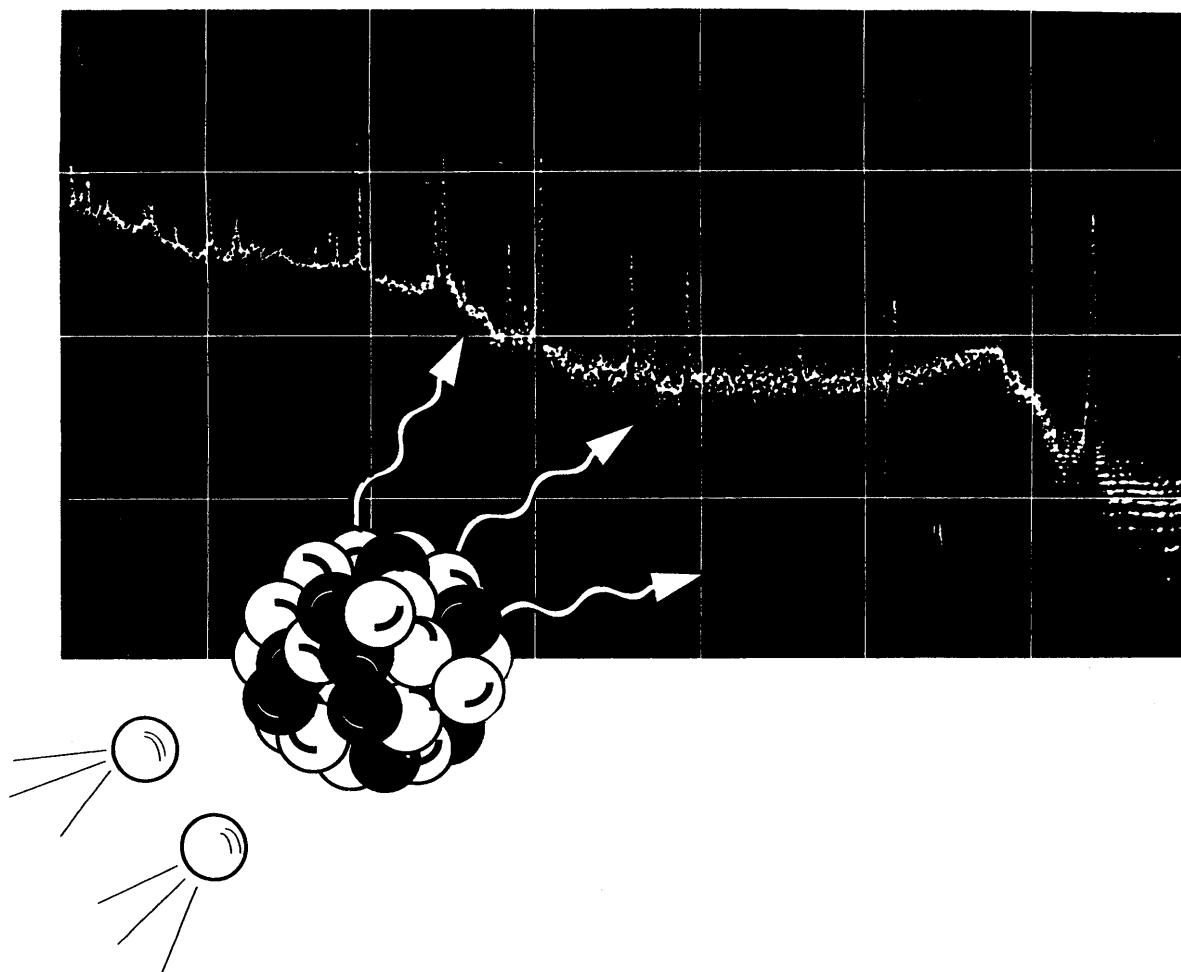


1995年3月

放射化分析

創刊号



放射化分析研究会

表紙は 岡田往子さん（武蔵工大原研）によるものです。
（次号以降の表紙のデザインを募集します。）

放射化分析創刊号

目次

| | |
|---|-------------|
| 放射化分析研究会発足の主旨 | 1 |
| 浜口 博先生のご寄稿 40年前の思い出 | 3 |
| 斎藤 信房先生のご寄稿 放射化分析研究会発足を祝う | 4 |
| 本田 雅健先生のご寄稿 Mn-53の放射化分析 | 5 |
| 日下 譲先生のご寄稿 放射化分析者に期待する -大震災を体験して- | 6 |
| 野崎 正先生のご寄稿 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 | 7 |
| 鈴木 信男先生のご寄稿 新たな発展のために | 9 |
| 発起人の一言集 | 10 |
| 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 李紀 武内 孝之 谷崎 良之 辻 治雄 中西 友子 橋本 哲夫 福岡 孝昭 榊本 和義 薬袋 佳孝 結田 康一 米沢 伸四郎 村松 康行 富沢 威 | |
| 講座 放射化分析のはじめに | 19 |
| まえがき | 海老原 充 |
| 機器中性子放射化分析 | 鈴木 章悟 |
| 放射化学的中性子放射化分析 | 海老原 充・戸村 健児 |
| 中性子即発γ線分析 | 米沢 伸四郎 |
| 荷電粒子放射化分析 | 重松 俊男 |
| 光量子放射化分析 | 榊本 和義 |
| 研究紹介 | 41 |
| 国設大気測定網と放射化分析 | 大蔵 恒彦 |
| 施設だより | 56 |
| 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 京都大学原子炉実験所 日本原子力研究所研究用原子炉 | |
| 研究会報告 | 64 |
| MARCⅢに参加して 第55回分析化学討論会 第31回理工学における同位元素研究発表会 第38回放射化学討論会 放射化分析支援システム研究会(Ⅱ) 日本地球化学会年会 日本分析化学会第43年会 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 立教大原子炉利用共同研究20周年記念 成果発表会 | |
| コラム 新刊書案内 | 18 |
| 国際会議案内 | 70 |
| 会員名簿 | 71 |

放射化分析研究会 発足の主旨

有志数十名の発意によって動き出し、二年以上にわたる準備期間を経て、放射化分析研究会が発足しました。以下、放射化分析研究会の入会呼び掛けを再録することによって、会の主旨をここに明らかにしておきます。

... 既にご承知のように、放射化分析は正確さの優れた超微量非破壊多元素同時分析法として過去30数年間にわたって発展してきました。現在は放射化分析そのものの研究はほぼ終了して放射化学や分析の専門家の手から離れていっていますが、一方ではその優れた特徴が認識されて多くの分野で応用されるようになっていきます。実際放射化分析は環境科学、生物学・農学、宇宙・地球科学、材料科学、考古学、その他多くの分野で実用に供されています。操作そのものが簡単で、正確さと感度に優れ、かつ多元素を同時に分析することが可能であるという放射化分析の固有の特徴に比べられる手法はいまのところ他にありません。

とは云え放射化分析にも問題が無いわけではありません。この手法では原子炉を利用して放射線を測定する必要がありますが、その為に多少の訓練が必要であることと、時に利用手続きが煩雑であることが、利用者に近づきにくいという印象を与えています。加えて ICP-AES や ICP-MS のように放射化分析に競合し得る優れた分析手法が出現しているために、放射化分析の重要性は薄らいだという見方も出てきて、その応用拡大への力を弱める原因の一つになっています。このような中で放射化分析とは云えば、以前は既存の学会内にまとまっていたものの、応用研究が中心になってからは研究発表の場が専門分野に従って分散してしまいました。このため研究者間の交流や情報交換を行う場が失われつつあり、新しい研究開拓の芽を育てたり、原子炉周辺の研究設備や制度の改良・発展につながる要求を結集したりすることもほとんど出来ない状態です。またこれから放射化分析を試みたいと考える人たちへの支援を行う場もほとんどありません。

このような放射化分析の問題点と将来について考える場が、この数年の間に色々な機会を通じてもたれました。それは放射化分析そのものの為である場合もあり、原子力基礎研究の広がりを支える大きな柱の一つとしての放射化分析を認識する場合もありましたが、いずれの場合も放射化分析を積極的に推進する価値のあるものとしてとらえるべきことが強調されてきました。最近行われるようになった即発ガンマ線分析や K_0 法による多元素同時分析などは、この分野にもまだまだ取り組むべきことがあることを示していますし、開発途上の中性子ビームガイド技術などとリンクすれば放射化分析を質的に異なった技術に発展させることも夢ではありません。折しも研究用原子炉のあり方が全国的な課題として検討されています。

このようなことから、放射化分析の可能性を一層高めて発展させていくために、多くの方々の賛同を得て「放射化分析研究会」を発足させることになった次第です。さしあたっては、関心のある方々を結集して連絡を良くすることを目的に同好会的に発足させ、若干名の幹事を軸に小回り良く運営する予定です。情報交換のために機関誌を年数回発行するほか、公約数的に共通ないくつかの学会での交流も行います。また可能な範囲で研究会等を開催することも考えています。

1. 会の名称：放射化分析研究会

2. 目的：

放射化分析とその周辺に関わる事項について、原子炉等の研究施設担当者、放射化分析の専門家および利用者相互の連絡をはかり、情報交換を行う。

3. 事業：

当面は機関誌による情報交換を主とし、関連する主要な学会での交流の他、独自にあるいは他の機関と協力して研究会を開催する

4. 事務局：

当面、東京大学 原子力研究総合センター 東海分室（大学開放研究室）に事務局を置く

319-11 茨城県那珂郡東海村 日本原子力研究所内

東京大学原子力研究総合センター東海分室（大学開放研究室）内

放射化分析研究会

FAX 0292-87-2464

TEL 0292-82-5516

5. 発起人

- 朝野武美 (大阪府立大学 付属研究所)
- 伊藤伸彦 (北里大学 獣医学部)
- 伊藤泰男 (東京大学 原子力研究総合センター)
- 海老原充 (東京都立大学 理学部)
- 片山幸士 (京都大学 農学部)
- 木村 幹 (青山大学 理工学部)
- 河野公栄 (愛媛大学 農学部)
- 小林慎江 (京都大学 原子炉実験所)
- 酒井陽一 (大同工業大学 理学部)
- 坂口孝司 (宮崎医科大学 医学部)
- 重松俊男 (NTT 境界領域研究所)
- 鈴木章悟 (武蔵工業大学 原子力研究所)
- 関 李紀 (筑波大学 化学系)
- 武内孝之 (京都大学 原子炉実験所)
- 谷崎良之 (都立アイソトープ研究所)
- 辻 治雄 (甲南大学 理学部)
- 富沢 威 (慶応大学 文学部)
- 戸村健児 (立教大学 原子力研究所)
- 中西友子 (東京大学 農学部)
- 野崎 正 (北里大学 衛生学部)
- 増澤敏行 (名古屋大学 大気水圏科学研究所)
- 榎本和義 (東北大学 核理研)
- 橋本哲夫 (新潟大学 理学部)
- 樋口英雄 (日本分析センター)
- 平井昭司 (武蔵工業大学 原子力研究所)
- 福岡孝昭 (学習院大学 理学部)
- 溝畑 朗 (大阪府立大学 付属研究所)
- 三辻利一 (奈良教育大学)
- 葉袋佳孝 (東京大学 理学部)
- 村松康行 (放医研 那珂湊支所)
- 結田康一 (農業環境技術研究所)
- 米沢伸四郎 (原研 東海研究所)

(○印は、当面の幹事です)

それはもう40年も前のことになる。私が放射化分析の研究を始めたのは。戦後間もなく私は東京文科大学に移ったが、学制改革で東京教育大学となり、昭和29年在外研究の機会が与えられた。当時の外国出張の辞令を見ると、

1. 出張先 米国
2. 出張期間 自昭和29年10月15日、至昭和30年9月20日
3. 出張目的 地球化学の研究

となっている。留学は若いときほど効果が上がるのであるが、文部省の在外研究制度は大戦による中断でそれが再開されてこれに当たる人の年齢が高くなり私がこの機会に当たったときは既に39才で遅きに失した観があった。

さて留学先を決めるのに私は大胆にもシカゴ大学の H.C. Urey 博士（重水素の発見でノーベル賞授賞者）に手紙を書き許しを得て大学の原子核研究所（後 E. Fermi 研究所）に出かけた。シカゴ大学は核分裂の連鎖反応が発見されたところで、それは研究所の向かいにある陸上運動場のスタンド地下室で Fermi らによって達成された。それを記念した青銅板の碑がスタンドの壁にはめ込まれており、それには

In December 2, 1942 man achieved here selfsustaining nuclear chain reaction and thereby initiated the controlled release of nuclear energy

と記されていた。原子力時代の先駆けとなった研究の行われたところである。ところで Urey は当時元素の宇宙存在度に関心が高く、私に隕石のウランの分析を放射化分析でやってくれと命じた。従来の隕石のウランの値はどうも宇宙の heat balance の点から考えて高すぎるように思うのでやり直したいというのである。そのため放射化学者の A. Turkevich 教授の指導を受けてこの問題を解決せよというのである。それから私の放射化学の勉強が始まった。教授の放射化学の講義を大学院生と一緒に聞いて学生実験のテキストに従って実験をしたりし勉強した。ウランの放射化分析は ^{238}U の中性子捕獲- β 壊変で生じる 2.33日の ^{239}Np の測定と ^{235}U の核分裂生成物 ^{140}Ba - ^{140}La の測定との2つの方法に依った。Np の分析操作の確定には大変難儀し半年以上も苦しんだがどうにか解決できた。さて研究実験の開始であるが、隕石試料と Mock（ウランの定量を加えた比較用試料）とを並べてアルゴンヌの CP-5 型原子炉で 3~5 日位断続照射する。照射試料はトラックで一時間くらいでシカゴ大学に運ばれ研究所に隣接する加速器建屋の地下室にあるホットラボに届けられる。ここで試料を開き ^{237}Np トレーサーと Ba キャリヤーの一定量を加えて第一段のデコンタミ分離操作をしてあとは研究所4階の実験室に移り、以下の化学分離操作を続け測定試料を得て放射能の計測を続けるのである。それは典型的な RNAA であった。労多い仕事であった。徹夜することも多かった。しかしこれによって確信の持てる分析値を得ることができた。従来の報告値が高すぎることの多いことを指摘することができた。この仕事は一年では足りず更に一年間留学を延長することになったが、当時は日本では原子力ブームの時にあたり日本から多数の原子力視察団が訪れアルゴンヌの原子炉を視察していった。現在原子力界で活躍してられる原子力委員伊原義徳氏と原子力委員長代理の大山彰氏がそろって視察にシカゴ

を訪れ、両氏に夕食をもてなした思い出がある。

2年間の在外研究を終えて昭和31年秋帰国したが、原研のJRR-1が完成し大学共同利用が可能となる時期にあたり、さっそくに習い憶えた放射化分析の仕事が続けることができたことは非常に運の良いことであった。

放射化分析法の技術の開発はその後放射能測定器の進歩やコンピュータの性能の進歩などに関連して著しい進展がみられるが、このたびに放射化分析研究会が発足したことはまことに結構なことと思います。多くの新しい手法が出現しているが、超微量分析法の一つとして放射化分析法の価値は変わらないと思います。

私はもはや現役を退いている身であるが、初期の放射化分析を育ててきた者の一人として思い出の一端を記させていただきました。

斎藤信房先生 ご寄稿

放射化分析研究会発足を祝う

このたび、放射化分析を専門とされる研究者、またこの分析法に関心を持たれるいろいろの分野の技術者などの熱意によって、放射化分析研究会が発足したことは、まことに結構なことで、心からお祝いを申し上げます。

小生は、昔、理研の小サイクロトロンを用いて希土類元素の放射化分析を行ったことがあります。その後はこの分野にはほとんど実績がなく、最近でも、数年前にウィーンで行われたMTAAの会議に研究発表した程度で、放射化分析の専門家ではありません。しかし、放射化分析の進歩と日本における研究業績には非常に興味を持っています。

多くの新しい分析法の出現によって、超微量分析法のひとつである放射化分析法の相対的価値はやや低下したとも言えます。しかし、MTAA会議の活況を見ても、最近のK_α法の開発や既発ガンマ線分析の進展を眺めても、放射化分析の将来は明るいと考えてよいと思います。とくに、研究炉の性能が向上し、冷中性子(cold neutron)を活用した中性子誘起既発ガンマ線分析法が開発され、従来分析の難しかった軽元素などのこん跡分析も可能となったことは特筆すべきことと思います。また、加速器を用いた荷電粒子放射化分析では、わが国では嵯峨根博士ほかによる開拓的研究をはじめとして、多くの立派な業績が重ねられていることも忘れることができません。放射化分析の進歩は、研究炉や加速器さらにコンピュータの性能の進歩と密接に関連していると言ってよいでしょう。

1995年には、韓国において、MTAAが開催されることはご存知の通りですが、韓国は地理的にも日本に近いので、研究会の会員を含め多数の日本の研究者が参加されることを願ってやみません。

最後にひとつだけお願いしたいことがあります。学会でも研究会でも同様ですが、会員同士は交流が盛んで仲良しでも、会員以外の人々にはきわめて閉鎖的になることがよく見られます。放射化分析研究会は、“開かれた会”であることを期待したいと思います。

を訪れ、両氏に夕食をもてなした思い出がある。

2年間の在外研究を終えて昭和31年秋帰国したが、原研のJRR-1が完成し大学共同利用が可能となる時期にあたり、さっそくに習い憶えた放射化分析の仕事が続けることができたことは非常に運の良いことであった。

放射化分析法の技術の開発はその後放射能測定器の進歩やコンピュータの性能の進歩などに関連して著しい進展がみられるが、このたびに放射化分析研究会が発足したことはまことに結構なことと思います。多くの新しい手法が出現しているが、超微量分析法の一つとして放射化分析法の価値は変わらないと思います。

私はもはや現役を退いている身であるが、初期の放射化分析を育ててきた者の一人として思い出の一端を記させていただきました。

斎藤信房先生 ご寄稿

放射化分析研究会発足を祝う

このたび、放射化分析を専門とされる研究者、またこの分析法に関心を持たれるいろいろの分野の技術者などの熱意によって、放射化分析研究会が発足したことは、まことに結構なことで、心からお祝いを申し上げます。

小生は、昔、理研の小サイクロトロンを用いて希土類元素の放射化分析を行ったことがあります。その後はこの分野にはほとんど実績がなく、最近でも、数年前にウィーンで行われたMTAAの会議に研究発表した程度で、放射化分析の専門家ではありません。しかし、放射化分析の進歩と日本における研究業績には非常に興味を持っています。

多くの新しい分析法の出現によって、超微量分析法のひとつである放射化分析法の相対的価値はやや低下したとも言えます。しかし、MTAA会議の活況を見ても、最近のK α 法の開発や既発ガンマ線分析の進展を眺めても、放射化分析の将来は明るいと考えてよいと思います。とくに、研究炉の性能が向上し、冷中性子(cold neutron)を活用した中性子誘起既発ガンマ線分析法が開発され、従来分析の難しかった軽元素などのこん跡分析も可能となったことは特筆すべきことと思います。また、加速器を用いた荷電粒子放射化分析では、わが国では嵯峨根博士ほかによる開拓的研究をはじめとして、多くの立派な業績が重ねられていることも忘れることができません。放射化分析の進歩は、研究炉や加速器さらにコンピュータの性能の進歩と密接に関連していると言ってよいでしょう。

1995年には、韓国において、MTAAが開催されることはご存知の通りですが、韓国は地理的にも日本に近いので、研究会の会員を含め多数の日本の研究者が参加されることを願ってやみません。

最後にひとつだけお願いしたいことがあります。学会でも研究会でも同様ですが、会員同士は交流が盛んで仲良しでも、会員以外の人々にはきわめて閉鎖的になることがよく見られます。放射化分析研究会は、“開かれた会”であることを期待したいと思います。

原子炉中性子を利用する放射化分析法を始めてからもう30年位になるで有ろうか？米国から日本に帰って来たのが1962年であるからその後からのことである。米国では天然物中や加速器による核反応生成物の測定をやってきたので原子炉の利用研究はかなり新鮮な印象を与えてくれた。多重波高分析器もNaI(Tl)と組み合わせられて分解能と格闘していた頃であった。勿論今で言えばRNAAであり、ほとんど化学分離は不可欠で短時間照射の出番は中々なかった。

このころ微弱な反応生成物の直接測定に苦勞してきた我々に朗報がもたらされた。それがMn-53(n, γ)Mn-54を利用する放射化法である。何分Mnは天然に広く分布している鉄の隣下にある。Mn-54と違ってMn-53なるものは、当時は良くは解かっていなかったがとにかく半減期が非常に長く、地球外の物質には鉄のあるところには必ず存在すると言ってもよい、格好の研究対象である。ただ困ったことはMn-54の様な測定し易いガンマ線を出さないで、Mn-54と同じく電子捕獲に伴うCrのX線しか出さないことである。そこへ、私の後我々のグループに来たH. Millardなる若い人が見つけてくれた方法が伝えられたのが1965年のことである。彼は、熱中性子に対する反応断面積が算定できるものであれば、放射化によって生成したMn-54を測定できれば、原子数が求められると考えた。それから解かっていない半減期がもとめられると予測したわけである。問題の断面積の推定は困難であると思われたので、この方法による半減期測定は見込みがないものと見ていた。所が、何でもやってみるもので、我々が苦勞して分離精製したMn試料から多量のMn-54ができる事がわかった。このことが半減期ではなく先ず放射化分析に利用できることを示していた。

早速これを取り上げて実用化したのが現在もなお常用している測定手段である。現在AMS法、加速器質量分析法、が長半減期放射能の高感度測定に賞用されているが、これだけは放射化分析に頼らざるを得ないでいるのは不思議といってもよい。初めの頃はJRR-2のisotope trayが利用された。その内に旧三号炉JRR-3の照射施設のうち我々の目的に向いたところが見つかり、月面試料や石質隕石に広く利用された。試料と研究グループの関係から米国University of Californiaの間で実質上の共同研究を進めてきた。事実JRR-3は世界的にも優れた炉であることが証明された。フランスのサクレEL3の炉と実験的に比較検討したこともある。

さてそれでは優れた炉とは何かと言うことになる。この仕事で最も問題に成るのは線質といえるであろう。速中性子があるとFe-54(n, p)Mn-55($n, 2n$)の妨害反応によって大きな影響を受ける。鉄は分離して除くことは困難ではない。しかしMnは石質隕石中球粒隕石、コンドライト、の場合3000ppmも含まれていることが致命的であることがある。何分 $E19n/cm^2$ のdoseによって放射能は3000倍にも拡大されるのはよいが、不純物の影響は大きい。普通、熱/速の比にして1000以上は必要である。Cd比では直接的でないが、最低200以上は必要と見てよい。

このような事情があるのでJRR-3の更新の際のアンケートには縷縷陳情したつもりであったが、いざ蓋をあけてみて啞然とせざるを得なかった。我々の様な希望は全然考慮されていなかったからである。なんと言っても聞いてもらえないなら仕方がない。

諦めて現在のところでは何とかこちらの希望に添ったところをさがしてもらってテストを繰り返してみることにしている。

上記の様にこの測定（分析）はやや特殊である。第一に標準試料の問題がある。一次標準となるものはX線測定による絶対値の解かったものでなければならない。それも今のところ隕石特に隕鉄から抽出したものでなければ使えない。人工的に核反応を利用して Mn-53 を生成させることはできる、しかしほとんどの場合 Mn-54 が副成してしまう。そしてその放射能強度は目的物の百万倍を超えることになる。勿論 Mn-54 は 312 日の半減期によって壊変して行くから待っていればよいのだが、大抵の場合 10 年以上になるであろう。実は Mn-53 の直接質量分析による半減期測定を行ったのは 1971 年の事になるが、そのときは Cr-50(alpha, p) を利用するものを試料として特に Mn-54 の生成を押さえたものである。発表された測定値は 3.7E6年 で誤差は 10%と成っている。それは当時の推定値の約 2 倍に相当していた。しかしその後は誰も再測定をしていない。その後数多くの Mn-53 の分析測定とそれらの宇宙化学的意味が論ぜられているが、私は 20 年以上も前に作った自分達の標準試料についても、そのとき測った半減期の値の信頼度についても、あまり安心して見ているわけではない。

日下 譲 先生 ご寄稿

放射化分析者に期待する - 大震災を体験して -

1月17日午前5時47分、衝撃で電池を飛ばした書斎の時計は今もその時刻を示し続けている。その時私は成す術も知らず、頭部のみを机の下に置いて落下物を避けた。そして、手さぐりで懐中電灯を求め、流感による高熱で臥していた妻の安全を確認するのがやっとであった。

震度7の直下型大地震、それは大自然のただのクシャミに過ぎないが、によって、脆くも崩壊する都市文明。近代科学文明も大自然の前では無力。産業革命に由来して、化石燃料を消費して構築されてきた現代文明のひ弱い体質。自然を支配する、地球にやさしくする、などといって、自分を万物の霊長と自惚れる人間の愚かさ。

このような難事に直面して、そしてすべき仕事に眼前に山積された事態に遭遇して、自分がすべきことは、最重要課題は何かを的確に判断して、迅速に対応し実行することである。 *Slow but steady* ではなくて、 *Rapid and steady*、そして *Simple is best* が必須になる。ほとんどの科学者の結果論、すべての政治家の無責任、そして無駄な長電話や長話などは被災者には腹立たしく思われる。

地球環境問題や資源・エネルギー問題など、極めて深刻な問題群の到来が 21世紀の人類に予想されている現在、科学者は今何をすべきや、どの様な仕事があるのかを的確に判断して実行すべきである。

「放射化分析研究会」の発足を心よりお喜び申し上げます。この方法が極めて優れた特色と多くの可能性を有するものであると信ずるからです。本会の大いなる発展を祈っております。

諦めて現在のところでは何とかこちらの希望に添ったところをさがしてもらってテストを繰り返してみることにしている。

上記の様にこの測定（分析）はやや特殊である。第一に標準試料の問題がある。一次標準となるものはX線測定による絶対値の解かったものでなければならない。それも今のところ隕石特に隕鉄から抽出したものでなければ使えない。人工的に核反応を利用して Mn-53 を生成させることはできる、しかしほとんどの場合 Mn-54 が副成してしまう。そしてその放射能強度は目的物の百万倍を越えることになる。勿論 Mn-54 は 312 日の半減期によって壊変して行くから待っていればよいのだが、大抵の場合 10 年以上になるであろう。実は Mn-53 の直接質量分析による半減期測定を行ったのは 1971 年の事になるが、そのときは Cr-50(alpha, p) を利用するものを試料として特に Mn-54 の生成を押さえたものである。発表された測定値は 3.7E6年 で誤差は 10%と成っている。それは当時の推定値の約 2 倍に相当していた。しかしその後は誰も再測定をしていない。その後数多くの Mn-53 の分析測定とそれらの宇宙化学的意味が論ぜられているが、私は 20 年以上も前に作った自分達の標準試料についても、そのとき測った半減期の値の信頼度についても、あまり安心して見ているわけではない。

日下 譲 先生 ご寄稿

放射化分析者に期待する - 大震災を体験して -

1月17日午前5時47分、衝撃で電池を飛ばした書斎の時計は今もその時刻を示し続けている。その時私は成す術も知らず、頭部のみを机の下に置いて落下物を避けた。そして、手さぐりで懐中電灯を求め、流感による高熱で臥していた妻の安全を確認するのがやっとであった。

震度7の直下型大地震、それは大自然のただのクシャミに過ぎないが、によって、脆くも崩壊する都市文明。近代科学文明も大自然の前では無力。産業革命に由来して、化石燃料を消費して構築されてきた現代文明のひ弱い体質。自然を支配する、地球にやさしくする、などといって、自分を万物の霊長と自惚れる人間の愚かさ。

このような難事に直面して、そしてすべき仕事に眼前に山積された事態に遭遇して、自分がすべきことは、最重要課題は何かを的確に判断して、迅速に対応し実行することである。 *Slow but steady* ではなくて、 *Rapid and steady*、そして *Simple is best* が必須になる。ほとんどの科学者の結果論、すべての政治家の無責任、そして無駄な長電話や長話などは被災者には腹立たしく思われる。

地球環境問題や資源・エネルギー問題など、極めて深刻な問題群の到来が 21世紀の人類に予想されている現在、科学者は今何をすべきや、どの様な仕事があるのかを的確に判断して実行すべきである。

「放射化分析研究会」の発足を心よりお喜び申し上げます。この方法が極めて優れた特色と多くの可能性を有するものであると信ずるからです。本会の大いなる発展を祈っております。

“栄枯は移る世の姿” “奢れる者も久しからず、ただ春の夜の夢の如し”、同様な名言は世に満ち溢れている。放射化分析も来年還暦を迎えるが、現在はサインカーブの極小点に近付いているフェイズにあるように思われる。だがこんな時こそ関係者の真価が問われるのだ。今日の固体電子工学時代の到来のためには、放射化分析の超高感度性を活用した半導体材質中の不純物分析が不可欠な役割を果たしてきた。そして、半導体検出器もコンピュータも半導体材質向上の産物であるが、両者の組み合わせによるガンマー線スペクトロメトリーは、他の超高感度元素分析法の開発とあいまって、放射化分析の利用上の特長を変化させた。すなわち、とくに従来の化学知識や技術を持たない人でも、この方法を用いれば、効率よく多元素同時定量が可能となった。そして、利用者数は増加しているようだが、“化学の腕”の優れた持ち主、化学反応の直接観察に生きがいを感じる人達は名誉ある失業状態に追い込まれてきたかのように見える。さらに、放射化分析には、もはや独創性が主役を演じる時代は過ぎ去ったと思われがちである。だが私は、この現状で良いとは思っていない。まだまだ、研究者が真剣に頭を絞れば、放射化分析のユニークな適用対象があると信ずるからである。

容器の中で細菌が増殖するとき、Lag Phase (Induction Period)、Exponential Phase、Stationary Phase の3時期があるのは良く知られている。同じように3つの時期に別れる自然現象、社会現象は多いが、一つの学問分野の発展もまさにこの経過をとるのが普通のような。1986年に、放射化分析の五十周年記念を兼ねて 8th International Conference on Modern Trends in Activation Analysis がコペンハーゲンで開かれた。Hevesyとともに放射化分析の創設者といわれる Levi の記念講演があったが、気品に満ちた初老の彼女は、生気をふりまきながら昨日のここのように話を進めていった。彼等の研究とは、良く知られているように、化学分離が不可能であったイットリウム中のディスプレイシウム中のR I 中性子線源による放射化分析であった。同じ会議で、Werthman による黎明期(戦前と戦中)の放射化分析が紹介された。件数はほんの僅かであったが、嗟我根らの「重陽子照射によるアルミニウム中のナトリウムの分析」(日本数物学界誌、16, 383(1942))も光っていた。片対数方眼紙に手書きした壊変曲線が示された。また Ardenne らの「重陽子、陽子照射による鉄鋼中の炭素の放射化分析」(Z. Physik, 122, 740 (1944))も優れた研究ですでに表面汚染に対する配慮もなされていた。大戦末期、敗色濃厚なドイツでのことで、この由緒ある雑誌もその2、3巻後から暫時休刊となった。

戦後、原子炉が使えるようになって、放射化分析は Exponential Phase に突入した。当時はわが国でも、この分野にはマスコミも飛び付き、原子力予算は特別項目として優遇され、成果は単行本に掲載される率も高かった。放射化分析を用いるだけで、それ程頭脳を使わなくても、他の方法では得られない新しくて有意義な情報を得ることができた。こんな傾向は、真剣に頭を絞り、技術を習得しながら開発していくという態度をスポイルしたようにも思われる。ガンマー線スペクトロメトリーの一般化にともない、それまでほとんど化学者に限られていた放射化分析のユーザーが多分野に広がってきた。ま

た、公的共同利用施設もでき、利用人口、研究テーマは多岐に及び、利用人口もおおいに増加した。

次に来るのは、当然 Stationally Phaseである。自然界におけるこの時期は、一見なんの変化も認められないが、そこでは出生と死去が常に繰り返され、また、熾烈な生存競争の舞台ともなっているのだ。私の強調したいのはまさにこの点である。Stationally Phaseでも、絶えず新しい生命を生み出していなければ減衰の一途を辿るだけだ。Exponential Phaseなら誰がやってもうまく行くが、その後こそ能力と努力の差が顕著に現れるのだ。現在わが国では、バブル崩壊後、種々の分野でこの時期に遭遇して悩んでいる。悩みの種は、過去の好景気の時期に先輩や自らが播いたものもあるだろう。

では、放射化分析では現在何を生み出せば良いのか。この答えが直ちに出る状態なら、まだ Exponential Phase が継続しているはずだ。人は哲学を学ぶことは出来ない、せいぜい哲学することが学べるだけだ。放射化分析研究の優れた対象を見出だすには、広い視野と、新しい現象に対する好奇心や、勝手なことでも独創的に進める迫力や、実験室で物質と取り組んだ新しい技法の開発力、などが要求されよう。老若男女を問わず頭を絞って、優れたテーマとなり得る叩き台を出してみようではないか。会議をして人に利用を呼び掛けたり、予算を要求したり、居室でキーを叩いているだけでは駄目だ。これしか出来ないような分野なら、放置して自然消滅させるが良い。独創的発想には気の付きにくい落とし穴が多い。特に、若いときは発想はよく出るが抜け穴も多いのが普通であろう。しかし、穴を恐れてはならない。こんな穴にはまった若い人の尻拭いこそ、その集団、とくにその中にいる年配者の仕事であろう。

私も年をとってしまったが、私なりに有望と思っている一つのテーマを提唱する。“現存の状態において面体表面に付着、吸着している微量物質の放射化分析”である。現存する表面の物理分析法は、ほとんど全て超高真空中で、多くは粒子線などで照射しながら行われている事実からも、このテーマの重要性は理解されるだろう。天然における固体反応は無限に存在するが、全て実在の雰囲気中にある表面から起こっているのだ。また、半導体産業では集積回路素子の一段の小型化とあいまって、生産工程における表面汚染の問題がますます重要化している。とくに、全反射X線蛍光分析やPIXEの適用出来ない軽元素の分析が有意義であろう。分析試料は、まず平板状とするのが良いと思う。分析しようとする平面を内側に、2枚の試料を重ね合わせて照射する。荷電粒子照射のときは、反応の励起関数と入射粒子の dE/dX に基づき、入射エネルギーと試料の厚みを適切に選定せねばならない。照射後、分析面をうまく取り去ってきて測定することになるが、ここで化学の知見、技術を活用せねばならず、ケースバイケースの予備実験が必要な場合もあろう。試料作製にさいしても、類似の知見や技法が重要となろう。高価な物理分析装置による超高真空中で得た値と、放射化分析の値との比較は、大変興味あるだけでなく、実産業に於ける意義も甚だ大きい。

私も放射化分析、特に半導体ケイ素中の軽元素の荷電粒子放射化分析では随分と楽しませてもらった。その結果は、現世でやったことの重要な証明として、三途の川を渡るとき大切に携帯することになる。今も照射したケイ素の溶解していく状況が、昨夜のことのように臉に浮かんでくる。

“冬来たりなば春遠からず。”

はじめにこの度の放射化分析研究会の発足を心からお祝い申し上げます。

我が国のすでに40年にもなろうという放射化分析の歴史において、本法の発展の当初から、すでに何人かの先達がすぐれた業績を上げて来た草分けの時代を今ここに振りかえってみると、本会のような研究会の発足は長い間待たれたものであり、時間的にはむしろ今になって誕生したのが、不思議にさえおもわれるほどです。この間勿論実質的には、種々の機関やグループを中心に、同学の士が集まっての勉強会はありましたが、今回若手の方々を中心に、こうして半ば自然発生的に研究会が発足したことを聞きますと、何やら放射化分析やその関連分野が、新しい飛躍に向かって大きく動き出す予感があり、嬉しさも格別といったところです。

今思い返してみても、放射化分析には、当初は種々の実行上の制約がありましたが、原理の斬新さや次々と発表される見事な成果は、目をみはるものがありました。若かった私も、たちまちその魅力にとりつかれたことを覚えています。しかし、どんな方法も大なり小なりそういう経過をたどるように、放射化分析もまたその研究や応用がすすむについて、現実の分析対象の際限のない要求の前には限界もみえてきます。核反応や放射能というような、おどろおどろした道具立てから、一般の分析者にはもうそれだけで、縁遠い特殊な領域に見えるでしょう。それは、より広く理解され普及するには、大きな制約ですが、また多少皮肉を込めていえば、放射化にたずさわっている人やできる人にとって”天下御免の紋所”になりかねません。

今では原子吸光法や原子発光法などの他のエネルギー領域のスペクトロメトリーが導入され、広く利用されているのですから、やはり放射化分析法も、スペクトロメリーのひとつとして、旧来の枠にとらわれることなく、大いに利点を生かし新しい工夫を積極的に導入すべきでしょう。そして放射化分析やその関連方法が、言い訳ではなく自立的な分析法として、学問やその応用分野に積極的に貢献できれば、明るい未来が開けるでしょう。

本研究会は、まさにこのような時期に、内外の関心ある人々の大きな期待の下に発足したものであり、その意義を高く評価すると共に、今後の視野の広い活動や成果を大いに期待しております。



原子核や放射線の研究が始まって100年が過ぎ、原子力時代の成熟期を迎えた。原子核、放射線、原子力に関する多岐に渡る分野の研究者数は次第に増している。同時に、放射能計測技術も進歩している。放射線計測器の産業界から、新機種が次々と世に送り込まれている。そうした計測技術の進歩は原子力産業の発展やR1の医・生物学利用の増大も一因であろう。このような状況下において、放射化分析を始めとする放射化学も一緒に進展して行くことを望む。放射化分析の研究者数が以前より減少しているらしいが、研究者にとって大切なことは「新しい着想」であり、今がそれを考える良い機会である。近年、ICP質量分析法など分析感度の優れた新しい元素分析法が開発されてきているが、分析感度、定量性において、放射化分析法はこれらの分析法に劣るものではない。放射化分析法に関する興味ある研究がこれからも行われるものと期待される。放射化分析研究会の

発足趣意書にあるように、即発ガンマ線分析などはこれから注目される研究であろう。

20年以上も前の話になるが、後にヘヴェシー賞(1985年)を受賞された鈴木信男先生(東北大学)の発明による放射分析の一種である不足等量分析法を知って、深い感銘を覚えた。同位体希釈分析法を改良した、R1の本質を巧みに利用した新分析法であった。私の夢は、斯様な発明的な研究はできなくとも、新しい放射線計測技術や化学技術を用い、放射化学的手法を用いた放射化分析の研究を続け、ラジオアイソトープの持つ未知の能力を探求することである。最近、母材自身の妨害放射能が著しいレアメタル試料について、母材元素と不純物元素を化学分離する方法を併用した不純物元素の定量分析法の研究を行った。これから、新しい化学分離法を駆使して、更に研究を進めたいと思っている。

放射化分析研究会の発足に寄せて

北里大学獣医学科

伊藤伸彦

獣医学というと、どうしてもペット(私たちは、伴侶動物と呼ぶ)を扱うことを第1に考えるらしいのですが、実は私達の分野は、およそ4分の1ずつ、公衆衛生、畜産、小動物臨床、基礎医学に分けられます。この他に、野生動物や魚病なども扱っています。当学科だけでも、19講座を抱えているだけに、微量元素に関連する研究は、潜在需要としてはかなりあるといえます。例えば、栄養学、毒性学、診断学、衛生学、予防医学、等々です。しかし、興味を持ったとしても、面倒そうな(獣医学の人達はそう思っています)放射化分析に手を出す人は少ないでしょう。

これだけで話をやめれば、少なくとも獣医学分野の放射化分析利用は将来性がなさそうに思えます。しかし、研究の衝動が強ければ、つまり魅力があれば多少面倒なことでも多くの人が群がるのは必定です。つまり、魅力を示してあげれば良い訳です。

医学分野(獣医学も含む)で、放射化分析が流行したのは、少し前のことになりましたが、それは放射化分析の多元素同時分析という魅力のためでありました。しかし、その特徴のため、何となく(といったらは申し訳ないのですが)測定した、という研究が多かったように思え

ます。そのため、次が続かないという結果となっていくような気がします。

私も、実は同様な理由で次のハードルを越えられないで少し焦りを感じていました。そこで、今やっているのが、セレンウムと発ガンとの関係なのですが、それをもう少し踏み込んで、細胞性免疫を絡めた発ガンメカニズムについて実験アイデアを練っています。詳しくはいえないのですが、うまくいけば医学、獣医学分野の人達にも興味を持ってもらえるだろうと考えています。

つまり、言いたかったことは、放射化分析利用と言っても、微量元素が全てではなくて、微量元素も一部に含まれるといった研究の方が放射化分析の隆盛につながるのではないかということです。勿論そのためには、放射化分析の利用環境が、物理や化学に詳しくない人達にも、取り付き易いものであることが必須です。

放射化分析に代わる分析技術が種々開発されてきています。しかし、塩類を高濃度に含む動物試料には(特に長寿命核種には)、放射化分析が意外に良いのです。私自身、浮気の結果として、放射化分析を再評価している次第です。

能動的な研究会に

東京大学 原子力研究総合センター

伊藤泰男

私と放射化分析のかかわり合いは浅いと云うべきか、深いと云うべきか。放射化分析を用いて書いた論文は一編しかありません。それは、原子力核燃料サイクルのバックエンドに現れてくる課題の一つ、核分裂ガス生成物の⁸⁵Krを捕集して閉じ込める技術を開発するために、Krガスをゼオライトの空孔に閉じ込める実験をしてい

た頃、閉じ込めたKrを定量するために放射化分析を用いたものです。そこでは放射化分析の非破壊性が良く生きました。とは云え、私が放射化分析と因縁浅くないのは大学開放研究室に居るという商売上の理由からと云った方が正直でしょう。大学開放研究室には多くの分析の専門家がやってきてそれなりに優れた研究をして行かれ



原子核や放射線の研究が始まって100年が過ぎ、原子力時代の成熟期を迎えた。原子核、放射線、原子力に関する多岐に渡る分野の研究者数は次第に増している。同時に、放射能計測技術も進歩している。放射線計測器の産業界から、新機種が次々と世に送り込まれている。そうした計測技術の進歩は原子力産業の発展やR1の医・生物学利用の増大も一因であろう。このような状況下において、放射化分析を始めとする放射化学も一緒に進展して行くことを望む。放射化分析の研究者数が以前より減少しているらしいが、研究者にとって大切なことは「新しい着想」であり、今がそれを考える良い機会である。近年、ICP質量分析法など分析感度の優れた新しい元素分析法が開発されてきているが、分析感度、定量性において、放射化分析法はこれらの分析法に劣るものではない。放射化分析法に関する興味ある研究がこれからも行われるものと期待される。放射化分析研究会の

発足趣意書にあるように、即発ガンマ線分析などはこれから注目される研究であろう。

20年以上も前の話になるが、後にヘヴェシー賞(1985年)を受賞された鈴木信男先生(東北大学)の発明による放射分析の一種である不足等量分析法を知って、深い感銘を覚えた。同位体希釈分析法を改良した、R1の本質を巧みに利用した新分析法であった。私の夢は、斯様な発明的な研究はできなくとも、新しい放射線計測技術や化学技術を用い、放射化学的手法を用いた放射化分析の研究を続け、ラジオアイソトープの持つ未知の能力を探求することである。最近、母材自身の妨害放射能が著しいレアメタル試料について、母材元素と不純物元素を化学分離する方法を併用した不純物元素の定量分析法の研究を行った。これから、新しい化学分離法を駆使して、更に研究を進めたいと思っている。

放射化分析研究会の発足に寄せて

北里大学獣医学科

伊藤伸彦

獣医学というと、どうしてもペット(私たちは、伴侶動物と呼ぶ)を扱うことを第1に考えるらしいのですが、実は私達の分野は、およそ4分の1ずつ、公衆衛生、畜産、小動物臨床、基礎医学に分けられます。この他に、野生動物や魚病なども扱っています。当学科だけでも、19講座を抱えているだけに、微量元素に関連する研究は、潜在需要としてはかなりあるといえます。例えば、栄養学、毒性学、診断学、衛生学、予防医学、等々です。しかし、興味を持ったとしても、面倒そうな(獣医学の人達はそう思っています)放射化分析に手を出す人は少ないでしょう。

これだけで話をやめれば、少なくとも獣医学分野の放射化分析利用は将来性がなさそうに思えます。しかし、研究の衝動が強ければ、つまり魅力があれば多少面倒なことでも多くの人が群がるのは必定です。つまり、魅力を示してあげれば良い訳です。

医学分野(獣医学も含む)で、放射化分析が流行したのは、少し前のことになりましたが、それは放射化分析の多元素同時分析という魅力のためでありました。しかし、その特徴のため、何となく(といったらは申し訳ないのですが)測定した、という研究が多かったように思え

ます。そのため、次が続かないという結果となっていたような気がします。

私も、実は同様な理由で次のハードルを越えられないで少し焦りを感じていました。そこで、今やっているのが、セレンウムと発ガンとの関係なのですが、それをもう少し踏み込んで、細胞性免疫を絡めた発ガンメカニズムについて実験アイデアを練っています。詳しくはいえないのですが、うまくいけば医学、獣医学分野の人達にも興味を持ってもらえるだろうと考えています。

つまり、言いたかったことは、放射化分析利用と言っても、微量元素が全てではなくて、微量元素も一部に含まれるといった研究の方が放射化分析の隆盛につながるのではないかということです。勿論そのためには、放射化分析の利用環境が、物理や化学に詳しくない人達にも、取り付き易いものであることが必須です。

放射化分析に代わる分析技術が種々開発されてきています。しかし、塩類を高濃度に含む動物試料には(特に長寿命核種には)、放射化分析が意外に良いのです。私自身、浮気の結果として、放射化分析を再評価している次第です。

能動的な研究会に

東京大学 原子力研究総合センター

伊藤泰男

私と放射化分析のかかわり合いは浅いと云うべきか、深いと云うべきか。放射化分析を用いて書いた論文は一編しかありません。それは、原子力核燃料サイクルのバックエンドに現れてくる課題の一つ、核分裂ガス生成物の⁸⁵Krを捕集して閉じ込める技術を開発するために、Krガスをゼオライトの空孔に閉じ込める実験をしてい

た頃、閉じ込めたKrを定量するために放射化分析を用いたものです。そこでは放射化分析の非破壊性が良く生きました。とは云え、私が放射化分析と因縁浅くないのは大学開放研究室に居るという商売上の理由からと云った方が正直でしょう。大学開放研究室には多くの分析の専門家がやってきてそれなりに優れた研究をして行かれ



原子核や放射線の研究が始まって100年が過ぎ、原子力時代の成熟期を迎えた。原子核、放射線、原子力に関する多岐に渡る分野の研究者数は次第に増している。同時に、放射能計測技術も進歩している。放射線計測器の産業界から、新機種が次々と世に送り込まれている。そうした計測技術の進歩は原子力産業の発展やR1の医・生物学利用の増大も一因であろう。このような状況下において、放射化分析を始めとする放射化学も一緒に進展して行くことを望む。放射化分析の研究者数が以前より減少しているらしいが、研究者にとって大切なことは「新しい着想」であり、今がそれを考える良い機会である。近年、ICP質量分析法など分析感度の優れた新しい元素分析法が開発されてきているが、分析感度、定量性において、放射化分析法はこれらの分析法に劣るものではない。放射化分析法に関する興味ある研究がこれからも行われるものと期待される。放射化分析研究会の

発足趣意書にあるように、即発ガンマ線分析などはこれから注目される研究であろう。

20年以上も前の話になるが、後にヘヴェシー賞(1985年)を受賞された鈴木信男先生(東北大学)の発明による放射分析の一種である不足等量分析法を知って、深い感銘を覚えた。同位体希釈分析法を改良した、R1の本質を巧みに利用した新分析法であった。私の夢は、斯様な発明的な研究はできなくとも、新しい放射線計測技術や化学技術を用い、放射化学的手法を用いた放射化分析の研究を続け、ラジオアイソトープの持つ未知の能力を探求することである。最近、母材自身の妨害放射能が著しいレアメタル試料について、母材元素と不純物元素を化学分離する方法を併用した不純物元素の定量分析法の研究を行った。これから、新しい化学分離法を駆使して、更に研究を進めたいと思っている。

放射化分析研究会の発足に寄せて

北里大学獣医学科

伊藤伸彦

獣医学というと、どうしてもペット(私たちは、伴侶動物と呼ぶ)を扱うことを第1に考えるらしいのですが、実は私達の分野は、およそ4分の1ずつ、公衆衛生、畜産、小動物臨床、基礎医学に分けられます。この他に、野生動物や魚病なども扱っています。当学科だけでも、19講座を抱えているだけに、微量元素に関連する研究は、潜在需要としてはかなりあるといえます。例えば、栄養学、毒性学、診断学、衛生学、予防医学、等々です。しかし、興味を持ったとしても、面倒そうな(獣医学の人達はそう思っています)放射化分析に手を出す人は少ないでしょう。

これだけで話をやめれば、少なくとも獣医学分野の放射化分析利用は将来性がなさそうに思えます。しかし、研究の衝動が強ければ、つまり魅力があれば多少面倒なことでも多くの人が群がるのは必定です。つまり、魅力を示してあげれば良い訳です。

医学分野(獣医学も含む)で、放射化分析が流行したのは、少し前のことになりましたが、それは放射化分析の多元素同時分析という魅力のためでありました。しかし、その特徴のため、何となく(といったらは申し訳ないのですが)測定した、という研究が多かったように思え

ます。そのため、次が続かないという結果となっていくような気がします。

私も、実は同様な理由で次のハードルを越えられないで少し焦りを感じていました。そこで、今やっているのが、セレンウムと発ガンとの関係なのですが、それをもう少し踏み込んで、細胞性免疫を絡めた発ガンメカニズムについて実験アイデアを練っています。詳しくはいえないのですが、うまくいけば医学、獣医学分野の人達にも興味を持ってもらえるだろうと考えています。

つまり、言いたかったことは、放射化分析利用と言っても、微量元素が全てではなくて、微量元素も一部に含まれるといった研究の方が放射化分析の隆盛につながるのではないかということです。勿論そのためには、放射化分析の利用環境が、物理や化学に詳しくない人達にも、取り付き易いものであることが必須です。

放射化分析に代わる分析技術が種々開発されてきています。しかし、塩類を高濃度に含む動物試料には(特に長寿命核種には)、放射化分析が意外に良いのです。私自身、浮気の結果として、放射化分析を再評価している次第です。

能動的な研究会に

東京大学 原子力研究総合センター

伊藤泰男

私と放射化分析のかかわり合いは浅いと云うべきか、深いと云うべきか。放射化分析を用いて書いた論文は一編しかありません。それは、原子力核燃料サイクルのバックエンドに現れてくる課題の一つ、核分裂ガス生成物の⁸⁵Krを捕集して閉じ込める技術を開発するために、Krガスをゼオライトの空孔に閉じ込める実験をしてい

た頃、閉じ込めたKrを定量するために放射化分析を用いたものです。そこでは放射化分析の非破壊性が良く生きました。とは云え、私が放射化分析と因縁浅くないのは大学開放研究室に居るという商売上の理由からと云った方が正直でしょう。大学開放研究室には多くの分析の専門家がやってきてそれなりに優れた研究をして行かれ

るのを傍らで見ながら、ある疑問を感じないわけにいきませんでした。超微量分析や正確度の限界に挑戦するような研究ばかりで、非破壊性とか多元素同時分析性を強調したものは無かったと云って過言ではありません。これは多分放射化分析が主として分析化学者によって行われたことと、半導体などの材料開発で不純物分析が極限まで追求されてきた経緯と関係しているのでしょう。

これまで十分活躍した放射化分析も、今は活発さが失われたと云われています。それは放射化分析そのもののせいなのでしょうか、それとも別の理由があるのでしょうか？ 私は後者の重みを強く感じます。日本の放射化学者は、ある場所を与えられてそれに適合した研究課題

を見つけていくことには長けていましたが、自分達の生きる場所を作ろうという姿勢が希薄で受け身の人が多かったと思うのです。放射線取り扱いの煩雑さや利用料金、原子炉サイトに出向く必要性など、多少の努力をしなければならぬ放射化分析を発展させるためには、個々の研究者が受け身で散らばっていたのでは力になりません。今回研究会を作ったことは、この受け身姿勢を脱却するために、多少大げさな言い方ですが、大きな一歩を踏み出したことになる筈です。そしてまだ間に合うという期待を持ちたいと思います。能動的に生きなければならないのは放射化分析に限ったことではないのですが...

