

掲載内容 (サマリー):

特集: 超電導関連診断・医療技術動向

高磁場 MRI 診断装置技術の動向

SQUID 免疫検査技術の現状

心磁計の世界動向

MT-DDS (磁気標的ドラッグ・デリバリー・システム) 技術の展望

重粒子線がん治療装置の小型化技術の展望

超電導関連製品ガイド - 超電導量子干渉素子 (SQUID) 関連製品 -

超電導関連 8-9月の催し物案内

新聞ヘッドライン (6/20-7/19)

超電導速報 世界の動き (2006年6月)

標準化活動 - NEDO、「超電導電力機器システム技術基盤の標準化に関する調査研究」を
ISTEC と委託契約 -

特許情報

応物超伝導分科会「高感度分析・分光技術のための超伝導検出器」から

第4回超電導体の力学的・電磁気的特性に関するワークショップ(MEM06)報告

隔月連載記事 - 超電導心磁計が市場にでるまで (その4)

読者の広場(Q&A) - 冷凍機冷却マグネットはどのようなところに使われるのでしょうか?

[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。

<http://keirin.jp>



特集：超電導関連診断・医療技術動向 「高磁場 MRI 診断装置技術の動向」

株式会社 日立メディコ
医学連携室 統括室長
古屋 進

近年、国内のMRI市場は従来の主力機種であった0.5T～1.0Tの中磁場超電導装置が永久磁石装置に代わり、1.5T以上の高磁場装置と市場が2分されてきている（図1参照）。今後は本年薬事承認の得られた全身用の3.0T装置が普及するものと予測されている。

高磁場MRI装置（図2）としては超電導磁石による安定した高い均一磁場と高い信号SN比、そして強化された傾斜磁場電源システムの搭載により、高機能撮像技術、高速撮像技術が開発されている。高機能撮像としては高い画像分解能を生かした神経系の画像化や、分子イメージングと呼ばれるこれまでの形体画像だけではなく生体機能をイメージングする技術も研究されている。高速撮像では異なる感度分布を持つ複数の受信コイルを用いて撮像時間を短縮するパラレルイメージング技術の普及により、心臓などの動いている部位も高速に3Dデータ収集が可能になってきた。

磁場強度セグメント別シェアの推移

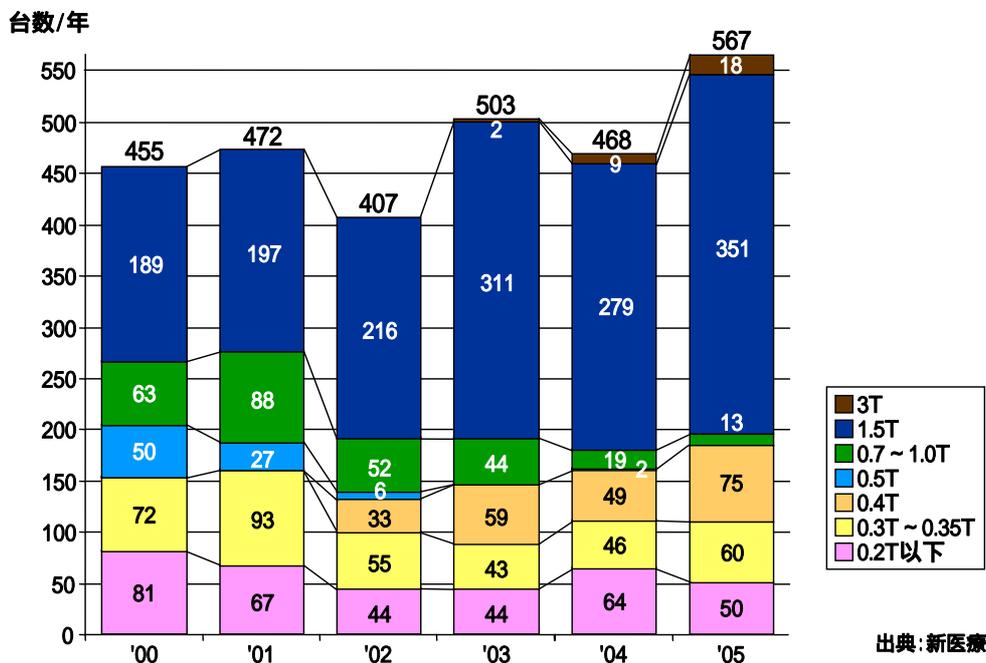


図1 国内のMRI装置磁場強度別シェア

MRI 装置では磁場強度を高めることにより受信される MR 信号の強度が上がり、画像の SN 比をより高めることができるため、高精細画像や高速撮像に有利であるとされている。しかしながら、3.0T といった超高磁場装置では安全性の面でより注意が必要となる。特に信号励起に用いられる RF 照射のパワーは磁場強度の 2 乗に比例して増大するため、安全基準内での撮像では高い磁場強度を生かした高速な撮像が困難となっている。そこで、先のパラレルイメージング技術や最適化された照射波形の制御技術などの新たな開発が進められている。(7T、11T の全身用磁石も研究開発がされている)

高磁場 MRI 装置は超電導磁石の形状からトンネル型のガントリーが一般的であるが、被検者への配慮から、上下に超電導磁石を配置したオープン型の MRI 装置も製品化されている(図3)。今後は高磁場化のみならず、オープン化やコンパクト化など、超電導磁石の技術開発により MRI 装置も多様化が進むものと期待されているとともに、国産化磁石の再参入が望まれる。また、バルク磁石を用いた DDS(ドラッグ デリバリー システム)など治療の分野への応用も将来期待されている。



図2 1.5T 超電導 MRI 装置例



図3 オープン型超電導 MRI 装置

[超電導 Web21 トップページ](#)

特集：超電導関連診断・医療技術動向 「SQUID 免疫検査技術の現状」

九州大学システム情報科学研究院
超伝導システム科学研究センター
教授
円福 敬二

免疫検査は種々の疾患由来の蛋白質を抗原 抗体の結合反応を用いて検出する方法であり、血液検査などの医療診断において多く用いられている。近年、多種類の蛋白質を高速・高感度に検出する重要性が高まっており、この要求を満たすため、種々の高性能検査システムの開発研究が行われている。その中の一つが、磁気マーカーと SQUID 磁気センサを用いた SQUID 免疫検査技術である。この検査法では、磁気ナノ粒子で標識した検査試薬（磁気マーカー抗体）を検出すべき蛋白質に結合させ、磁気マーカーからの磁気信号により蛋白質の量を測定する。本検査法には、従来の光学的手法にはない超高感度性や、所謂“洗い”の工程を省いた高速検査が期待されており、これらが実現すれば、微量な蛋白質の高速・高感度検出が可能となる。

このため、SQUID 免疫検査技術の開発研究が各国で開始されており、日本（九大、豊橋技科大、日立基礎研等） 米国（UC Berkeley, Los Alamos National Lab., Texas Center for Supercond., Magnesensor Inc.等） 欧州（PTB Berlin, Julich Lab., Braunschweig Univ., Chalmers Univ. 等）及び台湾(Taiwan National Univ.) でシステム化の研究がなされている。装置開発では室温の試料と低温に冷却した SQUID を可能な限り（1 mm 程度）近接することがポイントとなる。これは、磁気マーカーからの磁気信号が距離とともに急激に減衰するためである。このため、SQUID 顕微鏡タイプの装置が開発されている。

