

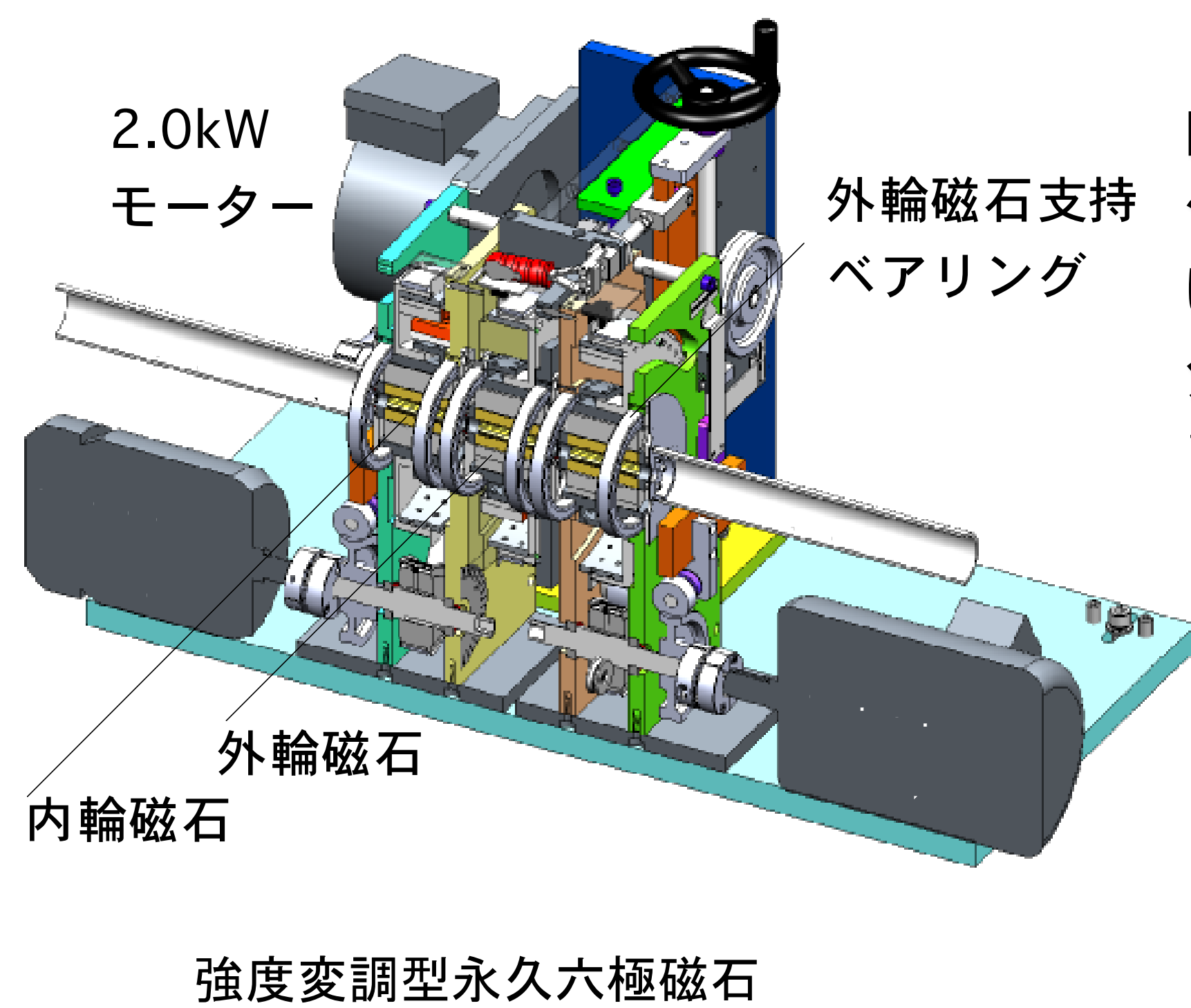
ビーム物理学分科では、加速器およびその要素技術の研究開発、加速器を用いた荷電粒子と電磁場の相互作用・荷電粒子ビーム・中性子ビームの物理に関する研究を行っている。

