

微小領域分析が拓く地球科学

—第16回地質調査所研究講演会へのお誘い—

森 下 祐 一¹⁾

1. はじめに

来る平成12年11月29日(水)、東京の三会堂ビルにおいて「微小領域分析が拓く地球科学」と題して、地質調査所研究講演会が開催されます。同講演会では二人の講師に特別講演をお願いするほか、地質調査所の二次イオン質量分析装置(写真1)を用いた研究等を紹介しします。

総合科学である地球科学は、様々な手法を用いて研究が進展しますが、機器の技術的な高度化に伴い、最先端の研究が生まれてきました。地球科学試料の元素分析や同位体分析においても、目的や対象に応じて多くの機器分析法が活用されています。

近年、岩石の微小部分や1粒の鉱物が重要な情報を持っていることが明らかになってきており、元素分析法や同位体分析法を微小な試料に適用する技術が求められています。今回の研究講演会では、この微小領域分析の意義について考えると共に、それを地球科学に適用した研究について紹介しします。

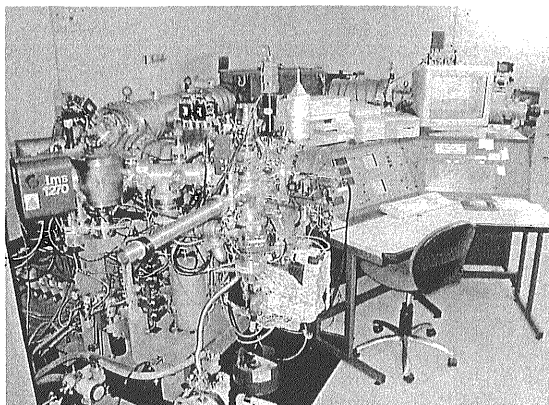


写真1 二次イオン質量分析装置(SIMS)。

2. 講演概要

本講演会では、微小領域分析の有力な手法の一つである二次イオン質量分析装置(SIMS)に関して、初めに地質調査所で研究に用いているSIMSの概要を紹介しします。地質調査所が導入したSIMSは高感度・高分解能の大型SIMSで、地球科学分野の課題に対応するための性能を備えています。また、地質調査所SIMSグループが実施している研究概要も併せて紹介しします。

我が国でいち早くSIMSを導入し、今日まで種々の分析に活用して、分析法の開発に取り組んでこられた(株)松下テクノリサーチ代表取締役常務の吉岡芳明氏を講師としてお招きし、特別講演として、SIMS等に関する豊富な御経験を話していただきます。

地質調査所ではSIMSを導入する以前から、気体質量分析計を使って軽元素の同位体比測定を行なっています。SIMSも試料のイオン化法は異なりますが、同じ重さのイオンを測定する質量分析計です。SIMSの特徴である微小領域その場測定を軽元素の同位体比測定に適用した研究を、私が紹介しします。特に、SIMS測定法をシリコン結晶に適用した研究概要について述べます。

SIMSを用いてジルコン1粒のU-Pb年代を求めた新手法は地球科学での大きなブレイクスルーでしたが、このことは地球科学分野においてSIMSに対する関心を高めました。地質調査所でもSIMSを用いたU-Pb年代測定法の検討を進めていますが、応用範囲が大変に広い微小領域U-Pb年代に関する研究を小笠原正継さんが講演しします。

午後は、九州大学大学院理学研究院教授の高岡宣雄先生に特別講演をしていただきます。原始太

1) 地質調査所 資源エネルギー地質部

キーワード: 二次イオン質量分析法, 微小領域分析, 研究講演会, SIMS

陽系星雲の化石とも言える隕石を研究対象として、その中の希ガス分析に基づいた太陽系初期状態の研究を御紹介頂きますが、地球惑星科学の面白さを豊富な御経験から聞き取ることができるのではないかと期待します。

地球の年齢は隕石の年代測定値等から推定されていることは御存じでしょうか？ このため、隕石は太陽系初期環境、つまり地球の初期条件を与える鍵であると言えます。この隕石が生成した当時、隕石中に存在していた短寿命放射性核種²⁶Al(いわゆる消滅核種)を用いた太陽系初期数百万年のSIMS年代研究を木多紀子さんが発表します。隕石のように非平衡な粒子が集成している試料は、SIMSが最も威力を発揮する研究対象です。

