わが国における照射後試験施設の現状, (V)

利用者の立場より

白石 春樹*, 菊地 章**, 鈴木 進**

(1979年 12月27日 受理)

Hot Cell Complex for Post-Irradiation Examinations in Japan, (V)
Comments from Users

By Haruki SHIRAISHI, Akira KIKUCHI and Susumu SUZUKI

Three persons who had performed irradiation examinations by using hot laboratories commented to the technical capabilities of the laboratories. They also suggested to the effort for the development of examination techniques in the hot laboratories.

KEYWORDS: post-irradiation examination facilities, JAPAN, hot cells, hot labs, management, mechanical testing, performance testing, post-irradiation examinations

I. はじめに

核燃料や炉心材料を初めとする物質の照射後試験は原子力研究の内で重要な一分野を占めるが、この仕事のためにはホットケープ(セル)を含む照射後試験施設が必要である。このため、わが国でも原研東海研究所のホットラボラトリーが1961年に完成したのを初めとして、その後各所で建設が進められ、現在では十指に余る施設を数える。

施設の性能は、利用者の要望とそれに応える管理、運営者の改善努力の繰り返して進歩してきたが、今後このような関係で発展していくであろう。

「本誌」ではこれまで4回にわたって、わが国の主要な照射後試験施設を管理、運営者の立場から紹介してきたが、利用者側からの執筆をもって本シリーズを終結することにした。本報を会員の投稿によって構成するのが理想であるが、限られた誌面と時間の制約のため、本シリーズ企画の担当委員の判断で、使用材料と研究目的(基礎、応用)の2点を勘案して、以下の3人に執筆をお願いした。読者の内には人選洩れを指摘される方もおられるかとも思われるが、その責任は担当委員の情報不足によるものであり、お詫びとご了承をお願いしたい。

(担当編集委員・川崎 了)

II. 被覆管材料照射に利用して

金属材料技術研究所では現在、高速増殖炉および核融合炉の炉心構造材料の開発を目標として、日本原子力研究所のJMTR、理化学研究所のサイクロトロンおよび当所に設置されている500kVベレトロン型静電加速器を使用して研究を行なっている。

JMTR中性子照射試験は1972年度より開始し、現在までに3本の温度制御カプセルの試験を終了(照射温度: 650°C 2本および550°C 1本、それぞれ2サイクル照射)、さらに4本目のカプセルの製作を終り、1980年度に照射を実施する予定である。カプセルの設計製作、照射後試験については大洗研究所材料試験炉部の方々と十分な打合せと検討を加えて進めており、ほぼ満足な結果を得ているので、ご協力をいただいた方々に感謝している次第である。

われわれの目的は、ステンレス鋼およびNi量のより高いFe-Ni-Cr系合金の照射脆化を改善することであるが、この目的に対しては、照射因子として高速中性子照射量と照射温度が重要である。前者については実験目的上必要な精度はほぼ達成されていると考えてい

* 金属材料技術研究所 (Nat. Res. Inst. of Metals)

** 日本原子力研究所 (Japan At. Energy Res. Inst.)

** 東北大学金属材料研究所 (Res. Inst. for Iron, Steel and Other Metals, Tohoku Univ.)

るが、Ni の熱中性子による He 生成量を正確に見積るためには、中性子エネルギースペクトルの知識が必要である。後者については 74 M-12 G カプセルの 37 サイクルについての結果を第 1 図に示す。われわれの実験では、引張試験片と電頭試験片をカプセルに装入している。実験目的が合金成分や照射前処理が高温脆化に及ぼす影響を明らかにすることにあるので、照射温度は全試験片で同じでなければならない。実際上はカプセル内の温度差が 25°C 以内におさまるように希望している。これを実現するために Al 熱媒体と外筒間のギャップを調整している。

第 1 図 74M-12G カプセルの実測照射温度、指定ギャップおよび γ 発熱との関係

第 1 図に示すように、カプセル下端側では満足すべき結果が得られている。引張試験片は各段に 12 枚、電頭試験片は約 20 枚が重なって装荷されており、試験片間のギャップは正確に制御できないので、計算どおりにいかない場合が生じるのもやむを得ないと考えられる。装入されている熱電対の位置が所定の位置よりずれている場合もあった。今後は、温度差の原因を究明するとともに経験を積み重ねることによって、さらに一層温度制御技術の向上を希望したい。この点を改善するためには、補助ヒータを使用することも有力な解法方法の一つと考えている。

