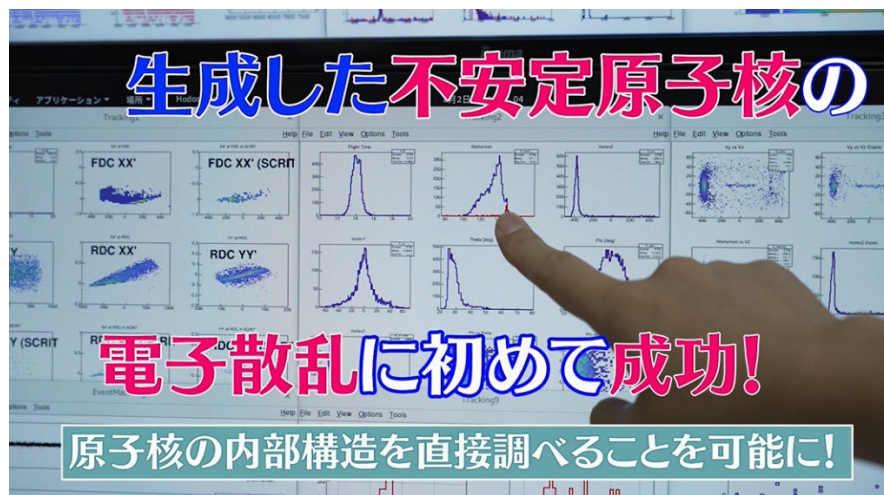


YouTube「理研チャンネル」

プレスリリース解説 vol.20

「オンライン生成不安定原子核の電子散乱に初めて成功」

<https://youtu.be/x4IXTclelLU>



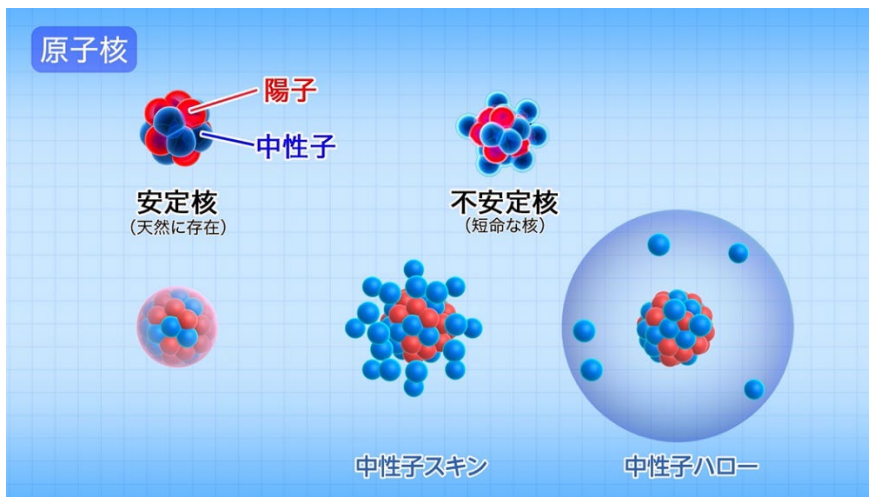
(ナレーション)

理化学研究所を中心とした研究グループは、生成したばかりの不安定原子核を捕まえて標的とし、電子散乱事象を観測することに成功しました。

これにより、不安定原子核の内部構造の解明が大きく前進しました。



不安定原子核の内部構造を調べることは、不安定核を含めた、全ての原子核を記述するモデルを作り出すことにつながる、現代原子核物理の重要なテーマの一つです。



原子核は、陽子と中性子で構成されています。

原子核には、天然に存在する「安定核」と、ある時間で崩壊する「不安定核」があります。

安定核は、陽子と中性子がバランスのとれた形でまとまっています。

それに対し、不安定核は中性子が極端に多いなど、バランスがとれておらず、表面付近に中性子だけが染み出している状態や、少数の中性子が原子核よりも大きく広がっている状態のものがあります。他にも様々な不安定な原子核特有の性質が知られています。