[中性子光学デバイス開発:Li電池のブラッグエッジイメージング]

冷中性子(CN)集束レンズ

(高エネルギー加速器研究機構との共同研究)

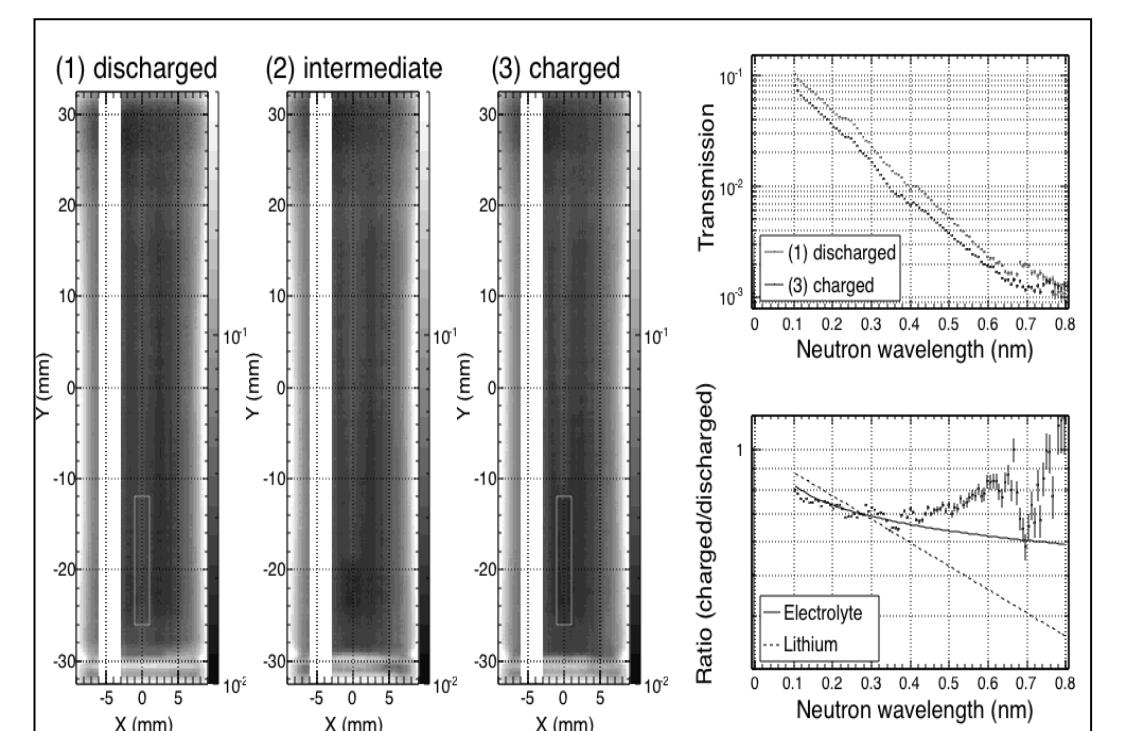
