

金沢大学市民講演会

キュリー夫妻ラジウム発見100周年
記念講演会
要旨集

日時 平成10年11月8日(日)

場所 金沢市文化ホール

主催 金沢大学キュリー夫妻ラジウム発見100周年記念会実行委員会

共催 金沢大学アイソトープ総合センター

金沢大学市民講演会(入場無料) キュリー夫妻 ラジウム発見 100周年記念講演会

1998年11月8日(日) 10:30~17:00
金沢市文化ホール(金沢市高岡町15-1)

キュリー夫妻の功績と放射能・放射線が関わる科学と技術について、
児童・生徒・学生・一般の皆様にも分かりやすいお話と展示、実験・
実演が行なわれます。お誘い合わせてご来場下さい。

講演 (13~15時)

司会 利波 紀久(金沢大医 教授) 森 厚文(金沢大RI総合センター教授)

- | | |
|--|---|
| 1) ラジウム発見と科学の進歩
中西 孝(金沢大理 助教授) | 4) がんの放射線治療の最前線
菊池 雄三(金沢大医 教授) |
| 2) アイソトープと生命科学
中西 義信(金沢大薬 教授) | 5) アイソトープ・放射線の工学利用
— 最近の話題 —
稲部 勝幸(金沢大工 教授) |
| 3) アイソトープによる診断と治療の最前線
道岸 隆敏(金沢大医 助教授) | |

展示 (10:30~17時) 実験・実演 (15時~17時)

解説 天野良平(金沢大医 教授) 小村和久(金沢大理 教授) 佐藤 保(金沢大医 教授)

主催：金沢大学キュリー夫妻ラジウム発見100周年記念会実行委員会
共催：金沢大学アイソトープ総合センター

後援：石川県・金沢市・石川県教育委員会・金沢市教育委員会・石川各市町村教育委員会連合会
石川県理科教育研究協議会・石川県高等学校理化研究会・石川県高等学校文化連盟理科部
石川県科学教育振興会・石川県医師会・金沢市医師会・(社)日本アイソトープ協会
(財)日本科学技術振興財団・科学技術館・(財)放射線利用振興協会

問い合わせ先：金沢市宝町 13-1 金沢大学医学部核医学教室 利波紀久 (Tel. 076-265-2333, 2330 Fax. 076-234-4257)

キュリー夫妻ラジウム発見100周年記念講演会の開催にあたって

利波 紀久

金沢大学キュリー夫妻ラジウム発見

100周年記念会実行委員会委員長

(金沢大学医学部教授)

今年は1898年にキュリー夫妻がラジウムを発見してから100年の記念すべき年にあたります。

この100年間は放射線と放射能の大発見が引き金となって科学技術が飛躍的に発展した画期的な時代でした。1895年のレントゲンによるX線の発見が1896年のベクレルによるウラン放射能の発見を誘発し、そして放射能の発見は1898年のキュリー夫妻による新元素ラジウムの発見に発展しました。キュリー夫妻の発見によって、その後の原子核科学や放射性同位元素を利用した科学が発展し、その成果は科学技術・産業や医学の発展を通じて人類の福祉に多大なる恩恵をもたらしました。彼らの業績は実に現在に至る人間社会の繁栄の基盤となったのです。

レントゲンは1901年に第1回ノーベル物理学賞を、ベクレルとキュリー夫妻は1903年のノーベル物理学賞を受賞しましたが、人類を幸せにする科学の基盤を築いた彼らの業績は真にノーベル賞に値するものと言えます。キュリー夫人は夫ピエールの不幸な事故死後も研究を続け1911年にはノーベル化学賞も受賞しています。キュリー夫妻の業績なしには20世紀の科学を振り返ることは出来ません。

