

地下温度分布計測による 地表面温度環境の復元

地下熱グループ

目的

- ・ 孔井内温度プロファイルの測定
→ 地表面温度変動の復元
- ・ 浅部での長期温度計測（多点）
→ 温度変動の拡散過程を捉える

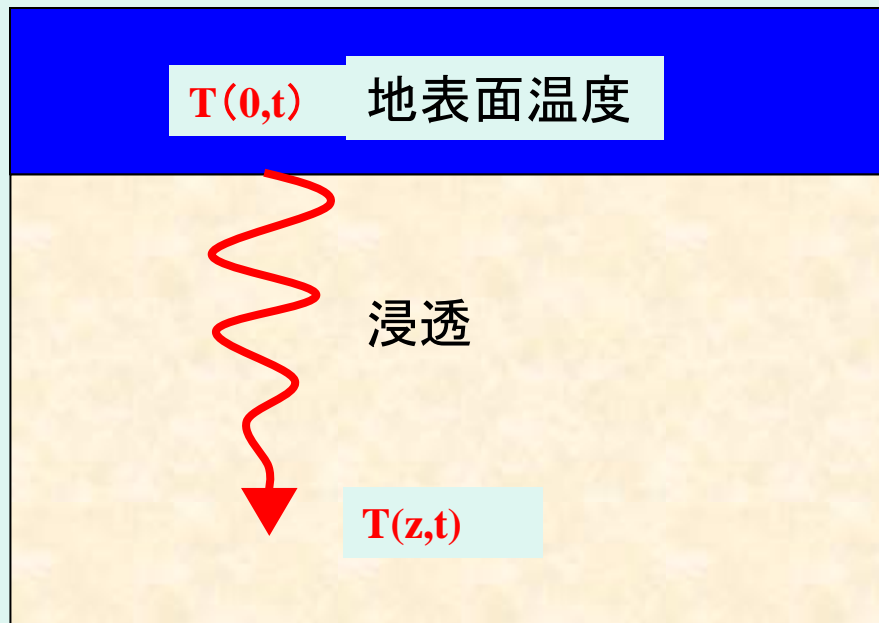


1年～数百年の時間スケールの地表面環境変動を調べる

気温、土地利用の変化、地下水の流動、等

基本原理

地表面温度変動の地下への浸透



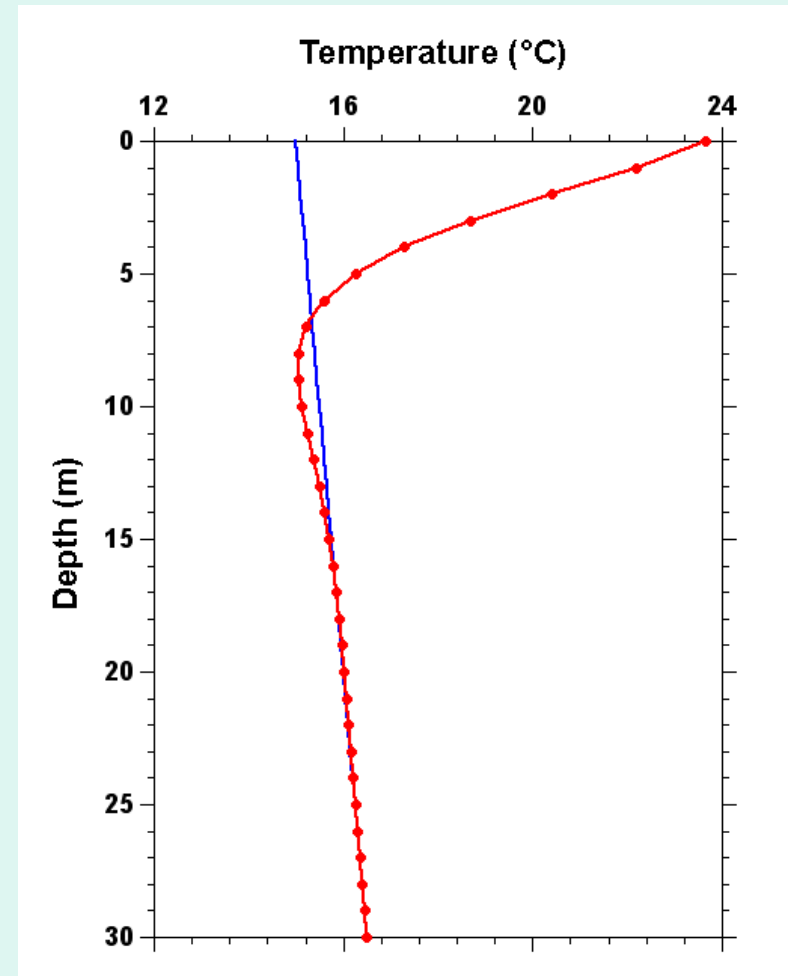
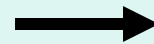
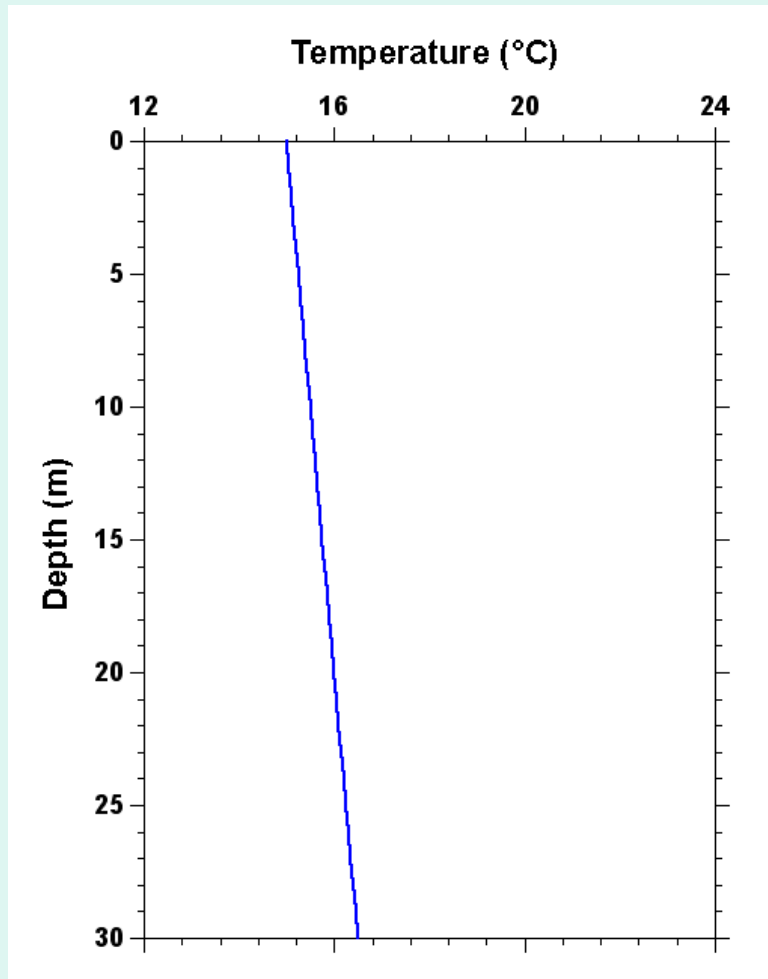
熱拡散方程式

