

空間電荷測定装置 Q-PEA

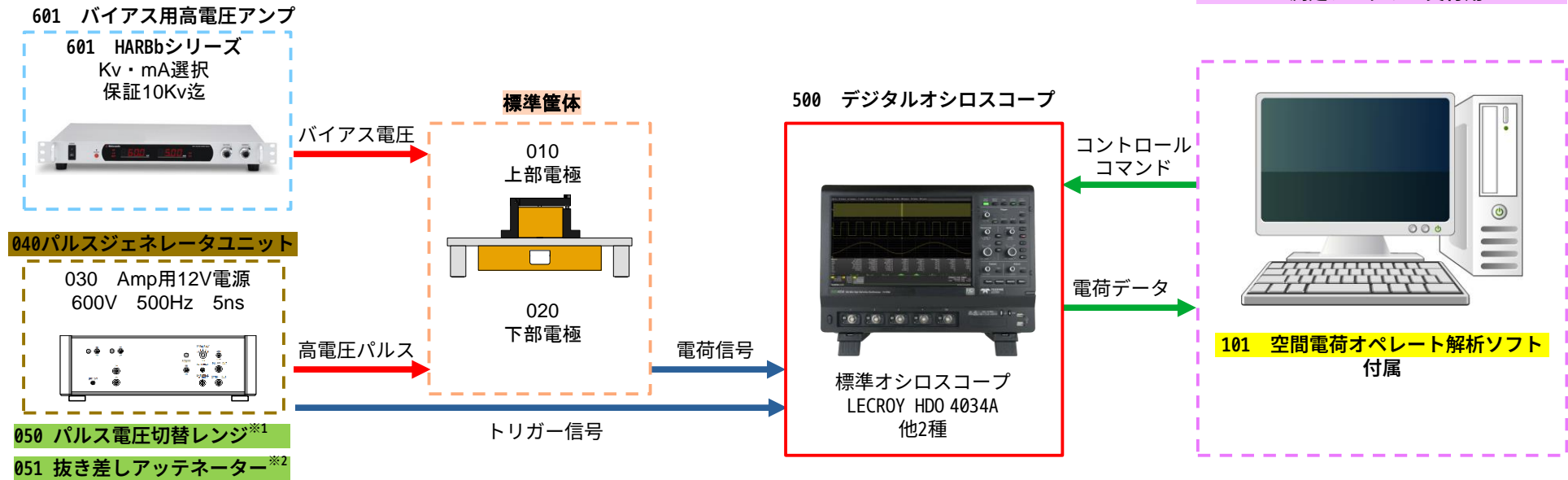
製品概要

2025年12月 VELOCE株式会社

Q-PEA システム比較表

機能名称	セット名称	標準セット	トランジェント測定セット	オートメジャーセット
1	電極ユニット	○	○	○
2	アンプ電源	○	○	○
3	標準パルスジェネレータ	○		
4	高速パルスジェネレータ		○	○
5	バイアス用高電圧アンプ	○	○	○
6	デジタルオシロスコープ	○	○	○
7	アナログ出力ユニット (含D/A変換ボード)		○	○
8	標準測定プログラムセット	○	○	○
9	トランジェント測定プログラム		○	
10	オートメジャープログラム			○

1. 基本セット



基本セットの概要

基本セットは、サンプル内部の電荷の観測、或いはバイアス電圧を印加して電荷の変化を観測する測定セットです。

目視できる程度のゆっくりと変化する電荷を観測することを前提とした測定セットです。

標準測定プログラムにより、空間電荷分布、電界分布、ポテンシャル分布の測定が可能です。

標準測定プログラムには簡単な自動測定、自動保存機能があり、保存したデータを再生するプログラムも付属しています。

※1 パルス電圧切替レンジ

前面パネルに切り替えツマミを用意します。(50V, 100V, 200V, 400V, 600V)

