

**10万時間、運転と成果
おめでとうございます。**

タンデム加速器施設への今後の期待

タンデム白書は健在！ (H19. 4)

1. 超アクチノイド核科学
2. 原子力材料研究
3. 不安定原子核研究
4. 放射性核種ビームの応用

1. ブースターターゲット室の第1種管理区域化
2. 超伝導ブースターでの核化学照射施設
3. TRIAC -ブースターのつなぎライン
4. 同バンチャー、プレブースター製作

1. 原子力エネルギーの基礎科学
＝超アクチノイド核物理、化学
原子力材料研究、
核分裂の過程と分裂片の研究

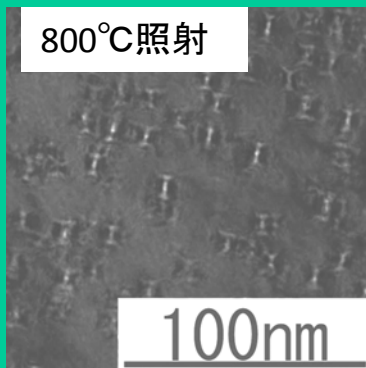
2. 核物理のフロンティア
＝不安定核の物理、超重核
放射性核種(核分裂片)ビーム、
宇宙核物理

東海タンデムを利用した核燃料損傷研究

損傷予測の高精度化の研究

T.Sonoda et al., NIM. B 266 (2008) 2882.

高温の核分裂片損傷のシミュレーション



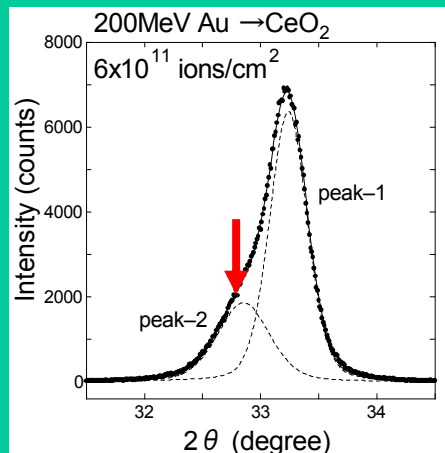
210MeV Xe → CeO₂
(800°C)



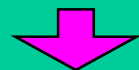
室温照射より20%も
少ない損傷 →
温度効果の定量化

N. Ishikawa et al., NIM. B 266 (2008) 3033.

高エネルギー核分裂片損傷の結晶性評価



格子間隔の広い
結晶の出現



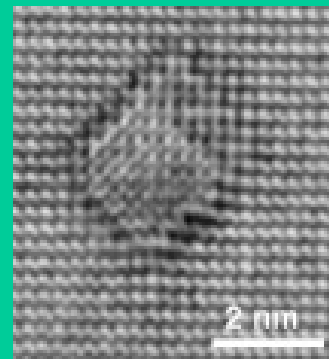
酸素欠損領域

酸素欠損量予測
の高精度化

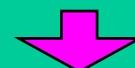
イナータマトリックスの損傷

K. Yasuda et al., NIM. B250 (2006) 238.

MgAl₂O₄(スピネル) の耐照射性

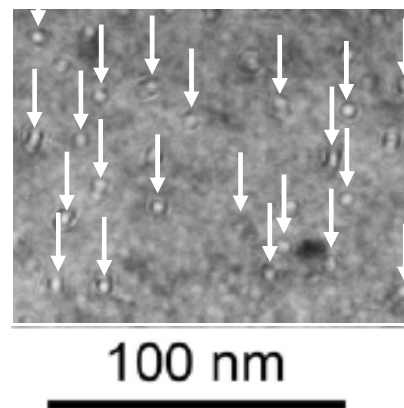


Au-irradiation →
イオントラック形
成

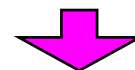


アモルファス化せず
結晶相転移・原子置換
(耐照射性の起源か)

UO₂の照射場組織解析 (進行中)



100MeV核分裂片の
UO₂への照射が可能な
唯一の施設



実用的なUO₂の損傷
データの発信・
メカニズム解明へ

重・超アクチノイド元素(超重元素)の核化学

- ・104番元素Rfの水溶液中での錯イオン形成[1,2]

同族元素とRfのフッ化物錯体形成の違いを明らかにした

— 超重元素領域で初めて化学種を同定し化学挙動を考察 —

- ・105番元素Dbの水溶液中での錯イオン形成[3,4]

