

東京大学理学部

Radiation Safety Course, School of Science, University of Tokyo

放射線取扱者講習会
(一般講習会)

RI供給プラットフォームとアルファ線治療
加速器・放射光施設の安全利用
密封線源・エックス線装置の安全取扱

RI Supply Platform & Targeted Alpha-Particle Therapy
Safety at Accelerator & Synchrotron Radiation Facilities
Safe Handling of Sealed Sources & X-ray devices

2021年度 後期

Autumn 2021

The Supply Platform of Short-lived **Radioisotopes**

平成28年度「新学術領域研究（研究領域提案型）
『学術研究支援基盤形成』」リソース支援プログラム

短寿命RI 供給プラットフォーム

NEWS & TOPICS

- 
- 2021.6.14 2021年度下期の短寿命RI供給実験課題の募集を開始しました。
→ [課題募集の詳細](#) [締切: 2021年8月6日(金)]
- 2021.6.9 短寿命RI供給プラットフォーム成果報告会 兼 RI利用研究会 のページを公開いたしました。
→ [pdf版ポスター\[2.39 MB\]](#) , [研究会のページ](#)
- 2021.3.31 放射線試薬の総合情報サイトJ-RAMの「全国のRI施設一覧」に短寿命RI供給プラットフォームの情報が掲載されました。
→ [J-RAMのページ](#)
- 2021.3.18 「実績・成果」内の「RIの製造と活用」に2021年度上期における採択課題を追加いたしました。
→ [課題一覧](#)

 NEWS & TOPICS一覧

EVENTS

- 2021.7.19-20 短寿命RI供給プラットフォーム成果報告会 兼 RI利用研究会 を開催いたします。
→ [pdf版ポスター\[2.39 MB\]](#) , [研究会のページ](#)



ごあいさつ

研究

プラットフォーム（組織）

実績・成果

利用される方へ

お問い合わせ

平成28年度「新学術領域研究（研究領域提案型）
『学術研究支援基盤形成』」リソース支援プログラム

短寿命RI 供給プラットフォーム

RCNP, Osaka University

Nishina Center, RIKEN

Institute for Quantum Medical Science, QST

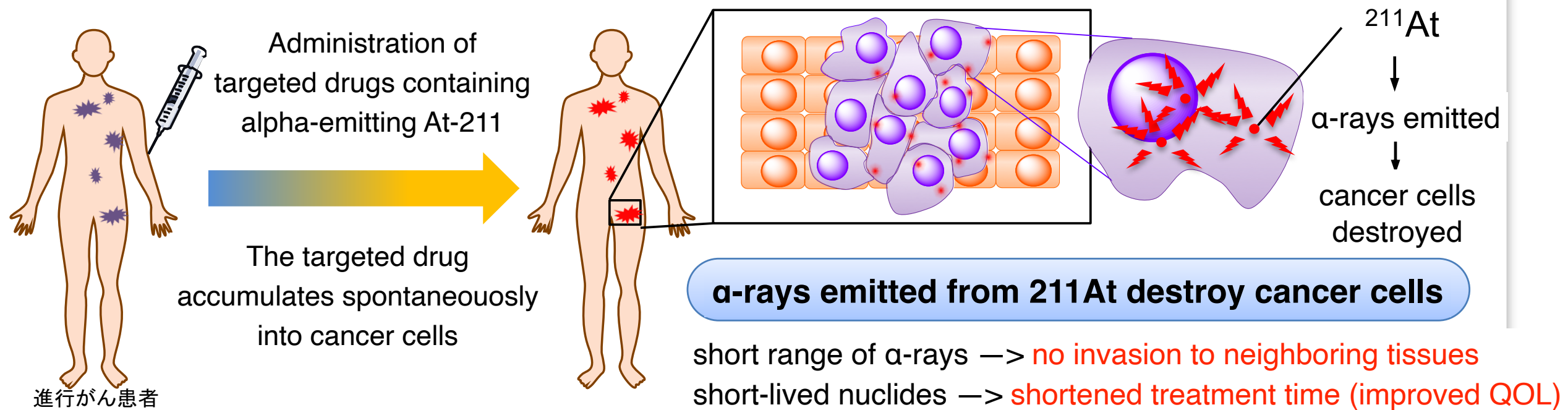
Takasaki Advanced Radiation Research Institute, QST

