

毎週月曜日（13:30～18:30） 前半と後半に分けて実施

目的 粒子ビームのローレンツ因子 γ を実測することで、相対論的運動を理解する

- 方法
- 加速装置を製作し、電子に所定の運動エネルギーを与え、相対論的速度まで加速する
 - 電子ビームを輸送し、偏向電磁石を用いて分析することで電子ビームの運動量を測定する
 - 与えたエネルギーと運動量の相関関係からローレンツ因子 γ を導出する

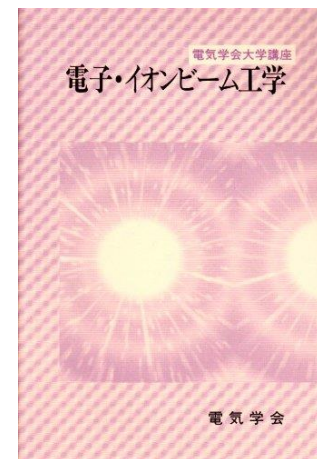
座学

理論ゼミ
教科書：「相対性理論」
佐藤勝彦著



電磁気ゼミ
教科書：電子・イオン
ビーム工学（高木俊宣/
電気学会）

加速器ゼミ
教科書：OHOテキスト
（開始前に配布）



担当 理論：杉山勝之 (sugiyama@scphys.kyoto-u.ac.jp)
実験：若杉昌徳 (wakasugi.masanori.8z@kyoto-u.ac.jp)
塚田 暁 (tsukada.kyo.5x@kyoto-u.ac.jp)
小川原亮 (ogawara.ryo.7s@kyoto-u.ac.jp)
TA吉田 暁 (yoshida.satoru.53w@st.kyoto-u.ac.jp)

実習場所 座学（ゼミ）は対面（6号管607号室）
実習は化学研究所（宇治キャンパス）イオン線形加速器棟実験室

通常連絡 wlab_kadai@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp または PandA を利用

日程表 (正規バージョン)

	日	前半 (13:30~16:00)	場所	担当	後半 (16:00~18:30)	場所	担当
1	4月10日	自己紹介 (A5合同)	5-115	全員			
2	4月17日	概要説明	6-607	全員			
3	4月24日	電磁気ゼミ 1	6-607	若杉,塚田,小川原,TA	電磁気ゼミ 2	6-607	若杉,塚田,小川原,TA
4	5月8日	理論ゼミ 1	6-607	杉山	理論ゼミ 2	6-607	杉山
5	5月15日	電磁気ゼミ 3	6-607	若杉,塚田,小川原,TA	電磁気ゼミ 4	6-607	若杉,塚田,小川原,TA
6	5月22日	理論ゼミ 3	6-607	杉山	理論ゼミ 4	6-607	杉山
7	5月29日	加速器ゼミ 1	6-607	若杉,塚田,小川原,TA	加速器ゼミ 2	6-607	若杉,塚田,小川原,TA
8	6月5日	理論ゼミ 5	6-607	杉山	理論ゼミ 6	6-607	杉山
9	6月12日	化研加速器施設見学	化研	若杉,塚田,小川原,TA	電磁場計算 1	化研	若杉,塚田,小川原,TA
10	6月19日	電磁場計算 2	化研	若杉,塚田,小川原,TA	ビーム輸送計算	化研	若杉,塚田,小川原,TA
11	6月26日	ビームシミュレーション 1	化研	若杉,塚田,小川原,TA	ビームシミュレーション 2	化研	若杉,塚田,小川原,TA
12	7月3日	加速装置組立	化研	若杉,塚田,小川原,TA	磁場測定	化研	若杉,塚田,小川原,TA
13	7月10日	ビーム加速準備				化研	若杉,塚田,小川原,TA
14	7月24日	ビーム加速実験				化研	若杉,塚田,小川原,TA
15	7月31日	ビーム加速実験				化研	若杉,塚田,小川原,TA

