
掲載内容（サマリー）：

特集：超電導高周波技術の進展

- 超電導高周波技術の動向
- 気象レーダー用超電導フィルタの開発
- 超電導フィルタの電力応用技術の進展
- 電波天文学用低雑音超電導受信機の開発
- 超電導を利用した放射線検出技術の進展

- 超電導関連 2-3 月の催し物案内
- 新聞ヘッドライン（12/20-1/18）
- 超電導速報－世界の動き（2007 年 12 月）
- 標準化活動－JIS、超電導関連規格 1 件を発行
- 特許情報
- 低温工学「最近の超電導応用機器の開発と材料・線材技術」報告
- 隔月連載記事－やさしい超電導電力機器のおはなし（その 1）
- 読者の広場(Q&A)－わが国の超電導電力機器応用の研究開発動向について教えてください。

[超電導 Web21 トップページ](#)

超電導 Web21

〈発行者〉

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

〒105-0004 東京都港区新橋 5-34-3 栄進開発ビル 6F

Tel (03) 3431-4002 Fax(03) 3431-4044

超電導 Web21 トップページ：<http://www.istec.or.jp/Web21/index-J.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>



特集：超電導高周波技術の進展 「超電導高周波技術の動向」

山形大学
大学院理工学研究科
教授 大嶋重利

高温超電導体の高周波デバイスの中で民間市場に出ているものは「超電導フィルタ」である。携帯電話の基地局の超電導フィルタシステムは、米国では 7000 基以上、また最近中国北京でも 5 基稼働していることが報告されている。しかし、超電導高周波デバイスはフィルタ以外にも実用化の可能性の高いものが多く、現在色々なところでその芽が芽生えつつある。以下に超電導高周波技術について、1. マイクロ波領域 2. サブミリ波・ミリ波・テラヘルツ波領域 3. X 線領域に分けて簡単に紹介したい。国内の超電導フィルタや電波天文、放射線検出等の技術に関しては、次の章でその実例が紹介されると思われるので、それ以外の内容に言及したい。

1. マイクロ波領域

先ず述べておかねばならないのは、携帯電話の基地局用超電導フィルタの現状であろう。米国 STI 社はすでに 7000 基以上の基地局に超電導フィルタを実用化し、その地位を確立している。

(<http://www.suptech.com/home.htm> を参照) 韓国ではベンチャー企業 RFtron が超電導フィルタシステムを手掛けている。まだ、実用機器は出していないが、その技術は高い。(<http://www.rftron.com/> を参照) 中国では、清華大学と総芸超導科技有限公司が高温超電導フィルタシステムを開発し、北京市内で 5 基の基地局でフィールドテストを実施している。彼らのシステムは 2 年以上も安定に動作し、携帯電話の通話品質向上に役に立っている。また、この成果は、中国情報産業省が「2007 年中国 10 大 IT 技術発明」として表彰している。ドイツでは Cryoelectra 社が未だ頑張っているようだ。最近 CDMA 用の基地局用超電導フロントエンドについて学会で発表している。

(<http://www.cryoelectra.de/> を参照) 現在、中国市場が世界のホットな関心となっており、STI 社も中国に合弁企業を立ち上げたという発表をしている。また、受信用フィルタだけでなく、送信用フィルタにも超電導技術を応用しようという動きがあり、その可能性に注目したい。

2. サブミリ波・ミリ波・テラヘルツ波領域

サブミリ波・ミリ波領域で実用化されているのは、波天文用低雑音受信機がまず挙げられるが、それは本記事の関本氏の項を参照していただきたい。それ以外には、(独) 国立環境研究所 地球環境研究センターが発表しているオゾン観測用ミリ波分光計が注目される。高度 40km 以上のオゾンの高度分布を超電導電波検出器 (SIS ミクサ) によるヘテロダイン分光を用いて観測しているものである。(<http://www-cger.nies.go.jp/index-j.html> を参照) テラヘルツ波のセンシングも色々な分野で応用され始めている。(独) 理化学研究所は仙台にテラヘルツ関連の研究者を集約し、テラヘルツ光研究プログラムを立ち上げている。超電導 SIS 接合を用いたテラヘルツセンシング技術を実際の応用機器に取り込む研究を開始している。

(<http://www.riken.jp/r-world/research/lab/frontier-rs/tera-wave/index.html> を参照)

3. X 線領域

X 線の検出は、宇宙の進化の議論から物質の同定まで様々な分野で利用されている。特に近年、TES (Transition Edge Sensor) 素子を用い高感度な X 線検出器が提案され、その利用分野が拡大している。(<http://www.astro.isas.ac.jp/~takei/ss2001/shuroku.pdf#search> を参照) また、最近食物や植物

に存在する微量有害物質を検出することの重要性が認識され、蛍光 X 線分析装置の高感度化が検討されている。その一つの例として、[超伝導直列接合検出器](#)の有効性が大阪通信大学の谷口教授により報告されている。

以上のように、超電導高周波デバイス技術は今後も市場性を睨みながら着実に進展するものと思われる。今後の早期実用化を期待したい。

[超電導 Web21 トップページ](#)

特集：超電導高周波技術の進展 「気象レーダー用超電導フィルタの開発」

株式会社 東芝
研究開発センター 機能材料ラボラトリー
加屋野博幸、橋本龍典

昨今、デジタルテレビ、携帯電話、無線 LAN 等の電波を利用する機器の利用が拡大し、将来の高速通信網構築への要求も高まっている。これに伴い限られた周波数資源を有効に利用し、適正な電波利用環境を確保することがますます重要な課題となつつある。特に 5 GHz 帯においては、近年の無線 LAN の爆発的な利用増加のため、周波数の有効利用が急務となっている。弊社では、5 GHz 帯無線 LAN の周波数帯域拡大を想定し、5 GHz 帯気象レーダーシステムの狭帯域化のための研究開発を進めている（図 1 参照）。今回開発した技術は、受信用の狭帯域超電導フィルタで、これを使用することにより、狭帯域化された信号を高密度に周波数軸上に配置した場合にも、目的の信号のみを混信なく受信することが可能となる。

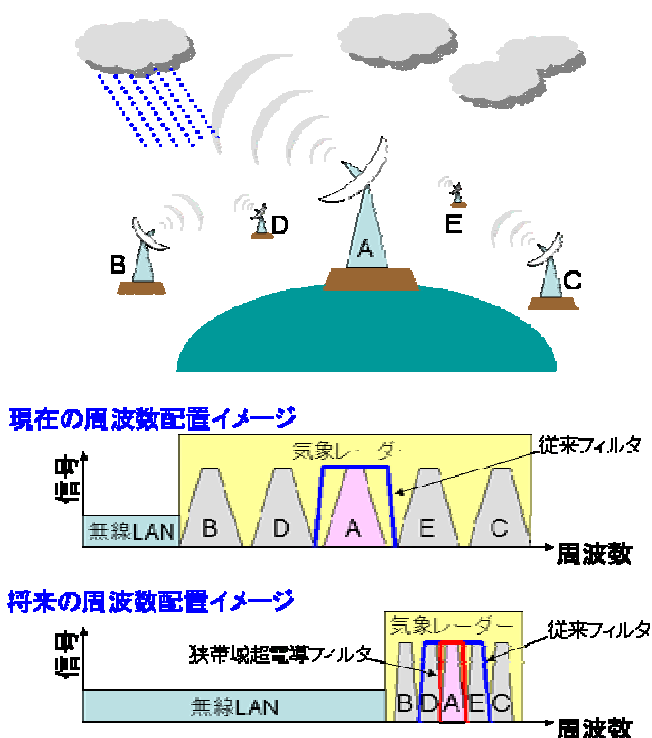


図 1 気象レーダーと周波数配置

図 1 に示すように、信号が周波数軸上に高密度に割り当てられた場合、現状の受信フィルタの帯域が広いため、隣接したエリアに設置されている他の気象レーダーからの信号と一緒に受信機に入り混信の原因となる。この問題を解決するためには、信号に合わせた狭帯域な受信フィルタが必要となる。しかしながら、従来フィルタでは金属導体（例として銅など）の損失が大きいため、狭帯域なフィルタを作ることができない。そこで、金属導体と比較して高周波領域でも 1/100 以下の低損失が期待できる超電導を用いて狭帯域フィルタを開発した。図 2 に開発した受信用超電導フィルタ治具の外観写真を示す。図 3 に、このフィルタ治具を冷凍機で冷却し、動作させた場合の周波数特性を示す。このフィルタでは、従来の 4 倍の信号密度（2.5 MHz 間隔）でシステム運用したときでも、目的とする信号のみを分離し、隣接混信波を 30 dB 以上抑圧することが可能である。

