

RASMES

2013. 7 Vol. 39 超電導エネルギー貯蔵研究会



上：(独)理化学研究所横浜研究所NMR建屋／下：東京電力(株)旭変電所超電導電力ケーブル実証試験

見学会・公開拡大技術委員会

2013年5月21日(火)に見学会および公開拡大技術委員会が開催されました。今回は、東京電力(株)旭変電所の高温超電導ケーブル実証試験設備と(独)理化学研究所横浜キャンパスのNMR装置を見学させていただきました。総勢40名余りのたくさんの方々に参加していただき、大盛況のうちに執り行われました。

高温超電導ケーブル実証試験は、超電導ケーブルを変電所の変圧器2次側から66kV母線との間に接続して負荷電流を通電するという国内初の実系統による超電導送電試験です。昨年の10月末から系統接続し200日余りの長期運転を継続しており、これまで大きなトラブル等なく安定に送電が継続されているとのことでした。240mにわたるBi系高温超電導ケーブルが構内に敷設されており、終端接続部、中間接続部、地中埋設部、冷却システムなどから構成されています。超電導ケーブル同士を接続する中間接続部は、超電導テープの接続部の上から超電導テープの束を巻きつけて接続されており、接続抵抗はナノオームレベルとのことでした。冷却システムは1kWのスターリング冷凍機6台の3並列で構成されており、循環ポンプにより液体窒素を超電導ケーブルに毎分40ℓ送出し、供給温度と戻り温度の差が2度程度に保たれています。熱侵入が最も大きいのが変圧器2次側電流リードと接続している終端接続部で、約1kWの熱侵入があるとのことでした。実用化時には超電導ケーブルが長尺化されることや冷却システムの高効率化等によって超電導ケーブルのメリットは大きくなるとのことでした。

引き続き、理化学研究所横浜キャンパスにおいてNMR装置を見学させていただきました。NMR装置はタンパク質や有機化合物の立体構造を解析するために使われており、解析成果は創薬や医療に活用されています。NMR信号は、サンプルに印加する磁場強度が高いほど大きく分解能も高くなるため、より高磁場が要求されています。理化学研究所では600MHz, 14T~900MHz, 20Tの高性能NMR装置を10台以上保有しており、世界最大規模とのことでした。理化学研究所では、さらなる高磁場化を目的に高温超電導コイルを適用したNMR装置の開発が行われています。Bi系高温超電導コイルを用いた1GHz, 24TのNMR装置が試作されており、現在、RE系線材を用いたNMR装置が開発されています。RE系コイルの適用により1.5GHz, 35T級のNMR装置が可能になるとのことです。高温超電導コイルでは、超電導接続部にナノオームレベルの接続抵抗が残る永久電流による運転ができないため、100Aの超高安定化電源を用いてコイルの電流変動幅が1ppm以内に保持されています。またRE系テープ線材では遮蔽電流による磁場分布の乱れが発生するため、これを抑制する工夫も施されています。高温超電導がNMRに適用できることを実証したのは世界で初めてとのことでした。

見学会の後、引き続き公開拡大技術委員会が理化学研究所横浜キャンパスにおいて開催されました。今回は、SMES研究会の活動を広く知ってもらうことを目的に非会員の皆様にも広く参加を募り、公開という形で開催されました。委員会では、まず、高エネルギー

加速器研究機構の佐藤皓先生より「エネルギー貯蔵装置によるシンクロトロン電磁石電源の負荷変動補償の研究経過」について報告されました。これは現在SMES研究会で検討を進めているJ-PARC(大強度陽子加速器施設)主リング電源の電力補償へのSMESの適用に関するものです。続いて東京工業大学の嶋田隆一先生、磯部高範先生から「無効電力補償装置により電圧制御されるかご型誘導発電機マイクログリッドの提案」と題して、フライホイール誘導機を電力貯蔵に用いたマイクログリッドの提案や実験結果などが紹介されました。最後に、中部電力の長屋重夫様より「高温超電導SMESの技術開発状況」について紹介されました。これまでの開発プロジェクトの成果を分かりやすく解説いただきました。いずれの講演も大変活発な議論が行われました。