照射後試験としては、高温引張試験と光学顕微鏡による金相検査を大洗研究所のホットラボで実施してもらっている。これまでのところ大きな問題点はないが、He 脆化の場合、引張速度が遅いほど脆化が顕著に現れるので、実験目的上はできるだけ遅い速度で引張試験を行いたいわけであるが、ホットラボの占有時間が限られるため、最初予定した速度より 3 倍の速さで実施せざるを得なかった。金相試験においても、析出強化型合金を調べる場合にはより大きな倍率の手段

がほしいところである。

照射施設と照射後試験施設は密接に結びついていると思われるので、以下ではこれらを含めて日頃感じていることを述べる。

1. 高照射線量高速中性子照射の実現

高速増殖炉および核融合炉実用材料の開発研究のためには $10^{22} \sim 10^{23} \text{ n/cm}^2$, $E > 0.1 \text{ MeV}$ の中性子照射が必要である。現在、このレベルでの中性子照射を実現するためには「常陽」しかない。動燃事業団との共同研究など形式的なことは別にして「常陽」が動燃外の研究にも利用できるようなことが望ましい。もし、これが難しいのであれば、動燃外にも照射に関係している研究者は多数存在するので、第 2 JMTR を実現する必要がある。この場合、核融合炉材料を対象として Oak Ridge 国立研究所の HFIR 炉タイプのものがよいと思う。

2. JMTR の利用

将来「常陽」が材料照射試験に使用されるようになっても、JMTR 照射は材料開発研究において、予備試験あるいはスクリーニング試験として今後も一定の役割を果たしていくものと思う。この場合、利用者にとって頭が痛いのは照射試験費がここ数年にわたって急激に上昇していることである。これまでわれわれはカプセル製作、JMTR 照射、照射後試験で 3 年を 1 サイクルとした実験を行ってきたが、このような状態では材料開発といってもなかなか実効ある成果をあげにくい。せめて、1 カプセル/yr を照射試験できることを希望している。

3. シミュレーション照射施設

中性子照射では結果を得るまでに長時間を要し、また照射材料は取扱いも大変なので、基礎研究やスクリーニング試験などにシミュレーション試験を実施する必要がある。ボイドスウェリングなどの金属組織変化を研究するための重イオン照射、および照射下クリープなどの照射下機械特性試験を実施する軽イオン照射のための材料開発専用の加速器が必要と考える。われわれは 1976 年度より理化学研究所との共同研究として、理研のサイクロトロンを用いて、 α 線照射によって He を注入して He 脆化の実験を行なっているが、利用者が多いため 2 ヶ月 1 回、12 時間のマシンタイムしか得られない現状である。

4. 照射後試験設備の充実

最近、金属研究の分野では多くの試験研究装置が使われているが、ホットラボにはあまりとり入れられていないのが現状のようである。照射材の透過電頭によ

る金属組織検査は必須のものである。このためには、電解研磨によって試料を作製する必要があるが、放射線被曝や汚染など厄介な問題が多いので、われわれのところでは実行できていない。JMTR ホットラボに電解研磨セルおよび透過電頭を設置を希望したい。電頭の使用に際しては、実験目的と強く結びついているので、研究者自身で利用できるような利用形態を望みたい。

われわれはこれまで Fe-Ni-Cr 系合金を主体に JMTR 照射を行なってきたが、一部 V 合金についても照射を行なった。照射後試験において強度上昇と延性低下が認められたが、これが照射効果によるものか、侵入型不純物による汚染によるものか解釈に苦しんだことがある。一般に高融点金属合金は、侵入型不純物による汚染を受けやすく、またそれによる機械的性質の変化も著しい。汚染の有無を確認するためには照射前後の分析が必要であるので、照射材の分析装置の設置が必要である。同じく、 (n, α) 反応によって生じる He も機械的性質に著しい影響を及ぼす。したがって、He 分析装置も必要である。そのほか最近話題になっている照射下偏析や析出、破壊機構の解明に対して、電子線プローブ・マイクロアナライザ (EPMA)、走査型電頭 (SEM)、イオンマイクロアナライザ (IMA)、超高真空引張試験機と一体化したオージェ電子スペクトロスコープ (AES) などは照射損傷機構を明らかにしていく上で有力な道具である。さらに材料特性の重要性からみて、照射下クリープおよび照射下疲れ試験なども今後早急にとりあげる必要があろう。

