

ポスター発表

10月3日(水) 15:00~16:30

10月4日(木) 11:00~12:30

15:00~16:30

P 会場

（はじめに）。動物の生体内には、50種以上の元素が存在しているといわれている。そのなかには生体にとって有用かどうか不明のものも多数存在している。最近生体にとって必須と考えられている微量元素も単独でその生理学的な機能を示すとは考えらず、多種類の微量元素が互いに作用しあって生体を正常な状態に維持すると考えられるようになった。

演者らはこれまでヒトと魚の臓器中の微量元素含量について検討してきたが、今回は両生類のうちカエルの臓器中微量元素含量について検討し若干の結果をえたのでヒトおよび魚のデータと比較に重点をおいて報告する。

（試料）。カエルの試料は、小笠原諸島の父島に生息しているウミベヒキガエルから採取した。カエルは頭部を強打してから解剖し、心臓付近の血管から採血後、脳、肝臓、肺臓、心臓、腎臓、~~脾臓~~、~~脾臓~~、胆のう、生殖腺、および上腕骨などの臓器を採取した。採取した臓器は、直ちにデシケータ中に入れて室温で乾燥させた。

（分析）。分析は、立教大学原子力研究所のTRIGA MARK II 原子炉（熱中性子束： $5 \times 10^{11} \text{ n} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$ ）を利用して中性子放射化分析を行った。

（結果と考察）。得られた結果について臓器毎に元素別の平均値を計算し、各元素の平均値を図に示した。本研究では、この図を元素の分布パターンとよぶ。

- 1、元素の分布パターンは、どの臓器についても部分的には凹凸が見られるが全体的な図形はよく一致していることがわかる。
- 2、異なる種族の同種の臓器の間でも、元素の分布パターンは、よく一致しているが（カエルと魚）、
- 3、ヒトの臓器中の元素の分布パターンの場合では、一部の臓器で特異的な図形を示すものがある。
- 4、しかし、カエル、魚、ヒトの各臓器間についての元素の分布パターンは、よく一致していることがわかった。
- 5、各臓器間の元素の分布パターンの相関関係を見るために、各平均値を一つのデータとして相関係数を計算したところ表1および2の結果がえられた。

ヒトの脾臓との相関係数が著しく低いほかは95%の有意水準で相関がある。

以上の結果からだけでは明確な結論を出すわけにはいかないが、脊椎動物のうちわずかに3種類の動物についてではあるが、種属間の差は無いと推定される。カエル、魚、ヒトの臓器中の微量元素の分布パターンがよく一致していることがわかったので、環境問題が発生したような場合にはこれらの動物の一部について元素の分布パターンを調査することによって、その影響がどのような状態にあるかを早期に発見できるようになるであろう。

Table 1. Correlation coefficient of distribution patterns of elements in intertissue of each group.

| Tissues | Frog | Fish | Human |
|----------------|-------|-------|--------|
| Brain - Liver | 0.826 | 0.979 | 0.983 |
| Brain - Heart | 0.864 | 0.992 | 0.997 |
| Brain - Spleen | 0.872 | 0.966 | -0.015 |
| Liver - Heart | 0.895 | 0.987 | 0.984 |
| Liver - Spleen | 0.931 | 0.994 | -0.049 |
| Heart - Spleen | 0.887 | 0.984 | -0.026 |

Table 2. Correlation coefficient of distribution patterns of elements in same tissues of intergroup.

| Groups | Brain | Liver | Heart | Spleen |
|--------------|-------|-------|-------|--------|
| Frog - Fish | 0.698 | 0.830 | 0.987 | 0.986 |
| Frog - Human | 0.681 | 0.825 | 0.997 | -0.039 |
| Fish - Human | 0.997 | 0.973 | 0.985 | -0.016 |

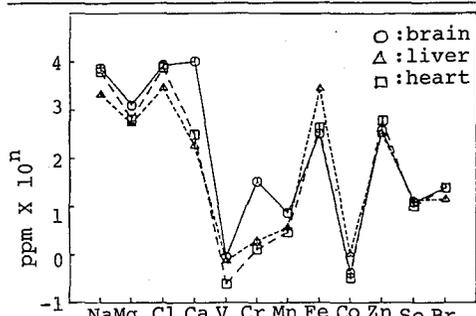


Fig. 1. Distribution patterns of elements in tissues of toads.