最後になりましたが、見学会・公開拡大技術委員会の開催にあたり多大なご協力をいただいた東京電力(株)、(株)前川製作所、(独)理化学研究所の皆さまに深く感謝申し上げます。



東京電力(株)旭変電所超電導電力ケーブル実証試験現場

2012年国際会議報告

Applied Superconductivity Conference (ASC2012)

Applied Superconductivity Conference (ASC 2012)が2012年10月7日~12日に、アメリカオレゴン州ポートランドで開催された。本国際会議は隔年に開催される応用超電導会議では最大のものである。会議はLarge Scale, Material, Electronicsのセッションに分かれ、研究成果が発表される。今回の会議には世界各国から約1,600名の参加があり、日本からは約280名の研究者が参加した。

電力応用関連の研究成果はLarge Scaleのセッションで報告される。電力応用では概略限流器(SFCL)、ケーブル、回転機、SMES、フライホイール、変圧器に分けられ、約230編の報告があった。回転機関連では45件、超電導ケーブルでは49件の発表申し込みがあった。また、限流器では90件を超える件数の申し込みがあり、電力応用分野で実用化に向けた活発な活動を見せている。

SMESの発表は34件であり、日中韓の研究報告が2/3を占めていた。この中で再生可能エネルギー有効利用のためのSMESシステムの開発研究が11件あり、マイクログリッド制御に関するものも含めると約四割がエネルギー有効利用に関連した報告と言える。

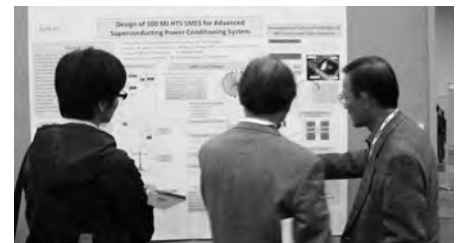
水素エネルギーとSMESあるいは超電導ケーブル



ASC2012 会議会場入り

を結びつけた報告が日本、ドイツ、ロシアの研究者から報告され、新しい先進超電導システム開発がされつつある。

我が国で超電導ケーブルの実系統接続試験が開始されているが、中国でも全超電導変電所の実稼働試験が行われており、超電導電力応用の分野で新しい動きがあることを感じた。



ポスターセッションの発表風景

25th International Symposium on Superconductivity (ISS2012)

第25回International Symposium on Superconductivity (ISS2012)が2012年12月3日~5日にかけて東京で開催された。この国際会議は、(公財)国際超電導産業技術研究センター主催で毎年開催される。会議では、超電導物性、材料、Electronicsや超電導応用について討論する。電力応用は、Large Scale System Applicationのセッションで報告された。

今回は17カ国から総勢約500名の参加があり、韓国、中国、ドイツ、アメリカなどから研究者が参加した。

初日には、北澤宏一先生による「福島原発事故とこれからの電力」と題した基調講演、またヒューストン大学P. Chu博士の鉄系超電導材の見通しなどの基調講演があった。

電力応用関連では、超電導ケーブル、限流器、SMES、回転機など54件の成果報告があり、SMESに関しては8件の報告があった。SMES関連では、再生可能エネルギー用のもの、SMESコイルの伝導冷却、コイル構造設計、交流損失など基礎的な検討やSMES開発技術の総括などの報告があった。

RASMESの動向

■技術委員会

超電導エネルギー貯蔵研究会 (RASMES) は、1986年の発足以来、27年を経過しているが、超電導電力貯蔵 (SMES) の実用化に向けて、大学等学術研究機関、電気事業、重電、建設、鉄道事業等多くの専門家が参加しており、幅広い視点から問題点を抽出して、自由な立場から議論を展開してきている。

本研究学会の設立時と現在では、SMESを取り巻く環境に大きな変化が見られる。特に近年では、地球温暖化問題への対応が世界共通の喫緊の課題となっており、二酸化炭素を排出しない発電技術として、太陽光発電、風力発電などの自然エネルギー発電が大量に導入されることが想定されている。この傾向は、東日本大震災を受けてさらに加速しており、我が国でも自然エネルギーによる発電電力の固定価格買い取り制度がスタートした。既にSMES研究会での検討例があるように、自然エネルギーからの発電出力を安定的に供給するためにはSMESによる出力の平準化と無効電力の制御が極めて有効である。

