

# RIBF user group town meeting at the 71<sup>st</sup> JPS annual meeting 2016

## Agenda:

- 1) RIBF UEC report (Imai) 25 min.
- 2) Frequency of RIBF NP-PAC (Imai ) 10min.
- 3) Nishina center report (Yoneda) 15 min.
- 4) RIBF discussion meeting (Yoshida) 5 min.
- 5) Post RIBF plan (Sakurai) 20 min.
- 6) Report from the WG on the physics of unstable nuclei (Imai) 30min.
- 7) Other issues (next users meeting, APR and so on)

# UEC activity report

2016/3/19

Tohoku Gakuin Univ.

RIBF Users Town meeting

# Current UEC members

- N. Imai : CNS Exp. (2013 - Mar. 2017; Mar./2014-Mar/2016)
- T. Sumikama : Tohoku : Exp. (2013 - Mar. 2017)
- A. Obertelli : Saclay : Exp. (2013 - Mar. 2017)
- K. Ogata : RCNP, Okaka : Theor. (2013 - Mar. 2017; vice chair Mar/2015-Mar/2017 )
- M. Kimura : Hokkaido : Theor. (2013 - Mar. 2017)
- ISOBE TADAAKI (RNC) Apr./2015- Mar./2018
- NAKAMURA TAKASHI (Titech) Apr./2015-Mar./2018
- OTA SHINSUKE (CNS) Apr./2015-Mar./2018
- KANADA-ENYO YOSHIKO (Kyoto) Apr./2015-Mar./2018
- YOSHIDA KENICHI (Niigata) Apr./2015-Mar./2018
- LEE JENNY (Hong Kong) Apr./2015-Mar./2017
- PAUL FALLON (LBL) Apr./2015-Mar./2017
- ASAI MASATO (JAEA) Apr./2015-Mar./2017

next election will be carried out on March/2017.

# Role sharing in FY2016

Roles	FY2015	FY2016
MT committee memo	Imai Foreign	Isobe/Ota
User registration	Yoshida	Yoshida;
Updating web	Kimura/Imai	(Nakamura;)
Users Meeting	Sumikama/Ota	Ota/Sumikama/Kimura
UEC awards	Enyo	Enyo/Sumikama/(Isobe)
Research Task Force	RIBF discussion+ → Ogata/Alexandre/Imai <b>post RIBF</b> →Alexandre/Kimura/Imai/Isobe/... <b>HighRate Det. → Sasano</b>	<b>外国人の意見を取りまとめ。</b> <b>post RIBF; Jenny</b> <b>High rate detectors...; →</b> <b>Ota/Discussion at Town meeting</b>
NP-PAC	<b>Nakamura (after next NP-PAC)</b>	Imai



# regularize UEC meeting

- the latest UEC meeting was hold on Feb./26<sup>th</sup>.
- It was determined that UEC meeting will be taken place at 2months before town meeting

# Users group member list

- Please update your affiliation **by yourself**.
- We would like supervisors to tell students update their profile.

[http://ribfuser.riken.jp/RIBF\\_UG/registration.html](http://ribfuser.riken.jp/RIBF_UG/registration.html)

# RIBF thesis awards

- Co-hosted by UEC and RNC
- Call for application is released on 10/March
- Deadline of application is **23rd/April**
- Retry is encouraged.
- Theoretical contribution is also welcomed

**Many application is awaited**



# Frequency of NP-PACs

- The frequency of NP-PAC was reduced to once per year from 2015.
- We, RIBF UEC, requested RIKEN Nishina Center (RNC) to keep two NP-PACs per year. Considering the limited period of Ph-D students and postdocs, one NP-PAC per year is rather tight to get the approved MT.
- RNC told us that two NP-PACs will be back when the budget profile is improved.

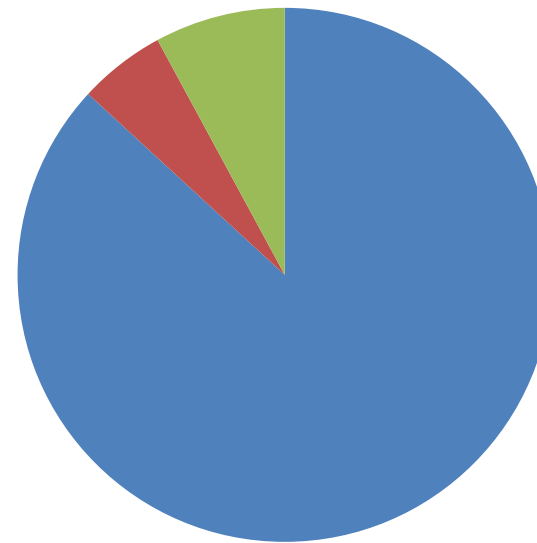
# Inquiry on Sep. in 2014

38 replies/600 users

Against: 33 (87%)

For : 2

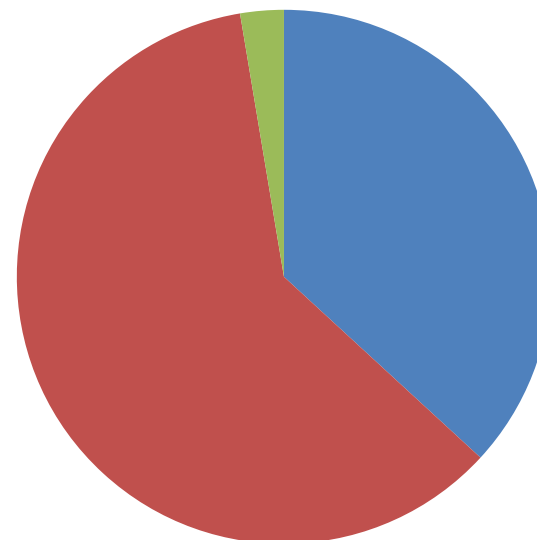
Others: 3



■ Against; 33

■ For; 2

■ Others; 3



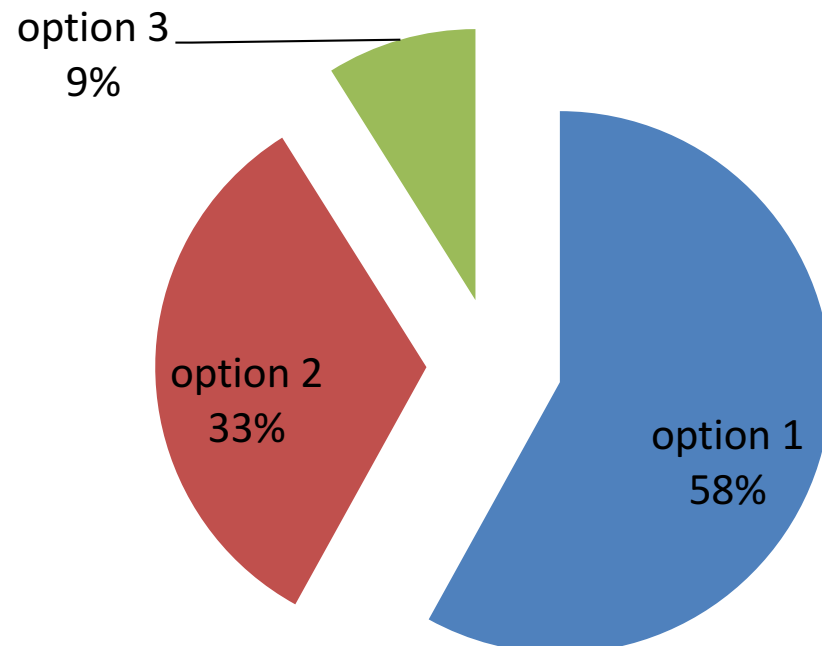
■ old facility users; 14

■ new facility users; 23

■ theorist; 1

# Inquiry about NP-PAC at spring in 2016

- Inquiry was sent to proponents of RIBF NP-PAC of past 5 years (111 persons).
- 56 replies (50%).
  1. I support two NP-PACs per year
  2. I support one NP-PACs per year until the budget profile is improved.
  3. I support on NP-PACs per year.



# Some opinions...

- **Support option1**

1. RIKEN is the world leader facility, doesn't have to follow the way of other institutes.
2. One meeting will be taken place online if the cost is problem.
3. One year is a too long time in our lifetime scale and it will decelerate the R&D speed drastically.

- **Support option2**

1. It's more problematic that the delay between the acceptance of the proposal and the realization of the experiment can be several years.

- **Support option3**

1. Considering the queue to carry out the experiments and time to be spent for publication, two NP-PACs sounds too much.





**Report from  
Unstable Nucleus WG**

# Towards revision of whitepaper

- working group for RI physics is organized under kakudan.
- core members;  
Imai (CNS)、Sasano(RNC)、Isobe(RNC)、Niikura(UT)、Sakaguchi(Kyushu)、Suzuki(RNC)、Ong(RCNP)、Watanabe (KEK), Yamagami(Aizu),
- 42 members; 9 sub-groups

- 2015/11/12 コアメンバーでWG全体構成を議論。各サブグループを構築。
  - 2015/12/22 第1回全体会合 @RIBF棟2階大会議室
  - 2016/1/5 理研-WG不安定核班 合同会合 @RIBF 仁科記念ホール  
仁科側のプラン概略説明、WGの要望
  - 2016/1/7-13: WG内でメール議論 13日にコアメンバーで議論
  - 2016/1/26 核物理委員会で理研のMPへの支持を表明
  - 2016/2/4, 18 コアメンバーで編集方針を議論
  - 2016/3/11 存在限界「陽子番号の拡大」 森本、浅井
  - 2016/3/23 存在限界「中性子番号の拡大」 福田
  - 2016/4/11? 量子多体系の物理:
- 
- <https://indico2.riken.jp/indico/categoryDisplay.py?categId=30>

# endorse a MP of RNC

RNC will submit a plan of post RIBF to research science council Japan;

1. upgrading injector;  
construction of new linac  
replacement with RRC → new fRC  
RIBF will be shutdown if it's approved.
2. Ge detector array; 4 pi tracking detector like GRETINA (w/RCNP)
3. Upgrading KISS (w/WRNC)
4. Upgrading OEDO and implementing AVAMOS-like spectrometer (w/CNS)

Working group of domestic users (chair = Imai)  
endorses this project.

## 対象:

分野に入る直前位の学生/官僚向け

白書だと、学生は読まない。パンフレットの様な廉価版も作る。

2週間毎に各テーマについて話を聞くが、その聞く内容は

1. 前回の白書から5年間で何がすすんだか。
2. これから10年間の目標は何か
3. それに向けて必要な開発要素は何か。

## 構成;

1. 存在限界。
2. 量子多体系の物理(殻模型、核子相関、変形)。
3. 宇宙核(状態方程式、核反応、宇宙) 。
4. 世界の中での競争状態 世界のRIB施設を紹介する。
5. 他分野への波及効果の追加; 例えば原子と不安定核という名前で、化学を追加。
6. 社会効果



# RIBF users meeting

- CNS summer school 8/24-30
- Interview of master course entrance exam (UT) 9/1,2
- EXON 9/4-10 (Uesaka-san, Director will join) →
- INPC2016 9/11-16
- JSPS meeting @ Miyazaki 9/21-24
- Nustar week 9/26-30
- SAMURAI Collaboration workshop @ Kyushu 9/1?

possible dates are

8/30,31; (1 days is overlapped with CNS summer school)

9/9, 10; ( w/o director En'yo-san)

9/18, 19 (both are holidays in Japan);



In the case of Sep./9, 10, banquet fee cannot be provided by RNC. Considering that the award is co-hosted by UEC and RNC, the date when the director is available is better.



# About APR

- Some users complained that current progress report includes very preliminary information. There is a risk that the idea is stolen by other institutes. (Actually, in the case of EURICA, there is such a case.)
- They want to reduce the contents of APR; it includes only technical development, research highlight, and published works.

# RIBF Status Report

**Ken-ichiro YONEDA**

User Liaison and Industry Cooperation Group

RIKEN Nishina Center

RIBF Users Group Town Meeting

Tohoku Gakuin University, Sendai, March 19, 2016

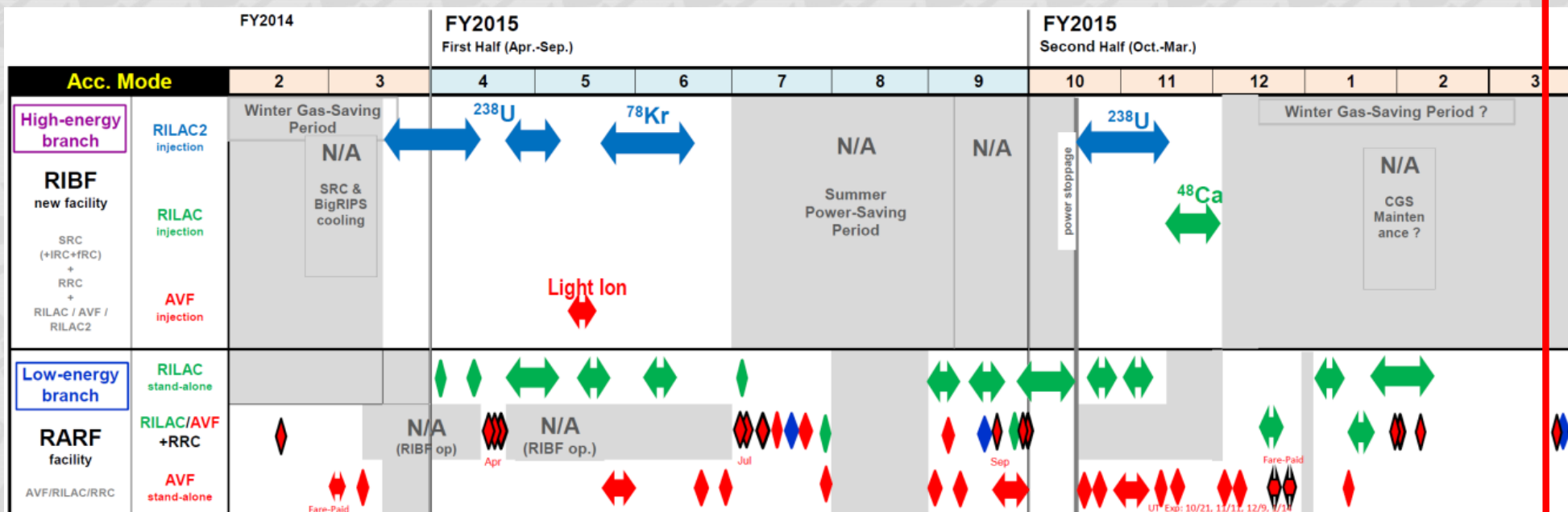
- News on Operation Budget
- RIBF Beam Time Operation in FY2015
- Beam Time Plan of 2nd half of FY2015
- On-Campus Accommodation
- Announcements

- 新施設“5ヶ月”分の運転費予算が認められた
  - これまでは予算からはみ出して運転していた  
これからは予算内での健全運営
  - “5ヶ月”を越えて実験できない  
旧施設はカウント外
  - 利用料徴収？検討するようにとのコメント

# FY2015 summary

- SRC/BigRIPS experiments  
mid-March ~ late in June  
mid-October ~ early in December

Now



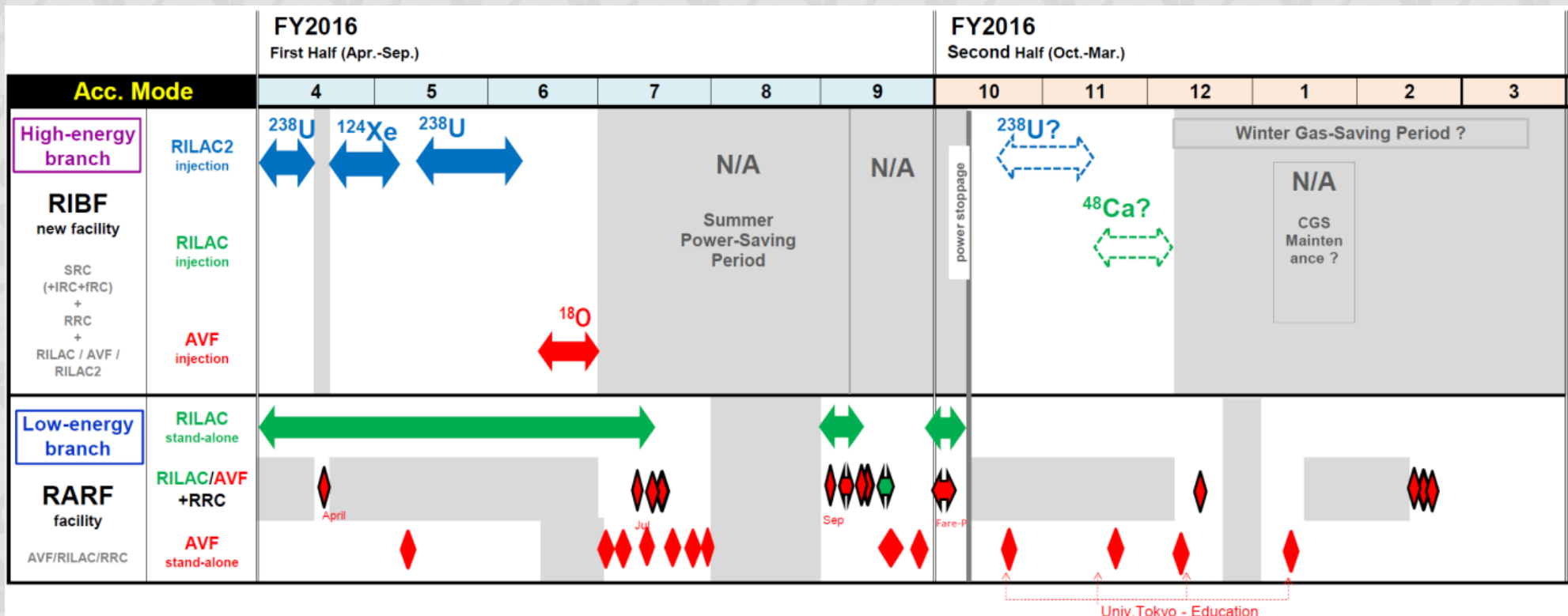






# FY2016 Schedule Plan

- SRC-BigRIPS = “5-months” operation
- SHE Search ... from autumn?





