

放射線・RI塾

【講演】

戦後初のアイソトープ輸入から半世紀 —放射線計測の歩み—[†]

原 禮之助

((株)はやまキャピタル 代表取締役)

はじめに——講演者紹介

河田 日本アイソトープ協会の河田でございます。今日は、大先輩であります原禮之助先生に「戦後初のアイソトープ輸入から半世紀—放射線計測の歩み—」という題でご講演をお願いいたしております。

先生は東京大学薬学部薬学科をご卒業後、直ちに理学部化学科の大学院に進まれ、理学博士を取得されました。その後、電気通信大学、理化学研究所を経て、アメリカのワシントン州立大学やルイジアナ州立大学に行かれました。特にルイジアナ州立大学とのつながりが大変深いようです。その後、国連職員になりました。日本に帰られた時期もありますが、ウィーンの国際原子力機関(IAEA)で10年以上活躍され、IAEAの副部長も経験されました。その後、皆さん既にご承知と思いますが、第二精工舎(現セイコーインスツル

(株))の社長としてご活躍になりました。放射線測定器などでかわり合いを持った方は非常に多いのではないかと思います。いまは葉山にご在住で、(株)はやまキャピタルの代表取締役を務めておられます。

先生は勲三等旭日中綬章をはじめ、スウェーデン、オーストリア等からいろいろな勲章等を受章しておられます。

それから、国連工業開発機関(UNIDO)という、開発途上国における工業開発の促進を目標とした国際機関から親善大使という肩書きをお持ちだと伺っております。それでは原先生、よろしくお願い申し上げます。

原 河田先生、どうもありがとうございました。本日はこのような学会の諸先生方のところにお呼びいただきまして、ありがとうございます。私は学会を離れて三十余年、その後は中小企業の経営に携わっていました。セイコーインスツルメンツ(当時)を退職しましたら、今度は政府の資金が投入されたペルティエ素子を製品化するベンチャー企業の世話をしております。私は葉山の住民で「(株)はやまキャピタル」という会社を作り、資金集めをしています。

* * *

[†]本講演は、2005年7月7日、日本アイソトープ協会の理工学部会インフォーマルミーティング(「第42回アイソトープ・放射線研究発表会」会場で開催)において、「戦後初のアイソトープ輸入から半世紀—放射線計測の歩み—」と題して行われたものです。講演後、演者において一部加筆いただきました。

===== 戦後初のアイソトープ輸入 =====

第二次世界大戦後、最初のアイソトープが日本にどのように入ってきたのかというお話から始めます。本日、会場にある様々な研究発表の展示パネルを拝見し、また、現在の日本アイソトープ協会のご活躍も知ると、なぜここまでアイソトープの利用が発展してきたのでしょうかという素朴な疑問が湧いてきます。それは決して断続的なものではありません。先ほど UNIDO の話も出ましたが、私は開発途上国への技術移転にも関与していますが、科学や技術は決して断続的には育たないのです。ベースが必要です。今のアイソトープならびに放射線の利用、その計測器の発展というのは、やはり半世紀前のアイソトープの輸入に原点があり、それから連続的にここまで発展してきたということを最初に申し上げたいと思います。

あの輸入第1号のアイソトープの入った缶を開けた折、開け方に関するマニュアルがきちんとできており、これを私は全部翻訳いたしました。斎藤信房先生のお言葉によると、「勝手にやるものではない。全部手順に従ってやらなければだめです。自己判断でやっても物事はうまくいきません」。これは実に立派なお言葉で、2~3時間かかってマニュアルの翻訳をして、それに従いました。

研究にしろ、会社の経営にしろ、思いつきでやってもだめで、やはり地道に過去を検証し、ステップ・バイ・ステップでやらなければなりません。このようなことを、私は今から半世紀前、アイソトープの輸入ということから学ばせていただきました。私の人生に大きな影響を与えた50年前の話をお聞きいただきたいと思います。

私の生家は製薬を家業としており、生まれたときから薬学をやるものだと思っていました。しかし、薬学部を出たとき、私の指導教授である落合英二先生が「君は実家の薬屋をやる気はないだろう」と言われ、「ありません」と答え

