



高電圧実験装置の紹介



発表者：小向康夫（慶應義塾大学理工学部実験教育支援センター）

日時：2007年9月7日（金）

場所：厚生棟中会議室



なぜ、リプレイス・・・

<従来の実験装置>



インパルス電圧発生装置



試験用変圧器

- 老朽化
 - 省スペース化
 - 管理の問題
- (でもとても重要！)



球間隙



電気主任技術者取得との関係

電子工学科・システムデザイン工学科では所定の単位を修めることにより、第一種電気主任技術者の資格を認定にて得ることができる。

認定校

<条件>

- ・入学資格及び教育施設の内容
- ・関係学科の科目区分別単位数一覧表
- ・関係学科教員数
- ・関係学科実験設備等（電気法規、**実験**・実習...）
 1. 電気機器実験用設備（直流電源、可変抵抗器、真空ポンプ...）
 2. 電子・情報工学実験設備及び実習設備（波形観測装置、減衰器...）
 3. **高電圧試験設備**（試験用変圧器一式、球間隙、インパルス電圧発生装置...）
 4. 測定用設備及び計器類設備（ホイートストンブリッジ、三相電力計...）



リプレイスした実験装置



インパルス電圧発生装置



試験用変圧器



球間隙



高電圧実験装置

高電圧実験装置では何ができるのか？

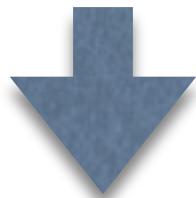
絶縁破壊試験

	最高出力電圧	試験種類
交流試験	50kV (100mA)	1) 耐圧試験 2) ステップ耐圧試験 3) 破壊試験 4) 球ギャップ校正試験
直流試験	70kV (5mA)	1) 耐圧試験 2) ステップ耐圧試験
インパルス試験	公称200kV	1) 雷インパルス電圧試験 2) 雷インパルス電圧ステップ試験 3) 雷インパルス電圧球ギャップ校正試験



設置のための準備（設置場所の選定）

要求事項	条件	検討
スペース	4m × 4m 高さ方向の絶縁距離	23棟か32棟で検討
アース	単独 A接地 (10Ω以下)	新設（矢上川近くに接地する必要あり、23棟へはさらに配線工事費が必要）
電源	単相50Hz-200V-5kVA	32棟で、「200V-30A」の予備有



32棟1階に設置



アース設置工事①



アース設置工事の様子



配線の様子

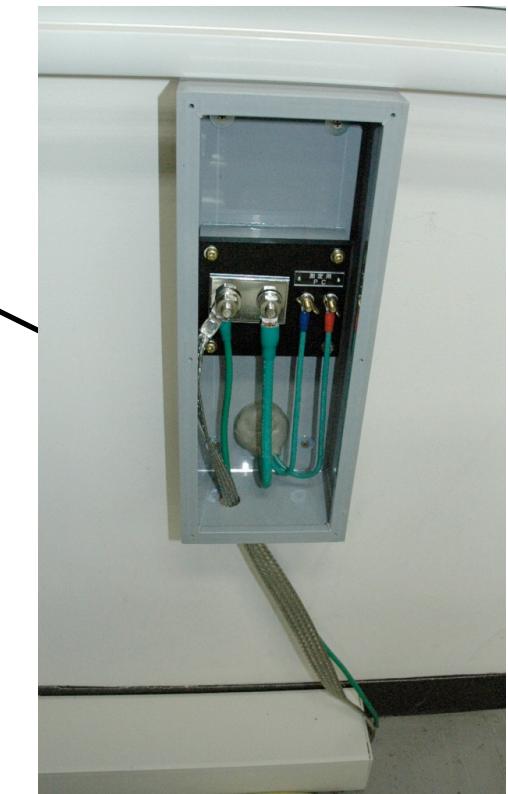
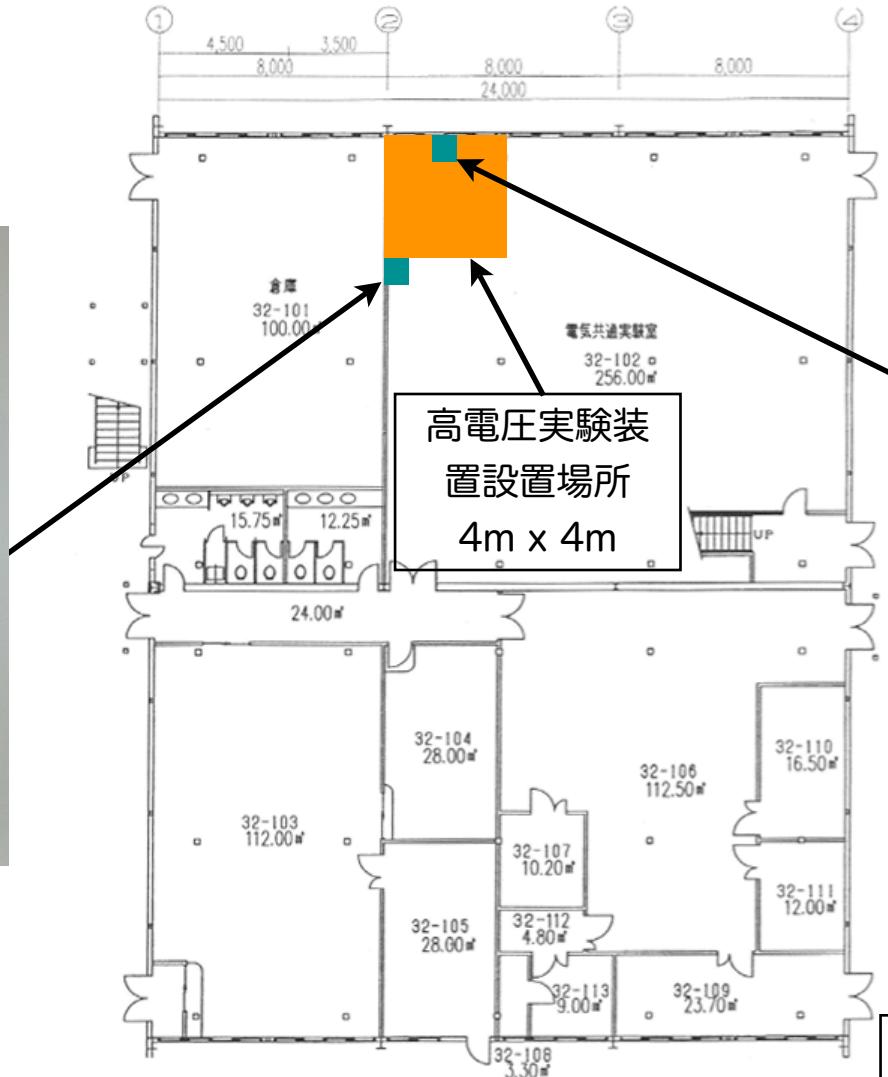


