

地表面温度変動の地中への伝搬過程 (掘削孔内での長期温度計測)

山野 誠 (東京大学地震研究所)

濱元栄起・後藤秀作 (産業技術総合研究所)

地下熱グループ

- ・ 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

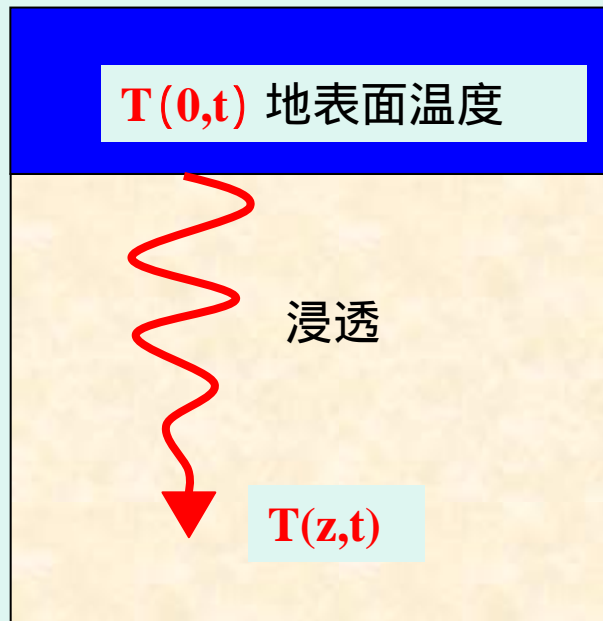


1年～数百年の時間スケールの地表面環境変動
気温、土地利用の変化、地下水の流動、等

長期計測により

地表面温度変動が浸透する過程

を捉える



- 熱輸送のメカニズム

熱伝導 vs. 移流

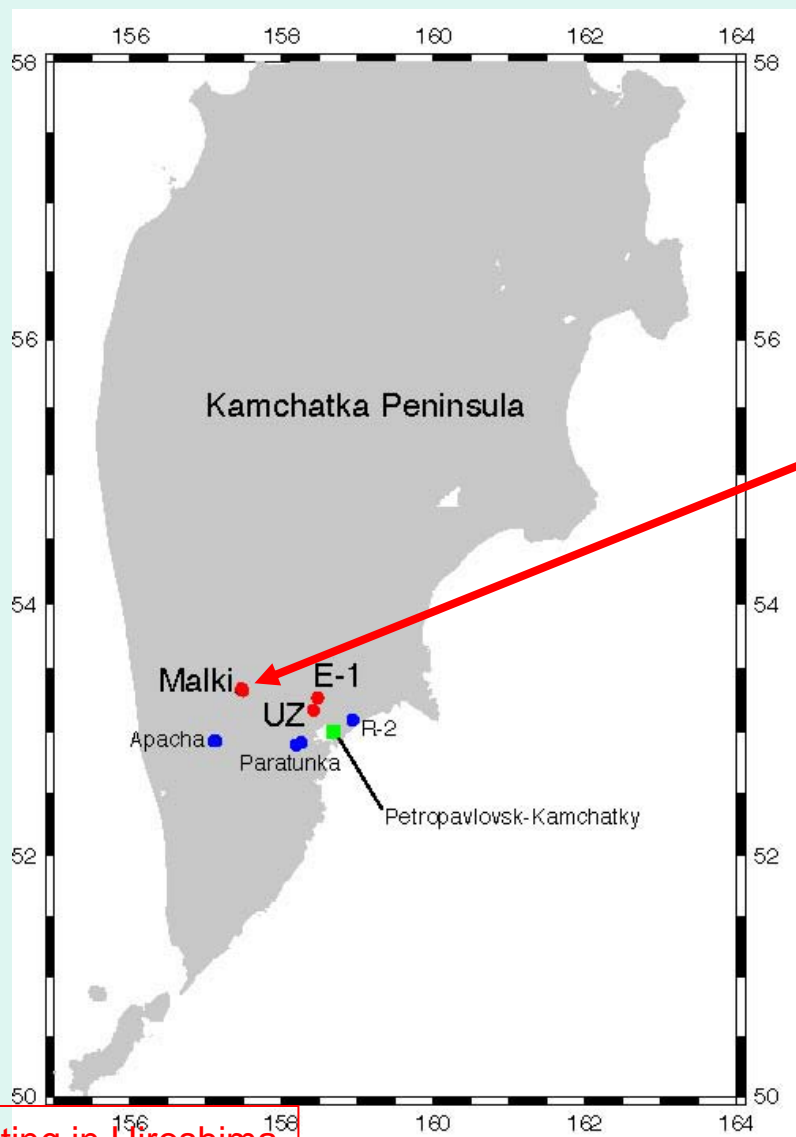
(地下水、堆積)

