

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

2013年1月号

2013年1月4日発行

掲載内容 (サマリー) :

- | | | |
|------------|---------------|-------|
| ○年頭挨拶 | 理事長 | 森 詳介 |
| ○年頭所感 | 経済産業省産業技術環境局長 | 鈴木 英夫 |
| ○2013年を迎えて | 超電導工学研究所長 | 塩原 融 |

トピックス :

- 第25回国際超電導シンポジウム (ISS2012) 開催
- 「エコプロダクツ2012」に出展

- 超電導関連 2013年1月-2月の催し物案内
- 新聞ヘッドライン (11/20-12/19)
- 超電導速報ー世界の動き (2012年11月)
- 「2012年秋季低温工学・超電導学会」報告
- 「CCA2012」報告
- 隔月連載記事ー風力熱蓄積発電 (その1) - 「発熱機とその超電導化」
- 隔月連載記事ー超電導マグネット開発のこれまでとこれから (その7)
- 読者の広場(Q&A)ー「先日、超電導自動車の開発が始まったと日経新聞に掲載されましたが、超電導自動車は具体的には何が良いのでしょうか?」

[超電導 Web21 トップページ](#)

超電導 Web21

(発行者)

公益財団法人 国際超電導産業技術研究センター 超電導 Web21 編集局

〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13

Tel (03) 3536-7283 Fax(03) 3536-5717

超電導 Web21 トップページ : <http://www.istec.or.jp/web21/web21.html>



この「超電導 Web21」は、競輪の補助金を受けて作成したものです。

<http://ringring-keirin.jp>



超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

年 頭 挨拶

公益財団法人 国際超電導産業技術研究センター

理事長 森 詳 介



年頭にあたり、謹んで新年のご挨拶を申し上げます。

昨年は、東日本大震災からの復旧が本格化いたしました。エネルギー供給の面では、原子力発電所の再稼働遅延により、全国的に電力の需給が厳しい状況となり、節電が要請され、また、LNGはじめ火力燃料の輸入が急増して、貿易収支が赤字に転ずるとともに電気料金の値上げや値上げ申請も行われました。

このような情勢の中で、省エネルギーや再生可能エネルギーへの注目度が高まっておりますが、超電導技術は、電気抵抗ゼロ等の特性を活かして、省エネルギーの推進や再生可能エネルギーの導入拡大にも重要な役割を担うことが期待されます。また、コンパクトで強力なマグネット・コイルの実現による医療用加速器や各種回転機への活用、量子効果を用いての人体から資源まで多方面に亘る高感度センサーやエレクトロニクスデバイスの開発など、超電導技術は様々なブレークスルーをもたらす“夢の技術”でもあります。

当財団は昨年4月に公益財団法人として再スタートしましたが、1988年の設立以来四半世紀にわたり数多くの成果を挙げ、国際的な知名度も高まっております。先月の当財団主催の第25回国際超電導シンポジウムにおきましても、18ヶ国から500余名の方々が参加され、最新の研究成果や今後の研究開発の進め方について熱心な討議が繰り広げられました。本年においては、「イットリウム系超電導電力機器プロジェクト」について早々に成果を取りまとめて最終目標を達成するとともに、更なる線材機能向上等に取り組んでまいります。そして、実用化が視野に入りつつある高温超電導センサー等を含め、これらの実用化に向けて産学官の緊密な連携の下、活動のより一層の合理化・効率化を図りながら、超電導技術の研究開発に邁進する年にしたいと考えております。

皆様におかれましては、本年も引き続きご支援、ご協力を賜りますよう、宜しく願い申し上げます。新しい年が、皆様にとりまして幸多き一年になるよう祈念いたしまして、年頭のご挨拶とさせていただきます。

[超電導 Web21 トップページ](#)

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

2013年 年頭所感

経済産業省産業技術環境局長 鈴木英夫

平成 25 年の新春を迎え、謹んでお慶びを申し上げます。本年が皆様にとって幸多く、実り豊かな一年となることを心よりお祈り申し上げます。

昨年末に発足した新政権の下、新たな年を迎え、景気浮揚に向けた期待感が高まっておりますが、現下の情勢は、長引くデフレと世界経済の減速による輸出減少が景気回復を遅らせるリスクとなっております。今後、日本経済を力強い景気回復におしあげるためには、まずは緊急の経済対策が重要であり、経済産業省としても全力で取り組んでいるところであります。

また、中長期的にはエネルギー・環境問題、さらには世界的に類のない急速な少子高齢化の進展など、我が国が未来を切り拓くために乗り越えなくてはならない大きな課題が突きつけられております。そうした中であって、我が国の民間企業の研究開発投資は、リーマンショックによる大幅な減少・低迷が続いており、新たな産業や市場の創出に繋がる未来への投資が失われつつあります。

しかし、悲観的なことばかりではなく、昨年、京都大学の山中教授が iPS 細胞の研究において、ノーベル賞を受賞されるという明るい話題もありました。日本の科学技術の底力を証明する出来事であり、この日本の底力を、事業化、市場化に繋げ、日本の経済成長の牽引力として引き出すことが、経済産業省にとって最も重要な責務だと考えております。我が国の経済の再生を実現するためには、新しい知や技術を作り出すことと、その結集による社会規模での新たな価値の創造、つまりイノベーションの創出が求められています。

先に申し上げたとおり、現在の日本は社会的課題が山積しています。この社会的課題も見方を変えれば、社会的なニーズであり、そこは新たな市場創出・拡大の可能性が秘められています。そして、これら課題の解決には、必ず日本の技術力が鍵となります。我が国の超電導研究は、世界的にもたいへん高い評価を得ています。特に超電導線材の品質、性能は世界最高を誇り、この高い技術力が国内外のエネルギー問題の解決に寄与し、更にはイノベーションの創出を期待されています。また、昨年、経済産業省では、従来の延長線上にない革新的技術開発を府省の枠を超え、産学官一体で推進する「未来開拓研究推進制度」を創設しました。また、文部科学省と経済産業省が同じテーブルに座り、研究開発プロジェクトにおける省庁間の壁を無くしたに過ぎませんが、この枠組みを更に深化・拡大させていくため、日本経済再生本部及び産業競争力会議の下、イノベーション政策を遂行していきます。

さらに、厳しい財政制約の中で、最大限の成果を効果的かつ効率的に得るためには、国が日本の将来ビジョンを描き、国民の皆様と共有して、産業界や大学が一体となって課題に取り組み社会へ還元していくことが必要不可欠であると考えます。縮小の一途を辿る日本企業の研究開発投資を活発化するため、研究開発税制の拡充にも全力で取り組み、我が国の国際競争力を高めてまいります。

こうしたことを念頭に今年一年イノベーションを加速させるための新たな取り組みを推進してまいります。

加えて、グローバル市場において日本企業が競争力を強化していくためには、こうしたイノベーションによる成果を迅速に市場獲得・拡大につなげていく必要があります。そのためには、事業戦略と一体となった戦略的な知財戦略や国際標準化を踏まえたオープン・クローズ戦略を進めることが重要であります。

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

知的財産のどの領域をクローズにし、差別化のコアとするか、どの領域をオープン(標準)化し、世界的な市場や供給網の拡大につなげるか、という戦略は、事業展開の成否を左右する重要課題となっております。

国際標準化については、経済産業省としては、業界全体のコンセンサスによる方式に加え、複数の企業やグループでも市場可能性が高い案件については、迅速に国際標準化提案が可能となる「トップスタンダード制度」を昨年6月に立ち上げ、既に2件採択をしております。これにより、2~3年かかった日本からの提案について、数ヶ月で提案が出来るようになる等、抜本的に制度が改善されました。この「トップスタンダード制度」の活用等により、ニッチトップな技術を持つ中小企業を含めた我が国企業の国際標準獲得と「稼げる」事業の創出を支援してまいります。

特に、スマートグリッドや先端医療、次世代自動車など、今後世界的な成長が期待され、我が国が優れた技術を有する分野を中心に、戦略的に国際標準化を進めて行くと共に、研究開発と一体となった国際標準化活動や認証基盤の強化も進めてまいります。また、15年ぶりに日本で開催される2014年IEC(国際電気標準会議)東京大会に向けた準備も着実に進めてまいります。さらに、道路や橋梁等の社会資本(ハードインフラ)とともに、国の責務として整備すべきソフトインフラである、「計量標準」「微生物遺伝資源」「地質情報」等の知的基盤については、今後10年の整備計画を策定するとともに、中堅・中小企業を始めとしたユーザーの利用を促進するための取組を進めてまいります。

また、地球温暖化対策、リサイクル政策など我が国をとりまく様々な環境制約を克服するための対策を講じ、これをバネに新たな経済成長につなげていくことも重要な課題であります。

昨年末に開催されたCOP18では、本年からの京都議定書第2約束期間の開始が合意されました。他方、第2約束期間については、温室効果ガスの排出量が増加している中国やインドが参加せず、先進国もEUや豪州など、限られた国のみが参加する枠組みとなったことから、排出量のカバー率は、15%程度まで低下しております。

こうしたことから、地球規模での温室効果ガス排出削減の実現のためには、全ての国が参加する将来枠組みの構築が重要な課題であります。COP18では、2020年以降の将来枠組みについて、2015年の交渉妥結に向けた大まかな予定に合意しました。我が国としても、引き続き、こうした将来枠組みの構築に向けた国際的議論を積極的に貢献してまいります。

これと同時に、地球規模の排出削減を進める上で鍵となる途上国における排出削減を支援するため、我が国の技術・製品等の導入による排出削減分をクレジットとして評価する二国間オフセット・クレジット制度を推進してまいります。COP18の期間中に行われた二国間の閣僚会談においても、モンゴル及びバングラデシュと同制度の来年度からの開始に実質的に合意したほか、ベトナム、インドネシア等アジア諸国や、島嶼国、アフリカ諸国など、その他の国とも広く協議を進めているところであります。引き続き、官民一体となって、我が国の優れた環境技術等を活用し、地球規模での削減に貢献してまいります。

もちろん、国内における地球温暖化対策の推進も重要な課題です。地球温暖化政策と表裏の関係にあるエネルギー政策に関する議論を踏まえ、今後とも地球温暖化対策にしっかりと取り組むとともに、産業界による温室効果ガス排出削減の自主的な取組を促してまいります。

リサイクル政策や公害防止対策についても、引き続き、積極的に取り組んでまいります。昨年、我が国の産業競争力の要であるレアメタルの安定供給確保に資するため、レアメタルのリサイクルに係る対応策を取りまとめたほか、「小型家電リサイクル法」が成立しました。本年は、いよいよこうした対策を本格的に実施する年となります。レアメタルを含む使用済製品の回収率の向上に向けた取組、レアメタルリサイクルに係る技術開発・実証事業及び小型家電リサイクル法に基づく新たな回収スキームの構築を促進してまいります。

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

以上、震災からの復旧・復興、そして日本のさらなる経済発展に向け、経済産業省が積極的に取り組んでいく施策の一端を申し上げます。産業技術環境局は、技術・標準・環境という各分野の課題に対応する政策資源を一体的・集中的に投入し、日本の発展に寄与していきたいと考えております。