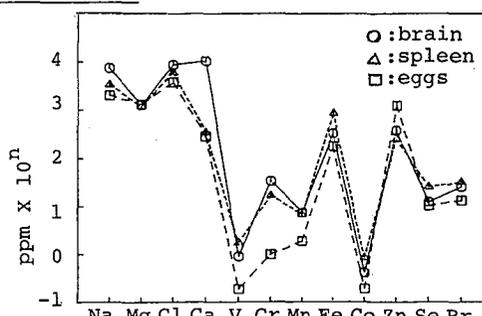


Fig. 2. Distribution patterns of elements in tissues of toads

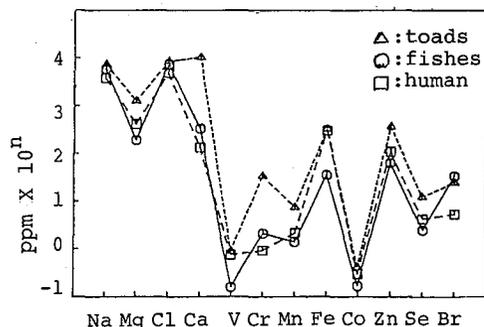


Fig. 3. Distribution patterns of elements in tissues of animals.

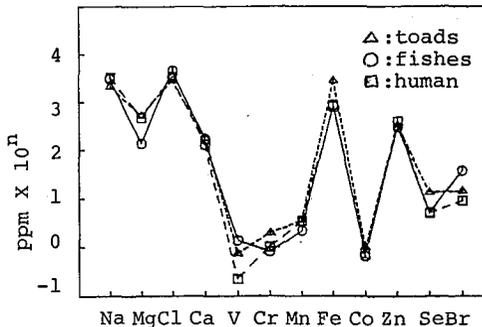


Fig. 4. Distribution patterns of elements in tissues of animals.

(放医研) ○阿部道子, 阿部史朗, 内山宗子

緒言 千葉における大気中 ^7Be 濃度の日変化, 月変化に関し, 種々の要素すなわち気象因子および他の核種 (O_3 , ^3H , ^{90}Sr など) の挙動との比較との関係について, 本討論会において, 考察を行ってきた。千葉における月変化に関しては, 特徴的な季節変化すなわち春および秋の二つのピークをもちまたそのピークの大きさは, 年により春のピークが秋のピークに比して大きい場合と, 秋のピークの方が春のピークよりもやや高い場合とがあることが示された。このような変動の様相を説明するための手掛りとして, 世界各地で測定されている大気中 ^7Be 濃度の季節変化と比較し, その地域特性に注目しながら考察を行った。

方法 大気中 ^7Be 濃度の測定データは, 北半球および南半球の低緯度から高緯度をほぼカバーしている観測網をもっているEML (Environmental Measurement Lab, USA) での測定約30地, AERE (Harwell, UK) での測定約10地と日本およびその他数地でのデータを使用した。測定期間は長いもので10数年, 短いもので3~4年である。こゝで使用した観測地をFig.1 に示した。

結果および考察 約40数地での大気中 ^7Be の月平均濃度の季節的な変動パターンは4つに大別できる。すなわちA-1, A-2, A-3, Bの4型であり, これらの代表例をFig.2に示した。代表的なパターンが, これらから読みとれるであろう。

A-1, A-2, A-3を含むA型は1山型であり, A-1は春にピークを, A-2は初夏にピークを, A-3は秋にピークをもつ。

A-1型は緯度 $0 \sim 30^\circ$, $60 \sim 80^\circ$ に現われやすく, A-2型は $40 \sim 60^\circ$ 付近, A-3型は $30 \sim 50^\circ$ 付近に現われやすい。B型は特にきわ立って現われる緯度帯があるようにみえない。しかし, 強いて云えば $20 \sim 40^\circ$ の緯度帯に現われやすいようにみえる。

