

# 浅い富栄養湖—大気間のCO<sub>2</sub>交換の 日内変動と生物プロセスの影響

岩田研究室 17S6006A 落合悠介

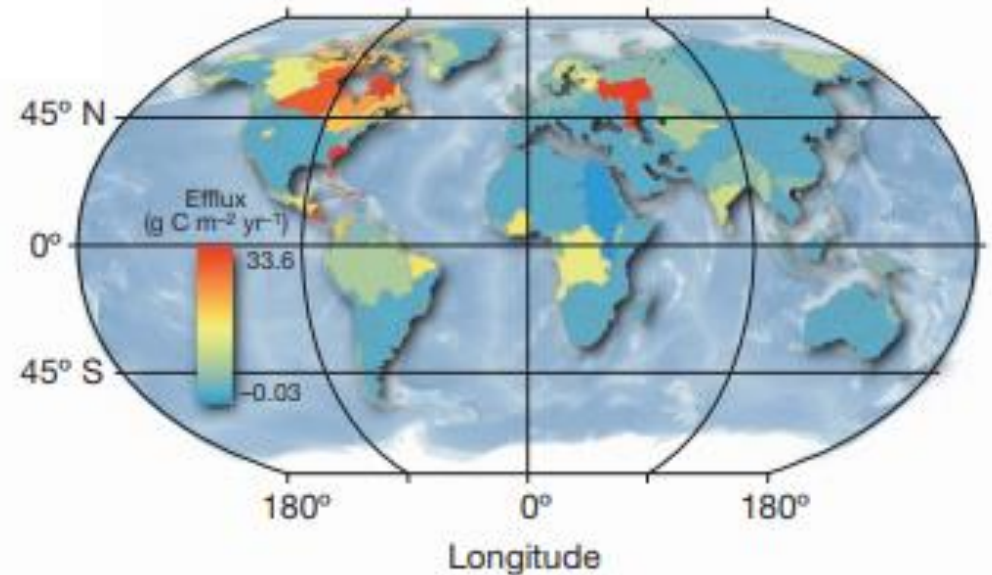
# 本研究の背景

## ＜炭素循環における陸水の役割＞

モデルによる全球の推定

各エリアに位置する  
**湖・貯水池**の  
CO<sub>2</sub>交換の推定

[Raymond et al., 2013]



渦相関法による連続測定

・北方湖は放出源

[Shao et al., 2015]

[Podgrajsek et al., 2014]

[Huotari et al., 2011]

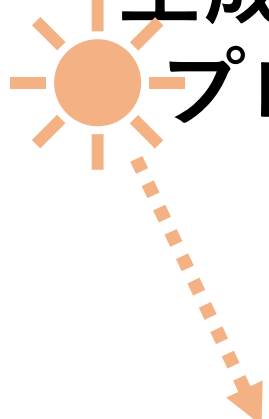
・富栄養湖は吸収源

[Pacheco et al., 2013]

# 湖一大気間のCO<sub>2</sub>交換プロセス

生成・消費 | 輸送プロセス  
プロセス (水中)

## 大気・湖間の交換

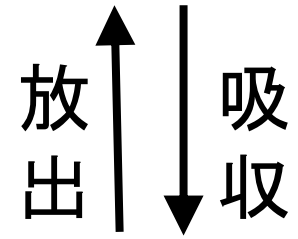


光合成  
水生生物  
呼吸

風

低温

輸送



C<sub>eq</sub>  
:平衡濃度

輸送効率  
(風速依存)

C<sub>aq</sub>  
:溶存濃度

CO<sub>2</sub>交換  
 $= K \times (C_{aq} - C_{eq})$   
K:風速依存の輸送効率

分解

# 過去の研究例・課題・本研究の目的

## ＜過去の研究例＞

- ・クロロフィルa濃度の増加する季節にCO<sub>2</sub>の吸収傾向

[Shao et al., 2015]

- ・浅い湖では湖水混合に伴うCO<sub>2</sub>のパルス的な放出

[Liu et al., 2016]

