

亜高山帯針葉樹における  
標高傾度に沿った  
土壌呼吸の変化とその要因

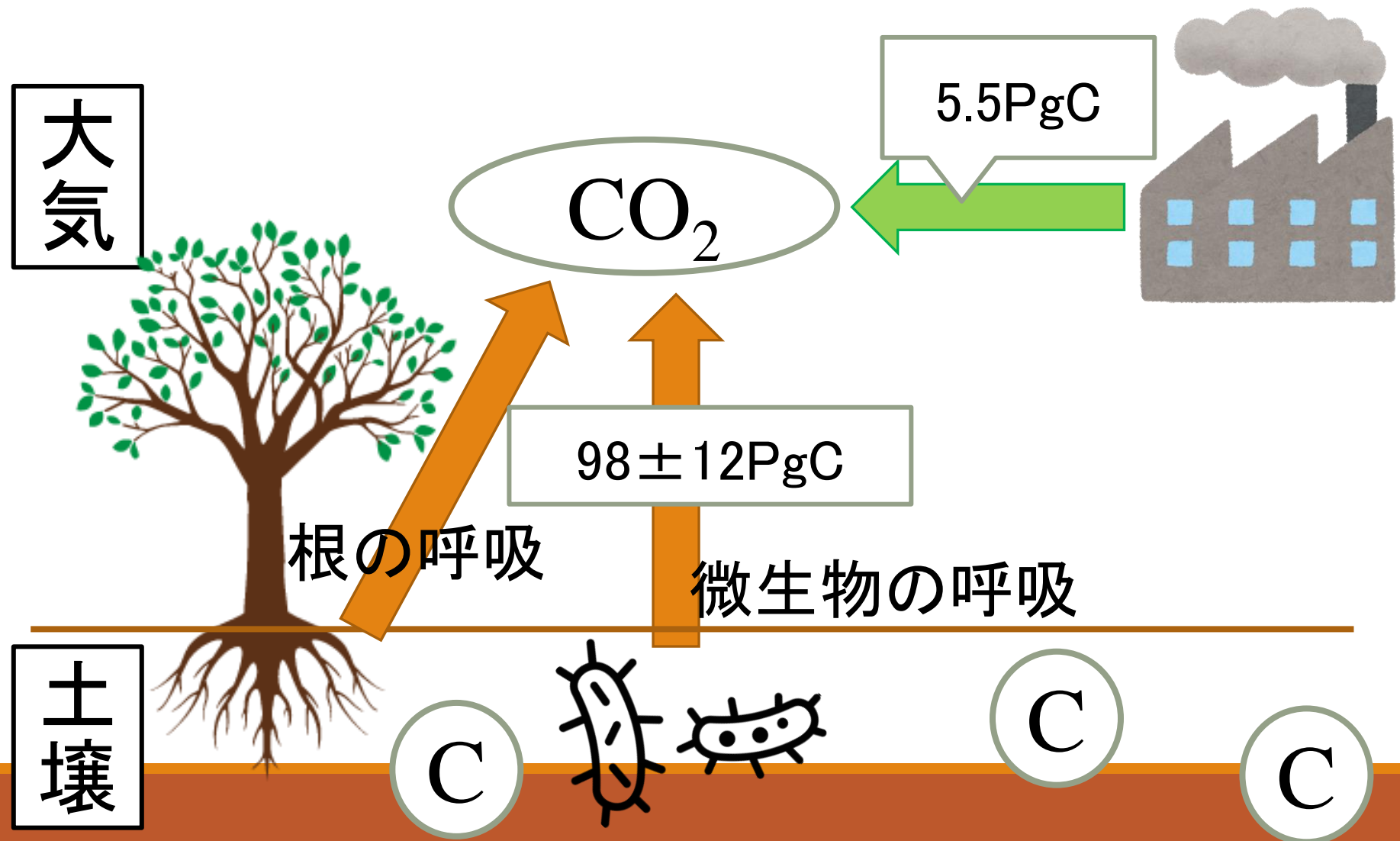
信州大学大学院総合理工学研究科

高橋研究室 増田春樹

# Introduction

## 土壤呼吸

土壤からのCO<sub>2</sub>の放出。  
根の呼吸 + 微生物の呼吸



# Introduction

## 土壌呼吸と気候変動

CO<sub>2</sub>放出量の増加⇒地球温暖化

土壌呼吸の変化は炭素循環や気候変動に大きな影響



土壌呼吸に対する正しい考察が  
将来の気候変動を予測するためには必要

特に高山地帯は温暖化によって  
大幅な気温上昇が予測されている (Liu & Chen 2000)

