

諏訪湖における大気—湖間の熱交換 と水温プロファイルのシミュレーション

13S6010D 小林 大曙

はじめに

<数値気象予測モデル>

湖を追加 → 予測誤差減少

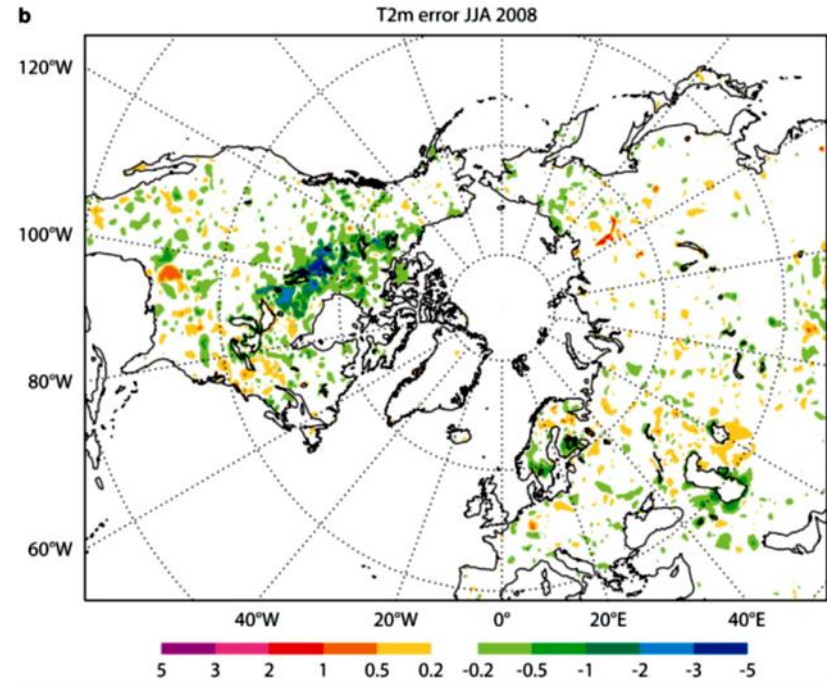
(Bonan et al., 1995; Samuelsson et al., 2010; Balsamo et al., 2012)

<LAKE> (Stepanenko et al., 2011)

水温と乱流フラックス

観測値 ↔ モデル値

(Stepanenko et al., 2013; Stepanenko et al., 2014)



悪化 ← → 改善

Balsamo et al. (2012) より引用

モデルの適用例は少なく、モデルの妥当性を検討するには、異なる湖での研究が必要

目的 LAKEモデルを諏訪湖に適用して、モデルの妥当性を検討する

モデル

気象データ

気温, 比湿, 風速, 気圧

下向き長波放射・短波放射
流出量データ

物理パラメータ(吸光係数)

INPUT



鉛直一次元モデル

LAKE2.0

(Stepanenko et al., 2016)

OUTPUT

顕熱フラックス

潜熱フラックス



表層水温

水温プロファイル

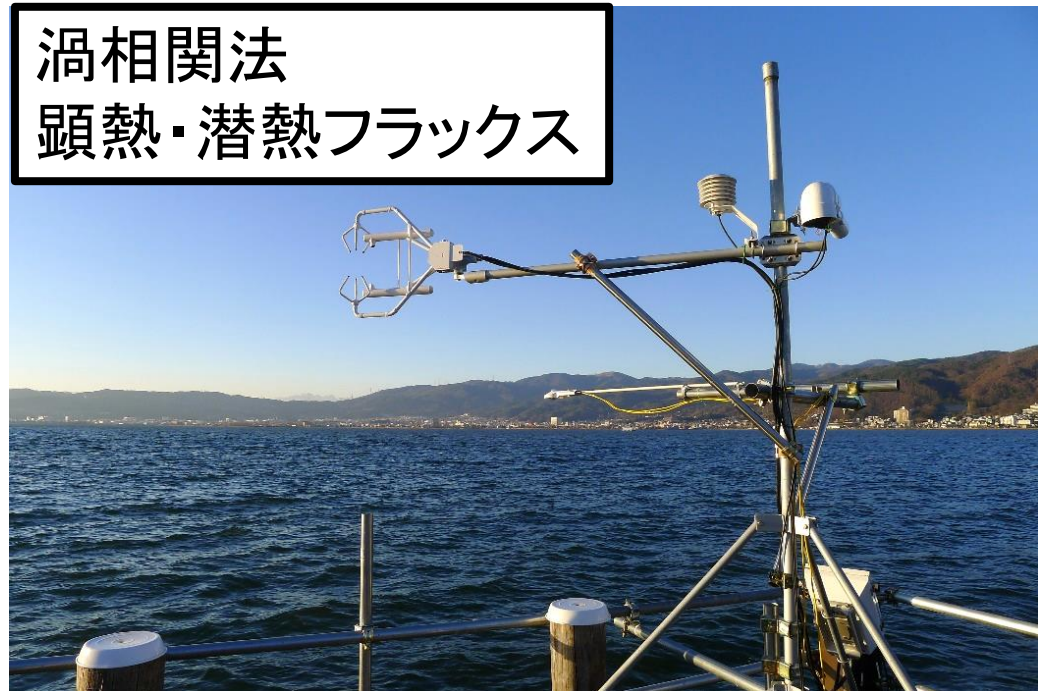
乱流輸送と分子拡散
による熱移動を計算.
河川による熱の流入
出を考慮.

湖底土壌—湖水間
の熱移動を計算.

