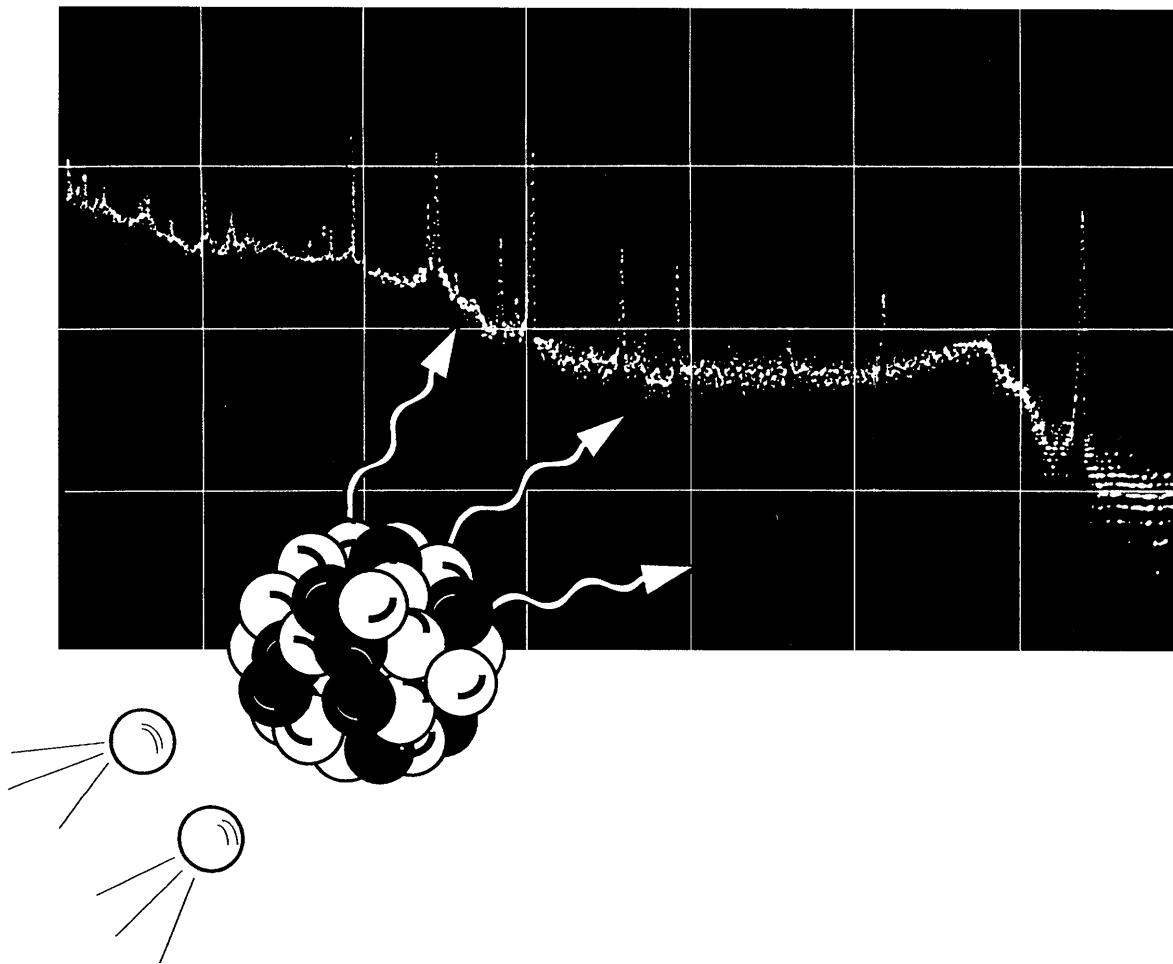


2002年 2月

# 放射化分析

No. 13



放射化分析研究会

放射化分析研究会

Japan Association of Activation Analysis

(JA<sup>3</sup>)

会誌「放射化分析」

「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.13

## 目次

### 特集 「日本原子力研究所研究炉 —設備と手続—」

はじめに	.....	1
1. 原子炉の概要	.....	2
2. 照射、実験設備	.....	11
3. 照射及び申し込みの手続き	.....	16
4. 放射化分析支援システム( $k_0$ 法)について	.....	22
参考資料	.....	26
研究会報告		
NAC-III	海老原充	..... 36
APSORC2001	大浦泰嗣	..... 43
日本放射化学会放射化分析分科会	杉原真司	..... 44
日本分析化学会第50年会	福島美智子	..... 46
京都大学原子炉実験所専門研究会(夏の学校)	片山幸士	..... 47
研究炉利用ワークショップに参加して	笹島文雄	..... 49
施設便り	.....	51
原研施設利用共同研究		
東北大学原子核理学研究施設		
京都大学原子炉実験所		
将来計画・大強度陽子加速器計画	海老原充	..... 57
展望・2001 FNCA 研究炉ワークショップ	海老原充	..... 62
資料・研究炉の現代的課題	伊藤泰男	..... 70
アナウンスメント	石川 勇	..... 90
編集後記		
会員名簿		
広告		

# 特集

## 日本原子力研究所研究炉 — 施設と手続き —

はじめに

放射化分析に利用できる原子炉の特性などについて教科書やこの放射化分析研究会会誌(No.2)などでも紹介してきた。しかし、原子炉の運転停止や改造が行われるなどして、近年、研究用原子炉をめぐる事情が変わってきた。原研においても JRR-4 では低濃縮化の改造や低出力運転が行われ、照射設備や測定機器なども一部変更・更新されている。そこで、原研・研究炉、JRR-3M と JRR-4 の最新情報を紹介することにした。利用者の立場に立って見ると、照射設備の特性はもちろん最も重要であるが、測定機器や原子炉を利用するための手続きなどの情報も重要であろう。特に原研・研究炉の利用者は所内、大学関係、企業と多岐に渡るので、それによって利用申し込み方法も異なる。技術的な相談窓口である原研・研究炉部研究炉利用課と大学関係利用者の窓口として世話をしてくれる東京大学原子力総合研究センター(大学開放研究室)の澤幡 浩之氏にそれぞれの立場から設備や利用手続きについて執筆してもらい、利用者の一人である筆者がまとめた。総括的な紹介を目的としたので、以前に紹介した内容と重複している部分などあるかもしれないが、その点をご容赦願いたい。

担当幹事・宮本 ユタカ

## 目次

1. 原子炉の概要●
2. 照射, 実験設備
  - 2.1 原子炉共同利用実験室及び測定設備●
  - 2.2 大学開放研究室の設備▲
3. 照射及び申し込みの手続き
  - 3.1 原研・研究炉部研究炉利用課を窓口とした場合●
  - 3.2 大学開放研究室を窓口とした場合▲
4. 放射化分析支援システム ( $k_0$ 法) について
  - 4.1 研究炉部で整備しているシステム●
  - 4.2 大学開放研究室で整備しているシステム▲

執筆担当：原研 研究炉部研究炉利用課●, 大学開放研究室・澤幡 浩之▲

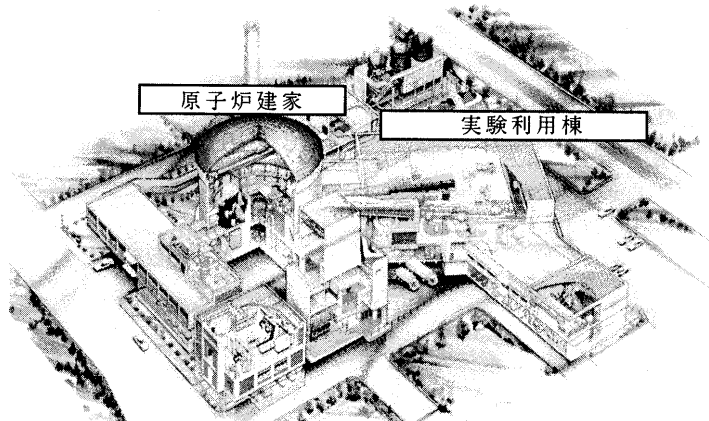
# 1. 原子炉の概要

原研研究炉については、既に本誌第2号において「研究用原子炉の照射設備の現状」として紹介したが、その後、JRR-2の運転停止やJRR-3,4における整備・改良により一部内容が変更されたため改めて掲載する。また今回は、多数の照射及び実験設備の中から放射化分析に係る設備・機器に絞って紹介する。

## 1.1 JRR-3

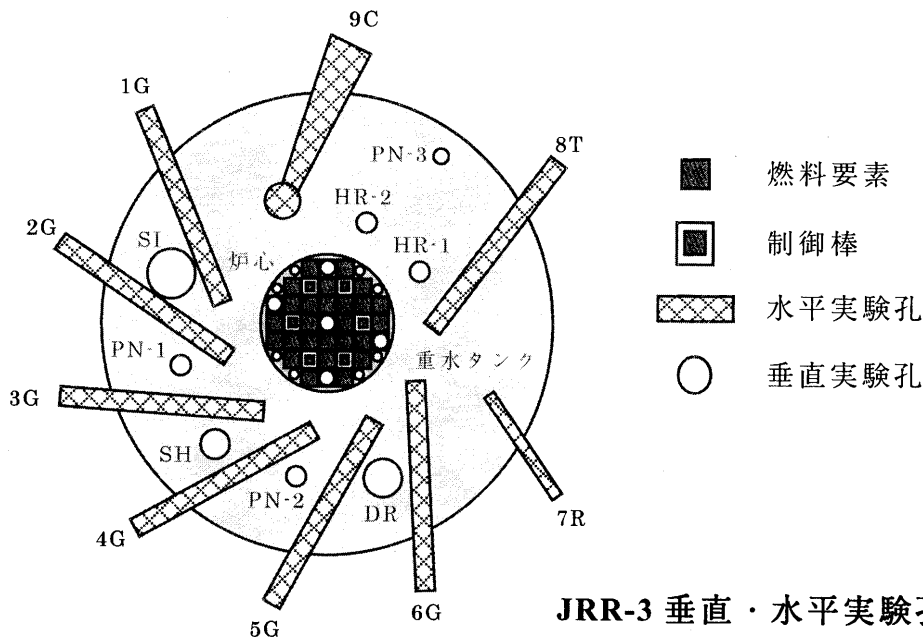
### (1) 概要

JRR-3は熱出力20MW、軽水減速冷却、重水反射体を用いたプール型研究用原子炉である。燃料は、平成11年11月に使用済燃料要素の発生量を減らす目的で、従来のアルミナイド燃料からシリサイド燃料に変更している。利用設備は、原子炉建家と実験利用棟



JRR-3M 原子炉建家鳥瞰図

に設置され、原子炉建家には、垂直照射孔（炉心領域9本、重水タンク領域8本）と水平実験孔（7本：但し、中性子導管を除く）が配置してある。また、実験利用棟には、原子建家から中性子を導くための中性子導管（熱中性子ビーム2本、冷中性子ビーム3本）が配置されている。なお、これらのうち、放射化分析に適した主な照射設備は、水力照射設備（HR-1,2）、気送照射設備（PN-1,2）、及び放射化分析用照射設備（PN-3）である。これらの設備の詳細については、次項で紹介する。



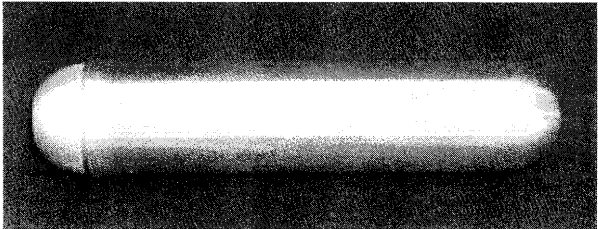
JRR-3 垂直・水平実験孔配置図

## 1.2 JRR-3 照射設備

### (1) 水力照射設備(HR-1,2)

水力照射設備は、ポンプによる水流を利用して炉心内へキャプセルの挿入及び取出しを行う設備である。照射済キャプセルは、実験利用棟の鉛セルに取出され、マニピュレータを用いて開封される。キャプセル内の試料は、線量率を確認した後に鉛コンテナに詰替えられ利用者に引き渡される。

#### 照射キャプセル

キャプセル 材質	アルミ合金, (ステンレス)	 <p style="text-align: center;">アルミ合金</p>
大きさ (mm)	外径:Φ32×150L ※内径:Φ25×100L	
冷却方法	軽水の強制循環	

※内径は参考値

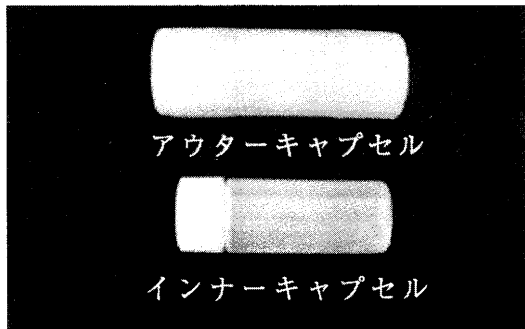
(注意事項)

- ・搬送時における衝撃を緩和するために試料の包装状態を確認すること。特に石英管や壊れやすい試料を照射する際は、破損しないよう十分な衝撃吸収材等の対策を行うこと。
- ・照射時のキャプセル総重量を調整するために、鉛等のおもりを試料に同梱することがある。
- ・試料の包装は、開封時に試料が分散又は紛失しないようアルミ箔等を用いて厳重に行うとともに、試料の包装材表面に識別のための受付番号を明瞭に記載すること。

### (2) 気送照射設備(PN-1,2)

気送照射設備は、搬送流体として窒素ガスを使用し、プロアと窒素ガス圧により炉心内へキャプセルの挿入及び取出しを行う設備である。照射済キャプセルは、実験利用棟の鉛セルに取出され、線量率を確認した後に鉛コンテナに詰替えられ利用者に引き渡される。また、照射済キャプセルを実験室に直接取出すことも可能である。

#### 照射キャプセル

キャプセル 材質	ポリエチレン, BEK(ポリエーテル樹脂)		 <p style="text-align: center;">アウターキャプセル</p> <p style="text-align: center;">インナーキャプセル</p> <p style="text-align: center;">ポリエチレン</p>
大きさ (mm)	アウター キャプセル	外径:Φ33×95L ※内径:Φ28×70L	
	インナー キャプセル	外径:Φ25×71L ※内径:Φ16×50L	
冷却方法	窒素ガスの強制循環		

※内径は参考値。原則として試料はインナーキャプセルに詰めること。

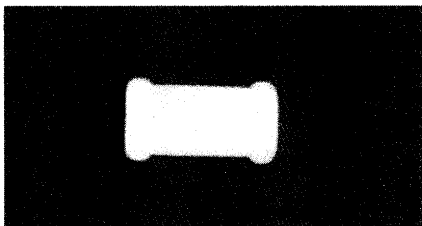
(注意事項)

- ・搬送時における衝撃を緩和するために試料の包装状態を確認すること。特に石英管や壊れやすい試料を照射する際は、破損しないよう十分な衝撃吸収材等の対策を行うこと。
- ・照射により発熱を有する試料を同梱する場合は、各試料がポリエチレンによる融着で分離できなくなる可能性があるため、石英管への封入や、PENやポリイミドのようなフィルムを互いの試料間に挟むなどの熱的な対策を施すこと。

(3) 放射化分析用照射設備(PN-3)

放射化分析用照射設備は、窒素ガス圧により炉心内へキャプセルの挿入及び取出しを行う設備である。本設備は、主に放射化分析による利用を目的として整備され、特に照射終了後約7秒で試料の放射線計測をキャプセルのまま行えるため、短寿命核種の分析に適した設備である。この際、キャプセルは、アルミニウム等の不純物が少ない高純度ポリエチレンを使用する。また、照射後にフードで開封および詰替えを行い測定する従来の方法も可能である。本設備は、放射化分析支援システムの対応設備となっており、 $k_0$ 法に基づく多元素同時分析が行えるよう原子炉パラメータの測定及び検出器の校正を実施している。なお、放射化分析支援システムについては、後に紹介する。

照射キャプセル

キャプセル材質	ポリエチレン, 高純度ポリエチレン	 ポリエチレン
大きさ (mm)	外径:Φ17×30L ※内径:Φ10×20L	
冷却方法	窒素ガスの自然循環	

※内径は参考値。

(注意事項)

- ・搬送時における衝撃を緩和するために試料の包装状態を確認すること。特に石英管や壊れやすい試料を照射する際は、破損しないよう十分な衝撃吸収材等の対策を行うこと。
- ・キャプセルが小さいため、試料のサイズ、容量を事前に確認し、詰め過ぎによる試料の破損及び、それに伴う汚染に注意する。

### 1.3 JRR-4

#### (1) 概要

JRR-4は最大熱出力3,500kWで、20%濃縮ウラン板状燃料を用いた軽水減速冷却のスィミングプール型熱中性子炉である。利用設備としては、Tパイプ（水力）、Sパイプ、Dパイプ、Nパイプ、気送管、中性子ビーム設備、即発ガンマ線分析装置が設置されている。このうち、放射化分析に適した主な照射設備は、Tパイプ（水力）、Sパイプ、Dパイプ、及び気送管である。これらの詳細については、次項で紹介する。



JRR-4 原子炉建家外観

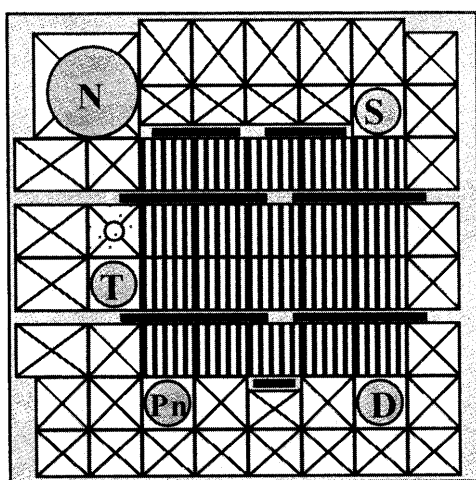
#### (2) JRR-4 低濃縮化改造及び改造後の利用設備について

JRR-4は、燃料濃縮度の低減化と利用設備の拡充・高度化に向けて改良が行われ、平成11年1月から共同利用が再開された。改造後の利用設備としては、医療照射(BNCT)のための中性子ビーム設備、気送管照射設備、大口径照射設備、即発ガンマ線分析装置などが新たに整備・改良された。

#### (3) 低出力(100kW)運転の対応

JRR-4は、利用者の要望に基づき原子炉出力が調整できる利便性のある原子炉であり、立教炉等の共同利用運転の停止に伴い、利用者の要望に基づく低出力(100kW)運転を年間の利用日程に組み入れて多様な利用に対応している。利用日程の詳細については、共同利用通信等を参照していただきたい。

### 1.4 JRR-4 照射設備



- ▨ 燃料要素
- ⊗ 反射体
- 制御棒
- ⊙ 照射孔

- T : Tパイプ（水力）
- Pn : 気送管
- S : Sパイプ
- D : Dパイプ
- N : Nパイプ

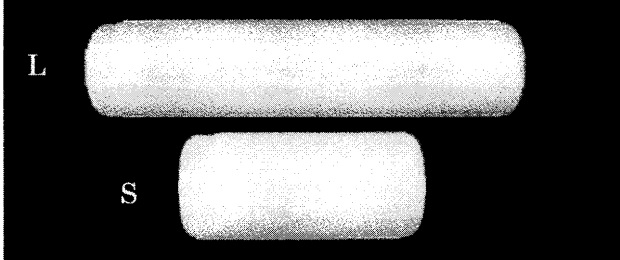
JRR-4 炉心配置図



### (1) Tパイプ（水力）照射設備

Tパイプ照射設備は、ポンプによる水流を利用して炉心内へキャプセルの挿入及び取出しを行う設備である。照射済キャプセルは、鉛セルに取出され、線量率を確認した後に鉛コンテナに詰替えられ利用者に引き渡される。

#### 照射キャプセル

キャプセル 材質	ポリエチレン, PEN, ポリアミド, アルミ		 <p style="text-align: center;">ポリエチレン</p>
大きさ (mm)	L	外径: $\Phi 32 \times 140L$ ※内径: $\Phi 27 \times 115L$	
	S	外径: $\Phi 32 \times 70L$ ※内径: $\Phi 26 \times 115L$	
冷却方法	軽水の強制循環		

※内径は参考値


#### (注意事項)

- ・搬送時における衝撃を緩和するために試料の包装状態を確認すること。特に石英管や壊れやすい試料を照射する際は、破損しないよう十分な衝撃吸収材等の対策を行うこと。
- ・本設備は、キャプセルの蓋部から軽水の漏洩が予測されるため、粉体試料等の場合は、石英管を使用するか、多重にシールするなどの気密対策が必要である。

### (2) 気送管照射設備

気送照射設備は、搬送流体として窒素ガスを使用し、窒素ガス圧により炉心内へキャプセルの挿入及び取出しを行う設備である。施設外に搬出する場合、照射済キャプセルは、炉室内の鉛セルに取出され、線量率を確認した後に鉛コンテナに詰替えられ利用者に引き渡される。本設備は、短寿命核種を対象とした放射化分析において、照射済キャプセルを実験室に直接取出すことも可能であるため、迅速な放射線計測が可能であるとともに、秒オーダーの短寿命核種を対象とした分析にも対応している。

#### 照射キャプセル

キャプセル 材質	ポリエチレン	 <p style="text-align: center;">ポリエチレン</p>
大きさ (mm)	外径: $\Phi 28 \times 78L$ ※内径: $\Phi 21 \times 53L$	
冷却方法	窒素ガスの自然循環	

※内径は参考値

#### (注意事項)

- ・搬送時における衝撃を緩和するために試料の包装状態を確認すること。特に石英管や壊れやすい試料を照射する際は、破損しないよう十分な衝撃吸収材等の対策

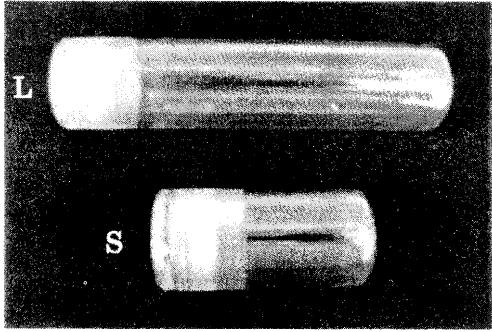
を行うこと。

- ・照射により発熱を有する試料を同梱する場合は、各試料がポリエチレンによる融着で分離できなくなる可能性があるため、石英管への封入や、PENやポリイミドのようなフィルムを互いの試料間に挟むなどの熱的な対策を施すこと。

### (3) Sパイプ及びDパイプ

Sパイプ及びDパイプは、アルミホルダーの中にキャプセルを収納し、昇降装置によって炉心内へ挿入及び取出しを行う設備である。このため、キャプセルの挿入・取出し時における衝撃はほとんど発生しない。また、照射中は半径方向の中性子束分布を均一化するために回転照射が行われている。照射済キャプセルは、水中でアルミホルダーから取出され、線量率を確認した後に鉛コンテナに詰替えられ利用者に引き渡される。

照射キャプセル

キャプセル 材質	ポリエチレン, PEN, ポリアミド, アルミ		
大きさ (mm)	L	外径:Φ28×140L ※内径:Φ24×135L	
	S	外径:Φ28×70L ※内径:Φ24×67L	
冷却方法	軽水の自然循環		

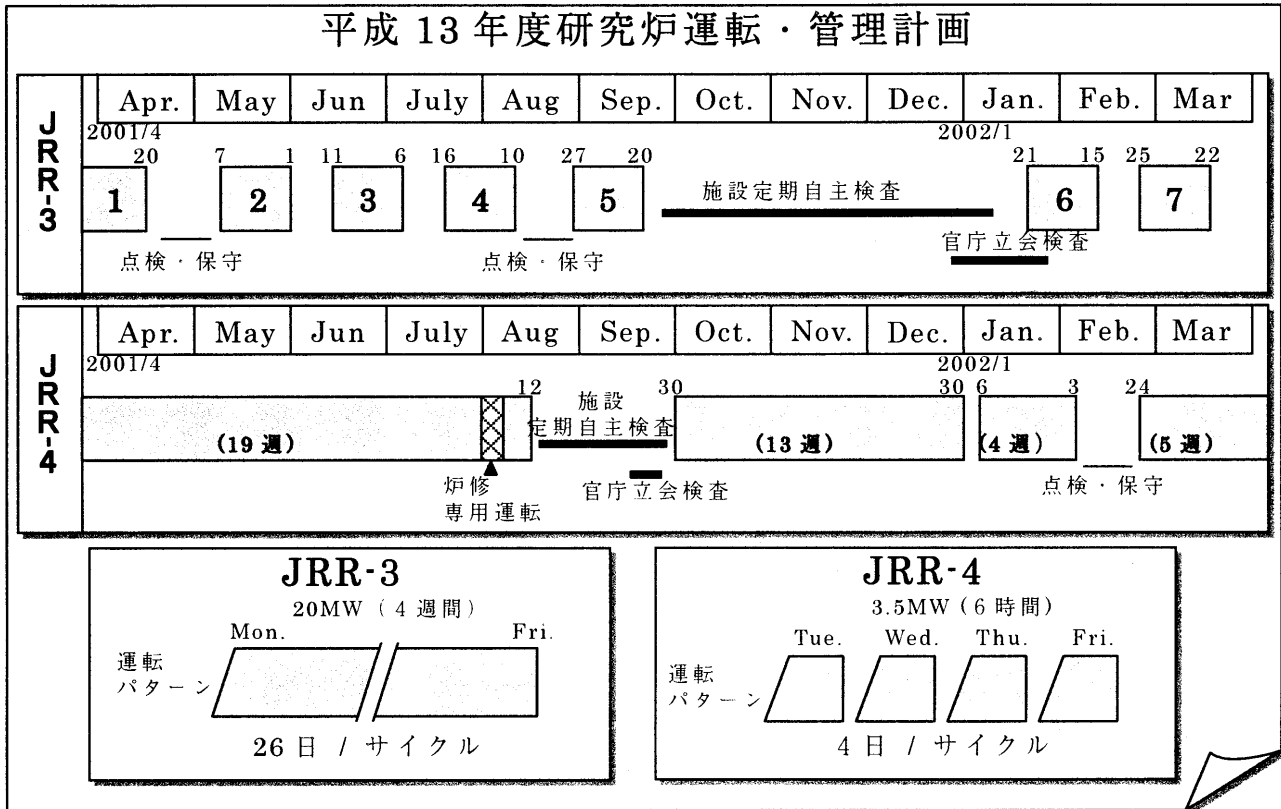
※内径は参考値

#### (注意事項)

- ・鉛コンテナへの詰替えの際の衝撃等による破損を考慮し、特に石英管や壊れやすい試料の場合は、十分な衝撃吸収材等の対策を行うこと。
- ・本設備は、キャプセルの蓋部から軽水の漏洩が予測されるため、粉体試料等の場合は、石英管を使用するか、多重にシールするなどの気密対策が必要である。

### 1.5 平成13年度 研究炉運転・管理計画

平成13年度における JRR-3, JRR-4 の運転・管理計画は次のとおりである。



## 1.6 照射・実験設備について

### (1) 放射化分析に適した照射設備の特性

JRR-3 及び JRR-4 における放射化分析に適した主な照射設備についての特性を次表に示した。照射設備の詳細については、以下のとおりである。

照射孔特性一覧

	照射設備	照射時間	熱中性子束 ( $m^{-2}s^{-1}$ )	速中性子束 ( $m^{-2}s^{-1}$ )	Cd 比	*2 適する 半減期	*3 最大 収納 個数	*4 備 考
JRR-3	HR-1	10m~ 1cycle(26d)	$9.6 \times 10^{17}$ *1	$1.7 \times 10^{16}$	8 *1	M,L	3	
	HR-2		$9.8 \times 10^{17}$ *1	$1.4 \times 10^{16}$			3	
	PN-1	1m ~20m*5	$5.2 \times 10^{17}$ *1	$1.2 \times 10^{15}$ *1	23 *1	M	2	
	PN-2		$4.7 \times 10^{17}$ *1	$1.1 \times 10^{15}$ *1			2	Exp.Room
	PN-3	5s~20m	$1.5 \times 10^{17}$ *1	$4.4 \times 10^{13}$ *1	290 *1	S,M	1	Exp.Room
JRR-4	T パイプ-A	10s ~6h	$5.3 \times 10^{17}$	$1.3 \times 10^{17}$	3.8	M,L	1	
	T パイプ-B		$4.3 \times 10^{17}$	$5.6 \times 10^{16}$	4.6		1	
	Pn	6s~20m	$3.2 \times 10^{17}$	$7.8 \times 10^{16}$	3.6	S,M	1	Exp.Room
	S パイプ	10s~6h	$4.0 \times 10^{17}$	$5.9 \times 10^{16}$	4.5	M,L	S(12) L(6)	
	D パイプ	10s~6h	$4.3 \times 10^{17}$	$5.2 \times 10^{16}$	4.8	M,L	S(12) L(6)	

共同利用通信 No.44 (平成 13 年 4 月 1 日発行) より

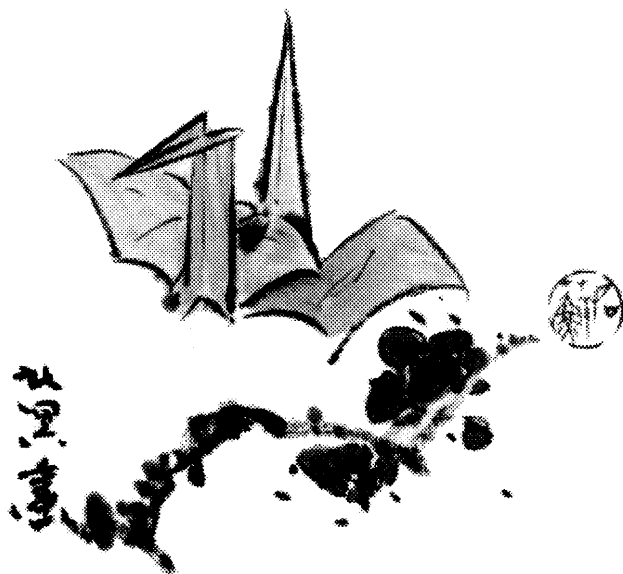
- \*1 JRR-3 において、これらは燃料にウラン・シリコンアルミニウム分散型合金( $U_3Si_2-Al$ )を使った時の値である。その他の値はウラン・アルミニウム分散型合金( $UA1_x-Al$ )を使った時の値である。
- \*2 S, M, L は各照射設備において NAA で定量するのに適した半減期の長さ(短い, 中間, 長い)を表す。
- \*3 S, L はキャプセルのサイズ(長さ)を表す。
- \*4 “Exp.Room”は照射後、炉心から実験室へキャプセルを直接取り出せることを意味する。
- \*5 BEK キャプセルを使った時、最大照射時間は 50 時間である(20 分以上の照射は予め相談が必要)。

### (2) 中性子束の変動

今回紹介した JRR-3 の照射設備は、原子炉の運転が長期連続運転(4 週間/サイクル)であることと、重水タンク領域に位置していることから制御棒の入替え等による中性子束の変動が少ない。特に、PN-3 設備においては、自己出力型中性子検出器が照射筒に設置されており、中性子束の変動を常時監視できるようになっている。この検出器の結果から、PN-3 照射筒内における中性子束の変動は、1 日の実験において約±1%の範囲である<sup>1)</sup>。また、JRR-4 の照射設備については、原子炉の運転がデイリー運転であり、かつ炉心が小さいため制御棒の入替え等による中性子束の変動を受けやすい。このため中性子束の変動は、原子炉の運転パターンによるが 10%程度ある

ものと考慮し、照射キャプセル毎に中性子束の変動を補正するための中性子モニターを挿入すべきである。しかし、原子炉出力 100kw 時による運転での中性子束の変動は、制御棒の入替えが無い場合において $\pm 1.5\%$ 以内であることが、東京大学原子力総合研究センター（大学開放研究室）において報告<sup>2)</sup>されている。

- 1) 日本原子力研究所 研究炉利用課：原研炉の放射化分析用照射設備における中性子束の変動について，放射化分析研究会会誌 No.6, pp26 (1997)（参考資料 1 参照）
- 2) 澤幡浩之：JRR-4 気送管照射設備における低出力運転時での熱中性子束の変動，東京大学原子力研究総合センター（参考資料 2 参照）



## 2. 照射・実験設備

### 2.1 原子炉共同利用実験室及び測定設備

研究炉の共同利用設備として、利用者が原研内で照射済試料の開封、化学処理及び放射線計測等を行うことができるように共同利用実験室を下表のとおり整備している。

参考提出書類： 共同利用照射申込書(Form-1)

共同利用実験室使用申込書(Form-5)

放射線業務従者証明書(Form-7)