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \kappa \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}$$

κ : 熱拡散率

過去の情報を記憶している

地下温度プロファイルへの影響

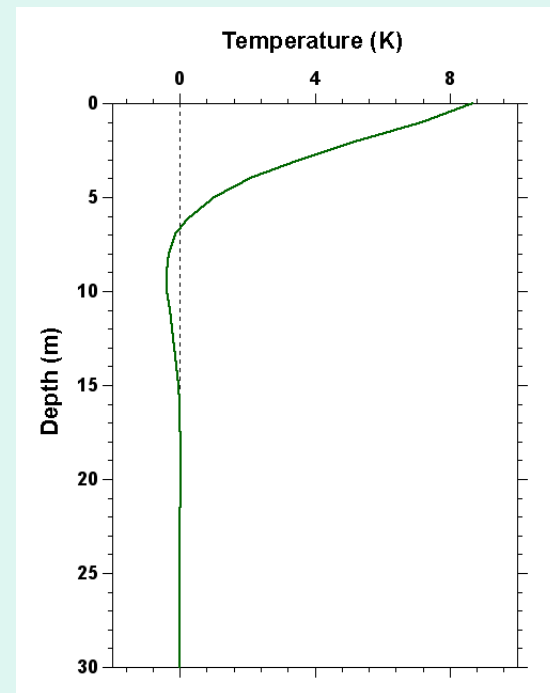
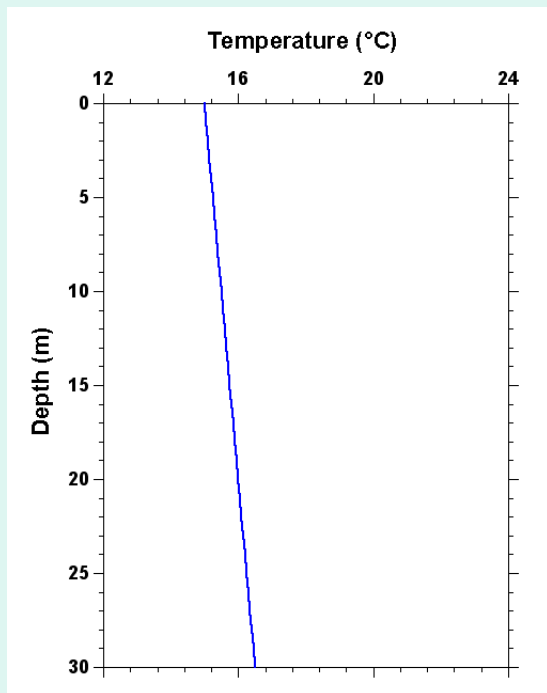
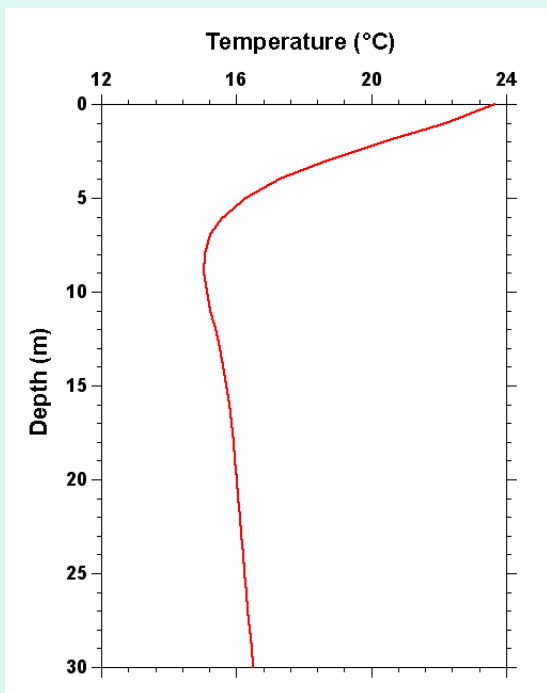


