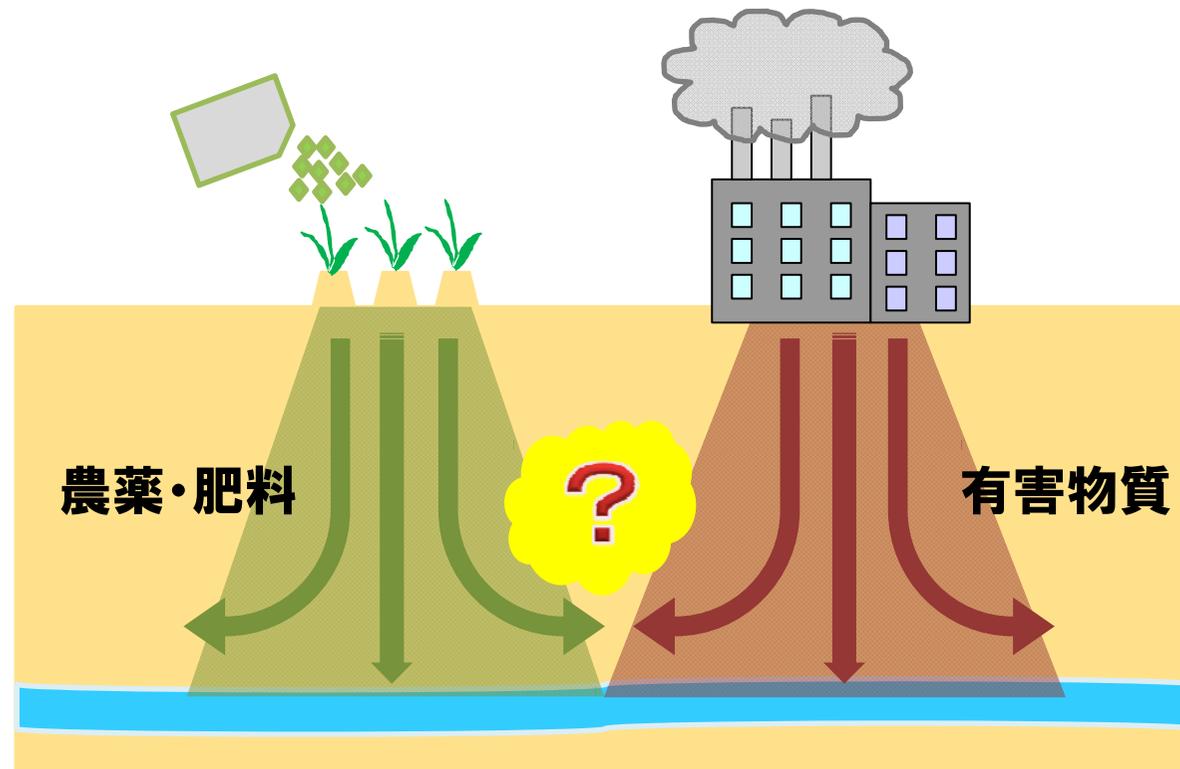


5線熱パルスセンサーを用いた 砂中の水分フラックスの測定

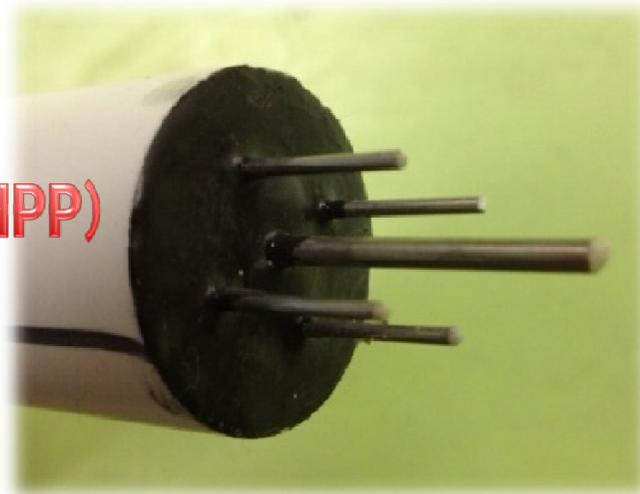
土壌圏循環学研究室
508117 加藤 薫



水分移動の大きさと方向を知る



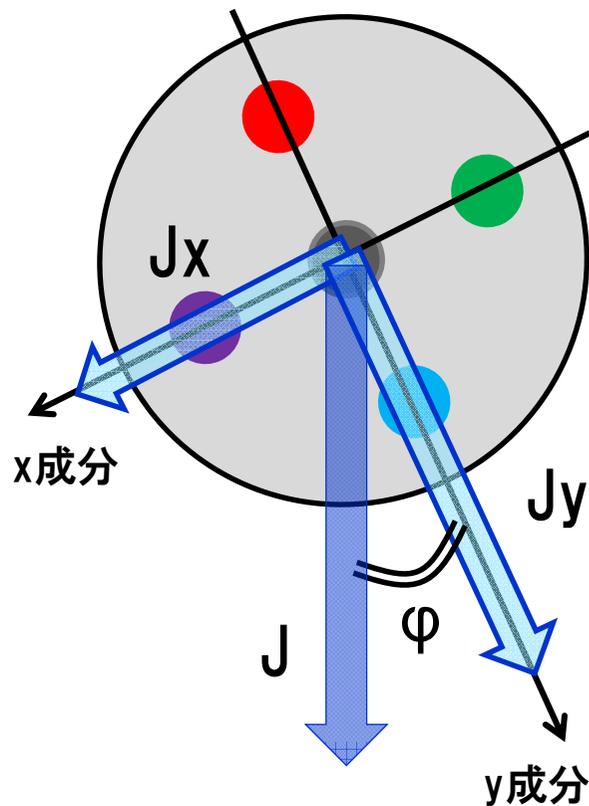
5線熱パルスセンサー (Penta-needle Heat Pulse Probe:PHPP)



水分フラックス (流速)、
水分移動の方向、熱特性