観測サイトと気象観測

観測サイト 諏訪湖(長野県)
面積 13.3 km²
最大水深 7.2 m
流入河川 31
流出河川 1

渦相関法
顕熱・潜熱フラックス



釜口水門

観測サイト



気温, 比湿, 風速, 気圧,
長波・短波放射

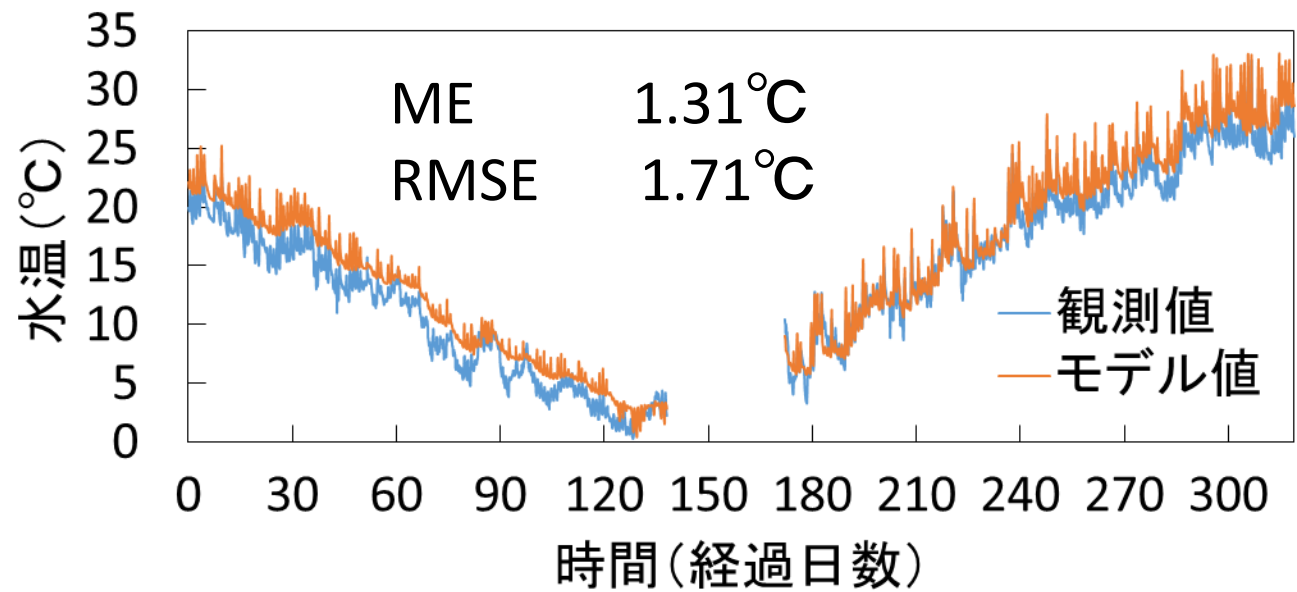
<水温>
水深 (2016/3 -)
0.25m, 0.50m, 1.00m, 1.50m, 湖底

水中透過光量 → 吸光係数
(月1回測定)