----- 今回の話に登場する関係者 -----

【理研*・仁科研究室】		【東大・木村研究室】	
仁科 芳雄	山崎 文男	木村健二郎	斎藤 信房
杉本 朝雄		齋藤 一夫	山寺 秀雄
		原 禮之助	長島 弘三
		池田 長生	

* 当時は、戦後の財閥解体により「(株)科学研究所」(科研)の時代であったが、創立以来の通称「理研」も関係者の間でよく使われていた。

たら、「では理学部の木村さんのところへ行って、放射線とX線を勉強してこい」と言われました。こうして木村研究室にお世話になったのがそもそもの発端です。木村健二郎先生の下で、「あなた、どうせこれからいろいろなことを学ばなければならないのだから、アイソトープの取り扱いもやりなさい」ということで、やらせていただきました。

当時、私は日記をつけていて、その手帳が残っております。また、木村先生の日記も残っています。それから、斎藤信房先生から非常に貴重なアドバイスをいろいろいただき、その上、先生のところに残っていた貴重な写真もお借りすることができました。そのような記録を参考にして、お話いたします。

仁科芳雄先生が戦後何とかしてアイソトープを輸入したいとの願いから、American Philosophical Society の600ドルの基金を使い、アンチモン¹²⁵Sbを輸入されました。その時の日記を見ますと、アイソトープ到着に関し、3月28日に山崎文男先生と2人で、理化学研究所(理研)で打ち合わせをしています。

1950年4月10日にアイソトープ到着

池田長生先生が木村健二郎先生のご子息、木村幹先生から聞かれた話によると、当時の連合軍司令部のジョージ・ヤマシロという日系2世の方から、アイソトープが4月に来るという話を仁科先生と木村先生は聞かれました。その言葉通り昭和25(1950)年4月9日に横浜にアイソトープが到着しました。当時理研にご在籍

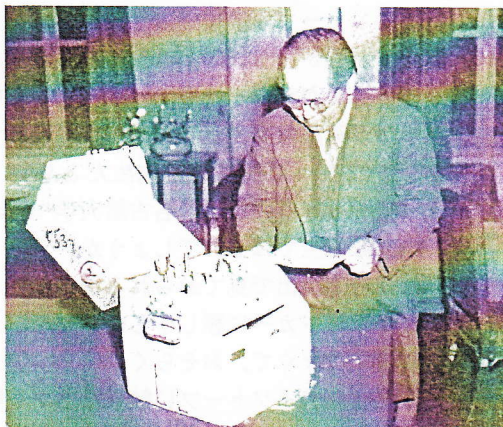


写真1 原子炉で作られたアイソトープが昭和25年4月10日初めて我が国にもたらされた(その日の仁科博士と ^{125}Sb)



写真2 箱の鎖を切る

で、その後日本原子力研究所の理事をなさった杉本朝雄先生が、これを受け取りに行かれました。日記によりますと、4月10日私は木村先生とともに理研へ2時に行き、そこで待っていましたが、夕方になっても到着しませんでした。

10日には到着しないだろうと本郷に引き揚げて、翌日の朝、ふと気になって理研に立ち寄ったら、そこにアイソトープがありました。杉本先生に「昨日中に到着したんですか。もっと理研にいればよかった」と私が言ったら、先生はえらく機嫌が悪かったと、日記にあります。「なんで、そんなことおれに聞くんだ。おれは横浜で苦勞していたんだ。通関できなくて困



写真3 マニュアルを確認・復唱しながら開缶(中央左の眼鏡をかけているのが斎藤信房先生、その右が原。斎藤信房先生ご提供)

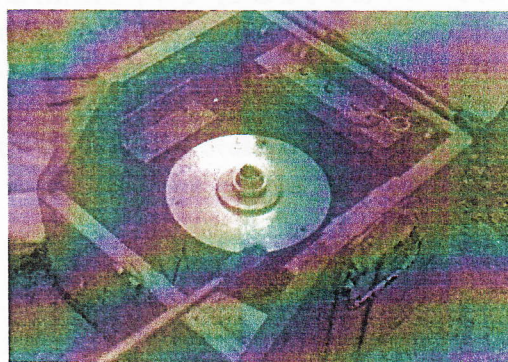


写真4 アイソトープが入っていた容器
円盤のように見えるのが円筒形容器の上部。外側は遮へい用鉛で、容器中央に直径2 cm程度のアلمミニウムのカプセルがあり、原子炉で照射されたスズが入っていた(斎藤信房先生ご提供)