各型の出現地総頻度はほぼ同等のようにみえる。

このような各型の違いが何故起るかについては明確な説明がまだなされていない。

たゞA型のような1山型が一般的であり, その中でも春季に増大するA-1型がより一般的のようにみえる。

B型は日本でひじょうに特徴的に現われるが, 世界的に他の地質でまったくないわけではなく, 緯度 $20 \sim 40^\circ$ 帯によく現われることは, いわゆる長半減期人工放射性核種の降下物の春季増大に相当する秋季増大のメカニズムが考えやすい。またこのメカニズムの考察に伴ない, 核種の発生源分布等を参考にする。

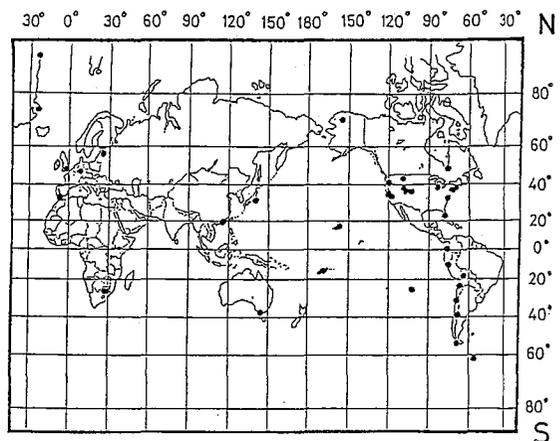


Fig.1 Observatory location

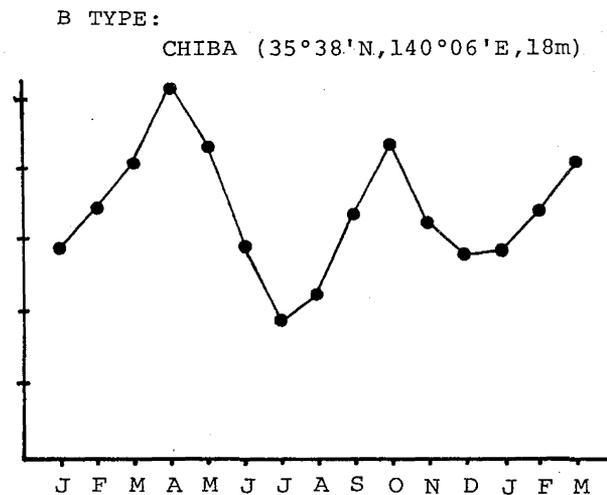
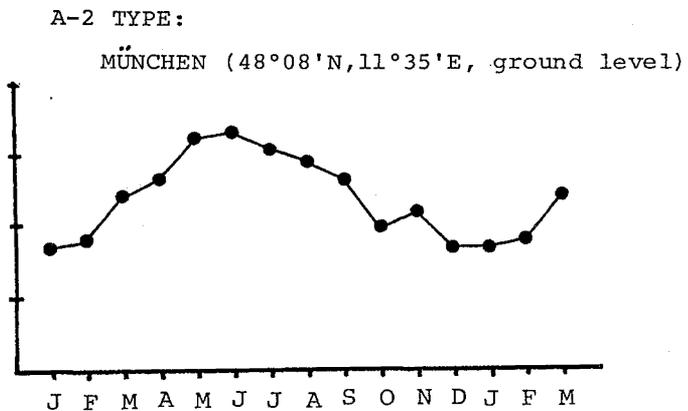
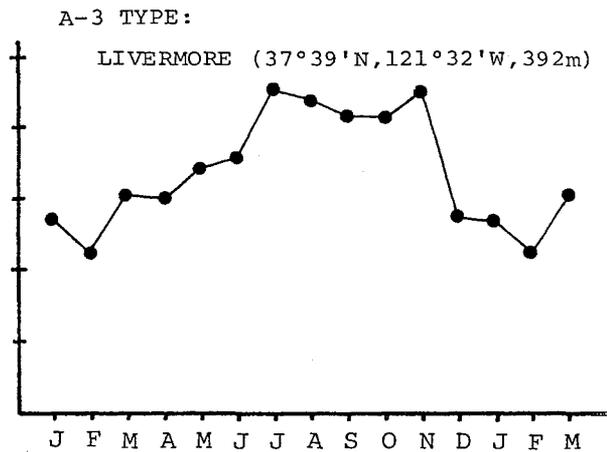
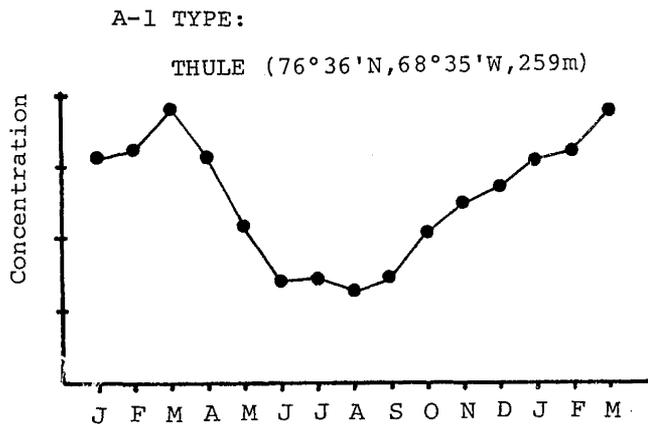


