



平成26年度

放射線取扱業務従事者再教育

大阪大学核物理研究センター 放射線取扱主任者 鈴木智和

平成26年4月23日

理解度チェックテストに関する注意事項

- ❖ チェックテストは不合格にすることを目的にはしていません。
- ❖ 一緒に受講している人と議論をして答えを出してくださって結構です
- ❖ 誰かに教えてもらうときは、答えを聞くのではなく、理解（納得）をしてください
- ❖ 理解をしないで、誰かの回答を写すようなことはしないでください
(発覚した場合は、管理区域への立ち入りを禁じます)
- ❖ 一定の点数を下回る場合は、受講したとは認められません

従事者が最低限行うこと

- ❖ 教育訓練（規則第21条の2）
 - ❖ 放射線の人体に与える影響
 - ❖ 放射性同位元素等又は放射線発生装置の安全取扱い
 - ❖ 放射性同位元素及び放射線発生装置による放射線障害の防止に関する法令
 - ❖ 放射線障害予防規程
- ❖ 健康診断（規則第22条）
 - ❖ 放射線の被曝歴の有無（有：作業の場所、内容、期間、線量、放射線障害の有無 他）
 - ❖ 末しょう血液中の血色素量又はヘマトクリット値、赤血球数、白血球数及び白血球百分率
 - ❖ 皮膚
 - ❖ 眼
- ❖ 被曝の測定（規則第20条第2項）
 - ❖ 外部被曝（RCNPではクイックセルバッジおよびポケット線量計を使用）
 - ❖ 内部被曝（RCNPでは非密封RIの使用量から計算している）

共同利用者制度

- ❖ 「共同利用者」という概念は法的には存在しない
- ❖ 法令上は事業所（実験施設）ごとの管理が求められている
 - ❖ 他のRI施設で初めて実験を行うときは、新規の教育訓練、健康診断が必要。
 - ❖ RI施設ごとに被曝測定が必要（電離則では合計が必要）
- ❖ 教育訓練は省略規定を適用可能
 - ❖ 予防規程は省略不可能（継続者に対してもそれなりの理由が必要）
 - ❖ 安全取扱は？（RCNPで実験を行うならば「放射線発生装置の安全取扱」を含まなければならない）
- ❖ 健康診断は省略不可能
 - ❖ 血液、眼、皮膚の検査は、継続者に対して省略可能だが、前年度RCNPの従事者になっていないと、RCNPでは新規従事者扱いになるので省略不可能になる。

今日の講習は核物理研究センターの管理区域に立ち入るための講習です。

自動的に他のRI施設の講習を受講したことにはなりません

他のRI施設の講習を受講しても核物理研究センターの
講習を受講したことにはなりません

信頼関係

- ❖ 放射線に限らず「管理者と信頼関係」を築くと良いことがある
 - ❖ よく話をする
 - ❖ 信頼関係を築けた人だけ、特例を認めてもらえる。
- ❖ 「管理者と信頼関係」が大きく崩れると、ルールがどんどん厳しくなる。
 - ❖ 行いの良い人が迷惑する
 - ❖ 行いの悪い人を排除する

放射線に関する法律

厚生労働省（労働基準監督署）

労働安全衛生法

電離放射線障害防止法

労働者を守るための規制

原子力規制委員会

放射線障害防止法

RI、放射線発生装置
に関する規制

原子力規制委員会

原子炉規制法

核燃物質、原子炉
に関する規制

厚生労働省（自治体）

医療法

薬事法

医療機器、医薬品に
対する規制

放射線に関する法律

厚生労働省（労働基準監督署）

労働安全衛生法

電離放射線障害防止法

労働者を守るための規制

原子力規制委員会

放射線障害防止法

RI、放射線発生装置
に関する規制

原子力規制委員会

原子炉規制法

核燃物質、原子炉
に関する規制

厚生労働省（自治体）

医療法

薬事法

医療機器、医薬品に
対する規制

放射線に関する法律

厚生労働省（労働基準監督署）

労働安全衛生法

電離放射線障害防止法

労働者を守るための規制

原子力規制委員会

放射線障害防止法

RI、放射線発生装置
に関する規制

原子力規制委員会

原子炉規制法

核燃物質、原子炉
に関する規制

厚生労働省（自治体）

医療法 薬事法

医療機器、医薬品に
対する規制



ウィキペディア
フリー百科事典

メインページ
コミュニティ・ポータル
最近の出来事
新しいページ
最近の更新
おまかせ表示
練習用ページ
アップロード (ウィキメディア・コモンズ)

▼ ヘルプ

ヘルプ
井戸端
お知らせ
バグの報告
寄付
ウィキペディアに関するお問い合わせ

▶ ツール

ページ ノート

閲覧 編集 履歴表示

検索

J-PARC放射性同位体漏洩事故

座標: 北緯36度26分40秒 東経140度36分17秒﻿ / ﻿北緯36.444444度 東経140.604722度﻿ / 36.444444; 140.604722

J-PARC放射性同位体漏洩事故（ジェイパークほうしゃせいどういたいろうえいじこ）とは、日本標準時2013年5月23日11時55分、茨城県那珂郡東海村にある大強度陽子加速器施設J-PARCの施設の1つであるハドロン実験施設で発生した放射性同位体の漏洩事故である。装置の誤作動に起因する放射性同位体の拡散と、事故発生後の対応が誤っていた事によって、当時施設内にいた作業員や研究者102人のうち34人が被曝したほか、管理区域外にも微量の放射性同位体が漏洩した^{[1][2][3][4][5]}。原子力規制委員会は、本事案を暫定的に国際原子力事象評価尺度レベル1（逸脱）に相当する事象と評価した^[6]。

目次 [非表示]

- 1 事故の経緯
- 2 原因
- 3 結果
- 4 反応
- 5 脚注
 - 5.1 注釈
 - 5.2 出典
- 6 関連項目

J-PARC放射性同位体漏洩事故

日付	2013年5月23日
時間	11時55分 (JST)
場所	J-PARC ハドロン実験施設
座標	北緯36度26分40秒 東経140度36分17秒﻿ / ﻿北緯36.444444度 東経140.604722度﻿ / 36.444444; 140.604722
結果	INESレベル1の事象発生 放射性同位体の管理区域外漏洩 最大1.7mSvの被曝
負傷者	34人
ウェブサイト	http://j-parc.jp/

テンプレートを表示



ウィキペディア
フリー百科事典

- メインページ
- コミュニティ・ポータル
- 最近の出来事
- 新しいページ
- 最近の更新
- おまかせ表示
- 練習用ページ
- アップロード (ウィキメディア・コモンズ)

- ヘルプ
 - ヘルプ
 - 井戸端
 - お知らせ
 - バグの報告
 - 寄付
 - ウィキペディアに関するお問い合わせ

- ツール

ページ ノート

閲覧 編集 履歴表示

検索

J-PARC放射性同位体漏洩事故

標: 北緯36度26分40秒 東経140度36分17秒

J-PARC放射性同位体漏洩事故（ジェイパークほうしゃせいどういたいりゅうえいじこ）とは、日本標準時2013年5月23日11時55分、茨城県那珂郡東海村にある大強度陽子加速器施設J-PARCの施設の1つであるハドロン実験施設で発生した放射性同位体の漏洩事故である。装置の誤作動に起因する放射性同位体の拡散と、事故発生後の対応が誤っていた事によって、当時施設内にいた作業員や研究者102人のうち34人が被曝したほか、管理区域外にも微量の放射性同位体が漏洩した^{[1][2][3][4][5]}。原子力規制委員会は、本事業を暫定的に国際原子力事象評価尺度レベル1（逸脱）に相当する事象と評価した^[6]。

目次 [非表示]

