

韓国・ソウルにおける地表面温度履歴の復元と人間活動の地下熱環境への影響

後藤秀作(産業技術総合研究所)

キム・ヒョンチャン(韓国資源地質研究院)

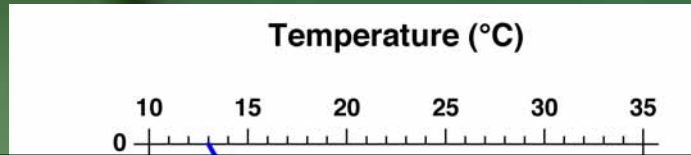
内田洋平(産業技術総合研究所)

大久保泰邦(産業技術総合研究所)

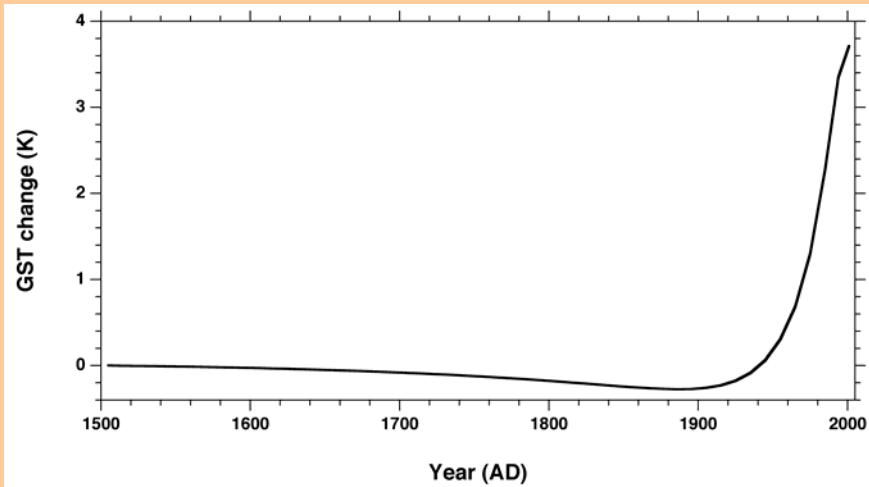
発表内容

- 地表面温度履歴の復元の原理
- ソウルにおける孔井温度データ
- 地表面温度履歴の復元
- 気象・海象データとの比較
- 地下熱環境への影響の考察
- まとめ

