

掲載内容 (サマリー):

特集: 超電導マイクロ波デバイス技術

超電導デバイスの高周波応用への期待
地上デジタル放送用超電導フィルタの開発
テラヘルツ波光源への期待
高出力サブミリ波光源 (ジャイロトロン) の開発と応用
薄膜の表面抵抗測定と標準化の現状
超電導関連製品ガイド - 超電導マイクロ波デバイス関連製品 -

超電導関連 3-4 月の催し物案内
新聞ヘッドライン (1/20-2/17)
超電導速報 - 世界の動き (2005 年 1 月)
標準化活動 - JIS H 7306 (NbTi 複合超電導導体の RRR 試験方法) 及び JIS H 7307
(超電導薄膜の表面抵抗試験方法) 発行 -
低温工学協会シンポジウム「生体磁気計測における新展開」
隔月連載記事 - 超電導市場のこれまでとこれから (その 2)
読者の広場(Q&A) - 電力分野で「瞬低」がよく話題になりますが、どのようなものでしょうか?

[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。

特集：超電導マイクロ波デバイス技術

「超電導デバイスの高周波応用への期待」

1. はじめに

超電導デバイスには非常に多くの種類がある。アナログ応用とデジタル応用に分類することもできるし、能動素子と受動素子という分類もできる。どのような切り口で分類するかによって着目点が変わってくる。今回の特集は、応用される周波数に着目して考えてみる。

心臓磁界や脳磁界などの微弱磁界を計測する SQUID は 1Hz ~ 1kHz 程度の比較的低い周波数を取り扱うが、それ以外の超電導デバイスは、超短波、極超短波、マイクロ波、ミリ波、サブミリ波から遠赤外線に至るような高周波を対象とするものが多い。数 100MHz から数 GHz の周波数領域では、超電導フィルタや AD コンバータなどの開発が進んでおり、「超電導 Web21」でもしばしば取り上げられてきた。これら以外にも幅広い周波数領域でいろいろな応用が考えられている。人類は赤色～紫色のいわゆる可視光線の範囲でしかものを見ることができないが、この領域以外の周波数の波でものを見たり、情報を送受信したり、エネルギーを伝えたりすることにより、人類の生活様式がさらに多様化してくる。このことは、単に生活が便利になるという範疇を越えて、エネルギー・環境問題の解決や安全・安心の確保など、人類福祉に大きく貢献することになる。超電導技術はこのような手段を与えるための重要な役割を演ずるのである。本特集では、超電導デバイスのマイクロ波応用だけではなく、もう少し周波数の範囲を広げた応用を取り上げる。とくに、最近話題になっている放送用超電導フィルタ、超電導マグネットを用いた大電力ジャイロトロン、テラヘルツ波の応用などの現状を紹介する。それぞれの分野で専門家の方々の解説が続くので、ここでは概論的に紹介しておく。

2. 超電導デバイスの高周波応用

はじめに図1をご覧ください。横軸を周波数にとり、いろいろな応用分野での具体例を示している。超短波からサブミリ波の間の広い周波数帯域の中には、我々の生活に深いかかわりのある様々な電波が飛び交っている。超短波領域では VHF テレビ放送など、極超短波の世界では UHF テレビ放送のほかに携帯電話、タクシー無線などがある。マイクロ波領域では衛星放送やマイクロ波中継電波などがあり、ミリ波領域で

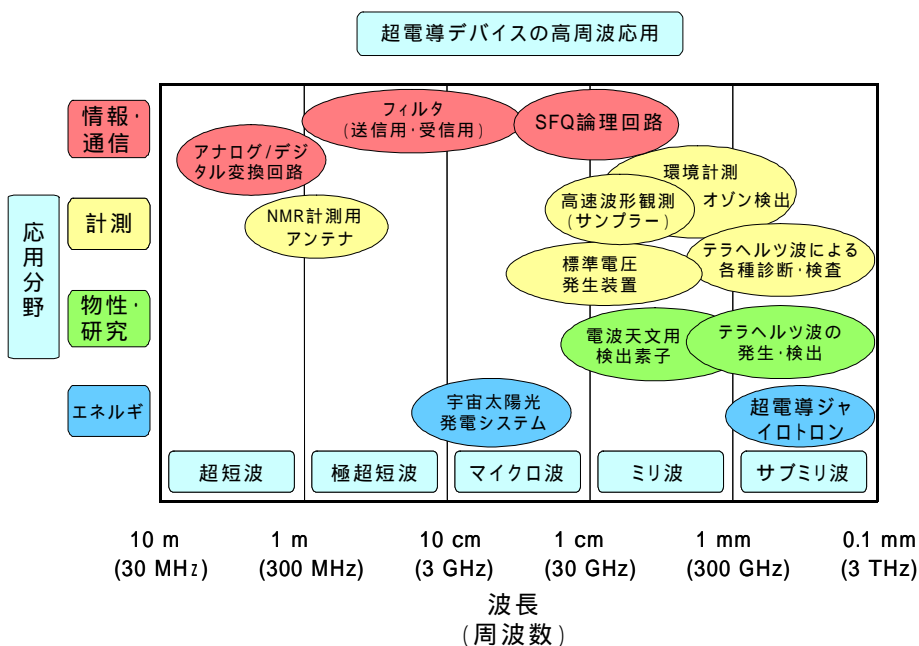


図1 超電導デバイスの高周波応用の例

は電波天文やオゾン電波の観測による環境診断などが行われている。そして、サブミリ波領域は最近テラヘルツ波応用とよばれることが多く、封筒の中に入った麻薬の発見など多くの分野への応用が期待されている。

これだけ広い周波数領域に亘って超電導デバイスが何らかのかかわりを持っている。超電導技術がいかに応用範囲の広いものであるかが理解できる。これらの技術はいくつかに分類することができる。

- (1) 信号電波を集めるための超電導アンテナ
- (2) 極微弱な電波を受信するための超電導センサ
- (3) 信号周波数を選別するための超電導フィルタ
- (4) 受信したアナログ信号をデジタル信号に変換する超電導 AD 変換回路
- (5) デジタル信号を超高速で処理する SFQ (単一磁束量子) 論理回路
- (6) 超電導薄膜あるいはジョセフソン素子からのサブミリ波の発生
- (7) 高速波形計測回路 (超電導サンプラー)
- (8) 電磁波としてエネルギーを供給するための装置やシステムへの超電導技術応用

などである。

フィルタやセンサなどは実用化されて米国の携帯電話基地局や環境計測などに用いられているが、多くのデバイスが研究開発途上である。

3. 今後の展望

ここで述べた超電導デバイスはまだ一般の人の目に留まる機会は少ないが、今後非常に多くの分野で利用されるようになっていくものと思われる。当然のことではあるが、新しい技術は使われてこそ成長する。しかし、これらのデバイスは一部が使われ始めたばかりであり、その多くは生まれたての赤ん坊かあるいは母親の胎内にいる状態である。今後どう成長するかは技術開発という保護者の養育力と、現場でのユーザー意見という教育機関の力に負うところが大きい。つまり、研究開発を担うものは一日も早く実用に耐える製品あるいはプロトタイプを完成させるべきであり、ユーザー側からは期待を込めた厳しい要求を突きつける必要がある。この結果、これらのデバイスが大きく成長(市場規模が拡大)し、次の世代の超電導デバイスという新しい子孫の誕生も期待できるかもしれない。

