

# 太陽光を利用した群落レベルでのスタンドオフ植物蛍光測定: 圃場・森林への応用

Stand-off measurement of vegetation fluorescence on the canopy level under insolation : application to field and forest

○増田健二 (静大)・眞子直弘 (CEReS)・本間香貴 (東北大)・村松加奈子 (奈良女子大)・吉村謙一・小南裕志 (森林総研)・久世宏明 (CEReS)

February 16 (Thu.) The 19th CEReS Symp. 14:50 - 15:10

## Background

- パルス変調法(PAM)は、**個葉レベルの蛍光測定**として長い歴史がある (Schreiber,1994)。
- GOSATなど高分解能衛星観測により、**地上植生からの蛍光観測**が報告されている (Guanter, 2007; Frankenberg, 2011)。
- 反射光を除去するため、クロロフィル蛍光ピーク付近での太陽光の**暗線領域(酸素Aバンド)**を利用すれば、**蛍光強度や蛍光強度分布画像**を取得できる可能性がある。



● 農業や林業で活用しやすいよう、距離10~100m程度から**群落レベルでの蛍光観測**が可能なシステムを開発する。

## Outline

1. 蛍光強度の測定システム
2. LED光源を用いた**蛍光・反射光スペクトル**(実験室)
3. **蛍光強度の日変化**(圃場のダイズ)
4. **品種別の蛍光強度**(圃場のダイズ)
5. 森林(コナラ)における**蛍光強度と光合成の日変化**

## 1. Stand-off fluorescence detection system:

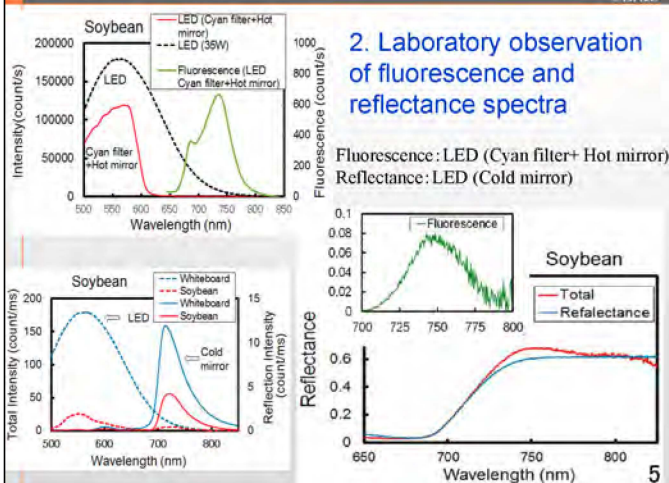
(a) CCD Camera and (b) CCD Spectrometer

望遠鏡とツゲの距離は10.5m

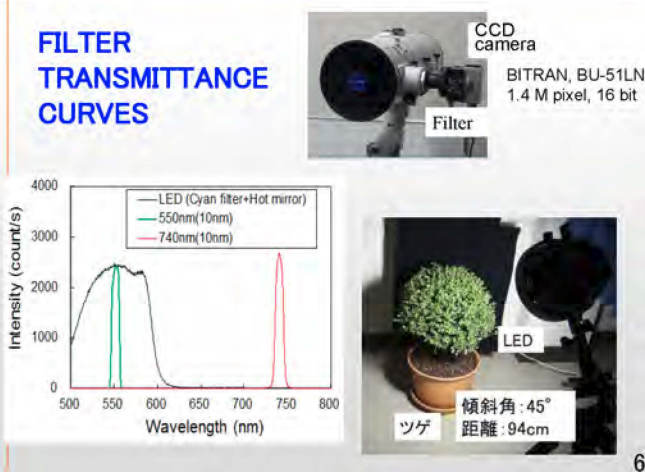
QE65Pro Spectrometer wavelength range 500 - 880 nm; SN 1000:1

