



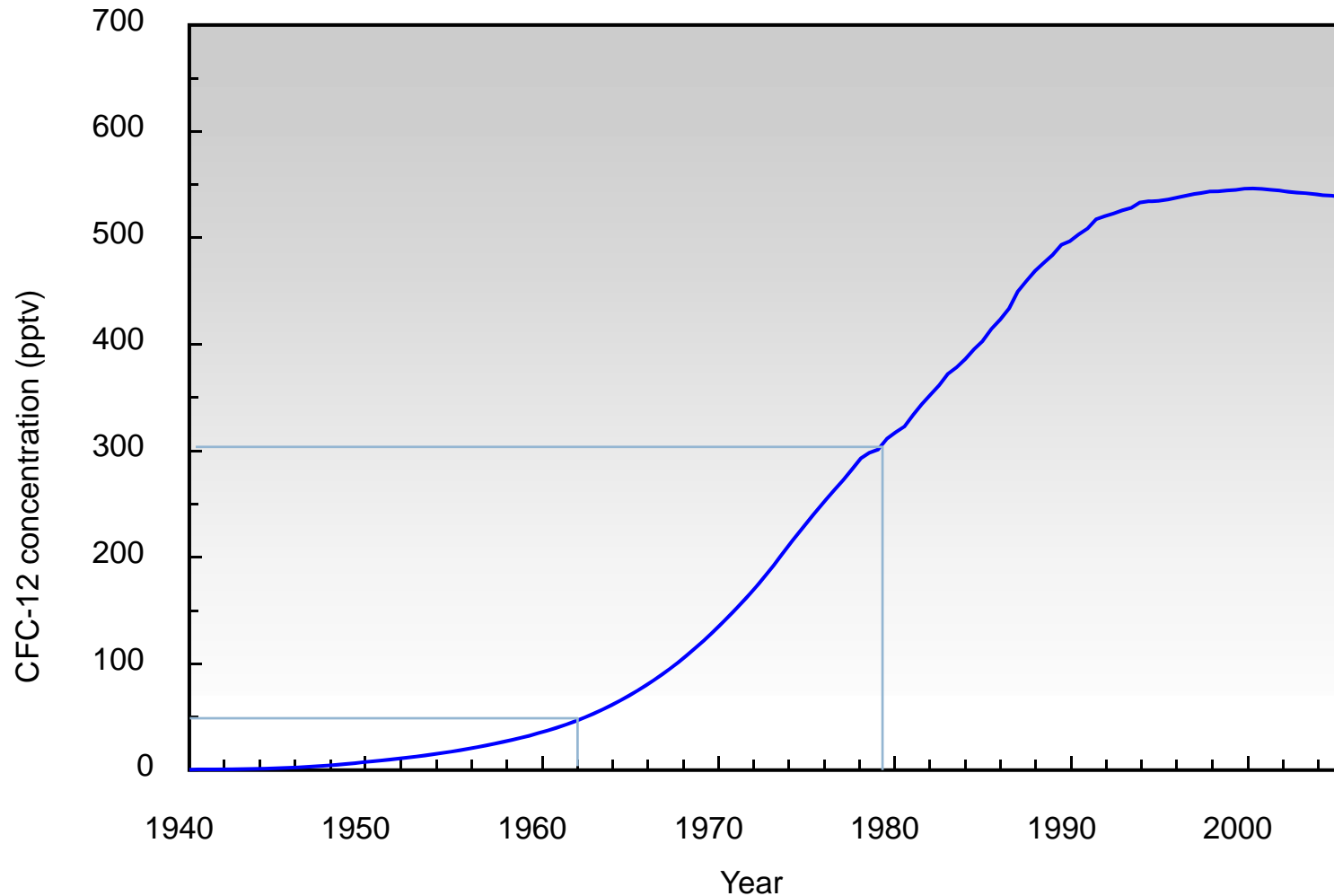
# BKK地下水流動に関する 調査結果と今後の展望

山中 勤・辻村真貴・三木田慎・萩原 厚（筑波大学）

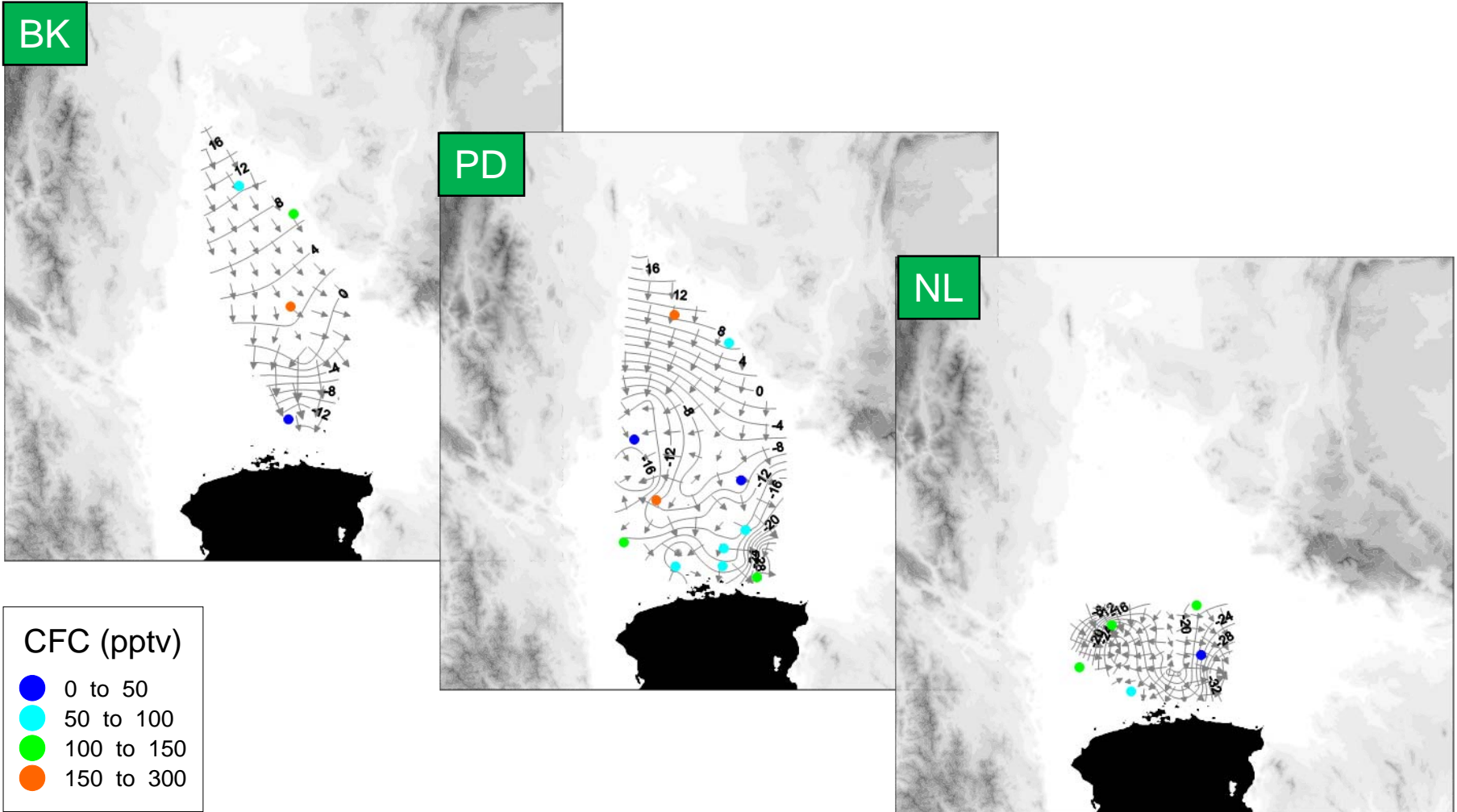
# これまでの活動内容

- 2006年度
  - ▣ 現地調査（水理水頭, 水安定同位体, 一般水質）
- 2007年度
  - ▣ 現地調査（CFC, C14）
- 2008年度
  - ▣ 現地調査（CFC再分析）
  - ▣ 地下水流動シミュレーション