熱拡散率の推定

- 変動の原因

複数の要因の判別？

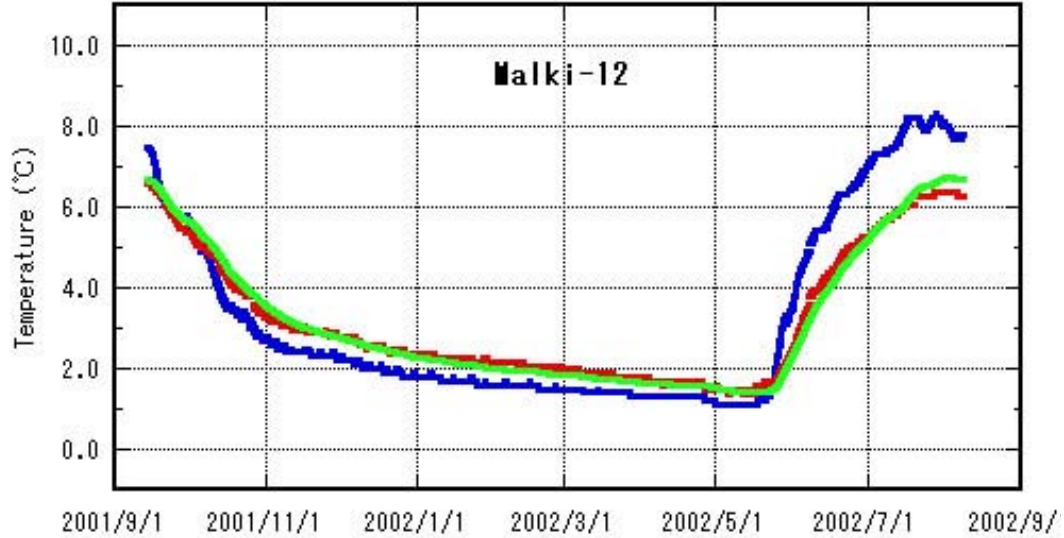
土壌温度の長期計測



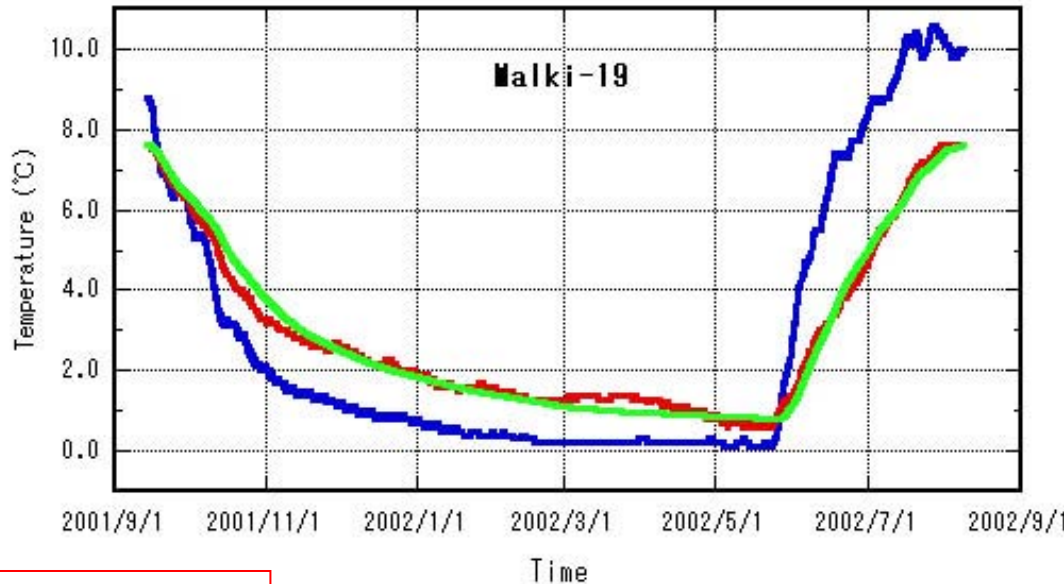
カムチャッカでの例

Malki

深さ 0.5m、1m の温度記録



ほぼ熱拡散のみ



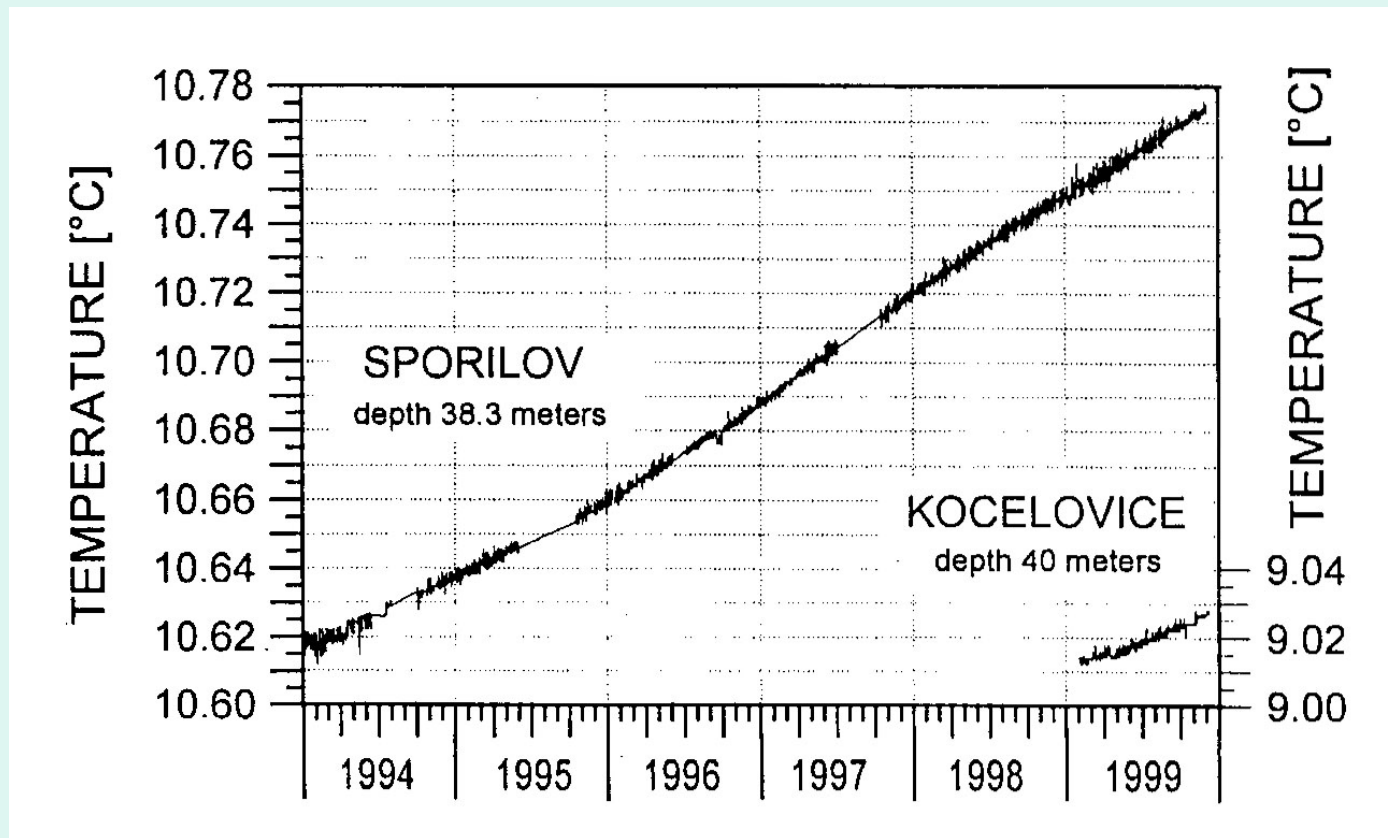
潜熱の影響？