アース設置工事②&配電工事

<矢上川方向>



配電盤



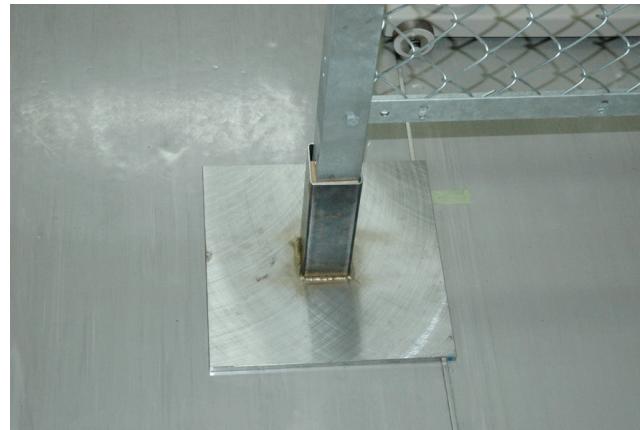
アース設置ボックス

32棟1階

実測：4.8Ω



安全対策



溶接：機械系共通実験室の皆様

- ①フェンス
- ②ドアスイッチ

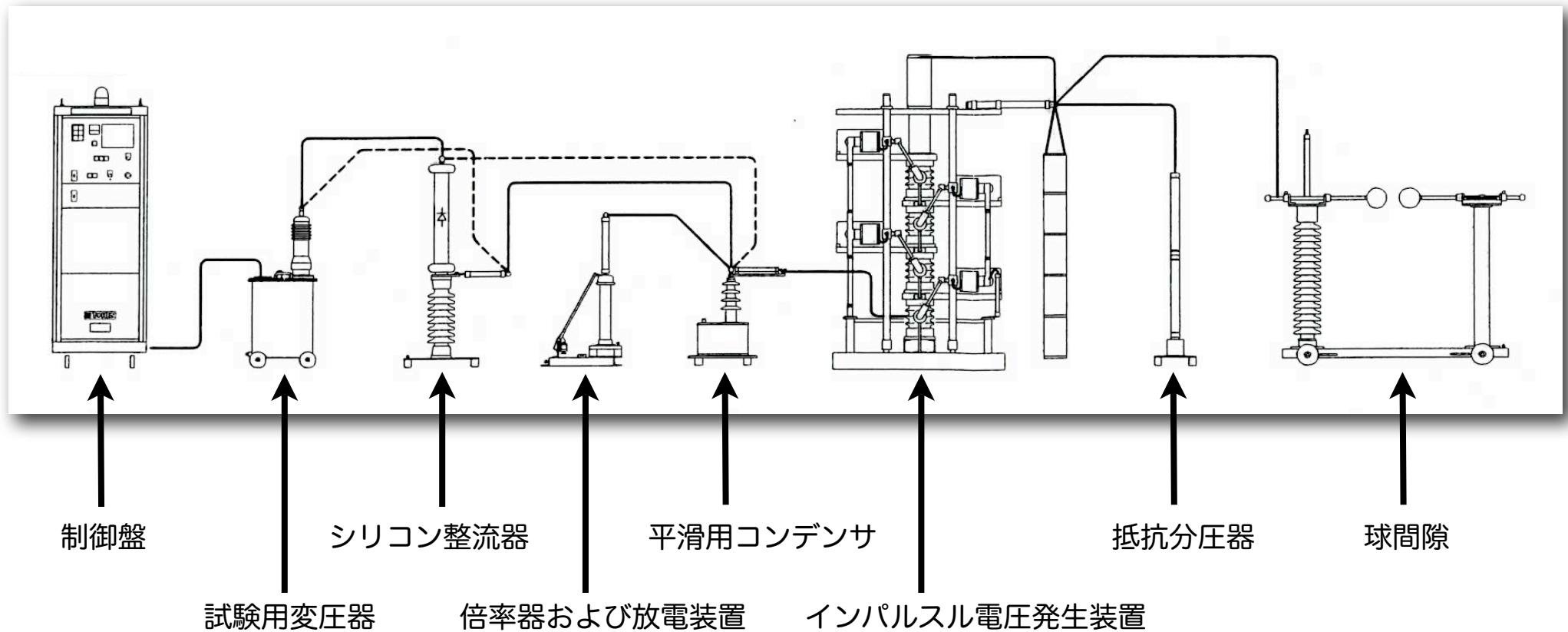


準備OK

いざ設置！！

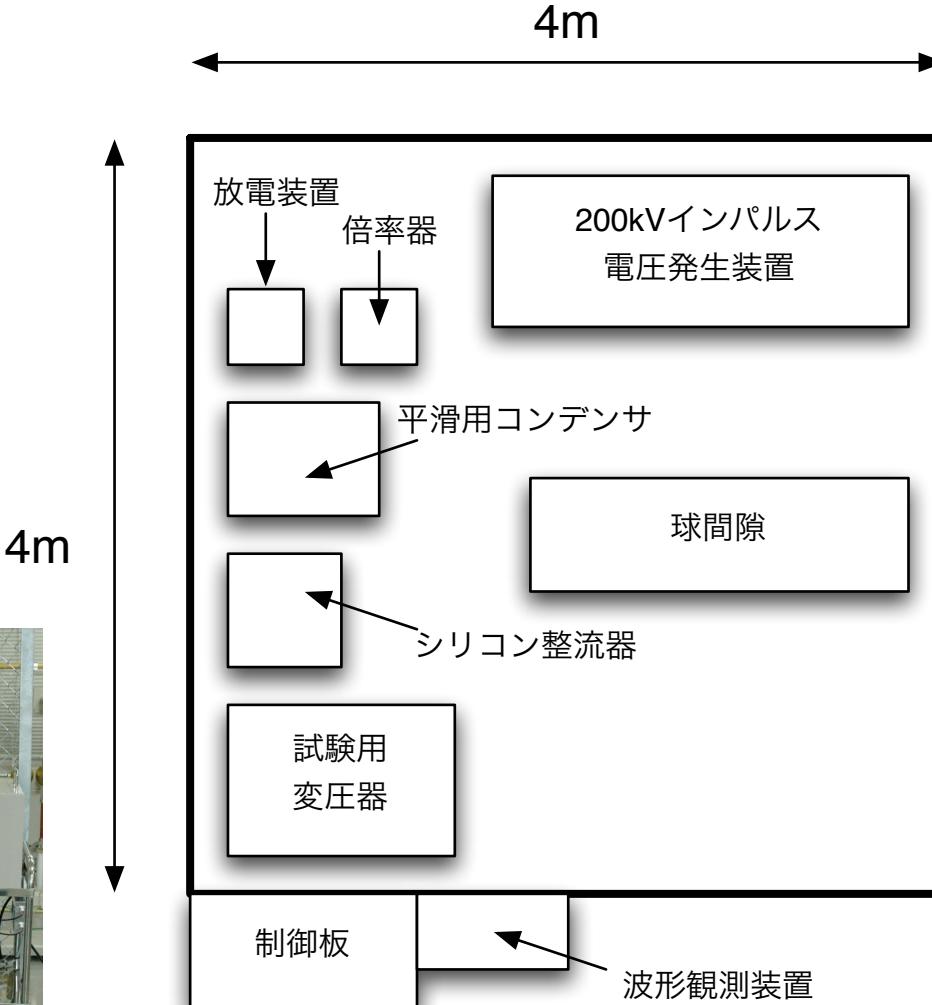
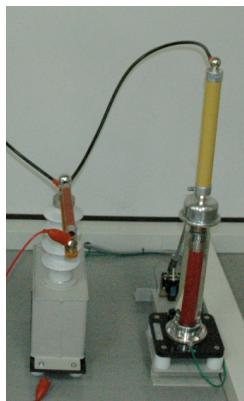