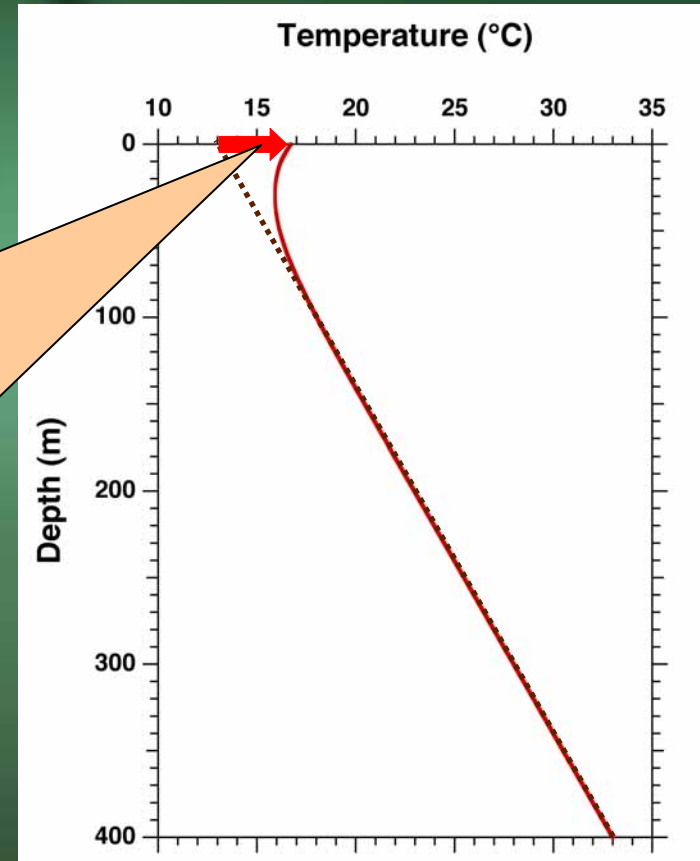
地下温度プロファイル



地表面温度の上昇



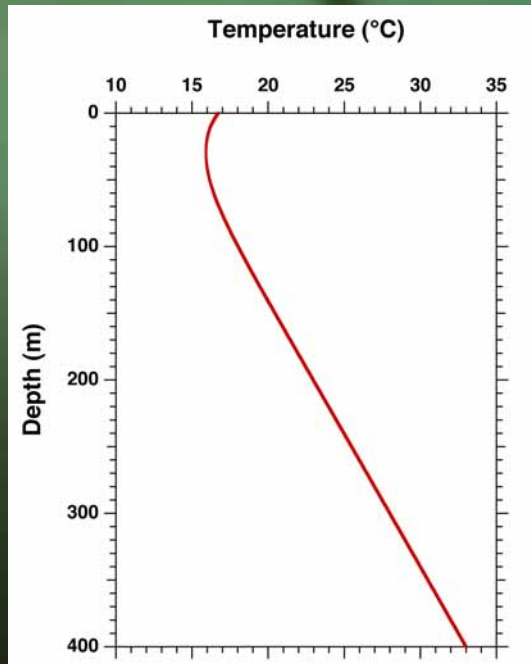
理想



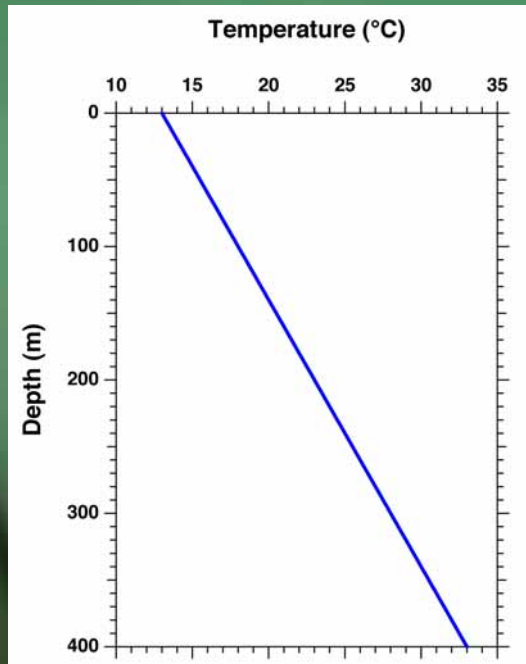
現実

地表面温度履歴の復元

計測温度