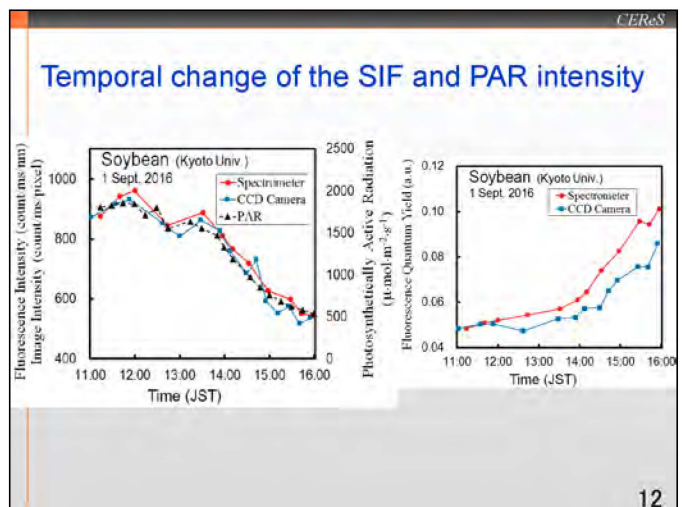
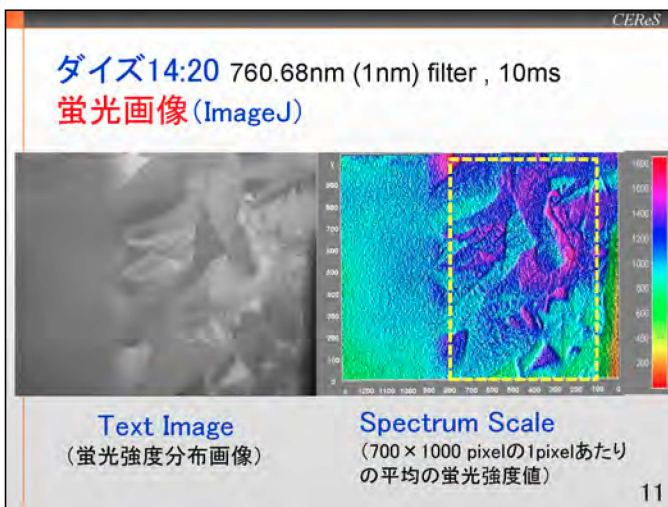
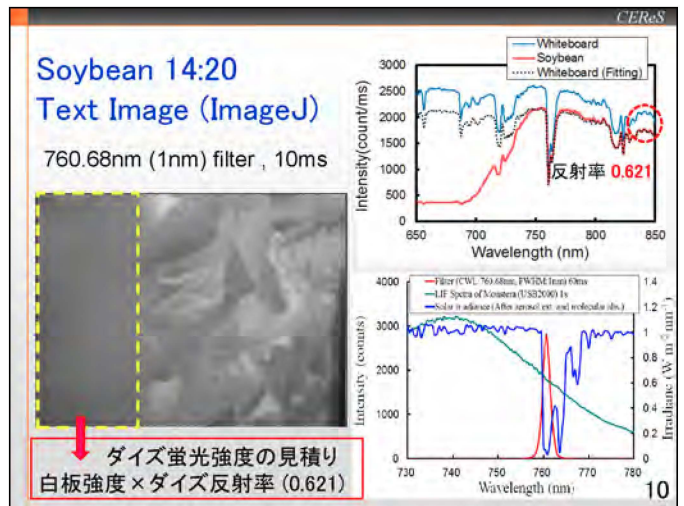
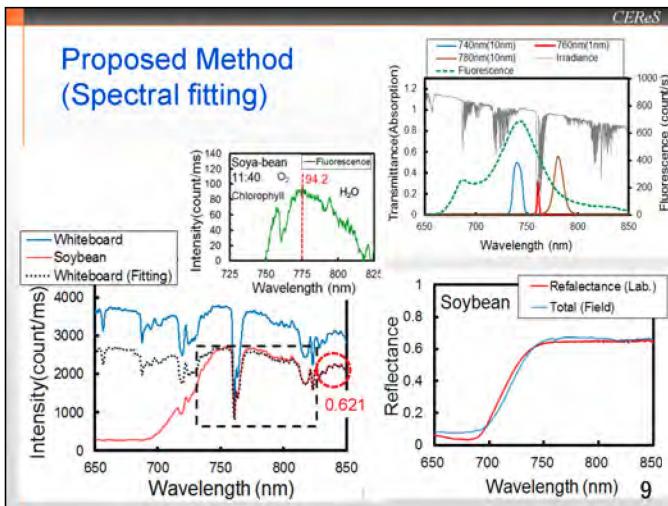
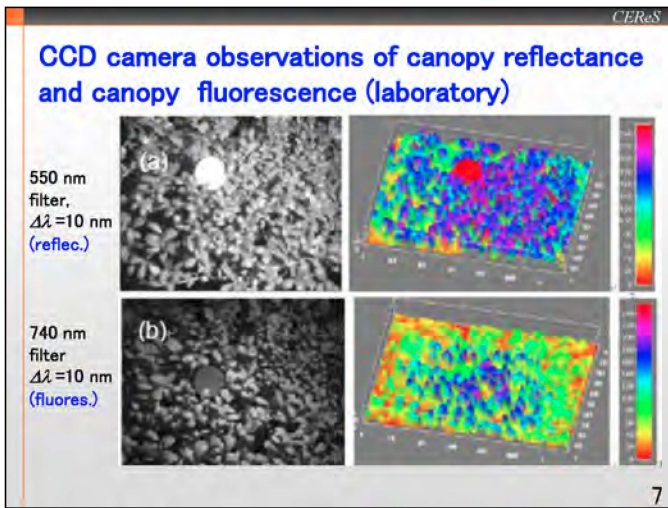
CCD Camera BITRAN, BU-51LN 1.4 M pixels, 16 bit

