

～ 万物創成の謎を解き明かす ～ RIBeamファクトリー(RIBF)始動 ～

平成20年2月5日

独立行政法人 理化学研究所
仁科加速器研究センター
矢野 安重

世界初、世界最大、史上最強
超伝導リングサイクロトロン誕生

元素とは ～超重元素113番の生成・発見に成功～

2つの原子核をほぼ完全に融合させてより大きな原子番号を持つ超重元素核をつくるためには、互いのプラスの電荷による静電反発力に打ち勝って原子核の表面同士がソフトに接触する衝突エネルギーにする必要があります。そのような衝突エネルギーに対応する速度がちょうど光速の10%に相当します。

RILACとCSMで ^{70}Zn (原子番号30)を光速の10%まで加速し ^{209}Bi (原子番号83)の標的に 2.5×10^{19} 回繰り返し衝突させ、2個の新元素 $^{278}113$ 核を生成しました。これは稀少生成率の世界記録です。

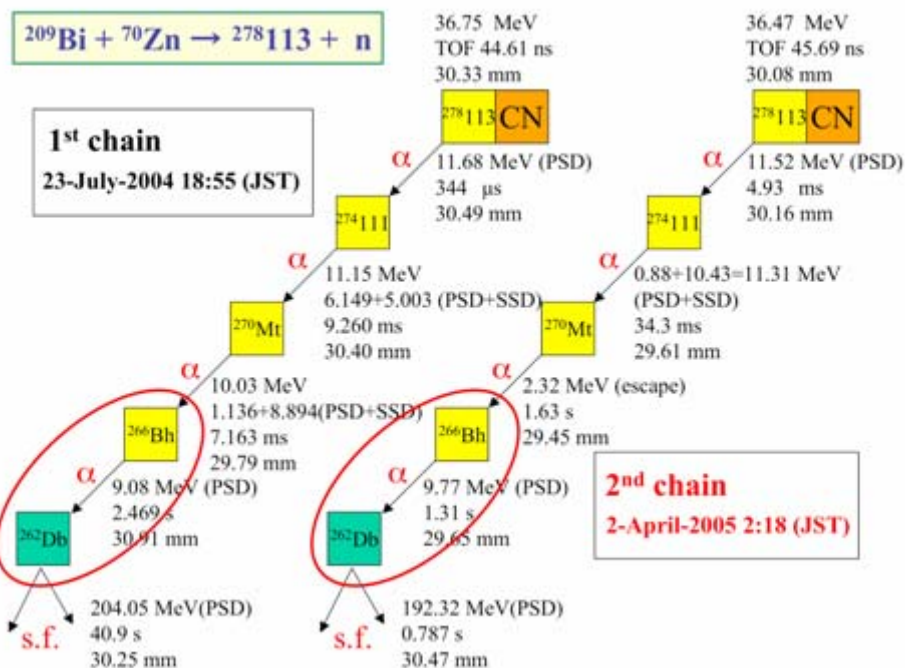
生成核 $^{278}113$ は4回アルファ崩壊したあと ^{262}Db 核になり自発核分裂をおこしました。最後のアルファ崩壊は既知であることから、アルファ崩壊を逆にたどってもとの生成核が $^{278}113$ であることがわかりました。

■2004年 7月・・・超重元素113番合成に成功

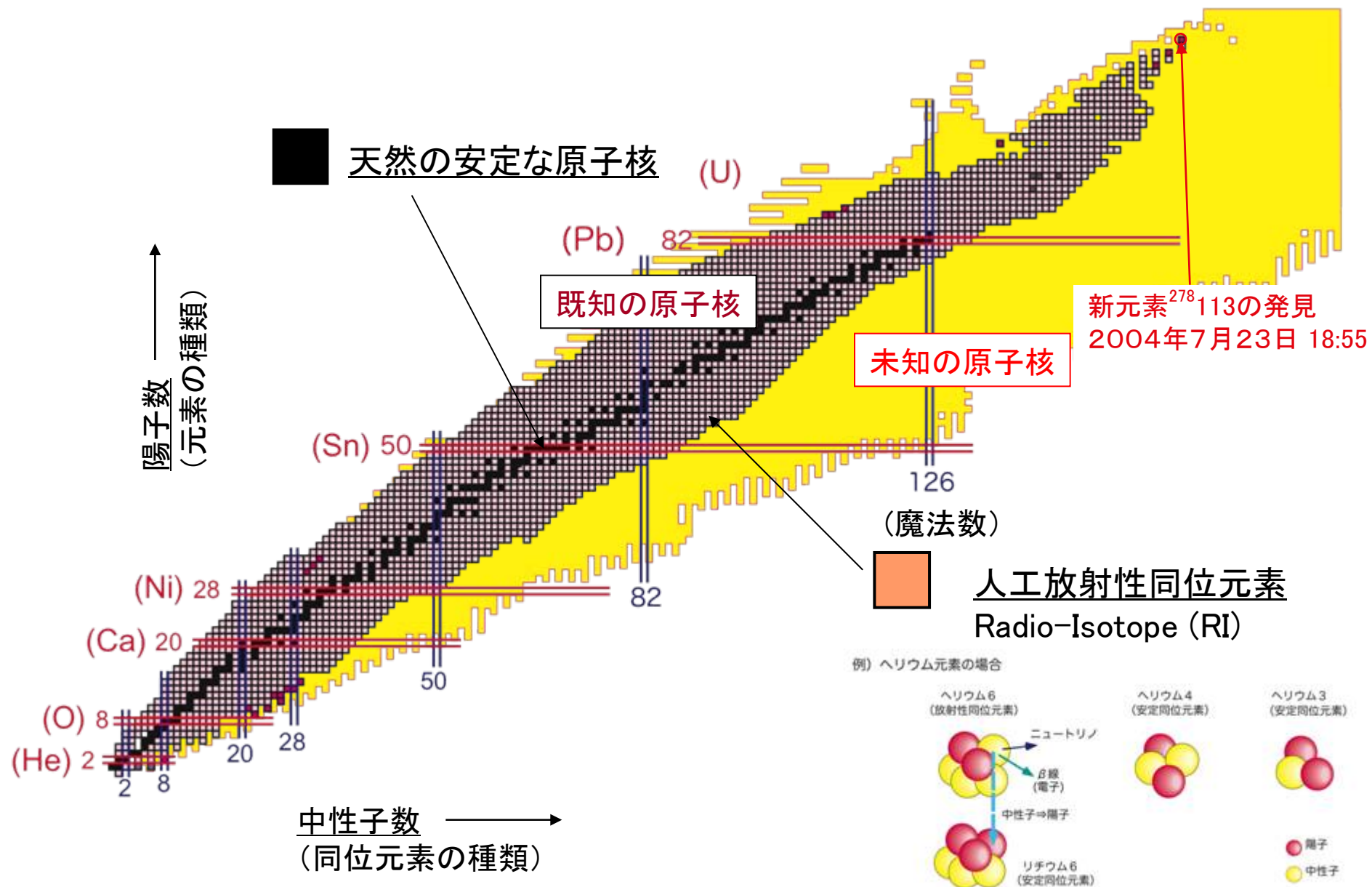
■2005年 4月・・・超重元素113番2回目の合成に成功

■2005年11月・・・森田浩介 准主任研究員／第51回 仁科記念賞受賞「新超重113番元素の合成」

■2006年 2月・・・IUPAC(国際純正・応用化学連合)へ新元素命名権を申請



RIとは ～核図表(原子核の種類を陽子数と中性子数で表した図)～



加速器科学研究

1. 事業の内容

R I ビームファクトリーは、水素からウランまでの全元素の同位元素（ラジオアイソトープ：R I）を世界最大の強度でビームとして発生させ、それを解析・利用することにより、基礎から応用にわたる幅広い研究と産業技術の飛躍的發展に貢献することを目的とする加速器施設。

