

Scintillometer Measurement of the Large Scale Sensible Heat Flux over Mongolian Semi-Arid Grassland

(モンゴルの半乾燥草原における
シンチロメータを用いた
広域スケールでの顕熱フラックスの計測)

浅沼 順

筑波大学陸域環境研究センター

家本 薫

西武デパート



シンチロメーター

- 顕熱フラックス計測用の光学器械
- 赤外光を送信機で発光，受信機で光強度の変動(“ゆらぎ”)を計測

送信機



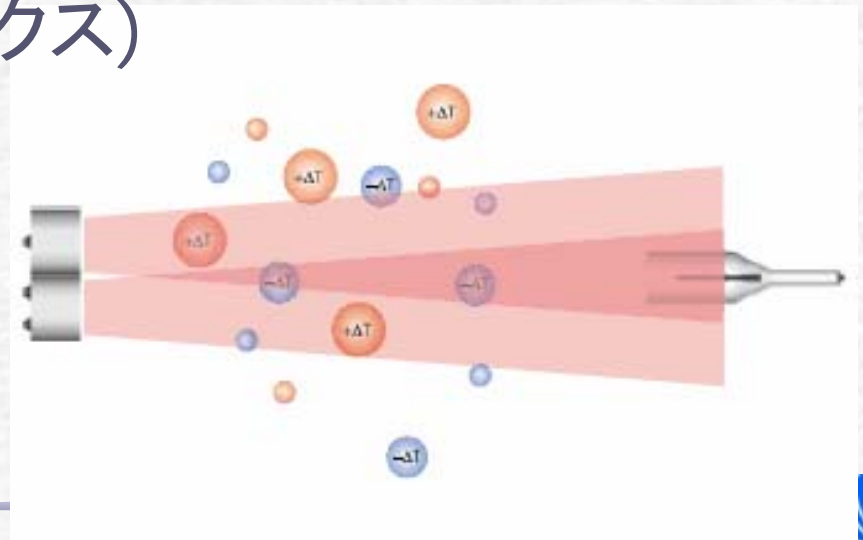
受信機



原理

- 光強度の変動“ゆらぎ(シンチレーション)”は、大気中の光の屈折によって引き起こされる
- 光の屈折は大気密度の空間変動によって引き起こされる. 密度変動 \div 温度変動
- (強い光のゆらぎ) = (強い密度の空間変動)
= (強い顕熱フラックス)