本年も皆様の一層のご理解、ご支援を賜りますようお願い申し上げます。

[超電導 Web21 トップページ](#)

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

2013 年を迎えて

超電導工学研究所
所長 塩原 融



謹んで新年の御挨拶申し上げます。

世界的金融危機の引き金となった2008年9月15日のリーマンショック以降、未だ我が国経済は停滞し、国内産業は、「円高」「法人税」「新興国の低賃金」「環境制約」「経済連携の遅れ」といった、いわゆる「5重苦」を背負い深刻な行き詰まりに直面しています。さらに、この局面の打開がなされないうちに昨年3月11日、東日本大震災とこれに伴う原子力発電所事故が発生し、生活基盤、社会インフラ、地域経済、日本経済全体は大きな被害を受けました。特に、大規模な電力供給不足は、産業界に更なる難題を課し、「6重苦」の状態をもたらしたとも言われています。

経済産業省・資源エネルギー庁及び独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が昨年3月に策定した「省エネルギー技術戦略 2011」の中で、我が国の卓越した省エネルギー技術の飛躍に向けて、「世界をリードしている日本の超電導技術をコア技術として、省エネルギーシステムに仕上げるなどの戦略的アプローチが望まれる」と記述されています。このように我が国の超電導技術は省エネルギー革新技术の切り札になるものと大いに期待されています。

高温超電導フィーバーの火付け役としてよく知られ当超電導研究所の初代所長の田中昭二先生が、一昨年11月11日急逝されました。田中先生は高温超電導の物性・材料・新物質探索等の基礎研究の段階から実用化を目指す基盤研究開発で日本が十分な国際貢献を果たすべきことを、常に訴えておられました。今年は、ISTEC 超電導工学研究所創立 25 周年を迎える記念すべき年になります。引き続き、これまでの四半世紀に亘る成果を踏まえて、超電導工学研究所が世界の超電導研究開発の中核となり、新超電導物質の探索、高温超電導第3世代線材、及び薄膜電子デバイス、電力・産業・医療用機器等エネルギー・マグネット応用を含めた超電導機器応用の分野で、早期実用化を目指し産学官の協力の下、精力的に研究開発を進め、省エネ、環境・エネルギー、地球温暖化対策等、延いては震災復興への導火線になる成果を上げていく所存です。

本年度もこれまで同様、会員企業各位はじめ、皆様方の倍旧のご指導・ご支援、ご協力を賜りますよう、宜しくお願い申し上げます。

[超電導 Web21 トップページ](#)

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

トピックス：第25回国際超電導シンポジウム (ISS2012) 開催

公益財団法人 国際超電導産業技術研究センター
普及啓発部長 岡崎 徹



開会挨拶 北澤組織委員長

(公財) 国際超電導産業技術研究センター (ISTEC) は、平成 24 年 12 月 3 日 (月) ~ 5 日 (水) の 3 日間、タワーホール船堀 (東京都江戸川区) にて国際超電導シンポジウム (ISS2012) を開催した。ISS は国内外の超電導に関する研究や技術開発の成果発表と国際交流を通して、超電導産業技術の開発と実用化の促進、一般社会への普及・啓蒙を図ることを目的に毎年開催しており、今年で 25 回目を迎えた。今回は、海外参加 125 名を含め総参加者 507 名、参加国 18 カ国となり、参加者数は微減であったが参加国数が 3 カ国増加し、超電導技術の広がりを感じさせるものであった。発表は招待講演者 73 名を含め、口頭講演 125 件、ポスター講演 286 件の合計 411 件で前年度比ほぼ同じであった。講演の論文は査読を経た後、Physics Procedia もしくは special issue of Physica C (共に Elsevier) に掲載される予定である。また、9 企業・団体による超電導関連材料と製品、技術の展示会も同時開催された。特に今年は東北大学から出展されたバルク体のマイスナー効果を利用した免震装置のデモや、理科教育器具の実演などが目新しかった。

昨年度末に ISTEC の創設者である田中昭二先生が逝去されたため、初日は田中メモリアルデーとして終日特別講演が行われた。北澤宏一シンポジウム組織委員長の挨拶に続き、経済産業省を代表して川上景一産業技術局審議官の来賓祝辞がなされた。以下、敬称略で概要を記する。

特別基調講演は 3 件行われ、最初に北澤宏一 (科学技術振興機構) が「Fukushima and electric power sharing in 23st century」、次に Paul Ching Wu Chu (University of Houston) が「Possible evidence for interface-enhanced T_c in Fe-pnictides and -chalcogenides」、最後に Zhongxian Zhao (Chinese Academy of Science) が「from Curprate to Iron-based Superconductor」を講演した。

基調講演は 7 件行われ田辺圭一 (ISTEC) が「Over 20 years' R&D of HTS and LTS electronic devices at SRL-ISTEC」、Tord Claeson (Chalmers University of Technology) が「Superconducting devices to probe basic properties」、村上雅人 (芝浦工業大学) が「Human levitation with bulk high temperature superconductors」、福田良輔 (中部大学) が「Innovative role of HTS in this century –Development if

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

DI-BSCCO-)、Alexis p. Malozemoff が「Does the electric power grid need a room temperature superconductor?」、塩原融 (ISTEC) が「R&D of REBCO processing in ISTEC; from bulk single crystals to coated conductors – In memory of Prof. Shoji Tanaka -」、秋田調 (電力中央研究所) が「Contributions of prof. Tanaka for the development of superconducting power system」を講演した。



特別基調講演 「26年の親交ではあたかもクーパーペアの様に」

2日目、3日目は、物理・化学/磁束物理、線材・テープ/特性評価、薄膜・デバイス、システム応用及び大型システム応用の4分野に別れての口頭発表と、2回のポスターセッションが開催され、関係する報告と討議がなされた。従来のバルク・特性評価は内容によって上記2分野に振り分けられている。

3日目午後のクロージングでは、H.H.Wen (Nanjing University) が物理・化学・磁束物理分野を、H.C.Freyhardt (University of Goettingen) が線材・テープ分野を、田辺圭一 (ISTEC) が薄膜・デバイス分野それぞれ総括された。が大型システム応用分野については P.Masson が総括する予定であったが何らかの事情によりシンポジウムそのものに参加頂けず、事務局から簡単な発表数の報告を行った。最後に ISS2012 運営委員長の清川寛 ISTEC 専務理事から閉会スピーチがあり、2013年11月18日(月)～11月20日(水)の3日間、東京・江戸川区 タワーホール船堀で開催予定の ISS2013 の紹介をもって閉幕した。



オーラルセッション



ポスターセッション

[超電導 Web21 トップページ](#)

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

トピックス：「エコプロダクツ 2012」に出展

公益財団法人 国際超電導産業技術研究センター
普及啓発部 主任 岡 実奈子



バルクの浮遊デモ（動画）

日本経済新聞社主催の第14回を迎える「エコプロダクツ 2012」が今年も12月13日～15日の3日間 東京都江東区有明のビッグサイトで開催された。主催者発表の来場者数は178,501人と昨年の181,487人には及ばなかったものの、校外学習を目的とする小中学生をはじめ、家族連れ、ビジネスマンなど様々な層の来場者で会場は大盛況であった。

ISTECも昨年に引き続き“スマートコミュニティゾーン”において展示を行った。

昨年の漫画を導入した展示方法が「とてもわかりやすかった」「超電導に親しみが持てた」と大変好評であったので、今回は“超電導という名前を知ってもらう”“超電導について理解してもらう”“超電導のことを覚えてもらう”を目標にして、タッチパネル方式のクイズラリーによる展示を行った。また子供たちに興味を持って貰えるよう、「チョウデンジャー」「スズちゃん」というキャラクターを登場させ、小学校高学年から中学生にも理解してもらえるようなクイズの問題を提供し、挑戦者にはシールになっている「隊員証」を参加賞としてプレゼントした。

超電導のデモンストレーションは今までも展示の中で行ってきたが、今年は初めて“触ってもらう”ということで、「超電導バルクの浮遊デモ」を行い、実際にトングを使っての体験や、超電導線材を使ったデモンストレーションに参加してもらい、「超電導現象が理解できた」、「他の企業展示はショールームで見ることができのけれど、この展示はここだけで見られない」とのコメントも貰った。

子供だけでなく大人にも大好評で、2000名を超える来場者でブース内は常に混雑をしている状況だった。



図1 クイズラリーに挑戦



図2 参加賞の「未来戦隊 隊員証」

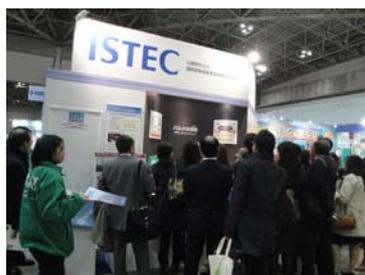
超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

この日本最大の環境展示会「エコプロダクツ」における当センターの出展は2007年から6回目を数えることになり、「超電導ってなに？」といった質問はかなり少なくなり、より具体的な「超電導を使うことでどれだけエコになるのか?」「超電導はこれからどういうもの使われていくのか?」という質問に変化してきた。また、ある教員の方は「超電導を授業で教えるようになるので、興味を持って説明を聞いた」という話もされていた。



超電導のデモに興味深々



大盛況のブース内



超電導のデモを体験

[超電導 Web21 トップページ](#)

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

超電導関連 ‘13/1月-2月の催し物案内

1/15-16

電気学会超電導応用電力機器研究会

場所：つくば（産業技術総合研究所 つくば中央第1事業所 共用講堂）

問い合わせ：

<https://workshop.iee.or.jp/sbtk/cgi-bin/sbtk-showprogram.cgi?workshopid=SBW00001EF3>

1/16

「電力グローバルネットワークは実現するのか？」

場所：全日通霞が関ビルディング 大会議室 B

問い合わせ：<http://www.snnt.or.jp/~fsst/20130116.html>

1/23

第6回冷凍部会例会／第3回超電導応用研究会シンポジウムのご案内

場所：東京電力技術開発研究所

問い合わせ：http://www.csj.or.jp/reitob/2012/6th_0123.pdf

1/24

超伝導センシング基盤技術及びその応用、一般

場所：岡山大学・創立五十周年記念館大会議室

問い合わせ：<http://www.ieice.org/es/sce/jpn/index.html>

1/30

電力・エネルギーフォーラム「リチウム系超電導コイル技術開発」

場所：(独)理化学研究所 横浜研究所 研究交流棟ホール

問い合わせ：http://www2.iee.or.jp/ver2/pes/sys/02-conference/07-12.html#j_2704

1/31-2/1

第7回極低温技術スクール

場所：物質・材料研究機構（NIMS）桜地区、筑波大学

問い合わせ：http://www.csj.or.jp/seminar/2013/7th_school_0131.pdf

2/1

低温工学・超電導学会 第4回関西支部講演会のご案内

場所：大阪市立大学文化交流センター

問い合わせ：http://www.csj.or.jp/kansai/2012/4th_0201.pdf

2/25

ARPA-E Energy Innovation Summit

場所：National Harbor, MD

問い合わせ：www.arpae-summit.com

[超電導 Web21 トップページ](#)

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

新聞ヘッドライン (11/20-12/19)

