

タンデム加速器施設におけるアインスタイニウムの利用

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

先端基礎研究センター・重元素核科学研究グループ
西尾 勝久

概要

(1) 2017年度、米国オークリッジ国立研究所から0.5 μ gのアインスタイニウム (^{254}Es , 半減期276日) を入手した。アインスタイニウムの取り出しは、ORNLでも2003年以来のこととなり、**日本がこれ入手するのは初めて**となった。現在、世界の加速器施設でこれをビーム照射できるのは、JAEAタンデムだけである。

(2) ^{254}Es は、「**最も重い元素**」かつ「**最も多くの中性子を含む**」標的核である。これを用いて展開できるユニークな実験のため、多くの研究機関の関心が集まり、共同実験を進めている。

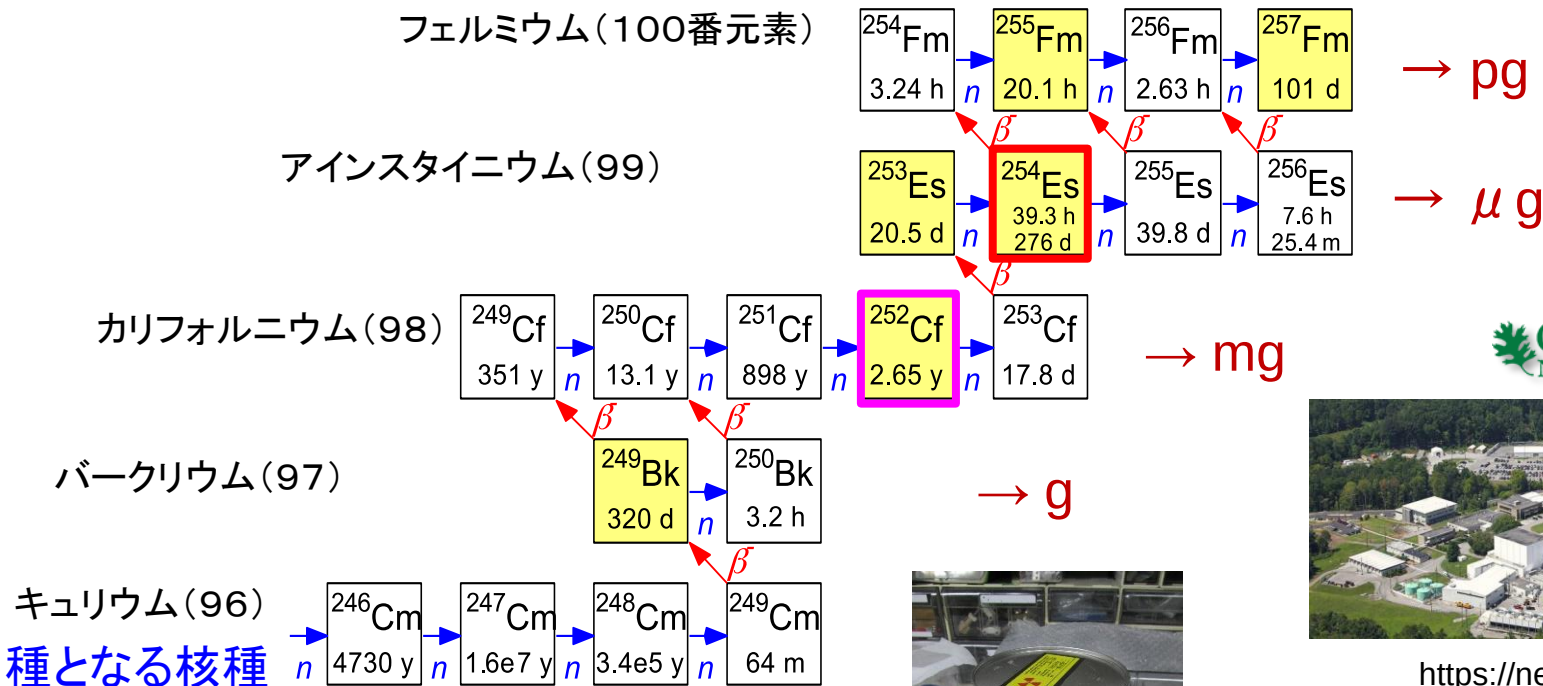
【国内】 九州大、阪大、理研

【国外】 米国ORNL、中国IMP、米国LLNL、フランスGANIL

(3) 2019年度にも、2回目となる ^{254}Es の入手を行い、実験を開始した。2021年の計画も議論しており、定期的にプログラムを展開したい。

アインスタイニウム (^{254}Es)