●
ヒーター
熱パルスを出力

● ● ● ●
温度センサー
温度上昇測定



J:水分フラックス(流速)

$$\|J\| = \sqrt{J_x^2 + J_y^2}$$

φ :水分移動の方向

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{J_x}{J_y} \right)$$

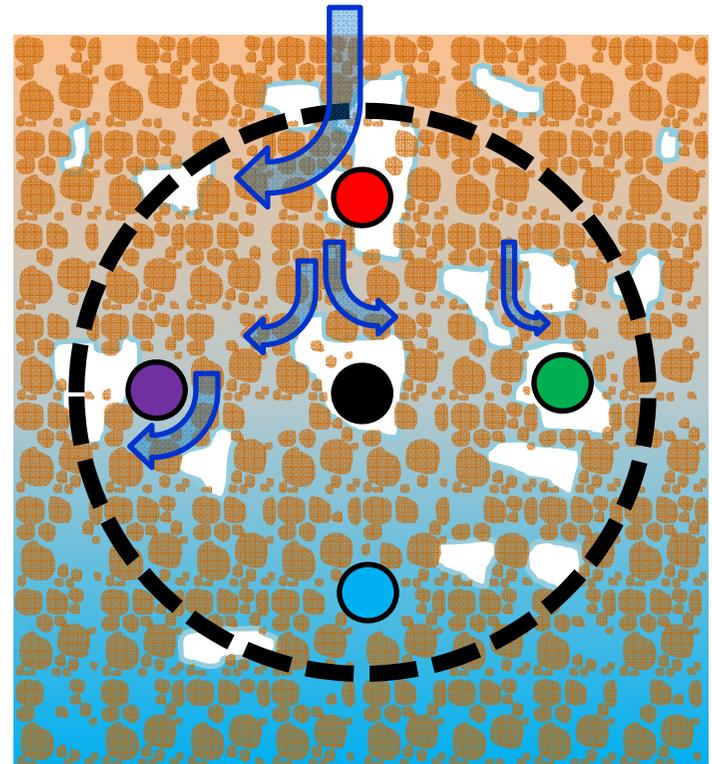
☆ **飽和流** では検証されている ☆

地下水の流れ etc...

But...