#### 共同利用実験室の設備

実験室	JRR-1	JRR-3	JRR-3 (PN-3)	JRR-4					
主目的	・ NAA (中,長半減期核種) ・ セミナー等	・ NAA (中,長半減期核種)	・ NAA (短,中半減期核種)	・ NAA (短,中,長半減期核種)					
設備	化学フード(2), フード(2) γ線スペクトロメータ +全自動サンプルチェンジャー(2) 電子天秤(1) その他	化学フード(1) フード(1) γ線スペクトロメータ +全自動サンプルチェンジャー(2) 電子天秤(1) その他	フード(1) γ線スペクトロメータ (2) 全自動サンプルチェンジャー その他	化学フード(1) フード(1) γ線スペクトロメータ (3) 全自動サンプルチェンジャー 電子天秤(2) その他					
部屋数	3 部屋	2 部屋	1 部屋	1 部屋					
構成 の タ ー メ ト ロ ト ク ス	ソフト OS : Windows NT 測定解析ソフト: Genie-2000 ファイル変換可能な形式: PC-GAMMA, Labo, SAMPO-90, SEIKO, テキスト								
	MCA アンプ ADC HV 検出器 チェンジャー	No.1	No.2	No.1	No.2	System-A	System-B	No.1	No.2, 気送管直結
		AIM/ Accuspec	AIM/ Accuspec	AIM/ Accuspec	AIM/ Accuspec	AIM/DSP ICB9660		AIM/ Accuspec	AIM/ Accuspec
		2021 8077 3105 GX1519 SC type	2020 8077 3105 GC1518 SC type	2021 8077 3105 GX1519 SC type	2021 8077 3105 GX1519 SC type	ICB9645 GC1819 なし	ICB9645 GX1519 Robot	2026 8715 3106B GC1518 Robot	2026 8715 3106B No.2: GX2018 直結: GC1518 チェンジャーなし
備考					フード内			フード内 (気送管直結型)	

## 2.2 大学開放研究室の設備

### 2.2.1 $\gamma$ 線測定システム

#### 2.2.1.1 TD-ASC : Twin Detector-Auto Sample Changer

現在、大学開放研究室では4基の $\gamma$ 線測定システムを設置している。その内容をTable-1に示す。その4基のシステムのひとつは高性能小型アームロボット制御によるTD-ASC (Twin Detector-Auto Sample Changer : Fig-1)である。このTD-ASCの全体の構成は、測定試料のセッティング及び運搬を行うアームロボット制御部、鉛5cm厚を用いた遮へい体付架台の制御部並びにLow及びWhole range Detectorを備えたガンマ線スペクトロメータの制御を行う計測部に大別する事ができる。

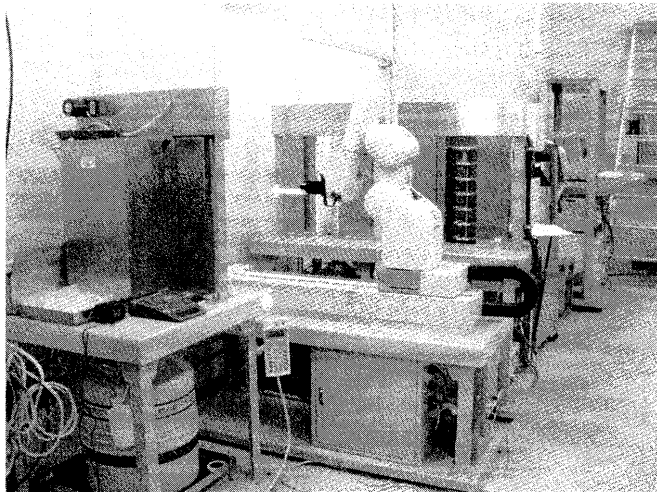
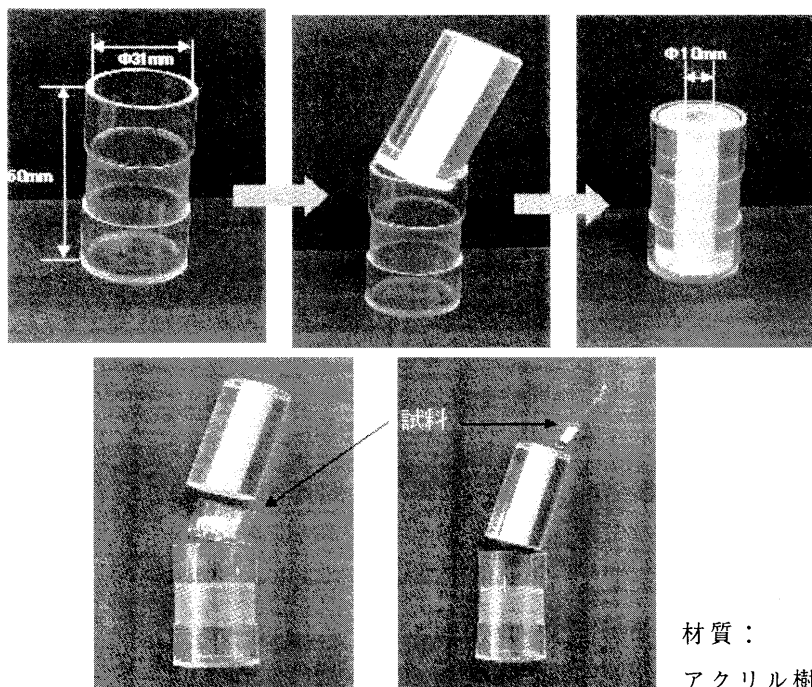


Fig-1 Twin Detector-Auto Sample Changer

#### (1) アームロボットと遮へい体付架台の制御部

アームロボットはアブソリュートエンコーダ位置検出方式を採用した垂直多関節型で最大合成速度は3500mm/s、位置繰返し制度は $\pm 0.04$ mm、アーム到達半径は621mmという仕様になっている。また、それに付随した走行軸ユニットはストロークが800mmであり  
試料待機用遮へい体から測定用遮へい体へのアクセスには十分である。なお、鉛5cm厚の遮へいを有した架台は特別に製作したものであり、最大42個までの試料が装着可能な回転棚を用いた試料待機用及びLow range 及び Whole range の2種類の検出器を装備する測定用遮へい体が用意されておりいずれも鉛の厚さが十分であるた



材質：  
アクリル樹脂

Fig-2

Table-1 開放研で整備している NAA 測定システム

NAA 測定システム	TD-ASC (Twin detector- auto sample changer)		ASC (Auto sample changer)	MMS (Manual measurement system)	
	No.1	No.2		No.1	No.2
サンプルチェンジシステム	オートサンプルチェンジャー付き		オートサンプルチェンジャー付き	手動	手動
最大収納試料数	42		20	1	1
試料の固定方法及び固定可能な最大サイズ	キャプセルに詰める φ 30mm		板に貼り付ける 55 × 55mm	板に貼り付ける 50 × 50mm	板に貼り付ける 150 × 150mm
検出器	GEM-40190-P (ORTEC) 1.87 keV 40 %	LOAX-51370/20-P (ORTEC) 625 eV*1	GEM-30185-P (ORTEC) 1.85 keV 34.3%	GEM-30185-P (ORTEC) 1.83 keV 41.8 %	GEM-15180 (ORTEC) 1.9 keV 18.8 %
FWHM(@1.33MeV) 相対検出効率	919 Spectrum MASTER (ORTEC)	921 Spectrum MASTER (ORTEC)	McaWin2000 (Labo)	Aptec MCA Ver.6.31 (Aptec)	
MCA	ORTEC 671	ORTEC 671	ORTEC 672	ORTEC 672	ORTEC 571
リアアンプ	ORTEC 659	ORTEC 659	ORTEC 659	ORTEC 659	ORTEC 459
高圧回路	DOS/V (EPSON ST-C23S)		DOS/V (Sycom GT-1500 )	DOS/V (DELL 4100/MTe)	DOS/V (FUJITSU TIV276)
コンピュータ	開放研オリジナルプログラム		オリジナルプログラム (OKEN)	Aptec MCA (Aptec)	
測定プログラム			Sampo 90		
解析プログラム			Sampo 90		
変換可能なフォーマット	Sampo 90, ASCII, CSV		Sampo 90, ASCII, CSV		
			Labo	Aptec, CHN etc..	

\*1: FWHM @122 keV



め他の装置との干渉を最小限に押さえる事が出来る。また、試料のセッティングはカプセル方式を採用し、従来のプレートヘテープにより添付していた時より格段に装着し易くなった。Fig-2 にその方法を示す。

## (2) 計測部

本装置の主要となるガンマ線スペクトロメーターは前述のように Low energy 及び Whole energy range の 2 つの検出器を有する 2 系統の計測が可能となっている。それらは ORTEC 社製(以下 ORTEC) Low energy range Detector は FWHM が 625 eV(at 122 eV)、Whole energy range Detector (ORTEC) は FWHM が 1.87 keV(at 1.3 MeV)、検出効率が約 40% という仕様になっている。これらの検出器からの信号は ADC 内臓の Spectrum MASTER 919 及び 921(ORTEC) に集積される。パーソナルコンピュータはプログラム信号を DUALPORT FANOUT BOX (ORTEC) によって瞬時に双方の Spectrum MASTER に分配後データを取込む事になる。その後、当方で作成したオリジナルプログラムによってガンマ線スペクトル集積を行い測定者へ Text Format のデータとして提供する事となる。

## (3) プログラム構成

本装置はアームロボットを含めた全ての機器類を当方で作成したオリジナルプログラムによって制御される。そのプログラムは、OS を Windows95、開発言語を Visual Basic Ver.5.0 という組合せで製作されており、実行中はその都度次へのステップへの指示やコメントが表示されるため大変 User friendly な仕上がりとなっている。本装置は、測定試料は 42 個まで装着する事が出来るためデータファイル名には連番を付けて保存する事も可能でありファイルの整理に大いに有効である。なお、本プログラムでは、2 つの検出器で各試料の測定中にそれぞれのスペクトルを表示させるが、その際に各画面のタイトルバーに現在の測定情報を表示してその進行状態を確認できるようになっている。

## (4) 課題

本装置は、現状では試料と検出器の Geometry は手動で設定し尚且つその設定で固定して測定を行わなくてはならない。しかし、新たに単軸ロボットを利用して測定用試料棚を設ける事により、位置確認測定の後に得られた Dead Time を元にして試料と検出器間の Geometry を自動制御する事を計画中である。

### 2.2.1.2 ASC : Auto Sample Changer

従来から使用していた ASC (Auto Sample Changer : Fig-3) は制御プログラムの全面的な更新を行い、より一層使い勝手の良いシステムへと改善された。例えば、前プログラムでは困難であった試料毎の繰返しの測定がランダムに且つ最大で 99 回まで行なえるようになった他、計測時間も 32,000 秒までしか計測出来なかったの対し、今回の更新で最大で 1,000,000 秒まで行なえるようになった。また、データの保存に関しては、繰返し測定の際に自動的にファイル名の末尾に通し番号が付き

ファイル名の混乱を防止する処理が施されたり、仮にファイル名の入力を忘れた際でも、自動的に測定終了日時をファイル名として置き換えてデータを保存する等の様々な改善が行なわれた。また、試料の装着数やその方法、或いは遮蔽体の構造等は前システムより変更はされていない。なお、データ集積には McaWin200 (Labo 製) を用いて行なわれるが、この際のデータ形式は Binary Format である。しかし、付属の ASCII 変換プログラムを用いる事により、最終的に測定者には ASCII Format で提供する事になる。

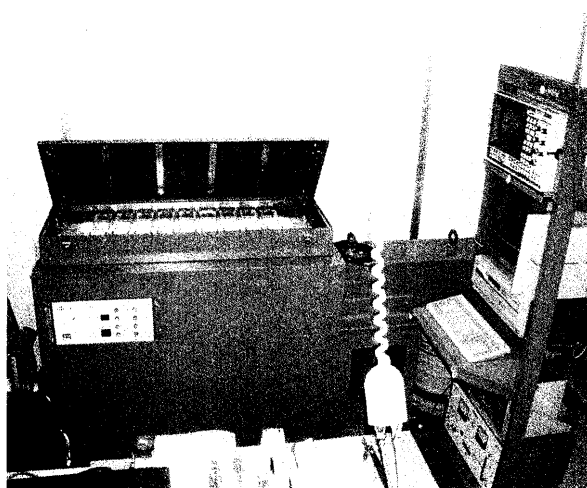


Fig-3 Auto Sample Changer

### 2.2.1.3 MMS : Manual measurement system

大学開放研究室には、前途の Auto Sample Changer 付属型の  $\gamma$  線測定器の他に 2 基の手動測定型のシステム (Fig-4) が設置されている。これら 2 基のマニュアル測定システムは、試料と検出器間の Geometry を最大 120mm と 300mm の 2 種類の試料ホルダーを有し、どちらもその間を 10mm 間隔で任意に設定する事が可能である。また、データ集積は Aptec MCA (Aptec 製) を用いて行なわれるが、このプログラムではデータ保存の際に様々な形式 (例えば ORTEC, csv, txt 等) での保存が可能であるため、測定者の Needs にあった形式での提供が出来る。なお、大学開放研に設置されている全ての測定器のデータは後述する Sampo90 への取込が可能な形式に変換するプログラムを用意しているので、いつでも  $k_0$  システムへ応用する事が出来る。



Fig-4 Manual measurement system

### 3. 照射及び実験申込みの手続き

#### 3.1 原研・研究炉部研究炉利用課を窓口とした場合

##### (1) 申込み手続き

原研共同利用の申込みは、協力研究・共同研究を除き所外利用者の場合、業務第2課が窓口となる。このため、申込みに係る事務手続き、試料の引渡し及び費用等に関する問合せは、業務第2課に行く。また、照射・実験等に係る技術的な相談が必要な場合は、研究炉利用課に問合せを行う。問合せ先等は、以下のとおりである。

<問合せ先>

(業務第2課)

電話: 029-282-5777

Fax.: 029-282-5778

(研究協力推進室)

電話: 029-282-6934

029-282-6363

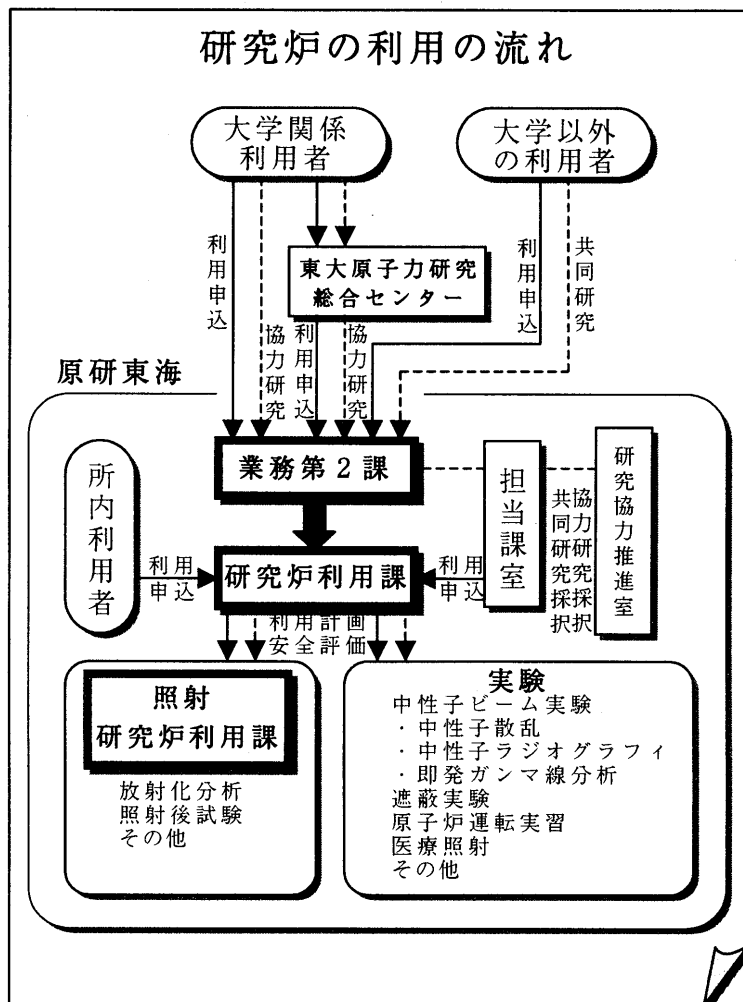
Fax.: 029-282-6365

(研究炉利用課 計画調整係)

電話: 029-282-5594

Fax.: 029-282-6763

e-mail: riyou@rrsys.tokai.jaeri.go.jp



##### (2) 原研研究炉の情報

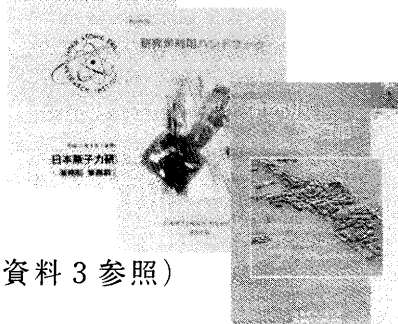
(資料及び情報誌など)

- ・ 共同利用通信
- ・ 共同利用施設利用料金表
- ・ 研究炉利用ハンドブック
- ・ 研究炉ひろば

(請求先)

- 業務第2課
- 業務第2課
- 研究炉利用課 (参考資料3参照)
- 研究炉利用課

共同利用通信 -42



(インターネット)

- ・ 日本原子力研究所ホームページ・・・原研のサイト

<http://www.jaeri.go.jp/>

- ・ 研究協力推進室ホームページ・・・原研との共同研究、協力研究に関するサイト

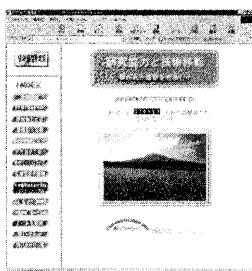
<http://kikaku.tokai.jaeri.go.jp/>

- ・ 研究炉利用ホームページ・・・研究炉（東海研）の情報に関するサイト

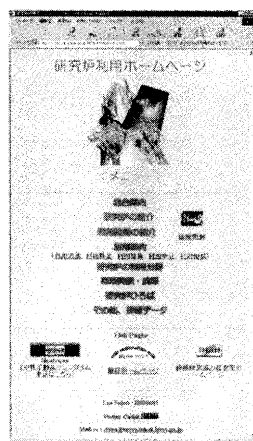
<http://rrsys.tokai.jaeri.go.jp/default.shtml>



日本原子力研究所



研究協力推進室



研究炉部



## 3.2 大学開放研究室を窓口とした場合

東京大学原子力研究総合センター・全国共同研究部門（別名 大学開放研究室：Inter-University Laboratory for the Common Use of Nuclear Facilities）は、全国の大学などの研究者に日本原子力研究所（JAERI：Japan Atomic Energy Research Institute、以下原研と称する）の JRR-3 及び JRR-4 の研究用原子炉をはじめとする各種の共同利用施設を用いて行なう研究の機会を提供しそれらの研究をとりまとめるために存在している。全国共同研究部門は、東京都文京区弥生町にある原子力研究総合センターを本部として、原研・東海研究所に東海分室（以下 大学開放研究室と称する）、高崎研究所には連絡所を設け、そこに専任の職員をおいて研究のお世話に当たっている。

### 3.2.1 課題申請

大学開放研究室を窓口として照射や実験を行なう為には、当方が主催する「原研施設利用共同研究委員会」にて定められた共同研究課題に基づき課題申請を行なう必要がある。この共同研究課題には「中性子利用元素分析」として放射化分析及び即発ガンマ線分析は常に提示されている。公募は年 1 回行われ通常は前年度の 10～11 月の間に公募が締め切られるが、緊急の研究課題については、年度の途中から申請をすることも可能である。また、採否の通知は年度初めに「採択通知書」の送付という形で通知される。採択された研究課題には照射実験料金と研究旅費が支給されるが、件数の多い場合には部分的な補助になる場合もある。また、採択された研究課題は 3 年間の継続が可能であるが、それを過ぎた時には研究成果報告書の提出が義務付けられている。なお、公募方法の詳細やその他の注意事項等については、大学開放研究室事務室（文末参照）或いは東京大学原子力研究総合センター事務部 共同利用掛（TEL 03-5800-6796, 03-5841-2904 FAX 03-5841-2909）にて対応する。

### 3.2.2 照射申込、設備の利用方法、試料の搬出手続き方法

#### (1)照射申込方法

大学開放研究室を通して照射の申込を行なう際には、「共同利用照射申込書」（Form-1 参照）に必要事項を記入して大学開放研究室宛に提出する必要がある。（以後紹介する全書類の宛先等は文末に示す）この共同利用照射申込書は JRR-3、JRR-4 とも共通となる。JRR-3 水力照射（HR-1,HR-2）の照射申込書と試料提出の締切日は該当サイクル開始日の 2 週間前の月曜日、気送管（PN-1～3）の照射申込書と試料提出の締切日は照射予定日前週の月曜日となる。但し JRR-3 の回転照射照射設備及び垂直照射設備（DR-1,VT-1, RG-1～4, BR-1～4, SH-1）での照射利用は、キャプセル設計、製作、検査等に長期間を要するので予め大学開放研究室の職員との十分な打合せを行なう必要がある。また、JRR-4 の照射申込書と試料提出の締切日は照射開始日の 1 週間前の月曜日となる。なお、実験室を使用する場合や気送管以外の照射孔を希望する場合など

は日程や使用場所の確保などの調整が必要な為、事前に連絡する必要がある。また、共同利用照射申込書と合わせて「照射カプセル等検査成績書」(Form-2 参照)の提出が必要だがこれは照射する試料が申込書記載の内容と異なっていない事を確認するためのものである。以上が、大学開放研究室を窓口とした照射申込方法だが、現在では、専用用紙による申込以外にも E-mail による照射申込が可能となっている。将来的にはホームページからの申込を行なえるように整備を進めているが、E-mail による申込はその準備段階である。この申込方法は、直接開放研究室の職員へ必要事項を送付する事になる。なお、大学開放研究室では原子炉の運転状況や日程、共同利用設備の利用状況或いは放射化分析研究会の情報等を随時、ホームページ(文末の案内参照)により公開している。

## (2) 共同利用設備の利用方法

大学開放研究室の管理区域実験室 (JRR-3 実験利用棟第 2 棟 133,115 号室: Fig-5 参照) を利用するには、予め「大学開放研究室実験室実験計画書」(Form-3 参照)の提出が必要である。また、実験終了後には「大学開放研究室実験記録」(Form-4 参照)に実験に使用した区域の汚染検査の結果や廃棄物の処理等を記入して提出する事。また、JRR-3・PN-3 (放射化分析用照射設備) 及び JRR-4・気送管実験室を使用する場合、共同利用照射申込書の他に「共同利用実験室利用申込書」(Form-5 参照)が必要となる。それ以外にも「放射線業務従事者証明書」(Form-7 参照)の提出が必要となる。これは原研内管理区域内での実験・研究を行なうに当り、規定のガラスバッヂを登録するために必要な書類である。本書類は一人につき一通ずつ当該年度の実験開始前に提出する事。過去 1 年間に受診した電離健康診断 (半年に 1 回が望ましい) の受診日・結果及び放射線教育の受講日等を必ず記入する事。

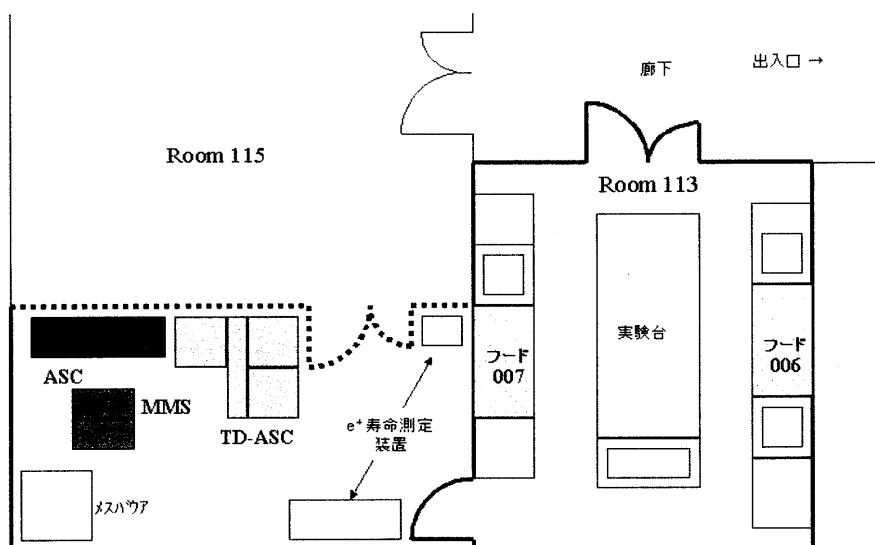


Fig-5 ホットラボ実験室の配置図

## (3) 照射・実験終了後の試料の搬出方法

照射や実験を終えた試料は各大学等へ搬出する事が出来る。その流れを Fig-6 に示す。搬出方法の一つとして郵送による搬出があるが、試料を郵送で搬出するには運搬容器 (専用段ボール箱) に梱包された状態の表面線量当量率が  $5\mu\text{Sv/hr}$  以下である事が条件となる。また、それ以上の表面線量当量率の搬出方法としては、試料を鉛コンテナに詰めた状態で車両に搭載して利用者が直接所外へ搬出する方法と専門業者による貸切便搬出も行なう事が出来る。いずれの際も、原研の放射線管理を管轄す

る施設放射線管理第1課に表面線量当量率等の2次検査を依頼しなければならない。また、事前に「放射性同位元素譲受同意書②」(Form-6参照)の提出が必要である。これは、試料を各大学施設等に搬出する場合、搬出先の当該施設で使用許可が取得されている事を確認するための書類である。

よってこの書類は受入施設の情報、搬出する照射試料の情報を記入して搬出希望日前には必ず提出する事。

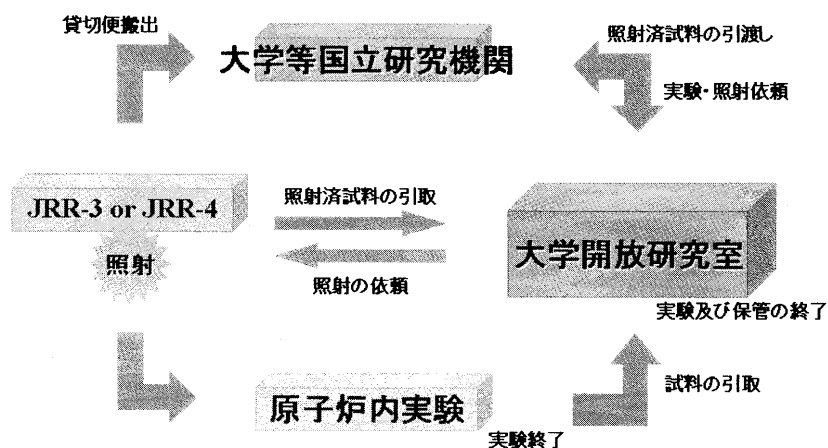


Fig-6 照射試料の搬出方法

#### (4) 放射化学的な操作を行うための実験施設

大学開放研究室において RNAA 等の放射化学的な操作を伴う実験は、管理区域実験室の排気及び排水設備の問題で制限されている。然しながら、原研の研究用原子炉施設内 (JRR-3 実験利用棟 1 階実験室 1 及び JRR-4 実験室) にはそれらの要望に対応できる設備 (スクラバー付フード等) が完備されており、十分に RNAA 等を行なう事が可能である。また、照射前の試料を化学分離等の操作を行なう場合には大学開放研究室の非管理区域実験室 (Co-60 照射建屋内) において行なう事が可能である。

## **問い合わせ (Application)**

〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2-4  
日本原子力研究所内  
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）

**Research Center for Nuclear Science and Technology  
The University of Tokyo  
(The Inter-University Laboratory for the Joint Use of JAERI Facilities)  
c/o JAERI, Tokai, Ibaraki 319-1195, Japan**

**TEL 029-282-5516,5781 (Bureau)**

**FAX 029-287-2464 (〃)**

**TEL 029-282-5779,5780 (Technique, Proposal)**

**FAX 029-282-5779 (〃)**

**e-mail [sawahata@kaihoken.tokai.jaeri.go.jp](mailto:sawahata@kaihoken.tokai.jaeri.go.jp)  
[kawate@kaihoken.tokai.jaeri.go.jp](mailto:kawate@kaihoken.tokai.jaeri.go.jp)**

**H.P. <http://kaihoken.tokai.jaeri.go.jp/indexj.html>**



## 4. 放射化分析支援システム (k<sub>0</sub>法) について

### 4.1 研究炉で整備しているシステム

放射化分析は、試料調整・照射・測定・スペクトル解析・定性定量等に関する技術や経験が必要であり、初心者が利用するには困難なところがある。このため、放射化分析の経験が少ない利用者でも簡便かつ正確に分析が行えるよう放射化分析を支援するためのシステムの整備を JRR-3 PN-3 設備を対象に実施した。本支援システムは、照射設備、測定装置、及びデータ解析装置から構成され、k<sub>0</sub>法に基づく解析手法を用いて生成放射性核種から放出されるガンマ線の核種分析をすることで、元素毎の標準試料を準備することなしに多元素同時分析を行うことができる特徴を有している。

#### (1) k<sub>0</sub>法の適用設備

原研としては、k<sub>0</sub>法を適用するために必要なゲルマニウム検出器の校正及び原子炉パラメータ(α, f)の測定を一部の照射設備及び測定装置について実施してある。現在、研究炉における k<sub>0</sub>法の適用設備としては、JRR-3 PN-3 設備においてゲルマニウム検出器の校正がされており、また、JRR-3 HR-1,2、PN-1,2、及び PN-3 設備について原子炉パラメータの測定が行われている。他の設備についても順次対応する予定である。

#### (2) 原子炉パラメータ

原子炉パラメータとは、原子炉の理想的な熱外中性子スペクトル(1/E 分布)からのズレを補正するための係数(α)と、熱中性子(φ<sub>th</sub>)と熱外中性子(φ<sub>e</sub>)の比(f=φ<sub>th</sub>/φ<sub>e</sub>)を意味する。この係数は、照射場固有の定数であり、k<sub>0</sub>法に基づく解析上において重要な係数である。JRR-3における原子炉パラメータの値を参考として Table-2 に示す。

Table-2 JRR-3 照射孔における原子炉パラメータ

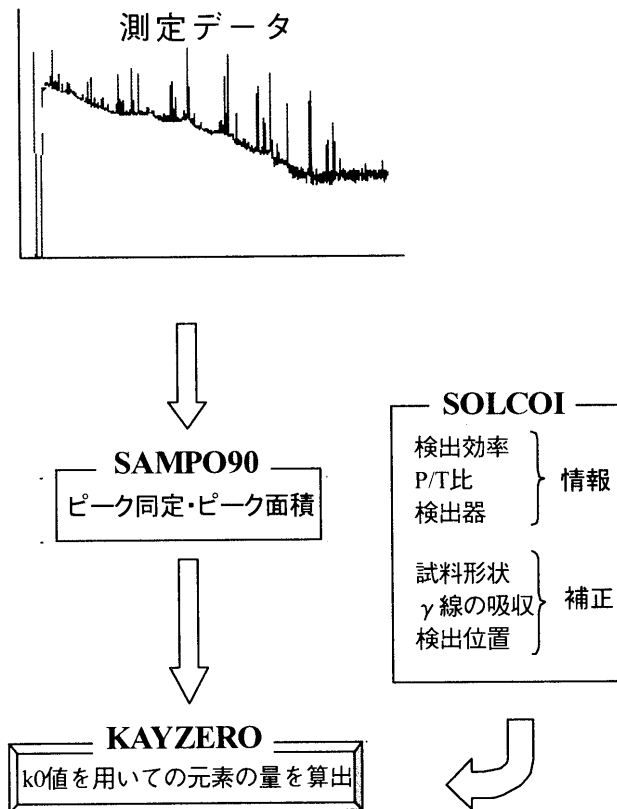
照射孔 (位置)	日時 (サイクル)	α	f	F <sub>c</sub> (参考値)	※ 方法	備考
HR-1 (Bottom)	2001/08/30 (R3-13-05)	0.09610	47.58	504100	1,3	
HR-2 (Bottom)	2001/08/30 (R3-13-05)	0.1101	48.22	460100	1,3	
PN-1 (Bottom)	2001/08/30 (R3-13-05)	0.1635	106.0	140800	1,3	
PN-2 (Bottom)	2001/08/30 (R3-13-05)	0.1851	120.2	102200	1,3	
PN-3 (Bottom)	2001/06/27 (R3-13-04)	0.09224	1495	2725	2,3	φ <sub>th</sub> =1.62E17(n/m <sup>2</sup> .s) R <sub>cd</sub> =204

※方法

- 1: α 値の計算“Bare triple method”
- 2: α 値の計算“Cd covered triple monitor method”
- 3: f 値の計算“Bare bi-isotopic monitor method”

