

火山灰中に含まれる鉱物の帯電に着目して

加古川東高校 物理C班

はじめに

日本では火山雷が多く観測されており、火山雷の発生には様々な帯電の影響が示唆されている。しかし火山雷の大まかなメカニズムは分かっているが、細かな部分が未解明であった。そこで私たちはそれを明らかにしたいと考えた。

【火山雷発生メカニズム】

火山が噴火する→火山噴出物同士がぶつかり合う
→摩擦帯電が起きる→火山雷が発生する

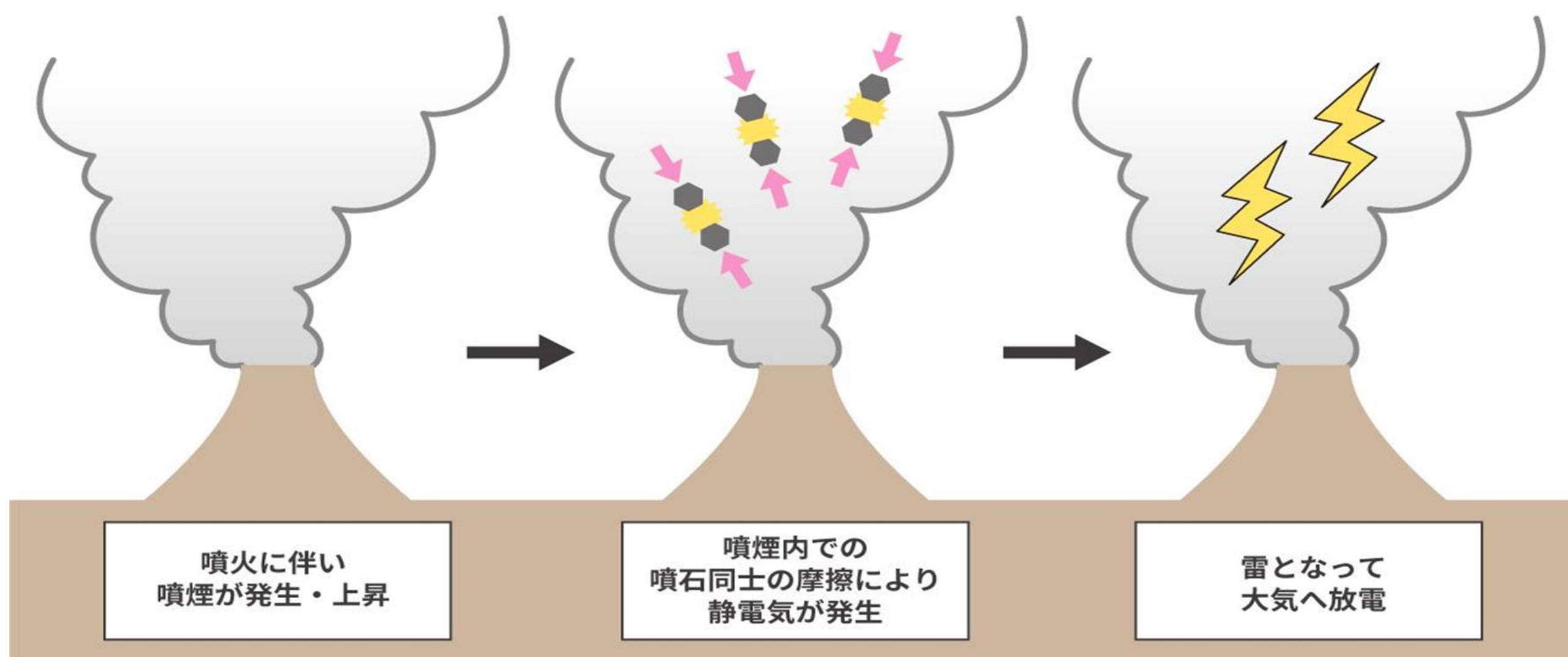


図1 火山雷発生のイメージ図

【先行研究より】

- 火山はマグマの粘性によりその形状が異なる
- SiO₂が多く含まれているほど、マグマはより強い粘性を持つ
- 粘性の低い順に「盾状火山」「成層火山」「溶岩ドーム」
- 成層火山や溶岩ドームの火山で火山雷が観測されている

火山ごとの火山雷の起こりやすさの違いについて
言及した論文はない

実験①

【仮説】

火山灰に含まれる鉱物の種類の違いによって帯電量が異なる

【方法】

- 使用した火山灰は桜島、阿蘇山、新燃岳
- 火山灰を試験管に入れて
90秒間ガスバーナーで加熱する
- 加熱した火山灰を60秒間振って摩擦帯電させる
- 火山灰を紙製の容器の原点に置く
- 紙製容器を＋の電荷を帯びた
バンデグラフに60秒間近づける
(図2)
- 火山灰が移動したことを確認した
のち、＋、原点、－のそれぞれの
地点の火山灰を採取し、顕微鏡で
観察する

