

奥野プロジェクトにおける 半導体高周波アンプ観点からの 展望と課題

2025年7月11日

株式会社サムウェイ

技術部 近藤広幸

【目次】

1. 会社説明
2. 奥野プロジェクトで想定される高周波RFアンプ仕様の確認
1A重陽子線形加速器
3. 現状と予想される課題
4. 技術開発の方向性と、サムウェイの実績

株式会社サムウェイ

勤務地 静岡県富士市

創 業 1980年

業 種 高周波関連機器メーカー

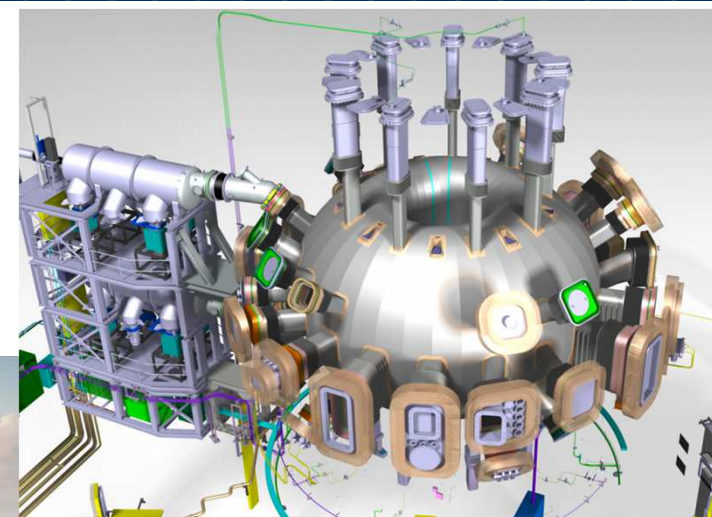
社員数 70名

資本金 4,800万円

売上高 10.7億円（2024年度）



大手電機メーカー、大学官公庁に納入させて頂いている「高周波増幅器」は、
半導体製造装置、先端医療装置、FM放送局の送信機、
新エネルギーなど幅広い分野で使われており、社会にとって欠かせない存在です。



▲QSTホームページより引用

【目次】

1. 会社説明
- 2. 奥野プロジェクトで想定される高周波RFアンプ仕様の確認
1A重陽子線形加速器**
3. 現状（サムウェイの実績）と予想される課題
4. 技術開発の方向性

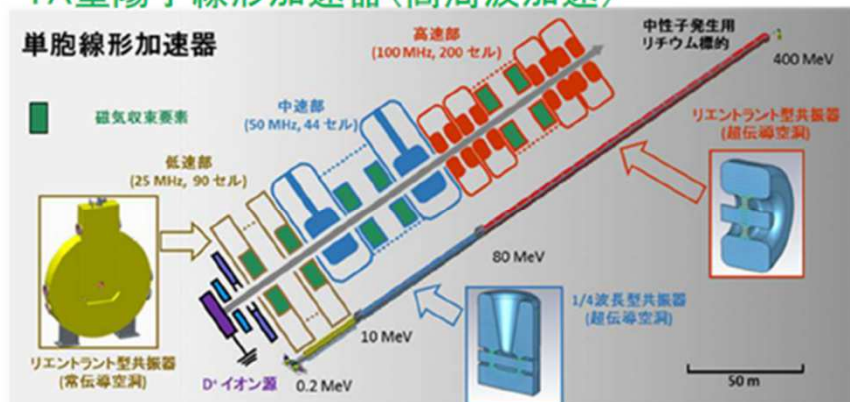
奥野プロジェクトで想定される高周波RFアンプ仕様の確認

-- 1A重陽子線形加速器 --

①大強度中性子源

アンペア級ビームの革新的な加速器技術確立し、現在開発が進められている核融合材料照射施設（IFMIF）の10倍に達する中性子の発生量を可能とすることで、核融合炉の材料開発を加速する。