CYRIC, Tohoku University

ELPH, Tohoku University



Targeted alpha-particle therapy with ^{211}At



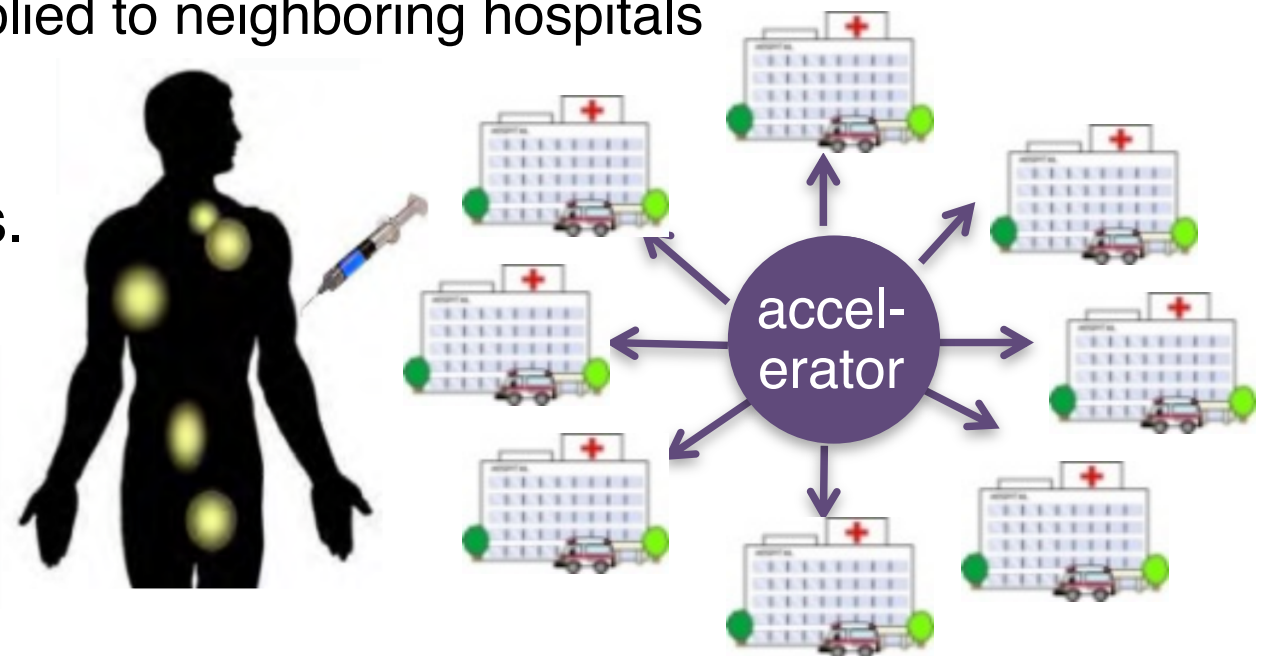
Astatine-211 (^{211}At)

is an alpha-emitting nuclide with a half life of 7.2 hours.

A halogen element with no stable isotopes.

α -ray nuclear medicine therapy $\times$ PET
direct link of diagnostics and therapeutics

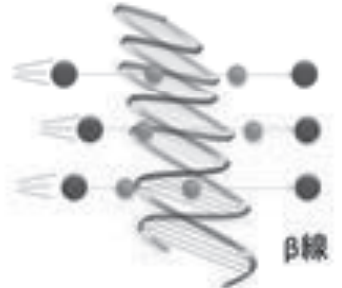
α -ray nuclear medicine
supplied to neighboring hospitals



Citation from a Japanese document <http://www.aec.go.jp/jicst/NC/iinkai/teirei/siryo2018/siryo16/siryo1.pdf>

Targeted alpha-particle therapy with ^{211}At

Table: Difference between α -ray and β -ray

	α -ray	β -ray
LET 線エネルギー付与	50~100 keV/ μm	< 0.2 keV/ μm
イメージ image		
RBE 生物学的効果比	3~5	1
飛程 range	0.05 ~ 0.1 mm	0.2 ~ 10 mm