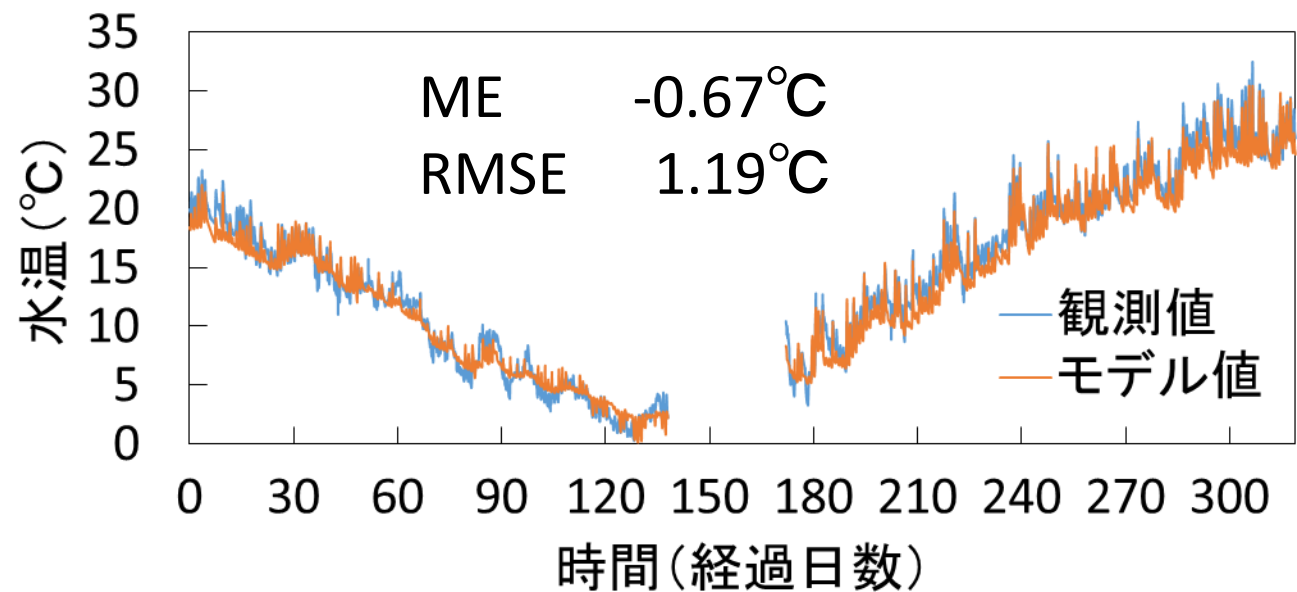
結果と考察

表層水温 (2015/9/19 - 2016/8/2) 水深0.25m

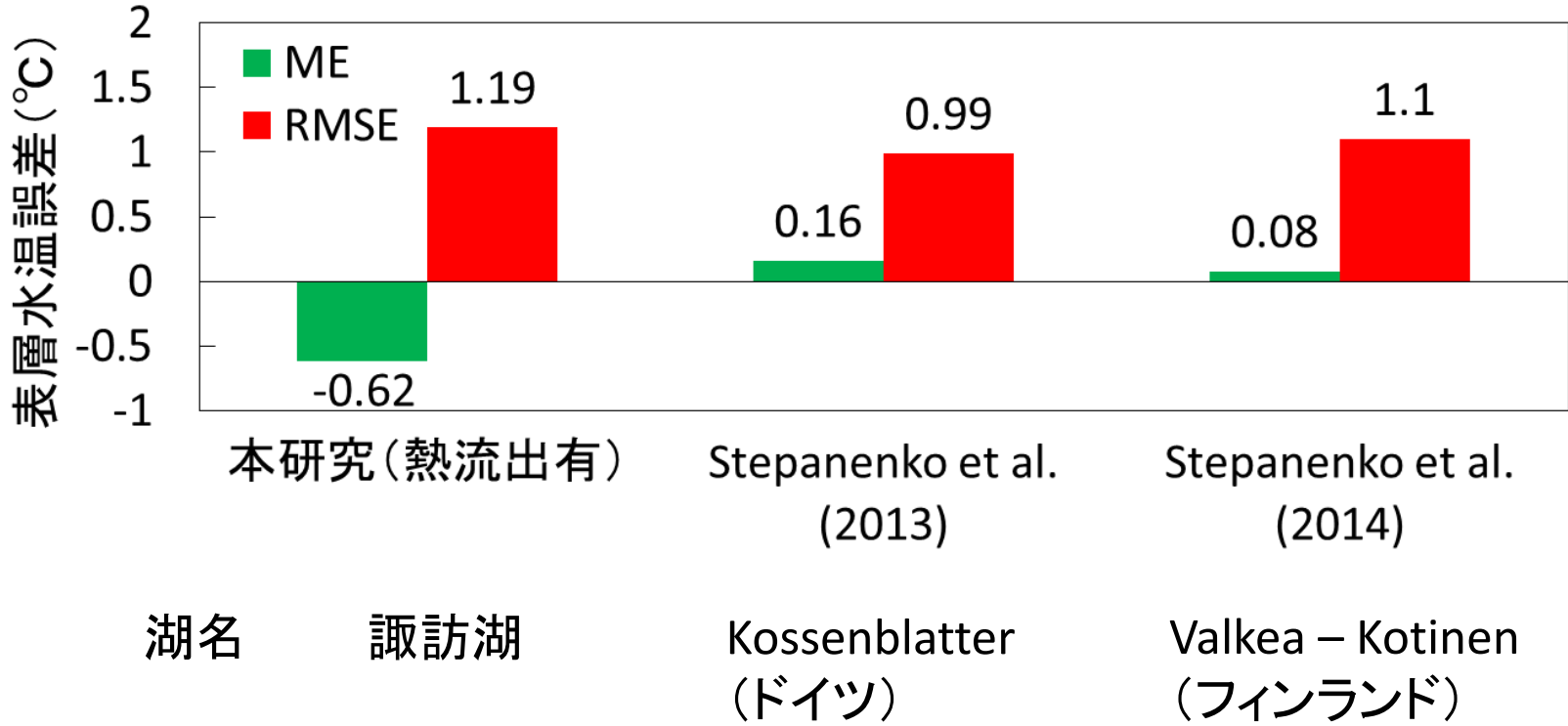
放水量データ
考慮前



放水量データ
考慮後