不飽和流 での研究例は 少ない

- ① 気体と液体の分布が
不均一になりやすい。
均一な状態を仮定する
適用条件から外れる？
- ② 不飽和流を制御する
検証実験が難しい。



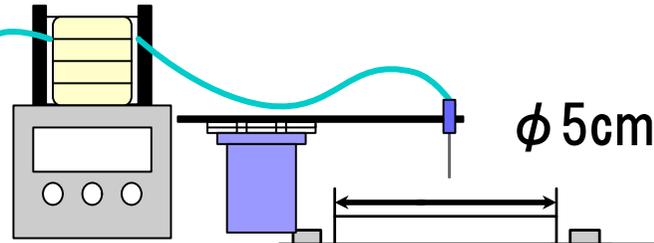
研究の目的

水の流れを制御した
室内カラム実験を行う

水分フラックスの大きさと方向の推定に

PHPP がどれくらい使えるのか を
明らかにする。

降雨装置・定量ポンプ



飽和定常流

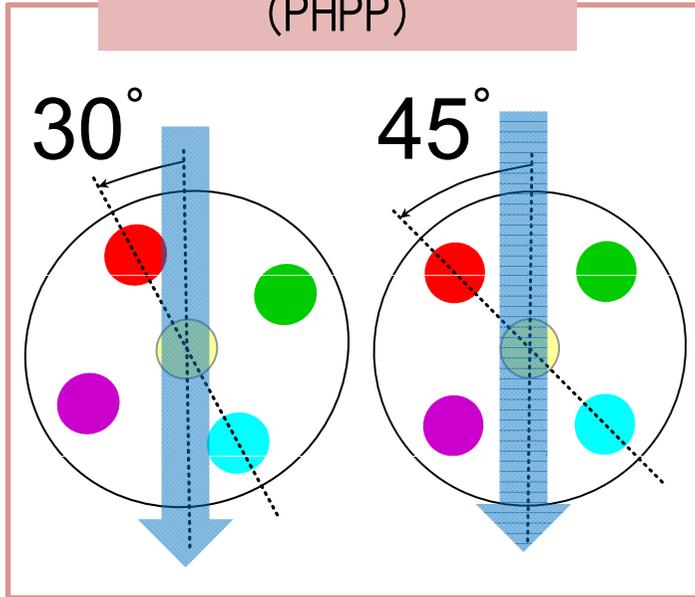
(450~180cm/day)



不飽和定常流

(180~1cm/day)

5線熱パルスセンサー
(PHPP)

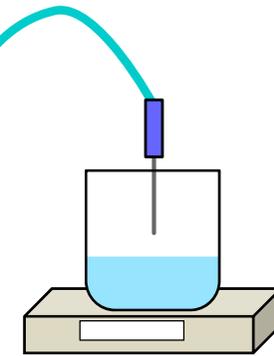


定常流であるか確認するため

4極センサー(θ)
圧力センサー(h)

