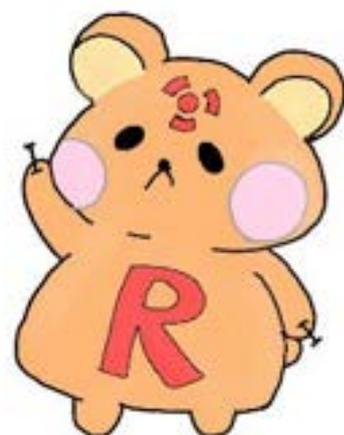




# ライフサイエンス分野のための RI実験ガイド

～実験をはじめる前に考えること～

より詳細な情報はWeb版に  
掲載しております。



# RI実験ガイドの概要

これまで放射性同位元素(Radioisotope; RI)は、ライフサイエンス分野を中心に広く利用されてきましたが、近年多くの手法が蛍光等のnon-RI実験に移行しつつあります。しかし、**RI実験の高い感度、定量性等の有用性は依然として変わらず、non-RI実験に劣らない部分も多くあります。**さらに、**RIでしか計測できないような実験も近年の技術発展により出現しました。**このような背景から、ライフサイエンス分野で利用される機会が多い技術や実験における基礎知識を紹介するために、本ガイドを作成しました。

(公社)日本アイソトープ協会(以下、当協会)運営の**J-RAM(放射性試薬の総合情報サイト)**では、**本ガイドの詳細解説をしております。**右のQRコードもしくはURL:<https://j-ram.org/>にアクセスしてご覧ください。



## 概要

本概要を参考に、以降のページで個々の事象について学習しましょう。

### 【1】 RI実験の特徴・メリットを学ぶ p.3-4

…感度や定量性だけではない、RI実験の多様な特徴とそれがもたらすメリットについて紹介します。



### 【2】 できることリスト (実験一覧) p.5-6

…多種多様な*in vitro*、*in vivo*実験を紹介します。実験の詳細はWeb版にて公開しています。

### 【3】 RI実験の基礎知識 p.7-10

…用語、定義などの実験する上で欠かせない基礎知識について紹介します。安全取扱いについては「放射性試薬の安全取扱ガイド 第2版」を参照ください。

#### 参考) 放射性試薬の安全取扱ガイド 第2版

放射性試薬をこれから取扱う研究者の方を対象に、安全かつスムーズに実験が行える手助けとなるよう作成されています。取扱いの基礎知識だけでなく、取扱い一連の流れも学んでいただけるようになっております。



## 【4】 RI実験の原理と取得できるデータ p.11-12

…RI実験の原理と取得可能なデータを細胞増殖試験を例に紹介します。  
基本的には蛍光試薬を用いる実験と同じような流れで実験します。

## 【5】 放射性試薬の分類 p.13

…多種多様なラインナップがあることが放射性試薬の特長です。ここでは精製アイソトープ、ヌクレオチド、RIAキット、低分子化合物等について紹介します。

## 【6】 放射性試薬の選定 p.14

…実施する実験によって用いる試薬をある程度見当をつけることができますが、RIの選択、標識位置、比放射能等を参考にして希望する製品規格を選定します。

## 【7】 実験計画 p.15

…実験までには様々な確認事項（RIの種類、計測器、実験動物等）がありますので、余裕を持って準備しましょう。

## 【8】 代表的なRIの計測方法 p.16-17

…β線には液体シンチレーションカウンタ、γ線にはガンマカウンタ、放射能分布の計測にはイメージングアナライザを使用します。

## 【9】 計測の際の注意点 p.18

…液体シンチレーションカウンタ、ガンマカウンタで計測する際の基礎知識とヒントを示します。

# 1) RI実験の特徴

## 1. RI実験が用いられる多様な研究領域

- ・ 特定の生命現象の解明から創薬研究までの多様な研究分野でRIは利用されます。
- ・ 近年はPET(Positron Emission Tomography)やSPECT(Single photon emission computed tomography)を用いたイメージング技術の進歩などもあり、RIが用いられる領域が広がっています。

