



理化学研究所

ニュース

Sept. 1980

No. 65

環境放射線について

はじめに

環境放射線はわれわれの生活において無視できないかかわりをもっている。われわれは常時放射線にさらされて生活している。これらの放射線は、体内に含まれる放射性物質から放出される放射線と、外部から受ける放射線に大別される。前者は体内にある天然のカリウムから放出される放射線が大部分を占め、年間約20 mremの線量を受けている。一方、外部から受ける放射線すなわち環境放射線は場所、時間など生活環境によって変わる。環境放射線は宇宙空間から降りそぐ宇宙線と、地球上に存在する天然放射性物質や原子力利用にもとづく人工放射性物質から放出される放射線とがある。年間、宇宙線によって30 mrem、環境の放射性物質にもとづく放射線によって50 mremを受けていると一般的にいわれている。すなわち、われわれは年間約100 mremの放射線量を受ける生活をしていることになる。ここで紹介する内容は、われわれが受ける放射線の量が生活によってどのように変化するかを数量的にのべるもので、生活環境における放射線の知識に少しでも役立つことを期待している。

放射線の量を表わす記号

放射線の量は一般に理解しにくいものである。レントゲン(R)、レム(rem)、ラド(rad)、キュリー(Ci)、カウント(counts)、さらに最近では、SI単位としてこれらの名前と量が変わり、グレイ(Gy)、ベクレル(Bq)、シーベルト(Sv)などが使われている。これらを分類すると次のようになる。

電離イオン量：放射線は空気を電離するので、生ずるイオン対の量をもって放射線の量とするもの。これは放射線の発見にさかのぼる歴史的な単位で、放射線の量を把握する第一歩のものとしてしばしば使用される。レントゲン(R)、ジェイ(J; イオン対/cm²sec)、空気1 kg中のクーロン量(C/kg)などで、1 Jは1.73 μR/hrに相当する。

吸収線量：物質が吸収した放射線の量。単位重量当りのエネルギーを示す。rad(100エルグ/g)、Gy(ジュール/kg; 100 rad)が用いられる。

線量当量：生物学的効果から評価した線量。吸収線量に放射線の線質にもとづく生物学的効果を考慮した係数(QF)を乗じた単位である。rem、シーベルト(Sv; 100rem)が用いられる。

線束密度：放射線が単位面積当り何個通過するかを示すもの。フルエンス率（線束密度； $n/\text{cm}^2\text{sec}$ ）がこれで、時間積分値を示す場合はフルエンス、またエネルギー量を用いたエネルギーフルエンスさらに方向分布を考えた場合は単位面積（ cm^2 ）、単位時間（sec）単位立体角（ステラジアン；Str）当りの $\text{cm}^{-2}\text{sec}^{-1}\text{Str}^{-1}$ が用いられる。放射線の種類が明らかな場合はこの単位は基本のものでこれから多くの情報が得られる。

このほか放射能を示す単位や測定器からの情報を示すものとして次のものがある。

放射能の単位：放射性物質の量を示す単位。単位時間に放射性核種が崩壊（disintegration）する数（dps）を表わすものでキュリー（Ci； 3.7×10^{10} dps）、ベクレル（Bq；1 dps）、ラザホード（Rd； 10^6 dps）がこれである。

測定器が示す情報：これは単位とはいえないが、放射線測定器が示す計数を表わすもの。測定器からの直接情報で、放射線の種類、検出器の種類や大きさ、測定方法によって異なる。しかし、同一条件における相互比較や相対値を表わす場合は便利である。

環境放射線においては、宇宙線や環境に存在する放射性物質にもとづく放射線に関し、放射線の種類やエネルギー、強度、方向分布、時間変化などの放射線情報と上記単位で示される量的な内容を理解することが必要で、この理解の程度によって情報の正確さ精密度がきまるといえる。しかし多くの場合は、単位時間のイオン量（mR/hr、 $\mu\text{R/hr}$ ）や吸収量（ $\mu\text{rad/hr}$ 、 $\mu\text{rem/hr}$ 、mrad/y、mrem/y）が用いられており、近くS I単位が多用されることとなる。

環境放射線の要因

(1) 宇宙線

宇宙線は、放射線の種類として高速荷電粒子、光子（光と同じ電磁波）、中性子に大別される。これらのうち高速荷電粒子による線量が全体のほとんどを示す。宇宙線は放射線エネルギーが大きく、物を通過する能力があり建物の中にも入ってくる。一方、地球の外から降りそそいでおり高い場所程