2. 計画の概要

＜R I ビーム発生系施設整備＞：R I ビームの多角的利用に必要な施設の整備（397億円）

345 MeV/uまで加速したウランから発生するR I ビームを用いた実験等

○平成 7 年度 R I ビーム研究を開始

○平成 9 年度 全体建物基本設計、地質・振動調査等実施 施設整備を開始

○平成 18 年度 R I ビーム発生系施設整備完了、日本初のウランイオン加速によるR I ビーム生成に成功

＜基幹実験設備整備＞：発生系施設で生成したR I ビームの各種精密測定及び利用実験に必要な実験設備の整備

新同位元素の基本量（質量・寿命・形状）測定や精密陽子分布測定等（59億円）

平成 19 年度～平成 24 年度（6 年計画）

○平成 19 年度：基幹実験設備の整備開始

3. 期待される成果

(1) 核図表の拡大（新たなR I の創生、R I の存在限界を極める）

(2) 究極の原子核モデルの構築

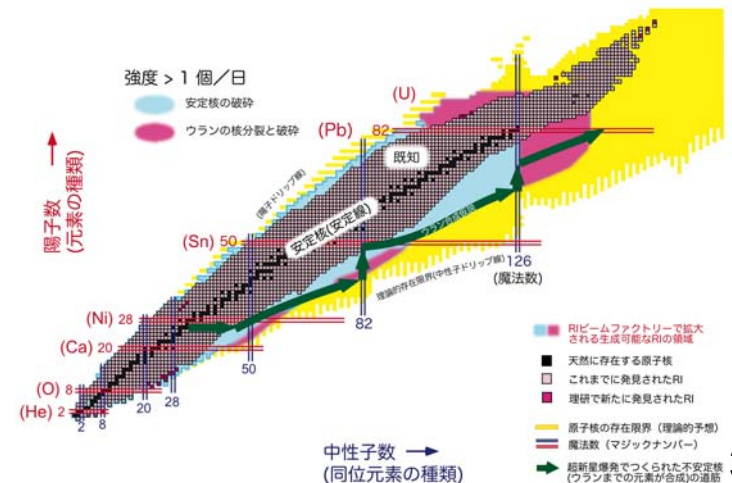
（R I の性質を詳細に測定・解析し、既存理論では説明できない現象を網羅する原子核モデルを構築する）

(3) 元素の起源の解明

（ウランまでの元素合成がいかに宇宙でなされたかを解明する）

(4) 新しい応用・産業利用を開拓

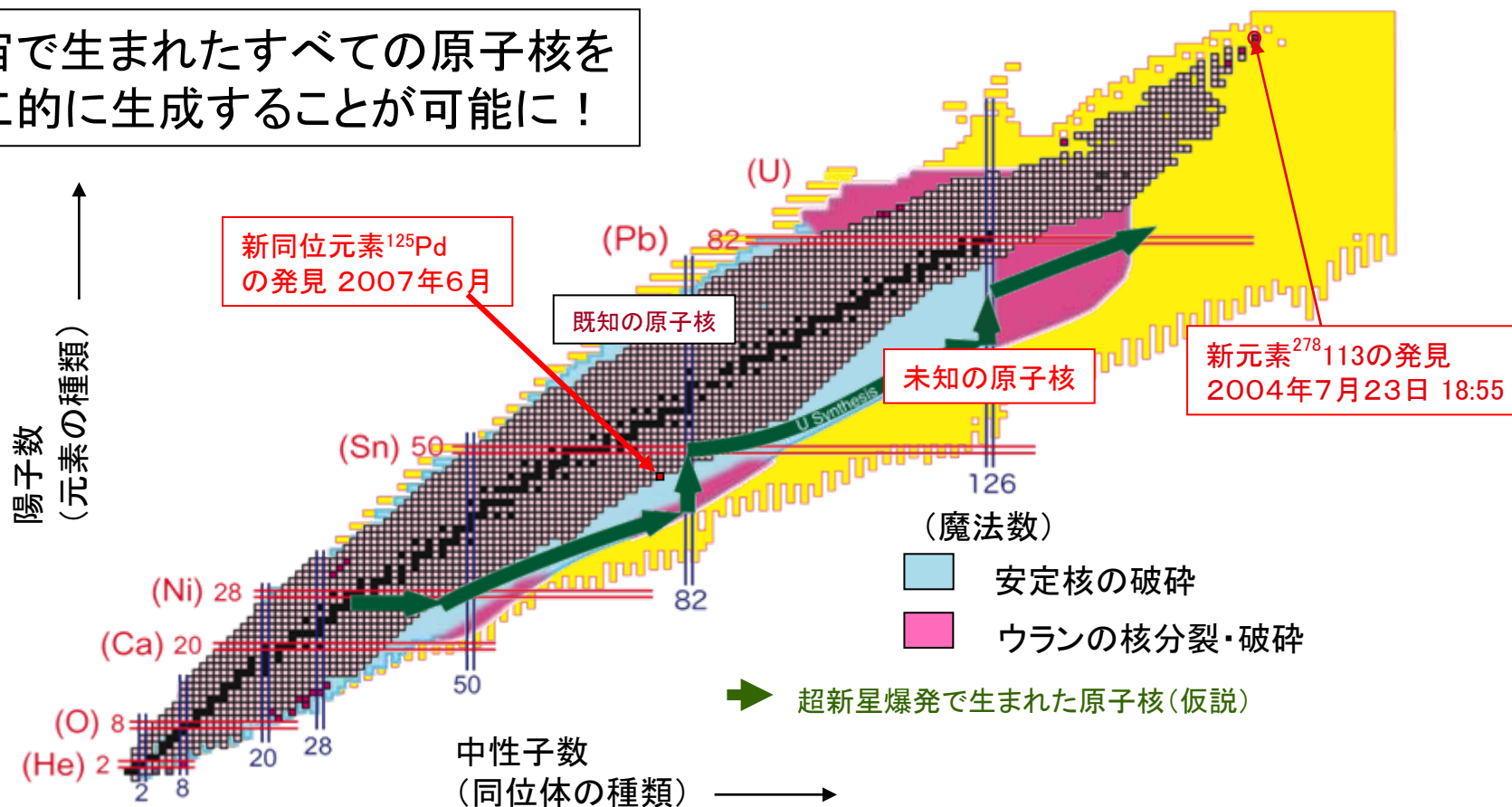
RIBFで得られる新同位元素（理論的予想）



RIビームファクトリーの使命① -核図表の拡大-

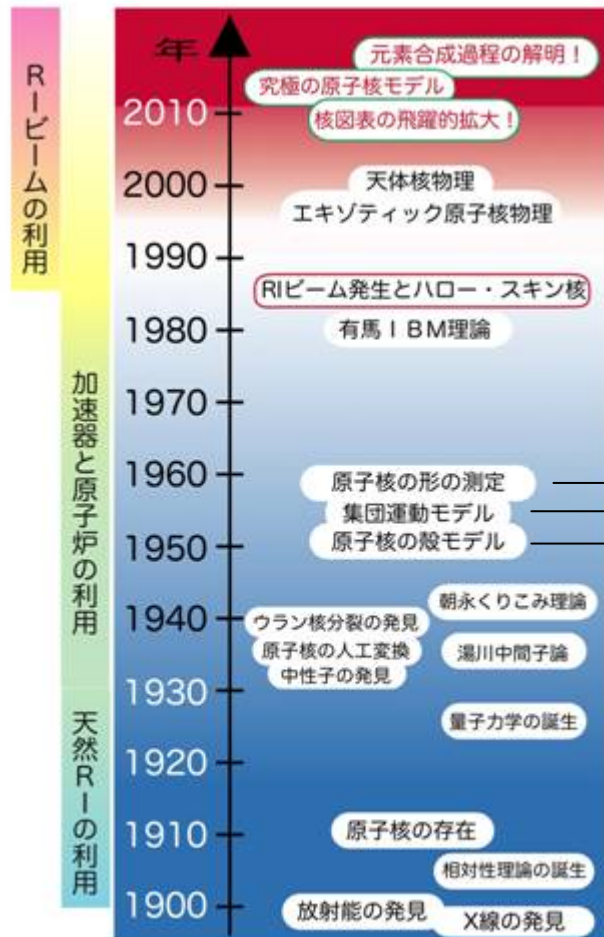
現在のウラン合成仮説では、超新星爆発のときに緑色の矢印上の原子核が瞬時に合成され、それらがベータ崩壊してウランまでの重い元素ができたとされていますが、それらはすべて未知の原子核です。RIBF始動の暁には水色[安定核ビームから入射核破碎反応で生成]とピンク色[ウランビームから核分裂反応で生成]の原子核が生成可能になるので、世界にさきがけて、この仮説の実験室での検証が可能になります。このことはまた、現在宇宙で生まれている、あるいはこれまで宇宙で生まれてきたほぼすべての原子核が実験室で生成・観察できるようになる事を意味しています。

