





アトミックスケール電磁場解析プラットフォーム

世界で唯一の収差補正機能付き超高圧ホログラフィー電子顕微鏡をはじめとする、アトミックスケールでの電磁場計測装置・計測技術を、国内外の第一線の材料研究および量子物理分野の課題解決に広く活用できるよう共用プラットフォーム化し、イノベーションの創出に貢献します。 https://www9.hitachi.co.jp/atomicscale_pf/



実施四機関の特長と主な共用装置

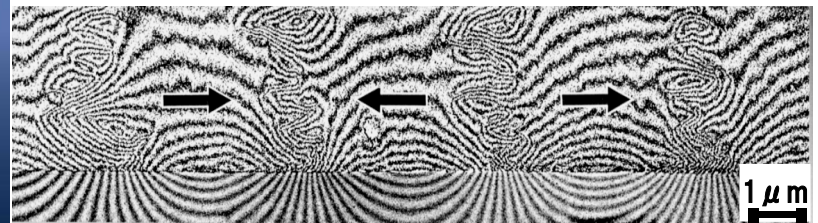
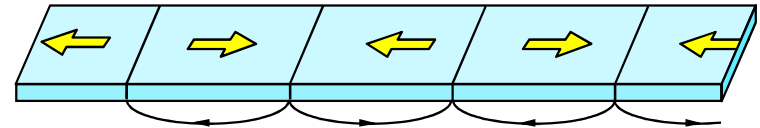
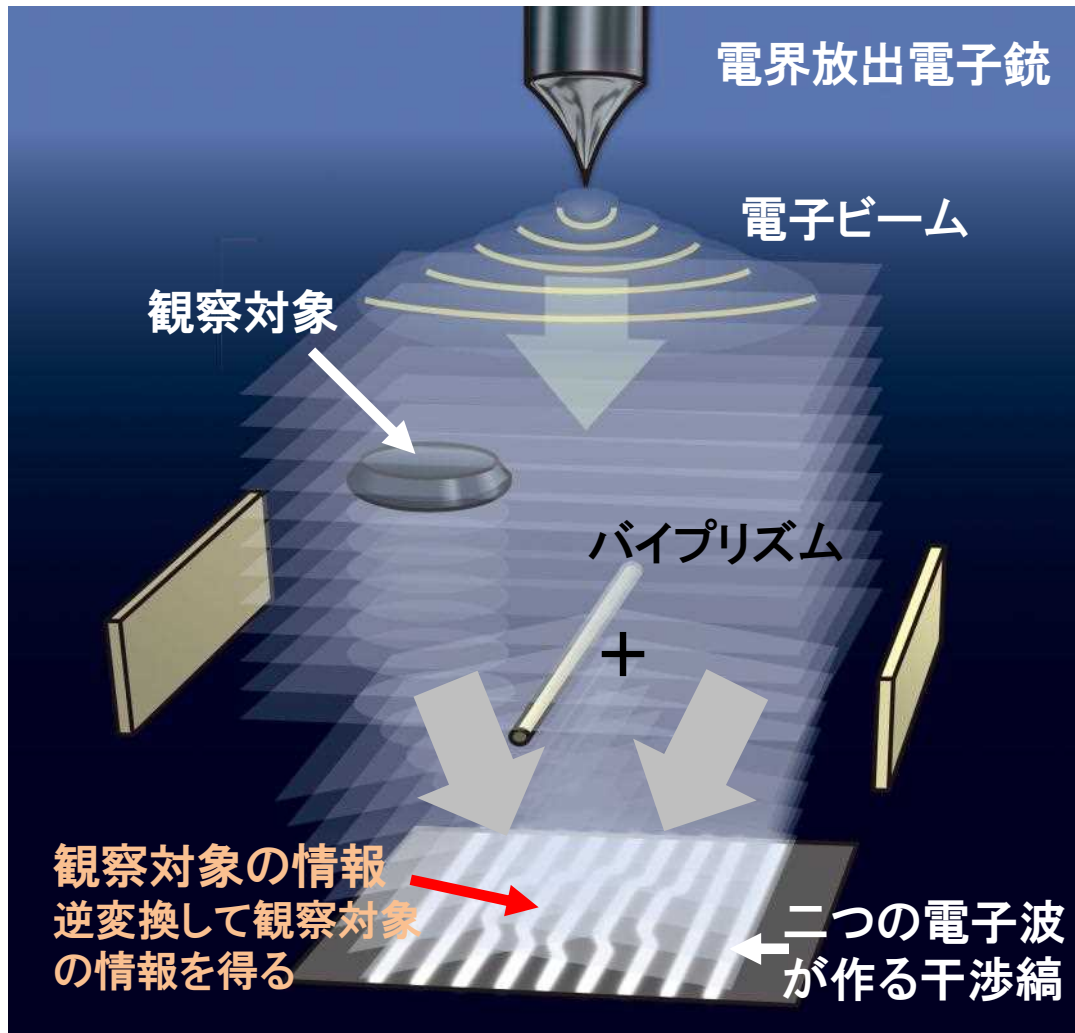
日立製作所 (研究開発グループ)	ファインセラミックスセンター (ナノ構造研究所)	九州大学 (超顕微解析研究センター)	東北大学 (多元物質科学研究所)
埼玉県比企郡	愛知県名古屋市	福岡県福岡市	宮城県仙台市
世界唯一の収差補正機能付き超高圧ホログラフィー電顕(*1)を所有。厚膜の計測に特長を発揮。	半導体デバイス、電池など産業界向けの計測実績多数。試料作製のノウハウも豊富。	金属材料の研究で世界有数の実績。事業には昨年導入した新規装置で対応。	材料分野での知見が豊富な多元物質科学研究所内の研究室で事業を実施。
1.2MVホログラフィーTEM (*2)	300kVホログラフィーTEM		
			
