

# 第6回日本加速器学会年会 技術研修会

## 加速器パワーエレクトロニクスとノイズ対策

企画：リニアック技術研究会

8月6日(木)

### J-PARC MRIにおける電磁石電源の問題点と対策

中村 衆 (高エネルギー加速器研究機構 加速器研究施設)

09:00

09:50

J-PARC MRは昨年5月に3GeVビームの周回に成功した。しかし、電源リップルに起因するビーム不安定性が非常に大きく、加速が困難であると思われた。そのため、周回実験成功後の6月から12月までの約半年間に様々な対策を行った。具体的には、電源フィルタ構成の見直し、電磁石配線の変更、ダンピング抵抗の追加等である。ここでは、12月末に30GeVへの加速に成功するまでに行った改修と、それによる電源性能の向上について報告する。

### ノイズを物理により解明する —3導体伝送線路回路の新理論—

土岐 博 (大阪大学核物理研究センター)

09:50

10:40

加速器の建設には安定性の良い電源を使うことは非常に重要である。最近開発されたIGBT電源は、無効電力を出さないという利点は有るが高周波ノイズを発生する。この高周波ノイズをコントロール出来れば理想の電源を得ることになる。回路系からノイズが出るのは電気回路が閉じておらず、回路と環境がカップルしていることを意味している。したがって、ノイズをコントロールするためには環境を取り込んだ新しい伝送線路理論を構築する必要がある。電位係数を主役にした新しい3導体伝送線路理論が教えるのは電源などで必ず生じる電磁ノイズが環境に出ないように3本めの伝送線路を導入し、ノイズ成分を回路内部に閉じ込めておくことである。この3本めの線を入れた電気回路は環境とはカップルしないのでノイズも受けない。ノイズが教える物理を分かりやすく講演したい。

10:40 - 10:55

休憩

### 電力変換器の電磁ノイズ解析技術

村田 雄一郎 (三菱電機株式会社 先端技術総合研究所 電機システム技術部)

10:55

11:45

近年、インバータをはじめとする電力変換機器は様々な分野で使用されるようになり、機器の小型化や省エネルギー化に大きく貢献している。電力変換器では、所望の交流電圧を発生させるために、半導体素子による高速スイッチングが行なわれている。このスイッチング動作によって発生する電磁ノイズが所定レベル以下になるように、ノイズフィルタを設置している。電磁ノイズ低減のために、機器の高周波モデルを作成し、電力変換システム全体系でのノイズ解析を行い、必要となるノイズフィルタの設計を行なっている。本講演では、これら電磁ノイズの解析技術やノイズフィルタの設計手法について説明する。

8月7日(金)

### XFEL向け50kVパルスモジュレータ電源: 究極の低ノイズそして100 ppm以下の高安定度はいかにして実現されたか

新竹 積 (理化学研究所 X線自由電子レーザー計画推進本部)

09:00

09:50

XFELでは、熱電子銃から得られる1Aのビームを3000倍もパンチ圧縮してピーク電流3kAを作り出し、全長100mにも及ぶアンジュレータにて電子軌道を横方向5ミクロン以下の直線に常に維持してX線波長のFEL発振を行う。このため線型加速器の大電力パルスRF電源には、位相安定度0.1deg.以下、電圧安定度100ppm以下、そして超低ノイズが要求される。我々は、肉厚鋼板によるモノコック構造の密閉タンクを筐体とするパルスモジュレータと高精度インバータ電源を開発し、その要求に応えた。その開発ストーリーをお話したい。

### パルス電源のサイラトロンと半導体スイッチについて

明本 光生 (高エネルギー加速器研究機構 加速器研究施設)

09:50

10:40

KEK電子・陽電子入射器のRF源は主にピーク出力電力50MW、パルス幅4 $\mu$ s、繰り返し50ppsのマイクロ波を出力する60台のSバンドクライストロンとそれを駆動するサイラトロンスイッチを使用したパルス電源で構成する。1998年秋よりB物理実験用に運転を開始して、今年7月で電源の総運転時間(高圧印加時間)が約75000時間に達する。現在の電源トラブルの約6割はサイラトロンとその周辺機器が占めているが、これらを中心にクライストロン用パルス電源の現状について講演する。また、サイラトロンを半導体化する最新の半導体スイッチ技術についても紹介する。

10:40 - 10:55

休憩

### パワーエレクトロニクスの動向と加速器用電源への適用

山崎 長治 (東芝三菱電機産業システム株式会社 パワーエレクトロニクス部)

10:55

11:45

パワーエレクトロニクスは1960年代から本格的な実用化が始まり、未だ成長を続けている技術である。この背景にはパワー半導体素子の技術進歩が大きく関わっている。社会インフラとして、直流送電、電力流通設備、電気鉄道、周波数変換等の需要拡大で、今やパワーエレクトロニクスは社会的に欠かせないものとなっている。加速器用電源においても、J-PARCでは最大電力7MWの偏向電磁石電源で、自励式変換器の高精度電源を実現するなど、最新のパワーエレクトロニクスが適用されている。