# Beam Time Schedule Plan: April - June 2016

April

April 2016																																									
Proposal Number	Experiment Leader	Course	Particle	Energy (MeV/u)	Intensity	Time Frame (days)	start-time	end-time	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
<b>RILAC stand-alone</b>																																									
NP1512 -LINACTR1 -01	Peter Schury	LINAC-e2 (GARIS2)	<sup>40</sup> Ar	4.78, 5.25, 6.0	max	3	4/2 9:00	4/5 9:00																																	
ML1501 -LINAC21 -02	Robert EICHLER	LINAC-e3 (GARIS)	<sup>24</sup> Mg	6	1 pA	5	4/8 9:00	4/13 9:00																																	
ML1501 -LINAC21 -02	Robert EICHLER	LINAC-e3 (GARIS)	<sup>22</sup> Ne	6	5 pA	17	4/16 9:00	5/6 21:00																																	
<b>AVF+RRC</b>																																									
IB702 -RRC1 -101	阿部 知子 T. ABE	ESB	<sup>12</sup> C	135	1 pA	6	4/23 9:00	4/23 15:00																																	
ML1209 -RRC17 -15	常泉 和秀 K. TSUNEBIZUMI	ESB	<sup>12</sup> C	135	1 pA	2	4/23 15:00	4/23 17:00																																	
ML1209 -RRC9 -28	泉 雅子 M. IZUMI	ESB	<sup>12</sup> C	135	1 pA	1.5h	4/23 17:00	4/23 18:30																																	
<b>RIBF (SRC)</b>																																									
MS -EXP16 -01	磯部 志郎 T. ISOBE	SAMURAI - TPC	<sup>238</sup> U	345	10 pA	2	4/7 9:00	4/9 9:00																																	
NP1312 -RIBF113 -01	大田 春輔 S. OTA	ZDS + F12	<sup>238</sup> U	345	max	12.5	4/9 9:00	4/21 21:00																																	
MS -ACC16 -01	長谷部 裕雄 H. HASEBE	E1室 FC-M11	<sup>238</sup> U	11	max	0.5	4/21 9:00	4/21 9:00																																	
NP1312 -SAMURAI22 -01	村上 哲也 T. MURAKAMI	SAMURAI	<sup>124</sup> Xe	345	10 pA	7	4/30 9:00	5/6 21:00																																	

May

May 2016																																									
Proposal Number	Experiment Leader	Course	Particle	Energy (MeV/u)	Intensity	Time Frame (days)	start-time	end-time	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
<b>RILAC stand-alone</b>																																									
ML1501 -LINAC21 -02	Robert EICHLER	LINAC-e3 (GARIS)	<sup>22</sup> Ne	6	5 pA	17	4/16 9:00	5/6 21:00																																	
NP1512 -LINAC23 -01	木村 創大 S. KIMURA	LINAC-e2 (GARIS2)	<sup>36</sup> Ar	3.7	5 (max) pA	3	5/12 9:00	5/15 9:00																																	
NP1512 -LINACTR1 -02	Peter Schury	LINAC-e2 (GARIS2)	<sup>48</sup> Ca	4.83	max	6	5/21 6:27	5/27 9:00																																	
NP1512 -LINAC24 -01	伊藤 由太 Y. ITO	LINAC-e2 (GARIS2)	<sup>48</sup> Ca	4.58	max	2	5/26 9:00	5/26 9:00																																	
<b>AVF stand-alone</b>																																									
RIB02 -AVF4 -87	羽場 宏光 H. HABA	AVF-C03	d	12	10 pA	2	5/8 21:00	5/10 21:00																																	
<b>RIBF (SRC)</b>																																									
NP1312 -SAMURAI22 -01	村上 哲也 T. MURAKAMI	SAMURAI	<sup>124</sup> Xe	345	10 pA	7	4/30 9:00	5/6 21:00																																	
NP1512 -RIBF79R1 -01	篠原 十三 J. ENHIRO	F12	<sup>238</sup> U	345	max	5.5	5/15 9:00	5/20 21:00																																	
NP1512 -SAMURAI15 -01	William Lynch	SAMURAI	<sup>238</sup> U	345	10 pA	6.5	5/20 21:00	5/27 9:00																																	
IMPACT16 -01	櫻井 博雄 H. SAKURAI	BigRIPS+ZDS	<sup>238</sup> U	345	10 pA	2	5/27 21:00	5/28 21:00																																	
MS -EXP16 -02	佐藤 広海 H. SATO	BigRIPS	<sup>238</sup> U	345	max	0.5	5/29 9:00	5/29 9:00																																	
MS -EXP16 -03	山口 由高 Y. YAMAGUCHI	Rare-Ri Ring	<sup>238</sup> U	345	max	3	5/30 9:00	6/2 9:00																																	

ESPRI

SpiRIT

June

June 2016																																								
Proposal Number	Experiment Leader	Course	Particle	Energy (MeV/u)	Intensity	Time Frame (days)	start-time	end-time	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
<b>RILAC stand-alone</b>																																								
NP1512 -LINAC24 -02	伊藤 由太 Y. ITO	LINAC-e2 (GARIS2)	<sup>16</sup> O	5.82	max	3	6/2 9:00	6/5 9:00																																
NP1512 -LINAC24 -03	伊藤 由太 Y. ITO	LINAC-e2 (GARIS2)	<sup>14</sup> N	6.37	max	4	6/8 9:00	6/12 9:00																																
ML1602 -LINAC30 -01	羽場 宏光 H. HABA	LINAC-e3 (GARIS)	<sup>23</sup> Na	6	5 pA	7	6/15 6:22	6/22 9:00																																
MS -ACC16 -02	上塚外 修一 O. KAMIGAITO	GARIS内	α	7	10 pA	1	6/24 9:00	6/25 9:00																																
NP1512 -LINAC23 -02	木村 創大 S. KIMURA	LINAC-e2 (GARIS2)	<sup>36</sup> Ar	3.7	5 pA	3	6/28 9:00	7/1 9:00																																
<b>AVF stand-alone</b>																																								
NP1512 -AVF27 -01	H. Yamaguchi / A. Tamii	ETA(CRIB)	<sup>7</sup> Li	5.6	2 pA	2	6/4 9:00	6/6 9:00																																
<b>RIBF (SRC)</b>																																								
MS -EXP16 -03	山口 由高 Y. YAMAGUCHI	Rare-Ri Ring	<sup>238</sup> U	345	max	3	5/30 9:00	6/2 9:00																																
NP1512 -RIBF140 -01	Francesco Recchia	EURICA	<sup>238</sup> U	345	60 (max) pA	3.5	6/3 9:00	6/6 21:00																																
NP1306 -RIBF106 -01	Alfredo Estrade	EURICA	<sup>238</sup> U	345	max	5	6/6 6:11	6/11 21:00																																
MS -EXP16 -04	奥野 聡之 T. OKUNO	BigRIPS+ZDS	<sup>238</sup> U	345	15 pA	1	6/24 9:00	6/25 9:00																																
NP1512 -SHARAQ10 -01	下清 亨 S. SHIMOURA	SHARAQ	<sup>16</sup> O	230	max	8	6/24 9:00	7/1 9:00																																
NP1206 -SAMURAI13 -01	坂口 聡志 S. SAKAGUCHI	SAMURAI	<sup>16</sup> O	230	max	6	6/28 9:00	7/4 9:00																																

SHARAQ

last EURICA

<sup>18</sup>O

SAMURAI



# Beam Time Schedule Plan: July - October 2016

July

July 2016									
Proposal Number	Experiment Leader	Course	Particle	Energy (MeV/u)	Intensity	Time Frame (days)	start-time	end-time	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31									
Fri Sat Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat Sun									
<b>RILAC stand-alone</b>									
NP1512 -LINAC23 -02	木村 創大 S. KIMURA	LINAC-e2 (GARIS2)	<sup>36</sup> Ar	3.7	5 (max) pA	3	6:28	7:11	9:00
NP1512 -LINACR1 -03	Peter Schury	LINAC-e2 (GARIS2)	<sup>50</sup> Ti	4.84	max	7	7:12	7:19	9:00
MS -ACC16 -04	今尾 浩士 H. IMAO	リニアック 小黒研究室 Sコース	<sup>238</sup> U	1.4	100 pA	1.5	7:23	7:24	21:00
<b>AVF stand-alone</b>									
R0702 -AVF4 -58	羽場 宏光 H. HABA	AVF-C03	$\alpha$	7.25	10 pA	1	7:22	7:24	9:00
DD16 -01	今井 伸明 M. IMAI	E7B	<sup>20</sup> Ne	8.2	250 (max) pA	1.5	7:14	7:16	9:00
R0702 -AVF4 -59	羽場 宏光 H. HABA	AVF-C03	$\alpha$	12	10 pA	2	7:09	7:11	9:00
NP1512 -AVF33 -01	David M. Kahl	E7A (CRIB)	<sup>26</sup> Mg	6.4	60 (max) pA	2	7:16	7:18	21:00
ML1307 -AVF14 -05	小林 義男 Y. KOBAYASHI	AVF-C03	$\alpha$	12	10 pA	1	7:23	7:24	21:00
R0702 -AVF4 -60	羽場 宏光 H. HABA	AVF-C03	$\alpha$	12.5	5 pA	2	7:30	8:1	9:00
<b>AVF+RRC</b>									
R0702 -RRC1 -105	阿部 知子 T. ABE	E5B	<sup>56</sup> Fe	90	1 pA	3hrs	7:7	7:7	9:00
ML1501 -RRC36 -08	富田 雅典 M. TOMITA	E5B	<sup>56</sup> Fe	90	1 pA	2hrs	7:7	7:7	12:00
ML1209 -RRC9 -29	泉 雅子 M. IZUMI	E5B	<sup>56</sup> Fe	90	1 pA	1.5hr	7:7	7:7	14:00
R0702 -RRC1 -103	阿部 知子 T. ABE	E5B	<sup>40</sup> Ar	95	1 pA	5hrs	7:12	7:12	9:00
ML1209 -RRC9 -30	泉 雅子 M. IZUMI	E5B	<sup>40</sup> Ar	95	1 pA	1.5hr	7:12	7:12	14:00
R0702 -RRC1 -104	阿部 知子 T. ABE	E5B	<sup>12</sup> C	135	1 pA	6hrs	7:14	7:14	9:00
ML1209 -RRC17 -16	常泉 和秀 K. TSUNEIZUMI	E5B	<sup>12</sup> C	135	1 pA	2hrs	7:14	7:14	15:00
ML1209 -RRC9 -31	泉 雅子 M. IZUMI	E5B	<sup>12</sup> C	135	1 pA	1.5hr	7:14	7:14	17:00
<b>RILAC+RRC</b>									
ML1501 -RRC34 -02	新藤 浩之 H. SHINDO	E3A	<sup>86</sup> Kr	36	1 pA	1	7:14	7:5	9:00
<b>RILAC2+RRC</b>									
MS -ACC16 -03	奥野 広樹 H. OKUNO	A02	$\alpha$	7.3	max	1	7:15	7:16	9:00
NP1512 -RRC40 -01	渡辺 裕 Y. WATANABE	E2B (KISS)	<sup>238</sup> U	11	140 pA	2	7:17	7:19	9:00
Beam Time Contact: 米田 Yoneda									
BigRIPS Contact: 今尾 Imao, 大関 Ohzeki, 長友 Nagatomo, 須田 Suda, 日暮 Higurashi									
Acc. Operation: 今尾 Imao, 大関 Ohzeki, 長友 Nagatomo, 須田 Suda, 日暮 Higurashi									

August

August 2016									
Proposal Number	Experiment Leader	Course	Particle	Energy (MeV/u)	Intensity	Time Frame (days)	start-time	end-time	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31									
Mon Tue Wed Thu Fri Sat Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat Sun									
<b>RILAC stand-alone</b>									
DA13 -02 -08	森田 浩介 K. MORITA	LINAC-e2 (GARIS2)	<sup>50</sup> Ti	6	max	7	9:2	9:9	9:00
<b>AVF stand-alone</b>									
R0702 -AVF4 -60	羽場 宏光 H. HABA	AVF-C03	$\alpha$	12.5	5 pA	2	7:30	8:1	9:00
<b>AVF+RRC</b>									
R0702 -RRC1 -105	阿部 知子 T. ABE	E5B	<sup>56</sup> Fe	90	1 pA	3hrs	9:1	9:1	12:00
Beam Time Contact: 米田 Yoneda									
BigRIPS Contact: 今尾 Imao, 大関 Ohzeki, 長友 Nagatomo, 須田 Suda, 日暮 Higurashi									
Acc. Operation: 山田 Yamada, 渡邊裕 Y. Watanabe, 今尾 Imao, 大関 Ohzeki, 長友									

September

September 2016									
Proposal Number	Experiment Leader	Course	Particle	Energy (MeV/u)	Intensity	Time Frame (days)	start-time	end-time	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30									
Thu Fri Sat Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat Sun									
<b>RILAC stand-alone</b>									
DA13 -02 -08	森田 浩介 K. MORITA	LINAC-e2 (GARIS2)	<sup>50</sup> Ti	6	max	7	9:2	9:9	9:00
DA13 -02 -09	森田 浩介 K. MORITA	LINAC-e2 (GARIS2)	<sup>51</sup> V	6	max	7	9:29	10:8	9:00
<b>AVF stand-alone</b>									
NP1412 -AVF19R1 -01	K. Chae, H. Yamaguchi	E7A (CRIB)	<sup>16</sup> O	7.4	800 pA	10	9:14	9:24	21:00
R0702 -AVF4 -61	羽場 宏光 H. HABA	AVF-C03	$\alpha$	12	10 pA	2	9:26	9:28	21:00
<b>AVF+RRC</b>									
R0702 -RRC1 -105	阿部 知子 T. ABE	E5B	<sup>56</sup> Fe	90	1 pA	3hrs	9:1	9:1	12:00
ML1501 -RRC36 -09	富田 雅典 M. TOMITA	E5B	<sup>56</sup> Fe	90	1 pA	2hrs	9:1	9:1	12:00
ML1209 -RRC9 -32	泉 雅子 M. IZUMI	E5B	<sup>56</sup> Fe	90	1 pA	1.5hr	9:1	9:1	14:00
ML1602 -RRC43 -01	山崎 展樹 H. YAMAZAKI	E6 (RIPS)	<sup>27</sup> Ne	110	250 pA	4.5	9:2	9:7	21:00
R0702 -RRC1 -106	阿部 知子 T. ABE	E5B	<sup>12</sup> C	135	1 pA	6hrs	9:8	9:8	15:00
ML1209 -RRC17 -17	常泉 和秀 K. TSUNEIZUMI	E5B	<sup>12</sup> C	135	1 pA	2hrs	9:8	9:8	15:00
ML1209 -RRC9 -33	泉 雅子 M. IZUMI	E5B	<sup>12</sup> C	135	1 pA	1.5hr	9:8	9:8	17:00
IC15 -01 -01	吉田 敦 A. YOSHIDA	E5A	<sup>84</sup> Kr	70	0.1 pA	4	9:30	10:4	9:00
<b>AVF+RRC+RRC</b>									
R0702 -RRC1 -103	阿部 知子 T. ABE	E5B	<sup>40</sup> Ar	160	1 pA	4hrs	9:13	9:13	13:00
<b>RILAC+RRC</b>									
ML1307 -RRC26 -02	三原 基嗣 M. MIYAHARA	E6 (RIPS)	<sup>58</sup> Ni	63	200 (max) pA	5	9:15	9:20	9:00
<b>RILAC2+RRC</b>									
NP1512 -RRC41 -01	平山 賢一 Y. HIRAYAMA	E2B (KISS)	<sup>136</sup> Xe	10.75	50 pA	2	9:21	9:23	9:00
Beam Time Contact: 米田 Yoneda									
BigRIPS Contact: 今尾 Imao, 大関 Ohzeki, 長友 Nagatomo, 須田 Suda, 日暮 Higurashi									
Acc. Operation: 山田 Yamada, 渡邊裕 Y. Watanabe, 今尾 Imao, 大関 Ohzeki, 長友									

October

October 2016									
Proposal Number	Experiment Leader	Course	Particle	Energy (MeV/u)	Intensity	Time Frame (days)	start-time	end-time	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31									
Sat Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat Sun									
<b>RILAC stand-alone</b>									
DA13 -02 -09	森田 浩介 K. MORITA	LINAC-e2 (GARIS2)	<sup>51</sup> V	6	max	7	9:29	10:8	9:00
<b>AVF+RRC</b>									
IC15 -01 -01	吉田 敦 A. YOSHIDA	E5A	<sup>84</sup> Kr	70	0.1 pA	4	9:30	10:4	9:00
IC15 -01 -02	吉田 敦 A. YOSHIDA	E5A	<sup>40</sup> Ar	95	0.1 pA	2	10:5	10:7	9:00
Beam Time Contact: 今尾 Imao, 大関 Ohzeki, 長友 Nagatomo, 須田 Suda, 日暮 Higurashi									
BigRIPS Contact: 今尾 Imao, 大関 Ohzeki, 長友 Nagatomo, 須田 Suda, 日暮 Higurashi									
Acc. Operation: 長友 Nagatomo, 須田 Suda, 日暮 Higurashi									

Scheduling Request in June

- 4月以降、仁科ロッジが変わります
  - 利用可能な部屋数 16 → 17部屋に
  - 「全部屋加速器実験優先」の期間を指定
    - 春は4月、5月、6月
  - webからの予約が可能に(理研内からのみ、7月から?)
  - 予約は3ヶ月前から
  - 仁科ロッジ業務はH棟と統合
    - 鍵の受け取り、支払いはH棟で
  - 24時間支払い可、鍵受け取り可 → なかったことに
  - クレジットカードでの支払い → 早くて来年春から



# Announcements

- NP-PAC
  - Once a Year (at least until FY2016)
  - Next: December 1-3, 2016
  - Call for Proposals in July, deadline early in October
  - Replacement of proposals after submission deadline is NOT accepted
- RIBF Symposium and Mini-Workshop
  - [http://www.nishina.riken.go.jp/ulic/ulic\\_apply.html](http://www.nishina.riken.go.jp/ulic/ulic_apply.html)
  - [Symposium]  
Objective: Exchange views among researchers in a relevant field.  
Maximum amount of financial support: 500,000 JPY  
Deadline: Application must be submitted in March and in September.
  - [Mini-Workshop]  
Objective: To solve specific problem. Analysis meeting is acceptable.  
Maximum amount of financial support: 150,000 JPY  
Deadline: Applications will be accepted all the time being reviewed and evaluated immediately.



