

原子力の歴史

1. 原子構造の解明

原子力とは文字通り「原子の力」を表しますが、大きなエネルギーを発生させるものとして「核融合」と「核分裂」があります。

「核融合」は複数の原子核が合わさり1つになることで、太陽の内部では水素原子が融合して次々にヘリウムが生まれ、これによって大きなエネルギーを発生させています。

一方、「核分裂」は原子核が分裂することで、原子力発電ではこの核分裂の際に発生するエネルギーを利用してしています。

人類は、以下のような経緯で原子力を発見し、発電への利用へと至りました。

原子論の提唱

今から2400年ほど前、ギリシャの哲学者デモクリトスは、「この世のすべてのものは、小さな粒からできている」と考え、これ以上分けることができないという意味のギリシャ語「アトモス」に由来して、この小さな粒を「アトム（原子）」とよびました。

人類は、19世紀末から原子の構造や性質などを徐々に明らかにし、20世紀に入ってから原子力開発の歴史が始まりました。

エックス線の発見（1895年）

真空放電の実験をしていたドイツの物理学者ヴィルヘルム・レントゲンは、目に見えないが、写真乾板を感光させ、蛍光物質を光らせ、物質を突き抜ける光のようなものが放電管の電極から出ていることを発見しました。正体は未解明であることから、レントゲンはこの光のようなものを「未知のもの」という意味でエックス線と名づけました。



ヴィルヘルム・レントゲン

新たな放射性物質（ポロニウム、ラジウム）の発見（1896年）

フランスの物理学者アンリ・ベクレルが、ウラン化合物から放射線が出ていることを発見しました。この研究を引き継いだ物理学者マリー・キュリーは、夫の化学者ピエール・キュリーとともにウラン鉱物から放射性物質を分離する実験に取り組み、ポロニウムとラジウムという新たな放射性物質を発見しました。

アルファ線、ベータ線、ガンマ線の発見（1898年～1900年）

1898年に、イギリスの物理学者アーネスト・ラザフォードが、ウランからエックス線とは別の二種類の放射線が出ていることを見つけました。

1900年に、フランスの化学者ポール・ヴィラールも、新たな放射線を発見しました。

これらはラザフォードによって、アルファ線、ベータ線、ガンマ線と名づけられました。



アーネスト・ラザフォード

原子核・電子の存在の実証（1911年）

ラザフォードは、原子のほとんどの質量が中心の小さな領域に集中していることを明らかにし、この小さな領域はプラスの電荷をもち、その外側には非常に軽いマイナスの電荷をもつ電子が存在するだけであることを実証しました。

中性子の発見（1932年）

イギリスの物理学者ジェームズ・チャドウィックが、中性子を発見しました。これを受け、ドイツの物理学者ヴェルナー・ハイゼンベルクは、原子核が陽子と中性子で構成されていると考えました。



ジェームズ・チャドウィック

中間子の存在の予言（1935年）

原子核の研究が進むなか、日本の物理学者である湯川秀樹は、原子核の中で陽子と中性子を結びつける中間子の存在を予言し、後にそれが実際に確認され、1949年に日本人として初めてノーベル賞を受賞しています。

2. 核分裂の発見

ウランの壊変の発見（1902年）

ラザフォードは、ウランがアルファ線（ヘリウムの原子核）を放出して別の原子に変わることを発見しました。

質量とエネルギーの等価関係（1905年）

ドイツ出身の物理学者アルバート・アインシュタインが発表した特殊相対性理論のなかで、「 $E=mc^2$ 」（E：エネルギー、m：質量、c：定数（光の速度））という質量とエネルギーの等価関係が導き出されました。

別の原子に変える実験の成功（1919年）

ラザフォードは、ある原子を人工的に別の原子に変えられることを証明しました。これを受け、多くの科学者がさまざまな原子に中性子などの放射線をあてることで別の原子に変える実験を行いました。

核分裂の発見（1938年）

ドイツの化学者オットー・ハーンとオーストリア出身の女性物理学者リーゼ・マイトナーは、中性子をあてたウランから放射性的バリウムが生成されることを発見し、マイトナーは、ウランの原子核が中性子を吸収してほぼ同じ大きさの二つの原子核に割れたと結論づけました。これが「核分裂の発見」という歴史的なできごとでした。

アルバート・アインシュタインの「 $E=mc^2$ 」（E：エネルギー、m：質量、c：定数（光の速度））という質量とエネルギーの等価関係から計算される値とマイトナーの考察は、一致し、ウランの核分裂によって膨大なエネルギーが出ることも推論されました。