- 東大、潤滑剤トランジスタで超電導発現に成功 日刊工業新聞 11/30
- ISTEC が都内でシンポ開幕 超電導、最新知見一堂に 電気新聞 12/04
- BiS2 超伝導層を有する 新しい層状超伝導物質を発見 科学新聞 12/07
- 古河電工 米の超電導線材増産 研究機関向けなど需要拡大 鉄鋼新聞 12/07
- 九電・富士電機・フジクラなど 超電導線材で変圧器試作 来年1月から評価試験 鉄鋼新聞 12/12
- 検証 2012 苦境に立つ電線業界—電力・車向け低迷響く 日刊工業新聞 12/14
- マグネシウム化合物の超電導磁石、冷却コスト安く強力、東大など開発。 日経産業新聞 12/19
(編集局)

[超電導 Web21 トップページ](#)

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

超電導速報—世界の動き (2012年11月)

公益財団法人国際超電導産業技術研究センター
超電導工学研究所

特別研究員 山田 穰



★記事のニュース発信地、関連地

▶電力応用



Nexans 社と限流器を北米に導入

AMSC (2012年12月5日)

AMSC 社と Nexans 社は、北米市場向けに中程度の電圧の超電導限流器 (SFCL) の導入を発表した。SFCL の導入は、故障電流が原因で発生する様々な課題に対し、費用効果の高い解決法になると期待される。AMSC 社と Nexans 社が提供するこの SFCL は、非常に高速な (応答時間 2 ミリ秒未満) 自動始動式、受動的システムであり、安全かつ管理可能なレベルに故障電流を制限する。最大定格電圧 36 kV の超電導限流器システムが利用できるようになり、ほとんどの公益事業の配電方式でその使用が許可されると見込んでいる。故障時のピーク電流を下げることで、電力会社としてはシステム機器のコストを大幅削減、機器交換の期間延長または機器交換の不要、機械寿命の延命、グリッドの性能や操作の改善、グリッドへの再生可能エネルギー源統合の簡素化、そしてオペレータの安全性向上等に期待できる。ドイツとイギリスでは、すでに SFCL システムがインストールされており、またヨーロッパ諸国で追加のインストールが計画されている。AMSC 社の社長兼最高経

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

営責任者である Daniel P. McGahn 氏は、「SFCL の立ち上げによって、弊社の製品ラインが拡大し、Nexans 社と提携関係が一層強化されたことを光榮に思っている。AMSC 社と Nexans 社の両社は、超電導電力ケーブルのインストール、そして SFCL システムの開発とその実証に向けた提携に成功し、今、お互いに電力市場が担う将来有望な可能性を十分に生かし始める時が来たと確信している。」と述べた。

(出典)

Source: "Nexans and AMSC Introduce Fault Current Limiter for North American Utilities"

AMSC press release (December 5, 2012)

URL:

http://files.shareholder.com/downloads/AMSC/1729988020x0x620122/f090f055-94e2-478f-9768-bd28a6628bf5/AMSC_News_2012_12_5_Commercial.pdf

Contact: Jason Fredette, jason.fredette@amsc.com

線材



ナノ構造超電導体

Oak Ridge National Laboratory (2012年11月12日)

Oak Ridge 国立研究所の研究者により、先進のナノスケール物質の製造に進展が遂げられた。複数の要素で構成されたナノ構造物質が自発的に自己組織化すると、省エネルギー技術並びにデータ記憶機能装置の一層の改善を可能とする物質の生成が期待できる。具体的には、銅酸化バリウムの超電導薄膜内で絶縁型酸化バリウム・ジルコニウムのナノドットとナノロッドを自己組織化させる。同研究グループは、これを探究し、それを制御するために理論的且つ実験的研究を重ねている。このプロジェクトの主任研究者である Amit Goyal 氏は、今回の研究成果について「我々は、ナノドットとナノロッドが埋め込まれた周りにできるひずみ場が、自己組織化の重要な原動力であることを明らかにした。ひずみ場を調整すると、ナノ化した欠陥物質は超電導膜内で自己組織化し、垂直並びに水平の両方向に伸びたのである。」と述べた。自己組織化を制御したこの方法では、異方性の著しい低減をはじめ、物質の特性を大きく向上させることに成功した。この研究成果を受けて、複数要素からなるナノ構造物質は、自己組織し制御されることでナノ加工され、今後電気及び電子分野のさまざまな用途で活用できることが推測される。同研究グループの研究結果は、Advanced Functional Materials で報告されている。

(出典)

Source: "'Strain tuning' reveals promise in nanoscale manufacturing"

Oak Ridge National Laboratory press release (November 12, 2012)

URL: http://www.ornl.gov/info/press_releases/get_press_release.cfm?ReleaseNumber=mr20121112-01

http://www.eurekalert.org/pub_releases/2012-11/dnrl-tr111212.php

Contact: Bill Cabage, cabagewh@ornl.gov

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283



SUPERCONDUCTOR TECHNOLOGIES INC. [表面平滑溶液法 \(SDP\) 装置を導入し長尺化](#)

Superconductor Technologies Inc. (2012年11月12日)

Superconductor Technologies社 (STI) において、同社の溶液堆積平坦化 (SDP) システムの受入れテストが完了した。SDPシステムは、表面が滑らかなワイヤーテンプレートを生成するので、テンプレートを研磨する必要がなくなり、コスト及び化学廃棄物の両方を削減することができる。機材は既に出荷され、Texas州Austin市にある同社施設Advanced Manufacturing Center of Excellence に納入されている。これは、同社の新しい2G HTS線材製品一式がAustin市の施設で完了するという節目を迎えたことになる。このSDPシステムは、1 kmに及ぶ長尺ワイヤーテンプレートを生成するため、昨年4月にインストールされたイオンビームアシスト蒸着 (IBAD) システムと連結して使用される。さらに、このテンプレートは、昨年10月にインストールされた次世代型のReactive Co-evaporation Cyclic Deposition and Reaction (RCE-CDR) システム内で使用される。RCE-CDRシステムは、独自工程を使用して、テンプレート上に高温超電導物質を堆積する装置である。2012年末までには、生産ラインのインストールを完了し操作が開始され、2014年には商業生産を予定している。

(出典)

Source: "Superconductor Technologies Inc. Completes Acceptance of Reactive Co-evaporation Cyclic Deposition and Reaction (RCE-CDR) Equipment for Its Conductus(R) 2G HTS Wire Production"

Superconductor Technologies Inc. press release (November 12, 2012)

URL:

<http://phx.corporate-ir.net/staging/phoenix.zhtml?c=70847&p=irol-newsArticle&ID=1757268&highlight= Superconductor Technologies Inc. Completes 2G HTS Wire Production Suite>

Contact: Investor Relations, Cathy Mattison or Becky Herrick of LHA for Superconductor Technologies Inc., invest@suptech.com, ; HTS Wire, Mike Beaumont of STI, mbeaumont@suptech.com

▶経営・決算



SUPERCONDUCTOR TECHNOLOGIES INC. [決算報告](#)

Superconductor Technologies Inc. (2012年11月13日)

Superconductor Technologies社 (STI) は、2012年9月28日締め第3四半期決算報告を発表した。同社の第3四半期純収益は、前年同期の47.9万ドルに対して、130万ドルとなった。また、第3四半期純損失は、前年同期の330万ドルに対して、230万ドルとなった。同社は、Conductus®線材を生成するのに必要とされる機材全ての受入れテストを完了したことで、商用特性達成に向けて戦略的な節目に達したと発表した。技術的評価および特性認定に向け、より長い線材を生産し始めるのは、2013年初頭の予定である。同社の社長兼最高経営責任者であるJeff Quiram氏は、「第3四半期中、当社の顧客の動きが大幅に活発化し、中でも2013年以降のConductus®線材の供給確保を求める顧客が急増し、供給要請を求めるパイプラインは限界状態にある。現時点では、これら要請に伴う需要は、2013年度最初の数四半期にかけて生産される線材が全て消費されてしまうレベルに達すると見込んでいる。」と述べた。

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

(出典)

Source: "Superconductor Technologies Reports Third Quarter 2012 Results"
Superconductor Technologies Inc. press release (November 13, 2012)
Contact: Investor Relations, Cathy Mattison or Becky Herrick of LHA for Superconductor Technologies Inc., invest@suptech.com; HTS Wire, Mike Beaumont of STI, mbeaumont@suptech.com



経営刷新、リストラチャリング

AMSC (2012年11月28日)

AMSC 社は、運営費を下げ流動性を強化するため、約 25 %の人員を削減し、オフィスを統合管理しようとしている。この削減により、同社の主要な工場などの地理的立地条件や機能の全てに影響を及ぼすのは免れない。同社の全従業員数は、現在約 340 人である。同社の社長兼最高経営責任者である Daniel P. McGahn 氏は、「長期的にみて再生可能エネルギーの見通しは明るいものの、現在の業界を取り巻く環境は厳しいものとなっている。風力発電所の開発者と風力タービンメーカー間の融資とキャッシュフローは制限され、我が社の Windtec™ Solutions の取引先の事業拡張計画に影響を及ぼしている。このような環境下において、業界の低迷を乗り越え、弊社のキャッシュ使用量を最小限に抑える*ため、困難を伴う選択とは言え、我々は人員削減という賢明な決断を下したのである。」と説明した。この戦略により、同社は年間約 1,000 万ドルの支出を削減する予定であり、また 2013 年 6 月 30 日締めめの四半期までには、年間運営費を 5,800 万ドル弱まで下げる見込みである。ただし、この期間にかけて事業リストラ費用として 300 万から 400 万ドルの支払いが予想される。

また同社は、Windtec™ Solutions の取引先に対する出荷遅延に対応して、2012 年 12 月 31 日締め第 3 四半期の業績予想を修正した。現地点での収益は 2,000 万ドル以上で、純損失は 2,400 万ドル未満と見込んでいる。

(出典)

Source: "AMSC Announces Cost Reduction Action"

AMSC press release (November 28, 2012)

URL:

http://files.shareholder.com/downloads/AMSC/1729988020x0x617167/62572d2b-e268-442f-8808-783bbb19a9e2/AMSC_News_2012_11_28_Financial.pdf

Contact: Jason Fredette, jason.fredette@amsc.com

*編集部注：

今や風力メーカとなった AMSC 社であるが、米国でも再生可能エネルギー (RE) への資金調達が高くなってきたようである。シェールガスなども踏まえた今後の米国の動きは注目される。最近の世界動向調査に、KPMG 会計グループのものがある (そのメンバーであるあずさ監査法人 HP に要約がある：http://www.azsa.or.jp/b_info/research/green-power-2012.html)。