宇宙で生まれたすべての原子核を人工的に生成することが可能に！



RIビームファクトリーの使命② -究極の原子核モデルの構築-

RIビームファクトリーでは、新たに約1000種類の超中性子過剰核種が生成でき、それらの構造を精度よく測ることができるので、これまで知られていない異常な核現象が数多く発見されると予想されている。これらを包括的に説明する究極の原子核モデルの構築に期待がかかっている。



究極の原子核モデルの構築

異常現象の発見

超大原子核の発見



原子核モデルの確立

密度の飽和性(ノーベル賞)

変形核理論(ノーベル賞)

魔法数存在理論(ノーベル賞)

1911年原子核の発見

原子核の理解の発展

究極の超伝導モデルの構築

異常現象の発見

高温超伝導の発見
(ノーベル賞)

超伝導モデルの確立

BCS理論

(ノーベル賞)

1911年超伝導の発見
(ノーベル賞)

超伝導の理解の発展

RIビームファクトリーの使命③ -元素の起源の解明-

- (1) **超中性子過剰物質**を生成し、その状態方程式を実験的に決めることができるようになった。
超新星爆発のメカニズムの解明に不可欠な**状態方程式**がはじめて得られる。
- (2) ファウラー(1983年宇宙での元素合成でノーベル物理学賞)等の「**超新星爆発にともなうウラン合成仮説**」を、はじめて実験室で検証できるようになった。



ウィリアム ファウラー

(参考)

全米科学アカデミー下院議会への報告「21世紀に解決すべき物理学上の11大問題」

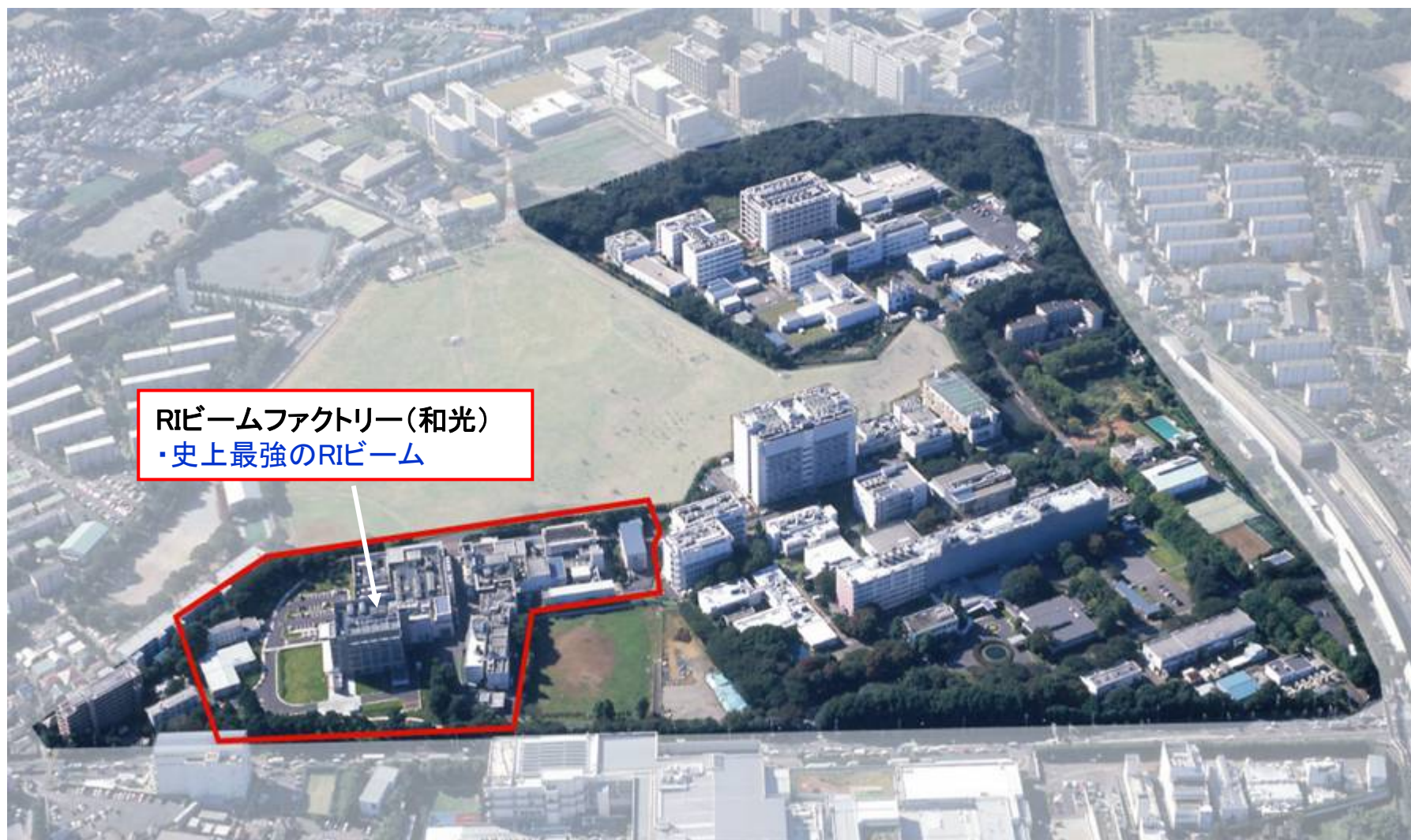


Discover Vol.22 No. 02
February 2002

1. 暗黒物質の正体は?
2. 暗黒エネルギーの正体は?
3. 鉄からウランに至る重い元素はいかにして作られたか?
4. ニュートリノの質量は?
5. 超高エネルギーの粒子はどこからくるのか?
6. 超高エネルギー超高温状態を記述する理論は?
7. 宇宙の始まった直後の状態は?
8. 陽子は安定か?
9. 質量とは何か?
10. 世界は何次元なのか?
11. 宇宙はどのように始まったか?