3. 原子爆弾、原子力発電への利用

核分裂で生じる中性子の数の測定（1939年）

イタリアの物理学者エンリコ・フェルミは、核分裂によって中性子が新たに放出される可能性が非常に高いことを指摘しました。

また、キュリー夫人の娘夫妻であるジョリオとイレーヌ・キュリーが核分裂によって生じる中性子の数を測定し、2個～3個であることを示しました。

核分裂連鎖反応の実証（1942年）

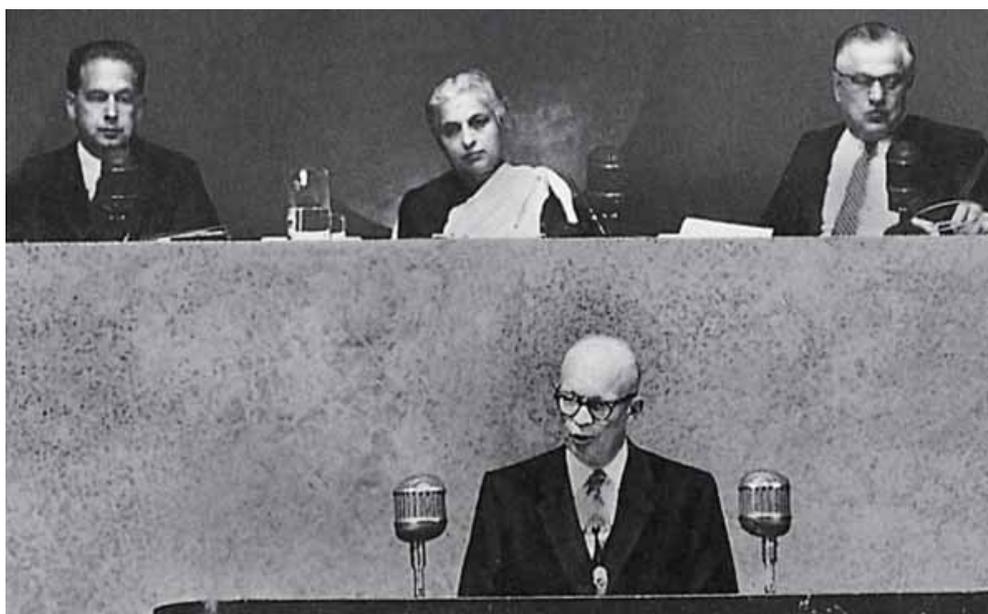
研究は、核分裂の連鎖反応を証明する段階となり、アメリカ政府の資金によってフェルミが指揮をとり、最初の原子炉の実験計画が1942年半ばに始まりました。

そして、1942年12月2日、シカゴ大学フットボールスタジアムの下のカッシュ競技用コートに設置された原子炉で臨界実験が行われました。この原子炉は、燃料のウランを減速材の黒鉛ブロックで取り囲んだもので、実験は成功しました。うまく条件を揃えさえすれば、核分裂連鎖反応を起こすことが可能であると実証されました。

しかし、これは世界に先駆けて原子爆弾をつくらうとするアメリカの計画の一部でした。1939年にナチス・ドイツがポーランドに侵攻し、第二次世界大戦が勃発すると、アメリカは陸軍の管理下で極秘に原子爆弾の開発を進めることとしました。そして、1942年6月に、後に「マンハッタン計画」とよばれることになる原子爆弾製造の計画が始まっていたのです。

原子力平和利用の推進（1953年～1955年）

世界での原子力利用は原子爆弾という形で始まりましたが、アメリカは1953年～1954年にかけて、原子力の軍事利用と並行して平和利用も推進する方針を打ち出しました。1955年にはアメリカのアイゼンハワー大統領が、国連総会で原子力平和利用の推進をよびかける演説「アトムズ・フォー・ピース」を行いました。



国連総会で演説をするアメリカのアイゼンハワー大統領

4. 原子力発電利用の変遷

原発の黎明期から積極的導入期（1950年代～1970年代）

世界で初めて人工的に原子炉が臨界に達する（核分裂を起こす）ことができたのは、1942年、アメリカのシカゴ大学でのことです。1951年には、世界初の原子力エネルギーを使った発電がアメリカで行われました。1953年の国連総会におけるアメリカのアイゼンハワー大統領による「アトムズ・フォー・ピース」と呼ばれる演説後は、世界的に原子力平和利用への注目が高まり、1957年には軍事利用への転用を防止するための国際機関としてIAEA（国際原子力機関）が設立されます。こうして、原子力の平和利用が推進され始めました。

1973年に、世界中が大混乱に陥った「第一次オイルショック」が発生。世界各国は、国際政治の動向に左右されやすく不安定である石油資源に頼り過ぎることのリスクを考えるようになり、原発の設置が進みました。

原子力利用の低迷期（1980年代）

そんな中、1979年、アメリカのスリーマイル島で、原発事故が起きました。さらに1986年、旧・ソビエト連邦（現・ウクライナ）のチェルノブイリで原発事故が起きます。

こうした事故の発生、また一方で石油を始めとするエネルギーの資源価格が安定していたこともあり、それまで原子力を利用していたものの脱原発を表明する国が現れ、アメリカで新規建設のプロジェクトがなくなるなど、世界各国の原発利用は停滞することとなりました。

原発への回帰（1990年代～2000年代）

アジア地域の急速な経済成長などを背景に、世界のエネルギー需要が急増する一方、原油資源の供給は伸び悩み、エネルギーの需給はひっ迫し始めます。さらに、この頃から地球温暖化に対する問題意識が高まり、各国がCO₂などの温室効果ガス排出抑制に取り組むこととなります。こうした背景から、先進国および新興国で原発の建設が進められました。

ポスト福島（2010年代～）

2011年、福島第一原子力発電所事故が起きました。世界では、この事故を受け、改めて複数の国・地域が脱原発の方針を表明しました。一方で、温暖化対策やエネルギー安全保障のために原発を選択し、引き続き利用する国が多く存在しているのも事実です。

出典：日本原子力文化財団「原子力総合パンフレット2020年度」

出典：資源エネルギー庁HP「世界の原発利用の歴史と今」