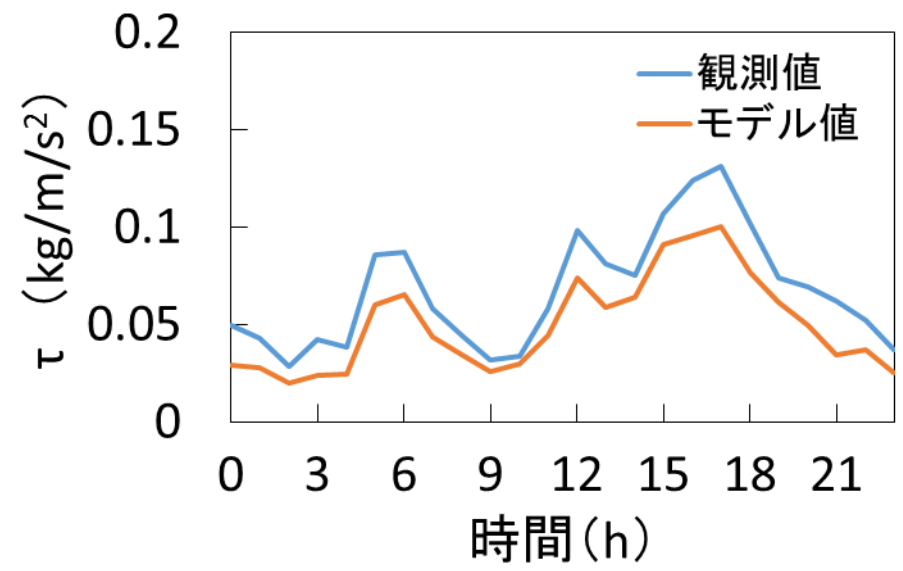
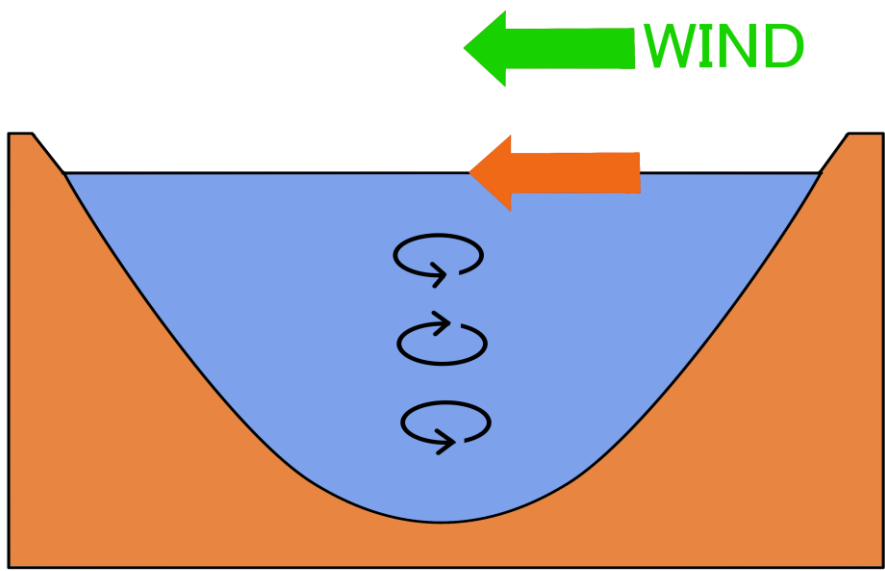
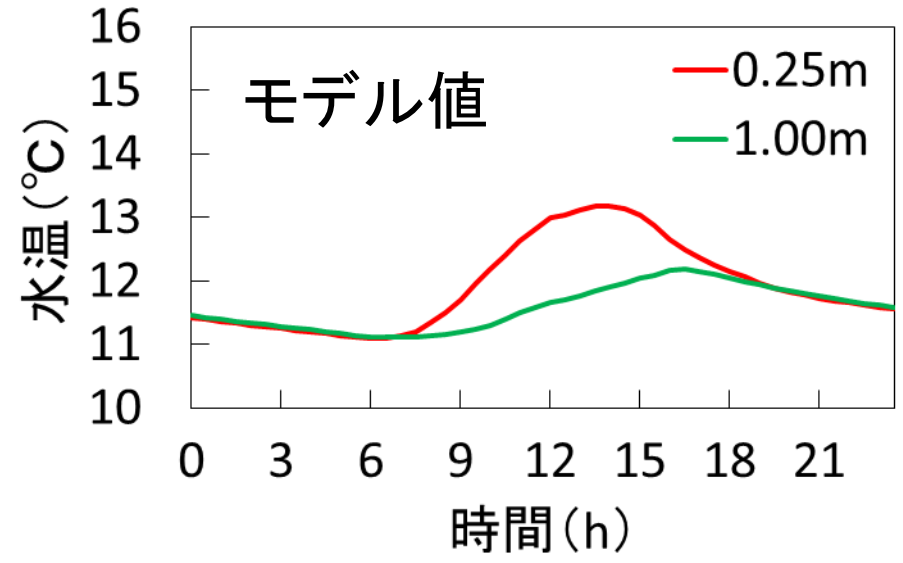
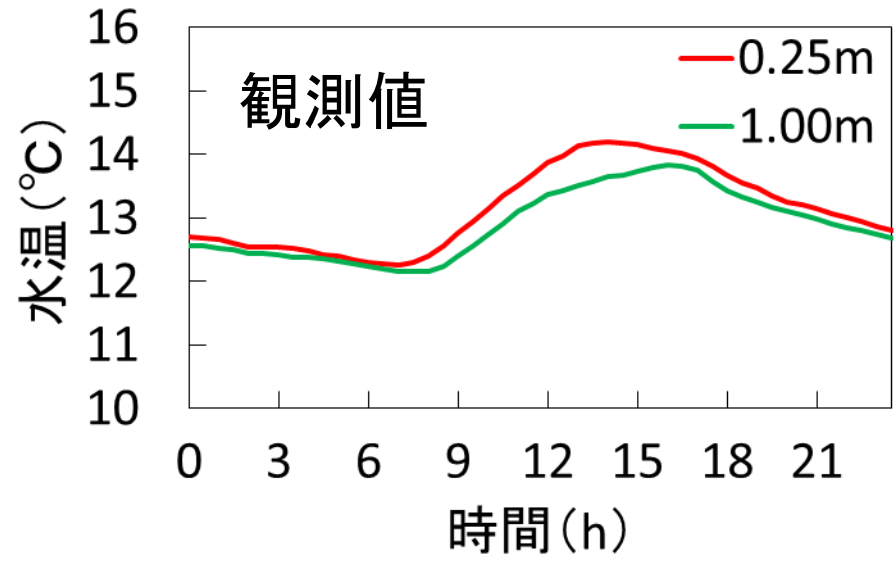


