

第17回日本加速器学会年会  
WE0004 電磁石と電源 9月2日 講演会場 | 16:10-16:30

# RCSキッカー用半導体スイッチ電源

## Semiconductor switch power supply for RCS kicker

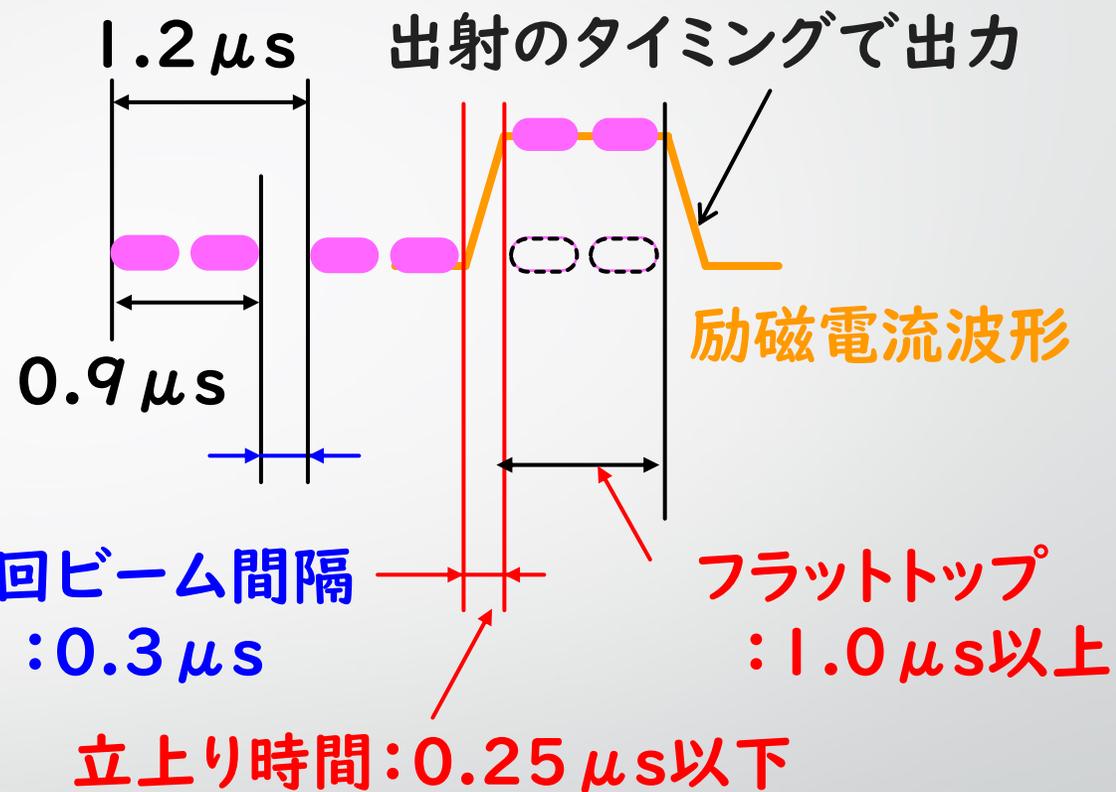
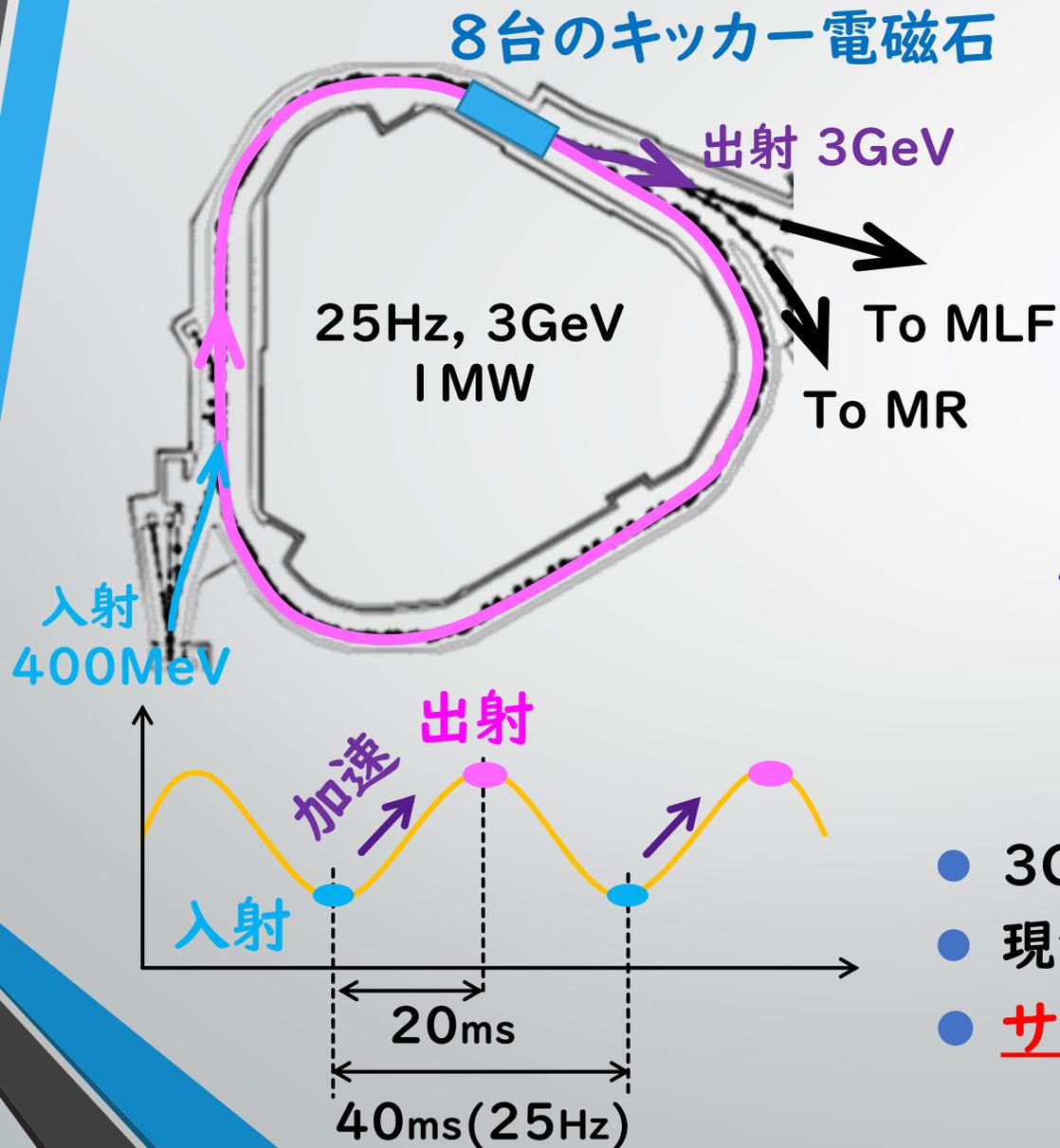
○高柳 智弘, 小野 礼人, 堀野 光喜, 植野 智晶  
富樫 智人, 山本 風海, 金正 倫計  
(J-PARC/JAEA)

