平成 21 年度 第 1 回超伝導材料の応力･ひずみ効果に関する量子ビーム応用研究会報告

近年，Spring8 や J-PARC などの研究施設の充実により，放射光や中性子を用いた，材料内部の歪み計測が，高精度で可能となってきました．このような状況で，量子ビームを用いた複合超伝導材料の歪み研究の重要性を鑑み，標記調査研究会が，本年度より発足しました. 本調査研究会では, 超伝導材料における応力･ひずみに関連した理学的、工学的な広範な研究テーマについて具体的にひとつひとつの事例研究により量子ビームの利用方法について理解を深め、施設･装置関係者、量子ビームを用いた材料研究者、超伝導装置・機器の設計・製作者が一体となり量子ビームの有効な利用方法について検討する場を，年 2－3 回の研究会という形で提供し，超伝導材料開発の発展に貢献をしていきたいと考えています．以下に本年度，第 1 回目の研究会の報告を致します.

テーマ：超伝導機器において応力・歪問題がなぜ重要か？どのように計測するか？
日時：2009 年 5 月 15 日（金）13 時 30 分～15 時頃
会場：早稲田大学　国際会議場　第 3 会議室（春季低温工学・超電導学会 D 会場）

プログラム：

1. 開会の挨拶　・・・・・淡路智（東北大学）
2. 講演
   講演（1）核融合炉用大電流導体の歪み特性
   ・・・・・小泉徳潔（日本原子力機構）
   講演（2）量子ビームを用いた超伝導副後材料のひずみ評価
   ・・・・・町屋修太郎（大同大学）
3. 委員会
   （議題：研究会の規約、今後の方針についての打合せ）
4. 閉会の挨拶　・・・・・鈴木裕士（日本原子力機構）

第 1 回研究会は， 2009 年度春期低温工学・超電導学会終了後に，学会会場の D 会場をお借りして，上記のプログラムのように開催した．今回の研究会は，事前のアナウンスが不十分であったが, 超伝導材料の歪みに関連した研究者 17 名の参加者があった. 第 1 回目の研究会では，大きな電磁力と熱歪みの克服が重要である国際熱核融合炉(ITER)計画について，日本における先端研究の第 1 人者である日本原子力機構の小泉徳潔氏と，現在，量子ビームを用いた超伝導材料における歪み研究の第 1 人者である，大同大学の町屋修太郎氏に講演をお願いした． 小泉氏（原子力機構）は，現在進行中

の ITER 計画の概要から始まり，ITER に用いられる Cable-in-Condit(CIC)導体における歪みの問題について，最新の研究結果に基づいた研究状況と問題点を紹介した．特に，初期のコイル試験である EDA で，導体の分流開始温度 T_{cs} が，仕様よりも大幅に低く，n 値も同時に減少したことから発覚した歪みの問題は，Nb_3Sn 素線にかかる横方向の電磁力によって誘起される曲げ歪みが原因として定性的に理解がされつつあるが，定量的には問題が残っていること．また，導体の性能試験である SULTAN 試験の結果でも，予想と異なる熱歪みとなっている可能性が指摘されている．これらの根本的な解決には，厚いコンジットに覆われた CIC 導体の内部歪みを，定量的に評価する必要があり，これによって研究が大きく進展することが期待されるとのことであった． 町屋氏（大同大）は，量子ビームを用いて内部応力や歪みを測定する原理から，様々な超伝導材料に適用したときの結果まで，最新の実験結果を用いて丁寧な解説を行った．量子ビームの種類や装置によって利点と欠点があるが，回折ピークの面間隔の変化から歪みを計算し，弾性定数を用いて残留応力を見積もることができる．そのときに最も重要なのは，応力/歪みフリー時の面間隔 d_0 の測定であると説明した．現在のところ，銀シース $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_y$ 線材，$YBa_2Cu_3O_y$ コート線材，Nb_3Sn 線材のいずれも，引っ張り応力下の内部歪みの絶対値測定に成功している．さらに ITER に用いられている，CIC 導体についても，SULTAN 試験で電磁力を印加した後の試料に対し，導体形状のまま，素線内部の歪み分布測定にも成功している．この結果，横方向に非常に大きな残留歪みが残っていることが示され，この点について，小泉氏の結果も交えて，白熱した議論が行われた．量子ビームを用いて，多くの測定ができることがわかり，実験すべき具体的な内容が，次々と挙がって，第１回研究会は幕を閉じた．

研究会終了後，参加者全員を交えて，調査研究会の今後のあり方について委員会があった．まず，本調査研究会の主査である応用化学研究所の長村氏が，調査研究会の趣旨を説明したあと，今年度の活動について議論を行い．第２回研究会は原子力機構にて見学会も兼ねた研究会を検討するとの結論を得た．また，現在，J-PARC の工学材料回折装置「匠」を用いたプロジェクト研究が走っており，本調査研究会のメンバーを中心としたグループ研究が行われている．Spring8 においても，京都大学の菅野氏を代表者としてグループ研究申請を行う方針で，メールベースで内容をまとめていくこととした．