たよ」と散々怒られたと書いてあります。

それから仁科先生のところで、「箱だけは開けましょう」と箱だけ開けたのが上の写真です。箱にはかなり嚴重にカギがかかっていました。盗難の予防でした。鎖までかかっていたのを全部切りました。ここまでは理研でやったと書いてあります。箱だけ開けて本郷に運びました(写真1,2)。

開缶と分離

4月11日午前に東京大学理学部の化学教室まで持ってまいりました。ここから先は本郷での話になります。中庭で開けてみたら、真ん中

のところにアンチモンが入っていました。スズがターゲットでした。皆、「手で触るわけにいかない」と言って、はさみのような道具を持ってきました。るつばはさみだったと思います。たしか医学部の外科の教室から借りてきたのではないかと思います。

次に、シールドを作らなければいけない。鉛のシールドを作りましたが、どのくらいの厚さかの計算もせず、だいたいこのくらいだろうと見当をつけました。当時、鉛管の使い捨てたものが化学教室に転がっており、それをウォーターバスの中で全部溶かしたらちょうどいい格好のシールドになりました。その中心に木の棒を刺したところ、木が炭化してちょうどいい穴が開きました。そこにアイソトープが入っている容器を入れ、アイソトープを容器から取り出しました。写真 3, 4 は斎藤先生から貸していただ

いた、アイソトープを容器から取り出したときの写真です。誰が撮ったのかは分かりません。写真 3 では、私が容器を持ち上げようとしています。中央が斎藤信房先生で、隣が後に筑波大学の教授をなさった長島弘三先生だと思えます。立っておられるのは後に名古屋大学へ行かれた山寺秀雄先生ではないでしょうか。

皆さん研究室総出で見ておられるなか、びくびくしながらピーカーに移しました。もちろん線量測定器などなくて、おそろくローリツェンの検電器を、アイソトープに触れたとか、触れないとか言いながら扱ったのだと思います。

容器から取り出したアイソトープをピーカーに移しました。その後、空の容器は塩酸で洗って、普通のシンクに流したと書いてあります。今では考えられないようなことをいたしました。缶の開け方は前述のようにマニュアルに従っ

The Carrier-free Extraction of Radioactive Indium from "Irradiated Unit Sb¹²⁴"

By Kenjiro KIMURA and Nagao IKEDA

(Received March 31, 1951)

The so-called "Irradiated Unit Sb¹²⁴" contains several kinds of radioactive tin isotopes together with Sb¹²⁴. Among them, as is well known⁽¹⁾, Sn¹¹³ (half-life: 105 days) decays by K-electron capture to In^{113m} (half-life: 105 min), which successively disintegrates to the stable isotope, In¹¹³.

Present authors tried to extract In^{113m} from this "Irradiated Unit" and succeeded in its carrier-free extraction by the simple procedure, showing that extracted In^{113m} can be used as the tracer for indium⁽²⁾.

EXPERIMENTAL

Identification of In^{113m} An appropriate amount of inactive indium was added in the form of chloride to the hydrochloric acid solution of the "Irradiated Unit".

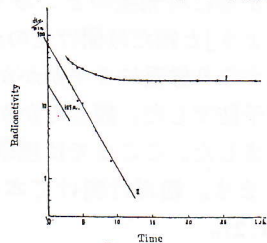


Fig. 1.

- (1) The neutron irradiated product of the target material tin in the nuclear reactor. It was sent to Dr. Yoshio Nishina from United States Atomic Energy Commission in April 1950 by the kindness of the American Philosophical Society.
- (2) S.W. EXETER: *Phys. Rev.*, 65 (1950), 414.
- (3) The notation of atomic nuclei in the paper was followed to Seaborg and Perlman's "Table of Isotopes", cf. G.T. SEABORG and J. PERLMAN: *Rev. Mod. Phys.*, 29 (1958), 585.
- (4) In^{113m} is not listed in the Catalogue of Radioisotopes for International Use issued by United States Atomic Energy Commission.