今年は日本列島で火山の噴火が相次ぎ、大きな社会問題にもなっています。SIMSは微小領域分析が得意ですが、マグマの研究や火山噴火機構の研究にも大きな力を発揮しています。つまりSIMSは「ミクロの目で地球のダイナミクスを解明」するための強力な研究手法である、と言えます。本講演会では有珠山や三宅島での今年の火山噴火について、まず東宮昭彦さんが、岩石・鉱物に残されたマグマ溜まりの進化や噴火過程の履歴を微小領域分析により読み取り、モデル化します。次に宮城磯治さんが、火山噴火においてマグマ中のガス成分が果たす重要な役割について述べ、SIMS等を用いた分析結果に基づき、噴火機構のモデルについて検討します。

以上が口頭発表の紹介ですが、時間の関係で以下の研究発表4件はポスター発表とさせていただきます。昼の休憩時間に見ていただいて、発表者と議論していただきたいと思ひます。

富樫茂子さんは火山岩に含まれる斜長石の微量元素組成濃度をSIMSを用いて精密測定して、マグマ溜まり中の元素分配に関して従来の研究を進めた知見を得ました。岡井貴司・鈴木 淳さんはサンゴ等の生物試料にSIMSを適用する方法について検討しています。Liu Yongzhongさんは木多紀子さんの発表と同様のテーマについて、より測定技術に即した報告をします。佐藤久夫さんは微小領域分析の一手法として確立しているレーザーマイクロプローブ法を用いて、三宅島・八丈島・雲仙火山産の斜長石の酸素同位体分析を行い、多くの斜

長石斑晶において酸素同位体異常構造を見いだしました。

3. プログラム

当日のプログラム(演題とその要旨)を以下に掲載します。

午前の部:

9:50 <開 場>

10:00~10:05 開会の挨拶

10:05~10:20

微小領域分析が拓く地球科学

地質調査所 資源エネルギー地質部 森下 祐一

地球科学分野の研究で重要性を増している微小領域分析の有力な手法の一つに、二次イオン質量分析法(SIMS)がある。地質調査所が導入したSIMSの概要を紹介し、合わせて本日の各講演内容を概観することにより、微小領域分析の意義について述べる。

10:20~11:10

[特別講演] SIMSと私

(株)松下テクノリサーチ 代表取締役常務 吉岡 芳明

SIMSの装置開発やSIMS分析手法の研究・開発・応用に23年間関わった経験をもとに、SIMSの歴史とその将来性、及びSIMSを用いた分析・解析の位置付けの変遷について述べる。

11:10~11:50

微小領域における硫黄・シリコン同位体比の精密測定

地質調査所 資源エネルギー地質部 森下 祐一

硫黄等軽元素の同位体比は、それを含む鉱物が生成する場の物理化学条件により大きく変化する。このため、従来から岩石・鉱物試料をガス化してその同位体比を気体質量分析計で測定し、鉱物生成環境の推定に関する研究を進めてきた。特にシリコンは、重要な半導体材料であると同時に標準物質としても用いられているが、同位体組成に関する研究は十分ではなかった。本講演ではSIMSを用いて硫黄・シリコン同位体比の微小領域測定を行なう上での検討事項を紹介し、SIMSを用いた同位体比測定の持つ意義について述べる。

11:50~12:30

岩石中のジルコン1粒から解明する岩石の生い立ち

-SIMSを用いたジルコンのU-Pb年代測定とその意義-

地質調査所 資源エネルギー地質部 小笠原 正継

花崗岩などの酸性の岩石に普遍的に含まれるジルコン結晶を対象として求めるU-Pb年代は、数千万年より古い岩石の年代測定法として用いられており、特に先カンブリア代の岩石については、最も信頼できる年代を与える。SIMSを用いると、25ミクロン以下の領域のU-Pb年代を求めることが可能となり、ジルコン1粒毎の年代を求めること

ができる。特に、複雑な過程を経て形成されたジルコンでは、結晶1粒中の更に微小部分の年代を求めることができ、岩石の形成過程を解明する重要な情報を提供する。本講演では地質調査所のSIMSを用いたU-Pb年代測定例を紹介し、その意義について述べる。

12:30~13:50 <休憩:ポスターセッション>

午後部:

13:50~14:40

[特別講演]隕石希ガスの微細分布から見た太陽系初期状態
九州大学 大学院理学研究院教授 高岡 宣雄

始原的隕石は、原始太陽系星雲で作られた様々な鉱物の集合体で、太陽系物質がどのような条件の下で、どのような過程を経て形成されたかを記録している、いわば原始太陽系の化石である。この化石に記録されている原始太陽系形成の情報の中でも、最も安定に保持されている同位体組成を測定することによって、46億年前に何が起こったかを解読できる。特に、吸着や溶解などによって隕石中にトラップされた希ガスは、化学的に不活性であり、岩石鉱物形成時の星雲の条件や隕石母天体での変成過程を反映する。高感度・高分解能の希ガス同位体分析法を駆使した、希ガスによる太陽系の初期状態の研究について解説する。