台湾、バンコク、ジャカルタ に設置済み



孔内での長期計測

深さ40m付近での計測例 (Cermak et al., 2000)



長期的なトレンド (温暖化) のみを検出

高分解能温度計の設置 (台湾、バンコク、ジャカルタ)



水温計

温度分解能 : 1 mK

計測間隔 : 10分



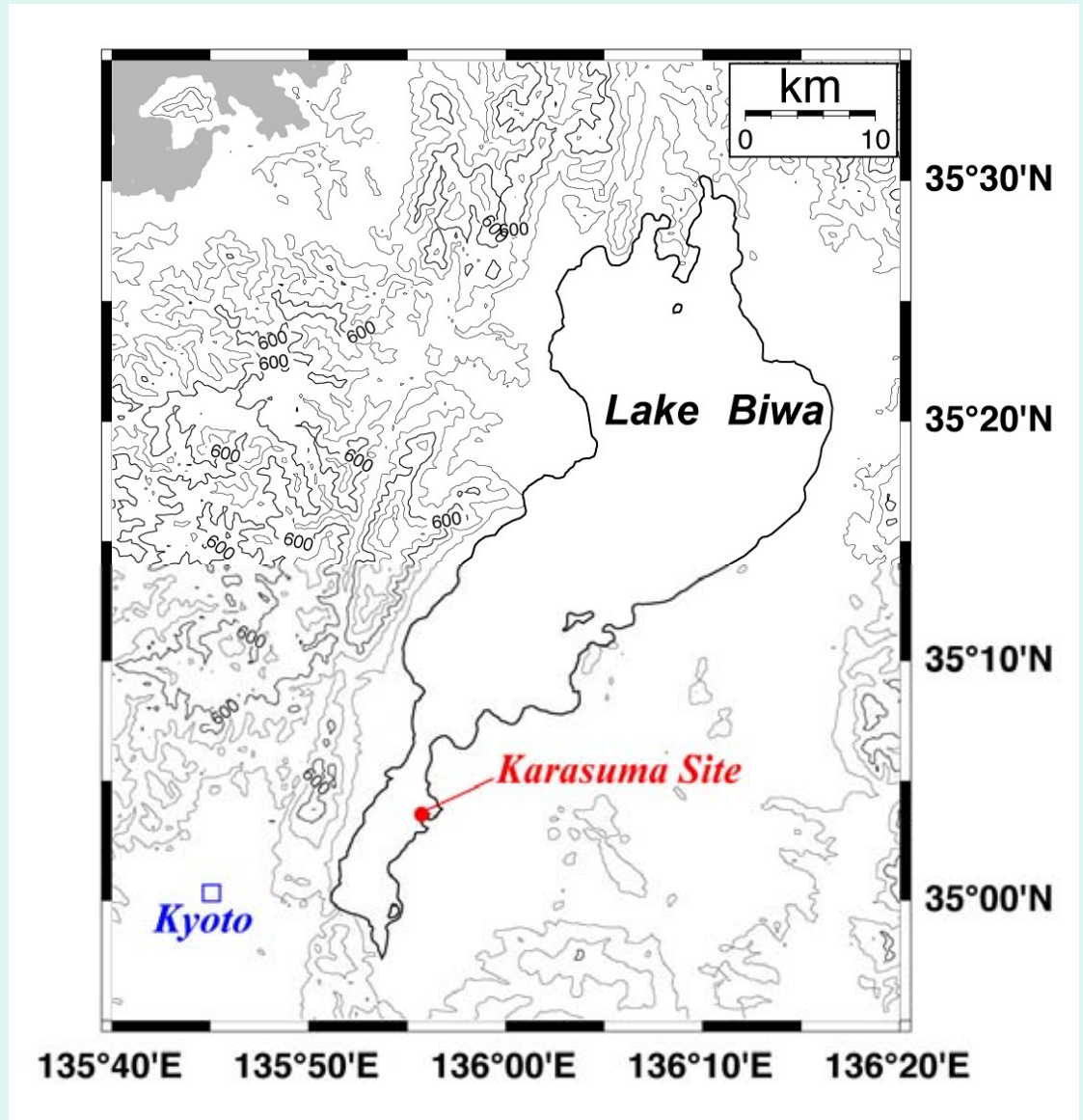
琵琶湖畔の掘削孔 (琵琶湖博物館)