RIビームファクトリー

世界に冠絶する新同位元素生成能力を誇る



RIビーム発生法

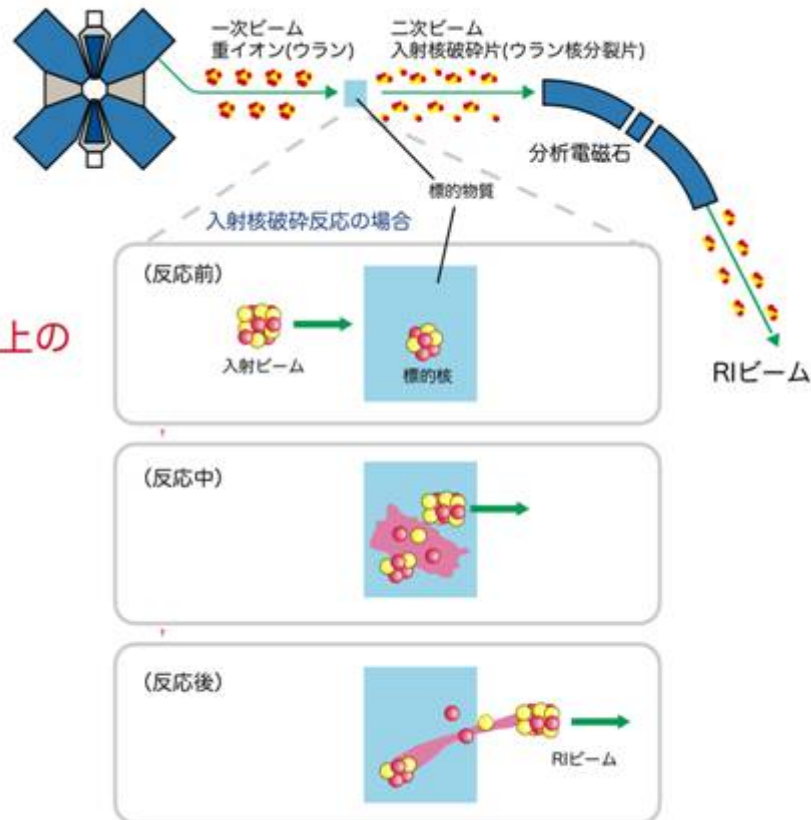
1980年代初頭に米国の加速器施設で発明された

入射核破碎反応

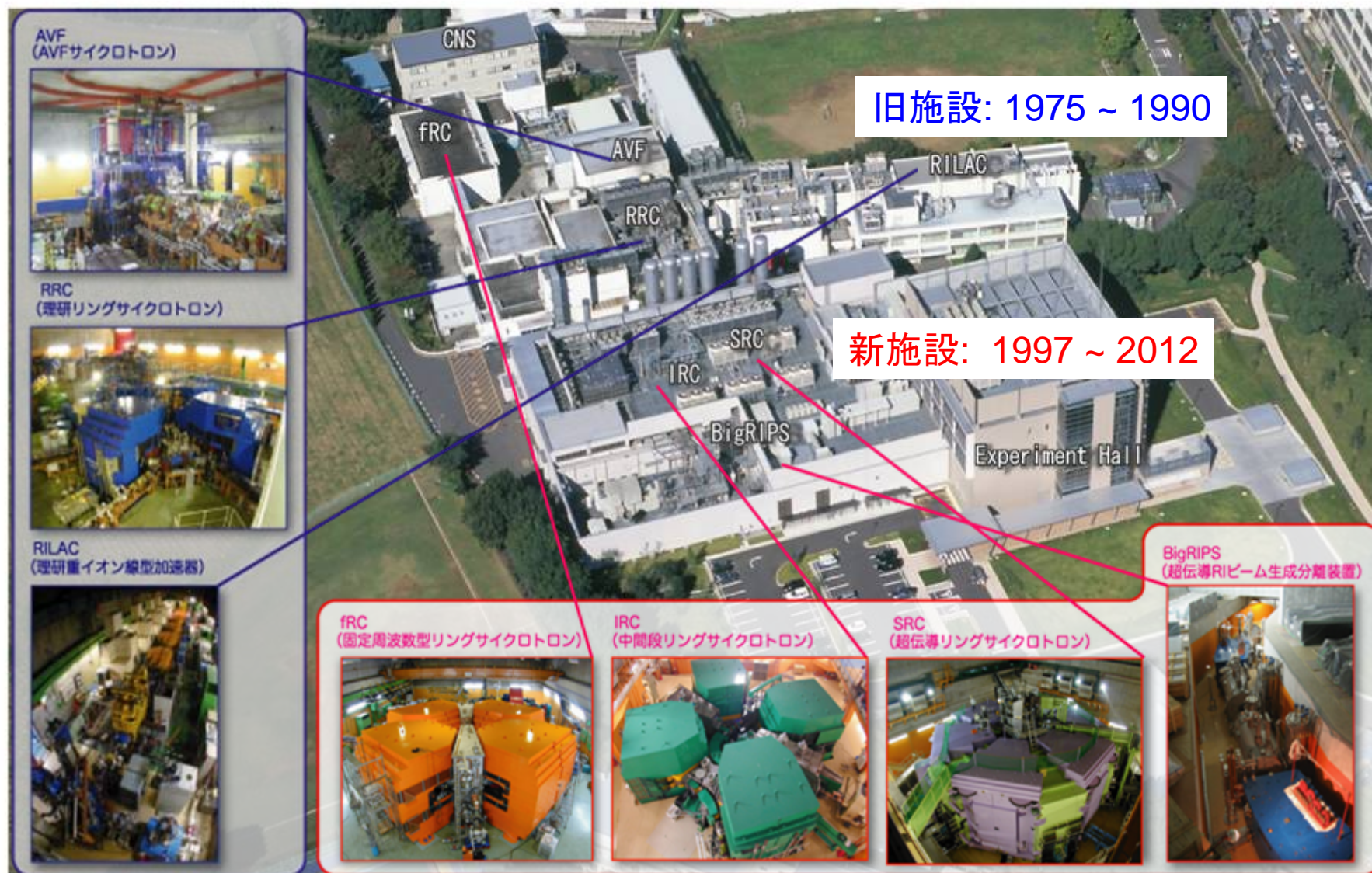
重イオンビームは核子あたり
100MeV（光速の約40%）以上の
エネルギーが必要。



