

2

冷凍機冷却型脳磁場計測装置の開発研究

T D K 株式会社 平沢工場

# 報 告 要 旨

研究委託の名称	『冷凍機冷却型脳磁場計測装置の開発研究』
企業名	TDK株式会社 磁性材料事業本部 平沢工場
研究委託の目標	
<p>1) 共同研究の目的である脳活動に伴う二次信号(脳血流変化)の発生機序解明において、二次信号が一次信号に依存するならば、一次信号である脳波や脳磁図の変化と刺激強度、二次信号との相関性を検討することは重要である。すなわち、二次信号である脳血流の変化が刺激に対応するものか否かについて空間的に確認しておく必要がある。この点で脳波や脳磁図の三次元的解析は刺激に反応して活動する脳の部位を示すことが出来、二次信号の発生部位との空間的相関性を確認出来る。さらに、刺激強度に応じた一次信号、二次信号の変化を定量分析することにより二次信号の発生機序解明に近づける。以上のような関連性があり共同研究の目的とした。</p> <p>2) 上記の脳波や脳磁図の3次元解析には、多チャンネルのセンサが必要である。今回は、61チャンネルの脳磁計をダイキン工業株式会社が主体となり、新規開発することにした。計測システムの構成については、(別紙-2)および(別紙-3)参照のこと。</p> <p>3) シールドルームについては、(別紙-4)の仕様案を参照のこと。 当初、ドイツ/パキウムシュメルツ社からの輸入を考えていたが、株式会社トーキンが主体となり、新規開発することにした。</p>	
実施項目	
1)磁気シールドルームの設置	秋田県立脳血管研究センター内3階の筋電室を改装し設置することで進めた。当初、電磁環境等の諸問題があったが、研究協力機関の協力により設置できた。追加仕様及び輸入品に切り換えたことで予定が2ヶ月延び完成した。
2)61チャンネルの脳磁計場計測装置の設置	脳磁計装置の開発は、予定通り進んだが、秋田地区への搬送時に、トラックのブレーキ故障に伴うアクシデントがあり、脳磁計装置に問題が生じてないか大事を取り、各種の確認試験後約1ヶ月遅れで完成・設置した。
3)脳磁場測定装置を用いた一次信号の記録、解析	脳磁計装置の開発が、予定通り進んだことにより、基礎的な試験データを、ダイキン工業(株)から開示していただき、脳研センターと緊密な連携が取れ、上記のアクシデントはあったが、全体のテーマの遅れとならないで済んだ。

結 果
<p>1) 脳磁場測定装置を用いた一次信号の記録、解析 手関節部正中神経を電気刺激して体性感覚誘発磁界を記録出来た。さらに、刺激強度と誘発磁界の相関性を確認できた。</p> <p>2) 61チャンネルの脳磁計場計測装置の設置 61チャンネルの脳磁計をダイキン工業株式会社が主体となり新規開発し、平成8年11月に秋田県立脳血管研究センターに設置した。</p> <p>3) 磁気シールドルームの設置 磁気シールドルームについては、株式会社トーキンが主体となり、当初の計画に立ち戻りドイツ/バキュームシュメルツ社からの輸入し、平成8年8月に秋田県立脳血管研究センターに設置した。</p>
取得物件の利用計画
<p>当該研究の初期の目標は達成したが、今後は、刺激の種類を変えた検討や相関性を示す限界の刺激強度を検討するなど研究を進める予定である。</p>

# 研究完了報告

## 1. 新技術の概要

### 1.1 研究委託の内容

生体に外界から刺激（外的刺激）が加わると脳の感覚野、視覚野、聴覚野などが興奮して脳血流が増加する。この外的刺激の強さや質による脳の興奮の程度やそれに伴う脳血流の増加の関係はいまだ解明されていない。脳血流については Positron Emission Tomography（PET）が優れた空間分解能をもち3次的に局所の変化をとらえることが出来る。外的刺激で脳が興奮する程度は外的刺激に応じて発生する誘発電位（特殊脳波）で評価が出来る。しかし、誘発電位を用いると脳表に対して垂直方向の電流については電圧として記録が可能であるが、脳表に水平方向の電流に関しては記録が困難である。外的刺激により脳が興奮すると大脳皮質においてはその表面に対して垂直方向の電流が発生する。大脳皮質は脳表と脳溝に存在するが、その占める割合は脳溝が多い。脳溝の大脳皮質で発生する電流は脳表に対して水平方向であるため誘発電位による記録が困難である。この電流を評価するには脳磁図特に誘発磁界を解析しなければならない。即ち、外的刺激に反応した脳局所で水平方向に電流が発生するとその周りに磁界が形成される。この磁界は電流の方向に対して垂直方向であるため頭蓋外から記録が可能である。このように、外的刺激に応じて発生する誘発電位と誘発磁界を同時に記録すれば脳局所の興奮の程度が詳細に評価できることとなる。さらに、脳波で記録する誘発電位は頭蓋骨や頭皮のインピーダンスに影響されて減衰するが、脳磁図で記録する誘発磁界はこのような構造物の影響を受けずほとんど減衰せずに記録される。従って、電流の発生源や強さを誘発電位に比べより正確に解析できる。このように脳磁図、誘発磁界は脳の興奮を評価するにあたり欠くことの出来ない検査法である。