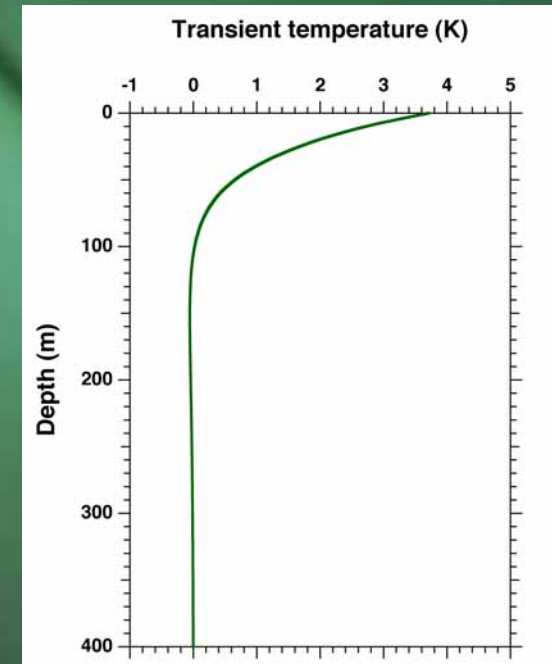


バックグラウンド



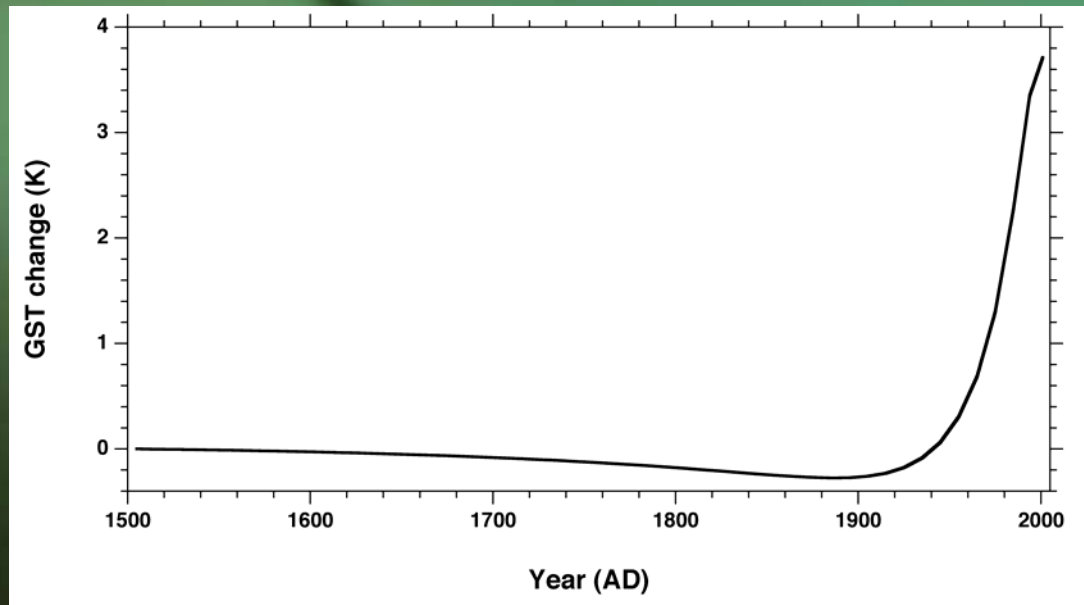
+

地表面温度
変化の影響

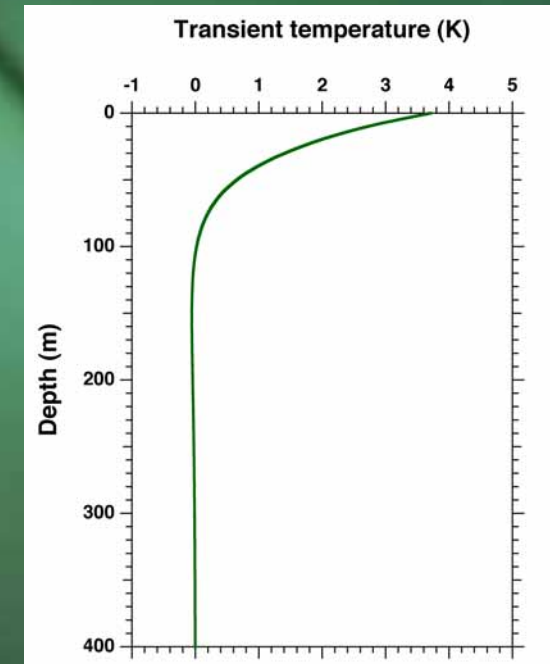


地表面温度履歴の復元

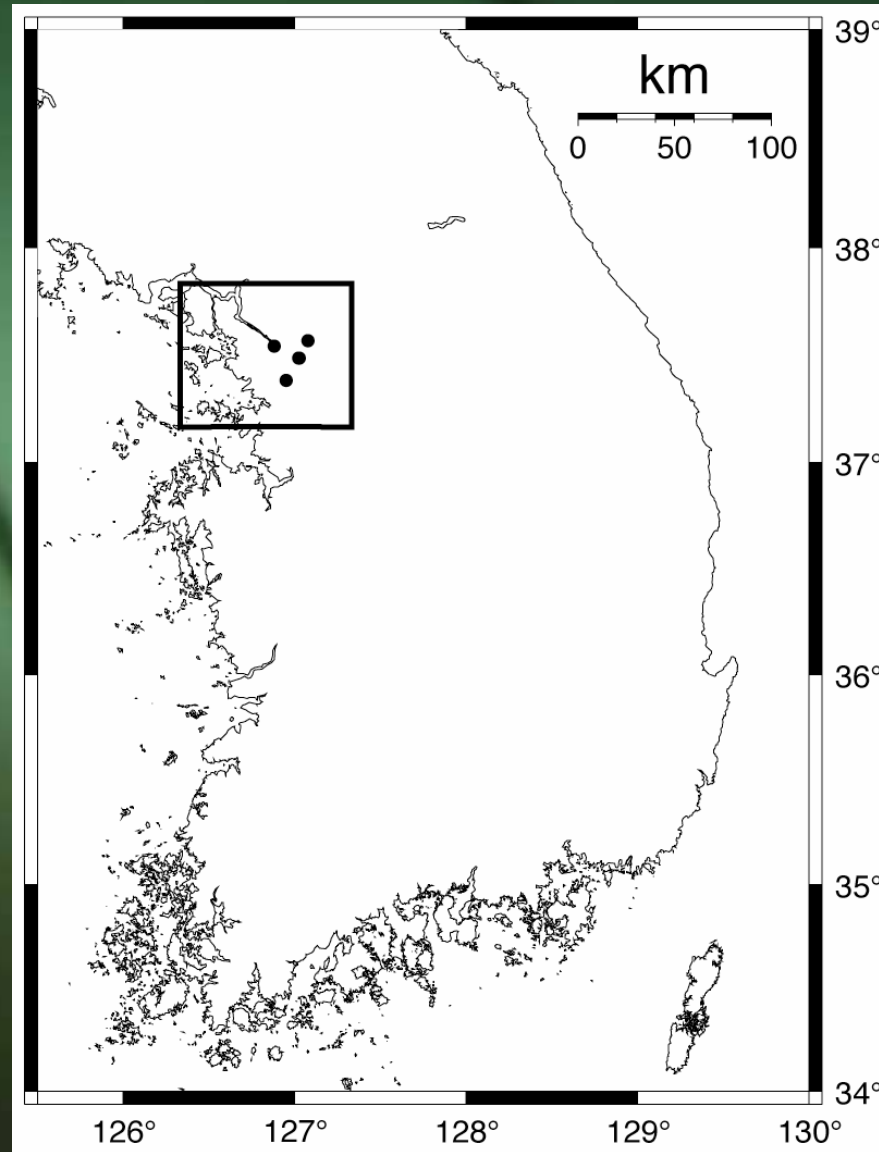
