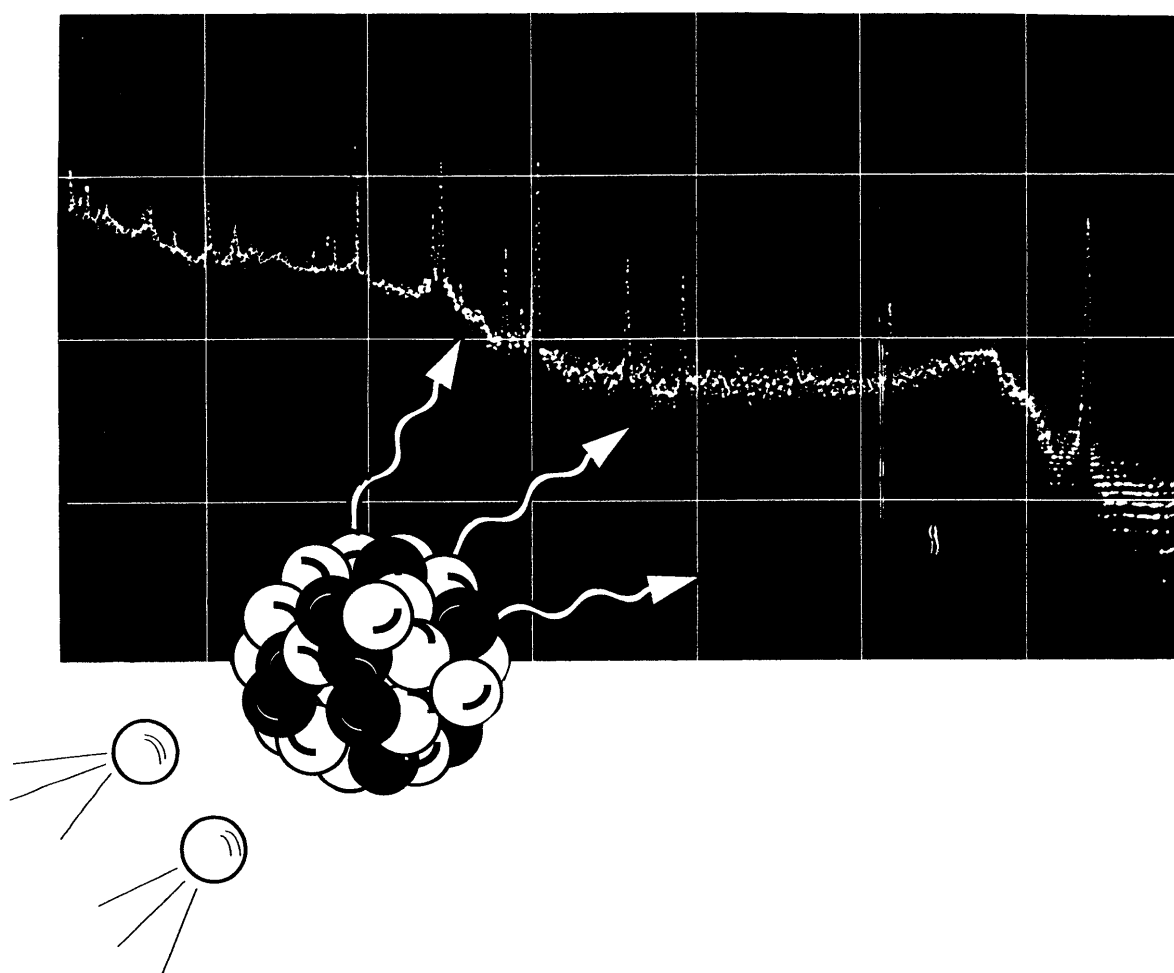


2004年12月

放射化分析

No. 17



放射化分析研究会

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

会誌
「Activation Analysis」

表紙図案は 岡田往子さん(武蔵工大・工学部)によるものです。

放射化分析 No.17

目次

特集 「標準試料」

はじめに	上岡 晃	1
標準試料をめぐる内外の情勢と標準物質総合情報システム (RMinfo)	岡本研作	3
産総研・計量標準総合センターにおける標準物質開発と底質標準物質	高津章子	13
産業技術総合研究所地質調査総合センター発行の岩石標準試料	今井 登	19
環境標準試料の紹介	伊藤裕康	25
(社)日本分析化学会の標準物質	平井昭司	33
放射性降下物標準試料の調製を通じた ^{90}Sr , ^{137}Cs , プルトニウムなどの人工放射性核種分の相互比較と参照値の決定	五十嵐康人, 広瀬勝己	39

研究紹介

原研炉における Cd wrap を用いた熱外中性子放射化分析	木川田喜一	43
--------------------------------	-------	----

動向

東大原総センター東海分室(大学開放研)の動き		
退職その後	伊藤泰男	50
東京大学原子力研究総合センター全国共同研究部門(大学開放研究室)に着任して	班目春樹	53

学会・研究会報告

放射化分析研究会・平成 15 年度研究会		55
MTAA-11		58
2004 年日本放射化学会年会・第 48 回放射化学討論会		75

将来計画

大強度陽子加速器 (J-PARC) (その後 part 2)	海老原充	78
--------------------------------	------	----

修士論文・卒業論文要旨

名古屋市南部地区における表層土壌の重金属汚染と健康リスクの評価	世古 学	79
---------------------------------	------	----

河口域底質に含まれる多元素の濃度及び化学状態の垂直分布 に関する研究	高橋 統	80
月隕石の化学組成に関する研究	唐牛 讓	81
火星隕石 (Y 000593, Y 980459) の化学組成に関する研究	白井直樹	84
松代温泉に見出される水質の類似性と多様性	金田哲人	87
奥万座地域陸水の水質に見られる地質構成・地層構造の影響	小坂美紀子	88
宇和海海底堆積物の地球化学的研究	戒居祐治	89
加速器質量分析法による隕石中の ^{36}Cl の定量	飯尾浩之	89
多重 γ 線放射化分析法を用いたコマチアイト中の微量 Ir の 定量	桑山 仁	91
中性子放射化分析による雨水中の Sc 及び希土類元素の定量	佐藤真由美	92
キレート樹脂を用いた RNAA による岩石中の極微量白金族 元素の定量	竹田光世	93
八王子市と酒田市で採集した大気浮遊粒子(PM_{10})の化学組成	永幡 健	95
事務局より		
平成 16 年度 J A 3 ホームページに関する第 1 回会合議事録		97
第 48 回放射化学討論会放射化分析分科会議事録(案)		100
平成 16 年度 第 2 回放射化分析研究会拡大幹事会議事録 (案)		101
京都大学原子炉実験所専門研究会の案内		102

カレンダー
編集後記
会員名簿
広告

特 集

標準試料

はじめに

上岡 晃

産業技術総合研究所 深部地質環境研究センター

標準試料は、地球・環境科学のみならず種々の産業分野・医療分野などで広く用いられており、計量におけるトレーサビリティの確保と分析データの国際比較等の観点から、近年ますますその重要性を増している。放射化分析においても、標準試料は定量値の信頼性に直接影響を与える極めて重要なものである。本特集では、現在入手可能な様々な標準試料のうち、特に日本で作成され化学分析のために用いられるものに焦点をあて、以下の方々に執筆をお願いした。

1. 標準試料をめぐる内外の情勢と標準物質総合情報システム (RMinfo)
岡本研作 (産業技術総合研究所 計測標準研究部門)
2. 産総研・計量標準総合センターにおける標準物質開発と底質標準物質
高津章子 (産業技術総合研究所 計測標準研究部門)
3. 産業技術総合研究所地質調査総合センター発行の岩石標準試料
今井 登 (産業技術総合研究所 地球科学情報研究部門)
4. 環境標準試料の紹介
伊藤裕康 (国立環境研究所 化学環境研究領域)
5. (社)日本分析化学会の標準物質
平井昭司 (武蔵工業大学工学部 環境エネルギー工学科)
6. 放射性降下物標準試料の調製を通じた ^{90}Sr , ^{137}Cs , プルトニウムなどの人工放射性核種分析の相互比較と参照値の決定
五十嵐康人, 広瀬勝己 (気象研究所 地球化学研究部)

1. ではより広い視点で標準試料に対する理解を深めていただくことを目的とし、産業技術総合研究所(産総研)計量標準研究センターの活動内容を中心に、標準物質の国際相互承認のシステムや標準試料に関する国際的な動向などが紹介されている。また、内外の標準試料に関する強力な情報収集窓口として、インターネット上に構築された標準物質総合情報システム(RMinfo)についても簡単に紹介されている。

2. から6. は、様々な機関で作成された標準試料を個別に紹介するものである。2. では計量標準に関する国際的な流れの中で、具体的に計量標準研究センターで行われている環境分析用組成標準物質開発の取り組みが、最近作成された底質標準物質を中心に述べられている。3. では、火成岩、堆積岩、鉱石、土壌等幅広い種類をカバーし、地球科学の分野で広く用いられている産総研・地質調査総合センター発行の岩石標準試料が、調製法やデータ編集等も含めて紹介さ

れている。また、インターネット上で公開されているデータベースシステムについても触れられている。4. では、環境科学分野を中心に広く用いられている国立環境研究所の環境標準試料が、分析法や試料の保存法の問題と共に紹介されている。5. では日本分析化学会発行の標準物質のうち、放射化分析にも有用な土壌、河川水、高純度二酸化ケイ素などの各種標準物質が紹介されている。6. で紹介されるのは環境放射能測定を目的とする標準試料であるが、日本各地における大気降下物を混合したユニークなものであり、微量元素組成も含めた標準値が確立されれば放射化分析にとっても非常に有用な標準試料となろう。

以上、本特集により、標準試料とその重要性等について幅広く理解を深めていただくことができれば幸いである。

標準試料をめぐる内外の情勢と標準物質総合情報システム(RMinfo)

岡本 研作

産業技術総合研究所計測標準研究部門

1. はじめに

近年の経済活動のグローバル化に伴い、化学分野の計量標準である標準物質を取りまく環境は大きく変わりつつあり、標準物質の役割はますます重要となってきた。商取引、環境分析、医療分野などでの分析値の国内外での同等性とトレーサビリティを確保するために、適切な標準物質の使用が必須となっている。国内では国立研究所の独立行政法人化に伴う再編の中で、産業技術総合研究所・計量総合標準センター(NMIJ)がわが国の計量標準・標準物質の開発・供給を中心的に行う機関となった。しかし、標準物質が必要とされる分野は広範囲にわたるため、NMIJが供給できる標準物質の種類は限られており、関連する独立行政法人や研究機関との連携が強く求められている。国際的には、国際度量衡局(BIPM)と関連国際機関の間の連携強化により、各国の標準物質の国際的同等性とトレーサビリティを確保しようとする動きは、従来の標準ガス、標準液、環境試料から、最近では医薬品関係の標準物質や食品分析用の標準物質へと急速に広がりつつある。ここでは、わが国の知的基盤整備の一環として、標準物質の開発・供給を加速的に行っている計量標準総合センターの活動を中心に述べる。

2. 計量標準・標準物質の国際相互承認(計量標準のグローバルMRA)

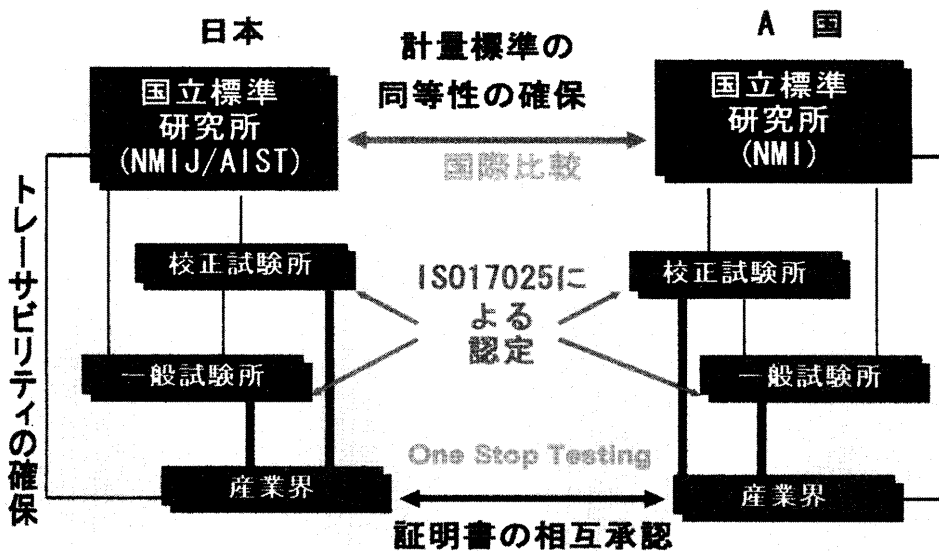
国際市場のボーダレス化に伴い、国境を越えた自由貿易を促進するために、輸出入に伴う証明書を相互に承認する one stop testing が求められるようになった。これを実現するための手段の一つとして、各国の計量システムの頂点に位置する計量標準・標準物質の同等性を世界的に相互認証すること(グローバルMRA: Global Mutual Recognition Arrangement)が不可欠となった。計量標準を所掌する国際度量衡委員会(CIPM)は1995年の総会で国立標準研究機関間での計量標準の世界的な同等性とトレーサビリティを立証するため、計量標準に関する国際相互承認協定「国家計量標準及び国家計量機関による校正証明書の相互承認」の締結を決め、1999年10月に38ヶ国の国立標準研究所長の間で署名された。

計量標準のグローバルMRAは、メートル条約加盟国間において、(パート1)国立標準研究所から供給されている国家計量標準の同等性を相互承認する、及び(パート2)国立標準研究所が発行する校正証明書・認証書を相互承認する、から構成されている。グローバルMRAは各国の国立標準研究所(National Metrology Institute, NMI)間での協定であり、1)計量標準・標準物質生産のための技術能力を立証するためにNMI間の国際比較に参加し、2)計量標準・標準物質生産のための品質システムについて、外部審査(ピアレビュー)により確認すること、3)BIPMデータベース(Appendix C)に登録している校正能力、標準物質について、WGメンバーによる技術審査を受けること、が

要求されている。計量標準総合センター(NMIJ)は、2002年10月に標準物質の生産に関して、CCQM(物質質量諮問委員会)レビューアによる技術審査と製品評価技術基盤機構(NITE)によるISO/IEC 17025とISO Guide 34に基づく品質システムの審査を受け、2003年10月に標準物質生産者としての認定を修得した。

次の図は計量標準・標準物質の国際相互承認の概念を示す。各国の標準研究所は国際比較に参加して他国と同等の技術能力を示すことにより、計量標準標準物質の国際的な同等性が立証される。一方、国内的には標準研究所は計量標準・標準物質を校正試験所、一般試験所に供給して国内のトレーサビリティ体系を確立する。試験所はISO/IEC 17025による試験所認定を取得し、さらに国立標準研究所の計量標準・標準物質を使用してそこへのトレーサビリティを確保することにより、国外とのOne Stop Testingが可能となる。

図1 国際相互承認に基づく国際的な同等性とトレーサビリティ確立の確立



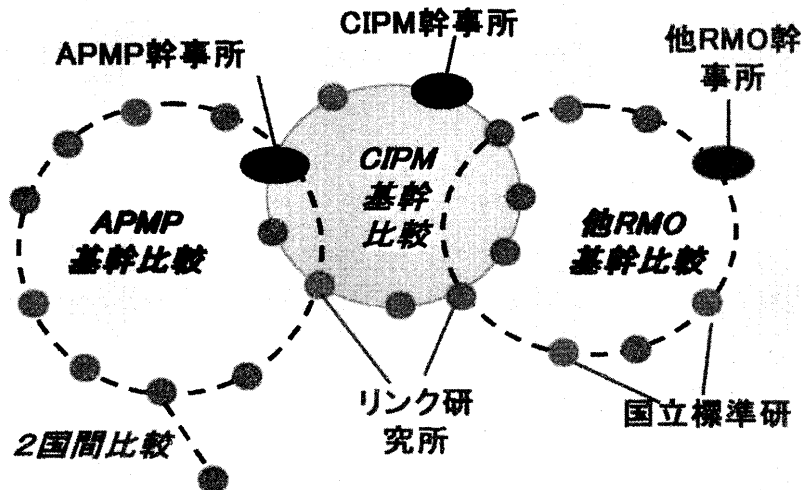
3. グローバル MRA に基づく国際比較への参加—標準物質の国際的同等性の立証—

計量標準に関する総本山はパリの国際度量衡局(BIPM)であり、化学標準・標準物質については国際度量衡委員会(CIPM)の中の物質質量諮問委員会(CCQM)が所管している。計量標準・標準物質の国際相互承認協定のパート1として国際比較は不可欠なものであり、CCQMは多くの国際比較を立案、実施しており、国際比較の対象分野は標準ガス、無機標準液、有機純物質、環境標準物質、pHと多岐にわたっている。CCQMが扱う対象分野の広がりやを反映して、現在では半導体材料やDNA定量法の国際比較も進行中である。

化学分野の国際比較は次の図に示すように、CIPM/CCQMを中心とした国際比較と地域の計量機関(アジアの場合はAPMP:アジア太平洋計量プログラム)APMP/TCQMが連動した形で行われている。これは多額の費用や労力を要する国際比較を効率的に行うため

であり、日本は主要国の一つとして CCQM 国際比較と APMP 地域比較の両方にリンク研究所として参加して、国際比較の推進に努めている。

図2 国際レベルと地域レベルが連動した国際比較のシステム



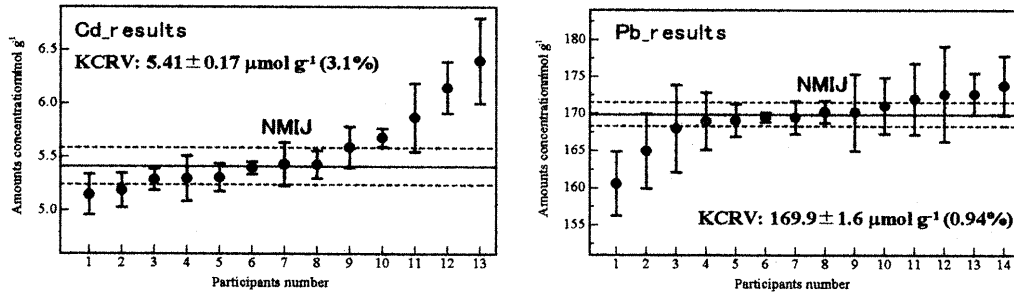
計量標準総合センター(NMIJ)は我が国の標準研究所として可能な限りすべての CCQM, APMP 国際比較に参加して、他国の標準機関とよく一致した分析結果を報告することにより、標準物質の生産を支える NMIJ の技術能力の国際的同等性を立証している。同時に、図 1 に示すように、NMIJ は国内の計量学的なトレーサビリティ体系の頂点に位置することから、NMIJ 標準物質を産業界に供給することによって国内の標準物質のトレーサビリティ体系を確立している。すなわち、1)国際比較を通して NMIJ 標準物質の国際的同等性を確保し、2)試験研究所、産業界に NMIJ 標準物質を供給して国内のトレーサビリティ体系を確保することにより初めて、認定試験所間で国際的な one stop testing が実現されることになり、NMIJ の使命は極めて重いものである。

CCQM 国際比較は、通常、第一段階のパイロットスタディと第二段階の基幹比較(key comparison)の順に行われる。国際比較の対象として何を選ぶかについては、CCQM の各 WG で議論されるが、緊急性の高いもの(環境問題、健康・安全)や分析法が確立されていない物質が優先される。国際比較の対象は、(試料マトリックス) × (測定対象成分) × (測定濃度) = ∞ となるため、より効率的かつ低コストな実施法が論じられるようになった。第一段階のパイロットスタディでは、あらかじめ合意したプロトコルに従って共通試料を用いて分析を行うが、標準液やスパイクなどはパイロットラボから提供される場合が多い。パイロットスタディの結果は公開されないが、この結果に基づいて基幹比較のプロトコルを作成する。第二段階の基幹比較には各国の標準研究所のみが参加し、標準液、スパイク等はすべて自ら作製して共通試料の分析を行う。分析結果は担当ワーキンググループで基幹比較参照値(KCRV:key comparison reference value)を決定し、結果は研究所の名前も含めて BIPM のホームページに掲載される。従って、標準物質のユーザは誰でもどの標準研究所がどのような分析能力を

持っているかを一目で理解できるので購入の際の一つの判断基準になるが、逆に NMIJ をはじめとする標準研究所には国際基幹比較の結果は極めて重いものである。



図3 CCQM-K13(底質中Pb, Cdの定量)基幹比較の結果



試料: 底質未知試料

スパイク及び標準溶液: 各機関の自前

前処理法及び測定法: 方法指定なし(結果として全機関IDMS法を使用)



4. 国際比較及び標準物質生産のための一次標準分析法(Primary Method)

CCQM 国際比較では、可能な限り、測定原理が SI (国際単位系) に直結した一次標準分析法(primary method) を用いることとしている。これは各国標準機関から供給される標準物質は、計量学的に最も優れた(正確さが高く、不確かさが小さい)一次標準分析法により値付けされることが理想だからである。従って、各国の標準研究所は複数の primary method を開発して常時稼働させておかねばならず、分析機器や設備の整備のみならず、分析担当者の技術や経験も重要となり、極めて高レベルな分析法であると同時に高価なものである。である。このような理由から NMIJ では標準物質の開発・供給と合わせて、SI トレーサブルな高精度分析法の開発と維持に大きな比重を置いている。現在 CCQM で認知されている primary method は重量法、滴定法、クーロメトリー、同位体希釈質量分析法、凝固点降下法に限られているが、これに加えて中性子放射化分析法などが候補として評価が進められている。

4. 1 同位体希釈質量分析法による無機及び有機微量成分の高精度定量

同位体希釈質量分析法(IDMS)は目的成分の濃縮安定同位体(化合物)をスパイクとして添加して同位体平衡に達せしめた後に、変化した同位体「比」を測って定量分析を行う。化学分析で問題となる試料前処理時の回収率が無視でき、質量分析計による高精度分析が可能なことから、最も高精度な分析法として国立標準研究所には必須の装置である。IDMS は単核種元素(Co, As 等)には応用できない、濃縮安定同位体が必要である、等の制限はあるが、NMIJ では標準物質の認証値決定に IDMS を可能な限り応用しており、対象成分は無機元素の全量分析から金属の化学形態分析(有機スズ化合物

等)、有機汚染化合物(PCB等)へと広がっている。CCQM国際比較では Primary methodとしてIDMSを用いた例が多く、図3に示したCCQM K-13「底質中のCd, Pb」に参加したすべての機関はIDMSを使用している。底質中のCdの同位体希釈ICP/MS定量では、共存するZrによるスペクトル干渉を除去することが不可欠であり、Primary methodといえども十分な分析技術と経験があつて初めて正確な分析が可能となる。有機スズ分析用の底質標準物質の開発では、骨格のスズを安定同位体ラベル化した有機スズをスパイクとして添加して高精度IDMSを可能とした。

4.2 古典的分析法の一次標準分析法としてのルネッサンス

最近の機器分析の進歩はめざましく、多数の試料中の多成分を迅速に自動分析することが可能となった。しかし、機器分析法は未知試料と標準物質を交互に測定する「相対測定」であり、分析値の正確さは使用する標準物質に大きく依存する。さらに、機器分析は微量分析を目指して開発されたゆえに、高純度金属の純度決定のような主成分分析にはほとんど無力である。CCQMでは、標準物質の中で主要な部分を占める金属標準液のSIトレーサブルな一次標準分析法を検討した結果、いわゆる古典的分析法と分類される重量法、滴定法、クーロメトリーを用いて金属標準液の国際比較を行っている。この中には分析技術の伝承が危惧されている分析法もあるが、主成分分析とSIトレーサビリティという特長から国立標準研究所において維持・発展すべき重要な分析技術であり、歴史的背景から「古典的分析法のルネッサンス」と再評価されている。これらの分析法についても分析機器の発展は精度向上に大きな貢献をしており、NMIJではより高精度化を目指した研究が進められている。

4.3 凝固点降下法を用いた高純度有機標準物質の純度決定

有機標準液の原料となる高純度物質をSIに直結する方法で純度決定することは困難であるが、CCQMでは凝固点降下法を有機化合物の純度決定に用いる一次標準分析法として合意している。凝固点降下法による測定では、通常は示差走査熱量計が使用されるが、NMIJでは断熱型熱量計を導入してより高純度な物質を、より高精度に純度決定している。断熱型熱量計を用いた純度測定はNMIJが世界をリードしている分野であり、今後は本法による認証標準物質の種類を増やすと共に、応用可能な生化学・臨床分析用標準物質への範囲の拡大を目指している。

5. 計量標準総合センター(NMIJ)認証標準物質の位置づけ

計量標準総合センター(NMIJ)では、わが国の知的基盤整備の一環としての標準整備計画に基づいて、2005年までに標準物質180物質程度、2010年までに250物質程度を供給することを目標として開発を進めている。NMIJが開発・供給している標準物質は、1)計量法トレーサビリティ制度に基づく標準物質(JCSS標準物質:標準ガス、金属標準液、pH標準液等)と2)NMIJから直接頒布するNMIJ認証標準物質、に大別されるが、ここでは後者について紹介する。平成14年度はVOC3種混合ガス(低濃度、高濃度)、高純度有機化合物(m-キシレン、フタル酸ジエチル)、高純度無機化合物(フタル酸水素カリウム)、環境組成標準物質(有害金属元素分析用湖底質標準物質、同海底質標準物質〔3元素追加認証〕)、高分子粘弾性標準物質3種類、鉄-クロム合金(Cr濃度5段

階)、鉄—ニッケル合金(Ni 濃度 5 段階)、鉄—炭素合金(炭素濃度 5 段階)、の 25 種類を NMIJ 認証標準物質としての開発を終了し、現在頒布中である。平成 15 年 7 月には、一酸化窒素高純度ガス、シャルピー衝撃試験用高分子標準物質 4 種類、ポリスチレンオリゴマー標準物質、鉄—クロム合金(Cr 40% : 蛍光 X 線分析用)の 7 種類を標準物質として認証し、現在、頒布に向けた準備が進められている。

NMIJ 認証標準物質は、わが国の標準研究所から供給される標準物質として、国内で頒布されている他の標準物質と比較して、次のような特長がある。

(1) SI (国際単位系) にトレーサブルな分析法により値付けされており、わが国の計量学的トレーサビリティ体系の頂点に位置する標準物質である。NMIJ 認証標準物質は SI へのトレーサビリティを確保するために一次標準分析法(Primary method)を用いて値づけされている。例えば無機標準液に対する滴定法や重量法、環境組成標準物質に対する同位体希釈質量分析法、高純度有機標準物質における凝固点降下法等である。

(2) グローバル MRA に基づく国際相互承認に合致する標準物質である。すでに述べたように標準物質の国際相互承認に向けて、国際度量衡局(BIPM)のデータベース Appendix C に NMIJ 標準物質が現在登録中である。NMIJ は 2002 年 10 月に CCQM 審査員による技術的能力のピアレビューを受け、この技術審査を合格したことから、Appendix C に掲載されている NMIJ 標準物質は国際相互承認に合致し、他国の標準研究所の標準物質と同等な、最もハイレベルの標準物質となる。

(3) NMIJ の分析結果のみに基づいて値付けされた標準物質である(大部分)。NMIJ では、可能な限り、一次標準分析法と参照分析法によって求めた自らの分析値のみを使って認証値を決定している。この方式により、認証値の正確さに対して責任をもち、その不確かさを小さくすることができる。この場合でも、他の研究分析機関の分析結果と比較して、認証値の確証と分析方法間の偏り等の評価を行っている。但し、測定対象と材質によっては、共同分析により認証値を決定した標準物質(高分子動的粘弾性標準物質、高分子シャルピー衝撃強さ標準物質等)もある。

(4) ISO Guide 35 に基づいて作製された標準物質である。ISO Guide 35「標準物質の認証 - 一般的及び統計学的原則 -」は、標準物質の作製と認証に関する最も重要な国際ガイドである。NMIJ では、標準物質が国際ガイドに合致したものとなるように、ISO Guide 35 に従って標準物質の調製、均質性の評価、認証値の決定等を行っている。

(5) ISO Guide 34 の品質システムに基づいて作製された標準物質である。NMIJ 標準物質は、国際ガイド ISO Guide 34「標準物質生産者の能力に関する一般的要求事項」に基づいて NMIJ で整備した「標準物質生産のための品質システム」に従って作製されている。NMIJ 標準物質生産のための品質システムについては、2002 年 10 月に製品評価技術基盤機構(NITE)のピアレビューを受け、NMIJ は 2003 年 10 月に ISO Guide 34 及び ISO/IEC 17025 に適合した標準物質生産者としての認定をうけた。

NMIJ では緊急に標準物質を整備すべき重点分野として次の 3 分野を挙げている。

1. 科学技術を支える基本的な標準物質。例えば、標準ガス、金属標準液、pH 標準液、有機標準液等の計量法トレーサビリティ制度(JCSS)に基づく標準物質。
2. 環境、健康、安全など緊急的対応が必要な分野の標準物質。例えば、天然試料か

ら調製した環境分析用の組成標準物質、地球温暖化ガス関連の標準ガス、臨床・生化学分析用のコレステロール等の標準物質。

3. 科学技術を先導し、国際競争力を強化するための標準物質。例えば、多層膜・薄膜等の先端材料標準物質、表面分析用の合金標準物質、高分子や薄膜表面の空孔評価用の標準物質。

平成 15 年度は引き続き、二酸化イオウ標準ガス、アクリロニトリル標準ガス、コレステロール、PCB 分析用底質標準物質、DDT 及び DDE 分析用底質標準物質、SiO₂ 多層薄膜（各層 20 nm）、ポリスチレンオリゴマー標準物質、炭化ケイ素標準物質等の供給を目指して、NMIJ 標準物質の開発が進められている。

6. 臨床化学・バイオ医薬品関係の標準物質の最新動向

21 世紀に入ってバイオ産業・医療分野での標準物質をめぐる国際的な動きは指数関数的に活発化している。今日では安全な環境や快適かつ安心な生活を維持・向上させるために必要とされる標準の重要性が認識されてきている。今後、ますます我々の生活に密着した標準の開発が求められるようになり、その国際整合性とトレーサビリティの確立がこれからの重要な課題である。ここでは、国際度量衡委員会を中心として最近スタートした 2 つの活動について紹介する。

(1) CCQM バイオアナリシスワーキンググループ

CCQM では、2001 年 4 月に新しいワーキンググループ(BioAnalysis WG)を設立し、バイオ産業に関連する計量標準全般について問題点を検討することとした。現在盛んに研究開発が進められているバイオ産業と関連分野において、そのインフラとなる計量標準・標準物質を整備し、客観的・科学的な技術評価法と安全性評価指針を確立することにより、バイオ産業の支援と社会への理解を深めるために活動している。バイオアナリシス WG が取り組むべき緊急な課題として、DNA の測定、タンパク質の測定、代謝系の動的な測定、細胞・組織の計測があり、それぞれの課題での標準の確立を目指した活動を進めている。国際的な標準・標準物質の整備が最も緊急なバイオ計量分野として DNA 定量を取り上げ、現在、DNA 定量法に関する CCQM パイロットスタディが進行中である。パイロットラボから提供された合成プラスミド試料を用いて、各国標準研究所が各種 PCR 測定法によって求めた DNA の測定値について、その妥当性と同等性が 2003 年 11 月に日本（つくば市）で開催されるバイオアナリシス WG 会議で検討・評価されることになる。

(2) 医薬品のトレーサビリティに関する合同委員会(JCTLM)

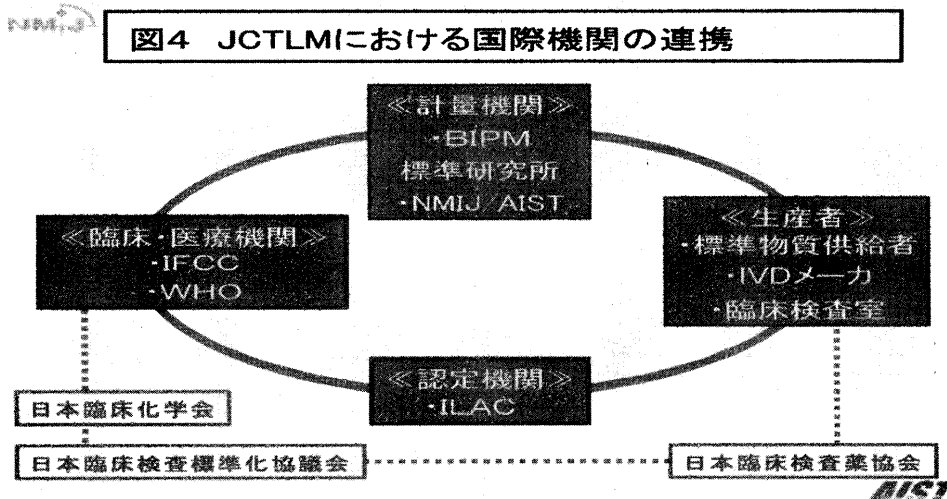
2002 年 6 月に CIPM（国際度量衡委員会）、IFCC(国際臨床化学連合)、WHO（世界保健機構）および ILAC（国際試験所認定協力機構）は、臨床化学や医療計測の分野において測定値の計量学的トレーサビリティを確立するために、Joint Committee on Traceability of Laboratory Medicine (JCTLM: 医薬品のトレーサビリティに関する合同委員会)を立ち上げた。JCTLM 設立の原動力は 2003 年 12 月からヨーロッパで施行

される“*In Vitro*（体外）診断用医療機器に関する EU 指令”への対応であり、IVD 指令への適合要件の中に標準物質に対するトレーサビリティの確保と明示が要求されている。JCTLM では健康医療技術の向上のために、医療計測におけるトレーサビリティの概念を明確にして、測定結果の同等性と信頼性を確保するために以下の活動を行っている。

- ① 測定結果の SI 単位、あるいは妥当な国際的標準物質へのトレーサビリティの概念の啓発
- ② 国立計量標準研究所と医療計量研究所の連携
- ③ 医療計量ニーズにマッチした標準測定システム構築のための基準策定
- ④ 国際的トレーサビリティや同等性が要求される測定対象の整理と、標準分析法と認証標準物質の開発主体の育成
- ⑤ 妥当な標準測定システムを開発する IVD 企業の育成
- ⑥ 認証取得のための比較検査機関の支援
- ⑦ 関連情報の提供
- ⑧ 科学あるいは組織立ち上げの専門家の派遣

JCTLM では、現在 WG1 が標準物質のトレーサビリティの確保に関して、WG2 が比較試験のためのネットワーク構築に関して活動を行っている。WG1 では臨床化学における SI トレーサブルな標準物質および標準測定法を選定し、標準物質リストを作成する作業を進めている。第 1 段階として電解質、代謝物、ホルモン、凝固因子、タンパク質、ドラッグ、酵素、核酸を対象にして、それぞれの分類に対応するトレーサビリティが確保された標準物質とその供給者、および国際的に合意（認証）された測定法に関するリストを作成中である。第 2 段階としては、血液型、血中ガス、血液中金属元素、ビタミン、感染症を対象にリストの作成を行う予定である。

WG2 では国際的な臨床検査ラボのネットワークを構築し、世界規模での精度管理試験を実施するシステムを検討している。各地域から代表的なラボ（基幹ラボ）が参加する国際的な比較を行い、一方で各地域においてその基幹ラボが地域比較ネットワークを主催することによって、それぞれのトレーサビリティが確保され、その連携により臨床化学分野におけるトレーサビリティの確立と国際整合性の検証を行って行くことを企画している。



2003年11月には、食品分析における信頼性確保を目指して、CIPMとCodex Alimentarius Commission（国際食品規格委員会）の間で「食品分析における同等性とトレーサビリティに関するワークショップ」が国際度量衡局において開催される。ここでは、消費者の関心が高い遺伝子組み換え食品（GMO）、安全が問題となる残留農薬、健康に関連した食品添加物やサプリメント、等の測定に関して同等性やトレーサビリティが議論される。このように計量標準の国際相互承認の流れの中で、国立標準研究所が取り扱う標準物質の国際整合性とトレーサビリティへの要求が、従来の化学標準から、環境標準物質や医薬品及び食品の標準物質へと急速に広がりつつある。

7. 標準物質総合情報システム(RMinfo) (<http://www.rminfo.nite.go.jp>)

標準物質総合情報システム(Reference Materials total information services of Japan: RMinfo)は、標準物質の利用者と生産者の便宜を図り、広く科学技術の発展に資するため、わが国の知的基盤整備の一環として標準物質の加速的整備と併行して開発された標準物質データベースである。現在、(独)製品評価技術基盤機構(NITE)が運営・管理している。RMinfoは標準物質データベース検索にとどまらず、標準物質に関する文献情報、海外の動向など、様々な有用な情報がインターネットからアクセスできるサイトである。主なサイトは：

① 標準物質DB検索（国内標準物質検索＋英文検索）

国内標準物質検索：国内の標準物質生産者が供給する標準物質のうち、

- ・ 日本からCOMAR（国際標準物質データベース）に登録している標準物質情報、
- ・ その他の認証標準物質、
- ・ 試薬メーカーが提供する標準物質相当の化学品、が検索できる。

英文検索：海外の標準物質のうち次のものが検索できる。

- ・ COMARデータベース、
- ・ NISTのSRMカタログ。

② 標準物質とは

一般向けに標準物質について簡単な説明があり、ユーザの便宜を図っている。

③ 技能試験等のお知らせ

APLAC, JCSS, JNLA, 日本分析化学会が主催する各種技能試験や講演会、講習会の情報が掲載されている。

④ 行政情報の紹介

標準物質について日本の国政情報及び「ISOガイド30シリーズ概要」「法規制物質リ

スト」が掲載されている。

⑤ 海外情報の紹介

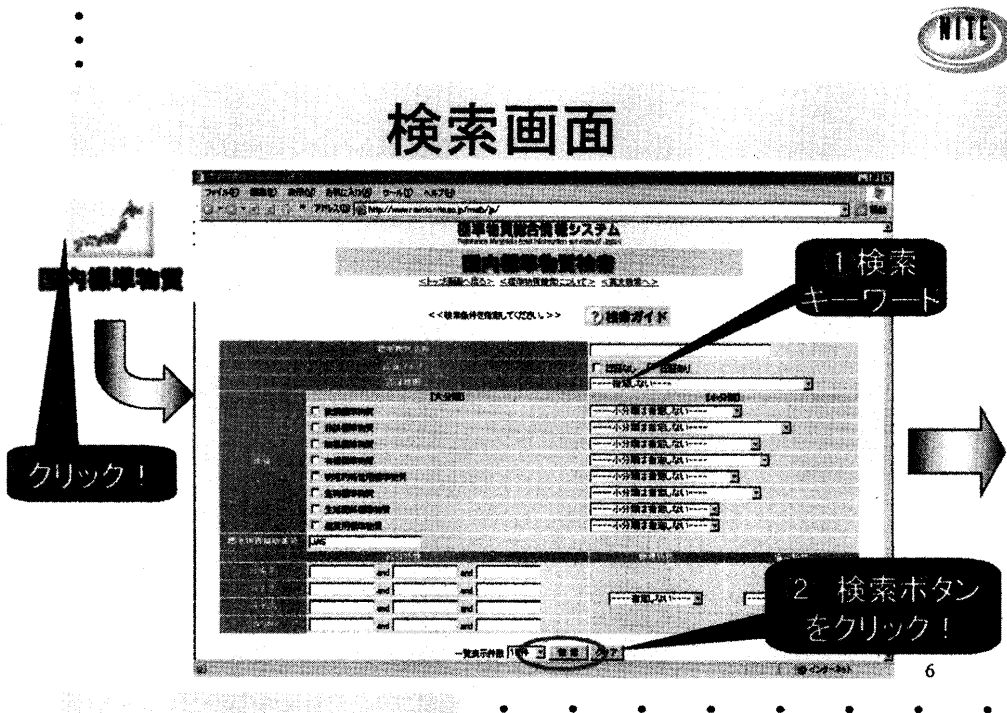
COMARへの登録基準、登録手順を始め関連する国際会議の情報が載っている。

⑥ 関連情報

技術情報、関連技術論文、用語集、マニュアル等、標準物質全般について多くの情報が掲載されている。

RMinfoの国内標準物質検索画面を示す。検索できる項目は、標準物質の名称、認証タイプ、認証機関、用途、標準物質規格番号、物理特性名、標準物質の組成成分特性（元素名、元素記号、分子名、CAS No）である。

⋮



参考文献

岡本研作、2001、分析化学便覧第五版（丸善）、585-589

田尾博明、2003、ぶんせき97-98

岡本研作他、2003、第8回NMIJセミナー「新規NMIJ標準物質と高精度分析法」
講演要旨集、1-48

産総研・計量標準総合センターにおける標準物質開発と底質標準物質

高津 章子

産業技術総合研究所 計測標準研究部門
無機分析科環境標準研究室

1. はじめに

計量標準の整備は産業技術総合研究所（産総研）の重要なミッションであり、大きな発展が望まれる分野である。産総研の設立と同時に、それまで通商産業省工業技術院のもとで、計量研究所、電子技術総合研究所、物質工学工業技術研究所の各部署で担当してきた物理量・電磁気量・標準物質といった種々の計量標準の研究業務は、すべて計測標準研究部門に統合して実施することとし、さらに計量標準の供給・調査や国際対応といった業務を行う部門および計量研修センターを含めて計量標準総合センター（NMIJ；以下 NMIJ と略す）として連携し、計量に関する研究と業務を一体的・総合的に推進することになった。すなわち、NMIJ は日本における計量標準に関わる中核機関として国内外に幅広く活動を展開している。そのなかで、化学分析における標準すなわち標準物質の開発・供給にもさらに力を入れることとなり、化学分析結果の信頼性確保に不可欠な環境分析用組成標準物質の開発にも取り組むことになった。ここでは、産総研において最近開発した底質標準物質を中心に、環境分析用組成標準物質開発の取り組みについて紹介する。

2. 計量標準を巡る国際動向

メートル条約は単位系の確立と国際的な普及を目的とする国際条約であるが、メートル条約に基づく計量標準分野の新たな動向として、加盟国の中で「国家計量標準と国家計量標準研究所の発行する校正証明書の相互承認取り決め」（グローバル MRA(Mutual Recognition Arrangement)）として、各国の国家計量標準の同等性を確認しあい、各計量機関が発行する校正証明書を相互に受け入れることを目指した活動が展開されている。このためには、主要な量の国際比較を実施して参加機関の技術能力と測定結果の同等性を確認すること、およびその機関において品質システムが整備されていることが求められる。さらに、これらの結果は、国際度量衡局（BIPM）の国際データベース(KCDB：Key Comparison Database)として登録し、公開することにより国際的な活用をはかることが進められている[1]。