## ＜湖・大気間のCO<sub>2</sub>交換の課題＞

CO<sub>2</sub>交換プロセスは、分から時間スケールで変化

→日スケール以下でのCO<sub>2</sub>交換の制御要因の解明が  
課題

## ＜本研究の目的＞

湖一大気間のCO<sub>2</sub>交換の**日内変動**とその変動に対する  
**生物プロセス**(呼吸や光合成)の影響の解明

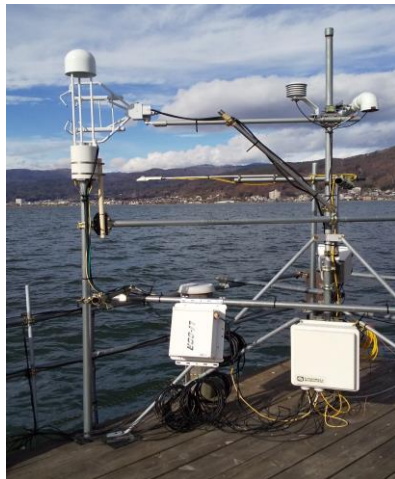
# 観測サイトと観測データ

## <観測サイト>

諏訪湖(南東部)の湖岸



## 観測測器



## <観測項目>

・CO<sub>2</sub>交換の測定(渦相関法)

・気象観測

気温、短波放射、風向風速

・湖内観測

水温の鉛直分布

溶存CO<sub>2</sub>濃度

連続測定 (田岡, 2021, 修士論文)

湖内の鉛直分布

クロロフィルa濃度(2020年5月~)

