

放計協 ニュース

財団法人 放射線計測協会



放射線測定器今昔

日本アイソトープ協会

常務理事 浜田 達二

昭和 28 年になって米国からいわゆる ^{60}Co と称するコバルト 60 の大量線源が輸入されるようになり、わが国でも方々の病院でガン線遠隔照射治療が行われはじめた。この線源はキュリー数で値付けされていたが、購入した病院から放射能の値と照射線量率出力とが合わない、というクレームが寄せられるようになった。その主な原因は線源中でのガン線の自己吸収によるものであったが、RI 協会ではビクトリンの rメータ を購入し、出力測定サービスをはじめ、私もそのお手伝いをした。ストップウォッチ片手にシャッターを開閉し、接眼レンズから石英ファインを覗きこむ作業の繰り返しは、決して楽ではなかったことを思い出す。今ではデジタルで直読でき、線量率でも積算線量でも自由自在である。

その後、原研のラジオアイソトープ研修所でしばらく物理実習の一部を担当したが、一番の苦勞のたねは放射線測定器の故障修理であった。トランジスタ化された今日では、もはやこのような悩みは少ない。

電子技術の発達のおかげで、新しい便利な測定器が続々と開発され、通常の事業所における要求はほぼ十分満たされていると言ってよいであろう。

残されているのは、中性子とドーンといったところだろうか。

一方、測定器が便利になりすぎると、人は測定結果のチェックを怠り、その指示値を信用して、それを鵜呑みにしがちになる。現在市販されている管理用放射線測定器は、JIS が整備されていることもあって、品質管理が行き届き、故障を起こすことも少なくなった。また、PC 類はコンピュータに接続され、放射線管理記録がプリンタから直接打ち出されてくるといって、至極便利な世の中である。しかし、それだからといって、数年前に行ったアイソトープ事業所に対するアンケート調査の結果が示すように、日常の保守・点検をせずに済ませている事業所が多いという実態は感心できない。これは、費用や手間が掛かるということ以前に、そもそも保守・点検の必要性に対する認識が不足しているためではないかと考えられる。測定器にはいつも疑いの目で接するという心掛けが必要かもしれない。

1 cm線量当量測定の実際

電子技術総合研究所 崎原 克彦

.はじめに

線の線量に関しては、国際度量衡局並びに一次標準研究所において確立された照射線量標準の国際比較により、実現出来る最高の精度で標準の国際的整合が図られている。一般に一次標準研究所は、この照射線量標準を定量の根拠としており、空気カーマ等の実用量は照射線量からの誘導量として求められている。

我が国では、一次標準研究所の電子技術総合研究所により照射線量の標準供給が行われている。放射線利用分野毎に測定対象量は異なり、治療分野では水吸収線量が、防護分野では線量当量が、各々照射線量標準を基に求められている。

照射線量から線量当量への換算係数は、光子エネルギーに大きく依存する。したがって、線計測器の線量当量感度を求めるには、照射線量率と線質とが既知の線標準場が必要である。

.X. 線標準場

線の線量測定器の感度校正には、制動線と蛍光線とが用いられる。

制動線による連続スペクトルの線標準場の場合には、線発生装置と高純度のアルミニウム、銅、錫並びに鉛フィルターの組み合わせにより線質調整が行われる。線質は、線管の加速電圧、半価層及び実効エネルギー、均等度、平均エネルギー、スペクトル幅(半値全幅)等の複数パラメータを用いて表現される。また、連続スペクトルの線の線量率は管電流及び焦点から規定面までの距離の組み合わせにより調整される。

連続スペクトルの線場は、線質及び線量率を勘案して規格・標準化される。

電子技術総合研究所では、実効エネルギーと最高光子エネルギーとの比により定義される線質指標(QI と呼称)の概念を導入し、連続スペクトルの線標準場を線質指標に基づき分類する事を提唱している。線質指標は連続、有界の無次元パラメータで、線量測定器の感度のエネルギー特性の解析等において有用なパラメータである。電総研では、既に 0.3 から 0.9 の領域において、0.1 刻みの線質