パス平均の顕熱フラックス
計測が可能



大口径シンチロメーター: BLS900

- Scintec社製 (独)
- 送信機: LED ディスク
- パス間距離: 500-5000m
- 数kmスケールでの顕熱
フラックス計測が可能



Scintec BLS900 transmitter



Scintec BLS900 receiver

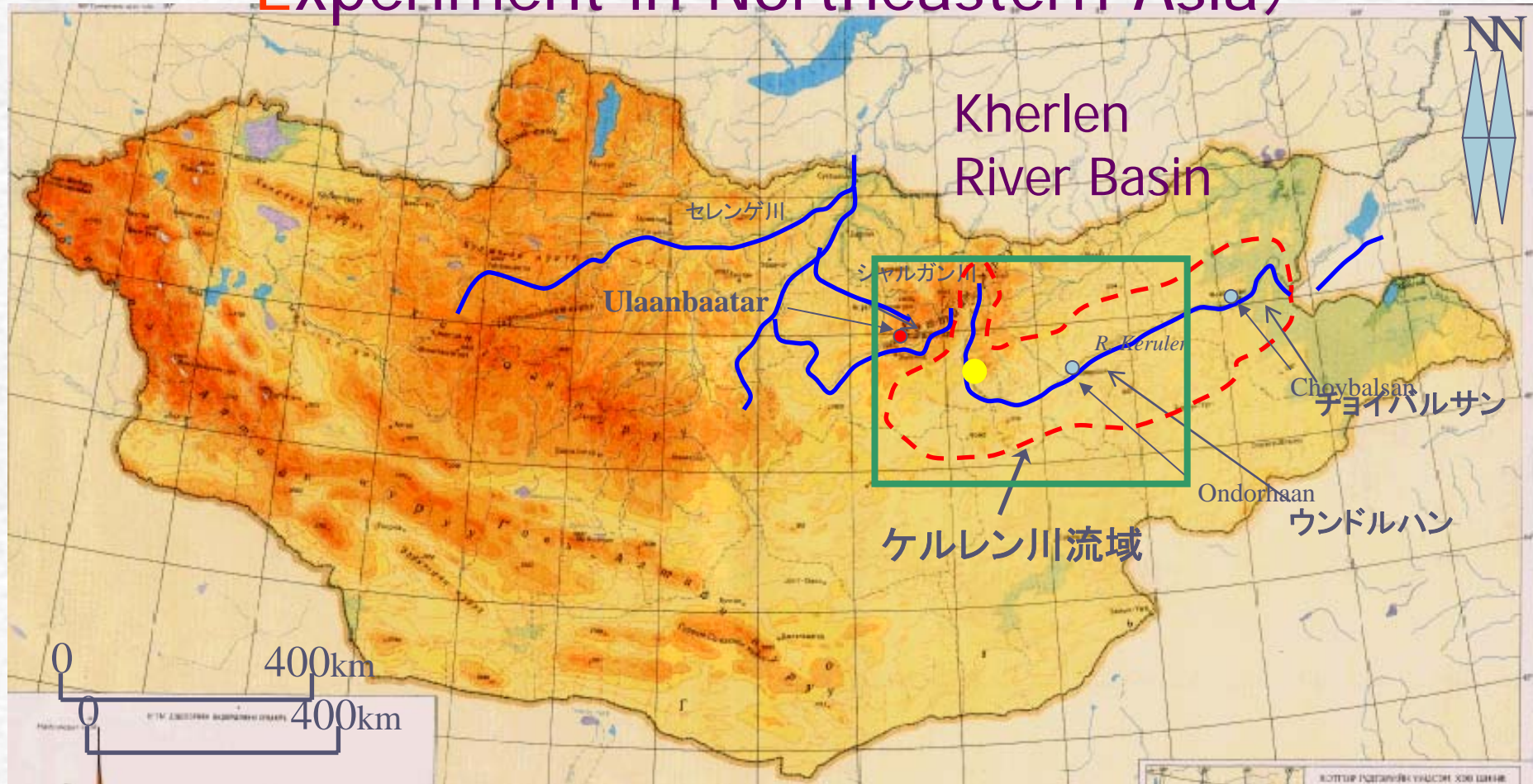
レーザー型(～数百m)



フラックス観測のスケール



RAISE (The Rangelands Atmosphere-Hydrosphere-Biosphere Interaction Study Experiment in Northeastern Asia)