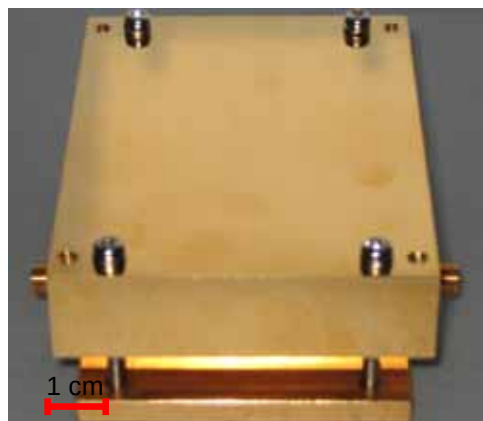


図 2 超電導フィルタ治具

現在、この受信フィルタ開発と並行して、送信側にも適用可能な kW オーダーの高耐電力特性を持つ送信用狭帯域フィルタ技術の開発も進めている。

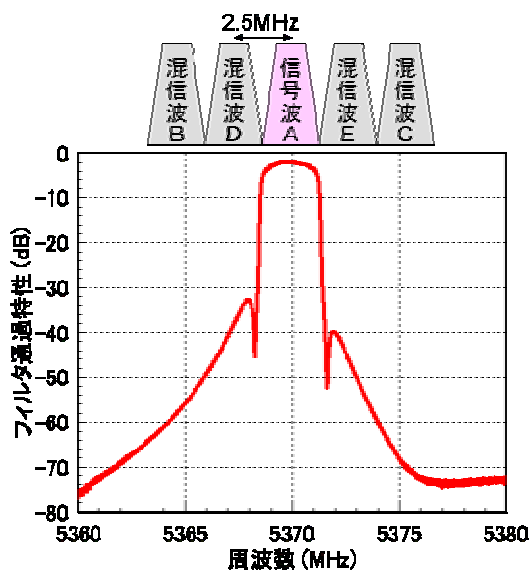


図 3 周波数特性

本研究は、総務省の委託研究「電波資源拡大のための研究開発」の一環として実施された。

参考文献

- [1] 塩川 *et al.*, “5 GHz 帯気象レーダー用超電導フィルタの設計,” 2007 信学ソ大, CS-2-8, 2007.
- [2] 河口 *et al.*, “5 GHz 帯気象レーダー用 HTS フィルタの評価,” 2007 信学ソ大, CS-2-9, 2007.

特集：超電導高周波技術の進展 「超電導フィルタの電力応用技術の進展」

富士通株式会社
モバイルシステム事業本部開発技術統括部
山中一典、栗原和明

超電導フィルタの電力応用技術に関わり、無線送信応用に向けた高温超電導電力フィルタに関する研究開発の主要な課題について要約します。また、総務省からの超電導送信フィルタに関わる委託研究開発プロジェクトを、¹⁾当社を含む幾つかの機関で推進していますが、その取り組みの一端についてご紹介します。

超電導の低マイクロ波帯での電力フィルタは無線基地局、中継装置などへの応用が期待され欧米日などで研究開発されてきていますが、後述する課題の解決ないし改善が望まれます。²⁾

超電導フィルタは常電導体を用いた同形の室温動作型フィルタに比べ、高 Q 化でき、このことを活かし、受信用では、適切な材料・構造により所望信号を高い周波数選択性、かつ低いエネルギー損失でフィルタリング動作できることが実証されています。受信用と同様の特性と共に、さらに、無線基地局で使用される受信電力に比べ、用途や所要仕様などにより、数 10 dB～百数十 dB 以上の高い電力を扱うことになります。このことにより受信用に比べ開発の困難さが増すと考えられます。応用のメリットとしては、(a)不要電磁波輻射の低減、(b)送信用 RF 電力増幅装置の消費電力の抑制などが期待されます。

フィルタ自体は、高 Q 特性を生かしつつ(1)所要の許容電力、(2)極力の寸法小型化、(3)低い相互変調歪、また(4)多極フィルタなど急峻で所要の周波数特性を得るための回路・実装構造が望まれます。また、高周波電力を扱いクライオ動作させるために、極力、(5)効率的で高信頼の小型冷凍機、(6)熱負荷の小さいクライオ実装構造も重要な技術となります。

上記プロジェクトで開発を進めている超電導送受フィルタを搭載した装置のブロック概要³⁾を図 1 に示します（主要部のみ図示）。

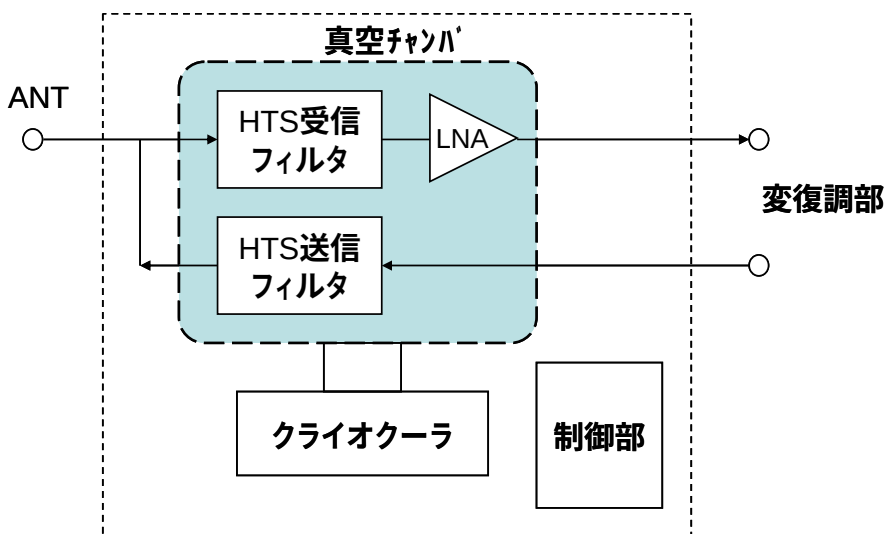


図 1 HTS 送受フロントエンドのブロック概要図

送信フィルタ部分について着目すると、バンドパス方式フィルタに用いる共振器の候補として、小型でかつ電力動作のために、ディスク形状パターンを有した平面回路共振器において 2 重共振モード化、通過帯域外の減衰極の付与を検討し^{4),5)}、試作の結果、5 GHz 帯で 3 次相互変調歪 (IMD3) が -70 dBc (10 W 時) 以下の特性が得られる条件を明らかにしました。また、送信 RF 信号のサイドローブ電力が相対的に小さいことに着目し、リアクション型のスプリットオープンリング平面回路共振器を用いたバンドリジエクション方式フィルタについても検討が進んでいます。⁶⁾更に、効率向上と小型化の両立を図ったパルスチューブ式のクライオクーラ⁷⁾の冷凍機や、コグニティブ無線への応用が期待され、低マイクロ波帯で通過域周波数の中心周波数を数百 MHz 可変することを狙った超電導チューナブル送信フィルタ^{8),9)}についても、研究開発が進められています。

最後に、本稿で紹介した内容のうち一部分については、総務省から委託された研究開発によります。¹⁾ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) http://www.soumu.go.jp/s-news/2005/051212_2.html
- 2) 山中、栗原、“無線基地局応用に向けた超伝導フィルタ技術”、信学技報 SCE2007-11, MW2007-11, p55-60, Apr. 2007.
- 3) M. Shigaki *et al.*, “Design for a Superconducting Filter Front-end,” APMC 2007 proceedings.
- 4) A. Akasegawa *et al.*, “High-Tc Superconducting Dual-mode Disk Resonators with Attenuation Poles using Ground-slot,” APMC 2007 proceedings.
- 5) M. Ishii *et al.*, “Novel dual mode disk-shaped resonator filter with HTS thin film,” EUCAS 2007 proceedings to be published.
- 6) S. Futatsumori *et al.*, “HTS split open-ring resonators with improved power-handling capability for reaction-type transmitting filters,” Elec. Lett. Vol.47, No.17, 16th Aug. 2007.
- 7) S. Matsumoto *et al.*, “Development of a Compressor for Miniature Pulse Tube Cryocooler Of 2.5W at 65K for Telecommunication Applications,” CEC2007.
- 8) K. Yamanaka *et al.*, “Tunable HTS power resonators with disk-shaped microstrip structure for microwave band,” P-V05, ISEC 2007 proceedings.
- 9) M. Ohsaka *et al.*, “Study on tuning mechanism of 5 GHz HTS filter”, FDP-59, ISS2007.