指標に対応する 7 系列の標準線場の設定を行っている。

米国の国立標準技術研究所(NIST)では、線量率範囲を分類基準として 3 系列 30 種類の標準線場の設定を行っている。

国際標準化機構(ISO)では、線量測定器の感度校正に用いる線装置の仕様を規定した。即ち、タングステン陽極の線管を備え、脈動率が 10%未満の定電圧線発生装置が対象になっている。ISO は、4 系列 36 種類の線標準場を規格化した。その分類の規準は、2 系列がスペクトル分布の幅の広狭、残りの 2 系列は線量率の高低に着目している。

連続スペクトル線標準場の実効エネルギー範囲は 8keV から 250keV であり、線量率範囲は線発生装置の定格に依存するが、 $(10^{-7} \sim 1) \text{C} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 程度である。

蛍光線を用いた単一エネルギーの線標準場の設定には、特定の物質で作られたターゲットを制動線により励起して K-線を発生させ、特定の物質で作られた純化フィルターにより成分のみを選択的に取り出す方法が採られる。ISO では、とびとびに 14 種類の単一エネルギー線標準場が規格化されている。エネルギー範囲は 8.64keV から 98.4keV までで、線量率の範囲は数 $\text{mC} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 以下である。

一般に線源として使用される放射性核種は、光子エネルギーの異なる複数の線を放出し、更に娘核種の線と特性線の放出を伴う。したがって、線標準場の設定に際しては、フィルターによる光子スペクトルの調整が必要になる。

また、線照射装置周辺からの散乱線の混入を低減するように留意しなければならない。一般に、シャドウコン法を用いて自由空間における散乱線成分と一次線成分とを分離し評価できる。

^{137}Cs 線についてコリムビームの例を図に示す。

.X. 線標準場と換算係数

整列・拡張場を形成する標準場を想定し、自由空間における連続スペクトル及び線スペクトルの照射線量をそれぞれ $(E) \cdot \text{dE}$ 、 $\dot{\epsilon}_i(E_i)$ とし、エネルギー E の光子

に対する照射線量から関心点における線量当量への換算係数を $F(E)$ とすると、自由空間における照射線量 \dot{H}_i と関心点における線量当量 H_i とは次式で与えられる。

$$\dot{H}_i = \int X(E) \cdot dE + \dot{H}_i(E_i)$$

$$H_i = F(E) \cdot \int (E) \cdot dE + F_i(E_i) \cdot \dot{H}_i(E_i)$$

従って、標準場における照射線量から関心点における線量当量への等価換算係数 F_{eq} は、

$$F_{eq} = H_i / \dot{H}_i \text{ になる}$$

光子エネルギー E に対応する換算係数 $F(E)$ と等価換算係数 F_{eq} とが等しくなる E を、等価エネルギーと呼ぶ。²⁴¹Am 線源については、線質が無調整の場合と 0.2mm 厚の銅フィルターを使用した場合とでは、等価換算係数及び等価エネルギーの何れもが約 3 倍異なる。