地表面温度 (GST) 履歴を復元



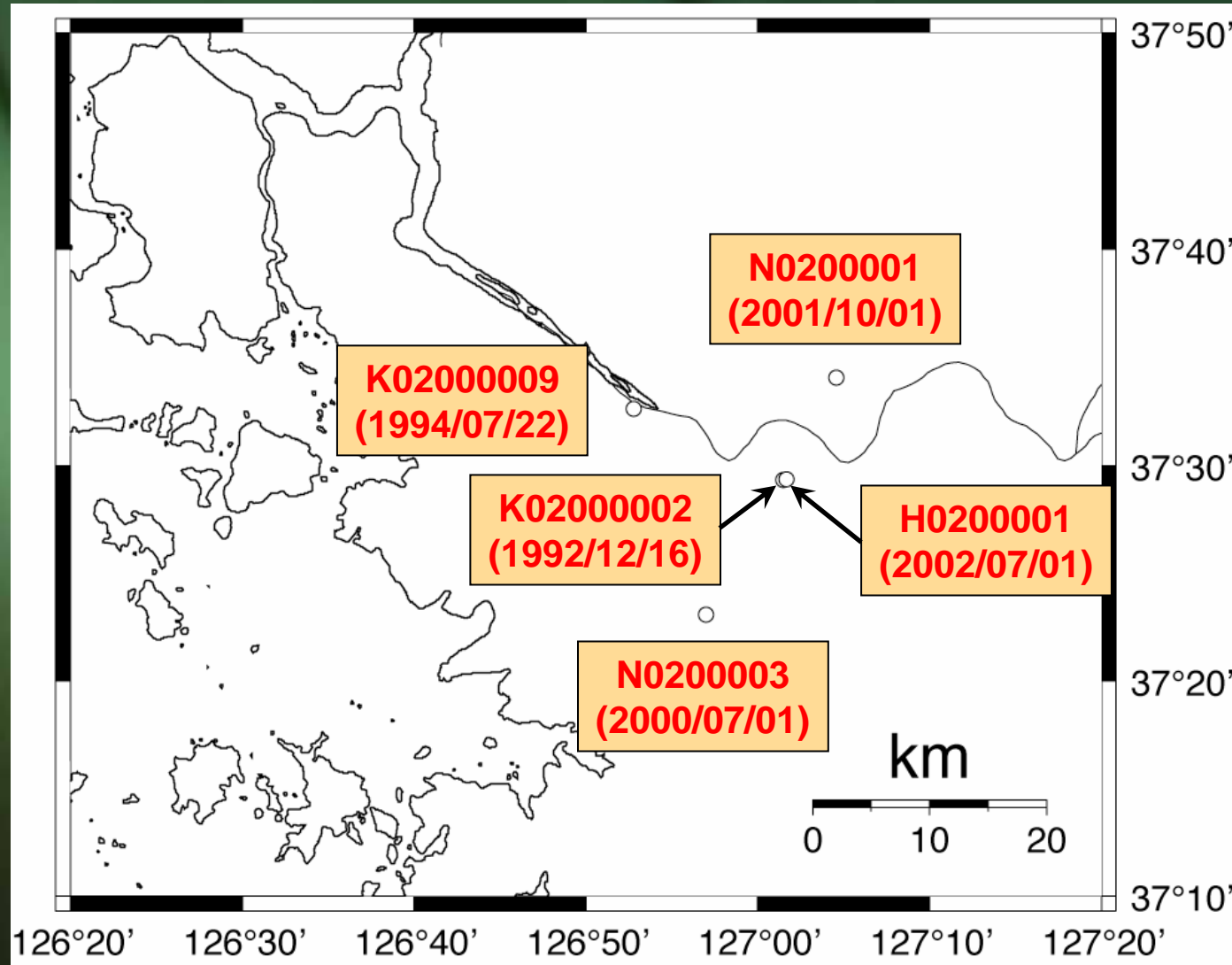
地表面温度
変化の影響



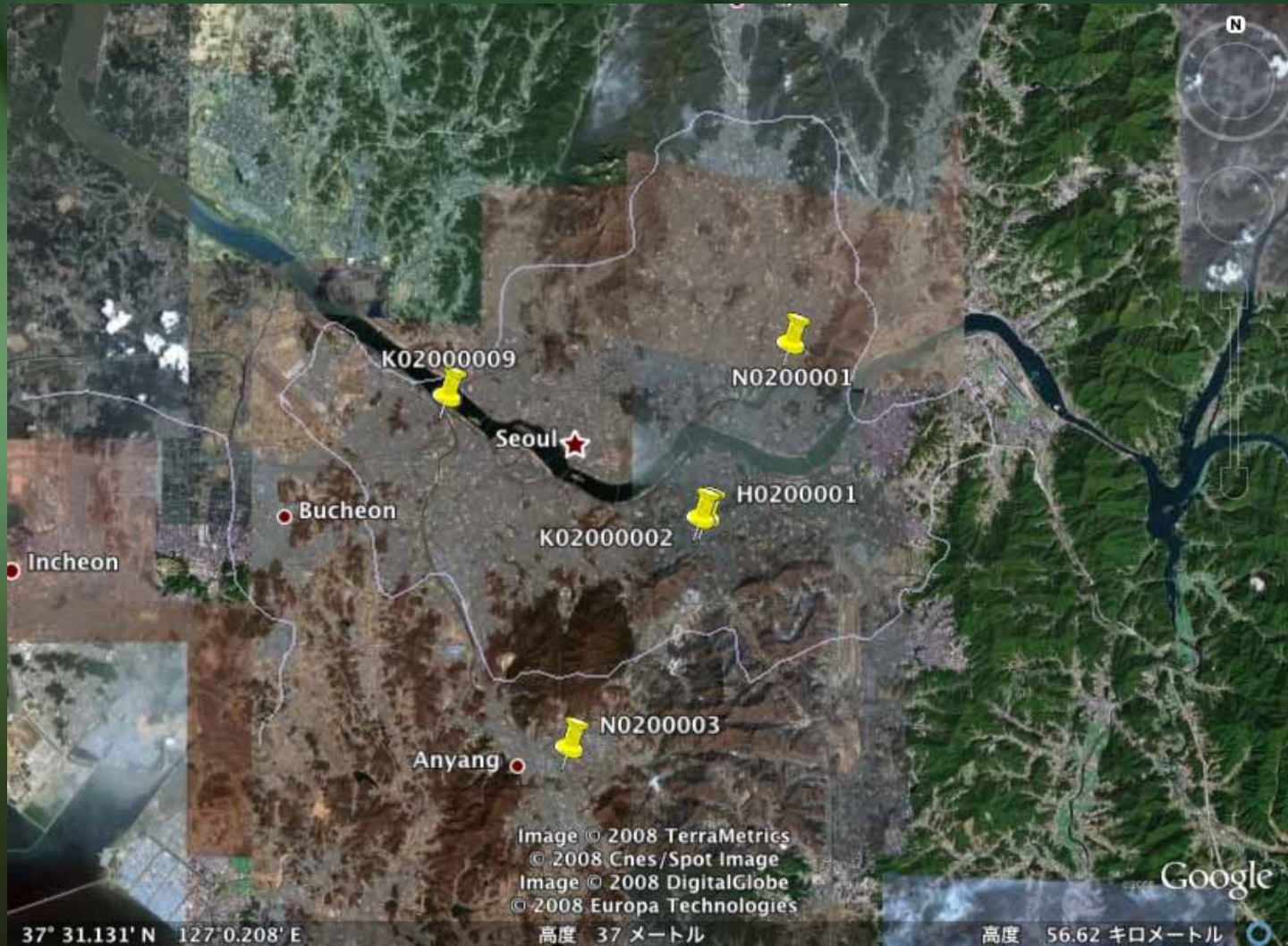
ソウルの孔井温度データ



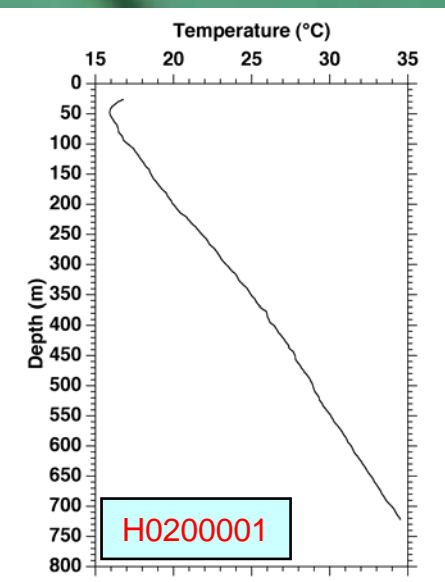