同族元素とDbのフッ化物錯体形成も異なる傾向が得られつつある

- ・重アクチノイド元素の電気化学的研究[5]

シングルアトムへの電気化学的手法の応用と102番元素No²⁺の酸化電位測定に成功

Periodic Table of the Elements

1	2		13	14	15	16	17	18									
H			B	C	N	O	F	He									
Li	Be																
Na	Mg		Al	Si	P	S	Cl	Ar									
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	112	113	114	115	116		118
			104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116		118
+ Actinides			Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	
			90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	
* Lanthanides			Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
			58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	

- [1] Y. Ishii et al.,
Chem. Lett. 38, 288 (2008)
- [2] A. Toyoshima et al.,
Radiochim. Acta 96, 125 (2008)
- [3] K. Tsukada et al.,
Radiochim. Acta 97 (in press)
- [4] Y. Kasamatsu et al.,
J. Radioanal. Nucl. Chem.
(in press)
- [5] A. Toyoshima et al.,
Radiochim. Acta 96, 323 (2008)

超ウラン元素領域の核構造研究

アクチノイド標的と重イオン核子移行反応 *e.g.*, $^{248}\text{Cm} + ^{18}\text{O} \rightarrow ^{250}\text{Cm} + ^{16}\text{O}$

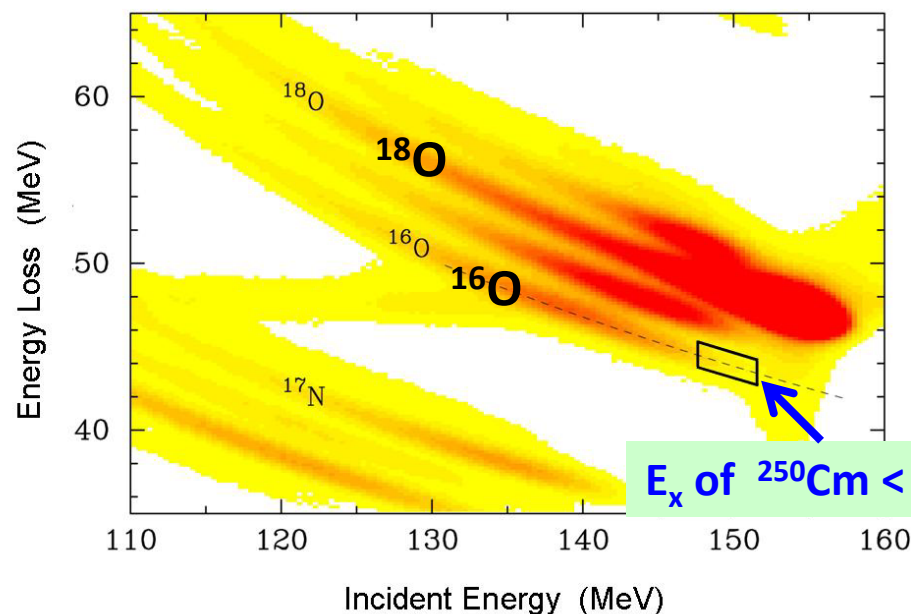
✿ 中性子過剰核 (^{236}Th , $^{240,242}\text{U}$, ^{246}Pu , ^{250}Cm)における初めての γ 線測定