実効エネルギーと平均エネルギーの適用性

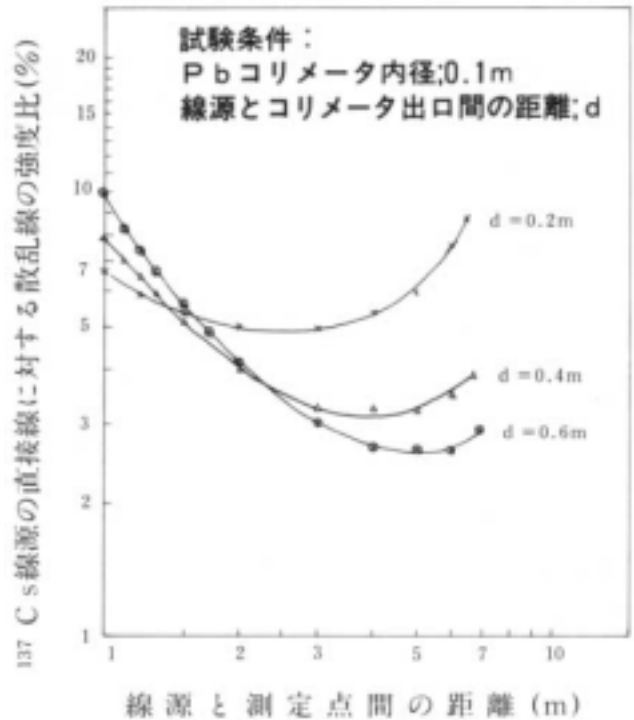
線に対しては実効エネルギーを、線には平均エネルギーを用いて線質を表現する。

標準場の実効エネルギー-或いは平均エネルギー-を E_f とし、対応する換算係数を $F(E_f)$ とすると、実効エネルギー-或いは平均エネルギー-を適用することにより生じる系統誤差の誤差率は次式で与えられる。

$$= 100 \times | F_{eq} - F(E_f) | / F_{eq} (\%)$$

実効エネルギー-を求めるに当たり、30keV 以下の場合にはアルミニウムを、それ以上の場合には銅を用いて半価層を測定するものとする。また、測定器の感度の校正を 0.7 以上の線質指標の標準線場で行った場合、上記の誤差率は高々 2% である。

一般の加線で密封された ¹³⁷Cs, ⁵⁷Co 並びに ⁶⁰Co 線源の場合、低エネルギー線及び特性線の混入の割合を低レベルに押えることができ、等価エネルギーと平均エネルギーとがほぼ等しくなる。²⁴¹Am 及び ¹³³Ba の場合には、等価エネルギーと平均エネルギーとが異なり、フィルター条件に依存する。



²⁴¹Am 線源が放出する線の場合、等価エネルギーと平均エネルギーとの差異は、線質調整を行わないと 108% になり、厚さが 0.2mm の銅フィルターの使用により僅か 4% になる。誤差率についても同様で、186% が 1% に改善される。

¹³³Ba 線源が放出する線の場合、等価エネルギーと平均エネルギーとの差異は、線質調整を行わないと 6% になり、厚さが 0.2mm の白金フィルターの使用により僅か 0.3% になる。誤差率については、1% が 0.1% になる。

(参考文献)

- 1) フィルムバックニュース p.1, No.148, 1989
- 2) 電子技術総合研究所彙報第 47 巻第 9, 10 号 昭和 58 年
- 3) ISO/DIS 4037, 1979, 1982
- 4) CCEMRI()/83-33, 1983
- 5) JIS Z4333(1990)

アジア・太平洋地域の個人線量計国際相互比較

日本原子力研究所

線量計測課 村上 博幸

IAEA(国際原子力機関)は、加盟する発展途上国に対して原子力関連技術の技術援助を実施している。このうちアジア・太平洋地域の国々を対象とした地域協力協定(Regional Cooperative Agreement : RCA)の主要テーマである「放射線防護の強化」プログラムの一環として個人線量計相互比較が1990年に実施された。

個人線量計相互比較は、各種個人線量計を同一条件で照射し、その評価結果を相互に比較し、分析、検討を行うものである。欧米では各種の個人線量計の性能把握と品質保証の観点から盛んに実施されている。今回の相互比較は、アジア・太平洋地域の国々の個人線量測定技術レベルの把握に重点をおいて実施された。線量計の照射、データの収集等は日本原子力研究所が担当し、結果は各参加機関より1名ずつの出席によるワークショップにおいて分析、検討された。今回の照射は、各国の技術レベルを考慮して、旧来の単位(照射線量:単位 R)