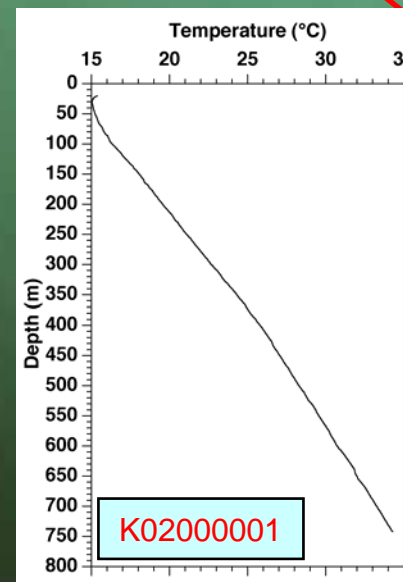
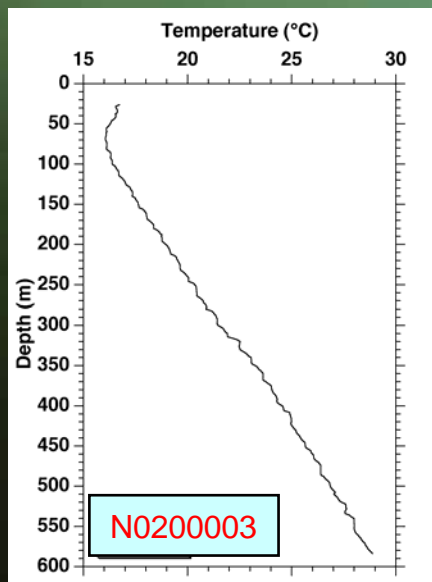
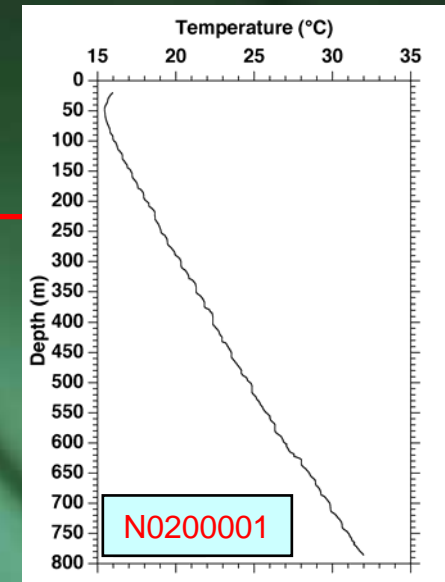
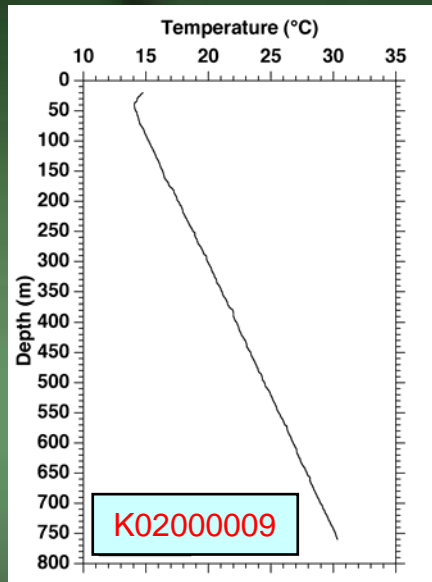
ソウルの孔井温度データ