SQUID 検査技術を用いた種々の蛋白質(IL6, IL8, IgE 等)の検査実験も行われており、従来に比べて 10 倍以上の検出感度が示され、アトモレベルの微量検出を可能としている。また、“洗い”の工程を省いた液相での高速検査も示されており、従来の光学的手法に対する有用性が実証されつつある。しかしながら実用化のためには、装置の高性能化に加えて、本手法に最適な、大きな磁気信号を発生し、溶液中で凝集や沈殿が発生せず高い分散性を示す磁気マーカーの開発が重要な課題となっている。これらの開発により、SQUID 検査技術のさらなる性能向上が可能となる。

[超電導 Web21 トップページ](#)

特集：超電導関連診断・医療技術動向 「心磁計の世界動向」

株式会社 日立製作所
基礎研究所
神鳥明彦

心磁計は虚血検出率の感度が非常に高く、不整脈の異常興奮検出に役立つということで全く新しい医療機器として注目を集めている。¹⁾ 最近心磁計は、日本・米国・ドイツ・フィンランド・イタリア・台湾・中国・韓国などの医療機関で研究用として使用され始め心磁図の論文数が急激に伸びて、毎年前年比 2 倍程度の発表がなされるようになってきている。最近では心臓病で有名な雑誌 Circulation²⁾や PACE³⁾といった雑誌にも心磁図の論文が載るようになってきた。

このような背景の下、心磁図の標準化への第一歩として第 23 回日本心電学会学術集会以サテライトシンポジウム「心磁図の世界動向」が 2006 年 7 月 8 日に開催された。発表者には米国 Cedars-Sinai Medical Center の Kirsten Tolstrup 先生、台湾 National Taiwan University Hospital の Chau-Chung Wu 先生、韓国 Yonsei University College of Medicine の Boyoung Joung 先生、筑波大学の渡辺重行先生、筑波大学（現在 Mayo Clinic 在籍）の山田さつき先生などから心磁図の有効性に関する発表が行われた。大変興味深かったのは、Tolstrup 先生のご発表である。Tolstrup 先生の発表では、運動負荷時シンチグラフィ（放射性同位元素を使用する 3 時間の検査）と安静時心磁図（10 分程度の検査）とを比較し、その結果虚血検出率の感度がほぼ同等であるという内容であった。Tolstrup 先生のコメントでは、胸痛を訴える患者のスクリーニング検査では心磁計を用いるのがベストであり、危険リスクのあるシンチグラフィは心磁計に置き換わるであろうとのことであった。他からの発表でも心磁図は虚血に対して検出率が高いことが報告されていた。最後に本シンポジウムにおいて、心磁図の標準化に向けた活動を協力して行っていくことで合意に至っている。

最近日本では、筑波大附属病院長・筑波大理事 山口巖院長監修、岡山大学院 塚田啓二 教授編著の下、「心磁図の読み方」という心磁図の教本がコロナ社より今月発刊された。⁴⁾ 一方、ヨーロッパでも心磁図の標準化に向けた動きがあり、European Taskforce of MCG というワークショップが BIOMAG '2006（カナダのバンクーバーで 8 月に開催）で予定されている。今後ワールドワイドに標準化に向けた協力が行われ、心磁計はより臨床に有効なツールとして位置付けられていくであろう。

参考文献

- 1) Yamada S et al., Internal Medicine 2005 Jan 44(1): 1-19
- 2) Wakai RT, et al., Circulation. 2003 Jan 21;107(2):307-12.
- 3) Kandori A, et al., Pacing Clin Electrophysiol. 2006 Jan;29(1):15-20.
- 4) http://www.coronasha.co.jp/np/detail.do?goods_id=2140

[超電導 Web21 トップページ](#)

特集：超電導関連診断・医療技術動向

「MT-DDS (磁気標的ドラッグ・デリバリー・システム) 技術の展望」

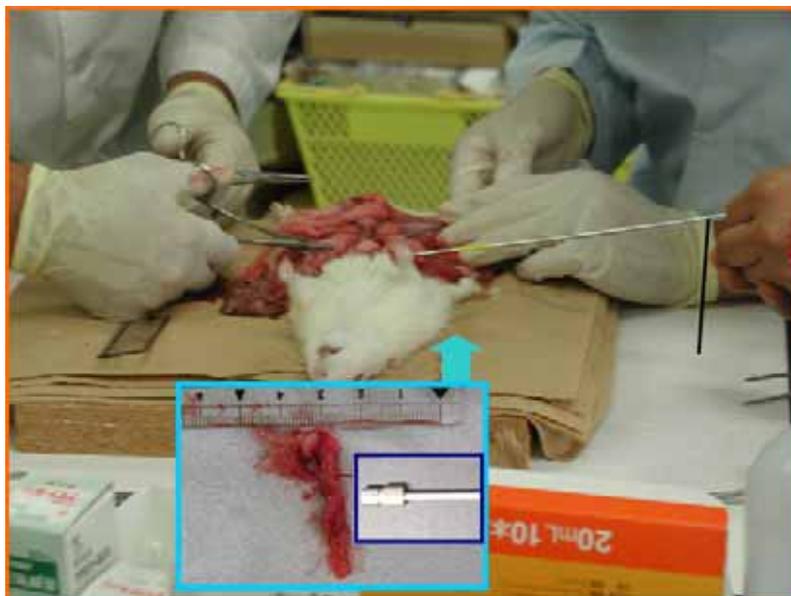
大阪大学
大学院工学研究科 原子力工学専攻
教授 西嶋茂宏

ほとんどの薬物は、本来目的とする効能以外に副作用を有していることが多い。その副作用は、薬物が最適な濃度を越えたり、目的としている患部以外に分布したり、必要ではない時間に存在することにより引き起こされる。つまり、体内の薬物分布を、量的・空間的・時間的に制御することで、副作用の程度はかなり軽減される。このような薬物投与の最適化を目指した検討はドラッグ・デリバリー・システム (薬物送達システム, DDS) と呼ばれ、先端医療において必要不可欠な key technology と認識されている。

DDSの中でも特に薬物に標的を指向する性質を与えることを標的指向化(ターゲティング targeting)というが、一般に標的部位に何らかの親和性を有する物質を運搬体(キャリア)に用い、運搬体の生体内挙動を利用して目的とする薬物を配送することによって達成される。ターゲティング達成のための方法論として、局所投与、標的部位での選択的活性化、薬物キャリアの利用、体内挙動の外部からの制御があげられるが、ターゲティング効率を飛躍的に向上させようとする技術として一種である「磁気標的DDS」(以後、MT-DDS)が世界的にも最近、注目を浴びようになってきた。

MT-DDSは薬剤に強磁性(ナノ)粒子を付着させ、その強磁性粒子に磁界を印加することにより磁気力を発生させ、その磁気力による薬剤の誘導を行うものである。薬剤は静脈注射で体内に導入し、体外に磁石を配置し誘導することになる。実際のMT-DDSシステムとしては、1) 薬剤の拡散を磁気力により防ぐシステム 2) 血管のある部位で薬剤を捕捉・集積するシステム 3) 任意方向に誘導し、目的患部まで薬剤を送達するシステム、の三つの形態が考えられている。特に癌治療への適用を想定すると、3)のシステムを身体深部で実現することが開発目標となる。