高電圧実験装置の構成





高電圧実験装置の配置

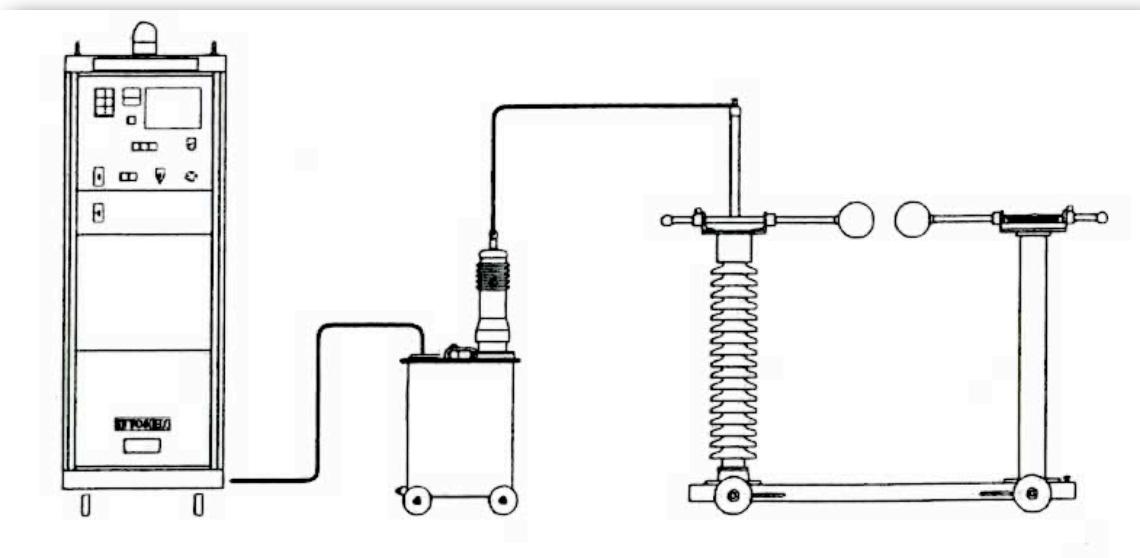




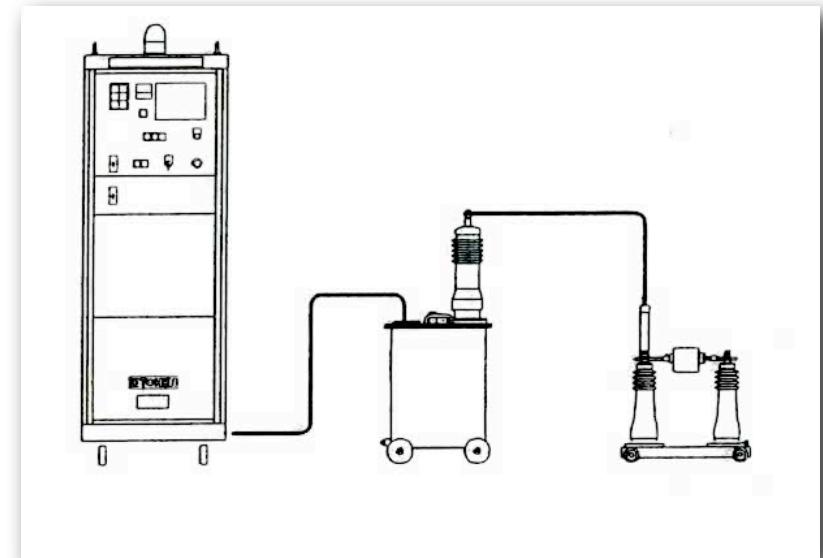
交流試験

<接続パターン：交流試験>

球間隙



油試験



<試験結果>

球間隙間隔	絶縁破壊電圧
1cm	22kV
2cm	40.9kV

空気1cmあたり約30kV

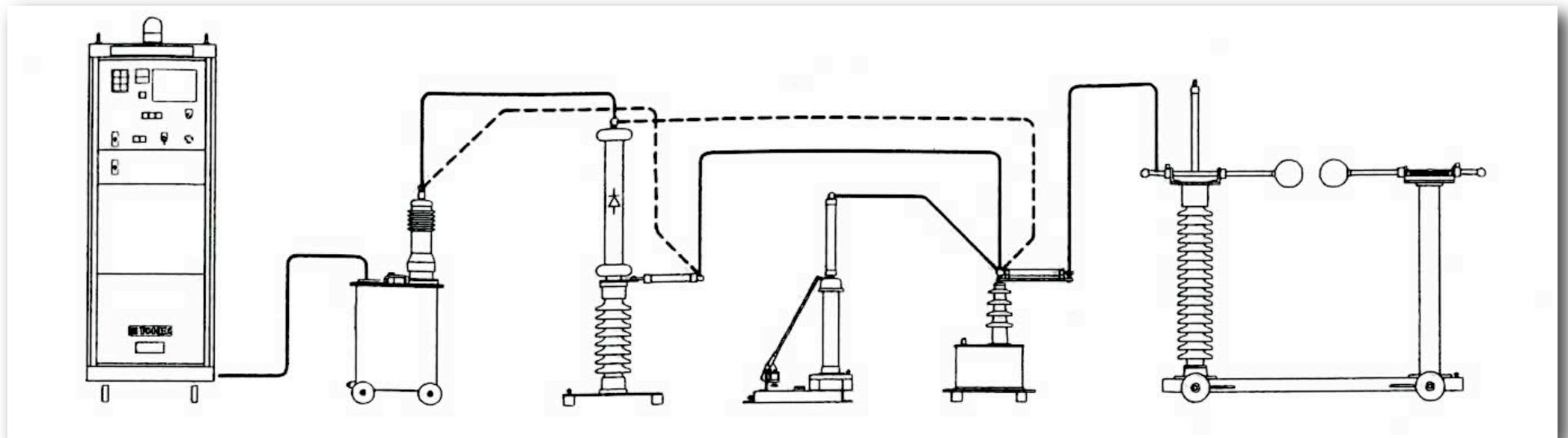
$$22.0 \times \sqrt{2} = 31.1$$

$$40.9 \times \sqrt{2} = 57.8$$



直流試験

<接続パターン：直流試験>



<試験結果>

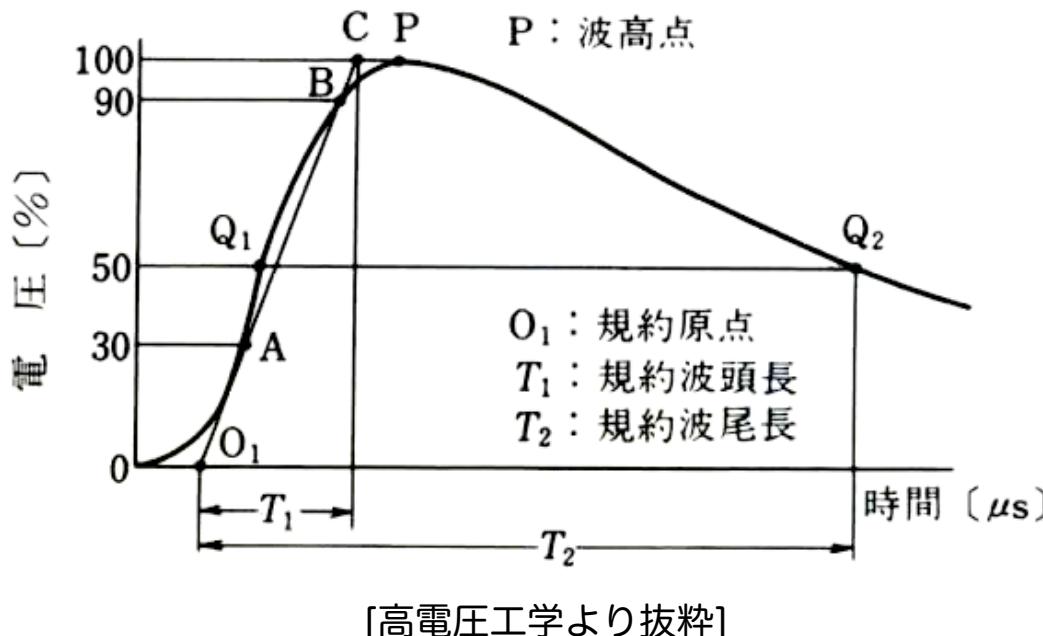