その量が多い。また、降りそそぐこれらの高速荷電粒子は地球の磁場で曲げられるので、南北両極に近い場所程強度が大である。さらに太陽活動にともなう地磁気の強さによって強度が異なる。宇宙線の強度をわれわれが受ける放射線の量としてみつめると、年間主として荷電粒子によるものとして28mrad/y、中性子成分として0.35mrad/y（わが国では0.2mrad/y）であり、線質係数を考慮した値をとるならば、それぞれ28mrem/y、2.4mrem/yとなり、全体で約30mrem/yがみつめられている。生活環境における宇宙線線量は高度による差と、建物などの遮蔽による減少が大きく関係する。わが国においては生活圏がせいぜい1000m程度までであり、1000mにおいて約1.4倍2000mにおいて約3倍程度の高度依存がある。また、10000mでは約40～50倍となるので、航空機による旅行者や航空機の乗員の高空における宇宙線量の増加の程度を知る必要がある。第1図はその例である。一方、建物内においては宇宙線は建築材によって遮蔽されることとなり、1割程度から1/3

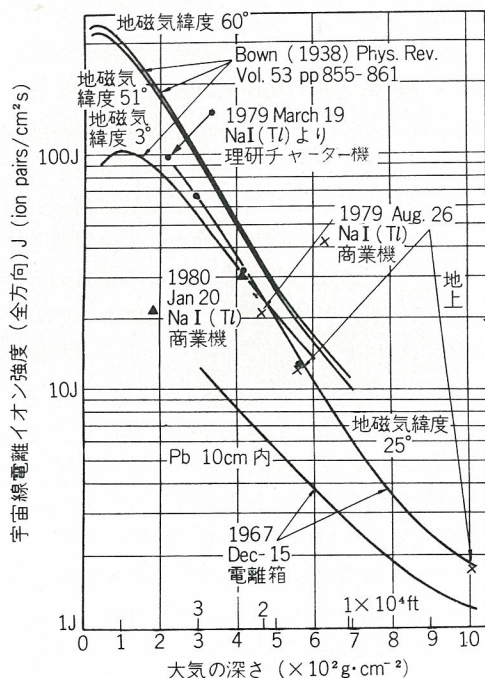


図1 大気中における高度と電離イオン強度に換算した宇宙線強度の関係

程度までとなるが、実際の値は構築物の種類、階層や地下の深さなどによって異なるもので、今後の課題の一つである。また宇宙線は地球の極に近くなるにしたがって強度が増し、欧米の高緯度の生活圏に比較してわが国の強度は低い。太陽活動によってもわずかな変動がある。上記の宇宙線線量は欧米の高緯度、太陽活動が極小期（宇宙線強度が大）の値でわが国の平均値はこれより約1割程度小さい値となる。

(2) 環境の放射性物質にもとづく放射線

われわれの受けている放射線の他の要因は、環境に存在する放射性物質から放出される放射線である。これは放射性物質の種類、量、分布状況、もちこみの条件などが複雑に組み合わさっており、結論からいえば測定してみなければわからないといわざるを得ない。環境の放射性物質を大別すると、天然の放射性物質（ウラン、トリウム、ラジウム、カリウムなど）にもとづくものと、人工の放射性物質とがあり、人工のものは20世紀後半原子力利用によって生じた放射性物質に起因するものである。さらに生活圏での天然の放射性物質は大地の成分や空間に存在する主としてラドンやトロンなど気体の放射性物質や、建築材料や構築物質としてもちこまれた材料中に含まれるラジウムなどがある。建物内生活にあっては、大地や空間に存在する放射性物質からの放射線を遮蔽する反面、建築材料などに含まれる新たな放射線源が寄与することとなる。したがって、生活環境や生活様式が変わるにつれ、建築材料や構築物にもとづく放射線被曝の変化は長期にわたって注目しなければならない。大地にもとづく放射線は、日本の地質構造から、関東を含む東と北が放射線が低く、関西を含む西が高いことが知られている。最近の生活圏である都市やオフィス街においては、建築材料に含まれる天然の放射性物質の成分で放射線量がきまる場合が多い。

環境放射性物質にもとづく放射線はわが国においては生活様式が一様化するにしたがって、全国的に平均化する傾向が予想されるが、もちこまれる材料によって局在化の可能性もあり、今後の実測を含めた調査によってその内容を把握していかな

