

# 火山ガスおよび地殻変動観測による 箱根山の火山活動予測

○代田 寧(環境科学センター)

大場 武(東海大学)

谷口無我(気象研究所)

十河孝夫(元温泉地学研究所(現大気水質課))

原田昌武(元温泉地学研究所(現環境科学センター))



2015.7.10

水蒸気噴火の火口



# 火山活動の監視・観測手法

## ➤ 地震観測

どこで、どのぐらいの規模の地震が、いくつ起きているか(群発地震)

## ➤ 地殻変動観測

地下の圧力増加により山が膨らむ変化が生じる(山体膨張)

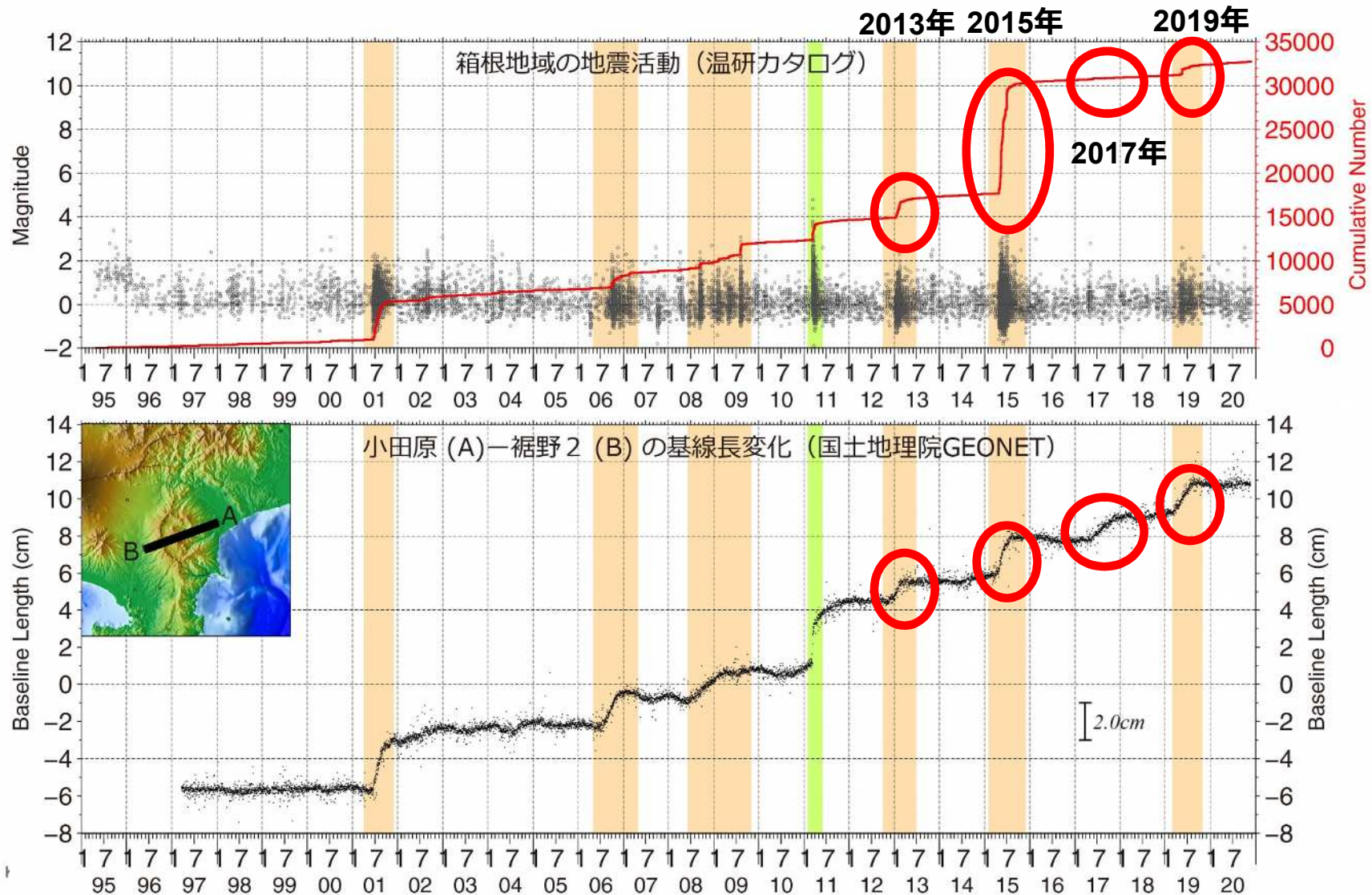
## ➤ 火山ガス観測

火山活動の活発化に伴い、噴気孔から放出される火山ガスに組成変化などが生じる



# 研究の背景

## 箱根山では数年ごとに火山活動が活発化





# 火山ガスとは？

## マグマからの揮発性成分の脱ガス

### 揮発性成分

約 98%

水蒸気 ( $\text{H}_2\text{O}$ )、フッ化水素 ( $\text{HF}$ )、塩化水素 ( $\text{HCl}$ )、  
二酸化硫黄 ( $\text{SO}_2$ )、硫化水素 ( $\text{H}_2\text{S}$ )、二酸化炭素  
( $\text{CO}_2$ )、水素 ( $\text{H}_2$ )、窒素 ( $\text{N}_2$ )、ヘリウム ( $\text{He}$ )、アル  
ゴン ( $\text{Ar}$ )、メタン ( $\text{CH}_4$ )、一酸化炭素 ( $\text{CO}$ ) など