切り替えツマミでパルス用電源の出力電源電圧を可変させます。

メリット : 切り替えが容易です。

デメリット : パルス出力用のトランジスタON/OFF特性が電源電圧の影響で変化します。

その影響でパルス出力が各出力電圧で相似形ではなくなります。

そのため、各パルスの電圧出力毎にリファレンスを測定し、出力電圧に応じて測定プログラムでリファレンスを切り替えて測定していただくことになります。

※2 抜き差しアッテネーター

パルス電圧は600Vで固定です(ドランジスタの電源電圧を可変させません)。

PULSE OUT端子に減衰器を取り付けていただきます。

減衰器は、50V、100V、200V、400Vの4つが付属されます。

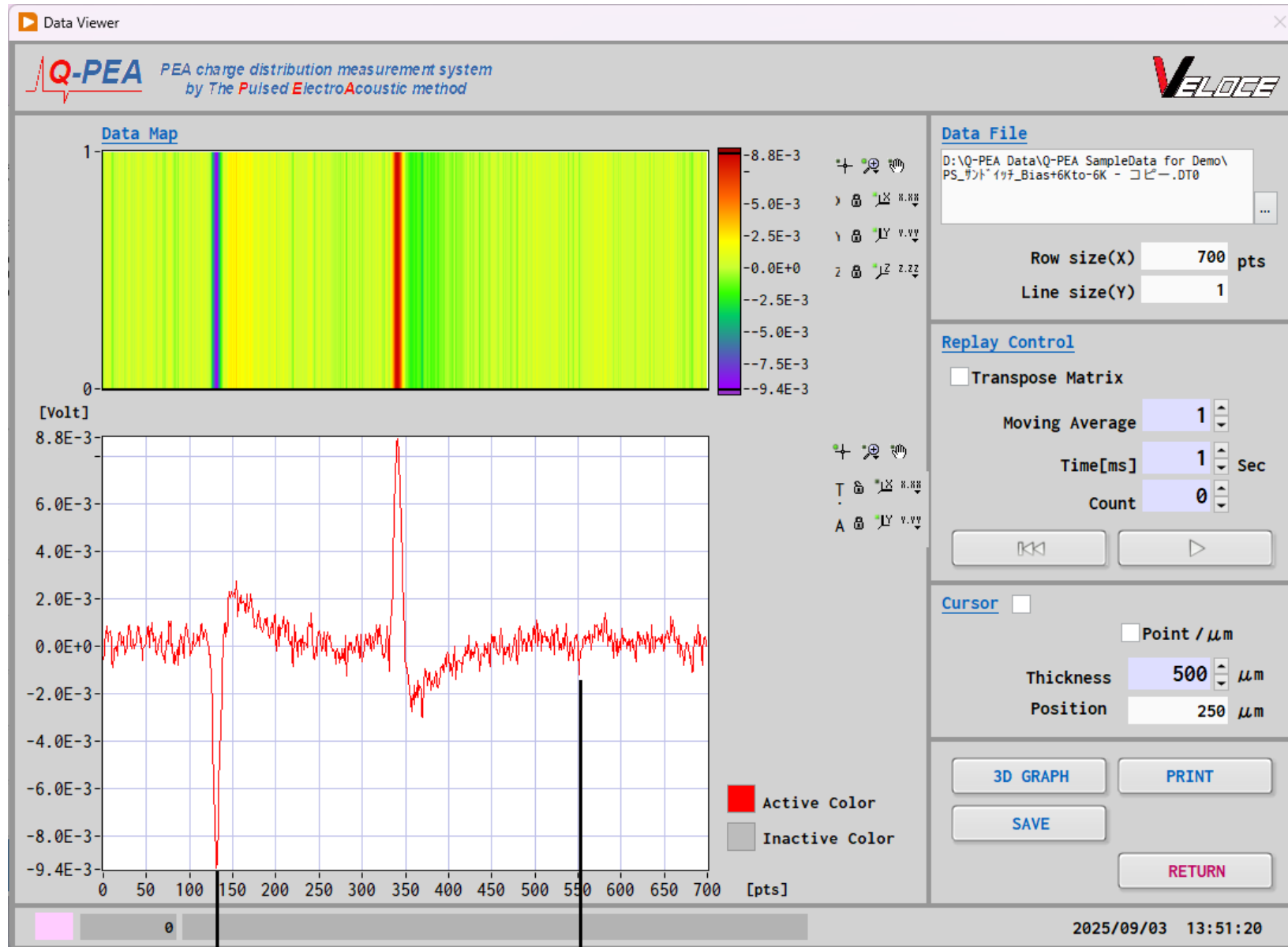
減衰器を通して出力されるパルス電圧は、600Vのパルス出力波形に対して相似形が保たれております。