金沢大学におきましても、昭和29年より放射能・放射線の幅広い研究および教育に精力的に取り組んでおります。そこで金沢大学放射性同位元素委員会は、児童・生徒・学生をはじめ広く市民の方々に、キュリー夫妻の偉業を再認識し、真摯な生き方と科学と人類への情熱に学んで頂くとともに放射能・放射線を理解し、興味を持ってもらいたいと考えました。このため金沢大学キュリー夫妻ラジウム発見100周年記念会実行委員会を組織し、記念講演会を開催することと致しました。市民の皆様によりよく理解して頂くためにパネル展示・実演と体験などの見学コーナーも設けました。金沢大学の教官と学外からの協力もえた手作りによる講演会です。この企画が市民の皆様の理解と、次の時代を担う若い人々に、キュリー夫妻が示した科学の価値と倫理の重要性を再認識してもらおう機会になれば幸いです。

目 次

1. キュリー夫妻とラジウム発見.....4 森 厚文（金沢大学アイソトープ総合センター教授）	4
2. ラジウム発見と科学の進歩5 中西 孝（金沢大学理学部助教授）	5
3. アイソトープと生命科学6 中西 義信（金沢大学薬学部教授）	6
4. アイソトープによる診断と治療の最前線7 道岸 隆敏（金沢大学医学部助教授）	7
5. がんの放射線治療の最前線8 菊池 雄三（金沢大学医学部教授）	8
6. アイソトープ・放射線の工学への利用9 稲部 勝幸（金沢大学工学部教授）	9
7. 見学コーナー10 天野 良平（金沢大学医学部教授）、小村 和久（金沢大学理学部教授）、 佐藤 保（金沢大学医学部教授）	10

1. キュリー夫妻とラジウム発見

森 厚文

(金沢大学アイソトープ総合センター教授)

今年、キュリー夫妻（マリーとピエール）がラジウムを発見して100周年にあたります。暗闇で青白く光るラジウムの発見は、20世紀の科学の扉を開き、物理学、化学、生物学、医学等の自然科学の幅広い分野の発展に重要な役割を果たし、現代科学の基礎を築いただけでなく、がん治療などに成果をあげました。本日は、「ラジウム発見が科学の進歩にいかに関与したか」並びに「放射能・放射線が生命科学の研究においてどのように利用されているか、また医療、工業の利用にいかに関与しているか」について、最近の話題も交えて、わかりやすく講演がなされます。

キュリー夫人は第一次世界大戦中に独自にデザインした「プチキュリー」と呼ばれるレントゲン車を自ら運転して、前線で傷ついた兵士の診断に当たり多くの兵士が救われたという話は有名であります。しかし、この時のX線による被ばくが原因で白血病で死亡したことが最近になって判明し、「ラジウムが原因である」という定説が覆っております。すなわち、1995年にキュリー夫妻の遺体が、フランスの国民的英雄が埋葬されている「パンテオン」に移されましたが、その時の棺内部の放射能測定から、キュリー夫人がラジウムが原因で白血病になったとは考えられず、上記の犠牲的献身による大量のX線被ばくが原因であることがわかり、科学者としての功績のみならず、人間としてのキュリー夫人の偉大さが再認識されるようになっております。

なお、ピエール・キュリーはノーベル賞受賞講演で「ラジウムはがんの治療に役立つなどいろいろ有益な面がありますが、犯罪に使われれば極めて危険なものであります。私個人は、ノーベルが考えたように、人類は新しい発見によって、悪い面を克服して一層大きなものを生み出していく英知を持つと考えています」と、放射能、ひいては科学・技術が両刃の剣となることに強く警鐘を鳴らしましたが、負の遺産として核兵器の開発・使用を招いたことは人類にとって不幸なことです。

しかし、放射能と聞けばただちに巨悪のように煽るのも誤りだと思われれます。我々の体の中に様々な放射性物質が存在し毎秒約7000個の放射線を出しており、また宇宙や大地からも常に放射線を浴びています。さらに、今日では放射能・放射線なくして医療や多くの分野における科学研究などが成り立たないと言っても過言ではありません。自然のあらゆるものは両刃の剣であります。いたずらに、放射能・放射線の使用を抑えるのではなく、放射能・放射線のメリットとデメリットをうまくバランスをとりながら人類の福祉に役立てる必要があると考えられます。