この概念はいままでもあったが成功しておらず、この技術は困難を伴うものであるとの認識があった。その理由は人の体内では磁気力を必要とするほど大きくできないと考えられていたからである。磁石から数cm離れた場所に大きな磁場と磁気勾配の形成が困難であること、それと食作用を回避するため薬剤の大きさを約200nm以下にする要望があるが、これも磁気力を小さくする。これらの問題を解決するには、体内深部に強い磁場と磁気勾配を発生する必要がある。目標は体内深部数cmの場所に、0.5Tで5T/mの磁場を作ることである。この目標は超伝導磁石を利用すれば達成可能であることが計算と実験で明らかになってきた。既に動物実験も試みられつつあり、その実現に向けて医学部、薬学部、工学部さらには医療機器メーカーのコンソーシアムで精力的に研究開発が進められている。近い将来、先端医療の分野で必須の技術となると期待される。



ラットを利用した磁場による粒子の停留実験。
ラットの血管に強磁性粒子を導入し磁場により粒子の制御性を確認した。

[超電導 Web21 トップページ](#)

特集：超電導関連診断・医療技術動向 「重粒子線がん治療装置の小型化技術の展望」

独立行政法人 放射線医学総合研究所
重粒子医科学センター
重粒子線がん治療普及推進室
室長 山田 聡

水素や炭素などのイオンを物質に照射すると、イオンのエネルギーで決まる一定の深さで止まるが、その直前の極めて狭い領域内で大きなエネルギーを相手の原子に与える。重荷電粒子のこのような性質を医学に応用したものが重粒子線治療である。

重粒子線はこれまで治療に用いられていたX線やγ線に比べて線量の集中性が良いことから副作用の少ない治療を行える可能性があるが、イオンを深部がんの治療に用いるには光速近くにまで加速する必要があり、サイクロトロンやシンクロトロンなど大型の加速器が必要となる。このような大型加速器は一般の病院内に収めることができず、装置を収めるための特別な建物が必要となっている。例えば放医研の施設はシリコンを人体内 30 cm の深さまで送り届けることができるが、それを収容する建物にはおよそ 65×120 m² とサッカー場程度の大きさが必要となる。現在放医研で行われている炭素線治療の普及を目指して装置小型化の開発研究が行われた結果、放医研で行われているのと同程度の炭素線治療を行う装置は、およそ 50×60 m² 程度の建物内に収まる見通しが得られている。陽子の場合、炭素に比べるとはるかに軽く加速しやすいが、それでも国立がんセンターの施設ではおよそ 40×60 m² 程度の建物が必要とされている。

加速器本体については超電導技術を用いた小型化が考えられており、最近になってヨーロッパで 2 台の超電導陽子線装置が完成し、治療開始を目指した試運転が始まっている。加速器のサイズそのものは、例えば周長 20m (平均直径 6.4m) 程度の陽子シンクロトロンが外径 4m 程度のサイクロトロンへと大幅に小型化されるが、超電導サイクロトロンの場合は出射エネルギーが固定になってしまう欠点があり、患者毎に深さの異なるがんの治療を行うには炭素板などを通過させてエネルギーを下げた後、分析電磁石で一定値以下のエネルギー幅を持つ陽子を選別する必要がある。これにより陽子線の強度が大幅に減少する他、不要となった陽子による放射化などの問題点があることが指摘されている。また、ビーム輸送系やビーム整形装置などが加速器本体よりもはるかに大きな空間を占めていること、この部分には短時間 (1 分程度) の磁場切り替えなど医療サイドから多様な要求があり、本格的な超電導化の試みはこれからと言ったところである。

[超電導 Web21 トップページ](#)

超電導関連製品ガイド - 超電導量子干渉素子(SQUID)関連製品 - (社名五十音順表示)

エスアイアイ・ナノテクノロジー株式会社
Nb系 SQUID 製品他
Tel: 047-391-2142、Fax: 047-391-0960
e-mail: satoshi.nakayama@sii.co.jp
担当: 技術部 技術 5G 中山哲

住友電工ハイテックス株式会社
高温超電導磁気センサを用いた「SQUID 入門キット」、「SQUID 実験キット」、「SEIQUID II」、「SQUID 顕微鏡」、「生体磁気計測装置」、「抗原抗体反応検査装置」、「食品等混入磁性異物検出装置」、「半導体検査装置」、「地質調査装置」等
担当 永石、太田; Tel: 072-771-3022、Fax: 072-771-3023

株式会社 日立ハイテクノロジーズ ライフサイエンス事業統括本部 医用営業技術部
MC-6400 日立心臓磁気計測システム
技術窓口: 内藤茂昭(株式会社日立ハイテクノロジーズ)
Tel: 03-3504-5818、Fax: 03-3504-7756
e-mail: naito-shigeaki@nst.hitachi-hitec.com
営業窓口: 福田敦史(フクダ電子株式会社)
Tel: 03-5684-1240、Fax: 03-5684-1315
e-mail: fukuda@fukuda.co.jp

横河電機株式会社 ライフサイエンス事業部 MEG センター
脳磁計(MEG)、小型・微弱磁場計測装置
Tel: 076-258-7012、Fax: 076-258-7026
e-mail: meg@csv.yokogawa.co.jp
担当: 富澤英明

(編集局 田中靖三)

[超電導 Web21 トップページ](#)

超電導関連 8-9月の催し物案内

8/2-3

第2回材料研究会 / 東北・北海道支部合同研究会
場所：岩手大学図書館 2F (多目的学習室)

主催：低温工学協会 材料研究会 / 東北・北海道支部

協賛：日本学術振興会超伝導エレクトロニクス
第146委員会「マイクロ波～光」分科会

問合せ：e-mail: fujishiro@iwate-u.ac.jp

岩手大学工学部材料物性工学科 藤代 博之

Tel/Fax: 019-621-6363

8/16-19

Yamada Conference LX on International
Conference on Research in High Magnetic
Fields (RHMF 2006)

場所：仙台市

主催：HFLSM/Tohoku University, and the High
Magnetic Field Forum of Japan

問合せ：e-mail: rhmf@imr.tohoku.ac.jp

Tel: +81-22-215-2147、Fax: +81-22-215-2149

8/20-25

International Conference on Magnetism (ICM
2006)

場所：京都

主催：SCJ、PSJ、MCJ、JSAP、JIM

問合せ：e-mail: icm2006@imr.tohoku.ac.jp

8/20-25

低温技術講習夏合宿-7T 超電導マグネットへの
挑戦(9) -

場所：高エネルギー加速器研究機構 日光実験
棟裏ヘリウム冷凍機室 (つくば市)

主催：低温工学協会 冷凍部会

問合せ：物質・材料研究機構/強磁場共用ステー
ション 佐藤明男

e-mail: inquire@akahodhi.nims.go.jp

Tel:029-863-5453、Fax:029-862-5470

8/20-26

15th International Conference on Biomagnetism

(Biomag 2006)

場所：Vancouver Convention & Exhibition
Center, Vancouver, British Columbia, Canada

問合せ：e-mail: congress@venuewest.com

<http://www.venuewest.com/2006/biomag/>

8/27-9/1

2006 Applied Superconductivity Conference
(ASC2006)

場所：Washington State Convention and Trade
Center in Seattle, Washington, U.S.A.