1A重陽子線形加速器（高周波加速）



高速部

中性子源

(A) 核融合“燃料”の安定した生成

高周波加速される高エネルギー重陽子のビーム強度を1A程度まで飛躍的に増強する技術の実装

中速部

中性子源

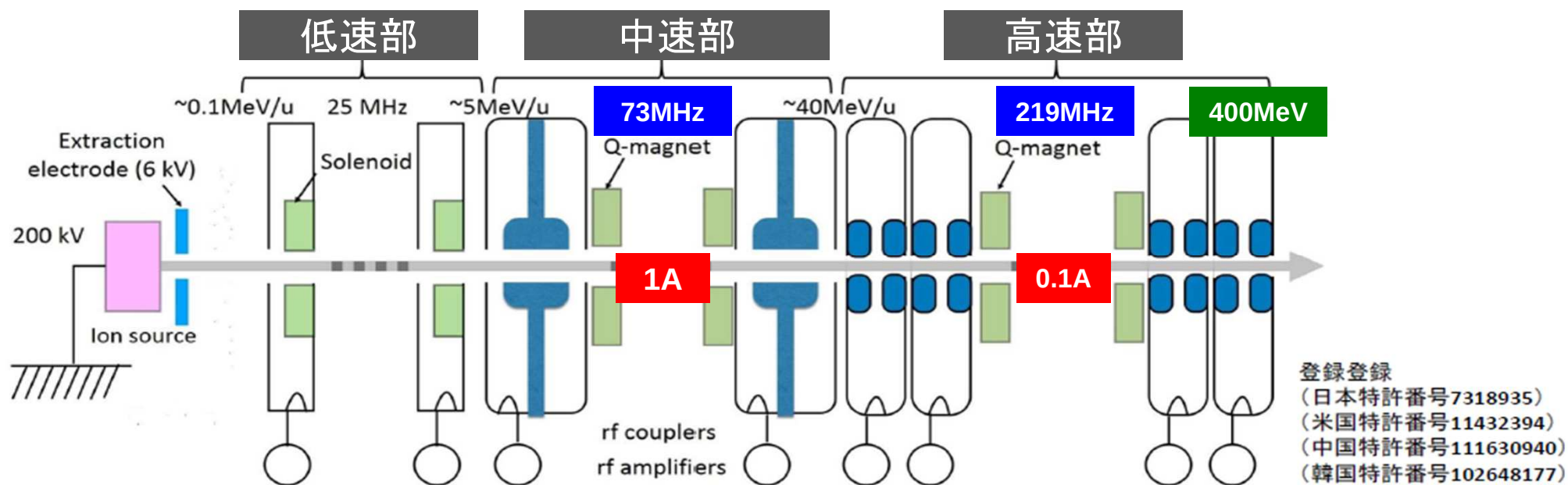
(B) 炉内材料の“中性子耐性”の評価を加速

1A, 40MeVの重陽子ビームでIFMIF(国際核融合材料照射施設)の10倍の中性子束で中性子耐性の評価を加速

低速部

奥野プロジェクトで想定される高周波RFアンプ仕様の確認

-- 1A重陽子線形加速器 --



中速部全体のエネルギーは $35 \text{ MeV} \times 1 \text{ A} = 35 \text{ MW}$

1空洞2ギャップで 2 MV/TTF を発生するものと仮定して、
35空洞それぞれに 1 MW のRF電力を投入することになる

【目次】

1. 会社説明
2. 奥野プロジェクトで想定される高周波RFアンプ仕様の確認
1A重陽子線形加速器
3. 予想される課題
4. 技術開発の方向性と、サムウェイの実績