以下、抜粋である。

世界の RE に従事する企業、規制当局、金融機関等から 500 名の幹部に調査や直接インタビュー。業界を取り巻く M&A の環境と今後の傾向について分析。例：

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

- ①欧州の大手電力会社は、昨年は RE 関連の資産の売却および新規買収の抑制が顕著であったが、関係者は大手電力会社が RE 投資に関する従来の方針を大きく転換したとはみていない。
- ②アジア企業は 2011 年、29 件総額 21 億ドルの RE 関連を買収。2010 年を 50 % 超上回り、勢いは継続している。多くが RE 分野の新たな投資家は中国からと考えているが、25 % は日本から出現すると考えている。
- ③ユーロ危機が将来の M&A 活動に与える影響：PIIGS 諸国は好景気時に実施した RE への補助政策のツケを、景気低迷期である現在、支払わねばならなくなっている。当時の補助政策を国が適及的に撤回しようとし、投資家による異議申し立てが起こった。
- ④洋上風力：適切な資金調達スキームの確立：洋上風力発電は大規模事業なので投資家や M&A プレーヤーの多くは大手電力会社や日本の商社のような戦略的投資事業会社、年金基金や生保等の直接投資を行う大手金融機関に限られる。そのため、洋上風力は再生可能エネルギーの中で 2 番目に人気が高い。洋上風力プロジェクトに伴う建設リスクは、洋上風力の稼働実績が限られているため参入が容易ではない。
- ⑤今やコスト効率が全て：長年、RE 業界では、グリッド・パリティ（既存の電力とコストが等価になる点）は達成されるのか、という疑問があったが、今や、「いつ達成するのか」という時間の問題になりつつある。2011 年も RE のコストは大幅に下がり続けた。ソーラー発電のコストは東アジアのサプライチェーンの拡大によって低下し、また陸上風力のコストも急速に下がっている。回答者の多くは、継続的にコスト効率が改善するため、再生可能エネルギーの新規建設は各国の補助政策の影響はさほど受けないとの見解を示している。また、回答者の 75 % は技術の進歩によって数年以内にグリッド・パリティが達成されるため、新規建設は安定的に推移すると予想している。

現状、日本では買い取り制度の開始（本年 7 月 1 日から 20 年）で特に太陽光発電が活況であるが、種々示唆に富む報告がなされている。また、コスト低減に即効性のある技術開発が望まれているのは明確である。

[超電導 Web21 トップページ](#)

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

「2012 年秋季低温工学・超電導学会」報告

1. REBCO 線材および線材評価関係 報告

公益財団法人 国際超電導産業技術研究センター
超電導工学研究所 線材開発研究部
主管研究員 坂井直道

本節では、REBCO 線材作製プロセスとその評価関係の発表をいくつか抜粋して報告する。

REBCO 線材は、磁場中での高い臨界電流 I_c 値が求められている。そのため、臨界電流密度 J_c を維持したまま超電導層の厚膜化を図るとともに、人口ピンの導入により、磁場中 J_c 特性を向上させる必要がある。ここで、BaHfO₃ (BHO) ナノロッドを人口ピンとして導入した GdBCO 線材は、厚膜化時の J_c 低下が少なく、77 K において磁界下で優れた J_c 特性を示すことが知られている。九工大の永水らは、BHO ナノロッド導入による高特性化について調査し、その起源が、ナノロッドによる高効率のピン力の向上と、BHO ピン界面における電子散乱により上部臨界磁界 B_{c2} が向上したことによるものと報告した。

九大の榊原らは、MOD 法による YGdBCO 線材への BaZrO₃ (BZO) 人口ピンの導入効果を調べ、 I_c の磁場角度依存における最小 I_c を向上させ異方性低減に寄与していること、また、77 K、3 T における J_c 値は無添加試料の 2 倍以上に向上することを報告した。

九工大の松本らは、BZO ナノロッドと Y₂O₃ ナノ粒子を人口ピンとしてダブルドーピングすることで、巨視的ピンニング力が単独ドーピングに比べ大幅に向上すること、また、磁場角度依存性において異方性の低減が見られることを報告した。この理由として、熱的に発生した量子化磁束のキンク、あるいは磁場を傾けたときに発生するキンクの運動を Y₂O₃ ナノ粒子が効果的にピン止めすることに起因していると考えた。

東大の石渡らは、フッ素フリーMOD 法による YBCO 薄膜の作製に関して報告した。ここで、第 1 層を YBCO 層とし、その上に BHO ピン添加層や Dy 置換層を成膜することで、短時間焼成においても高 J_c 膜が得られることのこと。

ISTEC の宮田らは、レーザーCVD 法による YBCO 厚膜の作製に関し報告した。本手法は、高い電流特性を維持しながら、成膜速度の飛躍的な高速化 (58 $\mu\text{m}/\text{h}$) が可能であるとのこと。

ISTEC の町らは、レーザースクライビング法とエッチング法の組み合わせにより、5 mm 幅線材を 10 分割加工し、フィラメント間抵抗が 1 M Ωcm と高く、交流損失が 1/10 以下に低減できることを報告した。

ISTEC の坂井らは、適切な線材制作・加工条件を選定することで、平均剥離強度が 80 MPa と高く、かつバラツキの少ない PLD-GdBCO 線材の作製が可能であること、さらに、5 mm 幅で 10 分割加工した線材でも剥離強度の低下は見られないことを報告した。

東北大学の鈴木らは、REBCO 線材の歪印加による特性変化に関して調べ、歪印加アニールにより、残留歪と双晶の制御を行うことが可能で、低温での J_c が向上すると報告した。

九大の廣松らは、電界基準の異なる通電法 J_c と磁化法 J_c を、解析的に結び付ける方法を提案した。ここで、E-J 特性の解析式に磁束クリープ・フローの影響を考慮することで、広い電界領域でのフィッティングが可能となったとのこと。

九大の東川らは、リール式磁気顕微鏡により、高速に長手方向のみならず幅方向の I_c 分布が評価可能であることを示した。汎用的な 4 端子法やテープスター法では、多芯化線材の局所 I_c 評価はできないが、この手法ならば可能である。

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

2. 電力機器開発関係 報告

公益財団法人 国際超電導産業技術研究センター
超電導工学研究所 電力機器研究開発部
研究員 丸山 修

電力機器に関する発表は、口頭発表 18 件、ポスター発表 23 件の合計 41 件の発表が行われた。各電力機器の発表件数は、ケーブル 14 件（口頭 5 件）、モーター 8 件（口頭 5 件）、SMES・フライホイール 7 件（口頭 5 件）、変圧器 5 件（口頭 1 件）・発電機 3 件（口頭 1 件）、限流器 2 件（口頭 1 件）であった。主な発表内容を以下に記載する。

電力ケーブルに関して、住友電工より東京電力・旭変電所における Bi 線材を用いた 66 kV-2 kA 超電導ケーブル実証試験において、 I_c 測定等の各種性能試験の後ケーブルを実系統に接続し 2012 年 10 月 29 日より実系統運用試験を開始したと報告された。また、前川製作所からは旭変電所の超電導ケーブル実証試験に関する冷却システムの制御方法および制御試験・連続試験を行い、安定した連続循環運用が可能であると報告された。古河電工からは Y 系線材を用いた 275 kV-3 kA ケーブルシステム開発における瀋陽古河電纜での 30 m ケーブルの試験計画および製作余長のケーブルを用いた I_c 測定、耐電圧試験、過電流試験等の各種評価結果について報告された。鉄道総研からは、Bi 線材を用いた鉄道用 1.5 kV-10 kA 級超電導ケーブルを設計し、短尺モデルケーブルにて設計通りの I_c 値を確認したと報告された。同じく鉄道総研より、研究所構内の太陽光発電システムにおいてソーラーパネルインバーター間に 300 V 直流超電導ケーブルを適用した試験の状況について報告。さらに、直流き電線に超電導ケーブルを併設した場合、省エネさらには変電所の設備数や設備容量の削減などの効果があると報告された。

モーターに関しては、京都大学より高温超電導誘導同期電動機において、かご形回転子巻線に Bi 線材を用いた場合の交流損失の評価結果、回転子に高温超電導バルクを挿入してリラクタンストルクを利用する方法、可変速制御方法の検討（最大トルク追従制御と最大効率追従制御を行った場合の特性比較）等が報告された。

SMES に関しては、中部電力・東北大学・早稲田大学から SMES 応用のための Y 系線材を用いた高強度パンケーキコイル構造設計とその励磁試験結果、応力/ひずみ解析について報告された。フライホイールに関しては、鉄道総研より鉄道回生エネルギーを貯蔵するための実規模フライホイールを目標とした模擬試験装置の開発に関する報告があった。

変圧器に関しては、九州大学より Y 系超電導変圧器の交流損失の定量的に予測する手法の開発し、線材の交流損失から見積もった計算結果とよく一致したと報告。また、転位並列導体を用いたダブルパンケーキコイルにおいて、素線数によらず電流を均一にできると報告された。

[超電導 Web21 トップページ](#)

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

「CCA2012」報告

財団法人 国際超電導産業技術研究センター
超電導工学研究所 線材研究開発部
部長 和泉輝郎

CCA とは、Conference on Coated Conductors for Applications の略で、2000年にドイツのグッテンゲン大で始められたイットリウム系超電導線材に関連した研究者が集まる会議である。これまでは、日（後に東アジア）米欧の持ち回りで毎年開催されてきた。昨年は米国の主催者事情で開催されず今回は2年ぶりの12回目の開催となった。内容的には、初期には線材の材料開発が中心で最近では、線材の開発を受けた応用の議論が半分を占めるまでになっている。特徴は、テーマをイットリウム系超電導線材関連と絞って参加者の規模をある程度に制限し、十分な議論ができる会議運営を旨としている。従って、すべてのセッションは連続で行われ、パラレルセッション形式は採用せず、すべての参加者が一堂に会して議論が行われる。これにより、材料、評価、応用等の各分野間での議論が行われ、これを聞けるのが最大の特長である。今回は、ドイツのハイデルブルグで開催され、これまで同様100人程度の参加者で活発な議論が行われた。

今回の特徴としては、各地域の公の財政支援状況を大きく反映して、日韓米に比べて欧州の発表件数が多く勢いを感じた。これは、EuroTape と呼ばれる欧州規模の材料関係のプロジェクトが最近開始されたことを受けたものと推察された。ここでは、特に若手研究者の発表が多かったのも勢いを感じた要因かと考えられる。但し、技術レベル的には、日韓米が依然突出しており、ここに追いつくべく動き始めたとの位置づけである。応用では、日本のイットリウム系電力機器プロジェクト、米国の ARPA-E、韓国の済州島スマートグリッドプロジェクトとともに欧州でもドイツ、ロシアのケーブル実証プロジェクトが目についた。但し、欧州のケーブル実証は何れもまずはビスマス系超電導線材を用いたもので将来イットリウム系線材の適用を考えている計画である。

会議の終盤には、International Organizer's Meeting が行われ、今後の本会議の運営方針について議論を行った。この中では、世界的な経済状況等を鑑み、これまでの例年開催から2年毎の開催に切り替えることが決定され、これを受けて次回の開催場所の議論を行った。既に関係者で議論していた東アジア地区の提案として筆者から韓国済州島での開催を提案し、了承された。

次回は、2014年11月に済州島で KERI の Oh 博士を Chairman として開催される予定である。

1. 線材関係のセッション 報告

財団法人 国際超電導産業技術研究センター
超電導工学研究所 線材研究開発部
研究員 片山功多

B01 (木須ら、九大)