Fig.2 Examples from 4 types of seasonal variations of ⁷Be concentration in surface air

(阪大理) 篠原 厚・○斎藤 直・庄司正秀・馬場 宏

π 捕獲核反応の研究¹⁾において、照射後の²⁰⁹Biターゲットから質量数204~207のBi同位体に帰属できる γ 線が検出された。それらの同位体は($\pi, \pi xn$)反応による生成物と考えられるが、その中で²⁰⁷Biの生成量のみが異常に大きな生成断面積に相応した。未照射のBiターゲットの γ 線測定も行なった所、長寿命($t_{1/2}=33.4y$)の²⁰⁷Bi放射能のみが見出された。その汚染源を追求していく過程で種々のBi試薬を調査すると、その殆んどが²⁰⁷Biを含有することがわかってきた。化学薬品のU系列及びTh系列核種による汚染は、これまで低バックグラウンドGe検出器で測定されたことがあり、土壌(0.2-1 pCi/g)と比肩する程度の汚染(0.02-2 pCi/g)は測定例の16%に達すると報告されている。²⁾ それに較べて化学薬品の人工放射能汚染は遙かに少ないはずであるが、今回Bi試薬でほぼ普遍的に²⁰⁷Bi汚染が見出された事は予期しないことであった。さらに²⁰⁷Biは、これまで環境放射能としてもあまり検出されたことがない核種である点からも汚染放射能とは考え難いものであった。ここにその奇妙な結果を報告して討論に供したい。

〔実験〕 Ge検出器を用いて、Bi試薬の低レベル γ 線スペクトロメトリーを行なった。検出器は相対効率18.7%、分解能1.81 keVのORTEC社製Gamma-X型で、10 cm厚の鉛及び5 cm厚の陸奥鉄から成る遮蔽体中に置いて測定した。検出効率曲線は検出器端窓から5 cmの位置について、LMRI製校正線源¹⁵²Euと¹³³Baを基にして得た。測定したBi試薬の一覧を表1に示す。試薬は、記載量を内径54 mmのプラスチック容器に移し変えて測定したが、5 cmの位置では十分なピーク強度が得られぬ試料も