問合せ：<http://www.ascinc.org/>

9/5-7

第11回超伝導・低温若手セミナー「超電導工
レクトロニクス応用・線材・材料、大型応用

場所：洞爺湖 翠湖荘 (北海道)

主催：低温工学協会 東北・北海道支部

問合せ：北海道工業大学 槌本昌則

Tel:011-688-2315、Fax:022-263-9371

e-mail: tsuchi@hit.ac.jp

9/13-15

Maglev'2006-The 19th International Conference
on Magnetically Levitated Systems and Linear
Drives

場所：Dresden, Germany

問合せ：<http://www.maglev2006.de/>

9/27-29

第22回低温工学基礎技術講習会

場所：神戸大学海事科学科(講義 9/27)、大阪市
立大理学部(講義 9/28)、大阪市立大学文化交
流センター(実習 9/29)

主催：低温工学協会関西支部

問合せ：(講義)京都大学エネルギー科学研究科
白井康之、Tel/Fax:075-753-3328

e-mail: shirai@energy.kyoto-u.ac.jp

(実習)大阪市立大学理学研究科 畑徹、

Tel/Fax:06-6605-2524

e-mail: hata@sci.osaka-cu.ac.jp

(編集局)

[超電導 Web21 トップページ](#)

新聞ヘッドライン (6/20-7/19)

1秒で1000兆回演算 理研などコンピューター開発 6/20 日経産業新聞
1000キロメートルを超える暗号信号通信可能に「量子もつれ」生成で新方式 国立情報科学研
6/20 フジサンケイビジネスアイ
原子カルネサンス 台頭するインド 2020年までに4000万キロワット開発 6/20 フジサンケ
イビジネスアイ
たんぱく質構造解析サービス 北大などが事業化 6/20 日刊工業新聞
“神技”が夢 田中さん 6/20 日刊工業新聞
IBM 世界最速の半導体 超低温下で現行の250倍 6/21 日本経済新聞
歴史に残る発見目標 「日本学術振興会賞」受賞 高温超電導研究で成果 電力中央研究所 安
藤陽一さん 6/22 電気新聞
波長49ナノの自由電子レーザー X線帯の実現に弾み 理研など 6/23 日刊工業新聞
超高精度の望遠鏡群 「アルマ」着々 日米欧、チリで建設中 6/25 朝日新聞
上海-杭州リニアモーター路線建設 撤回論台頭で決裂? 技術導入めぐり独社と対立 製造比
率向上に固執 6/26 フジサンケイビジネスアイ
ホウ素中性子捕捉療法 臨床研究で連携 原子力機構など 6/27 日刊工業新聞
常温との中間“擬ギャップ状態” 超電導に変わる前ぶれ 東北大など解明 6/29 日刊工業新聞
ビスマス系超電導線 用途開発を加速 住友電工 専門チーム立ち上げ 年内に磁石製品化
7/4 日刊工業新聞
画像診断 最先端の機器で 神原病院、CT・内視鏡など導入 7/6 日経産業新聞
テラヘルツ光子を検出 理研 量子コンピューターへ道 7/7 フジサンケイビジネスアイ、日刊
工業新聞
薬物送達システムの運搬体 MRI造影剤に応用 KAST 微小がん早期診断に道 7/7 日刊工業新聞
神鋼 超低温圧縮機6基受注 LNG貯蔵向け 3カ国・地域で 7/7 日刊工業新聞
ナノテク標準化作業 ISOがロードマップ 連携テーマで整合性 7/11 日刊工業新聞
希少元素の危機 素材・材料のルネサンス必要 7/11 日刊工業新聞
核融合研究所 地上に太陽を創る 安全で環境に優しい 無尽蔵で経済的な燃料 副産的に海水
の淡水化 水素燃料を効率的に生産可能 7/12 フジサンケイビジネスアイ
電磁両立性の技術委 議長に徳田氏(武蔵工大教授) 国際電気標準会議 7/14 日刊工業新聞



[超電導 Web21 トップページ](#)

超電導速報 世界の動き (2006年6月)

電力

American Superconductor Corporation (2006年6月5日)

American Superconductor Corporation (AMSC)は、パワーエレクトロニクス・システム部門に900万ドルの新たな発注があったと発表した。これにより、現在の受注残とあわせ、当該部門の今年度中の売り上げは2000万ドルを超えるものと見込まれる。これは、前年度比35%増である。この収入レベルであれば、この部門は本年利益を生み出すことができるであろう。今四半期に新たに受注したのは、風力発電所、電気施設及び半導体工場向け D-VAR® 及び PQ-IVR™ パワエレソリューションである。

出典:

“American Superconductor Reports \$9 Million Increase in Power Electronic Systems Orders”

American Superconductor Corporation press release (June 5, 2006)

http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=86422&p=irol-newsArticle_Print&ID=868526&highlight

Intermagnetics General Corporation (2006年6月15日)

Royal Philips Electronics 社は Intermagnetics General Corporation 社との間で、総額13億ドルの Intermagnetics General Corporation 社買収に係る契約に署名した。Intermagnetics 社役員会は、全員一致でこの買収に同意した。この買収手続きは株主の同意が得られた段階で完了する。Philips 社は、この買収が MRI 市場における自社の立場を強化し、また、サプライチェーンの合理化を図り、競争力が強化できる他、成長著しい RF コイル市場への参入も可能になるものと期待している。Philips 社は SuperPower 社が開発を進めているブレイクスルー技術が有用であると考えており、この技術が持つポテンシャルを活用する最も効果的な方法について検討を行っている。ニューヨーク州 Latham にある Intermagnetics 本社は、Philips 社の新たな拡大 MRI 事業部門の世界本部となる予定。

出典:

“Philips to Acquire Intermagnetics, the World’s Leading MRI Components and Accessories Manufacturer”

Intermagnetics General Corporation press release (June 15, 2006)

<http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=88261&p=irol-newsArticle&ID=872776&highlight>

HTS-110 Ltd.(2006年6月22日)

ニュージーランド経済開発大臣 Trevor Mallard は、HTS-110 社を訪問した。HTS-110 社は、ニュージーランド政府が開発の初期段階に革新的企業を支援する政府スキーム、ベンチャー投資ファンド (VIF) の支援を受けている会社の内の1社である。2年間の会社運営の中で、同社は米国、日本、ヨーロッパ、台湾、韓国の顧客向けの製品を開発した。今年の初め、HTS-110 社は米国の Progression Inc と HTS マグネット供給を目的とした提携関係を結んだ。同社は、今後5年間で、7000万ドルの売り上げを見込んでいる。

また、HTS-110 社は、Foundation for Research and Science and Technology (FRST) から200万ドルの資金提供を受けた。FRST は今後2年間にさらに追加で100万ドルを提供する予定。

出典:

“Govt venture capital assists high technology firm”

New Zealand Government press release (June 22, 2006)

<http://www.hts-110.com/news/coverage/government-venture-capital.html>

通信

ISCO International, Inc. (2006年6月14日)

