

# 放射性元素発見の波及効果

NAKANISHI Takashi

中西 孝

金沢大学理学部化学科 助教授

X線の発見はウラン塩の放射能の発見を誘発し、放射能の発見はポロニウムやラジウムなどの放射性元素の発見へと発展した。放射性元素の発見は、単なる元素の発見にとどまらず、不可解な放射能現象の解明研究を促すことによってさらに数々の重要な科学的発見に波及していった。その波及の過程には錯綜した部分もあるが、単純化して解説することにする。

## 1 はじめに

今日では常識となっている重要な科学的知識の幾つかとその科学の応用がもたらした恩恵の幾つかは、X線の発見（レントゲン，1895）→ウラン塩の放射能の発見（ベックレル，1896）→放射性元素（PoとRa）の発見（キュリー夫妻，1898）という一連の成果がさらに波及して発展した科学に依るものである。放射能と放射性元素の発見がどのように波及してその後の科学に発展をもたらしたかを、歴史的な因果関係をなるべく踏まえながら簡単に紹介する。なお、詳細を述べる余裕がないので、後掲のいくつかの参考文献<sup>1-5)</sup>も参照していただくと幸いである。

## 2 放射線の本質の解明

Uからの放射線に物質透過能の小さい $\alpha$ 線と大きい $\beta$ 線があることは、放射能発見の翌年くらいまでに分かっていた。さらに、軽くて負電荷をもつ $\beta$ 線は電子の流れであることと磁石の作用を受けない電磁波（ $\gamma$ 線）もUから検出されることが1900年までに分かっていた。質量が大きく正電荷をもつ $\alpha$ 線の正体が解明された

のは、Raの発見によって強烈な $\alpha$ 線源を用いた研究が可能となってからである。すなわち、ガラス薄膜で仕切った真空中に $\alpha$ 粒子を打ち込むと真空中にHeが溜まることを見出され、電荷を失った $\alpha$ 粒子がHe原子であることが確認されたのである（1909）。

## 3 原子変換・同位体の発見

U（またはTh）化合物の溶液から放射能をほとんどもたないU（またはTh）部分と強い放射能を含む部分が化学分離されて、純化したU（またはTh）の放射能が時間とともに増加することが見出された（1900～2）。放射能現象は、ある原子が他の種の原子へ変化することに伴うものであることを示しており、原子は構造をもち、原子を構成する小さな粒子の再編成が放射能現象であると認識され始めた。このような化学的追究をさらに発展させるとともに、放射線の正体に関する知見も動員して放射壊変の元素周期表上での位置づけが明らかになって同位体の概念が生まれた（1913）。その後、質量分析器の開発（1919）により同位体の概念は非放射性元素にも拡張され、今日までの同位体手法による科学研究の発展や同位

体質量の精密測定に基づいた原子核変換に伴うエネルギーの起源 ( $E=mc^2$ ) の理解を可能にした。

#### 4 原子エネルギーの発見

Ra が放射線とともに放出する熱量の測定により、そのエネルギー (約 600 J/g-Ra/h) は通常の化学変化で放出されるものよりもはるかに大きいことが分かり (1901)、新しい膨大なエネルギー源が原子内部のどこかに存在することが分かってきた。放射能の本質 (原子核現象) が明らかになるまで漠然と原子エネルギーと呼ばれたが、火山活動の熱源も放射能で考えられるようになった (1906)。

#### 5 原子構造・放射能現象の本質の解明

電子および光電効果の発見によって原子は電子を含むある構造をもったものと推定され、正電荷を帯びた球体中にその電荷を中和するに十分な数の負電荷の電子が埋め込まれたような原子モデルが提案された (1904)。これを契機に、原子構造が真剣に研究されるようになった。そして、今日の原子構造の描像の初歩的なものは、金箔による  $\alpha$  線散乱の発見 (1906~1911) によって得られた。放射性元素からの強烈な  $\alpha$  線を用いた研究によって  $\alpha$  線の正体が解明されたことは前述したが、 $\alpha$  線の物質貫通力を研究する中から  $\alpha$  線の散乱現象も見出された。その実験事実から紆余曲折を経て原子の有核模型 (ラザフォード・ボーア模型) が完成したのは 1913~4 年である。この原子核の発見によって放射能現象は原子核現象であることが認識されるとともに、放射壊変に伴うエネルギー、さらには核分裂・核融合反応によるエネルギーや太陽 (恒星) のエネルギーの根源 ( $E=mc^2$ ) が原子核現象として理解可能になった。

原子構造の解明過程においても一つ重要であったのは中性子の発見 (1932) である。上述の原子核発見の時点において、原子の構成要素として知られていたのは陽子と電子のみである。陽子と電子だけでは原子の質量数と核電荷を同時には説