[超電導 Web21 トップページ](#)

特集：超電導高周波技術の進展 「電波天文学用低雑音超電導受信機の開発」

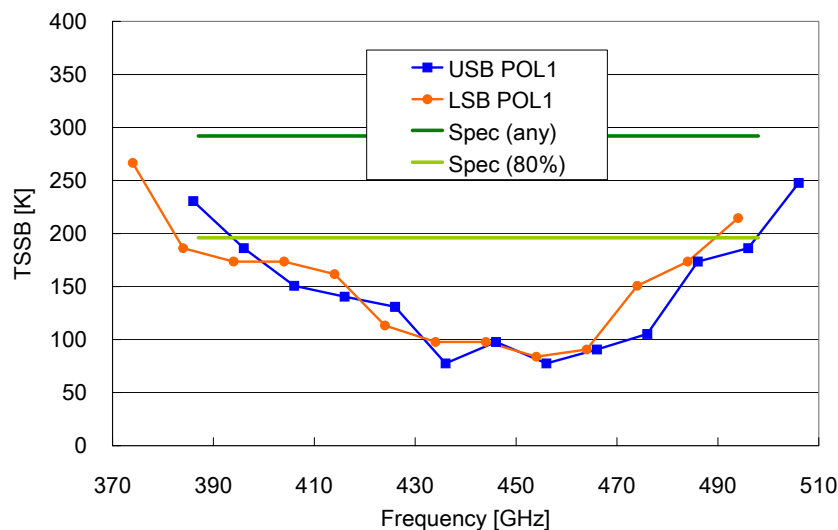
国立天文台
先端技術センター
准教授 関本裕太郎

天体からの電磁放射は非常に微弱である。そのため電波天文学用の受信機には低雑音温度が要求される。また、電波望遠鏡との光学的結合効率・広いダイナミックレンジ・安定性なども受信機の重要な指標である。

世界の電波望遠鏡では、90 GHz より低い周波数は主に HEMT 増幅器が使われている。一方、90 GHz – 1 THz において、スペクトル観測や干渉計においてはヘテロダイン SIS (Superconductor-insulator-superconductor tunneling junction) 受信機がつかわれている。他方、多ピクセル型の直接検出器の開発も、TES (Transition Edge Sensor)や KID (Kinetic induction detector)を中心にして進んでいる。

地上からのミリ波サブミリ波望遠鏡として、究極の干渉計 ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array)の建設が 2012 年の本観測開始に向けて急ピッチですすんでいる。欧米日の国際協力により、80 台の高精度電波アンテナを南米チリのアタカマ砂漠 (標高 5000 m) に並べて、30 GHz – 950 GHz を観測する干渉計を建設中である。大気窓に対応する 10 の周波数バンドに対応した受信機が、欧米日の研究機関で開発・製作される。日本の国立天文台は、Band 4 (125 – 169 GHz), Band 8 (385 – 950 GHz), Band 10 (787 – 950 GHz)受信機の開発・製作を担当している。

ALMA 受信機は、カートリッジと呼ばれる冷却インターフェースを持ち、各研究機関が独立に開発しやすい環境となっている。¹⁾ ALMA では、既存の装置に比べて高い性能が要求されている。ミリ波・サブミリ波帯 (Band 3 – Band 9) では、Nb-AlO_x-Nb の SIS 接合をベースとしている。さらに、Band 3 – Band 8 では、導波管技術をもちいたサイドバンド分離型ミキサ (2SB) がもちいられている。"2SB"というのは、ALMA で使われはじめた言葉で、ヘテロダイン受信における LSB (lower sideband) と USB (upper sideband) を独立に同時に観測できるシステムを表す。中間周波数 (IF)



は、4 – 8 GHz の冷却 HEMT 増幅器と冷却アイソレータの組み合わせが用いられている。現在開発されている低雑音受信機は、真空窓などの損失分をすべてを含めた雑音温度においても、DSB 換算にて量子雑音限界の 3 – 4 倍を達している。²⁾³⁾⁴⁾ 図 1 にしめすように、450 GHz という高周波で SSB 雑音温度 100 K に達する。

図 1 ALMA Band 8 (385 – 500 GHz) 受信機の SSB 雑音温度⁴⁾

これは超電導薄膜製作・ミリ波サブミリ波電磁シミュレーション・導波管微細加工・高精度計測技術の融合による成果である。 イメージ分離割合に関してもおよそ -15 dB を達している。また、コルゲートホーンや導波管型偏波分離器 (OMT: Ortho-mode transducer) や冷却光学系の設計・製作技術によって、受信機ビームパターンを -40 dB 程度まで、シミュレーション予測と計測結果が一致することがサブミリ波においても可能となっている。さらに宇宙用 Product Assurance を導入することによって、ALMA ではこのような高性能受信機が各周波数 Band 毎に約 80 台量産される。

参考文献

- 1) S. Yokogawa *et al.*, 2003 PASJ 55, 519 “Plug-In Cryogenic System for Cartridge-Type SIS Receivers”.
- 2) S. Asayama *et al.*, 2004 IJIRMW 25, 107, “An Integrated Sideband-Separating SIS Mixer Based on Waveguide Split Block for 100 GHz Band with 4.0 - 8.0 GHz IF”.
- 3) W. L. Shan *et al.*, 2005 IEEE Trans. Applied Supercond. 15, 503 “Design and Development of SIS Mixers for ALMA Band 8”.
- 4) M. Kamikura *et al.*, 2006 IJIRMW 27, 37, “A 385 - 500 GHz Sideband -Separating (2SB) SIS Mixer Based on a Waveguide Split-block Coupler”.

[超電導 Web21 トップページ](#)

特集：超電導高周波技術の進展 「超電導を利用した放射線検出技術の進展」

東京大学大学院工学系研究科
原子力国際専攻・バイオエンジニアリング専攻
教授 高橋浩之

極めて高いエネルギー分解能を持つ放射線検出器の実現は、宇宙観測、物理・化学における基礎研究のみならず、微量元素分析など産業界にもインパクトを与える技術である。超電導体を用いた放射線検出器としては、超電導トンネル接合素子 (STJ)、磁気マイクロカロリメータ (MMC: Metallic Magnetic Microcalorimeter)、超電導薄膜を用いて高速動作の可能な SSPD (Superconducting Single Photon Detector) などの開発が進められているが、とりわけ超電導体の転移領域を利用した TES (Transition Edge Sensor) マイクロカロリメータは、極めて優れたエネルギー分解能 (6 keV の入射エネルギーに対して 2 eV 程度) と高計数率 (数 kcps 程度) の両方を実現する放射線検出器であり、¹⁾²⁾ 既存の検出器性能では不十分とされる放射光を用いた蛍光 X 線分析やイオンビームを用いた PIXE、X 線天体観測などへの応用が期待されている。

マイクロカロリメータは放射線入射に伴う温度上昇を検出原理とするものである。極低温における物質の格子比熱は、温度の 3 乗に比例して小さくなり、また電子比熱も温度に比例して小さくなる。したがって、極低温におかれた吸収体には、量子放射線入射において十分大きな温度変化が起こることになる。温度の測定には、極低温で動作する高速な温度計が必要となるが、超電導体の転移を利用した温度計はこの条件を満たす。超電導体の転移温度近傍においては、抵抗値が温度変化に応じて急激に変化するため、この抵抗値から、温度を測定することができる。このような転移端温度計 (TES: Transition Edge Sensor) は、転移温度近傍のごく限られた範囲でしか動作しない代わりに、極めて高い温度感度と高速性を有する。TES を用いたマイクロカロリメータでは、TES を一定電圧でバイアスし、TES 中を流れる電流を極めて低雑音で高い感度を有する電流計である SQUID 増幅器により測定する。これにより個々の入射放射線により発生する温度上昇を電流信号に変換し高精度なエネルギー測定が可能になる。今、TES には一定の電圧 V を印加しているので TES の転移領域中で生じる抵抗 R によるジュール加熱 V^2/R と系から逃げる熱量 (熱コンダクタンス G に比例) が等しくなる点で平衡になる。このような系に放射線が入射すると系の温度が上昇し、TES の抵抗は転移曲線に沿って上昇する。しかし TES は定電圧バイアスされているため TES のジュール加熱は減少することになる。すなわち X 線入射によって生じる温度上昇は、TES のジュール加熱が減少して補われるような電熱フィードバックが形成されるため、本来の熱的な時定数 $\tau=C/G$ よりも応答速度を改善することが可能になる。TES マイクロカロリメータは、個々の入射粒子に対して、パルスモードで計数するのに十分な高速動作が可能であり、X 線、 γ 線、中性子等の入射放射線について感度を持つ検出器として、その実用化が期待されている。現状での TES 検出器の課題としては、検出面積を大きくするためのアレイ化の手法、過剰雑音の解明と制御、高速化、適用粒子・エネルギー範囲の拡大などがあげられるが、最新の微細加工技術の導入と吸収体構造の工夫により、より高い性能が実現されつつある。

参考文献

- 1) K. D. Irwin, G. C. Hilton *et al.*, Appl. Phys. Lett., 66 (1995) 1945.
- 2) K. D. Irwin, “光子 1 個を見る超電導センサー”, 日経サイエンス, Feb. 2007.