化学分野に関しては、1993年に国際度量衡委員会／物質量諮問委員会（CIPM/CCQM）が創設され、CCQMの活動の一環として数多くの各国標準研究所間の各種マトリックス試料中微量物質をはじめとする国際比較が行われ、国際統合化の取り組みがなされている。また、標準物質についての国際相互承認を行い、データベースとして登録され、公開されている。ここでは、各国の標準研究所（又は標準研究所によって指名された機関）が自身の技術能力について国際比較により測定能力（標準物質の値付け能力）およびその結果の同等性を示し、その能力によって値付けされた標準物質の内容（認証値）を登録し、相互

承認する。基本的に、登録機関は、標準物質の生産から値付けまですべてに責任を持つことが求められ、特に認証値の決定の技術的部分は国際比較への参加およびピアレビューによって審査することになっている。NMIJ は、日本における標準研究所という立場から、これらの活動に積極的に参加すると共に、国際相互承認されうる標準物質の開発・供給を目指している。

3. NMIJ における組成標準物質開発

環境分析用組成標準物質とは、実際の環境試料と類似した組成を持ち、その中の成分の含有量が認証された標準物質であり、天然の試料から調製されることが多い。従って、認証値は分析により決定されることになるが、分析対象がきちんと定義でき、「真の値」が存在するものについては、実際の現場で分析される方法がどのようなものであれ、できるだけ原理的に正確な方法で、可能な限りトレーサビリティの確保されたアプローチが可能であるはずである。この「原理的に正確な方法」として、定義されているのが一次標準測定法と呼ばれる方法であり、いくつかの方法があげられているが、これらうち、組成標準物質の値付けに利用可能なのが、同位体希釈質量分析法(IDMS)である。国際相互承認されうる標準物質の開発・供給を目指すという立場から、NMIJ における組成標準物質開発の取り組みにおいても IDMS は値付けの中心的手法と位置付けている。しかし一方、環境組成標準物質の値付けは、高マトリックス試料中の微量分析が中心であり、一次標準測定法といえども、分解・抽出といった試料前処理段階の不完全さや、共存成分による干渉・妨害、汚染などの問題があるため、測定結果が偏りを持つ可能性は十分ある。また、別の試料により確認された方法でも、マトリックスや濃度レベルの違いがある場合、厳密に言えばそれだけで方法の妥当性は完全には確認できないといえる。従って、NMIJ における環境組成標準物質の開発においては、複数の方法での測定を基本とすることになっている。

標準物質の開発においては、原料の採取・調製、均質性試験、安定性試験、特性値の決定、認証といったプロセスを経て認証標準物質とすることができる。NMIJ 認証標準物質の開発にあたっては、これらの工程のうち、原料採取および調製作業は主に協力機関に外注する形で行っており、均質性試験から認証（さらには頒布）までを NMIJ の中で一貫して行っている。このうち、技術的な部分（均質性試験から特性値の算出まで）は主に産総研計測標準研究部門が担当しており、最終的な認証は所外の委員を含む NMIJ 認証委員会で行っている。また、標準物質の生産においては、JIS Q0034:2001(ISO Guide 34:2000)に基づく品質システムを整備し、運用している。

4. 有害金属分析用底質標準物質

これまでに NMIJ では、「NMIJ CRM 7301-a 海底質（ブチルスズ分析用）」、「NMIJ CRM 7302-a 海底質（有害金属分析用）」および「NMIJ CRM 7303-a 湖底質（有害金属分析用）」の3種類の底質標準物質を開発した。本稿では、これらのうち2種類の有害金属分析用底質標準物質（写真）について紹介する。

4. 1 標準物質の開発目的

これらの標準物質は、環境汚染を調べる上で重要な底質やそれに類似したマトリックス試料中の有害金属元素の定量を行う際に分析の精度管理や分析方法や分析装置の妥当性確認に用いることを目的とする。従って、底質の標準的な組成を示すことを目的とはしておらず、調製の過程でもとの底質とは異なる組成になっていることも考えられる。標準物質の使用の観点からは、マトリックスや濃度レベルがより実際の測定対象試料に近い標準物質が求められるため、同じ有害金属分析用であるが、マトリックス元素および濃度レベルの異なる「海底質」(NMIJ CRM 7302-a)および「湖底質」(NMIJ CRM 7303-a)という2種類の標準物質の開発を行った。どちらの標準物質においても、アンチモン(Sb)、ヒ素(As)、カドミウム(Cd)、クロム(Cr)、コバルト(Co)、銅(Cu)、鉛(Pb)、水銀(Hg)、モリブデン(Mo)、ニッケル(Ni)、セレン(Se)、銀(Ag)、スズ(Sn)、亜鉛(Zn)の14元素について認証した。



写真 NMIJ CRM 7302-a および 7303-a

4. 2 標準物質の調製と認証値決定法

「NMIJ CRM 7302-a 海底質 (有害金属分析用)」は、九州北部地方の都市部の湾内にて採取した底泥(底質)を、「NMIJ CRM 7303-a 湖底質 (有害金属分析用)」は、琵琶湖にて採取した底泥(底質)をそれぞれ原料とする。採取試料は、風乾し、粉碎後、 $104\mu\text{m}$ のふるいを通じたものを混合した後、褐色ガラス瓶に瓶詰めし、滅菌のためガンマ線照射を行った。

認証に向けての有害金属元素の測定においては、試料分解法は基本的に酸分解法を用いた。ただし、クロムについては、酸分解法では試料の分解が不完全となる場合があることが知られているため、アルカリ融解法による試料溶液化を行い、酸分解法との分析値の比較を事前に行った。その結果、「海底質(NMIJ CRM 7302-a)」においては、アルカリ溶融法は明らかに高い分析結果が得られたことから認証値の決定にはアルカリ溶融法を、「湖底質(NMIJ CRM 7303-a)」においては試料溶液化法による有意差は認められなかったため、酸分解による溶液化を行うこととした。また、水銀は、揮発性が高く、通常元素に用いている分解では、分解・試料調製の過程で揮散するため、分解条件を検討するとともに、固体試料を直接加熱—金アマルガム捕集—原子吸光分析法による分析もあわせて行った。なお、外部機関にも分析を依頼し、異なる試料前処理法(放射化分析を含む)での測定結果により値の妥当性を確認した。

測定法としては、一次標準測定法である同位体希釈-ICP質量分析法を可能な限り採用し、マトリックスの除去が必要な元素については当研究室において開発した共沈分離法を用い

た [2,3]。本法は、CCQM 国際比較「底質中カドミウム」(CCQM-K13) の定量にも用い、良好な結果を得ている [4]。また、安定同位体が存在しないため同位体希釈法が適用できない元素 (As、Co) はもちろん、同位体希釈法で測定できる元素についても、これらの元素の代表的な分析法である ICP 質量分析法、ICP 発光分析法、原子吸光分析法のうちできるだけ多くの方法で測定した。表 1 に、認証に用いた分析方法を示す。

なお、試料の均質性の評価は ICP 質量分析法を用いて各元素について行った。

表 1 各元素の分析方法

元素	分析方法 (下記参照)
Sb	ID-ICPMS, ICPMS
As	ICPMS, ICPHRMS, ICPAES, GFAAS
Cd	ID-ICPMS, ICPMS, GFAAS
Cr	ID-ICPMS, ICPMS, ICPAES, GFAAS
Co	ICPMS, ICPAES, GFAAS
Cu	ID-ICPMS, ICPMS, ICPAES, GFAAS
Pb	ID-ICPMS, ICPMS, ICPAES, GFAAS
Hg	ID-ICPMS, ICPMS, PAAAS
Mo	ID-ICPMS, ICPMS
Ni	ID-ICPMS, ICPMS, ICPAES, GFAAS
Se	ID-ICPMS, ICPMS, ICPHRMS
Ag	ID-ICPMS, ICPMS
Sn	ID-ICPMS, ICPMS
Zn	ID-ICPMS, ICPMS, ICPAES

分析方法

ID-ICPMS; 同位体希釈-ICP 質量分析法

ICPMS; ICP 質量分析法

ICPHRMS; ICP 高分解能質量分析法

ICPAES; ICP 発光分析法

GFAAS; 黒鉛炉原子吸光分析法

PAAAS; 加熱気化-金アマルガムトラップ原子吸光分析法

各測定法による測定値の一致を確認した上、不確かさの逆数で重み付けして平均して算出した特性値を認証値とした。表 2 に 2 つの標準物質の認証値とその不確かさを示した。認証値の不確かさは、各測定方法の不確かさ、測定方法による違い、試料の均質性による不確かさを合成し、包含係数 $k=2$ として決定された拡張不確かさで、推定された 95%信頼区間である。

また、ユーザーの便宜をはかるため、参考値として ICP 発光分析法により測定した主成分元素濃度 (Al, Ca, Fe, Mg, K, Na, Ti, Mn, P, Sr など) を付与している。

NMIJ CRM 7302-a と NMIJ CRM 7303-a は、海域と淡水域の底質という異なる性質の

底質であり、微量元素の濃度レベルは、表 2 から明らかなように NMIJ CRM 7303-a (湖底質)の方が総じて低く、特に Cd、Cr、Hg などの濃度は 1/3 程度かそれ以下である。標準物質の選定においては、実際に分析している試料に組成や濃度レベルができるだけ近い標準物質を用いることが原則であり、ユーザーは目的に応じてこれらの標準物質を選択することが可能である。

表 2 有害金属分析用底質標準物質の認証値

元素	認証値 Mass Fraction (mg/kg)	
	海底質 (7302-a)	湖底質 (7303-a)
Sb	1.22 ± 0.05	0.69 ± 0.02
As	22.1 ± 1.4	8.6 ± 1.0
Cd	1.32 ± 0.04	0.342 ± 0.017
Cr	145 ± 6	39.1 ± 2.8
Co	12.4 ± 1.5	11.1 ± 1.1
Cu	57.8 ± 2.3	23.1 ± 3.1
Pb	82.7 ± 3.8	31.3 ± 1.1
Hg	0.52 ± 0.03	0.067 ± 0.006
Mo	1.98 ± 0.24	0.96 ± 0.07
Ni	25.8 ± 1.2	21.8 ± 2.5
Se	0.61 ± 0.07	0.24 ± 0.04
Ag	0.49 ± 0.02	0.098 ± 0.004
Sn	18.5 ± 0.8	4.21 ± 0.13
Zn	401 ± 16	107 ± 5

4. 3 取り扱い上の注意点

試料の取り扱いに関する注意点としては以下のようなことがある。これらについては、認証書に記載しているので、標準物質を購入した際には認証書を熟読の上、使用することが必要である。

(1) 分析に用いる試料量

均質性の観点から 1 回の分析に用いる試料量は 100 mg 以上を推奨する。

(2) 水分含量 (乾燥質量) の求め方

認証値、参考値はすべて乾燥質量あたりで示しているため、成分測定時に試料の水分含量を測定し、分析値を補正する必要がある。乾燥方法については認証書に指定している。

(3) 保存

試料の保存は室温で行う。遮光し、高温多湿の場所はさけること。一度開封した場合はできるだけ密栓した状態で保存すること。なお、認証値の有効期限は、認証後 10 年間であり、NMIJ において試料の安定性については継続的にモニターすることになっている。

5. 標準物質の国際統合化

2. に記した国際相互承認の枠組み（グローバル MRA）に関連して、現在までに数多くの国際比較が行われている。環境分野に関連したマトリックス中微量成分の国際比較の動きも活発であり、有害金属分析用底質標準物質に関連した国際比較としては、2000年にCCQM-K13「底質中 Pb,Cd」が基幹比較として行われており、当所も参加し、良好な結果を得ている[4]。CCQM-K13の結果は他の国際比較（基幹比較）の結果とともに、国際度量衡局（BIPM）のホームページの key comparison database(KCDB)[1]に機関名を含めて登録され、閲覧可能である。

CCQM-K13により、開発した2つの標準物質（NMIJ CRM 7302-a および 7303-a）については値付けの国際同等性は確保されていることが証明されており、また、NMIJでは、JIS Q0034:2001(ISO Guide 34:2000)に基づいた品質システムを確立し、外国標準研究所の研究者の技術レビューを受けるなど、これらの標準物質の国際相互承認へ向けて準備が進んでいる。

6. おわりに

国際統合化を目指すNMIJ環境組成標準物質の開発は最初の一步を踏み出したところであるが、分析結果の互換性や信頼性の確保は、グローバルな社会においてはますます重要になることが予想される。一方、組成標準物質は分析の現場で使っただけではじめて価値があるといえるものであり、機会があれば、みなさまの分析値の信頼性確保のために役立てていただければ幸いである。

参考文献

- [1] <http://kcdb.bipm.fr/BIPM-KCDB>
- [2] K. Inagaki, A. Takatsu, A. Uchiumi, A. Nakama, K. Okamoto, J. Anal. At. Spectrom., 16, 1370-1374 (2001).
- [3] K. Inagaki, A. Takatsu, A. Uchiumi, A. Nakama, K. Okamoto, Anal. Sci., Vol.17 suppl. i991-i994 (2001).
- [4] 稲垣、高津、仲間、内海、岡本、分析化学 50、829-835 (2001).

上記 NMIJ/AIST CRM のお申し込み先

独立行政法人 産業技術総合研究所 計量標準総合センター
計量標準管理部 標準供給保証室

〒305-8563 茨城県つくば市梅園 1-1-1 中央 3-9

電話：029-861-4026

E-mail: keiryoun-counselor@m.aist.go.jp

<http://www.nmij.jp/metrolqual/hbusitu.html>

産業技術総合研究所地質調査総合センター発行の岩石標準試料

今井 登 (産業技術総合研究所地質調査総合センター)

1. はじめに

産業技術総合研究所 (産総研) 地質調査総合センター (旧地質調査所) では 1967 年以來 40 年近くにわたって火成岩、堆積岩、堆積物、鉍石の標準試料を 41 種類作成し、化学組成や同位体組成、年代値の信頼性の高いデータを定め公表してきた。この値を用いて各種の分析が行われ、分析精度を高める標準として国内外

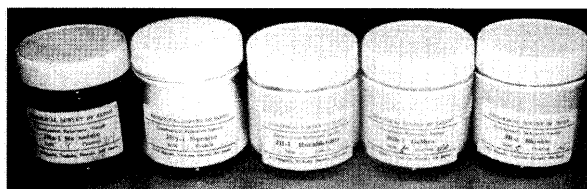


図1 産総研岩石標準試料

で広く使用されている。これまでに世界 50 カ国近く (約 500 機関、うち国内約 280 機関) で 1 万個以上の試料が配布されて分析に用いられ、国際的な評価も極めて高い標準試料となっている (今井, 1996, 2000)。図 1 にいくつかの標準試料を、図 2 に源岩石・試料を、図 3 に試料の採取位置図を示す。

2. 試料

表 1 に産総研岩石標準試料のリストを示した。1967 年と 1968 年に最初の岩石標準試料である JG-1 と JB-1 を作成し (Ando, 1967; Kurasawa, 1968)、その後、1981 年から 1986 年にかけて火成岩シリーズ JA-1 から JF-2 までの 15 試料を、1986 年から 1989 年にかけて堆積岩シリーズ JLk-1 から JSI-2 の 9 試料を、1991 年から 1995 年にかけて機器分析用シリーズ JR-3 から JMn-1 の 5 試料を、1996 年から 2000 年にかけて環境分析用シリーズ JCFA-1 から JMS-2 の 5 試料を作成した。その後、鉍石標準試料として JZn-1 JCu-1 の 2 試料を、炭酸塩標準試料として JCp-1, JCT-1 の 2 試料を作成した。火成岩シリーズは花崗岩、玄武岩、安山岩、はんれい岩、ダナイト、長石を、堆積岩シリーズは石灰岩、ドロマイト、スレー

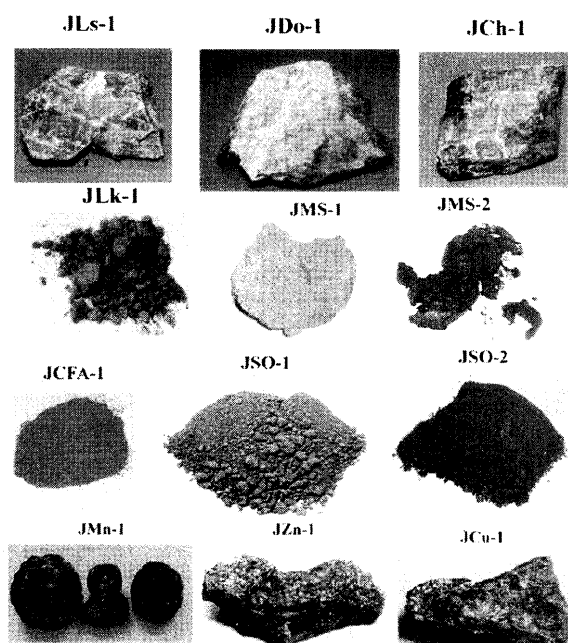


図2 源岩石・試料 (堆積岩、堆積物、鉍石)

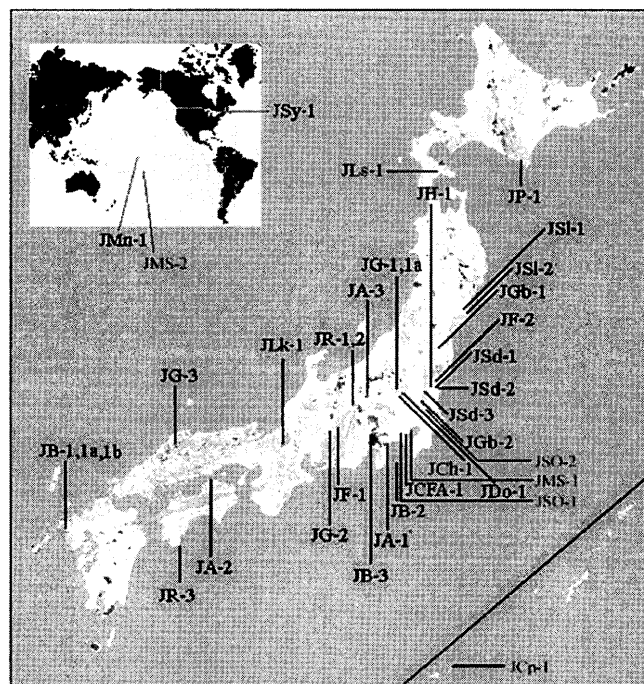


図3 試料の採取位置図

表1 産総研岩石標準試料のリスト

火成岩		堆積岩	
JA-1	Andesite (1982)	JSy-1	Syenite (1993)
JA-1a	Andesite (2002)	JLs-1	Limestone (1987)
JA-2	Andesite (1985)	JCp-1	Coral(1999)
JA-3	Andesite (1986)	JDo-1	Dolomite (1987)
JB-1	Basalt (1968)	JSI-1	Slate (1988)
JB-1a	Basalt (1984)	JSI-2	Slate (1989)
JB-1b	Basalt (1996)	JCh-1	Chert (1989)
JB-2	Basalt (1982)	堆積物	
JB-3	Basalt (1983)	JLk-1	Lake sediment (1987)
JF-1	Feldspar (1985)	JSd-1	Stream sediment (1988)
JF-2	Feldspar (1986)	JSd-2	Stream sediment (1989)
JG-1	Granodiorite (1967)	JSd-3	Stream sediment (1989)
JG-1a	Granodiorite (1984)	JMS-1	Marine sediment (1999)
JG-2	Granite (1985)	JMS-2	Marine sediment (2000)
JG-3	Granodiorite (1986)	土壌、コールフライアッシュ	
JGb-1	Gabbro(1983)	JCFA-1	Coal fly ash (1995)
JGb-2	Gabbro (1991)	JSO-1	Soil(1997)
JH-1	Hornblendite (1992)	JSO-2	Soil(1998)
JP-1	Peridotite (1984)	鉱石	
JR-1	Rhyolite (1982)	JMn-1	Manganese Nodule(1994)
JR-2	Rhyolite (1983)	JZn-1	Pb-Zn ore (2000)
JR-3	Rhyolite (1990)	JCu-1	Cu-ore (2001)

ト、河川堆積物、湖底堆積物を標準試料として作成した。また、機器分析用標準試料は従来の標準試料の組成範囲ではカバーできないような化学組成を持つ試料として流紋岩、はんれい岩、角閃石岩、閃長岩、マンガンノジュールを作成した。環境分析用シリーズはコールフライアッシュ、土壌、海底質を作成した。鉱石標準試料としては鉛-亜鉛鉱と銅鉱石を作成した。JG-1 と JB-1 についてはその後在庫が払拭したため、1984年に同一岩から再調整を行い JG-1a、JB-1a とし、1996年にさらに在庫のなくなった JB-1a の代わりとして JB-1b を作成した。現在は在庫が少なく配布制限をしている火成岩標準試料 JA-1a (JB-3a、JB-2a は予定) を作成しているところである。

これまでの整備により産総研岩石標準試料は 41 試料となり、火成岩、堆積岩、鉱石、土壌、底質までの広い範囲をカバーし、組成範囲も例えば SiO₂ については 0.1% から 98%、Al₂O₃ については 0.02% から 23%、CaO については 0.09% から 55%、MgO については 0.004% から 18%、Na₂O については 0.0019% から 10%、K₂O については 0.002% から 12%、T-Fe₂O₃ については 0.01% から 17% などのように広い組成範囲をほぼくまなくカバーしており、ほとんどのタイプの岩石の分析に対応する事ができると考えている。

3. 試料調整法

最初に作製された JG-1 と JB-1 は粉碎に当たって、同一岩石で作製した鉢と杵で粗粉碎を行い、更にポーセライン製のポットミルで粉碎と混合を行った後に均質化した (図 4 上段)。この方法は粉碎過程での汚染がほとんどないすぐれた方法であるが、大量の岩石を処理するには不適當である。従って、それ以後は多量の試料が効率よく粉碎できる大型のボールミルを使用する方法を用いた。

粉碎に当たっては、採取した源岩石を必要に応じて大型のハンマーや切断機で 5-10cm の塊にした後、ジョークラッシャーで 1-2cm まで粗砕する (図 4 中段)。これをハイアルミナまたはチャート内張りの大型のボールミルに入れる。粉碎を行うためにボールと呼ばれる被粉碎岩の同一岩の鶏卵大からこぶし大の塊またはフリントボールを同時に入れて 1~数日間静かに回転させる (図 4 下段)。このボールミルによる粉碎操作を 1~3 回行って源粉末を調製する。この粉末を 100 メッシュのステンレス製のふるいを通過させた後、縮分器により二分割した

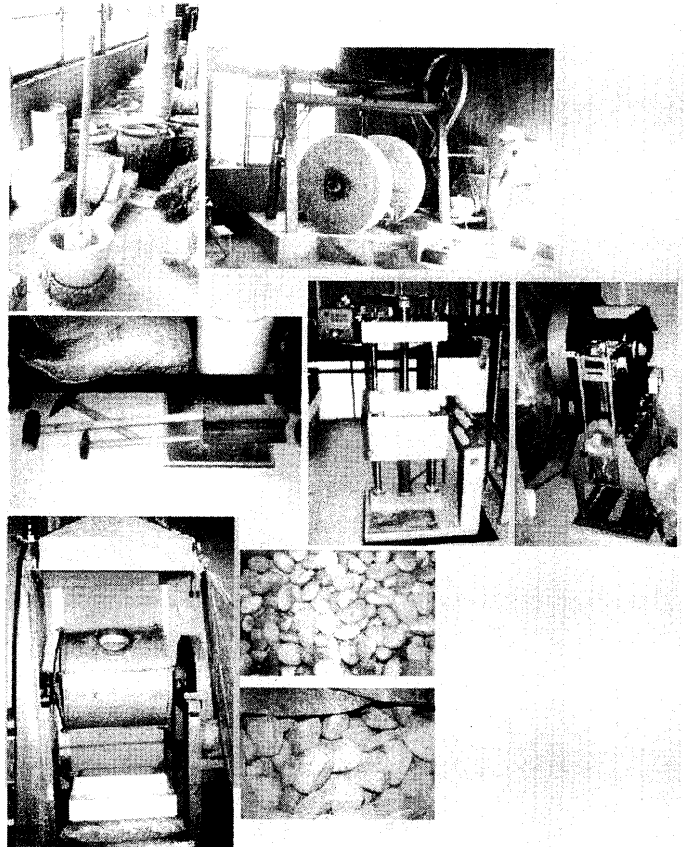


図 4 試料処理

後それぞれを交互に 10 層以上水平に重ねた後、垂直に 10 以上に分割する。これを繰り返した後よく混合し約 100g づつを容器に詰め、均質性をチェックした後、標準試料とした。

4. 標準試料を用いる場合の注意点

標準試料を用いる場合、試料自身による誤差の要因として、試料の粉碎 (粒径)、均一化 (混合)、外部からの混入 (汚染) の問題がある。深成岩などは構成鉱物が比較的大きいため粉碎後の試料の粒径が大きくなりやすく、不均質が生ずる恐れがある。また、均一化の過程で混合が不十分であると不均質が生ずることがある。更に粉碎過程で外部から何らかの汚染が起こることがある。このような不均質を避けるためには分析に用いる試料の量に注意し、必要であれば試料の量を多めにとることが必要である (寺島他, 1992, 1995)。

5. データ編集

産総研岩石標準試料は 1967 年の JB-1, JG-1 の作成以来無料で配布し、各機関の自発的な共同分析によりデータを集積し、このデータを元に定期的に編集を行って標準値を定め公表してきた (Imai et al., 1995, 1996, 1999)。しかしながら、標準試料業務の効率化・省力化を図るため 2001 年に地質調査所の産総研への統合と独立行政法人化という組織改編を契機として、標準試料の有料化と販売・管理の外部委託を行った。現在は西進商事、ゼネラルサイエンスコーポレーション、創和科学の 3 社から購入することができる (<http://www.aist.go.jp/RIODB/geostand/distributej.html>)。また、近年の標準試料の ISO 対応という標準化の世界的な流れの中で、産総研の岩石標準試料も早急に ISO 対応をはかることが不可欠となっていた。これに関しては 2003 年度中に内部組織の整備を行うことにより ISO 対応を完了し、

いくつかの ISO 対応岩石標準試料を発行できる予定である (JZn-1, JCu-1, JA-1a, JSO-1 等)。標準値の決定についても従来は事前の共同分析を行わず (従って確定した標準値のないまま配布し)、その後の自発的な共同分析により収集したデータを元以後で標準値を決定していたが、今後は事前の共同分析を行ってデータを統計解析し標準値を定めてから発行する。表 2 に例として JCu-1, JZn-1 についての値を示したが、この表のような標準値を標準試料に添付して発行する。しかしながら、このような共同分析により決定される標準値は主成分元素を中心としてせいぜい 10 数元素であり、従来の産総研岩石標準試料の推奨値・参考値が 60 元素以上について定められているのに比べて非常に少ないため、このままでは分析上不便であると考えられる。従って、それ以外の元素についてはできるだけ従来通りの形態で分析値を収集し、推奨値・参考値として値を別途決めてゆきたいと考えている。すなわち、今後は新しい産総研岩石標準試料には主要成分を中心とする標準値が添付され、これ以外の元素については従来通り数年間をかけてデータを集積した後、データ編集を行って学会誌や Web 上で発表する予定である。

表 2 JCu-1, JZn-1 の共同分析の結果により決定された標準値 (Okai et al., 2002)

	JCu-1		JZn-1	
	Mean	SD	Mean	SD
TiO ₂	0.013	0.001	0.20	0.01
Al ₂ O ₃	0.29	0.01	6.32	0.02
MnO	0.59	0.01	1.49	0.01
MgO	2.13	0.05	1.94	0.04
CaO	23.5	0.1	18.1	0.1
Na ₂ O	0.052	0.003	0.45	0.01
K ₂ O	0.015	0.001	0.83	0.03
T-Fe ₂ O ₃	17.5	0.1	11.8	0.1
Cu	3.73	0.05		
Zn	0.0679	0.0015	2.22	0.01
Pb			0.161	0.002

Uncertainty is 95% confidence limits.

6. データの公開

岩石標準試料の全データはデータベースとして現在インターネット上で公開されており世界中から検索することができる。図 5 に産総研岩石標準試料のホームページを示した。URL は <http://www.aist.go.jp/RIODB/geostand/welcomej.html> である。ここから各試料の標準値 (推奨値・参考値) を参照できる。ここで他にはない非常に大きな特徴として、これまでに行われた個別の全分析値を検索することができる。このことは自分が分析を行う場合に、過去の分析履歴を簡単に参照することができるため、分析を行う上できわめて有用であると考えられる。検索するには下段の地図上で検索したい試料について試料の文字をクリックすると検索画面に入り、元素の一覧表が表示される。ここで検索したい元素をクリックすると各分析値と分析法、文献の一覧表が表示される。また、各試料について概要のページで源岩石と採取地の写真、顕微鏡写真等を見ることができる。図 6 に JA-1 (安山岩: 神奈川県真鶴町、箱根山) についての説明を示した。更に、岩石標準試料の調整法の説明図、各試料の



図 5 産総研岩石標準試料ホームページ

図 5 産総研岩石標準試料ホームページ

平均粒径、参考文献、X線回折パターン（図7）などの関連情報が表示される。

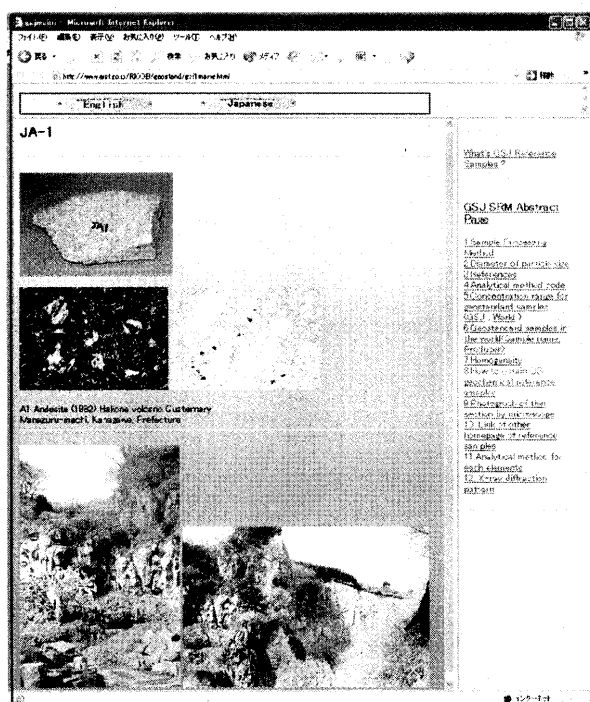


図 6 JA-1 (安山岩：神奈川県真鶴町、箱根山)

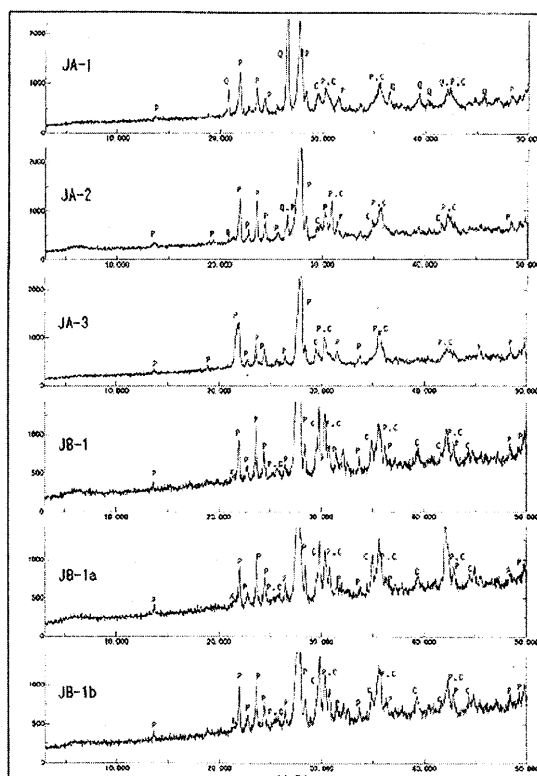


図 7 X線回折パターン (JA-1 から JB-1b)

7. おわりに

世界的には各国の研究機関で岩石、鉱物、堆積岩、堆積物などの標準試料が作成されている。1992年にはイギリスの Potts らにより世界 35 機関の 493 個の標準試料のデータが集められ出版されている (Potts et al, 1992)。また、1994年にはフランスの Govindaraju により標準試料の専門誌である *Geostandards Newsletter* 誌に 383 個の標準試料のデータがまとめられている (Govindaraju, 1994)。また、公開されている標準試料のデータベースとしては、産総研のほか国内では製品評価技術基盤機構 (NITE) の標準物質総合情報システム (<http://www.rminfo.nite.go.jp/>) があり、国外では COMAR (COde d'indexation des MAteriaux de Reference) (<http://www.comar.bam.de/>) や IAEA の The IAEA's Natural Matrix Reference Materials Database (<http://www-naweb.iaea.org/nahu/external/e4/nmrml/>) などがある。

日本においては長年にわたって産総研が岩石標準試料を作成・発行し、同時に分析法の開発やデータの編集を行ってきた。この間に産総研岩石標準試料は世界各国に広まり、何千、何万という人々に利用され各種の分析法の精度の向上と地球化学の研究の発展に多大の貢献をしてきた。今後もこの仕事が継続的に発展していくことを願いたい。

参考文献

- A. Ando (1967): A new silicate rock standard, JG-1 issued from the Geological Survey of Japan. *Geochemical J.*, 1, 155.
- K. Govindaraju (1994): 1994 compilation working values and sample description for 383 Geostandard. *Geostandards Newsletter*, 18,1-158.
- N. Imai, S. Terashima, S. Itoh and A. Ando (1995): 1994 compilation of analytical data for minor and trace

- elements in seventeen GSJ geochemical reference samples, "Igneous rock series", *Geostandards Newsletter*, 19, 135-213.
- N. Imai, S. Terashima, S. Itoh and A. Ando (1996): 1996 compilation of analytical data on nine GSJ geochemical reference samples, "Sedimentary rock series", *Geostandards Newsletter*, 20, 165-216.
- 今井 登、寺島滋、伊東司郎、安藤 厚 (1996): 岩石標準試料、地質ニュース, 500, 67-71.
- N. Imai, S. Terashima, S. Itoh and A. Ando (1999): 1998 compilation of analytical data for five GSJ reference samples: the "instrumental analysis series", *Geostandards Newsletter*, 23, 223-250.
- 今井 登 (2000) : 標準物質—地質標準試料—. 地球化学, 34, 1-9.
- H. Kurasawa (1968): A new silicate rock standard, JB-1 issued from the Geological Survey of Japan, *Geochemical J.*, 2, 185.
- T. Okai, S. Terashima and N. Imai (2002): Collaborative analysis of GSJ geochemical reference materials: JCu-1 (Copper ore) and JZn-1 (Zinc ore). *Bunseki Kagaku*, 51, 973-977
- P.J.Potts, A.G. Tindle and P.C. Webb (1992): Geochemical reference material compositions. Whittles Publishing, London.
- 寺島滋、岡井貴司、安藤厚、伊藤司郎 (1992) : 地質調査所作製の岩石標準試料の均質性. 地質調査所月報, 41, 129-138.
- 寺島滋、今井登、氏家真澄 (1995) : 少量岩石標準試料の分析における試料の不均質に由来する分析誤差の検討. 分析化学, 44, 965-969.
- US Department of Commerce, National Oceanic and atmospheric administration (noaa) (1995): Standard and reference materials for environmental science. --Catalog lists more than 1200 reference materials from 28 producers--

環境標準試料の紹介

国立環境研究所 伊藤裕康

1. はじめに

環境標準試料は環境分析の信頼性を支える基準となる物質であるが、環境汚染問題の多様化にともない、さまざまな種類の環境標準試料が必要とされている。特に近年は、微量の汚染物質の化学種や化学形態別の正確な分析値を示すことが必要とされており、こうした分析値の信頼性を確保するために「化学形態分析のための環境標準試料」の作製と配布及び利用が必要不可欠となっている。環境分析は試料の複雑さゆえに最も標準試料を必要とする分野であり、この十数年間、大気、水質、底質、生物等、様々な標準試料が作られ、分析値の信頼性向上に大きく貢献してきた。最近では、地球環境モニタリングのための標準試料、化学形態分析のための標準試料、実試料に忠実な標準試料など、より高度な標準試料が必要とされている。

分析値の信頼性を確保するための一つの方法は、「標準分析法」を確立することである。環境分析においても、JIS 法や公定法が定められているが、いまだ十分とはいえず、汎用性を考慮するため最新の分析法が使えないという弱点がある。分析試料ごとに、測定する物質ごとに、十分な知識と経験があつて初めて標準分析法が活用できる。分析値の信頼性を確保するためのもう一つの方法は、化学分析値が定められた標準試料を「正確さの物差し」として使うことである。標準試料は、装置や実験室の設備にかかわらず、自分の目的に応じて手軽に使うことができる。また、用いた分析法や分析結果の正確さに対して客観的な評価をすることができ、分析値の信頼性を確保するうえで最も現実的な方法である。正確な分析値を得るためには、実試料と標準試料のマトリックスはできるかぎり似ていることが望ましく、特に環境分析の対象となる試料の種類は多く、形態も複雑であり、様々な分析法が用いられ、水質、底質、生物等の天然試料から調製した標準試料が必要となっている。

環境標準試料の関連を世界的にみると、1972年にNIST(アメリカ標準局：旧NBS)から、Orchard Leaves(果樹葉)とBovine Liver(子牛肝臓)が配布され、植物、動物の代表的試料として使われた。NISTでは環境を重要な分野の一つと考え、動植物に加え、水質、底質、粉塵等の標準試料を組織的に作製している。ヨーロッパでは、BCR(欧州共同体標準局)とIAEA(国際原子力機関)が環境関係の標準試料を作製している。BCRでは、イタリアのイスプラで試料調製を行ない、EC諸国の共同分析に基づいて分析値を定めている。IAEAでは、放射能測定用標準試料に加えて、元素用の試料も作製しており、国際的な共同分析を広く組織している。カナダでは、National Research Council(NRC)が海洋関係の標準試料を精力的に作っている。わが国では、国立環境研究所(NIES)が環境、生物等の環境標準試料の作製を行なっており、現在までに12種類の標準試料を国内外に配布している。NIES環境標準試料に対する需要は大きく、それ

ぞれ約 1,000 本作ったにもかかわらず、NIESNo.1 リョウブ、No.5 頭髮、No.6 ムラサキイガイは品切れとなりつつある。標準試料の作製は、高度の分析技術、試料調製のノウハウ、労働力、共同分析を必要としている。

2. NIES環境標準試料について

本研究では、化学形態分析用の NIES 環境標準試料として現在までに作製したものをリストすると表 1 のようになる。

表 1 環境標準試料 NIES CRMs STOCK
(Environmental Certified Reference Materials)

CRM No.	名称 (Label Title)	分析対象成分	量	Stock
1	リョウブ (Pepperbush)	元素	14g	40
2	池底質 (Pond sediment)	元素	20g	45
3	クロレラ (Chlorella)	元素	36g	228
4	人血清(10本セット) (Human Serum)	元素	5ml 分	351
5	頭髮 (Human Hair)	元素	2g	0
6	ムラサキイガイ (Mussel)	元素	10g	0
7	茶葉 (Tea Leaves)	元素	22g	0
8	自動車排出粒子 (Vehicle Exhaust Particulates)	元素	7g	239
9	ホンダワラ (Sargasso)	元素	10g	91
10	玄米粉末(3本セット) (Rice Flour-Unpolished)	元素(Cd等)	60g	291
11	魚肉粉末 (Fish Tissue)	有機スズ等	20g	90
12	海底質 (Marine Sediment)	有機スズ等	30g	303
13	頭髮 (Human Hair)	メチル水銀	3g	705
14	ヒジキ (Brown Alga (Hijiki))	無機ヒ素等	10g	970
15	ホタテ (Scallop)	有機ヒ素等	20g	1335
16	河川底質 (River Sediment)	P A H	15g	785
17	フライアッシュ抽出液 (Fly Ash Extract)	ダイオキシン類	1ml	618
18	人尿 (Human Urine)	有機ヒ素等	10ml 分	775
19	フライアッシュ粉末 (Fly Ash)	ダイオキシン類	10g	990
20	湖沼底質 (Lake Sediment)	ダイオキシン類	30g	868
21	土壌 (Soil)	ダイオキシン類	30g	1226
22	耳石 (Fish Otolith)	元素	3g	106
23	茶葉 (Green Tea)	元素	35g	1161



写真 環境標準試料の一覧

NIES CRM No.11「魚肉粉末」(有機スズ)、CRM No.12「海底質」(有機スズ)、CRM No.13「頭髮」(有機水銀)、CRM No.14「ヒジキ」(無機ヒ素)、CRM No.15「ホタテ貝柱」(有機ヒ素)、CRM No.16「河口域底質」(PAH)、CRM No.17「フライアッシュ抽出物」(ダイオキシン類)等である。近年は、平成8年度に NIES CRM No.17「フライアッシュ抽出物」を作製し、そこに含まれるジベンゾ-p-ジオキシン類とジベンゾフラン類の共同分析をした。また、フライアッシュからの溶出試験も含めた形の標準試料が必要との観点と厚生省・環境庁がダイオキシン類のガイドラインを発表するのに備えて、正しい分析のための基準が必要との観点から、平成9年度に粉末体試料の NIES CRM No.19「フライアッシュ」を平成10年度に NIES CRM No.20「湖沼底質」をダイオキシン類の環境標準試料として作製した。なお、形態分析を含めた保証値(認証値)決定のための測定、共同分析を行っている試料があり、全ての試料に関して公開されていないのが現状である。

3. 環境標準試料の内容と保証値について

環境標準試料の内容、取り扱い方法、保証値を以下の資料例に示す。

環境標準試料

N I E S CRM No. 8 自動車排出粒子
(VEHICLE EXHAUST PARTICULATES)

保証値、取り扱い法等について

自動車排出粒子標準試料は、大気浮遊粒子状物質の化学分析を行う際に、本試料を用いて分析値および分析方法の正確さが評価できることを目的として、研究開発された環境標準試料である。本標準試料は、高速道路トンネル内の静電集塵器に捕集された物質から調製した天然物試料であり、元素組成は自動車排出粒子の典型的なものと考えられる。自動車排出粒子標準試料は元素含有量に関する標準試料であり、16元素に対して保証値 (Certified value) および14元素に対して参考値 (Reference value) が定められている。

I. 自動車排出粒子標準試料の保証値

1. 含有量: "as received" 重量当たり。試料取り扱い法を参照すること。

元素	含有量	分析方法	元素	含有量	分析方法
少量成分			微量成分		
	重量パーセント			μ g/g	
カルシウム(Ca)	0.53 ± 0.02	a,c,e	鉛(Pb)	219 ± 9	a,c,d
アルミニウム(Al)	0.33 ± 0.02	a,c,e,g	ストロンチウム(Sr)	89 ± 3	a,c,e
ナトリウム(Na)	0.192 ± 0.008	a,b,c,e	銅(Cu)	67 ± 3	a,c,d,e
		a,b,c,e	クロム(Cr)	25.5 ± 1.5	a,c,e
カリウム(K)	0.115 ± 0.008	a,c,d,e	ニッケル(Ni)	18.5 ± 1.5	a,c,d,e
亜鉛(Zn)	0.104 ± 0.005	a,c,e	バナジウム(V)	17 ± 2	a,c,e,f
マグネシウム(Mg)	0.101 ± 0.005		アンチモン(Sb)	6.0 ± 0.4	a,c,e
			コバルト(Co)	3.3 ± 0.3	a,c,e,f
			ヒ素(As)	2.6 ± 0.2	a,c,e
			カドミウム(Cd)	1.1 ± 0.1	a,c,d,e