IBAD 基板における磁場中高特性化についての報告。BHO をドーピングすることで不可逆磁場も、磁場中 I_c も向上。BHO をドーピングした PLD-GdBCO は 2.5G 線材である。この線材を用いてコイルにした時は、2G 線材を用いた時より線材量が 50%削減できる。さらに 3G 線材を用いると 2G 線材に比べて、線材量が 90%以上削減できる。

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

B02 (Vlad ら、Oxolutia SL)

^{ABAD}YSZ/SS 基板におけるインクジェットによる製膜報告。インクジェット 1.2 μm までの厚膜に成功して、 $J_c > 1 \text{ MA/cm}^2$ (@77K) の特性を達成。しかし、2層 (800 nm) では $J_c = 2.4 \text{ MA/cm}^2$ だった特性が3層 (1200 nm) にすると $J_c = 1.1 \text{ MA/cm}^2$ になっており YBCO の結晶成長の制御が必要。

B03 (Bauer ら、THEVA)

MgO(ISD) 基板を用いた線材特性報告。ISD-MgO を用いるとチルトした DyBCO が生成され、ユニークな HTS 成長をする。Zr をドーブすると 77 K ではピンとして効かないが、65 K では効果がある。

B05 (加藤ら、JFCC)

YGdBCO に Zr をドーブした膜の TEM 評価結果。中間熱処理を実施することで、BZO が均一に分散し、かつ secondary phase が減少する。結果として磁場中での特性が向上する。

C01 (和泉ら、ISTEC-SRL)

PLD-GdBCO の Hf ドープ膜の特性向上を報告。10 m 長線材において長手方向の均一性も報告。TFA-MOD 線材において中間熱処理により特性が向上することを報告。

C02 (松下ら、九工大)

Hf をドーブした PLD-GdBCO 膜のピンニングに関する報告。Zr ドープにくらべて Hf ドープにより B_{c2} 、マッチング磁場が向上。ピンニング力が向上しているかどうかは微妙。BZO よりも BHO のほうが YBCO とのマトリックスとのミスマッチが小さいので、電子散乱が強いと報告。

C03 (Erbe ら、IFW)

TFA-MOD 法において原料液にアセチルアセトンを導入した報告。アセチルアセトンの導入により、YBCO も GdBCO も特性・微細構造ともに向上した。クラックなしでの厚膜は成功したが、厚膜により特性劣化する。さらに mix-REBCO 線材についても報告。YBCO や GdBCO よりも、混晶の YGdBCO のほうが製膜条件が広く特性も高いと報告。また REBCO 線材に Hf ドープをした結果も報告。最も特性が良かったのは、STO 基板を用いて GdBCO に Hf をドーブした線材であった。

この他にも、Reich ら (IFW) による PLD, CSD で製膜した Hf ドープ膜での欠陥の体系調査や、吉田ら (名古屋大) による SmBCO に Hf を 8.4 mol% ドープすることにより $T_c = 92.2 \text{ K}$ 、 $J_c = 2.6 \text{ MA/cm}^2$ (@77K, B=1T) の特性を示すことが報告された。

線材関係以外では分割加工・機器応用におけるセッション等も行われ活発な議論が交わされた。

2. 加工・応用関係のセッション 報告

財団法人 国際超電導産業技術研究センター
超電導工学研究所材料物性研究部
主管研究員 町 敬人

交流損失低減のためにマルチフィラメントに線材を加工する研究について 3つのグループから報告

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

があった。そのうちの1つは ISTEK のレーザースクライビングで、レーザ照射と 2 段階エッチングの組合せにより、5mm 幅 10 分割加工線材を 100m 以上で達成したというものであった。Houston 大の Selvamanickam は、彼らおよび SuperPower でこれまで試して来た様々なマルチフィラメント化の紹介があった。エッチングのみでのスクライビング (これは I_c を確保することが難しかった)、ドライエッチング法による 15 m 長 4 mm 幅 5 分割加工、インクジェットでバッファ層の上に溝部となる絶縁体を印刷した後に超電導層を成膜する方法 (こちらは長尺化を目指した装置開発も行っていた)、バッファ層に機械式スクライブで傷を付けて成膜する方法、そして最新の方法として銀層まで成膜してから機械式スクライブを行い、そこに Cu を成膜する方法である。この方法では Cu 膜厚が 33 μm 以下で交流損失が低減すると報告した。KIT では、レーザのみのレーザースクライビングによって溝を形成する技術を開発していた。1 パルスあたりの熱発生が少ない psec レーザを用いることでダメージを少なくしてスクライブしようという方法である。銀層だけならば 10 回スキャンで、銅安定化層があれば 50 回のスキャンでスクライブ可能ということであった。まだ長い線材には対応していないが、将来的には RTR システムに拡張する予定であるという。この手法を用いて 12 mm 幅を 120 分割 (フィラメント幅 80 μm 、溝幅 20 μm) まで加工した結果を示していたが、 I_c の低下率は面積低下に比べて 30 % ほど低下してしまっていたが、それは今後の加工条件の最適化で向上してくるものと思われる。これまで KIT が中心に進めてきた ROEBEL ケーブルについての線材加工の発表はなく、Grilli らの数値計算に登場する程度であったので、加工の主流を単純なマルチフィラメント構造にシフトするように思えた。クロージングで Selvamanickam も強調していたが、剥離強度を高めることが今後の線材応用に欠かせないこととなるであろう。数値計算では、KIT の Zermeno らが超電導発電機を念頭において線材を縦にスタック (Z-stack) した場合の交流損失がどうなるかについて計算を行っていた。Oswald 社ではこれまで Linear モーターなどを手がけているが、それらの超電導モーターを念頭においたガス冷却の方法について循環型の冷却システムの提案を行った。ドイツの Nexans の FCL (Fault Current Limiters) とケーブルについての Hobl らの発表があった。これまで FCL として Bi2212 パルクを用いた 12 kVA、400 A を商用プロジェクトとして実施してきたが、Y 系線材を用いた FCL を計画しているということで、2013 年には 10 kV、2.3 kA の達すると報告した。その他の線材応用として今回の CCA で発表があったのは、KIT の micro-undulator、スロバキア科学アカデミーの強磁性と超電導を組み合わせた磁場成形法、ASC-Tallahassee の高磁場マグネット中での Y 系線材利用の可能性および丸線化の可能性 (10 mm 径の CORC ケーブル)、岩熊先生の 66kV/20MVA 変圧器のデザインと 1/10 モデルの完成について、古河電工の 275kV-3kA ケーブル、核融合への応用の可能性などであった。さらに今後の展開としての 3G 線材への道程、期待などについて議論が交わされた。

[超電導 Web21 トップページ](#)

【隔月連載記事】

風力熱蓄積発電(その1) - 「発熱機とその超電導化」

公益財団法人 国際超電導産業技術研究センター
普及啓発 / 国際部長 岡崎 徹

1. 再生可能エネルギーの課題

再生可能(自然)エネルギーを本格的に導入するには、その不安定性対策も考慮した上でのエネルギーコストが重要である。この観点から風力熱蓄積発電という世界初のシステムへの期待が寄せられつつある¹⁾。まだ聞き慣れないシステムであるのでこれから1年間、隔月でこの風力熱蓄積発電について解説していく。今回はそのシステムコスト削減に大きく影響し開発要素のある発熱機について述べる。

2. 風力熱蓄積発電の概要²⁾

風力熱蓄積発電は近年創案された全く新しい自然エネルギーによる発電方式である。簡単には風力発電と太陽熱発電を複合化したシステムで、その構成を図1に示す。羽の回転力はタワー頂部で電力を経ることなく発熱機により熱に変換される。この熱は油や溶融塩などの熱媒体によってタワー下部にまで輸送され蓄熱槽に貯められる。その後、必要に応じて取り出され熱交換器で蒸気を発生し蒸気タービン発電機を駆動する。タワー上部で熱が発生した以降はタワー型太陽熱発電所と構成が同じで、蓄熱槽以降は火力発電所と同じである。構成としてはシンプルであるが世界的に調査しても先行検討例は一切無い。

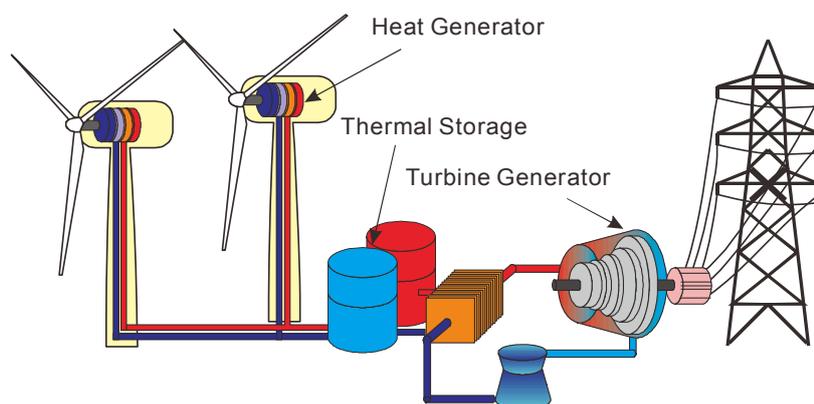


図1 風力熱蓄積発電の構成

この構成では蒸気タービンを使用するため効率が悪い。しかし従来でも自然エネルギーには火力発電のバックアップが必須で同じ要素を含んでおり欠点とは言い切れない。さらに発電コストの観点で精査すると、規模が大きければ最も安価な発電システムになる可能性が示されている。

系統から見ると風力熱蓄積発電は従来の風力と補完関係になる。図2の様に風況が良い時には風力発電からの電力を直接送電する。風力の短時間変動には即応性のある電池やSMES(超電導エネルギー貯蔵装置)で補償する。風が止むと風力熱蓄積発電が送電する。長期の無風時にはボイラを

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

炊いて(図1では示さず)発電し続ける。再生可能エネルギーが増加すると設備容量も増加するため、系統の短絡容量も増加する。よってFCL(限流器)も必要となってくる。この組み合わせならば火力を廃止し、自然エネルギーによる電力供給を100%近くにすることも可能である。

一方、現状システムでは火力の廃止は不可能で、逆に風力大量導入国では火力発電所設備容量を相当量増加させている。電池などによるピークシフトも提案されているが、数時間にもわたる長時間のピークシフトに電池を適用する経済合理性を見つけることは、遠隔地や離島などを除き難しいであろう。電池は即応性を生かした短時間変動の補償が向いている。