ければならない。環境の放射性物質にもとづく線量寄与は年間約50 mremといわれているが、わが国の場合もほぼこの値を目安として良いと思われ、この $\frac{1}{2}$ ～2倍の範囲にはほぼ入ると考えられる。

建築材に含まれるウラン、トリウム、カリウム、ラジウムの濃度とその中に生活する場合の線量率との関係は第1表のごとくである。最近屋外における環境放射線の問題より、むしろ屋内における放射線量の偏差とその原因ならびに実態を知ることによって研究内容が移行しているといえる。これは従来屋外においては大気圏核爆発実験による環境放射能汚染が顕著であった1950～1960年代に比して、最近はその影響が少なくなったことと、生活消費材が産業構造から天然放射性物質の濃縮の可能性が増加したことによるとみられている。1977年国連報告においてもこの指摘がなされている。

天然放射性物質	照射線量率/(濃度)
土壌中のウラン系	0.76 μ R/hr/(ppm)
土壌中のトリウム系	0.36 μ R/hr/(ppm)
土壌中のカリウム	1.57 μ R/hr/(%)
土壌中のラジウム	2.13 μ R/hr/(pCi/g)
空気中のラドン	1.68 μ R/hr/(nCi/m ³)
空気中のトロン	1.57 μ R/hr/(nCi/m ³)

表1 地中および空中に単位濃度の天然放射性物質が存在する場合の地表1 mにおける線量率

(Bengt Hultqvist の値(1958)より換算)

理化学研究所における環境放射線の研究

当研究所における環境放射線の研究は戦前の宇宙線研究にさかのぼる。また戦後は研究資料の乏しい中で、手作りの測定器で宇宙線の連続測定が行われた。これらは現在、宇宙線研究室において引き続き観測と研究が行われている。一方、環境放射線の研究は広島、長崎における原子爆弾の被曝影響の調査に始まり、さらに1954年のビキニ環礁での核爆発実験による第5福竜丸被曝事件をきっかけとし、その後引き続き行われた大気圏の核爆発実験の影響調査の研究以来30数年行われ、現

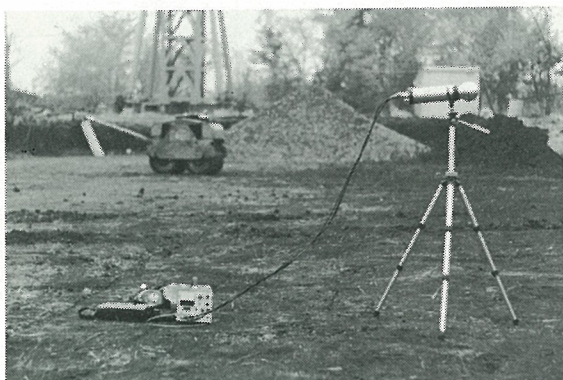
在にいたっている。

自然放射線や原子力施設の寄与を含む環境放射線の研究もあわせて行われており、線量の評価とともに放射線の質的内容を含めた情報解析が行われている。

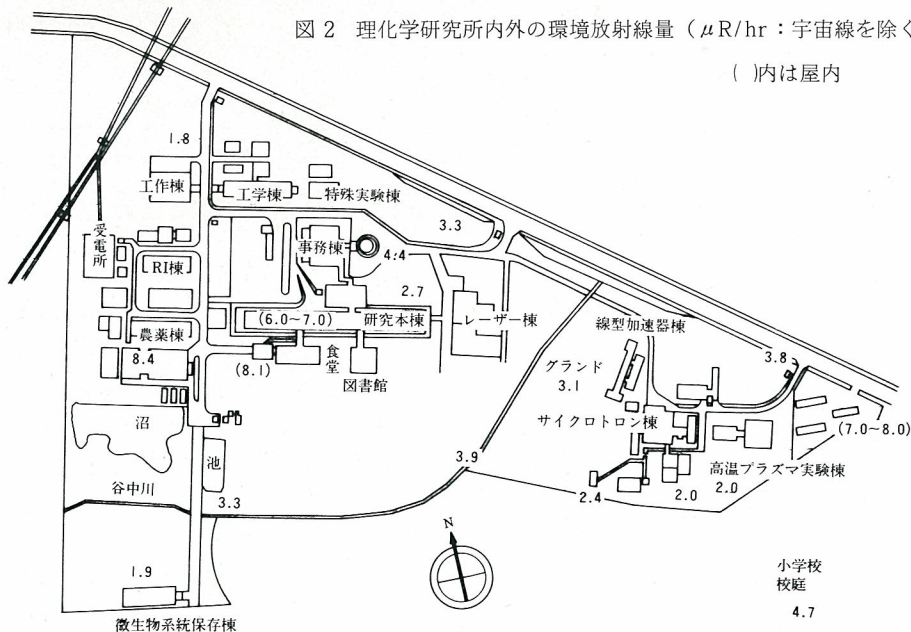
環境放射線に関する当研究所の研究の特徴は、測定器の開発、現場における測定、データ解析、検討ならびに基礎データの収集、得られた結果にもとづく測定器の開発のくりかえしが内部の協力で行われており、これによってより高度の内容と高い精度の情報が得られる点である。

