

分子クラスター研究部門（流動研究部門）

谷 本 能 文（教授）

A-1) 専門領域：磁気科学

A-2) 研究課題：

- a) 3次元形態的キラリティーの磁気誘導
- b) 固液界面反応の強磁場効果
- c) 磁気泳動によるイオン分離
- d) 分子集合体の磁気配向
- e) 光化学反応の強磁場効果
- f) 磁場による擬似微小重力場による結晶の高品位化

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) ケイ酸ナトリウム水溶液に重金属塩の結晶をいれると、ケイ酸金属の半透膜チューブが成長する。ケイ酸亜鉛半透膜チューブの3次元形態的キラリティーの磁気誘導に昨年世界で初めて成功した。すなわち磁場により右巻きまたは左巻き螺旋の半透膜チューブを選択的につくることを示した。この磁場効果は、水溶液中のイオンに対するローレンツ力が原因と推定される。今年度は、この新規現象が一般性のある現象かどうか、またメカニズムの詳細について解明するため、他の反磁性・常磁性金属塩結晶についての研究を行った。その結果反磁性のケイ酸マグネシウム膜や常磁性のケイ酸銅膜チューブの場合もケイ酸亜鉛の場合と同様に右巻き・左巻きのチューブを磁場で誘導することができた。3次元形態的キラリティーの磁気誘導は一般的な現象であることがわかった。また、常磁性金属塩を用いた場合、磁気力により膜の成長速度が大きく左右され、螺旋成長にむしろ不都合で磁気力はキラリティー誘導に関与しないことが明らかになった。メカニズムについてはさらに検討中である。
- b) 硝酸銀水溶液と金属銅や金属亜鉛の反応により銀樹が生成する。この銀樹に対する垂直磁場の効果を検討した。その結果、自然対流を磁気力により制御できること、形状磁気異方性により銀樹が配向することなどが分かった。また、銀樹が成長する際ローレンツ力により銀樹付近の溶液が対流することが、磁場中のその場観察により証明された。
- c) 2種類の常磁性や反磁性金属イオンを含む水溶液を水で湿らせたシリカゲル上にスポット勾配磁場中に置き、2種類のイオンを磁気力により分離する研究を行っている。現在、 Co^{2+} と Fe^{3+} の分離、 Cr^{3+} と Al^{3+} の磁気分離に成功している。また、シリカゲルに対するイオンの吸着能が分離に大きな影響を与えることなどが明らかとなった。
- d) カーボンナノチューブの磁気配向の温度依存性を詳細に検討した。その結果、温度を上昇させるとナノチューブの反磁性磁化率の異方性が増大することが分かった。一方、カーボンファイバーでは、その反磁性磁化率の異方性は温度とともに減少することが分かっており、なぜナノチューブの異方性が温度とともに増大するかその理由は不明である。
- e) 酸化チタン光触媒反応によるメタノール分解反応に対する磁場効果を研究している。4 Tまでの磁場の印加により生成する水素気体の収量が減少し、ラジカル対機構の Δ_g 機構により説明される。さらに強い垂直磁場を印加したところ収量は徐々に減少したが、10 T、1500 T²/m付近の磁場で一時的な収量の増大が見られた。この磁場は水が磁気

浮上する磁場強度であり、強い磁気力の影響が光触媒反応に何らかの影響を与えたものと推定される。

- f) 磁気力による擬似微小重力場によりリゾチーム蛋白の結晶を作成し、結晶の高品位化が可能かどうか検討中である。作成した結晶のX線構造解析を行い、 R_{merge} とB因子により結晶の品位を評価したところわずかながら高品位な結晶が得られており、現在その再現性を検討中である。

B-1) 学術論文

Y. TANIMOTO, S. IZUMI, K. FURUTA, T. SUZUKI, Y. FUJIWARA, M. FUJIWARA, T. HIRATA and S. YAMADA, “Effects of High Magnetic Field on *Euglena gracilis*,” *Int. J. Appl. Electromag. Mechanics* **14**, 311–316 (2001/2002).

M. G. SUNG, K. SASSA, H. OGAWA, Y. TANIMOTO and S. ASAI, “Strengthening of Carbon Fibers by Imposition of a High Magnetic Field in a Carbonization Process,” *Mater. Trans.* **43**, 2087–2091 (2002).

