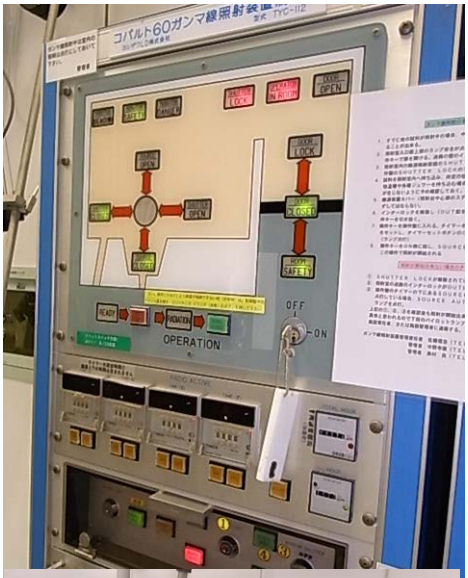
コバルト 60 ガンマ線照射装置

1. 概要



この装置は、放射性同位元素^{60}Co（コバルト-60）を線源として用いるγ線照射装置です。線源は、通常、地下に設置された鉛製の線源容器内に格納されていますが、使用時には遠隔操作で床上まで押し上げられ照射室内にγ線が放射されます。最大強度414 TBqの線源を設置することができ、このとき最高で36 kGy/hの線量率での照射が可能となります。

試料が吸収するγ線の線量率は、試料を設置する線源からの距離によって決まりますので、照射台上（または照射室内の他の場所）に置く試料の位置と照射時間によって試料が吸収する線量をコントロールすることができます。照射室は30 m^{2}程度の広さがあり、様々な種類や大きさ、形の試料に対してγ線の照射を行うことができます。また、液体窒素などの寒剤を利用した低温照射や、温度調整装置や攪拌装置など実験に必要な装置を個別に搬入して行う照射など、各利用者の目的に応じた照射を行うことができます。

照射室に隣接した測定室には、電子スピン共鳴測定装置（ESR）が設置されており、測定直後の試料に対して必要な測定を行うことができます。また、照射室と測定室の間には湾曲した貫通孔があり、各種のケーブルを通すことで、実験データの収集や照射中の実験装置のコントロールを行うことも可能です。

線源の遠隔操作を行う操作室と照射室の間には鉛ガラス製の窓が設けられており、試料の様子を目で確認しながら照射を行うことができます。

この装置を利用して、物理学、化学、生物学、地学、工学、医学など幅広い分野における研究が行われており、純粋なγ線の照射を行う実験設備として原子炉実験所の他の実験設備を補完する役割を担っています。

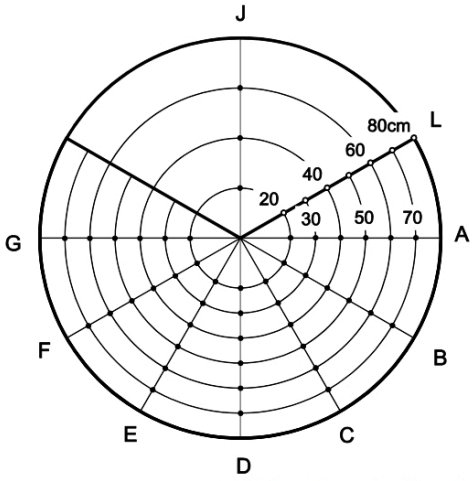
2. 特性

最大放射能強度：414 TBq

最高線量率：36 kGy/h

照射台および照射室内の各位置における基準線量率マップ

Dose rate maps for the ^{60}Co γ-ray irradiation facility of KURRI



Measurement Date
2008 / 2 / 19 – 2008 / 2 / 21

^{60}Co half life
5.2714y = 63.257m = 1925.3d

Decay function

$$f = (1/2)^{t/\tau}$$

f : decay factor, t : elapsed time, τ : half life

Approx. decay rate

–0.036 %	(1 day)
–0.25 %	(1 week)
–1.1 %	(1 month)
–3.2 %	(3 months)
–12 %	(1 year)

Table I. Absorption Dose Rate for Water *20cm* above the Stage.