- 1 事故の経緯
- 2 原因
- 3 結果
- 4 反応
- 5 脚注
 - 5.1 注釈
 - 5.2 出典
- 6 関連項目

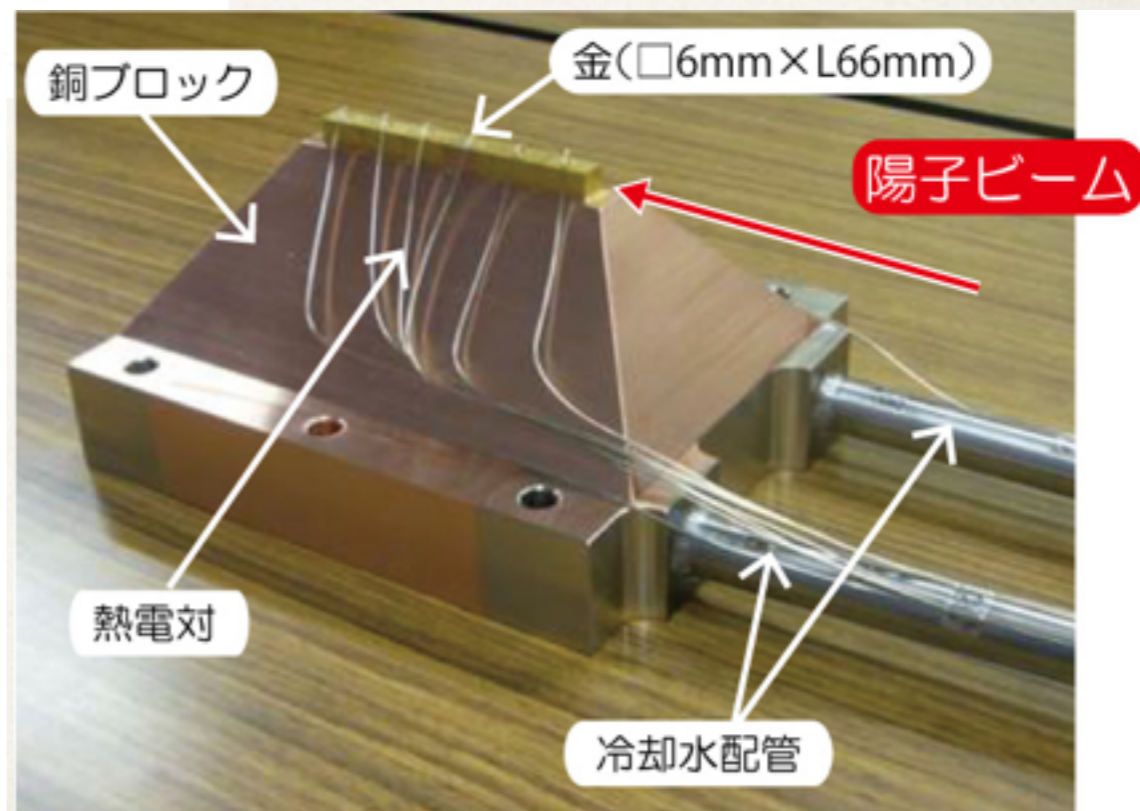
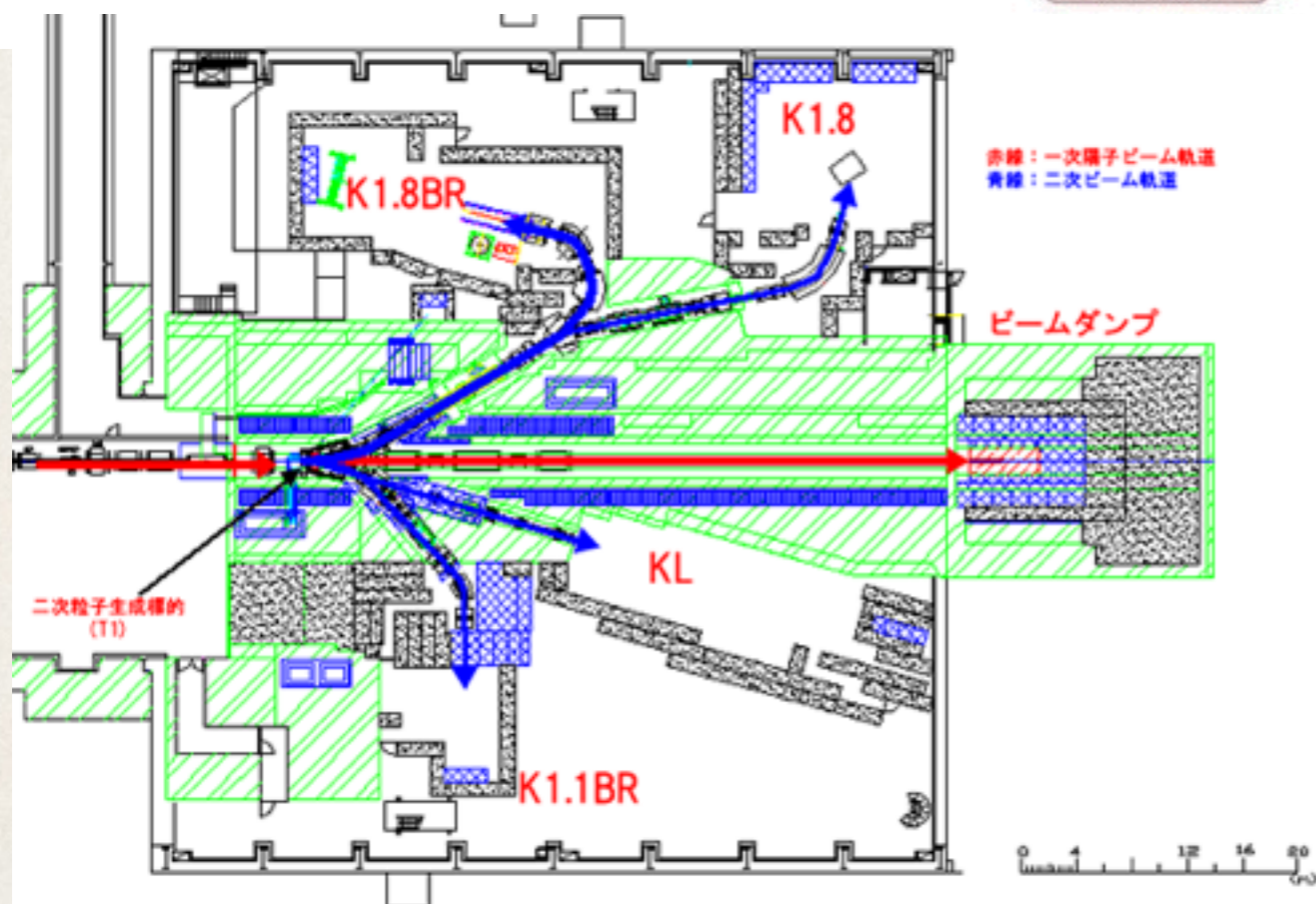
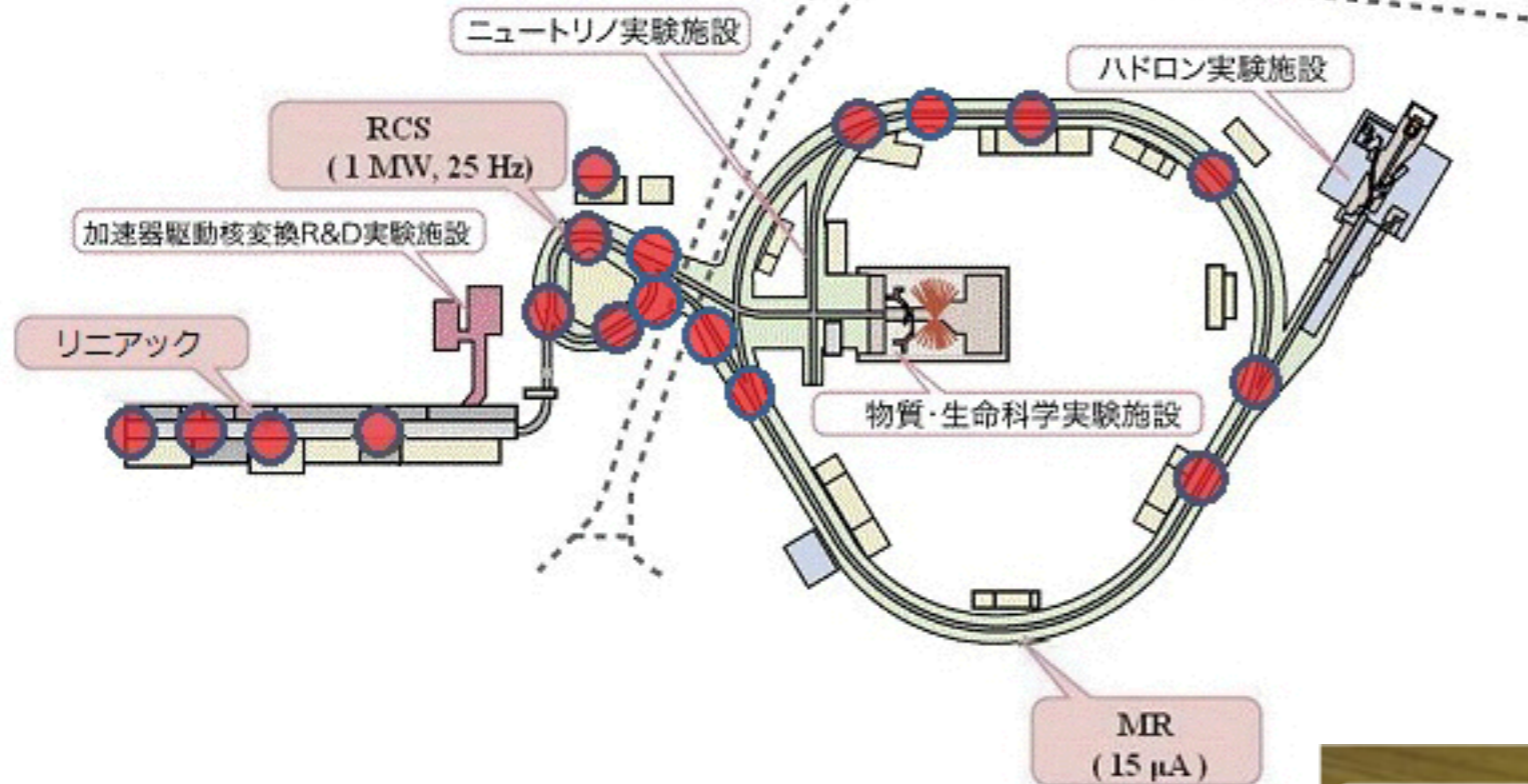
J-PARC放射性同位体漏洩事故