ISCO International, Inc.は、無線通信事業者向けの次世代デジタル Adaptive Notch Filter™ (dANF)技術の上市を発表した。新しい技術は無線ネットワーク中のダイナミックな干渉効果を軽減する順応型干渉認証技術を採用しており、LINUX システム・アーキテクチャーによる ISCO 社の ANF フィルター技術とデジタル信号処理技術とを統合したものである。dANF は、移動体通信システムの受信帯域内の 3 種類までのランダムかつダイナミックな干渉信号を識別し、抜き出して、抑制する機能を持つ。このような帯域内干渉信号の抑制は、従来技術では非常に困難であった。dANF は既存のソリューションに比べてコストパフォーマンスに優れ、納品期間も短い。この技術は、WiMax やその他の 4G 移動体通信システムにおける将来のソフトウェア・フィルタリング応用の基礎となるものである。また、この技術は CDMA, UMTS, WiFi.のようなスペクトル拡散をベースとした無線通信技術との適合性も高い。

出典:

“ISCO’s digital Adaptive Notch Filter (dANF) Technology Restores Capacity, Coverage, and Data Throughput for Wireless Networks”

ISCO International, Inc. press release (June 14, 2006)

<http://www.iscointl.com/news.htm>

ISCO International, Inc. (2006年6月15日)

ISCO International, Inc.は、四半期ビジネス報告をアップデートした。その中で、第2四半期の間今日まで 350 万ドル以上の新規受注があったとしている。ISCO 社は、第2四半期中にこの新規受注の大部分の出荷を行う予定ではあるが、特に ANF 関連製品など生産ラインの制約もあって、幾分かは第3四半期に受注残として持ち越すことになる。さらに、ISCO 社は、上位2者の株主及び債権者（子会社を含む）と原則、債権の株式化に関する合意を行った。この 500 万ドルの合意は、（後に）決められたレートで ISCO 社の一般株式に転換可能な借入れの形式をとっている。新たな借入れは ISCO 社のデジタル ANF™ プラットフォームの今後の開発に使われ、さらには、同社が異なる周波数バンドや異なる技術に対する顧客の需要に応えうる生産ラインの拡充にも充当することができる。特に、資金は完全ソフトウェア無線技術を基礎としたバンド内干渉除去プラットフォームの開発に使われる予定。新製品の市場投入は、今年末前になる見込み。

出典:

“ISCO International Announces Strong Quarterly Bookings and New Financing To Accelerate Strategic Product Initiatives”

ISCO International, Inc. press release (June 15, 2006)

<http://www.iscointl.com/news.htm>

(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 8月のトピックス

- NEDO、「超電導電力機器システム技術基盤の標準化に関する調査研究」を ISTE C と委託契約 -

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)は、「超電導電力機器システム技術基盤の標準化に関する調査研究」をテーマとして、財団法人国際超電導産業技術研究センター(ISTEC)との間で平成 18 年 5 月 11 日付け委託契約を締結した。

委託事業の内容はつぎの通りである。

(事業目的)

本調査研究では、超電導電力機器システム技術基盤の標準化の一環として、超電導エネルギー貯蔵装置(SMES、フライホイール)、超電導電力ケーブル、超電導限流器、超電導変圧器等に係わる製品規格化に関連する技術を調査し、国際的な規範文書原案の策定・作成に資することを目的とする。また、本調査研究は、平成 16 年度から平成 19 年度実施の現行プロジェクト「超電導電力ネットワーク制御技術開発」及び平成 15 年度から平成 19 年度実施の現行プロジェクト「超電導応用基盤技術研究開発」に係わる標準化などと連携して調査する。

(調査内容)

本調査研究は、つぎの調査研究項目を実施する。

電流リード特性調査

超電導電力ケーブル、超電導限流器、超電導変圧器、SMES、超電導回転機などの超電導電力機器に不可欠な電流リードの特性試験方法に関する技術調査結果を規格素案に反映し、平成 18 年度を目途に国際規格の新規業務項目提案(NWIP)し、IEC 国際規格化に資する。

長尺線材特性調査

Nb-Ti、Nb₃Sn など低温超電導線材及び Bi 系、Y 系など高温超電導線材の長尺線材を対象とした臨界電流(I_c)試験方法及び機械的特性試験方法を中心に試験技術並びに試験方法について調査し、これらに基づく規格素案を作成し、国際的専門家との会合において国際規格提案に向けた国際合意醸成を行う。

SMES 等超電導電力機器技術調査

超電導電力ケーブル、超電導限流器、超電導変圧器、SMES、超電導回転機などの平成 17 年度までの「超電導電力機器技術基盤に関する調査研究」で得られた調査結果に基づき、超電導電力機器の標準化の対象を見極める。特に、市場導入が試みられている SMES システムについて、その要素機器の特性試験技術を精査し、規格素案を作成する。

(調査期間)

本調査研究は、平成 18 年度から平成 20 年度とする。

(調査研究体制)

本調査研究は、長村光造氏(財団法人応用科学研究所)を委員長とする技術調査委員会、SMES 分科会(主査新富孝和氏)、電流リード分科会(主査新富孝和氏)及び長尺線材特性分科会(主査中尾公一氏)によって遂行する。

(ISTEC 標準部長 田中靖三)

[超電導 Web21 トップページ](#)

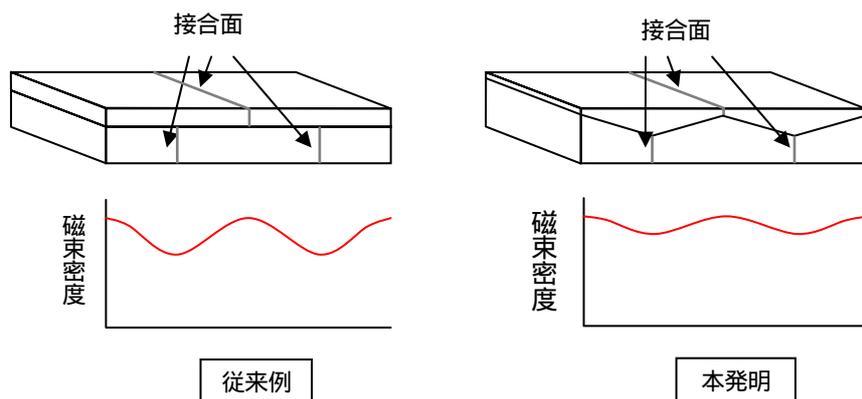
特許情報

平成 18 年度第 1 四半期の公開特許

平成 18 年 4 月～6 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 2006-101585 「超電導軸受と磁気浮上装置」:

本発明は、永久磁石と超電導体を対向させた構造で超電導体のピン止め効果を利用する磁気軸受装置や搬送装置の超電導体部材に関するものである。このような超電導体部材は、広い対向面を得るため、複数の超電導体を接合しているが、接合部分で捕捉磁場が減少し、磁場が不均一になり損失発生の大きな要因となる。本発明では、複数の超電導体を接合した超電導体層を積層した構造を採用し、各層の超電導体は山状に成形され、かつ、相接する層の超電導体の接合面が上記山状部分の頂部に位置するように配置したことを特徴とする捕捉磁場特性に優れた超電導部材を提供している。



2) 特開 2006-117986 「ブルームの測定方法、その評価方法、レーザアブレーション方法、及び、レーザアブレーション装置」:

本発明はブルームの測定方法、その評価方法、レーザアブレーション方法、及び、レーザアブレーション装置に関するものである。また、良好な結晶性あるいは安定した電気的特性を有するレーザアブレーション薄膜を再現性良く成膜することを目的とする。レーザアブレーション方法における薄膜特性の不均一あるいは不安定性の原因のひとつにレーザ発信の不安定性がある。本発明では、蒸発源ターゲットにレーザを照射した際に発生するブルームの光強度データを、エリアイメージセンサにより取得し、ブルーム形状をリアルタイムで計測する手段を具備したことを特徴とする。これにより、前記計測結果を用いてレーザの発信強度を制御することが可能となり、形状の安定したブルームを長時間維持することが可能となった。本発明は、特に高品質な薄膜を必要とする酸化物高温超電導デバイスの成膜工程に効果的である。

(SRL/ISTEC 開発研究部長 中里克雄)

[超電導 Web21 トップページ](#)

応物超伝導分科会「高感度分析・分光技術のための超伝導検出器」から

独立行政法人 産業技術総合研究所
エレクトロニクス研究部門
神代 暁

2002年の小柴・田中両氏によるノーベル賞受賞をきっかけに、日本独自の計測・分析技術開発の必要性が叫ばれ、先端計測分析技術・機器開発プロジェクト樹立や、JST-CREST等の国家プロジェクトにおける関連研究領域設定がなされてきた。超電導デバイスは、半導体デバイスに比べ、極低温環境下での量子効果や低電圧動作に起因する高感度性・高分解能性・低雑音性等に優れ、各種検出デバイスやそれを用いた計測システムが研究・開発されている。また、検出器性能を上げるための超電導物理の解明や超電導材料・デバイスの研究、検出器出力信号処理のためのエレクトロニクス開発等、検出器に先導される超電導各分野の今後の発展可能性がある。このような観点から、超電導研究者に、これらの検出器開発概要を紹介し、今後の発展性を論じる機会として本研究会は企画された。

超伝導分科会幹事長の挨拶の後、10人の講師により3つのパートに区分される講演会が開催された。午前中の部では、放射線から近赤外領域の短波長（高周波）電磁波もしくは高エネルギー粒子用の検出器として、半導体検出器に比べ1桁以上エネルギー分解能の高い、超電導トンネル型検出器(STJ)と超電導転移端検出器(TEs)に関する発表がなされた。また、超電導電極内の常電導コア生成を利用する近赤外領域の高速検出器が、量子暗号通信用として開発に着手された。午後前半の部では、サブミリ波（テラヘルツ波）領域で低雑音性と低所要励起電力性に最も優れた超電導トンネル型(SIS)ミキサとその天文・大気分子観測への応用、ならびにSIS直接（Video）検出器の安全・安心社会に貢献するイメージング応用とアレイ化への取り組みが紹介された。午後後半の部では、直流から数百MHzという低周波帯で最高感度の磁力計である超電導量子干渉素子(SQUID)を利用した抗体反応、異物検査、物性計測が述べられた。

総括すると、デバイス最適化指針を明らかにし、安定動作を実現するとともに、超電導検出器が有利となる応用分野を探索・厳選し、その分野の専門家とともに計測システム開発と性能実証を成し得た種族が、生き残っているという印象を受けた。今後の発展のためには、極低温環境を安定に維持する冷凍機技術の改良（コンパクト化等）や、検出器からの信号読み出し・処理技術の成熟が望まれる。

（本分科会は、2006年6月29日 超電導工学研究所において実施された。）

[超電導 Web21 トップページ](#)

第4回超電導体の力学的・電磁気的特性に関するワークショップ(MEM06)報告

京都大学大学院工学研究科
菅野 未知央、北條 正樹

4th Workshop on Mechanical and Electromagnetic Properties of Superconductors, MEM06-A Millennium for Superconductivity-が英国 Durham 大学物理学科において 2006 年 7 月 2 日-5 日に開催された。議長は長村教授(応用科学研究所)および Hampshire 教授(Durham 大)である。本会議は実用及び実用に近い複合超電導体の力学特性と電磁気特性の境界領域及びその基礎的分野の実験と理論に限定し、シングルセッションで議論を重視した会議である。11 カ国から 44 件の口頭発表と 8 件のポスター発表があった。また、Registration、Reception、Banquet や宿泊設備には世界遺産に登録されている Castle と Cathedral があてがわれ、超電導百周年を記念しその将来を議論する最適の環境であった。

口頭発表の内訳は、金属系超電導体(Nb_3Sn 、 Nb_3Al 、 MgB_2)24 件、酸化物系($Bi2223$ 、REBCO)16 件、その他測定法など 4 件であった。

Nb_3Sn に関しては長村らが IEC/TC90 における力学特性評価の標準化のための国際 RRT の結果について報告した。また、特に I_c -ひずみ関係のより精密なスケーリングを目的として、deviatoric strain を考慮したモデルによる解析が目立ち、活発な議論が行われた。東北大のグループ(淡路、西島、大黒ら)は事前曲げひずみの I_c への影響とその解析について中性子回折によるひずみ測定結果を交えて報告した。ITER 関連では、Zanino らが Nb_3Sn conduit 内ケーブルのひずみ分布と I_c のマルチスケール解析について、Mitchell が ITER モデルコイルの電磁力による変形およびその繰返しによるフィラメントの損傷について、Ilyin らが限られた温度、磁場での測定データからスケーリングパラメータを得るための解析手法について報告した。Nyilas は線材の引張りによる半径方向のひずみを測定する新しい装置の開発について報告した。 Nb_3Al では、伴野らがフィラメントの細分化によりクラック発生ひずみが 0.85%まで改善されることを、また北口らは 4.2 K、15 T のバックアップ磁場中で 4.5 T の磁場を発生可能な Nb_3Al コイルの作製に成功したことを報告した。

Larbalestier らは YBCO/RABiTS の結晶構造と I_c の関係および厚さが及ぼす影響について、松下らは YBCO/IBAD の磁場依存性に関する熱力学に基づく理論的な検討を報告した。菅野らは Hastelloy 基板の降伏挙動への加工熱処理の影響について、また Shin らは MOD-YBCO/RABiTS においてフラットワイズ曲げよりもエッジワイズ曲げで I_c の劣化が著しいことを報告した。 $Bi2223$ に関しては落合らが放射光を、町屋らが中性子回折を用いた線材内部の超電導体のひずみ測定結果について報告した。北條らは銀合金除去による $Bi2223$ フィラメントの弾性率と破断ひずみの直接測定法を報告した。

Cheggour らは MgB_2 線材の I_c -軸引張りひずみ関係が不可逆ひずみ以下で線形関係にあること、高磁場ほどその傾きが大きくなることを報告した。

Hampshire らは、ボールミルと HIP を用いてアモルファス粉末を作製することにより、 Bc_2 の値を Nb で 4 T、 Nb_3Sn で 40 T、 $PbMo_6S_8$ で 110 T まで向上できることを報告した。

[超電導 Web21 トップページ](#)

【隔月連載記事】

超電導心磁計が市場にでるまで（その4）

岡山大学大学院自然科学科
教授 塚田啓二

5. 心磁計の製品化

5.1 64ch 心磁計の開発

超伝導センサ研究所から日立にもどった時、幸いにも計測器事業部（現在の（株）日立ハイテクノロジーズ）から心磁計に興味を持ってもらえることができた。従来、生体磁気計測装置に関しては、日立だけでなく多くの企業が、大型の磁気シールドが必要なデリケートな計測装置としてしか見ていなかった。しかし、筑波で立ち上げた小型な心磁計の実績より、製品化の可能性を感じてもらえることができた。いままで、臨床分野の方々との共同研究と通して蓄積したノウハウと、課題点を整理して新たな心磁計の開発が始められることとなった。