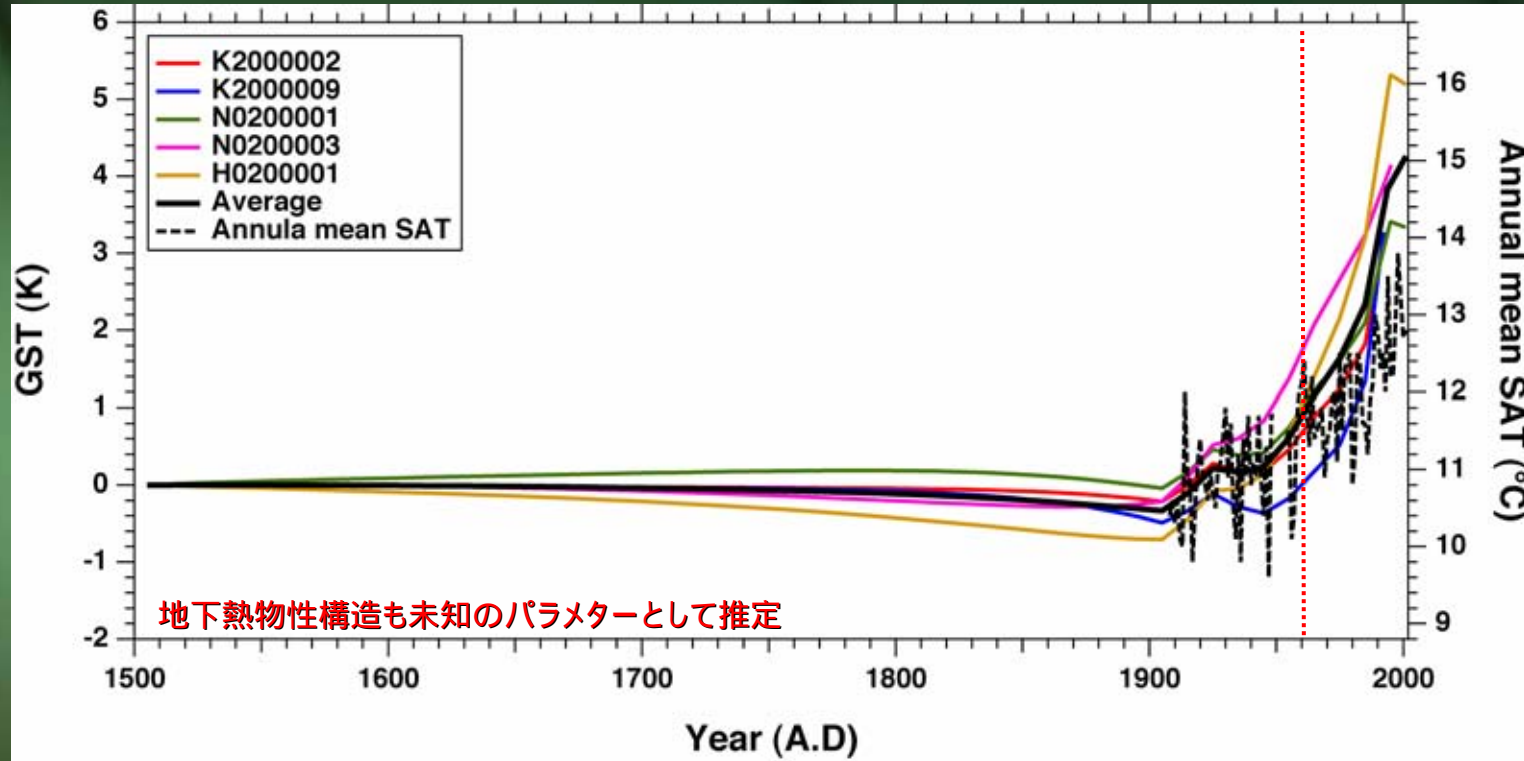
ソウルの孔井温度データ



ソウルの孔井温度データ



地表面温度(GST)復元結果



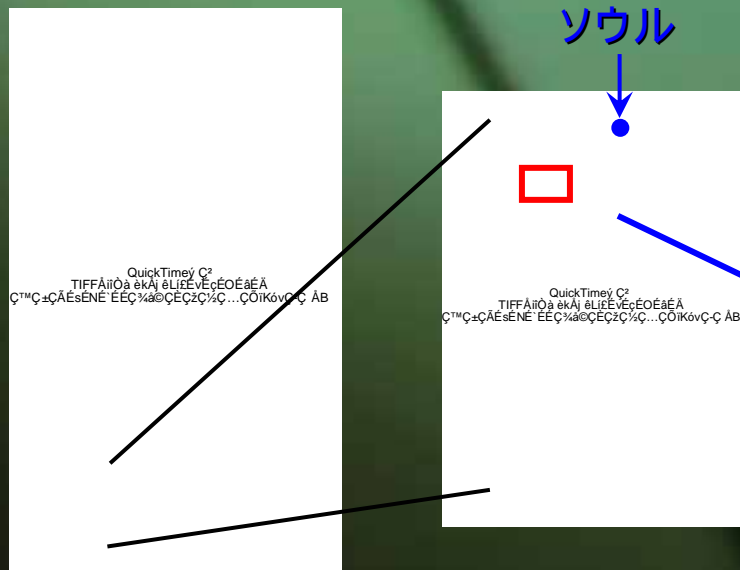
- 19世紀後半に低温期(気象データ以前). 現在(1990年代)よりも**4K程度**低い.
- 20世紀前半に温度上昇開始
- 20世紀中頃まで: 気温(SAT)と調和的(SAT: 1.5 K/100 yr; GST: 1.6 K/100 yr)
- 20世紀後半: SATとGSTの上昇率が増加(SAT: 3.5 K/100 yr; **GST: 8.2 K/100 yr**).

自然(バックグラウンド)の変化と人間活動による影響の評価

- ソウルの気温データは**自然(バックグラウンド)変化と人間活動の両方の影響を受けている**
- 人間活動の影響が小さいと考えられる**海面温度**を**自然(バックグラウンド)変化**として利用する

気象庁が日本周辺海域の過去100年間の海面水温の長期変化傾向をホームページにて公表

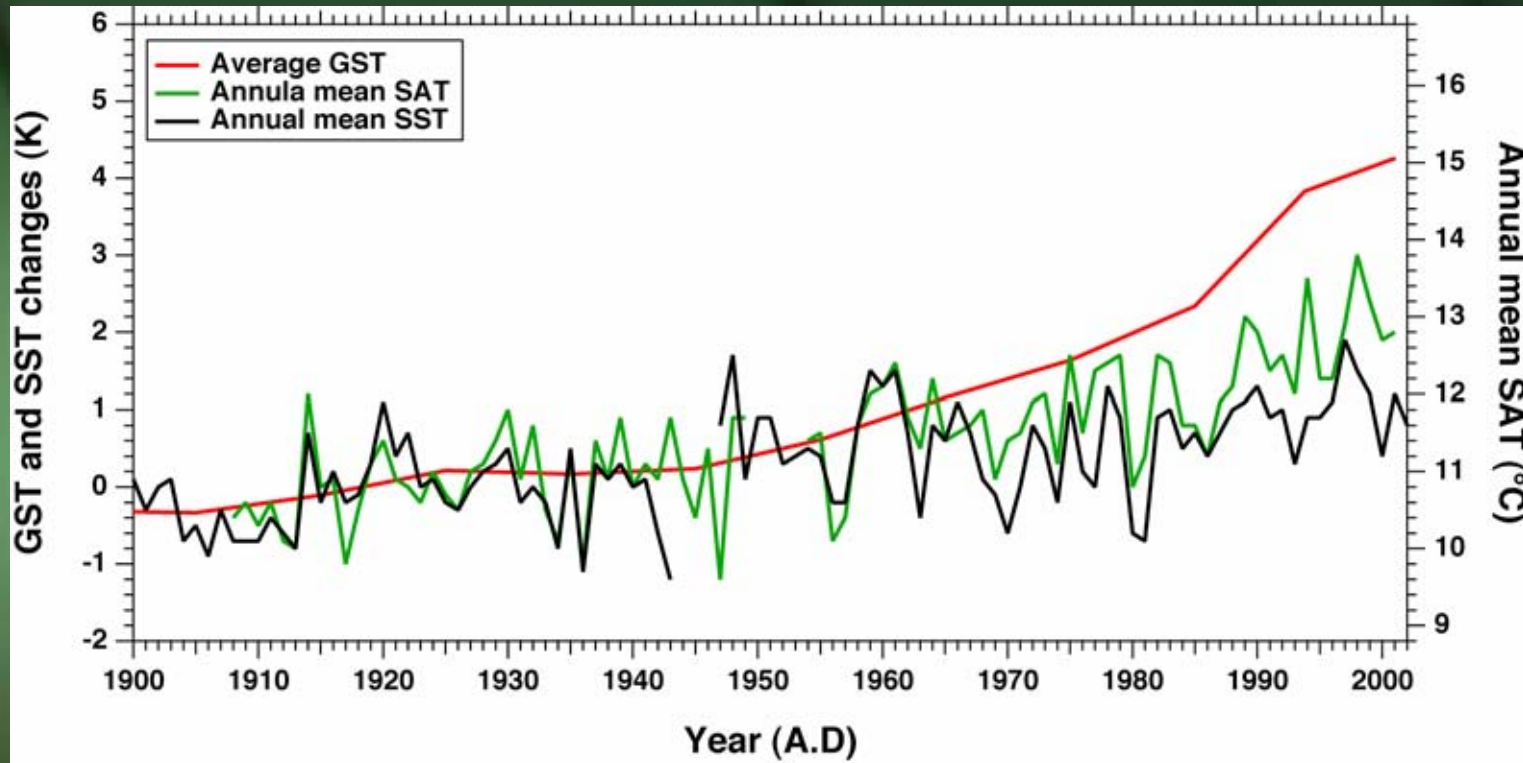
「黄海」エリアの海面水温履歴をソウルの自然温度変化として利用



[気象庁ホームページより引用・加筆]