一方、どのような状況となってもSMESの技術的メリットは不変である。技術委員会では、高速応答が可能であり、繰り返し充放電による機器の劣化が無いとの特徴が活かせる、J-PARC主リング電源を増強した場合の負荷変動補償にSMESを適用した場合の検討を行った。また、SMESのこれまでの開発の歴史を確認すべく、SMESの名付け親であるDr. William V. Hassenzahl氏をお招きし「SMES: A Historical Perspective」と題した講演会を開催した。

さらに、大型化することによりSMESの経済的メリットが高まるとの技術的特徴が、現在ではどのように国内外で認識され研究開発が進められているかなどの調査を行った。平成24年度の具体的活動内容は下記の通りである。

- ①電力貯蔵に関する各種国際会議報告
- ②J-PARC主リング電源の電力補償用SMESの検討
- ③高温超電導SMESの技術開発状況の調査
- ④回転機を利用した電力貯蔵方式の調査
- ⑤SMESの技術開発の歴史に関する調査

これらの活動成果を取りまとめ、平成24年度技術報告書をSMES研究会のホームページ掲載用の資料として作成した。SMES研究会では、平成25年度以降も、世界をリードするSMES検討集団として時代を先取りした技術的検討とSMES啓発のための活動を進めていく予定である。

■企画委員会

企画委員会の主たる活動は、研究会の方向性を議論し、活性化することである。他の委員会と密接に関連しているため、合同委員会、広報委員会、国際委員会と合同で委員会を開催している。また、広報委員会との連携のもとに会員交流会や見学会の立案あるいは研究発表会の企画などの活動を行ってきた。

会員間の交流も重要であり、広報委員会、技術委員会との合同で、2013年5月21日に超電導電力ケーブルの実系統試験が行われている東京電力(株)旭変電所ならびにNMR分析装置を使った世界的研究拠点である(独)理化学研究所横浜研究所見学会を企画した。

今後、企業、大学、研究機関などとの連携を図るなど、研究会がより活性化するように務める。

■国際委員会

国際委員会は、技術委員会、企画委員会、広報委員会と連携を取りつつ国内外の情報収集活動、海外の関連研究者との情報交換などの活動を進めている。

平成24年度は、技術委員会と連携し、William V. Hassenzahl博士をお迎えし、講演会を開催した。博士はSMESの命名者であり、米国のロスアラモス国立研究所(LANL)在籍時代に電力貯蔵用大型SMESの研究開発を牽引されてこられた。講演会では、主に米国におけるSMES研究の経緯および考え方の紹介があり、さらにSMESの将来像に関する考えが披露された。

また、10月に米国ポートランドで開催されたASC2012と12月に東京で開催されたISS2012の会議報告をまとめ、国内外のSMESならびに関連技術の情報収集として、平成24年度に発表された技術論文・報告のDBをまとめた。

■広報委員会

広報委員会では、研究会会員の交流及び情報収集のため、会員交流会・見学会の実施や、活動報告等の情報発信のための機関紙の編集・発行(年1回)、ホームページの運営(随時)を行っている。

今年度は2013年の5月21日に横浜市にある東京電力(株)旭変電所の高温超電導ケーブル実証試験設備と(独)理化学研究所横浜研究所のNMR装置および高温超電導コイル研究施設の見学会を開催した。昨年の見学会と同様、40名の参加者が旭変電所では国内初の実系統を用いた実証試験の見学をさせていただいた後、貸切バスで理化学研究所に移動し、世界最大規模のNMR集積施設の見学等を実施した。見学後は理化学研究所殿のご配慮により、同所会議室にて拡大技術委員会を開催させて頂いた。また、昨年同様、これまで研究会会員に限定されていた参加者を今回は広く興味をお持ちの非会員にも広げて、公開拡大技術委員会として開催した。この関係で見学会・技術委員会の参加者も40名に達した。見学会の概要は機関紙本号にて紹介している。見学会、技術委員会の後は鶴見駅前にて今回の参加者による懇親会を実施し、参加者相互の交流を図った。

