

分離変換技術開発と核データ研究の展望

(4) ADSの研究課題(1)

— 加速器、未臨界炉システムのパラメータ等 —

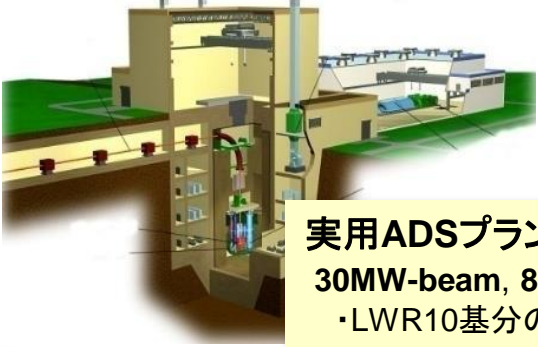
深 堀 智 生

日本原子力研究開発機構
原子力基礎工学研究センター

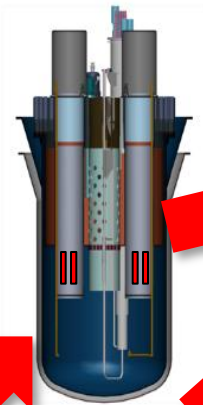
ADS実用化に向けたロードマップ

出力規模

实用段階に進めるかどうかの判断時期(2025~30年頃)



实用ADSプラント
 30MW-beam, 800MW_{th}
 ・LWR10基分のMA核変換



実験炉級
 ADS⇒MYRRHA
 ~2.4MW-beam,
 50~100MW_{th}
 ・ADS技術の実証と燃料照射

ビーム窓材料の高度化

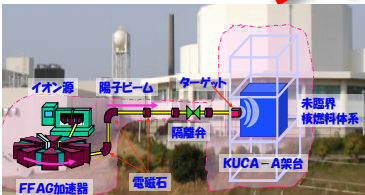
MA燃料の炉物理とターゲット材料開発

分離変換サイクル研究



J-PARC核変換実験施設
 250kW-beam
 ・Pb-Biターゲット技術
 ・核変換の炉物理

技術・経験の蓄積、人材の育成を進める



ループ実験、KUCA実験などの基礎試験

2010 2020 2030 2050 年

□ 米国

- オバマ政権は、ヤッカマウンテン処分場見直しを表明。
- ブルー・リボン・パネルを設けて、今後の政策を検討。→中間貯蔵へ
- レーザー核融合を中性子源としたハイブリッド核変換等の検討も進捗。

□ フランス

- 2006年の「廃棄物管理研究法」に基づき、ADSとFBRの両方を並行して研究。
- 2012年の「長寿命放射性元素の分離・核変換研究」報告書で、2020年にプロトタイプを建設するオプションとして高速炉を選択。