放射化分析研究会の発足に当たって

都立大学・理 海老原充

近年の分析機器の進歩には目を見張られるものがある。10年前までは稀少な分析機器であった誘導結合プラズマ発光分析装置はいまや原子吸光分析装置にとって変わろうとするくらい普及の勢いであるし、誘導結合プラズマ質量分析装置もいまは珍しい分析機器とはいえない。これらの機器を用いて得られる分析値の検出限界は放射化分析によるそれに匹敵するか、元素によっては優に下回る。分析操作は非破壊の放射化分析を用いたとしても、簡便さの点で不利である。ましてや放射化学的操作を伴う放射化分析法とではとても比較にならない。しかしこのような最先端の分析機器を用いて分析値を求めたとしても、放射化分析による分析値の正確さには一目置かざるを得ない。これは特に岩石試料中の微量分析の定量において著しく認められる特徴である。

放射化分析の優位性を示す例として、隕石の分析が挙げられる。隕石試料の分析値から得られる代表的な化学情報の一つとして太陽系の元素存在度がある。従来よりこのような目的のために隕石の化学分析が数多くなされてきた。その分析の大半は放射化学的中性子放射化分析によるものであり、その傾向は10~20年前のみならず、現在でも同様であるのは紛れもない事実であるこれはひ

とえに、放射化分析法が分析感度に優れ、正確さの高い分析値を与えてくれるからに他ならない。隕石試料はその性質上、繰り返し分析にはなじまない。一発勝負の分析を要求された場合、放射化分析法はますます大きな威力を発揮する。現在でも放射化分析以外の分析データを信用しようとする宇宙化学者が少なくない。宇宙化学においては、このように放射化分析法は絶対優位な分析法としての地位を今でも占めている。

放射化分析は「過去の分析法」であるということをよく聞く。確かに先人達の業績を見るにつけ、聞くにつけ、なるほどそうなのかもしいという気がする。しかし、「過去の分析法」は過去のものとするいわれはない。分析化学としての研究対象としては過去のものとならざるを得ない運命であるとしても、放射化分析の分析法としての存在意義は決して過去のものとならないものと確信する。

放射化分析研究会の存在意義は、他の分析法に求められない放射化分析独自の特徴を再認識し、積極的にアピールすることであり、過去の分析法となることを憂い悲しみ、少しでもそうなることをくい止めようとするためのものであってはならないと思う。

今後の放射化分析研究に望むこと

京都大学 農学部 林産工学教室 片山幸士

今回、放射化分析研究会が発足したことはこの方法を研究の有力な手段の一つとして利用してきた私にとっては大変喜ばしいことであります。研究用原子炉が設置され、中子線を利用した放射化分析が本邦でも行われるようになって約30年近くになりますこの時期に本研究会が生まれたことは、ある意味では放射化分析が曲がり角にきたのではないかと思います。ところで、10年程前までは、私が所属する農学部や理学部がある京大の北部構内に、放射化分析を利用していた研究グループが4~6つ程ありました。京大や立教大の原子炉から、放射性同位元素総合センターへ持ち帰った照射試料のγ線測定のためのGe-PHAが1台しかなく日程の調整に随分苦労しておりました。しかし、現在では私たちのグループしか利用していないのが現状です。この原因は、原子吸光法の利用は言うに及ばず、さらに近年、ICPまたはICP-MSが急速に普及したことにあるといえます。それらの方法は湿

式灰化を必要としますが、原子炉へ出向かなくてよい、放射線を利用しないですむ、原子炉のように利用手続きに手間がかからない等の利点があります。

しかし、土壌、降水、樹木葉等の環境試料を多数取り扱う私にとってはまだまだ放射化分析法は魅力ある手段であります。ただ、いつも気になっていることの1つは放射化分析に使用する”標準試料”のことです。国立環境研究所、地質調査所、NBS等から入手できる標準試料に加えて、私たちのグループで調整した物を利用していますがなかなか充分なものとは言えません。さらに定量方法として、絶対法あるいは比較法を採用するかは研究者の好みと経験によって選択されているでしょうが、それぞれを比較検討することも必要なことです。また、前処理の有無、非破壊か破壊か、データ処理法などについても今後本研究会で活発な情報交換が行われことを望みます。

るのを傍らで見ながら、ある疑問を感じないわけにいきませんでした。超微量分析や正確度の限界に挑戦するような研究ばかりで、非破壊性とか多元素同時分析性を強調したものは無かったと云って過言ではありません。これは多分放射化分析が主として分析化学者によって行われたことと、半導体などの材料開発で不純物分析が極限まで追求されてきた経緯と関係しているのでしょう。

これまで十分活躍した放射化分析も、今は活発さが失われたと云われています。それは放射化分析そのもののせいなのでしょうか、それとも別の理由があるのでしょうか？ 私は後者の重みを強く感じます。日本の放射化学者は、ある場所を与えられてそれに適合した研究課題

を見つけていくことには長けていましたが、自分達の生きる場所を作ろうという姿勢が希薄で受け身の人が多かったと思うのです。放射線取り扱いの煩雑さや利用料金、原子炉サイトに向く必要性など、多少の努力をしなければならぬ放射化分析を発展させるためには、個々の研究者が受け身で散らばっていたのでは力になりません。今回研究会を作ったことは、この受け身姿勢を脱却するために、多少大げさな言い方ですが、大きな一歩を踏み出したことになる筈です。そしてまだ間に合うという期待を持ちたいと思います。能動的に生きなければならないのは放射化分析に限ったことではないのですが...

放射化分析研究会の発足に当たって

都立大学・理 海老原充

近年の分析機器の進歩には目を見張られるものがある。10年前までは稀少な分析機器であった誘導結合プラズマ発光分析装置はいまや原子吸光分析装置にとって変わろうとするくらい普及の勢いであるし、誘導結合プラズマ質量分析装置もいまは珍しい分析機器とはいえない。これらの機器を用いて得られる分析値の検出限界は放射化分析によるそれに匹敵するか、元素によっては優に下回る。分析操作は非破壊の放射化分析を用いたとしても、簡便さの点で不利である。ましてや放射化学的操作を伴う放射化分析法とではとても比較にならない。しかしこのような最先端の分析機器を用いて分析値を求めたとしても、放射化分析による分析値の正確さには一目置かざるを得ない。これは特に岩石試料中の微量分析の定量において著しく認められる特徴である。

放射化分析の優位性を示す例として、隕石の分析が挙げられる。隕石試料の分析値から得られる代表的な化学情報の一つとして太陽系の元素存在度がある。従来よりこのような目的のために隕石の化学分析が数多くなされてきた。その分析の大半は放射化学的中性子放射化分析によるものであり、その傾向は10~20年前のみならず、現在でも同様であるのは紛れもない事実であるこれはひ

とえに、放射化分析法が分析感度に優れ、正確さの高い分析値を与えてくれるからに他ならない。隕石試料はその性質上、繰り返し分析にはなじまない。一発勝負の分析を要求された場合、放射化分析法はますます大きな威力を発揮する。現在でも放射化分析以外の分析データを信用しようとする宇宙化学者が少なくない。宇宙化学においては、このように放射化分析法は絶対優位な分析法としての地位を今でも占めている。

放射化分析は「過去の分析法」であるということをよく聞く。確かに先人達の業績を見るにつけ、聞くにつけ、なるほどそうなのかもしいという気がする。しかし、「過去の分析法」は過去のものとするいわれはない。分析化学としての研究対象としては過去のものとならざるを得ない運命であるとしても、放射化分析の分析法としての存在意義は決して過去のものとならないものと確信する。

放射化分析研究会の存在意義は、他の分析法に求められない放射化分析独自の特徴を再認識し、積極的にアピールすることであり、過去の分析法となることを憂い悲しみ、少しでもそうなることをくい止めようとするためのものであってはならないと思う。

今後の放射化分析研究に望むこと

京都大学 農学部 林産工学教室 片山幸士

今回、放射化分析研究会が発足したことはこの方法を研究の有力な手段の一つとして利用してきた私にとっては大変喜ばしいことであります。研究用原子炉が設置され、中性子を利用した放射化分析が本邦でも行われるようになって約30年近くになりますこの時期に本研究会が生まれたことは、ある意味では放射化分析が曲がり角にきたのではないかと思います。ところで、10年程前までは、私が所属する農学部や理学部がある京大の北部構内に、放射化分析を利用していた研究グループが4~6つ程ありました。京大や立教大の原子炉から、放射性同位元素総合センターへ持ち帰った照射試料のγ線測定のためのGe-PHAが1台しかなく日程の調整に随分苦労しておりました。しかし、現在では私たちのグループしか利用していないのが現状です。この原因は、原子吸光法の利用は言うに及ばず、さらに近年、ICPまたはICP-MSが急速に普及したことにあるといえます。それらの方法は湿

式灰化を必要としますが、原子炉へ出向かなくてよい、放射線を利用しないですむ、原子炉のように利用手続きに手間がかからない等の利点があります。

しかし、土壌、降水、樹木葉等の環境試料を多数取り扱う私にとってはまだまだ放射化分析法は魅力ある手段であります。ただ、いつも気になっていることの1つは放射化分析に使用する”標準試料”のことです。国立環境研究所、地質調査所、NBS等から入手できる標準試料に加えて、私たちのグループで調整した物を利用していますがなかなか充分なものとは言えません。さらに定量方法として、絶対法あるいは比較法を採用するかは研究者の好みと経験によって選択されているでしょうが、それぞれを比較検討することも必要なことです。また、前処理の有無、非破壊か破壊か、データ処理法などについても今後本研究会で活発な情報交換が行われことを望みます。

るのを傍らで見ながら、ある疑問を感じないわけにいきませんでした。超微量分析や正確度の限界に挑戦するような研究ばかりで、非破壊性とか多元素同時分析性を強調したものは無かったと云って過言ではありません。これは多分放射化分析が主として分析化学者によって行われたことと、半導体などの材料開発で不純物分析が極限まで追求されてきた経緯と関係しているのでしょう。

これまで十分活躍した放射化分析も、今は活発さが失われたと云われています。それは放射化分析そのもののせいなのでしょうか、それとも別の理由があるのでしょうか？ 私は後者の重みを強く感じます。日本の放射化学者は、ある場所を与えられてそれに適合した研究課題

を見つけていくことには長けていましたが、自分達の生きる場所を作ろうという姿勢が希薄で受け身の人が多かったと思うのです。放射線取り扱いの煩雑さや利用料金、原子炉サイトに出向く必要性など、多少の努力をしなければならぬ放射化分析を発展させるためには、個々の研究者が受け身で散らばっていたのでは力になりません。今回研究会を作ったことは、この受け身姿勢を脱却するために、多少大げさな言い方ですが、大きな一歩を踏み出したことになる筈です。そしてまだ間に合うという期待を持ちたいと思います。能動的に生きなければならないのは放射化分析に限ったことではないのですが...

放射化分析研究会の発足に当たって

都立大学・理 海老原充

近年の分析機器の進歩には目を見張られるものがある。10年前までは稀少な分析機器であった誘導結合プラズマ発光分析装置はいまや原子吸光分析装置にとって変わろうとするくらい普及の勢いであるし、誘導結合プラズマ質量分析装置もいまは珍しい分析機器とはいえない。これらの機器を用いて得られる分析値の検出限界は放射化分析によるそれに匹敵するか、元素によっては優に下回る。分析操作は非破壊の放射化分析を用いたとしても、簡便さの点で不利である。ましてや放射化学的操作を伴う放射化分析法とではとても比較にならない。しかしこのような最先端の分析機器を用いて分析値を求めたとしても、放射化分析による分析値の正確さには一目置かざるを得ない。これは特に岩石試料中の微量分析の定量において著しく認められる特徴である。

放射化分析の優位性を示す例として、隕石の分析が挙げられる。隕石試料の分析値から得られる代表的な化学情報の一つとして太陽系の元素存在度がある。従来よりこのような目的のために隕石の化学分析が数多くなされてきた。その分析の大半は放射化学的中性子放射化分析によるものであり、その傾向は10~20年前のみならず、現在でも同様であるのは紛れもない事実であるこれはひ

とえに、放射化分析法が分析感度に優れ、正確さの高い分析値を与えてくれるからに他ならない。隕石試料はその性質上、繰り返し分析にはなじまない。一発勝負の分析を要求された場合、放射化分析法はますます大きな威力を発揮する。現在でも放射化分析以外の分析データを信用しようとする宇宙化学者が少なくない。宇宙化学においては、このように放射化分析法は絶対優位な分析法としての地位を今でも占めている。

放射化分析は「過去の分析法」であるということをよく聞く。確かに先人達の業績を見るにつけ、聞くにつけ、なるほどそうなのかもしいという気がする。しかし、「過去の分析法」は過去のものとするいわれはない。分析化学としての研究対象としては過去のものとならざるを得ない運命であるとしても、放射化分析の分析法としての存在意義は決して過去のものとならないものと確信する。

放射化分析研究会の存在意義は、他の分析法に求められない放射化分析独自の特徴を再認識し、積極的にアピールすることであり、過去の分析法となることを憂い悲しみ、少しでもそうなることをくい止めようとするためのものであってはならないと思う。

今後の放射化分析研究に望むこと

京都大学 農学部 林産工学教室 片山幸士

今回、放射化分析研究会が発足したことはこの方法を研究の有力な手段の一つとして利用してきた私にとっては大変喜ばしいことであります。研究用原子炉が設置され、中子線を利用した放射化分析が本邦でも行われるようになって約30年近くになりますこの時期に本研究会が生まれたことは、ある意味では放射化分析が曲がり角にきたのではないかと思います。ところで、10年程前までは、私が所属する農学部や理学部がある京大の北部構内に、放射化分析を利用していた研究グループが4~6つ程ありました。京大や立教大の原子炉から、放射性同位元素総合センターへ持ち帰った照射試料のγ線測定のためのGe-PHAが1台しかなく日程の調整に随分苦労しておりました。しかし、現在では私たちのグループしか利用していないのが現状です。この原因は、原子吸光法の利用は言うに及ばず、さらに近年、ICPまたはICP-MSが急速に普及したことにあるといえます。それらの方法は湿

式灰化を必要としますが、原子炉へ出向かなくてよい、放射線を利用しないですむ、原子炉のように利用手続きに手間がかからない等の利点があります。

しかし、土壌、降水、樹木葉等の環境試料を多数取り扱う私にとってはまだまだ放射化分析法は魅力ある手段であります。ただ、いつも気になっていることの1つは放射化分析に使用する”標準試料”のことです。国立環境研究所、地質調査所、NBS等から入手できる標準試料に加えて、私たちのグループで調整した物を利用していますがなかなか充分なものとは言えません。さらに定量方法として、絶対法あるいは比較法を採用するかは研究者の好みと経験によって選択されているでしょうが、それぞれを比較検討することも必要なことです。また、前処理の有無、非破壊か破壊か、データ処理法などについても今後本研究会で活発な情報交換が行われことを望みます。

私は、環境化学の研究分野で有機ハロゲン化合物の環境中における動態について研究を行っています。特に人工有機塩素化合物は環境残留性があり、生物に蓄積し毒性影響を及ぼすことから、重点的に研究を展開しているところですが、これまで、人工有機塩素化合物をはじめ多種類の有機ハロゲン化合物が環境試料より検出され、それらの環境挙動が多くの研究者により検討されてきました。

しかしながら、このように定量され、環境挙動が検討された人工有機ハロゲン化合物は環境中に存在する有機態ハロゲンのごく一部にしかすぎないことが次第に明らかにされています。その測定法は、まず全量としての有機態ハロゲンを測定し、次に同一試料中の個別人工有機ハロゲン化合物を定量して、既知の人工有機ハロゲン化合物に由来するハロゲン濃度を差し引いた残りの有機態ハロゲン濃度を求めるという方法に基づいています。従って、この差し引いた残りの画分は未だ個別化合物が同定・定量されていないいわゆる中身の不明な画分ということになります。この画分を構成する成分として人工化合物以外に自然界由来の天然物の可能性も考えられずのような全量の有機態ハロゲン濃度の測定に、放射化

分析が威力を発揮しています。

私の放射化分析との出会いは放射線医学総合研究所における研修と、その後の立教大学の研究用原子炉利用に始まります。現在は、日本原子力研究所（茨城県那珂郡東海村）の研究用原子炉を利用する機会が多く、東京大学原子力研究総合センターの協力のもとに環境試料の放射化分析を行っています。近年、ICP-MSなど元素分析の手段として多くの選択肢が存在しますが、妨害物の問題、試料の性状、簡便さなどの観点から総合的に判断して、放射化分析は大変すぐれた方法です。放射化分析の利用分野の拡大をはかる啓蒙活動を行うことは学問研究の進歩にとって重要であり、本研究会の学問的・社会的責務は大きいと思います。

最後に、今年5月より6ヶ月間、ポーランドのグダンスク大学に客員教授として滞り、東欧の環境汚染について研究する機会に恵まれましたが、放射化分析の環境汚染研究への利用の増大と海外の研究者が日本の研究用原子炉を放射化分析に使用する開かれた原子炉利用による学問分野での国際貢献の可能性も考えられます。今後の本会の働きに、大いに期待したいと思います。

発足にあたって一言

京大原子炉 小林慎江

京都大学研究用原子炉（KUR）は昭和39年に臨界、続いて定格出力1MWに達し、昭和43年に定格出力を5MWに上昇して現在に至っている。その間、放射化分析（NAA）はKURの利用目的の大きな部分を占めて広い分野の研究者に利用され、多くのユニークな研究成果を上げてきた。30年余のNAAの技術的進歩にはめざましい物があった。一方他の元素分析法の進歩も著しく、既に1984年W. L. Lyonらは「核的分析法の優位性もICP-AESなどに席をゆずりつつある」（Anal. Chem. 56, 1984, 83R）と指摘している。

故小山睦夫教授（京大炉）は、この指摘に同感を示しながらもそれが全てであるとはせず、「NAAは試料系のいかに問わず少なくとも固体試料では主成分から微量成分に至るまでの構成元素に関する大局的な情報を得るには最も適した方法である」との考えを述べられ（ぶん

せき、1984, 906）、NAAの分析精度改善、高能率化、さらにはNAAで分析した微量元素の化学的形態を明らかにすることなどを目的とした、京大炉における同位体化学実験設備の設置計画を積極的に進められた。因みに、KUR黒鉛設備への圧気輸送管設備はその一環として実現したものである。

1990年代に入って、ICP-MSなどNAAと競合する分析法の進歩・普及はさらにめざましい。NAAはあらゆる元素分析法の中で最も感度が高いと考えられていた四半世紀前を思うと今昔の感を禁じ得ず、改めてNAAの特徴を問われていることを実感する。この状況を、微量元素・微量成分の科学の発展につながるものとして前向きにとらえたいと思う。この度発足した放射化分析研究会の活躍を心から祈念している。

放射化分析におけるリストラ

大同工業大学 酒井場一

世紀末を迎え、社会情勢は風雲急を告げ、さまざまな変革が進められつつある。これは国際情勢の変化、年齢分布の急激な変化、それらとチャンス・コインシデンスした経済バブルの崩壊などによるのだろう。この激流に大学、研究所などの教育・研究機関も無関係でいられるわけはなく、大きなうねりを感じざるを得ない。同じ激流でも、大きい船と小さい船では感じるうねりの大きさ、様式は違うかもしれない。船の船長、あるいは甲板員は転覆の危機を感じながら、生き残りを賭けて、風雨ですっかり色褪せてしまった海図を頼りに、指揮あるいは舵をとる。しかし、いくら懸命に、必死に舵取りをしても、どうしようもないこともある。そんな場合は船の

根本的な作り替えが必要とされるだろう。

少し意味は違うが、放射化分析もまた小さい船だ。他に追従を許さぬいくつかの特長を持ち、長い間ユニークで有用な分析法としての名声を保ってきたが、今は激流の中だ。この荒波を乗り越え、後発の競争者の激しい追い上げをかかわすには、ただ事では済みそうもない。これまでのやり方を踏襲していただけでは先は見えぬであろう。新しい発想・工夫による何らかの大きな進展が必要とされている。小さな船だ。乗組員の相互協力、相互啓発もまた不可欠であろう。今回の研究会の発足が放射化分析の発展につながることを確信、また念願するものである。

私は、環境化学の研究分野で有機ハロゲン化合物の環境中における動態について研究を行っています。特に人工有機塩素化合物は環境残留性があり、生物に蓄積し毒性影響を及ぼすことから、重点的に研究を展開しているところですが、これまで、人工有機塩素化合物をはじめ多種類の有機ハロゲン化合物が環境試料より検出され、それらの環境挙動が多くの研究者により検討されてきました。

しかしながら、このように定量され、環境挙動が検討された人工有機ハロゲン化合物は環境中に存在する有機態ハロゲンのごく一部にしかすぎないことが次第に明らかにされています。その測定法は、まず全量としての有機態ハロゲンを測定し、次に同一試料中の個別人工有機ハロゲン化合物を定量して、既知の人工有機ハロゲン化合物に由来するハロゲン濃度を差し引いた残りの有機態ハロゲン濃度を求めるという方法に基づいています。従って、この差し引いた残りの画分は未だ個別化合物が同定・定量されていないいわゆる中身の不明な画分ということになります。この画分を構成する成分として人工化合物以外に自然界由来の天然物の可能性も考えられずのような全量の有機態ハロゲン濃度の測定に、放射化

分析が威力を発揮しています。

私の放射化分析との出会いは放射線医学総合研究所における研修と、その後の立教大学の研究用原子炉利用に始まります。現在は、日本原子力研究所（茨城県那珂郡東海村）の研究用原子炉を利用する機会が多く、東京大学原子力研究総合センターの協力のもとに環境試料の放射化分析を行っています。近年、ICP-MSなど元素分析の手段として多くの選択肢が存在しますが、妨害物の問題、試料の性状、簡便さなどの観点から総合的に判断して、放射化分析は大変すぐれた方法です。放射化分析の利用分野の拡大をはかる啓蒙活動を行うことは学問研究の進歩にとって重要であり、本研究会の学問的・社会的責務は大きいと思います。

最後に、今年5月より6ヶ月間、ポーランドのグダンスク大学に客員教授として滞り、東欧の環境汚染について研究する機会に恵まれましたが、放射化分析の環境汚染研究への利用の増大と海外の研究者が日本の研究用原子炉を放射化分析に使用する開かれた原子炉利用による学問分野での国際貢献の可能性も考えられます。今後の本会の働きに、大いに期待したいと思います。

発足にあたって一言

京大原子炉 小林慎江

京都大学研究用原子炉（KUR）は昭和39年に臨界、続いて定格出力1MWに達し、昭和43年に定格出力を5MWに上昇して現在に至っている。その間、放射化分析（NAA）はKURの利用目的の大きな部分を占めて広い分野の研究者に利用され、多くのユニークな研究成果を上げてきた。30年余のNAAの技術的進歩にはめざましい物があった。一方他の元素分析法の進歩も著しく、既に1984年W. L. Lyonらは「核的分析法の優位性もICP-AESなどに席をゆずりつつある」（Anal. Chem. 56, 1984, 83R）と指摘している。

故小山睦夫教授（京大炉）は、この指摘に同感を示しながらもそれが全てであるとはせず、「NAAは試料系のいかに問わず少なくとも固体試料では主成分から微量成分に至るまでの構成元素に関する大局的な情報を得るには最も適した方法である」との考えを述べられ（ぶん

せき、1984, 906）、NAAの分析精度改善、高能率化、さらにはNAAで分析した微量元素の化学的形態を明らかにすることなどを目的とした、京大炉における同位体化学実験設備の設置計画を積極的に進められた。因みに、KUR黒鉛設備への圧気輸送管設備はその一環として実現したものである。

1990年代に入って、ICP-MSなどNAAと競合する分析法の進歩・普及はさらにめざましい。NAAはあらゆる元素分析法の中で最も感度が高いと考えられていた四半世紀前を思うと今昔の感を禁じ得ず、改めてNAAの特徴を問われていることを実感する。この状況を、微量元素・微量成分の科学の発展につながるものとして前向きにとらえたいと思う。この度発足した放射化分析研究会の活躍を心から祈念している。

放射化分析におけるリストラ

大同工業大学 酒井場一

世紀末を迎え、社会情勢は風雲急を告げ、さまざまな変革が進められつつある。これは国際情勢の変化、年齢分布の急激な変化、それらとチャンス・コインシデンスした経済バブルの崩壊などによるのだろう。この激流に大学、研究所などの教育・研究機関も無関係でいられるわけはなく、大きなうねりを感じざるを得ない。同じ激流でも、大きい船と小さい船では感じるうねりの大きさ、様式は違うかもしれない。船の船長、あるいは甲板員は転覆の危機を感じながら、生き残りを賭けて、風雨ですっかり色褪せてしまった海図を頼りに、指揮あるいは舵をとる。しかし、いくら懸命に、必死に舵取りをしても、どうしようもないこともある。そんな場合は船の

根本的な作り替えが必要とされるだろう。

少し意味は違うが、放射化分析もまた小さい船だ。他に追従を許さぬいくつかの特長を持ち、長い間ユニークで有用な分析法としての名声を保ってきたが、今は激流の中だ。この荒波を乗り越え、後発の競争者の激しい追い上げをかかわすには、ただ事では済みそうもない。これまでのやり方を踏襲していただけでは先は見えぬであろう。新しい発想・工夫による何らかの大きな進展が必要とされている。小さな船だ。乗組員の相互協力、相互啓発もまた不可欠であろう。今回の研究会の発足が放射化分析の発展につながることを確信、また念願するものである。

私は、環境化学の研究分野で有機ハロゲン化合物の環境中における動態について研究を行っています。特に人工有機塩素化合物は環境残留性があり、生物に蓄積し毒性影響を及ぼすことから、重点的に研究を展開しているところですが、これまで、人工有機塩素化合物をはじめ多種類の有機ハロゲン化合物が環境試料より検出され、それらの環境挙動が多くの研究者により検討されてきました。

しかしながら、このように定量され、環境挙動が検討された人工有機ハロゲン化合物は環境中に存在する有機態ハロゲンのごく一部にしかすぎないことが次第に明らかにされています。その測定法は、まず全量としての有機態ハロゲンを測定し、次に同一試料中の個別人工有機ハロゲン化合物を定量して、既知の人工有機ハロゲン化合物に由来するハロゲン濃度を差し引いた残りの有機態ハロゲン濃度を求めるという方法に基づいています。従って、この差し引いた残りの画分は未だ個別化合物が同定・定量されていないいわゆる中身の不明な画分ということになります。この画分を構成する成分として人工化合物以外に自然界由来の天然物の可能性も考えられずのような全量の有機態ハロゲン濃度の測定に、放射化

分析が威力を発揮しています。

私の放射化分析との出会いは放射線医学総合研究所における研修と、その後の立教大学の研究用原子炉利用に始まります。現在は、日本原子力研究所（茨城県那珂郡東海村）の研究用原子炉を利用する機会が多く、東京大学原子力研究総合センターの協力のもとに環境試料の放射化分析を行っています。近年、ICP-MSなど元素分析の手段として多くの選択肢が存在しますが、妨害物の問題、試料の性状、簡便さなどの観点から総合的に判断して、放射化分析は大変すぐれた方法です。放射化分析の利用分野の拡大をはかる啓蒙活動を行うことは学問研究の進歩にとって重要であり、本研究会の学問的・社会的責務は大きいと思います。

最後に、今年5月より6ヶ月間、ポーランドのグダンスク大学に客員教授として滞り、東欧の環境汚染について研究する機会に恵まれましたが、放射化分析の環境汚染研究への利用の増大と海外の研究者が日本の研究用原子炉を放射化分析に使用する開かれた原子炉利用による学問分野での国際貢献の可能性も考えられます。今後の本会の働きに、大いに期待したいと思います。

発足にあたって一言

京大原子炉 小林慎江

京都大学研究用原子炉（KUR）は昭和39年に臨界、続いて定格出力1MWに達し、昭和43年に定格出力を5MWに上昇して現在に至っている。その間、放射化分析（NAA）はKURの利用目的の大きな部分を占めて広い分野の研究者に利用され、多くのユニークな研究成果を上げてきた。30年余のNAAの技術的進歩にはめざましい物があった。一方他の元素分析法の進歩も著しく、既に1984年W. L. Lyonらは「核的分析法の優位性もICP-AESなどに席をゆずりつつある」（Anal. Chem. 56, 1984, 83R）と指摘している。

故小山睦夫教授（京大炉）は、この指摘に同感を示しながらもそれが全てであるとはせず、「NAAは試料系のいかに問わず少なくとも固体試料では主成分から微量成分に至るまでの構成元素に関する大局的な情報を得るには最も適した方法である」との考えを述べられ（ぶん

せき、1984, 906）、NAAの分析精度改善、高能率化、さらにはNAAで分析した微量元素の化学的形態を明らかにすることなどを目的とした、京大炉における同位体化学実験設備の設置計画を積極的に進められた。因みに、KUR黒鉛設備への圧気輸送管設備はその一環として実現したものである。

1990年代に入って、ICP-MSなどNAAと競合する分析法の進歩・普及はさらにめざましい。NAAはあらゆる元素分析法の中で最も感度が高いと考えられていた四半世紀前を思うと今昔の感を禁じ得ず、改めてNAAの特徴を問われていることを実感する。この状況を、微量元素・微量成分の科学の発展につながるものとして前向きにとらえたいと思う。この度発足した放射化分析研究会の活躍を心から祈念している。

放射化分析におけるリストラ

大同工業大学 酒井場一

世紀末を迎え、社会情勢は風雲急を告げ、さまざまな変革が進められつつある。これは国際情勢の変化、年齢分布の急激な変化、それらとチャンス・コインシデンスした経済バブルの崩壊などによるのだろう。この激流に大学、研究所などの教育・研究機関も無関係でいられるわけはなく、大きなうねりを感じざるを得ない。同じ激流でも、大きい船と小さい船では感じるうねりの大きさ、様式は違うかもしれない。船の船長、あるいは甲板員は転覆の危機を感じながら、生き残りを賭けて、風雨ですっかり色褪せてしまった海図を頼りに、指揮あるいは舵をとる。しかし、いくら懸命に、必死に舵取りをしても、どうしようもないこともある。そんな場合は船の

根本的な作り替えが必要とされるだろう。

少し意味は違うが、放射化分析もまた小さい船だ。他に追従を許さぬいくつかの特長を持ち、長い間ユニークで有用な分析法としての名声を保ってきたが、今は激流の中だ。この荒波を乗り越え、後発の競争者の激しい追い上げをかかわすには、ただ事では済みそうもない。これまでのやり方を踏襲していただけでは先は見えぬであろう。新しい発想・工夫による何らかの大きな進展が必要とされている。小さな船だ。乗組員の相互協力、相互啓発もまた不可欠であろう。今回の研究会の発足が放射化分析の発展につながることを確信、また念願するものである。

早いもので、放射化分析の手法を使って、金属元素の生体濃縮の研究を始めてから25年を数える。

最近、機能性合金、超電導、宇宙航空、電子工業などの先端産業の急速な進展に伴ない、リチウム、ゲルマニウム、ニオブ、タンタル、希土類元素などのレアメタルの需要が急激に増加している。これらの金属資源は、南アフリカ、中国などの特定の国に偏在しているだけに、これらの金属資源を如何にして確保するかが、先進工業国においては悩みの種になっている。

人の世には、私も含めて、奇人、変人の変わり者がかなりいるが、微生物の世界も例外ではない。微生物の中には、理由はよくわからないが、自分の体にとって必要とは思われない特定の元素を、せっせと自分の体内に集積していく変わりものが存在する。私たちの研究で、これらの微生物は、市販のイオン交換樹脂やキレート樹脂よりも優れた金属濃縮能を持っていることがわかった。

このような変わりものの微生物を使って、有用なレアメタルを効率よく回収することができないものだろうか。私達の研究室では、この命題について、現在、学際的な観点から解析を試みている。

一方、これらのレアメタルの生体内での動態や生理的役割についても、解明されていない点が多い。これらの元素の生理活性を解明することによって、人類最大の敵であるガンやエイズなどの疾病に対して劇的な治療薬が開発できるかもしれない。私達の研究室では、これらの金属を含む新しいタイプの医薬品の開発を夢みている。

放射化分析は、生体の特定微小組織に存在する元素を、非破壊的に、しかも精度よく同時分析できるなどの利点を持っており、ライフサイエンス領域の研究においては極めて有力な武器となる。

私達の研究室では、この放射化分析の手法を使って、バラ色に輝くレアメタルの夢を追いかけている。

研究会の発足に当たって

日本電信電話(株)基礎技術総合研究所境界領域研究所 重松俊男

放射化学的放射化分析が当たり前の頃、「不足当量分離を用いる放射化学分析」をテーマとして選択して以来、延々と不足当量分析に関連する研究を進めている。最近、ICP-MSなどが出現し、感度的にもなかなか手強い相手になっているという。私自身は、競い合う分析法が存在した方が放射化分析も伸びると考えており、極めてよい現象と認識している。方法的にも、また物質・素材のキャラクタリゼーション研究を進めるうえでも、不足当量分析が負っている役割は数多くある。

機器中性子放射化分析が出現して以来、その発展に目を見張るものがある。多くの分野で重要なツールとして用いられるが、大切なことは、方法によく精通して“分析値の信頼性”を十分に理解して用いることである。そのために本研究会が設立できれば幸いである。

さらに、不思議なことに「Modern trends」が日本では開かれていない。研究会が大きく育ち、そう遠くないうちに日本に招致できるようなことを考えて進められたらと思う。

放射化分析に想うこと

武蔵工大・原研 鈴木章悟

いよいよ3年越しの放射化分析研究会が活動することになります。とにかくスタートすることが肝心であると思います。私は放射化分析を初めて19年になりますが、武蔵工大原子力研究所の放射化分析とともに文字どおり歩んできたわけです。主に前半はGAMAシステムと呼ばれる放射化分析システムの開発、後半はシステムを使った放射化分析全体の精度、正確さの検討をしてきました。残念ながら、武蔵工大炉は1989年に起こった原子炉タンクの漏水に係わる事象のため現在停止しています。一日も早い再開に向けて日夜努力しています。ここ数年は管理者ではなくユーザーの立場として他の原子炉を用いて放射化分析に関わることになりましたが、そこで感じたことを少し述べたいと思います。

まず、放射化分析では放射性同位元素を扱うことになり、そのための手続きが煩雑であること、これは管理者にとっては仕事であり、ルーチンワークであるので、あまり切実な問題ではありませんでしたが、たまにしか利用しないユーザーにとっては、重大問題であります。こ

のことが放射化分析の利用を遠のかせる一因になっていると思います。放射化分析の利用の拡大には管理区域に入らない放射化分析の実施を考えてもよいのではないかと思います。例えば、試料の照射のみならず、試料の开封、サンプルチェンジャへのセットまで原子炉側の要員で行い、管理区域外からのリモート操作で管理区域内のロボットで試料を検出器へセットし無人で測定をさせるなどの方法を考えるべきであります。次に、放射化分析に関する情報交換の場が不足していたこと、特に原子炉側からの情報発信が武蔵工大炉も含めて、ユーザーに対して不足していたことを痛感しました。もし今後K₀法を使うとなれば、原子炉の照射場の特性のみならず、検出器の特性などもユーザーに正確に提供できないと放射化分析のレベルアップが望めないと感じました。

放射化分析の将来はあまりバラ色ではないと言わざるをえませんが、研究会の幹事として、会費に見合うだけのメリットを会員のみなさまに与えていきたいと思っています。

早いもので、放射化分析の手法を使って、金属元素の生体濃縮の研究を始めてから25年を数える。

最近、機能性合金、超電導、宇宙航空、電子工業などの先端産業の急速な進展に伴ない、リチウム、ゲルマニウム、ニオブ、タンタル、希土類元素などのレアメタルの需要が急激に増加している。これらの金属資源は、南アフリカ、中国などの特定の国に偏在しているだけに、これらの金属資源を如何にして確保するかが、先進工業国においては悩みの種になっている。

人の世には、私も含めて、奇人、変人の変わり者がかなりいるが、微生物の世界も例外ではない。微生物の中には、理由はよくわからないが、自分の体にとって必要とは思われない特定の元素を、せっせと自分の体内に集積していく変わりものが存在する。私たちの研究で、これらの微生物は、市販のイオン交換樹脂やキレート樹脂よりも優れた金属濃縮能を持っていることがわかった。

このような変わりものの微生物を使って、有用なレアメタルを効率よく回収することができないものだろうか。私達の研究室では、この命題について、現在、学際的な観点から解析を試みている。

一方、これらのレアメタルの生体内での動態や生理的役割についても、解明されていない点が多い。これらの元素の生理活性を解明することによって、人類最大の敵であるガンやエイズなどの疾病に対して劇的な治療薬が開発できるかもしれない。私達の研究室では、これらの金属を含む新しいタイプの医薬品の開発を夢みている。

放射化分析は、生体の特定微小組織に存在する元素を、非破壊的に、しかも精度よく同時分析できるなどの利点を持っており、ライフサイエンス領域の研究においては極めて有力な武器となる。

私達の研究室では、この放射化分析の手法を使って、バラ色に輝くレアメタルの夢を追いかけている。

研究会の発足に当たって

日本電信電話(株)基礎技術総合研究所境界領域研究所 重松俊男

放射化学的放射化分析が当たり前の頃、「不足当量分離を用いる放射化学分析」をテーマとして選択して以来、延々と不足当量分析に関連する研究を進めている。最近、ICP-MSなどが出現し、感度的にもなかなか手強い相手になっているという。私自身は、競い合う分析法が存在した方が放射化分析も伸びると考えており、極めてよい現象と認識している。方法的にも、また物質・素材のキャラクタリゼーション研究を進めるうえでも、不足当量分析が負っている役割は数多くある。

機器中性子放射化分析が出現して以来、その発展に目を見張るものがある。多くの分野で重要なツールとして用いられるが、大切なことは、方法によく精通して“分析値の信頼性”を十分に理解して用いることである。そのために本研究会が設立できれば幸いである。

さらに、不思議なことに「Modern trends」が日本では開かれていない。研究会が大きく育ち、そう遠くないうちに日本に招致できるようなことを考えて進められたらと思う。

放射化分析に想うこと

武蔵工大・原研 鈴木章悟

いよいよ3年越しの放射化分析研究会が活動することになります。とにかくスタートすることが肝心であると思います。私は放射化分析を初めて19年になりますが、武蔵工大原子力研究所の放射化分析とともに文字どおり歩んできたわけです。主に前半はGAMAシステムと呼ばれる放射化分析システムの開発、後半はシステムを使った放射化分析全体の精度、正確さの検討をしてきました。残念ながら、武蔵工大炉は1989年に起こった原子炉タンクの漏水に係わる事象のため現在停止しています。一日も早い再開に向けて日夜努力しています。ここ数年は管理者ではなくユーザーの立場として他の原子炉を用いて放射化分析に関わることになりましたが、そこで感じたことを少し述べたいと思います。

まず、放射化分析では放射性同位元素を扱うことになり、そのための手続きが煩雑であること、これは管理者にとっては仕事であり、ルーチンワークであるので、あまり切実な問題ではありませんでしたが、たまにしか利用しないユーザーにとっては、重大問題であります。こ