＝標高傾度にそった土壌呼吸の変化を調べる必要がある

# Introduction

## 土壤呼吸

SR(土壤呼吸)

○根や根圏の**独立栄養呼吸**

⇒地下部に固定された  
光合成産物に影響される

AR  
(根の呼吸)

○土壤有機炭素の分解による**従属栄養呼吸**

⇒微生物の活動に影響される

HR  
(微生物の呼吸)

2つは生物学的に性質が異なる

=環境の変化に対して異なる反応を示すはず

=分けて評価することが重要

# Introduction

## 先行研究 (Liu et al. 2016)

|    | 地温 | 土壤水分 | そのほか      |
|----|----|------|-----------|
| AR | +  | —    | 細根量と+     |
| HR | +  |      | 土壤中C, Nと+ |

# Introduction

## 目的

標高傾度にそったARとHRの変化とその要因を調べ、亜高山帯における、環境の変化に対する土壤呼吸量の推定をより正確に行う。

土壤呼吸速度 ← 説明変数  
推定

- ・地温
- ・土壤水分
- ・細根量
- ・細根生長量
- ・リター量
- ・微生物組成
- ・微生物量



# Materials & Methods

## 調査地

乗鞍岳



# Materials & Methods

## 調査地





# Materials & Methods

## 根の除去区の設定



50 × 50 × 30cm<sup>3</sup>の根の除去



トタンで円形に囲う



土を戻す

⇒4地点作成



取り除いた根は乾燥重量を測定

# Materials & Methods

## 土壌呼吸の測定

1週間に1回  
測定する



$$V = 60 \times 10^{-6} ad W / S \times 841 / p$$

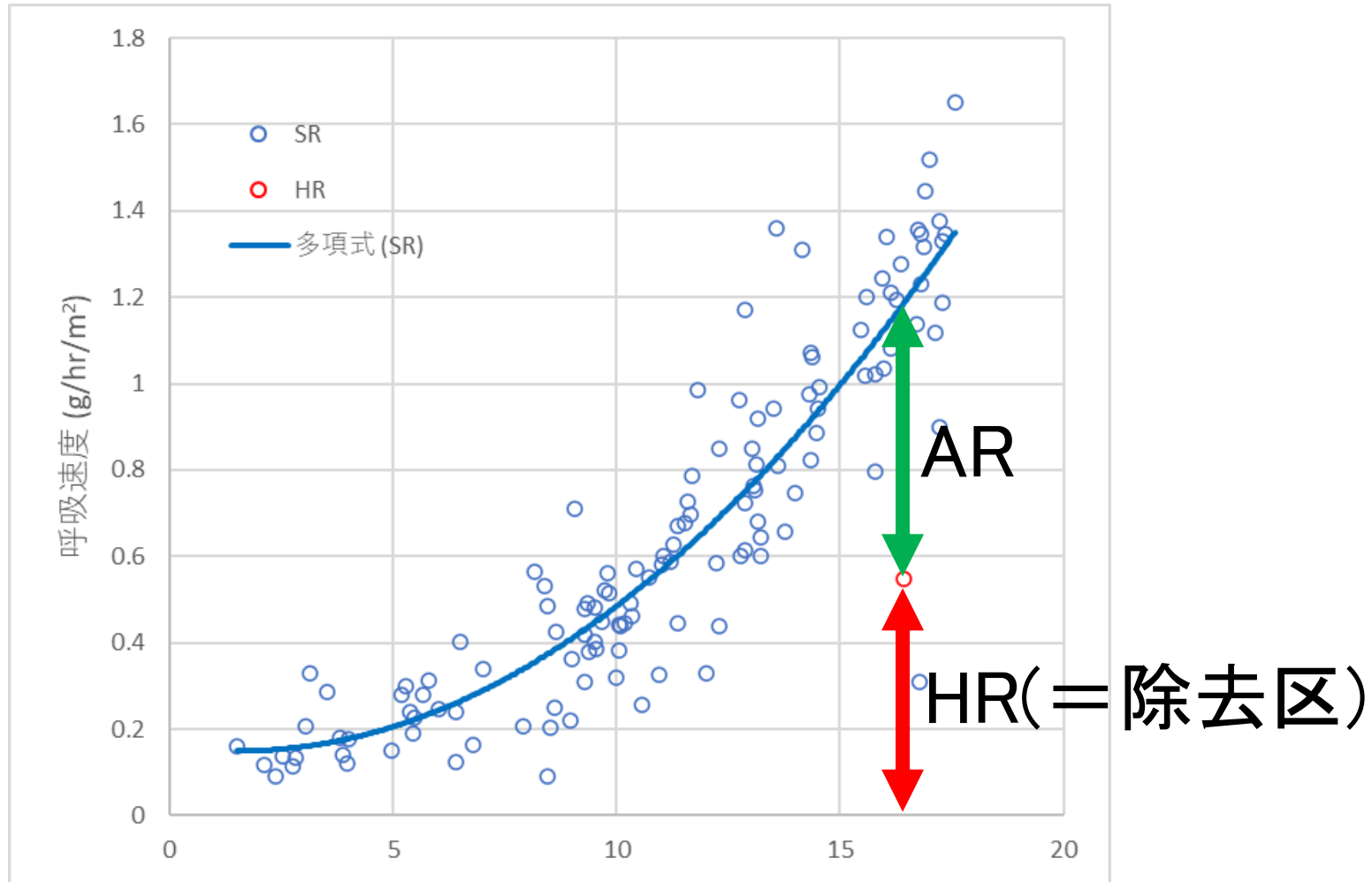
a: 1分間あたりの  
CO<sub>2</sub>濃度の変化量(g/CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/min)  
d: CO<sub>2</sub>の密度(g/m<sup>3</sup>)、  
W: チャンバーの体積(m<sup>3</sup>)  
S: チャンバーの底面積(m<sup>2</sup>)  
p: 各標高の気圧(hPa)

地温・水分量 3回測定  
⇒ 平均値を利用

2020～2021年に測定  
(除去区・control区 4地点ずつ)

# Materials & Methods

## ARの推定



# Results & Discussions

## 2800m (GLM)

### 2800m SR

|             | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t ) |     |
|-------------|----------|------------|---------|----------|-----|
| (Intercept) | 0.736914 | 0.431095   | 1.709   | 0.091938 | .   |
| st          | 0.037291 | 0.010003   | 3.728   | 0.000395 | *** |
| vwc         | -0.06784 | 0.039177   | -1.732  | 0.087891 | .   |
| vwc2        | 0.001653 | 0.000941   | 1.756   | 0.083648 | .   |

# Results & Discussions

## 2800m (GLM)

### 2800m HR

|             | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t ) |   |
|-------------|----------|------------|---------|----------|---|
| (Intercept) | 0.125316 | 0.068752   | 1.823   | 0.074    | . |
| st          | 0.010639 | 0.006402   | 1.662   | 0.102    |   |