キュリウム等の種となる試料から始まり、中性子捕獲反応と β 崩壊を経由して ^{254}Es に到達する。ORNLのHFIRは、 $3 \times 10^{15} \text{ n/cm}^2/\text{s}$ を有し、数10グラムのキュリウム等同位体を1年近く照射することで、 $1 \mu\text{g}$ のアインスタイニウムが生成される。



OAK RIDGE
National Laboratory



<https://neutrons.ornl.gov/hfir>



本研究会での関連する発表(結果および計画)

❖ フェルミウム領域の核分裂過程の解明(タンデム加速器)

【口頭】 重イオン核子移行反応を用いた核分裂研究 (廣瀬健太郎)

【口頭】 オンライン同位体分離装置ISOLを用いた重アクチノイド核の核分裂・核構造研究(浅井 雅人)

【ポスター】 $^4\text{He} + ^{254}\text{Es}$ による ^{258}Md の核分裂測定(西尾 勝久)

❖ アインスタイニウムと水分子との結合(SPring-8)

【口頭】 アクチノイドの水和原子間距離の系統性から見たアインスタイニウムブレイク(矢板 毅)

❖ フェルミウム領域の核分裂および原子核構造研究(タンデム加速器)

【口頭】 クーロン励起による質量数250領域原子核のガンマ線核分光 (井手口栄治)

【ポスター】 ^{249}Cf Coulomb excitation experiment using a ^{18}O beam at the JAEA Tandem accelerator (Pham Thanh Tung)

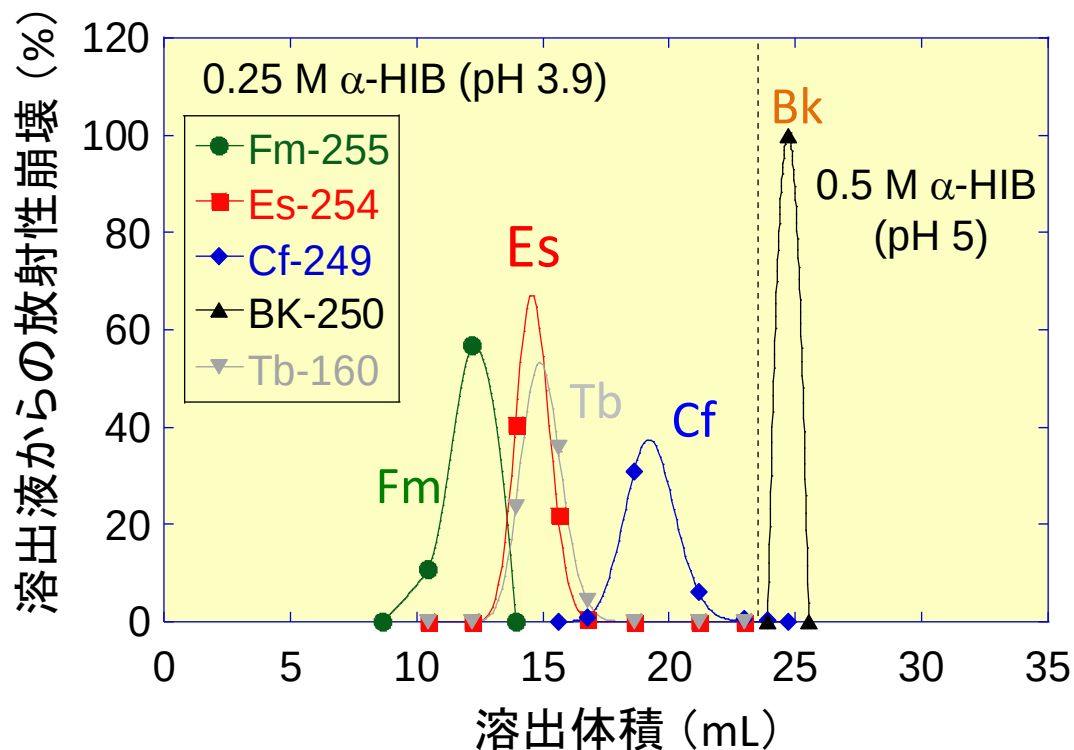
【ポスター】 In-beam gamma-ray spectroscopy of the ^{252}Fm region using the $^{18}\text{O} + ^{249}\text{Cf}$ multi-nucleon transfer reaction at the JAEA Tandem accelerator (R. Orlandi)

