

東京大学／押川 浩之 氏

古河電工様の超電導線材は、電子ビームに弱い試料であったため、長時間、電子を当てると壊れてしまう可能性がありました。そこで、一時停止して位置をずらし、同じ構造の並びに合わせるようアドバイスしました。また、温度変化などによって観察中の試料がゆっくり動く「試料ドリフト」への対応も指導しました。



全国に数台しかない支援に使われた
走査透過型電子顕微鏡

実は、試料作製から解析まで、受託分析会社に全て依頼する研究者が少なくありません。試料作製を覚えるのは時間がかかりますし、設備機器を使いこなすにも高い技術を習得する必要があります。このような状況が続けば、大学や企業から解析技術が失われてしまい、研究に支障が出かねないと危惧しています。

試料を観察する上で大切なのは、利用者とのコミュニケーションです。技術職員は目的や試料に合わせて設備機器の調整を行い、最適な観察環境を準備します。ですので、入念な打ち合わせが重要です。東京大学を利用した研究者は、試行錯誤しながら操作を覚えます。思い通りの結果を得られた時は満足され、私たちも支援のやりがいを感じる瞬間です。研究者や学生らに解析技術の重要性が伝わればと思います。

ナノテクノロジープラットフォーム

まずはセンター機関に相談を！



微細構造解析プラットフォーム

大学 7 校

研究機関 4 機関

【主要研究設備】マルチビーム超高圧電子顕微鏡、収差補正分析電子顕微鏡、単原子分析電子顕微鏡、陽電子プローブマイクロアナライザー装置、軽元素対応型超高分解能走査透過型電子顕微鏡、反応科学走査透過電子顕微鏡、極低温高分解能透過電子顕微鏡、超高圧電子顕微鏡、SPRING-8 放射光源ビームライン、電子分光型超高圧電子顕微鏡



微細加工プラットフォーム

大学 13 校

研究機関 3 機関

【主要研究設備】電子ビーム露光装置、ステッパー、RIE (Reactive Ion Etching) 装置、スパッタ装置、CVD 装置、収束イオンビーム装置、レーザー加工装置、膜特性計測・分析装置、形状計測装置、表面計測装置 (SEM 等)



分子・物質合成プラットフォーム

大学 8 校

研究機関 2 機関

【主要研究設備】核磁気共鳴装置、光分析装置、質量分析・その他材料評価、バイオ用光学顕微鏡、バイオ評価、真空成膜装置や薄膜 / ナノ調製加工、化学材料合成・素子作成、バイオ調製、透過型電子顕微鏡、表面分析 (走査電子顕微鏡 / EDX / EPMA、電子分光 (XPS / UPS / AES))、X 線回折装置、走査型トンネル顕微鏡、原子間力顕微鏡

■ 問い合わせ先



文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム

センター機関 国立研究開発法人物質・材料研究機構

Tel.029-859-2777 E-mail.NTJ_info@nanonet.go.jp

東京大学
微細構造解析プラットフォーム
<https://lcnet.t.u-tokyo.ac.jp/>



ナノテクノロジープラットフォーム

<https://www.nanonet.go.jp/>



古河電気工業株式会社

サステナブルテクノロジー研究所
解析技術センター

佐々木 宏和 氏

User Report

Nanotechnology Platform Japan

超電導の熱の発生を抑える
大学の設備機器を共有して
日本の産業の競争力向上を

UR

ナノテクノロジープラットフォーム
ユーザーレポート

case
03

利用プラットフォーム
微細構造解析

古河電気工業株式会社

神奈川県

東京大学

走査透過型電子顕微鏡で超電導線材の内部(写真右)を観察した。磁束量子を抑制する人工ピンの黒い点が確認できる。テープ状の超電導線材(写真左)をらせん状に多数本巻きつけることで超電導ケーブルを作製する。

が期待されます。

このように、半導体レーザーと超電導線材の開発では、東京大学の設備機器を使わせてもらいました。しかしながら、多種多様な製品群に対応するには、数多くの材料解析技術を有しなければなりません。そのためには、多くの高度解析装置が不可欠ですが、一企業が全てを所有することは難しいと言えます。

文部科学省ナノテクノロジープラットフォームのように、大学や公的機関が所有する電子顕微鏡などの先端解析施設は、民間企業が使いやすい体制が整備されてきたと感じています。