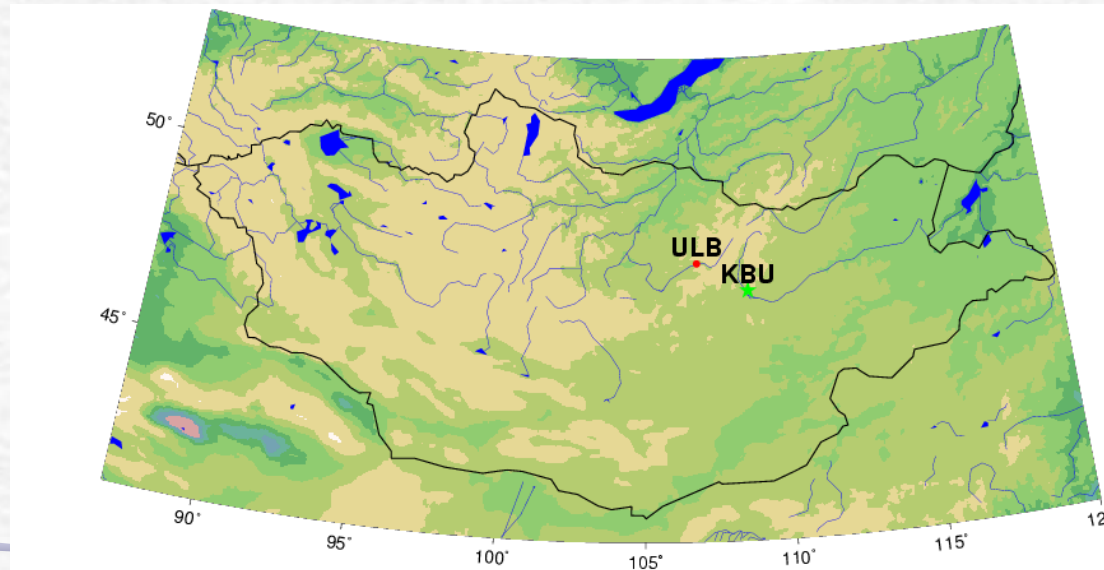
RAISE2003集中観測期間における シンチロメーター観測

集中観測

- 期間： 2003年6月－10月
- 場所： モンゴル国ヘルレン川流域

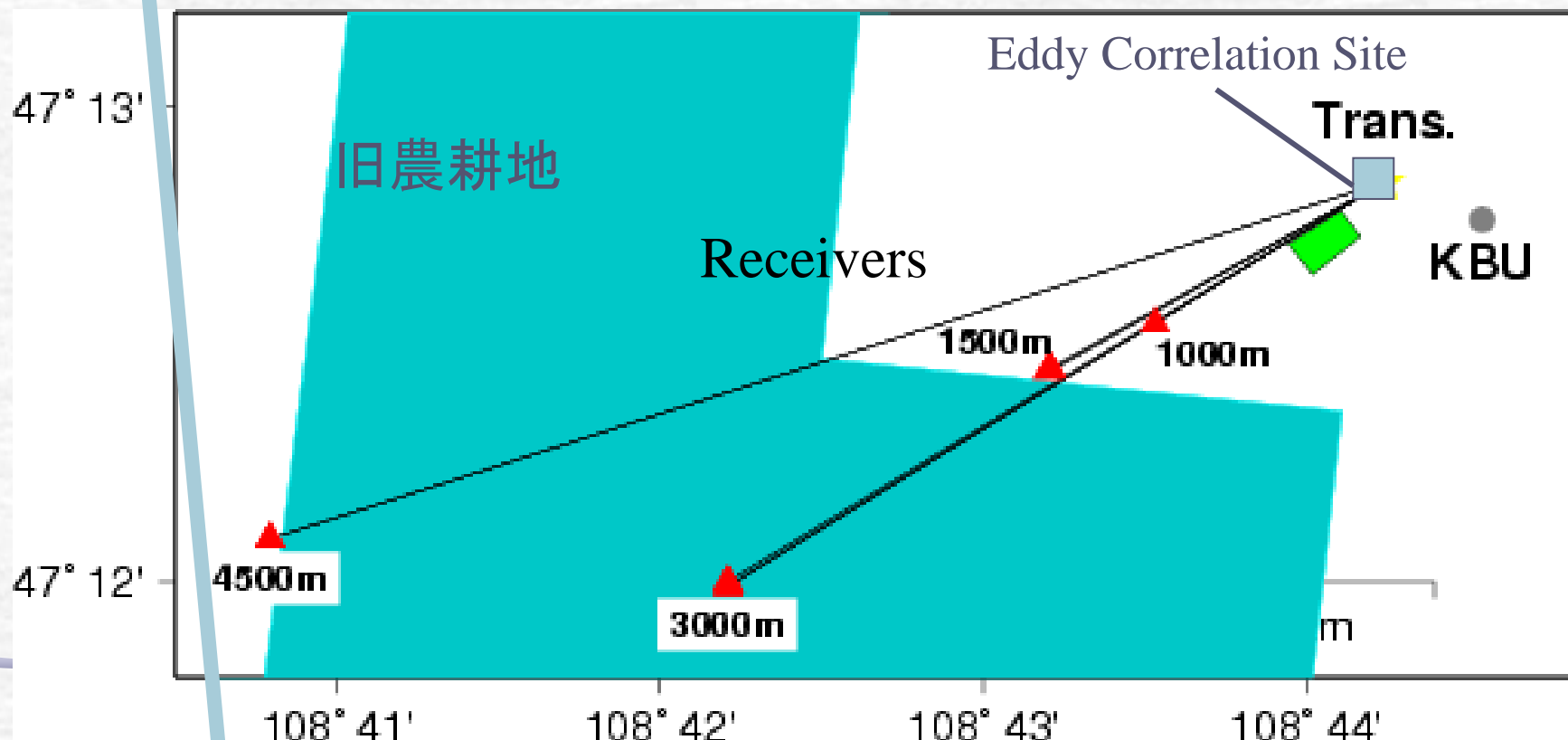
シンチロメーター観測

- 各月1週間程度
- ヘルレン・バヤン・ウラン村(KBU)近辺

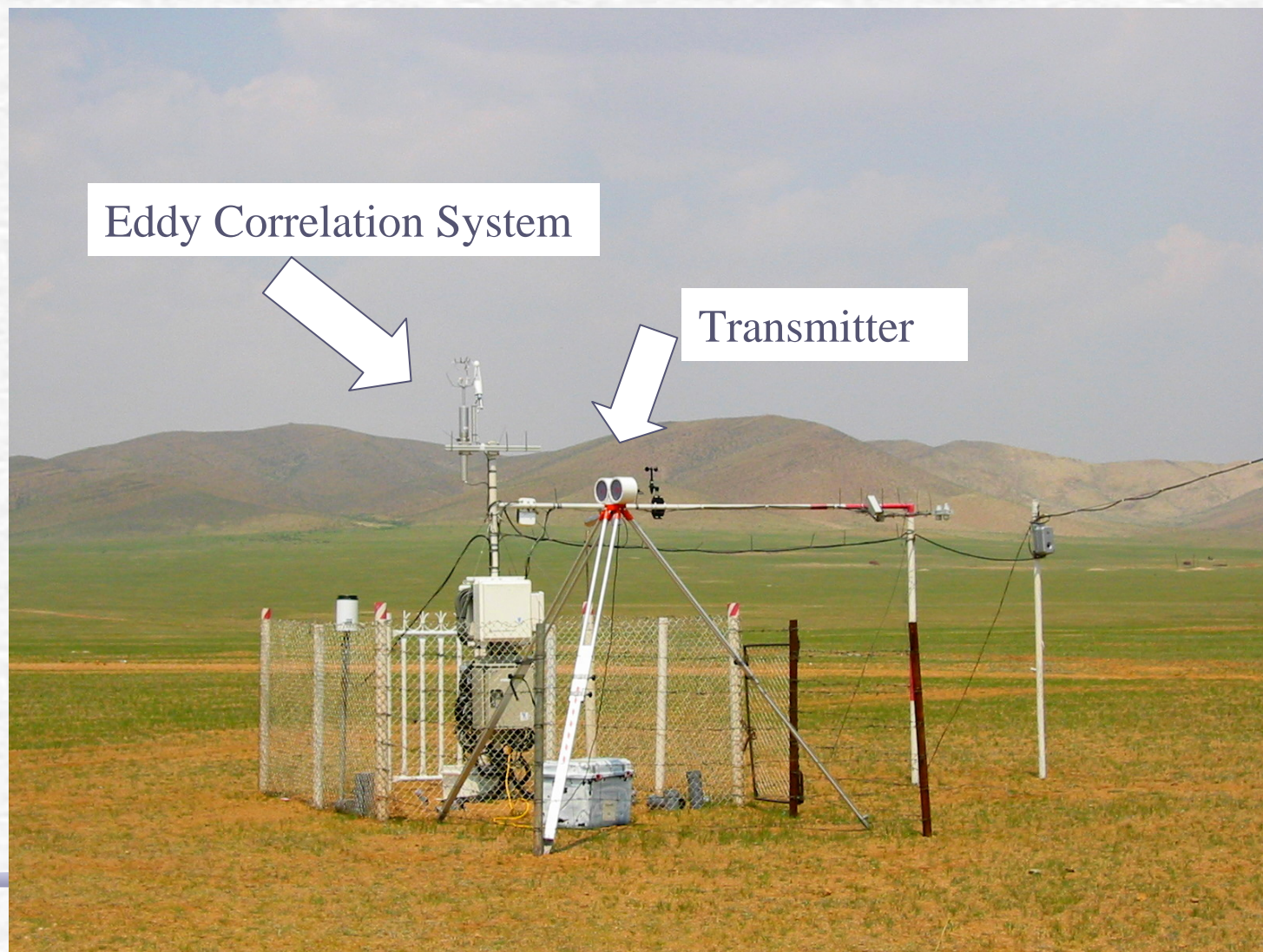


RAISE2003集中観測における シンチロメーター観測

ヘルレン川



KBUフラックスサイト



RAISE 2003集中観測におけるシンチロメーター観測

Date	Path(m)	Duration (hrs)	Date	Path(m)	Duration (hrs)
2003/7/22	4570	2.5	2003/8/18	4570	6.5