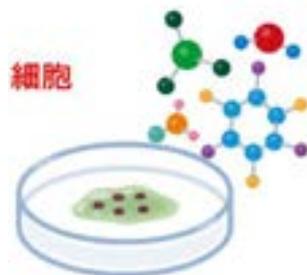
**基礎研究：**分子細胞生物学、生化学

**応用研究：**医学、薬学、獣医学、栄養学、農学

## 2. 多様な放射性試薬のラインナップ

- ・ RIは様々な化合物に標識できるため、多くの製品ラインナップがあり、様々なニーズに対応した実験ができます。
- ・ RI単体として実験に利用することも可能です。

**多様な標識対象：**DNA、RNA、ペプチド、タンパク質、抗体、化合物、細胞



## 3. 化学的挙動

- ・ **化学的な挙動はRIで標識したとしても、もとの化合物とほぼ同じ**ですので、化合物の動態を解析するような実験（薬物動態解析等）において強みを発揮します。
- ・ ただし、放射線は原子核の崩壊に伴って放出されるので、計測しているものはあくまで原子の動きであり、必ずしも化合物全体の分子としての動きではないことに注意する必要があります。

### 標識化合物のトレース

- ・ 低分子化合物やペプチドをトレースする際に、蛍光標識に比べて影響を与えずトレース実験ができます。

### RI単体のトレース

- ・ 元素単体をトレースする場合、他の手法では計測することが難しい場合がありますが、RI単体を用いることで正確にトレースできます。生体内の微量元素の代謝研究などで力を発揮します。

## 4. 高い感度

- ・ RI実験は検出感度が極めて高いため、極微量の物質を検出することが可能です。そのため、**投与する量も微量で十分**な場合があります。以下に、代表的な実験での感度の例を示します。

### Radioimmunoassays (RIA)

- ・ タンパク質の定量方法としてRadioimmunoassays (RIA) があります。
- ・ pg/mlオーダーという高感度で検出できるものもあり、non-RIの手法であるELISA (Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay) と比較するとアドバンテージがあります。
- ・ 血清や尿など、体液試料にごく少量にしか存在しないバイオマーカーの計測に有効です。