のことが放射化分析の利用を遠のかせる一因になっていると思います。放射化分析の利用の拡大には管理区域に入らない放射化分析の実施を考えてもよいのではないかと思います。例えば、試料の照射のみならず、試料の开封、サンプルチェンジャへのセットまで原子炉側の要員で行い、管理区域外からのリモート操作で管理区域内のロボットで試料を検出器へセットし無人で測定をさせるなどの方法を考えるべきであります。次に、放射化分析に関する情報交換の場が不足していたこと、特に原子炉側からの情報発信が武蔵工大炉も含めて、ユーザーに対して不足していたことを痛感しました。もし今後K₀法を使うとなれば、原子炉の照射場の特性のみならず、検出器の特性などもユーザーに正確に提供できないと放射化分析のレベルアップが望めないと感じました。

放射化分析の将来はあまりバラ色ではないと言わざるをえませんが、研究会の幹事として、会費に見合うだけのメリットを会員のみなさまに与えていきたいと思っています。

早いもので、放射化分析の手法を使って、金属元素の生体濃縮の研究を始めてから25年を数える。

最近、機能性合金、超電導、宇宙航空、電子工業などの先端産業の急速な進展に伴ない、リチウム、ゲルマニウム、ニオブ、タンタル、希土類元素などのレアメタルの需要が急激に増加している。これらの金属資源は、南アフリカ、中国などの特定の国に偏在しているだけに、これらの金属資源を如何にして確保するかが、先進工業国においては悩みの種になっている。

人の世には、私も含めて、奇人、変人の変わり者がかなりいるが、微生物の世界も例外ではない。微生物の中には、理由はよくわからないが、自分の体にとって必要とは思われない特定の元素を、せっせと自分の体内に集積していく変わりものが存在する。私たちの研究で、これらの微生物は、市販のイオン交換樹脂やキレート樹脂よりも優れた金属濃縮能を持っていることがわかった。

このような変わりものの微生物を使って、有用なレアメタルを効率よく回収することができないものだろうか。私達の研究室では、この命題について、現在、学際的な観点から解析を試みている。

一方、これらのレアメタルの生体内での動態や生理的役割についても、解明されていない点が多い。これらの元素の生理活性を解明することによって、人類最大の敵であるガンやエイズなどの疾病に対して劇的な治療薬が開発できるかもしれない。私達の研究室では、これらの金属を含む新しいタイプの医薬品の開発を夢みている。

放射化分析は、生体の特定微小組織に存在する元素を、非破壊的に、しかも精度よく同時分析できるなどの利点を持っており、ライフサイエンス領域の研究においては極めて有力な武器となる。

私達の研究室では、この放射化分析の手法を使って、バラ色に輝くレアメタルの夢を追いかけている。

研究会の発足に当たって

日本電信電話(株)基礎技術総合研究所境界領域研究所 重松俊男

放射化学的放射化分析が当たり前の頃、「不足当量分離を用いる放射化学分析」をテーマとして選択して以来、延々と不足当量分析に関連する研究を進めている。最近、ICP-MSなどが出現し、感度的にもなかなか手強い相手になっているという。私自身は、競い合う分析法が存在した方が放射化分析も伸びると考えており、極めてよい現象と認識している。方法的にも、また物質・素材のキャラクタリゼーション研究を進めるうえでも、不足当量分析が負っている役割は数多くある。

機器中性子放射化分析が出現して以来、その発展に目を見張るものがある。多くの分野で重要なツールとして用いられるが、大切なことは、方法によく精通して“分析値の信頼性”を十分に理解して用いることである。そのために本研究会が設立できれば幸いである。

さらに、不思議なことに「Modern trends」が日本では開かれていない。研究会が大きく育ち、そう遠くないうちに日本に招致できるようなことを考えて進められたらと思う。

放射化分析に想うこと

武蔵工大・原研 鈴木章悟

いよいよ3年越しの放射化分析研究会が活動することになります。とにかくスタートすることが肝心であると思います。私は放射化分析を初めて19年になりますが、武蔵工大原子力研究所の放射化分析とともに文字どおり歩んできたわけです。主に前半はGAMAシステムと呼ばれる放射化分析システムの開発、後半はシステムを使った放射化分析全体の精度、正確さの検討をしてきました。残念ながら、武蔵工大炉は1989年に起こった原子炉タンクの漏水に係わる事象のため現在停止しています。一日も早い再開に向けて日夜努力しています。ここ数年は管理者ではなくユーザーの立場として他の原子炉を用いて放射化分析に関わることになりましたが、そこで感じたことを少し述べたいと思います。

まず、放射化分析では放射性同位元素を扱うことになり、そのための手続きが煩雑であること、これは管理者にとっては仕事であり、ルーチンワークであるので、あまり切実な問題ではありませんでしたが、たまにしか利用しないユーザーにとっては、重大問題であります。こ

のことが放射化分析の利用を遠のかせる一因になっていると思います。放射化分析の利用の拡大には管理区域に入らない放射化分析の実施を考えてもよいのではないかと思います。例えば、試料の照射のみならず、試料の开封、サンプルチェンジャへのセットまで原子炉側の要員で行い、管理区域外からのリモート操作で管理区域内のロボットで試料を検出器へセットし無人で測定をさせるなどの方法を考えるべきであります。次に、放射化分析に関する情報交換の場が不足していたこと、特に原子炉側からの情報発信が武蔵工大炉も含めて、ユーザーに対して不足していたことを痛感しました。もし今後K₀法を使うとなれば、原子炉の照射場の特性のみならず、検出器の特性などもユーザーに正確に提供できないと放射化分析のレベルアップが望めないと感じました。

放射化分析の将来はあまりバラ色ではないと言わざるをえませんが、研究会の幹事として、会費に見合うだけのメリットを会員のみなさまに与えていきたいと思っています。

最初に、今回の放射化分析の会の発足は、多くの方々の熱意と努力の結晶でありますことを、一ユーザーとして感謝いたします。

このエポックメイキングな時に当り、「放射化分析」とはということに思いを馳せてみようと思います。放射化分析の歴史、わが国での発展の歴史、そして現状分析などは適任者がたくさんおられるので、おまかせずといたしまして、すこしひねくれてあまり普通でない使い方を考えて見ましょう。

まず、普通とはということで、放射化分析の分類で見ました。一般に、放射化分析とは、「(1)安定な原子核に(2)原子炉の熱中性子を照射して、核反応によって生じた放射性核種の放出する(3) γ 線を(4)適当な時間冷却してから測定することによって、もとのターゲットとした核種の量を定量する分析する方法である。」といったら、どうでしょうか。

(1) ターゲットとするのに、必ずしも安定である必要はありません。非常に長半減期の放射性の核種を定量している例もあります(これは、ヨウ素-129を分析している私のこともふくめています)。

(2) もちろん、中性子にはこだわりません。また中性子でも原子炉ではなくカリフォルニウムなどの放射性核種の直接または間接に放出する中性子もあれば、加速器の2MeVや14MeVの速中性子も使えます。中性子以外の粒子線では、陽子、 α 線もありますが、特異な反応性のあるヘリウム-3、トリトン、重粒子も当然良い線源と考えることができます。粒子以外では、 γ 線(正確には制動X線)はやはり強力な放射化分析の担い手ということができます。

(3) γ 線がやはり一番簡単です、 α 線や β 線しか出さない核種の測定には手を焼きます。しかし、このよう

な放射線ばかりでなく、フィッシュトラックによるウランの定量なども放射化分析の1分野であると思いませんか。

(4) 適当な長さの半減期の放射性核種の場合は、原子炉から出して、忘れた頃取り出して測定してやればいいことになります。でも短い半減期の核種の場合、原子炉の傍にいて、ヨーイドンとストップウォッチ片手に走ったりします。でも最近では、照射時間、測定時間の制御を計算機がかなりやってくれて、少し淋しい緊張感ということになりました。これは数分から、数十秒のことでこれ以上短くなると、照射しながら測定もすることになります。こうなれば、核反応で生じた放射性核種の放出する放射線というところも、書き換えて、核反応中に出てくる放射線を測ると言い替えなくてはなりません、これがわが国が誇る(こう言ってもいいんですよ!)即発 γ 線分析です。

もちろん、ターゲット物質がバラエティに富んでいること、また元素分析だけでなく、形態分析の可能性を探る試みもあること、などなどまだ言い足りないことは沢山あります。今では反原子力の冷風に押されて原子炉を利用する技術は、少し意気があがりませんが、他の方法ではできない分析もできますし、正統派の放射化分析屋以外の人も、自分の分析法が放射化分析の一種であることを認めて一緒に研鑽をして参りましょう。

私事ですが、このところ、放射化分析の一種であります加速器質量分析に手を染めています。この方法は、放射化分析の一大特徴である核反応を使わないという奇妙な分析法ですが、放射線測定技術、放射化学分離などの技術が生きます。これからも、放射化分析グループの皆さんよろしくお引き立てください。

本研究会への期待

振り返ってみますとおよそ30年間、中性子放射化分析による研究を行ってきたことになります。最初は、単一標準法によるデータ処理の自動化と誤差要因の追及による分析精度の改善といった方法論的研究を行っていましたが、ヒト毛髪中の微量元素濃度による環境調査、シリコン単結晶中の不純物濃度の決定による高純度化への試み、象牙中の微量元素濃度による産地判別といった応用的研究に次第に移って行きました。それらの応用的研究は、いずれも外国で最初に手掛けられ、うまくいきそうだから我が国でもやってみようということで、それぞれ専門の研究者との共同研究を行ってきました。もちろん、独創的なテーマが見つけれれば、それに越したことはないと思いますが、それぞれの専門分野の研究者で放射化分析の経験をお持ちでない方が、放射化分析をやってみようという気持になるためには、その専門分野での実施例と放射化分析を専門とする研究者の協力が不

京大原子炉 武内孝之

可欠だと思えます。そういった意味において、本研究会が果たすべき役割は非常に重要であると思えます。そのためには放射化分析を用いた研究に関する情報をできるだけ多く提供できる体制を整えることが必要だと思えます。さらに放射化分析の経験のない方が、実際に放射化分析を始めるには、どこの誰に協力をお願いすれば良いかというアドバイスができることが必要だと思えます。そういった体制が整えば、他の分析方法よりも有利な点があるため、あるいは他の分析方法を補完するために、放射化分析を新たに手掛けようとする研究者が、必ず出現するものと期待されます。さらに本研究の発足により、今迄別々の研究会で発表されてきた放射化分析を用いた研究が、まとまって発表され、討論される機会が生まれ、そこでは種々の疑問点に対する解決への糸口や、新しい手法に関する最新の情報が得られるものと期待されます。

最初に、今回の放射化分析の会の発足は、多くの方々の熱意と努力の結晶でありますことを、一ユーザーとして感謝いたします。

このエポックメイキングな時に当り、「放射化分析」とはということに思いを馳せてみようと思います。放射化分析の歴史、わが国での発展の歴史、そして現状分析などは適任者がたくさんおられるので、おまかせずといたしまして、すこしひねくれてあまり普通でない使い方を考えて見ましょう。

まず、普通とはということで、放射化分析の分類で見ました。一般に、放射化分析とは、「(1)安定な原子核に(2)原子炉の熱中性子を照射して、核反応によって生じた放射性核種の放出する(3) γ 線を(4)適当な時間冷却してから測定することによって、もとのターゲットとした核種の量を定量する分析する方法である。」といったら、どうでしょうか。

(1) ターゲットとするのに、必ずしも安定である必要はありません。非常に長半減期の放射性の核種を定量している例もあります(これは、ヨウ素-129を分析している私のこともふくめています)。

(2) もちろん、中性子にはこだわりません。また中性子でも原子炉ではなくカリフォルニウムなどの放射性核種の直接または間接に放出する中性子もあれば、加速器の2MeVや14MeVの速中性子も使えます。中性子以外の粒子線では、陽子、 α 線もありますが、特異な反応性のあるヘリウム-3、トリトン、重粒子も当然良い線源と考えることができます。粒子以外では、 γ 線(正確には制動X線)はやはり強力な放射化分析の担い手ということができます。

(3) γ 線がやはり一番簡単です、 α 線や β 線しか出さない核種の測定には手を焼きます。しかし、このよう

な放射線ばかりでなく、フィッシュトラックによるウランの定量なども放射化分析の1分野であると思いませんか。

(4) 連当な長さの半減期の放射性核種の場合は、原子炉から出して、忘れた頃取り出して測定してやればいいことになります。でも短い半減期の核種の場合、原子炉の傍にいて、ヨーイドンとストップウォッチ片手に走ったりします。でも最近では、照射時間、測定時間の制御を計算機がかなりやってくれて、少し淋しい緊張感ということになりました。これは数分から、数十秒のことでこれ以上短くなると、照射しながら測定もすることになります。こうなれば、核反応で生じた放射性核種の放出する放射線というところも、書き換えて、核反応中に出てくる放射線を測ると言い替えなくてはなりません、これがわが国が誇る(こう言ってもいいんですよ!)即発 γ 線分析です。

もちろん、ターゲット物質がバラエティに富んでいること、また元素分析だけでなく、形態分析の可能性を探る試みもあること、などなどまだ言い足りないことは沢山あります。今では反原子力の冷風に押されて原子炉を利用する技術は、少し意気があがりませんが、他の方法ではできない分析もできますし、正統派の放射化分析屋以外の人も、自分の分析法が放射化分析の一種であることを認めて一緒に研鑽をして参りましょう。

私事ですが、このところ、放射化分析の一種であります加速器質量分析に手を染めています。この方法は、放射化分析の一大特徴である核反応を使わないという奇妙な分析法ですが、放射線測定技術、放射化学分離などの技術が生きます。これからも、放射化分析グループの皆さんよろしくお引き立てください。

本研究会への期待

振り返ってみますとおよそ30年間、中性子放射化分析による研究を行ってきたことになります。最初は、単一標準法によるデータ処理の自動化と誤差要因の追及による分析精度の改善といった方法論的研究を行っていましたが、ヒト毛髪中の微量元素濃度による環境調査、シリコン単結晶中の不純物濃度の決定による高純度化への試み、象牙中の微量元素濃度による産地判別といった応用的研究に次第に移って行きました。それらの応用的研究は、いずれも外国で最初に手掛けられ、うまくいきそうだから我が国でもやってみようということで、それぞれ専門の研究者との共同研究を行ってきました。もちろん、独創的なテーマが見つけれれば、それに越したことはないと思いますが、それぞれの専門分野の研究者で放射化分析の経験をお持ちでない方が、放射化分析をやってみようという気持ちになるためには、その専門分野での実施例と放射化分析を専門とする研究者の協力が不

京大原子炉 武内孝之

可欠だと思えます。そういった意味において、本研究会が果たすべき役割は非常に重要であると思えます。そのためには放射化分析を用いた研究に関する情報をできるだけ多く提供できる体制を整えることが必要だと思えます。さらに放射化分析の経験のない方が、実際に放射化分析を始めるには、どこの誰に協力をお願いすれば良いかというアドバイスができることが必要だと思えます。そういった体制が整えば、他の分析方法よりも有利な点があるため、あるいは他の分析方法を補完するために、放射化分析を新たに手掛けようとする研究者が、必ず出現するものと期待されます。さらに本研究の発足により、今迄別々の研究会で発表されてきた放射化分析を用いた研究が、まとまって発表され、討論される機会が生まれ、そこでは種々の疑問点に対する解決への糸口や、新しい手法に関する最新の情報が得られるものと期待されます。

私が中性子放射化分析法（以下NAA法と略する）を利用し始めたのは現在の研究所に入所してからであるが、早いものでもう23年の歳月が流れた。この間、様々な地球・環境試料中の微量元素の分析にNAA法を利用してきた。最近、NAA法に限らず、アイソトープ・放射線利用技術そのものが「元気がない」という話をよく聞くようになった。NAA法とともに歩んできた私にとっては寂しい限りである。その理由はいくつか考えられるが、大きなものは研究用原子炉の新設がなかったことと、優れた代替分析法が登場してきたことであろう。

最近の私の研究上の興味は河川水中における微量元素の化学的挙動に関することであった。そこで扱う試料は河川水が圧倒的に多く、原子炉で照射するためには適当な前処理を施す必要がある。河川水のような液体試料の分析には、原子吸光分析法が簡便であるが、高感度・多

元素同時分析の点でNAA法が優れており、両者が競合することはなかった。ところが、今日、液体試料に対し超高感度で多元素同時分析が可能なICP-MS分析法が登場するに及び事態は一変した。液体試料の分析法としてNAA法がICP-MS分析法に優る点を見出すのは困難なのである。

NAA法が微量元素分析法として不動の地位を保つためには、非破壊分析が可能であるという特長を最大限に発揮していくことであろう。試料の溶解という操作は分析化学の専門家にとっても面倒なものである。固体試料を溶解することなく分析でき、誰もが信頼性の高い分析値を得ることができる手法として、広範な専門分野へのNAA法の普及を図る必要がある。イオン加速器を利用するPIXE分析法も微量元素の非破壊分析を得意とするが、両者がその長・短所を相補完し、共に発展していくことを切に望むものである。

甲南大学理学部

最近といっても、もう5年間程放射化分析に関わっていない。学部の卒業実験で、日下研究室に配属され、Ra+Be(50mCi)を用い、パラフィンで減速材を作り、GM管で測定して、%量のマンガンの放射化分析を手伝ったのは37~8年前のことである。その後14MeV中性子、原子炉中性子と中性子フラックスがどんどん高くなり、放射化学分離で京大原研のホットラボでコンタミするのは甲南大と濡衣を着せられたこともあった。毛髪、陸水と試料は変わったが、機器的放射化分析でマシなタイムの確保と、妨害核種の減衰待ちに明け暮れし、分析屋としての仕事は殆ど無くなり、ガンマ線スペクトロメトリーとコンピューターが全てをしてくれるようになった。その頃から、“放射化分析は利用する時代になった、分析化学を業とする者が何時までも関わってはいられないな”と思うようになった。どんな分析法にも、それに馴

辻 治雄

染んだ者にしか分からない長所と短所がある。正確で、感度に優れた、超微量、非破壊、多元素同時分析法という謳い文句から一歩進んで、出来ないものは出来ない、こんな欠点もあるがといえるものに育てていかねば生き残れない。特殊な分析法で終わってしまう。

原子吸光分析法ですら2000年には姿を消すと言う人さえいる。放射化分析法の対抗場であるICP-AESとICP-MSの進歩は著しく、ダイナミックレンジも広い、価格も1千万から2千万円になり、両方を組み合わせて手に入れば利用範囲は広い。何時でも使えるし、放射能も無い。しばらくはこれらに関わって見ようと思う。

しかし、放射化分析の研究は私のバックボーンである、大切にしたい。

私と放射化分析との付き合い

私が初めて放射化分析に触れたのは20年ほど前、隕石中の元素を分析した時だった。初めての放射化分析では、慣れない試料の調製に夜遅くまでかかったことを覚えている。そして、実際の放射化分析で次々と現れてくるγ線のスペクトルを同定することには、パズルを解くような楽しさがあった。とは言うものの、当時は現在のような放射化分析をコンピューターで処理する技術は発達しておらず、打ち出される数値データを如何に速くグラフ用紙にプロットするかがデータ整理の律速であった。卒業後どういう訳か生物分野に携わることとなり、10年ほど前、久しぶりで血液の放射化分析を行った際、コンピューターがγ線スペクトルをプロットし、かつピーク面積まで計算してくれることに度肝を抜かされたことを覚えている。ここ数年、植物試料の放射化分析を行っているが、放射化分析はなんと手軽な手法となったことかと思ふ反面、実際に行っている研究者数の激減が寂しく

東京大学農学部 中西友子

思われるのである。

つい最近まで放射化分析が不可欠のプロジェクトに携わっていた。それは、金属工業事業団が行っていた、植物を頼りに金鉱脈を探索するプロジェクトである。土壌よりも植物を分析した方が広い地域の地下情報が判るからである。毎年、何百もの試料を、外国に送ってではあるが、放射化分析していることを知ったときは、何となく嬉しくなったものである。植物研究は、面白いことには、肥料の研究から発展してきたこともあり、無機化学が主体を占めてきた部分がある。そのため、元素分析は植物を扱う人に馴染みが深く、鉱脈探しのみならず、新しい研究分野を開拓する手段として、放射化分析法が更に気軽に利用されることを望みたい。特に、私が現在行っている植物への微量のAlの影響は、放射化分析以外には分析不可能であり、土壌環境問題と密接な未発達の分野である。

私が中性子放射化分析法（以下NAA法と略する）を利用し始めたのは現在の研究所に入所してからであるが、早いものでもう23年の歳月が流れた。この間、様々な地球・環境試料中の微量元素の分析にNAA法を利用してきた。最近、NAA法に限らず、アイソトープ・放射線利用技術そのものが「元気がない」という話をよく聞くようになった。NAA法とともに歩んできた私にとっては寂しい限りである。その理由はいくつか考えられるが、大きなものは研究用原子炉の新設がなかったことと、優れた代替分析法が登場してきたことであろう。

最近の私の研究上の興味は河川水中における微量元素の化学的挙動に関することであった。そこで扱う試料は河川水が圧倒的に多く、原子炉で照射するためには適当な前処理を施す必要がある。河川水のような液体試料の分析には、原子吸光分析法が簡便であるが、高感度・多

元素同時分析の点でNAA法が優れており、両者が競合することはなかった。ところが、今日、液体試料に対し超高感度で多元素同時分析が可能なICP-MS分析法が登場するに及び事態は一変した。液体試料の分析法としてNAA法がICP-MS分析法に優る点を見出すのは困難なのである。

NAA法が微量元素分析法として不動の地位を保つためには、非破壊分析が可能であるという特長を最大限に発揮していくことであろう。試料の溶解という操作は分析化学の専門家にとっても面倒なものである。固体試料を溶解することなく分析でき、誰もが信頼性の高い分析値を得ることができる手法として、広範な専門分野へのNAA法の普及を図る必要がある。イオン加速器を利用するPIXE分析法も微量元素の非破壊分析を得意とするが、両者がその長・短所を相補完し、共に発展していくことを切に望むものである。

甲南大学理学部

最近といっても、もう5年間程放射化分析に関わっていない。学部の卒業実験で、日下研究室に配属され、Ra+Be(50mCi)を用い、パラフィンで減速材を作り、GM管で測定して、%量のマンガンの放射化分析を手伝ったのは37~8年前のことである。その後14MeV中性子、原子炉中性子と中性子フラックスがどんどん高くなり、放射化学分離で京大原研のホットラボでコンタミするのは甲南大と濡衣を着せられたこともあった。毛髪、陸水と試料は変わったが、機器的放射化分析でマシタイムの確保と、妨害核種の減衰待ちに明け暮れし、分析屋としての仕事は殆ど無くなり、ガンマ線スペクトロメトリーとコンピューターが全てをしてくれるようになった。その頃から、“放射化分析は利用する時代になった、分析化学を業とする者が何時までも関わってはいられないな”と思うようになった。どんな分析法にも、それに馴

辻 治雄

染んだ者にしか分からない長所と短所がある。正確で、感度に優れた、超微量、非破壊、多元素同時分析法という謳い文句から一歩進んで、出来ないものは出来ない、こんな欠点もあるがといえるものに育てていかねば生き残れない。特殊な分析法で終わってしまう。

原子吸光分析法ですら2000年には姿を消すと言う人さえいる。放射化分析法の対抗場であるICP-AESとICP-MSの進歩は著しく、ダイナミックレンジも広い、価格も1千万から2千万円になり、両方を組み合わせて手に入れば利用範囲は広い。何時でも使えるし、放射能も無い。しばらくはこれらに関わって見ようと思う。

しかし、放射化分析の研究は私のバックボーンである、大切にしたい。

私と放射化分析との付き合い

私が初めて放射化分析に触れたのは20年ほど前、隕石中の元素を分析した時だった。初めての放射化分析では、慣れない試料の調製に夜遅くまでかかったことを覚えている。そして、実際の放射化分析で次々と現れてくるγ線のスペクトルを同定することには、パズルを解くような楽しさがあった。とは言うものの、当時は現在のような放射化分析をコンピューターで処理する技術は発達しておらず、打ち出される数値データを如何に速くグラフ用紙にプロットするかがデータ整理の律速であった。卒業後どういう訳か生物分野に携わることとなり、10年ほど前、久しぶりで血液の放射化分析を行った際、コンピューターがγ線スペクトルをプロットし、かつピーク面積まで計算してくれることに度肝を抜かされたことを覚えている。ここ数年、植物試料の放射化分析を行っているが、放射化分析はなんと手軽な手法となったことかと思ふ反面、実際に行っている研究者数の激減が寂しく

東京大学農学部 中西友子

思われるのである。

つい最近まで放射化分析が不可欠のプロジェクトに携わっていた。それは、金属工業事業団が行っていた、植物を頼りに金鉱脈を探索するプロジェクトである。土壤よりも植物を分析した方が広い地域の地下情報が判るからである。毎年、何百もの試料を、外国に送ってではあるが、放射化分析していることを知ったときは、何となく嬉しくなったものである。植物研究は、面白いことには、肥料の研究から発展してきたこともあり、無機化学が主体を占めてきた部分がある。そのため、元素分析は植物を扱う人に馴染みが深く、鉱脈探しのみならず、新しい研究分野を開拓する手段として、放射化分析法が更に気軽に利用されることを望みたい。特に、私が現在行っている植物への微量のAlの影響は、放射化分析以外には分析不可能であり、土壤環境問題と密接な未発達分野である。

私が中性子放射化分析法（以下NAA法と略する）を利用し始めたのは現在の研究所に入所してからであるが、早いものでもう23年の歳月が流れた。この間、様々な地球・環境試料中の微量元素の分析にNAA法を利用してきた。最近、NAA法に限らず、アイソトープ・放射線利用技術そのものが「元気がない」という話をよく聞くようになった。NAA法とともに歩んできた私にとっては寂しい限りである。その理由はいくつか考えられるが、大きなものは研究用原子炉の新設がなかったことと、優れた代替分析法が登場してきたことであろう。

最近の私の研究上の興味は河川水中における微量元素の化学的挙動に関することであった。そこで扱う試料は河川水が圧倒的に多く、原子炉で照射するためには適当な前処理を施す必要がある。河川水のような液体試料の分析には、原子吸光分析法が簡便であるが、高感度・多

元素同時分析の点でNAA法が優れており、両者が競合することはなかった。ところが、今日、液体試料に対し超高感度で多元素同時分析が可能なICP-MS分析法が登場するに及び事態は一変した。液体試料の分析法としてNAA法がICP-MS分析法に優る点を見出すのは困難なのである。

NAA法が微量元素分析法として不動の地位を保つためには、非破壊分析が可能であるという特長を最大限に発揮していくことであろう。試料の溶解という操作は分析化学の専門家にとっても面倒なものである。固体試料を溶解することなく分析でき、誰もが信頼性の高い分析値を得ることができる手法として、広範な専門分野へのNAA法の普及を図る必要がある。イオン加速器を利用するPIXE分析法も微量元素の非破壊分析を得意とするが、両者がその長・短所を相補完し、共に発展していくことを切に望むものである。

甲南大学理学部

辻 治雄

最近といっても、もう5年間程放射化分析に関わっていない。学部の卒業実験で、日下研究室に配属され、Ra+Be(50mCi)を用い、パラフィンで減速材を作り、GM管で測定して、%量のマンガンの放射化分析を手伝ったのは37~8年前のことである。その後14MeV中性子、原子炉中性子と中性子フラックスがどんどん高くなり、放射化学分離で京大原研のホットラボでコンタミするのは甲南大と濡衣を着せられたこともあった。毛髪、陸水と試料は変わったが、機器的放射化分析でマシなタイムの確保と、妨害核種の減衰待ちに明け暮れし、分析屋としての仕事は殆ど無くなり、ガンマ線スペクトロメトリーとコンピューターが全てをしてくれるようになった。その頃から、“放射化分析は利用する時代になった、分析化学を業とする者が何時までも関わってはいられないな”と思うようになった。どんな分析法にも、それに馴

染んだ者にしか分からない長所と短所がある。正確で、感度に優れた、超微量、非破壊、多元素同時分析法という謳い文句から一歩進んで、出来ないものは出来ない、こんな欠点もあるがといえるものに育てていかねば生き残れない。特殊な分析法で終わってしまう。

原子吸光分析法ですら2000年には姿を消すと言う人さえいる。放射化分析法の対抗場であるICP-AESとICP-MSの進歩は著しく、ダイナミックレンジも広い、価格も1千万から2千万円になり、両方を組み合わせて手に入れば利用範囲は広い。何時でも使えるし、放射能も無い。しばらくはこれらに関わって見ようと思う。

しかし、放射化分析の研究は私のバックボーンである、大切にしたい。

私と放射化分析との付き合い

東京大学農学部 中西友子

私が初めて放射化分析に触れたのは20年ほど前、隕石中の元素を分析した時だった。初めての放射化分析では、慣れない試料の調製に夜遅くまでかかったことを覚えている。そして、実際の放射化分析で次々と現れてくるγ線のスペクトルを同定することには、パズルを解くような楽しさがあった。とは言うものの、当時は現在のような放射化分析をコンピューターで処理する技術は発達しておらず、打ち出される数値データを如何に速くグラフ用紙にプロットするかがデータ整理の律速であった。卒業後どういう訳か生物分野に携わることとなり、10年ほど前、久しぶりで血液の放射化分析を行った際、コンピューターがγ線スペクトルをプロットし、かつピーク面積まで計算してくれることに度肝を抜かされたことを覚えている。ここ数年、植物試料の放射化分析を行っているが、放射化分析はなんと手軽な手法となったことかと思ふ反面、実際に行っている研究者数の激減が寂しく

思われるのである。

つい最近まで放射化分析が不可欠のプロジェクトに携わっていた。それは、金属工業事業団が行っていた、植物を頼りに金鉱脈を探索するプロジェクトである。土壌よりも植物を分析した方が広い地域の地下情報が判るからである。毎年、何百もの試料を、外国に送ってではあるが、放射化分析していることを知ったときは、何となく嬉しくなったものである。植物研究は、面白いことには、肥料の研究から発展してきたこともあり、無機化学が主体を占めてきた部分がある。そのため、元素分析は植物を扱う人に馴染みが深く、鉱脈探しのみならず、新しい研究分野を開拓する手段として、放射化分析法が更に気軽に利用されることを望みたい。特に、私が現在行っている植物への微量のAlの影響は、放射化分析以外には分析不可能であり、土壌環境問題と密接な未発達の分野である。

放射化分析研究会発足にあたって一言 「放射化分析を今一度見直そう」

新潟大学 橋本哲夫

一時、ポリウォータや常温核融合の研究が喧伝され、いつの間にか終息していた。高温超伝導もフラーレン化合物も一時ほどには話題性がなくなってきた。機器分析の急激な発展で化学分析も人気なくなっている。世紀末の閉塞状態がここかしこに見られるという説もある。放射能の発見が20世紀の急速な科学発展の扉を開いたことは周知の事実である。それから100年、本当に我々は全てのことを知ってしまったのだろうか？放射能の研究も原子力研究も全て、外来の輸入の分野であり我々日本の科学者はひよっとしたら理解したに過ぎないのかも知れない。今一度、自分の学問分野から新しい創造の芽が出ないかどうか、再検討しなければならない時代かと思う。

そんな観点からすれば、放射化分析も既に理解してしまった分野と見做されているかも知れない。しかしながら、その特徴を十分に追究し違った角度から眺めれば新たな研究分野が開ける余地が残されている様に感ずる。私どもはKURの純粋な熱中性子照射気送管照射で微量なAlの放射化分析を行っているが、非破壊でのmg量の硫酸塩

鉱物中のppmレベルのAlの定量はこの方法を置いて優れた方法はないと確信するに至った。結果として、水晶薄片からの青色熱ルミネッセンス特性にAl不純物が大きく関与していること、熱処理によりAl濃度の自乗に依存して赤色熱ルミネッセンスへと変化することを世界に先駆けて見いだした。また、放射化後の放射能分布を冷却時間毎にイメージングプレートを用いてオートラジオグラフ観察することにより、幾つかの元素分布の二次元情報を容易に得ることが可能となった。これらの研究は、中性子照射場の改良や放射能の高感度検出器の出現により齎らされたものであり、昨今の科学機器の進展を背景としている。

常に、関連分野の動向に関心を持ち放射化分析法へ貪欲に取り込めば、新しい放射化分析の利用法は無限に現われるだろうし、照射粒子場の改良は新たな放射化分析の発展を齎らすであろう。そのことは、先述様なトピックス的派手さを伴う研究ではないが、放射化分析を今一度本当に私どもの掌中にし、着実に発展させる道と信じ、私共の拙い経験から綴らせて頂いた。

放射化分析研究会への期待

学習院大 理 福岡孝昭

私の放射化分析との付き合いは、鉱物中のU、ThのRNAAにはじまります。そして岩石隕石、宇宙塵のINAA、RNAAを20年以上もやってきました。ごく最近ではPGA（即発γ線分析）も始めました。私の目下の目標は、μgオーダーの宇宙・地球化学的微小試料をいかに精度よくINAAするかにあります。

ところで、私はいわゆる分析化学としての放射化分析に注目するより、分析結果から議論する宇宙・地球化学の方により注目してきました。宇宙・地球科学の世界には分析化学屋でない放射化分析実行者（原子炉利用者）が結構います。この方面のグループ内には、分析化学としての放射化分析の情報交換の機会がほとんど無く、その面での情報不足になっています。新たにこの世界に入ってこられた方が、十年以上も前にかたずいた問題にひっきり、学会発表、または論文まで投稿されたこと

もあります。先人の仕事が生きていないことになりま。それから、中性子照射場としての原子炉が必ずしも利用者の便を十分に満たしているとは思えません。どのような照射場が適当であるかという面を原子炉側へ積極的に働きかける機会がありません。原子炉そのものの今後の消息の噂をきくと、不安になる点も利用者としてはあります。さらに原子炉の利用事務手続き等でも利用者の便という点から、もう少し配慮されても良い面（例えば、申込締切日）があります。もちろん原子炉側から利用者への希望もあるはずですが。このような面から、私は分析化学としての放射化分析法の研究の場としてよりも、研究会には種々の面での情報交換の場を提供してほしいと思っています。だから放射化分析屋と思っていないかもしれない原子炉利用者の多数の参加を期待しています。

発足にあたって一言

東北大学核理研 樹本和義

この度、放射化分析の同業者のコミュニケーションの場ができたこと嬉しく思っています。特に、加速器を使ってきたため中性子放射化分析の研究者との交流の少なかった者にとっては仲間に入れて心強く思っています。これをきっかけに、国内での学際的な共同研究の輪ができたり、アジアでの協力研究、欧米との研究交流へと発展していけたらと願っております。微力ではありますができるだけ協力させていただくつもりです。

施設の立場から一言、放射化分析は「恐ろしい、面倒、難しい、時間がかかる」などといった声を聞く事があります。ラジオアイソトープへの抵抗感、実験手続き

の煩雑さ（課題申請、放射線取扱手続き）、出稼ぎしなければならぬ、ボタン一つで結果が出ない事から来る感想と言えます。それでもやるという動機のはっきりした人達に支えられてきたために、分析方法として長く利用されてきたとも言えます。しかし、もっと多くの利用を望むとすれば、ユーザー側が安心して分析結果のみを議論できる環境を整えていく必要があると思います。放射化分析は他の機器分析の様に、種々のメーカーが参入して装置開発を競争しあうことが無いだけに、施設側の責任を感じています。

放射化分析研究会発足にあたって一言 「放射化分析を今一度見直そう」

新潟大学 橋本哲夫

一時、ポリウォータや常温核融合の研究が喧伝され、いつの間にか終息していた。高温超伝導もフラーレン化合物も一時ほどには話題性がなくなってきた。機器分析の急激な発展で化学分析も人気なくなっている。世紀末の閉塞状態がここかしこに見られるという説もある。放射能の発見が20世紀の急速な科学発展の扉を開いたことは周知の事実である。それから100年、本当に我々は全てのことを知ってしまったのだろうか？放射能の研究も原子力研究も全て、外来の輸入の分野であり我々日本の科学者はひよっとしたら理解したに過ぎないのかも知れない。今一度、自分の学問分野から新しい創造の芽が出ないかどうか、再検討しなければならない時代かと思う。

そんな観点からすれば、放射化分析も既に理解してしまった分野と見做されているかも知れない。しかしながら、その特徴を十分に追究し違った角度から眺めれば新たな研究分野が開ける余地が残されている様に感ずる。私もKURの純粋な熱中性子照射気送管照射で微量なAlの放射化分析を行っているが、非破壊でのmg量の硫酸塩

鉱物中のppmレベルのAlの定量はこの方法を置いて優れた方法はないと確信するに至った。結果として、水晶薄片からの青色熱ルミネッセンス特性にAl不純物が大きく関与していること、熱処理によりAl濃度の自乗に依存して赤色熱ルミネッセンスへと変化するのを世界に先駆けて見いだした。また、放射化後の放射能分布を冷却時間毎にイメージングプレートを用いてオートラジオグラフ観察することにより、幾つかの元素分布の二次元情報を容易に得ることが可能となった。これらの研究は、中性子照射場の改良や放射能の高感度検出器の出現により齎らされたものであり、昨今の科学機器の進展を背景としている。

常に、関連分野の動向に関心を持ち放射化分析法へ貪欲に取り込めば、新しい放射化分析の利用法は無限に現われるだろうし、照射粒子場の改良は新たな放射化分析の発展を齎らすであろう。そのことは、先述様なトピックス的派手さを伴う研究ではないが、放射化分析を今一度本当に私どもの掌中にし、着実に発展させる道と信じ、私共の拙い経験から綴らせて頂いた。

放射化分析研究会への期待

学習院大 理 福岡孝昭

私の放射化分析との付き合いは、鉱物中のU、ThのRNAAにはじまります。そして岩石隕石、宇宙塵のINAA、RNAAを20年以上もやってきました。ごく最近ではPGA（即発γ線分析）も始めました。私の目下の目標は、μgオーダーの宇宙・地球化学的微小試料をいかに精度よくINAAするかにあります。

ところで、私はいわゆる分析化学としての放射化分析に注目するより、分析結果から議論する宇宙・地球化学の方により注目してきました。宇宙・地球科学の世界には分析化学屋でない放射化分析実行者（原子炉利用者）が結構います。この方面のグループ内には、分析化学としての放射化分析の情報交換の機会がほとんど無く、その面での情報不足になっています。新たにこの世界に入ってこられた方が、十年以上も前にかたずいた問題にひっきり、学会発表、または論文まで投稿されたこと

もあります。先人の仕事が生きていないことになりま。それから、中性子照射場としての原子炉が必ずしも利用者の便を十分に満たしているとは思えません。どのような照射場が適当であるかという面を原子炉側へ積極的に働きかける機会がありません。原子炉そのものの今後の消息の噂をきくと、不安になる点も利用者としてはあります。さらに原子炉の利用事務手続き等でも利用者の便という点から、もう少し配慮されても良い面（例えば、申込締切日）があります。もちろん原子炉側から利用者への希望もあるはずですが。このような面から、私は分析化学としての放射化分析法の研究の場としてよりも、研究会には種々の面での情報交換の場を提供してほしいと思っています。だから放射化分析屋と思っていないかもしれない原子炉利用者の多数の参加を期待しています。

発足にあたって一言

東北大学核理研 樹本和義

この度、放射化分析の同業者のコミュニケーションの場ができたこと嬉しく思っています。特に、加速器を使ってきたため中性子放射化分析の研究者との交流の少なかった者にとっては仲間に入れて心強く思っています。これをきっかけに、国内での学際的な共同研究の輪ができたり、アジアでの協力研究、欧米との研究交流へと発展していけたらと願っております。微力ではありますができるだけ協力させていただくつもりです。

施設の立場から一言、放射化分析は「恐ろしい、面倒、難しい、時間がかかる」などといった声を聞く事があります。ラジオアイソトープへの抵抗感、実験手続き

の煩雑さ（課題申請、放射線取扱手続き）、出稼ぎしなければならぬ、ボタン一つで結果が出ない事から来る感想と言えます。それでもやるという動機のはっきりした人達に支えられてきたために、分析方法として長く利用されてきたとも言えます。しかし、もっと多くの利用を望むとすれば、ユーザー側が安心して分析結果のみを議論できる環境を整えていく必要があると思います。放射化分析は他の機器分析の様に、種々のメーカーが参入して装置開発を競争しあうことが無いだけに、施設側の責任を感じています。

放射化分析研究会発足にあたって一言 「放射化分析を今一度見直そう」

新潟大学 橋本哲夫

一時、ポリウォータや常温核融合の研究が喧伝され、いつの間にか終息していた。高温超伝導もフラーレン化合物も一時ほどには話題性がなくなってきた。機器分析の急激な発展で化学分析も人気なくなっている。世紀末の閉塞状態がここかしこに見られるという説もある。放射能の発見が20世紀の急速な科学発展の扉を開いたことは周知の事実である。それから100年、本当に我々は全てのことを知ってしまったのだろうか？放射能の研究も原子力研究も全て、外来の輸入の分野であり我々日本の科学者はひよっとしたら理解したに過ぎないのかも知れない。今一度、自分の学問分野から新しい創造の芽が出ないかどうか、再検討しなければならない時代かと思う。

そんな観点からすれば、放射化分析も既に理解してしまった分野と見做されているかも知れない。しかしながら、その特徴を十分に追究し違った角度から眺めれば新たな研究分野が開ける余地が残されている様に感ずる。私どもはKURの純粋な熱中性子照射気送管照射で微量なAlの放射化分析を行っているが、非破壊でのmg量の硫酸塩

鉱物中のppmレベルのAlの定量はこの方法を置いて優れた方法はないと確信するに至った。結果として、水晶薄片からの青色熱ルミネッセンス特性にAl不純物が大きく関与していること、熱処理によりAl濃度の自乗に依存して赤色熱ルミネッセンスへと変化するのを世界に先駆けて見いだした。また、放射化後の放射能分布を冷却時間毎にイメージングプレートを用いてオートラジオグラフ観察することにより、幾つかの元素分布の二次元情報を容易に得ることが可能となった。これらの研究は、中性子照射場の改良や放射能の高感度検出器の出現により齎らされたものであり、昨今の科学機器の進展を背景としている。

常に、関連分野の動向に関心を持ち放射化分析法へ貪欲に取り込めば、新しい放射化分析の利用法は無限に現われるだろうし、照射粒子場の改良は新たな放射化分析の発展を齎らすであろう。そのことは、先述様なトピックス的派手さを伴う研究ではないが、放射化分析を今一度本当に私どもの掌中にし、着実に発展させる道と信じ、私共の拙い経験から綴らせて頂いた。

放射化分析研究会への期待

学習院大 理 福岡孝昭

私の放射化分析との付き合いは、鉱物中のU、ThのRNAAにはじまります。そして岩石隕石、宇宙塵のINAA、RNAAを20年以上もやってきました。ごく最近ではPGA（即発γ線分析）も始めました。私の目下の目標は、μgオーダーの宇宙・地球化学的微小試料をいかに精度よくINAAするかにあります。

ところで、私はいわゆる分析化学としての放射化分析に注目するより、分析結果から議論する宇宙・地球化学の方により注目してきました。宇宙・地球科学の世界には分析化学屋でない放射化分析実行者（原子炉利用者）が結構います。この方面のグループ内には、分析化学としての放射化分析の情報交換の機会がほとんど無く、その面での情報不足になっています。新たにこの世界に入ってこられた方が、十年以上も前にかたずいた問題にひっきり、学会発表、または論文まで投稿されたこと

もあります。先人の仕事が生きていないことになりま。それから、中性子照射場としての原子炉が必ずしも利用者の便を十分に満たしているとは思えません。どのような照射場が適当であるかという面を原子炉側へ積極的に働きかける機会がありません。原子炉そのものの今後の消息の噂をきくと、不安になる点も利用者としてはあります。さらに原子炉の利用事務手続き等でも利用者の便という点から、もう少し配慮されても良い面（例えば、申込締切日）があります。もちろん原子炉側から利用者への希望もあるはずですが。このような面から、私は分析化学としての放射化分析法の研究の場としてよりも、研究会には種々の面での情報交換の場を提供してほしいと思っています。だから放射化分析屋と思っていないかもしれない原子炉利用者の多数の参加を期待しています。

発足にあたって一言

東北大学核理研 樹本和義

この度、放射化分析の同業者のコミュニケーションの場ができたこと嬉しく思っています。特に、加速器を使ってきたため中性子放射化分析の研究者との交流の少なかった者にとっては仲間に入れて心強く思っています。これをきっかけに、国内での学際的な共同研究の輪ができたり、アジアでの協力研究、欧米との研究交流へと発展していけたらと願っております。微力ではありますができるだけ協力させていただくつもりです。

施設の立場から一言、放射化分析は「恐ろしい、面倒、難しい、時間がかかる」などといった声を聞く事があります。ラジオアイソトープへの抵抗感、実験手続き

の煩雑さ（課題申請、放射線取扱手続き）、出稼ぎしなければならぬ、ボタン一つで結果が出ない事から来る感想と言えます。それでもやるという動機のはっきりした人達に支えられてきたために、分析方法として長く利用されてきたとも言えます。しかし、もっと多くの利用を望むとすれば、ユーザー側が安心して分析結果のみを議論できる環境を整えていく必要があると思います。放射化分析は他の機器分析の様に、種々のメーカーが参入して装置開発を競争しあうことが無いだけに、施設側の責任を感じています。

初めて放射化分析に取り組んだのは、富永健先生のご指導の下で博士課程の大学院生として研究に励んでいたころですから、早いものでもう15年以上前のこととなります。地殻化学実験施設の脇田 宏先生・中村裕二先生に実験法の基礎から教えていただいたのもつい最近のことなのですが、月日はいつの間にか過ぎ去り、放射化分析を取り巻く環境も少しずつ変わって来ているように思われます。従来、放射化分析は微量元素の高感度定量法として、他の分析法に対して際立った優越性を示してきました。しかし、他の機器分析法の発展により、この優越性にいささか陰りが生じてきたように一般には思

われているところがあります。放射化分析の場合、他の分析法に無い明確な特徴を持たない限り、放射線取扱という実験上のバリア、「分析機器（装置）」としての普及が困難であることなどのために、応用面での一層の発展を期する上で、他の分析法に比べて不利であることは否めません。高感度かつ高信頼性の分析法としての地歩を固めていくと共に、方法論・応用の両面における研究の推進が強く望まれ放射化分析の研究者・ユーザーの交流の場として発展して、新規ユーザーの参入を容易にすると共に、放射化分析の基礎・応用に新たな進展をもたらすことを期待しております。