協力: 株式会社パルスパワー技術研究所

# 発表内容

- J-PARC RCSキッカーシステム
- 背景と目的
- キッカー用半導体スイッチ電源
- 試験結果
  - 40kV出力試験
  - 2台並列出力試験
  - リンギング抑制試験
  - 出力安定度試験（再現性確認）
- まとめ

# J-PARC RCS キッカーシステム



- 3GeVに加速されたビームを短パルスで蹴りだす。
- 現システムは80kV/4kAのPFN回路電源。
- サイラトロンスイッチを採用。

# 背景と目的

## サイラトロンスイッチ



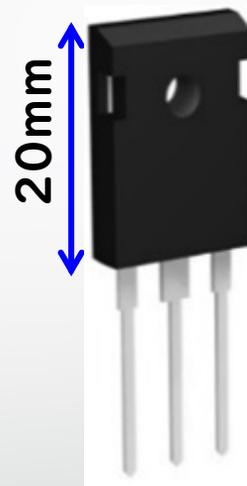
480mm

- 仕様: 130kV/10kA
- 用途
  - ・RCSキッカー電源
  - ・PFN回路の充電電荷放出用スイッチ
- 特徴
  - ・高速立ち上がり (nsオーダー)
  - ・高電圧短パルスの繰り返し安定動作
- 課題
  - 隔年交換が確実に必要

