

受入年度 平成 30 年

課題名 DREAM plus 応用の検討

共同研究員氏名 福地 知則

所属・職名 国立研究開発法人理化学研究所・研究員

受入教員 中村 栄三

### 目的

光核反応（高エネルギー・ガンマ線の照射による原子核の核種改変）による放射化分析を用いた岩石組成の分析法を確立する。また、岩石の放射化により陽電子断層撮影法（Positron Emission Tomography: PET）を用いた陽電子放出核種のイメージング、イメージング・プレートを用いたベータ線放出核種のイメージングの可能性について検討する。

### 方法

岡山大学惑星物質研究所より提供を受けた岩石サンプル(①gl-drlal, ②gl-tahiti)に、東北大学電子光理学研究センターの大強度電子線形加速器により加速した電子ビームの制動輻射ガンマ線を照射した。その後、ガンマ線照射により生成した放射性核種を、ゲルマニウム半導体検出器により分析した。サンプルの組成は、岡山大学惑星物質研究所における誘導結合プラズマ質量分析計(ICP-MS)による測定から既知である。放射化およびガンマ線測定の詳細は下記の通りである。

### 放射化

照射サンプル：①gl-drlal(12.19 mg) ②gl-tahiti(18.95 mg)

電子線エネルギー：50 MeV（白金コンバーターによる制動輻射ガンマ線を照射）

ビーム量：125  $\mu$ A（平均）、照射時間：3 時間

### 分析

サンプル①②ともに、1 日後(10 時間測定)、204 日後(1 時間測定)、365 日後(30 分測定)のガンマ線エネルギー・スペクトルをゲルマニウム半導体検出器により取得。

### 結果

得られたガンマ線スペクトルのガンマ線ピーク・エネルギーにより生成核種を同定した(ガンマ線スペクトルの例を図に示す)。照射 1 日後のスペクトルから主に短半減期核種を、照射 204 日後、365 日後のスペクトルから長半減期核種を同定した。

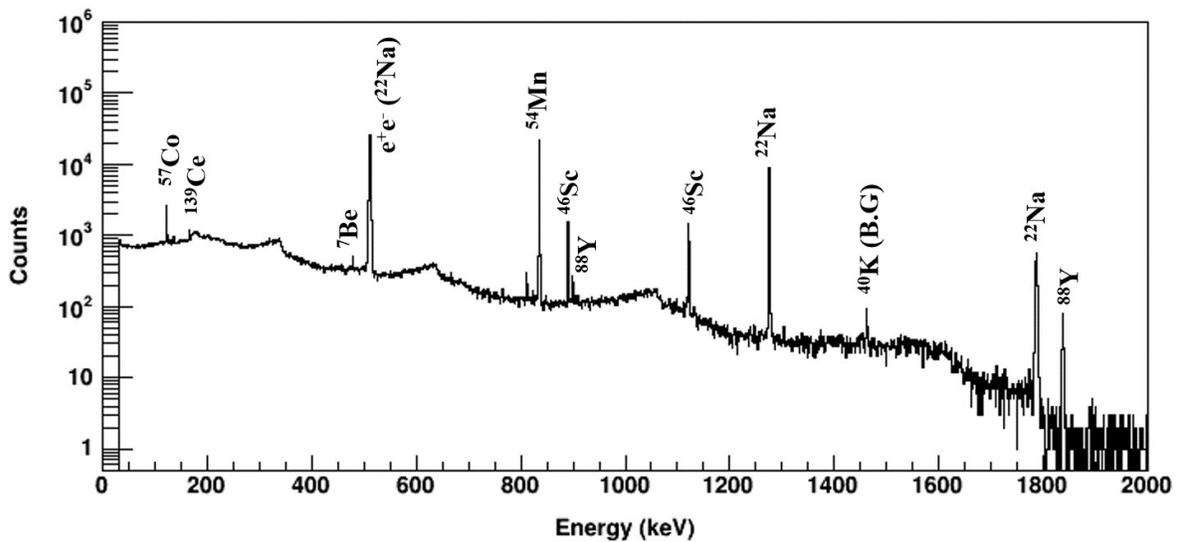
同定した核種（括弧内）および、元の核種は下記の通りである。

### 短半減期核種（1 日後スペクトル）

Mg(<sup>22</sup>Na, <sup>24</sup>Na), Si(<sup>28</sup>Mg), Ca(<sup>42</sup>K, <sup>43</sup>K), Ti(<sup>47</sup>Ca, <sup>44</sup>Sc, <sup>46</sup>Sc, <sup>47</sup>Sc), Fe(<sup>52</sup>Mn, <sup>52</sup>Fe, <sup>54</sup>Mn)

### 長半減期核種（204 日後、365 日後スペクトル）

Be(<sup>7</sup>Be), B(<sup>7</sup>Be), Sr(<sup>84</sup>Rb), Zr(<sup>88</sup>Zr, <sup>88</sup>Y, <sup>95</sup>Zr), Ce(<sup>139</sup>Ce)



図：ガンマ線エネルギー・スペクトルの例（サンプル①、照射 204 日後）

これらの結果により、B, Be, Mg, Si, Ca, Ti, Fe, Sr, Zr, Ce について、定量が可能であることが分かった。

#### 考察

放射化分析の手法で定量が可能である元素について、ビーム照射量と反応断面積から実際の含有量を算出し、その感度と精度を決定することは今後の課題である。しかしながら、サンプル①の ICP-MS による測定では検出限界以下であった Be, B について、ガンマ線放出核種である <sup>7</sup>Be が生成しており、ガンマ線スペクトルにおけるピークカウント数による定量可能であることから、従来手法より高感度での検出が期待できる。また、<sup>7</sup>Be の半減期 53.3 日に最適化したタイミングでの測定、もしくは、化学精製によるバックグラウンドとなる放射性核種の分離を行うことで、さらなる高感度化も望める。

イメージングについては、電子放出核種 <sup>22</sup>Na が Mg から生成していることにより、Mg の 3 次元分布 PET を用いてイメージング可能と考えられる。また、ベータ線放出核種を生成する元素については、イメージング・プレートを用いた 2 次元断面のイメージングが可能であることが分かった。