# RIBF discussion

<http://indico2.riken.jp/indico/categoryDisplay.py?categId=50>

*aiming at a stronger collaboration among theory and experiment related to physics in RIBF, and at achieving maximum outputs from RIBF*

90-min. sessions on experiment and theory with a long discussion time

Member of a standing organizing committee:

T. Uesaka, M. Sasano , H. Z. Liang (RNC), T. Nakatsukasa (Tsukuba/RNC),  
D. Nishimura (TUS), K. Yoshida (Niigata)

+

Local organizers

The theme is determined based on the interests of local people.

RNC supports travel expenses of the lecturers.

2016

**04 Mar: Charge radii studies through laser spectroscopy @ RIKEN**

2015

**27 Nov: Single-particle states from one-nucleon removal reactions @ Univ. Tokyo**

08 July: Neutron-proton correlations @ Univ. Hong Kong

02 Mar.: Heavy-ion reaction and multi-nucleon transfer @ Univ. Tsukuba

2014

25 Sep.: Cluster states probed by reaction experiments @ Kyoto Univ.

31 July: Isovector spin giant resonances at the extreme of large  $A/Z$  @ RIKEN

04 Mar.: Nuclear EOS probed by direct reaction @ Kyushu Univ.

2013

24 July: Exotic modes of nuclear rotation @ RIKEN

24 May: Nuclear mass @ RIKEN

21 Feb.: Neutron skin and photonuclear reaction @ Hokkaido Univ.

2012

27 Dec.: Fission in heavy nuclei @ Niigata Univ.

24 Sep.: Gamma-ray spectroscopy of medium-heavy neutron-rich nuclei @ Tohoku Univ.

25 July: Deformed halo structure @ RIKEN

24 May: r-process @ RIKEN

## **13<sup>th</sup>: Single-particle states from one-nucleon removal reactions**

Local organizers: T. Abe and M. Niikura

Recent results from intermediate energy knockout reactions

K. Wimmer (Univ. Tokyo)

Probing single-particle structures via proton-induced knockout reactions

K. Ogata (RCNP)

## **14<sup>th</sup>: Charge radii studies through laser spectroscopy**

Local organizers: Y. Ichikawa and A. Takamine

Charge radii by collinear laser spectroscopy

H. Iimura (JAEA)

Evidence for three-nucleon interaction in isotope shifts of  $Z = \text{magic}$  nuclei

H. Nakada (Chiba Univ.)

# RIBFの高度化

## 原子核物理学の多次元展開

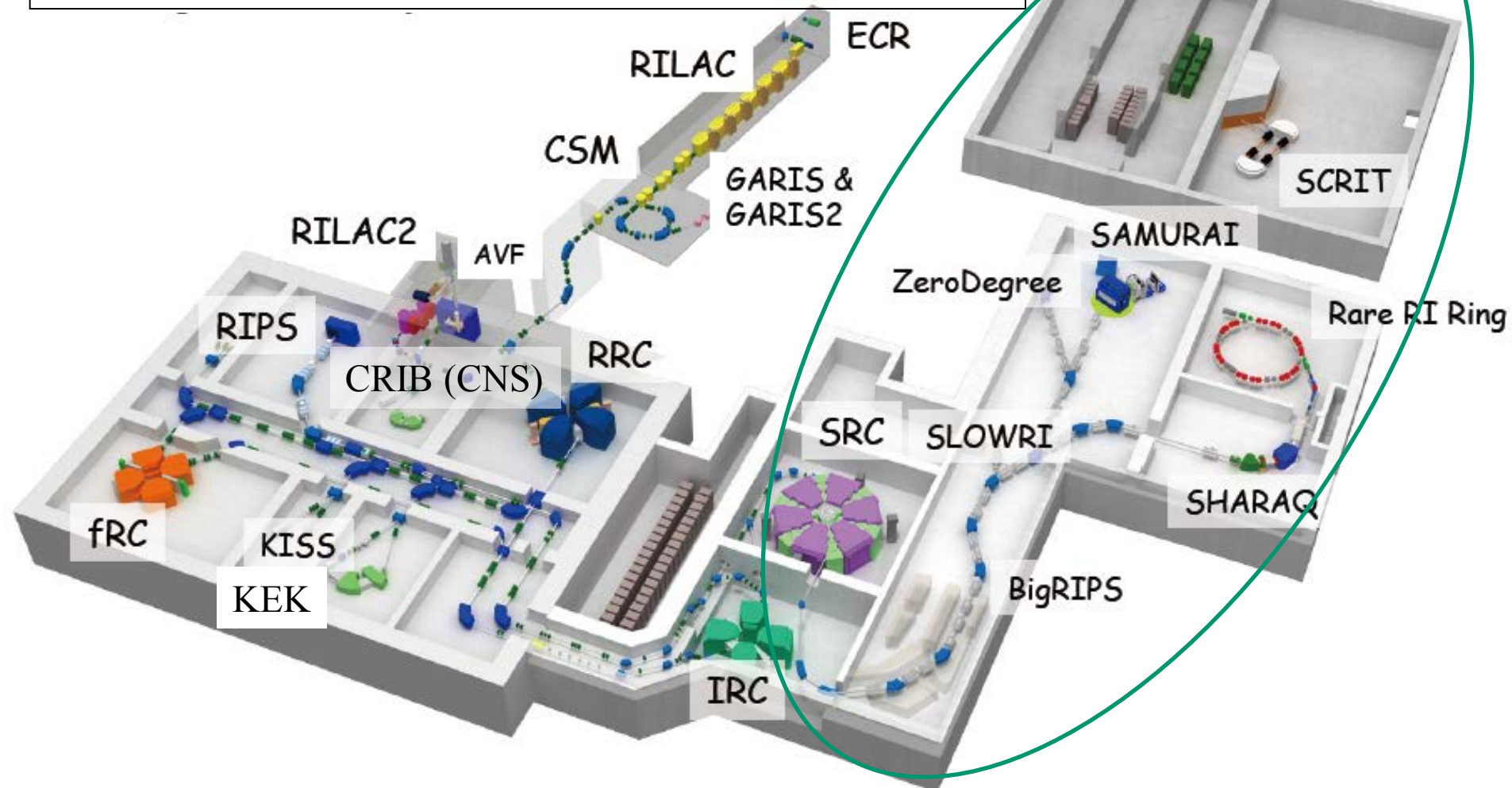
RIBFとその高度化の概要  
高度化によってもたらされる科学

理化学研究所・仁科加速器研究センター  
櫻井博儀

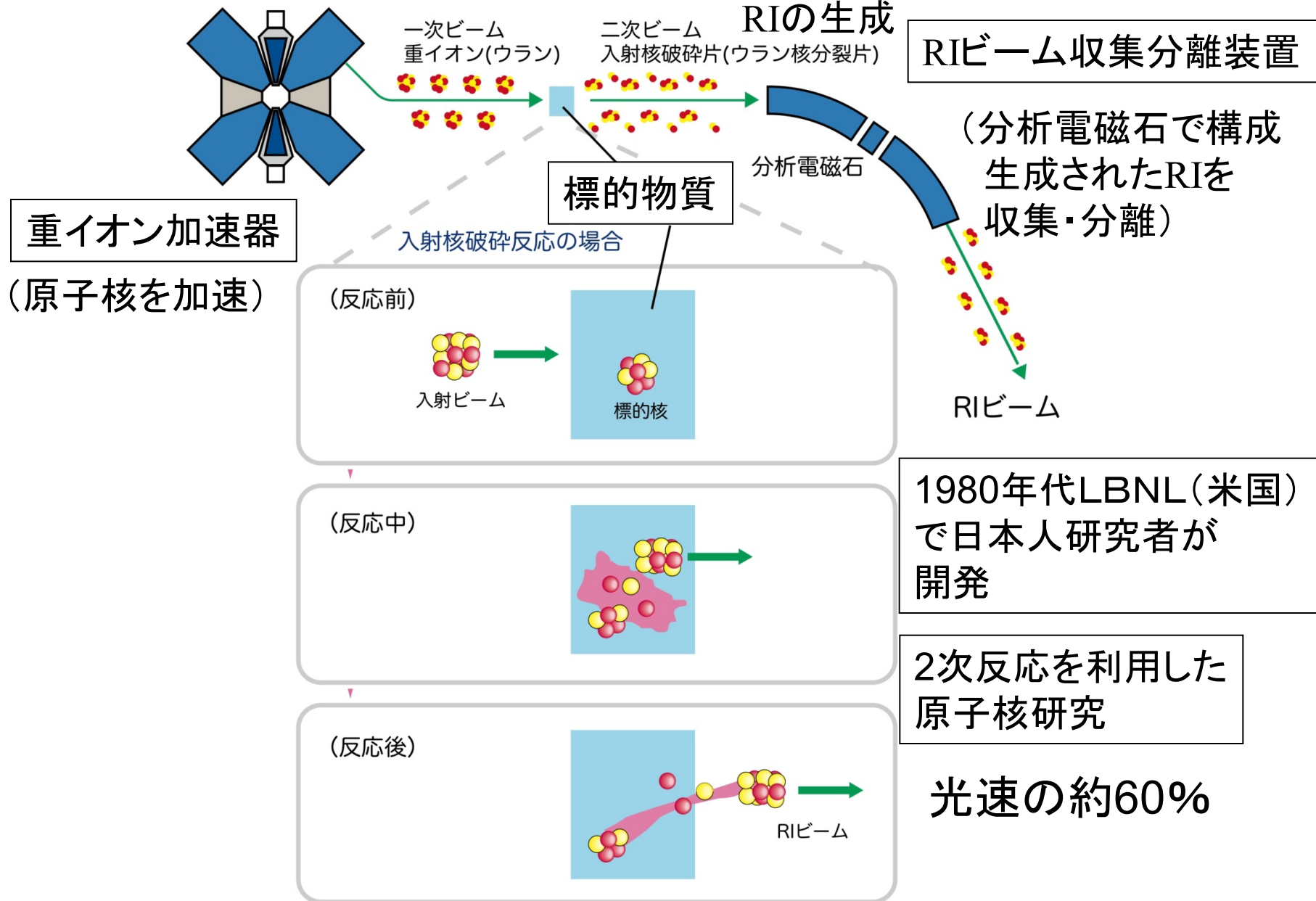


# RIBF: 世界最先端重イオン加速器施設

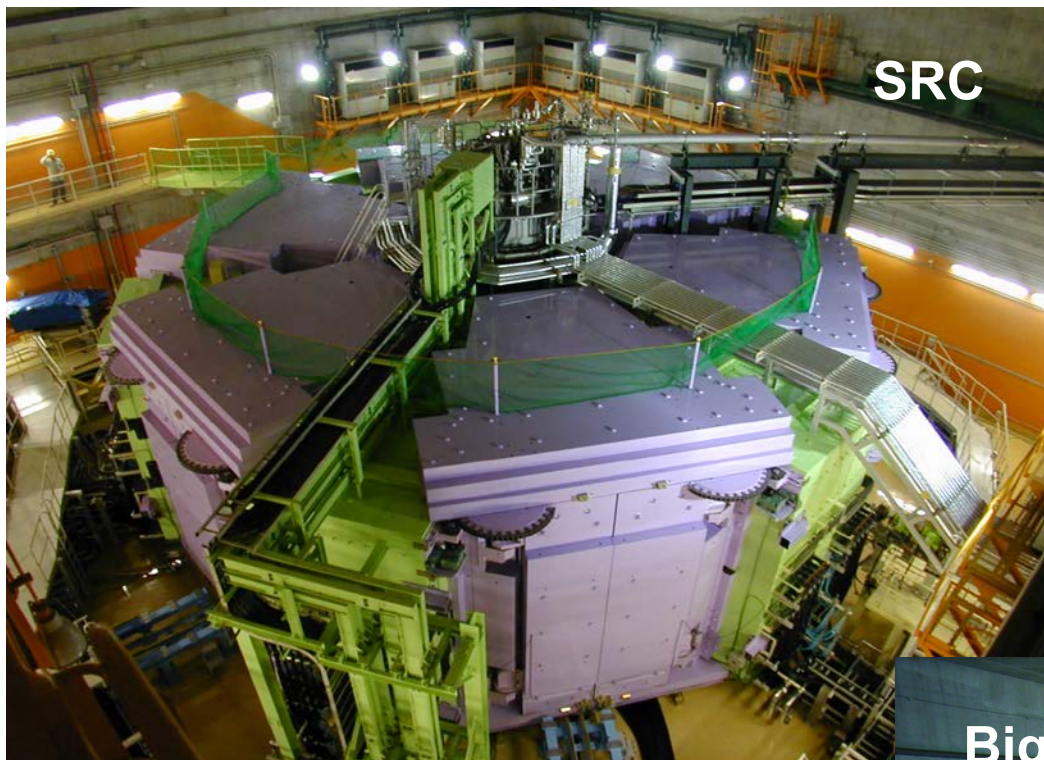
RI 「放射性同位元素 (RI)」を  
B 「ビーム」としてとりだし  
F 「ファクトリー」のように大量生産する。



# RIビームの生成法







SRC

世界初、史上最強  
K2600MeV (8,300tons)  
**超伝導リングサイクロトロン**  
(SRC)

水素からウランまでの元素を  
核子当たり350MeV/uまで加速  
ウランを目標エネルギーまで  
加速に成功 2006年12月

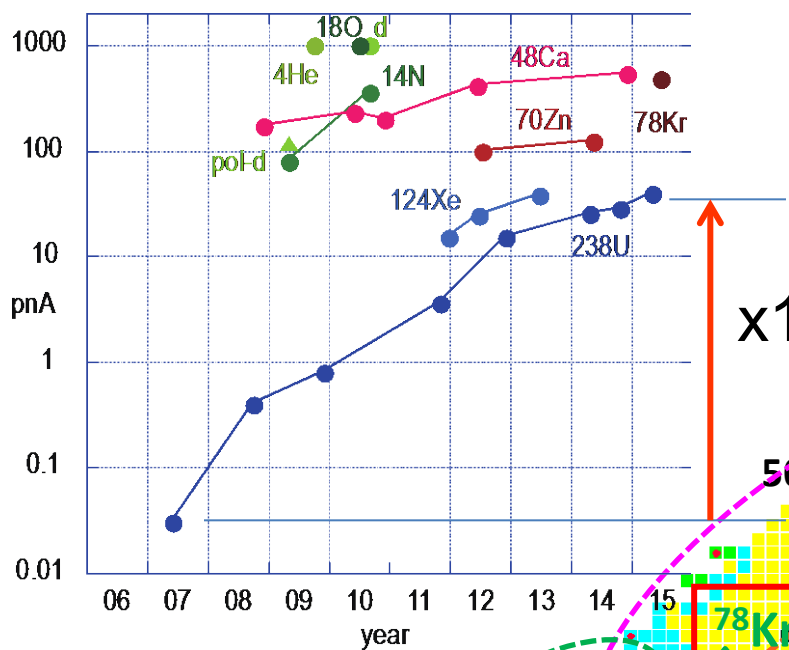


BigRIPS

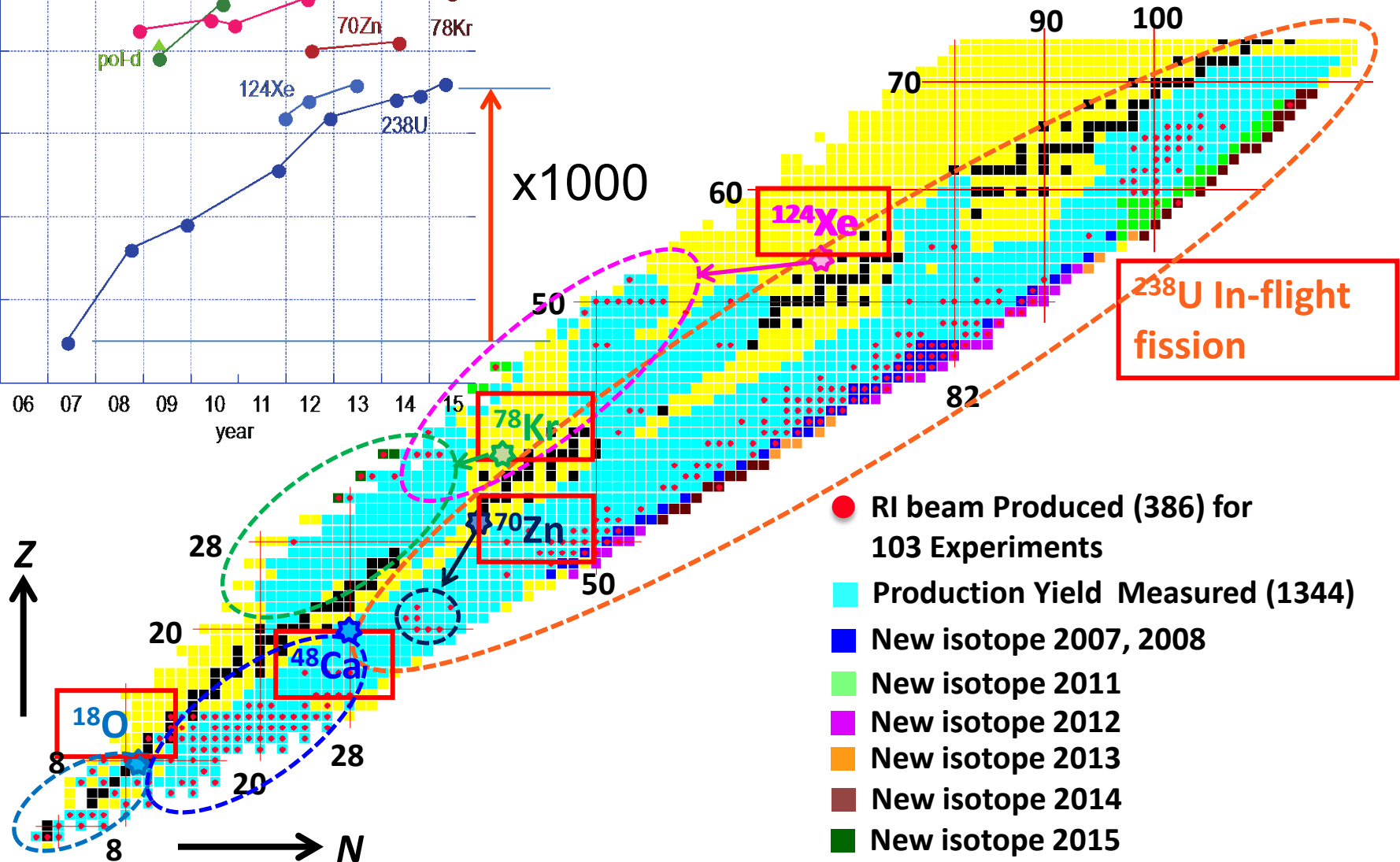
世界最大口径  
9 Tm (77 m)  
**超伝導RIビーム収集分離装置**  
(BigRIPS)  
核分裂片の約50%を収集  
世界最高のRIビーム分解能  
を達成 2007年5月