2. 用いた分析方法

a 原子吸光分析法、b 炎光光度分析法、c 誘導結合プラズマ発光分析法、d 同位体希釈質量分析法、e 中性子放射化分析法、f 吸光光度法、g 蛍光光度法

自動車排出粒子標準試料の保証値は、表に示した分析方法による8~18個の分析値に基づいて決定されており、各元素に対して少なくとも3種類の原理が異なった分析方法が用いられている。保証値の範囲は、すべての分析値の標準偏差の2倍および各分析方法ごとの平均値の95%信頼限界を含む範囲として決定されており、測定誤

差および分析方法間の偏りを含む。なお、表に示した保証値は1987年4月におけるものである。

II. 自動車排出粒子標準試料の参考値

元素	含有量	元素	含有量
	$\mu\text{g} / \text{g}$		$\mu\text{g} / \text{g}$
リン (P)	510	スカンジウム (Sc)	0.55
臭素 (Br)	56	トリウム (Th)	0.35
モリブデン (Mo)	6.4	セシウム (Cs)	0.24
ルビジウム (Rb)	4.6	銀 (Ag)	0.20
セリウム (Ce)	3.1	サマリウム (Sm)	0.20
セレン (Se)	1.3	ユウロピウム (Eu)	0.05
ランタン (La)	1.2	ルテチウム (Lu)	0.02

含有量：“as received” 重量当たり

III. 自動車排出粒子標準試料の取り扱い法

1. 試料の採取法

秤量前に試料ビンを約1分間良く振って、試料を十分混合すること。1回の分析に少なくとも300mgの試料を取ること。更に細かな試料が必要な場合には、メノウ乳鉢に移して粉碎すること。

本試料は、静電気によりガラス器具やテフロン器具に付着しやすいので取り扱いに注意すること。

2. 分析値の表示法

分析値を表すベースとして、受け取ったままの状態“as received”での重量を用い、試料を乾燥せずにそのまま分析に用いること。熱重量分析や国立公害研究所でのデータから“as received”ベースで十分再現性の良い分析値が得られることが示されている。使用後は内ぶたをきつく締めて、試料ビンはシリカゲルデシケータ中に保存すること。

3. 試料の溶解法

表に示した保証値と参考値は、この標準試料を全分解したときの分析値に基づいて決定されている。本試料はケイ酸物質を含むので、原子吸光法などのように試料の溶解を必要とする分析方法では、硝酸／過塩素酸／フッ化水素酸などの混酸を用いて試料を完全に溶解すること。

本試料は分解が極めて難しい試料であり、完全分解のためには過塩素酸を使って200℃付近で加熱することが必要である。また、分解液が済んだ黄色になった後にフッ化水素酸を加えると、後の処理が容易である。但し、過塩素酸を使った加熱操作にはくれぐれも注意すること。

IV. 自動車排出粒子標準試料の調製法と均質性

本標準試料の調製には、高速道路トンネルの排気装置の静電集塵器から集めた試料(約7kg)を用いた。ここでは静電集塵器が可動式の布フィルターの間に入れ

ており、道路起源（舗装材、タイヤなど）の物質は最初のフィルターでカットされて、集塵器に捕集された物質は自動車排出物質がほとんどと予想された。採取したサンプルは真っ黒で微細な粉末で容易に舞い上がり、またガソリンの刺激臭があるため、大量の試料を取り扱う場合には特に健康と爆発の危険性に注意し、出来る限り湿式での調製を行うこととした。標準試料の調製にあたっては、均質かつ取り扱いやすい試料を作るため様々な方法を検討したが、最終的に、エタノールを加えてペースト化し、乾燥して顆粒とする方法を採用した。

試料に35%エタノールを加えてペーストを作り、全量を混合、風乾した後、通風乾燥器中で60℃で5日間乾燥し、ポリエチレン袋中で細かな粉末とした後、2mmのふるいを通し混合してビン詰めをした。この段階で均質性のテストを行ったところ、均質性が十分でない元素があったので、試料の再混合を行った。ビン詰めした試料を30リットルのポリエチレン容器に戻し、アルミナボールを入れてボールミル装置上で回転させ約2時間混合した。均質化した試料は、酸洗浄したガラスビン約1000本に7gずつ充填した。

自動車排出粒子標準試料の均質性を調べるため、6本のビンランダムに選び各ビンから5試料を取って、酸分解—原子吸光法および誘導結合プラズマ発光分析法により元素含有量を求め、そのバラツキから試料の均質性を推定した。分散分析の結果、Al, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, K, Mg, Na, Ni, P, Sr, V, Znについてはビン間のバラツキに有意の差はみられず、均質であると考えられる。しかし、Fe, Mn, Tiについてはビン間のバラツキがまだ有意であった。

連絡先：〒305-8506 つくば市小野川16-2
独立行政法人 国立環境研究所
環境研究基盤技術ラボラトリー 環境標準試料
FAX：029-850-2900
e-mail: nies.crm@nies.go.jp

4. 標準試料の分析法について

環境標準試料の分析法として、元素の分析に関して紹介する。

①誘導結合プラズマ発光分析法(ICP-AES)は、多元素同時分析法として既に確立されており、研究対象となる標準試料は、組成が複雑な岩石、土壌などが多い。

②誘導結合プラズマ質量分析法(ICP-MS)の最近の進歩は目覚ましいものがあり、本法の感度や正確さの評価のために様々な標準試料が使われている。分析機器の自動化、高感度化に伴い、実試料の標準試料が更に必要となる図式が、ICP-MS関係の論文に端的に現れている。ICP-MSは多くの岩石・底質標準試料の分析、組成が複雑な大気粉じんの分析、生物試料の分析に使われている。希土類元素(REE)の分析はICP-MSの得意な分野である。また、元素の同位体比測定は、表面電離質量分析法が精度において優

れているが、最近では ICP-MS による測定例が増えてきている。

③原子吸光法(AAS)は古くから元素分析に用いられ、黒鉛炉原子吸光法(GFAAS)において、試料を懸濁液として黒鉛炉に導入するスラリーサンプリング法が盛んに研究されなど、分析例は多い。また、多元素同時原子吸光法は、本法が生き残る一つの方
向であり、複数の中空陰極ランプを用いた市販の装置が利用できるようになった。

④環境・生物試料中の微量元素の化学形態(化学種)分析は、とみに重要性を増して
きた。今までの元素の全量に関する標準試料に加えて、最近、化学形態用の標準試料
が配布されるようになったのは、GC-MS、LC-MS、LC-ICP-MS などの進歩によるところ
が大きい。

⑤中性子放射化分析法は、質量分析や分光分析とは原理が異なった分析法として、
標準試料の保証値決定に不可欠である。機器中性子放射化分析法(INAA)による一連
の NIES 標準試料の分析は、資料例にもあるように、古くから正確な分析法として寄
与している。

5. 化学形態、有機化合物用の標準試料

当研究所の環境分析用の標準試料は、元素の全量分析から出発した。元素の必須性
や毒性はその結合状態と密接に関係しており、全量のみでの測定ではこうした情報が得
られない。有機化合物についても、ダイオキシンの例のごとく化学物質による環境汚
染が最近の主要な問題となってきた。こうした社会的要求を考慮して、各機関とも化
学形態や有機化合物の分析へと研究の重点を移しつつある。

標準試料と分析法は車の両輪のような関係があつて、標準試料を使って分析法の信頼
性を確かめることができるし、信頼できる分析法が確立されて初めて標準試料の作製
が可能となる。化学形態、有機化合物用の標準試料はいずれも分離・定量操作を必要
とするため、両者を結合したいわゆるハイフンメソッドの開発が必要であつた。分離
手段としてのガスクロマトグラフィー、高速液体クロマトグラフィー、測定手段とし
ての質量分析法、ICP/MS のめざましい進歩により、こうした複雑な化合物の分析が可
能となってきた。

標準試料は最終的には均質な試料とするため、試料の粉碎、ふるい分け、混合など
の操作を必要とし、次第に原料とは異なり、またコンタミネーションが避けられない。
できあがった製品がなるべく原料と異ならないよう、生物試料自体の意味を失わない
よう、調製法や容器に細心の注意が払われている。

6. 標準試料とスペシメンバンキング

スペシメンバンク(試料保存庫)は、現在ある様々な環境試料を長期間(10 ~ 100 年)
保存し、将来新たな環境問題が生じたときにこのサンプルを取り出して昔の環境中と
比較し、また、新しい分析法が開発されたときにこの試料を用いて過去のデータを
得ることができるように意図されたものである。国立環境研究所では-20℃の冷凍室等

を中心として、多数の水、底質、大気粉塵、生物試料を保存している。

スペシメンバンクでは試料を長期間、変化させることなく保存することが必要であり、試料の保存性を経年的にチェックするうえで、含有量既知の標準試料は大変有用である。標準試料そのものも長期間の安定性を要求されるので、特に変化を受けやすい試料については低温での保存実験が行なわれている。アメリカと西ドイツでは国がこの事業を積極的に推進している。スペシメンバンキングは、われわれの子孫のために国立研究所に課せられた一つの仕事であろう。

7. 標準試料国際協力の必要性

標準試料は、国内および国際的な商取引の公正化、円滑化を図るために作られたものであり、標準化および標準試料自体極めて国際的なものである。最近は、環境の分野でも国際協力が盛んに進められており、環境、生物標準試料に関する国際会議やシンポジウムが、頻繁に開催されている。

標準試料に関する情報を集約するため ISO によるカタログの作成、COMAR などのデータベースの作成が行なわれている。また、中国、フィンランド、西ドイツ等でも環境、食品の標準試料を作り始め、共同分析などの国際協力を必要としている。標準化を業務とする NIST においてすら経済的、技術的限界があつて多様化する要求に応えきれず、国際的な分業を必要としている。

すでに述べたように、標準試料の作成には高度な分析技術、調製法のノウハウ、労働力、共同分析、多額の費用を要し、どの要素が欠けても作製は不可能になる。現実には、標準試料を作製しているどの機関も様々な困難に直面している。標準試料の作製には様々な角度からの国際協力が不可欠であり、標準化という科学技術の根幹にかかわる分野こそ、特にわが国の積極的な取り組みが必要とされている。

8. おわりに

環境標準試料は化学分析の多くの分野で使われており、ここでは数多い応用例の中から元素分析に関するものを紹介した。標準試料が最も多く使われているのは、環境分析のみならず、生産現場や臨床検査等の工程管理、精度管理用である。最近ではより高度な標準試料(化学形態、局所分析、表面分析等)が要求されており、分析技術の開発の最先端では、適切な標準試料が入手できるかどうか大きなカギとなっている。特に、長期間にわたる環境モニタリングでは、意味あるデータを得るためには分析値の信頼性を確保することが不可欠であり、このために多種類の標準試料が使われており、標準試料はいわば縁の下の力持ちの役割を果たしている。

標準試料の用途は極めて広いので、引き続き標準試料の作製と分析(有機化合物分析等)に関する研究を進めて行きたい。

標準試料に関する情報は、作製機関の刊行物、データ情報センター、各機関のホームページから最新の情報を知ることができるので、参照して頂ければと思う。

(社) 日本分析化学会の標準物質

武蔵工業大学 工学部環境エネルギー工学科
平井昭司

1. はじめに

(社) 日本分析化学会は、1993年に標準物質委員会を開設して始めてLSI用高純度二酸化ケイ素標準物質の作製を行い、その後今日まで十種類近くの標準物質を次々と開発してきている。その間本学会の標準物質の開発等に小生が何らかの形で関わってきたので、本稿の紹介記事を執筆させていただくこととする。

標準物質の定義 (ISO Guide 30 (JIS Q 0030)) あるいは標準物質の値付け (ISO Guide 35 (JIS Q 0035-1997)) 等の標準物質に求められる要求事項は、ISO Guide 30シリーズにいろいろ述べられている。このうち標準物質の値付けの方法は、(1) 単一の実験室における単一の基準分析法 (definitive method) による場合、(2) 単一の実験室での複数の参照分析法 (reference method) による場合、(3) 資格のある試験室間での立証された正確さをもつ一つ以上の方法を用いた共同分析による場合、の三種類が規定されている。わが国における標準物質の作製の多くは、第三の場合が選択され、開発されてきた。特に、本学会で標準物質を作製するとなると、第一の場合と第二の場合とも単一の実験室と制限されているので、この方法での作製は非常に困難となり、第三の場合が必然と選択されるとともに、本学会にはあらゆる分析法に長けた会員を有することから第三の方法により種々の標準物質を開発してきた。

しかしながら、あらゆる標準物質の開発を手がけるのではなく、国内の学会・協会・研究所等から従来から頒布されている標準物質には競合しないようにその隙間を埋めるように開発を行ってきた。本稿においては、放射化分析に利用可能な微量元素が認証されている標準物質を取り上げ、認証値及び参考値等を紹介する。なお、標準物質に関する文献は多数あるが、成書として「標準物質」(久保田正明編: 化学工業日報社、1998年) および「改訂5版 分析化学便覧」(日本分析化学会編: 丸善、2001) が出版されているので、詳細を知りたいときは参考にするとうい。また、一部の標準物質については、報告書あるいは文献があるので参考に示した。

2. LSI用高純度二酸化ケイ素標準物質 (JAC-0011、-0012、-0013)

2.1 使用目的および価格

本標準物質は、LSI用二酸化ケイ素中の極低レベルのウラン(U)及びトリウム(Th)含有率の定量方法や分析機器の検定並びに定量値の評価に使用するために開発されたものである。この標準物質にはU及びTh含有率が3水準(10、1、0.1 ng/g)用意され、3水準1セットで頒布されている。各水準の容量は、1びんに75gが充填されている。

価格は、会員(団体会員を含む)で1セット15万円、会員外で1セット20万円で

ある。

2. 2 標準物質の概要

高純度非晶質二酸化ケイ素粒子を各水準濃度のU及びTh溶液に浸漬し、含浸処理を行い、その後加熱・焼成を行い、平均粒径：90 μ mの粉末状の試料とした。共同分析は17機関が参加して、中性子放射化分析法、誘導結合プラズマ質量分析法、フィッシュョントラック法により認証値の決定がなされた。

2. 3 認証値

JAC No.	ウラン含有率 (ng/g)	トリウム含有率 (ng/g)
JAC-0011	9.4 \pm 0.4	8.7 \pm 0.9
JAC-0012	1.0 \pm 0.1	0.85 \pm 0.14
JAC-0013	0.12 \pm 0.02	0.21 \pm 0.02

3. LSI用高純度アルミニウム標準物質 (JAC-0021、-0022、-0023)

3. 1 使用目的および価格

本標準物質は、LSI用高純度アルミニウム中の極低レベルのウラン(U)及びトリウム(Th)含有率の定量方法や分析機器の検定並びに定量値の評価に使用するために開発されたものである。この標準物質にはU及びTh含有率が3水準(10、1、0.1 ng/g)用意され、3水準1セットで頒布されている。また、形状も切り粉、ピン及びブロックの3種類が用意されている。各水準の内容量は、各水準とも、切り粉(K)30g、ピン(P)2本(2.8 mm ϕ ×20 mm/本)、ブロック(B)1個(25 mm×25 mm×15 mm)である。

価格は、会員(団体会員を含む)で1セット15万円、会員外で1セット20万円である。

3. 2 標準物質の概要

99.995%(-0021、-0022)及び99.9999%(-0023)の高純度アルミニウムを融解し、円筒状鋳塊(150~200mm ϕ)に鋳造した後、均質化を行い、その一部を本標準物質とした。円筒状鋳塊を厚さ約35mm毎に切断し、各円板の表皮を除いた部分から切り粉、ピン及びブロックを切り取った。共同分析は18機関が参加して、中性子放射化分析法、誘導結合プラズマ質量分析法により認証値の決定がなされた。

3. 3 認証値

JAC No.	ウラン含有率 (ng/g)	トリウム含有率 (ng/g)
JAC-0021 (K, P, B)	5.5 ± 0.8	9.8 ± 1.7
JAC-0022 (K, P, B)	1.0 ± 0.1	1.7 ± 0.4
JAC-0023 (K, P, B)	0.10 ± 0.01	0.086 ± 0.037

3. 4 文献

- * 鈴木章悟、岡田往子、平井昭司：「機器中性子放射化分析法による高純度アルミニウム標準物質の多元素定量」分析化学、Vol. 52 pp. 325-329 (2003)

4. 河川水標準物質 (JAC-0031 (無添加)、-0032 (添加))

4. 1 使用目的および価格

本標準物質は、陸水中の環境基準項目及び水道基準項目の中で、鉛(Pb)、クロム(Cr)、カドミウム(Cd)、セレン(Se)、ヒ素(As)、銅(Cu)、鉄(Fe)、マンガン(Mn)、亜鉛(Zn)、ホウ素(B)、アルミニウム(Al)、ニッケル(Ni)を測定する際に用いる標準物質である。同時に、カリウム(K)、ナトリウム(Na)、マグネシウム(Mg)、カルシウム(Ca)の定量に利用できる。本標準物質は、ppbレベルでの基準項目元素の測定において、分析値の正確さの確証、分析機器の校正、分析精度管理などに使用するものである。本標準物質は、「無添加」(JAC-0031)と「添加」(JAC-0032)の2本の試料で1セット(各500g)となっており、添加試料では基準項目の各元素が基準値からその1/10の濃度となるように添加されている。

価格は、会員(団体会員を含む)で1セット6万円、会員外で1セット9万円である。

4. 2 標準物質の概要

道志川系(神奈川県)の河川水を原水として、0.45 μ mのフィルターでろ過しながら採取し、高純度硝酸を約0.1Mとなるように添加した。その後、クリーンルーム内で0.2 μ mのフィルターを用いて、さらに精密ろ過し、無添加試料はテフロン製細口ビン(500mL)に500gずつ充填した。添加試料は環境基準値及び水道基準値を考慮し、以下の元素の高純度金属(塩)を添加し、テフロン製細口ビン(500mL)に500gずつ充填した。

共同分析は33機関が参加して、中性子放射化分析法、誘導結合プラズマ質量分析法、原子吸光法、蛍光光度法、発光光度法、炎光光度法により認証値の決定がなされた。

4. 3 認証値

元 素	JAC-0031 (無添加)		JAC-0032 (添加)	
	認証値	分析法	認証値	分析法
Pb ($\mu\text{g/L}$)	0.026 \pm	①②	9.9 ± 0.2	①②③④
Cr (")	0.003	①④	10.1 ± 0.2	①③④
Cd (")	0.14 ± 0.02	①	1.00 ± 0.02	①③④
Se (")	(0.003)	①⑤⑧	5.2 ± 0.3	①④⑤⑧
As (")	(0.1)	①④⑤⑧	5.5 ± 0.3	①④⑤
Cu (")	0.28 ± 0.04	①②③④	10.5 ± 0.2	①③④
Fe (")	0.88 ± 0.03	①③④	57 ± 2	①③④
Mn (")	6.9 ± 0.5	①③④	5.4 ± 0.1	①③④
Zn (")	0.46 ± 0.02	①②③④⑧	11.3 ± 0.4	①③④
B (")	0.79 ± 0.05	①③	59 ± 2	①③
Al (")	9.1 ± 0.5	①③④⑨	61 ± 2	①③④⑨
Ni (")	13.4 ± 0.7		10.2 ± 0.3	①③④
K (mg/L)	0.68 ± 0.02	①③⑥⑦⑧	0.67 ± 0.01	①③⑥
Na (")	4.2 ± 0.1	①③⑥⑦	4.5 ± 0.1	①③⑥⑦
Mg (")	2.83 ± 0.06	①③⑥⑧	2.86 ± 0.04	①③⑥
Ca (")	12.5 ± 0.2	①③⑥⑧	12.5 ± 0.2	①③⑥

() 内の数値は参照値

分析法：①ICP質量分析法 ②同位体希釈/ICP質量分析法 ③ICP発光分析法 ④電気加熱原子吸光法 ⑤水素化物発生原子吸光法 ⑥フレイム原子吸光法 ⑦炎光度法 ⑧中性子放射化分析法 ⑨蛍光光度法

4. 4 文献

- * 鈴木章悟、岡田往子、平井昭司：「凍結乾燥濃縮/機器中性子放射化分析法による河川水標準物質中の微量元素の定量」分析化学、Vol.46, pp.223-227 (1997)
- * 伊藤彰英、岩田浩介、紀 杉、藪谷智規、木全千泉、猿渡英之、原口紘き：「キレート樹脂濃縮法を併用した誘導結合プラズマ質量分析法及び誘導結合プラズマ発光分析法による河川水標準物質中の微量元素の多元素定量」分析化学、Vol.47, pp.109-117 (1998)

5. 金属成分分析用土壌標準物質 (JSAC 0401 (褐色森林土)、JSAC 0411 (火山灰土壌))

5. 1 使用目的および価格

本標準物質は褐色森林土 (JSAC 0401) 及び火山灰土壌 (JSAC 0411) に含まれるカドミウム (Cd)、鉛 (Pb)、クロム (Cr)、砒素 (As)、セレン (Se)、ベリリウム (Be)、銅 (Cu)、亜鉛 (Zn)、ニッケル (Ni)、マンガン (Mn) 及びバナジウム (V) の 11 金属元素の含有率及び環境庁告示に基づく溶出試験方法による溶出濃度が認証されている。環境分析や農業関係分析のために使用できる。なお、森林土 (JSAC 0401) には、カドミウム、鉛、銅、ニッケル、砒素、クロム及びベリリウムの 7 元素の塩類が添加され、作製されている。両標準物質とも 106 μm 篩目通過の粉体で、それぞれ 50g 入りガラス瓶に充填され、1 セット 2 本で頒布されている。

価格は、会員（団体会員を含む）で1セット5万円、会員外で1セット7.5万円である。

5.2 標準物質の概要

褐色森林土（JSAC 0401）は、福岡県北九州市の山林で採取し、異物の除去と簡単な水洗の後、乾燥を行った。その後、ポットミルで粉碎し、網目106 μ mで篩分けを行った。この試料にCd, Pb, Cu, Ni, As, Cr及びBeの塩の希薄混合溶液を土壌1kg当り溶液200mLの割合で加え、再び乾燥し、アルミナボールミルで粉碎し、106 μ mで篩分けを行った。その後、羽根攪拌式ミキサーにより均質に混合した。さらに保管中の微生物による成分変化を防止するため、 γ 線照射による滅菌を施した。

火山灰土壌（JSAC 0411）は東北大学農学部附属農場（宮城県）の向山頂上付近で採取した。採取土壌は異物の除去したのち、乾燥し、ポットミルで粉碎し、網目106 μ mで篩分けをした。その後、羽根攪拌式ミキサーにより均質に混合した。

共同分析は26機関が参加して、中性子放射化分析法、誘導結合プラズマ質量分析法、誘導結合プラズマ発光分光法、原子吸光法、蛍光光度法、光量子放射化分析法、即発 γ 線法、吸光光度法により認証値の決定がなされた。

5.3 認証値

溶出元素濃度も認証されているが、本稿では不要と思われるので、金属元素成分の認証値のみを示す。

JSAC 00401 (褐色森林土)		JSAC 00411 (火山灰土壌)	
	含有率 mg/kg 乾土		含有率 mg/kg 乾土
Cd	4.25 \pm 0.41	Cd	0.274 \pm 0.023
Pb	26 \pm 4	Pb	18.9 \pm 2.6
Cr*	50.4 \pm 5.1	Cr*	23.5 \pm 1.8
As	10.62 \pm 0.65	As	11.3 \pm 0.5
Se	0.27 \pm 0.05	Se	1.32 \pm 0.27
Be	5.28 \pm 0.35	Be	1.04 \pm 0.23
Cu	15.3 \pm 1.3	Cu	26.7 \pm 1.1
Zn	66.8 \pm 2.7	Zn	64.6 \pm 2.0
Ni	18.9 \pm 1.3	Ni	11 \pm 1
Mn	266 \pm 9	Mn	943 \pm 28
V	65.0 \pm 2.6	V	68.6 \pm 3.5

(Cr は Cr⁶⁺) (Cr は Cr⁶⁺)

5. 4 文献

- * 金属成分分析用土壌標準物質開発成果報告書 (3000 円：学会から頒布)
- * 山崎慎一、平井昭司、西川雅高、高田芳矩、鶴田 暁、柿田和俊、小野昭紘、坂田 衛：「金属成分分析用土壌標準物質の開発」分析化学、Vol. 51, pp. 269-279 (2002)
- * 岡田往子、平井昭司：「中性子放射化分析法による金属成分分析用土壌標準物質中の他元素定量」分析化学、Vol. 50, pp. 879-883 (2001)

6. その他の標準物質

(社) 日本分析化学会は、上記の金属成分以外の標準物質としてダイオキシン類、農薬成分、PCB 同族体分析用の標準物質を開発し、頒布している。関心ある方は、本学会のホームページ <http://wwwsoc.nii.ac.jp/jsac/srm.html> を見るとよい。

放射性降下物標準試料の調製を通じた⁹⁰Sr、¹³⁷Cs、プルトニウムなどの人工放射性核種分析の相互比較と参照値の決定

気象研究所 地球化学研究部 五十嵐康人、広瀬勝己

1. はじめに

1980年以降大気圏内核実験はなく、また、1986年のチェルノブイリ事故以降大規模事故は発生していないため、人工放射能の降下量（降水、降下塵として地表に降る量）は漸次減少して、1990年代になると、検出限界近くのほぼ一定の水準で推移している（Igarashi et al., 1996; 2002; 2003; Hirose et al., 2003）。しかし、潜在的な重大事故の可能性や社会的な要請の点から鑑みて、なお観測体制の維持と充実が必要である。その中味のひとつとして、放射能水準が極めて低いことから、データの信頼性を確保するうえで、分析に於ける品質管理の必要性がさらに増してきている。特に、γ線を放出しないプルトニウムなどα放射体や、β放射体の核種分析では、煩雑な放射化学分離が要求される。環境分析一般において実際的なアプローチとして採用されているのは、いわゆる標準試料（reference material）の分析によるデータ信頼性の確保である。分析法の検討や分析法の変更に伴うデータの確からしさの確認には、必ず標準試料の分析が行われる。市販品などが存在すれば、それを購入し対応できるが、我が国ではこれまで、環境放射能分析用の標準試料はほとんど調製されてこなかった。ここで述べる大気降下物試料についても、90年代初期に調べたところ標準試料は存在しなかった。そこで、わたしたちは、この世界的にも類を見ない、大気降下物標準試料の調製を行うことにした（Otsuji-Hatori et al., 1996）。

2. 方法の概要

日本各地14地点で1963-79年に実際に捕集され、当研究部で長年にわたって保管されてきた降下物を用いて、標準試料を調製することにした。目でみて判別できる明らかな植物破片や石を取り除き、これら数千個の保管試料から、約1/3ずつの分量を分取して合併試料とした。試料を電熱乾燥器を用いて110℃で乾燥してから、磁製ボールミルで粉碎混合した上、ステンレス製2分器で分割混合操作を繰り返した。150メッシュの篩で粒度が充分小さいことを確認した上で、この試料を2分器で16バッチに分割した。さらに各バッチから約4gずつを分取し、全体で約4kgの試料から合計で約1000本の試料を、きれいに酸洗浄したガラスビンに詰め、標準試料を調製した。気象研で16バッチから各1本ずつを取り出して¹³⁷Csを測定し、均一性を確認した後、推奨値を得るために関係各機関にお願いして、いわゆる相互比較（intercomparison）を実施した。この比較には、米国の1機関を含む16機関の参加が得られた。関係機関には、乱数によってランダムに選んだ5本を1つの組とした試料を配布した。分析には1本全量を使用し、5つのデータを取得するように推奨した。

3. 結果

図1に調製した試料の採取地点別重量組成を示す。1979年まで、気象研は東京の高

円寺にあったため、気象研の試料は、東京の降下物と類似の組成と思われる。そのため、東京だけで全重量の2割を占め、札幌、仙台、秋田、水戸を併せると、東・東北日本で採取された降下物が70%ほどの重量を占める。1977年には、火山の噴火があった模様で（未確認）、札幌の試料重量が多い。従って、降下物としては東日本の成分に偏っている。降下物には、日本表土由来ダスト、風送ダスト、さらに産業活動由来のダスト、火山灰、海塩、すす、農業活動、自然の植物由来成分などが含まれている。XRFにより測定した降下物標準試料の主要無機元素組成を表1に示す。このうちのいくらかは水溶性成分（主として海塩と考えられる）だが、量的には少ないであろう。組成の特徴が興味深いものなのか、どうか地質関係者のご意見を伺いたい。ところで、イオウが若干含まれる（約2%）ことは特徴的かもしれない。これは、1960年代から硫酸を含む酸性物質が降下していたということだけではなく、海塩に硫酸イオンが含まれること、雲核、凝結核として機能するエアロゾルが自然起源も含めて硫酸エアロゾルであることも原因と思われる。

表2に気象研を含む各機関よりこれまでに得た報告値を示す。特に、 ^{137}Cs の濃度につき報告が多く行なわれた。各機関の報告値は極めて良い一致を見ており（図2）、参加各機関が半導体検出器を用いた γ 放射体の分析については、高レベルの技術水準を持つことが示された。ただし、一機関だけ化学分離- β 線測定を採用していたが、その他の測定とも良く一致していた。このことはまた、本試料が標準試料として用い得る程度に均一であることを示しており、 ^{137}Cs 参照値を設定できた。これに対して、 ^{90}Sr 、 Pu 同位体についての報告は特定の機関に限定された。 ^{90}Sr 、 Pu 同位体の分析可能な機関に限られることは、現在の日本における放射能分析での問題点であり、注意を喚起したい。従って、 ^{90}Sr 、 Pu 同位体の参照値の設定までに至っていない。一番の目的はこの点であったので、非常に残念ではある。しかしながら、わたしたちの分析値が他機関と大きくはずれないことを確認できたので、収穫であった。ついでながら言えば、わたしたち気象研の ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、プルトニウムなどの分析データの信頼性を標準物質の形態で一定程度、担保できたものと考えている。現在は、この標準試料をルーチンの分析において活用し、データの品質管理に使用している。これまでのところ、およそ半数の500本程度を相互比較とこれらの品質管理に使用・消費した。

4. まとめ

分析データを提供していただいた関係各機関と研究者のみなさまに深く感謝の意を表す。なお、本試料は、現状でも500本ほどの本数が残留しているので、希望者には無償提供している。放射能分析以外にも活用方法があれば、幸いである。

参考文献

- Igarashi, Y., Otsuji-Hatori, M. and Hirose, K., 1996, Recent deposition of ^{90}Sr and ^{137}Cs observed in Tsukuba. *J. Environ. Radioactivity*, **31**, 157-169.
- Igarashi, Y., 2002, Approaches for dust transport by using resuspension of ^{90}Sr and ^{137}Cs . *J. Aerosol Research, Japan*, **10**, 252-258 (in Japanese).
- Igarashi, Y., Aoyama, M., Hirose, K., Miyao, T., Nemoto, K., Tomita, M. and Fujikawa,

T. ,2003, Resuspension: decadal monitoring time series of the anthropogenic radioactivity deposition in Japan. J. Radiat. Res. (in press).

Hirose, K., Igarashi, Y., Aoyama, M., Kim, C.-K., Kim, C.-S. and Chang, B.-W. ,2003, Recent trends of plutonium fallout observed in Japan: plutonium as a proxy for desertification. J. Environ. Monit., 5, 302-307.

Ostuji-Hatori, M., Igarashi, Y. and Hirose, K. ,1996, Preparation of a reference fallout material for the radioactivity measurement. J. Environ. Radioactivity, 31,143-155.

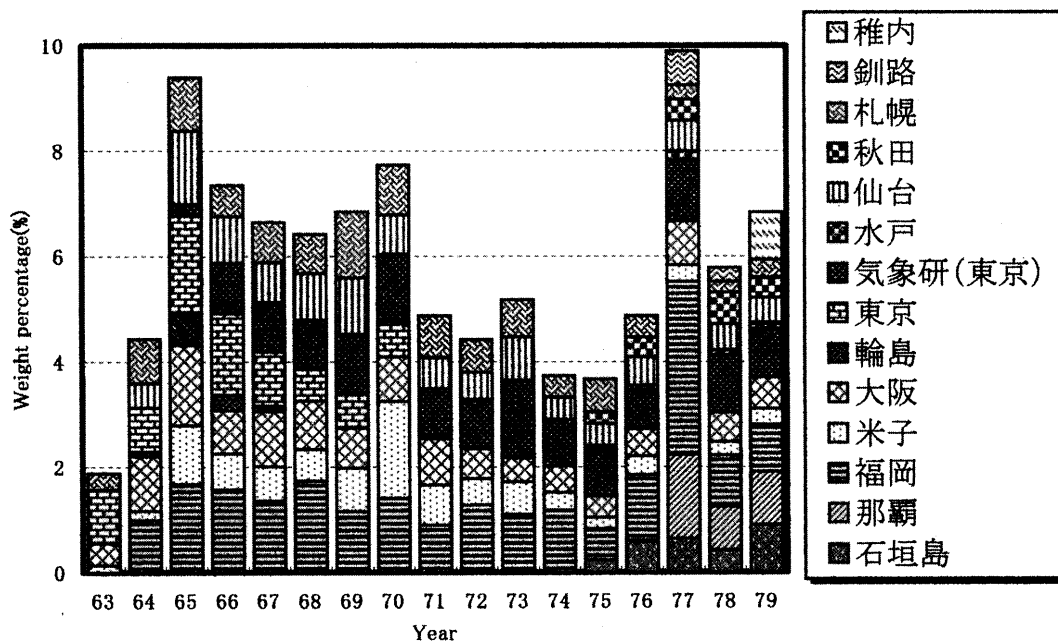


図1 気象研究所降下物標準試料の重量組成 (採取地点)

表1 気象研究所降下物標準試料の無機元素成分組成

Component	Weight percent
SiO ₂	52.63
TiO ₂	0.61
Al ₂ O ₃	11.76
Fe ₂ O ₃	6.56
MnO	0.13
MgO	3.45
CaO	12.22
Na ₂ O	7.27
K ₂ O	1.55
P ₂ O ₅	0.27
S	about 2

表2 各機関による降下物標準試料の放射能分析値

機関	試料数	Cs-137		Sr-90		Pu-239,240		Pu-238	Pb-210	Ra-226
A	5	298 ± 3	3	186 ± 3	3	6.32 ± 0.10		0.25 ± 0.03		
B	5	304 ± 11	11							
C	5	328 ± 11	11							
D	5	314 ± 6	6							
E	5	342 ± 11	11	248 ± 7	7	7.23 ± 0.54		0.40 ± 0.08		
F	5	314 ± 9	9							
G	5					6.41 ± 0.15		0.27 ± 0.01		
H	5	290 ± 9	9							
I	4*	305 ± 3	3						661 ± 15	15.3 ± 2.1
Ja	5	319 ± 5.5	5.5							
Jb	5	305 ± 11	11							
K	5	293 ± 12	12							
L	5	308 ± 11	11	186 ± 21	21	6.50 ± 0.7		0.3 ± 0.05		714 ± 64
M	5	332 ± 5	5	213 ± 17	17					
気象研	5 (16)#	309 ± 6	6	198 ± 8	8	6.49 ± 0.30		0.14 ± 0.08		
Average		312 ± 15	15	206 ± 26	26	6.59 ± 0.4		0.27 ± 0.1		688 ± 26
										15 ± 2

誤差は、データセットに対する不偏標準偏差を表わす。

* 1 試料破損、Ra-226 については、1 試料が検出限界以下。

#括弧内の数字は、Cs-137 についての試料数。

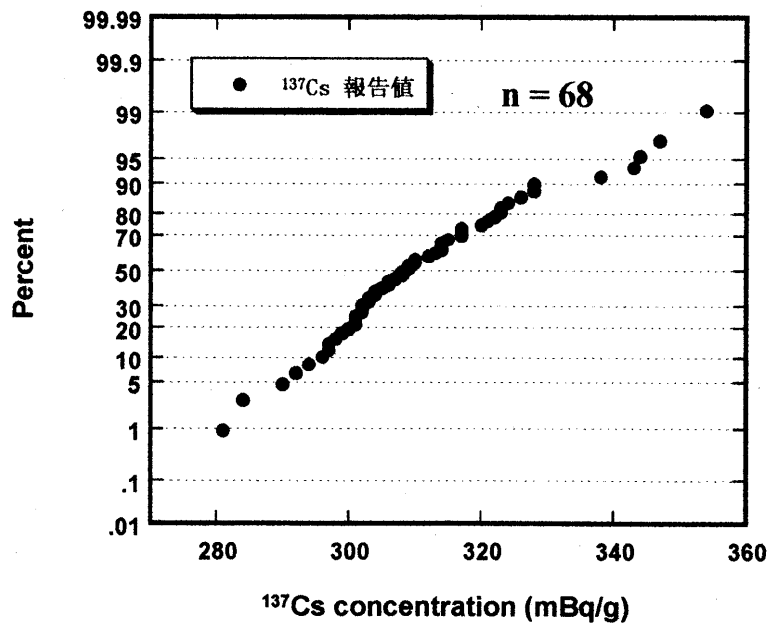


図2 各機関による ¹³⁷Cs 分析値の分布 (正規分布プロット)

研究紹介

原研炉における Cd wrap を用いた熱外中性子放射化分析

上智大学理工学部化学科 木川田 喜一

1. はじめに

ナトリウムを比較的多く含む試料に対して中性子放射化分析を適用しようとした場合、生成する ^{24}Na の γ 線がきわめて強いいため、定量目的元素の種類や存在量によっては目的核種の γ 線ピークが十分得られないという事態が生じる。このような場合の解決策のひとつは化学処理によりナトリウムそのものを除去することであるが、化学処理が(コスト的, 労力的, 時間上の制約を含めて)困難な試料の場合、熱外中性子放射化分析(epithermal neutron activation analysis; ENAA)が効果的な場合がある。ヒ素の定量における ENAA の有効性はよく知られるところであるが^{1,2)}, 筆者は長らく岩石・鉱物, 温泉水試料中のランタノイドならびにアクチノイドを研究対象としてきたことから, ここでは主としてランタノイドの定量における ENAA の有効性について紹介させて頂きたいと思う。近年におけるランタノイドの定量の主役の座は ICP-MS に奪われつつあるが, 化学処理を必要としない非破壊分析が行える放射化分析の利点が失われたわけではなく, 引き続きランタノイド定量法の一つとして重要な位置を占めるものであると認識している。

筆者の属する上智大学理工学部化学科無機化学講座と武蔵工業大学原子力研究所原子力環境工学研究室のグループでは, 武蔵工大炉ならびに立教炉においてカドミウムフィルターを用いた ENAA によるランタノイドおよび Th, U の定量方法を検討し³⁻⁵⁾, 通常の中性子を主体とした放射化分析(thermal neutron activation analysis; TNAA)と組み合わせて種々の地球化学的試料を取り扱ってきた。両炉の運転休止に伴い利用施設を原研炉に変更したが, 原研炉において照射条件等の再検討を行い, 現在では従来と同様に ENAA をルーチンで行っている。本稿ではその照射手順の実際についても紹介させて頂き, これから新たに ENAA を試みたいと思われる方にも, 従来武蔵工大・立教炉において ENAA を行っていたが原研炉では未経験という方にも参考にして頂ければと思う次第である。

2. 原研炉における ENAA の実際

筆者が ENAA に利用しているのは JRR-4 である。したがってここに示すのは JRR-4 における実施例である。カドミウムの照射は炉の制御上の問題と, 照射中の試

料発熱の問題により様々な制限が加わる. このため ENAA の実施に際しては事前に十分な打ち合わせを行うことが必須である.

2.1. JRR-4 気送管における ENAA

JRR-4 の気送管にはカドミウムシャッターが備えられており, 必要に応じて照射位置を筒状のカドミウムで覆うことが可能である. この場合, ユーザー側で ENAA を行う上での特段の準備は必要ない. ただし, JRR-4 の気送管用の小さなキャプセルでは試料サイズや同時照射試料数が限られ, 照射時間にも制限があること, また終日気送管を占有利用することになるため照射日程の自由度が格段に少ない等, その利用がきわめて限定されるのが難点である. 筆者もカドミウムシャッターを利用した照射は数回のテスト照射を行った程度であり, 残念ながらその有効性を議論できるほどの十分なデータを有していない.

2.2. JRR-4 S, D パイプにおける ENAA

筆者がルーチンで ENAA を行う際に利用する照射設備は S または D パイプである. 立教炉のようにカドミウムのインナーキャプセルは用意されていないので, ユーザー各自で用意したカドミウムにより照射試料を包み, これをまるごと通常規格の PEN キャプセルに入れて照射を行うことになる. S パイプで照射可能なカドミウムの質量は 20 g に制限されている. 約 15 mm 角のポリエチレンバッグを二重シームしたものを照射試料とする場合, 厚さが 0.5 mm のカドミウム箔を用意し, これを直方体の展開図に倣って切断したもので折りたたむように試料全面を包むと, 20 g 未満のカドミウムでキャプセル内に試料を 2 段に重ねた大きさ (Short キャプセルに丁度収まるサイズ) まで十分対応できる. この時, ポリエチレンバッグ試料は各段に約 30 個, 合計で 60 個程度を同時照射することが可能である. なお, 試料を包んだカドミウム全体をさらにポリエチレンでシームしてからキャプセル封入する必要がある. S パイプ以外の照射設備には, それぞれの設備ごとにカドミウムの質量に対する制限が定められている. D パイプのカドミウム制限量は S パイプより大きいので, S パイプ用に準備した照射試料一式は, 何らかの都合で利用照射設備が急遽変更になった場合でもそのまま D パイプでの照射に移行できるため, カドミウム量を常に 20 g 未満に抑えるようにすると都合がよい.

S, D パイプを用いて ENAA を行う場合, 最も問題となるのはカドミウムの照射が発熱を伴うことである. 定格出力運転 (3.5 MW) で 20 分を越える照射を行った場合, 経験上ほぼ間違いなく隣り合って密着した試料 (ポリエチレンバッグ) 同士が融着してしまう. したがって 15 分照射が限度と考えるべきである. また, 照射時間が短い場合にも試料を PEN フィルム等で挟み込むなどの安全策が求められる. 一方, 低出力 (100 kW, 350 kW) 運転の照射では 6 時間の照射でもポリエチレンの融着を経験したことがなく, 筆者は ENAA の照射を専ら低出力運転日に行っている.

