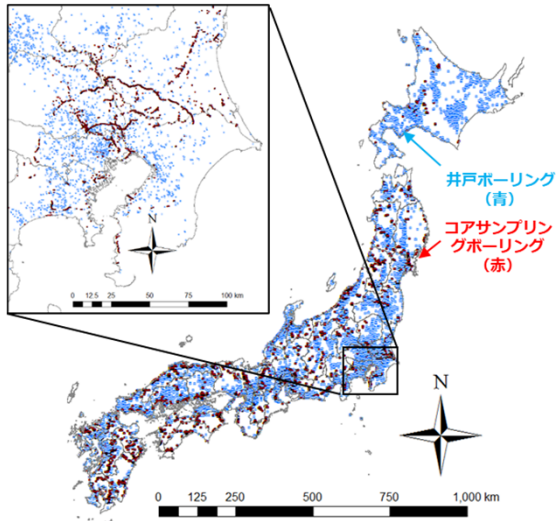


確率加重平均法による地盤物性推定

Probability-weighted average method for geo-property estimation

- ・従来のコアサンプリングボーリングデータに加え，深度情報を補うため，井戸ボーリングデータを使用¹⁾
- ・異なる精度のデータに対し，地球統計学的アプローチとして，地質の分布確率を推定するアプローチを考案

解析に用いた約6万本のボーリングデータ



地球統計学的推定

「地質を特定」の代わりに
「地質の分布確率」を推定

インディケータクリギング

$$p_k(\mathbf{u}; \mathbf{z}) = \sum_{i=1}^n \mu_{i,k} [I_{i,k}(\mathbf{u}; \mathbf{z}) - P_k] + P_k$$

p_k : 地質分類kの分布確率
 $\mu_{i,k}$: クリギング係数
 $I_{i,k}$: データiのインディケータ
 P_k : 地質分類kの平均確率

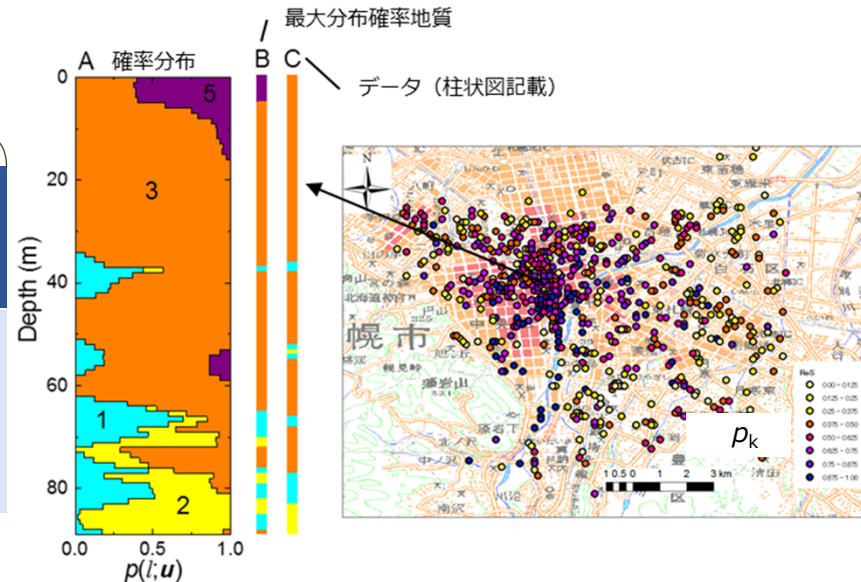
コアサンプリング ボーリング (地質調査データ)

- ・インフラに沿って集中 (全国1.5万本)
- ・力学的支持層まで
- ・コア記述は正確
- ・分類も統一

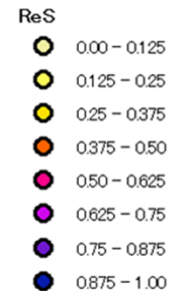
井戸データ (井戸掘削記録)

- ・幅広く広域的に分布 (全国4.5万本)
- ・深度数10~100m以上をカバー
- ・コア記述はあいまいかつ不統一

異なる精度のデータ群



交差検証法による各地点での推定値とデータとの一致度 (再現スコア)

