

# 電位計に搭載の電荷発生装置について

## ■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永年、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校正する一体校正が行われてきました。

しかし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、今後は分離校正へ移行していくと予想されています。

この分離校正では電位計に「1.0000」前後の値の「電位計校正定数  $k_{elec}$ 」が付与されるようになり、3年間隔で校正されることになりました。

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チャンネル電位計は電荷発生装置を本体に搭載できます。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ますので、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。この方式は電離箱から出力されるパルス電流の平均値とリニアックの出力時間をそのまま設定できるため、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 $\pm 2000\text{pA}$ 以下の場合はOutput1の端子に専用ケーブルを接続し $\pm 2000\text{pA}$ 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。

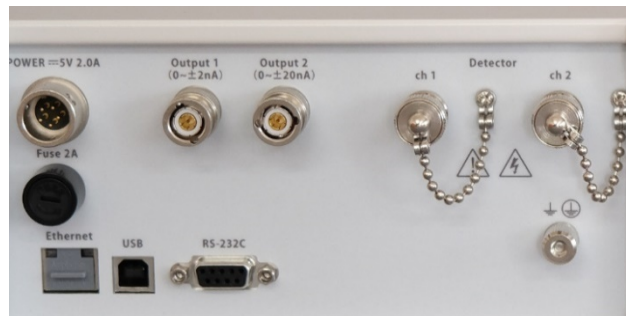
この画面で出力電流[pA]と出力時間[sec]を設定すると電流 $\times$ 時間=電荷で出力電荷[nC]が設定されます。例えばOutput1にケーブルを接続し、出力電流に $-20.000\text{pA}$ を設定し出力時間に $50.0\text{sec}$ を設定すると、 $-1.0000\text{nC}$ の出力電荷が設定されます。出力極性はどちらでも可能です。

Output1は出力電流に $\pm 0.005\text{pA} \sim \pm 2000.000\text{pA}$ を、Output2は $\pm 0.05\text{pA} \sim \pm 20000.00\text{pA}$ を設定でき出力時間は $0.1 \sim 1000.0\text{sec}$ を設定できます。

その結果Output1は $\pm 0.0001 \sim \pm 2000.0000\text{nC}$ を、Output2は $\pm 0.001 \sim \pm 20000.000\text{nC}$ を設定できます。

## ■他の電位計も点検できます

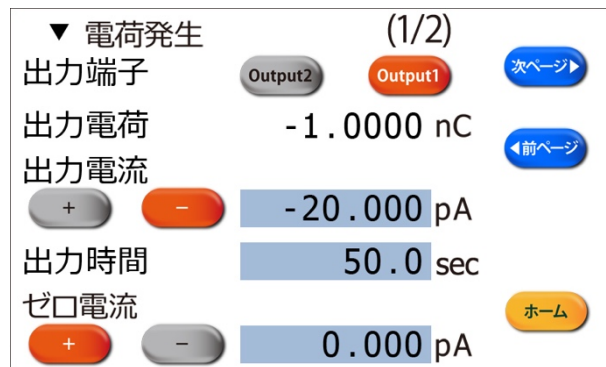
専用ケーブルの反対側の端子を電位計のDetector端子へ接続すると自分自身の測定精度を点検することができます。同様に他の電位計へ接続してその電位計の測定精度を点検することもできます。さらにリニアック室と操作室の間に敷設された延長ケーブルの健全性を点検することも可能で、電荷発生装置は放射線治療部門における必需品と言えます。



Output1とOutput2の2つの出力端子があります。



Menu画面で「電荷発生」を押すとホーム画面を切換できます。



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。



RT521R型の電荷発生装置を他の電位計へ接続した例

## ■出力は極めて安定

当社で測定した出力電荷の揺らぎの具体例を右に示します。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+19.8pA と+198pA と+1980pA を 50 秒間、つまり+0.99nC と+9.9nC と+99nC を出力し、それを 10 回繰り返し測定した結果の相対標準偏差は 0.00883%、0.00078%、0.00019%でした。このように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るようになりました。ファーマー形電離箱を RT521R 型に接続し、リニアックで繰り返し照射して測定した値と比べると、198pA 以上での相対標準偏差はリニアックの 1/10 以下でした。このことから電荷発生装置の出力はリニアックの X 線出力より安定していることが判りました。

	単位	19.800pA×50秒	198.000pA×50秒	1980.000pA×50秒
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り返し性を調べた例

(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合成された結果と考えられます。)

## ■電荷発生装置の仕様

1. 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
2. 出力電流波形 : 直流
3. 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
4. 出力時間設定範囲 : 0.1 秒~1000.0 秒
5. 出力電流設定範囲 : Output1 ±0.005pA~±2000.000pA (設定が可能な分解能は 0.005pA)  
Output2 ±0.05pA~±20000.00pA (設定が可能な分解能は 0.05pA)
6. 出力電流有効範囲 : Output1 ±20pA (最小定格電流)~±2000pA (最大定格電流)  
Output2 ±200pA (最小定格電流)~±20000pA (最大定格電流)
7. 出力電荷表示範囲 : Output1 ±0.0001nC~±2000.0000nC  
Output2 ±0.001nC~±20000.000nC
8. ゼロ点ドリフト : 最小定格電流に対し±0.1%以内
9. ゼロ点ドリフトの温度係数 : 最小定格電流に対し±0.015%/°C以内
10. 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%/°C以内
11. 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
12. 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
13. 出力時間の精度 : 50ppm 以内
14. 出力電荷の不確かさ : Output1 出力時間 50 秒で±1nC~±100nC において 0.29%以内  
(k=2・納入後 1 年以内) Output2 出力時間 50 秒で±10nC~±1000nC において 0.20%以内
15. 長期安定性 : ±0.1%/年以内
16. 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
17. 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
18. 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 3m 長 (付属品)
19. 使用時の環境 : 気温 20~30°C 湿度 10~80% (結露が無い事) 暖機時間 15 分以上
20. 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。

(2021 年 12 月 23 日更新)