# RIBFでのRIビーム生成

## 1次ビーム強度



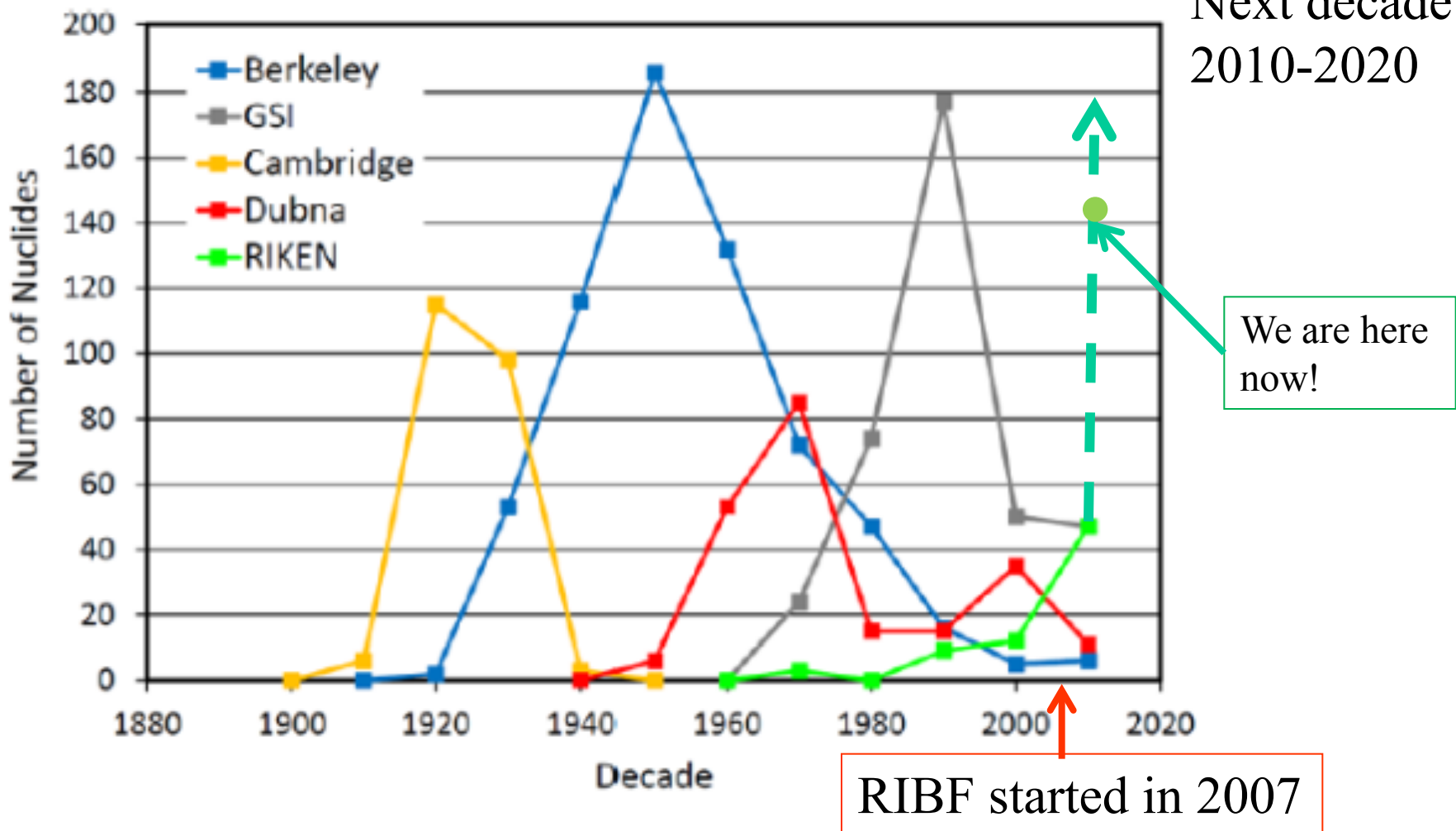
核図表の拡大 新同位元素 145個



- RI beam Produced (386) for 103 Experiments
- Production Yield Measured (1344)
- New isotope 2007, 2008
- New isotope 2011
- New isotope 2012
- New isotope 2013
- New isotope 2014
- New isotope 2015

# 理研の国際的先導性・優位性

## 新同位元素生成数





# RIBF: 世界最先端重イオン加速器施設

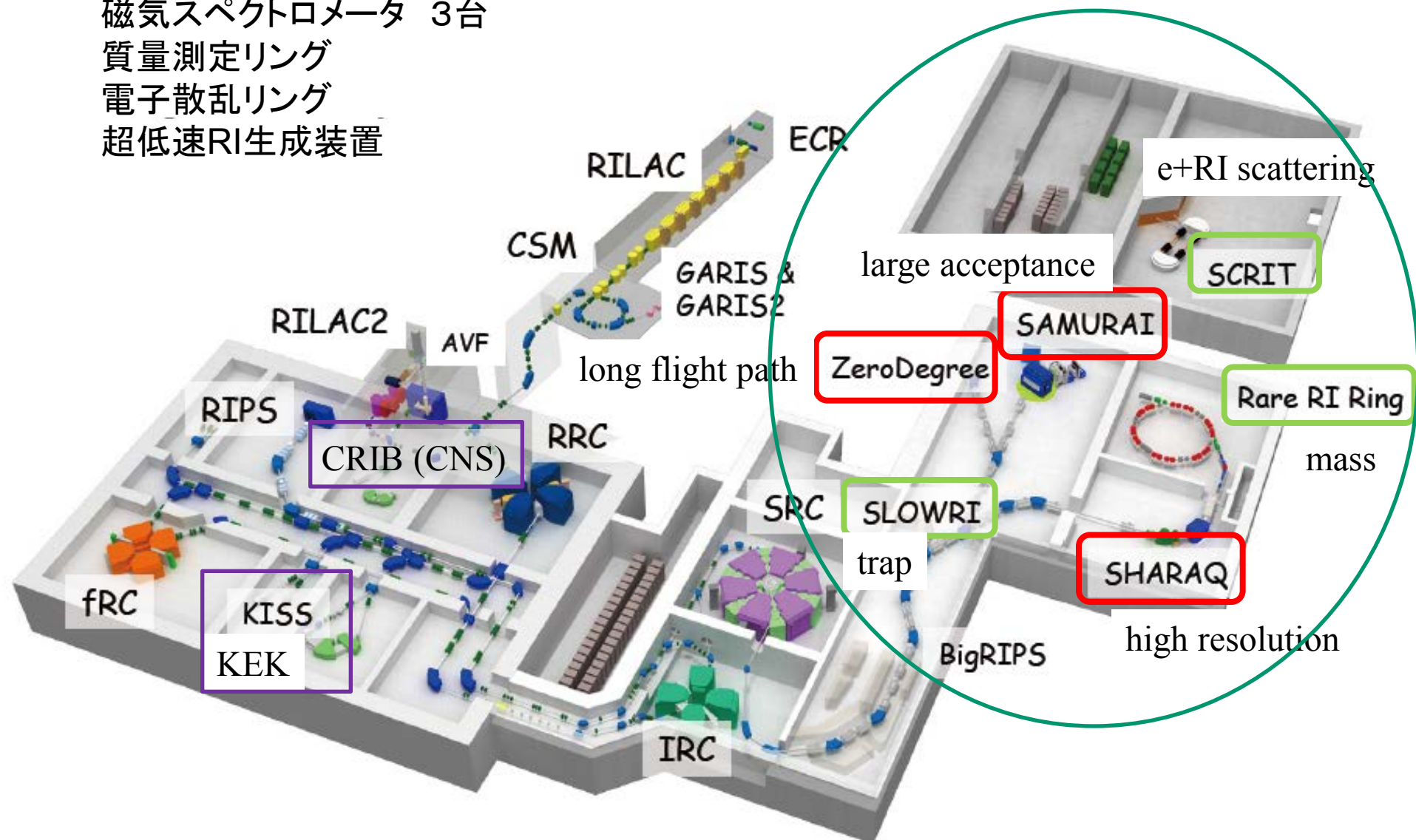
高速RIBームに適した基幹実験装置群 (2013年度に完成)

磁気スペクトロメータ 3台

質量測定リング

電子散乱リング

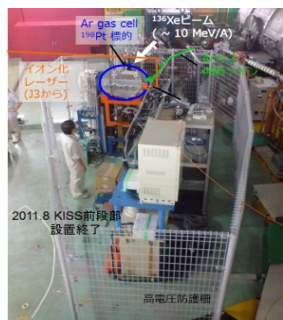
超低速RI生成装置



# RIBF: 国内外機関との連携・共同研究



低エネルギー飛行分離型RIビーム生成分離器 (GRIB) 東大



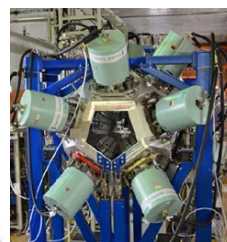
元素選択型質量分離装置 (KISS) KEK

KEK



大型中性子検出器 (BRIKEN)

日・西・米・露・加・独・英



大型ゲルマニウム検出器 (Euroball) EURICAプロジェクト

20カ国32大学・機関 約230名

多種粒子測定装置 (SAMURAI)

東北大、東工大、京大、GANIL(仏)、ミシガン州立大(米)、ダルムシュタット(独)、オルセー(仏)

RI-電子散乱装置 (SCRIT)

SCRIT検出器 東北大

東北大、立教大

RILAC2

AVF

GARIS & GARIS2

SAMURAI

Rare RI Ring

超低速RIビーム生成装置 (SLOWRI)

KEK、東北大、新潟大、筑波大、名大

ZeroDegree

SLOWRI

SHARAQ

fRC

KIS

高分解能ガンマ線分析装置 (GRAPE) 東大

阪大、東大、ミシガン州立大(米)、ローレンスパークレー研(米)、GANIL(仏)、GSI(独)、オルセー(仏)

液体水素標的+TPC高分解 (MINOS) サクレ(仏)

東大、ダルムシュタット(独)、北京大、香港大、ハノイ科学大、IMP(注)

高分解能RIビーム分析装置 (SHARAQ) 東大

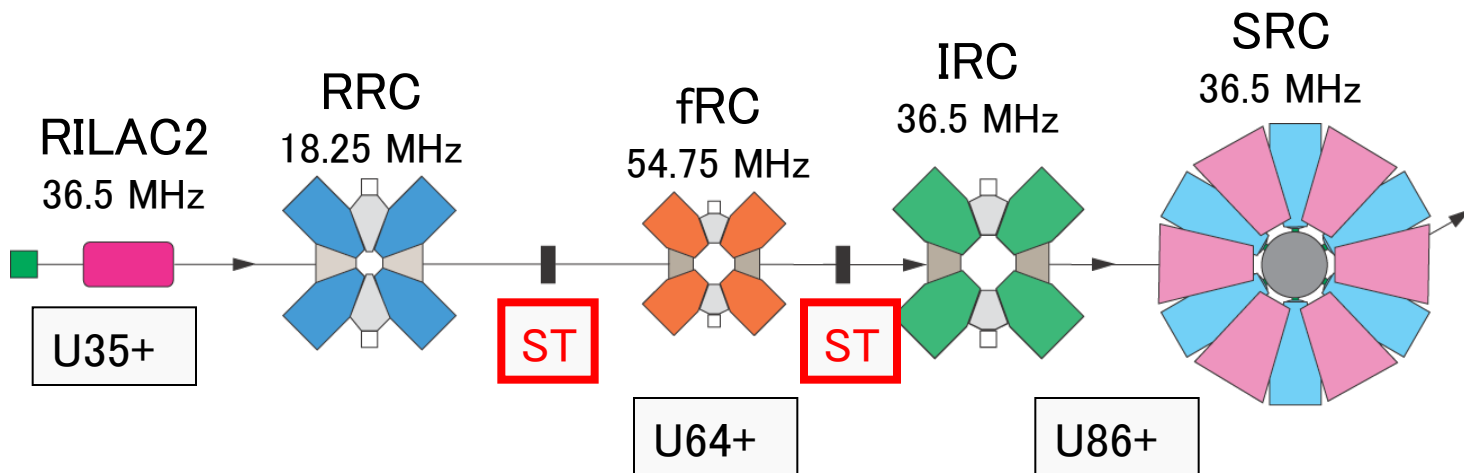
東大、京大、ミシガン州立大(米)、GANIL(仏)、阪大

稀少RIリング

筑波大、埼玉大、新潟大、長岡技科大、IMP(中)、GSI(独)

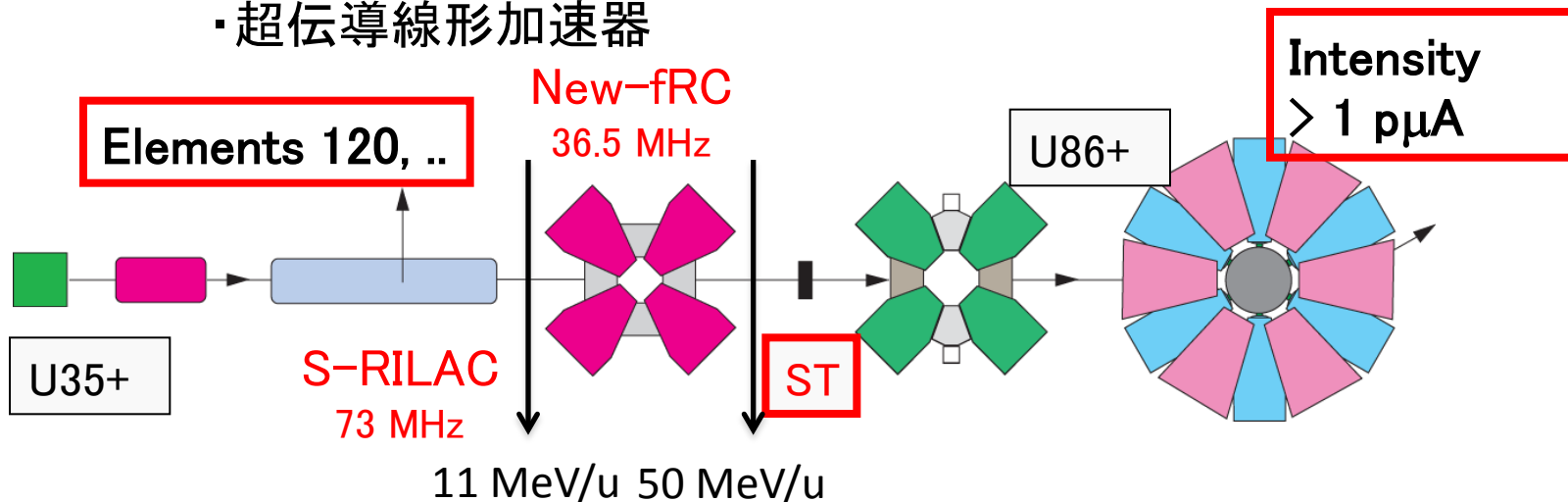
# RIBF高度化: 重イオン加速器 強度増強

現在



将来

- ・ストリッパー1段=> New fRC
- ・超伝導線形加速器



ビーム強度 現在の強度の30倍以上



# RIBF高度化: 原子核物理学の多次元展開

KEK

多核子移行反応などによる  
超低速( $E < 30$  keV)  
RIビーム  
2016~

重元素へ



RCNP, Osaka

次世代ガンマ線検出器 2016~



高スピンへ

RRC

SRC

CNS, UT 高励起へ

低速RIビームライン+スペクトロメータ  
( $5 < E/A < 50$  MeV) 2017~

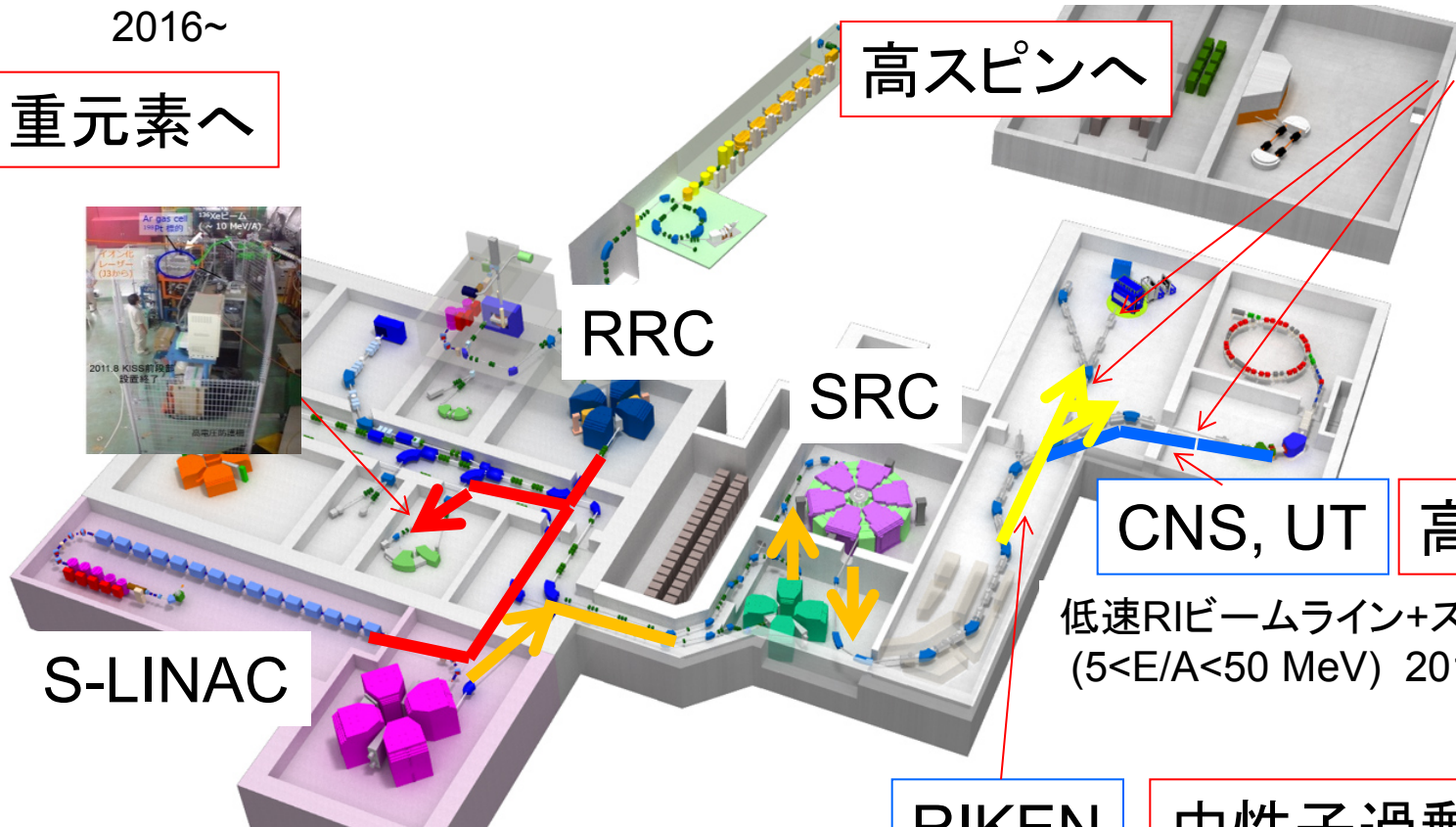
S-LINAC

New-fRC

RIKEN

中性子過剰へ

高速2次RIビーム( $50 < E/A < 300$  MeV)  
既存基幹実験装置にビーム配給



# RIBF高度化:戦略1 核図表の拡大

安定の島

核融合反応

RIKEN

$^{278}113$

120

184

$^{238}\text{U}$

- RI beams produced (312)
- Production yield (1401)
- New isotopes 2007,2008 (47)
- New isotopes 2011 (30)
- New isotopes 2012 (26)
- New isotopes 2013 (8)
- New isotopes 2014 (28)
- New isotopes 2015 (3)