自動測定・手動測定

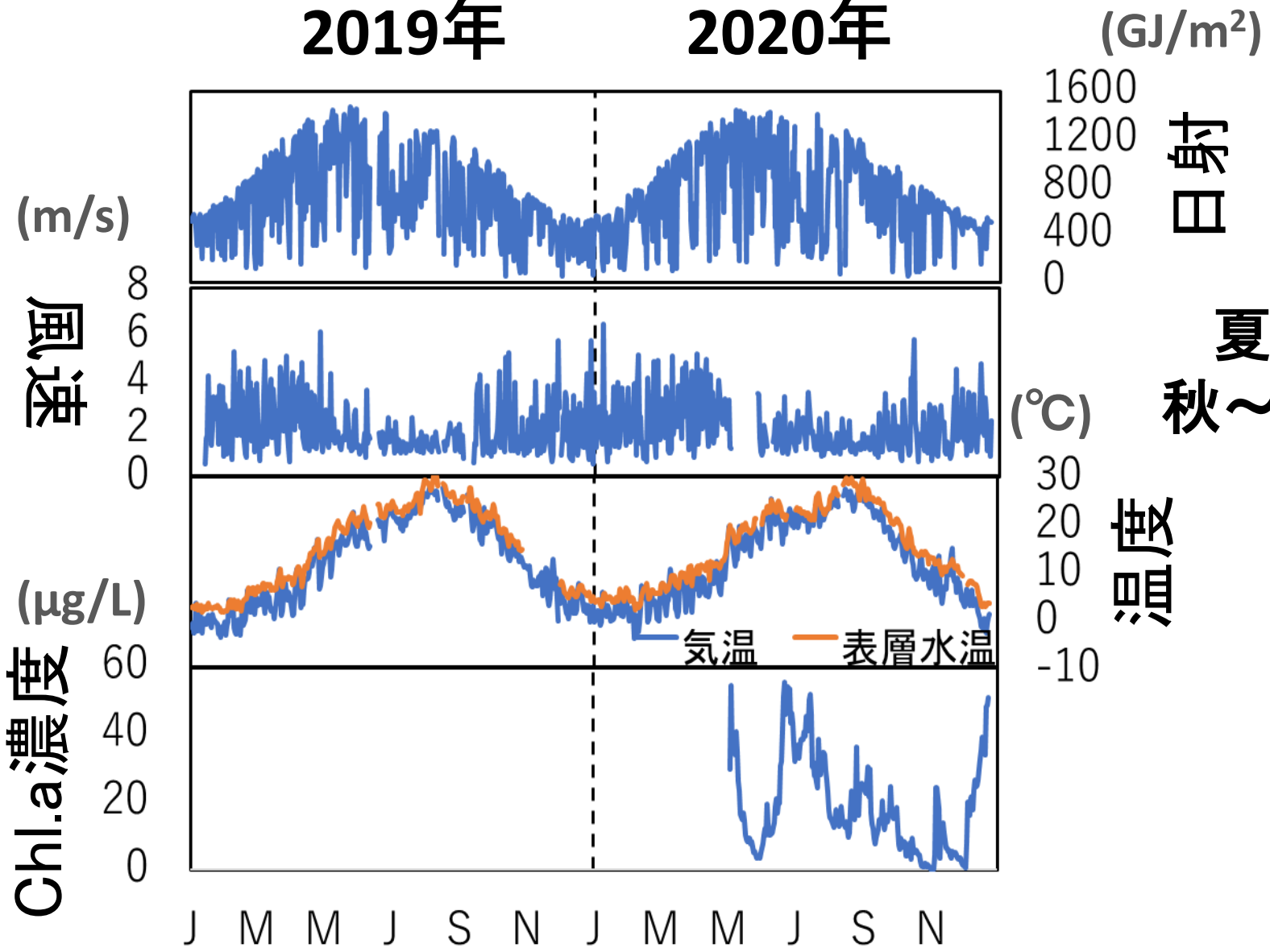
## <データの選択>

・風向が湖中央からのデータのみを使用

# 気象とChl.a濃度の季節変化

2019年