2. ラジウム発見と科学の進歩

中西 孝
(金沢大学理学部助教授)

(1) ラジウム発見の夜明け前

1895年、低圧気体中での放電の研究中に、レントゲン(ドイツ)はX線を発見しました(1901年・第1回ノーベル物理学賞)。X線の発見は大反響をよび、‘蛍光物質からもX線が出ているのでは’と考える科学者もいました。そして、蛍光物質の研究をしていたベクレル(フランス)は蛍光物質の一つであるウラン化合物を調べ、蛍光現象とは無関係に透過性の放射線がウランから出ていることを1896年に発見しました(1903年ノーベル物理学賞)。

(2) ラジウムの発見

ベクレルの発見に刺激され1897年末に博士論文のテーマとして放射能を選んだマリー・キュリー(キュリー夫人、フランス)は、純粋なウランよりもウラン鉱石からの放射線の量が多いことを見つけました。放射線の量を定量的に測定する装置を開発した夫ピエール・キュリーの協力が加わって、キュリー夫妻の放射能研究は飛躍的に進展しました(1903年ノーベル物理学賞)。そしてウラン鉱石中に含まれる‘強い放射線を出す物質’を化学的に分離していくことによって、1898年7月にはポロニウムを、同年12月にはラジウムを発見しました(1911年ノーベル化学賞)。

(3) ラジウムの発見が引き金になった科学の進歩

ラジウムの発見はラジウム療法の端緒を開きました。また、強力なラジウム線源のおかげで、多くの科学者は放射性物質と放射線の研究を一段と活発に行うことができるようになりました。その中で‘人類を幸せにする科学’の進歩に貢献した主な研究(及びノーベル賞受賞年)を以下に箇条書きにしてみました。これらの研究成果は更に次の科学の発展へと続いて(印)今日に至っています。そのような科学の進歩について分かり易く解説しようと思います。

- ①放射能現象の本質解明と放射性物質の化学的研究(1908)
- ②同位体(アイソトープ)の発見(1921)
- ③原子構造の解明(1922)
- ④放射線検出法の発展 [霧箱の開発(1927)、泡箱の開発(1960)]
- ⑤原子核反応の発見 中性子の発見(1935)
 - [中性子原子核反応の発見(1938)]
 - [原子核分裂の発見(1944)]
 - [超ウラン元素の発見、(1951)]
- ⑥人工放射能の発見(1935) [粒子加速器の発明(1939、1951)]
- ⑦放射性同位体(ラジオアイソトープ)のトレーサー利用の開発(1943)
 - [植物の光合成の研究(1961)、生理学・医学の研究]

3. アイソトープと生命科学

中西 義信
(金沢大学薬学部教授)

近年の生命科学の発達には目をみはるものがあります。特に新しい遺伝子の発見はほぼ毎日報告されています。糖尿病、高血圧症、そして癌など、私たちの生命を脅かす病気の原因となっている遺伝子が突き止められつつあります。また、これまで遺伝子支配を受けているとは思われなかった私たちの普通の振る舞いを決める遺伝子も次々に見つかっています。たとえば、肥満を調節する遺伝子、老化を調節する遺伝子、音感を決める遺伝子、暴力的な人格を決める遺伝子、記憶力を決める遺伝子、などの存在がわかってきました。一方、遺伝子操作技術はさまざまな分野に応用されています。悪い遺伝子を正しいものに変えて病気を治す遺伝子治療、遺伝子を利用した食物の品質改良、そして石川県が一躍注目されたクローン動物の作成、などが遺伝子操作技術を利用して行われています。

これらはなばなしい成果は、地道な基礎研究の末に導き出されます。動物の体は数兆個にのぼるたいへん多くの細胞から成り立っています。その細胞の中に核と呼ばれる部分があり、遺伝子はその中に入っています。普通の細胞の直径は50分の1ミリメートル程度であり、目にはほとんど見えません。ましてや、その中に含まれる遺伝子は特殊な装置の力を借りなければ見ることはできません。しかし、もっと簡単に遺伝子を見ることができなければ研究の進めようがありません。それを可能にしたのが本日の主題であるアイソトープなのです。アイソトープの発生する放射線が見えない物質を見えるようにしてくれるのです。