## 4.2 大学開放研究室で整備しているシステム

研究用原子炉中性子の(n,  $\gamma$ )反応を利用した放射化分析では、容易かつ正確な元素分析が可能である。その感度は ppm, ppb 時には ppt レベルまでに達する。然しながら、高額な原子炉施設利用費用や放射性物質の取扱に法的な安全規制が課せられるなどの欠点がある事は明かである。また、通常の場合、試料と標準試料との比較分析法で濃度を算出するため（特に多元素分析においては）双方の準備、測定、データ処理などに費やす労力などは相当なものである。よって、比較分析法を簡素化する努力は研究者の間で以前から行われてきた。しかし、近年では不正確な核データを  $k_0$  因子という包括的な核定数で置き換えられる  $k_0$  標準化法による放射化分析法がヨーロッパを中心に広く用いられ、有意義な成果を上げている。その流れを右図に示す。我々はその  $k_0$  標準化法を用いた多元素同時解析プログラム「KAYZERO/SOLCOI」を導入し、前途の 4 基の測定器に対応させ、ひいては今後の放射化分析の多様化及び活性化につなげる検討を行っている。



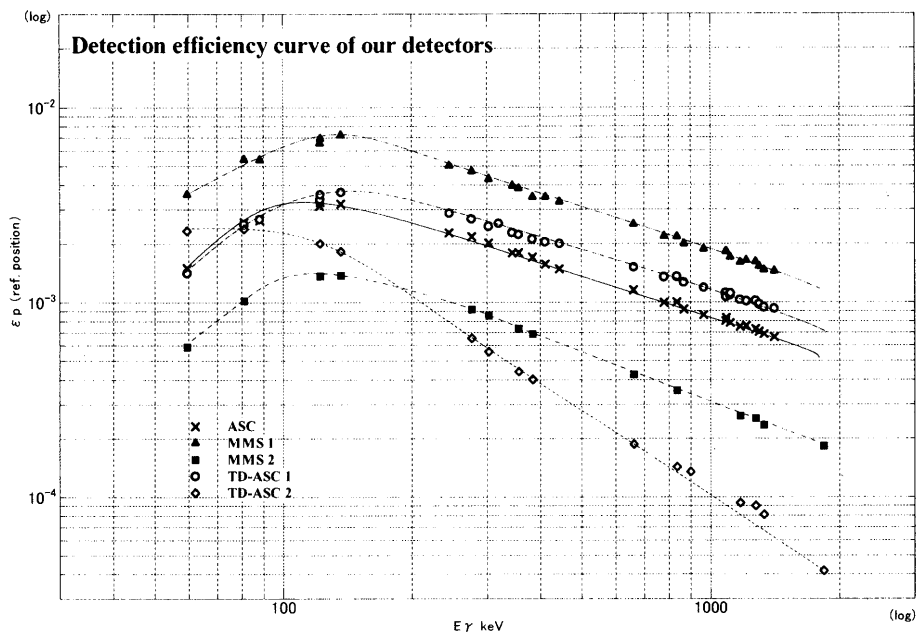
放射化分析法がヨーロッパを中心に広く用いられ、有意義な成果を上げている。その流れを右図に示す。我々はその  $k_0$  標準化法を用いた多元素同時解析プログラム「KAYZERO/SOLCOI」を導入し、前途の 4 基の測定器に対応させ、ひいては今後の放射化分析の多様化及び活性化につなげる検討を行っている。

### 4.2.1 $k_0$ 標準化法の原理及び概要

De Corte, Simonits et al. によって考案・開発されて製品化されたこの多元素同時解析プログラム「KAYZERO/SOLCOI」は予め準備した検出器情報や材料組成情報等をもとに、試料の形状に対する立体角の計算・同時計数補正等を SOLCOI で行い、Zr や Cd を用いた Monitor の測定を行って熱外中性子スペクトルの  $1/E$  からのずれを表す係数 ( $\alpha$ )、熱中性子束と熱外中性子束の比 ( $f$ )、などの照射場に関するパラメータを決定する。また、Au の Monitor を試料と同時に照射して中性子束にあたるコンパレータ係数 ( $F_c$ ) を決定する。KAYZERO はこれらの Monitor 測定から  $F_c$ ,  $\alpha$ ,  $f$  などの Parameter を決定し、更に検出されたガンマ線について元素同定し、元素濃度の分析値を計算し出力する。検出されなかったガンマ線についてはバックグラウンド計数から検出限界が計算される。また、ガンマ線スペクトルは CAMBERRA 社製の Sampo90 を用いてガンマ線のエネルギーを同定し、ピーク面積を計算する。KAYZERO/SOLCOI に入力する情報は検出器情報、照射情報、Monitor 情報、試料の

組成情報等であるが全体の誤差を数パーセントに押さえる為には、これらの情報は精度よく決めなくてはならないので厳密な取り扱いが必要となる。例えば、検出器についても

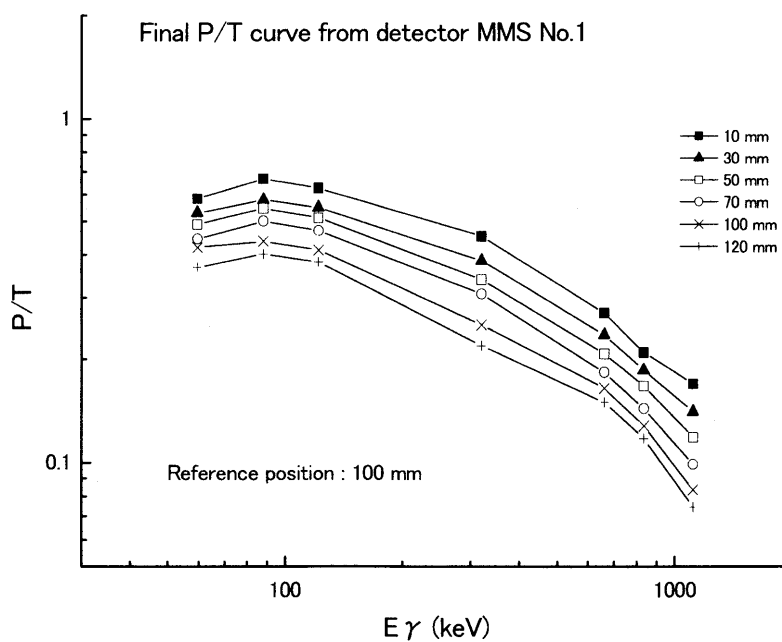
結晶の大きさと形状、不感層の厚さに至るまでメーカーから取り寄せたデータを基に正確に SOLCOI へ入力する。同じく SOLCOI に提供するガンマ線検出効率率は (Graph-1)、各種の標準



Graph-1

線源( $^{241}\text{Am}$ ,  $^{133}\text{Ba}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{57}\text{Co}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{22}\text{Na}$  等)を用いて求められた検出効率の他に Ga, Ta 等を原子炉照射して作成した線源( $^{72}\text{Ga}$ ,  $^{182}\text{Ta}$ )を用いて検出効率のガンマ線エネルギー依存性を精度よく求めて EFFDATA としてファイルしてある。また、検出器に対するパイルアップ効果を補正するためには検出器と試料ホルダー間の距離に対して単一エネルギーガンマ線を使った Peak/Total (Graph-2) を求めて PTTFILE としてファイルしてある。

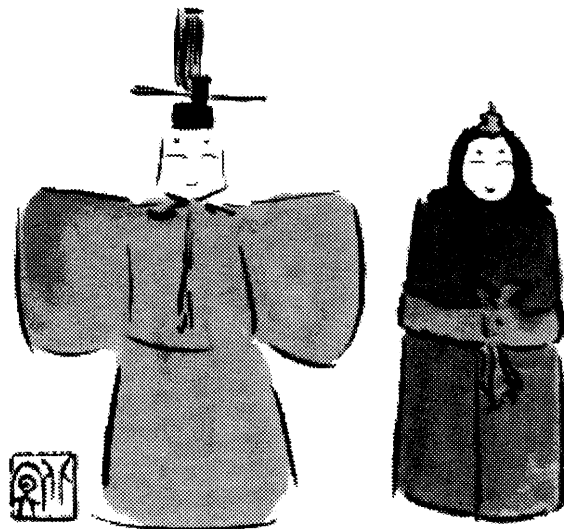
また、それと同時に試料の組成成分や形状及び試料を梱包している material についても情報を詳細に与える必要がある。また、Sampo90 ではスペクトルのピークの半値幅や裾の補正等を行い、より正確な Peak fitting を行って誤差の低減を図っている。一方、KAYZERO ではそれら全ての情報を SOLCOI より引き継ぎ各定数の計算、分析濃度や検出限界を導き出す事が出来る。



Graph-2

#### 4.2.2 終わりに

$k_0$  標準化法を用いた放射化分析法では利用者は Al-0.1Au wire を分析試料と同条件にて照射して「KAYZERO/SOLCOI」を用いて解析を行う事によって、試料の分析濃度、検出限界などを一度に導き出す事が可能となる。これは、多数の試料を分析する必要がある環境科学分野や非破壊分析で多元素同時分析を行う考古学の分野にとっては大変有意義な事であり、放射化分析法の持つ様々なわずらわしさを解決出来るため、今後の利用者の増加や他分野への応用・多様化につながると思われる。なお、大学開放研究室では、この「KAYZERO/SOLCOI」及び Sampo90 をセットしたシステムを2基有している。1基はデスクトップパソコンであるが、もう1基はノートパソコンである為に、自研究室で解析がしたいという希望があればこの1基を貸し出しすることも可能である。 $k_0$  システムの普及を考慮して出来るだけ多くの方々に利用していただければ幸いである。



## V. 原研炉の放射化分析用照射設備における中性子束の変動について

日本原子力研究所 研究炉利用課

現在使用可能な JRR-3M の放射化分析に適した照射設備としては、気送照射設備(PN)、水力照射設備(HR)、放射化分析用照射設備(PN-3)の設備がある。JRR-3M 照射設備の概要については、既に「放射化分析 NO.2」において紹介しているため参考とされたい。

中性子束の変動については、JRR-3M がサイクル運転（4 週間連続）であるため、デイリー運転の原子炉と比較し制御棒の入れ替えも少なく安定している。これについては、PN-3 照射設備に挿入されている中性子検出器(SPND)の信号により、中性子束の変動を確認することができる。この SPND の信号から得られた 4 日間の中性子束の平均値に対する比率を図 1 に示す。これより、PN-3 設備における 1 日の中性子束の変化は 1% 以内であり、4 日間においても約 1% である。また、PN、HR 照射設備における中性子束の変動については、重水反射体領域の同様な場所に位置するため、PN-3 照射設備とほぼ同等である。

また、PN、HR 照射設備においては、原則的に 2～3 個のラビットを同時照射する多段照射であるため、上記の制御棒の入れ替え等による中性子束変動の他に他のラビット（試料）の挿入・取り出しによる中性子束の変動がある。なお、PN-3 設備は、1 個ずつ照射するため他のラビット（試料）からの影響を受けない。

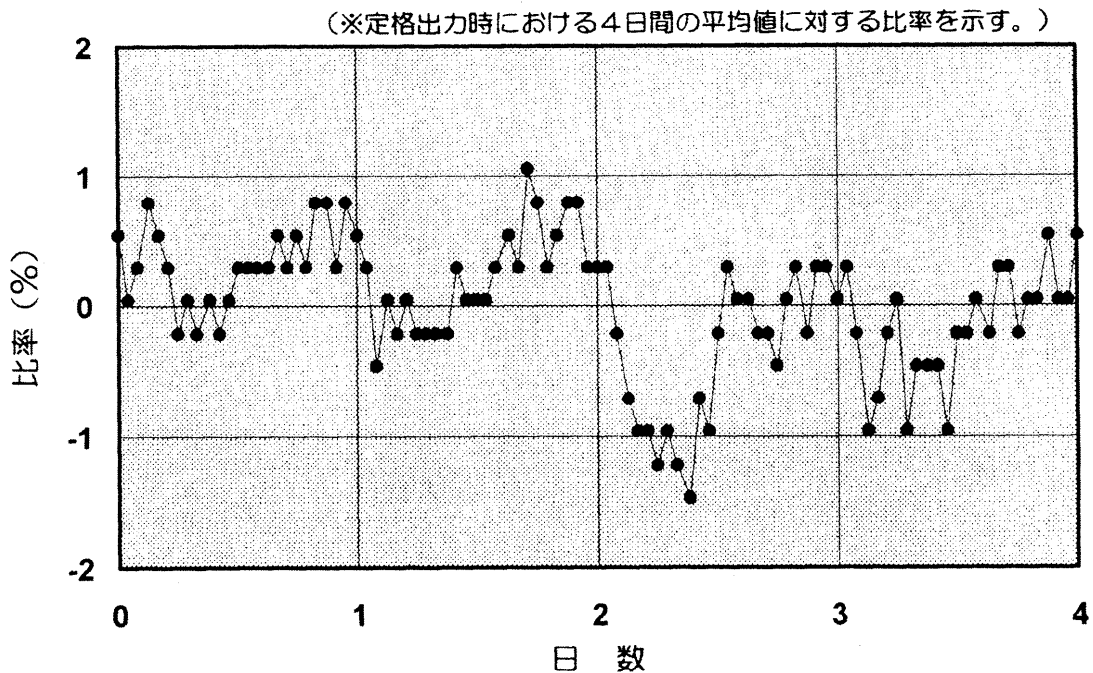


図1 SPNDによる中性子束の変化

JRR-4 気送管照射設備における低出力運転時での熱中性子束の変動

東京大学原子力研究総合センター  
澤幡 浩之

立教大学原子力研究所の研究炉（TRIGA-Mark II, 100kW）の共同利用運転が終結した影響で、そこで放射化分析を利用していた多くの研究者が JRR-4 の利用に移行している。JRR-4 を管理する原研研究炉管理部は、JRR-4 を多様性のある原子炉として位置付け運用しているが、その一環として年間の運転スケジュールの中に立教炉と同程度の熱出力 100kW での低出力運転日を設ける事を決定した。この低出力運転の最大の目的は、この程度の熱出力で通常の放射化分析が最も効果的に行なえる事と今まで立教炉を用いてきた実績がそのまま生かせる事にある。然しながら、JRR-4 は過去にも低出力運転を行っていたが、その際の熱中性子束の安定性についてはデータが不足していたため、この低出力運転時の熱中性子束の安定性を検証した。因みに、同じような検証は、本誌 No.6 に立教大学炉と同型の原子炉である武蔵工業大学原子炉の気送管を用いて同校の鈴木章悟氏らが熱中性束の変動を検証した結果があるが、相対標準偏差は約 2.5% で、放射化分析を行なっていく上で許容できる程度の変動である。JRR-4 でもこの程度の変動で押さえられているかどうかに関心事である。

1 原子炉照射及び  $\gamma$  線スペクトロメトリ

Al-Au(0.1%)、Al (99.999%) のワイヤーを其々 2~3mg 程度に裁断し、キャプセル内での変動誤差を無くすために台紙に固定して照射試料とした。それらを JRR-4 気送管にて 5~10 分間隔で照射・測定を行い、Al (1778.9 keV) のガンマ線の計数率を算出し、これによって熱中性子束の安定性について検証した。また、照射時間は JRR-4 の通常出力である 3.5MW 時には 5~10 秒の照射を行い、低出力運転時の 100 kW では 30~90 秒の照射を行った。この程度の照射量であれば数分の冷却後に検出器と試料の距離を 100mm 程度にすれば Dead time を数パーセントに抑える事が可能であり、更に計数時間を 120 秒行なっても Al の  $\gamma$  線の消滅は認められなかった。また、時間変動を検証する本実験では、どの程度の時間中で検証を行うかが重要な点であるが、これは原子炉の制御棒の入替えに要する時間を考慮して約 5~15 分間とした。

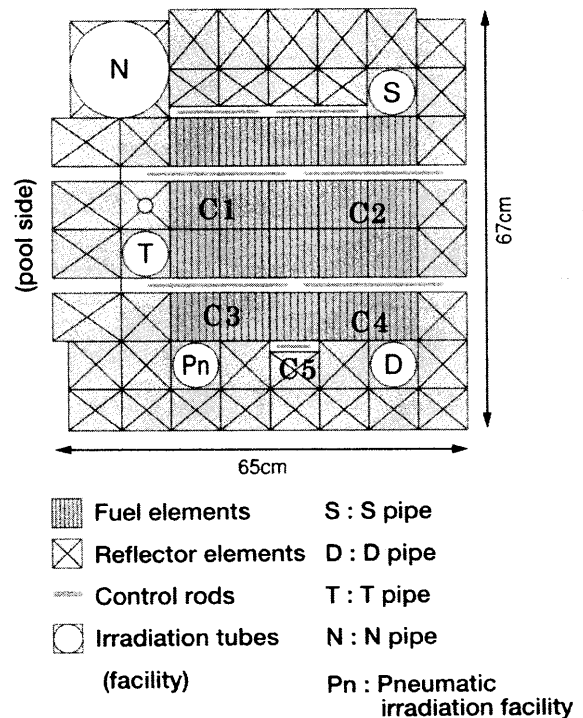
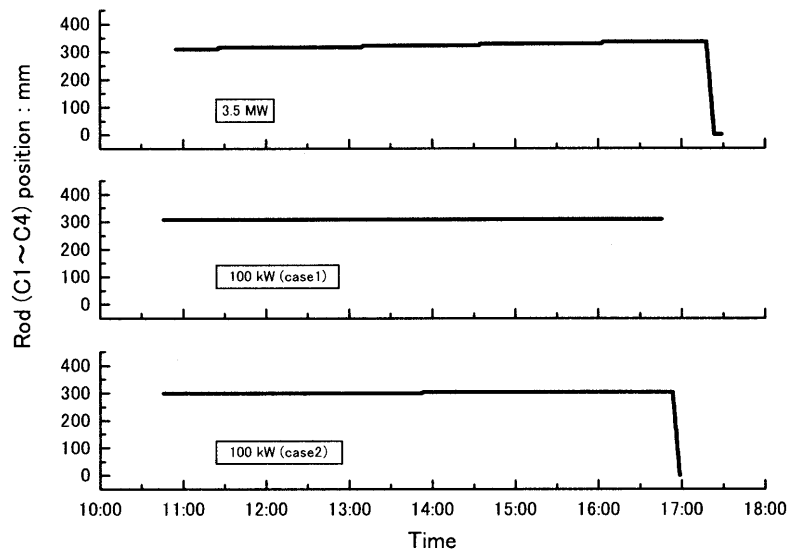


Fig-1 JRR-4 炉心配置図

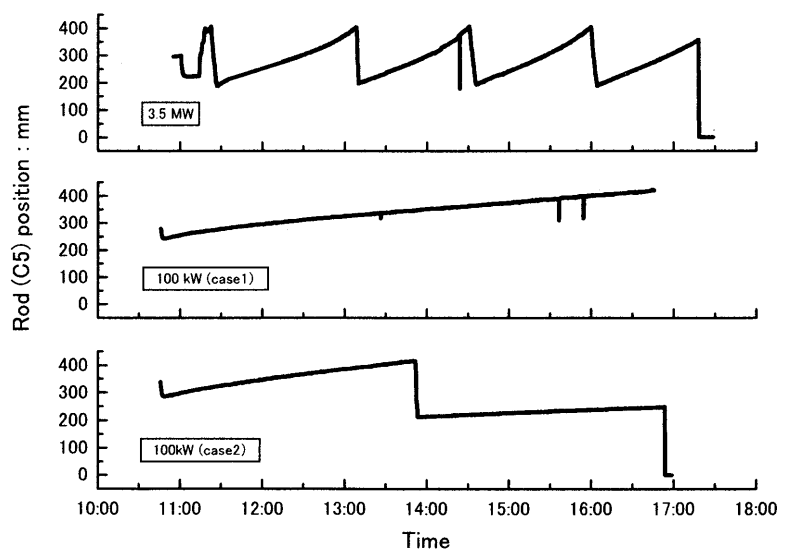
## 2 検証結果

原子炉の運転は、主制御棒 C-1 から C-4、及び微調整用 C-5 を用いて行われる。Fig-1 に JRR-4 の炉心配置図 (JAERI pamphlet “Research Reactors” より引用) を示す。通常は微調整用 C-5 によって運転されているが、C-5 の作動位置を外れる条件になると、入替えと称して C-1~C-4 の位置を変えて追従させる。我々が実験を行った際の主制御棒 C-1 から C-4 の動きを Graph-1 に示す。また、同じく微調整用制御棒 C-5 の動きを Graph-2 に示す。

このような運転条件の下で我々が測定した熱中性子束の変動は Graph-3 に示す結果となった。Graph-3 の上段に示したように通常出力運転の 3.5MW 時の変動率は数%あり、主制御棒 C-1~C-4 の変動に伴い熱中性子束が大きく変動し、武蔵工大での 2.5%を大きく上回ってしまう事が確認できた。一方、低出力時の場合には Graph-1 中段に示すように制御棒 C-1 から C-4 を動かす事なく長時間運転する事が可能である。Graph-3 中段は、その際の熱中性子束の測定結果である。変動率は最大で  $\pm 1.5\%$ 程度となった。更に、予想できる次の条件の検証として前日に通常出力運転を行なった後の低出力運転時の変動を検証してみた。その結果、定常出力運転の翌日での低出力運転時の熱中性子の変動は、 $\pm 1.5\%$ を上回ってしまう事が確認できた。また、気送管照射設備以外の照射孔で反応度に大きく影響するような試料の照射が行なわれた際に、この気送管の場にどのような影響が及ぶかを検証してみたが、結果は約  $\pm 2\%$ となった。



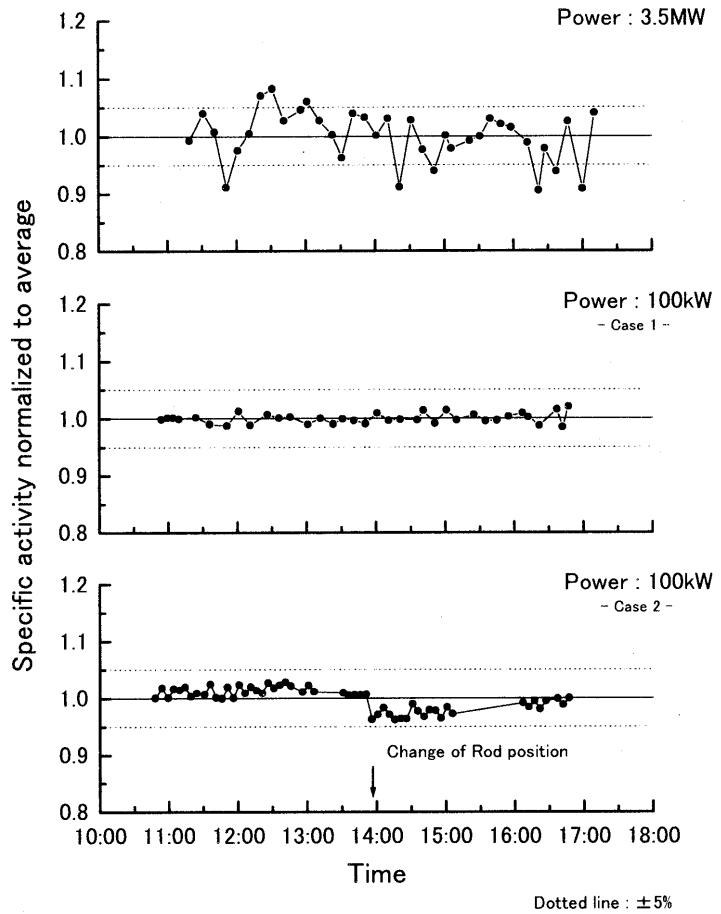
Graph-1



Graph-2

### 3 考察

低出力運転時での熱中性子束の変動は制御棒の入替えが無い場合には約±1.5%と検証された。これは通常出力時の変動率に比べて、予想を上回る良好な結果である。この結果は JRR-4 の放射化分析利用者にとって有意義な実証になった。しかし、低出力運転でも制御棒の入替えが行なわれる運転や前日に定常出力運転が行なわれる等の運転パターンがある (Graph-1,2 下段参照)。その際の熱中性子束の変動は、±1.5%を上回る変動がある事が分かった (Graph-3 下段参照)。でも、終日の原子炉運転時間中、主制御棒の入替えをしないようにする事は不可能だが、原子炉運転員は制御棒の位置情報を常に把握しているので、運転員と十分な連絡を取り合う事によって主制御棒が動かされる時刻を予め知る事が可能である。その場合には、中性子 Monitor 等を用いて熱中性子束を測定し直したり、または照射のタイミングをずらすといった処置で、熱中性子束の変動の影響を逃れる事が可能である。



Graph-3



研究炉利用ハンドブック（改訂第2版）第7章の目次

第7章

研究炉利用の手引

目 次

7.1 研究炉利用の手続き	357
7.1.1 概 要	357
7.1.2 研究炉の利用案内	357
7.1.3 照射利用の手続き	358
7.1.4 実験利用の手続き	358
7.1.5 共同利用実験室の利用	359
7.1.6 インターネットでの利用申込	359
7.1.7 原研以外の機関を介して利用する場合	359
7.2 利用申込み要領	364
7.2.1 照射申込み	364
7.2.2 実験申込み	365
7.2.3 共同利用実験室申込み	365
7.3 原子炉炉室等への立入りの手続き	367
7.4 利用料金	368

日本原子力研究所 研究炉部編「研究炉利用ハンドブック（改訂第2版）」より抜粋

## 提出書類書式

- Form-1: 共同利用照射申込書
- Form-2: 照射キャプセル等検査成績書
- Form-3: 大学開放研究室 実験室実験計画書
- Form-4: 大学開放研究室実験記録
- Form-5: 共同利用実験室使用申込書
- Form-6: 非密封放射性同位元素譲受同意書②
- Form-7: 放射線業務従事者証明書



共同利用照射申込書 (控)

所外

受付年月日	年 月 日
受付番号	R - - -
照射サイクル	R - - -

住所	所屬長	印
中 間 名	所 属	
込 担 当 者	氏 名	TEL
者	住 所	
	所 属	TEL
購 求 書 送 付 先	氏 名	TEL

1. テーマと目的

研究テーマ	
照射目的	
分 類	放射化分析分類 R(分類)
照射概要	

2. 試料とその内容

試料の名称	化学形	状 態	重 量 (g)	主 生 成 核 種	生 成 量 (Bq)	半 減 期	照射施設
							有・無
							有・無
							有・無
試料の分類	試料包装材	照射方法					(R分類)
照射区分	標準照射	非標準照射 (H <sup>17</sup> 比名)					
キャプセル種類	キャプセル種類	キャプセルの種数					
検査の使用	無	有 (使用量)	危険性	無	有	検査結果	合格・不合格

3. 希望する照射条件及び試料の受取

照射設備	放射線使用	有	無
------	-------	---	---

希望照射スケジュール

サイト指定	R - - - サイクルから	照射サイクル数	
日時指定	R - - - サイクルの 年 月 日 : 頃から	照射時間	
照射温度	常温	照射指定 (°C)	
試料受取	照射前後	日時指定 ( 年 月 日 )	
引渡方法	来所	送付先	
輸送先住所	( 年 月 日 )	放射線取扱主任者氏名	
備考			

東海 F182

日本原子力研究所

(いばらき研研研)

Form-1

照射キャプセル等検査成績書 (控)

標準

検査月日	年 月 日
運転サイクル	R - - -
受付番号	

判定	
----	--

申込者	所 属 名	所 属 長	印
	担 当 者		
		TEL	

1. 申込書記載事項

検査項目	検査方法	判定基準	結果
試料	外観検査	目視による。	有害な割れ、傷等のないこと。
	組成検査	ミルシート等による。	照射申込書に記載されたとおりであること。
	重量検査	天秤等による。	照射申込書に記載された値の±10%以内であること。
	外観検査	目視による。	有害な割れ、傷等のないこと。
試料容器 (包装材)	重量測定	天秤等による。	
	漏洩検査	グライコール試験による。	試料容器表面から気泡の発生がないこと。
キャプセル	表面汚染検査	直接法又は間接法による。	表面密度が0.4Bq/cm <sup>2</sup> 以下。
	漏洩検査	ヘリウムリーク試験	溶接構造: 1×10 <sup>-4</sup> atmcc/s 以下。 圧接構造: 1×10 <sup>-4</sup> atmcc/s 以下。
	溶接部非破壊検査	グラインコール試験による。 直角2方向のX線写真の観察による。	圧接構造: 気泡の発生がないこと。 アルミニウム材料: JIS Z 3105に定める2級以上。 ステンレス鋼材: JIS Z 3106に定める1級以上。

\* 溶接部非破壊検査及び漏洩検査は、気密を必要とする試料容器又はキャプセルの場合記載する。

\* 表面汚染検査は、試料が核燃料物質の場合記載する。

2. 研究所利用課記載事項

検査項目	検査方法	判定基準	結果
外観検査	目視による。	有害な割れ、傷等のないこと。	良・否
表示検査	目視による。	キャプセル番号等必要な記号が記入されていること。	良・否
算 出 発 熱 量	照射設備名		
	キャプセル総重量 (g)	発熱密度 (W/g)	
	発熱率 (W)	キャプセル長さ (cm)	
	線出力密度 (W/cm)	制限値 (W)	
		制限値 (W/cm)	

日本原子力研究所

所 外

Form-2

## 大学開放研究室 実験室実験計画書 (JRR-3実験利用第2棟1113・1115号室)

1 実験名	平成 年 月 日 届出		
2 代表者氏名	所 属	被ばく 管 理	担 任 者
3 実験者氏名	実験経緯	計測線量	被ばく 管 理
GB: <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> GB <input type="checkbox"/> PD <input type="checkbox"/> RB PD: <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> PD <input type="checkbox"/> RB RB: <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> RB <input type="checkbox"/> PD <input type="checkbox"/> GB			
4 実験期間	月 日 ~ 月 日	変更	月 日 ~ 月 日
5 取扱試料	目的核種 * 数量 (Bq)	半減期	照射日 冷却時間 取出先
6 線源利用	試料表面	<input type="checkbox"/> < 0.1 <input type="checkbox"/> 0.1 ~ 1.0 <input type="checkbox"/> ≥ 1.0 (mSv/h)	<input type="checkbox"/> 閉封後 <input type="checkbox"/> 保管庫
7 線量の種類	線量率	約	mSv/h
8 実験の種類	閉封のみ	<input type="checkbox"/> 閉封 → 具体的な手順 <input type="checkbox"/> 閉封 → 具体的な手順	<input type="checkbox"/> 実験フード・実験台 <input type="checkbox"/> ( ) <input type="checkbox"/> ( ) <input type="checkbox"/> WMS <input type="checkbox"/> ASC <input type="checkbox"/> TD-ASC <input type="checkbox"/> 実験台 <input type="checkbox"/> ( ) <input type="checkbox"/> WMS <input type="checkbox"/> ASC <input type="checkbox"/> TD-ASC <input type="checkbox"/> 実験フード・実験台 <input type="checkbox"/> 薬品 ( ) <input type="checkbox"/> ( )
9 測定・測定の種類	測定	<input type="checkbox"/> 試料を測定器 SET → 測定 <input type="checkbox"/> 閉封 → 閉封 → 測定器 SET → 測定	<input type="checkbox"/> 測定 <input type="checkbox"/> ( ) <input type="checkbox"/> ( ) <input type="checkbox"/> ( )
10 備考	実験終了後の試料処理 <input type="checkbox"/> 廃棄 <input type="checkbox"/> 保管 ( 年 月 日 ) <input type="checkbox"/> 郵送搬出 <input type="checkbox"/> 直前搬出 備考 (実験者名・申し送り事項等)		

(注) WMS: Manual Measurement System/ASC: Auto Sample Change/TP-ASC: Twin Detector- Auto Sample Changer  
 ・実験前には必ず届出すること。(実験の種類によっては学生の単独実験は認めません)  
 ・年度の開始には搬入を受けること  
 ・閉封は該当するものをチェックすること  
 ・搬入・搬出は丁度必要なら速く返却すること  
 ・実験終了後は使用した実験室の整理整頓と器材・器具の後始末を行う事  
 ※実験終了後は汚染チェックを行い、備付の「大学開放研究室実験記録簿」に記入後承認を受けて下さい。

Form-3

## 大学開放研究室実験記録簿

1 実験者名	備 考		
2 実験開始日	平成 年 月 日	実験終了日	平成 年 月 日

### 実験時のチェック事項

4 試料の廃棄方法	廃棄・保管(場所: 113号室放射線測定室 113R-001)	期間:	月 日 まで
5 汚染廃棄物と汚染核種及び処置	試料の線量測定及び実験終了後の汚染検査		
6 実施日	月 日	実施者	立会者
7 試料表面の線量当量率	115号室		
8 試料名	線量当量率	B.G.	
I	mSv/hr	①	cpm
II	mSv/hr	②	cpm
III	mSv/hr	③	cpm
IV	mSv/hr	④	cpm
V	mSv/hr	⑤	cpm
VI	mSv/hr	⑥	cpm
VII	mSv/hr	⑦	cpm

115号室

7 帰任前に使用した実験室の後始末は終りましたか? Yes. No.  
 チェックし ガラスバッチ・ボケット線量計等は返却しましたか? Yes. No.  
 て下さい。 借用した機器・道具等は返却しましたか? Yes. No.