メリット : 600Vのリファレンスを共通でご使用できます。

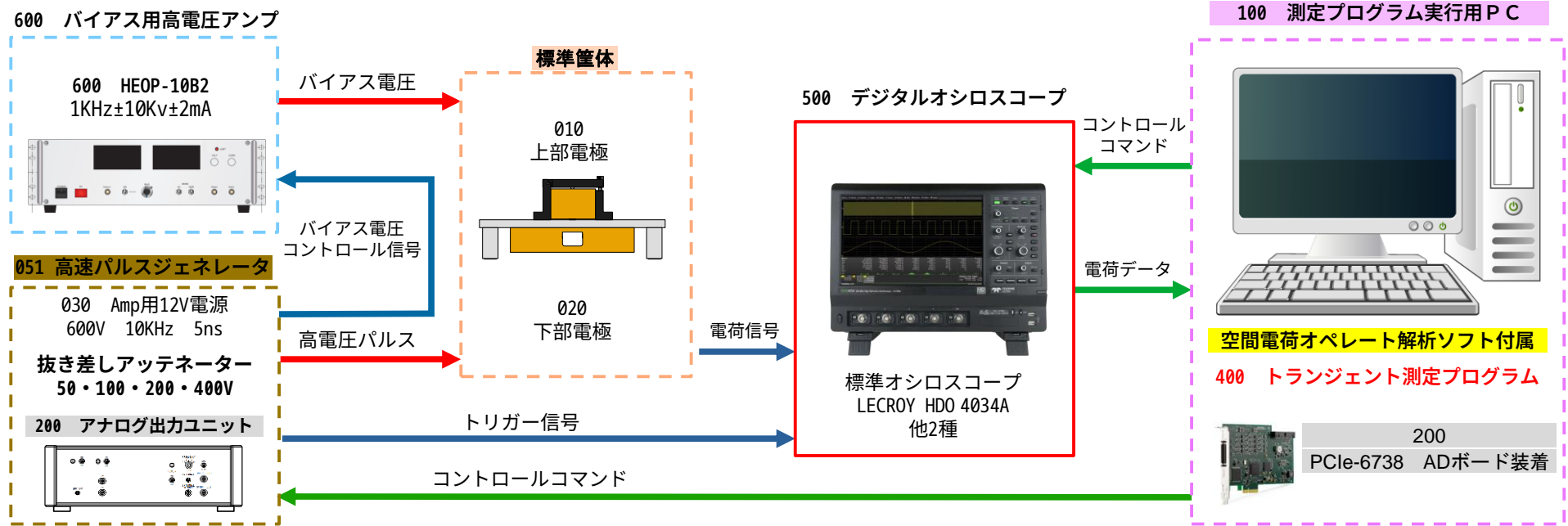
デメリット : 前面に多少出っ張りです。

パルスの出力電圧を変えたいときは、手作業で減衰器を交換していただく必要があります。

標準測定（電荷分布例）



2. トランジェント測定セット



トランジェント測定セットの概要

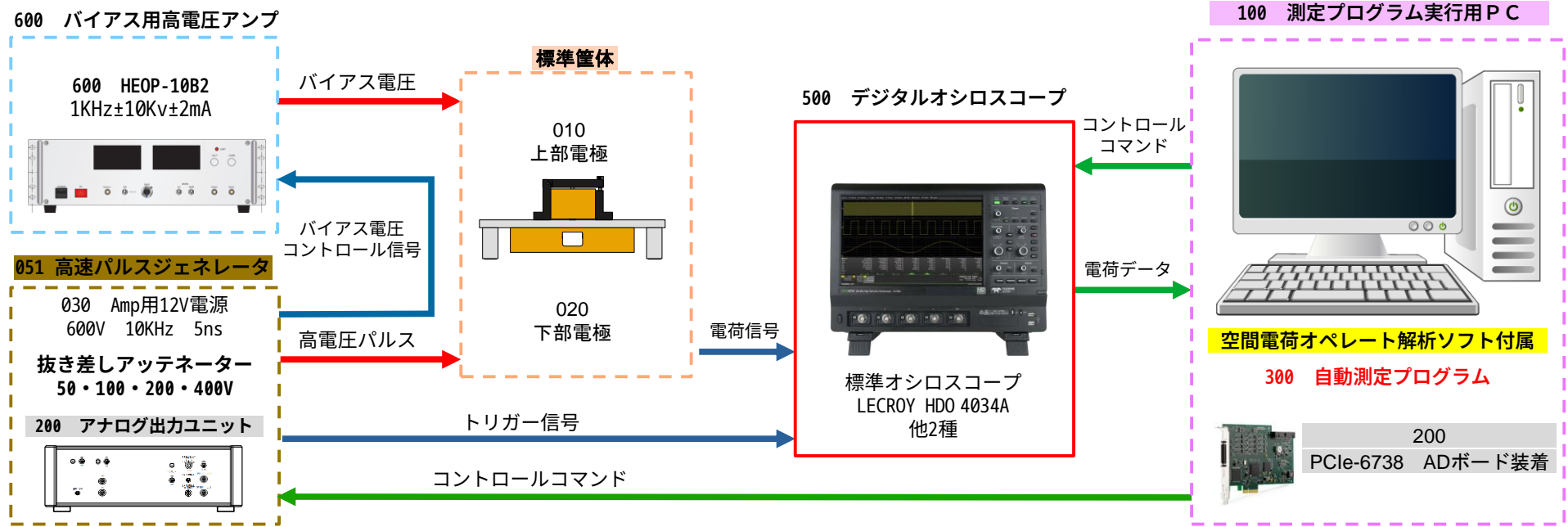
トランジェント測定セットは、基本測定セットと同様にサンプル内部の電荷の観測、或いはバイアス電圧を印加して電荷の変化を観測する測定セットです。