[気象庁ホームページより引用]

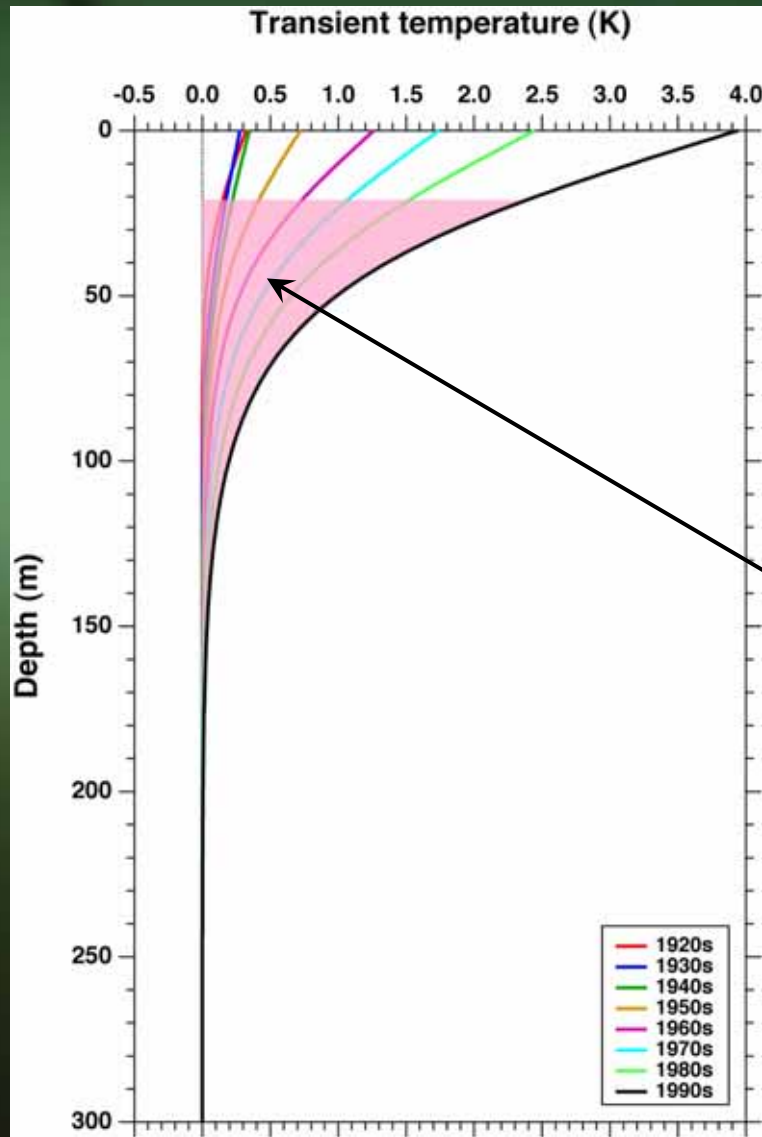
海面温度・気温・地表面温度履歴の比較



- 20世紀中頃まで気温 (SAT)・地表面温度 (GST) は海面温度 (SST) と調和的
- 20世紀後半から気温・地表面温度は海面温度より上昇の規模が増大