As of December 2015

— 1 ppd (particle per day)

「安定の島」にむかって  
重元素領域を開拓

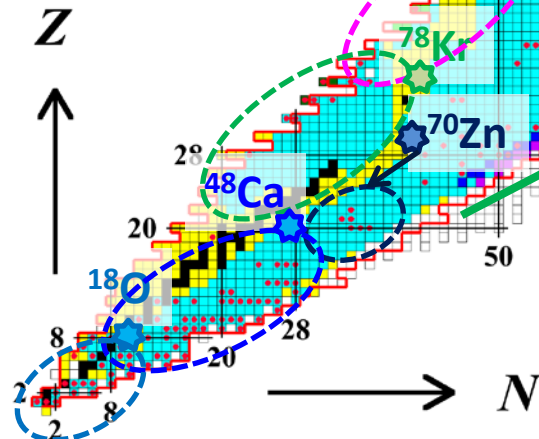
超低速ビーム

KEK

高速2次RIBビーム

中性子超過剰領域の開拓

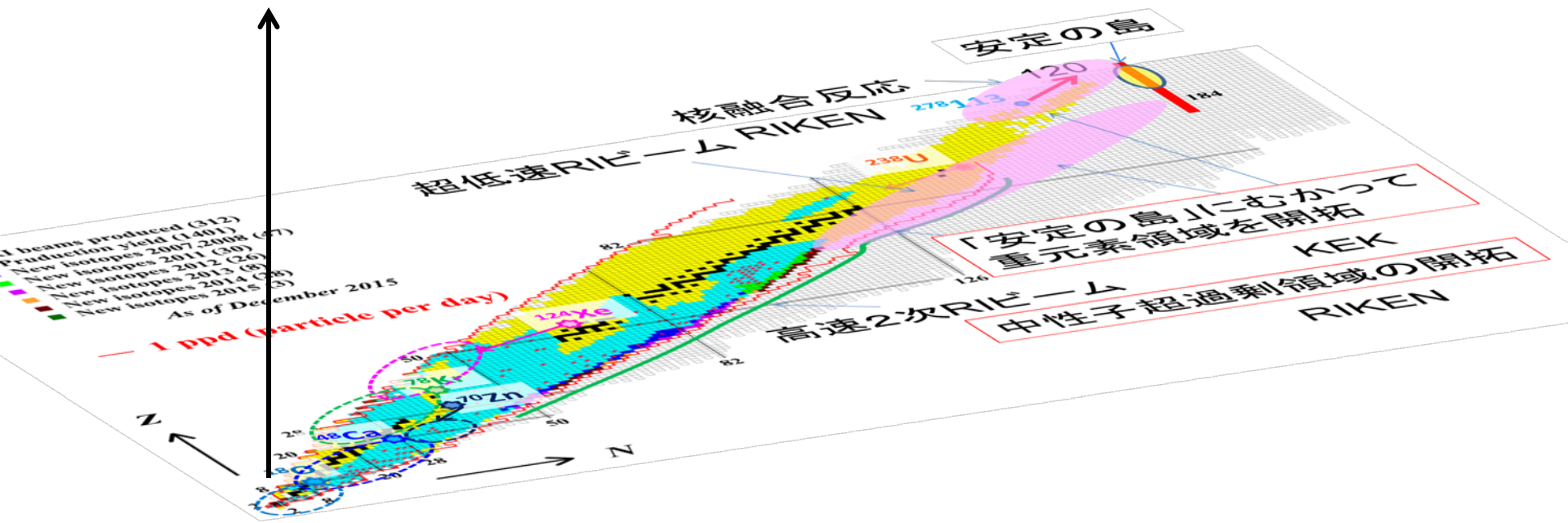
RIKEN



# RIBF高度化：戦略2 高励起、高スピンへ

低速RIB線+スペクトロメータ CNS, UT

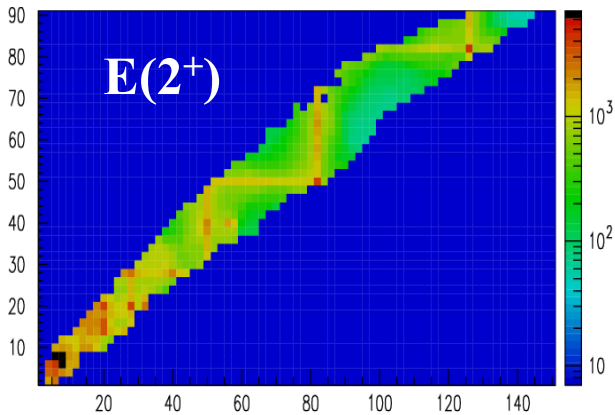
Ex, J 次世代ガンマ線検出器 RCNP, Osaka



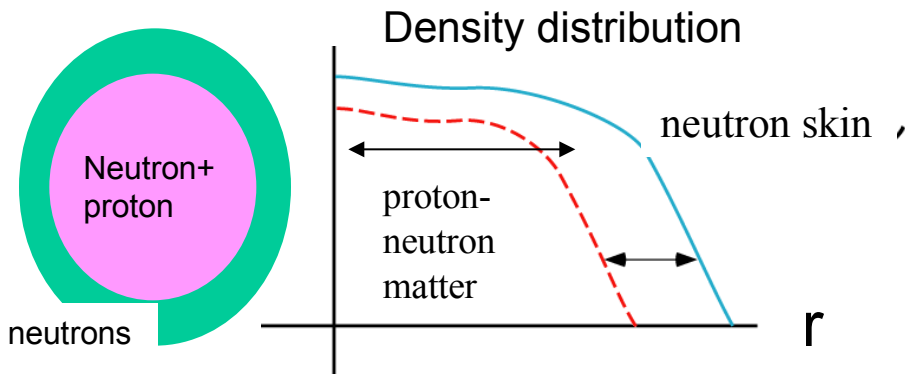
# RIBFの研究領域

## 殻進化：魔法数の異常性

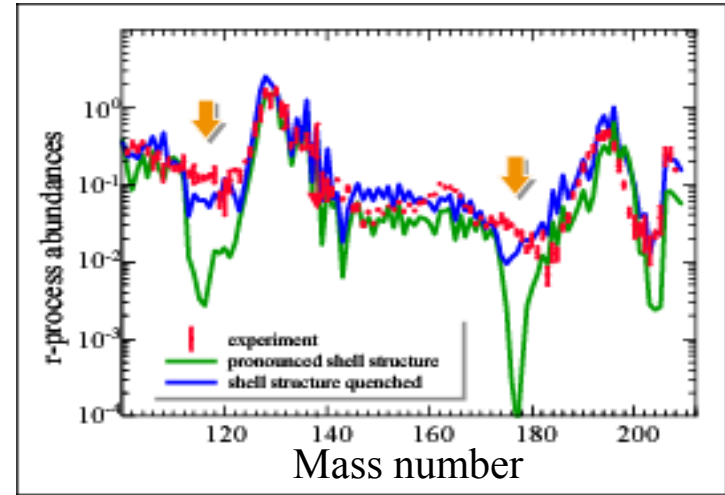
### 従来の魔法数の喪失、新魔法数出現



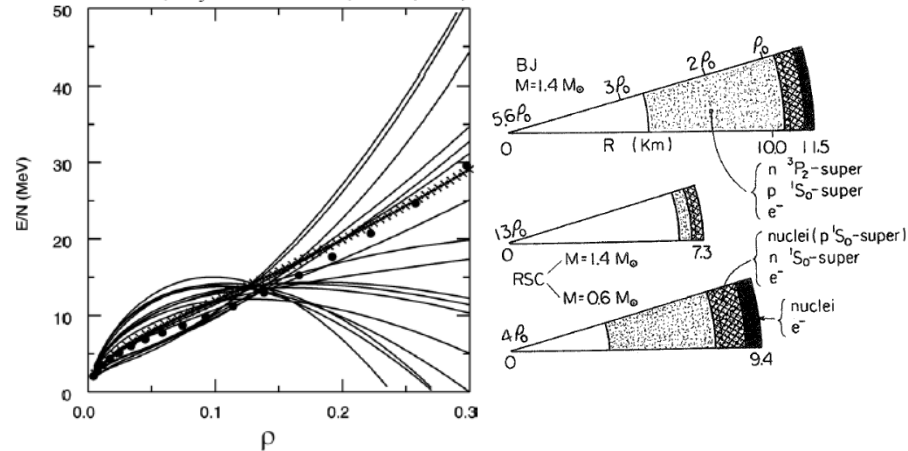
## 中性子スキン(ハロー) 「新素材」のダイナミクス



## ウランまでの元素合成過程(r-過程)

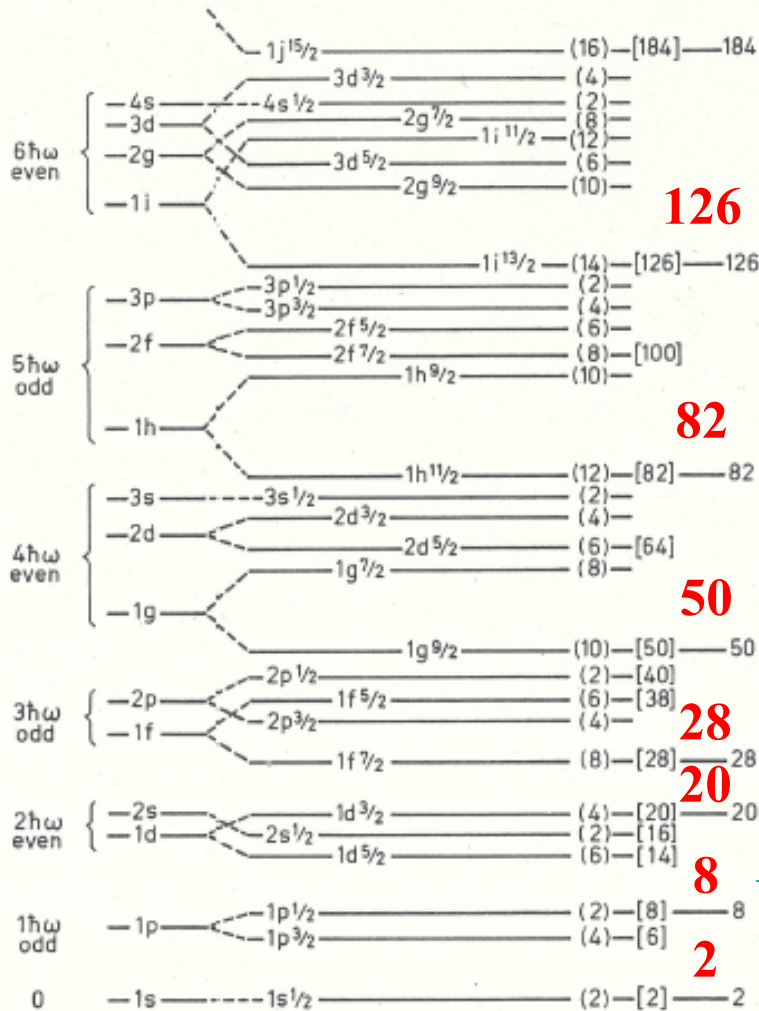


## 非対称核物質の状態方程式 超新星爆発、中性子星、重力波



# 殻進化

## 安定核領域



## 中性子過剰領域

?

?

?

?

?

N=16

喪失

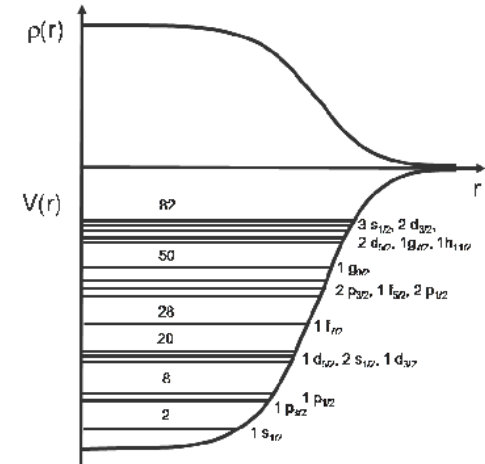
喪失



Mayer & Jensen

Nobel Prize 1963

一体ポテンシャル  
大きなLS力

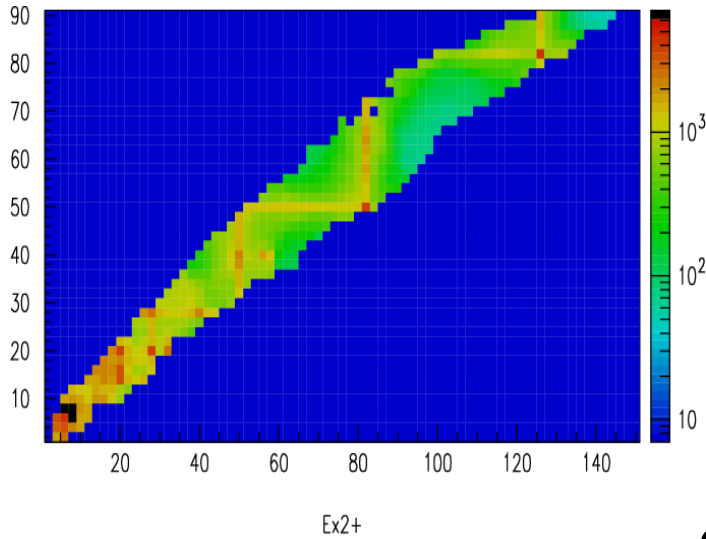


弱束縛性  
ポテンシャル形状  
有効相互作用の変化  
(テンソル力)  
対相互作用の変化

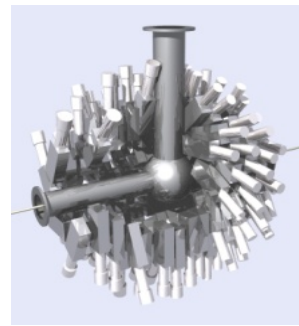


# 殻進化

## 偶偶核の第一励起準位のエネルギー測定



### インビームガンマ分光

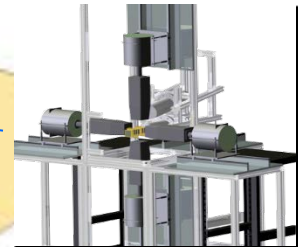
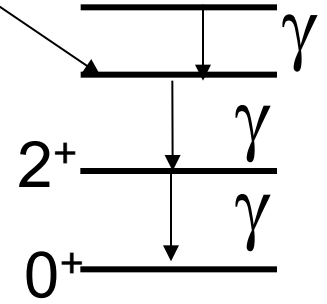


2次標的に照射し  
励起準位を反応で作り  
脱励起ガンマ線を測る

ガンマ線検出器

2次標的

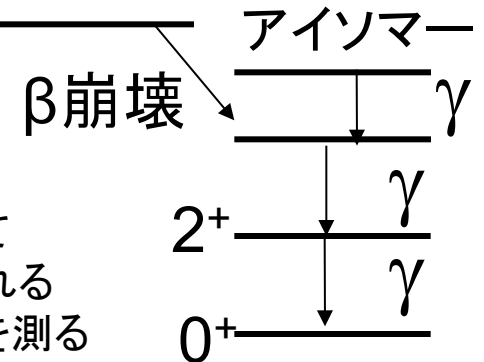
反応



ガンマ線検出器

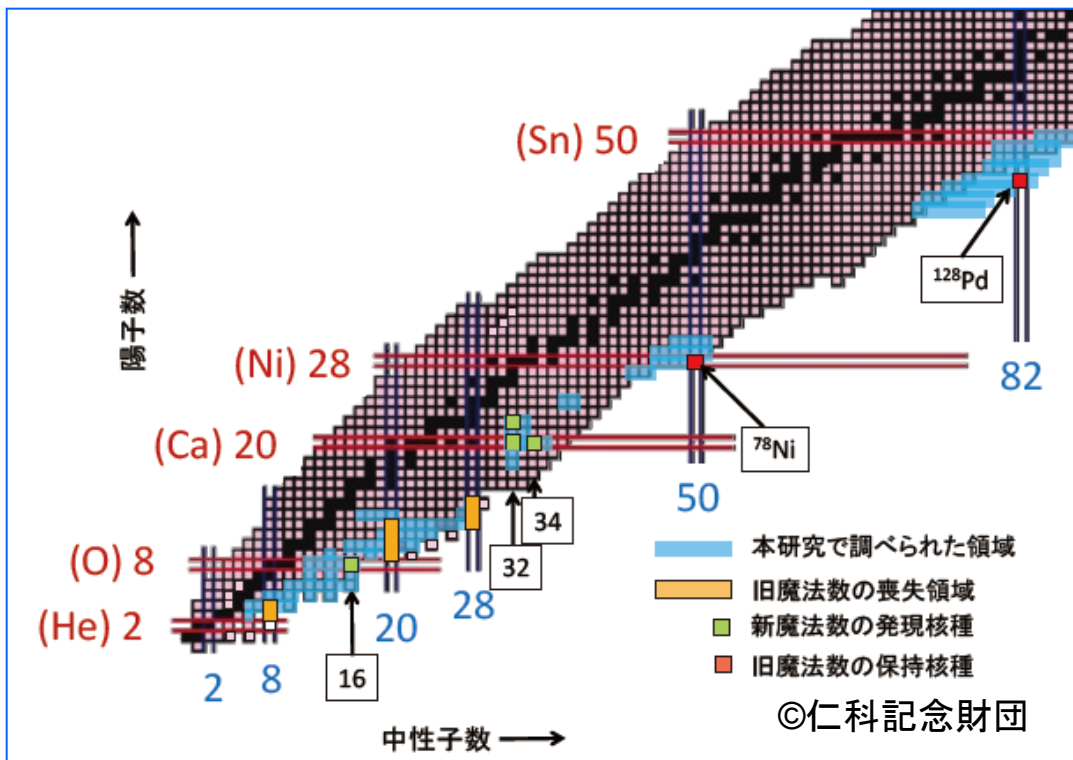
### 崩壊分光

RIビームを止めて  
崩壊時に放出される  
脱励起ガンマ線を測る



RIビーム

# 殻進化



魔法数 $N=20$ 、 $28$ の喪失

新魔法数 $N=34$

$^{78}\text{Ni}$  ( $Z=28$ ,  $N=50$ ) の二重魔法性

$Z > 46$  での  $N=82$  の魔法性の健在性

RIBF高度化: 新魔法数58、90 ?