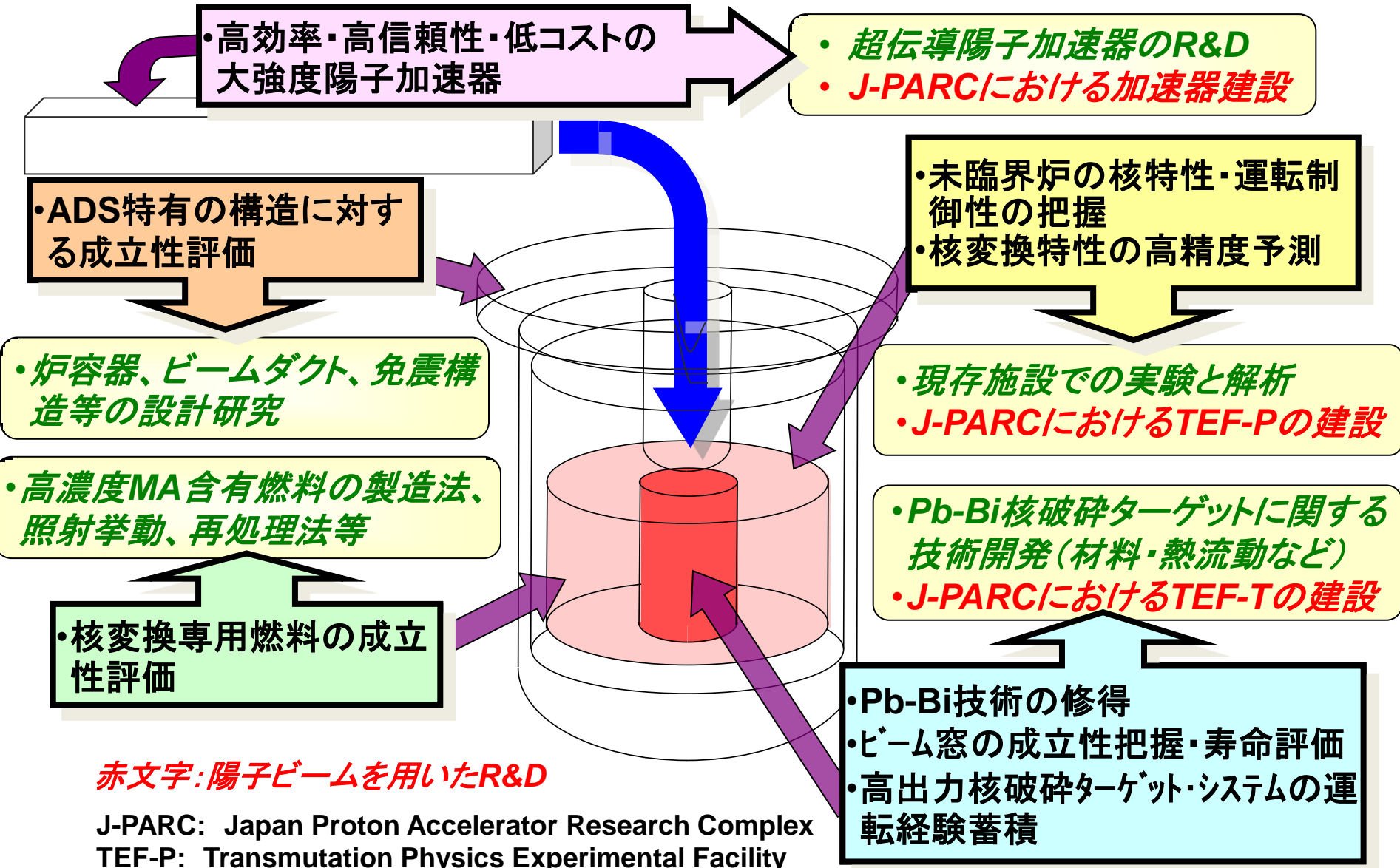
□ ベルギー

- 老朽化した照射炉(BR2)の代替として、50MW程度の出力を持つ照射用ADSであるMYRRHAの2016年頃の着工を目指している。
- 核変換実験、鉛合金高速炉開発、燃料・材料照射、RI製造等が目的。

□ 欧州

- 様々な原子力政策の国が集まるが、廃棄物処分の負担軽減のニーズは一致。
- 7次欧州枠組みプログラム(FP7)において分離変換技術に関連する様々な研究開発プロジェクトを展開し、研究者・技術者の育成にも活用。

- 中国
ウラン資源の利用率の向上を目的としたFBR開発と、核変換を目的としたADSの研究開発を推進。
- インド
トリウム資源の利用を狙ったADSの研究を実施中。
- OECD/NEA、IAEA
分離変換技術に関する情報交換会議やベンチマーク活動を主催



赤文字:陽子ビームを用いたR&D

J-PARC: Japan Proton Accelerator Research Complex
TEF-P: Transmutation Physics Experimental Facility
TEF-T: ADS Target Test Facility