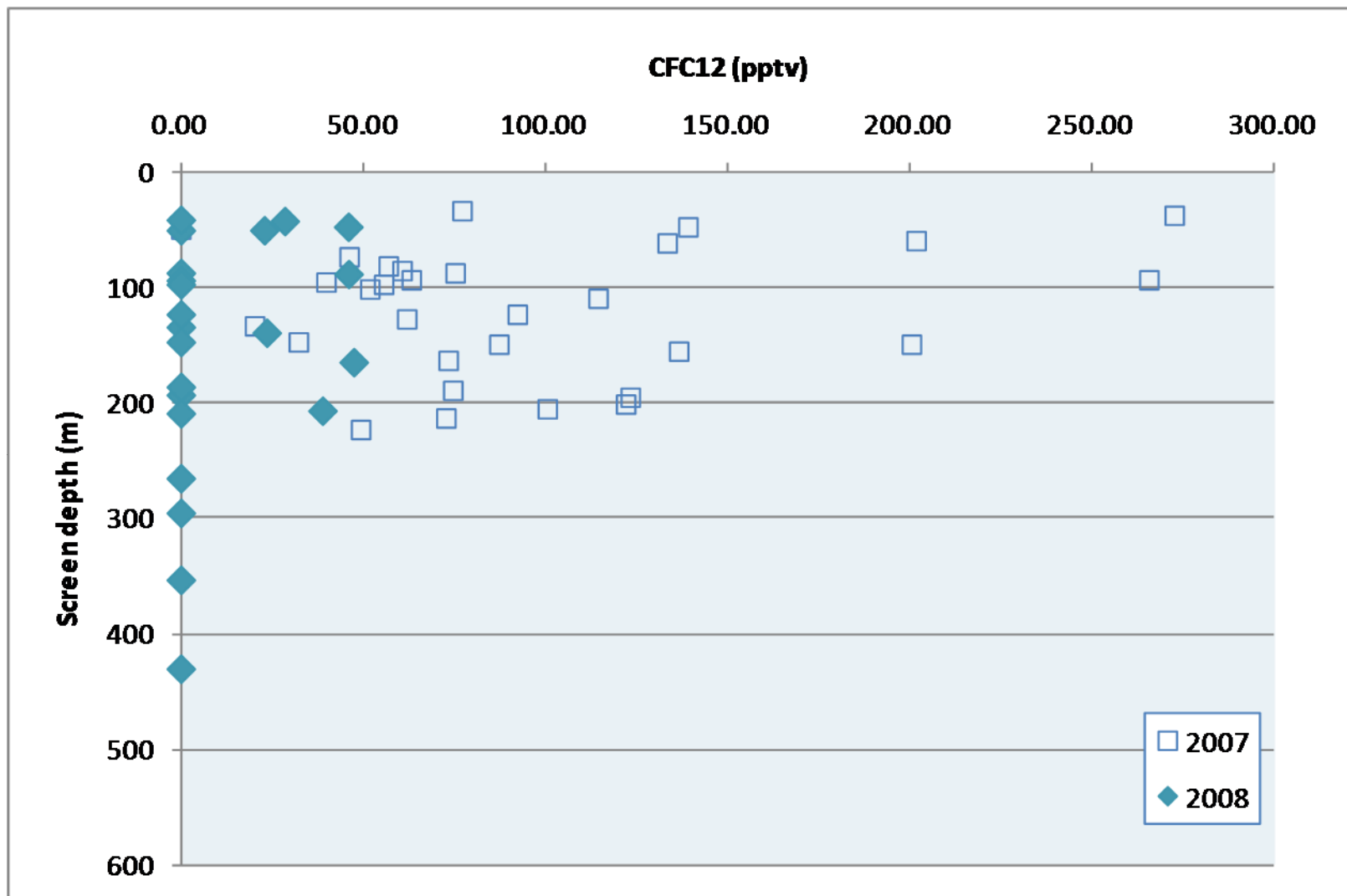
# CFCによる地下水年代評価



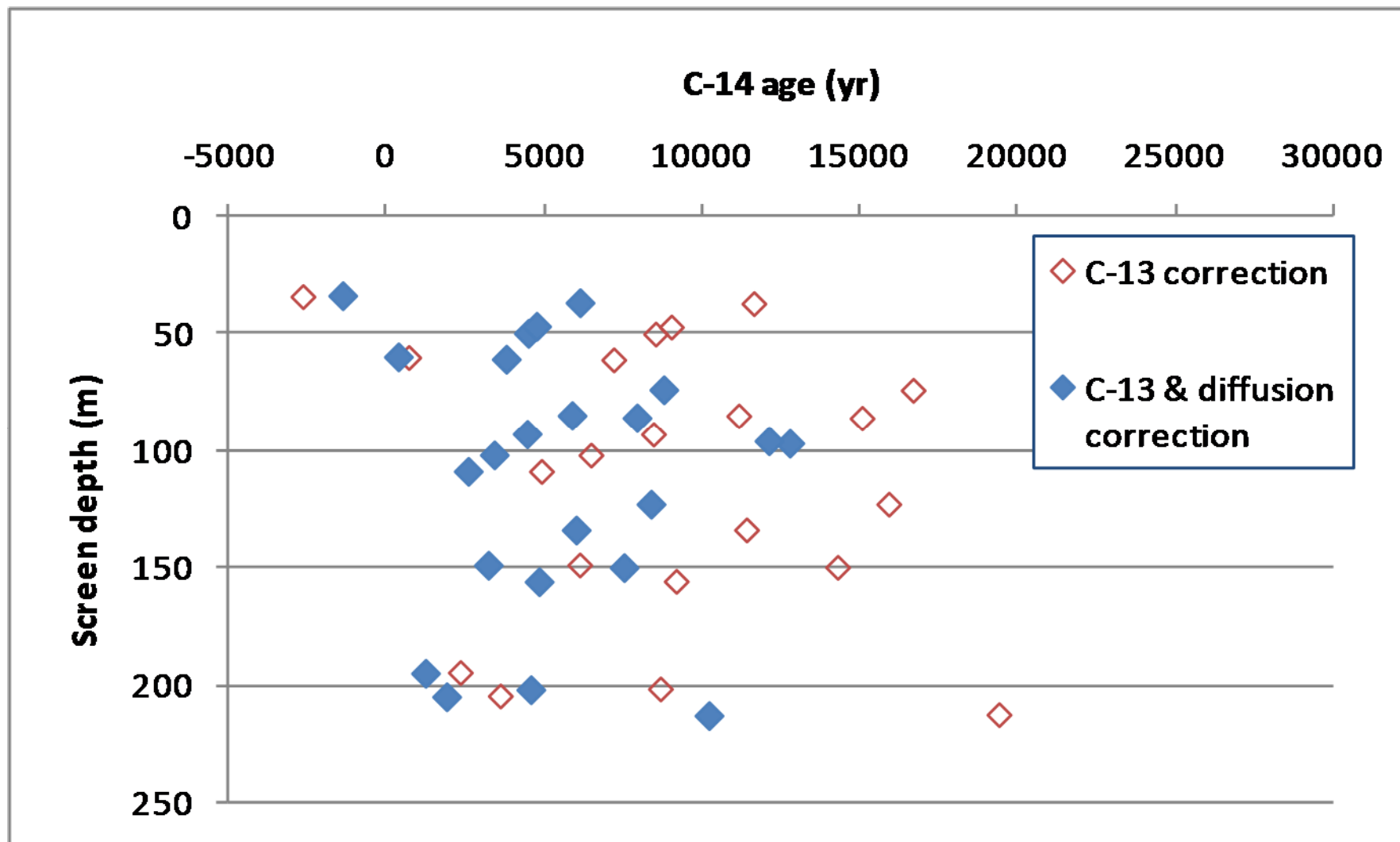
# 2007年の測定結果



# 2007年 vs 2008年



# C14年代



# 地下水流動シミュレーション

# 目的

- 都市部における過剰揚水によって地下水涵養は加速したのか？
- 加速したとすれば、どこで顕著なのか？
- どの程度のタイムスケールで地下水の入れ替えが進んでいるのか？

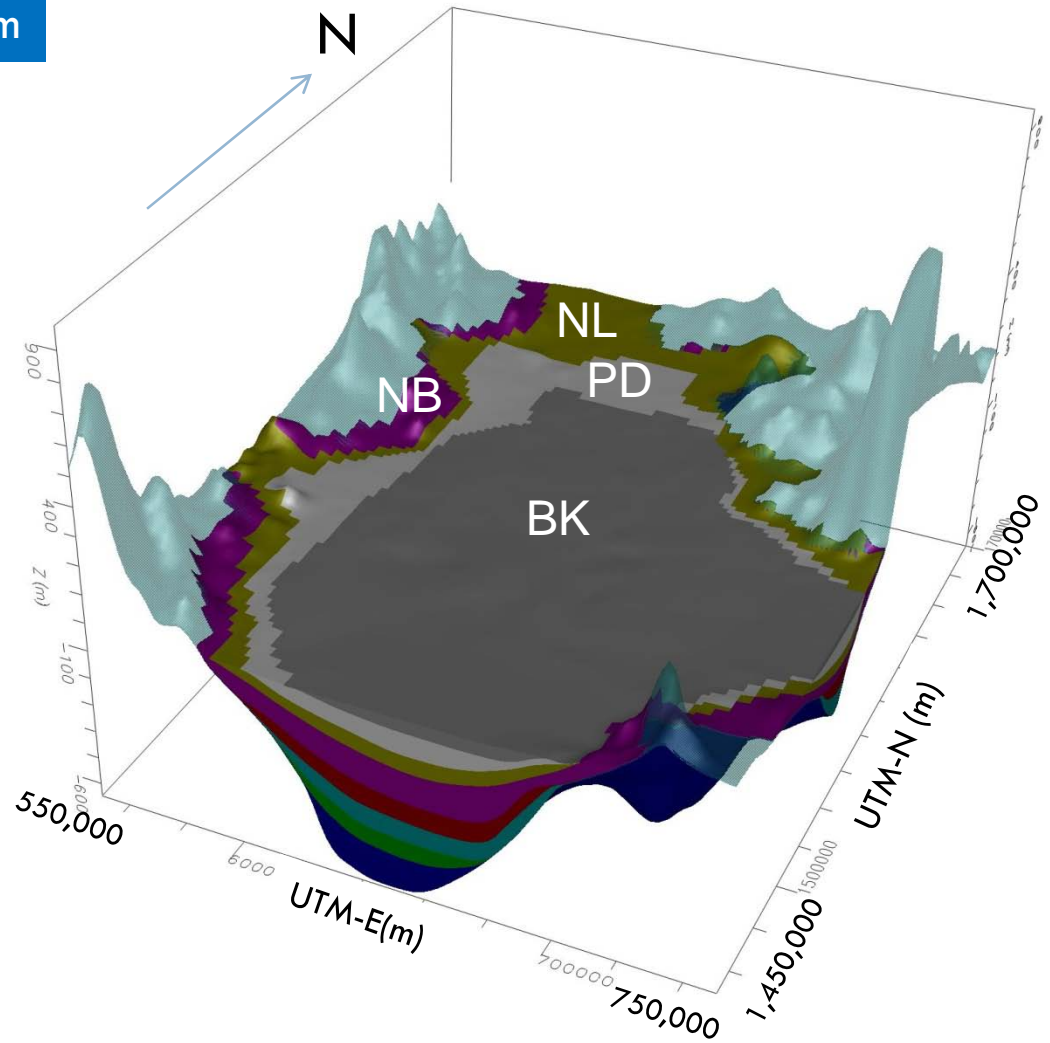
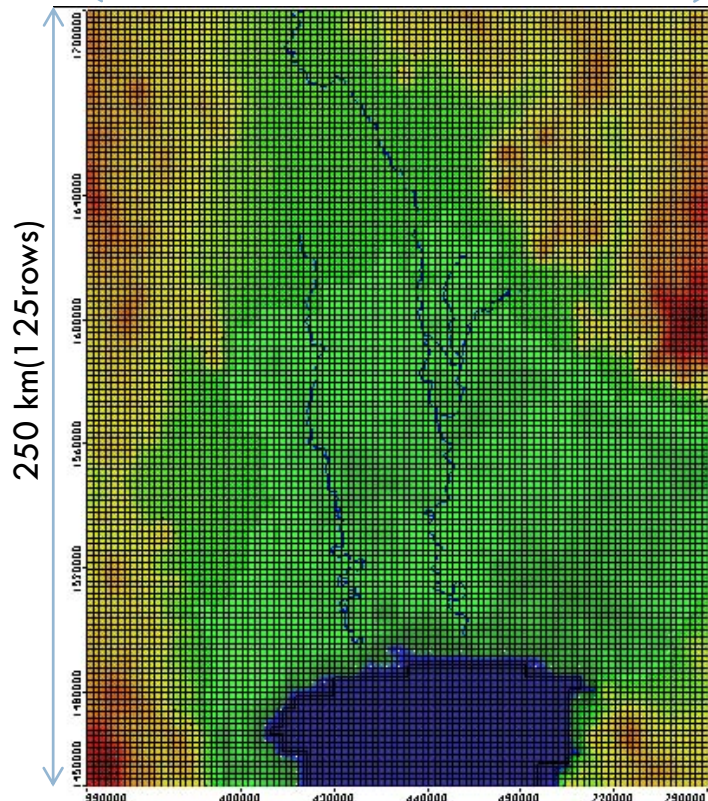
# 使用ソフトウェア

- Visual MODFLOW
  - 地下水流動: MODFLOW2000
  - 溶質輸送: MT3DMS
  - 流跡線解析: MODPATH
  - 領域収支解析: Zone Budget
  - 密度流を考慮した地下水流動・溶質輸送: SEAWAT

# 解析領域と格子間隔

Grid size = 2 km x 2 km

200 km (100columns)



# 利用した数値地図

- 地表面標高
  - SRTM30 (900 mメッシュ)
- 海底地形
  - ETOPO2 (3.5 kmメッシュ)

# 解析対象期間

- 1950年以前
  - 揚水なしの定常状態を想定
- 1950年～現在
  - 揚水データを与えて非定常計算

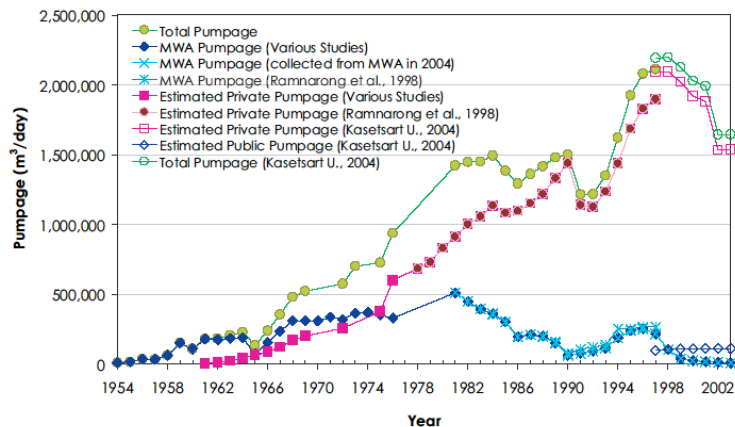
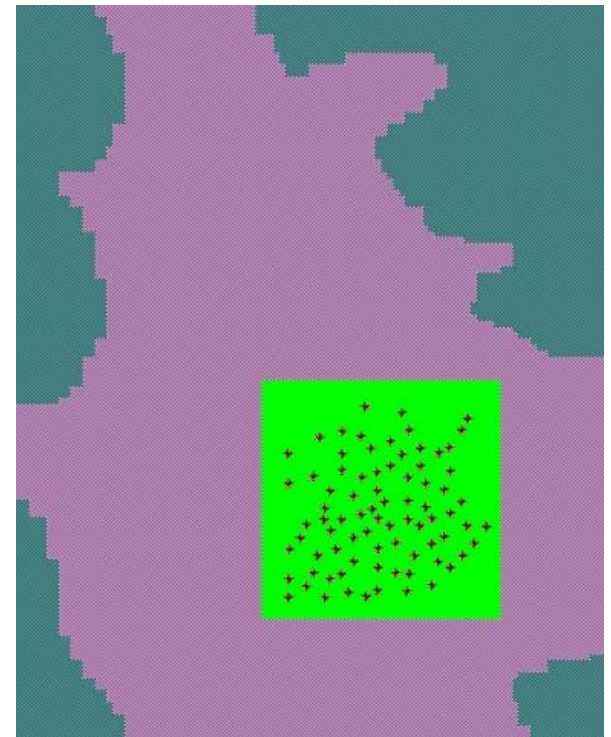