### Positron Emission Tomography (PET)

- ・ 生体組織内でpmol/Lのプロープ集積を画像化することが可能です。
- ・ non-RIのイメージング装置と比較するとオーダーが異なります。

## 5. 定量性

- ・ RI実験は高い定量性を持つことも大きな特徴です。定量性が必要な場合は、RI実験を検討するのもよいでしょう。以下に、代表的な実験での定量性の例を示します。

### ImagingPlate (IP)

- ・ それまで用いられてきたX線フィルムに比べ検出感度が3桁ほど高く、広い計測範囲で定量性が保たれています (ダイナミックレンジ $10^5$ 程度)。

感度や定量性だけでなく、  
RI実験には様々な特徴があるよ！



## 2) できることリスト (実験一覧)

### 各種実験とその概要

- ・ 研究目的や用途に応じて様々な実験ができます。
- ・ 詳しくはWeb版にて紹介していますので、ご覧ください。

実験名	実験概要
Radiometric ligand-binding	<b>目的の受容体を含む細胞または細胞膜へのRI標識リガンドの結合を測定</b> します。飽和曲線、競合実験、カイネティックアッセイを実施することができます。
<sup>35</sup> S GTP binding	Gタンパク質共役型受容体 (G protein-coupled receptor : GPCR) の活性を測定する手法です。細胞膜を使用し、 <b>トランスフェクションした目的のGPCRを含む細胞膜へのGTPアナログの結合性を計測</b> します。
Radioimmunoassays (RIA)	<b>抗体を使用して試料中の抗原の量を検出および定量する手法</b> です。ELISA法と似た原理でタンパク質を定量することができます。
Scintillation proximity assays (SPA)	リガンドバイディングアッセイ、 <sup>35</sup> S GTP binding assay、 <i>in vitro</i> キナーゼアッセイ、その他の酵素アッセイ、タンパク質と核酸間の分子間相互作用などの多様な生物学的プロセスの解析のための手法です。マイクロプレートをベースとします。
Cell and metabolic labeling	RI単体、またはRI標識された前駆体を細胞の培地等に添加することにより細胞に供給します。これらは <b>標識されていない化合物と同様に細胞に取り込まれ、培養細胞ベースの実験を実施</b> することができます。
Thymidine incorporation	細胞増殖を評価する手法です。 <b>リンパ球等の細胞増殖を刺激または阻害する合成化合物等</b> を評価します。
<sup>51</sup> Cr release assay	腫瘍細胞等の様々な細胞において <b>細胞毒性を定量するための手法</b> です。
DNA and RNA labeling <i>in vitro</i>	RI標識した核酸プローブとして、 <b>特定の塩基配列を持った核酸や核酸結合タンパク質</b> を検出できます。
<sup>125</sup> I Labeling of proteins	タンパク質をヨウ素標識し、リガンドバイディングアッセイや、RIA等に用います。
CAT reporter gene assays	トランスフェクションした細胞のレポーター遺伝子の発現を評価するための手法です。

実験名	実験概要
<sup>35</sup> S Methionine Labeling	低エネルギーのβ線を放出するRIを用いたタンパク質標識法です。 <b>生体内でのタンパク質の生合成や分解過程を解析</b> するために用いられます。
Acetylation assays	<b>ヒストン等のタンパク質のin vitroアセチル化を評価</b> するために使用されます。また、 <sup>3</sup> H-Acetic acidを使用して細胞内のアセチル化を調べることもできます。
Phosphorylation assays	in vitroキナーゼアッセイとも言います。この手法では、 <b>ATP（またはGTP）から基質へのγ位のリン酸の転移を計測</b> します。
Radioenzymatic assay (REA)	<b>酵素活性計測法</b> の一つです。RI標識された部分を含む生成物を適当な方法で分取し、その放射能を検出することにより酵素活性を計測します。
培養細胞を用いた薬物の膜透過性試験	特定の <b>薬物の吸収率をin vitroから予測する実験系</b> として、培養細胞を用いた薬物の膜透過試験があります。
ラット、マウスを用いたADME 試験	RI標識した化合物を用いて、 <b>吸収、分布、代謝、排泄を評価</b> する手法です。
放射性セシウムのイネへの取り込み	植物内で <b>元素そのものの分布や動きを評価</b> する手法です。
ジェネレータの作製と娘核種を用いた実験	放射平衡にある親核種と娘核種から、娘核種のみを繰り返し分離する目的で作成されたセットはジェネレータと呼ばれ、 <b>RIを用いた診断・治療や化学実験に使用</b> されます。

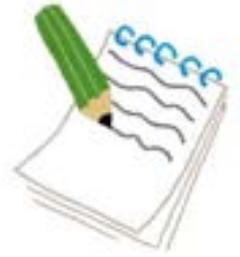
まとめ

感度や定量性が高いデータを  
取得したい場合や  
蛍光試薬等で思った通りのデータが  
得られなかった場合の  
**セカンドチョイス**にしてみよう！



# 3) 基礎知識

## RI標識化合物、単位、用語等



- ・放射性試薬を扱う上で前提となる用語・定義等の一部について紹介します。
- ・詳しくはWeb版をご覧ください。

### (RI標識化合物)

- ・化合物中の特定の原子をそのRIで置換して目印としたものを指します。

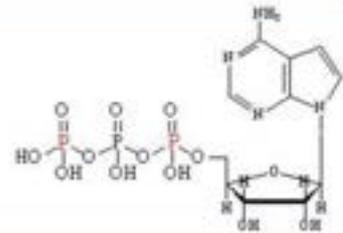
#### RI標識化合物の表記例

- ・化学名の後には、カンマに続き括弧があり、括弧内にはRI標識の位置や種類が記載されています。このほかにも様々な表記方法があります。

例：Glutamic acid, L-[14C(U)]-

#### RI標識位置

- ・アルファ/ガンマ位に<sup>32</sup>P標識したATPの構造を右に示します。赤色のリン酸(P)は標識位置を示します。



#### RI標識による分類

- ・標識によって以下のように分類されますので、放射性試薬を選択する際の参考にしましょう。Glutamic acid, L-[14C(**U**)]- のように表記されます。

