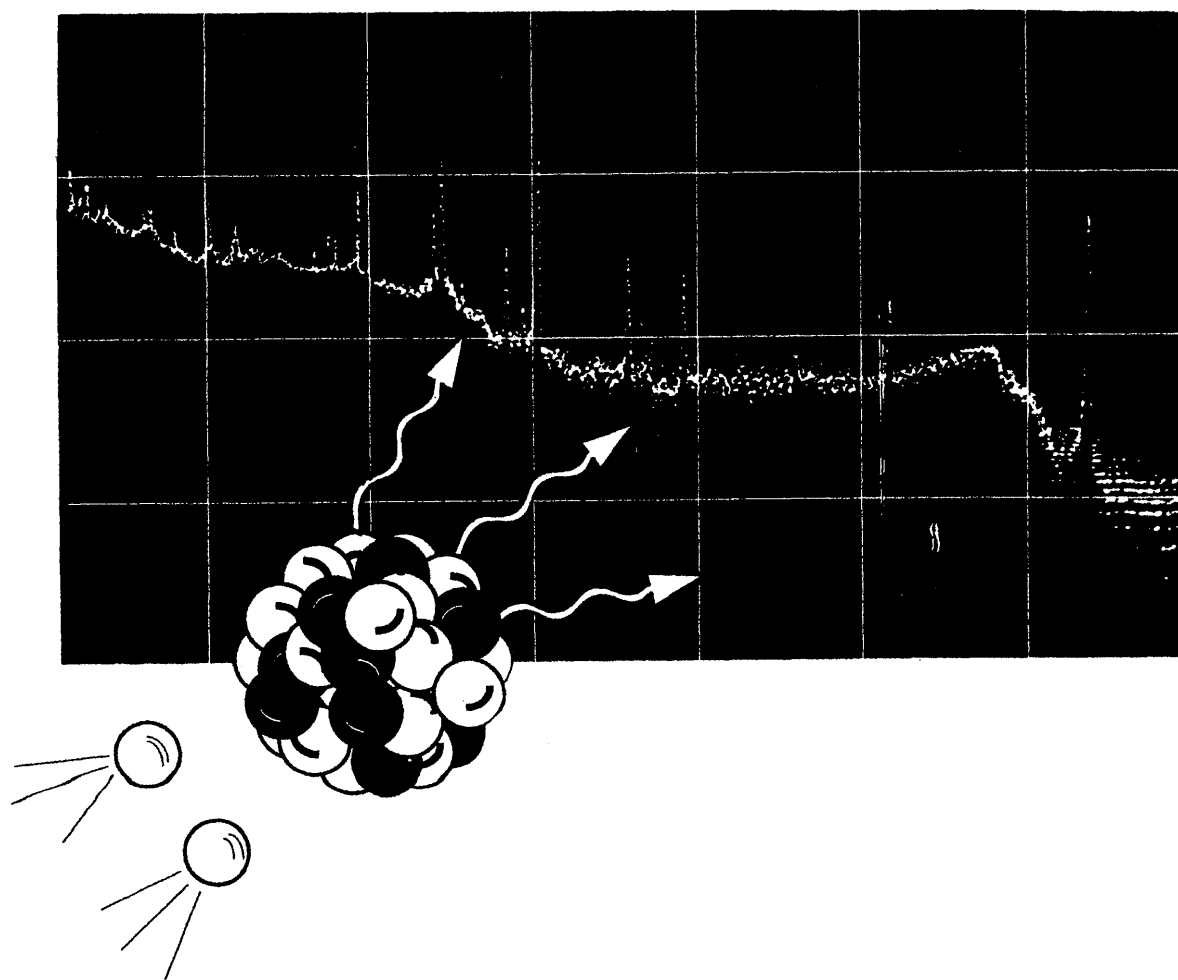


2006年7月

放射化分析

No.20



放射化分析研究会

放射化分析研究会
Japan Association of Activation Analysis
(JA³)

会誌
「Activation Analysis」

表紙図案は 岡田往子さん(武蔵工大・工学部)によるものです。

放射化分析 No.20

目次

特集 会誌「放射化分析」20号記念

はじめに	大浦泰嗣	1
元代表幹事のご寄稿	伊藤泰男	2
現代表幹事のご寄稿	海老原充	4
アンケートからみた JA ³ の現状—会員情報と研究会活動に関するアンケート集計結果		6
データで見る放射化分析 10 年間		19

研究会報告

Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry 2005 (APSORC 2005)に参加して	國分陽子	22
平成 17 年度京都大学原子炉実験所専門研究会 放射化分析・冬の学校に参加して	片山幸士 松江秀明	24 26

研究紹介

Nuclear Reactor Based Research in Bangladesh	S. M. Hossain	28
平成 17 年度京大原子炉実験所専門研究会要旨 過去 4 万年における琵琶湖コア中の重鋳物の運搬堆積に関する地球 化学的記録と気候変動や古地震との関連	篠塚良嗣・任忠完・豊田和弘	37
KUR を利用した生物試料の中性子放射化分析	福島美智子	39
バイカル湖堆積物の元素組成特性とその鉛直変動から見た古環境	高松武次郎・高田実弥	42
42 年間を振り返って	高田實彌	54

平成 17 年度修士論文抄録

多重 γ 線測定を用いた放射化分析	桑山仁	61
放射化学的中性子放射化分析による岩石・隕石中の極微量親鉄性元素および希土類元素の定量	竹田光世	63
天然水中の極微量スカンジウムの定量法の確立とその海洋地球化学的研究への応用	能村美穂	65

平成 17 年度卒業論文抄録

陸水の溶存成分組成から見た草津白根山西麓の地下熱水系	東海林征	67
草津温泉における源泉起源ヒ素の周辺環境への影響	藤 宏之	68
多摩川 中・下流域底質における元素分布と鉄の化学状態から見た河川環境	中村明日子	69
東京湾最奥部に位置する干潟底質に関する研究	諸町大地	70
放射化分析による酸化ガドリニウム中の微量カリウムの定量	佐々木愛	71
前濃縮中性子放射化分析法による岩石試料中の微量親鉄性元素の定量	田中奈津子	72
HED 隕石の化学組成	宝積俊和	73

若い声

普段は言えない（本当は言いたい）放射化学的中性子放射化分析について	竹田光世	74
-----------------------------------	------	----

資料

KUR における 1MW と 5MW 運転時の標準試料の放射化分析結果	高田實彌、中野幸廣	76
-------------------------------------	-----------	----

施設便り

原子力機構施設共同利用研究	87
京都大学原子炉実験所	89
東北大学原子核理学研究施設	90

MTAA12 準備状況	91
-------------	----

カレンダー

編集後記

付録: No.1 から 20 までの総目次

会員名簿

広告

特 集

会誌「放射化分析」20号記念

首都大学東京 理工学研究科 大浦泰嗣

放射化分析研究会は1995年に産声をあげて、今年で11年目に入りました。本会誌「放射化分析」は年2回ずつ発行され、本号で第20号になりました。当初は代表幹事が編集の責任も負い、お忙しい中、献身的な努力により発行が続けられてきました。その後、編集担当幹事が選出され、No.18より編集を担当してきました。

さて、本号は、二十歳になった会誌を記念する特集とし、寄稿とさまざまなデータの掲載を企画しました。まず、月並みですが、本会設立時から代表幹事を務められた伊藤泰男先生と、現代代表幹事である海老原充先生に20号を記念したご寄稿をお願いいたしました。次は、会員の現状データです。会員にアンケートを実施し、その集計結果を示しました。最後に、放射化分析に関するいくつかのデータを集め、過去10年間での変遷を示しました。

アイデアに乏しく、記念にふさわしい内容ではなかったかもしれませんが、ご容赦ください。なお、会員の皆様からの寄稿を募集しましたが、一件もありませんでしたので、残念ながら掲載は見送りました。従来ならば、幹事をお願いして原稿を集め、体裁を整えたところですが、これも現状のひとつであろうと考え、あえてそのようなことは行いませんでした。

20号記念の一環として巻末にNo.1からNo.20までの総目次を掲載しましたので、ご利用ください。

元代表幹事からのご寄稿

伊藤 泰男

1995年に放射化分析研究会が設立されてほぼ10年、会誌「放射化分析」はよく継続しているものと改めて思います。と云うのも、設立当初すでに先端的な研究分野としては峠を越えていた放射化分析という分野で、遅ればせながら研究会が組織されたのは、主として中性子放射化分析を行うために不可欠な研究炉の存続が危ぶまれた状況に触発されてのことで、なんらかの展開の見通しに導かれていたわけではなかったからです。当時武蔵工大炉は既に長期にわたって休止し、運転再開と停止の可能性の間を揺れつつ後者に傾斜して行っていました。立教炉では経営困難を理由に運転停止と廃炉に向けた検討が始まっていました。このような時に、大学開放研究室（当時原子力研究総合センター）のイニシャチブによって「放射化分析研究会」をつくることが提案されると、議論を多く要することなく少ない準備期間で発足したのです。

放射化学に限らず研究者の個人的な意識は自らの内なる営みに向かって深まっていく傾向があります。それはそれで必要なことです。しかし研究者集団としての社会性が要求される場面もあり、それは今後ますます強まっていくと思われるのですが、そのためには外に向かった意識の成熟が必要です。原子力研究の裾野を広げるための初期の国策を背景に生まれた「原子力施設共同利用制度」は多くの優れた研究を支援する上で重要な役割を果たしましたが、一方では研究者を依存させ、研究者の社会的な意識の成長を遅らせるという負の効果も持ったのではないかと思います。放射化学の研究者は仲は良かったし、科学研究費の獲得のために結集することもよくやったけれど、外に向かって働きかけるという意味での社会性は乏しかったと思います。

遅きに失して発足した「放射化分析研究会」でもあり、武蔵工大炉・立教大炉の利用を防衛することにはどうも力が及ばなかったのは残念なことでした。しかし情報を共有し・意見を交換し・社会に発信する場として、また放射化分析そのものを成熟させて信頼性の高い分析手法として誰もが使えるように支援する力としての存在意義は無くなっていませんし、むしろどちらも活動の余地が多分に残されているように思います。例えば、JRR-4やJRR-3を使って選れた成果をあげることに、その為にも正確な分析を効果的に行うことを、会は支援できているでしょうか？既に放射化分析の研究者は使いやすさの点で手頃な研究炉を2つも失った訳ですが、次に失うモノは「共同利用制度」であるかもしれません。そのような兆しが射したときに、“放射化分析はこれだけ重要なものですよ”と自信を持って云えるようにしておかなくてはなりません。ところで一方で、東南アジア諸国の研究炉との連携へと展開する明るい見通しもあります。さらに、新しい加速器中性子源は放射化分析での使い勝手が良くは無さそうですが、それにだって喰い込まなくては生きられないかもしれません。こういった問題は全て、子供のように指をくわえていれば誰かが面倒見てくれるものではないことは確かです。社会的な主体性を持ってますます積極的に構えることが必要だし、そこに夢もあるでしょう。

放射化分析研究会設立の4年後に日本放射化学会を発足しましたが、放射化分析研究会は確かにその呼び水であったのです。また「放射化分析ハンドブック」は小さな研究会が何をやれる

かの例を示し、かつそれは、日本放射化学会が今「放射化学用語辞典」などを編集していることの二度目の呼び水であったでしょう。大きい小さいにこだわる必要はありません、社会的主体性とイニシャチブを發揮して、放射化分析研究会の活動を継続していくことで良いのでしょう。MTAA 開催や KA3 との連携などもその線上にあることで、大いに喜ばしいことと思います。

実は「放射化分析ハンドブック」については、完成してしまってから“ハンドブック”と銘打つことに決まったので、ハンドブックとしての実体が伴っていないことも反省されて、いずれアジア地区の研究炉も視野に入れた内容で改めて英文で編纂しようという話があったと思います。ここにも JA3 のイニシャチブを發揮すべき（できる）課題が転がっていることを指摘しておきましょう。やる気になれば、JA3 のアイデンテティ確立のための舞台はまだまだあるように思います。

現役を退いてちょうど2年、今は放射化分析の応援団になったつもりでこの文章を書きました。

(2006年4月1日)

現代表幹事からのご寄稿

「放射化分析」の今後の展望

首都大学東京・海老原充

放射化分析研究会が発足してはや 10 年が経過しました。本会発足にあつては当時の東京大学原子力研究総合センターの伊藤泰男先生の熱意と努力によるところが非常に大きいことは研究会の皆様はよくご存じのことと思います。発足の背景には、研究用原子炉利用の先細り傾向がありました。これには大きく 2 つの要因があり、一つは放射化分析に匹敵する感度をもち、簡便にデータが得られる機器分析法の開発・普及、もう一つは原子力に対する世間一般の風当たりの厳しさでした。しかし一方で、そのような機器分析法が普及するにつれて、非破壊で、かつ確度が高い分析法としての放射化分析の優位性が見直され、また、研究炉を通して正しく原子力を理解する必要性が痛感されていました。そのような状況の中で放射化分析研究会は産声を上げたわけです。

この 10 年で放射化分析を囲む状況はどのように変わったのでしょうか？この問いかけに対しては、いろいろな答が返ってくるでしょう。原子炉を囲む客観的な情勢は 10 年前の見通し通り（というのも変ですが）、好転していません。いや、立教大学炉の運転停止に象徴されるように、予想通り悪くなっています。しかし、環境は厳しくなっていることは事実としても、私には放射化分析のいろいろな観点からみたウエイトは必ずしも落ちているとは思えません。楽観的すぎると言われそうですが、例えば立教大学炉が閉鎖された後、原研炉に移行されたユーザーが多く、研究活動は全体として落ちているようには見えません。このシームレスな移行に関しては、伊藤先生の配慮があつたればこそ実現したものであることは特記されるべきだと思いますが、そのような配慮に加えて、研究者の放射化分析に対する熱意が衰えていない証拠ではないでしょうか。

逆境を跳ね返す力となつたのは研究者の熱意ばかりだとは思えません。放射化分析を囲む、あるいは研究炉を囲む、様々な人たちによる温かい支援があつたればこそだといえるでしょう。例えば、日本原子力研究所（現・日本原子力研究開発機構）の研究炉部の方々は放射化分析の重要性を十分理解しており、ユーザーの声に真剣に耳を傾けている現実や、京大原子炉も含めて、研究炉の利用を円滑に実施できるように支援して下さる方々の献身的な努力を思い起こせば容易に理解されることです。原研の組織改革、東大の機構改革はどちらも原研炉（現・原子力機構炉）を用いる放射化分析のアクティビティにマイナス要因となりうるものでしたが、関係諸機関のご理解により、不連続を生じることなく、乗り切ることができました。この点に関しては、東大大学院工学系研究科原子力機構の班目先生には感謝の言葉もありません。

さて、このように逆境にもめげず着実に活動を続けてきた放射化分析研究会ですが、これから 10 年先を展望するとどうなるでしょう。基本的には研究会に所属する会員個人個人のアクティビティによるもので、その総和として放射化分析研究会の、さらには日本の放射化分析の活動度として現れるのでしょうから、客観的に見通すことは難しい問題です。これに対して、放射化分析を囲む状況は客観的に見通すことができます。そこで、そのような観点から少し考えてみたいと

思います。まず、放射化分析を支える装置についてですが、原子炉に関しては現在運転を停止している京大原子炉が近い将来再開される予定ですので、むしろ 10 年は原子力機構炉とともに現状維持できるでしょう。それに加えて、J-PARC が数年後に運転をはじめ、加速器による核破砕由来の中性子が利用できるようになります。J-PARC は競争的資金を前提としてビーム孔が整備されていますが、幸いなことに核種分析用に利用可能なビームポートが確保され、機器の据え付けも行われています。原子力開発機構の 3 号炉には熱中性子と冷中性子のビームラインが敷設されており、即発 γ 線分析 (PGA) ができます。従来固定したビームポートをもたず、いわばジプシー状態であったのが、数年前より定住可能となり、しかも熱中性子、冷中性子の各ラインにそれぞれ 1 箇所 of ビームポートが確保されました。現在、J-PARC 完成後を睨んで、さらに効率のよいビーム利用を目指して再配置の議論が進められています。将来的には PGA 用のビームポートを増設するなど、PGA の利用効率をさらにアップすることも視野に入れて議論を進めています。

装置以外での見通しとして、放射化分析の活性化に結びつくであろう 2 つの事実を指摘することができます。一つは放射化分析の国際学会である MTAA (Modern Trends in Activation Analysis) の日本における開催です。これは 2007 年 9 月に八王子 (首都大学東京南大沢キャンパス) で行われるもので、日本開催はある意味で悲願でした。もう一つは、外国、特にアジアの周辺国との連携強化です。昨年 12 月、京大原子炉で開催された放射化分析関係の専門研究会に韓国から放射化分析の研究者が招待されました。韓国にも日本の放射化分析研究会にならって韓国放射化分析研究会が数年前に設立されて、JA3 ならぬ KA3 と呼ばれています。専門研究会終了後、日韓の放射化分析研究者が意見交換する場がもたれ、今後 JA3 と KA3 は協力関係を強化することで意見の一致をみました。丁度、京大原子炉の休止中に韓国原子力研究所 (KAERI) の原子炉 Hanaro を共同利用する案が認められたこともあり、日韓の一層の交流が促進することとされます。MTAA の日本開催は韓国をはじめとしてアジアの国々から若い人も含めて多くの研究者が集い、交流する、よい機会となればと期待しています。

本稿の標題に「放射化分析」と括弧をつけたのは、分析法としての放射化分析と、放射化分析研究会の機関誌としての「放射化分析」の両方の意味を込めることを意図したのですが、分析法としての放射化分析の今後は間違いなく「放射化分析」誌の今後に反映されるでしょうから、表裏一体の関係にあります。上で述べたように、客観的には追い風が期待できる状況だと思われませんが、大きく丈夫な帆を張るか、あるいは穴だらけのひ弱い帆を張るかはわれわれ放射化分析に関わるものの意志によります。また楽観的すぎると言われそうですが、私には大きく丈夫な帆をはった「放射化分析丸」が意気揚々と風をはらんで船出する姿が目に見えます。

アンケートから見た JA³の現状

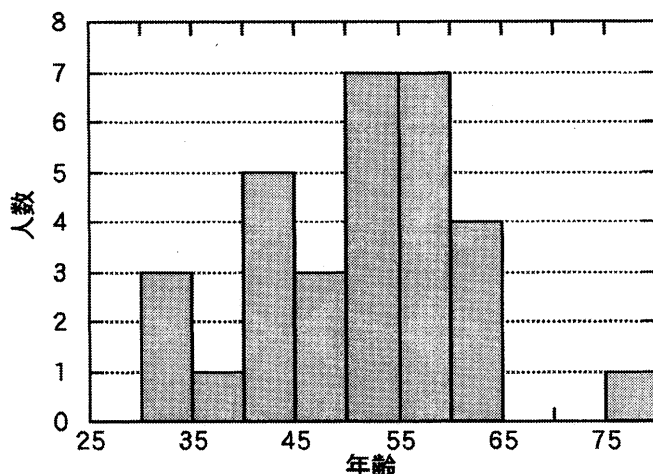
会員情報と研究会活動に関するアンケート集計結果

本記念特集の一環として実施したアンケートの集計結果です。過去にもアンケートが実施されており、No.6(放射化分析解析ソフトウェアに関するアンケート)、No.7(放射化学討論会放射化分析分科会で行ったアンケート)、No.8(「放射化分析」誌掲載欄に関するアンケート)にその集計結果が掲載されています。今回は、会員の現況把握と JA³ の活動をもっと活発にしていくための手がかりを得るためとして実施しました。解説はあえて付けず結果のみを掲載します。ぜひ、皆様の分析結果やご意見をお寄せください。

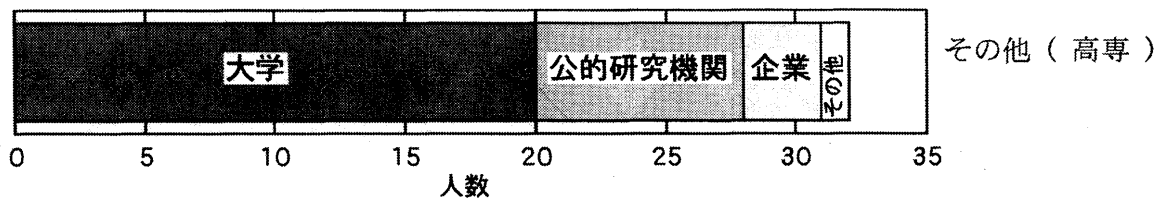
基本的に電子メールによるアンケートの配布、ならびに回答の回収を行いました。(アドレスを登録されていない方には郵送いたしました。) 回答数は 31(会員の約 1/6)でした。お忙しいところご回答していただいた皆様ありがとうございました。

会員情報に関する質問

1. 年齢



2. 所属



3. 職位

教授 10名, 助教授 6名, 講師 2名, 助手 2名, 博士研究員 1名,
部長 1名, グループリーダー 1名, 主任研究員 3名, 研究副主管 1名, 研究員 1名,
主管 1名, 技術顧問 1名

4. 所属学会

日本分析化学会 18名, 日本化学会 14名, 日本地球化学会 14名, 日本放射化学会 12名, 日本原子力学会 8名, 日本アイソトープ協会 6名, 日本環境化学会 4名, 日本地質学会 4名, 日本火山学会 4名, 日本岩石学鉱物学鉱床学会 3名, 日本中性子科学会 2名, 日本保健物理学会 2名, 日本文化財科学会 2名, 日本薬学会 2名, 日本惑星科学会 2名

以下各1名

日本質量分析学会, 日本応用物理学会, 化学史学会, 石川化学教育研究会, 第四紀学会, 地学教育学会, 東京地学協会, 同位体科学会, 日本フィッシュントラック研究会, 日本ヨウ素学会, 日本温泉科学会, 日本海洋学会, 日本核医学会, 日本鉱物学会, 日本第四紀学会, 日本地熱学会, 日本鉄鋼協会, 日本土壌肥料学会, 日本内分泌攪乱化学物質学会, 日本微量元素学会, 日本陸水学会, 熱測定学会, 放射線教育フォーラム, 米国化学会, 国際応用陸水学会, AAAS, ACM, American Geophysical Union, Geochemical Soc., IEEE, International Inion of Radioecology, International Nuclear Track Society, The Geochemical Society, The Meteoritical Society

5. 専門分野

化学 [核放射化学 7名, 分析化学 13名, 環境化学 3名, 宇宙地球化学 2名, その他 (環境放射能, 環境放射生態学, 計算機化学, 材料化学, 半導体などの素材化学)]

地学 (岩石学, 地質学・地質年代学)

医学 (生体試料中の微量元素, 社会環境医学)

その他 (放射線管理学)

放射化分析に関する質問

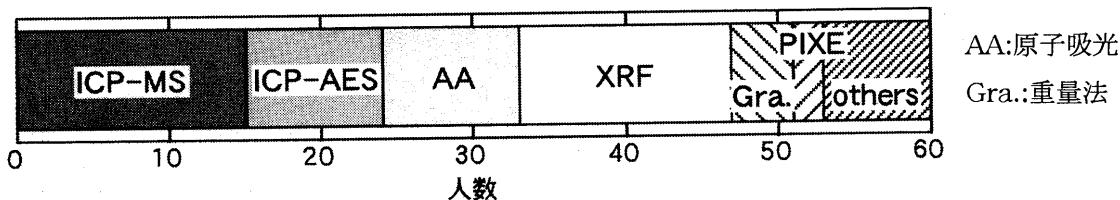
6. 放射化分析を利用していますか.

- 利用している. [イ. ほぼ毎月 8名, ロ. 半年に2~3回 8名, ハ. 1年に2~3回 9名, ニ. その他(数ヶ月に1回 1名)]
- 以前は利用していたが、現在は利用していない. 5名
- 利用したことはない. 0名

7. 質問6で "b.以前は利用していたが、現在は利用していない." を選択された方のみ回答. なぜ利用をやめてしまったのですか? 複数回答可.

- 被爆するから. 1名
- 他の分析方法の方が簡便、性能が良いから. 0名
- 利用できる原子炉が減ってしまったから. 2名
- 分析試料の調製が面倒だから. 0名
- 照射設備を利用できる期間が限られているから. 1名
- 事務手続きや提出書類の作成が面倒だから. 0名
- その他 (仕事の内容が変わったから) 1名

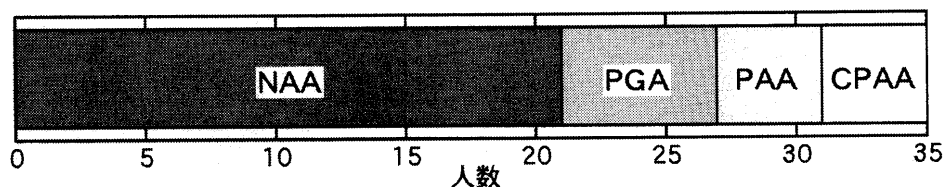
8. 放射化分析法以外で利用している元素分析法はありますか。複数回答可。



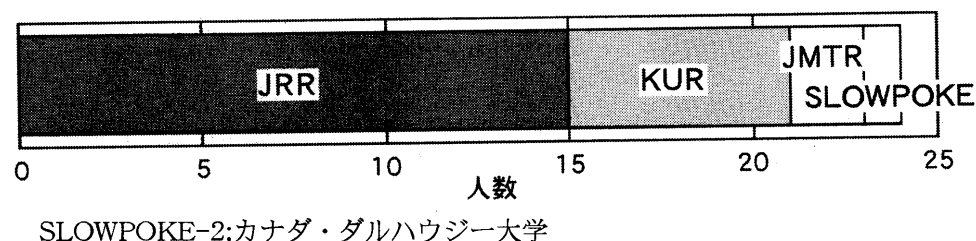
その他: EPMA, TIMS, フィッショントラック法, AMS, 質量分析法, 比色(吸光光度)法

以下の質問9~23は質問6で “a. 利用している” を選択された方のみ回答。

9. 利用している放射化分析法の種類。複数回答可。

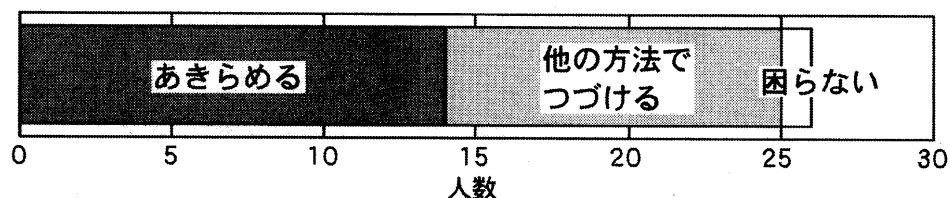


10. 質問9で a を選択された方のみご回答ください。H17年度に利用した炉を教えてください。複数回答可。



SLOWPOKE-2:カナダ・ダルハウジー大学

11. 立教大原子炉や武蔵工大原子炉、京大原子炉の運転停止など放射化分析に使える照射施設が減少する傾向にあります。放射化分析が出来なくなると、



- a. 非常に困る。現在の試料の分析はあきらめる。 14名
- b. 代替となる分析法に移行し、現在の試料の分析を続ける。 11名
- c. 代替となる分析法も利用しているので、たいして困らない。 0名
- d. 全然困らない。 1名
- e. その他

- ・「非常に困る」が、分析をあきらめるわけにはいかないので、やむなく「b」です。
- ・照射できる場が一箇所しかないという状況は避けないといけないと思います。
- ・定年退職します。

12. 質問9で c: PAA または d: CPAA を選択された方のみ回答。H17年度に利用した加速器を教えてください。複数回答可。

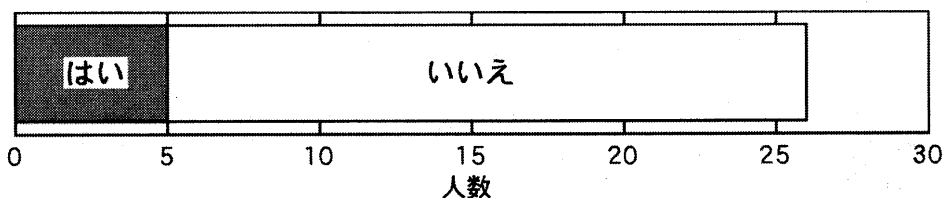
- ・日本アイソトープ協会仁科記念サイクロトロンセンター サイクロトロン 2名
- ・東北大学原子核理学研究施設 電子線形加速器 2名
- ・サイクロトロン 1名

13. 分析に供している主な試料は何ですか。複数回答可。



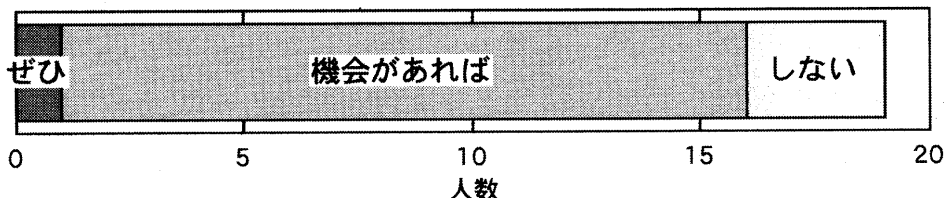
その他: コンクリートなどの建材, サンゴ, 堆積物, 底質, 温泉水, 河川水, 湖沼水, 湖底堆積物, 間隙水, 高純度試薬・材料

14. k_0 標準化中性子放射化分析法(k_0 -INAA)を利用したことはありますか。

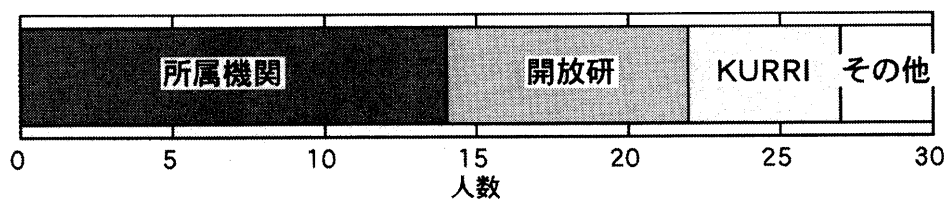


15. 質問14で b:いいえ を選択された方のみ回答。

- k_0 -INAA をぜひ利用してみたい。
- k_0 -INAA を機会があれば利用してみたい。
- k_0 -INAA は利用したくない。

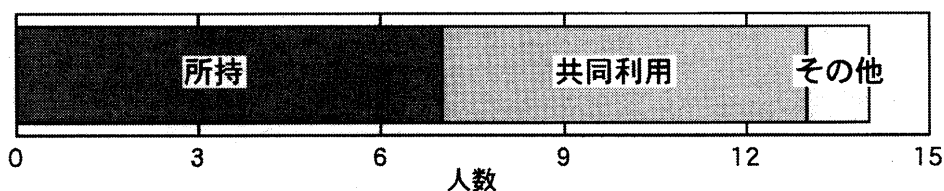


16. 長時間照射した試料のガンマ線測定はどこでおこなっていますか。複数回答可。



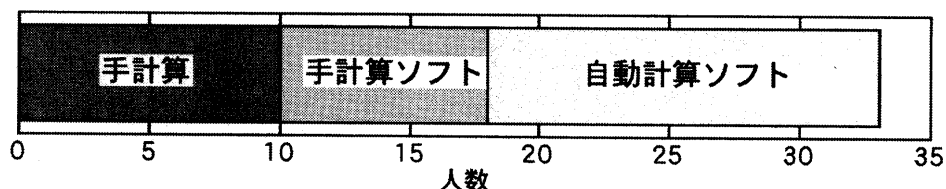
- 所属機関
- 東京大学原子力専攻共同利用管理本部（開放研）
- 京都大学原子炉実験所（KURRI）
- その他（サイクロクロンキャンパス，他大学施設，武蔵工大）

17. 質問16で a を選択された方のみご回答ください。検出器の持ち主は。



- 回答者が属する研究室で所持/管理している検出器（所持）
- 所属機関の共同利用（共同利用）
- その他（共同研究者の管理）

18. ガンマ線スペクトルをどのように解析(面積計算)していますか。



- 手計算[生データから計算する]（手計算）
- ソフトウェアによる手計算[ピーク領域と BKG 領域を指定するとソフトウェアが計算する]（手計算ソフト）
- ソフトウェアによる自動計算[ピークの検出と面積計算を自動で行なう]（自動計算ソフト）

19. 質問18で a または b と回答された方のみ回答。自動計算用ソフトウェアを利用しない理由。

- ・元素を限定しているため。
- ・ソフトを持っていない。
- ・小さいピークの場合，計算結果が不安だから。
- ・ピークの同定を機械的に行なうことが不安な場合は手計算を行なう。
- ・ピークを見ながら手計算するので，失敗することが少ないから。

- ・安心して使えるソフトがない。
- ・検算やピークの確認を行いたいため。
- ・高価で購入困難。
- ・自動計算では不安な場合（妨害核種の存在など）。
- ・自動計算用ソフトが市販されていない頃から自作のプログラムで計算している。
- ・手持ちが無く、高価であるため購入していない。
- ・小さなピークの解析の精度に不安がある。
- ・全面的に自動計算ソフトに依存してしまうのは危険。
- ・分析は質が命。
- ・目で確認しないと安心できない。

20. 質問18でbと回答された方のみご回答ください。利用しているソフトウェアは何ですか。

- ・ Hypermet PC
- ・「放射化分析ハンドブック」伊藤泰男他監修・編集に付属のソフト
- ・ Sampo90
- ・ SEIKO EG&G ガンマスタジオ 2名
- ・ CHNread
- ・ エクセル
- ・ 自作 2名

21. 質問18でcと回答された方のみご回答ください。利用しているソフトウェアは何ですか。

- ・ GAMA03
- ・ GAMA98 2名
- ・ SEIKO EG&G ガンマスタジオ 2名
- ・ Hypermet PC
- ・ k_0 -IAEA
- ・ Sampo90
- ・ wPKarea
- ・ アルゴリズムは 自作 、プログラム化はセイコー。
- ・ SEIKO EG&G スペクトルナビゲータ 2名
- ・ セイコーおよびキャンベラ社のもの。
- ・ 京大炉の方が作成したもの。
- ・ 故小山教授他が開発したコンパレータ法で行った。
- ・ 自作、他のソフトの改良版。

22. 質問18で b または c を選択された方のみご回答ください。使用されているソフトウェアの使い心地はどうですか。（仕様、結果の質、所要時間など）

- ・ Hypermet PC: 偽ピークを作ることが多いので、条件を探りながら手動でフィッティング。

・GAMA03: PC98のソフトを Windows 版にしたもので、以前の方が使い勝手はいいですが、基本的には以前と変わらない。結果の質: PPMの値で一覧表に出ないのでそのところが使いつらい。値は以上に良質と思います。所要時間セイコーやラボで収集したデータの測定開始時間を自動に読み込みできないので、書き取る作業があります。そこに時間がかかりますが、その後はスペクトルやデータのプリントアウトを含めて、ひとつのデータ解析に2分程度です。

・Sampo90; フィッティングが難しい、フィッティングのための校正ファイルのチューニングが味噌。

・SAMPO90: 面積計算した結果をさらに別のソフトに手入力して、計算して定量値を得るので、トータルとしてはかなり時間を要する。

・Seiko EG&G ガンマスタジオ; 基本的に自分でROIを掛けたものしか使わない。

・京大炉の方が作成したもの: コンピューターのことがあまりわかりませんが、おそらくDOS上のプログラムようです。古いPCのみ対応するため、パソコンの確保が難しい。操作性はそう悪くはないが、便利でもない。古いPCのあるところでしか操作できない。計算に時間を要しているとは感じないが、計算後に、EXCELで開き直し、プリントアウトし、そのあと各ピーク面積を手で入力し、定量計算をし、...というプロセスがとてもわずらわしい。

・故小山教授他が開発したコンパレータ法: ほぼ満足な結果を得た。

・GAMA98: まあまあ良好。

・GAMA98: 概ね満足している。

・スペクトルナビゲータ: もう少し細かい調整が出来ると良い。

・ガンマスタジオ: よくできている方だと思うが、改善の余地はある。(例えば実験データの入力など)。

・「放射化分析ハンドブック」の付属: 手計算よりは早く結果が出せる。

・アルゴリズムは自作、プログラム化はセイコー: 地質資料に限っては、安定している。

・セイコーおよびキャンベラ社のもの: 特に問題はない。

・エクセル: 問題無し。でも、学生が疲れたら、マクロを作ってもらおうつもり。

・自作: 良好 (ただし問題があればそのつど改良している)。

23. 放射化分析は他の方法と比較して、定量値算出のための自動化が遅れていると思いますが、現状をどう思われますか。

・ネットカウント計算 (ほぼ自動化)・放射能計算・元素定量とわけて自作のソフトで実施しているが、データ解析にはさほどの負担とは感じていない。スペクトルの解析・元素定量など他の方法と比較して、より容易であり、ひとつの試料の測定終了後ただちに定量値算出ができるほどの自動化が特に必要とは考えていない。むしろ標準ガンマ線スペクトルや定量のための Standard (Primary, Reference 共) をどのように確立し相互検討するかがより重要であると思う。

・DMS kayzero を使えばよいと思いますが、高価で、使い勝手が良いとはいえないでね。k₀法の方法論と必要なデータは全て公開されているので、常々プログラムしたいと考えている

のですが、構想だけで終わっています。やはり、この分野に、計算屋さんとプログラム屋さんを引っ張ってくる必要がありますね。海外を見渡すと、いい計算屋さんやプログラム屋さんと組めたところが元気だと思います。

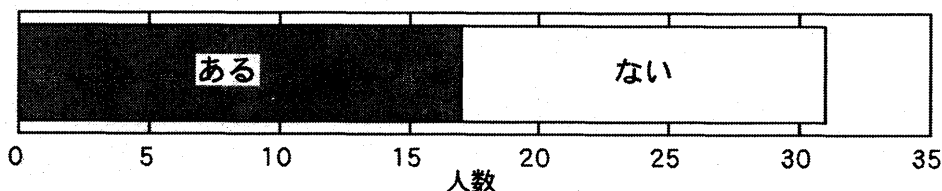
- ・新しく始める場合、かなり高い障害になっているのではないだろうか。
- ・そのとおり！！他の研究施設（カナダ ダルハウジー大）で測定器に付いてきているソフトウェアを使用しても、ピーク計算ができるだけで、そのあとの計算がしんどい。手で入力していると時間不足で中断することも多く、多元素同時分析のメリットは、時としてデメリットになってしまう。自分でどうにかする能力がある人にはまったく違う見方になるのだとは思いますが。
- ・そう思うがピークドリフト、隣接ピークの多さが特に低エネルギー側でネック。
- ・たくさんのデータを効率的に得るためのおおきな障害になっており、潜在的ユーザーをかなり逃していると思う。岩石学周辺で言えば、蛍光X線分析はできるが、ICP-MS などにはアクセスできない研究者は依然多い。
- ・確かにそうであるが、測定法が特殊なため仕方がないと考えている。
- ・確かに遅れている。決定版がない事が原因と思われる。
- ・簡単に使用できるソフトを放射化分析の現場で整えてほしい。
- ・現状のケースバイケースでいいのではないか。
- ・最終的に定量値を決定するのは人間であり、自動化に限界はあると思うが、より正確で使いやすい方法を探る努力は必要と思う。
- ・仕方がないが、利用者がもっと共同していく必要があると思います。
- ・私が行っている計算は簡単なので、無理に自動化する必要はないと思う。
- ・私的には全自動ソフトだとエラーがあるので、なまデータを確認しながら定量してもらいたい。
- ・自動化が遅れていることは別に悪いことではない。1試料あたりの測定時間が長く、また光電ピークの純度確認のための繰り返し測定・減衰追跡の期間が結構長いから。
- ・自動化はよいことであるが、全てに対応できるとは思えない。
- ・自動化は必要だが、得られたデータの吟味法が重要という認識が欲しい。
- ・生成核種が核反応で違いを見つけなければならないし、またデータの解析にかなり熟練が要する。
- ・測定器・照射場所の組み合わせでそれぞれにスタンダードが出来上がっていると自動化はらくだだと思います。今のところ、個々でそれが行われているのではないのでしょうか。横のつながりがもっと出来あがり、それをまとめる機関があれば自動化は進むのではないのでしょうか？
- ・特に不都合は感じていない。自動化することで算出過程がブラックボックス化することの方が不安である。
- ・必ずしも遅れているとは思わない。

ここからはふたたび全員が対象です。

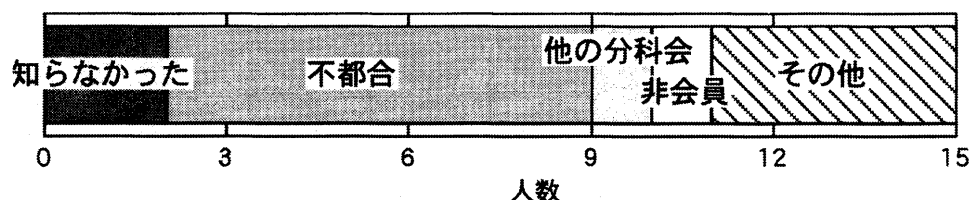
JA³の活動について

JA³の現在の主な活動は、会誌の発行、日本放射化学会年会時の総会(放射化分析分科会)、冬の学校(KURRI 専門研究会)、web サイトの運営です。

24. 総会に参加したことはありますか。

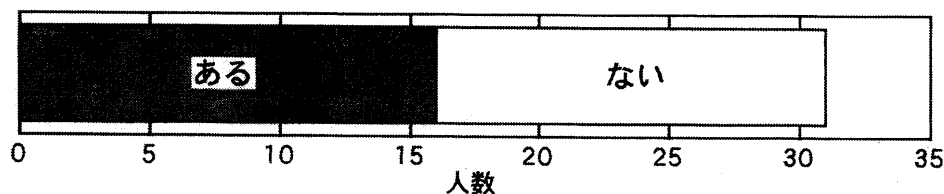


25. 質問24でb: ない と回答された方のみ回答。総会に参加したことがない理由は何ですか。(蛇足:総会は放射化学会会員でなくとも参加できます)

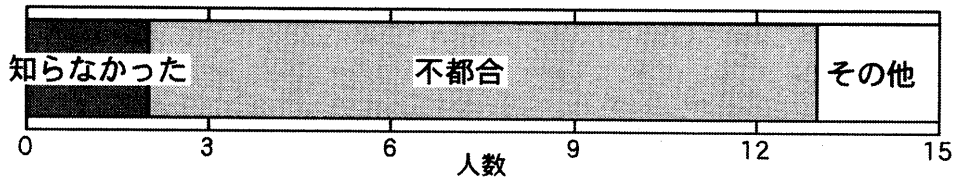


- 総会があることを知らなかったから (知らなかった)
- 都合がつかなかったから (不都合)
- 他の分科会に参加したから (他の分科会)
- 放射化学会会員でないから (非会員)
- その他
 - ・遠距離地のため、旅費が高額である。
 - ・出張旅費を総会のために掛けられず、何らかの「併せ」が無かったから。
 - ・総会参加の意義が見いだせない。
 - ・日本放射化学会年会に参加していないから。

26. 冬の学校(KURRI 専門研究会)に参加したことはありますか。

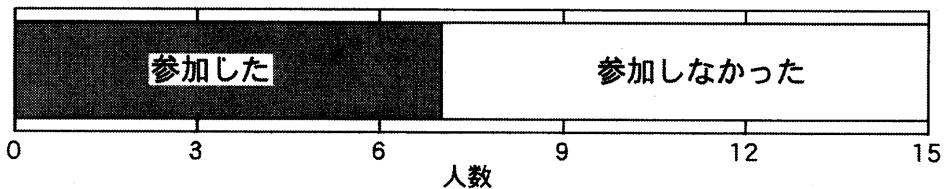


27. 質問26で b: ない と回答された方のみ回答. 冬の学校に参加したことがない理由は何ですか.

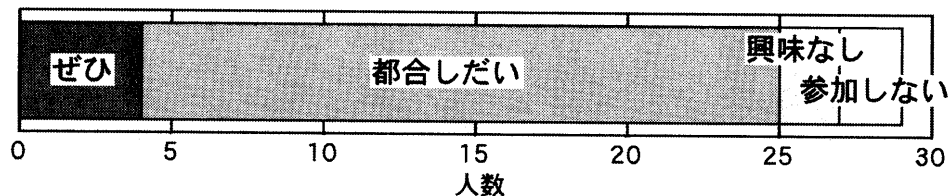


- 冬の学校があることを知らなかったから (知らなかった)
- 都合がつかなかったから (不都合)
- 興味のある発表がなかったから 0名
- その他
 - ・3理由に加え、年を取ったので口出しを控えた方がよいとも思う。
 - ・遠距離地のため、旅費が高額である。

28. 質問26で a と回答された方のみご回答ください. 専門研究会の予算内で旅費が支給されています(学生はのぞく)が, 旅費の支給がなくても冬の学校に参加されていましたか.

