

脳波の空間的な動特性に関する研究

研究代表者 工学部 西藤 聖二

研究の目的

脳の情報処理メカニズムを解明することは今世紀の大きなテーマである。従来、神経生理学や脳の計算理論等の実験的・理論的なアプローチが行われてきたが、いずれも還元論的な立場から、マクロな脳活動をミクロな神経細胞の活動の加算状態として考えているため、本来非線形システムである脳の活動を捉えきれていない。このため、従来とは異なる視点に立って脳活動に注目することが肝要と考えられる。脳波は、大脳皮質や脳幹における多数の神経細胞の活動が集積されて頭皮上に表れる微弱な電気信号であり、腫瘍などの組織異変や意識変化によってその波形が変化することが知られている。しかしながら、脳波の意義付けが十分には行われておらず、その発現メカニズムについても殆ど解明されていない。そこで、脳波の基本的な動特性を実験・解析により調べた上でモデル化を行って「脳波とは何か」を明らかにすること、さらに、脳波の臨床的応用はもちろんのこと、脳の情報処理過程の研究にも意義のある基礎的知見をもたらすことを本研究の目的とする。

研究成果

測定においては、VBL3Fの生体微弱信号計測室の生体アンプ装置を用いて、健康成人の覚醒安静状態及び睡眠状態の脳波を頭部全体の16部位より採取した。得られた脳波の位相・振幅の時間変化と、空間的分布の時間変化を、周波数分析法や複素復調法を用いて、定性・定量的に検討した。

図1に2名の健康被験者に対する(a)覚醒安静時 α 波及び(b)熟睡時 δ 波のそれぞれについて、相互相関係

数の空間分布を示す。相関の基準部位は、それぞれ大きな振幅の波が現れる部位に設定したので、(a)では右後頭部、(b)では右前頭部と異なるが、いずれも色の濃い領域が基準部位からの相関が強い領域である。(a)の α 波では、相関の強い領域は基準部位付近の後頭部に限定されている。 α 波の場合、振幅は後頭部の他に前頭部でも大きいため、前頭部でも強い相関が疑われたが、図では $\tau=0$ の時ですえ、わずかに弱い相関が前頭部の狭い領域でみられるに過ぎず、 α 波が頭部前後の間を伝播していくtravelling waveであるという仮説には否定的な結果となっている。むしろ、図より、 α 波は後頭部と前頭部の独立な振動源による活動と考えられる。一方、(b)の δ 波については、 $\tau=0$ において頭部の全体で相関が高いが、時間の経過に伴って徐々にかつ全体的に相関が減衰する。このことから、 δ 波は頭部全体における、同期性の強い振動現象として捉えることができる。

以上の結果は、 α 波と δ 波の発現メカニズムの違いを浮き彫りにしたもので、今後両者のモデル化に際して、基礎的な知見となる。

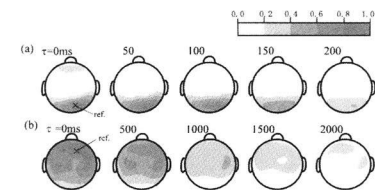


図1 相互相関マップ (a) α 波 (右後頭部基準)、(b) δ 波 (右前頭部基準)

産業技術への貢献

今後、 α 波と δ 波のモデル化を進めることにより、診断等の医療応用と脳波の意義付けへの可能性が期待できる。

研究発表

- 1) 木村憲和, 西藤聖二, 田中正吾: 「光・音刺激に対する α 波の応答」, 第39回計測自動制御学会学術講演会(2000).
- 2) 嶋田純一, 西藤聖二, 田中正吾: 「覚醒時及び睡眠時における脳波リズムの振幅・位相の時間空間特性」, 第39回計測自動制御学会学術講演会(2000).
- 3) 西藤聖二: 「ヒト脳波リズムの解析による脳情報処理ダイナミクスの基礎的研究」, TELECOM FRONTIER, 27, pp.25~33 (2000).

グループメンバー

氏名	所属	職(学年)
西藤 聖二	工・電気電子	講師
木村 憲和	理工・電気電子工学	M2
嶋田 純一	理工・電気電子工学	M2

連絡先

電話 0836-85-9426 (ダイヤルイン)
FAX 0836-85-9401 (学科事務室)
E-mail nishifuj@sens.eee.yamaguchi-u.ac.jp

ナノ構造磁性体におけるスピン偏極電子輸送特性の評価

研究代表者 大学院理工学研究科 浅田 裕法

研究の目的

スピンの依存した伝導現象や量子化現象を利用し、半導体と磁性体機能を複合化することで新しい機能を有するデバイスの研究が進められている。本研究では、このような材料系である希薄磁性半導体や、強磁性体/半導体複合構造等におけるスピン偏極電子の輸送特性を明らかにし、これを利用したデバイスの開発を目的としている。