# 火山ガス研究の意義

火山ガス＝地下から送られた手紙（メール）  
（地下の情報が含まれている）

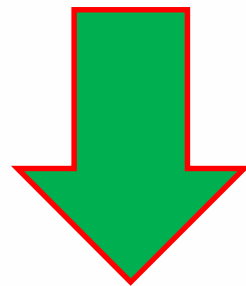


火山の活動状況を知る上で重要

手紙（メール）の読み方  
（化学組成、同位体比、**時間変化**）

# 一般的な火山ガスの採取・分析方法

- 分析技術・専門的知識・経験が必要
- サンプルング・分析ともに煩雑
- 結果が出るまでに時間がかかる



頻繁に測定することは難しい



# 検知管を用いた簡便な方法

- 噴気孔にパイプを挿入し、ガスを吸引
- 冷却捕集ビンを経由して、水蒸気を除去
- 検知管にて、硫化水素、二酸化硫黄、二酸化炭素、酸素の濃度を測定



# 検知管を用いた簡便な方法

- 現場ですぐに結果が出る
- 専門的な技術をあまり必要としない
- 測定頻度を高めることが可能



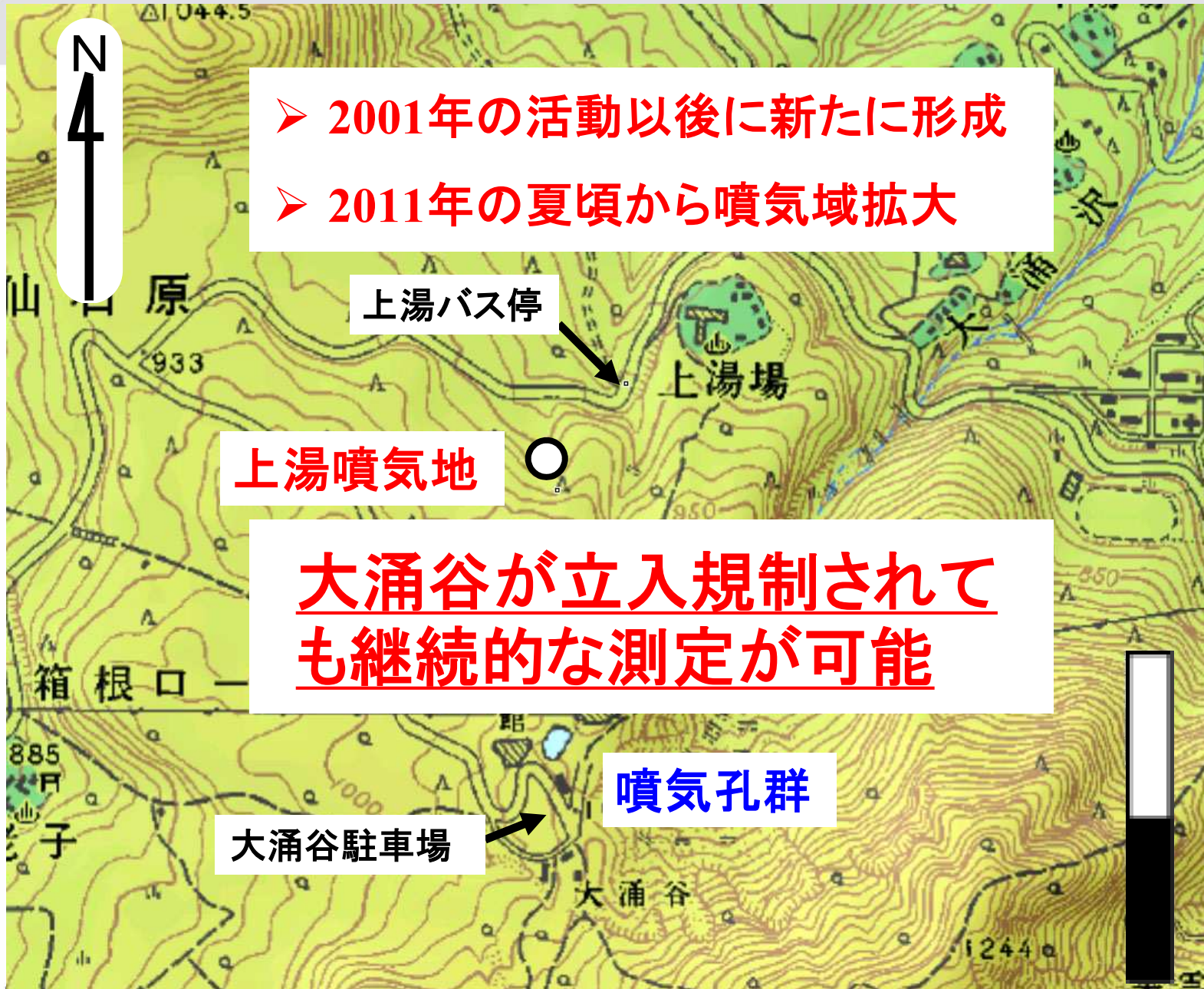
特定の成分の時間変化を調べるのに有効

# 検知管を用いた簡便な方法

- 水溶性のガス ( $\text{SO}_2$  や  $\text{HCl}$ ) の正確な測定は難しい
- 測定できる成分が限定される (不活性ガス ( $\text{N}_2$  や  $\text{He}$  など) は測定できない)