2003/7/26	4570	2.5	2003/8/19	3008	9.0
2003/7/27	3001	1.5	2003/8/22	1495	8.5
2003/7/28	1505	6.0	2003/8/23	3008	9.0
2003/7/31	3006	8.5	2003/9/30	1490	3.0
2003/8/1	1505	9.0	2003/10/1	3004	8.5
2003/8/2	1050	10.0	2003/10/2	1490	7.0
			2003/10/4	3004	2.5

15days of operations

シンチロメーター計測からの顕熱フラックス の計算1

- 計測値：屈折率 n の構造係数, C_n^2 (n の空間変動の指標).

$$C_n^2 = \frac{\overline{\{n(x+r) - n(x)\}^2}}{r^{2/3}}$$

- 大気中の光の屈折は、温度の空間変動に起因する。 C_n^2 を、温度 T の構造係数 C_T^2 (T の空間変動の指標)に変換する

$$C_T^2 = \frac{\overline{\{T(x+r) - T(x)\}^2}}{r^{2/3}}$$

シンチロメーター計測からの顕熱フラックス の計算2

- モニン=オブコフ相似則を用いると、無次元化 C_T^2 は、安定度パラメータ z/L のみの関数になる。

$$\Phi_{CT}\left(\frac{z}{L}\right) = \frac{z^{2/3} C_T^2 u_*^2}{\{H / (\rho C_p)\}^2} = 6.3 \left[1 - 7 \frac{z}{L} + 75 \left(\frac{z}{L} \right)^2 \right]^{1/3}$$

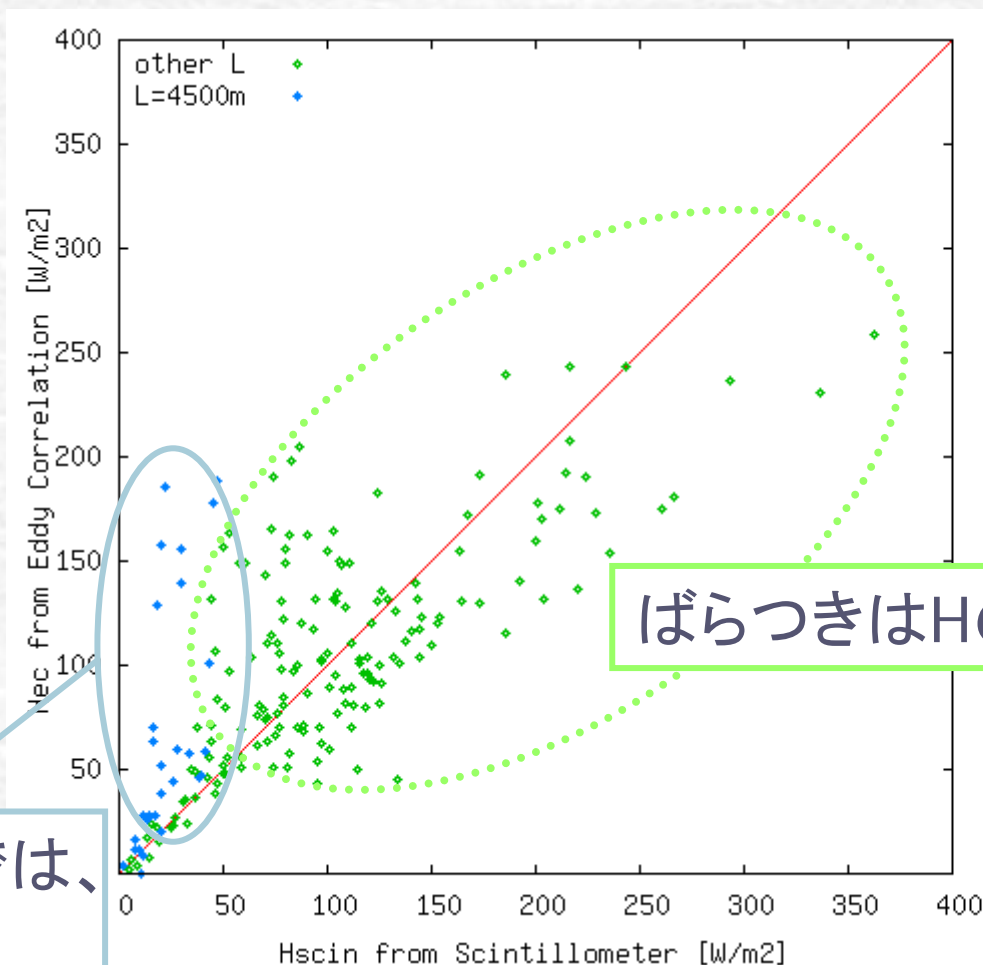
$$\frac{z}{L} = - \frac{kgzH}{\rho C_p T u_*^3}$$

