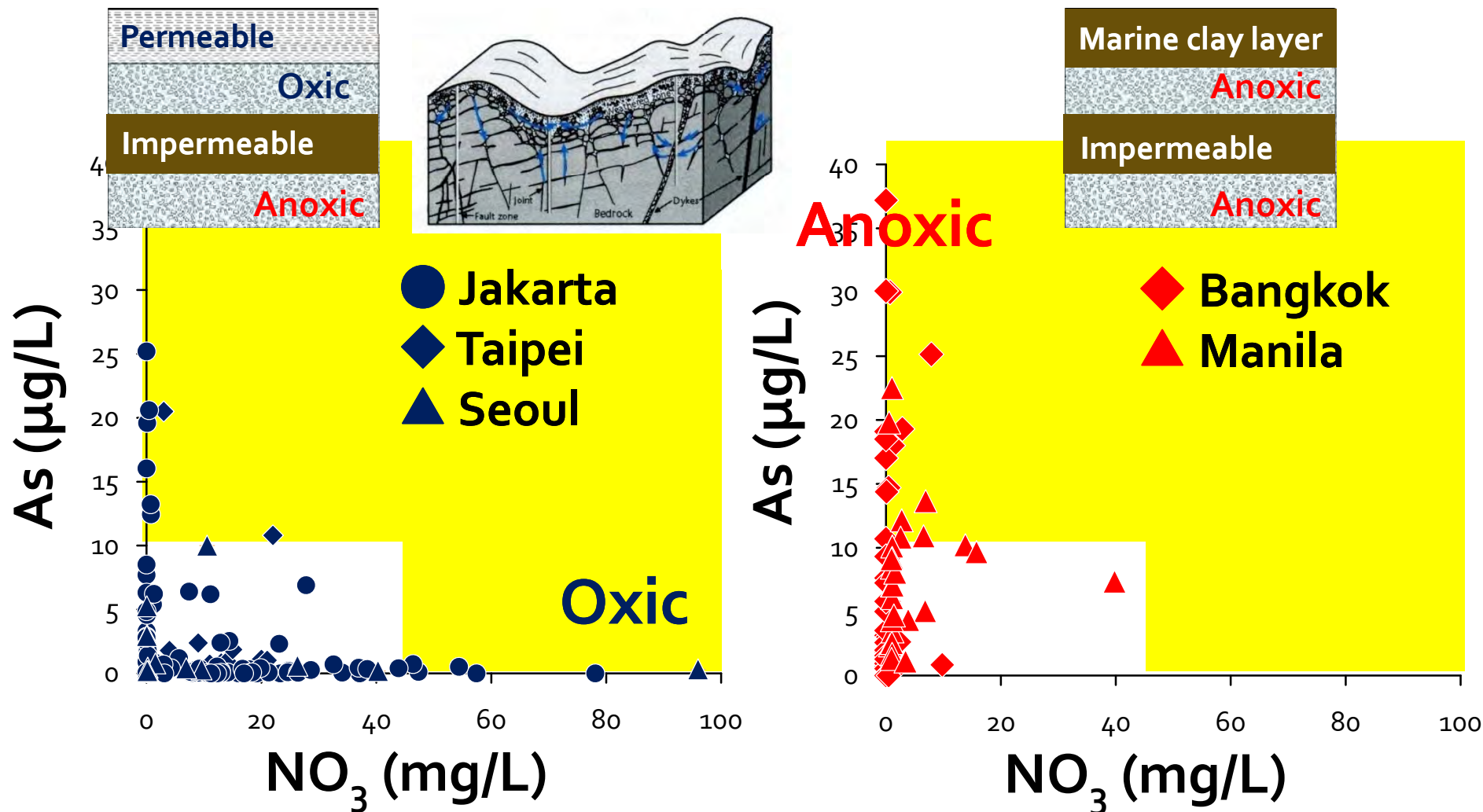


Bangkok

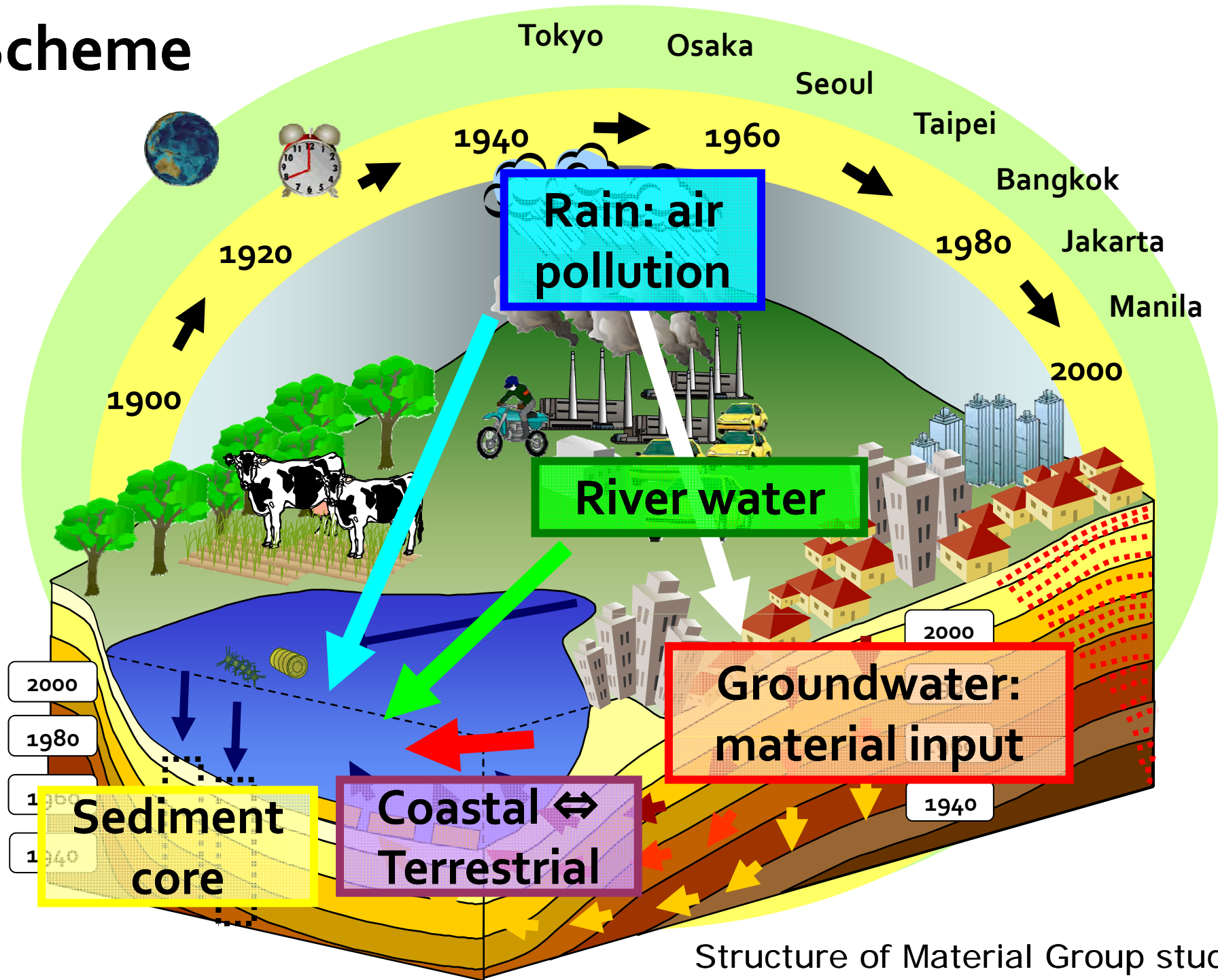
地下水都市間比較

地下水マルチアイソトープ論文

- ◆ 台北 投稿準備中
- ◆ マニラ 投稿中
- ◆ バンコク IAHSにて発表
- ◆ ジャカルタ IAHSにて発表
- ◆ ソウル 印刷済み
- ◆ 大阪 中屋他 (2009)



Scheme



Structure of Material Group study

**重金属生データについては個別
にお問い合わせください。**

地下水都市間比較

堆積物重金属論文

- ◆ 大阪 投稿準備中
- ◆ マニラ 投稿準備中
- ◆ ジャカルタ 投稿準備中

- マニラ・ジャカルタ
 - 定説: 今日も汚染が進行し続けている
 - 今回: 実は2000年以降汚染は減少傾向に向かっている
(恐らく環境規制により回復傾向に移行)
- 大阪
 - 仮説: 大阪は随分汚染が浄化されたのだろう
 - 今回: 高濃度汚染が蓄積。その程度は他都市と比較し非常に高い
 - 示唆: 沿岸は一度汚染されると回復が非常に困難
- 不明点
 - ① 重金属によって汚染のピークの位置が異なる理由
 - ② 環境規制(政策)と環境対応との関係(もしくはギャップ)
 - ③ 鉛同位体比による重金属ソースの推移は、現状とマッチするか？

⇒ これらを解決すべく、社会経済班との共同作業を推進中

ありがとうございました!!!