3. 原研炉を利用した ENAA 実施例

3.1. 350 kW での 6 時間照射

ここでは非破壊の岩石試料について JRR-4 の S パイプで 350 kW 運転下 6 時間照射した ENAA および T パイプで定格出力運転下 20 分照射した通常の熱中性子放射化分析(TNAA)を比較した結果を挙げる. 照射条件等の概要は表 1 に示した. 図 1a および図 1b には GSJ の標準岩石 JA-3 のそれぞれ ENAA ならびに TNAA による一週間冷却後の MCA スペクトルを, 図 2a および図 2b は同じく一ヶ月冷却後の MCA スペクトルを示す.

表1 ENAAならびにTNAAの照射・測定条件

		ENAA	TNAA
照射条件	中性子源	JRR-4	JRR-4
	運転出力	350 kW (低出力運転)	3.5 MW (定格出力)
	照射設備	Sパイプ	TBパイプ
	照射時間	6時間	20分
照射試料	試料	非破壊岩石試料粉末 約 50 mg	非破壊岩石試料粉末 約 30 mg
	標準試料	比較法:原子吸光用標準液をろ紙に滴下して乾燥	比較法:原子吸光用標準液をろ紙に滴下して乾燥
	キャプセル封入	ポリエチレンシーム封入した後, さらにカドミウムフォイルで包んでポリエチレンシーム	ポリエチレンシーム封入
測定条件 (1回目)	冷却時間	1週間	1週間
	測定時間	3,600~10,000 秒	3,600~7,200 秒
測定条件 (2回目)	冷却時間	2週間	2週間
	測定時間	3,600~10,000 秒	3,600~7,200 秒
測定条件 (3回目)	冷却時間	1ヶ月	1ヶ月
	測定時間	10,000~30,000 秒	10,000~30,000 秒
MCA		4096 チャンネル, 0.5 keV / ch	4096 チャンネル, 0.5 keV / ch

3.1.1. 中寿命核種の定量

一週間冷却のスペクトル(図 1a, 1b)からは ENAA, TNAA の何れにおいても明瞭な ^{24}Na のピークが見られるが, 明らかに ENAA の場合の方がその強度は小さくなり, バックグラウンドレベルも大きく下がっていることが分かる. またそれに伴い, TNAA では観測されなかった, あるいは不明瞭であったいくつかのピークが ENAA では明瞭に認められるようになっている. 例えば ^{76}As , ^{82}Br , ^{122}Sb 等のピークが明瞭に観測されようになっているが, ここではランタノイドならびにアクチノイドに着目する. 図 3 は図 1 のスペクトルの 400~600 チャンネルを拡大したものであるが, TNAA では認め

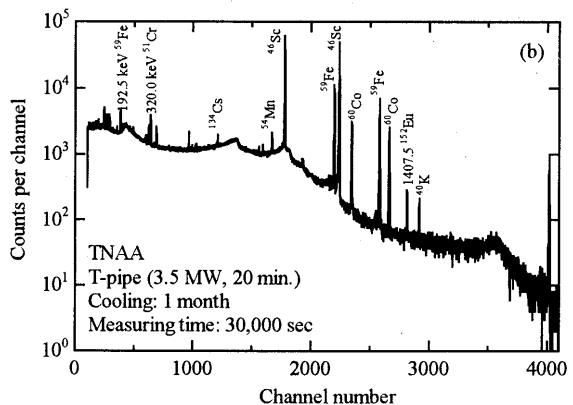
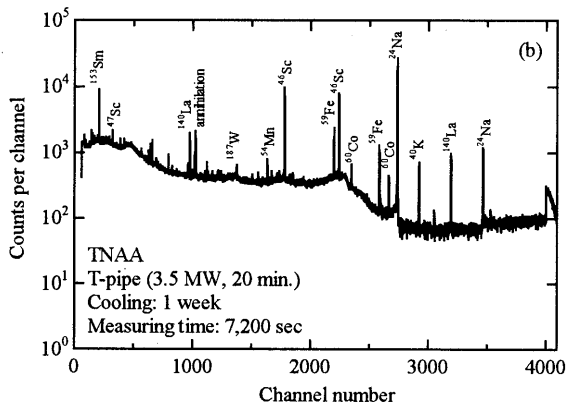
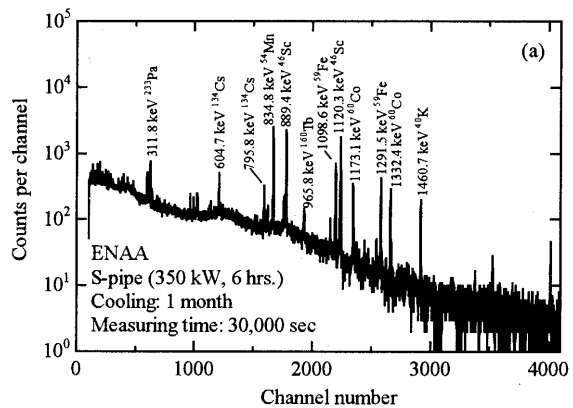
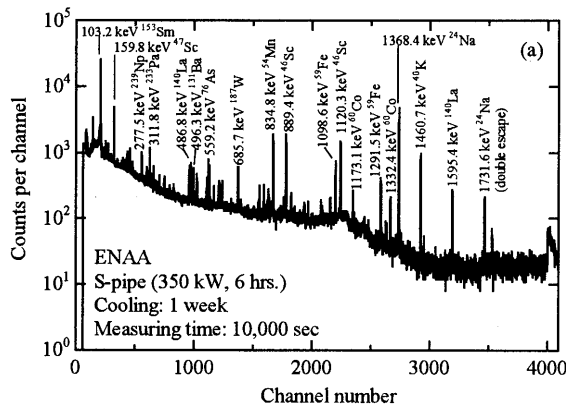


図1 標準岩石試料(JA-3)のENAAおよびTNAAにおける一週間冷却後のスペクトル

図2 標準岩石試料(JA-3)のENAAおよびTNAAにおける一ヶ月冷却後のスペクトル

られない ^{239}Np のピークが ENAA では明瞭に見られ、U の定量に ENAA がきわめて有効であることが分かる。一方、TNAA で認められる 282.6 keV の ^{175}Yb のピークは ENAA では認められず、ENAA にあまり適していない核種と言える (^{169}Yb は ENAA 適用可能である)。また、208.4 keV の ^{177}Lu は ENAA では経験的に大幅に大きな値を与え、ENAA においてはこのエネルギー近傍のピークが間違いなく 209~210 keV 前後とやや高エネルギー側に観測されることから、 ^{239}Np の 210 keV のピークがオーバーラップしているものと思われる。

図 1 から 103.2 keV の ^{153}Sm のピークは ENAA, TNAA 共に明瞭に認められているが、ENAA の方がその相対的強度は高いことから Sm が ENAA に適した元素であることが分かる。Sm はランタノイドの

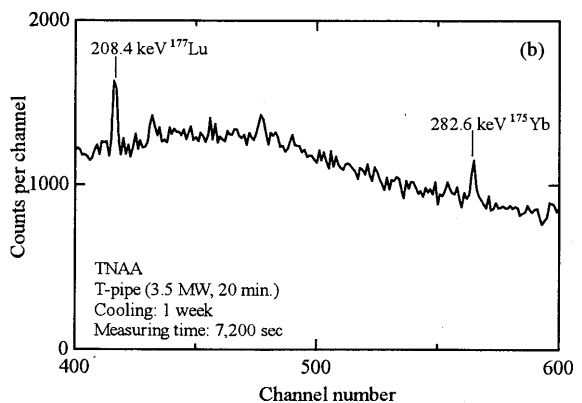
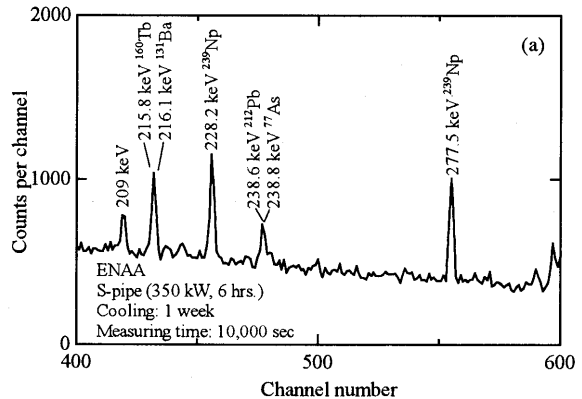


図3 標準岩石試料(JA-3)のENAAおよびTNAAにおける一週間冷却後のスペクトル拡大図(400~600 ch)

中では中性子放射化分析における感度が非常に高く、一般的な岩石試料では TNAA, ENAA を問わず精度良く定量できる元素であるが、試料によっては ENAA における Sm の感度の高さが生かされる場合もある。図 4 は強酸性の温泉において強度の酸性変質を受けた岩石試料の一週間冷却後のスペクトルである。この変質岩石試料は珪酸以外の構成成分のほとんどが溶脱してしまっており、当然そこに含まれるランタノイドも通常の岩石試料に比較して非常に少量となっている。図4を見ての通り、ENAA では定量値 (0.31 ppm)を得ることができたが TNAA では係数誤差が大きく定量には到らなかった。

3.1.2. 長寿命核種の定量

ENAA の実施を計画する場合、その目的の多くは ^{24}Na の妨害を低減することにあると考えられ、一般に ^{24}Na と同程度かそれより短い半減期を有する核種に対して最も効果的であると言える。実際、一般には ENAA は ^{24}Na の妨害を例に挙げて紹介されているものと思う⁶⁾。しかしながら、 ^{24}Na に限らず、ENAA では照射試料起源のバックグラウンドが低く抑えられることから、試料の種類と定量目的核種の組合せによっては半減期の比較的長い核種においても ENAA が有効である場合も多い。岩石試料中のランタノイドの定量においては Tb がその代表であろう。

図 5 は、図 2 に示した一ヶ月冷却後スペクトルの 1,700~2,000 チャンネルを拡大したものであるが、ENAA により ^{160}Tb のピークが明瞭に観測されるように

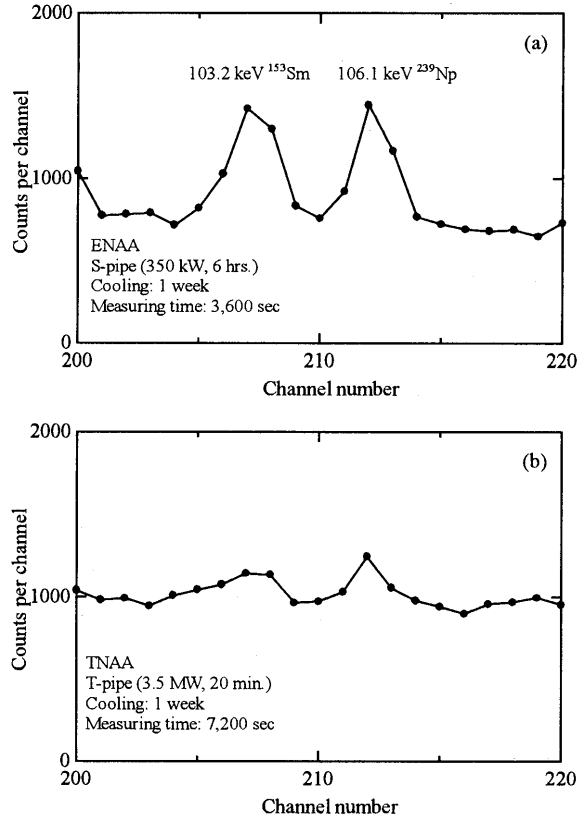


図4 強酸性変質岩石試料のENAAおよびTNAAにおける一週間冷却後のスペクトル拡大図 (200~220 ch)

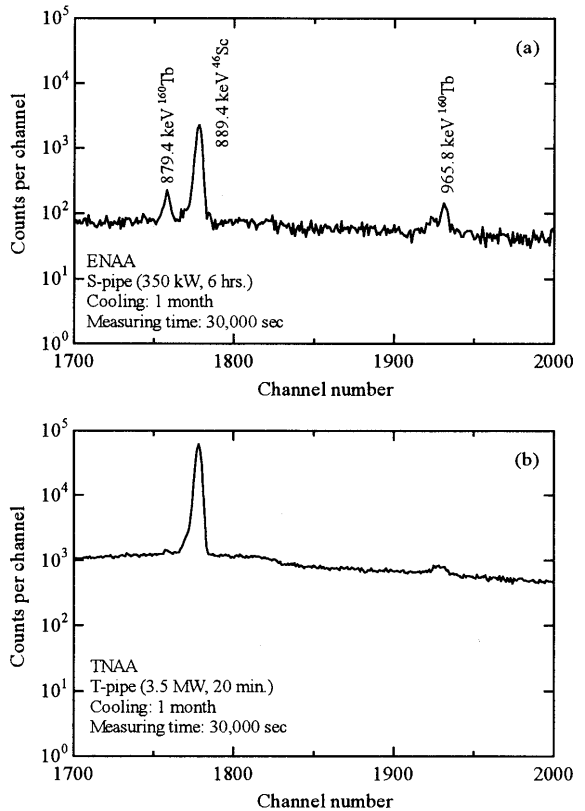


図5 標準岩石試料(JA-3)のENAAおよびTNAAにおける一ヶ月冷却後のスペクトル拡大図 (1700~2000 ch)

なったことは明らかである。ここでは主として ^{46}Sc の強大なピークの生成が押さえられたことが結果として ^{160}Tb のピークを明瞭にしていると思われる。一方、図 6 は 2,300～2,400 チャンネルのスペクトルを示したものであるが、TNAA では 1177.6 keV の ^{160}Tb のピークと隣接する 1173.1 keV の ^{60}Co のピークとの分離が不完全であるのに対し、ENAA では ^{60}Co のピークが大幅に小さくなり ^{160}Tb のピークとのピーク分離が十分に行える状態になっている。 ^{160}Tb の半減期は 73 日であるのに対し、共存する ^{46}Sc ならびに ^{60}Co の半減期はそれぞれ 84 日と 5.27 年であるから、冷却時間を長くすることでは両ピークの干渉の軽減は望むことができない。このことが Tb の定量において ENAA の有効性を与える結果となっている。また、 ^{160}Tb の 298.6 keV のピークは同じく ENAA において相対的にピーク強度の高まる ^{233}Pa (半減期 27 日) の 299.9 keV の影響を強く受けて一ヶ月程度の冷却期間では定量に供することはできない。

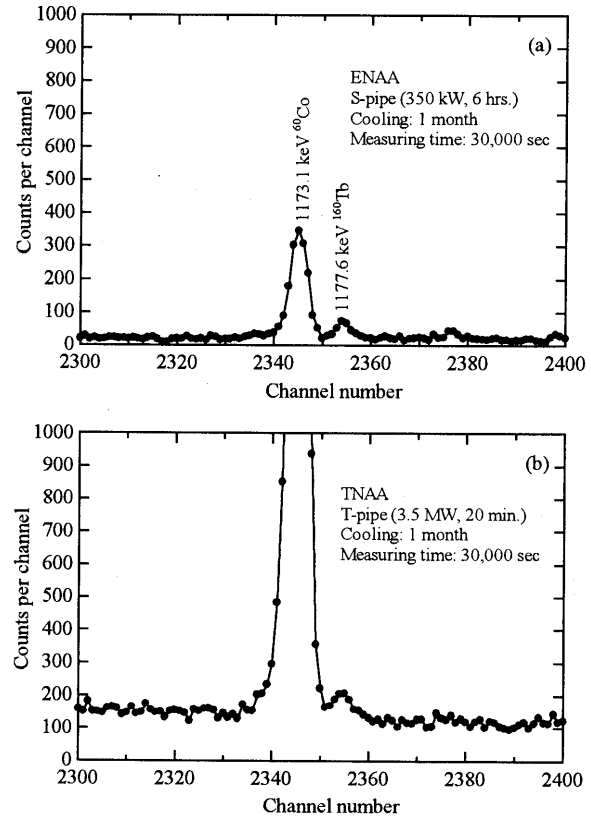


図6 標準岩石試料(JA-3)のENAAおよびTNAAにおける一ヶ月冷却後のスペクトル拡大図(2300～2400 ch)

3.2. 100 kW での 6 時間照射

ここではデータそのものは示していないが、筆者は上記の 350 kW, 6 時間照射に加え、同様な手順の ENAA を 100 kW 運転時に 6 時間照射、一日冷却測定で行い、岩石試料中の Ho を ^{166}Ho (80.6 keV, 半減期 26.7 時間) により定量している。

4. まとめ

以上に示した、(1)定格出力 TNAA, 20 分照射(T パイプ)、一週間～一ヶ月冷却測定、(2)350 kW 運転 ENAA, 6 時間照射(S パイプ)、一週間から一ヶ月冷却測定、(3)100 kW 運転 ENAA, 6 時間照射(S パイプ)、一日冷却測定、の 3 つに加え、Dy 定量用に、(4)定格出力, 15 秒照射(気送管)、2～3 時間冷却測定、を加えた 4 つの照射・測定条件を組み合わせることで、一般的な珪酸塩岩石試料中の Pr, Er ならびに天然に存在しない Pm を除いた全ランタノイドと Th, U の定量を非破壊で行うことが可能である。その元素の多くは TNAA, ENAA の両方で定量可能であるが、Sm, Tb, U は ENAA の適用により TNAA に比較して高い精度で定量されることが期待され、試料によっては ENAA でしか検出されない場合がある。また、非破壊分析による Ho の定

量は ENAA が必須であると思われる。

5. 最後に

ここではランタノイドならびに Th, U にしか触れなかったが、当然それ以外の元素においても ENAA が有効な場合があり、筆者は本稿の冒頭で触れたヒ素を含め、アンチモンやバリウムをはじめとする多くの元素でその有効性を認めている。もちろん ENAA では反対に検出されにくくなる核種も存在するため全てを ENAA でまかなうことは不可能である。したがって TNAA との組合せが前提ではあるが、是非とも ENAA を一度試されることをお勧めしたい。新たに検出される核種や定量精度の向上する核種が多いことに感心されるはずである。

参考文献

- 1) 豊田和弘, 篠塚良嗣 (1999) 堆積物中の砒素の定量について—中性子放射化分析法と他の分析方法との比較, *放射化分析*, **9**, pp.32-35, 放射化分析研究会.
- 2) 篠塚良嗣, 豊田和弘 (2001) マイクロ波加熱分解法と熱外中性子放射化分析法による土壌試料中ヒ素の迅速定量法の検討, *分析化学*, **50**, 229-235.
- 3) T. Honda *et al.* (1989) Determination of rare earth elements in hot spring and crater lake waters by epithermal neutron activation analysis. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, **133**, 301-315.
- 4) T. Honda *et al.* (1990) Determination of thorium and uranium in hot spring and crater lake waters by epithermal neutron activation analysis. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, **139**, 65-77.
- 5) T. Oi *et al.* (1991) Effects of pre-irradiation treatments in neutron activation analysis of rocks for measurements of their lanthanoid, thorium and uranium contents. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, **150**, 103-116.
- 6) 放射化分析研究会 (2004) *放射化分析ハンドブック*, 伊藤泰男, 海老原充, 松尾基之(監修・編), (社)日本アイソトープ協会, p.8.

退職その後

(元東京大学原子力研究総合センター) 伊藤泰男

今年3月に東京大学を停年退職してから半年以上経ちました。今は退職のご褒美としていただいた「自由時間」を満喫しているところで、いくつかの非常勤的な仕事もフリーター気分です。その安穩の最中に、本誌の編集幹事からリマインドが割り込んできて、慌てて本稿を書き出しました。今年の3月末に開かれた放射化分析研究会の定例研究会には私の退職を祝う会も併設していただいて、愉しかったことを思い出し、会の皆さまにその後のご挨拶とご報告を申し上げないと袋叩きに合いそうでもあります。

原研施設共同利用・大学開放研究室の運営は図らずも私のライフワークとなりました。おかげで原子力研究、放射線利用研究の多くの分野に浅くはあっても広く接触し続けることができ、個人的に関心が強かった陽電子研究に沈潜してしまうことなく過ごせました。放射化分析は、そういう私の広く浅く対応するものの一つでしかなかったのですが、他のことよりも多くコミットした(しなければならなかった)のは、貴重な研究資源である研究炉の利用継続に影がさし出した背景の中で、研究炉共同利用の存続のために放射化分析にテコ入れする必要を判断したためです。東大物性研究所・(元)中性子散乱研究施設と物性研連(日本物理学会)に軸足を置いた強力なソサエティを構成して軒昂に展開する中性子散乱に比べて、放射化分析始め放射化学分野の研究は最盛期を過ぎて弱体、当時ソサエティというべきものさえない状態は、立教炉のような小型炉の存続はもちろん、大学開放研究室の命運にとっても好ましいものではありませんでした。「放射化分析研究会」はこのような情勢判断を必要の母として、“分析の確度においては他に勝るものはない”とか“広範な分野に拡がった利用の連携と支援の広場が必要である”などの再認識で理論武装した産着を着せられて生まれたわけです。しかし立教炉の運転停止をくい止めることが出来なかったのは、[時既に遅かったこと]と[やはり力不足]であったことの掛け算の結果だったのでしょう。力不足の部分は、“放射化学者はおとなしすぎる、自分の領域を自ら作ろうとする覇気に欠ける”と云われることと関係しています。しかし、覇気があれば何とかなるとも言い切れない厳しい状況でしたから、どのみち勝ち目は無かったのかも知れません。

情勢に対する目的の一部は達成できなかったけれども、上に記した産着はとってつけてはなかったわけですから、成長への期待はいや増すばかりです。実際放射化分析研究会の活動は少しずつ進展していると評価して良いと思います。高度成長のバブルは科学研究の領域でもはじけていて、先を争って新しいものに飛びつくことを成功の近道とすることには、いずれ反省が向けられるでしょう。そういうことをしなくても通用する確かな仕事をするという姿勢で放射化分析などを見ていくと展望が出てきそうです。(、自ら赤面する論点に進んでしまいましたが、私自身のことは棚上げ。退職してしまったことによる時効

で責任消滅とします。) このように確かな仕事のために放射化分析が必要であるという認識があった上で、“研究炉など研究資源を確保したい”という欲求においてハングリーになっているのかが、一つのポイントのように思います。

ところで小生退官記念会の時に“1回しかない人生。せっかく退職するのを折に、これまでと同じ事はやっていたくない”と大言壮語しました。カッコウ良がったような言い方ですが、これまでやってきたことが嫌だと云うのでもなければ、自分にはもっと何か出来るという不遜でもありません。学術の場と云えども必ずしもきれいごとばかりで組み立てられている訳ではないこと、物事をあくせく追いかける(追いかけられる)ことなどに疲れてきたし、そういうことから解放されて自由にやる状況を作りたいという贅沢を云ったわけです。自分で云ったこの言葉に忠実であるべく、先ずはこれまでの事柄に出来るだけ距離を置くようにしました。例えば、大層なものもなく数も少ないのですが、委員会や役職は辞退して、組織に縛られるということがない状況を作りました。自分がきれい事を云うためには、必要なことです²。こうして自分自身を気分的にも時間的にも自由にし、さて何をしようか?とあれこれ考えることから楽しんでいます。PIC マイコンに習熟して孫のオモチャを作ってやろうなんてお遊びから始まって、放射線に関するWEBサイトを文系向きに作り直してみよう(今までの延長だけど)など、気が多くなっています。

ここからが本題のつもりです。少し大変になってしまったのですが、私あるNPOを設立することに手を出してしまいました。名称を科学技術社会研究所というのですがInstitute of Science and Technology for Societyという英文名の方が体を表しています。これは、これからの科学技術は、人間の欲望を増幅しつつ資本経済活動を高めるための道具として奉仕させられるのではなく、人間の真の幸福のために利用されなくてはならないということの基本認識として、科学技術の知識を広く市民が共有すること、新旧年齢層間での技術継承を確実なものにすること、専門技能をデータベース化して広く社会に提供することなどを行おうとするものです。その意気や良し。だけど最近は似たようなものも多いし、具体的に何をするのか自分たちでも分かっていなくて、歩きながら考えようということになっています。その中でもやや練れてきたのは、専門技能供与事業(又の名をコンサルタント集団)というものです。停年を迎えて未だ元気な若老人達の専門技能をプールした専門技能の百貨店をイメージしてもらえると良いでしょう。個々人の専門技能は小型でも集めて百貨店にするとスケールメリットが出てきて事業になるというわけです。例え

¹ 大学人は国民全体の平均から見ると相当に自由だけど、大学開放研究室に居た私は更に自由でした。そのような自由の位置に居たからでしょうか、とりわけ非自由や非合理などに対する堪え性のようなものが私の中にはないようです。

² E.フロムが「自由からの逃走」で記述したような、社会的な問題への諦めあるいは不感症によって「非自由に隷属」してしまうことがないためには、自らに属する社会要素の中で不要なものを出来るだけ多くを捨て去る必要があります。ゴータマ・ブッダのように素っ裸になることはできないにしても、E.フロムは「自由からの逃走」をナチズムの時代の社会精神構造について議論したのですが、現代は、市民の欲望を拡張して資本活動を肥大させるといふ、フロムの時代とは違う社会精神構造の中で、人々は社会の大きな欲望の潮流の流れに自らをまかせて「自由から逃亡」し、回復不能な閉塞状態に向かっているように見えます。そのような閉塞状態を打開するためには、何はともあれ社会人として在る自らを全面的に点検して、自らを自由な場所に置かなくてはなりません。

ば「放射化分析」を看板に掲げて独立の事業をするのは相当大変ですが、百貨店（“ショバ代”が高くないことが必要ですが）の中になら細々と出店することも可能でしょう。

今ある人が放射化分析に関心を持ってWEBで「放射化分析」を検索したとしましょう。

「JA3」というタイトルが現れます（「放射化分析研究会」というタイトルが現れるようにしたいですね）。この人“放射化分析は農協の3番目の事業だったのか”と勘違いしながらそこをクリックすると、当研究会のホームページに入ります。Q&Aのページがあって、放射化分析はどこでどうやったら利用できるの？を読むと、どこそこの窓口に相談に行くようにと案内されます。専門店がいくつかありますよと教えられたわけですが、どれがその人の目的に最適かという情報が見つかりません。仕方がないので、この人はどれかの専門店に当たりをつけて訪問することになりますが、事務的な店員が出てきて書類をわんさかと渡されるか、直ぐには結果が出ないかもしれないけれどまあ試しにやってみたら如何ですかなんてプリミティブな（放射化分析の過去の蓄積を全く活かしていない、出発点ゼロに近い）対応をされて、直ぐ食べたい（結果が欲しい）のに食欲を殺がれてしまう可能性も大きいのです（この人、“だから農協は、”なんて見当外れのとぼちりを吐いたら、農協さん、ごめんなさい）。お客さんの食欲を察して最も良いメニューを提供すべく放射化分析研究会辺りがコンサルタントを開店すると良いのですが、会も自らの活動を維持することで手一杯、外に向かう余裕はないというところでしょうか。放射化分析は利用されることによって生き続けるしかないのですから、このような状態は全く好ましくありません。

科学技術社会研究所は放射化分析研究会にテコ入れすることを意図して生まれた訳ではありませんが、科学技術ソサエティと社会との隙間を埋めることを目的に誕生したのですから、上記の問題を抱えた放射化分析研究会のお役に立つことが出来るでしょう。科学技術社会研究所が放射化分析研究会にどのようにコミットするのか、或いは、放射化分析研究会が科学技術社会研究所をどのように利用するのか、いろいろな関係が想定されますが、簡単には、放射化分析研究会の何人かの会員（或いは会そのもの）が科学技術社会研究所のコンサルタント集団の一員となることです。百貨店である科学技術社会研究所は放射化分析のお店もあることをホームページやパンフレットで社会に発信します。そして、放射化分析についての引き合いが発生したら、それに最もふさわしい専門店（放射化分析研究会またはその会員）に仕事を卸すわけです。このような形で放射化分析を社会に引きずり出すことができないでしょうか？儲けようなんて腹づもりでやることではありません³。

書き連ねる内に宣伝を含んでしまいましたが、放射化分析研究会への私のコミットはこのように形を変えて密接な連携になるような予感を持っています。NPO 科学技術社会研究所はごく最近認証を得て、年内には活動を開始する予定です。その活動の詳細について

³ 放射化分析をベンチャーとしてやれるかどうか、某所で検討されたことがあります。その判断基準は儲かるかどうかということだったのでしょうから、二の足を踏む結果になりました。しかし、儲けることを主たる判断基準すべきでない場面もたくさんあり、それはこれから重要になる（ならなければならぬ）と考えています。そういうメッセージを、科学技術社会研究所から発信することができれば、半分以上目的を達成したというべきでしょう。このような夢を追いつつ、私は老いてますます青二才です。

は機会を改めて発信させていただこうと思います。

これにて本研究会誌への寄稿の責を果たしたことに致します。放射化分析研究会会員各位の一層のご鞭撻とご活躍を祈りつつ。

東京大学原子力研究総合センター全国共同研究部門（大学開放研究室）に着任して

東京大学原子力研究総合センター 班目 春樹

今年の4月から東京大学原子力研究総合センターに配置換えとなり、大学開放研究室を担当している班目（まだらめ）春樹と申します。専門分野は何かと聞かれると「原子力安全工学」と答えるようにしていますが、本当のところを言うと自分でも何が専門なのか分からなくなっています。ただ、今度の美浜3号機の事故を始めとして原子力でトラブルがあるたびにあちこちに引っ張り出されることだけは確かです。おかげでいつのまにか頭の中に原子力のトラブルに関するデータベースができてしまいました。

ただ私の場合、原子力は独学です。大学、大学院で機械工学を学んだ後、東京芝浦電気（株）（現・東芝）の研究所に入ったときから原子力をやるようになりました。その後東大に戻って今日に至っています。当初の専門は機械工学で、その中でも機械振動学を専攻していました。東芝で研究したのも耐震工学や熱・流体系の振動です。この熱・流体系の振動の研究から大学で原子炉熱工学をやるようになり、もう少し広く原子力の安全について考えるようになったというのがこれまでの経緯です。

最近では原子力の抱える問題をもっと広い視野から眺めてみようと考えようになり、もっといろいろなことに手を出しています。日本原子力学会で倫理規程を定めることになったとき、なぜだか引っ張り出されたのがきっかけで、学生に技術倫理を教えるようになりました。5年前はほとんど教科書がなく、仕方なしに作ったホームページが案外利用されているようです。アドレスは http://www.nuclear.jp/~madarame/rinri_note.html です。ので気が向いたら見てください。

原子力技術というのは本当に素晴らしいものです。エネルギー・環境問題の解決には原子力エネルギーの利用が不可欠です。放射線も医学・理学・生物学・工業利用など実に様々な分野で使用されており、もはや人類の福利になくってはならない技術です。この技術が最近声高な批判にさらされています。原子力技術を人類に役立てるためには、技術そのものを研究するより技術と社会の関係のほうを研究する必要があるのではないか、と思うようになってきました。技術倫理に興味を持ったのはその一環ですが、法律と技術の関係を考える法工学だとか、社会との良い関係を構築するためのリスクコミュニケーションなども勉強中です。

20年ほど前には核融合炉の概念設計研究というのをやっていました。原子力の抱える諸問題の解決に大学ができることは何かを考えているうちに、設計研究として大きな組織改革を企画してやろうと思い立ち、打ち上げたのが東大の「原子力専攻」構想です。この構想には、①原子力発電等、原子力の中核技術を担う専門技術者の育成、②IAEAなど

は機会を改めて発信させていただこうと思います。

これにて本研究会誌への寄稿の責を果たしたことに致します。放射化分析研究会会員各位の一層のご鞭撻とご活躍を祈りつつ。

東京大学原子力研究総合センター全国共同研究部門（大学開放研究室）に着任して

東京大学原子力研究総合センター 班目 春樹

今年の4月から東京大学原子力研究総合センターに配置換えとなり、大学開放研究室を担当している班目（まだらめ）春樹と申します。専門分野は何かと聞かれると「原子力安全工学」と答えるようにしていますが、本当のところを言うと自分でも何が専門なのか分からなくなっています。ただ、今度の美浜3号機の事故を始めとして原子力でトラブルがあるたびにあちこちに引っ張り出されることだけは確かです。おかげでいつのまにか頭の中に原子力のトラブルに関するデータベースができてしまいました。

ただ私の場合、原子力は独学です。大学、大学院で機械工学を学んだ後、東京芝浦電気（株）（現・東芝）の研究所に入ったときから原子力をやるようになりました。その後東大に戻って今日に至っています。当初の専門は機械工学で、その中でも機械振動学を専攻していました。東芝で研究したのも耐震工学や熱・流体系の振動です。この熱・流体系の振動の研究から大学で原子炉熱工学をやるようになり、もう少し広く原子力の安全について考えるようになったというのがこれまでの経緯です。

最近では原子力の抱える問題をもっと広い視野から眺めてみようと考えようになり、もっといろいろなことに手を出しています。日本原子力学会で倫理規程を定めることになったとき、なぜだか引っ張り出されたのがきっかけで、学生に技術倫理を教えるようになりました。5年前はほとんど教科書がなく、仕方なしに作ったホームページが案外利用されているようです。アドレスは http://www.nuclear.jp/~madarame/rinri_note.html です。ので気が向いたら見てください。

原子力技術というのは本当に素晴らしいものです。エネルギー・環境問題の解決には原子力エネルギーの利用が不可欠です。放射線も医学・理学・生物学・工業利用など実に様々な分野で使用されており、もはや人類の福利になくってはならない技術です。この技術が最近声高な批判にさらされています。原子力技術を人類に役立てるためには、技術そのものを研究するより技術と社会の関係のほうを研究する必要があるのではないか、と思うようになってきました。技術倫理に興味を持ったのはその一環ですが、法律と技術の関係を考える法工学だとか、社会との良い関係を構築するためのリスクコミュニケーションなども勉強中です。

20年ほど前には核融合炉の概念設計研究というのをやっていました。原子力の抱える諸問題の解決に大学ができることは何かを考えているうちに、設計研究として大きな組織改革を企画してやろうと思い立ち、打ち上げたのが東大の「原子力専攻」構想です。この構想には、①原子力発電等、原子力の中核技術を担う専門技術者の育成、②IAEAなど

国際機関で活躍する人材の育成、③核不拡散政策・技術等、我が国の基盤の弱い分野の強化、④原子力と社会の関係を考える原子力社会工学の立ち上げ、⑤大学の独創性を生かしたプロジェクト実施の基盤作り、等々、多くの目的を込めています。その一つに、やがて日本原子力研究所と核燃料サイクル開発機構が一緒になってできる原子力新法人保有設備の全国大学共同利用の世話があるのは言うまでもありません。

こんな大風呂敷を広げた構想を東大だけで実現しようとしても無理なのは明らかです。しかし幸いなことに東大には開放研の歴史があり、原研との信頼関係が成立しています。また東大自身も研究炉「弥生」を原研東海研の北隣で運転管理してきており、東海村にはある程度人材がいます。なんとかならんじやないかと原子力新法人の統合準備室と話し合いを始めたところ、半年足らずで一気に実現に向けての準備作業に入るところまで行ってしまいました。あるところからは私の考えていた以上のペースで話がまとまってしまい、私自身少し困惑しているところです。なお、私の東京大学原子力研究総合センターにおける任務は開放研のお世話だけでなく、この原子力専攻構想を実現させることでもあります。そのため伊藤先生と違って開放研の中にいる時間はほとんどないのが実情ですが、お許しいただきたいと思います。

さて、4月から開放研を担当し、それまで外から見ていた以上にこの原研施設利用共同研究の制度がうまく運営されていることにびっくりしました。研究者自身による評価がきちんと行われ、原研の施設利用にあたって自ら律することができていること、それでいて可能な限り弾力的な運用により研究成果があがるよう配慮されていることに対してです。これは前任者である伊藤泰男先生の努力の賜物であり、長い時間を掛けて制度改善がなされた結果だと思えます。平成17年4月から開放研は東京大学原子力研究総合センターでなく東京大学大学院工学系研究科原子力専攻（専門職大学院）の中の組織となりますが、開放研の運営はできるだけ変えず、そのすばらしい制度をさらに伸ばしていこうと私は考えています。

伊藤先生が放射化分析研究の牽引役を果たされてきたことはよく存じております。私の場合、放射化分析については全くの素人で、専門家としての伊藤先生の代役は務まりません。しかしながら私も伊藤先生と同様、放射化分析での共同利用についてはできるだけ支援させていただきたいと考えています。私は放射化分析という手法が多く分野で使われているということには大変興味を持っています。原子力発電が原子力の中核的技術として重要であるなら、放射化分析は広い裾野を持つということでやはり重要な技術だと思えます。我が国の中でこのような技術が健全に利用できて始めて、原子力発電や核融合、先端加速器といった原子力の発展があるのだと考えています。

専門は原子力安全工学だと書きましたが、それ以外にもいろんなことに興味を持つのが私の性格です。振動学から原子炉熱工学、原子力安全工学へ、そして技術倫理だの法工学だのといろんなことに手を出してきたこれまでの流れから、ひょっとしたら放射化分析にも手を出す可能性もありうるといったところです。そのときは皆様にいろいろ教えていただきたく、今からお願いしておきます。

MTAA-11 で感じたこと

宮本ユタカ

MTAA に参加したのは8年ぶりとなった。と言っても4年毎に開催されているのだから、1回参加しなければそれだけ年月が経ってしまうのであるのだが、95年に韓国で行われたMTAA-9が非常に印象的であったこともあって、期待してイギリス・サリー大学に向かった。学会会場となったサリー大学は木々の中にそれぞれの建物があって広々としていた。また、学会期間中に卒業式があって、卒業生が角帽にマントを羽織ってうれしそうに歩いていた。そんな風景を見ていて「さぞかしキャンパス生活は楽しいだろうな。」と、うらやましく思った。学会は、食品、動物、土壌、浮遊じんなどの試料を研究対象とした微量元素濃度に関する発表や、 k_0 法、ICP-MSとの比較、大型試料の分析、即発ガンマ線放射化分析の分析方法に関する発表など、放射化分析法を応用した多様な分野の研究発表が2つの会場で併行して行われた。最近、注目されている放射化分析法における品質保証(Quality Assurance)やトレーサビリティについてもセッションが組まれていた。これらの話題は、研究発表というよりも概念的な話しになってしまうので異質に感じたが、信頼性が高い分析値を得る上で重要であり、自分にとっても興味深い話であった。また、学会期間中に「研究炉廃止、停止」の言葉を何回も耳にした。De Corte教授の発表でも最後に原子炉停止のOHPが出てきて何とももの悲しい思いとなった。全体的に何となく活気が感じられなかったこの学会で、元気だったのは中国、東南アジア、そして中近東の諸国からの参加者だったように思う。その中には測って表にまとめただけのものとか、既に教科書に載っているような話とか新規性に欠けるものも少なくはないが、その活力から何か系統だった研究が生まれてくるように思われた。

主催者のSpyrou教授のスピーチでは若手参加者が少ないという話が出た。確かに学会期間中、目にした学生とおぼしき参加者は米国、中国、ギリシャ、英国...15-20人位だろうか。学会参加費だけで10万円近くもしてしまう破格的に高額であることが原因の一つだと思うのだが、出張実験で利用できる原子炉が手近にないことや、放射化分析を行う研究室が減少していることも放射化分析を利用する学生を減らしている原因になっているのではないだろうか。

最終日の将来展望のセッションでは、Jervis教授の提案で若手(教授の定義に依れば自分の年齢の半分以下だそうである)に今回の学会と将来の展望について発言をしてもらう時間が設けられた。ドイツの学生は現状は危機的だと悲観し、ブラジルの学生は若手が増加しているけれども原子炉が止まるかもしれない。と心配していた。米国?の学生は"Poster session was too bad!"と直球で苦言を呈していた。ポスター発表は、半分以上

がキャンセルになっていた上にポスターセッションの前半を別の講義にあててしまったため、会場は寂しい限りだった。Spyrou 教授を始めとする学会事務局の hospitality には感謝するが、ポスター発表も含めて発表タイトル一覧の事前配布が無いとか、学会当日にコロコロとスケジュールが変更されるのはいかがなものかと思う。

学会の最後に若手発表者に対して"Good Presentation"を行った 10 人の表彰があった。その中の一人に原研・博士研究員の木村 敦くんが選ばれた。特に立派なメダルや表彰状があるわけでもなかったが、世界各国の研究者から拍手で迎えられることは印象に残るし、今後の研究の励みにもなるのではないだろうか。このような表彰は今後も是非続けて欲しいと思った。

さて、この学会が開催されるたびに毎回話題になる質問。この学会に参加して感じた「Modern Trends」とは？....衰退という言葉が見え隠れする中、代替となる放射化源や測定法、分析法など新しい方向へ模索している状況が今の Trends なのだろうか。MTAA-9 の時のように素直に楽しんで帰って来れなかった。さてさて 4 年後や 8 年後、何が「Modern Trends」になっているのだろうか。個人的には照射試料をグツグツ煮炊きする old fashion(?)の RNAA は大好きなのだが.....