- 2001年の活動以後に新たに形成
- 2011年の夏頃から噴気域拡大

上湯噴気地

大涌谷が立入規制されても継続的な測定が可能

噴気孔群

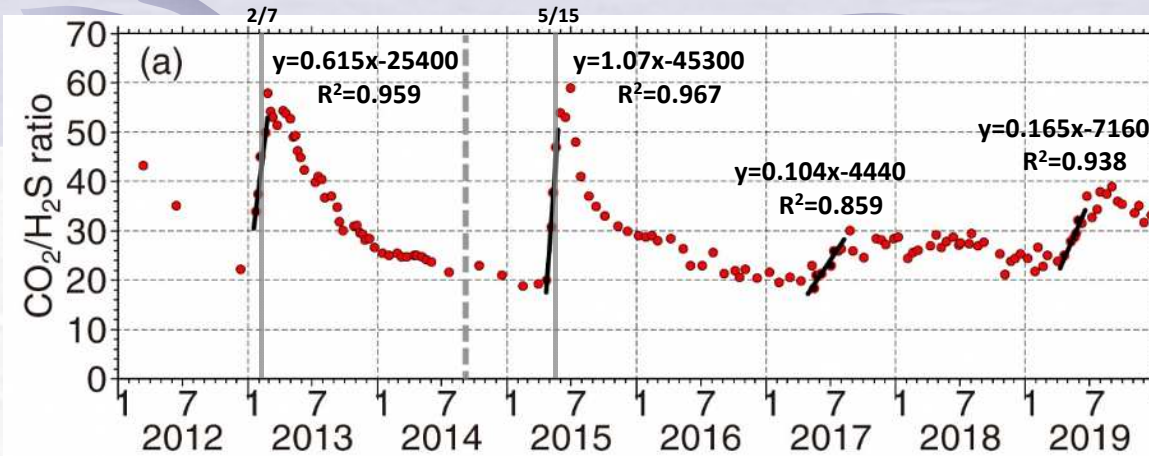
大涌谷駐車場



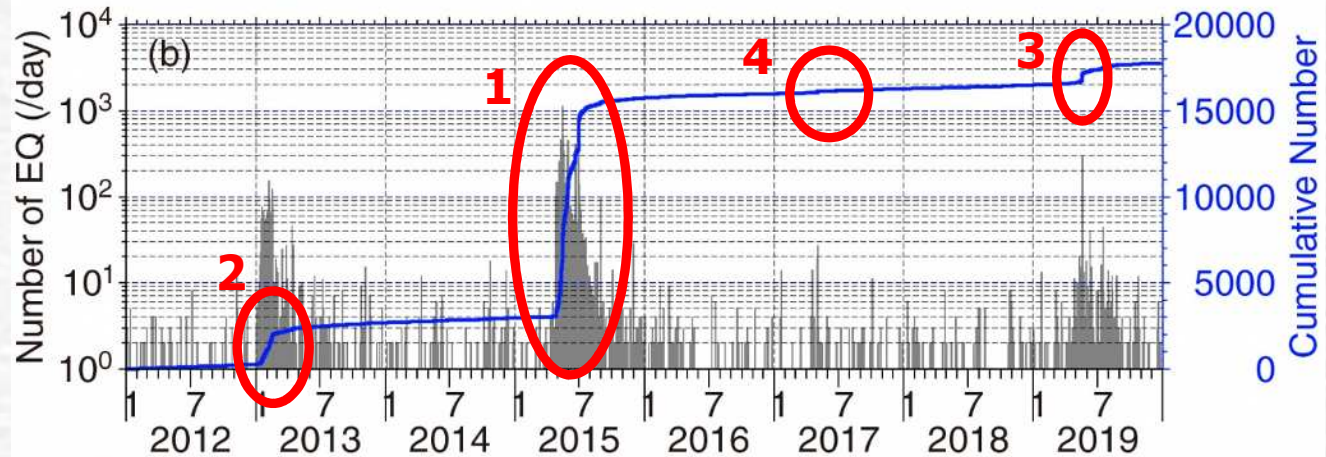




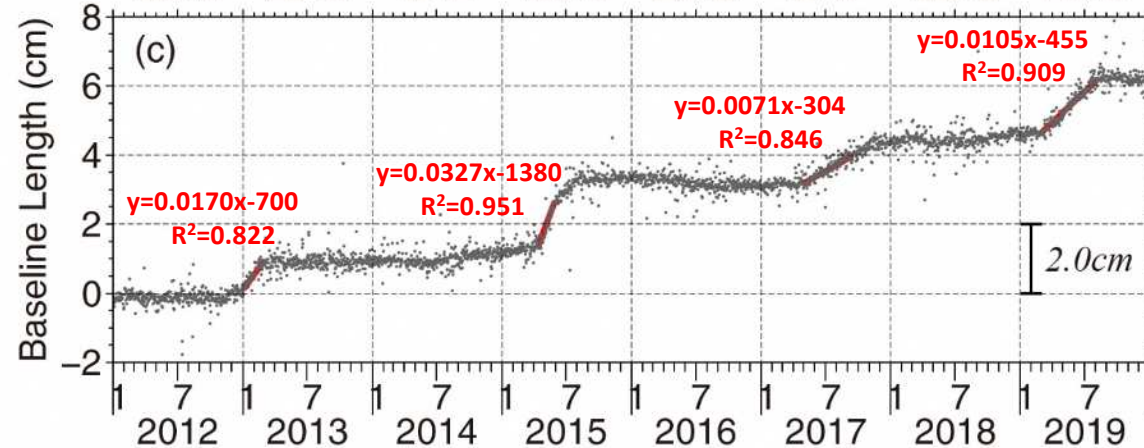
# CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S比