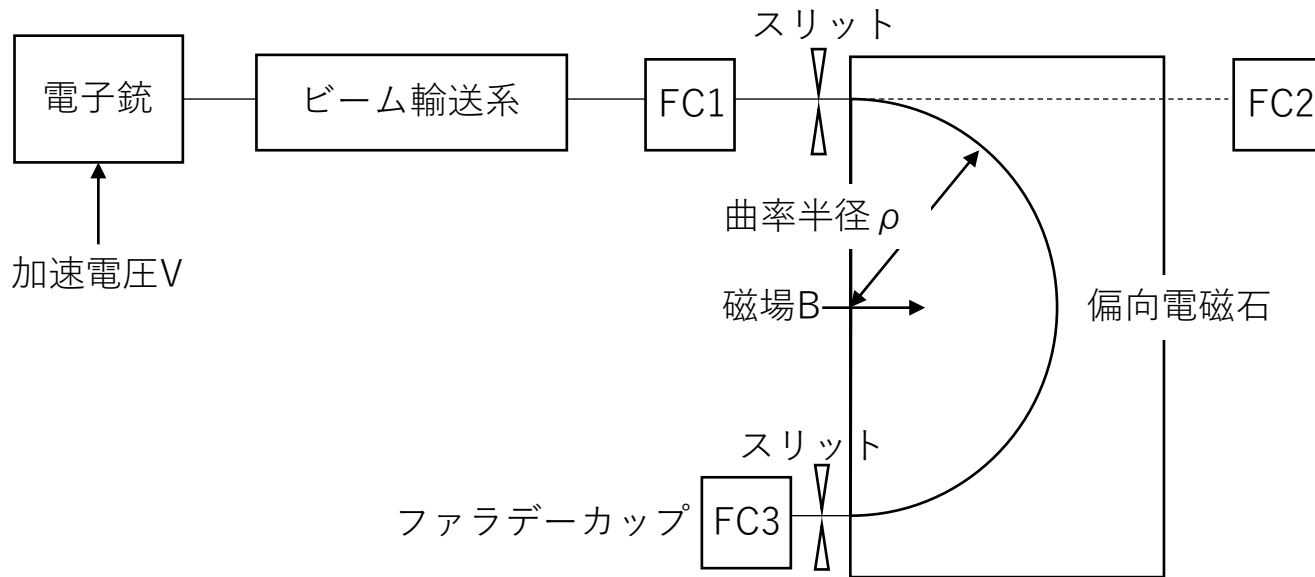
※ 諸般の事情により変更もありうる

座学時における注意事項

- ゼミでは担当教員またはTAと6-607にて実施
- 発表担当者は白板またはプレゼンスライドを用いて行う。

課題内容 (実験)

加速分析装置概要

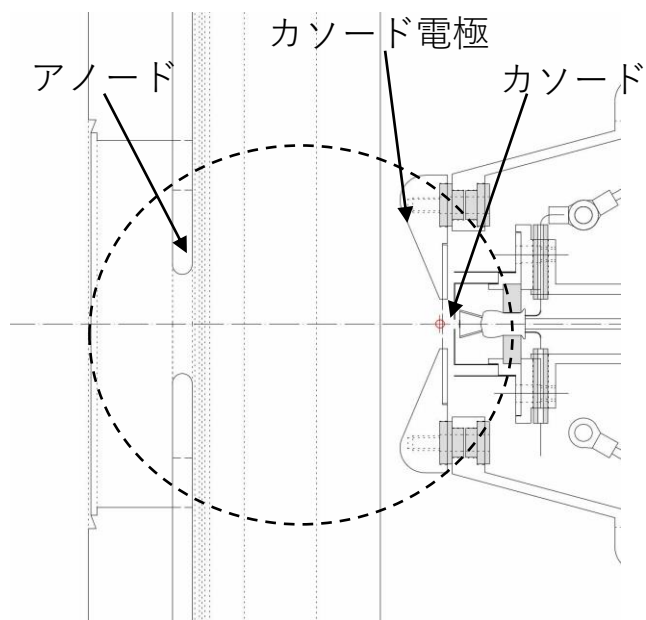


動作	電子を作る	⇒	電子を加速する	⇒	ビームを輸送する	⇒	ビームを検出する	⇒	ビームを分析する	⇒	ビームを検出する
課題	熱電子発生		電場計算		ビーム輸送計算		荷電粒子検出		磁場計算と測定		荷電粒子検出
計算			Mesh+Esta		Runge Kutta 行列計算				Mesh+PreMag		
測定			加速電圧				ビーム電流		磁場		ビーム電流
解析	エネルギーと運動量との相関										

電磁場計算

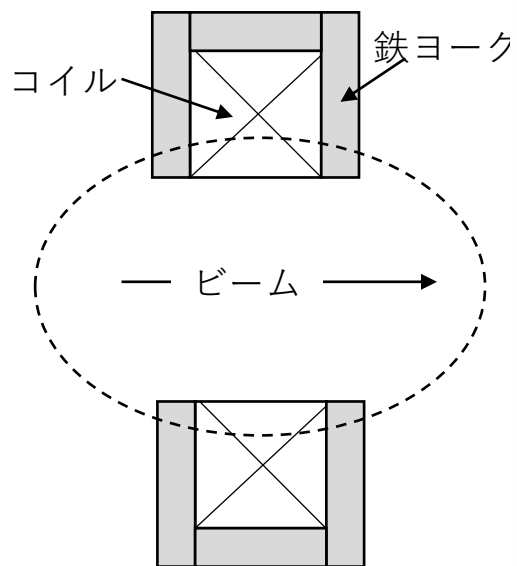
コンピュータソフト SATE (二次元電磁場計算フリーソフト/Windows)
<http://www.asl-i.jp/contents/download/sate2.php>