ORAL PRESENTATIONS

Welcome: Monday, 9:00am

Hevesy Medal Award

Hevesy Medal Address

Plenary Session: Monday, 10:40am

Chairs: Nicholas Spyrou (U.K.), Zhi-Fang Chai (China)

10:40	PLENARY LECTURE	Robert Jervis
11:10	M070 BEAMGAA OF VARIOUS BIG SAMPLE COMPARATOR CONFIGURATIONS	Wolf Görner A. Berger, O. Haase, Chr. Segebade
11:30	M279 APPLICATIONS OF NUCLEAR ANALYTICAL METHODS IN METALLOPROTEOMICS	D. Behne D. Alber, A. Kyriakopoulos
11:50	MULTI-MW BEAMS: NEW CHALLENGES, NEW DETECTORS	W. Gellefey
12:10	M283 MAINTAINING THE NUCLEAR AND RADIOLOGICAL SKILLS	Clive Smith

Session 1a: Monday, 13:30pm
PGNAA 1

Chairs: Richard Lindstrom (NIST), Matthias Rossbach (IAEA)

13:30:00	Tribute in Memory to Gabor Molnár	Zsolt Révay
13:50:00	M128 NEW ATLAS OF PROMPT-GAMMA SPECTRA	R.B. Fierstone, T. Belgya, G.L. Molnár (Gabor Molnár †)
14:10:00	M148 NEW HANDBOOK OF PROMPT GAMMA ACTIVATION ANALYSIS	Mitsuru Ebihara M. Oshima
14:30:00	M122 A NEW TREND IN NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS IN JAPAN	Hans Postma R.C. Perego, P. Schillebeeckx and A. Borella
14:50:00	M030 NEUTRON RESONANCE CAPTURE ANALYSIS AND APPLICATIONS	

Session 1b: Monday, 13:30pm
Biomedical 1

Chairs: Alexander Kist (Uzbekistan), Vladimir Zaichick (Russia)

13:30:00	M204 A NEW EU CHEMICALS POLICY AND THE PROTECTION OF HUMAN HEALTH: A GREAT OPPORTUNITY FOR NUCLEAR & RADIOCHEMICAL TECHNIQUES IN METAL TOXICOLOGY RESEARCH FOR REGULATORY PURPOSES	E Sabbioni S. Fortaner
13:50:00	M007 PRELIMINARY STUDY ON CELLULAR LOCATION OF SELENIUM AND ITS RELATIONSHIP TO OXIDATIVE STRESS IN HUMAN HEPATOCELLULAR CARCINOMA BY INAA	Chunying Chen Guilong DENG, Li XING, Bai Li, Hongwei YU, Peiqun ZHANG, Zhiqiang CHAI, Shuyou PENG
14:10:00	M167 APPLICATION OF INAA TO THE BUILD-UP AND CLEARANCE OF GOLD NANOSHHELLS IN CLINICAL STUDIES WITH MICE	William D James L.R. Hirsch, J.L. West, P. D. O'Neal and J.D. Payne
14:30:00	M214 INAA DETERMINATION OF SELENIUM DISTRIBUTION IN CASTRATED AND INTACT DOGS	J Steven Morris David J. Waters
14:50:00	M259 ELEMENTAL COMPOSITION OF HUMAN FETAL LIVERS OF 12-22 WEEKS GESTATION	M Anwar Chaudhri M. Nasir Chaudhri, M. Koulmanda

**Session 2a: Monday, 15:40pm
Instrumentation**

Chairs: Andrej Likar (Slovenia), Andriy Berizov (Ukraine)

- 15:40:00 **M018** EFFICIENCY FOR CLOSE GEOMETRIES AND EXTENDED SOURCES OF A P-TYPE GERMANIUM DETECTOR WITH LOW-ENERGY SENSITIVITY
Ronald Keyser
T.R. Twomey
- 16:00:00 **M032** IMPROVEMENT OF SPECTRAL RESOLUTION IN THE PRESENCE OF PERIODIC NOISE AND MICROPHONICS FOR HYPER PURE GERMANIUM DETECTOR GAMMA SPECTROMETRY USING A NEW DIGITAL FILTER
Michael Schultz
R. Keyser, R. Trammel and D.L. Upp
- 16:20:00 **M102** NEW APPROACH OF THE ACTIVATION DETECTOR METHOD USING IMAGING PLATE TECHNIQUE
Kazuyoshi Masumoto
K. Iijima, A. Toyoda, Q.B. Wang, N. Nakao
- 16:40:00 **M016** THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF A FACILITY FOR NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS USING THE¹⁴MEV NEUTRON GENERATOR AT HMS SULTAN
P A Beeley
S. E. Jarman, J. M. Brushwood, S. Morris, T. McCarthy and M Bray
- 17:00:00 **M160** TIME RESOLVED GAMMA-RAY SPECTROMETRY FOR SHORT-LIVED NAA
L Szentmiklósi
Zs. Révay, G.L. Molnár, T. Belgva

**Session 2b: Monday, 15:40pm
Water, Marine & Environment**

Chairs: E.J. França (Brazil), Fatai Balogun (Nigeria)

- 15:40:00 **M263** AN ACTIVABLE TRACER TECHNIQUE FOR STUDYING TRACE ELEMENT MOVEMENT IN AN ESTUARY
S J Parry
- 16:00:00 **M231** ENVIRONMENTAL RADIONUCLIDE MONITORING PROGRAM
L G I Bennett
K.S. Nielsen,, K.M. Mattson, D. Kelly
- 16:20:00 **M053** ALPHA-ACTIVITY RATIO OF ²³⁴U/²³⁸U AS AN INDICATOR OF THE LEVEL OF WATER CONTAMINATION BY THE MAN-CAUSED URANIUM
Ivan Vasiliev
V.M. Alekhina, S. Mamatibaitimov
- 16:40:00 **M169** DETERMINATION OF IODINE-129 IN MARINE SAMPLES BY RADIOCHEMICAL NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS
R Benzing
S. J. Parry and Z. F. Ibrahim
- 17:00:00 **M174** AN APPLICATION OF NUCLEAR TECHNIQUES FOR ASSESSING PRODUCING OIL AND GAS WELLS AT RISK OF NORM CONTAMINATION.
M J M Duke

**Session 3a: Tuesday, 08:30am
Facilities**

Chairs: Simon Franklin (UK), Yuichi Hatsukawa (Japan)

- 8:30:00 **M010** EXIT REACTOR THESIS/GENT (1967-2003): A RECOLLECTION OF ITS SIGNIFICANT CONTRIBUTION TO NAA AND ITS LEADING ROLE IN THE DEVELOPMENT OF THE K0-STANDARDISATION
Frans De Corte
- 8:50:00 **M072** USE OF THRESHOLD REACTIONS IN NAA WITH MINIATURE NEUTRON SOURCE REACTORS
Sunday A Jonah
G.I. Balogun, I.M. Umar, I. Vwa, E. H. K. Akaho
- 9:10:00 **M165** NUCLEAR ANALYTICAL SYSTEM AT THE CALIFORNIUM USER FACILITY
Mohammad A Hannan
Rodger C. Martin, and David C. Glasgow
- 9:30:00 **M236** ADVANCED COMPACT ACCELERATOR NEUTRON GENERATOR TECHNOLOGY FOR FNAAP/PGNAA FIELD WORK
D L Chichester
J. D. Simpson
- 9:50:00 **M027** ACTIVE INTERROGATION OF HIGHLY ENRICHED URANIUM
Calvin E Moss
C.E. Moss, C.L. Hollas and W.L. Myers

**Session 3b: Tuesday, 08:30am
Aerosols, Particulates & Workplace**

Chairs: Les Bennett (Canada), Waleed Altat (Saudi Arabia)

- 8:30:00 **M175** DETERMINATION OF PLUTONIUM AND STRONTIUM IN AIR PARTICULATE SAMPLES
G Bilancia
D. Arginelli, S. Sabbioneda
- 8:50:00 **M232** ANALYSIS OF AEROSOL FOR ESSENTIAL AND TOXIC ELEMENTS USING INSTRUMENTAL NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS
Y A Almismary
M.B. Alamin, R.H. Atweer
- 9:10:00 **M068** RELATIONSHIPS BETWEEN ELEMENTAL AND IONIC COMPONENTS OF AIR PARTICULATES BASED ON PIXE AND ION CHROMATOGRAPHY DATA
P D Hien
V. T. Bac, D. T. Lam, N. T. H. Thinh
- 9:30:00 **M047** STUDY ON DRY DEPOSITION OF ELEMENTAL IODINE ON THE SKIN, HAIR AND CLOTHES FROM AIR BY NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS
Xiaolin Hou
Kasper G. Andersson, Jørn Røed
- 9:50:00 **M041** ASSESSMENT OF GOLD EXPOSURE AND CONTAMINATION IN GALVANISING WORKPLACE APPLYING NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS
Maria Menezes
E. C. P. MAIA, C. C. B. ALBINATI, Á. M. AMARAL

**Session 4a: Tuesday, 10:40am
Neutron & Ion Beams 1**

Chairs: Henri Sata (France), Katarina Wilhelmson (Sweden)

- 10:40:00 **M093** DEVELOPMENT OF TIME-OF-FLIGHT NEUTRON DEPTH PROFILING AT PENN STATE UNIVERSITY
Kenan Ünlü
S. Cetiner, G. Downing
- 11:00:00 **M267** DOSE VERIFICATION BY ACTIVATION IN VIVO FOLLOWING PROTON BEAM THERAPY
A Kacperek
- 11:20:00 **M253** (S)- AND (R)-[11C]-NICOTINE. THE PREPARATION AND PURIFICATION, IN VIVO DISTRIBUTION IN MONKEYS BRAIN USING PET
O Leonel Ruiz-Ramirez
Graff Ariel
- 11:40:00 **M252** MEASUREMENT OF PHOTONEUTRONS IN THE OUTPUT OF VARIAN CLINAC 2100C LINAC USING BUBBLE DETECTORS.
Joseph B Awotwi-Pratt
N M Spyrou
- 12:00:00 **M241** CALCULATION OF THE PHOTONUCLEAR YIELD USING AN ANTHROPOMORPHIC PHANTOM BY MONTE CARLO SIMULATION
Andy Ma
A. A. Alghamdi, N. M. Spyrou

**Session 4b: Tuesday, 10:40am
Chemical Separations**

Chairs: Enrico Sabbioni (Italy), Xiao-Lin Hou (Denmark)

- 10:40:00 **M222** FAST DECOMPOSITION OF BIOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL SAMPLES FOR RADIOCHEMICAL NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS
J Kucera
- 11:00:00 **M247** SPECIATION OF IODINE IN BOVINE MILK BY NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS
Amares Chatt
A. Chatt
- 11:20:00 **M171** DEVELOPMENT OF THE PROCEDURE FOR SIMULTANEOUS DETERMINATION OF VANADIUM, URANIUM AND MANGANESE USING RNAA
U Repinc
L. Benedik
- 11:40:00 **M140** MULTIELEMENTAL UPTAKE STUDIES BY THIOSEMICARBAZIDE INCORPORATED AMBERLITE IRC-50, USING TRACER PACKET TECHNIQUE
Susanta Lahiri
Susanta Lahiri, Kamalika Roy, Dalia Nayak and S. Basu
- 12:00:00 **M103** RADIOCHEMICAL NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS OF MO AND W IN GEOCHEMICAL AND COSMOCHEMICAL SAMPLE WITH AN EMPHASIS OF CORRECTION FOR FISSION PRODUCTS
Yasuji Oura
T. Motohashi, and M. Ebihara

**Session 6a: Wednesday, 08:30am
K0**

Chairs: Anneke Koster-Ammerlaan (Netherlands), Greg Kennedy (Canada)

- 8:30:00 **M098** THE APPLICATION OF KO-NAA METHOD AT HANARO RESEARCH REACTOR
JongHwa Moon
S.H. Kim, Y.S. Chung and Y.J. Kim
- 8:50:00 **M001** INSTULATION OF KAYZERO IN TNRC AND ITS APPLICATIONS FOR TRACE ELEMENTS DETERMINATION IN DIFFERENT MATERIALS
Ibrahim Abugassa
Y.S. Khrbishi, S.O. Abugassa, N. Ben Faid, A.T. Bashir
- 9:10:00 **M155** CORRECTION OF KO-FACTORS OF NON-17V ELEMENTS BASED ON NEUTRON SPECTRUM MEASUREMENTS
H Matsue
C. Yonezawa
- 9:30:00 **M233** STANDARDIZATION OF K0-BASED INAA METHOD FOR LONG-LIVED NUCLIDES AT DALHOUSIE UNIVERSITY SLOWPOKE-2 REACTOR FACILITY
R Acharya
A. Chatt
- 9:50:00 **M023** IS THERE SOMETHING WRONG IN BARIUM DETERMINATION BY KO-INAA?
Xilei Lin
R. Henkelmann and D. Alber

**Session 6b: Wednesday, 08:30am
Special Techniques**

Chairs: Achim Berger (Germany), Jeroen De Goeij (Netherlands)

- 8:30:00 **M112** CIRCADIAN RHYTHM OF ELEMENTAL CONCENTRATION IN JAPANESE MORNING-GLORY REVEALED BY NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS
T M Nakanishi
K. Tanoi and N. Ikeue
- 8:50:00 **M182** THREE-PHOTON ANNIHILATION MEASUREMENT AND IMAGING IN POSITRON EMISSION TOMOGRAPHY
E Abuelhia
E Abuelhia, K. Kacperski and N M Spyrou
- 9:10:00 **M281** FROM THE DETERMINATION OF TRACE ELEMENT IMPURITIES BY INAA IN PRISTINE C60 TO THE SERENDIPITIOUS DISCOVERY OF THE SYNTHESIS OF ENDOHEDRAL RADIOFULLERENES BY NUCLEAR RECOIL IMPLSION
Tibor Braun
- 9:30:00 **M125** INAA WITH COMPTON SUPPRESSION: HOW MUCH CAN THE ANALYSIS OF PLANT MATERIAL BE IMPROVED?
Marico A Bacchi
L.G.C. Santos, E.A.N. Fernandes, P. Bode, F.S. Tagliaterra, E.J. França
- 9:50:00 **M187** RHODIUM IN CAR EXHAUST TIPS BY TOTAL AUTOMATIC ACTIVATION ANALYSIS
F Grass
G.P. Westphal, H.Lemmel, J.Sterba

**Session 7a: Wednesday, 10:40am
QA & RM**

Chairs: Jan Kucera (Czech Republic), John Duke (Canada)

- 10:40:00 **M123** IMPORTANCE OF ACTIVATION ANALYSIS IN CERTIFYING REFERENCE MATERIALS - CONDEMNED, FORGOTTEN OR ESTEEMED?
Martina Hedrich
A. Berger, C. Segebade, T. Dudzus and O. Haase
Vera Akiko Maihara
D.I.T Fávareo,
M.B.A. Vasconcellos, I.M Sato, V.L.R. Salvador; D. Mantovanni, M.A. Morgano, F.D. Maio, C.S. Kira, M.I Cantagallo, C.Sisti, E.S.Keiko, H.M. Shihomatsu.
- 11:00:00 **M127** INTERLABORATORY STUDY OF AN IN-HOUSE BOVINE LIVER REFERENCE MATERIAL
Weizhi Tian
- 11:20:00 **M034** NUCLEAR ANALYTICAL METHODS IN QUALITY CONTROL OF MICROANALYSIS
Borut Smodiš
A. Bleise
- 11:40:00 **M092** IAEA QUALITY CONTROL STUDIES ON DETERMINING TRACE ELEMENTS IN BIOLOGICAL MATRICES FOR AIR POLLUTION RESEARCH
Amarnath Garg
A. Kumar and R. Paul Choudhury
- 12:00:00 **M177** PHOSPHORUS CONTENT IN BIOLOGICAL STANDARDS AND SAMPLES BY THERMAL NEUTRON IRRADIATION AND B- COUNTING

**Session 7b: Wednesday, 10:40am
Biomedical 2**

Chairs: Manuel Navarrete (Mexico), Ibrahim Abugassa (Libya)

- 10:40:00 **M066** RECENT RADIOANALYTICAL INVESTIGATIONS FOR LIFE SCIENCES AT JINR, RUSSIA
Marina Frontasyeva
- 11:00:00 **M191** LOSS AND REGENERATION OF INORGANIC ELEMENTS OF OSTEOPOIC RAT BONE WITH NUCLEAR ANALYTIC TECHNIQUES
Sumin Hu
Z.F. Chai, X.Y. Mao, Y.H. Ou, H.F. Wang, J.J. Zhang
- 11:20:00 **M217** INAA APPLICATION IN THE ASSESSMENT OF CA, CL, V ZAICHICK K, MG, MN, NA, P AND SR CONTENTS IN CANCELLOUS BONE OF HUMAN ILLIAC CREST
J J Kehayias
C.A. Sheahan and M. O'Neill
- 11:40:00 **M196** IN VIVO FAT, PROTEIN AND MUSCLE MEASUREMENTS USING A PORTABLE D-T NEUTRON GENERATOR: DESIGN AND CLINICAL APPLICATIONS
Loretta Admans
N. M. Spyrou
- 12:00:00 **M242** PROBLEMS OF LEUKOCYTE ELEMENTAL QUANTIFICATION FROM CORONARY ARTERY BYPASS GRAFTING (CABG) PATIENTS.

**Session 8a: Wednesday, 13:30pm
Man-Made Materials**

Chairs: Maria Carmo Freitas (Portugal), Vladimir Kolotov (Russia)

- 13:30:00 **M111** DETERMINATION OF TRAMP ELEMENTS IN IRON AND STEEL BY NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS WITH MULTIPLE GAMMA-RAY DETECTION
A Kimura
Y. Toh, M. Oshima, Y. Hatsukawa, J. Goto
- 13:50:00 **M020** INSTRUMENTAL NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS FOR THE ELEMENTAL ANALYSIS OF CEMENT
Yahia S Khrbish
I. O. Abugassa , N. Benfaid and A.A. Bashir
- 14:10:00 **M060** MULTIELEMENTAL ANALYSIS OF NUCLEAR PLANTS CONCRETE INTERCOMPARISON BETWEEN INAA, ICP/MS & ICP/AES
A Gaudry
R. Delmas
- 14:30:00 **M151** OPTICAL ABSORPTION SOURCE STUDIES IN HIGH PURITY SAPPHIRE USING NEUTRON AND X-RAY PROBES
S C McGuire
G. P. Lamaze, E. A. Mackey, S. Brennan, K. Luening, P. Pianetta and A. Singh
- 14:50:00 **M014** ACTIVATION ANALYSIS AND LA-ICP-MS: WHAT IS THE BEST SOLUTION FOR NON DESTRUCTIVE CHARACTERIZATION OF ARCHAEOLOGICAL MATERIALS
Bernard Gratzue
J.-N. Barrandon

**Session 8b: Wednesday, 13:30pm
Biomedical 3**

Chairs: Marina Frontasyeva (Russia), Dennis James (USA)

- 13:30:00 **M228** DETERMINATION OF URANIUM IN HUMAN HAIR OF A BRAZILIAN POPULATIONAL GROUP BY EPITHERMAL NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS
M B A Vasconcellos
A. U. Akamine, M. A. Duchen Silva, M. Saiki, S. L. de Andrade and R. Fulfaro
- 13:50:00 **M153** CONCEPTUAL APPROACH TO EXPOSURE MODELING: ANALYSIS OF THE METHYLMERCURY DATA FROM THE INHABITANTS OF KUALA LUMPUR, MALAYSIA GENERATED BY NUETRON ACTIVATION
S B Sarmani
I. Alakilli and El. El. Elkhidir
- 14:10:00 **M038** STUDY OF EFFECTS OF LANTHANUM INTAKE ON MAJOR AND TRACE ELEMENT CONTENTS IN BRAIN OF RATS BY NAA
Zhifang Chai
Z. Y. Zhang, T. Yu , Z. J. Li , F. L. Li
- 14:30:00 **M119** MOBILITY OF TRACE ELEMENTS IN NAIL KERATIN
P C Favaro
P. Bode, E.A.De Nadai Fernandes
- 14:50:00 **M147** CHEMICAL YIELD VARIATIONS IN THE DETERMINATION OF TRANSURANIC ELEMENTS IN URINE SAMPLES
D Arginelli
G. Bilancia and S. Sabbioneda

Session 9a: Wednesday, 15:40pm
PGNAA 2

Chairs: Peter Bode (Netherlands), Christian Segebede (Germany)

- 15:40:00 **M057** NON-DESTRUCTIVE EVALUATION OF CONCRETE SAMPLES USING PGNAA TECHNIQUE
Syed A A Naqvi
 M. M. Nagadi and O. S. B. Al-Amoudi
- 16:00:00 **M079** PROMPT-GAMMA NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS FOR SMALL ANIMAL IN VIVO BODY COMPOSITION STUDIES: EFFECTS OF ANIMAL BODY SIZE AND INHOMOGENEITIES
K Kasviki
 I.E. Stamatelatos and J. Kalef-Ezra
- 16:20:00 **M121** DETERMINATION OF BORON IN BIOLOGICAL SAMPLE USING PROMPT GAMMA ACTIVATION ANALYSIS
Hyun-Je Cho
 Yong-Sam Chung and Ki-Jung Chun
- 16:40:00 **M150** DETECTION LIMITS IMPROVEMENTS AT THE UNIVERSITY OF TEXAS PGAA FACILITY
S R Biegalski
 S. Aghara, E. Alvarez, T.G. Green
- 17:00:00 **M254** PERFORMANCE IMPROVEMENT OF A PGAA SETUP DUE TO CHANGE IN MODERATOR DESIGN-A MONTE CARLO STUDY
M S Abdelmonem
 A. A. Naqvi, Ghada Al-Misned and Hanan Al-Ghamdi

Session 9b: Wednesday, 15:40pm
Food

- Chairs:** Amamath Garg (India), Marina Vasconcellos (Brazil)
- 15:40:00 **M050** ELEMENTS INTAKE TO THE HUMAN BODY IN CONTAMINATED AREAS
Alexander Kist
 L.I. Zhuk, E.A. Danilova, T.P. Rakhmanova, N.S. Osinskaya
- 16:00:00 **M083** DETERMINATION OF ESSENTIAL AND TOXIC ELEMENTS IN LIBYAN FOODSTUFF USING INSTRUMENTAL NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS
Mohamed B Alamin
 A. A. Mhapes, A.M. Bejey, A. Sadek, R.H. Atweer, K. Dubali and Daw M. Saad
- 16:20:00 **M134** ARE THERE DIFFERENCES BETWEEN ELEMENTAL COMPOSITION OF ORGANIC AND CONVENTIONAL ORANGES?
E A De Nadai Fernandes
 C. Turra, F.S. Tagliaferro, M.A. Bacchi, E.J. De França and D.I.T. Fávoro
- 16:40:00 **M226** NAA OF COBALT, SELENIUM AND IODINE IN FOODSTUFF BY PRE-CONCENTRATION OF TRACES
J M Navarrete
 L.C. Longoria, M.T. Martínez, L. Cabrera
- 17:00:00 **M164** THE ANALYSIS OF CADMIUM-POLLUTED RICE BY MULTIPLE GAMMA-RAY DETECTING METHOD
Yosuke Toh
 M. Oshima, M. Koizumi, A. Osa, A. Kimura, J. Goto, and Y. Hatsukawa

Session 10a: Thursday, 08:30am
Software

Chairs: Dimitra Darambara (UK), Wolf Goerner (Germany)

- 8:30:00 **M022** A PEAK SEARCH METHOD BASED ON SPECTRUM CONVOLUTION
Andrej Likar
 Andrej Likar, Tim Vidmar
- 8:50:00 **M031** A NEW K0 SOFTWARE TOOL SUPPORTED BY THE IAEA
M Rossbach
 M. Blaauw, M. Bacchi
- 9:10:00 **M131** LIMITS OF DETECTION UNDER THE PRESENCE OF THE CORRELATED BACKGROUND
A Berlizov
- 9:30:00 **M244** CONSTRUCTION OF A DATA ANALYZER COMPUTER PROGRAM FOR NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS
Samer Al-Ayoubi
 A. Sarnil and N. Al-Soml

Session 10b: Thursday, 08:30am
Neutron & Ion Beams 2

Chairs: Rolf Zeisler (USA), Leonel Ruis-Ramirez (Mexico)

- 8:30:00 **M081** PHOTOFISSION FOR DETECTION OF ACTINIDES
Henri Safa
- 8:50:00 **M197** ENHANCEMENT FOR THE FAR-INFRARED P-GE LASER BY NEUTRON TRANSMUTATIONAL DOPING
E S Filitsyan
 E.W. Nelson, M.V. Dolguikh, R.E. Peal, A.V. Muravjov, W.G. Vernetson
- 9:10:00 **M265** FAST-NEUTRON ANALYSIS AT THE SWEDISH DEFENCE RESEARCH AGENCY
K. Wilhelmson
 A. Axelsson, P. Andersson, K. Elmgren, P. Jansson, N. Olsson, A. Ringbom
- 9:30:00 **M144** PIXE AND STIM TOMOGRAPHY OF BIOLOGICAL TISSUES
D Beasley
 N.M. Spyrou
- 9:50:00 **M084** DETERMINATION OF COBALT IN NICKEL IN THE SUB-PPM LEVEL WITH COLD NEUTRONS
Achim Berger
 D. Alber and G. Bukalis

**Session 11a: Thursday, 10:40am
Validation & Quality Measures**

Chairs: Friedrich Grass (Austria), Borut Smodiš (Slovenia)

- 10:40:00 **M193** ACCURACY AND UNCERTAINTY IN RADIOACTIVITY MEASUREMENT FOR NAA
R M Lindstrom
R. Zeisler, and R. R. Greenberg
- 11:00:00 **M237** INSTRUMENTAL NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS PROCEDURES FOR DETERMINATIONS WITH VERY LOW UNCERTAINTIES
R Zeisler
R.R. Greenberg, R.M. Lindstrom, R. D. Spatz
- 11:20:00 **M245** THE ADVANTAGEOUS WAY IN GETTING THE LOWEST UNCERTAINTY VALUES OF ELEMENTAL CONCENTRATION BY INAA
Em Cincin
D. Barbos, Ioana Manea, V. Manu
- 11:40:00 **M238** CHEMICAL MEASUREMENT QUALITY AND NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS
R R Greenberg
E. A. Mackey, Ri. M. Lindstrom and R. Zeisler
- 12:00:00 **M073** MONTE CARLO GENERATED SPECTRA FOR QA/QC OF AUTOMATED NAA ROUTINE
Kevin Jackman
S.R. Biegalski

**Session 11b: Thursday, 10:40am
Natural Materials**

Chairs: Elisabete De Nadai Fernandes (Brazil), Robert Greenberg (USA)

- 10:40:00 **M064** SEDIMENT EXTRACTABLE CONTENTS DETERMINED BY INAA AND PIXE
Maria Freitas
C.S. Hipólito
- 11:00:00 **M199** DIFFUSION OF OBSIDIAN IN THE MEDITERRANEAN BASIN IN THE NEOLITHIC PERIOD: A TRACE ELEMENT CHARACTER-
S Meloni
C. Luglié, M. Oddone, L. Giordani
- 11:20:00 **M035** PHOTOACTIVATION ANALYSIS OF ORES BY SHORT-LIVED RADIONUCLIDES.
Yu M Tsipenyuk
- 11:40:00 **M046** PRE-CONCENTRATION OF TRACES OF RHENIUM IN GEOLOGICAL MATRIX: AN APPLICATION TO NAA
Satish Kayasth
Kallola Swain
- 12:00:00 **M251** DEVELOPMENT OF DIGITAL GAMMA-ACTIVATION AUTORADIOGRAPHY FOR DETERMINATION OF PLATINUM GROUP ELEMENTS INCLUSIONS IN GEOLOGICAL SAMPLES*
V P Kolotov
S.N. Shilobreeva, A. Yu. Andriyanov, V.I. Korobkov, N.N. Dogadkin, B.A. Chapyzhnikov

**Session 12a: Friday, 08:30am
k0 and Other Methods**

Chairs: Jong-Hwa Moon (Korea), Frans De Corte (Belgium)

- 8:30:00 **M202** MEASUREMENTS OF FAST NEUTRON CAPTURE CROSS SECTIONS ON ⁶³CU AND ¹⁸⁶W
H J Woo
G.D. Kim, H.W. Choi, N.B. Kim, T.K. Yang, J.H. Chang, and K.S. Park
- 8:50:00 **M118** EASY THERMAL NEUTRON FLUX MONITORING
M J J Koster-Ammerlaan
M.A. Bacchi and P. Bode
- 9:10:00 **M106** EXTENDING NAA TO MATERIALS WITH HIGH CONCENTRATIONS OF NEUTRON ABSORBING ELEMENTS
Greg Kennedy
C. Chilian, M. Kassakov, J. St-Pierre
- 9:30:00 **M240** DETERMINATION OF MULTI-ELEMENT IN VIETNAMESE CRUDE OIL AND BASE ROCK SAMPLES BY K₀-BASED INSTRUMENTAL NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS
Ho Manh Dung
Cao Dong Vu, Nguyen Thi Sy, Duong Hien Luong, Vladimir Savinykh
- 9:50:00 **M114** MEASURES IN INCREASING PRECISION AND ACCURACY IN THE ANALYSIS OF BIOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL SAMPLES USING ¹⁴MEV NEUTRON GENERATOR
C A Adesanmi
A. A. Essiett and F. A. Balogun

**Session 12b: Friday, 08:30am
Large Samples**

Chairs: Zsolt Révay (Hungary), Hans Postma (Netherlands)

- 8:30:00 **M080** NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS OF LARGE VOLUME SAMPLES: TECHNIQUE VALIDATION
Faidra Tzika
I. E. Stamatelatos and J. Kalef-Ezra
- 8:50:00 **M115** QUALITY CONTROL IN LARGE SAMPLE ANALYSIS
P Bode
- 9:10:00 **M179** INTERNAL MONO STANDARD INAA METHOD: APPLICATION TO LARGE AND NON-STANDARD GEOMETRY SAMPLES
A.V. Reddy
A.G.C. Nair, R. Acharya, K. Sudarshan and A. Goswami
- 9:30:00 **M090** THE PROBLEM OF LARGE SAMPLES
Christian Segebede
P. Bode, W. Goerner
- 9:50:00 **M270** INSTRUMENTAL NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS OF SAMPLES WITH VOLUME FROM 2 TO 350 ML
R Gwozdz

**Session 13a: Friday, 10:40am
Techniques**

Chairs: Tomoko Nakanishi (Japan), Amares Chatt (Canada)

- 10:40:00 **M029** NEUTRON RESONANCE CAPTURE ANALYSIS: IMPROVEMENTS OF THE TECHNIQUE FOR RESONANCES ABOVE 3 KEV ETC
Raffaella Perego
H Postma, M Blaauw, P Schillebeekx, A Borella
- 11:00:00 **M086** DOSE AND ENERGY DISTRIBUTION AT THE PHOTONACTIVATION ANALYSIS SCANNER
Oskar Haase
G. Weidemann
- 11:20:00 **M282** PFEASIBILITY STUDY OF USING PET TO DETERMINE NITROGEN CONCENTRATION AFTER HIGH ENERGY PHOTON IRRADIATION
A A Alghamdi
J Al-Mokhlef, A Ma, A Alhaj, N M Spyrou
- 11:40:00 **M015** DETERMINATION OF TRACE-ELEMENTS USING MULTIPARAMETER COINCIDENCE SPECTROMETRY
Yuichi Hatsukawa
Yosuke Toh, Masumi Oshima, Aisushi Kimura, G. M. Hosein
- 12:00:00 **M056** AUTOMATIC ACTIVATION ANALYSIS
Georg P Westphal
F. Grass, H. Lemmel and J. Sterba

**Session 13b: Friday, 10:40am
Soils, Sediments & Plants**

Chairs: Gianmarco Bilancia (Italy), Roger Benzing (UK)

- 10:40:00 **M149** BIOMONITORING OF CHEMICAL ELEMENTS IN THE ATLANTIC FOREST: PLANT-SOIL CONCENTRATION RATIOS
E J França
E.A. De Nadai Fernandes, M.A. Bacchi, F.S. Tagliarero and M. Saiki
- 11:00:00 **M067** STUDIES ON THE ADSORPTION CAPACITY OF MODIFIED ACTIVATED CARBON AND RED SOIL ON SOME TOXIC ELEMENTS IN WATER SAMPLES USING NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS
Alias M Yusof
M. M. Rahman and A. K. H. Wood
- 11:20:00 **M113** DETECTION AND MEASUREMENT OF ACTINIDE AND FISSION PRODUCT CONTAMINANTS IN UNSATURATED PRAIRIE SOIL
Bill Andrews
K.A.M. Creber, X. Wang and D.J. Sims
- 11:40:00 **M223** POLLUTION OF AGRICULTURAL CROPS BY THE RARE EARTH ELEMENTS STUDIED BY INSTRUMENTAL AND RADIOCHEMICAL NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS
J Mizera
J. Kucera, Z. Randa and M. Vavrova
- 12:00:00 **M192** RARE EARTH ELEMENTS AND SCANDIUM IN PLANTS AND SOIL
Irina Shtangeeva
S. Ayrault

**Session 14: Friday, 13:30pm
The Future**

Chairs: Nicholas Spyrou (UK), Robert Jervis (Canada)

POSTER PRESENTATIONS

- M004** SELENIUM PRECONCENTRATION IN GEOLOGICAL MATERIALS FOR DETERMINATION BY INAA AT SUB-UG G-L CONCENTRATION
Paul Bedard
Savard D., Barnes S.-J.
- M024** APPLICATIONS TO NATURAL AND MAN-MADE MATERIALS INAA OF MONOCRYSTALS MO, W & THEIR SILICIDES
N M Mukhamedshina
A A Mirsagatova
- M088** APPLICATIONS TO NATURAL AND MAN-MADE MATERIALS RARE EARTH ELEMENTS DISTRIBUTION IN SEDIMENTS OF THE NORTHWESTERN IBERIAN CONTINENTAL SHELF
Angela Gouveia
M. F. Araújo, A. C. Corredeira
- M089** APPLICATIONS TO NATURAL AND MAN-MADE MATERIALS OXYGEN DETERMINATION IN BAF2 AND CAF2 BY CPAA, RPAA AND CARRIER GAS HOT EXTRACTION
Silke Merchel
K. H. Ecker, T. Dudzus, H. Kipphardt
- M157** APPLICATIONS TO NATURAL AND MAN-MADE MATERIALS BIOGEOCHEMISTRY OF TRACE AND MAJOR ELEMENTS IN A SURFACE ENVIRONMENT (VOLCANIC ROCK, SOIL, MOSSES, LICHENS) IN THE S. MIGUEL ISLAND, AZORES, PORTUGAL
M I Prudêncio
- M163** APPLICATIONS TO NATURAL AND MAN-MADE MATERIALS TRACE ELEMENTS AND TOTAL MERCURY IN BOTTOM SEDIMENT SAMPLES FROM ADMIRALTY BAY, KING GEORGE ISLAND, ANTARCTIC
D I T Fávoro
G.P. M. Cavallaro, S.R. Damato, B.P. Mazzilli; E.S. Braga, G.E. Bosquilha, G.B.B. Berbel
- M168** APPLICATIONS TO NATURAL AND MAN-MADE MATERIALS EXCHANGE RATES OF MIMBRES CERAMICS USING INAA AND MULTIVARIATE STATISTICAL METHODS
William D James
E. S. Dahlin, D.L. Carlson, H.J. Shafer
- M172** APPLICATIONS TO NATURAL AND MAN-MADE MATERIALS A SIMPLE AND RAPID RADIOCHEMICAL SEPARATION PROCEDURE FOR THE DETERMINATION OF CESIUM IN ROCKS.
M J M Duke
- Applications to Natural and Man-Made Materials

M173	THE ANALYSIS OF URANIUM ORES AND TAILINGS: A COMPARISON OF DELAYED NEUTRON COUNTING, NATURAL GAMMA-RAY SPECTROMETRY AND INAA. Applications to Natural and Man-Made Materials	M J M Duke
M195	MEASUREMENT OF MO, W, TI AND ZR IN MOLIBDATES AND TUNGSTENGATES OF ZIRCONIUM AND TRITIUM BY NAA	H Artola F. Monroy G., I. Ortega A.
M243	Applications to Natural and Man-Made Materials A COMPARATIVE GEOCHEMICAL STUDY OF THE OLDER AND YOUNGER BIOLITE GRANITES IN NIGERIA USING INAA	I I Funtua P. O. Ogunleye and I. M. Umar
M275	Applications to Natural and Man-Made Materials MEASUREMENT OF THE HYDROGEN PROFILE IN HYDRATING CEMENT BY 15N CAPTURE	Richard A Livingston Jeffrey Schweitzer, Claus Rolfs, Hans-Werner Becker
M011	Applications to Natural and Man-Made Materials NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS OF TRACE ELEMENTS IN ORGANICS AND REGIONAL BRAIN OF FETAL RAT AFTER IN UTERO EXPOSURE TO LOW DOSE INORGANIC MERCURY	Weyue Feng B. Li, M. Wang, J. Liu, Z. F. Chai, J. Zhao, P. Q. Zhang and G. L. Deng
M058	Biomedical ELEMENTAL ANALYSIS OF KOREAN WOMEN BLOOD SERUM USING INSTRUMENTAL NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS	JongHwa Moon S.H. Kang, Y.S. Chung and O.K. Lee
M077	Biomedical EVALUATION OF HUMAN DENTAL LOSS CAUSED BY CARBAMIDE PEROXIDE BLEACHING AGENT USING NUCLEAR TECHNIQUES	Mitiko Saiki E. M. Adachi, M.N. Youssef
M099	Biomedical THE COMPARATIVE STUDY ON THE DETERMINATION OF SELENIUM IN BIOLOGICAL SAMPLES	JongHwa Moon S.H. Kang, S.H. Kim, Y.S. Chung and Y.J. Kim
M105	Biomedical DETERMINATION OF TRACE ELEMENTS IN DIFFERENT SPECIES OF CASEARIA USED AS MEDICINAL PLANTS	Mitiko Saiki C. I. Yamashita, J.A.A. Sertié
M158	Biomedical MULTI-ELEMENTS ABUNDANCE IN THE ROOTS OF A TROPICAL PLANT: COCHLOSPERNIUM TINCTORIUM	L A Dim A O Oyewale, I I Funtua, S Muazuc, FGraess, R Gwozdz and Y K E Ibrahim
M185	Biomedical DETERMINATION OF RUTHENIUM STABLE ISOTOPES IN URINE SAMPLES	M C Cantone A. Giussani, I. Veronese, P. Roth, V. Höllriegel, U. Oeh, U. Holzwarth, K. Abbas
M188	Biomedical DETERMINATION OF ORGANOHALOGENS IN LIPIDS OF CODFISH OVARIES BY NAA	K Isaac-Olive T.T. Kyaw, E. Gonzalez-Labrada and A. Chatt

M205	ACTIVATION ANALYSIS OF CERIUM STABLE ISOTOPES IN BLOOD PLASMA	M C Cantone A. Giussani, I. Veronese, B. Candoni, Yu.M. Tsipenyuk, V.I. Firsov, A.V. Gorbunov
M256	Biomedical APPLICATION OF PROMPT ACTIVATION ANALYSIS IN THE DETERMINATION OF FLUORINE IN TEA, IN INTERNATIONAL GEOCHEMICAL STANDARDS, AND IN EXPERIMENTAL BONES AND TEETH	M Anwar Chaudhri M. Nasir Chaudhri, Qamar Nadeem and Gaizer Jabbar
M257	Biomedical NON DESTRUCTIVE PROFILING OF FLUORINE TO LARGE DEPTH	M Anwar Chaudhri M. Nasir Chaudhri, Qamar Nadeem and Gaizer Jabbar
M260	Biomedical SPATIAL DISTRIBUTION OF MAJOR AND TRACE ELEMENTS IN BLADDER AND KIDNEY STONES	M Anwar Chaudhri John Watling and Farrukh A. Khan
M261	Biomedical TRACE ELEMENTS IN OSTEOPOROSIS	M Anwar Chaudhri John Watling, W. Kemmler and Klaus Engelke
M276	Biomedical MICROVASCULARITY, BLOOD FLOW AND TISSUE STRUCTURE AT THE SUBCHODRAL PLATE USING AN X-RAY FLUORESCENCE TECHNIQUE	P Muthuvelu R E Ellis, E M Green, D Attenburrow, R Barrett, C P Winlove, D A Bradley
M280	Biomedical DIFFERENTIAL PARTICLE RETENTION IN THE FORESTOMACH OF HIPPOPOTAMIDAE INVESTIGATED BY INSTRUMENTAL NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS OF ELEMENTAL PARTICLE MARKERS	D Alber A Schwarm, S Ortman, M Clauss, D Behne
M284	Biomedical BONE DENSITY MEASUREMENTS IN PROSTATE CANCER	Olufunso Akanle N. Mohammed and N.M. Spyrou
M039	Biomedical INAA FOR STUDYING OF THE MO & W ABSORPTION BY MICRO-ORGANISMS	N M Mukhamedshina A A Mirsagatova
M045	Chemical Separations APPLICATION OF NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS IN DIFFUSION STUDIES OF MANGANESE IONS IN AGAR GEL CONTAINING LITHIUM SULPHATE	Nilima Rajurkar N. A. Gokarn
M051	Chemical Separations ENAA AND INAA OF BORON CARBIDE	X. Lin R. Henkelmann and Chr. Lierse von Gostomski
	Chemical Separations	

M071	INAA OF FLUORINE-RICH PLASTICS USING THE LOW-FLUX MCMASTER REACTOR Chemical Separations	R G V Hancock A.E. Pidruzny, B. Smith, G.R. Chapman, and S.R. Oriani, Ewa Panczyk Justyna Olszewska-Swietlik, Lech Walls
M100	CHARACTERISATION OF LEAD WHITE OF THE 15-TH CENTURY PANEL PAINTINGS OF THE SILESIAN SCHOOL USING INSTRUMENTAL NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS Chemical Separations	M J J Koster-Ammerlaan P. Bode
M116	FAST REACTOR NEUTRON FLUX MONITORING FOR INAA WITH SHORT HALF-LIFE RADIONUCLIDES Chemical Separations	C S Munita J.O. dos Santos, C. Vergner, L.G. Sant'Anna, P.M.S. Oliveira, M. Valerio Samir Maji S. Basu, Dalia Nayak and Susanta Lahiri
M137	ARCHAEOLOGICAL STUDY USING INAA AND X-RAY DIFFRACTION IN CERAMIC AND CLAY SAMPLES FOR PROVENIENCE STUDIES Chemical Separations	C S Munita L.P. Barroso and P.M.S. Oliveira E Sabbioni S. Fortaner, M. Farina, J. Ponti, S. Bosisio Halina Polkowska-Motrenko Bozena Danko, Rajmund Dybczynski Georges Meyer
M141	APPLICATION OF TRACER PACKET TECHNIQUE FOR MULTIELEMENTAL UPTAKE STUDIES ON THE INORGANIC ION EXCHANGER CERIC VANADATE Chemical Separations	M B A Vasconcellos M. Saiki Yutaka Miyamoto Y. Saito, M. Magara, S. Sakurai and S. Usuda Diandou Xu Mo Dan, Guoshun Zhuang, Zhifang Chai
M186	SELECTION OF VARIABLES IN DATA ANALYSIS PRESERVING MULTIVARIATE DATA STRUCTURE Chemical Separations	
M203	THE ROLE OF NUCLEAR AND RADIOCHEMICAL TECHNIQUES IN VITRO STUDIES OF CELLULAR TOXICOKINETICS OF METAL Chemical Separations	
M277	POTENTIAL OF INAA AS A PRIMARY RATIO METHOD Chemical Separations	
M025	THE PLACE OF NAA IN NUCLEAR CHEMISTRY EDUCATION: WHY NEUTRON ACTIVATION IS MUCH MORE THAN AN ANALYTICAL TOOL? Education & Skills	
M166	METHODOLOGY FOR RADIOCHEMISTRY COURSE AT IPEN CNEN -SP, BRAZILIAN NUCLEAR ENERGY COMMISSION Education & Skills	
M026	EFFECT OF CHANGE OF ENVIRONMENTAL CONDITION ON THE VARIATION IN ELEMENTAL COMPOSITION OF AIRBORNE DUST Environmental Applications	
M040	INAA OF EXTRACTABLE ORGANOHALOGENS IN FINE ATMOSPHERIC PARTICLES FROM BEIJING Environmental Applications	