Tracer Study on the Volatilization of Indium from the Electrode of the Spectrographic Analysis

By Kenjiro KIMURA, Nobufusa SAITO, Kazuo SAITO and Nagao IKEDA

(Received March 31, 1951)

When the spectrographic analysis is carried out, it is often necessary to know the mode of volatilization of testing substance from the electrode. In other words, precise knowledge on the mode of volatilization of substance, especially that of minor constituent in sample, is indispensable for establishing the optimum experimental condition for the spectrographic analysis. For such purpose, many studies have been performed on the time variation of the intensity of the spectral line on the photographic plate during the arc excitation. But, as is well known, the measurement of the density of spectral line can not always provide the data on the amounts of volatilized substance. For example, there are some limitations on the linearity between the density of spectral line and the intensity of spectral emission. And, in some cases, spectral lines cannot be recorded on the photographic plate because of too rapid volatilization of testing substances.

Present authors are of opinion that the application of the radioactive tracer method in stead of the photographic one seems very promising for the elimination of above difficulties.

In this study the volatilization of indium from the carbon electrode was successfully traced by the radioactive tracer, In^{113m}.

EXPERIMENTAL

Principle Radioactive indium, In^{113m}, is the daughter of radioactive Sn¹¹³. Emitting both γ -rays and internal-conversion electrons, it decays to the stable nuclei of indium with the short half-life as long as 105 minutes. Consequently, as compared to the initial value, its activity becomes almost negligible within 10 hours after the separation from its parent. Such being the case, this short-lived indium is very suitable for the investigation of the above problem, because there is little danger for undesirable radioactive contamination to the spectrochemical laboratories as well as to the workers.

Now, if the known amounts of labeled indium compound are mounted on the lower electrode of the arc and the arc is made for some time under the definite conditions, the decrease in the activity of indium on the electrode after the arc excitation will immediately indicate the degree of the volatilization of indium from the electrode.

Experimental procedure. The preparation of indium tracer is performed by the extraction method⁽¹⁾ in which indium was leached out from stannic sulfide containing Sn¹¹³ by repeated washing with 1/100 normal hydrochloric acid solution saturated with hydrogen

(1) K. KIMURA and N. IKEDA: *J. S. R. I.*, 45 (1951), 128.

ていたしました。アイソトープのアンチモンはスズがターゲットでした。ピーカーに移して、それからの操作はシールドもなしで行いました。普通の実験室で、スズとアンチモンの分離は硫化水素で沈殿させて行い、この時はローリツェンを使っております。

分離とインジウムの研究

分離してみましたら、アンチモンとスズだけではなく、インジウムなどいろいろなアイソトープが混在していました。インジウムのアイソトープを使って何か研究しようということになり、当時、“分光分析の折、炭素の電極からインジウムがどのくらい揮発するか”，池田長生先生と後に東北大学の教授になられた齋藤一夫先生が研究なさいました。資料1の Volatilization of Indium, この貴重な文献は池田先生よりお借りしたものです。そのほか“アンチモンからのインジウムの分離”が、池田先生の論文と

して理研の会報に載っております。原本を池田先生からお借りいたしました。貴重な文献だったと思っております。インジウムに関する研究としてこの2つを行いました。

仁科先生の手紙と協会の設立

第1号の輸入アイソトープの研究以後アイソトープの申請は次々に行われました。先日、斎藤信房先生から「仁科先生が司令部に（輸入を）要請した手紙が絶対協会に残っているから、協会に行って、その手紙をもらってコピーしなさい」とお電話をいただきました。先生のお言葉通りゼネラル・ダグラス・マッカーサー、連合軍の最高司令官宛の“Importation of radioisotopes from the United States”という手紙が残っており、これは歴史的なお手紙だろうと思います（資料2）。