誘発磁界を測定するために地磁気の十億分の一という脳から発生する非常に弱い磁場を計測しなければならない。それには超電導状態での測定が不可欠である。現在市販されている装置は超電導状態にするためヘリウムを使用しているが数億円と高価であり、ヘリウムに関する年間維持費も3千万円程度必要で経済的な効率が非常に悪い。そこでヘリウムを必要とせず超電導状態を作り脳磁図特に誘発磁界を測定しうるより安価な装置が望まれる。そのため、ヘリウムを用いない冷凍機冷却型の脳磁場計測装置の開発研究を行うことにした。しかも脳局所の空間分解能を高めるため出来るだけ多チャンネルとし、ノイズを遮断して時間分解能も良くするため磁気シールドルームも優れたものを導入することにした。

この装置が完成すれば空間分解能に優れたPETによる脳血流測定結果と対比検討が可能となるばかりか、PETに比べて時間分解能も優れるため脳の興奮の伝搬についても解析が可能となるであろう。

### 1.2 工業所有権：無し

## 2. 実施期間

平成8年1月16日～平成8年12月31日

### 3. 実施場所

社名・工場名 : 秋田県立脳血管研究センター  
 所在地 : 秋田県千秋久保田町 6 - 10

### 4. 実施計画

検討項目	96/1	2	3	4	5	6	終了時期	備考
内装改装	.....	.....	.....	.....	.....	.....	4月末	現在の部屋の改造 3x3x2.4(m)
シールド 設計	.....	.....	.....	.....	.....	.....	3月末	
ルーム 施工	.....	.....	.....	.....	.....	.....	5月末	
設置調整	.....	.....	.....	.....	.....	.....	6月末	
脳磁計 設計	.....	.....	.....	.....	.....	.....	4月末	61チャンネル
製造	.....	.....	.....	.....	.....	.....	8月末	
設置調整	.....	.....	.....	.....	.....	.....	9月末	
検討項目	96/7	8	9	10	11	12	終了時期	備考
内装改装	.....	.....	.....	.....	.....	.....	4月末	現在の部屋の改造 3x3x2.4(m)
シールド 設計	.....	.....	.....	.....	.....	.....	3月末	
ルーム 施工	.....	.....	.....	.....	.....	.....	5月末	
設置調整	.....	.....	.....	.....	.....	.....	6月末	
脳磁計 設計	.....	.....	.....	.....	.....	.....	4月末	61チャンネル
製造	.....	.....	.....	.....	.....	.....	8月末	
設置調整	.....	.....	.....	.....	.....	.....	9月末	
機器性能検査	.....	.....	.....	.....	.....	.....	10月中	
研究実施	.....	.....	.....	.....	.....	.....	12月末	
報告書作成・提出	.....	.....	.....	.....	.....	.....	12月末	

..... 計画      —— 実行

## 5 . 研究委託の結果

### 5.1 実施項目

- 1) 共同研究の目的である脳活動に伴う二次信号（脳血流変化）の発生機序解明において、二次信号が一次信号に依存するならば、一次信号である脳波や脳磁図の変化と刺激強度、二次信号との相関性を検討することは重要である。すなわち、二次信号である脳血流の変化が刺激に対応するものか否かについて空間的に確認しておく必要がある。この点で脳波や脳磁図の三次元的解析は刺激に反応して活動する脳の部位を示すことが出来、二次信号の発生部位との空間的相関性を確認出来る。さらに、刺激強度に応じた一次信号、二次信号の変化を定量分析することにより二次信号の発生機序解明に近づける。以上のような関連性があり共同研究の目的とした。
- 2) 上記の脳波や脳磁図の3次元解析には、多チャンネルのセンサが必要である。今回は、61チャンネルの脳磁計をダイキン工業株式会社が主体となり、新規開発することにした。計測システムの構成については、（別紙-2）及び（別紙-3）参照のこと。
- 3) シールドルームについては、（別紙-4）の仕様案を参照のこと。当初、ドイツ/バキュームシュメルツ社からの輸入を考えていたが、株式会社トーキンが主体となり、新規開発することにした。