e2V CX1193C

- 施設稼働率の低下
- 高いランニングコスト

## SiC-MOSFET



20mm

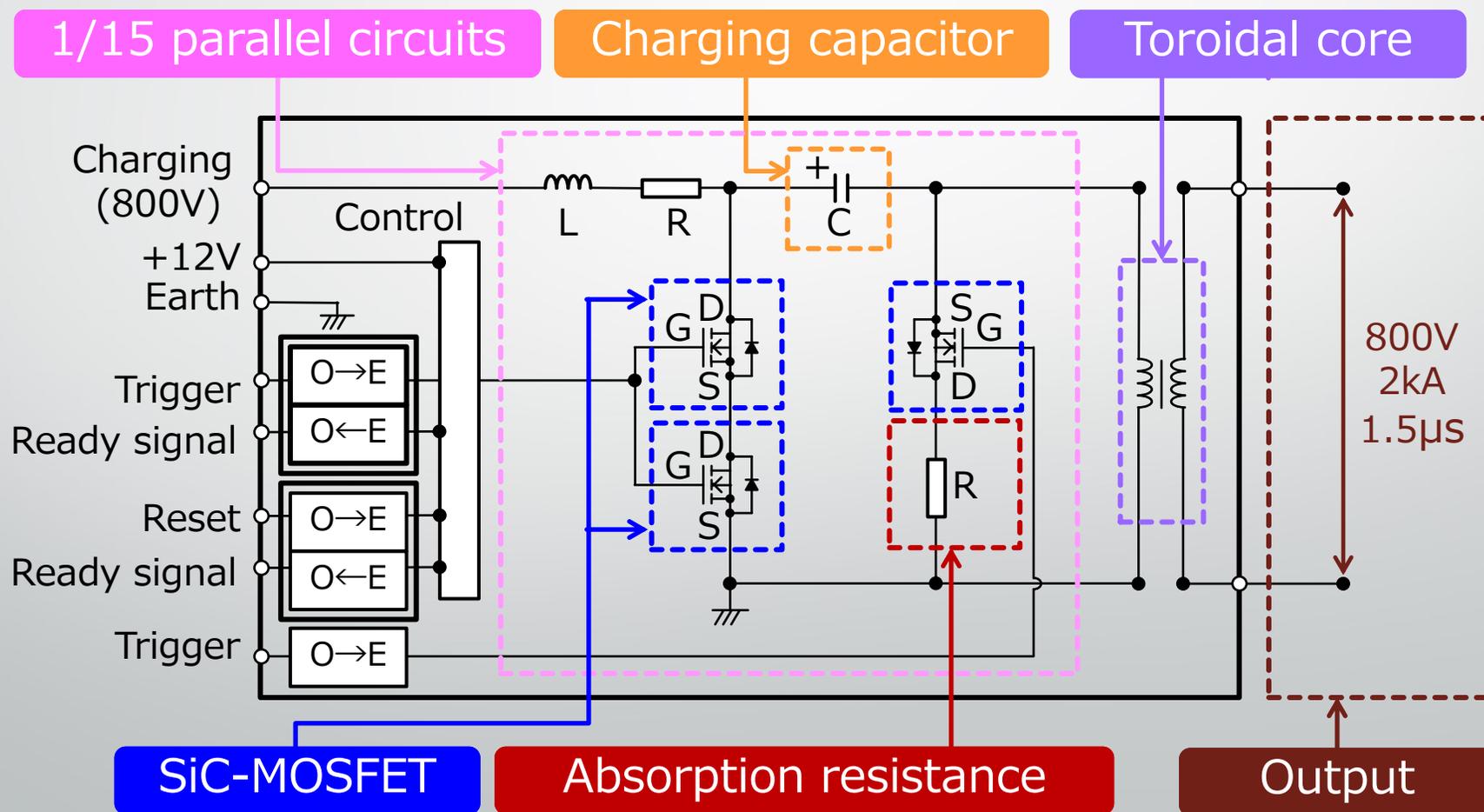
- 仕様: 1200V/72A
- 特徴
  - ・SiCパワーMOSFET
  - ・高速動作、立ち上がり (nsオーダー)
  - ・高電圧短パルスの繰り返し安定動作
  - ・低スイッチング損失
  - ・高耐電圧