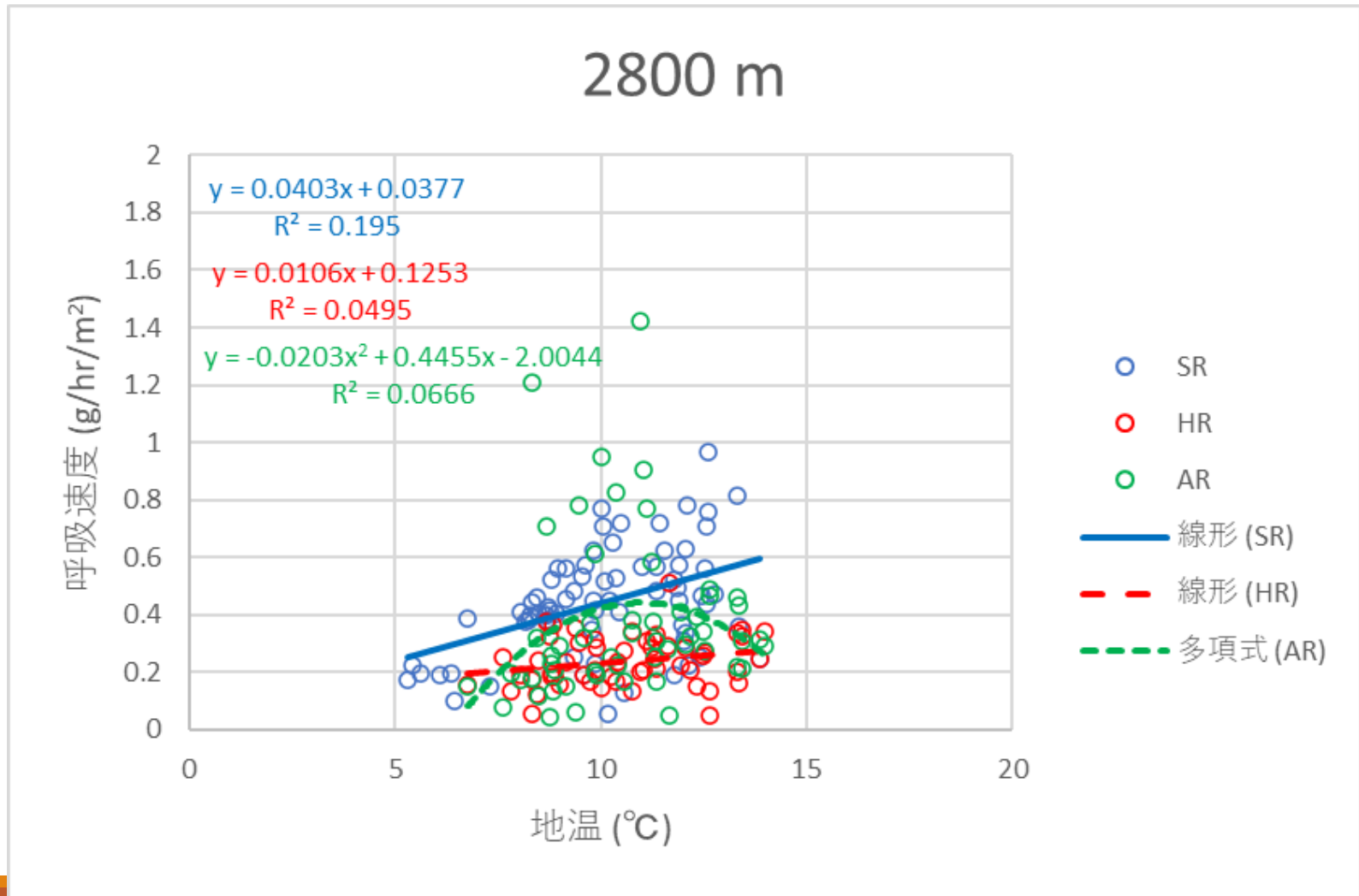
### 2800m AR

|             | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t ) |     |
|-------------|----------|------------|---------|----------|-----|
| (Intercept) | 0.96346  | 0.433583   | 2.222   | 0.0308   | *   |
| st          | -0.03929 | 0.078725   | -0.499  | 0.6199   |     |
| st2         | 0.003097 | 0.003687   | 0.84    | 0.4048   |     |
| vwc         | -0.06906 | 0.008524   | -8.102  | 1.16E-10 | *** |
| vwc2        | 0.00168  | 0.000154   | 10.885  | 8.59E-15 | *** |