日付	2013年5月23日
時間	11時55分 (JST)
場所	J-PARC ハドロン実験施設
座標	北緯36度26分40秒 東経140度36分17秒﻿ / ﻿北緯36度26分40秒 東経140度36分17秒﻿ / ﻿
結果	INESレベル1の事象発生 放射性同位体の管理区域外漏洩 最大1.7mSvの被曝
負傷者	34人
ウェブサイト	http://j-parc.jp/

テンプレートを表示

加速器は電湯

太平洋



設置前の金標的と冷却用銅ブロック

J-PARC事故から学んだこと

- ❖ 加速器の技術が発達して、大電流が出せるようになった反面、標的温度が蒸発して実験室内が汚染する恐れを想定しなければならなくなった
 - ❖ 閉じ込める
 - ❖ 測定する
- ❖ 放射化物が拡散するような事態が起こりうる。そのときは加速器の運転を停止しても防げない。

J-PARCと同様な事故がRCNPで起きるか？

- ❖ まったく同じ事故は起きないと思う（加速器の出力の差）
- ❖ 標的が溶けて、実験機器やその周辺、床を汚すかもしれない。
 - ❖ そのときどうする？管理区域から出るときは？
- ❖ 実験室はRI空調があり、負圧管理されている
 - ❖ 空調が故障したら？実験室は廊下に対して正圧になる
- ❖ 実験室内の空気は放射化する可能性がある。
 - ❖ 実験中の扉の開閉は？負圧なら大丈夫？

J-PARC事故で法令違反はあったか？

- ❖ 事故を起こしてはいけない
- ❖ 実験ホール内に換気扇を付けてはいけない
- ❖ 管理区域の空気を排気設備を通さずに排気してはいけない
- ❖ 線量限度（管理区域境界、事業所境界）、排気中RI濃度
- ❖ 放射線発生装置の使用に関わる排気設備は、当概放射線発生装置の運転を停止している期間における・・・（規則第14条の11第4号ロ）
- ❖ 次のいずれかに該当するときは、その旨を直ちに報告しなければならない（規則第39条）
 - ❖ 放射性同位元素等が管理区域内で漏えいしたとき。以下を除く。（第5号）
 - ❖ 気体状の放射性同位元素が漏えいした場合において空气中濃度限度を超える恐れがないとき（ロ）

RCNPにおける主なりスク

- ❖ サイクロトロン、ビームが原因の事故
 - ❖ 制御ミス
 - ❖ 退避忘れ
- ❖ 放射化物の持ち出し
- ❖ (RIによる汚染)

放射化物

- ❖ 放射線発生装置の使用に伴って、放射化させることを目的とせず、有意の放射能が認められるに至った放射線発生装置及び実験機器（平成10年課長通達）
- ❖ 放射線発生装置から発生した放射線により生じた放射線を放出する同位元素によつて汚染された物（平成24年障害防止法施行規則第14条の7第7号の2）

放射化物に関連する用語

❖ 放射性同位元素等

- ❖ 放射性同位元素または放射性汚染物（規則第1条第3項）

❖ 放射性汚染物

- ❖ 放射性同位元素若しくは放射線発生装置から発生した放射線により生じた放射線を放出する同位元素によって汚染された物（規則第1条第2項）

❖ 放射化物

- ❖ 放射線発生装置から発生した放射線により生じた放射線を放出する同位元素によって汚染された物（規則第14条の7第1項第7号の2）

管理対象の放射化物

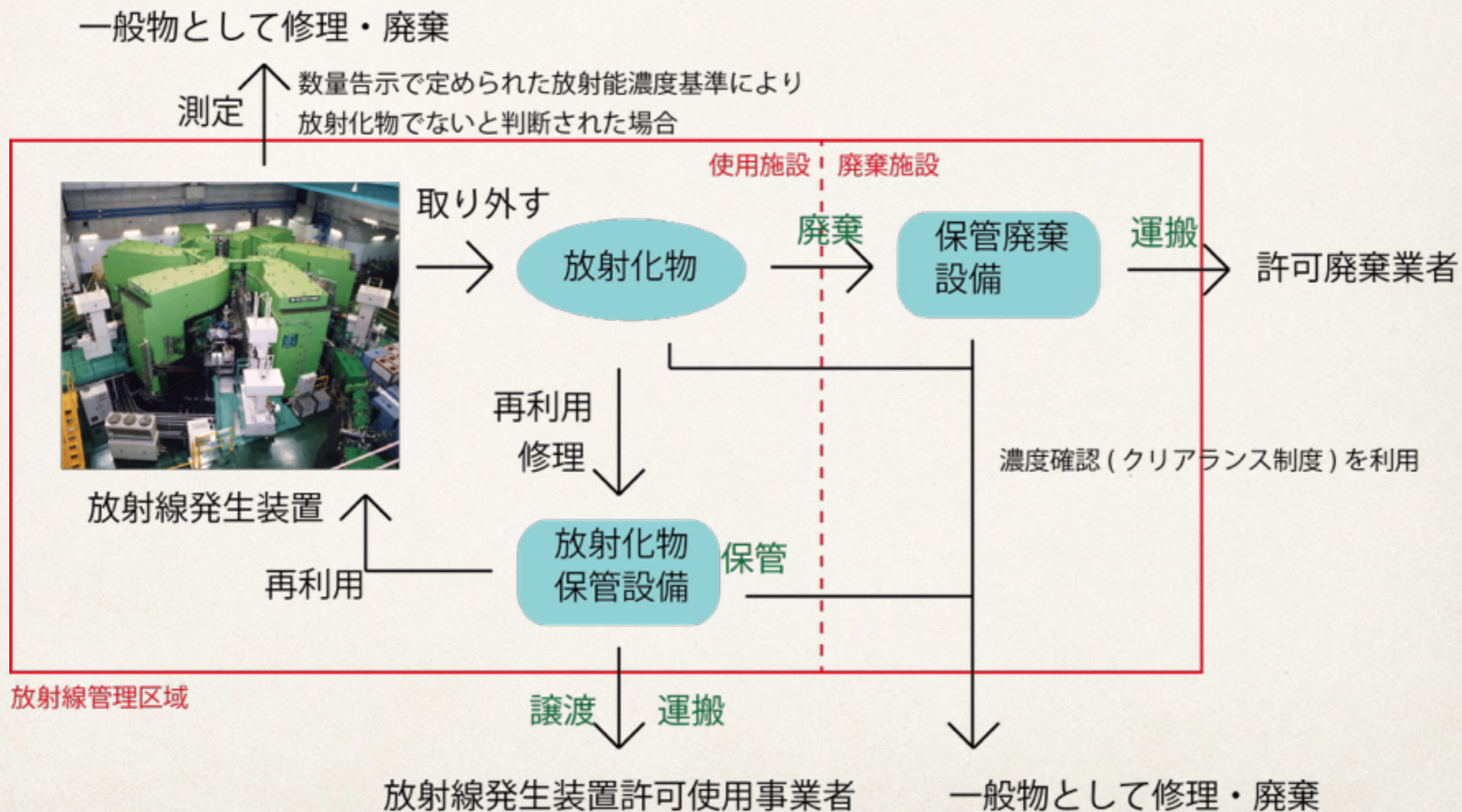
- ❖ 放射化物については、放射線発生装置から取り外した時点からその管理が必要となる。
- ❖ 核子当たりの最大加速エネルギーが2.5MeV未満のイオン加速器（ただし、重水素とトリチウムの核反応などを用いて中性子を発生させる目的で使用される加速器を除く。）及び最大加速エネルギーが6MeV以下の電子加速器（医療用直線加速装置のうち、X線の最大エネルギーが6MeV以下のものを含む。）については、当該加速器の本体及び遮蔽体などの周辺設備等は放射化物としての管理は不要である。
- ❖ 医療用直線加速装置のうち、X線の最大エネルギーが6MeVを超えるものについては、「(2) 表1 医療用直線加速装置における放射化物として扱う特定の部品等」に示す特定の部品等以外のものは放射化物としての管理は不要である。
- ❖ 医療用直線加速装置のうち、X線の最大エネルギーが10MeV以下のものについては、空気及び水の放射化の考慮は不要である。また、医療用直線加速装置のうち、X線の最大エネルギーが15MeV以下のものについては、これまでの調査の結果から排気設備の設置は不要である。
- ❖ 工業用直線加速装置については、装置の基本的な構造や使用の方法等が医療用直線加速装置と同様である場合は、②～④が参考となる。
- ❖ 自己遮蔽を備えた医療用サイクロトロンについては、自己遮蔽の内側にあるサイクロトロン本体、周辺機器、遮蔽体及び床材は放射化物であり、自己遮蔽の外側にあるものについては、放射化物としての管理は不要である。
- ❖ 上記②～⑥以外の放射線発生装置及びその周辺設備等については、原則として放射化物とする。ただし、信頼できる実測データ、計算結果等により放射化物として取り扱う必要がないことが確認※1できたものについては、放射化物としないことができる。