ROHM SCT3030KL

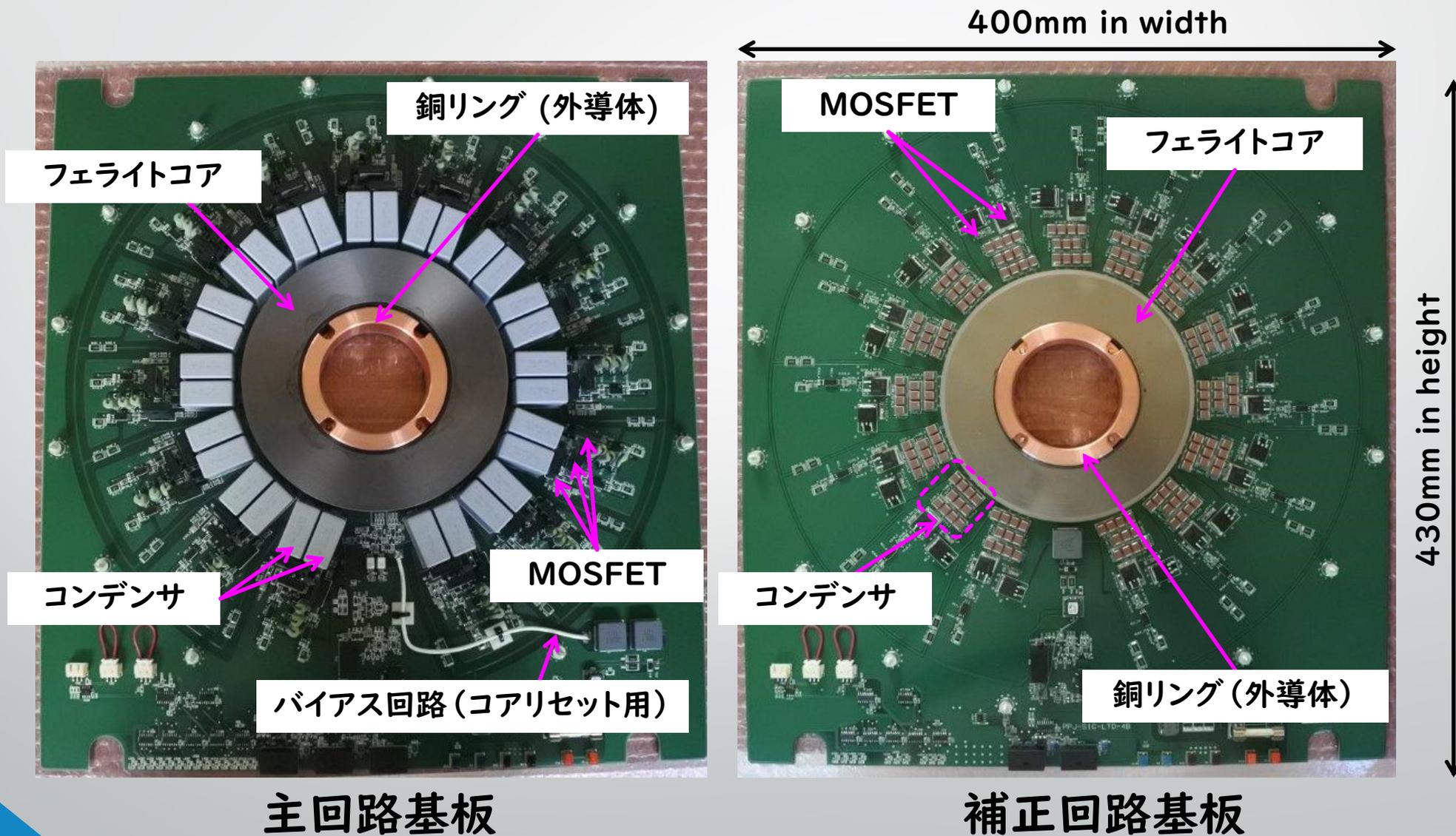
- 安定した動作と長寿命動作
- ランニングコストの削減

# キッカー用半導体スイッチ電源

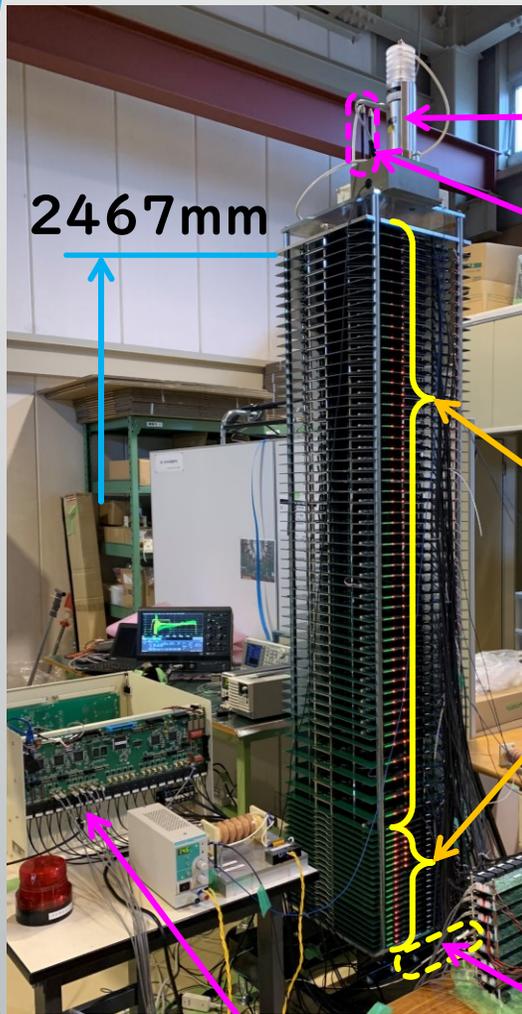
- 半導体スイッチと誘導電圧重畳回路の組み合わせ (LTD回路)
- 高電圧・大電流をナノ秒オーダーで波形制御可能
- サイラトロンスイッチ、PFN、エンドクリッパ(吸収回路)を1モジュールで実装



# LTD回路 (Linear Transformer Drivers)



# 40kV出力試験



高電圧プローブ  
(出力電圧)

2467mm

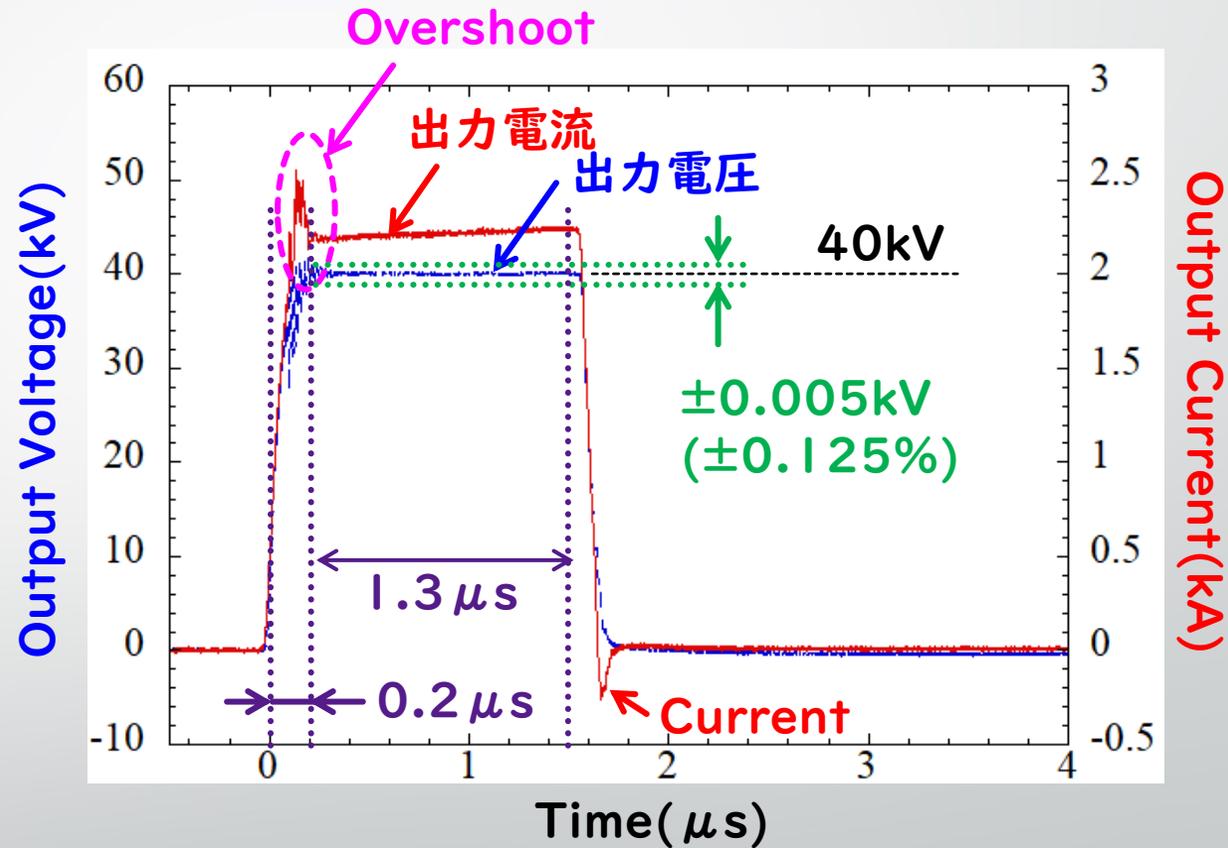
抵抗負荷20Ω  
(40Ω×2並列)

