

No.6

脳組織温度変化計測システムの開発研究

株式会社 太洋製作所

報 告 要 旨

研究委託の名称	脳組織温度変化計測システムの開発研究
企 業 名	株式会社太洋製作所
研究委託の目標	
<p>脳活動の研究分野においては多くの場合、小さな脳(ラットの脳)に対する3次元的な位置決めが求められている。本研究はこのニーズに対応するため、高精度の再現性を持った3次元の多数ポイントの位置決めシステムを開発することを目的とする。</p>	
実 施 項 目	
多軸位置決めシステム	<p>9本の熱電対を3台の位置決めユニットにておのこの任意のポイントへ位置決めが可能である。 1台についてはコンピューター制御される。</p>
熱電対挿入ユニット	<p>ラット脳表の微小範囲をターゲットとするため、ユニットのスリム化かつノブ1つで動作が行えるよう、操作性の配慮を行っている。</p>
結 果	
<p>ラット脳内の温度変化計測を行う熱電対全9本を1組3本、3本のグループとし、それぞれの熱電対グループを計3台の位置決めユニットに装着、操作することにより、ラット脳表の微小範囲かつ任意のポイントに9本の熱電対を挿入することが出来る。 3台の位置決めユニット中1台はコンピューターのキーボード操作によりX・Y・Z軸を制御でき、また、プログラミングによる各種自動運転も可能となっている。(1については手動) 他の2台の位置決めユニットは手動にてX・Y・Z 1・2を操作する事により任意のポイントへの位置決めが可能となっている。</p>	
取扱物件の利用計画	

1. 新技術の概要

1.1 研究委託の内容

・多軸位置決めシステムの開発

ラット脳内の温度変化計測を行う熱電対全9本を1組3本、3本のグループとし、それぞれの熱電対グループを計3台の位置決めユニットに装着、操作することにより、ラット脳表の微小範囲かつ任意のポイントに9本の熱電対を挿入することが出来る。

3台の位置決めユニット中1台はコンピューターのキーボード操作によりX・Y・Z軸を制御でき、また、プログラミングによる各種自動運転も可能となっている。(1については手動)

他の2台の位置決めユニットは手動にてX・Y・Z・ 1・ 2を操作する事により任意のポイントへの位置決めが可能となっている。

・熱電対挿入ユニット

熱電対挿入ユニットについては、ラット脳表をターゲットにするため、それぞれのユニットがバッティングしないようスリム化されており、かつその上で操作性を損なう事のないよう、一連の動作をノブ一つのみ操作で行えるようになっている。

2. 実施期間

平成8年1月16日～平成8年7月31日

3. 実施場所

株式会社太洋製作所

所在地：秋田県仙北郡角館町雲然字荒屋敷79-1

4. 実施経過

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
仕様打ち合わせ				
設計		
組立・調整・試験					
まとめ					
報告書作成						

..... 計画 _____ 実行

5. 研究委託の結果

5-1 実施項目

(1) 研究の内容

脳組織内温度変化の計測のため微少温度センサーを、脳組織の3次元空間に温度センサー多数(9個)を正確に同じ部位に挿入するため合計15軸の位置決め

をするシステムの開発である。

(2) 研究の目標

脳活動の研究分野においては多くの場合、小さな脳（ラットの脳）に対する 3 次元的位置決めが求められる。

本研究はこのニーズに対応するため、高精度の再現性を持った 3 次元の多数ポイントの位置決めシステムを開発することを目的とする。

(3) 期待される効果

脳活動研究の各種の測定における測定子の位置決め幅広く活用できるものであり、さらに 3 次元空間 (X · Y · Z · 1 · 2) に対する位置決めの新しい方法として工業分野にも応用出来るものである。

5-2 実施結果

(1) 研究の内容

脳組織内温度変化の計測のため微小温度センサーを、脳組織の 3 次元空間に温度センサー多数 (9 個) を正確に同じ部位に挿入する位置決めシステムの開発を行った。

(2) 研究の目的

脳活動の研究分野においては多くの場合、小さな脳（ラットの脳）に対する 3 次元的位置決めが求められる。

本研究はこのニーズに対応するため、高精度の再現性を持った 3 次元の多数ポイントの位置決めシステムを開発することを目的とした。

(3) 期待される効果

脳活動研究の各種の測定における測定子の位置決め幅広く活用できるものであり、さらに 3 次元空間 (X · Y · Z · 1 · 2) に対する位置決め及び熱電対挿入ユニット構造は工業分野にも応用出来るものと考えられる。