球間隙間隔	絶縁破壊電圧
1cm	31.4kV
2cm	58.6kV

空気1cmあたり約30kV



インパルス電圧とは？

インパルス電圧 (impulse voltage) とは、電圧を印加したあと、
短時間で電圧の最高値に達し、それよりゆるやかに減衰する单極性の電圧のことをいう。



<インパルス電圧 (impulse voltage) >

- ・雷インパルス (lightning impulse)
雷撃を模擬

$$\underline{T_1/T_2 = \pm 1.2/50 \mu s}$$

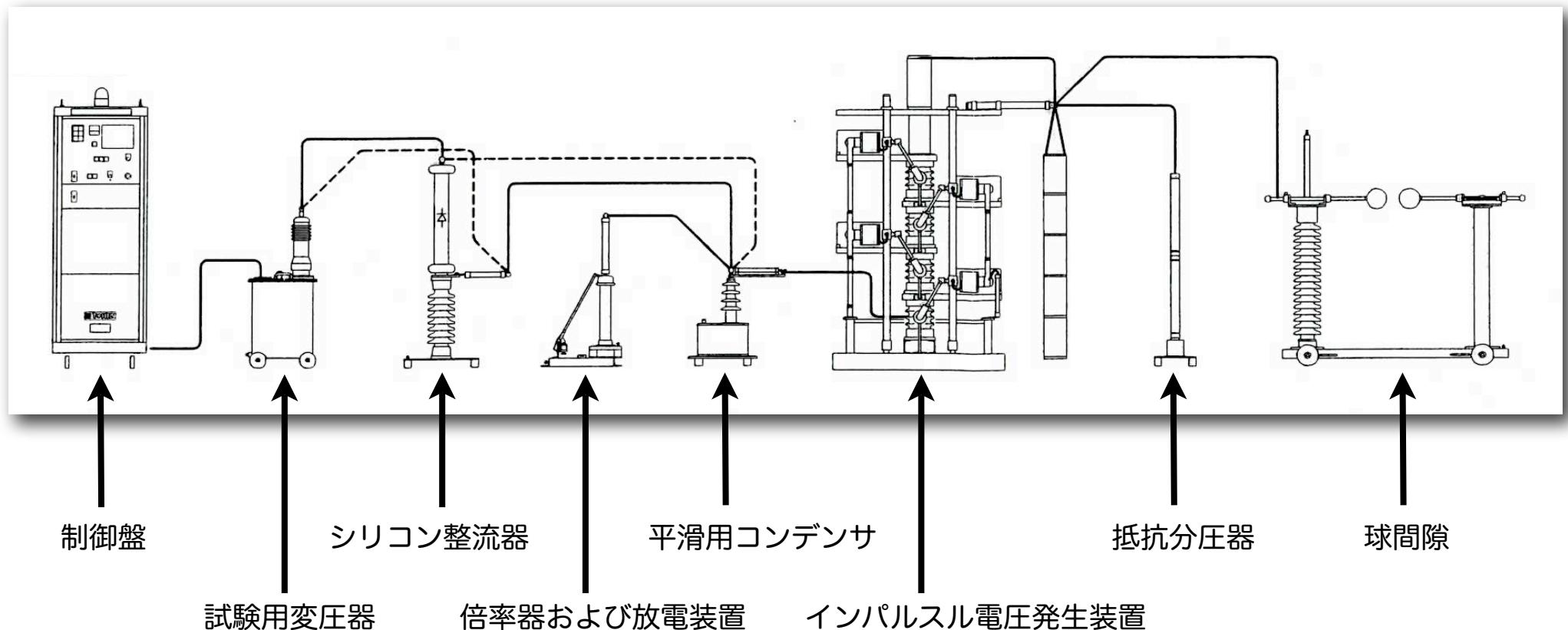
- ・開閉インパルス (switching impulse)
電力系統開閉に伴う異常電圧 (開閉サージ) を模擬