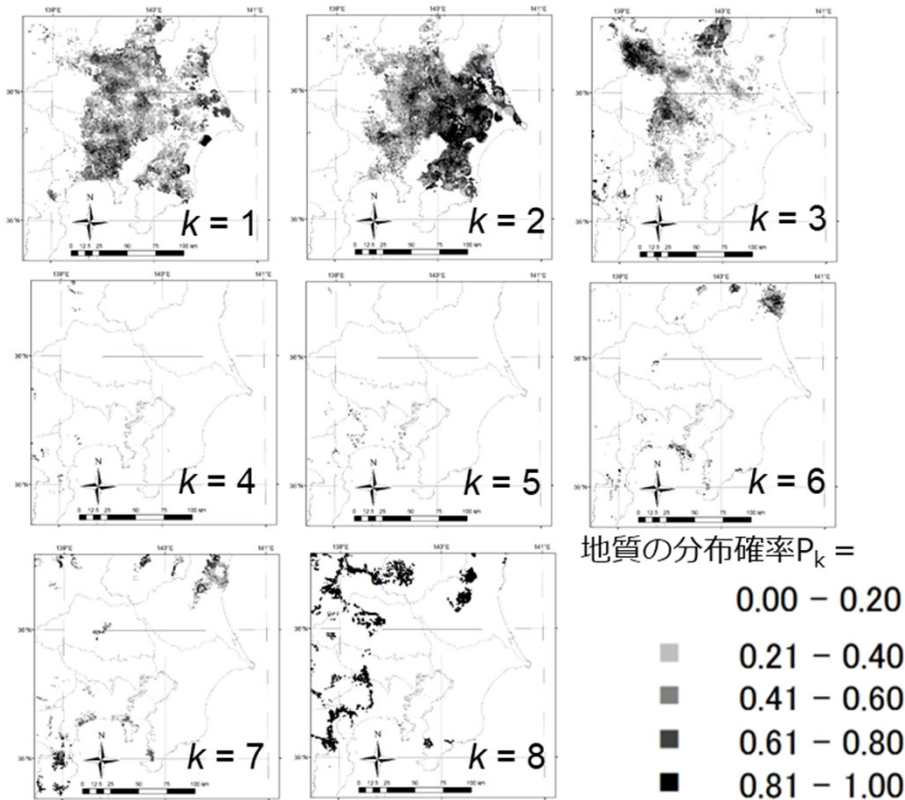


確率加重平均法による地盤物性推定：地質の分布確率推定

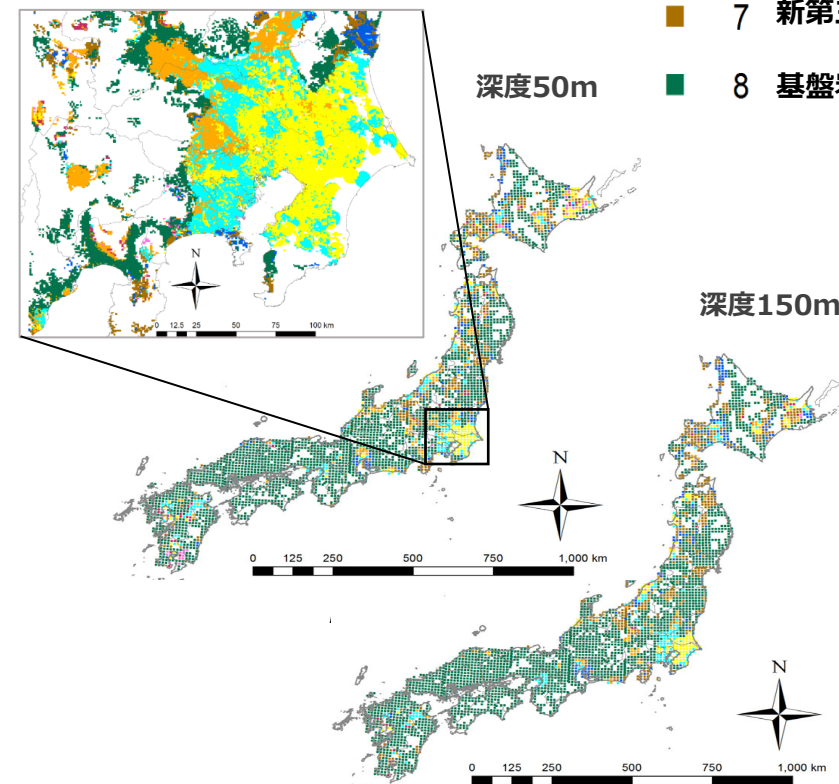
- ・ 8区分した地質それぞれの分布確率を全国500 mグリッド（計56432グリッド）、深度5 m毎に推定
- ・ 最大分布確率となる地質分布として、地質図を全国にて作成