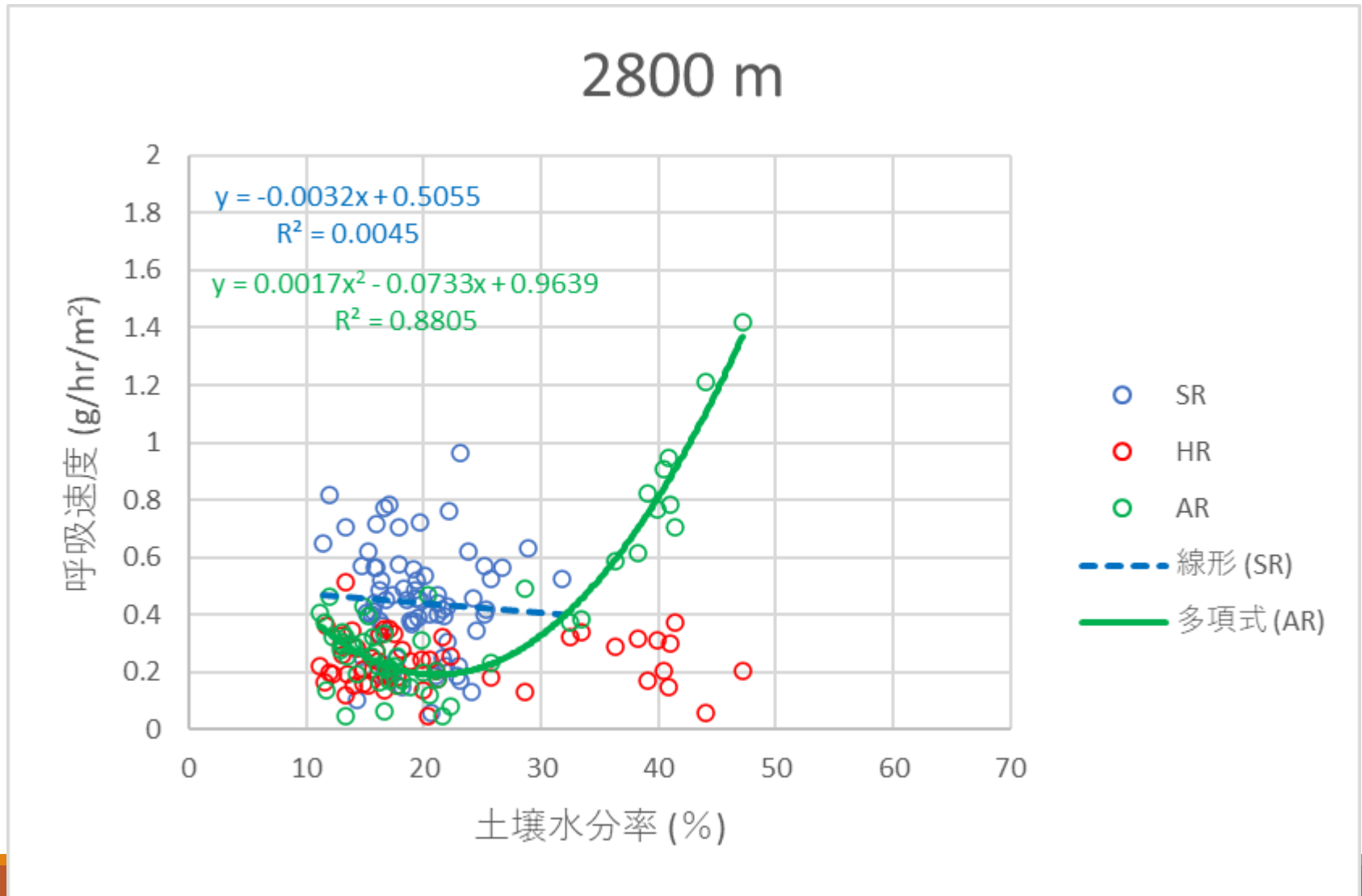
# Results & Discussions

## 2800m 地温と呼吸速度の関係



# Results & Discussions

## 2800m 土壤水分率と呼吸速度の関係



# Results & Discussions

## まとめ

AR

⇒水分率と強い正の相関

2800mは粒度が大きく土壌は未発達

=保水力が小さい

=**土壌水分が地温よりも強い制限要因になっている**

HR

⇒地温や水分率との関係は見られない

**他の制限要因がある？**

土壌微生物叢や地下部のバイオマス、リター量に注目し、  
土壌呼吸速度の律速要因を明らかにする