$$\underline{T_1/T_2 = \pm 250/2500 \mu s}$$



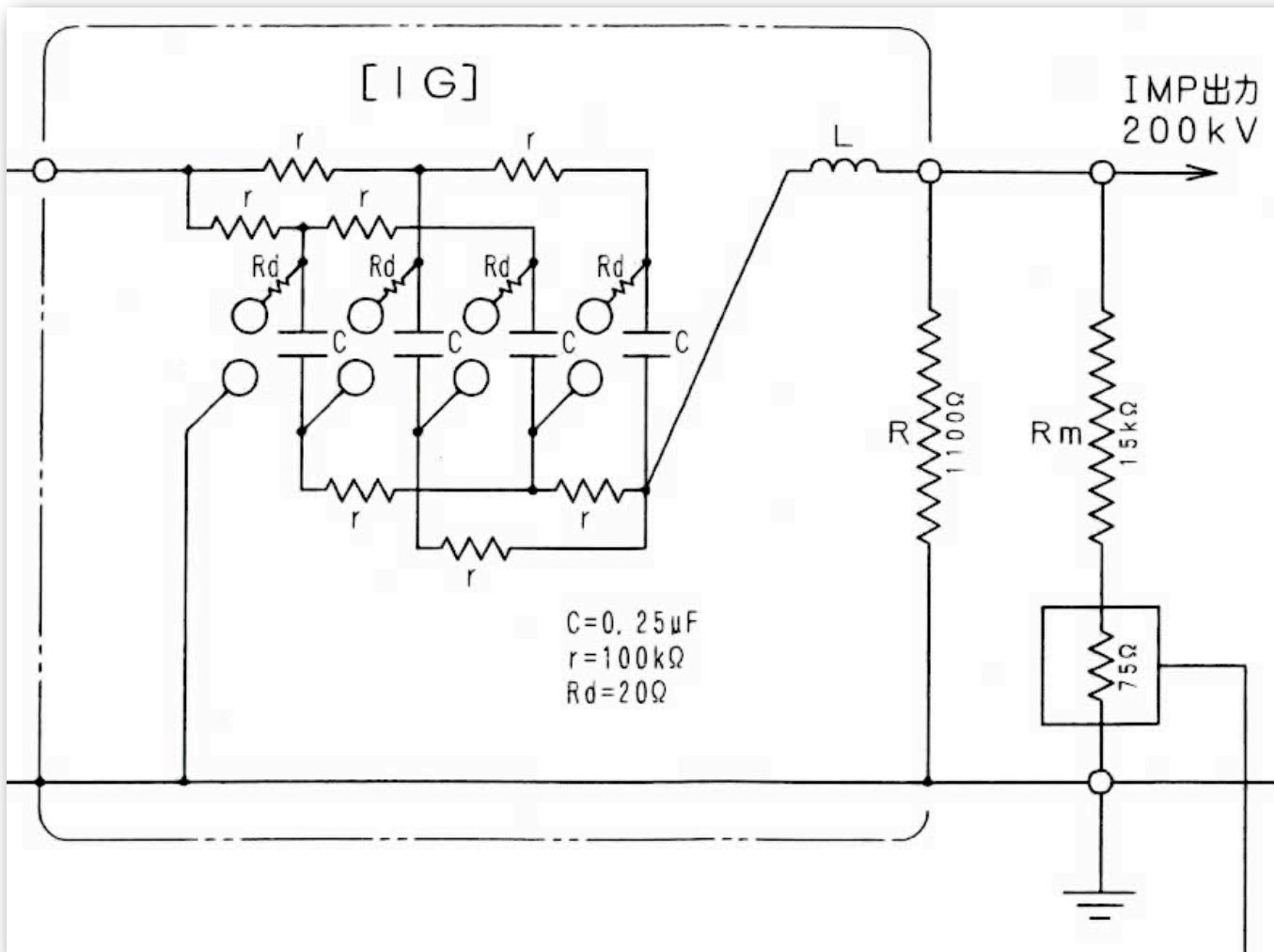
インパルス試験

<接続パターン：インパルス試験>





インパルス発生回路