**ソウルにおける人間活動がこの地域の温暖化
に影響を与えたのは20世紀後半以降**

地下に蓄えられた熱量の評価

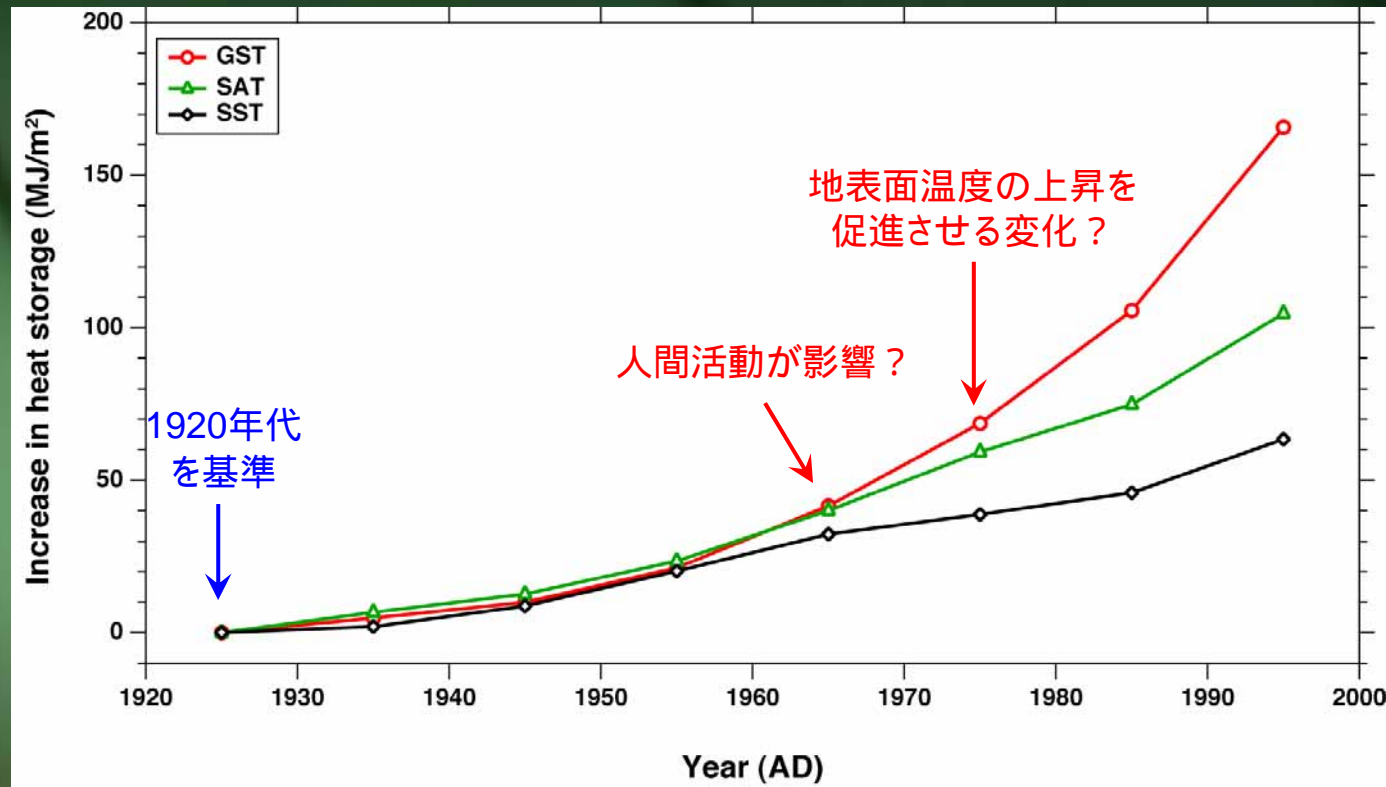


地表面温度の上昇によって地下に熱が蓄積される

地表面温度 (GST), 年平均気温 (SAT), 海面温度 (SST) の温度上昇から推測される蓄熱量とその時間変化を計算

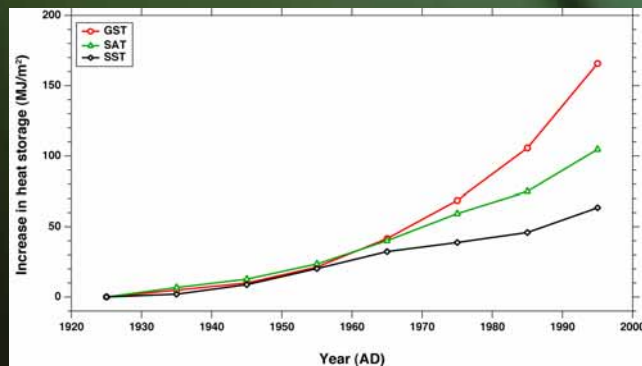
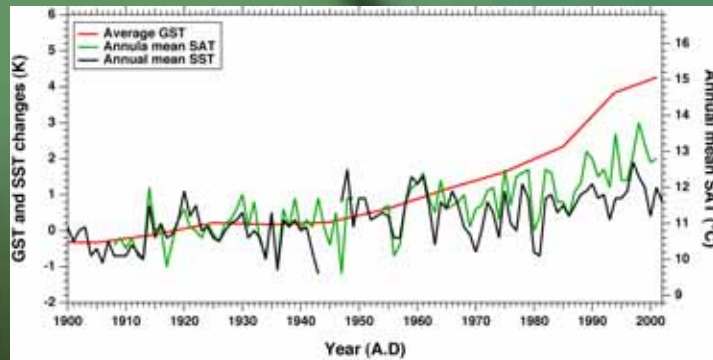
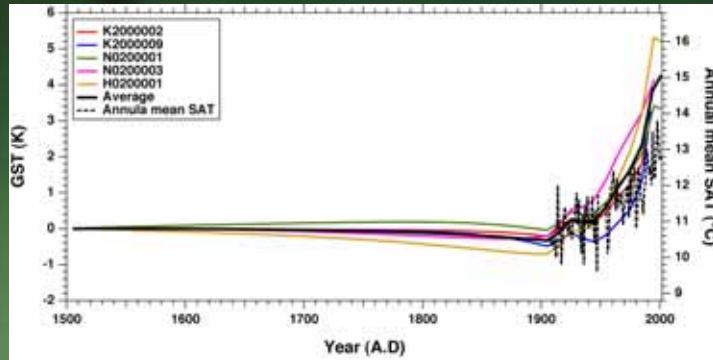
蓄熱量の計算には, 地下20m以深の温度を利用 (年変動の影響を含まない蓄熱量を計算)

地下熱環境への影響の考察：蓄熱量の時間変化



- ・1950年代まで：GST，SATおよびSSTから推測される蓄熱量の増加は同じ
- ・1960年代：GSTとSATから推測される蓄熱量がSSTから推測される蓄熱量よりも大きくなる
人間活動の影響が気温・地表面の温度を上昇させたことを示唆(ヒートアイランド現象の開始)
- ・1970年代：GSTから推測される蓄熱量がSATから推測される蓄熱量よりも大きくなる
地表面温度の上昇を促進させる変化があったことを示唆
気温の上昇から推測されるよりも地下熱環境は影響を受けている

まとめ



1. 韓国・ソウルの孔井内温度から過去500年の地表面温度 (GST) を復元した
2. 復元したGSTの特徴:
 - ・19世紀後半に低温期
 - ・20世紀前半に温度上昇開始
 - ・20世紀後半から温度上昇率が増加
3. 海面温度 (SST) と気温 (SAT) データと比較:
 - ・20世紀中頃までは調和的
 - ・20世紀後半からSATとGSTの上昇が加速
4. SST, SAT及びGSTから地下蓄熱量を推定:
 - ・1950年代までは蓄熱量の増加は同じ
 - ・1960年代にGSTとSATから推測される蓄熱量がSSTから推測される蓄熱量よりも大きくなる. 人間活動の影響が気温・地表面の温度を上昇させたことを示唆.
 - ・1970年代にGSTから推測される蓄熱量がSATから推測される蓄熱量よりも大きくなる. 地表面温度の上昇を促進させる変化があったことを示唆.

今後の課題

1. 地下物性データを取り入れた地表面温度復元を行う.
2. 土地利用履歴データと比較し, 地表面温度の上昇を促進させた原因を調べる.
3. 地下熱環境の変化(蓄熱量の増加)が自然や人間活動にどのような影響を与えるか調べる.