ホームページの運営については、タイムリーな情報発信を図るため、活動情報などを定期的に更新した。既に昨年度は紙媒体であった報告書を電子媒体に移行し、今年度は紙媒体は機関紙のみとした。今後、ホームページの重要性はますます増してくるものと考えている。広報委員会としてもホームページや機関紙を通しての情報発信を重視しつつ、引き続き、魅力ある見学会や会員交流会を企画・開催することを通して研究会の活性化に寄与していきたいと考えている。

■財務委員会

2011年3月11日の大震災をきっかけに、当研究会が極めて深刻な財政的緊急事態にあることはこれまでの活動報告でも報告して来た通りである。

この非常事態を乗り切るため、昨年度は事務所の移転、報告書や海外情報データベースのweb化をはじめ、委員会の統合(企画委員会を広報委員会に統合、国際委員会を技術委員会に統合)、総会および研究発表会の会場の変更等、運営経費の見直し、削減等を行ってきた。

その結果、例年440万円程度であった年間運営費をなんとか230万円程度にまで削減することが出来た。

しかし、会費等の収入は年間190万円程度しかなく、今年も40万円赤字の状態となっており、過去の財産を切り崩しながらなんとかやりくりしているのが現状である。

現在の情勢から判断する限り、今後しばらくは新たな正会員の加入等は難しい状況にあり、各委員会や研究会の活動に対し、ぎりぎりでの予算執行をお願いせざるを得ないという心苦しい状況が続いている。

しかし、本研究学会は大学等の学術研究機関、電力会社、重電メーカー、建設等多くの産業分野からの専門家集団であるとともに、超電導電力貯蔵技術を始めとするエネルギー貯蔵に高度な知見を有している国内唯一の研究会であり、研究会の皆様には技術委員会での活動を軸として、例年以上の活躍を期待したいところである。

現在、エネルギー貯蔵に関して新たな動きが見えつつあるなか、正田会長、仁田理事長、新富常務理事の下、この財政危機に負けない活発な活動をお願いしたい所存である。

TOPICS

加速器電源電力変動補償へのSMES応用

J-PARC (Japan Proton Accelerator Research Complex) は、素粒子・原子核物理、物質・生命科学、原子力など幅広い分野の最先端研究を行うための陽子加速器群と実験施設群で構成された最新の施設である。KEKとJAEAが共同で提案し、2008年にJAEA東海の原子力科学研究所内に第一期施設が完成した。J-PARCの最大の特徴は、世界最高クラスの陽子(1MW)ビームで生成する中性子、ミュオン、K中間子、ニュートリノなどの2次粒子ビーム利用にある。

施設は、初段が400MeVのリニアック、3GeVまで加速するRCS (Rapid Cycling Synchrotron)、さらに一部を50GeV(現在は30GeV)まで加速するMR (Main Ring)の陽子加速器で構成され、世界最高クラスの大強度陽子ビーム生成を目指している。RCSからの陽子は、物質・生命科学実験施設にある中性子とミュオンを生成するためのターゲットに導かれ、物質・生命科学の研究に利用される。MRには早い取り出しと遅い取り出しの陽子ビーム取り出しポートがあり、速い取り出しによるビームは、超伝導磁石のビームラインで導かれ、ニュートリノを生成して300km西方の岐阜県のスーパーカミオカンデに向けて発射される。他方、遅い取り出しビームは素粒子原子核実験に供給される。

MRでは設計ビームパワーを達成するために加速繰り返し周期を早くすることが検討されている。ビーム加速に伴い、MR電磁石と系統との間で大きな電力をやり取りするが、加速繰り返し周期を早くすると、それに比例して電力系統に及ぼす変動電力が大きくなり、許容値を超える。

J-PARCでは、電力系統に及ぼす変動電力を抑制するために何らかの貯蔵装置を設置することが検討されている。電力変動補償装置として、キャパシタ、FW、SMES方式が候補として上げられている。本研究学会は、J-PARC加速器グループの依頼を受けてそれぞれの方式の得失を検討し、変動電力補償方式の提案をする作業を進めている。

SMESの命名者Hassenzahl博士を迎えて公開拡大技術委員会を開催

韓国済州島でのワークショップの帰りに日本に立ち寄られた機会を利用して、William Hassenzahl博士の講演会が2012年11月13日10時30分から約1時間に亘り中国電力東京支社で開催されました。