を用い、自由空气中照射により実施された。対象線種は光子のみで、線4種、線2種の計6種類の照射が実施された。

今回の相互比較への参加機関は14国の15機関(ベトナムからは2機関が参加した)であり、15種類の個人線量計が調査対象となった。提出された個人線量計は大別するとTLDとフィルム線量計の2種類であったが、概してTLDの方が良好な結果が得られていた。この理由としては東南アジア地域の気候とフィルムの構造との関係、またフィルムのエネルギー依存性に係る線量評価の複雑さ等の影響があるものと推察される。表1に今回の相互比較への参加国を示す。また図1a),b)に結果の一例を示す。

上記の個人線量計相互比較は、IAEAのRCAプログラムとして1991年以降も継続されることになっており、アジア各国の技術力の向上と個人モニタリング測定量の統一に寄与することが期待されている。

表1 IAEA/RCA 個人線量計相互比較参加国一覧

AUSTRALIA	BANGLADESH
CHINA	INDIA
INDONESIA	KOREA Rep.of
JAPAN	MALAYSIA
PAKISTAN	PHILIPPINES
SINGAPORE	SRI LANKA
THAILAND	VIETNAM

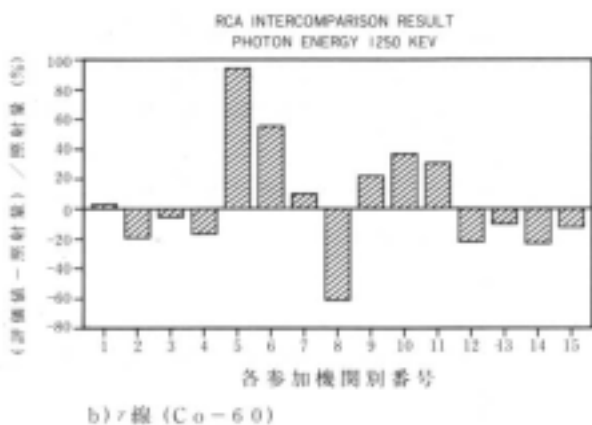
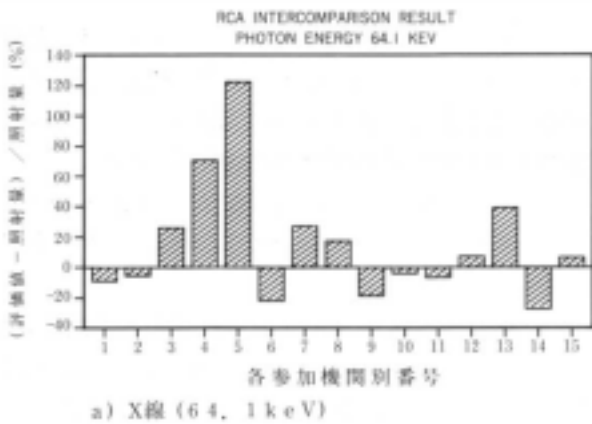


図1 個人線量計相互比較結果

遺跡発掘調査について

北海道文化財研究所

資料室長 吉田 玄一

泊原子力発電所の建設が予定された敷地内には、¹⁰カウシ遺跡等縄文時代中期の多くの遺跡群が存在し、発電所建設に先立って発掘調査が行われた。さらに、発掘された遺物は、本年6月オープンされる発電所PR館に保管展示される予定となっている。著者は、放射線計測協会主催の「原子力教養講座」に参加したのが縁となって今回、この一文を記することになりました。遺跡発掘は本来原子力とは無縁と思われるが、調査技術として¹⁴C年代測定、ウランのフィッショントラック法等でつながりがあるのは興味深い。