mSecオーダーで変化する電荷を観測可能な測定セットです。

トランジェント測定プログラムにより、高電圧パルスとバイアス電圧を同期させ任意の瞬間の空間電荷分布、電界分布、ポテンシャル分布の測定が可能です。

高速測定のため、デジタルオシロスコープの内部メモリに取り込んだデータをPC側の再生プログラムで、空間電荷分布、電界分布、ポテンシャル分布を確認します。

3. オートメジャーセット



オートメジャーセットの概要

オートメジャー測定セットは、ハードウェアの組合せはトランジェント測定セットと同じですがオートメジャープログラムを用いることで、長期間にわたって自動で観測を行うための測定セットです。

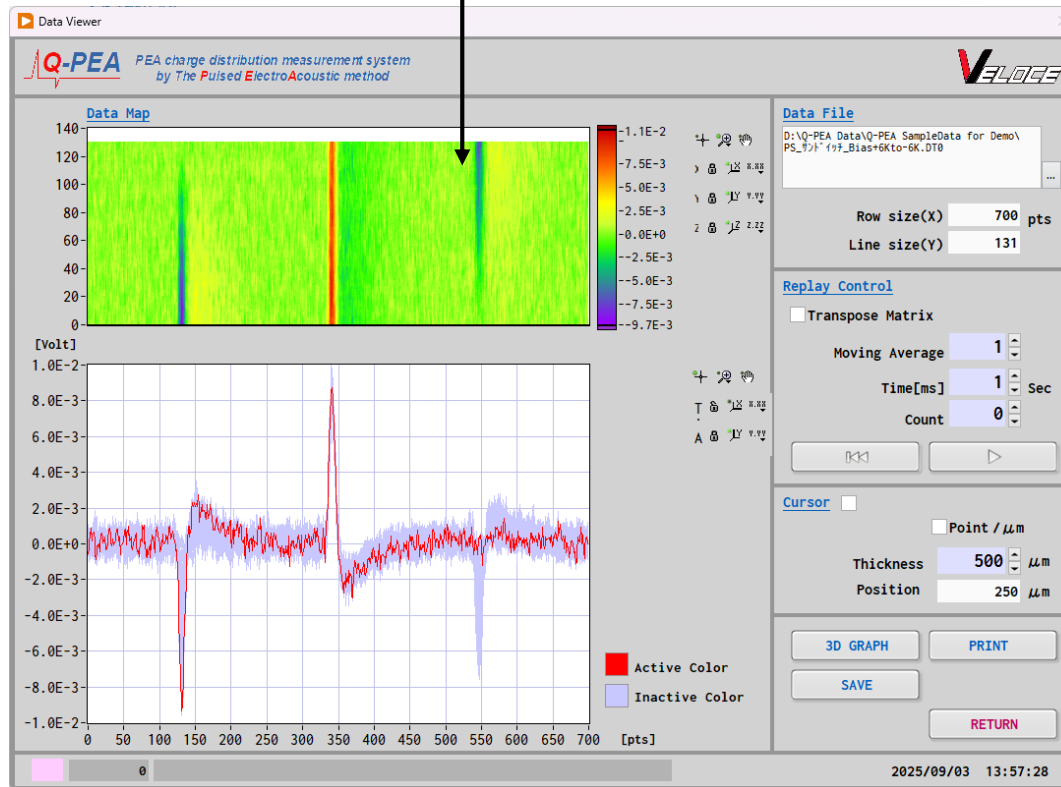
測定時刻、バイアス電圧を指定して測定を自動で実行して測定データ（波形）を保存します。