(SRL/ISTEC 特別研究員 蓮尾信也)

[超電導 Web21 トップページ](#)

特集：超電導マイクロ波デバイス技術

「地上デジタル放送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 先端機能材料ラボラトリー
橋本龍典
日本放送協会 技術局 送信技術センター
中北久雄

2003年12月、地上デジタル放送が東京、大阪、名古屋の三大都市圏で開始され、現在、サービスエリア拡大が推進されている。今後、エリアの端で弱くなった放送の電波を受信、増幅し、より遠い一般家庭に向けて送信する、地上デジタル放送用中継局が日本全国に設置されていく。

この中継局において、送信と受信のチャンネルが隣り合わせとなるような場合には、送信した電波が妨害波として受信側に回り込み(図1)、重大な混信を引き起こす。これは中継局に組み込まれている受信フィルタの特性(図2の青線)が緩やかで、本来受信すべきチャンネルの隣の電波までも通してしまうことに起因する。そのため、超電導フィルタを受信フィルタとして用い、その急峻なカットオフ特性(図2の赤線)を利用することにより、この混信を大幅に低減することが可能となる。



図1 隣接チャンネル送信波の受信側への回り込み

図3に、NHK - 東芝で共同開発した超電導フィルタユニットの外観写真を示す。本試作機はラック実装が可能で、超電導フィルタを4チャンネル分まで実装できる。また、フィルタの冷却のため、携帯基地局用に開発された長寿命小型冷凍機を内蔵しており、電源供給のみで連続運転が可能である。

既に試作機を用いた室内実験により、送信波の回り込みが大きい場合に本ユニットを用いると、受信特性を大幅に改善できることを確認している。今後、実用化をめざして検討を進めていく。

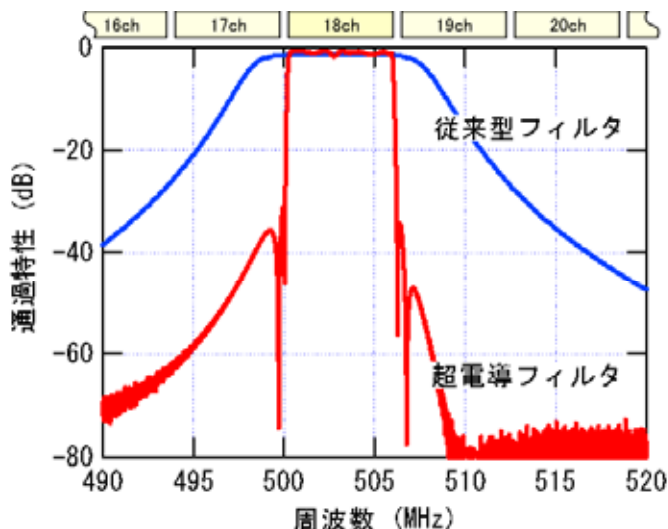


図2 地上デジタルTVチャンネル用超電導フィルタ(12段擬似楕円関数型、基板サイズ50mm角)の特性例



図3 超電導フィルタユニット写真

参考文献

- 1) 金森香子、中北久雄、橋本龍典、福家浩之、加屋野博幸、映像情報メディア学会技術報告(放送技術)、Vol.28, No.39, pp.17-20(2004).

[超電導 Web21 トップページ](#)

特集：超電導マイクロ波デバイス技術

「テラヘルツ波光源への期待」

東京大学大学院 理学系研究科
物理学専攻
教授 内田慎一

2005年、年初に科学技術・学術審議会から今後10年以内の開発目標として10の基幹とされる技術が発表された。その第1項目は「テラヘルツ波による計測・分析技術」であり、その狙うところは、「テラヘルツ波の透過性を生かした病理組織診断、郵便物内の麻薬、爆薬の識別」とされている。

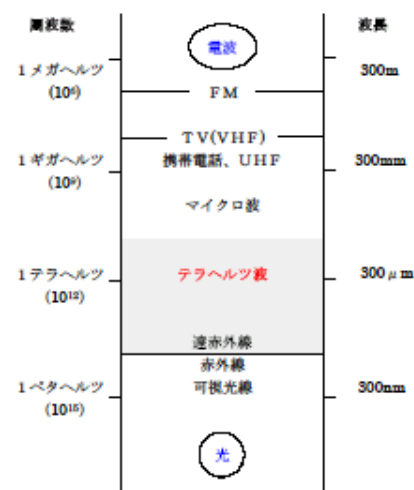
テラヘルツ(THz)波は、「未開拓領域の電磁波」と呼ばれている周波数 10^{11} から 10^{13} の電磁波である。マイクロ波よりも高周波で赤外線よりも低周波にある、別名、サブミリ波、遠赤外線とも呼ばれる領域に相当する。「未開拓」と呼ばれるのは、それが科学技術として発展するために十分な強度と周波数帯をもつ光源が無かったからである。

THz波は、他の周波数域の電磁波にはない独特な特性を示すことが知られている。応用上重要だと思われるいくつかの特性は、(1)水分を含まない材料、プラスチック、ビニール、紙、ゴム、木材などをよく透過する。また物の損傷、人体の被爆の可能性も低い。これがX線にかわる非破壊安全検査への利用が期待される由縁である。(2)水、水蒸気は、THz域に多くの吸収をもつため、THz波は大気中を伝播できないし、人体を透過できないが、高感度のH₂Oセンサーになりうる。(3)金属はTHz波を強く反射する。従って、金属はTHz波に対して不透明であるが、導波路や集光装置(凹面鏡)として利用できる。(4)分子振動や格子振動あるいは半導体中の少数キャリアのプラズマ振動の周波数はTHz域にある。また、超電導ギャップエネルギーそして、生体物質の機能発現にかかわっている常温の熱エネルギーもまたTHz域の光子エネルギーに相当している。

ここ10年、このような特性をもつTHz波への期待が高まるとともに、その技術開発が著しく活性化している。¹⁾ THzの良い光源が開発されつつあり、レーザー技術、半導体技術を使った新しいTHz分光法が普及してきている。近年開発されつつある光源は、小型化、高出力を目指したもので、非線形光学結晶や半導体GaAsを用いてTHz波を発生させるもの、p型GeホットキャリアからのTHz放射、さらには高温超電導体中の固有ジョセフソン接合を利用するものまで多様である。2009年までには、実用化レベルの光源開発がされるものと期待されている。