掘削期間：

1992年1月～10月

掘削深度：

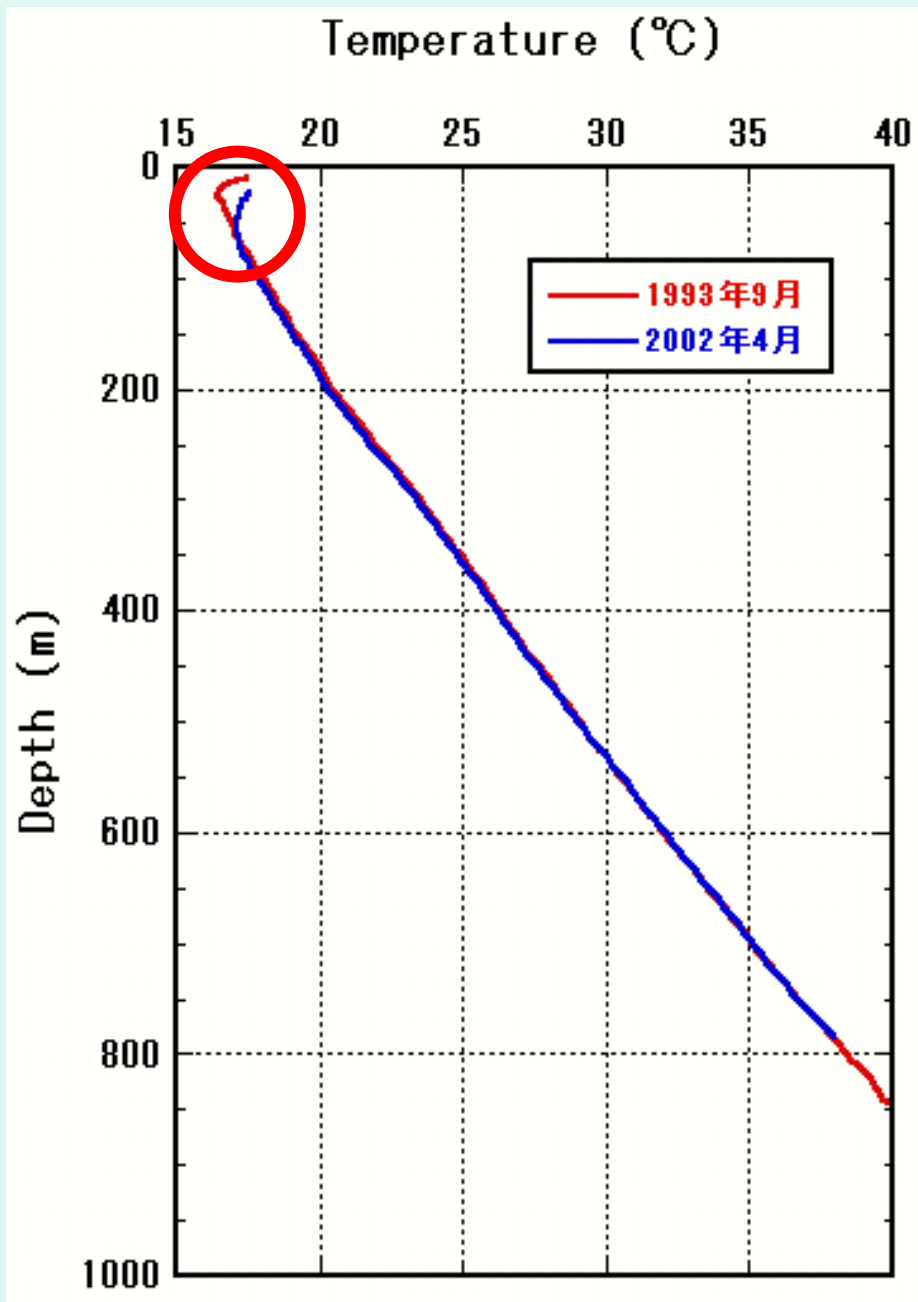
950 m

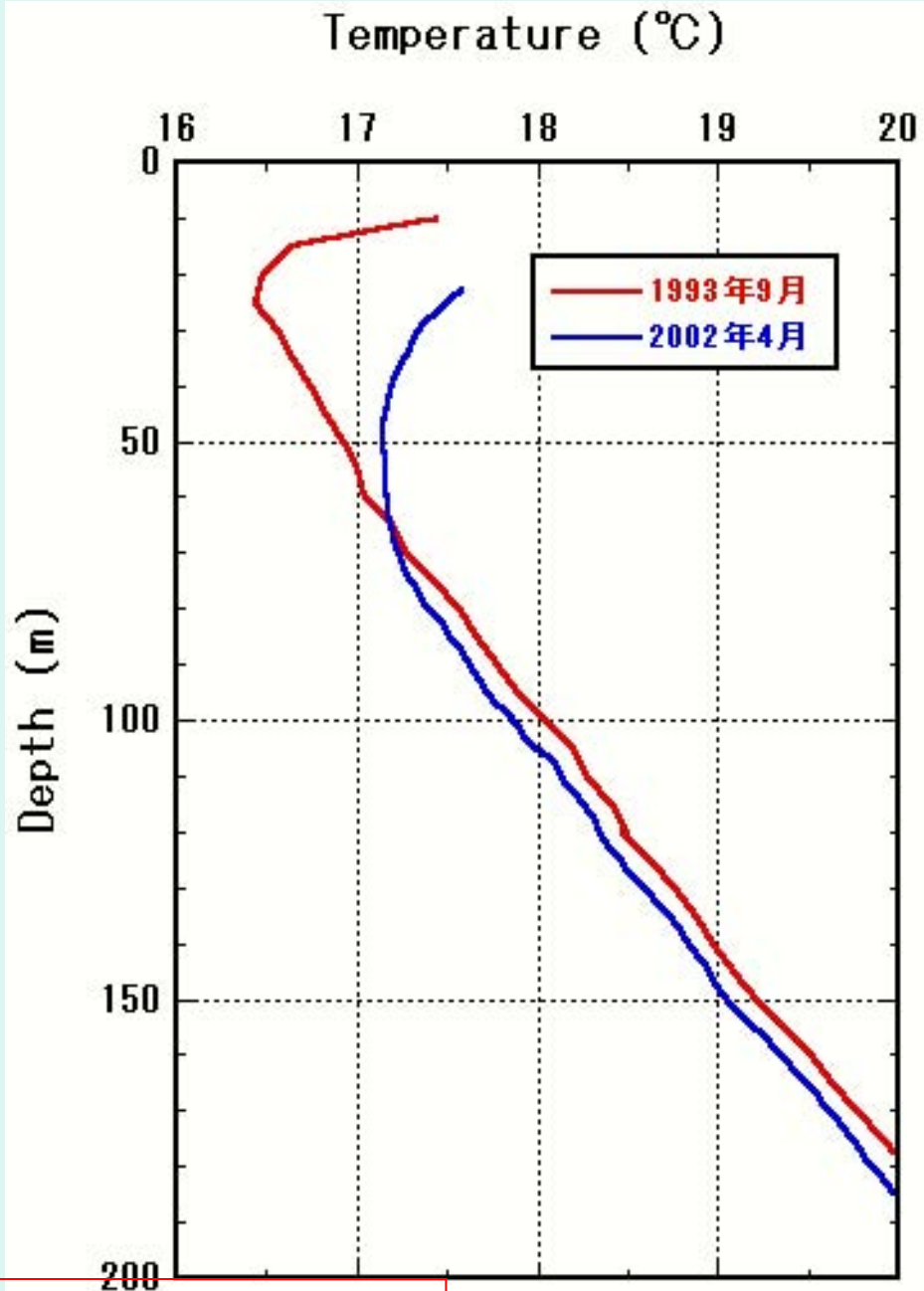


温度検層