2020年



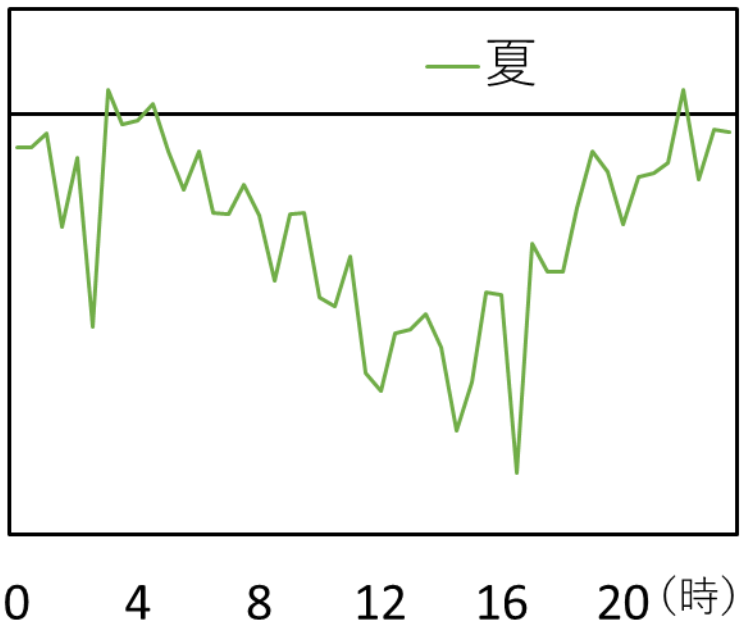
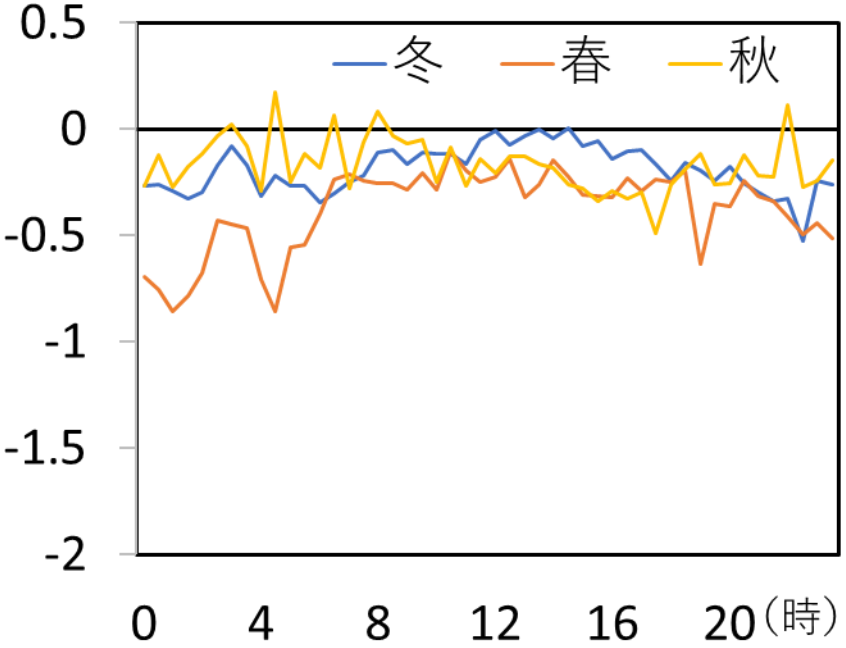
夏は弱く、  
秋～春は強い

