

RT521R 型1チャンネル電位計および RT521R2 型2チャンネル電位計

電荷発生装置オプション電位計の電流・電荷の測定精度を自己点検する機能

■電荷発生装置とは？

国内医療機関のリニアックのモニター線量計校正用の電離箱と電位計の校正については、これまで医用原子力技術研究振興財団において電離箱と電位計の組み合わせを決めて実施される一体校正が行われてきました。2018年度から電離箱と電位計を別々に校正する「分離校正」が始まり、2023年4月より一体校正の取扱いを廃止し、分離校正での提供へ完全移行しました。

この分離校正では電位計に「電位計校正定数 k_{elec} 」が付与されるようになり、3年毎の校正が推奨されています。そのため3年間に亘り k_{elec} が変化していないか日常的に確認しておくことが重要で、この確認に用いるための装置が本機の電荷発生装置です。

RT521R2 型2チャンネル電位計と RT521R 型1チャンネル電位計には電荷発生装置を本体内に搭載できます。この電荷発生装置には出力電流[pA]と出力電荷[nC]を正確かつ安定に出力できる性能が求められるため、本機では校正機関が校正で使用している装置と同レベルの高い精度と安定性を実現しました。これに加え本機では出力電流[pA]と出力時間[sec]を設定し、それらの積を電荷[nC]として設定する方式を採用しています。この方式は実際の使用状態に近い状態で点検できるメリットがあります。

■操作は簡単

希望する電流が ± 2000 pA 以下の場合は Output1 の端子に専用ケーブルを接続し、 ± 2000 pA を超える場合は Output2 へ接続します。次にメニュー画面で「電荷発生」ボタンを押して電荷発生装置の設定画面を開きます。電荷発生画面で出力電流[pA]と出力時間[sec]を設定すると電流 $\times$ 時間＝電荷で出力電荷[nC]が設定できます。例えば Output1 にケーブルを接続し、出力電流に -20.000 pA を設定し出力時間に 50.0 sec を設定すると、 -1.00000 nC の出力電荷となります。出力極性は±どちらでも設定可能です。

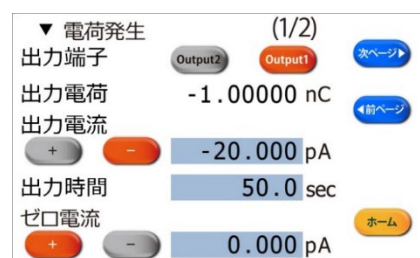
Output1 は出力電流に $0 \sim \pm 2000.000$ pA を、Output2 は $0 \sim \pm 20000.00$ pA を設定でき出力時間は $0.1 \sim 1000.0$ sec を設定できます。その結果 Output1 は $0 \sim \pm 2000.00000$ nC を、Output2 は $0 \sim \pm 20000.0000$ nC が設定可能です。



0 $\sim$ ± 2 nA と 0 $\sim$ ± 20 nA の
2つの出力端子があります
(画像は RT521R2 型電位計)



メニュー画面で「電荷発生」を押すと
ホーム画面を切換できます
(画像は RT521R2 型電位計)



設定画面で電流と時間を設定すると
電荷が自動的に設定されます
(画像は RT521R2 型電位計)

■他の電位計も点検できます

専用ケーブルの反対側の端子を電位計の Detector 端子へ接続すると自分自身の測定精度を点検することができます。同様に他の電位計へ接続してその電位計の測定精度を点検することもできます。さらにリニアック室と操作室の間に敷設された延長ケーブルの健全性を点検することも可能で、電荷発生装置は放射線治療部門における有効な QA ツールとなります。