超電導加速器技術

- ・高い加速電界達成を確認
- ・大強度で信頼性の高い加速器の開発が必要



ニオブ製の超伝導空洞

鉛ビスマス技術

・FBR開発で培った液体金属技術(可視化、計測、純度管理等)を応用



ビーム窓模擬ループのオーバーフロー部の流況

ビーム窓

・陽子・中性子で照射されるので寿命の評価が必要

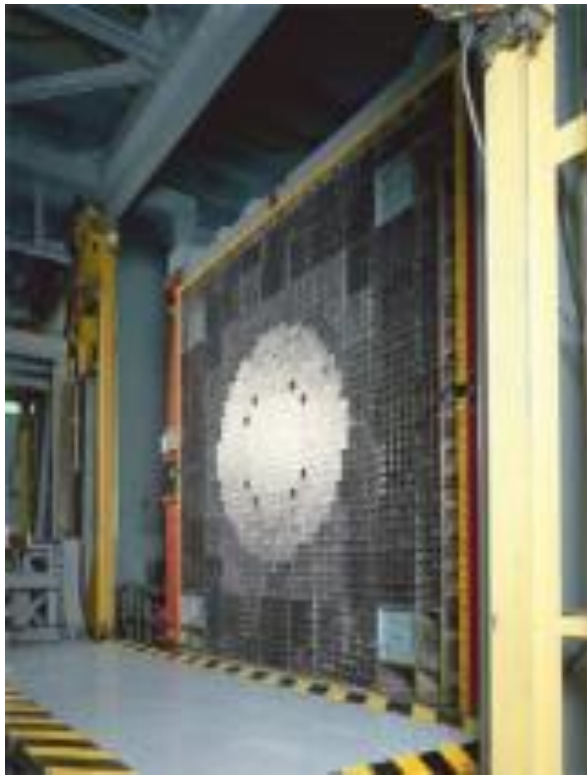


照射後試験片

MEGAPIE国際共同実験(スイスPSIで実施)の鉛ビスマスターゲットと照射試験後のビーム窓部(照射後試験をJAEA等で実施中)