# CO<sub>2</sub>交換の日変化

2020年

( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ )

放出 ↑  
吸収 ↓



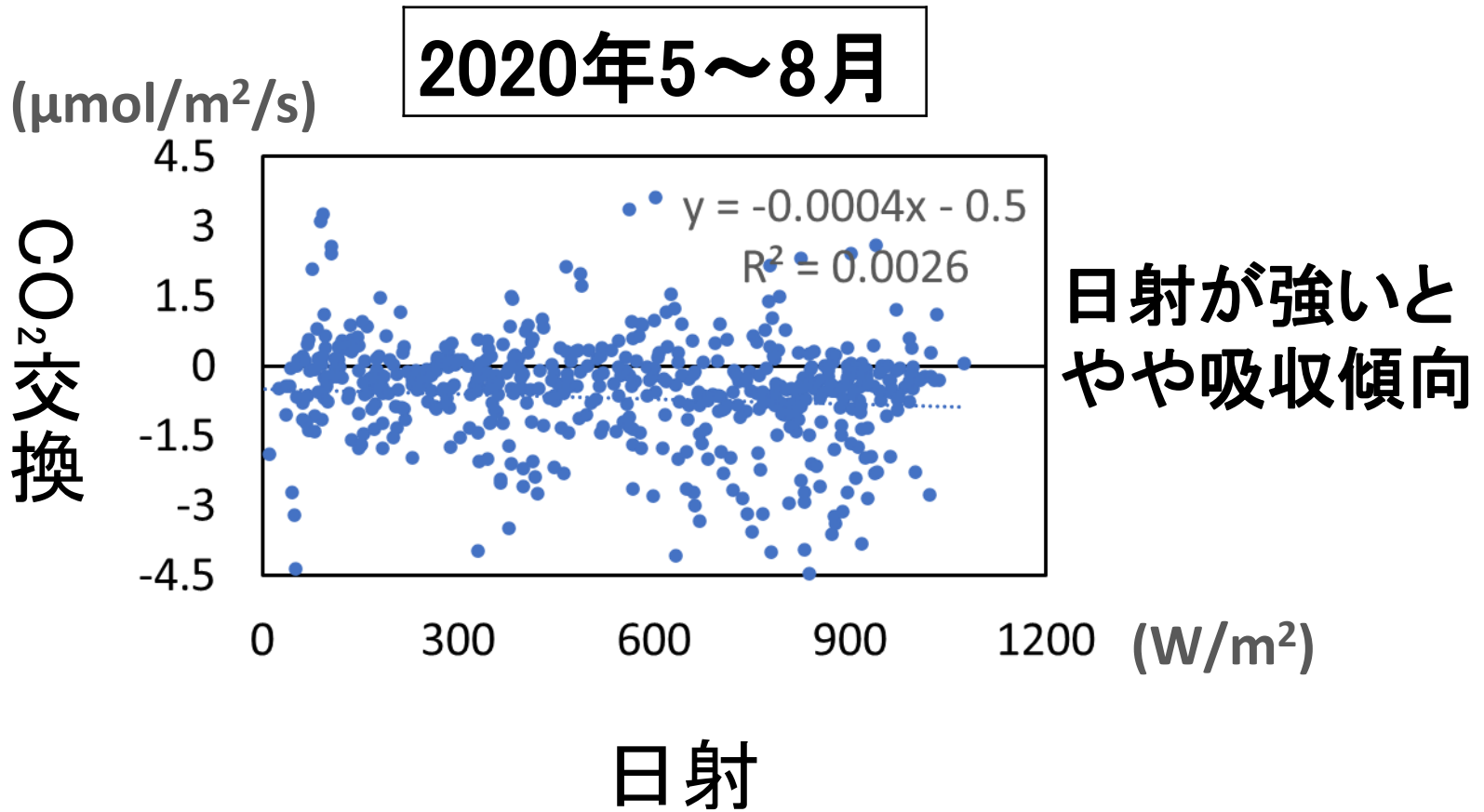
秋～春

- ・夜間に吸収が増加傾向

夏

- ・夜～明け方に時々放出
- ・日中に吸収