製品開発に当たっては、いままで取り扱ったことがない技術分野であったので、多くの課題があった。そのなかでも大きな課題は、心磁計のキー技術である SQUID の開発であった。しかし、幸いなことに計測器事業部では各種センサデバイスを製造していたので、そのラインで SQUID も製造することができた。64ch 心磁計用 SQUID として新たにレイアウト設計から製造プロセスの設計をおこなった。ここで、なぜセンサ数が 64ch なのかを説明すると、临床上で不整脈の解析にも使える必要があったためである。不整脈は不定期に出現する場合が多く、そのため信号を加算処理することができず、リアルタイムで計測する必要がある。このためには、センサアレイが心臓全体を覆い、同時計測する必要がある。センサ間隔と心臓の大きさから、システムとして 64ch が最適数である結論にいたった。SQUID の実用上の問題点として、超電導のデバイスは外部磁場によって超電導薄膜に磁束が侵入する磁束トラップが知られている。この磁束トラップが起こると、磁束の揺らぎや、ジョセフソン接合 (J.J) での臨界電流値の減少により、デバイスの雑音が大きくなってしまう。磁束トラップを除去する方法として、一旦超電導状態から常電導状態に戻して再度超電導状態にする昇温処理がある。古くからの生体磁気計測装置では、この磁束トラップ除去方法として、液体ヘリウムが蒸発するのをまち再度液体ヘリウムを注入する方法がとられていた。しかしこの方法は、毎日絶え間なく使用できる状態でなければいけない臨床機器には、到底使えるはずがなく、このため迅速な除去方法が求められていた。開発した SQUID のチップ(図1)では、J.Jの近くにヒータを集積化するとともに、ヒータに流した電流が作る磁場がさらに磁束トラップを生じさせないようなレイアウトをとった。これにより、磁束トラップ除去が瞬時でできるようになった。

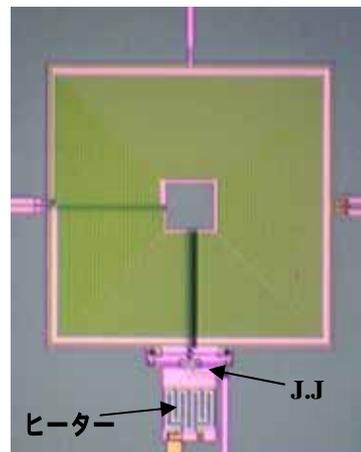


図1 SQUID

5.2 国内外の心磁計の開発状況

臨床用心磁計は、表1に示すように当時は日立だけでなく、フィンランド、ドイツ、イタリア、米国の研究機関や企業によって開発されている。各装置ともセンサアレイ（チャンネル数、センサ間距離等）や検出方法（検出磁場成分等）などが異なっており、今後の心磁計の発展において統一

化が大きな課題として見えていた。例えば、検出磁場成分であるが、これは SQUID に接続されたピックアップコイルの形状に依存する。図2には典型的な各種ピックアップコイル形状を示している。

表1 各種心磁計

企業	日立 (日本)	B (米国)	C (イタリア)	D (フィンランド)
チャンネル数 (但し計測点)	64点	9点	39点	33点
検出コイル	法線成分 (同軸1次微分)	法線成分 (同軸2次微分)	法線成分 (マグネトメータ)	法線成分 (薄膜微分 +マグネトメータ)

(2002年)

体表面に対して垂直な磁場成分を計測する法線成分(z成分)を直接はかるマグネトメータや、法線成分をさらにz方向で差分をとるグラジオメータなどがある。また、法線成分を直交するxy方向で微分した成分を計測する平面型のグラジオメータもある。接線成分計測では、32ch心磁計ですでに述べたように、x及びy方向にコイル面が向いてz方向の差分をとる平面型グラジオメータがある。このように生体磁気計測において、様々なピックアップコイルが採用されている。

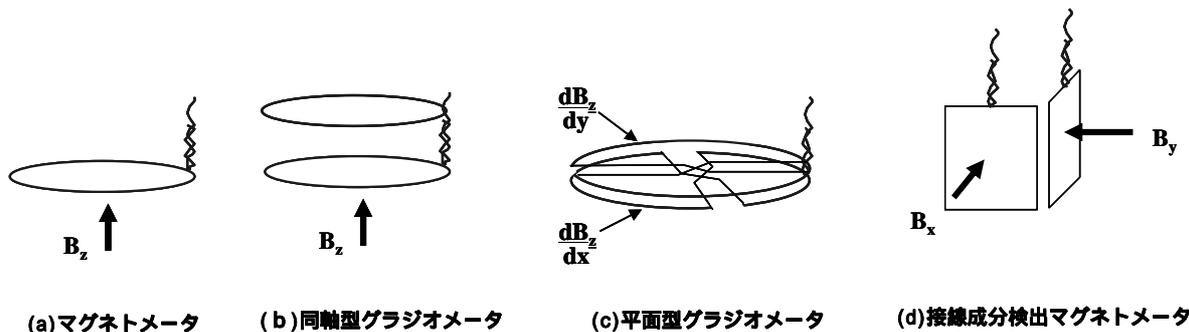


図2 各種検出コイル

臨床診断機器として発展していくためには、各医療機関での診断基準が共通化する必要がある。つまり、データの互換性をとる必要がある。初期の32ch心磁計で採用した接線成分を直接計測する方法は、前回述べたように現在では韓国や台湾で臨床評価が進められている。この方法は心筋の電流分布を可視化しやすい方法として我々が開発した方法であった。しかし、その後の研究で、電流分布の場合、法線成分の微分値からも導出でき、直接接線成分を計測したものと同等の結果が得られることが分かった。これは、法線成分を直交方向の微分をとる平面型グラジオメータだけでなく、法線成分計測用マグネトメータあるいはz方向のグラジオメータのセンサ間で微分をとることによっても法線成分の微分値が得られる。64ch心磁計(図3)では法線成分を検出して、センサ間の微分値をとることによって、計測した法線成分そのものを表示するのみならず、接線成分も解析表示できる機能を持たせた。これにより、測定方法が異なる他の装置と、得られる結果が共通化できる特徴が得られた。

5.3 臨床評価

心磁計が臨床診断機器として使えるためには、当然のことながら薬事承認される必要があった。装置開発とともに一番大変であったのは、この薬事における治験であった。心磁計は国内ばかりでなく米国でもまだ承認されていない装置であったため、どのように治験を行えばよいのか、まったく手本がない状態であった。しかし、その前までに臨床との共同研究により心磁計測による新しい学

術的な知見は多く得られていて、いくつかの論文もだしていたのでなにをしたら良いか、方向性は見えていた。治験の実施機関として、いままで協力を頂いた筑波大学と、新たに国立循環器病センターに引き受けていただいた。このように、日本でも有数の病院で実施できたのは、幸いであった。