これから取り組む放射化分析利用研究の紹介

農業環境技術研究所 結田 康一

放射化分析の農業利用研究に係わってはや30年になる。放射化分析法の利点を生じた利用を考え、ハロゲン元素、マンガン等各種元素の農業生産の場における挙動や農業技術向上の研究に一貫して用いてきた。

残りの研究生活も短くなってきたが、今後とも同様の立場で、次の2つのテーマを予算化し実施しようとしている。

1) 安定⁴¹Kの存在比測定法によるカリの野外圃場での長期間追跡法の開発（原子力予算平成7～11年）

⁴¹K存在比を天然存在比（6.77%）より高めた（低めた）カリをトレーサとしてカリ肥料の形で圃場に投与して作物を栽培すると、土壌や作物中既存のカリと混合され、天然存在比に近づく。対象試料（作物、土壌）中⁴¹K存在比の変動を⁴¹K量は放射化分析法で、全カリ量は蛍光法等で高精度に測定することによって、施肥カリ（⁴¹K標識カリ）の作物吸収率や土壌からの溶脱率などが圃場レベルで明らかになる。この研究が成功すればこれまで世界的にも前例がないカリ（チッ素、リン酸と共

に三大肥料成分）について、野外圃場レベルでの長期間追跡法が開発されることになる。

2) 長寿命¹²⁹Iおよび安定¹²⁷Iの農業生態系における存在量と挙動に関する研究（放射能調査予算 平成3～7年、平成8～13年では同じ課題で「土壌表層から浅・深地下水への浸透」の小課題が中心）

¹²⁹Iは核燃料再処理工場からの放出核種として重視されている。一方、この課題は筆者のライフワークとなりそうな「ハロゲン元素の農業生態系における動態」1)の一環でもある。対象試料となる土壌、植物、大気、水等中のヨウ素や臭素の高感度で簡便な放射化分析法の利用が、研究推進の大きな力となってきた。今後は¹²⁹Iの分析において特に大きな力を発揮することは疑いない。

1) 結田康一：ヨウ素および臭素の土壌・植物系を中心とした動態一欠乏、過剰、環境汚染問題とのかかわり一、日本土壌肥料学会誌、65(1)、92-101 (1994)

放射化分析の活性化と発展のための提案

原研 米沢伸四郎

放射化分析の不活性化が危惧されているなか、放射化分析研究会が発足し大変嬉しくおもいます。放射化分析の活性化と発展のためには、放射化分析関係者間の情報交換と分析設備の整備が有効であることは明らかであります。今回放射化分析研究会が発足し、さらにまた原研等の施設側では放射化分析設備の整備も計画されており、放射化分析の今後の活性化と発展に期待したいとおもいますが、更に以下の2点について提案します。

まず一つは、放射性物質管理の簡素化であります。放射化分析は人体に有害な放射性物質の取り扱いという大きなハンデキャップを持つうえに、年々その管理方法は複雑になり、その煩わしさから放射化分析が敬遠されているという事実を見逃していく訳にはいきません。なにもいい加減な管理にしろと言うのでありません。労力が少なく効率の良い管理方法を考案し、導入していただくことを関係者をお願いしたいとおもいます。このままでは、放射性物質取り扱いの実務者が減少していくことは明らかであります。

二つめは、放射化分析用固体ベースの多元素標準試料の調製であります。応用研究が主体となった現在、放射

化分析の利用者は分析化学以外の人が多く、標準試料の調製が大きな障害になっているようであります。現在、米国 NIST (I/NBS)、国立環境研 (NIES)、地質調査所等の標準物質を標準試料として用いられる事が多いようですが、これらの標準物質は放射化分析用として万能でないことも周知のことです。このため多元素標準試料を必要としない K_2 法等による自動多元素分析システムの整備が現在原研等で検討されているところではありますが、簡単な原理で正確さの優れた分析が可能な比較法も重要であります。信頼性の高い固体ベースの多元素標準物質の調製により、簡単な操作で正確な分析が初心者でも可能となりますし、その試料は歴史的な遺産ともなり得ます。信頼性の高い標準試料の調製には、放射化分析を初めとした各種分析法による多くの分析者による分析と公的機関または団体による認証作業が重要であり、本研究会の関与は必須であります。

以上2点について提案いたしますが、皆様のご意見をお聞かせください。

初めて放射化分析に取り組んだのは、富永健先生のご指導の下で博士課程の大学院生として研究に励んでいたころですから、早いものでもう15年以上前のこととなります。地殻化学実験施設の脇田 宏先生・中村裕二先生に実験法の基礎から教えていただいたのもつい最近のことなのですが、月日はいつの間にか過ぎ去り、放射化分析を取り巻く環境も少しずつ変わって来ているように思われます。従来、放射化分析は微量元素の高感度定量法として、他の分析法に対して際立った優越性を示してきました。しかし、他の機器分析法の発展により、この優越性にいささか陰りが生じてきたように一般には思

われているところがあります。放射化分析の場合、他の分析法に無い明確な特徴を持たない限り、放射線取扱という実験上のバリア、「分析機器（装置）」としての普及が困難であることなどのために、応用面での一層の発展を期する上で、他の分析法に比べて不利であることは否めません。高感度かつ高信頼性の分析法としての地歩を固めていくと共に、方法論・応用の両面における研究の推進が強く望まれ放射化分析の研究者・ユーザーの交流の場として発展して、新規ユーザーの参入を容易にすると共に、放射化分析の基礎・応用に新たな進展をもたらすことを期待しております。

これから取り組む放射化分析利用研究の紹介

農業環境技術研究所 結田 康一

放射化分析の農業利用研究に係わってはや30年になる。放射化分析法の利点を生じた利用を考え、ハロゲン元素、マンガン等各種元素の農業生産の場における挙動や農業技術向上の研究に一貫して用いてきた。

残りの研究生活も短くなってきたが、今後とも同様の立場で、次の2つのテーマを予算化し実施しようとしている。

1) 安定⁴¹Kの存在比測定法によるカリの野外圃場での長期間追跡法の開発（原子力予算平成7～11年）

⁴¹K存在比を天然存在比（6.77%）より高めた（低めた）カリをトレーサとしてカリ肥料の形で圃場に投与して作物を栽培すると、土壌や作物中既存のカリと混合され、天然存在比に近づく。対象試料（作物、土壌）中⁴¹K存在比の変動を⁴¹K量は放射化分析法で、全カリ量は蛍光法等で高精度に測定することによって、施肥カリ（⁴¹K標識カリ）の作物吸収率や土壌からの溶脱率などが圃場レベルで明らかになる。この研究が成功すればこれまで世界的にも前例がないカリ（チッ素、リン酸と共

に三大肥料成分）について、野外圃場レベルでの長期間追跡法が開発されることになる。

2) 長寿命¹²⁹Iおよび安定¹²⁷Iの農業生態系における存在量と挙動に関する研究（放射能調査予算 平成3～7年、平成8～13年では同じ課題で「土壌表層から浅・深地下水への浸透」の小課題が中心）

¹²⁹Iは核燃料再処理工場からの放出核種として重視されている。一方、この課題は筆者のライフワークとなりそうな「ハロゲン元素の農業生態系における動態」1)の一環でもある。対象試料となる土壌、植物、大気、水等中のヨウ素や臭素の高感度で簡便な放射化分析法の利用が、研究推進の大きな力となってきた。今後は¹²⁹Iの分析において特に大きな力を発揮することは疑いない。

1) 結田康一：ヨウ素および臭素の土壌・植物系を中心とした動態一欠乏、過剰、環境汚染問題とのかかわり一、日本土壌肥料学会誌、65(1)、92-101 (1994)

放射化分析の活性化と発展のための提案

原研 米沢伸四郎

放射化分析の不活性化が危惧されているなか、放射化分析研究会が発足し大変嬉しくおもいます。放射化分析の活性化と発展のためには、放射化分析関係者間の情報交換と分析設備の整備が有効であることは明らかであります。今回放射化分析研究会が発足し、さらにまた原研等の施設側では放射化分析設備の整備も計画されており、放射化分析の今後の活性化と発展に期待したいとおもいますが、更に以下の2点について提案します。

まず一つは、放射性物質管理の簡素化であります。放射化分析は人体に有害な放射性物質の取り扱いという大きなハンデキャップを持つうえに、年々その管理方法は複雑になり、その煩わしさから放射化分析が敬遠されているという事実を見逃していく訳にはいきません。なにもいい加減な管理にしろと言うのでありません。労力が少なく効率の良い管理方法を考案し、導入していただくことを関係者をお願いしたいとおもいます。このままでは、放射性物質取り扱いの実務者が減少していくことは明らかであります。

二つめは、放射化分析用固体ベースの多元素標準試料の調製であります。応用研究が主体となった現在、放射

化分析の利用者は分析化学以外の人が多く、標準試料の調製が大きな障害になっているようであります。現在、米国 NIST (I/NBS)、国立環境研 (NIES)、地質調査所等の標準物質を標準試料として用いられる事が多いようですが、これらの標準物質は放射化分析用として万能でないことも周知のことです。このため多元素標準試料を必要としない K₂法等による自動多元素分析システムの整備が現在原研等で検討されているところではありますが、簡単な原理で正確さの優れた分析が可能な比較法も重要であります。信頼性の高い固体ベースの多元素標準物質の調製により、簡単な操作で正確な分析が初心者でも可能となりますし、その試料は歴史的な遺産ともなり得ます。信頼性の高い標準試料の調製には、放射化分析を初めとした各種分析法による多くの分析者による分析と公的機関または団体による認証作業が重要であり、本研究会の関与は必須であります。

以上2点について提案いたしますが、皆様のご意見をお聞かせください。

初めて放射化分析に取り組んだのは、富永健先生のご指導の下で博士課程の大学院生として研究に励んでいたころですから、早いものでもう15年以上前のこととなります。地殻化学実験施設の脇田 宏先生・中村裕二先生に実験法の基礎から教えていただいたのもつい最近のことなのですが、月日はいつの間にか過ぎ去り、放射化分析を取り巻く環境も少しずつ変わって来ているように思われます。従来、放射化分析は微量元素の高感度定量法として、他の分析法に対して際立った優越性を示してきました。しかし、他の機器分析法の発展により、この優越性にいささか陰りが生じてきたように一般には思

われているところがあります。放射化分析の場合、他の分析法に無い明確な特徴を持たない限り、放射線取扱という実験上のバリア、「分析機器（装置）」としての普及が困難であることなどのために、応用面での一層の発展を期する上で、他の分析法に比べて不利であることは否めません。高感度かつ高信頼性の分析法としての地歩を固めていくと共に、方法論・応用の両面における研究の推進が強く望まれ放射化分析の研究者・ユーザーの交流の場として発展して、新規ユーザーの参入を容易にすると共に、放射化分析の基礎・応用に新たな進展をもたらすことを期待しております。

これから取り組む放射化分析利用研究の紹介

農業環境技術研究所 結田 康一

放射化分析の農業利用研究に係わってはや30年になる。放射化分析法の利点を生じた利用を考え、ハロゲン元素、マンガン等各種元素の農業生産の場における挙動や農業技術向上の研究に一貫して用いてきた。

残りの研究生活も短くなってきたが、今後とも同様の立場で、次の2つのテーマを予算化し実施しようとしている。

1) 安定⁴¹Kの存在比測定法によるカリの野外圃場での長期間追跡法の開発（原子力予算平成7～11年）

⁴¹K存在比を天然存在比（6.77%）より高めた（低めた）カリをトレーサとしてカリ肥料の形で圃場に投与して作物を栽培すると、土壌や作物中既存のカリと混合され、天然存在比に近づく。対象試料（作物、土壌）中⁴¹K存在比の変動を⁴¹K量は放射化分析法で、全カリ量は蛍光法等で高精度に測定することによって、施肥カリ（⁴¹K標識カリ）の作物吸収率や土壌からの溶脱率などが圃場レベルで明らかになる。この研究が成功すればこれまで世界的にも前例がないカリ（チッ素、リン酸と共

に三大肥料成分）について、野外圃場レベルでの長期間追跡法が開発されることになる。

2) 長寿命¹²⁹Iおよび安定¹²⁷Iの農業生態系における存在量と挙動に関する研究（放射能調査予算 平成3～7年、平成8～13年では同じ課題で「土壌表層から浅・深地下水への浸透」の小課題が中心）

¹²⁹Iは核燃料再処理工場からの放出核種として重視されている。一方、この課題は筆者のライフワークとなりそうな「ハロゲン元素の農業生態系における動態」1)の一環でもある。対象試料となる土壌、植物、大気、水等中のヨウ素や臭素の高感度で簡便な放射化分析法の利用が、研究推進の大きな力となってきた。今後は¹²⁹Iの分析において特に大きな力を発揮することは疑いない。

1) 結田康一：ヨウ素および臭素の土壌・植物系を中心とした動態一欠乏、過剰、環境汚染問題とのかかわり一、日本土壌肥料学会誌、65(1)、92-101 (1994)

放射化分析の活性化と発展のための提案

原研 米沢伸四郎

放射化分析の不活性化が危惧されているなか、放射化分析研究会が発足し大変嬉しくおもいます。放射化分析の活性化と発展のためには、放射化分析関係者間の情報交換と分析設備の整備が有効であることは明らかであります。今回放射化分析研究会が発足し、さらにまた原研等の施設側では放射化分析設備の整備も計画されており、放射化分析の今後の活性化と発展に期待したいとおもいますが、更に以下の2点について提案します。

まず一つは、放射性物質管理の簡素化であります。放射化分析は人体に有害な放射性物質の取り扱いという大きなハンデキャップを持つうえに、年々その管理方法は複雑になり、その煩わしさから放射化分析が敬遠されているという事実を見逃していく訳にはいきません。なにもいい加減な管理にしろと言うのでありません。労力が少なく効率の良い管理方法を考案し、導入していただくことを関係者をお願いしたいとおもいます。このままでは、放射性物質取り扱いの実務者が減少していくことは明らかであります。

二つめは、放射化分析用固体ベースの多元素標準試料の調製であります。応用研究が主体となった現在、放射

化分析の利用者は分析化学以外の人が多く、標準試料の調製が大きな障害になっているようであります。現在、米国 NIST (I&NBS)、国立環境研 (NIES)、地質調査所等の標準物質を標準試料として用いられる事が多いようですが、これらの標準物質は放射化分析用として万能でないことも周知のことです。このため多元素標準試料を必要としない K₂法等による自動多元素分析システムの整備が現在原研等で検討されているところではありますが、簡単な原理で正確さの優れた分析が可能な比較法も重要であります。信頼性の高い固体ベースの多元素標準物質の調製により、簡単な操作で正確な分析が初心者でも可能となりますし、その試料は歴史的な遺産ともなり得ます。信頼性の高い標準試料の調製には、放射化分析を初めとした各種分析法による多くの分析者による分析と公的機関または団体による認証作業が重要であり、本研究会の関与は必須であります。

以上2点について提案いたしますが、皆様のご意見をお聞かせください。

10年程前になるがIAEA（国際原子力機関）に数年勤務する機会があった。私が所属していたのはライフサイエンス部で、そこでのテーマの一つに、放射化分析など核技術を用いた分析法の医学、生物学及び環境科学への応用とその推進という仕事があった。例えば、「体内臓器と毛髪中の重金属濃度の関係」「種々の元素の経口摂取量の推定」「環境モニタリング」等のテーマについて各国の研究者を集め2プロジェクトを組んだり、会議のアレンジを行なったりというものであった。IAEAの目的は必ずしも先端技術とか最新の研究テーマには向いていない。研究グループを組織する時は、多くの場合発展途上国の研究者も加え、彼らのレベルアップも狙うことが大切と考えている。放射化分析の指導者の派遣やトレーニングコースの開催等についての要望がIAEAに寄せられていた。しかし、日本からの専門家の派遣等はなかなか実現しなかった。IAEAの同僚から、日

本人の研究者の協力がなかなか得られないという指摘もあり、少し寂しい気持ちになったこともあった。また、トレーニングコースなども日本はなかなかやってもらえないと言う声も聞かれた。一方、欧米やインドの特に研究炉を持っている研究機関では積極的に協力してくれることが多かった。研究炉には分析センター的な組織があり、そこには放射化分析専門家が多数いるため、研究協力や研修などにも対応しやすいのであろう。日本の場合は施設があってもスタッフの数が少なかったりまた欧米のような組織になっていなかったりするためか、研究者は雑用に迫られ国際協力まで行ないにくい状況にあったのかも知れない。

放射化分析研究会ができることによって、国内の研究者間のネットワークが確立されるだけでなく、海外の研究者や国際協力などのコミュニケーションも盛んになることを期待したい。

”発足にあたって一言”

慶大・文 富沢 威

考古遺物や美術試料の分析は、年代や産地、および材質・技法についての情報を得ることを目的としている。これらは、人類の過去の生活史の復元を意図して行われている。

化学組成からは、原材料の由来、製造技術の評価、流通や貿易の状況、真贋の識別、あるいは劣化の程度などについて、考古化学的に重要な情報が得られる。

考古遺物や美術試料を対象とする分析では、試料が貴重であるという特殊性から、分析試料の量や形態の変更には制限がある場合が多い。一般には、こうした理由か

ら適用される分析法は、(1) 試料を採取しない非破壊分析であること、(2) 多元素同時分析であること、(3) 定量分析であること、(4) 微量分析であること、(5) 迅速分析であることが望ましいと考えられている。

高感度で多元素同時定量が化学分離なしで可能である放射化分析法は、現在、考古遺物や美術試料の分析化学的研究にとって有力な手法となっている。核的手法を応用することにより、こうした領域の課題の解明は一層進むものと思われる。研究会の発展を期待するものである。



新刊書案内

Chemical Analysis by Nuclear Method

Z. B. Alfassi 編 556p.

John Wiley & Sons Ltd.

ISBN 0 471 93834 3

編集方針：新たにこの分野の研究を始める人を対象にしている。

構成の特徴：分析の応用分野毎ではなく、分析に利用するプローブ毎に詳述している。最も重要と思われる方法を集約している。

(情報提供 榎本和義)

10年程前になるがIAEA（国際原子力機関）に数年勤務する機会があった。私が所属していたのはライフサイエンス部で、そこでのテーマの一つに、放射化分析など核技術を用いた分析法の医学、生物学及び環境科学への応用とその推進という仕事があった。例えば、「体内臓器と毛髪中の重金属濃度の関係」「種々の元素の経口摂取量の推定」「環境モニタリング」等のテーマについて各国の研究者を集め2プロジェクトを組んだり、会議のアレンジを行なったりというものであった。IAEAの目的は必ずしも先端技術とか最新の研究テーマには向いていない。研究グループを組織する時は、多くの場合発展途上国の研究者も加え、彼らのレベルアップも狙うことが大切と考えている。放射化分析の指導者の派遣やトレーニングコースの開催等についての要望がIAEAに寄せられていた。しかし、日本からの専門家の派遣等はなかなか実現しなかった。IAEAの同僚から、日

本人の研究者の協力がなかなか得られないという指摘もあり、少し寂しい気持ちになったこともあった。また、トレーニングコースなども日本はなかなかやってもらえないと言う声も聞かれた。一方、欧米やインドの特に研究炉を持っている研究機関では積極的に協力してくれることが多かった。研究炉には分析センター的な組織があり、そこには放射化分析専門家が多数いるため、研究協力や研修などにも対応しやすいのであろう。日本の場合は施設があってもスタッフの数が少なかったりまた欧米のような組織になっていなかったりするためか、研究者は雑用に迫られ国際協力まで行ないにくい状況にあったのかも知れない。

放射化分析研究会ができることによって、国内の研究者間のネットワークが確立されるだけでなく、海外の研究者や国際協力などのコミュニケーションも盛んになることを期待したい。

”発足にあたって一言”

慶大・文 富沢 威

考古遺物や美術試料の分析は、年代や産地、および材質・技法についての情報を得ることを目的としている。これらは、人類の過去の生活史の復元を意図して行われている。

化学組成からは、原材料の由来、製造技術の評価、流通や貿易の状況、真贋の識別、あるいは劣化の程度などについて、考古化学的に重要な情報が得られる。

考古遺物や美術試料を対象とする分析では、試料が貴重であるという特殊性から、分析試料の量や形態の変更には制限がある場合が多い。一般には、こうした理由か

ら適用される分析法は、(1) 試料を採取しない非破壊分析であること、(2) 多元素同時分析であること、(3) 定量分析であること、(4) 微量分析であること、(5) 迅速分析であることが望ましいと考えられている。

高感度で多元素同時定量が化学分離なしで可能である放射化分析法は、現在、考古遺物や美術試料の分析化学的研究にとって有力な手法となっている。核的手法を応用することにより、こうした領域の課題の解明は一層進むものと思われる。研究会の発展を期待するものである。



新刊書案内

Chemical Analysis by Nuclear Method

Z. B. Alfassi 編 556p.

John Wiley & Sons Ltd.

ISBN 0 471 93834 3

編集方針：新たにこの分野の研究を始める人を対象にしている。

構成の特徴：分析の応用分野毎ではなく、分析に利用するプローブ毎に詳述している。最も重要と思われる方法を集約している。

(情報提供 榎本和義)

講座

放射化分析のはじめに

放射化分析では安定核種を適当な核反応で不安定核種に変換し（放射化し）、生じた不安定核種の壊変定数（あるいは半減期）や壊変に伴って放出される放射線のエネルギー値などの核的情報から定性分析を行い、放射線の強度から定量分析を行う。安定核種を放射化する手段としては中性子、荷電粒子、光子（ γ 線）等による比較的単純な核反応が用いられるが、中でも原子炉中性子を利用する中性子放射化分析が最もよく利用される。

本特集では、中性子をはじめとして荷電粒子、光子を利用する放射化分析について、それぞれに経験を持つ研究者が概要を紹介する。このうち中性子を利用するものとしては機器中性子放射化分析と放射化学的中性子放射化分析のほか、即発 γ 線分析についても別個にとりあげた。いずれの項目でも紙面の都合で充分言い尽くせない部分を残していることはあるとしても、放射化分析の全体像をつかむうえでは充分要を得たものであろう。それぞれの分析法についてはいずれ本誌で特集が組まれる予定である。

（都立大学・理学部，海老原 充）

1. 機器中性子放射化分析（INAA）

放射化分析の中でも、普通の原子炉を使った放射化分析をINAA(機器中性子放射化分析)と呼びます。「機器」と付くのは、照射した試料を何ら化学的操作を加えず直接検出器で測定するからです。中性子放射化分析でも化学処理を伴う分析は次に述べますRNAA(放射化学中性子放射化分析)といいます。

1. 分析の原理

原子炉中に存在する熱中性子は、試料中の多くの元素と中性子捕獲反応(n, γ)反応を起こし、試料中の安定な元素(核種)を放射性核種に変換します。この放射性核種は放射線を出して安定な核種に壊変していきます。このときの放射能を測定して元素分析を行います。

機器中性子放射化分析では、元素の定量にはほとんどは比較法(相対法)が用いられています。この場合、分析試料と元素含有量が既知の比較標準試料とを一緒に照射し、両試料の放射能比から元素を定量します。分析試料中のある元素の含有量(W_x)は、次の簡単な式で求められます。

講座

放射化分析のはじめに

放射化分析では安定核種を適当な核反応で不安定核種に変換し（放射化し）、生じた不安定核種の壊変定数（あるいは半減期）や壊変に伴って放出される放射線のエネルギー値などの核的情報から定性分析を行い、放射線の強度から定量分析を行う。安定核種を放射化する手段としては中性子、荷電粒子、光子（ γ 線）等による比較的単純な核反応が用いられるが、中でも原子炉中性子を利用する中性子放射化分析が最もよく利用される。

本特集では、中性子をはじめとして荷電粒子、光子を利用する放射化分析について、それぞれに経験を持つ研究者が概要を紹介する。このうち中性子を利用するものとしては機器中性子放射化分析と放射化学的中性子放射化分析のほか、即発 γ 線分析についても別個にとりあげた。いずれの項目でも紙面の都合で充分言い尽くせない部分を残していることはあるとしても、放射化分析の全体像をつかむうえでは充分要を得たものであろう。それぞれの分析法についてはいずれ本誌で特集が組まれる予定である。

（都立大学・理学部，海老原 充）

1. 機器中性子放射化分析（INAA）

放射化分析の中でも、普通の原子炉を使った放射化分析をINAA(機器中性子放射化分析)と呼びます。「機器」と付くのは、照射した試料を何ら化学的操作を加えず直接検出器で測定するからです。中性子放射化分析でも化学処理を伴う分析は次に述べますRNAA(放射化学中性子放射化分析)といいます。

1. 分析の原理

原子炉中に存在する熱中性子は、試料中の多くの元素と中性子捕獲反応(n, γ)反応を起こし、試料中の安定な元素(核種)を放射性核種に変換します。この放射性核種は放射線を出して安定な核種に壊変していきます。このときの放射能を測定して元素分析を行います。

機器中性子放射化分析では、元素の定量にはほとんどは比較法(相対法)が用いられています。この場合、分析試料と元素含有量が既知の比較標準試料とを一緒に照射し、両試料の放射能比から元素を定量します。分析試料中のある元素の含有量(W_x)は、次の簡単な式で求められます。

$$W_x = W_s \{A_x \exp(\lambda d_x)\} / \{A_s \exp(\lambda d_s)\}$$

$$= W_s (A_x / A_s) \exp\{\lambda (d_x - d_s)\}$$

ここで、 W_s は比較標準試料中の既知元素の含有量、 A_x と A_s は分析試料と比較標準試料の放射能、 d_x と d_s は分析試料と比較標準試料の照射後に測定するまでの冷却時間、 λ は放射性核種固有の壊変定数($\lambda = \ln 2 / t_{1/2}$, $t_{1/2}$:半減期)です。

このように比較法を行えば、中性子束、放射化断面積など難しい定数を含んだ生成式を知らなくても構いません。

放射能の比 A_x / A_s は、INAAではほとんどの場合に γ 線をGe半導体検出器で測定するため γ 線ピークの面積比(正確には測定時間で割った計数率の比)になります。

2. 分析の方法

INAAは主に、試料調製、中性子照射、 γ 線測定、スペクトル解析の4部分より成り立っています、それぞれについて簡単に説明します。

照射前の準備

分析する試料の形状は、塊状、線状、粉末などの固体あるいは液体であっても分析は可能です。比較標準試料の形状は、分析試料と同様な形状ならびに組成が望ましいですが、それほど注意する必要はありません。しかし、分析試料と比較標準試料の大きさが著しく異なると、 γ 線測定において幾何学的な計数効率が違ってくるので、正確な分析値が得られないことになります。

比較標準試料として、一定濃度の標準溶液を添加したろ紙を分析元素ごとに用意する方法や、国立環境研究所などが作成している濃度が検定された標準試料(物質)を使用する方法が用いられています。

分析試料の量は、試料中の主成分元素(マトリックス)含有量や分析元素含有量によりますが、数10mg~1g程度の試料量で分析できます。分析試料を扱う上で、一番注意を払わなくてはならないのは、分析試料を切断したり、秤量したりする際の器具などからの汚染です。これらの操作で汚染をさせてしまうと何を分析した定量値かわからなくなってしまいます。そして、試料は洗浄した二重のポリエチレン袋や石英管に封入し、比較標準試料と共に照射カプセルに入れます(フラックスモニタなどを付けて分析試料と比較標準試料を別々に照射することもあります)。

原子炉での照射

できるだけ多元素を分析するのであれば、生成核種の放射能の違いに応じて普通は2種類程度の照射時間で照射を行います。

半減期が数分(^{28}Al など)から数時間(^{56}Mn など)の短寿命核種に対しては、照射設備として、試料を入れたカプセルを空気の圧力などで原子炉の中まで送る気送管がよく用いられ、数分間の照射を行います。

半減期が数十時間以上の中・長寿命核種に対しては、数十分間から数十時間の照射を行います。試料の照射は短寿命核種を照射するための気送管を除いて、原子炉側の要員が行うので、照射設備の詳細は省きます。

放射性核種の生成には、熱中性子とよく反応する核種と中性子エネルギーの高い熱外中性子あるいは高速中性子とよく反応する核種があります。そこで、 γ 線測定において分析したい核種を妨害する核種が熱中性子とよく反応する場合は、熱中性子を吸収するカドミウムフィルターで覆った状態で照射をします。そうすると試料にはエネルギーの高い中性子だけがあたることになり、分析核種が熱外中性子あるいは高速中性子とよく反応する核種の場合は、検出感度が向上します。Naを多く含む生体試料などの中のUやThの分析にはこのカドミウムフィルター法が適しています。

INAAでは主に、 (n, γ) 反応で生成する核種を分析に利用しますが、高速中性子による (n, p) 反応や (n, α) 反応でも同一核種が生成する場合があります。例えば、Mgの定量には $^{26}\text{Mg}(n, \gamma)^{27}\text{Mg}$ 反応を用いますが、試料中にAlが含まれていると高速中性子により $^{27}\text{Al}(n, p)^{27}\text{Mg}$ 反応を起こし、同じ ^{27}Mg を生成して、定量値が高めになります。照射設備による妨害反応の割合を原子炉側に聞いておく必要があります。

γ 線の測定

γ 線測定によって定量分析を行うには、 γ 線をエネルギーごとに測定する必要があります。 γ 線の検出にはGe半導体検出器が用いられます。これにエネルギーごとにパルスを選別する波高分析器をつなげます。

原子炉で照射した試料を二重のポリエチレン袋などから取り出し、新しいポリエチレン袋に移し替えて γ 線測定をします。粉末の場合には、外側のポリエチレン袋だけを交換することもあります。この放射化した試料を一定の冷却時間を置いて、Ge半導体検出器と4096チャンネル程度の多重波高分析器とを組み合わせた γ 線測定装置(γ 線スペクトロメータ)で測定します。

Ge半導体検出器は鉛あるいは鉄で構成された遮蔽体の中に設置され、周りの種々の物質から放射されている天然の放射線を弱めるようにして、放射化試料からの γ 線を測定します。

γ 線測定の際には、試料から検出器に入る放射線が強すぎないように、波高分析器に表示されている不感時間率がおよそ10%以下(正確には計数率で考える)を目安に測定するように注意しなければなりません。そのため試料と検出器との距離を適当に調整する必要があります。このときの分析試料と比較標準試料は、同一の距離で測定しなくてはなりません。

冷却時間は、試料中の主成分元素や分析元素の半減期により異なりますが、照射時間と同様に計算または経験から決めます。おおよその冷却時間は、短寿命核種では照射後直ちに、半減期が数十時間から数日の中寿命核種(^{24}Na など)では照射後3~5日間後、半減期が数十日以上の中寿命核種(^{60}Co など)では照射後2週間後ぐらいです。そして、冷却時間 d_x と d_s は正確に記録しておかないと定量できません。

γ 線スペクトルの解析

測定された γ 線スペクトルはパソコンなどを用いて解析を行います。ほとんどの波高分析器にはスペクトルをフロッピィディスクなどに保存できる機能と共に、スペクトル上のピークの面積計算を行う機能が付いていますのでそれを利用します。しかし、複数のピークが重なり合う複合ピークの場合には、ピークの形状を関数型にあてはめて最小

二乗法で計算する必要があります。

γ線ピーク的位置すなわちγ線エネルギー、冷却時間などから元素の同定を行い、分析の原理で述べた式で元素の含有量を計算し、試料重量で割って濃度を求めます。このあたりの計算までも自動的にやってくれる市販の放射化分析用の波高分析器は残念ながらありません。

各試料の種類ごとの最適な照射・測定条件やγ線スペクトル解析プログラムなどについてはまた別の機会に話したいと思います。

3. INAAの特長

まとめとして、INAAの特長を以下に示します。

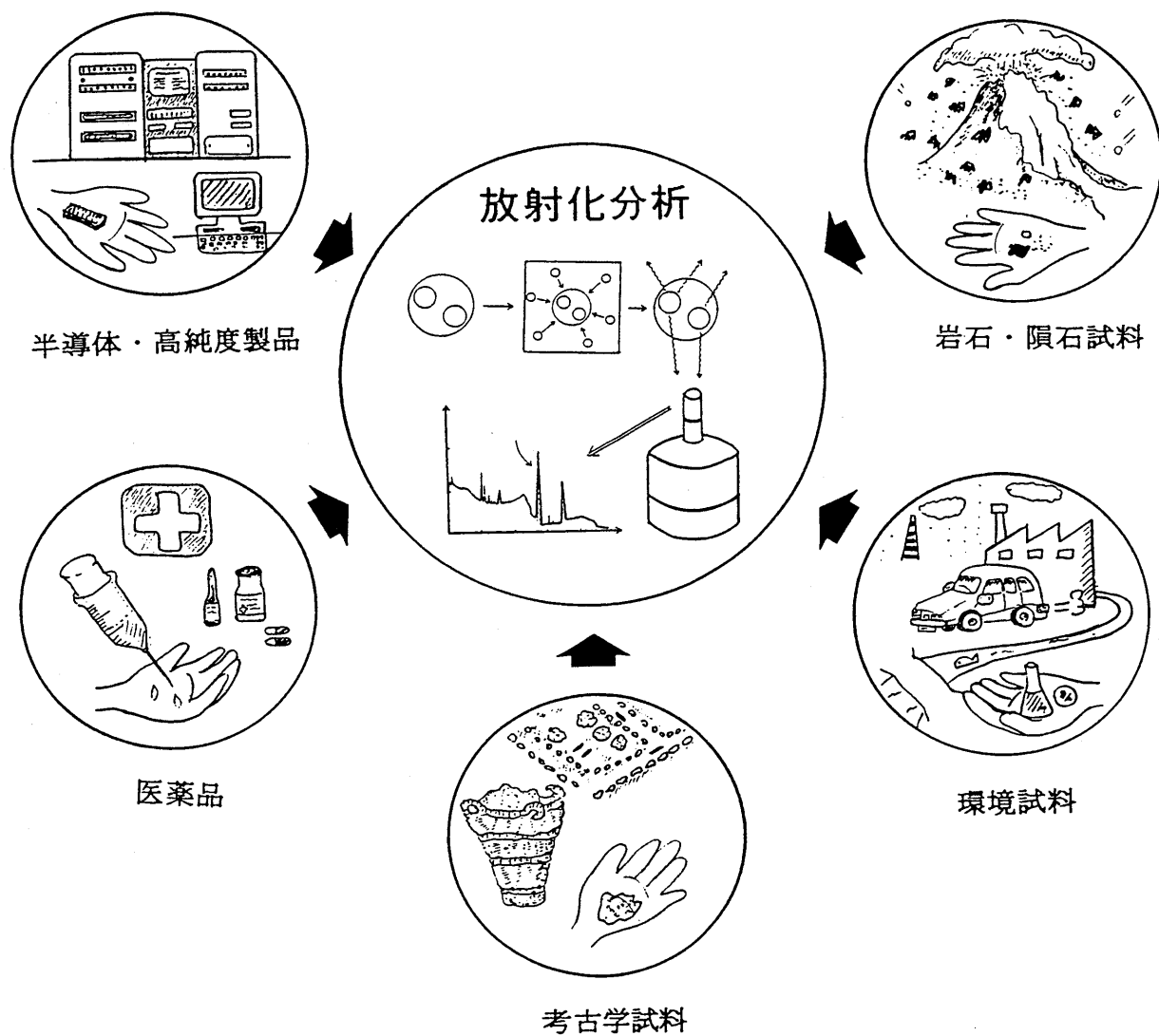
- 1) 検出感度が優れていること。数ppb程度まで分析可能なこと。
- 2) 非破壊で多数の元素が同時に分析できること。
- 3) 化学操作を行わないので、不純物の混入の恐れが少ないこと。
- 4) 試料の形状に制約がなく、少量の試料で分析可能なこと。

最後に、INAAで適用可能な元素の一覧を示すために、一例として国立環境研究所の海底質標準試料(NIES No.12)をINAAで定量した結果を周期律表に示します。これは2回の照射(30秒間、12時間)で行ったもので、これくらいの元素がINAAで定量することができます。

(武蔵工大・原研, 鈴木 章悟)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| H | | | | | | | | | | | | | | | | | He |
| Li | Be | | | | | | | | | | | B | C | N | O | F | Ne |
| Na 30000 | Mg 15900 | | | | | | | | | | | Al 65000 | Si 29% | P | S | Cl 34000 | Ar |
| K 13500 | Ca 10800 | Sc 17.4 | Ti 3400 | V 125 | Cr 198 | Mn 770 | Fe 4000 | Co 14.6 | Ni 59 | Cu 119 | Zn 650 | Ga 19 | Ge | As 19.9 | Se 1.61 | Br 197 | Kr |
| Rb 69 | Sr 130 | Y | Zr 114 | Nb | Mo 7.3 | Tc | Ru | Rh | Pd | Ag 2.3 | Cd 3.0 | In 0.28 | Sn 11.3 | Sb 1.66 | Te | I 48 | Xe |
| Cs 5.8 | Ba 290 | La-Lu | Hf 2.8 | Ta 0.49 | W 1.64 | Re | Os | Ir | Pt | Au 0.038 | Hg 1.49 | Tl | Pb | Bi | Po | At | Rn |
| Fr | Ra | Ac- | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | La 15.9 | Ce 37 | Pr 3.4 | Nd 15.8 | Pm | Sm 3.9 | Eu 0.95 | Gd 2.5 | Tb 0.51 | Dy 4.2 | Ho 0.75 | Er 1.9 | Tm 0.36 | Yb 2.3 | Lu 0.34 |
| | | | Ac | Th 6.1 | Pa | U 3.1 | | | | | | | | | | | |

NIES 海底質標準試料の定量値(単位: ppm) (鈴木章悟, 平井昭司: 分析化学, 41, 163 (1992) 参照)

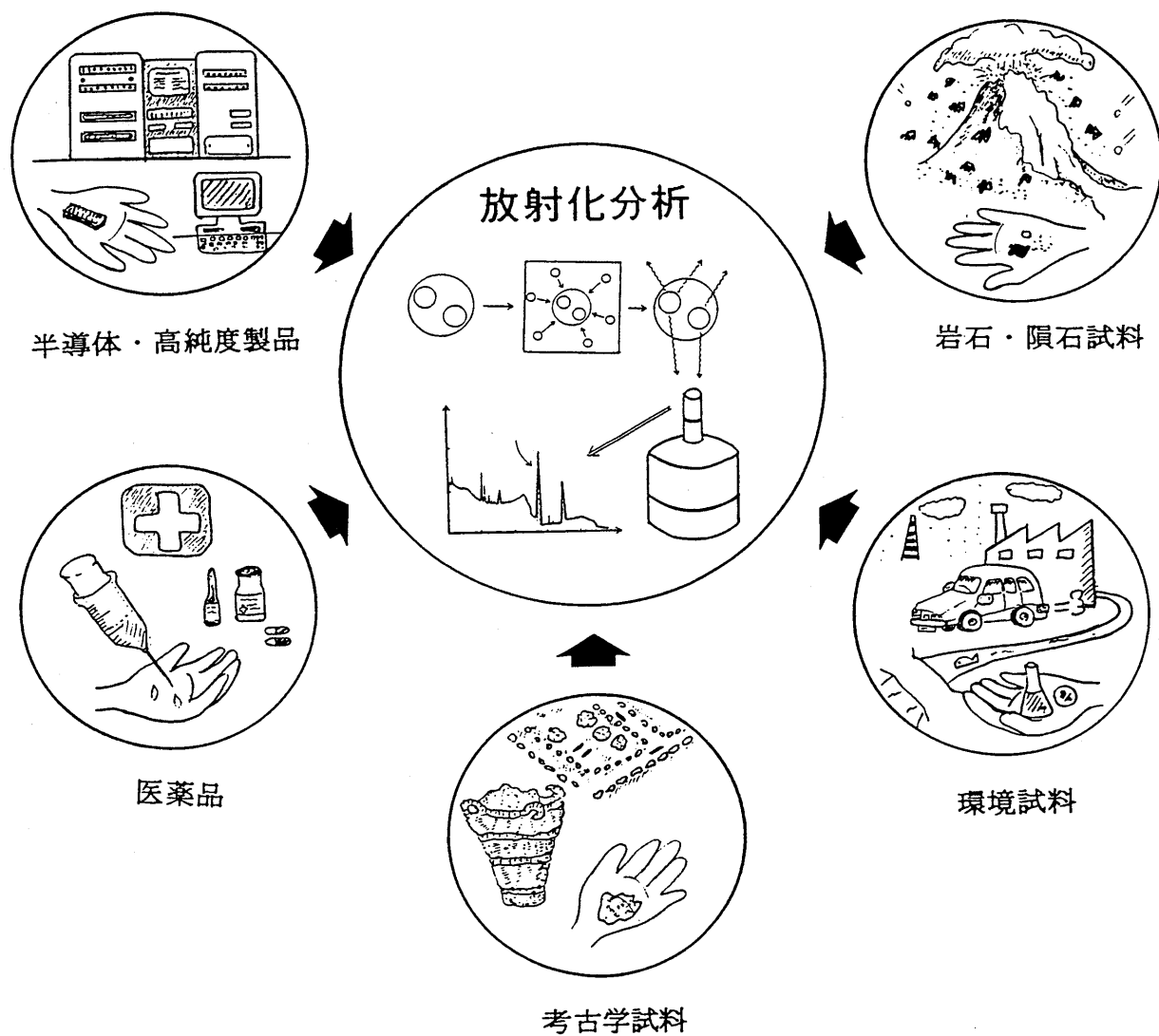


放射化分析の応用 (武蔵工大炉パンフレットから転載)

II. 放射化学的中性子放射化分析 (RNAA)

1. 中性子放射化分析の歴史的変遷

中性子放射化分析 (以下NAAと略記) の歴史は1936年に、ヘヴェシー (Hevesy) とレヴィ (Levi) がラジウムとベリリウムからなる中性子源を用いてディスプロシウムの定量を行なったことに始まるとされる。1950年代に入り、研究用原子炉が普及するにつれて、NAAは分析法として広く用いられるようになった。1950年代から60年代のNAAにおいては、核反応で生成した放射性核種を放射化学的に分離・精製したのち放射線測定を行う放射化学的中性子放射化分析 (Radiochemical NAA, 以下RNAAと略記) が普通であった。放射線の測定にはβ線、γ線共に用いられた。その後1960年代後半



放射化分析の応用 (武蔵工大炉パンフレットから転載)

II. 放射化学的中性子放射化分析 (RNAA)

1. 中性子放射化分析の歴史的変遷

中性子放射化分析 (以下NAAと略記) の歴史は1936年に、ヘヴェシー (Hevesy) とレヴィ (Levi) がラジウムとベリリウムからなる中性子源を用いてディスプロシウムの定量を行なったことに始まるとされる。1950年代に入り、研究用原子炉が普及するにつれて、NAAは分析法として広く用いられるようになった。1950年代から60年代のNAAにおいては、核反応で生成した放射性核種を放射化学的に分離・精製したのち放射線測定を行う放射化学的中性子放射化分析 (Radiochemical NAA, 以下RNAAと略記) が普通であった。放射線の測定にはβ線、γ線共に用いられた。その後1960年代後半

に、 γ 線検出器としてエネルギー分解能の高いゲルマニウム製半導体検出器が開発され、 γ 線スペクトロメトリーが主流となった。1970年代に入り、検出器に加えて多チャンネル波高分析器の性能が向上し、エネルギー分解能が従来の機器に比べ飛躍的に向上した。その結果、中性子照射後の化学分離が必ずしも必要でなくなり、測定機器に大きく依存する機器中性子放射化分析 (instrumental NAA、以下INAAと略記) が急速に普及した。同法は化学分離操作をせずに分析が可能であり、従って非破壊分析が可能であることから、分析化学を専門としない人にも広く利用されるようになった。

2. RNAAの概要

試料を原子炉中で中性子照射した際、 (n, γ) 反応によって生成する放射能は次式より得られる：

$$D = f \sigma m N \theta \{1 - \exp(-\lambda T_i)\} \quad (1)$$

ここで f は原子炉中の試料照射位置での中性子束 (単位： $\text{cm}^2 \text{sec}^{-1}$)、 σ は (n, γ) 反応の起こり易さを示す中性子放射化断面積 (単位： cm^2)、 m は定量目的元素のモル数、 N はアボガドロ数 (6.02×10^{23})、 θ は定量目的元素中の同位体存在度、 λ は生成核種の壊変定数、 T_i は中性子照射の時間をそれぞれ表す。壊変定数 λ は放射性核種の半減期を $t_{1/2}$ と表せば、 $t_{1/2} = \ln 2 / \lambda$ の関係がある。

生成放射能 D は照射時間 T_i の変化に伴って図1のように変化する。この図で明らかのように、生成核種の半減期に比べて短い照射時間では D は T_i に対応して大きくなるが、 T_i が半減期の数倍以上になると増加率が鈍り、やがて横ばい状態となる。この状態を飽和 (saturation) といい、 $\{1 - \exp(-\lambda T_i)\}$ を飽和係数 (saturation factor) と呼ぶ。従って照射時間は生成核種の半減期のせいぜい 2 - 3 倍にするのが効率的である。

測定はほとんどの場合、放射壊変に伴って放出される γ 線を利用する。測定される γ 線の強度 C は、(1) 式で計算される生成放射能 D をもとに次式で表される：

$$C = D e b \exp(-\lambda T_c) \quad (2)$$

ここで e は放射性核種から放出される γ 線の検出効率で、測定器自身の検出効率と試料と検出器の幾何学的位置関係で決まる。 b は放射性核種 1 壊変当りの測定対象 γ 線の放出率、 $\exp(-\lambda T_c)$ は冷却による減衰率 (T_c : 冷却時間) をそれぞれ表わす。 C の単位は D の単位に準じ、 D にベクレル (Bq) (1 秒当りの壊変率、dps) を用いれば C は cps (1 秒当りの計数率) で与えられる。