THz波を用いた新しい分光法は「テラヘルツ時間領域分光」と呼ばれている。フェムト秒(10^{-15} 秒)の超短パルスレーザーを利用しTHzパルス波を発生させ、同時に検出を行うものである。この手法の最大の特徴は高い時間分解能であり、高速現象をTHz領域でとらえることができる。これを利用した「テラヘルツイメージング」が生体物質の機能解析、ICの内部検査、病理組織診断等に活躍するのは、それほど遠い将来の事ではない。

1) <http://www.technova.co.jp/teratech/index.html> でテラヘルツ技術の研究活動・動向を知ることができる。



特集：超電導マイクロ波デバイス技術

「高出力サブミリ波光源（ジャイロトロン）の開発と応用」

福井大学

遠赤外領域開発研究センター長

教授 出原敏孝

ジャイロトロンは、相対論的效果による電子の質量変化を利用した「サイクロトロン共鳴メーザー作用」を発振原理とするミリ波・サブミリ波光源である。その動作の特長として、1) ビーム効率 50%を超える高効率動作が可能であること、2) 高エネルギー大電流電子ビームの注入による高出力動作が可能であること、および 3) サイクロトロン周波数の設定を変えることにより波長可変性を達成できること、があげられる。

サブミリ波領域は、高出力で安定に動作する光源及び高感受受信器の欠如のため、開発の遅れた唯一の電磁波領域であり、「電磁波の谷間」とされている。高出力サブミリ波光源としてのジャイロトロンは、高次サイクロトロン高調波動作を高磁場のもとで行うことにより、開発することができる。その結果、サブミリ波領域に高出力で安定に動作する光源を実現することができる。

福井大学遠赤外領域開発研究センターでは、5 次におよぶサイクロトロン高調波動作と最高磁場強度 17T の超電導マグネットを用いたジャイロトロンの高周波化の研究を行っており、最高周波数 890GHz(波長 337μm)、出力 100W 級の光源が既に開発されている。同様の研究は、MIT(米国)、IAP(ロシア)、シドニー大学(オーストラリア)でも行われているが、890GHz は現状での最高周波数記録となっている。図 1 は、17T の超電導マグネットを用いたジャイロトロンの概略図である。

さらに、出力周波数及び振幅の変調と高安定化が達成され、サブミリ波光源として満たすべき仕様を備えており、これまでにプラズマ散乱計測及び物性研究(サブミリ波 ESR 研究)の光源として、また、新医療技術開発のための光源として活用されている。今後、サブミリ波領域(あるいは、テラヘルツ帯、または、遠赤外領域)の高出力技術の開拓のための光源として、夢の新技术の実現に展望を拓くキーテクノロジーとなることが期待される。

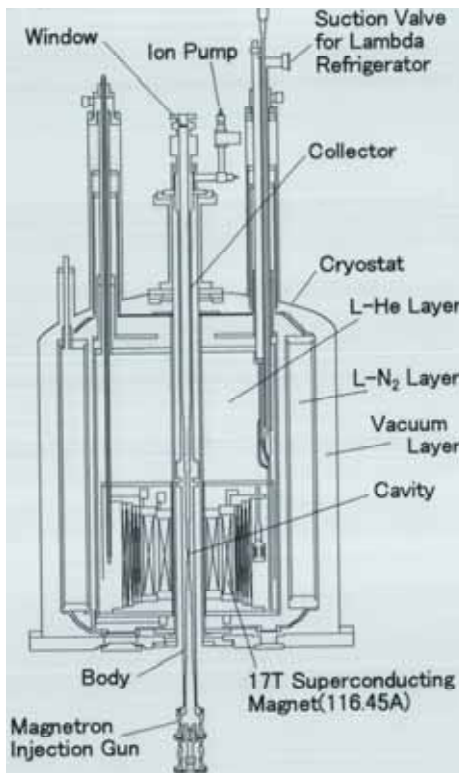


図 1 代表的な高周波ジャイロトロン (Gyrotron FU IVA)

[超電導 Web21 トップページ](#)

特集：超電導マイクロ波デバイス技術 「薄膜の表面抵抗測定と標準化の現状」

独立行政法人 産業技術総合研究所
評価部
次長 幸坂 紳

超電導マイクロ波デバイスの優れた低損失特性は、超電導薄膜の表面抵抗が極めて低いことに由来する。表面抵抗がデバイス特性を決定づけるキーパラメータとなるため、その測定法標準化を目指す活動が IEC/TC90/WG8 において取り組まれた。表面抵抗測定法の標準(IS)は IEC 61788-7 Superconductivity –Part 7: Electronic characteristic measurements – Surface resistance of superconductor at microwave frequencies として 2002 年 1 月に発行された。超電導薄膜の表面抵抗は 10 GHz、70 K において 0.1 mΩ 程度以下であり、IS では、この小さな値を 20% 以内の正確さで測定できる手法として、誘電体 2 共振器法が採用されている。

発行されたばかりの IS ではあるが、より多くの機関が測定しやすい(高度な測定のノウハウを必要としない)さらなる測定法の確立が望まれる。2004 年 9 月に米国アルゴンヌで開催された IEC/TC90 会議において、IS の改訂(maintenance)の方針が討議され、改訂ドキュメントの発行を 2009 年を目途とすることとし、以下の方向での検討が開始された。

(1) 標準的な測定周波数の拡張

現行の IS では 12 GHz を標準的な測定周波数としているが、新たに 18 GHz と 22 GHz を追加する。測定周波数が高くなると小さなサイズの薄膜でも測定が可能となる。また、超電導体の表面抵抗は周波数の自乗に比例して増大するので、表面抵抗の測定が容易になるメリットもある。

(2) クローズド型共振器の推奨

誘電体 2 共振器法では TE011、TE013 の二つのモードの無負荷 Q 値の測定から超電導体の表面抵抗を算出する。このとき、共振器の外部に電磁界を漏洩するモード(パラスティックモード)の電磁界が励起されると Q 値が低下し、大きな測定誤差の原因となる。パラスティックモードの励起を抑える共振器の構造として、誘電体共振器の周囲に銅製の円筒を配置したクローズド型共振器構造を推奨する。

(3) サファイアの誘電的異方正を考慮

誘電体共振器を構成するサファイア円柱の直径、ならびに高さは、測定対象とする TE011 ならびに TE013 の二つのモードが十分孤立して存在し、他のモードを励起することがないように注意深く選択されなければならない。サファイアの誘電的異方正を考慮した最新のモード計算に基づき、サファイア円柱の直径、ならびに高さの見直しを行う。この見直しにより、測定の再現性の向上が期待される。

[超電導 Web21 トップページ](#)

超電導関連製品ガイド - 超電導マイクロ波デバイス関連製品 - (社名五十音順表示)

1. 大面積超電導薄膜

住友電気工業株式会社 超電導開発室

3 インチ、丸、HoBCO レーザーアブレーション膜

Tel:06-6466-5639、Fax:06-6466-5705、大松一也

山形大学 工学部電気電子工学科

フッ素フリースピンコート法による YBCO 薄膜の作製 (研究開発中)