## 2. Laboratory observation of fluorescence and reflectance spectra



## FILTER TRANSMITTANCE CURVES



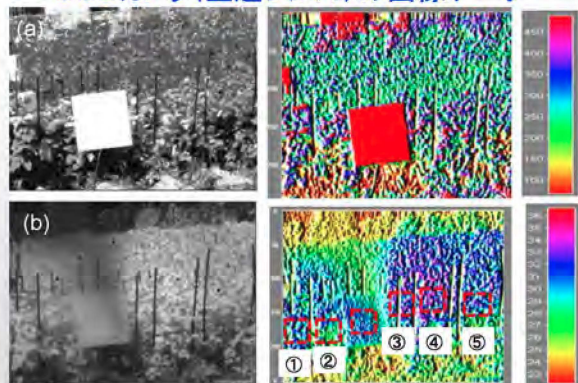


#### 4. ダイズの品種別の蛍光強度の測定 (京都大学農学研究科附属農場 2016.9.2)



13

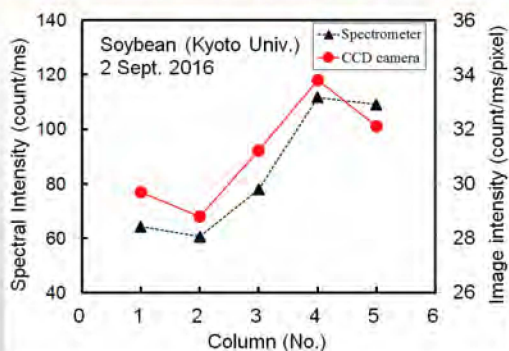
#### CCDカメラ(望遠レンズ)の画像データ



(a) 中心波長550nm, 半値幅10nm, 積分時間 30ms  
(b) 中心波長760.68nm, 半値幅1nm, 積分時間 50ms

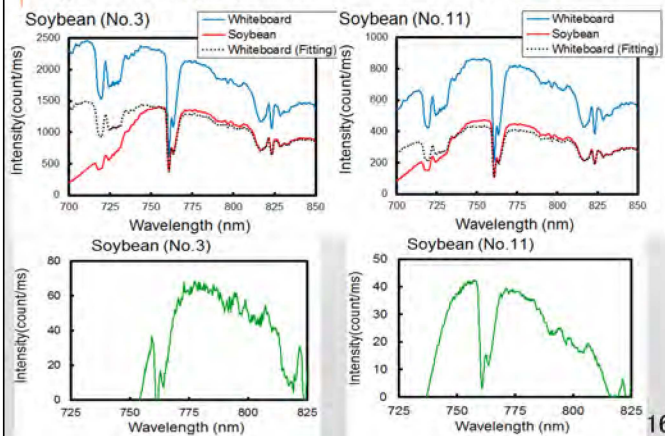
14

#### 提案方法とCCDカメラの画像データの比較



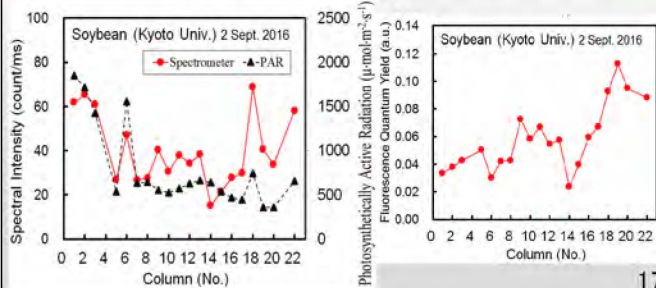
15

晴れ  $1425.4 \mu\text{-mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$       曇り  $586.4 \mu\text{-mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$