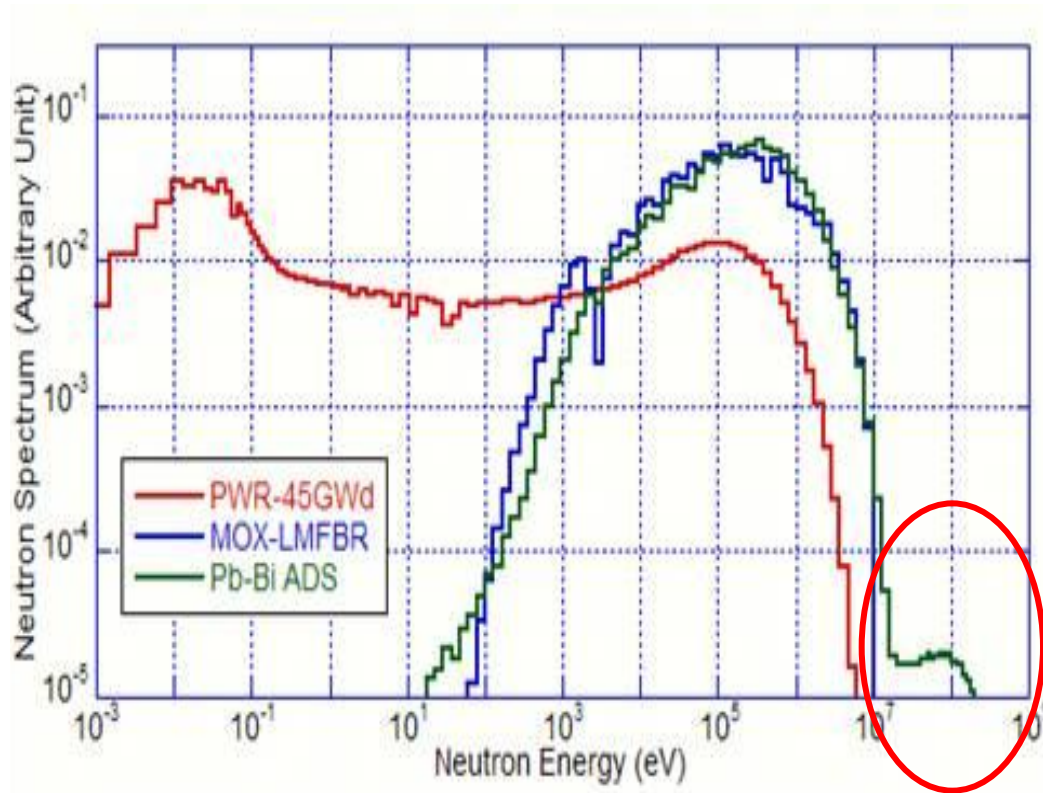
未臨界炉

- ・運転制御の経験蓄積が必要
- ・MAや鉛の核データの検証が必要



FCA(JAEA)やKUCA(京都大学)を用いた炉物理実験

ADS Standard Neutron Spectrum