### 5.2 実施結果

#### 1) 二次信号発生機序解明における一次信号の解析結果

開発した脳磁場計測装置を用いて、体性感覚誘発磁界の測定に成功した。即ち、手関節部の正中神経に対し経皮的に持続 0.2msec. の定電流矩形波で電気刺激を行い、誘発磁界を対側の頭頂部から記録できた。

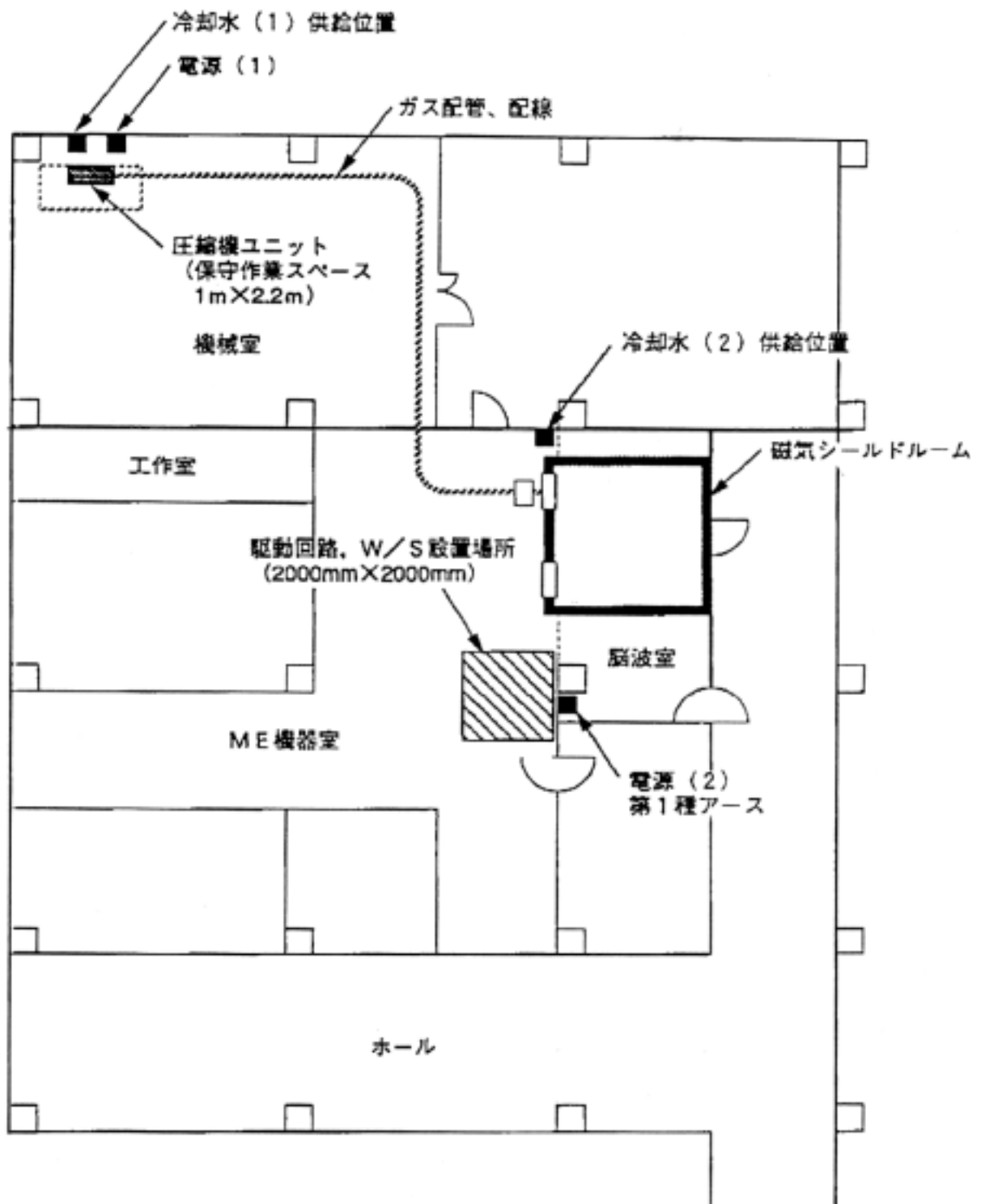
これまで、同様な刺激で体性感覚誘発電位を記録しながら PET で二次信号である脳血流を測定している。その結果では、刺激の強度を上げると誘発電位の振幅が高くなり、刺激に応じた脳血流の増加および増加する領域も刺激と対側の中心溝を中心に広がっている。