研究報告書

1. 題目

脳組織温度変化計測システムの開発研究

2. 研究目的

脳活動によるエネルギーの代謝や消費によって局所的な発熱、及び血流による放熱が考えられる。2次信号としての温度の変化があることが予想されるが、脳内の温度変化計測はこれまで行われていない。温度変化の計測が可能になれば、血流や代謝にかかわる脳活動の重要な情報を得ることが出来ると考えられる。すなわち、本研究は、脳内の微小な部位の微小な温度変化を計測するシステムの開発および脳内温度変化計測の基礎的な研究を目的とする。

3. 研究結果

3.1 温度センサーの位置決めシステムの開発

本研究の装置の概念図は、図1である。温度計測用センサーの取り付け部とその位置決め部ならびに温度変化計測部から成っている。センサー取り付けと位置決め装置部の一部を図2(写真)に示した。温度センサーは3×3点、すなわち9点の空間(図2にはその内6点分が示されている)から計測可能とし、簡単な空間温度分布の計測が可能になっている。センサーの位置決めは、図2内に示したセンサー取り付け装置により行い、センサーを注射針の中に装着して測定対象に刺入した後、センサーの先端を刺入位置に固定して、外側の注射針を抜き取ることができるようになっている。当初、センサー位置決め移動を全コンピューター自動化することを試みたが、9点の位置決め複雑さから、中央部分の3点のみをXYZ制御可能とし、左右の6点は手動で位置決めを行うこととした。なお、自動位置決めストロークはX軸550mm、Y軸300mm、Z軸100mmであり、手動位置決めはそれぞれ50mmで刺入角度が変えられるようになっている。

3.2 熱電対による微小温度変化計測の基礎実験

(1) 微小温度センサー

微小な温度センサーは、サーミスタまたは熱電対を使用することにした。位置決め装置のテスト用には、現在商用で入手可能な微小シース熱電対(先端0.2mm径)を本装置に取り付けられるように作製した。また、基礎実験としては、0.1mm径以下の熱電対を試作して微小温度上昇を計測した。一方、サーミスタは0.6mm径程度の寸法のものが商用では最小であるので、刺入方法や計測部分の限界について今後も検討することとしている。

センサーからの信号は、低雑音増幅器で十分増幅(100dB)した後、温度変化分

のみを 12 ビットで A/D 変換しコンピュータに取り込むことにした。入力換算雑音は $0.5 \mu\text{Vpp}$ 程度までを達成するようにしている。また、熱電対の過度特性は接点の寸法にもよるが、数 10 から 100msec 程度の立ち上がり特性が達成できるようにしている。

(2) 微小温度変化計測の基礎実験

微小範囲の微小な温度上昇の計測の例として、脱気した水中に置かれた寒天に超音波を照射し、その温度上昇の時間経過を計測した。図 3 は前置増幅器の雑音である。入力換算で約 $0.5 \mu\text{Vpp}$ である。熱電対は $40 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ であるから、約 0.01 の分解能が達成されている。図 4 は寒天（水対寒天の重量比 5 %）中の表面から 5 mm の位置の温度上昇の時間変化計測結果例である。図 4 中のパラメータ、は超音波振動子に印加された電力強度を表している。時間 0 秒から超音波を照射し始め約 3 秒後までの経過が計測できている。この図から、100ms 程度の立ち上がりと 0.01 の温度感度が得られていることが分かり、本研究に使用できる可能性が示唆されている。

以上の結果、本研究の為の装置の開発の基礎研究が達成できたと考えられる。今後は、ラット等の脳内の温度変化について鋭意継続的にデータの蓄積と解析を継続する予定である。

