

特 別 講 演

ポスター発表

特別講演1 内藤 奎爾

特別講演2 恒元 博

ポスター発表 2P01~2P04

アクチノイドは、89番Acに始まり103番Lrに終わる15個の元素で、希土類と呼ばれるランタノイドと対応している。ランタノイドが4f電子の逐次充填で形成されるのに対応してアクチノイドは基本的には5f電子の逐次充填で形成されるためこの名がある。

アクチノイドは次に示すような種々の面で特徴をもっている：(1) 化学結合性、(2) 人工重元素、(3) 核分裂性、(4) 放射能。これらの特徴について主として最近の知見を中心に簡単に述べる。

1. アクチノイドの化学結合性

(1) 電子配置 アクチノイドの電子配置は基本的には5f電子の逐次充填から形成されるが、詳しく調べれば単純な5f電子の逐次充填ではなく、特に低原子番号の元素では6d電子の寄与もあり、ランタノイドのそれと比較すると複雑である。

(2) 原子価(酸化状態) ランタノイドと異りアクチノイドはその電子配置を反映して、低原子番号元素では多くの原子価状態の存在が知られている。最近アクチノイドの異常原子価としてNp(VII), Pu(VII), Am(VII), Cm(VI), Cf(IV), Md(I)などが報告されている。また高原子番号元素では、対応するランタノイドと異なり、2価の安定性が原子番号と共に増加し、Noでは2価が最も安定になる。このことはアクチノイドの後半部の5f電子は対応する4f電子よりも強く束縛されていることを示している。

(3) 酸化、還元電位 アクチノイド金属のイオン化反応 $M^{3+}(aq) + 3e^- = M(s)$ に対する酸化、還元電位は、ランタノイドのそれとほぼ同程度であり、ランタノイド金属と同様に電気的に陽性である。

(4) イオン半径および金属半径 3価および4価のアクチノイドのイオン半径は、いずれも原子番号の増加に伴って減少する(アクチノイド収縮)。同様な減少はランタノイドでも見られる。またアクチノイドの金属半径は、AcからNpまでは急激に減少し、Puから増加に転ずる。これはNp以上では、電子軌道が6dから5fへ切りかわるのを反映していると考えられている。アクチノイド金属の融点の極小値がNp($637 \pm 2^\circ\text{C}$)とPu(639.5°C)に存在する理由も同様に考えることができる。

(5) 化学結合性 アクチノイド化合物の化学結合または電子構造については最近、XPS, UPS, シンクロトロン放射光電子分光法などの方法を用いて調べられている。これらの結果、アクチノイドの5f電子は原子番号と共に局在化することが明らかになった。

2. アクチノイドの製造

(1) 新元素の発見 現在超ウラン元素の生成発見は超アクチノイド元素に移っている。超アクチノイド元素についてはリ連が最初その生成を報告したが、最近、西ドイツ

が107番元素についてソ連と同じ融合反応 $^{54}\text{Cr} + ^{209}\text{Bi}$ を用いて $^{262}107$ の生成を確認した。彼らは融合反応で生成した反跳複合核を飛行中に速度フィルターによって効率よく分離する 'in-flight-separation' 法を考案し、分離した核を表面障壁型検出器を用いて α - α 相関によって同定した。この方法はバックグラウンドから複合核を分離して同定するため感度、精度ともに高く、反応断面積がnb以下であってもまた核の半減期が μs 程度であっても正確な同定ができる画期的な方法である。また彼らは同じ手法によって109番元素の発見をも報告している。超重元素合成の研究は、現在最も新しい重イオン加速器をもつ米国(Berkeley, Super HILAC)ソ連(Dubna, U-400) および西ドイツ(Darmstadt, UNILAC)を中心に今後展開するものと思われる。

(2) 超ウラン元素の量産 超ウラン元素の用途はいろいろ考えられているが、強力な中性子源としての ^{252}Cf の利用は魅力的である。 ^{252}Cf の量産がアメリカを中心に行われている。ターゲット物質として通常Puを用い高中性子束で数年間照射したのち、生成した^超ウラン元素を化学分離する。この分離精製プロセスは再処理のプロセスと類似し、Tramex法の名で呼ばれる溶媒抽出法が主に用いられている。

3. 核燃料の開発

アクチノイドの利用のうち最大のものは核燃料としての利用である。現在、軽水炉燃料には UO_2 ペレットが用いられ実用化されている。また高速増殖炉燃料には $(\text{U}, \text{Pu})\text{O}_2$ 混合酸化物燃料が、高温ガス炉には被覆粒子燃料が開発されている。これらの燃料の炉内挙動は原子炉の安全に直接関連しているため、その基礎研究として、U-0, Pu-0, U-C系などおよびU-Pu-0系などを対象にした(1)高温相平衡、(2)高温物性、(3)照射挙動などに関する研究が活発に進められて来た。これらの系の特徴は、その組成が一定値をとらない、いわゆる不定比化合物であることであり、その傾向は高温で顕著である。またその僅かな変化によって蒸気圧、拡散係数、熱伝導率などの物性値は大きく変化することが知られており、これらの物性と不定比性との関連が重要である。