Distance	G 180°	F 150°	E 120°	D 90°	C 60°	B 30°	A 0°	J 270°
20 cm	3.01 kGy/h	4.10	4.17	4.60	3.60	2.55	1.91	1.67
30	1.36	1.72	1.72	1.83	1.55	1.20	0.934	~
40	0.770	0.945	0.981	0.970	0.897	0.683	0.555	0.53
50	0.492	0.585	0.601	0.595	0.560	0.439	0.362	~
60	0.340	0.404	0.421	0.411	0.384	0.312	0.257	0.25
70	0.255	0.294	0.305	0.299	0.283	0.231	0.195	~

Table II. Absorption Dose Rate for Water *0.75cm* above the Stage.

Distance	G 180°	F 150°	E 120°	D 90°	C 60°	B 30°	A 0°	J 270°	L 330°
20 cm	1.43 kGy/h	1.88	1.88	2.02	1.73	1.18	0.899	0.041	0.912
30	0.939	1.19	1.18	1.23	1.11	0.831	0.634	–	0.616
40	0.635	0.772	0.756	0.791	0.719	0.559	0.443	0.952	0.421
50	0.445	0.537	0.533	0.538	0.494	0.395	0.319	–	0.301
60	0.325	0.389	0.391	0.388	0.361	0.290	0.242	0.112	0.224
70	0.245	0.292	0.292	0.293	0.278	0.224	0.185	–	0.173
80	–	–	–	–	–	–	–	–	0.132

cf. Mass Energy Absorption Coefficient Ratios $(\mu_{en}/\rho)_{material}$ / $(\mu_{en}/\rho)_{water}$ for ^{60}Co γ-rays with Reference to Water.

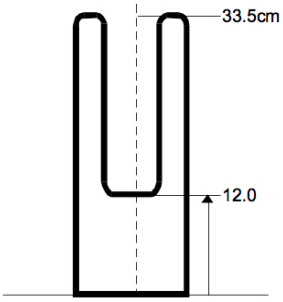
Material	air	LIF	Polystyrene	PMMA	bone	muscle
Ratio	0.90	0.83	0.97	0.97	0.95	0.99

Measurement date:	2008/2/19 - 2/21
Method:	Ionization Chamber
Probe:	C-110 (0.6mL type, ϕ15mm, Applied Engineering Inc.)
Calibration Source:	^{60}Co source at National Institute of Radiological Sciences
Measurement Staff:	Nobuhiro Sato, Takeshi Saito, Yukihiro Nakano, Ryo Okumura, and Hisao Yoshinaga
Technical Advice:	Akira Maruhashi and Hiroki Tanaka

- **Vertical dose rate map at the source center.**

Table III. Dose Rate at the Source Center.

Height from the stage	Dose rate
33.5 cm	5.9 kGy/h
30.0	11.1
25.0	25.4
21.5	33.6
20.0	34.9
18.5	36.0
17.0	34.1
15.5	33.0
12.5	23.5
Method: Alanine dosimeter	



- **Other lower dose rate points**

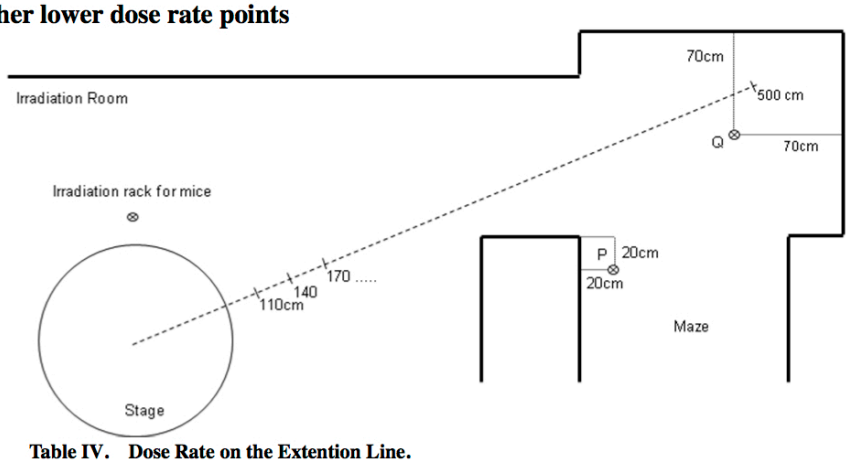


Table IV. Dose Rate on the Extention Line.