Tel:0238-26-3286、Fax:0238-26-3293、大嶋重利

2. 超電導アンテナ

山形大学 工学部電気電子工学科

HTS マイクロ波～ミリ波アレーアンテナ (試作開発中)

Tel:0238-26-3286、Fax:0238-26-3293、大嶋重利

3. 超電導送受共有器

山形大学 工学部電気電子工学科

超電導送受共有器 (Duplexer、Multiplexer) (試作開発中)

Tel:0238-26-3286、Fax:0238-26-3293、大嶋重利

4. 超電導フィルタ

(株)デンソー基礎研究所

高周波 HTS フィルタ (移動体通信基地局用、放送中継用、電波天文用) (試作開発中)

Tel:0561-75-1133、Fax:0561-75-1185、斎藤研志

株式会社富士通研究所

高温超電導フィルタ (試作開発中)

Tel:046-250-8362 担当

山形大学 工学部電気電子工学科

HTS クロスカップル型フィルタ、集中定数型フィルタ (試作開発中)

サファイア・磁性 ロッドトリミング、第3次高調波評価

Tel:0238-26-3286、Fax:0238-26-3293、大嶋重利

理研電具製造株式会社

超電導フィルタ (サプライヤー)

Tel:03-5798-2396、Fax:03-5798-4316、岩脇良見

(編集局 田中靖三)

[超電導 Web21 トップページ](#)

超電導関連 3-4月の催し物案内

3/7

低温工学協会材料研究会「冷媒としての液体水素と各種超電導材料の特性」

場所：岩谷瓦斯（株）尼崎工場

主催：低温工学協会材料研究会

問合せ：住友電気工業（株）超電導開発室 林 和彦

Tel:06-6466-7900、Fax:06-6466-5705、e-mail:hayashi-kazuhiko@sei.co.jp

3/9

低温工学協会超電導応用シンポジウム「超電導技術の輸送分野への応用」

場所：東京海洋大学 越中島キャンパス 海洋工学部 越中島会館セミナー室

<http://www.mtc.e.kaiyodai.ac.jp/Access/index.html>

問合せ：JR 東海総合技術本部リニア開発本部超電導技術チーム 鈴木栄司

Tel:0568-47-5382、Fax:0568-47-5364、e-mail:e.suzuki@jr-central.co.jp

3/15

日米研究開発成果情報交流会「高温超電導利用における交流損失の評価・削減に関する研究開発」

場所：九段会館 桐の間（東京都）

主催：財団法人 国際超電導産業技術研究センター

問合せ：超電導工学研究所 企画本部 数田

Tel:03-3536-5703、Fax:03-3536-5711、e-mail:kkazuta@istec.or.jp

3/17-3/18

平成 17 年電気学会全国大会シンポジウム講演（3/17:S15 超電導ケーブル開発の最新動向、3/17:S8 進展目覚しいダイヤモンド電子・電気機能材料、3/18:S21 超電導磁気浮上鉄道の現状 - 5 ヶ年計画を終えて - ）

場所：徳島大学 常三島キャンパス（徳島市）

主催：電気学会

問合せ：電気学会 事業サービス課 全国大会

Tel:03-3221-7313、Fax:03-3221-3704、e-mail:taikai5@iec.or.jp

<http://www.iee.or.jp/taikai/>

3/21-25

2005 APS March Meeting

場所：Los Angeles, CA,USA

主催：American Physical Society

問合せ：American Physical Society

3/22

特別講演会「The New Generation of Superconductor Electric Power Equipment : 次世代超電導電力機器応用」 - Dr. A. P. Malozemoff

場所：東京大学工学部 2 号館 3 階 26 号室

主催：電気学会 超電導機器の導入効果と試験方法調査と区別委員会

問合せ：電気学会 事業企画課 蘆立修一 Tel: 03-3221-7201、Fax:03-3221-3704

3/23

超電導エネルギー貯蔵研究会「The New Generation of Superconductor Electric Power Equipment」

Dr. Alexis P. Malozemoff

場所：(株)三菱総合研究所 AV ルーム（東京、大手町）

主催：超電導エネルギー貯蔵研究会

問合せ：Tel:029-847-5366、Fax:029-847-5120、e-mail:rasmes@trc-net.co.jp

3/24

特別講演会「The New Generation of Superconductor Electric Power Equipment : 次世代超電導電力機器応用」 - Dr. A. P. Malozemoff

場所：九州大学システム情報科学研究所講義棟 1 階、福岡市

主催：低温工学協会 九州・西日本支部

問合せ：九州大学 超伝導システム科学研究センター 船木和夫

Tel:092-642-4016、Fax:092-632-2438、e-mail:funaki@sc.kyushu-u.ac.jp

3/28-4/1

2005 MRS Spring Meeting

場所：San Francisco, CA, USA

主催：Materials Research Society

問合せ：Materials Research Society ,Tel: 724-779-3003, Fax: 724-779-8313

<http://www.mrs.org/meetings/spring2005/>

(編集局)

[超電導 Web21 トップページ](#)

新聞ヘッドライン (1/20-2/17)

3ミリのガン見つけます 次世代撮影機を試作 放医研などのチーム 検査時間 3分の1に
1/20 朝日新聞

理をもって尊しとなす JR 発足後も不合理な制度との闘い 背負った債務 5兆円、ひたすら返済
「リニア新幹線」は鉄道マンの夢 1/20 日本経済新聞(夕)

眼鏡で体感 超電導リニア JR 東海 愛知万博出展をPR 時速100キロリニア、3月から営業
1/20 サンケイビジネスアイ、1/21 読売新聞

リニア、万博会場に 1/21 読売新聞

超電導モーター 液体窒素冷却で実用化 IHI など8社、世界初 1/21 電気新聞、日刊工業新聞、日経産業新聞

Spring-8の挑戦Ⅱ 最も明るいX線光源 医療用レントゲン比 1兆倍の輝度実現 1/21 日刊工業新聞

落雷時も電力安定供給 テクノバ、半導体工場向け 蓄電コイル改良 保守管理容易に 1/21 日本経済新聞

ナノチューブ 磁場かけ一方向に 物材機構など 材料費抑える 1/21 日本経済新聞

医療 子宮筋腫の超音波治療 集中照射で患部小さく 1/24 読売新聞(夕)