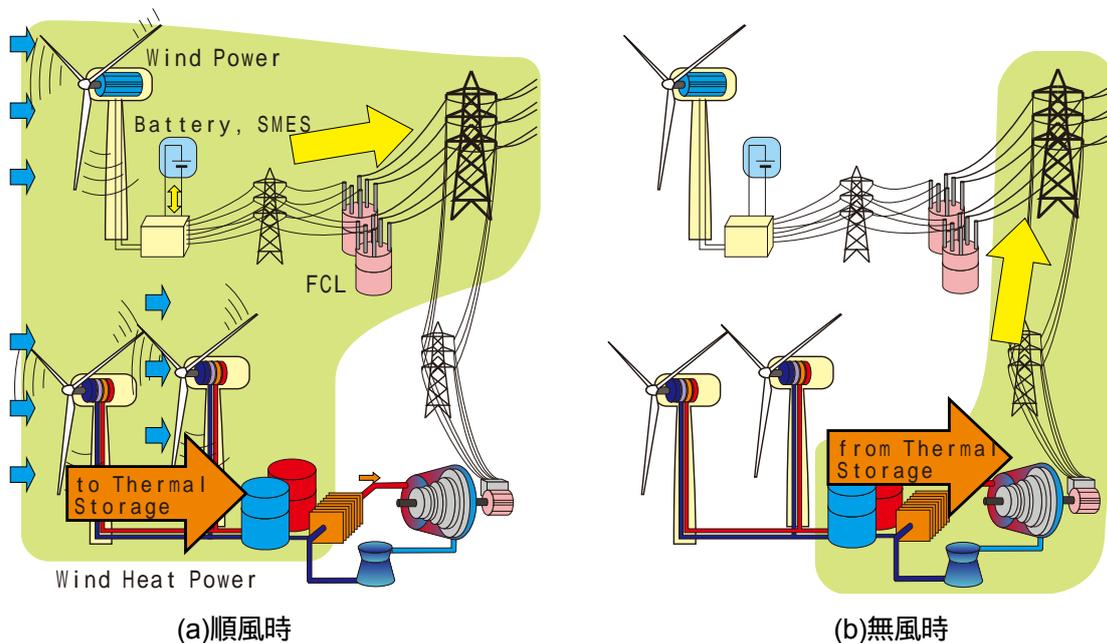


図2 風力発電との連携運転

3. 発熱機

3.1 簡単な渦電流発熱の原理紹介

発熱機は例えば電気鉄道やクレーンの電気ブレーキ、あるいはトラックの補助ブレーキなどの目的には実用化されており、渦電流現象を利用している。この渦電流を理解するための例を図3に示す。アルミ板に永久磁石を近づけても永久磁石はアルミ板に吸い付かない。しかし永久磁石をアルミ板と平行に動かすと、アルミ板には渦電流が流れ磁石の動きには抵抗力が発生しアルミ板が発熱する(図中のコロはアルミ板と永久磁石の摩擦抵抗を無くすための仮想的な物として描いた)。すなわち運動エネルギーが非接触で熱に変換される。発熱機ではこの永久磁石の動きを風車からの回転力により行う。例えば円筒状のアルミ板の中で永久磁石を回転させると渦電流による発熱が生じる。

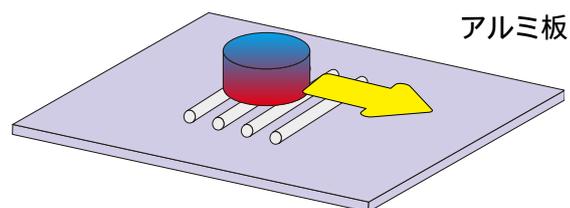


図3 渦電流発熱の一例

超電導 Web21

(公財)国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

ほぼ同じ原理の加熱装置が家庭でも IH 調理器として利用されている。前記の例では磁場源を機械的に移動させることで渦電流を作るが、調理器ではコイルに流す電流を時間的に変化させることで渦電流を発生させ、熱を発生させる。以前の IH 調理器ではアルミフライパンなどは使用できなかった。これはアルミには磁性が無く磁場が弱くなるため渦電流が小さくなり発生熱も小さくなってしまったためである。図3でも実はアルミ板より鉄板を用いた方が渦電流は多く流れ発熱も大きくなるが、吸引力が働き渦電流の発生を体感しにくいのでアルミ板として説明した。

3.2 発熱機の発電機に対する特長

発熱機は回転エネルギーを熱に変換する装置で、ファラデーの法則に従う以上発電機と原理は同じである。これを発電機と比べて検討した場合の特長は、

1. 発電機ではロス低減のために導体は低電流密度とするが、発熱機はロスを得るのが目的であるため高電流密度に出来る。すると導体断面積の削減が可能となり磁路も短くなり、小型化が出来る。
2. 発熱機では冷媒（熱媒体）の入り口出口の温度差を大きく取れ、かつ電気絶縁を気にせず大きな熱容量の媒体を使用できるため、冷媒の流量あるいは冷媒通路を小さく出来る。
3. 熱絶縁は電気絶縁ほど厳密でなくとも良い。ただ熱絶縁は電気絶縁ほど完全な物は無い。
4. 導体としては安価な金属、また磁路にも加工性の良い普通の鉄を採用できる。
5. 結果として、同体積でも熱絶縁を除く材料費は 1/3 以下になる。

強調すべき点は、発熱機はこれまで存在しなかったため各種型式が考えられることである。モータ形状にラジアル型、アキシヤル型があり、方式として誘導型、界磁型、誘導子型などがあるように発熱機も開発要素というよりは最適化の余地が非常に大きい。以下には誘導モータ型を紹介する

3.3 誘導型発熱機の概要

現在、高温液体ポンプ（通称キャンドポンプ）が市販されプラントなどで広く使われている。このポンプの駆動モータ構造がそのまま発熱機として使用できる。そのポンプ部を外した構成を図4に示す。本来は右端の軸にはポンプの羽がつき、流体を駆動するがここでは逆に風車の軸がつき強制的に回転させられる。作動流体はロータおよびステータ（この場合は電機子）に直接接触し、熱交換して外部に取り出される。ロータはアルミの

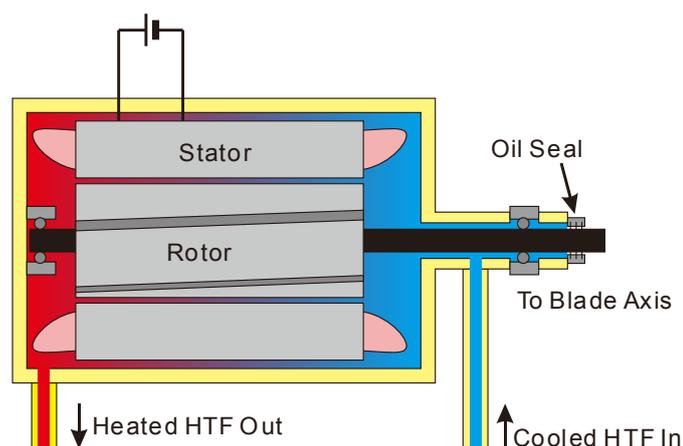


図4 誘導モータを利用した発熱機の構造例

かご形導体と鉄芯で構成されており特に絶縁なども無いため高温下での使用に問題はあまりない。しかしステータは通常銅線の分布巻き線であるため絶縁には 400 °C まで耐熱性の実績がある巻き線が電機子に採用される。その絶縁材料はセラミックであるため、さらに高温にしても使用可能であろうが、そのような用途の要求が無いため実績は無い。

超電導 Web21

(公財)国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

この電機子に直流を印加するとダイナミックブレーキとも言われる電気ブレーキの使用方法になる。外力によってモータを強制的に定格回転数で回転させ電機子に直流を印加すると、始動トルクと同じだけのトルクが現れ、その仕事はほぼ全てかご形巻き線での発熱となる。図5に一般的な誘導モータの特性曲線の例を上げる。始動トルクはモータの定格トルクより大きく、その程度は設計にも依存するが発電機(モータ)と比べて同じkW容量の発熱機は小さく軽く構成できることになる。この構造では熱媒体に対して軸シールが必要となるが、熱媒体の入り口温度は常温程度とできるので技術的な問題は無い。ただし、より高温を狙う場合には溶融塩の採用が必要となり、この場合には構造も含めて検討が必要である。また、界磁巻き線については三相交流でなく単相であり、正弦波での電流取り出しも必要無いため安価に製造出来る集中巻き線が採用できる。

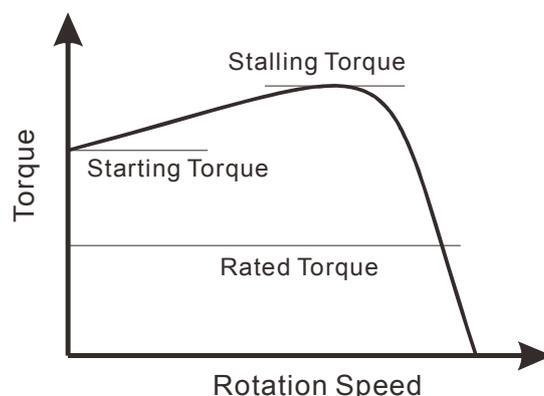


図5 誘導モータの特性曲線例。発熱機動作では定格の数倍で使用できる。

4. 超電導による発熱機高温化

一般に熱機械は効率が悪いが、これは作動温度の高温化によって改善できる。蒸気タービンの場合、温度上限は開発段階では700℃の物もあるが、おおよそ600℃であり効率も40%程度である。これに対してガスコンバインドなど高温に対応したシステムを採用すると60%の効率をも達成するなど、熱システムの高温化は効率向上に直結する。よって風力熱蓄積発電でも高温化することが望ましい。しかし図4で示したような発熱機は鉄を磁路として採用しており、高温化に伴って温度が鉄のキュリー点を超えると十分な磁場が得られなくなり発熱機として動作しなくなる。その状況下で強力な磁場を生成するためには界磁の超電導化が必要である。



図6 実用化された超電導加熱炉。実験のため銅を赤熱するまで加熱した。
この時、超電導部分と赤熱部の温度差は1000℃程度と推定される。

超電導 Web21

(公財)国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

この構成は発熱機ではなく超電導炉にも見られる³⁾。図6は世界で初めて産業化された超電導アルミ加熱炉である。非磁性体であるアルミ全体に強力な磁場を印加するため超電導が採用されており、誘導加熱炉としての効率が従来の50%以下から90%程度と大きく向上している。この炉では超電導コイルはマイナス250℃近くで運転され、一方でアルミ塊は連続定格でプラス520℃まで熱せられる。実験的には900℃近くでも運転された様子である。高温側の断熱を強化すれば非加熱物の温度はもっと高くとも運用できる。

発熱機の超電導化、さらに熱媒体の高温化は設備コストの増大も招く。発熱機のコスト、配管コストと全体コストとシステム効率のバランスが重要である。

参考文献:

- 1) 牛山泉「風力発電が世界を救う」日本経済新聞出版社、日経プレミアシリーズ、pp.37-38
- 2) 岡崎徹「風力熱発電」電気学会 電力技術電力系統技術合同研究会、PE-12-156, PSE-12-172 (2012-8)
- 3) <http://zenergypower.net/images/Presse/MBH/2008-09-Industrial-Heating-MBH.pdf>

[超電導 Web21 トップページ](#)

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

【隔月連載記事】

超電導マグネット開発のこれまでとこれから (その7)