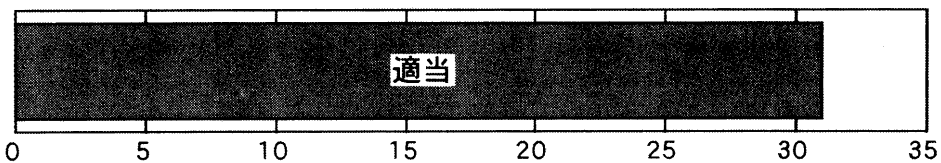


29. 冬の学校以外の研究会(例えば, 分析手段が放射化分析という以外は内容を問わず, いろいろな分野の発表を募る. 旅費は自前. 総会も兼ねる.)を企画したら, 参加されますか.



- ぜひ参加したい (ぜひ)
- 都合がつけば参加するかも (都合しだい)
- あまり興味はない (興味なし)
- 参加しない (参加しない)

30. 会誌は半年に1度発行していますが, この発行数は適当でしょうか.



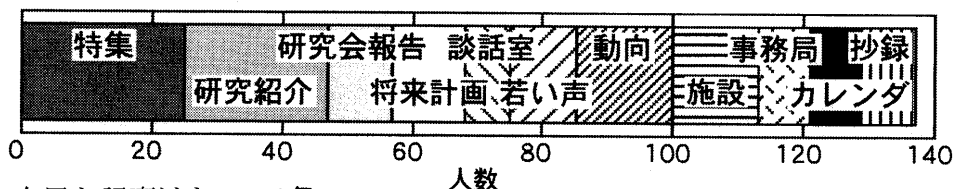
- 適当

b. 少ない 0名

c. 多い 0名

・多いのが良いが、発行者の苦勞を考えると現状で十分.

31. 会誌の中で有用な記事はどれでしょうか.



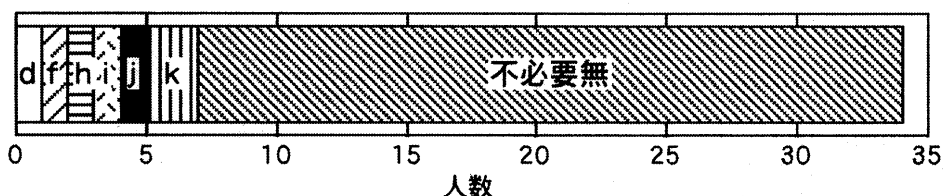
施設:施設便り

抄録:博論/修論

/卒論抄録

1. 有用な記事はない 0名

32. 会誌の中で必要がないと思われる記事はありますか.



d:将来計画, f:若い声, h:施設便り, i:事務局より, j:カレンダー, k:博論/修論/卒論抄録

不必要無:不必要な記事はない

33. 特集として取り上げて欲しいことがあればご提案ください

・放射化分析の商用利用、分析サービスについて取り上げてもらえればと思います。あと、標準物質の特集が非常に参考になったのですが、今一度、標準物質の値付け分析法としていかに、放射化分析を利用していくかといった観点から取り上げて欲しいと思います。標準物質の値付け分析というのは、放射化分析が生き残る一つの道だと思います。

・No.3でも少し取り上げられているが、より具体的にデータ解析の方法について、他の方がどんなことをされているか知りたい。

・伊藤先生初め諸先輩の放射化分析に期待/激励/提案等のご意見。

・外国の様子、アメリカでも韓国でも中国でも良い。

・韓国の炉の特集があったので、欧米諸国の事情についても特集して下さい。

・数年毎に、放射化分析の新しい動き(分析手法や試料分析)に関する特集記事を関連する研究分野の研究者に執筆してもらおうのはどうでしょうか。

・放射化分析の試料調製のノウハウ集、測定ノウハウ集、自作ソフト集。

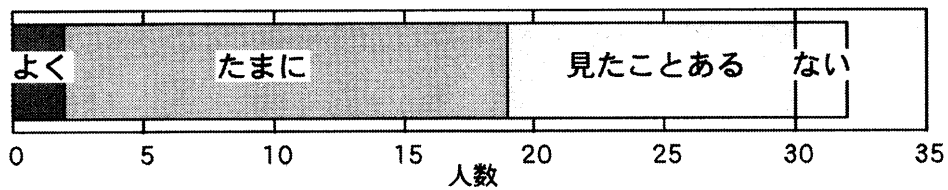
34. その他会誌に対するご意見等あればお願いいたします。

・結構役立つ記事が多いと思います。

・小数の方のご尽力に依存していることを痛感しています。

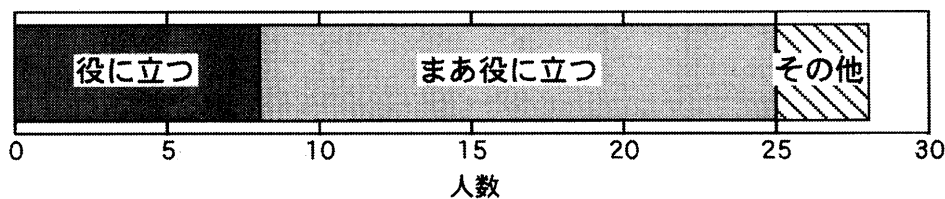
・放射化分析をやっていない人に読んでもらいたいですね。

35. 放射化分析研究会のホームページ(<http://wwwsoc.nii.ac.jp/ja3/index.html>)を見たことはありますか？



- よく見る (よく)
- たまに見る (たまに)
- 見たことはある (見たことある)
- 一度もない (ない)

36. 質問35で a, b, または c を選択された方のみご回答ください。ホームページを見て、どのような印象をもたれましたか。



- 役に立つ
- 役に立つこともある (まあ役に立つ)
- あまり役に立たない・面白くない 0名
- つまらない 0名
- その他
 - ・まだあまりコンテンツが無いのでコメントしづらい。
 - ・原子力百科事典の、より専門に特化した放射化分析の百科事典みたいな内容があれば良いのですが。
 - ・立派なものだと思っています。

37. その他ホームページに対するご意見等あればお願いいたします。

- ・cgi等でご協力できることがあれば微力であるが提供したい。
- ・このままでよい。
- ・維持管理が大変かも知れませんが掲示板があるか、メーリングリストのログが読めると良いかもしれません。
- ・現状でOKと思います。
- ・思い付きを気軽に書き込める場があるといいですね、リスクはありますが。

38. 新たに希望する行事/活動があれば、ご提案ください。

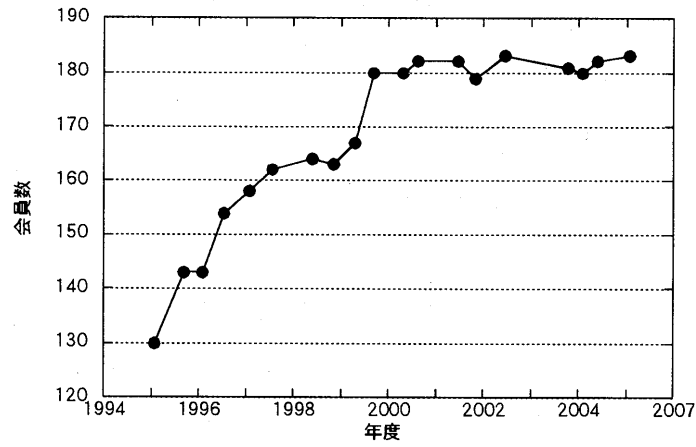
- ・化学分離の重要性と我国の先輩諸氏の業績を見直し、特集号等の形式で、歴史的概観とオリジナルな発表を総合的に併記する。
- ・アイソトープ協会の7月の研究発表会で討論セッションを設ける。
- ・原子力研究と原子力エネルギー開発をJA3の理念から一般に説明する。
- ・放射化分析を行ったことがない人向けの講習会、勉強会。
- ・日本分析化学会か環境研あたりで、新しい標準試料でも作成する計画があれば、研究会を上げて共同分析するような企画があればよいですね。みなさん、JRR-3、4を使わざるをいないのが問題ですが。
- ・放射化分析を利用する新規ユーザー獲得に向けての宣伝活動。例えばユーザーが見込めそうな学会等での宣伝など。

39. その他放射化分析研究会に関するざっくばらんなご意見/ご指摘等をご自由にどうぞ。

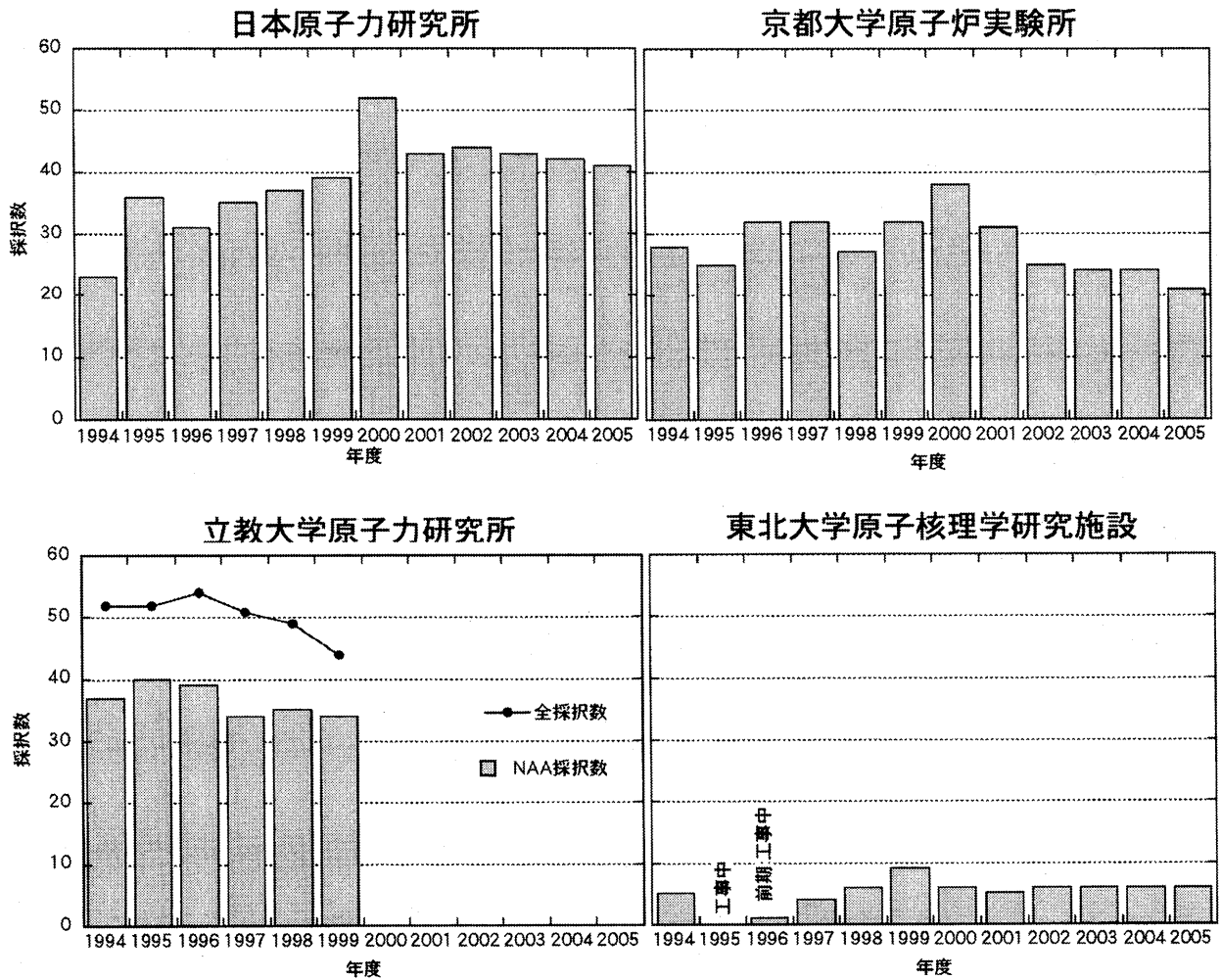
- ・あまり規模を大きくしないで、このままの活動を続ければよいと思います。
- ・ホームページのことなど、勝手な意見を述べさせていただきましたが、幹事の方々のお骨折りに感謝致します。メーリングリストがもう少し活発になるような、方策があればよいと思います。
- ・運営なさる方々にひたすら感謝するのみです。
- ・会がうまく運営されているのも、海老原先生をはじめ幹事の方々の努力のおかげです。ありがとうございます。
- ・幹事だけが頑張っているという印象を受けます。MTAA-12の日本開催を期に、多くの方がもっと活発になってくれることを期待します。
- ・幹事の方々は大変と思いますが、本研究会は必要ですので、是非維持発展させていただきたい。個人的には、積極的に参加している方ではありませんので、心苦しいのですが。
- ・実現するかどうかわかりませんが、原子力関係の研究費獲得を目指してプロジェクトを、会としてあるいは会員で立ち上げるというのはどうでしょうか？
- ・代替えの効かない分析手法としての地位を確立するために、斬新な研究が進むことを期待します。また少しずつでも規模を大きくしていくことも重要ではないでしょうか。
- ・放射化分析オンリーで研究を行っている研究者はおらず、分析手段の一つとして、また研究の一部で放射化分析を行っている人が殆どだと思われるので、放射化分析研究会の活動に積極的に加わる人が多くはないと思いますが、それはある程度成熟した手法の研究会の宿命だと思います。
- ・落ち着いたら、Webに投稿します。皆様、ご苦勞様です。
- ・例えば、各種標準物質があるが、各自が所有する物を使い切るケースはまれであろう。ために、高価なこれらの入手の出来ない方へのバンク的登録一譲受一等は考えてもいいのでは。あんまり意味ないか。

データで見る放射化分析 10 年間

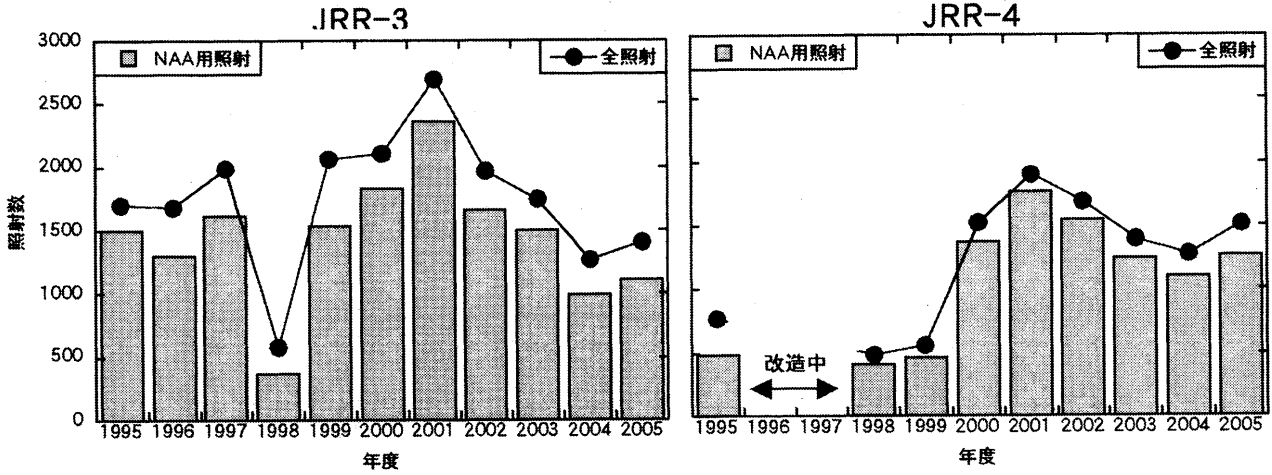
◇放射化分析研究会会員数



◇放射化分析に関する共同利用研究採択数

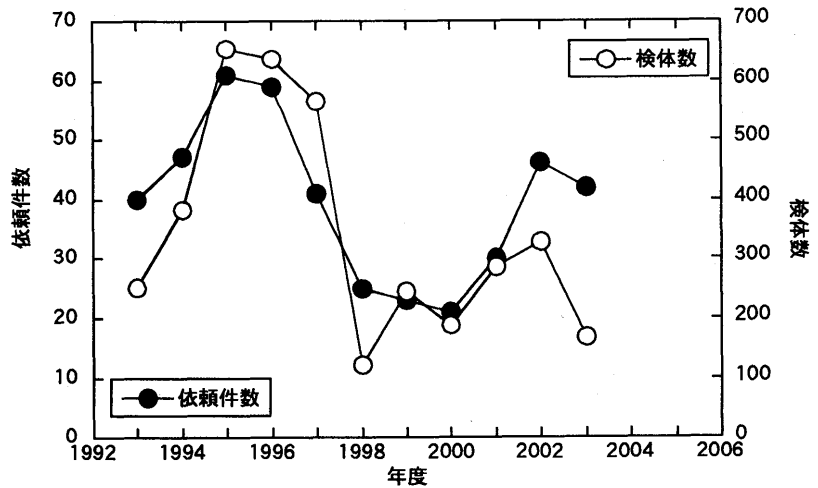


◇日本原子力研究所での NAA のための照射数

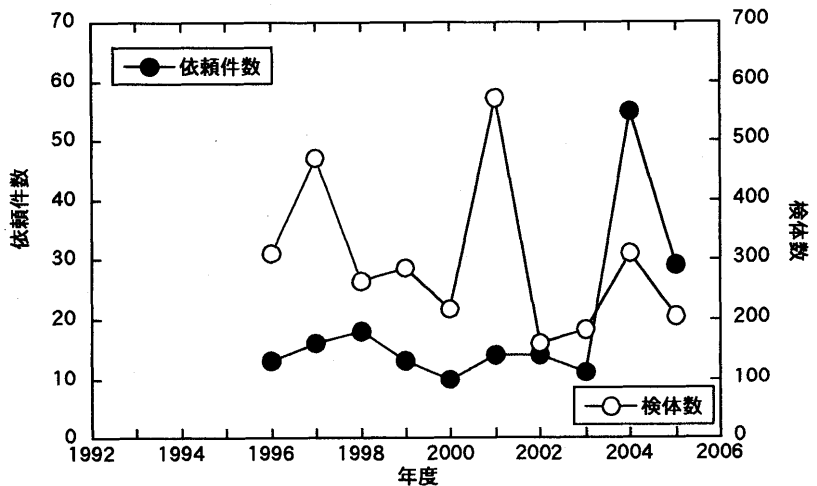


◇放射化分析法による商業依頼分析数

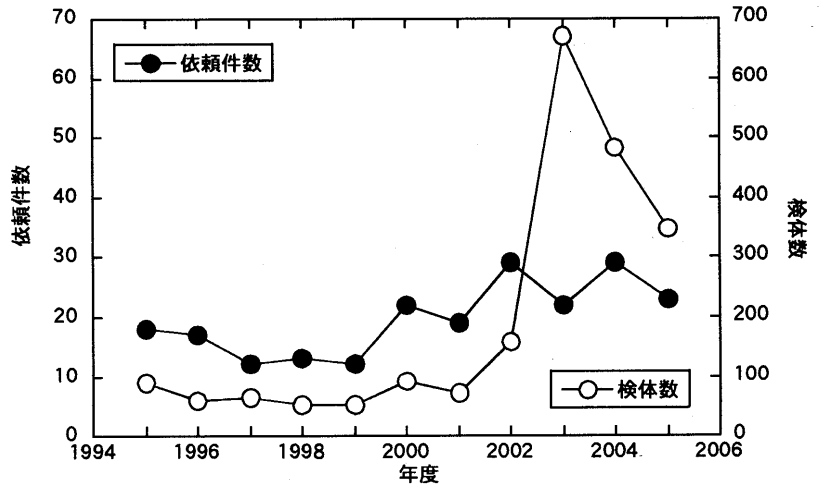
(財)日本放射線振興協会
 (旧 日本放射線照射振興協会)
 原研炉による NAA
 依頼分析業務は 2003 年に
 て終了



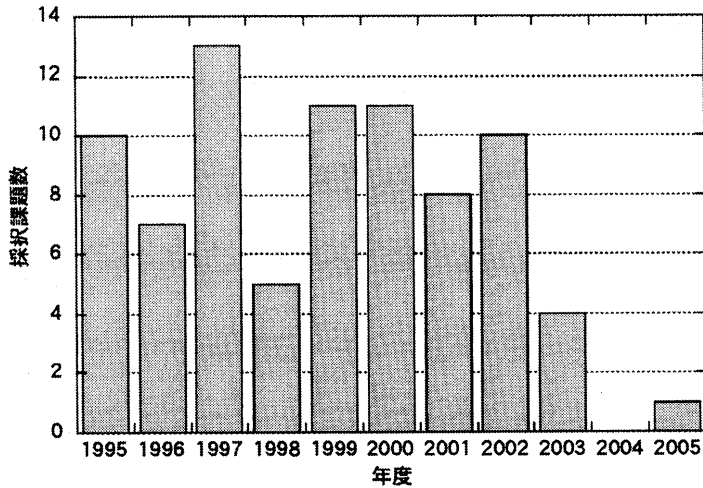
(財)日本分析センター
 立教炉/原研炉による NAA



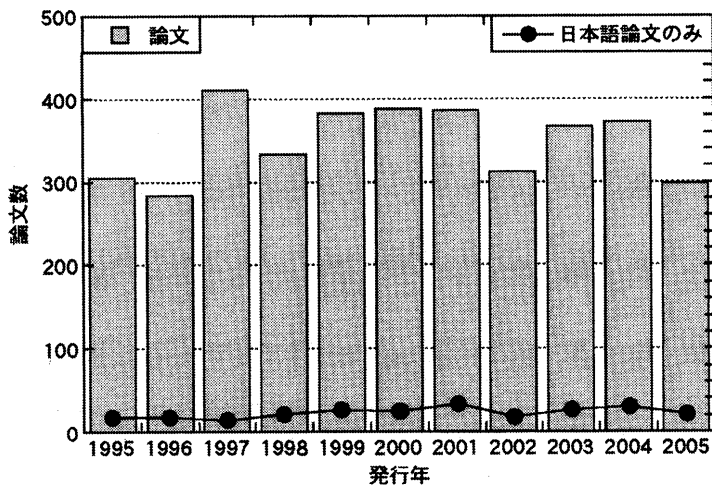
住重試験検査(株)
荷電粒子放射化分析法



◇放射化分析法を利用した科研費採択課題数



国立情報学研究所 科学研究費補助金
採択課題・成果概要データベースにて
「放射化分析」で検索
複数年採択は、研究開始年度のみカウント



SciFinder Scholar にて「activation analysis」で検索
日本語論文は上記検索結果から言語:日本語のみ抽出
注:放射化分析とは関係ない論文も含まれます

研 究 会 報 告

Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry 2005

[2005年10月17日~21日]

Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry 2005 (APSORC 2005)に参加して

日本原子力開発研究機構 原子力基礎工学部門
環境・原子力微量分析研究グループ
國分 陽子

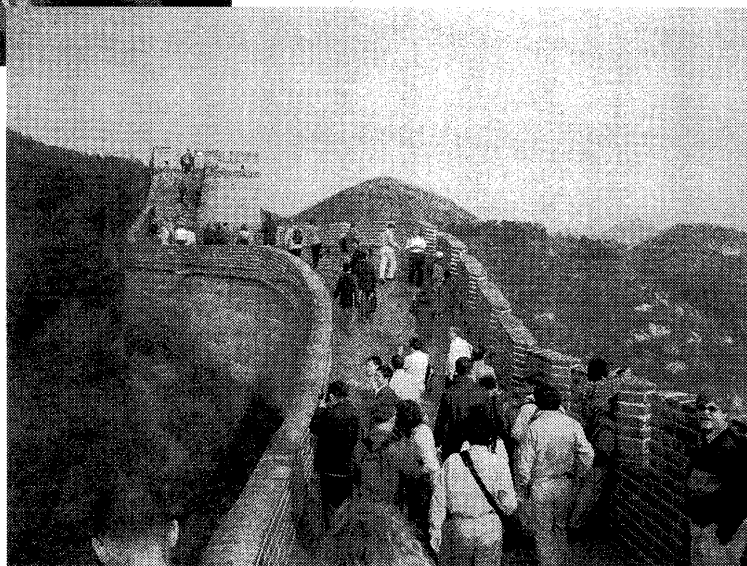
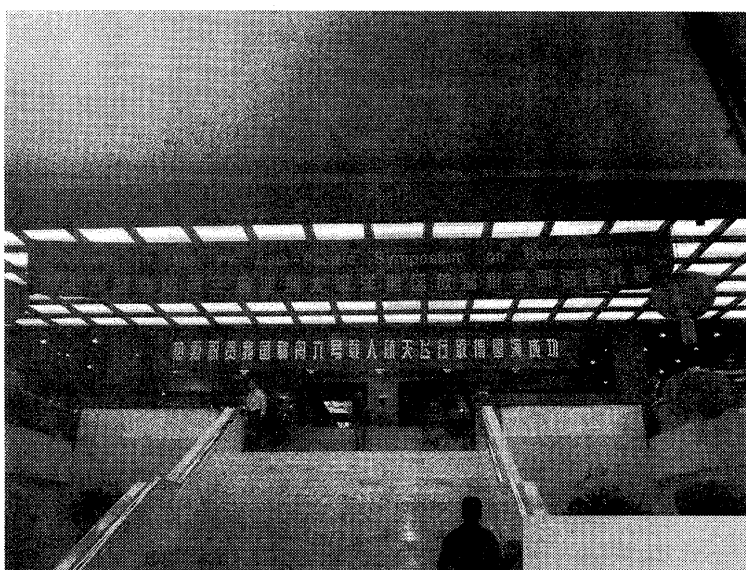
平成17年10月17日から21日まで、2005 アジア・太平洋放射化学シンポジウムが中国の北京で開催された。このシンポジウムは、熊本(1997年)、福岡(2001年)に次いで3回目であり、初の日本以外での開催であった。会議初日に中国2基目の有人宇宙船「神船6号」が無事帰還したため、祝賀ムードの中で行われた。参加者は日本、中国をはじめ、アジア各国、米国、ヨーロッパ諸国から300名を越えた。本シンポジウムのテーマは核化学、放射化学であり、それぞれ基礎研究から応用まであらゆる分野を対象としている。まずオープニングセレモニーの後、ヘヴェシーメダルを受賞された Zhifang Chai 氏(中国)の受賞講演「Nuclear analytical methods for study of chemical speciation of trace elements -A look back and ahead」が行われた。Molecular activation analysis method を用いた地球科学試料中の白金族や植物組織中の希土類元素の化学種分析などが紹介された。Molecular activation analysis method は、高感度、多元素分析が可能であり、また試料のマトリックスの影響を受けないことから、細胞のような小さな試料や、複雑なマトリックスをもつ試料に適用可能とのことであった。その後、ポスター発表を含め発表は10のセッションに分かれて行われた。セッションは、(1)核反応(核分裂)、原子核崩壊/構造、RI ビーム、(2)アクチノイド、重元素及び超重元素の化学、(3)中性子、イオン、X線、放射光を用いた分析法、(4)生命科学、ナノ材料科学、考古学、地球/宇宙科学、アイソトープ電池などへの核化学及び放射化学の応用、(5)新材料科学における核プローブ；メスバウアー、摂動角相関、陽電子消滅など、(6)放射性医薬化学(Tc化学を含む)及び放射性同位元素製造、(7)原子力エネルギー化学、燃料再処理、原子炉化学、ウラン転換、廃棄物管理及び処分、(8)環境放射化学(核種移行を含む)及び放射線生態学、(9)放射化学的分離法及び化学分離；放射線量測定及び測定法、(10)原子力及び放射化学の教育問題であった。放射化分析を含む研究は、(3)、(4)、(8)で紹介された。特にセッション(4)での発表が多く、地球科学試料、生物試料などの定量分析に用いられていた。INAA、RNAA が目的に応じて用いられているが、放射化分析のみを使った研究はほとんどなく、ICP-MS や XRF など他の分析法も組み合わせて行っている場合が多く見られた。今回、放射化分析を用いた研究の中で最も興味深かった内容は、化学種分析への放射化分析の適用である。セッション(4)の招待講演の一つである、A. Chatt 氏(カナダ)の発表では、HPLC と中性子放射化分析を組み合わせ、低濃度のヒ素の化学種同定が可能になったことが紹介された。また、ポスター発表でも関連の研究がいくつか紹介された。詳しくは、本シンポジウムの会議録となる Journal of Nuclear and Radiochemical Sciences (招待講演) または Journal of Radioanalytical & Nuclear Chemistry (一般講演) を参考にしていきたい。

本シンポジウムのセッションは、放射化学討論会とほぼ同じであるが、海外の研究も加わり、

最新の研究を幅広く聴くよい機会であった。また、タイムスケジュールがあるものの、議論が白熱した場合は、時間を気にせず議論が続けられたのがこのシンポジウムの特徴でもあり、よいところであった。特にポスター発表は大幅にオーバーした。筆者はポスター発表を行い、質疑の対応は1時間45分の予定であったが、話に夢中になり気がつけば1時間近く延びていた。

筆者は、初めて中国を訪れた。人、車の多さ、また街全体の活気が印象的であった。特に、北京市内は2008年のオリンピックに向け急ピッチに道路やビルの整備が行われ（そのため、観光名所がどこも改装中で一部しか見ることが出来なかったのが残念であったが）、古い文化に新たなパワーが加わりつつある。新たな芽は、中国から参加した学生の発表にも見られた。とても意欲的であり、今後の活躍が期待される。

次回のシンポジウムは、2009年米国で開催される予定である。それぞれの研究をより深く議論するためのよい機会になるのではないだろうか。



上図：会場となったホテルのロビー。本シンポジウム開催及び有人宇宙船「神船6号」帰還を祝う横断幕。

下図：エクスカースョンで訪れた万里の長城。長城の上を歩くシンポジウム参加者。（原子力機構・安田氏提供）

平成 17 年度 京都大学原子炉実験所専門研究会
「京都大学原子炉実験所での放射化分析と今後の中性子利用分析」

人間環境大学 片山幸士

標記研究会を平成 17 年 12 月 21 日および 22 日に京都大学原子炉実験所事務棟大会議室で開催した。この専門研究会は放射化分析研究会「冬の学校」の活動の一部にもなっている。

京大原子炉は平成 18 年度より、現在の高濃縮ウランでの運転を中止し、約 2 年間の休止が予定されている。再開後も運転は大幅に変更され、燃料も低濃縮へ、出力も医療照射時以外の通常利用は 1 MW の計画になっており、運転も連続運転から各日運転になる予定である。

今後、京大炉による放射化分析の利用をどのように発展させていけばよいかを考え、また、共同利用および専門研究会の運営に多大の貢献をされてこられた高田實彌先生が平成 18 年 3 月にご退職になられることを考慮し、高田先生と関連の深い共同研究者を中心に講演をお願いした。

さらに KUR 休止中の措置として韓国原子力研究所 (KAERI) の研究炉である HANARO を用いた研究が計画され、HANARO を利用した共同利用研究の公募国際的共同研究が始まった。それを受けて、専門研究会の講演に先立ち、韓国から 5 名の研究者を迎え韓国に於ける放射化分析の現状や研究用原子炉 HANARO について紹介していただいた。

また、京大原子炉の柴田誠一教授から、KUR 運転再開にむけての計画等について説明があり、質疑応答をおこなった。

最後に、高田先生による「京都大学原子炉実験所での 40 年を振り返って」と題した講演で研究会を終了した。

なお、プログラムは以下の通りである。

平成 17 年度 京都大学原子炉実験所専門研究会プログラム
「京都大学原子炉実験所での放射化分析と今後の中性子利用分析」

12 月 21 日 (水) 13 時 00 分～17 時 30 分

1. 挨拶 専門研究会の開催について

人間環境大学 片山幸士

2. 講演

(13 時 10 分～15 時 10 分)

京都大学原子炉実験所所長挨拶

"Current status and utilization of neutron activation analysis at the HANARO research reactor, Korea"

Yong-Sam Chung (KAERI)

"Application studies using NAA during the past ten years in Korea"

Jong-Hwa Moon (KAERI)

"The analysis of metallic compositions in Asian dust particles using instrumental neutron activation analysis"

Jin-Hong Lee (Chungnam National University)

"Study on reference korean men by neutron activation analysis"

Seong-Yeon Cho (Yonsei University)

"NAA of Geologic and High Purity Materials"

Kil-Yong Lee (KIGAM)

休憩 (15時10分～15時30分)

(15時30分～17時30分)

「沖縄トラフ海底堆積物および珊瑚礁試料の微量元素含有量」(45分)

琉球大学理学部海洋自然科学科 大森 保

「諫早湾締め切りによる沿岸環境の変化の地球化学的検討」(45分)

¹島根大学、²京都教育大学 石賀裕明¹、武蔵野 實²、道前香緒里¹

「過去4万年における琵琶湖コア中の重鉍物の運搬堆積に関する地球化学的記録と気候変動や古地震との関連」(30分)

北海道大学大学院地球環境科学研究科 篠塚良嗣、任忠完、豊田和弘

3. 懇親会 (18時～19時30分)

12月22日(木) 9時00分～12時30分

1. 京大炉の現況と今後の動向 (9時00分～9時20分)

京都大学原子炉実験所 柴田誠一

2. 講演 (9時20分～10時00分)

「海洋生物試料の中性子放射化分析」

石巻専修大学 福島美智子

「バイカル湖堆積物の元素組成特性とその鉛直変動から見た古環境」(40分)

国立環境研究所土壌環境研究室 高松武次郎

休憩 (10時40分～11時00分)

「資源地質学と放射化分析」

秋田大学工学資源学部 地球資源学科 水田敏夫

「京都大学原子炉実験所での40年を振り返って」

京都大学原子炉実験所 高田 實彌

3. 総合討論 座長 片山幸士 (12時00分-12時30分)

放射化分析・冬の学校に参加して

日本原子力研究開発機構 松江 秀明

放射化分析・冬の学校は、毎年、京都大学原子炉実験所のご好意で、12月ごろに 京都大学原子炉実験所専門研究会として開催されています。平成17年度は、「京都大学原子炉実験所での放射化分析と今後の中性子利用分析」というタイトルで、平成17年12月21日と22日に京都大学原子炉実験所事務棟大会議室で開催されました。私自身参加するのは初めてですが感想を述べさせていただきます。

本研究会は、21日のお昼過ぎから、世話人の人間環境大学片山幸士先生と京都大学原子炉実験所所長の挨拶で開催されました。

【HANARO スタッフ&ユーザー講演】

初日の最初のセクションでは、これから数年の京大原子炉の休止期間中に京大炉の放射化分析利用者の皆さんに韓国原子力研究の多目的研究用原子炉 HANARO (韓国語でハナ“하나”とは“一”を意味するそうなので、国産一号炉というニュアンスでしょうか)の利用に向けて、韓国の HAHARO スタッフとユーザーの5名の方の講演が企画されていました。HANARO は原子力機構の JRR-3 と比べてもスペック的には見劣りすることはなく、放射化分析用の設備、即発 γ 線分析をはじめ中性子ラジオグラフィ装置などを備えています(放射化分析 No19 に紹介論文があります)。これらの装置設計に関してはは初期の段階から積極的に日本側の研究者と情報交流を行っており、日本を始め諸外国のノーハウを十分に取り入れたものになっていると思われます。現状でも、HAHARO の設備は十分な水準に達しており、 k_0 法への取り組みなど日本以上の熱意を感じる面もあります。さらにもう一段、現実的な装置運営面で日本の装置担当者とユーザーのノーハウを必要と感じていただくと感じられました。これからの京大の取り組みを通じた交流が実り多いものになればと思います。

【京都大学原子炉実験利用者講演】

HANARO 関係者の講演に後と22日の午前中に、京大炉利用者である6名の先生方から、地質、環境、海洋生物に関する幅広い、そして長年に渡る放射化分析の応用研究についての研究報告が行われました。これらの研究報告を聞いて、いかに京大炉がユーザーフレンドリーな研究環境であるかをうかがい知ることができました。

「京都大学原子炉実験所での40年を振り返って」

京都大学原子炉実験所 高田 實彌

3. 総合討論 座長 片山幸士 (12時00分-12時30分)

放射化分析・冬の学校に参加して

日本原子力研究開発機構 松江 秀明

放射化分析・冬の学校は、毎年、京都大学原子炉実験所のご好意で、12月ごろに 京都大学原子炉実験所専門研究会として開催されています。平成17年度は、「京都大学原子炉実験所での放射化分析と今後の中性子利用分析」というタイトルで、平成17年12月21日と22日に京都大学原子炉実験所事務棟大会議室で開催されました。私自身参加するのは初めてですが感想を述べさせていただきます。

本研究会は、21日のお昼過ぎから、世話人の人間環境大学片山幸士先生と京都大学原子炉実験所所長の挨拶で開催されました。

【HANARO スタッフ&ユーザー講演】

初日の最初のセクションでは、これから数年の京大原子炉の休止期間中に京大炉の放射化分析利用者の皆さんに韓国原子力研究の多目的研究用原子炉 HANARO (韓国語でハナ“하나”とは“一”を意味するそうなので、国産一号炉というニュアンスでしょうか)の利用に向けて、韓国の HAHARO スタッフとユーザーの5名の方の講演が企画されていました。HANARO は原子力機構の JRR-3 と比べてもスペック的には見劣りすることはなく、放射化分析用の設備、即発 γ 線分析をはじめ中性子ラジオグラフィ装置などを備えています(放射化分析 No19 に紹介論文があります)。これらの装置設計に関してはは初期の段階から積極的に日本側の研究者と情報交流を行っており、日本を始め諸外国のノーハウを十分に取り入れたものになっていると思われます。現状でも、HAHARO の設備は十分な水準に達しており、 k_0 法への取り組みなど日本以上の熱意を感じる面もあります。さらにもう一段、現実的な装置運営面で日本の装置担当者とユーザーのノーハウを必要と感じていただくと感じられました。これからの京大の取り組みを通じた交流が実り多いものになればと思います。

【京都大学原子炉実験利用者講演】

HANARO 関係者の講演に後と22日の午前中に、京大炉利用者である6名の先生方から、地質、環境、海洋生物に関する幅広い、そして長年に渡る放射化分析の応用研究についての研究報告が行われました。これらの研究報告を聞いて、いかに京大炉がユーザーフレンドリーな研究環境であるかをうかがい知ることができました。

【懇親会】

初日の講演終了後に実験所の会議室で、懇親会が行われた。ホームパーティー的な雰囲気、手作りのおでんがおいしかったです。スタッフの皆様ありがとうございました。その後、近くの寿司屋さんで韓国の皆さんも参加して二次会も行いました。

【京大炉の現況と今後の動向、総合討論】

最終日の 22 日には、前述した研究報告と共に、京大炉と放射化分析利用の現況と今後の動向について、実質的な討論が行われました。京都大学原子炉実験所の柴田誠一先生から、京大炉の現況と今後の動向について報告があり、今後、数年、京大炉が休止し、その間、京大が窓口となるので HAHARO の利用をお願いします、との説明がありました(内容の詳細は、放射化分析 No19, 66 頁ならびに放射化学ニュース, 第 13 号, 2006/03, 26 頁に京大の高宮さんが書かれておられるのでご一読をお勧めします)。この報告を受けて、国内の他の中性子放射化分析利用設備(実質的に原子力機構しかありませんが)の問題も含めて片山先生を中心に総合討論が行われました。原子力機構の笹島氏からは、新組織になってからの機構の施設共用利用について説明がありました。

【最後に】

最後に、「京都大学原子炉実験所での 40 年を振り返って」と題して、京都大学原子炉実験所の高田實彌氏からの講演がありました。私自身これまで、京大原子炉で実験した経験はなく、高田さんを存じ上げておりませんでした。利用者の立場に立って、実験・研究に関与されてきた方であり、京大原子炉にとって不可欠の方であったということが実感されました。他機関の施設を利用するに当たり、そのスペック以上に施設や装置の顔となる人の存在が大きいのかなと思います。私自身、機構で即発 γ 線分析装置の担当をしておりますが、そのような存在に成ればと思っただいです。

研 究 紹 介

Nuclear Reactor Based Research in Bangladesh

S. M. Hossain

*Institute of Nuclear Science & Technology, Atomic Energy Research Establishment, G.P.O. Box No.-3787,
Savar, Dhaka-1000, Bangladesh; E-mail: syed9495@yahoo.com*

Abstract

Over the past nineteen years, the only research reactor 3 MW TRIGA Mark-II has progressed a variety of tasks in Bangladesh under Bangladesh Atomic Energy Commission (BAEC). These have included isotope production, material research using neutron scattering, materials characterization by neutron radiography, qualitative and quantitative assessment of elements in variety of sample matrices using neutron activation analysis as well as training and service as centers of excellence in Science & Technology. The aim of this article is to explore the nuclear reactor based research in Bangladesh with especial emphasis to neutron activation analysis (NAA).

1. Brief History of BAEC TRIGA Reactor

The Atomic Energy Research Establishment, the biggest research wing of BAEC is blessed by the presence of only nuclear research reactor in the country. It was established about two decades back with the aim of peaceful use of atomic energy in the country. It is a tank type research reactor achieved its first criticality in the morning of September 14, 1986. This may be identified as a memorial event in the scientific annals of the country. It was tested and commissioned fully at the end of October 1986. For proper utilization, the reactor is equipped with a number of irradiation facilities: dry central thimble (DCT), neutron beam tubes (tangential and radial piercing), pneumatic transfer system, rotary specimen rack (Lazy Suzan), thermal column, etc. The pneumatic transfer system (transfer time 4.6 sec) and Lazy Suzan are mostly being used for NAA experiments, the DCT for both of radioisotope production and NAA, the radial piercing beam port for neutron scattering and tangential beam port for neutron radiography. The thermal column is still unutilized. The technical, operational and utilization data is quoted in Table 1 and the core configuration with irradiation channels of BAEC TRIGA reactor is shown in Fig.1.

Table 1. Salient features of BAEC TRIGA reactor*.

Technical Data	
Power output	: 3 MW (thermal)
Fuel moderator material	: Uranium Zirconium Hydride (U-ZrH _{1.6})
²³⁵ U enrichment	: 19.7 wt%
Cooling	: Natural/Forced
Number of fuel element	: 100
Coolant	: Demineralized water
Maximum thermal flux	: ~ 9.1 × 10 ¹³ n.cm ⁻² .s ⁻¹
Core loading	: Fuel elements = 93; IFE = 02; FFCR = 05
Control rod	: 6 rods of Boron Carbide (B ₄ C)
Reflector	: Graphite
Operation and Utilization data	
Hours operated per day	: 5
Total hours operated	: 4909
Hours at full power operated	: 842
Total burn—up	: 7879 MWh
Number of irradiation request catered	: > 873
Sample irradiated	: 975
Radioisotope produced	: > 2100 GBq (¹³¹ I, ^{99m} Tc, ⁴⁶ Sc, etc.)

*Data provided until 31 August 2005 [1]

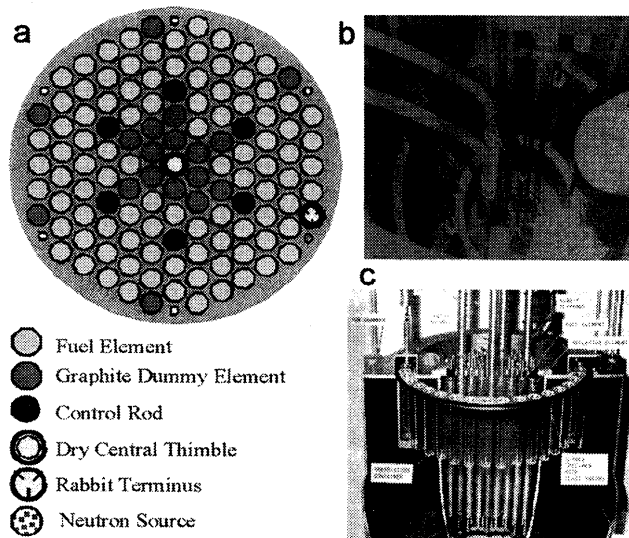


Fig 1. a. BAEC TRIGA Reactor core configuration; b. Pneumatic transfer pipes entered into the Rabbit Terminus of the reactor core; c. Rotary specimen rack or lazy susan surrounding the reactor core.

2. Utilization Status

Since its establishment, the BAEC TRIGA reactor has been playing pioneering role in scientific research and in providing services to the people. For example, the radioisotopes produced from this reactor are being used for a long time in different nuclear medicine centers of the country for both diagnostic and therapeutic purposes. On the other hand, with a view to opening a new avenue of fundamental and applied research in the country, a number of different experimental facilities were installed around the reactor in early nineties of the last century. With the aim of socio economic development of the country, these facilities are being used in various fields of research and utilization, such as, neutron activation, neutron radiography, neutron scattering, isotope production, manpower training, education, etc.

2.1. Isotope Production

In Bangladesh, about a dozen of nuclear medicine centers and two Institute of Nuclear Medicine run by BAEC are serving millions of people and performing research to extend its application [2]. The aim of radioisotope production using BAEC TRIGA reactor is to fulfill the local demand of short-lived medical radioisotopes and radiopharmaceuticals both for diagnosis and therapeutic purposes. The major facilities of radio isotope production include: ^{99m}Tc generator production plant, ^{131}I production plant, ^{131}I Capsule production facility, Kit production facility, QA/QC facility, etc.