LET : Linear Energy Transfer

RBE : Relative Biological Effectiveness

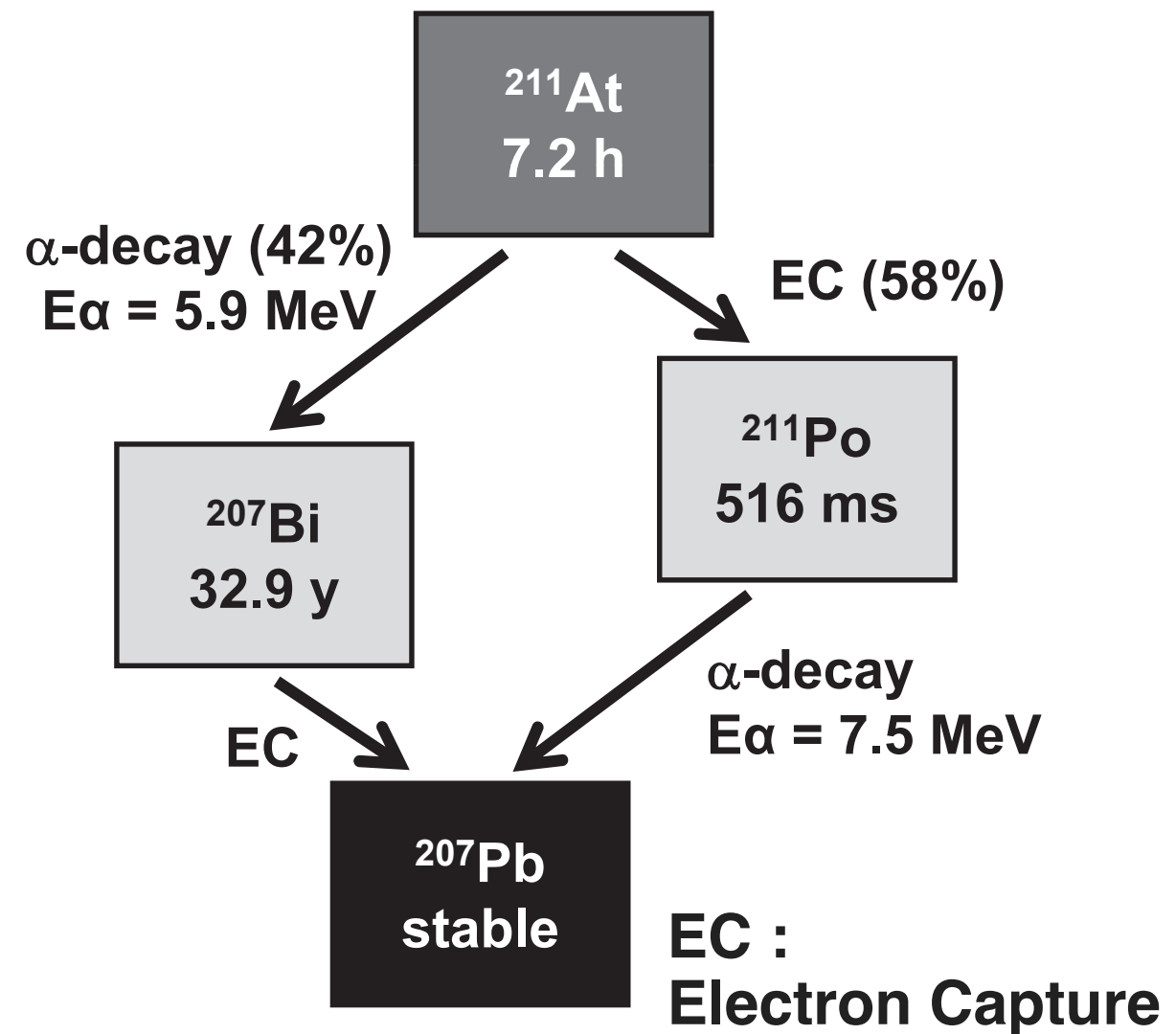