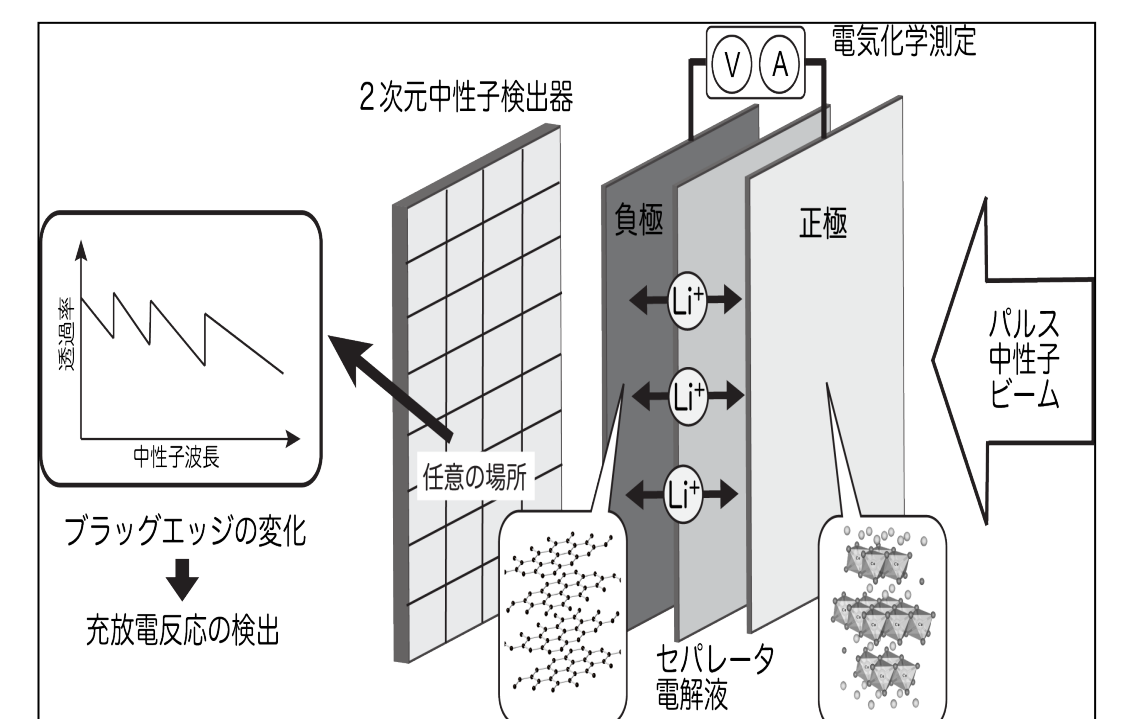
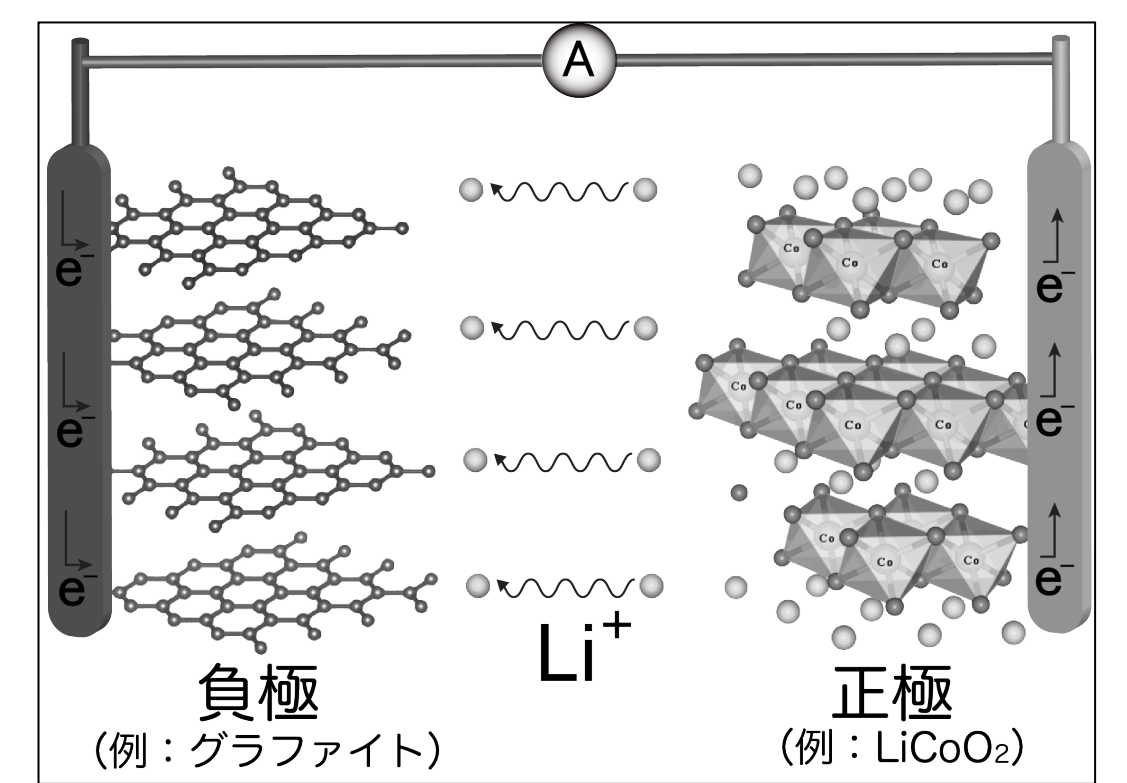
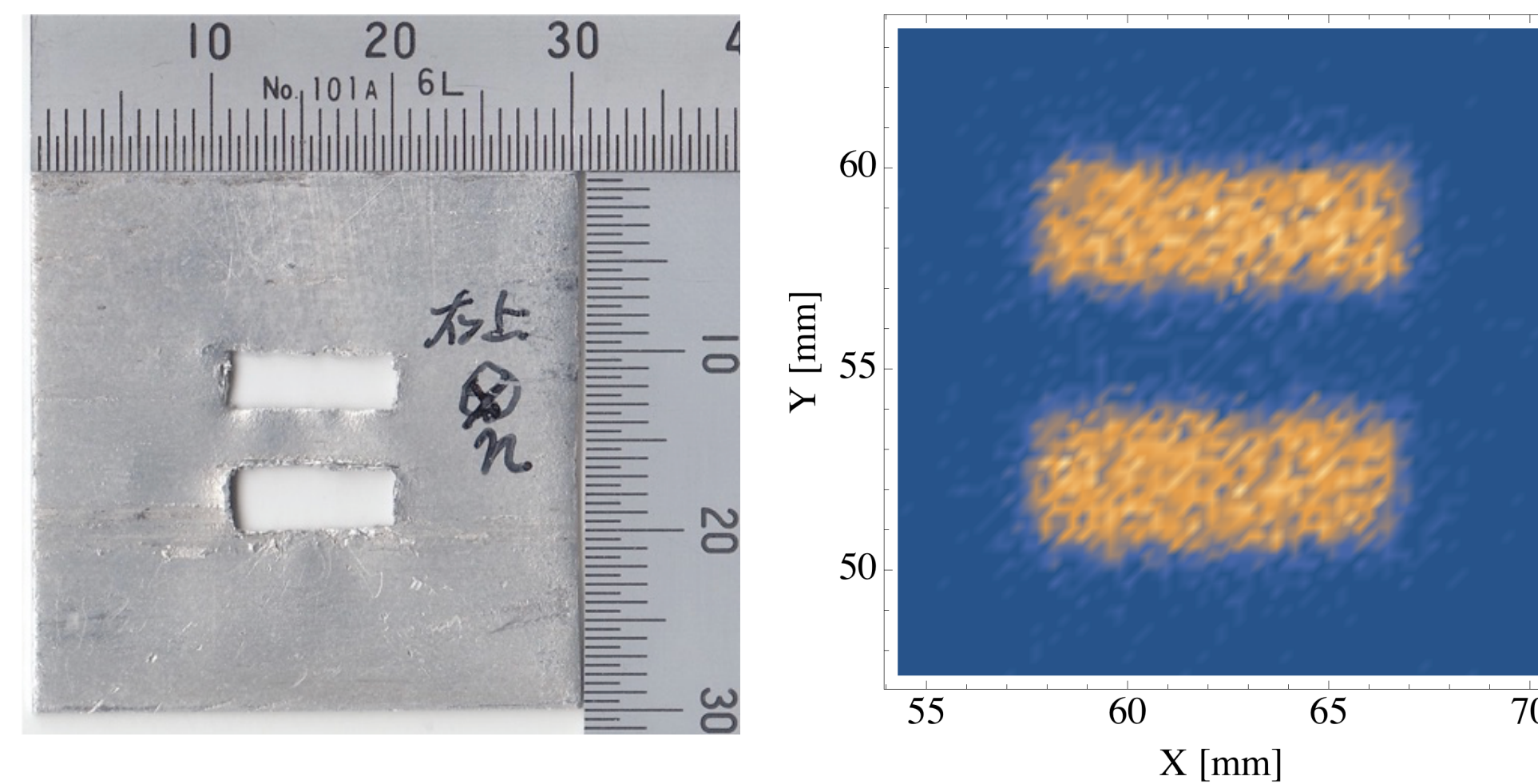
中性子は電荷を持たない粒子であるが、磁気双極子モーメントを持っており、六極磁場が作る磁場勾配との相互作用を利用することでビームの集束が可能となる。我々は永久磁石を用いて固定内輪と外輪の回転機構による強度変調型六極磁石を試作し、小型装置での中性子小角散乱実験での高分解能測定に成功した。