地表面温度変動の影響を分離

計測温度

バックグラウンド

地表面温度
変動の影響



過去の地表面温度変動を復元できる

地下温度分布からの地表面温度変動の復元

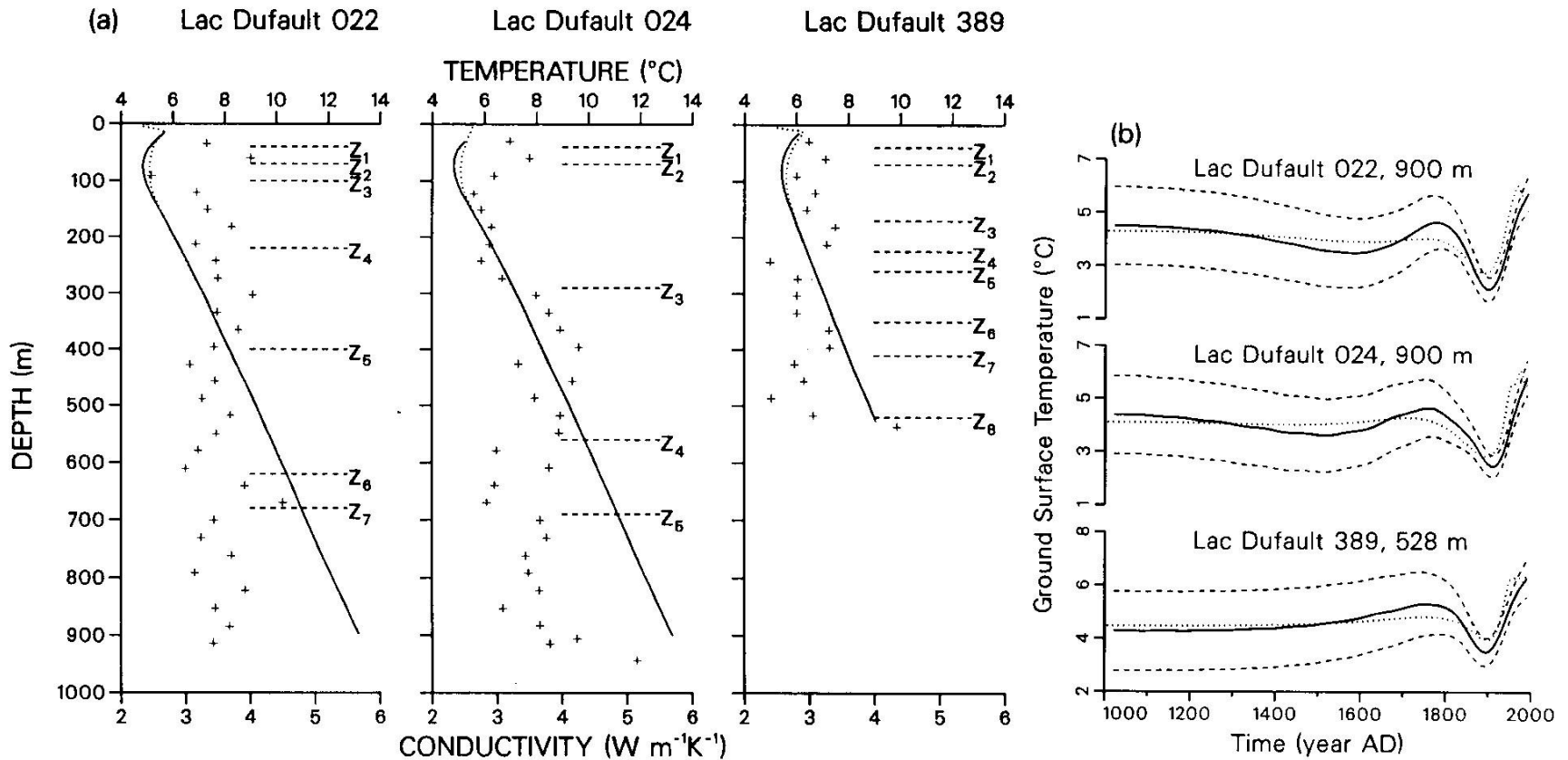
特徴

- ・ 直接温度が求められる
(Proxy dataはキャリブレーションが必要)
- ・ 長期的なトレンドが復元される
- ・ 気象データがない場所、期間をカバーできる

短所？

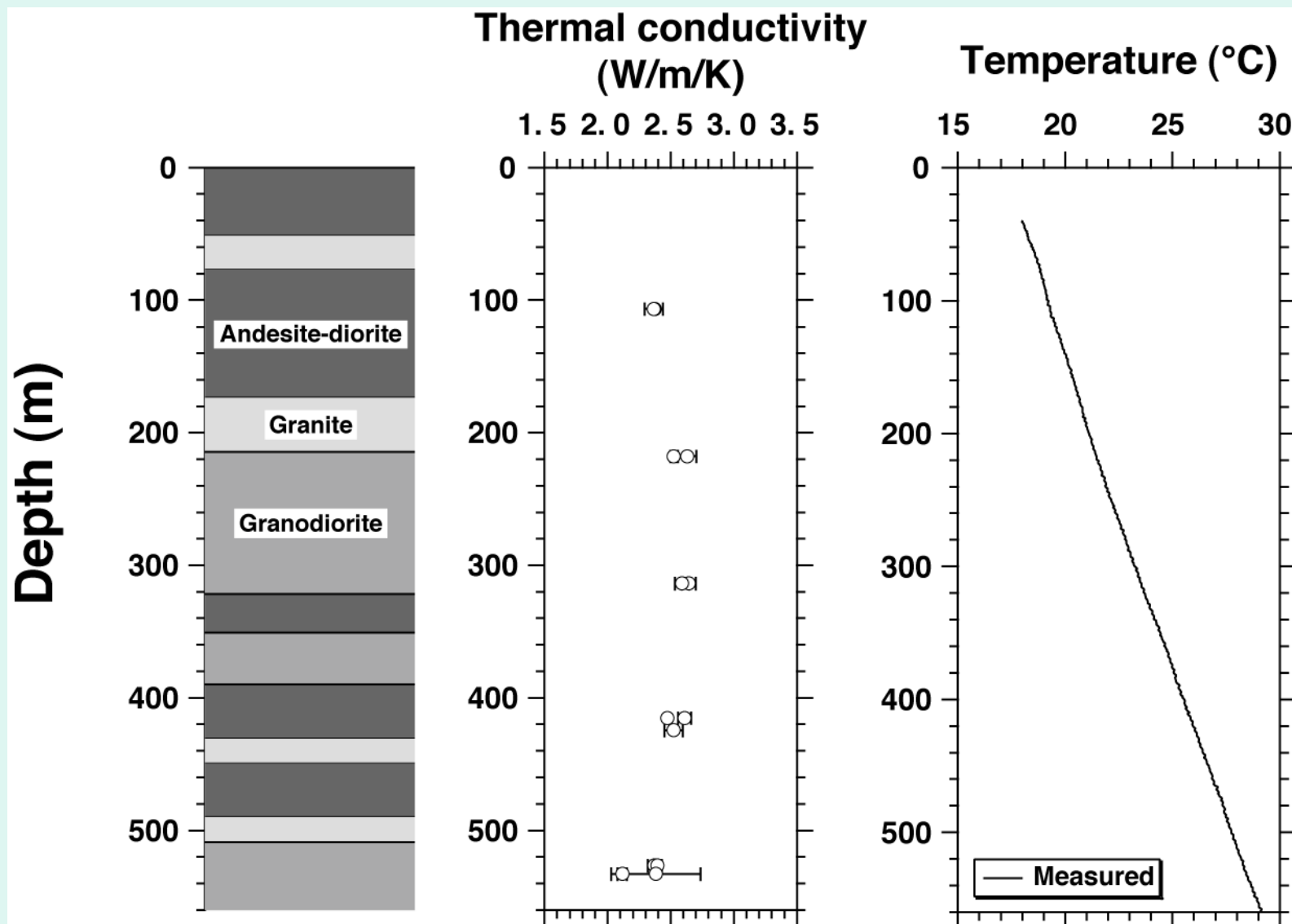
- ・ 過去にさかのぼるほど分解能が悪くなる
- ・ 短周期の変動についての情報は得られない
- ・ 地下水の流動の影響を受けやすい