Distance from the source center	Dose rate	Distance from the source center	Dose rate
110 cm	71.7 Gy/h	320 cm	10.0 Gy/h
140	44.6	350	8.35
170	31.6	380	7.14
200	24.5	410	6.04 *
230	18.6	440	5.31 *
260	15.0	470	4.54 *
290	12.2	500	3.84 *
Method: Ionization chamber Height: 72.5 cm (= 20 cm above the surface of the stage.) * Re-evaluated by Hiroki Tanaka on June 25, 2008.			

Table V. Dose Rate for Other Points.

Specified points		Irradiation rack for mice.	
Point **P**	1.06 Gy/h	Top slot	72.9 Gy/hr
Point **Q**	5.19	Bottom slot	58.7
Method: Ionization chamber Height: Floor level		Method: Ionization chamber	

詳細はコバルト 60 ガンマ線照射装置の Web ページ（http://www.rri.kyoto-u.ac.jp/gamma/）を参照してください。

3. 条件

利用者は、目的の線量を得るためには、どの位置にどれだけの時間試料をセットする必要があるか、予め計算する必要があります。照射台上又は照射室内の主要な位置における線量率は、新線源を設置した直後に装置管理者が測定して基準線量率マップとして提供しています（前項に掲載）。この値に、時間経過にともなう線源放射能の減衰ファクターを乗算することによって必要な線量率を簡易的に求めることが可能です。線量率を厳密に定めたい場合は、利用者自身が適当な線量計を利用して必要な位置における線量率を測定して下さい。

この装置では、照射位置をずらすことによって、同時に複数のユーザーが利用することが可能です（これを相乗り照射と呼んでいます）。相乗り照射の際は以下の事項にご注意下さい。

- 他の利用者が「中断不可」で照射を行っている場合は、その間の試料の設置・取出しはできません。
- 試料を設置する際は他の利用者の試料に影響が出ないよう充分配慮して下さい。（他の試料を遮へいするような位置にラボジャッキやその他の試料台を置かない、など）
- 相乗り照射を終了する際は、現在継続中の照射を一度停止し、自分の試料を取り出した後に再度照射を再開するという手続きが必要になります。この際、自分の試料を取り出した段階で照射の再開を忘れてしまうと、他のユーザーの照射が行われないことになってしまいますので、忘れずに照射を再開して下さい。

4. 操作者

操作方法の教育を受けた上で、利用者自身で操作を行ってください。また、年度当初の利用の際にはガンマ線照射装置スタッフから教育訓練を受講してください。

5. 取扱方法

●ガンマ線照射の手順と注意

1. まず他の利用者が照射中でないことを確認してください。すでに照射中の場合でも、中断および相乗り可であれば相乗り照射をすることができます。その場合、先に照射をしている人に利用してもよいか確認してください。
2. 照射室入口扉上部の安全ランプが点灯していることを確認し、操作キーで扉を開けてください。迷路入口の壁にあるインターロックボタン（OPERATOR IN）を押して中に入ってください。

3. 試料を照射室内に持ち込み､所定の位置にセットしてください。恒温槽やジュワーを持ち込む場合は、照射中の破損や爆発などが生じないように予め確認してください。また、線源保護カバー（照射台中心部のステンレス製円筒）は絶対に外さないでください。