(1) 式と (2) 式を組み合わせると定量値を計算するための基礎となる次式を得る：

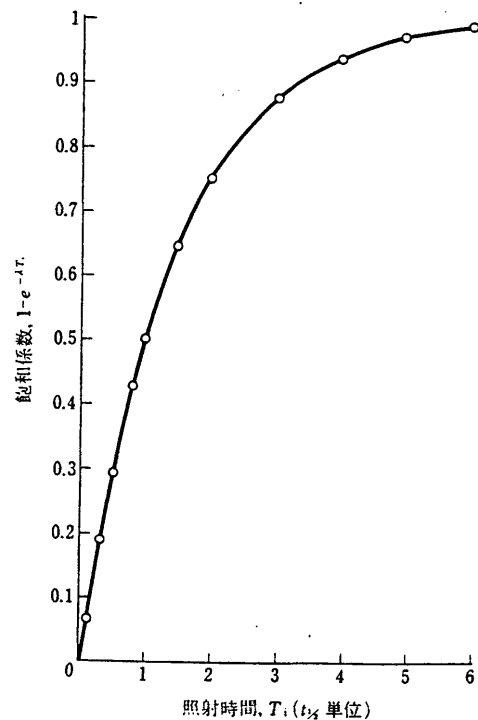


図1 飽和係数と照射時間の関係

$$C = f \sigma m N \theta e b \{1 - \exp(-\lambda T_i)\} \exp(-\lambda T_c) \quad (3)$$

中性子密度 f の原子炉で時間 T_i だけ照射し、時間 T_c だけ冷却後 γ 線強度の測定を行って C 値を求めれば、(3) 式より定量目的元素の量 m が求められる。こうして定量する方法を絶対法という。しかし、(3) 式の係数すべてを厳密に求めることは難しく、実際には比較法(相対法)を用いる。比較法では未知試料と一緒に元素組成既知の標準試料を同じ条件で照射する。冷却時間の違いを補正したあとの放射能強度は始めに存在していた元素の量に比例することから、単純な比例計算により未知試料中の元素量を求めることができる。

標準試料としては、INAAでは組成が分かっている形態の似た比較標準物質(reference standard materials)を用いることが多いが、RNAAでは化学薬品から調整した化学標準試料(chemical standard samples)を用いる。化学標準試料の作成にあたっては固体の試薬をそのまま用いる場合と、試薬を適当な溶媒に溶解して標準溶液をつくり、その一定量を濾紙や酸化マグネシウムなどに滴下して用いる場合がある。前者は比較的 Analysis 感度が悪い元素の場合、後者は反対に感度の良い元素の場合に対応する。この場合の濾紙や酸化マグネシウムは中性子照射中における自己遮蔽を防ぐための分散剤として働く。いずれの場合も化合物を秤量する必要があるため、安定な秤量形を持つ、純度の高い化合物を用いる。また、共存する元素が目的元素の測定の妨げとならないような試薬でなければならない。一般に試薬としては金属や酸化物が、溶媒としては硝酸が多く用いられる。

3. RNAAの実際

RNAAで最も注意すべきことは、中性子照射を行うまでの段階で試料が汚染がしないようにすることである。中性子照射を行うに当たっては試料を適当な容器に封入するが、用いる原子炉や照射時間に応じて照射容器を選択する必要がある。

照射終了後、試料を照射容器から定量的に適当な分解容器に移す。分解容器中にはあらかじめ定量目的元素の担体を一定量加えておく。試料の分解の際には、試料中の目的元素と担体元素との間に平衡が成り立つことが必須で、アルカリ融剤(水酸化ナトリウムや過酸化ナトリウムなど)を用いることが多い。試料分解後の放射化学的操作では、沈殿法、イオン交換法、溶媒抽出法が基本操作として用いられる。目的元素や定量に用いる核種の半減期に応じて、これらの操作を適当に組み合わせて一つの分離操作をつくる。沈殿分離の際、分離の効率をよくするために保持担体とスカベンジャーを適宜用いる。本来沈殿しないはずの妨害元素が、その濃度が小さいために目的元素の沈殿に吸着されることがある。これを防ぐために加えるのが保持担体である。逆に、目的元素を上澄みに残し、妨害元素を効率よく沈殿させるために用いるのがスカベンジャーである。これらにはともに非放射性的の妨害元素か、それと化学的に類似の元素を用いる。化学分離した元素や元素群はジオメトリの再現性がよい形態にして放射能測定を行う。

RNAAでは途中の化学操作での目的元素の損失を担体の化学収率で補正する。化学収率を求める方法としては重量法が一般的である。しかし収率が極めて小さい場合や、元素群として分離し測定する場合にはこの方法は適さず、再放射化法が用いられる。再放

射化とは、分離して放射能測定を済ませた試料を再び中性子照射することである。この方法は上記の重量法の欠点を補うが、照射をもう一度繰り返すという点が難点といえる。さらに定量目的元素の中性子放射化断面積が大きい場合、試料による中性子の自己遮蔽が問題となることがある。場合によっては放射性トレーサーを用いて収率を求めることができる。この方法は分析に利用する核種以外の放射性核種を利用するもので、試料分解前に担体とともに一定量加え、目的核種と同時に放射能測定して収率を求めるものである。簡便であるが、どの元素にも適用できる方法ではない。RNAAの一般的な操作手順を図2に示す。

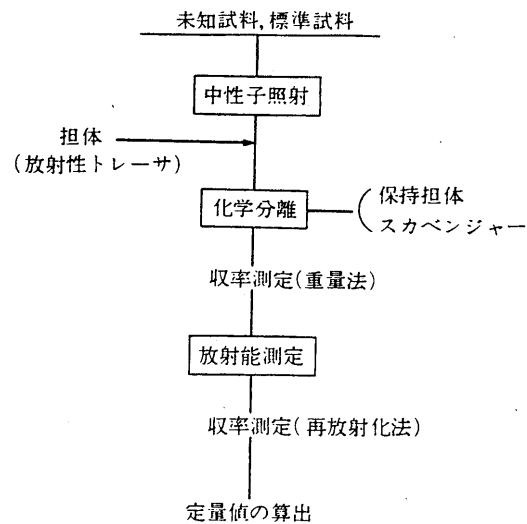


図2 RNAAにおける操作の一般的手順

4. RNAAの特徴

長所

RNAAの第一の特徴として検出感度の高いことが挙げられる。INAAにおいては定量目的元素の検出限界は共存する他元素（マトリックス元素）の種類と量に依存するが、RNAAでは中性子照射後目的元素を化学分離して放射化学的に精製するために、その検出限界は単純に中性子束と照射時間に依存する。従って、中性子束の高い原子炉で長時間照射すれば、非常に低い検出限界を得ることができる。現実には前述の通り飽和という問題があり、適当な照射時間を選ぶ必要がある。また放射化後化学分離操作を行う点を考慮すると、あまり高いレベルの放射能を生成した試料は被爆という観点から好ましくない。分析感度が高いため、試料は他の分析法に比べて少量ですむ。従って、例えば宇宙化学的試料（隕石、宇宙塵、月試料など）のように分析に利用できる量が限られる場合には、RNAAは最適の分析法である。

次に分析値の正確さ（確度）の高いことが挙げられる。通常の化学分析法では測定に至るまでに何らかの化学操作を行う。この過程で外部からの物質の混入（汚染）があった場合、分析すべき試料と区別できないために真の値より大きい値が得られる。RNAA法では化学分離を開始する前に中性子照射を行い、目的元素の一部を放射性同位元素に変換してしまうために、このような汚染があっても真の値より大きくなることはない。一方、化学操作の途中で目的元素が一部損失した場合、多くの分析法では真値より小さい値を与える。RNAA法では放射化学的分離操作を行う前に目的元素の一定量を担体として加える。これによって、たとえ目的元素が超微量にしか存在しない場合にも、ひとたび試料中の元素と担体との間で平衡が成り立てば、化学操作中に試料の損失があったとしても操作終了後に担体の回収率を求めることにより目的元素の化学収率を求めることができる。このように多くの分析法にとっての二つの大きな誤差要因を排除できるた

め、RNAAによる分析値は一般に確度が高い。

短所

NAA一般についての短所として、分析コストが高いことがまず挙げられる。コストとしては照射料や原子炉施設利用料のほか、RNAAでは人件費もかなりの比重を占める。ICP原子発光分析装置やICP質量分析装置の価格がその普及が進むにつれてかなり下がってきたことを考えると、NAAの将来にとってそのコストパフォーマンスは考慮すべき重要な要素である。次に、これもNAA共通の欠点であるが、場所的制約を受けることである。例えば、短寿命核種を利用する実験や測定を行う場合には原子炉サイトに出向かなければならないし、そうでない場合にも管理区域で行う必要がある。RNAAに関しては放射線被曝の問題が伴う。またINAAは非破壊分析なのに対してRNAAは破壊分析であり、試料の損失を伴う。分析値に関しては、長所で確度の高いことを挙げたが、精度は他の機器分析法に比べると必ずしもよくない。

5. おわりに

NAAの歴史の流れのなかで、INAAが一般化するまではNAAはすべてRNAAであり、あえて区別する必要がなかった。INAAの普及・発展はRNAAの存在を必然的に小さくしたけれども、しかしそれと同時になにがINAAできて、RNAAでなければならないものは何なのかという、両者の特徴付け、さらには棲み分けがなされるようになった。これはNAAの流れとして当然であり、また好ましい傾向である。実例を挙げるまでもなく、RNAAは現在でもいくつかの分野でかけがえのない分析法として利用されている。NAA発展期のような隆盛をみることはないにしても、今後ともその存在意義を充分アピールしていく分析法であることは間違いあるまい。

(都立大・理, 立教大・原研, 海老原 充, 戸村健児)

III. 中性子即発 γ 線分析

1. はじめに

原子炉中性子による即発 γ 線分析 (Neutron-Induced Prompt Gamma-Ray Analysis, PGA) は、中性子放射化分析 (NAA) では分析が困難な H, B, N, Si, P, S, Cd, Gd 等の分析も可能な多元素同時非破壊分析法という特長を持つ。PGA はこれまで良質な中性子源が得られないこと等から分析感度が低く、NAA の補足的な分析法として利用されるに過ぎなかった。しかし、冷中性子等の低速中性子ガイドビームを PGA の中性子源として使用することにより、1) 反応断面積の増大、2) γ 線バックグラウンドの大幅な低下による γ 線の高検出効率測定等の利点が生じ、分析感度が改善される。このようなことから、低速中性子ガイドビームを使用した PGA の研究が現在世界各地で盛んに行われており、我が国に

め、RNAAによる分析値は一般に確度が高い。

短所

NAA一般についての短所として、分析コストが高いことがまず挙げられる。コストとしては照射料や原子炉施設利用料のほか、RNAAでは人件費もかなりの比重を占める。ICP原子発光分析装置やICP質量分析装置の価格がその普及が進むにつれてかなり下がってきたことを考えると、NAAの将来にとってそのコストパフォーマンスは考慮すべき重要な要素である。次に、これもNAA共通の欠点であるが、場所的制約を受けることである。例えば、短寿命核種を利用する実験や測定を行う場合には原子炉サイトに出向かなければならないし、そうでない場合にも管理区域で行う必要がある。RNAAに関しては放射線被曝の問題が伴う。またINAAは非破壊分析なのに対してRNAAは破壊分析であり、試料の損失を伴う。分析値に関しては、長所で確度の高いことを挙げたが、精度は他の機器分析法に比べると必ずしもよくない。

5. おわりに

NAAの歴史の流れのなかで、INAAが一般化するまではNAAはすべてRNAAであり、あえて区別する必要がなかった。INAAの普及・発展はRNAAの存在を必然的に小さくしたけれども、しかしそれと同時になにがINAAできて、RNAAでなければならないものは何なのかという、両者の特徴付け、さらには棲み分けがなされるようになった。これはNAAの流れとして当然であり、また好ましい傾向である。実例を挙げるまでもなく、RNAAは現在でもいくつかの分野でかけがえのない分析法として利用されている。NAA発展期のような隆盛をみることはないにしても、今後ともその存在意義を充分アピールしていく分析法であることは間違いあるまい。

(都立大・理, 立教大・原研, 海老原 充, 戸村健児)

III. 中性子即発 γ 線分析

1. はじめに

原子炉中性子による即発 γ 線分析 (Neutron-Induced Prompt Gamma-Ray Analysis, PGA) は、中性子放射化分析 (NAA) では分析が困難な H, B, N, Si, P, S, Cd, Gd 等の分析も可能な多元素同時非破壊分析法という特長を持つ。PGA はこれまで良質な中性子源が得られないこと等から分析感度が低く、NAA の補足的な分析法として利用されるに過ぎなかった。しかし、冷中性子等の低速中性子ガイドビームを PGA の中性子源として使用することにより、1) 反応断面積の増大、2) γ 線バックグラウンドの大幅な低下による γ 線の高検出効率測定等の利点が生じ、分析感度が改善される。このようなことから、低速中性子ガイドビームを使用した PGA の研究が現在世界各地で盛んに行われており、我が国に

においても 1991 年に日本原子力研究所（原研）の改造原子炉 JRR-3M の冷中性子及び熱中性子ビームガイドに即発 γ 線分析装置が設置され，PGA の研究が活発に行われるようになった。

2. 即発 γ 線分析装置

これまでに報告された低速中性子ガイドビームを使用した即発 γ 線分析装置のうち，冷中性子ガイドビームの装置を表 1 に示す。冷中性子ビームを使用した最初の PGA 実験は，フランス Laue -Langevin 研究所で行われ，現在稼働中の装置としては，ドイツ Jülich 研究所，米国 NIST 及び日本原子力研究所（原研）の装置がある。また，ハンガリーブタペスト中性子センター（BNC）を初めとし，設置中または計画中のものが数多くある。

表 1 冷中性子ビームを使用した即発 γ 線分析装置

| 機 関 | 原子炉 | 出力 MW | 中性子束 $n\text{ cm}^{-2}\text{ s}^{-1}$ | γ 線 検出器 |
|-------------------------|----------|----------|--|-------------------|
| Laue-Langevin 研究所（フランス） | HFR | 57 | 1.5×10^{10} | Ge(Li) |
| Jülich 研究所（ドイツ） | FRJ-2 | 23 | 1.5×10^8 | Ge |
| NIST（米国） | NBSR | 20 | 1.5×10^8 | Ge |
| 日本原子力研究所 | JRR-3M | 20 | 1.4×10^8 | Ge-BGO |
| ブタペスト中性子センター （ハンガリー） | WWR-SM10 | 10 | | Ge-BGO |

原研 JRR-3M の即発 γ 線分析装置を簡単に紹介する。本装置は，JRR-3M の冷中性子ビームポート（ピーク中性子エネルギー 3.1 meV）または，熱中性子ビームポート（ピーク中性子エネルギー 16 meV）に設置できるようになっており，試料位置における中性子束は， 1.4×10^8 （冷中性子）， 2.4×10^7 （熱中性子） $n\text{ cm}^{-2}\text{ s}^{-1}$ となっている。PGA では γ 線バックグラウンドレベルが分析感度及び検出限界の重要な要因となる。このため，JRR-3M の装置では γ 線バックグラウンドを低減するため，1) 試料回りの構造材及び遮蔽材として即発 γ 線発生量の少ない LiF タイル及びフッ素樹脂等を使用，2) 試料の照射雰囲気として中性子散乱断面積が小さく，即発 γ 線発生量の少ない He を使用，3) Ge-BGO 検出器を用いた γ 線スペクトロメータによるコンプトンバックグラウンドの低減化等の対策がとられている。このことから， γ 線バックグラウンド計数値は従来の水平実験孔等の中性子ビームを使用する型の装置の 1/50～1/170 と低く，さらに分析感度も 3～5 倍高いことから元素の検出限界はかなり低い。

JRR-3M 冷中性子ビームにおける元素の検出限界と NAA の検出感度の比較を図

れている。このことから、隕石、岩石、海洋堆積物、農業関連物質、高純度シリコン、Al 酸化被膜等中の微量 B 定量とともに、ホウ素中性子捕捉療法 (BNCT) による脳腫瘍の治療の際の患者の血液及び腫瘍組織中の¹⁰Bの定量法として定常的な利用も行われている。

PGA の、1) H, B, Si, P, S 等の軽元素及び有害元素 Cd, Hg を含む多元素の非破壊分析性、2) 試料の誘導放射能が無視できるほど低いという特長により、試料が貴重か或いは化学的に安定なために分解が困難な試料の分析に適している。このようなものとしては、考古学試料、美術品、環境試料、隕石及び岩石等が挙げられる。岩石、動物、植物、石炭、石炭灰及び環境関連の各種標準物質中の 23 元素 (H, B, C, N, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cd, Sm, Gd, Hg) について比較法による定量の検討が行われ、精度、正確さ及び検出限界が明らかにされている。また、各種堆積物、玄米、自動車排出粒子標準物質中の ppm レベルの Cd 及び頭髮中の ppm レベルの Hg の定量も行われている。PGA は誘導放射能が無視できるほど低いことから、PGA により分析後同一試料を他の分析法で分析することも可能である。同一試料を、PGA → 機器中性子放射化分析 → 放射化学的放射化分析、ICP 発光分光分析、ICP 質量分析あるいは原子吸光分析等の破壊分析法、等の順番で分析することにより、少量の試料で非常に広範囲な分析が可能になる。

低速中性子ガイドビームを使用する PGA は、中性子の遮蔽に含水素材料を必要としないことから H のバックグラウンドが低く、微量 H の分析が可能となる。JRR-3M 冷中性子における H の検出限界は 1.1 µg と低く、ジルカロイ中 10 ppm 以上の H の定量が可能であることが明らかになっている。このことから、C₆₀ フラーレン及び超伝導体各種材料中の微量 H、岩石、火山噴出物中の微量水分の分析等にも利用されている。さらに、PGA は希土類元素のうち Sm, Eu, Gd には高感度であるが、Ce, La, Y, Pr, Tb に低感度なため、希土類元素相互の分析に利用することもできる。高純度 CeO₂ (純度 99.99 %) の分析を行った結果、CeO₂ 中 ppb レベルの Sm, Eu, Gd が定量できることが明らかになっている。

元素分析以外の利用として、S, Si, Cl, Fe, Ni の同位体分析の検討も行われ、同位体希釈法による元素の精密定量、石油中の S の同位体分析、隕石中の Fe の同位体分析及び ³⁰Si トレーサー実験の分析等への応用も行われている。さらに、B の 478 keV γ 線のドップラー拡がりについて理論的な考察が行われ、そのピーク形状から B の化学形態分析が可能であることが報告されている。その他、高エネルギー即発 γ 線の精密測定に関する研究等広範囲な研究が現在行われている。

4. おわりに

冷中性子等の低速中性子ガイドビームを使用したPGAは、従来のPGAに比べ分析感度及び検出限界が優れ、元素及び同位体の非破壊分析法として様々な分野の分析に有用であることが明らかになった。PGA 研究の歴史は浅く、即発 γ 線

データ及びコンピュータによる多元素定量システムの整備等がまだ残されている。今後これらの整備により、さらに広範囲な応用が期待される。

さらにPGAは、元素及び同位体の定量分析法としてのみならず、中性子ビームを集束し、微小化したビームの使用により試料中の元素及び同位体の分布分析も可能となる。現在、中性子ビームの集束法としてスーパーミラー、集束ベンダー及び多孔ガラスファイバー等が検討されており、 mm^2 オーダー以下の高中性子束ビームの開発により、生体試料、各種材料等中の元素及び同位体の分布分析法としても期待される。

(原研・東海, 米沢 仲四郎)

IV. 荷電粒子放射化分析 (CPAA)

高エネルギーのイオンを衝撃して生成する放射性核種の放射能を計測して元素を定量する荷電粒子放射化分析 (Charged Particle Activation Analysis, CPAA) は、1938年に陽子を衝撃して純鉄中のガリウムが分析されて以来の古い歴史を持つ。中性子放射化分析は、原子炉中性子の利用が可能になり半導体検出器およびエレクトロニクス急速な進歩にともなって著しく発展し、多くの分野で広く活用されている。それに比べると荷電粒子放射化分析は研究機関に限られ、研究者の数が少ないが、着実に進歩を遂げている。

極少量の炭素や酸素などの正確な分析法として代替のない方法であり、今後も引き続き特異な位置を占めていくと考えられる。

1. 荷電粒子による核反応の特徴

核反応のQ値とクーロン障壁

荷電粒子反応は、標的核をA、入射粒子をa、生成核をB、また放出粒子をbとすると、(1)式で表される。



ここでQは反応エネルギーであり、(1)式の中性原子の質量をそれぞれ、 m_A 、 m_a 、 m_B 、 m_b とし、光速をcとすると、 $Q = (m_A + m_a - m_B - m_b) c^2$ で与えられる。

Q値が正の場合は発熱反応であり、負の場合が吸熱反応である。吸熱反応の場合、核反応が起こるためには、入射粒子のエネルギーが(2)式のしきいエネルギー(E_T)を超える必要がある。

$$E_T = -Q (m_A + m_a) / m_A \quad (2)$$

また入射粒子は、標的核とのクーロン障壁を超えるエネルギーが必要になる。

放射化分析で使用頻度の高い核反応

荷電粒子としては、陽子(p)、重陽子(d)、ヘリウム-3 (^3He)あるいはヘリ

データ及びコンピュータによる多元素定量システムの整備等がまだ残されている。今後これらの整備により、さらに広範囲な応用が期待される。

さらに PGA は、元素及び同位体の定量分析法としてのみならず、中性子ビームを集束し、微小化したビームの使用により試料中の元素及び同位体の分布分析も可能となる。現在、中性子ビームの集束法としてスーパーミラー、集束ベンダー及び多孔ガラスファイバー等が検討されており、 mm^2 オーダー以下の高中性子束ビームの開発により、生体試料、各種材料等中の元素及び同位体の分布分析法としても期待される。

(原研・東海, 米沢 仲四郎)

IV. 荷電粒子放射化分析 (CPAA)

高エネルギーのイオンを衝撃して生成する放射性核種の放射能を計測して元素を定量する荷電粒子放射化分析 (Charged Particle Activation Analysis, CPAA) は、1938年に陽子を衝撃して純鉄中のガリウムが分析されて以来の古い歴史を持つ。中性子放射化分析は、原子炉中性子の利用が可能になり半導体検出器およびエレクトロニクス急速な進歩にともなって著しく発展し、多くの分野で広く活用されている。それに比べると荷電粒子放射化分析は研究機関に限られ、研究者の数が少ないが、着実に進歩を遂げている。

極少量の炭素や酸素などの正確な分析法として代替のない方法であり、今後も引き続き特異な位置を占めていくと考えられる。

1. 荷電粒子による核反応の特徴

核反応のQ値とクーロン障壁

荷電粒子反応は、標的核をA、入射粒子をa、生成核をB、また放出粒子をbとすると、(1)式で表される。



ここでQは反応エネルギーであり、(1)式の中性原子の質量をそれぞれ、 m_A 、 m_a 、 m_B 、 m_b とし、光速をcとすると、 $Q = (m_A + m_a - m_B - m_b) c^2$ で与えられる。

Q値が正の場合は発熱反応であり、負の場合が吸熱反応である。吸熱反応の場合、核反応が起こるためには、入射粒子のエネルギーが(2)式のしきいエネルギー(E_T)を超える必要がある。

$$E_T = -Q (m_A + m_a) / m_A \quad (2)$$

また入射粒子は、標的核とのクーロン障壁を超えるエネルギーが必要になる。

放射化分析で使用頻度の高い核反応

荷電粒子としては、陽子(p)、重陽子(d)、ヘリウム-3 (^3He) あるいはヘリ

ウムー4 (α) が用いられる。中性子放射化分析で感度が低い軽元素に感度が高く、特にほう素、炭素、窒素および酸素の定量に頻繁に使用されている。半減期が10分以上の代表的な核反応をQ値とともに表1に示す。

表1 軽元素の定量に用いられる核反応の一例 (()内はQ値、MeV)

| | | |
|--|---|---|
| $^{11}\text{B}(p,n)^{11}\text{C} (-2.77)$ | $^{10}\text{B}(d,n)^{11}\text{C} (6.47)$ | |
| | $^{12}\text{C}(d,n)^{13}\text{N} (-0.28)$ | $^{12}\text{C}(^3\text{He},\alpha)^{11}\text{C} (1.86)$ |
| $^{14}\text{N}(p,\alpha)^{11}\text{C} (-2.92)$ | | |
| | | $^{16}\text{O}(^3\text{He},p)^{18}\text{F} (2.03)$ |

これら核反応で生成する放射性核種は、 ^{11}C (半減期: 20.38分)、 ^{14}N (9.96分) および ^{18}F (109.6分) の三核種のみである。

励起関数とThick target yield

励起関数は核反応断面積の入射エネルギーの関数であり、Thick target yieldは、生成放射能の入射エネルギーの関数として表される。励起関数では、入射エネルギーがしきいエネルギーを超えると核反応断面積は急激に増加し、ある入射エネルギーでピークの値をとり、それ以後減少する。両者は、いずれも核反応の大きさを知るうえで有効な核データである。最近、多くの核反応について励起関数、阻止能および飛程が明らかにされ、それとともにデータベース化が進められている。これらデータの正確さは、定量値の正確さにそのまま伝搬することを考えると、報告されたデータの正確さをよくチェックして採用する必要がある。またThick target yieldは測定が容易であり、実際に核反応の大きさを直接比較することができ、励起関数に比べて実用的である。

高エネルギーの荷電粒子による衝撃

入射エネルギーが高くなるにつれて、しきいエネルギーを超える核反応が多くなり、入射粒子と標的核との間に、例えば、(p,n)、(p,d)、(p,2n)あるいは(p,α)といった種類の異なる核反応が生じる。特に原子番号が隣あったほう素、炭素、窒素および酸素の分析では、目的の生成核が、他の軽元素から生成する妨害核反応が無視できなくなる。またマトリクス放射能が増加して目的の放射能計測を妨害する。したがって粒子の入射エネルギーは、妨害となる核反応や放射能を抑え、目的の核反応が選択的に進むエネルギーに設定され、正確で高感度な定量が行われる。

定量性

定量は、目的元素の濃度が既知の比較標準試料を用意する比較法で行われる。分析試料と比較標準試料は一般に組成が異なり、阻止能を補正する必要があるなど、解析法は中性子放射化分析に比べて複雑になる。また正確な定量値を得るためには、正確な阻止能、飛程および励起関数を用いる必要がある。

荷電粒子放射化分析の主な特徴を以下に示す。

- (1) 軽元素の内、特にホウ素、炭素、窒素および酸素に感度が高い。検出限界は～0.1 p p bに達する、
- (2) バルク試料に適している、
- (3) 表面に汚染した軽元素は、放射化した試料を化学エッチングして除去できる。その後の非放射性の軽元素汚染は定量に影響しないなど、正確で信頼の高い定量が期待できる、
- (4) 軽元素の定量に用いられる放射性核種は半減期がいずれも2時間以内と短い。迅速な化学操作は求められるが、定量値も短期間に得られる、
- (5) 加速器などの特殊な装置が必要になる。

一方荷電粒子反応を使用するため、以下の点に留意する。

- (1) 荷電粒子は、物質中で電離損失によりエネルギーを失う。核反応断面積が荷電粒子のエネルギーに依存することから、目的元素が均一に含まれる試料に荷電粒子を衝撃しても、生成放射能は深さ方向に分布を持つ。また物質により荷電粒子の飛程や阻止能が異なり、比較標準試料と分析試料の組成が異なる場合は阻止能の補正が必要になる、
- (2) 原子番号が互いに隣合う軽元素の分析では、目的の放射性核種が他の軽元素から生成する妨害核反応の有無を確認する、
- (3) 荷電粒子衝撃により試料が発熱し、破損する恐れがある。荷電粒子衝撃中は試料を効率的に冷却する。

3. 荷電粒子放射化分析の原理

核反応断面積を σ 、粒子束を f 、標的核の数を ρ 、飽和係数を S とすると、荷電粒子の飛程(R)に比べて厚い試料中の生成放射能 A は、(1)式より算出される。

$$\begin{aligned} A &= \rho f S \int_0^x \sigma(x) dx \\ &= \rho f S \int_E^0 \sigma(E) \frac{dx}{dE} dE \end{aligned} \quad (1)$$

ここで、 x は表面からの深さ、 E_0 は荷電粒子の入射エネルギー、 E は深さ x における粒子のエネルギーおよび dE/dx は阻止能である。

定量は、比較法で行われるが、(1)式で

$$P = \sigma(E) \frac{dx}{dE} dE \quad (2)$$

と置き、比較標準試料の標的核の数を ρ_s とすれば、分析試料中の標的核の数 ρ_x は、

$$\rho_x = \rho_s (A_x/A_s) (f_s/f_x) (S_s/S_x) (P_s/P_x) \quad (3)$$

より求められる。

(2)式より、励起関数と阻止能が明かであれば、数値積分を用いて ρ_x を算出できる。

また1) Average stopping power法あるいは2) Average cross section法などの近似法を用いて ρ_x を算出することができる。

1) Average stopping power法 :

$$\rho_x = \rho_s(A_x/A_s)(f_s/f_x)(S_s/S_x)(S(Em)_x/S(Em)_s) \quad (4)$$

ここで、 $S(Em)$ は、(5)式で近似される平均エネルギー Em における阻止能である。

$$Em = \int_{E_0}^0 E\sigma(E)dE / \int_{E_0}^0 \sigma(E)dE \quad (5)$$

2) Average cross section法 :

$$\rho_x = \rho_s(A_x/A_s)(f_s/f_x)(S_s/S_x)(R_s/R_x) \quad (6)$$

4. 小型サイクロトロン

軽元素の荷電粒子放射化分析には、数MeV~20MeV程度の荷電粒子が用いられる。この程度のイオンの加速には、小型のサイクロトロンが適している。一例として、著者らが使用している小型サイクロトロンおよびその施設を以下に紹介する。

陽子、重陽子、 ^3He および α 粒子の最大加速エネルギーは、それぞれ16 MeV(引き出し電流; 50 μA)、8MeV(20 μA)、21MeV(10 μA)および16MeV(10 μA)であり、ホウ素、炭素、窒素および酸素の軽元素分析に適したエネルギーに設定されている。

施設は、放射化学実験室を挟み、サイクロトロン室と放射能計測室が配置され、サイクロトロン室と放射化学実験室に隣合ってコントロール室がある。放射化分析専用の小型サイクロトロンは、医療用に開発された装置を改造したもので、サイクロトロン本体、ビーム輸送系、ターゲット系および試料搬送系から構成される。本体で加速された荷電ビームは、ビーム輸送系に引き出されて、収束され、整形されてターゲット系に導かれる。試料搬送系には、試料移動および衝撃位置設定用のロボットが設置されており、放射化された試料はターゲット系から化学実験室に数分で取り出すことができる。また分析試料の前後に比較標準試料を配置して、荷電ビームの安定性を確認しながら定量が進められる。

ただし1~10 μA の照射により試料内に10~100Wの発熱が起こるため、荷電粒子衝撃中の試料は、裏面がホルダーを介して水冷され、表面がヘリウムガスの吹き付けにより冷却される。なおサイクロトロンの運転、試料の搬送および荷電粒子衝撃などは遠隔操作により一人で行うことができる。また施設は、隣接するコントロール室の空間線量率は、サイクロトロン稼働時でも一般環境のレベルに抑えられている。

5. 定量

分析試料と比較標準試料

試料は、荷電粒子衝撃による発熱に耐え得る必要がある。また荷電粒子ビームの直径が5~10mm ϕ であり、試料はの寸法は15mmx15mm以上で、入射粒子の飛程より厚い1mm程度のものが用いられる。さらに衝撃中の冷却効果や衝撃後のエッチング精度

を上げるため、試料の両面は鏡面研磨される。

定量は比較法で行われるが、比較標準試料として元素の担体か化学組成の明確な化合物が使用される。一般には、ホウ素はホウ素焼結体が、炭素はグラファイト、窒素は窒化ケイ素そして酸素は石英が用いられる。

荷電ビーム衝撃

衝撃する電流値および衝撃時間は、試料の発熱に対する強度や目的元素の濃度に応じて決定される。あらかじめ比較標準試料に荷電粒子を衝撃して生成放射能を把握し、目的の感度が得られるように電流と衝撃時間が設定される。また生成放射性核種は衝撃中でも壊変していることを考えれば、衝撃時間は半減期の2倍が限度である。

放射化した試料の化学エッチング

試料表面に付着した炭素や酸素などの軽元素は、荷電粒子衝撃以前に除去することが困難であり、放射化した試料表面を化学エッチして汚染軽元素の影響を除去する。核反応により生成する放射性核種は、大きな運動エネルギーを持ち、試料内部に入り込むため、表面から10~20 μmを化学エッチする。この場合、(3)式、(4)式、(6)式の ρ_x の算出に当たり、エッチング深さの分だけ入射エネルギーを補正する。

放射線計測

表1に示す生成放射性核種はいずれも陽電子を放出する。放射線計測では一對の放射線検出器を180度の位置に設置し、同時計数装置を用いて陽電子消滅 γ 線を選択的に測定する。高いエネルギー分解能が要求される場合は、Ge検出器-NaIシンチレーション検出器の組み合わせが、また高い感度が必要とされる場合は、容積の大きい一對のBGO($\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$)シンチレーション検出器が用いられる。放射能は、3半減期以上にわたり測定し、目的の放射性核種と統計変動内で半減期が一致することを確認する。

化学分離

試料に荷電粒子を衝撃すると、マトリックス元素が同時に放射化され、目的放射性核種の放射能計測が妨害される。この場合、目的放射性核種は化学的に分離され、放射能が測定される。

化学分離法として、化学収率の補正が必要のない不足当量分離が用いられる。この方法は、あらかじめ目的元素の安定同位体である担体と定量的に反応する不足当量試薬を明らかにし、不足当量分離の条件を求めておく。

不足当量分析の原理は、以下の通りである。

放射化した試料(生成放射能; A、目的元素の量; M_x)に既知量(M ; $M \gg M_x$)の担体を加える。試料を溶解して、蒸留などの前分離操作を行い、続いて既知量(m ; $m < M$)の不足当量試薬を加え、目的元素の一部一定量(m)を分離する。その放射能(a)を測定すれば、生成放射能Aは(7)式より算出される。

$$A = a (M/m) \quad (7)$$

表2に、これまで確立されている軽元素の不足当量分離の条件を示す。

表2 軽元素の不足当量分離の条件

| 元素 | 核種 | 化学種 | 不足当量試薬 |
|-----|-----------------|--------------------|------------------|
| ホウ素 | ^{11}C | CO_3^{2-} | Ba^{2+} |
| 炭素 | ^{13}N | NH_4^+ | テトラフェニルホウ酸 |
| 窒素 | ^{11}C | CO_3^{2-} | Ba^{2+} |
| 酸素 | ^{18}F | F^- | La^{3+} |

不足当量分離では、既知量 m が正確に分離されればよく、途中の操作における目的元素の損失は定量誤差に影響しない。分離に伴う系統誤差は、放射能計測に伴う統計誤差に比べて小さく、計数率が十分に大きくなる条件では、極めて正確な定量が可能になる。

5. おわりに

荷電粒子放射化分析の特徴、原理を紹介し、さらに分析専用の小型サイクロトロンおよび定量のあらましについて述べた。内容が十分整理されていないため、理解しにくい点はお許しいただきたい。

(NTT・境界領域研, 重松 俊男)

V. 光量子放射化分析 (PAA)

1. 原理

高エネルギーの光子による原子核との反応を光核反応と言う。光核反応は光子の波長が丁度原子核の大きさに近くなると双極子共鳴によって光エネルギーを吸収する“巨大共鳴”によって特徴付けられる。共鳴が起きるエネルギーは軽核で20数MeVから重核では10数MeV程度まで変化する。この共鳴励起後、原子核からは中性子や陽子が1～2個放出される。光量子放射化分析 (Photon Activation Analysis, PAA) はこの光核反応で生成する放射性同位体を検出することで元素分析を行う方法である。

2. 特徴

a) 高エネルギーの光子は試料中での透過性が大きい。このため、種々のマトリックスの試料全体を放射化できる。

表2 軽元素の不足当量分離の条件

| 元素 | 核種 | 化学種 | 不足当量試薬 |
|-----|-----------------|--------------------|------------------|
| ホウ素 | ^{11}C | CO_3^{2-} | Ba^{2+} |
| 炭素 | ^{13}N | NH_4^+ | テトラフェニルホウ酸 |
| 窒素 | ^{11}C | CO_3^{2-} | Ba^{2+} |
| 酸素 | ^{18}F | F^- | La^{3+} |

不足当量分離では、既知量mが正確に分離されればよく、途中の操作における目的元素の損失は定量誤差に影響しない。分離に伴う系統誤差は、放射能計測に伴う統計誤差に比べて小さく、計数率が十分に大きくなる条件では、極めて正確な定量が可能になる。

5. おわりに

荷電粒子放射化分析の特徴、原理を紹介し、さらに分析専用の小型サイクロトロンおよび定量のあらましについて述べた。内容が十分整理されていないため、理解しにくい点はお許しいただきたい。

(NTT・境界領域研, 重松 俊男)

V. 光量子放射化分析 (PAA)

1. 原理

高エネルギーの光子による原子核との反応を光核反応と言う。光核反応は光子の波長が丁度原子核の大きさに近くなると双極子共鳴によって光エネルギーを吸収する”巨大共鳴”によって特徴付けられる。共鳴が起きるエネルギーは軽核で20数MeVから重核では10数MeV程度まで変化する。この共鳴励起後、原子核からは中性子や陽子が1～2個放出される。光量子放射化分析 (Photon Activation Analysis, PAA) はこの光核反応で生成する放射性同位体を検出することで元素分析を行う方法である。

2. 特徴

a) 高エネルギーの光子は試料中での透過性が大きい。このため、種々のマトリックスの試料全体を放射化できる。

b) 中性子捕獲反応では、特定の核種で反応断面積が著しく大きいために、自己遮蔽が生じたり、強い生成放射能のために微量元素の分析の妨げとなる場合がある。光核反応ではこのような問題は少ない。

c) 光量子放射化分析では(γ, n)反応が最も多く利用される。定量に利用する核反応と生成核種の核データを表1に示した。 (γ, n) 反応の特徴は重核のほうが軽核に比べ低い励起エネルギーから起こり、反応断面積も2桁以上も大きいという点である。このため、天然物試料のように多量の軽元素と微量の重金属を含む試料に対し、存在比に見合ったバランスのとれた感度で多元素分析が行える。

d) (γ, n) 反応の生成核は陽電子放出や電子捕獲を伴って壊変するものが多い。特に、軽元素では炭素、窒素、酸素、フッ素の検出には陽電子壊変からの511keV消滅放射線を検出に利用している。これらの元素の定量では、迅速化学分離が必要である。

d) この他、中性子放射化分析では定量の難しいとされる、Mg、Ti、Ni、Y、Zr、Nb、I、TlおよびPb等の分析が可能である。岩石、環境試料では20数元素程度が非破壊分析されている。重金属の定量するうえで、軽元素の放射化を防ぐには照射エネルギーを20MeV程度に下げると効果的である。ppm濃度レベルの定量に向いている。定量下限値を表2に示した。

3. 実験設備

一般に、電子加速器からの電子線を白金やタングステンに照射することによって発生する制動放射線が光量子放射化に利用されている。このため、20~30MeVの電子を高出力（平均電流100 μ A程度）で取り出せる施設が必要とされる。国内では東北大学理学部設置の300MeV電子ライナックの低エネルギー照射コースが放射化分析に利用でき、共同利用が行われている。この他、京大原子炉実験所の中性子発生装置（電子ライナック）も共同利用できることになっている。

4. 定量方法

試料、標準、モニター

あらゆるマトリックスの試料に適用できる。比較法ではルーチン分析ではあらかじめ濃度の分かった標準試料を比較標準として用いる。線束モニターにはSc、Ni、Y等が用いられる。

標準試料の検定には、試料に定量目的元素を一定量添加したものを試料と同時に照射し、試料内に共存する元素を内標準にして定量する標準添加内標準法が用いられている。

照射

制動放射線は電子ビームの進行方向に発生する。強度はビーム軸上が最も強く、外へ拡がるにつれ急激に減衰する。また、物質内を通過すると指数関数的に減衰する。このため、試料の前後をビームモニターや比較標準試料で挟む。通常は多数の試料をペレット状にしたものをビーム軸に添って並べて照射する。 γ 線による試料損傷は少ないが、コンバータを通過した未転換電子による発熱があるため、試料は冷却しながら照射する

必要がある。

測定、解析

測定は照射後数時間、数日、1週間、3週間の4回程度繰り返して行われる。岩石や土壌では通常以下の元素が定量できる。

数時間 : Ti、Sc、Fe、Sr

数日 : Mg、Ca、Ti、Ni、Ba、Pb

1週間 : Ca、Zn、Cs、Zr、Sb、U

3週間 : Na、Ti、Cr、Mn、Co、Zn、As、Rb、Nb、Y、I、Ce、Tl

天然物の分析での妨害反応としては、Cr(^{51}Cr)、Mn(^{54}Mn)を定量する場合のFeから同じ核種が生成する問題に注意する必要がある。また、Fe(^{56}Mn)を定量する場合のMn、Mg(^{24}Na)を定量する場合のAlやNaから光中性子による二次反応の問題もある。

γ 線ピークの重なりの問題には、半減期の差を利用できるAs(^{74}As ,596keV)とCa(^{43}K ,594keV)、Co(^{58}Co ,811keV)とCa(^{47}Ca ,808keV)、Nb($^{92\text{m}}\text{Nb}$,934keV)とFe(^{52}Mn ,936keV)、他のピークとの面積比を利用して補正できるCs(^{132}Cs ,666keV)とI(^{126}I ,667keV,388keV)等がある。

5. 最近の分析例（核理研共同利用）

高純度材料

銅などの非鉄金属中の炭素の定量、タングステンシリサイド中の炭素の定量、石英ガラス中のフッ素の定量などが分析された。

生物試料

家畜から採取された各種臓器の分析などが分析された。LEPSの利用も試みられた。

環境試料

主に土壌、フライアッシュ、大気浮遊塵、沈積物など環境標準試料の分析が行われた。

岩石試料

国内外から採取された火山岩、堆積岩の分析が行われた。また、地質調査所配付の標準岩石の分析が行われた。

(東北大学・核理研, 榎本 和義)

表 1 光量子放射化分析に利用する核反応と生成核種 (1)

| 元素 | 親核 | 存在度(%) | 核反応 | 生成核種 | 半減期 | γ 線エネルギー(keV) |
|----|------------------|--------|------------------|--------------------------|----------|-----------------------|
| C | ^{12}C | 98.89 | (γ, n) | ^{11}C | 20.39 m | 511.0 |
| N | ^{14}N | 99.63 | (γ, n) | ^{13}N | 9.97 m | 511.0 |
| O | ^{16}O | 99.76 | (γ, n) | ^{15}O | 1.18 m | 511.0 |
| F | ^{19}F | 100 | (γ, n) | ^{18}F | 1.830 h | 511.0 |
| Na | ^{23}Na | 100 | (γ, n) | ^{22}Na | 2.602 y | 1274.5 |
| Mg | ^{25}Mg | 10.0 | (γ, p) | ^{24}Na | 14.66 h | 1368.6 |
| Si | ^{30}Si | 3.1 | (γ, p) | ^{29}Al | 6.6 m | 1273.4 |
| P | ^{31}P | 100 | (γ, n) | ^{30}P | 2.50 m | 511.0 |
| Cl | ^{35}Cl | 75.77 | (γ, n) | $^{34\text{m}}\text{Cl}$ | 32.2 m | 146.4, 2127.7 |
| K | ^{39}K | 93.26 | (γ, n) | ^{38}K | 7.64 m | 2167.7 |
| Ca | ^{44}Ca | 2.09 | (γ, p) | ^{43}K | 22.3 h | 372.8, 617.5 |
| Ca | ^{48}Ca | 0.187 | (γ, n) | ^{47}Ca | 4.536 d | 1297.1 |
| Sc | ^{45}Sc | 100 | (γ, n) | ^{44}Sc | 3.93 h | 1157.0 |
| Ti | ^{47}Ti | 7.4 | (γ, p) | ^{46}Sc | 83.83 d | 889.3, 1120.5 |
| Ti | ^{48}Ti | 73.7 | (γ, p) | ^{47}Sc | 3.341 d | 159.4 |
| Ti | ^{49}Ti | 5.4 | (γ, p) | ^{48}Sc | 1.821 d | 983.5, 1037.5, 1312.0 |
| Cr | ^{52}Cr | 73.79 | (γ, n) | ^{51}Cr | 27.704 d | 320.1 |
| Mn | ^{55}Mn | 100 | (γ, n) | ^{54}Mn | 312.2 d | 834.8 |
| Fe | ^{57}Fe | 2.15 | (γ, p) | ^{56}Mn | 2.578 h | 846.8 |
| Co | ^{59}Co | 100 | (γ, n) | ^{58}Co | 70.92 d | 810.8 |
| Ni | ^{58}Ni | 68.3 | (γ, n) | ^{57}Ni | 1.503 d | 1377.6 |
| Cu | ^{65}Cu | 30.8 | (γ, n) | ^{64}Cu | 12.701 h | 511.0, 1345.8 |
| Zn | ^{66}Zn | 27.9 | (γ, n) | ^{65}Zn | 244.1 d | 1115.5 |
| Zn | ^{68}Zn | 18.8 | (γ, p) | ^{67}Cu | 2.580 d | 184.6 |
| Ga | ^{69}Ga | 60.1 | ($\gamma, 2n$) | ^{67}Ga | 3.261 d | 184.6, 300.2 |
| As | ^{75}As | 100 | (γ, n) | ^{74}As | 17.78 d | 595.9 |
| Se | ^{76}Se | 9.0 | (γ, n) | ^{75}Se | 119.77 d | 136.0, 264.7 |
| Br | ^{79}Br | 50.69 | ($\gamma, 2n$) | ^{77}Br | 2.3765 d | 239.0, 520.6 |
| Rb | ^{85}Rb | 72.17 | (γ, n) | ^{84}Rb | 32.9 d | 881.7 |
| Sr | ^{88}Sr | 82.6 | (γ, n) | $^{87\text{m}}\text{Sr}$ | 2.80 h | 388.4 |