4. 核燃料サイクルバックエンドの開発

原子炉で核分裂した燃料は使用済燃料と呼ばれるが、核分裂性のUとPuを回収し中性子毒の核分裂生成物等を除くため再処理される。回収したUとPuは燃料に加工され再使用されるが、分離した核分裂生成物等は高放射性廃棄物として処理、処分される。この再処理と廃棄物処理のプロセスを核燃料サイクルバックエンドとよんでおり、原子力開発で現在最も重要な分野となっている。

再処理のプロセスは高放射線下で高い回収率と高い除染率が要求され最高度の分離精製技術を必要とする。現在Purex法の名で知られる溶媒抽出法が用いられており、(1)燃料溶解残渣、(2)ヨウ素挙動、(3)材料腐食などが問題になっている。

廃棄物処理、処分では、極めて長い期間(数百年以上)にわたる(1)固化体の安定性(2)放射性物質の環境中移行が重要なテーマである。特に超ウラン元素を含む廃棄物はTRU廃棄物と呼ばれ、その処理、処分法の確立は今後の最も重要な問題である。

放射線医学総合研究所

恒元 博

加速器は放射線医学、及び診療の将来になくはならない手段になってきている。放射線診断の分野ではX線コンピューター断層撮影(X線CT)が導入されてから画期的な変革をもたらされたが、このX線CTをめぐる技術開発は診断・治療の分野における加速器利用に大きなインパクトを与えている。加速器から放出される粒子線が初めて診療に使われたのは速中性子線によるがんの治療であり、それは1938年のことであった。しかし、放射線生物学のレベルは、当時、速中性子線の特質を十分医学利用の場に引き出すことができず、加速器工学と生物学の進歩に支えられて1966年に速中性子線治療はリバイバルの時期を迎えた。一方、RI診断と加速器との係り合いは放射化学の進歩に支えられなければならない。

すなわち、加速器の医学利用は、加速器工学、放射線物理、生物学、放射線化学、さらには臨床医学の進歩と発展と充実とがあつてこそ可能になってきたことを十分理解しなければならない。

1. 加速器と放射線診断

放射線診断の分野において、加速器は短半減期のラジオアイソトープの生産とそ診断利用、及び加速器から放出される粒子線を直接利用する粒子線撮影に用いられる。現段階では短寿命RI利用が全盛期に向つて急速な発展段階にあると言える。

1-1: 短寿命RIによる診断

サイクロトロンによって加速されたP、 α 粒子等を各種のtargetに衝突させて生産された ^{15}O 、 ^{11}C 、 ^{13}N 、 ^{18}F は何れも陽電子を放出して崩壊する核種であり、半減期はそれぞれ2分、20分、10分、2時間である。すなわち、加速器を利用して実施されるRI診断は陽電子放出核種の利用に象徴される。これ等の核種が放出する陽電子は生体の電子と結合して崩壊し、その時丁度180°方向に放出される0.51MeVの消滅 γ 線を検出して映像化する陽電子断層撮影(ポジトロンCT)がこのRI診断の決め手になる。ポジトロンCTの基本理念はX線CTによって開発された技術である。

放医研では、頭部診断専用のポジトロンCTと全身診断用の装置を開発すると共に、各種の標識薬剤を合成し、臨床診断に利用している。その代表的な放射性薬剤は、 ^{13}N で標識したアンモニア($^{13}\text{NH}_3$)、 ^{11}C で標識した一酸化炭素(^{11}CO)、 ^{18}F で標識した2-fluoro-deoxy-D-glucose(^{18}FDG)である。これらの薬剤を利用することによって、脳血管の異常、脳の代謝異常を伴う疾患の病態生理は画像診断できることになり、核医学には新たな局面が開かれてきた。特に臓器の形態異常をとらえるX線CT像と臓器の機能を写すポジトロンCT像を組み合わせることによって疾病の本質がこれまでよりもより一層身近にとらえることができるようになってきた。最近の情報によると、精神異常の局在診断にポジトロンCTを含む核医学の寄与が特に注目を集めている。

ポジトロン核医学を推進するための問題点は設備投資と人材の確保である。この新しい核医学を定着させるためには新たな発想に基づく薬剤の開発がインパクトとなるからである。

1-2: 粒子線による診断

X線診断は光電効果を利用する画像診断であり、陽子、 ^{12}C 等の粒子線診断は電子密度の僅かな違いを鋭く書き分ける方法である。粒子線診断では特に軟部組織の診断に新たな局面が開拓され、患者の被曝は明らかに減少するものと期待されている。

ラジオアクティブな ^{11}C 等を用いる核医学にも、現在では予測できない可能性が秘められていると考えている。

2. 加速器によるがんの治療

高エネルギーX線や γ 線が使えるようになってから、がんの放射線治療には目ざましい進歩のあとが認められるが、それから20年以上を経た現在では、その限界もまた明らかになってきた。加速器によるがん治療は放射線治療がかかえている限界への挑戦である。

加速器から放出される粒子線による治療には2つの使命がある。その1つはX線よりも生物効果が優れた放射線の利用であり、もう1つの側面はX線よりもさらに優れた線量分布を利用することである。