気候変動復元の例

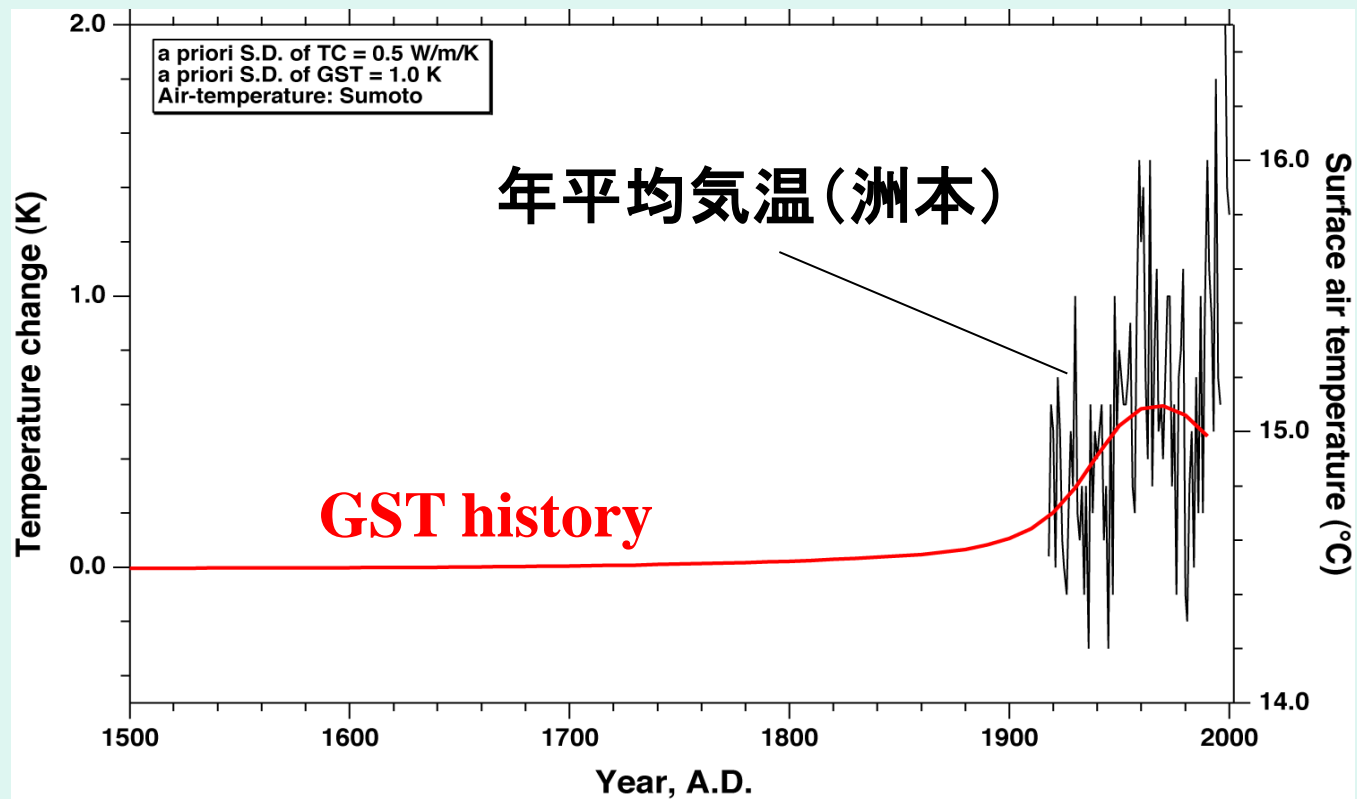
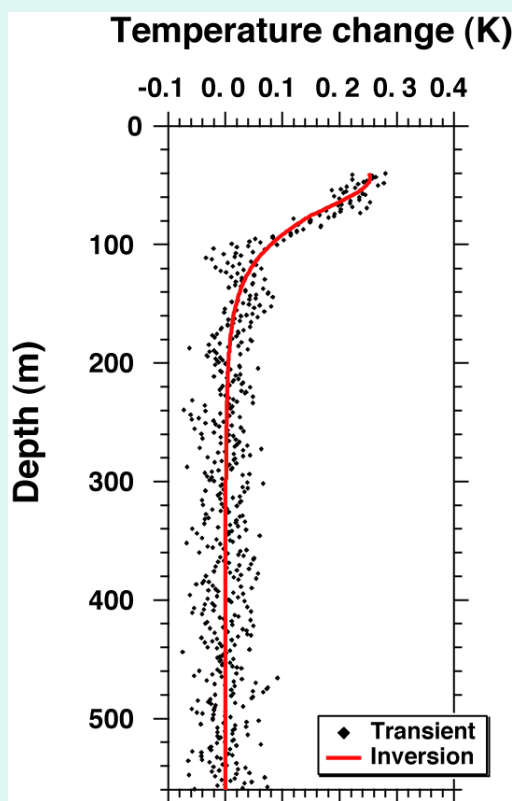


Wang et al. (1992)