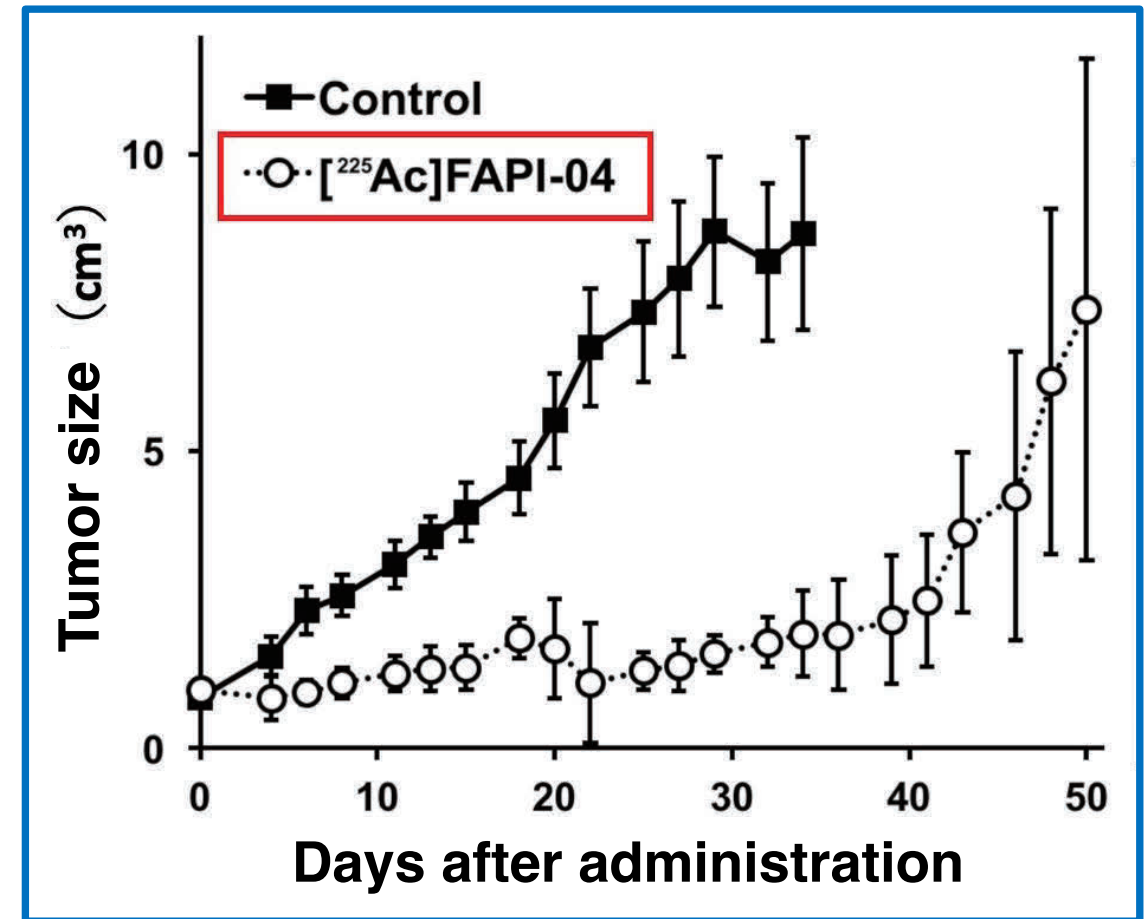
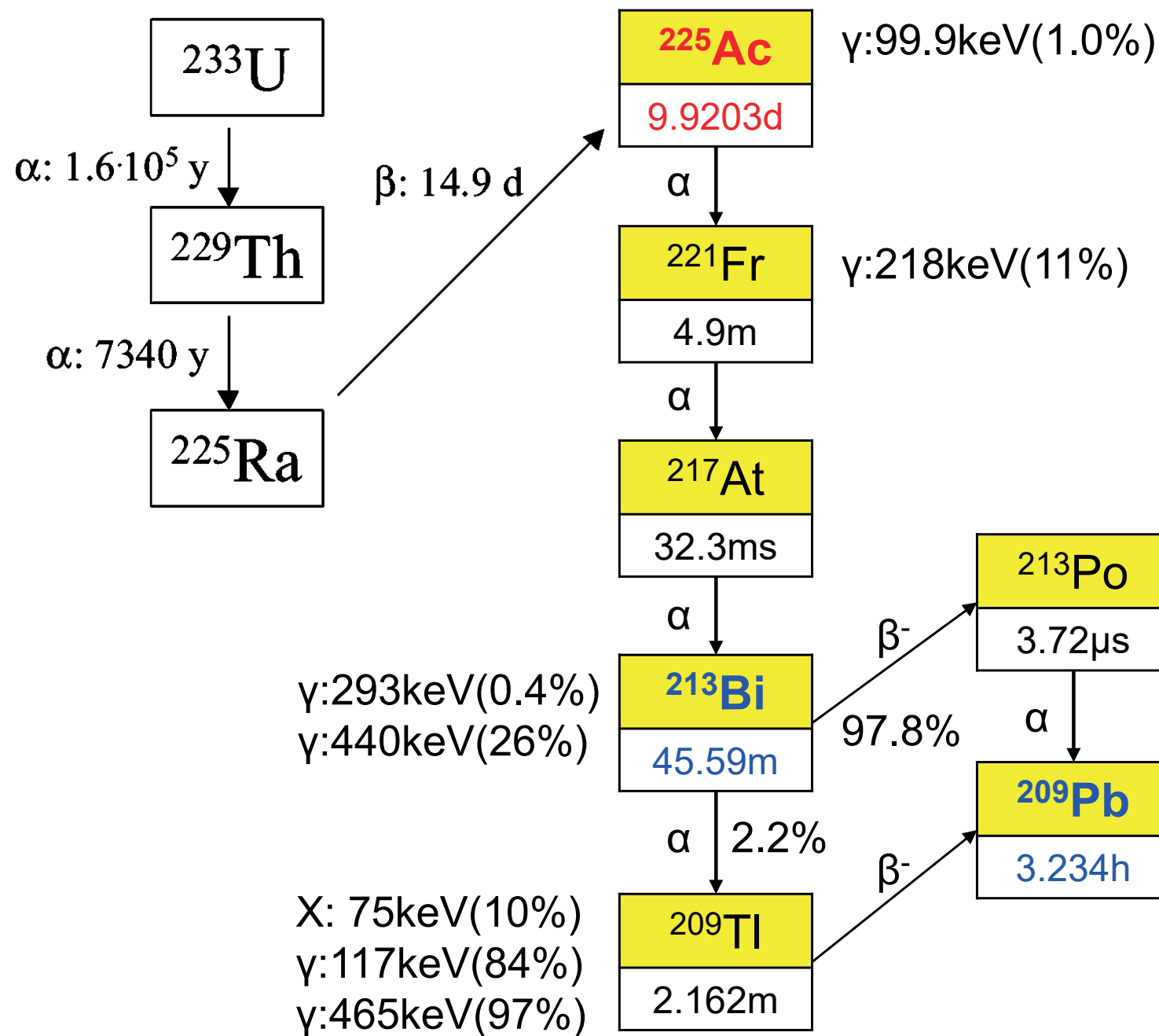