測定終了後に再生プログラムにより空間電荷分布、電界分布、ポテンシャル分布の確認が可能です。

トランジェント測定とオートメジャー測定 (イメージ)

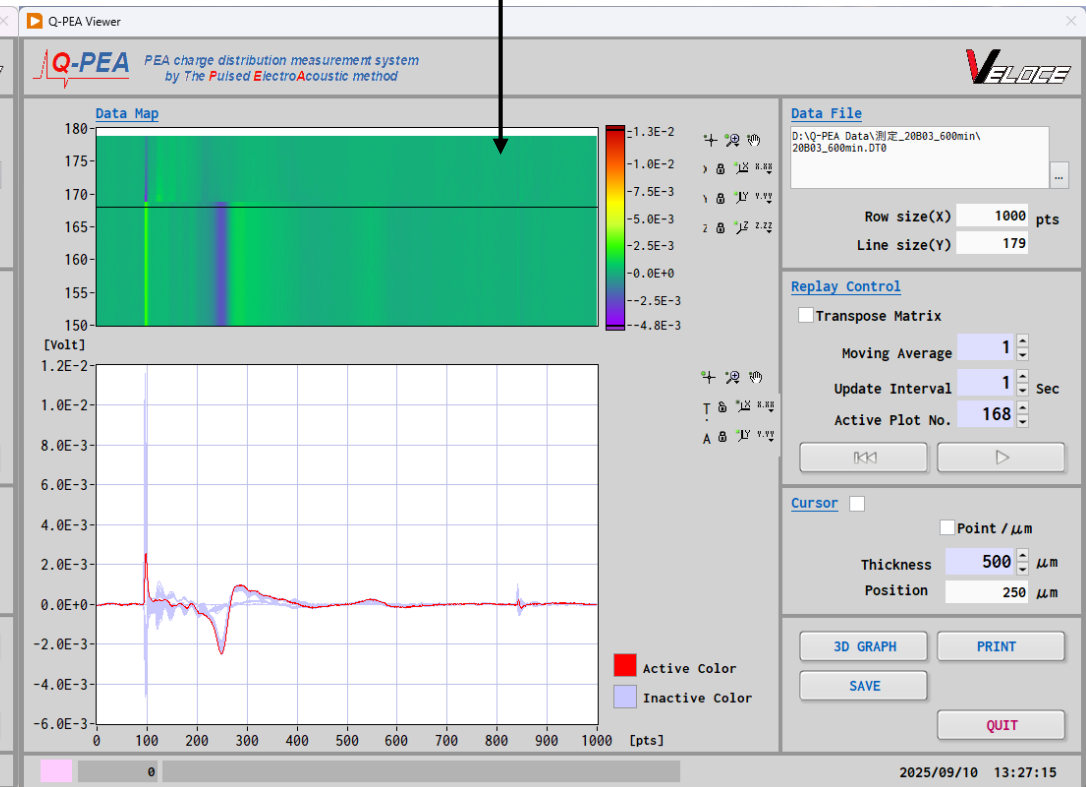
トランジェント測定 : mSecオーダー

トリガー出力は50Hz、バイアス印加はサイン波の例
図各pt間隔はmSecになります。(0~134pt)



オートメジャー測定 : 数Sec・数時間オーダー

下表の様なタイムスケジュール設定で測定を行う。
測定開始1分、バイアス印加(60分)、バイアスOFF後の10分間のデータは
1分間隔で取得。(0~60pt、170~179pt)
バイアス印加(540分)の区間は5分間隔で取得する(108回)
(61~169pt):図150~179を拡大表示