“SMES: Then and Tomorrow - A Historical Perspective”と題し、SMES開発当初からの歴史から今後の展望について興味深い講演でした。参加者は将来を担う若い学生さんも含めて16名でした。Hassenzahl博士は1970年代からSMES開発を進めてきた草分け的な研究者で、SMES (Superconducting Magnetic Energy Storage) の名付け親だとのこと。当初の揚水代替SMESの開発から、BPAの小

規模SMES、また今後の高温超電導体を利用したSMESz開発の展望について説明がありました。



公開拡大技術委員会の様子(左端がHassenzahl博士)

インタビュー「Y系高温超電導線材コイル化技術」

今年度の見学会でお世話になった理化学研究所の柳澤様にインタビューを行いました。理化学研究所ではY系高温超電導線材コイル化技術に関する先進的なご研究をされています。

Q: 理化学研究所横浜研究所の概要をご紹介ください。

A: 理化学研究所は、日本で唯一の自然科学の総合研究所として、物理学、工学、化学、生物学、医科学などに及ぶ広い分野で研究を進めています。横浜キャンパスでは、私たちの生存の基盤である生命と環境について、総合的な理解を深める研究をおこなっています。私の所属するNMR施設ではこれらの研究を推進するうえで強力な分析ツールとなる高磁場NMR装置を多数保有し、研究を進める一方、外部ユーザーへの開放も行っています。組織の中にはNMR装置を研究のツールとして使用するチームとNMR装置技術を開発するチームがありますが、私は後者に属し、特に磁石の開発に携わっています。

Q: Y系高温超電導線材コイル化技術への取り組みの目的と経緯等を教えてください。

A: 理研では次世代の超高磁場NMR装置の開発に向けて、企業や大学、他の国立研究機関と共にY系高温超電導線材のコイル化技術の構築に取り組んでいます。NMR装置という実システムの開発と、コイル化技術構築という基礎的研究を車の両輪として研究を推進しているのが理研のラボの大きな特徴です。基礎的研究で得られた知見を実システム開発に応用し、一方で実システム開発で見出された課題を基礎的研究にフィードバックすることで、技術開発を行っています。Y系高温超電導線材コイル化技術には特性劣化・遮蔽電流磁場・熱暴走といった困難な課題が多く、これらについてメカニズムの解明や対策技術を構築してきました。

Q: NMRは発生する磁場の精度が非常に高く、以前は高温超電導コイルでは実用化が難しいと言われていましたが？

A: 高温超電導コイルでは、超電導接続技術が開発できていないため、従来の低温超電導コイルのNMR磁石で用いられてきた永久電流モードの運転ができません。そのため、直流電源で電流を流し続ける通電モードでの運転が必要となりますが、この方式では電流リップルで磁場が不安定になってしまいNMR測定が不可能である、というのがこの分野の常識でした。私達は、非常に安定度の高い電源を開発すると共に、磁場の安定化機構を用いる事でこの問題を克服し、通電モードでのNMR測定を可能にできました。現在、複数のメーカーがY系高温超電導線材を販売するようになり、いよいよこれを用いたNMR装置が現実のものになるようになっています。Y系高温超電導線材コイルをNMRに用いるうえでの最大の課題は遮蔽電流磁場です。これはNMRに必要な安定で均一な磁場を得るうえで非常に厄介な問題ですが、いくつかの技術によりこの問題についても見通しが立ってきており、NMR測定も可能になってきています。

Q: Y系高温超電導線材コイルの今後の用途などに関してご意見をいただけますか？

A: 私達はNMR装置へY系高温超電導線材コイルを用いる事で、NMR装置の新時代を切り拓くことを目的としていますが、この線材は超電導モータや、超電導リニア、あるいは超電導エネルギー貯蔵装置などのシステムの性能を飛躍的に向上させ、その姿を刷新するポテンシャルを持つものであると思います。これらのシステムが社会へ導入され、豊かな人間生活の実現へとつながってゆくことを期待しております。