写真：ペバラック重イオン加速器
米国カリフォルニア州バークレー研究所
1955年 反陽子を発見



RIビームファクトリーの加速器



5号サイクロトロン



6号サイクロトロン



7号サイクロトロン



線形加速器



超伝導RIビーム
生成分離装置

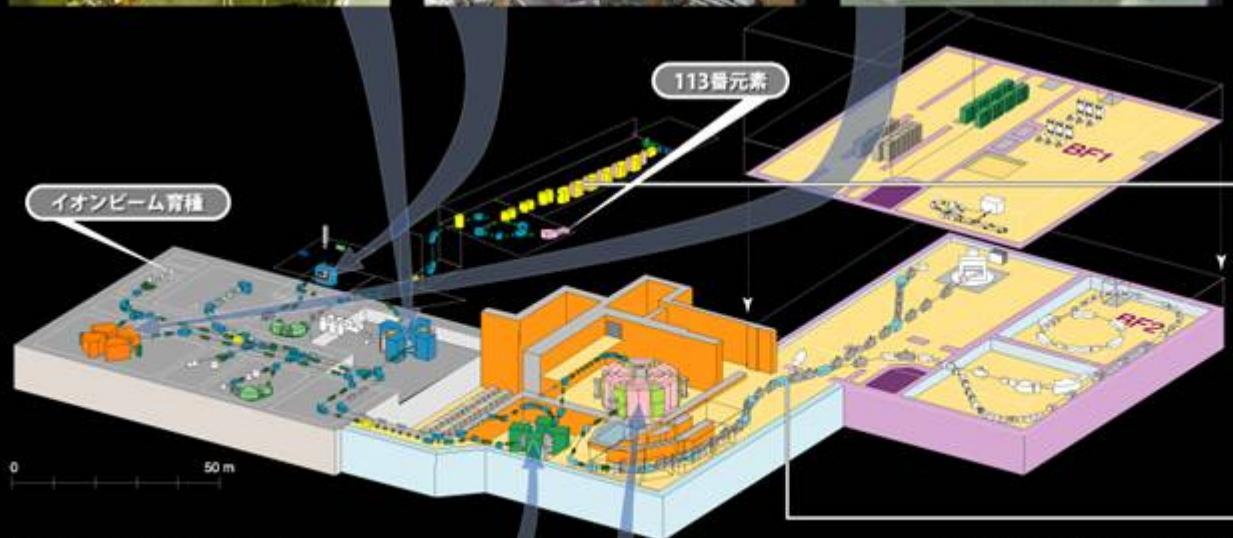
8号サイクロトロン



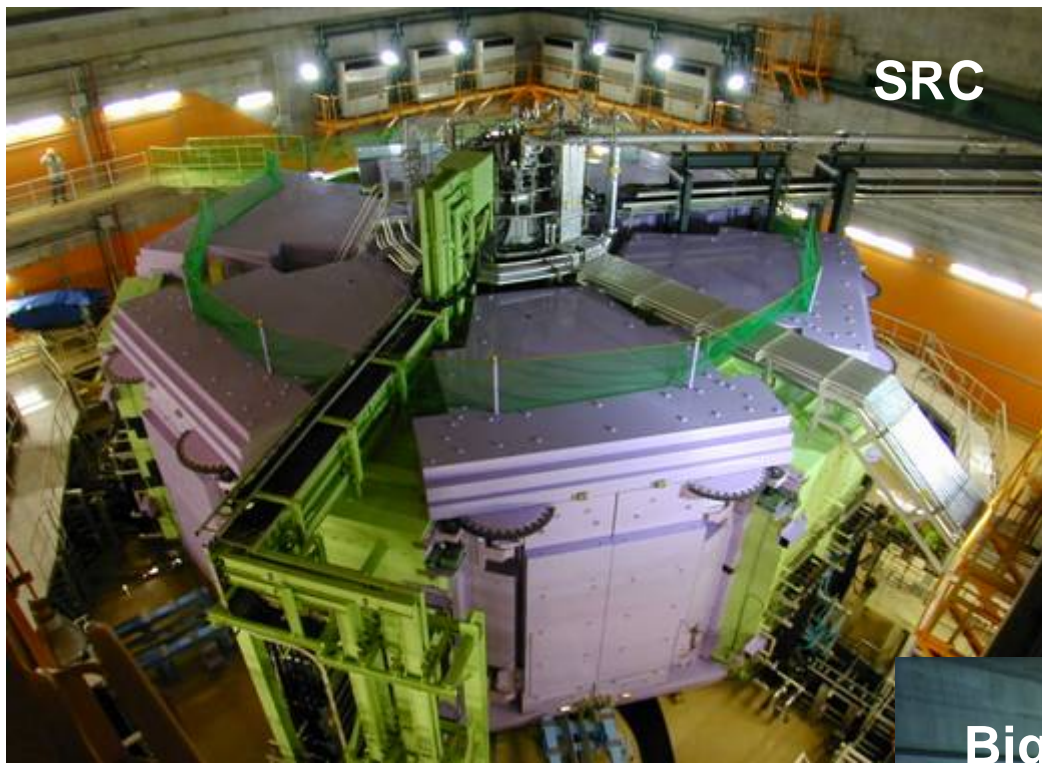
9号サイクロトロン



超伝導リングサイクロトロン



RIビームファクトリー



SRC

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



BigRIPS

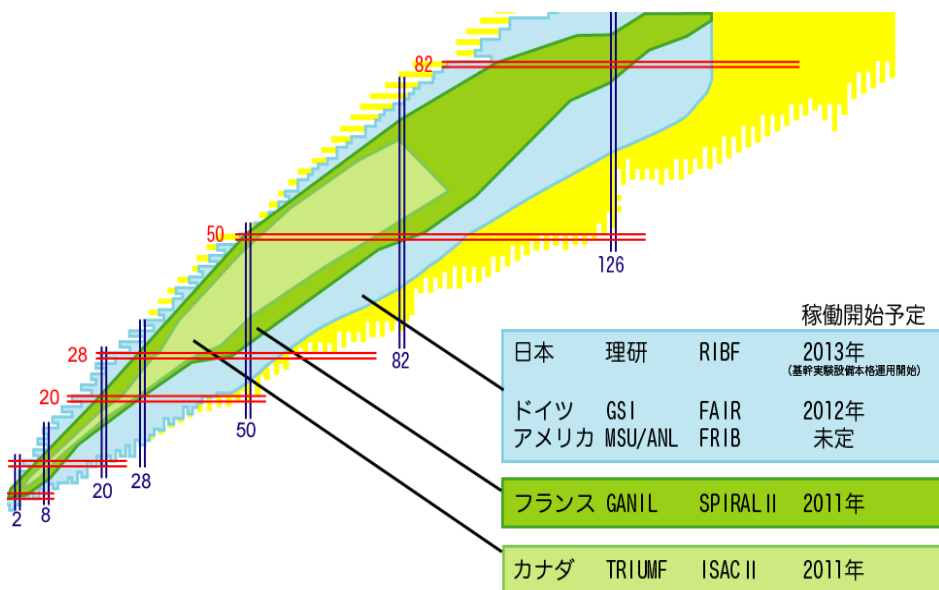
世界最大口径
9 Tm (77 m)
超伝導RIビーム分離収集器
(BigRIPS)

RIビームファクトリーの世界における位置付け

アメリカ、ドイツ、フランス等との国際競争

発生可能なRIビームの種類（核図表上に表示）での競争

- アメリカFRIB計画、ドイツFAIR計画はRIBFの性能に匹敵
- フランスSPIRAL II 計画、カナダISAC II 計画はISOL方式による低エネルギーRIビームの発生が目的（※ISOL方式では比較的寿命の長いRIビームしか利用できない）
- RIビーム科学の分野において世界をリードし続けていくためにも、更なる計画の推進が必要



NEWS

14 OCTOBER 2006 14:40:30 (November 2006)

“Nature” : 2006年12月

Japan speeds up nuclear physics

No particle accelerator in the world is strong enough to create a usable beam of uranium ions. But that will change next month, when Japan switches on a huge facility of connected accelerators, to produce the world's most powerful beams of heavy radioactive isotopes.

Radioisotopes are forms of elements that are unstable because they contain either more or fewer neutrons than usual, and so undergo radioactive decay. Nuclear physicists are studying rare short-lived isotopes to understand their properties and how they are formed. The RIKEN research institute in Saitama, Japan, already has accelerators that can create the world's strongest radioisotope beams, but even these are only powerful enough to produce usable beams for the lighter elements.

But next month, RIKEN will switch on a major upgrade. The ¥44-billion (US\$378 million) Radioactive Isotope Beam Factory will add two more ring cyclotrons and the world's first superconducting ring cyclotron to the

existing linear accelerator and ring cyclotron. It will then be able to accelerate beams of any element up to uranium at 70% of the speed of light. The accelerated beams are smashed into a target such as beryllium to knock out neutrons and protons and create the desired radioisotopes.

The facility should open a new realm of astrophysics. “With this new facility, scientists at RIKEN have the opportunity to study nuclear isotopes that exist only in the hottest stars of the Universe,” says John Schiffer, a senior scientist at the Argonne National Laboratory in Chicago, Illinois.

As well as exploring the formation of uranium, RIKEN plans to measure the properties of various very short-lived nuclei, as well as looking for ‘magic numbers’ of neutrons and protons that allow heavy nuclei to be surprisingly stable. These experiments will start from next year, with full operation scheduled for

2011. The facility makes Japan the world leader in the field, says Ysushige Yano, director of the RIKEN Nishina centre for accelerator-based science, adding that Japan's other big physics facilities have just been upgraded of US and European versions. “But this time it is different,” he boasts. “This time, Japanese scientists are leading the way.”

Rivals aim not to let Japan savour its victory for long. A US plan for a superconducting linear accelerator called the Rare Isotope Accelerator has stalled, at a proposed cost of \$1 billion. But France is expected to complete construction of its new radioisotope facilities, including experiments, by around 2012 and Germany by 2014. “In five or six years, Japan may lose the number one position,” says Sydney Gales, director of the French heavy-ion accelerator GANIL in Caen.

Ichiko Fujiwara

“Scientists will be able to study nuclear isotopes that exist only in the hottest stars.”

国際競争により「5、6年で日本(RIBF)はナンバー1の地位を失うかもしれない」GANIL(フランス国立重イオン研究所長) Sydney Gales

国際実験課題採択委員会

原子核課題採択委員会

《委員》

- Walter F.Henning・・・委員長
(GSI:ドイツ国立重イオン研究所長、ドイツ)
- Juha Aysto
(JYFU:ユヴァスキュラ大学教授、フィンランド)
- Wolfgang Mittig
(GANIL:フランス国立重イオン研究所教授、フランス)
- Karlheinz Langanke
(GSI:ドイツ国立重イオン研究所教授、ドイツ)
- William Lynch
(MSU:ミシガン州立大学教授、アメリカ)
- David C.Radford
(ORNL:オークリッジ国立研究所教授、アメリカ)
- Wei Ping Liu
(CIAE:中国原子能科学研究院教授、中国)
- Alexei A Oglobin
(Kurchatov Institute:クルチャトフ研究所部門長、ロシア)
- 浜本郁子
(Lund University:ルンド大学名誉教授、スウェーデン)
- 大西明／北海道大学大学院理学研究院准教授
- 矢花一浩／筑波大学物理学系教授
- 今井憲一／京都大学大学院理学研究科教授
- 野呂哲夫／九州大学大学院理学研究院物理学部門教授
- 岡村弘之／大阪大学核物理センター教授
- 宮武宇也／高エネルギー加速器研究機構教授
- 酒井英行／東京大学大学院理学系研究科教授

第1回・・・平成19年2月9日～10日開催
第2回・・・平成19年9月12日～13日開催

物質生命科学課題採択委員会

《委員》

- Kiefl Robert・・・委員長
(UBC:ブリティッシュコロンビア大学教授、カナダ)
- Beer George
(UVIC:ヴィクトリア大学教授、カナダ)
- Pratt Francis
(RAL:ラザフォードアップルトン研究所教授、イギリス)
- Zmeskal Johann
(SMI:シュテファン・マイヤー・素粒子物理研究所教授、オーストリア)
- 池田進／高エネルギー加速器研究機構物質構造研究所副所長
- 西山樟生／高エネルギー加速器研究機構教授
- 西田信彦／東京工業大学大学院理工学研究科教授
- 亀谷寿昭／東北大学名誉教授
- 小牧研一郎／東京大学名誉教授
- 篠原厚／大阪大学大学院理学系研究科教授
- 花岡文雄／大阪大学大学院生命機能研究科教授
- 加藤礼三／理化学研究所主任研究員
- 高木英典／理化学研究所主任研究員
- 岩崎雅彦／理化学研究所主任研究員
- 永嶺兼忠／元理化学研究所主任研究員