Li電池のブラッグエッジイメージング

(北海道大学との共同研究)

Li電池の電極に対する中性子ビームによるブラッグエッジ透過イメージングから電極中のLiやCがどのように分布しているのかを研究している。測定器の分解能が $100\mu\text{m}$ に対して分布は $10\mu\text{m}$ の分解能で得られており、集束レンズによって約10倍拡大されていることが確認された。

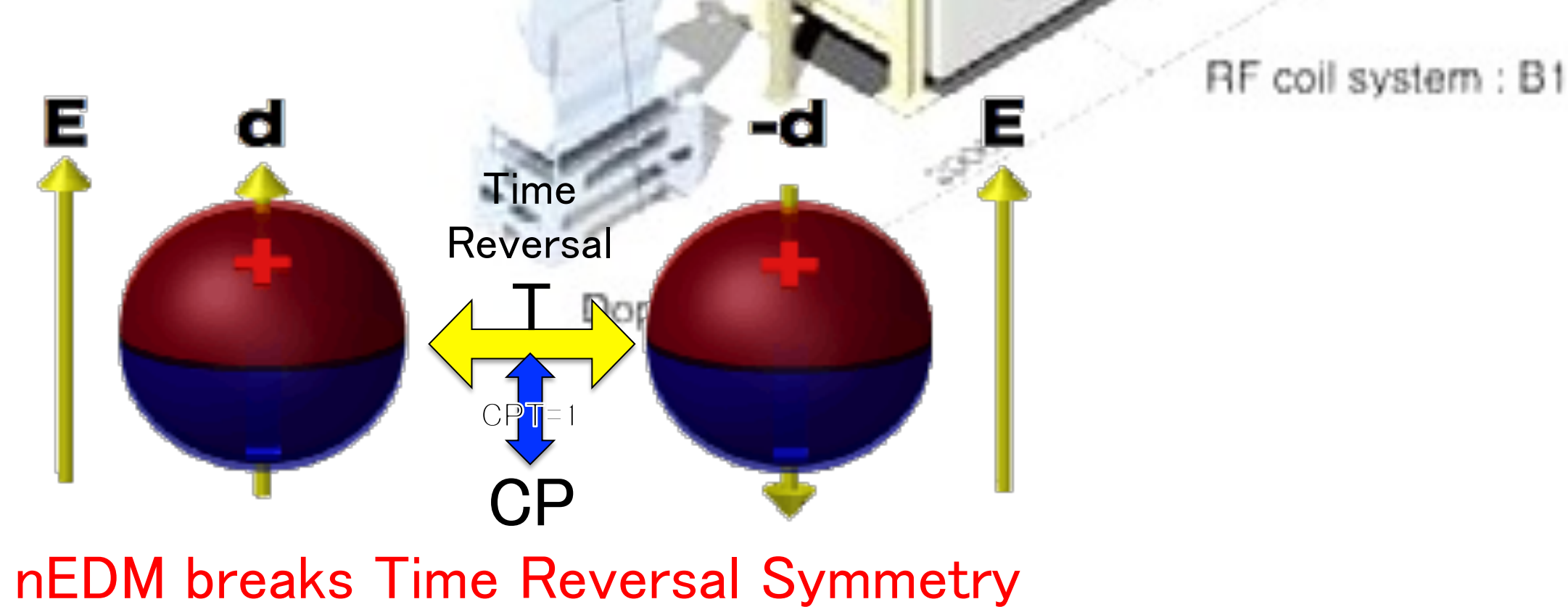


[基礎物理:標準理論を超えて]

中性子電気双極子モーメントの測定

(高エネルギー加速器研究機構、名古屋大学との共同研究)

素粒子標準理論を超える物理を探索する手段の一つに中性子の電気双極子モーメント(EDM)の測定がある。EDMの測定は 250neV 以下の低エネルギーの超冷中性子(UCN)を容器中に封入し、電磁場中の中性子スピン歳差運動の回転数の違いを測定する。我々の実験計画の特色はJ-PARCで生成されたパルスUCNを中性子加速器(リバンチャー)により生成直後の高密度UCNバンチ構造を容器位置で回復させる。これにより実験容器中において高密度UCN蓄積を実現し、EDM測定時の系統誤差、統計誤差を減らすことができる。