## 新魔法数 $N=34$ の発見

- $^{32}\text{Ne}$ : Doornenbal, PRL 103, 032501 (2009)
- $^{31,32,33}\text{Na}$ : Doornenbal, PRC 81, 041305R (2010)
- $^{33,34,35}\text{Na}$ : Doornenbal, PTEP 2014, 053D01 (2014)
- $^{32}\text{Mg}$ : Li, PRC 92, 014608 (2015)
- $^{36,38}\text{Mg}$ : Doornenbal, PRL 111, 212502 (2013)
- $^{42}\text{Si}$ : Takeuchi PRL 109, 182501 (2012)
- $^{40}\text{Mg}$ : Crawford PRC 89, 041303 (2014)
- $^{54}\text{Ca}$ : Steppenbeck, Nature 502, 207 (2013)
- $^{50}\text{Ar}$ : Steppenbeck, PRL 114, 252501 (2015)
- $^{66}\text{Cr}$ ,  $^{72}\text{Fe}$ : Santamaria, PRL 115:192501 (2015)
- $^{126}\text{Pd}$ : Wang, PRC 88 054318 (2013)
- $^{136}\text{Sn}$ : Wang, PTEP 023D02 (2014)
- $^{106,108}\text{Zr}$ : Sumikama, PRL 106, 202501 (2011)
- $^{126,128}\text{Pd}$ : Watanabe, PRL 111, 152501 (2013)
- $^{78}\text{Ni}$ : Xu, PRL 113, 032505 (2014)
- $^{136,138}\text{Sn}$ : Simpson, PRL 113, 132502 (2014)



# 科学の扉

## RIビームファクトリー

元素を加速して衝突させて分析する施設。円形や直線状の複数の加速器で構成され、約1万平方メートルの施設に加速器や原子核の大きさなどを調べる機器が据えられている。欧州などの大型加速器が電子など小さな粒子を加速させるのに対して、重い元素を加速できる特徴がある。不安定な原子核を作る能力は世界最大。

## 原子核

原子の中心。中性子と陽子で構成され、陽子の数で元素の種類が定まる。原子核は天然に約270存在し、実験などでできたものが約3000見つかっている。

原子核の構造は、陽子や中性子が一つのボールのようにかたまっているのではなく、それぞれが何重もの殻の構造を持つと考えられている。「殻模型」と呼ばれる理論で、原子核を回る

宇宙誕生のビッグバン直後に作られた原子核のほとんどは、主に水素とヘリウムだったが、宇宙には、もっと多くの元素がある。人間、動物、植物、水、空気、骨のカルシウムや血液の鉄などの元素は、どうやってできたのか。

星が寿命を迎えたと、超新星爆発で宇宙にばらまかれる。それが、再び集まって次世代の恒星や惑星を作り出している。また、宇宙で元素ができる仕組み

宇宙に存在する元素の割合を比べてみる。重い元素は少ない。ビッグバン直後にできた水素やヘリウムは多く、その後にはできた元素は少ない。

「新しい魔法数表を見つけた。昨年10月、埼玉県和光市にある理学部研究所の最先端加速器施設「放射線同位体元素（RI）ビームファクトリー」で実験を続けてきた武内聡・第1号研究員のチームが発表した。



宇宙誕生のビッグバン直後に作られた原子核のほとんどは、主に水素とヘリウムだったが、宇宙には、もっと多くの元素がある。人間、動物、植物、水、空気、骨のカルシウムや血液の鉄などの元素は、どうやってできたのか。

星が寿命を迎えたと、超新星爆発で宇宙にばらまかれる。それが、再び集まって次世代の恒星や惑星を作り出している。また、宇宙で元素ができる仕組み

宇宙に存在する元素の割合を比べてみる。重い元素は少ない。ビッグバン直後にできた水素やヘリウムは多く、その後にはできた元素は少ない。

「新しい魔法数表を見つけた。昨年10月、埼玉県和光市にある理学部研究所の最先端加速器施設「放射線同位体元素（RI）ビームファクトリー」で実験を続けてきた武内聡・第1号研究員のチームが発表した。

# 万物誕生の謎 解明のカギ

## 元素の魔法数

あらゆるものは元素でできている

原子核の構造



原子核は陽子や中性子が、ある特定の数になると安定する

その数が魔法数

中性子が陽子より極端に多い原子核では別の魔法数があることが判明



宇宙で合成される元素

「ビッグバン」宇宙の始まり

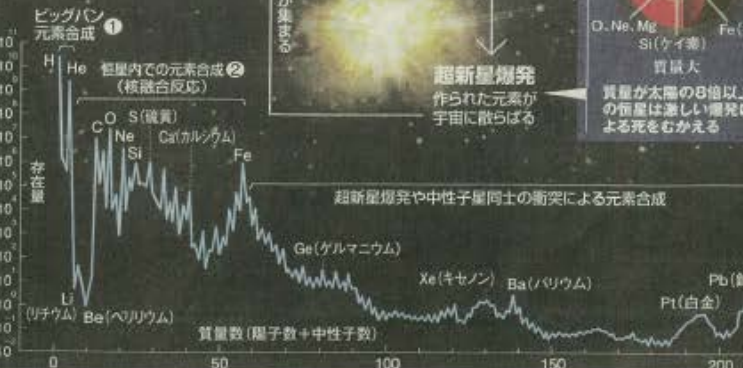
宇宙に散らばった水素とヘリウムが重力で集まる

恒星ができる  
② 恒星内で核融合反応が起こり、重い元素が作られる

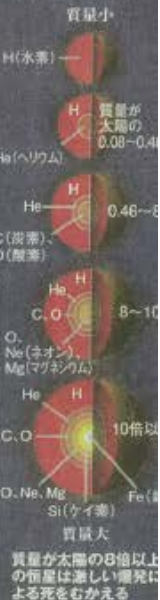
超新星爆発  
作られた元素が宇宙に散らばる

重力で物質が集まる

太陽系の元素組成 (存在比)



大きい恒星ほど重い元素まで合成できる  
恒星の中で最終にできる主な元素



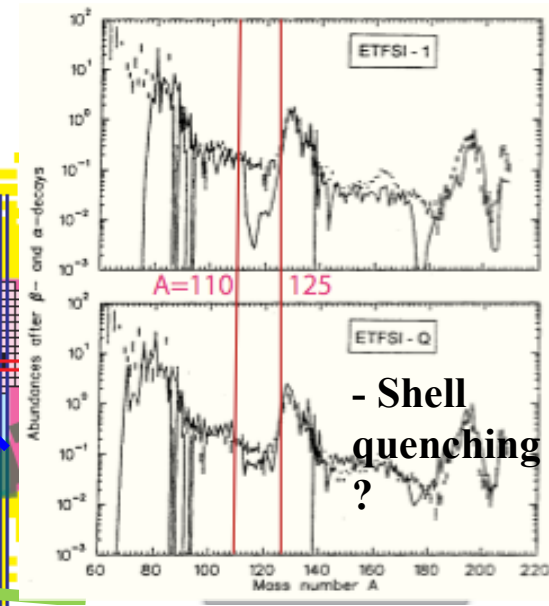
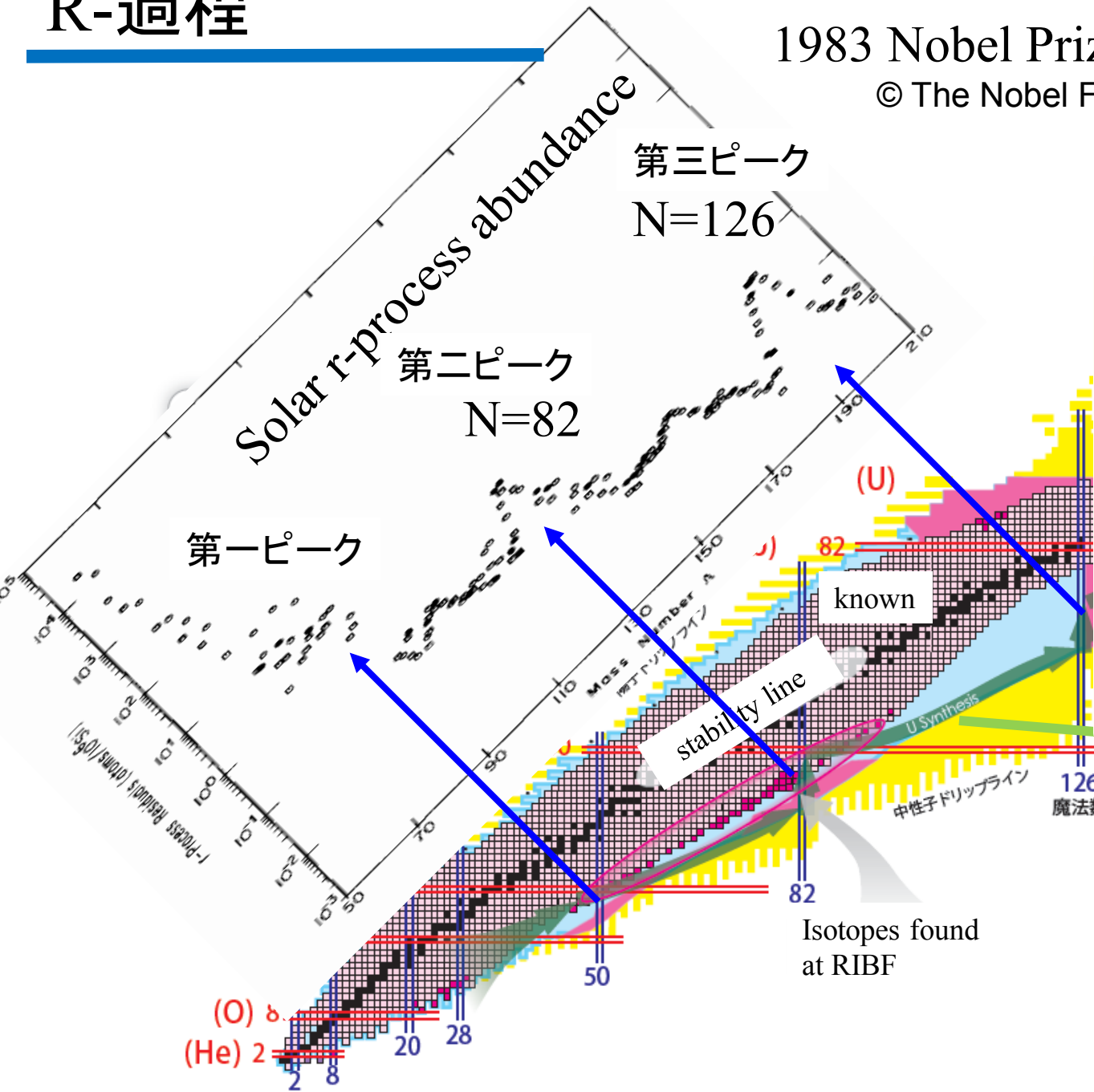
超新星爆発や中性子星同士の衝突による元素合成

質量数 (陽子数 + 中性子数)



# R-過程

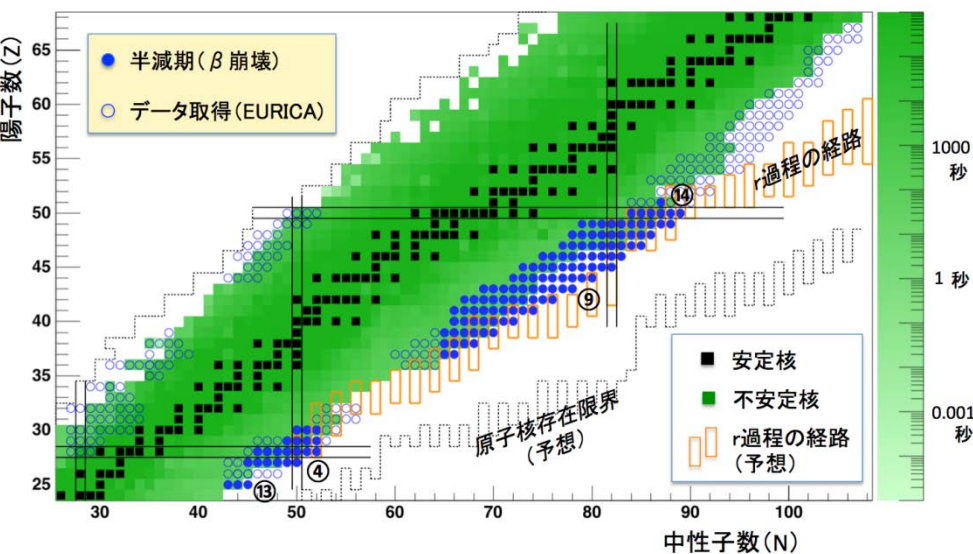
William A. Fowler  
1983 Nobel Prize Physics  
© The Nobel Foundation



超新星爆発?  
中性子星合体?

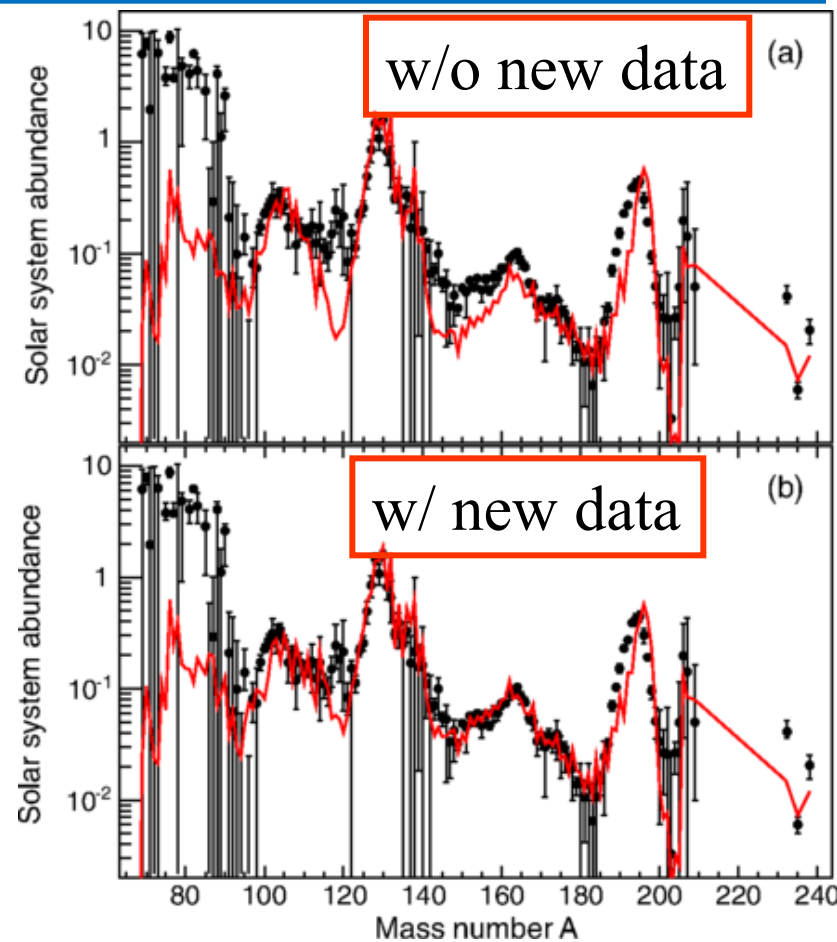
中性子捕獲  
vs ベータ崩壊  
質量 → 経路  
半減期 → フロースピード