現在の環境放射線に関する情報は、すでにこのニュース (No.58) で紹介されている小型スペクト

ロメータによって多くの情報が得られるようになっている。このスペクトロメータが開発され、これによって宇宙線による線量、自然環境に存在する放射性物質にもとづく放射線線量さらにはこれらの質的内容、その原因が天然のものか人工のものか、どのような放射性物質にもとづくかなどを知ることができるようになった。現在この測定器によって多くの生活環境の放射線情報の測定が行われている。第2図および第2表はその例である。第2図は当研究所周辺の放射線レベルを示したもので、場所による差が示されている。当研究所周辺での特徴は、天然放射性物質の含量の少ない関東ローム層のため、野外の放射線が少ないのに対し、外部からもちこんだコンクリート、砂利、建築材料など、人工的な消費材によって常に増加の方向にあることである。すなわち、研究所の建物内や附近の住宅内、校庭や通路などで、いずれも手の加えてない関東ローム層に比して高い外部放射線量を示している。その代表的な例として現在建築中の建物について建設前と建築中とでどのように変わっているかを第3図に示してある。これは鉄筋コンクリートの建物の建築にともなう環境



小型スペクトロメータ



測定場所	測定日	外部照射線量率($\mu\text{R}/\text{hr}$)			データ番号	備考	
		宇宙線	γ 線	総和			
屋外	モニタリング ST1	S54年1月14日	3.1	2.1	5.2	901223	積雪時
	モニタリング ST1	S55年1月14日	3.1	1.7	4.8	060393	
	モニタリング ST2	S54年1月14日	3.3	2.0	5.3	901224	
	モニタリング ST3	S54年1月14日	3.2	2.0	5.2	901222	
	理研グラウンド	S55年2月7日	3.2	2.9	6.1	063224	
	工作棟横	S55年5月22日	3.4	1.8	5.2	078175	
	研究棟前	S53年11月21日	2.9	2.7	5.6	819090	
	事務棟前路上	S53年11月21日	3.1	4.4	7.5	819089	
屋内・建物周辺	和光市立第4小学校グラウンド	S55年5月22日	3.3	4.2	7.5	078174	
	研究棟1階	S54年4月25日	1.5	6.6	8.0	915052	
	研究棟6階	S54年4月25日	2.2	6.0	8.2	915053	
	共済クラブ玄関	S55年5月22日	2.6	8.2	10.8	078172	
	農薬関係実験棟付近	S55年5月22日	3.3	8.4	11.7	078120	
	構内住宅付近	S55年5月22日	2.3	7.5	9.8	078159	
その他	西大和団地付近	S55年5月22日	2.6	4.0	6.6	078098	
	グラウンドハイット広場	S53年10月21日	3.4	2.2	5.6	813315	むつみ台団地 建設前 地表土除去時 1階床工事終了時 1階 2階 屋上
	公団住宅(鉄筋)	S53年10月21日	2.1	6.6	8.7	813377	
	山の上微生物系統保存棟	S53年11月21日	3.2	1.9	5.1	819088	
		S54年4月21日	3.3	1.3	4.6	076138	
		S55年6月10日	3.0	3.9	6.9	078199	
		S55年10月1日	2.3	6.6	8.9	103072	
		S55年10月1日	2.5	7.7	10.2	103071	
	S55年10月1日	3.3	4.1	7.4	103070		