最先端の医療機器も優しいデザインで 1/25 フジサンケイビジネスアイ

筑波大 少量で患部強調 MRI用造影剤開発 1/25 日経産業新聞

地上で高品質たんぱく質 磁石用い“無重力”で作製 物材機構 1/25 日刊工業新聞

免震建築向けダンパー 電磁石で減衰力制御 1/25 日刊工業新聞

上海杭州市間にリニア 09年の完成を目指す 1/27 フジサンケイビジネスアイ

日欧合作 相性は? 台湾版新幹線 きょう試運転 1/27 読売新聞

定常磁場径52mmの室温空間で35.5テスラ 物材機構が記録更新 水冷銅磁石を新開発 1/27 日刊工業新聞

液体水素の蒸発量半減 長距離輸送用 コンテナ開発 川重 1/27 日刊工業新聞

住友電気工業 増田賞ビスマス系高温超電導線 密度100%、強度2倍に 1/28 日刊工業新聞

動物用に高磁場MRI 体内観察、画像くっきり 放医研・神鋼 1/28 日経産業新聞

最新機器でがん診断 PET 早期発見に威力 1/28 毎日新聞

ITER誘致へ粘り強く交渉 文部科学省 結城章夫 1/28 電気新聞

08年度供用へ建設進む 大強度加速器施設 原研とKEK 研究への貢献期待 1/28 電気新聞

超電導モーター搭載ポッド推進装置 船外型超電導モーター かじ不要で高効率 1/28 日刊工業新聞

ラジオ波療法 急速に普及 肝がん治療法編 技術水準確保が課題 1/30 日本経済新聞

陽子加速器「J-PARC」公開 1/31 日本経済新聞

がん治療に微小機械 東北大 磁力で患部に誘導 1/31 日本経済新聞

ITER誘致 綱引き続く EU、新たな見返り案「優遇策隔たり」日本は応じず 1/31 日本経済新聞

日立製作所 日立ハイテクノロジーズ 心臓磁気計測システム 胎児の異常も検出 2/1 日刊工業新聞

第3期科学技術基本計画 情報・エネ・医療に重点 文科省の調査で研究領域浮上 2/1 日刊工業新聞

見つめ直して夢つかむ ナノチューブ 超伝導の金属 2/2 朝日新聞

大強度陽子加速器 J-PARC 原研、建設現場を公開 2/2 日刊工業新聞
日本の弱点 克服目指す 発見する人びと 知的財産 人材育成 2/9 朝日新聞
大腸がん 病院の実力 放射線併用 進まぬ日本 2/12 読売新聞
放射線治療 日米比較 医学物理博士 大きな役割 2/16 読売新聞
英語力つけば「省エネ脳」中枢活動、少ない血流で 東大チーム 2/16 朝日新聞(夕)
超電導直前の電子状態解明 理研など 2/16 日経産業新聞
科学立国の危機 米企業先行に危機感 2/16 読売新聞
超電導リニア車両をモデルにしたグッズ ジェイアール東海エージェンシー 2/17 フジサンケイビジネスアイ
科学立国の危機 政官・製薬企業、感度鈍く 2/17 読売新聞
文法機能つかさどる脳活動 活発 維持 節約 東大が解明 英語熟達度向上で変化 2/17 日刊工業新聞



[超電導 Web21 トップページ](#)

【ビジネストレンド】超電導速報 世界の動き (2005年1月)

電力

American Superconductor Corporation (2005年1月5日)

American Superconductor Corporation は、D-VAR®電圧制御システムを主契約者である Ainsworth Wind Turbine Project に販売した。Ainsworth Wind Turbine Project は、ネブラスカに拠点を置く Nebraska Public Power District (NPPD) 所有の風力発電会社である。D-VAR システムは、60MW の容量を持つ 36 の風力発電用タービンを、信頼性を持って、また、安全に NPPD の電力網に接続するために用いられる。7 箇所の風力発電所は、250,000 世帯の電力需要を満たすことができ、同時に排ガス 0 である 550MW の電力を供給する予定。

(出典)

“American Superconductor Books Additional Order for Wind Farm Voltage Regulation System”

American Superconductor Corporation press release (January 5, 2005)

http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=86422&p=irol-newsArticle_Print&ID=659069&highlight

SuperPower, Inc. (2005年1月28日)

Intermagnetics General Corporationの子会社である SuperPower Inc. は、ほぼ100mの次世代HTS線材で103.6 A/cm-幅の臨界電流を達成し、2004年7月の自身の性能記録を塗りかえた。この性能は10,050 A・mに相当する。この結果は、DOEのWire Development Workshopで2005年1月19日に発表された。IGC社最高責任者Glenn H. Epsteinは、「我々は商業的に継続して生産可能なHTS技術という目的に向かって進んでおり、10,000A・mを越える性能の達成により SuperPower社は重要な技術ポイントを越えることができた。100mというのはHTS線材を実際の装置に適用していく上でキー・パラメーターとなる長さである。我々は、2005年末以前に商業化の可能性を確認し、2006年にフルスケールの商業生産にはいるという計画を今後ともキープしていく考えである。短尺試料では I_c が400 A/cm-幅を越えており、1m強の長さの線材では265 A/cm-幅が、8m強長さの線材では200 A/cm-幅が既に達成されている。」と語った。

これらの成果は、SuperPowerの知的財産であるMOCVDプロセスを使って得られたものであり、この方法を使うことにより高いスルー・プットが実現できる。これまで、SuperPowerは、線材生産速度20 m/hでも臨界電流100A以上を実現している。

(出典)

“INTERMAGNETICS SUBSIDIARY APPROACHES COMMERCIAL VIABILITY FOR SECOND-GENERATION HTS WIRE WITH NEW PERFORMANCE MILESTONE”

SuperPower, Inc. press release (January 28, 2005)

<http://www.igc.com/superpower/news/2GMOCVDRecordFinal012705.pdf>

医療

CardioMag Imaging, Inc. (2005年1月5日)

CardioMag Imaging Inc. は、中国の医療機器会社である Shenzhen Ziheng Advanced Electrical Technology Co. と同社の心磁計システムの供給・販売に関する独占的かつ多年度契約を締結した。この契約は即時発効した。この中国の医療機器販売会社は中国内約 20,000 の病院に CardioMag の心磁計を紹介していく予定。この契約は天津の国際心臓専門病院 (TEDA International

Cardiovascular Hospital)における9チャンネル心磁計の成功に続き締結されたものである。なお、同病院はこれまで(心磁計の)オペレーター訓練センターとして機能してきており、心磁計の中国におけるより幅広い応用を進めていくための臨床研究を進めている。CardioMagは、同様の販売契約の締結に向け世界中の国々の医療機器販売会社と協議を行っていく考えである。

(出典)

"CARDIOMAG SIGNS MULTIYEAR SALES AGREEMENT WITH CHINESE DISTRIBUTOR"

CardioMag Imaging, Inc. press release (January 5, 2005)

http://www.cardiomag.com/about/news/CHINESE_DISTRIBUTOR_01-05-05.pdf

冷凍機

HYPRES, Inc.(2005年1月5日)