16

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭



17

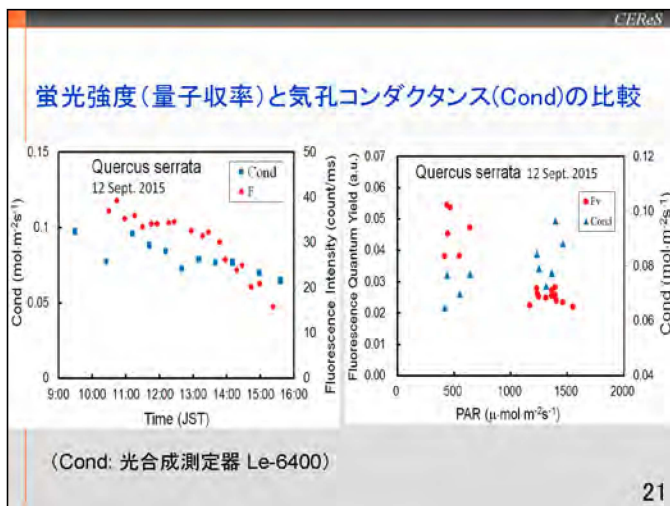
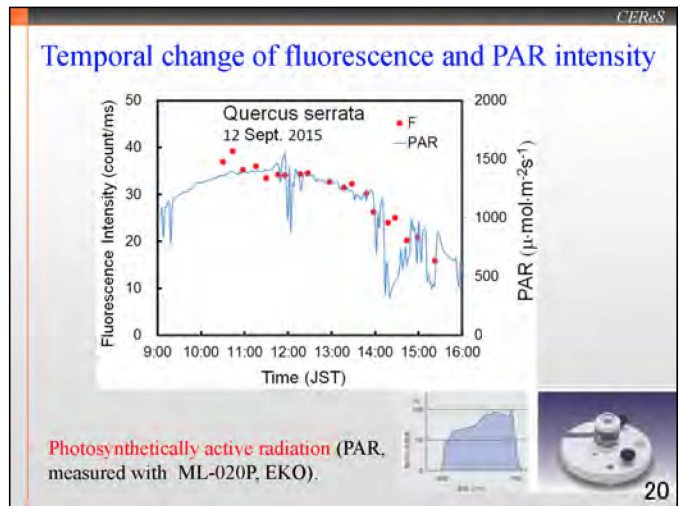
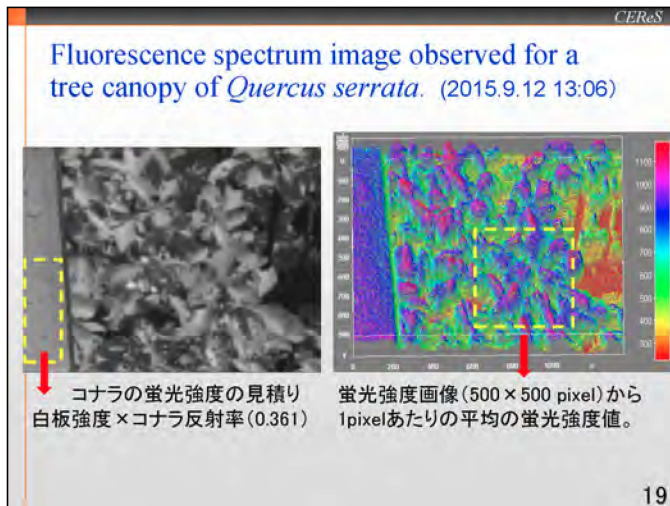
#### 5. 森林でのコナラの蛍光強度と光合成の日変化の測定 (森林総研・京都山城観測地 2015. 9.9-12)



光合成測定器  
Le-6400

CO<sub>2</sub> tower  
(30m)

18



CEReS

### Conclusion

- 実験室における蛍光成分 $f$ の計測
  - ・ LED光源とシアンフィルタ・ホットミラーによる赤外光の除去
  - LIFと同様に、反射成分のない蛍光スペクトル計測と蛍光画像取得。蛍光・反射率の変動幅の評価に利用可能
- 屋外の植生 (ダイズ) の観測
  - ・ 酸素Aバンドを利用したSRIF法
  - 口径200mmの望遠鏡に小型分光器/CCDカメラを接続
  - 分光器によりスペクトルを計測
  - CCDカメラと狭帯域フィルタにより蛍光画像取得
- ・ 蛍光成分の取得法
  - 820 nmより長波長側における植物葉と白板の信号強度の比から蛍光スペクトル領域である740 nm付近の反射スペクトルを推定し、それを植物葉スペクトルから差し引いて蛍光強度を推定する方法を提案する。【スペクトルフィッティング法】
  - 白板による反射強度に植物葉の反射率を乗じて反射成分を取り除き、蛍光強度を導出
- ・ 圃場や森林などでスタンドオフ計測を実施し、有効性を検証

22