表1 光量子放射化分析に利用する核反応と生成核種(2)

| 元素 | 親核 | 存在度(%) | 核反応 | 生成核種 | 半減期 | γ線エネルギー(keV) |
|----|-------------------|--------|-------|--------------------|----------|---------------|
| Y | ⁸⁹ Y | 100 | (γ,n) | ⁸⁸ Y | 106.61 d | 898.1, 1836.1 |
| Zr | ⁹⁰ Zr | 51.5 | (γ,n) | ⁸⁹ Zr | 3.268 d | 909.2 |
| Nb | ⁹³ Nb | 100 | (γ,n) | ^{92m} Nb | 10.15 d | 934.5 |
| Mo | ¹⁰⁰ Mo | 9.6 | (γ,n) | ⁹⁹ Mo | 2.7477 d | 140.5 |
| Sb | ¹²³ Sb | 42.7 | (γ,n) | ¹²² Sb | 2.70 d | 564.4 |
| I | ¹²⁷ I | 100 | (γ,n) | ¹²⁶ I | 13.0 d | 388.6, 666.4 |
| Cs | ¹³³ Cs | 100 | (γ,n) | ¹³² Cs | 6.48 d | 667.7 |
| Ba | ¹³⁶ Ba | 7.85 | (γ,n) | ^{135m} Ba | 1.20 d | 268.3 |
| Ce | ¹⁴⁰ Ce | 88.5 | (γ,n) | ¹³⁹ Ce | 137.66 d | 165.9 |
| Tm | ¹⁶⁹ Tm | 100 | (γ,n) | ¹⁶⁸ Tm | 93.1 d | 198.2, 815.9 |
| Tl | ²⁰³ Tl | 29.5 | (γ,n) | ²⁰² Tl | 12.23 d | 439.6 |
| Pb | ²⁰⁴ Pb | 1.42 | (γ,n) | ²⁰³ Pb | 2.169 d | 279.2 |
| U | ²³⁸ U | 99.275 | (γ,n) | ²³⁷ U | 6.75 d | 208 |

表2 土壌、沈積物、岩石試料の非破壊分析での主な元素の検出下限

| 検出下限値(μg/g) | 元 素 名 |
|-------------|-----------------------------|
| 1 μg/g以下 | Nb、Cs、As、Y、Ce、Rb、Zr、Sb、Tl、I |
| 1 ~10 μg/g | U、Co、Sr、Ni、Sc、Cr、Mn、Zn、Pb |
| 10~100 μg/g | Ba、Na、Mg、Zn、Ca |
| 100 μg/g以上 | Ti、Fe |

最適冷却時間での測定で、γ線ピーク下のBGの3σを与える濃度として定義。



1. 大気中のエアロゾル粒子と放射化分析

大気中のエアロゾルの発生源としては、土壌、海塩などの自然発生源及び自動車、工業などの人工発生源の両方があげられる。大気中のエアロゾルの粒径分布は一般に図1の概念図に示すように0.4 μm 及び10 μm 付近にピークを持つ質量分布を示すと考えられている。約2 μm の粒径を境にこれ以上を粗大粒子 (Coarse particles)、以下を微小粒子 (Fine particles) と区別している。粗大粒子は風塵、海塩、植物からの排出物など主に自然発生源を持つ粒子からなり、一方、微小粒子は燃焼過程の高温蒸気が凝縮 (Condensation) した一次粒子や気体から化学反応によって生成した粒子が互いに凝集 (Coaguration) してピークを形成する。都市域におけるこの微小粒子を構成するものとしては、自動車排出粒子、ボイラー等種々の工業活動に伴って排出されるスス (Soot)、大気中で光化学反応によって生じた硫酸塩粒子、有機エアロゾルなどがあげられる。大気中の微小な粒子は呼吸によって気管の奥にまで到達するため、都市に居住する人間への影響を考える際には微小粒子中に存在する重金属などの挙動が特に重要になってくる。

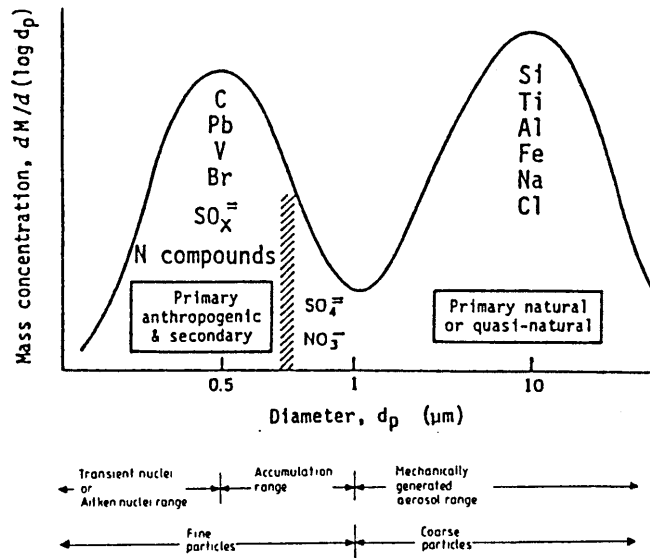


図1 エアロゾルの粒径とその特性の概念図¹⁾

大気エアロゾルの特徴としては、試料として得られる絶対量が少ないこと (通常の都市大気で、空気1 m^3 あたり、総量0.01~0.1 mg 程度)、及び主成分が炭素、珪素などの軽元素で占められている多元素の集合体となっていることである。このため、高感度多元素分析が可能な放射化分析法の分析対象としては好都合である。

2. 大気エアロゾル試料の捕集と国設大気測定網 (NASN)

大気エアロゾルの捕集にあたっては、測定期間、分析項目によって適当なサンプラー、サンプリング用フィルターの選択が必要である。通常、ハイボリウムエアサンプラーと呼ばれるものはブロウ式のポンプを屋根型シェルターに組み込んで、毎分 1 m^3 前後の空気を吸引ろ過してフィルター上に試料を捕集する。これに対して、ローボリウムエアサンプラーは毎分20リットル程度の空気を採取する。前者は1日間以下の短期間の測定に、後者は数日間以上の比較的長期間の測定に適している。ローボリウムエアサンプラーは、浮遊粒子状物質の環境基準に規定される粒径 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下の粒子を捕集する「 $10\text{ }\mu\text{m}$ カット型」が広く用いられている。環境庁が図2の全国の測定地点で実施している国設大気測定網 (NASN) では、ハイボリウムエアサンプラー及びローボリウムエアサンプラーの両方を使用して大気エアロゾルの捕集を毎月実施している。このうち、放射化分析法はニトロセルロース製メンブランフィルター上に捕集した大気エアロゾル試料について適用されている。²⁾

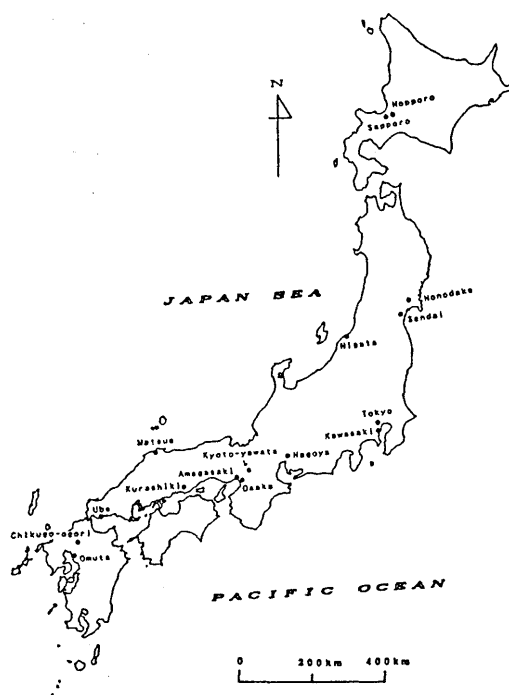


図2 国設大気測定網のローボリウムエアサンプラーによる捕集地点²⁾

3. 放射化分析の実施にあたっての問題点など

大気エアロゾル試料の放射化分析では、原子炉において数分間の短時間中性子照射と数時間の長時間中性子照射を施した後、半導体検出器を用いた数回の γ 線測定によって化学的処理無しで、約30元素の定量が可能となる。通常は熱中性子による (n, γ) 反応を利用するが、Niの定量には $^{58}\text{Ni}(n, p)^{58}\text{Co}$ 反応を、Thの定量には $^{232}\text{Th}(n, \gamma, \beta^-)^{233}\text{Pa}$ 反応を利用している。また、Mgの定量に使用する $^{26}\text{Mg}(n, \gamma)^{27}\text{Mg}$ 反応によって生成する ^{27}Mg に対して $^{27}\text{Al}(n, p)^{27}\text{Mg}$ から生成する ^{27}Mg の量が無視出来ないため、Mgの定量値についてはAlによる補正が必要となる。

重要な元素でありながら、放射化分析では感度の得られない、Pbのような元素については試料フィルターの一部を用いて蛍光X線分析を実施している。

試料フィルターの材質によってはブランク値が高く、分析上の問題となることがある。表1に示すように、ガラス繊維製フィルターはNa等の含有量が多く、放射化分析に適さない。石英繊維製フィルターでは、エアロゾルの量が多い場合にのみ使用が可能となるが主成分であるSiから ^{28}Si (n, p) ^{28}Al 反応によって生成する ^{28}Al はAl定量の妨害となる。また、テフロン繊維製フィルターでは主成分となるFから半減期11秒の ^{20}F の強い放射能が生成するので、照射終了直後の試料の取扱いに注意が必要である。通常の化学実験で使用されるセルロースフィルターは、ブランク値の面では優れているが、エアロゾルの捕集効率及び圧力損失の面で実用的でない。

都市大気粉じんに対応する標準物質としてNISTから「Urban Particulate Matter, SRM1648」が発行されており、分析値のチェックに用いるには便利である。

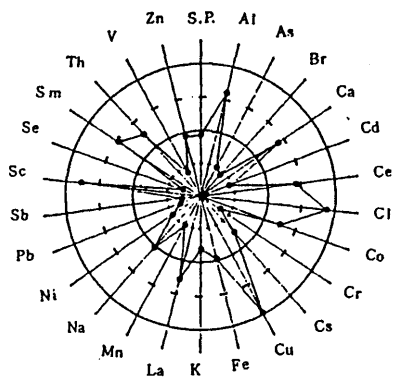
4. 大気エアロゾル中の元素濃度の地域特性

国設大気測定網(NASN)の各測定地点における大気中微量元素濃度を比較するために、いくつかのアプローチを行っている。図3及び図4に示した円グラフでは、相対濃度によって各測定地点の特性をあらわした。まず、元素ごとに全国16地点の平均濃度を計算した後、内側実線円をその平均値、外側実線円を平均値の2倍とする円グラフに各測定地点の相対濃度をプロットしたものである。絶対的な濃度評価は出来ないが、プロットの点が外側にあるほど、すなわち、大きな多角形をつくるほど、その地点は汚染されており、また、プロットの点が内側で、小さな多角形をつくるほど汚染が少ないことを示す。

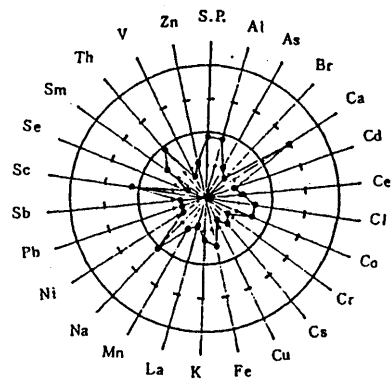
表1 各種フィルターのブランク値³⁾

| Element | Filter | ($\mu\text{g}/8 \times 10 \text{ inch filter}$) | | | |
|---------|--------|---|---------------------------|------------------------|----------------------------|
| | | Quartz ¹⁾ fiber | Glass ²⁾ fiber | Membrane ³⁾ | Teflon ⁴⁾ fiber |
| Ag | | <0.3 | 20 | <0.3 | <0.3 |
| Al | | 5000 | 100000 | 200 | 40 |
| As | | <0.3 | <2 | <0.3 | <0.3 |
| Ba | | <10 | 200000 | <4 | <4 |
| Br | | <5 | <30 | 0.5 | <1 |
| Ca | | 2000 | 800000 | 200 | 200 |
| Ce | | 10 | 10 | <0.2 | <0.2 |
| Cl | | 300 | <2000 | 100 | 300 |
| Co | | 0.8 | 0.9 | 0.1 | <0.2 |
| Cr | | 3 | 4 | 0.4 | <0.5 |
| Cs | | <0.08 | <0.2 | <0.05 | <0.05 |
| Cu | | <40 | <200 | <20 | <20 |
| Fe | | 800 | <200 | <60 | <60 |
| Hf | | 2 | 4 | <0.03 | <0.03 |
| K | | 300 | 20000 | <100 | <100 |
| La | | 7 | <1 | <0.2 | <2.0 |
| Lu | | 0.03 | <0.02 | <0.003 | <0.003 |
| Mn | | 20 | 30 | 0.5 | <0.7 |
| Na | | 6000 | 200000 | 300 | 2000 |
| Ni | | 10 | <10 | <2 | <2 |
| Sb | | 30 | 8 | <0.1 | <0.1 |
| Sc | | 0.4 | <0.05 | 0.01 | <0.008 |
| Se | | <0.8 | 10 | <0.2 | <0.2 |
| Sm | | 0.9 | <0.1 | <0.01 | <0.01 |
| Th | | 1 | 1 | <0.01 | <0.01 |
| Ti | | 100 | <200 | <40 | <40 |
| V | | 1 | <2 | <0.3 | <0.3 |
| W | | <0.4 | <2 | <0.3 | <0.5 |
| Zn | | <5 | 100000 | 3 | 1 |

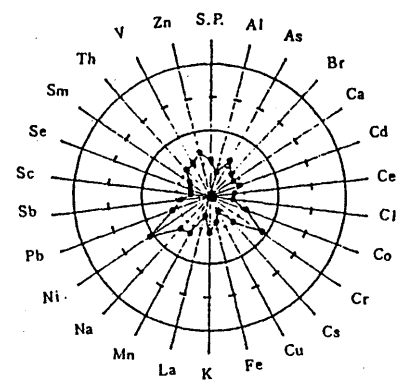
a) Pallflex Co., 2500 QAST, 2) Advantec Toyo Co., GB-100R, 3) Advantec Toyo Co., A300A, 4) Advantec Toyo Co., Polvflon-PF040.



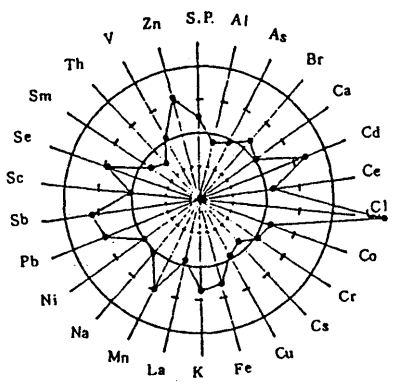
札幌



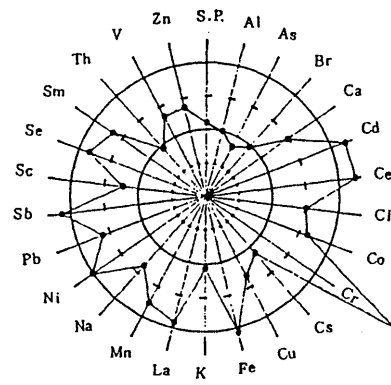
仙台



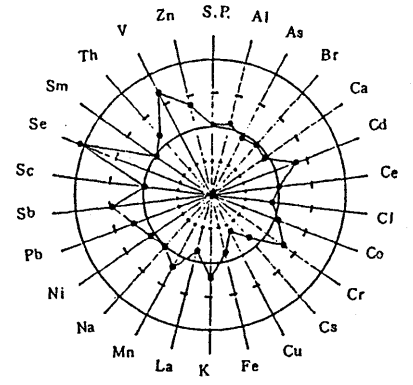
新潟



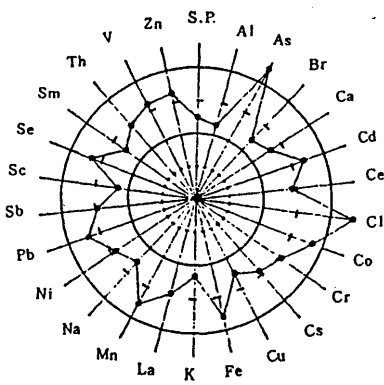
東京



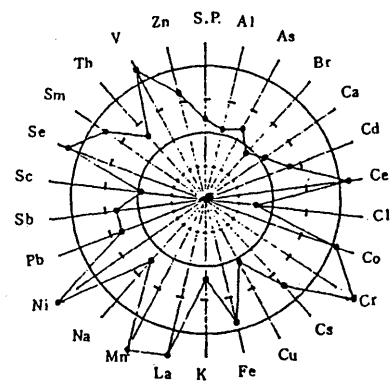
川崎



名古屋



大阪



長崎

図3 円グラフによる相対濃度評価(1) (平成2年度データ)²⁾

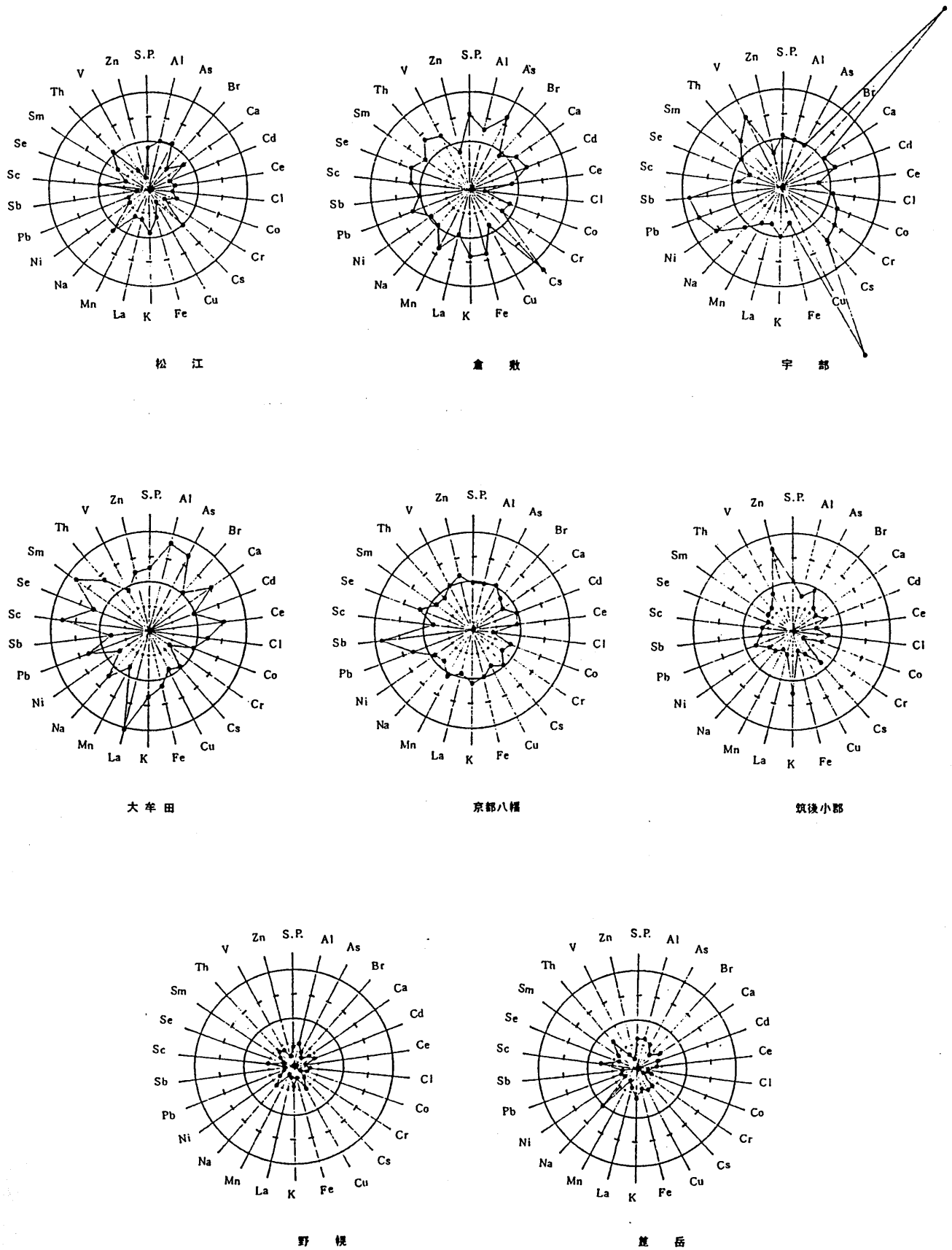


図4 円グラフによる相対濃度評価(2) (平成2年度データ)²⁾

東京、川崎、名古屋、大阪、尼崎などの大都市圏では、多くの元素は全国平均値と全国平均値の2倍の間にプロットされ、特に典型的な工業地域である川崎ではCd、Ce、Cr、Fe、Sbが、尼崎ではCe、Cr、La、Mn、Ni、Se、Vがそれぞれ全国平均の2倍を越える濃度となっている。また、東京ではClが、名古屋ではSeが、大阪ではAs、Clがそれぞれ2倍を越えている。地理的に近接している東京と川崎でのデータの相違点はCe、Cr、Fe、Niなどの主に重金属の濃度差であり、川崎では鉄鋼業に代表される重工業施設から発生する粒子の影響によってこれら元素濃度が高いものと考えられる。やはり工業地域の影響を受けると考えられる倉敷ではCsが、宇部ではBr、Cuが、大牟田ではLaが、それぞれ全国平均の2倍以上となっている。

これ以外の都市における元素濃度は全国平均値を下回るものが多い。ただし、札幌のAl、Ca、Sc、Smなどの土壌起源の元素については冬季にスパイクタイヤによって巻き起こされる道路粉塵の寄与が大きいと考えられ、仙台についても同様の傾向が見られる。新潟は全体的に低濃度であるが、付近の工場の影響を受けてCr、Ni濃度が全国平均に近く、また、過去においてはMn精錬の影響を受ける時期があった。松江もほとんどの元素が全国平均を下回る。京都八幡、筑後小郡は、測定地点の分類では環境大気測定所に含まれるが、図からも明かなように、多くの元素が全国平均値に近いものとなっており、特に京都八幡では、Mn、Pb、Sb、Znが、筑後小郡ではK、Znがそれぞれ平均値を越えている。大気中のK、Sb、Znについては都市廃棄物焼却など、都市化現象のひとつのあらわれと考えられる。いずれにしても京都八幡と筑後小郡は元素濃度のデータからも、非汚染地域の特性を持っているとは言い難い。

野幌、のの岳では全国の測定地点のなかでも最も低濃度が得られ、多くの元素は全国平均値の1/2をさらに下回っている。のの岳のNaが全国平均に近いのは太平洋側沿岸からの海塩粒子の影響と考えられ、仙台とほぼ同様の濃度である。重金属をはじめ、人工発生源を持つと考えられる元素の濃度は特に低くなっており、野幌、のの岳の2測定地点はNASN測定地点のなかでの非汚染地域に位置づけられる。

全国の測定地点を工業統計や測定データなどから再検討し、次のような分類を提案するとともに、各分類ごとの濃度を計算した。

大都市・工業地域：東京、川崎、名古屋、大阪、尼崎、倉敷、宇部、大牟田の8測定地点
地方都市：札幌、仙台、新潟、京都八幡、松江、筑後小郡の6測定地点
非汚染地域：野幌、のの岳の2測定地点

以上の分類は、ひとつの提案であり、必ずしも絶対的なものではないが、出来るだけ単純で、しかも大気環境の現状を反映するものを模索した結果である。工業地域としてあげた倉敷及び宇部については、地方都市としての顔も持っており、また、逆に新潟では、過去において高い元素濃度が観測されており、工業地域に含めるべきであるという考えも否定できない。さらに詳細な検討には日本海側及び太平洋側による地域分類、降雪の多い北日本とその他の地域などの分類もさらにつけ加える必要があるかもしれない。非汚染地域に分類された測定地点がいずれも北部に位置し、関東地方以南の非汚染地域のデータが得られないことはネットワークとしての問題点である。

「大都市・工業地域」、「地方都市」、「非汚染地域」として分類した測定地点における過去5年間の元素濃度平均値を図5に示した。非汚染地域と大都市・工業地域のあいだで濃度差の大きな元素はBr、Ce、Cr、Fe、La、Mn、Ni、Pb、Sb、Se、Znなどであり4～5倍以上の濃度差がある。また、Al、Scなどの土壌起源元素は地方都市、大都市・工業地域においてほとんど濃度差がみられない。

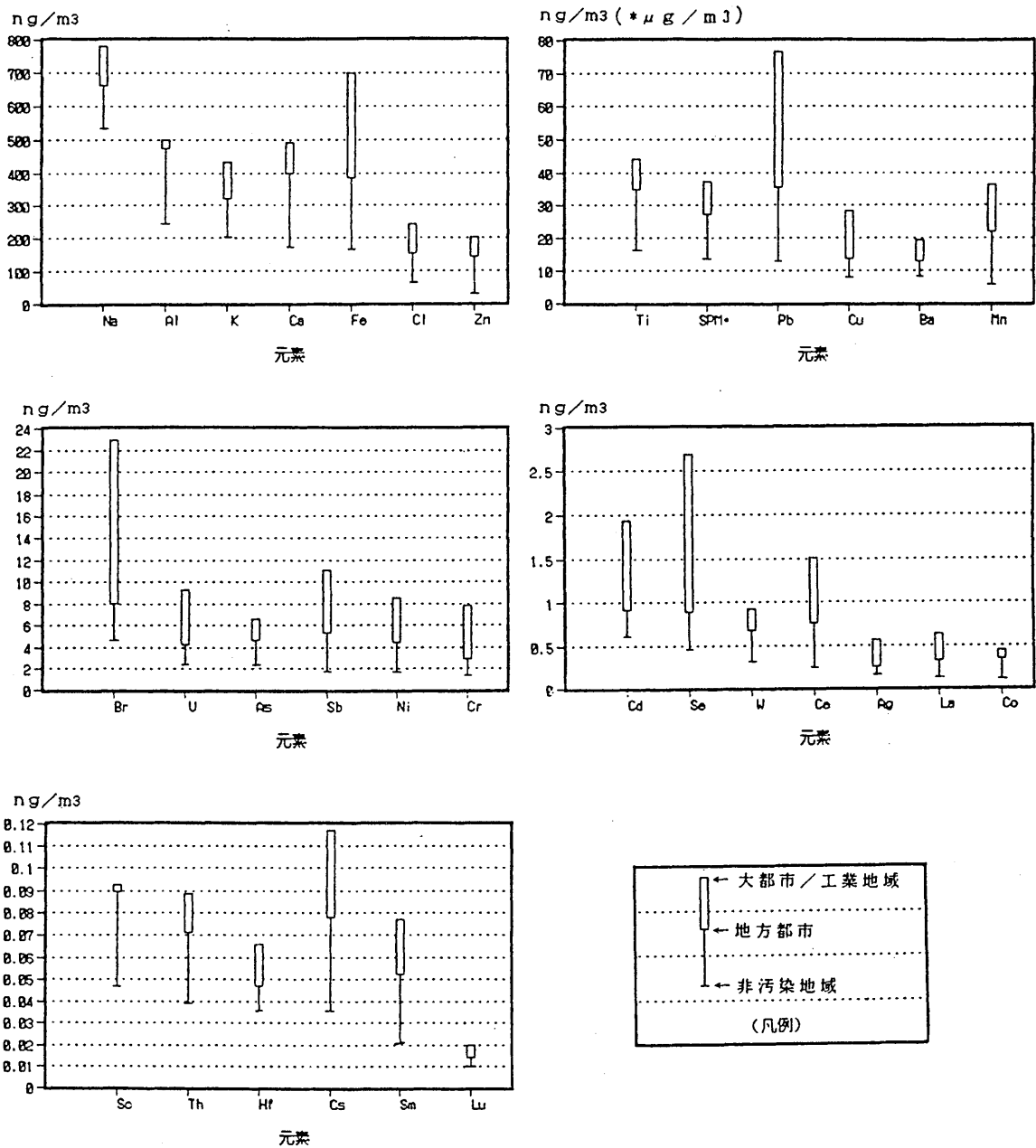


図5 N A S N測定地点を3分類した場合の平均元素濃度（昭和61～平成2年度）
 （非汚染地域：野幌、のの岳、地方都市：札幌、仙台、新潟、松江、京都八幡、筑後小郡
 大都市・工業都市：東京、川崎、名古屋、大阪、尼崎、倉敷、宇部、大牟田）

5. 大気エアロゾル中の元素濃度の季節変化

N A S N各測定地点において得られた典型的な季節変動パターンを図6から図9に示した。元素濃度等の変動は測定地点における地理的、気象的条件と発生源の影響により、周期的な変動を繰り返していると考えられる。ここでは4月から翌年3月までの1年間をサイクルとして、濃度の変動を示した。また、単一年度の特異的な変動を拾うことを避けるために各月の5年間平均値をプロットした。図中の表示の点線は1976年～80年、実線は81年～85年のそれぞれ平均値である。項目は、大気エアロゾル濃度の他に土壌起源のA1、海塩起源のNa、人工起源のPbをそれぞれ代表的項目と考えて選んでいる。

大気エアロゾル濃度の季節変化で各地に共通なパターンは、春に高く、夏に減少した後、秋から初冬にかけて上昇し、1月に減少し、再び春にかけて上昇する。初冬の濃度のピークは、大都市・工業地域で著しく、非汚染地域では小さい。

種々の土壌に由来する元素は互いに高い相関係数を持ち、ほぼ同一の変動パターンを示す。A1、Ca、Scなどが典型的な土壌元素であり、地点によっては希土類元素、Ti、Fe、Mnなどもこれらの元素と同じ挙動を示す。A1の季節変化の大きな特徴は、4～5月をピークとし、2～5月に全国的にみられる濃度の上昇である。4～5月は、全国的に平均風速が大きく、また、日本海側では降水量が最も少ない季節ではあるが、濃度の上昇が西日本及び日本海側で大きい傾向があることから、この濃度の上昇は、大陸から飛来する黄砂が主要な原因と考えられる。もう一つの特徴は、札幌の11、12月、及び3、4月、仙台の12月～3月にみられる濃度の上昇で、自動車スパイクタイヤによる道路粉じんの飛散によるものと推測される。札幌の1、2月の一時的な濃度の減少は、この時期の気温が年間で最も低く、路面の凍結時間が長く、積雪量も多いことによると考えられる。

Pbは、Br、Znなどとの相関が高く、いずれも自動車の排ガスやタイヤからの排出の寄与が大きいとされる元素である。これら元素の季節変化の共通した特徴は、東京、大阪などの大都市で10月～12月に濃度の上昇が見られることである。また、これら都市では特に5年間のうちに大幅な濃度の減少が見られる。

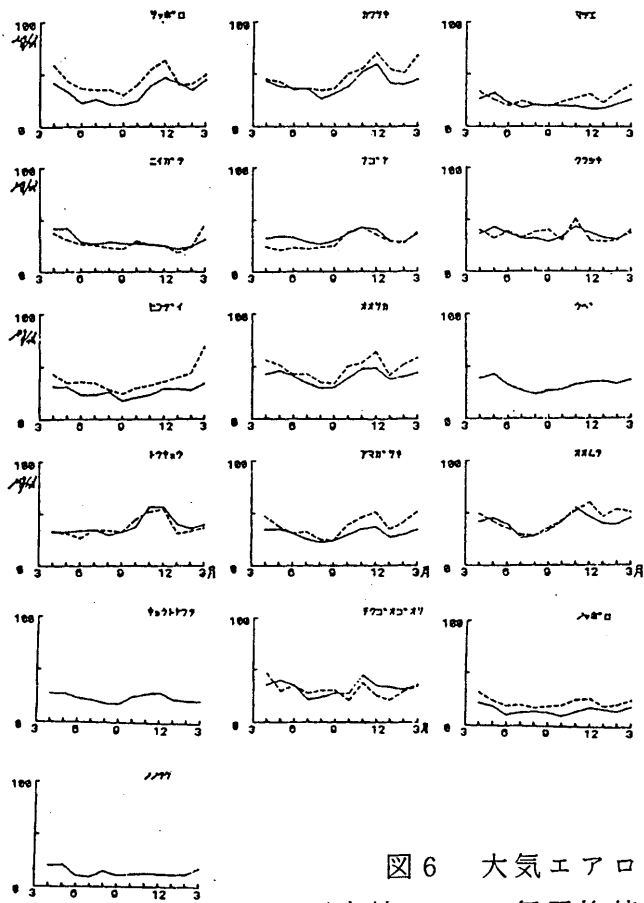


図6 大気エアロゾル濃度の季節変化⁴⁾
 (点線：76-80年平均値、実線：81-85年平均値)

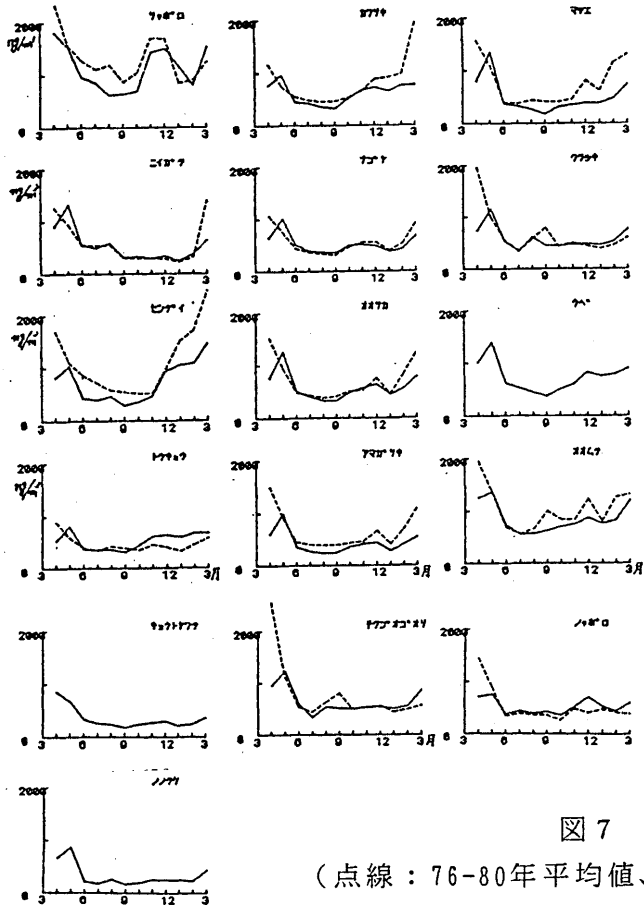


図7 A1濃度の季節変化⁴⁾
 (点線：76-80年平均値、実線：81-85年平均値)

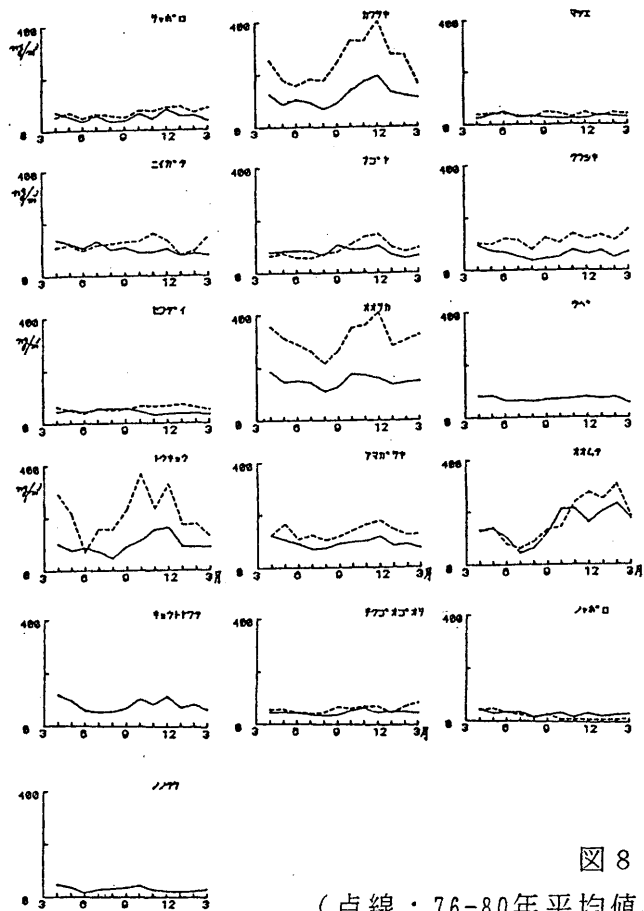


図8 Pb濃度の季節変化⁴⁾
 (点線：76-80年平均値、実線：81-85年平均値)

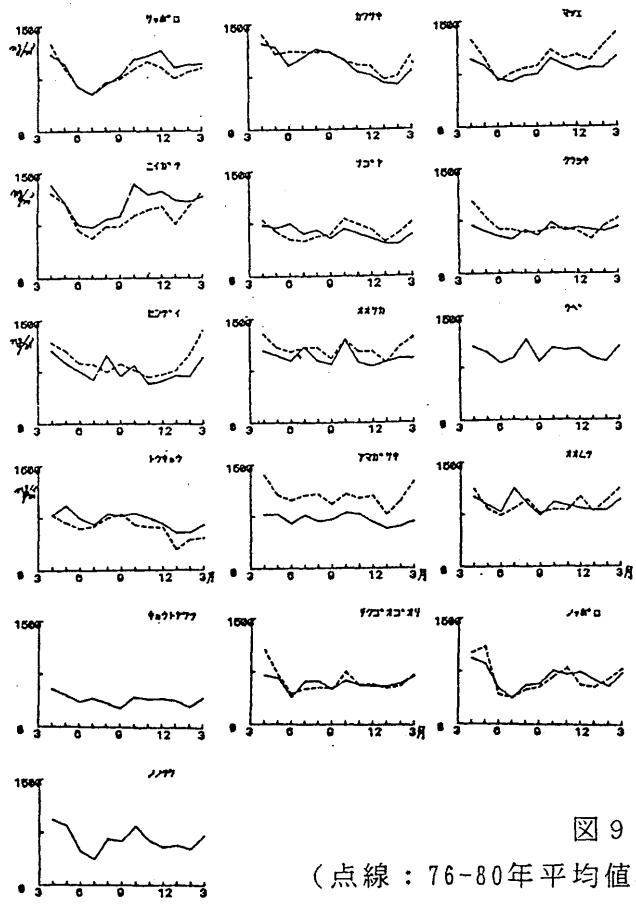


図9 Na濃度の季節変化⁴⁾
 (点線：76-80年平均値、実線：81-85年平均値)

Naの季節変化の特徴は、各測定地点の地理的位置によって大きく三つのグループに分ける事が出来る。一つは札幌、野幌、新潟、松江の日本海側の気候の影響下にある地点で、夏に低く、冬に高い値を示す。もう一つは仙台、のの岳、東京、川崎、名古屋などの太平洋側の気候の影響を受ける地点で、夏に高く、冬に低い値を示す。三つ目は尼崎、倉敷、宇部、大牟田、筑後小郡などの瀬戸内及び九州の気候下にある地点であり、年間を通してほぼ一定の値を示している。これらの結果はいずれもNaが海塩粒子として季節風に乗って運ばれる様子を示すものと考えられる。

わが国では、毎年、春先にアジア大陸内陸の乾燥地帯から砂塵が飛来し、各地に黄砂現象が出現する。黄砂現象は、自然界の大規模な物質の輸送現象の一つであり、黄砂現象によってもたらされる土壌粒子は、わが国の環境大気に大きな影響を及ぼすばかりでなく、地球大気の熱収支及び氷晶核濃度等に強い影響を与えるとされている。黄砂現象に関する考察をNASNの元素データを利用して行った。図10には黄砂現象の概念図を示した。

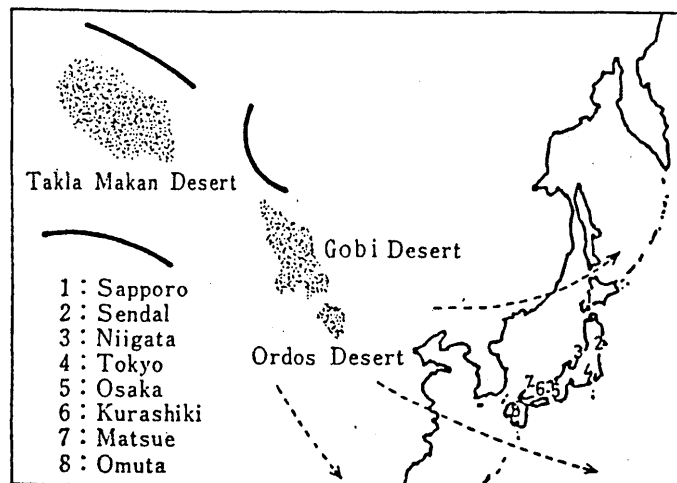


図10 黄砂現象の概念図

一般に、黄砂現象は3月から5月に多く、特に4月に最も高い頻度で観察される。図11にはNASNの8測定地点における1977年から87年までのA1濃度と気象庁で観測された月別黄砂観測日数をそれぞれ示した。図からあきらかなように黄砂現象の観測される月には高いA1濃度が得られている。全国的な大規模な黄砂は1979年から84年に観測され、特に西日本で顕著である。

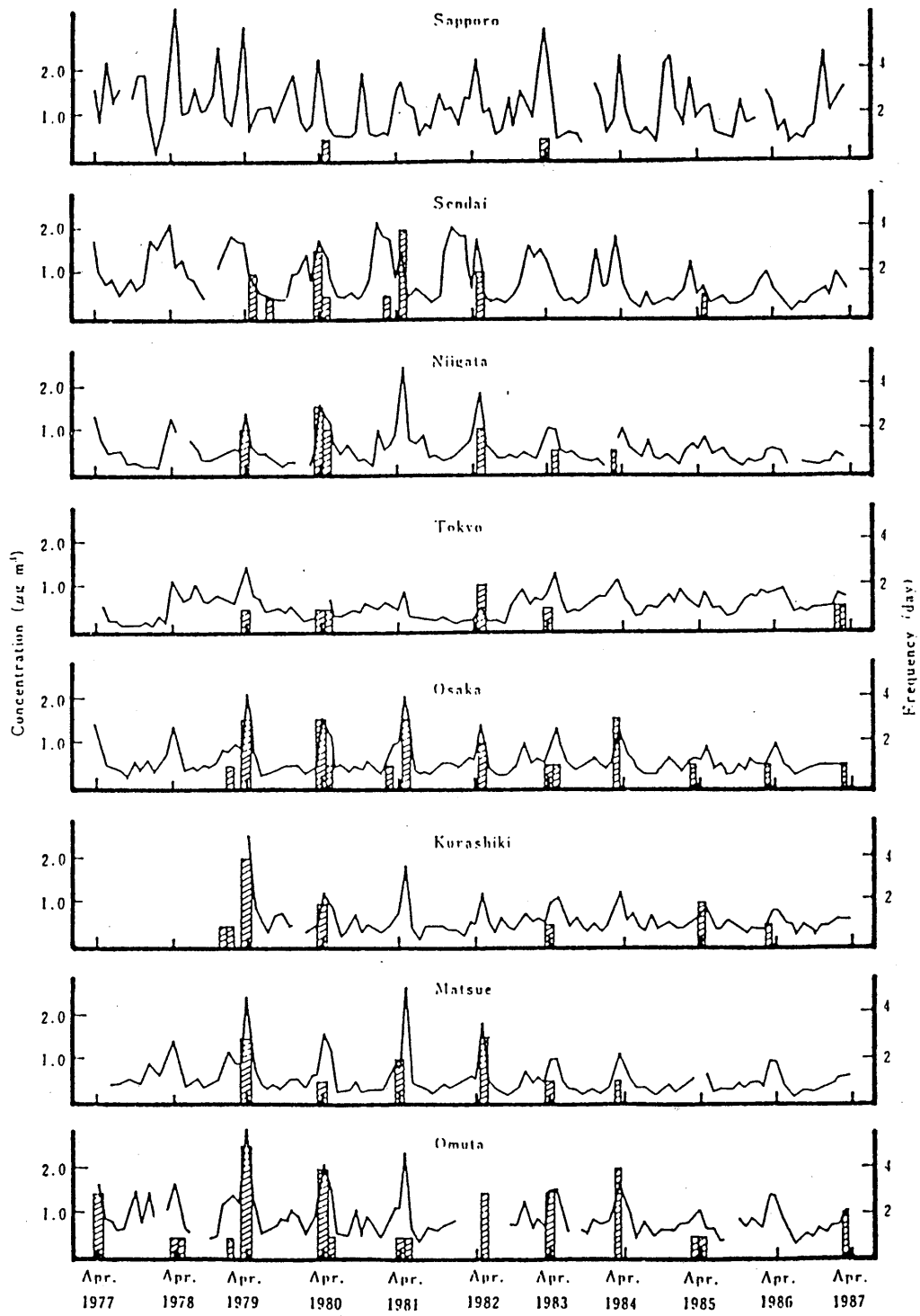


図 1 1 大気中 A 1 濃度と黄砂現象の観測頻度⁵⁾

6. 大気エアロゾル中の元素濃度の経年変化

NASNのLo-Volによる大気エアロゾル試料の採取及び放射化分析による多元素の分析は1975年前後から開始されている。75年には大都市・工業地域における激しい大気汚染の状況はすでにおさまっているように見える。しかしながら、その後の15年間にはじめて行われた多元素分析の結果からは、大気エアロゾルの全量だけでなく、細かい成分についての挙動を知ることが出来た。