速中性子線は、現在最も広く使われている粒子線であるが、線量分布はX線と全く変わらないので、がんの治療効果は優れているが正常組織に対する放射線損傷は大きくなるおそれがある。

陽子線は荷電粒子線なので組織中にブラッグ・ピークを作り、線量分布は利用できる粒子線の中で最も優れているが、生物効果はX線と変わらない。

負 π 中間子には線量分布、生物効果の両面に優れた特徴が認められるが、生物効果は速中性子線に、線量分布の良さは陽子線にそれぞれ及ばない。

一方、重粒子線には陽子に匹敵する線量分布と、速中性子を上回る生物効果が具っている。放医研では1000例を超える速中性子線治療例と、20例に近い陽子線治療症例から得られた経験を重粒子線治療に生かす方針のもとに、粒子線治療の将来計画を整えている。

3. 結 論

加速器は診断・治療の何れの方野の将来計画にも欠くことができない。加速器の医学利用を標準治療にまで発展させるためには、医学以外の専門分野との協力が同様に不可欠である。臨床医学におけるこれまで以上の優れた医療システム作りによって、加速器による診断・治療が社会に定着する日の速かならんことを期待している。

1. 岩石・鉱物・堆積物等の地球化学的試料の分析、特に微量元素の定量に放射化分析は広く用いられ、多大の成果を挙げている。これらの分析には多数の試料について可能な限り多数の元素の分析が要求される場合が多く、化学分離を伴わない非破壊放射化分析(機器放射化分析 INAA)が主に利用されている。この場合、熱中性子放射化により放射性核種を生成し、これより放出されるγ線をGe(Li)半導体検出器により検出する方法が通常行なわれる。しかし、放射化により生成する核種の中には、Ge(Li)半導体検出器では検出が困難なX線・低エネルギーγ線を放出する核種も数多くある。これらの低エネルギー光子を分析に用いることにより、従来のGe(Li)半導体検出器を用いたINAAでは分析が困難であった元素を定量しうる場合があり、放射化分析の応用の範囲を更に広げることができると。特に、X線についてはこれを放出する放射性核種の化学状態がスペクトルに反映されている可能性があるため、状態分析の手法としても注目される。最近、我々は、X線・低エネルギーγ線の検出に有利なSi(Li)半導体検出器・平板型pure Ge半導体検出器を用いた岩石試料の非破壊熱中性子放射化分析を試み、この応用の可能性について基礎的検討を加えたので、これを報告する。

2. 試料として、地質調査所発行の標準岩石試料JG-1(花コウ閃緑岩)、JB-1(アルカリ玄武岩)、JA-1(安山岩)、JR-1(流紋岩)、JB-2(ソレライト質玄武岩)を用いた。なお、一部の照射には、USGS(合衆国)発行のBCR-1(玄武岩)、ASKN(ノルウェー)発行のASK-3(硫化鉱石)等の外国の標準岩石試料も用いた。これらの試料については多数の元素について分析値の報告がある。各試料100mgを精秤し、ポリ袋中に封入し、照射試料とした。

照射には、立教原研TRIGA II型炉(出力100kW)を利用した。6時間以下の照射にはRSR孔($5 \times 10^{11} \text{ n} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)、24時間照射にはフリング($1 \times 10^{12} \text{ n} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)を用いた。照射時間を2分、10分、1時間、6時間、24時間とかえ、X線・低エネルギーγ線スペクトロメトリーに供した。

測定には、東大アイソトープ総合センターのNuclear Semiconductor社製モデル101/504 Si(Li)半導体検出器(有効面積30mm²) / Northern社製NS-710 MCA(1024ch)、および、立教原研のCanberra社製モデル7410 pure Ge半導体検出器(有効面積250mm²、厚さ10mm) / Canberra社製40シリーズMCA(4096ch)を用いた。これらの検出器について、⁵⁵Fe、¹³³Ba、²⁴¹Am標準線源を用い、エネルギー較正、試料測定位置における光電ピークの検出効率、半値幅を測定した。各照射試料について、冷却時間をかえてスペクトルを測定し、各放射性核種の壊変速度を追跡した。また、検出効率曲線より、生成した各核種の放射能を求めた。