2.1.1. Production of ^{99m}Tc

Isotope production activity started in Bangladesh in 1987 by producing instant ^{99m}Tc by solvent extraction method by irradiating natural molybdenum (as MoO_3) target. This production method was discontinued due to the transportation problem of instant ^{99m}Tc ($T_{1/2} = 6$ hours) to the remote areas of the country. In 1988, the initiative was taken for producing portable ^{99m}Tc sublimation generator by irradiating Titanium Molybdate in the reactor. This method was also discontinued due to inconsistent yield and contamination problem. In order to overcome these problems, the chromatographic ^{99m}Tc generator production facility was installed with the help of IAEA. This facility was capable producing only four ^{99m}Tc generators per batch that was able to fulfill only a portion of the total demand of the country. So far 106 batches of 15 GBq ^{99m}Tc -generators have been produced from fission ^{99}Mo imported from four different origins and supplied to four hospitals of the country. With the aim of fulfillment of total demand of the country, the IAEA Technical Cooperation Project (Project Code BGD/2/010) has been implemented for enhanced production of ^{99m}Tc generators. In 2005, the new ^{99m}Tc generator plant with the capacity of producing 50 generators/batch has been installed under the TC project.

2.1.2. Production of ^{131}I

The nuclear medicine centers of Bangladesh have their demands of about 700 mCi ^{131}I solutions per week for diagnosis of thyroid disorder and therapy of thyrotoxicosis and 1.5 Ci ^{131}I capsules per week for thyroid ablation therapy. The ^{131}I solution has been producing by dry distillation separation of reactor irradiated TeO_2 . The ^{131}I capsule production plant has recently been installed.

2.2. Neutron Scattering

With a view to utilize the reactor for materials research, a Triple Axis Neutron Spectrometer (TAS) has been set up in the radial piercing beam port of the TRIGA MARK-II research reactor. The spectrometer is being effectively used for the studies of structural and characteristic properties of materials for their potential applications. The present scope of research using TAS facilities include: neutron powder diffraction studies for structural characterization of materials like metals, metallic oxides, alloys, ceramics, superconductors and various types of magnetic materials; small angle neutron scattering for determining shape, size and molecular weights of particles in various kinds of biological aggregates and polymers; and texture studies for identification of texture in industrial and structural materials. Various types of materials are studied by the diffraction and Small Angle Neutron Scattering (SANS) techniques using the TAS. For instance, the crystal and magnetic structures of a variety of ferrites, superconducting materials, alloys, amorphous materials, etc. have been studied in the diffraction method [3].

2.3. Neutron Radiography

Neutron Radiography (NR) facility has been installed at the tangential beam port of the TRIGA research reactor with a view to create opportunity for nondestructive testing of materials using the neutron beam. This beam port has been chosen in order to get a thermal neutron beam with minimum gamma content. The NR facility is being used for research on various materials and quality control of some industrial products. In the existing NR facility only direct film neutron radiography method is being used and characterized various types of materials. For example, detection of corrosion in aluminum, study of the quality of some industrial products (leather, rubber, ceramics, etc.), determination of defects in some shielding materials, determination of defects and water absorption behavior in some building materials, study of defects and water absorption behavior in various wood plastic composites and jute reinforced polymer composites [4]. NR group has a Coordinated Research Project (CRP) with IAEA aiming at developing the electronic imaging system for real time neutron radiography.

2.4. Neutron Activation Analysis

In spite of advanced nuclear analytical methods developed (PIXE, XRF, TXRF, etc.) in Bangladesh, the (n, γ) reactor neutron activation analysis (NAA) is still preserving its role as a "workhorse" for the diversity of analytical work [5-7]. Combined with computerized high resolution gamma-ray spectrometry, NAA offers mostly nondestructive, simultaneous multi-element analysis needed in many areas. In using NAA, the relative standardization method is being used in BAEC by employing multielement standards and certified reference materials. However, the k_0 -standardization approach will be implemented in near future. The activity of NAA lab of BAEC can be categorized into four dimensions, such as, service, projects, R & D work and academic collaboration.

2.4.1. Service

In order to pursue and stimulate NAA activities in Bangladesh in a strategic way, the Group is trying to make an effort to connect the unique features of NAA to the country's social needs. For instance, Bangladesh is confronting the crisis of arsenic contamination in drinking water. The epidemic of arsenic related diseases has begun. Arsenic patients from different areas of Bangladesh are visiting doctors with complain. Before giving treatment, doctor needs to know the arsenic level in their body. Most of the time doctor falls in embarrassing situation when patients want to know where they can be examined the arsenic level in their body. For doing so, the scope is very limited in Bangladesh. Under this circumstances, some Hospitals/Clinics send samples in abroad for analysis, which is very costly and most of the people can not afford it. For helping these helpless people, NAA Group has taken initiative to estimate arsenic level (on payment, low cost and even in some cases free of cost) in human body by analyzing hair. A number of patients are being referred from different hospitals of the country to NAA lab. Mention can be made with some examples:

Case 1: Female married patient; age: 26 years, P.S.: Bhanga, District: Faridpur; referred by: Dr. Mir Nazrul Islam, Consultant Dermatologist, BIRDEM Hospital, Dhaka. The total arsenic concentration measured in her scalp hair via INAA was $36.4 \pm 1.5 \mu\text{g/g}$, whereas the normal level of arsenic in human hair is less than $1 \mu\text{g/g}$;

Case 2: Female married patient, age: 34 years, P.S. and District: Gopalganj; referred by Prof. Dr. A.Z.M. Maidul Islam, Head of Skin & V. D. Department, Bangabandhu Sheikh Mujib Medical College (BSMM) University, Dhaka. The arsenic level in her scalp hair was determined amounted to $25.5 \pm 5.1 \mu\text{g/g}$;

Case 3: Male married patient, age: 35 years, P.S.: Brahman Para, District: Comilla; referred by Dr. Mansurul Alam, Department of Dermatology & STDs, Chittagong Medical College & Hospital, Chittagong. The total arsenic concentration in his scalp hair was found to be $5.31 \pm 0.32 \mu\text{g/g}$.

NAA lab received a number of married and unmarried both of male and female patients. The name of the patient was avoided in this article due to their social problem. The devastating physical condition of some arsenic contaminated patients who visited the NAA laboratory is shown in Fig.2.

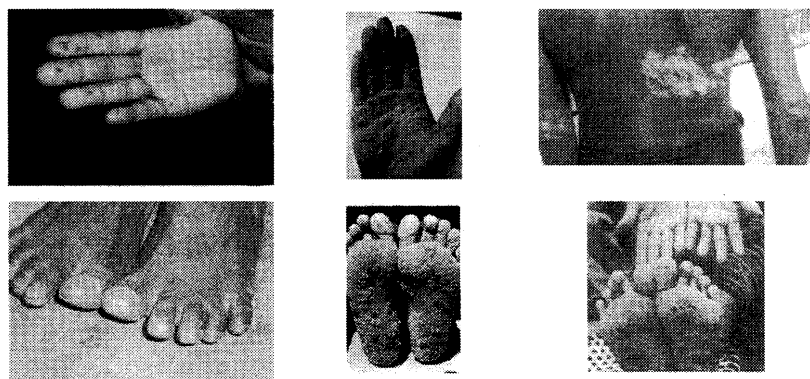


Fig.2. Arsenic affected patients visited to NAA laboratory

In addition to arsenocosis patient, NAA lab is involved in giving analytical services to the government, non-government organizations, universities, etc.

2.4.2. Projects

NAA Group successfully completed several Technical Cooperation Projects with IAEA. At present, the lab is engaged with two projects: 1) IAEA TC Project No. BGD/8/018 entitled "Isotope techniques for mitigating arsenic contamination in groundwater (NAA component)" and 2) Bangladesh Ministry of Information, Communication and Science & Technology Project No. 104/2003-2004, entitled "Determination of Arsenic in Groundwater, Soil, Human Tissue and Foodstuffs of Different Areas of Bangladesh Using Neutron Activation Analysis Technique".

The studied of feasibility of INAA by using local experimental facilities for the determination of arsenic toxicity in different sample matrices and optimization of pre-concentration NAA (PNAA) for the determination of total inorganic arsenic in ground water can be identified as recent outcome of the project in relation to objectives. The range of arsenic, detection limit and sensitivity measured for various sample matrices are shown in Table 2.

Table2. Feasibility data of NAA in determining total arsenic in different sample matrices.

Sample Matrix	Range of Arsenic Measured ($\mu\text{g/L}$)	Detection Limit ($\mu\text{g/L}$)	Normal value ($\mu\text{g/L}$)	Sensitivity
Water	0.14-2761	0.05 (PNAA) 25 (INAA)	< 50	1000 2
Hair	0.38-48.5	0.16	< 1	6
Soil	0.77-6.41	0.20	< 3	15
Vegetable	0.27-17.5	0.17	< 1	6
Rice	0.10-0.86	0.06	< 1	17

2.4.3. R & D Work

In the frame of R & D work, NAA Group is responsible to characterize different irradiation channels of TRIGA reactor. For instance, recently, due to improve the cooling system of the reactor, the neutron flux has changed and NAA Group re-measured the thermal and epithermal neutron fluxes at different irradiation locations by foil activation technique as shown in Table 3.

Table3. Neutron fluxes at different Irradiation Channels of BAEC TRIGA Reactor.

Position in the Core	Neutron Flux at 3 MW ($n.cm^{-2}.sec^{-1}$)	
	Thermal (ϕ_{th})	Epithermal (ϕ_{epi})
Bottom of Dry Central Thimble (DCT)	$9.04 \cdot 10^{13}$	$4.65 \cdot 10^{12}$
Pneumatic Transfer System (Rabbit)	$2.64 \cdot 10^{13}$	$1.23 \cdot 10^{12}$
Rotary Specimen Rack (Lazy Suzan), Hole No. 7	$1.39 \cdot 10^{13}$	$6.59 \cdot 10^{11}$

In order to investigate the possible pathways of arsenic and heavy metals exposure and their effects on population health and to define the contaminated area, samples of soil, foodstuffs, tube well water, human hair, etc. were collected from different regions of Bangladesh and were analyzed under R & D work.

3. Academic Collaboration

In the worldwide, the fall-off in nuclear educations is in alarming numbers. It is essential taking of necessary action to prepare the nuclear profession by stimulating and supporting enrolments in the study of Nuclear Science and Technology and related disciplines. To address the problem, all the laboratories around TRIGA reactor are very keen to collaborate with almost every University of the country. Students from different universities and other scientific organizations of the country carry out their research works at various laboratories around TRIGA reactor to obtain academic degrees, like M.Sc., M.Phil. and Ph.D with the guidance of laboratory experts.

4. Conclusion

Since its establishment, the reactor has been utilizing without major incidence. However, few minor incidences sometimes remained the reactor operation suspended. For instance, the N-16 decay tank leakage, due to pitting corrosion in several areas where rain water seeped through, remained the reactor high power operation suspended for 3 years (from 1997 to 2001).

With their limited facilities, different utilization groups have been trying for proper utilization of BAEC TRIGA reactor in both fundamental research and service purposes. But, in reality, the neutrons and gamma rays generated in the reactor core cannot be exploited properly using the present experimental facilities and, as a result, the optimum utilization of the BAEC TRIGA reactor is hampered, resulting in impacts of its financial and technical performance. It is worth mentioning that most of laboratories scientific equipments are backdated. In these circumstances, it is necessary for updating and extending of laboratory facilities to proper use of the reactor would be ensured with the help of national and international community.

Acknowledgement

Grateful acknowledgement is made to the members of Reactor Operation and Maintenance Unit (ROMU) with especial attention to Mr. M.A. Zulquarnain, Director, and Mr. M.M. Haque, Chief Engineer for their nice cooperation, encouragement and operation of reactor according to the demands of users. Special thanks deserved to Dr. Md. Zainul Abedin, Head, Radio Isotope Production Division, Dr. S.M. Yunus, Head Reactor and Neutron Physics Division (RNPD), Mr. M. Nurul Islam, Group Leader, Neutron Radiography for providing information about radio isotope production, neutron scattering and neutron radiography, respectively during their lectures delivered in BAEC. Sincere thanks are addressed to Mr. M.A. Hafiz, Dr. Sk. A. Latif, Mrs. K. Nehar and Mr. M.S.H. Mubin, the members of NAA Group for keeping themselves as workhorses in the NAA lab. Mr. M. Ahad Ali and Mr. Ali Azam deserve special thanks for their technical assistance in the NAA lab. Sincere thank and gratitude is addressed to Dr. Farid Uddin Ahmed, Director, International Affair, BAEC for his nice cooperation, guidance and valuable suggestions to implement the IAEA TC projects in NAA lab. Last but not least, thanks are due to Mr. Fumio Sasajima, Deputy General Manager, Department of Research Reactors and Tandem Accelerator, JAEA, Tokai and Dr. Yasuji Oura, Associate Professor, Department of Chemistry, Tokyo Metropolitan University for their encouragement in writing this article.

References

1. M.M. Haque, "Operation and Maintenance Status of the 3 MW TRIGA Mark-II Reseach Reactor of Bangladesh", International Seminar on Nuclear Safety 2005, Operation and Maintenance of Nuclear Facilities Course, organized by International Nuclear Technology Cooperation Centre and Radiation Application Development Association (RADA), Japan, Sept.26 – Oct.7 (2005).
2. M.M. Hasan, M.A. Karim, N. Nahar, M.M. Haque, "Practice of Nuclear Medicine in a developing country", World Congress of Nuclear Medicine, Special Issue, Year 5, No.17, Sept. (2002).

3. A.K.M. Zakaria, M.A. Asgar, F.U. Ahmed, A.K. Azad, S.M. Yunus, S.K. Paranjpe and A. Das, "Studies of $Mn_{0.5}Cr_{0.5}Fe_2O_4$ ferrite by neutron diffraction at different temperatures in the range $768k \geq T \geq 13k$ ", Indian Journal of Pure and Applied Physics, Vol. 40, pp. 46-53, January (2002).
4. M.N. Islam, M.A. Khan, M.A. Zaman, "Study of the defects and water absorption behaviour in Jute-reinforced polymer composites using film neutron radiography", Journal of Reinforced plastics and composites, Vol. 24, No. 16, pp. 1697-1703 (2005).
5. S.M. Hossain, Sk. A. Latif, M.A. Hafiz, K. Nehar, M.S.H. Mubin, M.A. Ali, F.U. Ahmed "Estimation of arsenic level in patients by analyzing hair using instrumental neutron activation analysis", NAMLS8, 8th International Conference on Nuclear Analytical Methods in the Life Sciences, Conference Proceedings Log 115, p.98, 17-22 April (2005).
6. S.M. Hossain, M.A. Hafiz, K. Nehar, M.S.H. Mubin, F.U. Ahmed, "Estimation of Arsenic Toxicity in Environmental compartments of Feni District by Neutron Activation Analysis Technique", International Conference on Physics for Understanding and Applications, Organized by Bangladesh Physical Society, BUET, Dhaka, 22-24 Feb. (2004).
7. N.I. Molla, S.M. Hossain, S. Basunia, R.U. Miah, M. Rahman, D.H. Shikder and M.I. Chowdhury "Elemental analysis in bed sediment samples of Karnafuli estuarine zone in the Bay of Bengal by Instrumental Neutron Activation Analysis", Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Articles, Vol. 216, No.2, 213-215 (1997).

過去 4 万年における琵琶湖コア中の重鉱物の運搬堆積に関する 地球化学的記録と気候変動や古地震との関連

北大院地球環境科学 篠塚良嗣・任忠完・豊田和弘

【背景】今より 11,500 年程前、氷河期から現在のような温暖な完新世へ移行する以前に、14,500 年程前に急激に温暖化した後 13,000 年程前に急激に寒冷化した事件があった事は古くから知られていた。90 年代になるとこうした急激な気候変動は氷期には頻繁に起こっていた事が氷床コアの時間高分解能な研究などから判明した。地球温暖化の影響を評価する上で、過去の急激な気候変動が発動するきっかけ、その変化速度や世界各地への伝播機構を復元する事が、現在の地球環境研究での一つの大きな焦点となっている。

【湖底堆積物コアによる古環境復元】氷床コア以外にもサンゴや海底堆積物などが古環境復元の研究対象とされているが、湖底堆積物は中緯度での環境変動の時間高分解能な記録媒体として注目されている。例えば、琵琶湖湖底には過去 43 万年間の連続した粘土質堆積物があり、1971 年、1982-83 年、1986 年の三回、掘削コアが掘られて学際的な研究が行われたが、当時の研究レベルから低分解能な解析であった。1995 年には数万年間を高分解能に解析する事を目的に琵琶湖の 3 地点で 10m 程度のピストンコアが採取されて学際な（層序、地磁気、花粉、珪藻、粘土鉱物、有機化学、無機化学の）研究が行われている（竹村ら、2000）。また、敦賀湾に面する三方五湖の一つである水月湖には年稿（年輪の付いた）堆積物があり、1993 年にこの湖中央部で採取された掘削コア試料の年代は、世界各地の高精度な年代測定値との擦り合わせが行われている。（北川 & van der Plicht, 1988）。このコアの花分析から上記の 1 万数千年前からの気候激変の時期は日本と北大西洋とでは数百年ほど時間的に食い違っている事が報告されている（中川ら、2003）。

【分析試料と分析法】本研究では、琵琶湖中央部の南北に 3 本のコア中の、南から北へ約 180 試料、約 450 試料、約 100 試料（それぞれ過去 8,000 年間、過去 38,000 年間、10,000 年前～21,000 年前の堆積年代）、及び水月湖の 1 本の掘削コア中の約 420 試料（15700 年前～10200 年前の堆積年代）について ICP 発光分析と放射化分析を併用して、主成分元素と微量元素の定量を行った。また、必要に応じて、一部の試料を粒度別に分けたり、分別抽出した後に化学分析を行った。さらに比較のために湖周囲の陸上の試料も採取して化学分析を行った。なお本要旨に記載した年代は、すべて炭素 14 測定年代を北川 & van der Plicht (1988) にしたがって水月湖の年稿年代に変換した年代値である。

【琵琶湖コア中の風成塵と重鉱物】コアの研究では同一層準から得られた様々な指標が意味する情報を組み合わせことで、より正確に過去の復元できる事が期待されるが、湖底堆積物コアの微量元素の含有量がどのような指標になるのか検討した研究例は世界的に見てもほとんどない。豊田(2000)は、琵琶湖掘削コア中のトリウム/スカンジウムの含有量比 (Th/Sc 比) の変動が過去 43 万年間の氷期間・氷期サイクルと連動している事を初めて見出し、偏西風の強い氷期には中国大陸からの Th/Sc 比の低い値を持つ風成塵の降下量が増大するために、氷期に堆積した堆積物中の Th/Sc 比が間氷期に比べて低くなると考えた。ちなみに春に大陸の砂漠から日本に飛来する黄砂も風成塵である。しかし本研究で琵琶湖ピストンコア試料について粒度別分析をおこなうと、風成塵を含むはずの 10 μ m 以下の粒度成分中の Th/Sc 比には時代変動はほとんどなく、一方 20 μ m 以上の粒度成分中の Th/Sc 比は著しく大きくなり、粗粒成分がバルク組成の Th/Sc 比を左右する事が分かった。琵琶湖の西岸と南岸には花崗岩があり、その地域の土壌にはモナザイト（希土類のリン酸塩鉱物）やジルコン（ジルコニウムのケイ酸塩鉱物）などの重鉱物粒（風化抵抗性のある比重の大きい鉱物）がある。トリウムはこれらの重鉱物に濃縮されている事が多く、スカンジウムは粘土鉱物中に残留するため、風化過程でも物質中の Th/Sc 比は変わらず、起源の

推定の指標として利用できる。温暖期にはこの重鉍物の流入量が急増したために、バルク組成中の Th/Sc 比が大きくなったと結論できた。

【森林伐採と温暖化の影響：Th と Ce】本研究で得られた南のピストンコア中の Th/Sc 比垂直分布では過去五百年間に著しく増大している事が目立つ。これは室町時代末期から琵琶湖湖南岸に広がる田上山地の森林が急激に伐採されたために花崗岩が露出したことでその風化土壌中のモナザイト粒の琵琶湖中央部への流入量が著しく増えたためと考えられる。この推測は Th/Sc 比の増大に相関して Ce/Sc 比の増大があるのに対して、Hf/Sc 比の増大が認められない事からも裏付けられる。また、南と中央のピストンコア中では過去 31,000 年前から 1,000 年前までの間に約 15 回の Th/Sc 比と Ce/Sc 比のスパイク状の増大が起こり、これは台風や洪水の回数が前後の時代に比べて急増した時期に、南岸からのモナザイトの流入量が一時的に増えたためと考えた。実際 1 万 2 千年前、1 万 4 千 5 百年前など、それらの事件のいくつかは、五百年ほどの違いはあるものの氷期中の急激な温暖時期とも一致しているように見える。同一コア試料の他の測定項目との相関を今後検討したい。

【古地震の影響：Hf】北のピストンコアの化学組成の垂直分布では 16,700 年前で不連続的に化学組成が変化しており、例えば、Ti/Al 比が減少して Hf/Sc 比の増大していることから、なんらかの原因でコア堆積物の供給源が堆積岩主体から花崗岩主体に移動した事がわかる。中央のコアの組成比変動でも、16,000 年前から約千年に 1 度位の割合で Hf/Sc 比のスパイク状の増加が起こるようになる。琵琶湖西岸にはシリコン粒に富んだ比良花崗岩体があり、また西岸湖底には活断層帯が連なっている。西暦 1662 年には大地震が起こり琵琶湖西岸では湖水面が 1～2 m 沈降した事が古文書に記されている。地質学的にも千年から二千年間隔で断層運動による沈降が生じているとされている。したがって、中央のコア中の Hf/Sc 比のスパイク状の増加は、地震による乱泥流により運ばれた西岸の花崗岩土壌中のジルコンの流入によるものと考えた。今後の琵琶湖周辺でのトレンチ調査などの古地震研究との関連が興味深い。

KUR を利用した生物試料の中性子放射化分析

石巻専修大学理工学部 福島 美智子

序

海洋生物は動植物ともに高濃度の Na, Cl, Br, Mg などを含んでおり、微量元素を分析する場合には多くの分析方法において、これらの高濃度塩が妨害することが多い。さらに海草や貝類は多糖類を多く含んでおり、分析試料の溶液化を困難にしている。そこで、海洋生物の微量元素を分析するためには、共存塩の妨害を受けにくく、かつ、溶液化を必要としない分析方法が望ましい。そこでこれらの条件を満たす方法として中性子放射化分析法を用いて、海洋生物中の微量元素の分析を行っている。放射化分析に用いた核種およびそれらの性質を表 1 に示す。今回は KUR の共同利用で得られた海洋無脊椎動物の多元素分析および海草の生物学的有効濃度を中心に報告する。

表 1 中性子放射化分析に用いた核種と核的性質

Element	Nuclide	Half-life	Gamma-ray (keV)	Detection limit (mg)
Ag	116m-Ag	249.8 d	657.8	0.21
As	76-As	26.32 h	559.1	
Br	80-Br	17.68 m	616.3	6.1
Ca	49-Ca	8.72 min	3084.54	39
Co	60-Co	5.27 a	1173	0.07
Cr	51-Cr	27.7 d	320.1	0.49
Fe	59-Fe	44.5 d	1099	22
I	128-I	24.99 min	442.9	7.2
Mn	56-Mn	2.58 h	1810.72	0.26
Rb	86-Rb	18.66 d	1077	1.56
Sb	124-Sb	60.2 d	602.7	0.09
Sc	46-Sc	83.81 d	889.3	0.006
Se	75-Se	119.77 d	136	0.29

1. 海洋無脊椎動物の元素分析

国内で食される貝類や甲殻類を北海道から沖縄までの 14 カ所から収集し、貝類軟体部や甲殻類の頭胸部および腹部筋を分析した。すべての分析結果を元素ごとにまとめると、まず元素の濃度範囲は広く、3 桁から 5 桁の分布を示すことがわかった。しかしそれらの中で、As, Mg, Na, Rb はほぼ 2 桁の範囲内に収まることも特徴としてあげられる。さらに生物種間で比較すると、甲殻類の筋には As, 貝類軟体部には Ag, Fe, Mn などが濃縮されていることも特徴としてあげられる。次に同一生物種について異なる数カ所の生息地間、同一個体における器官間について元素濃度の比較を行った。得られた結果の例を図 1 と図 2 に示す。図 1 は秋田県、新潟県越前浜、島根県隠岐島のイワガキの器官別に Ag を分析した結果である。いずれの生息地においても Ag 濃度の大小関係は、エラ > 外とう膜 > 肝すい腺 > 閉殻筋となり、生息地間では新潟県越前浜 > 秋田県 > 島根県隠岐島という傾向がみられた。このような傾向は、イワガキが生息している海岸の地質学的元素濃度と対応させることにより、生物濃縮のメカニズムに関する情報になるとと思われる。

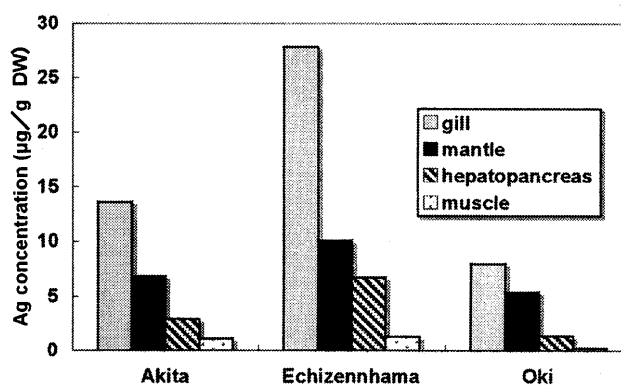


図 1 イワガキの各器官における Ag 濃度 (µg/g DW)

次に図 2 は鹿児島県奄美大島および三重県鳥羽のイセエビのエラと肝すい腺（ともに n=3）に含まれる元素濃度を比較した結果である。エラについては、As, Br, Ca, Fe, Rb, Se 濃度に、肝すい腺については Ag, Ca, Se 濃度に生息地間の差異が認められた。この差異もおそらくイセエビが生息する海域の底質に含まれる元素濃度やそれらの化学形の差異が、海草や貝類を含む食物連鎖を通して影響を与えていると思う。このような生息海域からの影響は、移動しやすい生物種について検討するのは難しいが、イセエビやアワビのような養殖海域、生息海域が限られる生物種を対象にすると、検討しやすいと思われる。また、上に述べたように、このような海域の地質学的元素濃度との比較が必要である。

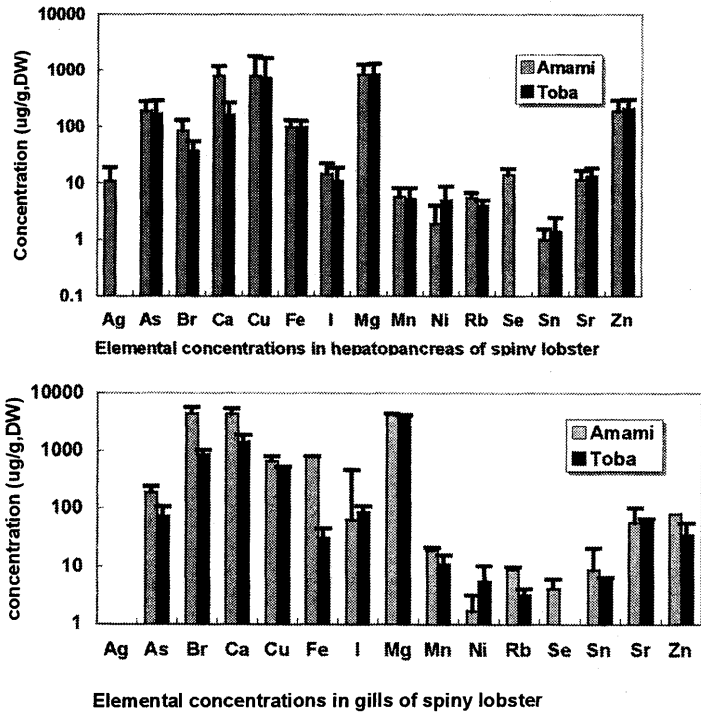


図 2 イセエビの肝すい腺およびエラに含まれる元素濃度

2. 海深の異なる養殖条件のマガキ軟体部の分析

国内の主なマガキ養殖地のひとつである松島湾および石巻湾で養殖されているマガキ軟体部の元素分析に先立ち、養殖条件の一つである海深の異なる環境で生育したマガキの元素濃度の比較を行った。分析試料は宮城県東松島市東名浜において海深 1m、6m、11m で養殖されたマガキである。海水からあげたのち、殻を水洗いして、軟体部の肝すい腺と閉殻筋、エラと外套膜の 2 グル

表 2 異なる海深の養殖マガキ軟体部の重量 (n=5, 平均値±標準偏差)

Sea depth (m)	soft tissue		hepatopancreas + muscle		gill + mantle	
	mass (g)	ratio*	mass (g)	ratio*	mass (g)	ratio*
1	19.6 ± 2.5	0.27	11.5 ± 0.5	0.30	6.0 ± 1.0	0.25
6	10.5 ± 1.3	0.17	5.5 ± 1.8	0.24	3.8 ± 0.5	0.18
11	4.8 ± 0.9	0.16	2.1 ± 0.6	0.28	1.6 ± 0.3	0.26

*: dry weight after the freeze drying / wet weight

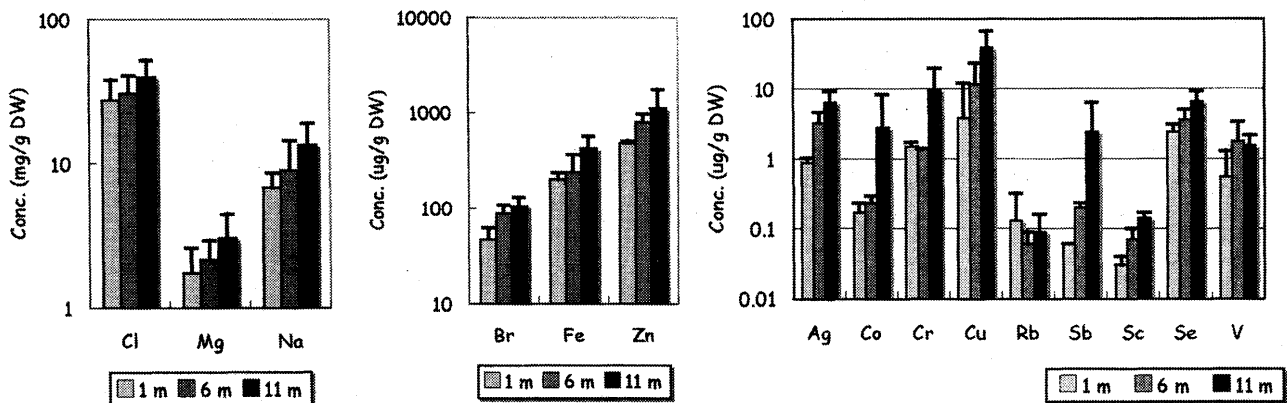


図 3 養殖海深の異なるマガキ軟体部の元素濃度

ープに分類して、凍結乾燥後にミルで粉末にして放射化分析試料とした。表 2 にそれらの湿重量、乾燥重量/湿重量の比を示す。この結果より、海深が深くなるに従って軟体部や、軟体部を構成する器官の湿重量が減少す

ることがわかる。得られた結果の一例を肝すい腺と閉殻筋について図 3 に示す。この結果より Cr, Rb, V をのぞくすべての元素濃度について海深が深いほど大きくなる傾向が得られた。この傾向はエラと外套膜についてもほぼ同様の結果であった。

3. 食用海草に含まれる元素の分析

国内の主な食用海草に含まれる元素濃度を分析した。試料は市販海草で、焼マツモ、フノリ、芽ヒジキ、スキコンブ、ワカメメカブ、生ノリ、生ワカメを用いた。

得られた結果を表 3 に示す。これより、芽ヒジキの As, Fe, I, スキコンブの Zn, ワカメメカブの Br, Rb, 生ノリの Fe など、海草の種類によって特異的に特定の元素を濃縮していることがわかる。また、数種類の市販品や生のワカメメカブを分析してみると、いずれの場合も本体の他の部分と比較して、Br を高濃度に濃縮していることがわかった。

表 3 食用海草の元素濃度

元素	焼マツモ	フノリ	芽ヒジキ	スキコンブ	ワカメメカブ	生ノリ	生ワカメ
As	88.1	9.4	118	70.6	38.3	27.6	60.8
Br	61.6	374.5	155.7	78.9	986.6	356.6	59.4
Co	ND	0.14	0.33	0.04	0.38	ND	0.08
Cr	ND	1.81	1.63	0.61	ND	ND	ND
Fe	42.9	102	341	154	75	259	94
I	70.1	113	541	101	70	10.9	156
Na	2.16 %	3.20 %	0.69 %	1.89 %	2.14 %	5.64 %	2.07 %
Rb	11.8	5.5	15.1	1.3	29.7	9.7	9.8
Sb	0.019	0.008	0.059	ND	0.010	0.014	ND
Sc	0.048	0.030	0.129	0.049	0.032	0.084	0.210
Zn	51.3	ND	22.8	138	27.1	43.9	53.1

謝辞

この研究の主な部分は京都大学原子炉実験所の共同利用によって行われました。照射や測定を行うためにご協力いただいた実験所の職員の方々に感謝いたします。

(専門研究会報告書より転載)

バイカル湖堆積物の元素組成特性とその鉛直変動から見た古環境
Elemental composition of Lake Baikal sediment and paleo-environment reconstructed from its vertical
distribution

高松武次郎¹・高田実弥²

¹ (独) 国立環境研究所 水圏環境研究領域 305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2
² 京都大学原子炉実験所 原子力基礎工学研究部門 590-0494 大阪府泉南郡熊取町朝代西 2 丁目
T. Takamatsu¹ and J. Takada²

¹National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305-8506, Japan²Research Reactor Institute, Kyoto University, Kumatori, Sennan, Osaka 590-0494, Japan

Thirty-one short sediment cores (20-50 cm in length) and two long drilling cores (BDP93-2 and BDP96-1; ca. 100 m and 200 m in length, respectively) from Lake Baikal were analyzed for about 40 elements by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry and instrumental neutron activation analysis. The L. Baikal sediment was rich in Na, alkaline earth elements, U, and rare earth (especially light rare earth) elements, but deficient in Cs and Br. Fe-Mn-rich oxidized sediment layers, occurred sometimes as crust, contained high concentrations of Ba, Co, Ni, As, and P, among which cationic elements were in the Mn-oxide phase and anionic elements in the Fe-oxide phase. The surface sediment has been slightly polluted with Pb. Ratios of light rare earth elements/heavy rare earth elements in the sediment decreased from northern to southern parts of the lake. Climate changes induced by Milankovitch cycles have been recorded in elemental compositions of the drilling cores. Among the elements analyzed, U was the most sensitive climate indicator.

1. はじめに

バイカル湖は、インドプレートとユーラシアプレートの衝突で生じた亀裂に水が貯まってできた地溝湖で、約 3000 万年の歴史があり (藤井, 1998), 地理・地質学的, 陸水学的, ならびに生物学的に他に例の無い特徴を有している (Table 1)。バイカル湖は世界最古であるだけでなく、表面淡水の約 20% を湛える大きな湖で、水深も最大で 1637 m, 平均で 730 m と世界一である。また、水深が極めて深いにも拘わらず、湖水は良く混合されていて、湖底全域が好気的であること (Hohmann *et al.*, 1997) もこの湖の特筆すべき点である。そのため、生物の生息域が鉛直的にも広くて、生物種が多い要因にもなっている。

この様に、バイカル湖は世界の代表的湖沼であると同時に、未だ人為影響の非常に少ない湖でもあるので、陸水学的諸過程を研究する場として格好である。また、バイカル湖周辺の気候は地球規模の変動に非常に敏感に応答するので (Short *et al.*, 1991), バイカル湖の堆積物を用いれば、過去数千万年の環境変動を明らかにすることができる。

本研究では、バイカル湖全域から採取した表面堆積物コア (Takamatsu *et al.*, 2000, 2003) とブルジェイカ鞍部やアカデミシャン湖嶺で採取された深層ボーリングコア (河合・田中, 2000; Kuzumin *et al.*, 2000) の元素組成を中性子放射化分析と誘導結合プラズマ発光分光分析で測定

Table 1 Specificaion of Lake Baikal

<i>Geographical and geological</i>	<i>Limnological</i>
Origin: Lift lake (expanding ca. 10 cm/y)	Trophic level: Oligo/meso-trophic
Age: 30 million years	Transparency: 40 m
Volume: 230 million km ³	Water residence time: 330 years
Area: 46 thousand km ²	Water circulation: 10 years at the bottom
Depth: max. 1637 m, av. 730 m	Dissolved oxygen: > 75% everywhere
Basin area: 556 thousand km ²	
Population in basin: 5 million	<i>Biological</i>
Influent river: 336	Number of species: > 2500 (among which
Effluent river: 1 (Angara R.)	ca. 2/3 are indigenous)

して、バイカル湖堆積物の陸水学的特徴と過去約 500 万年の環境変動を明らかにすることを目的にした。

2. 方法

2.1. 試料採取と前処理

表面堆積物コアは 1996 年 (B-シリーズ) と 1999 年 (M-シリーズ) の夏に湖のほぼ全域から採取した (Fig. 1)。1996 年には、ボックスコーラーで得た堆積物にプラスチックパイプ (内径 3 cm, 長さ 30 cm) を押し込んで 20-25 cm のコアを 17 本採取し (Takamatsu *et al.*, 2000), 1999 年には、マルチプルコーラー (内径 8 cm, 長さ 100 cm) を用いて 22-53 cm のコアを 14 本採取した (Takamatsu *et al.*, 2003)。コアは 1-2 cm 間隔で切断した後 (船上で), 凍結乾燥して分析に供した。また, 地点 B-9 の水深 300 m 地点で採取した厚さ 3 cm 余りの鉄クラスト (固い板状の Fe・Mn 酸化物) も, 5 mm 厚さ毎に切断, 乾燥後, 分析した。ボーリングコアは, 1993 年にブグルジェイカ鞍部 (水深 332 m) で採取された BDP93-2 コア (コア長 102 m) と, 1996 年にアカデミシャン湖嶺 (水深 321 m) で採取された BDP96-1 コア (コア長 192 m) を用いた (河合・田中, 2000; Kuzumin *et al.*, 2000)。前者からは 228 試料 (30-80 cm 間隔) を, 後者からは 677 試料 (20-50 cm 間隔) を分取し, 凍結乾燥して分析に供した。

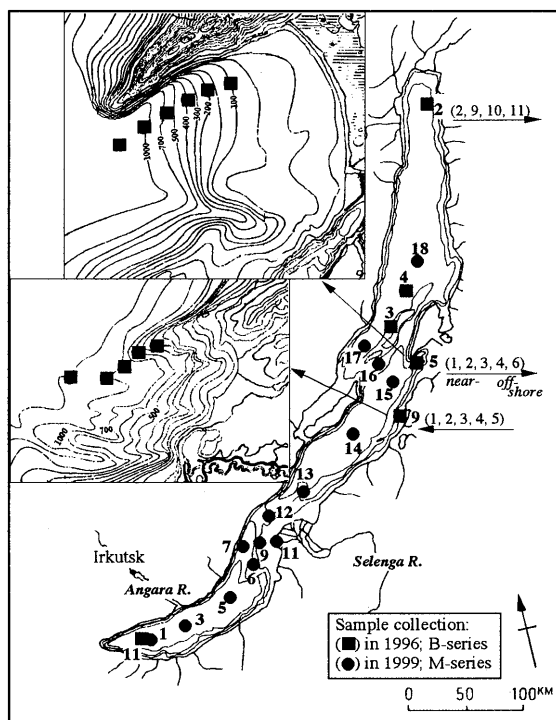


Fig. 1 Map showing the sampling sites of the surface sediment cores

2.2. 分析

中性子放射化分析 (NAA) と誘導結合プラズマ発光分光分析 (ICP-AES) を用いて約 40 種の元素を分析した。NAA では小山らが開発したコンパレータ法を採用した (Koyama & Matsushita, 1980; 高松ら, 1998; 高松・増澤, 2005)。概略は次の通りである: 二重のポリエチレン袋に封入した試料 (約 50 mg) を Co 標準 (30 μg) とともに照射用カプセルに詰め, 京都大学原子炉実験所 (KUR) の圧気輸送管 (Pn-2, 熱中性子束密度 (f): 2.75×10^{13} n/cm²/s) で 50 分間照射した。照射試料は, 約 1 週間冷却後, 外袋を取り替え, Ge(Li) 半導体検出器を備えた 4096 チャンネル波高分析器を用いて γ 線スペクトルを測定した。スペクトルは γ 線解析プログラム (COVIDN, 小山らが開発) で処理して, 中寿命核種 (Na, As, Br, Sb, Ba, La, Sm, Yb, Lu, 及び U) を定量した。試料は約 1 ヶ月後に再測定し, 同様に解析して, 長寿命核種 (Sc, Cr, Fe, Co, Zn, Se, Rb, Cs, Ce, Eu, Tb, Hf, Ta, 及び Th) を定量した。また, 約 30 mg の

試料を別に取り、Mn 標準 (10 μg) とともにカプセルに詰めて、KUR の Pn-3 ($f: 2.34 \times 10^{13}$ n/cm²/s) で 20 秒間照射した。照射試料は約 5 分後に γ 線スペクトルを測定して、短寿命核種 (Mg, Al, Ca, Ti, V, 及び Mn) を定量した。ICP-AES 分析は次の様に行った。試料 (10-20 mg) をステンレス製の加圧分解ボンベに取り、混酸 (過塩素酸/硝酸/フッ化水素酸) を用いて 140°C で 5 時間分解した。分解液は、蒸発濃縮して硝酸とフッ化水素酸を除去した後、適宜希釈し、分析装置 (Thermo Jarrell-Ash, ICAP-61E Trace) にかけて、Al, Ca, Co, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, Zn, As, Ti, V, P, S, Sr, Ba, Pb, Sc, 及び Y を定量した (Takamatsu *et al.*, 2000; 2003)。多量元素の妨害は k -係数法 (Hee *et al.*, 1985) で補正した。

3. 結果と考察

3.1. 元素組成の一般的特徴

表面堆積物の元素組成は、日本の代表的湖沼である琵琶湖 (Takamatsu, 1985; Takamatsu *et al.*, 1985) と比較した場合、次の様な特徴を有している。1) 風送塵 (レス) などの未風化物質の流入量が多いため、アルカリ土類金属濃度が高い。2) Na は多いが (やはり風送塵の影響)、Cs は少ない (地質の影響)。3) Br が少ない。Br は代表的な親生物元素であるので、湖の生物活性の低さ (生物生産量: 27 g-C/cm²/y; Weiss *et al.*, 1991) を反映したものと考えられる。4) 汚染が進んでいないので (後述)、重金属類や As は比較的少ない。5) U 濃度が特異的に高い。これは、最大流入河川であるセレンガ川の上流域に高濃度 U を含む地層が分布する (Edgington *et al.*, 1996) ことに由来する。6) 希土類元素、特に軽希土類元素 (La, Ce, 及び Nd) の濃度が高い。これは、琵琶湖堆積物との比較のみならず、地殻の元素組成との比較においても同様であり、やはり地質の影響と考えられる。

3.2. 元素の平面分布

バイカル湖の水は滞留時間が長く (Table 1), かつ良く混合されているので、元素の滞留時間も通常長い (Edgington *et al.*, 1991; Falkner *et al.*, 1997)。そのため、非常に岸近い地点や南部の一地域を除いて、堆積物中の元素組成はかなり一定している。Fig. 2 は 1999 年に採取した 14 本の表面堆積物コア中の Al と Ti, 及び Ca と Sr の関係を示したもので、タービダイトが混入した場合を除いて、Ti/Al 比や Sr/Ca 比はほぼ一定で、堆積物組成が平面的にかなり均質であることが分かる。この均質性は希土類元素などの例外を除いて、多くの元素に共通している。

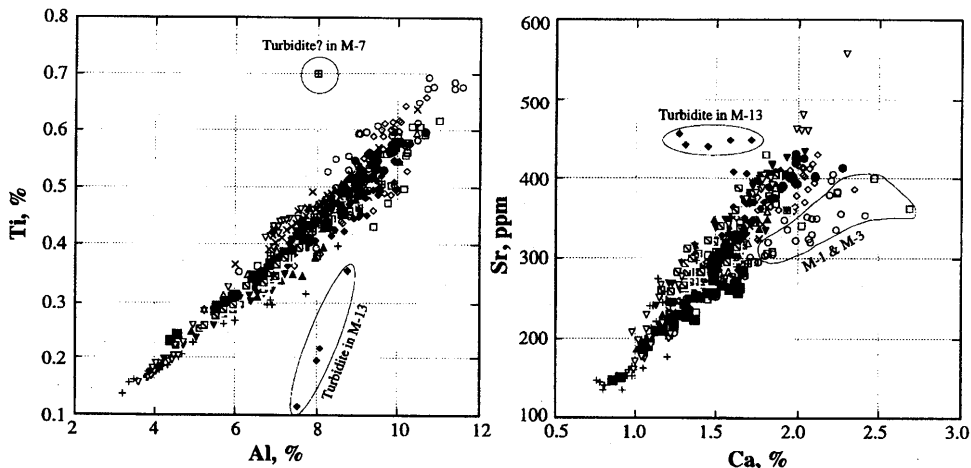


Fig. 2 Relationship between concentrations of Al and Ti, and those of Ca and Sr in the surface sediment cores. (○) M-1, (□) M-3, (◇) M-5, (×) M-6, (⊕) M-7, (△) M-9, (●) M-11, (■) M-12, (◆) M-13, (▲) M-14, (▼) M-15, (◻) M-16, (+) M-17, (▽) M-18.