表2 理化学研究所周辺の放射線量

放射線の変化をよく表わしている。手が増えられていない状態においては、過去における大気圏内の核爆発実験による人工放射性物質の地表面の蓄積(Cs-137約80 mCi/km²の蓄積がある)があり、工事のために表土を除いた場合は、その寄与が除かれその分だけ放射線量が低くなる。第3

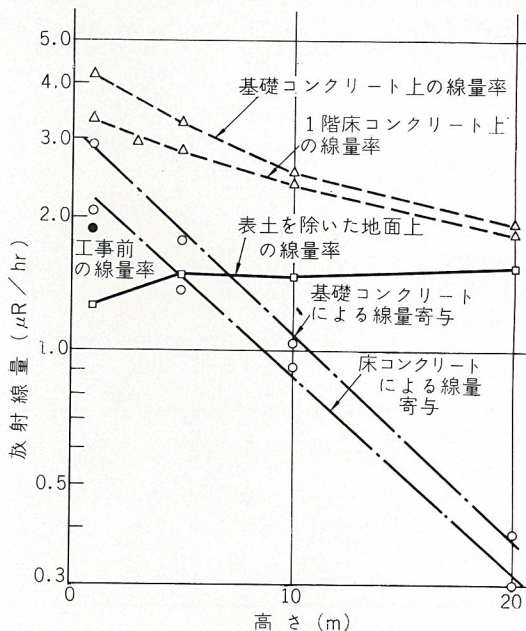


図3 微生物系統保存棟建設にともなう環境放射線の変化

図の実線がそれであり、測定点の高さによって周辺の蓄積人工放射性物質であるCs-137の寄与を受け、高い程線量が増加する。さらに建物の主な材料であるコンクリートがもちこまれると、線量は大幅に増加する。これは地表面の局部的なもちこみによるもので高さとともに放射線の量は減少する。このように建築材料に含まれる天然の放射性物質により放射線の被曝が変化する。第2表は、それぞれの場所の放射線量の値も示してある。

最後に

これらの紹介は現在とりあげられている環境放射線のほんの一部の情報にすぎないが、原子力利用にともなう放射線がとりあげられている一方、生活環境の変化にともなう天然の放射線の変化の内容も同様に研究し、実態について実測していくことが必要である点を示唆するものである。

環境放射線の問題で大切なことは、まず測定してみることであり、これによって得られる内容から正確な情報を得て、的確に判断することが必要である。このため当研究所において日夜地道な研究がかさねられている。

放射線研究室
副主任研究員 岡野真治

発明・考案リスト

昭和55年4月～9月に公開となったもの

公開番号	出願番号	発 明 の 名 称
(特 許)		
55-27164	53-100504	農園芸用殺菌剤組成物(共願)
55-44966	53-118814	電子ビーム径の測定法
55-51434	53-124062	ウラン吸着剤
55-58093	53-132399	ウリカーゼの製造法
55-63776	53-136915	電子ビーム強度分布検出方法(共願)
55-67483	53-140833	インクジェット・プリンターの制御方法及び装置
55-67643	53-141602	宇宙線中性子を利用した土壌水分量の測定方法
55-69480	53-141841	インクジェット・プリンターの制御方法
55-79030	53-151853	ウラン同位体の濃縮装置
55-80047	53-154491	湿度測定装置及びその測定方法(共願)
55-86524	53-160465	水素同位体の濃縮法及びその装置
55-87797	53-161348	新規なマンガン-チオラト錯体, その製造法ならびにその酸化重合用触媒
55-89357	53-161347	新規なジチオラト多核型金属色素錯体およびその製造法
55-92395	53-160466	新規抗生物質ネオポリオキシシン及びその製造法
55-97563	54-3310	ゲートバルブ
55-102504	54-9315	ピロン系農園芸用殺菌剤(共願)
55-102506	54-9314	ジチアゾール系農園芸用殺菌剤(共願)
55-108803	54-16574	トリケトン系農園芸用殺菌剤(共願)
55-108887	54-16439	新規オリゴ糖及びその製造法
55-111403	54-19280	農園芸用殺菌剤(共願)
55-111435	54-18709	包接化合物及び制癌剤(共願)
55-115808	54-22360	農園芸用殺菌剤(共願)
55-115809	54-22361	農園芸用殺菌剤組成物(共願)
55-117577	54-23630	プラズマ発生装置の操作方法
55-119007	54-27468	方向性を有するパターンの投影又は撮像方法
55-119022	54-27469	光検出器及びその使用方法
55-119339	54-25959	電子サイクロトロン共鳴プラズマ発生装置
55-119400	54-26571	等時性サイクロトロンの磁極の構造
55-120504	54-16575	ヒドラゾン系農園芸用殺菌剤(共願)
55-122683	54-23629	外套式プラズマアークトーチの操作方法
(実用新案)		
55-47630	53-130361	電子分光測定装置の試料部の構造
55-88138	53-171633	分流式湿度発生装置の混合管(共願)
55-88139	53-171634	分流式湿度発生装置の混合管(共願)
55-88140	53-171635	分流式湿度発生装置の混合器(共願)
55-88141	53-171636	分流式湿度発生装置の試験槽(共願)
55-88142	53-171637	分流式湿度発生装置の飽和槽(共願)
55-88143	53-171638	分流式湿度発生装置(共願)