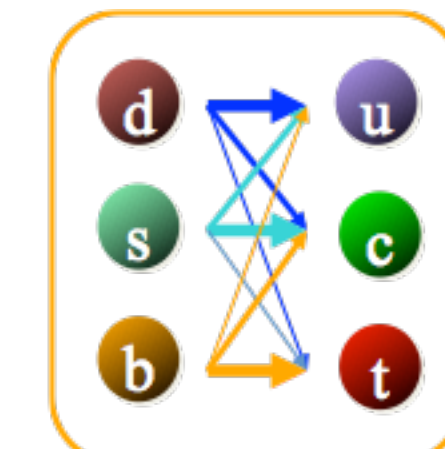


中性子寿命測定

(名古屋大学との共同研究)

中性子寿命はカビボ・小林・益川行列(CKM行列)の V_{ud} 項の導出に必要なパラメータであり、CKM行列のユニタリティ検証に用いられる。現在中性子寿命の実験値は手法によって測定精度0.1%に対して1%程度の乖離が生じており、 V_{ud} 項の決定精度の信憑性を損なう大きな要因となっている。実験容器内の β 崩壊する中性子を放出電子の検出で計測し、元中性子の数との比から中性子の寿命を計算する。J-PARCの高強度中性子ビームを用いて高精度寿命測定を目指す。

$$V_{CKM} = \begin{pmatrix} V_{ud} & V_{us} & V_{ub} \\ V_{cd} & V_{cs} & V_{cb} \\ V_{td} & V_{ts} & V_{tb} \end{pmatrix}$$



$$|V_{ud}|^2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{(4908.7 \pm 1.9) \text{ s}}{(1 + 3\lambda^2)}$$