一方、希土類元素は特異的な平面分布を示す。Fig. 3 は表面堆積物コア中の 2 組の軽希土類元素と重希土類元素の濃度比 (La/Yb と Ce/Yb) の関係をプロットしたもので、両者の間に良い相関が見られるだけでなく、各プロットは概ね採取地点の順に並ぶ。すなわち、北の地点ほど軽希

土類元素に、反対に、南ほど重希土類元素に富んでいることが分かる。同様の分別は火山性酸性土壌（青森県下北半島の恐山鬼石；硫気の主成分は H_2S ）においても見られる（Fig. 4）。鬼石の土壌（地点1-6）はいずれも

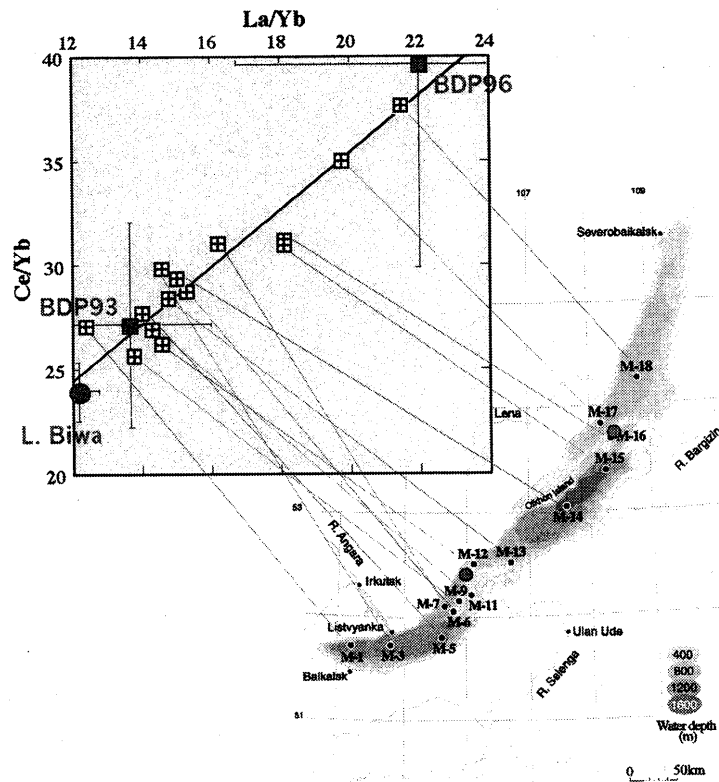


Fig. 3 Relationship between La/Yb and Ce/Yb in the surface sediment cores and correspondence of the plots to the samplig sites.

強酸性で、pH は 2.8–3.1 の範囲で一定しているが、有機物含量は地点毎に大きく異なり、C 含量が 3.8–21.3% の範囲で平面的または鉛直的に変動する。Fig. 5 左図は、それら土壌中の希土類元素濃度（Ti 濃度で規格化し、同地域の対照土壌中の値との比で示す）を元素の有機（EDTA）錯体の安定度定数との関係で示したものである。地点毎にプロットの勾配が異なり、地点 1 は軽希土類元素に、反対に、地点 5 や 6 は重希土類元素に富んでいる。さらに、このプロットの勾配は各土壌の有機物（C）含量と良い相関を示す（Fig. 5 右図）。すなわち、有機物の少ない土壌は重希土類元素に、有機物の多い土壌は軽希土類元素に富む。これは、希土類元素の溶脱が、有機物の少ない鉱質土壌では主に無機化合物（水酸化物など）の溶解反応に依存し、有機質土壌では、可溶性有機錯体の生成に依存していることによると思われる。水酸化物の溶解度は軽希土類元素で大きく、有機錯体の生成定数は重希土類元素で大きい。南北に細長いバイカル湖では、寒冷で生物活性の低い（有機物供給量の少ない）北部では、無機反応による軽希土類元素の溶脱が卓越し、一方、温暖で生物活性の高い南部では、有機錯体生成による重希土類元素の溶脱が卓越したと考えられる。河川などを経由して湖に到達した元素が湖内で比較的速く沈降すれば、Fig. 3 の様な分別が起こることになる。この結果は、希土類元素濃度が気候指標（元素温度計）（Bulnayev, 1995; Bobrov *et al.*, 2001）として有望であることを示唆している。

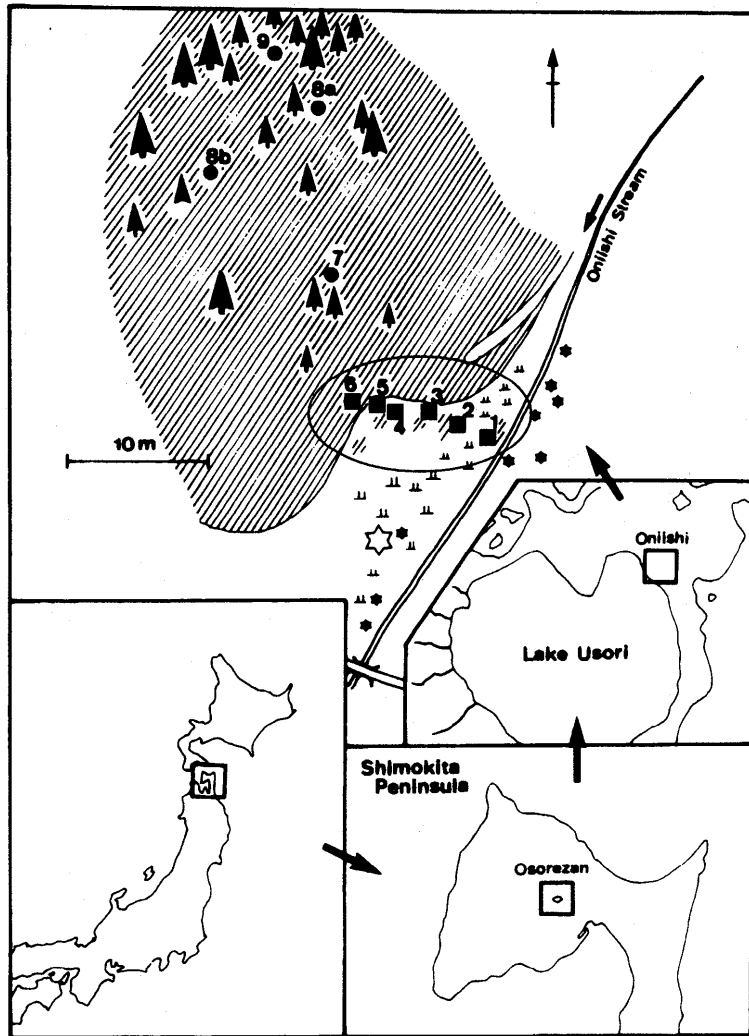


Fig. 4 Map showing the soil sampling sites at Oniishi, Osorezan (Aomori Pref.)
 (■) Sampling sites. (★) Fumaroles. (×) Hot springs. (▨) *Sasa kurilensis*. (▲) herb.

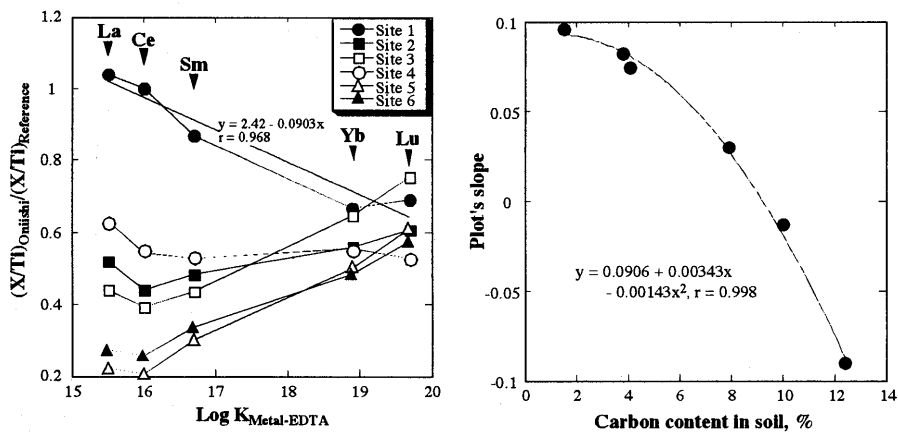


Fig. 5 Fractionation of rare earth elements in the soil at Oniishi, Osorezan

3.3. 表面堆積物中の元素の鉛直分布

元素の鉛直分布プロファイルは湖内の生物活性の変化，汚染，堆積後の初期続成作用などの影響で変化する。Fig. 6 に分布プロファイルの一例を示した。また，Fig. 7 には，主成分分析を用いて，元素を鉛直分布の類似性に基づいて分類した結果を示した（1999年採取分について解析）。元素は2群と4元素に分類された。この内，特に興味ある元素（群）はCu, Pb, とFe, Mn,

Ba, As, 及び P を含む群である (Y は独自の分布を示したが不明な点が多いのでここでは省略する)。Cu は、各コア中の平均濃度が生物起源ケイ酸量とともに変動したので、湖内の生物生産量の変化がその変動の主要因であると思われる。また、Pb は汚染の可能性が高い。Fig. 8 は、各コア (1999 年採取分) 中の Pb の鉛直分布を Pb/Al 比で示したものである。なお、年代は ^{137}Cs の検出開始年を 1954 年として均等配分した (詳細は省略) (Peirson, 1971)。殆どのコアで 1950 年頃から Pb 濃度が上昇しており、明らかに汚染の影響と思われる。Fig. 9 は、各地点における単位面積当たりの Pb の過剰量を示したもので、汚染は北より南でやや多く、平均で約 $13.5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ となっている。この量はカナダの汚染の少ない湖の値 ($61\text{--}77 \mu\text{g}/\text{cm}^2$; Dillon & Evans, 1982) の 1/5 程度であるので、バイカル湖の汚染は未だ非常にわずかであると言える。バイカル湖では湖に負荷された Pb の大部分が湖内に沈殿すると思われるので (Boyle *et al.*, 1998), 過去に約 4240 t ($13.5 \mu\text{g}/\text{cm}^2 \times 31500 \text{ km}^2$ (湖底面積) から計算) の Pb が湖に負荷された勘定になる。次に、Fe, Mn, Ba, As, P などの元素は、類似した分布プロファイルで堆積物表層に濃集していることから (Fig. 6), 堆積物の初期続成過程で起こる酸化還元サイクルによって表層に集められたと考えられる。バイカル湖の湖底は非常に好氣的であるので (Table 1), 酸化層が良く発達し、厚さが 10 cm 以上に達する場合や一部が厚さ数 cm の固いクラスト状に発達する場合もある。Fig. 10 は、地点 B-9 で採取したクラスト中の元素を Al 濃度との相関が高い元素 (クラストに混入した陸源物質に由来する元素) と Fe 濃度との相関が高い元素 (Fe 酸化物相に濃集された元素) に分類したものである。Fe, Mn, Ba, Co, Ni, As, 及び P が Fe と深く関連していた。これらの元素の分布をさらに詳しく解析した結果、As と P は Fe に、Ba, Co, 及び Ni は Mn に伴われていることが分かった (解析の詳細は省略)。すなわち、アニオン性元素は Fe 酸化物に、カチオン性元素は Mn 酸化物に濃集されていた。バイカル湖のクラストは、琵琶湖で産出する湖成鉄 (Takamatsu *et al.*, 1993; 川嶋・高松, 2005) などと類似した特性を持つ酸化物である。

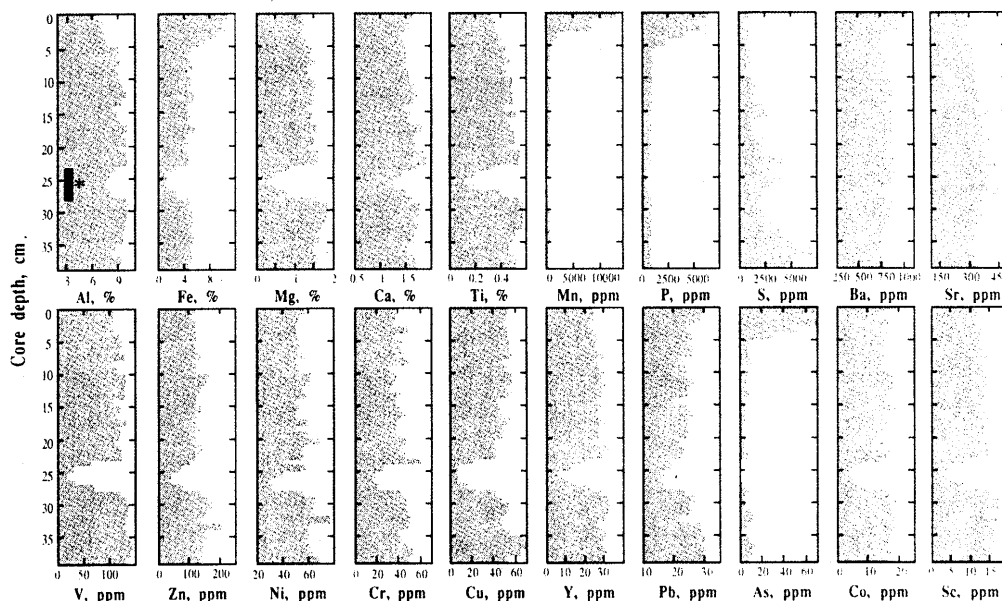


Fig. 6 Depth profiles of elements in the surface sediment core (M-13). *: layers contained turbidite.

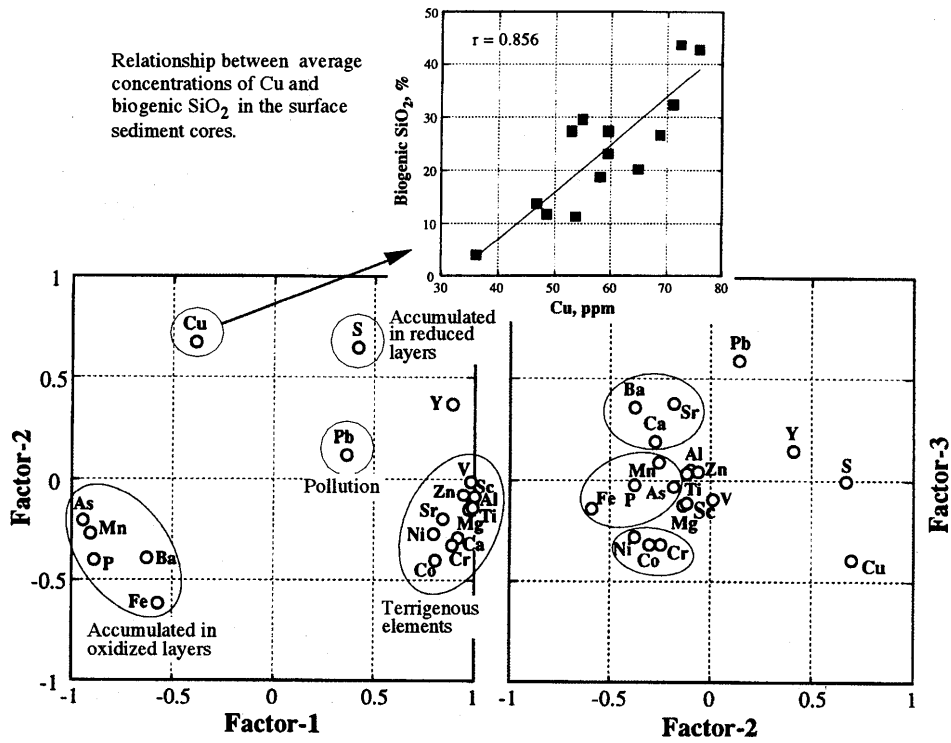


Fig. 7 Classification of elements in the surface sediment cores based on principal component analysis

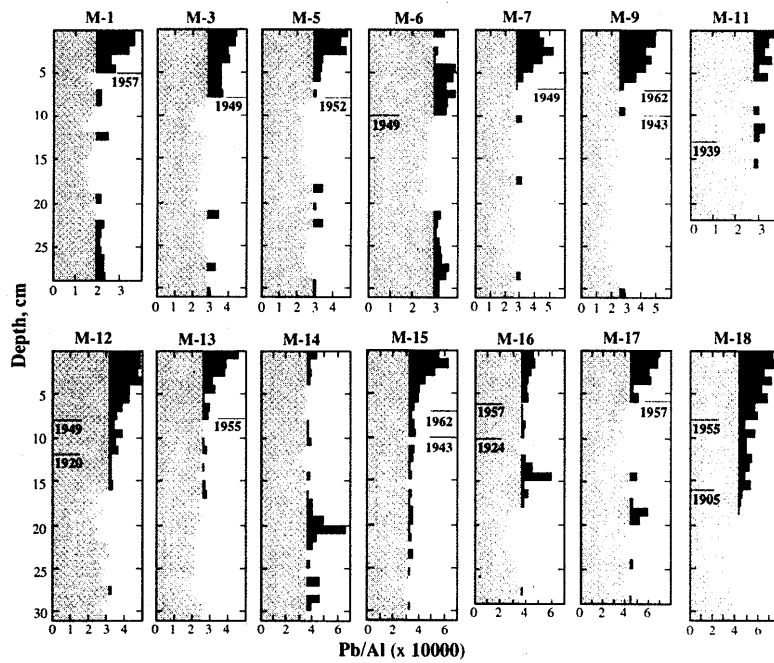


Fig. 8 Depth profiles of Pb/Al in the surface sediment cores dated by Cs-137. Black areas show excess fractions. Background levels: averages in sediment deeper than 10 cm.

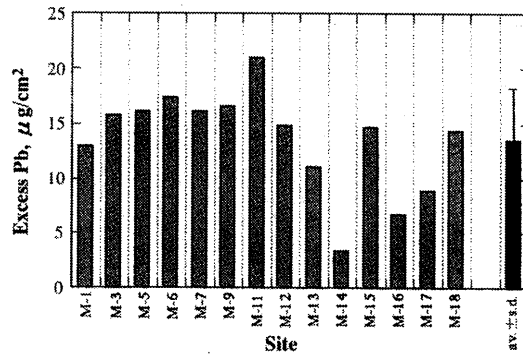


Fig. 9 Inventory in excess Pb in the surface sediment.

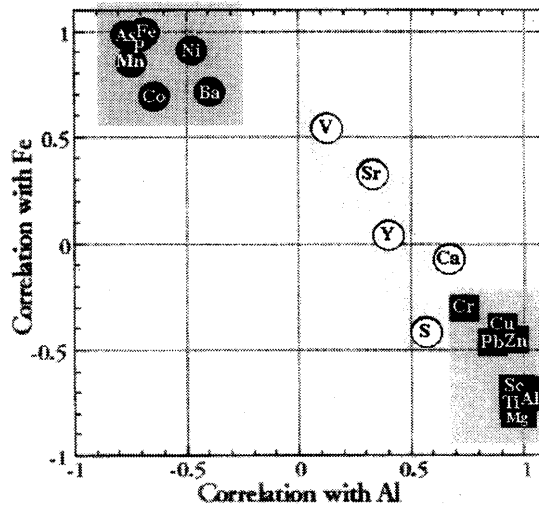


Fig. 10 Relationship between correlation coefficients of elements with Al and those with Fe in the Fe-crust.

3.4. ボーリングコアの元素組成を指標にした気候変動の復元

グローバルな気候は、地球の軌道要素に依存した日射量変動（いわゆるミランコビッチ周期；Berger *et al.*, 1984）がペースメーカーとなり、地理、地形、海洋、アルベドなどの因子でチューニングされて決まる。ミランコビッチ周期には、地球公転軌道の離心率の変化（100 ky, 400 ky, 600 ky, 1000 ky 周期など）、地軸の傾きの変化（41 ky 周期）、及び自転軸の歳差運動（19 ky と 23 ky 周期）に関するものが含まれ、実際の日射量はそれらの複合で決まる。この周期は、気候やそれと連動した水循環、生物活性の変化などを通して、堆積物の元素組成にも反映される。Fig. 11 は、BDP96-1 コアの上部 1 my 部分（年代は Sakai *et al.* (2000) による）において、ミランコビッチ周期と同期して変動した元素のプロファイルである。図示した元素以外にも、Sr, Cu, Zn などが同様に変動した。100 ky 周期がはっきりと現れていることが分かる。これらの元素は、日射量が増大、すなわち温暖化すると増加するので、温暖指標元素と呼ばれる。一方、温暖指標元素とは逆に変動する元素（寒冷指標元素）もある。Fig. 12 はその例である。寒冷指標元素は、主に陸源物質に含まれて存在する元素で、寒冷期には、アイスラフティングによる供給が増えることや、生物起源物質（有機物、ケイ酸など）の減少で希釈効果が低下することによって増加する。Fig. 13 左図は、元素の濃度変動に関する波形解析を、BDP96-1 コアの上部 0.9 my 部分について行った例である。卓越する周期は元素によって異なるが（理由は不明）、100 ky, 41 ky, 23 ky, 及び 19 ky 周期が明瞭に検出されている。Fig. 13 右図は、BDP96-1 コア全体を、地質年代上のイベント（0.9 my BP: 第 4 紀中期の気候ジャンプ (Maasch, 1988) ; 1.8 my BP: 第 4 紀開始時の気候ジャンプ (Maasch, 1988) ; 2.7 my BP: 大陸氷床の著しい拡大 (Shackleton *et al.*, 1984)) で区分し、Fig. 13 左図の様な解析を行って、周期の相対的出現強度を見たものである。ミランコビッチ周期は、北半球の大陸氷床が拡大した 2.7 my BP 以降に現

れている。この時期は、ヒマラヤの隆起によって、ユーラシア大陸で大気の流れが変わり（モンスーンが発達し）、バイカル湖地域の気候が激変したとされる時期である (Muller *et al.*, 2001)。2.7 my BP 以降は、強い 100 ky と 41 ky の周期、及び弱い 23 ky と 19 ky の周期が明瞭に現れている。また、理由は不明であるが、0-0.9 my BP では 100 ky 周期が、0.9-1.8 my BP では 41 ky 周期が卓越した。この様に、堆積物の元素組成はミランコビッチ周期を明瞭に記録しているので、気候指標として有効であると言える。多くの元素が気候指標になるが、バイカル湖の場合、U が特に有効である。Fig. 14 は、BDP93-2 コアにおける U の変動 (年代は Colman (1998) による) を海洋堆積物中の酸素同位対比の変動 (SPECMAP; NOAA Paleoclimatology Program, 2003) と対比して示したものである。良く一致しているだけでなく、バイカル湖では気候変動に対する応答が海洋より迅速で、酸素同位体比サブステージ 5a-e や 7a-e も明瞭に現れている。バイカル地域では、115 ky BP と 230 ky BP 頃の日射量極小期に対応して、5e→5d や 7e→7d の急激な寒冷化が起こっていたことや、5b と 5d、及び 7b と 7d の寒冷化は海洋より激しく、かつ、7d では期間も長期に及んだことが読み取れる。温暖で生物生産が活発な時期には、土壌への有機物負荷量が増え、土壌水中の溶存有機物や炭酸イオンも増すので、U は可溶性の有機錯体や $\text{UO}_2(\text{CO}_3)_2^{2-}$ となって多量に溶け出す。これらが温暖期の多雨によって湖に運ばれて湖水中の U 濃度を高める。またこの時期、有機物の増加で湖底が還元的になり、U の還元固定 (難溶性の UO_2 や $\text{U}(\text{OH})_4$ として) も進む。堆積物中の U 濃度はこれらの反応によって、温暖期に増加し、反対に寒冷期に減少する。バイカル湖は U に富む地質を流域に持つので、U は極めて良い気候指標となる (高松ら, 2003)。

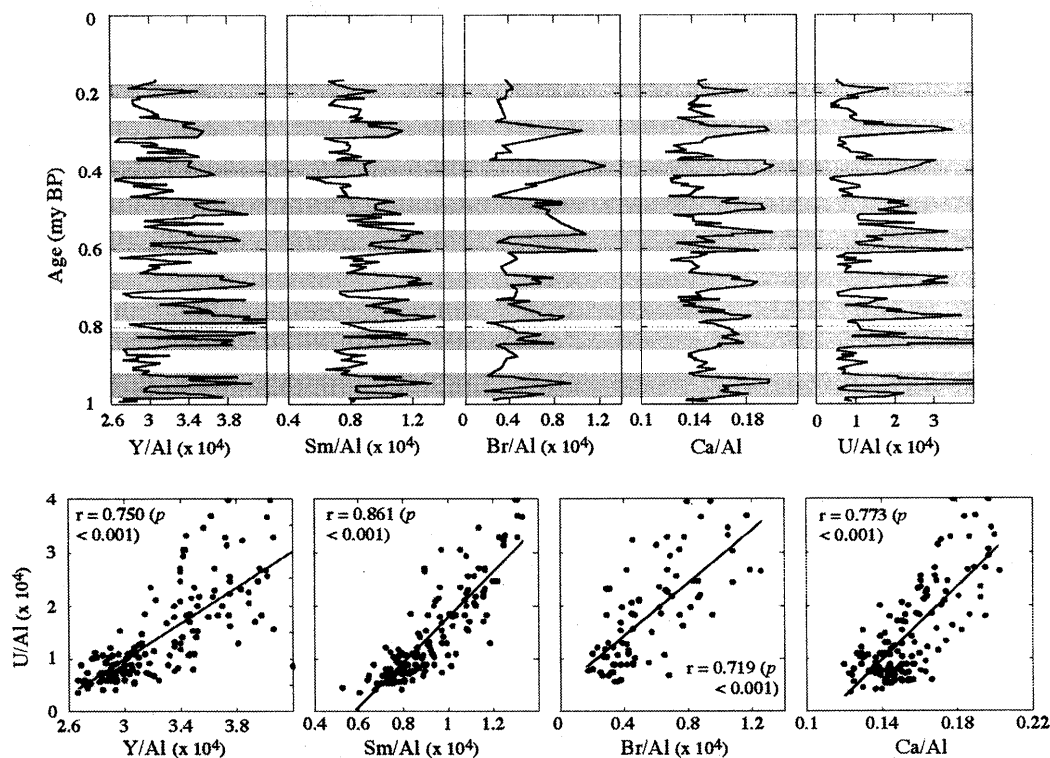


Fig. 11 Depth profiles of some warm index elements (X/Al) in the 0-1 my BP part of BDP96-1 core, and correlations between X/Al and U/Al.

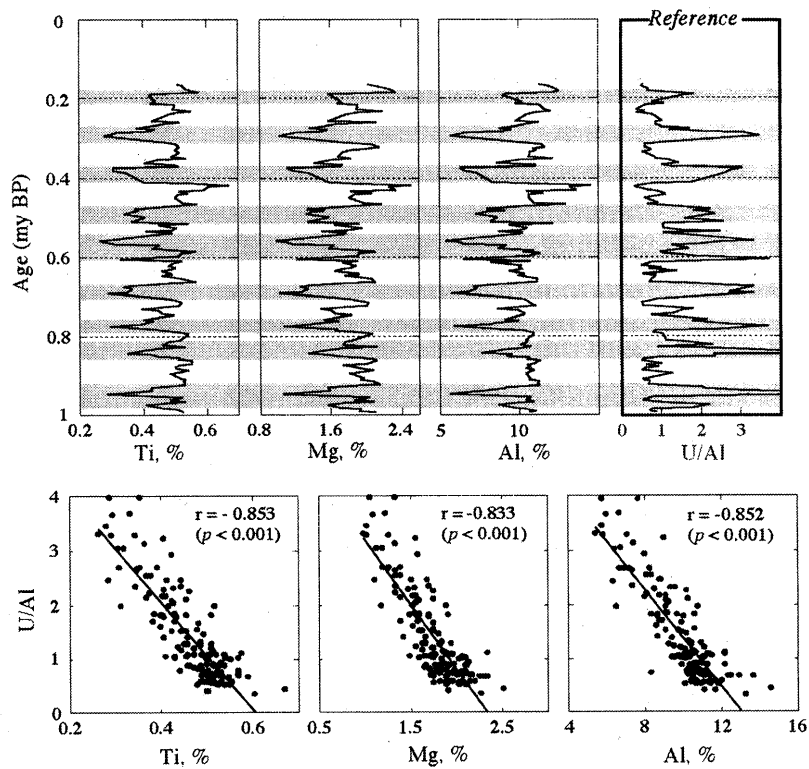


Fig. 12 Depth profiles of some cold index elements in the 0-1 my BP part of BDP96-1 core, and correlations between concentrations of those and U/AI.

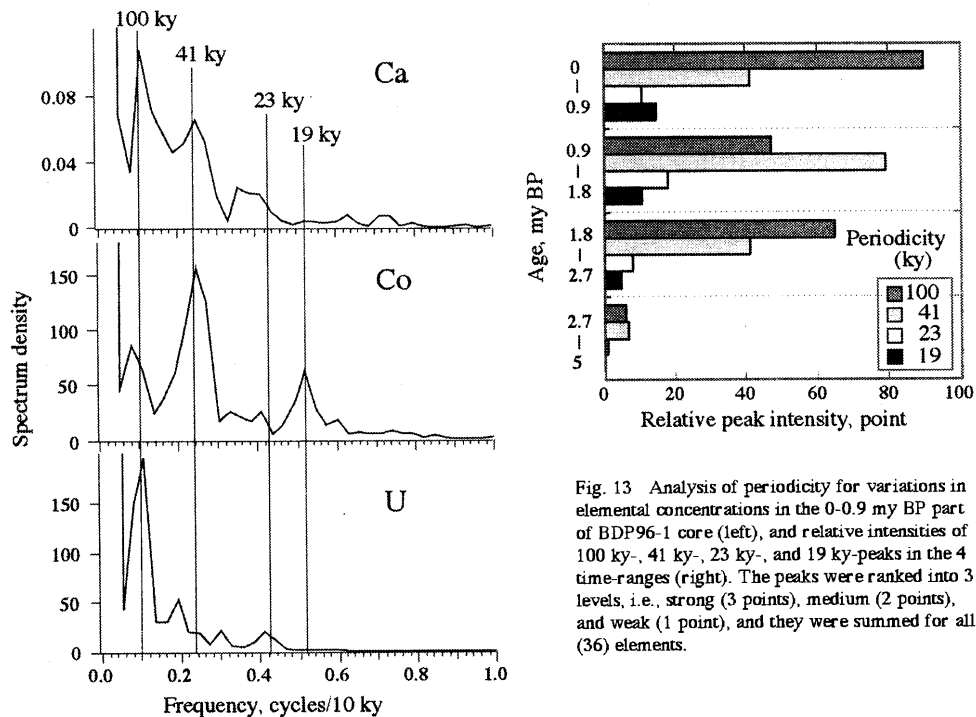


Fig. 13 Analysis of periodicity for variations in elemental concentrations in the 0-0.9 my BP part of BDP96-1 core (left), and relative intensities of 100 ky-, 41 ky-, 23 ky-, and 19 ky-peaks in the 4 time-ranges (right). The peaks were ranked into 3 levels, i.e., strong (3 points), medium (2 points), and weak (1 point), and they were summed for all (36) elements.

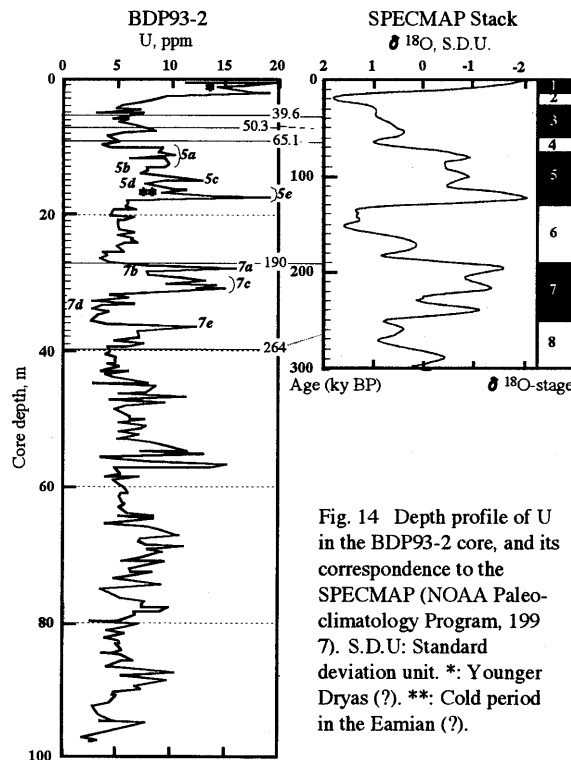


Fig. 14 Depth profile of U in the BDP93-2 core, and its correspondence to the SPECMAP (NOAA Paleoclimatology Program, 1997). S.D.U: Standard deviation unit. *: Younger Dryas (?). **: Cold period in the Eamian (?).

3.5. おわりに

本研究では、ここで紹介したこと以外にも、ヒマラヤ隆起によって内陸の乾燥化が進んだ 3 my BP 頃から、バイカル湖に供給される風送塵が急増した事実や、0.6 my BP 頃以降の水深変動の歴史などについても明らかにすることができた (高松ら, 2003)。

謝辞

本研究で用いたボーリングコアはバイカル湖ドリリングプロジェクトの中で河合崇欣博士 (名古屋大学環境学研究科) らによって採取されたものである。また、1999 年の表層堆積物コアは柏谷健二博士 (金沢大学理学部) から提供されたものである。ここに深謝いたします。

引用文献

- Berger, A. *et al.* (eds.): *Milankovitch and Climate - Understanding the Response to Astronomical Forcing*, D. Reidel Publ., Dordrecht, 895 pp. (1984).
- Bobrov, V.A. *et al.*: *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res.*, **A470**, 431-436 (2001).
- Boyle, J.F. *et al.*: *J. Paleolimnol.*, **20**, 135-150 (1998).
- Bulnayev, A.I.: *Analyst*, **120**, 1445-1452 (1995).
- Colman, S.M.: *Geology*, **26**, 531-534 (1998).
- Dillon, P.J. & Evans, R.D.: *In* P.G. Sly (ed.), *Sediment/Freshwater Interaction*, Junk, The Hague, pp. 121-130 (1982).
- Edgington, D.N. *et al.*: *Nature*, **350**, 601-604 (1991).
- Edgington, D.N. *et al.*: *Earth Planet. Sci. Lett.*, **142**, 29-42 (1996).
- Falkner, K.K. *et al.*: *Limnol. Oceanogr.*, **42**, 329-345 (1997).
- 河合崇欣・田中敦: *In* バイカル湖の湖底泥を用いる長期環境変動の解析に関する国際共同研究成果報告書, 科学技術庁研究開発局, pp. 27-37 (2000).
- 川嶋宗継・高松武次郎: *In* 藤永太一郎 (監修), 宗林由樹・一色健司 (編), *海と湖の化学—微量元素で探る*, 京都大学学術出版会, 京都, pp. 312-332 (2005).
- Koyama, M. & Matsushita, R.: *Bull. Inst. Chem. Res., Kyoto Univ.*, **58**, 235-243 (1980).

- Kuzumin, M.I. *et al.*: In K. Minoura (ed.), Lake Baikal –A Mirror in Time and Space for Understanding Global Change Processes, Elsevier, Amsterdam, pp. 1-14 (2000).
- 藤井昭二: In 井上源喜・柏谷健二・箕浦孝治 (編), 地球環境変動の科学—バイカル湖ドリリングプロジェクト, 古今書院, 東京, pp 21-42 (1998).
- Hee, S.S.Q. *et al.*: Anal. Chem., **57**, 1242-1252 (1985).
- Hohmann, R. *et al.*: Limnol. Oceanogr., **42**, 841-855 (1997).
- Maasch, K.A.: Clim. Dyn., **2**, 133-143 (1988).
- Muller, J. *et al.*: Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., **174**, 305-326 (2001).
- NOAA Paleoclimatology Program: Paleoclimatic data, Paleoceanography, Specmapl, File 017 (<http://www.ngdc.noaa.gov/paleo/data.html>).
- Peirson, D.H.: Nature, **234**, 79-80 (1971).
- Sakai, H. *et al.*: In K. Minoura (ed.), Lake Baikal –A Mirror in Time and Space for Understanding Global Change Processes, Elsevier, Amsterdam, pp. 35-52 (2000).
- Shackleton, N.J. *et al.*: Nature, **307**, 620-623 (1984).
- Short, D.A. *et al.*: Quat. Res., **35**, 157-173 (1991).
- Takamatsu, T. (ed.): Res. Rept. NIES, Japan, No. **75**, 125 pp. (1985).
- Takamatsu, T. *et al.*: Jpn. J. Limnol., **46**, 115-127 (1985).
- Takamatsu, T. *et al.*: Jpn. J. Limnol., **54**, 281-291 (1993).
- 高松武次郎ら: In 井上源喜・柏谷健二・箕浦孝治 (編), 地球環境変動の科学—バイカル湖ドリリングプロジェクト, 古今書院, 東京, pp 137-144 (1998).
- Takamatsu, T. *et al.*: In K. Minoura (ed.), Lake Baikal –A Mirror in Time and Space for Understanding Global Change Processes, Elsevier, Amsterdam, pp. 155-164 (2000).
- Takamatsu, T. *et al.*: In K. Kashiwaya (ed.), Long Continental Record from Lake Baikal, Springer-Verlag, Tokyo, pp. 313-327 (2003).
- 高松武次郎ら: 月刊地球/号外 No. **42**, 108-118 (2003).
- 高松武次郎・増澤敏行: In 藤永太一郎 (監修), 宗林由樹・一色健司 (編), 海と湖の化学—微量元素で探る, 京都大学学術出版会, 京都, pp. 467-474 (2005).
- Weiss, R.F. *et al.*: Nature, **349**, 665-669 (1991).

(専門研究会報告書より転載)

42 年を振り返って

京都大学原子炉実験所 高田 實彌

京都大学原子炉実験所の原子炉は 1964 年（昭和 39 年）の夏に臨界に達した。本格的な稼働に備えて所員の募集があり、私は 1965 年（昭和 40 年）、大学を卒業と同時に実験所に就職した。それから 42 年もの長きにわたる勤務となった。就職した当時は大阪から通勤していたが、阪和線は快速が 1 時間に 2 本、熊取駅からの路線バスも 1 日 3 本しかなく大変不便であったが、出勤、帰宅時には所バスが熊取駅まで運行していたのでさほど不便を感じなかった。快速が熊取駅に停車するようになったのは初代所長の木村毅一先生が旧国鉄の天王寺管理局に陳情に行って実現したと聞いている。現在、1 時間に 6 本の快速が停車するし、関西空港が開港してからは大阪駅へ直通で行けるようになった。しかも、関西空港を利用すればあっという間に東京まで行けるようになった。また、今では正門前にコンビニなどができて、大変便利になった。昔は一番近い店が 500m も離れた場所にしかなく、実験の打ち上げなどでバイクに乗ってよく買い物に行ったものである。原子炉の周りは山や田圃ばかりだったが、住宅が建ち並んでいる。熊取町の人口も 1 万人前後であったのが約 5 万人になろうとしている。

私は放射化学を専攻していたのでホットラボ設備部門の一員になり、原子炉で生成された強放射放射性物質を取り扱うための諸設備の保守管理等業務に従事してきた。圧気輸送管照射設備（Pn-1～3）の維持管理、ホットケープ室、ジュニアケープ室、セミホット実験室等の施設管理、測定装置の維持管理と多岐に渡っている。特に、多重波高分析器と Ge 半導体検出器を含む γ 線測定装置の維持管理が主で、多くの共同利用者、所員の利用に対応して来た。原子炉実験所は共同利用研究所であるので、いろんな分野の利用がある。創設以来、共同利用採択の大半が放射化分析あるいは放射線測定に関するものによって占められている。共同利用者の照射や、照射後の測定指導及び援助に当たってきた。また、照射装置や関連実験装置の調整会議（タイムスケジュール委員会）に参加し、所の共同利用実験が円滑に遂行されるよう協力してきた。

研究は管理業務を行いながらであったが、1967 年～1972 年の間に木曾助教授（当時）や小林助手（当時）らの研究グループが立ち上がったのでそれに属し、各種の有機リン化合物及び無機リン化合物の原子炉照射によるホットアトム効果の研究に従事した。

1972 年～1978 年の間は木曾助教授（当時）や玉井助手（当時）らの研究グループに属し、迅速化学分離法を用いた短寿命核分裂生成物の放射化学的分離分析（核分裂生成物の濾紙電気泳動法による迅速分離と γ 線エネルギーと半減期の決定）に関する研究に従事した。原子炉を利用し γ 線測定技術ならびに測定データ収集方法などが以後の中性子放射化分析法に展開できた。

1976 年には IAEA から世界各国で毛髪の放射化分析をするよう依頼があった。その呼びかけに応じて小山助教授（当時）、武内助手（当時）らが中心になってチームが結成された。日本各地から毛髪の提供を受け、それらの放射化分析をすることになった。私は γ 線測定装置の維持管理をしていた関係で協力要請があり、チームに参加した。それから放射化分析一筋で今日まで来た。毛髪の研究が一段落した後、小山教授のもとで植物葉の微量元素の定量と特異集積の研究をする事になった。1989 年（平成元年）の夏に小山教授が鹿児島島の菱刈鉱山で植物採取中に故人となられてからもその遺志を受け継いで上記研究を続行している。研究結果の一部を紹介する。

植物の放射化分析について
(植物葉中の微量元素の分布と特異集積の研究)

1. 緒言

中性子放射化分析の具体的な応用分野は広範囲にわたっている。大気、水、地殻試料を対象とする地球・宇宙科学、それから地球環境汚染物の分析また、微生物、植物、動物、人体組織中の元素分析を対象とする生物科学、自然科学から人文科学にまで及んでいる。

植物においても、諸元素の必須性に関する研究は、今日いたるまで、数多くの研究がされている。植物体を構成する元素組成には土壤中の元素分布が強い影響しており、放射化分析法で可能な限り植物の葉中の無機元素を主成分から微量成分にいたるまで、生育環境との関連で分析した。

2. 実験

1) 試料の前処理

分析試料は木本を中心に植物葉を対象として収集し、草本、羊歯類植物も採集をした。植物葉はイオン交換水を浸したガーゼで軽くこすり、付着したゴミを軽くこすり落として、再び蒸留水で洗浄し、水分を濾紙で十分に拭き、乾燥機で約 80℃、24 時間乾燥した。

2) 照射と測定

照射は短寿命と中・長寿命核種用に分けておこなった。短寿命核種の分析には植物葉の約 100 mg をポリエチレン袋に封入し、KUR (京都大学原子炉) の圧気輸送管(熱中性子束密度: $2.3 \sim 2.8 \times 10^{13} \text{ n} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$)で約 20~30 秒間照射した。中・長寿命核種の照射の場合は約 300~500 mg を同照射設備で1時間照射した。

短寿命核種は照射後、ただちに測定し、測定時間は約数百秒間行い、測定終了後約 1 日冷却したのち再測定を行った。中・長寿命核種は照射後、1 週間冷却させてから 4,000~8,000 秒間測定し、測定終了後は 20~30 日冷却させて、2~4 万秒間測定した。

測定は Ge 半導体検出器およびマルチチャンネル波高分析器を用いて γ 線スペクトロメトを行った。元素の定量のためフッラクスモニターおよびスペクトル同定標準として、短寿命核種用としては Na 500 μg , Mn 10 μg をミリポーフイルター(HAWP)に着点したものを、中・長寿命核種用としては Co, Cr 各 25 μg , Sb 10 μg を同時に照射した。これらの放射化分析率と核データ及び検出器の検出効率とから値を相対的に計算する小山らが開発したコンパレータ法によって定量を行った。

3) 採取地点

下記に掲げる土壤に生育する場所で植物採取を行った。

- 1) 滋賀県高島郡朽木村 (地質: 古生層)、
- 2) 滋賀県大津市上田上桐生 (ペグマタイト)、
- 3) 大阪府泉南郡熊取町 (堆積層)、
- 4) 鹿児島県始良郡 (シラス台地)、
- 5) 鹿児島県桜島 (火山灰層)、
- 6) 沖縄県国頭郡国頭村与那 琉球大学農学部付属演習林 (古生層)、
- 7) 沖縄県国頭郡国頭村半地 (石灰岩)、
- 8) 沖縄県石垣島 (花崗岩)、
- 9) 栃木県足尾鉾山 (鉾床)、
- 10) 京都市左京区大原および比叡山山麓 (花崗岩)、
- 11) その他