原子炉材料開発においては、時間的にも長時間を要し、研究費的にも膨大な投資が必要と予想されるだけでなく、多くの困難な問題が前途に横たわっているので、従来の材料開発と同次元において論じることではできない。開発戦略、研究者組織、照射試験施設の三者を一体化した、整合性のとれた開発体制を確立していくことが必要であろう。(金材技研・白石春樹)

Ⅲ. 燃料照射に利用して

最近、ある民間の照射後試験施設を見学する機会を得たが、施設内設備の高度化的選択と効果的配置および経済性と機能性を配慮した電算機システムの採用による自動化データ処理などを眼のあたりにして、正直のところある感慨にふけた次第である。筆者は仕事の関係上、スウェーデン・ストッドビクあるいは西ドイツ・ユーリッヒ各原子力研究所の照射後試験施設(ホットラボラトリ)の設備内容を知り、また利用の経験を持つが、わが国における照射後試験施設も利用上の技

術面において引けをとることはなく、時々刻々さらに進展を続けているものと確信している。懐古すると、わが国が初めての施設である東海研ホットラボラトリを利用して、筆者らがわが国初めての核燃料照射後試験を行なったのはすでに約17年の昔である。その当時の設備は、いわば手細工的なもので、それらの装置を用いて利用者と関係者の協力および苦労のもとに照射後試験の道を歩んだことが思い出される。前述の“感慨”も実はこれらの経験に由来するもので、今日見られる姿の整備された諸施設と諸設備、照射後試験法の確立など、関連諸氏の長年の努力と地道な経験の賜物であると信じている。わが国の照射後試験施設の発展に携われた諸氏に対し、本稿を借り謝意を表したい。

さて、原研には、①東海研ホットラボラトリ、②大洗研ホットラボラトリおよび③東海研大型ホットラボラトリ(以上本稿仮称)の3照射後試験施設が存在する。これら3施設については「本誌」の本シリーズ第Ⅱ報⁽¹⁾に現状が詳述されている。過去実施された照射後試験も施設の概要、特徴などと合わせて記述されているので参照されたい。本章では、それらのうち典型的な試験あるいは設備を取り上げて、利用者の立場から各施設の現状および特色をイメージアップする。さらに、筆者が常日頃感じていることを最後にまとめる。

原研における3ホットラボラトリの目的、分担、特色あるいは実施された代表的試験例などを比較して第1表に示す。

東海研ホットラボラトリにおける燃料関係の照射

第1表 原研における照射後試験施設の
利用面からみた特色

照射後試験施設	特 色
東海研 ホットラボ ラトリ	比較的小規模試料の試験に利用され、小回りのきく便利さを有する。特に UO_2 共研試験、被覆粒子燃料試験などの実績があり、多大の成果を得ている。
大洗研 ホットラボ ラトリ	隣接照射施設 JMTR と関連を持ち比較的中規模試料の試験に利用されている。特に軽水炉燃料の PCMI 実験では、多くの貴重な知見が得られた。
東海研 大型ホット ラボラトリ	軽水炉燃料集合体および燃料要素の試験に利用され、燃料健全性あるいは破損燃料の原因究明などに利用される。電算機システムの採用によるデータ取得が期待されている。

後試験は多種多様であるが(第Ⅱ報, 第Ⅱ章参照), ここでは特にそれらのうち2つの試験を取り上げる。第1は, わが国の諸関連機関が共同して実施した UO_2 共研の成果である。米国GETRで照射された各種国産 UO_2 ペレット試料の照射後試験が精力的に実施され, 照射挙動に関する多くの基本的知見が得られたが, 同時にわが国における照射後試験技術が大きく躍進されたのもこの時期であったと思われる。第2の特色ある仕事は, 現在も活発に実施されている多目的高温ガス炉用被覆粒子燃料(被覆粒子および燃料コンパクト)の照射後試験である。被覆燃料粒子の小さな一粒がこの場合の燃料要素であり, 従来の軽水炉用燃料要素などと比較して, まるで異なる燃料形態である。このため照射後試験設備および試験方法も特殊性を帯び開発を必要とした。スタッフと利用者の協力の結果, 諸外国に勝るとも劣らない試験がなされるまでに進展している。