M043	INAA OF THE CONCENTRATION AND CHEMICAL COMPOSITION OF DUOLIN AEROSOL DURING DUST STORM PERIOD Environmental Applications	Yan Song Diandou Xu, Weiyue Feng, Yanghong Ou, Zhiyong Zhang, Xueying Mao, Zhifang Chai Zhifang Chai Li Shihong, MAO Xueying, OUYANG Hong Alexander Kist L.I. Zhuk, E.A. Danilova, P. Bode, O.A. Malkova Ivan Vasiliev V.M. Alekhina, S. Mamatibtaimov, S. Idrisova
M044	DETERMINATION OF VERY LOW CONCENTRATION (10-16 G/L) OF IRIIDIUM IN SEAWATER BY ANION EXCHANGE PRECONCENTRATION WITH NAA Environmental Applications	
M049	PHOSPHATE FERTILIZER PRODUCTION AND HEALTH Environmental Applications	
M054	PROGRESS OF THE ISOTOPIC METHODS OF STUDYING THE NATURAL PROCESSES, AND IMPROVEMENT OF THE NUCLEAR-PHYSICAL METHODS OF ANALYSIS IN KYRGYZSTAN Environmental Applications	Zahra Moutia André GAUDRY, Rajaa CHERKAOUI, CHOUAK Abdelkader, Abderrahmane SENHOU, T. EIKHOUKHI A Gaudry S. Zeroual, M. Moskura, A. Guessous, A. Mouradi, R. Cherkaoui, Maria Freitas A.M.G. Pacheco and M.A. Reis
M059	EMISSION SOURCES IDENTIFICATION BY USING EUCALYPTUS TREE BARKS AS HEAVY METAL BIOACCUMULATORS IN THREE TOWNS OF THE MOROCCAN ATLANTIC COAST Environmental Applications	
M061	BIOMONITORING OF HEAVY METAL POLLUTION OF THE MORROCAN MARINE ENVIRONMENT, BY MEANS OF ALGAE, AN APPLICATION OF INSTRUMENTAL NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS Environmental Applications	
M065	AEROSOL BASELINE CONCENTRATIONS AS DETERMINED BY INAA AND PIXE Environmental Applications	
M069	ELEMENTAL CONSTITUENTS OF SEDIMENTS FROM LAGAS LAGOON AND THEIR ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES Environmental Applications	Fatai A Balogun Tubosun I.A., Fasasi M.K. and Adewumi A. J. M. Lim J. H. Lee, K. H. Kim, Y. S. Chung, K. Y. Lee
M075	TRACE ELEMENTS IN AIRBORNE PARTICULATE MATTER FROM AN INDUSTRIAL COMPLEX AREA OF KOREA USING INSTRUMENTAL NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS Environmental Applications	
M076	INAA OF LICHEN SAMPLES FOR BIOMONITORING THE ATMOSPHERIC POLLUTION AT SÃO PAULO CITY METROPOLITAN AREA, BRAZIL Environmental Applications	Mitiko Saiki A. Fuga, E. R. Alves, M.B.A. Vasconcellos and M.P. Marcelli

- M078** EFFECT OF LIMING AND FERTILIZER USE ON MINERAL CONTENT AND PRODUCTIVITY OF BRACHIARIA DECUMBENS
Environmental Applications
Mikiko Saiki
M.J.A. Armelin, O. Primavesi,
A.C. Primavesi
- M085** NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS AND ICP TECHNIQUES IN DETERMINATION OF TRACE AND MACRO-ELEMENTS IN ENVIRONMENTAL SAMPLES. ADVANTAGES AND DISADVANTAGES
Environmental Applications
Irina Shtangeeva
J.V.P. Lathi, H. Kahelin, G. Gobran
- M097** STUDY ON AIR POLLUTION MONITORING IN URBAN REGIONS USING INSTRUMENTAL NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS
Environmental Applications
Y.S. Chung
J.M. Lim, J.H. Moon, S.H. Kim
and J. H. Lee
- M104** EPITHERMAL NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS OF MOSS BIOMONITORS USED TO ESTIMATE METAL POLLUTION IN THE SURROUNDINGS OF THERMAL POWER PLANTS IN CENTRAL RUSSIA
Environmental Applications
Elena V Ermakova
M.V. Frontasyeva and E. Steinnes
- M120** DETERMINATION OF ELEMENTAL COMPOSITION IN BOTTOM ASH OF MUNICIPAL INCINERATOR BY INSTRUMENTAL NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS
Environmental Applications
Y S Chung
J.H. Moon, S.H. Kim, S.H. Kang and Y.J. Kim
- M138** AN INTERCOMPARISON BETWEEN THE RESPONSES OF BIOLOGICAL AND NON-BIOLOGICAL MONITORS TO ANTHROPOGENIC INPUTS IN A MIXED ENVIRONMENT
Environmental Applications
Adriano Pacheco
A. Machado, M.C. Freitas
- M206** ATMOSPHERIC QUALITY IN SAO PAULO CITY, BRAZIL, EMPLOYING TILLANDSIA USNEOIDES L. AS BIOMONITOR
Environmental Applications
C A Nogueira
A.M.G. Figueiredo, M. Domingos and M. Saiki
- M212** INAA AND WD-XRF APPLICATIONS IN THE ASSESSMENT OF MAJOR, MINOR AND TRACE ELEMENT CONTACTS IN SOILS OF THE KHAWAR-
Environmental Applications
E Grosheva
D. Zaichick, V. Zaichick
- M230** METAL LEVELS AND FORAMINIFERS OCCURRENCE IN SEDIMENT CORES FROM GUANABARA BAY, RIO DE JANEIRO, BRAZIL
Environmental Applications
A M G Figueiredo
P. B. P. Kfourri, S.H.M. Souza
- M248** BOTANICAL MONITORS FOR ZINC POLLUTION RESULTING FROM VEHICULAR TRAFFIC
Environmental Applications
Waleed J Altaf
- M146** ACCESS TO THE LVR-15 RESEARCH REACTOR AT REZ
J Kucera
P. Mikula
Facilities

- M218** THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF A COMPUTER CONTROLLED RABBIT SYSTEM FOR SINGLE AND CYCLIC ACTIVATION ANALYSIS USING THE 14MEV NEUTRON GENERATOR AT HMS SULTAN
Facilities
S E Jarman
J. M. Brushwood, S. Murphy,
P. Wilson, R. Mills, T. McCarthy,
M. Bray, J. Pinchin and P. A. Beely
- M235** MEASURING THERMAL NEUTRON FLUX IN THE IRRADIATION FIELD OF A HIGH ENERGY PHOTON MEDICAL LINEAR ACCELERATOR USING ACTIVATION FOILS
Facilities
A A Alghamdi
U. J. Miola and N.M. Spyrou
- M249** LICENSING ISSUES AND EXPERIMENTATION AT THE UK'S ONLY CIVIL RESEARCH REACTOR
Facilities
Simon Franklin
Dave Bond, Nasser Baghini,
Nichola Chapman, Heather Phillips
- M002** DETERMINATION OF TRACE ELEMENTS IN FOOD PACKAGING BY NAA
Food
Omar Al-Dayel
O. Al-Horayess, J. Hefni and
A. Al-Durrahim
- M006** STUDY OF ORGANOHALOGEN CONTAMINANTS IN YOGURT BY NAA, GC AND GC-MS
Food
Zhifang Chai
H. Zhang, H.B. Sun, J.L. Zhang, H. Ouyang, L. Xin, Y.D. Chuai
- M028** THERMAL NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS OF IODINE TRACES IN FOODSTUFF BY PRE-CONCENTRATION OF TRACES IN ACTIVATED CARBON
Food
J M Navarrete
L.C. Longoria, T. Martinez, L. Cabrera
- M042** STUDY ON SUBCELLULAR DISTRIBUTION OF CR, FE, ZN AND CO IN CHROMIUM-RICH YEAST BY NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS
Food
J Liu
W. Y. Feng, B. Li, J. J. Zhao,
Y. X. Gao, Z. F. Chai, C. Y. Chen
- M096** MULTIELEMENTAL ANALYSIS OF GENETICALLY MODIFIED FOOD USING NAA AND PIXE TECHNIQUES
Food
Cibele Bugno Zamboni
I. M.M. A. Medeiros,
J.A.G. Medeiros, M. A. Rizzutto
N. Aded and M.H. Tabacniks
- M124** INFLUENCE OF TWO NIGERIAN DIETS ON THE UPTAKE OF FE, SE AND ZN INTO ERYTHROCYTES
Food
Joshua Ojo
Laja Osoniyi, Andy Fakoya,
Fatai Balogun and Jan Kucera
- M126** ASSESSMENT OF MINERAL AND TRACE ELEMENTS DAILY INTAKE OF WORKERS DIET SAMPLES ANALYSED BY INAA, WD-XRF AND ICP OES TECHNIQUES
Food
Vera Akiko Maihara
D.I.T. Favaro,
M.B.A. Vasconcellos, I.M. Sato,
V.L.R. Salvador, D. Mantovanni, M.A. Morgano,
C.S. Kira, F.D. Maio

M135	CHARACTERIZATION OF FULL SUN AND SHADED ORGANIC COFFEE SYSTEMS Food	E A De Nadal Fernandes C.F. Moreira, F.S. Tagliaterra
M136	CAN IMPURITIES FROM SOIL-CONTAMINATED COFFEES REACH THE CUP? Food	E A De Nadal Fernandes F.S. Tagliaterra, M.A. Bacchi, P. Bode and E.J. França
M139	APPLICATION OF TRACER PACKET TECHNIQUE FOR STUDYING METAL-PROTEIN INTERACTION WITH ERYTHRINA VARIEGATA LINN. SEED PROTEINS Food	Dalia Nayak Tiliji Dutta Samanta, Subrata Laskar, Susanta Lahiri,
M162	DAILY DIETARY INTAKE OF HG AND TRACE ELEMENTS IN DIETS OF PRE-SCHOOL CHILDREN FROM AMAZON REGION Food	L A Farias D.I.T.Fávaro; V.A. Malhara; M.B.A Vasconcelos; J.P. L. Aguiar, Fernando H. Alencar, Lucia Yuyama
M178	APPLICATION OF INAA FOR DETERMINATION OF ESSENTIAL ELEMENTS IN WHEATGRASS: A NATURAL ANTI-OXIDANT Food	A.V. Reddy S. D. Kulkarni, R. Acharya, A.G.C. Nair, N.S. Rajurkar
M213	MULTI-ELEMENT ANALYSIS OF JAPANESE EDIBLE SEAWEEDES BY CONVENTIONAL AND EPITHERMAL INAA Food	M Fukushima K. Isaac-Olive, Y. Nakano, and A. Chatt
M225	NAA TO MEASURE SOME CONTAMINANTS IN TRADITIONAL MEXICAN FOOD Food	H Arriola F. Monroy G., M. Cruz P
M229	INAA OF SOME INDIAN MEDICINAL HERBS Food	A N Garg A. Kumar, A.G.C. Nair and A.V.R. Reddy
M268	ELIMINATION OF FLUOR IN WATER OF HUMAN CONSUMPTION USING HYDROXYPATITE AS AN ADSORBENT Food	A. Flores de la Torre F. Alonso, H. Arriola, V. Badillo-Almaraz
M269	INORGANIC CONTAMINANTS FROM PRINTING INKS IN PAPER AND BOARD FOOD PACKAGING Food	D Aston S. J Parry
M019	DETECTION LIMITS OF POLLUTANTS IN WATER SAMPLE USING ISOTOPIC NEUTRON SOURCE Instrumentation	Rachid Khelifi Z. Idri, A. Amokrane, P. Bode
M033	INSTRUMENTAL STUDY OF URANIUM BEHAVIOUR IN PERMEABLE REACTIVE BARRIERS Instrumentation	Christian Segebede M. Hedrich, F.G. Simon

M180	SINGLE PHOTON COUNTING SPECTROMETER FOR WEAK INTENSITY MEASUREMENT Instrumentation	N M Badiger
M208	RELATIONSHIPS AMONG GEOMETRIES USED IN APPLIED GAMMA SPECTROMETRY: POINT SOURCE, DISC SHAPED, RADIAL, MARINELLI BEAKER AND WELL TYPE Instrumentation	R Gwozdz B.Knyazev, H.Kunzendorf, Yu.Popov
M271	PERFORMANCE OF CS(TI) SCINTILLATION DETECTOR FOR TERRESTRIAL GAMMA-RAY MEASUREMENTS Instrumentation	Darwish Al-Azmi
M017	UTILIZATION OF AN AM-BE NEUTRON SOURCE IRRADIATION FACILITY FOR QUANTIFICATION OF PRECIOUS METALS IN ORES BY KO-NAA METHOD k0 & Nuclear Data	Sunday A Jonah I.M. Umar, N. Rabiu
M063	EFFECTS OF INHOMOGENEITY AND CONTAMINATION IN KO-INAA OF LOW-(K,TH,U)CONTENT SAND FOR THE ANNUAL RADIATION DOSE DETERMINATION IN LUMINESCENCE DATING k0 & Nuclear Data	Frans De Corte S.M. Hossain, D. Vandenberghre and P. Van den haute
M094	A SIMPLE ALTERNATIVE TO THE WESTCOTT FORMALISM AND NEUTRON TEMPERATURE MONITORING FOR NAA USING NON-1/V NUCLIDES k0 & Nuclear Data	J St-Pierre G. Kennedy
M152	DETERMINATION OF THERMAL TO EPITHERMAL NEUTRON FLUX RATIO (F), EPITHERMAL NEUTRON FLUX SHAPE FACTOR (A) AND COMPARATOR FACTOR (FC) IN THE TRIGA MARK II REACTOR (MALAYSIA) k0 & Nuclear Data	K S Khoo S. B. Sarmani
M189	COMPARISON OF NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS METHODS k0 & Nuclear Data	S I Kafala T. D. MacMahon
M190	A METHOD FOR THE CALCULATION OF MODIFIED SPECTRAL INDE FOR NAA USING PURE IDEAL V (N,G) REACTIONS k0 & Nuclear Data	R Acharya E. H. K. Akaho, B. J. B. Nyarko, and A. Chatt
M215	COMPARISON BETWEEN SHAPE INDEPENDENT K0 AND MULTI-ELEMENT STANDARDISED NAA FOR THE ANALYSIS OF SELECTED k0 & Nuclear Data	J M Brushwood J.T. Pinchin, and P.A. Beeley
M234	MEASUREMENT OF THE 3HE(D, P)4HE NUCLEAR REACTION CROSS SECTION BY COINCIDENCE DETECTION OF ALPHAS AND PROTONS k0 & Nuclear Data	H Errami T. Sauvageb, M. Rhazia, M.A. Misdaga,
M246	UK NUCLEAR DATA EVALUATION CENTRE (NDEC) k0 & Nuclear Data	Simon Franklin Steve Judge

M258	SENSITIVITIES OF FLUORINE DETECTION IN DIFFERENT MATRICES THROUGH THE $F(p, \alpha, n)$ REACTION	M. Nasir Chaudhri M Anwar Chaudhri
M091	k0 & Nuclear Data TRACE ELEMENT FINGERPRINTS OF COFFEE SAMPLES OF DIFFERENT ORIGIN	Christian Segebade A. Berger, D. Alber, W. Gömer
M117	Large Samples ANALYSIS OF LARGE COMPOSITE SAMPLES AND KRIGING TO IMPROVE THE SIGNAL-TO-NOISE RATIO IN BIOMONITORING SURVEYS.	P Bode H.Th. Wolterbeek, T.G. Verburg
M156	Large Samples APPLICABILITY OF LARGE SAMPLE INAA AS A QUICK METHOD TO ESTIMATE THE SPATIAL DISTRIBUTION OF ARSENIC IN THE TOPSOIL OF A SITE IN CORNWALL	P Geelhoed H.J. Glass, M. Blaauw and P. Bode
M207	Large Samples USE OF RATIO TO MONOSTANDARD IN INSTRUMENTAL ACTIVATION ANALYSIS OF LARGE SAMPLES BIOMONITOR	R Gwozdz F.Grass, G.Kabirova, A.Musrepov, E.Volkova, L.Peremittina
M209	Large Samples INTERNAL STANDARDIZATION IN INSTRUMENTAL NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS OF LARGE SAMPLES	R Gwozdz B.Knyazev, J.C.Bailey
M210	Large Samples NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS OF LARGE ORGANIC AND BIOLOGICAL SAMPLES AND FOOD ADDITIVES FROM E-LIST	R Gwozdz F.Grass, G.Kabirova, A.Musrepov, E.Volkova, L.Peremittina
M211	Large Samples NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS OF LARGE ORGANIC AND BIOLOGICAL SAMPLES AND FOOD ADDITIVES FROM E-LIST.	R Gwozdz F.Grass, S.Sipp, G.Kabirova, A.Musrepov, E.Volkova, L.Peremittina
M227	Large Samples EXPRESS DETERMINATION OF GOLD IN GREAT MASS SAMPLES OF GOLD ORES BY PHOTOEXCITATION REACTION WITH 10 MEV BREMSSTRAHLUNG	Z Randa B. Spacek
M200	Large Samples PRODUCTION OF MONO-ENERGETIC MEV-RANGE NEUTRONS BY $^3T(p, n)^3He$ REACTION	G D Kim H.J. Woo, J.K. Kim, T.K. Yang, and J.H. Chang
M201	Neutron & Ion Beams A DESIGN OF NANOSECOND BEAM BUNCHING SYSTEM	W Hong G.D. Kim, H.J. Woo, J.H. Chang, and K.S. Park
	Neutron & Ion Beams	

M262	ACTIVATION ANALYSIS WITH CHARGED PARTICLES	M Anwar Chaudhri M. Nasir Chaudhri, Qaiser Jabbar and Qamar Nadeem
M008	Neutron & Ion Beams STUDY ON BACKGROUND INTERFERENCE ON THE PGAA SYSTEM AT HANARO RESEARCH REACTOR	Yong-Sam Chung Hyun-Je Cho and Young-Jin Kim
M110	CONSTRUCTION OF AN APPARATUS FOR MULTIPLE PROMPT GAMMA-RAY ANALYSIS	Masumi Oshima Y. Toh, A. Kimura, M. Ebihara, Y. Oura, Y. Itoh, H. Sawahata and M. Matsuo
M145	GEOLOGICAL USE OF PROMPT GAMMA ACTIVATION ANALYSIS: IMPORTANCE OF THE BORON CONCENTRATION IN VOLCANIC ROCKS	L Szentmiklósi Katalin Gmélíng, Zsolt Kasztovszky, Szabolcs Harangi, Zsolt Révay
M161	FITTING THE BORON PEAK AND RESOLVING INTERFERENCES IN THE 460-490 KEV REGION OF PGAA SPECTRA	L Szentmiklósi K. Gmélíng, Zs. Révay
M255	PGNAA GAMMA-RAY YIELD DEPENDENCE UPON BULK DENSITY AND MOISTURE CONTENTS OF A SAMPLE OF A PGAA SETUP - A MONTE CARLO STUDY	M M Nagadi A. A. Naqvi
M272	PGNAA VALIDATION EXPERIMENT FOR LARGE-SAMPLE PROMPT-GAMMA NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS	I H Degenaar M Blaauw, C Yonezawa, H Matsue, J J M de Goeij
M273	PGNAA THE INFLUENCE OF THE EFFECTIVE MASS ON THE RELATIVE NEUTRON DENSITY DISTRIBUTION INSIDE A LARGE SAMPLE IN PGAA	I H Degenaar M Blaauw, J J M de Goeij
M274	PGNAA DEVELOPMENT OF A NON-INVASIVE METHOD FOR THE DETERMINATION OF THE MACROSCOPIC NEUTRON CROSS-SECTIONS OF A SAMPLE MATRIX IN LARGE-SAMPLE PROMPT-GAMMA NEUTRON-ACTIVATION ANALYSIS	I H Degenaar M Blaauw, J J M de Goeij
M278	PGNAA APPLICATION OF COLD NEUTRON PROMPT GAMMA ACTIVATION ANALYSIS ON ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL SAMPLES	L Zhao L Robinson, R L Paul and R R Greenberg
M036	PGNAA EFFECT - AN EFFECTIVE EFFICIENCY COMPUTATION TOOL	Tim Vidmar Andrej Likar
	Software	

- M130** CURRENT STATUS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF THE NAAPRO CODE
Software
A Berlizov
V.K. Basenko, R.H. Filby, I.A. Maljuk and V.V. Tryshyn
- M170** RELIABILITY OF THE AUTOMATIC GAMMA-RAY SPECTRUM ANALYSIS PROCEDURE FOR RESULTS NEAR THE DETECTION LIMIT
Software
D Glavic-Cindro
M. Korun
- M062** APPLICATIONS OF ACTIVATION ANALYSIS TO LOW-LEVEL NEUTRON FLUENCE MEASUREMENTS
Techniques
Goran Lovestam
M. Köhler, J. Gasparro, P.N. Johnston, R. Vasselli, M. Huit,
- M224** THE ROLE OF PHOTON ACTIVATION ANALYSIS IN ELEMENTAL CHARACTERIZATION OF GEOLOGICAL, BIOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL SAMPLES AND ITS COMPARISON WITH NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS
Techniques
J Kucera
Z. Randa, J. Mizera
- M250** THE ISOLATION AND PURIFICATION OF 99MO AND 131I FROM FISSION MATERIAL BY ION EXCHANGE CHROMATOGRAPHY.
Techniques
T. N. Nico van der Walt
- M264** NUCLEAR-PHYSICAL TECHNIQUES FOR STUDY BORON DISTRIBUTION IN PURE MATERIALS
Techniques
Mukhtuba Kadirova
N. Jumaev, Yu.F. Simakhin, Kh. Idrisov
- M095** ANALYSIS OF CERTIFIED BIOLOGICAL REFERENCE MATERIALS USING THE ABSOLUTE NAA
Validation, QA/QC, Reference Materials
Cibele Bugno Zamboni
L. C. Oliveira, G. S. Zahn and M. Saiki
- M101** QUALITY SYSTEM IMPLEMENTATION IN MEMBER STATES OF THE IAEA
Validation, QA/QC, Reference Materials
M Roszbach
P. Bode, P. Vermaercke and M. Bickel
- M132** INSTRUMENTAL NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS APPLIED IN SOIL AND MARINE SEDIMENT REFERENCE MATERIALS CANDIDATES
Validation, QA/QC, Reference Materials
P.S.C. Silva
B.P. Mazzilli and D.I.T. Fávoro
- M142** DEVELOPMENT OF POLYMER REFERENCE MATERIALS FOR THE ANALYSIS OF TRACE METALLIC ELEMENTS BASED ON THE USE OF NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS
Validation, QA/QC, Reference Materials
Kil Yong Lee
M. K. Yang, Y. Y. Yoon, S. Y. Cho, S. K. Shim, Y. S. Chung, J. H. Lee
- M159** DETERMINATION OF PT, PD AND RH IN REFERENCE MATERIALS BY INSTRUMENTAL NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS WITH NICKEL SULPHIDE FIRE-ASSAY COLLECTION
Validation, QA/QC, Reference Materials
A M G Figueiredo
C.P.R. Morcelli, J. Enzweiler

- M216** USE OF INAA AND ICP-OES IN THE CHARACTERIZATION OF A NEW SILICON REFERENCE MATERIAL
Validation, QA/QC, Reference Materials
M B A Vasconcellos
E. G. Moreira, M. Saiki, C. O. Yamashita, Q. S. H. Chui and J. M. A. Bispo
- M219** QUALITY MANAGEMENT SYSTEM IMPLEMENTATION AT THE NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS LABORATORY OF THE IPEN-CNEN/SP
Validation, QA/QC, Reference Materials
Mitiko Saiki
Rosemeire P. Paiva, Marina B. A. Vasconcellos
- M239** NUCLEAR METHODS APPLIED TO THE CERTIFICATION OF NIST SRM 1575A PINE NEEDLES AND RESULTS OF THE ASTM INTERNATIONAL COMPARISON USING NUCLEAR METHODS OF CHEMICAL ANALYSIS
Validation, QA/QC, Reference Materials
Elizabeth Mackey
D. A. Becker, R. D. Ofiaz, R. L. Paul, R. R. Greenberg, R. M. Lindstrom, L. L. Yu, L. J. Wood, S. E. Long, W. R. Kelly, and J. L. Mann

2004年日本放射化学学会年会・第48回放射化学討論会

[2004年10月27日~29日]

表記学会が2004年10月27日(水)~29日(金)の会期で東京大学本郷キャンパス山上会館・理学部化学本館を会場に開かれました。

放射化分析関連の発表を表1にリストアップしました。件数としてはあまり多くなかったのですが、基礎的なこと、方法論的なことについて報告されているように思います。この他保障措置に関係する核物質の同位体分析、環境放射能や原子力施設周辺に関係する核種分析、加速器・原子炉で生成する核種分析など種々の核種分析の発表がありました。このほか、放射化分析研究会に関係する行事としては27日(水)11:15から放射化分析分科会が開かれ、研究会の1年間の活動報告や、共同利用施設の現状報告、将来計画などの報告がありました。これについては別に報告されることになっています。同時に開かれた核化学分科会では新発見の113番元素の報告が行われたためか、放射化分析分科会の参加人数がいつもに比べて少なかったようです。

28日(水)13:00からマインツ大のKlingelhoefer博士による“火星に水は存在した—火星探査機ローバ搭載メスバウワー分光器MIMOS IIによる火星表面探査”と題する特別講演があり、ローバ搭載の各種分析機器や実際の探査の様子を紹介、さらに火星表面でのMIMOS IIの測定結果で水の存在が示されたとの報告がありました。このような放射線をプローブとする分析法の活用も興味深く思いました。

(KEK, 榎本和義)

表1 放射化分析関係の発表リスト (放射能分析, 同位体分析は除いた)

口頭発表
1A06 KENS 実験1:放射化検出器とイメージングプレートを用いたコンクリート遮蔽体内透過中性子の空間分布測定。 (高エネ研) 榎本和義, 王慶斌, 豊田晃弘, 松村宏, 中尾徳晶, 高橋一智, 川合将義
1A07 KENS 実験2: Au放射化法による高エネルギー中性子スペクトルの評価。 (高エネ研・東大院理学系・日大院総合基礎科学) 松村宏, 榎本和義, 中尾徳晶, 豊田晃弘, 川合将義, 阿瀬貴博, 藤村匡胤
1A08 KENS 実験3: Cl-36の加速器質量分析法の開発とKENSコンクリート遮蔽体中でのCl-36の生成反応の評価。 (東大院理学系・日大院総合基礎科学・高エネ研) 阿瀬貴博, 藤村匡胤, 野口真弓, 松村宏, 永井尚生, 松崎浩之, 榎本和義, 中尾徳晶, 川合将義,

<p>1A11 光量子放射化分析法による大気浮遊粒子中の炭素分析. (都立大院理・都立大理) 大浦泰嗣, 永幡健, 海老原充</p>
<p>1A12 放射化分析用γ線スペクトル解析プログラムの開発. (武蔵工大工) 鈴木章悟, 岡田往子, 平井昭司</p>
<p>1A13 中性子即発γ線分光法による大気浮遊粒子中のホウ素の定量. (都立大理・都立大院理・東北公益大) 井口秀憲, 永幡健, 大浦泰嗣, 大歳恒彦, 海老原充</p>
<p>2B02 植物中のホウ素の即発γ線ドップラー広がり法による追跡. (大同工大・国際基督教大・原研東海・九州沖縄農研・IAEA) 酒井陽一, 久保謙哉, 松井秀明, 松永俊朗, 米沢仲四郎</p>
<p>2B03 医療用小型サイクロトロンでの放射化と PET 薬剤中の放射性副生成物の分析. (名大院医・長寿研・名大病院) 望月真吾, 緒方良至, 簗野健太郎, 阿部潤一郎, 伊藤健吾, 西野正成, 宮原洋</p>
<p>ポスター発表</p>
<p>1P12 近畿大原子炉を利用した金の中性子自己吸収の実験的評価. (金沢大 LLRL・近畿大原研) 村松祥全, 小村和久, 古賀妙子, 森島彌重</p>
<p>1P13 人の爪試料中のセレンの放射化分析. (筑波大化) 大野智司, 関李紀</p>
<p>1P14 亜鉛欠乏マウスの肝臓内における生体微量元素の濃度の変化. (静岡大理・理研) 皆吉龍二, 衣川信之, 大山拓也, 小木貴憲, 石川勝利, 野口基子, 菅沼英夫, 高橋和也, 榎本秀一, 矢永誠人</p>
<p>1P15 亜鉛欠乏マウスのすい臓細胞中における微量元素の濃度の変化(II). (静岡大理・理研) 衣川信之, 皆吉龍二, 小木貴憲, 上島淳慈, 石川勝利, 野口基子, 菅沼英夫, 矢永誠人</p>
<p>1P16 機器中性子放射化分析法による廃棄物焼却灰中の有機態ハロゲン(EOX)の定量とそのダイオキシン様酵素誘導能. (愛媛大農・横浜市大医・長野県短大生活科学) 河野公栄, 松井三明, 鹿島勇治, 松田宗明, 阿部和則, 脇本忠明, 土井陸雄</p>
<p>1P17 K_0法による植物含有元素濃度の季節変動. (九大院理・九大アイセ) 杉原真司, エフリザル, 大崎進, 前田米蔵</p>
<p>1P18 京大炉における Tc-Pn の特性と, 高純度鉄中の不純物 Mn 測定への適用. (京大院工・日大文理・京大炉) 関本俊, 小林貴之, 高宮幸一, 柴田誠一</p>
<p>1P19 多重ガンマ線分析を用いたルビー・サファイヤの分析. (原研物質科学部・ホーチミン原子力技術セ) 初川雄一, Tran Van LUYEN, 藤暢輔, 大</p>

島真澄

1P20 リストモード測定法による即発及び壊変 γ 線の分別測定.

(原研東海) 松江秀明

将来計画

大強度陽子加速器 (J-PARC) (その後 part 2)

東京都立大学大学院理学研究科
海老原充

本誌 No. 15 で、2003 年春の段階までの J-PARC に関する状況を紹介しました。ここでは、正式な装置の募集要項の発表に応じて提案書を提出した旨を記し、資料として提案公募の案内と募集要項の内容、及び提案書を添えました。詳細な内容を知りたい場合には、「放射化分析」誌 No. 15 の 58 ページから 77 ページをご覧ください。また、そのはじめのページには、放射化分析研究会としてどのように取り組むことになったのかについて、それ以前の経緯についても触れていますので、参考にしていただければと思います。ここでは、それ以降の推移について簡単に紹介し、その詳細については次号に掲載します。

(1) 平成 14 年度実験装置提案審査結果

平成 14 年 12 月 6 日を締め切りとして、実験装置の提案書を提出いたしました。それに対して、平成 15 年 6 月 24 日の日付で、審査結果が通知され、「本テーマおよび実験装置について研究計画書の提出を求める。」という結果を得ました。このことは第 1 段目のハードルをクリアしたことを意味する訳ですが、我々の計画であるところの核種分析に関しては、研究計画書の作成にあたっていくつかの要求事項がつけられました。実験装置設計詳細計画書の提出を同年 9 月 30 日までに提出することになり、要求事項に添った詳細設計書を作成し、提出しました。

(2) 実験装置提案公開ヒアリング

提案装置と関連する科学に関するヒアリングが平成 16 年 1 月 24 日に行われました。全体の概要 (35 分) を代表の井頭先生が行い、上記装置提案審査 (1 次審査) 結果に関する付帯事項の説明 (10 分) を海老原が行いました。その後、約 30 分の質疑がありました。これらに対する審査結果が本年 8 月 6 日付けで公表され、「建設に進むことを推奨する。」という結論を得ました。

上記のように、我々が関わってきた実験装置の建設は認められました。ただし、建設が認められたということは、装置を設置する場が確保されたということの意味するものであり、装置に関しては研究者の責任で準備するということになります。また、場所の確保も 3 年を限度とすることになっており、その間に装置を準備するめどが立たない場合には、再度協議することになっています。ということで、実験装置が完成して、実験ができるようになるまでにはまだまだ山を越えなければならず、それもかなり高い山になることは間違いありませんが、今後広い協力体制をとり、なんとか乗り越えたいものだと思います。

修士論文

名古屋市南部地区における表層土壌の重金属汚染と健康リスクの評価

大同工業大学 世古 学

我が国では 1960 年頃から、大規模な石油コンビナートからの硫黄酸化物による大気汚染の影響によって喘息患者を多発させた四日市喘息をはじめとする 4 大公害が社会問題化した。1970 年には国会（いわゆる“公害国会”）において「公害対策基本法」が制定され、法的枠組みが定められた。その後、この法律に基づき様々な公害関係法規が整備され、現在も公害防止計画が進められている。本学が位置する名古屋市南部地域においても、大気汚染によって引き起こされた健康被害に対し、住民は国と企業を相手に「名古屋南部大気汚染公害訴訟」を 1989 年 3 月に起こしている。現在、名古屋市南部地区の大気汚染はある程度改善されている。しかし依然と大規模工場が立ち並び、大型貨物車の通行量が非常に多く、大気汚染に対する住民の関心は非常に高い。さらに大気汚染物質の降下（ケミカルフォールアウト）に起因する表層土壌汚染は、過去の大気汚染の履歴を反映しているにもかかわらず、汚染の状況や健康影響について調査した例はほとんどない。

本研究は、堀内研究室がこれまでに実施してきた、名古屋市南部地区における表層土壌重金属汚染調査の一つの集大成と位置付けることができる。調査対象地は、大同工大周辺、交通量の多い国道 23 号線、247 号線沿い、過去の調査において土壌環境基準を超過した地点、そして土壌汚染事例として名古屋市に自主報告のあった J 社工場跡地である。中性子放射化分析を始めとしたこれまでの分析手法に加えて、新たに Ruby らが提案した生理学的抽出実験（以下に PBET 法）を実施して、表層土壌の直接摂取を考慮した健康リスク評価をした。さらに、PBET 法と 1N 塩酸抽出法との比較を行うことにより、含有量基準公定法の妥当性を検討した。

第 1 章は、名古屋市南部地区での大気汚染問題と土壌汚染について述べ、これまでの市街地表層土壌汚染と生理学的抽出実験での健康リスク評価に関する既往の研究を取りまとめた後に、本論文の目的を述べている。

第 2 章は、本研究で検討対象とした 12 の重金属について、化学特性、用途、人体への影響、環境中での分布と動態についてまとめている。

第 3 章は、かつて大気汚染が著しかった名古屋市南部地区の表層土壌重金属汚染の現状を元素毎、地点毎に評価している。土壌中重金属濃度としては、全量濃度と 3 種類の抽出法による溶出濃度を定量した。得られた分析結果と土壌環境基準、土壌含有量基準、自然界値、水質環境基準等との比較を行うことによって、重金属汚染の評価を行っている。また過去に実施された土壌汚染調査の結果をまとめ、本研究で得た結果と比較、考察してい

る。

第4章は、表層土壌を直接摂取した場合の胃腸管内での重金属の溶出量を、Rubyらが提案したPBET法を実施して評価するとともに、1N塩酸抽出法との比較を行うことにより、含有量基準公定法の妥当性について検討している。またPBET法の結果から土壌摂取による重金属の体内吸収量を推定し、1日耐用摂取量(TDI)と比較することによって、健康リスク評価を試みている。

第5章は、本研究で得た結果ならびに結論をまとめるとともに、今後の課題を挙げている。

河口域底質に含まれる多元素の濃度及び化学状態の垂直分布に関する研究

東京大学大学院総合文化研究科
広域科学専攻(化学)松尾研究室
高橋 統

本研究では、元素濃度、化学状態を変動させる要因を探ること目的とし、異なる堆積環境にある複数の河口域底質を調査対象とし、それぞれの堆積環境で元素がどのような分布を示すかを調査した。また、その結果を統計的手法で集約することにより、元素の分布に影響を与える要因を調査した。

長崎県諫早湾、千葉県三番瀬、千葉県境川(1)、千葉県境川(2)、千葉県境川(3)の5本のコアを採取し、それぞれを3cmに切り分けたものを分析の単位とした。それぞれの試料は窒素による加圧濾過で間隙水を除いた状態のものを化学状態分析に、加圧濾過のち凍結乾燥によりさらに間隙水を除いた状態のものを元素分析に供した。

機器中性子放射化分析及び中性子誘起即発ガンマ線分析によって多元素同時分析を行い、35元素の定量データを得た。これら元素について垂直分布のグラフを作成し、各元素についてグラフ同士の類似性について考察を行った。その結果、元素の垂直分布は元素毎に決まっているわけではなく、違う場所では違う分布を示すことが明らかになった。また、コア毎の考察より、複数元素が何らかの影響により同一コアでは似た分布を示すことが明らかになった。

次に、コア毎に元素の分布を決定する要因を明らかにし、その影響の大きさを明らかにするため、データを類似性に基づいて少数の指標に集約することのできる主成分分析を行った。主成分分析の結果より、今回測定を行ったすべてのコアにおいて、風化及び続成作用によるケイ酸塩鉱物の溶解が各コアの元素分布を決める極めて大きな要因となっていることが示された。また、主成分分析の結果算出される主成分得点が元素分析結果と直接の関係がない含水率と強い相関を持ったことは、主成分得点が統計操作によって算出された意味のない指標ではなく、サンプルの性質を示す指標となっていることを強く支持した。

る。

第4章は、表層土壌を直接摂取した場合の胃腸管内での重金属の溶出量を、Rubyらが提案したPBET法を実施して評価するとともに、1N塩酸抽出法との比較を行うことにより、含有量基準公定法の妥当性について検討している。またPBET法の結果から土壌摂取による重金属の体内吸収量を推定し、1日耐用摂取量(TDI)と比較することによって、健康リスク評価を試みている。

第5章は、本研究で得た結果ならびに結論をまとめるとともに、今後の課題を挙げている。

河口域底質に含まれる多元素の濃度及び化学状態の垂直分布に関する研究

東京大学大学院総合文化研究科
広域科学専攻(化学)松尾研究室
高橋 統

本研究では、元素濃度、化学状態を変動させる要因を探ること目的とし、異なる堆積環境にある複数の河口域底質を調査対象とし、それぞれの堆積環境で元素がどのような分布を示すかを調査した。また、その結果を統計的手法で集約することにより、元素の分布に影響を与える要因を調査した。

長崎県諫早湾、千葉県三番瀬、千葉県境川(1)、千葉県境川(2)、千葉県境川(3)の5本のコアを採取し、それぞれを3cmに切り分けたものを分析の単位とした。それぞれの試料は窒素による加圧濾過で間隙水を除いた状態のものを化学状態分析に、加圧濾過のち凍結乾燥によりさらに間隙水を除いた状態のものを元素分析に供した。

機器中性子放射化分析及び中性子誘起即発ガンマ線分析によって多元素同時分析を行い、35元素の定量データを得た。これら元素について垂直分布のグラフを作成し、各元素についてグラフ同士の類似性について考察を行った。その結果、元素の垂直分布は元素毎に決まっているわけではなく、違う場所では違う分布を示すことが明らかになった。また、コア毎の考察より、複数元素が何らかの影響により同一コアでは似た分布を示すことが明らかになった。

次に、コア毎に元素の分布を決定する要因を明らかにし、その影響の大きさを明らかにするため、データを類似性に基づいて少数の指標に集約することのできる主成分分析を行った。主成分分析の結果より、今回測定を行ったすべてのコアにおいて、風化及び続成作用によるケイ酸塩鉱物の溶解が各コアの元素分布を決める極めて大きな要因となっていることが示された。また、主成分分析の結果算出される主成分得点が元素分析結果と直接の関係がない含水率と強い相関を持ったことは、主成分得点が統計操作によって算出された意味のない指標ではなく、サンプルの性質を示す指標となっていることを強く支持した。

メスバウアー分光法による鉄の分析より、鉄は底質中で深さによって化学状態を変えることが確認された。既往の研究により知られている pyrite のパラメーターに固定して解析を行った結果得られた pyrite の割合の垂直変動は、pyrite の生成に関わると考えられる硫酸還元菌の生菌数や、pyrite の構成元素である S の垂直分布とよく似た変動を示し、pyrite が底質中で生成されていることが示された。このことより、底質中では深さ方向で酸化還元電位が変化することも示唆された。

以上の結果より、河口域底質中では様々な元素がその濃度、化学状態を堆積後にも変化させていることが明らかになった。このことは、水質の履歴を探るために底質を調査する、護岸工事の影響を評価するために底質を調査するなど、今日行われている底質の調査において、堆積後の元素濃度、化学状態の変化を考慮に入れて調査を行う必要があるという示唆を与える結果である。

月隕石の化学組成に関する研究

東京都立大学理学研究科化学専攻
宇宙化学研究室 唐牛 謙

<序論>

月隕石は、月の表側（地球に近い側の半球：near-side）の中心付近からしか採集されていないアポロおよびルナの試料とともに、月地殻の進化について重要な情報を与えてくれる。Yamato (Y) 981031 は月の海を起源とする隕石のなかで 7 番目に発見された隕石で、それ以前に発見されている月の海由来隕石は、角礫化されていない玄武岩である Y 793169 と Asuka (A) 881757（今後は YA と呼ぶ）、月の高地成分を含む角礫化した玄武岩である Y 793274、QUE 94281、EET 87521、EET 96008 である。Y 793274 と QUE 94281 (YQ) は月の高地成分が約半分ほど含まれているレゴリス角礫岩であり、EET 87521 と EET 96008 (EETs) は月の高地成分を少量含むフラグメンタル角礫岩である。YQ の隕石はそれぞれが同一のクレーターを起源とするペア (launch pair) であると考えられている。また、Kojima and Imae [1]によって Y 981031 は Y 793274 とペアである可能性が示唆されている。さらに、YQ と EETs が同様のクレーターを起源としている可能性が Korotev et al. [2]によって報告されている。本研究では、Y 981031 を中心に QUE 94281、EET 87521、EET 96008 の計 4 つの月の海成分を含む南極隕石を分析し、報告されている他の月隕石と比較することで、YQ と EETs のサブグループを化学組成から分類することができるか調べた。また、得られた化学組成から YQ と EETs が同一のクレーターを起源としているかどうかについて考察した。

近年、南極隕石に加えて砂漠で発見される隕石の中にも月由来の隕石が発見されるようになった。Dhofar (D) 489 は 2002 年にオマーン砂漠で発見された月の高地由来の隕石である。D 489 は他の月の高地由来の隕石とは異なり、特殊なマトリックス組織を持つ角礫岩であることが Takeda et al. [3]によって報告されている。本研究では、前出の南極隕

メスバウアー分光法による鉄の分析より、鉄は底質中で深さによって化学状態を変えることが確認された。既往の研究により知られている pyrite のパラメーターに固定して解析を行った結果得られた pyrite の割合の垂直変動は、pyrite の生成に関わると考えられる硫酸還元菌の生菌数や、pyrite の構成元素である S の垂直分布とよく似た変動を示し、pyrite が底質中で生成されていることが示された。このことより、底質中では深さ方向で酸化還元電位が変化することも示唆された。

以上の結果より、河口域底質中では様々な元素がその濃度、化学状態を堆積後にも変化させていることが明らかになった。このことは、水質の履歴を探るために底質を調査する、護岸工事の影響を評価するために底質を調査するなど、今日行われている底質の調査において、堆積後の元素濃度、化学状態の変化を考慮に入れて調査を行う必要があるという示唆を与える結果である。

月隕石の化学組成に関する研究

東京都立大学理学研究科化学専攻
宇宙化学研究室 唐牛 謙

<序論>

月隕石は、月の表側（地球に近い側の半球：near-side）の中心付近からしか採集されていないアポロおよびルナの試料とともに、月地殻の進化について重要な情報を与えてくれる。Yamato (Y) 981031 は月の海を起源とする隕石のなかで 7 番目に発見された隕石で、それ以前に発見されている月の海由来隕石は、角礫化されていない玄武岩である Y 793169 と Asuka (A) 881757（今後は YA と呼ぶ）、月の高地成分を含む角礫化した玄武岩である Y 793274、QUE 94281、EET 87521、EET 96008 である。Y 793274 と QUE 94281 (YQ) は月の高地成分が約半分ほど含まれているレゴリス角礫岩であり、EET 87521 と EET 96008 (EETs) は月の高地成分を少量含むフラグメンタル角礫岩である。YQ の隕石はそれぞれが同一のクレーターを起源とするペア (launch pair) であると考えられている。また、Kojima and Imae [1]によって Y 981031 は Y 793274 とペアである可能性が示唆されている。さらに、YQ と EETs が同様のクレーターを起源としている可能性が Korotev et al. [2]によって報告されている。本研究では、Y 981031 を中心に QUE 94281、EET 87521、EET 96008 の計 4 つの月の海成分を含む南極隕石を分析し、報告されている他の月隕石と比較することで、YQ と EETs のサブグループを化学組成から分類することができるか調べた。また、得られた化学組成から YQ と EETs が同一のクレーターを起源としているかどうかについて考察した。

近年、南極隕石に加えて砂漠で発見される隕石の中にも月由来の隕石が発見されるようになった。Dhofar (D) 489 は 2002 年にオマーン砂漠で発見された月の高地由来の隕石である。D 489 は他の月の高地由来の隕石とは異なり、特殊なマトリックス組織を持つ角礫岩であることが Takeda et al. [3]によって報告されている。本研究では、前出の南極隕

石に加えて、D 489 の化学組成を求め、岩石の形成と月地殻の進化について考察することも目的とした。

<実験>

試料は国立極地研究所から提供された Y 981031、NASA から提供された 3 つの月隕石 (QUE 94281、EET 87521、EET 96008)、国立科学博物館から提供された月の高地由来の月隕石 Dhofar 489、Paul H. Warren から提供された 2 つのアポロサンプル (12008、70075) の計 7 個の月試料である。非破壊全岩分析は即発 γ 線分析法、機器中性子放射化分析法、機器光量子放射化分析法を用いて行った。また、希土類元素 (REE)、Th および U を定量するために同位体希釈質量分析法と検量線法を併用した誘導結合プラズマ質量分析 (ICP-MS) 法を用いた。

<結果・考察>

月の海成分を含む南極隕石 : Y 981031 を含む 5 つの月隕石 YQ および EETs は月の高地成分も含むことが鉱物観察から報告されている。月の海成分と高地成分はそれぞれ異なる鉱物によりできているため、化学組成によって分類することができる。月の海成分の指標元素である FeO と月の高地成分の指標元素である Al_2O_3 の相関図では本研究で得られた YQ と EETs の 4 つの隕石は、月の海成分と月の高地成分の中間に位置していて (Fig. 1)、鉱物観察の報告と矛盾しない結果を示した。Fig. 2 に CI コンドライトで規格化した REE 存在度パターンを示す。このパターンは、月の海や高地のパターンとは大きく異なり、KREEP 成分のパターンに、Eu を除いて、酷似している。なお、KREEP 成分の例として 14316 を示した (ただし、14316 の存在量は 1/10 スケールにしている)。このように Y 981031 を含む 4 つの月隕石の REE パターンが KREEP 成分と同様のパターンを示していることから、これら 4 つの隕石は月の海成分と月の高地成分に加えて KREEP 成分が含まれていると考えられる。そこで、月の海、高地および KREEP 成分の混合系を考えた。まず混合する成分として、月の海成分の中で最も REE 存在度の低い very-low-Ti

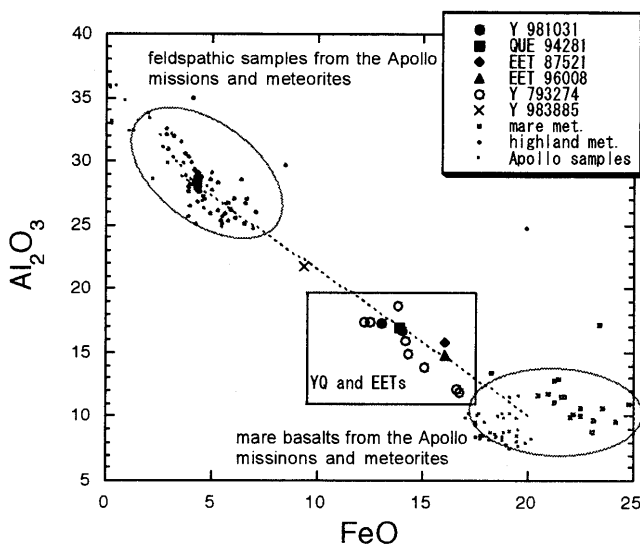


Fig.1 FeO vs. MgO diagram for lunar meteorites and Apollo samples.