3. 各光電ピークのエネルギー、半減期、生成放射能の実測値と放射化断面積・中

みないよしたか くぼけんや とみながたけし

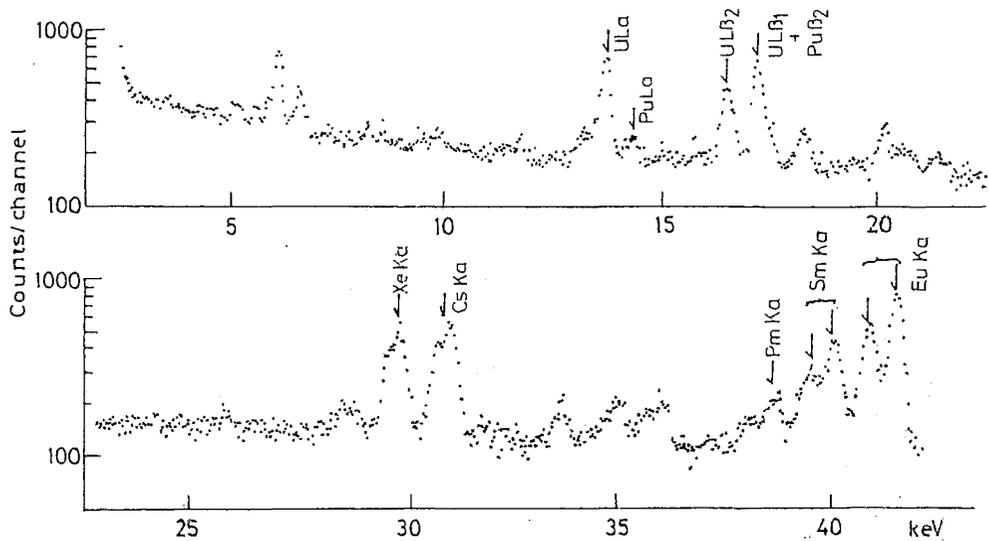


図1. JB-1のX線スペクトル (24h照射, 11日冷却, 40000s測定)

中性束密度等から得られた計算値との比較により、各ピークの帰属を行なった。さらに、目的元素・妨害となる元素の存在度が異なる複数の岩石試料について同様の検討を行ない、他核種からの妨害等について考察した。各ピークの帰属、他核種からの妨害の寄与の補正が正しく行なわれている場合には、各試料の目的元素の含有量(文献値)と照射終了時の放射能は比例し良い検量線が得られることとなる。

① Si(Li)半導体検出器によるX線スペクトロメトリー
24時間照射、11日冷却後のJB-1のスペクトルを図1に示す。このようなスペクトルを解析することにより、PuLa, ULa, SmKa, PmKa, CsKa, XeKa, TcKa等のX線から、それぞれ、U, Th, Eu, Nd, Ba, Mo等の元素を定量できることが示された。得られた検量線の一例として、Uの場合の検量線を図2に示した。

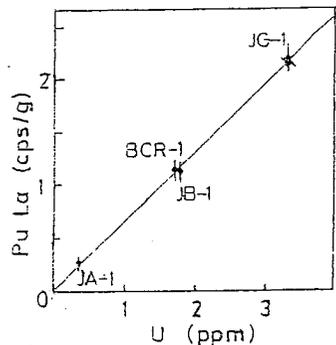


図2. Uの検量線(横軸は文献値)

② pure Ge半導体検出器による低エネルギーγ線・X線スペクトロメトリー

短寿命核種の利用を目的とした短期照射ではバックグラウンドが高く、定量可能なピークはほとんど見られなかった。長寿命核種については、SmKa, TmKa, ReKa, UKa等のX線により、Eu, Yb, W, Th等、¹⁸²Ta 68keV, ¹⁷⁰Tm 84keV, ¹⁴⁷Nd 91keV, ¹⁵³Sm 103keV, ¹⁸¹Hf 133keV, ¹⁴¹Ce 145keV, ⁵⁹Fe 192keV, ⁵¹Cr 321keV等のγ線により、Ta, Tm, Nd, Sm, Hf, Ce, Fe, Cr等が定量できることがわかった。得られた検量線の一例として、Thの検量線を図3に示した。

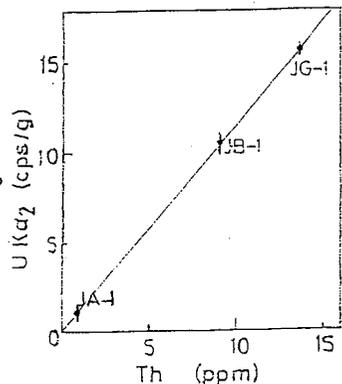


図3. Thの検量線(横軸は文献値)

(九大理,九大教養*) 前田米藏, 高島良正, 石田清隆*

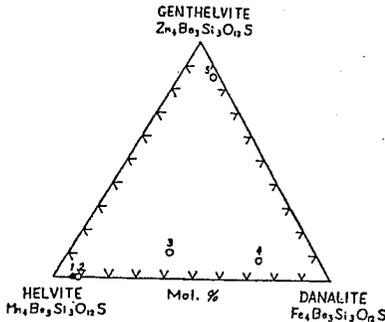


Figure 1. Chemical composition of the helvite group

1. Helvite from Yagisawa mine (this paper).
2. Helvite from Schwarzenberg, Saxony.
3. Helvite from Iron Mountain, New Mexico.
4. Danalite from Redruth, Cornwall.
5. Genthelvite from West Cheyenne Cañon, Colorado.