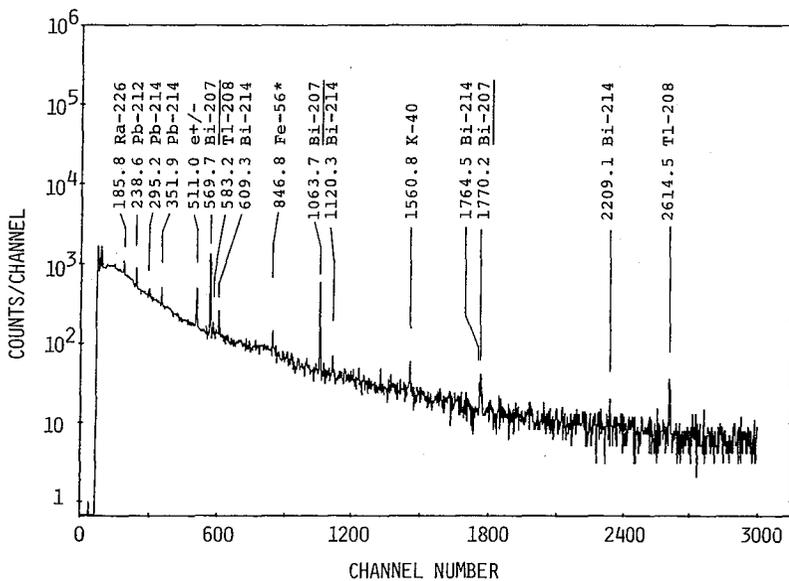


図1. 2×10^5 秒間測定した試料#9の γ 線スペクトル。

あったため、1 cmの位置に統一して定量した。点状標準線源からの幾何効率のずれ、試料中での自己吸収、検出器線源間距離の変化による検出効率への影響は、モンテカルロ計算を実施して補正した。またサム効果等については実験的に補正を加えた。

Canberra MCA40
で4又は2 MeV迄の
γ線スペクトルを(1
~2) × 10⁵ 秒間収集
した。最も顕著な例
を図1に示すが、そ
こでは²⁰⁷Biの3本の
γ線が明瞭に見られ
る。これらのγ線は
²⁰⁷Tlや²¹¹Poからは殆
んど放出されないの
で、それらを含むAc
系列核種による汚染
或いはバックグラウ
ンド放射線とは考え
られない。γ線の強
度比からも²⁰⁷Biに帰
属させるのが最も妥
当である。²⁰⁷Biの定
量にはγ線2本を用

表1. 各種のBi試薬中の²⁰⁷Bi含有率についての測定結果。

| # | 試料 | 製造者 | 製造年 (購入年) | Bi重量 (g) | ²⁰⁷ Bi含有率 (pCi/gBi) |
|-----|--|----------|--------------|-------------|-----------------------------------|
| 1 | Bi粉末(4N) | 山中ヒメコン | (1983) | 32 | 0.07 ± 0.02 |
| 2a | Biショット(4N) | 和光純薬 | 1983 | 100 | 0.13 ± 0.02 |
| 2b | NaBiO ₃ | " | <1970 | 45 | 0.09 ± 0.02 |
| 2c | Bi(NO ₃) ₃ ·5H ₂ O | " | 1972 | 8 | 0.17 ± 0.05 |
| 3a | Bi粉末(2N) | 半井化学 | 1977 | 37 | 0.31 ± 0.05 |
| 3b | NaBiO ₃ | " | 1978 | 33 | 0.12 ± 0.03 |
| 3c | Biショット | " | ≒1970 | 23 | 0.06 ± 0.13 |
| 4 | Bi ₂ H ₃ NO ₇ | 三津和化学 | 1959 | 10 | <0.04 |
| 5 | Bi粉末(5N) | 三菱金属細倉 | ? | 50 | 0.07 ± 0.02 |
| 6 | Bi ₂ (CO ₃) ₃ | 島久薬品 | 1969 | 10 | <0.3 |
| 7 | Bi粉末 | 独Merck | (1984) | 90 | 0.10 ± 0.02 |
| 8 | Biショット(5N) | 米Aldrich | (1984) | 50 | 0.04 ± 0.01 |
| 9 | Biショット | 三井金属 | 1974 | 134 | 0.33 ± 0.06 |
| 10 | Bi(NO ₃) ₃ ·5H ₂ O | 小宗化学 | ? | 35 | <0.02 |
| 11a | Bi ₂ O ₃ | ? | 戦前 | 85 | <0.01 |
| 11b | BiI ₃ | ? | 戦前 | 22 | <0.05 |