45cm

鳥取砂丘砂
 $\rho=1.62\text{g/cm}^3$

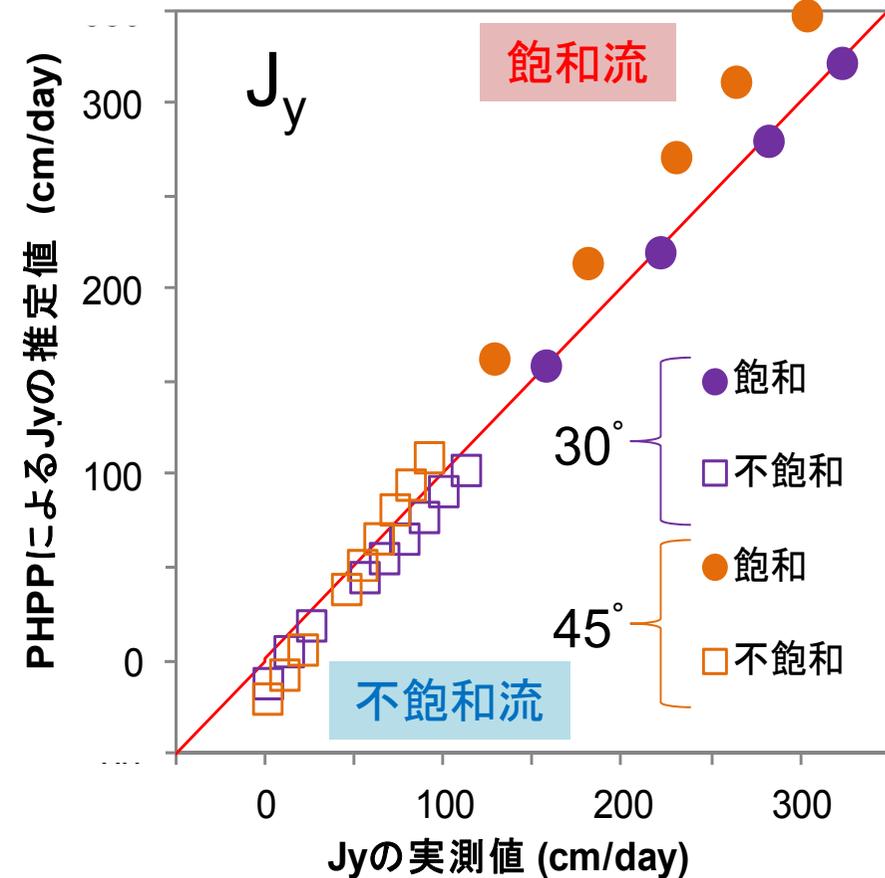
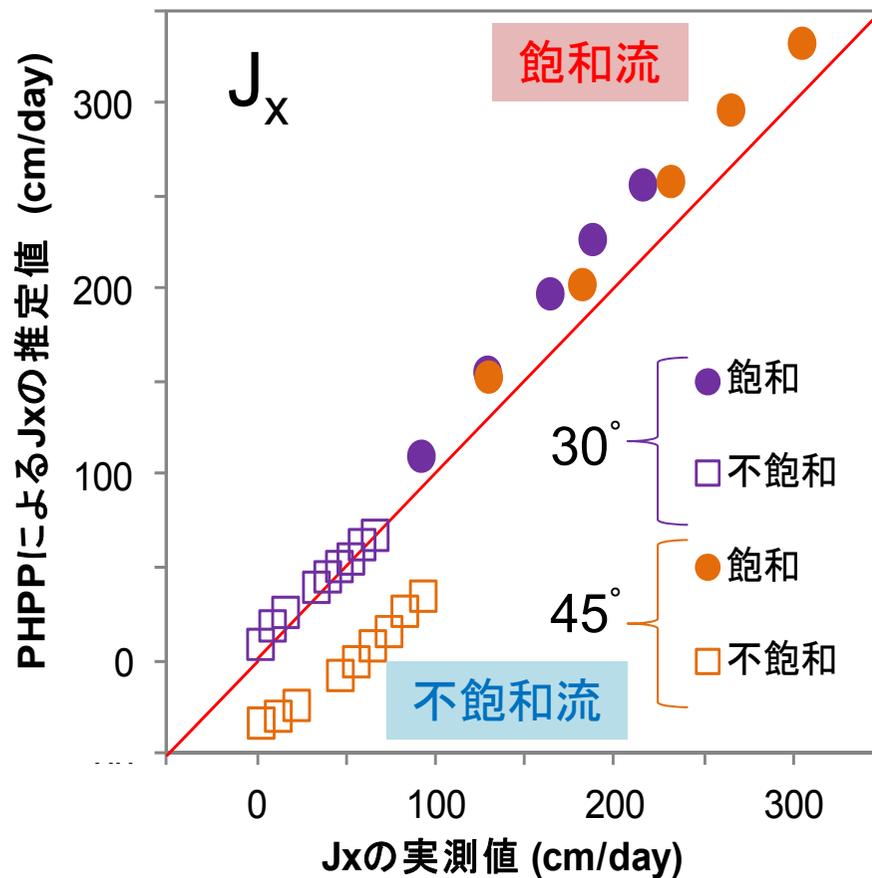
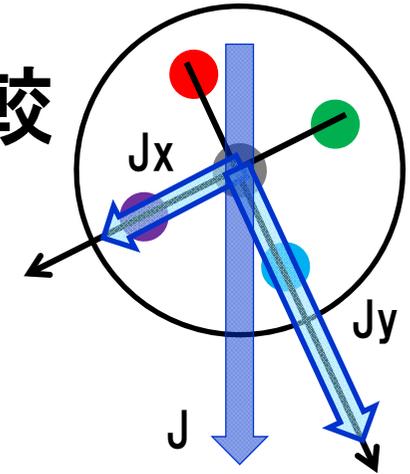


