The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	医学部附属病院に導入された脳磁計について
Author(s)	平田, 雅之
Citation	大阪大学低温センターだより. 2010, 151, p. 27-30
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/12458
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

研究ノート

医学部附属病院に導入された脳磁計について

医学系研究科　平田　雅之（内線3652）
E-mail: mhirata@nsurg.med.osaka-u.ac.jp

1．はじめに

大阪大学医学部附属病院に平成21年度末に脳磁計が導入されました。脳磁計とは脳活動に伴い発生する微弱な磁気をSQUIDセンサを用いて計測し、非侵襲的*に脳機能計測を行う装置です。脳波計を用いて電位計測に比べて空間分解能が高く、functional MRI等の脳血流計測に比べて時間分解能が高いという特徴を活かして、脳機能の研究のみならず、てんかんの焦点源検索や脳神経外科手術前後での脳機能評価等の臨床分野でも保険適応検査として利用されています。本脳磁計は平成8年に導入された初代の脳磁計の老朽化に伴い、今回機器更新されたもので、センサ数の大幅増加をはじめとする数々の性能向上がおりこまれています。同時に、大阪大学低温センターのご尽力により、今回新たに、SQUIDに必要な液体ヘリウムを大阪大学低温センター吹田分室にて再液化・回収することにより、液体ヘリウムのランニングコストの大幅改善と資源の有効利用を実現することができました。本稿ではこの新脳磁計に関してご紹介したいと思います。

2．脳磁計の原理

脳から発生する磁界は10 fTから1 pTレベルと、その大きさは非常に小さく、地磁気（0.1 mTレベル）の1億分の1程度の大きさです。脳磁計は神経細胞が興奮した際に流れる細胞内電流によって起こる微弱な磁界をSQUIDセンサで捉えるものです。脳磁計で脳活動を検出するためには同時に数万個以上の同方向の配列をした神経細胞群が活動する必要があると言われています（図1）。

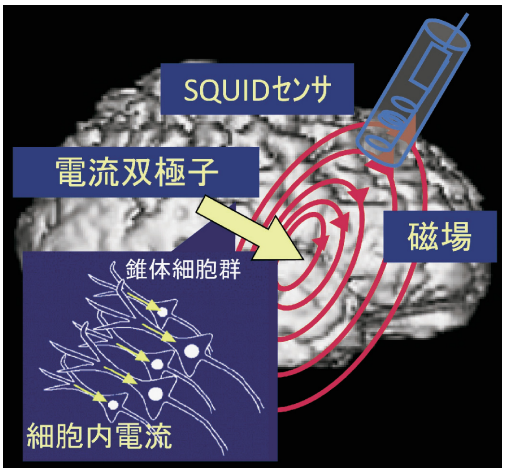

図1　脳磁計の原理

3．今回導入された装置の概要

1）装置仕様

①脳磁計本体（図2）

SQUIDセンサとして1次微分軸方向型グラジオメータを160チャンネル装備し、大脳全体の活動

*この印の付いている語は、後に「用語説明」があります。

を捉えることができます。被験者はベッド上に臥床して脳磁計のヘルメット内に頭部を入れた状態で計測を行います。被験者の頭部の動きをリアルタイムで計測して補正する機能を装備しています。またセンサレベルでのリアルタイムノイズリダクション機能を持っています。

図 2　脳磁計本体

②**data acquisition**装置（図 **3**）

サンプリング周波数は最大**10 kHz**で脳の信号を低周波から高周波まで幅広く計測可能です。

③刺激提示装置（図 **4**）

視覚刺激、聴覚刺激、末梢神経電気刺激等、各種刺激を被験者に提示する装置をひとつのラック内にコンパクトに収納しています。

図 3　**data acquisition**装置

図 4　刺激提示装置

④計測・解析装置（図 **5**）

計測用・解析用に**32**ビットコンピュータ **2** 台、**64**ビットコンピュータ **1** 台、他にデータ管理・サーバ用コンピュータ **2** 台を装備しています。室内は計測、解析、モニタリング等のモニター類がたくさんならび、なかなかの壮観です。解析装置は病院の脳磁図室以外に脳神経外科、精神・神経科、保健

図 5　計測・解析装置

学科にも設置されています。

⑤脳波計

脳磁計測と同時に通常の脳波計測や頭蓋内電極からの頭蓋内脳波計測用に**128**チャンネルデジタル脳波計を **2** 台装備し、計**256**チャンネルでの脳波計測を脳磁計測と同期して行うことができます。

2）液体ヘリウム再回収システム

今回導入された脳磁計システムで特筆すべきことのひとつが、液体ヘリウムを回収・再液化するシステムを導入したことです。特に特殊なものではなく、脳磁計を低温センターとパイプで接続し、蒸発したヘリウムを低温センターへと送り、再液化・回収するという、一般的な構造です。従来年間に約**6000 L**の液体ヘリウムが蒸発し、その補充に年間**1000**万円以上の経費がかかっていましたが、このシステムの導入により、液体ヘリウムのほぼ全量回収が可能になり、大幅なランニングコストの削減が実現されます。脳磁計は比較的大量の液体ヘリウムを消費するため、約 **2** 週間に一度（原則隔週月曜朝）に**180 L**程度の補充が必要ですが、これをほぼ全量低温センターでの再液化・回収によりまかなうことが可能となりました。大量の液体ヘリウムを短時間で補充するため、補充時に約**20%**が蒸発し、大量のヘリウムガスが発生するのですが、月曜朝を脳磁計のヘリウム回収に回収用パイプシステムを占有させて頂くことで、この補充時のヘリウム蒸発を含めた全量回収が可能になりました。これはひとえに低温センターのスタッフ、ならびに利用者の皆様のご協力のおかげであると、深謝しております。