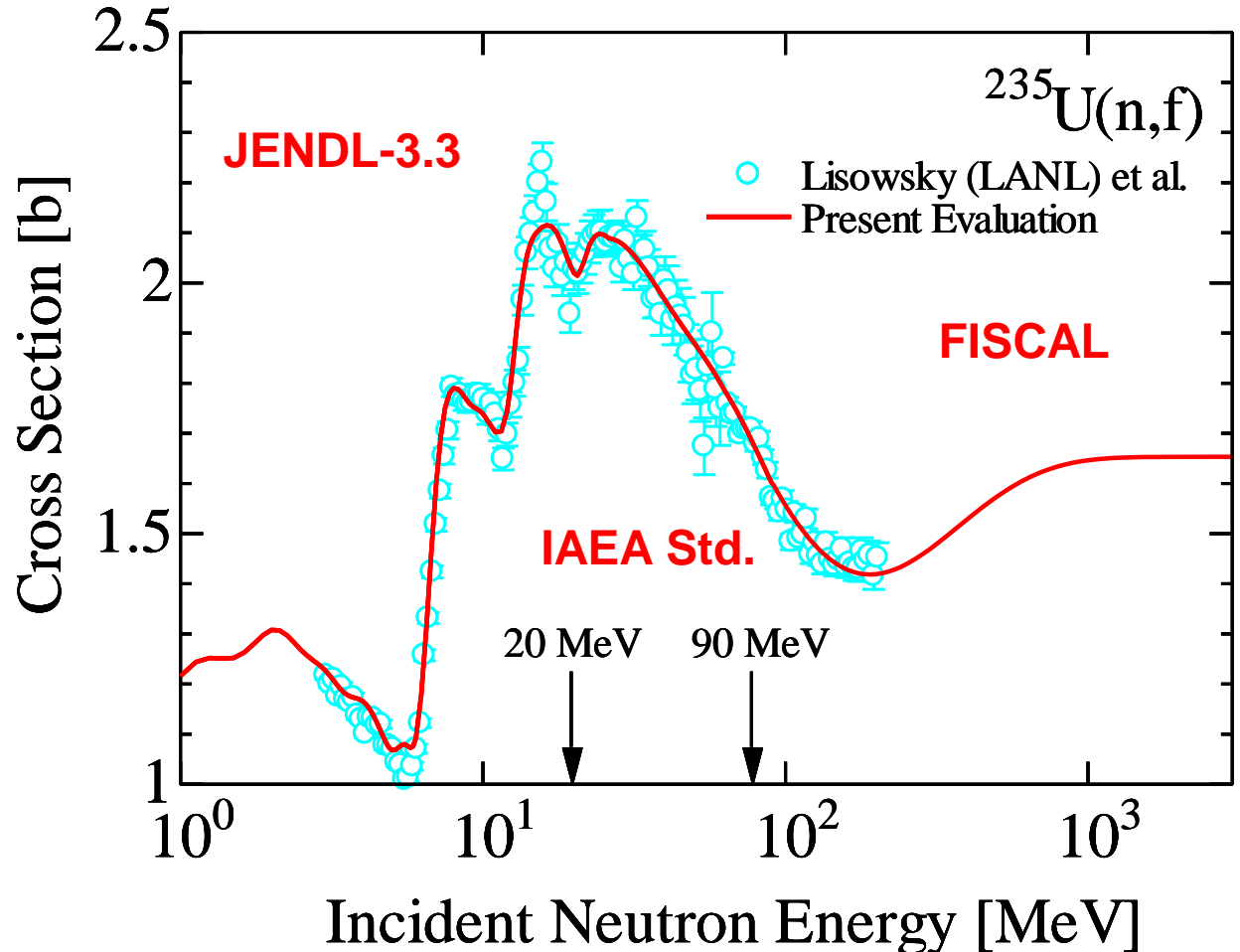


Neutron Spectrum = FR + High Energy Component (3%)

It is important to consider effects of this component.