超電導関連 2-3 月の催し物案内

2/14

「超伝導実用化に向けた冷凍機の課題」

場所：全日通電ヶ関ビル 8 階、大会議室、千代田区

主催：超伝導科学技術研究会（第 68 回ワークショップ）

問合せ：

（社）未踏科学技術協会・超伝導科学技術研究会

Tel: 03-3503-4681、Fax: 03-3597-0535、E-mail: fsst@sntt.or.jp

2/29

「新超電導物質探索に関する調査」成果報告会

場所：「女性と仕事の未来館」4 階ホール、港区、東京

主催：（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）、

（財）国際超電導産業技術研究センター（<http://www.istec.or.jp/>）

問合せ：

超電導工学研究所、永野一郎

Tel: 03-3536-5703、Fax: 03-3536-5714、E-mail: i-nagano@istec.or.jp

3/12

「超電導電力ネットワーク制御技術開発」成果報告会

場所：九段会館、千代田区、東京

主催：（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）（予定）、中部電力株式会社、九州電力株式会社、（財）国際超電導産業技術研究センター

問合せ：

（財）国際超電導産業技術研究センター、伊東 隆

Tel: 03-3431-4002、Fax: 03-3431-4044、E-mail: takashi_itou@istec.or.jp

3/14

フォーラム「先進超電導線材の進展と今後の課題」

場所：（財）電力中央研究所第一会議室、大手町、東京

主催：電気学会、基礎・材料・共通部門 金属・セラミックス技術委員会

共催：電気学会東京支部

協賛：応用物理学会、低温工学協会

問合せ：

（社）電気学会 事業サービス課 油原春江

Tel: 03-3221-7313、Fax: 03-3221-3704、E-mail: yuhara@iee.or.jp

3/19

平成 20 年電気学会全国大会シンポジウム「高温超電導線の高磁界特性と磁気応用指針」

場所：福岡工業大学、福岡

主催：（社）電気学会

問合せ：

（社）電気学会、事業サービス課 森 正美

Tel: 03-3221-7313、Fax: 03-3221-3704、E-mail: mori@iee.or.jp、<http://www.iee.or.jp/>

（編集局）

[超電導 Web21 トップページ](#)

新聞ヘッドライン (12/20-1/18)

- がん診+ゴルフのツアー アスクレピオス韓進観光 24 日、韓国から第 1 陣 12/20 フジサンケイビジネスアイ
- ITER 機構発足シンポ 日本人の人材難訴求 核融合エネフォーラム 12/20 日刊工業新聞
- 有機分子絶縁体 理研、磁場かけ金属に 超電導の仕組み解明へ 12/20 日刊工業新聞
- がん放射線治療 「重粒子線」難治性に威力 12/20 読売新聞
- 万能細胞、追加支援の口火切る 素早い決断、研究者後押し 12/20 日本経済新聞
- 「脳が冴える 15 の習慣」 使っていれば幅ができる 集中力、思考力、意欲を高めるための手引き書 12/21 毎日新聞
- がん放射線治療 ハコ物先行「粒子線」構想 12/21 読売新聞
- 文科省 FBR 推進に 290 億円 原子力全体は 66 億円減 12/21 電気新聞
- 高温超電導体 発見から 20 年 送電ロス削減へ 高まる期待 12/23 毎日新聞
- 中国、国産で 300 キロ 12/24 フジサンケイビジネスアイ
- 国際熱核融合実験炉 ITER 建設プロ始動 機構の体制整備急ピッチ 池田要氏に聞く 日本の対処に遅れ 日系の積極参加で 指導力発揮を期待 12/25 日刊工業新聞
- 日中で「核融合」研究 初の技術協定締結へ 12/25 読売新聞
- 系統ゼミナール 連系線増強のデメリット 容量増も信頼度向上とならず 12/25 電気新聞
- 08 年度予算 ITER 計画に 103 億円 文科省 本格始動で大台確保 12/25 電気新聞
- リニア新幹線 自己負担建設 JR 東海が方針 12/26 フジサンケイビジネスアイ、日本経済新聞
- 粒子線装置でがん治療 病変部にピンポイント照射 12/26 日刊工業新聞
- 指で押すと発電 音力発電が技術 エコ電源製品化へ 12/26 日刊工業新聞
- ITER プロ本格始動 国民の理解と関心高めよう 12/26 日刊工業新聞
- JR東海 リニア5兆円全額負担 東京一名古屋 25年開業へ事業化 12/26 毎日新聞
- レアメタル リサイクル進展で明暗 12/26 日経産業新聞
- 日立製作所 陽子線でがん治療 世界初 米国FDAから認可 12/27 電気新聞、日刊工業新聞
- 核融合研究開発 日中の協力促進へ 渡海文科相 きょう合意締結 12/28 電気新聞
- リニア新幹線 東京駅・品川駅 乗り入れ有力 JR東海 12/29 日刊工業新聞
- 日本風力発電 風力発電 出力を平準化 蓄電池活用、販路幅広く 1/1 日経産業新聞
- コスト半減の太陽電池参入 TDK・太陽誘電 シリコン使わず 1/5 日本経済新聞
- 燃料電池、いよいよ家庭に 小型の発電装置 1/6 日本経済新聞
- 次世代送電線 米と開発 経産省方針 電気抵抗ほぼゼロ 1/6 読売新聞
- 循環型社会の形成を推進 有力企業の製品と技術 日本磁力選鉱 1/7 日刊工業新聞
- 東芝が新型キャパシター 電圧で電気容量変化 複数の周波数帯対応 携帯の送受信回路 小型化 1/7 日経産業新聞
- 系統ゼミナール 遠距離送電はなぜ難しいのか 距離が2倍なら建設費4倍 1/8 電気新聞
- バリ取り・エッジ仕上げ機器 従来の「磁気研磨技術」と新しい「強力磁気加工技術」の開発 1/9 日刊工業新聞
- 超電導磁石 稼動 安定性高く 日立と物材機構 スイッチ試作 1/9 日経産業新聞
- 物質に新機能生む 低温合成法を考案 巨大化学種の非晶性形成に着目 アルカリ金属モリブデンブロンズ作製 400Cで超電導性 1/14 日刊工業新聞
- 脳の特性から経済を解明 fMRI活用 経済実験実施 発達する学際研究 1/14 日本経済新聞

- 超電導効果で高効率発光 量子情報通信向け 北大などがLED 1/16 日刊工業新聞
- 能力4倍超の冷凍機 冷媒にネオンガス初採用 国際超電導産技センターなど 1/17 日刊工業新聞、日経産業新聞、電気新聞
(編集局)



[超電導 Web21 トップページ](#)

超電導速報—世界の動き（2007 年 12 月）

電力

Zenergy Power plc（2007 年 12 月 5 日）

Zenergy Power plc は、1 株当たり 280 ペンスの新規株式 3,571,484 株を新規及び既存の機関投資家に売却し、10,000,115 ポンドの資金を集めた。この資金は Zenergy グループの企業活動のための運転資本として使われる予定。Zenergy は、4 つのコア分野、即ち HTS 誘導ヒーター、再生可能エネルギー、HTS 限流器、次世代 HTS 線材の分野で顕著な技術レベルを達成しており、今回集めた運転資本を使って 140 億ユーロ/年以上と見積もられる世界市場へ早期参入することにより、株の価値を大きく高めていきたいとしている。今回の株式販売は、株式がロンドン株式市場の Alternative Investment Market (AIM)における売買が認められることが条件となっている。

出典:

“Institutional Placing to raise £10 million”

Zenergy Power plc press release (December 5, 2007)