アインスタイニウム の分離

^{254}Es は半減期276日で α 崩壊する(1月に7.3% 減少)。純度の高い試料を使った実験を行うため、化学分離を行うことが必要である。
JAEAタンデムは、この設備を有しており、アインスタイニウム実験が可能である。

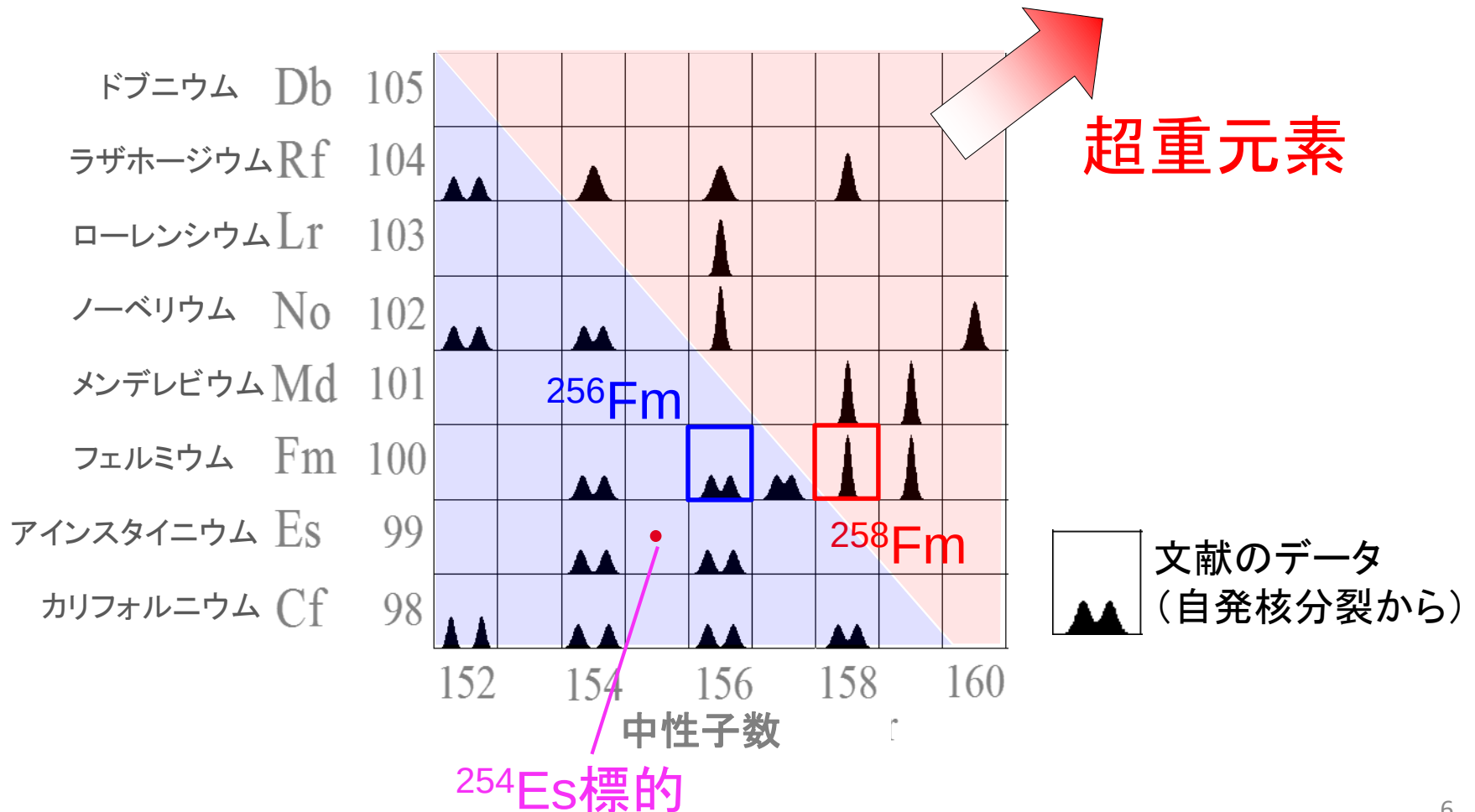


タンデム施設にある化学室での
アインスタイニウム分離の様子



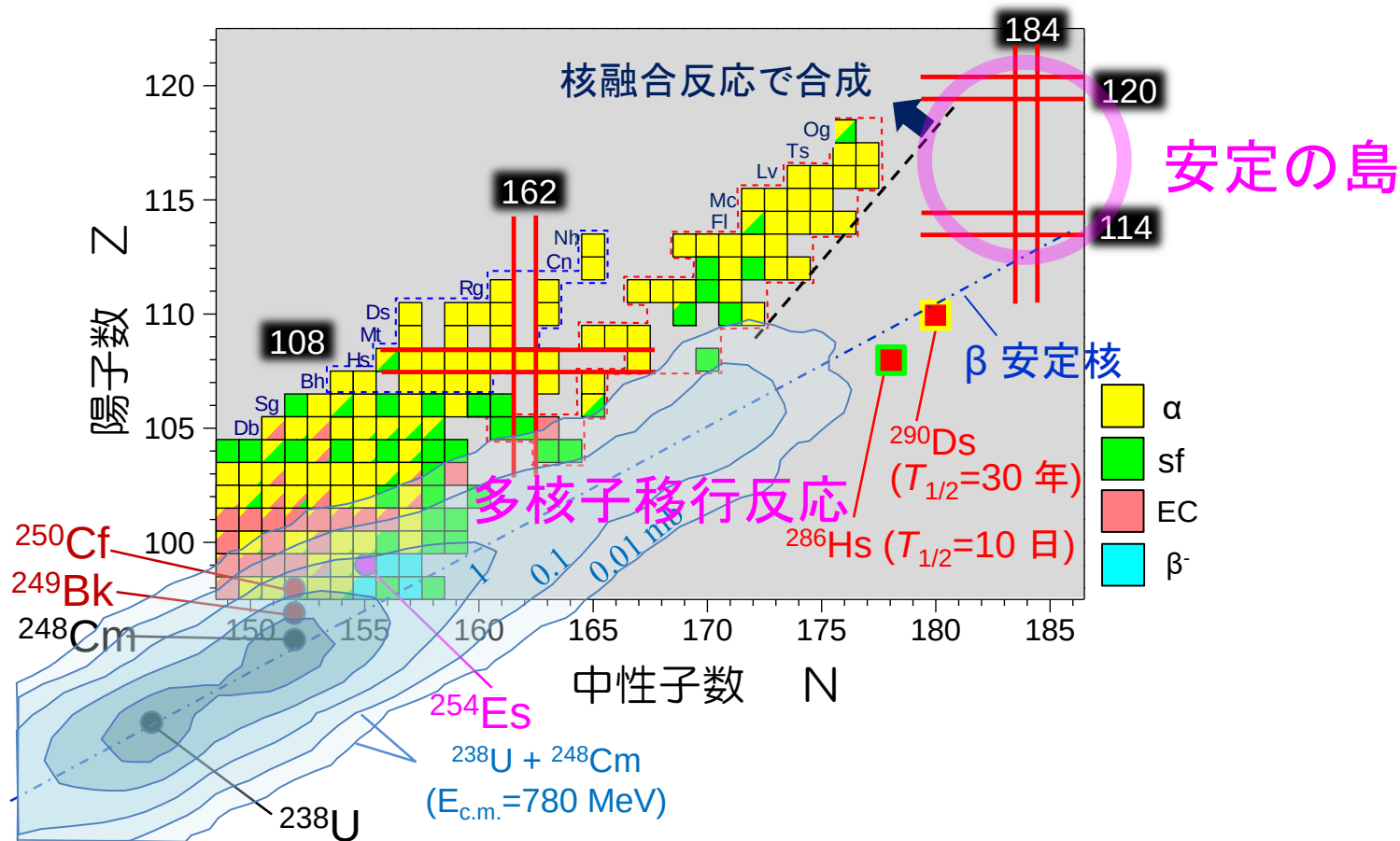
フェルミウム領域原子核の核分裂

1970年代、フェルミウム同位の核分裂で、核分裂の質量分布が劇的に変化することが発見された。核分裂の仕方は、核分裂に対する原子核の安定性を支配し、超重元素の存在限界を決めるものとして重要である。



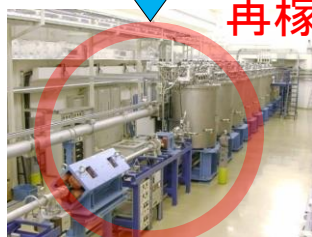