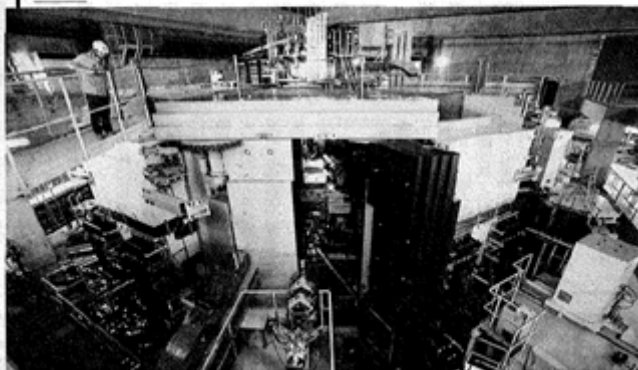
第1回・・・平成19年2月1日開催
第2回・・・平成19年7月25日～26日開催

自然界に存在する元素はどのようにして生まれたのかを解明するため、理化学研究所(埼玉県和光市)が建設した実験施設「R I ビームファクトリー」で28日、世界最大級の超電導磁石を搭載した加速器「超電導リングサイクロトロン(SRC)」の初の加速実験が行われた。

宇宙誕生に迫る

理研 新鋭加速器が始動

誕生直後の宇宙では、猛スピードで飛び交う原子核がぶつかり合うことで次々と新しい元素が誕生したとされているが、原子核を加速して飛ばし、創成期の宇宙を再現するのが加速器の役割。この日の実験では、アルミニウムの原子核が使われ、猛スピードで原子核が飛び出す状態の「重イオンビーム」という放射線の作成に成功した。今後、SRCは、ウランなど重い元素の原子核を加速して、最終的に光速の70%程度で飛ばす役割を担う。



実験に成功した理化学研究所の加速器

新型加速器で 初ビーム成功

理化学研究所

理化学研究所(埼玉県和光市)は28日、世界最多の約4000種類の放射性同位元素(RI)を大量に生成できる加速器「超伝導リングサイクロトロン」で、初ビームを取り出すことに成功したと発表した。

アルミニウムイオンを別の加速器で加速し、三つのリングサイクロトロンで順次加速、光速の70

％を達成した。ウランのように重い元素でも、光速の70％まで加速でき、今後、炭素などの原子核に衝突させて、さまざまなRIを生成し、来年度から本格稼働させる計画。元素ができたメカニズムの解明などを目指すという。【下桐実雅子】

理研が新加速器施設



元素誕生 解明目指す

理化学研究所は28日、世界唯一の新型加速器施設「RI(放射性同位元素)ビームファクトリー」(埼玉県和光市)で、計画していたビームを発生させることに成功したと発表した。世界最多、約4千種類の原子核を作る見通しが立った。元素誕生の謎の解明

原子核作り 4000種に道 成ビーム

を旨とするものに、がん治療など幅広い分野への応用も期待できそうだ。

新しく完成したのは、ビームファクトリーの中核となる加速器「超伝導リングサイクロトロン」II写真、菊池康全撮影IIで、総重量が東京タワーの約2倍の8300tもある。これと既存の加速器とを組み合わせ、全体で440億円をかけた世

界最大級の加速器システムを築いた。これで、アルミニウムイオンを段階的に加速させた結果、28日夕、光速の70％の速さに相当するエネルギーを持つビームを発生させる能力が確認できた。

このビームで、約4千種類の原子核を作ることができる。

これまでの記録はドイツの約3千種類。理研は「人類がまだ見たことがない約千種類の原子核を作れるようになる」という。

「新同位元素 ^{125}Pd (パラジウム-125)の生成・発見成功」に関する新聞記事

日経産業新聞 平成19年6月7日(木)

日刊工業新聞 平成19年6月7日(木)

パラジウムの 同位元素作製

理研、加速器を利用

理化学研究所は6日、加速器を利用して未知の放射性同位元素(RI)をつくることに成功したと発表した。普通の原子よりも中性子が十五個多いパラジウムで、宇宙の歴史の中で様々な元素がどのように誕生したかの解明に役立つという。

埼玉県和光市にある巨大加速器を使ってウランイオンを光速の七〇%のスピードまで加速。ウランイオンをベリリウムに衝突させてR-Iのパラジウムをつくった。普通のパラジウムは陽子と中性子の合計数が百十個だが、作製したR-Iパラジウムは陽子が四十六個、中性子が七十九個のパラジウム125。これまでに知られていないR-Iという。

実験ではパラジウム125を五十九個作製できた。様々な元素は、超新星爆発のときに瞬時に合成されたたかさんの不安定な原子核をもとにつくられたと考えられているが、まだ実験では証明されてはいない。今回作製したパラジウム125は、超新星爆発の際につくられたとされる原子核に似ており、仮説の検証に役立つという。

朝日新聞 平成19年6月8日(金)

理化学研、新R I を生成

安定なパラジウム原子核より中性子が15個も多い新しいパラジウムの放射性同位元素(R I)をつくったと、理化学研究所が発表した。次世代加速器「R I ビームファクトリー」の初期調整運転での成果。光速の70%まで加速したウランのイオンビームをベリリウムの標的に衝突させたところ、ウランが壊れてほぼ狙い通りのR I が生まれたという。

理 研 新同位元素を生成・発見 次世代加速器施設で初成果

理化学研究所は6日、 ^{125}Pd （パラジウム-125）の新たな同位元素を生成・発見したと発表した。これは、次世代加速器施設「R I ビームファクトリー」の初期調整運転で初成果として、中性子が陽子より15個多いパラジウムの同位元素であることが確認された。

理化学研究所は6日、 ^{125}Pd （パラジウム-125）の新たな同位元素を生成・発見したと発表した。これは、次世代加速器施設「R I ビームファクトリー」の初期調整運転で初成果として、中性子が陽子より15個多いパラジウムの同位元素であることが確認された。

理化学研究所は6日、 ^{125}Pd （パラジウム-125）の新たな同位元素を生成・発見したと発表した。これは、次世代加速器施設「R I ビームファクトリー」の初期調整運転で初成果として、中性子が陽子より15個多いパラジウムの同位元素であることが確認された。

RIビームファクトリーの使命④-1 -応用研究-

(1) 大強度 ^9C ビームが発生できる。

^9C はアルファ線放出核で安定な炭素線よりがん細胞の殺傷力が高いため、 ^9C ビームは**次世代の重粒子線がん治療法**として有力視されている。

この新治療法の実用化に向けた基礎技術開発がはじめて可能になった。

(2) RIビーム発生に用いる1次ビーム(ビームダンプに捨てる)で常時全元素の RI を大強度で生成できる。また、物理的分離法で、いかなる RI も生成可能。

がんに蓄積する薬剤をRIでラベルし、そのRIから放出される放射線によりがん細胞を壊死させる「**がんの放射免疫療法**」のひとつとして、**アルファ線放出核種**を利用する方法が注目されているが、RI が入手しにくいという課題があった。有力視されている ^{225}Ac 等が生成できる。**分子イメージング用の放射性薬剤**についても、利用する元素の制限がなくなる。

(本年10月より、日本アイソトープ協会より理研製RIが販売された。)