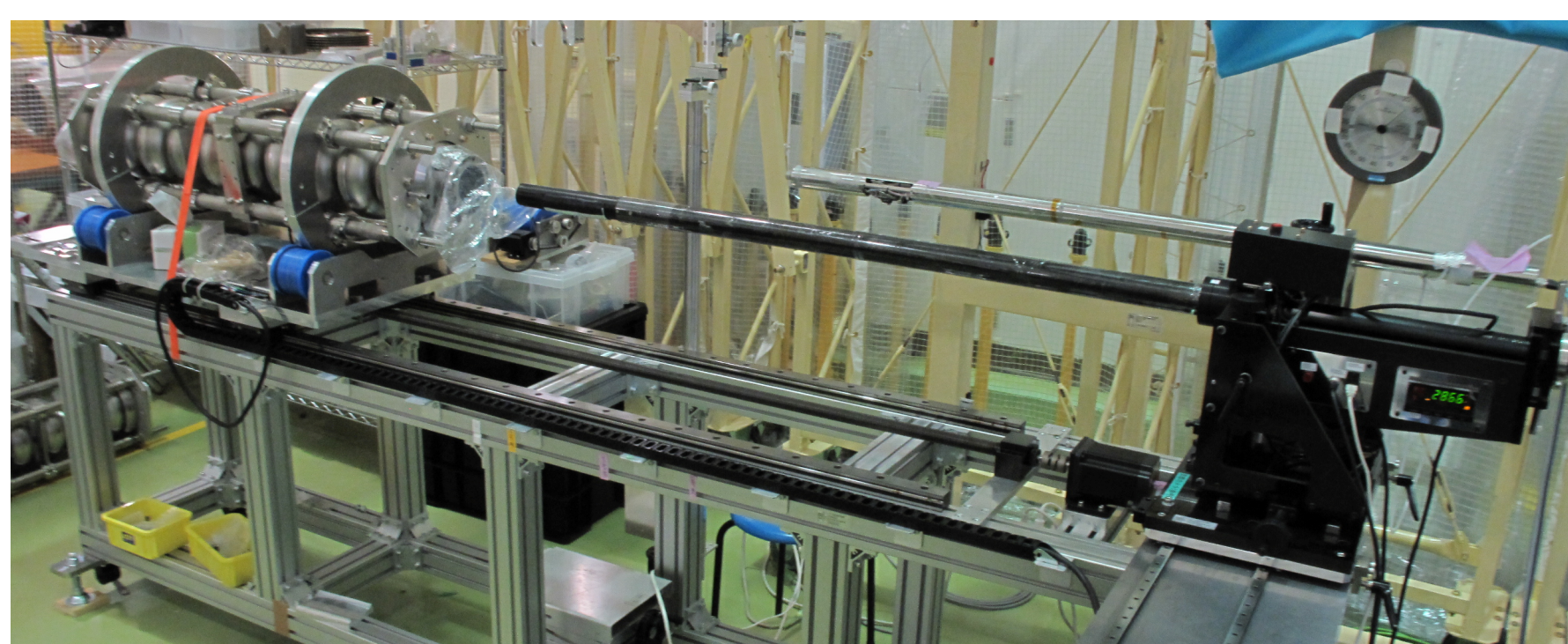
J-PARCBL05の実験装置

[International Linear Collider (ILC)実験のための要素技術開発]