Fig.: Decay scheme of At-211

Targeted alpha-particle therapy with ^{225}Ac



出典：『Isotope News』 2020年10月号 No.771, p2-5 より

Theranostics

= Therapeutics + Diagnostics

Personalized medical care with a high Quality Of Life.

Technology with molecular imaging.

PET & SPECT (nuclear medicine), MRI, CT

RI-labeled medicine for both detection & imaging (with γ -rays from the RI)
and cancer treatment (with β -rays and α -rays from the RI)

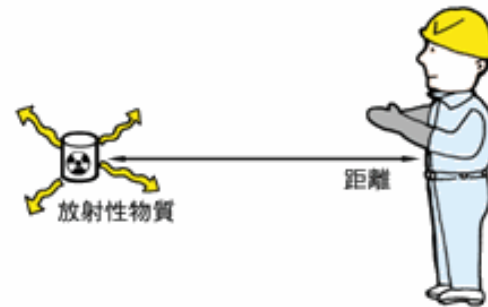
- > 診断と治療をあわせて行う考え方、その手法。QOLが高く、個人の医療効果の最大化＝「個別化医療」を実現する一手法。
- > これには「分子イメージング」という検査技術が不可欠。核医学のPETやSPECT、MRI、CTなど。
- > ガンに集まる性質の薬剤にRIを標識し、投与。RIから出されるガンマ線をPETやSPECTで検出、体内の薬剤分布を画像化。
- > 一方で、投与したRIからの放射線（ β 線、 α 線）により、疾患部位を攻撃して治療する。

RI for Diagnostics	RI for Therapeutics
I-123 (13.2 h)	I-131 (8.0 d, β), At-211 (7.2 h, α)
Ga-68 (68 h)	Lu-177 (6.6 d, β), 225-Ac (10.0 d, α)
Tc-99m (6.0 h)	Ra-223 (11.4 d, α)
Cu-64 (12.7 h)	Cu-67 (61.8 h, β)

Radiation protection

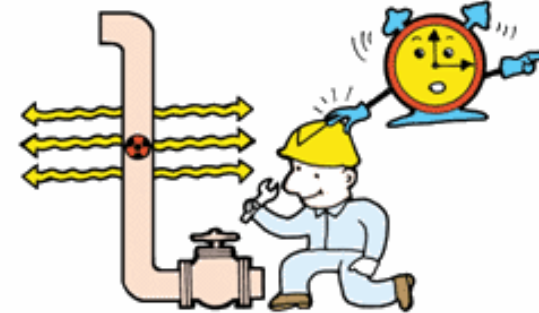
- distance

[線量率] = [距離]²に反比例

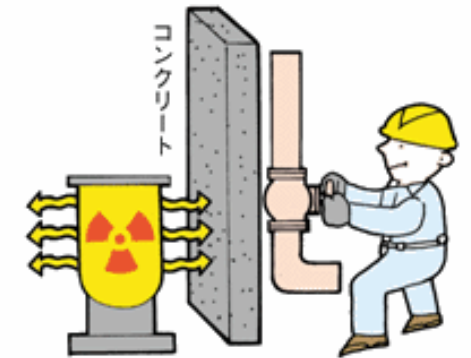


- time

[線量] = [作業場所の線量率] × [作業時間]



- shielding



Prevent
deterministic effect.
Reduce
stochastic effect.

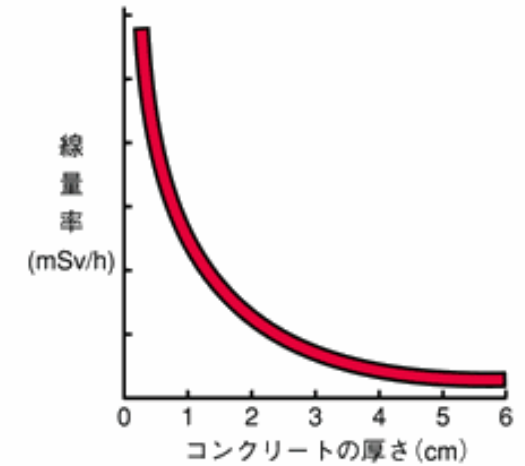
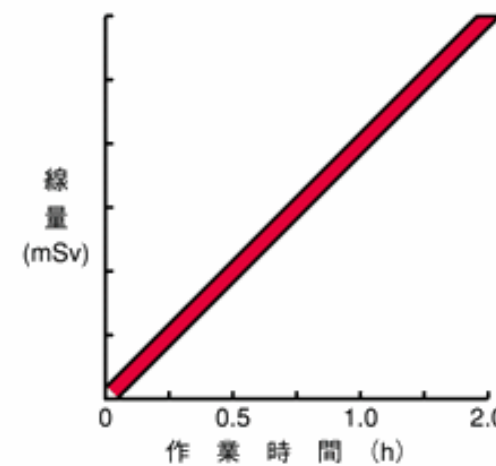
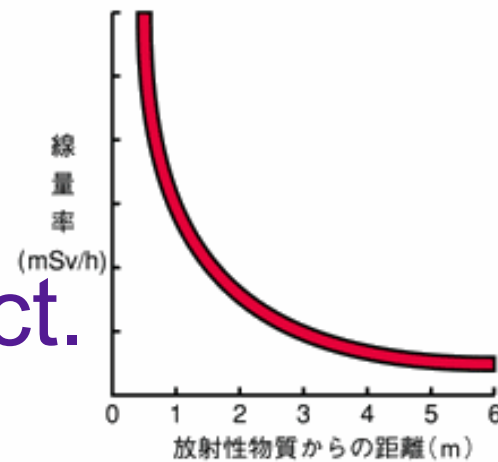


図1 遮へい3原則の図

[出典] 電気事業連合会:「原子力・エネルギー」図面集2003-2004、p.130

Optimization : all exposures shall be kept as low as reasonably achievable, economic and social factors being taken into account.