主回路:52枚

補正回路:20枚

ピアソンCT  
(出力電流)

ゲート信号発生器



Overshoot

出力電流

出力電圧

40kV

±0.005kV  
(±0.125%)

1.3 μs

0.2 μs

Current

Time(μs)

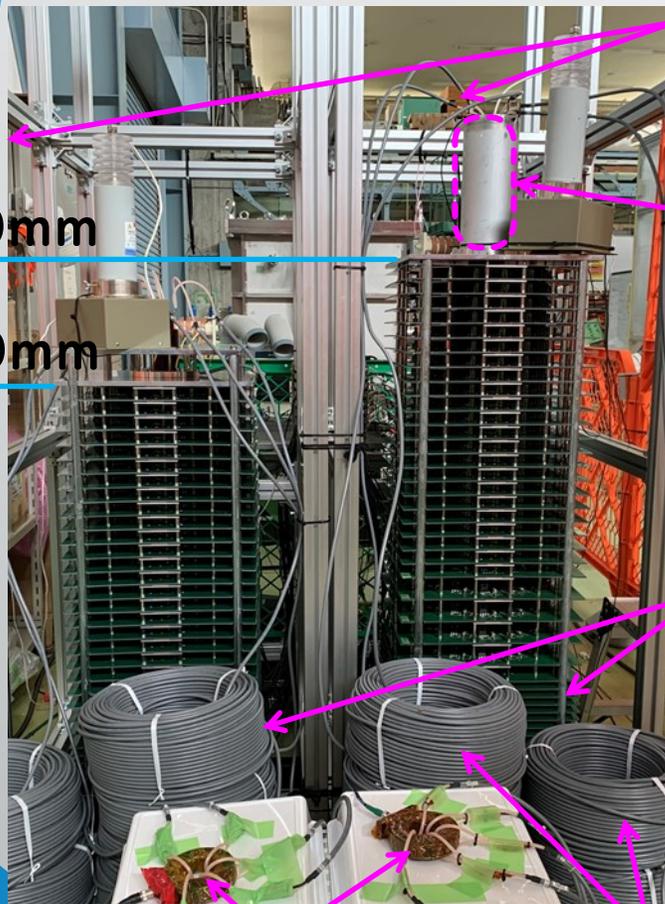
Output Current (kA)

# 2台並列出力試験

## バイアス回路型    バイアスコイル型

主回路    :26枚  
補正回路 :6枚

主回路    :26枚  
補正回路 :14枚



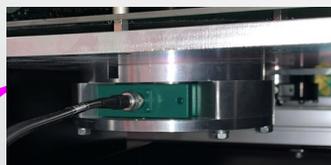
1470mm

1280mm

高電圧プローブ  
(出力電圧)