遺伝子は元素と呼ばれるたいへん小さい物質の集まりです。そこで、それらの元素のうちどれかひとつをアイソトープでおきかえてやると、放射能を持った遺伝子ができあがります。この放射能を検出してやれば、遺伝子の存在がわかります。放射能は測定器を使うと数字として出てきますし、みなさんにもなじみ深いレントゲン撮影のようにエックス線フィルムに当たるとその部分が黒く感光します。ごく微量の遺伝子でも、いったんアイソトープをくっつけると検出が容易になるわけです。

遺伝子以外の分野でもアイソトープの利用は欠かせません。私たちが服用する薬の開発においても、アイソトープが頻繁に利用されています。医薬品開発において重要な点のひとつに薬物輸送があります。難しい言葉ですが、要するに体内に入った医薬品がどのように標的の組織に運ばれるかということです。この解析は動物を用いて実験されるわけですが、普通は薬がどこにあるかは動物を解剖してみなければわかりません。しかし、医薬品にアイソトープの目印を付けていれば、放射活性を測定するだけで薬の存在を知ることができます。すなわち、動物を生かしたまま薬の動きを調べることができるのです。

今日のお話では、生命科学におけるこのようなアイソトープの利用をわかりやすく解説します。

4. アイソトープによる診断と治療の最前線

道岸 隆敏
(金沢大学医学部助教授)

薬に放射線を出すアイソトープを結合させたものを放射性医薬品といいます。この中には、心臓や肝臓などの特定の臓器や、腫瘍や炎症に集まるものがあります。これを、注射で静脈内に投与したり、口から飲んでもらったりしますと、その放射性医薬品は体の中の特定の場所に分布します。これからの放射線が体のどこからでてきているかを調べ、これを画像にすることにより、放射性医薬品が集まっている部位、集まりの程度、集まっている形、集まり方の時間による変化などを知ることができます。つまり、放射性医薬品が集まった部位の働き（機能）を画像としてとらえることができ、働きの異常を知ることができます。このように放射性医薬品を投与して病気の診断を行うのが核医学検査です。これは人体に何ら悪い影響を与えないかわめて少ない放射能を利用しています。人体では、まず働きの異常が起こり、これに引き続いて、形（解剖学的構造）の異常が起こります。したがって、コンピュータ断層法（CT）や核磁気共鳴（MRI）などでは異常を見つけられない早期の段階で体の異常を知ることができます。どのように実際の医療現場で用いられているかを紹介します。

アイソトープには、診断に用いる放射線とは異なり、細胞を壊す放射線を出すものがあります。このアイソトープを病気の細胞にだけ集めると、体の中から病巣に放射線を当てることになり病気を治療することができます。これが核医学治療です。バセドウ病や甲状腺癌の治療が広く行われ、褐色細胞腫や神経芽細胞腫などの治療も行われます。近々、骨の転移による痛みを取る治療が行えるようになります。病気の細胞にだけアイソトープを集めるために単クローン抗体を利用する方法が研究され、抗ガン剤の効かない悪性リンパ腫の治療が検討されています。

5. がんの放射線治療の最前線

菊池 雄三
(金沢大学医学部教授)

放射線治療は病巣に外から照射する外部照射と病巣に埋め込んで中から照射する密封小線源治療からなります。外部照射は1896年レントゲンのX線発見後まもなく治療に応用されました。その当時のX線は透過力が弱く深部の病巣には十分な力を発揮できませんでしたが、1940年代に入り、透過力の高い、コバルト-60遠隔治療装置や超高压X線を生み出す直線加速器(リニアック)が開発され、治療成績も急速に向上してきました。さらに1960年代に入り、CT、MRIなど画像診断の発展とコンピュータ支援技術の発達に伴って、病巣に合った形で照射を行う三次元照射や脳などの小さな病巣を色々な角度から照射する高精度の定位的放射線照射が行われるようになり、QOL(生活の質)の高いがん治療が可能となる時代を迎えています。