##### 特定 (S) 標識化合物

標識位置が明らかで、その標識率が95%以上のものを指します。

##### 名目 (N) 標識化合物

特定 (S) 標識化合物ほど明確でなく、特定位置への標識率が95%未満を指します。

##### 全般 (G) 標識化合物

様々な位置にランダムに標識され、標識位置にかたよりがみられるものを指します。

##### 均一 (U) 標識化合物

すべての位置にほぼ均一に標識されているものを指します。

## (放射能の単位)

### Bq (ベクレル)

- ・放射能の強さを表す単位で、任意のRIが毎秒壊変する原子の数を表します。
- ・ dps (decay per second) と表記する場合があります。

### dpm

- ・上記のBqは1秒間あたりですが、dpm (decay per minute) は1分間あたりに放射線を出して変化する原子の数のことです。

### Ci (キュリー)

- ・放射能の強さを表す単位で、Bqの代わりにCiという単位を用いる場合があります。
- ・  $1\text{Ci} = 3.7 \times 10^{10}\text{Bq} = 2.22 \times 10^{12}\text{dpm}$  です。

## (比放射能、放射能濃度)

### 比放射能 (Specific Activity)

- ・ 標識化合物には、RIで標識されていない非標識化合物も含まれるため、着目する化合物がどのくらいRI標識されているかを表すために比放射能が定義されています。
- ・ RIの比放射能は、Bq/molやBq/mgで表され、化合物とその標識化合物との量の関係を表します。

### 放射能濃度 (Concentration)

- ・ 水や空気あるいは金属など、物質の単位体積または単位質量あたりの放射能を意味します。
- ・ 溶媒にRIが溶解している場合は、Bq/mlなどと表記され、試料中の標識化合物の量を表します。



## (その他)

### フレッシュロット納品日

- ・放射性試薬が製造された日から一番初めの納品日のことで、放射能濃度が最も高くなります。

### 検定日 (Calibration Date)

- ・放射能濃度がデータシートに記載されている濃度と一致する日のことです。
- ・通常、検定日より前に出荷されるため、データシートに記載されているよりも高い放射能濃度で届きます。

### 製品データシート

- ・比放射能や放射能濃度、検定日等の製品情報は、データシートから読み取ります。
- ・これらの情報からmol濃度や内容量の計算をしていきます。  
詳細はWeb版をご参照ください。
- ・以下のデータシートはレビティの場合の例になります。

**revvity** TECHNICAL DATA SHEET

Research use only. Not for use in diagnostic procedures. <sup>32</sup>P Research Reagents

### 2' Deoxyadenosine 5'-Triphosphate, [ $\alpha$ -<sup>32</sup>P]-

Product Number: BLU512H

#### LOT SPECIFIC INFORMATION

Lot Number:	12143
Specific Activity:	3000 Ci/mmol
	111 TBq/mmol
Concentration:	10.0 mCi/ml
	370 MBq/ml
	3.33 $\mu$ M
Calibration Date:	23-Dec-2023