独立行政法人 理化学研究所
 生命分子システム基盤研究領域 NMR 装置技術研究チーム
 施設長 前田秀明
 千葉大学大学院工学研究科 柳澤吉紀

今回は、REBCO コイルの磁場強度や磁場の時間的な変動に大きな影響を与える遮蔽電流が作る磁場について述べることにします。

1. REBCO コイルにおける遮蔽電流磁場とは?

REBCO 線材はテープ形状をしています。線材は幅数ミリメートル、厚み1ミクロンの REBCO 超電導層を持ちます。REBCO 線材で巻いたコイル (REBCO コイル) に電流を流すと、コイルの内部に磁場が発生し、この磁場が REBCO 超電導層に加わります。磁場はコイルの軸方向 (すなわち垂直向き) 成分と径方向 (すなわち横向き) 成分に分けることができます。径方向 (横向き) 成分は REBCO 超電導層に垂直に印加されます。超電導体は磁場の変化を嫌うので、この磁場を打ち消すように、REBCO 超電導層に遮蔽電流と呼ばれる電流が誘導されます (図 1)。この遮蔽電流は REBCO コイルに付加的な磁場を発生させます。これを遮蔽電流磁場と呼びます。遮蔽電流磁場によって、(1)中心磁場強度がヒステリシスを持ち磁場強度が減少する、(2)中心磁場が時間的にドリフトする、(3)磁場の分布が歪むなどの影響が生じます。精密な磁場が要求される装置では、遮蔽電流磁場の影響は無視できないものになります。反対に、一定の磁場が出ればよいような機器では、遮蔽電流の影響は無視できるとも言えます。

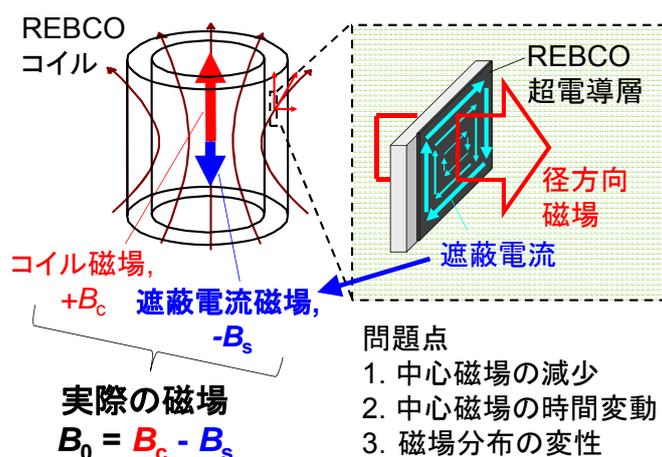


図 1. REBCO コイルに発生する遮蔽電流磁場

実は、遮蔽電流磁場は、1970 年代に開発された Nb_3Sn 拡散テープコイルの時代から問題になっていました。この種のコイルでは、遮蔽電流がフラックスジャンプによるクエンチを引き起こします。このクエンチを防ぐために、ツイストした極細多芯線材が開発されたことは、第 1 回目の解説で述べた通りです。皮肉なことに、現代の技術の精華である REBCO コイルにおいて、再び同じ問題に遭遇したわけです。高温超電導コイルの遮蔽電流磁場は NIFS の Henmi ら¹⁾や、MIT の Hahn ら²⁾などにより報告されました。我々の研究室でも、2009 年から遮蔽電流磁場の体系的な研究を行っています³⁾。

なお、低温超電導コイルでも、超電導フィラメントの内部を遮蔽する電流が流れ、これがヒステリシス・ロスを作ります。一般に低温超電導コイルでは遮蔽電流磁場の影響は微小ですが、精密な磁場計測装置を用いれば、ヒステリシスや磁場ドリフトを計測できます。但し、この現象が問題に

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

なるのは NMR や MRI に限られています。

2. 遮蔽電流磁場による現象

2.1 中心磁場の減少とヒステリシス

通常、超電導コイルの磁場は、コイル設計をしたときの計算値と、実験で求めた測定値がよく一致します。しかしながら REBCO コイルでは、遮蔽電流磁場のせいで計算値と実験値が一致しなくなってしまう。実は遮蔽電流磁場は、設計した中心磁場と反対向きに発生するので、実際に REBCO コイルを製作して電流を流すと、中心磁場の値が設計値より遮蔽電流磁場分だけ小さな値になってしまうわけです⁴⁾。

同じ理由からコイルの磁場は励磁と消磁でヒステリシスを示しますが、これについては後の章で紹介します。

2.2 中心磁場の時間変動

超電導体は電気抵抗がゼロですから、いったん遮蔽電流が発生するとずっと流れ続けます。しかし、実際には、遮蔽電流はフラックスフローにより長い時間をかけて少しずつ減っていきます。これは負の遮蔽電流磁場が減少することに対応するので、結果として REBCO コイルの中心磁場が時間とともに正の方向にドリフトします³⁾。

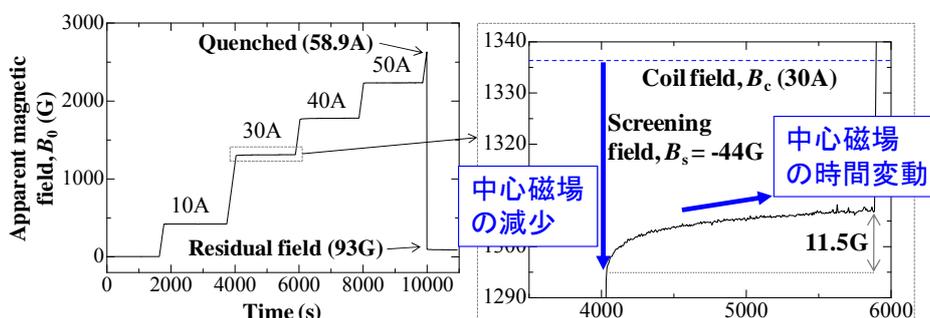


図 2. REBCO コイルにおける中心磁場の時間変動

2.3 磁場の空間的な分布の乱れ

また、遮蔽電流磁場はコイル中心近傍の磁場の空間的な分布（または均一度）を乱します。つまり、空間的に均一な磁場を発生させるようにあらかじめコイルの精密な設計を行っても、遮蔽電流磁場が加わることによってこれが歪んでしまいます。エラー磁場が補正しにくい高次成分の場合、大きな問題になります。これらの問題は、時間的に安定かつ空間的に均一な精密磁場が必要とされる NMR、MRI、加速器などの装置では重大な問題になるので、基本的な検討と対策が必要です。

3. どのように遮蔽電流磁場に対処するのでしょうか？

遮蔽電流磁場は、REBCO 線材の中の平板な超電導層が原因で起こる物理現象であるため、その発生自体を防ぐことは出来ません。しかし、コイルに流す電流の操作を工夫することで、その影響を低減することができます。この種の手法には電流掃引逆転法⁵⁾やデマグネタイゼーション法（減磁法）といったものがあります⁶⁾。また、REBCO 超電導層の長手方向に溝を作ることで、遮蔽電流磁場を 1 桁小さくできます。更に、予め装置に生じる遮蔽電流磁場を数値解析で正確にシミュレ

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

ーションできれば、遮蔽電流磁場の影響を織り込んだ設計を行うことができます。この意味で、遮蔽電流磁場についての数値解析法の確立は重要です。以下に、中心磁場の時間変動を抑える方法である電流掃引逆転法³⁾と、遮蔽電流磁場の数値解析技術について述べます。

3.1 中心磁場の時間変動の抑制法：電流掃引逆転法

REBCO コイルを励磁する場合、いったん運転電流以上に電流を増加してから運転電流まで減らすことで、中心磁場の時間変動を抑制できます。これを電流掃引逆転法と呼びます⁵⁾。例を図3に示します。通常の励磁方法では、REBCO コイルの中心磁場の値が時間と共に増加していますが(下の方のカーブ)、数%の電流掃引逆転をした場合には、中心磁場の変動が起らず時間的に安定な磁場が得られています(上の方のカーブ)。これは、電流掃引逆転を行うことで、REBCO 面の上下端に磁束侵入に対するバリアが形成され、結果としてフラックスフローの進展が抑制されるので、遮蔽電流の時間変化が減少し、磁場が安定になるからです。

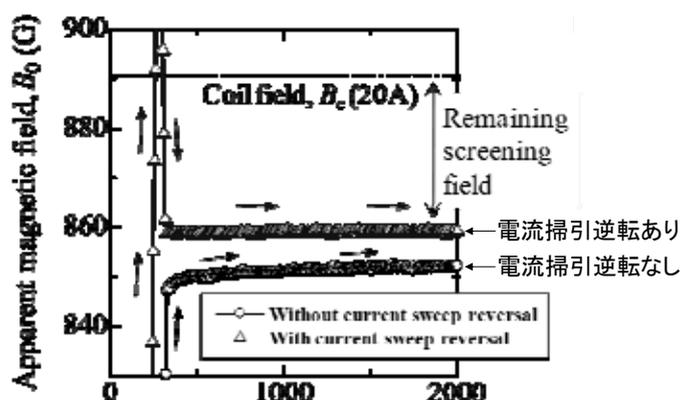


図3. 電流掃引逆転による磁場変動の抑制

NMR や MRI の低温超電導磁石では、電流掃引逆転法は広く用い

られており「オーバーシュート」とか「オーバーフィールド」と呼ばれています。低温超電導の超電導フィラメントは数十 μm と REBCO 線材の幅より 2 桁以上小さいので、REBCO よりずっと小さい電流逆転 (0.1-0.2 %) で磁場が安定になります。おもしろいことに、低温超電導コイルでは電流逆転をしない場合、図3とは逆に、磁場は時間に対して負のドリフト(減少)を示します。これは軸方向の磁場を遮蔽するための遮蔽電流磁場が支配的であるためです。

3.1 遮蔽電流磁場の数値解析技術

遮蔽電流磁場の発生は超電導体に特有の現象ですが、電磁気学におけるマクスウェル方程式と高温超電導体に特有の電界-電流密度特性を組み合わせることで正確な数値解析を行うことができます。遮蔽電流磁場の数値解析手法には有限要素法を用いた厳密な手法⁷⁾や、超電導薄板モデルを用いた比較的簡易な手法などがあります。ここでは筆者らの開発した、超電導薄板モデルを用いた手法による解析⁴⁾の例をみてみます。図4(a)に小型のREBCOコイルの中心磁場を測定した結果を示します(実線)。磁場には先ほど述べたヒステリシス効果が現れていますが、これが遮蔽電流磁場による影響です。図4(b)ではこのうち遮蔽電流磁場の成分だけを抜き出してプロットしています(実線)。どちらの図にも数値解析により求めた結果を破線で示しており、実験結果と数値解析結果がよく一致していることがわかります。

この数値解析手法を用いて検討した結果の一例を図5に示します。これは、REBCOコイルがどのような形状の場合に、コイル中心における遮蔽電流磁場が大きくなるかを解析したものです。REBCOコイルが薄肉ソレノイド形状の場合やディスク形状の場合には遮蔽電流磁場の値が小さくなりますが、コイル体積を最小にできる最適化形状の場合に、遮蔽電流磁場も大きくなるのが分かります。このように数値解析技術を用いれば、コイルを製作しなくても遮蔽電流磁場がどれくらい発生するのかを事前に知ることができます。この技術により、遮蔽電流磁場を考慮した装置設計が可能になります。今後、この種の解析技術はさらに進歩していくと思います。