8 開放研究受領者 受領月日 月 日 受領時間

**実験時は、必ず試料の表面線量を測定・記入する事。**  
 実験終了後は該当欄に記入・提出し、承認を得た上でお帰り下さい。  
 本表の提出なく帰任された場合には、以後の利用はお断りすることがあります。

Form-4

共同利用実験室使用申込書(控)  
(JFRT- )

所外

受付年月日	年 月 日
受付番号	

住所	(〒 - )
機関名	所属長
担当者	所属
請求書送付先	氏名
	住所
	TEL
	TEL

実験名称	使用設備名	( )
実験目的	使用設備	( )
実験概要	使用日	年 月 日
実験室使用経緯	1	2 3 4 5 6 7
照射申込書受付番号	8	9 10 11 12 13 14
取扱う放射性物質名	15	16 17 18 19 20 21
終了時の試料の処理	22	23 24 25 26 27 28
持ち込み物品	29	30 31
7/6/11/17の費用	□持ち帰り □保管 ( 年 月 日まで) □廃棄	
overnight  overnight	□無 □有 ( )	
overnight  overnight	□不要 □要	換気(給排気) □不要 □要
overnight  overnight	□無 □有	時間外作業 □無 □有
overnight  overnight	□不要 □要	放射線管理委員の立会 □不要 □要
overnight  overnight		

共同利用実験室使用申込書(控) (いばらき印刷)

Form-5

日本原子力研究所東海研究所  
放射線取扱主任者 藪田 肇 殿  
( ) 平成 年 月 日  
非密封放射性同位元素譲受同意書②  
(開放研究室用)

日本原子力研究所東海研究所から当事業所に搬入を予定している放射性同位元素は、当事業所の使用施設及び行蔵施設の許可範囲内であり、譲受に同意します。

(1) 受入事業所使用等許可証明書

受入事業所の名称	放射線取扱主任者	印
受入事業所所在地	事業所	
受入事業所代表者氏名	TEL. - - - - - , FAX. - - - - -	
放射線取扱主任者連絡先	TEL. - - - - -	
放射性同位元素許可番号	(使用・販売・廃棄) 第 号	
使用数量	年 間 3 月 間 1 日 最大 群 別 1 日 最大	
核種	Bq	Bq
核種	Bq	Bq
核種	Bq	Bq
核種	Bq	Bq
貯蔵能力	(M(TP) Bq (1群換算値: )	

(2) 東海事業所から放射性同位元素を搬出する者及び放射性同位元素の数量

責任者	印 連絡先 TEL. - - - - -
所属機関	大学 学部 研究室
搬出先事業所	
搬出の目的	
放射性同位元素の数量	核種: Bq 核種: Bq 核種: Bq
放射性同位元素の性状	形状 □固体 □液体 □気体 □化学形
放射性同位元素の由来	□放射線照射 □加速器照射 □核燃料分離

(3) 東海研究所における担当

研究室名	業務 第 2 課 大学開放研究室 農業環境技術研究所
責任者	印 伊藤 泰男 印
連絡先	TEL. 029-282-5777 TEL. 029-282-5780 TEL. 029-282-5418
東海研究所放射性同位元素許可番号	( □水使第 8 号 □水取第 1 号 □水取第 2 号 )

(注) ①(1)は受入事業所、(2)は搬出予定者、(3)は原研の担当者が記入して下さい。  
②(1)許可番号は、使用及び販売については密封されていない放射性同位元素の許可が必要です。  
③黒のボールペン等で記入して下さい。(鉛筆記入は不可)  
④この書類は、東海研究所放射線管理予防規定第149条及び150条に掲げる課室が東海研究所から放射性同位元素を搬出する場合に使用して下さい。(開放研究室用)

Form-6

平成 年 月 日

### 放射線業務従事者証明書

日本原子力研究所において、原子炉等施設共同利用規約で定める共同利用者として実働・研究に従事する予定の下記の者は、障害防止法に基づいて放射線業務従事者として当機関に於て管理が行われていることを証明します。

機 関 名 \_\_\_\_\_

住 所 〒 \_\_\_\_\_

責任者氏名 \_\_\_\_\_ 印 \_\_\_\_\_

電 話 番 号 \_\_\_\_\_

放射線取扱主任者氏名 \_\_\_\_\_ 印 \_\_\_\_\_  
(または他の証明者・官職)

フリガナ

利用者氏名 \_\_\_\_\_ 性別 \_\_\_\_\_ 男・女 \_\_\_\_\_

所属学科名 \_\_\_\_\_ 身分 \_\_\_\_\_

住 所 〒 \_\_\_\_\_

生 年 月 日 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日 生 本 籍 地 ( 国 名 or 都 道 府 県 名 ) \_\_\_\_\_

◇ 過去半年以内に行った特殊健康診断の有無

1) 医師の診断により問診 平成 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日 問診 \_\_\_\_\_

2) 特殊健康診断の実施日 平成 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日 受診 \_\_\_\_\_  
異常の有無 ( 有・無 ) 有の理由 \_\_\_\_\_

3) 健康診断または問診を実施した医院等名 \_\_\_\_\_

4) 健康診断または問診を実施した医 師 名 \_\_\_\_\_

◇ 放射線作業経験 a) 無 \_\_\_\_\_  
b) 有 ( \_\_\_\_\_ ) 年以上 \_\_\_\_\_

※ 本証明書は指定登録する際、事前に提出して下さい。

※ 開放研究実験室・原子炉等で未所実験される場合には、作業経験年数の如何に係らず、年一回の教育訓練を受けていただきますので、予めご了承下さい。

※ 記入についての疑問・質問がある場合はご連絡ください。

◇ 被曝前歴 (放射線作業経験がある方はもれなく記入する事)

1) 昭和 63 年度以前の前線量 \_\_\_\_\_ mrem ( \_\_\_\_\_ X)  
( 昭・平 年 年 月 日 ~ 平成 元 年 3 月 31 日 )  
主な作業場所 \_\_\_\_\_ 主な作業内容 \_\_\_\_\_

2) 平成 元 年度 ~ 前 年度 までの実効線量 \_\_\_\_\_ mSv ( \_\_\_\_\_ X)  
( 平成 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日 ~ 平成 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日 )  
主な作業場所 \_\_\_\_\_ 主な作業内容 \_\_\_\_\_

3) 今年度内の実効線量の合計 \_\_\_\_\_ mSv ( \_\_\_\_\_ X)  
( \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日 ~ \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日 )  
主な作業場所 \_\_\_\_\_ 主な作業内容 \_\_\_\_\_

4) 累積実効線量 \_\_\_\_\_ mSv  
( 平成 13 年度から 17 年度までの実効線量の合計 ) \_\_\_\_\_ mSv ( 女子のみ )

5) 今四半期 (3 月間) の実効線量の合計 \_\_\_\_\_ mSv ( 女子のみ )

6) 今年度の等価線量 \_\_\_\_\_ mSv  
皮膚 \_\_\_\_\_ mSv 水晶体 \_\_\_\_\_ mSv 女子腹部 \_\_\_\_\_ mSv

7) 前年度 1 年間の線量当量 \_\_\_\_\_ mSv

◇ 教育訓練  
放射線業務従事者として年 1 回の教育訓練を受けていることの証明、または教育訓練免除の証明 (講習日時、内容等)

# 研究会報告

## *NAC-III (Third International Symposium on Nuclear Analytical Chemistry)*

都立大大学院理学研究科 海老原充

2001年6月11日から4日間、カナダ、ハリファックスの Dalhousie 大学で第3回核分析化学国際シンポジウムが開催された。このシンポジウムは過去、1985年に第1回が同じハリファックスで、1992年に第2回がトロントで開催されている。この会の目的は、核化学を利用した分析に関する最近の進展に関する情報を交換することであり、カナダ、アメリカ合衆国を始めとし、イタリー、ロシア、スロヴェニア、チェコ、ドイツ、トルコ、ポルトガル、オーストリア、ノールウェイ、ブラジル、タイ、リビア、ベルギー、イラン、フランス、インド、オランダ、それに日本の、20カ国からの、計100人近い参加者を集めた。ちなみに日本からは10名の参加者を数え、カナダ、アメリカに次いで多くの参加者が集まった。

このシンポジウムは原子核をプローブとする化学分析一般を対象としたもので、放射化分析による元素分析、メスバウアー分光法による元素の状態分析、天然放射性核種の環境中における存在状態分析、エックス線を利用した蛍光エックス線分析や陽子走査エックス線分析 (PIXE) による元素分析、等がとりあげられた。このうち、放射化分析、なかでも中性子放射化分析に関する研究発表がもっとも多く行われた。

## FINAL PROGRAM

2001 June 10 (Sunday)	
15:00 - 18:00	Registration (Room CHEM 225)
2001 June 11 (Monday)	
08:00 - 09:00	Registration (Room CHEM 225)
09:00 - 09:15	Opening Ceremony (Room CHEM 125) (Chair: A. Chatt)
	R.J. Boyd, Chair of Department of Chemistry W.C. Breckerridge, Vice-President (Research)
Session I:	Hevesy Medal Award (Room CHEM 125) (Chair: R. R. Greenberg)
M-09:15-10:00	Hevesy Medal Award Ceremony (R. E. Jervis and A. Chatt)
	Hevesy Medal Award Lecture: E. Steinhilber, "Neutron Activation Analysis in the Geosciences: Lost Territory or New Deal?" (#01)
M-10:00-10:20	Break (Room CHEM 225)

## FINAL PROGRAM

Third International Symposium on  
Nuclear Analytical Chemistry (NAC-III)

2001 June 11-14

at the

SLOWPOKE-2 Facility  
Trace Analysis Research Centre  
Department of Chemistry  
Dalhousie University  
Halifax, Nova Scotia, B3H 4J3  
Canada

to  
Help Celebrate the

25<sup>th</sup> Anniversary  
of the  
Dalhousie University  
SLOWPOKE-2 Reactor (DUSR) Facility



Session II:	(Chair: A. R. Byrne) (Room CHEM 125)	Session IV:	(Chairs: N. K. Aras, F. Grass) (Room CHEM 125)
M-10:20-10:50	R. R. Greenberg, R. M. Lindstrom, P. Bode, E. A. de Nadai Fernandes, (USA, The Netherlands, Brazil), "Neutron activation analysis and chemical metrology". (#02)	M-16:00-16:30	W. Goerner (Germany), "Isotope specific and radiation based techniques for analytical chemistry and non-destructive testing". (#11)
M-10:50-11:20	E. Sabbioni, S. Fortaner, R. Pietra, M. Balls (Italy), "Radioanalytical and spectrochemical techniques in integrated testing strategies for the assessment of metal toxicity". (#03)	M-16:30-16:50	Y. Ito (Japan), "Dynamic aspect of positronium interaction with polymer chains - Toward a proper application of the positron annihilation technique to polymer science". (#12)
M-11:20-11:50	M. V. Frontasyeva (Russia), "Epithermal neutron activation analysis in biomonitoring and biotechnology in Russia". (#04)	M-16:50-17:10	Y. Muramatsu (Japan), "Determinations of radionuclides in biological and environmental materials from the criticality accident in Tokaimura (Japan)". (#13)
M-11:50-12:10	S. E. Glover, R. H. Filby, S. B. Clark, G. Tripard (USA), "Radiochemistry at Washington State University: Overcoming a mid-life crisis at 50". (#05)	M-17:10-17:35	W. D. James, J. M. Gottshall, H. J. Shafer (USA), "Provenience study of corrugated pottery from the NAN Ranch ruin". (#14)
M-12:10-13:30	Lunch at Shirreff Hall Dining Room	M-17:35-17:55	C. S. Munita, R. P. Paiva, M. A. Alves, P. M. S. de Oliveira, E. F. Momose (Brazil), "INAA of archaeological ceramic for provenance study". (#15)
Session III:	Session in Honor of Dr. Anthony R. Byrne (Chair: R. Zeisler) (Room CHEM 125)	M-18:30-20:30	Reception at Cameron Room, Howe Hall
M-13:30-14:00	A. R. Byrne (Slovenia), "Unfinished business: retrospects and prospects in radioanalytical chemistry". (#06)	2001 June 12 (Tuesday)	
M-14:00-14:30	J. Kucera, Z. Randa (Czech Republic), "The role of neutron and photon activation analysis in trace element analysis". (#07)	T-08:00-08:30	Registration (Room CHEM 225)
M-14:30-14:50	L. Benedik, A. R. Byrne (Slovenia), "Development of methods for the determination of uranium and thorium in biological samples by radiochemical neutron activation analysis". (#08)	Session V:	Session in Honor of Prof. Namik K. Aras (Chairs: M. V. Frontasyeva, R. G. V. Hancock) (Room CHEM 125)
M-14:50-15:10	E. A. Mackey (USA), "Element content of liver and kidney tissues of rough toothed dolphins". (#09)	T-08:30-09:00	N. K. Aras (Turkey), "Road to nuclear analytical chemistry: findings on the way". (#16)
M-15:10-15:30	Y. Shi, A. Chatt (Canada), "Speciation of arsenic in fish samples by chemical separations and NAA". (#10)	T-09:00-09:30	J. M. Ondov (USA), "Size spectra and atmospheric behavior of respirable urban aerosol particles bearing minor and trace elements". (#17)
M-15:30-16:00	Break (Room CHEM 225)		

T-14:30-14:50 **R. Acharya, J. Holzbecher, A. Chatt (Canada), "Determination of  $k_p$ -factors for short-lived nuclides using Dalhousie University SLOWPOKE-2 reactor". (#25)**

T-14:50-15:10 **R.G.V. Hancock, G.R. Chapman (Canada, USA), "On the INAA of fluorine in fluorine-rich plastics using a low flux SLOWPOKE reactor". (#26)**

T-15:10-15:30 **M. Fukushima, J. Holzbecher, A. Chatt (Japan, Canada), "Determination of selenium and silver in marine invertebrates by short irradiation neutron activation analysis". (#27)**

Session VIII:  
Poster Session  
(Chairs: M. Fukushima, L. Benedik, M. J. M. Duke)  
(Room CHEM 115)

T-15:30-17:30 **(Refreshments will be served in the poster room  
Sponsor: Gamble Technologies Limited)**

**M.V. Frontasyeva, S.S. Pavlov, L.P. Strelkova, A.S. Vinnichenko, N.V. Kirpichnikova, E. Steinnes (Russia, Norway), "How does Konakovo thermal power plant affect the environment"? (#28)**

**A.M.G. Pacheco, M.C. Freitas, M.A. Reis, L.I.C. Barros, A.P. Marques, O.R. Oliveira, (Portugal), "PIXE analysis of biological samples for assessing environmental pollution". (#29)**

**H. Oliveira, E.A. de Nadai Fernandes, G.A. Sarries, L.G.C. dos Santos, A.C.F. Dias, J.M. Consolimagno (Brazil), "INAA for the study of biosolids applied to exotic forest soil". (#30)**

**E.A. de Nadai Fernandes, J.R. Ferreira, G.A. Tavares, N.C. da Silva, M.H.T. Taddei (Brazil), "Survey of rare earth elements in sediment profiles of three marginal lagoons of the Moji-Guaçu river basin, SP, Brazil". (#31)**

T-09:30-09:50 **E. Kremer, J. Tsai, P. Tan, O. Malpica, S. Owega, M. Fila, G.J. Evans, R.E. Jervis (Canada), "Compositional analysis of urban aerosols by INAA, ICP-AES, IC, and LAMS". (#18)**

T-09:50-10:10 **M.C. Freitas, M.M. Farinha, S.M. Almeida, C. Costa, M.A. Reis, O.R. Oliveira, A.M.G. Pacheco (Portugal), "Measurement of lead, cadmium, arsenic, nickel and mercury in PM10 and PM2.5 by means of INAA and PIXE". (#19)**

T-10:10-10:40 **R. Zeisler, R. Demiralp, B.J. Porter, M.M. Schantz, S.A. Wise (USA), "Development of reference materials for the PM2.5 national research program". (#20)**

T-10:40-11:10 **Break (Room CHEM 225)**

Session VI:  
(Chair: E. A. Mackey) (Room CHEM 125)

T-11:10-11:40 **K. Masumoto, K. Eda, A. Toyoda, T. Shibata (Japan), "How can activation analysis solve radiation protection problem at accelerator facility"? (#22)**

T-11:40-12:00 **TIME TO PUT UP POSTER**

T-12:00-13:30 **Lunch at Shirreff Hall Dimming Room**

Session VII:  
Session in Honor of Prof. Friedrich Grass  
(Chairs: E. A. de Nadai Fernandes, K. Masumoto)  
(Room CHEM 125)

T-13:30-14:00 **F. Grass, R. Gwozdz, G.P. Westphal (Austria), "Total activation analysis using large samples". (#23)**

T-14:00-14:30 **G.P. Westphal, H. Lemmel (Austria), "Loss-free counting" (#24)**

- W.H. Zhang, A. Chatt (Canada), "Determination of total iodine in biological materials using epithermal INAA and Compton suppression gamma-ray spectrometry". (#42)
- M.J.M. Duke, B.V. Turner (Canada), "Determination of the silicon content of geological materials by reactor fast neutron activation analysis". (#43)
- Y. Kikawada, M. Uruga, T. Oji, T. Honda (Japan), "Mobility of lanthanides accompanying formation of alunite group minerals". (#44)
- A. Busamongkol, D. Ratanapra, S. Sukharn, S. Laoharajanaphand (Thailand), "The determination of rare earth elements in Thai monazite by nuclear analytical techniques". (#45)
- Y. Shi, A. Chatt (Canada), "Determination of inorganic antimony, arsenic and selenium species in natural waters by solvent extraction and NAA". (#46)
- H. B. Hamza, S.B. Ali, L. Pascal (Libya, Belgium), "Barium in well waters". (#47)
- Y. A. Elghannudi, M.B. Yaha, R. Swed (Libya), "Spectrophotometric determination of zirconium in sodium pertechnetate at low concentrations in aqueous solution" (#48)
- Y. Ito, H. Sawahata, M. Kawate (Japan), "NAA support project at the inter-university laboratory for the common use of JAERI facilities". (#49)
- J. Holzbecher, A. Chatt (Canada), "The Dalhousie University SLOWPOKE-2 reactor facility - twenty-five-year-young". (#50)
- R. Kada, J. St-Pierre, G. Kennedy (Canada), "The SLOWPOKE facility at Ecole Polytechnique Montreal". (#51)
- K.S. Nielsen, R.G.V. Hancock, L.G.I. Bennett, H.W. Bonin, L.R. Cosby (Canada), "The SLOWPOKE-2 Facility at RMC". (#52)
- T-17:30-19:30 SLOWPOKE-2 Users' Group (SLUG) Meeting (closed)  
(Room CHEM 540)

- J.F. Macacini, E. A. de Nadai Fernandes, H.T. Fukuma, M.H.T. Taddei, H. de A. Gomes, A. Wasserman (Brazil), "Translocation studies of  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  and  $^{137}\text{Cs}$  in potato plants (*Solanum Tuberosum* L.)". (#32)
- M.H.T. Taddei, E. A. de Nadai Fernandes, N.C. da Silva, J.F. Macacini (Brazil), "Uranium and thorium isotopes in concentrated phosphoric acid". (#33)
- R. R. Rao, J.L. Young, R.W.D. Killey, S. Nagao (Canada), "Effects of natural dissolved organics in groundwaters on sorption characteristics of cobalt, iodine, plutonium and technetium under simulated aquifer conditions". (#34)
- R.R. Rao, R.H. Martin (Canada), "Measurement of  $^{55}\text{Fe}$  deposited on the inner surfaces of tube-section halves by X-ray Spectrometry". (#35)
- O.A. F. Al-Dayel and O.S. Horayess, "Determination of U and Th in Wheat and Rice".
- R. Acharya, E.H.K. Akaho, A. Chatt (Canada), "Determination of neutron flux parameters of Dalhousie SLOWPOKE-2 reactor for  $k_0$ -NAA using Hogdahl convention and modified Westcott-Formalism". (#37)
- W.M. Indrasena, J. Kiceniuk, A. Chatt, "Role of NAA in developing extraction methods for chlorine containing lipids using non-chlorinated solvents". (#38)
- Y. Muramatsu, S. Yoshida (Japan), "Iodine analyses for geochemical materials: Application to the study of the distribution and cycling of iodine in the environment". (#39)
- K.N. DeSilva, A. Chatt (Canada), "Cyclic activation analysis system at the Dalhousie University SLOWPOKE-2 reactor facility". (#40)
- K.I. Olive, A. Chatt (Canada), "Determination of inorganic, organic and total iodine in milk by chemical neutron activation analysis". (#41)

2001 June 13 (Wednesday)

- W-08:00-08:30 **Registration (Room CHEM 225)**
- Session IX: (Chairs: E. Sabbioni, W.D. James) (Room CHEM 125)
- W-08:30-09:00 **M. Ebihara, Y. Oura, T. Nakamoto (Japan), "Determination of halogens in geological and cosmochemical samples by nuclear methods". (#53)**
- W-09:00-09:20 **A. Ahmadiyar, A. Tavakoli, R. Shirini (Iran), "Determination of trace iodine in food materials using ENAA". (#54)**
- W-09:20-09:40 **J.W. Kiceniuk, J. Holzbecher, B. Sjare, C.S. Bottaro, A. Chatt (Canada), "Calculation of tissue and body burdens of extractable organohalogens in harp seals by NAA". (#55)**
- W-09:40-10:00 **C.S. Bottaro, J.W. Kiceniuk, A. Chatt (Canada), "Quality assurance for NAA investigations of extractable organohalogens in marine fauna". (#56)**
- W-10:00-10:20 **M.J.M. Duke, B.J. Rostron (Canada), "Epithermal NAA - A solution to the problem of the analysis of highly saline formation waters". (#57)**
- W-10:20-10:50 **Break (Room CHEM 225)**
- Session X: (Chair: R. E. Jervis) (Room CHEM 125)
- W-10:50-11:20 **A. Chatt (Canada), "Neutron activation analysis methods for trace elements": (a preview of the Hevesy Medal Award Lecture at APSORC 2001, Fukuoka, Japan). (#58)**
- W-11:20-11:50 **E.A. Ough, R.G.V. Hancock, B.J. Lewis, W.S. Andrews, L.G.I. Bennett (Canada), "Analytical techniques for uranium testing of Canadian Forces Personnel". (#36)**
- W-12:00-13:30 **Lunch at Shirreff Hall Dining Room**

Session XI:

- W-13:30-14:00 **G.A. English (USA), "Gamma spectroscopic analysis of the actinide elements". (#61)**
- W-14:00-14:20 **R.R. Rao, S.R. Bokwa, R.H. Martin, A. Billow (Canada), "Characterization of radioactive sludge/liquid waste and evaluation of its solidification and stability for storage". (#62)**
- W-14:20-14:40 **G. Kuppers (Germany), "Fast source preparation procedures for alpha-spectrometry of the actinides". (#63)**
- W-14:40-15:00 **E. Jousen (Germany), "Analysis and treatment of radioactive waste water at the Julich Research Center". (#64)**
- W-15:00-15:20 **D. Calmet (France), "Analysis of radionuclides at trace levels in the environment, French standards and international approach, status and trend". (#65)**

W-15:20-15:50 **Break (Room CHEM 225)**

Session XII:

- W-15:50-16:20 **J.I. McIntyre, T.W. Bowyer, J.C. Hayes, T.R. Heimbigner, M.A. Knopf, S.J. Morrison, P.L. Reeder (USA), "Alpha, beta, gamma counting system, in support of the radionuclide component of the comprehensive-test-ban-treaty". (#66)**
- W-16:20-16:50 **E.A. De Nadai Fernandes, F.S. Tagliaterra, P. Bode, M.A. Bacchi (Brazil), "Uranium exploitation in Brazil: role of INAA in evaluating waste rocks". (#67)**
- W-16:50-17:10 **A. Nakajima (Japan), "Competitive biosorption of thorium and uranium by microorganisms". (#60)**

W-18:30-21:30

**Banquet at Cameron Room, Howe Hall**

2001 June 14 (Thursday)

- Session XIII: (Chairs: Y. Ito, M. C. Freitas) (Room CHEM 125)
- R-09:00-09:30 A. Apeti, L. Robinson, D. Glasgow (USA), "Biomonitoring and biofiltration studies using mosses and lichens". (#68)
- R-09:30-09:50 C. Frechou, D. Calmet (France), "Spatial distribution of iodine-129 in fucus serratus and lichens along the French channel coast. Intercomparison of results obtained by direct gamma-x-spectrometry, RNAA and AMS". (#69)
- R-09:50-10:10 Y. Maeda, T. Manago, S. Hayami, H. Oshio (Japan), "Abnormal detrapped valence state of mixed-valence dinuclear iron (II,III) complexes  $[\text{Fe}_2(\text{bpmp})(\text{ppa})_2](\text{BF}_4)_2$ ". (#71)
- R-10:10-10:40 **Break (Room CHEM 225)**
- Session XIV: (Chairs: J. Kucera, L. Robinson) (Room CHEM 125)
- R-10:40-11:00 N.S. Rajurkar, M.M. Damane (India), "Analysis of some ayurvedic formulations used in the treatment of various diseases". (#72)
- R-11:00-11:20 F.S. Tagliaferro, E.A. De Nadai Fernandes, P. Bode, H.W. Baas (Brazil, The Netherlands), "Homogeneity test in Brazilian coffee beans by collimated scanning LS-INAA". (#73)
- R-11:20-11:40 J. Vanwildemeersch (Belgium), "NAA and radiochemistry analysis techniques at SCKCEN".
- R-11:40-12:00 to be announced
- R-12:00-13:30 **Lunch at Shirreff Hall Dining Room**

- Session XV: (Chairs: Y. Maeda, G.P. Westphal) (Room CHEM 125)
- R-13:30-14:00 T. Ohtsuki (Japan), "Status of accelerators for radioanalytical studies at Tohoku University". (#74)
- R-14:00-14:30 M. Yukawa, H. Imaseki (Japan), "Introduction of PIXE analysis system in NIRS". (#75)
- R-14:30-15:00 S. Lahiri (India), "Analytical Chemistry of Heavy Ion Activation in India". (#76)
- R-15:00-15:10 **Closing Ceremony (Chair: A. Chatt) (Room CHEM 125)**
- R-15:10-16:10 **Closing Tea (Room CHEM 225)**

2001年10月30日から11月1日にかけて、福岡市博多都ホテルにて2001アジア—太平洋放射化学シンポジウム(APSORC2001)が開催された。公式資料によると約280名の参加があり、うち約40名が海外からの参加者であった。連日9時から始まり、最終日も17時終了という過密スケジュールなか、6件の特別講演と82件の口頭発表(招待講演含む)、ならびに103件のポスター発表が行われた。さらに、初日にはカナダDalhousie大学A. Chatt教授へのHevesy賞授賞式並びに受賞講演があった。これは欧米以外ではじめての授賞式であり、今後もAPSORCで受賞式が行われる予定があるとのことである。

前回APSORC1997のときより海外からの参加者が増えたような気がするが、もっとアジア各国の特に若い研究者が参加できる環境になればと思う。次回は、中国で開催されるようである。参加者の割合はどの様になるであろうか。

なお、来年度の日本放射化学会年会/第46回放射化学討論会は2002年9月24日～26日に北海道大学にて開催される予定です。

以下の放射化分析に関連する講演が行われた。

*Plenary Lecture*

“Accuracy and Uncertainty in Radiochemical Measurements: Learning from Errors in Nuclear Analytical Chemistry” : R. M. Lindstrom(NIST)

*Hevesy Award Lecture*

“Speciation Neutron Activation Analysis” : A. Chatt(Dalhousie Univ., Canada)

*Oral*

“Non-Destructive Determination of Trace Amounts of Iodine in Biological Samples by Epithermal Neutron Activation and Compton Suppression Gamma-ray Spectrometry” : C. Yonezawa (JAERI<sup>a)</sup>), H. Matsue<sup>a)</sup>, M. Yukawa (Nat. Inst. Radiological Sci.)

“Corrections of Neutron Self-Shielding in Activation Analysis of Samples Containing a Large Amount of Manganese” : K. Tomura, H. Tomuro (Rikkyo Univ.)

“New Technique for Determination of Trace-Elements Using Multiparameter Coincidence Spectrometry” : Y. Hatsukawa, Y. Toh, M. Oshima, T. Hayakawa, N. Shinohara (JAERI)

“Radioactivity Measurement and Element Analysis within a Wood Disk by Neutron Activation Analysis” : Y. Hayashi, N. Ikeue, T. M. Nakanishi (Univ. Tokyo)

“Neutron Activation Analysis of Trace Elements at Sediment-Water Interface in Lake Biwa, Japan” : S. Kojima(Aichi Med. Univ.), T. Saito(Osaka Univ.), J. Takada(Kyoto Univ.), M. Furukawa(Yokkaichi Univ.), K. Yokota(Lake Biwa Res. Inst.)

“Accuracy of Ko-Factors for Multielement Determination by Neutron Induced Prompt Gamma-ray Analysis” : H. Matsue, C. Yonezawa (JAERI)

“Determination of All Platinum-Group Elements in Mantle-Derived Xenoliths by Neutron Activation Analysis with NiS Fire Assay Preconcentration” : X. L. Li (Tokyo Metro. Univ. <sup>a)</sup>, Shanghai Inst. Nucl. Res.), M. Ebihara<sup>a)</sup>

“Comparative Study of RNAA and ICP-MS for the Determination of Ultra-Trace Th and U in Geological and Cosmochemical Samples” : J. Chai, Y. Oura, M. Ebihara(Tokyo Metro. Univ.)

#### Poster

“Trace Element Determination in Soft Tissues of Marine Bivalves by Activation Analysis” : M. Fukushima(Ishinomaki Senshu Univ. <sup>a)</sup>), H. Tamate <sup>a)</sup>, Y. Nakano(Kyoto Univ.)

“Instrumental Neutron Activation Analysis of Extractable Organohalogen(EOX) in Antarctic Marine Organisms” : M. Kawano(Ehime Univ. <sup>a)</sup>), J. Falandysz(Univ. Gdansk), T. Wakimoto<sup>a)</sup>

“A Study of Environmental Analysis of Urban River Sediments Using Activation Analysis” : Y. Tanaka, A. Kuno, M. Matsuo (Univ. Tokyo)

“The  $k_0$  Standardization NAA on the Low Power Operation at JRR-4” : H. Sawahata, M. Kawate, H. Ozaki, Y. Ito(Univ. Tokyo)

“The Abnormal Metabolism of Trace Elements in Mouse Induced by Zn Deficiency during the Growing Period” : T. Ohyama<sup>a)</sup>, M. Yanaga, H. Maetsu, M. Noguchi, H. Suganuma, K. Ishikawa(Shizuoka Univ.), M. Kidera, T. Nakagawa, R. Hirunuma, S. Enomoto(RIKEN), T. Omori(Shizuoka Univ.)

“Determination on Elemental Composition of Airborne Dust from View Point of Environmental Monitoring” : Y. Miyamoto, Y. Saito, M. Magara, S. Usuda (JAERI)

### 日本放射化学会放射化分析分科会

九州大学大学院理学研究院 杉原真司

2001アジア-太平洋放射化学シンポジウム (APSORC2001)が、平成13年10月30日から11月1日にかけて福岡市の博多都ホテルにおいて開催されました。本シンポジウムは、2001日本放射化学会年会、第45会放射化学討論会との合同開催であり、また国際シンポジウムとしては、1997年の熊本における開催から数えて第2回目となります。

参加者は293名で、海外18カ国から51名の参加者があり、シンポジウム全体で188報の発表が行われました。

APSORC2001では、ヘベシー賞の受賞講演が行われました。2001年は、ノルウェー

“Accuracy of Ko-Factors for Multielement Determination by Neutron Induced Prompt Gamma-ray Analysis” : H. Matsue, C. Yonezawa (JAERI)

“Determination of All Platinum-Group Elements in Mantle-Derived Xenoliths by Neutron Activation Analysis with NiS Fire Assay Preconcentration” : X. L. Li (Tokyo Metro. Univ. <sup>a)</sup>, Shanghai Inst. Nucl. Res.), M. Ebihara<sup>a)</sup>

“Comparative Study of RNAA and ICP-MS for the Determination of Ultra-Trace Th and U in Geological and Cosmochemical Samples” : J. Chai, Y. Oura, M. Ebihara(Tokyo Metro. Univ.)