※1：放射化物として取り扱うか否かの判断は、放射性汚染物の確認制度の導入に伴って告示として規定した放射能濃度及びその設定の考え方が参考となる。

濃度確認に関わる濃度限度

第一欄	第二欄	第三欄	RI
濃度確認対象物	評価対象放射性同位元素の種類	放射能濃度(Bq/g)	濃度限度(Bq/g)
二 放射線発生装置から発生した放射線により生じた放射線を放出する同位元素によって汚染された物であって金属くず又はコンクリート破片	^{22}Na	0.1	10
	^{54}Mn	0.1	10
	^{56}Co	0.1	10
	^{57}Co	1	100
	^{58}Co	1	10
	^{60}Co	1	10
	^{152}Eu	0.1	10
	^{195}Au	10	100
	^{203}Hg	10	100

放射化物の流れ



自動的にクリアランスされるのはPET核種の¹⁸み

サイクロトロンでの放射化

壁

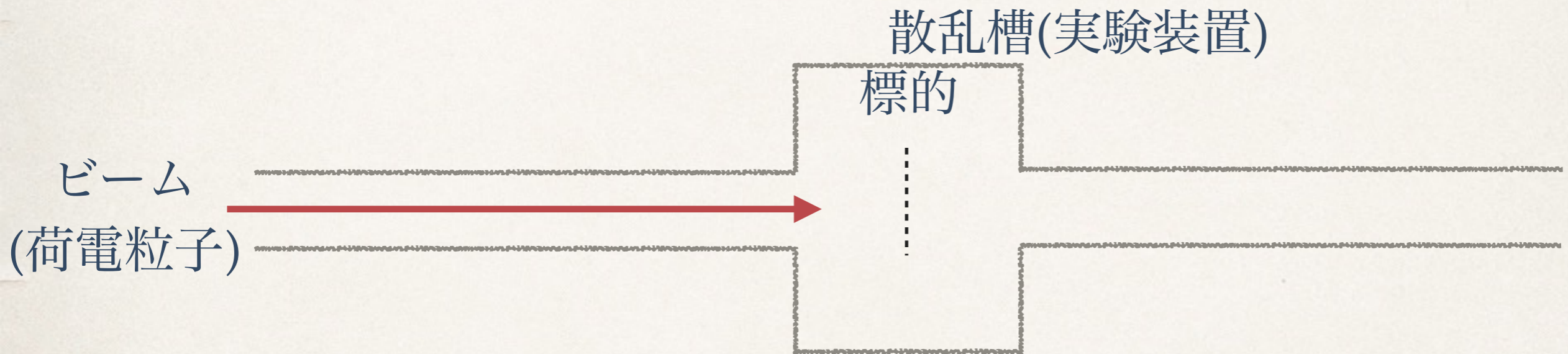


その他、常時室内に置かれている物

The legend shows a dashed rounded rectangle containing a solid green square and a solid green circle, representing other objects present in the chamber.

サイクロトロンでの放射化

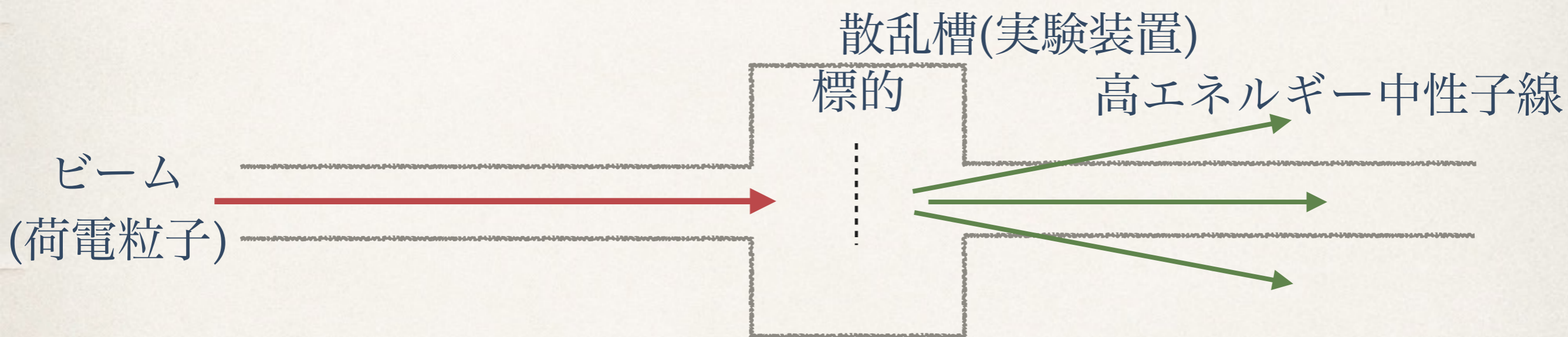
壁



その他、常時室内に置かれている物

サイクロトロンでの放射化

壁

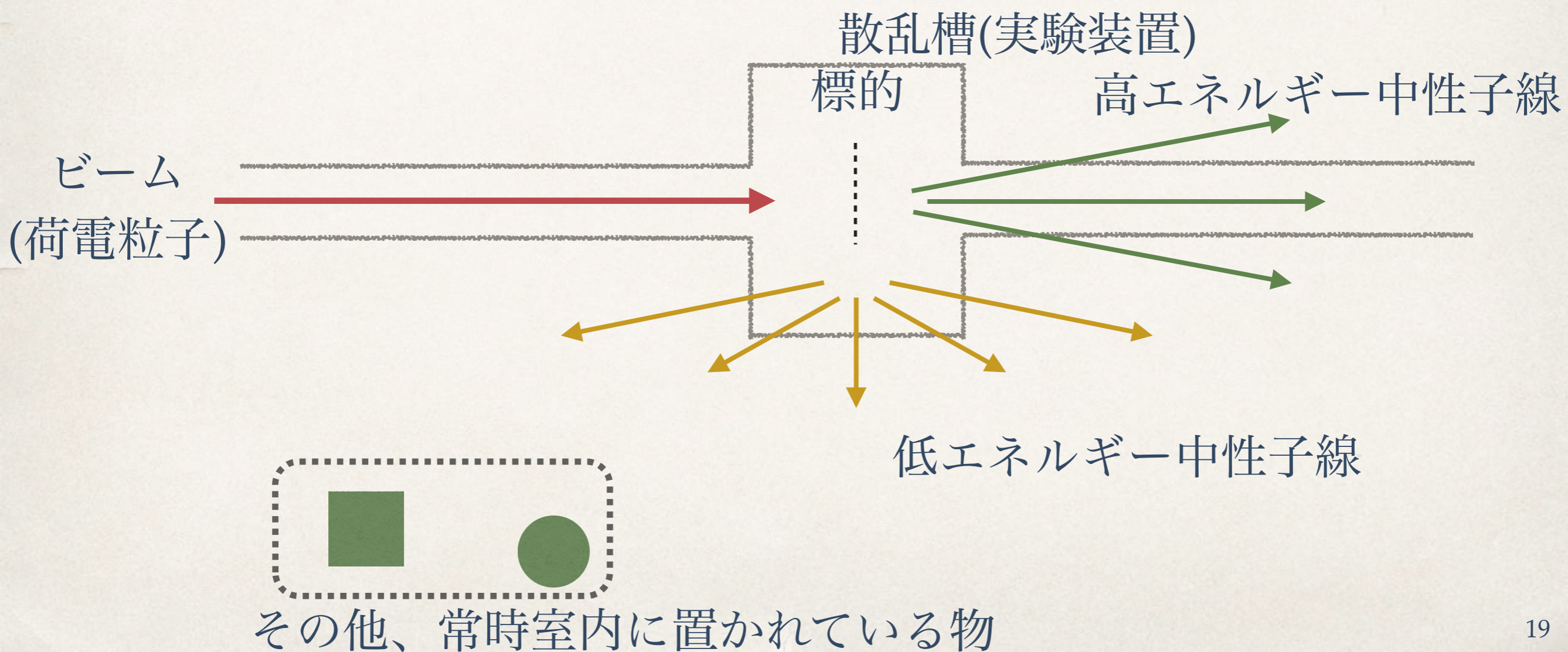


その他、常時室内に置かれている物

A dashed rounded rectangle contains a green square and a green circle, representing other objects in the room.