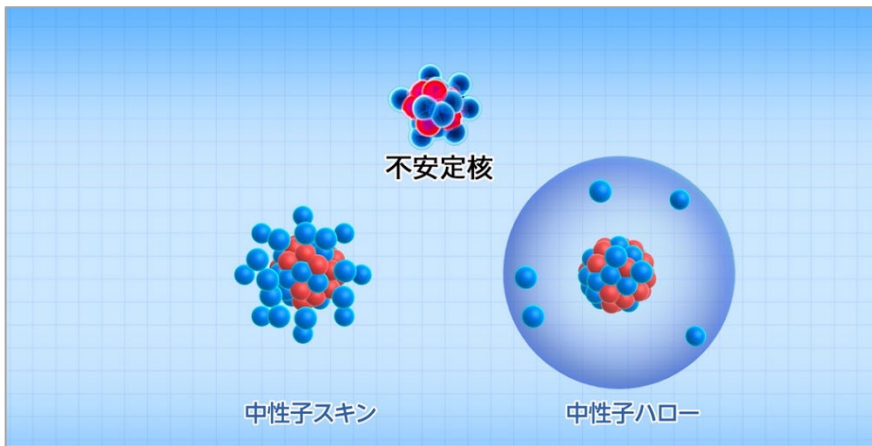


(研究者インタビュー)

天然には約 300 種類の安定核と呼ばれる原子核が存在する。

その一方で、近年、加速器技術の発達により、不安定核と呼ばれる、有限の寿命を持つ原子核の存在が明らかになってきた。

3000 種類が今知られており、理論的には約 1 万種類の存在が予想されている。



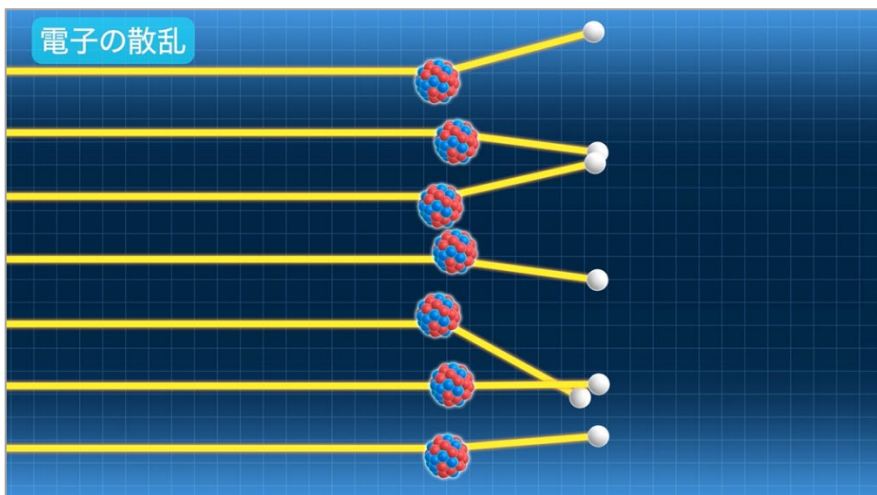
不安定核、中性子過剰核と呼ばれる原子核では、中性子スキン、中性子ハローなどとてもエキゾチックな構造のものや、原子核の周りに中性子が回っている現象が見つっている。また、不安定核が宇宙にも関係していることが、これまでの研究で明らかになってきた。



例えば、重元素と呼ばれる鉄よりも重い元素の合成過程で、不安定核が非常に重要な役割を果たしている。

また近年、重力波の測定で有名な中性子星でも、そのような振る舞いが起きているのではない。

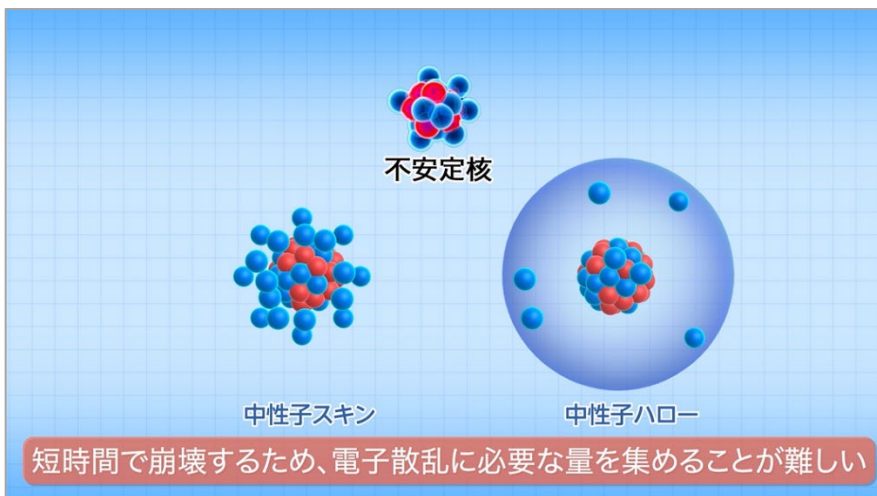
宇宙の謎に迫るためにも、その基礎となる原子核のモデル構築、原子核の性質を調べることが非常に重要であり、大きな謎として残っている。