Framework silicateである helvite 群に属する helvite (八木沢産) と danalite の Fe のメスバウアースペクトルの温度変化は異常であるので、この異常の原因を明らかにすることを目的とする。

左図に helvite の組成を示す。一般式 $(Fe, Mn, Zn)_4 Be_3 Si_3 O_{12} S$ で表わされ、金属 M は $MO_3 S$ の配位構造をしている。

helvite での結晶構造は $P4_3m$ で $Mn-S$ 間距離は 2.432 \AA , $Mn-O$ 間距離は 2.082 \AA である。Fe(II) が四面体の中心に位置しているケイ酸塩鉱物珍しい存在である。

図2に Danalite (広島産) のメスバウアースペクトルの温度変化を示す。四極分裂の大きな温度変化が見られるのは Fe(II) に特徴的なことであり、これは $3d$ 軌道への電子の分布が温度に依存するためである。

296 K でのパラメーター $IS = 0.959$, $QS = 0.405$, $T = 0.477 \text{ mm/s}$ は Fe(II) に一般的に見られる値である。しかし、温度が 150 K 以下になると半値幅の急激な増加が観測され、 57 K では $T = 0.999 \text{ mm/s}$ にもなる。しかし、 4.2 K では $T = 0.610 \text{ mm/s}$ と小さくなりその温度変化は連続的である。また 4.2 K でのスペクトルには内側小さなピークを有する非対称な形となっている。

この半値幅の広がりを danalite の構造変化に帰することは出来ない。danalite の構造は低温で構造変化があるかどうかは現在知られていないが構造変化があれば T の広がり温度変化は連続的でなくまた相変化に伴って新しいピークの出現が見られるはずである。

同一産地の他のデーナー石も同様な幅の広がりを有すること、また、helvite (八木沢) についてもほぼ同様の現象 ($T_{290K} = 0.345 \rightarrow T_{78K} = 0.654 \text{ mm/s}$) が見られることを確認した。

そこでこの T の広がり原因を次のように考えてみる。つまり $FeO_3 S$ の構造がすべての Fe 原子について同一でない。各 $FeO_3 S$ 構造が少しずつ異なることが原因であるとした。一般に Fe をとりまく環境の差は半値幅のわずかな広がりを招く程度であるが図4に示すように $FeO_3 S$ の構造が Td 対称に近く $Td \rightarrow C_{3v}$ への歪みが非常に小さくて $d_{x^2-y^2}$ と d_z の軌道の energy 差がわずかな場合には $FeO_3 S$ の構造のわずかな歪みが半値幅の大きな広がりを招くことがわかる。

まえた よねぞう, たかしま よしまさ, いしだ きよたか

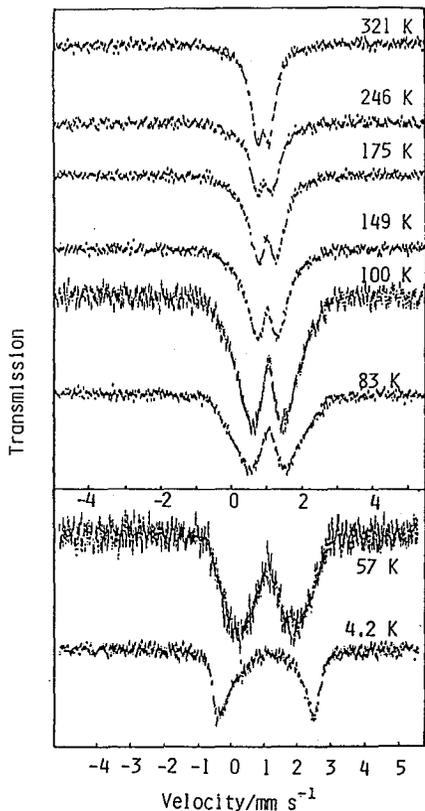


図2. デーナー石のメスバウアースペクトルの温度変化

図4にTの温度変化を示す。実線で示した曲線は $\Delta = 55 \text{ cm}^{-1}$ のときと $\Delta = 45 \text{ cm}^{-1}$ のときのQS値の差を温度に対してプロットしたものである(QSの値は図3の QS_{max} に規格化してある)。○のプロットと曲線とに対応する変化を示している。このプロットの半値幅は 23 cm^{-1} と計算される。したがって FeO_3S 中のFeは $\Delta = 55 \pm 23 \text{ cm}^{-1}$ を有すると計算される。しかし、 Δ が 50 cm^{-1} 程度になるとスピナー軌道相互作用を考慮した方が望ましいと考えられる。したがって大まかの値としては妥当であろう。

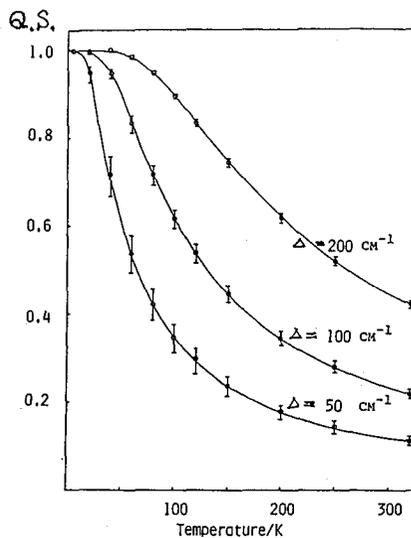


図3. T_d Symmetryで $d_{x^2-y^2}$, d_{z^2} 軌道のエネルギー差 Δ とし、各 Δ での四極分裂の温度変化を示す。縦棒は Δ に $\pm 5 \text{ cm}^{-1}$ の変化があったときの变化値を示す。