✿ N=164球形閉殻の示唆

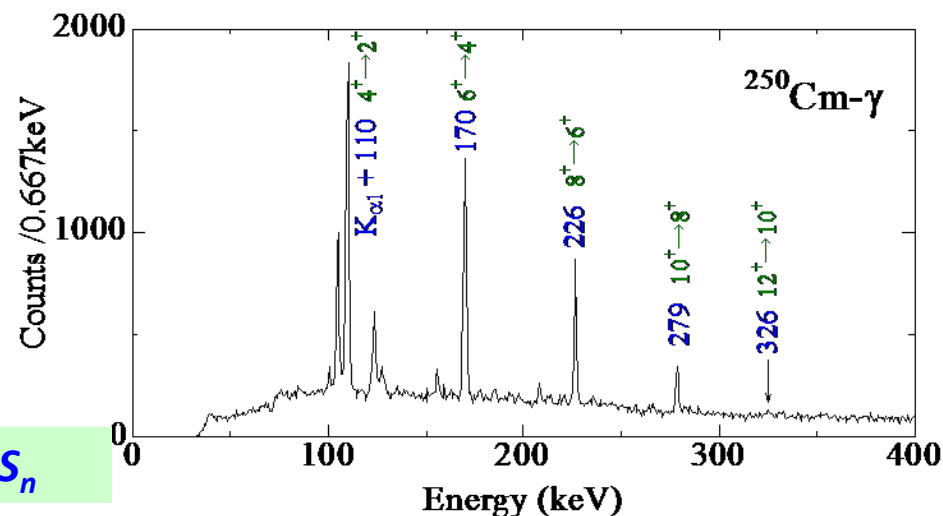
✿ N=152変形殻ギャップの 原子番号依存性の解明

*T. Ishii et al., Phys. Rev. C 72 (2005) 021301(R) ; J. Phys. Soc. Jpn. 75 (2006) 043201;
Phys. Rev. C 76 (2007) 011303(R) ; Phys. Rev. C 78 (2008) 054309*