厚膜透過観察 超高分解能 (～43pm) 磁場印加 (500mT以上)	高分解能 (～200pm) 試料の加熱及び冷却、電圧印加 磁場印加 (～120mT)	高分解能 (～200pm) 試料の加熱及び冷却 電圧印加、磁場印加 (～50mT)	高分解能 (～170pm) エネルギー分析像 試料への光or電子の照射

(*1) 本装置は総合科学技術・イノベーション会議により制度設計された最先端研究開発支援プログラム (内閣府)により、日本学術振興会の助成を受けて開発されました。

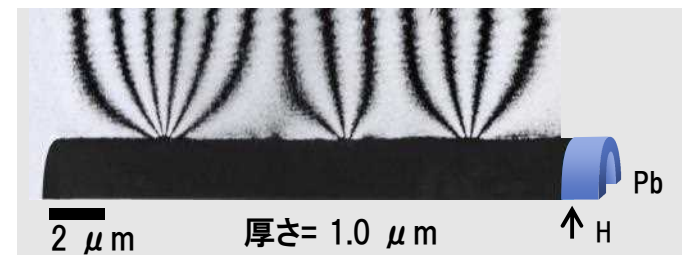
(*2) TEM : Transmission Electron Microscope (透過型電子顕微鏡)

ホログラフィー電子顕微鏡の原理

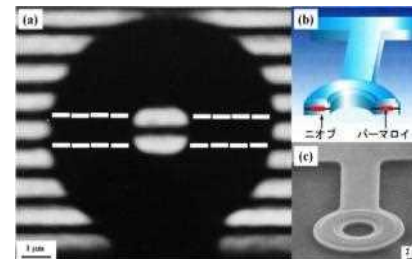
金属先端から放出される、レーザー光のような高輝度の電子ビームが波として振舞い形成される干渉縞から観察対象の構造や**電磁場**を高分解能で計測する技術です。