(**ALARA** principle = As Low As *Reasonably Achievable*)

Dose limit : **1 mSv/yr** for general public (in addition to natural BG).

100 mSv/ 5 yrs and 50 mSv/yr max. for male radiation workers.

Dose limit for individuals

Occupational exposure for Radiation workers

Effective dose	100 mSv / 5 yrs and 50 mSv / yr
women	5 mSv / 3 mo.
pregnant women	1 mSv / period of pregnancy
Equivalent dose	(* from April 2021)
eye lens	100 mSv / 5 yrs and 50 mSv / yr
skin	500 mSv / yr
abdomen surface of pregnant women	2 mSv / period of pregnancy

Public exposure for General public

Effective dose	1 mSv / yr
Equivalent dose	
eye lens	—
skin	—

Protection by Jpn domestic law

線量限度の一覧表（作業者）

	1990勧告	1977勧告
実効線量	20mSv/年（5年平均）	50mSv/年
水晶体等価線量	150mSv/年	150mSv/年 ²⁾
皮膚等価線量	500mSv/年 ¹⁾	500mSv/年
手・足の等価線量	500mSv/年	500mSv/年 ³⁾
その他の組織	—	500mSv/年

1) 被ばく部位に関係なく、深さ7mg/cm²、面積1cm²の皮膚についての平均線量に適用される。

2) 1980年のブライトン声明で300mSv/年（18歳から65歳までの就業期間の被曝の場合で、65歳までのリスクの最大値）

Annual Risk 1/1000

線量限度の一覧表（一般公衆）

	1990 勧告	1977 勧告
実効線量	1 mSv/年	5 mSv/年 ¹⁾ , 1 mSv/年（生涯の平均）
水晶体等価線量	15 mSv/年	50 mSv/年
皮膚等価線量	50 mSv/年 ³⁾	50 mSv/年
その他の組織	—	50 mSv/年 ²⁾

1) 1985年のパリ声明で主たる限度を1年につき1mSvとして、補助的な限度を5mSv/年とした。

2) 1985年のパリ声明で実効線量当量の制限によって不要になった。

Annual Risk 1/10,000 ICRP recomm.
(毎年被曝の場合、65歳までの最大値)

(出典) (1990年ICRP新勧告と1977年ICRP勧告における線量限度値対照表)

「ICRP1990年勧告-その要点と考え方-」、草間朋子編、日刊工業新聞社、50ページ]

他機関施設でのバッジの使用（加速器・放射光など）

Using Your Radiation Badge (at accelerators, SR facilities)

- **国内**の放射線施設を利用する場合 at domestic facilities
 - 東大理学部のバッジも**持参する**ことを原則とする
Bring your UTokyo-Sci. badge to domestic radiation facilities.
 - 飛行機での**手荷物検査**によるバッジの被曝に留意
Try to avoid X-ray survey of your badge.
- **海外**の放射線施設を利用する場合 abroad
 - 特に不要であれば、東大理学部**の**バッジはむしろ**持参しない**ことを推奨する
We recommend that you do not bring your badges abroad,
As long as the facility abroad takes care of your radiation protection.
 - 持参する必要がある場合、**手荷物検査や機内での被曝**については、後から記録の修正が必要な場合がある
If you need to bring it abroad, give us reports on possible radiation exposure of your badge at X-ray survey and during your flights.

Radiation control area 放射線管理区域

管理区域
(使用・貯蔵施設)