北海道の西部、後志支庁管内の北部で日本海に大きく張り出す積丹半島の西南基部に位置する泊村には、道内初の原子力発電所である北海道電力泊発電所がある。

この発電所建設に伴う工事予定地内の埋蔵文化財包蔵地、いわゆる遺跡の緊急発掘調査は、昭和57年度から同59年度までの3カ年にわたって実施された。初年度は、(財)北海道埋蔵文化財センターが掘株1・2遺跡を調査した。残りの遺跡は、昭和58年4月に設立された北海道文化財研究所が¹⁰カウシ遺跡、茶津遺跡、宮丘1遺跡、茶津貝塚の順に調査を実施し、同59年に終了した。

これら6遺跡の調査総面積は、約26,000m²、出土遺物総点数は、約100万点を越え、現在当研究所で室内整理作業を継続中である。

ここでは、全国的にもめずらしい海獣犬歯製の釣り針が発見された茶津貝塚の調査方法や、他の遺跡の興味深い分析結果及び分析途中の一部を紹介してみたい。

茶津貝塚は、調査面積7500m²、縄文時代中期(約5000年前)の遺跡である。貝塚本体は、遺跡の北側に位置し東西約25m、南北約12mの広がりをもっていた。調査は、この貝塚本体に、50cm四方のサンプルスポットを設定し、各スポット毎に厚さ5cmを基本にカットし、層位別に上から順に全ての貝層を採集する方法を用いた。

採集サンプル数は、約15,800カットを数え、その体積は約80m³近く、重量では約90t近くにも達した。これらは調査終了後1mmメッシュの篩で水洗し、各サンプル中に含まれる人工・自然遺物を抽出選別した。

この結果、土器石器の他に、従来発見されなかった小さな骨角器、真珠、トの乳歯等が発見された。

釣り針は、全部で57点、このうち7点が完形品で残りは破損品であり、約1.5cm～3.6cm程の小さなタイプであった。縄文時代の釣り針の材質は、全国的に見て鹿の角が一般的であるが、当貝塚の場合は、全てト・アシカ・オットセイ等の海獣犬歯製であった。他にも海獣犬歯で、荒割りされたもの、あるいは、研磨されたもの等100点程出土しており、これらの資料から釣り針の製作工程が復元された。

真珠は、全部で26個(径1.7～45mm)発見された。これら真珠の母貝分析は、蛍光線定性分析の結果、貝層からも選別抽出された海水産二枚貝、イガイ科中のイヅナバカリイではないかと推定された。又1個だけが中心部に人工的に穿孔されており、このタイプでは日本で一番古いものである。

¹⁰カウシ遺跡でも出土遺物の科学的分析を試みた。A地点の竪穴住居跡から採取された木炭の¹⁴C年代測定では、4,990±100yB.P～4,200±90yB.Pとの測定結果を得た。又特異な石製品の全面に塗られた黒い付着物からは、「残存脂肪酸分析法」により海産動物脂肪の脂肪酸とステロールが検出され、動物種としてイカ・オットセイが特定された。

掘株1遺跡では、蛍光線分析によるヒスイ製垂飾品の産地分析、及びウラン238のフィッショントラック法により石器原材料である黒曜石の産地分析をそれぞれ専門の方々へ依頼中である。

(平成3年2月20日)

「はかるくん」による自然放射線の測定

大阪府立住之江高等学校 岡 多賀彦

今回「はかるくん」の貸出を受け、身の回りの放射線の測定を体験しました。自然放射線は地域によってかなりの変化があるようです。私の観測でも、同じ場所ではメータの表示はあまり変化せず単調でしたが、移動する乗物の中では通過する場所の自然放射線の強弱に鋭敏に反応し、興味ある変化を示しました。以下に、地下鉄、自動車、旅客機内での放射線レベルの時間的経過を観測した結果を紹介します。