R. B. MORGUNOV, S. Z. SHMURAK, A. A. BASKAKOV and Y. TANIMOTO, “Magnetosensitive Defects Generated During Plastic Straining of NaCl:Eu Crystals,” *J. Exp. Theor. Phys.* **97**, 754–762 (2003).

B-2) 国際会議のプロシーディング

Y. TANIMOTO, R. YAMAGUCHI, Y. KANAZAWA and M. FUJIWARA, “Magnetic Orientation of *Lysozyme* Crystals,” *RIKEN Review* **44**, 162–163 (2002).

M. FUJIWARA and Y. TANIMOTO, “Magnetic Orientation of Carbon Nanotubes at Temperatures of 231 and 314 K,” *RIKEN Review* **44**, 164 (2002).

B-3) 総説、著書

Y. TANIMOTO and Y. FUJIWARA, “Effects of High Magnetic Fields on Photochemical Reactions,” in *Handbook of Photochemistry and Photobiology I*, H. S. Nalwa, Ed., American Scientific Publishers, Stevenson Ranch; California, pp.413–446 (2003).

B-4) 招待講演

谷本能文, 「磁場による化学反応制御」, 日本化学会関東支部講演会「特殊環境場での反応」, 東京, 2003年6月.

谷本能文, 「スピン化学と反応の磁場効果」, 第5回分子ダイナミック分光ワークショップ「複雑系のリズム現象とスピン科学」, 浜松, 2003年7月.

I. UECHI, A. KATSUKI, L. DUNIN-BARKOVSKIY and Y. TANIMOTO, “Magnetic chirality induction in zinc silicate membrane tube morphology,” 8th International Symposium on Spin and Magnetic Field Effects in Chemistry and Related Phenomena, Chapel Hill, North Carolina, September 2003.

谷本能文, 上地一郎, 北村周, 藤原好恒, 「ケイ酸銅膜チューブの3次元形態的キラリティーの磁気誘導」, 第7回新磁気科学シンポジウム, つくば, 2003年11月.

Y. TANIMOTO, “Magneto-Science—Chemistry in a High Magnetic Field,” Singapore International Chemical Conference III: Frontiers in Physical and Analytical Chemistry, Singapore, December 2003.

谷本能文, 「3次元形態的キラリティーの磁気誘導」, 特定領域研究「強磁場新機能の開発」第一回公開シンポジウム「強磁場でなにができるか」, 東京, 2003年12月.

B-6) 受賞、表彰

谷本能文, 平成元年度日本薬学会奨励賞 (1989).

谷本能文, 平成9年度日本化学会学術賞 (1998).

B-7) 学会および社会活動

学協会役員、委員

電気学会生体内物質・機能に対する磁場効果調査専門委員会委員 (2002-2003).

新磁気科学研究会委員 (2002-).

学会の組織委員

International Symposium on Magnetic Field and Spin Effects in Chemistry and Related Phenomena国際組織委員 (2001-).

光化学討論会2003プログラム委員 (2003).

文部科学省、学術振興会等の役員等

日本学術振興会特別研究員等審査会専門委員 (2002-2003).

新エネルギー・産業技術総合開発機構「産業技術研究助成」事前書面審査委員 (2002).

科学研究費の研究代表者、班長等

特定領域研究「強磁場新機能の開発」班長 (2003-).

その他

岡崎高校スーパーサイエンスハイスクール活動支援 (2002-2003).

B-8) 他大学での講義、客員

愛媛大学理学部, 「分子光化学」, 2002年7月.

広島大学大学院理学研究科, 「磁気科学(2)」, 2003年7月.

広島大学理学部, 「分子光化学」, 2003年11月-12月.

C) 研究活動の課題と展望

3次元形態的キラリティーの磁気誘導のメカニズムの詳細な解明を行うとともに、このメカニズムによる結晶の高品位化への道の可能性を探る。3次元形態的キラリティーの磁気誘導のマイクロサイズ・ナノサイズへのスケールダウンを行い、磁場によるキラルな分子の創製にチャレンジしたい。また、磁場による擬似微小重力場の特性を詳細に検討し、この新規物理環境場の化学反応・物理変化への影響を解明したい。