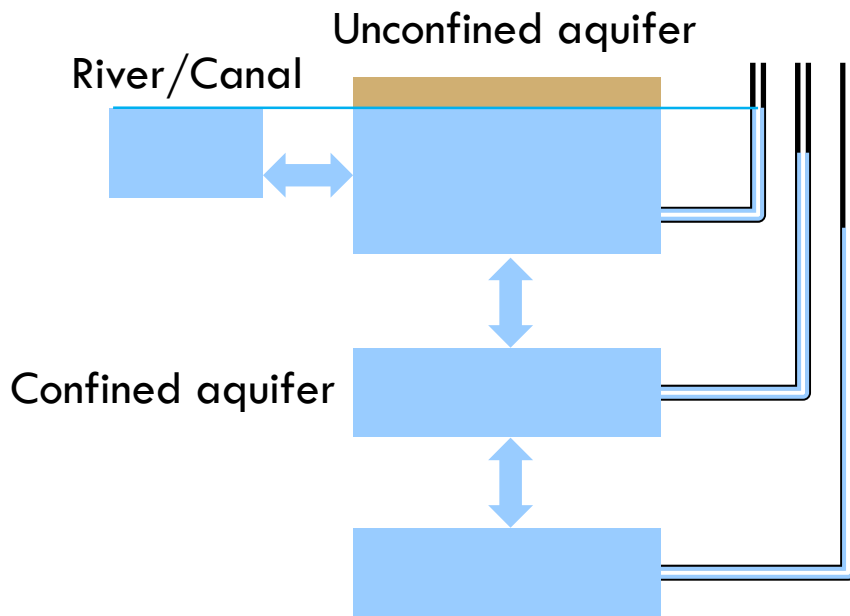
Figure 2. Groundwater Pumpage in Bangkok and Surrounding Areas  
Source: AIT and DMR, 1978; Ramnarong et al., 1998; Kasetsart University, 2004

IGES (2007)

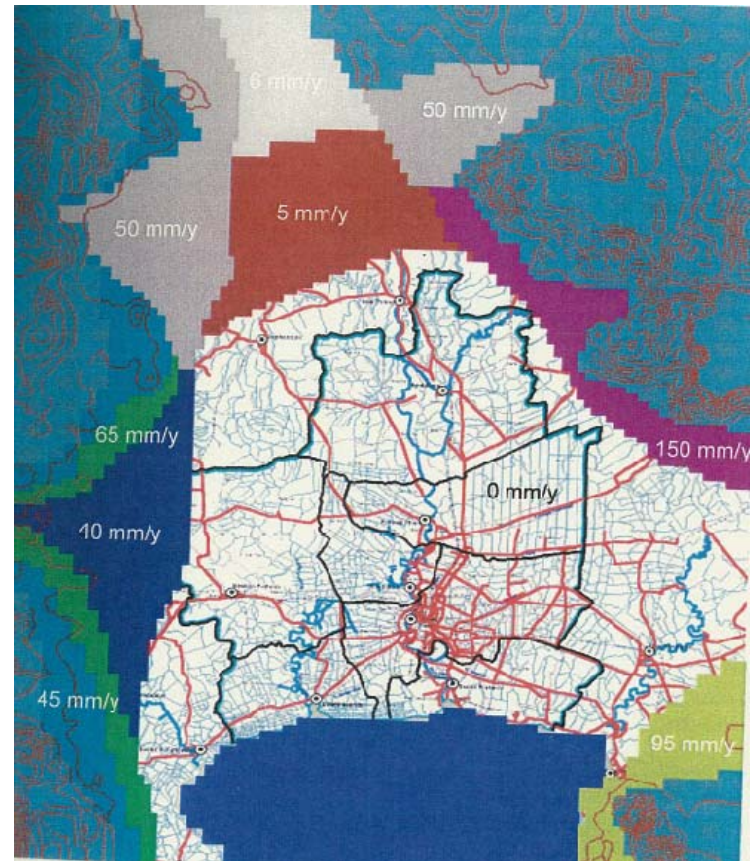


# 境界条件

## 定水頭境界



## 涵養速度境界



# 水理パラメータ

## □ Conductivity

$$K_z/K_x=1/100$$

	BC	BK	PD	NL	NB	SK	PT	TB	PN
$K_x, K_y$	4.75E-10	1.59E-4	2.06E-4	1.86E-4	1.98E-4	1.86E-4	1.25E-4	1.16E-4	2.03E-4
$K_z$	4.75E-10	1.59E-6	2.06E-6	1.86E-6	1.98E-6	1.86E-6	1.25E-6	1.16E-6	2.03E-6

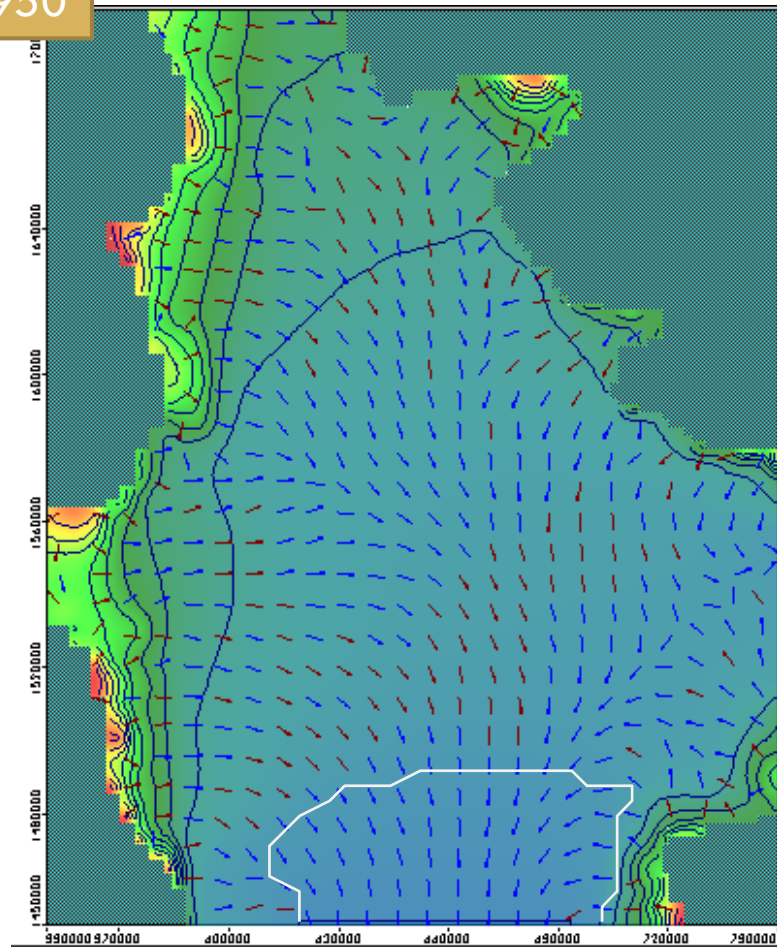
## □ Specific Storage

BC : 0.00675 (1/m)

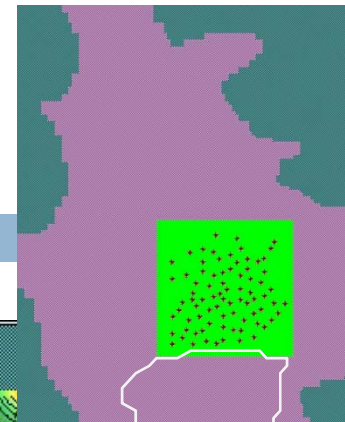
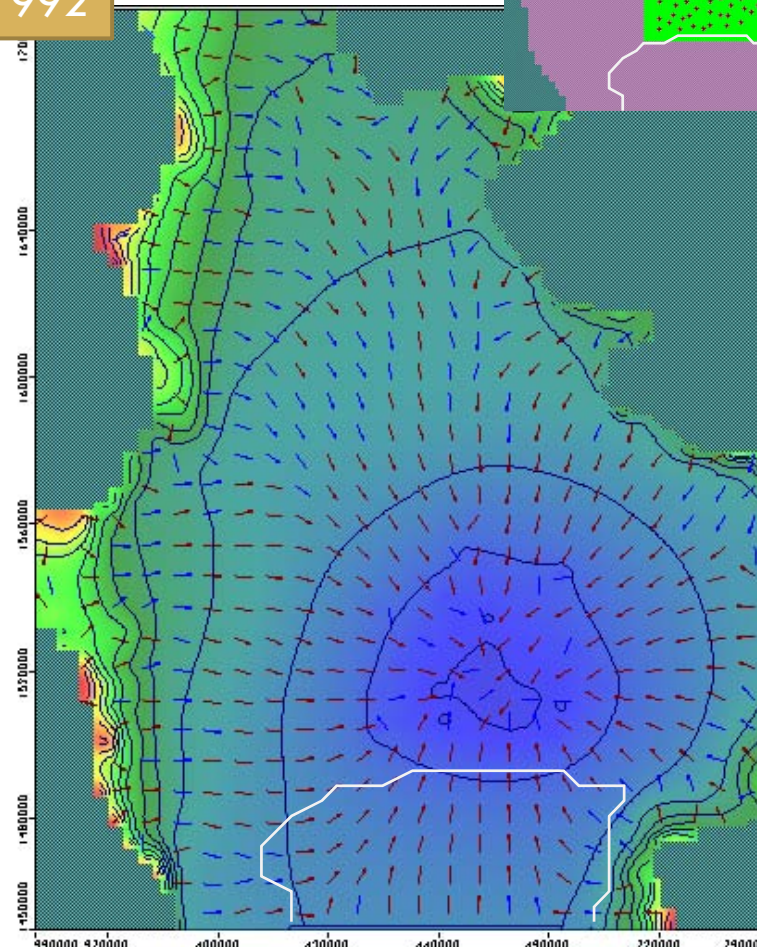
Other than BC : 0.001 /thickness (1/m)

# 側方流動 (NL)

1950

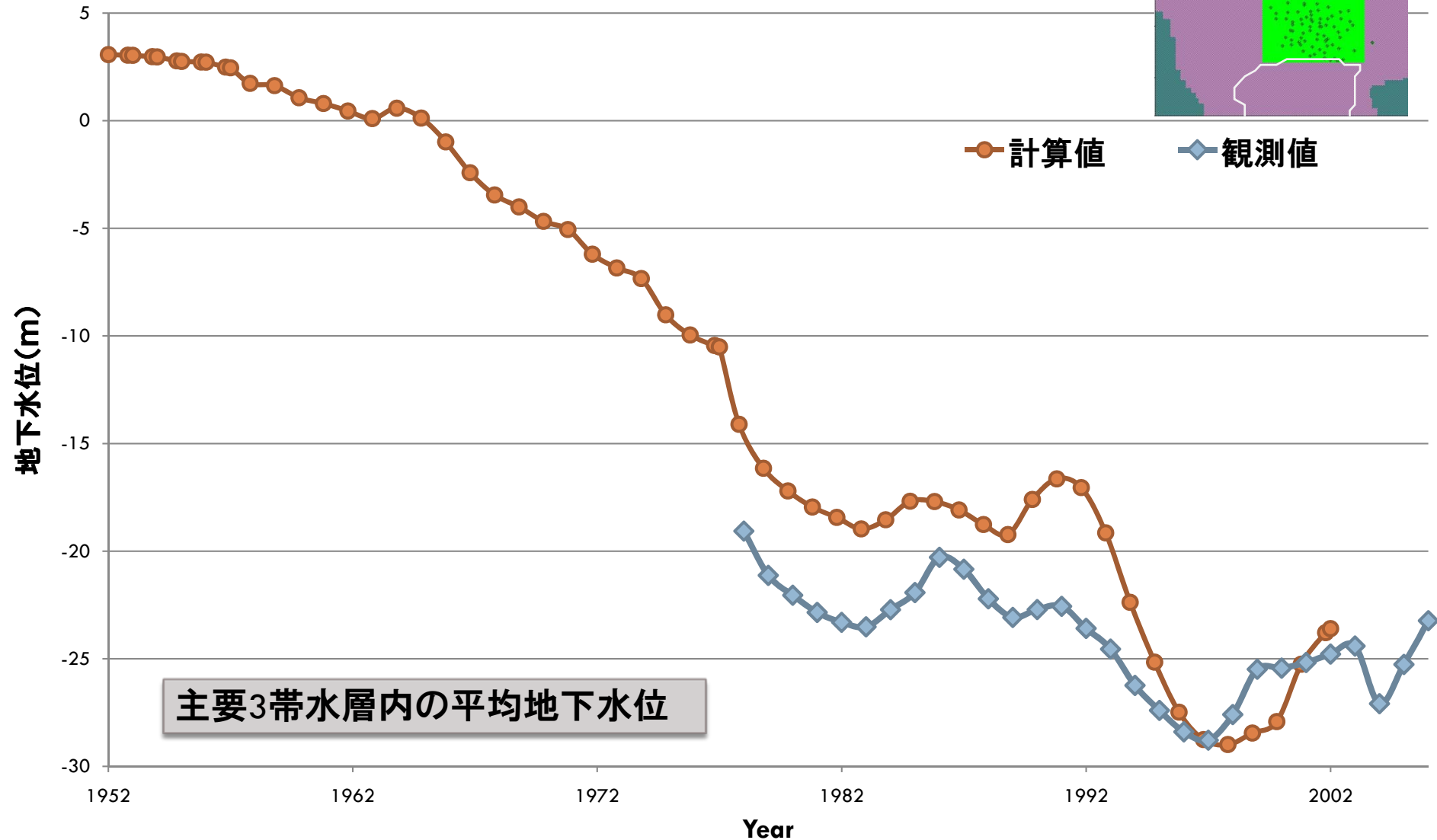
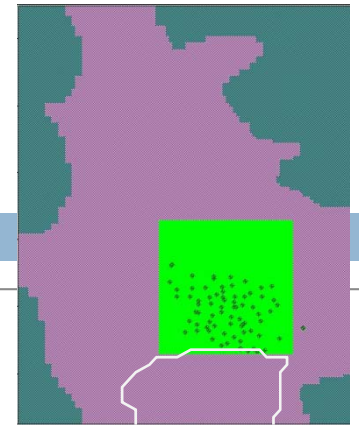