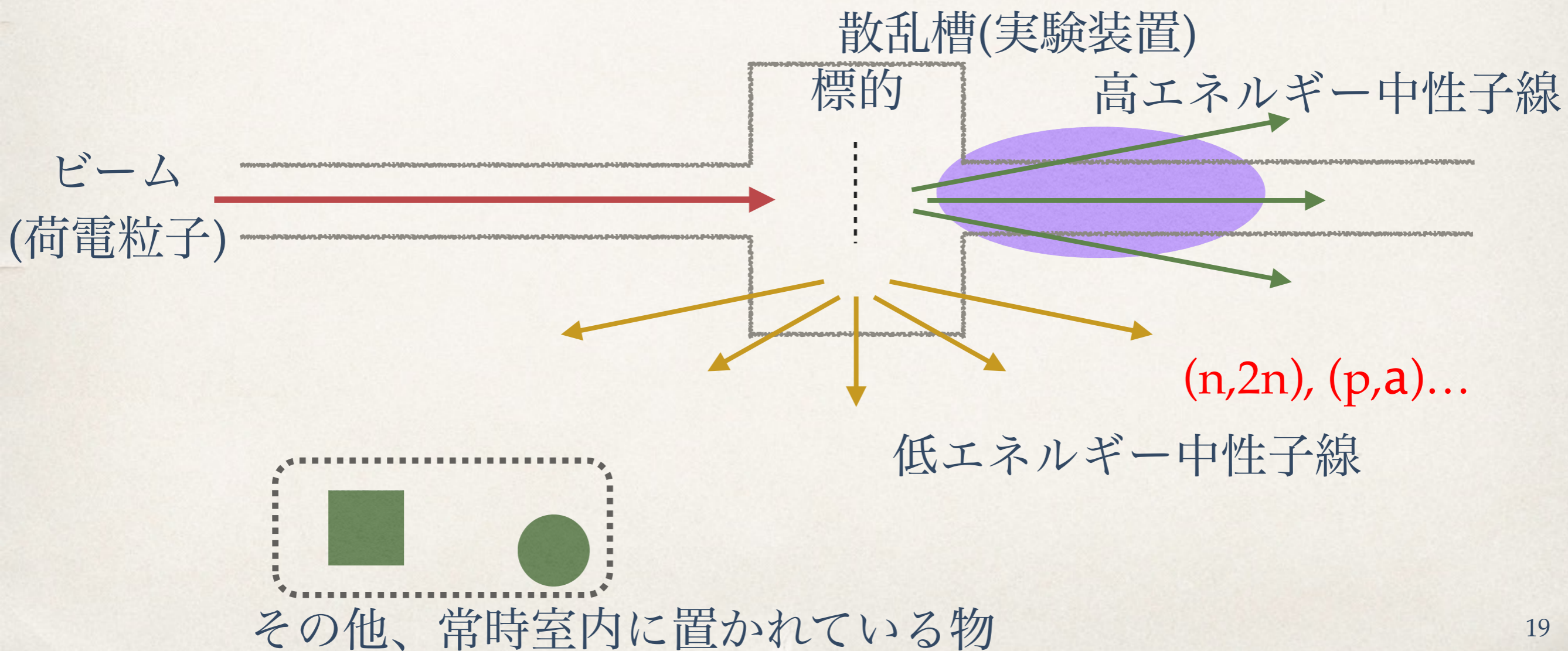
サイクロトロンでの放射化

壁



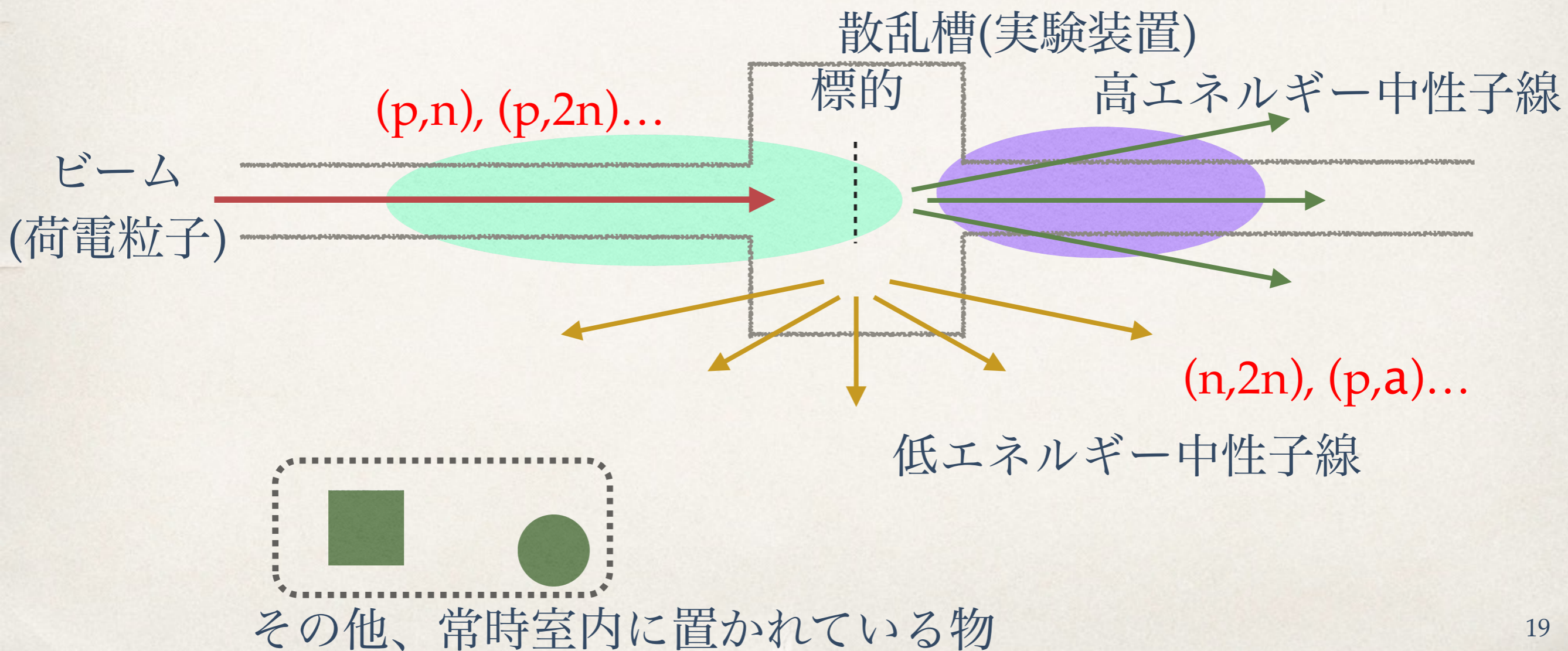
サイクロトロンでの放射化

壁

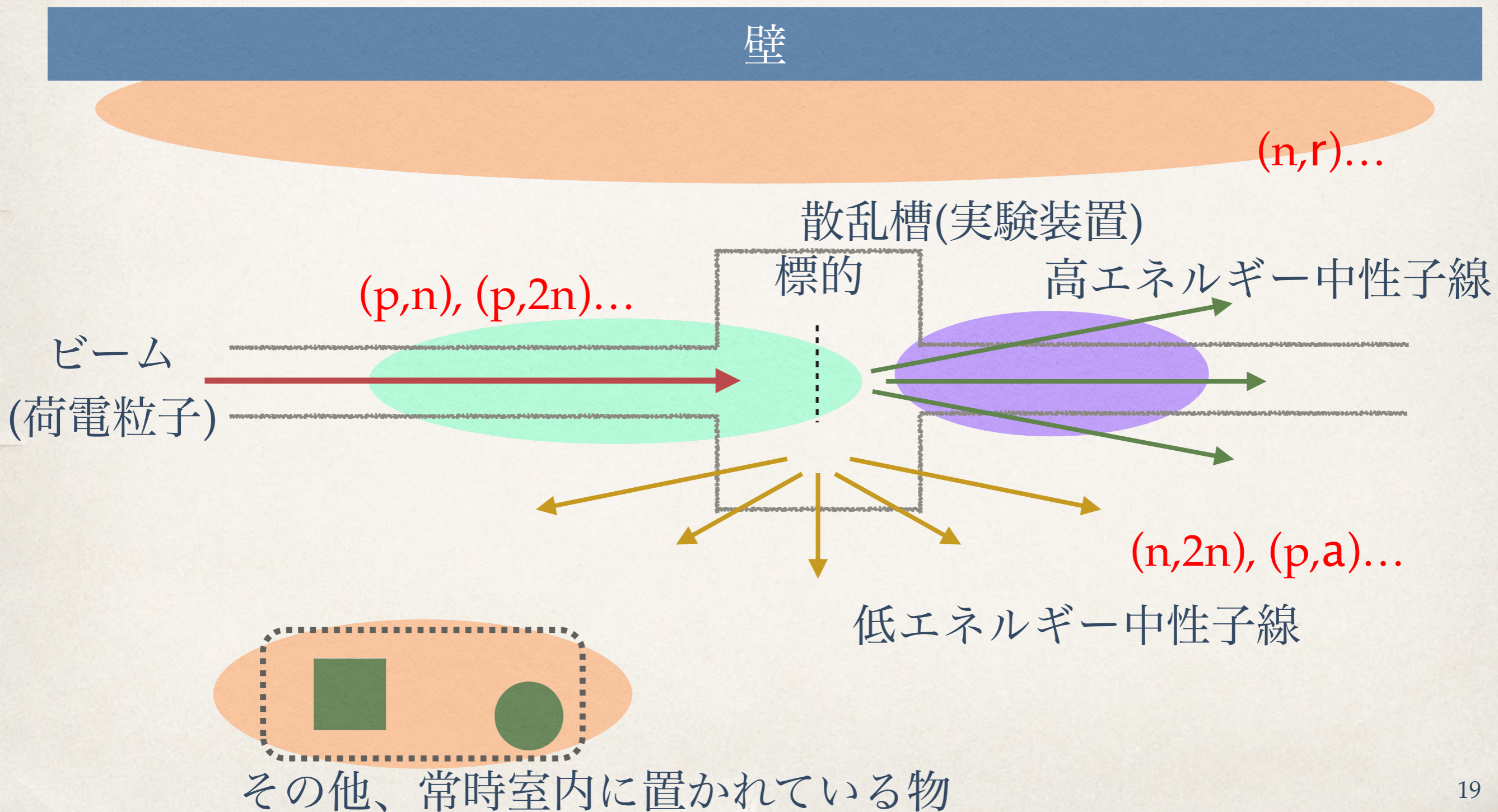


サイクロトロンでの放射化

壁



サイクロトロンでの放射化



放射化によって生成される核種

- ❖ 半減期が特に短い核種は考えなくて良い
- ❖ 半減期が長い核種 (Co-60など)
- ❖ 反応断面積が大きい核種(熱中性子に対してAu-197やEu-151)
- ❖ 主たる核種は測定時期によって異なる場合がある (高速中性子に対してアルミ、銅)