いた(570と1063 keV)。それより得られた²⁰⁷Bi含有率を表1に示す。

[考察] 表1でBi試薬製造年と²⁰⁷Bi含有率とを対照すると、両者に強い相関はないが、'60年頃を境にして(戦前も含めて)それ以前に製造された試薬は²⁰⁷Biを含まず、以降の試薬は含有していると分類できそうである。'54年に始まり、'57-'62年に頂点を極めた核実験による環境への放射能放出を³⁾この汚染は数年の遅延はあるが追従しているようだ。ビスマスはBi鉱石からではなく銅や鉛製錬の副産物として得られる。つまり、それらの電解精錬の際の陽極泥を廃棄物とするので、環境に散布された²⁰⁷Biが回収されてくるのではないかと推定している。

²⁰⁷Biが²⁰⁹Bi(n, 3n)反応で生成したとするなら、20 MeV以下のnでは(n, 2n)反応によって²⁰⁸Biの方が多く作られる。²⁰⁸Biのγ線は、天然系列の²⁰⁸Tlのと同じなので定量が困難であるが、我々の測定系では²⁰⁸Bi/²⁰⁷Bi ≥ 400ならば十分検出できるはずであるが、検出限界以下であった。核分裂中性子ではその生成比は~600であるので⁴⁾それより硬いスペクトルのnが寄与していると考えられる。D-T熱核反応からのnでは(n, 3n)反応の閾値を下まわるが、高速融合反応の寄与もあるのではある。

[参考文献] 1) 篠原、横山、守安、斎藤、馬場、本討論会 1A01。

2) F.A. Blanchard & T.D. Lickly, Nucl. Instrum. Methods, 219, 413 (1984)。

3) D. Lal & H. E. Suess, Ann. Rev. Nucl. Sci., 18, 407 (1968)。

4) A. B. Popov et al., Sov. J. Nucl. Phys., 32, 177 (1980)。

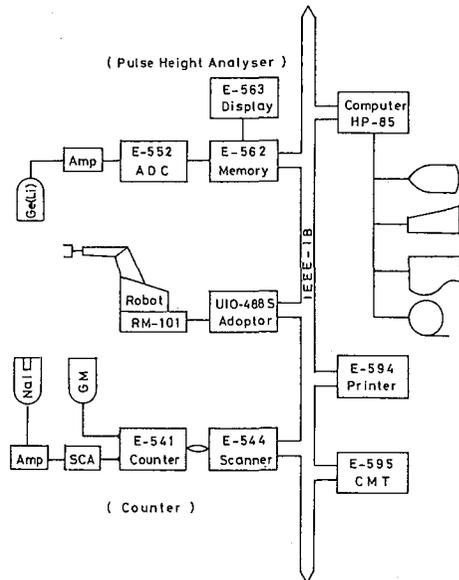
1. はじめに

ラジオアイソトープ取扱施設では、トレーサー実験、放射化分析および放射線安全管理のための各種放射線測定が実施されている。これらの放射線測定においては、多数の試料を昼夜分たず連続測定する必要に迫られることが多々ある。しかも、測定試料の形状は粉末、ペレット、フォイル等の固体や液体、またときには気体と実に多種多様である。さらに、検出する放射線の種類や実験の目的に応じて検出器も半導体検出器、シンチレーション検出器、GM検出器等がある。それゆえ、測定の自動化は従来より望まれていたにもかかわらず、液体シンチレーション・カウンタやオートウェル・カウンタ等きまりきった測定を行なう一部の機器に限られ他は立ち遅れていた。とくに、半導体検出器の場合、検出器が遮蔽体に囲まれていることが多く、試料の形状も様々で、検出器と試料との距離も適宜変える必要がある等測定条件が一定せず試料の自動交換は殆ど開発されてこなかった。

最近人間の腕の機能を持ったマイクロ・ロボットが安価に市販されるようになってきたが、このマイクロ・ロボットはパーソナル・コンピュータとの結合で多様な動作をすることができ、これを利用すれば一台のロボットで、多種多様な試料をあらゆる検出器に対して所定のジオメトリで再現性良くセットでき、自動測定を簡易かつ安価に実現できるものと期待される。そこで、従来用いてきた放射線計測システムにこのマイクロ・ロボットを導入して自動測定化を実現することを試みた。