<http://www.trithor.com/pdf/press-en/2007-12-05-Institutional-Placing.pdf>

Zenergy Power plc（2007 年 12 月 17 日）

Zenergy Power plc は、中間電圧用限流器の試験に成功し、下流の電力機器に連続した、安定な電力を供給しつつ、複数の電力サージに対応して瞬時かつ自動的にこの限流器が動作することを実証した。試験では、この限流器は、実際の電力網と同じ条件下で、全国電力網における過酷な電力サージを模擬した繰り返しの電力変動の下に置かれた。限流器は予想通りに動作し、米国の実際の商用電力網に組み込む限流器第 1 号機とすべく現在開発が進んでいるところである。今回成功した限流器の試験は、多くの米国電力会社や米国 National Electric Energy Testing, Research and Applications Center (NEETRAC)の監視のもとに行われ、米国での最初の成功例となった。Zenergy は、米国の限流器市場は世界最大であると考えており、その規模は年間数十億ドルであると見込んでいる。また、限流器の世界市場は年間 50 億ドル程度と見込まれている。

出典:

“Key FCL Technical Milestone”

Zenergy Power plc press release (December 17, 2007)

<http://www.trithor.com/pdf/press-en/2007-12-17-FCL-Milestone.pdf>

Zenergy Power plc（2007 年 12 月 19 日）

Zenergy Power plc は、10 m 長の次世代線材を自社特許である全ケミカルプロセスにより製造することに成功した。ドイツ連邦経済技術省の資金を得て、Zenergy は全ケミカルプロセスを開発しているところである。その目標は高い経済性を持つ商用超電導材料（線材）の製造である。今回の成果は、Zenergy が Converteam SAS と進めている世界の風力及び水力発電市場向けの高効率 HTS 発電機の開発にとって極めて重要である。Zenergy の HTS コイルと部品を使ったこの発電機はオフショア風力発電コストを 25%程度削減するものと期待されている。英国の産業及び規制改革担当大臣 John Hutton が最近、「英国の全家庭の消費電力と同等の電力をオフショア風力発電によって生み出すことが英国政府の目標である。」と述べており、今回の Zenergy の成果はこの点でもタイムリーであると言える。

出典:

“Key 2 G HTS Technical Milestone”

Zenergy Power plc press release (December 19, 2007)

<http://www.trithor.com/pdf/press-en/2007-12-19-2G-HTS-Milestone.pdf>

NMR

Bruker BioSpin Corporation (2007 年 12 月 3 日)

Bruker BioSciences Corporation は、Bruker BioSpin 傘下の一連の会社を買収するための最終合意に達した。現金 3 億 8800 万ドル及び 2007 年 11 月 28 日時点で総額 5 億 2600 万ドルの Bruker BioSciences 社株で支払いが行われる。この買収は Bruker BioScience 株主の同意、通例の規制当局の承認及び支払いが条件であり、2008 年の早い時期に完了の予定である。この買収は、Bruker BioSciences の資産価値の増加、販売機会の増加による増収に向けたシナジー効果、開発の効率化に加え、資源の有効活用や管理機構の共有化を通じたコスト節減効果が期待できる。Bruker BioSciences の総括部長 Bill Linton は次のように述べた。「Bruker BioSciences と Bruker BioSpin はそれぞれきちんとした基盤を持つ会社であるが、両社の合併により市場における位置付け、技術基盤、品揃え、世界への販売、顧客サポートが強化されるとともに、多様化を図ることができる。」Bruker BioSpin は、超電導マグネット技術のみならず NMR 及び研究用 MRI の市場及び技術のトップ企業である。今回の買収完了後、新生 Bruker Corporation は超電導線材ビジネス分野で資金を持つ戦略的投資家と協力関係を築き、これまでの市場の他、HTS 線材ビジネスの発展を加速したいとしている。

出典:

“Bruker BioSciences Corporation Announces Agreement to Acquire the Bruker BioSpin Group for \$914 Million in Cash and Stock”

Bruker BioSciences Corporation press release (December 3, 2007)

<http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=121496&p=irol-newsArticle&ID=1083166&highlight>

通信

Superconductor Technologies Inc. (2007 年 12 月 17 日)

Superconductor Technologies Inc. と Hunchun BaoLi Communications Co. Ltd. (BAOLI) は、新合併企業 BaoLi Superconductor Technology Co. Ltd., (BST) の会社登録を完了したと発表した。BAOLI は新会社の 55% の株式を、STI はその 45% を取得する。BST の授權資本金は 2,550 万ドルで、STI は技術ライセンスと製造ノウハウを提供し、BAOLI は土地建物、製造設備及び資金を提供する。

出典:

“Superconductor Technologies and Hunchun BaoLi Communications Announce the Official Registration of the Planned Joint Venture”

Superconductor Technologies Inc. press release (December 17, 2007)

<http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=70847&p=irol-newsArticle&ID=1087681&highlight>

核融合

European High Temperature Superconductors GmbH & Co. KG (2007 年 12 月 14 日)

European High Temperature Superconductors (EHTS)は、Forschungszentrum Karlsruhe (FZK) から、ドイツ・ユーラトム共同の核融合プロジェクト Wendelstein W7-X 向けの HTS 電流リード 1,100 セットを受注した。この電流リードセットは EHTS が 2007 年 8 月に導入したタイプ 2 の HTS 線材を使う予定である。この HTS 線材は金属部分が少なく、高い臨界電流と優れた機械特性を有することが特徴である。この電流リードは 420 A で動作する。

出典:

“EHTS receives order for HTS current lead stacks for German/EURATOM fusion research project W7-X”

European High Temperature Superconductors GmbH press release (December 14, 2007)

http://www.bruker-ehs.com/fileadmin/Press_Release/2007/Pressemitteilung_EHTS-HTS_FZK_order_engl_v2.pdf

加速器

CERN (2007 年 12 月 14 日)

CERN 最高責任者 Robert Aymar は年末報告を行い、その中で 2008 年夏の Large Hadron Collider (LHC)における物理研究のスタートに向けての進捗状況を説明した。また、CERN 理事会は 2008 年予算を承認した。この予算を使って、老朽化した設備を増強し、2016 年に始まる LHC 強化に向けた準備を行う。設備増強には、1959 年に切り替えられた陽子シンクロトロン加速器の交換が含まれている。

この LHC は、CERN の新たな基幹研究設備となるものであり、全世界から 9000 名の研究者が集まってきている。この設備の予定寿命は約 20 年である。この間、色々な研究協力が行われ、宇宙の本質に対する新しく、豊かな知見が得られることが期待される。この LHC は 27 km のトンネルに既に設置されており、運転開始に向けて準備が進行中である。LHC の 8 つのセクターの内 2 セクターは既に 1.9 K まで冷却されており、3 セクターは冷却準備が行われている。ディテクターの据付も最終段階にある。現在、装置は 2008 年初夏の運転開始に向け予定通りに準備が進行している。

出典:

“CERN Director General reports on LHC progress”

CERN press release (December 14, 2007)

<http://press.web.cern.ch/press/PressReleases/Releases2007/PR11.07E.html>

基礎

Boston College (December 20, 2007 年 12 月 20 日)/University of Tennessee at Knoxville (2007 年 12 月 21 日)

Boston College, the University of Tennessee 及び Oak Ridge National Laboratory 走査電子顕微鏡により電子ドープ PLCCO において電子が対を組むときボーズ粒子（整数スピンを持つ粒子）が存在していることを突き止めた。観察されたボーズ粒子のエネルギーは磁性起源であり、対生成の原因、即ち、高温超電導体で電子を結びつける「のり」の役割を果たしているようである。この結果は、PLCCO を中性子回折を用いて解析した以前の知見と一致している。今回の知見により、高温超電導の機構の明確化に向け 1 歩進んだことになる。研究結果は Nature の 12 月 13 日号に掲載さ

れた。(<http://www.nature.com/nature/journal/v450/n7172/abs/nature06430.html>)

出典:

“Boston College physicists find new explanation for superconductivity’s ‘glue’”

Boston College press release (December 20, 2007)

<http://www.physics.bc.edu/Deptsite/img/madhaven.pdf>

“UT-ORNL researchers take step toward understanding superconductivity”

University of Tennessee at Knoxville press release (December 21, 2007)

<http://www.utk.edu/news/article.php?id=4375>

(ISTEC 国際部長 津田井昭彦)

[超電導 Web21 トップページ](#)

標準化活動 2 月のトピックス

ーJIS、超電導関連規格 1 件を発行ー

日本工業標準調査会（JISC）は、財団法人 国際超電導産業技術研究センター（ISTEC）及び日本規格協会から JIS 原案の共同提案を受け、所定の審議を経て平成 19 年 12 月 20 日を制定日として、次の規格を日本規格協会から発行した。