3. 結果

Fig.1 は基礎統計量から最大値(Max.)、第3四分位数(Q3)、中央値(Med.)、第1四分位数(Q1)、および最小値(Min.)を求め、箱ひげ図として、中央値の高い元素から低い元素へ順に示した。縦軸には 1g 当りの濃度を対数で表し、高い元素から低い元素まで約 10 万倍の差がある。元素の含量の最大値と最小値の大きい元素と、そうでないものがあり、例えば必須元素の Ca, K, Mg は幅が狭いし、最大値と最小値との間隔が広い元素は植物種によって含量に大きな違いのあることがわかる。Ca, K, Mg のこれら元素は植物にとって必須元素であり、植物種が異なっても、また生育土壤環境が違っても、生育に必要な量すなわちある一定量の元素を積極的に根系から吸収して

いることの反映であることがわかる。一方、間隔が一桁以上違う元素 Cl, Mn, Al, La, Co, Sm, Eu などが挙げられる。中央値と最大値、もしくは最大値と第3四分位数の間隔が広い上記元素では、特定元素を集積する植物が存在する可能性を示している。

集積植物の検索のため縦軸に含量を取り、横軸に植物種ごとに分けて中央値の高いものから低い方へ順に並べ、Z軸に最大値、中央値、最小値をとり、3次元対数グラフを作成した。Fig.2は箱ひげ図で最大値と最小値のレンジの狭い元素(K, Ca, Mg)の例を示す。これらの元素はどの植物種を取っても中央値の分布カーブの傾斜は緩やかであった。一方、レンジの広い元素(La, Co)の3次元対数グラフはFig.3に示す。K, Ca, Mgのグラフと比べ中央値の分布のカーブは傾斜が急で、最大値を示すあたりで立ち上がりみられる。こうした傾向はその元素を特異的に集積する植物が存在することを示し、この方法は集積植物の存在が確認できる。

Table 1は得られた分析結果に基づいて、いくつかの元素について、最高濃度を示した植物種と、通常の植物の濃度範囲、およびBowenのそれらの値を示した。

Alを集積する植物種としては、ツバキ科植物や、ユキノシタ科植物が知られている。実際、ツバキ科植物は、ヒサカキ(*Eury japonica*)を筆頭にツバキ(*Camellia japonica*)、サザンカ(*Camellia sasanqua*)、サカキ(*Cleyera japonica*)、チャ(*Camellia sinensis*)などであった。また、ガクウツギ(*Hydran gealiteovenosa*)、アジサイ(*Hydrangea macrophylla*)、ウツギ(*Deutzia crenata*)等のユキノシタ科植物でAl濃度を高い値を示した。また、ウラジロ(*Gleichenia japonica*)、コシダ(*Dicranopteris dichotoma*)のようなウラジロ科のシダ植物でも、Al濃度を高い値を示した。

Coを集積する植物としては、リョウブ(*Clethra barbinervis*)が有名である。他の植物種について調査されていない。本研究では、集積植物探索の一貫として、コバルト集積植物の検索に重点をおいた。沖縄本島北部にある琉球大学農学部演習林で採取したトウダイグサ科のシラキ(*Sapium japonicum*)の中96.2ppmものCoが含まれていることを見出した。Fig.4に照射試料として実際に測定したシラキ葉の γ 線スペクトル図を示す。 ^{60}Co は ^{59}Co の(n, γ)反応によってできたものである。このスペクトラムは長寿命の測定であるが、Coの γ 線エネルギーが強すぎるために、他の長寿命核種の γ 線ピークがCoのコンプトン散乱によって妨害され、定量できなかった。すなわち、シラキの葉にはCoが顕著に集積していたことが明らかである。また、トウダイグサ科植物(*Euphorbiaceae*)の一連の測定結果からシラキ以外のCoの分析結果をTable 2に示す。この表からもトウダイグサ科の植物は一般の植物よりもCoを多く含み、Coの集積特性はトウダイグサ科の植物に共通した固有の性質であることがあきらかとなった。

Zn濃縮植物はヤマナラシ(*Populus Sieboldi*)などヤナギ科植物が知られている。本研究でも調査した限りでは、ヤマナラシ等のヤナギ科の植物種で、高濃度のZnが検出されたが、これらの植物は、栃木県足尾銅山付近で採取したものである。通常 of 山林で採取した植物種のうち、高濃度のZnを含んでいたのは、モチノキ科のイヌツゲ(*Irex crenata*)である。イヌツゲの γ 線スペクトルをFig.5に示す。 ^{65}Zn は ^{64}Zn が(n, γ)反応によってできたものであり、この図からわかるように高含量のZnが確認できた。また、周期律表で同じ族であるCdを調べると、やはり高濃度のCdが検出できた。

Mnではチャなどは高い濃度が報告されているが我々も高い値を見出した。しかし、それ以上に群を抜いて高かったのはウコギ科のコシアブラ(*Acanthopanax siadophylloides*)、タカノツメ(*Evodipanax innovans*)でコシアブラは25,300ppmすなわち、2.53%ものMnを葉中に含んでいることが判明しました。(Table 1を参照)

集積植物の定義は通常の植物に見出される元素含量範囲を越える量を含んでいる植物とされるが、この定義は曖昧である。そこで、統計的に集積植物を検索する方法を検討した。植物の元素含量を一旦対数に変換して、変換値から平均値および標準偏差を求め、再びこの数値の逆対数を求める。次に、この平均値に標準偏差の2倍を加算し、これよりも高い元素含量を示した植物を検索してみた。

Table 3に蛇紋岩地帯の大江山周辺で採取した中から集積性があると認められた植物の一部の例と集積元素の含量を示した。Alについてはつばき科ではヒサカキの10,200、Mnはうこぎ科のコ

シアブラの 11,500, ウラジロ、コシダについては希土類元素についても高い値を示している。この様に検索した植物種の中には集積性を示す植物が例外なく抽出されました。この方法は集積植物の検索方法で有効であることを確認した。

4. 結論

1) 放射化分析法を用いて多数の各種植物の元素含量の元素分析を行い、その結果特定元素を集積する植物が、分析した中から見出した。集積植物と集積元素とには特定の組み合わせがあった。科単位で見出されたのは、ツバキ科植物では Al、トウダイグサ科は Co、シダ科植物では希土類元素、特定の種だけでは、イヌツゲは亜鉛、コシアブラは Mn の例があった。

2) 特定の地域たとえば大江山や岡山県人形峠周辺で採取した植物の中でも、従来から知られている集積植物が検出されました。また、これらの地域での採取事例からは、母材や土壌の元素組成が植物の元素組成に反映していることがあきらかとなった。特に、この傾向は非必須元素で明瞭に認められた。このことは、植物の元素組成が生育環境、特に土壌の影響を強く受けていることを意味している。植物が生育環境の指標として応用出来ることを示すものである。

3) 植物の元素組成には種としての特徴があるようで、分類学上の大きな群にまとめると、元素組成は植物群の特徴を表しており、これからさらに、属や科単位での特徴としてとられることができる可能性が示唆されます。

(専門研究会報告書より転載)

Table 1 Concentrations of particular elements in accumulators and concentration ranges of those elements in plants in general

Elements	Accumulator		Concentration in Accumulator	Conc. in Ordinary Plants	
	Plant Name	Family Name		Present Work	Bowen's Value
Al	<i>Eurya japonica</i>	Teaceae	16,400	10-800	90-530
Sc	<i>Camellia sinensis</i>	Teaceae	1.06	0.002-0.1	0.01-0.03
R.E.(La)	<i>Dicranopteris linearis</i>	Gleicheniaceae	737	0.003-5	0.003-15
(Lu)	<i>Alnus pendula</i>	Betulaceae	1.52	0.0005-0.1	0.03
V	<i>Sphagnum palustre</i>	Munsi	6.19	0.015-1.0	0.001-0.5
Cr	<i>Alnus pendula</i>	Betulaceae	3.66	0.02-1.0	0.03-10
Mn	<i>Acanthopanax sciadophyloides</i>	Araliaceae	25,300	10-2,000	20-700
Fe	<i>Alnus pendula</i>	Betulaceae	816	20-200	70-700
Co	<i>Sapium japonicum</i>	Euphorbiaceae	96.2	0.001-1.0	0.005-1
Zn	<i>Ilex crenata</i>	Aquifoliaceae	845	2-100	20-400
Cd	<i>Lindera ubellata</i>	Lauraceae	18.3	0.5-2	0.1-2.4
Rb	<i>Lindera ubellata</i>	Lauraceae	215	2-100	2-50
Ba	<i>Dicranopteris linearis</i>	Gleicheniaceae	1,600	10-200	8-150
Br	<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	Taxodiaceae	181	0.2-20	15?
I	<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	Taxodiaceae	8.1	0.0005-0.1	3-5?

Table 2 Concentrations of Cobalt in *Euphorbiaceae* except for *Sapium japonicum*

Sample I		Co Conc. (ppm)	Site
Japanese Name	Botanical Name		
Urajiro kankonoki	<i>Glochidion acuminatum</i>	64.0	a
		47.5	a
Yamahihatsu	<i>Antidesma japonicum</i>	26.5	a
Kankonoki	<i>Glochidion obovatum</i>	21.1	a
		2.72	c
Shina aburagiri	<i>Vernicia fordii</i>	15.6	a
		2.63	h
Kakiba kankonoki	<i>Glochidion zeylanicum</i>	13.4	a
		13.2	a
		2.37	c
Hirami kankonoki	<i>Glochidion rubrum</i>	6.71	f
Akahada kobannoki	<i>Nargaritaria indica</i>	5.70	a
Nankinhaze	<i>Sapium sebiferum</i>	5.62	g
		2.24	a
Akagi	<i>Bischofia javanica</i>	3.05	b
		2.12	a
		1.83	a
		1.83	a
		1.45	a
		1.18	a
		0.881	c
		0.431	d
		0.413	d
		0.388	c
Akamegashiwa	<i>Nallotus japonicus</i>	0.366	d
		0.179	d
		2.66	e
		0.102	c
		0.102	a
		0.0427	i
		0.0306	c
0.0257	c		

- a : Experimental Plantation of Faculty of Agriculture, Univ. of the Ryukyus, Okinawa Prefecture (Pareozoic)
b : Okinawa Prefectural Forestry Experimental Station, Okinawa Prefecture
c : Iriomote Island, Okinawa Prefecture (Sandstone)
d : Mt. Heto, Okinawa Prefecture (Sandstone)
e : Miyako Island, Okinawa Prefecture (Limestone)
f : Ishigaki Island, Okinawa Prefecture (Granite and Andesite)
g : Research Reactor Institute, Kyoto University, Osaka Prefecture
h : Experimental Field in Kyoto Univ. Campus (Granite)

Table 3 Some elements and plant species which are capable to accumulate these elements in the concentration of more than mean plus two-sigma.

Median (n = 85)			
Al	ツバキ科	: ツバキ (6440)、チャ (8640)、ヒサカキ (10200)	257
	ハイノキ科	: タンナサワフタギ (15300)	
	イワウメ科	: オオイワカガミ (9320)	
	ウラジロ科	: ウラジロ (7290)、コシダ (6940)	
Mn	ウコギ科	: コシアブラ (11500)	541
	ウラジロ科	: ウラジロ (3060)	
Co	リョウブ科	: リョウブ (21.1)	0.154
	トウダイグサ科	: シラキ (19.5)	
Cr	キク科	: ハハコグサ (82.7)	0.67
Zn	モチノキ科	: イヌツゲ (894)	25.5
La	ウラジロ科	: ウラジロ (459)、コシダ (237)	0.359

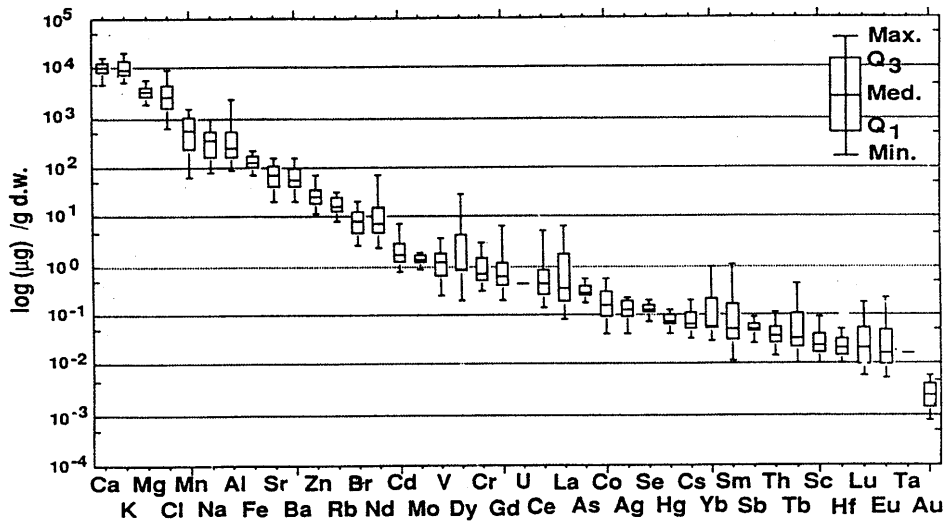


Fig.1 Box-whisker scheme shown in log-scale for 40 elements lined in order with decline of median value. Maximum; upper line, Median; middle line in box. Minimum ; lower line. Q3 and Q1 are shown in upper and lower line.

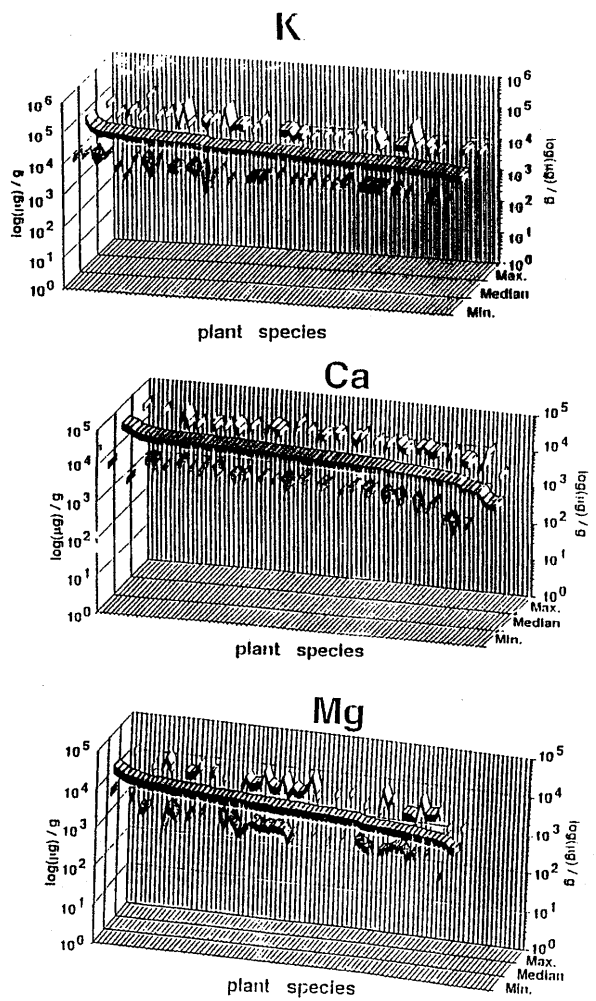


Fig. 2 Maximum, median and minimum value of K, Ca and Mg contents for 85 plant species lined in order with decline of median value.

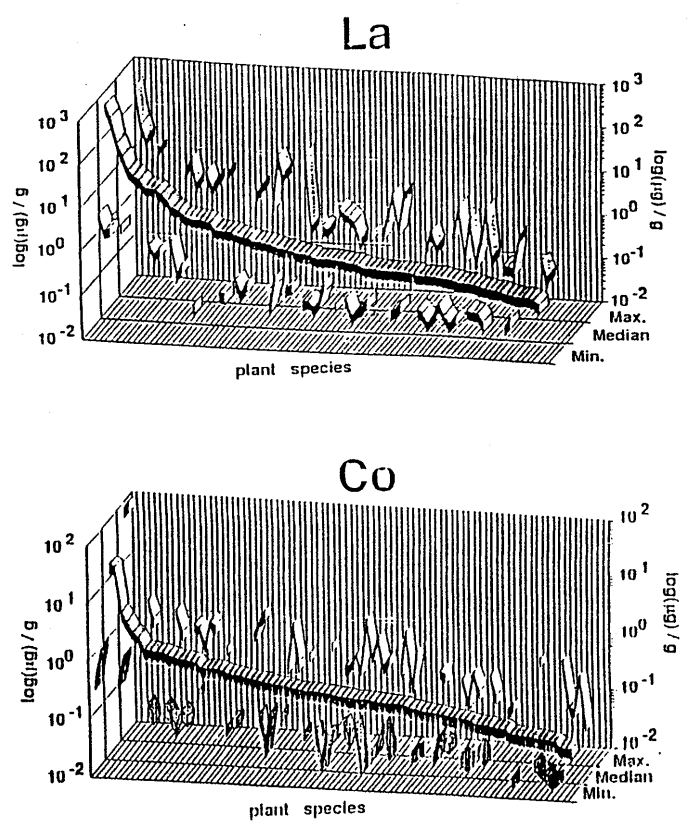


Fig 3 Maximum, median and minimum value of Zn and Co contents for 85 plant species lined in order with decline of median value.

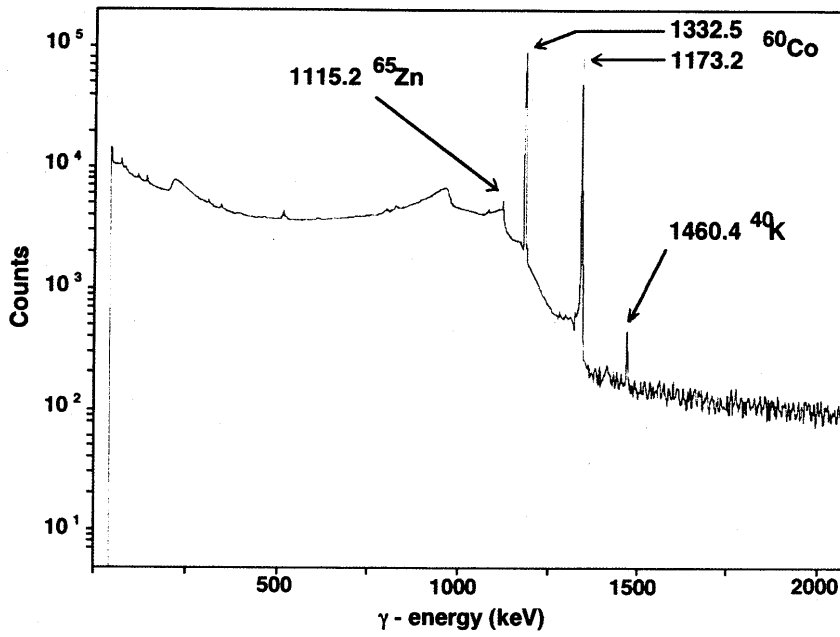


Fig. 4 Gamma -ray spectrum of Shiraki (*Sapium japonicum*) measured 50 days after irradiation.

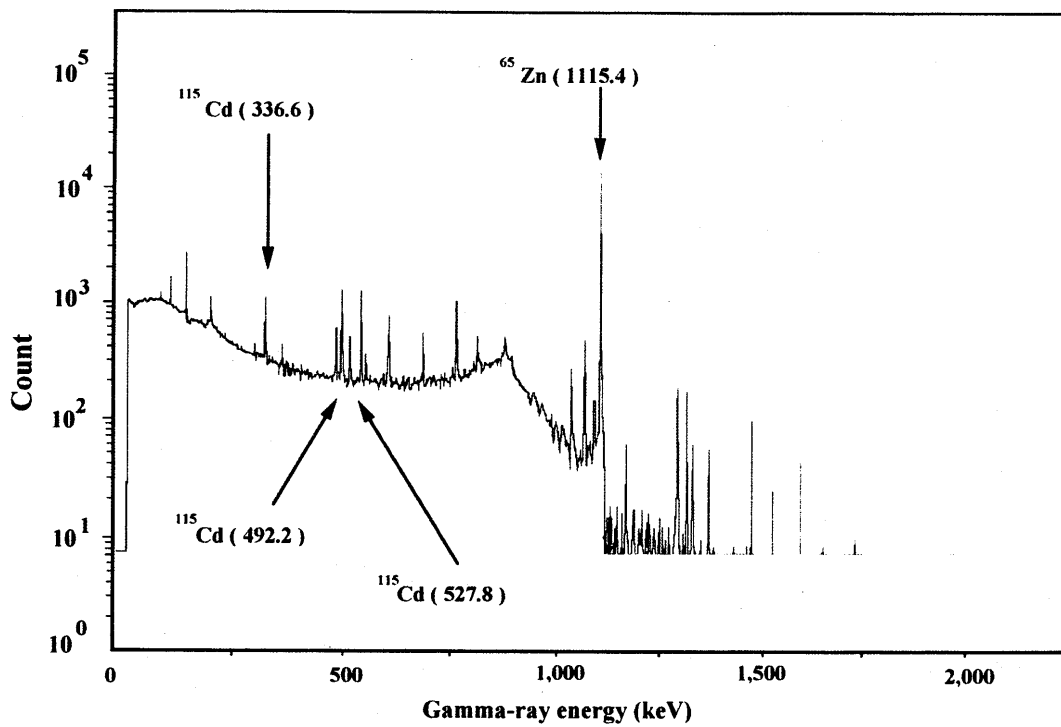


Fig.5 Gamma-ray spectrum of Inutsuge (*Irex crenata*)

平成 17 年度修士論文抄録

多重 γ 線測定を用いた放射化分析

東京都立大学大学院 理学研究科 桑山 仁

【序論・目的】

多重 γ 線分析法は、複数の Ge 検出器、及び BGO 検出器を用い、 γ 線を同時計数することによって飛躍的に S/N 比を改善する方法である。多重 γ 線検出器は、機器中性子放射化分析法 (INAA) に応用され、従来の機器放射化分析法よりも検出限界の改善など良い結果が報告されている [1]。一方、即発 γ 線分析 (PGA) は INAA と同様、多元素同時非破壊分析法である。また、NAA において、半減期が短すぎる等の理由により分析が困難な元素 (H, B, N, Si, P, S, Cd, Gd など) の分析も可能である。さらに試料の誘導放射能が無視できるほど低く、試料形状の自由度も大きい等の長所を持つ。このような長所にして対して、PGA は INAA に比べて低分析感度の元素が多く、即発 γ 線エネルギーが多種類であるために γ 線スペクトルが複雑である、という欠点を持ち、 γ 線測定法の改良が重要な課題となっている。

多重 γ 線検出器を用いた PGA は、ビームラインに直接、多重 γ 線検出器を設置することが困難なため報告例が少ないが、多重 γ 線検出器を用いた INAA 同様に、S/N 比の改善が期待され、上記で述べた PGA の欠点を克服することができる。よって、多重 γ 線分析器と PGA を組み合わせれば、高感度非破壊元素分析法として、地球化学的試料、宇宙化学的試料、環境試料への応用が期待される。日本原子力研究開発機構では 2003 年より多重 γ 線検出器を PGA に応用する計画が進んでいる。そこで当研究では、標準岩石試料を照射し、多重即発 γ 線分析 (MPGA) の岩石試料に対する有用性を評価することを目的とした。さらに、PGA では、水溶液試料を、直接照射・測定することができ、水溶液形態の環境試料や天然水の元素分析に応用することができるが、通常のシングル測定では水由来の水素の妨害を強く受け微量元素の分析は困難である。しかし、MPGA を用いれば、同時計数を行うので単一の γ 線を放射する水素の妨害が大幅に取り除かれ、検出限界の改善が期待される。そこで MPGA の水溶液試料に対する有用性も検討した。また、中性子誘導即発 γ 線の核データは乏しいので、試薬より調整した金属試薬試料を照射し、各元素のカスケード γ 線のエネルギー、及び強度を求め、核データの充実をはかることも研究の目的のひとつとした。

【実験】

① 金属試薬試料として Cd, Hg, Sm, Si, Ti, Ni, Fe, Mn, Co, Cr、を用い、Na, K に関しては、 Na_2CO_3 、 K_2CO_3 を用いた。標準岩石試料として JMN-1 (100mg)、JSO-2 (300mg)、JB-1a (600mg) を用いた。クラスター検出器 2 台、クローバー検出器 4 台を JRR-3 MPGA ビームラインに設置し、測定を行った。また、定量分析を行うにあたり、Fe を内標準元素として、機器による γ 線の数え落としの補正を行った。さらに、多重 γ 線測定では通常の同時計数に加え、より S/N を改善することができるアドバックモードでの解析が可能である。そこで、通常のシングル測定、同時計数法、アドバックモードの三つの方法で解析を行った。このアドバックモードとは、ガンマ線が検出器内でコンプトン散乱を起こし、隣接する検出器に入射するとバックグラウンドを大きくするが、そのような事象を補正する方法である。

② 水溶液試料として 100ppm の Cd 水溶液を原子吸光用試薬より調製した。溶液をポリエチレン製の容器に封入した。Ge 検出器 1 台、クローバ検出器 1 台を JRR-3 MPGA ビームラインに設置し、同時計数法により測定を行った。

【結果及び考察】

① 各金属試薬の照射により、各元素のカスケード関係にある即発 γ 線のエネルギーを得た (図 1)。得られたカスケード関係にある即発 γ 線のエネルギーは核データに記載されている励起準位と一致した。

各解析法ごとの計数率、S/N比の違いを表1に示す。シングル測定にくらべ、同時計数法、アドバック法では5倍から10倍程度S/N比が改善されている。特にアドバック測定では、同時計数測定よりもS/Nが改善されている。アドバック測定は複雑なスペクトルとなる岩石試料の分析において最も有利な方法であることが示唆される。岩石試料の定性分析の結果Fe、K、Cd、Mn、Ti、Smの6元素を検出することができた。しかし、これらの元素は通常の即発γ線分析でも検出できる元素である。現在の装置のシングル測定における計数率は、2002年以前よりも10倍程度、低くなっている。このことから、通常の即発ガンマ線分析で検出できない元素を検出するためには、中性子束が不足していると考えられる。よって、多重即発ガンマ線分析において、通常の即発ガンマ線分析より有利な結果を出すには、より大きな中性子束が必要である。定量値を表2に示す。JMn-1中のTi、JSO-2中のCd、Tiは良い一致が得られたが、JB-1a中のTiは10%前後低い値を示した。この原因として、JB-1の試料量が多かったために、中性子が自己吸収により減衰したためだと考えられる。

②水溶液試料のシングル測定、及び同時計数法によるS/N比の比較を表3に示す。シングル測定に比べて同時計数法ではS/Nが改善されている。さらに、シングル測定のS/Nは、Cd濃度に対して比例して小さくなるが、同時計数法ではS/Nの減少の割合が小さい。これは、同時計数測定によって水素の妨害の影響が小さくなったためだと考えられる。このことにより、同時計数法はシングル測定よりも微量な元素の分析により効果を示すことがわかった。

【まとめ】

以上より、現時点では中性子束の不足という問題があるが、岩石試料及び水溶液試料にMPGAを用いると、シングル測定よりもS/Nは改善され、より微量な元素の検出・定量が可能になると考えられる。

[1]Y. Hatsukawa et al. : J. Radioanal. Nucl. Chem. 248 (2001) 121. [2] Koeberl et al. : J. Radioanal. Nucl. Chem. 244 (2000) 655. [3] GSJ (地質調査所) 標準値

表1 各計数法の比較

	Ti (1382KeV-341.5KeV)		Fe(1259KeV-352KeV)		Mn(108KeV-104KeV)	
	S/N	CPS	S/N	CPS	S/N	CPS
MPGA(同時計数)	5.01	1.03	2.756	0.2821	0.406	0.69
MPGA(アドバック)	6.23	1.57	5.126	0.3135	0.874	0.95
PGA(シングル)	1.31	11.3	0.219	1.3637	0.0658	3.38

表2 MPGAによる定量値

	Ti(%)		Cd(ppm)	
	定量値	文献値	定量値	文献値
JSO-2	0.635±0.042	0.683	94.5±5.4	107
JMn-1	0.635±0.046	0.638	-	-
JB-1a	0.612±0.061	0.77	-	-

表3 Cd水溶液におけるS/Nの比較

Cd濃度	シングル測定時のS/N	同時計数法を用いたときのS/N
1000ppm	4.12	6.17
100ppm	0.695	3.75
10ppm	0.0573	0.5

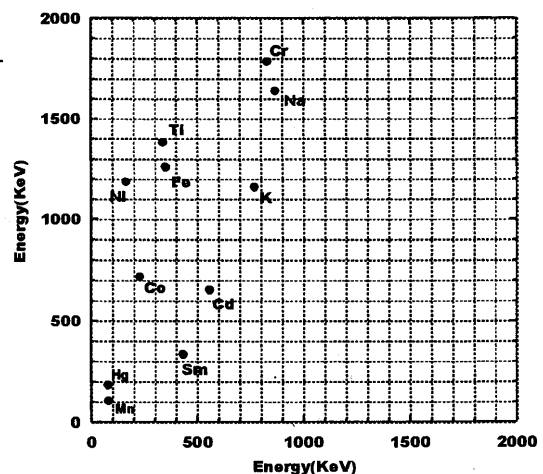


図1 カスケードガンマ線のエネルギー

<序論>

白金族元素 (platinum group elements; PGEs, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt) は Re, Au と共に強親鉄性元素 (highly siderophile elements) に分類され, 地球のような核構造をもつ分化した惑星では核に濃集している. 一方, 希土類元素 (rare earth elements; REEs) は地殻・マントルに濃集する親石性元素 (lithophile elements) に分類される. これらの元素は地球化学・宇宙化学を研究する上で非常に有用な元素群であり, 岩石・隕石中の含有量を知ることで岩石生成の過程について, より詳細な議論が可能になる. そのため, 岩石・隕石中のこれらの元素については数多くの研究がなされてきており, 既存の試料からより詳細な情報を得るための感度の良い分析法の開発が望まれている. 現在主として用いられている岩石・隕石中の極微量親鉄性元素の定量法は, 誘導結合プラズマ質量分析 (inductively coupled plasma mass spectrometry; ICP-MS) と放射化学的中性子放射化分析 (radiochemical neutron activation analysis; RNAA) の2つである. そしてこれらの元素を少量の試料から同時に定量したい場合には RNAA がその唯一の分析法となる.

岩石・隕石中の極微量親鉄性元素を RNAA により定量する場合, 陰イオン交換法やテルル共沈法などの様々な放射化学的分離操作が用いられる. 近年, 本研究室において効果的な REEs の放射化学的分離法が確立された¹. そこで本研究では, 親鉄性元素の放射化学的分離法について様々な角度から検討し, REEs の分離法と組み合わせることで親鉄性元素と REEs を一つの試料からの同時に分析する方法を確立することを目的とした.

<実験>

1. トレーサー実験

6つの親鉄性元素 (Ru, Re, Os, Ir, Pt, Au) の効率の良い放射化学的分離法を確立するために, 1) SRAFION 樹脂を用いた陰イオン交換法, 2) AnaLig® PM gel を用いた抽出クロマトグラフィー, 3) 還元剤として亜硫酸ガス (SO₂) を用いたテルル共沈法, 4) 還元剤として塩化スズ (SnCl₂) を用いたテルル共沈法, 5) 過塩素酸系陰イオン交換樹脂 (Dowex 1x8) を用いた Re の分離, 6) RuO₄, OsO₄ の蒸留, の6つの分離操作について放射性トレーサーを用いたトレーサー実験を行い, これらの分離法の評価を行った.

以上の実験の結果から, (1)と(6)を組み合わせた化学分離操作, および(4)と(5)と(6)を組み合わせた化学分離操作をそれぞれ岩石・隕石試料の RNAA による分析に応用することにした.

2. 岩石・隕石試料を用いた実験

(1)と(6)を組み合わせた操作を岩石・隕石試料に応用した. 岩石標準試料 (JP-1, UMT-1, WMG-1), K/T 境界試料 (FC-1), 隕石試料 (Allende) の5試料の繰り返し分析を行った. 試料は洗浄した石英管に封入し, 目的元素の高純度試薬から調製した比較標準試料と共に日本原子力研究所4号炉 (JRR-4) S パイプ(中性子束 $4.0 \times 10^{17} \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)にて6時間中性子照射した. 照射後1日冷却した試料から目的元素を Fig. 1 の操作で分離した後, 首都大学東京 RI 研究施設にて各フラクションの γ 線測定を行った. 化学収率は再放射化法により求めた.

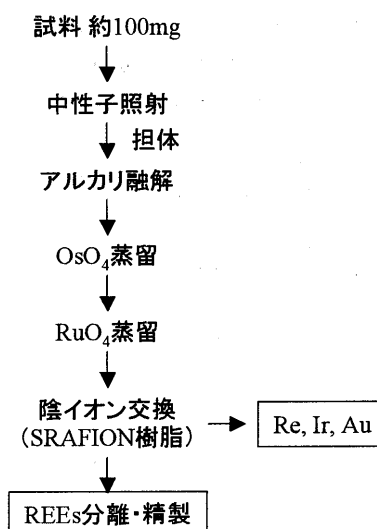


Fig. 1 放射化学的分離操作

<結果・考察>

1. 定量値と文献値の比較

実験により Re, Os, Ir, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Tm, Yb, Lu の定量値を得た。得られた値のうち、親鉄性元素について、文献値と比較した図を Fig. 2 に示す。縦軸は本研究の定量値を文献値で割った値、影の部分には文献値の範囲を示す。一部の例外を除いて、本研究で得られた値は文献値の範囲とよく一致している。Re において本研究による値が全体的に低く、また誤差が大きいのは ^{75}Se の ^{186}Re のピークへの寄与の過剰補正が原因である。WMG-1 の Ir の値が低いのは試料の不均一性によるものであると考えられる。REEs については文献値とよく一致する値が得られた。

2. 実試料への応用の検討と従来法との比較

本研究で確立した分析法を実試料に応用した場合について検討した。親鉄性元素含有量の低さゆえ、報告例の少ない試料の一つとしてユークライト隕石が挙げられる。ユークライト隕石は小惑星 4Vesta の地殻由来であると考えられている隕石で、その親鉄性元素含有量は太陽系の標準物質と考えられている CI コンドライトの値² (Ru: 714 ng/g, Re: 37.1 ng/g, Os: 483 ng/g, Ir: 474 ng/g) と比較して $\sim 1/10^6$ である。これらの親鉄性元素含有量で報告されているもののほとんどは Warren and Kallemeyn³ により RNAA で求められたものである。Figure 3 に本研究における親鉄性元素の検出限界とユークライト隕石の文献値³ を比較したものを示す。縦軸は CI コンドライトの値で規格化したものであり、日本原子力研究所 3 号炉 (JRR-3) の HR-1 (中性子束 $9.8 \times 10^{17} \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) にて 100h 照射を行ったと仮定した場合の検出限界の計算値も示してある。検出限界は γ 線計数時のピークのバックグラウンドの 3σ (σ は γ 線計数の際の統計誤差) から計算した値である。

これまでの照射条件 (試料 100 mg, JRR-4, S-pipe, 6h) では Os のみが定量可能であり、これ以外の元素を定量するにはより長い照射時間とより大きな中性子束が必要になる。JRR-3 の HR-1 における 100h 照射では Os, Re で定量が可能になるが、Ir は JRR-3, 100h の条件でも極端に濃度の低いものについては定量が難しい。Ru については定量に用いた ^{103}Ru が ^{235}U の核分裂によっても生成するため、ユークライト隕石のように Ru/U 比が非常に低い ($\sim 10^{-7}$) ことが予想される試料ではこの影響が無視できない。しかし定量に ^{235}U の核分裂で生成しない ^{97}Ru (half-life = 2.89day) を用いることができれば Ru も定量可能になると考えられ、この点については現在検討中である。本分析法は Warren and Kallemeyn の方法と比較して Ir の検出限界では劣るが、Ru を含めた 4 つの親鉄性元素についてより簡便な操作で $\sim \text{CI} \times 10^{-7}$ まで定量できる点で優れているといえる。

現在、分離操作(4), (5), (6)を組み合わせた RNAA について実験中であり、この結果も踏まえて更に考察を行う予定である。

References: [1] Minowa and Ebihara (2003) Anal. Chim. Acta, 498, 25. [2] Anders and Grevesse (1989) Geochim. Cosmochim. Acta, 53, 197. [3] Warren and Kallemeyn (1995) MAPS, 31, 97.

Publication: Takeda et al., J. Radioanal. Nucl. Chem., in submission of revised manuscript.

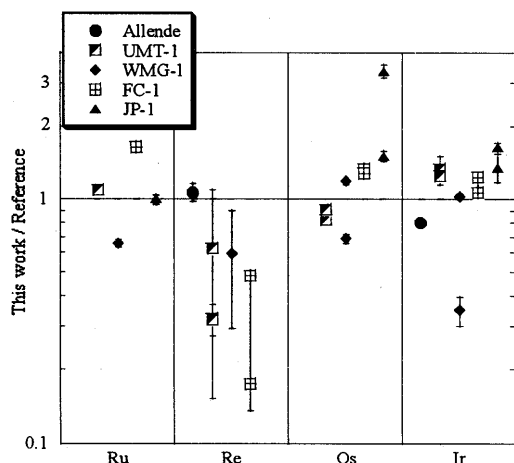


Fig. 2 Analytical results of siderophile elements

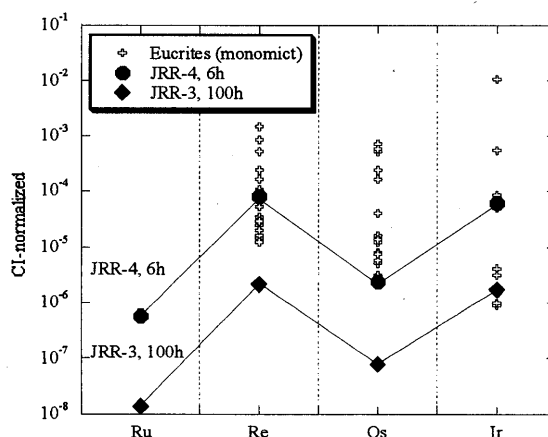


Fig. 3 Detection limits for siderophile elements

天然水中の極微量スカンジウムの定量法の確立とその海洋地球化学的研究への応用

東京都立大学大学院 理学研究科 能村 美穂

【序論】 海洋に存在する元素の多くは濃度が 1ppm 以下のいわゆる「微量元素」である。微量元素の多くは、その濃度が海域や深度、季節などによって変動するため海洋の環境や水塊構造の変化のトレーサとなり得ることから、その化学形や反応性、分布や挙動についての研究が盛んに行なわれている。例えば微量元素の一つである鉄は海水中の植物プランクトン増殖の制限因子であることがわかり、鉄と生物生産の関係が過去の大気中の二酸化炭素濃度に影響を与えたという「鉄仮説」が提唱された。さらに、南極海に人為的に鉄を散布することで植物プランクトンの増殖を促進し、大気中の二酸化炭素の増加を抑制できる可能性が示唆されたことは世界的に大きな反響を呼んだ。このように海水中の微量元素濃度は地球規模での環境問題の鍵を握っている可能性があり、その正確な濃度を求めることは極めて重要である。しかしながら、今日においても海水中の微量元素の定量は容易ではなく、元素によっては現在でも正確な分析値が得られていないもの少なくない。そういった元素の 1 つにイットリウム (Y)、ランタノイド (Ln) と同じ希土類元素 (REEs) に属するスカンジウム (Sc) が挙げられ、その報告例は Brewer et al. (1972) 以降ほとんどない。残念な事にこの時代の Sc のデータには誤差が付記されておらず、1970 年代から現在に至るまで、測定やサンプリング技術の向上に伴って微量元素の分析値が小さくなる傾向が見られることを考慮すると、Sc の分析値は見直されるべきものと考えられる。測定例の少ない原因の 1 つに天然水中の Sc の定量に対して適当な分析手段がないことが挙げられる。例えば、Y、Ln の定量に有用な誘導結合プラズマ質量分析法 (ICP-MS) は分子イオンの干渉等の問題があり、Sc の定量には適用が難しい。そこで本研究は、Sc を高感度かつ高精度に測定可能な放射化分析法を用いて天然水中の極微量な Sc の定量法を開発し、その方法で海水中の Sc の正確な定量値と濃度分布を求め、海洋における Sc の挙動の考察を目的とした。さらに、当研究室で既に確立されている Y、Ln の定量手法—同位体希釈法を併用した ICP-MS—を用いて Sc の定量に用いたものと同一の試料の Y、Ln の濃度を決定し Sc のデータとの比較を行ないながら、海洋における REEs 間の挙動の相違点を明らかにした。

【実験】 本研究では水酸化鉄共沈法を用いて海水から Sc を分離濃縮した。一連の化学操作における Sc の収率は、放射性同位体で無担体の ^{47}Sc を利用して求めた。精製鉄溶液と ^{47}Sc 溶液を、pH1~2 の酸性にした海水に添加し、よくなじませてからアンモニア水を加え、pH7.5~8.5 の条件で水酸化鉄 $[\text{Fe}(\text{OH})_3]$ を沈殿させた。沈殿熟成後、遠心分離によって沈澱を分離し、この沈澱を塩酸で溶解し、陰イオン交換を行なった。この陰イオン交換で Fe (III) は陰イオン交換樹脂に吸着し、Sc (III) はほとんど吸着せず溶離液に含まれる。この溶離液を加熱濃縮し、ろ紙に滴下し乾燥させて包装体 (ポリエチレンシート) に密封し、 ^{47}Sc の γ 線測定を行なった。この ^{47}Sc の収率を化学操作における Sc 原子の収率とした。収率を求めた後、測定用試料をそのままの状態でも中性子照射し、 ^{45}Sc (n, γ) ^{46}Sc によって生成した ^{46}Sc の γ 線測定を行ない比較法によって海水中の Sc を定量した。本研究で用いた海水は全て東京大学海洋研究所より提供された。また、照射は全て日本原子力研究所 4 号炉、T-pipe (中性子束; $5.3 \times 10^{17} \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) にて 20 分間行なった。

【結果と考察】—定量法の検証— 太平洋黒潮域未ろ過表面海水 (Kuroshio) を用いて、独立の分析を 6 回行ない再現性の検証を行なった。Sc の収率は 87~98% と良好であったが、包装体由来の寄与が 58~65% と大きいため補正が必要であった。包装体からの寄与を補正した値の相対標準偏差は 10% 程度

で、良い再現性が得られた (Table 1)。一方、Sc をほとんど含まない包装体 (高純度ポリエチレンシート) を用いた結果 (0.34 ± 0.04 ng/kg) とは誤差の範囲で一致しており、補正自体はおおむね正しく行なわれていることが確認できた。また、以後の分析には高純度ポリエチレンシートを用いて定量を行なった。この場合、当初用いていた包装体に比べブランクレベルは 1/10 以下と著しく減少することと、海水中の Sc、Y、Ln の濃度は天然水の中で最も低濃度と考えられることから、本 Sc 定量法は天然水全般に適用可能と考えられる。

—海水中の Sc 濃度— 太平洋の表面測点 (Kuroshio、HY-2、HY-6) とハワイ沖測点 (BO-3; 表層から深層までの 14 層) における Sc の定量を行なった (Table 1)。その結果、太平洋表面海水の Sc 濃度は最も西側に位置する黒潮域で最も高い値を示した。一方、ハワイ沖の Sc 濃度は、表層で低く深度に伴って増加する栄養塩型のような分布を示し、Spencer et al. (1970) による太平洋の Sc 濃度よりも低い値を示した (Fig. 1)。本研究で用いた海水試料はクリーン採水技術によって採取されたことから採水時の汚染はないものと考えられることや、誤差、収率が正確に求められていることから、本研究で得られた値は文献値よりも信頼性が高いといえる。当研究室で得られたハワイ沖の Y、Ln の値 (佐々木、2005 年卒業研究) を用いて Sc と Y、Ln の相関係数 (R) を求めると、 R^2 は 0.89~0.98 と高く、特に Eu と良い相関を示した。このことから Sc は Y、Ln とよく似た分布を示し、海水中では類似した挙動を示すものと考えられる。

海洋における Sc と他の REEs の分別を考えるため、Sc と同族元素で電子配置が似ている Y、La と、分布が最もよく似ている Eu の海水中の濃度比と地殻物質の濃度比を比較した。海水中の濃度比 ($Y/Sc=20$ 、 $La/Sc=3.6$ 、 $Eu/Sc=0.12$) はいずれも地殻物質の濃度比 ($Y/Sc=0.75$ 、 $La/Sc=0.44$ 、 $Eu/Sc=0.016$) より大きいことから、海水中の Y、La、Eu について Sc と別の供給が存在する可能性と、Y、La、Eu に比べて Sc は海水から除去されやすい元素である可能性が考えられる。海水中で Y、Ln は主に炭酸錯体 ($REECO_3^+$) として存在していると予想される。一方で Sc は主に水酸化物錯体 ($Sc(OH)_3$) として存在していると考えられており、水酸化物として除去されやすいと考えられる。従って、上記濃度比の比較から考えられる地殻物質に対する海水の分別は、Sc が相対的に容易に海水から除去される事に起因するものと考えられる。

海洋における Sc と他の REEs の分別を考えるため、Sc と同族元素で電子配置が似ている Y、La と、分布が最もよく似ている Eu の海水中の濃度比と地殻物質の濃度比を比較した。海水中の濃度比 ($Y/Sc=20$ 、 $La/Sc=3.6$ 、 $Eu/Sc=0.12$) はいずれも地殻物質の濃度比 ($Y/Sc=0.75$ 、 $La/Sc=0.44$ 、 $Eu/Sc=0.016$) より大きいことから、海水中の Y、La、Eu について Sc と別の供給が存在する可能性と、Y、La、Eu に比べて Sc は海水から除去されやすい元素である可能性が考えられる。海水中で Y、Ln は主に炭酸錯体 ($REECO_3^+$) として存在していると予想される。一方で Sc は主に水酸化物錯体 ($Sc(OH)_3$) として存在していると考えられており、水酸化物として除去されやすいと考えられる。従って、上記濃度比の比較から考えられる地殻物質に対する海水の分別は、Sc が相対的に容易に海水から除去される事に起因するものと考えられる。

Sample	Latitude	Longitude	Concentration (ng/kg)
Kuroshio	35°27' N	142°20' E	0.28 ± 0.03
			(average value n=6, 1σ)
BO-3	30°02' N	160°02' W	0.074 ± 0.011 *
HY-2	16°31' N	122°60' W	< 0.063 ^a
HY-6	00°04' N	95°30' W	0.11 ± 0.01 *

*; Due to counting statistic in γ -ray spectrometry (1σ)

a; Upper limit (10σ)

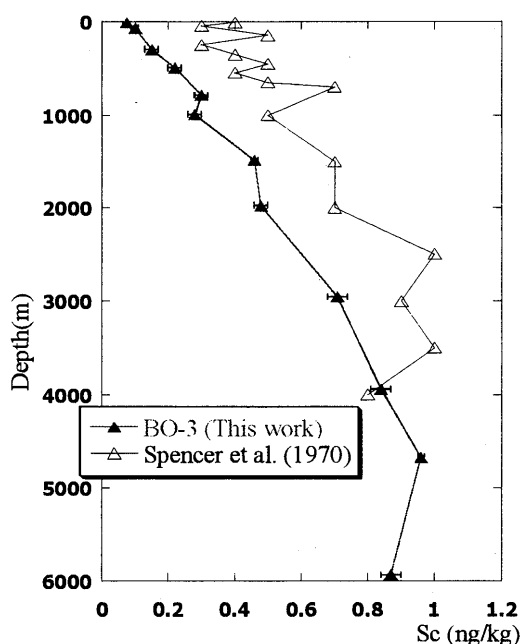


Fig.1 Vertical profiles of Sc.