比放射能  
放射能濃度  
検定日

M.W. 492.18  
 $C_{10}H_{16}N_5O_{12}P_2^{32}P$

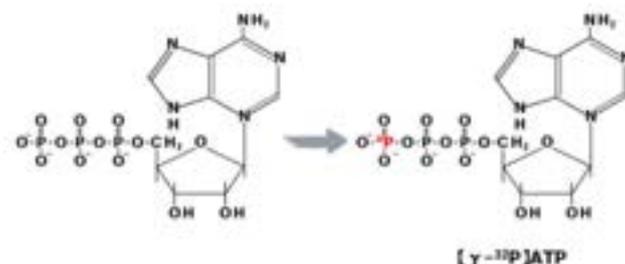
# 4) RI実験の原理と取得できるデータ

## 1. RI実験の原理

- ・基本的には蛍光試薬を用いる実験と同じような流れとなります。

### ①目的物のRI標識

- ・目的とする物質（化合物、タンパク質等）をRIで標識したものを放射性試薬として用います。
- ・自身で標識せず、市販品のRI標識化合物を用いる場合もあります。



### ②系内へ導入

- ・放射性試薬を培養細胞や実験動物へ導入します。



### ③計測器で検出

- ・培養細胞や実験動物試料に含まれるRIを計測器で検出することでデータを得ます。

## 2. RI実験で得られるデータ

得られるデータも蛍光試薬を使う実験と同様に、用いる計測器に応じて**数値**や**画像**が得られます。

### (数値データ 例：Radioimmunoassays (RIA))

- ・RIAでは検量線を作るためのスタンダード試料、計測試料をガンマカウンタ（計測器）で計測します。
- ・計測値は**1分間あたりの放射線の計数率：CPM(count per minute)**という数値で表されます。
- ・その数値から検量線を作り、試料の着目する物質の濃度を求めます。

### (画像データ 例：オートラジオグラフィ)

- ・動物体内でのRIの分布等を調べる方法です。
- ・試料をイメージングプレート（計測器）で計測し、**データはRIの分布画像として得られます。**

### 3. 実験のフロー 例：細胞増殖試験

#### ①培養細胞等、必要なものをRI施設へ搬入

- ・ 事前に実験に必要なものをRI施設へ持ち込みます。
- ・ 施設によって管理手続き方法が異なりますので、施設の指示に従ってください。

#### ②放射性試薬の準備

- ・ 市販品の[methyl-<sup>3</sup>H]thymidineを系に適した濃度に調整します。

#### ③培養細胞へ投与

- ・ 細胞増殖刺激（阻害）物質の添加後、調製した[methyl-<sup>3</sup>H]thymidineを添加し、thymidineを取り込ませます。

#### ④培養細胞の回収、試料の調製

- ・ 培養細胞をバイアル等に回収し、計測するために試料を液体シンチレーションカウンタ用のカクテルと混ぜることで調製します。

#### ⑤計測

- ・ 液体シンチレーションカウンタで計測します。

#### ⑥データ処理

- ・ コントロール試料から得られたカウント（放射線が計測された数）を100%として、増殖刺激（阻害）物質によるカウントを比較します。

RIは壊変を起こし、原子数が時間の経過につれて減少するよ！  
原子数がはじめの半分になるまでの時間を半減期と呼ぶけれど、  
半減期が短いものは短い期間で実施する必要があるから気を  
付けよう！



## 5) 放射性試薬の分類

### 精製アイソトープ、ヌクレオチド、RIA、低分子化合物等

・放射性試薬はその用途ごとに分類ができます。試薬を選ぶ際の参考にしてください。

#### ①精製アイソトープ（RI単体）

- ・ **元素そのものの動態をトレースする場合や特定の化合物に標識するため**に使用します。
- ・ 当協会では短半減期のRIも含めた以下のお取り扱いがあります。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
			Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu		
			Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr		

#### ②ヌクレオチド

- ・ **遺伝子、ゲノム解析（DNA断片の単離、遺伝子の機能解析、変異解析等）**のために使用します。

#### ③Radioimmunoassays（RIA）

- ・ 血漿、細胞培養上清、体液等の試料から着目する**ペプチドやタンパク質を計測**するために使用します。

#### ④低分子化合物

- ・ **代謝実験等**で使用します。
- ・ 当協会では5000以上の製品のお取り扱いがありますので、様々な化合物をトレースできます。

#### ⑤放射性医薬成分（試験研究用）

- ・ **病態解析や創薬研究の際のコントロール等**に使用します。
- ・ フルデオキシグルコース( $^{18}\text{F}$ )をはじめとした、多数のお取り扱い製品があります。