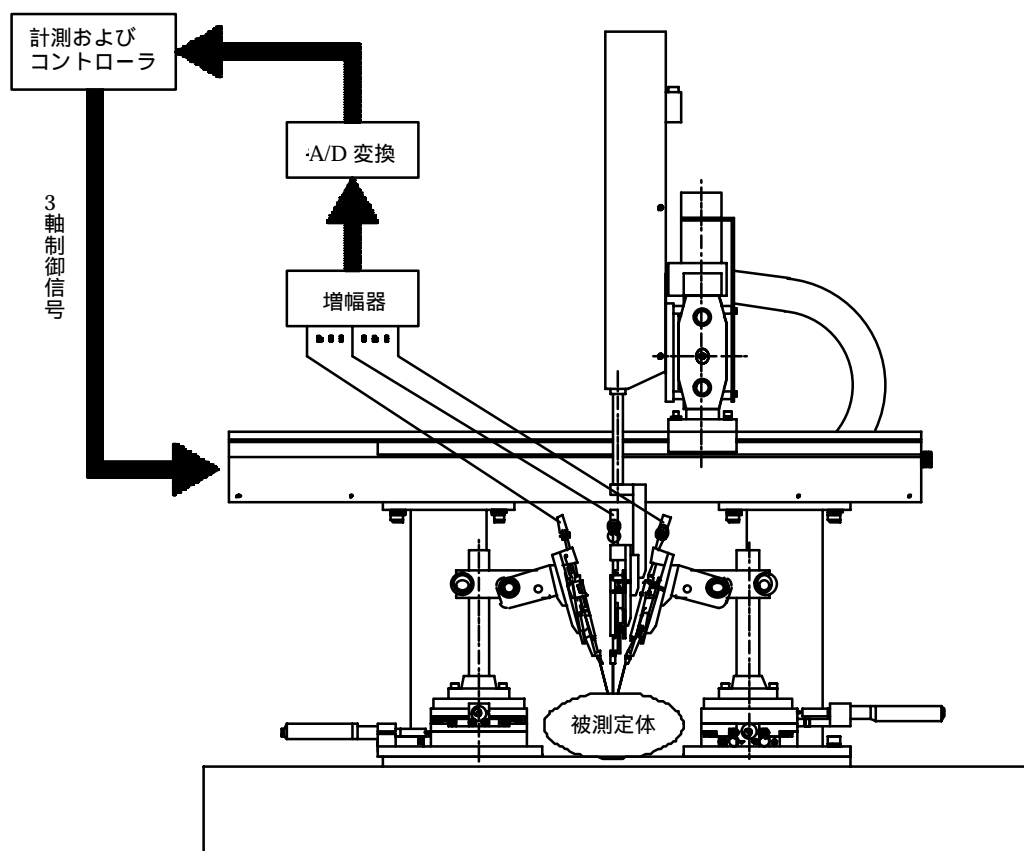


図 1 実験装置の略図

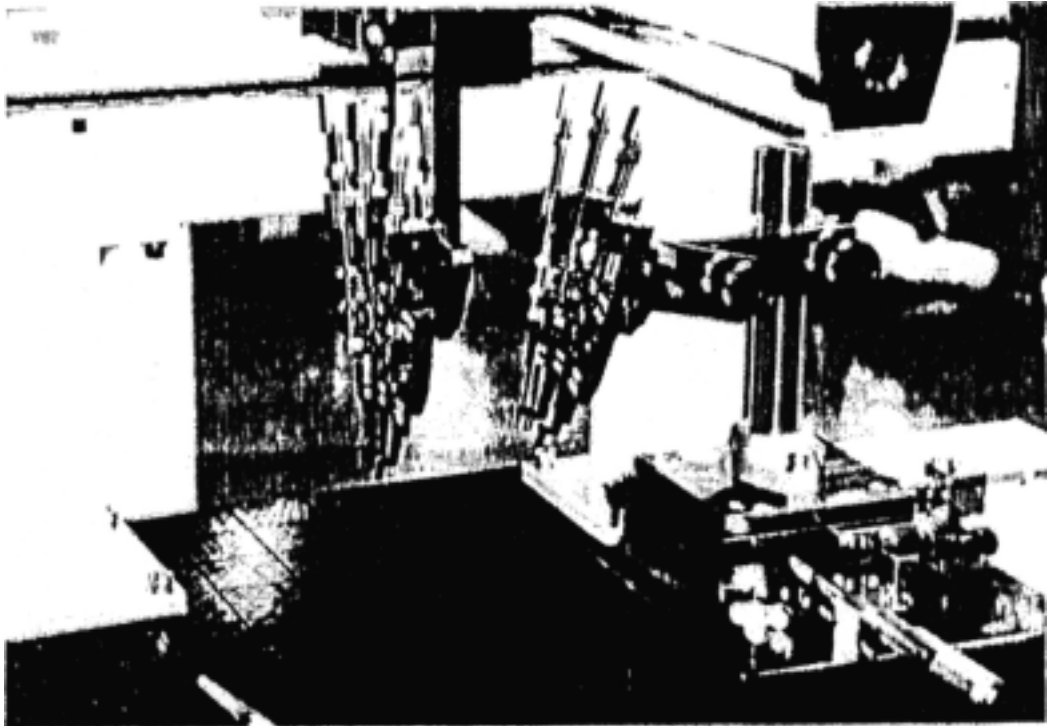
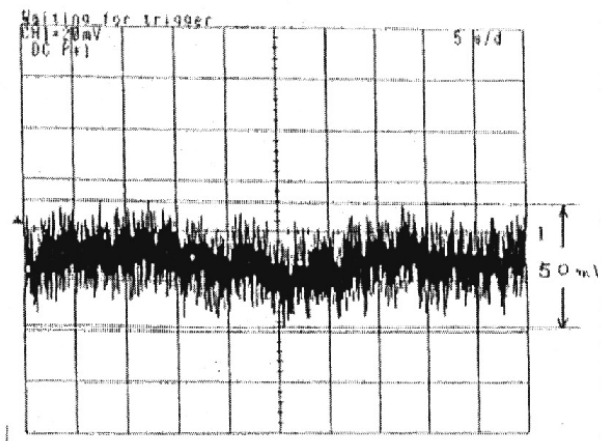
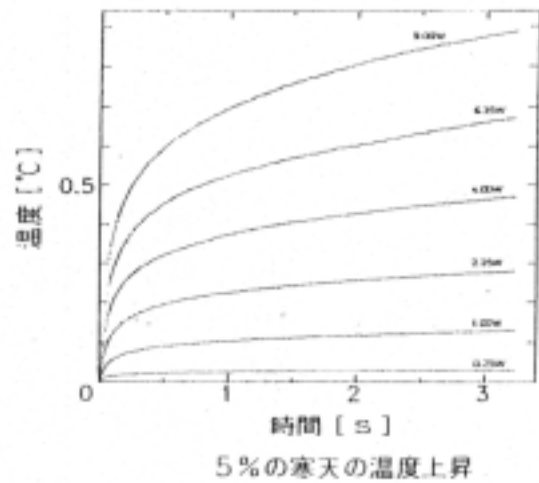