1993年9月

2002年4月





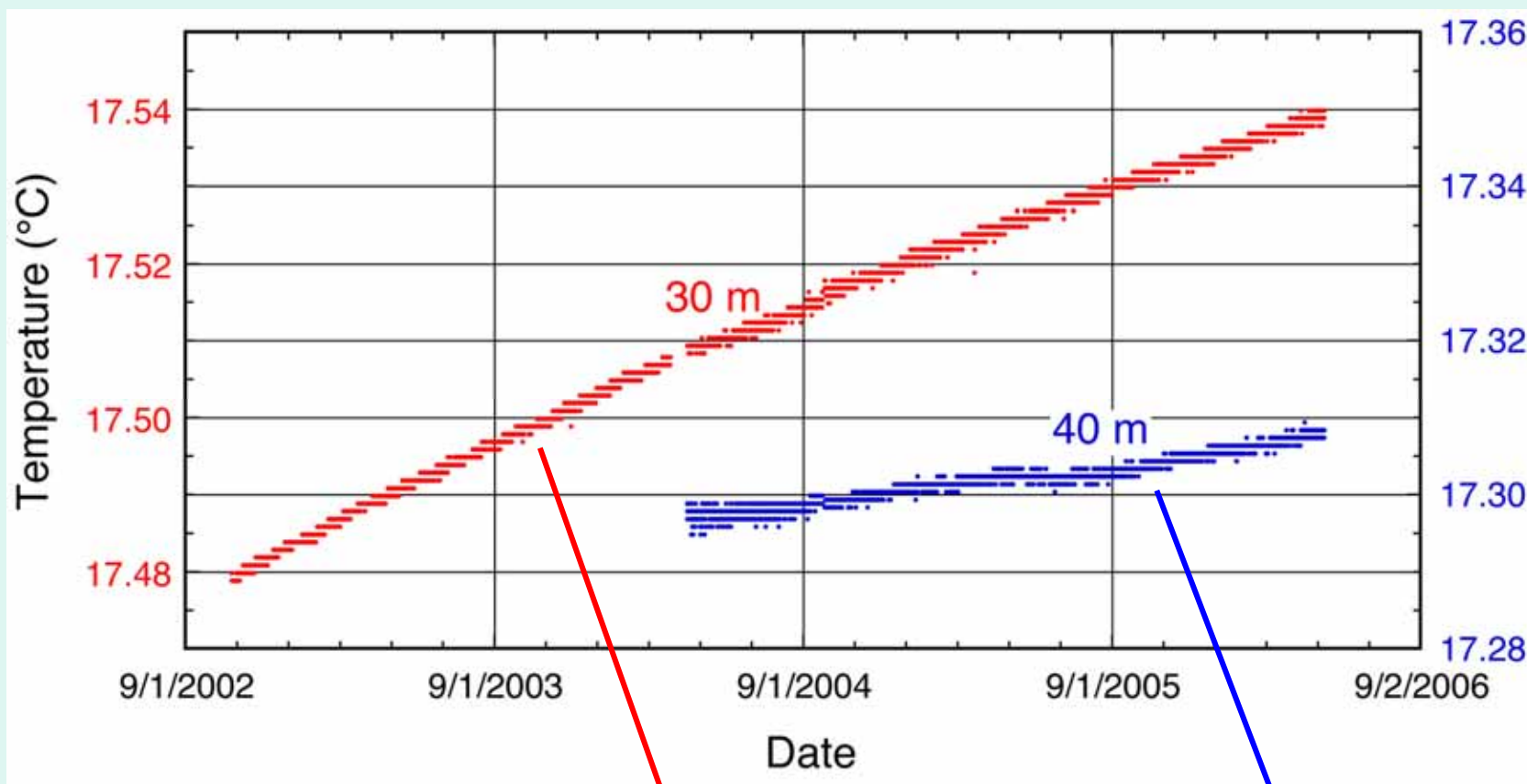
深さ70m付近より
上で温度が上昇



地表面付近での
温度環境の変化
を示唆

長期温度計測

(30m, 40m)