## 6) 放射性試薬の選定

### RIの選別、標識位置、比放射能等

- ・実施する実験によって用いる試薬はある程度見当を付けることができます。
- ・その後、**RIの種類、標識位置、比放射能などの情報をもとに、希望する規格（Bqや比放射能等）**に見合う製品を選定していきます。

#### (RIの選別)

- ・できることリスト（実験一覧）（P.5, 6）などを参考に、目的に応じたRIを選択します。
- ・また、RIから放出される放射線の種類やエネルギーの強さ等も考慮します。

#### (標識位置)

- ・標識に用いているRIが化合物の構成元素と同じ元素かどうか確認します。
- ・異なる場合は実験結果に与える影響を考慮します。
- ・また、同じ標識化合物でも標識部位ごとに安定性が異なる場合があります。

#### (比放射能)

- ・比放射能が高いほど目的の分子の挙動を検出しやすくなります。
- ・加える分子数や全体の放射能を検討し、目的に応じた比放射能の試薬を選択します。

#### (溶媒や添加剤)

- ・放射性試薬には安定性を優先させるため、実験目的に適さない溶媒や添加剤が用いられていることがあります。

#### (使用期間)

- ・放射性試薬には半減期が短いものがあります。
- ・実験に使用する時期に合わせて注文します。

試料の調製とRI計測には、  
RI独自のノウハウがあるよ！  
Web版では、液体シンチレーションカウンタを  
中心に紹介してるからぜひ見てね♪

\* Web版 8)試料のRI計測



# 7) 実験計画

## RIの種類、計測器、実験動物等

- ・通常の化学、生物学実験との違いを意識し、余裕を持って実験できるように準備します。
- ・以下では、実験計画を立てる上での確認事項を示しています。

### (RIの種類の確認)

- ・ **施設で許可がないもの及び許可より多い放射エネルギーのRIは使用できません。**
- ・ 事前に放射線安全管理担当者に確認します。

### (計測器の確認)

- ・ 想定しているデータを取得できる計測器が施設にあるか事前に確認します。
- ・ 特に**PET、SPECT等のイメージング装置を保有している施設は限られています。**

### (実験動物の確認)

- ・ 実験動物を用いる際は、扱える施設かどうか事前に確認します。
- ・ 施設によっては培養細胞や*in vitro*実験のみに限定している場合もあります。

### (実験時間の短縮)

- ・ 被ばく低減の観点から、放射性試薬の取扱い時間をできるだけ短くするような手順にします。

### (RI廃棄物の低減)

- ・ RI廃棄物をできるだけ少なくする方法を考えることも大切です。

### (実験施設の選定)

- ・ 想定している研究内容や上記の確認事項を踏まえて実験する施設を選定しましょう。
- ・ 自身が所属する大学・研究機関の施設で実験できればいいですが、学外利用を受け入れている施設もありますのでホームページ等で調べてみるのもよいでしょう。