一方キュリー夫妻のラジウム発見以来、放出される放射線には強い生物作用があることが分かり、20世紀初頭から積極的にがんの治療に利用されてきました。舌のがんの病巣にラジウム針を埋め込んだり(組織内照射)、子宮などの管腔にラジウム管を挿入したり(腔内照射)する照射法で、総称して密封小線源治療と言う新しい治療分野が発展し多くのがん患者を救ってきました。この治療法は単独の治療法として、また外部照射と組み合わせて使われます。パリ、ストックホルム、ニューヨークで発展し、最終的にはイギリスのマンチェスターで完成しました。その後ラジウムは1960年頃まで、60年にわたり主線源の座を占めてきましたが、エネルギーが高く医療スタッフの被曝が避けられないので、次第にセシウムにその座を奪われていきました。それと同時に器具を挿入して、模擬線源により治療計画を行い、最適な線源配置を確認後、本線源を充填するアフター・ローディング法(後充填法)が発展し被曝が大幅に減少しました。さらに1960年後半コバルトなどの線源を自動的に病巣に送り込む遠隔操作式後装填法(ラルストロン)が開発され、短時間で治療が終了し、しかも医療スタッフの被曝が皆無になりました。1970年代には直径1mmと細く軟らかいイリジウムが線源として使われるようになりました。この線源はコバルトに代わって遠隔操作式後装填法に応用され、子宮がんや舌がんはもちろん、これまで挿入が困難であった脳、気管支、胆管、乳房、前立腺などにも応用されるようになりました。このイリジウムによる新しい密封小線源治療は新たな適応を拡大し、コンピュータ技術、画像診断の発展と相まって線量分布の最適化を可能にしました。この新しい技術革新を密封小線源治療のネオ・ルネッサンスと呼んでいます。本日の講演では最新の外部照射と密封小線源治療の進歩についてお話しします。

6. アイソトープ・放射線の工学への利用

稲部 勝幸
(金沢大学工学部教授)

放射線が物質に与える作用の基本は物質を構成している原子や分子の励起と外殻電子の電離である。電離は写真作用とか化学作用を引き起こし、また励起は蛍光作用を与える。放射線は陽子、中性子、電子あるいは荷電粒子の流れ（粒子線）と高いエネルギーの電磁波に分けられる。たとえば、100万ボルトの電圧で加速した電子の流れ（電子線）は放射線とよばれる。また、その電子線が物質に入射するとX線が発生する。X線は電磁波であって質量を持つ粒子とは異なるが、やはり原子や分子の励起や電離をもたらす、放射線とよばれる。上の3つの作用はいずれも放射線のエネルギーが物質に与えられて現れるものである。我々はこれらの作用を利用して放射線を生活に役立てている。現在、アイソトープ・放射線の工学への利用は多種多様な分野に拡大している。

工業計測分野

- ・密度測定、厚さ測定（紙、セロハン、アルミホイールなどの製造行程管理）
- ・非破壊検査（金属の溶接部分、大型構造物内部の検査など）

材料改質・高分子加工

- ・材料の表面処理、耐摩耗性の向上（エンジン潤滑油のトレーサー）
- ・耐熱性ポリエチレン皮膜（耐熱性電気コード、耐熱ポリ容器など）
- ・電子線硬化塗装（高速乾燥の塗装など）
- ・発泡ポリオレフィン（風呂用マット、自動車の内装クッションなど）

放射線滅菌

- ・医療器具の滅菌（人工腎臓、注射器など）
- ・食品保存（じゃがいも発芽防止）

環境保全

- ・排煙処理（火力発電所の排煙に電子線照射して有害物質を除去）
- ・廃水処理（排水中の非微生物分解性界面活性剤を微生物分解性に分解）
- ・大気汚染監視（石油中の硫黄分の監視、大気浮遊物の集塵膜測定など）