アイソトープ輸入のため、日本放射性同位元素協会——現在の日本アイソトープ協会が設立されますが、その設立以前は、総理府科学技術行政協議会 STAC（Science and Technology Agency）が輸入母体でした。私は大学に在籍しながら、申請書のお手伝いをしました。EROA 資金（占領地域経済復興資金）の4,000ドルを使っていました。

申請するアイソトープとしては、サルファー（硫黄）、フォスファール（リン）、カーボン（炭素）が主だったと思います。混乱したのは、日本語の固有名詞に関する英語名です。東京大学が University of Tokyo になったり、Tokyo University になったりします。アメリカですと、シアトルにある州立のワシントン大学が University of Washington, Washington University in St. Louis は私立大学で、全然違う大学です。同じことは、University of Miami と Miami University にもいえます。これをいちいち大学にチェックしても返事が返ってこないのです。ある方は「Tokyo University だ」と言うし、ある方は「University of Tokyo だ」と言います。大変手間がかかりました。

Oct, 19th, 1948

General Douglas MacArthur,
Supreme Commander for Allied Powers,
General Headquarters

Attention of Dr. Harry C. Kelly
Chief,
Special Project Unit,
Scientific and Technical Division,
ESS, GHQ

Re Importation of radioisotopes from the United States

Dear Sir:

As is well known in scientific circles, the application of radioisotopes to various problems in biology and medicine is very important in this country. The results obtained will lead to the promotion of industry, agriculture and public health and thus to the rehabilitation of the general economy of Japan.

The Japanese Government would like to have various isotopes imported for the purpose of carrying out those research projects as are mentioned in separate sheets, in which the necessary amount and cost of radioisotopes as well as the desired time of delivery are described.

We should be much obliged to you, if you would let us know how to proceed with the matter. In the present state of occupation we do not know whether and how it is possible for us to obtain these radioisotopes, which would help us a great deal in advancing scientific researches and their application to peaceful industry and public health.

It should be mentioned that our scientists who would investigate those problems are familiar with the manipulation of radioactive substances and proper measures would thus be taken for health and safety in handling radioisotopes. We assure you that we hold neither the United States authority nor distributing agent at all responsible for any injuries or damages caused by such radioisotopes delivered to us or in the application thereof.

We should be very much obliged for your due consideration.

Yours sincerely,

資料2

GM 計数管

Geiger-Müller Counter Tube

- “ガイガー放電”と呼ばれる電子が連鎖して陽極全体に広がるため出力パルスは大きいですが、エネルギー測定はできない。
- 初期の放射線計測は GM 計数管。



写真 5

シンチレーション検出器

- 放射線のエネルギーを吸収し光を放出する蛍光物質と、光信号を光電子増倍管で電気信号に変換し、エネルギーを測定する検出器
- NaI(Tl) 検出器が代表的 γ 線測定用、大容積が比較的容易、高分解能 8.0% FWHM



写真 6

シンチレーション検出器 BGO 検出器

- γ 線測定には、原子番号 (Z) と密度 (ρ) が高い程、光電効果の確率が高く、検出効率が高い検出器になる
- Z : BGO 83/NaI(Tl) 53
- ρ (g/cm³) : BGO 7.13/NaI(Tl) 3.67

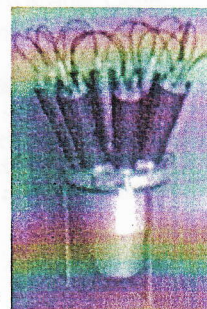


写真 7

ゲルマニウム半導体検出器

- 光電効果が高く、 γ 線スペクトロメータとして使用されている
- 漏洩電流による雑音を下げるため液体窒素温度に冷却が必要
- 初期の Ge(Li) から HPGe に進歩、結晶の大型化が可能に (不純物濃度 $10^{10}/\text{cm}^3$ 以下の高純度ゲルマニウムの採用)



写真 8

リコンとゲルマニウムを使った半導体検出器が開発され、現在はピュアゲルマニウムの検出器が広く使用されています。それでは最初からピュアゲルマの検出器が出現したかという、決してそうではありません (写真 8)。