温度上昇率: ~ 20 mK/yr

~ 5 mK/yr

温度上昇の原因として考えられるもの

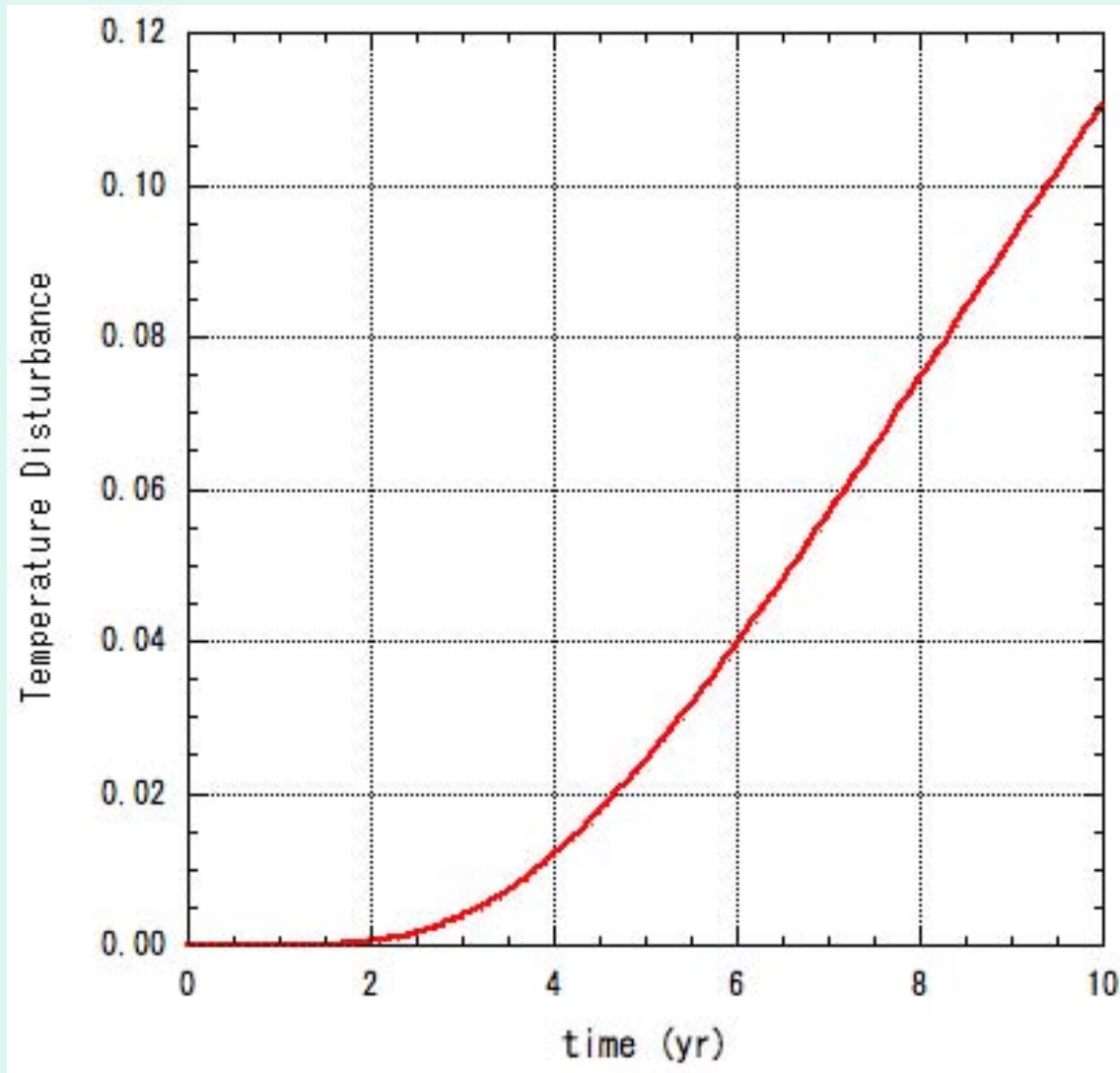
1 . 琵琶湖博物館の建設（1996年）

孔口が建物で覆われ、
地表面の平均温度が上昇

2 . 地表面への盛り土（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

地表面温度のステップ状の上昇が 深さ30mの温度に及ぼす影響

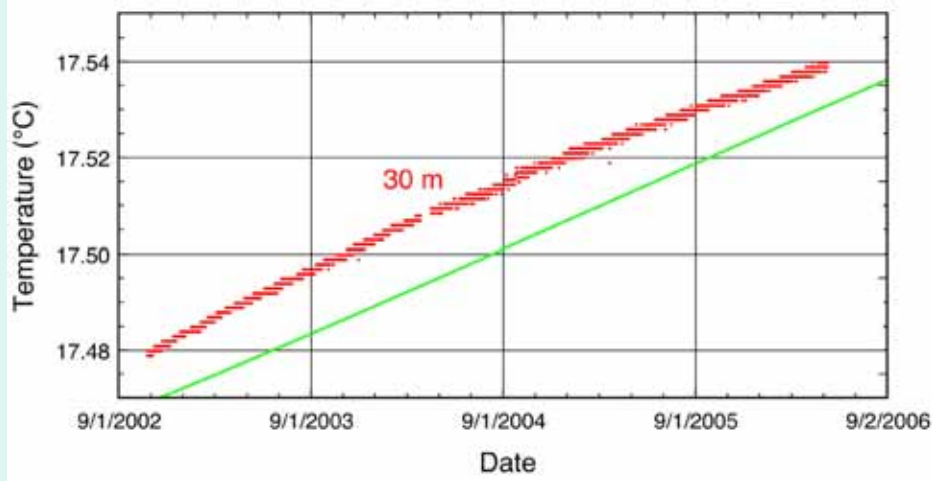