電子天秤

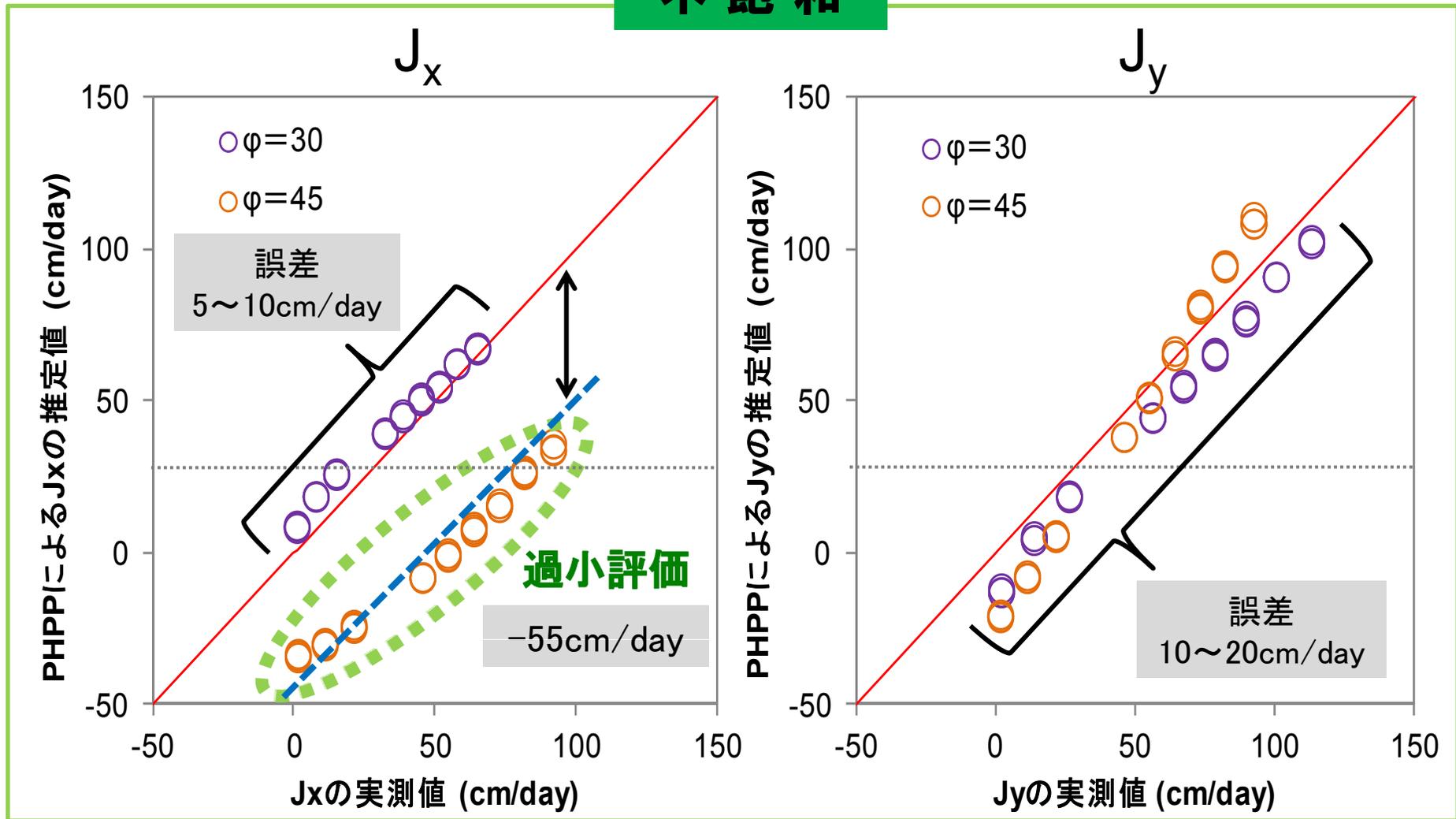
排水速度を実測値とする

水分フラックスの推定値と実測値の比較

飽和流：誤差25%以内で推定できた。
(最小の誤差5%)