やはりシンチレーターの NaI が存在し、それから積み上げていき、現在のゲルマニウム半導体の技術が開発されました。ゲルマニウム半導体検出器に関しても、最初にはリチウムドリフトが開発され、結晶方法や精製技術の進歩を経て現在のピュアゲルマニウム半導体検出器に到達しました。ゲルマニウム半導体検出器の課題は、液体窒素による冷却が必要なことでした。今は小さな型の冷却器ができて、その問題が解決しつつあります。

ブラックボックスのソフトウェア

次に、 γ 線のエネルギー測定に関してお話をいたします。ローリッツェン検電器はもちろん、ガイガー・ミュラーカウンターではエネルギー

が検出できません。シンチレーションカウンター以後、エネルギー測定のためマルチチャンネル波高分析器が開発されました。現在、すべてがプッシュボタン方式です。ピークの計算には、IEEE の方式と、日本の文部科学省のマニュアルの方式が存在します。それによって機器にソフトウェアを組み込み、出現したピークから γ 線の強度を測定します。ただ、このピークの計算がブラックボックス化しています。使う人が専門家の場合問題はありませんが、専門家でない方も測定器を使用しています。その場合、答えが正しいかどうか検証せずに表示されたデータを信用することになります。

放射線計測ではない例ですが、蛍光 X 線の分析で、かつて新宿の柳町で鉛が大量に検出され、鉛害だといわれたことがあります。ところが、その後この問題は鳴りをひそめました。他の元素のピークを誤って鉛の 2 次 X 線のピークとしてソフトが読んでいたのです。こうした例がありますから、ソフトの検証まで自らでき

環境 γ 線核種分析プログラム

- VBI (Visual Button Interface) を用いて、使用する検出器の選択・測定開始・測定条件の設定・分析情報の設定・分析・分析結果出力等の測定手順を簡略化
- 文部科学省マニュアル準拠

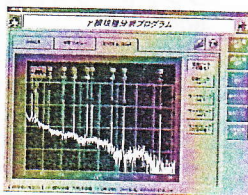


写真 9

国産マルチチャンネルアナライザの進歩

MCA スーパーインテリジェント 7800/
スーパーグラフィック 7700/DSP 7600

- 第1世代：世界初カラー CRT 採用、VME 採用、8 kch×4 メモリ
- 第2世代：カラータッチパネル LCD 採用、16 kch×4 メモリ
- 第3世代：DSP 採用、4 ch HPGe 検出器同時測定、USB メモリ



写真 10

るような MCA (Multi Channel Analyzer) が開発されました。ブラックボックスを全面的に信用すると、問題が起きるかもしれません。この可能性が存在するということだけは申し上げたいと思います (写真 9, 10)。

拡大する応用分野

本研究発表会における発表と展示を見て、過去 50 年の間にこのように応用分野が広がったのかと、大変印象づけられました。一番広がっている分野は医学・医療と安全保障です。日本の場合、安全保障に対してはあまり関心がありませんが、ヨーロッパ、アメリカでは安全保障というのは大きな問題です。

放射線計測器の応用に関し、古典的な例としてホールボディカウンターが挙げられます。シンチレータを組み込んだ計測器で、人体の安全性に関係します (写真 11)。

写真 12 は、コンテナを積んだ列車の中に核物質やアイソトープが入っているかどうかを検

シンチレーション検出器 StandFAST II 【立位全身カウンター】

- 大型 NaI(Tl) 検出器を採用しており、事故時には一般の人たちの一次ホールボディカウンターとして利用もできます。

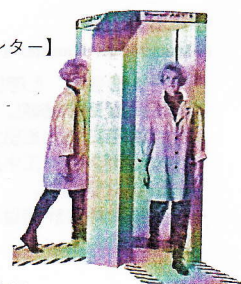


写真 11

シンチレーション検出器 SGS 【セイフティーガードシステム】

- 大型有機シンチレータ (プラスチック) や、He-3 中性子検出器と組み合わせて、トラック、コンテナ、電車等での放射性物質、核燃料物質での汚染や違法な移動を検出する車両モニターに利用されている。