◇JIS H 7313: 2007-12

超電導ーバルク高温超電導体の試験方法ー捕そく（捉）磁束密度

この規格は、次の IEC（International Electrotechnical Commission: 国際電気標準会議）規格に整合したものである。

◇IEC 61788-9: 2005-04

Superconductivity - Part 9: Measurements for bulk high temperature superconductors- Trapped flux density of large grain oxide superconductors

この規格は、平成 17 年度から村上雅人教授（現芝浦工業大学）のもとに設置された JISWG10 によって素案が作成され、IEC/TC90 超電導委員会の JIS 原案作成委員会の審議を経て JIS 原案とされた。その後、日本工業標準調査会（JISC）の審議を経て、この度 JIS 規格として発行された。

この規格に主要な内容は、次の通りである。

◇ 概要

この規格は、バルク高温超電導体の捕そく（捉）磁束密度を測定するための試験方法について標準化を行い、生産及び仕様の合理化、品質の向上を図るために制定するものである。

◇ 規格の構成と解説

- 1.適用範囲
 - 2.引用規格
 - 3.用語及び定義
 - 4.原理
 - 5.一般事項
 - 6.測定装置
 - 7.試験
 - 8.測定の精確さ
 - 9.試験報告
- 解説

（編集局）

[超電導 Web21 トップページ](#)

特許情報

◆平成 19 年度第 2,3 四半期の公開特許

平成 19 年 7 月～12 月に公開された ISTEK 出願の特許をお知らせします。詳しい内容は特許庁のホームページ内の特許電子図書館等の特許データベースをご利用下さい。

1) 特開 2007- 324180 「超電導素子とその製造方法」：

本発明は、超電導体薄膜を多層にしてもジョセフソン接合が劣化しない超電導素子とその製造法に関するものである。規模の大きい SFQ 回路や複雑な構造を持つ高感度の SQUID センサを作製するためには、素子構造を多層化すること、および、接合層上部に、配線やコイルなどの回路要素を作製することが不可欠であるが、ジョセフソン接合の接合特性を劣化または変化させることなく超電導層や絶縁層を積層し、さらには、最上層に配線やコイルなどの回路要素を作製し、大規模でかつ回路特性に優れた超電導素子を作製することは困難であった。

発明者は、ジョセフソン接合を、最上層となる超電導層を積層するときに同時に形成すれば、加熱プロセスによる影響を受けることなく、所要の接合特性を持ったジョセフソン素子を所要の位置に所要の数形成できることを見出した。

(SRL/ISTEC 開発研究部長代理 永野一郎)

[超電導 Web21 トップページ](#)

低温工学 材料研究会／九州・西日本合同研究会「最近の超電導応用機器の開発と材料・線材技術」報告

高知工科大学 工学部
物質・環境システム工学科

教授 前田敏彦

(社)低温工学協会の2007年度第3回材料研究会と第2回九州・西日本支部研究会が、2007年12月14日(金)に高知県香美市の高知工科大学で合同研究会として開催された。「最近の超電導応用機器の開発と材料・線材技術」をテーマに、開発途上にある超電導応用機器の現状の紹介、使用される超電導材料・線材の特性、各種機器の設計と実用化に向けた課題、機器設計の際に重要となる応力・歪問題などについて計5件の講演が行われた。

松本要材料研究会委員長(九工大)の開会挨拶に続いて、川越明史氏(鹿児島大)による「瞬低 SMES 用伝導冷却型パルスコイル」と題する最初の講演が行われた。NEDOの基盤技術研究促進事業の一環として設計、製作した瞬低(瞬時電圧低下)補償用電力貯蔵装置(SMES)用1 MJ低温超電導(LTS)コイルについて、その冷却・励磁試験についてまとめた。作製されたコイルが1 MW×1秒補償の定格運転に余裕をもって対応可能であることを示し、コイルの温度上昇を抑制できたのは極低温での高い熱拡散率に基づくものと結論づけた。次に「MgB₂ 線材のマグネットへの応用」と題し、熊倉浩明氏(物材機構)が、MgB₂線材の作製方法(特にin-situ 法)や微細SiC粒子添加を中心とした高J_c化技術についてまとめた。また、海外の1 kmを超える長尺線材の開発に関し、主に米国のHyper Tech社とイタリアのColumbus Superconductors社における開発状況を紹介した。

休憩をはさみ、「超電導応用基盤技術開発(第Ⅱ期)」プロジェクトにおけるYBCO線材(coated conductor)開発の成果が2件続けて紹介された。岩熊成卓氏(九州大)が、「YBCO 超電導モーターの開発」と題して、超電導モータの原理、常電導モータとの比較、超電導モータに用いたYBCO線材やそのコイルの特徴などを報告した。また、船舶推進システムとの組み合わせ試験の映像も紹介された。続いて向山晋一氏(古河電工)による「YBCO線材を用いた超電導ケーブルの開発」と題する講演が行われ、まず高温超電導ケーブルの導入効果が示された後、YAGレーザを用いた細線化による導体の低交流損失化技術、I_c特性、交流損失の測定結果などが紹介された。

最後に、長村光造氏(応用科学研究所)が、「超電導応用機器の開発と材料・線材技術 - 特に応力・歪問題について- 」と題して講演し、線材の機械的特性の向上と評価法の重要性を指摘した。実用化の現状が述べられた後、真の実用化に求められる線材性能、複合超電導体の構造と特性、Bi系2223 線材とcoated conductorについての機械特性測定結果などが示された。講演終了後、住吉文夫九州・西日本支部長(鹿児島大)の閉会の辞をもって研究会は終了となった。

全体として、LTSからMgB₂、coated conductorまで種々の線材を用いた超電導応用機器の開発の現状と課題が効率よく把握できる有意義な研究会であったという印象である。各講演について内容的にも時間的にも十分な討論が行われ、充実した研究会であった。本研究会のオーガナイザーの一人として、お忙しい中多くの時間を本研究会のために割いていただいた各講師の方々に感謝いたします。

[超電導 Web21 トップページ](#)

【隔月連載記事】

やさしい超電導電力機器のおはなし（その 1）

横浜国立大学
大学院工学研究院
名誉教授 塚本修巳

某日某所で、大手商社の経営に携わっている役員の叔父さんと、メーカーの研究所で高温超電導機器開発に携わっている甥との間で超電導応用のことが話題になりました。

1.1 高温超電導、室温超電導？

甥：叔父さん久しぶりですね。昨今の先行き不透明の中で、会社の経営は大変ですね。

叔父：やあ君、会社を取り巻く環境は厳しく、目先のことに追われとても先のことには気が回らないよ。これではいけないと十分承知はしているのだが。ところで君は今会社で超電導電力機器の開発に携わっているそうだね。夢があっていいな。もう 20 年位前だったか高温超電導（HTS）フィーバがあったことを覚えているよ。わが社でも超電導で何かビジネスができるか調べさせたことがあったけれど、最近あまり話を聞かないので HTS の話はもう終わったと思っていたよ。やはり室温超電導が出てこないとねえ。

甥：超電導のこと覚えていて頂けただけでも幸いです。

叔父：それくらいのことは知っているよ。超電導は非常に低い温度に冷やすと電気抵抗がゼロになり、電流を流しても発熱がないから、効率の良い電気機器が実現できると言うくらいは知っている。自分は文系とはいえ、高校では理系の科目も少しは習ったからね。

甥：高温超電導技術の開発は、終わるところか、現在世界各国でデットヒートと言っているような開発競争が繰り広げられています。確かに室温超電導が出てくればそれに越したことはないのですが、われわれは室温超電導が出てこなくても、液体窒素温度レベル（77K）で超電導になる HTS を用いて十分実用になる機器ができていると思っています。もし、今日仮に室温超電導材料が発見されたとしても、応用機器が実現するには 20 年、30 年以上かかります。長い導体を作り、実用に足る大きな電流を抵抗ゼロで流せるように、しかも、実用に耐えるコストで実現するには大変な研究開発努力と資金が必要です。このためだけでも長い時間がかかってしまいます。実際、HTS の材料が 1986 年に発見されてから 20 年以上過ぎた現在、コスト的にも、性能的にも将来性があると期待されているイットリウム系薄膜導体で数百 m の長尺化がやっと可能になりました。これからはコストダウンを目指した実用化導体の製造方法の開発段階になってきている状況です。従って、いつ出てくるかわからない室温超電導の出現を待つよりも、現在得られている HTS 材料の応用技術開発を進めたほうが良いというのが世界の趨勢です。