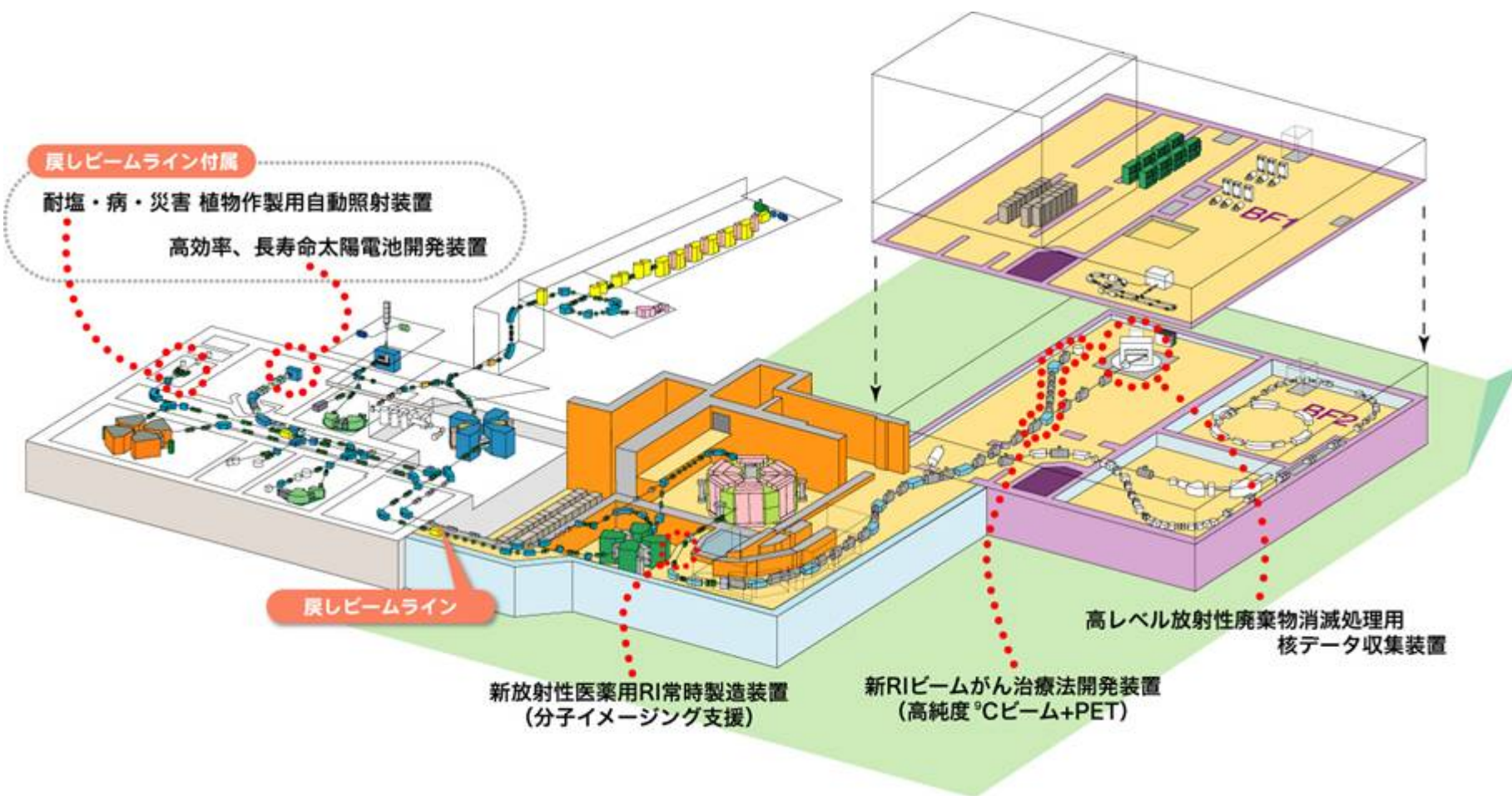
(3) 大強度 ^{57}Mn ビームが発生できる。

インビームメスバウワー法による新しい**材料解析法**が登場する。太陽電池中の鉄不純物の挙動の観察等に威力を発揮するものと期待されている。

(4) ^{137}Cs 、 ^{151}Sm などの高レベル廃棄物RIの大強度ビーム生成が可能。

これらのRIに、ガンマ線、陽子線、原子核線を照射したときの反応の素過程をはじめて調べることができるようになる。**核廃棄物の消滅処理(RIの核変換)の基礎研究**ができる。

RIビームファクトリーの使命④-2 -応用研究-



塩害水田でも育つ稲の品種改良に成功

平成18年9月：重イオンビームを用いてイネの耐塩性変異系統を作成
－ 日本晴」で世界初の塩害耐性栽培の新品種誕生 －

○加速器で生成される「重イオンビーム」を用いた育種法を用いて、海水の約50%程度の塩分濃度の塩害水田でもすくすく育つ稲の品種改良に成功。

○塩害が進んでいる耕地でも栽培できるイネの育成が可能となり、食料問題に貢献。

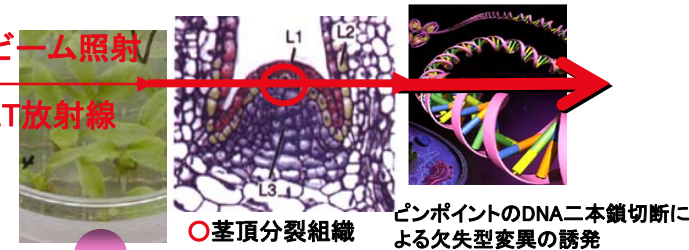
【文部科学大臣表彰 科学技術賞(開発部門)】
(19.4.27)

受賞業績：高強度重イオン加速器による高効率突然変異育種技術の開発

受賞者：阿部知子(加速器応用研究G)
福西暢尚(加速器運転・維持管理G)
龍頭啓充(加速器運転・維持管理G)



重イオン加速器
(リングサイクロロン)



図：重イオンビーム育種イメージ



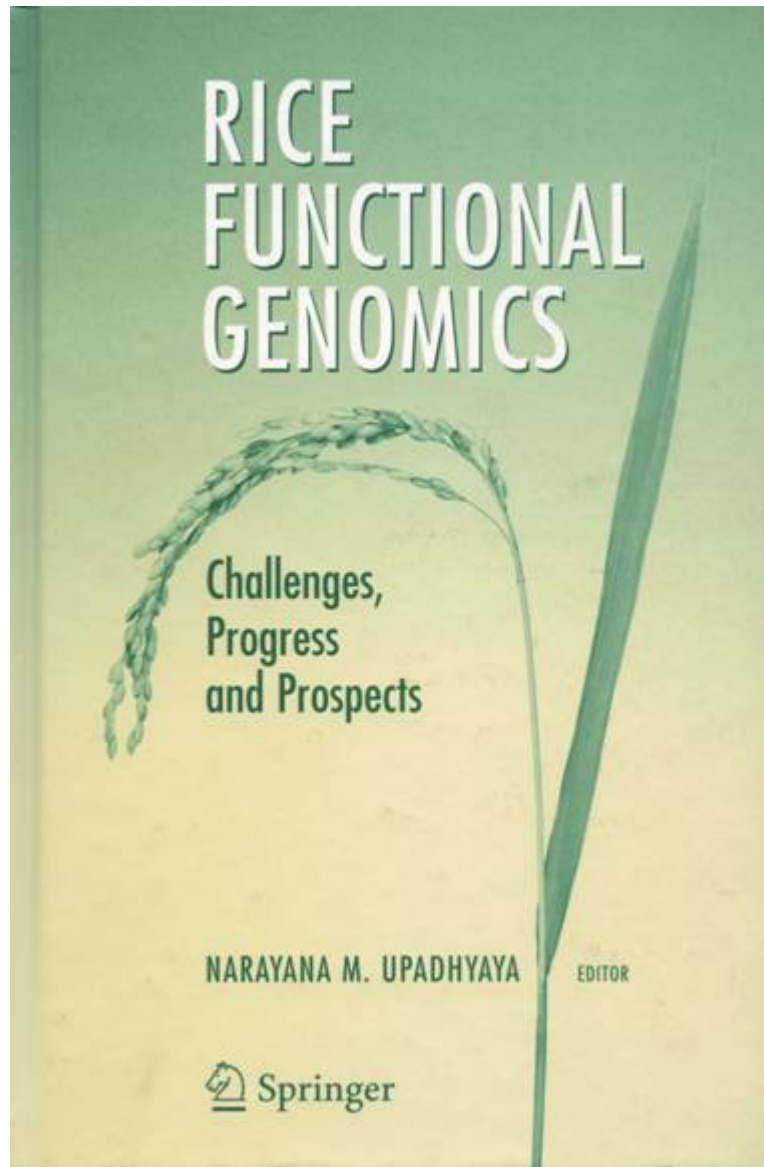
図：重イオン照射して得たM2耐塩性候補群



新品種(6-99系統)は長秆(ちょうかん)で葉色が濃い、塩害耐性系統

図：新品種の特徴の例

Rice Functional Genomics (2007)



158 Ramesh S. Bhat et al.

with one or two backcrossings, one can quickly establish the inheritance pattern and at the same time remove a significant portion of the background mutations. Producing a useful mutant population therefore is often a trade-off between the need to produce high-density mutations and the practicality of keeping a vigorous population without too many deleterious effects and background mutations (Wu et al. 2005).

8.3 Rice Mutant Stocks and Databases

The FAO/IAEA Mutant Variety Database (MVD) provides information on induced mutations suitable for breeding programs and genetic analyses (<http://www-mvd.iaea.org/Refs/MutBree-Rev-1.pdf>). MVD collects information on crop mutant varieties, mutagens used, and characters improved, and a good number of rice entries are included in this database. Various chemical and irradiation mutagens used in rice by different laboratories are summarized in Table 8.1.