# r-過程研究：理論、観測から地上実験の時代へ



大量の半減期データ  
第2ピーク、希土類領域まで  
超新星爆発 + (n, $\gamma$ ) 平衡モデル  
と矛盾なし

質量、中性子放出確率測定へ



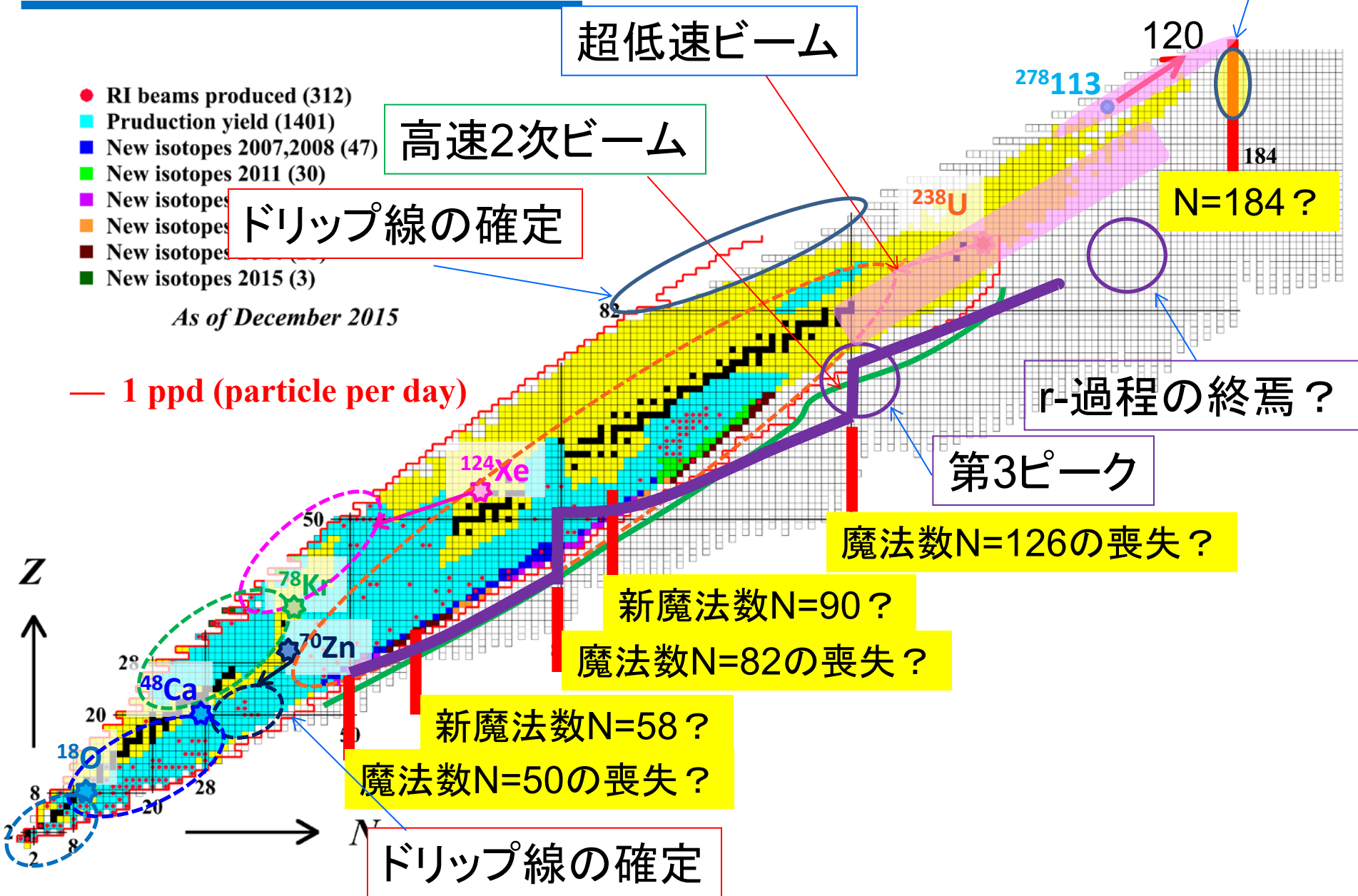
G. Lorusso, S. Nishimura *et al.* PRL. 114, 192501 (2015)

RIBF高度化：第三ピークへ

- S. Nishimura *et al.*, PRL. 106, 052502 (2011)
- Z. Y. Xu, S. Nishimura *et al.*: PRL. 113, 032505 (2014)
- G. Lorusso, S. Nishimura *et al.*: PRL. 114, 192501 (2015)
- G. Benzoni, A.I. Morales, H. Watanabe *et al.*: PRC 92, 044320 (2015)
- P. Lee, C.-B. Moon, C. S. Lee, A. Odahara *et al.*: PLB 751, 107 (2015)

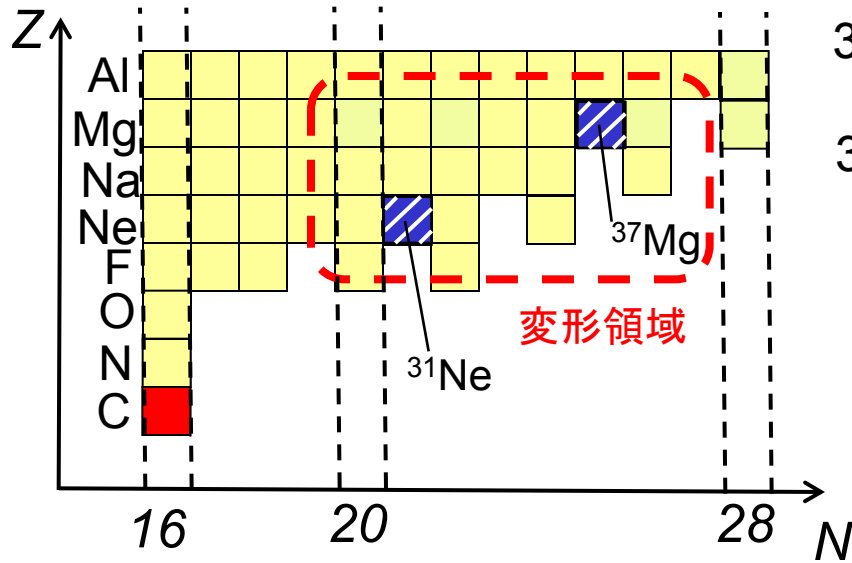
# RIBF高度化：戦略1 核図表の拡大

安定の島



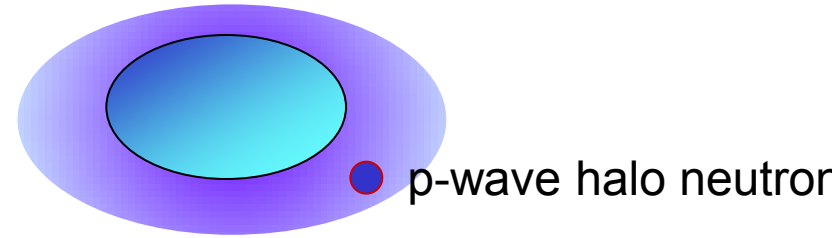
# 新奇ハロー核の発見

## 変形ハロー核 Ne-31とMg-37

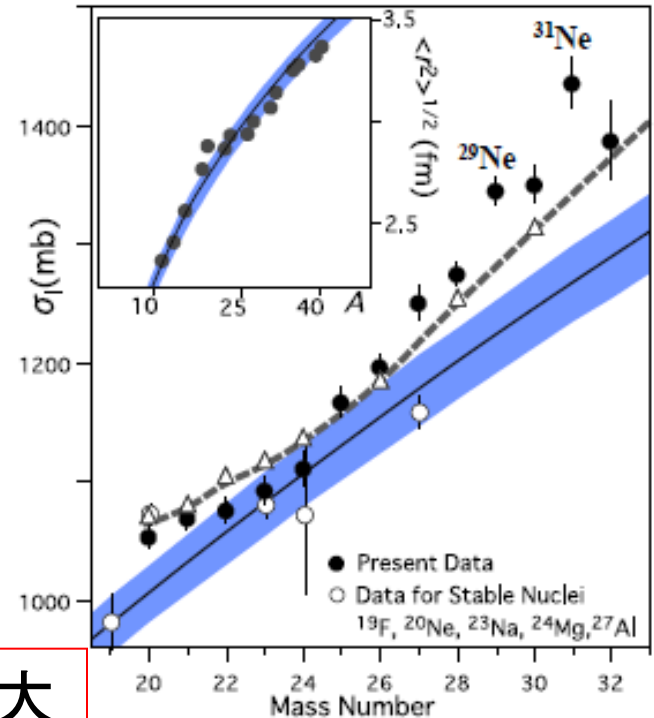


$^{31}\text{Ne}$

$^{37}\text{Mg}$



- T.Nakamura et al., Phys.Rev.Lett.**103**,262501 (2009).
- N.Kobayashi et al., PRC **86**, 054604 (2012)
- T.Nakamura, et al., Phys.Rev.Lett.**112**,142501 (2014).
- N.Kobayashi et al., Phys. Rev. Lett. **112**, 242501 (2014)
- M. Takechi et al., Phys. Lett. B 707, 357 (2012)
- M. Takechi et al., Phys. Rev. C 90, 061305(R) (2014)

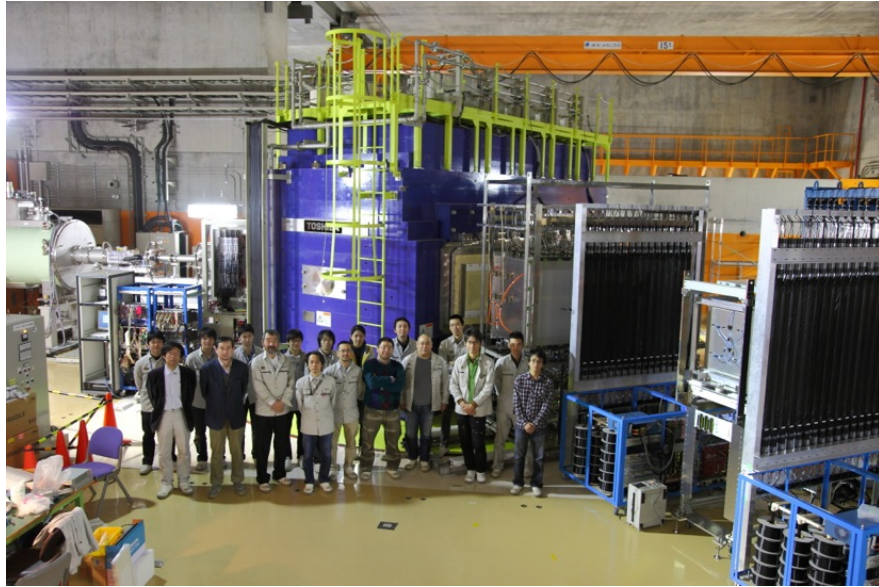


想定以上にハロー核が見つかる可能性大



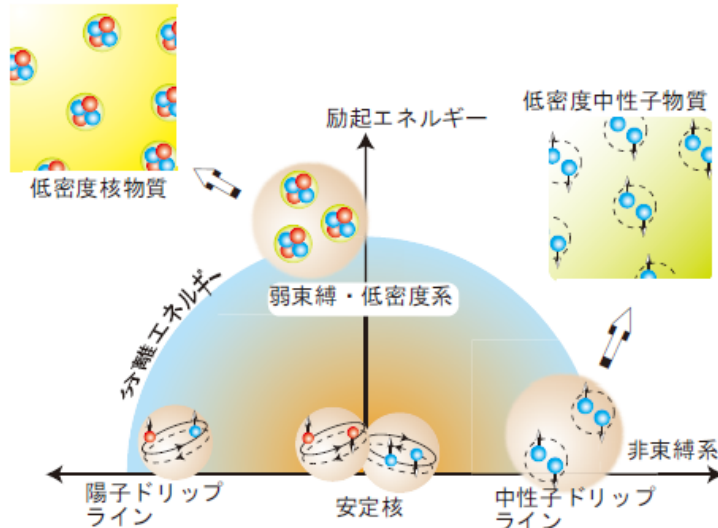
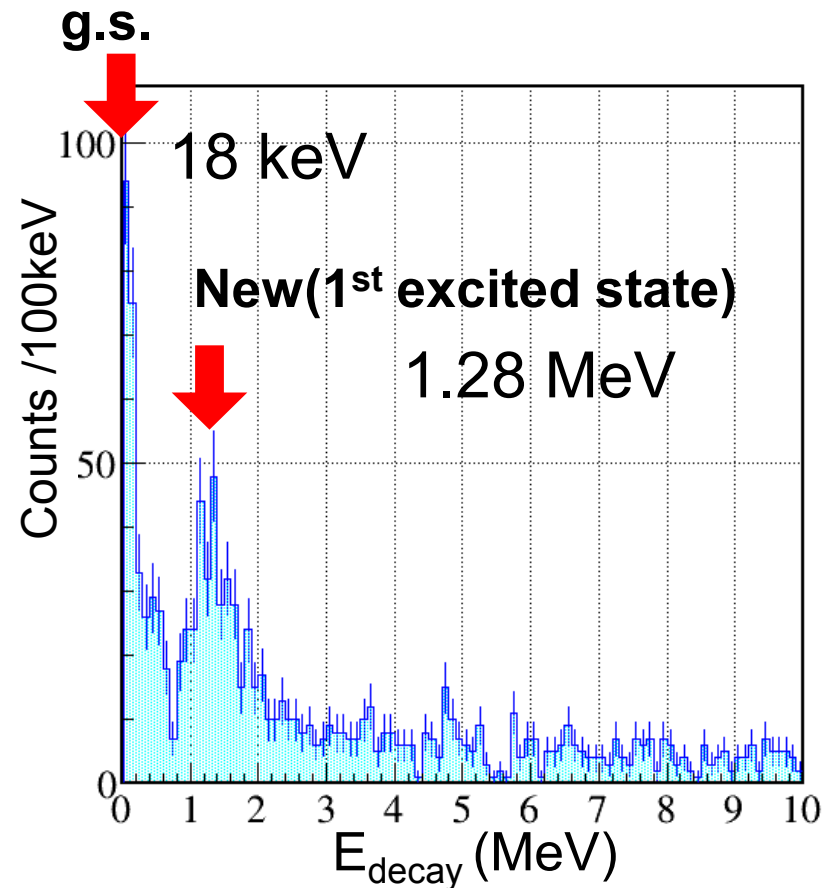
# ギリギリで束縛しない原子核 O-26

SAMURAI spectrometer

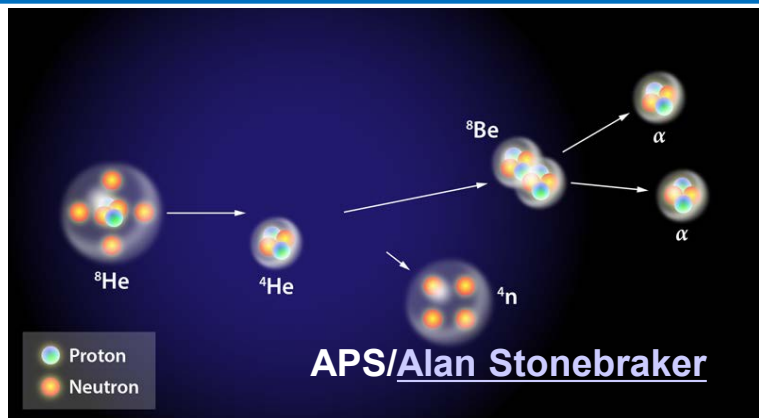


Y.Kondo *et al.*

Phys. Rev. Lett. Accepted



# テトラ中性子(原子番号=0, 質量数=4)の発見?



K. Kisamori, S. Shimoura *et al.*  
 Phys. Rev. Lett. 116, 052501  
 Featured in Physics, Editors' suggestion

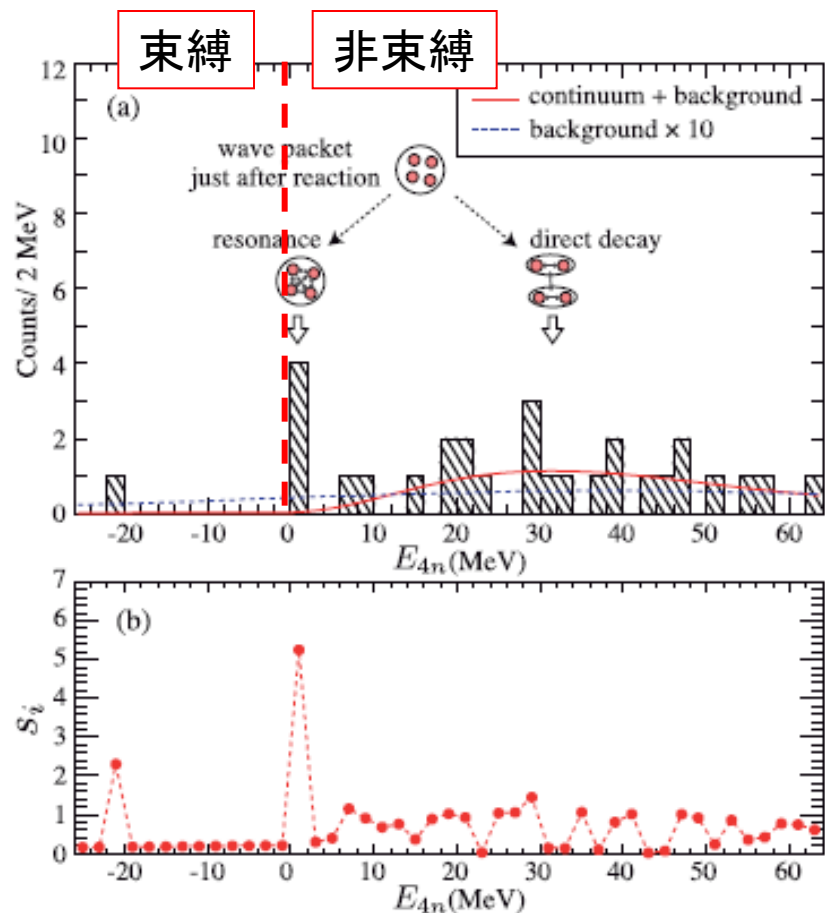
SHARAQ spectrometer(CNS, UT)



少数系の核物理がより重要に

T=1/2散乱状態 d+p 弾性散乱

K. Sekiguchi et al., Phys.Rev. C 83, 061001(2011)  
 K. Sekiguchi et al., Phys. Rev. C89, 064007 (2014)



強いT=3/2三体力?、T=2四体力?  
 クラスター状態? 3n+n、2n+2n?