叔父：ところで超電導技術を応用したらどんないいことがあるのかね。

甥：超電導の応用と一言で言っても、電気抵抗がゼロになることを利用したいいわゆる強電応用から、超電導特有の量子効果を利用したエレクトロニクス応用までその範囲は非常に広いです。電力・エネルギー・環境の分野から、産業・輸送、医療・診断、情報・通信の分野まで、現在政府が重点施策を行っている重点 4 分野すべてに関係します。

現在、経済産業省はこの重点 4 分野について、重要技術項目を選び出し、技術戦略マップを 2005 年から策定しています。マップの策定は、国の研究開発資金、資源を重点的に配分し、関連の技術

者、研究者が将来像を共有し、民間企業が自ら効率的な事業展開のために体制を作り、研究開発の推進に役立せることを目指したものです。超電導技術は重点分野すべてにかかわるので、分野にまたがる独自の位置付けとして 2007 年からマップの策定が開始されました。現在も急速に進展する技術の状況に合わせてローリングがなされています。

叔父：技術戦略マップの話は聞いている。我社の技術部門にも将来のビジネスチャンスを探すためにいろいろ検討はさせている。ただ、超電導のマップのことは知らなかった。

甥：超電導の応用分野の中で私が関係している超電導電力機器に関して説明しましょう

叔父：我社は昔から発電事業に国内はもとより海外にも進出しているから、大いに興味があるよ。

1.2 電力システムと超電導技術

甥：電力システムは情報通信システムと並んで、人間が作った最も複雑なシステムといえます。特に、電力システムは個々には予測不可能な需要の生起に対して瞬時に供給が対応しなければならない、すなわち、生産と消費が瞬時でつりあっていなければならない物理的な強い拘束があることです。電話では輻輳が起きればお話中になってしまうことが許容されるのですが、電力システムはこのようにいかないのです。生産と消費のバランスが崩れると、システムは不安定となり、最悪の場合広域の大停電が起きてしまうのです。有名なのは 2003 年の 8 月に北米東海岸で起き、5 千万世帯が被害を受けた大規模停電です。このときの夜間の衛星写真はインターネットで簡単に探し出せますが、それを見るとニューヨーク市地区、ニューイングランド地区が文字通りブラックアウトしています。また、最近ではヨーロッパでも一昨年の 11 月に大規模停電が起きています。

このような大規模かつ複雑な電力システムですが、近年の情報化社会の進展、CO₂削減など環境問題が深刻化している中、それを取り巻く種々の課題が顕在化してきています。

すなわち、

①情報通信量の急速な増大に伴う大都市地区での電力需要密度の大幅増と、電力設備増強に対する用地難、コスト増の深刻化：

情報処理機器個々の消費電力はそれほど多くないにしても、大規模データセンター内のサーバー、ルータなど設備の消費電力が大きく、また、これらの空調も必要で、情報量の急速な増大に伴い特に都市部で消費電力が急増すると予測されています。これに対応して都市部の電力設備の増強はご承知のように大きなコストがかかります。

②益々強くなってきている電力の高品質化・高信頼度化に対する要求：

近年は家庭電化製品から工場の生産ラインにまで無数のデジタル演算回路チップが入っており、コンマ数秒以下の短い瞬時での電圧低下（瞬低）でも大きな障害が発生する可能性があります。また、E-コマースではサーバーの停止は莫大な損失をもたらします。アメリカの電力研究所 (EPRI)/CEIDS が出したレポートでは、時間の長短にかかわらず停電による損害は年 1000 億から 1600 億ドルを超え、瞬低による被害もこれとは別に 150 億から 240 億ドルという大きな損害があるといっています。日本ではこの種の統計はないのですが、最新鋭の半導体工場では一回の瞬低で数億円の被害が出るといわれています。従って、この種の損害を抑えるために、瞬低のない高品質で、停電が少ない高信頼性の電力が情報化社会では重要です。

叔父：外資系の金融会社が入っているビルでは自家発電/無停電電源装置の設置を要求されると聞いているが、このような膨大に損害があるとはあまり知らなかった。

甥：さらに話を続けますが、

③分散電源、自然エネルギー電源導入量の着実な増加と、それに伴う電力システム運用への不安定要因の増大：

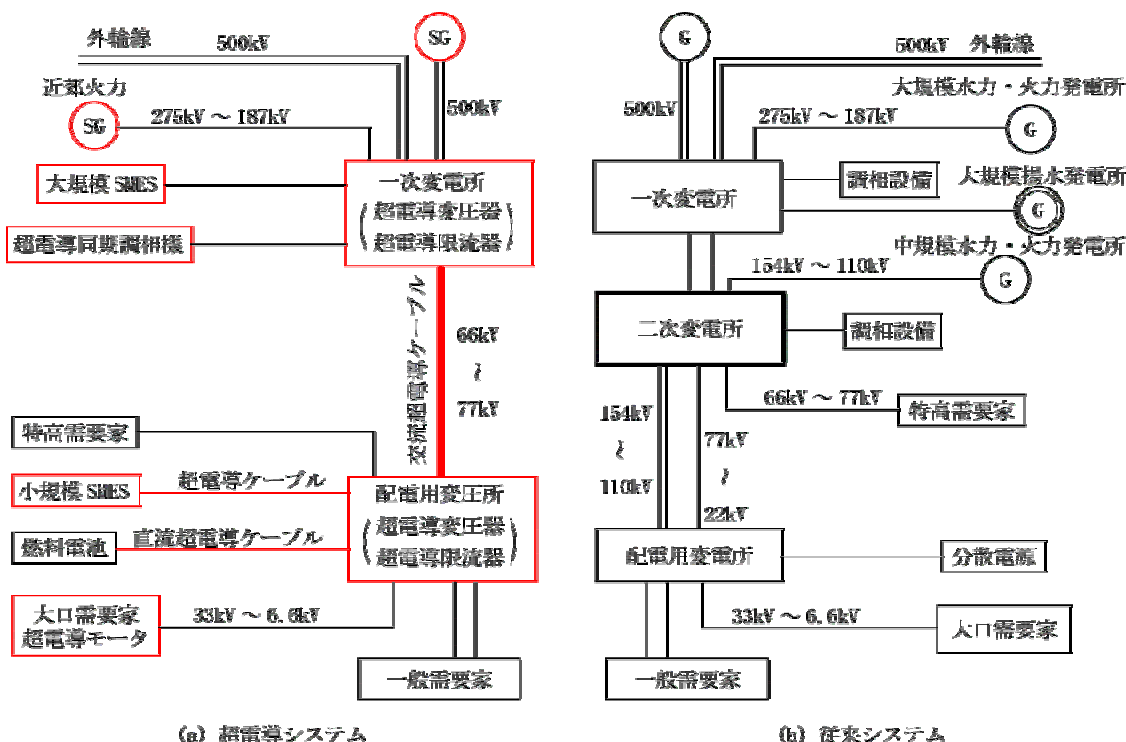
これらの電源は供給に不確定要因が多く、必要なときに予定した電力が得られない可能性があり、

電力システム運用上の障害になると考えられます。

これらの問題は現状の技術の延長では対応が困難になりつつあります。

超電導技術を電力機器に応用することにより、機器の高効率化、軽量・コンパクト化、高容量密度化、さらに、従来にない新機能を持つ機器の実現が可能となります。特に液体窒素温度領域で超電導になる HTS は冷却に対する負担が少なく、実用化に大きな期待が寄せられています。このため超電導技術は今まで述べてきたような問題の重要な“Solution”となることが期待されています。アメリカでは電力業界の規制緩和に伴い広域停電が頻発したのを受け、エネルギー省送配電局がアメリカの将来の送配電の長期ビジョン「Grid 2030」を奇しくも前記の北米大停電が起きる直前に発表しました。この中で、超電導技術が重要技術として位置づけられています。我国でも、超電導技術の電力機器への応用の重要性は早くから認識され、NEDO（新エネルギー産業総合開発機構）のプロジェクトを主体としてここ 20 年以上にわたって超電導電力機器の開発が続けられてきています。ヨーロッパでも、中国、韓国でも継続的な研究開発が行われてきています。最近の HTS 線材技術の著しい進展により超電導応用電力機器の開発が世界各国で加速されてきています。

1.3 超電導電力システム



甥：図1は日本の電力システムの構成を概念的に示したもので、超電導技術を導入した場合の構成がどのようなものになるかの概念的な例を示しました。ご承知のように電力量は電圧と電流の積で決まります（厳密に言うと交流の場合はこの値より少し少なくなりますが）。大きな電力を送るには、電圧を高くするとともに電流も大きくする必要があります。電流を大きくするにしても送電線、配電線を太くしないとジュール損失が大きくなるので、電流を増やすのには限界があります。このため、