図2 センサー取り付け部と位置決め部の一部



入力短略時の出力波形(100000倍設定時)
図3 前置増幅器の雑音

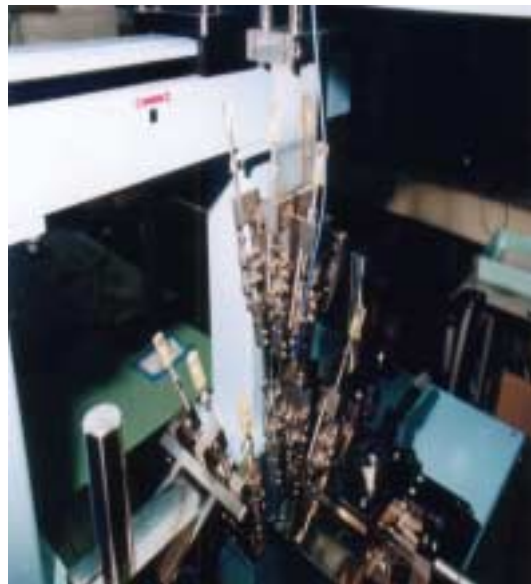


(測温点の試料表面からの距離 5 mm)
図4 温度上昇の計測例

装置（制御部）



装置（熱電対挿入部）



装置（位置決めユニット部）



装置全体写真