15年間の濃度変化を評価するために、各測定地点における元素濃度について最初の5年間(1976年度から80年度)平均値と最後の5年間(86年度から90年度)平均値の比をとって、経年変化の様子を調べた。その結果、図12に示すように、元素によって異なる挙動を持つことがわかった。図中の表示の縦棒は測定地点による比率の範囲を示し、また横棒は平均値を示し、比率が100%の場合には経年変化が認められないことになる。Cd、Pb、Sc、Cs、V、Th、Mn、Kについては評価を行った13地点全てにおいて濃度の減少傾向が認められた。特にCd、Pbは平均して50%以下の濃度まで減少している。一方、すべての測定地点で濃度上昇が観察された元素はないが、Sbは平均値で約50%の濃度上昇が、また、Zn、Se、W、Ceなどについても、いくつかの地点で濃度上昇が認められている。

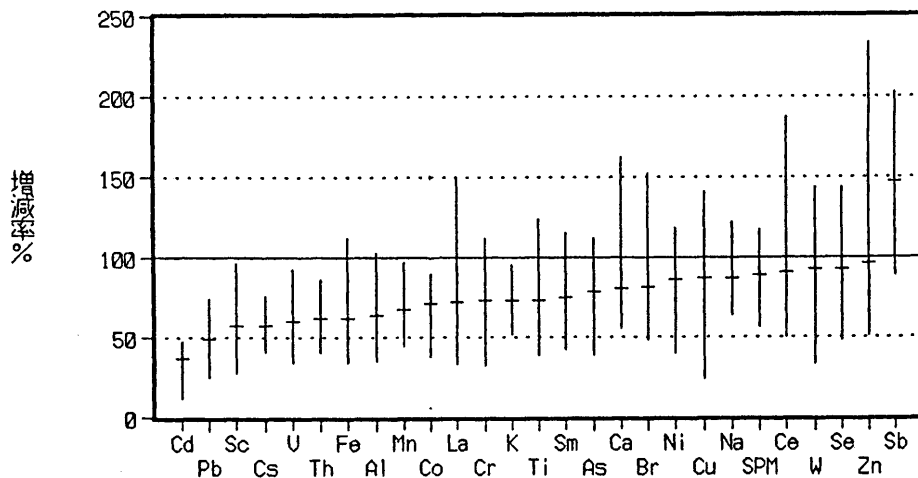


図12 元素濃度の経年変化(86-90年平均/76-80年平均)²⁾
(縦棒: 範囲、横棒: 平均値)

7. 我が国以外の大気との比較

果たして人工的な大気汚染の存在しない地域が地球上にあるのかどうか、あるいはバックグラウンドと呼ぶのにふさわしい地域は何処か、などの疑問は地球化学的な議論を呼び起こす問題であり、簡単に結論を導き出すことは出来ない。しかし、いわゆるバックグラウンド的な地域のうちでも南極のように北半球の工業的発生源から遠く離れた極地、北半

球のヨーロッパにおける山岳地帯アルプスでの測定値と我が国のデータとでは、図13に示すようにかなりの濃度差があることははっきりしているようだ。

一方、我が国と同様の手法で大気エアロゾル試料の捕集及び分析を実施し、韓国ソウル市の大気の状態を調査した結果を図14に示している。川崎や東京のデータと比較すると、土壌(Al、Sc、Ti、Cs、Sm)や化石燃料の燃焼によるもの(Ni、Se、As、V)と考えられる元素群の濃度が高いのと有鉛ガソリン(Pb、Br)による影響が観察されている。

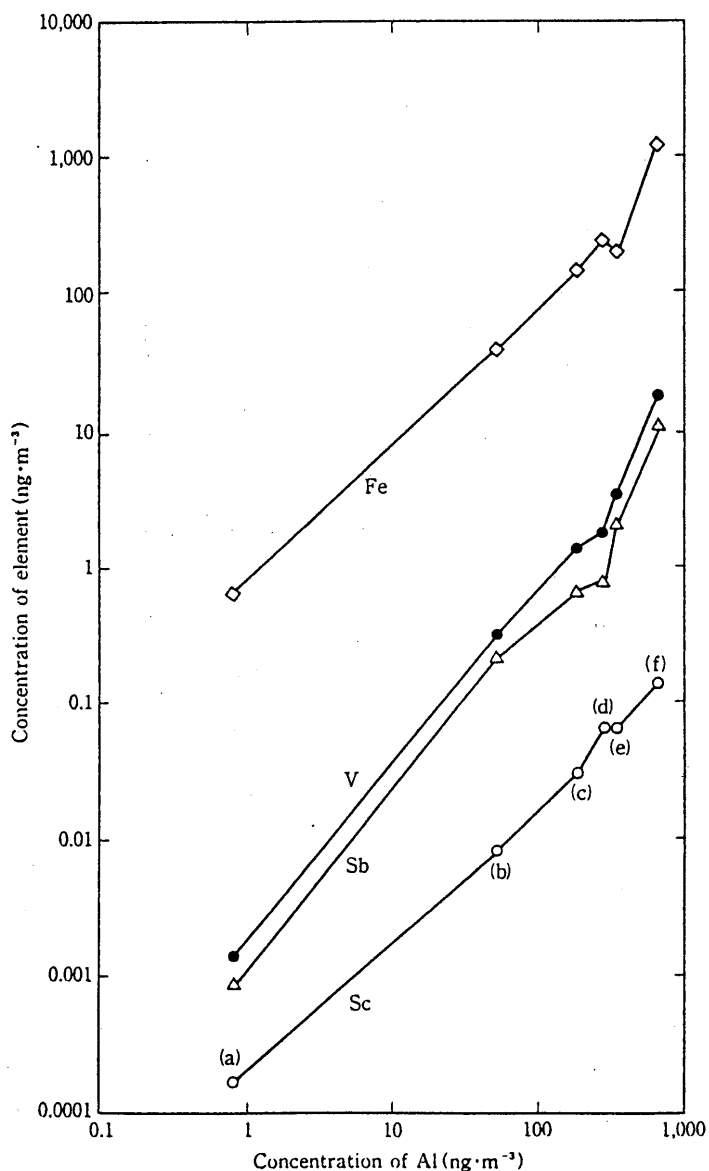


図13 バックグラウンド的地域における大気中の各元素とAl濃度の関係⁶⁾
 (a:南極、b:スイスアルプス1ツグフラウヨット、c:国内山間地、d:国内離島、e:国設のの岳、
 f:国設川崎)

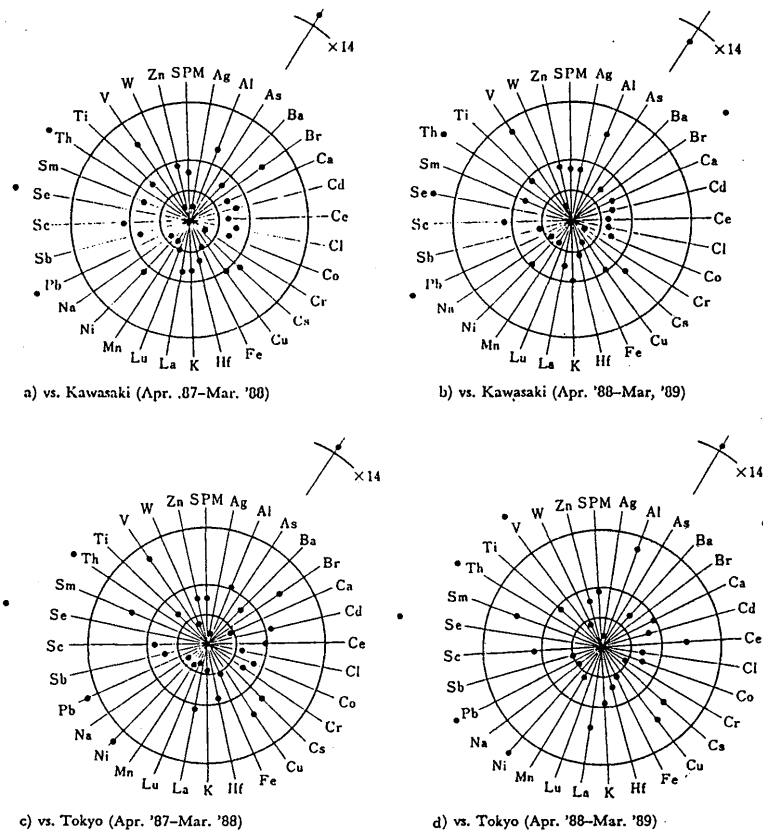


図 1 4 ソウル市の大気中元素濃度と川崎、東京との比較⁷⁾

(内側円:川崎、東京の年平均値、2番目の円:同平均の2倍、外側円:同平均の4倍)

参考文献

- 1)Whitby,K.T.: The physical characteristics of sulfur aerosols, Atmos. Environ., 12,135-159(1977).
- 2)環境庁委託「国設大気測定網(NASN)浮遊ふんじん及び浮遊粒子状物質分析結果報告書」(財)日本環境衛生センター,昭和51年度~平成2年度.
- 3)大歳恒彦ら:大気エアロゾルモニタリングへのテフロン繊維製フィルターの応用,大気汚染学会誌,25,280-286(1990).
- 4)環境庁委託「環境大気調査(環境大気調査結果等の整理・解析調査)」,(財)日本公衆衛生協会,昭和61年度.
- 5)田中茂ら:国設大気測定網(NASN)の10年間の測定結果に基づく黄砂現象によるアジア大陸からの土壌粒子の我が国環境大気に及ぼす影響,大気汚染学会誌,24,119-129(1989).
- 6)橋本芳一ら:大気汚染の放射化分析・PIXE分析, Radioisotopes, 33,814-823(1984).
- 7)Hashimoto,Y. et al: Air quality monitoring at Seoul, Korea, May 1986- March 1989, J. Japan Soc. Air Pollut.,26,51-58(1991).

東北大核理研

平成6年度の共同利用は前期のみ実施した。後期は、共同利用を停止し主に核物理と中性子散乱実験に使用されてきた第二実験室、中性子飛行トンネルの整備が行われている。平成7年度からストレッチャー・ブースターリングの建設が認められることが濃厚になってきた。このため、来年度は第一実験室で低エネルギー実験のみを月1、2回程度行うことになっているが、課題採択は行わず所内世話人、課題採択委員、共同利用係との協議により共同利用実験が行われることになる。平成9年度は実験は工事のため全面的に停止される予定である。放射化学関連分野では、工事期間中に第一実験室に気送管照射、純ガンマ線照射、電子線照射の3つの専用ビームコースの整備を要求している。

平成6年度共同利用研究テーマ一覧

| 課題名 | 採択シフト | 申込責任者(所属) |
|-----------------------------------|-------|-----------------|
| 1) 高純度材料中の微量元素の高感度光量子放射化分析 | 5 | 榊本和義(東北核理研) |
| 2) 環境試料および生物試料中の金属元素の多元素同時放射化分析 | 1 | 福島美智子(石巻専修大・理工) |
| 3) 環境試料の光量子放射化分析 | 1 | 吉田武義(東北大・理) |
| 4) 島弧火成岩中の微量元素の地球化学的研究 | 1 | 蟹沢聡史(東北大・理) |
| 5) ブラジル・アルカリ岩および巨大湖堆積物試料の光量子放射化分析 | 1 | 豊田和弘(東大・理) |

今年度は10月の第1週までに放射化学関連(放射化分析、核化学、ホットアトム化学、トレーサー利用等)では21シフト(本年採択)+5シフト(昨年度分)を実施した。(1シフトは半日)

(東北大 榊本和義)

原研施設利用共同研究 (東京大学原子力研究総合センター 大学開放研究室)

東大原子力研究総合センターが運営している原研施設利用共同研究は、大学の研究者が原研の色々な大型研究施設を利用するためのもので、核物理・計測、放射化学、放射線化学、放射線固体物性、生物照射効果、中性子散乱、原子炉工学、原子炉材料学、などの広範な研究について大学間の共同研究を組織して行っている。研究の形態としては、一般共同研究(大学の研究者のみの組織で行うもの)、協力研究(原研の研究者と協力して行うもの)、大学・原研プロジェクト共同研究(大学と原研が共同でプロジェクト的に行う研究)などがある。平成6年度の研究課題数は総数で414件にのぼっている。

その中で放射化分析及びその近隣の研究課題を抽出して以下に示す。その多くは一般共同研究として行われているが、(中性子捕獲)即発ガンマ線分析や中性子ラジオグラフィーは協力研究として行われている。

放射化分析利用

| | | | |
|------|----------------------------|-----|-------|
| 4108 | 液-液分配を基礎とするレアメタルの分離 | 東北大 | 秋葉 健一 |
| 4109 | 溶媒抽出を用いた希土類元素の分離分析法に関する研究 | 東北大 | 寺前 紀夫 |
| 4110 | 不足当量沈殿分離/中性子放射化による超微量分析の研究 | 秋大 | 岩田 吉弘 |

東北大核理研

平成6年度の共同利用は前期のみ実施した。後期は、共同利用を停止し主に核物理と中性子散乱実験に使用されてきた第二実験室、中性子飛行トンネルの整備が行われている。平成7年度からストレッチャー・ブースターリングの建設が認められることが濃厚になってきた。このため、来年度は第一実験室で低エネルギー実験のみを月1、2回程度行うことになっているが、課題採択は行わず所内世話人、課題採択委員、共同利用係との協議により共同利用実験が行われることになる。平成9年度は実験は工事のため全面的に停止される予定である。放射化学関連分野では、工事期間中に第一実験室に気送管照射、純ガンマ線照射、電子線照射の3つの専用ビームコースの整備を要求している。

平成6年度共同利用研究テーマ一覧

| 課題名 | 採択シフト | 申込責任者(所属) |
|-----------------------------------|-------|-----------------|
| 1) 高純度材料中の微量元素の高感度光量子放射化分析 | 5 | 榎本和義(東北核理研) |
| 2) 環境試料および生物試料中の金属元素の多元素同時放射化分析 | 1 | 福島美智子(石巻専修大・理工) |
| 3) 環境試料の光量子放射化分析 | 1 | 吉田武義(東北大・理) |
| 4) 島弧火成岩中の微量元素の地球化学的研究 | 1 | 蟹沢聡史(東北大・理) |
| 5) ブラジル・アルカリ岩および巨大湖堆積物試料の光量子放射化分析 | 1 | 豊田和弘(東大・理) |

今年度は10月の第1週までに放射化学関連(放射化分析、核化学、ホットアトム化学、トレーサー利用等)では21シフト(本年採択)+5シフト(昨年度分)を実施した。(1シフトは半日)

(東北大 榎本和義)

原研施設利用共同研究 (東京大学原子力研究総合センター 大学開放研究室)

東大原子力研究総合センターが運営している原研施設利用共同研究は、大学の研究者が原研の色々な大型研究施設を利用するためのもので、核物理・計測、放射化学、放射線化学、放射線固体物性、生物照射効果、中性子散乱、原子炉工学、原子炉材料学、などの広範な研究について大学間の共同研究を組織して行っている。研究の形態としては、一般共同研究(大学の研究者のみの組織で行うもの)、協力研究(原研の研究者と協力して行うもの)、大学・原研プロジェクト共同研究(大学と原研が共同でプロジェクト的に行う研究)などがある。平成6年度の研究課題数は総数で414件にのぼっている。

その中で放射化分析及びその近隣の研究課題を抽出して以下に示す。その多くは一般共同研究として行われているが、(中性子捕獲)即発ガンマ線分析や中性子ラジオグラフィーは協力研究として行われている。

放射化分析利用

| | | | |
|------|----------------------------|-----|-------|
| 4108 | 液-液分配を基礎とするレアメタルの分離 | 東北大 | 秋葉 健一 |
| 4109 | 溶媒抽出を用いた希土類元素の分離分析法に関する研究 | 東北大 | 寺前 紀夫 |
| 4110 | 不足当量沈殿分離/中性子放射化による超微量分析の研究 | 秋大 | 岩田 吉弘 |

| | | | |
|---------|--|---------|-------|
| 4 1 1 1 | J R R - 3, 4号炉を主体とした分析元素のデータベース構築 | 秋田大学 | 中村 彰 |
| 4 1 1 2 | 新規な抽出試薬による金属元素の予濃縮-放射化分析 | 山形大学 | 阿部 重喜 |
| 4 1 1 3 | ランタノイド(Ⅲ)錯体の安定度の順序 | 東京大学 | 富永 健 |
| 4 1 1 4 | ホタテ及びプランクトン含有のカドミウム, 亜鉛, 銅等の 重金属類の放射化分析微量測定法の開発 | 北海道大学 | 大西 俊之 |
| 4 1 1 5 | 放射化による含臭素化合物の海洋生物内の代謝の研究 | 北海道大学 | 鈴木 稔 |
| 4 1 1 6 | R h - 1 0 5 の製造と放射性医薬品への利用 | 金沢大学 | 安東 醇 |
| 4 1 1 7 | アクチバブルトレーサーの獣医学応用 | 北里大学 | 伊藤 伸彦 |
| 4 1 1 8 | 生物試料中の微量金属元素の中性子放射化分析 | 石巻専修大学 | 福島美智子 |
| 4 1 1 9 | 環境試料中における長寿命放射性核種の定量法の開発(Ⅱ) | 筑波大学 | 荘司 準 |
| 4 1 2 0 | ポーランド土壤中の有機態ハロゲン(C l, B r, I) | 愛媛大学 | 立川 涼 |
| 4 1 2 1 | 環境モニタリングへ中性子放射化分析法の応用 | 宇都宮文星短大 | 伊澤 郡藏 |
| 4 1 2 2 | 微小粒鉱物中の微量元素の挙動に関する鉱物化学的研究(Ⅲ) | 東京大学 | 豊田 和弘 |
| 4 1 2 3 | 海洋堆積物における微量元素の分布 | 九州大学 | 大崎 進 |
| 4 1 2 4 | 宇宙物質の中性子放射化分析 | 東京都立大学 | 海老原 充 |
| 4 1 2 5 | 本邦に落下した隕石の ⁵³ Mnの測定 | 国立科学博物館 | 島 正子 |
| 4 1 2 6 | 隕石試料の放射化分析(Ⅱ) | 日本大学 | 永井 尚生 |
| 4 1 2 7 | 南極氷上, 氷中宇宙物質・火山灰の起源に関する研究 | 学習院大学 | 福岡 孝昭 |
| 4 1 2 8 | 地下熱源による微量元素の移行挙動 | 青山学院大学 | 木村 幹 |
| 4 1 2 9 | 機能性界面活性剤による放射性金属イオンの分離に関する研究 | 熊本大学 | 小出 善文 |
| 4 1 3 0 | 高純度材料中の極微量元素の分析法の開発 | 武蔵工業大学 | 平井 昭司 |

ホットアトム・原子核プローブの化学

| | | | |
|---------|-------------------------------------|--------|-------|
| 4 1 3 1 | テクネチウム等を含む錯体合成と関連化合物を用いた放射化学 研究 | 東北大学 | 関根 勉 |
| 4 1 3 2 | E C壊変を用いたX線状態分析(Ⅱ) | 宮城教育大学 | 玉木 洋一 |
| 4 1 3 3 | フィッシュン・トフック年代測定と放射化分析に関する照射場 間比較 | 鹿児島大学 | 鈴木 達郎 |
| 4 1 3 4 | メスバウアー分光法による無機化合物の研究 | 東邦大学 | 竹田満洲雄 |

放射化学

| | | | |
|---------|-------------------------------------|--------|-------|
| 4 2 0 4 | 中性子ガイドビームを用いた中性子吸収反応の核・放射化学へ の応用 | 熊本大学 | 岸川 俊明 |
| 4 2 0 5 | 極微量元素の中性子放射化分析(Ⅱ) | 東京都立大学 | 海老原 充 |
| 4 2 0 6 | 即発ガンマ線分析の宇宙・地球・環境・人文科学への応用 | 青山学院大学 | 木村 幹 |

中性子ラジオグラフィ

| | | | |
|---------|--|--------|-------|
| 4 2 0 7 | 中性子ラジオグラフィの植物試料への応用 | 東京大学 | 中西 友子 |
| 4 2 0 8 | 流路内の非一様加熱下における熱対流に関する研究 | 山梨大学 | 一宮 浩一 |
| 4 2 0 9 | J R R - 3 高束熱・冷中性子を用いた高性能ラジオグラフィ 技術の開発(Ⅲ) | 名古屋大学 | 玉置 昌義 |
| 4 2 1 0 | J R R - 3 熱・冷中性子を用いたラジオグラフィ技術の高度化 | 京都大学 | 三島嘉一郎 |
| 4 2 1 1 | J R R - 3 高束中性子炉NRシステムによる熱流動現象の可視 化と計測に関する研究 | 神戸大学 | 竹中 信幸 |
| 4 2 1 2 | J R R - 3 高束中性子炉NRシステムによる宇宙用電熱管筒内 の可視化に関する研究 | 神戸商船大学 | 中澤 武 |
| 4 2 1 3 | J R R - 3 高束中性子炉NRシステムによる加圧混相流動の可 視化と計測に関する研究 | 山口大学 | 加藤 泰生 |
| 4 2 1 4 | J R R - 3 高束熱・冷中性子照射装置を用いたNRG法開発の 基礎的研究(Ⅳ) | 立教大学 | 小林 久夫 |
| 4 2 1 5 | J R R - 3 高束中性子照射装置を用いた電子撮像法によるNR Gの研究(Ⅱ) | 武蔵工業大学 | 村田 裕 |

立教大学原子力研究所

立教大学原子力研究所の研究用原子炉も共同利用に供されている。大学の研究者がこれを利用する場合には、東京大学原子力研究総合センターが年一回公募を行っている「立教大学原子炉利用共同研究」に参加する途が開かれている。平成6年度では放射化分析、ホットアトム・原子核プローブの化学、生物照射効果、核物理・計測、フィッション（アルファ）・トラック法、中性子ラジオグラフィーなどの共同研究課題で構成されている。全件数52課題のうち、放射化分析に関するものが大半を占めている。以下に平成6年度の課題一覧を示す。

放射化分析

| | | | |
|------|------------------------------|--------|-------|
| 4901 | 北海道日高山脈に露出する地殻下部構成岩石の地球化学的研究 | 北海道大学 | 前田仁一郎 |
| 4902 | 地球化学における指示元素に関する研究 | 群馬大学 | 赤岩 英夫 |
| 4903 | バイカル湖湖底堆積物のコア試料の放射化分析 | 東京大学 | 豊田 和弘 |
| 4904 | 地球化学図作成を目的とする河川堆積物の多試料多元素分析 | 名古屋大学 | 田中 剛 |
| 4905 | サンゴ礁堆積物の放射化分析 | 琉球大学 | 大出 茂 |
| 4906 | 地球化学的試料中の揮発性元素の中性子放射化分析 | 東京都立大学 | 海老原 充 |
| 4907 | 宇宙塵、隕石の組成分析 | 獨協医科大学 | 野上 謙一 |
| 4908 | テフラ（火山灰）の微量元素組成とウラン系列年代測定 | 学習院大学 | 福岡 孝昭 |
| 4909 | 隕石試料等の放射化分析 | 日本大学 | 永井 尚生 |
| 4910 | 天然放射性鉱物の分布に関する研究 | 早稲田大学 | 黒澤 龍平 |

環境科学

| | | | |
|------|-----------------------------|--------|-------|
| 4911 | 山地河川底質中の微量元素の環境化学的研究 | 弘前大学 | 鶴見 実 |
| 4912 | 固体環境試料及び地球化学的試料の放射化分析 | 東京大学 | 松尾 基之 |
| 4913 | 地下水環境における金属酸化物への陰イオンの吸着 | 東京工業大学 | 辻 正道 |
| 4914 | 地球化学的試料中の微量元素の放射化分析 | 名古屋大学 | 古川 路明 |
| 4915 | 温帯林および亜熱帯林でのリターフォールの挙動 | 京都大学 | 片山 幸士 |
| 4916 | T T F A法による大気粒子の発生源同定に関する研究 | 大阪府立大学 | 溝畑 朗 |
| 4917 | 人為起源物質の分布 | 青山学院大学 | 木村 幹 |
| 4918 | 環境試料および生物試料中の微量元素の放射化分析 | 大妻女子大学 | 寺井 稔 |
| 4919 | 臭化メチルくん蒸における土壌中への臭素の挙動 | 北里大学 | 田中 茂 |
| 4920 | 中性子放射化分析法による天然試料中の微量元素の定量 | 上智大学 | 大井 隆夫 |
| 4921 | 熱中性子捕獲反応を利用した環境化学の研究 | 大同工業大学 | 酒井 陽一 |

生物学・医学

| | | | |
|------|---------------------------------------|---------|-------|
| 4922 | 植物における元素分析 | 東京大学 | 中西 友子 |
| 4923 | ラット臓器中微量元素の放射化分析 | 城西大学 | 万里 輝男 |
| 4924 | 放射化分析による食品中微量元素の定量 | 大妻女子大学 | 櫻井 四郎 |
| 4925 | 放射化分析による生体試料の多元素定量 | 大妻女子大学 | 大森佐與子 |
| 4926 | 白血病発症時の組織中元素濃度の解析 | 北里大学 | 櫛山 巖 |
| 4927 | 中国製生薬中の微量元素の定量 | 昭和薬科大学 | 遠藤 和豊 |
| 4928 | 歯科材料の放射化分析－米国製陶器中のウランの分析－ | 日本大学 | 森脇 一成 |
| 4929 | 家畜の未利用飼料資源給与における非破壊放射化分析 | 麻布大学 | 松原 利光 |
| 4930 | D o w n 症候群患者の抜去歯を用いた放射化分析による元素組成について | 神奈川歯科大学 | 酒井 信明 |
| 4931 | ギブス用石こう中のウラン及びトリウム濃度の定量 | 産業医科大学 | 山本 久夫 |

古文化財・考古学

- | | | | |
|------|--------------------|--------|-------|
| 4932 | 古代ガラス・天然ガラス質の放射化分析 | 東京大学 | 富永 健 |
| 4933 | 古文化財資料の機器中性子放射化分析 | 東京学芸大学 | 二宮 修治 |

材料科学・考古学

- | | | | |
|------|--------------------------|--------|-------|
| 4934 | 金属内包フラーレンの合成と放射化分析 | 東京都立大学 | 森崎 重喜 |
| 4935 | 金属フラーレンの放射化分析とその応用 | 東京都立大学 | 末木 啓介 |
| 4936 | トレーサの製造と放射化分析 | 北里大学 | 野崎 正 |
| 4937 | 中性子放射化分析法による鉄試料中の微量元素の定量 | 武蔵工業大学 | 平井 昭司 |

ホットアトム・原子核プローブの化学

- | | | | |
|------|--|------|------|
| 4938 | 反跳インプラネーションにおける特性研究とホットアトム化学 反応との比較 | 東北大学 | 関根 勉 |
| 4939 | 金属錯体イオン会合体二成分系における反跳現象の研究 | 筑波大学 | 荘司 準 |

生物照射効果

- | | | | |
|------|--|------|-------|
| 4940 | 硼素中性子捕捉療法の適用拡大に関する研究 | 東京大学 | 廉澤 剛 |
| 4941 | ^{10}B 封入イムノリボソームの中性子捕捉療法への応用 | 東京大学 | 藤井 祐三 |

核物理・計測

- | | | | |
|------|---------------------|-------|-------|
| 4942 | 核分裂生成核種の中性子捕獲断面積の測定 | 名古屋大学 | 加藤 敏郎 |
| 4943 | 短寿命核の β 半減期測定 | 名古屋大学 | 山本 洋 |
| 4944 | 中性子放射化核種のガンマ線エネルギー | 熊本大学 | 岸川 俊明 |

フィッション（アルファ）・トラック法

- | | | | |
|-------|--|---------|-------|
| 49445 | 北海道日高変成帯の変成岩類およびトータル岩類のフィッション トラック年代測 | 北海道大学 | 在田 一則 |
| 4946 | 中性子スペクトル変動のフィッショントラック年代に及ぼす影響 | 北海道教育大学 | 雁沢 好博 |
| 4947 | 岩石の放射化分析とフィッショントラック年代測定 | 新潟大学 | 立石 雅昭 |
| 4948 | フィッショントラック年代測定のためのゼータ値の算出 | 京都大学 | 西村 進 |
| 4949 | 熱中性子照射によるボロン分布観察法の材料学への応用 | 東京大学 | 柴田 浩司 |
| 4950 | INAAとFTによる地質試料のU・Th分析 | 鹿児島大学 | 鈴木 達郎 |
| 4951 | 飛跡検出による小型の中性子線量計の試作研究 | 武蔵工業大学 | 野崎 徹也 |

中性子ラジオグラフィ

- | | | | |
|------|-------------------------------------|-------|-------|
| 4952 | 凝縮系核融合場解析用デジタル中性子ラジオグラフィシステムの 開発 | 名古屋大学 | 玉置 昌義 |
|------|-------------------------------------|-------|-------|

(東大原総セ 伊藤泰男)

京都大学原子炉実験所

京都大学原子炉実験所では、研究炉（KUR）あるいは中性子発生装置等を利用する研究を公募しており、運営委員会で採択された課題が共同利用研究として進められている。平成6年度に採択された課題の内、放射化分析に関係しているものはすべてKURを利用するものであった。研究区分は 研究形態 あるいは 採択方法 に基づいて分類されている。

研究形態による区分には、(1) 一般研究と(2) 共同研究 がある。一般研究は所員以外の研究者のみによって行われる研究であり、共同研究は所員と共同で計画し協力して行う研究である。

採択方法による区分のうち、平成6年度に進められた放射化分析関係の課題は、(I) 通常採択 あるいは (II) プロジェクト採択 のいずれかの区分に属した。通常採択は、原則として年度初めから1年を限度として実施できるような採択であり、プロジェクト採択は、実験所において機動的に推進すべきプロジェクトについて、原則として所員が中心となって研究グループを組織して、長期的展望に立って共同利用研究を総合的・能率的に行うもの、である。平成6年度には9

古文化財・考古学

- | | | | |
|------|--------------------|--------|-------|
| 4932 | 古代ガラス・天然ガラス質の放射化分析 | 東京大学 | 富永 健 |
| 4933 | 古文化財資料の機器中性子放射化分析 | 東京学芸大学 | 二宮 修治 |

材料科学・考古学

- | | | | |
|------|--------------------------|--------|-------|
| 4934 | 金属内包フラーレンの合成と放射化分析 | 東京都立大学 | 森崎 重喜 |
| 4935 | 金属フラーレンの放射化分析とその応用 | 東京都立大学 | 末木 啓介 |
| 4936 | トレーサの製造と放射化分析 | 北里大学 | 野崎 正 |
| 4937 | 中性子放射化分析法による鉄試料中の微量元素の定量 | 武蔵工業大学 | 平井 昭司 |

ホットアトム・原子核プローブの化学

- | | | | |
|------|--|------|------|
| 4938 | 反跳インプラネーションにおける特性研究とホットアトム化学 反応との比較 | 東北大学 | 関根 勉 |
| 4939 | 金属錯体イオン会合体二成分系における反跳現象の研究 | 筑波大学 | 荘司 準 |

生物照射効果

- | | | | |
|------|--|------|-------|
| 4940 | 硼素中性子捕捉療法の適用拡大に関する研究 | 東京大学 | 廉澤 剛 |
| 4941 | ^{10}B 封入イムノリボソームの中性子捕捉療法への応用 | 東京大学 | 藤井 祐三 |

核物理・計測

- | | | | |
|------|---------------------|-------|-------|
| 4942 | 核分裂生成核種の中性子捕獲断面積の測定 | 名古屋大学 | 加藤 敏郎 |
| 4943 | 短寿命核の β 半減期測定 | 名古屋大学 | 山本 洋 |
| 4944 | 中性子放射化核種のガンマ線エネルギー | 熊本大学 | 岸川 俊明 |

フィッション（アルファ）・トラック法

- | | | | |
|-------|--|---------|-------|
| 49445 | 北海道日高変成帯の変成岩類およびトータル岩類のフィッション トラック年代測 | 北海道大学 | 在田 一則 |
| 4946 | 中性子スペクトル変動のフィッショントラック年代に及ぼす影響 | 北海道教育大学 | 雁沢 好博 |
| 4947 | 岩石の放射化分析とフィッショントラック年代測定 | 新潟大学 | 立石 雅昭 |
| 4948 | フィッショントラック年代測定のためのゼータ値の算出 | 京都大学 | 西村 進 |
| 4949 | 熱中性子照射によるボロン分布観察法の材料学への応用 | 東京大学 | 柴田 浩司 |
| 4950 | INAAとFTによる地質試料のU・Th分析 | 鹿児島大学 | 鈴木 達郎 |
| 4951 | 飛跡検出による小型の中性子線量計の試作研究 | 武蔵工業大学 | 野崎 徹也 |

中性子ラジオグラフィ

- | | | | |
|------|-------------------------------------|-------|-------|
| 4952 | 凝縮系核融合場解析用デジタル中性子ラジオグラフィシステムの 開発 | 名古屋大学 | 玉置 昌義 |
|------|-------------------------------------|-------|-------|

(東大原総セ 伊藤泰男)

京都大学原子炉実験所

京都大学原子炉実験所では、研究炉（KUR）あるいは中性子発生装置等を利用する研究を公募しており、運営委員会で採択された課題が共同利用研究として進められている。平成6年度に採択された課題の内、放射化分析に関係しているものはすべてKURを利用するものであった。研究区分は 研究形態 あるいは 採択方法 に基づいて分類されている。

研究形態による区分には、(1) 一般研究と(2) 共同研究 がある。一般研究は所員以外の研究者のみによって行われる研究であり、共同研究は所員と共同で計画し協力して行う研究である。

採択方法による区分のうち、平成6年度に進められた放射化分析関係の課題は、(I) 通常採択 あるいは (II) プロジェクト採択 のいずれかの区分に属した。通常採択は、原則として年度初めから1年を限度として実施できるような採択であり、プロジェクト採択は、実験所において機動的に推進すべきプロジェクトについて、原則として所員が中心となって研究グループを組織して、長期的展望に立って共同利用研究を総合的・能率的に行うもの、である。平成6年度には9

つのプロジェクトが組まれた。各プロジェクトにはいくつかの課題が含まれている。
この他、所員のみによる研究も進められている。

京都大学原子炉実験所共同利用研究採択課題一覧

1. 通常採択の研究課題

(1) 一般研究

| No. | 課題 | 申請者 | 所属 |
|-----|-------------------------------------|-------|--------------|
| 1 | ヒトの諸疾患と微量元素群の相互機序 | 林 三郎 | 神戸市環境研 |
| 2 | 放射年代から見た島弧の進化 | 西村 進 | 京大・理 |
| 3 | 水生生物の放射化分析による水質モニタリングに関する研究 | 山崎 正夫 | 東京都環境科学研 |
| 4 | 酸性雨が地球環境に及ぼす影響の調査・研究 | 谷崎 良之 | 都立アイソトープ研 |
| 5 | 隕石鉱物、マントル物質及び標準岩石の放射化分析 | 坂本 浩 | 金沢大・理 |
| 6 | サンゴ礁・沖縄トラフ海底堆積物の微量元素含有量 | 平良 初男 | 琉球大・理 |
| 7 | ヒト組織中の各元素の放射化分析 | 佐藤武雄 | 東京都神経科学総研(財) |
| 8 | 中性子放射化分析法による動植物中の微量元素の定量 | 桜井弘 | 京薬大 |
| 9 | 微量元素の存在度からみた中・古代海洋性玄武岩類の成因 | 佐野 栄 | 愛媛大・教育 |
| 10 | 層状金属鉱床と関連する火成岩類の希土類元素組成 | 水田 敏夫 | 秋田大・鉱山 |
| 11 | 西南日本内帯古期泥質岩の希土類元素組成 | 武蔵野 實 | 京教大 |
| 12 | 海洋底試料の貴金属含量 | 木村 幹 | 青学大・理工 |
| 13 | 病態に伴う金属元素の変動とその機序の解明ならびに金属元素の医薬への応用 | 西田 幹夫 | 名城大・薬 |

(2) 共同研究

| No. | 課題 | 申請者 | 所属 |
|-----|--------------------------------------|--------|-----------|
| 1 | 放射化分析法による植物、特に蘚苔類、羊歯類の微量元素濃縮と環境評価の研究 | 今井 佐金吾 | 神戸市環境研 |
| 2 | 樹木葉の元素組成からみた種間差異 | 片山 幸士 | 京大・農 |
| 3 | 島弧火成岩及び堆積岩中の微量元素存在度に関する地球化学的研究 | 藤谷 達也 | 海技大 |
| 4 | 照射済核燃料物質中の放射性核種の分離分析 | 竹見 弘勝 | 広大・工 |
| 5 | 高純度金属の放射化分析 | 橋本 英二 | 広大・理 |
| 6 | 放射化分析による水圏における微量元素の地球化学的研究 | 増澤 敏行 | 名大・大気水圏科研 |
| 7 | 放射化分析による大気水圏における沈降物の地球化学的研究 | 加藤 喜久雄 | 名大・大気水圏科研 |
| 8 | 作物育種における熱中性子の利用に関する研究 | 中井 弘和 | 静岡大・農 |
| 9 | 母乳中の微量元素の放射化分析 | 玉利 祐三 | 甲南大・理 |
| 10 | ランタノイド含有鉱石の放射化分析 | 西澤 嘉寿成 | 阪大・工 |
| 11 | イオンクロマトグラフ法によるカルコゲン族元素のイオン種の分離 | 山本 忠史 | 阪大・工 |
| 12 | 放射化分析による地球化学アトラス作成のための基礎的研究 | 関 達也 | 岡山理大・理 |

- | | | | |
|----|---|--------|-------------|
| 13 | 岩石薄片からのγ線照射後のルミネッセンス観測と熱中性子放射化オートラジオグラフ | 橋本 哲夫 | 新潟大・理 |
| 14 | 呼気中に排泄される微量元素と病態ならびにその機序に関する研究 | 荒川 泰昭 | 静岡県立大・食品栄養学 |
| 15 | 毛髪メタルバランスによる病態把握に関する研究 | 大森 佐興子 | 大妻女子大・社会情報 |
| 16 | 地層処分工学障壁材の特性評価に関する基礎研究 | 大橋 弘士 | 北大・工 |
| 17 | カキの木含有微量元素変異に関する研究 | 種田 建造 | 岩手大・農 |
| 18 | ラットの各種細胞におけるヒ素取込みの差異に関する研究 | 片山 眞之 | 阪府大・農 |

II. プロジェクト採択

- P 5 : 核的手法による合成金属の物性研究 (代表申請者 前田 豊) 京大・原子炉
P5-1 合成金属の金属的輸送現象とドーパントの存在状態 風間 重雄 中央大・理工
- P 7 : 有機物質の環境動態に関する研究
—微量元素の汚染源及び環境中分布に関する研究—
(代表申請者 西牧 研壮) 京大・原子炉
- P7-1 微量元素の環境中化学形態と移行挙動に関する研究 福井 正美 京大・原子炉
- P7-2 微量元素の放出源からの負荷・汚染経路同定・環境中分布に関する研究 森澤 眞輔 京大・工

III. 所員による研究

| No. | 課題 | 申請者 | 所属 |
|-----|----------------------|-------|--------|
| 1 | シリコン単結晶中の不純物元素に関する研究 | 武内 孝之 | 京大・原子炉 |
| 2 | アフリカ象の象牙原産地判別調査 | 武内 孝之 | 京大・原子炉 |

(京都大学原子炉実験所 小林慎江)

日本原子力研究所研究用原子炉

平成7年度 原子炉運転計画

原研研究炉の平成7年度運転計画が発表されました。JRR-2 は月曜日から水曜日までの3日連続運転を1サイクルとして、年間31サイクルの予定です。各サイクルの金曜日には予備日として施設整備、医療照射などの予定が組み込むことができるようになっていきます(基準運転表-1)。このサイクルの間に点検・保守などの期間がありますが(基準運転表-2)、ここでは医療照射以外の照射利用は出来ません。

JRR-3M は4週間(26日間)を1サイクルとして、年間7サイクル、JRR-4 は火曜日から金曜日までの4日間、1日6時間運転し、これを年32週間行う予定です。JRR-2, 3M は平成6年度並の予定になっていますが、JRR-4 は燃料の低濃縮度化に対応するための改造に入るために、平成7年度第四半期から休止し、平成9年度末から利用再開となる見込みです。

JRR-4 改造計画

JRR-4 は昭和40年原子力船「むつ」の遮蔽実験のために建設された軽水減速冷却スイミングプール型、最高出力 3.5 MW の研究炉です。93%高濃縮度ウラン燃料を用いて毎日6時間、週4日間、年約40週間の運転を続けてきて、遮蔽実験、RI(主として医療用)生産、放射化分析、半導体照射、教育訓練などに使われています。この高濃縮度ウラン燃料のストックがつかせてきていることに対応して、濃縮度の低い燃料に交換することとなり、併せて、原子炉施設の整備および利用設備の整備を行うことになりました。この改造のために、平成7年度末にJRR- の利用を停止し、平成9年度末まで改造工事が実施されま

- | | | | |
|----|---|--------|-------------|
| 13 | 岩石薄片からのγ線照射後のルミネッセンス観測と熱中性子放射化オートラジオグラフ | 橋本 哲夫 | 新潟大・理 |
| 14 | 呼気中に排泄される微量元素と病態ならびにその機序に関する研究 | 荒川 泰昭 | 静岡県立大・食品栄養学 |
| 15 | 毛髪メタルバランスによる病態把握に関する研究 | 大森 佐興子 | 大妻女子大・社会情報 |
| 16 | 地層処分工学障壁材の特性評価に関する基礎研究 | 大橋 弘士 | 北大・工 |
| 17 | カキの木含有微量元素変異に関する研究 | 種田 建造 | 岩手大・農 |
| 18 | ラットの各種細胞におけるヒ素取込みの差異に関する研究 | 片山 眞之 | 阪府大・農 |

II. プロジェクト採択

- P 5 : 核的手法による合成金属の物性研究 (代表申請者 前田 豊) 京大・原子炉
P5-1 合成金属の金属的輸送現象とドーパントの存在状態 風間 重雄 中央大・理工
- P 7 : 有機物質の環境動態に関する研究
—微量元素の汚染源及び環境中分布に関する研究—
(代表申請者 西牧 研壮) 京大・原子炉
- P7-1 微量元素の環境中化学形態と移行挙動に関する研究 福井 正美 京大・原子炉
- P7-2 微量元素の放出源からの負荷・汚染経路同定・環境中分布に関する研究 森澤 眞輔 京大・工

III. 所員による研究

| No. | 課題 | 申請者 | 所属 |
|-----|----------------------|-------|--------|
| 1 | シリコン単結晶中の不純物元素に関する研究 | 武内 孝之 | 京大・原子炉 |
| 2 | アフリカ象の象牙原産地判別調査 | 武内 孝之 | 京大・原子炉 |

(京都大学原子炉実験所 小林慎江)

日本原子力研究所研究用原子炉

平成7年度 原子炉運転計画

原研研究炉の平成7年度運転計画が発表されました。JRR-2 は月曜日から水曜日までの3日連続運転を1サイクルとして、年間31サイクルの予定です。各サイクルの金曜日には予備日として施設整備、医療照射などの予定が組み込むことができるようになっています(基準運転表-1)。このサイクルの間に点検・保守などの期間がありますが(基準運転表-2)、ここでは医療照射以外の照射利用は出来ません。

JRR-3M は4週間(26日間)を1サイクルとして、年間7サイクル、JRR-4 は火曜日から金曜日までの4日間、1日6時間運転し、これを年32週間行う予定です。JRR-2, 3M は平成6年度並の予定になっていますが、JRR-4 は燃料の低濃縮度化に対応するための改造に入るために、平成7年度第四半期から休止し、平成9年度末から利用再開となる見込みです。

JRR-4 改造計画

JRR-4 は昭和40年原子力船「むつ」の遮蔽実験のために建設された軽水減速冷却スイミングプール型、最高出力 3.5 MW の研究炉です。93%高濃縮度ウラン燃料を用いて毎日6時間、週4日間、年約40週間の運転を続けてきて、遮蔽実験、RI(主として医療用)生産、放射化分析、半導体照射、教育訓練などに使われています。この高濃縮度ウラン燃料のストックがつかせてきていることに対応して、濃縮度の低い燃料に交換することとなり、併せて、原子炉施設の整備および利用設備の整備を行うことになりました。この改造のために、平成7年度末にJRR- の利用を停止し、平成9年度末まで改造工事が実施されま

燃料要素の外形・寸法等を変更しないまま、ウラン燃料濃縮度を現在の 93% から 20%未満にするために、燃料芯材をアルミナイドから分散型シリサイド燃料にしてウラン燃料密度を高め、これによって、ウラン密度は約 3.8 g/cm³、燃料要素あたりの U-235 量は現在の約 166g から 204g に増加するとのことです。

JRR-4 原子炉施設は初臨界から約 30年を経過しているため、原子炉プール点検、冷却器機器、計測制御機器等の更新、安全設備の設置、原子棟屋根の改修が行われます。また、利用設備の整備としては、医療照射用設備の新設、短寿命核種放射化分析装置の性能向上、大口径照射設備の改造などが主な内容です。JRR-4 の改造の概要を示します。短寿命核種放射化分析については、現在半減期数分以上のものが測定できるのに対し、改造後は半減期 1 分以下のものにも対応できる見込みです。 (東大原セ 伊藤泰男)