- 1 粘性土
- 2 砂質土
- 3 礫質土
- 4 火山灰
- 5 第四紀火山岩
- 6 新第三紀泥岩
- 7 新第三紀砂岩
- 8 基盤岩

関東平野における深度50 mでの地質の分布確率



最大分布確率となる地質分布
(確率論的地質図)



確率加重平均法による地盤物性推定：有効熱伝導率の推定

- ・各地質区分に固有物性値を与え，分布確率を層厚の最尤推定値とした加重平均により推定
- ・有効熱伝導率を対象とした推定値は，0.2 W/(m・K)の誤差で実測値を再現可能

層厚加重平均

$$\bar{\lambda}^* = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^{N_F} \lambda_i L_i$$

全層厚 ← L
 固有有効熱伝導率 ← λ_i
 層厚 ← L_i
 地質の分類数 ← N_F

各深度で存在する地質は一つとして推定 (決定論的推定)

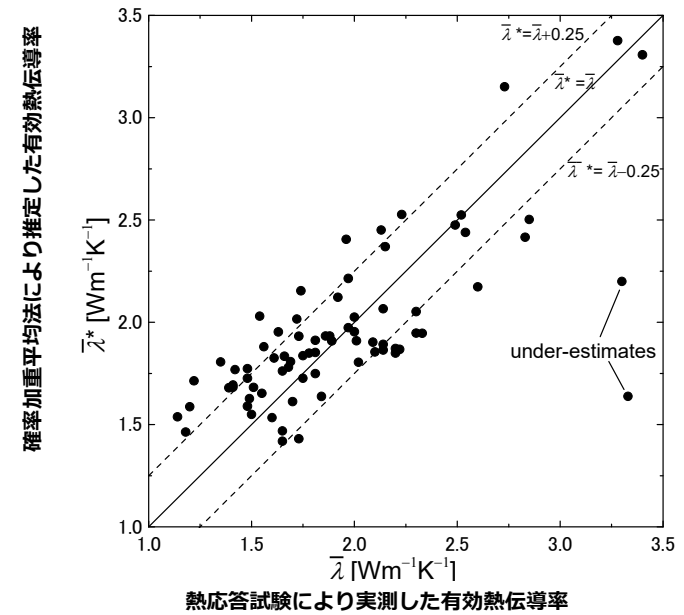
確率加重平均

$$\bar{\lambda}^* = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^{N_F} \lambda_i L_i^* = \frac{1}{L} \sum_{j=1}^{N_Z} \sum_{i=1}^{N_i} \lambda_i p_i(\mathbf{u}; z_j) dz$$

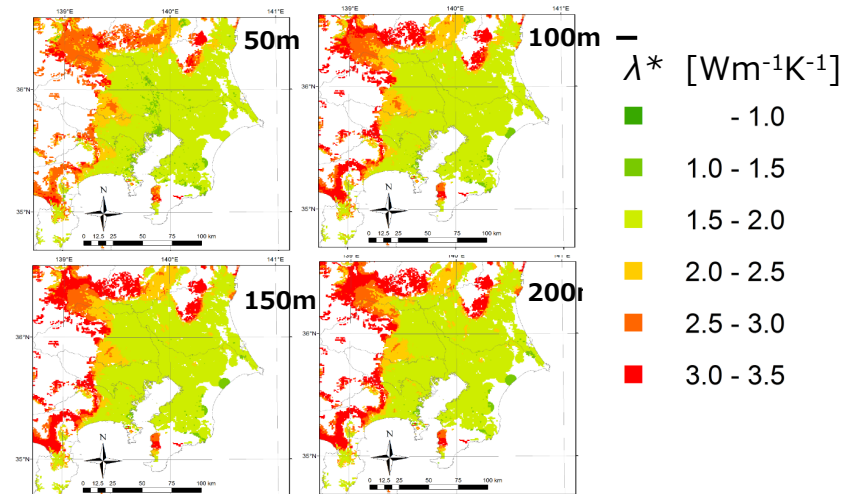
地質の分布確率 ← $p_i(\mathbf{u}; z_j)$

各深度で全ての地質が存在しうるとし，
それぞれの確率を用いて推定 (確率論的推定)