今回、脳磁場測定装置で記録した体性感覚誘発磁界を分析すると、やはり刺激強度を上げるに従い振幅が高くなった。つまり、一次信号の解析では脳表に垂直に発生する電位も水平に発生する電位も刺激の強度に応じて高くなることが示された。PET の結果では二次信号も刺激の強度に応じて相加したことから、少なくとも正中神経の電気刺激といういわば単純な外的刺激においては、その強度と一次信号、二次信号の間に相関性があることが判明した。

今後は、刺激の種類を変えた検討や相関性を示す限界の刺激強度を検討するなど研究を進める予定である。

- 2) 61チャンネルの脳磁計をダイキン工業株式会社が主体となり新規開発し、平成8年11月に秋田県立脳血管研究センターに設置した。計測システムの構成については、別紙仕様書参照のこと。
- 3) 磁気シールドルームについては、株式会社トーキンが主体となり、当初の計画に立ち戻りドイツ/バキュームシュメルツ社からの輸入し、平成8年8月に秋田県立脳血管研究センターに設置した。システムの構成については、別紙仕様書参照の

こと。



秋田県立脳血管研究センター内装改装

内装改装前



内装改装後



磁気シールドルームの設置

磁気シールドルーム前面部



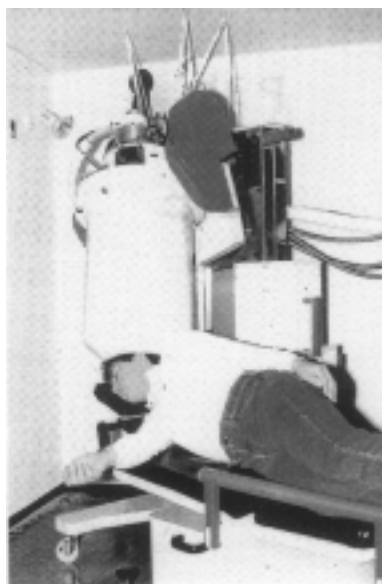
磁気シールドルーム背面部





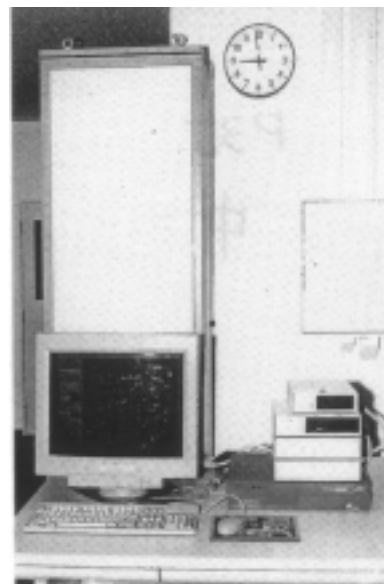
## 脳磁場計測システムの構成

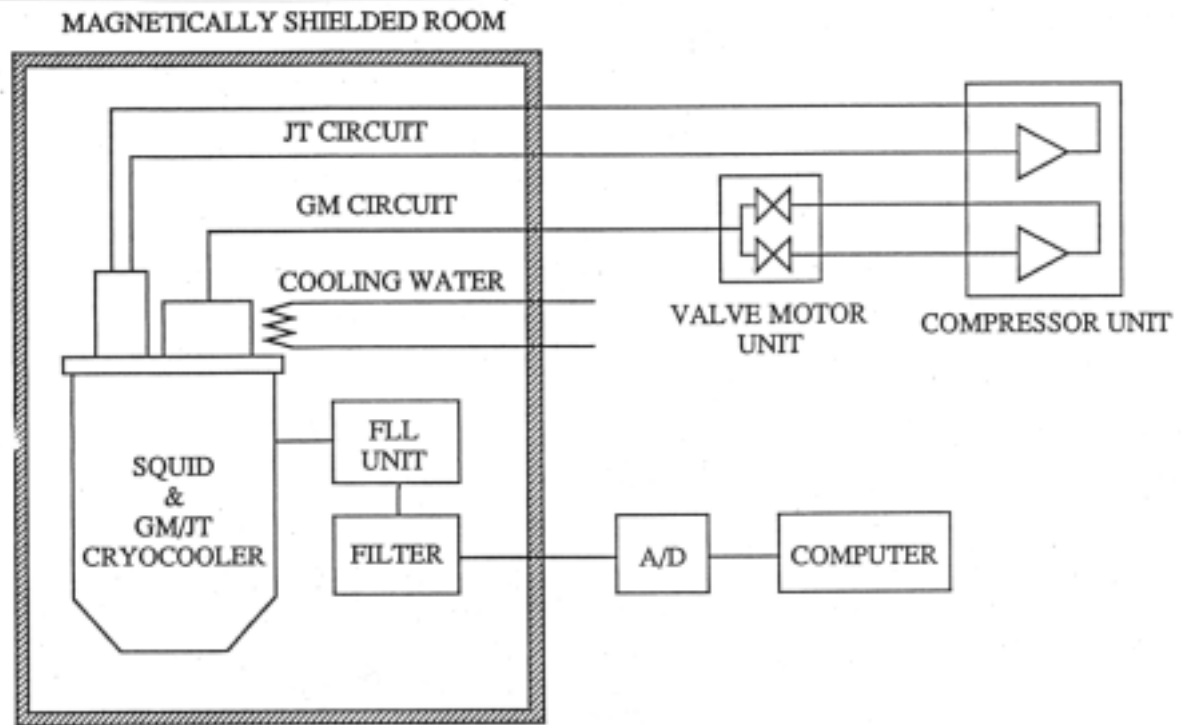