# 地震発生数

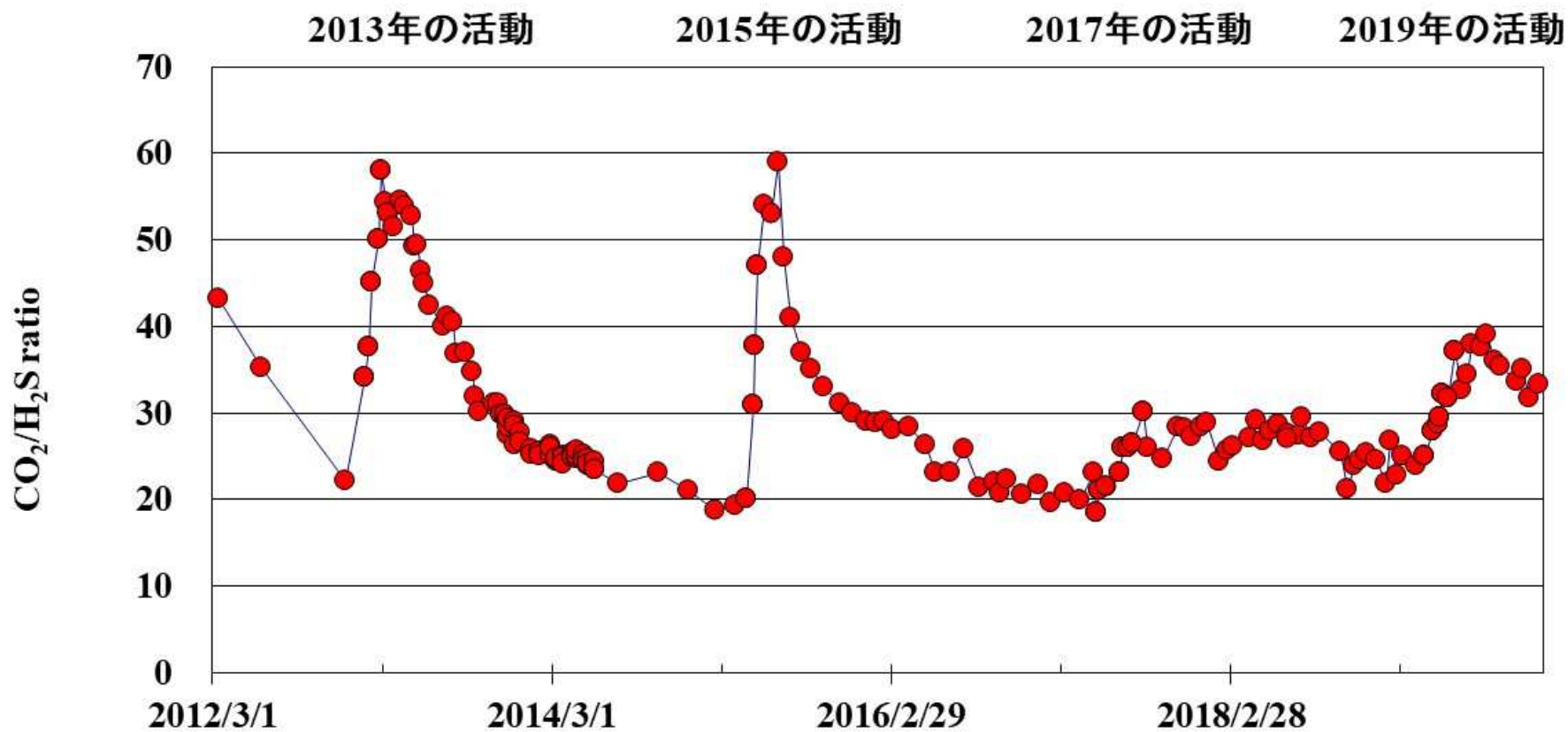


# 基線長変化

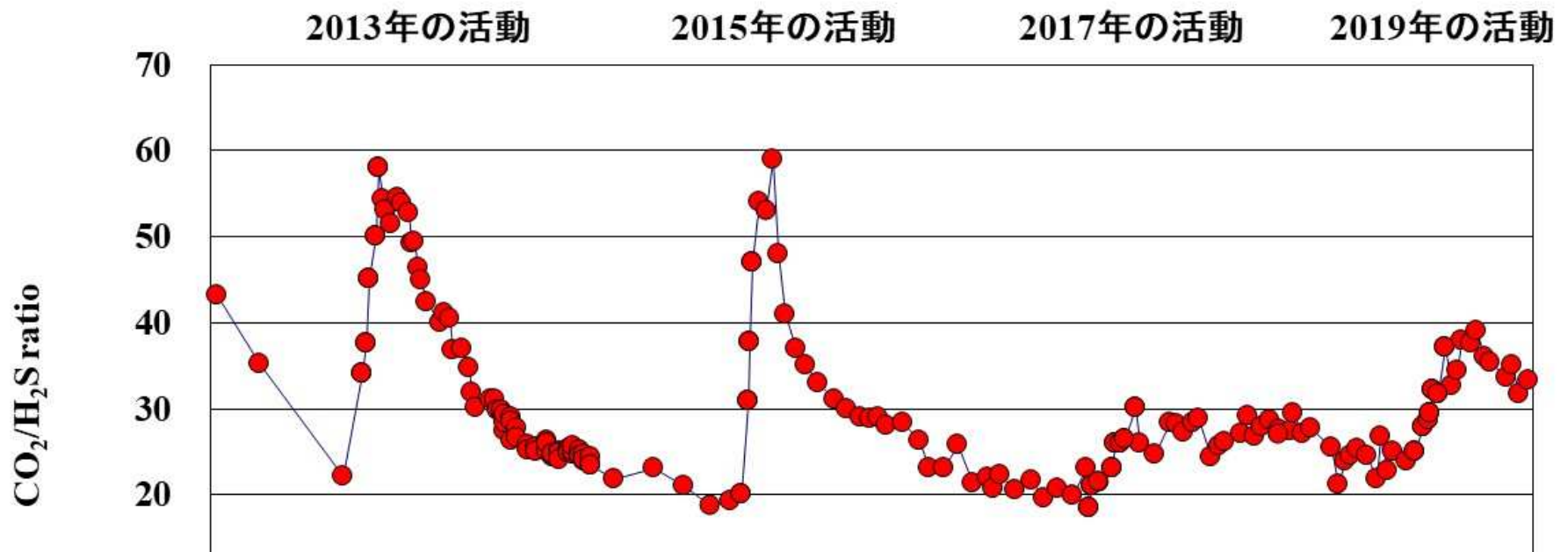




# CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S比の時間変化

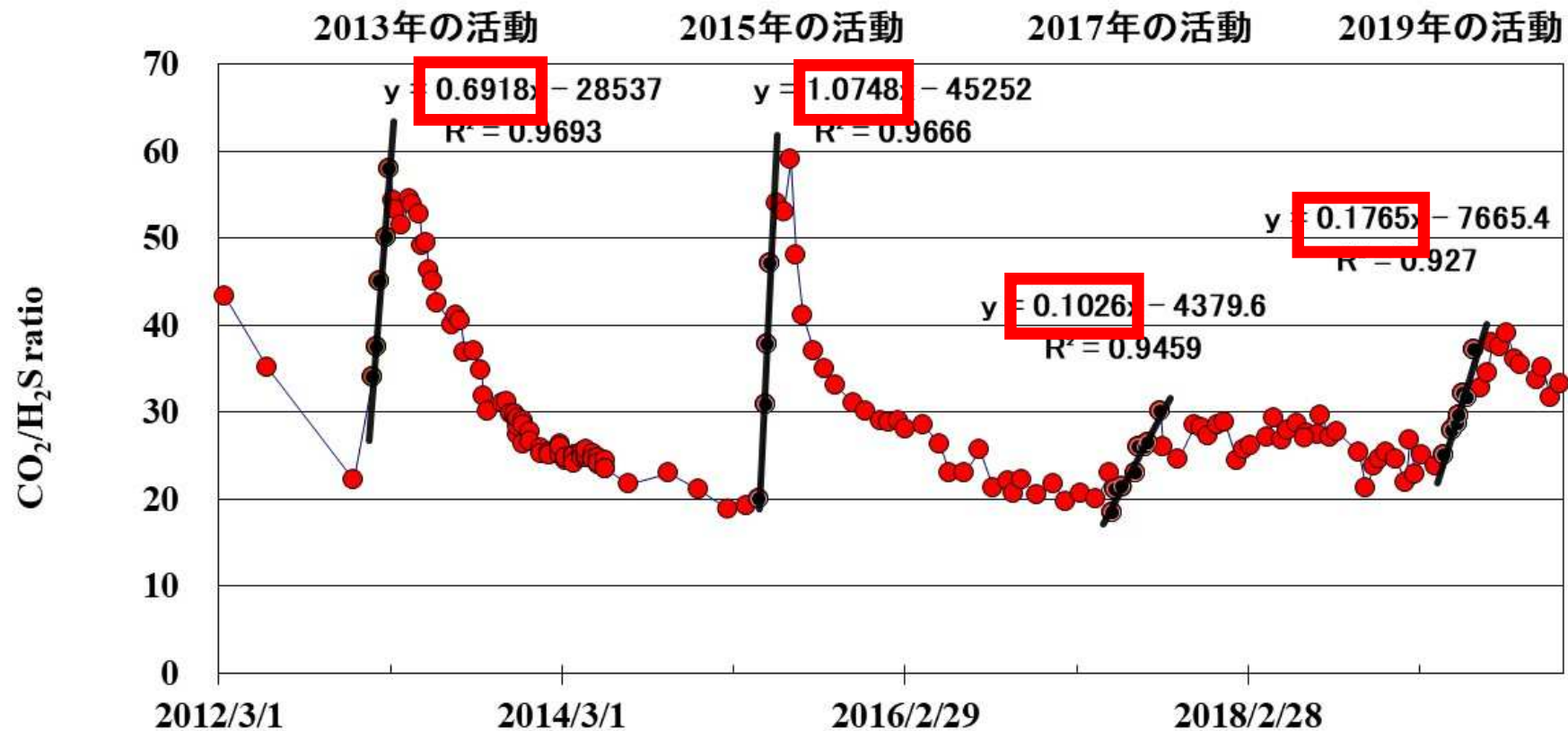


# CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S比の時間変化



- 地震活動の活発化とほぼ同期して上昇の変化  