1992



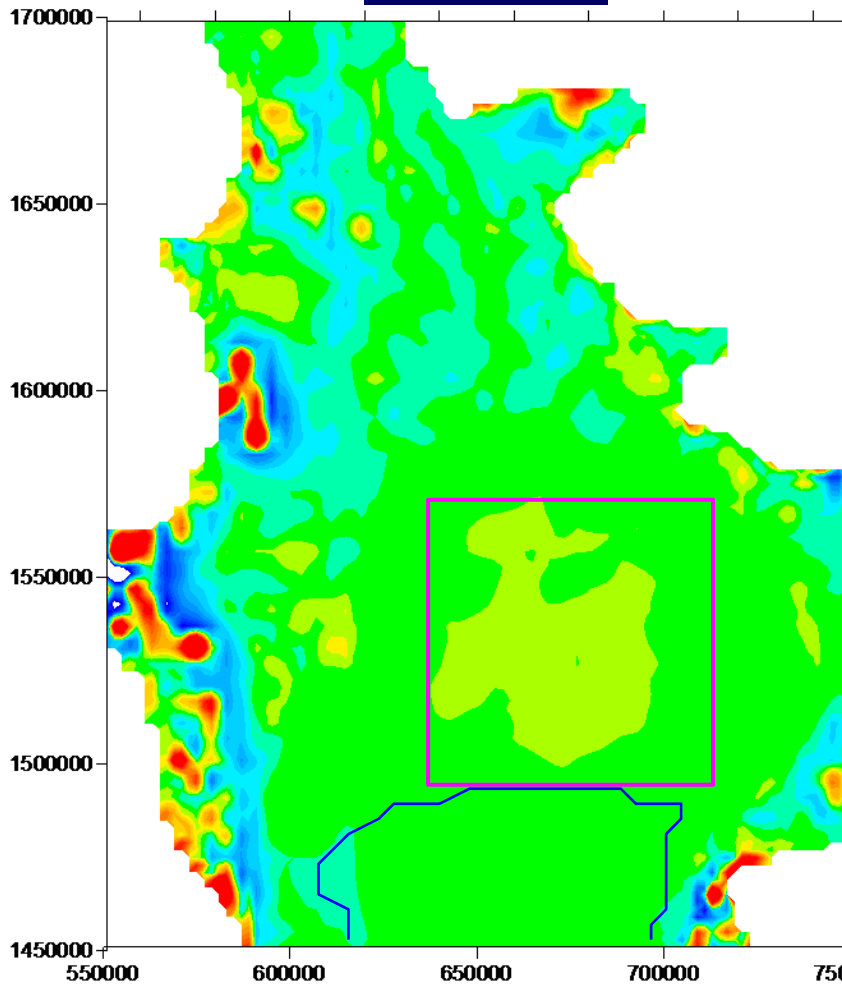
# 計算値と実測値の比較

16

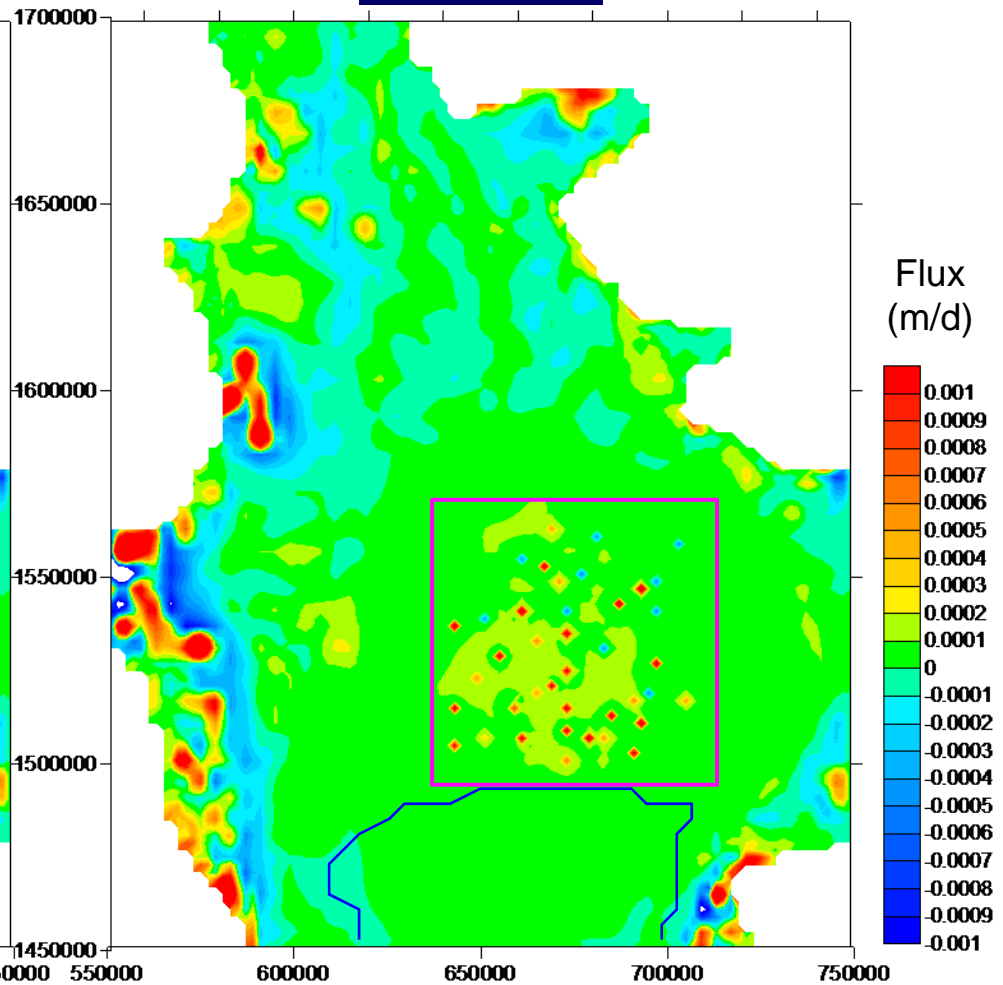


# 鉛直流動 (1992)

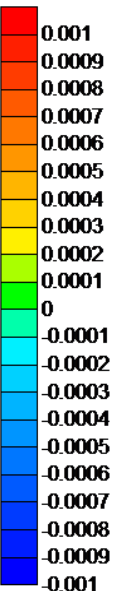
BC  $\Rightarrow$  BK



BK  $\Rightarrow$  PD

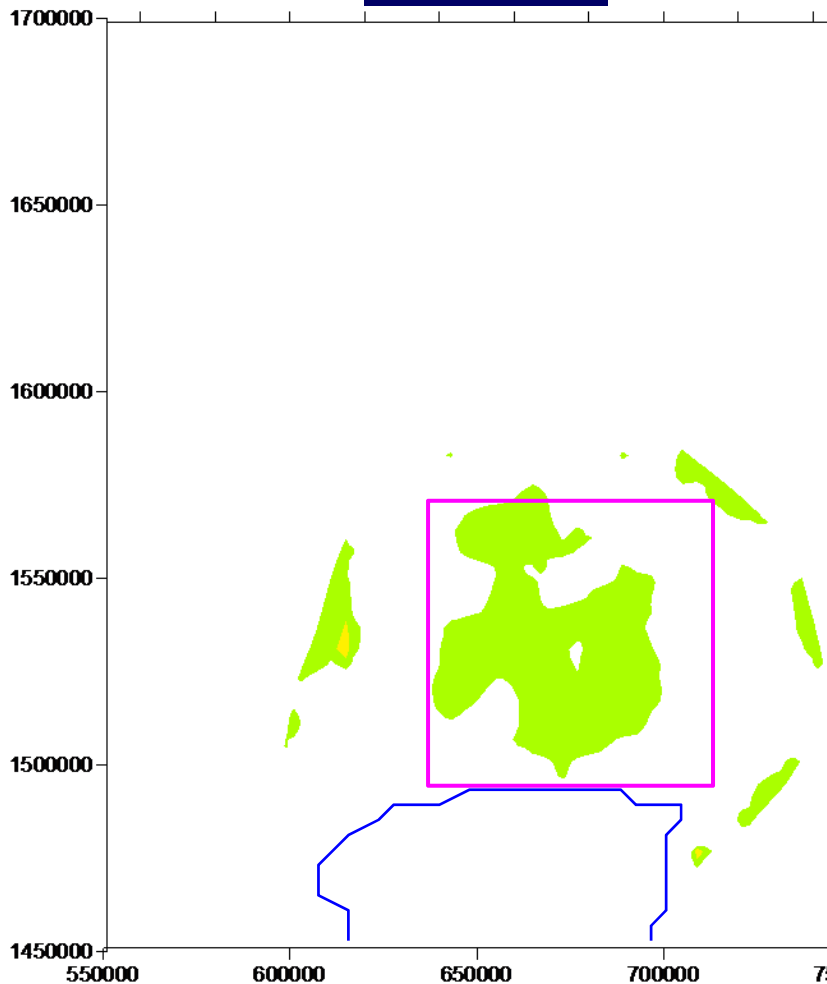


Flux  
(m/d)