- High Energy Fission Cross Section
- Fission Yields in this energy region

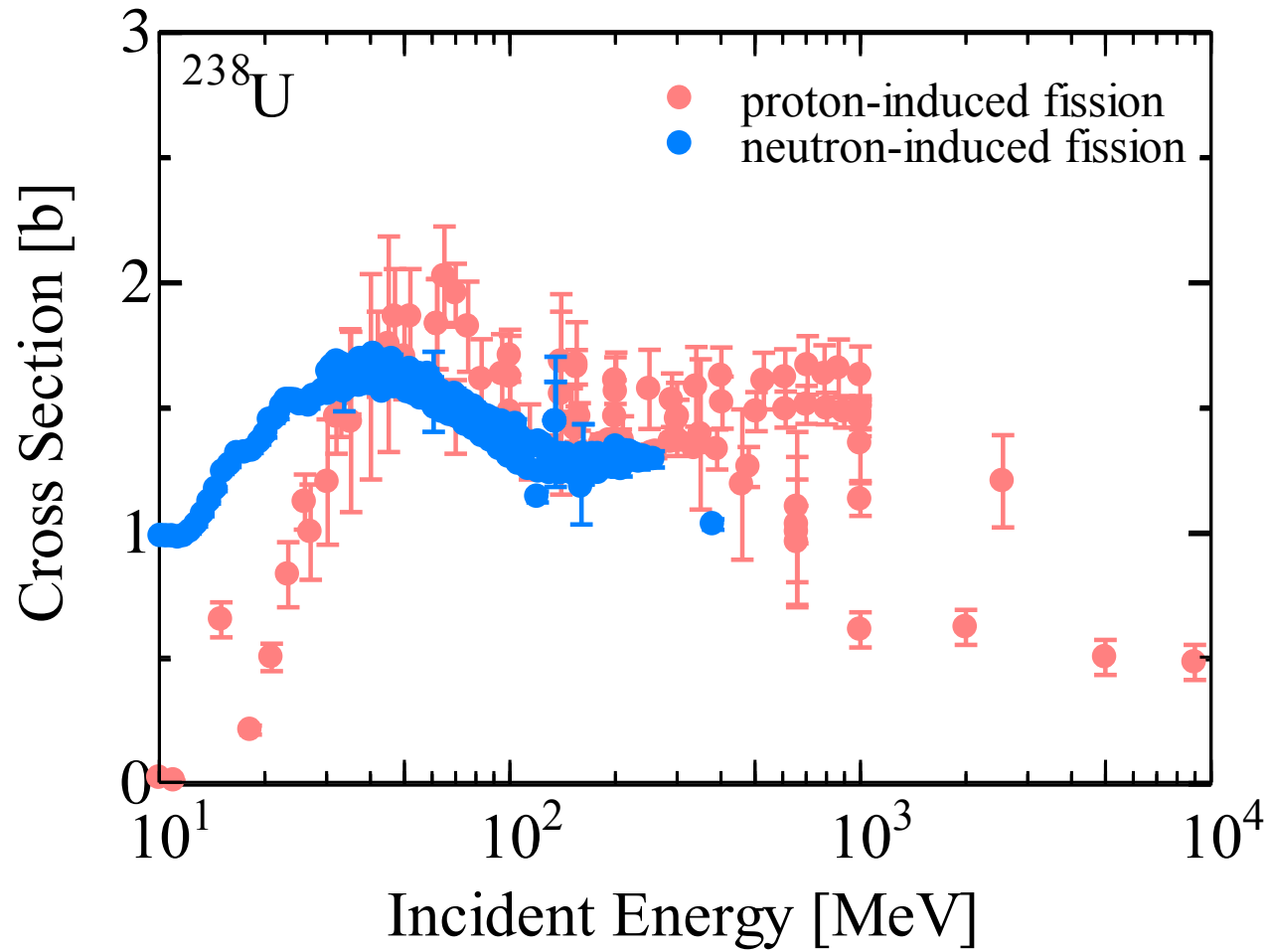
High Energy Fission Cross Sections