地下鉄東西線の自然放射線

荒川以東で高架となるため低く、以西で地下となるため高い。また地質などの違いで変化し、隅田川川底が最も高い。

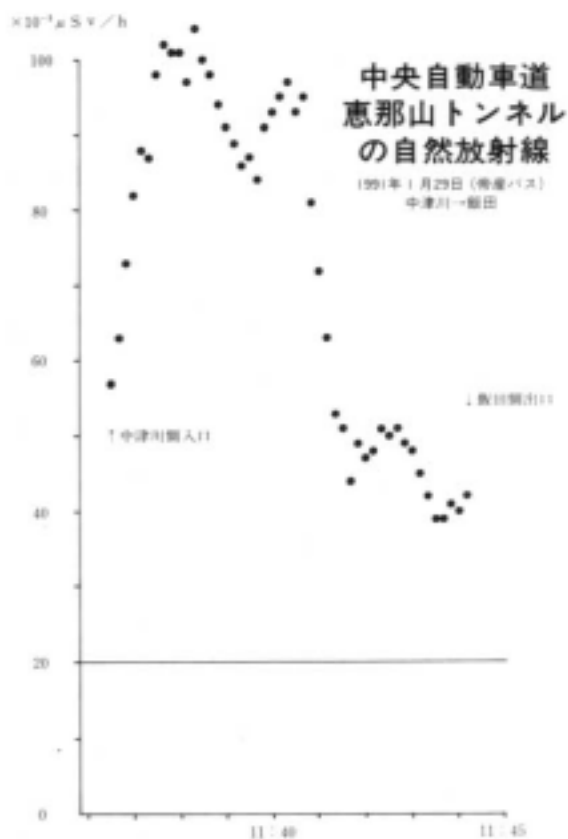
中央自動車道恵那山トンネルの自然放射線

木曾山脈を貫く 8.6km のトンネルで、フォッサ・マグナのためか、西半分が高く、東半分が低い。

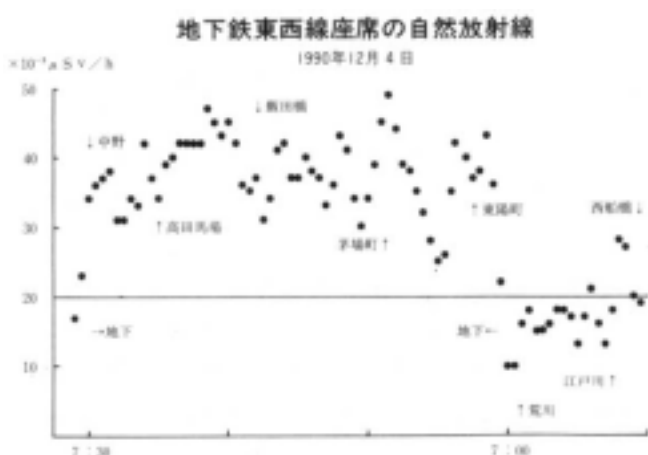
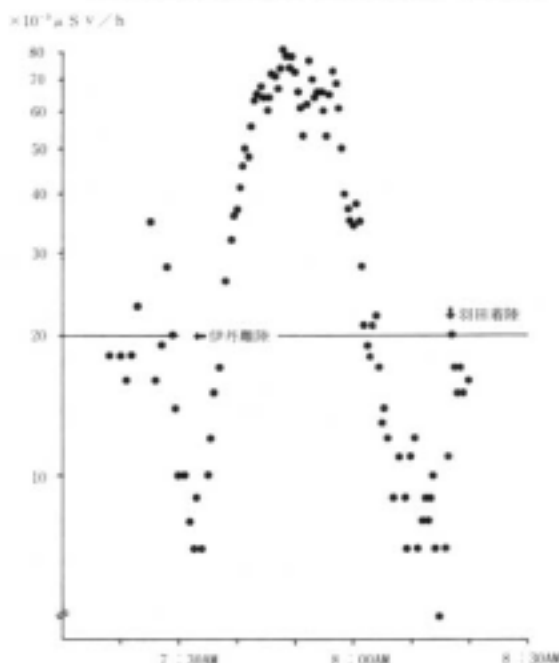
旅客機座席での自然放射線