### (その他のコスト)

- ・ 自身の所属する施設で実験できない場合は、外部の施設の利用も検討します。その場合は旅費等のコストも施設を決定する上で判断材料になります。

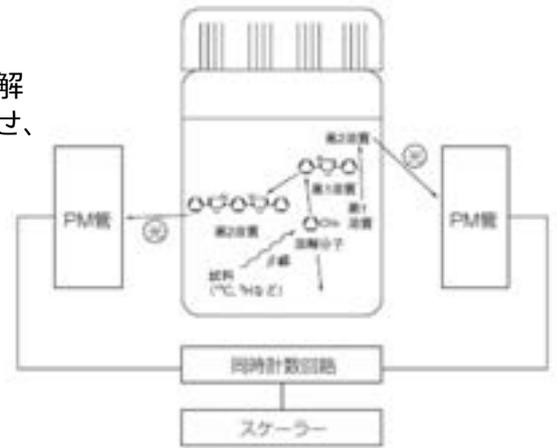
## 8) 代表的なRIの計測方法

### 液体シンチレーションカウンタ、ガンマカウンタ、イメージングアナライザ

- ・ 試料中のRIの活性を定量するには、 $\beta$ 線を放出するRIの場合には液体シンチレーションカウンタ、 $\gamma$ 線を放出するRIの場合にはガンマカウンタを使います。また、放射能分布を計測したい場合にはイメージングアナライザを使います。

#### (液体シンチレーションカウンタによる計測法 (Liquid Scintillation Counter (LSC) 法) )

- ・ 放射線と物質との相互作用の中で励起された原子や分子が基底状態に戻る際、特定の波長の光（蛍光：Scintillation）を放出します。このような物質を蛍光物質（シンチレータ：Scintillator）といいます。
- ・ シンチレータとは、RIの放射線エネルギーにより発光（蛍光）する性質を持ちます。このシンチレータからの発光を測定することで、放射線を検出することができます。
- ・ シンチレータを $\beta$ 線を放出するRIを含む試料と混合溶解することによって、 $\beta$ 線のエネルギーを蛍光に変換させ、さらに光電子増倍管（PMT）で電気信号に変換して放出される $\beta$ 粒子の数を計測できます。この時、試料バイアルを2本のPMTで計測する事により、PMTから発生するノイズと目的とする試料からの蛍光を区別する事が可能となり、バックグラウンド値を低減できます（同時計数法）。



#### (液体シンチレーションカウンタを用いる際の検討事項)

計測の際には以下の項目を検討する必要がありますので、詳細はWeb版で確認しましょう。

- ・ シンチレーションカクテルの選択
- ・ 試料の調製
- ・ スタンドアードの選択
- ・ 計測用バイアルの選択



バイアル用液体シンチレーションカウンタ



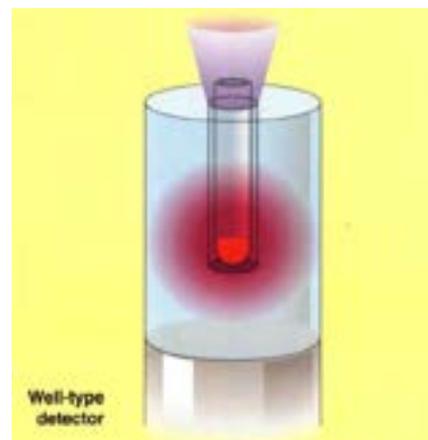
マイクロプレート用液体シンチレーションカウンタ

## (ガンマカウンタでの計測法)

- ・ガンマカウンタは液体シンチレーションカウンタ（LSC）と同様に放射線とシンチレータとの相互作用による発光（シンチレーション）を観測することにより、放射線の数や強さを計測しています。
- ・ガンマカウンタに用いているシンチレータは潮解性のある固体であるため、シンチレータを金属で覆う必要があることから、 $\gamma$ 線のための計測となっています。
- ・LSCとは異なり計測試料にシンチレータを混ぜる必要が無いことから、ほとんどの試料は無調整で計測ができます。ただし、試料と検出器の幾何学的な位置関係により計測値が変化する事があるため、位置条件を一定とする必要があります。



ガンマカウンタ



## (イメージングアナライザでの計測法)

- ・イメージングアナライザは二次元に分布しているRIからの放射線を検出することで画像データとして取得できます。
- ・放射線のエネルギーを特殊な物質で作られたイメージングプレート（IP）に蓄えさせ、この蓄えたエネルギーを検出します。