有効熱伝導率の推定値と実測値との比較



関東平野における深度別 平均有効熱伝導率分布



確率加重平均法による地盤物性推定：透水係数の推定

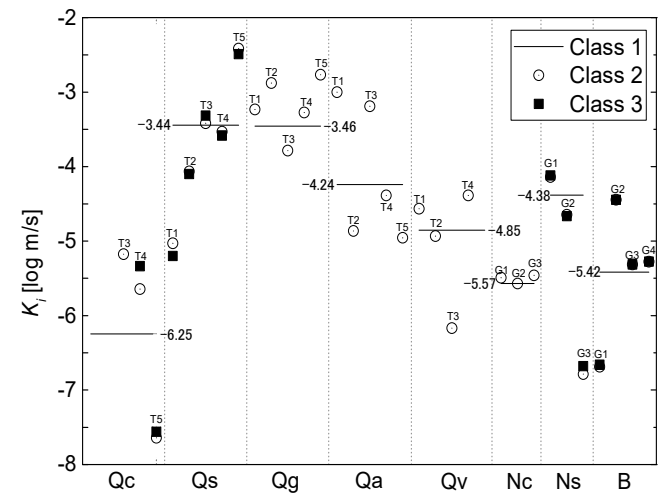
- ・ 透水係数の場合には、対数に変換することで確率加重平均法が適用可能
- ・ 予測誤差二乗和平均(PSSE)を最小とする固有透水係数を地質・地形毎に決定

確率加重平均（対数）

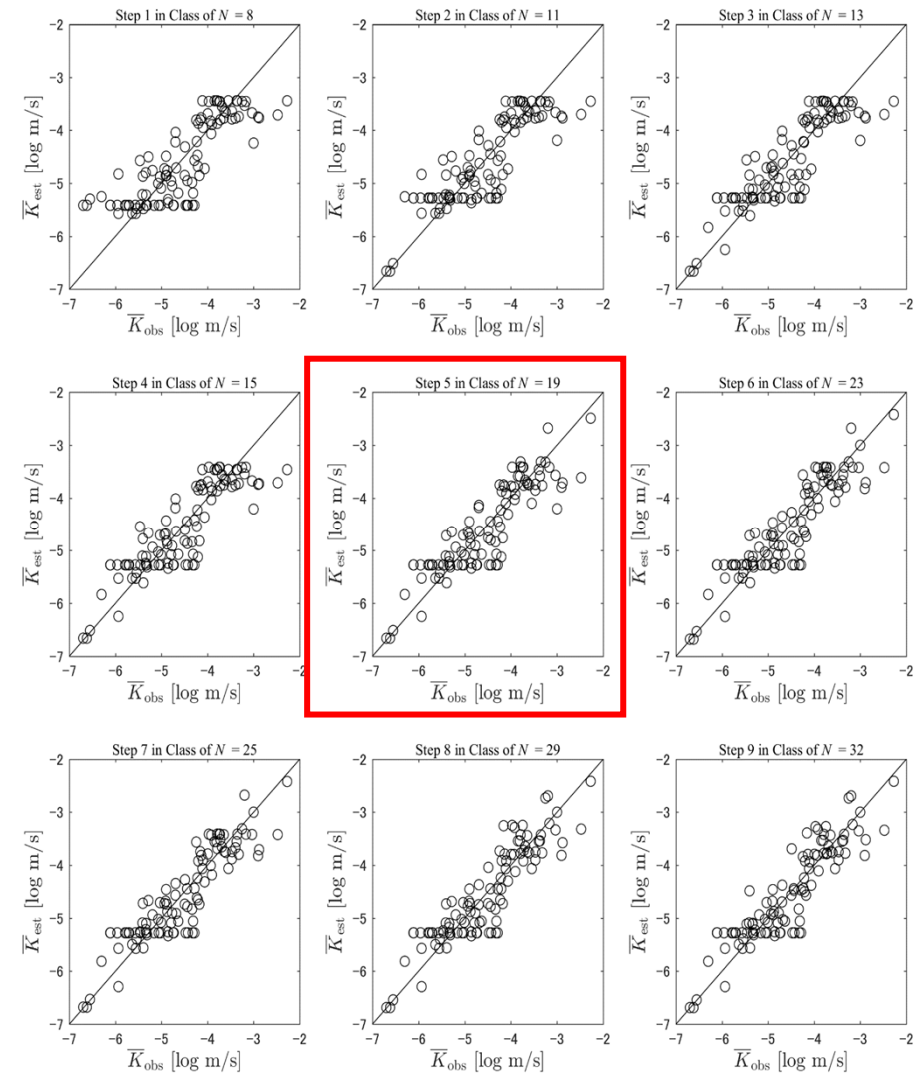
$$\log \bar{K}^* = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^{N_F} \log K_i \cdot L_i^* \quad \text{地質の分布確率}$$