- u_* にタワーでの渦相関法による観測を用いると、上式は H について解くことができる。

シンチロメータによる顕熱フラックス 渦相関法との比較



渦相関法 H



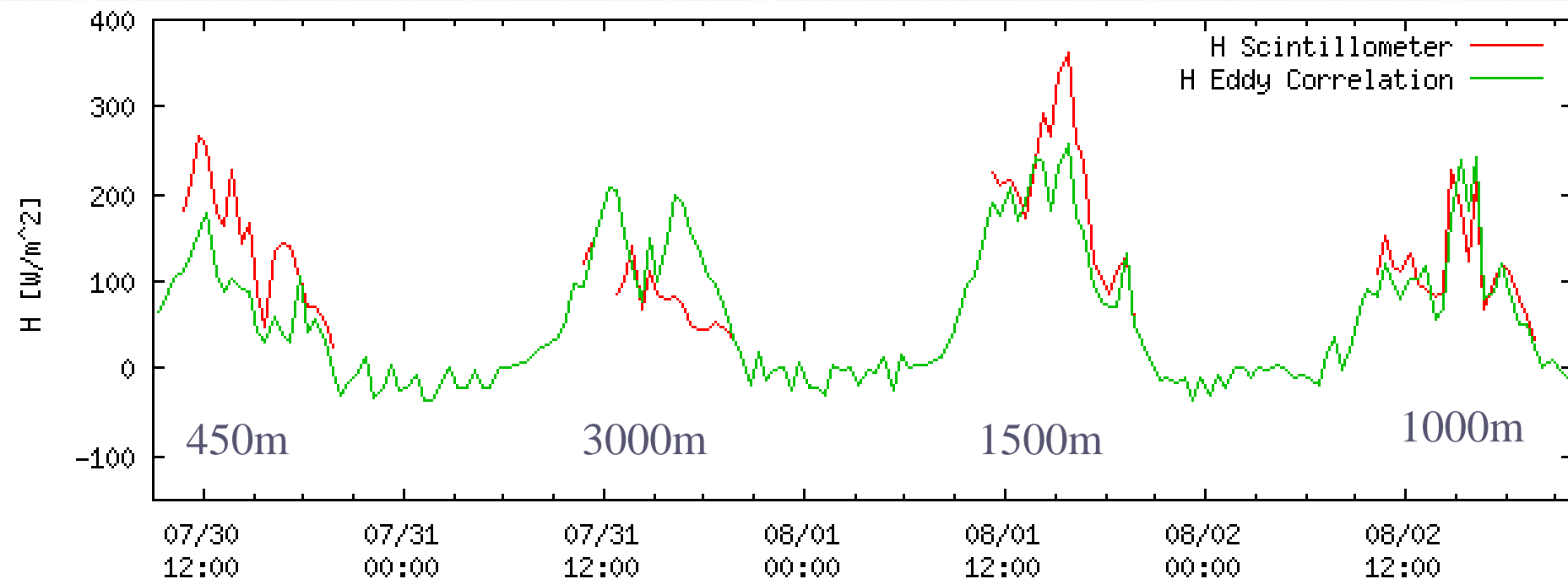
ばらつきはHの空間分布？