イメージングアナライザ

# 9) 計測の際の注意点

## 計数効率、補正、計測時間の設定等

- ・ここでは、液体シンチレーションカウンタ、ガンマカウンタで計測する際の基礎知識と注意点を示します。

### (計数効率)

放射性試料を計測したとき、崩壊率 (dpm) に対する計数率 (cpm) の比を「計数効率」といいます。

(計数効率 = 計数率 (cpm) / 崩壊率 (dpm) )

主なRI	計数効率の目安
<sup>3</sup> H	30~50 %
<sup>14</sup> C/ <sup>35</sup> S	> 80 %
<sup>32</sup> P	ほぼ100 %
<sup>125</sup> I	75~80 %

### (計数効率補正)

- ・放射エネルギーの絶対量を求めるためには、液体シンチレーションカウンタによる計数値 (cpm) を適切な計数効率で補正し、崩壊率 (dpm) を求める必要があります。
- ・クエンチングが大きい試料については正しい値が得られないことがあります。

### (計測時間の設定)

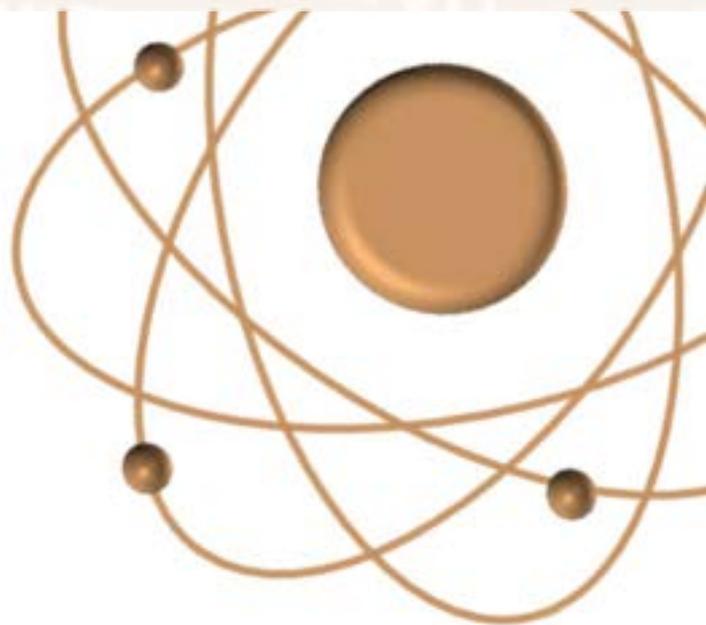
- ・計数率 (cpm) が低い試料の場合、1分計測では誤差が大きく正しい値が得られないことがあります。計数値の統計的取扱は、総計数 =  $N \pm \sqrt{N}$  ですので、たくさん数えれば数えるほど誤差は小さくなります。
- ・統計的に数値の持つ誤差をなるべく統一するためには、計測は総計数が同じ値になるまでの時間を行う方がよいと考えられます。ただし、計数率の低い試料では計測時間が著しく長くなりますので、常識的な時間 (20min.程度) を設定する必要もあります。

### (複数のRIが含まれる試料を計測するときの注意点)

同時に含まれるRIにより、計数値に与える影響を考慮しなくてはなりません。

### (数え落とし)

計数率 (cpm) が高いときは、検出器の不感時間 (分解時間) による数え落としを考慮しなくてはなりません。10,000,000 cpm を超えたら要注意。数十万 cpm 以内で計測できるよう試料調整をした方がいいでしょう。



**飯塚 裕幸** (東京大学 工学系・情報理工学系等環境安全管理室)

**加藤 真介** (横浜薬科大学 健康薬学科 放射線科学研究室)

**原 正幸** (東京医科歯科大学 統合研究機構 リサーチコアセンター)

**松波 圭一** (順天堂大学 大学院医学研究科 研究基盤センター アイソトープ研究室・放射線管理室)

**協力：株式会社レビティジャパン**

**発行責任：(公社)日本アイソトープ協会 医薬品部 医薬品・試薬課**

〒113-8941 東京都文京区本駒込二丁目28番45号

TEL : 03-5395-8033

第1版 2019年12月