$$= \frac{1}{L} \sum_{j=1}^{N_Z} \sum_{i=1}^{N_F} \log K_i p_k(\mathbf{u}; z_j) dz$$

決定した地質・地形毎での固有透水係数



地形分類を変えた場合での透水係数の実測値と推定値比較 (STEP5にてPSSEが最小)

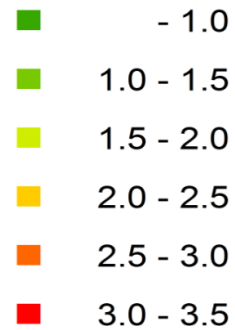


確率加重平均法による地盤物性推定：国土地盤物性グリッドモデル

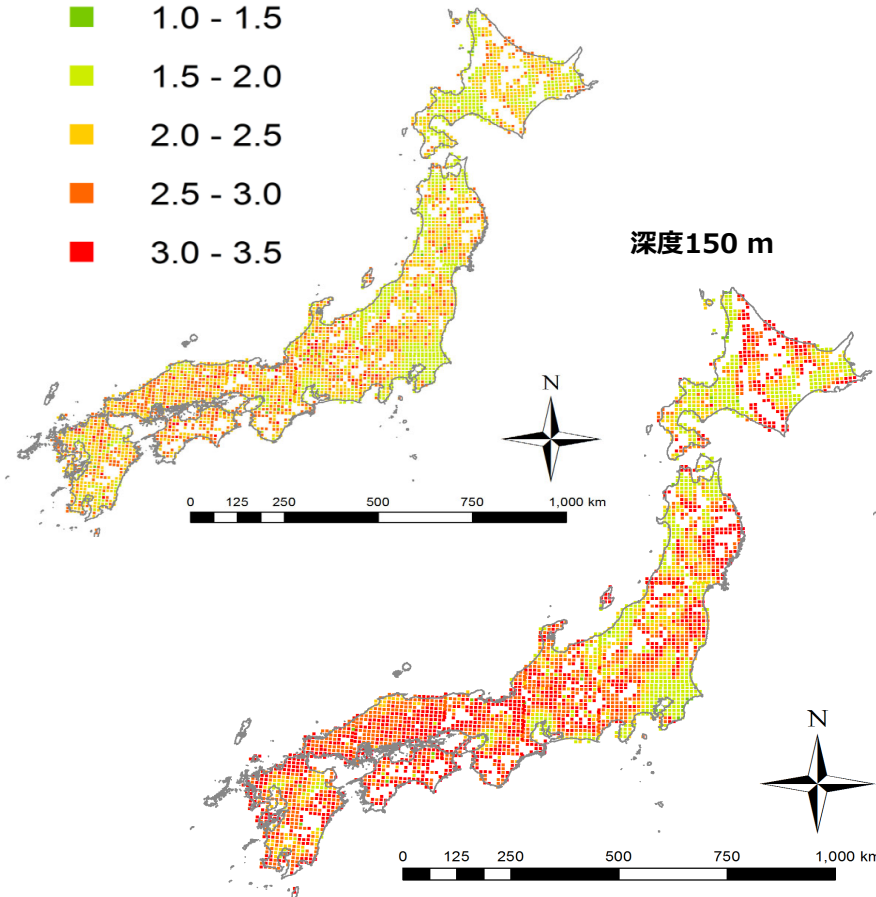
・ 500 mグリッド、深度5 m毎の地盤物性値（有効熱伝導率，熱容量，透水係数）を推定し，国土地盤物性グリッドモデルを構築。一連の手法について，特許を出願（審査請求中）。