※上記の方法を各火山灰ごとに
3回ずつ繰り返す

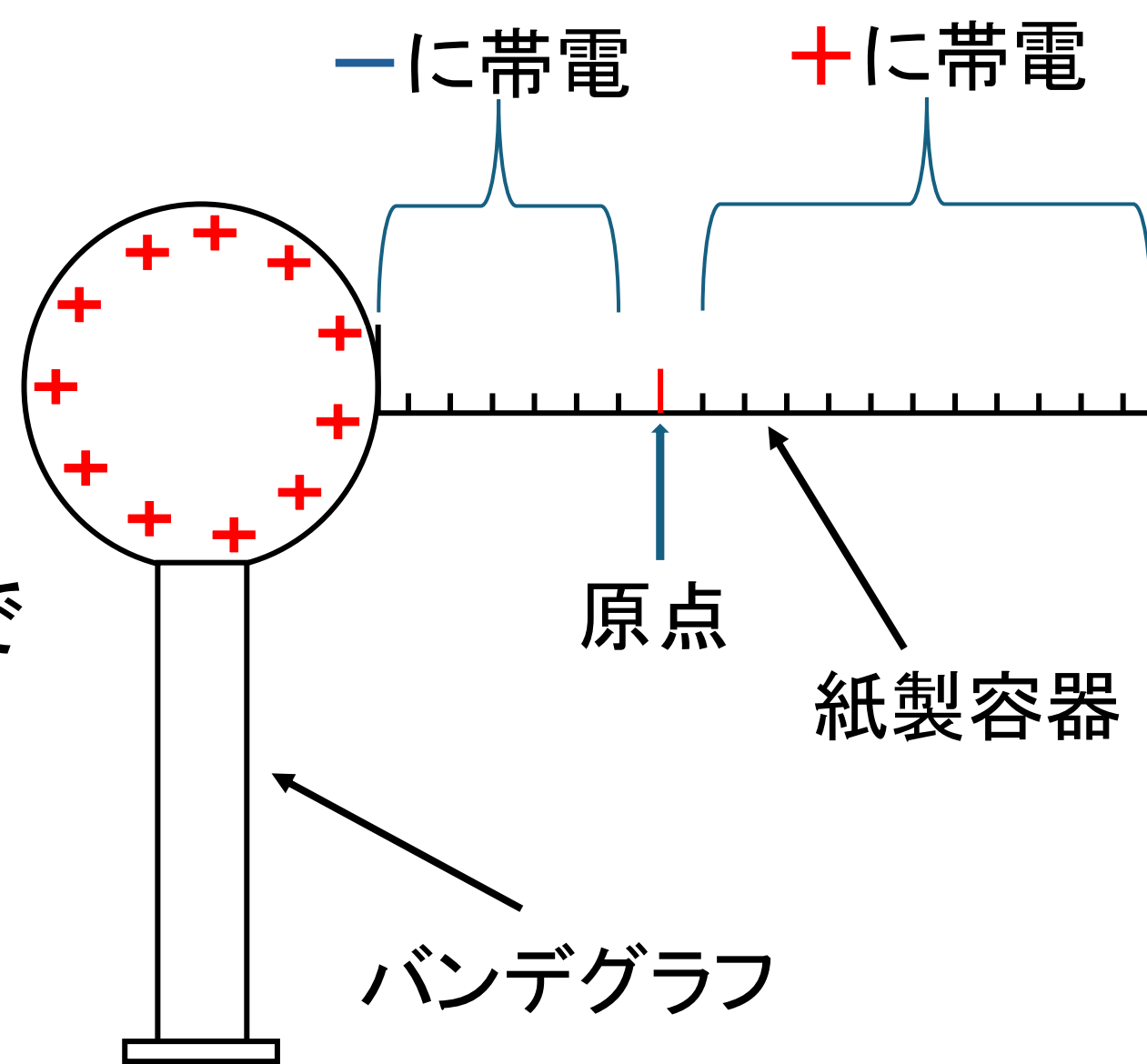


図2 実験装置

【結果】

- ＋に帯電した火山灰、－に帯電した火山灰はほぼ同量
- 火山灰ごとによる反応の違いはあまり見られなかった
- 大きな粒が＋に、小さな粒が－に多く見られた

【考察】

- 火山灰ごとの帯電の特徴に大きな違いがあるとはいえない
- 火山灰の粒の大きさや鉱物の種類などが
帯電のしやすさに影響？

実験②

火山雷が多く観測されている成層火山や溶岩ドームの
マグマにはSiO₂が多く含まれている。

【仮説】

SiO₂の含有量が多い鉱物ほど帯電しやすい

	SiO ₂ の含有量
石英	100%
輝石	52.2%
カンラン石	34.9%

石英、輝石、カンラン
石の順に帯電しやすい
のでは？(表1)

表1 各鉱物のSiO₂含有量

【方法】

- 鉱物(石英、輝石、カンラン石)を砕き、すりつぶす
- 以下実験①の方法2～5と同じ
※上記の方法を各鉱物ごとに5回ずつ繰り返す
- 帯電した鉱物の質量を測定

【結果】

輝石、石英、カンラン石の順に、動いた鉱物の量が多い

	＋の電荷	－の電荷	静止
石英	21.3%	22.7%	47.3%
輝石	40.7%	22.0%	18.7%
カンラン石	9.3%	4.7%	80.7%

表2 各鉱物ごとの電場の影響を受け移動した割合(平均)

【考察】

- 石英と輝石はよく動いたがカンラン石はほとんど動かなかった
→SiO₂含有量が多い鉱物は帯電しやすい
- 石英と輝石は仮説と逆の結果が得られた
→輝石の粒の大きさは石英に比べて非常に小さかった
→電場の影響を受けやすかった

まとめ

- 火山ごとの火山灰の違いは帯電のしやすさに大きく関係しない
- 大きな粒は＋に帯電しやすい
- SiO₂の含有量が鉱物の帯電のしやすさに
関係があると考えられる

今後の課題

- 実験①で火山雷が観測されていない火山の火山灰も用いる
- 実験②に用いる鉱物の種類を増やす
- 実験②の粒の大きさをそろえSiO₂と帯電の関係を明らかにする
- どちらの実験においても試行回数が少なく、
結果の優位性を断言しにくいいため、試行回数を増やしたい

参考文献

- 平井学,木村裕和, 絶縁体同士の摩擦帯電及び接触帯電に関する実験的検討, 2017
- Corrado Cimarelli, Kimberly Genareau, " A review of volcanic electrification of the atmosphere and volcanic lightning", 2022