許可なくして
立入りを禁ず

放射性同位元素
使用室



第 2 種

←開閉→



Sealed sources

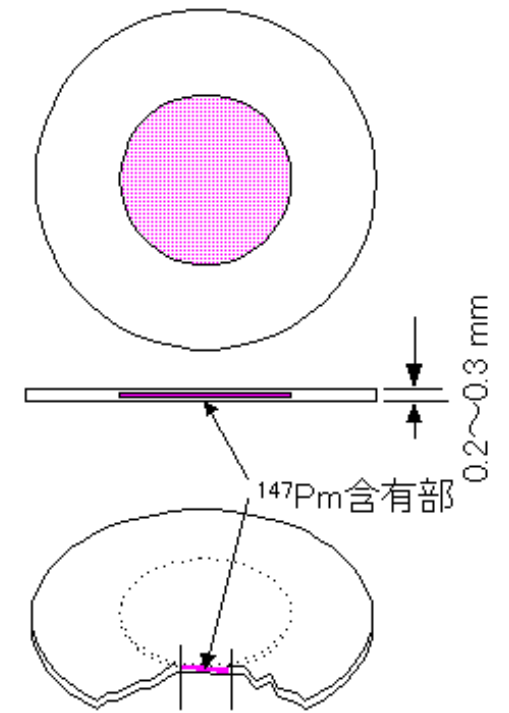
密封小線源



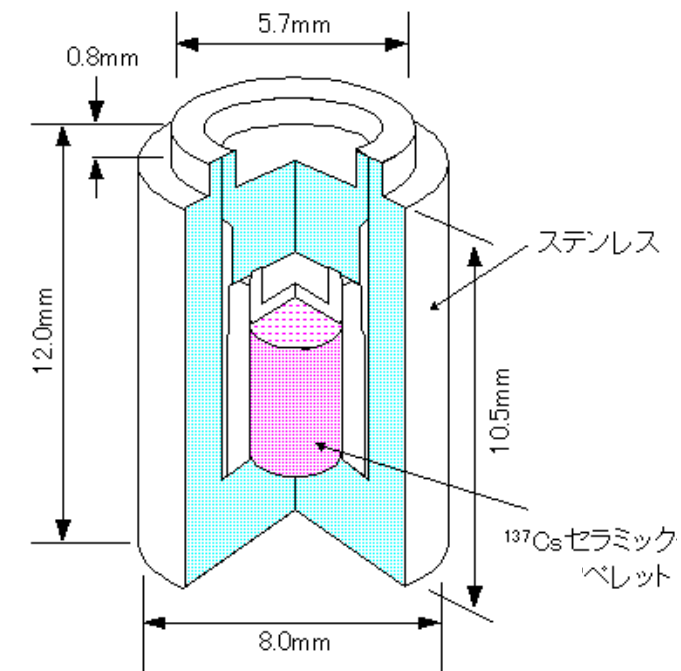
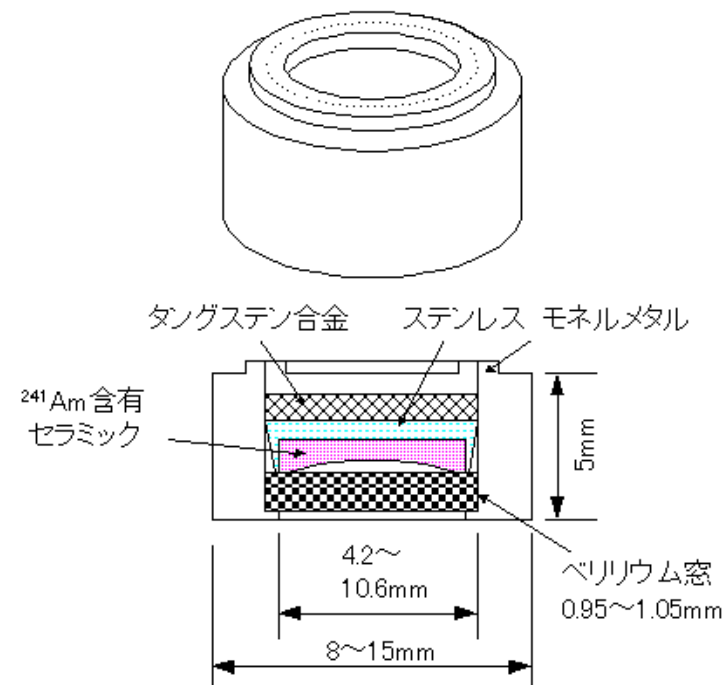
α -ray source



β -ray source



γ -ray source



Safe Usage of X-ray devices

エックス線装置の安全取扱



①X 線警告灯（黄色）

X 線の発生を防 X 線カバーの X 線警告灯の黄色 LED で表示します。

②防 X 線カバー（側面）

防 X 線カバーにより、ゴニオメータ等の光学系部が覆われています。

③防 X 線カバーの扉（インターロック） **Interlock**

前面パネルにロック機構が付いており、「DOOR」ボタン（黄色）が消灯している時は扉ロックが掛かり、防 X 線カバーは開けることができません。

④「DOOR」ボタン

防 X 線カバーを開ける時に使用します。

⑤HV ENABLE キー

キーを右に回し、装置ロックを解除し POWER ON を可能な状態にします。

東京大学における
エックス線装置の分類

Classification of X-ray devices at UTokyo

密閉型 closed system	A	Completely sealed
	B	Interlock used all the time
非密閉型 non-closed system	C	Interlock used appropriately
	D	Equipments installed in a room
	E	Not fixed / mobile

エックス線装置の安全取扱

Safe Usage of X-ray devices

Check open/close of the shutter with multiple indicators.

複数の表示で
シャッターの開閉状態を
意識して確認する。

C分類でインターロックを
解除するときは十二分に
確認する。

Be extremely careful when
you unlock the interlock

ビームの調整やメンテナンス
等では、**装置の電源を切り**、
シャッターが閉じて
いることを確認する。

Turn off the power of the device **密閉型**
before beam adjustment
and/or maintenance.