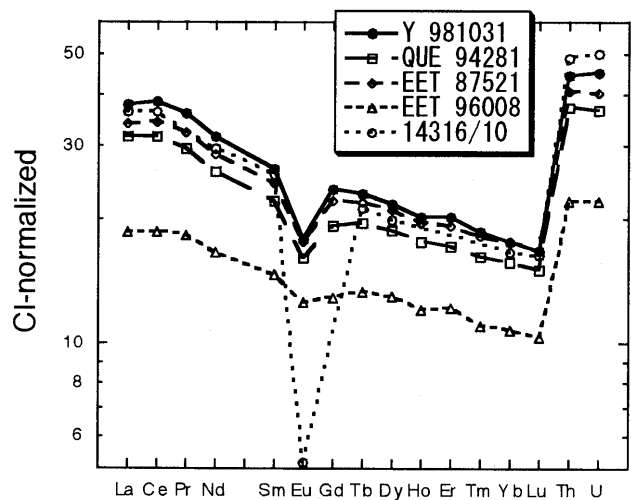


Fig.2 Chondrite-normalized REE abundance patterns for Antarctic Lunar meteorites. REE abundances for a lunar highland rock (1316) are shown for comparison with a scale of 1/10.

(VLT)、高地成分としては高地由来の隕石の平均値、KREEP 成分はアポロ 14 号により回収された 14316 を用いた。これら 3 つの成分を混合させて、全ての REE の値が最も定量値に近くなる混合比を計算した結果、本研究で分析した 4 つの隕石の REE パターンを再現することができた。ただし計算に用いた VLT に関しては、一般的な VLT であるアポロ 17 号の VLT では満足な結果が得られず、特殊な REE パターンを示すルナ 24 号の VLT を用いて計算すると非常に良い一致を示すことがわかった。以上のことから、本研究に用いた 4 つの隕石の REE パターンは、特殊な REE パターンを示す VLT 成分と一般的な高地成分、および REE が非常に濃縮している KREEP 成分という 3 成分の混合によって説明することができる。月隕石は隕石の中では稀であり、また隕石（岩石）が月から打ち上げられるような大きなインパクトの回数はそれほど多くなかったと考えられている。そのため、本研究で分析した 4 つの月隕石に含まれている 3 つの構成成分の特徴が極めて類似していることから、これら 4 つ（Y 793274 を含むと 5 つ）の隕石は単一のインパクトによって月から打ち上げられた launch pair である可能性が高いと考えられる。

Dhofar 489 : 本研究で得られた Dhofar (D) 489 の化学組成は他の高地由来の隕石と大きな違いはなかった。しかしながら、他の高地由来の隕石およびアポロの試料に比べて、非常に高い mg# (= $MgO/(FeO+MgO)$) を示していた (Fig. 3)。通常、月の高地の主成分である Fe に富む斜長岩と微量成分である Mg に富む貫入岩 (Mg-suite) は異なる母マグマから形成されていると考えられている。しかしながら、D 489 の組織からは Mg-suite は発見されていないため[3]、D 489 は極めて特殊な岩石であると言える。D 489 中の大きな斜長石の塊である D 489c (Fig. 3) の REE パターンは地球上の斜長石の REE パターンに極めて似ている。また、D 489 の全岩 REE パターンは月の斜長岩の REE と大きな違いは認められなかった。したがって、他の月隕石と大きく異なる点は Mg/Fe 比であり、月にこのような岩石が存在することは、月形成時の大規模な融解分化 (マグマオーシャン) により形成された地殻の一部が非常に Mg に富んでいたことを示しており、月のマグマオーシャンステージにおいてマグマは完全には均質に交じり合っていなかったことを示していると考えられる。

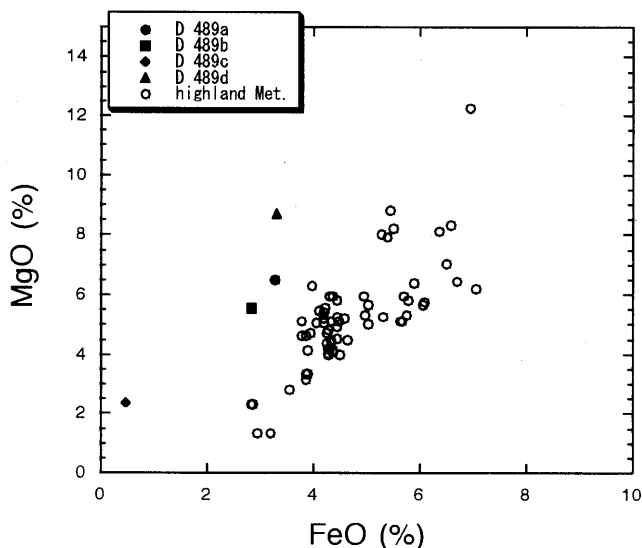


Fig.3 FeO vs. MgO diagram for Dhofar 489 and other highland meteorites.

References: [1] Kojima and Imae (2000) Meteorite Newsletter, 9 (1), 2. [2] R. L. Korotev et al. (2003) Proc. NIPR Ant. Met. 16, 152-175. [3] H. Takeda et al. (2003) LPS XXXIV, Abstract #1284.

火星隕石 (Y 000593, Y 980459) の化学組成に関する研究

東京都立大学理学研究科化学専攻
宇宙化学研究室 白井 直樹

【序論】 火星隕石はその希ガス同位体組成が火星表面でのバイキング探査機による火星大気の測定値とよく一致すること、結晶化年代が他の隕石に比べて若いことなどの理由により火星起源と考えられている。火星隕石は shergottites, nakhlites, chassignite の 3 つのグループに分類され、さらに、shergottites は basaltic shergottites と lherzolitic shergottites の 2 つに分類される。近年、砂漠で大量に隕石が発見されたことにより shergottites は olivine-phyric shergottites を含めた 3 つに分類されるようになった。

Yamato (Y) 000593 は南極大陸にて初めて見つかった nakhlites である。質量が 13.7kg と、元素の不均一性を検討するには最適の試料である。これまでの火星隕石についての研究で、元素組成の不均一性については全く検討されておらず、定量値にばらつきの多い元素もある。そこで本研究では、Y 000593 の位置が異なる 6 箇所の試料を分析し、元素組成の不均一性について検討した。また、得られた化学組成に基づき、Y 000593 と Nakhla の関係について検討した。

Y 980459 は 1997 年に南極大陸で発見され、岩石学的特徴より olivine-phyric shergottites に分類された。これまでの研究により軽希土類元素 (LREE) に富んでいる shergottites はもともと LREE に富んでいるマグマから形成されたか、LREE に富んでいる地殻との同化を受けて形成されたと考えられてきた。一方、LREE に乏しい shergottites は LREE に乏しいマグマから形成されたか、地殻との同化を受けずに形成されたと考えられている。olivine-phyric shergottites は basaltic shergottites に比べ LREE に乏しく、LREE に富んだ shergottites は、olivine-phyric shergottites ような LREE に乏しいマグマが地殻との同化を受け、形成されたと推測することができる。本研究では、Y 980459 の全岩化学組成を求め、olivine-phyric shergottites と basaltic shergottites の形成過程について考察することを目的とした。

【実験】 試料は、国立極地研究所から提供された 2 個の隕石 (Y 000593 と Y 980459)、大英博物館より提供された Nakhla、NASA から提供された EETA 79001A, ALHA 77005, ALH84001 の計 6 個の隕石を使用した。Y 980459 は、重さ 2.5g の断片をめのう乳鉢で均一に粉末にした後、一部分取して分析に用いた。Y 000593 については、全岩の中でそれぞれ数 cm から 10 数 cm 離れた位置で重さ 2~3.5g の試料 6 個 (Y000593,40~Y000593,45 と呼ぶ) を粉末状にし、一部分取して分析に用いた。分析手法として即発 γ 線分析法 (PGA)、機器中性子放射化分析法 (INAA)、機器光量子放射化分析法 (IPAA) を用いて主要、微量元素の定量を行った。また、希土類元素 (REE)、Th と U の定量には誘導結合プラズマ質量分析法 (ICP-MS) を用いて行った。

[結果・考察] Y 000593 (nakhlites): 主要元素濃度はその値によらずどの元素も試料 2~3.5g 単位では±10%以内で均一に分布していることがわかった。また Mn は特に均一に分布していた。微量元素濃度は主要元素より試料間のばらつきが大きかった。特に H と Cl については試料間のばらつきが 20%を超えていた。H は Y 000593,45 のみ他の 5 つの試料より 1.6 倍大きく、これを除くと±10%以内であった。Y 000593,45 中の他の微量元素濃度は概して 6 つの試料中で一番小さい。一方、Y 000593,42 は他の試料より微量元素濃度は大きく、この傾向は特に REE で著しい。nakhlites では REE を多く含む鉱物は塩素リン灰石であり、この鉱物が Y 000593,42 中には他の試料より多く含まれていると考えられる。

主要元素組成について考えると、Ti, Al, Mg 以外の元素で Y 000593 と Nakhla では、その組成は一致していた。微量元素についてもいくつかの元素を除いて主要元素と同様に Y 000593 と Nakhla の化学組成は誤差の範囲内で一致している。明らかな違いは、H, Cl, Zn, Rb, Eu, Lu で見られる。H, Cl, Rb に関しては南極大陸における風化の影響によるものと解釈される。よって Y 000593 と Nakhla の化学組成は不均一性や測定誤差の範囲内で一致する。また、両隕石の結晶化年代と宇宙線照射年代も誤差の範囲内で一致することから、両隕石は火星の同じ位置からもたらされた launching pair であると推定される。

Y 980459 (olivine-phyric shergottites): Y 980459 の mg# = Mg/(Fe+Mg) は 0.66 であり、olivine-phyric shergottites に分類される DaG 476 (0.68) と SaU 005 (0.67) の値に近かった。そのような値は、lherzolitic shergottites (0.70-0.72) に近い値である。mg#により olivine-phyric shergottites は 2 つのグループ、つまり lherzolitic shergottites と basaltic shergottites (0.22-0.52) に近いものに分けることができる。また、mg#の違いは REE 存在度パターンの違いにも反映されている (Fig. 1)。Y 980459 の REE 存在度パターンは、LREE に乏しく、HREE ではフラットなパターンを示している。このようなパターンは DaG 476 と SaU 005 でも認められ、同じような形成過程を経てきたと考えられる。一方、他の olivine-phyric shergottites は Y 980459 より LREE に富んでいる。mg#が 0.38 である basaltic shergottites の QUE 94201 が Y 980459 と同じパターンであることは注目される。

Norman [1]は、マスバランスモデルを用いて火星地殻の厚さ (20-30km) を求めた。また代表的 basaltic shergottites である Shergotty は EETA 79001A で近似される LREE

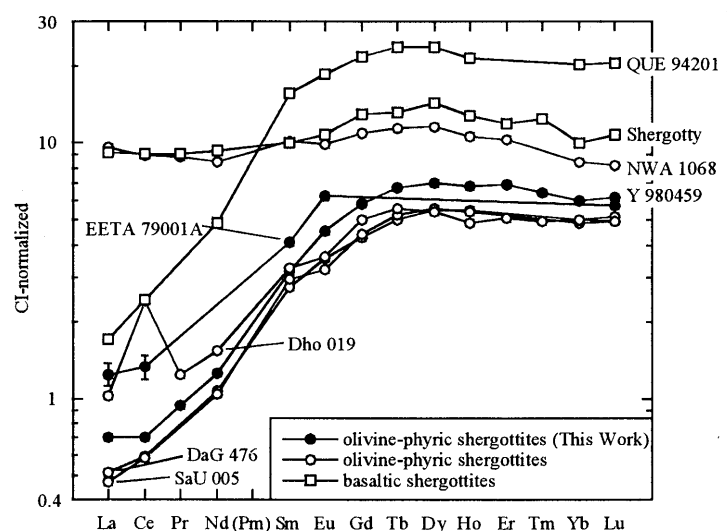


Fig. 1. Chondrite-normalized REE abundance patterns for shergottites.

に乏しい母マグマが地殻との同化を受けて形成されたと仮定し、火星地殻の REE の組成も求めた。しかし、Fig. 1 で明らかなように、Y 980459 の REE 存在度パターンは DaG 476 と SaU 005 と同様、EETA 79001A より LREE に乏しい。DaG 476 はもともと LREE に乏しいマグマから形成されたか、あるいは地殻との同化を受けずに形成されたと報告されている [2]。南極大陸で発見された隕石は、砂漠で発見された隕石より風化を受けていないことを考慮し [3]、Y 980459 は地殻との同化を受けておらず、もともと LREE に乏しいマグマから形成されたと仮定した。Norman [1]と同様、Shergotty は Y 980459 と同程度 LREE に乏しいマグマが地殻との同化を受けて形成されたと仮定して火星地殻の REE の組成を求めた。その結果、火星地殻中の Nd の濃度を 14.3ppm とすると [1]、Shergotty は地殻成分を 26%取り込んで形成されたと導くことができる。次いで、地殻と Y 980459 の REE 濃度を用いて、LREE に富んでいる shergottites が地殻との同化を受けて形成されたか検証した。Mixing model の結果を Fig. 2 に示した。Fig. 2 より、LREE に富んでいる shergottites は高い $(La/Sm)_n$ と $(La/Lu)_n$ の位置にあり、反対に Y 980459, DaG 476, SaU 005 と QUE 94201 は低い $(La/Sm)_n$ と $(La/Lu)_n$ の位置にある。よって、mixing model を用いることにより LREE に富んだ shergottites を形成することができることがわかった。しかし、一部の basaltic shergottites (Los Angeles と NWA 480) と olivine-phyric shergottites (NWA 1068) は mixing line にのっておらず、別の形成過程を考える必要がある。

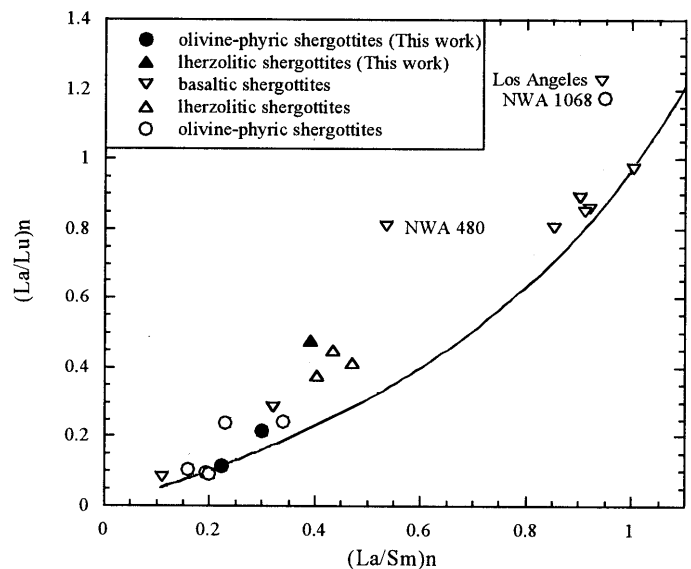


Fig. 2. $(La/Sm)_n$ vs. $(La/Lu)_n$ diagram for shergottites. This line is shown for mixing between parent magma of Y 980459 which is not affected by assimilation of Mars crust and Mars crust component calculated.

References: [1] M. D. Norman. (1999) MAPS 34, 439. [2] M. Wadhwa et al. (2001) MAPS 36, 195. [3] G. Crozaz and M. Wadhwa. (2001) GCA 65, 971.

松代温泉に見出される水質の類似性と多様性

上智大学理工学部化学科 無機化学講座

金田 哲人

【目的】長野県長野市の松代地域は、大量の地下水の湧出を伴った大規模な群発地震（1965～67年）が起きたことで知られている。同地域の各源泉は炭酸ガスのガスリフトにより自噴する、高塩濃度の含鉄中性温泉である。当研究室の調査により、中性温泉としては異例に高い希土類元素濃度を有する源泉が確認されるなど、地球化学的に興味深い温泉群と言える。本研究は松代地域内の主要源泉を対象として、それらの水質的特徴を明らかにすると共に、源泉間に見られる水質上の相違点を整理することを目的とした。

【実験】2003年10月に実施した松代温泉の現地調査において、7つの源泉から9つの試料水を得た。主要溶存成分については炎光光度法、ICP発光分光法、イオンクロマトグラフ法により、溶存CO₂濃度（全炭酸濃度）は微量拡散法により定量した。また、希土類元素を、鉄共沈法を併用した中性子放射化分析法により定量した。

【結果と考察】主要溶存成分を見る限り、何れの試料水も溶存成分濃度、成分濃度比共にほぼ等しく、水質的にはほぼ同等であった。しかしアルカリ金属の溶存割合は源泉毎に微妙に異なっており、松代温泉群

の起源水としてアルカリ金属の溶存割合の異なる複数の水の存在が示唆された。希土類元素濃度は、試料水によって大きな違いがあり(図1)、中性温泉としては特異的に高い、数100 pptオーダーの希土類元素濃度を示すものもあった。希土類元素が高濃度に溶存する原因としては、やはり中性温泉としては高濃度

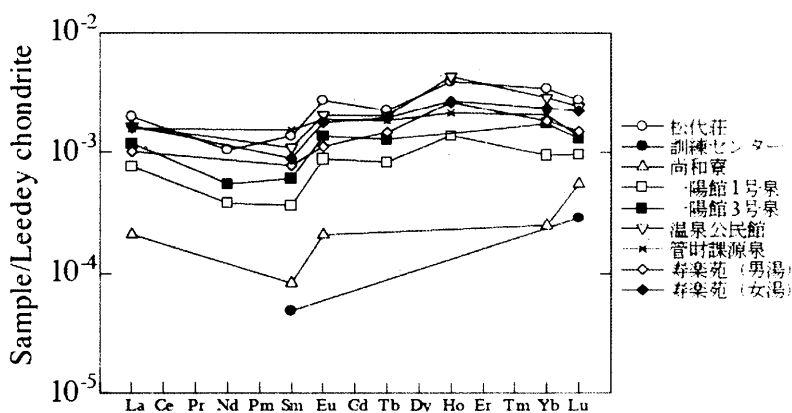


図1 松代温泉水のコンドライト規格化希土類元素パターン

に溶存する鉄と同様、炭酸錯体の形成が考えられる。一方、松代荘、温泉公民館、尚和寮の3試料水は同一の源泉から引湯されているにも関わらず、尚和寮は他の二つに比べ1/10程度の希土類元素濃度しかない。温泉水より生じるスケール(CaCO₃)中には高濃度に希土類元素が取り込まれていることから、上記の濃度差は、引湯過程でスケール中へ希土類元素が取り除かれることによって生じたものと考えられる。試料水間で主要溶存成分濃度に本質的に違いが認められないことを勘案すれば、源泉間の希土類元素の濃度の違いは、湧出過程でのスケールの生成により希土類元素が液相から取り除かれたためと考えられる。さらに、スケールの生成による希土類元素濃度の減少に関わらず、希土類元素パターン形

状に大きな変化が見られないことより、源泉水とスケールの間で希土類元素間での相互分配がほとんど無いことが示唆される。松代温泉のパターンは高濃度炭酸溶液中における希土類元素の溶存状態に支配されている可能性が高い。

奥万座地域陸水の水質に見られる地質構成・地層構造の影響

上智大学理工学部化学科 無機化学講座
小坂 美紀子

【目的】群馬県草津白根山西麓の万座地域には、万座断層、奥万座断層、早蕨断層があり、それらに沿った主要な源泉や湧水は距離的には近いにもかかわらず全く異なる性質を示す場合がある。本研究では奥万座断層と早蕨断層の交点にあたる奥万座地域に着目し、断層沿いの源泉、湧水の水質から当該地域の地下熱水系の様子を明らかにしようとした。

【実験】2003年6月と8月に現地調査を行い、源泉、湧水、河川水の併せて11点を採取した(図1)。採水試料について主要元素の成分濃度を、ICP発光分析法、フレイム発光分析法ならびにイオンクロマトグラフ法で測定した。また、このうち8点について、鉄-アルミニウム共沈法を併用した中性子放射化分析法により希土類元素の定量を行った。

【結果と考察】採水試料のMg-Al-Ca三成分図を図2に示す。この図より試料が三つのグループに分けられることがわかる。奥万座源泉周辺の湧水と河川水はひとつのグループ(A)に含まれるが、奥万座源泉自身は、奥万座断層に沿った、殺生沢の下流より位置している湧水と同一のグループ(B)に含まれる。

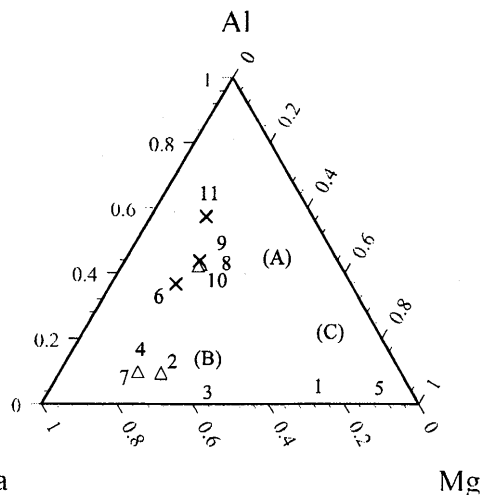


図2 採水試料のMg-Al-Ca三成分図

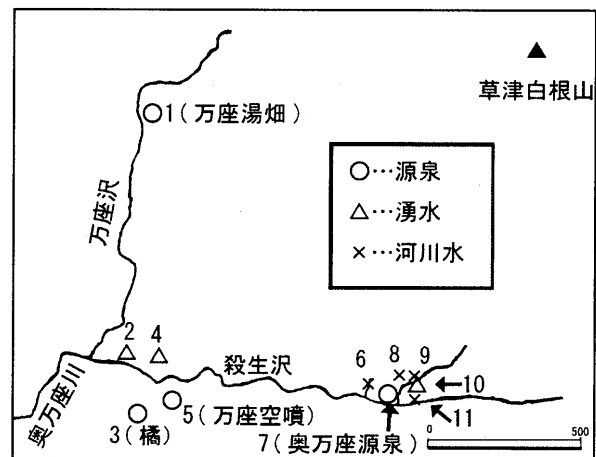


図1 試料採水位置

グループ(B)に属する源泉・湧水の類似性は希土類元素組成からも示されている(図3)。一方、万座湯畑、万座空噴の二源泉は図2上でさらに異なるグループ(C)を構成する。両源泉は高温で湧出していることから、初生熱水の影響を強く受けていると考えられ、他の湧水とは異なる水質を示すものと思われる。このように、奥万座地域の源泉・湧水は奥万座源泉を除く殺生沢上流域の湧水群と、奥万座源泉ならびにその下流の殺生沢

状に大きな変化が見られないことより、源泉水とスケールの間で希土類元素間での相互分配がほとんど無いことが示唆される。松代温泉のパターンは高濃度炭酸溶液中における希土類元素の溶存状態に支配されている可能性が高い。

奥万座地域陸水の水質に見られる地質構成・地層構造の影響

上智大学理工学部化学科 無機化学講座
小坂 美紀子

【目的】群馬県草津白根山西麓の万座地域には、万座断層、奥万座断層、早蕨断層があり、それらに沿った主要な源泉や湧水は距離的には近いにもかかわらず全く異なる性質を示す場合がある。本研究では奥万座断層と早蕨断層の交点にあたる奥万座地域に着目し、断層沿いの源泉、湧水の水質から当該地域の地下熱水系の様子を明らかにしようとした。

【実験】2003年6月と8月に現地調査を行い、源泉、湧水、河川水の併せて11点を採取した(図1)。採水試料について主要元素の成分濃度を、ICP発光分析法、フレイム発光分析法ならびにイオンクロマトグラフ法で測定した。また、このうち8点について、鉄-アルミニウム共沈法を併用した中性子放射化分析法により希土類元素の定量を行った。

【結果と考察】採水試料のMg-Al-Ca三成分図を図2に示す。この図より試料が三つのグループに分けられることがわかる。奥万座源泉周辺の湧水と河川水はひとつのグループ(A)に含まれるが、奥万座源泉自身は、奥万座断層に沿った、殺生沢の下流よりに位置し

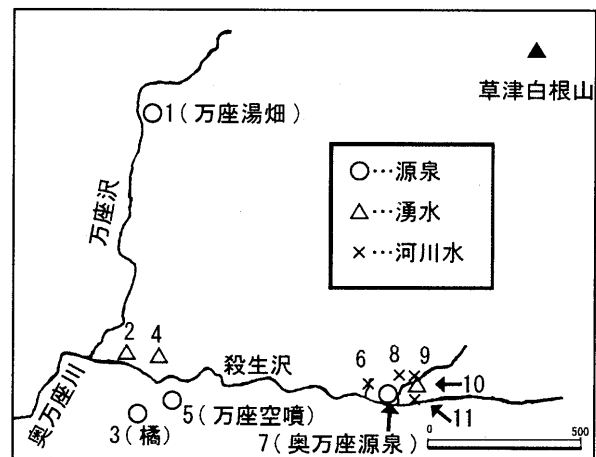


図1 試料採水位置

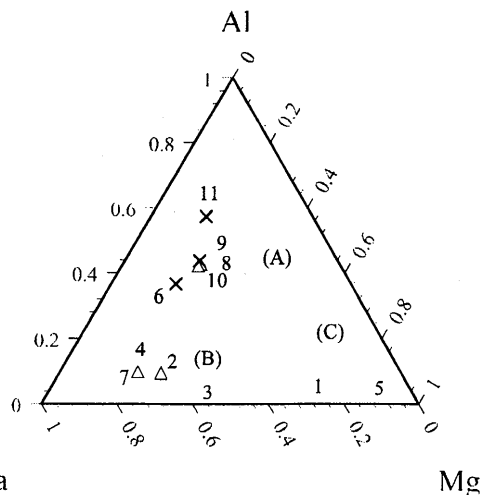


図2 採水試料のMg-Al-Ca三成分図

ている湧水と同一のグループ(B)に含まれる。グループ(B)に属する源泉・湧水の類似性は希土類元素組成からも示されている(図3)。一方、万座湯畑、万座空噴の二源泉は図2上でさらに異なるグループ(C)を構成する。両源泉は高温で湧出していることから、初生熱水の影響を強く受けていると考えられ、他の湧水とは異なる水質を示すものと思われる。このように、奥万座地域の源泉・湧水は奥万座源泉を除く殺生沢上流域の湧水群と、奥万座源泉ならびにその下流の殺生沢

沿いに位置する奥万座断層と密接な関係を持つ湧水群、さらにこれらの湧水群からやや独立した比較的高温の源泉の3つに整理され、当該地域の地層構造を反映した水質分布を示しているものと考えられる。さらにグループ(B)に属する源泉・湧水の希土類元素組成が相対的に軽希土類元素に乏しく(図3)、奥万座源泉近傍に産出する明礬石の希土類元素組成(相対的に軽希土類元素に富む)と対になっていると考えられることから、各水質の形成には周辺地質も大きく関与しているものと考えられる

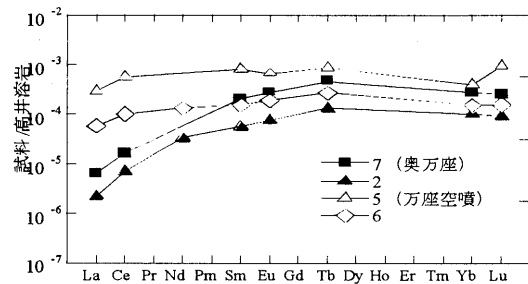


図3 万座地域の基盤岩により規格化した希土類元素パターン

宇和海海底堆積物の地球化学的研究

愛媛大学教育学部理科教育専修
戎居 祐治

宇和海南部岩松湾の表層堆積物中の重金属濃度を放射化分析法により求めた。その結果、魚類養殖筏のある湾北東部において亜鉛、ヒ素、ウラン濃度が相対的に高いことが明らかとなった。いっぽう、真珠養殖筏の設置されている湾南西部では、これらの元素の濃集は認められなかった。湾北東部における亜鉛の濃度分布は、全有機炭素量(TOC)、全窒素量(TN)、全イオウ量(TS)との相関が高いことから、岩松湾表層堆積物における局所的高濃度亜鉛の原因は、人為的な要因、すなわち魚類の養殖漁業による影響が大きいと結論づけた。

加速器質量分析法による隕石中の³⁶Clの定量

東京都立大学理学部化学科 宇宙化学研究室
飯尾 浩之

[はじめに]

³⁶Cl(半減期: 3.0×10^5 年)は宇宙線と隕石物質との相互作用により生成される宇宙線生成核種であり、隕石中の含有量を求めることで、その長い半減期を利用して宇宙線照射年代や落下年代の測定を行うことが出来る。しかしその含有量は極めて微量であるため、測定には超高感度な分析法を必要とする。最近国内で³⁶Clの高感度な測定法として加速器

沿いに位置する奥万座断層と密接な関係を持つ湧水群、さらにこれらの湧水群からやや独立した比較的高温の源泉の3つに整理され、当該地域の地層構造を反映した水質分布を示しているものと考えられる。さらにグループ(B)に属する源泉・湧水の希土類元素組成が相対的に軽希土類元素に乏しく(図3)、奥万座源泉近傍に産出する明礬石の希土類元素組成(相対的に軽希土類元素に富む)と対になっていると考えられることから、各水質の形成には周辺地質も大きく関与しているものと考えられる

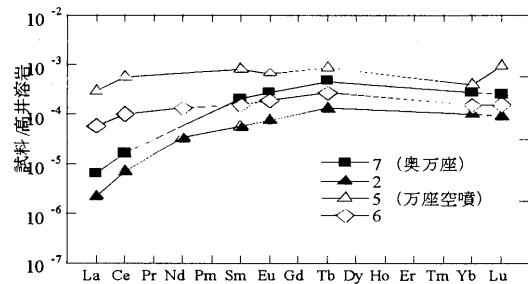


図3 万座地域の基盤岩により規格化した希土類元素パターン

宇和海海底堆積物の地球化学的研究

愛媛大学教育学部理科教育専修
戎居 祐治

宇和海南部岩松湾の表層堆積物中の重金属濃度を放射化分析法により求めた。その結果、魚類養殖筏のある湾北東部において亜鉛、ヒ素、ウラン濃度が相対的に高いことが明らかとなった。いっぽう、真珠養殖筏の設置されている湾南西部では、これらの元素の濃集は認められなかった。湾北東部における亜鉛の濃度分布は、全有機炭素量(TOC)、全窒素量(TN)、全イオウ量(TS)との相関が高いことから、岩松湾表層堆積物における局所的高濃度亜鉛の原因は、人為的な要因、すなわち魚類の養殖漁業による影響が大きいと結論づけた。

加速器質量分析法による隕石中の³⁶Clの定量

東京都立大学理学部化学科 宇宙化学研究室
飯尾 浩之

[はじめに]

³⁶Cl(半減期: 3.0×10^5 年)は宇宙線と隕石物質との相互作用により生成される宇宙線生成核種であり、隕石中の含有量を求めることで、その長い半減期を利用して宇宙線照射年代や落下年代の測定を行うことが出来る。しかしその含有量は極めて微量であるため、測定には超高感度な分析法を必要とする。最近国内で³⁶Clの高感度な測定法として加速器

沿いに位置する奥万座断層と密接な関係を持つ湧水群、さらにこれらの湧水群からやや独立した比較的高温の源泉の3つに整理され、当該地域の地層構造を反映した水質分布を示しているものと考えられる。さらにグループ(B)に属する源泉・湧水の希土類元素組成が相対的に軽希土類元素に乏しく(図3)、奥万座源泉近傍に産出する明礬石の希土類元素組成(相対的に軽希土類元素に富む)と対になっていると考えられることから、各水質の形成には周辺地質も大きく関与しているものと考えられる

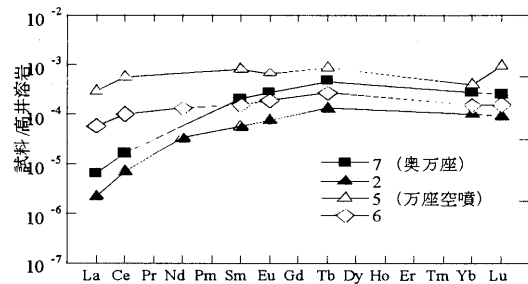


図3 万座地域の基盤岩により規格化した希土類元素パターン

宇和海海底堆積物の地球化学的研究

愛媛大学教育学部理科教育専修
戎居 祐治

宇和海南部岩松湾の表層堆積物中の重金属濃度を放射化分析法により求めた。その結果、魚類養殖筏のある湾北東部において亜鉛、ヒ素、ウラン濃度が相対的に高いことが明らかとなった。いっぽう、真珠養殖筏の設置されている湾南西部では、これらの元素の濃集は認められなかった。湾北東部における亜鉛の濃度分布は、全有機炭素量(TOC)、全窒素量(TN)、全イオウ量(TS)との相関が高いことから、岩松湾表層堆積物における局所的高濃度亜鉛の原因は、人為的な要因、すなわち魚類の養殖漁業による影響が大きいと結論づけた。

加速器質量分析法による隕石中の³⁶Clの定量

東京都立大学理学部化学科 宇宙化学研究室
飯尾 浩之

[はじめに]

³⁶Cl(半減期: 3.0×10^5 年)は宇宙線と隕石物質との相互作用により生成される宇宙線生成核種であり、隕石中の含有量を求めることで、その長い半減期を利用して宇宙線照射年代や落下年代の測定を行うことが出来る。しかしその含有量は極めて微量であるため、測定には超高感度な分析法を必要とする。最近国内で³⁶Clの高感度な測定法として加速器

質量分析法 (AMS) が実用化されるようになってきた。AMS は加速器を用いることで、質量数と原子番号を識別して原子数を直接測定することが出来る質量分析法である。通常南極隕石の落下年代を得るには、 ^{36}Cl 生成率が見積もりやすい隕石中の金属相のみを試料とするが、隕石の中には金属相をほとんど含まない種類も存在する。そこで本研究では、ケイ酸相を用いる ^{36}Cl 落下年代測定法開発の基礎研究として、隕石のケイ酸塩相中の ^{36}Cl 濃度を測定し、金属相以外の標的元素からの ^{36}Cl 生成率測定を試みた。

[実験方法]

Dhajala 隕石 (H3.8 コンドライト) の全岩試料、磁性試料、非磁性試料、硝酸処理による残渣を試料とした。全岩試料、非磁性試料、酸残渣試料はそれぞれに Cl 担体を添加後、NaOH によりアルカリ融解した。融解物を水に溶解後、不溶物を遠心分離で除去し、液性を硝酸酸性にした。磁性試料は Cl 担体添加後 1M HNO_3 で溶解した。それぞれの溶液をろ過した後、 AgNO_3 溶液を添加し、 AgCl を生成させ、遠心分離により AgCl を回収した。さらに、測定の妨害となる ^{36}S を除去するため、 AgCl を 25% アンモニア水にて溶解後、 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液を添加し、生成した BaSO_4 沈殿をろ別した。その後、溶液を硝酸酸性として AgCl を再び生成させた。この硫黄除去操作を 3 回繰り返した後、 AgCl を洗浄し、乾燥後、Ta 製のターゲットホルダーに詰めて AMS 用の測定試料とした。筑波大学加速器センターの AMS 装置により $^{36}\text{Cl}/^{35}\text{Cl}$ 比を測定した。

[結果・考察]

まず、本研究での ^{36}Cl 定量値の正確さを評価するため、南極隕石 QUE 93010, WIS 90301 から分離した金属相中の ^{36}Cl を定量し、文献値と比較した。表に示すように本研究で得た値は文献値とよく一致した。Dhajala に関しては、現在、非磁性試料と磁性試料の 2 試料の ^{36}Cl 測定が終了し、磁性試料では 11.1 ± 0.31 dpm/kg、非磁性試料では 19.5 ± 0.67 dpm/kg の ^{36}Cl が含

有されていることがわかった。今後、残りの 2 つの試料を測定し、さらに放射化分析法により各試料中の標的元素の定量を行い、標的元素からの ^{36}Cl 生成量を見積もる予定である。

隕石から分離した金属相中の ^{36}Cl 濃度

測定試料 (南極隕石)	重量		
	(mg)	本研究 (dpm/kg)	文献値 ⁽¹⁾
QUE 93010	54.2	14.6 ± 0.42	15.0 ± 0.34
WIS 90301	41.6	23.5 ± 0.64	21.9 ± 0.18

(1) K. Nishiizumi; private communication (2004).