(事前予測は難しい)
- 活発化後の推移(活動状況)を把握するのに有効
- 終息の見極め(判断材料の一つ)にも活用できる可能性がある

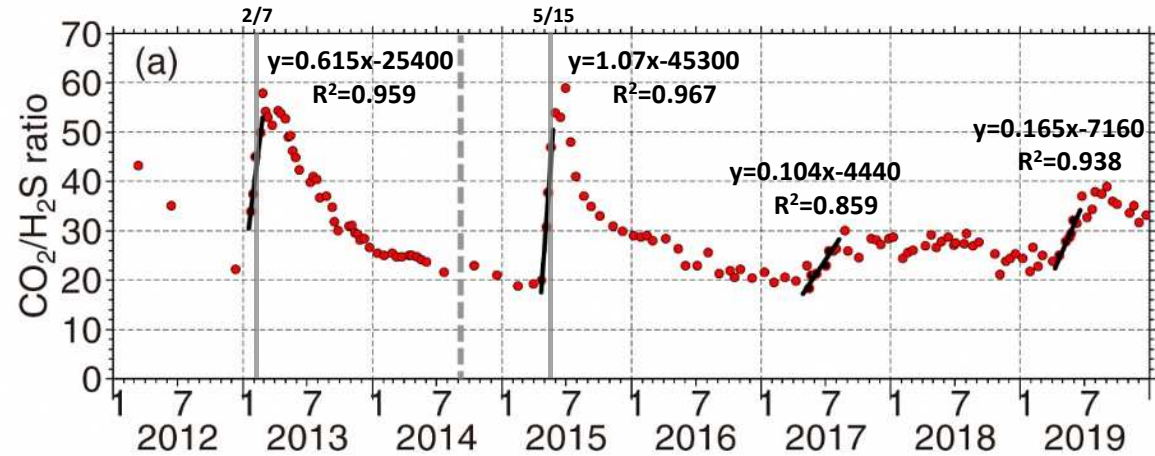
# CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S比の時間変化



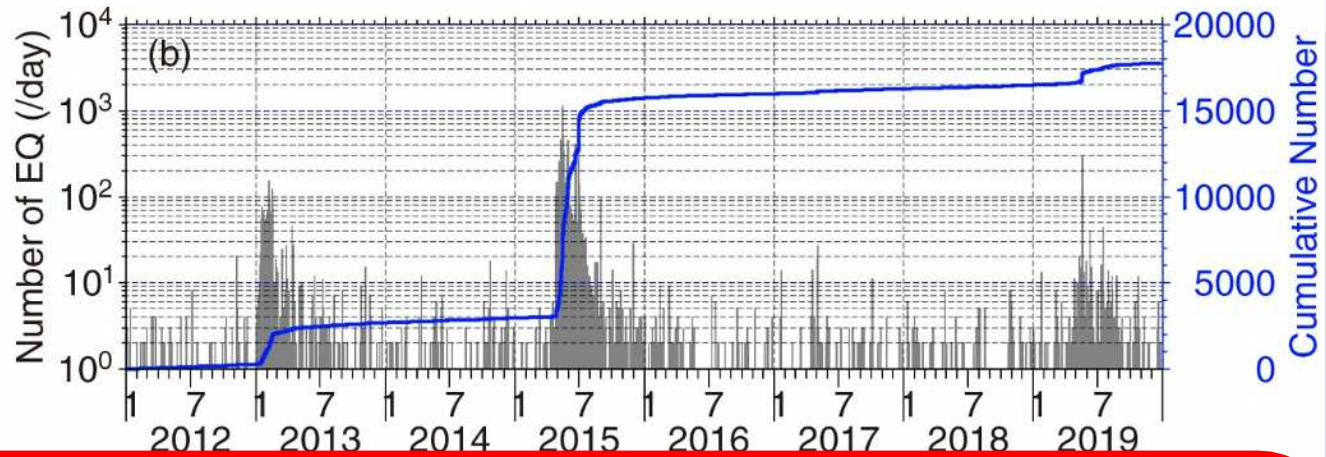
➤ CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S比の変化速度(上昇速度、グラフの傾き)が活動規模に対応している可能性がある。