大洗研ホットラボラトリーは, 隣接する材料試験炉JMTRとカナルで連結された本格的照射後試験施設である。照射後試験内容もJMTRにおける照射と表裏一体をなし, 計画性のある試験の実施されることに大きな特色を有している。過去多くの照射後試験がなされ, 多大の成果が得られているが(第Ⅱ報, 第Ⅱ章参照), ここでは特に, 最近終了した軽水炉用燃料のPCMI(ペレット・被覆機械的相互作用)照射研究に関する照射後試験で得られた成果の一部を紹介する。

PCMI 研究では, 照射後燃料棒におけるペレット/被覆管間残留ギャップ(P/Cギャップ)に関する知見が重要なバックデータとなる。この利用者の要望が受け入れられ, ホットラボラトリースタッフの熱意と努力によって, 残留ギャップ測定装置が開発・試作された。第2図は薄肉ジルカロイ被覆管(肉厚約0.3mm)を用

第2図 残留ギャップ測定装置による照射後燃料棒(76F-3A)の負荷-変位特性測定例

いて照射された軽水炉型燃料棒試料(76F-3A)における本装置で得られた負荷-変位特性測定例の1例である。ペレットと被覆管との接触状況, ペレット内のクラックの閉鎖によると思われる負荷応力の緩和の様相など, 貴重な情報が得られた。PCMI実験は軽水炉燃料におけるPCI/SCC(ペレット・被覆相互作用/応力腐食割れ)破損挙動解析のための前段階における研究である。大洗研ホットラボラトリーでは現在, この分野(PCI/SCC)の照射後試験装置の開発が計画されている。

東海研大型ホットラボラトリーでは, 軽水炉(BWRおよびPWR)で用いられた実用燃料集合体および燃料要素の照射後試験が行われ, 燃料健全性の実証あるいは破損燃料の原因究明など, 燃料の安全性試験研究のために利用される予定である。本施設では最初の試験として原電敦賀炉で使用した国産燃料体の照射後試験が開始される予定である。なお本施設の特色として電算機システムの採用があり, 正確かつ迅速なデータ処理のなされることが期待されている。

以上, 原研における照射後試験施設の特色を1利用者の立場から眺めてみたが, 施設および設備の現状として照射後試験自体が徐々に自動化され, 流れ作業式になる傾向をみるに及び, 筆者は1抹の不安を感じている。すなわち機械に頼り過ぎ, 人為の割り込む余地が減じた場合の現象事実の見落とし, あるいは見損じである。例えば肉眼による外観検査が機械に代わり, 結果の判定が電算機システムで行われるとしても, 所詮意志を備え臨機に应变しうる肉眼には及ばない。非破壊検査が不十分のうちに破壊試験に入ることは致命的損失を招きうることを再度考えてみる必要があるのではなかろうか。照射中の原子炉用燃料に生じる挙動はある程度類推可能であるが, 突発的現象の生じることも未知である。照射後試験に常に新鮮な気持ちで対処する必要があるかと痛感する次第である。利用者の立場から要望したいことの他のひとつとして, 各施設相互間の設備の有効利用を挙げたい。このためには試料運搬上の容易さなどが確立されなければならないが, 各施設がそれぞれに特色を備え, 優れた照射後試験技術の習得に専念できるような体制になれば, また一段と研究・試験が進展するのではあるまいか。

本稿の執筆に当り, 原研における3照射後試験施設の関係者諸氏(松本徳太郎, 坂倉 敦, 大内正博, 石本 清の諸氏)より情報あるいは資料を得たことを付記し, 深く謝意を表したい。優れた施設の利用を通して燃材

料の研究がさらに大きく進展することを念願している。
(原研・菊地 章)

Ⅳ. 化学研究に利用して(アクチノイド元素の照射後実験)

α 線放出核種を含むアクチノイド核種の取扱い施設では、排気および排水に対して、それぞれ $2 \times 10^{-14} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ および $1 \times 10^{-8} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ までの濃度測定が必要とされる。これは現在到達できる限界に近い技術的レベルの測定である*。そのために、いわゆる α -ケープといった大量を取り扱う大型施設は、U, Pu 等の比較的少数の核種を取り扱う専用の施設として設計され維持管理されることが多い。しかしながら、大学におけるように、アクチノイド核種の研究を広い視点から実施しようとするときには、汎用性のある施設でAc, Pa, Np, Am, Cm, Bk, Cf 等の比較的馴染みの薄い核種をも取り扱う体制を整備する必要があると考えられる。東北大学金属材料研究所付属材料試験炉利用施設(JMTR利用施設)は、JMTRによる材料の中性子重照射の研究のほかに、燃料の中性子重照射およびアクチノイド核種の比較的小規模な製造をも目的とした大学共同利用施設である。現在アクチノイド関係としては、U燃料関係以外に、第2表に示すような研究目的を達成できるよう期待されている。