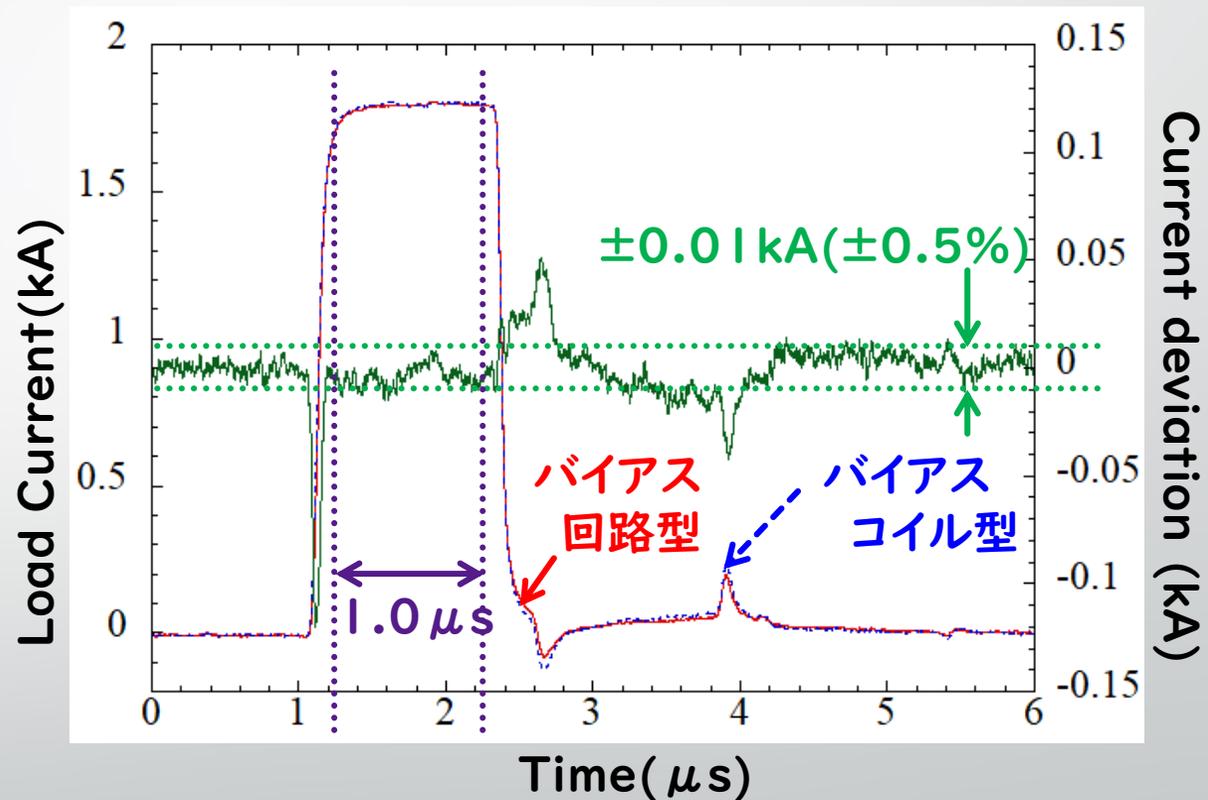


バイアスコイル



ピエゾンCT  
(出力電流)