2. 測定システムの構成

自動計測システムのブロック・ダイアグラムを第1図に示した。コントローラはYHP製 パーソナル・コンピュータHP-85でインターフェイスIEEE-IBには各種測定機器、10機器およびマイクロ・ロボットが接続されている。マイクロ・ロボットは三菱電機製ムーブマスターRM-101でセントロニクス仕様への変換ユニットであるMCIエンジニアリング社製UIO-488Sを介して接続されている。放射線計測に必要な機器は日本原子力事業製のものである。マルチチャンネル・アナライザによるパルス波高分析かスケーラによるパルス・カウント測定かによって専用のプログラムをコンピュータにロードしロボットとともに連動させることができる。



第1図 自動計測システムのブロック・ダイアグラム。

3. 自動測定プログラム

現在プログラムとしては、カウンタ・システム用、マルチチャンネル・アナライザ用およびロボットの位置学習用の3つのプログラムを備えている。

カウンタ・システムでは、最初に測定試料数を入力すれば、自動的に試料をセットし測定を開始し、測定終了後は計算機にデータを取り込み、比放射能等の計算結果をプリンターに出力させるようにしている。これら一連の作業は決りきったもので、非常に簡単なプログラムで実行させることができる。スマイヤ法による汚染検査はこの方式で行っている。

マルチチャンネル・アナライザの場合は、実験者によって測定試料の種類、測定位置、プリセット指定、使用メモリ領域およびデータの出力方式等の条件が異なるため、それぞれについてあらかじめ設定できるようにした。プログラムをロードし測定条件を入力後、測定開始キーを押すと、ロボットは動作手順に従って定位置に置かれた試料をつかみ、鉛シールド内の所定位置にホールドし測定を開始する。同時にプリンタに試料ナンバーと測定開始日時を記録する。測定終了後、終了時刻を同様に記録し、データはマグネチック・テープやプリンタに出力される。試料は試料ラックに戻し次の試料をつかみ同様測定を繰り返す。この方式で固体ペレット状試料と試験管試料について自動測定ができるようにしている。

実験者が新たな測定形態で自動測定を行ったり、動作手順に変更を加える場合には、上記プログラムに結合されたロボットの位置学習プログラムを利用できる。このプログラムにはロボットを直接制御するコマンド以外に移動位置のファイル作成等の各種コマンドを準備した。まず、ロボットの腰、肩、肘および手指の各関節を実際に動かしながら移動位置をひとつずつ決め、ロボットに覚えさせるとともにテープにデータを記録することができる。そこで、実験者は専用の試料ラックを準備するだけでそれぞれの実験目的に最もふさわしい自動測定システムとして機能させることができる。

4. 本システムの特徴とその応用

本システムの場合、一台のマイクロ・ロボットが各種の測定機器のサンプル・チェンジャーとして機能できるため、簡便かつ安価に自動化が実現できた。特に、最近の計測機器等の発達はめざましものがあるが、本システムでは機器がモジュール化されているとともに、同一バス上に数多くの機器を接続できるため部分的な拡張、更新で今後の多くの要望にも迅速かつ柔軟に対応でき、常に最適の自動計測システムとして利用できる。

このマイクロ・ロボットの利用は単なる試料交換にとどまらず各種の応用が考えられる。まず、ロボット自身外部機器を制御できるコマンドを有しており、モータ、リレーあるいはセンサーを接続すればいろいろな機能を付加することができ、自動サンプリング、混合および秤量などの作業を組み込める。また、IEEE-IBを装備した天秤やpHメータ等の各種化学用機器とも連動させ、ラボラトリ・オートメーション化の一翼を担わせることもできよう。一方、高放射性物質の取り扱いでは、パーソナル・コンピュータからコマンドを送りつつマニピレータとして利用したり、コールド・ランであらかじめ操作を学習させておいて本番では自動的に動作を繰り返し実行させるといった利用方法が考えられる。

このように、マイクロ・ロボットは単調な作業を肩代りさせたり、無用の被曝をさける等アイソトープ取扱施設のラボラトリ・オートメーション化を実現していくうえで不可欠であり、今後積極的に多方面への利用が図られることが期待される。