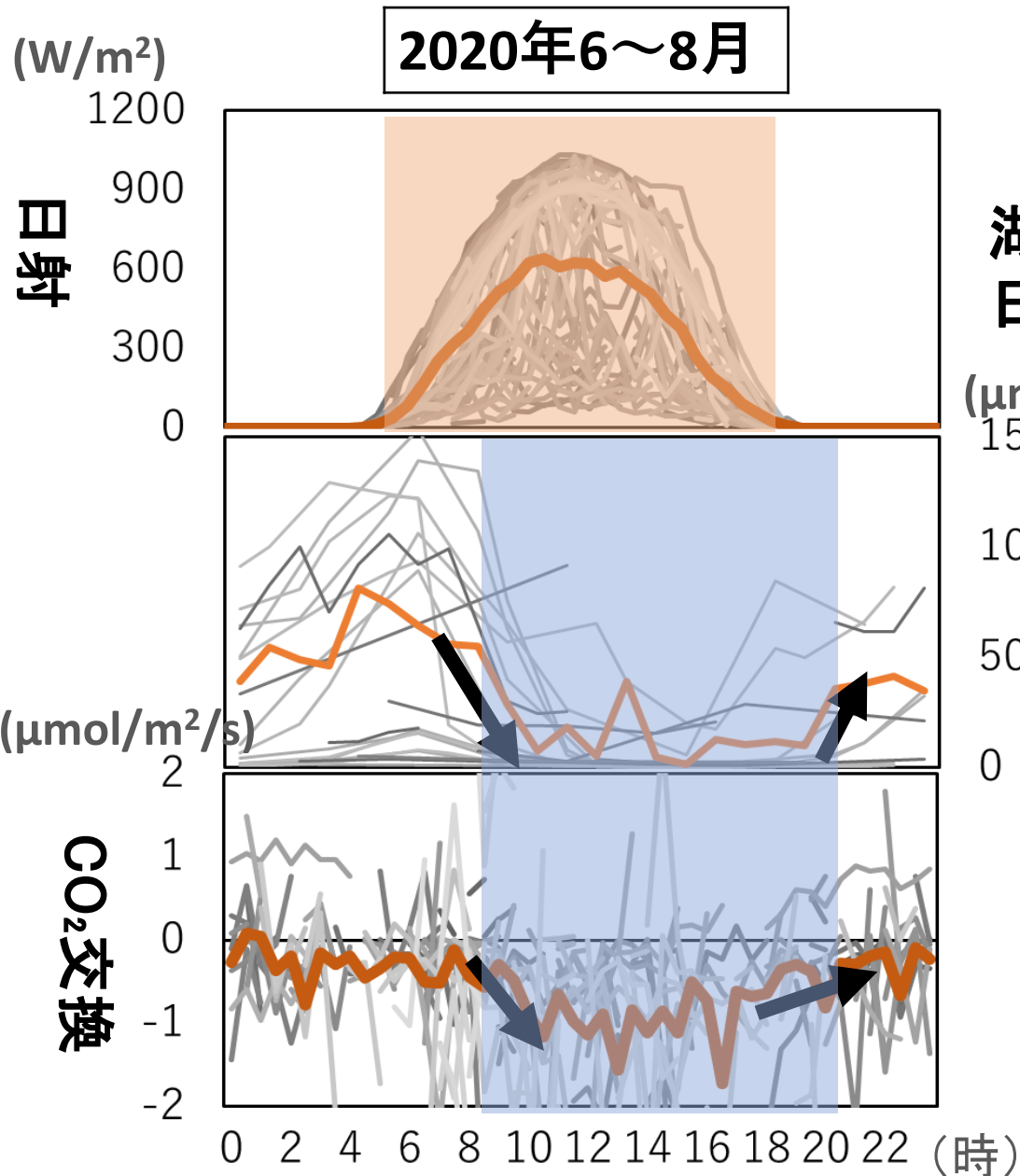
# 日射とCO<sub>2</sub>交換の関係



夏の日中では、日射とCO<sub>2</sub>交換の関係は不明瞭



# 日射、溶存濃度、CO<sub>2</sub>交換の関係



湖がCO<sub>2</sub>を吸収する時間帯は、日照の時間帯よりも遅れる

(µmol/L)