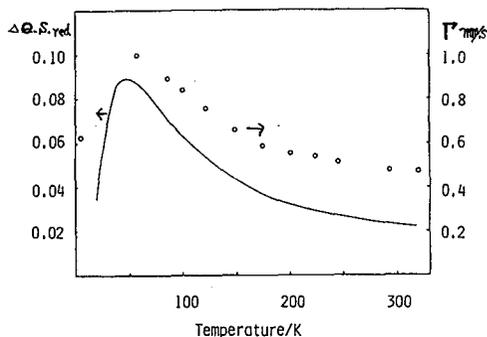
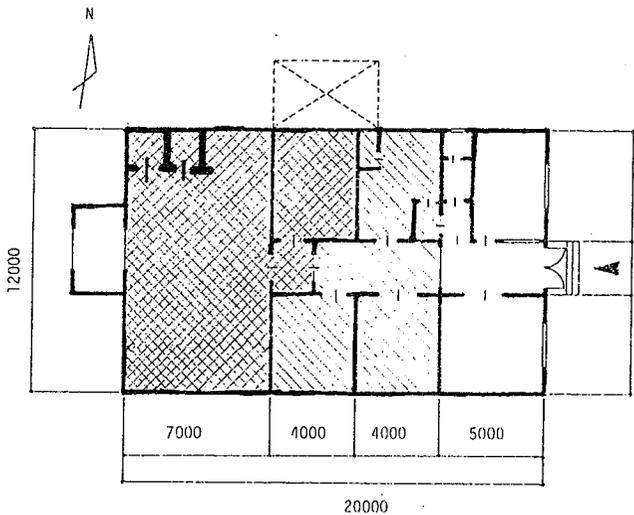


図4. デーナー石のメスバウアースペクトルの半値幅の温度変化を示す(○), 実線は $QS(\Delta = 55 \text{ cm}^{-1})$ と $QS(\Delta = 45 \text{ cm}^{-1})$ の差を示す。

(名大プラズマ研) 〇天野 怒, 佐久間洋一

I. 研究を必要とする背景について

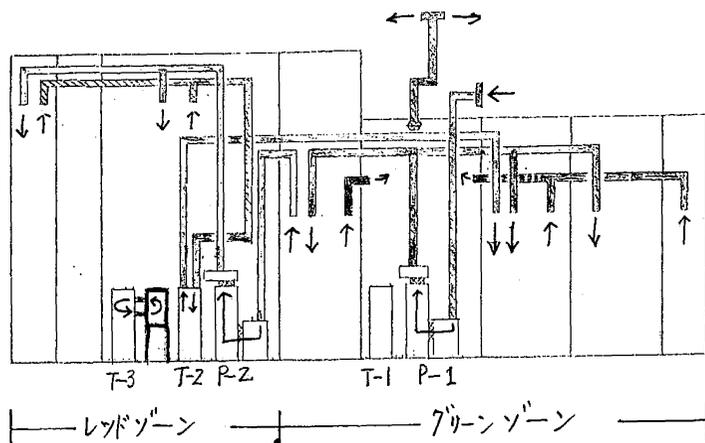
近時、プラズマ・核融合研究の進展に伴い、大型の実験装置により高温度の重水素プラズマを造り出し、その中にトリチウム(三重水素)を導入してD-T核融合反応を起させることが、たしかな実験目標としてとらえられるようになり、米国のプリンストン大学におけるTFTR計画, ヨーロッパ諸国の連合計画として英国のカラム研究所で進行中のJET計画では、それぞれの実験計画のなかに、トリチウムを導入することとしている。日本でも、名古屋大学プラズマ研究所において、装置の規模およびトリチウムの使用量を小さくして、核反応プラズマ実験をおこなうことが計画されている。この核反応プラズマ実験計画(R計画と略稱する)では、実験の前半段階では水素または重水素によってプラズマを造り、プラズマの高温度(セ氏1億度)を達成し、後半段階では重水素によって造られたプラズマ中にトリチウムを断続的に導入して、D-T反応をパルス状に起させることになっている。トリチウムの使用量は1回当り約100Ciとし、1シリーズの実験では1800~2000Ciのトリチウムを使用することとしている。ここで使用されるトリチウムの化学形は分子形(トリチウムガス T_2)であるため、トリチウムの洩れ出しを防ぐことは、D-T反応に伴って発生する14.4MeV中性子の遮蔽防護とならんで、放射線(能)管理上の最大の課題の一つとなっている。R計画では、核反応プラズマ実験装置について、(1)核反応プラズマ実験においては、トリチウムの使用はワンスルーモードとする、(2)装置の真空系の端末は、トリチウム除去装置と連結して、排気中に含まれるトリチウムを除去する、(3)高濃度トリチウムの洩れが予想される



コンポ
ントはブ
ローブ
ックス
中に置
き、高
濃度ト
リチウ
ムの移
動する
径路は
二重管
を使用
する、
などの
処置を
おこな
うため
、トリ
チウ
ムを多

図1 トリチウム取扱実験棟のゾーニング

あまの ひるし, さくま よういち.