磁気記録テープの磁力線観察例 1983



超伝導体から漏れ出る磁束量子の可視化 1985



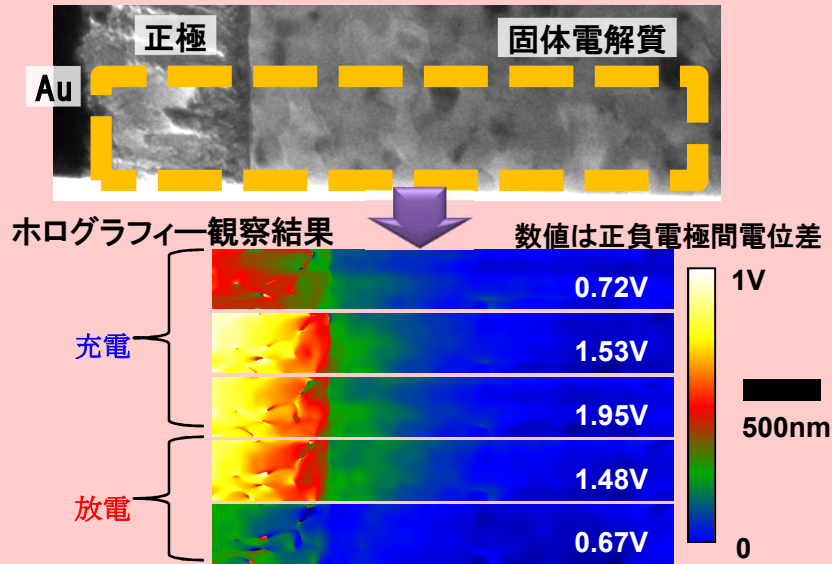
電磁場が存在しなくてもベクトルポテンシャルが存在すれば電子波が影響を受ける（位相が変化する）ことを実証

アハラノフ・ボーム効果の実証 1986 2

全固体Liイオン電池における電極/固体電解質の充放電その場電位分布観察

K. Yamamoto *et al.*, *Angew. Chem. Int. Ed.* **49**, 4414 (2010)

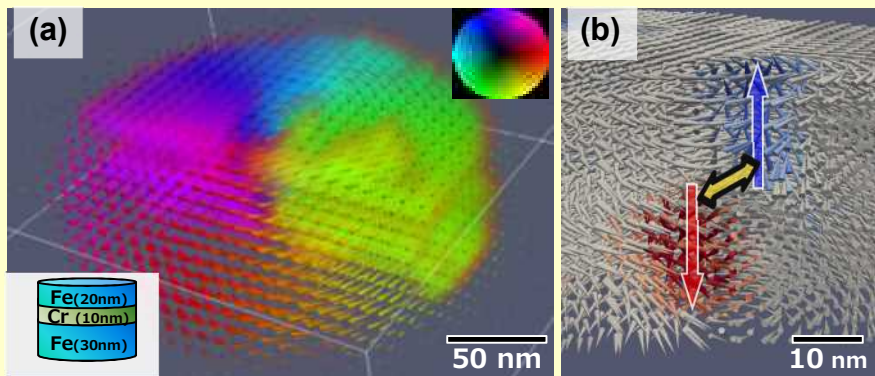
電池の充放電を行いながら電位分布を計測しました。電位分布の変化からLiイオンの移動を可視化できました。