第2表 アクチノイド関係試験

照射 試料	生成核種	照射量 (nvt)	実験進行 状況
天然U	$^{238-242}\text{Pu}$, ^{241}Am	10^{20}	完了
^{241}Am	$^{238, 242}\text{Pu}$, $^{242m, 243}\text{Am}$ $^{242-248}\text{Cm}$, ^{252}Cf	10^{21} 以上、冷却中	
^{243}Am	$^{244-248}\text{Cm}$, ^{252}Cf	10^{22}	課題採択
^{232}Th	^{233}U , ^{229}Th , ^{231}Pa	10^{22}	同上
^{226}Ra	^{227}Ac	10^{20}	計画中
^{231}Pa	^{232}U	短期間	同上
^{241}Am	^{238}Pu	10^{20}	同上
^{237}Np	^{238}Pu	10^{20}	同上

1. 施設の現状**

施設発足当時の事情から、材料関係の設備整備が優先され、燃料やアクチノイド元素関係は第2期計画として残され、しかもその後のいろいろな事情から今日まで、この第2期計画は実施されないままになっているため、 α 線放出核種関係の研究には残念ながらきわめて不十分であることは否めない。

JMTR利用施設には、アクチノイド元素の照射後の

実験設備として、照射済み試料の脱クラッド用鉛セル1基と、ペレットの溶解、分離のための化学用鉛セル1基とそれに付属したグローブボックスが設置されている。さらに、粉末試料のペレット化と、そのステンレス鋼管への封入を行いうるようなグローブボックスおよびその内装機器とが整備されつつある。一方、カプセルの設計、照射後の解体および実験後の放射性廃棄物の処分は、原研大洗研究所に委託する体制にある。

現在、上記化学用鉛セル内実験に使用する化学分離装置は、第3図に示すような溶解分離精製装置がわれわれの手で設計されてセル内に設置されていたが、老朽化と汚染のため廃棄され、今後は利用者が必要に応じて設計製作することとされている。さらに、分離後の核種分析のための放射線測定装置は設置されておらず、原則として利用者が各自の施設に持ち帰って測定することとされている。

1: 溶液移送用ポンプ, 2: 溶媒抽出装置
3: 試料溶解装置, 4: pHおよび酸化状態調整装置
5: イオン交換装置, 6: 溶液移送装置

第3図 鉛セル内化学分離装置

このように、材料関係はかなり整備されているが、燃料関係も含めたアクチノイド元素関係の研究に対しては、いまだ充分な設備が整備されているとはいえないが、アクチノイド元素の研究としては、第2表にあるように、天然U試料の照射後の処理は、JMTRの試用期間(1970年)に実施され⁽²⁾⁽³⁾、また ^{241}Am , ^{243}Am および ^{232}Th の照射が課題採択されている。このうち、 ^{241}Am についてはすでに照射が完了して冷却中であるが、カプセル解体可能な α -ケープが原研にも現在なく、そのうえ α 関係の廃棄物の原研への引取りに関連して、JMTR利用施設内の化学用鉛セルの整備が要求され、

* 通常の大気中の α 線放出核種濃度は $10^{-10} \sim 10^{-12} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ の範囲にある。

** 施設全体の紹介は、茅野秀夫：原子力誌，15(1)，43 (1973)に掲載されている。

現在進行中であることなどのため、実験を開始するに至っていない。いずれにせよ、真に JMTR 利用施設が、“Actinoid Factory”として整備されるのは、すべて今後に残された課題であるというのが現状であろう。