RFアンプに求められる仕様

- ① 受電からRF出力までの高電力変換効率

目的 : 電気料金の抑制

- ② 高信頼度（ダウンタイム低減）

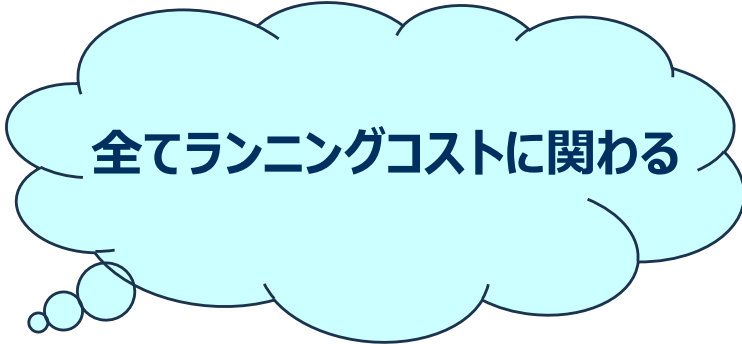
目的 : 稼働率アップ

- ③ 高精度のローレベル制御に適する素の性能

目的 : 高精度でのビーム制御

- ④ システムの小型化

目的 : 設備全体の省スペース実現と設計自由度確保



全てランニングコストに関わる

技術課題

中速部で高周波半導体アンプでは国内前例のない
小型かつ全反射運転が可能な「1MW、CW」の実現が必要

- ① 高効率PAの開発
- ② 大電力・低ロスの合成技術
- ③ 高信頼性・低電力ロスの電力伝送技術（同軸管）
- ④ メンテナンス性向上のための回路設計、機構設計

【目次】

1. 会社説明
2. 奥野プロジェクトで想定される高周波RFアンプ仕様の確認
1A重陽子線形加速器
3. 現状と予想される課題
4. 技術開発の方向性と、サムウェイの実績

技術開発の方向性（実現手段）

① 高電力効率

- ✓ パワーアンプ（PA）の半導体化（脱・真空管）
- ✓ 電磁界シミュレーション（CST）による合成ロス低減

② 高信頼度（ダウンタイム低減）

- ✓ 主要ユニットの冗長設計
- ✓ ホットスワップを含む交換性の向上
- ✓ 全反射運転を想定したブロック構成と各部放熱設計
- ✓ 放電発生時のFET破壊防止（特にパルスモード時）

③ 高精度のローレベル制御

- ✓ システム全体を考慮したブロック設計

サムウェイの加速器デバイスの納入実績（一例）

理化学研究所 様

- ✓ SRILAC他の施設への増幅器
(7.5kW、73MHz、全反射運転、10セット)
- ✓ AGC,APC,AFC等のローレベル制御回路 (アナログ、デジタル)