超電導エネルギー貯蔵研究会役員

■会長 正田 英介 (公財)鉄道総合技術研究所会長

■理事長 仁田 旦三 明星大学理工学部教授

■顧問

島本 進 成蹊大学理工学部講師

関根 泰次 東京大学名誉教授

竹尾 正勝 九州大学大学院名誉教授

太刀川恭治 (独)物材機構特別名誉研究員・東海大学名誉教授

豊田 淳一 東北大学名誉教授

西松 裕一 東京大学名誉教授

本島 修 核融合科学研究所顧問・名誉教授 (ITER機構長)

■理事

伊瀬 敏史 大阪大学大学院工学研究科教授

大澤 靖治 京都大学名誉教授

東海職業能力開発大学校長

佐藤 皓 高エネルギー加速器研究機構

加速器研究施設名誉教授

田中 紀捷 元早稲田大学大学院教授

辻 毅一郎 大阪大学名誉教授・招聘教授

長谷川 淳 北海道大学名誉教授

国立函館工業高等専門学校名誉教授(前校長)

北海道情報大学前校長

樋口 登 福島工業高等専門学校特命教授

三戸 利行 核融合科学研究所連携研究統括主幹

西尾 繁子 (株)エスジーイー

石川 裕 清水建設(株)

川端 豊喜 中国電力(株)

長嶋 賢 (公財)鉄道総合技術研究所

秋田 調 (一財)電力中央研究所

尾崎 章 (株)東芝

黒岩 雅夫 東日本旅客鉄道(株)

■常務理事・事務局長 新富 孝和 日本大学大学院教授

(2013年6月現在)

行事カレンダー

平成24年7月～25年6月

7/13 理事会

7/13 平成24年度定期総会

7/13 第24回超電導電力貯蔵研究発表会

9/13 理事長事務局打ち合わせ

10/30 第300回拡大技術委員会

11/13 第301回公開拡大技術委員会・講演会

2/15 合同委員会

4/25 第302回公開拡大技術委員会

5/1 J-PARC/50 GeVシンクロトロン電源電力補償に関する打合せ

5/21 見学会

(東京電力旭変電所・理化学研究所(横浜))

5/21 第303回公開拡大技術委員会

5/30 財務委員会

6/13 J-PARC電力補償作業部会

編集後記

SMES研究会は、平成25年1月から、今までのつくば研究支援センターを退去し、新住所を印刷等で発定当初からお世話になっている(株)ツクバ・インフォーメーション・ラボ様にお願いし、移しました。事務局の移転については、経費節減のために昨年の総会・理事会で提案されたものですが、ITの進歩によってメール、Fax等の連絡は事務所を経由せずに直接とれるようにしたので事務局機能は従来通りに行うことができている。事務局を移転して半年になりますが、従来通りの活動ができています。

今年の技術委員会は3回の公開拡大委員会という形で開催し、広くSMESに関心のある方々に参加いただき研究会活動を活性化することを図ってきました。第303回公開拡大委員会と見学会を兼ねた東京電力(株)旭変電所の超電導ケーブルの実証試験施設と世界に誇るNMR施設を備えた(独)理化学研究所横浜研究所の見学には40名もの参加がありました。超電導技術に対する大きな関心の現れだと思います。

また、つくば技術開発クラブに入会いたしました。本クラブは、「技術開発の街つくば」の技術開発機能を形成している研究所群と連携し、主に関東甲信越地域のものづくり企業等の技術開発の促進及び地域の活性化を目的としています。そして、つくば技術開発クラブ通信による情報を会員の皆様に転送し、情報交換の機会が持てるようにしています。

東日本大震災による原発事故による再生可能エネルギーの利用や新しいエネルギー源として見られているシェールガス開発など世界のエネルギー事情が大きく変わってきました。電力貯蔵装置はこれからますます重要なものとなり、研究会活動の使命がこれからも増していくものと考えられます。会員の皆様の英知を結集して研究会の運営を継続し、その活動を通して社会に貢献して行きたいと存じます。当研究会への皆様のご参加を心よりお待ちしております。

お知らせ

超電導エネルギー貯蔵研究会の活動状況、交流会のご案内などはホームページで見ることができます。是非ご覧ください。

>><http://www.rasmes.com/>

また、超電導エネルギー貯蔵研究会では新規会員(法人・個人)を募集しています。

お問い合わせは、rasmes@nifty.comまで。

事務局が移転になり、住所、電話番号が変更になりました。