ホ2図 通常時における給・排気系統

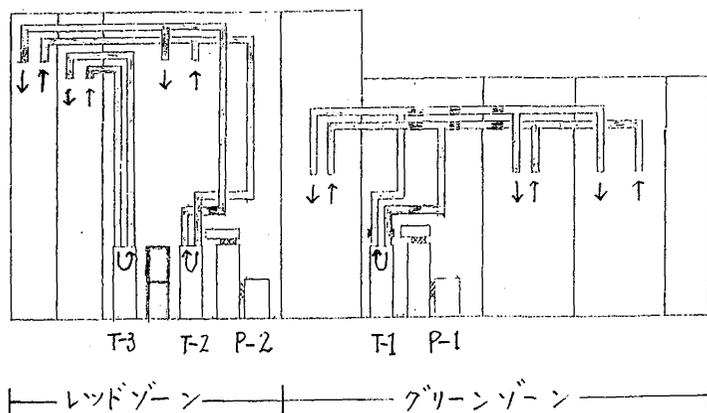
重的に拘じこめるようにしている。さらに、実験室(施設)内の空気をゾーニング方式で管理し、トリチウムの多重拘じ込めを完結させるようにしている。本報告では、名古屋大学プラズマ研究所に最近完成した「トリチウムシステム開発試験装置室」を例として、ゾーニング管理法の基本理念を述べ

ることとする。

Ⅱ. トリチウム取扱い実験棟(施設)内の空気のゾーニング管理

ゾーニング管理では、実験エリアを(1)トリチウムを非密封で取り扱うレッドゾーン、(2)トリチウムを密封状態で取り扱うグリーンゾーン、(3)放射線非管理区域であるホワイトゾーンに分類し(ホ1図)、各ゾーンにそれぞれ独立した空気管理系を設けて空気管理を実施する。すなわち、ホワイトゾーンは通常の空調システムを設け、グリーンゾーンとの間はエアロックで区切つてある。グリーンゾーンにはゾーン専用の空調系(P-1)と緊急用トリチウム除去装置(T-1)があり、レッドゾーンも専用の空調系(P-2)と室内空気用トリチウム除去装置(T-2)を備えた上に、トリチウム貯蔵庫とグローブボックス内の雰囲気浄化用のトリチウム除去装置(T-3)

を設けてある。通常時には、レッドゾーンへの給気はグリーンゾーンから行われ、排気もグリーンゾーンに行われるが(ホ2図)、緊急時には、両者とも密封系となって内部の空気がそれぞれ独立して循環浄化されるように設計・施工が行われている(ホ3図)。



ホ3図 緊急時における給・排気系統

(名大・理)古川路明 (名大・アイソトープセ)小島貞男

1. 環境中に存在する放射能に関連した問題の重要性は近年ますます増している。我々は1974年以来種々の環境試料中の放射性核種の定量を続けてきているが、大気中に浮遊していると線放射体の濃度の経時変化について報告する。これらの測定結果によると、この期間に検出された放射性核種は、 ${}^7\text{Be}$ などの天然放射性核種を除けば、中国による大気圏内核兵器実験により生成された ${}^{137}\text{Cs}$ などの核分裂生成物および ${}^{54}\text{Mn}$ などの中性子誘導放射性核種であった。その濃度の時間変化を追跡することによってフォールアウトの大気圏内における挙動に関するいくつかの興味ある知見が得られた。

2. 試料の採取は名古屋大学理学部A館屋上においておこなひ、採取装置としてハイ・ボリューム・エア・サンプラーを用いた。フィルターはグラスファイバー濾紙を使用し、1~3日間にわたり1500~4000 m^3 の大気を通した。線スペクトルの測定は堀場製作所製のGe(Li)半導体検出器(50 cm^2)と日立製作所製の2048チャンネル波高分析器を用いておこなった。計数効率の決定にはKClなど種々の標準線源を使用した。

3. 中国による大気圏内核兵器実験の直後には多くの種類の核分裂生成物が検出できたが、 ${}^{143}\text{Ce}$ 、 ${}^{99}\text{Mo}$ 、 ${}^{132}\text{Te}$ 、 ${}^{127}\text{Sb}$ 、 ${}^{131}\text{I}$ のような短寿命核種は速やかに減衰して、その後は表1に示したような核種が残った。さらに核実験から2年以上経過すると、 ${}^{137}\text{Cs}$ と ${}^{144}\text{Ce}$ 以外の核種は検出できなかった。図1に ${}^{137}\text{Cs}$ 濃度の時間変化を示したが、同時に中国による大気圏内核実験のおこなわれた期日を表わした。