理研シンポジウム

❖ 重水素およびトリチウム分離

と き 12月4日(木) 9:20~17:40

12月5日(金) 9:30~16:50

ところ 理化学研究所レーザー棟会議室

参加費無料

(問い合わせ先: 0484-62-1111 内線 3364 まで)

❖ 「イオンビーム工学」シンポジウム

と き 12月3日(水) 10:00~17:20

ところ 理化学研究所レーザー棟会議室

内 容

- | | |
|---------------------|--------------|
| (1) イオンビーム工学 | 難波 進 (理 研) |
| (2) イオンビームと物質との相互作用 | 上坪宏道 (理 研) |
| | 伊藤憲昭 (名大・工) |
| (3) イオン装置 | 高木俊宜 (京大・工) |
| | 河野 功 (理 研) |
| | 古室昌徳 (電総研) |
| | 小寺正俊 (理 研) |
| | 清水啓三 (電総研) |
| (4) イオン注入 | 岩木正哉 (理 研) |
| (5) イオンビーム加工 | 蒲生健次 (阪大基礎工) |
| (6) イオンビームによる計測 | 坂入英雄 (理 研) |

参加費無料

(問い合わせ先: 0484-62-1111 内線 2305 まで)



^{14}C 年代決定今昔

土器の形式とか地層の位置といった情報にもとづくそれまでの編年方法とは別に、放射能の減衰という純粹に物理的な現象を利用した放射性炭素 (^{14}C) 年代決定法が研究され実用化されていった歴史は、今ではもはや新しいものではない。わが国においては昭和26年、当時東京大学理学部人類学科の長谷部言人教授を班長として古年代決定研究班が結成され、2カ年にわたり文部省科研費を頂戴して、その第一歩を踏み出した。シカゴ大学の W.F. Libby が最初の論文を出して、年代決定の正当性を実証してからわずか4年後のことであるから、出だしはきわめて早かったと言える。

理研はこの班に最初は計数管メーカーとして参加した。ちょうどラジオアイソトープが米国から輸入されはじめ、その利用の発展を見越して、研究室も工作部も放射線測定器の開発・生産に努力を傾けていたころであったから、他の班員からは大きな期待を寄せられていたわけである。

単に放射能を測るだけとは言っても、測定器に極限に近い性能を要求するような仕事が一朝一夕に完成するはずはない。まして、試料調製に不可欠な液体空気の入手さえまならぬ時代であ

る。乏しい財布を新聞社からの寄付金などで何とか食いつなぎ、ようやく恥しくないデータが出せるようになったのは、科学技術庁から補助金を戴いた昭和35年のことで、スタートから実に10年目であった。

それから今日まで20年、測定試料数は3500を越えた。これは最近の考古学ブームのせいもあるが、何よりも ^{14}C 法が今や考古学および第四紀地質学の分野での標準的研究手法の一つとして認知されたためであろう。少し以前までは国内よりも国外からの測定依頼が多く、「文明の差」を感じさせられたが、今はそのようなこともない。もっともこれは円高に原因しているのかもしれない。

ごく最近になって、 ^{14}C の β 線を測定する代わりに原子数 (実際は $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ の原子数比) を直接測ってしまう方法が考案され、わが国にも近く測定装置が一台入るとのことである。理研のタンデロンに荷電粒子弁別装置を付加した一種の超微量質量分析計のようなものであるが、この数億円の新型装置に対し、われわれの“古典的方法”はまだ十分に太刀打ちできるものと考えている。

放射線研究室
主任研究員 浜田達二