湖表層の溶存CO<sub>2</sub>濃度

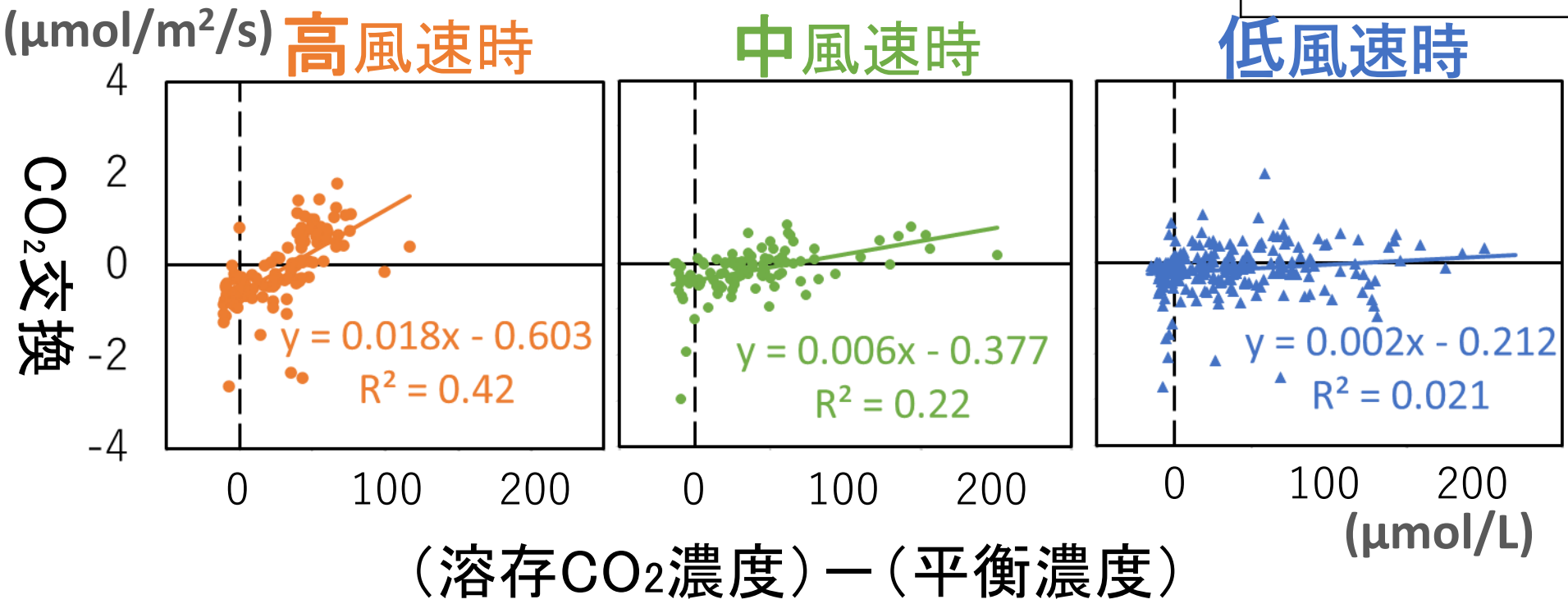
日中：  
光合成による減少

夜間：  
呼吸による増加

CO<sub>2</sub>吸収の時間帯は、溶存CO<sub>2</sub>濃度の低い時間帯とほぼ一致

# 溶存CO<sub>2</sub>濃度・風速とCO<sub>2</sub>交換の関係

2020年9-11月

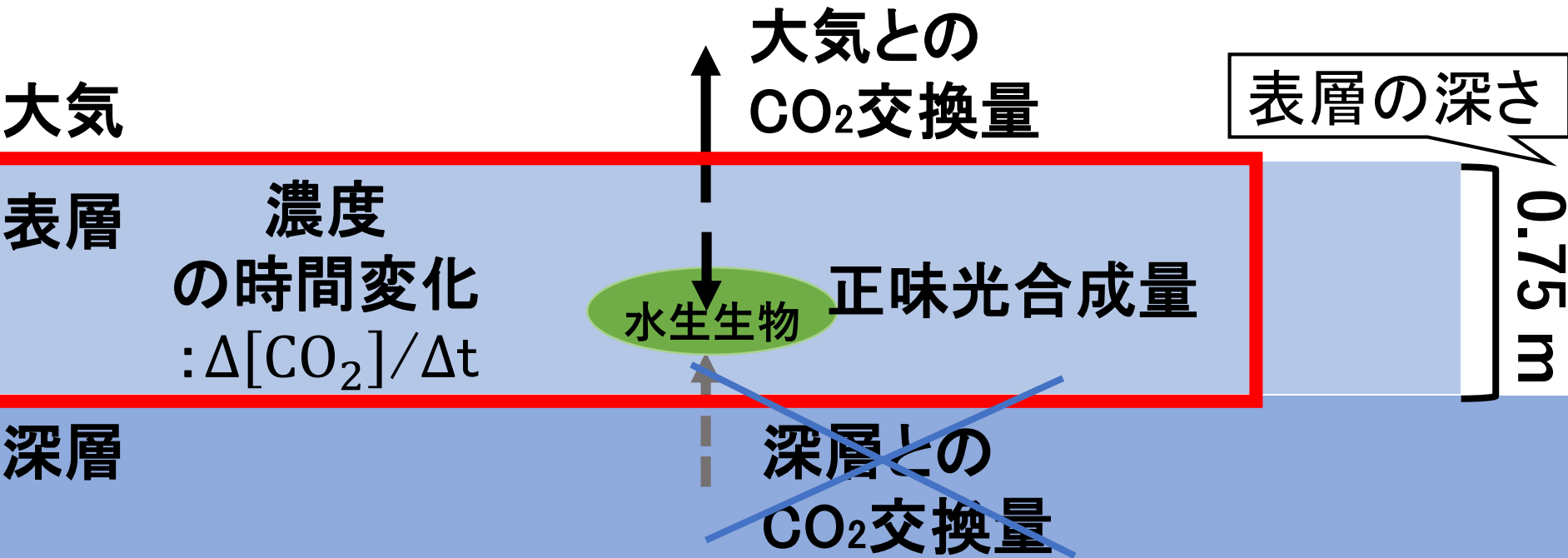


日内変動においては、濃度差と風速がCO<sub>2</sub>交換を制御する直接的な要素である。

日射は光合成の制御を通して間接的にCO<sub>2</sub>交換に影響

# 湖表層の正味光合成量の推定

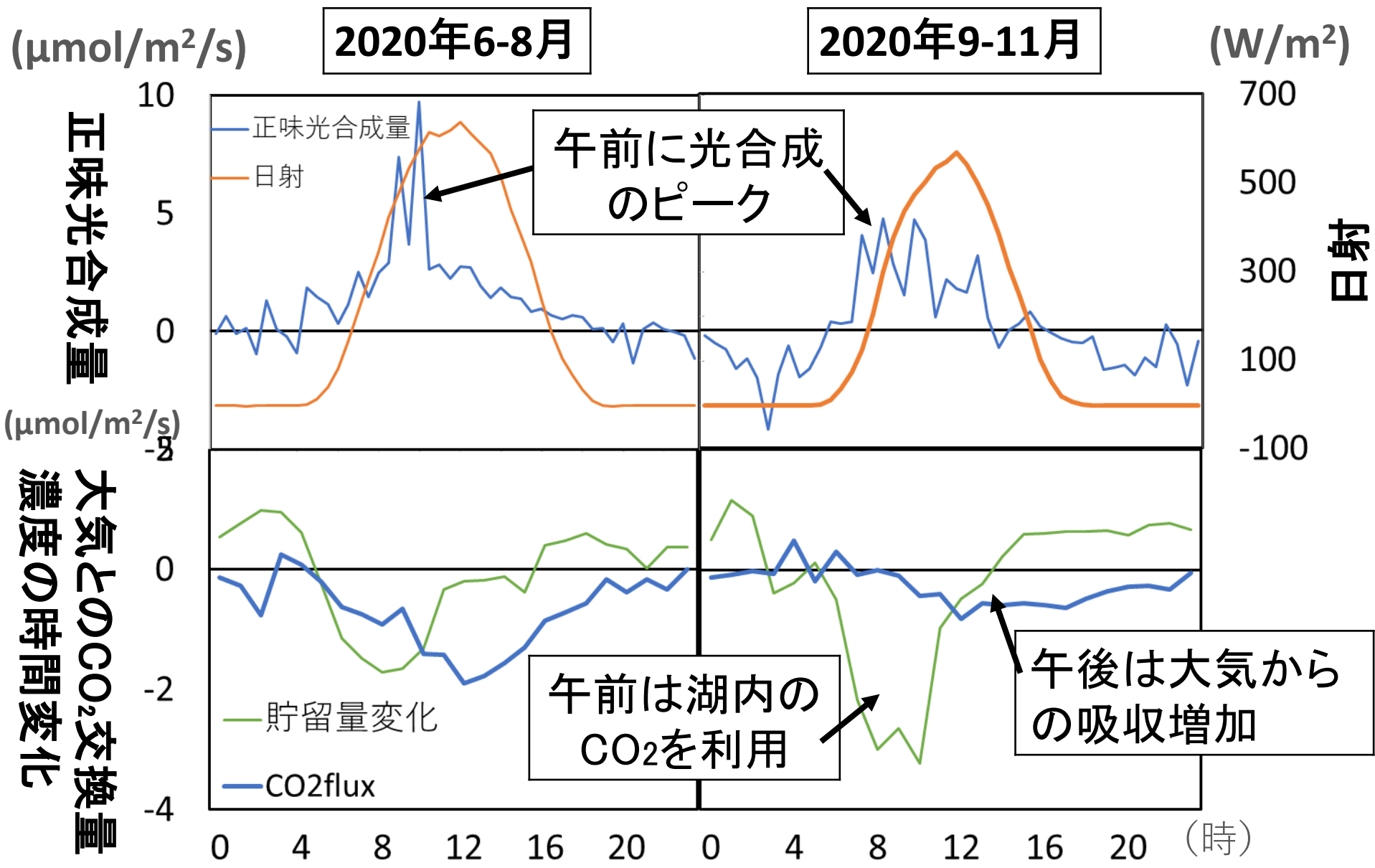
濃度の時間変化  
= - 正味光合成量 - 大気とのCO<sub>2</sub>交換量 + ~~深層とのCO<sub>2</sub>交換量~~



(深層まで混合する時のデータを除外)

**正味光合成量**  
= - (濃度の時間変化 + 大気とのCO<sub>2</sub>交換量)

# 正味光合成量の日変化



# まとめと結論

## <まとめ>

### 日内変動

- ・ 溶存CO<sub>2</sub>濃度と風速が直接的に制御
- ・ 溶存CO<sub>2</sub>濃度の低い午後に吸収

### 光合成

- ・ 日中前半は主に湖内で生成されたCO<sub>2</sub>を消費
- ・ 後半は低い溶存CO<sub>2</sub>濃度のために、制限を受ける。

## <結論>

湖では、生物プロセスの日内変動が表層の溶存CO<sub>2</sub>濃度の変化を引き起こし、それに応じたCO<sub>2</sub>交換の日変動が起こる。大気・湖境界の輸送効率もCO<sub>2</sub>交換の制御において重要である。