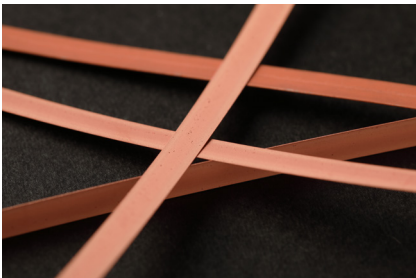
日本の企業が国際社会との競争力を失わないためには、ものづくりにおける信頼性を確保しなければなりません。それがベースとなつてこそ、新たなイノベーションが生まれるのではないのでしょうか。

このような設備機器や基礎技術が、国内にそろっていることが大事なのです。大学と企業が力を合わせ、互いに有益な価値を生み出すことができれば得られるものは多いと言えます。高額な設備機器は、共有財産として使わせてもらうことで、その分の費用を開発に回すことができ、日本の産業の競争力を高めることにつながるでしょう。

古河電気工業株式会社
サステナブルテクノロジー研究所

〒220-0073
神奈川県横浜市西区岡野 2-4-3

<https://www.furukawa.co.jp/>



ケーブルや超電導コイルなどへの応用が期待されます。

超電導線材をコイルにして強い磁場を発生させると、超電導の中では磁場が量子化(細分化)します。これは、磁束量子と呼ばれ、磁場の中で動き回ると熱を発生させて、超電導の状態が保てなくなります。

そこで、磁束量子の動きを止めるバリウムとジルコニウムの酸化物でできた人工ピン(数nm)を設計・開発するため、STEMを利用しました。

まず、人工ピンの適切なサイズを割り出すため、観察を重ねました。また、超電導コイルにどれだけの磁束量子が止まるのか分からないため、ジルコニウムの濃度を変えて人工ピンの密度を調整しました。結果として、最適な条件を導き出し、機能向上と信頼性アップにつながりました。

この観察では、東京大学に私が出向き、ナノ工学研究センター超高压電子顕微鏡室の押川浩之さんの指導で、実際にSTEMを操作しました。原子レベルの画像を撮影するには高い技術が必要で、どのように電子ビームを当てたらいいのかといった条件のアドバイスを受けました。特に電子ビームの形を楕円から円形にするのが難しかったですね。

地球温暖化問題を背景にエネルギーの効率的な利用が課題となる中、当社は超電導線材の製造技術で世界トップクラスです。現在、エネルギー問題の切り札とされる「核融合エネルギー」が開発段階にあり、実現に向けて各国や民間企業が競っています。安全性が高くCO₂排出量も少ない核融合発電施設で使われる超電導コイルは、今後の需要拡大



当社は「金属」「ポリマー」「フォトリソ」 「高周波エレクトロニクス」をコア技術とし、情報通信やエネルギーなどのインフラ分野や自動車部品分野、エレクトロニクス分野で、世界的に製品を展開しています。

新製品の開発にあたって、目標とする性能を確実に発揮するには、使用する材料の構造や機能といった特性の理解が大切です。そこで、解析技術センターでは、さまざまな解析装置を用いて材料解析を実施しています。今回、ナノテクノロジープラットフォームで、東京大学の走査透過型電子顕微鏡(STEM)を使用しました。

半導体レーザーは現在、通信容量の増加に伴い、光ファイバーなどの世界的需要が増え、光通信の光源、長距離通信の増幅器に使う高出力タイプが用いられています。

高出力タイプは、光を反射する端面保護膜を原子レベルの精度で作製する必要があります。GaAs半導体と端面保護膜の界面において、光を吸収する層ができてしまうと、熱の発生によって半導体が破損します。適切に反射する層の形成を目指し、STEMで観察して試行錯誤を繰り返した結果、高出力半導体レーザーの製造・開発に成功しました。

続いて超電導線材です。超電導の物質は、極低温において電気抵抗がゼロであることから電力のロスがなく、省エネルギー社会の実現に欠かせません。その技術は高压

電子顕微鏡の電子を透過させるため、集束イオンビーム装置で100nmほどに薄く加工し、試料作製する。

最新鋭の走査透過型電子顕微鏡の使い方を懇切丁寧に指導してもらったおかげで、最適な結果に行き着くことができました。