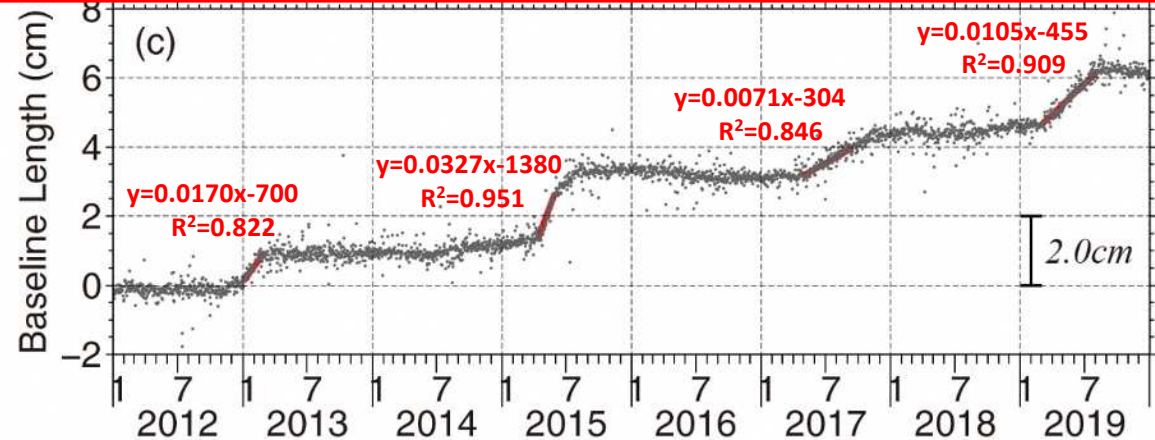
# CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S比



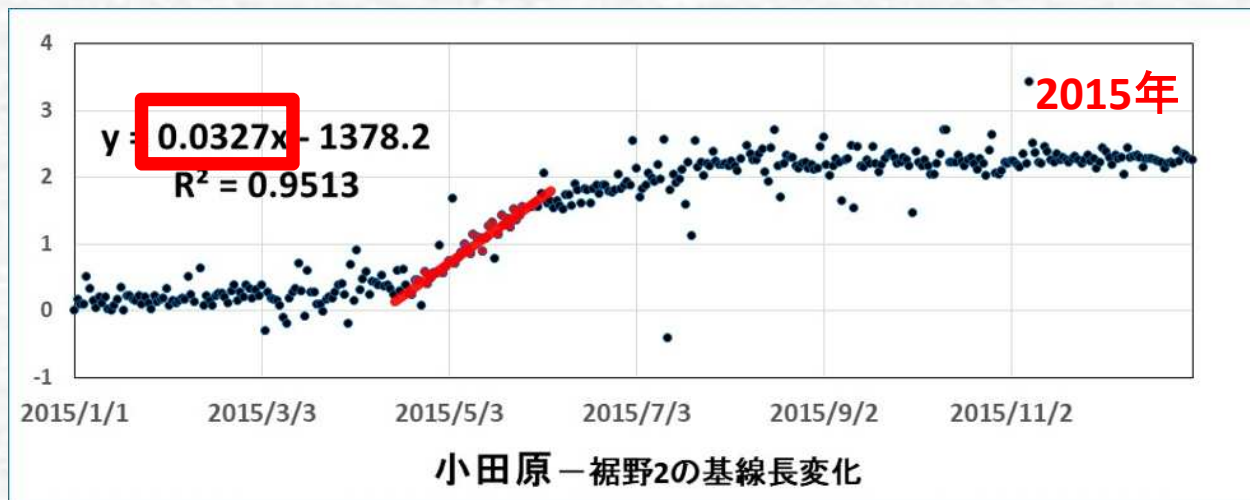
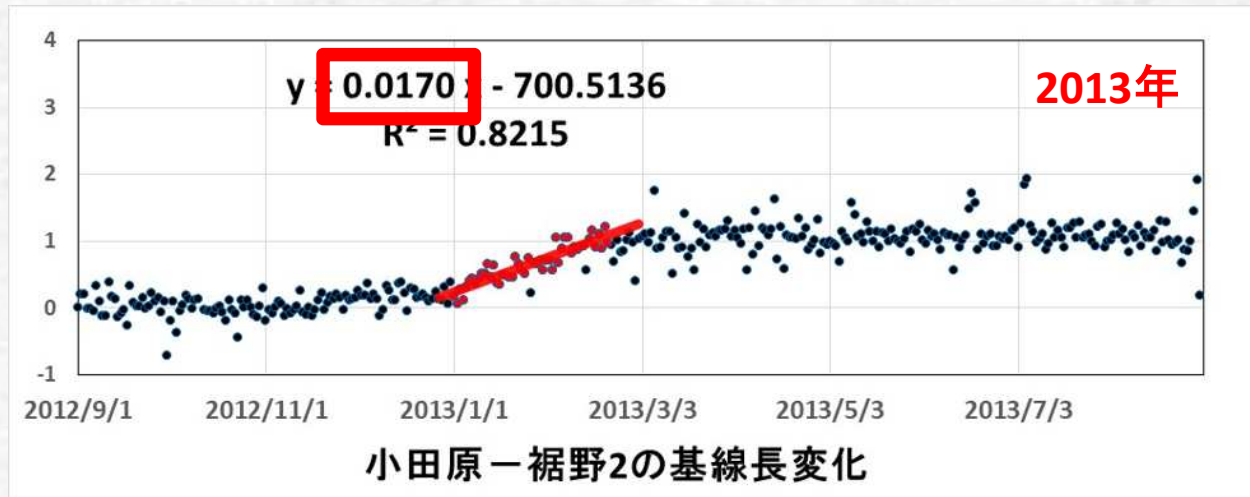
# 地震発生数