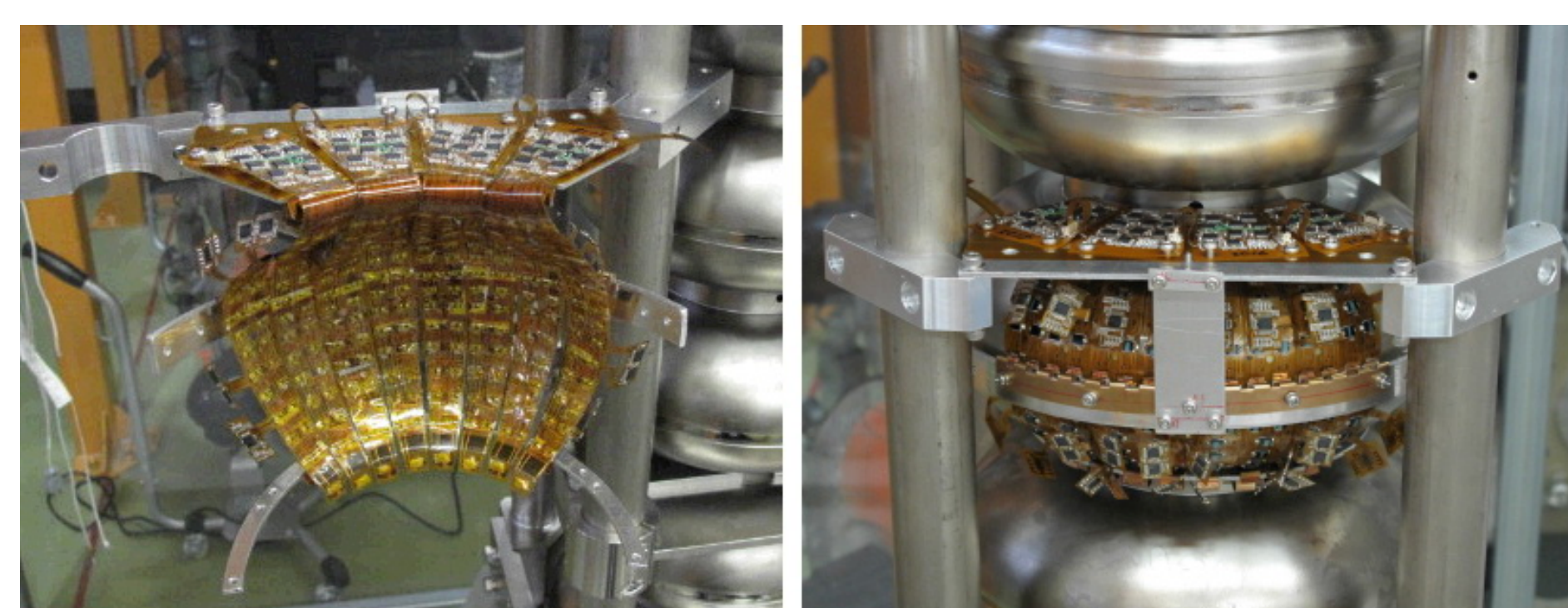
Higgs粒子の特性を明らかにする

(高エネルギー加速器研究機構との共同研究)

LHCによりHiggs粒子が発見されたが、LHCのハドロン衝突による実験ではその詳細まで明らかにすることはできない。ILCは電子と陽電子の衝突によりHiggs粒子を生成するため、精密測定に適している。ILCは全長30kmを超える大型線形加速器であり、そのほとんどは超電導加速空洞が占める。そのため16000基もの超電導加速空洞を用意する必要があり、歩留まり良く生産しなければならない。超伝導加速空洞の加速勾配の上限は空洞内の表面または表層の状態(欠陥)に依存しており、非破壊検査は重要な工程となっている。我々は加速空洞内壁のmm以下の欠陥を発見するため、KYOTO-cameraと呼ばれる観察装置の開発に成功した。これにより表面研磨による欠損補修を行うことが可能となり、歩留まりの向上に貢献した。また、過流探傷による空洞成形前のニオブ板の欠陥検査、加速空洞の性能検査時における超伝導温度環境での欠陥からの発熱、X線の高精度マッピングによる欠陥探索、超小型X線源および中性子線によるニオブの透過イメージングなどの非破壊検査技術の開発をしている。さらに超電導加速空洞の試験のために永久磁石による耐震性能をもった最終集束用四極磁気レンズの開発も行っている。



高分解能内面観察装置(KYOTO-camera)



小型X線透過イメージング装置



クライストロン用永久磁石ビーム収束システム

Fermions			Bosons	
Quarks	u up	c charm	t top	γ photon Force carriers
	d down	s strange	b bottom	Z Z boson
Leptons	ν_e electron neutrino	ν_μ muon neutrino	ν_τ tau neutrino	W W boson
	e electron	μ muon	τ tau	g gluon
				Higgs boson

Source: AAAS