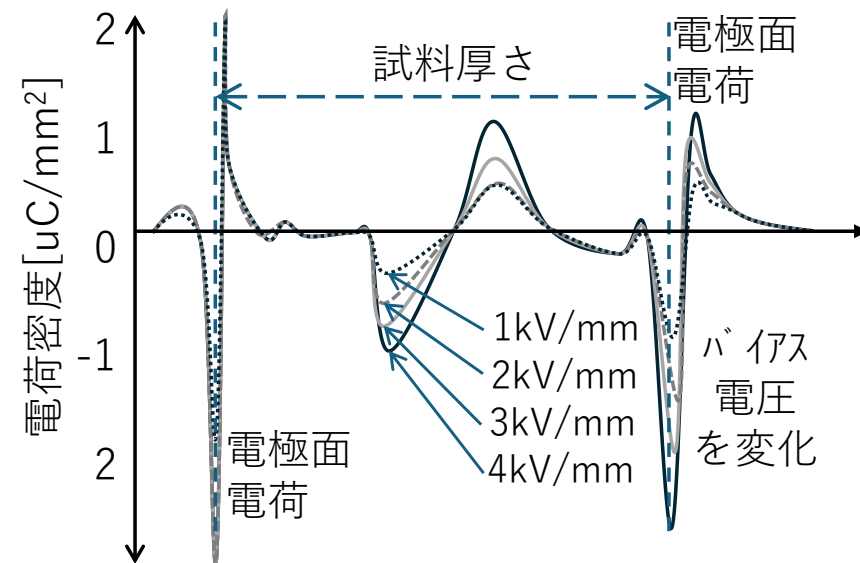
mSecオーダーのトランジェント測定を希望の場合は、
高性能なオシロスコープとバイアス用高電圧アンプ、および、高速パルスジェネレーターが必要です。

【オートメジャー】

バイアス電圧などをスタティックに変化させ、時間指定で自動測定を行う機能

【オートメジャー】測定条件を逐次変化させ、試料中の帯電状況などを自動測定します。

バイアス電圧リスト		
	時刻	電圧
1	10:03:00	1kV
2	10:04:00	2kV
3	10:05:00	3kV
4	10:06:00	4kV



【トランジェント測定】

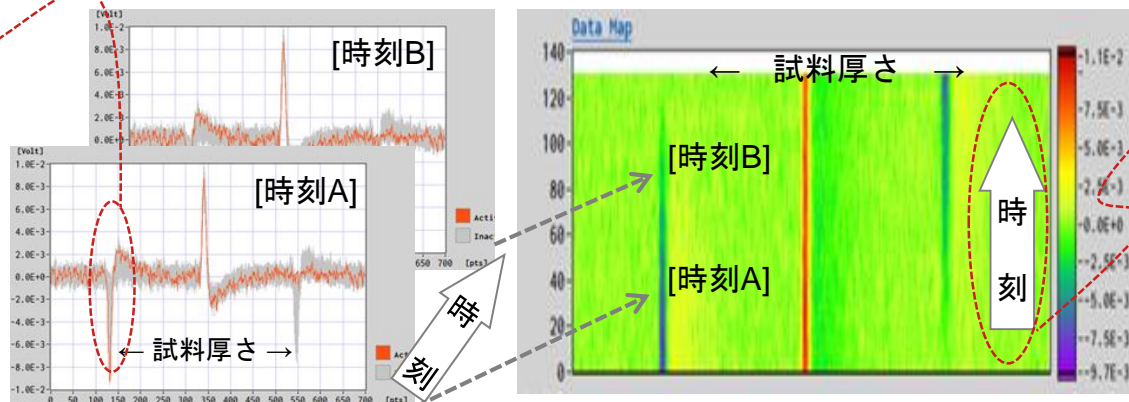
基本測定のS/Nを犠牲にしてリアルタイムのリアクションを観測したい場合に用いる機能

測定結果（分解能）

= 「ノイズ帯域」 × 「ノイズSampling Rate」 × 「下部電極amp帯域」
× 「Hvpulse（立上り時間、Pulse幅）」

オシロの仕様は高いほうが高分解能で測定できる可能性があるが、
現在までの実績では現行のオシロ（LECROY HDO 4034A）の仕様で十分。
今後の高性能化に対応するためハイスペックなオシロは必要。