# 基線長変化



# 小田原-裾野2基線の基線長変化



# 小田原-裾野2基線の基線長変化

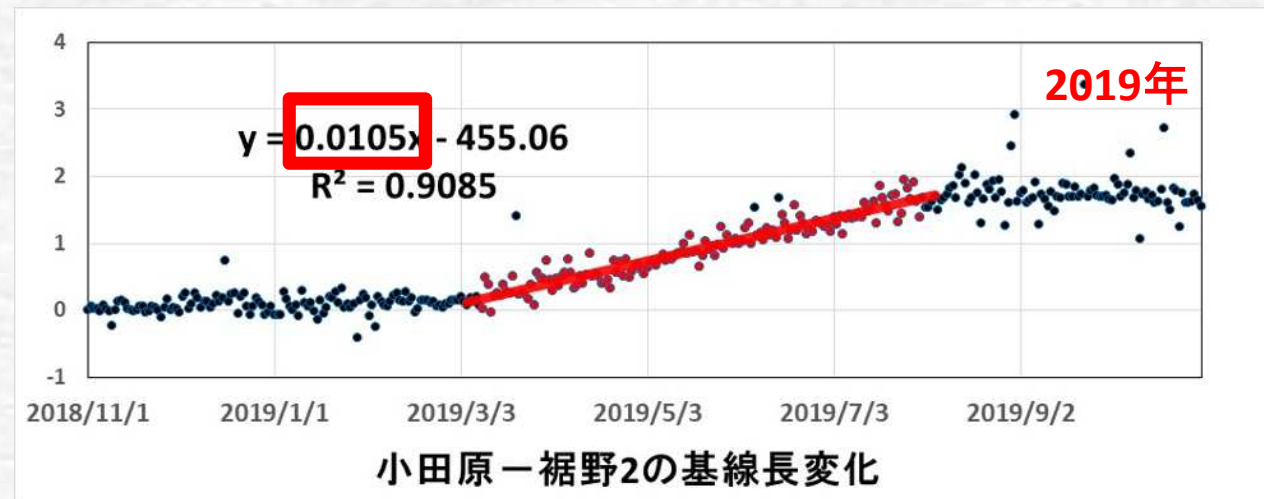
2015年  
0.0327

2013年  
0.0170



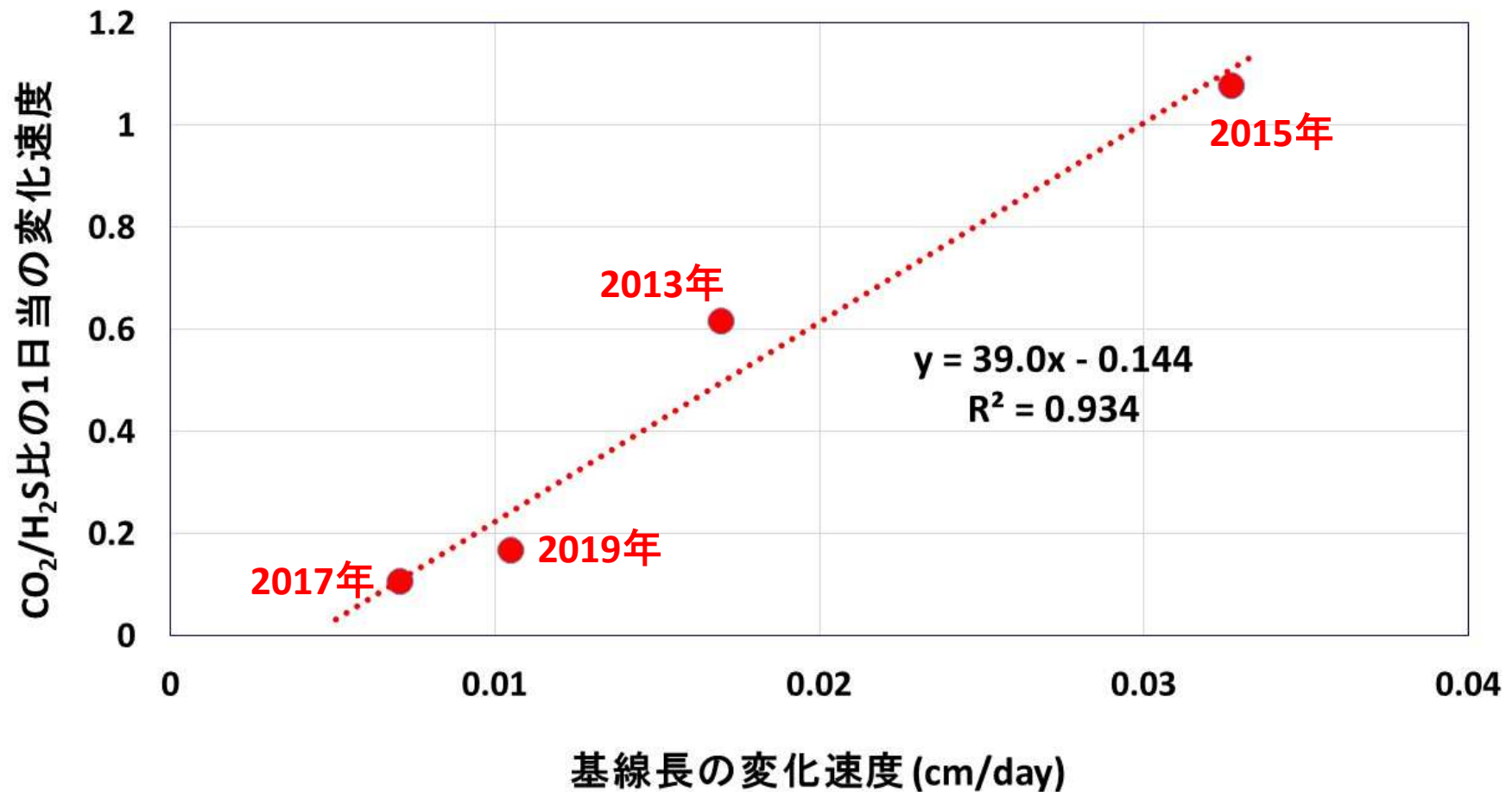
2019年  
0.0105

2017年  
0.0071





# CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S比の変化速度と 基線長変化速度の関係



➤ 非常に良い相関を示す。

# CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S比の変化速度と 基線長変化速度の関係

1.2

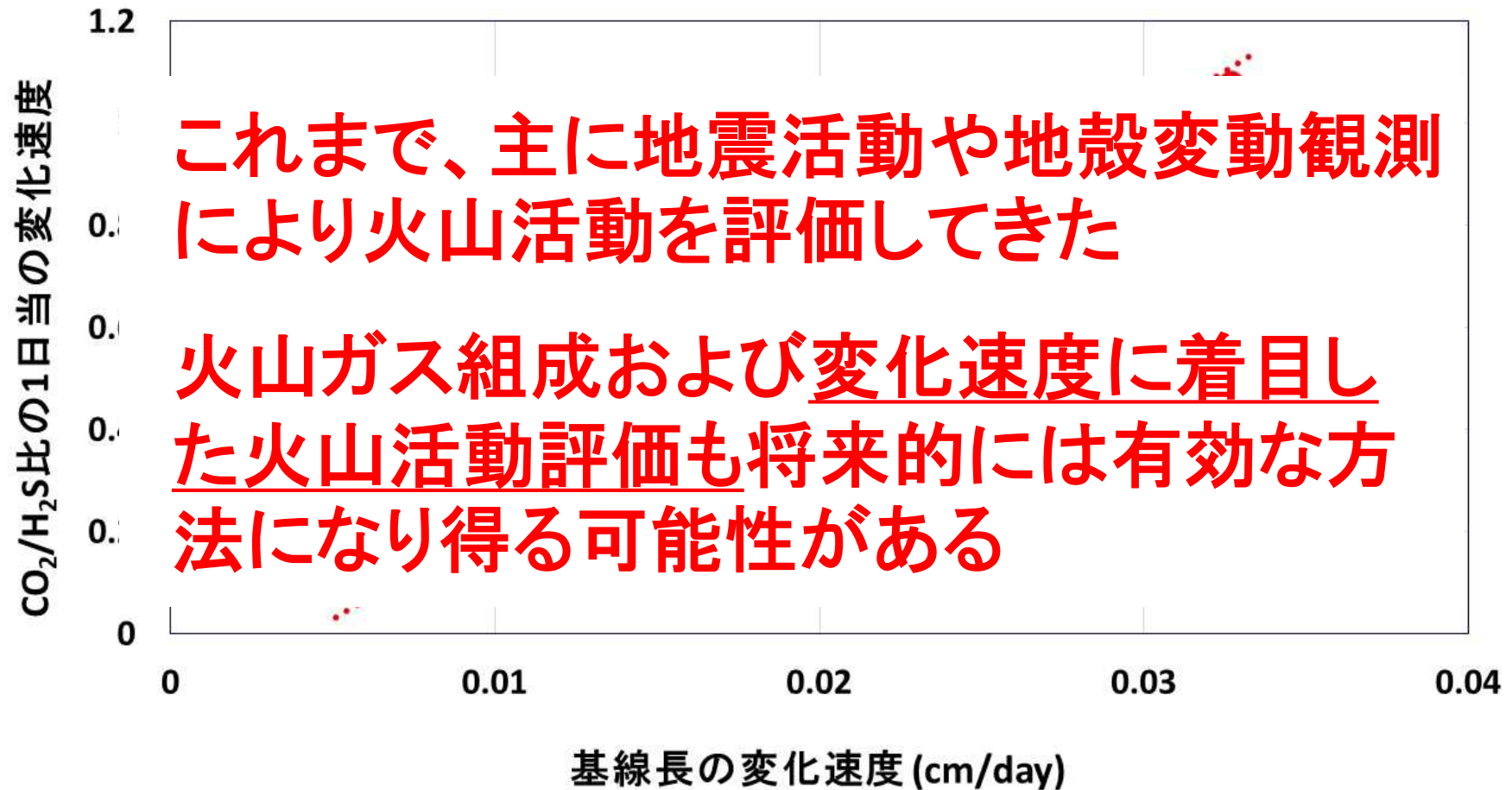
- CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S比および基線長の変化速度は、活動が活発化した際に比較的早期の段階で(少なくとも活動のピークの前に)算出できる可能性がある
- 火山活動が活発化した後の活動規模をある程度予測する指標になり得るのではないかと考えられる
- 現段階ではまだ4データしかなく、今後も観測を継続してデータを積み重ねていくことが重要である



基線長の変化速度 (cm/day)

- 非常に良い相関を示す。

# CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S比の変化速度と 基線長変化速度の関係





# ま と め

- 噴気中の $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比の変化が、火山活動の状況と非常によく対応しており、火山活動の予測に寄与できる可能性がある。
- とくに火山活動が活発化した後の推移（活動状況）を把握するのに有効であると考えられる。
- 終息を見極めるための判断材料の一つにも活用できる可能性がある。

# ま と め

- 噴気中のCO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S比の変化速度(上昇速度)、および基線長の変化速度(伸長速度)に着目することにより、その後の活動規模をある程度予測できる可能性があると考えられる。
- ただし、現段階ではまだ4データしかなく、今後も観測を継続してデータを積み重ねていくことが重要である。

# ま と め

**本発表についてご興味のある方は、以下の論文を参照してください。**

**代田 寧・大場 武・谷口無我・十河孝夫・原田昌武  
(2021)箱根山火山ガス組成による火山活動予測ー火山防災への活用ー, 地学雑誌, 130(6), 783-796.**

**[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jgeography/130/6/130\\_130.783/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jgeography/130/6/130_130.783/_pdf/-char/ja)**