H. Makii et al., Phys. Rev. C 76 (2007) 061301(R)



Si検出器で測定した
散乱粒子の E- ΔE 分布



^{250}Cm の回転バンドの
 γ 線スペクトル

後方準弾性散乱における融合障壁分布の測定

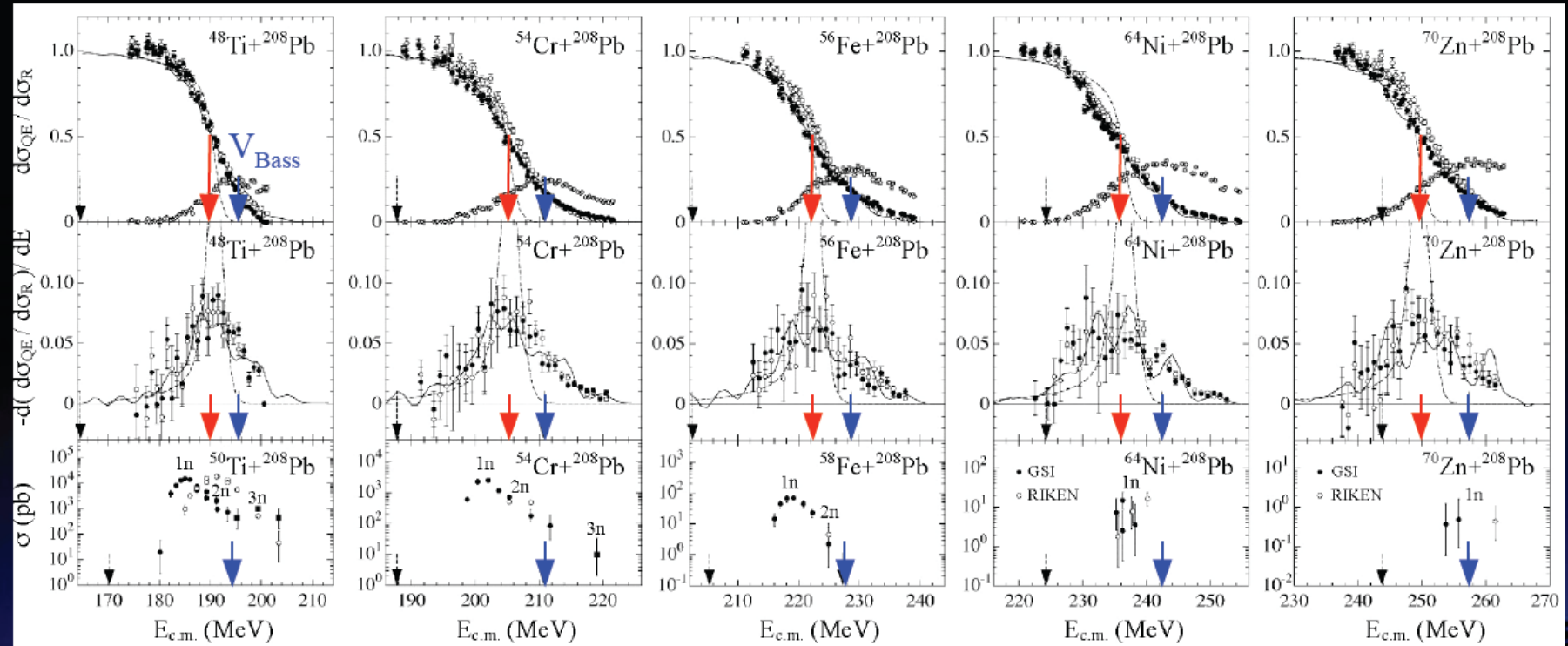
$^{48}\text{Ti}+^{208}\text{Pb}$

$^{54}\text{Cr}+^{208}\text{Pb}$

$^{56}\text{Fe}+^{208}\text{Pb}$

$^{64}\text{Ni}+^{208}\text{Pb}$