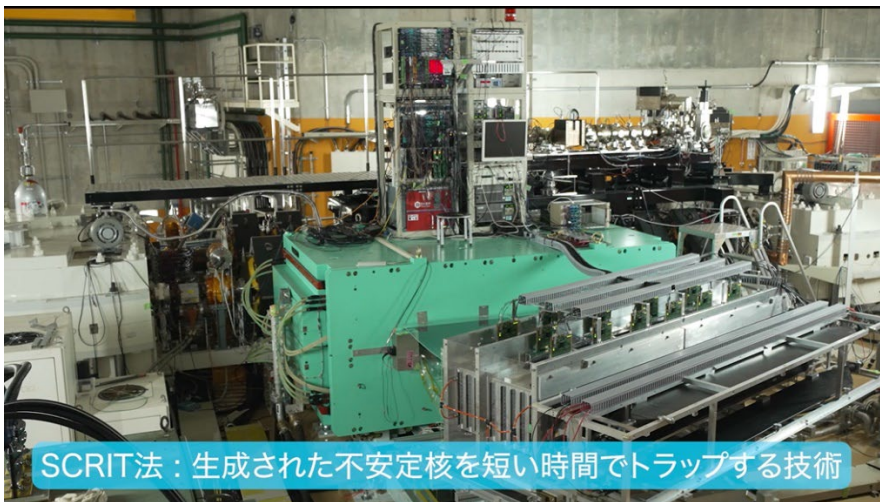
(ナレーション)

原子核の内部構造を詳しく調べるには、原子核に電子を照射し、散乱した電子を観測するのが最も直接的で精度の高い方法です。

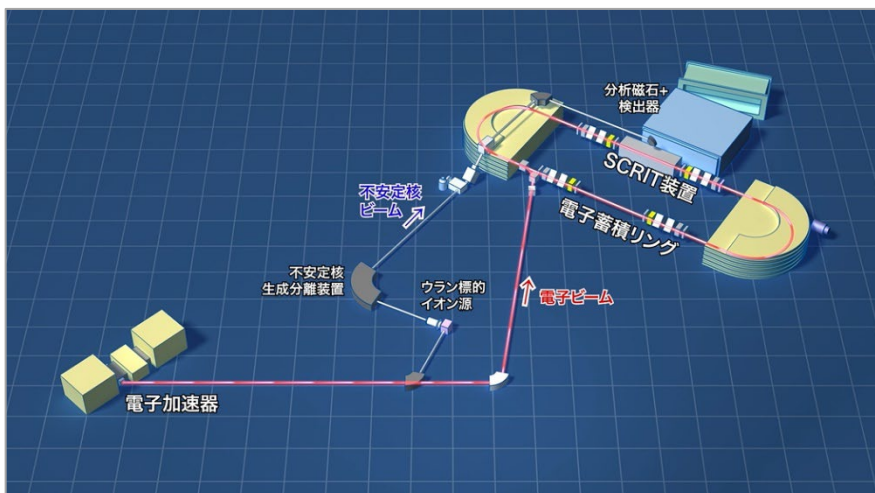
電子散乱は、原子核の電荷分布に高い感度を持つため、特に、原子核内の陽子の分布を精密に分析できます。



