



# Satellite-based terrestrial carbon cycle modeling

衛星データを用いた陸域炭素循環モデリング

Haemi Park\* and Wataru Takeuchi

Institute of Industrial Science, The University of Tokyo (\* Post-doctoral researcher)



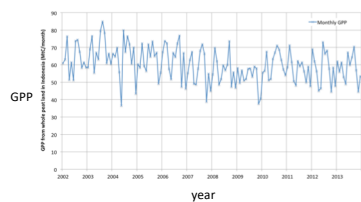
今も地球の周りを飛びながら気象・植生・熱などの情報をNear-real timeで蓄積している衛星データを用いて持続可能な社会を創る技術を開発する研究です。人間生物圏と呼ばれる地球の表層で、炭素の循環は気候変動への影響も大きいので重要です。そこで、本研究は自然界で起こり得る二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)の出入りを把握しその収支を計算する事に取り組んでいます。衛星画像を使う事により、国境を問わず全球で同一品質の推定が可能になり、偏りのないCO<sub>2</sub>ベースマップの作成を可能にすることを目指しています。

- Photosynthesis (gross primary production, GPP) is estimated by light use efficiency (e) and stress factors.

1. Water stress → Vapor pressure deficit (VPD)
2. Temperature stress → Land surface temperature (LST)
3. Photosynthetically active radiation (PAR) → Solar radiation

$$GPP = e * PAR * f(VPD) * f(LST)$$

Calibrated with flux tower observations

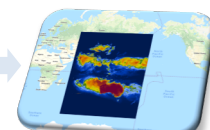


## Photosynthesis

- Soil organic matter (SOM) is decomposed by microbes.
- Then, CO<sub>2</sub> is emitted to atmosphere.
- Peatlands contains huge amount of organic carbon.
- A key factor is the dry condition.

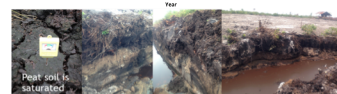
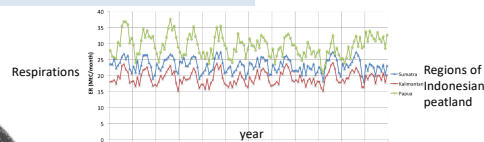
$$KBDI = f(LST) * f(P)$$

Precipitation



$$Respirations = f(GWT)$$

GWT is converted from KBDI using a relationship from in-situ



## Soil respirations

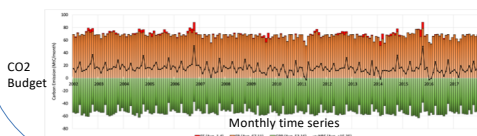
## Carbon credit

- Kyoto Protocol since 1997 – until 2020
- The Paris agreement in 2015
- One carbon credit is equal to one tone of carbon dioxide (tCO<sub>2</sub>).
- Carbon trading is an application of an emissions trading approach.
- Greenhouse gas emissions are capped and then markets are used to allocate the emissions among the group of regulated sources. ([https://en.wikipedia.org/wiki/Carbon\\_credit](https://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_credit))

Fairtrade minimum prices for eligible project types:

- Energy Efficiency - 8.20€/tCO<sub>2</sub>e + 1€ Fairtrade premium
- Renewable Energy - 8.10€/tCO<sub>2</sub>e + 1€ Fairtrade premium
- Forest Management - 13€/tCO<sub>2</sub>e + 1€ Fairtrade premium

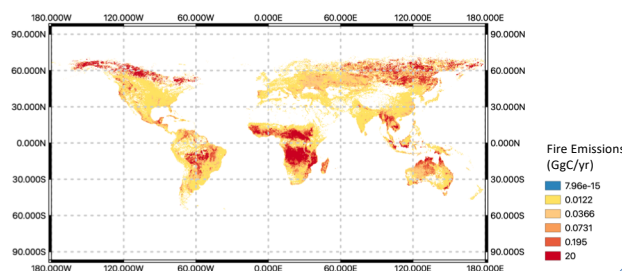
For realistic fair trade,  
Regular quality & Time-series  
of C budget  
→ From Satellite-based  
Database



## Fire emissions

- Infrared – especially thermal can detect a fire from space.
- Daily detection – Date of fire
- Geo-coordination – Location of fire
- Difference of vegetation index after fire – CO<sub>2</sub> emissions can be calculated

$$\text{Combusted biomass} = f(NDVI) * f(FRP)$$



植生及び土壌からCO<sub>2</sub>が吸収・放出されるメカニズムを利用、収支を計算しています。気象データとして日本ひまわり衛星の地表面温度、GSMaPの降水量、また気象庁提供の再解析データ(JRA-55)の相対湿度などを用いて植生の光合成量や土壌呼吸量を計算します。熱赤外線センサーが搭載された衛星から火災の発生が捉えられバイオマスの変化がわかるとCO<sub>2</sub>として放出された量が推定できます。このような結果は今後、国家間カーボントレーディングの基本資料として使用できると考えられます。