$^{70}\text{Zn}+^{208}\text{Pb}$



Present data 190.1MeV

205.8MeV

223.0MeV

236.0MeV

250.6MeV

Bass potential 195.4MeV

210.7MeV

228.4MeV

242.2MeV

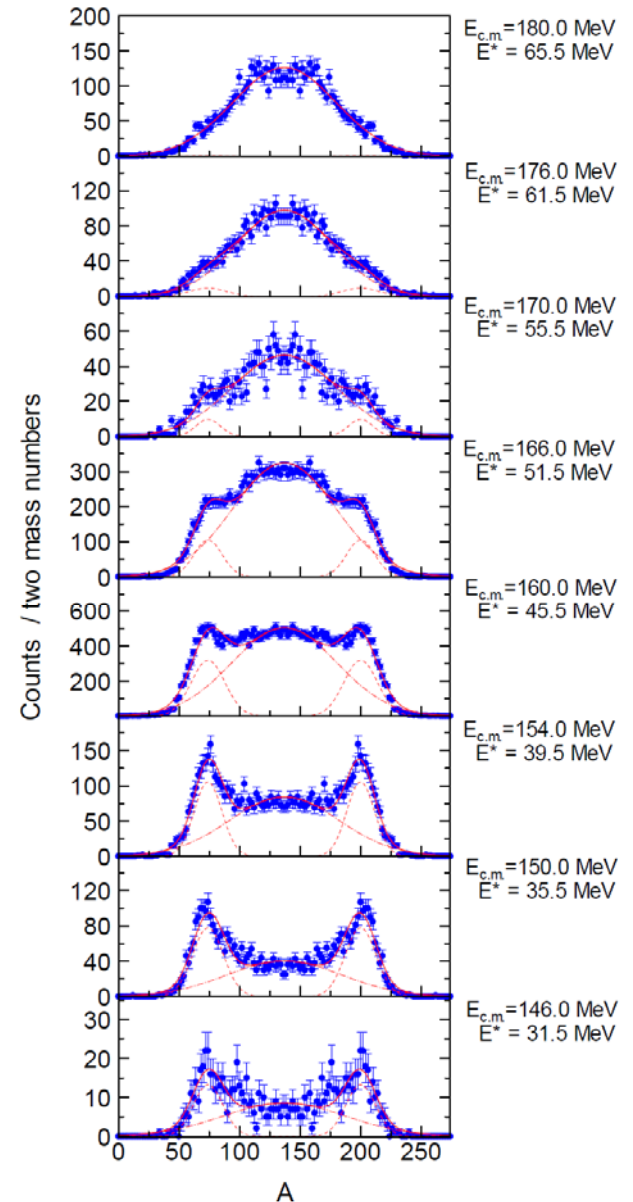
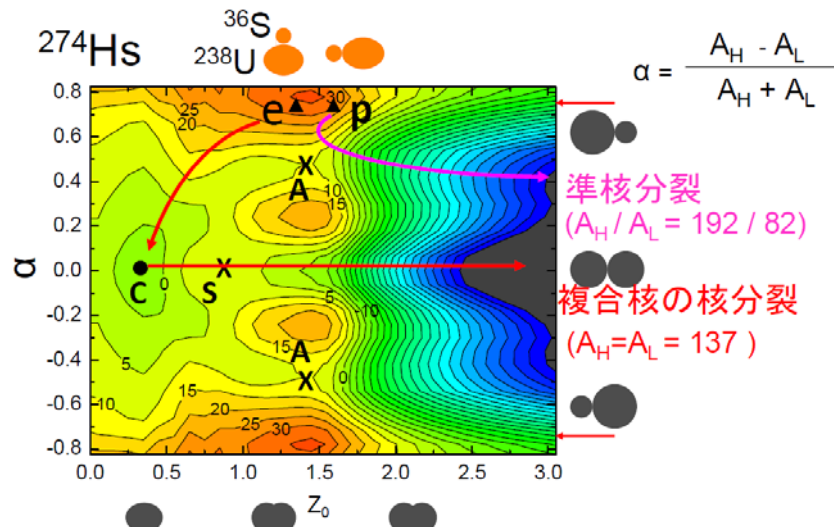
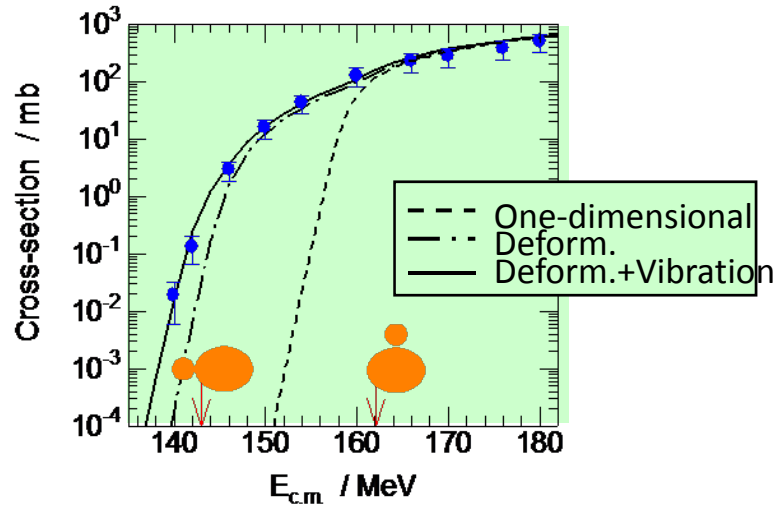
257.2MeV