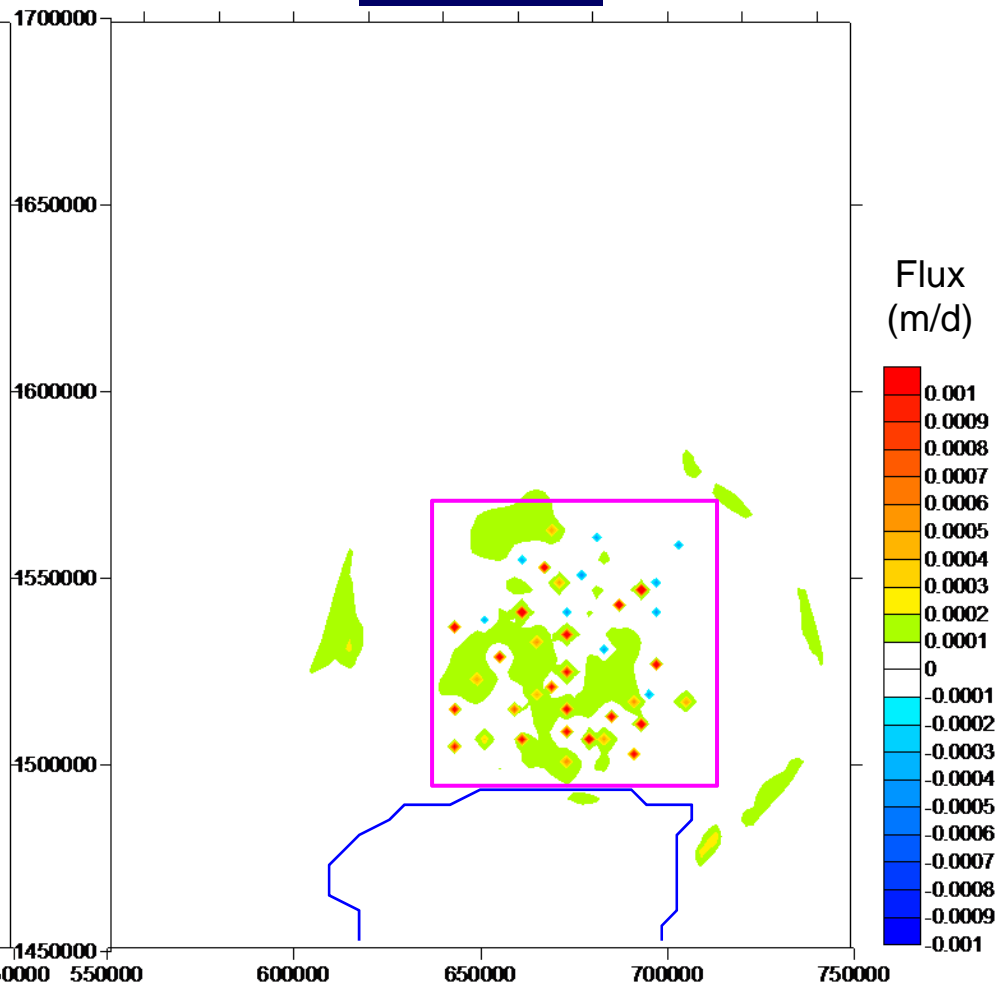


# 鉛直流動 (1992—1950)

BC ⇒ BK

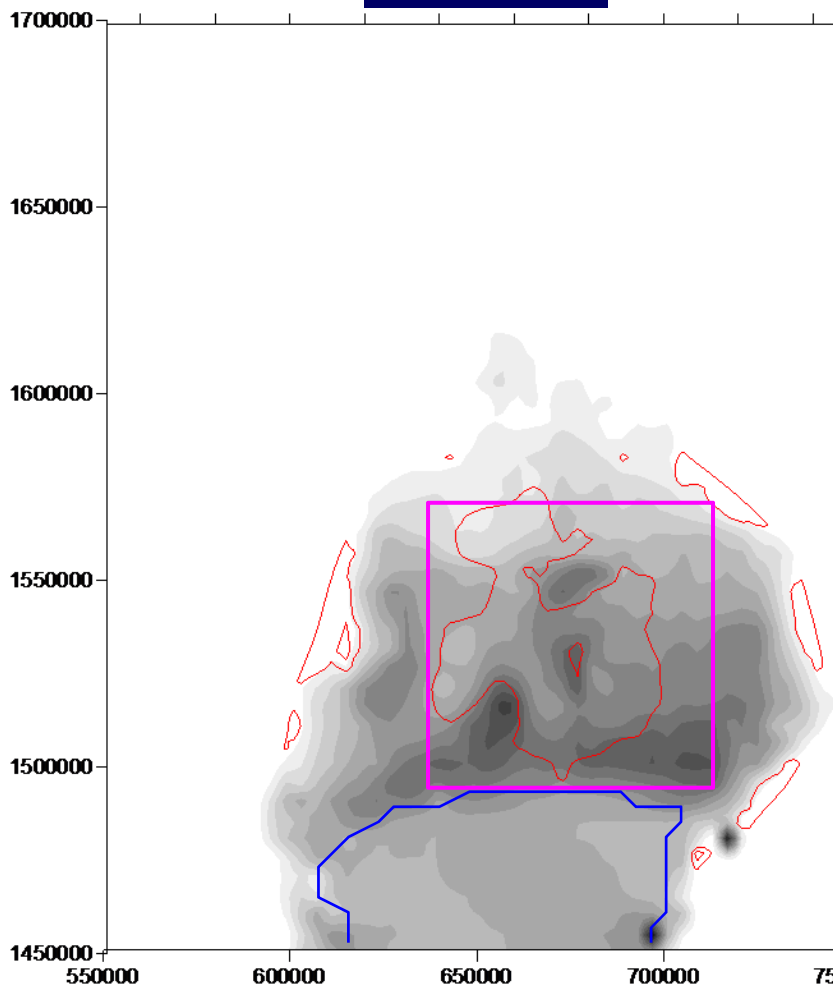


BK ⇒ PD

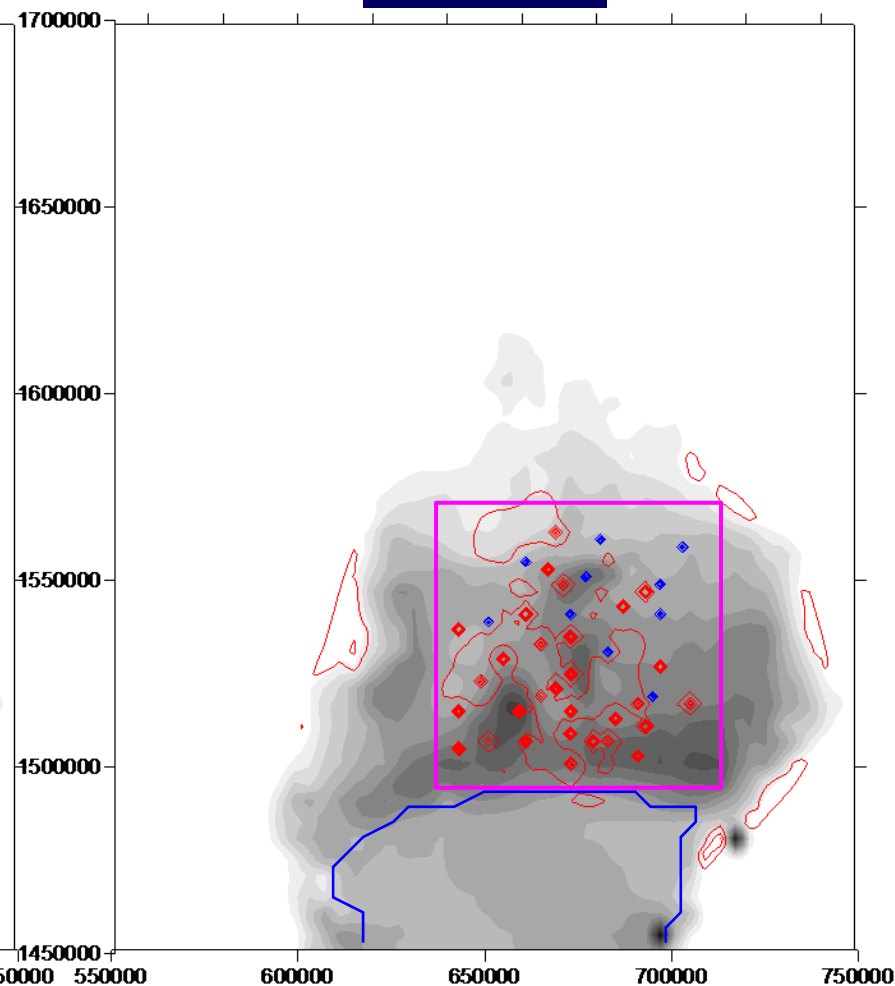


# 粘土層厚との関連性

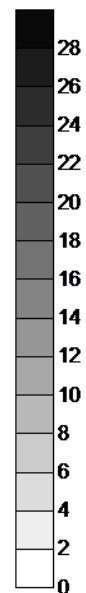
BC ⇒ BK



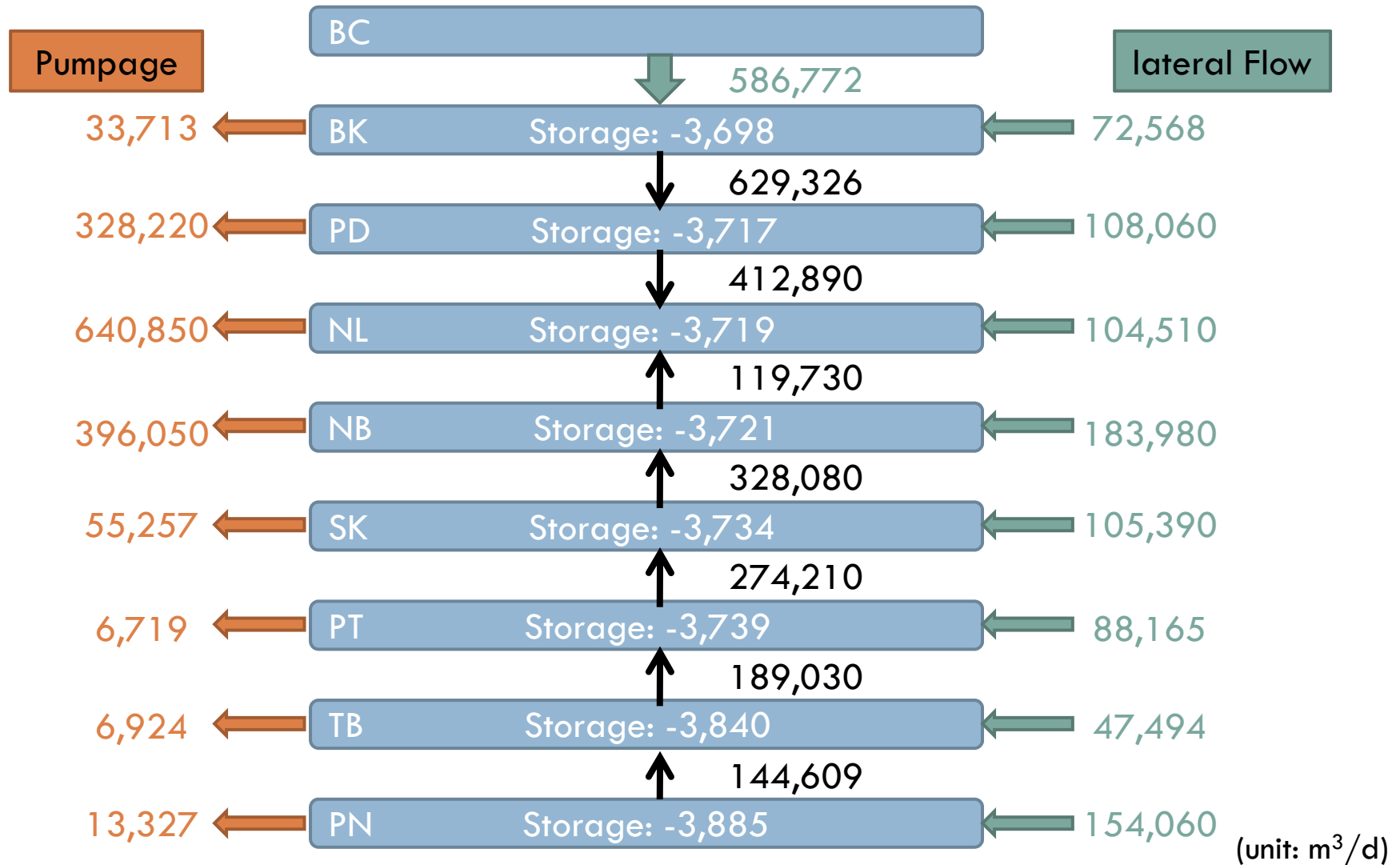
BK ⇒ PD



粘土層厚 (m)