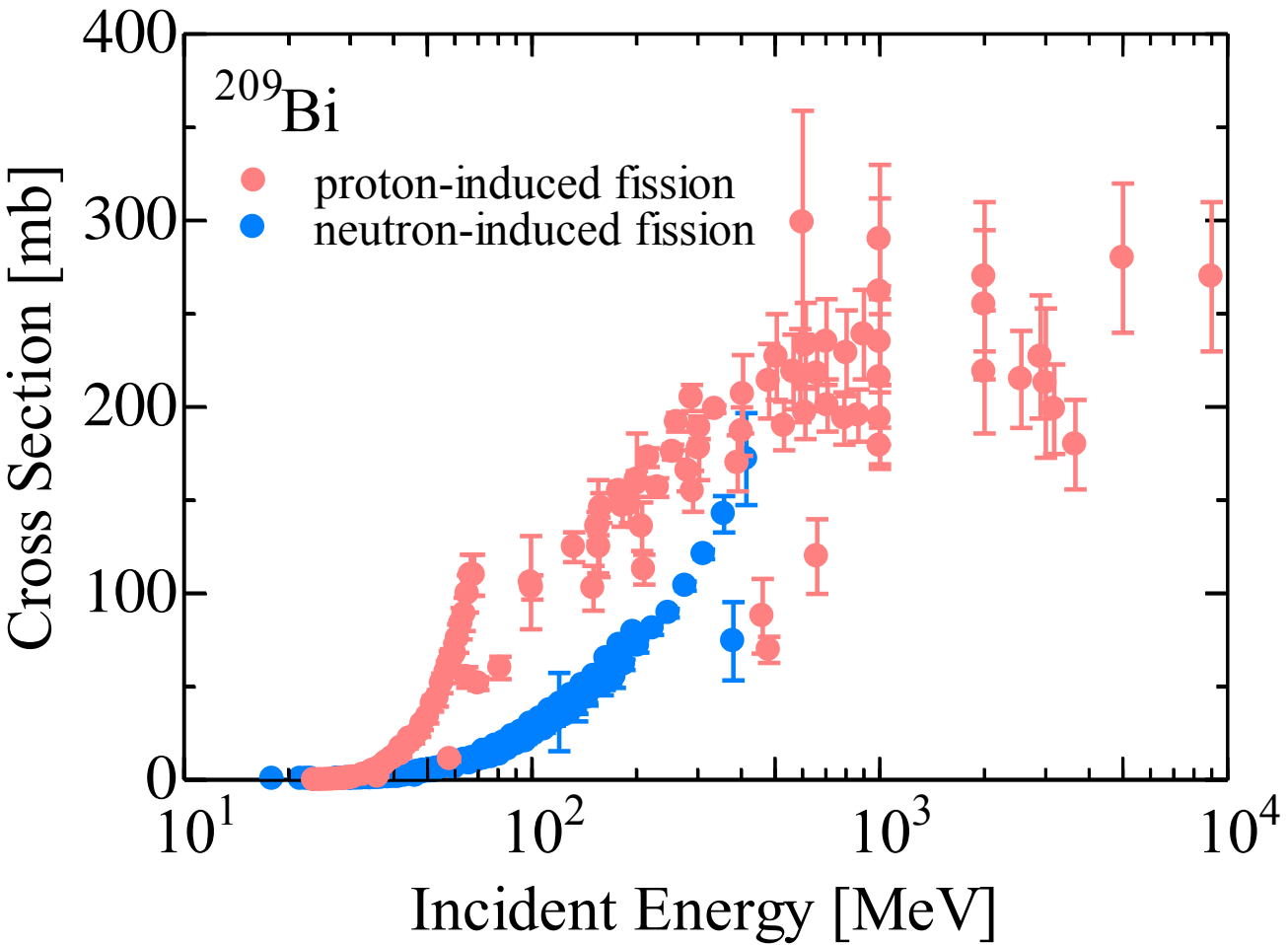
- Cross section in high energy region is rather larger than in FR one.
- In this energy region, number of fission neutrons is more.