Obtained barriers shift to lower energy side about 4~6MeV compared with Bass barriers.

S. Mitsuoka, H. Ikezoe, K. Nishio, K. Tsuruta, S.C. Jeong, Y. Watanabe,
Phys. Rev. Lett. **99**, 182701 (182701).

核分裂特性における標的の向きの効果 ($^{36}\text{S} + ^{238}\text{U}$)

^{238}U の変形が、融合と準核分裂の競合を支配。



K. Nishio, H. Ikezoe, S. Mitsuoka, I. Nishinaka, Y. Nagame, Y. Watanabe, T. Ohtsuki, K. Hirose, S. Hofmann, Phys. Rev. C, **77**, 064607 (2008).

同位体分離器を用いた壊変核分光

炭化ウラン標的表面電離型イオン源の開発: **Euの選択的イオン化に成功**

Eu同位体の**新核種の発見**: $^{163,164,165,166}\text{Eu}$

変形閉殻(N=98)周辺での励起準位寿命測定: $^{162,164}\text{Gd}$ 2^+ 準位

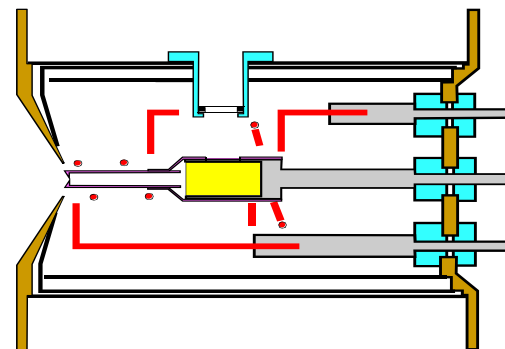
A=160近傍核の β 壊変エネルギー測定: $^{158,159}\text{Pm}$, $^{159,161}\text{Sm}$, $^{160-165}\text{Eu}$, ^{163}Gd , ^{166}Tb

安定核種											
陽子数	^{66}Dy	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170
^{65}Tb	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	
^{64}Gd	159	160	161	162	163	164	165	166	167		
^{63}Eu	158	159	160	161	162	163	164	165	166		
^{62}Sm	157	158	159	160	161	162	163	164			
^{61}Pm	156	157	158	159	160	161	162				
^{60}Nd	155	156	157	158	159	160					
^{59}Pr	154	155	156	157	158						
^{58}Ce	153	154	155	156	157						

--- 原子質量の測定境界

+ISOL技術

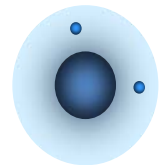
新核種



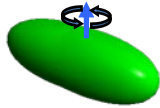
既知核種 ← | → 未知核種

炭化ウラン標的表面電離型イオン源

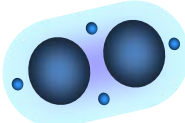
不安定原子核の世界



中性子ハロー



ハイパー変形



クラスター構造



洋ナシ変形

極限原子核 の反応と構造

- ・新しい魔法数
- ・ハロー構造
- ・テンソル力
- ・...