ピエゾンCT 負荷 (同軸ケーブル)  
(負荷電流)    50Ω, 130m x5並列

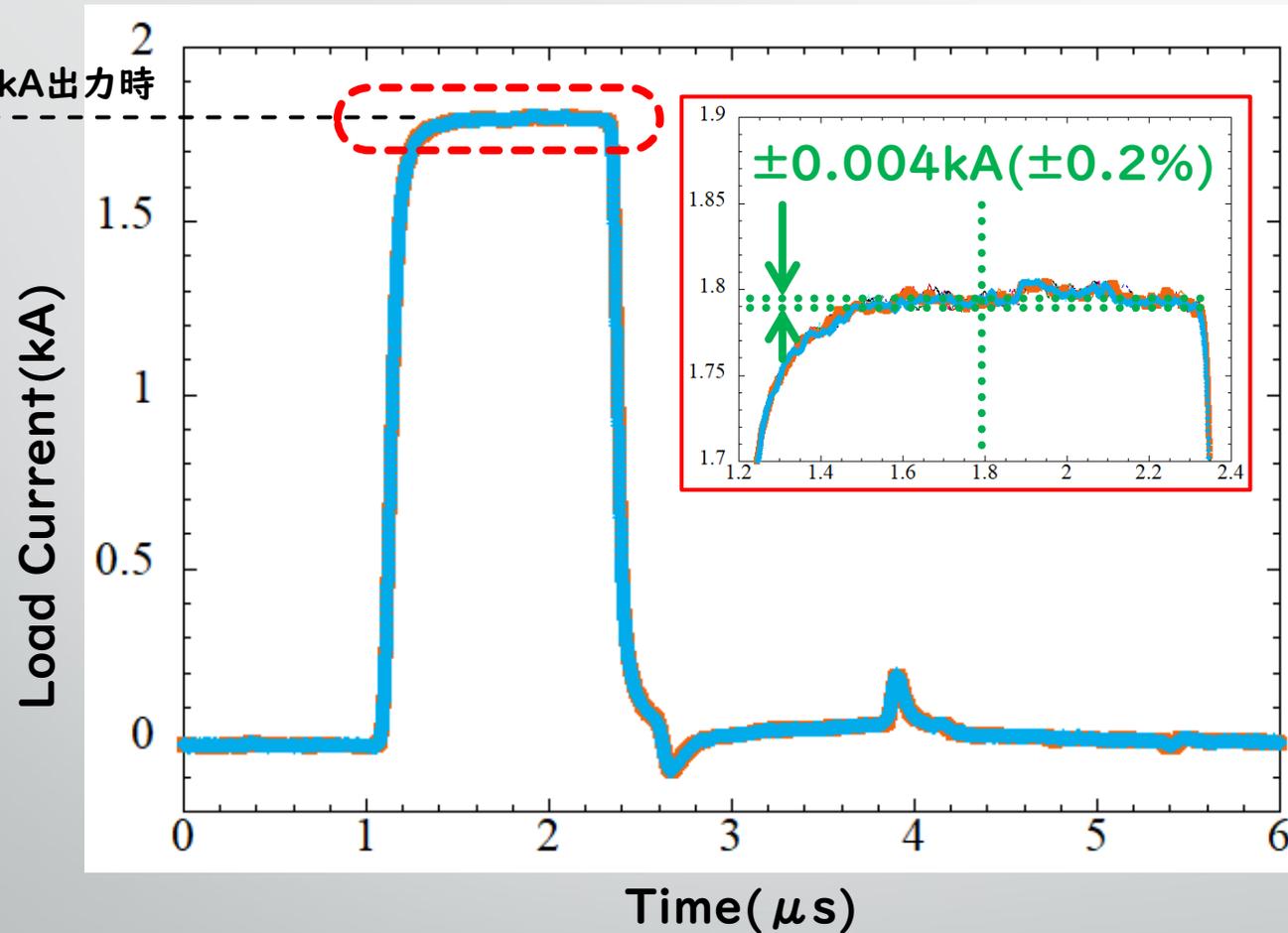


設定値

出力電圧 : 10kV

出力電流 : 1.8kA

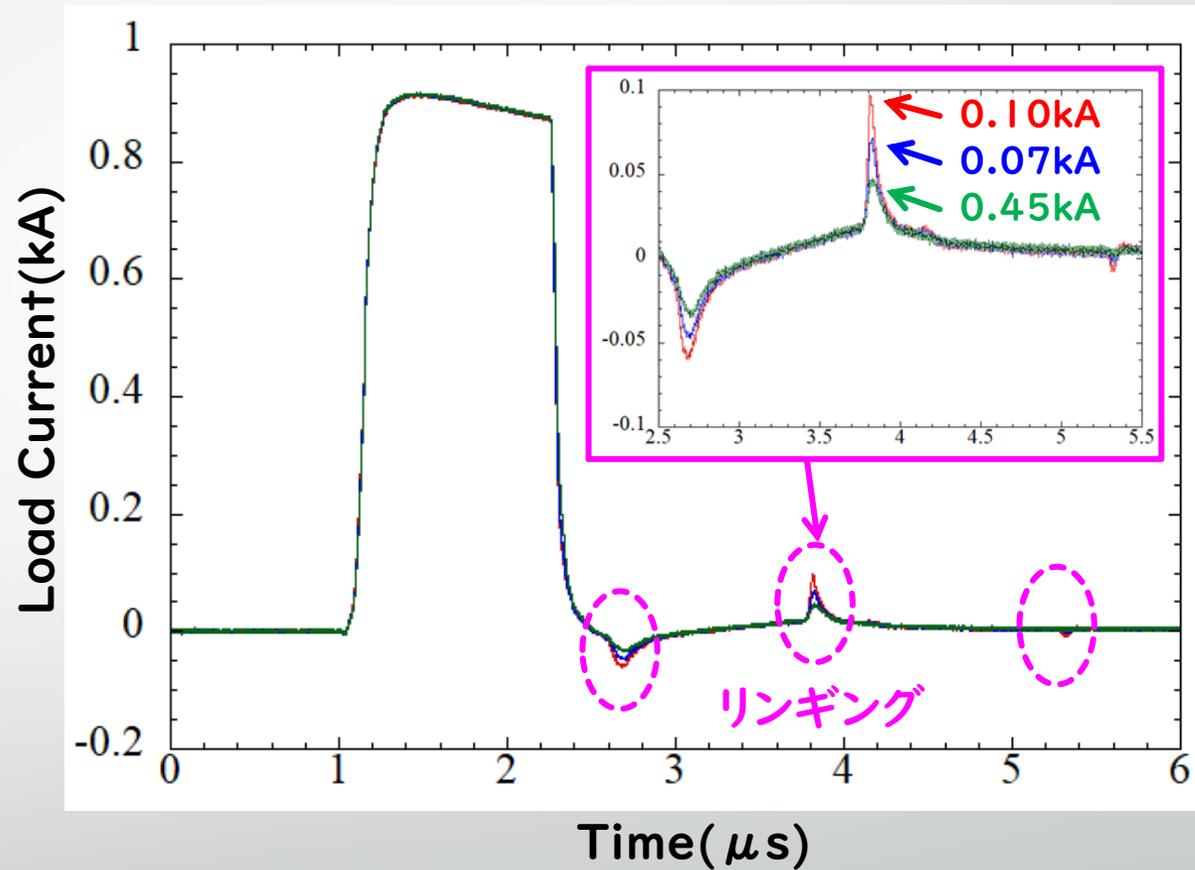
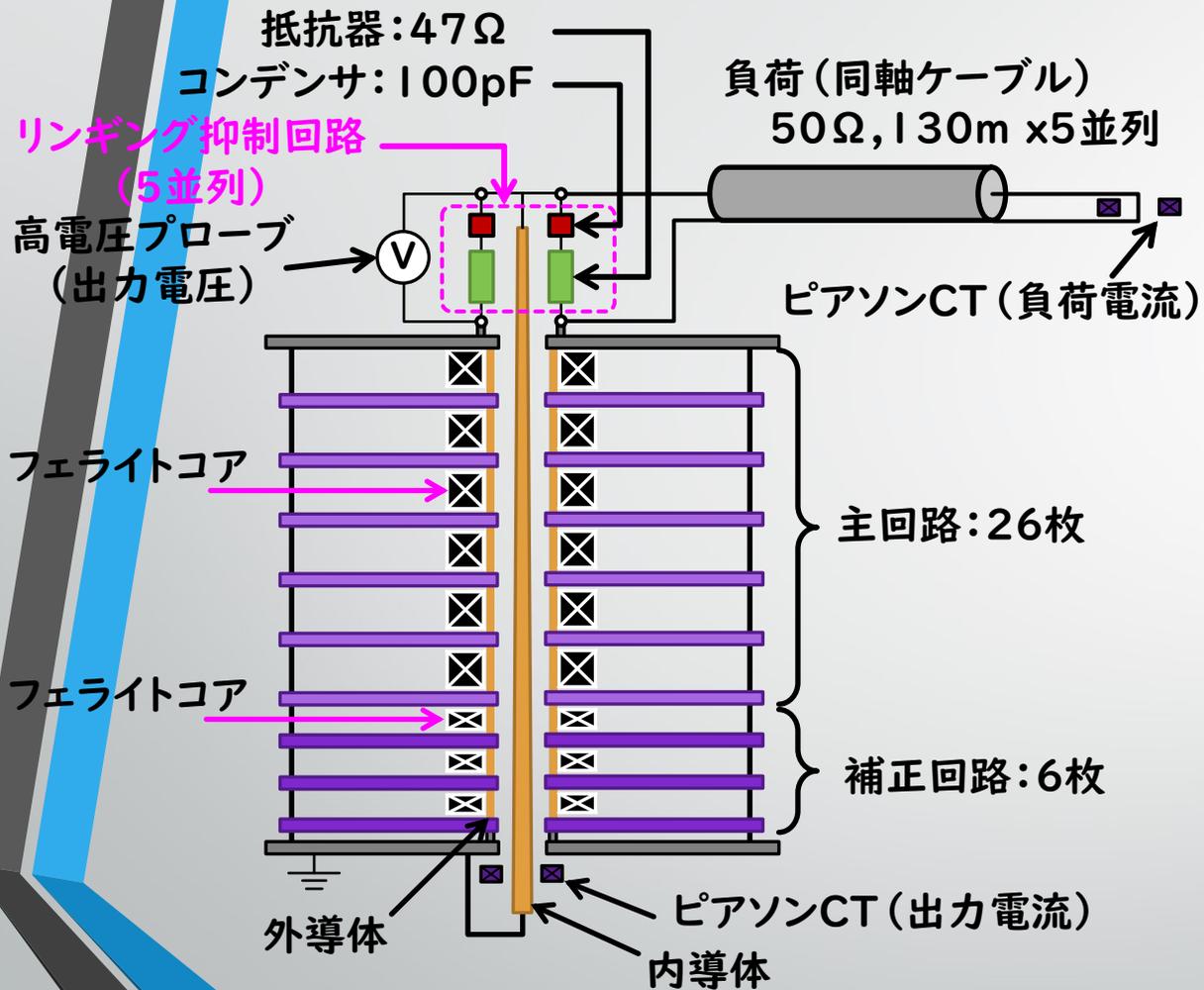
# 出力安定度試験 (再現性確認)



