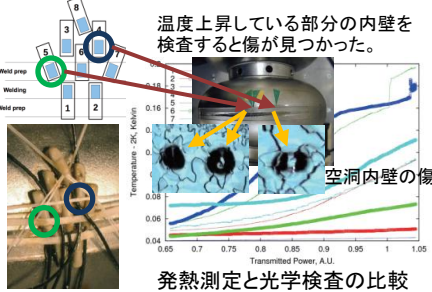


加速器で作られる粒子(原子核・素粒子)ビームは、素粒子物理をはじめとする基礎科学や、産業・医学分野において非常に重要な役割を果たしてきました。これをさらに進めるために、より一層のビームの高度化が必要とされています。そのために、**ビームを加速・収束する先進的な加速器技術の開発** **ビームそのものの振る舞いを理解するビーム物理の研究** が車の両輪のごとく必要であり、これを突き進めるのが我々の研究目標です。

## 国際リニアコライダー(ILC)要素技術の開発

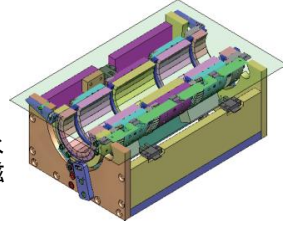
### 超伝導加速空洞の非破壊検査技術の開発

高エネルギー加速器の次期計画とされるILCでは極めて高い電場勾配が必要になります。これを達成するため、超電動加速空洞を用います。これの内面にキズやゴミなどの欠陥があると発熱などにより極低温が維持できず超伝導状態が破れてしまいます。従来、空洞壁面の外側での温度分布測定により疑いのある場所が同定されていましたが、内面状態との関係は明らかになっていませんでした。当研究室では構造上、観測が困難であった空洞内面を高分解能で観測するカメラを開発し、世界で初めて数百マイクロンの欠陥の存在を確認しました。さらに私たちは空洞内部に見つかった欠陥の修復技術も開発しました。これにより、15,000本以上必要とされる加速管製作の歩留まりの向上が期待されています。



### 最終集束系永久四極磁石

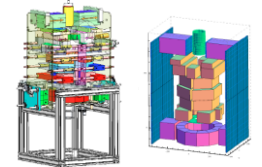
ILCの衝突点ではビームサイズをnm程度にまで絞り込む必要があり、最終集束系磁石には強い集束力が要求されます。そこで私たちは超強力永久磁石を用いて強度可変永久四極磁石を開発しています。これは永久磁石を使用しているため振動の発生源が無く、衝突実験にビームを安定して供給できると考えています。



ILC最終集束系永久四極磁石

### 永久磁石によるクライストロン集束用磁石

ILC計画のRF給電方式において、比較的小型の電源(クライストロン)を多数配置することでシステム全体のコストダウンする方式が検討されている。この場合、クライストロンの集束電磁石の故障率の低減が課題のなります。この集束に永久磁石を用いることで故障率、さらには運転コストの低減ができないかと考えています。



クライストロン用集束磁石

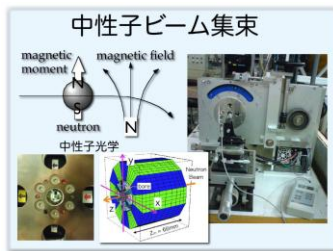
## 中性子光学・基礎物理

### 小型中性子源の研究開発

近年、新たな物質研究のプロブとしての中性子の需要が高まっているのを受け、加速器ベースの小型中性子源の開発を行っています。現在、一次陽子ビーム生成用の永久磁石を用いた小型ECRイオン源と、中性子ビーム集束用強度変調型六極磁石を開発しています。



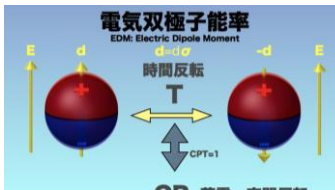
小型中性子源のコンセプト



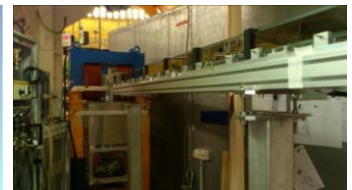
強度変調型六極磁石

### 中性子EDMの測定

電荷を持たない中性子が電気双極子能率(EDM)を持つと時間反転対称性を破ります。このとき、CPT対称性を仮定すると、CPの破れがでます。これによりEDMの上限値を測定することで統一理論など多くの理論の検証ができます。EDMは通常、超冷中性子(UCN)を静磁場中に設置された容器に蓄積して、磁場と平行・反平行に電場をそれぞれ印加した場合のラーモア歳差周波数の差を調べることで測定されます。私たちはJ-PARCにおけるEDMを高精度で測定を目指しリバンチャーを用いた効率的なUCN輸送系を開発しています。



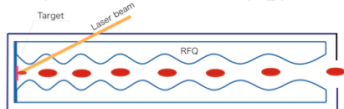
中性子EDM測定のご概念図



リバンチャー実証実験の様子

## 革新的レーザーイオン源の開発

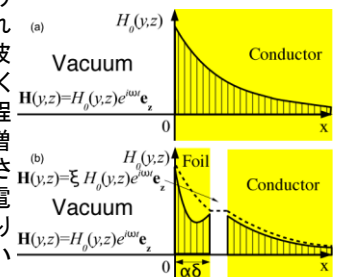
加速器に用いられるイオン源は通常連続的にビームを放出しており、従来は初段の加速を行うRFQ(高周波四重極)加速管内部でビームをパンチ化していました。しかし、RFQ内のパンチングセクションと加速セクションの遷移部分ではビームのロスが大きく、設計を難しくする要因の一つであった。私たちはこの問題を克服するため、極短パルスレーザーにより発生するプラズマをそのまま高周波位相に入射するイオン源を開発しています。



レーザープラズマの高周波位相直接入射のご概念図

## 表皮効果の低減の研究

高周波電流は表皮効果により導体のほんの表面しか流れません。その表皮厚さは周波数の平方根に逆比例して浅くなるので、周波数が大きい程電流密度が上がり損失が増えます。この損失を表皮厚さ以下の導体薄膜を重ねて電流分布を制御することにより低減させる方法を研究しています。



薄膜による電流分布の変化