先行研究との比較



MEは負のバイアス → 表層水温を過小評価
原因) 河川からの熱の流入を考慮していないから

水温プロファイル 4月 平均日変化



水温プロファイル 4月 平均日変化

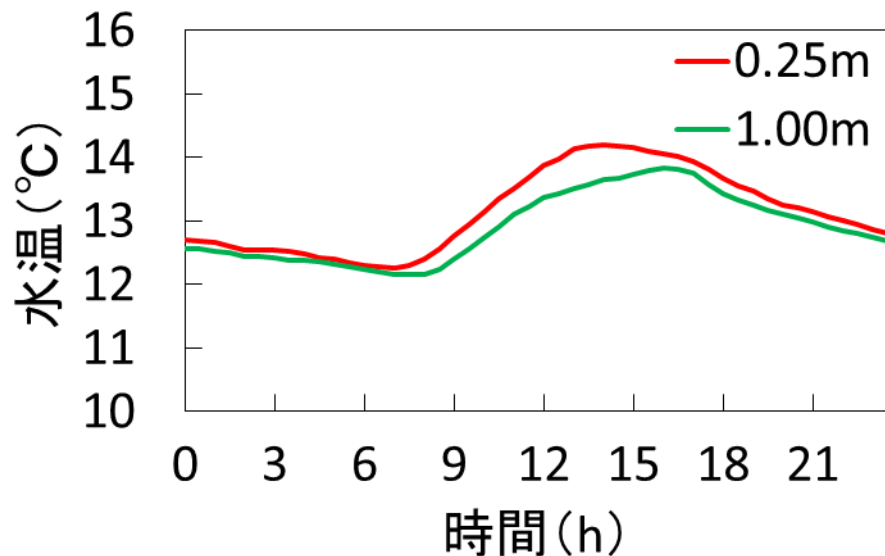
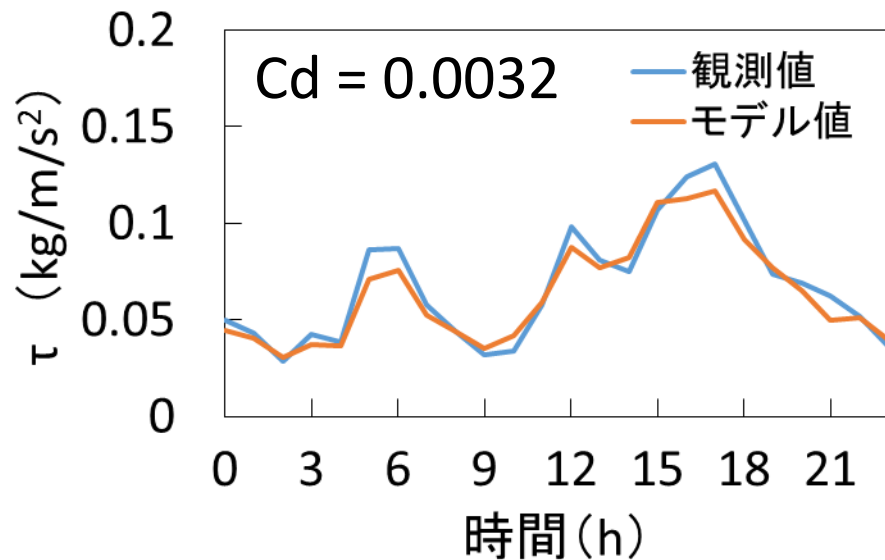
$$\tau = \rho_a C_d U^2$$

τ : 運動量フラックス (kg/m/s²)

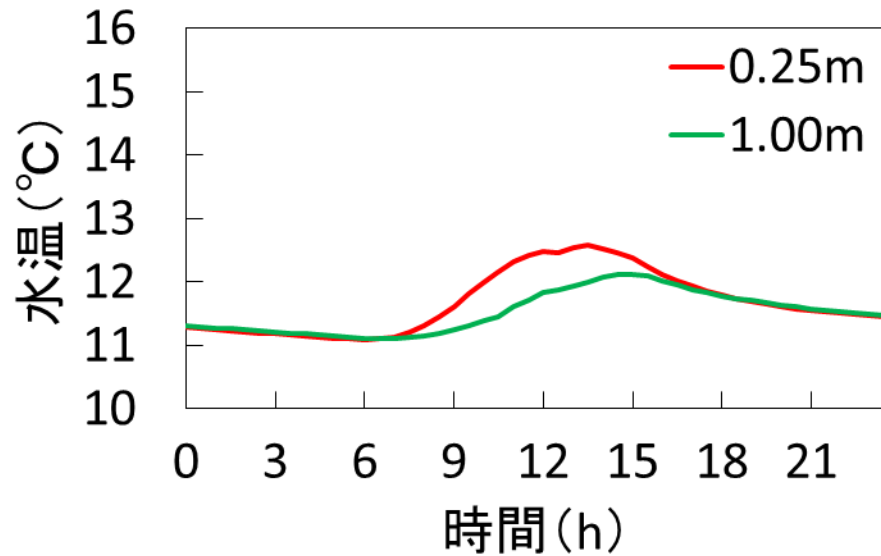
C_d : drag係数

ρ_a : 空気密度 (kg/m³)

U : 風速 (m/s)