医療用加速器のLINAC入射器用増幅器

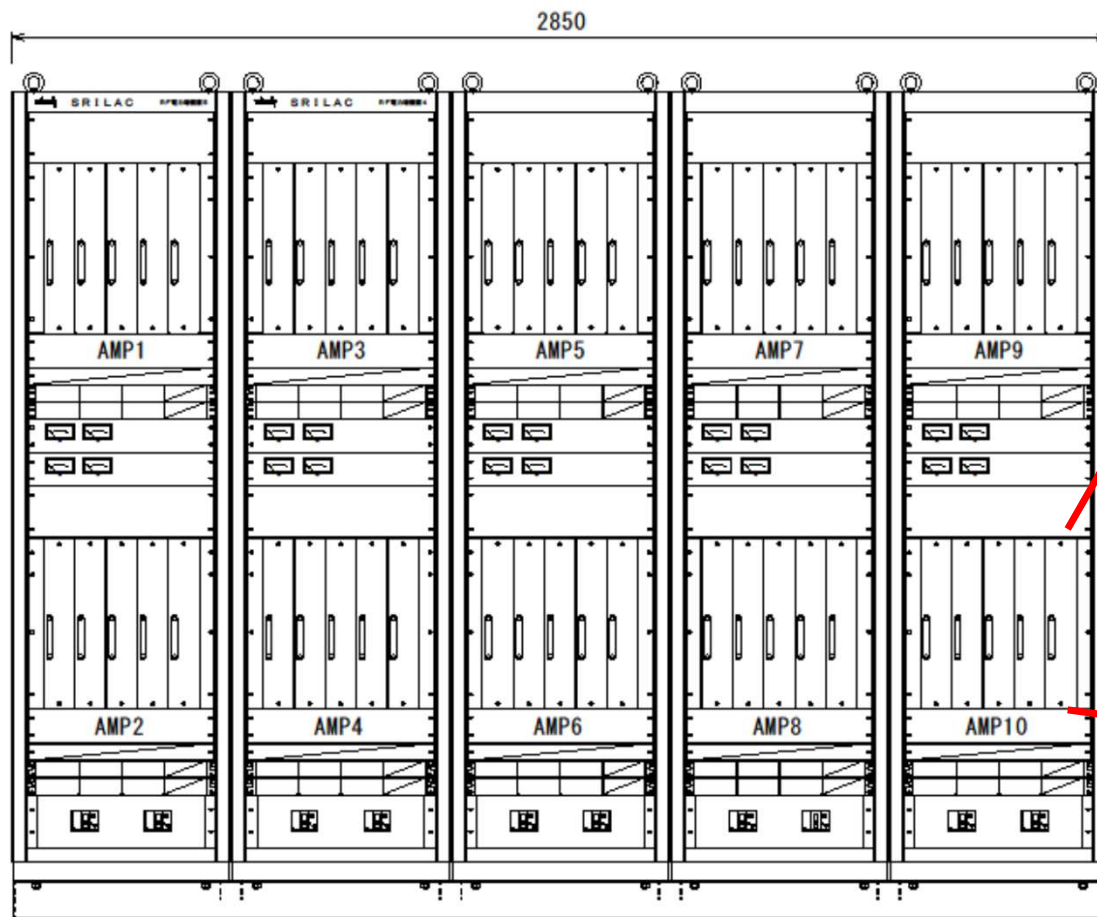
- ✓ 450kW、VHF帯、パルスアンプ

大学研究施設のLINAC入射器用増幅器

- ✓ 120kW、VHF帯、CWアンプ
- ✓ 120kW、UHF帯、パルスアンプ

SRILAC RF電力増幅盤 (7.5kW、73MHz、全反射運転、10セット)

納入実績 (一例)