その他

- ・宝石の着色による付加価値の増大

以上のほかに、最近は特に小型の加速器を用いて得られる粒子線を利用する超LSI（大規模集積回路）の製造とか、表面処理技術あるいはビーム径が数ミクロン程度の電子線マイクロビームによる微小部分に対する照射効果など、今後発展の可能性の大きい技術の開発、研究が放射線を利用して進められている。

7. 見学コーナー（10:30-17:00）

この講演会では、キュリー夫妻の功績と放射能・放射線がかかわる基礎科学・生命科学・医学・工学について、児童・生徒・学生・一般の方々を対象に分かりやすく紹介します。講演をより深く理解していただくために、講演内容を中心とする展示パネルのコーナーやいくつかの実験装置を利用した実演・体験のコーナーを設けました。説明を聞きながらゆっくりご覧いただき、体験もしていただきたく思います。どうぞこの見学コーナーもお楽しみください。

この見学コーナーには、めったに見ることのできないものがあるばかりでなく、金沢大学関係者以外にたくさんの方々にご協力いただいています。その意味でもまたとない機会ですから、お見逃しのないようお願いいたします。

（天野 良平、小村 和久、佐藤 保）

実演と体験のコーナー（15:00-17:00）

○ウラン鉱物（ピッチブレンド）と純粋なウラン試薬の放射能の比較

（展示してあるピッチブレンドは、キュリー夫妻がラジウムを発見したピッチブレンドと産地が同じで、第四高等学校から金沢大学に引き継がれてきた標本です）

解説者

中西 孝（金沢大・理）

大石 茂雄（金沢大・医）

霧箱（きりばこ）で放射線を検出する

戸田 一郎（富山第一高等学校）

放電箱（ほうでんばこ）で放射線を検出する

竹中 功（石川県教育センター）

古河 義之（平和町養護学校）

アルファ線散乱実験

（原子核の発見、原子構造の解明を導いた実験）

山本 政儀（金沢大・理）

井上 睦夫（金沢大・理）

アルファ線の吸収（物質透過）実験

（原子核の発見、中性子の発見、人工放射能の発見を導いた実験）

浜島 靖典（金沢大・理）

長村雄一郎（金沢大・アイ理工）

ベータ・ガンマ線の吸収（物質透過）実験

天野 良平（金沢大・医）

小野口昌久（金沢大・医）

パネル展示のコーナー（10:30-17:00）

キュリー夫妻とラジウム発見、その科学の進歩へのインパクト
（フランスからの美しいパネルを展示します）

解説者

中西 孝（金沢大・理）

天野 良平（金沢大・医）

小村 和久（金沢大・理）

アイソトープと生命科学

中西 義信（金沢大・薬）

森 厚文（金沢大・ア総セ）

佐藤 保（金沢大・医）

アイソトープによる診断と治療の最前線

道岸 隆敏（金沢大・医）

久慈 一英（金沢大・医）

樋口 隆弘（金沢大・医）

がんの放射線治療の最前線

（放射線医学総合研究所作成のパネルを展示します）

菊池 雄三（金沢大・医）

橋爪由美子（金沢大・医）

アイソトープ・放射線の工学への利用

（日本原子力研究所作成のパネルを展示します）

稲部 勝幸（金沢大・工）

中村 昭一（金沢大・工）

ビデオ上映（15:00-15:38）

講演会場でお楽しみいただけます。感動的なフィルムです。

キュリー夫妻～その愛と情熱～（20分）

キュリー夫妻－ラジウムの発見と医療への応用－（18分）

MEMO



金沢大学キュリー夫妻ラジウム発見100周年記念会実行委員会

利波 紀久（金沢大学医学部教授）（委員長）
天野 良平（金沢大学医学部教授）
稲部 勝幸（金沢大学工学部教授）
小村 和久（金沢大学理学部教授）
佐藤 保（金沢大学医学部教授）
中西 義信（金沢大学薬学部教授）
中西 孝（金沢大学理学部助教授）
森 厚文（金沢大学アイソトープ総合センター教授）