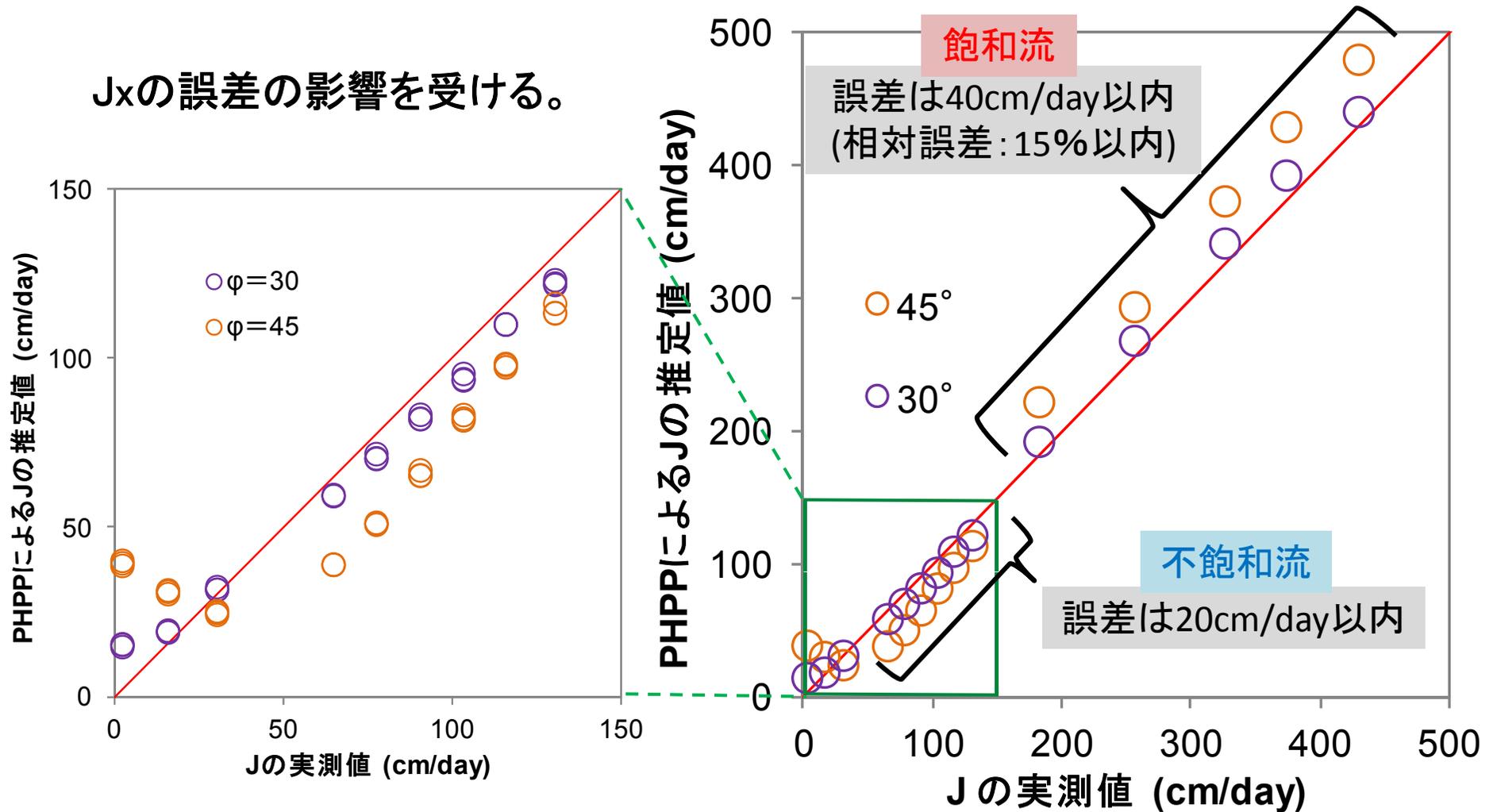
不飽和



フラックスの変化をしっかりとらえている。

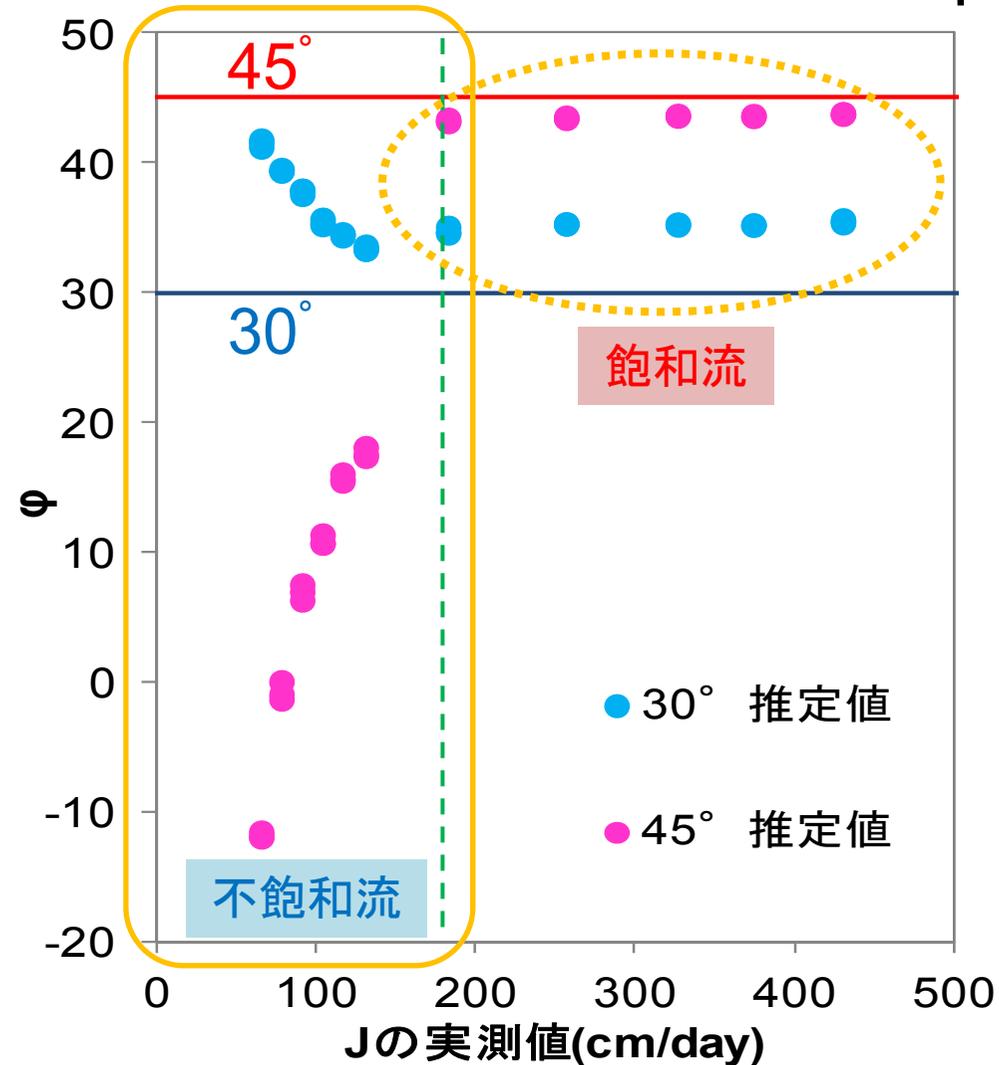
水分フラックス J

Jxの誤差の影響を受ける。



フラックスの大きさが小さくなると、誤差が相対的に大きくなる。

PHPPによる水分フラックスの方向 ϕ の推定



飽和：推定できた

不飽和：誤差が大きく推定は難しい

おわりに

水分フラックスの大きさと方向の推定結果

飽和流 では・・・

大きさ・方向ともに誤差 **15%以内** で推定

不飽和流 では・・・

大きさ → 誤差 **±25%以内** で推定

方向 → 誤差が大きく推定が難しい



流れが遅くなると J_x と J_y の誤差の影響が大きくなる。

不飽和になると、水と空気の分布が不均一になる。