本年度はIV-VI族希薄磁性半導体 $Ge_{1-x}Mn_xTe$ 薄膜においてアモルファスから結晶への相転移を利用して作製した微小細線の磁気輸送特性を評価するとともに、ICB法により、高いMn組成の薄膜を作製し、磁気特性について研究を行った。

研究成果

多数本の結晶細線を半導体レーザーにより書き込んだ試料を作製し、SQUID磁力計により磁気特性を測定した結果、結晶細線作製後の試料にはヒステリシスがみられ、結晶細線は強磁性であることがわかった。結晶化後は磁気抵抗が8桁減少すること、電気的測定は感度が試料サイズに寄らないことから、今回得られた幅 $1\mu m$ までの結晶細線において磁気輸送特性の測定を行った。その結果、測定温度4.2 Kでヒステリシスを有する負の磁気抵抗効果が得られた。磁気抵抗の大きさの細線幅依存性において顕著な劣化がみられないことから、この方法は微細構造作製法として有効であるといえる。磁界の印加方向依存性は高磁界領域において異方性磁気抵抗効果同様 $\cos^2\theta$ 則に従うことがわかった。今後、キャリア濃度等のパラメータを変え、磁気特性について調べる予定である。

また、ICB法により、熱平衡状態での固溶限界($x=0.5$)を大幅に越えた、Mn組成 $x=1$ までのNaCl構造の $Ge_{1-x}Mn_xTe$ 薄膜を作成することができた。得られた試料のキュリー温度はMn組成の増加に従って $x=0.5$ まで増加した後、MnTeの反強磁性により減少することがわかった。

産業技術への貢献

本研究により $Ge_{1-x}Mn_xTe$ 薄膜において、アモルファスから結晶への相転移を利用することで強磁性微細構造が作製できた。また、高濃度Mn組成を持つ試料を作製し、磁気特性を明らかにした。これらの系において、スピン偏極電子の輸送特性を明らかにすることは、高感度マイクロ磁電変換デバイスやスピントランジスタへの応用において重要である。

研究発表

- 1) 福岡康裕, 村上崇, 浅田裕法, 小柳剛: ICB法による $Ge_{1-x}Mn_xTe$ 薄膜の作製; 第61回応用物理学会学術講演予稿集, p.1135, 2000.9.4.
- 2) 西村直人, 福岡康裕, 浅田裕法, 小柳剛: アモルファス-結晶間の相転移による $Ge_{1-x}Mn_xTe$ 強磁性構造の作製; 第61回応用物理学会学術講演予稿集, p.1136, 2000.9.4.
- 3) Y. Fukuma, T. Nishimura, H. Asada and K. Koyanagi: Appearance of ferromagnetism by crystallizing a- $Ge_{1-x}Mn_xTe$ film; Abstracts of PASPS2000, p.61, 2000.9.13.
- 4) Y. Fukuma, T. Murakami, H. Asada and K. Koyanagi: Film Growth of $Ge_{1-x}Mn_xTe$ using Ionizes-ClusteBeam Technique; Abstracts of

PASPS2000, p.63, 2000.9.13.

- 5) 村上崇, 福岡康裕, 浅田裕法, 小柳剛: ICB法による $Ge_{1-x}Mn_xTe$ 薄膜の磁気特性; 第24回日本応用磁気学会学術講演概要集, p.14aF1, 2000.9.14.
- 6) 西村直人, 福岡康裕, 浅田裕法, 小柳剛: $Ge_{1-x}Mn_xTe$ 薄膜のアモルファス-結晶相転移による強磁性構造の作製; 第24回日本応用磁気学会学術講演概要集, p.14aF2, 2000.9.14.
- 7) Y. Fukuma, H. Asada, N. Nishimura and K. Koyanagi: Fabrication of (Ge,Mn)Te fine structure using phase change technique; Abstracts of 8th Joint MMM-Intermag Conf., p.398, 2001.1.10.
- 8) 福岡康裕, 有福達治, 浅田裕法, 小柳剛: ICB法により作製した $Ge_{1-x}Mn_xTe$ 薄膜のTeドーピング; 第48回応用物理関係連合講演会予稿集, 2001.3.29 (発表予定).

グループメンバー

氏名	所属	職(学年)
浅田 裕法	理工・環境共生工学	助教授
小柳 剛	理工・環境共生工学	教授
福岡 康裕	理工・物質工学	D2
加藤 篤	理工・環境共生工学	M1
村上 崇	理工・環境共生工学	M1

連絡先

電話 0836-85-9421 (ダイヤルイン)
FAX 0836-85-9422 (ダイヤルイン)
E-mail: asada@aem.eee.yamaguchi-u.ac.jp