2. アクチノイド元素の研究者より期待される

今後の施設整備の方向

^{241}Am , ^{243}Am , ^{232}Th 等の照射研究は、入手困難なアクチノイド核種の確保および Th 系燃料開発の基礎研究としても、今後ますますその重要性が大きくなると考えられる。そのためには、Pu の取扱い施設より厳しい保健物理学上の管理が要求される ^{240}Cm , ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{231}Pa およびそれらの娘核種を取り扱う必要がある。大型のプロジェクト研究のための施設と異なり、JMTR 利用施設には、比較的小型であっても多種多様な研究者の創意に基づく特色ある研究課題に能率的に対応できる“Actinoid Factory”としての体制整備が必要である。第2表に示した ^{231}Pa からの ^{232}U の製造、 ^{226}Ra からの ^{227}Ac の製造、 ^{232}Th からの ^{233}Pa の製造、 ^{237}Np または ^{241}Am からの ^{239}Pu の製造等は、その一部分はすでに小規模な他の研究用原子炉を利用して行われており、これらは JMTR 水力ラビットを利用すれば、

より簡便にかつ効果的に実施できると考えられる。しかしながら、これらの研究課題に対応し、多くの大学研究者に開放するためには、すでに述べたように保健物理学的に非常に厳しい管理技術が要求される施設を整備し、確実に維持管理できるようにすることが必要である。この見地から、JMTR 利用施設共同利用委員会においては、現在のホットラボラトリーの一部を改造、増築し、きわめて小型ではあるが α 放射体専用のホットラボラトリーを整備する計画を有している。一日も早くこれが実現し、そこには専門の研究者、技術者が配属され、必要最小限の研究機器が整備されて、上述の研究に対応できるようになることを期待したい。さらに、大型の施設を必要とする研究に対しては、原研のみならず動燃事業団の諸施設が大学研究者に利用できる日が来ることを待望する。

(東北大金研・鈴木 進)

— 参考文献 —

- (1) 松本徳太郎, 坂倉 敦, 大内正博, 石本 清: 原子力誌, 21 [12], 916 (1979).
- (2) 西 朋太, 他: 第18回放射化学討論会予稿集, (1974).
- (3) SUZUKI, S., et al.: Sci. Rep. Res. Inst. Tohoku Univ., A28(1), 64 (1979).

正 誤 表 (Errata)

Vol. 21, No. 12 (1979)

		誤	正
p. 918	第1表左欄(ケープ, セル)上から3行目	ダンティ・ケーブ	を ダーティ・ケーブ
p. 924	右欄上から11行目	執筆者名脱落	を 執筆者名(坂倉 敦)挿入

○原研 RI・原子炉研修所 研修生募集○

第12回保健物理専門課程

目 的 現在放射線管理の業務に従事し、また将来従事しようとする者に対し、原子力の基礎的知識および放射線管理に必要な知識、大規模放射線取扱施設等における実務上必要な技術を習得させる。

授業レベル 普通高校の一般的知識を習得した者には理解できる程度ですが、原則として放射線管理関係の業務に1年以上従事し、放射線管理関係および保健物理関係の用語、実務の内容についてある程度は知っている必要がある。原子力分野に関し多少の知識経験をもち、現在または将来放射線管理の実務に従事する者などに向いている。

期 間 5月12日～7月25日

定 員 Aコース 18名, Bコース 6名

授業料 A・B各コース 290,000円

申込先 (〒319-11)茨城県東海村 (Tel. 02928-2-5667)

原研 RI・原子炉研修所(原子炉研修部門)

○放医研第50回放射線防護課程研修生募集○

目 的 本課程は、主として放射線の安全管理に従事する者を対象として、物理学、化学、生物学および医学の基礎知識を与え、放射線の防護に必要な技術を習得させる。

期 間 6月9日(月)～7月11日(金) (定員 30名)

応募資格 大学または短大の卒業生、またはこれと同等の学力を有する者で、放射線の業務に従事し、または従事しようとする者。

研修費 不要(雑費 5,000円程度のみ)

ただし、宿泊・食事等は実費負担。

申込要領 所定申込書で5月2日(金)までに放医研所長宛(養成訓練部気付)提出すること。

連絡先 (〒260)千葉市穴川4-9-1

放医研養成訓練部教務室(Tel. 0472-51-2111, 内線 337)

(昭和55年度の研修予定)

第51回 放射線防護 55年9月2日～10月8日 (30名)

第52回 放射線防護 55年11月12日～12月17日 (30名)

第32回 核医学 56年1月19日～2月20日 (14名)

第16回 RI 生物学基礎医学 56年1月19日～2月20日 (16名)