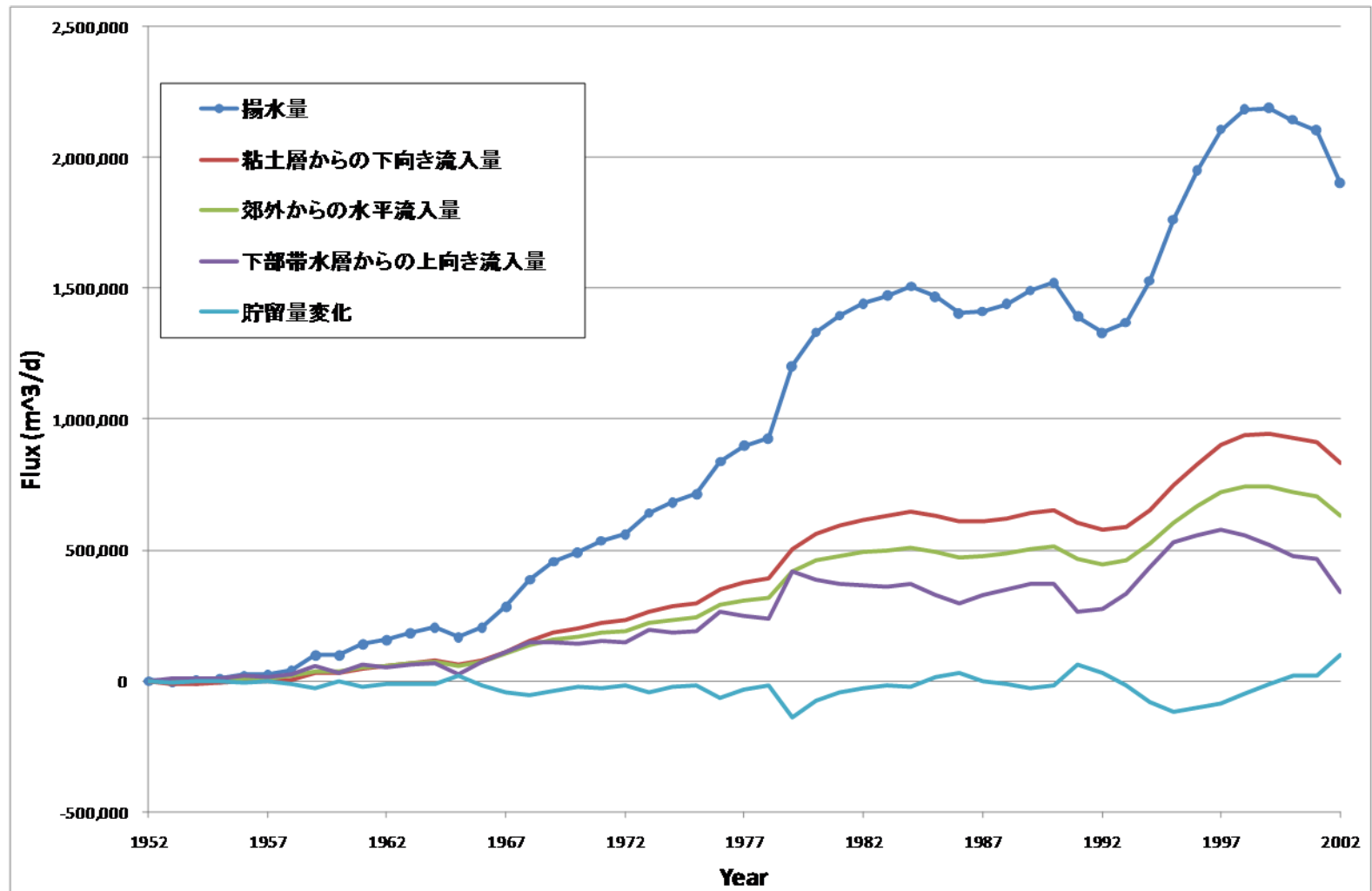


# 都心部地下水収支の詳細(1992)



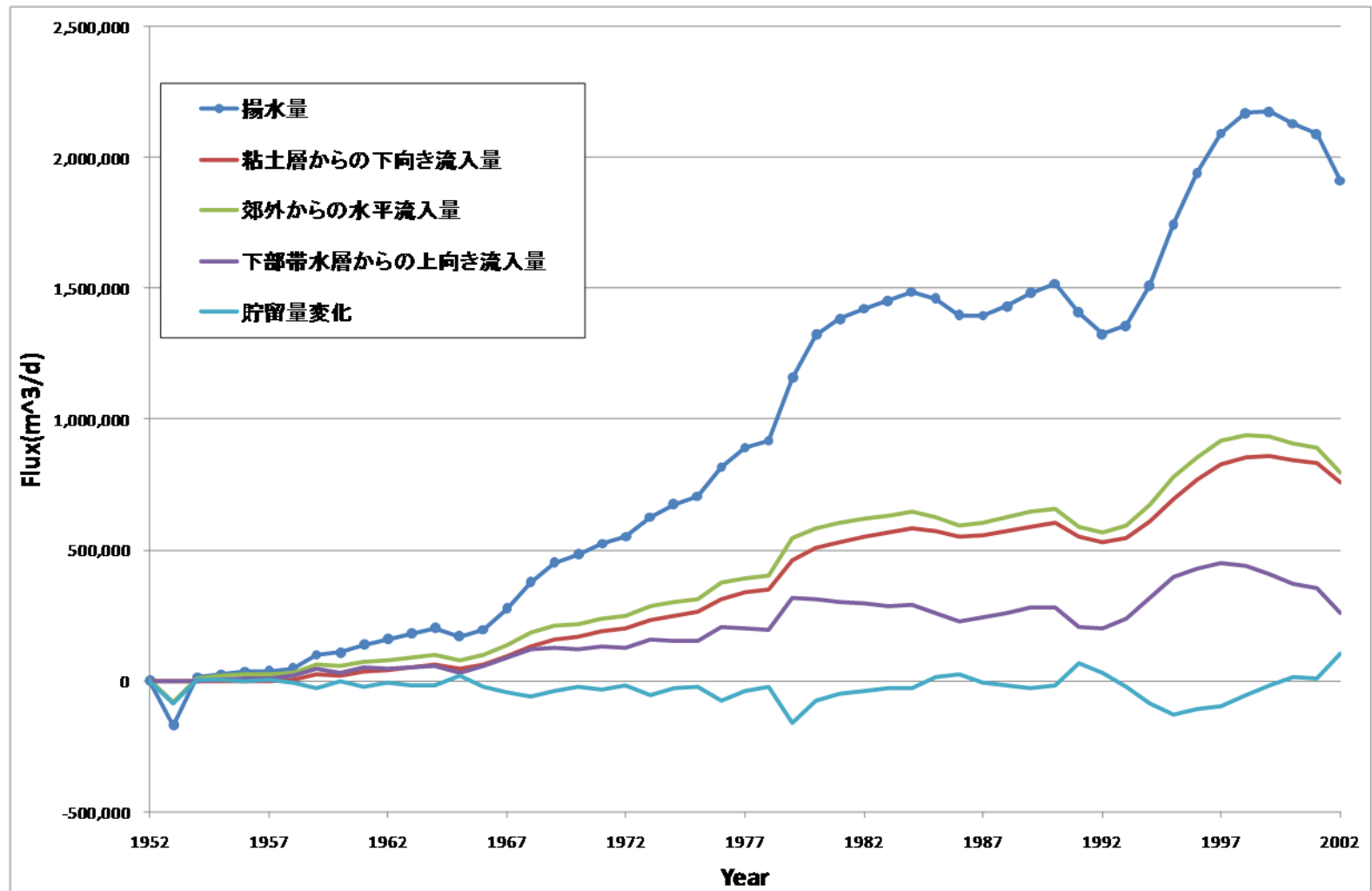
# 都心部地下水収支の経年変化

$K_z/K_x=1/100$



# 都心部地下水収支の経年変化

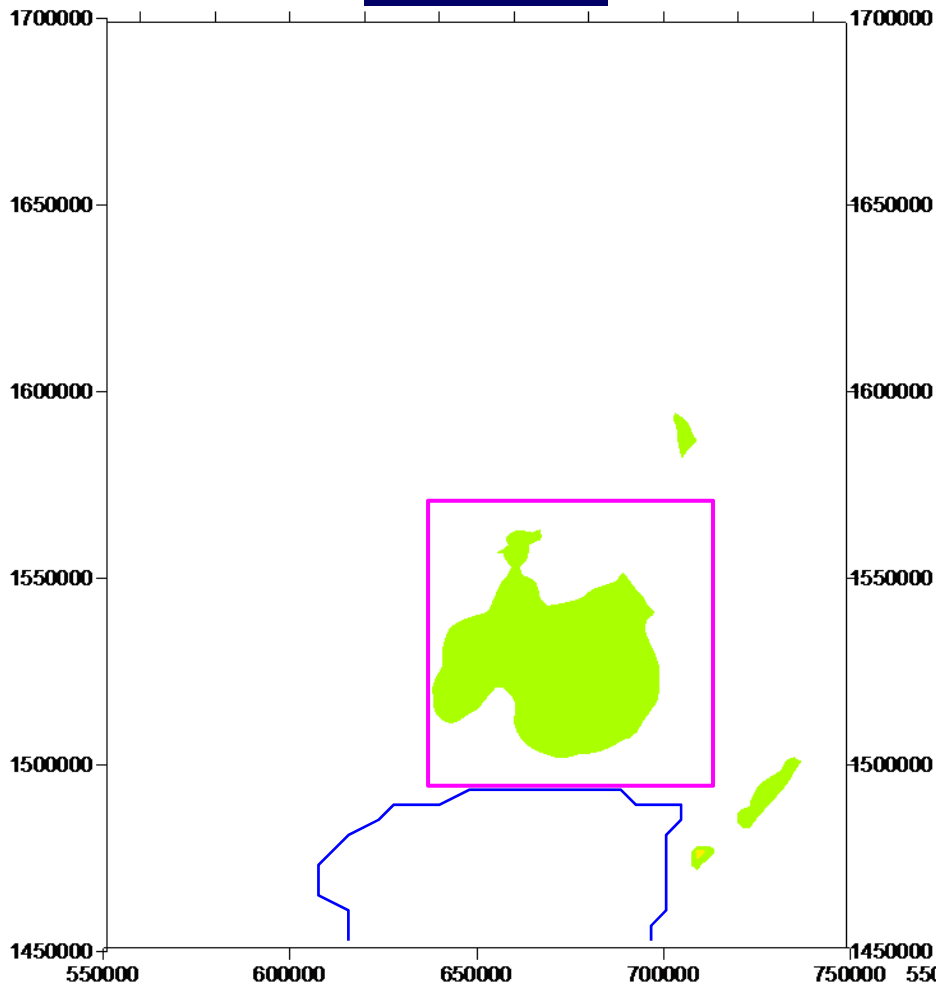
$K_z/K_x=1/10,000$



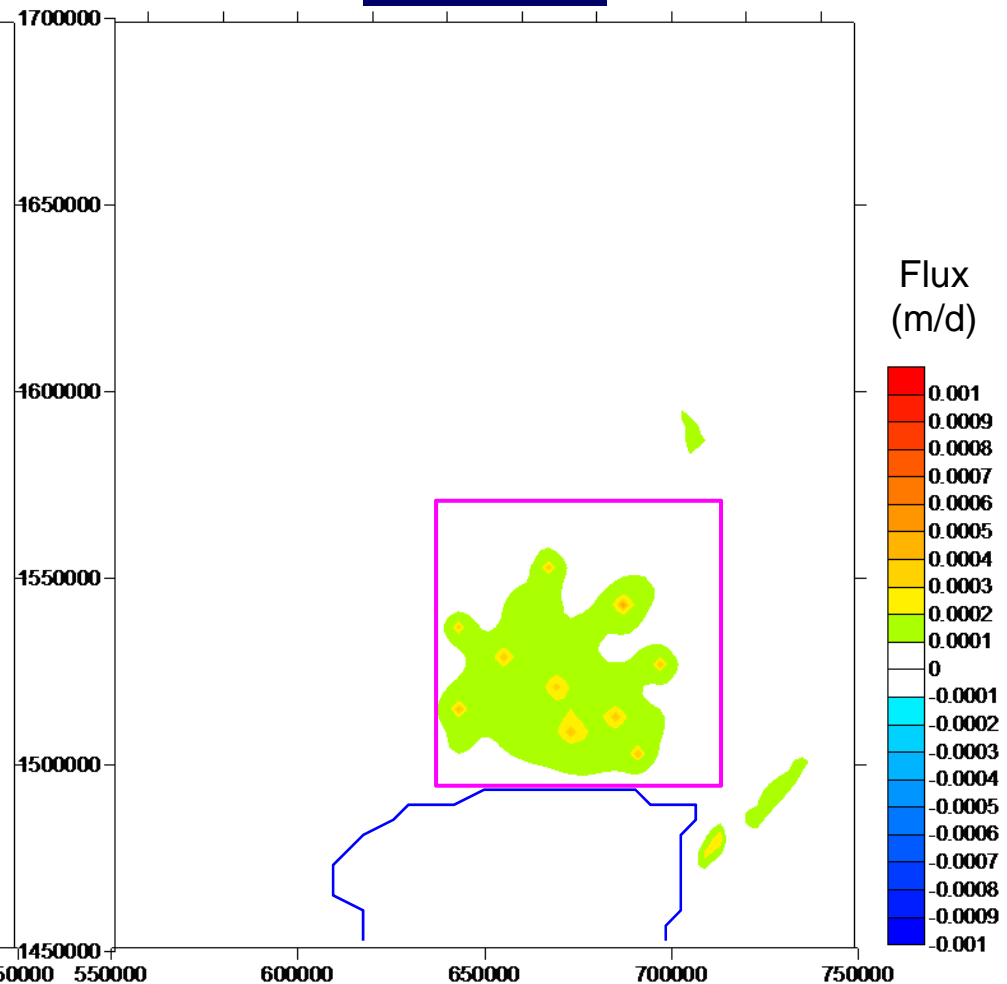
# 鉛直流動 (1992—1995)