超重元素

Th, U

r-過程

rp-過程

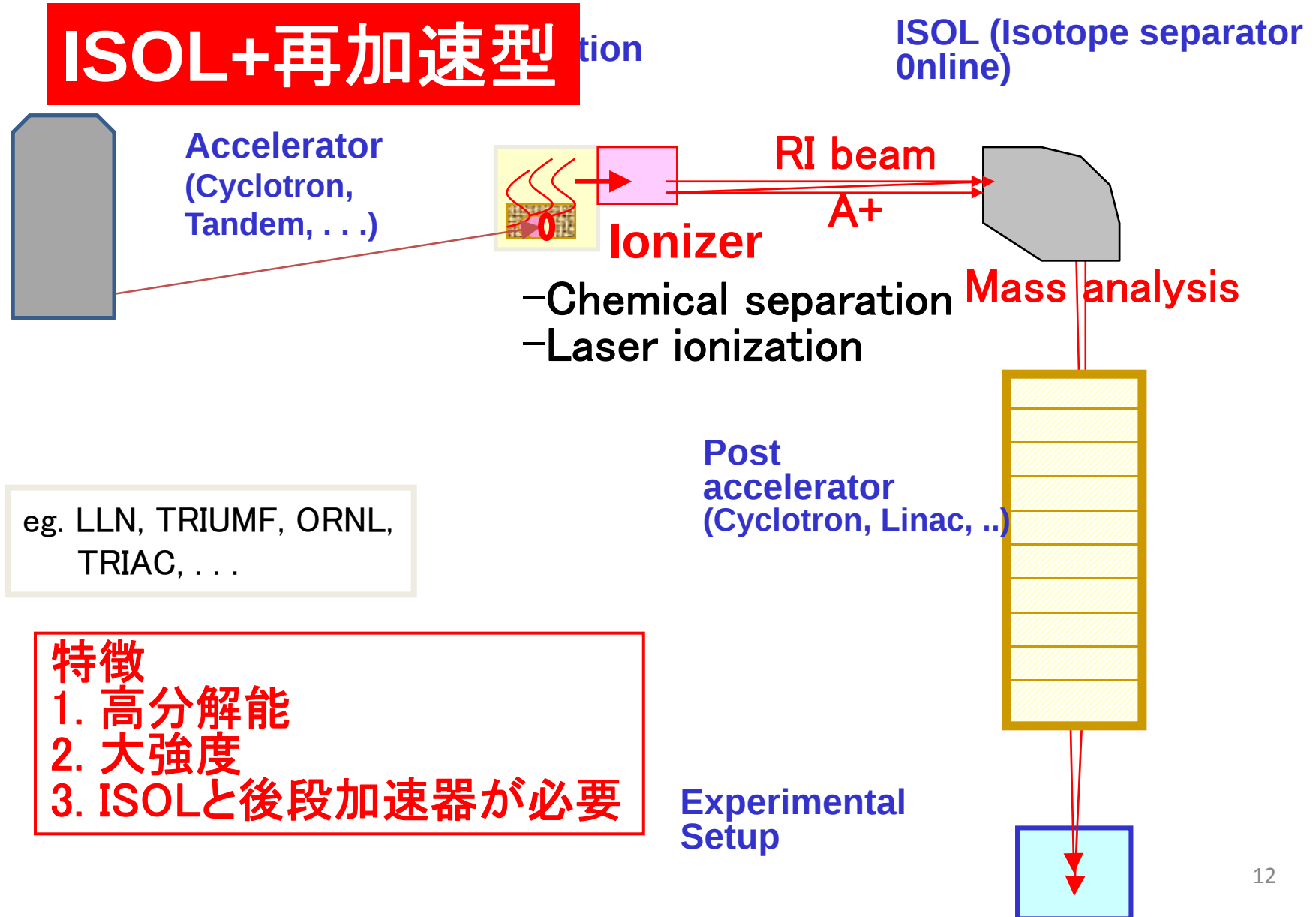
宇宙における
原子核反応

- ・元素の起源、宇宙の進化
- ・エネルギー生成
- ・爆発過程の元素合成
- ・新星、超新星のメカニズム

中性子数

陽子数

Post-accelerator RI Beam Facility: TRIAC



原子力研究機構タンデム加速器 ＝原子力エネルギー開発の基礎研究拠点

－核燃料損傷研究

－U, Th、超ウラン領域核種の核物性、核化学

－超重核

－核分裂片の特性研究

－核分裂片の再加速（取り扱い）

（イオン化、。。）

－エネルギーと元素生成のメカニズム研究

（＝天体核反応）

世界でユニークで先端的な
原子力エネルギーの基礎研究拠点

タンデム加速器施設への 今後の期待

1. 超アクチノイド核科学
2. 原子力材料研究
3. 不安定原子核研究
4. 放射性核種ビームの応用

1. ブースターターゲット室の第1種管理区域化
2. 超伝導ブースターでの核化学照射施設
3. TRIACーブースターのつなぎライン
4. 同バンチャー、プレブースター製作