淡路島・野島断層の掘削孔

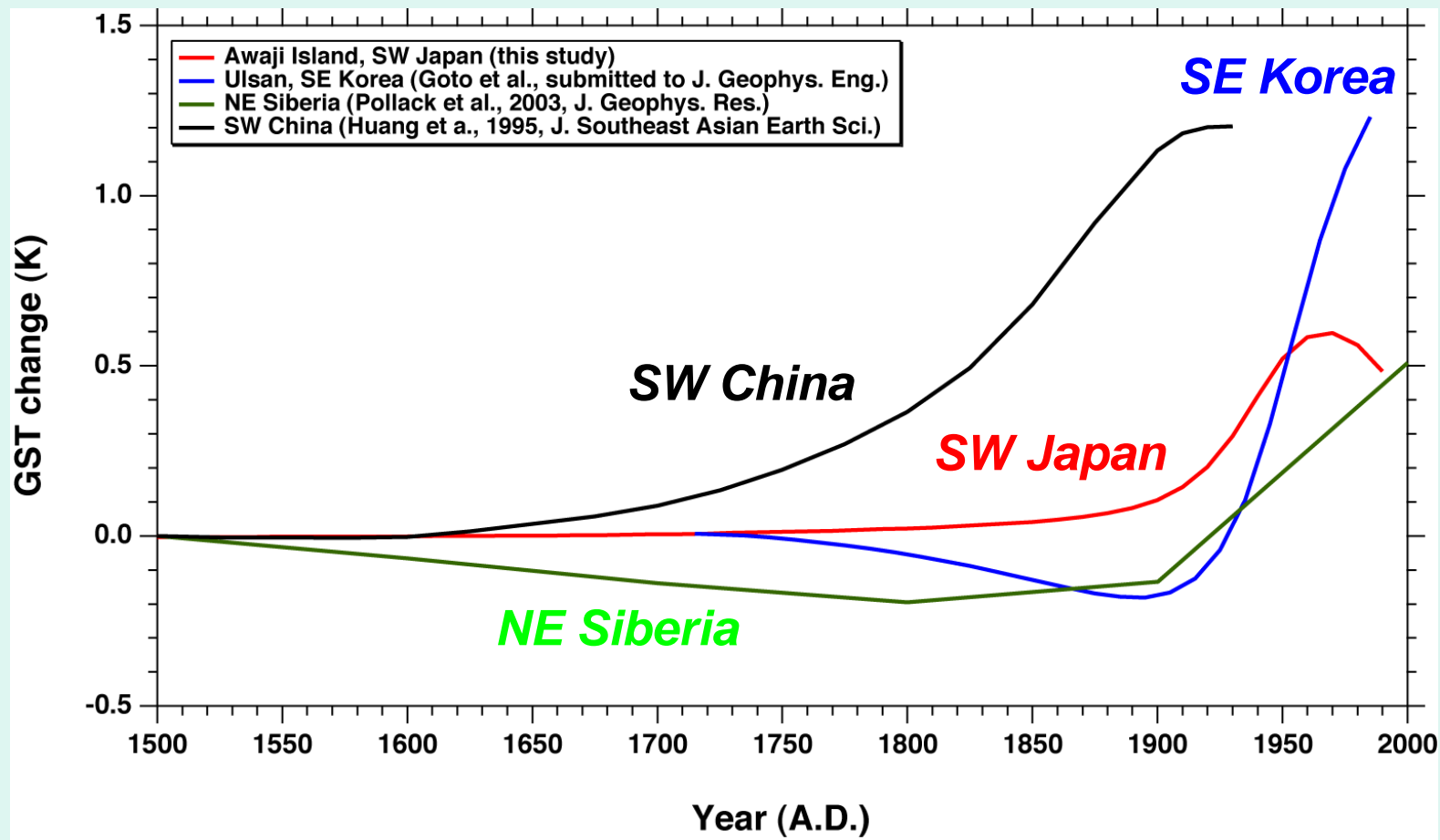


地表面温度の復元結果



年平均気温 (淡路島・洲本) と調和的
19世紀後半から上昇

東アジアでの復元結果の比較



気候変動、環境変動、人間活動の影響？

計測・調査項目

1. 孔井での温度ロギング

繰り返し測定

温度分布の安定性の確認

違う時点のデータを合わせての解析

過去の測定データがあることが望ましい

例えば10～20年前

2. 熱伝導率

コア試料による実測 + 岩相からの推定

多層構造の解析精度を上げる

3. 孔内浅部での長期計測

複数の深度での温度モニタリング
(小型の水温計 or サーミスタケーブル)