$K_z/K_x=1/10,000$

BC  $\Rightarrow$  BK



BK  $\Rightarrow$  PD

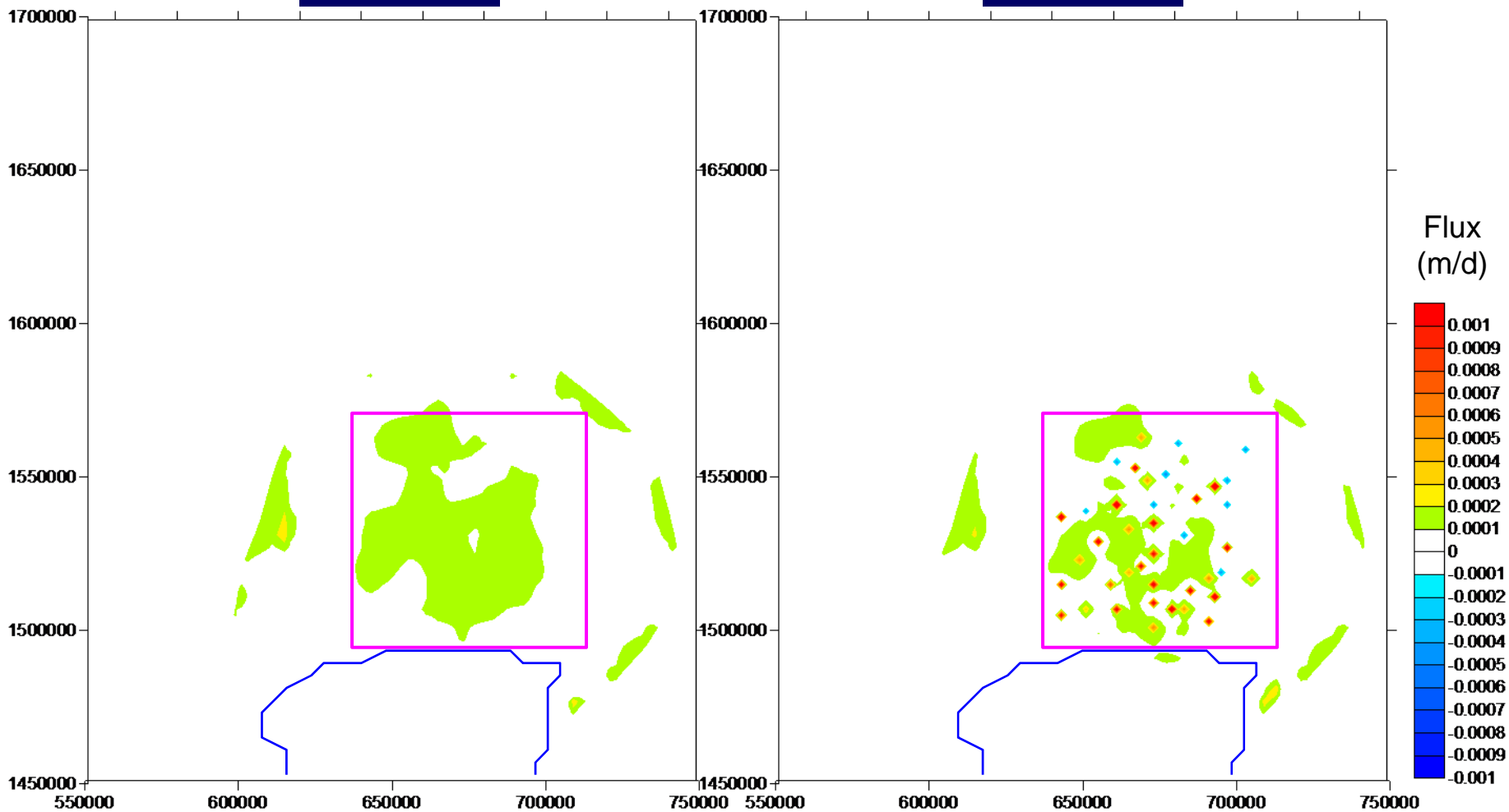


# 鉛直流動 (1992—1950)

$K_z/K_x=1/100$

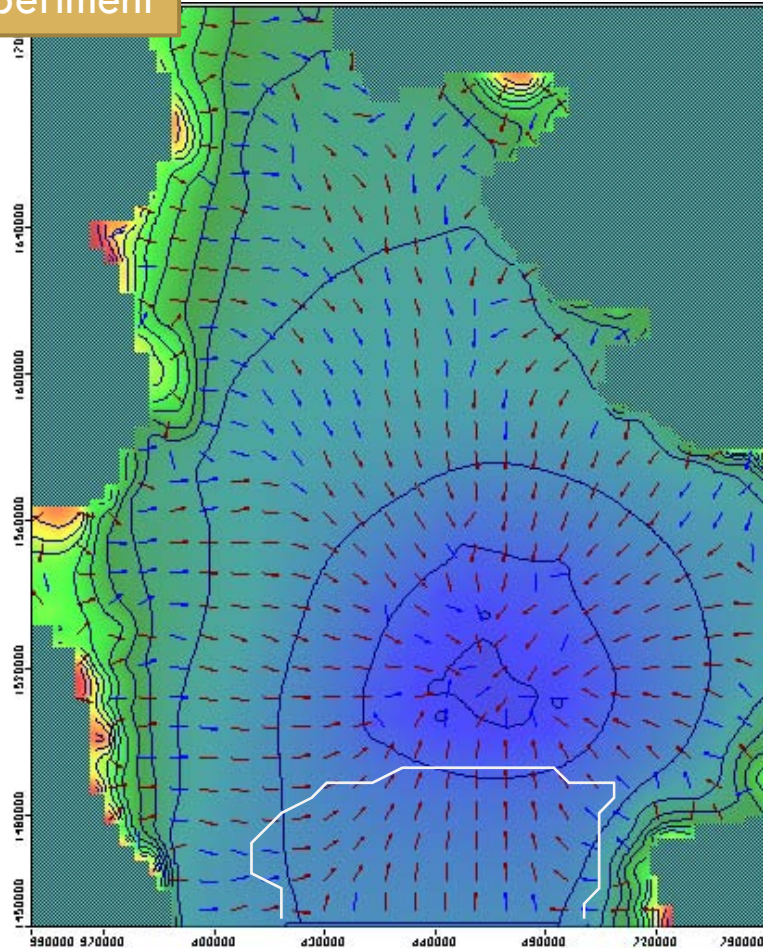
BC  $\Rightarrow$  BK

BK  $\Rightarrow$  PD

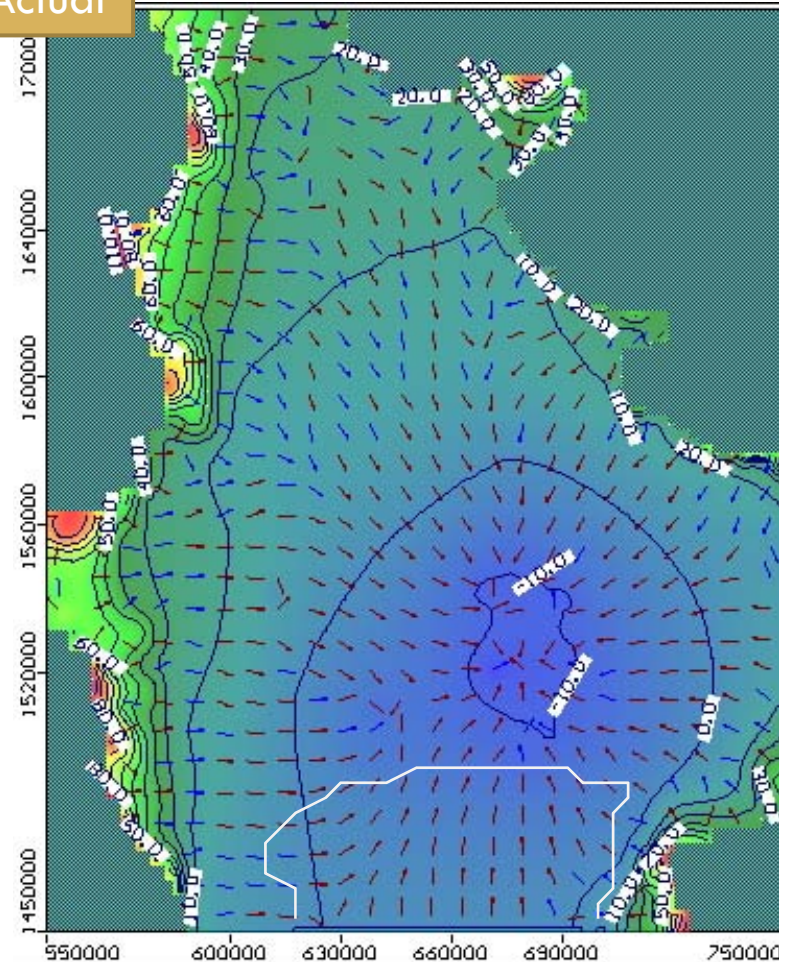


# 実揚水量による計算：側方流動NL

Experiment

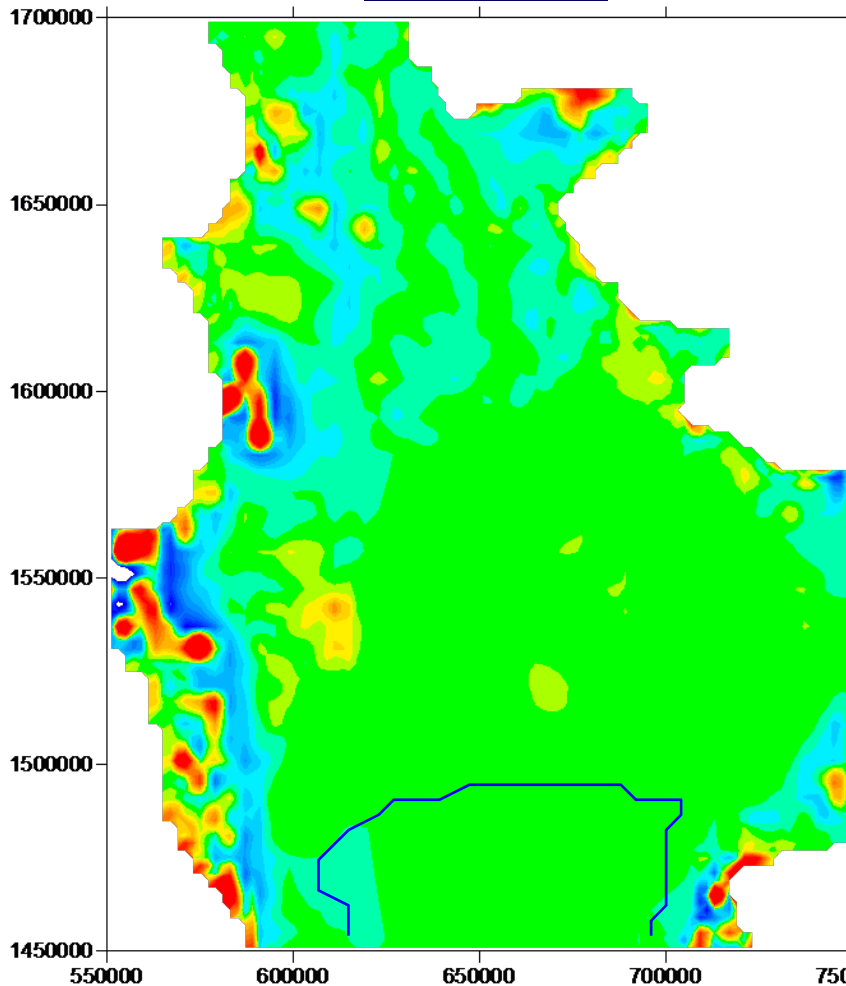


Actual

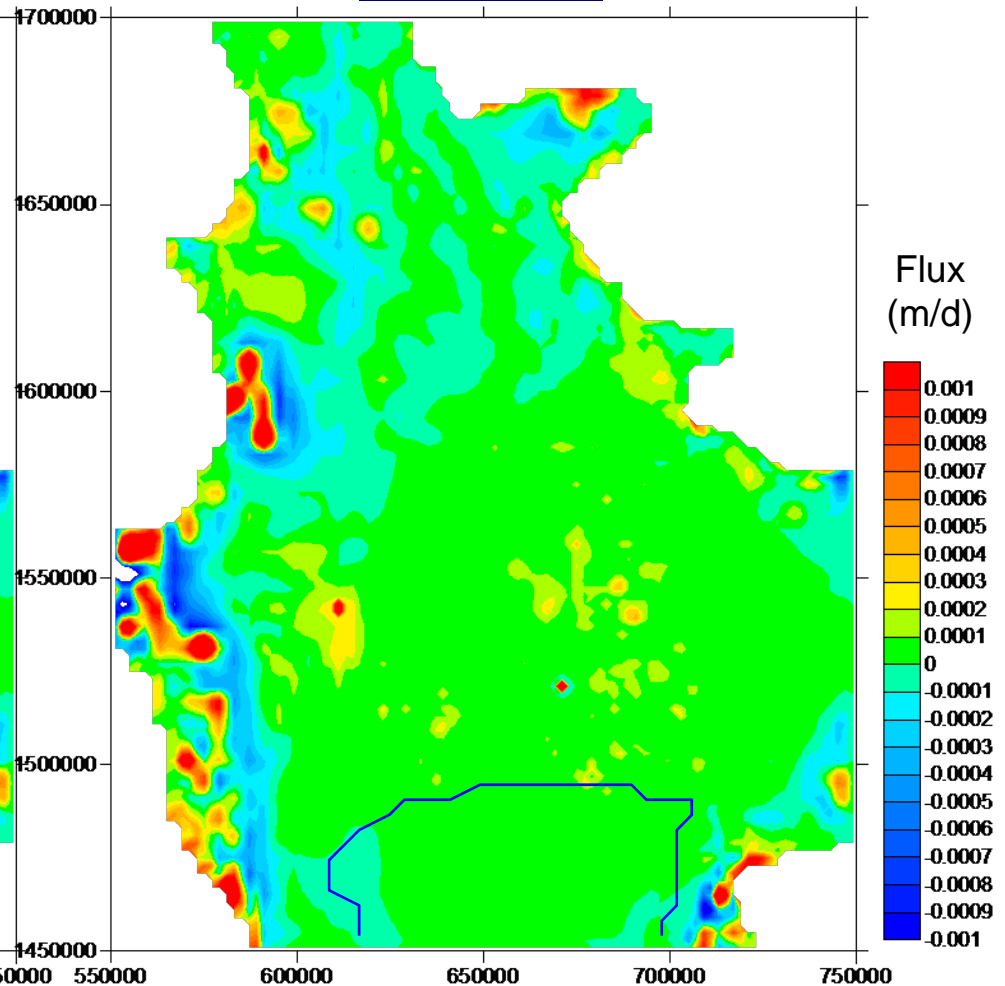


# 実揚水量による計算：鉛直流動

BC ⇒ BK