平成 17 年度卒業論文抄録

陸水の溶存成分組成から見た草津白根山西麓の地下熱水系

上智大学理工学部化学科 東海林 征

【はじめに】群馬県の北西部に位置する草津白根火山は、現在も活発に活動を続ける活火山である。草津白根山東側の草津温泉地域については、比較的単純な地下熱水系モデルにより源泉の水質分布が説明されるのに対し、西側の万座温泉地域の場合には三つの大きな断層と無数の小さな断層が複雑に入り交じり、距離的に近い位置に水質の大きく異なる源泉・湧水が湧出するなど、その地下熱水系のモデル化は未だ為されていない。本研究では源泉あるいは湧水の化学組成がその湧出経路の地質学的、化学的特徴を反映するとの前提に立ち、万座温泉地域の陸水の化学組成から草津白根山西麓の地下構造を探ることを目的とした。

【実験】2005年度に万座温泉地域より19地点20試料の湧泉水、湧水、河川水試料を採取し、その化学組成を求めた。主要成分の定量には炎光光度法、ICP 発光分析法、イオンクロマトグラフ法を用い、希土類元素をはじめとする微量成分の定量を鉄-アルミニウム共沈法を併用した中性子放射化分析法で行った。放射化分析における中性子源としては日本原子力研究開発機構の JRR-3 および JRR-4 を用いた。

【結果と考察】得られた化学組成から、この地域の陸水を大きく A 群、B 群、C 群の三つのグループに分けた。A 群および B 群は奥万座断層沿いに分布し、共に希土類元素組成において相対的に軽希土類に乏しいという特徴を持つが、A 群は B 群と比較した場合に K/Na 比および Al/Mg 比が高いことで区別され、特に奥万座源泉の周辺に集中して分布している。このことより A 群に分類される陸水は、奥万座地域に産出する変質二次鉱物の明礬石[$\text{KAl}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$]からの影響を強く受けているものと考えられる。一方 C 群の陸水は主として早蕨断層沿いに分布しており、希土類元素間の相互組成比がこの地域の基盤岩とほぼ等しく、A、B 群のような軽希土類に富むという特徴は見られない。このことは奥万座断層沿いと早蕨断層沿いとでその地下構造に本質的な違いがあることを示している。

草津温泉における源泉起源ヒ素の周辺環境への影響

上智大学理工学部化学科 藤 宏之

【はじめに】草津温泉は群馬県北西部の草津白根火山に熱源を得る、白根山東麓に位置する火山性源泉群の総称である。草津温泉源泉群の中で湧出量が最大なのが、1970年に硫黄鉱山の掘削中に坑道より突如として湧出を開始した万代鉱源泉と呼ばれる高温、強酸性の源泉である。万代鉱源泉は現在 10 mg dm^{-3} 前後のヒ素濃度を示しており、その湧出量から見積もられる年間ヒ素供給量は約50トンに達する。万代鉱源泉は引湯配管により温泉街に供給されているが、余剰源泉水を河川に放出する過程でその一部が源泉周辺の土壤に浸透し、源泉起源のヒ素が周辺環境に負荷されていると見なされる。そこで本研究では、周辺環境に負荷されたヒ素がどのような挙動を取るのかを明らかにすることを目的とした。

【実験】2005年度に草津温泉およびその周辺域の22地点から24の土壤試料を採取した。採取した土壤試料は風乾後粉碎し、組成分析と構成鉱物種の同定を行った。主要成分濃度は重量分析法、炎光光度法、ICP発光分析法にて、ヒ素濃度は非破壊中性子放射化分析法にて求めた。放射化分析における中性子源には日本原子力研究開発機構のJRR-3およびJRR-4を利用した。鉱物種の同定には粉末X線回折法を用いた。

【結果と考察】採取した土壤の平均ヒ素濃度は 36 mg kg^{-1} であり、日本国内の土壤中の平均ヒ素濃度より高い値となったが、草津温泉の外側、温泉街から麓側へ数 km 離れると土壤中のヒ素濃度は 10 mg kg^{-1} 前後となり、国内平均と同等である。最もヒ素濃度が高かったのは、万代鉱源泉の余剰源泉水を放出する地点の近くから得られた 122 mg kg^{-1} という値であるが、予想に反して余剰源泉水の放出地点そのものにおける表層土壤のヒ素濃度は 36 mg kg^{-1} であり、地域内の土壤としては特に高いというものではなかった。また、この源泉水放出地点においては、地表下 20 cm 以深に明らかに源泉水による強度の酸性変質を受けたと見られる白色土壤が存在し、そのヒ素濃度は 7 mg kg^{-1} とさらに低いものであった。このことは、源泉水により土壤が酸性変質した場合、ヒ素は変質土壤には吸着・固定されることなく、土壤変質域の拡大と共にその変質外縁部に沿う形でより外側へと移動・拡散することを示している。以上のことから源泉起源のヒ素が地域内の土壤を介してかなり広範に拡散している可能性が示唆された。

多摩川 中・下流域底質における元素分布と鉄の化学状態から見た河川環境

東京大学教養学部広域科学科
環境分析化学研究室 中村明日子

【はじめに】硫酸還元菌は、硫酸イオンと有機物の存在する嫌氣的雰囲気の下質において硫酸イオンを還元し悪臭物質である硫化水素を発生させる。本研究は、この硫酸還元反応に着目し、底質中の硫化物 (FeS_2, FeS 等) の定量からその実態を明らかにすることを目指した。とりわけ FeS_2 (pyrite) は、常温常圧下においては無機的に生成しないため、硫酸還元菌の活動を示す指標として有用であると考えられる。硫酸還元反応に関する先行研究は河口域 (感潮域) を対象とするものが多いが、河川環境を評価する上で重要な中・下流域に関しては研究が進んでいない。よって多摩川中・下流域を淡水域と感潮域に分け、両域の底質における硫化物を定量した。また、海域である東京湾の最奥部に位置する谷津干潟底質との比較・検討も行った。

【実験】2005年6月1日に、多摩川上流から河口にかけての計7地点で底質表層 (主に深さ0-4cm) および表層水を採取した。機器中性子放射化分析 (INAA) および中性子誘起即発ガンマ線分析法 (PGA) を用い、硫化物として沈殿しやすい Fe, Zn および S の定量を行った。また、メスバウアー分光法を用いて鉄の化学状態分析を行い、 FeS_2 の含有率を測定した。さらに、表層水および間隙水の硫酸イオン・塩化物イオン濃度を HPLC で測定した。

【結果・考察】淡水域底質においては、メスバウアー分光法の結果から pyrite の存在は確認できず、PGA による測定では S は検出限界以下であった。しかし、HPLC による硫酸イオン濃度測定から、淡水域6地点中4地点において、間隙水中で硫酸イオンの消失が確認された。その結果を図1に示す。このことから、淡水域底質では、PGA およびメスバウアー分光法の検出限界以下 ($\text{S} < 500\text{ppm}$) で硫酸還元が行われている可能性が示唆された。一方、硫酸イオンの豊富な感潮域底質においても表層では pyrite の生成は見られなかったが、PGA による測定から S 含有率は約 2000ppm という結果を得た。また干潟底質に関して、INAA および PGA による元素分析と鉄の化学状態から S の存在形態を求めたところ、深さ 15-18cm では pyrite として存在する S が 66-85% を占めた。しかし深さ 5-8cm においては、pyrite 形は 20-24% と少なく、表層に近いほど pyrite 以外の形態で存在する割合が高いことがわかった。よって感潮域底質においても同様に、硫酸還元反応によって底質中に固定された S は、表層では pyrite 以外の硫化物として存在するものと推察された。

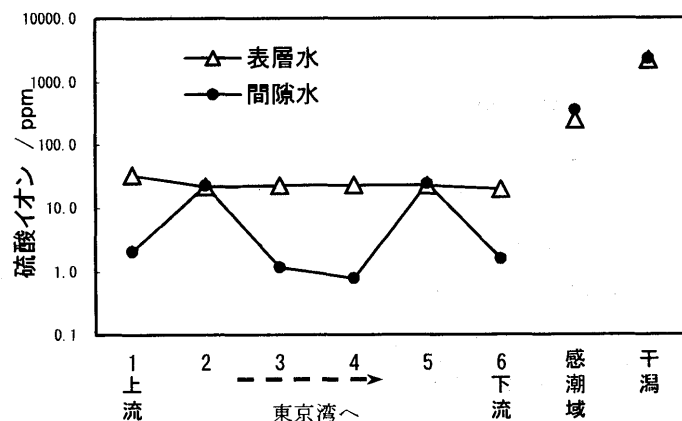


図1 表層水および間隙水中の硫酸イオン濃度の流下に伴う変化

東京湾最奥部に位置する干潟底質に関する研究

東京大学教養学部広域科学科
環境分析化学研究室 諸町大地

【目的】多くの干潟が埋め立てられ姿を消す中、近年干潟の重要性が認識され注目を浴びている。しかし、干潟の生物・化学的な機能は完全にはわかっておらず、諫早湾(諫早干潟)干拓中止を求める一連の裁判の例もあるように、干潟の機能を明らかにすることは、科学的だけでなく、社会的にも求められている。本研究では当研究室で河口域底質や干潟底質に用いられてきた分析手法を用い、谷津干潟と三番瀬という東京湾最奥部に現存する数少ない干潟を対象に、干潟底質の化学的性質を調べる。この二つの干潟は都市活動の影響を大きく受けているはずであり、四方を埋め立てられ海と直接接していない谷津干潟と、周囲を埋め立てられはしたものの広い面で海と接している三番瀬を比べることで埋め立てによる干潟底質の化学的性質の変化の違いを調べることを目的とする。

【実験】谷津干潟と三番瀬猫実川河口付近で底質を柱状に採取し、機器中性子放射化分析(INAA)および中性子誘起即発ガンマ線分析(PGA)によって元素分析を行い元素の垂直分布を、メスバウアー分光法によって鉄化学状態の分析を行い、垂直方向における鉄の化学状態の変化を調べた。

【結果・考察】三番瀬底質は垂直方向に特に目立った変化は認められなかった。これは周囲を埋め立てられたものの広い面で直接海に接しており、埋め立ての影響を小さく抑えることができたと考えることもできるが、堆積速度が速く今回の試料採取では埋め立て前の底質までを採取することができなかつたためなのかは判断できなかった。これに対し、谷津干潟底質は明らかに粒径および含水率が変化する層が存在し、これを周辺埋め立ての前後と考えることができる。この境付近で多くの元素の濃度及び鉄化学状態が大きく変化し、埋め立ての影響により干潟底質が化学的にも変化したことが確かめられた。具体的には H・S・As・Ce・Cs・Dy・Gd・Eu・K・Sm など多くの元素が上層の泥質堆積物から多く検出され、また上層泥質部分で Pyrite が多く検出され下層砂質で低い値となっていた。これらは、周辺の埋め立てにより干潟内の流速が遅くなり、堆積粒子が小さくなるとともに嫌氣的環境となったことで、堆積粒子への吸着や硫酸還元菌の活動によって発生した硫化水素との反応で多くの元素が底質にトラップされるようになったことを示すと考えられる。逆に Ca・Co・V などの元素が下層砂質堆積物で多く検出された。

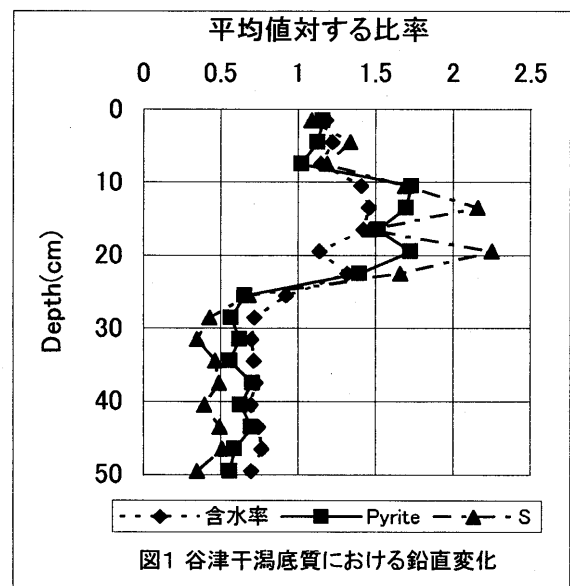


図1 谷津干潟底質における鉛直変化

放射化分析による酸化ガドリニウム中の微量カリウムの定量

東京都立大学理学部化学科 佐々木 愛

【はじめに】

原子炉ニュートリノの検出を目的としている KASKA 実験では、ニュートリノの検出のために Gd 原子を含んだ液体シンチレーター(LS)の使用が計画されており、溶質として高純度 Gd_2O_3 を用いることが検討されている。この検出器に極微量に存在する U, Th, K に由来する天然放射性核種は放射壊変によりニュートリノを放出するため、この実験が目的としているニュートリノの検出の大きな妨げとなる。従って、この極微量放射性不純物の特定とその低減はニュートリノ研究を行う上で重要である。

検出感度がよく、定量値の確度が高い分析法である放射化分析は、微量元素に対する有用な定量分析法である。放射化学的中性子放射化分析(RNAA)は、試料に中性子を照射して放射化させた後、適当な化学操作を行って目的元素を試料中の主要元素から分離し測定する方法である。 Gd_2O_3 の主要元素である Gd は中性子捕獲断面積が大きく、中性子を吸収しやすいために自己吸収をおこし、試料中の微量元素の分析の妨げとなる。一方、試料に制動放射線を照射して放射化させた後に分離操作を行う放射化学的光量子放射化分析(RPAA)では、Gd の自己吸収がおこらないという利点はあるが、生成する ^{38}K の半減期が短い(7.6 分)ために迅速な化学分離操作が必要である。本研究では、LS に溶解させる Gd_2O_3 がニュートリノ検出実験に用いられるのにふさわしいものであるか調べることを目的として、まず RPAA によりこの試薬中の微量な K の濃度を見積もり、さらに RNAA により正確な濃度を求めた。

【実験】

最初に、報告例のほとんどない RPAA による K の定量を行った。制動放射線を照射した高純度 Gd_2O_3 (99.999%)に既知量の KCl 溶液を加えた後硝酸で加熱・溶解し、 NH_3 で溶液をアルカリ性にして Gd を水酸化物として沈殿させた。遠心分離して得られた上澄みを容器に移し γ 線を測定した。分離操作における K の収率は再放射化により求めた。次に、Gd の自己吸収の影響を調べるために、Co を混ぜた Gd_2O_3 に中性子を照射し、放射化された ^{60}Co の γ 線を測定した。

【結果・考察】

RPAA では ^{38}K を検出することができず、K の定量値を得ることができなかったが、K 濃度の上限値として 1ppm を得た。原子炉ニュートリノの検出を目的としている KASKA 実験では、 Gd_2O_3 中の K 濃度の値が 1ppm 以下であることが望まれているが、RNAA の結果からその目標値を達成していることがわかった。

次に、 ^{60}Co の生成放射能より求めた自己吸収の程度を図に示す。1%以下の微量元素濃度では、試料による自己吸収のために中性子束が見かけ上 10 分の 1 となるが、吸収の程度は一定であることがわかった。今後はこの自己吸収を考慮したうえで、より半減期の長い ^{42}K (12.36 時間)を用いた RNAA による K の定量を実施し、発表ではこの結果もあわせて報告する予定である。

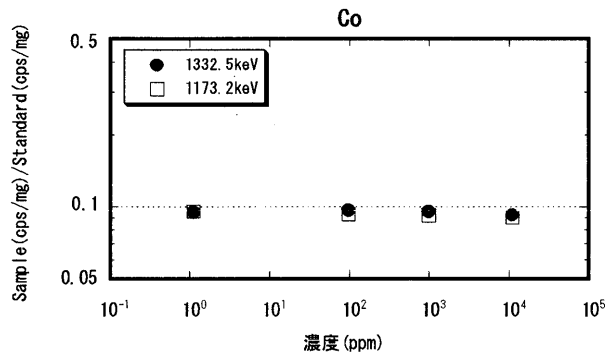


図1 自己吸収の割合の評価
試料による自己吸収の影響を受けたCoの比放射能と、自己吸収の影響を受けていないCoの比放射能の比

前濃縮中性子放射化分析法による岩石試料中の微量親鉄性元素の定量

東京都立大学理学部化学科 田中 奈津子

【はじめに】

地球化学において白金族元素 (Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt) は強親鉄性元素として分類され、金属と強い親和性を示し、地球のような層状構造をもつ惑星では核に多く取り込まれている。そのためマントル由来の岩石試料における白金族元素の濃度は数 ng/g 程度であり、化学分離操作を含まない分析法での定量は困難である。岩石および隕石中の白金族元素の抽出法の1つとして、ニッケル硫化物 fire-assay 法が挙げられる。この抽出法はアルカリ溶融法の1つであり、ニッケル硫化物ビーズに白金族元素を濃集させて分離する方法である。ビーズの主成分であるニッケル硫化物は酸で溶解して除去することができ、この際白金族元素は不溶性物質として回収される。この fire-assay 法と誘導結合プラズマ質量分析法もしくは中性子放射化分析法を組み合わせることで、数 ng/g レベルの白金族元素の定量が可能となる。

地球の核には白金族元素だけでなく他の親鉄性元素 (Ga, Ge, Mo, W, Au) も偏在している。これらの親鉄性元素は強親鉄性元素と同様に金属と親和性を示すため、fire-assay 法においてニッケル硫化物ビーズに濃集する可能性が考えられる。そこで本研究では前濃縮過程としてニッケル硫化物 fire-assay 法を用い、得られたビーズに対して直接中性子照射を行なう方法で、岩石中に存在する白金族元素を含む微量親鉄性元素の定量を試みた。

【実験操作】

試料として岩石標準試料 2 種 (JP-1 1g, FC-1 0.1g)、および隕石試料 1 種 (Allende 0.01g) を用い、fire-assay 法によりニッケル硫化物ビーズを得た。ビーズをポリエチレンシートもしくは石英管に封入し、日本原子力研究開発機構原子力科学研究所 3 号炉または 4 号炉にて中性子照射を行なった。照射時間は中性子照射によって生成する放射性核種の半減期に応じて 100 秒 (Ge, Rh)、または 6 時間 (Ga, As, Se, Mo, Ru, Pd, Sb, W, Os, Ir, Pt, Au) とした。照射後、高純度 Ge 半導体検出器を用いて γ 線測定を行なった。

【結果および考察】

中性子照射後のビーズから As, Se, Sb, Ir, Au 由来の γ 線を検出した。それによって得られた定量結果の一部を表 1, 2 に示す。これらの定量値は前濃縮過程における収率の補正は行なっていないが、Ir, Au については文献値に近い値が得られたことからこれらの元素はビーズに定量的に濃集されると考えられる (表 1)。Ga, Mo, W は検出されなかったため、検出限界を求めた (表 2)。一部を除いてこれらの元素の検出限界は文献値よりも低い値を示した。このことから Ga, Mo, W はビーズに定量的に濃集されていない可能性が考えられる。今後放射性トレーサーを用いて、fire-assay 法におけるこれらの元素の挙動を調べることで、本分析法が白金族元素以外の親鉄性元素にどの程度適用できるかを検討し、報告する。

表1 定量値 (ppb)

	Ir	Au
JP-1	3.24 ± 0.38	6.89*
lit. ¹	2.0	0.23
FC-1	30.8 ± 2.1	8.72 ± 0.11
lit. ²	32.5 ± 0.5	5.6 ± 1.4
Allende	807 ± 210	137 ± 2
lit. ³	754 ± 23	158 ± 6

* 検出限界

表2 検出限界 (ppm)

	Ga	Mo	W
JP-1	0.0435	0.153	0.0281
lit. ¹	0.7	0.087	0.85
FC-1	0.299	1.33	0.216
lit. ²	-	6.28 ± 0.85	1.4 ± 0.2
Allende	4.55	12.7	2.23
lit. ⁴	6.0	2.5	0.29

**下線は文献値以下の値

参考文献: [1] Imai et al. (1995) Geostand. Newsl., 19, 135. [2] Mao et al. (2000) Geostand. Newsl., 25, 167. [3] Ozaki (1998) Ph. D Thesis, TMU, 150pp. [4] Jarosewich et al. (1987) Smithson. Contrib. Earth Sci., 27, 49.

HED 隕石の化学組成

東京都立大学理学部化学科 宝積 俊和

【序論】

ホワルダイト、ユークライト、ダイオジェナイトは化学的、鉱物学的特徴の類似から、まとめて HED 隕石と呼ばれている。これらの隕石は小惑星 4 ベスタ由来と考えられている。小惑星 4 ベスタは大規模溶融分化により層状構造を持ち、いまだ原始地殻を保持していることから、小惑星 4 ベスタを研究することにより、地球のような構造を持つ固体惑星の初期進化過程が解明できると期待されている。HED 隕石のうちホワルダイトは、地殻物質であるユークライトとマントル物質であるダイオジェナイトが混合してできたものと考えられている。ユークライトは母マグマから析出した集積岩ユークライトと、地表に噴出し急冷固化した玄武岩質ユークライトに分けられる。マグマからの結晶分化や部分溶融の過程で Ti、希土類元素などの液相濃集元素 (incompatible element 以下 I. E.) 含有量は大きく変化し、変化の傾向から玄武岩質ユークライトは、さらにスタナン・トレンドユークライトとヌエボ・ラレド・トレンドユークライトに分かれる等、ユークライトは多様化している。そこで、本研究ではホワルダイトを構成する隕石種を詳細に調べることで HED 隕石グループ間の関係について考察できるのではないかと考え、ホワルダイト中のダイオジェナイトやユークライト種の比率を化学組成から求めることを目的とした。

【実験方法】

国立極地研究所から提供された 11 個の南極産のユークライト (Y-792510、Y-793547、Y-82082、Y-981651、Y-790260、Y-790266)、ダイオジェナイト (A-87146、A-87147、Y-791000)、ホワルダイト (Y-790727、Y-791208) について、即発 γ 線分析法 (PGA)、機器中性子放射化分析法 (INAA)、機器光量子放射化分析法 (IPAA) を行い、隕石中の主要及び微量元素を定量した。

【結果と考察】

化学組成からユークライト種の分類をした。放射化分析によって得られた結果から、各隕石中の Fe/Mg 比と Ti 含有量の関係を Fig. 1 に示す。このグラフからユークライト種を分類することができるが、今回分析した 6 個のユークライトのうち、Y-981651 は玄武岩質ユークライトに比べ Fe/Mg 比が低く、I. E. 含有量も少ないことから集積岩ユークライトであることが分かった。I. E. 含有量が高いユークライトについて、Y-793547 は Fe/Mg 比の変化が小さいスタナン・トレンドに、Y-790266 は I. E. 含有量とともに Fe/Mg 比が変化するヌエボ・ラレド・トレンドユークライトに分類できると考えられる。Y-790260 と Y-82082 及び Y-792510 は I. E. 含有量の変化が小さい普通ユークライトに分類された。2 個のホワルダイト Y-790727 と Y-791208 は Mg の含有量に加えて Ca の含有量もホワルダイトの領域に位置するものであった。3 個のダイオジェナイトのうち Y-791000 はホワルダイトの範囲にあることからユークライト物質が混合した角礫岩であることが確認でき、それに対し、A-87146、A-87147 は非角礫岩であると考えられる。

今後、ICP-MS により希土類元素の精密な定量を行い、その結果とあわせてホワルダイトを構成する隕石種を考察していく予定である。

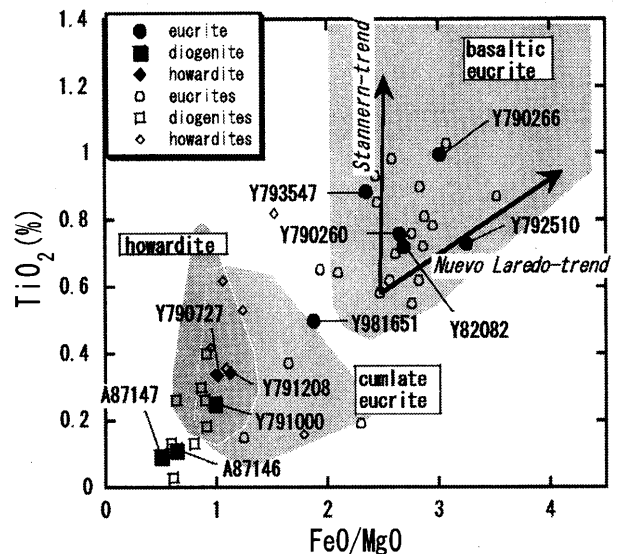


Fig. 1. FeO / MgO vs. TiO₂.

若い声

普段は言えない（本当は言いたい）放射化学的中性子放射化分析について

首都大学東京理工学研究科 竹田光世

この「若い声」の原稿を引き受けてから何を書こうか散々悩んだ末、自分の行ってきた研究と放射化分析について思うことを書くことにした。拙い文章ではあるがお付き合いいただきたい。学部の4年生で研究室に配属されてからの3年間、放射化学的中性子放射化分析（RNAA）を用いた岩石・隕石中の極微量親鉄性元素（ここでは Re、Ru、Os、Ir、Au）及び希土類元素（La から Lu）の定量法についての研究を行ってきた。RNAA は放射化分析の中でも特に放射化学的分離を行うものであり、この3年間は放射化学的分離法と格闘した3年間であった。

私が RNAA を初めて行ったのは学部4年生の冬である。この時から早くも丸2年が過ぎ、長時間に及ぶ実験操作にも慣れた。私が RNAA を行う際には少なくとも4試料、多いときには6試料を並行して分離していく。この実験の流れを簡単に紹介すると次のようになる。

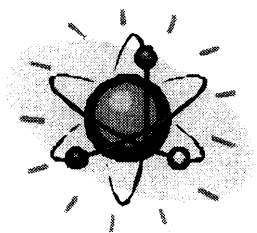
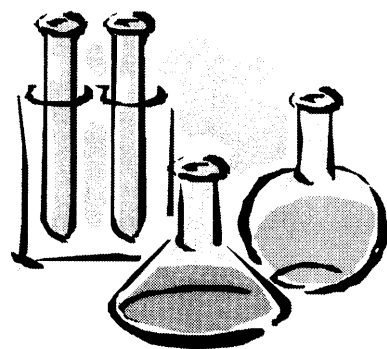
照射試料の準備は照射予定日の2～3週間前にはじめる。岩石・隕石試料はそのまま石英管に封入する。大変なのは比較標準試料で、石英管内に溶液を滴下する作業には未だに苦勞する。照射試料の準備は1週間ほどで終え、原研に送る。照射は水曜に行うことが多く、6時間の中性子照射後1日冷却して原研から試料が帰ってくるのが金曜の昼過ぎ、金曜の午後は大抵ゼミがあるのでこのゼミ終了後から化学分離を始める。

まずは試料を開封し、ルツボに移してアルカリ融解を行う。この開封から熔融にかけての作業が一番好きで、実験が始まった緊張感でいっぱいになりながら操作する。一日目はこれで終了である。2日目は朝から融解生成物をルツボから剥がす作業を行い、大抵午後遅くから親鉄性元素の分離が始まる。上手くいくと終電に間に合って帰ることができるが、この日は大学に泊まることが多い。3日目も

朝から親鉄性元素の分離の続きを行う。午後には2日目に分離した元素の精製が終了し、測定器に1つ目の試料が入る。目的元素の γ 線ピークが確認できる瞬間、これが実験を行う上で一番嬉しく、疲れが吹き飛ばす瞬間である。夜遅くには親鉄性元素の分離も一段落、4日目からの希土類元素の分離に備えて準備をすることができる。この日も終電ぎりぎりまで家に帰る。翌朝からは希土類元素の分離と、3日目までに終わらなかった親鉄性元素の精製を行う。この頃には疲れも溜まってくるので、実験操作の半分は終えたと自分に言い聞かせながらの作業となる。5日目も同じく希土類元素の分離を行い、この日の夜遅く、終電ぎりぎりに全ての分離操作が終了する。ようやく一息つけると思うと、実験台やドラフトを一通り片付けて標準試料の分離の準備をする。6日目は朝から標準試料の開封・分離を行い、ようやく本当に実験終了である。気が付くと翌日にはゼミが控えており、一週間があっという間だったことに気が付く。実験が一通り終わっても長期に渡る測定が待っているため気は抜けない。ある程度落ち着いたら収率測定のための再放射化の準備があり、その測定もある。

大体このような流れで私のRNAA実験の日々は過ぎていく。この流れよりも早く終わることもあれば遅く終わることもある（ほとんどは遅く終わる）。この間ほとんどの時間を管理区域内の実験室で過ごす。食事時もゆっくりできない日々である。私が言うのも変かもしれないが、RNAA が汎用性に欠けると言われる理由が分かる気もする。しかし、多くの元素を感度良く同時に定量でき、得られる定量値の確度も高い。このことは RNAA が ICP-MS の台頭と共にその影をひそめつつも完全に無くなりたくない大きな要因なのであろう。私はまだ、同じ研究室以外の学生で RNAA を行

っている人には出会ったことはない。（「なんですかそれ？」と聞かれることもしばしばある。）この「放射化分析」を見ていると様々な分野において放射化分析を行っている研究室は存在するようである。RNAA も含めた放射化分析が有用な分析法としていつまでも利用できることを願わずにはいられない。今後の放射化分析の繁栄のためには、私たち学生も様々な分野で「放射化分析ならではの」と言われるような研究成果を残していく必要があるのだろう。これからも諸先生方、先輩方の背中を見つつ、努力していこうと思う。



資料

本資料は、平成 17 年度京都大学原子炉実験所専門研究会（放射化分析研究会「冬の学校」）において配布されたものです。原子炉実験所の高田さんが、低出力運転再開後の放射化分析のことを考えてくださり、どの程度の誘導放射能が得られるのかを共同利用実験のお世話をしてくれながらも照射実験をしてくださったデータです。

高田さんは、照射スケジュールに余裕があればもう少し照射実験をしてデータを吟味したかったとのことで、このデータを公開するにあたり、あくまでも参考データとして受け止めて欲しいと要望がありました。熱外や共鳴領域の中性子スペクトルが変われば生成放射能が大きく異なることは予想できますから、正確な値は再開後でなければ分からないでしょう。しかし、再開後に共同利用しようと思っ居られる方にとっては、現時点で照射試料量や照射時間、測定時間を検討するための十分な判断材料になるのではないのでしょうか。

共同利用者のために定年退官されるぎりぎりまで走り回って下さった高田さんに感謝したいと思います。どうもありがとうございました。

宮本ユタカ

KURにおける1MWと5MW運転時の標準試料の放射化分析結果

京都大学原子炉実験所
高田 實彌、中野 幸廣

1. 目的

京都大学原子炉実験所の研究炉（KUR）は2006年3月末をもって約90%の高濃縮ウラン燃料（ $0.58\text{gU}/\text{cm}^3$ ）を使用しての運転は終了する。約2年後には20%未満に濃縮度を下げたウラン燃料（ $3.2\text{gU}/\text{cm}^3$ ）で運転を再開する事が決定している。その時の運転出力は医療照射の時のみ5MW運転で、通常の利用は1MW運転の予定になっている。

濃縮度下げた場合とは多少条件が異なるが、現在の高濃縮燃料の1MW運転時で、どのような影響があるかを調べるために、今年度の運転計画に1MW運転を上半期、下半期に各1週計画してもらい、標準試料を用いて放射化分析を行った。また、5MW運転時も同様に行い、両方の結果を比較してみた。

2. 試料

試料は岩石標準と毛髪標準を使用した。岩石標準は旧地質調査所のJA1, JB1, JB2, JG1の4種類を使用し、一方、毛髪標準はIAEAのIAEA-085、環境研究所のNIES No.13、中国科学院のGBW-09101の3種類を使用した。

岩石標準は短時間照射用に約50mg、長時間照射用に約100mgを秤量した。一方、毛髪標準は短時間照射用に約20mg、長時間照射用に約50mgを秤量した。

3. 放射化分析

照射条件は5MW運転時で短時間照射はPn-3で30秒間、長時間照射はPn-2で60分間を行い、1MW運転時でも同じ条件で行った。また、岩石標準は5MWのPn-3で30秒間照射と時間的に同条件の2.5分間照射も行った。ただ、毛髪標準は試料不足のため、この条件での照射は出来なかった。

4. 測定

岩石標準の場合はPn-3で30秒間照射するが、照射直後はAl-28の生成放射能が高いので、約10分間冷却を待ってから短寿命核種の測定を行う。測定終了後約12時間後に短寿命核種の冷却を待ってから再測定する。一方、中寿命核種はPn-2で60分間照射し、約1週間後に測定する。測定終了後、中寿命核種の冷却を待ってから約1ヶ月に再測定し、長寿命核種を測定する。

毛髪標準の場合はPn-3で30秒間照射し、直ちに短寿命核種の測定を行う。その後の測定条件は岩石標準と同じである。元素の定量はモニターを標準とした中性子スペクトルの変動を補正した後、小山らが開発したコンパレータ法によって行った。

5. 結果

岩石標準の結果はTable 1に、毛髪標準の結果はTable 2-1~3に示す。定量できた核種は出力別に分析値をppmで示した。R-Dev(%)は相対誤差を示している。

今回の実験は1MWと5MWの結果の比較であったが、一部の標準試料しか分析出来ず、他の標準試料まで手が回らなかったのが残念である。

Table 1 岩石標準試料放射化分析データ

		Nuclide	Gamma-R	Half-Life		ppm	R-Dev.(%)	標準値
JA1	1MW (0.5m)	AL-28	1778.7	2.25	MIN	7.32E+04	1.18	7.93E+04
	1MW (2.5m)	AL-28	1778.7	2.25	MIN	7.02E+04	1.96	
	5MW (0.5m)	AL-28	1778.7	2.25	MIN	6.80E+04	2.18	
JB1	1MW (0.5m)	AL-28	1778.7	2.25	MIN	6.85E+04	1.81	7.69E+04
	1MW (2.5m)	AL-28	1778.7	2.25	MIN	6.37E+04	2.14	
	5MW (0.5m)	AL-28	1778.7	2.25	MIN	6.06E+04	1.37	
JB2	1MW (0.5m)	AL-28	1778.7	2.25	MIN	6.35E+04	1.16	7.76E+04
	1MW (2.5m)	AL-28	1778.7	2.25	MIN	6.52E+04	1.88	
	5MW (0.5m)	AL-28	1778.7	2.25	MIN	5.61E+04	3.45	
JG1	1MW (0.5m)	AL-28	1778.7	2.25	MIN	6.94E+04	1.20	7.52E+04
	1MW (2.5m)	AL-28	1778.7	2.25	MIN	6.99E+04	1.75	
	5MW (0.5m)	AL-28	1778.7	2.25	MIN	6.19E+04	1.22	
JA1	1MW (60m)	AS-76	559.1	26.32	HOR	3.17E+00	11.19	2.92E+00
	5MW (60m)	AS-76	559.1	26.32	HOR	2.61E+00	9.75	
JB1	1MW (60m)	AS-76	559.1	26.32	HOR	2.81E+00	11.76	2.48E+00
	5MW (60m)	AS-76	559.1	26.32	HOR	2.77E+00	9.40	
JB2	1MW (60m)	AS-76	559.1	26.32	HOR	3.28E+00	8.82	2.98E+00
	5MW (60m)	AS-76	559.1	26.32	HOR	2.55E+00	11.75	
JA1	1MW (60m)	BA-131	496.2	12	DAY	3.05E+02	10.77	3.07E+02
	5MW (60m)	BA-131	496.2	12	DAY	2.36E+02	4.86	
JB1	1MW (60m)	BA-131	496.2	12	DAY	4.38E+02	8.66	4.90E+02
	5MW (60m)	BA-131	496.2	12	DAY	4.68E+02	3.16	
JB2	1MW (60m)	BA-131	496.2	12	DAY	2.91E+02	12.94	2.08E+02
	5MW (60m)	BA-131	496.2	12	DAY	1.84E+02	8.84	
JG1	1MW (60m)	BA-131	496.2	12	DAY	4.58E+02	5.91	4.62E+02
	5MW (60m)	BA-131	496.2	12	DAY	4.02E+02	2.43	
JA1	1MW (0.5m)	CA-49	3084.4	8.72	MIN	3.73E+04	6.38	4.06E+04
	1MW (2.5m)	CA-49	3084.4	8.72	MIN	3.63E+04	8.19	
	5MW (0.5m)	CA-49	3084.4	8.72	MIN	3.66E+04	5.33	
JB1	1MW (0.5m)	CA-49	3084.4	8.72	MIN	6.03E+04	5.52	6.64E+04
	1MW (2.5m)	CA-49	3084.4	8.72	MIN	5.82E+04	7.06	
	5MW (0.5m)	CA-49	3084.4	8.72	MIN	5.51E+04	5.68	
JB2	1MW (0.5m)	CA-49	3084.4	8.72	MIN	5.79E+04	5.09	7.07E+04
	1MW (2.5m)	CA-49	3084.4	8.72	MIN	5.83E+04	6.55	
	5MW (0.5m)	CA-49	3084.4	8.72	MIN	5.53E+04	4.97	
JG1	1MW (0.5m)	CA-49	3084.4	8.72	MIN	1.52E+04	9.53	1.56E+04
	1MW (2.5m)	CA-49	3084.4	8.72	MIN	1.53E+04	11.04	
	5MW (0.5m)	CA-49	3084.4	8.72	MIN	1.45E+04	6.58	

Table 1 岩石標準試料放射化分析データ(つづき)

		Nuclide	Gamma-R	Half-Life	ppm	R-Dev.(%)	標準値	
JA1	1MW (60m)	CE-141	145.4	32.55	DAY	1.34E+01	7.40	1.32E+01
	5MW (60m)	CE-141	145.4	32.55	DAY	1.11E+01	5.48	
JB1	1MW (60m)	CE-141	145.4	32.55	DAY	6.57E+01	2.52	6.70E+01
	5MW (60m)	CE-141	145.4	32.55	DAY	6.70E+01	1.72	
JG1	1MW (60m)	CE-141	145.4	32.55	DAY	4.50E+01	2.56	4.64E+01
	5MW (60m)	CE-141	145.4	32.55	DAY	4.48E+01	1.78	
JA1	1MW (60m)	CO-60	1173.2	5.27	YER	1.09E+01	2.80	1.18E+01
	5MW (60m)	CO-60	1173.2	5.27	YER	1.06E+01	1.56	
JB1	1MW (60m)	CO-60	1173.2	5.27	YER	3.78E+01	1.73	3.87E+01
	5MW (60m)	CO-60	1173.2	5.27	YER	3.76E+01	1.10	
JB2	1MW (60m)	CO-60	1173.2	5.27	YER	3.71E+01	1.74	3.98E+01
	5MW (60m)	CO-60	1173.2	5.27	YER	3.47E+01	1.10	
JG1	1MW (60m)	CO-60	1173.2	5.27	YER	3.70E+00	4.56	4.00E+00
	5MW (60m)	CO-60	1173.2	5.27	YER	3.75E+00	2.39	
JA1	5MW (60m)	CR-51	320	27.7	DAY	7.71E+00	6.99	7.30E+00
JB1	1MW (60m)	CR-51	320	27.7	DAY	4.69E+02	1.29	4.69E+02
	5MW (60m)	CR-51	320	27.7	DAY	4.46E+02	0.97	
JB2	1MW (60m)	CR-51	320	27.7	DAY	3.53E+01	7.55	2.74E+01
	5MW (60m)	CR-51	320	27.7	DAY	2.38E+01	3.73	
JG1	1MW (60m)	CR-51	320	27.7	DAY	5.88E+01	3.17	6.46E+01
	5MW (60m)	CR-51	320	27.7	DAY	5.00E+01	2.06	
JB1	5MW (60m)	CS-134	795.8	2.06	YER	1.58E+00	7.98	1.19E+00
JG1	1MW (60m)	CS-134	795.8	2.06	YER	1.06E+01	2.53	1.02E+01
	5MW (60m)	CS-134	795.8	2.06	YER	1.06E+01	1.47	
JA1	1MW (60m)	EU-152	1408.1	12.4	YER	1.22E+00	5.29	1.20E+00
	5MW (60m)	EU-152	1408.1	12.4	YER	1.06E+00	2.86	
JB1	1MW (60m)	EU-152	1408.1	12.4	YER	1.50E+00	4.93	1.52E+00
	5MW (60m)	EU-152	1408.1	12.4	YER	1.43E+00	2.76	
JB2	1MW (60m)	EU-152	1408.1	12.4	YER	9.18E-01	6.68	8.50E-01
	5MW (60m)	EU-152	1408.1	12.4	YER	7.67E-01	3.80	
JG1	1MW (60m)	EU-152	1408.1	12.4	YER	7.85E-01	6.23	7.60E-01
	5MW (60m)	EU-152	1408.1	12.4	YER	6.53E-01	3.64	

Table 1 岩石標準試料放射化分析データ(つづき)

		Nuclide	Gamma-R	Half-Life		ppm	R-Dev.(%)	標準値
JA1	1MW (60m)	FE-59	1291.6	44.6	DAY	5.09E+04	1.40	4.86E+04
	5MW (60m)	FE-59	1291.6	44.6	DAY	4.81E+04	0.94	
JB1	1MW (60m)	FE-59	1291.6	44.6	DAY	6.44E+04	1.33	6.27E+04
	5MW (60m)	FE-59	1291.6	44.6	DAY	6.37E+04	0.92	
JB2	1MW (60m)	FE-59	1291.6	44.6	DAY	1.02E+05	1.15	1.00E+05
	5MW (60m)	FE-59	1291.6	44.6	DAY	9.52E+04	0.83	
JG1	1MW (60m)	FE-59	1291.6	44.6	DAY	1.48E+04	2.20	1.50E+04
	5MW (60m)	FE-59	1291.6	44.6	DAY	1.52E+04	1.36	
JA1	1MW (2.5m)	K-42	1524.6	12.36	HOR	6.79E+03	10.25	6.81E+03
	5MW (0.5m)	K-42	1524.6	12.36	HOR	6.52E+03	7.12	
JB1	1MW (0.5m)	K-42	1524.6	12.36	HOR	1.17E+04	8.19	1.18E+04
	5MW (0.5m)	K-42	1524.6	12.36	HOR	1.15E+04	5.39	
JB2	1MW (2.5m)	K-42	1524.6	12.36	HOR	3.20E+03	11.56	3.57E+03
	5MW (0.5m)	K-42	1524.6	12.36	HOR	3.18E+03	9.49	
JG1	1MW (0.5m)	K-42	1524.6	12.36	HOR	3.15E+04	4.96	3.28E+04
	5MW (0.5m)	K-42	1524.6	12.36	HOR	3.14E+04	2.76	
JA1	1MW (60m)	LA-140	1596.5	40.27	HOR	5.25E+00	3.49	5.50E+00
	5MW (60m)	LA-140	1596.5	40.27	HOR	4.97E+00	2.47	
JB1	1MW (60m)	LA-140	1596.5	40.27	HOR	3.82E+01	1.52	3.80E+01
	5MW (60m)	LA-140	1596.5	40.27	HOR	3.89E+01	1.04	
JB2	1MW (60m)	LA-140	1596.5	40.27	HOR	2.42E+00	5.02	2.40E+00
	5MW (60m)	LA-140	1596.5	40.27	HOR	2.40E+00	3.80	
JG1	1MW (60m)	LA-140	1596.5	40.27	HOR	2.24E+01	1.93	2.30E+01
	5MW (60m)	LA-140	1596.5	40.27	HOR	2.18E+01	1.31	
JA1	1MW (60m)	LU-177	208	6.71	DAY	4.69E-01	5.53	4.60E-01
	5MW (60m)	LU-177	208	6.71	DAY	4.20E-01	3.37	
JB1	1MW (60m)	LU-177	208	6.71	DAY	3.32E-01	8.16	3.10E-01
	5MW (60m)	LU-177	208	6.71	DAY	3.51E-01	4.77	
JB2	1MW (60m)	LU-177	208	6.71	DAY	3.92E-01	7.18	4.00E-01
	5MW (60m)	LU-177	208	6.71	DAY	3.89E-01	4.47	
JG1	1MW (60m)	LU-177	208	6.71	DAY	4.94E-01	4.70	4.60E-01
	5MW (60m)	LU-177	208	6.71	DAY	4.42E-01	3.14	