ところが、短時間で崩壊する不安定核の場合、電子散乱実験の測定に必要な量を集めることが難しいという課題がありました。

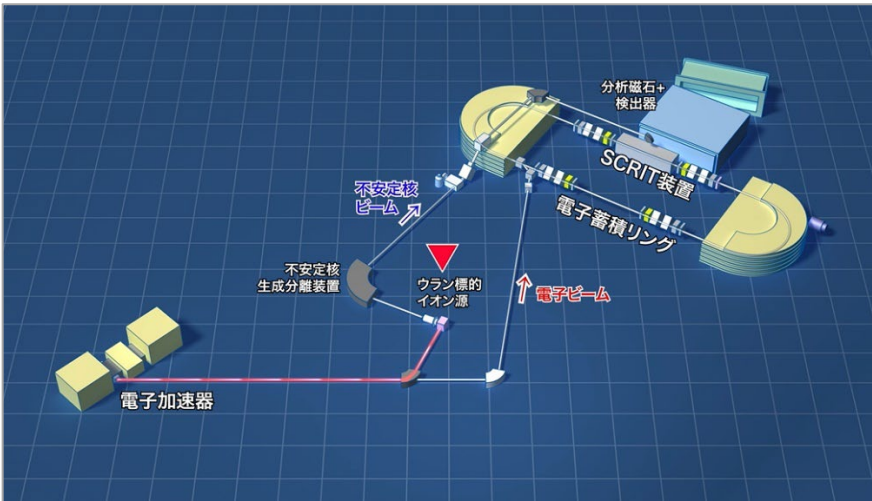


研究グループは 2008 年、SCRIT 法という、生成された不安定核を短い時間でトラップする技術を開発しました。今回、この手法を用いて、不安定核セシウム 137 を標的とした電子散乱実験に挑戦したのです。

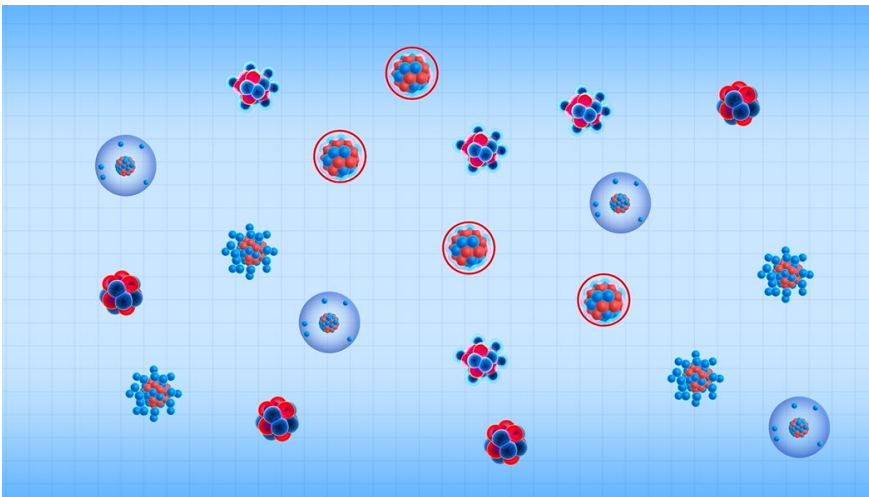


この図は、実験の概要です。

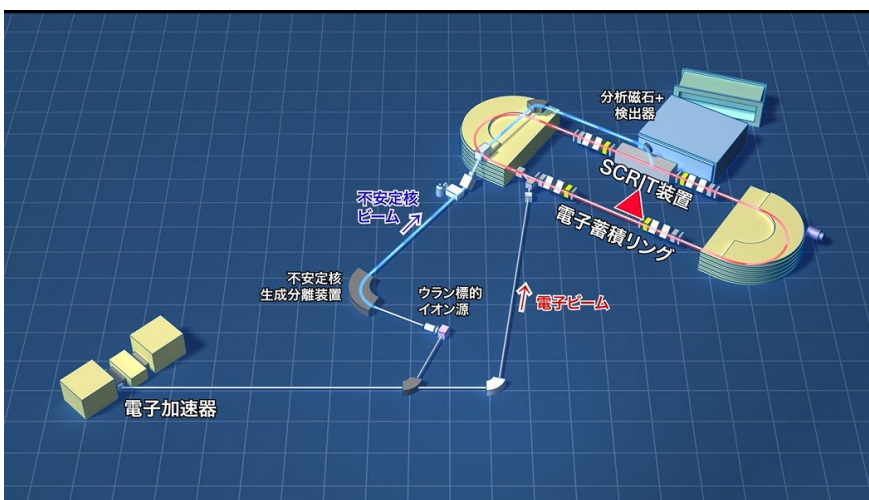
まず、電子を電子加速器で加速し、電子蓄積リングに送ります。すると蓄積された電子はリング内で周回軌道を長い時間回り続けます。