表1 測定した核種

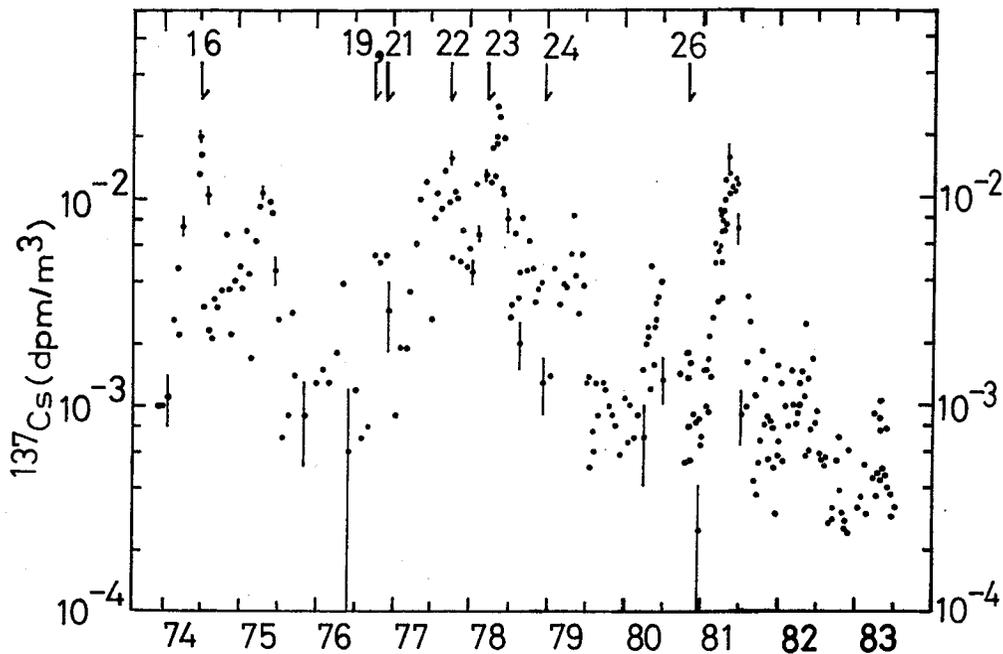
Nuclide	Half-life	E_{γ} (keV)	Abundance
${}^{57}\text{Co}$	271 d	121.9	0.87
${}^{144}\text{Ce}$	284 d	133.4	0.11
${}^{141}\text{Ce}$	32.5 d	145.4	0.48
${}^{125}\text{Sb}$	2.71 y	427.7	0.31
${}^7\text{Be}$	53.6 d	477.6	0.10,
${}^{103}\text{Ru}$	39.4 d	497.0	0.89
${}^{106}\text{Ru}$	367 d	511.9 622.3	0.27 0.10,
${}^{137}\text{Cs}$	30.2 y	661.6	0.84
${}^{90}\text{Zr}$	64.0 d	724.0 758.0	0.44 0.55
${}^{95}\text{Nb}$	35.0 d	765.8	1.00
${}^{56}\text{Co}$	70.8 d	810.6	1.00
${}^{54}\text{Mn}$	312 d	834.8	1.00
${}^{140}\text{Ba}$	12.8 d
${}^{140}\text{La}$	40.3 h	1595.4	0.96
${}^{88}\text{Y}$	107 d	898.0 1836.1	0.91 0.99

小るかわ みちあき

こじま さだお

(1)検出された ${}^{137}\text{Cs}$ の大部分は、大規模な熱核兵器実験がおこなわれた第16回、第21回、第26回中国核実験に由来する。(2) ${}^{137}\text{Cs}$ はは、きりした季節変化を示しているが、もっとも顕著な特徴はいわゆる“Spring peak”の存在である。(3)春の最高濃度の変化を1974年から1976年までについてみると平均滞留時間約1年で成層圏内の ${}^{137}\text{Cs}$ の存在量が減少している。(4)大規模な第21回核実験が1976年11月におこなわれた結果、大量の放射能が大気中に生成された。翌年の春にピークが認められずに秋に高濃度の ${}^{137}\text{Cs}$ が観測されたが、これはこの核実験が最近ではもっとも規模の大きな大気圏内の熱核兵器の実験であり、生成された放射能の大部分が成層圏の上部に入った後に比較的ゆっくりと成層圏下部に下降したためと考えられる。その後の1978年から

図1 大気中における¹³⁷Cs濃度の時間変化



1980年夏にかけての時間変化は従来の傾向と一致している。(5)1980年10月に第26回核実験がおこなわれ¹³⁷Cs濃度は翌年の春に増大し、その後現在まで春に極大を示しながら減少している。1981年春から1982年春にかけての減少傾向は従来とは異なり、平均滞留時間約0.6年で減少している。1982年以降は従来の傾向と一致している。これは第26回核実験が大規模な核実験のなかでは比較的規模が小さく、生成された放射能の多くが成層圏下部に入り、速やかに対流圏に降下したと考えられる。

4. 現在大気圏内核兵器の実験は徐々におこなわれなくなっているため、核実験に由来する放射能の減少は緩くと思われる。そのような状況においては宇宙線生成核種(⁷Beなど)やラドンの娘核種を利用した研究が重要となるであろう。図2に1980年以降の大気中の⁷Beの濃度の時間変化を示したが、ここでははっきりした季節変化は認められてはいない。むしろ降雨による「洗い流し」の効果のような局地的な気象条件の影響を受けているようであるが、雨水や降下じん試料中の⁷Be濃度との比較などについて現在検討中である。

図2 大気中における⁷Be濃度の時間変化