High Energy Fission Cross Sections



High Energy Fission Cross Sections



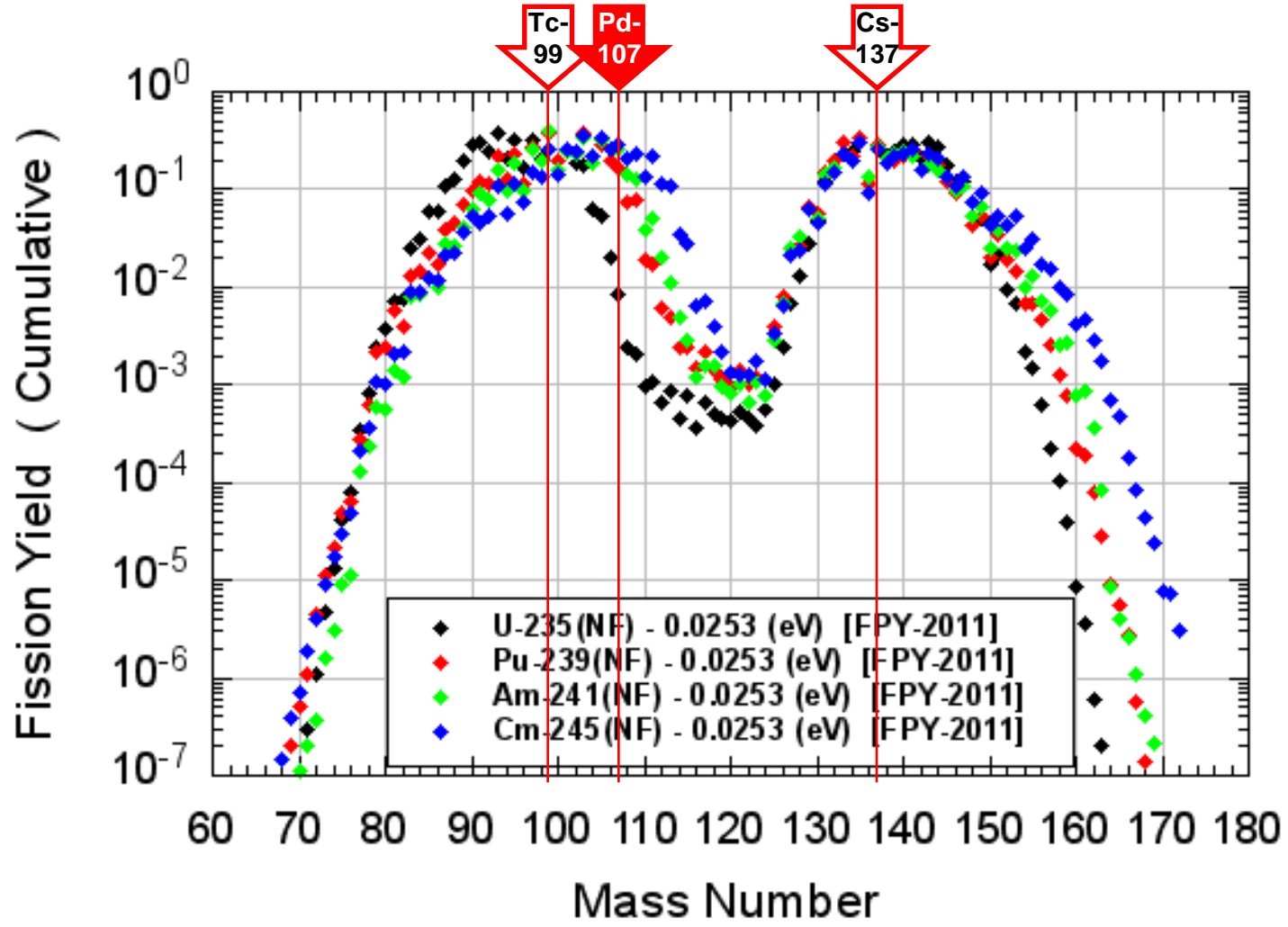
Fission Product & Half-life

Half-Lives	FPs (FPY>0.1%)
$1y < T_{1/2} < 100y$	$^{85}\text{Kr}(10.8)$, $^{90}\text{Sr}(28.8)$, $^{93\text{m}}\text{Nb}(16.1)$, $^{106}\text{Ru}(1.02)$, $^{121\text{m}}\text{Sn}(43.9)$, $^{125}\text{Sb}(2.76)$, $^{134}\text{Cs}(2.07)$, $^{137}\text{Cs}(30.1)$, $^{147}\text{Pm}(2.62)$, $^{151}\text{Sm}(90.0)$, $^{155}\text{Eu}(4.75)$
$100y < T_{1/2} < 10^4y$	
$10^4y < T_{1/2} < 10^6y$	$^{79}\text{Se}(327\text{k})$, $^{99}\text{Tc}(211\text{k})$, $^{126}\text{Sn}(198\text{k})$
$10^6y < T_{1/2}$	$^{93}\text{Zr}(1.53\text{M})$, $^{107}\text{Pd}(6.50\text{M})$, $^{129}\text{I}(15.7\text{M})$, $^{135}\text{Cs}(2.30\text{M})$

Fission Product Yields

Nuclides	$^{235}\text{U}(\text{F})$	$^{235}\text{U}(\text{H})$	$^{239}\text{Pu}(\text{F})$	$^{239}\text{Pu}(\text{H})$	$^{241}\text{Am}(\text{F})$	$^{241}\text{Am}(\text{H})$
$^{121\text{m}}\text{Sn}$	3.23E-05	8.57E-04	6.00E-05	1.37E-03	9.19E-05	1.72E-03
^{125}Sb	6.78E-04	1.46E-02	1.78E-03	1.95E-02	1.93E-03	2.35E-02
^{134}Cs	5.03E-08	9.12E-05	6.63E-06	4.44E-04	1.92E-05	2.28E-03
^{79}Se	9.06E-04	1.69E-03	6.07E-04	8.67E-04	3.44E-04	1.07E-03
^{126}Sn	9.70E-04	1.71E-02	2.63E-03	1.98E-02	2.50E-03	2.66E-02

Fission Product Yield



Fission Product Yield