明できない。そのような状況の中で、放射性元素からの強烈な  $\alpha$  粒子束をいろいろな物質に照射してみる実験が行われ、Be に  $\alpha$  線を照射すると奇妙な放射線が発生することが発見された (1930)。そして、奇妙な放射線は陽子と同程度の質量をもつが電荷をもたない粒子であることが分かった (1932)。中性子の発見である。この発見は直ちに原子核の陽子・中性子モデルにつながり、今日の原子及び原子核の描像がほぼ完成した。

さらに、中性子を種々の物質に照射する実験が始まり、U の原子核分裂の発見 (1939) や超ウラン元素の発見 (1940) へと続いた。

#### 6 原子核反応の発見

放射性元素からの強烈な  $\alpha$  粒子束を種々の物質に照射する研究は、原子核反応の発見 (1919) へも発展した。そして、 $\alpha$  線で照射した Al 中に残る放射能の検出は人工放射能 (人工放射性核種) の発見 (1934) となった。現在の原子核反応の研究では加速器が用いられるが、最初の粒子加速器開発 (1929) までは原子核研究に容易に利用できる最もエネルギーの高い粒子は放射性元素からの  $\alpha$  線であった。粒子加速器を利用した研究の発展はここで紹介できる範囲を超えてしまうが、放射性元素発見の二次的波及効果として、Tc の発見 (1937) は核反応的合成によるものであったことに敢えて言及しておきたい。また核反応の研究によって、原子核の内部構造の詳細や元素の起源の解明が進み、原子核反応を利用した元素分析法 (放射化分析) も膨大な成果をもたらした。

#### 7 おわりに

以下は放射性元素発見の波及効果と考えられることの項目の列挙にとどめる。すなわち、放射線測定器の開発と進歩 (1898~)、放射年代測定 (1907~)、宇宙線の発見 (1911)、放射性トレーサー法の開発 (1918) である。解説を省いてはいるが、これらも放射性元素発見の波及効果の重要な部分である。

## 参考文献

- 1) 物理学史研究刊行会編, 物理学古典論文叢書7放射能, 東海大学出版会(1970).
- 2) 物理学史研究刊行会編, 物理学古典論文叢書9原子模型, 東海大学出版会(1970).
- 3) I. Asimov 著, 小山慶太・輪湖 博 共訳, アイザック・アシモフの科学と発見の年表, 丸善(1992).
- 4) 植村美佐子 他, 科学年表, 丸善(1993).
- 5) ノーベル賞一受賞者総覧一編集委員会, ノーベル賞一受賞者総覧一, 教育社(1990).



## なかにし・たかし

**筆者紹介** [経歴] 1969年3月金沢大学大学院修士課程修了, 69年4月同大学理学部助手(74~76年文部省在外研究員・西独放射線防護研究所), 80年2月同講師, 87年12月同助教。理学博士。[専門] 放射化学, 地球化学。[趣味] 木版画, 園芸。[連絡先] 920-1192 金沢市角間町(勤務先)。



## ▷新しく教育会員になられたかたがた

河内 初恵 広島大学大学院学校教育研究科

米谷 敏之 帯広柏葉高校

水谷 祥之 名古屋学院高等学校

▷現在会員数 (1998年7月)

正会員	学生会員	教育会員	名誉会員	法人正会員	公共会員	賛助会員	計
27,890	6,003	2,445	57	684	690	0	37,769

## ▷平成10年度東レ理科教育賞

**対象** 理科教育賞は理科教育を人間形成の一環として位置づけたうえで, 中・高校の理科教育における新しい発想と工夫考案に基づいた教育事例を対象としている。論説や提案だけでなく, 実績のあるものを対象とする。

(例) ①生徒の科学に対する興味を深めるなど, よりよい理科教育のための指導展開, ②効果的な実験法, 器材の活用法, 自発的学習を促す工夫など, ③実験・観察, 演示などの教材・教具(簡単な装置, 得やすい材料, 視聴覚教材など)の開発とその実践例等。

**資格** 中・高校の理科教育を担当, または研究・指

導する者(例えば, 中学校・高等学校・高等専門学校・大学などの教員, 指導主事, 教育研究所・教育センター・博物館などの所員)

**応募締切** 9月30日(水)

**応募方法** 所定の申請書に記入のうえ郵送して下さい。申請書は下記宛請求のこと。

**請求・送付先** 279-8555 浦安市美浜1-8-1 東レビル  
(財)東レ科学振興会(電話047-350-6104,  
FAX 047-350-6082, e-mail:JDP 00117@niftyserve.or.jp)