有効熱伝導率

$\bar{\lambda}^*$ [$\text{W m}^{-1}\text{K}^{-1}$]

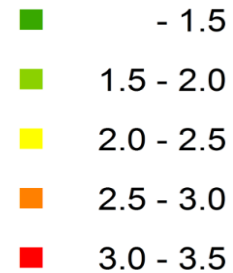


深度50 m

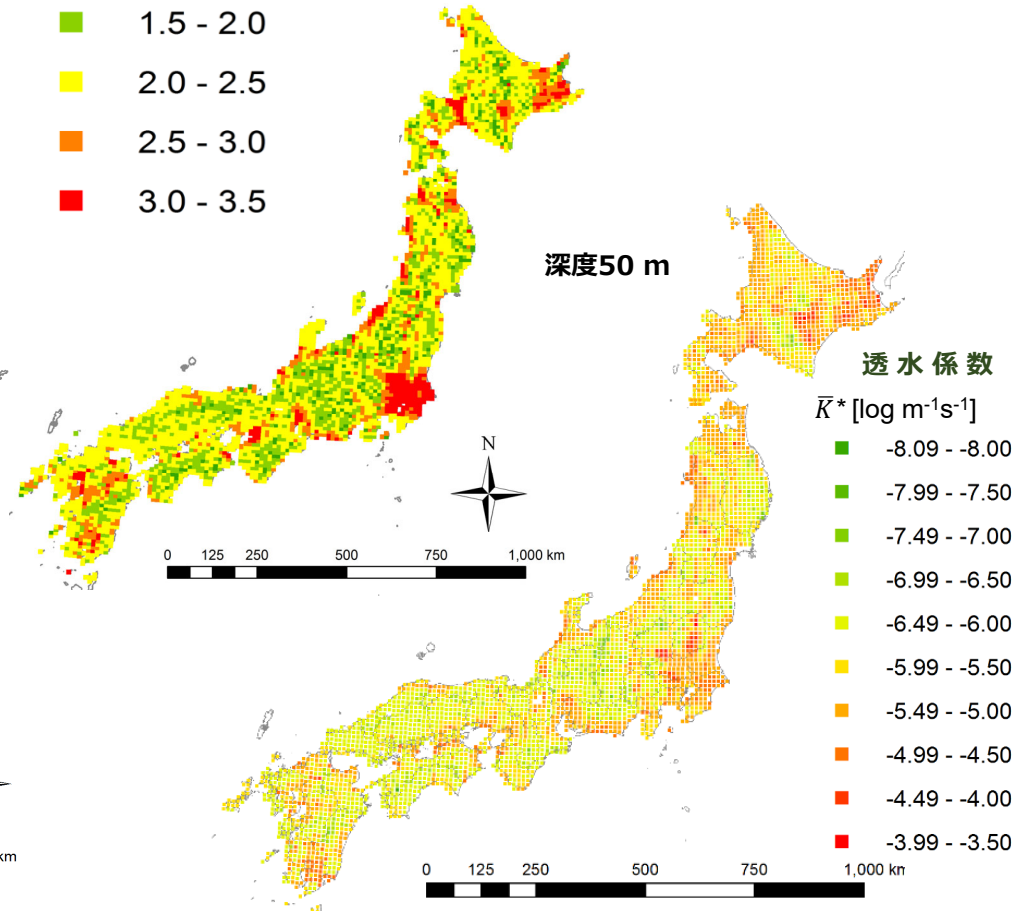


熱容量

$\overline{C_p\rho}^*$ [$\log \text{m}^{-1}\text{s}^{-1}$]



深度50 m



透水係数

\bar{K}^* [$\log \text{m}^{-1}\text{s}^{-1}$]