温度変動が浸透する過程を実測
熱輸送が拡散によることを検証

4. 地表面上での気象データ収集

気温、土壌温度、日射、降水など

地表面温度と気温とのキャリブレーション

長期計測により捉えられるもの

地表面での温度変動が浸透する過程

- ・ 熱輸送のメカニズム

 - 熱伝導 vs. 移流（地下水、堆積）

 - 熱拡散率の推定

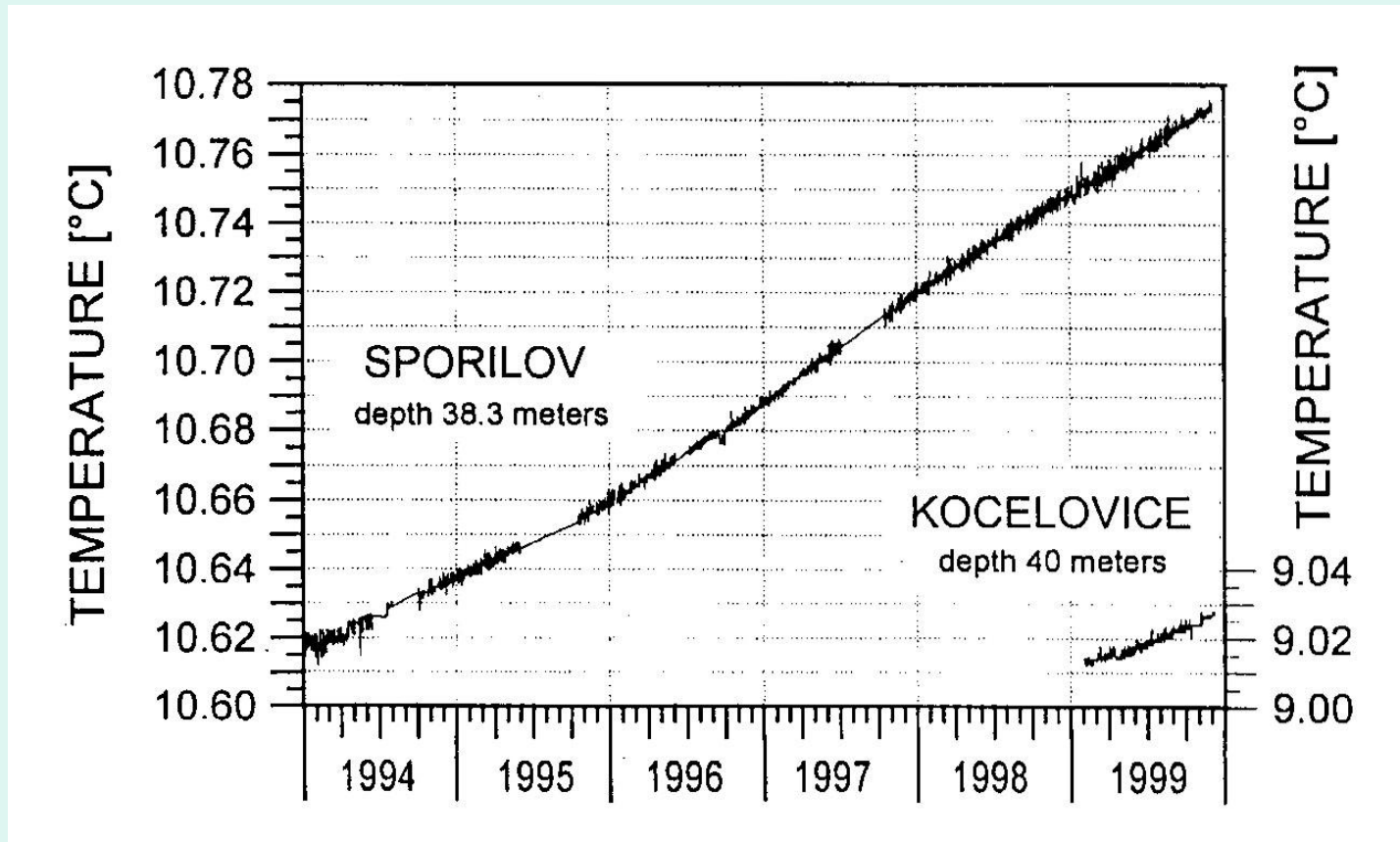
- ・ 変動の原因

 - 複数のモデルの判別？

長期計測の実例

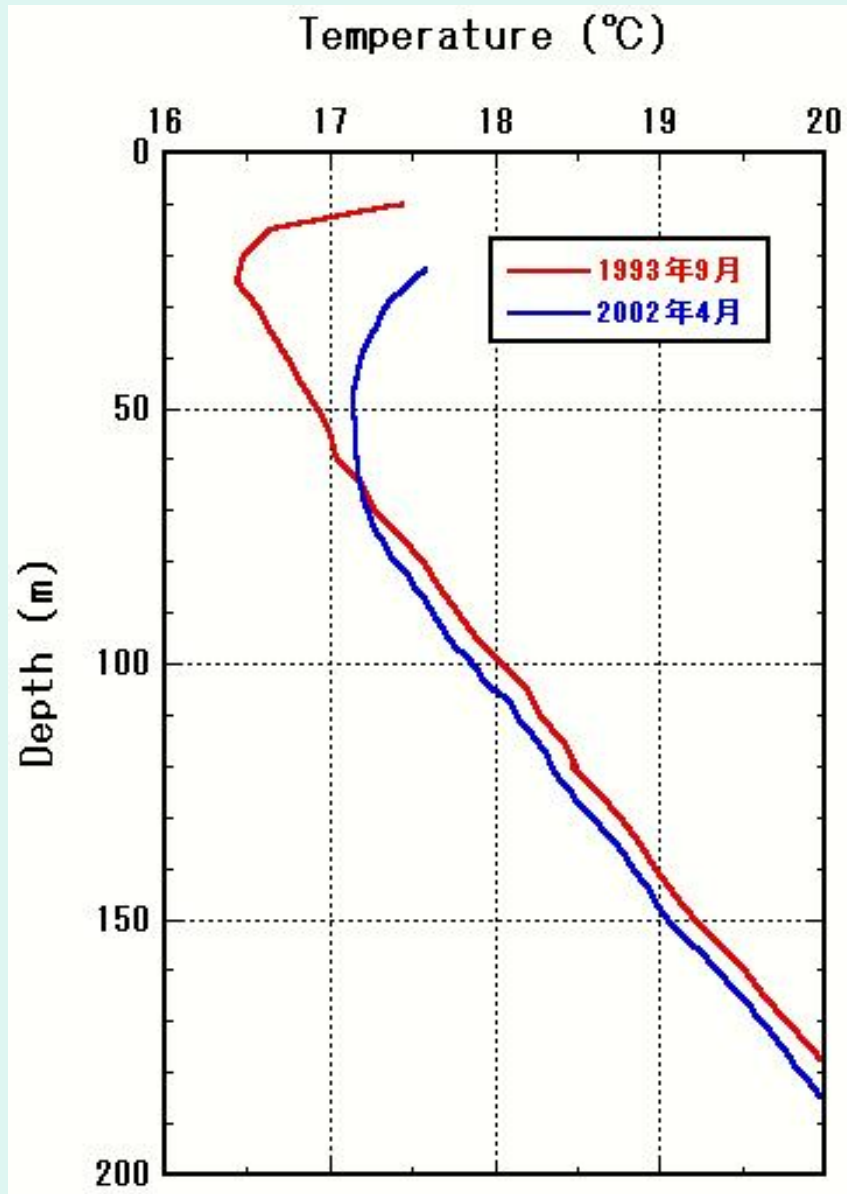
深さ40mまでの長期計測（チェコ）

Cermak et al. (2000)