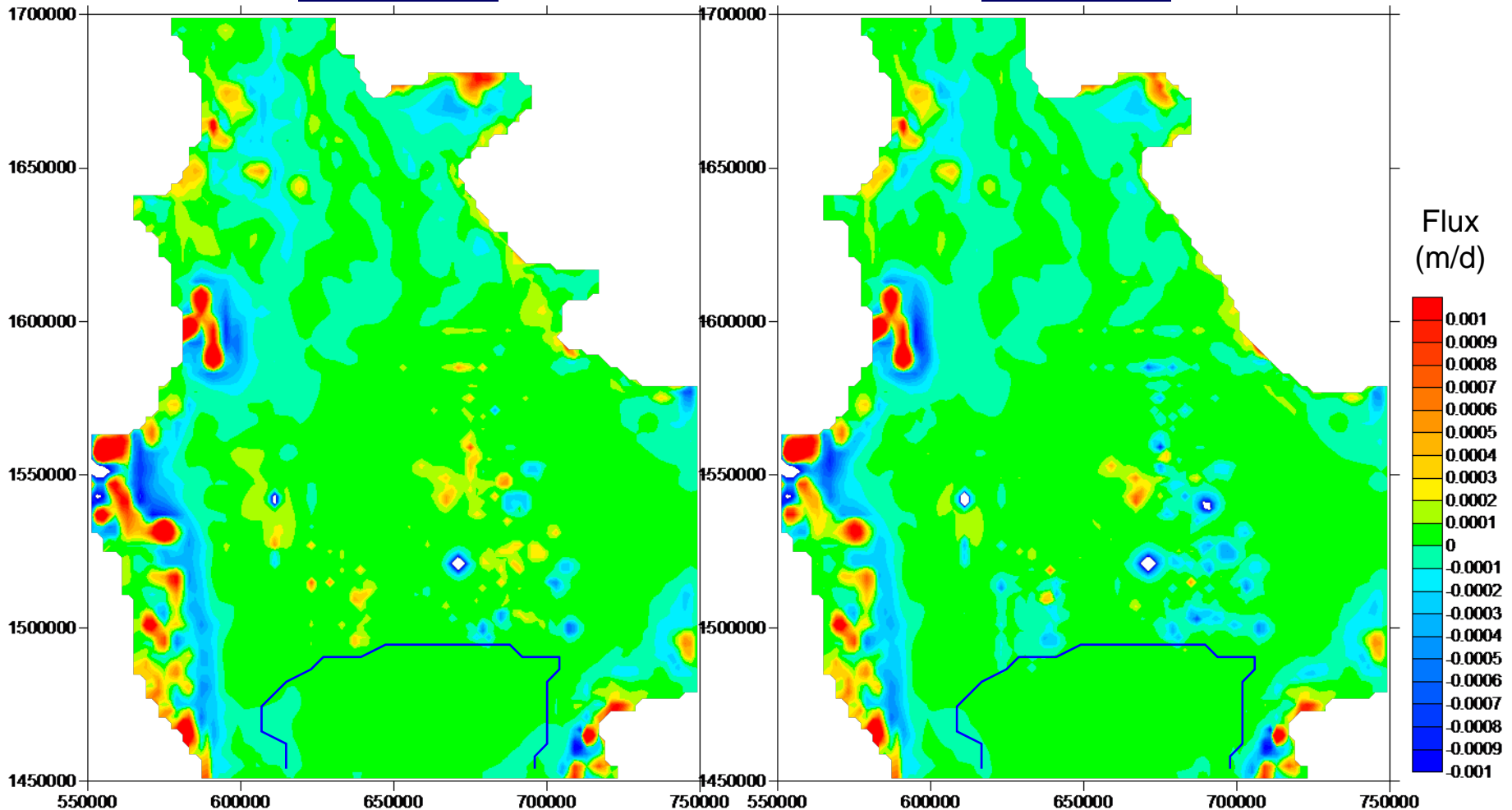
BK ⇒ PD



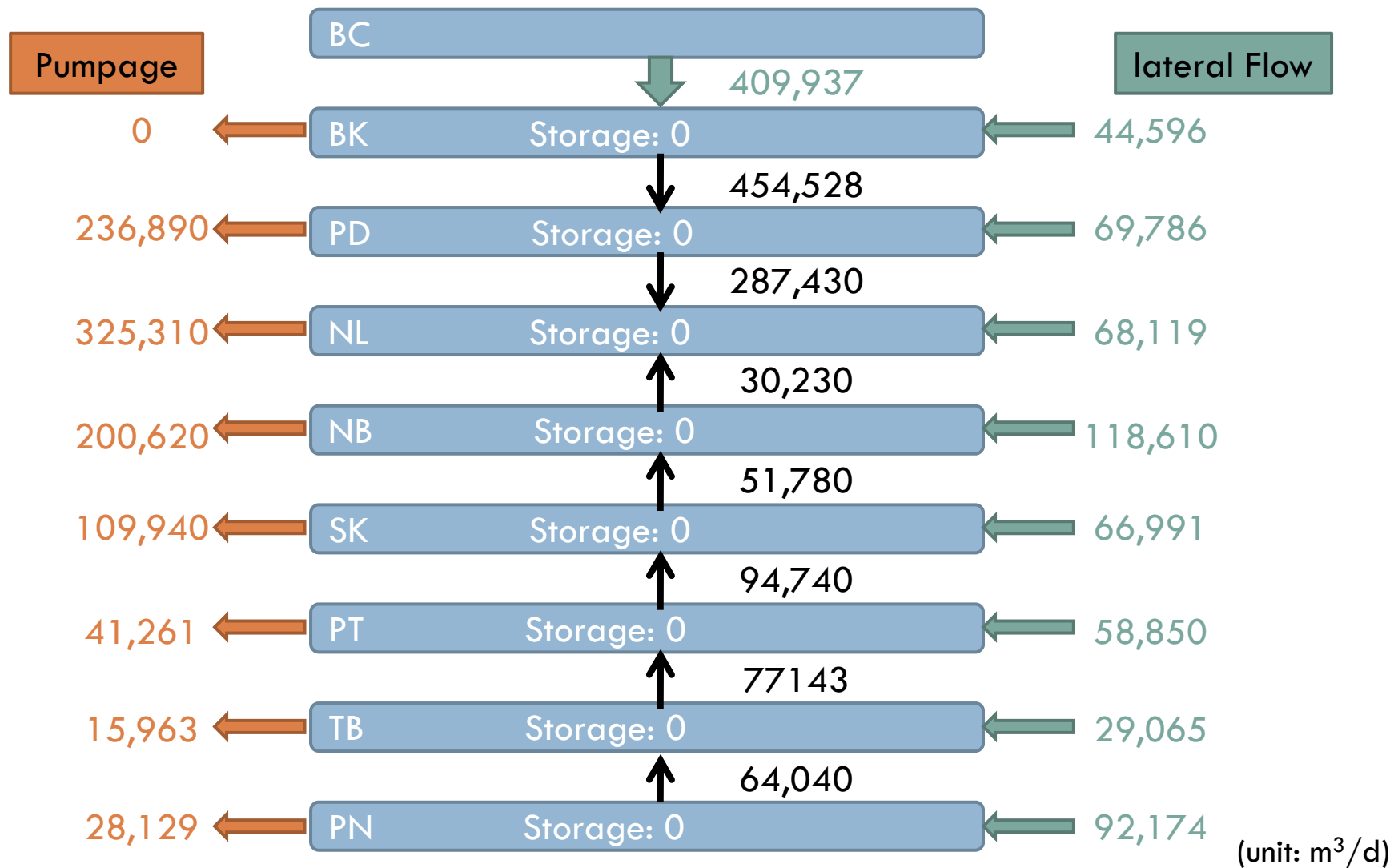
# 実揚水量による計算：鉛直流動

PD ⇒ NL

NL ⇒ NB



# 実揚水量による計算： 都心部地下水収支の詳細



# 今年度残りの予定

- 実揚水データを用いた非定常シミュレーション
- 水理パラメータ分布のキャリブレーション
- 感度分析・流跡線解析
  - 透水性の異方性
  - 粘土層厚分布
  - 揚水密度
- Cl輸送解析
  - 海水侵入

# 来年度の予定

- CFC分布のシミュレーション
  - ▣ Modern GW(<50 year)のトレーシング
- H-2, O-18, C-14分布のシミュレーション
  - ▣ 万年スケールの広域地下水循環トレーシング
  - ▣ 流動経路情報を加味したCal/Val