3Dトモグラフィー技術を応用した材料内部磁化の3次元計測

T. Tanigaki, *et al.*, *Nano Lett.* **15**, 1309(2015)

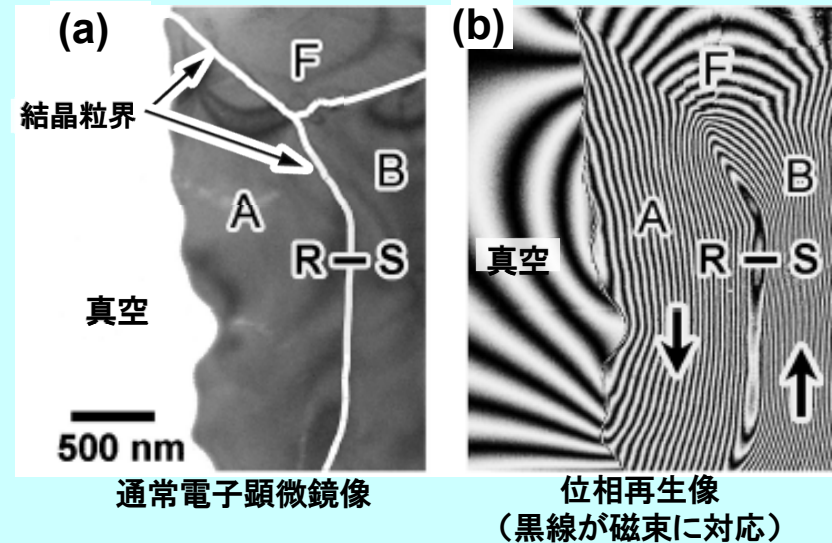
非磁性層を挟む2枚のディスク状磁性体内部の磁化分布を3次元計測した例です。磁気渦の微小な軸ズレ量 ($\leq 10\text{nm}$) を高い空間分解能で計測できました。



ネオジム磁石結晶粒界の磁束計測

Y. Murakami *et al.*, *Acta Mater.* **71**, 370(2014)

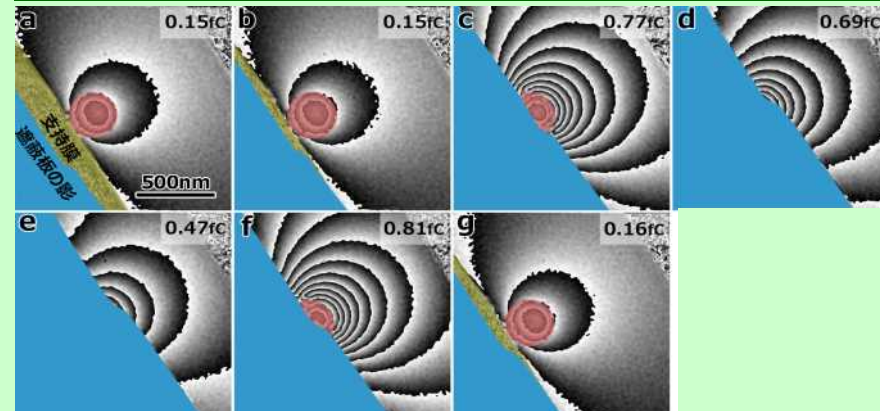
ネオジム磁石内部の磁束を精密に計測しました。図中A、B、Fそれぞれの結晶粒での計測結果から、性能（保磁力）に深く関係している結晶粒界部分の磁束を求めることができました。



電子線ホログラフィーによる非晶質シリカ粒子の帯電状態の観察

H. Suzuki *et al.*, *Microscopy* **66**, 167-171 (2017)

導電性支持膜上の絶縁物粒子（シリカ）の帯電の様子を計測しました。電子線照射領域を変えながら計測した結果から、二次電子が粒子の帯電を抑制する効果をもたらすことがわかりました。



課題受付体制とフロー

問い合わせ窓口

atomic-scale@rdgml.intra.hitachi.co.jp



- ◆ 第一次の装置利用受付は7月末に締め切りました。第二次の受付を開始しています。
- ◆ 技術相談も随時受け付けております。お気軽にご連絡ください。
- ◆ 成果の公開を原則としますが、非公開利用をご希望の場合は事前にご相談ください。
- ◆ ホログラフィー電子顕微鏡技術者育成講習会を適宜実施します（去年は九州大学で実施）。
- ◆ 平成28年度は、本技術の普及のために研究会や国際シンポジウムを開催しました。