電子銃部の加速ポテンシャル計算



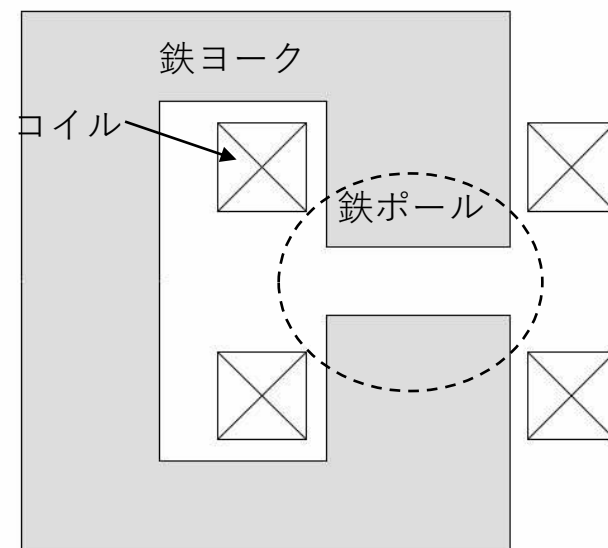
モデルを作成してこの空間の静電ポテンシャル構造を計算し、マップデータとして保存する
(ビーム軌道シミュレーションに使用する)

ソレノイド磁場計算



モデルを作成してこの空間の静磁場を計算し、マップデータとして保存する
(ビーム軌道シミュレーションに使用する)

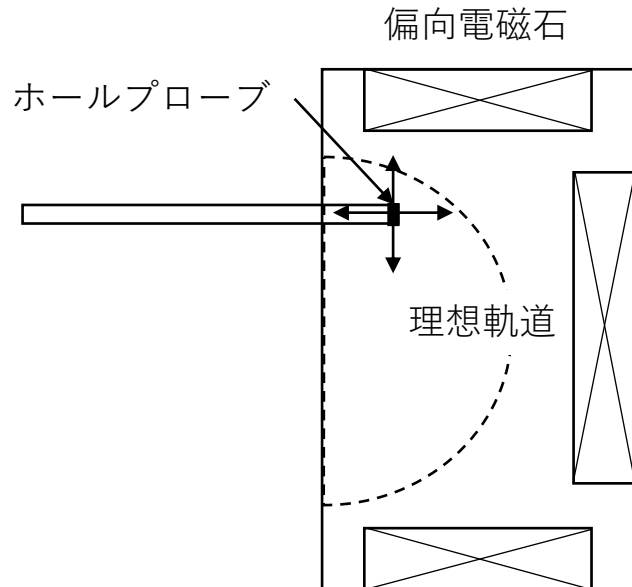
偏向電磁石磁場計算



モデルを作成してこの空間の静磁場を計算し、マップデータとして保存する

磁場測定（於、化研イオン線形加速器棟）

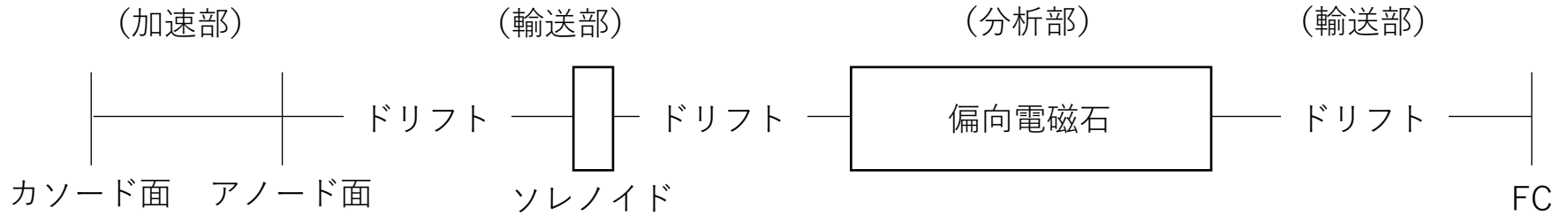
- 180度偏向電磁石の磁場分布をホールプローブを用いて測定する
- ステッピングモータを駆動し軌道面を2次元スキャンして2次元磁場マップを作成する
- 余裕があれば励磁電流値の異なる場合について測定する



- ホール素子をマウントした測定棒を2次元のステッピングモータ駆動装置にセット
- ステッピングモータをコンピュータで制御して、medium plane上をスキャン
- 座標と、磁場をデータとして取り込み格納
- コイル電流値と磁場の関係を校正