消耗品の放射化について

- ❖ 加速器の一部である消耗品

- ❖ ポンプのオイル
- ❖ 熱交換用樹脂

濾過後の使用済みオイル
2011.7に使用終了した樹脂

- ❖ 加速器本体室内の消耗品

- ❖ 照明
 - ❖ 蛍光灯
 - ❖ 水銀灯
 - ❖ LED

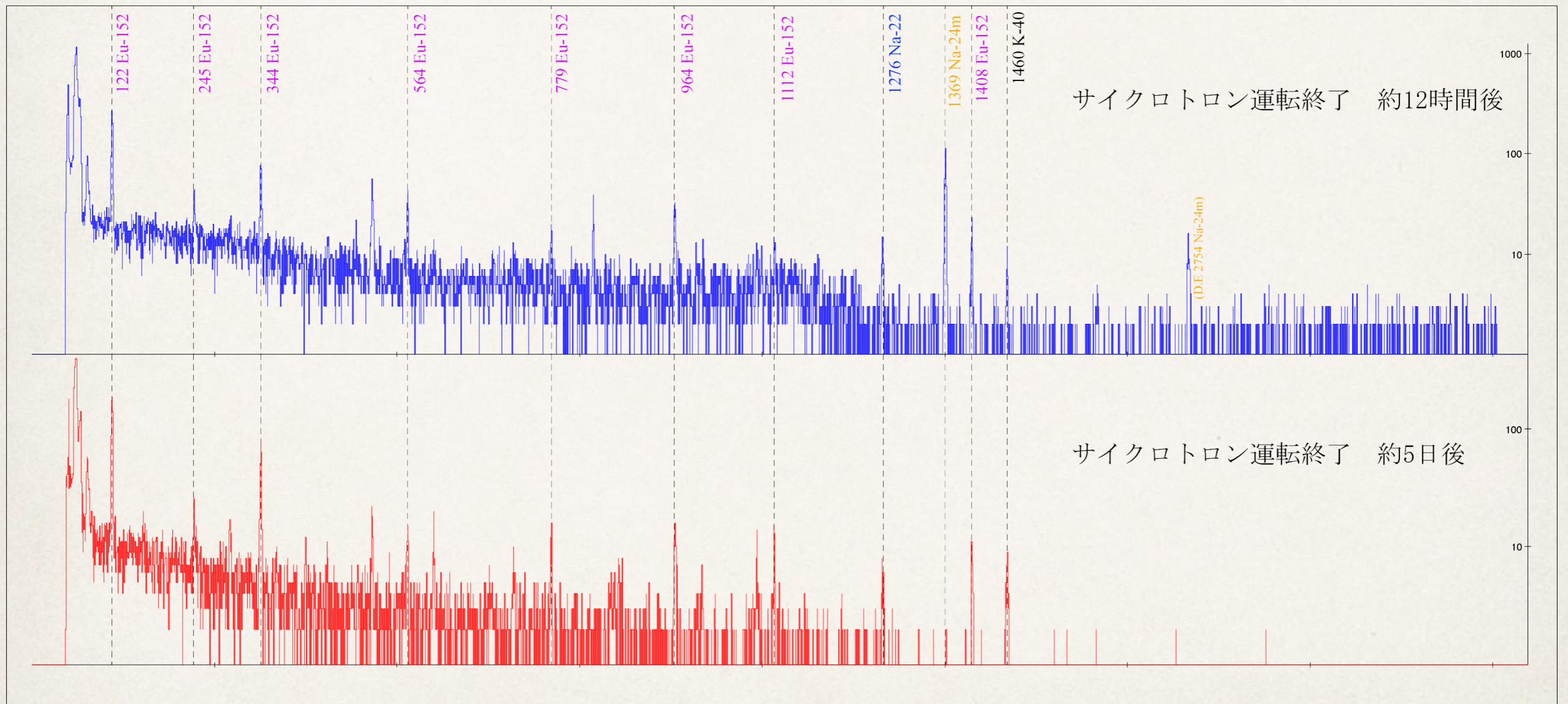
- ❖ 冷却水

- ❖ 消火器

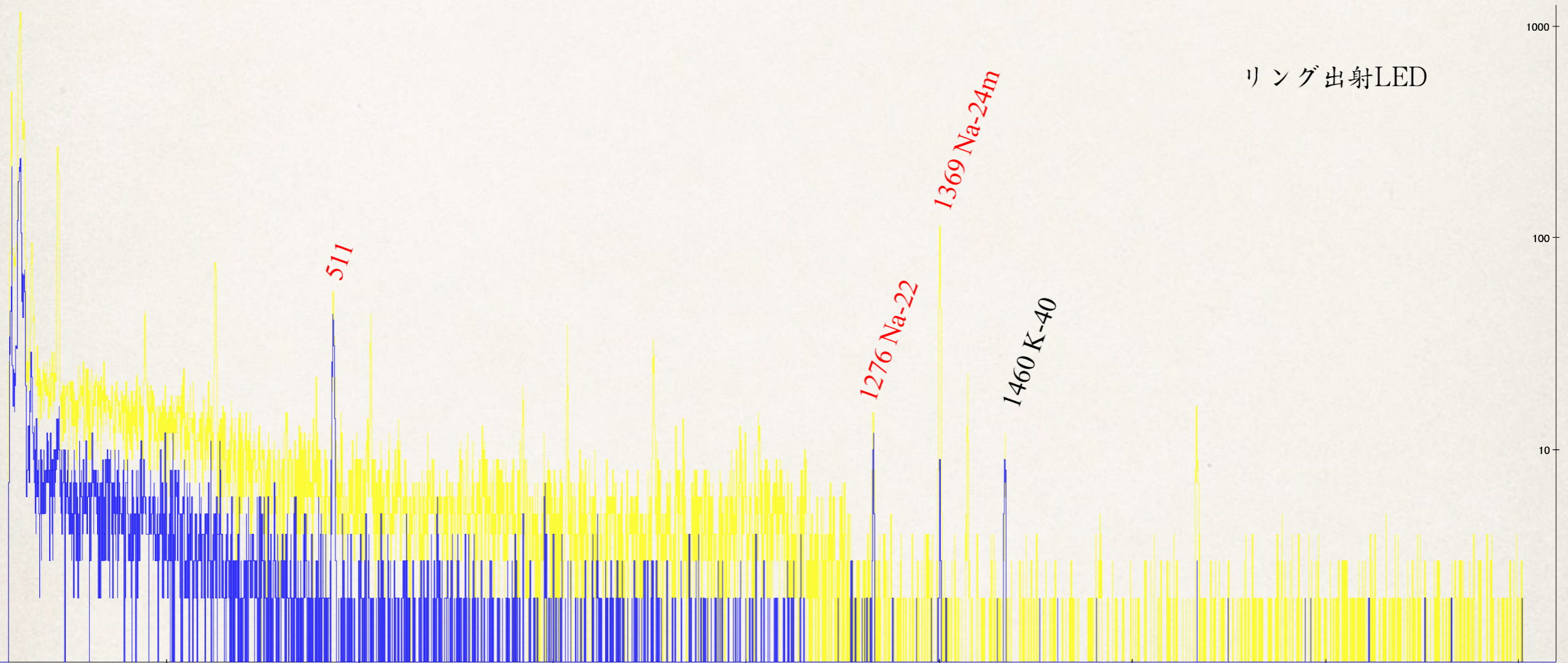


蛍光灯の放射化

AVF本体室 0コース蛍光灯



LEDの放射化



大阪大学で使われている蛍光灯

- ❖ 3波長型昼白色・・・蛍光材にEuが使われている
- ❖ NaI(Tl)サーベイメータの測定値と放射能の関係を調査
- ❖ 放射化していない蛍光灯を砕いて、1 kBqのEuCl₃溶液5ccとともにU8容器に入れ校正用線源とした
- ❖ 放射化した蛍光灯は砕いてすべてをU8容器に入れた
- ❖ ゲルマニウム検出器で測定



RCNPにおける蛍光灯の放射化

- ❖ 本体室内の蛍光灯はNaI(Tl)サーベイメータの測定で0.01 – 0.03 $\mu\text{Sv/h}$ 程度に放射化している。
- ❖ 蛍光灯一本あたりのThe density 放射能は0.7-1.3 kBqであった。
- ❖ 濃度は $\sim 10 \text{ Bq/g}$ 程度となりEu-152のクリアランスレベルを大きく上回る

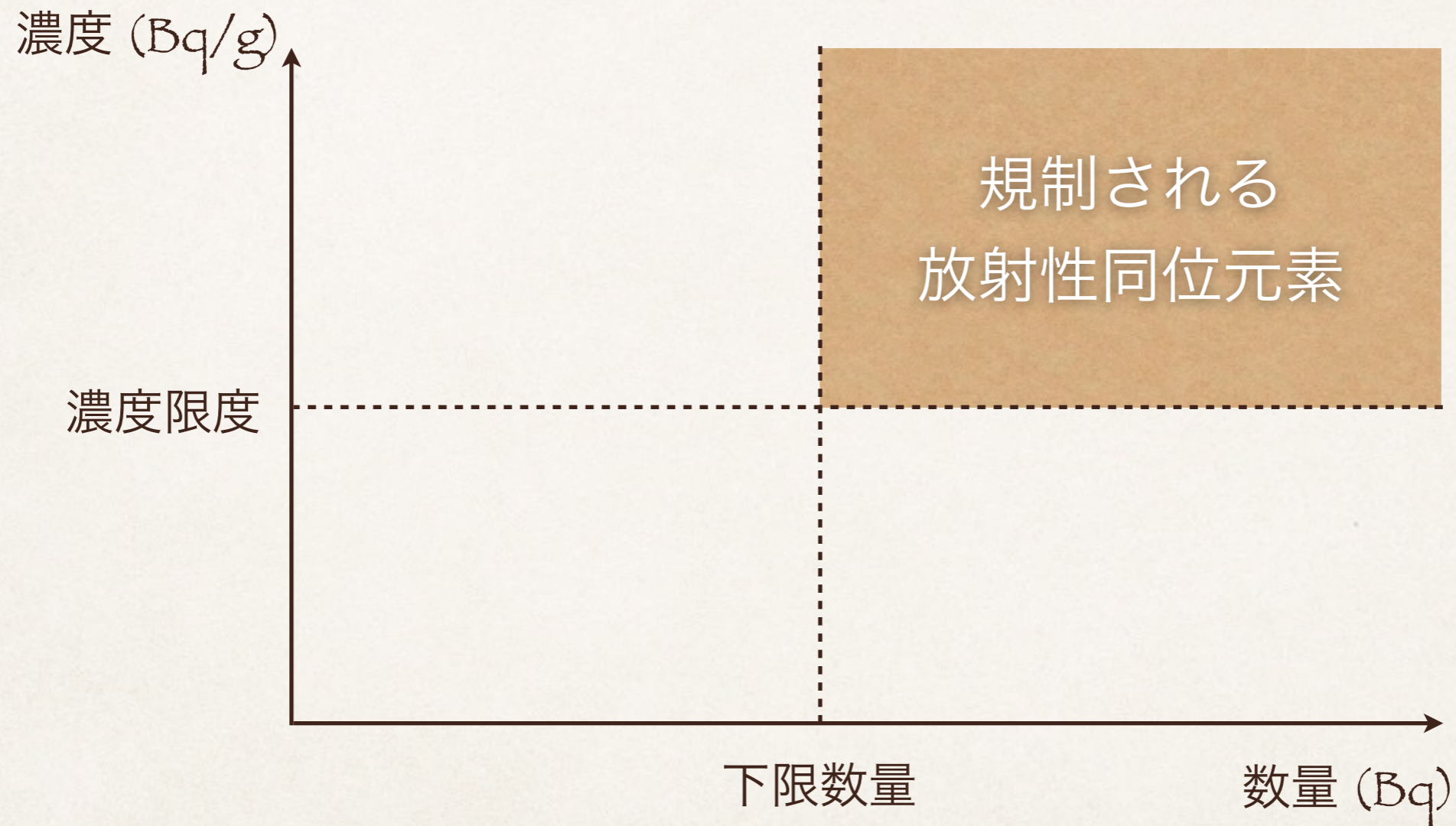
リングサイクロトロン冷却水の放射化