【トランジェント測定】 msオーダーで変化する帯電状況の変化などを可視化できます。



長時間観測
したい場合に
オシロのシーケン
スメモリの大きい
機種を選択
すればよい。

備考

標準オシロスコープのはHDO4034Aですが、より広帯域の他の3機種についても弊社の測定プログラムで問題なく使用可能です。

	HDO4034A	HDO4054A	HDO4104A	WaveRunner 9054
垂直軸-アナログチャンネル				
アナログ帯域幅 (最大)	350 MHz	500 MHz	1 GHz	500 MHz
帯域幅	350 MHz	500 MHz	1 GHz	500 MHz
アナログ帯域幅@50Ω (-3 dB) (ProBus入力)	350 MHz (≥1mV/div)	500 MHz (≥1mV/div)	1 GHz (≥1mV/div)	500 MHz (≥2mV/div)
アナログ帯域幅@1MΩ (-3 dB) (ProBus入力)	350 MHz (Typ)	500 MHz (Typ)	500 MHz (Typ)	500 MHz (Typ)
立ち上がり時間 (10-90%、50Ω)	1 ns (Typ)	700 ps (Typ)	450 ps (Typ)	700 ps (Typ)
立ち上がり時間 (20-80%、50Ω)	750 ps (Typ)	525 ps (Typ)	340 ps (Typ)	480 ps (Typ)
入力チャンネル	4	4	4	4
分解能	12ビット; 分解能拡張 (ERES) で最大15ビット	12ビット; 分解能拡張 (ERES) で最大15ビット	12ビット; 分解能拡張 (ERES) で最大15ビット	8ビット; 分解能拡張 (ERES) で最大11ビット

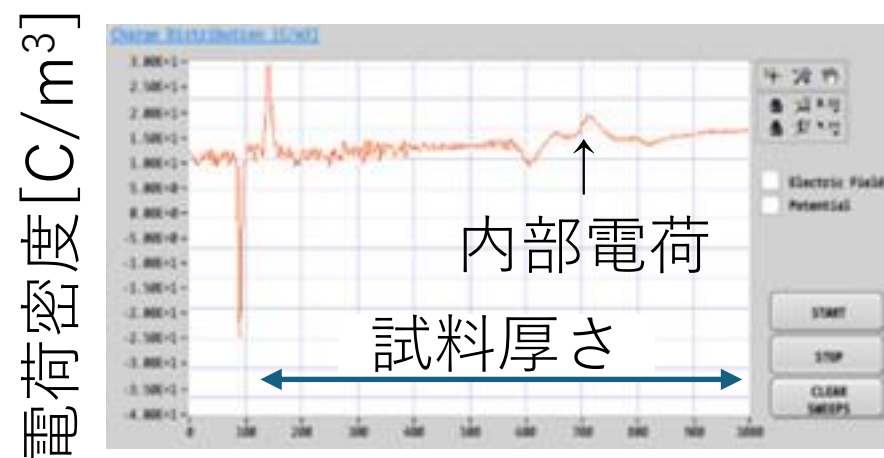
参考資料— 1

シーケンスメモリー

PEA法は基本的にS/N比が低い測定方法のため、実際には数100回の平均をとることが普通です。

例えば、500Hzの高電圧パルスで測定を行なった時、シーケンスメモリー100個（100フレーム）毎に加算平均を行う設定にすれば、1秒間に5回測定波形が更新されることとなります。

【基本測定】 試料中の帯電状況などを測定します。



また、更新されるまで100フレーム分の生波形がメモリーに保持されていることとなります。
 トランジェント測定は、このメモリーに保持されている生波形のデータをPC側に転送して空間電荷の高速に変化する様子を観測するものです。
従って、高電圧パルスの周波数が高くなるほど時間分解能が上がり、メモリーが多くなればより長時間の測定が可能となります。

オシロスコープの周波数帯域に関する参考資料

高速アンプ（PEA装置の下部電極内に配置されている初段アンプ）

周波数帯域：PEA分解能から帯域を決める

試料内部の音波速度 $u \doteq 2000\text{m/s}$

必要な分解能を $\delta = 50\mu\text{m}(5\mu\text{m})$ とすると

PEA取得波形の半値幅 $\Delta t = 25\text{ns}(2.5\text{ns})$

上記の関係式 $\Rightarrow \delta = u \times \Delta t$

\Rightarrow 試算周波数帯域（BW） $= 1/\Delta t = 40(400)\text{MHz}$

標準オシロスコープで上記の仕様を満足できます。

参考：「PEA空間電化分布測定装置の高分解能化と帰属中の圧力波減衰の測定H14(2002)電学論A」