RT521R2 型電位計の電荷発生装置を
RT521R 型へ接続した例

■出力は極めて安定

電荷出力の揺らぎの実測結果を右に示します。RT521R 型電位計の Detector 端子と電荷発生装置の Output1 とを付属の専用ケーブルで接続し+19.8 pA と+198 pA と+1980 pA を 50 秒間、つまり+0.99 nC と+9.9 nC と+99 nC を出力し、それを 10 回繰り返し測定した結果になります。相対標準偏差は 0.00883%、0.00078%、0.00019%でした。この測定結果は電荷発生装置と RT521R 型電位計の両方の揺らぎが含まれますが、電荷発生装置の出力は極めて安定しています。電荷発生装置にも電位計と同様の自動温度補償を採用したことで暖機の途中でも安定に出力できます。

	単位	19.800 pA × 50 sec	198.000 pA × 50 sec	1980.000 pA × 50 sec
1回目	nC	0.99006	9.90007	99.00009
2回目	nC	0.99018	9.90006	99.00014
3回目	nC	0.99027	9.90010	99.00051
4回目	nC	0.99022	9.90015	99.00010
5回目	nC	0.99012	9.90003	99.00032
6回目	nC	0.99024	9.90026	99.00012
7回目	nC	0.99002	9.90017	99.00040
8回目	nC	0.99014	9.90008	99.00041
9回目	nC	0.99027	9.90003	99.00039
10回目	nC	0.99023	9.90001	99.00061
平均値	nC	0.99018	9.90010	99.00031
標準偏差	nC	0.00009	0.00008	0.00019
相対標準偏差	%	0.00883	0.00078	0.00019

Output1 から出力される電荷の繰返し測定結果

■電荷発生装置の仕様

電流制御方式	出力電流をフィードバック制御するアクティブ方式		
出力電流波形	直流		
出力設定方式	出力時間と出力電流を設定するとそれらの積で出力電荷が設定される方式		
出力時間設定範囲	0.1 秒～1000.0 秒		
出力電流設定範囲	Output1	0.000 pA～±2000.000 pA (設定が可能な分解能は 0.005 pA)	
	Output2	0.00 pA～±20000.00 pA (設定が可能な分解能は 0.05 pA)	
出力電流有効範囲	Output1	±20 pA (最小定格電流)～±2000 pA (最大定格電流)	
	Output2	±200 pA (最小定格電流)～±20000 pA (最大定格電流)	
出力電荷表示範囲	—	RT521R 型 1 チャンネル電位計	RT521R2 型 2 チャンネル電位計
	Output1	0.00000 nC～±2000.00000 nC	0.00000 nC～±2000.00000 nC
	Output2	0.0000 nC～±20000.0000 nC	0.0000 nC～±20000.0000 nC
ゼロ点ドリフト	最小定格電流に対し±0.1%以内		
ゼロ点ドリフトの温度係数	最小定格電流に対し±0.015%/℃以内		
出力電流の温度係数	最大定格電流の 1/2 を出力時に±0.0025%/℃以内		
出力電流の非直線性	最大定格電流の 1/2 を基準に全有効範囲で±0.1%以内		
出力電荷の時間非直線性	最大定格電流の 1/2 を出力時に 10 秒を基準に 1～100 秒で±0.01%以内		
出力時間の精度	50 ppm 以内		
出力電荷の不確かさ (k=2・納入後 1 年以内)	Output1	出力時間 50 秒で±1 nC～±100 nC において 0.29%以内	
	Output2	出力時間 50 秒で±10 nC～±1000 nC において 0.20%以内	
長期安定性	±0.1%/年以内		
安定化時間	起動後 1 時間経過時を基準として、15 分経過時と 6 時間経過時の最大定格電流の 1/2 の出力の差が±0.02%以内		
繰り返し性	最小定格電流を 50 秒出力させて電荷測定を 10 回繰り返した場合の相対標準偏差が 0.01%以内		
専用接続ケーブル	三重同軸 BNC コネクタ付き電離箱用延長ケーブル 3 m 長 (付属品)		
使用時の環境	気温 20～30 ℃ 湿度 10～80% (結露が無い事) 暖機時間 15 分以上		
製品の形態	RT521R 型または RT521R2 型電位計の内部に搭載されます。		

(2023 年 6 月 30 日更新)