HYPRES, Inc.は、米国国防省の「戦術無線統合システム (Joint Tactical Radio Systems (JTRS))」クラスタ-1プログラムの一部として開発されている全デジタル受信機用全天候型小型冷凍機の設計コンペ参加者としてLockheed Martin, Raytheon及びSunpowerの3社を選んだ。Lockheed MartinとRaytheonは、これまで種々の国防省との契約で高信頼性冷凍機システムを供給してきており、Sunpowerは商用、学術用市場で革新的な冷凍機やヒート・エンジンで高名である。HYPRESは、設計フェーズの終了段階で冷凍機プロトタイプの開発会社を一社に絞り込む予定である。この149万3千ドルの契約期間は2年間である。プロトタイプの運転がうまくいけば、最初生産立ち上げを行い、引き続きフル生産に進むということになるであろう。

(出典)

"Lockheed, Raytheon And Sunpower Compete To Design HYPRES' Compact Tactical Cryocooler For Joint Tactical Radio System"

HYPRES, Inc. press release (January 5, 2005)

http://www.hypres.com/pages/new/bnew_files/CompactCryocooler2.pdf

通信

Superconductor Technologies Inc. (2005年1月5日)

Superconductor Technologies Inc. (STI)は、2004年12月31日に終了する四半期の収入見込みを発表した。純収入は、前年同期730万ドルに対し、当期は410万ドルである。同社は収入を800-1,000万ドルと見込んでいたが、いくつかの大型政府契約及び企業からの発注が2005年にずれ込み、見込み通りにならなかった。これらの遅れもあり、2004年通年の純収入は約2,310万ドルになる見込み。確定決算は2005年3月の早い時期に報告の予定。

(出典)

"Superconductor Technologies Inc. Announces Preliminary Fourth Quarter and Full Year 2004 Revenues"

Superconductor Technologies Inc. press release (January 5, 2005)

<http://phx.corporate-ir.net/staging/phoenix.zhtml?c=70847&p=irol-newsArticle&ID=659056&highlight>

(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 3月のトピックス

- JIS H 7306 (NbTi複合超電導導体のRRR試験方法) 及びJIS H 7307 (超電導薄膜の表面抵抗試験方法) 発行 -

財団法人日本規格協会は、平成17年2月20日付けでつぎの2件の超電導関連JIS規格を発行した旨、2月21日付官報に掲載された。

名称：超電導 - 残留抵抗比試験方法 - ニオブ・チタン複合超電導導体の残留抵抗比

規格番号：JIS H 7306

制定日：平成17年2月20日

発行：財団法人日本規格協会

規格の構成：規格本体；序文、適用範囲、引用規格、定義、要求事項、装置、試料準備、試験方法、試験方法の精度及び正確度、報告事項、附属書A、解説

試験方法の概要：矩形又は円断面をもち、RRRが350未満で断面積が3mm²未満のNb-Ti複合超電導導体について、室温における電気抵抗と超電導転移直上の抵抗との比からRRRの測定方法を規定する。

規格原案作成：JIS原案作成委員会（委員長：長村光造京大教授）のもとにJIS原案作成WG4（主査：松下照男九工大教授）を設置して実施された。

対応国際規格：IEC 61788-4 (2001) Superconductivity - Part 4: Residual resistance ratio measurement - Residual resistance ratio of Nb-Ti composite superconductors

名称：超電導 - エレクトロニクス特性試験方法 - 超電導対のマイクロ波表面抵抗

規格番号：JIS H 7307

制定日：平成17年2月20日

発行：財団法人日本規格協会

規格の構成：規格本体；序文、適用範囲、引用規格、用語と定義、要求事項、理論と計算式、装置、試験方法、試験方法の精度及び正確度、報告事項、附属書A、引用文献、解説

試験方法の概要：標準二共振器法を用いたマイクロ波帯における超電導体表面抵抗の試験方法を規定する。ここで、周波数は8GHz<f<30GHz、測定分解能は10GHzにおいて0.01m とする。

規格原案作成：JIS原案作成委員会（委員長：長村光造京大教授）のもとにJIS原案作成WG8（主査：幸坂 紳産総研）を設置して実施された。

対応国際規格：IEC 61788-7 (2002) Superconductivity - Part 7: Electronics characteristic measurements - Surface resistance of superconductors at microwave frequencies

なお、JIS規格の入手は、財団法人日本規格協会（〒107-8440東京都港区赤坂4丁目1-24 TEL:03-3583-8071、FAX:03-3582-3372）のWeb store (<http://www.jsa.or.jp>)へ直接ご用命ください。

（ISTEC 標準部長 田中靖三）

[超電導 Web21 トップページ](#)

低温工学協会シンポジウム「生体磁気計測における新展開」

筑波大学
数理物質工学研究科 電子・物理工学専攻
助教授 高田義久

低温工学協会超電導応用研究会は、冷凍部会との共催で「生体磁気計測の新展開」と題するシンポジウムと見学会を、平成 17 年 1 月 19 日に筑波大学で開催した。ここで MRI 計測と SQUID による微弱磁界計測の生体応用に関する最近の進展が紹介された。

筑波大学・巨瀬勝美氏は、独自に開発したアレイ型勾配磁場コイルを使用した超並列型 MR マイクロスコープを使って同時に 4 体/8 体のマウスの三次元撮像を行い、京都大学が所有する貴重なヒト胚子のうち 1200 体の 3 次元画像を短期間で取得したことを報告した。3D スピンエコー法で得られた T_1 強調画像は、外形の抽出が容易で神経系の画像コントラストに優れ、解剖学で使用されている組織染色画像と、高い相関を有する画像が得られることを示した。

国立環境研究所・三森文行氏は、4.7T 高磁場MRIによる検出感度の向上を利用し3つの検出用コイルを使ってヒト脳の ^1H 、 ^{31}P 、 ^{13}C の3核種のNMR信号の同時計測について報告した。このシステムを使ってアルコール摂取のヒト脳へ影響を調べ、エタノールのメチル基由来の共鳴線の経時変化と ^{31}P からは無機リン共鳴線の線形変化が同時に観察された。これにより脳内エタノール量の増加に伴い無機リン酸ピーク幅の拡大が見られた。この多核種同時測定により脳内代謝に関する新たな知見が得られることを示した。

岡山大学・塚田啓二は、人体から生ずる数 10pT- 数 10fT の微弱磁界の SQUID による高感度非接触計測に基づく心磁図や脳磁図の臨床応用について述べた。多点同時計測により電流分布計測が可能になり心電図や脳波とは異なる有用な臨床情報が提供できる。心磁図は不整脈の原因部位の特定や、虚血性疾患や胎児不整脈の診断などに有効であり、脳磁図はてんかん発作の焦点推定、術前・術後の脳機能切除部位の信憑性確認、めまいの原因特定などに有効である。最近、高温超電導材料 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-y}$ を使った HTS-SQUID を使った心磁計が開発され、成人病などの健康診断や集団検診などの簡易検査装置としての用途が考えられている。現状では HTS-SQUID の感度は LTS-SQUID より悪く、感度の向上や信頼性向上が課題になっている。計測に必要な磁気シールドの簡素化も重要なテーマの 1 つで計測法の工夫で実現する方法が紹介された。