対象疾患であるが、電気生理学的な検査が必要とされている主要な疾患として不整脈と虚血性心疾患が上げられた。また、心磁計の

特徴は、胎児の心臓の電気生理学的活動も、無侵襲で計測することができる特徴があるので、治験の対象は胎児から成人にまでいたる幅広い検査となった。社会的に大きな問題となっている狭心症や心筋梗塞などの虚血性心疾患は、生活習慣病でありその予防が強く求められている。検査装置としては、心電図がもっとも広く使われているが、必ずしも安静時には異常所見を示さない例が多い。また、運動等によって心臓に負荷をかけることによって診断精度を上げることがなされている。しかしこれでも精度は高くなく、虚血性疾患の早期診断は困難なのが現状である。一方、心磁図では心筋の細部の情報、つまり多くの空間情報をもっているため、微小な心筋の異常な電流の検知が可能であることが分かった。例えば、運動負荷のうち軽度なマスター試験でも診断精度が向上したことが報告された。また、一度虚血状態になった後に冠状動脈の血行がよくなっても、動かない心筋がでたりする。この心筋が眠ったあるいは気絶した状態か、それとも壊死しているのかを判定することは治療計画上で大変重要である。この心筋の状態つまり心筋 viability が判定できたことも報告された。不整脈でも多くの知見が得られたが、画像化の特徴から、いままで心電図ではできなかった心房頻拍、粗動、細動などの動画像が心磁図によって得られたことがあげられる。これによって不整脈の機序が理解できるようになった。胎児の心電図は、信号が微弱なため検出できなかった。このため、胎児の心臓病診断には超音波装置が使われている。しかし、心磁図計測では胎児の心電情報を捉えることができる大きな特徴がある。これにより、突然死と関連が強いQT延長症候群や、WPW症候群の胎児心磁図を世界で初めて報告することができた。

このように、各研究施設の協力により学術的にも多くの知見が得られ、心磁図でなにが分かるか明確になってきた実りの多い時期を向かえることができた。

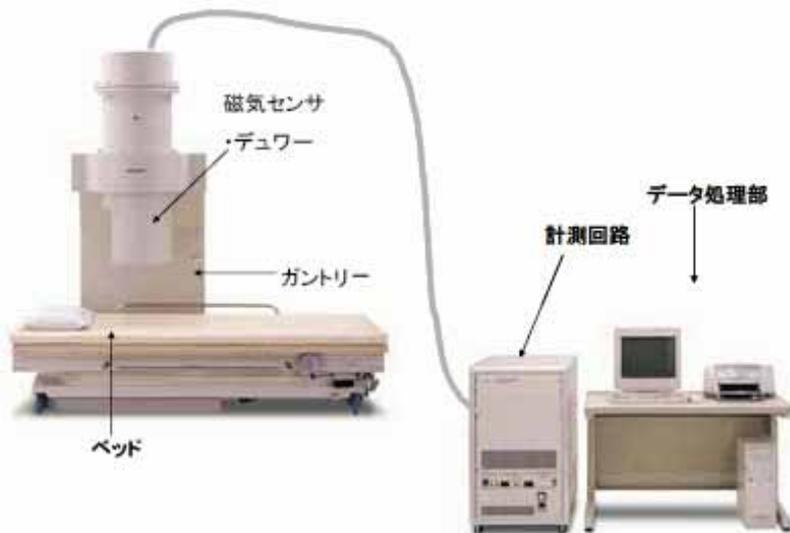


図3 64ch 心磁計

読者の広場

Q&A

Q：冷凍機冷却マグネットはどのようなところに使われるのでしょうか？

A：電気冷蔵庫が普及するまでは、配達された氷を最上段にセットして食品を保存するアイスボックス(氷冷蔵庫)が使われていたように、超電導マグネットの利用には液体ヘリウムが必須でした。1990年代に入り、酸化物超電導電流リードの発明と、磁性蓄冷材を利用した4K小型冷凍機の開発により、全く液体寒剤を必要としない冷凍機冷却マグネットが普及してきました。一方、液体ヘリウムで超電導マグネットを冷却し、蒸発したヘリウムガスをその場で冷凍機により再凝縮する機構を搭載したマグネットも広く普及しています。前者を「無冷媒型」、後者を「ゼロボイル型」と呼ぶこともあるようです。ここでは、どちらも冷凍機冷却マグネットとして、その活躍の様子について見てみましょう。

<研究・開発用>

冷凍機冷却マグネットは、強磁場利用になじみの薄かった分野での研究・開発にも積極的に利用され、従来の強磁場下の物性測定のみならず、新たな学際領域を含む「新磁気科学」を誕生させました。写真1に、大規模な冷凍機冷却型マグネットの一例として内径170mmの室温空間に15Tを発生する、超電導線材評価用マグネットの外観を示します。

熱核融合の研究・開発において、プラズマ加熱にジャイロトロンが用いられています。炉体開発の大型化にともない、多数のジャイロトロンを運転する必要が生じており、冷凍機冷却マグネットに置き換えが進んでいます。また、慣性核融合の研究においても、レーザー光源の大型化にともない、光源保護装置であるファラデーローテータも大型化し、消費電力、装置価格などの観点から冷凍機冷却マグネットが利用されています。写真2に内径1250mmの室温ボアに1.6Tを発生する、ファラデーローテータの例を示します。

<単結晶引き上げ装置用>

ウエハサイズの大型化や配線幅の狭小化に対応して、単結晶シリコンにはさらなる結晶の完全性が求められています。MCZ(Magnetic field applied CZ、熔融シリコンに磁場を印加しローレンツ力で熱対流を制御しながら結晶育成する方法)用超電



写真1 内径170mmの室温空間に15Tを発生する、超電導線材評価用マグネット



写真2 内径1250mmの室温ボアに1.6Tを発生する、ファラデーローテータ

導マグネットが日本国内で 3 桁の台数稼動中です。現在その大半が「ゼロボイルオフ型」ですが、最近では「無冷媒型」も稼動を始めています。

< MRI 用 >

トンネル型の装置が主流でしたが、最近はオープン型と呼ばれ、患者さんの圧迫感に配慮すると同時に、医者が外部から断層撮影しながら施術できるスプリットペアマグネットが増えています。オープン型には冷凍機冷却マグネットが多く利用されています。また(人体には認可されていない)高い磁場を用いて、生体内での物質移動などを精密に画像化する技術も発展が著しく、7T クラス以上の実験動物用 MRI 装置なども稼動しはじめています。写真 3 にゼロボイルオフ型で、内径 400mm に 7T を発生する実験動物用 MRI の例を示します。

この他にも、HDD に用いられている GMR、TMR 薄膜ヘッド製造における磁場中熱処理、違方向的な機能性ポリマーの磁場配向処理、廃水処理やカオリン精製など各種磁気分離、大型永久磁石の着磁装置など多様な工業プロセスで利用がはじまっています。当初電磁石で実用化したプロセスが、大型化にともない消費電力をセーブする目的で超電導マグネットを必要とする場合や、プロセスの高効率化や高性能化のために必要磁場が超電導を必須とする高磁場にシフトしたものなど、冷凍機冷却マグネットが利用される理由も多様化しています。冷凍機冷却マグネットは、液体寒剤補給不要で、電力さえあれば強磁場を簡便に利用できることから、超電導マグネット活躍の場を広げる切り札と目されおり、この流れはますます加速するものと考えられます。



写真 3 ゼロボイルオフ型で、内径 400mm に 7T を発生する実験動物用 MRI

回答者：ジャパンスーパーコンダクタテクノロジー株式会社
営業部 課長
渋谷 和幸

[超電導 Web21 トップページ](#)