Table 1 岩石標準試料放射化分析データ(つづき)

		Nuclide	Gamma-R	Half-Life	ppm	R-Dev.(%)	標準値	
JA1	1MW (0.5m)	MG-27	1014.4	9.46	MIN	2.37E+04	8.85	9.71E+03
	1MW (2.5m)	MG-27	1014.4	9.46	MIN	2.65E+04	10.89	
	5MW (0.5m)	MG-27	1014.4	9.46	MIN	2.22E+04	7.89	
JB1	1MW (0.5m)	MG-27	1014.4	9.46	MIN	4.87E+04	4.70	4.66E+04
	1MW (2.5m)	MG-27	1014.4	9.46	MIN	5.31E+04	6.48	
	5MW (0.5m)	MG-27	1014.4	9.46	MIN	4.41E+04	5.54	
JB2	1MW (0.5m)	MG-27	1014.4	9.46	MIN	3.34E+04	6.93	2.81E+04
	1MW (2.5m)	MG-27	1014.4	9.46	MIN	3.55E+04	7.96	
	5MW (0.5m)	MG-27	1014.4	9.46	MIN	2.98E+04	6.29	
JG1	1MW (0.5m)	MG-27	1014.4	9.46	MIN	1.77E+04	11.27	4.46E+03
	1MW (2.5m)	MG-27	1014.4	9.46	MIN	1.99E+04	11.18	
	5MW (0.5m)	MG-27	1014.4	9.46	MIN	1.53E+04	6.63	
JA1	1MW (0.5m)	MN-56	846.8	2.58	HOR	1.09E+03	1.15	1.16E+03
	1MW (2.5m)	MN-56	846.8	2.58	HOR	1.20E+03	1.17	
	5MW (0.5m)	MN-56	846.8	2.58	HOR	1.19E+03	1.32	
JB1	1MW (0.5m)	MN-56	846.8	2.58	HOR	1.09E+03	1.43	1.24E+03
	1MW (2.5m)	MN-56	846.8	2.58	HOR	1.16E+03	1.09	
	5MW (0.5m)	MN-56	846.8	2.58	HOR	1.19E+03	3.52	
JB2	1MW (0.5m)	MN-56	846.8	2.58	HOR	1.52E+03	1.19	1.55E+03
	1MW (2.5m)	MN-56	846.8	2.58	HOR	1.62E+03	0.96	
	5MW (0.5m)	MN-56	846.8	2.58	HOR	1.65E+03	1.30	
JG1	1MW (0.5m)	MN-56	846.8	2.58	HOR	4.48E+02	1.41	4.88E+02
	1MW (2.5m)	MN-56	846.8	2.58	HOR	4.84E+02	1.69	
	5MW (0.5m)	MN-56	846.8	2.58	HOR	4.88E+02	1.62	
JA1	1MW (0.5m)	NA-24	1368.5	15.03	HOR	2.75E+04	1.21	2.86E+04
	1MW (2.5m)	NA-24	1368.5	15.03	HOR	2.96E+04	0.84	
	5MW (0.5m)	NA-24	1368.5	15.03	HOR	2.73E+04	0.77	
JB1	1MW (0.5m)	NA-24	1368.5	15.03	HOR	1.96E+04	1.31	2.07E+04
	1MW (2.5m)	NA-24	1368.5	15.03	HOR	1.95E+04	0.94	
	5MW (0.5m)	NA-24	1368.5	15.03	HOR	1.90E+04	0.86	
JB2	1MW (0.5m)	NA-24	1368.5	15.03	HOR	1.45E+04	1.43	1.51E+04
	1MW (2.5m)	NA-24	1368.5	15.03	HOR	1.49E+04	0.95	
	5MW (0.5m)	NA-24	1368.5	15.03	HOR	1.45E+04	0.88	
JG1	1MW (0.5m)	NA-24	1368.5	15.03	HOR	2.38E+04	1.34	2.49E+04
	1MW (2.5m)	NA-24	1368.5	15.03	HOR	2.51E+04	0.84	
	5MW (0.5m)	NA-24	1368.5	15.03	HOR	2.32E+04	0.79	

Table 1 岩石標準試料放射化分析データ(つづき)

		Nuclide	Gamma-R	Half-Life	ppm	R-Dev.(%)	標準値	
JA1	1MW (60m)	PA-233	311.9	26.95	DAY	1.08E+00	11.93	8.20E-01
	5MW (60m)	PA-233	311.9	26.95	DAY	1.02E+00	7.26	
JB1	1MW (60m)	PA-233	311.9	26.95	DAY	1.03E+01	2.41	9.20E+00
	5MW (60m)	PA-233	311.9	26.95	DAY	9.74E+00	1.69	
JG1	1MW (60m)	PA-233	311.9	26.95	DAY	1.43E+01	1.72	1.35E+01
	5MW (60m)	PA-233	311.9	26.95	DAY	1.44E+01	1.18	
JA1	1MW (60m)	SC-46	889.3	83.8	DAY	2.52E+01	0.78	2.84E+01
	5MW (60m)	SC-46	889.3	83.8	DAY	2.40E+01	0.62	
JB1	1MW (60m)	SC-46	889.3	83.8	DAY	2.41E+01	0.80	2.74E+01
	5MW (60m)	SC-46	889.3	83.8	DAY	2.39E+01	0.63	
JB2	1MW (60m)	SC-46	889.3	83.8	DAY	4.72E+01	0.71	5.40E+01
	5MW (60m)	SC-46	889.3	83.8	DAY	4.47E+01	0.58	
JG1	1MW (60m)	SC-46	889.3	83.8	DAY	5.58E+00	1.12	6.50E+00
	5MW (60m)	SC-46	889.3	83.8	DAY	5.57E+00	0.80	
JA1	1MW (60m)	SM-153	103.2	46.8	HOR	3.44E+00	1.41	3.60E+00
	5MW (60m)	SM-153	103.2	46.8	HOR	3.04E+00	0.93	
JB1	1MW (60m)	SM-153	103.2	46.8	HOR	5.32E+00	1.26	5.00E+00
	5MW (60m)	SM-153	103.2	46.8	HOR	5.17E+00	0.77	
JB2	1MW (60m)	SM-153	103.2	46.8	HOR	2.76E+00	1.61	2.30E+00
	5MW (60m)	SM-153	103.2	46.8	HOR	2.07E+00	1.22	
JG1	1MW (60m)	SM-153	103.2	46.8	HOR	5.15E+00	1.23	5.10E+00
	5MW (60m)	SM-153	103.2	46.8	HOR	4.84E+00	0.76	
JA1	1MW (0.5m)	TI-51	319.7	5.8	MIN	5.18E+03	9.44	5.21E+03
	1MW (2.5m)	TI-51	319.7	5.8	MIN	6.38E+03	11.55	
	5MW (0.5m)	TI-51	319.7	5.8	MIN	8.86E+03	14.19	
JB1	1MW (0.5m)	TI-51	319.7	5.8	MIN	7.92E+03	7.11	8.03E+03
	1MW (2.5m)	TI-51	319.7	5.8	MIN	7.83E+03	9.43	
	5MW (0.5m)	TI-51	319.7	5.8	MIN	7.29E+03	7.05	
JB2	1MW (0.5m)	TI-51	319.7	5.8	MIN	6.57E+03	7.79	7.13E+03
	1MW (2.5m)	TI-51	319.7	5.8	MIN	7.68E+03	12.51	
	5MW (0.5m)	TI-51	319.7	5.8	MIN	7.74E+03	12.02	
JG1	1MW (0.5m)	TI-51	319.7	5.8	MIN	2.30E+03	15.19	1.56E+03
	1MW (2.5m)	TI-51	319.7	5.8	MIN	2.66E+03	18.06	
	5MW (0.5m)	TI-51	319.7	5.8	MIN	1.40E+03	18.74	

Table 1 岩石標準試料放射化分析データ(つづき)

		Nuclide	Gamma-R	Half-Life	ppm	R-Dev.(%)	標準値	
JA1	1MW (0.5m)	V-52	1434.1	3.75	MIN	9.31E+01	4.38	1.05E+02
	1MW (2.5m)	V-52	1434.1	3.75	MIN	1.08E+02	7.01	
	5MW (0.5m)	V-52	1434.1	3.75	MIN	1.00E+02	5.52	
JB1	1MW (0.5m)	V-52	1434.1	3.75	MIN	2.04E+02	3.39	2.12E+02
	1MW (2.5m)	V-52	1434.1	3.75	MIN	1.90E+02	4.86	
	5MW (0.5m)	V-52	1434.1	3.75	MIN	1.73E+02	3.45	
JB2	1MW (0.5m)	V-52	1434.1	3.75	MIN	5.04E+02	1.73	5.78E+02
	1MW (2.5m)	V-52	1434.1	3.75	MIN	5.25E+02	2.64	
	5MW (0.5m)	V-52	1434.1	3.75	MIN	4.94E+02	2.63	
JG1	1MW (0.5m)	V-52	1434.1	3.75	MIN	3.41E+01	9.66	2.50E+01
	1MW (2.5m)	V-52	1434.1	3.75	MIN	2.72E+01	13.37	
	5MW (0.5m)	V-52	1434.1	3.75	MIN	2.06E+01	9.35	

Table 2-1 標準毛髮放射化分析データ (短寿命)

試料名	NIES (Human Hair NO.13)、IAEA(IAEA-085) China (中国科学院 GBW-09101)
試料量	短寿命核種用 (約 20mg)
照射時間	短寿命照射 (30 秒)
照射設備	KUR Pn-3

核種 (^Z A-X)	NIES		IAEA		China	
	1MW	5MW	1MW	5MW	1MW	5MW
Mg- 27 (1014.4keV)				3.01E+2 17.94		2.33E+2 1.13
Cu- 66 (1039.2keV)		1.58E+1 15.51	2.15E+1 16.08	2.56E+1 11.56	2.59E+1 15.11	2.58E+1 11.48
V - 52 (1434.1keV)	4.38E-1 12.17	4.48E-1 12.87	6.23E-1 11.68	5.67E-1 9.72		
Al- 28 (1778.7keV)	1.39E+2 2.67	1.35E+2 2.58	8.32E+1 4.10	8.07E+1 3.44	3.24E+1 5.01	3.32E+1 4.78
Cl- 38 (2167.6keV)	6.75E+2 4.65	6.11E+2 4.16	8.94E+2 3.75	9.64E+2 3.49	1.73E+2 8.22	1.73E+2 5.98
Ca- 49 (3084.4keV)	9.18E+2 17.14	8.86E+2 10.82	1.35E+3 14.66	1.23E+3 10.46	9.45E+2 15.09	9.93E+2 11.58
S - 37 (3103.3keV)	7.40E+4 13.39	7.12E+4 11.17	6.80E+4 13.42	7.26E+4 11.44	8.57E+4 13.98	6.29E+4 17.34

上段 分析値(ppm)、下段 誤差(%)

Table 2-2 標準毛髪放射化分析データ (中寿命)

試料名	NIES (Human Hair NO.13)、IAEA(IAEA-085) China (中国科学院 GBW-09101)
試料量	中寿命核種用 (約 50mg)
照射時間	中寿命照射 (60 分)
照射設備	KUR Pn-2

核種 (エネルギー)	NIES		IAEA		China	
	1MW	5MW	1MW	5MW	1MW	5MW
Sm-153 (103.2keV)		2.15E-2 10.74	2.23E-2 4.75	2.15E-2 8.00		
Np-239 (277.6keV)	1.29E+0 6.01	1.35E+0 4.99	2.90E-1 10.89	2.90E-1 10.92	7.20E-1 5.46	6.64E-1 4.52
Au-198 (411.8keV)	1.29E+2 7.40	1.34E-2 6.02	3.09E-2 1.69	3.07E-2 1.87	5.26E-3 6.18	2.63E-3 7.79
As- 76 (559.1keV)			1.32E-1 8.40	1.50E-1 17.11	5.91E-1 6.59	5.24E-1 5.80
Br- 82 (776.2keV)	1.07E+2 0.54	1.19E+2 0.63	3.39E+0 2.69	3.77E+0 2.10	6.25E-1 5.15	6.10E-1 5.85
Mn- 56 (846.8keV)	3.86E+0 4.40	3.28E+0 4.02	9.38E+0 1.70	9.02E+0 2.78	2.89E+0 6.53	2.67E+0 4.88
Na- 24 (1368.6keV)	5.59E+1 3.80	6.82E+1 4.44	6.72E+1 2.47	7.56E+1 4.42	2.48E+2 1.74	2.66E+2 2.58
La-140 (1596.5keV)		1.66E-1 6.84		6.77E-2 10.28		1.63E-1 6.63

上段 分析値(ppm)、下段 誤差(%)

Table 2-3 標準毛髮 (長寿命)

試料名	NIES (Human Hair NO.13)、IAEA(IAEA-085) China (中国科学院 GBW-09101)
試料量	長寿命核種用 (約 50mg)
照射時間	長寿命照射 (60 分)
照射設備	KUR Pn-2

核種 (I礼ギ -)	NIES		IAEA		China	
	1MW	5MW	1MW	5MW	1MW	5MW
Se- 75 (264.7keV)	1.75E+0 6.77	1.64E+0 2.91	9.30E-1 11.35	1.07E+0 4.55	7.02E-1 13.52	6.62E-1 6.06
Hg-203 (279.2keV)	3.71E+0 2.00	3.44E+0 1.02	6.44E-1 6.43	6.01E-1 1.02	1.77E+0 3.26	1.66E+0 1.60
Cr- 51 (320.0keV)	6.58E-1 17.26	6.89E-1 8.03	5.14E+0 3.93	5.22E+0 1.92	4.65E+0 4.17	4.51E+0 2.18
Ag-110m (657.8keV)		8.59E-2 13.36	1.05E+0 4.98	1.02E+0 2.52		3.28E-1 4.96
Sc- 46 (889.3keV)	2.04E-2 5.45	1.91E-2 2.79	1.53E-2 6.85	1.31E-2 3.64		3.80E-3 10.00
Co- 60 (1173.2keV)	9.33E-2 12.31	6.53E-2 5.96	1.37E-1 9.60	1.41E-1 4.28	1.43E-1 8.97	1.19E-1 4.37
Zn- 65 (1115.5keV)	1.36E+2 1.42	1.34E+2 0.77	1.47E+2 1.38	1.52E+2 0.75	1.53E+2 1.36	1.57E+2 0.73
Fe- 59 (1291.6keV)	1.23E+2 9.18	1.27E+2 3.90	1.18E+2 9.40	1.29E+2 4.16	1.02E+2 9.75	7.96E+1 5.

上段 分析値(ppm)、下段 誤差(%)

施設便り

原子力機構施設共同利用研究

—東京大学大学院工学系研究科原子力専攻共同利用管理本部（大学開放研究室）—

1. 平成 18 年度課題採択について

先に行われた原子力機構施設利用共同研究委員会において、一般共同研究として 83 件の研究課題が採択されました。その中で中性子利用に関係する課題を下記に示します。

課題番号	研究課題	研究所属	研究者氏名
—原子核をプローブとする物理・化学研究—			
6101	メスバウアー分光法による無機化合物の研究 VI	東邦大学	高橋 正
6102	β 線検出 NMR-ON による核物性の研究	新潟大学	大矢 進
—生物に対する放射線効果—			
6120	鉄代謝遺伝子を導入したトランスジェニック植物での金属元素の移行解析	東京大学	中西 啓仁
6121	イオンビーム累代照射による農作物変異体の作出	鹿児島大学	福德 康雄
6122	癌の中性子捕捉療法に関する放射線生物学的手法を用いた基礎研究	京都大学	小野 公二
6123	悪性脳腫瘍に対する非開頭硼素中性子補足療法	東京大学	藤堂 具紀
6124	ホウ素中性子捕捉療法における SOF 検出器と JCDS システムとの連携	東京大学	石川 正純
6125	中性子捕捉療法の治療効果改善と適応拡大のための基礎的・臨床的研究	筑波大学	松村 明
6126	中性子捕捉療法の難治性癌治療への適応拡大に関する基礎的・臨床的研究	東京大学	柳衛 宏宣
6127	ホウ素イオンクラスターリポソームの開発とホウ素デリバリーシステム	学習院大学	中村 浩之
6128	脳腫瘍中性子捕捉療法の基礎的臨床的研究	藍野学院短大	高垣 政雄
6129	低酸素指向性ハイブリッド型新規ボロンキャリアーの中性子捕捉化合物としての有用性の評価	京都大学	増永慎一郎
6130	肝臓に於ける放射線応答と耐性因子の解析	東北大学	福本 学
—中性子利用分析（宇宙地球科学）—			
6131	中性子放射化分析による宇宙・地球化学物質の研究	立正大学	福岡 孝昭
6132	地圏環境における元素分布・循環の研究(III)—ヒ素とクロム—	名古屋大学	田中 剛
6133	日本海深海底コアの高密度な放射化分析によるアルカリ岩質テフラ降下履歴の高感度検出	北海道大学	豊田 和弘
6134	海水準変動堆積物の蛍光年代測定と放射化分析による年間線量測定	北海道教育大	雁沢 好博
6135	沈み込み帯に産する火成岩、変成岩試料の微量元素組成の研究	東京経済大学	新正 裕尚
6136	河川・汽水域および海洋底堆積物の放射化分析	東京大学	松尾 基之
6137	大気環境試料における微量元素の定量とその挙動(II)	武蔵工業大学	本多 照幸
6138	宇宙化学的試料の微量元素存在度に関する研究	首都大学東京	海老原 充
6139	九州四万十帯堆積岩類に関する放射化分析と FT 年代測定	鹿児島大学	鈴木 達郎
6140	中性子放射化分析による九州地方の火山活動を含む物質循環のキ	熊本大学	長谷中利昭

ャラクタイゼーション

6106	断層破碎物質から検出される格子欠陥中心の γ 線照射効果と年代測定への応用	山口大学	福地 龍郎
6141	テルル及びセレンの放射化分析による浅熱水性金銀鉱床の生成環境の解明	東京学芸大学	中田 正隆
6142	堆積岩の微量元素組成から読み取る海洋における環境変動	筑波大学	丸岡 照幸
6143	放射化学分析による火成岩中の希土類元素の定量	富士常葉大学	佐野 貴司
6144	造山帯の熱年代学的研究	岡山理科大学	兵藤 博信
6145	中性子放射化分析法による鉄隕石中の ^{53}Mn の定量	首都大学東京	大浦 泰嗣

—中性子利用分析（ライフサイエンス・環境）—

6146	成長過程における葉の生体物質中の特定元素のとり込み	北海道大学	関 興一
6147	植物・土壌試料の元素分析	東京大学	中西 友子
6148	地質特性が河川水質に及ぼす影響に関する研究	鹿児島大学	穴澤 活郎
6149	ko 放射化分析法を用いた河川の水質階級と指標生物の重金属濃度に関する研究	熊本大学	百島 則幸
6150	大気試料の主成分および海洋試料の放射化分析	日本大学	永井 尚生
6151	有機態ハロゲン(EOX)の分析法の高度化に関する研究	愛媛大学	河野 公栄
6152	雌雄セレン欠乏ラットにおける酸化ストレスと生体内微量元素動態	昭和薬科大学	遠藤 和豊
6153	亜鉛欠乏状態における肝細胞及び脾細胞中の可溶性タンパク質の構造変化	静岡大学	矢永 誠人
6154	放射化分析法を用いた樹木年輪解析による金属元素の環境動態	人間環境大学	片山 幸士
6155	綫状炭酸塩堆積物（トゥファ）の層別元素分析	九州大学	杉原 真司
6156	サンゴ骨格中のハロゲン元素の放射化分析	琉球大学	大出 茂
6157	畑地における有機性廃棄物に由来する土壌改良資材の施用が各種元素の土壌蓄積と作物吸収に及ぼす影響	千葉大学	鈴木 弘行
6158	酸性温泉周辺地域におけるヒ素の動態調査	上智大学	木川田 喜一
6159	環境 線量推定のための地表試料の放射化分析	国際基督教大学	久保 謙哉
6160	工場跡地における土壌汚染浄化法の検討	武蔵野学院大学	川西 幸子
6161	各種生体試料中のアルミニウム分析	首都大学東京	加藤 洋

—中性子利用分析（方法・材料）—

6162	α 線トラックによる各種鉄鋼材料中微量ボロンの観察	東京大学	小関 敏彦
6163	新奇な内包フラーレンの放射化学的手法による研究	筑波大学	末木 啓介
6164	文化財鉄関連資料および環境試料中の微量元素の挙動に関する研究	武蔵工業大学	平井 昭司
6165	イオンビームによる医学用放射性核種の製造と腫瘍特異的な癌診断と治療への応用	群馬大学	遠藤 啓吾
6166	スパッターイオン源を用いた放射性同位元素の打ち込み技術の基礎開発	筑波大学	青木 孝義

—中性子利用分析・即発ガンマ線—

6167	海洋地殻上部の即発ガンマ線分析	富士常葉大学	佐野 貴司
6168	固体環境試料および地球化学的試料の即発ガンマ線分析(IV)	東京大学	松尾 基之
6169	南極隕石試料の即発 γ 線分析	首都大学東京	海老原 充
6170	火山岩、堆積岩試料の即発 γ 線分析	熊本大学	長谷中 利昭
6171	PGA と INAA による微小大気浮遊粒子の元素組成(II)	首都大学東京	大浦 泰嗣
6172	海成炭酸塩中のホウ素の即発ガンマ線分析	琉球大学	大出 茂

－中性子利用分析・中性子ラジオグラフィーによる構造解析－

6173	中性子イメージ・インテンシファイアのための動画撮像システムの開発	武蔵工業大学	持木 幸一
6174	植物試料における水動態解析～特に根圏の研究について	東京大学	中西 友子
6175	中性子ラジオグラフィーによる機械内部の熱流動現象の定量的計測	神戸大学	竹中 信幸
6176	α トラック法による硼素薬剤の細胞内局在計測法の開発	東京大学	中沢 正治
6177	全固体二次電池における電極・電解質中の水素ならびにリチウムの分布・拡散状態の解明	鳥取大学	江坂 享男
6178	流動層内流動諸特性の中性子ラジオグラフィーによる定量評価	関西大学	小澤 守
6179	樹木の防御反応と水分動態	東京大学	山田 利博
6180	改造CNRFを利用する冷中性子ラジオグラフィーのための要素技術の開発	名古屋大学	玉置 昌義
6181	イメージングプレートを用いる定量的中性子ラジオグラフィーの開発と応用研究	名古屋大学	玉置 昌義
6182	JRR-3M 熱中性子を利用した混相流の動態計測法の高度化-II	京都大学	三島 嘉一郎
6183	中性子捕捉療法の難治性癌治療への適応拡大に関する基礎的・臨床的研究	東京大学	柳衛 宏宣

2. サーバー移転のため、大学開放研究室のホームページの URL 及びメールアドレスが 4 月より下記のように変更となりましたのでご留意下さい。当ホームページでは原子力機構施設利用に関する情報が随時更新されますので是非ご覧下さい。

URL : (旧) <http://kaihoken.tokai.jaeri.go.jp/> → (新) <http://kaihoken.nuclear.jp/>

e-mail : (旧) kaihoken@kaihoken.tokai.jaeri.go.jp → (新) kaihoken@kaihoken.nuclear.jp

(澤幡浩之)

京都大学原子炉実験所

2006 年 2 月 23 日をもって KUR の高濃縮ウラン燃料による運転は終了しました。低濃縮ウラン燃料を用いた運転に関する設置変更承認などの諸手続きが完了した後に運転を再開する予定です。運転再開までの間の放射化分析を利用した研究の継続のために、韓国原子力研究所のハナロを用いた京大炉の協力研究プロジェクトが 2006 年 4 月から始まりました。これに先立ち、京大炉の放射化分析関係者 4 名がハナロに赴いてテスト照射を行い、京大炉でこれまで行ってきた実験手順との相違点の確認や、協力研究を始めるにあたって必要であると思われる器材などの確認などを行いました。このテスト照射の実験結果については、本協力研究プロジェクトの詳細などとともに京大炉の web ページ (<http://hlweb.rri.kyoto-u.ac.jp/shibata-lab/KAERI/>) に掲載する予定ですので、興味のある方はご覧になって下さい。現在、ハナロでの放射化分析は、使用できる照射孔と照射時間に制限が設けられており (NAA3 での 1 分以内の照射) 比較的短寿命の核種の定量しかできませんが、30 MW という高出力を利用して新たな研究の展開を目指したいと考えています。

(高宮幸一)

－中性子利用分析・中性子ラジオグラフィーによる構造解析－

6173	中性子イメージ・インテンシファイアのための動画撮像システムの開発	武蔵工業大学	持木 幸一
6174	植物試料における水動態解析～特に根圏の研究について	東京大学	中西 友子
6175	中性子ラジオグラフィーによる機械内部の熱流動現象の定量的計測	神戸大学	竹中 信幸
6176	α トラック法による硼素薬剤の細胞内局在計測法の開発	東京大学	中沢 正治
6177	全固体二次電池における電極・電解質中の水素ならびにリチウムの分布・拡散状態の解明	鳥取大学	江坂 享男
6178	流動層内流動諸特性の中性子ラジオグラフィーによる定量評価	関西大学	小澤 守
6179	樹木の防御反応と水分動態	東京大学	山田 利博
6180	改造CNRFを利用する冷中性子ラジオグラフィーのための要素技術の開発	名古屋大学	玉置 昌義
6181	イメージングプレートを用いる定量的中性子ラジオグラフィーの開発と応用研究	名古屋大学	玉置 昌義
6182	JRR-3M 熱中性子を利用した混相流の動態計測法の高度化-II	京都大学	三島 嘉一郎
6183	中性子捕捉療法の難治性癌治療への適応拡大に関する基礎的・臨床的研究	東京大学	柳衛 宏宣

2. サーバー移転のため、大学開放研究室のホームページの URL 及びメールアドレスが 4 月より下記のように変更となりましたのでご留意下さい。当ホームページでは原子力機構施設利用に関する情報が随時更新されますので是非ご覧下さい。

URL : (旧) <http://kaihoken.tokai.jaeri.go.jp/> → (新) <http://kaihoken.nuclear.jp/>

e-mail : (旧) kaihoken@kaihoken.tokai.jaeri.go.jp → (新) kaihoken@kaihoken.nuclear.jp

(澤幡浩之)

京都大学原子炉実験所

2006 年 2 月 23 日をもって KUR の高濃縮ウラン燃料による運転は終了しました。低濃縮ウラン燃料を用いた運転に関する設置変更承認などの諸手続きが完了した後に運転を再開する予定です。運転再開までの間の放射化分析を利用した研究の継続のために、韓国原子力研究所のハナロを用いた京大炉の協力研究プロジェクトが 2006 年 4 月から始まりました。これに先立ち、京大炉の放射化分析関係者 4 名がハナロに赴いてテスト照射を行い、京大炉でこれまで行ってきた実験手順との相違点の確認や、協力研究を始めるにあたって必要であると思われる器材などの確認などを行いました。このテスト照射の実験結果については、本協力研究プロジェクトの詳細などとともに京大炉の web ページ (<http://hlweb.rri.kyoto-u.ac.jp/shibata-lab/KAERI/>) に掲載する予定ですので、興味のある方はご覧になって下さい。現在、ハナロでの放射化分析は、使用できる照射孔と照射時間に制限が設けられており (NAA3 での 1 分以内の照射) 比較的短寿命の核種の定量しかできませんが、30 MW という高出力を利用して新たな研究の展開を目指したいと考えています。

(高宮幸一)

東北大学原子核理学研究施設

平成17年下期より平成18年上期のマシントime採扱状況とスケジュールをお知らせ致します。
核理研では皆様のご利用をお待ちしています。

平成17年度後期

日程	実験責任者	分類	エネルギー	便乗可否
平成17年12月5日(月)	榊本	放射化分析	30MeV	便乗可
平成17年12月26日(月)	中西	核化学	30MeV	便乗可
平成18年1月10日(火)	大浦	放射化分析	25MeV	便乗可
平成18年1月20日(金)	榊本	放射化分析	30MeV	便乗可
平成18年1月26日(木)	中西	核化学	30MeV	便乗可
平成18年2月3日(金)	大浦	放射化分析	25MeV	便乗可
平成18年2月17日(金)	関根	放射線化学	30MeV	便乗不可
平成18年2月24日(金)	鹿野・結城	放射化分析	30MeV	便乗可
平成18年3月2日(木)	大槻・山崎	RI標識・製造	30MeV	便乗可
平成18年3月6日(月)	大槻・山崎	RI標識・製造	30MeV	便乗可
平成18年3月20日(月)	関根	放射線化学	50MeV	便乗不可
平成18年3月31日(金)	中西	核化学	50MeV	便乗可

平成18年度前期

日程	実験責任者	分類	エネルギー	便乗可否	平成
平成18年5月19日(金)	大槻・山崎・鈴木	RI標識・製造	50MeV	便乗可	
平成18年5月26日(金)	中西	核化学	30MeV	便乗可	
平成18年6月2日(金)	榊本	放射化分析	30MeV	便乗可	
平成18年6月16日(金)	大浦	放射化分析	25MeV	便乗可	
平成18年6月23日(金)	中西	核化学	30MeV	便乗可	
平成18年7月4日(火)	榊本	放射化分析	30MeV	便乗可	
平成18年7月14日(金)	大浦	放射化分析	25MeV	便乗可	
平成18年7月18日(火)	大槻・山崎・鈴木	RI標識・製造	50MeV	便乗可	
平成18年8月31日(木)	大槻・山崎・鈴木	RI標識・製造	50MeV	便乗可	
平成18年9月15日(金)	中西	核化学	30MeV	便乗可	
平成18年9月23日(金)	鹿野	放射化分析	30MeV	便乗可	

(大槻勤)

MTAA-12 準備状況

本号より、国内組織委員会で行っている MTAA-12 の準備の状況を簡単に報告します。

国内組織委員会の構成は下記のとおりです。

委員長: 海老原充(首都大)

副委員長: 梶本和義(KEK), 松尾基之(東京大)

事務局: 大浦泰嗣(首都大)

委員: 相沢省一(群馬大), 福岡孝昭(立正大), 福島美智子(石巻専修大), 初川雄一(JAEA), 平井昭司(武蔵工大), 片山幸士(人間環境大), 河野公栄(愛媛大), 木川田喜一(上智大), 久保謙哉(国際基督教大), 松江秀明(JAEA), 葉袋佳孝(武蔵大), 宮本ユタカ(JAEA), 百島則幸(九州大), 村松康行(学習院大), 岡田往子(武蔵工大), 酒井陽一(大同工大), 柴田誠一(京都大), 田中剛(名古屋大), 矢永誠(静岡大), 米沢仲四郎(IAEA)

- ・ 第一回委員会 (2005/1/28)

議題: 国際会議日程, 委員役割分担など。

華美でなく, 実質本位で, scientific な会議とする。

- ・ 第二回委員会 (2005/2/23)

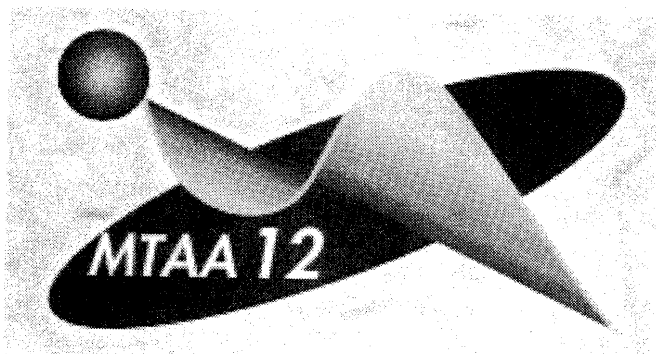
議題: 大まかな予算, 会議運営の委託, Scientific program, 1st サーキュラーなど。

- ・ 1st サーキュラー作成. MARC VII, RadChem2006, 分析化学討論会にて配布. 本号に同封いたしましたので, ご覧ください。

- ・ Web site 公開. <http://www.mtaa12.com>

- ・ 日本学術振興会国際研究集会助成申請

- ・ 運営委託会社を選定中



カレンダー

2006/7/5-7

第43回 アイソトープ・放射線 研究発表会
東京(日本青年館)

<http://www.jrias.or.jp/>

2006/9/13-15

Environmental Radiochemical Analysis 10th International Symposium
Oxford, UK

<http://www.rsc.org/era2006>

発表申し込み締切: 2006/1/31

参加申し込み締切: 2006/7/31

2006/9/20-22

日本分析化学会 第55年会
大阪大学豊中キャンパス

<http://www.chem.sci.osaka-u.ac.jp/lab/watarai/nenkai55/index.html>

発表申し込み締切: 2006/6/14

参加申し込み締切: 2006/ /

2006/10/24-27

2006 日本放射化学会年会/第50回放射化学討論会
水戸/東海

<http://www.radiochem.org/50/50th-home.htm>

発表申し込み締切: 2006/6/30

参加申し込み締切: 2006/9/30

2007/9/16-21

12th International Conference on Modern Trends in Activation Analysis
首都大学東京南大沢キャンパス

<http://www.mtaa12.com>

発表申し込み締切: 2007/4/30

参加申し込み締切: 2007/6/30

編集後記

○ 本号の発行も当初の予定よりも遅れてしまいました。申し訳ありません。

◇ 20号記念特集はいかがでしたでしょうか。アンケート結果とデータがメインとなってしまう、会員によっては物足りなく感じた方もおられるでしょう。この10年間での、放射化分析をめぐる状況をまとめておけばと考えていたのですが、力不足で不十分でした。また機会があれば、再チャレンジします。

△ アンケートを集計して印象に残ったのは「放射化分析オンリーで研究を行っている研究者はおらず、分析手段の一つとして、また研究の一部で放射化分析を行っている人が殆どだと思われるので、放射化分析研究会の活動に積極的に加わる人が多くはないと思いますが、それはある程度成熟した手法の研究会の宿命だと思います。」というご意見でした。アンケートの回答数も少ないし、寄稿もなかった。宿命といわれればそうかもしれませんが、大きい会ではありませんので、もっと皆さんの関与を希望しています。

□ アンケートで要望のあった事項も参考に、次号からの編集に取り組んでいきます。まずは、発行予定が延びないようにしなくては。原稿の締切は守ってくださいね。

(Y.O.)

▽ 会誌の創刊号から11年経った。今までの目次を並べ直しながら会誌を改めて創刊号から眺めた。創刊号の頃はまだ国内のあちこちで照射実験が出来て「放射化分析・春の時代」であったように思う。自分も学生としてKURへ出かけては照射施設を非常によく使って実験していたことや、徹夜&学会会場で準備しながらMTAA-9の発表をしていたことを思い出した。号を追う毎に廃炉や休止など深刻な記事が増えてはいるものの、PGAAや多重 γ 線検出法など新たな展開が着実に進んでいることをこの作業を通して実感した。さてさて、自分を振り返ってみてどうだろう。

11年も経って会誌に投稿した頃の自分より少しは進展しただろうか。MTAA-9では睡眠不足の目をこすり、先生にお手伝いしてもらいながら会場でポスターを作っていたのが、今はMTAA-12を開催する側に回ってお手伝いできるようになったくらいだろうか。

(Y.M.)

放射化分析 No.1～No.20 総目次

号 ページ(発行年月)	題名	執筆者
【研究会発足】		
1, p.1 ('95 3月)	発足の趣旨	
1, p.3 ('95 3月)	40年前の思い出	浜口 博
1, p.4 ('95 3月)	放射化分析研究会発足を祝う	斎藤 信房
1, p.5 ('95 3月)	Mn-53の放射化分析	本田 雅健
1, p.6 ('95 3月)	放射化分析者に期待する ー大震災を体験してー	日下 譲
1, p.7 ('95 3月)	放射化分析の発展的継続には…好奇心、独創的発想、実験推進力以外にない	野崎 正
1, p.9 ('95 3月)	新たな発展のために	鈴木 信男
1, p.10 ('95 3月)	発起人の一言集 朝野 武美、伊藤 伸彦、伊藤 康男、海老原 充、片山 幸士、河野 公栄、小林 慎江、酒井 陽一、坂口 幸司、重松 俊男、鈴木 章悟、関 季紀、武内 孝之、谷崎 良之、辻 治雄、中西 友子、橋本 哲夫、福岡 孝昭、榎本 和義、葉袋 佳孝、結田 康一、米沢 仲四郎、村松 康行、富沢 威	
【特別寄稿】		
5, p.1 ('97 5月)	Is Activation Analysis Still Active?	柴 之芳
6, p.1 ('97 11月)	退職にあたって	木村 幹
6, p.2 ('97 11月)	いま思うことー放射能とつきあって40余年	古川 路明
10, p.36 ('00 3月)	研究炉海外事情	伊藤 泰男
【受賞】		
11, p.64 ('00 11月)	中西友子さん、猿橋賞受賞	
【追悼】		
11, p.83 ('00 11月)	濱口先生を偲んで	戸村 健児
11, p.85 ('00 11月)	濱口先生の思い出	海老原 充
【Q&A】		
2, p.29 ('95 11月)	放射化分析にはどのような器具や装置を用意する必要がありますか？	
2, p.30 ('95 11月)	各施設を利用したい場合は、どなたに相談すればよいですか？	
2, p.31 ('95 11月)	放射化分析は放射線を取り扱うので躊躇するのですが…	
2, p.32 ('95 11月)	放射化分析した試料は持ち出せますか？	
3, p.43 ('96 4月)	放射化分析はコストが高いと云われますが、費用はどれくらいかかりますか？	
4, p.32 ('96 10月)	放射化物の許認可に関する使用記録簿、貯蔵記録簿と申請書との対応のあり方について	
4, p.30 ('96 10月)	放射化分析について勉強したいのですが…	
7, p.31 ('98 10月)	Lu-177の208keVのガンマ線を用いてLuを定量すると大きい分析値が出てくる理由	
8, p.52 ('99 4月)	ポリエチレン袋は原子炉中でどのくらいの時間照射できますか？	
【解説・総説】		
5, p.49 ('97 5月)	国際放射能計測委員会(ICRM)について	源河 次雄
19, p.49 ('06 1月)	中性子放射化分析	岡田 往子
【講座・特集】		
1, p.19 ('95 3月)	テーマ：放射化分析のはじめに	
1, p.19 ('95 3月)	・まえがき	海老原 充
1, p.19 ('95 3月)	・機器中性子放射化分析	鈴木 章悟
1, p.23 ('95 3月)	・放射化学的中性子放射化分析	
		海老原 充、戸村 健児
1, p.27 ('95 3月)	・中性子即発γ線分析	米沢 仲四郎
1, p.31 ('95 3月)	・荷電粒子放射化分析	重松 俊男
1, p.36 ('95 3月)	・光子放射化分析	榎本 和義
2, p.1 ('95 11月)	テーマ：原子炉施設の中性子照射装置	
2, p.1 ('95 11月)	・まえがき	重松 俊男
2, p.1 ('95 11月)	・原子炉による中性子放射化分析の基礎	武内 孝之
2, p.6 ('95 11月)	・熱中性子照射場およびCdカバー照射法を利用する放射化分析	松下 録治
2, p.10 ('95 11月)	・冷中性子及び熱中性子ガイドビームによる放射化分析	米沢 仲四郎
2, p.14 ('95 11月)	・研究用原子炉の照射設備の現状	
2, p.14 ('95 11月)	ー日本原子力研究所	
		山田 忠則、笹島 文雄
2, p.17 ('95 11月)	ー京都大学原子炉実験所	高田 實弥
2, p.20 ('95 11月)	ー立教大学原子炉	戸村 健児
2, p.21 ('95 11月)	ー武蔵工業大学原子炉	鈴木 章悟
3, p.1 ('96 4月)	テーマ：放射化分析のためのγ線測定と解析	
3, p.1 ('96 4月)	・まえがき	鈴木 章悟
3, p.1 ('96 4月)	・Ge半導体検出器とマルチチャンネルアナライザ	鈴木 章悟

号 ページ(発行年月)	題名	執筆者
3, p.9 ('96 4月)	・ガンマ線スペクトル解析 —現状と展望—	岸川 俊明
4, p.1 ('96 10月)	テーマ: 化学操作を伴う中性子放射化分析	
4, p.1 ('96 10月)	・放射化学分離操作を伴う中性子放射化分析	海老原 充
4, p.9 ('96 10月)	・前濃縮中性子放射化分析	戸村 健児
5, p.5 ('97 5月)	テーマ: 荷電粒子放射化分析と光量子放射化分析	
5, p.5 ('97 5月)	・荷電粒子放射化分析	重松 俊男
5, p.19 ('97 5月)	・電子加速器による光量子放射化分析	榎本 和義
6, p.7 ('97 11月)	テーマ: 中性子放射化分析に利用される照射孔の中性子束変動	
6, p.7 ('97 11月)	・京大炉の中性子束変動と放射化分析法での分析値誤差について	松下 録治
6, p.13 ('97 11月)	・立教炉における中性子束の変動について(1)	戸村 健児
6, p.16 ('97 11月)	・立教炉における照射試料中の中性子束の変動について(2)	海老原 充
6, p.22 ('97 11月)	・武蔵工大炉における中性子束の変動について	鈴木 章悟
6, p.26 ('97 11月)	・原研炉の放射化分析用照射設備における中性子束の変動について	原研・研究炉利用課
7, p.1 ('98 10月)	テーマ: 環境科学における放射化分析	
7, p.1 ('98 10月)	・環境科学における放射化分析を特集して	薬袋佳孝、松尾基之
7, p.6 ('98 10月)	・機器放射化分析による大気試料の多元素同時分析とその応用	溝畑 朗
7, p.16 ('98 10月)	・前化学分離濃縮放射化分析法—CAA	酒井 陽一
8, p.1 ('99 4月)	テーマ: ヒ素と放射化分析	榎本和義
9, p.5 ('99 10月)	テーマ: 宇宙・地球科学における放射化分析	
9, p.5 ('99 10月)	・講座「宇宙・地球科学における放射化分析」を特集して	福岡 孝昭
9, p.6 ('99 10月)	・堆積物コア試料の機器中性子放射化分析	豊田 和弘
9, p.14 ('99 10月)	・宇宙・地球科学試料の機器中性子放射化分析(INAA)	福岡 孝昭
9, p.23 ('99 10月)	・地球外物質の放射化分析	海老原 充
10, p.1 ('00 3月)	テーマ: 高純度材料の放射化分析	
10, p.1 ('00 3月)	・高純度材料と放射化分析	重松 俊男
10, p.6 ('00 3月)	・高純度金属中の微量元素分析に関する研究	岡田 往子
11, p.1 ('00 11月)	テーマ: ライフサイエンスにおける放射化分析	
11, p.1 ('00 11月)	・はじめに	片山 幸士
11, p.2 ('00 11月)	・毛髪の多元素放射化分析	高橋 ユリア、大森 佐與子
11, p.7 ('00 11月)	・動物試料の放射化分析	福島 美智子
11, p.13 ('00 11月)	・インスリン様作用を示すバナジウム錯体と放射化分析	桜井 弘
12, p.1 ('01 3月)	テーマ: 「JCO事故と放射化分析」	
12, p.1 ('01 3月)	・はじめに	関 李紀
12, p.2 ('01 3月)	・東海村臨界事故により放出された中性子による放射化生成物の分析 小島 貞男, 今中 哲二, 高田 実弥, 三頭 聰明, 中西 孝, 関 李紀, 近藤 宗晴, 佐々木 研一, 斎藤 直, 山口 喜朗, 古川 路明	
12, p.5 ('01 3月)	・JCO敷地内で採取した土壌中の ³⁶ Cl濃度について 関 李紀, 新井 大輔, 長島 泰夫, 高橋 努	
12, p.9 ('01 3月)	原子炉・加速器によらない放射化	小村 和久
13, p.1 ('02 2月)	テーマ: 「日本原子力研究所研究炉—設備と手続—」 宮本 ユタカ、原研・研究炉利用課、澤幡 浩之	
13, p.1 ('02 2月)	・はじめに	
13, p.2 ('02 2月)	・原子炉の概要	
13, p.11 ('02 2月)	・照射、実験設備	
13, p.16 ('02 2月)	・照射及び申し込みの手続き	
13, p.22 ('02 2月)	・放射化分析支援システム(k0法)について	
13, p.26 ('02 2月)	・参考資料	
14, p.1 ('02 8月)	テーマ「京都大学原子炉実験所」	
14, p.1 ('02 8月)	・京都大学原子炉実験所の放射化分析の紹介	高田 実弥
14, p.16 ('02 8月)	・京大原子炉を使った岩石および植物試料の中性子放射化分析	宮本 ユタカ
14, p.23 ('02 8月)	・しんかい2000、しんかい6500で採取された熱水鉱床試料の放射化分析 大森 保、知念 正和	
14, p.28 ('02 8月)	・京都市内公園の土壌重金属汚染のリスク評価の試み 坂内 修、米田 稔、森澤 眞輔	
15, p.1 ('03 3月)	テーマ: 東北大学大学院理学研究科原子核理学研究施設	
15, p.1 ('03 3月)	・はじめに	大槻 勤
15, p.3 ('03 3月)	・東北大学原子核理学研究施設紹介	大槻 勤
15, p.20 ('03 3月)	・光量子および荷電粒子放射化分析	榎本 和義
15, p.28 ('03 3月)	・光量子放射化分析の材料分析への応用	鹿野 弘二