#### Poster

“Trace Element Determination in Soft Tissues of Marine Bivalves by Activation Analysis” : M. Fukushima(Ishinomaki Senshu Univ. <sup>a)</sup>), H. Tamate <sup>a)</sup>, Y. Nakano(Kyoto Univ.)

“Instrumental Neutron Activation Analysis of Extractable Organohalogen(EOX) in Antarctic Marine Organisms” : M. Kawano(Ehime Univ. <sup>a)</sup>), J. Falandysz(Univ. Gdansk), T. Wakimoto<sup>a)</sup>

“A Study of Environmental Analysis of Urban River Sediments Using Activation Analysis” : Y. Tanaka, A. Kuno, M. Matsuo (Univ. Tokyo)

“The  $k_0$  Standardization NAA on the Low Power Operation at JRR-4” : H. Sawahata, M. Kawate, H. Ozaki, Y. Ito(Univ. Tokyo)

“The Abnormal Metabolism of Trace Elements in Mouse Induced by Zn Deficiency during the Growing Period” : T. Ohyama<sup>a)</sup>, M. Yanaga, H. Maetsu, M. Noguchi, H. Suganuma, K. Ishikawa(Shizuoka Univ.), M. Kidera, T. Nakagawa, R. Hirunuma, S. Enomoto(RIKEN), T. Omori(Shizuoka Univ.)

“Determination on Elemental Composition of Airborne Dust from View Point of Environmental Monitoring” : Y. Miyamoto, Y. Saito, M. Magara, S. Usuda (JAERI)

### 日本放射化学会放射化分析分科会

九州大学大学院理学研究院 杉原真司

2001アジア-太平洋放射化学シンポジウム (APSORC2001)が、平成13年10月30日から11月1日にかけて福岡市の博多都ホテルにおいて開催されました。本シンポジウムは、2001日本放射化学会年会、第45会放射化学討論会との合同開催であり、また国際シンポジウムとしては、1997年の熊本における開催から数えて第2回目となります。

参加者は293名で、海外18カ国から51名の参加者があり、シンポジウム全体で188報の発表が行われました。

APSORC2001では、ヘベシー賞の受賞講演が行われました。2001年は、ノルウェー



の Eiliv Steinnes 氏とカナダの Amares Chatt 氏の 2 名が受賞し、Steinnes 氏が NAC-III で、Chatt 氏が APSORC2001 で受賞講演を行いました。今回の Chatt 氏の講演は、「Speciation Activation Analysis」という題目で、放射化分析を利用した広範な研究紹介が行われました。

APSORC2001 初日である 10 月 30 日、セッション終了後、17 時 30 分から「放射化分析分科会」が C 会場をかりて行われました。参加者名簿では、39 名の参加がありました。

まず最初に、日本原子力研究所 物質科学研究部・原子核科学研究グループの大島真澄氏から、「パルス中性子による放射化分析の研究計画」と題して講演して頂きました。原研で計画段階である大強度陽子加速器プロジェクト中性子源の実験装置についての現状報告があり、研究炉の将来等を考えると、放射化分析に限らず中性子源としての利用を考慮に入れた、発展的な意見を求められました。その提案も早急に行わなければならないということで、本分科会においてある程度の集約を試みましたが、時間の制約もあり不十分な議論で終わりました。研究炉を有する原研において研究炉の将来展望と本プロジェクトの中性子源利用が拮抗する状況となるであろうことから、本件については、放射化分析研究会の活動として位置付け、今後の研究の場を確保するためにも、積極的に利用法・計画を提案し、装置設計等の初期の段階から関与して行くことの必要性があると思われます。そのために、原研側の大島氏を窓口として放射化分析研究会からアプローチを行うことが話し合われました。

続いて、原子炉の現状報告として、原研炉、特に「大学開放研究室の現状」を 東大原総センター 澤幡浩之氏から、京大炉の現状を 人間環境大学 片山幸士氏から紹介がありました。澤幡氏からは、開放研の利用方法から利用設備等まで詳しく紹介がありました。簡単にとお願いしていましたが、調子がでてきたのか、この時点で大分時間超過ぎみでした。京大炉では、高濃縮ウランによる運転が 2006 年 3 月まで延長になり運転の計画中であるが、その後は現状では低濃縮化の計画もあるが問題解決の目処が立っていないため、廃炉を含めた検討を始めるという報告がありました。その他の研究炉として立教炉 戸村健児氏から、本年 12 月までは利用できるが、後は廃炉に向かう旨報告がありました。このように、我国の研究炉の将来は明るくなく、その他の中性子源の確保の必要性が感じられました。

例年、京都大学原子炉実験所の専門研究会として開催されている「放射化分析に関する夏(冬)の学校」が 12 月 17-18 日に開催されるので、多くの参加者を求むとの依頼が片山氏からありました。

最後に、放射化分析研究会の活動報告等が幹事代表の都立大海老原氏からありましたが、時間が少なかったため簡単な報告が行われ、最初の講演での議論を踏まえて今後も種々の活動、提案をしていくことを了承し会を終了しました。

終了予定の時間を大幅に超過し、会場外で次の日のポスター発表の準備の騒音や、次の

予定の時間に遅刻する等の御迷惑をおかけしたことと思います。進行役の不備をお許し下さい。

来年は北海道大学で開催されますが、次の現地世話役は北海道大学アイソトープ総合センターの野矢氏にお願いし、あと石巻専修大の福島氏、研究会の企画委員で協力して行うこととなりました。

## 日本分析化学会第 50 年会

石巻専修大学理工学部 福島 美智子

2001 年 11 月 23 日（金）から 25 日（日）の 3 日間、熊本大学工学部を会場にして標記の学会が開かれた。数えていないので具体的な数字はわからないが、私が日本分析化学会の年会に参加するのは 46 年ぶりだと思う。今回は区切りのよい第 50 回ということで、なにか分析化学会も生まれ変わるような新しいことがあるかな、と少し期待したが、いつもと同じ学会という印象であった。

全部の発表件数が懇親会の場であげられていたが、その時はこのような原稿を書くことになるとは思わなかったため、全く記憶にとどめなかったのが運のつき、であった。

さて、放射化分析の発表は最終日 25 日の朝 9:30 から行われた。講演題目、所属、および発表者を以下に示す。

3J03 カラム抽出クロマトグラフィーを用いた中性子放射化分析法による岩石中の極微量希土類元素の定量（都立大院理）○蓑輪はるか・大浦泰嗣・海老原充

3J04 中性子放射化分析による太陽風の元素組成の決定（都立大院理・金沢大理）○海老原充・大浦泰嗣・永峰隆行・小村和久

3J05 放射化分析と ICP-MS による岩石試料中の微量ハロゲン元素の定量（都立大院理・放医総研）○仲本朝嗣・大浦泰嗣・海老原充・村松康行

3J06 海洋性二枚貝軟体部の中性子放射化分析（石巻専修大理工・京大原子炉・ダルハウシー大）○福島美智子・玉手英利・中野幸廣・CHATT Amares

発表会場の大多数は放射化分析の次に予定されていたテーマの発表者および聴衆と見受けられた。武蔵工大の平井先生が 4 件の研究発表に対して質問して下さったものの、およそ 10 名程度での学会のようなもので、とても寂しい思いをした。

他の会場をのぞいてみると、乱暴に言ってしまえば、マススペクトロメーターを持っていないと元素定量の話には参加できないような、印象を受けた。分析化学とは機器分析化学のことになってしまったのだろうか。高価な装置を使用しない研究は“古い研究”だと

予定の時間に遅刻する等の御迷惑をおかけしたことと思います。進行役の不備をお許し下さい。

来年は北海道大学で開催されますが、次の現地世話役は北海道大学アイソトープ総合センターの野矢氏にお願いし、あと石巻専修大の福島氏、研究会の企画委員で協力して行うこととなりました。

## 日本分析化学会第 50 年会

石巻専修大学理工学部 福島 美智子

2001 年 11 月 23 日（金）から 25 日（日）の 3 日間、熊本大学工学部を会場にして標記の学会が開かれた。数えていないので具体的な数字はわからないが、私が日本分析化学会の年会に参加するのは 46 年ぶりだと思う。今回は区切りのよい第 50 回ということで、なにか分析化学会も生まれ変わるような新しいことがあるかな、と少し期待したが、いつもと同じ学会という印象であった。

全部の発表件数が懇親会の場であげられていたが、その時はこのような原稿を書くことになるとは思わなかったため、全く記憶にとどめなかったのが運のつき、であった。

さて、放射化分析の発表は最終日 25 日の朝 9:30 から行われた。講演題目、所属、および発表者を以下に示す。

3J03 カラム抽出クロマトグラフィーを用いた中性子放射化分析法による岩石中の極微量希土類元素の定量（都立大院理）○蓑輪はるか・大浦泰嗣・海老原充

3J04 中性子放射化分析による太陽風の元素組成の決定（都立大院理・金沢大理）○海老原充・大浦泰嗣・永峰隆行・小村和久

3J05 放射化分析と ICP-MS による岩石試料中の微量ハロゲン元素の定量（都立大院理・放医総研）○仲本朝嗣・大浦泰嗣・海老原充・村松康行

3J06 海洋性二枚貝軟体部の中性子放射化分析（石巻専修大理工・京大原子炉・ダルハウシー大）○福島美智子・玉手英利・中野幸廣・CHATT Amares

発表会場の大多数は放射化分析の次に予定されていたテーマの発表者および聴衆と見受けられた。武蔵工大の平井先生が 4 件の研究発表に対して質問して下さったものの、およそ 10 名程度での学会のようなもので、とても寂しい思いをした。

他の会場をのぞいてみると、乱暴に言ってしまえば、マススペクトロメーターを持っていないと元素定量の話には参加できないような、印象を受けた。分析化学とは機器分析化学のことになってしまったのだろうか。高価な装置を使用しない研究は“古い研究”だと

とらえられる傾向にあるようだが、私のように小さな大学に勤めていると金もない、時間もない、もちろん始めから高い装置もなく、トランプの貧民ゲームのように永遠にお金のかからない共同利用による放射化分析しかできないことになる。分析化学会に出かけるとこのように一種嫌な気分になるので、またしても 4、5 年間は参加しないというパターンに陥ってしまう。

しかし、考えようによっては、放射化分析は単なるひとつの分析法だと考えることもできるので、日本分析化学会の放射化分析部門に多数の発表をして乗っ取る、というのはどんなものだろうか。参加費が高いのが大きな問題ではあるが。ちなみに来年の分析化学会第 51 年会は 9 月 19 日（木）-21 日（土）に札幌を会場に行われる予定であり、次回の放射化学討論会は会場が同じ札幌で、次の週に行われるようだ、と聞いている。夜な夜なビールとジンギスカン、おいしい野菜や魚を食べてふたつの学会をハシゴするのはどうだろう。

ひとりで参加する学会は退屈なので、熊本大学の色付いたイチョウの下や広々とした熊本城のある公園を散歩しながらをこんなことを考えていた。

## 京都大学原子炉実験所専門研究会（夏の学校）

人間環境大学 片山幸士

京都大学原子炉実験所で下記の通り「放射化分析の現況と今後の展望」の専門研究会を行いました。この 10 年間で放射化分析をとりまく状況は厳しくなっております。例えば、武蔵工業大学炉の運転停止、立教炉の共同利用終了、京大炉の燃料問題などがあげられます。しかし、放射化分析の利用が減っているとはいえません。今回の研究会にも多数の講演申込みがありました。プログラム編成上、発表の取り下げや、発表時間の短縮をお願いしました。この研究会は、今後の放射化分析について、ハード・ソフトの両面から検討したいと計画しました。尚、この集まりを放射化分析研究会の「夏の学校」の活動の一部とさせていただきます。

以下に当日のプログラムを示します。

開催日時：12 月 17 日（月）13 時～18 日（火）12 時 30 分

### 1. 挨拶 専門研究会の開催について

京都大学・人間環境大学 高田實彌・片山幸士

とらえられる傾向にあるようだが、私のように小さな大学に勤めていると金もない、時間もない、もちろん始めから高い装置もなく、トランプの貧民ゲームのように永遠にお金のかからない共同利用による放射化分析しかできないことになる。分析化学会に出かけるとこのように一種嫌な気分になるので、またしても 4、5 年間は参加しないというパターンに陥ってしまう。

しかし、考えようによっては、放射化分析は単なるひとつの分析法だと考えることもできるので、日本分析化学会の放射化分析部門に多数の発表をして乗っ取る、というのはどんなものだろうか。参加費が高いのが大きな問題ではあるが。ちなみに来年の分析化学会第 51 年会は 9 月 19 日 (木) -21 日 (土) に札幌を会場に行われる予定であり、次回の放射化学討論会は会場が同じ札幌で、次の週に行われるようだ、と聞いている。夜な夜なビールとジンギスカン、おいしい野菜や魚を食べてふたつの学会をハシゴするのはどうだろう。

ひとりで参加する学会は退屈なので、熊本大学の色付いたイチョウの下や広々とした熊本城のある公園を散歩しながらをこんなことを考えていた。

## 京都大学原子炉実験所専門研究会 (夏の学校)

人間環境大学 片山幸士

京都大学原子炉実験所で下記の通り「放射化分析の現況と今後の展望」の専門研究会を行いました。この 10 年間で放射化分析をとりまく状況は厳しくなっております。例えば、武蔵工業大学炉の運転停止、立教炉の共同利用終了、京大炉の燃料問題などがあげられます。しかし、放射化分析の利用が減っているとはいえません。今回の研究会にも多数の講演申込みがありました。プログラム編成上、発表の取り下げや、発表時間の短縮をお願いしました。この研究会は、今後の放射化分析について、ハード・ソフトの両面から検討したいと計画しました。尚、この集まりを放射化分析研究会の「夏の学校」の活動の一部とさせていただきます。

以下に当日のプログラムを示します。

開催日時：12 月 17 日 (月) 13 時～18 日 (火) 12 時 30 分

### 1. 挨拶 専門研究会の開催について

京都大学・人間環境大学 高田實彌・片山幸士

## 2. 講演 (17 日)

「バナジル錯体の体内分布と血糖降下作用」

(京都薬大・京大原子炉) ○川辺賢司、猪原敏文、杉岡垂 樹、中島好崇、鎌足雅之、安井裕之、高田実弥、桜井 弘

「Al-マルトール錯体を経口投与したマウス臓器における酸化ストレスの促進効果」

(京都薬大・京大原子炉・群馬大医) ○安井裕之、金子典嗣、高田実弥、鈴木慶二、桜井 弘

「セレン欠乏ラットおよびビタミン E 欠乏ラット臓器中元素含量の変動と酸化的ストレスとの関連」

(昭和薬大) 松本謙一郎

「ヒト組織中の各種元素の放射化分析」

(東京都神経科学総合研究所) 佐藤武雄

「研究用原子炉の現況報告」

原研東海研

(東京大原総セ) 澤幡浩之

京大炉

(京大原子炉) 高田實彌

立教炉

(立教大原研) 村健児

「放射化分析法による琵琶湖の湖底堆積物と間隙水における微量元素の分布と移動に関する研究」

(愛知医科大) 小島貞男

「中央アジア・アラル海の湖底堆積物の組成分析」

(東京農工大留学生センター) 川端良子

「アクチバブルトレーサ法による廃棄物埋立処分場浸出水の漏水調査」

(九州環境管理協会環境部) 小野 孝

「環境モニタリングのための松葉表面付着物の検討-大気浮遊じんと松葉表面付着物の元素分析-」

(原研環境科学) 齋藤陽子

「年輪中微量元素の定量に関する INAA 法と ICP-MS 法の比較」

(京都大・京大原子炉・人間環境大) ○幸 進・青木 達・

高田實彌・片山幸士

「Pb-210 を用いた樹木の年代測定」

(東京大農) 林 芳武

「岩木山ブナ林土壌に含まれる化学成分の起源」

(弘前大理工) 鶴見 実

「リンゴ園とその周辺土壌に含まれる化学成分の起源」

(弘前大院理) 工藤雅生

## 講演 (18 日)

「花芽誘導期のアサガオにおける無機元素濃度の日内変化」

(東京大院農学生命) 池上奈通子

「アサガオ花卉の呈色・青色化に関わる遺伝子群」

(基礎生物学研) 星野 敦

「海洋性二枚貝の軟体部の中性子放射化分析」

(石巻専修大) 福島美智子

「一般廃棄物処理に伴う元素動態とリスク評価について」 (京都大院工) 森澤眞輔

「 $k_0$  標準化放射化分析法による宇宙・地球化学的試料の分析」

(東京大原総セ) 尾寄大真

「 $k_0$  法による炭酸塩岩標準試料中の微量元素の定量」

(群馬大工・東大原総セ) ○相沢省一・澤幡浩之・川手稔・伊藤泰男

「ドップラー広がりをもつホウ素の即発  $\gamma$  線解析プログラム」 (東京大院理) 久保謙哉

「サーマルカラムを利用する放射化分析」 (立教大原研) 戸村健児

「都立大での原研炉を用いた放射化分析」 (都立大院理) 大浦泰嗣・海老原充

### 3. 総合討論

#### 研究炉利用ワークショップに参加して

日本原子力研究所 研究炉部 笹島 文雄

研究炉利用ワークショップとは、日本が主導する近隣アジア諸国との原子力分野の平和利用協力を一層効率的に、かつ効果的に推進するために 1990 年 3 月に開始し、2000 年に「アジア原子力協力フォーラム(FNCA)」として新たな体制にて開始された。いくつかある協力分野の中で研究炉利用の分野のワークショップは、昨年韓国に引き続き、今年の 11 月 5 日(月)から 9 日(金)、中国の北京において開催された。

私は、中性子放射化分析のグループに参加し、各参加国の状況報告や、今後のワークショップの将来計画等についての討論に加わった。議論の内容は、各国において環境汚染の原因を調査するために、現在は大気浮遊塵のサンプリングを行い、その元素分析を各自の方法により実施している。これを各国共通の土俵で実施し、相互の比較評価が行えるように分析の標準化などの検討を行った。具体的には、サンプリング手法の統一、解析手法として  $k_0$  法の適用、QA/QC などについてである。会議内容の詳細は、本誌において東京都立大学 海老原先生による紹介のとおりである。

また、今回のワークショップの中で、China Institute of Atomic Energy (CIAE)と清華大学の High Temperature Gas Cooled Reactor の施設を見学する機会が与えられた。特に CIAE の施設見学は、原研研究炉の利用設備を管理する立場である私にとって興味深いものであった。CIAE における放射化分析のシステムは、比較的簡素な気送管照射設備と市販の計測装置から構成されており、かなり使い込まれているという印象を受けた。さらに期待を抱いていたことと言えば、CIAE の独自開発による  $k_0$  法に基づくソフトウェアのデモンストレーションが見られることであった。原研内部においては、既に数グループの利用者によってヨーロッパで開発された市販  $k_0$  ソフトウェア「KAYZERO/SOLCOI」を使用してい

「一般廃棄物処理に伴う元素動態とリスク評価について」 (京都大院工) 森澤眞輔

「 $k_0$  標準化放射化分析法による宇宙・地球化学的試料の分析」

(東京大原総セ) 尾寄大真

「 $k_0$  法による炭酸塩岩標準試料中の微量元素の定量」

(群馬大工・東大原総セ) ○相沢省一・澤幡浩之・川手稔・伊藤泰男

「ドップラー広がりをもつホウ素の即発  $\gamma$  線解析プログラム」 (東京大院理) 久保謙哉

「サーマルカラムを利用する放射化分析」 (立教大原研) 戸村健児

「都立大での原研炉を用いた放射化分析」 (都立大院理) 大浦泰嗣・海老原充

### 3. 総合討論

#### 研究炉利用ワークショップに参加して

日本原子力研究所 研究炉部 笹島 文雄

研究炉利用ワークショップとは、日本が主導する近隣アジア諸国との原子力分野の平和利用協力を一層効率的に、かつ効果的に推進するために 1990 年 3 月に開始し、2000 年に「アジア原子力協力フォーラム(FNCA)」として新たな体制にて開始された。いくつかある協力分野の中で研究炉利用の分野のワークショップは、昨年韓国に引き続き、今年の 11 月 5 日(月)から 9 日(金)、中国の北京において開催された。

私は、中性子放射化分析のグループに参加し、各参加国の状況報告や、今後のワークショップの将来計画等についての討論に加わった。議論の内容は、各国において環境汚染の原因を調査するために、現在は大気浮遊塵のサンプリングを行い、その元素分析を各自の方法により実施している。これを各国共通の土俵で実施し、相互の比較評価が行えるように分析の標準化などの検討を行った。具体的には、サンプリング手法の統一、解析手法として  $k_0$  法の適用、QA/QC などについてである。会議内容の詳細は、本誌において東京都立大学 海老原先生による紹介のとおりである。

また、今回のワークショップの中で、China Institute of Atomic Energy (CIAE)と清華大学の High Temperature Gas Cooled Reactor の施設を見学する機会が与えられた。特に CIAE の施設見学は、原研研究炉の利用設備を管理する立場である私にとって興味深いものであった。CIAE における放射化分析のシステムは、比較的簡素な気送管照射設備と市販の計測装置から構成されており、かなり使い込まれているという印象を受けた。さらに期待を抱いていたことと言えば、CIAE の独自開発による  $k_0$  法に基づくソフトウェアのデモンストレーションが見られることであった。原研内部においては、既に数グループの利用者によってヨーロッパで開発された市販  $k_0$  ソフトウェア「KAYZERO/SOLCOI」を使用してい



るが、高価でかつ習熟を必要とするため、各参加国を初め、日本国内の中性子放射化分析ユーザーへの普及についても困難であると思われる。もし、このような  $k_0$  ソフトウェアが安価で、習熟を必要とせずに簡便にかつ正確な分析が行えるようになれば、全国的（世界的？）な普及も夢ではなく、中性子放射化分析の活性化、延いてはさらなる原研研究炉の有効利用のための起爆剤と成り得るものと理解する。このため、本ワークショップの今後の成り行きは、私として大いに興味のあるものである。

最後に初めての中国出張の印象としては、日中はほとんどホテル内における会合であったため、主に夜の食事のための散策などから感じることである。ホテルを出て町へ歩きだすと、最初に目につくのが広い4車線道路と平行に走る自転車専用車線である。その車と自転車は、先を競って走っているように感じられ、主幹道路の脇道を横断していたら、突然に右折してくる車や自転車になんとか轢かれそうになった。さらに主幹道路の信号は、青、青の点滅、赤と変化するため、青の点滅の間に横断歩道を渡りきらないととんでもないことになる。なぜなら、極端な言い方かもしれないが、赤と同時に車が容赦なく一斉に走り出すからである。その証拠に、何度か車線のなかにとり残されている人を目撃している。食べ物については、ほとんど中華料理を主体としたメニューであったため違和感は覚えなかったが、料理メニューが中国語であったり、英語が通じなかったりすることが多く、想像した料理と実際に運ばれてきた料理とのギャップが旅の思い出でもあった。また、お土産を買おうとデパートの地下などに行くと何度も中国人と間違えられ、新商品のセールスを中国語で説明され、無表情な私に不愉快な顔を見せた。大きなデパートでも英語は通じず、私が日本人とわかるとパッケージに書かれた日本語や英語の説明文を親切に見せてくれた。私にとっての短い中国出張における印象は、公安関係者を目にすることが多いせいか治安がよく、親切な人が多く、広大な国土にふさわしく時がゆったりと流れているかのようであった。

# 施設便り

## 原研施設利用共同研究

### 1. 研究課題

東京大学原子力研究総合センターが運営する原研施設共同研究において採択される平成14年度研究課題は以下のとおりです。

#### 1) 原子核をプローブとする物理・化学研究

- |                            |        |       |
|----------------------------|--------|-------|
| ・ 低温核偏極による超微細相互作用の研究       | 新潟大学   | 大矢 進  |
| ・ メスバウアー分光法による無機化合物の研究 (Ⅱ) | 東邦大学   | 高橋 正  |
| ・ 核壊変原子を用いた化学状態分析          | 宮城教育大学 | 玉木 洋一 |

#### 2) 放射線とイオンビームによる物質構造の研究と改質・合成

- |   |          |       |
|---|----------|-------|
| ・ 陽電子消滅及び電子スピン共鳴測定によるシリコン、ダイヤモンド、黒鉛及び石英ガラス中の電子線、ガンマ線照射欠陥の研究 | 東北大学     | 長谷川雅幸 |
| ・ Si、InGaAs系デバイスの放射線損傷と導入格子欠陥に関する研究 (Ⅱ)                     | 熊本電波工専   | 大山 英典 |
| ・ ウラン鉱床中の石英に生成する格子欠陥のカソードルミネッセンスによる可視化と定量化                  | 筑波大学     | 小室 光世 |
| ・ 陽極アルミナを支持体とするEL素子の開発                                      | 東京都立大学   | 森崎 重喜 |
| ・ 高エネルギー粒子線照射により生成される石英格子欠陥中心の物性研究                          | 山口大学     | 福地 龍郎 |
| ・ シリコン中の照射誘起点欠陥形成機構の解明及び点欠陥移動度の測定                           | 東北大学     | 末澤 正志 |
| ・ 石英を用いた第四紀テフラのESR年代測定法の確立                                  | 岡山理科大学   | 豊田 新  |
| ・ Fe-Cu合金中のCu析出過程に及ぼす低温照射および変形の影響の陽電子消滅測定法による研究             | 九州大学     | 蔵元 英一 |
| ・ 低エネルギー自己イオン照射によるエピタキシャル金属薄膜の結晶性向上機構解明                     | 京都工芸繊維大学 | 高廣 克巳 |
| ・ 宇宙線による絶縁材料帯電モニターの開発                                       | 武蔵工業大学   | 田中 康寛 |
| ・ 電子機能材料の放射線照射効果 (Ⅲ)  | 東京大学     | 寺井 隆幸 |
| ・ 電子線前照射グラフト重合法を用いる超高速度で金属イオンを吸着するキレート繊維の開発                 | 熊本大学     | 城 昭典  |
| ・ 放射線と高分子との相互作用に関する基礎過程の研究                                  | KEK      | 鈴木 健訓 |
| ・ 窒素ガス中で電子線を照射したPEEKの電気的特性                                  | 八戸工業大学   | 信山 克義 |
| ・ 酸化物・弗化物シンチレーターの放射線損傷                                      | KEK      | 小林 正明 |

#### 3) 生物に対する放射線効果

- |                                       |      |       |
|---------------------------------------|------|-------|
| ・ 肝臓を中心とした放射線耐性因子の解析                  | 東北大学 | 福本 学  |
| ・ 中性子捕捉療法の新しい展開のための基礎的・臨床的研究          | 筑波大学 | 松村 明  |
| ・ ドラックデリバリーシステムを応用した中性子捕捉療法の基礎的・臨床的研究 | 東京大学 | 柳衛 宏宣 |

#### 4) 中性子利用分析・放射化分析

- |                      |        |       |
|----------------------|--------|-------|
| ・ 西南日本弧の火成岩試料の全岩化学分析 | 東京経済大学 | 新正 裕尚 |
|----------------------|--------|-------|

- ・ 沖縄トラフ熱水沈殿物の放射化分析 山形大学 中島 和夫
- ・ 海底堆積物コア試料における微量元素の分布と特徴 武蔵工業大学 本多 照幸
- ・ 地層中の年間線量評価のためのU, Thの放射化分析 北海道教育大 雁沢 好博
- ・ 中性子放射化分析による宇宙・火山起源物質の研究(Ⅲ) 立正大学 福岡 孝昭
- ・ 中国南部でエルハイ湖とインドのサンパール湖で採取された堆積物コア試料の放射化分析 北海道大学 豊田 和弘
- ・ 宇宙化学的試料中の白金族元素の中性子放射化分析 東京大学 尾崎 大真
- ・ 隕石試料の中性子放射化分析 東京都立大学 海老原 充
- ・ 九州産黒曜石に関するFT年代測定と放射化分析 鹿児島大学 鈴木 達郎
- ・ 海洋底堆積物、海洋底玄武岩、島弧火山岩の中性子放射化分析 秋田大学 長谷中利昭
- ・ 河川及び干潟堆積物試料の放射化分析 東京大学 松尾 基之
- ・ 地圏環境における元素分布・循環の研究 名古屋大学 田中 剛
- ・ 植物による大気中エアロゾルの捕捉能力と滞留時間 九州大学 大崎 進
- ・ カンボジア・プノンペン市の大気エアロゾル中元素濃度に関する研究 横浜市立大学 松井 三明
- ・ 胎児期および成長期における亜鉛欠乏がその後の発育に与える影響(Ⅱ) 静岡大学 矢永 誠人
- ・ 環境指標としての樹木年輪中の微量元素の定量 人間環境大学 片山 幸士
- ・ サンゴ礁ボーリング試料の放射化分析 琉球大学 大出 茂
- ・ 草津白根山周辺温泉の微量元素溶存濃度の経年変化とその地球化学的解釈 上智大学 木川田喜一
- ・ 中性子放射化分析法による生体中末同定有機体ヨウ素の検索 横浜市立大学 鹿島 勇治
- ・ 環境水の重金属汚染指標としてのメダカの有効性に関する研究 熊本大学 百島 則幸
- ・ 植物の大気汚染粒子集積生についての検討 武蔵野短期大 川西 幸子
- ・ 環境試料中のセレンなどの金属元素の放射化分析 筑波大学 関 李紀
- ・ 植物試料の元素分析 東京大学 中西 友子
- ・ 微生物による重金属元素集積機構の物理化学的解析 宮崎医科大学 中島 暉
- ・ ホタテガイのカドミウム結合分子の研究 北海道大学 大西 俊之
- ・ 植物の葉等の季節変化等による特定元素のとり込み 北海道大学 増子 捷二
- ・ アーバスキュラー菌根の形成した植物の微量元素分析と植物保護技術としてのアーバスキュラー菌根苗の利用可能性の検討各種元素の吸収に及ぼす影響 千葉大学 鈴木 弘行
- ・ 歯科材料の放射化分析—Dental Porcelain中のウランの定量 日本大学 森脇 一成
- ・ 大気・海洋試料の放射化分析 日本大学 永井 尚生
- ・ セレン欠乏ラット生体内抗酸化ネットワークに關与する遷移金属元素の挙動解析 昭和薬科大学 遠藤 和豊
- ・ 生理活性物質中の微量元素に関する研究 共立薬科大学 森田 裕子
- ・ 環境試料中の有機体フッ素(EOF)の放射化分析法に関する検討 愛媛大学 河野 公栄
- ・ 高純度鉄標準物質及び高純度金属中の微量元素の分析法の開発 武蔵工業大学 平井 昭司
- ・ 放射化による金属フラーレンの研究(Ⅱ) 東京都立大学 末木 啓介
- ・ 炭素材料による環境モニターの開発と応用(2) 愛媛大学 前田 米藏
- ・ k<sub>0</sub>法放射化分析システムの評価及びデータベース化 東京大学 伊藤 泰男
- ・ k<sub>0</sub>標準化法を用いた炭酸塩岩中の微量元素の中性子放射化分析 群馬大学 相沢 省一
- ・ α線トラック・エッチング法を利用した鉄鋼材料中のBの可視化 千葉工業大学 為広 博
- ・ α線トラックによる各種鉄鋼材料中微量ボロンの観察 東京大学 柴田 浩司

#### 5) 中性子利用分析・即発ガンマ線

- ・ 電解および無電解ニッケル合金被膜中のBとHの分布 東京都立大学 森崎 重喜
- ・ 隕石試料の即発ガンマ線分析(Ⅲ) 東京都立大学 海老原 充

- ・ 火山雁試料の即発 $\gamma$ 線分析 (Ⅱ) 立正大学 福岡 孝昭
- ・ 宇宙化学的試料の即発 $\gamma$ 線分析 東京大学 尾畷 大真
- ・ 固体環境試料および地球化学的試料の即発ガンマ線分析 (Ⅲ) 東京大学 松尾 基之