４．検査結果の一例

今回更新された脳磁計は、まだこの **4** 月から本格的に稼働し始めたばかりですが、ここで検査結果の一例をご紹介したいと思います。

症例は難治性てんかん*****にて意識消失による転倒を繰り返している患者さんです。難治性てんかんでは外科的手術による治療の適応を検討します。外科的手術の有効性が期待できるのは、一言で言えば、てんかん発作の発生部位がある領域に限られており、そこを切除すればてんかん発作が激減し、かつ切除による脳機能障害があまりでないと考えられる場合です。この外科的手術の適応を検討する場合に脳磁計によるてんかん焦点源の評価が重要になります。この患者さんではこれまでも旧脳磁計を用いて検査が何度か行われましたが、てんかん焦点源が明らかになりませんでした。今回新しい脳磁計を用いて検査を行ったところ、てんかん波の位置は左側頭葉底面に収束し、内側側頭葉てんかんと呼ばれるてんかんに典型的な所見が得られました（図 **6**）。

まだ、稼働したばかりで、検査した件数が限られていますが、新しい脳磁計のポテンシャルを期待させる結果が得られ、今後が楽しみです。

５．まとめ

大阪大学医学部附属病院に今回導入されました脳磁計についてご紹介致しました。脳磁計はてんかんや脳腫瘍の術前検査として今やなくてはならない存在となっていますが、脳磁計を維持してい

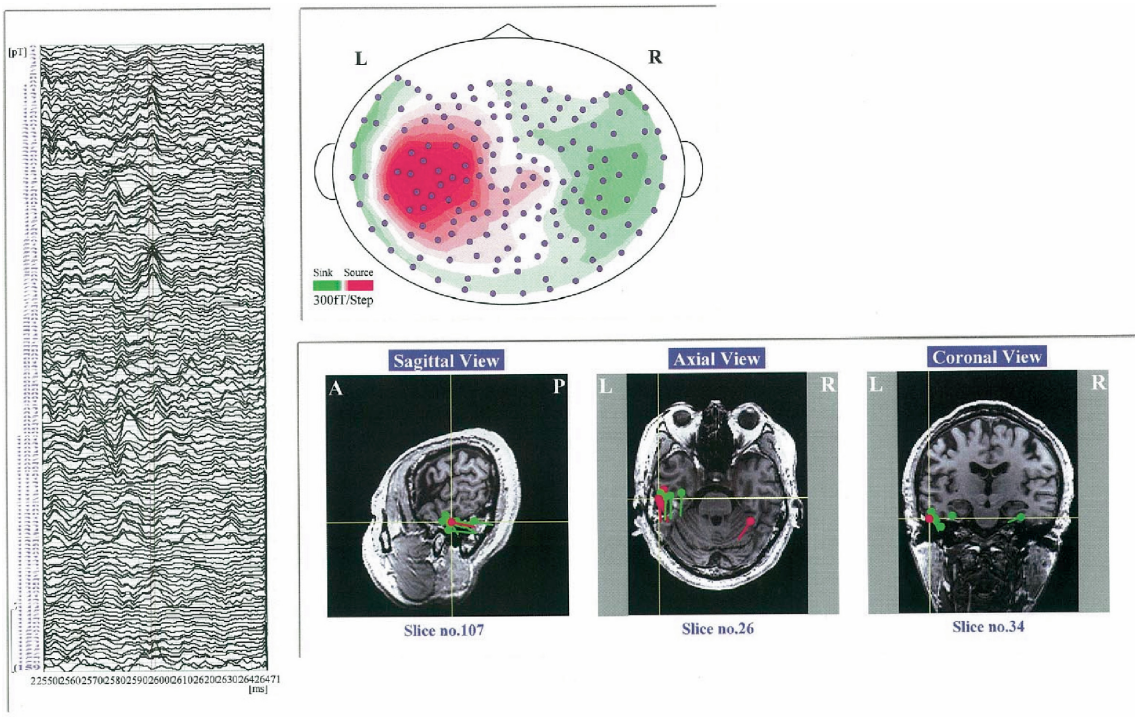

図 **6**　難治性てんかん患者の脳磁計検査の結果の一例。左側の波形が脳磁計の各センサの磁界強度波形。右上は各センサの磁界強度の空間分布を表した等磁界線図。右下は磁界強度分布から等価電流双極子を推定し、患者の**MRI**上にプロットしたもの。左側頭葉底面に後ろ向きの等価電流双極子が集中して分布している。これは左内側側頭葉てんかんで典型的な所見。

く上で、低温センターでの液体ヘリウム再液化・回収は非常に重要な役割を果たしています。今後ともよろしくお願い申し上げます。

用語説明

非侵襲

検査・治療を行う際に、体の一部を切除したり、体内に異物を刺入・留置したりしないこと。

難治性てんかん

抗てんかん薬を種々服用しても、てんかん発作が良好にコントロールできないてんかん。