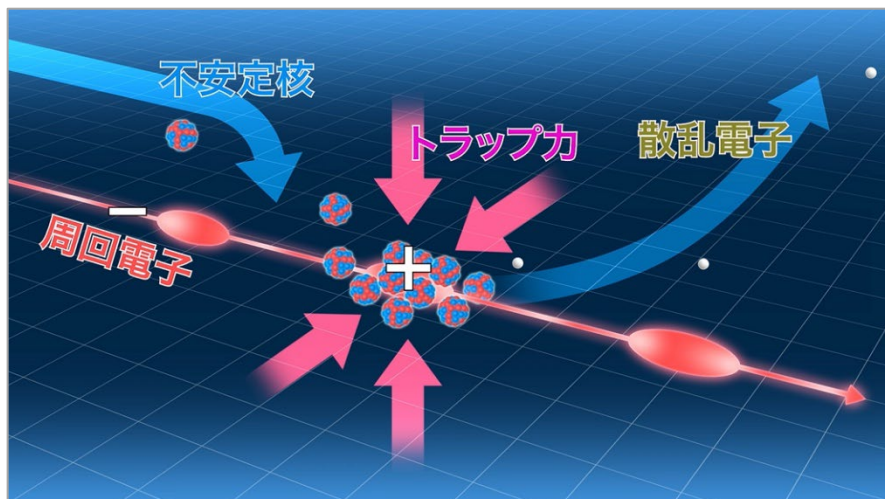
また、標的イオン源では電子ビームを光に変換してウランに照射し、ウランが分裂することで不安定核を生成します。



生成した不安定核には、さまざまな種類があるため、分離装置でセシウム 137 だけをイオンとして取り出します。

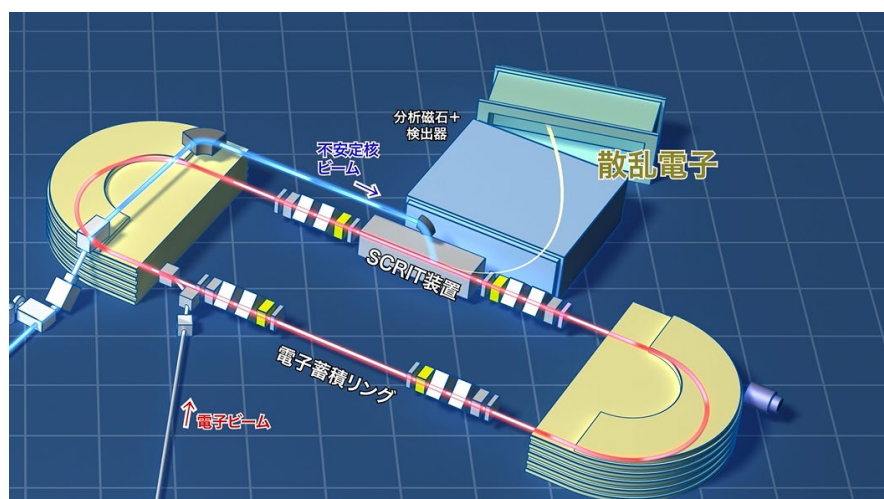


その後、測定に十分な量まで蓄積した後に、SCRIT 装置に送ります。



SCRIT 装置に送ったセシウム 137 イオンは、プラスの電気を帯びており、マイナスの電気を帯びた周回電子によって電子ビームに沿ってトラップされます。

トラップされたセシウム 137 原子核は、その場にとどまっているため、周回軌道を回り続ける電子が次々と衝突します。



そして、衝突した電子の一部は大きく散乱して蓄積リングから飛び出します。それを分析磁石と検出器を使って、散乱方向と散乱位置、運動量を分析します。

この分析結果から、セシウム 137 原子核内の陽子の分布を調べることに成功したのです。



(研究者インタビュー)

不安定核は、有限な寿命のため、これまで電子散乱の標的は不可能と考えられていた。我々が新たに開発した SCRIT 法で、不安定な原子核を標的とした電子散乱実験が可能となった。

電子散乱は、原子核の構造を曖昧さなく決定する非常に強力な手法である。

今回の成果により不安定な原子核の構造を正確に決定することができると期待される。



(研究者インタビュー)

不安定核電子散乱によって、原子核の構造に関する詳細な情報が引き出される。これにより原子核全体、1 万種の原子核を全て統一的に説明できるモデルが生まれてくる。このモデルを使って、宇宙で、超新星の爆発や中性子星でどのような描像（イメージ）を振る舞っているのかを結びつけられ、宇宙の開闢（かいびやく）や重元素の合成、元素がどのように生成されたかに対しても、新しいモデルで説明することが可能になると期待している。

終わり