号 ページ(発行年月)	題名	執筆者
15, p.38 ('03 3月)	・光子放射化分析法による隕石の非破壊分析	大浦 泰嗣、海老原 充
16, p.1 ('04 8月)	テーマ:「荷電粒子放射化分析施設」	
16, p.1 ('04 8月)	・荷電粒子放射化分析(CPAA)施設紹介	榎本 和義
16, p.2 ('04 8月)	・東北大学サイクロトロン・RIセンター	大槻 勤
16, p.7 ('04 8月)	・仁科記念サイクロトロンセンター(NMCC)	榎本 和義
16, p.11 ('04 8月)	・住重試験検査株式会社	八木 宏親
16, p.17 ('04 8月)	・荷電粒子放射化分析の今後は一経験を基にした私見	野崎 正
16, p.25 ('04 8月)	・軽元素の荷電粒子放射化分析	
		鹿野 弘二、加藤 正明
16, p.39 ('04 8月)	・仁科記念サイクロトロンセンターを利用する荷電粒子放射化分析 -シリコン半導体中の窒素の定量-	
	榎本 和義、八木 宏親、野崎 正、葉袋 佳孝、鹿野 弘二、ニツ川 章二、斎藤 義弘	
16, p.43 ('04 8月)	・荷電粒子放射化分析(CPAA)の研究の動向	榎本 和義
17, p.1 ('04 12月)	テーマ:「標準試料」	
17, p.1 ('04 12月)	・はじめに	上岡 晃
17, p.3 ('04 12月)	・標準試料をめぐる内外の情勢と標準物質総合情報システム(RMinfo)	岡本 研作
17, p.13 ('04 12月)	・産総研・計量標準総合センターにおける標準物質開発と底質標準物質	高津 章子
17, p.19 ('04 12月)	・産業技術総合研究所地質調査総合センター発行の岩石標準試料	今井 登
17, p.25 ('04 12月)	・環境標準試料の紹介	伊藤 裕康
17, p.33 ('04 12月)	・(社)日本分析化学会の標準物質	平井 昭司
17, p.39 ('04 12月)	・放射性降下物標準試料の調製を通じた ⁹⁰ Sr, ¹³⁷ Cs, プルトニウムなどの人工放射性核種分析の相互比較と参照値の決定	
		五十嵐 康人、広瀬 勝己
18, p.1 ('05 4月)	テーマ: 分析値の信頼性	
18, p.1 ('05 4月)	・はじめに	岡田 往子
18, p.2 ('05 4月)	・分析値の信頼性(I)	平井 昭司
18, p.10 ('05 4月)	・分析値の信頼性(II)	高田 芳矩
18, p.24 ('05 4月)	・Accuracy and Uncertainty in Radiochemical Measurements: Learning from Errors in Nuclear Analytical chemistry	
		R.M. Lindstrom and R. R. Greenberg
19, p.1 ('06 1月)	テーマ: 韓国原子力研究所	
19, p.1 ('06 1月)	・はじめに	大浦 泰嗣
19, p.3 ('06 1月)	Introduction to Korean Association of Activation Analysis (KA3).	J-H. Lee
19, p.4 ('06 1月)	Utilization and Facilities for a Neutron Activation Analysis at the HANARO Research Reactor in Korea.	
		J.H. Moon, H.H. Cho, S.H. Kim, S.Y. Baek, Y.S. Chung
19, p.11 ('06 1月)	PGAA Facility in the HANARO Research Reactor of Korea.	
		H.J. Cho, S.H. Kim, J.H. Moon, H.R. Kim, Y.S. Chung
19, p.16 ('06 1月)	Duplicate Diet Study of Korean Geriatric Population by Neutron Activation Analysis.	
		S.Y. Cho, S.H. Kang, W.J. Hong, H.S. Kim, J.Y. Lee, Y.S. Chung
19, p.24 ('06 1月)	A Provenance Study of Roof Tiles & Potteries using Neutron Activation Analysis from Katap-Ri, Korea.	
		K.Y. Chung, Y.S. Chung
19, p.28 ('06 1月)	Quantitative Analysis of Environmental Hazardous Elements in Solid Polyethylene using XRF and INAA.	
		C.S. Park, Y.S. Chung, S. Kim, H. Yoon, C.H. Yoon
19, p.35 ('06 1月)	Trace Elements of Fine Ambient Particulate in Korea by using an Instrumental Neutron Activation Analysis.	
		J.M. Lim, J.H. Lee, K.H. Kim, Y.S. Chung
19, p.39 ('06 1月)	Applications of PGAA at HANARO Research Reactor.	
		H.J. Cho, S.H. Kim, J.H. Moon, H.R. Kim, Y.S. Chung, K.W. Park, K.H. Cho
20, p.1 ('06 7月)	テーマ: 会誌「放射化分析」20号記念	
20, p.1 ('06 7月)	・はじめに	大浦 泰嗣
20, p.2 ('06 7月)	・元代表幹事のご寄稿	伊藤 泰男
20, p.4 ('06 7月)	・現代表幹事のご寄稿	海老原 充
20, p.6 ('06 7月)	・アンケートからみたJA3の現状-会員情報と研究会活動に関するアンケート集計結果	

号 ページ(発行年月)	題名	執筆者
20, p.19 ('06 7月)	・データで見る放射化分析10年間	
【研究紹介】		
1, p.41 ('95 3月)	国設大気測定網と放射化分析	大蔵 恒彦
2, p.23 ('95 11月)	環境指標植物としての樹木	片山 幸士
3, p.18 ('96 4月)	古代・中世土器の産地推定法の開発研究	三辻 利一
3, p.36 ('96 4月)	地球化学的比較標準物質と放射化分析	坂本 浩
4, p.17 ('96 10月)	岩石・鉱物の放射化分析	西村 進
4, p.22 ('96 10月)	ガンマ線スペクトルのピーク解析手法 (WaveMetrics社のIgorによる解析過程の省力化)	中村 彰
5, p.29 ('97 5月)	放射化分析による植物葉中の元素の特異集積について	高田 寛彌
5, p.42 ('97 5月)	地球化学図による地圏環境評価と放射化分析	田中 剛
6, p.27 ('97 11月)	放射化分析で見た葉面付着エアロゾルの元素組成特性とその植生生態	高松 武次郎、佐瀬 裕之、高田 実弥、松下録治
6, p.32 ('97 11月)	機器中性子放射化分析法による中国製生薬製剤中の微量元素の定量	遠藤 和豊、串田 一樹、矢永 誠人、太田 英樹、 蛭沼 利江子、本田 智香子、塚田 正道
7, p.21 ('98 10月)	放射化分析の標準化	榎本 和義
7, p.22 ('98 10月)	正確な化学分析の重要性と放射化分析	重松 俊男
8, p.14 ('99 4月)	中性子放射化分析による鉄関連遺物の種類および産地の推定	平井 昭司
8, p.22 ('99 4月)	毛髪の多元素放射化分析—環境汚染物質暴露指標とその生体影響度把握への適用—	大森 佐與子
9, p.32 ('99 10月)	堆積物中の砒素の定量について—中性子放射化分析と他の分析方法との比較—	豊田 和弘、篠原 良嗣
9, p.36 ('99 10月)	大型考古学試料の中性子即発γ線分析	大浦 泰嗣、末木 啓介、中原 弘道
9, p.45 ('99 10月)	先カンブリア紀～三畳紀炭酸塩岩の希土類元素の分析	相沢 省一、松本 良
10, p.19 ('00 3月)	多重ガンマ線検出法による微量元素分析の開発	初川 雄一、大島 真澄、早川 岳人、藤 暢輔、篠原 伸夫
11, p.19 ('00 11月)	隕石中ハロゲン元素の放射化分析 —光量子放射化分析と隕石内での分布—	仲本 朝嗣、Sk.A.Latif、大浦 泰嗣、海老原 充、中原 弘道
16, p.48 ('04 8月)	JRR-4に設置されている即発γ線分析装置の現況	大浦 泰嗣、高橋 千恵子
17, p.43 ('04 12月)	原研炉におけるCd wrapを用いた熱外中性子放射化分析	木川田 喜一
18, p.28 ('05 4月)	原子炉実験所専門研究会要旨	
18, p.28 ('05 4月)	・生体中のアルミニウムの放射化分析	加藤 洋、佐藤 武雄、山本 好男、中野 幸廣
18, p.32 ('05 4月)	・大気—水—土壌—土壌—植物系でのアンチモンの動態把握と健康リスク評価	堀内 将人
18, p.40 ('05 4月)	・琵琶湖と水月湖の湖底コアの放射化分析から検出した複数の鬱陵島テフラ	篠塚 良嗣、豊田 和弘、宮田 一成、任 忠完、北川 浩之、安田 喜憲
18, p.41 ('05 4月)	・中国の風成塵堆積物の放射化分析	村田 拓也、前野 太平、篠塚良嗣、豊田 和弘、福澤 仁之、尹 懷寧、安田 喜憲
18, p.42 ('05 4月)	・放射化分析による海洋プランクトン・沈降粒子・堆積物試料の多元素定量—生物生産・沈降・堆積に伴う親生物元素動態—	増澤 敏行、高松 武次郎、高田寛彌
20, p.28 ('06 7月)	Nuclear Reactor Based Research in Bangladesh	S.M. Hossain
20, p.37 ('06 7月)	平成17年度京大原子炉実験所専門研究会要旨	
20, p.37 ('06 7月)	・過去4万年における琵琶湖コア中の重鉱物の運搬堆積に関する地球化学的記録と気候変動や古地震との関連	篠塚 良嗣、任 忠完、豊田 和弘
20, p.39 ('06 7月)	・KURを利用した生物試料の中性子放射化分析	福島 美智子
20, p.42 ('06 7月)	・バイカル湖堆積物の元素組成特性とその鉛直変動から見た古環境	高松 武次郎、高田 実弥、 高田 寛彌
20, p.54 ('06 7月)	・42年間を振り返って	
【学会・研究会報告】		
1, p.65 ('95 3月)	第38回放射化学討論会	重松 俊男
2, p.42 ('95 11月)	第39回放射化学討論会	鈴木 章悟

号 ページ(発行年月)	題名	執筆者
5, 補遺 ('97 5月)	第40回放射化学討論会/放射化分析グループの会	薬袋 佳孝
6, p.54 ('97 11月)	APSORC-1/SORC-41	酒井 陽一、百島 則幸、宮本 ユタカ、榎本 和義
8, p.54 ('99 4月)	第42回放射化学討論会	薬袋 佳孝
10, p.27 ('00 3月)	第43回放射化学討論会	薬袋 佳孝
11, p.70 ('00 11月)	第44回放射化学討論会	海老原 充
11, p.72 ('00 11月)	第44回放射化学討論会放射化分析分科会報告	片山 幸士
11, p.73 ('00 11月)	第44回放射化学討論会・放射化分析分科会	百島 則幸
13, p.43 ('02 2月)	APSORC2001	大浦 泰嗣
13, p.44 ('02 2月)	日本放射化学会放射化分析分科会	杉原 真司
15, p.45 ('03 3月)	2002年日本放射化学会第46回放射化学討論会	大浦 泰嗣
16, p.72 ('04 8月)	2003年日本放射化学会年会・第47回放射化学討論会	
17, p.75 ('04 12月)	2004年日本放射化学会年会・第48回放射化学討論会	榎本 和義
19, p.63 ('06 1月)	2005日本放射化学会年会/第49回放射化学討論会	鈴木 章悟
19, p.64 ('06 1月)	第49回放射化学討論会に参加して	宮本 ユタカ
20, p.22 ('06 7月)	Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry 2005 (APSORC 2005)に参加して	國分 陽子
2, p.43 ('95 11月)	MTAA-9の概要	小林 慎江
2, p.45 ('95 11月)	MTAA-9の印象記	
	海老原 充、岸川 俊明、酒井 陽一、坂本 浩、武内 孝之、高田 實彌、戸村 健児、野崎 正、樋口 英雄、榎本 和義、薬袋 佳孝、宮本 ユタカ、米沢 仲四郎	
9, p.51 ('99 10月)	MTAA-10 概要	海老原 充
9, p.62 ('99 10月)	MTAA-10 印象記	米沢 仲四郎
9, p.64 ('99 10月)	日本人参加者の声	
	天野 良平、海老原 充、大浦 泰嗣、河村 日佐男、坂本 浩、中原 弘道、古川 純	
17, p.58 ('04 12月)	MTAA-11で感じたこと	宮本 ユタカ
17, p.59 ('04 12月)	11th International Conference on Modern Trends in Activation Analysisに参加して	大浦 泰嗣
14, p.53 ('02 8月)	MTAA-11 日本招致願末記	伊藤 泰男
1, p.64 ('95 3月)	MARC IIIに参加して	福島 美智子
5, p.74 ('97 5月)	MARC IV	武内 孝之
11, p.66 ('00 11月)	MARC Vに参加して	榎本 和義
16, p.68 ('04 8月)	MARC VI	
8, p.56 ('99 4月)	NAMLS	大槻 勤
16, p.63 ('04 8月)	NAMLS-7	
19, p.60 ('06 1月)	NAMLS8	川端 良子
12, p.22 ('01 3月)	研究炉ワークショップ2000に参加して	海老原 充
13, p.49 ('02 2月)	研究炉利用ワークショップ(2001FNCA)に参加して	笹島 文雄
18, p.50 ('05 4月)	2004FNCA研究炉利用ワークショップ	大浦 泰嗣
19, p.60 ('06 1月)	2005FNCA研究炉利用ワークショップーアジアの環境問題に貢献する放射化分析ー	大歳 恒彦
1, p.64 ('95 3月)	第55回分析化学討論会	鈴木 章悟
2, p.40 ('95 11月)	第56回分析化学討論会	薬袋 佳孝
4, p.39 ('96 10月)	第57回 分析化学討論会	鈴木 章悟
7, p.36 ('98 10月)	第59回分析化学討論会	岡田 往子
11, p.67 ('00 11月)	第61回分析化学討論会	岡田 往子
1, p.67 ('95 3月)	日本分析化学会第43年会	鈴木 章悟
2, p.41 ('95 11月)	日本分析化学会第44年会	岡田 往子
4, p.46 ('96 10月)	第45回 分析化学会年会	岡田 往子
13, p.46 ('02 2月)	日本分析化学会第50年会	福島 美智子
1, p.67 ('95 3月)	1994年度日本地球化学会年会	鈴木 章悟
3, p.52 ('96 4月)	1995年度日本地球化学会年会	薬袋 佳孝
15, p.46 ('03 3月)	2002年度日本地球化学会第49回年会	上岡 晃
1, p.65 ('95 3月)	第31回理工学における同位体研究発表会	米沢 仲四郎
2, p.41 ('95 11月)	第32回理工学における同位元素研究発表会	松江 秀明
4, p.42 ('96 10月)	第33回 理工学における同位元素研究発表会	武内 孝之
6, p.53 ('97 11月)	第34回理工学における同位元素研究発表会	宮本 進
7, p.36 ('98 10月)	日本鉄鋼協会第135回春季講演会	岡田 往子
15, p.49 ('03 3月)	第144回日本鉄鋼協会秋季大会	岡田 往子
9, p.73 ('99 10月)	第1回放射化分析夏の学校 概要	薬袋 佳孝
9, p.74 ('99 10月)	夏の学校に参加して	
	河野 公栄、野崎 正、齋藤 陽子	
11, p.68 ('00 11月)	平成12年度放射化分析「夏の学校」	片山 幸士

号 ページ(発行年月)	題名	執筆者
13, p.47 ('02 2月)	平成13年度京都大学原子炉実験所専門研究会(夏の学校)	片山 幸士
16, p.74 ('04 8月)	平成15年度京都大学原子炉実験所専門研究会	
17, p.55 ('04 12月)	放射化分析研究会平成15年度研究会印象記「放射化分析ハンドブック」の 発刊によせて	福岡 孝昭
18, p.47 ('05 4月)	平成16年京大原子炉実験所専門研究会	
18, p.47 ('05 4月)	・京都大学原子炉実験所専門研究会の報告	片山 幸士
18, p.47 ('05 4月)	・平成16年度京都大学原子炉実験所専門研究会に参加して	大森 佐與子
18, p.48 ('05 4月)	・研究会の感想	初川 雄一
20, p.24 ('06 7月)	平成17年度京都大学原子炉実験所専門研究会	片山 幸士
20, p.26 ('06 7月)	・放射化分析・冬の学校に参加して	松江 秀明
1, p.66 ('95 3月)	放射化分析支援システム研究会(II)	井口 明
3, p.52 ('96 4月)	放射化分析支援システム研究会	伊藤 泰男
4, p.39 ('96 10月)	放射化分析支援ネットワーク検討会	榎本 和義
5, p.68 ('97 5月)	放射化分析支援システム研究会	
6, p.57 ('97 11月)	放射化分析支援システム研究会	井口 明、宮本 進、井尾 伸也、谷崎 良之、内田 葉子
8, p.57 ('99 4月)	放射化分析支援システム研究会	伊藤 泰男
1, p.67 ('95 3月)	京大炉「ホットラボおよびホットラボ設備」ワークショップ	伊藤 泰男
1, p.69 ('95 3月)	立教大原子炉利用共同研究20周年記念 成果発表会	小林 慎江
2, p.39 ('95 11月)	第69回日本化学会年会	伊藤 泰男
2, p.40 ('95 11月)	日本文化財科学会第12回大会	葉袋 佳孝
4, p.40 ('96 10月)	第5回 アジア地域研究炉シンポジウム(ASRR-V)	鈴木 章悟
4, p.43 ('96 10月)	NRC-4 4th Int. Conf. Nuclear and Radiochemistry	戸村 健児
4, 補遺 ('96 10月)	第8回 日露分析化学シンポジウム	宮本 ユタカ
8, p.53 ('99 4月)	日露分析化学シンポジウム	葉袋 佳孝
5, p.66 ('97 5月)	第2回k0法利用者の国際ワークショップ	葉袋 佳孝
5, p.66 ('97 5月)	第9回捕獲ガンマ線分光学と関連トピックスの国際シンポジウム	米沢 仲四郎
5, p.72 ('97 5月)	環境科学における放射化分析	米沢 仲四郎
5, p.73 ('97 5月)	中性子即発ガンマ線分析研究会	伊藤 泰男
7, p.32 ('98 10月)	13th Radiochemical conference	米沢 仲四郎
7, p.34 ('98 10月)	シンポジウム「炭酸塩の希土類元素地球化学」	中西 孝
7, p.36 ('98 10月)	第8回トルコ調査研究会	葉袋 佳孝
8, p.60 ('99 4月)	研究炉の利用に関する専門家会議	岡田 往子
9, p.77 ('99 10月)	第3回分析化学東京シンポジウムと機器分析東京討論会	岡田 往子
10, p.25 ('00 3月)	CITAC'99分析信頼性国際会議	岡田 往子
10, p.26 ('00 3月)	CITAC'99分析信頼性国際会議	米沢 仲四郎
11, p.75 ('00 11月)	第3回中性子将来計画検討会	米沢 仲四郎
12, p.20 ('01 3月)	A. Chatt教授講演 原子力研究総合センターセミナー	榎本 和義
13, p.36 ('02 2月)	NAC-III	海老原 充
14, p.49 ('02 8月)	k0標準化放射化分析法研究会	尾崎 大真
11, p.24 ('00 11月)	「放射化分析の新展開」	
11, p.24 ('00 11月)	・研究会報告	榎本 和義
11, p.30 ('00 11月)	・依頼講演1 中性子利用研究の新展開と大強度パルス中性子計画(統 合計画)	池田 進
11, p.34 ('00 11月)	・依頼講演2 日本原子力研究所における即発γ線分析の現状と将来	米沢 仲四郎
11, p.36 ('00 11月)	・依頼講演3 JCO臨界事故で放出された中性子による環境物質の放射 化	中西 孝
11, p.38 ('00 11月)	・依頼講演4 NAA, PAAによる岩石・植物試料の分析から学んだこと	坂本 浩
11, p.40 ('00 11月)	・講演1 樹木年輪中の放射性核種の分布	百島 則幸
11, p.42 ('00 11月)	・講演2 環境における未知有機ハロゲン化合物の存在とその挙動ーキ アシシギについてー	
11, p.44 ('00 11月)	・講演3 機器中性子放射化分析による地衣類の元素濃度の定量	河野 公栄、脇本 忠明、茂田 良光
11, p.46 ('00 11月)	・講演4 ブタ胎仔の臓器に含まれる元素の放射化分析	斎藤 陽子、関 季紀
11, p.48 ('00 11月)	・講演5 Long-Evans Cinnamon (LEC) ラット肝臓のPIXE分析	福島 美智子、玉手 英利、中野 幸廣
11, p.50 ('00 11月)	・講演6 植物の放射化分析について(植物葉中の微量元素の分布と特 異集積の研究)	太田 顕成、世良 耕一郎、二ツ川 章二
11, p.52 ('00 11月)	・講演7 k0中性子即発γ線分析法による多元素定量	高田 実弥
		松江 秀明、米沢 仲四郎

号 ページ(発行年月)	題名	執筆者
11, p.53 ('00 11月)	・講演8 フロー法による炭素の迅速分離検出法の開発と放射化分析へ 榎本 和義、大槻 勤、鹿野 弘二、伊藤 寛	
11, p.55 ('00 11月)	・講演9 荷電粒子放射化法による酸素の深さ方向分析 水野 哲、櫻井 宏行、竹谷 実、金子 誠一、榎本 和義、伊藤 寛	
11, p.57 ('00 11月)	・講演10 多重ガンマ線検出法の分析化学への応用 初川 雄一、大島 真澄、早川 岳人、藤 暢輔、篠原 伸夫	
11, p.58 ('00 11月)	・講演11 エアロゾル降下量の季節変動と発生源 杉原 真司、百島 則幸、大島 進、前田 米藏	
11, p.60 ('00 11月)	・講演12 隕石中ハロゲン元素の放射化分析—光量子放射化分析法と 隕石内での分布— 仲本 朝嗣、Sk.A.Latif、大浦 泰嗣、海老原 充、中原 弘道	
11, p.62 ('00 11月)	・講演13 大型試料の即発γ線分析—中性子透過度と隕石への応用— 大浦 泰嗣、Sk.A.Latif、海老原 充、中原 弘道	
【資料】		
6, p.38 ('97 11月)	放射化分析ソフトウェアに関するアンケート調査のまとめ	鈴木 章悟
6, p.44 ('97 11月)	標準物質について(ホームページ紹介)	武内 孝之
8, p.69 ('99 4月)	「21世紀に向けた原子力の研究開発について」—日本学術会議対外報告 の概要—	
8, p.70 ('99 4月)	「研究炉の在り方に関する検討報告書(中間報告書)」(原子力産業会議)	
12, p.43 ('01 3月)	学術審議会から	伊藤 泰男
13, p.70 ('02 2月)	研究炉の現代的課題	伊藤 泰男
15, p.78 ('03 3月)	2002 FNCA研究炉利用ワークショップ	海老原 充
20, p.76 ('06 7月)	KURにおける1MWと5MW運転時の標準試料の放射化分析結果	高田 寛彌、中野 幸廣
【施設便り】		
1, p.56 ('95 3月)	東北大・核理研、原研施設利用共同研究、立教大・原子力研究所、日本原子力研究所研 究用原子炉	
2, p. ('95 11月)	東北大・核理研、原研施設利用共同研究、立教大・原子力研究所、武蔵工大・原子炉、京 大・原子炉実験所	
3, p.45 ('96 4月)	東北大・核理研、原研施設利用共同研究、立教大・原子力研究所、武蔵工大・原子力研究 所、京大・原子炉実験所	
4, p.35 ('96 10月)	東北大・核理研	
4, p.35 ('96 10月)	立教炉の利用存続を考える有志の集まり(記録)	
5, p.58 ('97 5月)	東北大・核理研、武蔵工大・原子力研究所、原研施設利用共同研究、立教大・原子力研究 所、京大・原子炉実験所	
7, p.38 ('98 10月)	東北大・核理研、原研施設利用共同研究、立教大・原子炉利用共同研究、京大・原子炉実 験所	
8, p.62 ('99 4月)	東北大・核理研、原研施設利用共同研究、立教大・原子炉利用共同研究、京大・原子炉実 験所	
9, p.78 ('99 10月)	東北大・核理研、原研施設利用共同研究、立教大・原子炉利用共同研究	
10, p.30 ('00 3月)	原研施設利用共同研究、立教大・原子炉利用共同研究、東北大・核理研	
11, p.77 ('00 11月)	東北大・核理研、京大・原子炉実験所、原研施設利用共同研究	
12, p.27 ('01 3月)	原研施設利用共同研究、立教大・原子力研究所、東北大・核理研、京大・原子炉実験所	
13, p.51 ('02 2月)	原研施設利用共同研究、東北大・核理研、京大・原子炉実験所	
14, p.55 ('02 8月)	原研施設利用共同研究、東北大・核理研、京大・原子炉実験所	
15, p.51 ('03 3月)	原研施設利用共同研究、東北大・核理研、京大・原子炉実験所	
16, p.82 ('04 8月)	原研施設利用共同研究、東北大・核理研、京大・原子炉実験所	
18, p.92 ('05 4月)	原研施設共同利用研究、京大・原子炉実験所、東北大・核理研	
19, p.80 ('06 1月)	原研施設利用総合共同研究、京大・原子炉実験所、東北大・核理研	
20, p.87 ('06 7月)	原子力機構施設共同利用研究、京大・原子炉実験所、東北大・核理研	
【施設紹介】		
11, p.80 ('00 11月)	東北大サイクロトロン第一ターゲット室照射コースの整備	大槻 勤
【事務局より・JA3関連】		
5, p.86 ('97 5月)	1997年次の事務局・幹事交代について	
5, p.95 ('97 5月)	立教大学研究用原子炉の共同利用継続に関する要望の活動	
7, p.45 ('98 10月)	アンケート結果	
7, p.46 ('98 10月)	「日本放射化学会(仮称)」と「放射化分析研究会」	
7, p.48 ('98 10月)	電子メーリングシステムのお知らせ	
8, p.31 ('99 4月)	平成10年度放射化分析研究会会合	
8, p.32 ('99 4月)	会計報告	
8, p.33 ('99 4月)	幹事会の一部改選について	

号 ページ(発行年月)	題名	執筆者
8, p.38 ('99 4月)	「放射化分析」誌掲載欄に関するアンケート	
8, p.38 ('99 4月)	・集計結果	
8, p.43 ('99 4月)	・コメント集	
8, p.47 ('99 4月)	・アンケート結果の感想	
		樹本 和義、葉袋 佳孝
12, p.38 ('01 3月)	日本中性子科学会(仮称)との関係について	
13, p.86 ('02 2月)	平成12年度、13年度 拡大幹事会議事メモ	
14, p.59 ('02 8月)	平成13年度、14年度 拡大幹事会議事メモ	
16, p.112 ('04 8月)	平成16年度 第1回放射化分析研究会(拡大)幹事会議事要旨(案)	
17, p.97 ('04 12月)	平成16年度JA3ホームページに関する第1回会合議事録	
17, p.100 ('04 12月)	第48回放射化学討論会放射化分析分科会議事録(案)	
17, p.101 ('04 12月)	平成16年度 第2回放射化分析研究会拡大幹事会議事録(案)	
19, p.83 ('06 1月)	平成17年度第1回幹事会議事録	
19, p.84 ('06 1月)	平成17年度拡大幹事会議事録	
19, p.85 ('06 1月)	第49回放射化学討論会 放射化分析分科会報告	
【将来計画】		
13, p.57 ('02 2月)	大強度陽子加速器プロジェクトの現況とそれへの対応について	海老原 充
15, p.58 ('03 3月)	大強度陽子加速器計画(その後)	海老原 充
16, p.75 ('04 8月)	連携重点研究	海老原 充
16, p.79 ('04 8月)	JRR-3実験利用棟ビームラインの現状と将来計画について	
		澤幡 浩之、笹島 文雄
17, p.78 ('04 12月)	大強度陽子加速器(J-PARC)(その後part 2)	海老原 充
18, p.53 ('05 4月)	大強度陽子加速器(J-PARC)(その後part3)	海老原 充
【動向・展望】		
6, p.59 ('97 11月)	研究用原子炉の現状と今後のあり方	伊藤 泰男
6, p.69 ('97 11月)	立教大学原子炉の共同利用継続に関する運動の進捗について	伊藤 泰男
9, p.1 ('99 10月)	平成10年間における放射化分析の動向	平井 昭司
10, p.40 ('00 3月)	日本放射化学会が設立しました!	関根 勉
10, p.42 ('00 3月)	放射化分析研究会と日本放射化学会	海老原 充
13, p.62 ('02 2月)	2001 FNCA研究炉ワークショップ	海老原 充
16, p.52 ('04 8月)	京都大学原子炉を巡る動き	海老原 充
17, p.50 ('04 12月)	東大原総センター東海分室(大学開放研)の動き	
17, p.50 ('04 12月)	・退職その後	伊藤 泰男
17, p.53 ('04 12月)	・東京大学原子力研究総合センター全国共同研究部門(大学開放研究室)に着任して	班目 春樹
18, p.87 ('05 4月)	Washington State Universityの放射化学・放射化分析プログラム	葉袋 佳孝
18, p.89 ('05 4月)	MTAA-12 日本開催に向けて	海老原 充
19, p.66 ('06 1月)	KAERIの研究用原子炉HANAROと京都大学原子炉実験所との協力研究の紹介	高宮 幸一
19, p.68 ('06 1月)	MTAA-12日本開催決定	海老原 充
20, p.91 ('06 7月)	MTAA12準備状況	
【発表論文要旨集】		
9, p.80 ('99 10月)		
【博士論文要旨】		
14, p.31 ('02 8月)	AI処理により誘導されるタバコ培養細胞の応答解析	飯倉 寛
16, p.88 ('04 8月)	火山地域における岩石の酸性変質現象に関する実験的研究	木川田 喜一
16, p.91 ('04 8月)	中性子放射化分析値に基づく小惑星天体中でのパラサイト隕石の化学進化に関する研究	箕輪 はるか
【修士論文要旨】		
14, p.34 ('02 8月)	ダイズ植物体の無機元素動態に対するAIおよびVの影響	奈良 志ほり
14, p.35 ('02 8月)	東日本沿岸部における海底堆積物の堆積環境並びに堆積メカニズムに関する研究	木村 賢一郎
14, p.36 ('02 8月)	長崎気候区における降下物中の化学成分並びに放射性核種の分布に関する研究	柳下 智
14, p.37 ('02 8月)	ゼオライト中に配列したアルカリ金属クラスターの電気的・磁氣的物性	南沢 俊文
14, p.41 ('02 8月)	隕石・岩石中の微量ハロゲン元素の定量	仲本 朝嗣
16, p.95 ('04 8月)	底質中の元素とその化学状態に着目した都市河川環境分析	田中 佑人
16, p.96 ('04 8月)	放射化分析法によるメダカの多元素同時分析	松下 力示
16, p.97 ('04 8月)	南極ユークライト隕石とDhofar007の化学組成に関する研究	脊戸柳 武彦
16, p.100 ('04 8月)	離乳後の成長期における亜鉛欠乏がマウスの生体および微量元素の挙動に与える影響	前津 仁美
17, p.79 ('04 12月)	名古屋市南部地区における表層土壌の重金属汚染と健康リスクの評価	世古 学

号 ページ(発行年月)	題名	執筆者
17, p.80 ('04 12月)	河口域底質に含まれる多元素の濃度及び化学状態の垂直分布に関する研究	高橋 統
17, p.81 ('04 12月)	月隕石の化学組成に関する研究	唐牛 讓
17, p.84 ('04 12月)	火星隕石(Y 000593, Y 980459)の化学組成に関する研究	白井 直樹
18, p.60 ('05 4月)	花崗岩中の酸化還元フロント形成に伴う元素の挙動	赤川 史典
18, p.63 ('05 4月)	Allende隕石難揮発性包有物の微量元素組成とその起源	若木 重行
18, p.65 ('05 4月)	草津温泉源泉群とその周辺河川におけるヒ素の挙動と経年変化に関する研究	川井 智
18, p.67 ('05 4月)	アルナイト生成に伴うランタノイド元素の相互分別現象に関する実験的研究	長谷川 潤
18, p.69 ('05 4月)	中性子放射化分析法によるハワイ沖深海底堆積物中及び南極水中の球粒試料の化学組成に関する研究	関本 俊
18, p.71 ('05 4月)	k0法を用いた機器中性子放射化分析による大気浮遊粒子のキャラクタリゼーション	丹治 輝
18, p.74 ('05 4月)	南極産ユークライトの地球化学的、及び鉱物学的研究	岡本 千里
20, p.61 ('06 7月)	多重γ線測定を用いた放射化分析	桑山 仁
20, p.63 ('06 7月)	放射化学的中性子放射化分析による岩石・隕石中の極微量親鉄性元素および希土類元素の定量	竹田 光世
20, p.65 ('06 7月)	天然水中の極微量スカンジウム法の確立とその海洋地球化学的研究への応用	能村 美穂
【卒業論文要旨】		
14, p.43 ('02 8月)	大気浮遊粒子状物質の中性子放射化分析並びに組成元素の挙動に関する研究	鈴木 健二
14, p.45 ('02 8月)	月隕石Yamato-981031の化学組成	唐牛 讓
14, p.46 ('02 8月)	放射化学的中性子放射化分析による岩石中の微量Mo, Wの定量	本橋 健晴
14, p.48 ('02 8月)	新たに調製された韓国岩石標準試料の放射化分析とその化学的特徴	赤嶺 勝之
16, p.102 ('04 8月)	万代鉱源泉の溶存成分組成経年変化と湧出環境の変化	川井 智
16, p.103 ('04 8月)	アルナイトの生成過程におけるランタノイド元素相互分別機構の解明	長谷川 潤
16, p.104 ('04 8月)	亜鉛欠乏マウスの肝細胞中における生体微量元素の分布	小池 真理子
16, p.105 ('04 8月)	軽度の亜鉛欠乏状態における微量元素の生体内挙動	川本 有美
16, p.106 ('04 8月)	女子大学生の食環境とミネラル摂取に関する研究	榎本 啓子、大森 佐與子
16, p.107 ('04 8月)	茶葉の多元素放射化分析Ⅲ-生薬・ハーブについて- 窪庭 綾香、加藤 由美子、大森 佐與子	
16, p.108 ('04 8月)	熱変成を受けているエンスタタイトコンドライトの化学組成	川原 綾
16, p.109 ('04 8月)	南極隕石を用いたホウ素と塩素の溶出実験	高橋 千恵子
16, p.110 ('04 8月)	八王子市と酒田市で採集した浮遊粒子状物質の中性子放射化分析	中松 弘明
16, p.111 ('04 8月)	中性子放射化分析による天然水中のScの定量方法の開発	能村 美穂
17, p.87 ('04 12月)	松代温泉に見出される水質の類似性と多様性	金田 哲人
17, p.88 ('04 12月)	奥万座地域陸水の水質に見られる地質構成・地層構造の影響	小坂 美紀子
17, p.89 ('04 12月)	宇和海海底堆積物の地球化学的研究	戎居 祐治
17, p.89 ('04 12月)	加速器質量分析法による隕石中の ³⁶ Clの定量	飯尾 浩之
17, p.91 ('04 12月)	多重γ線放射化分析法を用いたコマチアイト中の微量Irの定量	桑山 仁
17, p.92 ('04 12月)	中性子放射化分析による雨水中のSc及び希土類元素の定量	佐藤 真由美
17, p.93 ('04 12月)	キレート樹脂を用いたRNAAによる岩石中の極微量白金族元素の定量	竹田 光世
17, p.95 ('04 12月)	八王子市と酒田市で採集した大気浮遊粒子(PM10)の化学組成	永幡 健
18, p.76 ('05 4月)	松代温泉に見られる石灰華の化学組成	西野 剛弘
18, p.77 ('05 4月)	草津白根山西麓陸水中のヒ素濃度	佐野 淳子
18, p.78 ('05 4月)	陸水の溶存成分組成に基づく万座地域地下熱水系の推察	久野 吉郎
18, p.79 ('05 4月)	八王子と酒田市で採集した大気浮遊粒子(PM10)の化学組成[II]	井口 秀憲
18, p.80 ('05 4月)	放射化学的中性子放射化分析法によるオリビン試料中の極微量ランタノイドの定量	竹内 正和
18, p.81 ('05 4月)	中性子即発γ線分析法による岩石試料中の水素の定量	山崎 俊輔
20, p.67 ('06 7月)	陸水の溶存成分組成から見た草津白根山西麓の地下熱水系	東海林 征
20, p.68 ('06 7月)	草津温泉における源泉起源ヒ素の周辺環境への影響	藤 宏之
20, p.69 ('06 7月)	多摩川 中・下流域底質における元素分布と鉄の化学状態から見た河川環境	中村 明日子
20, p.70 ('06 7月)	東京湾最奥部に位置する干潟底質に関する研究	諸町 大地
20, p.71 ('06 7月)	放射化分析による酸化ガドリニウム中の微量カリウムの定量	佐々木 愛
20, p.72 ('06 7月)	前濃縮中性子放射化分析法による岩石試料中の微量親鉄性元素の定量	田中 奈津子
20, p.73 ('06 7月)	HED隕石の化学組成	宝積 俊和
【アナウンスメント】		
5, p.79 ('97 5月)	k0 Newsletterの発行について	米沢 伸四郎
13, p.86 ('02 2月)	「インターネット版原子力百科ATMOICA」の紹介	石川 勇

号 ページ(発行年月)	題名	執筆者
【お知恵拝借】		
5, p.76 ('97 5月)	NTT光エレクトロニクス研究所サイクロロン施設	重松 俊男
【若い声】		
2, p.28 ('95 11月)	放射化分析を利用している一学生の戯言	尾崎 大真
2, p.28 ('95 11月)	放射化分析の出会いと今思うこと	櫻井 宏行
3, p.42 ('96 4月)	とある1日の昼休み	宮本 ユタカ
4, p.29 ('96 10月)	放射化学について思うこと	尾崎 卓郎
5, p.56 ('97 5月)	放射化分析について思うこと	玉田 真弓
6, p.36 ('97 11月)	放射化分析の魅力	片岡 達彦
6, p.37 ('97 11月)	放射化分析についての雑感	篠塚 一典
7, p.26 ('98 10月)	僕の即発γ線分析	佐野 貴司
8, p.30 ('99 4月)	立教大学原子力研究所との出会い	篠塚 良嗣
10, p.23 ('00 3月)	はじめの一歩	久野 章仁
18, p.86 ('05 4月)	放射化分析って??	丹治 輝
20, p.74 ('06 7月)	普段は言えない(本当は言いたい)放射化学的中性子放射化分析について	竹田 光世
【談話室】		
2, p.33 ('95 11月)	地球化学図と放射化分析:もう一つのメリット	田中 剛
3, p.44 ('96 4月)	歴史学・考古学における分析データの「量」と「質」	富沢 威
4, p.16 ('96 10月)	「著名な研究所の印象を少し書き綴ってみたい。…」	中西 友子
5, p.57 ('97 5月)	データフォーマットの統一化の私案	鈴木 章悟
6, p.47 ('97 11月)	北京の放射化学関連研究施設を訪ねて	海老原 充
7, p.28 ('98 10月)	分析屋の見た放射線安全管理の現場	榎本 和義
7, p.29 ('98 10月)	惑星探査と放射化分析	海老原 充
8, p.51 ('99 4月)	隕石の非破壊検査	海老原 充
15, p.88 ('03 3月)	「第4回環境放射能・放射線-夏の学校」に参加して	川端 良子
18, p.82 ('05 4月)	放射線関連用語の一問題“消滅ガンマ線”を例として	伊藤 泰男
【コラム】		
1, p.18 ('95 3月)	新刊書案内	
1, p.70 ('95 3月)	国際会議案内	
2, p.22 ('95 11月)	新刊書案内	
5, p.65 ('97 5月)	新刊書案内	
12, p.31 ('01 3月)	「最近、国内(国際)会議や研究会がやたらと多い。…」	T.O.
14, p.58 ('02 8月)	新刊書案内	

本会誌の内容および投稿募集

放射化分析研究会の情報媒体は、定期刊行機関紙「放射化分析」、不定期の「放射化分析研究会ニュース」、および電子メールです。

会誌「放射化分析」は下記の記事で構成されます。

講座・特集・解説:

専門的な記事を毎月企画していきます。記事の内容についてのご希望や提案をお寄せください。

研究紹介:

放射化分析に関する研究、放射化分析を用いた研究を紹介していきます。

研究の当事者にまとまった内容を執筆していただくものと、秀れた論文を紹介するものがあります。

特に紹介したい研究についてご意見をお寄せください。

Q&A:

会員から質問を受けて、回答やアドバイスを掲載します。どのような質問でも結構です。

回答者は幹事会が責任をもって会員の中から選定します。

施設・研究室紹介:

放射化分析を行うことができる施設については、放射化分析関係の共同利用、

共同研究が行われている施設で採択されている研究課題などを掲載します。

また放射化分析を行っている研究室の紹介を適宜行います。

談話室:

会員の気軽なおしゃべりの場です。要望、話題、新刊紹介、その他、どのような内容でも結構です。

若い声:

学生や着手研究者およびこれから放射化分析を手がけようとする方々の新鮮な声を反映させる欄です。

研究会報告・最近の動向等:

最近開催された研究会の報告です。放射化が取り扱われている研究は広範囲な分野に

顔を出している筈です。放射化が関係している研究課題が1件でもあれば、この欄に取り上げたいと思います。

会員の皆さんからの情報提供をお待ちしています。

アナウンスメント

論文紹介(発表論文アブストラクト)

会員から届けられた論文別刷りを元に、発表された学術論文のタイトルとアブストラクトが随時掲載されます。

博士・修論文の要約も掲載します。

会員名簿

原稿はA4横書き、40字×40行、上下マージン25mm、左右マージン20mmを標準として、

そのままオフセット印刷又はコピーして使える形に清書して送付して下さい。

編集の際にレイアウトを工夫させていただくこともありますので念のためファイルを添付して下さい。

(ファイルはMS-DOSのテキスト又はMS-WORDが最適ですが、Macintoshのファイルやワープロ専用機のファイルもかなりの程度処理できます)

電子メーリングシステム

会員及び幹事会の電子メールアドレスが、下記のエイリアスに登録されています。
これを用いて会員相互の交流・意見交換を促進していきます。

会 員 : JA3@kaihoken.nuclear.jp

幹事会 : JA3-kanjikai@kaihoken.nuclear.jp

JA3@kaihoken.nuclear.jp に発信すれば、(電子メールアドレスが登録されている)
会員全体に配信されます。

幹事会・事務局への連絡・要望等は JA3-jimu@kaihoken.nuclear.jp に発信して下
さい。

メールアドレスを持っているけれど、事務局等からの電子メールを受け取ったことの無い会員は、アドレスがエイリアスに正しく登録されていない可能性があります。お心当たりの方は事務局宛ご連絡下さい。入力を修正します。

放射化分析研究会

事務局 319-1195 茨城県那珂郡東海村 日本原子力研究開発機構内 大学開放研究室

TEL 029-282-5516 FAX 029-287-2464

E-mail: JA3-jimu@kaihoken.nuclear.jp

Home Page: <http://wwwsoc.nii.ac.jp/ja3/>

幹事

海老原充 河野公栄 木川田喜一 澤幡浩之 宮本ユタカ 岡田往子
大浦泰嗣 高宮幸一 松江秀明 榊本和義 松尾基之