ほぼ直線的な
温度上昇

熱拡散率 :

$$5.6 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$$

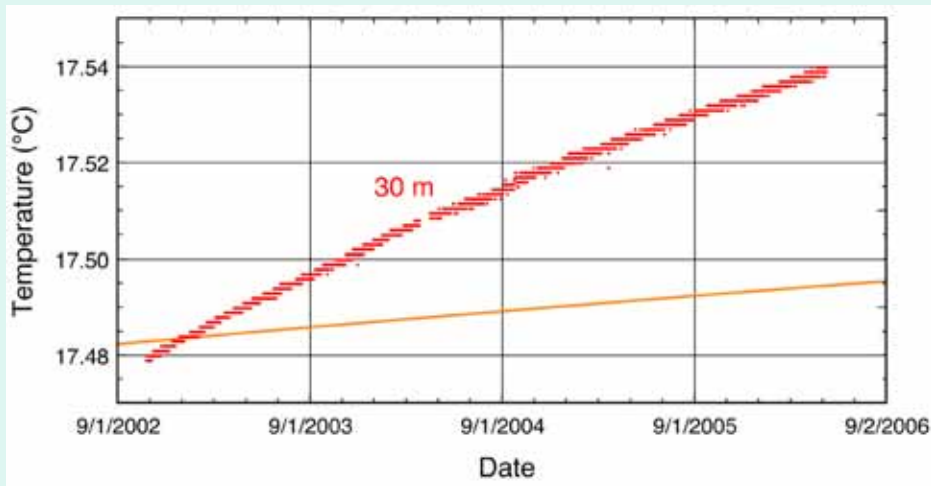
地表面温度のステップ状上昇による説明



地表面温度の変動幅：0.98 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： $5.6 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$