観測値

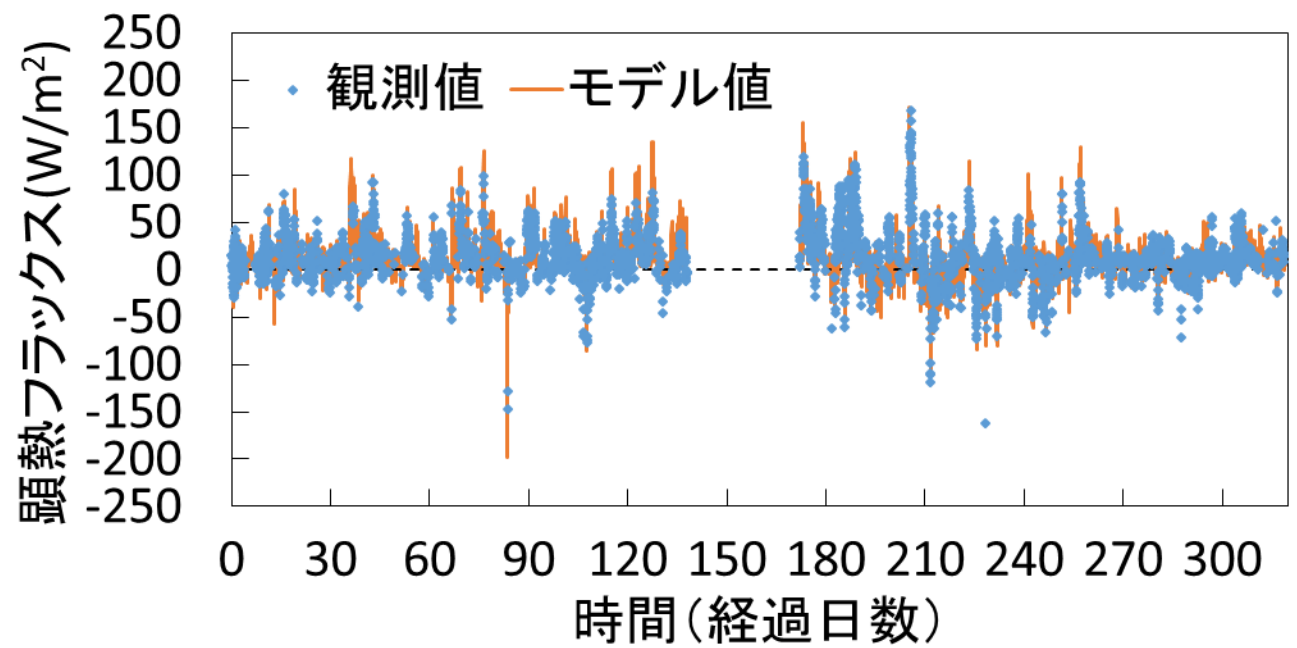


モデル値

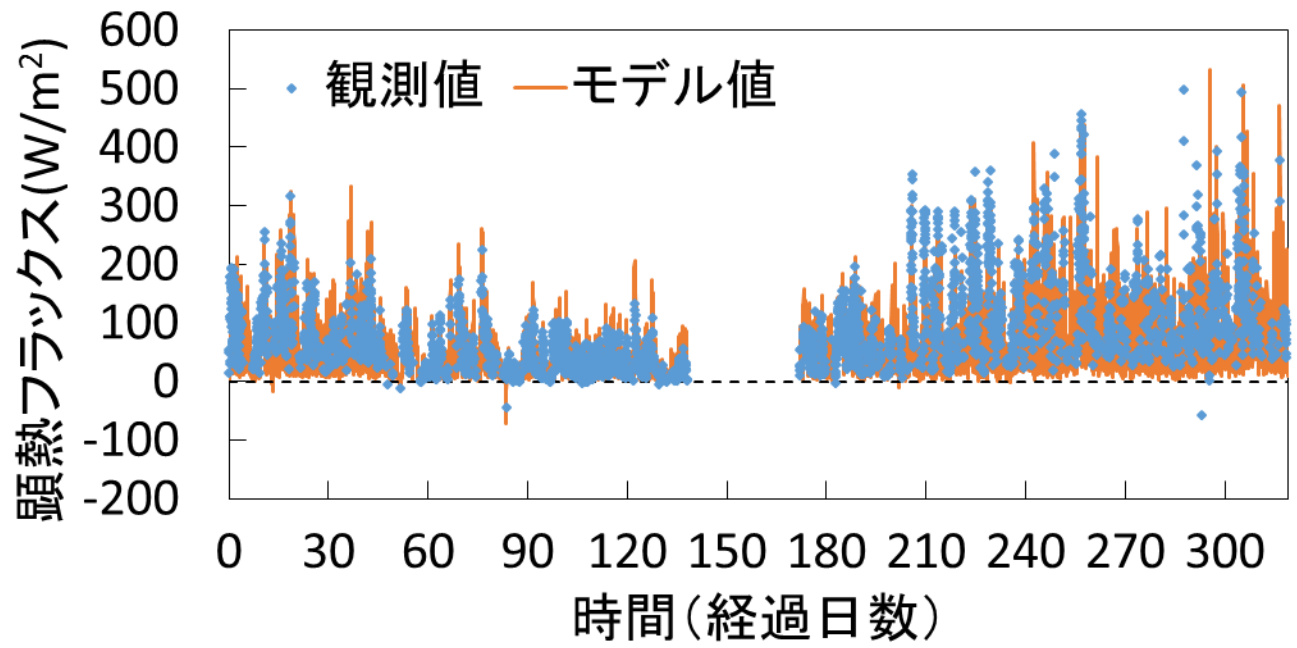
$C_d = 0.0032$

乱流フラックスの再現性 (2015/9/19 - 2016/8/2)