- バラつきは $\pm 0.004 \text{ kA}$  ( $\pm 0.2\%$ 以下)
- 非常に安定したパルス出力

10ショット分の重ね合わせ

# リングング抑制試験



バイアス回路型

リングング抑制結果

①標準 (回路無し)  
0.10kA

②TEST I  
0.07kA



③TEST 2  
0.045kA

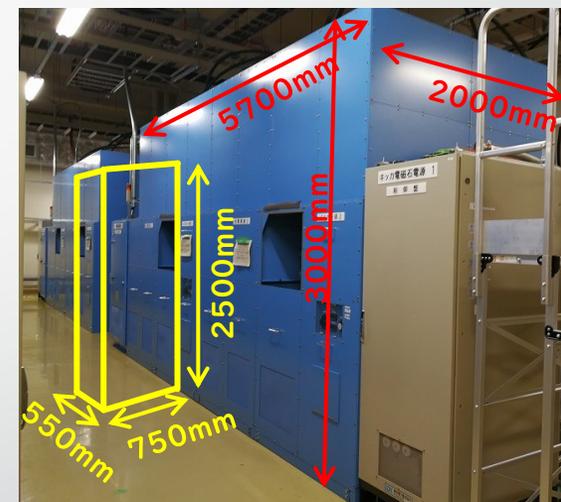
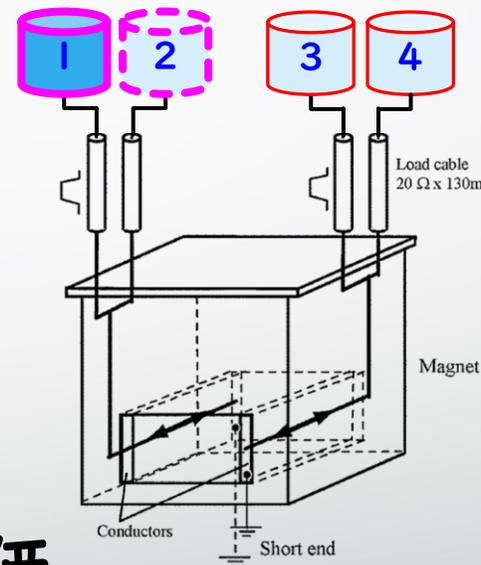


# まとめ

- SiC-MOSFETとLTD回路を組み合わせた電源ユニットを製作
- RCSキッカーシステムの仕様を満足すること確認
  - 40kV/2kAの出力性能
  - 2台並列運転時の高い同一性
  - 高い安定度

## 今後の予定

- 連続運転時の発熱と安定度の評価
- ケーブル取り合い部の設計最適化
  - 放電対策



【LTD電源ユニット】【キッカー電源】

### LTD電源ユニット1台当たり

- ◆ 充電電圧40kV
- ◆ 出力電流2kA
- ◆ 矩形波パルス1.5us

【LTD電源ユニットを採用した新電源の概要】