JRR-4 改造の概要

| 項目 | 改造前 | 改造後 |
|---------------|--|--------------------------------|
| 原子炉 | | |
| 炉型 | 軽水減速冷却スイミングプール型 | 同左 |
| 熱出力 | 3.5 MW | 同左 |
| 運転形態 | ディリー運転(週4日) | 同左 |
| 炉心性能 | 最大熱中性子束(照射筒) 7 x 10 ¹³ n / / s | 約 6 x 10 ¹³ n / / s |
| 燃料体 | | |
| 芯材材料 | ウラン・アルミニウム燃料 | 分散型ウラン・シリコン燃料 |
| 燃料板枚数 | 15枚 | 同左 |
| 炉心要素数 | 標準20体、最大25体 | 20体 |
| 原子炉設備等 | | |
| 原子炉建家 | | 屋根更新 |
| 安全保護系 | | 燃料事故モニタ追加 |
| 安全設備 | 通常排気系のみ 非常用電源1系統 | 非常用排気系新設 非常用電源系増設 |
| 利用設備 | | |
| 遮蔽実験 | 散乱実験室、原子炉プール | 同左 |
| 簡易照射 | 2.5~4インチ | 2.5~5.5インチ |
| 水力照射 | 1基2孔 | 同左 |
| 気送管照射 | (半減期数分以上) | 短寿命核種分析 (半減期1分程度) |
| リドタンク | サーマルコラム用 | 医療照射用に改造 施療室等設置 |

研究会報告



MARC IIIに参加して

1994年4月10日から15日の6日間、ハワイ島コナにおいて第3回

International Conference on Methods and Applications of Radioanalytical Chemistry (通称 MARC III) が開催された。会場は海に面したキングカメハメハコナビーチホテルであった。私はハワイ島に行くのは初めてで、コナ空港に到着したときはあまりに小さくてまわりに何も無いのに驚いたが、とてものおんびりした雰囲気が入った。初日の10日は Registration と夜にホテルで簡単なレセプションがあった。11日の朝にカナダの Dalhousie Univ. の Prof. A. Chatt の発表からセッションがはじまった。会場は一つなので参加者達はすぐ顔見知りになれた。発表件数が多かったので、発表時間は15分間であり、6ないし7件ごとにまとめて質問の時間を15分間もうけていた。またポスターセッションのほうは13、14日の両日に午後の2時間があてられた。会場の雰囲気は両方とも非常になごやかだという印象をうけた。セッションのほうはロビーからコーヒーをもちこんでタンクトップ、ショートパンツ、サンダルすがたで通路に座りこんで熱心に聞いているアメリカの大学院生たちも多く、日本の学会とまるで違う自由な雰囲気があった。発表に関してはわたしは環境試料や生物試料の放射化分析に興味があったのでおもにそのような関係の発表を聞いたが、分析試料の性質上、各国の事情がうかがえて研究内容そのものよりも興味深かった。一方、ポスターセッションの会場では、会場内にトロピカルカクテルが2種類用意されていて、発表者も質問をする側もともにカクテル片手に語り合い、鋭い質問さえされなければ何時間続いてもよいほど楽しいセッションだった。また会場内をみると、用いているポスターは全体を写真でとったように非常に美しく仕上げているものが多かった。さらに個人のスペース全体に1枚のおおきな写真を用いているのもあり、見ていただけでも楽しい会場だった。日本からの参加はオーラル、ポスターあわせて10件であった。

毎晩催されるセッション後の夜のパーティーも実にハワイらしい企画だった。とくに印象に残っているのは、ホテルのとなりのフリヘー宮殿で行われたガーデンパーティーとホテルの庭でおこなわれたルアウパーティーであった。フリヘー宮殿の庭は海に面していて打ち寄せる白い波頭を見ながら話をしているとバルコニーで演奏されるハーブの音色が波の音の合間に間えてきて思わずききほれてしまった。

わたしの学会中の生活は、6時ごろに鳥の声を聞き、7時から8時までホテルのビーチで泳ぎ、午前中に2時間セッションを聞き、お昼を海に面したレストランで楽しみ、午後は1、2時間会場に行くというようなもので、ハワイの学会をおおいに楽しんだ。そのようなわけでお祭りの通り、学会の発表内容についてはあまり書くこともないので、雰囲気のみを報告にする。また、非常にたのしい学会だったが、開催期間が大学の学期中になるため、残念ながら再び参加することはできないと思われる。

(石巻専修大学 福島 美智子)

第55回分析化学討論会

第55回分析化学討論会は、6月11日(土)と12日(日)の両日、富山大学において開催された。参加登録者は816名に達し、主題講演が145件(うち、ポスター講演71件)、一般講演が205件、特別講演が8件と極めて盛況であった。

放射化分析に関する報告は、討論主題「微量成分の高感度分析」の6件と一般講演の一件があり、「Si表面の 10^{10} 原子・ cm^{-2} 以下の Cu, Ni, Fe, および Zn の定量法」、「Si表面の 10^{12} 原子・ cm^{-2} 台の遷移金属の中性子放射化分析、原子吸光分析、ICP-質量分析および全反射蛍光X線分析によるクロスチェック結果」、「INAAによる6種類の標準岩石中の多元素同時定量」、「各種電子材料(Al , SiO_2 および Nb_2O_3)中の U, Thの放射化学的放射化分析」、「フッ化物系光ファイバー原料中の Fe の不足当量分析」、「PGAによる多元素同時定量における精度と正確さ」、また「活性炭表面への前分離濃縮と中性子放射化分析による水試料中の Vxの定量」に関する発表が行われた。講演は、最終日の午後遅くまで続いたが、活発に意見が交換された。

(武蔵工科大学原研 鈴木章悟)

研究会報告



MARCⅢに参加して

1994年4月10日から15日の6日間、ハワイ島コナにおいて第3回

International Conference on Methods and Applications of Radioanalytical Chemistry (通称 MARCⅢ) が開催された。会場は海に面したキングカメハメハコナビーチホテルであった。私はハワイ島に行くのは初めてで、コナ空港に到着したときはあまりに小さくてまわりに何も無いのに驚いたが、とてものおんびりした雰囲気が入った。初日の10日は Registration と夜にホテルで簡単なレセプションがあった。11日の朝にカナダの Dalhousie Univ. の Prof. A. Chatt の発表からセッションがはじまった。会場は一つなので参加者達はすぐ顔見知りになれた。発表件数が多かったので、発表時間は15分間であり、6ないし7件ごとにまとめて質問の時間を15分間もうけていた。またポスターセッションのほうは13、14日の両日に午後の2時間があてられた。会場の雰囲気は両方とも非常になごやかだという印象をうけた。セッションのほうはロビーからコーヒーをもちこんでタンクトップ、ショートパンツ、サンダルすがたで通路に座りこんで熱心に聞いているアメリカの大学院生たちも多く、日本の学会とまるで違う自由な雰囲気があった。発表に関してはわたしは環境試料や生物試料の放射化分析に興味があったのでおもにそのような関係の発表を聞いたが、分析試料の性質上、各国の事情がうかがえて研究内容そのものよりも興味深かった。一方、ポスターセッションの会場では、会場内にトロピカルカクテルが2種類用意されていて、発表者も質問をする側もともにカクテル片手に語り合い、鋭い質問さえされなければ何時間続いてもよいほど楽しいセッションだった。また会場内をみると、用いているポスターは全体を写真でとったように非常に美しく仕上げているものが多かった。さらに個人のスペース全体に1枚のおおきな写真を用いているのもあり、見ていただけでも楽しい会場だった。日本からの参加はオーラル、ポスターあわせて10件であった。

毎晩催されるセッション後の夜のパーティーも実にハワイらしい企画だった。とくに印象に残っているのは、ホテルのとなりのフリヘー宮殿で行われたガーデンパーティーとホテルの庭でおこなわれたルアウパーティーであった。フリヘー宮殿の庭は海に面して打ち寄せる白い波頭を見ながら話をしているとバルコニーで演奏されるハーブの音色が波の音の合間に間えてきて思わずききほれてしまった。

わたしの学会中の生活は、6時ごろに鳥の声を聞き、7時から8時までホテルのビーチで泳ぎ、午前中に2時間セッションを聞き、お昼を海に面したレストランで楽しみ、午後は1、2時間会場に行くというようなもので、ハワイの学会をおおいに楽しんだ。そのようなわけでお祭りの通り、学会の発表内容についてはあまり書くこともないので、雰囲気のための報告にする。また、非常にたのしい学会だったが、開催期間が大学の学期中になるため、残念ながら再び参加することはできないと思われる。

(石巻専修大学 福島 美智子)

第55回分析化学討論会

第55回分析化学討論会は、6月11日(土)と12日(日)の両日、富山大学において開催された。参加登録者は816名に達し、主題講演が145件(うち、ポスター講演71件)、一般講演が205件、特別講演が8件と極めて盛況であった。

放射化分析に関する報告は、討論主題「微量成分の高感度分析」の6件と一般講演の一件があり、「Si表面の 10^{10} 原子・ cm^{-2} 以下の Cu, Ni, Fe, および Zn の定量法」、「Si表面の 10^{12} 原子・ cm^{-2} 台の遷移金属の中性子放射化分析、原子吸光分析、ICP-質量分析および全反射蛍光X線分析によるクロスチェック結果」、「INAAによる6種類の標準岩石中の多元素同時定量」、「各種電子材料(Al , SiO_2 および Nb_2O_3)中の U, Thの放射化学的放射化分析」、「フッ化物系光ファイバー原料中の Fe の不足当量分析」、「PGAによる多元素同時定量における精度と正確さ」、また「活性炭表面への前分離濃縮と中性子放射化分析による水試料中の Vxの定量」に関する発表が行われた。講演は、最終日の午後遅くまで続いたが、活発に意見が交換された。

(武蔵工科大学原研 鈴木章悟)

第31回理工学における同位元素研究発表会

上記研究発表会が例年どうり平成6年7月11日～13日、東京国立教育会館で開催された。放射化分析関連の研究としては、中部日本の水道水中のVの中性子放射化分析（大同工大、酒井ほか）、放射化学中性子放射化分析法によるシリカ及びAl標準物質中の極微量UとThの定量（放照協、黒沢ほか）、環境指標海産物に含まれる微量元素の放射化分析による定量（北大、野矢ほか）、原子炉中性子を用いた即発 γ 線分析による火山岩中の水の定量（2）、中性子誘起即発 γ 線分析法及び機器中性子放射化分析法による頭髪標準試料の多元素定量（原研、米沢ほか）、 $^{10}\text{B}(n, \alpha)^7\text{Li}$ 反応で生成する ^7Li の飛程（大同工大、酒井ほか）の6件と、放射線測定、環境放射能分析等の発表が行われた。本研究発表会における放射化分析関連の発表は年々減少の傾向にあるようであるが、開催時期が毎年7月頃と他の学会と重ならず、開催場所が東京国立教育会館と交通の便が良く、さらに参加費が無料であることなどから参加しやすい発表会である。また、本研究発表会はアイソトープを利用した広範囲な分野をカバーしており、応用研究が主体となった放射化分析の研究発表の場として適している。放射化分析研究会会員の研究発表の場として、本研究発表会のこれまで以上の活用を提案したい。

（原研 米沢伸四郎）

第38回放射化学討論会

9月26日（月）から3日間にわたり、静岡大学で第38回放射化学討論会が開催された。本会は、放射化分析に関わる研究者にとって特に関心が高い学会である。これは、口頭講演およびポスター発表が20件にも及んだことから量り知ることができる。講演の発表の内訳は、中性子放射化分析関連が14件、中性子即発 γ 線分析が6件、光量子放射化分析が1件であった。

恒例に習い、初日の講演終了後に「放射化分析分科会」が開催された（幹事は、静岡大学理学部の吉岡先生）。この席で、日本原子力研究所の米沢氏より「放射化分析研究会（仮称）」の設立に向けて主旨説明がなされ、研究会の発足について初めて公にされた。研究会の主旨には、殆どの出席者の賛同が得られており、発足に向けて心強い思いをした。これに先立ち、Ghent大より戻られて間もない東北大・榎本氏より「Ghent大の k_0 法」について興味深い紹介があり、極めて印象の深い分科会となった。

（NTT 重松俊男）

「放射化分析支援システム研究会（Ⅱ）」（委託研究調査）

「放射化分析支援システム研究会」（第2回）が次の通り開催された。

1. 日時 : 平成6年11月27日（木）10:30～16:30
2. 場所 : 日本原子力研究所・本部（富国生命ビル14F）
3. 参加者 : 委員（30名）、原研（2名）、事務局他（6名）
4. 議題 「放射化分析支援システム研究会（Ⅱ）」

〔1〕趣旨説明〔委託調査の概要〕

〔2〕「支援システム」に関連した研究の紹介〔講演者（8名）〕

〔3〕フリートーク「放射化分析新技術の構築に向けて」

「支援システム研究会」の始まりは、平成5年度に日本原子力研究所の委託調査として「放射化分析支援システムの調査」を（財）放射線照射振興協会が受託して、外部委員による検討会が発足し、調査の進め方等をご審議頂く他に、放射化分析に携わっておられる各専門分野の方々から最新の情報を提示して頂くために、幅広く参加を依頼して「研究会」を開催して調査の内容を充実させる事になったのが最初である。この時の委託調査の項目は次の項目である。

1) 「最新の放射化分析の手順・手法・検討の調査」

2) 「放射化分析支援システムの調査・検討」

その趣旨は、研究炉を利用した放射化分析に経験のない一般利用者でも利用できるようなシステムの構築が必要となり、そこに織り込む手順・手法等について調査を行い、研究炉の利用による放射化分析が簡便

第31回理工学における同位元素研究発表会

上記研究発表会が例年どうり平成6年7月11日～13日、東京国立教育会館で開催された。放射化分析関連の研究としては、中部日本の水道水中のVの中性子放射化分析（大同工大、酒井ほか）、放射化学中性子放射化分析法によるシリカ及びAl標準物質中の極微量UとThの定量（放照協、黒沢ほか）、環境指標海産物に含まれる微量元素の放射化分析による定量（北大、野矢ほか）、原子炉中中性子を用いた即発 γ 線分析による火山岩中の水の定量（2）、中性子誘起即発 γ 線分析法及び機器中性子放射化分析法による頭髮標準試料の多元素定量（原研、米沢ほか）、 $^{10}\text{B}(n, \alpha)^7\text{Li}$ 反応で生成する ^7Li の飛程（大同工大、酒井ほか）の6件と、放射線測定、環境放射能分析等の発表が行われた。本研究発表会における放射化分析関連の発表は年々減少の傾向にあるようであるが、開催時期が毎年7月頃と他の学会と重ならず、開催場所が東京国立教育会館と交通の便が良く、さらに参加費が無料であることなどから参加しやすい発表会である。また、本研究発表会はアイソトープを利用した広範囲な分野をカバーしており、応用研究が主体となった放射化分析の研究発表の場として適している。放射化分析研究会会員の研究発表の場として、本研究発表会のこれまで以上の活用を提案したい。

（原研 米沢伸四郎）

第38回放射化学討論会

9月26日（月）から3日間にわたり、静岡大学で第38回放射化学討論会が開催された。本会は、放射化分析に関わる研究者にとって特に関心が高い学会である。これは、口頭講演およびポスター発表が20件にも及んだことから量り知ることができる。講演の発表の内訳は、中性子放射化分析関連が14件、中性子即発 γ 線分析が6件、光量子放射化分析が1件であった。

恒例に習い、初日の講演終了後に「放射化分析分科会」が開催された（幹事は、静岡大学理学部の吉岡先生）。この席で、日本原子力研究所の米沢氏より「放射化分析研究会（仮称）」の設立に向けて主旨説明がなされ、研究会の発足について初めて公にされた。研究会の主旨には、殆どの出席者の賛同が得られており、発足に向けて心強い思いをした。これに先立ち、Ghent大より戻られて間もない東北大・榎本氏より「Ghent大の k_0 法」について興味深い紹介があり、極めて印象の深い分科会となった。

（NTT 重松俊男）

「放射化分析支援システム研究会（Ⅱ）」（委託研究調査）

「放射化分析支援システム研究会」（第2回）が次の通り開催された。

1. 日時 : 平成6年11月27日（木）10:30～16:30
2. 場所 : 日本原子力研究所・本部（富国生命ビル14F）
3. 参加者 : 委員（30名）、原研（2名）、事務局他（6名）
4. 議題 「放射化分析支援システム研究会（Ⅱ）」

〔1〕趣旨説明〔委託調査の概要〕

〔2〕「支援システム」に関連した研究の紹介〔講演者（8名）〕

〔3〕フリートーク「放射化分析新技術の構築に向けて」

「支援システム研究会」の始まりは、平成5年度に日本原子力研究所の委託調査として「放射化分析支援システムの調査」を（財）放射線照射振興協会が受託して、外部委員による検討会が発足し、調査の進め方等をご審議頂く他に、放射化分析に携わっておられる各専門分野の方々から最新の情報を提示して頂くために、幅広く参加を依頼して「研究会」を開催して調査の内容を充実させる事になったのが最初である。この時の委託調査の項目は次の項目である。

1) 「最新の放射化分析の手順・手法・検討の調査」

2) 「放射化分析支援システムの調査・検討」

その趣旨は、研究炉を利用した放射化分析に経験のない一般利用者でも利用できるようなシステムの構築が必要となり、そこに織り込む手順・手法等について調査を行い、研究炉の利用による放射化分析が簡便

第31回理工学における同位元素研究発表会

上記研究発表会が例年どうり平成6年7月11日～13日、東京国立教育会館で開催された。放射化分析関連の研究としては、中部日本の水道水中のVの中性子放射化分析（大同工大、酒井ほか）、放射化学中性子放射化分析法によるシリカ及びAl標準物質中の極微量UとThの定量（放照協、黒沢ほか）、環境指標海産物に含まれる微量元素の放射化分析による定量（北大、野矢ほか）、原子炉中性子を用いた即発 γ 線分析による火山岩中の水の定量（2）、中性子誘起即発 γ 線分析法及び機器中性子放射化分析法による頭髪標準試料の多元素定量（原研、米沢ほか）、 $^{10}\text{B}(n, \alpha)^7\text{Li}$ 反応で生成する ^7Li の飛程（大同工大、酒井ほか）の6件と、放射線測定、環境放射能分析等の発表が行われた。本研究発表会における放射化分析関連の発表は年々減少の傾向にあるようであるが、開催時期が毎年7月頃と他の学会と重ならず、開催場所が東京国立教育会館と交通の便が良く、さらに参加費が無料であることなどから参加しやすい発表会である。また、本研究発表会はアイソトープを利用した広範囲な分野をカバーしており、応用研究が主体となった放射化分析の研究発表の場として適している。放射化分析研究会会員の研究発表の場として、本研究発表会のこれまで以上の活用を提案したい。

（原研 米沢仲四郎）

第38回放射化学討論会

9月26日（月）から3日間にわたり、静岡大学で第38回放射化学討論会が開催された。本会は、放射化分析に関わる研究者にとって特に関心が高い学会である。これは、口頭講演およびポスター発表が20件にも及んだことから量り知ることができる。講演の発表の内訳は、中性子放射化分析関連が14件、中性子即発 γ 線分析が6件、光量子放射化分析が1件であった。

恒例に習い、初日の講演終了後に「放射化分析分科会」が開催された（幹事は、静岡大学理学部の吉岡先生）。この席で、日本原子力研究所の米沢氏より「放射化分析研究会（仮称）」の設立に向けて主旨説明がなされ、研究会の発足について初めて公にされた。研究会の主旨には、殆どの出席者の賛同が得られており、発足に向けて心強い思いをした。これに先立ち、Ghent大より戻られて間もない東北大・榎本氏より「Ghent大の k_0 法」について興味深い紹介があり、極めて印象の深い分科会となった。

（NTT 重松俊男）

「放射化分析支援システム研究会（Ⅱ）」（委託研究調査）

「放射化分析支援システム研究会」（第2回）が次の通り開催された。

1. 日時 : 平成6年11月27日（木）10:30～16:30
2. 場所 : 日本原子力研究所・本部（富国生命ビル14F）
3. 参加者 : 委員（30名）、原研（2名）、事務局他（6名）
4. 議題 「放射化分析支援システム研究会（Ⅱ）」

〔1〕趣旨説明〔委託調査の概要〕

〔2〕「支援システム」に関連した研究の紹介〔講演者（8名）〕

〔3〕フリートーク「放射化分析新技術の構築に向けて」

「支援システム研究会」の始まりは、平成5年度に日本原子力研究所の委託調査として「放射化分析支援システムの調査」を（財）放射線照射振興協会が受託して、外部委員による検討会が発足し、調査の進め方等をご審議頂く他に、放射化分析に携わっておられる各専門分野の方々から最新の情報を提示して頂くために、幅広く参加を依頼して「研究会」を開催して調査の内容を充実させる事になったのが最初である。この時の委託調査の項目は次の項目である。

1) 「最新の放射化分析の手順・手法・検討の調査」

2) 「放射化分析支援システムの調査・検討」

その趣旨は、研究炉を利用した放射化分析に経験のない一般利用者でも利用できるようなシステムの構築が必要となり、そこに織り込む手順・手法等について調査を行い、研究炉の利用による放射化分析が簡便

にできる様にすることが最大の課題となるようにとの趣旨に沿って「研究会」を開催した。「研究会」の検討内容は、委託調査に関連する講演を8名の方達に紹介いただいたのちに、フリートーキングに入り、活発な審議が交された。これらの調査結果は二分冊の報告書として纏めた。この中で指摘されている「支援システムの構築」に関する根本的な問題点とK₀法の抄録と解説が主要な課題として提示されている。

平成6年度では提示された課題を主体とした「調査」を進める事となり、「委託研究調査」の項目は次のとおりとなっている。

- 1) 「放射化分析の新技术に関する調査」 [コンパレータ法等の調査及び国内状況の調査]
- 2) 「放射化分析の新技术の原研・研究炉への適合性に関する調査・検討」
[放射化分析支援システムの構築について]

具体的には、経験のない一般利用が利用できるようなシステムの構築と測定・データ解析にコンパレータ法等のソフトウェアを導入できる様にすることが課題となる。

ここで、本年度の特徴を列記してみる。

- (1) 前年度の成果が原研に認められ「委託調査」が「委託研究調査」に格上げされた。
[利点-1]・調査内容の展開が認められた場合は原研と「共同研究」が可能となる。
[利点-2]・放射化分析の新技术に対して原研から予算的な支援が可能となる。
(この2点は放射化分析に携わっている各専門分野の方達にとって朗報と言える。)
 - (2) 「研究会」のプログラム設定について
 - 1) K₀法に関連して二つの講演を依頼
 - 2) 「原研・研究炉の現状と今後への対応」のテーマで情報を提示
 - 3) 放射化分析の展開について「アンケート」を提出依頼し、「フリートーキング」で上記2)と関連して審議
 - (3) 「アンケート」の活用を図るために、研究会後に本原稿の提出を依頼
 - (4) K₀法に関する文献調査を INIS で検索し、抄録と解説を加え報告書に入れる
- 以上が「研究会」の骨子として組み上げた内容となる。

前年度より新規委員が4名加わって、長時間に亘る研究会にも関わらず活発にご審議下さった。講演の中で、原研の研究炉を使って放射化分析の研究をされている方達への広報にもなると考えたため、特に「原研・研究炉の現状と今後への対応」の講演内容についての概略を紹介する。

- 1) 原研・研究炉による放射化分析の利用状況の紹介。
 - 2) JRR-4の改造計画
 - 3) 研究炉利用システムの実現方策
- 2) では、JRR-4 は平成7年度末から約2年間利用できない事になり、放射化分析のための照射経験の少ない JRR-3M を使用する事になる。また、JRR-4 改造計画についても種々の質疑や要望が出された。上記3) では「委託研究調査」に関連した内容が織り込まれており、また「アンケート」で研究炉へのハード面、ソフト面についての要望について収録した資料をもとに活発な質疑応答がなされ、盛況俚のうちに研究会を終了した。

(放射線照射振興協会 井口 明)

日本地球化学会年会

1994年10月12日～14日まで日本地球化学会年会在名古屋大学で開催された。放射化分析関係の発表は、講演が13件、ポスターセッションが4件ほどあった。岩石など地球化学試料は非破壊・多元素分析ができる放射化分析が適しているため、放射化分析の応用分野として地球化学は一番広い分野ではないかと思われる。

主な発表は、JRR-3Mの即発 γ 線分析装置を利用したものでは、火砕流発生原因に関連した火成岩中の水の分析(学習院大・福岡他)、コンドライト隕石中の水素、ホウ素、イオウの分析(都立大・海老原他)があった。貴金属元素の分析では海洋底堆積物の起源を明らかにするため貴金属元素の定量(青学大・遠藤他)が行われた。ランタノイド元素の分析では温泉水及び温泉沈殿物(上智大・木川田他)と雲仙火山地域の岩石(上智大・油井他)について行われた。多元素分析では、琵琶湖における堆積環境の変動を明らかにするために琵琶湖北部表層堆積物(愛知医大・小島他)、水晶の産状別の微量元素の分布を約20元素について統計処理(武蔵工大・長沢他)、アレンデ隕石中の微量元素存在度(名大・林他)等の発表があった。このほかにも分析手段として放射化分析を用いている発表があり、中には業者への外注で中性子放射化分析を行ったと要旨集に書かれているものもあった。(武蔵工大原研 鈴木章悟)

日本分析化学会第43年会

1994年10月13日～15日まで日本分析化学会第43年会在九州大学で開催された。放射化分析関係の発表は、講演が2件あった。日本分析化学会の年会は放射化学討論会と期日が近いので、6月頃に行われる分析化学討論会に比べて、例年、放射化分析関係の発表は極端に少なくなっている。

放射化学中性子放射化分析による高純度タングステンシリサイド中のウラン及びトリウム定量(武蔵工大・白石他)は、超LSI材料中のpptレベルの分析に日本原研のJMTRを用いたものである。中性子放射化分析法による鉄関連遺物の産地推定の試み(武蔵工大・平井他)は、AsとSbの比から考古学鉄遺物の産地推定を行おうとするものである。(武蔵工大原研 鈴木章悟)

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

標題のワークショップ報告に先立ち、京都大学原子炉実験所(京大炉)の研究会の説明と平成6年度の研究会に至る経過について、簡単に説明する。

研究会は(i)ワークショップと(ii)専門研究会に大別され、いずれも共同利用として開催されている。テーマは京大炉における研究あるいは原子炉に関連する研究であり、ワークショップでは、研究炉及び周辺設備の整備、充実に関連する研究や技術開発に重点が置かれる。一方、専門研究会はそれにこだわらない一般の研究会である。開所以来、共同利用研究の中で放射化分析が占める割合・果たした役割はきわめて大きく、放射化分析関係の研究会も高い頻度で開催されてきた。近年開催された専門研究会には、次のものがある。これらの内容は、京大炉(KURRI)の技術報告書として既に出版されている¹⁾。

| 年度 | 課題 | 申請者 | 開催回数 |
|-------|---------------------|----------|------|
| S. 63 | 原子炉による放射化分析の基礎および応用 | 京大炉・小山睦夫 | 2 |
| H. 3 | 放射化分析 | 京大理・西村 進 | 1 |
| H. 4 | 同上 | 同上 | 1 |
| H. 5 | 同上 | 同上 | 2 |

平成2年7月に「KURなどMW級の研究用原子炉は、学術研究の進展に伴い、新たな研究動向等へ対応するべく、その性能等を見直すことが求められる」とする、文部省学術審議会報告—大学における研究用原子

日本地球化学会年会

1994年10月12日～14日まで日本地球化学会年会在名古屋大学で開催された。放射化分析関係の発表は、講演が13件、ポスターセッションが4件ほどあった。岩石など地球化学試料は非破壊・多元素分析ができる放射化分析が適しているため、放射化分析の応用分野として地球化学は一番広い分野ではないかと思われる。

主な発表は、JRR-3Mの即発 γ 線分析装置を利用したものでは、火砕流発生原因に関連した火成岩中の水の分析(学習院大・福岡他)、コンドライト隕石中の水素、ホウ素、イオウの分析(都立大・海老原他)があった。貴金属元素の分析では海洋底堆積物の起源を明らかにするため貴金属元素の定量(青学大・遠藤他)が行われた。ランタノイド元素の分析では温泉水及び温泉沈殿物(上智大・木川田他)と雲仙火山地域の岩石(上智大・油井他)について行われた。多元素分析では、琵琶湖における堆積環境の変動を明らかにするために琵琶湖北部表層堆積物(愛知医大・小島他)、水晶の産状別の微量元素の分布を約20元素について統計処理(武蔵工大・長沢他)、アレンデ隕石中の微量元素存在度(名大・林他)等の発表があった。このほかにも分析手段として放射化分析を用いている発表があり、中には業者への外注で中性子放射化分析を行ったと要旨集に書かれているものもあった。(武蔵工大原研 鈴木章悟)

日本分析化学会第43年会

1994年10月13日～15日まで日本分析化学会第43年会在九州大学で開催された。放射化分析関係の発表は、講演が2件あった。日本分析化学会の年会は放射化学討論会と期日が近いので、6月頃に行われる分析化学討論会に比べて、例年、放射化分析関係の発表は極端に少なくなっている。

放射化学中性子放射化分析による高純度タングステンシリサイド中のウラン及びトリウム定量(武蔵工大・白石他)は、超LSI材料中のpptレベルの分析に日本原研のJMTRを用いたものである。中性子放射化分析法による鉄関連遺物の産地推定の試み(武蔵工大・平井他)は、AsとSbの比から考古学鉄遺物の産地推定を行おうとするものである。(武蔵工大原研 鈴木章悟)

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

標題のワークショップ報告に先立ち、京都大学原子炉実験所(京大炉)の研究会の説明と平成6年度の研究会に至る経過について、簡単に説明する。

研究会は(i)ワークショップと(ii)専門研究会に大別され、いずれも共同利用として開催されている。テーマは京大炉における研究あるいは原子炉に関連する研究であり、ワークショップでは、研究炉及び周辺設備の整備、充実に関連する研究や技術開発に重点が置かれる。一方、専門研究会はそれにこだわらない一般の研究会である。開所以来、共同利用研究の中で放射化分析が占める割合・果たした役割はきわめて大きく、放射化分析関係の研究会も高い頻度で開催されてきた。近年開催された専門研究会には、次のものがある。これらの内容は、京大炉(KURRI)の技術報告書として既に出版されている¹⁾。

| 年度 | 課題 | 申請者 | 開催回数 |
|-------|---------------------|----------|------|
| S. 63 | 原子炉による放射化分析の基礎および応用 | 京大炉・小山睦夫 | 2 |
| H. 3 | 放射化分析 | 京大理・西村 進 | 1 |
| H. 4 | 同上 | 同上 | 1 |
| H. 5 | 同上 | 同上 | 2 |

平成2年7月に「KURなどMW級の研究用原子炉は、学術研究の進展に伴い、新たな研究動向等へ対応するべく、その性能等を見直すことが求められる」とする、文部省学術審議会報告—大学における研究用原子

日本地球化学会年会

1994年10月12日～14日まで日本地球化学会年会在名古屋大学で開催された。放射化分析関係の発表は、講演が13件、ポスターセッションが4件ほどあった。岩石など地球化学試料は非破壊・多元素分析ができる放射化分析が適しているため、放射化分析の応用分野として地球化学は一番広い分野ではないかと思われる。

主な発表は、JRR-3Mの即発 γ 線分析装置を利用したものでは、火砕流発生原因に関連した火成岩中の水の分析(学習院大・福岡他)、コンドライト隕石中の水素、ホウ素、イオウの分析(都立大・海老原他)があった。貴金属元素の分析では海洋底堆積物の起源を明らかにするため貴金属元素の定量(青学大・遠藤他)が行われた。ランタノイド元素の分析では温泉水及び温泉沈殿物(上智大・木川田他)と雲仙火山地域の岩石(上智大・油井他)について行われた。多元素分析では、琵琶湖における堆積環境の変動を明らかにするために琵琶湖北部表層堆積物(愛知医大・小島他)、水晶の産状別の微量元素の分布を約20元素について統計処理(武蔵工大・長沢他)、アレンデ隕石中の微量元素存在度(名大・林他)等の発表があった。このほかにも分析手段として放射化分析を用いている発表があり、中には業者への外注で中性子放射化分析を行ったと要旨集に書かれているものもあった。(武蔵工大原研 鈴木章悟)

日本分析化学会第43年会

1994年10月13日～15日まで日本分析化学会第43年会在九州大学で開催された。放射化分析関係の発表は、講演が2件あった。日本分析化学会の年会は放射化学討論会と期日が近いので、6月頃に行われる分析化学討論会に比べて、例年、放射化分析関係の発表は極端に少なくなっている。

放射化学中性子放射化分析による高純度タングステンシリサイド中のウラン及びトリウム定量(武蔵工大・白石他)は、超LSI材料中のpptレベルの分析に日本原研のJMTRを用いたものである。中性子放射化分析法による鉄関連遺物の産地推定の試み(武蔵工大・平井他)は、AsとSbの比から考古学鉄遺物の産地推定を行おうとするものである。(武蔵工大原研 鈴木章悟)

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

標題のワークショップ報告に先立ち、京都大学原子炉実験所(京大炉)の研究会の説明と平成6年度の研究会に至る経過について、簡単に説明する。

研究会は(i)ワークショップと(ii)専門研究会に大別され、いずれも共同利用として開催されている。テーマは京大炉における研究あるいは原子炉に関連する研究であり、ワークショップでは、研究炉及び周辺設備の整備、充実に関連する研究や技術開発に重点が置かれる。一方、専門研究会はそれにこだわらない一般の研究会である。開所以来、共同利用研究の中で放射化分析が占める割合・果たした役割はきわめて大きく、放射化分析関係の研究会も高い頻度で開催されてきた。近年開催された専門研究会には、次のものがある。これらの内容は、京大炉(KURRI)の技術報告書として既に出版されている¹⁾。

| 年度 | 課題 | 申請者 | 開催回数 |
|-------|---------------------|----------|------|
| S. 63 | 原子炉による放射化分析の基礎および応用 | 京大炉・小山睦夫 | 2 |
| H. 3 | 放射化分析 | 京大理・西村 進 | 1 |
| H. 4 | 同上 | 同上 | 1 |
| H. 5 | 同上 | 同上 | 2 |

平成2年7月に「KURなどMW級の研究用原子炉は、学術研究の進展に伴い、新たな研究動向等へ対応するべく、その性能等を見直すことが求められる」とする、文部省学術審議会報告—大学における研究用原子

炉の在り方について一が提出された。それを受けて、翌平成3年以来、毎年2回ないし3回の「研究炉機能整備」ワークショップが開催されるようになった。このワークショップでも「放射化分析」は定式的利用の範疇に分類されて常に整備の検討対象となった。他に「ホットラボ」あるいは「周辺測定機器」整備の検討作業も進められたが、これらも放射化分析と深く関わるものである。

平成6年度には、3年間続いた放射化分析専門研究会に代って、「ホットラボおよびホットラボ後備設備」ワークショップが発足し、放射化分析についての問題はそこに含まれることになった。今回の報告はこのワークショップに関するものである²⁾。

会合は平成6年11月17日（木）14時から18日（金）12時にわたり、京都大学原子炉実験所・事務棟会議室で開催された。KURの利用者が中心となってまとめた京大炉ホットラボの整備計画について、他機関との整合性等を検討することに主眼を置いてプログラムが編成され、放射化分析については17日午後の時間帯が充当された。

開催責任者 坂本 浩氏（金沢大理）の開会挨拶に続いて、まず、森山裕丈氏（京大炉）による「京大炉ホットラボの整備計画」の報告があり、整備計画の経過・概要・進捗状況が紹介された。

つぎに笹島文雄氏（原研）より、「原研における放射化分析の設備と対応」と題して、1時間にわたって、概要、照射設備、測定装置、実験室等について講演をいただいた。研究会の出席者のほとんどはKURの利用者あるいは所員であり、原研共同利用の実情と設備について活発な質問が続いた。

榎本和義氏（東北大核理研）には、1年間に近い滞在・研究の経験に基づいた「ベルギー、ゲント大学核科学研究所における放射化分析について」の講演をいただいた。ヨーロッパでの、放射化分析の精度向上に払われている配慮・努力の徹底ぶり、研究施設間相互の連携の緊密ぶりが、深く印象に残った。さらに、東北大核理研での小型ロボットを用いた放射線計測自動化装置の開発についての紹介があり、研究能率の向上の具体策として興味を呼んだ。

その後、西村 進氏（京大理）および片山幸士氏（京大農）から共同利用者の立場からのコメントが、また、笹島和久氏（京大炉）から平成5年度放射化分析専門研究会がKUR利用研究者を対象に行ったアンケートの結果報告があり、それらを受けて、整備計画についての討論が進められた。

夕刻より懇親会となり、地球化学、環境化学、材料科学、生命科学など、広い分野にわたる、放射化分析を利用する研究者の歓談がつづき、いわゆる零次情報の交換が活発に進められた。

翌18日は、放射化分析以外の分野からの整備計画の検討に移行したが、三頭聡明氏（東北大金研）の「東北大金研におけるアクチニド元素の研究と施設」の講演においても、メモリ材料中の α 核種たとえばpptレベルのUやThの放射化分析の例が紹介された。

研究会終了後、笹島文雄氏から、京大炉の放射化分析支援システムについてさらに詳細を知りたいとの希望があり、京大炉の武内孝之氏および松下録治氏との懇談がもたれた。

筆者には、KUR機能整備ワークショップで KUR での放射化分析の特徴を質問され、他の機関の実態について多くを知らないことを、改めて自覚した経験がある。ヨーロッパの例にも示されているように、放射化分析施設・機関のスタッフの交流や連携は放射化分析のさらなる可能性につながる。その意味においても有意義な会合であった。発足する放射化分析研究会の活動の一部に、この様な役割を期待している。

1) 「原子炉による中性子放射化分析の基礎および応用」専門研究会報告
笹島和久編 KURRI-TR-393 (1994).

2) 平成6年度「ホットラボおよびホットラボ後備設備」ワークショップ 開催記録 印刷中。
(京大炉 小林 慎 江)

立教大学原子炉利用共同共同研究 20周年記念 成果発表会

日時 1995年 1月 28日 (土曜日) 13:30-

場所 立教大学 12号館 視聴覚教室

1974年に始まった「立教炉利用共同研究」(当初の名前は立教大学原子炉共同利用)が、今年度4月をもって20周年を迎えたのを折に、成果発表会が開かれました。立教大学原子力研究所と、共同研究の運営をあげかっている東京大学原子力研究総合センターの共催です。プログラムは下記のとおり。

| | | |
|----------------------|------------|------|
| 挨拶 | 立教大学原子力研究所 | 原沢 進 |
| 「考古学と放射化分析」 | 東京大学理学部 | 富永 健 |
| 「ライフ・サイエンスにおける放射化分析」 | 宮崎医科大学医学部 | 坂口孝司 |
| 「飛跡法による高合金鋼中のボロンの観察」 | 東京大学 工学部 | 柴田浩司 |

放射化分析の利用は極めて多くの分野にわたっていますが、その中から生活感覚からみて身近な課題に絞った成果発表会は極めて有意義であったと思います。日頃放射化分析が多くの分野で使われているな...と感じてはいたものの、正直云って、どれだけの重要性を占めているのか、成果をあげているのか、はては期待されているのか、が伝わって来ないもどかしが常にあったのです。今回まとまった課題について整理された話を聞くと、放射化分析もヤルじゃないか...と安心感と期待感のないまぜになったものを感じた...と云ったらゴマスリみたいですが、少なくとも世間で云うほど放射化分析はダメではないと自信を持ち直したのは確かです。

実は、20周年という大きな節目なのだからと、原子力研究総合センターの事務の方々にも参加を呼びかけたところ、土曜日にも関わらず快く出席してくれました。事務の人達は成果発表会は遠慮してその後の懇親会に来るのだろうと思っていたら、発表会の一番前の席に陣取って講演を聞いていました。後で聞いたら「とても分かりやすい内容で、研究者達が何をやっているのか初めて分かった」とのことです。「中学生に戻った気分で勉強した」とも云っていました。この視聴覚教室は立教大学付属中学校だったのです。久しぶりに(と云っていました)勉強したという頭脳の実感と、狭い机に座ったという肉体の実感は中学生のそれにふさわしかったのでしょう。これを聞いて、冗談ではなく、中学生にも今日のような話を聞く機会を与えたいと思いました。今回はこれまで立教大学の共同利用に参加された方々を中心に50名を越える方々が参加されましたが、このような研究成果発表会はもう少し他の分野や、一般の人たち向けにも開放したらもっと有意義だったことでしょう。

当日は立教大学原子炉利用共同研究によって発表された論文のリストが配布されました。数が多すぎて整理しきれず、また洩れているものも少なくないと予想されるので、もう少し手を加えてから一般に配布するとのことでした。

多忙な時期であるにも関わらず、このような機会をセットして下さった立教大学原子力研究所の方々に厚くお礼申し上げますと共に、今後の展開に向けて一層のご活躍をお願いしたいと思います。そしてそれ以上にユーザーの方々には、どのくらい原子炉利用研究を支援し盛り立てていくかが問われているのであることを、強調したいと思います。

(東大原総センター 伊藤泰男)



国際会議 案内



The 9th International Conference on Modern Trends in Activation Analysis (MTAA-9)

標記、国際会議が本年9月にソウルにて開催されますので、下記に日程・連絡先等をお知らせ申し上げます。同会議は今回で9回目となりますが、アジア地区では初めての開催であり、多数の参加が望まれるところです。なお、本会議の International Committee 等には我が国からの参加はありませんが、斎藤信房先生（現在、日本分析センター）が Honorary Life Member に選ばれております。放射化分析研究会事務局では 2nd circular のコピーを用意いたしましたが、発表申し込み締め切りが近いことから、下記の連絡先に直接問い合わせられることをお勧め申し上げます。

- ・会期：9月24日（日）－30日（土）
- ・会場：Swiss Grand Hotel in Seoul（大韓民国）
- ・テーマ：放射化分析の基礎並びに応用
- ・発表申込及び要旨締切：3月31日（金）
- ・論文締切：9月25日（月）
- ・照会先・申込先：
Dr. Keung-Shik Park, Korea Institute of Geology, Mining and Materials
(KIGAM), P.O. Box 111, Yusong, Taejeon, 305-350, Korea
(TEL:82-42-868-3006, FAX:82-42-861-9727, E-mail MTAA9@rock4680.kigam.re.ko)
(情報提供 葉袋佳孝)

編集後記

念願であった放射化分析研究会が発足し、ここに機関誌「放射化分析」創刊号を発行することができ、大変嬉しく思います。会員数は現在130名と当初の予想を越える大盛況であります。

機関誌の編集の際、幹事の不手際により一部の先生方には短期間内のご執筆をお願いし、大変ご迷惑をお掛けしました。とくに日下先生には阪神・淡路大震災に遭われ、大変な時期にご執筆をいただきました。このような幹事の不手際に関し、ここでお詫びを申し上げます。また、大震災に遭われた阪神・淡路地区の方々には心からお見舞いを申し上げます。

「放射化分析」は今生まれたばかりです。本誌の充実と発展のためには会員の皆様のご協力が必須であります。皆様のご意見及び投稿は大歓迎でありますので、研究会事務局または最寄りの幹事までお寄せ下さい。

(伊藤, 米沢)



国際会議 案内



The 9th International Conference on Modern Trends in Activation Analysis (MTAA-9)

標記、国際会議が本年9月にソウルにて開催されますので、下記に日程・連絡先等をお知らせ申し上げます。同会議は今回で9回目となりますが、アジア地区では初めての開催であり、多数の参加が望まれるところです。なお、本会議の International Committee 等には我が国からの参加はありませんが、斎藤信房先生（現在、日本分析センター）が Honorary Life Member に選ばれております。放射化分析研究会事務局では 2nd circular のコピーを用意いたしましたが、発表申し込み締め切りが近いことから、下記の連絡先に直接問い合わせされることをお勧め申し上げます。

- ・会期：9月24日（日）－30日（土）
- ・会場：Swiss Grand Hotel in Seoul（大韓民国）
- ・テーマ：放射化分析の基礎並びに応用
- ・発表申込及び要旨締切：3月31日（金）
- ・論文締切：9月25日（月）
- ・照会先・申込先：

Dr. Keung-Shik Park, Korea Institute of Geology, Mining and Materials
(KIGAM), P.O. Box 111, Yusong, Taejeon, 305-350, Korea
(TEL:82-42-868-3006, FAX:82-42-861-9727, E-mail MTAA9@rock4680.kigam.re.ko)

(情報提供 葉袋佳孝)

編集後記

念願であった放射化分析研究会が発足し、ここに機関誌「放射化分析」創刊号を発行することができ、大変嬉しく思います。会員数は現在130名と当初の予想を越える大盛況であります。

機関誌の編集の際、幹事の不手際により一部の先生方には短期間内のご執筆をお願いし、大変ご迷惑をお掛けしました。とくに日下先生には阪神・淡路大震災に遭われ、大変な時期にご執筆をいただきました。このような幹事の不手際に関し、ここでお詫びを申し上げます。また、大震災に遭われた阪神・淡路地区の方々には心からお見舞いを申し上げます。

「放射化分析」は今生まれたばかりです。本誌の充実と発展のためには会員の皆様のご協力が必須であります。皆様のご意見及び投稿は大歓迎でありますので、研究会事務局または最寄りの幹事までお寄せ下さい。

(伊藤, 米沢)

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、定期刊行機関誌「放射化分析」と不定期のニュース紙「放射化分析研究会ニュース」を主とします。

会誌「放射化分析」は下記の記事で構成されます。

特集 または 解説

専門的な記事を毎号企画していきます。

記事の内容についてのご希望や提案をお寄せ下さい。

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。

実験手引き Q & A

会員からの質問を受けて、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、毎回情報を提供します。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 (要望、話題、新刊書籍紹介、その他)

会員の気軽なおしゃべりの場です。どのような内容でも結構ですので、お寄せください。

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な分野に顔を出している筈です。放射化が関係する研究課題が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

課題採択一覧

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を適宜掲載します。

会員名簿

以上の項目に対応する記事を積極的にお寄せください。

原稿は、A4 横書き、40字x40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フロッピーディスク添付して下さい。(ファイルは MS-DOS のテキストモードが最適ですが、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)

放射化分析研究会

事務局

319-11 茨城県那珂郡東海村 日本原子力研究所内 大学開放研究室

TEL 0292-82-5516 FAX 0292-87-2464

幹事

井口 明 伊藤泰男 海老原充 小林慎江 鈴木章悟 戸村健児

中西友子 増澤敏行 榎本和義 薬袋佳孝 米沢仲四郎