多点でのモニタリング



サーミスタ温度センサ

深度：

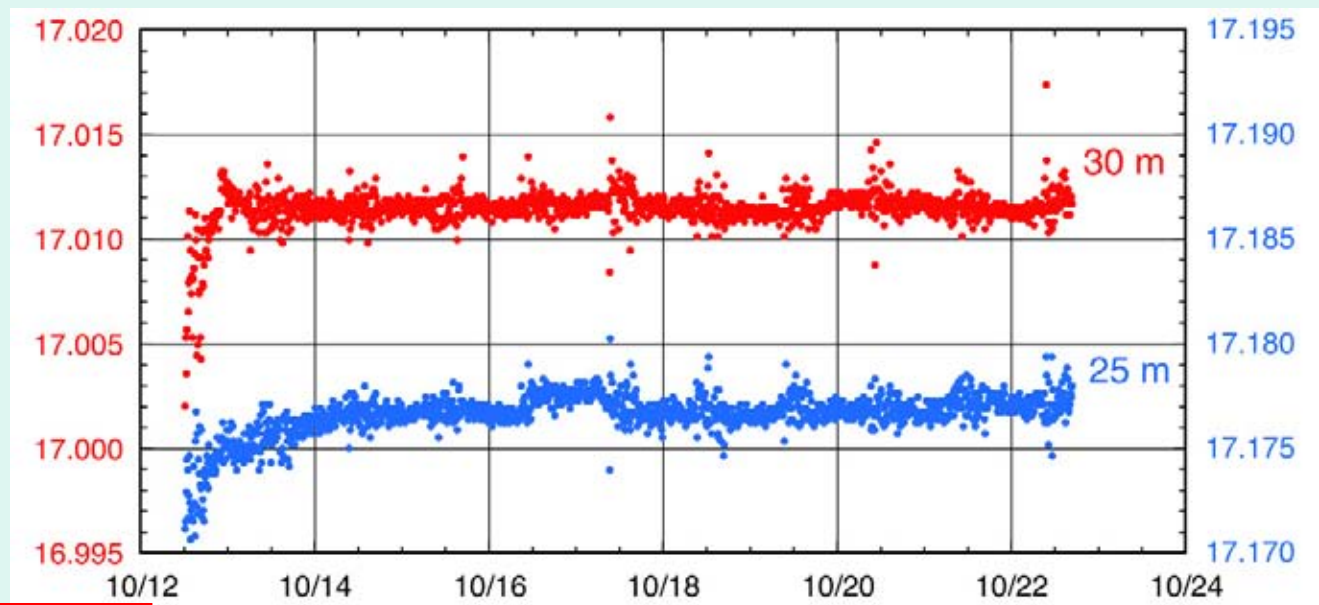
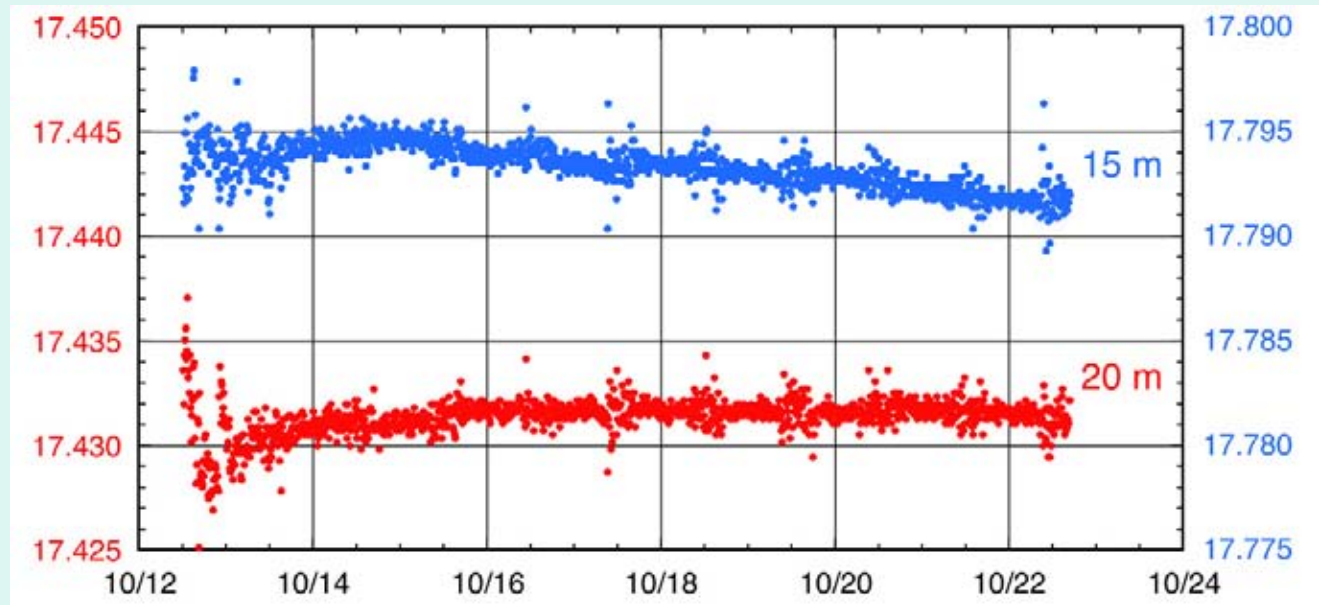
15, 20, 25, 30, 40, 50,

60, 75, 100, 130 m



2006年8月2日 設置
10月2日 センサー交換

10月12日
~ 22日



まとめ

1 . 土壌温度の長期計測

地表面温度の算出

気温と地表面温度のキャリブレーション

台湾、バンコク、ジャカルタで測定中

2 . 孔内温度の長期計測

地表面温度変動が浸透する過程を捉える

熱輸送のメカニズム、変動の原因

水温計の長期設置（3つの深度）

台湾、バンコク、ジャカルタ

サーミスタケーブルによる多点観測

琵琶湖畔