輸送する電力量が大きいほど電圧を高くする必要があります。従って、図 1 の(b)のように送電電力量に応じて何段もの電圧階級が決まっています。超電導技術を導入した場合、発電機や変圧器など個々の機器を超電導化した場合のメリットのほかに、電力システムの構成を変えることによるメリットが非常に大きいです。超電導電力ケーブルは大きな電流を損失少なく流せるので、つまり大電力を、電圧をあまり大きくしなくても送れるので、図 1(a)に示してあるように、電圧階級を整理し、途中の 2 次変電所を省略することにより、用地問題の緩和、送電系増力に当たっての大幅な低コスト化が可能になります。さらに、電流を自律的に制限できる限流器、電気を一時的に貯めることでできる SMES 超電導磁気エネルギー貯蔵装置など、超電導特有の機器を導入することにより、電力品質、信頼性の向上ができます。

叔父：いろいろ超電導技術の導入によっていいことがありそうだね。

甥：次の機会に個々の機器についてもう少し詳しく説明することにします。興味を持ってもらえればありがたいです。

[超電導 Web21 トップページ](#)

読者の広場

Q&A

Q：わが国の超電導電力機器応用の研究開発動向について教えてください。

A： 現在進行中のプロジェクトと次年度からスタートするプロジェクトについて紹介します。

まずは、現在進捗中のプロジェクトの状況についてです。国および NEDO が進める超電導電力機器に関するプロジェクトを表 1 に示します。①については、Y（イットリウム）系線材の開発を行うとともに 5 つの機器の要素技術開発を進めています。②については、Nb-Ti（ニオブ・チタン）線材を用いた低温 SMES（超電導電力貯蔵装置）の開発や酸化物超電導線材を使用した大電流導体コイル化による高温 SMES の研究、Nb-Ti 線材を用いたフライホイールシステムの開発を行っています。また平成 19 年度にスタートした③のプロジェクトについては、Bi（ビスマス）系線材を用いた超電導電力ケーブルシステム（66 kV,200 MVA 級,200～300 m）を実系統に連系し実証試験を行う事としています。なお、①と②のプロジェクトは今年度で終了します。

表 1 平成 19 年度 超電導関連のプロジェクト

プロジェクト名	概 要（機器開発を主体）	実施期間
①超電導応用基盤技術研究開発（第Ⅱ期）	・ Y 系線材の優位性が発揮できる機器(*1)を対象に要素技術開発を実施する。また、線材を機器に適用した場合の実用化課題と見通しを明らかにする。 (*1)超電導ケーブル、超電導変圧器、超電導モータ、超電導限流器、高性能冷凍機	平成 15 年度～平成 19 年度
②超電導電力ネットワーク制御技術開発	・ SMES システムの開発 Nb 系線材による SMES の実系統連系試験による電力ネットワーク制御システム技術を開発し検証を実施する。また SMES の実用化を目指したトータルシステムの低コスト化の検証を行う。 ・ 超電導フライホイールシステムの開発 機械式フライホイールに比べてエネルギー損失が少なく、かつコンパクトな特長を有する超電導フライホイールを開発する。	平成 16 年度～平成 19 年度
③高温超電導ケーブル実証プロジェクト	・ 高温超電導ケーブルシステムを実系統に連系した実証試験を実施する。これにより、線路建設、運転、保守を含めたトータルシステムの信頼性を実証する。	平成 19 年度～平成 23 年度

次に、①、②の後継として平成 20 年度からスタートする次期プロジェクトの計画が NEDO より発表になりましたので、この計画から概要を説明します。

このプロジェクトの背景と目的は、経済活動の中心である大都市において益々遠距離化する電源立地点からの長距離送電安定性の確保のため、大都市地下ケーブルのリプレース需要や長距離・大容量送電へ対応するため、そして新エネルギー導入による系統への影響に柔軟に対応するために、超電導技術を活用した電力機器を開発し導入することが期待されています。また、超電導技術は送電損失を飛躍的に低減できる技術でもあり、エネルギー資源の有効利用及び地球環境問題への貢献とともに、世界的にも最先端の技術力を有する日本における超電導技術は、米国・欧州などへの国際協力が期待されています。

こうした背景のもと、本プロジェクトでは、イットリウム系超電導線材を用いた超電導電力機器

として、電力系統制御技術に該当する「SMES」、送電技術に該当する「電力ケーブル」及び「変圧器」の研究開発を進める事としています。これらの研究開発目標を表 2 に示すとともに、超電導電力機器が電力ネットワークに導入された時のイメージを図 1 に示します。なお、この事業期間は平成 20 年度～平成 24 年度の 5 カ年です。

表 2 「イットリウム系超電導電力機器技術開発」で示された研究開発目標

電力ケーブル	高電圧型ケーブルは、275 kV/单相/3 kVA 30 m（中間接続部有）を製作し、高電圧設計・製造技術の検証を行う。大電流型ケーブルは、66 kV/三相/5 kA 15 m を製作し、大電流設計・製造技術の検証を行い、長期課通電性能試験（6 ヶ月）を通じて超電導電力ケーブルの実用性検証を行う。
電力用変圧器	66/6 kV 20 MVA 級配電用変圧器の実用化を見通す 66/6 kV 2 MVA 級変圧器を製作し、低交流損失線材を用いた小型・高効率化設計の検証および事故電流に対する限流機能の検証を行う。
SMES	長距離送電の系統安定化用 2GJ 級 SMES の実用化を見通す 20MJ 級機を構成する 2MJ 級要素コイルを製作し、SMES としての動作検証および伝導冷却の検証を行う。
標準化活動	ケーブル、変圧器、SMES の技術開発を通じて、各超電導機器の国際標準化をすすめるための標準化項目を明確化するとともに、必要なデータ収集を行い、国際的な規範文書原案の策定・作成を行う。

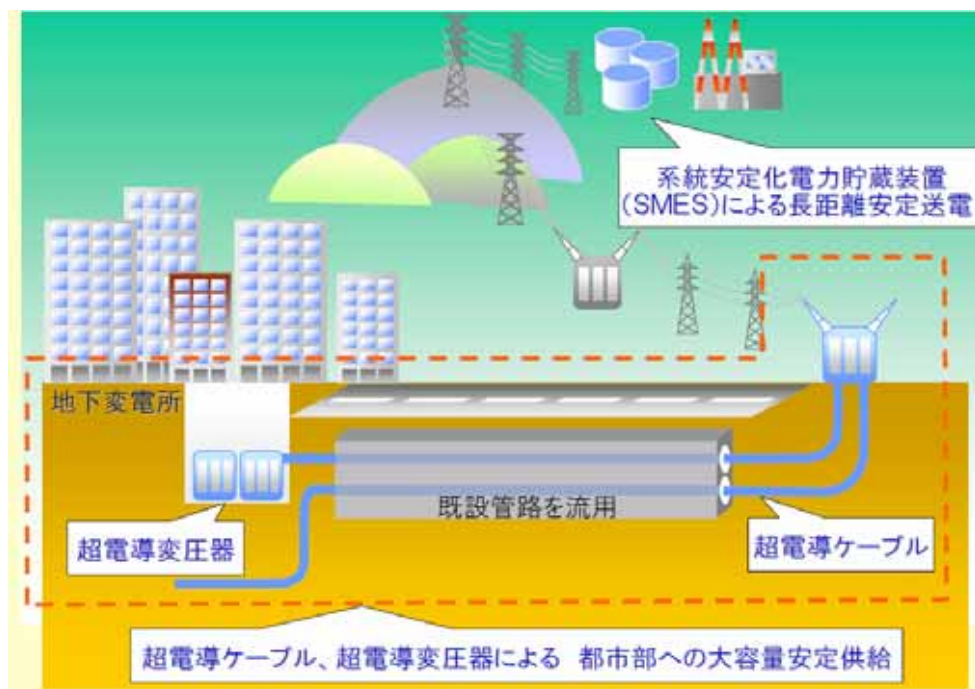


図 1 超電導電力機器導入のイメージ

最後になりますが、本プロジェクトの国の技術に関する全体計画における位置づけをご紹介します。このプロジェクトは経済産業省技術戦略マップ上のエネルギー・電力分野機器開発のうち「SMES」、「電力ケーブル」、「電力用変圧器」に位置づけられており、第3期科学技術基本計画においてはエネルギー分野における「送電技術」、「電力系統制御技術」、「電力貯蔵技術」に位置づけられています。

参考、出典

NEDO ホームページ <http://www.nedo.go.jp/>

回答者：ISTEC 総務部部長代理 藤原 昇

[超電導 Web21 トップページ](#)