[超電導 Web21 トップページ](#)

【隔月連載記事】

超電導市場のこれまでとこれから（その2）

SRL/ISTEC
特別研究員 堀上 徹

その2：超電導市場形成の条件

1. はじめに

前号では超電導線材の売り上げ規模が年間 200 億円程度で、そのうち 98%が金属系超電導体である NbTi が占めていること、また適用機器は医療用 MRI と理化学用 NMR が過半を占めていることを紹介した。今号では、何故このような限られた機器にしか超電導が用いられていないのかを検討してみたい。

2. モノになる条件

話は唐突になるが、NTT の電力消費量はわが国の総電力消費量の約 1%を占めているといわれている。この消費電力の多くはデータセンター内のサーバーやルーターなどにより消費されているという。2002 年 9 月 11 日の日経産業新聞に「環境効率向上 NTT に壁」という見出しで「NTT ではサーバーやルーターなどの機器類を直流電源仕様に切り替える作業を進めている。従来のシステムは商用電源からサーバーの心臓部である中央演算処理装置（CPU）に達するまで交流 直流を 3 回繰り返す、これが電力ロスにつながっていた」という記事を掲載した。そこで、NTT ではいっそ始めから直流でビル内を給電しようと考え、そのような検討を行っている。

このような社会情勢の中で、一昨年度（平成 14 年度）に ISTEC/SRL では「大型ビル電力供給低温システム実用化」委員会（委員長：横浜国大 塚本教授）を設置し、NTT、電設工事会社、建設会社、ベンチャー企業、パワーエレクトロニクス等超電導とは関係のない方々に委員になって頂き検討を行った。超電導は直流使用では抵抗が零なので、最も適した使い方の一つであるからである。

前置きが長くなったが、この委員会の委員に就任して頂いた、ベンチャー企業のオーナー（ヒューマンコード（株）伊丹社長）に上記委員会での検討結果を踏まえてビジネスモデルを提案して頂いた。その内容は省略するが、その中でビジネスモデルを構築するために考慮しなければならない条件について以下のようなことを紹介して頂いた。

ビジネスモデル組み立て条件として、

- (1)社会性（普及することで社会が豊かになる）
- (2)技術性（普及することで技術発展に貢献する）
- (3)経済性（普及することで経済的効果が得られる）
- (4)環境性（普及することで環境的効果が得られる）
- (5)事業性（普及することで産業の拡大、創生に貢献する）

一方、上記条件を満たすとともに次のような考察が必要とされている。

<p>市場ニーズからの考察として</p> <ul style="list-style-type: none"> ・費用効果があるか？ 先のビルの例でいうと (1)電力料の削減 	<p>社会ニーズからの考察</p> <ul style="list-style-type: none"> (1)環境的配慮 CO₂ の削減、景観への配慮、化石燃料の保護、安全性の向上
--	--

<p>(2)利用スペースの拡大 (3)二次的費用効果 光熱費の削減、家賃の削減、ビル建築費用の削減、メンテナンス費用の削減、デザイン効果、営業貢献、生産性貢献、労働環境貢献</p>	<p>(2)政治政策的配慮 エネルギー政策の支援、新インテリジェントビルの創出支援、省エネルギー化の促進 (3)国際的配慮 化石燃料の輸入削減、原子力給電の削減、省エネビルモデルのキャンペーン効果 (4)他の産業への効果 省エネによる産業創出</p>
<p>普及条件からの考察 (1)消耗品のスタンダード化が図れるか (2)サービスシステムのスタンダード化は図れるか (3)専門知識は Fix されているか (4)緊急時の対応組織は整っているか</p>	<p>明確な利益構造の存在という観点から (1)システムにあるのか (2)技術にあるのか (3)マーケティングにあるのか (4)ニッチ領域にあるのか</p>

新しい事業を起こす、或いは既存商品に取って代わるような新製品を世に出すということは上記の条件を十分検討した上でスタートすることが必要であると伊丹氏はいう。

3. 検証 (MRI、NMR の場合)

またまた話は唐突になるが、20 数年前筆者が未だ電気メーカーの研究所で超電導の仕事に携わっていた時、一面識もない医用機器関係の事業部の技師長から、超電導について説明して欲しいとの要請があった。行ってみると、この事業部では MRI (当時は医用 NMR と言ったが、N が Nuclear を意味するのでよくないということで、あるときから N を使わなくなった 余談)を開発するが、まずは普及品として銅線を巻いた電磁石で製品開発をする。同時に超電導電磁石で高級品としての品揃えをやる予定だということを知られた。

当時、超電導 MRI は 0.5T 級で 6 億円ほどすると考えられていた。一方、銅線で巻いた電磁石のシステムは 1 億円前後だったと記憶している。それがあっという間に殆どすべての MRI が超電導になり、価格も 1 億円程度に下がった。勿論その影には企業の涙ぐましい努力を見落としてはいけないが。

超電導 MRI が何故普及したか、超電導の専門家が普及のために何か努力をしたか？

答えは No である。本質的に超電導の持つ特性が他のものでは出せなかったからである。

しかし、上記のような際立った特性を差し引いた上で、前章で紹介したビジネスモデルのどの条件がこの商品に合致したのかを考えてみたい。

「ビジネスモデルの組み立て条件」の中の、(1) 社会性 (普及することで社会が豊かになる) についてはどうか。MRI は診断装置で治療装置ではないが、普及することで、病気の早期発見等に寄与でき、未然に病気の進行を防ぎ、各人の健康が保たれ、その結果社会が豊かになると考えられる。(2)技術性 (普及することで技術発展に貢献する) については、これは明らかに技術発展に貢献したといえる。なぜなら、永久電流という超電導の特性を最も活用したもので、この技術はその後の超電導機器に大いに活かされているからである。

(3)経済性 (普及することで経済的効果が得られる) については、当時 X 線 CT が全盛であったにも拘わらず、MRI は新商品として大いに売れ、経済効果は十分あったと考えられる。

(4)環境性 (普及することで環境的効果が得られる) については、よくわからないが、少なくとも銅

線で作った電磁石よりも遥かに省エネになることは間違いない。

(5)事業性(普及することで産業の拡大、創生に貢献する)については、医療機器関連産業が拡大した事は確かである。

ということで、上記ビジネスモデル組み立て条件はほぼ満足していると考えられる。

「市場ニーズからの考察に関して」は、銅線を巻いた電磁石よりは明らかに電力料は削減でき、利用スペースもはるかに小型になる。「社会ニーズからの考察」ではCO₂の削減にも貢献できるし、極めて高度な超電導技術を開発することにより、超電導の他産業への展開を容易にし得るといって、影響は大きいと思われる。「普及条件からの考察」ではほぼ全てを満足している。実は、超電導MRIの第1号機は先に述べたように相当高価格であった。しかし、一度設計図が出来上がると、即ち標準化ができると先述のように価格があつという間に低減するのである。もっともコスト削減のための開発者の努力は並々ならぬものがあつたことも事実であるが。最後の「明確な利益構造の存在という観点から」では、(1)システム、(2)技術、(3)マーケティングの全てにあると考えられる。もっとも最近では寡占化が進み、MRIでは利益が出ないという企業もあるようであるが。