長期的なトレンド（温暖化）のみが検出される

琵琶湖畔の孔井

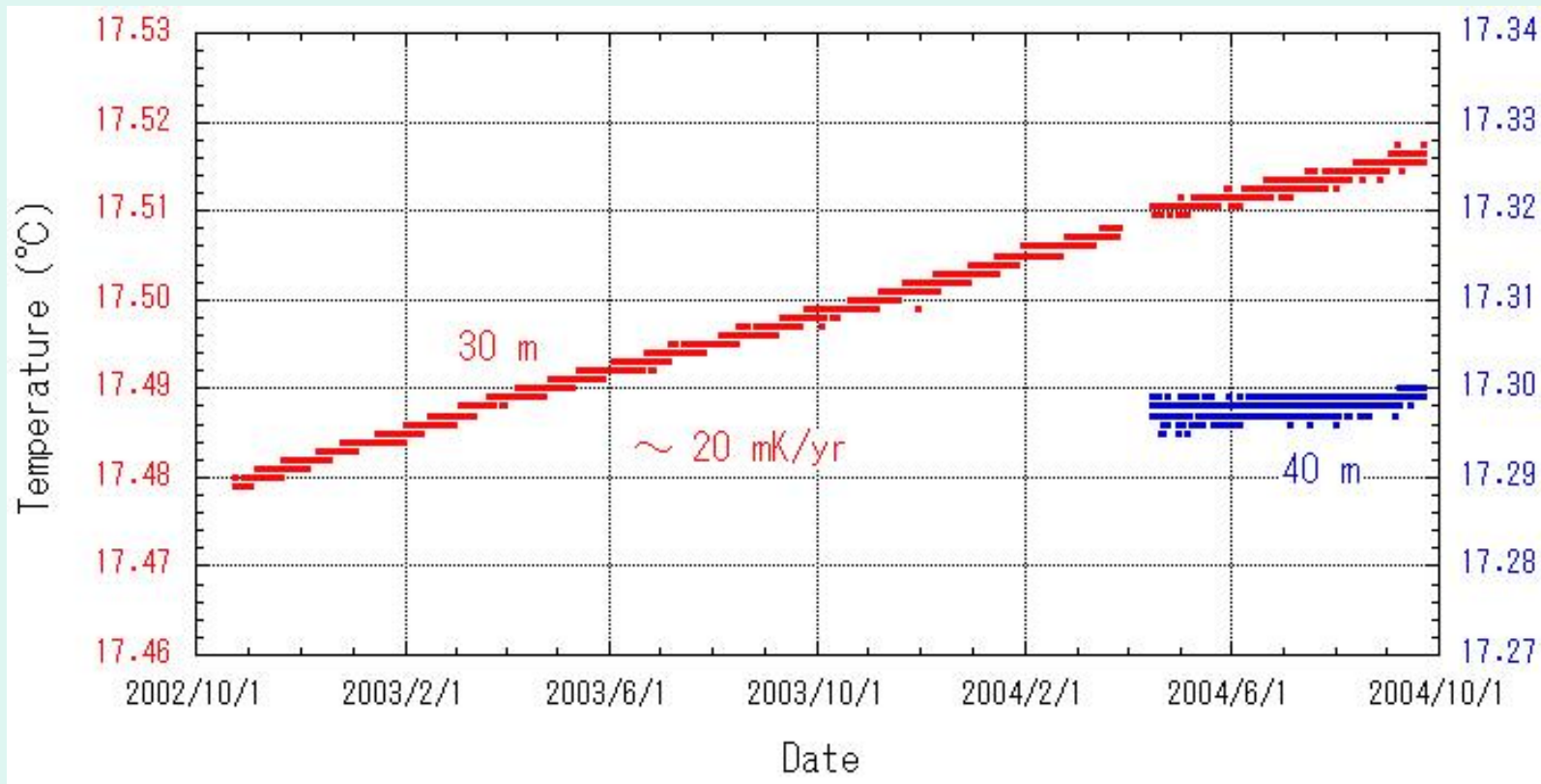


深さ70m付近より
上で温度が上昇

地表面付近での
温度環境の変化
を示唆

温度の長期計測を
実施

深さ30m、40mでの温度変動 (2002年10月～2004年9月)