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

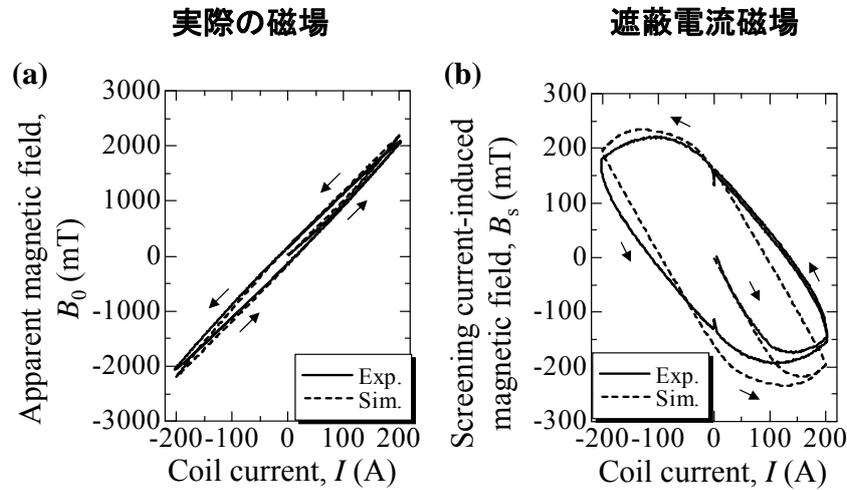


図 4. REBCO コイルにおける遮蔽電流磁場の実験値（実線）と数値解析値（破線）の比較

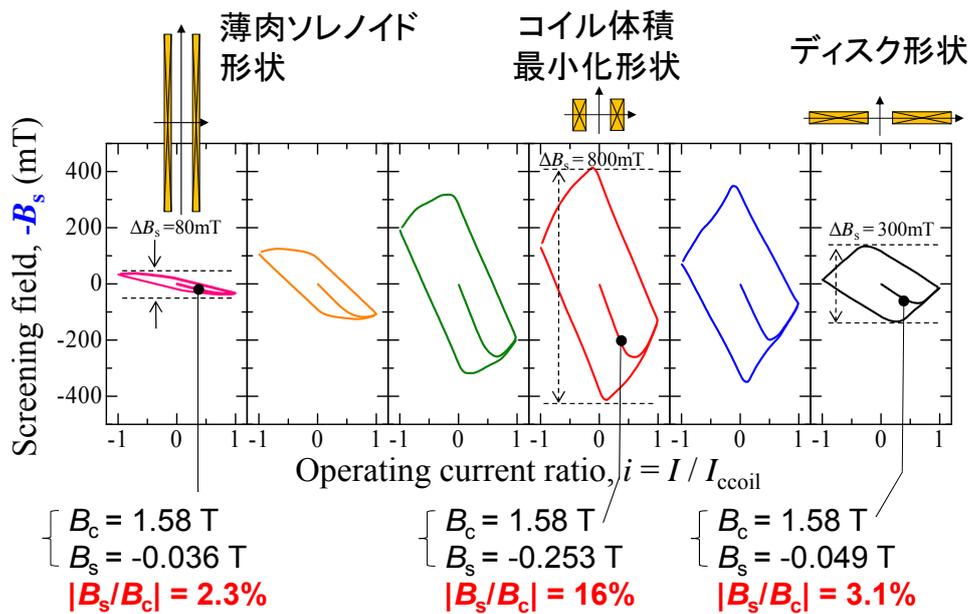


図 5. REBCO コイルの形状と遮蔽電流磁場のヒステリシスの大きさの関係

4. まとめ

今回述べたように、REBCO コイルの遮蔽電流磁場については基本的なメカニズムの解明や、数値解析技術などが確立してきています。今後はこれらの知見を活かして、実際の装置における遮蔽電流磁場の影響とその対策を進めていくことが重要です。

これまで、「超電導技術のこれまでとこれから」と題して、超電導の発見の時代から現代の REBCO コイルの開発までを 7 回にわたり解説してきました。REBCO コイルの開発は、NbTi や Nb₃Sn の様な低温超電導コイルでいえば 1970 年代にあたる技術の段階にあります。このころに NbTi や

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

Nb₃Sn などの低温超電導線材が商品化され、極細多芯線化やクエンチに対する安定化などの新しいコンセプトによるマグネット技術が作られると共に、各種の超電導機器実現にむけた色々な技術開発が花開きました。

このような歴史を振り返れば、REBCO コイルについても、今は基礎技術の構築にじっくりと取り組み、オリジナルなアイデアをたくさん出してしっかりと REBCO コイル技術の基礎を固めることが重要です。さらに、それに基づき色々な応用に取り組み、REBCO コイル技術のすそ野を広げていくことも重要です。今回の解説がこのような REBCO コイル技術の今後の進展の参考になるならば、望外の喜びです。

参考文献：

- 1) T. Hemmi, N. Yanagi, G. Bansai, K. Seo, K. Takahashi, T. Mito, Electromagnetic behavior of HTS coils in persistent current operation, Fusion Engineering Design 81, 2463-2466 (2006).
- 2) S. Hahn, J. Bascunan, W. Kim, E.S. Bobrov, H. Lee, Y. Iwasa, Field Mapping, NMR Lineshape, and Screening Currents Induced Field Analyses for Homogeneity Improvement in LTS/HTS NMR Magnets, IEEE Trans. Appl. Supercond. 18, 856-859 (2008).
- 3) Y. Koyama, T. Takao, Y. Yanagisawa, H. Nakagome, M. Hamada, T. Kiyoshi, M. Takahashi and H. Maeda, Towards beyond 1GHz NMR: mechanism of the lonh term drift of screening current-induced magnetic field in a Bi-2223 coil, Physica C 469, 694-701 (2009).
- 4) Y. Yanagisawa, H. Nakagome, D. Uglietti, T. Kiyoshi, R. Hu, T. Takematsu, T. Takao, M. Takahashi, and H. Maeda, Effect of YBCO-Coil Shape on the Screening Current-Induced Magnetic Field Intensity, IEEE Transaction on Applied Superconductivity 20, 744-747 (2010).
- 5) Y. Yanagisawa, H. Nakagome, Y. Koyama, R. Hu, T. Takao, M. Hamada, T. Kiyoshi, M. Takahashi, and H. Maeda, Effect of current sweep reversal on the magnetic field stability for a Bi-2223 superconducting solenoid, Physica C 469,1996-1999 (2009).
- 6) Y. Yanagisawa, Y. Kominato, H. Nakagome, T. Fukuda, T. Takematsu, T. Takao, M. Takahashi, and H. Maeda, Effect of coil current sweep cycle and temperature change cycle on the screening current-induced magnetic field for YBCO-coated conductor coils, Advances in Cryogenic Engineering 57, 1373-1380 (2012).
- 7) N. Amemiya and K. Akachi, Magnetic field generated by shielding current in high T_c superconducting coils for NMR magnets, Supercond. Sci. Technol. 21 095001 (2008)

[超電導 Web21 トップページ](#)

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

読者の広場

Q&A

Q:「先日、超電導自動車の開発が始まったと日経新聞に掲載されていましたが、超電導自動車は具体的には何が良いのでしょうか?」

A: 超電導自動車というと、もしかすると、空でも飛ぶんじゃないかと期待されるかも知れません。しかし、残念ながらそんなことはありません。もっと地に足のついたものです。いわゆる電気自動車のモータに使う電線を超電導線に変えたものです。

住友電工では、ビスマス系超電導線を用いた応用開発の一環として既に船舶用モータの開発を共同で進めていましたが、電気自動車用のモータにも超電導が貢献すると考えて研究開発を開始、2007年には世界で初めての超電導電気自動車を発表しました。2008年には北海道洞爺湖サミット記念「環境総合展 2008」で一般の参加者に対する「エコカー展示・試乗会」に参加し、さらに、サミットの日本の環境パビリオンに自動車用超電導モータを出展しました。

その際に試作した自動車は通常の乗用車でしたが、超電導の利用に必要な冷却という観点からは、週末しか使われないことが多いような家庭用ではなく、営業用途の自動車をターゲットとして考えるべきだということは容易に推測できると思われます。

2012年には、新たにガソリン自動車を超電導自動車化した超電導 EV-3 (図 1) も完成し、様々なテストを繰り返しています。この超電導 EV-3 では、営業という観点に近づくために、冷凍機が搭載されました。現在は、その蓄積したデータをもとに、2020年頃の電気バスへの適用を目指した100 kW 級モータを開発しています。



図 1. 超電導 EV-3

超電導モータには一般に高効率、小型、高トルクというメリットがあります。図 2 に超電導モータを自動車駆動用に使用した場合の特徴を示します。超電導モータは、抵抗がゼロなので大電流を通電しても発熱が生じないため、磁束密度を高くでき、大きなトルクを得ることができます。トルクが大きいため、ダイレクトドライブによる駆動が可能になり、減速機が不要になります。また、抵抗がないために、銅損がなく、省エネが見込まれます。

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

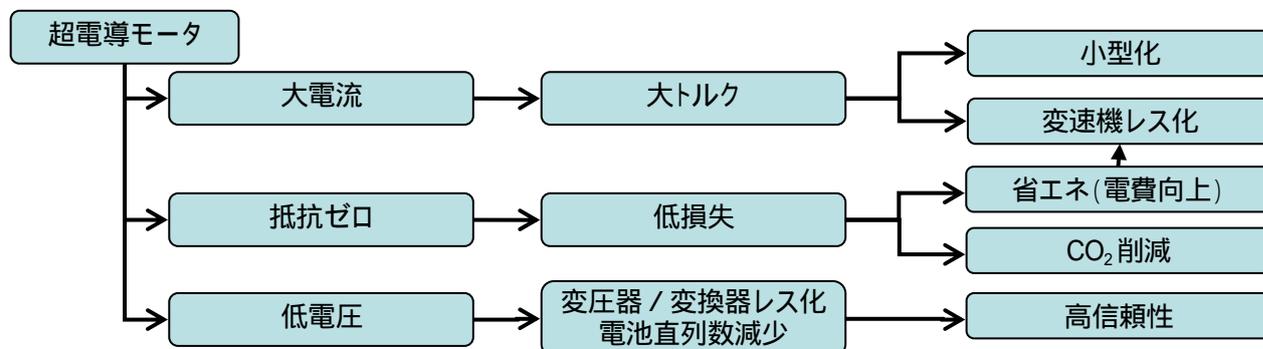


図2. 超電導モータの特徴

特に通常のモータと比較して低速域において効率が低いこと、トルクが大きいことから、路線バスや市内輸送用のトラックなど、加減速を繰り返す用途でメリットがあります。電気自動車の効率向上は、一充電における走行距離を改善する上、CO₂削減にもつながります。冷凍機に必要な電力を入れても、通常の電気自動車に比べて20%程度の排出を削減できるという試算も行なわれています。また、建設分野でもCO₂削減のための効率化要求が増しており、大トルクを要する建設機械の電動化に超電導モータが期待されています。

回答者：大阪湾岸製作所 マエストロ・シマヤ 様



[超電導 Web21 トップページ](#)

「Web21 についてのご意見・ご感想、「読者の広場」その他で取り上げて欲しい事項、その他のお問い合わせは、超電導 Web21 編集局メール web21@istec.or.jp までお願いします。」