超電導磁石が永久電流状態で使えるという際立った特徴を有するため、MRIやNMRといったような非常に磁場均一性を要求する機器に適していることと相俟って、上記の新事業の条件が合致したことにより、普及したものと考えられる。際立った特徴があるとはいえ、マグネットの温度を4.2Kまで冷却しなければならない。このようなペナルティがあつてもなお超電導なのである。余談になるが、発売当時のヘリウム容器(魔法瓶)の断熱性があまりよくなかつたので、1週間に1回くらい液体ヘリウムを注入しなければならなかつた。これは利用者にとってはかなりの負担となる。それでも利用者の購買意欲は強かつた。その後技術が発展し、断熱容器の性能も飛躍的に向上し、半年や1年間はヘリウムの注入の必要がないくらいになつた。今度は半年に1回の注入では注入の仕方を忘れるのではないかという笑い話がでた程である。今では伝導冷却方式という技術が確立し、液体ヘリウムを用いずに冷凍機直結で冷却が可能となつている。技術の進歩には驚くばかりである。

4. 市場開拓について

ものの本に、事業成長戦略立案に関するハウ・ツーものがあるが、その一つに「製品・市場マトリックス」と呼ばれるものがある。筆者はこの方面に疎いので、ある資料*から引用することにより、次号以降の考え方の参考としたい。

即ち、企業の収益を伸ばすには大まかに言って顧客の数を増やす(新規市場開拓)か、新しい商品・サービスにより既存の顧客に、より多く購入して頂く(商品開発)かの二つの方策がある。マトリックス表示をすれば以下ようになる。

	既存市場	新規市場
新商品	新商品による既存市場のビジネス拡大	新商品による新規市場の開拓
既存商品	既存商品による既存市場の開拓	既存商品による新規市場の開拓

一方、事業を伸ばすために市場開拓をするか商品開発をするか、または両方を行うかの戦略を検討する必要がある。重要なのは投資の大きさ、リスクの大きさ、成功した時に得られるリターンをの大きさを考えて事業を成功へと導かなければならない。これを市場と商品のマトリックスに当て嵌めてみると以下のような図式になるとこの資料では述べている。当然といえば当然ではあるが。

	既存市場	新規市場
新商品	投資レベル：中 リスク：小 リターン：中	投資レベル：大 リスク：大 リターン：大
既存商品	投資レベル：小 リスク：小 リターン：小	投資レベル：中 リスク：大 リターン：中

各超電導製品の各々がこのマトリックスのどれに当てはまるか等を含め、次号以降の各超電導製品についての市場開拓を考える参考としたい。

5. (その2)を終えるにあたって

超電導に限らず、新たに市場を形成するということは、2.で述べたビジネスモデルの条件を全てではないにしても満足することである。何が一番の「売り」であるかを明確にすることが必須であると思っている。その上で、各製品が新商品か新規市場なのか或いは投資額に対するリターンはどうであるかというような観点から次号以降検討しようと考えている。

* Business management cyber space: <http://www.v23.org/bizprac/index.html>

[超電導 Web21 トップページ](#)

読者の広場

Q&A

Q：電力分野で「瞬低」がよく話題になりますが、どのようなものでしょうか？

A：落雷などで送電線や変電設備に短絡や地絡事故が発生した場合、電力会社では、設備毎に設置した保護装置で事故点を検出し、遮断器により事故区間を健全な区間から切り離します。この切り離し動作には最低でも数十 msec～2sec を要し、切り離すまでの間、事故点に向かって大きな電流が流れるため、事故区間以外も含んだ広い範囲で電圧低下を生じます。この短い時間（瞬間的に）電圧が低下することを「瞬時電圧低下」、略して“瞬低”と呼びます。

瞬低は、下図に示すとおり「停電」とは異なるため、一般の家電製品等にはほとんど影響がありませんが、工場における半導体及び精密機械の製造ラインやコンピュータなど、電圧低下に敏感な一部の機器の誤動作や停止の原因になります（下表参照）。特に、近年の IT 化の進展や工場のハイテク化などに伴い、瞬低による影響は拡大する傾向にあります。

このような瞬低の影響を防ぐため、需要家側においては瞬低対策装置の設置が進められています。瞬低対策装置としては、バッテリー式 UPS（Uninterruptible Power Supply）が最も一般的ですが、多様化するニーズに合わせ、コンデンサ（電解コンデンサ、電気二重層コンデンサ）、フライホイール、NAS 電池およびレドックスフロー電池などのエネルギー蓄積装置を活用した瞬低対策装置も開発されています。バッテリー（鉛電池）や NAS 電池、レドックスフロー電池は瞬低のみならず非常用電源としても活用できること、コンデンサは運転効率が高く小型軽量化が図れることなどの特長があり、目的・用途および設備の状況に応じた最適な対策を施すことができます。最近では、中部電力株が瞬低対策用としては最大級の 5MVA SMES システムを液晶工場に設置し、フィールド試験を行う（「超電導 Web21」2005 年 2 月号参照）など、今後も更なる技術の発展により、瞬低対策装置の低コスト化、小型・軽量化、高出力化が期待されます。

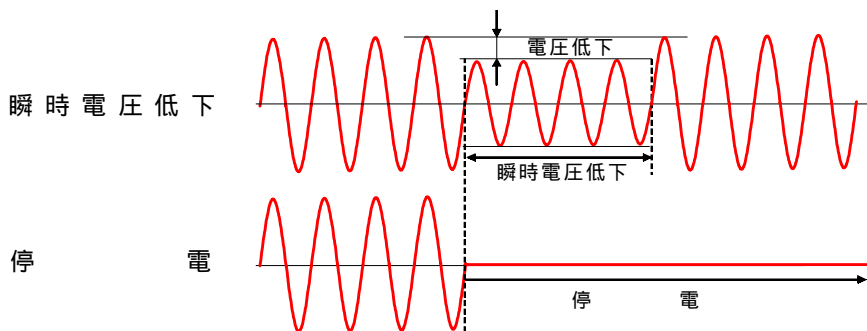


図 事故時の電圧波形

表 瞬低により影響を受けやすい機器

機器名	影響箇所の例
マグネットスイッチ（電磁開閉器）	工場のモータの大部分
サイリスタ等を使用している可変速モータ	一般産業用モータ、エレベータ、浄水場、下水処理場のポンプモータ
高圧放電ランプ	店舗・ホールの照明、スポーツ施設・道路・トンネルの照明
無停電電源装置がないコンピュータ	工場等のプロセス制御、医療機器、ロボット、OA 機器（パソコン等）

回答者：ISTEC 調査企画部 大野祐司

[超電導 Web21 トップページ](#)