使用記録を作成し、
整備すること。

Make records of usage

装置内部管理区域型

装置外部管理区域型

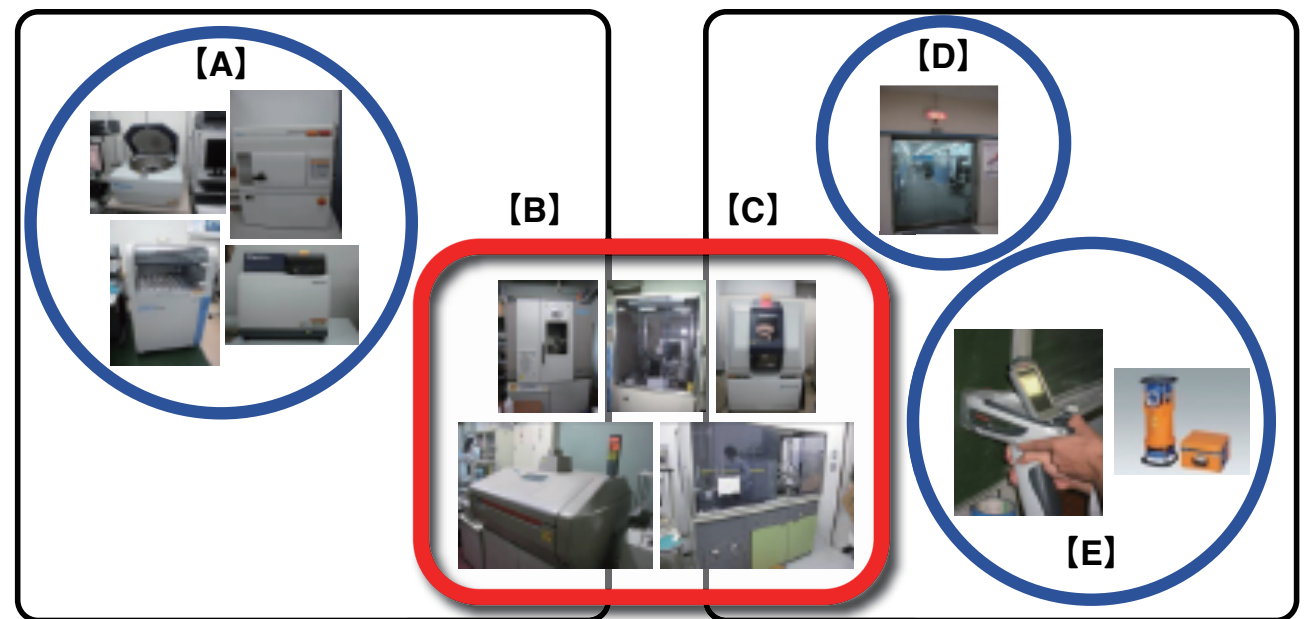


図1 東京大学における研究用エックス線装置の分類

東京大学におけるエックス線装置の分類

密閉型 closed system	A	Completely sealed
	B	Interlock used all the time
非密閉型 non-closed system	C	Interlock used appropriately
	D	Equipments installed in a room
	E	Not fixed / mobile

Classification of X-ray devices at UTokyo

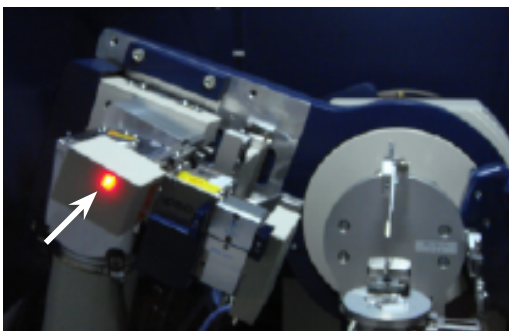


図2 シャッター付近の照射ランプ



図3 外部照射ランプ



図4 PC上のシャッター状況



図5 装置制御板上の表示

Quiz #3

You are left behind in a beam irradiation area and now the beam is about to be extracted into the area.

What action should you take?

- Go get an area key.
- Check radioactive contamination on your body.
- Press the emergency stop button.
- Check if the experimental data can be correctly acquired.

Summary of Quizzes

#1 : When you want to terminate your status as an authorized radiation worker, which process should you take?

- (A) You ask the Laboratory Radiation Manager in your lab. to submit a necessary document to the Radiation Management Office.
- (B) You log-in to the UTRadMS system and submit your termination online.

#2 : An adult worker accidentally ingested 1 MBq of Strontium-90. In this case, the committed effective dose is calculated to be...

○○ mSv

#3 : You are left behind in a beam irradiation area and now the beam is about to be extracted into the area. What action should you take?

- Go get an area key.
- Check radioactive contamination on your body.
- Press the emergency stop button.
- Check if the experimental data can be correctly acquired.

**Write your answers in the Google Form
for submission of your Attendance Sheet**