- ❖ 放射化により生成される核種・・・H-3
- ❖ 液体シンチレータで測定
 - ❖ アロカ標準線源で校正・・・検出効率93%?
 - ❖ この検出効率を信じると 1.64 Bq/cc
 - ❖ 通常液体シンチレータのH-3に対する効率は60%程度で、実際にその通りならば3 Bq/cc
- ❖ H-3/C-14サーベイメータでは検出できない。
- ❖ 密封されていない放射性同位元素としてH-3の排水中濃度限度は60 Bq/cc
- ❖ H-3によって汚染されたもののクリアランスレベルは100 Bq/g

放射性同位元素の定義

- ❖ 放射性同位元素等による放射線障害防止に関する法律施行令第1条
 - ❖ ・ ・ ・ 放射線を放出する同位元素及びその化合物並びにこれらの含有物で、
 - ❖ 放射線を放出する同位元素同位元素の数量及び濃度がその種類ごとに原子力規制委員会が定める数量（以下「下限数量」という。）及び濃度を超えるものとする。（数量告示別表第1）
- ❖ 放射線を放出する同位元素の数量等を定める件
 - ❖ 密封されたもの ・ ・ ・ 1個（一式）
 - ❖ 密封されていないもの ・ ・ ・ 容器1個に入っているもの

放射性同位元素の定義



下限数量の例

第1欄		第2欄	第3欄
放射線を放出する同位元素の種類		数量 (Bq)	濃度 (Bq/g)
核種	化学形等		
^3H		1×10^9	1×10^6
^{35}S	蒸気	1×10^9	1×10^6
^{35}S	蒸気以外のもの	1×10^8	1×10^5
^{90}Sr	放射平衡中の子孫核種を含む	1×10^4	1×10^2