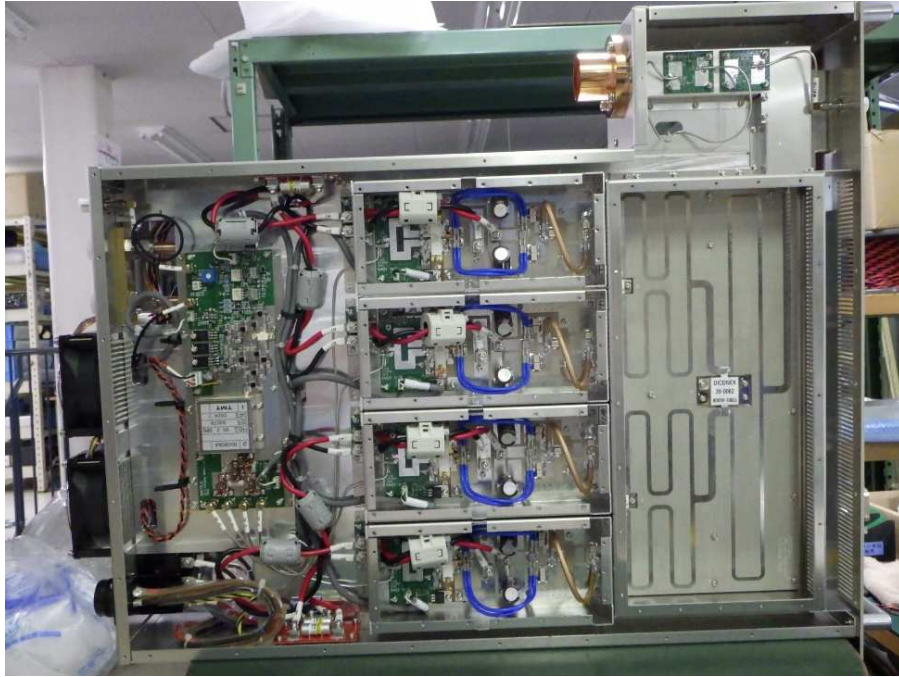
超伝導クライオモジュール用高周波増幅器 列架配置図 (フロント) 単位: mm

1.5kW PAモジュール x5合成



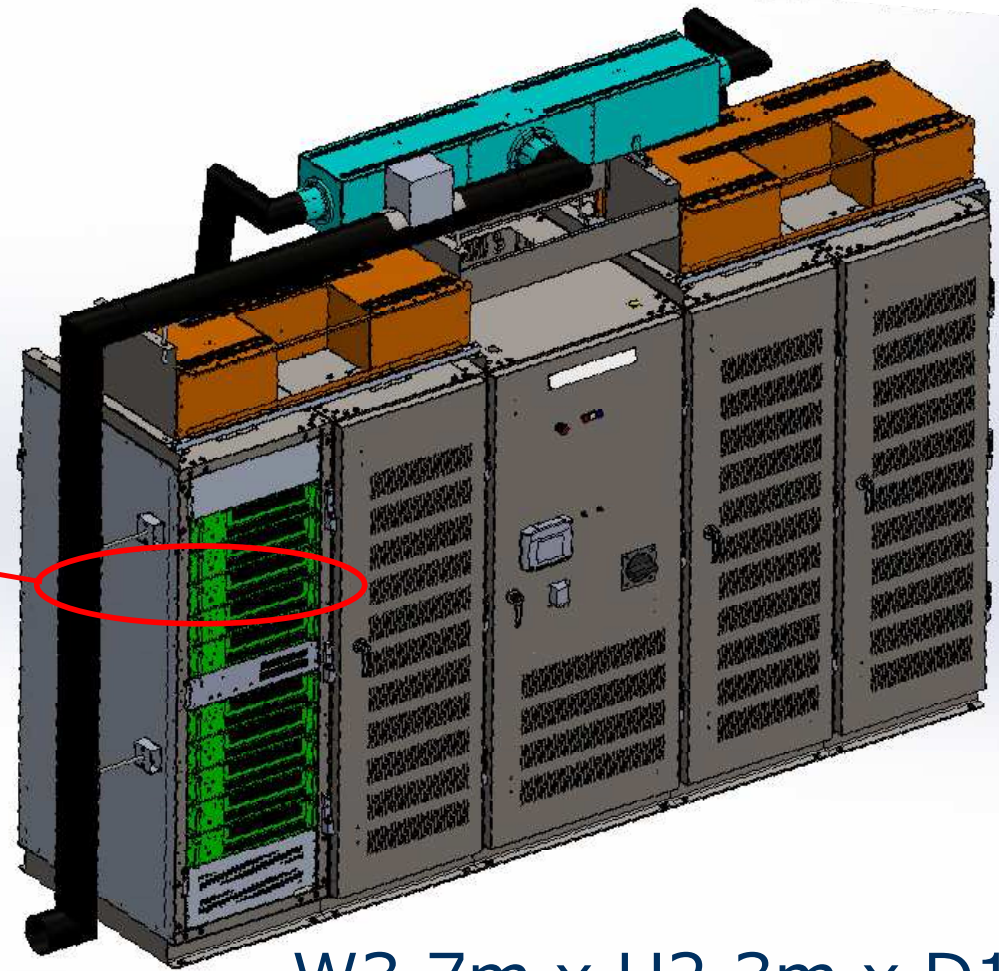
120kW VHF帯、CWアンプ

納入実績 (一例)