ゲッタで真中の高い部分は宇宙線によるもので、飛行高度と正の相関がある。離陸後と着陸前に低くなるのは地面から離れることにより大地からの放射線が減少するためである。

また新幹線座席での自然放射線についても「はかるくん」の手引の図と同様の傾向が見られた。



旅客機座席の自然放射線
1990年8月30日、JAL J 02便 (1F)、伊丹発(7:20)羽田行



【編集注記】 「はかるくん」は1時間当りの放射線量(1分計測値)を10秒毎に更新表示します。検出部はヨ化セシムとシリコン・イオドで、主に大地からの自然放射線を対象としており、宇宙線に対しては感度がかかなり低くなっています(~1/3)。

放射能測定実演事始め

通産省資源エネルギー庁からの受託業務「移動車両による放射線知識普及事業」の最初のテーマで2月19日から22日まで測定実演説明会を4回実施した。実施に先立ち食品中の放射能の測定を中心に、空気中の放射能、自然放射線も加えた測定実演のための測定システムと説明用パネル、OHP等一式を揃え専用車に搭載できるよう準備した。珠州市における今回のPR活動のスケジュールは下表のとおりである。

- | |
|--|
| 1. 2月19日 14～16時 商工会議所 講演会形式
北二村・サカ 参加22名 持参食品2点 |
| 2. 2月20日 10～15時半 商工会議所 展示会形式
一般市民 参加35名 持参食品4点 |
| 3. 2月21日 10～15時半 宝立公民館 展示会形式
一般市民 参加18名 持参食品5点 |
| 4. 2月22日 10～12時 産業センター 展示会形式
市役所職員 参加46名 持参食品8点 |

放射能、放射線の測定実演によるPRの方法として、当方で計画したプログラムによって、一定時間内に暮らしの中の放射能、放射線の解説と測定実演を行う講演会形式による方法と、会場に測定装置、説明用パネル等を並べて店開きをし、開催時間中参加者が都合のよい時間に来訪してもらう展示会形式による方法とがある。今度の説明会シリーズでは、第1回が前者、2～4回が後者の形で行われた。

参加者の人数は予測より少なかったが、参加者の理解度は思ったよりよく、われわれの企画に対しても大部分の人が好意的に対応してくれたのは嬉しかった。ウィークデーにこの種の説明会を開くと、どうしても若年層の参加がむずかしいため、参加者の年齢層が高くなる。これは今後の課題でもある。(伊藤直次)

研修講座のご案内

平成3年度も、下記日程により研修講座の開催を予定しております。放射線管理業務に必要な入門的知識の習得を目的とした「放射線管理入門講座」および同業務に要求される中級程度の知識の習得を目標とした「放射線管理・計測講座」のほか、原子力関連職場の事務系職員、原子力施設のある地方自治体職員さらに一般の人で原子力の知識を身につけようとする方々を対象とした「原子力教養講座」の3講座について実施します。

また、これら定期講座のほか、放射線取扱主任者受験のための出張講座のほか、放射線業務従事者の教育訓練の講習等もあわせて行っておりますので、お問い合わせ下さい。

平成3年度研修計画

講座名	日程	受講料(円)
放射線管理入門講座 第14回 第15回 第16回	平成3年 5.20(月)～5.24(金) 10.14(月)～10.18(金) 平成4年 1.20(月)～1.24(金)	54,000
放射線管理・計測講座 第36回 第37回 第38回 第39回	平成3年 6.17(月)～6.21(金) 9.9(月)～9.13(金) 11.11(月)～11.15(金) 平成4年 3.9(月)～3.13(金)	56,000
原子力教養講座 第15回 第16回	平成3年 7.15(月)～7.19(金) 平成4年 2.17(月)～2.21(金)	52,000

*消費税額として、上記受講料の3%の額を借受けさせていただきます。

放射線管理研修用ビデオテープについて

原子力施設内の作業に従事する人を対象に、放射線防護の立場から、放射線管理区域出入り時に守るべき基本的事項や管理区域内での放射線作業で採るべき行動等について、写真や実写による映像から正しい知識の習得が図られるよう、「視聴覚教材」としてご利用いただくことを目的としたものです。