6) 中性子利用分析・中性子ラジオグラフィによる構造解析

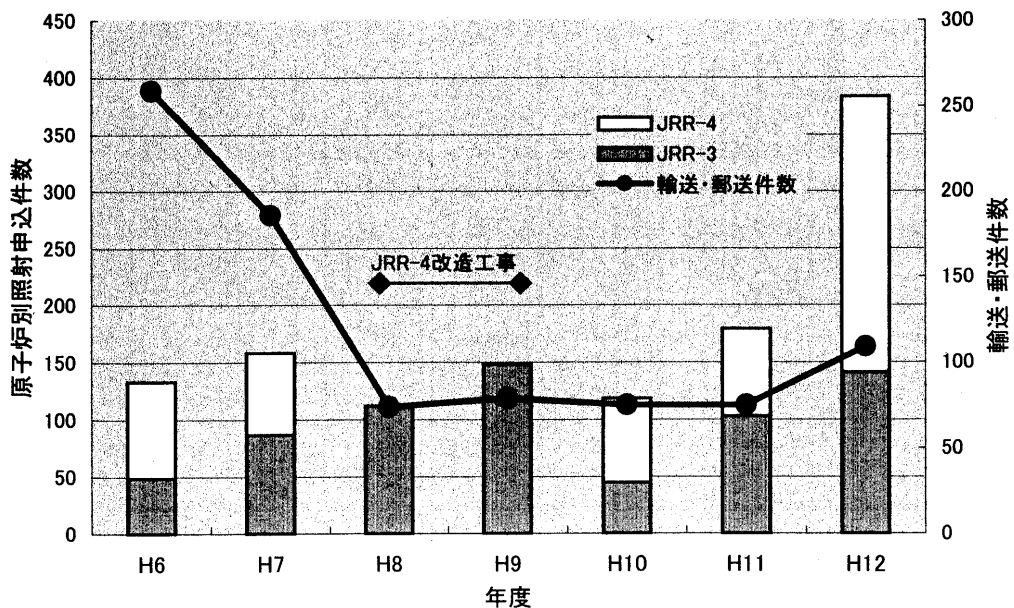
- ・ イオン伝導性固体材料中の水素ならびにリチウムの定量と拡散挙動の解明 鳥取大学 江坂 享男
- ・ 熱中性子ラジオグラフィによる固気二相流の定量評価 関西大学 小澤 守
- ・ 植物試料の中性子ラジオグラフィ 東京大学 中西 友子
- ・ 中性子ラジオグラフィによる熱流動体機器の可視化・計測・診断 神戸大学 竹中 信幸
- ・ 多色発光蛍光コンバータの中性子ラジオグラフィへの応用研究 武蔵工業大学 持木 幸一
- ・ パルス中性子デジタルラジオグラフィ技術の開発研究 名古屋大学 玉置 昌義
- ・ 中性子ラジオグラフィによる樹木病変部の特性解明 東京大学 山田 利博
- ・ 材料組織中の水分動態の中性子ラジオグラフィによる可視化 東京大学 鮫島 正浩
- ・ JRR-3M熱中性子を利用した混相流の動態計測法の高度化 京都大学 三島嘉一郎

以上の他に、協力研究、大学・原研プロジェクト共同研究（放射線高度利用研究）、中性子散乱研究などもあります。割愛します。

2. 利用状況の推移

下記のグラフは平成6年度から12年度までの原子炉別の照射申込件数と照射済試料の所外への搬出件数を示したものです。着目すべき点は、平成11年度までの照射申込件数に比べて平成12年度におけるJRR-4の申込件数が約3倍にも増加したことです。これは平成12年度の立教炉共同利用終結に伴い、その利用者が原研施設利用共同研究に移行したためです。また、このグラフからは同年の照射申込件数の増加が顕著であるにも拘らず照射済試料の搬出件数が然程ではない事が判ります。これは原子炉内或いは大学開放研究室での実験が以前よりも活発に行なわれ、立教炉共同利用から原研施設利用共同研究への移行が

大学開放研における利用状況の推移(照射件数)



順調に行なわれた結果がこのような数字に反映されたのだと思います。今後もこの良き傾向が増幅されることを強く希望します。

(東京大学原子力研究総合センター 大学開放研究室 澤幡裕之)

## 東北大学原子核理学研究施設

東北大学核理研では平成13年度の実験申込が以下の様な課題で申し込まれています。核理研では皆さまの積極的な利用をお待ちしています。

### 放射化学物性関連分野

#### 平成13年前期

2420	関根 勉	東北大院理	長寿命放射性核種の環境中移行における基礎化学反応研究
2421	藤川辰一郎	東北大院工	軽金属における拡散
2422	大浦泰嗣	都立大院理	光核破碎及び光軽核生成反応の放射化学的研究
2423	鹿野弘二	NTT	ファイバンプ用ガラス中の炭素の光量子放射化分析
2424	中西 孝	金沢大院理	$^{230}\text{Th}(\gamma, n)$ 反応で生成する $^{229\text{m}}, ^{229}\text{Th}$ の反跳捕集
2425	海老原充	都立大院理	宇宙・地球化学的試料の光量子放射化分析
2426	三頭聡明	東北大金研	Th-229mの製造とその崩壊特性
2427	大槻 勤	東北大核理研	標識化による金属内包フラーレンとその応用研究
2428	秋葉健一	東北大多元研	K-Hゼオライトへの放射性核種の吸着挙動

#### 平成13年後期

2437	秋葉健一	東北大多元研	フライアッシュのゼオライト化及び核種の分離固定
2438	鹿野弘二	NTT	ファイバンプ用ガラス中の炭素の光量子放射化分析
2439	藤川辰一郎	東北大院工	マグネシウムにおける拡散
2440	海老原充	都立大院理	宇宙・地球化学的試料の光量子放射化分析
2441	関根 勉	東北大院理	長寿命放射性核種の環境中移行における基礎化学反応研究
2442	大槻 勤	東北大核理研	標識化による放射性クラスターの研究及びその応用
2443	中西 孝	金沢大院理	Th( $\gamma, n$ )及びTh( $\gamma, p2n$ )反応で生成する $^{229\text{m}}, ^{229}\text{Th}$ の収率測定
2444	福島美智子	石巻専修大	海洋環境における動植物の多元素同時放射化分析
2445	三頭聡明	東北大金研	Th-229mの製造とその崩壊特性

### 主な設備等

- ・HPGe検出器6台及びロボット自動測定システム
- ・BGO検出器同時計数システム
- ・真空ライン
- ・高速液体クロマトグラフ装置

順調に行なわれた結果がこのような数字に反映されたのだと思います。今後もこの良き傾向が増幅されることを強く希望します。

(東京大学原子力研究総合センター 大学開放研究室 澤幡裕之)

## 東北大学原子核理学研究施設

東北大学核理研では平成13年度の実験申込が以下の様な課題で申し込まれています。核理研では皆さまの積極的な利用をお待ちしています。

### 放射化学物性関連分野

#### 平成13年前期

2420	関根 勉	東北大院理	長寿命放射性核種の環境中移行における基礎化学反応研究
2421	藤川辰一郎	東北大院工	軽金属における拡散
2422	大浦泰嗣	都立大院理	光核破碎及び光軽核生成反応の放射化学的研究
2423	鹿野弘二	NTT	ファイバンプ用ガラス中の炭素の光量子放射化分析
2424	中西 孝	金沢大院理	$^{230}\text{Th}(\gamma, n)$ 反応で生成する $^{229\text{m}}, ^{229}\text{Th}$ の反跳捕集
2425	海老原充	都立大院理	宇宙・地球化学的試料の光量子放射化分析
2426	三頭聡明	東北大金研	Th-229mの製造とその崩壊特性
2427	大槻 勤	東北大核理研	標識化による金属内包フラーレンとその応用研究
2428	秋葉健一	東北大多元研	K-Hゼオライトへの放射性核種の吸着挙動

#### 平成13年後期

2437	秋葉健一	東北大多元研	フライアッシュのゼオライト化及び核種の分離固定
2438	鹿野弘二	NTT	ファイバンプ用ガラス中の炭素の光量子放射化分析
2439	藤川辰一郎	東北大院工	マグネシウムにおける拡散
2440	海老原充	都立大院理	宇宙・地球化学的試料の光量子放射化分析
2441	関根 勉	東北大院理	長寿命放射性核種の環境中移行における基礎化学反応研究
2442	大槻 勤	東北大核理研	標識化による放射性クラスターの研究及びその応用
2443	中西 孝	金沢大院理	Th( $\gamma, n$ )及びTh( $\gamma, p2n$ )反応で生成する $^{229\text{m}}, ^{229}\text{Th}$ の収率測定
2444	福島美智子	石巻専修大	海洋環境における動植物の多元素同時放射化分析
2445	三頭聡明	東北大金研	Th-229mの製造とその崩壊特性

### 主な設備等

- ・HPGe検出器6台及びロボット自動測定システム
- ・BGO検出器同時計数システム
- ・真空ライン
- ・高速液体クロマトグラフ装置

- ・飛行時間質量分析装置
- ・カマック  $\alpha$ - $\gamma$  同時計数システム
- ・その他

(東北大学原子核理学研究施設 大槻 勤)

## 京都大学原子炉実験所

### KUR の現状

京大原子炉実験所は1995年(平成7年)に研究組織の再編成が行われ、新たな研究体制のもとでKURの健全性を確保するため整備を行い、これを用いて特徴のある研究を推進し、その発展として核融合までも視野に入れて核エネルギーの新利用方式に関連した原子核エネルギーの分野と放射線・粒子線の高度利用の分野の新しい研究動向に対応する事になっている。同時にスタートした5カ年の特別整備計画において、KURと関連実験設備の整備が順次進められて、それとともに、さらに新しい研究動向に対応するため実験所将来計画の検討が積極的に行われている。

また、長年の懸案事項である使用済燃料の処遇について新たな進展が見られ、米国への搬出が可能になり、2007年に全ての搬送を終えることを目標に作業が進められている。一方、使用済燃料の引き渡し契約において、核不拡散政策への協力のため、手持ちの高濃縮ウラン燃料による運転の期限が2006年3月末日という約束をした。この期限以降は高濃縮ウランを用いてKURの運転は継続できないので、運転継続する場合は低濃縮化が必要となる。低濃縮化に向けては燃料の入手、使用済燃料の処分の方法、設置変更承認などを解決しなければならない。燃料入手は国家的問題であり、運転継続については地元の下承も必要である。それに低濃縮使用済燃料の処分方法も問題となっている。現段階では燃料を低濃縮化して2006年からの運転が間に合わない状況である。最悪の事態としては2006年で停止というシナリオもありうる。

今後、KURの燃料を低濃縮化して継続運転したとしてもどの程度まで行えるかが問題である。さらに実験所ではKURに代わる中性子利用の基礎研究を推進する将来計画として、未臨界炉と加速器を組み合わせたハイブリッド型中性子源の計画がある。国の財政事情、省庁再編、地元の了解、大学法人化、省庁統合後の研究機関の連携など流動的要因が多々あり、構想の域を脱していない。

(京都大学原子炉実験所 高田 実弥)

- ・飛行時間質量分析装置
- ・カマック  $\alpha$ - $\gamma$  同時計数システム
- ・その他

(東北大学原子核理学研究施設 大槻 勤)

## 京都大学原子炉実験所

### KUR の現状

京大原子炉実験所は1995年(平成7年)に研究組織の再編成が行われ、新たな研究体制のもとでKURの健全性を確保するため整備を行い、これを用いて特徴のある研究を推進し、その発展として核融合までも視野に入れて核エネルギーの新利用方式に関連した原子核エネルギーの分野と放射線・粒子線の高度利用の分野の新しい研究動向に対応する事になっている。同時にスタートした5カ年の特別整備計画において、KURと関連実験設備の整備が順次進められて、それとともに、さらに新しい研究動向に対応するため実験所将来計画の検討が積極的に行われている。

また、長年の懸案事項である使用済燃料の処遇について新たな進展が見られ、米国への搬出が可能になり、2007年に全ての搬送を終えることを目標に作業が進められている。一方、使用済燃料の引き渡し契約において、核不拡散政策への協力のため、手持ちの高濃縮ウラン燃料による運転の期限が2006年3月末日という約束をした。この期限以降は高濃縮ウランを用いてKURの運転は継続できないので、運転継続する場合は低濃縮化が必要となる。低濃縮化に向けては燃料の入手、使用済燃料の処分方法、設置変更承認などを解決しなければならない。燃料入手は国家的問題であり、運転継続については地元の了承も必要である。それに低濃縮使用済燃料の処分方法も問題となっている。現段階では燃料を低濃縮化して2006年からの運転が間に合わない状況である。最悪の事態としては2006年で停止というシナリオもありうる。

今後、KURの燃料を低濃縮化して継続運転したとしてもどの程度まで行えるかが問題である。さらに実験所ではKURに代わる中性子利用の基礎研究を推進する将来計画として、未臨界炉と加速器を組み合わせたハイブリッド型中性子源の計画がある。国の財政事情、省庁再編、地元の了解、大学法人化、省庁統合後の研究機関の連携など流動的要因が多々あり、構想の域を脱していない。

(京都大学原子炉実験所 高田 実弥)



京都大学原子炉実験所 平成13年度共同利用採択一覧

	申請者	研究題目
4	高松武次郎(国立環境研)	バikal湖堆積物を用いた古環境の復元
5	今井佐金吾(神戸環境研)	放射化分析法による植物、特にせん苔類、羊歯類の微量元素濃縮と環境評価の研究
7	飯田 孝夫(名大院工)	コンクリート中に含まれる放射化断面積の大きい微量元素の定量
11	鎌田 正裕(東京学芸大)	ジルコナイトを用いた放射線教育用実験教材の開発
14	橋本 哲夫(新潟大理)	絶縁性物質の放射線照射に伴う欠陥生成と発光現象
17	矢永 誠人(静岡大理)	垂鉛欠乏マウス臓器中の微量元素の分析
18	吉谷 昭彦(鳥取大)	放射化分析等による微量元素組成からみた黒曜石の特性に関する研究
21	石渡 明(金沢大理)	マントル起源岩石の中性子放射化分析
22	加藤喜久雄(名大水圏)	放射化分析による土壌における森林火災の履歴の解明
23	増澤 敏行(名大水圏)	海洋の生物生産・沈降・堆積に伴う親生物微量元素動態の研究
27	森澤 真輔(京大院工)	環境中におけるアンモニアの動態把握とリスクの低減策に関する研究
28	金沢 哲(京大工)	炭化ケイ素の中性子照射効果と核転換注入に関する研究
34	天野 良平(金沢大医)	動物及びヒトにおける脳内微量元素の放射化分析
40	溝畑 朗(大阪府大)	大気エアゾール粒子のキャラクタリゼーション
41	小島 貞男(愛知医大)	放射化分析による環境中の微量元素の分布と挙動
44	佐野 栄(愛媛大教)	付加体構成岩類の微量元素組成
47	若山(関西鍼灸短大)	紀伊半島における神経変性疾患の環境要因分析と東洋医学的治療薬開発のための基礎的研究
48	片山 幸士(京大院農)	水-土壌-植物系での微量元素および放射性核種の移行
51	平良 初男(琉球大理)	珊瑚礁、沖縄トラフ海底堆積物の微量元素含有量
52	水田 敏夫(秋田大工)	鉱床及び関連火成岩類の地球化学的研究
53	堀内 将人(大同工大)	大気-水-土壌-植物系を通じた微量重金属の動態把握とリスク評価に関する研究
54	関 達也(岡山理大)	放射化分析による陸源堆積物の研究
55	岩本 多実(福井工大)	未攪乱閉鎖系山頂池における碎屑粒子堆積物の溶脱挙動に関する研究
57	増澤 文武(元興寺文研)	有機物の付着する出土金属器の放射化分析並びにその画像解析とデータ集積
60	福島美智子(石巻専大)	海洋生態系における生物の中性子放射分析
61	桜井 弘(京都薬大)	金属医薬品を投与した動物組織中生体微量元素の定量
68	荒川 泰昭(静岡県大)	脳及び胸腺免疫における病的老化と微量元素に関する研究
71	小山 元子(都産業研)	放射化イメージング法による微量元素の二次元分布状態に関する研究
86	小林 貴之(日大文理)	宇宙物質の放射化分析
87	武蔵野 実(京都教大)	第四紀堆積物の化学組成と環境変動
89	佐藤 武雄(都神経研)	ヒト組織中の各種元素の放射化分析
90	大森佐與子(大妻女大)	毛髪元素の基礎的・応用的研究—栄養管理・病態把握の試み—
P5-6	風間 重雄(中央大理工)	原子・分子クラスターのつくる新奇な凝縮系物質の構造と電子状態の研究(2)
P5-7	松山 奉史(京大原子炉)	核的手法による機能性高分子の電気・光物性

# 将来計画

大強度陽子加速器プロジェクトの現況とそれへの対応について

都立大大学院理学研究科 海老原充

## 1. はじめに

すでに多くの方々にとっては御承知のことと思いますが、KEK と原研が共同で表記のプロジェクトを推進しており、本年度から予算化されています。加速器の建設予定地は原研東海研敷地内の南に位置するところです。中性子利用分析グループとしても将来を展望して積極的に議論に参加すべきであると考えて、昨年 11 月に福岡で開催された放射化学学会年会（APSORC と共催）の放射化分析分科会において、原研の大島真澄氏に加速器計画の概要、および中性子利用分析としてどのようなことが計画されているか、という点について講演をしていただきました。話の中で、大島さんは放射化分析グループからの積極的な支援を強く訴えられました。

この計画はすでに予算化されていることでもわかる通り、プロジェクトの計画立案はかなり前から行われてきました。プロジェクト自体は KEK と原研に閉じられたものではなく、広く一般に参加が呼びかけられています。これまで中性子散乱研究の分野では、両研究機関に加えて、大学の研究者グループからも参加表明が示されてきました。加速器による中性子発生装置は中性子源としてみた場合、原子炉の代替となるようなものでは必ずしもありませんが、中性子源として利用できることは間違いありません。また、パルス状に供給される中性子の特性を生かして、新しい分析への応用も考えられます。このような事を考えれば、中性子分析グループとしても将来を展望して、積極的に参加すべきでしょう。本稿ではプロジェクトの現況を紹介した後、我々放射化分析研究会として現在どのような方針で望みつつあり、今後どのように推移していくかを記し、会員諸氏の関心に答えられればと思います。

## 2. プロジェクトの現況

以下の文章はプロジェクトに関連する装置の提案に関して、プロジェクトチームから将来のプロジェクト参加者に向けて発信されたものです。プロジェクトの現況を知るには最適な情報であると考えられます。これらはすでに放射化分析研究会メーリングリストを通じて会員の方々に発信されていますが、ここに資料として再度採録します。

### (1) (メール1)

標題：装置提案スケジュール変更のお知らせ

発信日：2001年11月12日

発信者：統合計画計画調整グループ中性子担当 池田 進、大山幸夫

宛先：実験装置懇談会の皆様、中性子ビーム利用者の皆様

10月18日の第1回実験装置設計連絡会の際に皆様に装置提案の至急なとりまとめを依頼しておりましたが、提案グループの準備状況の差異、本懇談会の進め方、さらに予算要求の年次計画等についての十分な検討を行う必要があります、時間に余裕を持った進め方をすることになりました。従いまして、先日設定しました11月末の作業締め切りは延期することにし、詳しいご案内は後日にさせていただきます。これに伴い、11月15日に予定しておりました提案書作成の中間報告のための第2回実験装置設計連絡会もまた延期させていただきます。

#### <変更の理由>

大強度陽子加速器プロジェクト中性子源の実験装置に関する情報の提供と装置検討の技術支援を目的として、実験装置懇談会を設置しました。この会は、プロジェクトチームとは独立したもので、当面プロジェクトチームの計画調整グループの中性子担当が世話人を務めさせていただきますが、将来は、大強度陽子加速器施設の中性子ビーム利用者が主体的に活動する利用者懇談会に発展、統合されていくものと考えております。

中性子源に設置する実験装置選定に関しては、中性子実験装置計画検討委員会（装置委員会）の設立を提案しております。装置委員会は（1）装置配置の全体計画、（2）設置の基本原則、（3）提案された実験装置の技術的、科学的事項、等を審議し、提言を行なうものです。現在関係者によりその設置が議論されておりますが、年内の設置は困難な状況にあります。当初、装置委員会は12月に開催されると考えられていたために、皆さんに「11月末までに、装置提案書の提出をいただきたい」とご案内を出しておりました。しかしながら、装置委員会設置の遅れや、提案グループの準備状況の差異、本懇談会の進め方、さらに予算要求の年次計画等についての十分な検討を行う必要があることが議論され、スケジュールに余裕を持った進め方をすることになりました。このような理由により、皆様に装置提案の準備を引き続きお願いするものの、その提案とりまとめを延期することになりました。

一部の方には混乱を与えご迷惑をかけたこととお詫びするとともに、今後とも皆様の御協力をいただきますようお願いいたします。

#### (2) (メール2)

標題：実験装置懇談会の進め方について

発信日：2001年11月13日

発信者：統合計画計画調整グループ中性子担当 池田 進、大山幸夫

宛先：実験装置懇談会の皆様、中性子ビーム利用者の皆様

プロジェクトチームとして、実験装置懇談会及び装置検討の進め方について以下のように考えております。この件で何かご質問がございましたら、担当 (susumu.iked@kek.jp, oyama@cens.tokai.jaeri.go.jp)までご連絡下さい。

##### (i) 実験装置懇談会

大強度陽子加速器プロジェクト中性子源の実験装置に関する情報の提供と装置検討の技術支援を目的として、実験装置懇談会を設置しました。この会は、プロジェクトチームとは独立したもので、当面プロジェクトチームの計画調整グループの中性子担当が世話人を務めさせていただきますが、将来は、大強度陽子加速器施設の中性子ビーム利用者が主体的に活動する利用者懇談会に発展、統合されていくものと考えております。設置する実験装置選定に関しては、中性子実験装置計画検討委員会（装置委員会）の設立を提案しております。装置委員会は（1）装置配置の全体計画、（2）設置の基本原則、（3）提案された実験装置につ

いて審議し提言を行なうことを考えております。

#### (ii) 実験装置設計連絡会

実験装置懇談会には本施設の実験装置に関心のある研究者の方々に参加していただき、革新的な実験装置がそこから数多く提案されることを期待しております。このためにも、プロジェクトチーム側からは、実験装置懇談会に、設計に必要な情報提供をできる限り行ない、また、技術支援を行なうことを考えています。実験装置設計連絡会は、この情報提供・技術支援の一環として開催されるもので、特に、提案者が一堂に会して説明することが必要な場合にのみ開催されるものです。第1回は、10月18日に開催されております。なお、普段のプロジェクトチーム側連絡/説明担当者は、古坂氏 (michihiro.furusaka@kek.jp) と新井氏 (masatoshi.arai@kek.jp) とさせていただきます。

「追記」本施設の一般最新情報だけをほしいとの希望があります。これに対しては、中性子利用者グループメーリングリストを整備し対応することにしたいと思っております。実験装置懇談会に参加されている方々は、自動的に、このメーリングリストに加えさせていただきます。

#### (iii) 実験装置の提案

実験装置を建設するにあたり、その建設予算、人員を、いかに確保するかは重大な問題であります。米国の SNS 計画では、予算と人員を用意する実験装置提案チーム・機関には、全チームタイムのかかなりの割合をチーム割当とする基本ルールを作り、外部機関からの優秀な提案をプロモートしている様です。本プロジェクトでも、国内外の機関からの優秀な提案をどのように受けるかを早急に検討していく予定で、既に、基本ルールの骨子を作成し、上述の装置委員会の諮問にかけたいと考えております。本施設では約25本のビームラインが設置できる予想ですが、KEK・原研が全部の建設予算と建設人員を用意できる見通しはありません。従って、統合計画の予算ではなく機関資金や競争的資金等の獲得を眼中に入れて、独自に建設チームを組織することを思慮して、優秀な装置提案をしていただくことを期待しています。

#### (iv) プロジェクトチーム提案

プロジェクトチームは、現在、早期に行わねばならないターゲット設計や建家関連の具体的設計作業を鋭意進めておりますが、今や、設置される実験装置を想定した、具体的な線源設計や建家関連設計の詳細が求められております。プロジェクトチーム提案の10台の装置については、代表的な装置として線源設計や建家関連設計の詳細を決める際の、基準となると考えられるため、今後早い時期に、プロジェクトチーム内の作業として、詳細な設計作業を、組織的に、集中的にかつ早急に行ないたいと考えております。他に想定される実験装置については、その結果を簡便にスケールすることによって、必要な情報をターゲット設計・建家関連設計グループに渡せるものと考えております。従って、上述の委員会の審議にも早急に載せられるよう対応していきたいと考えています。

#### <プロジェクトチーム提案の10台>

8月9日の中性子施設研究会でプロジェクトチームから説明した10台の分光器提案がプロジェクトチーム提案です。これらは、これまで分光器検討班及び研究会等で検討されてきた約40台の分光器案を基に、一般的に施設にあるべきと思われる典型的な中性子実験装置としてプロジェクトチーム内で検討を行い、現在の原研、KENSの持つ役割を包括しつつ、予算要求及び建設体制等の観点からチームとして提案できるものとして下記の10台をチームとして選びました。今回の委員会でこれらを提案することになります。

##### 1) 生物用構造解析装置

- 2) 非弾性（マイクロ eV）分光器
- 3) ナノスケール構造解析装置（小・中角散乱）
- 4) 残留応力測定装置
- 5) 大強度粉末回折装置
- 6) 低エネルギー型チョッパー分光器
- 7) 反射率計
- 8) 超高分解能粉末回折装置
- 9) ナノ材料解析装置（汎用全散乱）
- 10) 高分解能型チョッパー分光器

(v) 今後の予定

統合計画に関する各種の委員会の立ち上げが遅れており、その余波として、中性子実験装置計画検討委員会の立ち上げが遅れております。このため、プロジェクトチーム内で、(1) 装置配置の全体計画 (2) 設置の基本原則 (3) 設置する実験装置についてある程度の決断をしながら作業を進めていかざるを得ない状況にあります。中性子実験装置計画検討委員会が実現した際には、それらを御報告し、審議を賜りたいと考えております。

今回のプロジェクトチーム提案以外の装置にも大きな期待がかけられていることは承知しております。推進体制下の分光器検討班及び研究会等で検討されてきた約40台を考慮に入れながら、プロジェクトチーム提案装置及びチーム外提案装置を、中性子実験装置計画検討委員会で検討していただきたいと思っております。当然、適切な期間内に建設着手の見込みの立たない実験装置提案は見直していくことになると思います。装置建設予算は、いつどのような形で実現するかは今のところ明確ではありません。すべて今後の努力にかかっております。よろしくご協力をお願いします。

### 3. 放射化分析研究会としての対応

このプロジェクトは放射化分析研究者グループとしても大変興味があるものですが、「興味がある」という感覚ではとても済まされない問題でもあることは言うまでもありません。前述の分科会の中に「放射化分析研究会」のミーティングとしての場も設定していただき、大島氏の講演を引き継いで、今後「放射化分析研究会」としてどのように対処すべきか、というテーマで議論しました。十分な時間がとれなかったこともあって、不十分な議論のうちその場を収めることになりましたが、それなりの意見集約を遂げることが出来ました。そこでの意見は以下のようにまとめられます；

1. 放射化分析研究者も積極的にプロジェクトに参加し、今後の研究の場を確保すべきである。特に今後の日本における研究用原子炉の展開を見渡すと、その必要性は論を待たない。
2. このような認識から、「放射化分析研究会」としても積極的に関わる。
3. 今後の計画への関わりについては、原研の大島氏と「放射化分析研究会」を代表して海老原が原研一放射化分析研究者の連絡役となる。
4. 計画に盛り込む案づくりを大島氏を中心に行う。関心を持つ研究者からの積極的な提案を期待する。

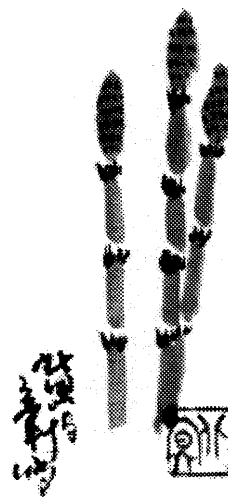
その後、この問題は放射化分析研究会のみで閉じて議論するのは得策でないと考え、昨年12月末の放射化学会の理事会でこのプロジェクトへの学会としての支援を訴えました。これに対して理事会からは快諾が得られ、今度の対応について私に一任されました。そこで、これまでの流れを受けて、放射化分析研究会と放射化学会合同のワーキングチームを構成して対応することにしました。今後、大島氏を中心とした原研側の研究者と話し合いの場を持ち、中性子利用分析グループ+核化学、放射化学グループとしての計画案を作成するという段取りになります。分科会での大島氏の話では計画案の提出期限が11月末までということでしたが、その後締め切りが延びており、現時点では3月末を締めきりとするとのことようです。従って、これまでの間に何名かの会員から積極的なプロジェクト参加へ向けての具体的提言が寄せられていますが、でもまだ計画に反映できる段階にあります。以上の状況を考え、会員諸氏の積極的な提言、参加を再度訴えます。

— . — . — . — . — . — . — . — . — . — . —

大強度陽子加速器計画ホームページ:

[http://jkj.tokai.jaeri.go.jp/index\\_j.html](http://jkj.tokai.jaeri.go.jp/index_j.html)

中性子ビーム関連は物質・生命科学実験施設をご覧ください。



# 展 望

## 2001 FNCA 研究炉ワークショップ

標記ワークショップが2001年11月5日から9日の間、北京で開催された。本ワークショップは文部科学省の予算の枠内で、原研と開催国側の政府機関が主催するもので、これまでも過去約10年の間、ほぼ毎年開催されてきた。今年のワークショップは韓国で開催され、その概要については本誌 No.12 で研究会報告として報告されている。研究炉ワークショップは研究用原子炉を持つアジアの国々が参加し、共通のテーマで議論し、一定期間活動を継続させるもので、これからの日本の放射化分析の展望を考えると、大変大事な活動の場であり、今後の活動の拠点の芽となりうるものであると考えられる。そこで、本稿では1研究会報告としてではなく、少し掘り下げて、このワークショップの背景から今後の展望について記述したい。なお、「学会・研究会等報告」に掲載の笹島氏のレポートも参照されたい。

(東京都立大学大学院理学研究科 海老原 充)

### FNCA とは

ワークショップの頭にある FNCA とはアジア原子力協力フォーラム (Forum on Nuclear Cooperation in Asia) の略称で、2000年11月に第1回の会議がタイで開催された。この FNCA はそれ以前の10年間、アジア地域原子力協力国際会議 (ICNCA) の名前で行われてきた活動を引きついたもので、アジアの発展のために原子力技術の効果的な利用を推進することを目的としている。具体的には、以下の7つの分野でアジア地域原子力協力活動 (RNCA) を実施するとされている：

1. 研究炉利用
2. 農学へのラジオアイソトープ・放射線の利用
3. 医学へのラジオアイソトープ・放射線の利用
4. 原子力の広報
5. 放射性廃棄物管理
6. 原子力安全文化
7. 人材養成

FNCA には日本をはじめ、オーストラリア、中国、インドネシア、韓国、マレーシア、フィリピン、タイ、ヴェトナムのアジア地域9カ国が参加している。FNCA の具体的な活動は各国のコーディネータの会合で策定され、各分野で社会的・経済的効果が期待できるプロジェクトが立案され、各分野のプロジェクトリーダーに具体的な活動が委ねられる。

ちなみに、第1回コーディネータ会議は2000年3月に開催され、2000年度開催のワークショップについて議論された。ワークショップの開催は各分野ごとに行われ、そこでのイニシアチブは財政的にも、実質的な討議の面でも必然的に日本が中心になってとることになる。研究炉利用の分野には2001年度からは次の3つの活動が取り上げられ、サブグループを形成している：

1. Tc ジェネレータ
2. 放射化分析
3. 中性子散乱

フォーラム会議は各国の原子力政策担当の大臣級の役人で構成されるが、活動方針の策定など、実質的な議論は各国のコーディネータによって行われ、日本からは原子力産業会議常務理事の町末男氏がその任にあっている。また、研究炉グループのグループリーダーは原研東海研副所長の竹下氏が務められており、放射化分析サブグループのリーダーは筆者が務めている。日本のサブグループリーダーが、該当するサブグループのプロジェクトリーダーも兼ねることになっている。

## 2001 研究炉ワークショップ

昨年度のワークショップは韓国の太田（Taejon）で開催され、韓国原子力研究所（KAERI）と日本原子力研究所（JAERI）が主催団体をつとめた。形の上では新しいFNCA体制で行われたワークショップであったが、実質的には従来のICNCA体制としての最後のワークショップとしてとらえられるべきものであった。このワークショップに関しては「放射化分析」誌 No. 11 に関連記事が掲載されており、参照されたい。前述のとおり、2000年までと2001年以降ではワークショップの背景にあるフレームが異なり、昨年のワークショップと今年のそれとの間にはいい意味での不連続が生じた。もっとも大きな違いは、ワークショップ参加者の目的意識がより強く求められることになったことである。研究炉利用ワークショップの中のサブグループにも変更が生じ、前掲の3つのグループに絞られる結果となった。中性子放射化分析はこれまでもグループの1つであったが、そこで取り上げるべき課題に変更が生じることになった。昨年度のNAAグループの課題は「利用者支援システム」ということで、 $K_0$ 法を中心に据えたものであり、その延長線上で仮に決められていた今年度のテーマは「即発 $\gamma$ 線分析」であった。