Table 8.1. Summary of various chemical and irradiation mutagenesis attempts made in rice

Mutagen	Cultivar	Nature of mutation	Method for detection	Group used
Ethylmethane sulfonate (EMS)	IR64 (<i>indica</i>)	Point mutations	TILLING	IRRI
	M202 (<i>japonica</i>)			UC Davis
	Nipponbare			IPPE
Diepoxybutane (DEB)	IR64	Point mutations, deletions	PCR, TILLING	IRRI
<i>N</i> -methyl- <i>N</i> -nitrosourea (MNU)	Kinmaze	Single-strand DNA breaks	TILLING	IGRKU, Japan
	Taichung 65			
Fast neutron	IR64	Large deletions, translocations	PCR	IRRI; USA
	M202			
Gamma irradiation and X-rays	IR64	Large deletions, point mutations	PCR	IRRI
Accelerated carbon ions	Nipponbare	Double-strand breaks, large structural alterations	CDM ^a frequency, PCR	RIKEN, Japan
Sodium azide	China-45	Data not available	CDM frequency	Sarma et al. (1779); TARI, Taiwan
	Tainung 67			

^aChlorophyll-deficient mutant.

加速イオンが米の新しい品種改良法として登録された。2007年

「サクラの新品種 黄色い「仁科蔵王」誕生」に関する新聞記事

毎日新聞 平成19年11月1日(木)

花びらがうっすらと黄色く色ついたサクラの新
品種「仁科蔵王」 理化学研究所提供



黄色いサクラ

加速イオン照射で新品種

加速したイオンを照射して突然変異を誘発し、淡い黄色の花びらを持つサクラの新品種を理化学研究所が作った。照射量が少なく済み、放射線や薬品を使う従来の品種改良法に比べて傷つく遺伝子が少なく成功率が高いという。研究チームはリンゴやサクランボなど、御衣黄に接ぎ木して育て

た。従来の方法では新品種ができるまでに約10年かかるが、今回は4年という短期間でできた。花は直径4〜5センチで、淡い黄色が混じったピンクの花びらに明るい黄緑色の筋が入っている。開花時期はソメイヨシノより約2週間遅いという。「仁科蔵王」と名付けられ、すでに農水省に品種登録された。来年秋から花苗の販売を予定している。【西川拓】

朝日新聞 平成20年1月20日(日)

加速器施設生まれ 「ハイテク桜」植樹

和光、今春にも開花

和光市役所で18日、独立行政法人・理化学研究所(同市)などが重イオンビームを使って開発した

新品種のサクラの苗木の植樹式があった。写真。なじみのソメイヨシノと異なり、花弁は淡い黄色で、明るい黄緑色の筋が入る。早ければ今春にも開花が楽しめるという。新品種「仁科蔵王」は、理研の仁科加速器研究センター生物照射チームとJFC石井農場(山形市)が共同開発した。同センターのリングサイクロトロンで加速した炭

素イオンのビームを、緑色の花が咲く在来種の枝や種子に照射。突然変異を誘発した後、その枝を病気に強いサクラに接ぎ木して生まれた。植樹式では、市役所駐車場脇に苗木が植えられた。理研の大熊健司理事は「宇宙創生の謎を解く加速器施設から生まれたサクラの成長を見守ってほしい」と呼びかけた。



RI製造頒布開始

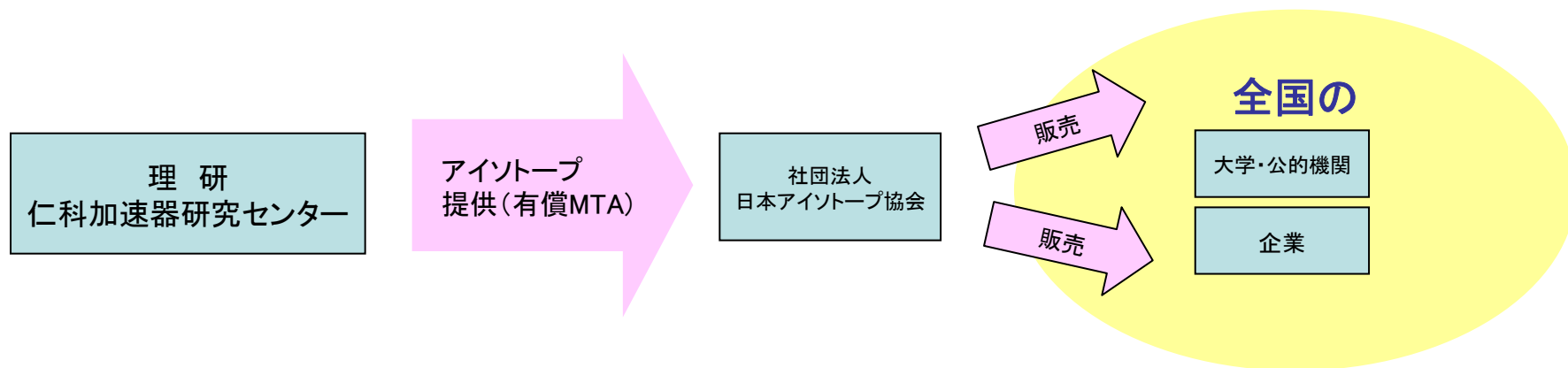
海外からの輸入に依存する産業・研究開発用RIの国産供給体制構築に貢献。

ORI製造頒布 概要

海外からの輸入に依存している産業・研究開発用RIの国産供給体制構築のため、社団法人日本アイソトープ協会（以下、「RI協会」と連携。RIBFで製造したアイソトープを「RI協会」に提供し、「RI協会」を通じて全国に広く頒布する。



写真：平成19年10月に初提供したラジオアイソトープ： ^{65}Zn



○今後の計画。

平成19年10月より、まずは2核種 (^{65}Zn 、 ^{109}Cd) の提供がスタート。製造体制が整い次第、核種を増やしていく予定。

《参考》



仁科芳雄 (1890-1951)
日本の原子核科学の父

理論家
(クラインー仁科の公式)

実験家
(素粒子、原子核、宇宙線)

加速器建造家
(サイクロトン)

応用開拓者
(RI製造、放射線生物学、核化学)

原子をつくる力を
精密に説明

原子核をつくる力を
説明



朝永振一郎
(1906-1979)

1965年 ノーベル物理学賞



湯川秀樹
(1907-1981)

1949年 ノーベル物理学賞

土門 拳「風貌」

日本初の理研第1号サイクロトロン

1号サイクロトロン



(昭和12年)

原子核を周回させる電磁石

原子核の高周波加速装置

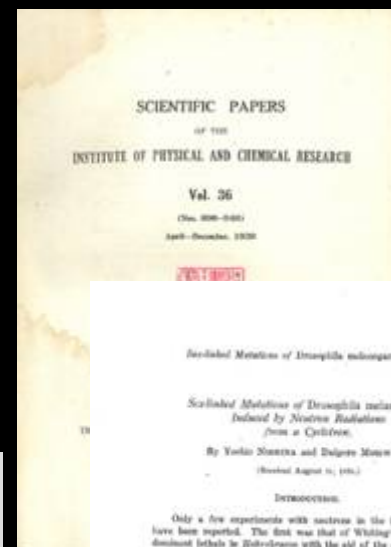


高周波加速装置を
ご覧になる秩父宮様
(昭和12年3月)

1号サイクロトロンを用いてなされた研究のうちの2例の論文



速い中性子によるウランの核分裂
(元素の人工変換)



ショウジョウバエの
遺伝に対する中性子の影響
(突然変異の誘発)

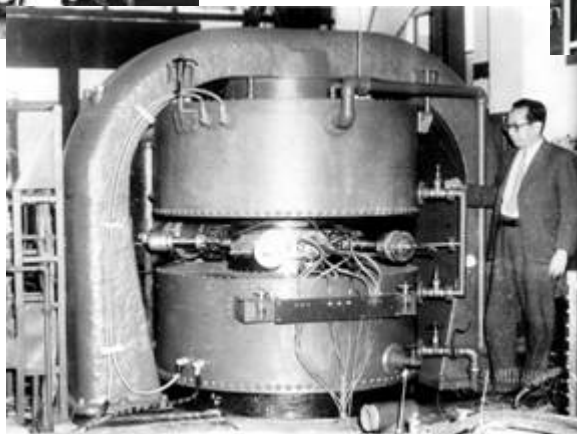
2号、3号、4号サイクロトロン



2号サイクロトロン
(仁科芳雄)



4号サイクロトロン
(熊谷寛夫)



3号サイクロトロン
(杉本朝雄)



現在は理研の
モニュメントとして