4kW PAモジュールx40合成

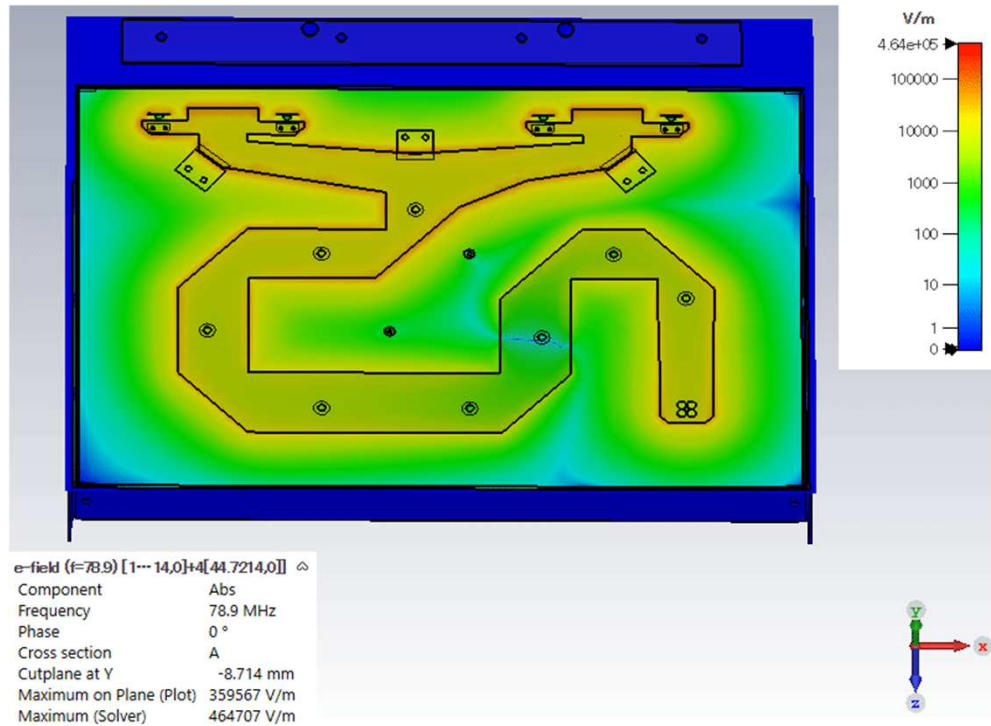
1タワー 5合成+2合成
2タワー 2合成
システム 2合成



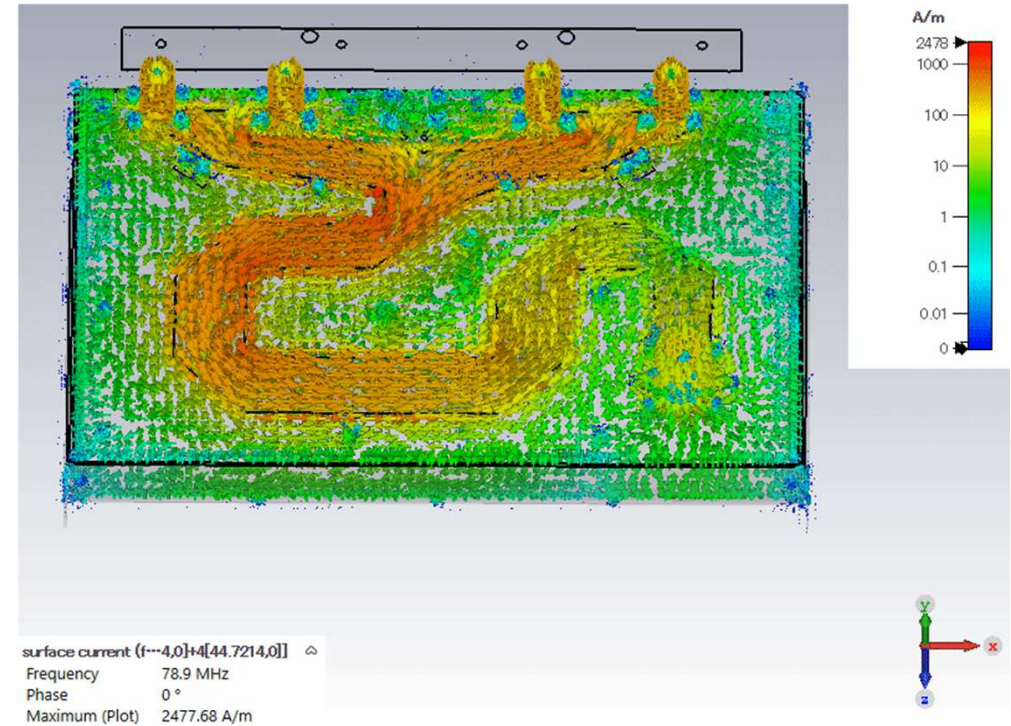
W3.7m x H2.3m x D1.0m

4台の電力合成を行ったシミュレーション結果（当たり検討）

電界分布（放電リスク）



電流分布（焼損リスク）



試作レスでの検討で精度の高い設計が可能

ご清聴ありがとうございました

THAMWAY Co.,Ltd.

技術部 近藤広幸

静岡県富士市今泉3-9-2

☎0545-53-8965

✉kondo@thamway.co.jp

URL:<https://thamway.co.jp>