4. 照射室内の線源格納容器の SHUTTER LOCK を解除し、操作盤の SHUTTER LOCK のランプが消えることを確認してください。

5. 迷路入口の壁にあるインターロックボタン（OPERATOR OUT）を押して、インターロックを解除してください。
6. 扉を閉めて操作キーを抜き、操作盤に差してください。
7. タイマーを使用する場合は、照射時間をセットして ON を押してください。
8. 操作盤を見て、全てのインターロックが解除されていること（赤色のランプが点灯していない）を確認してください。

9. 操作キーを ON に回し、SOURCE OPEN ボタンを押してください。この操作で照射が開始されます。このときの時刻や積算記録計の値を実験記録に記入してください。

10. タイマーを利用せず手動で照射を終了する場合は、SOURCE CLOSE ボタンを押し線源を収納して下さい。このときの時刻や積算記録計の値を実験記録に記入してください。

●照射が開始できない場合

まずインターロックが解除されていることを確認してください。解除されているにも関わらず照射が開始できない場合は装置の故障等が考えられます。装置担当者に連絡してください。

6. 異常時の処置

操作室内の掲示に従って対処、および担当者に連絡をしてください。

7. 設置場所

ガンマ線照射施設

8. 提出書類

- 実験・出張計画書
- コバルト 60 ガンマ線照射装置使用申請書
- 管理区域立入願

詳細は共同利用掛の Web ページ（http://www.rri.kyoto-u.ac.jp/JRS/）を参照してください。

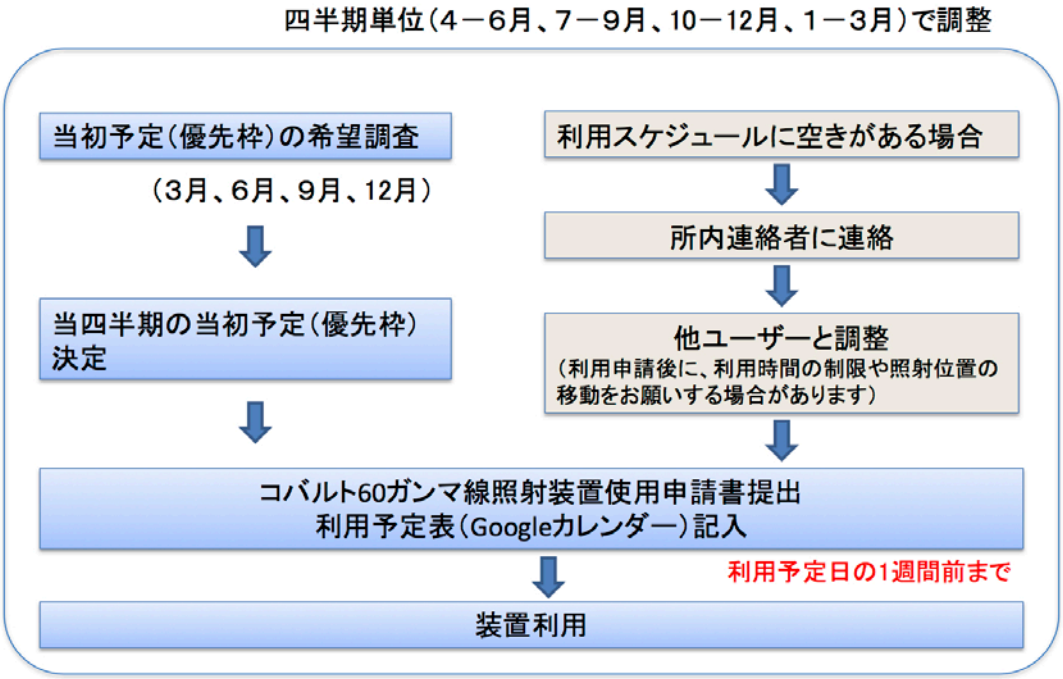
9. 装置担当者、連絡先

装置責任者：茶竹俊行（内線 2435）

装置担当者：齊藤毅（内線 2378）、阪本雅昭（内線 2348）

10. その他（利用申請等について）

コバルト 60 ガンマ線照射装置　利用スケジュールの調整方法について



詳細は共同利用掛およびコバルト 60 ガンマ線照射装置の Web ページを参照してください。