標題:「放射線作業の実際」(付属解説書付)

VHSまたは :27分

頒布費:36,000円/巻(消費税、送料込)

(財)放射線計測協会平成3年度事業計画 (主要事項)

当協会は、放射線測定の精度及び信頼度の向上が原子力及び放射線の安全確保・向上の基礎となるべきものであることを考慮しつつ、社会のニーズに応えるべく、平成3年度は、下記の業務を平成2年度に引き続き積極的に推進する。

特に校正、計測に関する技術開発及びPAに関連する放射線、放射能の測定と測定器の開発等の要請に対しては、一層の努力を傾注することとし、科学技術庁等からの受託調査研究の要請に積極的に応える。

(1)放射線測定器の点検・校正等

イ.放射線測定器の点検・校正については、新法令の施行に伴う校正技術の向上と定着に努めるとともに、原子力施設等の実情とニーズの把握に努め、業界の要望に応えられるよう前年度に引き続き努力する。

ロ.標準照射については、精度の高い照射技術の維持向上に努めるとともに個人線量測定機関等への指導協力を引き続き進める。

ハ.N-16の高I値⁺γ線による標準照射及びガスタの校正試験など、当協会特有の技術による業務をさらに充実させる。

ニ.新型放射線測定器の特性試験等を通じ、放射線測定精度と信頼性の向上に資する。

(2)放射能試料の測定及び放射化分析

施設の放射線管理試料、環境試料及び¹³⁷Csイオン交換試料の放射能測定を行うとともに、試験研究用試料、全身計測等の面で原研に協力する。放射化分析については、前年度と同様依頼試料の分析業務を行う。

また、放射性ヨウ素捕集材の捕集性能試験を実施する。

(3)放射線管理技術者等の研修

前年度と同様に定期講座を計9回実施するほか地方自治体職員等を対象とした原子力知識普及講座等の研修活動を積極的に進めることにより、放射線安全に関する知識の普及を図る。

(4)調査及び試験研究

科学技術庁、(財)原子力安全研究協会等に協力し、放射線計測器標準化のための試験研究を行う。

(5)公衆に対する放射線関連知識の普及

国からの委託により、前年度に引き続き平成元年度に開発した簡易放射線測定器が一層広く活用されるよう、貸出し対象の拡大、維持管理と必要な増産、特性試験等を行う。また、食品放射能測定の実演、説明会を開催するなど、国のPA活動に協力し、一般公衆への放射線に関する基礎知識の普及に努める。

(6)放射線管理業務の実施

原研の要請に応え、前年度に引き続き施設の放射線管理業務を一部受託する。

(7)成果の普及

協会の業務実績、新たに確立した技術開発成果その他必要な情報について、学会、関連委員会等を通じて、協会業務の普及に努めるとともに学会・産業界等の関係者との円滑なコミュニケーションを図るために「放計協ニュース」を発行する。

(8)放射線計測協議会

当協会の業務を通じて科学技術庁、学会、産業界等のニーズに効果的に対応できるよう各界専門家との技術的な意見の交換を行う。

(9)組織の新設

公衆に対する放射線関連知識の普及等委託業務の増大に対応するため、担当部を新設する。

編集後記

本ニュースが関係者に広く読んで頂けるために固くなりすぎないように心掛けています。

本号では技術的情報のほかに遺跡の発掘調査について紹介して頂きました。このような記事を毎号掲載できればと思っています。御意見を編集に寄せて頂ければ幸いです。
(吉田芳和)

放計協ニュース No.8 March.1991

発行日 平成3年3月15日

発行編集 (財)放射線計測協会

〒319-1106 茨城県東海村白方白根2-4

TEL 029-282-5546 FAX 029-283-2157

ホームページ <http://www.irm.or.jp>