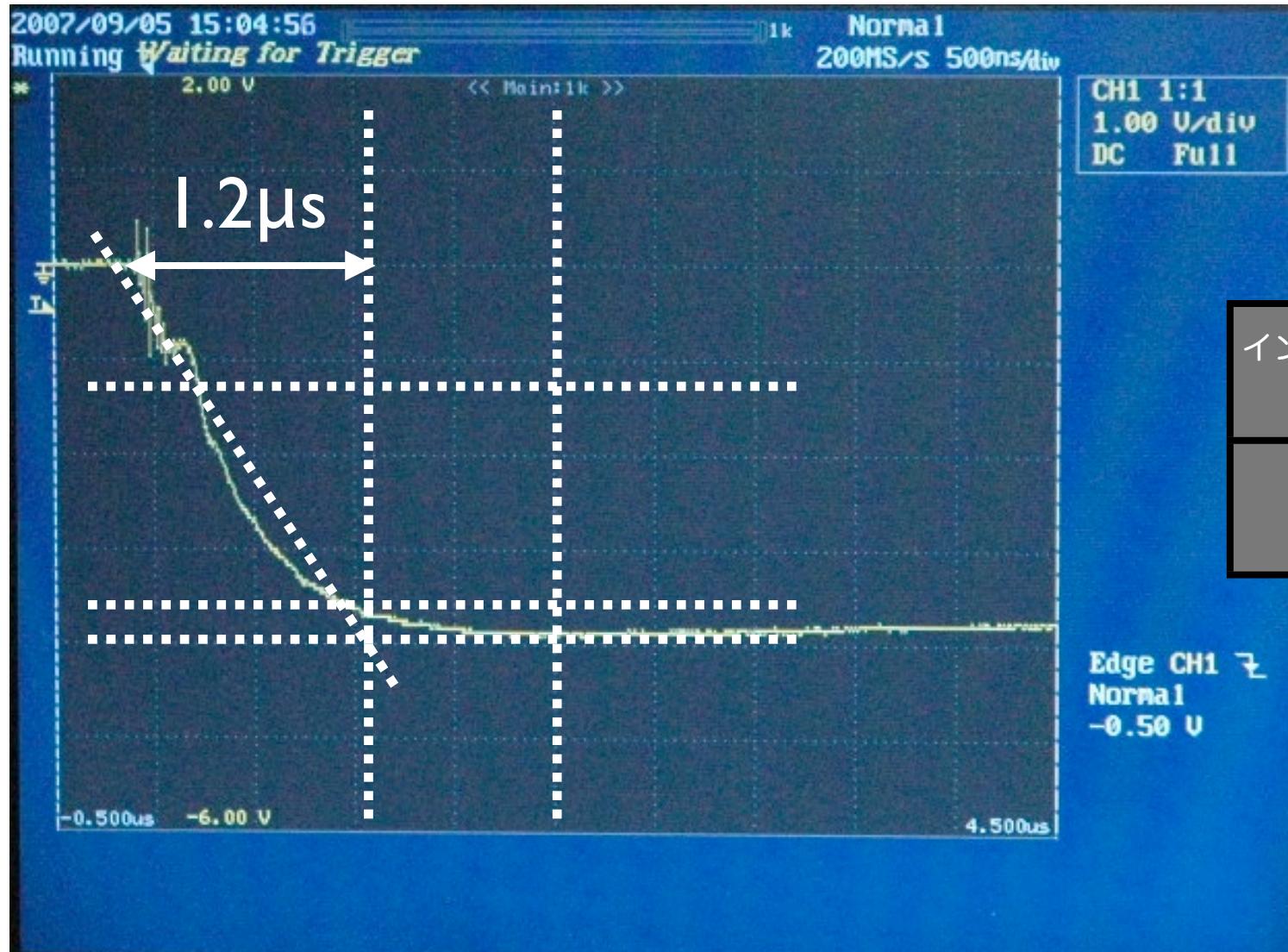


マルクス回路





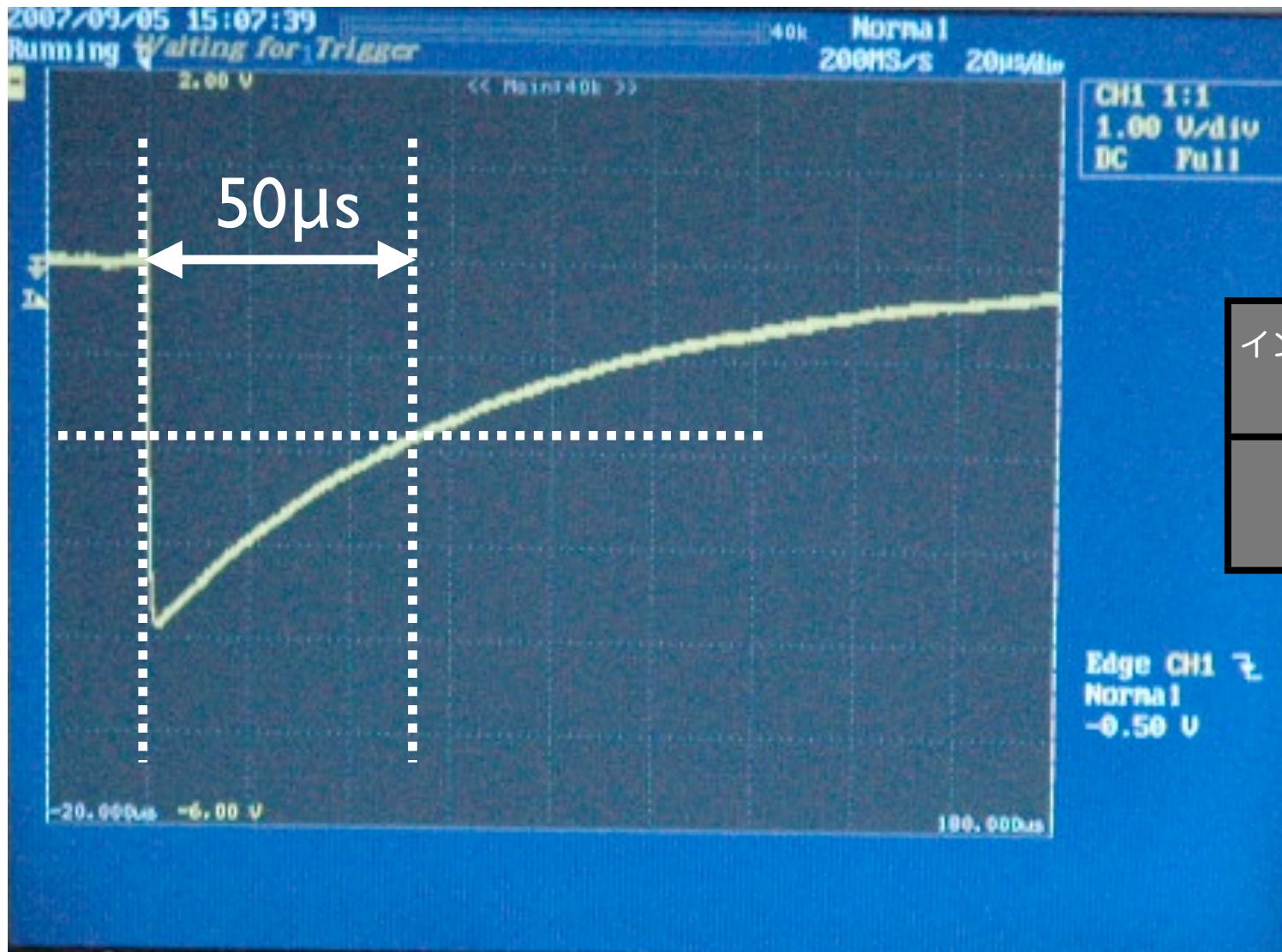
インパルス電圧出力波形①



(総合分圧比 : 41220)