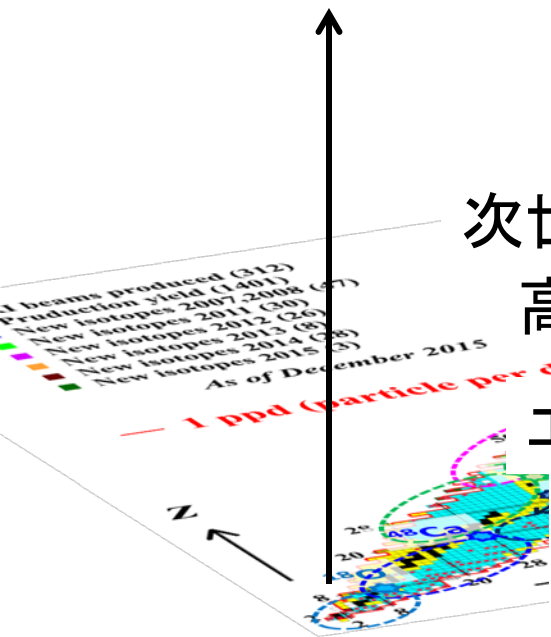
# RIBF高度化:戦略2 高励起、高スピンへ

## 低速RIB線+スペクトロメータ

直接反応⇒スピン

r-過程 (n,γ)反応  
共鳴散乱

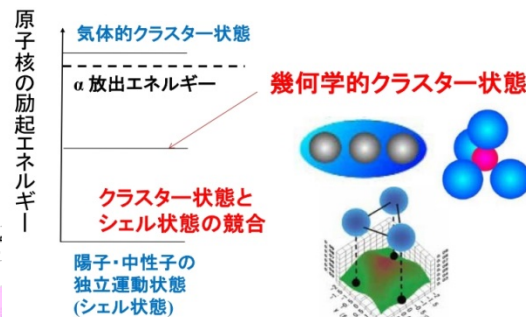
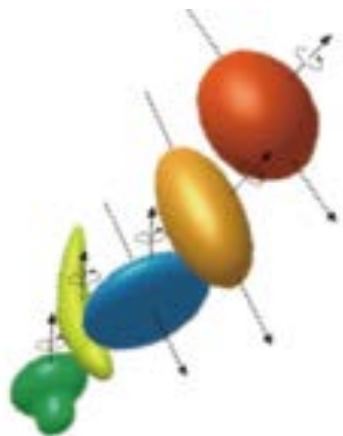
Ex, J



次世代ガンマ線検出器 トラッキングGeアレイ

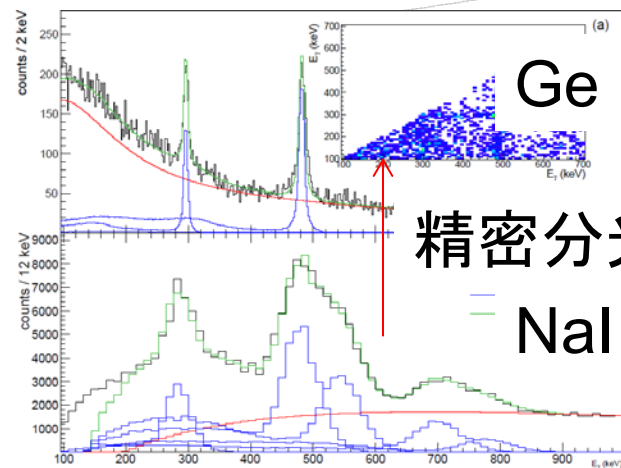
高分解能、高ガンマ多重度

エキゾチックな集団運動



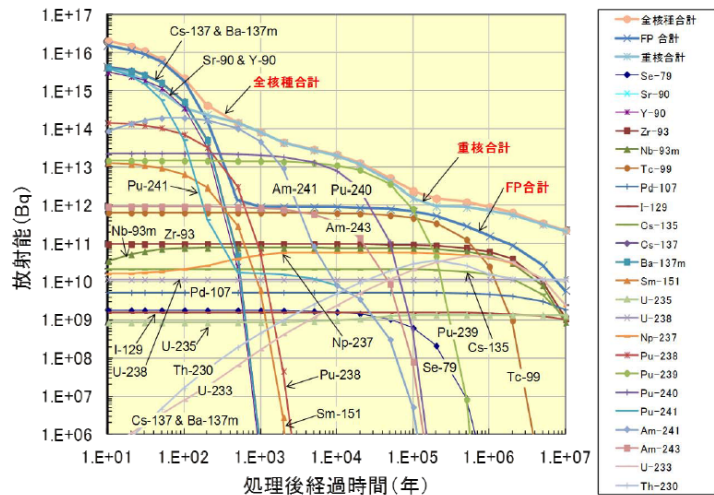
KEK 定の領域を拓 元素領域を拓 彗の開拓

分光の基盤





# 放射性廃棄物の処理問題解決への基礎データ

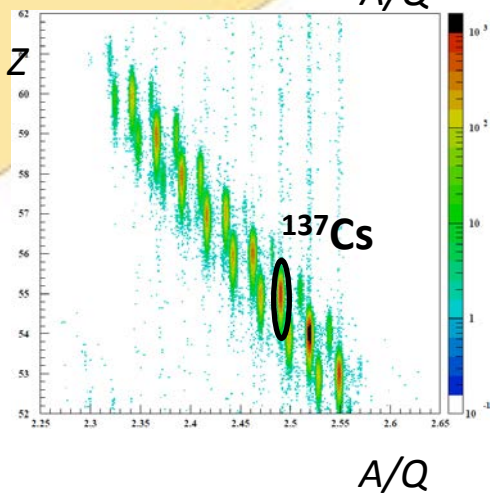
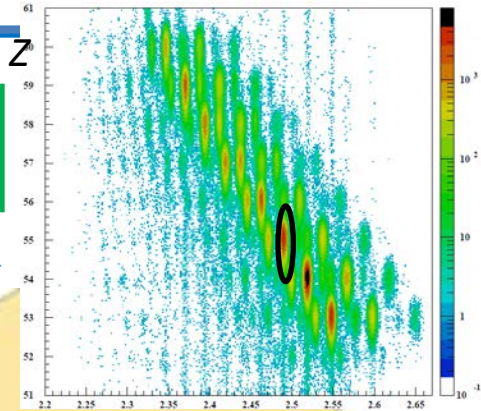


③ゼロ度スペクトロメータで  
反応生成物の観測と識別

(n, Xn)  
核破碎  
荷電交換反応

②二次標的  
C, CH<sub>2</sub>, CD<sub>2</sub>

①超伝導RIB生成分離装置  
長寿命FPの生成、分離、識別



大井川氏(原研)


ウラン-238ビーム

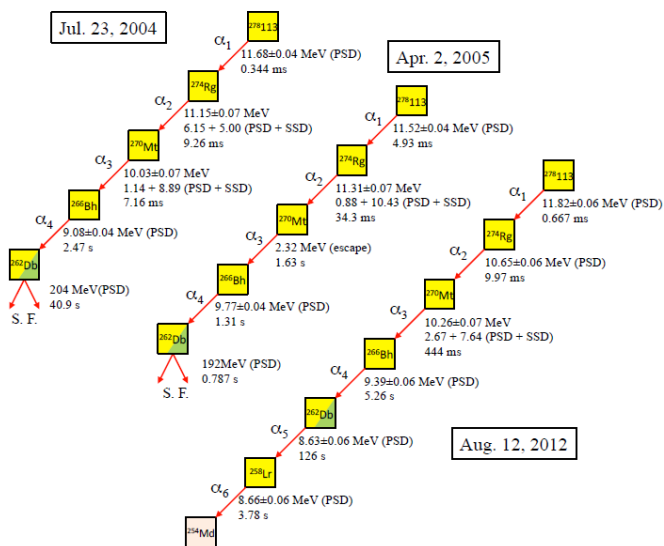
ベリリウム  
生成標的

Beam species	Beam energy [MeV/u]	Intensity [/s/10pnA]	Purity [%]
137Cs	186	1200	14
90Sr	187	7100	28



# Element 113<sup>th</sup> at GARIS

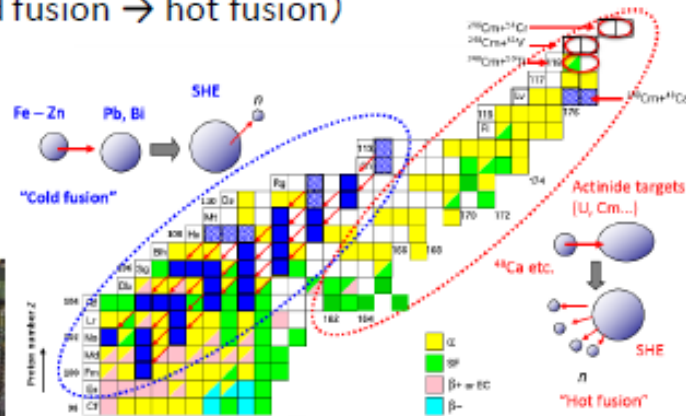
48	カドミウム	49	インジウム	50	スズ	51	アンチモン
79	金	80	水銀	81	タリウム	82	鉛
111	レントゲニウム	112	コペルニシウム	113		114	フルロビウム
64	ガドリニウム	65	テルビウム	66	ジスプロシウム	67	ホルミウム
96	キュリウム	97	バークリウム	98	カリホルニウム	99	エールビウム



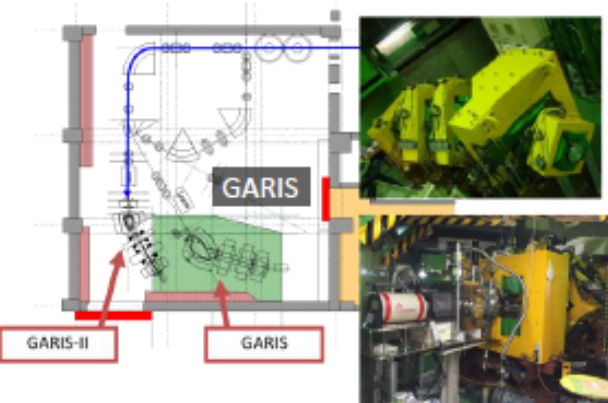
K. Morita et al., J. Phys. Soc. Jpn. 81 (2012) 103201

Next: 119・120番元素合成に向け

- GARISシステムの高度化
- 核融合反応パスの最適化 (cold fusion → hot fusion)



119・120番元素合成の核反応(案)



# RIBF高度化: 原子核物理学の多次元展開

KEK

多核子移行反応などによる  
超低速( $E < 30$  keV)  
RIビーム  
2016~

重元素へ



超重元素

RCNP, Osaka

次世代ガンマ線検出器 2016~

高スピンへ



RRC

SRC

CNS, UT 高励起へ

低速RIビームライン+スペクトロメータ  
( $5 < E/A < 50$  MeV) 2017~

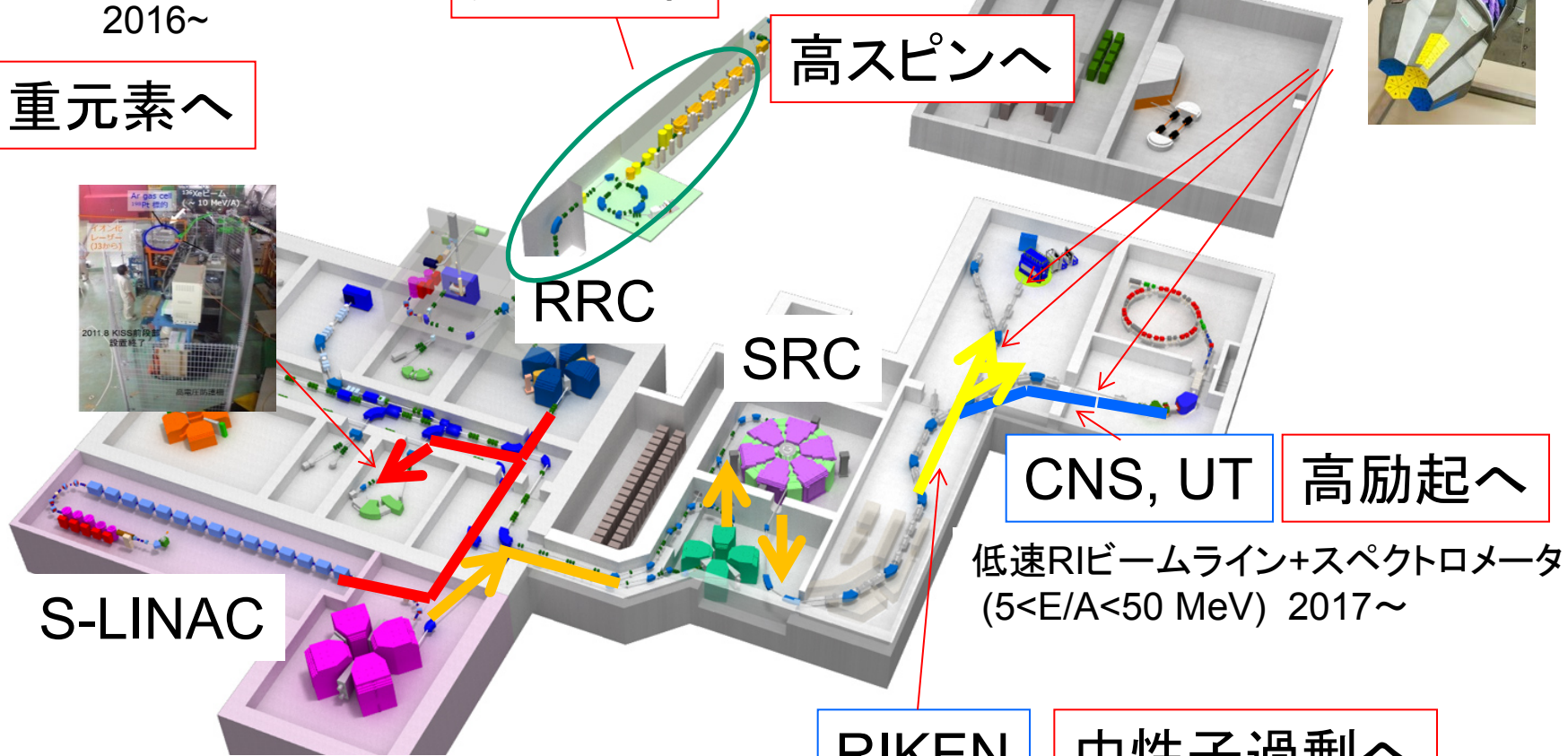
S-LINAC

New-fRC

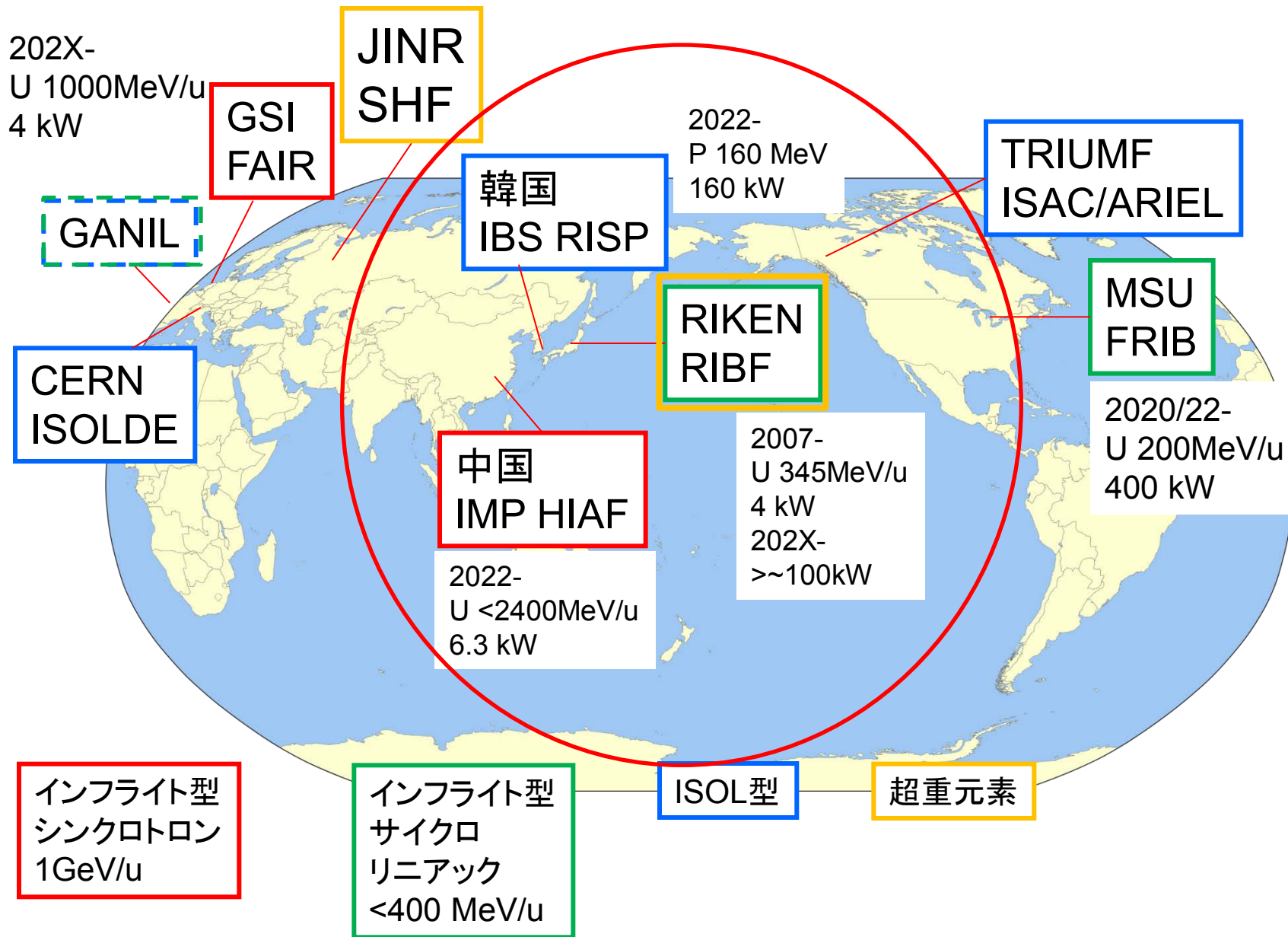
RIKEN

中性子過剰へ

高速2次RIビーム( $50 < E/A < 300$  MeV)  
既存基幹実験装置にビーム配給



# 世界の主要研究所と動向 三極化とアジアの時代





# 日中韓共同研究

日中(1980～)

理研-中国科学院



第一回日中加速器科学シンポジウム 於 熱海 新熱海ホテル S55.9.8-11

加速器分野

実験分野で  
多くの共同研究

阪大 CAGRA  
東大CNS CRIB

理研 質量測定  
他

日中韓

理研-北京大-ソウル国立大  
仁科スクール



実験終了後

日韓

東大CNS-梨花大 CRIB

東大CNS-IBS(2015) CRIB,SHARAQ

理研-IBS(2012-)  $\beta$ 崩壊

KEK-IBS(2015-)MR-TOF



# まとめ

---

## ○ORIBF 2007年より運転を開始

2013年度に基幹実験装置群の建設完了  
1次ビーム強度の増強とともに順調に所期の成果を  
挙げつつある。

## ○ORIBF高度化：多次元展開

理研：中性子超過剩領域、超重元素

KEK：重元素領域、

東大CNS：高励起領域

RCNP：高スピン領域

魔法数、 $r$ -過程、エキゾチック集団運動、クラスター状態  
などの研究を展開

## ○放射性廃棄物核種の反応データ

## ○アジアを重視したコラボレーションの確立