多重 γ 線放射化分析法を用いたコマチアイト中の微量 Ir の定量

東京都立大学理学部化学科 宇宙化学研究室

桑山 仁

【はじめに】

機器中性子放射化分析法 (INAA) は、原子炉で中性子を照射し放射化した試料を、そのまま単一のゲルマニウム検出器で γ 線を測定して得られた 2 次元スペクトルを用いて元素濃度を定量する方法である。この方法は微量多元素同時分析法であるが、その検出限界はスペクトルのバックグラウンドの計数値に依存する。特にコンプトンバックグラウンド (CBG) の寄与が大きく、例えば Ir の Allende 隕石での検出限界は約 70ppb であるが、CBG がなければ、3ppb まで測定可能である。CBG を除く方法の一つは化学分離の併用であるが、化学分離操作は熟練を要する。一方、最近複数の Ge 検出器を組み合わせた検出器による γ 線測定により非破壊試料での検出限界が大きく改善されることが報告された [1]。この測定法は、放射性核種が同時に放出するエネルギーの異なる複数の γ 線を 2 台以上の Ge 検出器で同時計数する方法である。 γ 線エネルギーを縦軸と横軸とする 3 次元 γ 線スペクトル上に同時計数された γ 線のピークが現れる。3 次元の γ 線スペクトルでは従来より 1000 倍高いピーク識別能になり、試料中に多くの核種が同時に存在していても識別が可能である。また、2 次元スペクトルの CBG は 3 次元 γ 線スペクトル中では線上に局在するために、それを除いた大部分の領域のバックグラウンド計数は数カウント以下となり、微弱な γ 線の検出が可能で、2 次元法に比べて高感度である。

そこで、本研究では、従来の INAA では定量困難な試料中の Ir 濃度を日本原子力研究所タンデム加速器に設置されている多重 γ 線分析装置、GEMINI を用いた INAA により定量を試みた。また、同位体希釈法を用いた ICP-MS による Ir の定量も行い、両方法を比較した。

【実験方法】

- ・試料 ; コマチアイト (KAL-1, ALX-21, 9490, 9493, 94111)
- ・INAA 法

試料それぞれ 100mg を、Ir 試薬より作成した比較標準試料と Allende 隕石 (70mg) とともに日本原子力研究所 3 号炉、HR 孔にて 48 時間照射した。約 1 ヶ月後、GEMINI により、数時間～24 時間、 γ 線を測定した。

・ICP-MS 法

試料それぞれ 2g から NiS Fire Assay 法により、白金族元素を分離濃縮して、同位体希釈法によって、Ir の定量を行った。(現在定量中)

【結果と考察】

この多重 γ 線分析装置を用いた Ir の定量結果を右表に示す。ALX-21 と KAL-1 は Humayun [2]の ICP-MS 法による定量値と誤差範囲内で一致した。しかし、9490 と 94111 はともに一致しなかった。9493 と 94111 は Humayun [2]により定量値が二つ報告されているが、それらは互いに一致しておらず、このことは試料の不均一性に起因すると考えられる。本研究での定量値と文献値との違いも同様な理由によるものと考えられる。本研究において多重 γ 線分析装置を利用した INAA により、約 100mg の試料中の ppb オーダーの Ir の定量値を得ることが出来た。また、同法による Ir の検出限界は 0.4ppb と求められた。

	濃度(ppb)	文献値[2]
ALX-21	2.19 \pm 0.10	2.13
KAL-1	1.86 \pm 0.09	1.72
9490	2.85 \pm 0.11	3.49
9493	1.81 \pm 0.07	1.85, 1.44
94111	1.80 \pm 0.07	1.45, 1.67

文献 [1] Y. Hatsukawa et al.: J. Radioanal. Nucl. Chem. 248 (2001) 121.

[2] M.Humayun: Private communication (2004).

中性子放射化分析による雨水中の Sc 及び希土類元素の定量

東京都立大学理学部化学科 宇宙化学研究室
佐藤 真由美

<はじめに>希土類元素は3族に属する Sc、Y、Ln (ランタノイド) の総称である。天然水中の Y 及び Ln に関する研究は数多く存在するが、天然水中の Sc に関する報告例は殆どない。その原因として、天然水中の微量 Sc を分析する適当な方法がない事が挙げられる。例えば、Y 及び Ln を定量する際に有用である ICP 質量分析法は、分子イオンの干渉等の問題により、微量 Sc の定量に用いる事は容易ではない。そこで本研究では Sc を高感度で測定することが可能な放射化分析法を用いた手法により、天然水である雨水中の Sc の正確な定量値を求めることを目的とした。また同時に Ln の定量値を求めることも試みた。

<実験操作>雨水試料は東京都立大学屋上にて採取し、濾過したものを使用した。採取した期間は 2003 年 8 月 2 日～7 日である。Sc (^{45}Sc) を雨水中から分離・濃縮する方法としては、水酸化鉄共沈法を用いた。実験操作における収率は放射性トレーサー ^{47}Sc を用いて求めることにした。雨水約 1 kg に放射性トレーサー ^{47}Sc 及び 20mg の精製鉄溶液を加え、しばらく静置後、アンモニア水を加え、Sc を水酸化鉄により共沈させた。沈殿を熟成させ回収した後、沈殿を濃塩酸に溶解し陰イオン交換樹脂を充填したカラムに通し鉄を除去した。溶離液を加熱濃縮し、濾紙にしみこませ、乾燥後、高純度ポリエチレンシートにて密封し、ゲルマニウム半導体検出器を用いて ^{47}Sc の γ 線を測定し、収率を求めた。この濾紙を中性子照射し、 ^{45}Sc の中性子捕獲反応により生じた ^{46}Sc の γ 線を測定することにより、雨水中の Sc の定量値を求めた。また同時に Ln の γ 線の同定を行い、いくつかの Ln の定量も行った。

この多重 γ 線分析装置を用いた Ir の定量結果を右表に示す。ALX-21 と KAL-1 は Humayun [2] の ICP-MS 法による定量値と誤差範囲内で一致した。しかし、9490 と 94111 はともに一致しなかった。9493 と 94111 は Humayun [2] により定量値が二つ報告されているが、それらは互いに一致しておらず、このことは試料の不均一性に起因すると考えられる。本研究での定量値と文献値との違いも同様な理由によるものと考えられる。本研究において多重 γ 線分析装置を利用した INAA により、約 100mg の試料中の ppb オーダーの Ir の定量値を得ることが出来た。また、同法による Ir の検出限界は 0.4ppb と求められた。

	濃度(ppb)	文献値[2]
ALX-21	2.19 \pm 0.10	2.13
KAL-1	1.86 \pm 0.09	1.72
9490	2.85 \pm 0.11	3.49
9493	1.81 \pm 0.07	1.85, 1.44
94111	1.80 \pm 0.07	1.45, 1.67

文献 [1] Y. Hatsukawa et al.: J. Radioanal. Nucl. Chem. 248 (2001) 121.

[2] M.Humayun: Private communication (2004).

中性子放射化分析による雨水中の Sc 及び希土類元素の定量

東京都立大学理学部化学科 宇宙化学研究室
佐藤 真由美

<はじめに> 希土類元素は 3 族に属する Sc、Y、Ln (ランタノイド) の総称である。天然水中の Y 及び Ln に関する研究は数多く存在するが、天然水中の Sc に関する報告例は殆どない。その原因として、天然水中の微量 Sc を分析する適当な方法がない事が挙げられる。例えば、Y 及び Ln を定量する際に有用である ICP 質量分析法は、分子イオンの干渉等の問題により、微量 Sc の定量に用いる事は容易ではない。そこで本研究では Sc を高感度で測定することが可能な放射化分析法を用いた手法により、天然水である雨水中の Sc の正確な定量値を求めることを目的とした。また同時に Ln の定量値を求めることも試みた。

<実験操作> 雨水試料は東京都立大学屋上にて採取し、濾過したものを使用した。採取した期間は 2003 年 8 月 2 日～7 日である。Sc (^{45}Sc) を雨水中から分離・濃縮する方法としては、水酸化鉄共沈法を用いた。実験操作における収率は放射性トレーサー ^{47}Sc を用いて求めることにした。雨水約 1 kg に放射性トレーサー ^{47}Sc 及び 20mg の精製鉄溶液を加え、しばらく静置後、アンモニア水を加え、Sc を水酸化鉄により共沈させた。沈殿を熟成させ回収した後、沈殿を濃塩酸に溶解し陰イオン交換樹脂を充填したカラムに通し鉄を除去した。溶離液を加熱濃縮し、濾紙にしみこませ、乾燥後、高純度ポリエチレンシートにて密封し、ゲルマニウム半導体検出器を用いて ^{47}Sc の γ 線を測定し、収率を求めた。この濾紙を中性子照射し、 ^{45}Sc の中性子捕獲反応により生じた ^{46}Sc の γ 線を測定することにより、雨水中の Sc の定量値を求めた。また同時に Ln の γ 線の同定を行い、いくつかの Ln の定量も行った。

<結果> 照射した雨水試料の γ 線スペクトルからは、 ^{46}Sc 以外にも Ln 由来の ^{140}La 、 ^{153}Sm 、 ^{175}Yb のピークが確認された。しかしながら、一連の実験操作による収率トレーサーは Sc のみであるため、Sc と Ln の収率が同じでなければ Ln の定量値は求められない。そこで、Sc と Ln の実験操作での挙動が同じであるか以下の方法で調べた。蒸留水 1kg 中に Ln を既知量加え、上と同様の実験操作を行い Ln を回収し、ICP 質量分析法により、Ln の収率を求めた。その結果 Sc と Ln がほぼ同じ回収率を示すことが分かった。これにより Ln の収率が Sc の収率と同じものと仮定出来ると考え、Ln の定量値を求めた。雨水試料及び操作ブランクでの ^{47}Sc から求めた収率は 61~90%であった。

表 1 に上記の雨水試料を 3 回繰り返して実験し得られた Sc の定量値を示す。Ln の定量値の一例として Sm のデータも示した。尚、表の値は操作ブランク補正済みのものである。

Sc : 同じ雨水試料を 3 回繰り返して行った

Sc 濃度はいずれも約 2.5~3.0ng/kg となり、25%の範囲内で一致している。

Ambulkar et al. (1996) によるインドの雨水中の Sc 濃度の報告値は約 30ng/kg であり本研究の Sc 濃度はこの値の約 10 分の 1 の値であった。

Sm : Sm 濃度はいずれも約 4.0~5.0ng/kg となり、25%の範囲内で一致している。

Nozaki et al. (1997) による東京の雨水中の Sm 濃度の報告値は最大で 3.8ng/kg であり、本研究の Sm 濃度はこの値よりやや高い値であった。

以上の結果から、本研究の定量法は、雨水中の微量 Sc の定量に極めて有効であると考えられる。また同時に一部の Ln においても本研究の定量法が適用できることが分かった。

表 1 雨水試料、操作ブランク中の Sc 及び Sm 定量結果

	Sc (ng/kg)	Sm (ng/kg)
雨水試料 ①	2.49±0.07	4.09±0.10
雨水試料 ②	2.68±0.09	4.19±0.19
雨水試料 ③	3.10±0.13	5.13±0.20
操作ブランク	0.11±0.01	0.14±0.01

キレート樹脂を用いた RNAA による岩石中の極微量白金族元素の定量

東京都立大学理学部化学科 宇宙化学研究室
竹田 光世

[はじめに] 白金族元素 (Ru, Rh, Os, Pd, Ir, Pt) 及び Au, Re は地球化学的に親鉄元素に分類される。これらの元素の隕石、岩石中の濃度を知ることは地球化学的、宇宙化学的に有用である。地球のような核構造を持つ惑星でこれらの元素は Fe 及び Ni を主成分とするコアに遍在し、マントル及び地殻中の含有量は ppb かそれ以下と極めて小さい。このためこれらの元素を定量するには高感度な分析法が必要となる。

放射化学的中性子放射化分析法 (RNAA) は試料に中性子照射したのち適当な化学操作を行って目的元素をマトリックス元素から分離し測定するため検出感度が高い元素定量法

<結果> 照射した雨水試料の γ 線スペクトルからは、 ^{46}Sc 以外にも Ln 由来の ^{140}La , ^{153}Sm , ^{175}Yb のピークが確認された。しかしながら、一連の実験操作による収率トレーサーは Sc のみであるため、Sc と Ln の収率が同じでなければ Ln の定量値は求められない。そこで、Sc と Ln の実験操作での挙動が同じであるか以下の方法で調べた。蒸留水 1kg 中に Ln を既知量加え、上と同様の実験操作を行い Ln を回収し、ICP 質量分析法により、Ln の収率を求めた。その結果 Sc と Ln がほぼ同じ回収率を示すことが分かった。これにより Ln の収率が Sc の収率と同じものと仮定出来ると考え、Ln の定量値を求めた。雨水試料及び操作ブランクでの ^{47}Sc から求めた収率は 61~90%であった。

表 1 に上記の雨水試料を 3 回繰り返して実験し得られた Sc の定量値を示す。Ln の定量値の一例として Sm のデータも示した。尚、表の値は操作ブランク補正済みのものである。

Sc : 同じ雨水試料を 3 回繰り返して行った

Sc 濃度はいずれも約 2.5~3.0ng/kg となり、25%の範囲内で一致している。

Ambulkar et al. (1996) によるインドの雨水中の Sc 濃度の報告値は約 30ng/kg であり本研究の Sc 濃度はこの値の約 10 分の 1 の値であった。

Sm : Sm 濃度はいずれも約 4.0~5.0ng/kg となり、25%の範囲内で一致している。

Nozaki et al. (1997) による東京の雨水中の Sm 濃度の報告値は最大で 3.8ng/kg であり、本研究の Sm 濃度はこの値よりやや高い値であった。

以上の結果から、本研究の定量法は、雨水中の微量 Sc の定量に極めて有効であると考えられる。また同時に一部の Ln においても本研究の定量法が適用できることが分かった。

表 1 雨水試料、操作ブランク中の Sc 及び Sm 定量結果

	Sc (ng/kg)	Sm (ng/kg)
雨水試料 ①	2.49±0.07	4.09±0.10
雨水試料 ②	2.68±0.09	4.19±0.19
雨水試料 ③	3.10±0.13	5.13±0.20
操作ブランク	0.11±0.01	0.14±0.01

キレート樹脂を用いた RNAA による岩石中の極微量白金族元素の定量

東京都立大学理学部化学科 宇宙化学研究室
竹田 光世

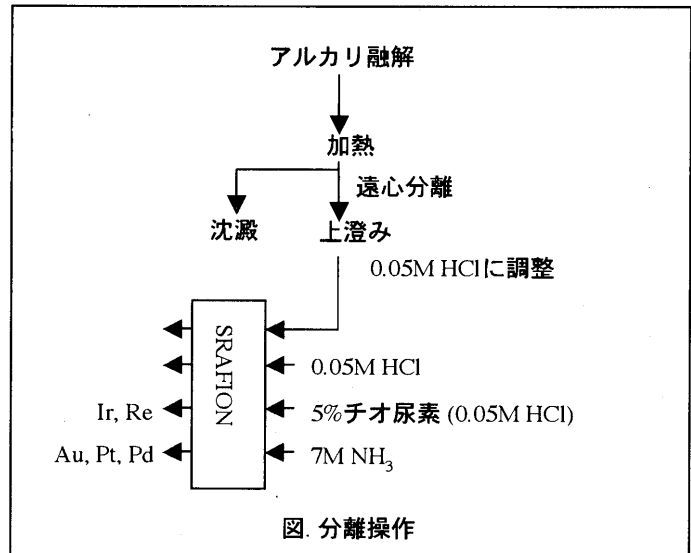
[はじめに] 白金族元素 (Ru, Rh, Os, Pd, Ir, Pt) 及び Au, Re は地球化学的に親鉄元素に分類される。これらの元素の隕石、岩石中の濃度を知ることは地球化学的、宇宙化学的に有用である。地球のような核構造を持つ惑星でこれらの元素は Fe 及び Ni を主成分とするコアに遍在し、マントル及び地殻中の含有量は ppb かそれ以下と極めて小さい。このためこれらの元素を定量するには高感度な分析法が必要となる。

放射化学的中性子放射化分析法 (RNAA) は試料に中性子照射したのち適当な化学操作を行って目的元素をマトリックス元素から分離し測定するため検出感度が高い元素定量法

である。また担体を加えることにより操作の際の収率を求めることが可能であり、中性子照射後の目的元素の汚染も無視できるため一般的に定量値の確度が高いという特徴をもつ。本研究では RNAA により岩石、隕石試料中の極微量白金族元素及び Au, Re を定量するためのより簡便な化学分離操作の開発を目的とした。分離操作としてこれらの元素を選択的に吸着するキレート樹脂 SRAFION を用いたイオン交換を試みた。この樹脂の有効性については放射性トレーサーを用いた実験で確認した後、実際に岩石、隕石試料に適用できるか検討した。

【実験】 白金族元素及び Au, Re の放射性トレーサーを用い、キレート樹脂 SRAFION によってこれらの元素がどのように吸着、溶離されるかを確かめた。

次いで、実試料への応用として次の実験を行った。日本原子力研究所 4 号炉にて岩石、隕石試料 100mg に中性子を 6 時間照射し、1 日冷却の後以下の化学分離操作を行った（右図）。照射した試料を担体と共にアルカリ融解し HCl を加え上澄みと沈澱に分離した。上澄みの HCl 濃度を調整し SRAFION を充填したカラムに流した。更にチオ尿素溶液で Au, Pt, Pd を、NH₃ 溶液で Ir を溶離した。溶離液を精製、濃縮してこれを分取し、濾紙に滴下封入し Ge 半導体検出器にて γ 線を測定した。各元素の収率は再放射化にて求める。



【結果】 放射性トレーサーを用いた実験で得られた収率は Au 50-70%, Ir 5-17%, Re 41-72%, Pd 12-34%であった。また Ru, Os は溶離液から検出されなかったが、その理由として、① Ru は SRAFION に吸着したまま流出しない、② Os は SRAFION に流す前に OsO₄ として揮発してしまった、と考えられる。以上のことから実試料を用いた実験では Au, Ir, Pt, Pd, Re の定量を目的とした。その結果、Au, Pt, Ir については全ての試料で、また Pd については隕石試料で定量に十分な強度の γ 線を測定することができた。今後収率の測定を行って定量値と検出限界を求め、この方法の有用性について検討を行う予定である。また、十分な γ 線強度を得られなかった元素とトレーサーを用いた実験で検出されなかった元素についても、定量に向けて検討を重ねていく予定である。

八王子市と酒田市で採集した大気浮遊粒子(PM₁₀)の化学組成

東京都立大学理学部化学科 宇宙化学研究室
永幡 健

[はじめに] 大気中に浮遊している粒子状物質（大気浮遊粒子）は、一般に微小粒子側と粗大粒子側に二極化した分布をすることが知られている。このうち微小粒子に相当する PM_{2.5}（粒径 2.5 μm 以下の粒子）は心肺循環器系に影響を与えることが報告されている。昨年には東京都が主体となって PM_{2.5} に多く含まれる有害なディーゼル排気粒子の規制が開始されるなど、PM_{2.5} について関心が高まっている。本研究では 2002 年度に引き続いて大気浮遊粒子を粗大粒子と微小粒子に分けて採集し、その化学組成を調べた。新たに本年度からホウ素の定量を始めるとともに、大気浮遊粒子の化学的特徴をさらに詳細に調べた。

[採集・分析] 採集は東京都八王子市（東京都立大学）と山形県酒田市（東北公益文科大学）で行った。八王子市では毎月第 1, 3 週にポリカーボネートフィルター（孔径 8.0 μm、0.4 μm の 2 種類）を使用してポンプ吸引による濾過方式で採集した。酒田市では毎月 1 週間程度ポリカーボネートフィルターを用いて同様に採集を行った。大気浮遊粒子の重量測定後、ポリカーボネートフィルターを半分に切断した。その一片を用いて即発ガンマ線分析（PGA）によりホウ素を定量し、さらに機器中性子放射化分析（INAA）により多元素定量をした。PGA では比較法を、INAA では k₀ 標準化法を用いて定量した。

[結果・考察] 2003 年の大気浮遊粒子濃度を図 1、図 2 に示した。八王子市の平均濃度は粗大粒子で 15.0 μg/m³、微小粒子で 19.4 μg/m³ であり、酒田市ではそれぞれ 8.0 μg/m³、11.7 μg/m³ であった。2002 年と同様に酒田市の方が低濃度であった。2003 年は両地点で微小粒子濃度が高い期間が多く、濃度変化も大きかった。この傾向は特に八王子市で顕著であった。

PGA、INAA により Ag, Al, As, Au, B, Ba, Br, Ca, Ce, Cl, Co, Cr, Cs, Cu, Eu, Fe, Hf, I, In, K, La, Na, Mg, Mn, Mo, Rb, S, Sb, Sc, Se, Sm, Ta, Th,

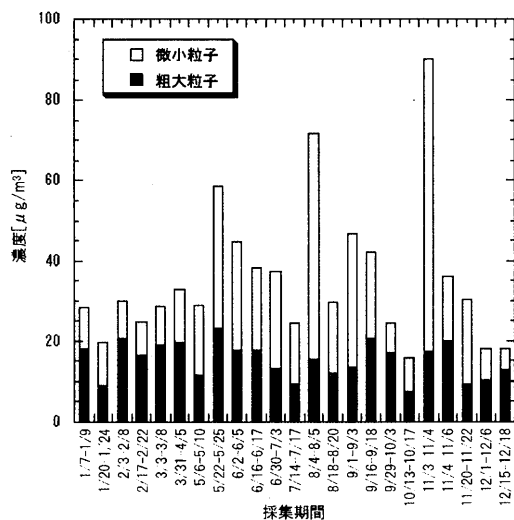


図1 八王子市の大気浮遊粒子濃度 (2003年)

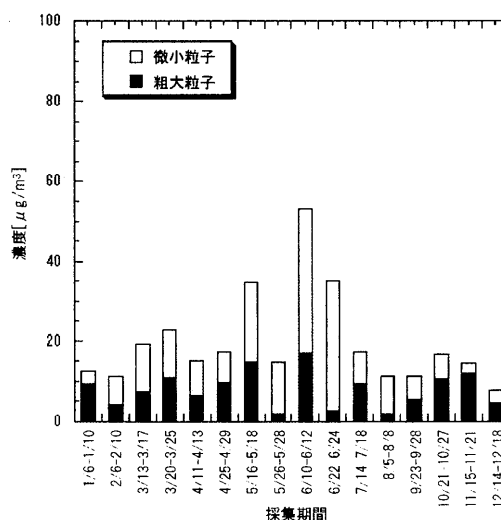


図2 酒田市の大気浮遊粒子濃度 (2003年)

Ti、V、W、Zn の 37 元素が定量できた。粗大粒子に多い元素は地殻濃縮係数が 1 に近いものが多く、平均地殻組成との差が少なかった。土壌指標元素の Al、Sc、Ti の間では強い相関も認められた。粗大粒子の化学組成には自然界の発生源による影響が強いと考えられる。一方、微小粒子に多い元素のほとんどで地殻濃縮係数が大きな値となり、平均地殻組成よりも高濃度の元素が多かった。石油燃焼指標元素の S、V の間では強い相関も認められた。自動車排気ガス指標元素の Br は微小粒子に強く濃縮されていた。微小粒子の化学組成は人為的な発生源の影響を強く受けていると考えられる。

今年度新たに定量を試みた B は微小粒子に多く含まれており、平均濃度は八王子市で $4.5\text{ng}/\text{m}^3$ 、酒田市で $7.4\text{ng}/\text{m}^3$ となった。地殻濃縮係数も大きく、B は人為的な発生源の影響を強く受けていると考えられる。

さらに大気浮遊粒子への発生源寄与率について見積もり、その結果についても報告する予定である。

事務局より

◇平成16年度JA3ホームページに関する第1回会合議事録

日時：平成16年8月31日（火）17:00～19:00

場所：東京大学原子力研究総合センター 大学共同利用開放研究室 会議室

出席者： 榎本、大浦、澤幡、川手、笹島、（敬称省略）

（※業務の都合により出席できなかったが、後日、宮本氏からもコメント等の協力を得た。）

議題：JA3ホームページの管理運営等について

従来、開放研が管理するJA3サイトの一部を、榎本氏が管理するサイトとリンクさせることで、2箇所のサイトで役割分担を行いながら管理運営してきた。しかし、従来から利用している開放研のWebサーバーは、関係者が開放研以外の場所から更新等の目的でアクセスすることができないため、管理上の不便を感じている。このため、今回の会合においてWebサーバーの管理運営と、ホームページの内容に関する問題点を整理し、その対応について検討を行った。

本会合における議論内容を整理し、以下のとおり取り纏めた。

1. Webサーバーの管理運営について

(1) 開放研Webサーバーを有料レンタルサーバーに移行する。

- ・これにより、サーバーへのアクセスがID及びパスワードを登録することで、Web管理者又は関係者が外部（職場、自宅等）から容易にアクセスし、修正することが可能となる。

(2) 有料レンタルサーバーへの移行に向け、サーバー会社の選択と幹事会の了承を得る。

- ・安全かつ信頼のあるサーバーが、笹島が調査した有料レンタルサーバー以外にも推奨するサーバーがあれば比較検討を行い、最終的なサーバーの決定を行う。（笹島、大浦幹事が調査し提案する。）
- ・笹島幹事の調査したレンタルサーバーは、Web容量等により費用が異なるが、毎月1000円～2000円程度（但し、入会費別途）の経費で利用できそうである。事務局としてこの程度の出費ならば研究会の運営上、影響はなさそうである。本件の実施については、幹事会において提案を行い、了承を得る必要がある。

2. ホームページの掲載内容、方法等について

(1) トップページデザイン変更

トップページは、利用者が最初に見て何が掲載され、何が変更となったのかがすぐに分かるような構成にするべきである。このため、以下のような修正を行うこととした。

- ① トップページのレイアウトを変更する。
 - ・従来のレイアウトは、上下2箇所にメニューがあり、その区分目的が不明確であった。このため、このメニューの区分を整理した上で、レイアウトの変更を行う。
 - ・笹島幹事から、従来のホームページの構成、ファイル等を整理するための目的で作成した新たなホームページ（案）が紹介された。構成、内容は、ほとんど従来のものと同一であり、フレームを利用したメニュー形式のトップページである。今回の会合結果を受けて、細部の修正を行うつもりである。
- ② 更新した内容がトップページで分かるように更新履歴を追加する。
- ③ 従来のトップページの画像にこだわらず、適宜、写真等を入れ替える。
- ④ 「本会の申し合わせ」、「放射化分析Q&A」のメニューは下に移動させる。
- ⑤ 各メニューの内容がわかるようにサブタイトルを付けてみてはどうか？
- ⑥ JA3サイトの訪問者数を把握するために、カウンタを設置する。

(2) 各メニューの内容について

1) 最新ニュース

- ① 最新及び過去のニュースが最新ニュースとして、同一のページで記載されているため、過去のニュースは、「過去のニュース」として本ページから別ページにリンクさせる。

2) 本会の申し合わせ

- ① 内容については、変更すべき事項がなければこのままとする。

3) 研究会誌

- ① 過去の研究会誌はPDF化して本ページから閲覧できるようにしてはどうか？最新のものまで掲載すると会費を払っている会員のメリットが無くなるため、たとえば3~5年経過したものは掲載してみてはどうか？ 本件については、幹事会に提案し、協議の上決定することとする。
- ② 研究会誌の古いものは在庫切れのため、閲覧できない。前項の了承に係らず、これまでの研究会誌をPDF化し、対応できるようにしておく。この作業は、澤幡幹事が書類を準備し、笹島幹事がPDF化を行うこととする。
- ③ 今後の発行予定の会誌については、その内容がわかるように（例えば目次を載せる）したらよいのではないか。
- ④ ①の新しい会誌の閲覧については、会員にID（会員名）やパスワードを与えて会員のみ閲覧可能にする方法もあるのではないか？管理上の問題もあるので今後の検討課題としたい。

4) 研究会の行事

- ① 今年度の京都大学原子炉実験所専門研究会の開催についての情報を、松尾幹事を通じて片山幹事から得るようにする。
- ② 行事の内容は、文字だけでなく開催の風景などの写真を入れるようにしたい。会議等に参加した人から、写真を提供してもらいホームページに掲載する。
- ③ H16.3.26に開催した研究会の報告や写真を掲載する。福岡先生が”ISOTOPE

NEWS 8月号”に投稿した「放射化分析研究会 平成 15 年度研究会印象記 - 「放射化分析ハンドブック」の発刊によせて」の記事は、本研究会誌への掲載に適した記事である。

5) 幹事会からのご案内

- ① 特に修正の必要なし

6) 放射化分析 Q & A

- ① 「Q. 放射化分析はどこで、どうやったら利用できるの？」の回答は、詳細版を含んでいるため全てを読む利用者が少ないのではないかと構成を見直し、読みやすく修正する必要がある。(財)放射線利用振興協会は、昨年度で放射化分析の業務を停止しているため、放射化分析の委託メーカーから削除する必要がある。

- ② 本メニューは、メニュー項目のなかで下位の場所に位置付ける。

7) 関連する会議

- ① 海老原代表幹事から依頼のあった”NAMLS-8”の会議の掲載については、既に本ページの URL によって紹介しており、同 PDF ファイルもこの URL から最新情報がダウンロードできるようになっているため、対応済みである。

8) 事務局

- ① 事務局の連絡先などに関する情報が記載されていないため、修正が必要である。(ただし、事務局へのメールは送信できるようになっている。)

9) 入会申込

- ① 特に修正の必要なし。

10) 関連サイト

- ① 特に修正の必要なし

11) English

- ① 幹事の情報については、毎年修正する必要があるため注意すること。

12) 会員のコーナー

- ① 賛助会員は、スポンサーであるため宣伝の意味で登録してある。
- ② 新たな賛助会員の要請を行ってはどうかという意見が出された。
- ③ 「本研究会の会員」のサイトで、既に退官された先生や、リンク先が不明なサイトがある。

(3) その他全般について

- 1) 「事務局」のページにおいて、会員数や会員内訳のグラフを掲載する。
- 2) 会議の原稿等については、パワーポイントで入手し、ホームページに掲載することを考慮する。
- 3) 幹事のプロフィールを入れてみたらどうか？
- 4) 歴代幹事のリストを掲載する。
- 5) URL を変更することになった場合、旧 URL から新 URL に変更されるため、ある程度の移行期間において①旧 URL のトップページに新 URL への変更の案内と ②自動ジャンプなどの対応 を考慮する必要がある。

3. JA3 メールングリストの管理について

(1) JA3 メールングリストの管理は、引き続き開放研が行う。

- ・JA3Web サーバーがレンタルサーバーに移行した際も、JA3 メールングリストの管理は、引き続き開放研が行うこととする。

(2) JA3 メールへのヘッダー採用

- ・JA3 メールについては、誤って返送した際に JA3 会員に同報されるトラブルが多発している。このため、JA3 会員宛のメールにヘッダーをつけることによって対処したい。ヘッダーの追加は可能と思われるが、メール送信テストによって事前確認を行う必要がある。本件については、幹事会メールを利用してヘッダー付きメール送信テストの実施を近々に予定したい。

◇ 第 48 回放射化学討論会 放射化分析分科会 議事録 (案)

開催日時：平成 16 年 10 月 27 日 (水) 11:15-12:30

開催場所：東京大学 山上会館

議事内容

1. 拡大幹事会報告

- 1) 澤幡幹事より、平成 16 年度第 1 回の (H16.07.10 山上会館) 議事録に基づいた拡大幹事会報告があった。
 - ・新幹事 (任期：平成 16-17 年度) 選挙結果について
 - ・平成 15 年度事業報告および平成 16 年度事業計画について
 - ・平成 16 年度からの会の運営について
- 2) 松尾幹事より、平成 15 年度会計報告があり、出席者より適正であると賛同を得られた。

2. 京大炉現況報告

- 1) 柴田先生より、京大炉の現況、今後の運営方針及び将来計画等の報告があった。
- 2) 12/24-25、研究会を開催する予定

3. 原研共同利用の現状

笹島幹事より、原研炉に関する現状報告があった。

- ・共同利用に供する運転サイクル
- ・JRR-3、JRR-4 における利用設備の紹介
- ・" 特性、共同利用実験設備の紹介
- ・JRR-3 C2 ラインの再配置についての報告
- ・照射キャプセルの推移、照射利用状況の推移

4. MPGA の開発状況と今後の計画

原研物質科学研究部の大島氏より MPGA の開発状況等の報告があった。

- ・ ビームライン (しゃへい体) および開発中の検出器 (クローバーGe 検出器) の報告
- ・ オートサンプルチェンジャーの開発について
- ・ データ収集系の開発 (平成 17 年度完成予定)
- ・ データベースの整備
- ・ 開発スケジュール (平成 18 年度中には 4 台の検出器で利用を開始する予定)

5. MTAA-12 関係について

海老原代表幹事から誘致の方向で検討が進められている旨報告があった。

◇平成 16 年度 第 2 回放射化分析研究会拡大幹事会議事録 (案)

開催日時 平成 16 年 10 月 27 日 (水) 18:30-20:15

開催場所 東京大学 山上会館 (002 会議室)

参加者 海老原、大浦、河野、木川田、笹島、澤幡、榎本、松尾、宮本、八木 (順敬称略)

議事内容

1. MTAA-12 に関して

1) 経過 (海老原代表幹事より)

7 月 10 日に開催された本年度第 1 回幹事会での報告以降、新たな展開はない。この先、来年の春頃までに開催に関するプロポーザルを国際放射化分析委員会 (ICAA) に提出し、その後、半年から 1 年かけて最終開催地が決められる予定。

2) MTAA-12 開催と放射化分析研究会の関係

MTAA-12 を放射化分析研究会の 1 行事と位置づけて、今後の本開催を全面的に支援する事を合意した。

3) 実行委員会の立ち上げ

海老原代表幹事より実行委員会を立ち上げたいとの意思表示があり、了承された。委員会の組織に関しては、今後多方面からの意見を聞きつつ、できるだけ早く組織化したいとの意向が示された。

4) 実行委員会のあり方

実行委員会のあり方について、様々な意見が出された。あまり形式にとらわれないで、実質的に身のある会にする方針が了承された。

5) その他

本年 6 月に英国で開催された MTAA-11 に参加した人の MTAA-11 に対する評価は極めて厳しいものが多く、そうした点を十分考慮した上で MTAA-12 の

開催を考えるべきであるとの意見が出された。

2. 会の運営について

1) 会誌の発行

- (i) No. 17 は 11 月末に発行予定。内容が確定し次第、目次を home page 上で公開する。No. 17 と一緒に本年度の会費請求のための振替用紙を送る。
- (ii) No. 18 からの会誌の編集は新体制で行う。編集責任者として大浦（都立大）、宮本（原研）の 2 名がこれにあたる。No. 18 を 2005 年 3 月までに発行する。
- (iii) No. 18 には特集「放射化分析における QC/QA」（とりまとめ責任者：岡田拡大幹事）が掲載予定。No. 19 以降の特集に関しては、今後広く意見を聞きながら、新編集責任者の責任で決める。近い将来、海外（特に周辺アジア諸国）の放射化分析の実態を紹介する特集を組む事がこれまで議論されてきた。

2) Home page

ホームページのサイトを現在の原研のサーバーにおく事による顕在的、潜在的問題点が指摘され、独立させる方向で検討する事になった。その結果、本研究会の実態を考えると、学術情報センターのサーバーを利用できる可能性が大きく、今後、笹島幹事を中心に検討する事になった。

◇京都大学原子炉実験所専門研究会(京都大学原子炉実験所での放射化分析と今後の中性子利用分析)の案内

京大原子炉は平成 17 年度末で、現在の高濃縮ウランでの運転を中止するという大きな転換期を迎えています。計画によれば約 2 年間の中止後に再開される運転は大幅に変更され、燃料も低濃縮へ、出力も医療照射時以外の通常利用は 1 MW の計画になっており、運転も予算とスタッフの関係で連続運転から各日運転になりそうです。京大炉が運転中止になると、東大「大学開放研究室」の原研施設利用総合共同研究へも影響が十分考えられると思います。

そこで、今年度は、京大炉を使った放射化分析の成果と原子炉が休止している期間の対応について、次の方々にご講演をお願いしています。なお、演題は現在のところ仮題です。

増澤敏行（名大院・環境）「海洋の生物生産・沈降・堆積にともなう親生物微量元素動態の研究」

溝畑 朗（大阪府大・先端研）「大気エアロゾル粒子のキャラクタリゼーション」

天野良平（金沢大・医）「動物およびヒトにおける計測応用セ脳内微量元素の放射化分析」

加藤 洋（都立保険科学大）「生物体試料中の各種元素の放射化分析」

大森 保 (琉球大・理) 「沖縄トラフ海底堆積物及びサンゴ試料の微量元素」
堀内将人 (大同工大・工) 「大気-水-土壌-植物系でのアンチモンの動態把握と
汚染低減対策に関する研究」

なお、この専門研究会を放射化分析研究会「冬の学校」の活動の一部といたします。
プログラム等、詳細が決まり次第ご案内を差し上げます。

日 時：平成16年12月24日(金) 13時～17時(終了後、懇親会)
12月25日(土) 9時～12時30分

場 所：京都大学原子炉実験所

宿 泊：京都大学原子炉実験所 共同研究員宿舎

参加申込期限：11月24日(水)

申込先：〒444-3505

愛知県岡崎市本宿町上三本松 6-2

人間環境大学

片山幸士

TEL/FAX: 0564-48-1014

E-mail: katayama@uhe.ac.jp

参加申込書

氏名：

所属：

職名：

級号俸：

連絡先：住所(郵便番号)

E-mail

TEL

FAX

自宅住所(郵便番号)：

参加日：12月 24日(金) 25日(土) (参加日を残してください)

宿泊：12月 23日 24日 25日 (希望日を残してください)

懇親会：出席 欠席 (どちらかを残してください)

問い合わせ先：

片山幸士 TEL/FAX: 0564-48-1014

E-mail: katayama@uhe.ac.jp

高田實彌 TEL: 0724-51-2441、FAX: 0724-51-2622

E-mail: takada@HL.rri.kyoto-u.ac.jp

カレンダー

2005/12/24-25

京都大学原子炉実験所専門研究会(放射化分析冬の学校)

大阪府熊取町

参加申し込み締切: 2005/11/24

2005/4/17-22

8th International Conference on Nuclear Analytical Methods in the Life Sciences
(NAMLS-8)

Brazil

<http://www.cena.usp.br/namls8/>

発表申し込み締切: 2004/11/1

参加申し込み締切: 2005/2/1

2005/5/22-29

1st International Nuclear Chemistry Congress (1st-INCC)

Turkey

<http://incs.ege.edu.tr/1st-INCC.html>

発表申し込み締切: 2004/11/15

参加申し込み締切: 2005/3/15

2005/10/17-21

Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry (APSORC) '05

China

<http://www.ihep.ac.cn/apsorc2005/>

発表申し込み締切: 2005/2/15

参加申し込み締切: 2005/7/15

2005/11/11-15

4th International k_0 Users Workshop

Portugal

発表申し込み締切: 2004/11/19

参加申し込み締切: 2005/7/15

2005/12/15-20

2005 環太平洋国際化学会議

ホノルル (アメリカ合衆国)

<http://www.csj.jp/learned-society/pacificchem/pacificchem2005top.html>

<http://www.pacificchem.org/>

発表申し込み締切: 2005/4/13

参加申し込み締切: 2005/10 月末

編集後記

○「放射化分析」No.17 の編集を無事に終え、こうして会員の皆様にお送りできて内心ホッとしています。No. 16 で掲載した 2004 年 7 月 10 日開催の幹事会議事録にありますように、No. 18 以降、会誌の編集体制を変更致します。創刊以来このかた、代表幹事が編集責任者を兼ねてきましたが、会務をより機能的、効率的に運営するために、会誌の編集業務を独立させます。本号までは海老原が編集の責任を負ってきましたが、No. 18 以降は大浦（都立大）、宮本（原研）のお二人が編集を担当します。これからもご協力の程を、どうぞよろしくお願い致します。

○MTAA-12 開催を放射化分析研究会の事業として位置づけ、今後開催申請をおこなう事になります。次回の開催時期としては 2007 年秋から 2008 年初夏が想定されていますが、日本で開催するとすると、2007 年 11 月～12 が最も妥当な時期であろうと考えられます。如何でしょうか？

○京大原子炉は紆余曲折の末、最悪の事態だけは免れそうです。それでも 2006 年春以降、1~2 年の休止は余儀無くされます。その後 10 年程の運転が見込まれていますが、そのあとは完全停止がやってきます。そう考えると今回の措置を手放して喜ぶ事はできず、複雑なところです。放射化分析研究会としても、この 10 数年の猶予期間の間、その後の展開を十分見据えた活動をしなければならぬわけで、すぐにでもはじめる必要があるでしょう。

○今後の展開の方向として、一つは周辺アジア諸国との連携の強化を目指すべきであると思います。偏見を恐れずにいえば、たとえば韓国や中国での研究用原子炉への期待は日本でのそれに比べて、まだまだ非常に高いものがあると感じます。アジアにおける研究炉の連合機構のようなものができれば、日本における研究炉の先細りをそれほど憂いる必要はなくなるでしょう。ヴァーチャルな機構は人と人の結びつきだけでできるので、今すぐにでも機構作成に着手できます。

○将来展望という点で、もう一つの可能性は、加速器による中性子の利用でしょう。次号で詳細に報告する予定ですが、J-PARC における中性子利用分析装置の実現はその道を開くものと期待できます。ただし、これまでの研究用原子炉と同じ様な用途には必ずしも適合しない面もあり、従って、原子炉の延長にあるもの、原子炉の代替物、という捉え方は適当ではありません。だからこそ、新しい展開を模索するという点では好機である、ととらえるべきだと思います。この、アジアにおける連携強化と日本における中性子源の多様化を、はじめに述べた MTAA-12 の日本開催の意義としてとらえ、今後内外に強く訴えていきたいと思っています。

○とはいっても、日本における研究用原子炉は我々研究会にとって最も重要な存在である事は間違いありません。東大原子力研究総合センターは、主に大学関係者が研究炉を含めた原研施設を共同利用する際の窓口として長年お世話いただきましたが、本年度をもって改組され、組織としてはなくなります。本号には、この春まで同センター教授として共同利用部門の主任を務められ、本研究会の創設にもあたられた伊藤泰男先生と、新しく主任になられた班目春樹先生にご寄稿いただきました。伊藤先生には長年の共同利用のお世話に対して心よりお礼申し上げます。また、班目先生には今後の共同利用の更なる発展を切に御願い申し上げます。

(ME)

本会誌の内容および投稿募集

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

会誌「放射化分析」は下記の記事で構成されます。

講座・特集・解説:

専門的な記事を毎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ください。

研究紹介:

放射化分析に関する研究、放射化分析を用いた研究を紹介していきます。

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

特に紹介したい研究についてご意見をお寄せください。

Q&A:

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

回答者は幹事会が責任をもって会員の中から選定します。

施設・研究室紹介:

放射化分析を行うことができる施設については、放射化分析関係の共同利用、

共同研究が行われている施設で採択されている研究課題などを掲載します。

また放射化分析を行っている研究室の紹介を適宜行います。

談話室:

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

若い声:

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

研究会報告・最近の動向等:

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

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

会員の皆さんからの情報提供をお待ちしています。

アナウンスメント

論文紹介(発表論文アブストラクト)

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

博士・修論文の要約も掲載します。

会員名簿

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

そのままオフセット印刷又はコピーして使える形に清書して送付して下さい。

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

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

電子メールリングシステム

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

会 員 : JA3@kaihoken.tokai.jaeri.go.jp

幹事会 : JA3-kanjikai@kaihoken.tokai.jaeri.go.jp

JA3@kaihoken.tokai.jaeri.go.jp に発信すれば、(電子メールアドレスが登録されている)会員全体に配信されます。幹事会・事務局への連絡・要望等は
JA3-kanjikai@kaihoken.tokai.jaeri.go.jp に発信して下さい。

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

放射化分析研究会

事務局 319-1195 茨城県那珂郡東海村 日本原子力研究所内 大学開放研究室

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

E-mail: JA3-kanjikai@kaihoken.tokai.jaeri.go.jp

Home Page: <http://kaihoken.tokai.jaeri.go.jp/JA3.htm>

幹事

海老原充 河野公栄 木川田喜一 澤幡浩之 高田實彌 豊田和弘
大浦泰嗣 片山幸士 笹島文雄 榊本和義 松尾基之 八木宏親