温度はほぼ直線的に上昇

温度上昇の原因として考えられるもの

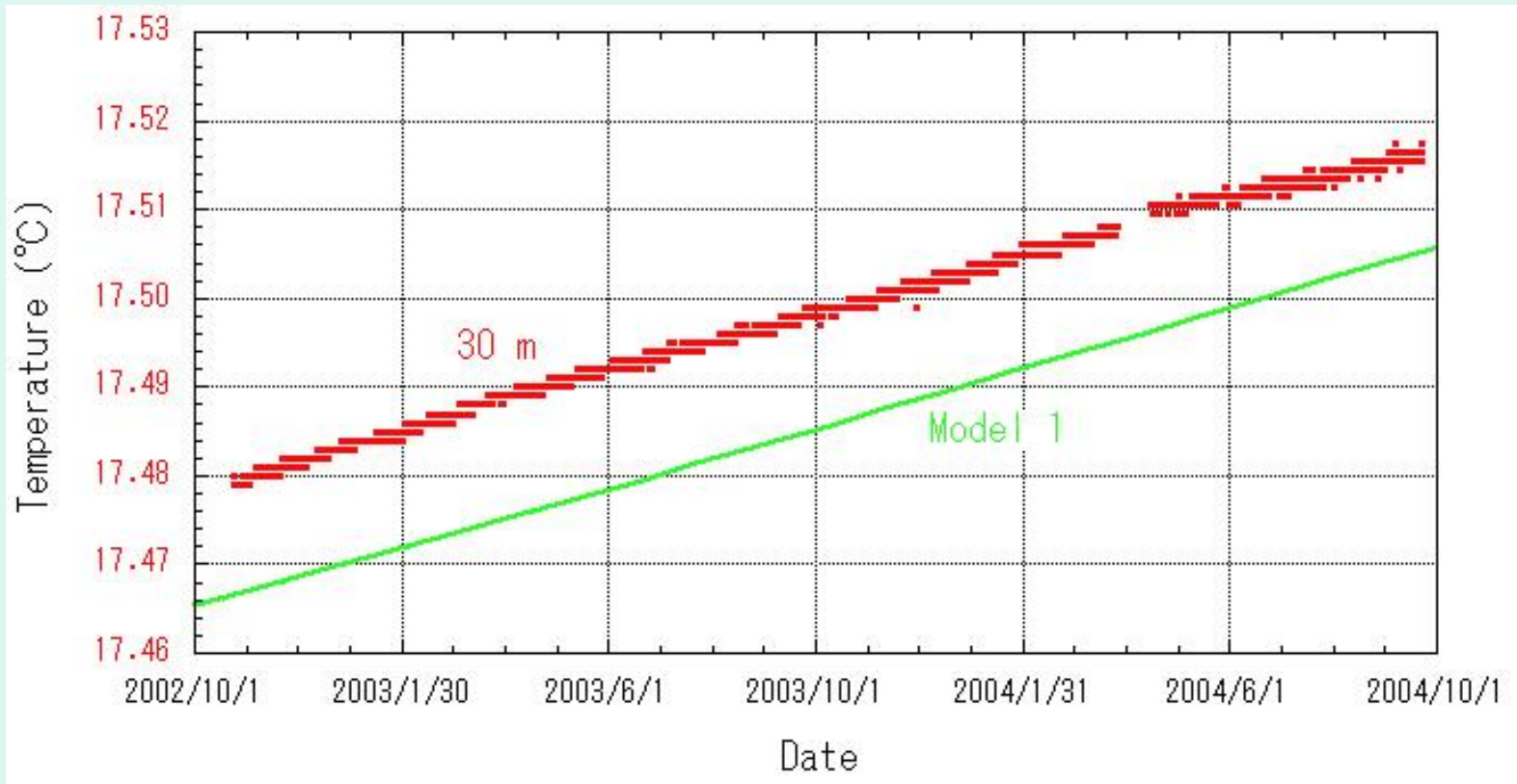
1. 琵琶湖博物館の建設（1996年）

孔口が建物で覆われ、**地表面の平均温度が上昇**

2. 浚渫した土壌の盛り土（1982年～1991年）

**地表面からの深さの増加（6.7m）による
温度の上昇**

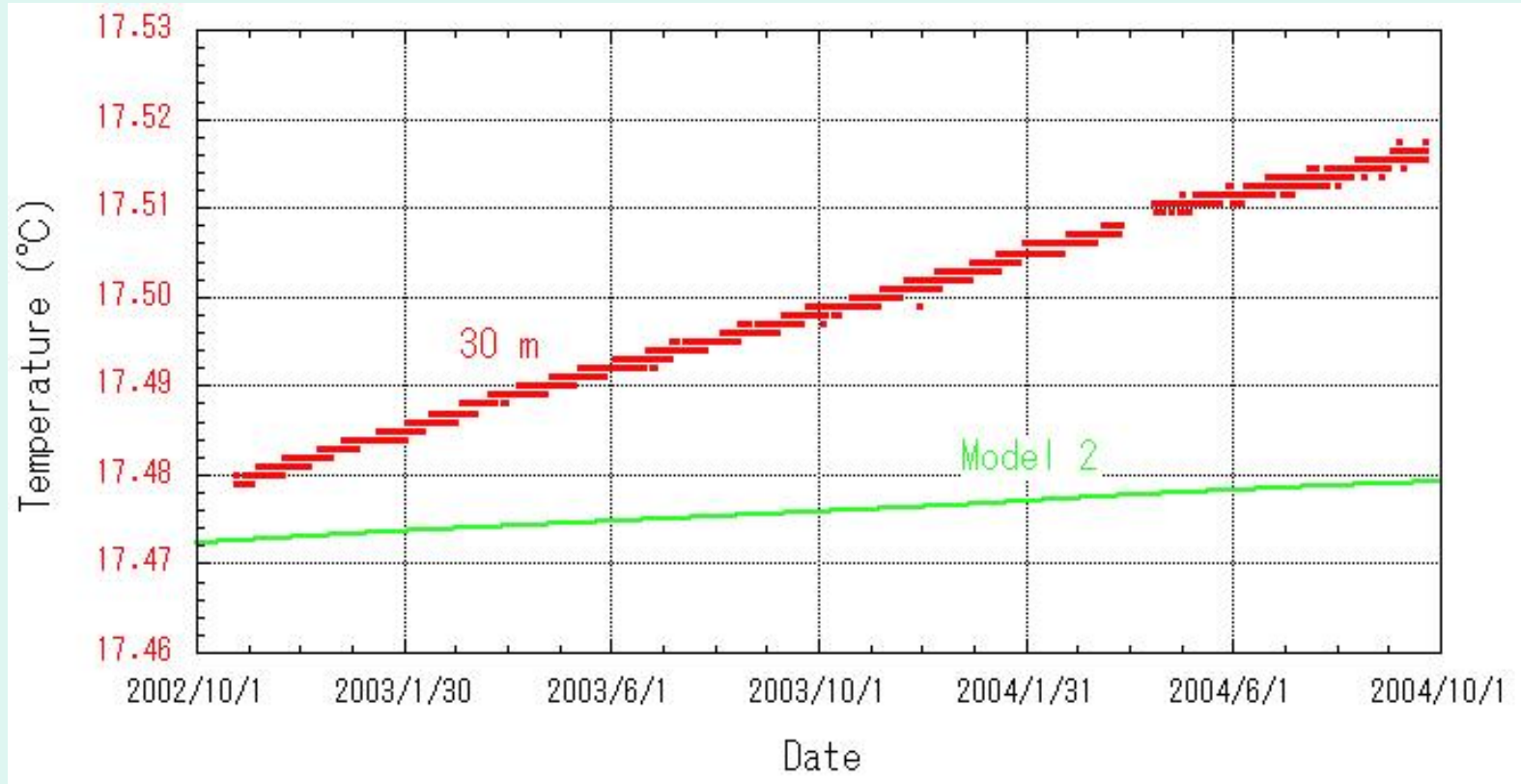
博物館の建設（ステップ状の変動）



地表面温度の変動幅：1.15 K

熱拡散率： $5.6 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$

6. 7mの盛り土による温度変動の例



地温勾配 : 37 mK/m

熱拡散率 : $5.6 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$

調査対象地域

- 重点対象とする都市域

東京、ソウル、バンコク、台北
+ ジャカルタ、（マニラ）

- より広域の調査

韓国、台湾

都市化の影響を浮き彫りにする

調査計画

2005年度

韓国・台湾における予備調査

なるべく深い孔井における温度プロファイル測定
孔内温度モニタリングの開始

2006年度以後

各調査地域で2回程度の現地調査

温度プロファイルの繰り返し計測
孔内温度・土壌温度の長期モニタリング
(現地カウンターパートとの協力)

メンバー

- 山野 誠 (東京大学地震研究所)
佐倉保夫 (千葉大学理学部)
江原幸雄 (九州大学大学院工学府)
後藤秀作 (京都大学火山研究センター)
宮越昭暢 (産業技術総合研究所)