世界のCOEへ ー現在計画例

(タンデム白書)

タンデム

②第1種放射線管理区域化

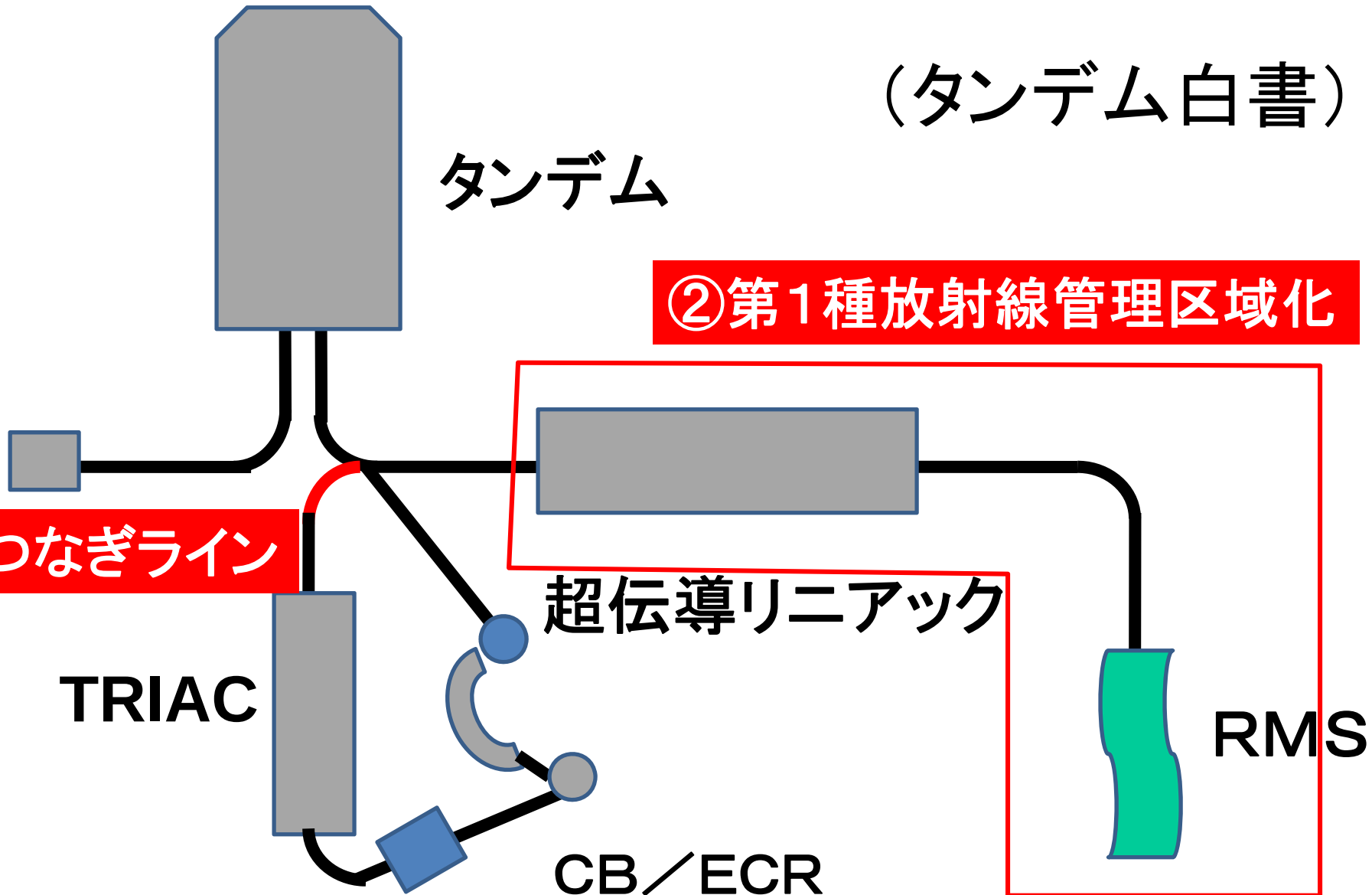
①つなぎライン

TRIAC

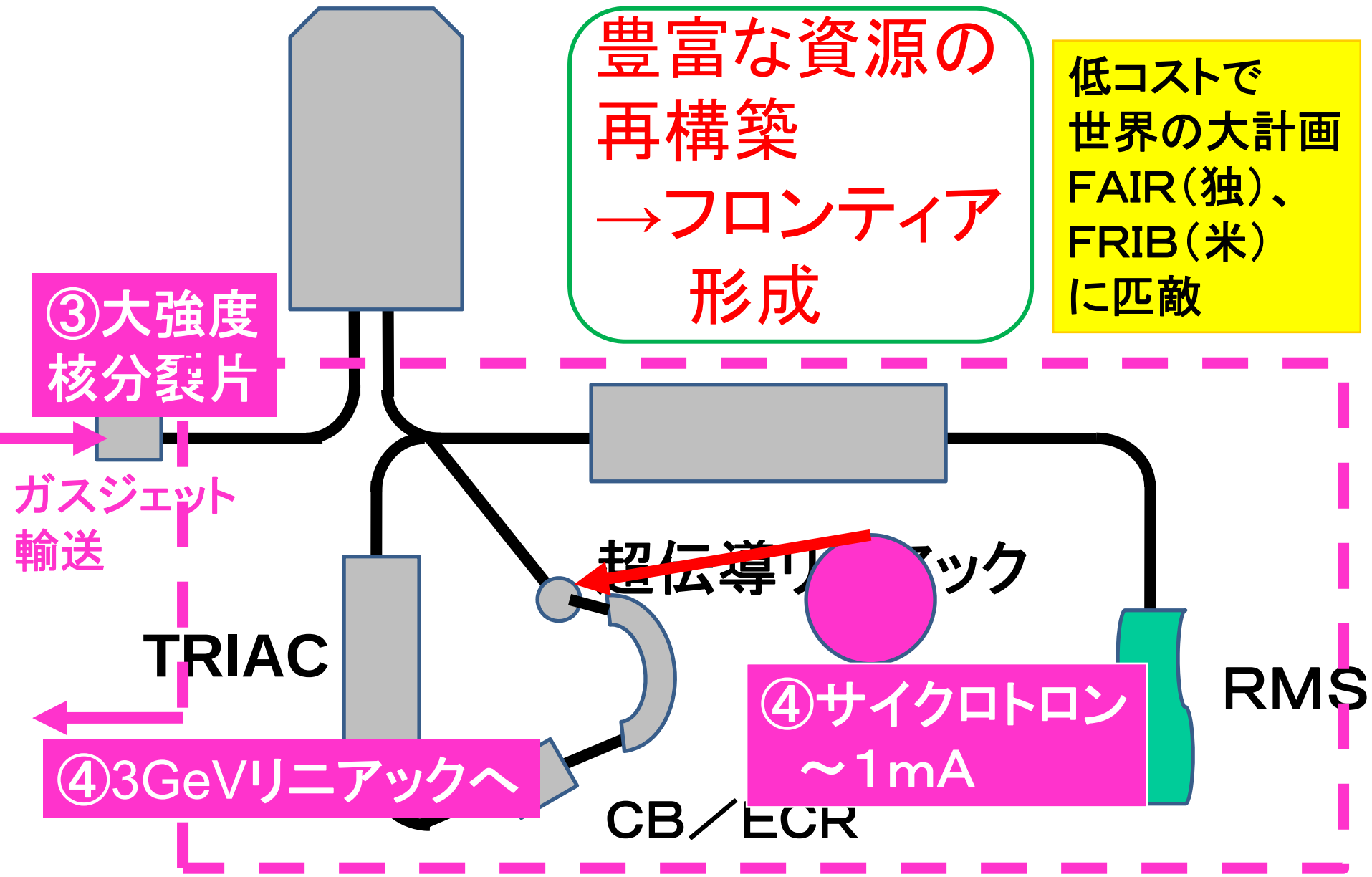
超伝導リニアック

RMS

CB/ECR



世界のCOEへ ー将来計画例



世界のCOE形成の絶好機 ！

- 研究のアクティビティが非常に高い
- 多くの優秀な人材がいる
- 資源に恵まれている
- ステップワイズの計画を
指針の明確化と推進具体化
- 次世代の担い手中心の体制

原子力エネルギーの
基礎研究の基幹の1つに！