重元素科学の将来展望

“長寿命の超重元素同位体”の開拓と核物理・化学研究



アクチノイド・ファクトリー(仮名)

重イオンビーム



ブースター

大電流

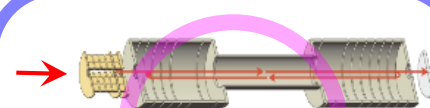
RI 標的

Th, Pa, U,
Np, Pu,
Am, Cm,
Bk, Cf, **Es**

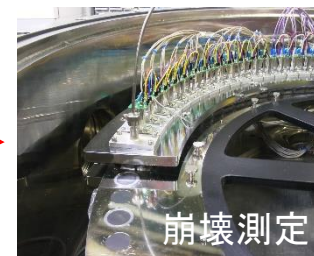
分離



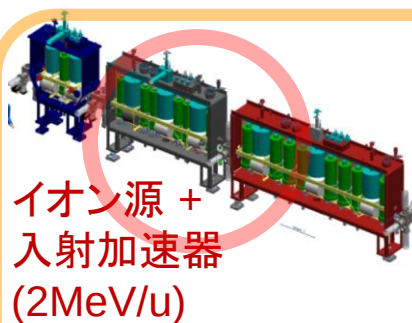
実験・検出



理事長財源



J-PARC HI (J-PARCでの重イオン加速)



予算申請

新設

LINAC

U^{35+}

20 MeV/u

新設

BOOST
ER

U^{62+}

62 MeV/u

既存

3GeV
シンクロトロン

U^{86+}

735 MeV/u

既存

30 GeV
シンクロトロン

U^{92+}

11.1 GeV/u

ブースター加速器の利用課題

^{104}Te の超許容 α 崩壊 【黎明研究2013-2016】

米国テネシー大 - オークリッジ国立研究所 - JAEA - GSI - ヨーク大

^{100}Sn ($N=Z=100$) を超える $N=Z$ 原子核の合成、特に ^{104}Te の超許容 α 崩壊の観測は、核物理実験の金字塔になるもので、世界の大型施設の目標になっている。JAEAでは、反超生成核分離装置を用いた最高感度の測定体系が準備された。ブースターからの大強度ビームを使えば、十分目標を達成できる。



【口頭発表】無機シンチレータ検出器を用いた超許容アルファ崩壊の探索 (郷 慎太郎)