脳磁計の測定風景



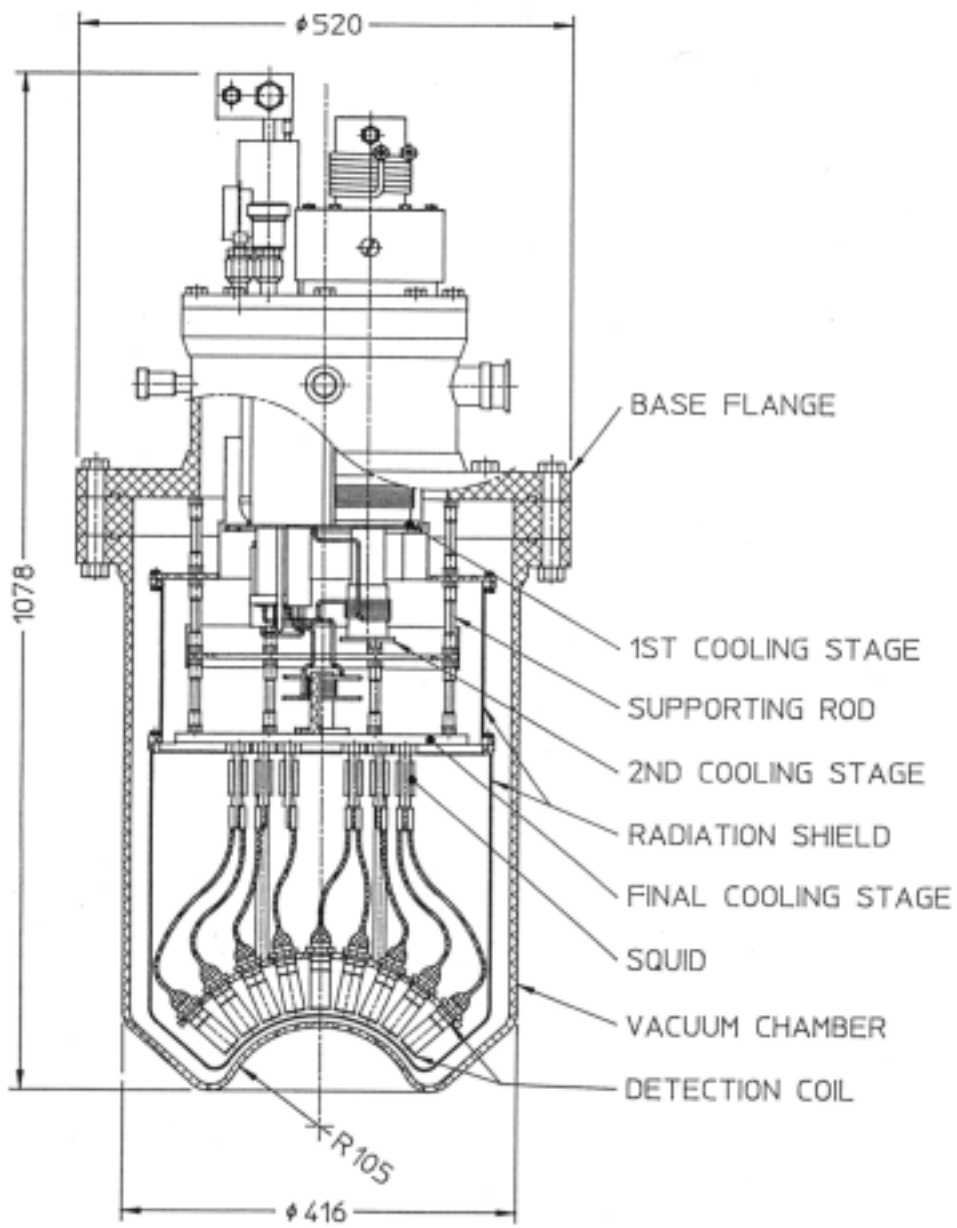
ワークステーション

冷凍圧縮機



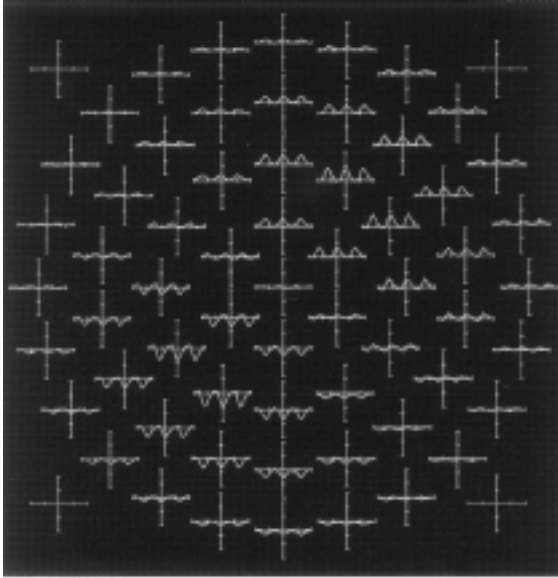


BLOCK DIAGRAM OF THE SYSTEM

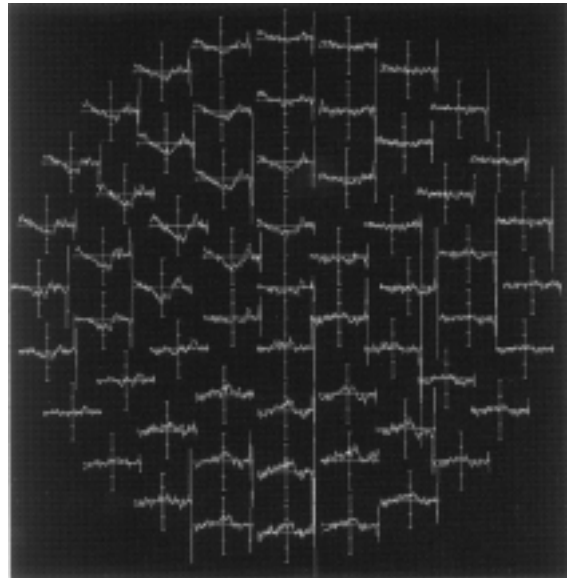


CROSS-SECTION OF THE CRYOSTAT

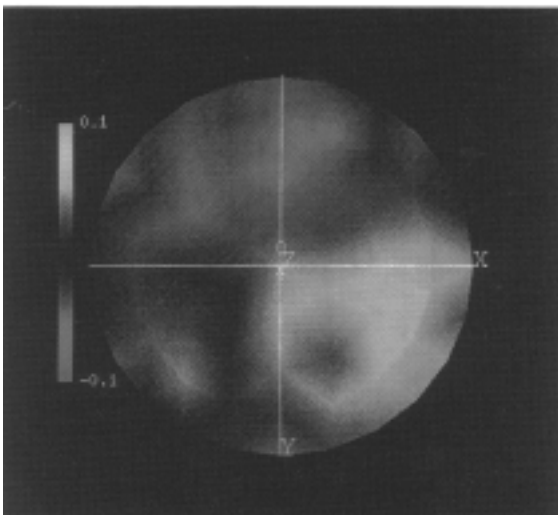
61ch . 脳磁計の時間波形



61ch . 脳磁計の脳磁図



61ch . 脳磁計の等磁図



61ch . 脳磁計の等磁図