14:40~15:20

SIMSで探る原始太陽系

地質調査所 地殻化学部 木多 紀子

隕石は地球の原料物質であり、地球の年齢は隕石の年代測定により与えられている。このため、隕石は地球の初期条件を与える鍵として重要である。原始太陽系星雲の化石に相当する隕石は、形成時刻、場所、物理化学環境の違う様々な物質がミクロンスケールで混在しているため、SIMSによる隕石の局所分析が重要な役割を果たしている。本講演では極めて未分化な隕石中のコンドルールのSIMS分析に基づき、短寿命放射性核種²⁶Alを用いた太陽系初期数百万年の年代研究について述べる。

15:20~15:50

微小領域分析で明らかにする有珠火山マグマ溜まりの進化過程

地質調査所 地殻熱部 東宮 昭彦

有珠火山は、1663年に新たな活動期に入って以来、数十年おきに噴火を繰り返す活火山であり、2000年にも噴火が起きたばかりである。各噴火における噴出物に含まれる結晶(斑晶鉱物)の微小領域化学分析を行なった結果、1663年以降のマグマ溜まりの進化や噴火過程が岩石学的に読めるようになってきたので、その報告をする。

15:50~16:20

SIMSでみる火山噴火

地質調査所 環境地質部 宮城 磯治

有珠山や三宅島における火山噴火では、マグマ自体に

溶解していたガスと過熱された地下水によって、岩塊や火山灰が空高く巻き上がった。本講演では、火山噴火においてマグマ中のガス成分(主にH₂O、CO₂)が果たす重要な役割について述べ、SIMSを用いたガス成分分析によって何がわかるかを、最新の成果に基づいて紹介する。

16:20~16:40 総合討論

16:40~16:45 閉会の挨拶

10:00~16:20 <ポスターセッション>

(1) 斜長石のSIMS測定によるマグマ組成の推定

地質調査所 地殻化学部 富樫 茂子

火山岩に含まれる斜長石の微量元素組成濃度から、マグマの組成を定量的に推定するために、元素の分配の規則性を精密なSIMS測定により求めた。温度が一定ならば、元素分配は斜長石の灰長石成分によって大きく変化する。変化の割合は元素のイオン半径に支配されている。この規則性を用いれば、地球のマグマだまり中の結晶化・脱ガス・マグマ混合過程のみならず、月などの地球外天体のマグマ組成変化についても、小さな斜長石片のSIMS測定によって推定が可能である。

(2) サンゴの微小領域分析による環境変動解析の試み

地質調査所 地殻化学部 岡井 貴司

海洋地質部 鈴木 淳

サンゴやシャコ貝といった炭酸塩の骨格(殻)を持つ生物は、その成長に伴い炭酸塩の骨格を形成する際に、その周辺の様々な環境の変化を記録していることから、これらに含まれる化学成分を分析して過去の環境変動を解明する研究が行われている。SIMSを用いた炭酸塩の分析手法について検討するとともに、サンゴの微小領域分析から、より時間分解能の高い環境変動解析の可能性や環境指標としての正確さ・的確さの検証について考える。

(3) マルチコレクターを用いた精密Mg同位体比測定とコンドルールの年代測定

地質調査所 地殻化学部 Liu Yongzhong

太陽系の初期に形成したコンドルールと呼ばれる球粒は太陽系初期の化学分別を探る重要な鍵である。コンドルール中に存在した短寿命放射性核種²⁶Alに由来する²⁶Mgの0.1%以下というごくわずかな過剰を検出してコンドルール形成のタイムスケールを調べるため、マルチコレクターファラデーカップを用いて0.01%の高精度のMg同位体測定法を開発した。コンドルールの年代測定結果を含め報告する。

(4) 斜長石斑晶の酸素同位体累帯構造

地質調査所 地殻化学部 佐藤 久夫

斜長石は玄武岩からデイサイト質マグマまで広く出現し、地殻物質の進化を教えてくれる重要な鉱物である。三宅島・八丈島・雲仙火山産の斜長石を、高精度微小酸素同位体分析が可能なレーザーマイクロプローブを用いて調べたところ、多くの斜長石斑晶において酸素同位体累帯構造