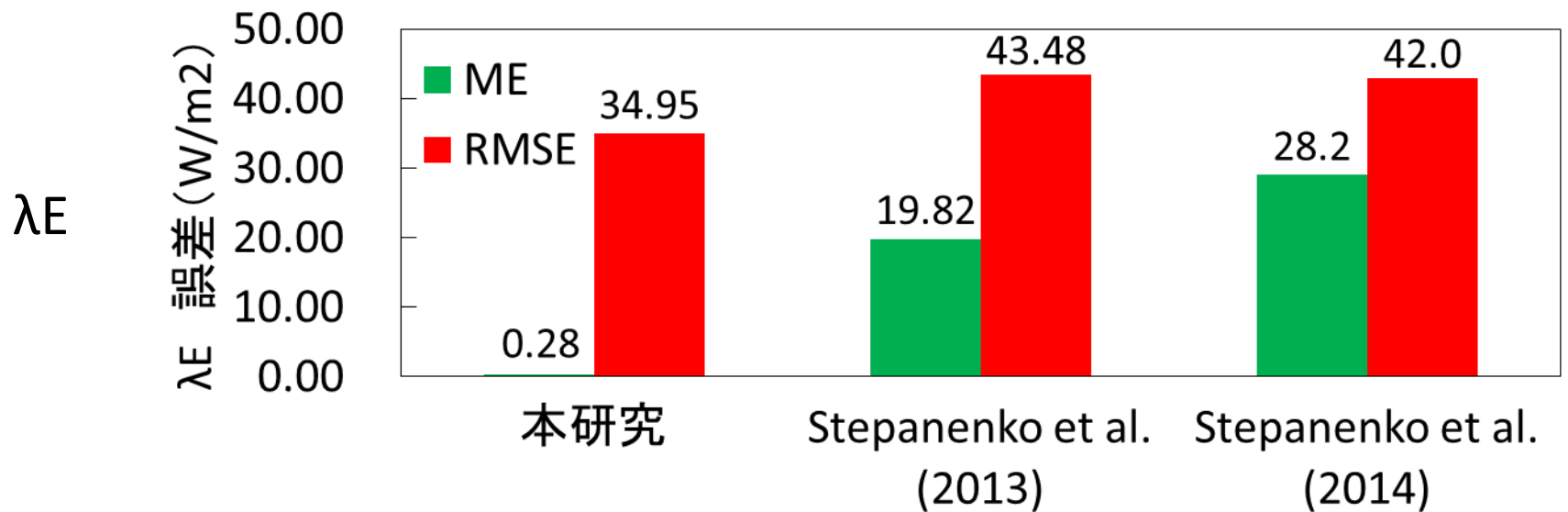
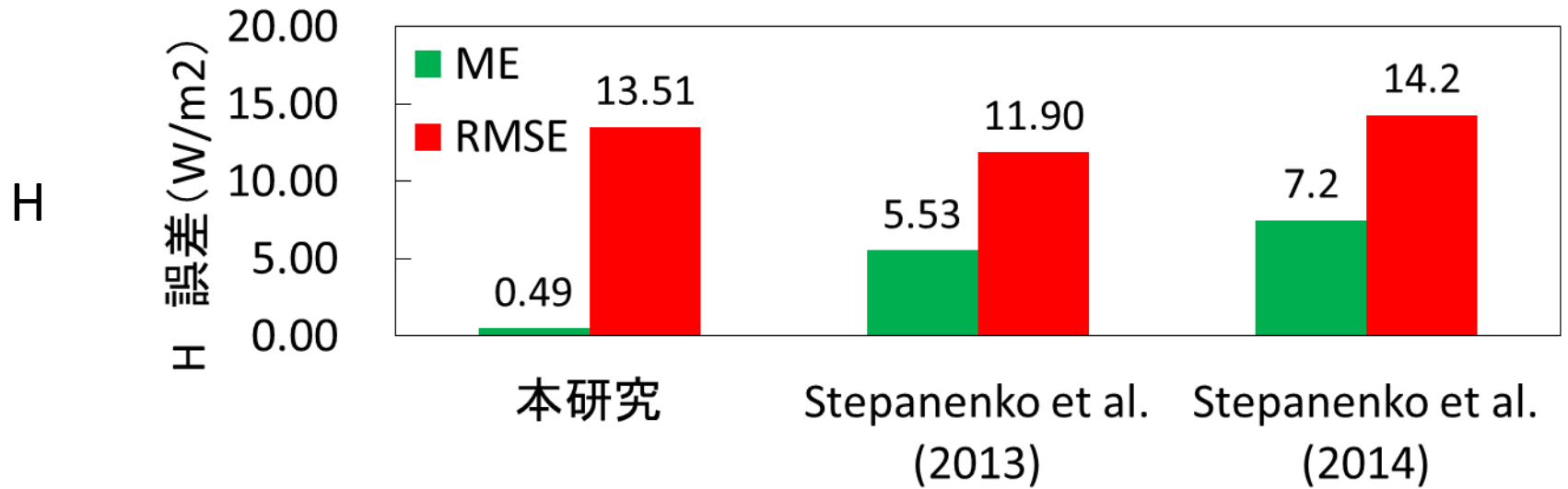
顕熱フラックス
(H)