ビーム輸送計算

輸送行列計算と粒子シミュレーション

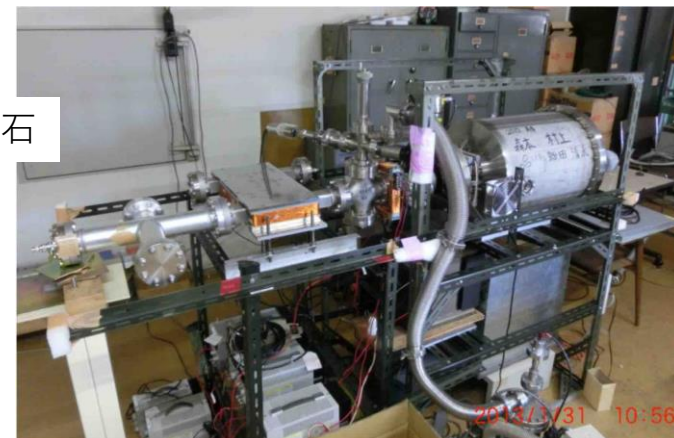
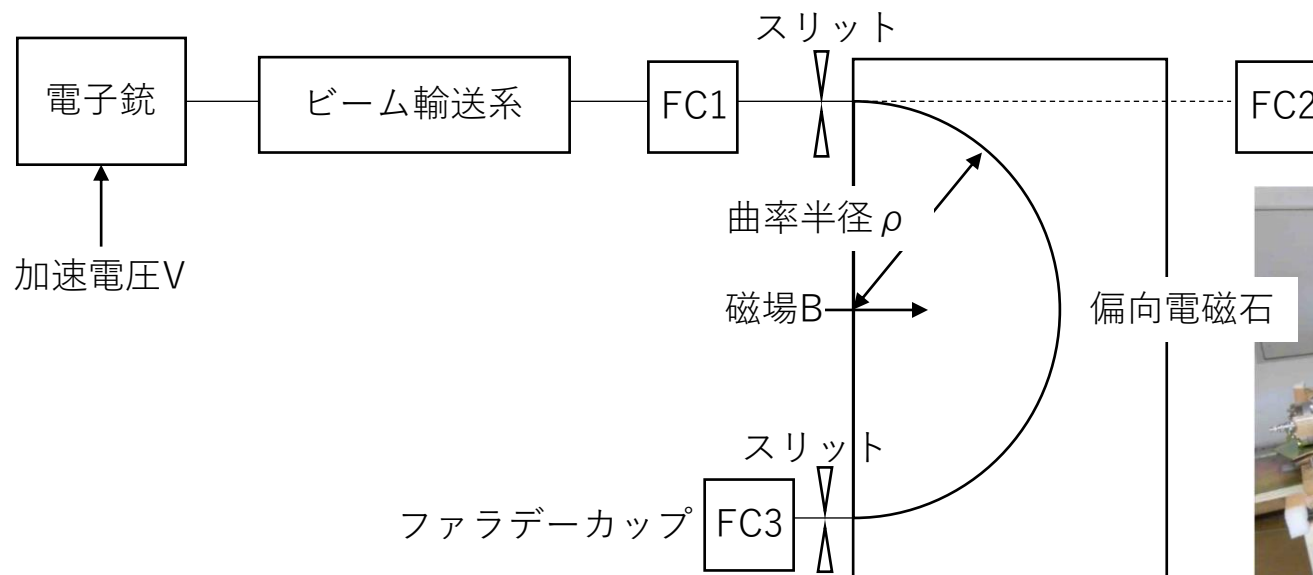


1 (計算範囲) COSY Infinityによる行列輸送計算

2 (計算範囲)

Runge-Kuttaコードを自作
計算した、加速ポテンシャル、ソレノイド磁場、偏向電磁石磁場マップを引用しながら
運動方程式を解く

加速・分析装置の組み立て、運転、測定（於、化研イオン線形加速器棟）



加速・分析装置の組み立て

必要な部品、要素は支給する
機器組み立て
配線、配管
電源等準備
真空引き
機器電源と動作試験

運転

電子ビーム生成
ビーム輸送
パラメータ最適化
ビーム電流測定
磁場調整

測定

加速エネルギーを変化させ
最適磁場との相関関係を測定
輸送効率測定

レポートのまとめ

- 演習でやってきたこと、勉強したこと、わかったこと、感じたことをレポートにまとめる
- レポートの提出とアクセプト、および発表会で単位となる（アクセプトのために修正を要求することもある）
- 輪講、実験、解析、レポートまとめ等はA4グループで分担して行う

発表会

課題演習のまとめとしてA4、A5合同での発表会を行う

スライドを準備して発表

質疑応答

発表会も単位の条件

日程は未定