パス長さ4500mでは、
極端な過小評価
→おそらく蜃気楼

シンチロメータ H

シンチロメータによる顕熱フラックス 時系列

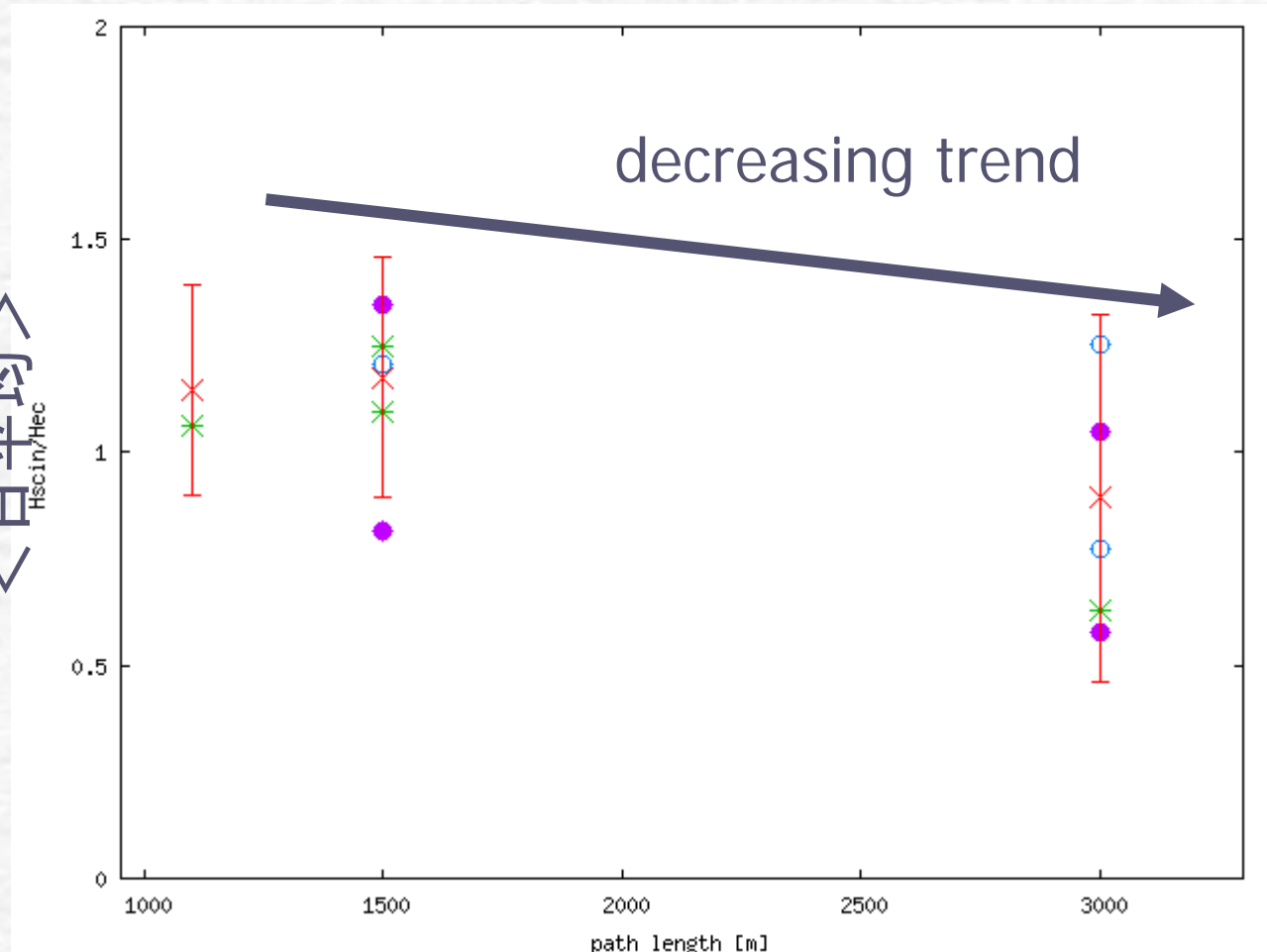


パスの長さによる？ → H の空間分布

顕熱フラックスの空間変動 (日平均値)