写真 12

出するシステムです。ゲートの中心にコンテナを積んだ列車が進入し、両側の測定器で検出します。日本は平和な国で関心がありませんが、今アメリカやヨーロッパが最も怖がっていることは、アイソトープや放射性の廃棄物などをプラスチック爆弾などに詰めて爆発させることです。その場合、辺り一面放射性物質で汚染されてしまいます。このような爆弾はコンテナやトラックで輸送される可能性があり、この放出は非常に大きな問題になっております。

小型のゲルマニウム検出器

この目的で主にシンチレータが使われていますが、小型の冷却器を使ったゲルマニウム検出器システムも開発されています。スタンフォード大学でこの小型冷却器が開発されました。もっと小型にした冷却器は美容整形にも応用されます。液体窒素の代わりにこの小型冷却器を使います。液体窒素の場合、ドラム缶が必要ですが、小型冷却器の場合、必要なときのみ使用

QED

Low-Level, Low-Density Waste Assay System

- 電気冷却器付 HPGe 検出器をベースとした放射線廃棄物測定用高分解能 γ 線スペクトロメータ (HRGS) です。

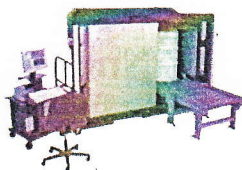


写真 13

すればすみます (写真 13)。

このような小型でバッテリー駆動の冷却器が開発されてその応用分野は大きく広がりました。物質の核査察、放射性物質の移動検出に、こうしたハンディタイプのゲルマニウム検出器が使われます (写真 14)。

ニッチなマーケット

最後に結論を申し上げます。アイソトープ及び放射線計測器の応用は千差万別であります。応用によってシンチレーターか、小型のゲルマニウム検出器かの選択肢があります。その上、技術の進歩が非常に早い、また測定する対象もよく知らなければなりません。放射線計測機器の開発は計測器メーカーと応用の方との密接な協力が必要です。

しかしながらマーケットは、ニッチで狭い。言わゆる「すき間市場」で、カラーテレビや DVD とは市場規模が異なります。マーケットのサイズがほぼ決まっています。グローバルに見ても、放射線計測器や科学機器のメーカーの売り上げはおよそ数十億円の規模です。数百億、数千億の家電製品と異なり、数十億のマーケットですから、どうしてもグループを形成しお互いに援助しあう必要があります。

結論—不可欠な産学協同—

結論として、まず産学協同は不可欠です。コンテナなどに入っている放射性物質を検出するためには、機械メーカーの参加が設計段階から必要です。放射線計測機器メーカー、機械メー

Detective-EX

【ポータブルガンマ/中性子核種分析器】

- バッテリー駆動で持ち運び可能な中性子検出器付 HPGe 半導体検出器
- γ 線に加え、高感度で中性子を検知、カラータッチスクリーンの MCA 内蔵

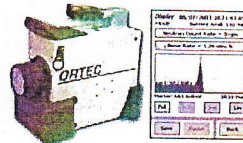


写真 14

カーが手を取りあって進むべきでしょう。そしてあと、ソフトの問題が挙げられます。ソフトに関して、機器自体にあるソフトウェアと、システム全体のソフトウェアの、2つのソフトウェアが必要です。

次に、放射線機器の単体としての開発が挙げられます。放射線機器が単体で使われる場合と、放射線機器がシステムの一部、つまり計測機器として使われる場合があります。放射線機器単体として使われる場合は低レベル廃棄物測定用、人体全身の放射能分布測定など対象別に特化する機器の開発が必要です。次いでシステムの一部として将来拡大する応用分野として医学、環境、核物質の管理、安全保障が挙げられます。

システムとしての将来は、放射性物質の移動、個人の被ばくのデータ等が全部分かるようなシステムが必要ではないでしょうか。放射線検出用の新しい素材の開発も課題です。放射線機器の開発は上述のごとく基礎科学、ソフトウェア、システム、次いで応用対象との協力が必要であり、これらを支えるため産学協同が不可欠であります。

非常に雑駁ではありましたが、以上をもちまして私の報告と致します。終わりに斎藤信房先生より貴重なお写真を、池田長生先生より論文の別冊を、また日本アイソトープ協会、セイコー・イージーアンドジー(株)より関係の資料をご提供いただきました。厚く御礼申し上げます。どうもありがとうございました。

(終)