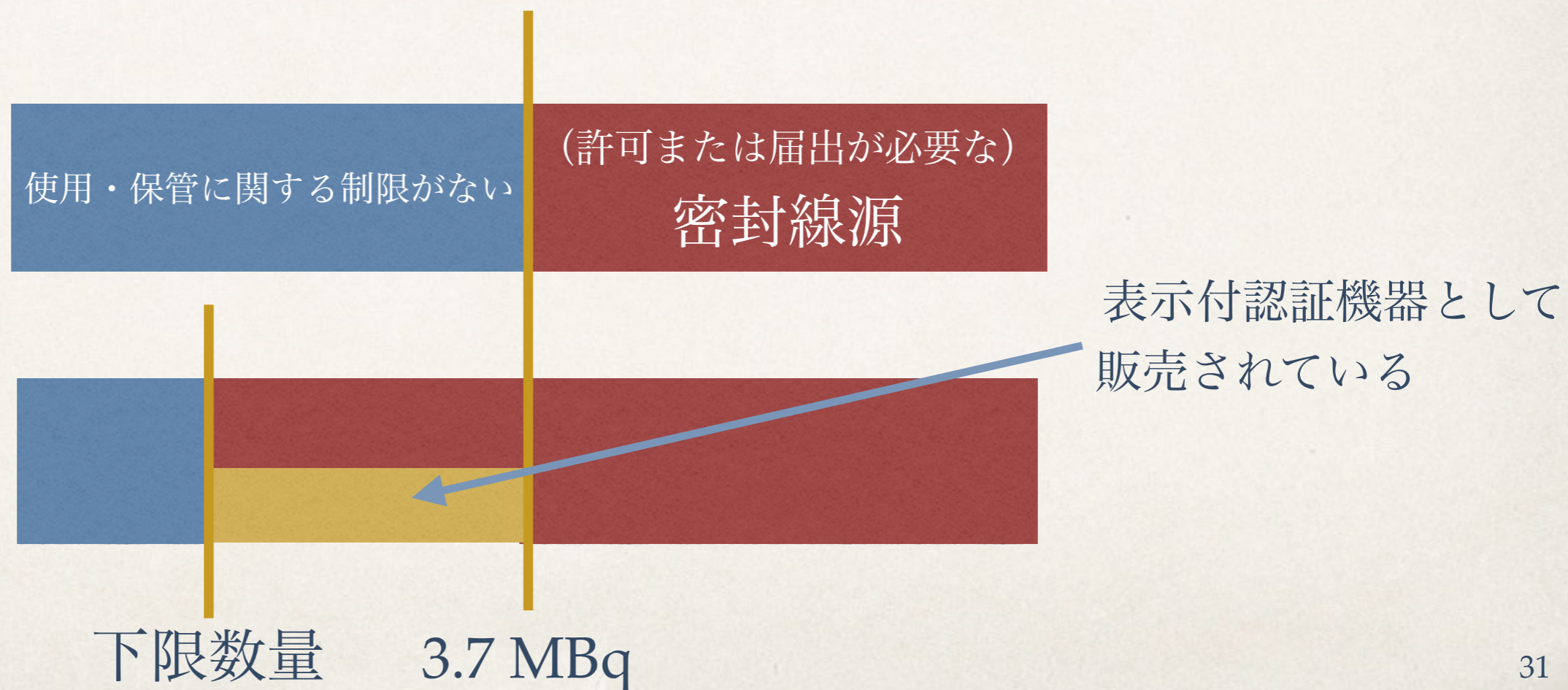
(数量告示別表第1)

下限数量以下の線源

- ❖ 密封線源の場合
 - ❖ 管理区域外でも使用可能。使用方法、使用時間等に制限がない
 - ❖ 産業廃棄物として廃棄してはいけない。
- ❖ 非密封線源の場合
 - ❖ 許可使用者の場合は、許可が必要。
 - ❖ 許可使用者が管理区域外で使用する場合は、管理区域外使用の許可が必要
 - ❖ 許可使用者以外が使用する場合は、販売業者から購入する
- ❖ 核物理研究センターで下限数量以下の密封線源を管理区域外に持ち出すには、安全衛生委員会の承認が必要
- ❖ 平成19年4月1日以前に製造され、購入時の数量が3.7 MBq以下の密封線源
 - ❖ 基本的には下限数量以下の密封線源と同様
 - ❖ 廃棄のみRIの扱い
 - ❖ 核物理研究センターでは、管理区域外の使用が認められない。
- ❖ 下限数量以下の線源であっても、使用にあたって電離則は適用される。作業場が管理区域外であっても作業環境測定が必要
- ❖ 下限数量以下であっても、核物理研究センターへ線源を持ち込むときは放射線取扱主任者の許可が必要

表示付認証機器

- ❖ 原子力規制委員会の設計認証を受けた機器
 - ❖ 放射性同位元素装備機器
 - ❖ 実際には認証を受けた密封線源も存在する



表示付認証機器として販売された線源

- ❖ 法令上は管理区域外での使用が認められている
- ❖ 核物理研究センターでは管理区域内でのみの使用の方針で検討中
- ❖ 下限数量以下の線源と同じではない
 - ❖ 原子力規制委員会への届出が必要
 - ❖ 添付文書（取扱説明書）に書かれていることを守る義務がある
 - ❖ 使用方法
 - ❖ 使用時間
 - ❖ 使用目的に制限がある
 - ❖ 紛失時のダメージは密封線源と同様
- ❖ 購入を検討しているときは、放射線管理室にご相談ください

放射線障害予防規程

- ❖ 放射線障害防止法では、最低限どこでも守らなければならないことが書かれている。
- ❖ RI施設独自の「予防規程」を施設ごとに作成し、法律がカバーできない部分を使用者がルールを決めることになっている（予防規程は規制委員会に届け出ている）。
- ❖ 予防規程は法律と同じ扱いなので、予防規程を守らないことは、法律違反になる。
- ❖ どんなことが書いてあるか？
 - ❖ （施行規則第15条）・・・技術上の基準は次の通りとする。（5）作業室での飲食及び喫煙を禁止すること
 - ❖ （RCNP予防規程第13条3項）（3）管理区域内では、飲食、喫煙、化粧等放射性同位元素を体内に摂取する恐れがある行為を行わないこと。

サーベイメータの種類

γ 線用（放射化物測定に向いている）



電離箱式サーベイメータ



NaI(Tl)サーベイメータ



コンパクトサーベイメータ

β 線用（R I による表面汚染測定に向いている）



GMサーベイメータ



プラスチック



ラギッド

シンチレーションサーベイメータ

NaI(Tl)サーベイメータの使い方

❖ 時定数

- ❖ 0.3 uSv/hレンジでは30秒、1uSv/hレンジでは10秒・・・に設定してください
(TCS-172Bマニュアル)

❖ 測定限界 (RI棟廊下の場合)

- ❖ BGが0.088 uSv/h、31.9 cps
 - ❖ 時定数30 sでは9 nSv/h
 - ❖ 時定数10 sでは15 nSv/h
 - ❖ 時定数3 sでは29 nSv/h
- ❖ コンクリートや鉄10 kgがクリアランスレベル程度に放射化する22-43 nSv/hになる
(上蓑義朋 日本放射線安全管理学会誌Vol.12 No.1 p.36 (2013))

大阪大学核物理研究センター放射線 障害予防規程

- ❖ よく読んでください。
- ❖ (3月改正) 放射性同位元素 → 放射線同位元素等
が何箇所かあります。
- ❖ チェックテスト問7-9は予防規程に関する問題で
す。予防規程と問題を比較して正しい答えを選んでく
ださい。

放射線取扱主任者試験

問1 次のI～IVの文章の□の部分に入る最も適切な語句、記号、数値又は数式を、それぞれの解答群から1つだけ選べ。

I X線及びγ線並びに中性子は□A□放射線と呼ばれ、それぞれ物質と特徴的な相互作用を起こす。X線及びγ線は波長の短い光子であり、赤外線、可視光などの電磁波と区別して電磁放射線と呼ばれる。一方、中性子は原子核を構成する核子の一つであるが、核外で単独に存在するときは約□ア□分の平均寿命で□B□に壊変する。中性子は電荷を持たないため、中性子の物質との相互作用は主として原子核との相互作用であるといえることができる。

<Aの解答群>

- | | | | | |
|--------|-------|-------|-------|--------|
| 1 二次電離 | 2 非電離 | 3 非粒子 | 4 無電荷 | 5 直接電離 |
| 6 間接電離 | | | | |

<Bの解答群>

- | | | |
|-------|--------------|-------|
| 1 電子 | 2 陽電子 | 3 陽子 |
| 4 重陽子 | 5 三重陽子(トリトン) | 6 中間子 |

<アの解答群>

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 0.3 | 2 0.4 | 3 0.5 | 4 1.0 | 5 1.5 |
| 6 2.0 | 7 3.0 | 8 4.0 | 9 5.0 | 10 10 |
| 11 15 | 12 20 | 13 30 | 14 40 | 15 50 |

平成25年度
物化生