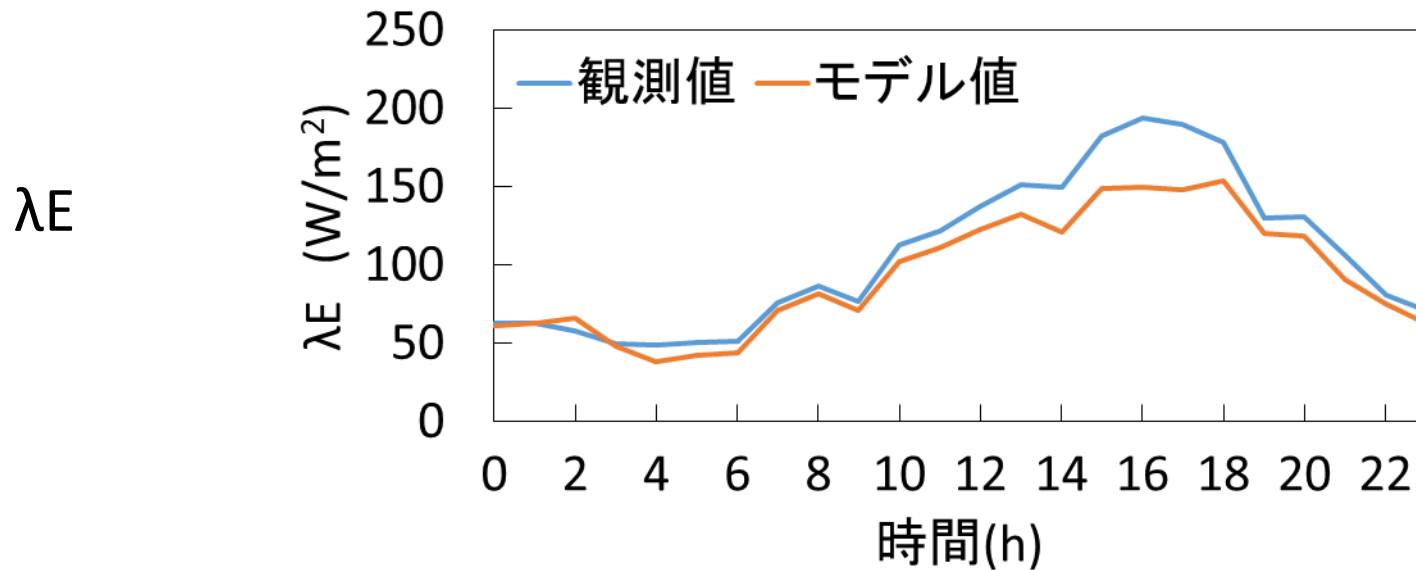
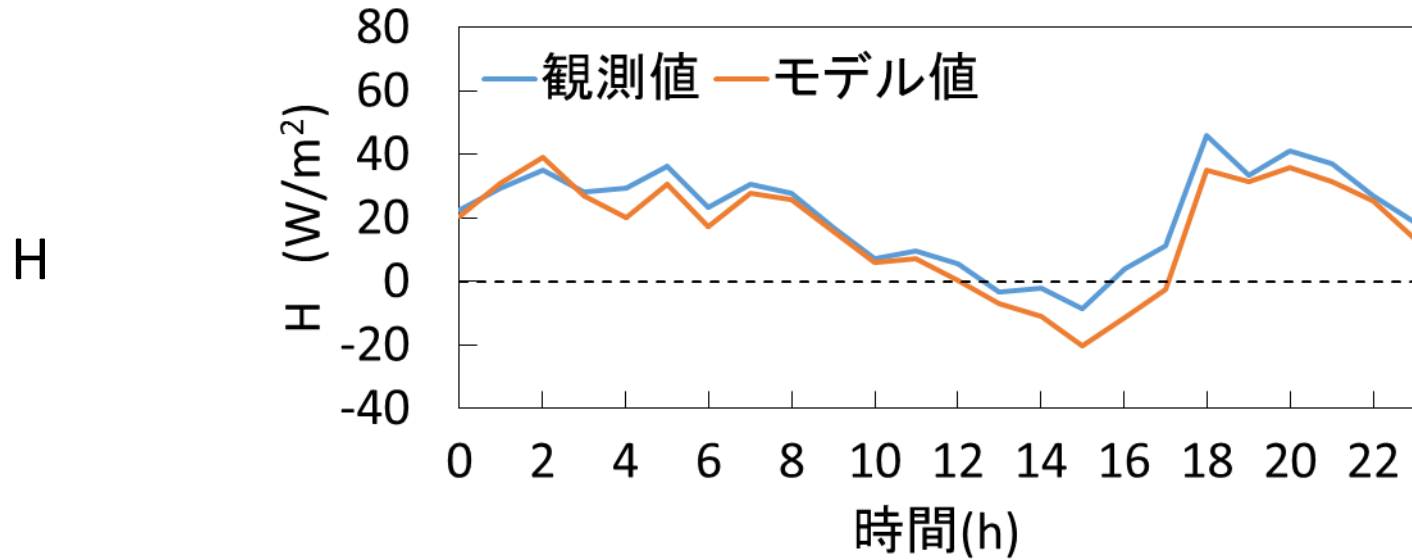
潜熱フラックス
(λE)



先行研究との比較(乱流フラックス)



乱流フラックスの再現性 4月 平均日変化



まとめと結論

- モデルは流出水量のデータを考慮すると湖表水温の再現性がよくなった.
- モデルに観測から推定したドラッグ係数(=0.0032)の一定値を与えると運動量フラックスと日中の水温差が観測値に近づいた. 一方で, 夜間の水温差は再現できなかった.
- 先行研究と比較して乱流フラックスは, MEの値が小さくなった. 顕熱フラックスのRMSEの値は同程度, 潜熱フラックスのRMSEの値は小さくなった.

LAKE2.0モデルは諏訪湖における大気-湖間の熱交換を良くシミュレーションしたと考える. 一方で, 運動量フラックスと水温プロファイルの再現には改善の余地が残されており, 湖内部の熱伝達に関して更なる研究が必要である.