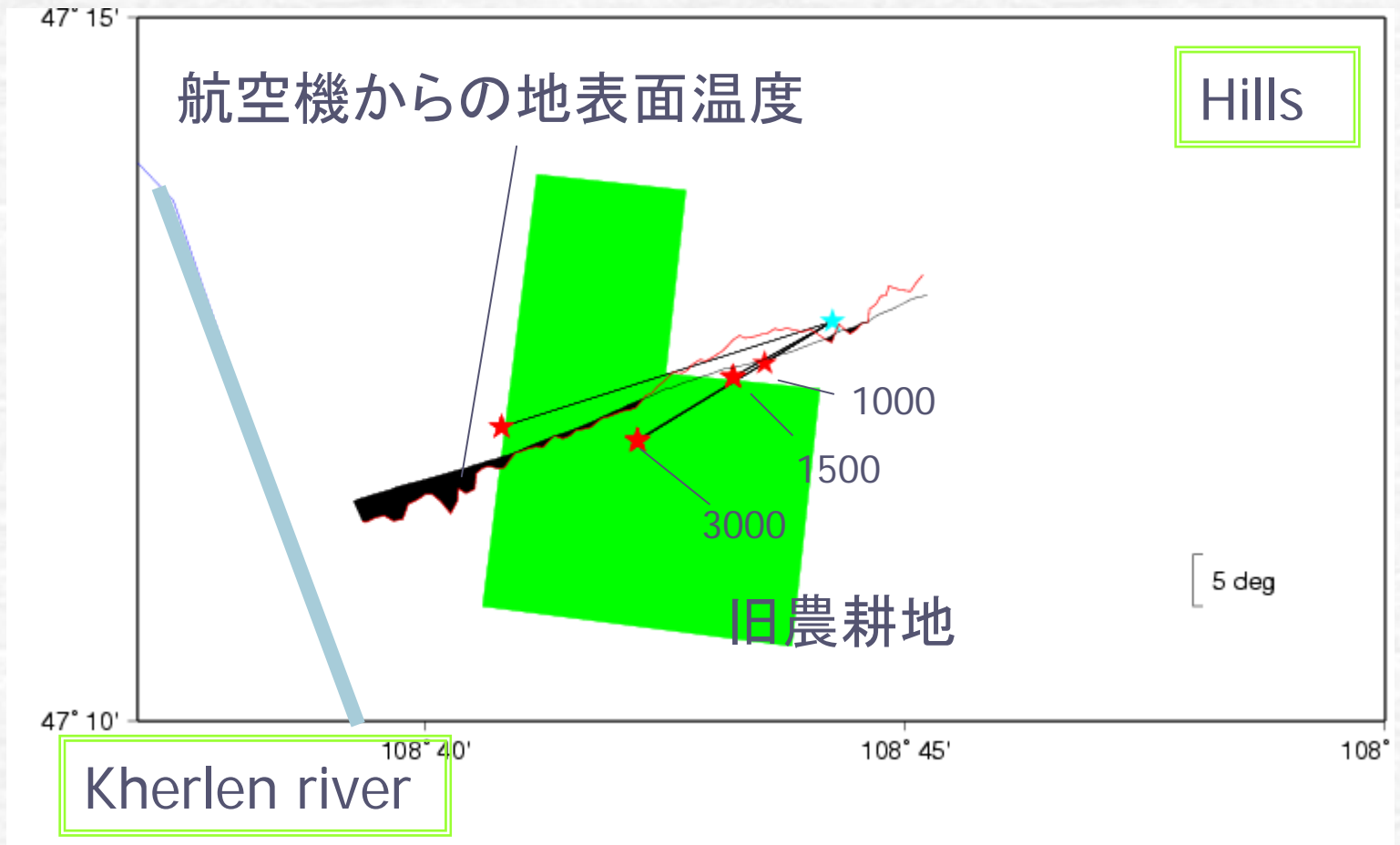
H(シンチロメーター) / H(渦相関)

＜日平均＞
 H_{scin}/H_{ec}



パス長さ (m)

Real surface flux distribution?



まとめ

- シンチロメータによるHは渦相関によるHと同じ程度。
- 地点を変えてシンチロメータ観測を行うことによって、(ラフに)顕熱フラックスの広域分布を知ることができる。