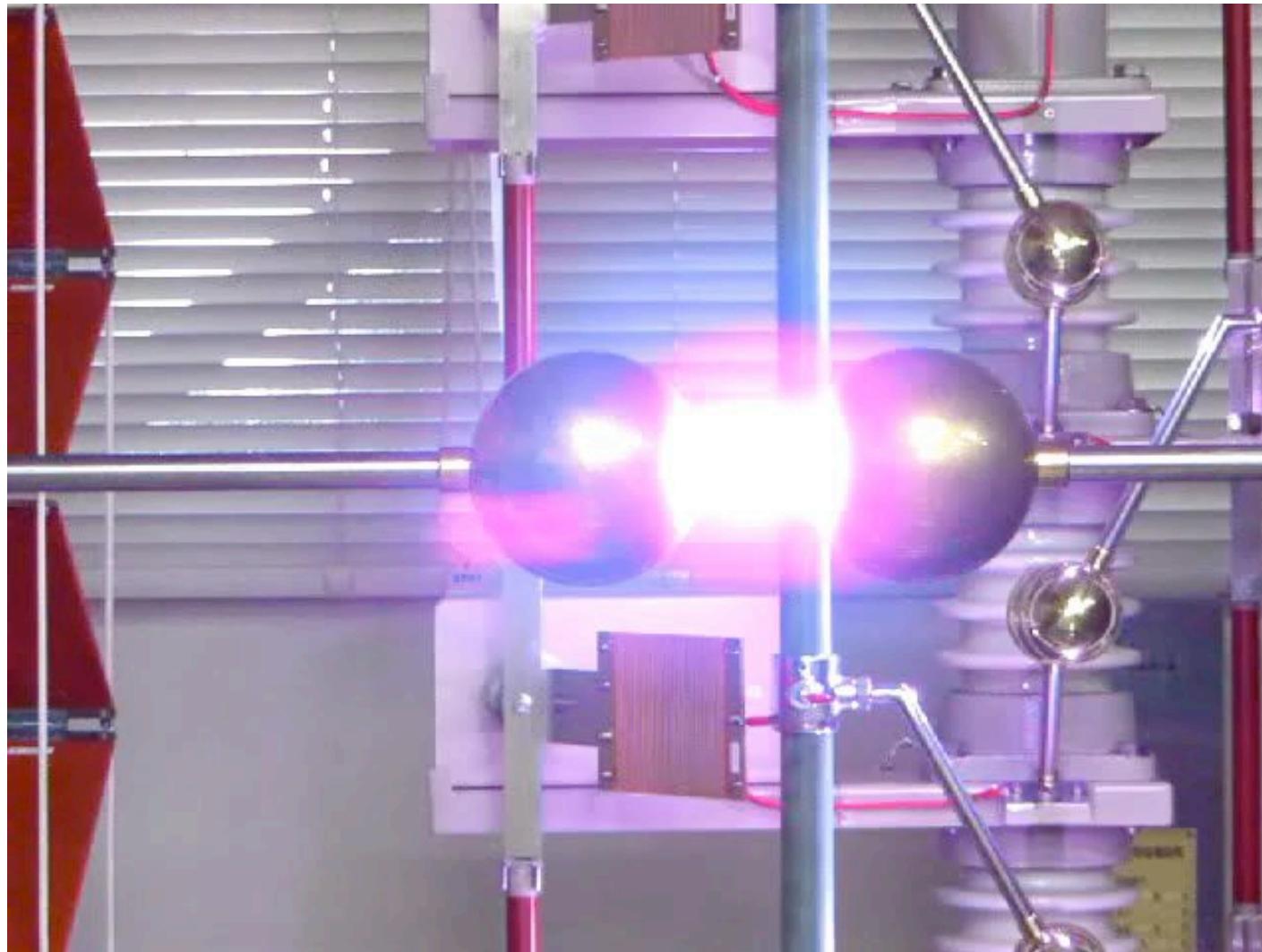
インパルス電圧出力波形②



(総合分圧比 : 41220)



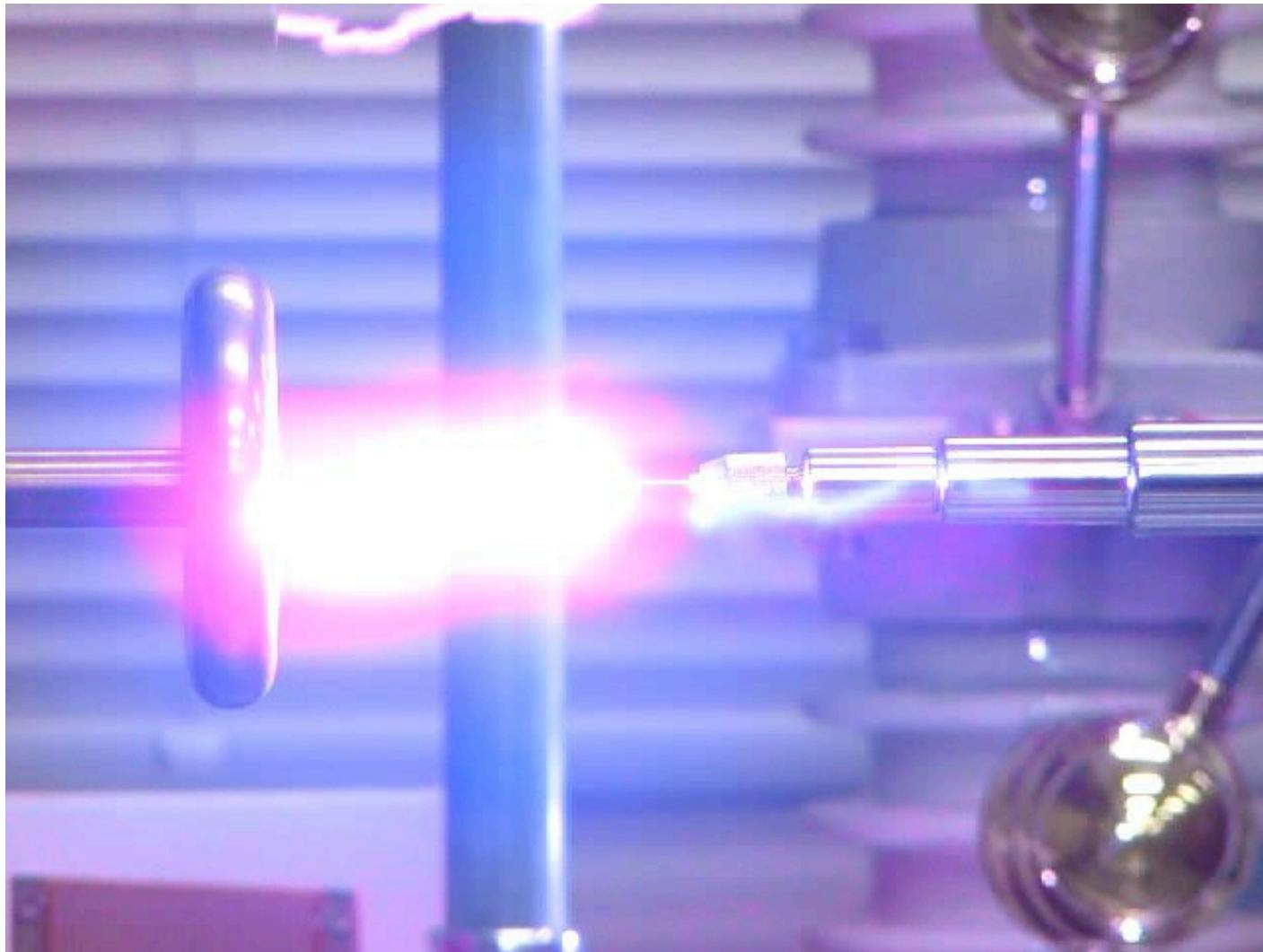
放電の様子



インパルス電圧	165kV
球間隙の間隔	5cm



放電の様子（針vs平板）



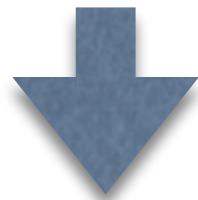
インパルス電圧	180kV
球間隙の間隔	7cm

針vs平板は不平等電界によるコロナ放電を観察することができる。

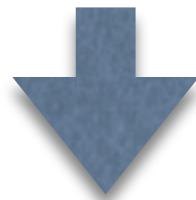


今後の予定

高電圧実験は**非常に危険**が伴う！



技術職員が**正確な知識**を持って運営する必要性



安全対策・安全教育の充実



謝辞

高電圧実験装置設置に関し、理工学部用度課の片平英一様、電気系共通実験室土屋明仁様、塚本靖紘様、機械系共通実験室相原今朝雄様、斎田尚彦様、吉田久展様には大変お世話になりました。厚く御礼申し上げます。

参考資料

電気電子工学実験第一テキスト (電子工学科テキスト)
高電圧工学 (朝倉書店) 安藤晃・犬竹正明 著