が認められた。この現象は実験的に合成した斜長石においても認められ、メルトの組成変化だけでなく結晶成長条件にも支配された現象であることが明らかになった。

4. 参加のご案内

この研究講演会とはどなたも参加できます。開催日時、会場、参加方法等の詳細は下記の通りです。是非、多くの皆様がお出席くださいますよう、お待ちしております。

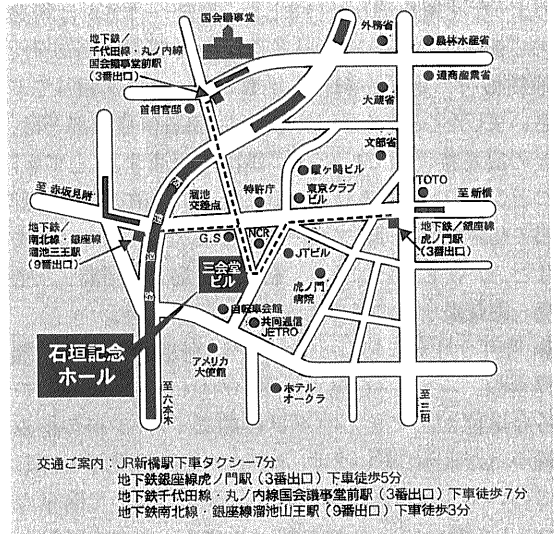
第16回 地質調査所研究講演会 微小領域分析が拓く地球科学 -二次イオン質量分析法(SIMS)を中心にして-

日時：平成12年11月29日(水) 9:50開場、10:00開演
場所：三会堂ビル9階 石垣記念ホール (右図参照)
〒107-0052 東京都港区赤坂1-9-13
TEL 03-3582-7451

主催：工業技術院地質調査所・(財)日本産業技術振興協会
参加費：無料(但し、テキスト購入希望の方はテキスト代2,600円)
申込方法：

任意の用紙に第16回地質調査所研究講演会参加と明記し、必要事項(機関名、所在地、TEL・FAX、所属・役職名、ご氏名)をご記入の上、申込先へFAXまたは郵送にてお申し込みください。JITAホームページ(<http://www.jita.or.jp/>)でのお申し込みもお受け致します。なお、聴講券は発行いたしませんので、申し込み済みの方は当日会場へ直接おいでください。

申込先：(財)日本産業技術振興協会 (JITA) 広報課
〒105-0001 東京都港区虎ノ門1-19-5
虎ノ門一丁目森ビル5階
TEL 03-3591-6272 FAX 03-3592-1368
問合せ先：地質調査所産学官連携推進センター
〒305-8567 茨城県つくば市東1-1-3
TEL 0298-61-3520 FAX 0298-61-3569
http://www.gsj.go.jp/oLT/sgk/sgk_top.html



交通ご案内：JR新橋駅下車タクシー7分
地下鉄銀座線虎ノ門駅(3番出口)下車徒歩5分
地下鉄千代田線丸ノ内線国会議事堂前駅(3番出口)下車徒歩7分
地下鉄南北線銀座線溜池山王駅(9番出口)下車徒歩3分

MORISHITA Yuichi (2000) : Contribution of the micro-analysis to the progress of earth sciences -An invitation to the 16th GSJ lecture meeting-

< 受付：2000年9月4日 >

地質調査所研究講演会

地質調査所では、1990年以来、年間1~2回の研究講演会を開催しています。これは、つくば市の本所で行っている研究発表会(年6回)とは別に、会場を東京に移し、一般の方がより参加しやすい場所で、社会的に関心を寄せられているテーマについて、地質調査所の研究成果に関する講演のみならず、関連する外部の研究者の方々にも講師としてお話しいただき、そのテーマについてのまとまったご理解をさせていただけるような内容になっています。これまでに開催された講演会のテーマは以下の通りです。

- 第1回 1990.9.10 地震地質学は社会にどのように貢献できるか?
- 第2回 1991.9.13 地球温暖化問題へのアプローチ
- 第3回 1992.6.12 21世紀のエネルギー：地熱

- 第4回 1993.6.16 惑星地質とリモートセンシング
- 第5回 1993.11.15 地質図で表現された日本列島の素顔
- 第6回 1994.6.27 火山、恵みと災害
- 第7回 1994.11.2 海洋に資源を求めて
- 第8回 1995.6.12 放射性廃棄物処分と地質環境
- 第9回 1995.11.8 地質年代測定法の進歩とその応用
- 第10回 1996.6.10 メタンハイドレート
- 第11回 1996.11.6 兵庫県南部地震の地質学的背景
- 第12回 1997.6.13 地質情報とこれからの社会
- 第13回 1997.11.14 生活と地質-首都圏とその周辺-
- 第14回 1998.12.4 地球環境と地質調査所-古環境を中心にして-
- 第15回 1999.11.26 深海底の熱水噴出現象-分りかけて来た新たな金属、生物資源-