新しいFNCA体制のもとでの研究炉ワークショップではテーマの見直しが行われた。確かに $K_0$ 法や即発ガンマ線分析（PGA）といったテーマでは対応ができるのは日本を除くとほとんどなく、今後の課題としては各国の興味を引くにしても現実的な実効を伴う議論には発展しにくい状況にあることは否めない。そこで今年からの中性子放射化分析で取り上げるべきテーマとして、日本のコーディネータ町末男氏から次の2つの可能性について打診を受けた。一つは環境試料分析、もう一つは資源探査手法としての中性子放射化分析



の有効性に関するものであった。多少の議論を経て、当面の課題としてはじめのテーマを実施することで合意した。この議論の結果は各国のコーディネータ会議を経て、2001年からの新しい中性子放射化分析の課題として正式に採用された。この各国のコーディネータ会議の前のテーマの絞込みはグループリーダーである竹下原研副所長、および文部科学省担当者も同席した会議で決定されたものである。

この様な経緯から採用された中性子放射化分析のテーマは環境試料をキーワードに、ワークショップ参加国による環境試料の試料採取、中性子放射化分析法による分析、およびデータの相互比較を行おうとするものである。具体的には、sampling 条件を揃え、分析法として共通の手法を用い、データの評価も共通の比較標準試料 (SRM) を用いて、いわゆる QA/QC を配慮した上でデータ取得を行うことを目指すものである。さらに重要なこととして、このような体制、枠組みに、得られた環境試料分析結果を、いわば「出しっぱなし」の状態であって置くことなく、その後の効果まで follow-up すべきであるとし、例えば是非とも行政レベルにまで届くような配慮、努力をワークショップ参加者が持つことが強く求められている。以上のような背景、経緯のもとに 2001 年、北京で開催されたワークショップの内容を次ページ以降に掲載する。これはワークショップの報告書としてまとめられたものであるが、オリジナルは英文で作成されている。なお、中性子放射化分析サブグループのメンバーとしてこのワークショップに参加した日本側メンバーは、私の他に、大歳恒彦 (東北公益大学)、笹島文雄 (原研)、大浦泰嗣 (都立大学) の諸氏である。

ワークショップ報告にまとめられているように前半では各国からの報告があり、後半で今後 2005 年までの間に NAA グループとして何を行うか、という、今後の活動方針について議論された。各国からの報告として、あらかじめ環境試料—特に大気浮遊塵の NAA に関する現状の報告をしてほしい旨参加者に呼びかけていたが、必ずしもそのような報告ばかりではなかった。今後の活動方針として、2つの課題について議論した。一つは分析対象とする環境試料—大気浮遊塵に関してであり、その採取方法・条件・頻度等々、詳しく議論した。試料採取にあたって条件を揃えるためにフィルターを日本側が準備し、各国に分配するよう要請された。なお、試料採取は 2002 年 1 月から各国の都市部と遠隔地の 2箇所で月 2 回行うことが合意された。

もう一つの課題は分析手法に関してであり、2000 年のワークショップでデータ解析手法として  $K_0$  法を用いることが合意されたが、2001 年のワークショップでも再度確認された。 $K_0$  法を用いるためには計算用のソフトウェアの利用が必須であり、その選択肢としては次の 3つが考えられた：

- ① ヨーロッパを中心に普及している商業版ソフトウェア (KAYZERO+SOLCOI)
- ② 中国版ソフトウェア
- ③ 新しく開発するソフトウェア



- ii. 海老原 充（日本）「Application of neutron activation analysis to geological samples」  
中性子放射化分析の地球外物質の分析への適用性に関して講演した。

（各国の報告－サブテーマごとの会議における講演）

- iii. Arporn Busamongkol（タイ）「Neutron Activation Analysis for Environmental Samples in Thailand」

中性子放射化分析のための施設と分析手法（比較法）について紹介し、大気浮遊塵の調査結果を示した。

- iv. Tuan Ngoc Nguyen（ヴェトナム）、「Progress report on neutron activation analysis at Dalat (Vietnam) Nuclear Research Reactor」

Dalat の研究所における RNAA、INAA+比較法、INAA+k<sub>0</sub> の材料分析への応用例を紹介したほか、大気浮遊塵、海洋環境試料、地質試料等々の分析への適用例を紹介した。

- v. Abdul Khalik Bin Wood（マレーシア）「Application of nuclear and related analytical technique in various field of studies in Malaysia.」

NAA, ICP-MS, CHN 分析 及び GCMS 等の分析手法について説明した。INAA は、比較法によって実施し、研究所内外の求めに応じて、大気浮遊塵、海洋環境試料のような環境試料等の元素分析に利用されている。

- vi. Zhang Zhiyong（中国）「Application of NAA at Institute of High Energy Physics at the laboratory of nuclear analytical technique」

中国科学院高エネルギー物理学研究所における Molecular Activation Analysis の適用例について報告した。この手法は、全元素分析に加えて、生命科学、考古学試料及び地質／宇宙試料等々の試料について、元素の化学形ごとに定量分析できる。

- vii. Flora L. Santos（フィリピン）「Collaboration in air particulate analysis through sharing of regional resources」

蛍光エックス線分析（XRF）を用いて、大気浮遊塵中の元素組成を求め、その結果から汚染源を推定する手法（Positive Matrix Factorization）について紹介した。

- viii. Sutisna（インドネシア）「The role of NAA in environmental pollution studies」

Serpong の中性子放射化分析研究室における中性子放射化分析グループの活動について報告した。湖沼および河川堆積物の分析に中性子放射化分析を適用しているほか、インドネシアの環境研究所と共同で大気浮遊塵の調査を実施している。

- ix. 大歳恒彦（日本）「Particulate matter and neutron activation analysis」

過去に行われた日本における大気汚染調査結果を詳細に報告した。国内の様々な場所から PM10 の大気浮遊塵を採取し、得られたデータは日本の大気汚染の状況を評価するのに大変有効であった。試料の分析には中性子放射化分析を用いた。

- x. Ni Bangfa（中国）「Introduction of k<sub>0</sub> method of NAA and extension」

中国原子力研究所で開発した  $K_0$  法を紹介し、正確で精度の高いデータを得るために、常に改良を加えている状況を説明した。この  $K_0$  法ソフトウェアパッケージの特徴は、比較法による定量値が同時に得られる様にユーザーが選択できる点である。

xii. 大浦泰嗣（日本）「Instrumental Neutron Activation Analysis of Geochemical Samples by  $k_0$  Standardization Method Using Short Lived Nuclides」

ヨーロッパ版  $K_0$  ソフトウェアパッケージを地質試料の分析のために利用して得られた結果をもとに、同パッケージについて評価した。

xiii. 笹島文雄（日本）「Demonstration of KAYZERO/SOLCOI Software」

同様に、ヨーロッパ版  $k_0$  ソフトウェアパッケージの性能について詳細に説明した。

xiv. Yom Sam Chung（韓国）「Current Status of NAA in Hanaro Research Reactor」

（今回のワークショップの中性子放射化分析サブグループに韓国の代表者の参加はなかったが、Country report の中で中性子放射化分析の現況を報告した。）韓国原子力研究所では、比較法による PGAA、NAA の実施が可能であり、大気浮遊塵、食物・生体関連試料のような環境試料の分析に利用されている。

全体として、フィリピンからの参加者を除いた他の参加者は、特に環境調査における NAA の開発と適用について報告した。ただフィリピンの参加者は、大気汚染調査のための蛍光エックス線分析 (XRF) の適用性に関する調査結果を報告した。大気汚染の研究は、ほとんどの参加国で現在行われている共通の課題である。このサブグループでの講演に先立って、この分野の二人の招待講演者が、(i)NAA 技術に関する最新の開発と  $k_0$  法のような技術の適用、及び (ii)地質学的研究を含めた様々な分野での利用、に関して報告した。

## 2.0 将来活動についての討論

まずはじめに、放射化分析サブグループとして、参加国の大気浮遊塵のデータを収集し、次いでその結果を（各国の環境行政に反映させるべく努力する、という FNCA プロジェクトリーダー会議での合意を確認するとともに、得られた成果を埋没させないようにするため）国際論文誌に公開することを目指す、ということ合意した。そのもとで、会議の中では次の 2 つの具体的な議題について議論した。

- i. それぞれの参加国によって適用される手法について
- ii. 計画の枠内で各国が行うべき作業

中性子放射化分析において適用すべき手法としては、従来の比較法に加えて  $k_0$  法を適

用することを合意した。現在、中国、ベトナム、日本において  $k_0$  法を実施できる環境にある。中国の CIAE 及び NINT とベトナムは、独自の  $k_0$  法ソフトウェアを開発しており、一方、日本では、市販のソフトウェアを用いて  $k_0$  法を利用する技術を得ている。この市販ソフトウェアは、参加国の関係各研究所が購入し、普及するには非常に高すぎるとの報告があった。本ワークショップ期間中、中国の CIAE において、全ての参加者の参加の下で彼らが開発した  $k_0$  法のデモ実験を行なわれた。

計画に参加するすべての国にとって望まれることは、 $K_0$  法を実際に分析に利用できるように開発できることである。それは、分析値の正確さを評価するためにデータの数を増やすことが出来るとともに、標準試料にない元素についても分析値が得られるからである。

製品化されていない、我々のグループ内で独自に作成した (home-made) ソフトウェアは、本計画にとって最もものぞましい。その点で、CIEA ソフトウェアパッケージが我々の目的にとって最適であるとの合意を得た。その為には、CIAE の Dr. Ni を日本に招聘し、日本の適当な機関 (日本原子力研究所) でそのパッケージをインストールし、動作や適用性を確認する必要がある、その為の費用を事務局がしかるべき部局に打診する事が期待されるとの意見で一致した。これにより、日本の研究者・技術者によってソフトウェアパッケージの詳細な評価が可能となり、評価の結果を日本以外のすべての参加国に知らされることになる。最終的にこの計画に関係する参加者がソフトウェアパッケージの適応性に満足すれば、このソフトウェアパッケージの購入のためにしかるべき資金源を探らなければならない。

### 3.0 活動計画概要の詳細

すでに述べたとおり、放射化分析サブグループの活動計画の一つとして大気汚染の調査 (大気浮遊塵中の元素プロファイルの収集、分析、データ解析) をすることを合意した。この同意には次のような背景がある。

i. 現在、すべての参加国は、粒度別 (PM2.5, PM2.5-10) に大気浮遊塵を収集する装置を持っている。

ii. 全粒子 (TSP) よりも、粒度ごとの元素プロファイルのほうが大気汚染についての多くの情報をもたらす。例えば、元素プロファイルは汚染源を特定し、粒度の細かい粒子は健康に甚大な影響を与えることが分かっている。

参加国内でお互いに比較しうるデータを得るため、以下のような事項を合意した。

項目	方法	備考
1. サンプラ	PM10 又は PM2.5 サンプラ 例えば、GENT Stack Filter Unit	少なくとも、各国、2つの装置を使用する
2. フィルター材	元素のブランク濃度の低いポリカーボネイトフィルタ	日本側がフィルターを購入し、各国に配布する可能性を検討する。費用については関係機関に打診。
3. サンプリングの頻度	月1回	2種類（粒度別）
4. 元素のタイプ	検出される全元素	Ko 法により、検出元素数の増加が見込める。
5. QC/QA	コントロール試料を用いる；例えば標準試料 NIST SRM-1632 又は NIES No.8。	日本側が標準試料を購入し、各国に配布する可能性を検討する。費用については関係機関に打診。
6. サンプリング場所の適用	汚染源を避けること。	草地は、サンプラへの土の混入とサンプルの汚染を防止する。 サンプリング域に、その場固有の汚染源がないこと。 大規模汚染源からの最小距離を 10km 又はそれ以上とること。
7. サンプリング場所	都会と地方	

#### 4.0 2002年における活動計画

大気浮遊塵のサンプリングは、来年1月から開始し、2005年の本プロジェクトの終了まで継続することを合意した。まず、すべての参加者は、回収したフィルター（2002年7月分までとして、PM2.5の7種類とPM2.5-10の7種類）の分析結果を2002年のFNCAワークショップで報告する。また、保証値の与えられている標準試料がこの分析に利用できるかどうかの適応性の調査を併せて実施することも合意した。この調査は、それぞれの国が3つの異なった質量（10mg, 30mg 及び 100mg）の標準試料を分析することによって行う。この間、2.0項で述べたCIAEで作成したk<sub>0</sub>法のソフトウェアパッケージの評価を日本を中心に行い、2002年のワークショップ開催時に分析手法に関して何らかの結論を得ることを目標とする。

## 資料

日本の研究炉の問題については今までのところ大きな進展がありませんが、12月5日、文部科学省の原子力関係の課長会議で、井上信（京大原子炉実験所長）、岡芳明（東大院工 教授）、伊藤泰男（東大原総セ）に対するヒアリングがありました。伊藤が説明に用いた資料に少し手を加えたものをここにお届けします。これによって、研究炉問題の最近の状況を把握していただけるものと思います。

なおここに記載されている見解は、日本原子力産業会議の「研究炉に関する検討懇談会」の意見が集約されたものです。

（東京大学・原子力研究総合センター 伊藤泰男）

### 研究炉の現代的課題

#### 要約

核分裂とその制御機構を学習・研究する道具としての研究炉の役割は初期に比べれば相対的に小さくなっているものの、原子力の恩恵が社会に広く行き渡り、その持続可能性を確保することが新たな課題となっている現在、研究炉による実体験をもって原子力や放射線を理解することが原子力利用社会を構成する多くの人に必要になっている。さらに、研究炉は理工学研究や産業・民生にも役立っているし、原子力利用の一層の展開のために高度な研究炉開発も必要である。しかしながら、研究炉の維持が多くの困難を抱えている現在、研究炉を望ましい形で保持していくことはほとんど不可能になっている。

研究炉の困難の背景には、その維持・管理全てに関わることを設置者の責任とする現在の法体系があるが、使用済み燃料の処理・処分が根幹的な問題として浮上している。使用済み燃料の処理・処分の方策が立てられないと研究炉の存立はあり得ず、研究炉の存立がなければ健全な原子力利用社会は持続しないと云って良い。使用済み燃料の処理・処分は設置者の一存で対応出来ないから、必ず国の指導と支援の元に適切な方策が立てられなければならない。

しかしながら、なぜ研究炉がなければならないのかが明らかにされないと、研究炉の諸困難と使用済み燃料の処理・処分問題の解決への訴えも説得力を欠く。本稿で研究炉の意義をやや詳細に記述している意図はここにある。

研究炉の位置づけについてのこのような視点から、我々は研究炉問題に全日本的視野で取り組むべく、研究炉間の連絡・提携・支援・利用促進を目的とする「研究炉機構」の必要性を訴えてきた。しかし、その実現には時間を要する。そこで半歩退いて、現有炉の一部特に私大炉が利用出来なくなりつつある一方で、原子力教育を立て直す必要性については社会の合意が成立しやすい状況をにらんで、まずは研究炉による実体験教育を中心とする「原子力教育センター」を設立することを改めて提案している。

## I. はじめに

初期の研究炉：原子力基礎技術の教育、研究、開発の基本的な装置

原子力技術を展開させるための研究装置（例 JMTR）

### 研究炉の新しいニーズ

- ・ 原子炉の高度化研究
- ・ (中性子源として)理工学、産業・民生に利用される道具
- ・ 今後百年近い期間の原子力発電への依存を健全に持続させるための研究炉  
原子力関係人材（従業員、研究者）の教育、再教育  
一般社会人・学生の原子力理解のための研究炉の活用

### 世界的な傾向

世界で 370 基(1975 年)、以後漸減して、現在では 280 基程度の研究炉

多くは高経年化（新しい技術水準と需要に見合って更新されるべきだが、...）

先端科学における研究炉の需要低下

社会的な受容の壁

経営困難 スタッフが定年を迎えるのを機に運転停止

故障が生ずると、地域住民の強い反対等を背景にシャットダウン

更に日本では、健全に運転されている研究炉でも、

厳しい規制への対応

監督官庁や地域への報告義務に伴う膨大な作業

研究炉を保有することの誇りと意欲が減退

研究炉は過去の負の遺産としてしか認識する空気

日本の研究炉の全般的な取り組み

平成 5 年 日本学術会議、科学技術庁から個別に報告、問題提起

「研究用原子炉の利用の在り方とその活性化方策について」（研究用原子炉に関する検討会、平成 5 年 3 月）

原子力工業、39 卷 11 号（1993）の特集に詳しい。

平成 9 年 要望書「私立大学に設置されている研究・訓練用原子炉による教育研究活性化のために公的援助を増強することについて」（第 16 期日本学術会議、原子力工学研究連絡委員会、原子力基礎・放射線科学研究連絡委員会、核融合研究連絡委員会、日本原子力学会、日本放射線影響学会、プラズマ・核融合学会 平成 9 年 4 月）

平成 10 年 「21 世紀に向けた原子力の研究開発について」（平成 10 年 11 月、日本学術会議 原子力工学研究連絡委員会、核科学総合研究連絡委員会、エネルギー・資源工学研究連絡委員会核工学専門委員会）



- ・ 研究炉を研究・教育に有効に活用すること
- ・ 使用済み燃料と放射性廃棄物の処理処分に関して国としての基本方策を早急に策定すること

しかし現在に至るまで、研究炉に関する取り組みは進展していない。

この辺の事情はアメリカも同様

1988年 「米国の大学研究炉・その役割と価値」(米国研究評議会、1988)

大学の研究炉の利用率が低くなっている原因は研究炉利用に関する最新の機器を調達・維持する資金が慢性的に不足しているためであるとして、資金援助を訴えた。

2001年 今日に至るまで状況が変わっていないことから、特定の大学の研究炉に対して資金援助を行う具体案が今年に入って改めて出されている。(DOE・原子力研究諮問委員会への大学研究炉特別委員会報告 2001年4月)

## II 研究炉の役割の変化

「試験研究の用に供する原子炉」と呼ばれる研究炉は、我が国には臨界集合体も含めて25基設置され、それぞれの炉型や規模に応じて教育、基礎研究、開発研究に貢献してきた。しかし、軽水炉による原子力発電技術が成熟して社会のエネルギー需要を支えるに至った頃から、研究炉の役割は相対的に弱まったかに見える。

そこで研究炉の役割を、1) 教育・人材育成における役割、2) 動力炉開発支援の役割、3) 理工学研究における役割、4) 医療・産業等民生利用への役割、に分けてやや詳しく見る。

### 1. 教育・人材育成における役割

原子力研究・開発→利用→人類の福祉 各段階に適した教育・人材育成が必要

原子力開発の黎明期、発電炉の開発・建設に力点

設計部門を中心とする人材育成

臨界未満実験装置や研究炉は必需品で大いに活用された

大学でも、研究炉・臨界未満実験装置を設置

現在の原子力技術の重点

1) 国内に51基あり、かつ今後増加するであろう発電炉の運転を、安全を確保しつつ経済性と効率を向上させて持続させること

2) 使用済み燃料の処理・処分や軽水炉の老朽化対策などバックエンドの課題

このような状況に対応した人材育成が肝要

核分裂や放射線に関する知識を習得することは原子力に携わる者には必須

- ・ 教科書あるいは CAI によって効果的に知識を習得するだけでなく、
- ・ 等身大の研究炉による実物教育によって、「分かった！」という実感を得て、想像力を形成し、安全感覚を涵養する。
- ・ このような実体験教育に続いて、実務に必要な技術の習得が行われて、教育が完結する。
- ・ 実体験教育の道具としての研究炉の役割は欠かせない。

### 大学における原子力教育の現状

これまで： 原子力工学科・原子核工学科等で拠点的教育

現在： システム量子工学、エネルギー理工学などのように名称を変更

原子力工学という特殊な知識体系を教育された人材に対する社会のニーズが減少したことに対応して、より広い領域での人材育成のシステムへと修正

### 企業から見た原子力教育

原子力関係の企業（メーカー、電力とその周辺）が原子力関連業務で採用する大卒の 2～3 割が旧原子力工学科の卒業生、残り 7～8 割が電気、機械などから。

上記 2～3 割の人材の原子力における学力低下の問題、

大半を占める後者の人たちは原子力や放射線に関する教育を受けていない。

（安全な原子力社会のためには、盲点となる可能性がある）

高校・高専卒の人材についても同じことが云える。

このような人たちに対して、原子力や放射線に関する正しい知識と安全感覚を実体験をもって身につけてもらう教育システムが必要。

しかし、研究炉による実体験教育を事業所単位で行うことは、コストや人員の面で不可能に近く欠落しやすい。（発電炉では、運転シミュレータによる訓練が社内教育の大きな部分を占めているが、実体験を伴う教育はほとんど行われていない。原子力産業に関連する他の企業でも似たような状態或いはそれ以下。臨界事故を起こして教育不在を露呈した JCO だけの問題ではない。）

### 理工学研究の場における原子力（放射線）教育

原子核や放射線に関する講座が大学の理学部や工学部から無くなりつつある。

放射線科学の教育を受けていない研究者や学生が原子力・加速器施設を利用。

（放射線等に接触する機会は以前より増えている）

原子力や放射線を忌避する傾向が強い中では、学生や新人研究者がこれらについて正しい知識と安全感覚を持って研究に向かうことを保証する教育システムが必要

## 原子力の利便を享受する一般市民に対する原子力教育

現代の多くの科学技術問題（エネルギー、原子力、生活・産業廃棄物、環境ホルモン、医療、遺伝子治療など）では、一般市民も正しい知識を持って接することが要請される（知識社会における市民教育の問題）。

現状は、“原子力”や“放射線”についての誤った理解が刷り込まれた形になっている。このことが、原子力行政に自信と説得性を欠き、過剰規制、煩雑な管理、管理コストの高騰などを招く背景ともなっている。一般市民人に対する原子力教育は極めて重要。

以上のように、原子力教育は多くの側面での取り組みが必要となっている。そのために、小型研究炉は必要不可欠でかつ最も効果的な教育設備である。

## 2. 動力炉開発支援の役割

わが国は電力供給に占める原子力発電の比率が高い国の一つであり、その主体をなす軽水炉についてはわが国特有の改良型が実用化され、世界でも安全で信頼性の高い原子力発電プラントの供給国となっている。日本は原子力先進国としての国際的な役割も果たすことができる立場にあり、そのためにも、原子力の基礎・応用研究を発展させて新しい独自の技術を確認していくことが重要。十分成熟したかに見える軽水炉についても、熱効率、安全性、核燃料利用率、経済性などにおいてより優れた原子炉を開発することが必要。

動力炉の開発途上で研究炉は先導的な役割を果たしてきた。

### 放射線照射の効果

照射誘起応力腐食割れが生じるなど相乗的な問題

実機の場合より過酷な状況で多くの放射線を照射する加速実験（JNTR、常陽）

このような試験により安全性を確かめつつ前進していく（技術発展の基礎）

（例）JMTR では MOX 燃料の照射試験を行い、その安全性評価に貢献

照射効果の基礎的な理解についての最近の問題提起：照射によって生じる格子間原子と原子空孔の挙動は照射中の試料温度に大きく依存するので、照射実験にあたっては照射中の試料の温度をきめ細かく制御することが極めて重要であるとの指摘である。これはこれまでの照射試験の再検討を迫るほどの大きな問題を含んでいる。

中性子照射によって積極的な材質改造を行う可能性（中性子照射によって靱性が向上したとの報告）

材料試験炉は動力炉の一層の開発・改良のために不可欠だけでなく、核融合炉材料の研究においても照射効果の基礎研究を支える役割を担うべきもの。

### 3. 理工学研究における研究炉の利用

#### 中性子源としての研究炉の利用

初期： 核物理・核化学・放射化学（原子炉の中性子が引き起こす核反応の様々な形態とそれによって生成する新しい核種の性質とその利用の研究）

現在： 上記の基礎研究はほとんど収束、一部（例えばホットアトム化学）は現象が複雑なために停滞。

初期の成果を基に、多彩な中性子利用研究が行われるようになってきている。この研究者は必ずしも原子力の専門家でなく、中性子を、電磁波・電子線・イオンビームなどの粒子を用いるのと同じように利用している。利用は工学・理学・生物学・医学など広範な分野にわたっているが、近年は、環境科学・宇宙地球科学・ライフサイエンス・材料科学・考古学など分野横断的な研究課題が設定されることが多い。（原子力の広域化）

#### 1) 照射利用

- ① ラジオアイソトープ生産
- ② 放射化分析
- ③ フィッション・アルファ・トラック法
- ④ 中性子ドーピング法
- ⑤ 生物照射

#### 2) ビーム利用

##### 中性子ビームの核反応を利用

- ① 即発ガンマ線分析
- ② 医療照射

##### 粒子としての中性子の性質を用いたビーム利用

- ③ 中性子ラジオグラフィー
- ④ 中性子散乱

高度な中性子光学手法が開発されつつあり、今後とも期待される。

理工学における研究炉の利用は多くの場合中性子利用。

中性子源としての位置づけでは、研究炉と加速器中性子源が比較される。

―― 表一 中性子源としての研究炉と加速器中性子源の比較 ――

### 4. 原子炉の医療・産業への利用

研究炉を基礎研究に利用することの発展として、医療・産業など民生への利用がある。

- ① 中性子ドーピングによる高品質 n 型半導体の製造

- ② 中性子ラジオグラフィーによる非破壊検査
- ③ ラジオアイソトープ (RI) 生産  
(とりわけ Mo-99 のニーズと、それが国内生産出来ていない問題)
- ④ 中性子捕捉療法

### Ⅲ. 我が国の研究炉

#### 1. 我が国の研究炉の現状

1957年にJRR-1が運転を始めたのを皮切りに、試験研究炉15基、臨界集合体10基が建設されている。JRR-1, JRR-3、日立炉はそれぞれ廃炉、更新、解体中、東芝炉も今年運転を停止した。私大に設置された3基の研究炉のうち2基(武蔵工大炉、立教炉)は、老朽化とは別の理由で運転を停止している。

現在共同利用されている炉は原研炉(JMTR, JRR-3M, JRR-4)、京大炉(KUR)、東大炉(弥生)、近代炉であるが、これらの展望も明るいものではない。

#### --- 表二 日本の研究炉一覧 ---

私大炉については、1970年代初め(設置後ほぼ10年)、私大助成の意味も含めて文部省予算による共同利用開始

放射化分析を中心とする利用(立教炉、武蔵工大炉)

ホウ素中性子捕捉療法が開拓的に進められた(武蔵工大炉)

近大炉では、炉工学と低線量照射

武蔵工大炉:

平成1年に原子炉タンクの水漏れ、修復の方策が立てられたが、一部住民の強力な反対にあって、運転を再開できずにいる。

立教炉:

共同利用等による収入でも経営困難をカバー出来ず、定年によってスタッフが大幅に減少した平成12年3月をもって共同利用運転を停止し、アメリカへの使用済み燃料の返還に向けての作業日程を固めている。平成13年12月をもって保守運転も停止の予定。

KUR:

中性子物理、ホウ素中性子捕捉療法、放射化分析など多面的な研究。現有の濃縮ウラン燃料を使い切ってアメリカに返還する2006年以後については、核燃料の問題、とりわけ使用済み核燃料の処分の方策が立たないために、将来計画を立てにくい状態である。加速器中性子源と臨界集合体(KUCA)とを組み合わせる中性子増倍させるハイブリッド方式の提案によって展望を切り開こうとしている。

近大炉（1W）と弥生炉（2kW）：

出力が小さいので、現在の燃料を半永久的に使っていくことができ、燃料の問題は大きくない。しかし、これらは小型であるために中性子強度が小さく、実用には制約が多い。近大炉では教育利用で特色を出す努力がされている。

原研炉：

共同利用されている JMTR, JRR-3M, JRR-4 はいずれも大・中型であり、低濃縮ウランへの転換も終えて、とりあえず安定かつ健全に運転・利用されている。JMTR は実機・大型構造物照射試験や大線量照射などに、JRR-3M は熱・冷中性子ビームガイドを備えた世界有数のビーム実験炉として、JRR-4 は放射化分析などやや小型の照射および医療照射などに特徴を出した共同利用が行われている。

しかし、原研炉の共同利用は原研の本来の業務として定められておらず、利用料金を代価として共同利用に供する認可を得て行われているものである。大学の研究者がこれに依って原研の共同利用施設を利用するために、東京大学・原子力研究総合センター（JMTR の共同利用については東北大学・金属材料研究所・JMTR 利用施設）が「原研施設共同利用」の国立学校特別会計予算を一括申請して運営を行っている。しかし、原研炉は既に外部利用が大半を占めており、また今後原研炉が日本の研究炉利用の中心となるだろうことを考えると、原研炉の利用の在り方は全日本的な視点から根本的に見直される必要がある。

民間所有の研究炉：

原子力の黎明期には技術者の教育・育成、制御理論の研究、計測技術の開発、遮蔽実験など。設計部門における需要が減少したことに伴って、日立炉は運転を停止して現在解体中。東芝炉も原子炉特性研究のような利用が少なくなって、近年は教育・訓練や中性子検出器の校正などに利用されてきた程度で、今夏運転が停止された。

## 2. 我が国の研究炉の問題点

民間炉と私大炉は設置者が「私」であるため、利用が減少し、研究炉の経営が困難になり、社会的な理解も得にくくなるという幾重もの壁の前に、炉の運転を継続する努力が潰えた。このように、研究炉の問題は「私」について顕著に露呈しているが、国大炉や原研炉でも共通の問題を抱えている。

### (1) 運営経費と人的資源

国内にある研究炉の大半は建設後 30 年余りを経過しており、施設の高経年化とともに人的資源の問題が、職員の高年齢化および原子炉主任技術者の不足という形で現れてきている。立教炉では定年退職する教職員の補充が行われないうちに、平成 9 年度からは運転日数を半減させ、平成 12 年には共同利用運転を停止したことはその典型的な例である。

他の研究炉でも程度の差こそあれ似たような人的資源の問題があり、研究炉に関わる技術の継承に不安が生じている。

研究炉の維持・管理に要する経費においても問題が大きい。研究炉では次項に示すように法規制に対処するための管理的な業務も多く、そのために少なからぬ経費と人員を必要とするようになってきている。一方で、国内の全ての研究炉において、経費削減と人員削減が相次ぎ、運営はますます困難になってきている。

## (2) 規制の問題

### 三重規制

核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律、

それに関わる法律施行令や総理府令等（発電炉を規制しているのと同じ規制）

核燃料物質等使用等に関する規制と国際規制物資の使用に関する規制

放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律に関わる規制

現在行われている規制は研究炉の設置者に維持管理に関する多大の負担を強い、研究炉の展開に重大な歯止めをかけている。JCO 事故以後、この規制が強化されている。しかし研究炉については、監督官庁および行政担当課の一元化的な規制への見直しを含め、研究炉の規模や特徴を充分留意した上で、柔軟で改善的な見直しが行われるべきである。

## (3) バックエンドの課題

発電炉の使用済み燃料： 再処理した後高レベル廃棄物を地層処分することとして国の方針が定められている

研究炉の使用済み燃料： 処理・処分について指針が無い。

現有的高濃縮ウラン燃料をアメリカに返還した後の研究炉の使用済み燃料の処分についての指針が立てられないと、日本では全ての研究炉について運転の継続が保証されない事態に立ち至る。研究炉の燃料は化学形が異なるため、発電炉の燃料と同列に考えることは出来ない。従って、研究炉の使用済み燃料について独自の指針を明らかにする必要がある。そのためには、サイクル開発機構などが持つ小型のホットラボなどを活用し、将来の研究炉の使用済み燃料の処理についての研究を進めていくことが重要である。

さらに、我が国の研究炉のほとんどは初臨界後 30 年以上を経過しており、研究炉の廃止方法と放射性廃棄物の処理・処分の方策が急務の課題となりつつある。研究炉の廃止の問題においても、発電炉の場合に比べて対応施設や関連法体系の整備が遅れている。使用済み燃料の問題を除けば、研究炉のバックエンド問題は発電炉との質的な差違はなく、処理量は圧倒的に少ない。従って、研究炉のバックエンド処理は、発電炉のバックエンドの体系に吸収すれば、国家的な経済負担はあまりかからない。

## IV. 研究炉の今後の在り方について

### 1. 「研究炉機構」の必要性

これまでの研究炉問題への多くの努力は成功していない。取り組みが個々の研究炉の中に閉じていたため、総合的な視点で研究炉の必要性を訴えることが少なかったこと、研究炉間の連携が十分でなかったことなどが反省される。また、研究炉の多様なニーズに対応するためには、既存の研究炉の枠にとらわれない視点も必要である。

2000 年末に公表された「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画」（原子力長計）では、「学術研究や基礎・基盤研究、医療、人材養成等に大きな役割を果たしてきた研究用原子炉については、これらの分野における今後の役割を見定めながら、その在り方について検討を行うとともに、その使用済み燃料の取り扱いについては、高濃縮ウラン燃料の米国への期限内の返還を含め早急に検討を行うことが必要である」（第 2 部第 4 章）とある。人材養成を含む研究炉の全ての役割が過去形で扱われており、現在形で研究炉を評価していない。読みようによっては、「高濃縮ウラン燃料の米国返還を完了させて研究炉の問題に片を付けよう」と云っているようでもある。

このようなことになるのは、研究炉の維持・管理が多くの困難を抱えていて展望を見いだせないからであるが、これらの困難は、研究炉の維持・管理全てに関わることを設置者の責任とする現在の法規に原因がある。しかし、例えば使用済み燃料は設置者の一存で処理・処分出来る筈がないから、必ず国の指導と支援の元に適切な方策が立てられなければならない、高濃縮ウラン燃料を米国に返還することで問題が終了すると考えているとすれば、それは、研究炉の将来は考えないと云っているのと同然である。原子力利用の大きな流れの中で、研究炉についての施策は根本から見直されるべきである。

研究炉が果たすべき役割が明確に存在しておりながら、それを体現出来ていない現状に対して、「研究炉機構」によってその打開を図る。

国内で利用可能な研究炉を、全日本的視野に基づいて、教育・実習、一般市民の体験の場、および理工学への各種利用に供する総合的な利用を促進するために、管理・運営について必要と考えられる支援を行う。

研究炉施設に横断した協議会や情報活動及び関連して発生する業務（例えば、利用に関わる予算・助成金等の申請と運用）を取り扱う事務局ともなる。



このような活動を通して現有研究炉の円滑な維持・管理・利用を確保し、長期的な研究炉利用のために、核燃料・バックエンド対策及び新研究炉計画などにも取り組んでいく<sup>1</sup>。

このような「研究炉機構」の活動は、原子力分野の技術者、研究者、及び従事者、更に一般人の水準を高め、また情報が社会に広く正しく行き渡ることに直結する。従って「研究炉機構」は、原子力の安全性を保障し、かつ原子力が正しい理解を持って社会に受け入れられる基盤を形成するためにも重要な役割を果たすことになる。

「研究炉機構」の方向は有効と考えられるものの、早急には実現しそうもない。研究炉を維持・管理することが著しく困難である現実から、研究炉を忌避する空気があり、それが国の研究炉に関する施策を滞らせ、研究炉の問題はますます困難を極める、という連鎖を断ち切ることは容易でない。

## 2. 「原子力教育センター」案

一気に理想を求めるのではなく、とりあえず最も重要な人材育成の部分において研究炉の利用を確保する。

原子力や放射線の教育を必要とする人たちに等しく開かれた「原子力教育センター」のようなものを国内に数カ所配置する。科学や技術を正しく社会に伝えて、知識社会の構成員である一般市民、小中高校の教諭、生徒などに対しても適当なプログラムを準備

行政担当官やマスメディアに従事する人たちには、原子力産業と国民とのインターフェイスの役割を正しく果たすために、相当の知識をここで吸収してもらう。

「原子力教育センター」はこれらの異なる対象群ごとに適したカリキュラムを組み、学生向けのカリキュラムでは全国共通の単位が与えられること、従業員教育では教育修了証、再教育修了証などが発行されて原子力産業に従事するにふさわしい者として認定される。原子力に携わる人たちが「原子力教育センター」でしっかり教育されているということになれば、原子力に対する社会の信頼を回復させることにもつながる。

「原子力教育センター」が出来ても、大学の専門課程で専門家の育成を行うことは必要である。これまで原子力（原子核）工学科を持っていた多くの国立大学が大学院大学となって、原子力の看板を掲げる先生も大学院に足場を置いて研究・教育に従事するようにな

---

<sup>1</sup> 核燃料の問題を解決することは研究炉の健全な存在にとって必須の課題である。日本学術会議がまとめた報告書「21世紀に向けた原子力の研究開発について」（平成10年11月）では、研究炉燃料等を管理するための組織体、例えば「研究炉燃料管理機構（仮称）」の設立が提案されているが、これは「研究炉機構」が目指すものに含まれて一致する。

った。この点、学部に原子力工学科がなく、大学院で原子力教育を行っている米国と似てきている。原子力の基礎教育や研修教育を「原子力教育センター」に任せて、大学院では高度で先端的な原子力研究に取り組むという積極的な関係付けが望ましい。

人材育成は国家的な課題であることから、「原子力教育センター」は国の支援を受けて設立される。産業界も、従業員の教育・研修に関わる経費を払って利用するという受け身の姿勢だけでなく、教育投資の観点から積極的な寄与をすることが要請される。このように全国的な協力で出資することにより、国や個々の企業にとって出来るだけ少ない資金で実現する。組織的には、既存組織を再編成・統合によって実現することが適切であろう。

「原子力教育センター」は実体験を伴った教育を行うから、小型研究炉ないし臨界未満実験装置を備えていることが前提である。そのためには、国内に現存するこれらの設備を、地域的なバランスを考慮して有効利用することが国家経済の観点から望ましい。しかし、例えば立教炉をこれに活用しようとするれば、必然的に「原子力教育センター」に研究炉を移管することになり、その際にバックフィットがかかるという問題が発生する。このバックフィットへの対応が困難を極めるものならば、新規に小形研究炉を設置する方が良いだろう。そのような場合には、どのような研究炉が良いかの選択の問題がある。1W 程度でも大きな教育効果があることは、近大炉の実績が示すところであり、そのような研究炉を展示用として導入する提案もある。しかし出力 1W ではドップラー効果やチェレンコフ光などの現象を見ることが出来ないの、出来ればもう少し大きい方が良い。理工学研究で実用出来ることも狙うとすれば、SLOWPOKE (20kW) 程度の小型炉がふさわしい。その場合には、放射化分析やフィッション・アルファ・トラック実験など大きな中性子束を必要としない研究を小回り良く行うことが出来る。

## V. おわりに

研究炉は、高経年化とスタッフの老齢化に伴う問題、厳しい規制、社会の受容の問題、使用済み燃料の処理・処分の問題などが絡み合って非常に困難な状況にある。一方、今後長期にわたって電力の多くを原子力発電によって賄い、放射線利用も展開していこうという立場からは、研究炉を健全に存在させて人材育成を始めとする諸目的に活用していくことが、原子力社会の持続可能性の根幹となる。

昨年末に学術審議会から出された報告「大学における研究用原子炉の在り方について」の中でも、「研究用原子炉を取り巻く状況は、、、近年特に変化が著しいことから、、、今後の位置づけ等に関して検討が必要になっている。」、「小型研究用原子炉の今後の在り方について関係者は重大な関心をもち、早急に対策を検討すべきであり、国はこの検討を促進すべく必要に応じて適切に助言するべきである。」とうたっている。現在までのところ、この報告に沿った動きが見えないが、いつまでも研究炉の困難な状態を放置しておくことはできないであろう。研究炉を健全に成り立たせることを真剣に考えて、解を見いだす努

力が今必要である。

表一 研究炉と加速器中性子源の比較

	研究炉	加速器中性子源
空間	大きい空間領域	狭い空間領域
時間	DCビーム (連続)	パルスビーム (10~100 パルス/秒)
高強度の実現性	炉体領域全体にわたって高強度	限られた空間で高強度
ビームの安定性	安定	安定性に欠ける。
利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・パルス特性を必要としない利用に適している。</li> <li>・大きい試料の照射が可能               <ul style="list-style-type: none"> <li>* 照射試験</li> <li>* ラジオアイソトープ生産</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・パルス特性を活かした利用が出来る。               <ul style="list-style-type: none"> <li>中性子散乱、</li> <li>中性子飛行時間測定、など</li> </ul> </li> <li>・信号の重なりが問題となるような測定には不適當。</li> <li>・広いエネルギー範囲 (特に高エネルギー領域) の中性子ビームが得られる。</li> </ul>
その他の特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ウラン燃料を用いることに関わる問題</li> <li>・パルス運転も不可能ではなく、高強度のパルス中性子ビームを発生させられるが、パルス中は加速器中性子源よりも大きい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大強度を必要としない中性子源として簡便</li> <li>・マイナーアクチニドの生成はないが、大量の放射性物質の発生は避けられない。</li> </ul>

研究炉の熱出力と陽子ビームパワーが同じ値であれば、陽子ビームを用いた核破碎中性子発生の方がほぼ 10 倍の中性子量が得られるとの単純計算を根拠に、加速器中性子源の方が良いとする議論がある。原子炉の出力と加速器のビームパワーを同じ値で比較することにも問題があるが、実際の加速器中性子源では陽子エネルギーの一部はビームダンプに捨てられるなどの損失があり、バルク中性子場を実現するような設計もされていない。ま

た、パルス巾が大きいいため事実上“脈動”ビームと云った方が良く、理想的なパルスビームとは云えない。

表から明らかなように、研究炉中性子源と加速器中性子源はどちらがより優れているかを一般的に主張することは出来ない。大強度加速器中性子源は未知の装置で新しい研究を育む可能性を秘めているが、これをもって原子炉中性子源に代替させることは出来ないであろう。これらは全く別の中性子源である認識した方が良い。

表二 日本の主要な研究炉

	型式	熱出力 (kW)	初臨界 年	所在地	利用状況
JMTR	濃縮ウラン 軽水減速・軽水冷却 タンク型	50,000	1968	茨城県 大洗町	共同利用中
JRR-3M (JRR-3の更新)	低濃縮ウラン 軽水減速・重水反射体付 プール型	20,000	1990	茨城県 東海村	共同利用中
JRR-4	低濃縮ウラン 軽水減速・軽水冷却 プール型	3,500	1965	茨城県 東海村	共同利用中
東大炉 (弥生)	濃縮ウラン 空気冷却型 高速炉	2	1971	茨城県 東海村	共同利用中
武蔵工大炉 (MITRR)	濃縮ウラン 水化ジルコニウム及び軽 水減速・軽水冷却 非均質型 (TRIGA-II)	100	1963	神奈川県 川崎市	運転休止中
立教炉 (RRR)	同上	100	1961	神奈川県 横須賀市	2000年4月、 共同利用停止
近畿大炉 (UTR-KINKI)	濃縮ウラン 黒鉛減速 UTR型	0.001	1961	大阪府 東大阪市	共同利用中
京大炉 (KUR)	濃縮ウラン(一部低濃縮 ウラン) 軽水減速・軽水 冷却 プール型	5,000	1964	大阪府 熊取町	共同利用中
京大 臨界集合体 (KUCA)	複数炉心 単一制御系型	0.01	1974	大阪府 熊取町	共同利用中
東芝炉 (TTR)	低濃縮ウラン 軽水減速・軽水冷却 プール型	100	1962	神奈川県 川崎市	2001年6月 運転停止
東芝 臨界集合体	低濃縮ウラン 軽水減速 非均質型	0.2	1963	神奈川県 川崎市	-

ここには、日本の試験研究炉の内、主に教育訓練および共同利用に関連する研究炉を記載してある。この他に TCA, FCA, NSRR, STACY-NUCEF, TRACY-NUCEF, HTR (以上原研所有), DCA, JOYO

(以上 JNC 所有) が運転中である。また、JRR-1、JRR-3 は解体を終了し、JRR-2、VHTRC、HTR (日立炉) が解体中である。

## 補足

### 低濃縮化計画

研究炉の燃料を高濃縮ウランから 20%未満の低濃縮ウランに転換していく「低濃縮化計画」は、1978 年に国際的に開始されて、現在まで相当数の国が協力してきた。日本でこの計画の対象となったのは JMTR、JRR-3M、JRR-4、KUR である。原研炉は改造の機会に全てこの転換を完了した。そこでは、低濃縮ウランである代わりにウランの密度が高い芯材 (JRR-3M・JRR-4 はウランシリサイド・アルミニウム分散型燃料、JMTR ではウランアルミナイド・アルミニウム分散型燃料) が用いられている。KUR でも一部ウランシリサイド燃料への転換が行われたが、アメリカの方針によって、現有の高濃縮ウラン燃料を 2004 年までに燃焼し尽くす方針が優先された経緯がある。

### ホウ素中性子捕捉療法

腫瘍細胞に集積しやすい性質を持つ B-10 を含んだ化合物を患者に投与し、腫瘍細胞にこの化合物の濃度が高くなった時間を選んで熱中性子または熱外中性子を照射すると、B-10 が中性子を捕獲して高エネルギーの He と Li 粒子に崩壊し、これらが腫瘍細胞に致死的な障害を与える効果を利用して腫瘍を消滅させる治療法。この治療法は、浸潤性に発育して境界が不明瞭な悪性腫瘍のように、外科手術や通常の放射線療法では対応できないものに対して特に有効とされる。日本は本療法の開発で先導的な役割を果たしてきており、日立炉、JRR-3 で行われたのを皮切りに、武蔵工大炉で 108 件、京大原子炉で 61 件、JRR-2 で 33 件行われてきている。原研では JRR-2 停止以降、1998 年に燃料の低濃縮化対策を終えて再臨界を迎えた JRR-4 にホウ素中性子捕捉療法のための照射室が設置されて共同利用に供され、既に 11 例 (2001 年 9 月現在) の医療照射研究が行われている。ホウ素中性子捕捉療法は世界的に注目されており、世界の多くの研究炉からこれを行う計画が発表されている。

### ホットアトム化学

化合物中のある原子が核反応を行うと、運動エネルギーが高いあるいは価電子の数が異常に少ない原子放出される。(n,  $\gamma$ ) 反応では  $\gamma$  線の反跳を受けて原子が高い運動エネルギーを獲得して飛び出す。核変換で原子番号が変わって異常な価電子数の状態になるなどである。これらの状態は化学反応性が高いのでホットアトムと呼ばれる。これから新しい化合物が得られることへの期待と、特異な反応性に関する科学的な関心から、研究炉利用の初期からホットアトム化学は大きな関心を持って研究され、日本にも多くの研究者が居た。しかし、このような極めて高速な反応を直接観測する手段がないことと、広いエネルギー範囲にわたる複雑さのために、未解明の部分が多く残されたまま、研究者が少なくなってきた。

### ラジオアイソトープ (RI) 生産、Mo-99 問題

RI は物質の挙動を解明するトレーサーとして、あるいは放射線源として、医療・工業・農林水産業等で広く利用されている。この RI のほぼ全てが原子炉と加速器 (概ねサイクロトロン) によって生産されている。原子炉と加速器では利用する核反応が異なるために生産される RI の種類も異なり、両方とも重要である。研究炉から生産される代表的な RI は、医療診断・治療用に Tc-99m、Ir-192、

Au-198、非破壊検査・厚み計用に Ir-192、Co-60、標識化合物用に T(トリウム)、C-14 などである。

日本では日本原子力研究所の研究炉が部分的に RI を提供しているが、輸入に頼っている部分が多い。輸入 RI の相当部分は放射性医薬品であり、中でも Tc-99m に格別注意を払う必要がある。Tc-99m は低いエネルギーのガンマ線を放出し半減期も短いので放射性医薬品として人体に投与され、骨、脳、肝臓ガンなど多くの疾患部位の診断と機能検査に使われており、医療で用いられる RI の 80%程度を占めている。Tc-99m は半減期が短いので Mo-99 からミルクキングによって溶離して用いるが、日本はこの Mo-99 の必要量の入手を 100%輸入している。カナダのノーディオン社は、RI 生産専用の原子炉を二基所有して Mo-99 の供給体制を確立しているが、日本の RI 医療はこのノーディオン社の経営状況の如何に左右されるという脆弱さを持っている。

### 研究炉の三重規制

研究炉は、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律およびそれに関わる法律施行令や総理府令等、発電炉を規制しているのと同じ規制を受けている。また核燃料の使用に関して、核燃料物質等使用等に関する規制と国際規制物資の使用に関する規制を受けている。さらに研究炉施設には放射線施設が併設されているので、放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律に関わる規制も受ける。このように研究炉は、原子炉施設、核燃料取り扱い施設、RI 取り扱い施設として三重規制を受けている。

核燃料物質等使用等に関する規制は成立以来約 20 回の改訂が行われ、その度ごとに規制は厳しくなり、研究炉を維持するためには、年に数回の報告書を関係方面に提出する必要があり、関連する書類は数十種類にも及ぶ。そのほか、炉の定期検査および核燃料物質の国際査察も毎年行われている。JCO 事故以降、以前は書類審査だけで良かったものについても立ち会い検査が課せられるなど、管理負担に拍車がかかっている。

上に述べた規制法が 20 回近くも改訂されて規制が厳しくなっていることから、バックフィットの問題が生じる。例えば研究炉の一部分を改造しようとする、それまで許可を受けて安全に運転していた施設の他の部分にも、その時点での規制通りの改造を求められる。また施設を譲渡するような場合には、同法律第 39 条の定めにより主務大臣の許可を受けることになるが、その際に設置申請とほぼ同じ書類が必要であると推定されている。このため、研究炉の改造や譲渡などを行うことが望ましいと考えられる場合でも、その時に必要となるバックフィット対応に多大の労力と経費がかかることが、実施を躊躇させることになる。これは、新規の試験的な研究を行うことにさえ多大な制約を課するものであり、研究開発が大幅に規制されることになり好ましくない。研究炉利用の停滞の原因の一つはここにある。

# 事務局から

放射化分析研究会のホームページ (<http://kaihoken.tokai.jaeri.go.jp/ja3.htm>) 上で掲載されているの内容のうち、会の運営に重要と思われる情報をここに掲載します。前号発行からのものを原則としますが、一部時期的に重なるものもあります。ご了承下さい。

## I. 拡大幹事会 議事メモ

開催日時：2001年3月23日

開催場所：日本原子力研究所東海研究所 JRR-3 実験利用棟会議室

参加者：伊藤泰男、海老原充、大浦泰嗣、大槻 勤、片山幸士、川手 稔、雁沢好博、澤幡浩之、重松俊男、鈴木章悟、関 李紀、高田実弥、田中 剛、福岡孝昭、松尾基之、宮本ユタカ (五十音順、敬称略)

### 議事

#### 1. 会誌「放射化分析」

- (1) No.12 が印刷工程に入り、3月下旬または4月上旬に配布される旨報告された(会誌担当 海老原充幹事)。次号は文化財関係の特集に組む予定。これを以て研究分野ごとの特集の企画が終了することになる。その後の企画として、施設ごと及び研究室ごとの紹介記事を集めていく案、外国の研究者にまとめた記事を書いてもらう案などが出された。
- (2) 放射化分析研究会の存在やその活動が外国でも注目されているとの紹介があり、これを受けて、外国人にも会誌の内容がある程度判断できるように、英文アブストラクトを付けたり、図表のキャプションは英文にしたりするなどの工夫をすることが話し合われた。
- (3) 発表論文や学位論文のアブストラクト紹介の記事が多くないことが反省され、会員に情報提供を求めるアクションを強める必要があると指摘された。

#### 2. H12年度会計報告

2001年3月16日に会計監査が行われた結果が下記のように報告された。(監査担当：重松俊男幹事) なお、2-3年間会費未払いの人がいるので、そのような人たちには個別に督促することになった。

前年度繰り越し金	477,377
H12年度 総収入	464,063
支出総額	438,350
残高	503,090

### 3. H13年度の企画

#### (1) 放射化分析（夏の）学校

今年も、京大炉の専門研究会と抱き合わせで、9月頃に行う予定（片山幸士幹事）。

#### (2) 拡大幹事会

理工学におけるアイソトープ利用研究発表会（7/11-13、場所：日本青年館）の場所を借りて、拡大幹事会を行う予定。会期の中のどの日程で行うかは、プログラムが確定してから決める。

#### (3) 放射化分析討論会（10/30-11/1、場所：九州大学）

放射化分析分科会に積極的に関与していくために、日本放射化学会に分科会開催を申し入れる。

#### (4) 放射化分析の教科書（又はマニュアル本）の編集

これまで会誌の講座として掲載されてきたものをまとめて、放射化分析の教科書またはマニュアル本として刊行する（H12年度放射化学討論会・放射化分析分科会における放射化分析研究会の集まりで合意）。H13年度中に実現すべく作業を開始する。とりまとめ作業は海老原、松尾、伊藤幹事が行う。執筆者はこれまでの講座の執筆者全員。

### 5. 会の周辺状況

以下の件に関して情報交換をした（詳しい内容は会誌12号にも一部掲載）。

日本放射化学会

日本中性子科学会

研究用研究炉（特に立教炉のその後）

中性子科学研究センター構想

### 6. 今後の会の運営

#### (1) 幹事改選

幹事会の半数改選を4月上旬に実施。下記9名の幹事が改選の対象となる。

伊藤泰男、海老原充、岡田往子、大槻 勤、重松俊男、関 李紀、高田実弥、豊田和弘、百島則幸

会の申し合わせでは幹事の再任を妨げないとされているので、積極的な方や会の重要な業務を分担している方には引き続きお願いすること、しかし一方で、ローテーションして多くの方に会の運営に参加していただくべきことが確認された。これに従って、新しい幹事候補を積極的に推薦することを確認した。

#### (2) 事務局について

これまでどおり大学開放研究室に事務局を置くことは適切であるが、幹事会の代表・世話人は積極的に交代をはかるようにしたい、との意見が伊藤代表幹事から出された。



## II. 拡大幹事会 議事メモ

開催日時：平成13年7月11日

開催場所：日本青年館（第38回理工学における同位元素・放射線研究発表会会場）

参加者：伊藤泰男、海老原充、澤幡裕之、重松俊男、中西友子、中原弘道、福岡孝明、福島美智子、榎本和義、松江秀明、葉袋佳孝、宮本ユタカ、村松康行（五十音順、敬称略）

### 議事

#### 1. 引継ぎ事項（伊藤）

(1) 幹事選挙の結果の報告、新幹事の紹介があった。

（継続幹事）相沢省一、大浦泰嗣、片山幸士、桜井弘、田中剛、榎本和義、宮本ユタカ

（選出幹事）海老原充、岡田往子、大槻勤、○上岡晃、○澤幡浩之、関李紀、高田実弥、○福島美智子

（○は新しく加わった幹事）

(2) 代表幹事の交代。

伊藤→海老原

#### 2. 今後の予定

(1) (夏の) 学校開催について

- ・ 昨年同様、京大炉専門研究会に相乗りして実施（研究会開催は採択済；片山幹事）。
- ・ 昨年並みの研究会を開催することは可能（片山メール）。
- ・ 9月の始め頃までは各種行事、大学院の試験等があるため開催は困難。  
→ 12月頃の開催を考える（→片山幹事に打診）。

(2) 放射化学討論会での放射化分析研究会分科会について

- ・ 今年度開催地の九大の担当者（杉原 or 百島）へアクションをかける必要がある。
- ・ 今後、例年の行事として年度当初に幹事会で企画を決めることを考えるべきであろう。

(3) 研究会について

- ・ 2, 3月に KEK で環境放射能に関する研究会が計画中。
- ・ 色々な所で様々な研究会が開催されることが望ましい。
- ・ 開放研での研究会は開催出来ないか？⇒開催することは可能（伊藤）。
- ・ 原総センターシンポジウムに放射化分析のテーマを持てれば研究会の開催は可能。

(i) 本年度の原総センターシンポジウム：平成13年12月11、12日。

(ii)テーマ募集のメ切：遅くとも8月末。

### 3. 会誌「放射化分析」

(1) 分野別シリーズで残されていた「犯罪科学・文化財科学」の特集は原稿が集まり次第発行。

(2) 新シリーズを企画する。

「放射化分析が可能な施設及びそれに関与した施設・研究室の概略の紹介」

(i)国内：原研、KUR、核理研、休止炉の立教炉と武蔵工大炉（一括しても可）。

(ii)海外：NIST、KAERI、中国の原子炉など。

その他、次のような意見があった；

- ・ PIXY、AMS、蛍光 X 線分析などの情報も載る。
- ・ 放射化分析の QC、QA 等の企画を加える（担当：榎本、重松）。
- ・ 二本立て（研究所紹介、QC&QA）の編集も積極的に進める。

### 4. 教科書（マニュアル）

具体的な作業に入るにあたり、以下の点を確認した；

- ・ 8月中にフレーム作りを行なう。
- ・ 年度内の完成を目指す。
- ・ 放射化分析支援システムの報告書を積極的に活用させてもらう。
- ・ 必ずしもマニュアル的でない「放射化分析」教科書の出版も検討する必要がある。
- ・ さしあたっては、実用的なものを目指す。

### 5. 役割分担（○印はメインの担当者）

(1) 編集：○海老原、大浦

- ・ 編集幹事をサポートするため、各号ごとにサブ編集幹事を専任する。
- ・ 特集に関する担当者の決定はメール等で打合せをする。

(2) Home page：榎本、○澤幡、宮本

(3) 企画：片山（「学校」担当）、高田、○関、大槻

(4) 会計監査：相沢

(5) 事務局：都立大、開放研

### 6. 出版物

将来計画として、専門内容をわかりやすく記述した啓蒙書（例えばブルーバックスの様な）の出版を企画する案が出され、賛意が示された。今後具体化に向けて議論をすすめるが、具体化した折りには幹事（拡大幹事会メンバー）は積極的に原稿の投稿をすることが強く求められる。

拡大幹事会終了後、Dr. Chatt との懇談をもった。

# アナウンスメント

## 「インターネット版原子力百科事典 ATOMICA」の紹介

すでに、ご存知かも知れませんが、平成8年からインターネットで公開している原子力関連情報データベース「ATOMICA」について、その内容と現状をここに紹介いたします。

### 1. はじめに

原子力・放射線に関する知識・情報は、物理・化学・生物・数学などを基礎にして、広範囲の専門分野にわたっており、国民にはなかなか理解しがたい。また、国民の一部には、原子力・放射線に対する不安や疑問の一面があることも否定できない。これらの問題を解消するため、散逸している原子力・放射線に関する知識・情報を公正に保ちつつ、読みやすい形にまとめ、国民に迅速に提供することが必要です。そのため、これらをインターネット (<http://mext-atm.jst.go.jp/atomica.html>) で読めるデータベースにまとめて提供することで、国民の原子力・放射線に対する理解・促進に役立てます。

### 2. ATOMICAの構成とデータ内容

ATOMICAの利用対象者としては、原子力広報・原子力教育に携わる者、原子力行政に携わる官吏、原子力施設立地市町村の原子力担当者、原子力・放射線等に関心のある市民など多くの階層の人々を想定し、データ内容の記述は、高校教科書程度が理解できるレベルを目標として、本文のテキストデータと図表のイメージデータで構成されています。

データの内容は、原子力・放射線とその応用および原子力関連分野について解説する全文読み切りです。データの検索では、18分類の大項目による分類検索、キーワードからのキーワード検索、全データ（現在2145件）に付いている構成番号からの構成番号検索など多様なアプローチができるように構成されています。難解な専門用語に対しては、原子力用語辞書（現在1797）が付設してあります。

各データは、大項目としてエネルギーと地球環境、原子力発電、開発中の原子炉および研究炉、核燃料リサイクル、バックエンド対策、原子力安全研究、基礎研究、放射線利用、放射線影響と防護、原子力安全規制、国際協力・原子力関連機関、海外情勢、Q&A、放射線と原子力に関する歴史とトピックス、原子力年表、原子力基礎データなど数多くの原子力に関する知識・情報について、できるだけ分かりやすい図表を用いて、原子力関連機関などの研究者・技術者の方々のご協力により、公正・的確にまとめてあります。

### 3. ATOMICAの利用状況

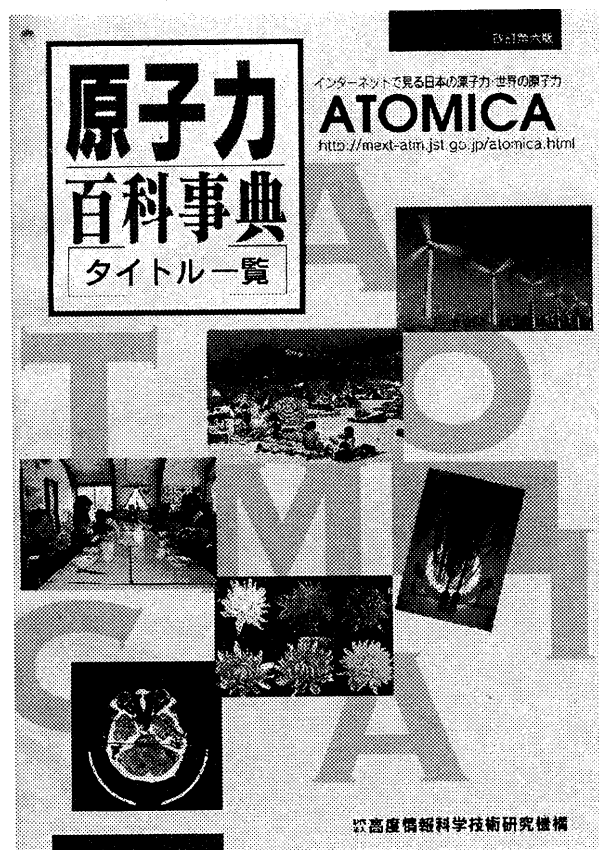
ATOMICAへのアクセス数は、年々増加し、このところ毎月9万回を越えている状況です。また、利用者の反響も増え、小学生からマスコミや原子力分野の専門家と思われる多くの方々

からのさまざまな質問やコメントが寄せられています。

本研究会の諸兄も含め、今後とも多くの方々に利用して頂くよう努める所存ですので、よろしくお願いたします。全データをまとめたタイトル一覧の冊子は、下記に連絡していただければお送りします。(財) 高度情報科学技術研究機構、原子力 PA データベースセンター  
Fax : 029-283-3811 または E-mail : pamail@tokai.rist.or.jp

高度情報科学技術研究機構

石川 勇



## 編集後記

- こんな言葉で編集後記を書き出すのはとても気が滅入るのですが、No.13 の運びとなって正直、ほっとしています。年 2 回の発行ということだけで、いつ発行かという時期がこれまで明確になっていませんでした。そこで、原稿が集まり次第ということを経行が延び延びになってしまうことへの体の良い言い訳にしていまいがちになり、深く反省しています。本号に限っていえば、特集記事の原稿はかなり前に仕上げていただいたので、著者の皆様にはお礼共々、おわび申し上げます。今後は基本的には 9 月と 3 月の発行を原則としたいと考えています。
- 本号には関連する記事が載せられませんでした。立教炉が昨年 12 月に完全に停止してしまいました。昨年度で共同利用も終了し、その後の保守運転が行われていたのですが、それも終了し、あとは燃料の搬出を待つばかりのことです。個人的にも立教炉には数々の思い出があり、本当に寂しい限りです。
- 立教炉完全停止も含めて原子炉を取りまく状況は楽観できないものがあります。いな、想像以上に厳しいものがある、というべきでしょう。そのような中であって大強度陽子加速器による中性子利用問題は我々放射化分析にかかわる者にとって積極的に考える必要のある問題であることはまちがいにないでしょう。今後もこの方面の情報をなるべく早く本誌で紹介していきたいと思えます。
- 目をアジアに転じると、日本の研究炉を取り巻く環境とは異なる状況が認められます。将来の日本における放射化分析はアジアという場の中で実施せざるを得なくなるかも知れません。そうならないことを願いながらも、視点を広く持つと言うことは今後ますます必要となります。FNCA の活動の中でも研究炉利用が取り上げられており、その中に中性子放射化分析がサブテーマとして選ばれているということは非常に重要な事であり、原子力政策にたずさわる側の人々にその重要性をアピールする良い機会であると思えます。また、FNCA 下でのワークショップを今後も継続して行っていくということは、研究炉を持つアジアの国々との連携という意味で大変ユニークであり、放射化分析の今後の発展のためにも意義深いものと言えるでしょう。
- 本号も、大浦幹事の編集協力の下で完成しました。
- 次号からは本号のような書き出しにならない編集後記を書きたいものだと切に願っています。

(M.E.)

## 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。会員の皆さんが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、発表された学术论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x40行、上下マージン25mm、左右マージン20mmを標準として、そのままオフセット印刷又はコピーして使える形に清書して送付して下さい。編集の際にレイアウトを工夫させていただくこともありますので、念のためファイルをフロッピーディスク添付して下さい。

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

## 電子メーリングシステム

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

会 員 : [JA3@kaihoken.tokai.jaeri.go.jp](mailto:JA3@kaihoken.tokai.jaeri.go.jp)

幹事会 : [JA3-kanjikai@kaihoken.tokai.jaeri.go.jp](mailto:JA3-kanjikai@kaihoken.tokai.jaeri.go.jp)

[JA3@kaihoken.tokai.jaeri.go.jp](mailto: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](mailto: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](mailto:JA3-kanjikai@kaihoken.tokai.jaeri.go.jp)

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

### 幹事

相沢省一

海老原 充

大浦泰嗣

大槻 勤

岡田往子

片山幸士

上岡 晃

桜井 弘

澤幡浩之

関 季紀

高田實彌

田中 剛

榎本和義

福島美智子

宮本ユタカ