

# プロジェクト名：線維芽細胞の形態変化に対する磁場の影響とメカニズム解明

プロジェクト代表者：若狭 雅信（理工学研究科・教授）

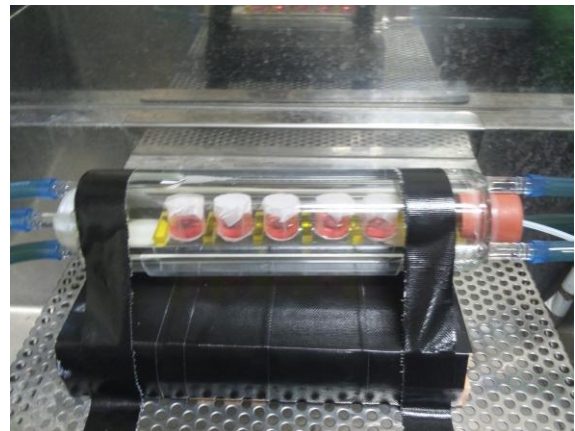
## 1 はじめに

生物に対する磁場の影響（例えば、高周波電磁波の人体におよぼす影響や渡り鳥の方向認識など）は、化学・生物・物理の研究分野にまたがる、人類にとって重要な研究課題である。特に、磁場の健康利用を考えると、メカニズムを含む完全な理解が必要不可欠である。磁場が生物に影響をおよぼすとき、原因としては磁気エネルギー、異方性磁気力、電子スピン多重度に対する量子効果などが考えられるが、残念ながらメカニズムは殆ど解明されていない。そこで、本研究では、動物細胞のうち最も基本的かつ重要な、iPS細胞の材料にもなる線維芽細胞（マウス由来の線維芽細胞（NIH3T3））に対する磁場の影響を、静磁場（ $\sim 7$  T）、パルス強磁場（ $\sim 30$  T, 2 ms）および電磁波（9 GHz および 0.7 THz）を用いて研究することを目的とした。

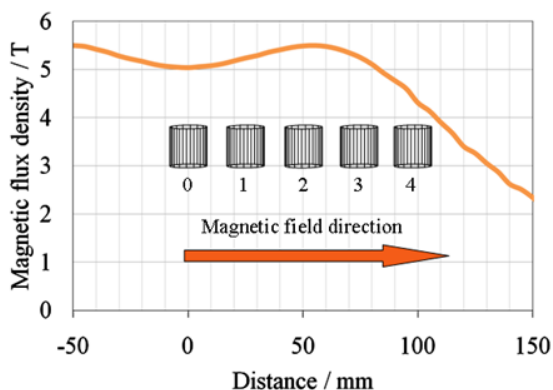
## 2 結果と考察

### (1) 超伝導磁石用の特殊インキュベータの開発

直径60ミリの超伝導磁石中の磁場空間で、線維芽細胞を1～3日間培養するために、右図のようなガラス製のインキュベータを作成した。インキュベータの回りは恒温水を循環することで、内部温度を $37 \pm 1$ 度)に制御する。また、インキュベータ内部を、水蒸気飽和のCO<sub>2</sub>/Air混合ガス（CO<sub>2</sub> 5%, Air 95%）を温度制御して循環することで、湿度100%, CO<sub>2</sub> 5%, Air 95%の一定環境を実現した。



このインキュベータ中には培養用の小型ウェルが5個設置でき、5 Tに印加した超伝導磁石の中央に設置すると、各位置における磁束密度および磁場勾配は以下ようになる。

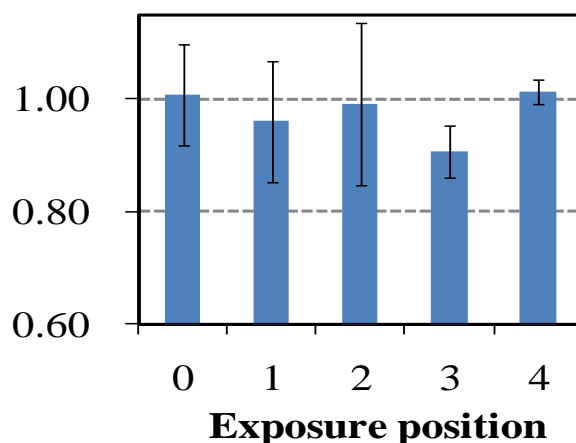


Exposure position	Magnetic flux density (T)	Magnetic field gradient (T/m)	Field-gradient product (T <sup>2</sup> /m)
0	5.0	0	0
1	5.1	7	36
2	5.5	0	0
3	5.2	18	97
4	4.5	24	108

## (2) 超伝導磁場下での線維芽細胞の増殖におよぼす磁場の影響

マウス由来の線維芽細胞 (NIH3T3) を、DMEM (Dulbecco Modified Eagle's Medium) に FBS (fetal calf serum) を 10% 添加したメディウム中、本研究用に作成した小型ウェル (H 15.7 mm、 $\phi$  19 mm) に  $10^4$  cells/mL の試料 1 mL を入れて、先に述べたような磁場および磁場勾配の条件下で 24 時間培養を行った。培養後の細胞数を磁場のない条件で培養した細胞数と比較して、細胞増殖に対する磁場の影響を検討した。各位置における相対細胞数を右図に示す。

磁束密度は高いが磁場勾配がないポジション 0, 1, 2 では 5 T とゼロ磁場で、細胞数は実験誤差の範囲で、差は認められなかった。しかし、磁束密度と磁場勾配が共に大きいポジション 3 では細胞数の減少が観測された。ただし、ポジション 3 より若干磁束路度が低く、磁場勾配が大きいポジション 4 (磁場  $\times$  磁場勾配はほぼ同じ) ではほとんど変化がみられないので、磁束密度が重要なパラメータであることがわかる。まだ、測定回数が少ないので、今後より詳細検討が必要である。



RUN	$R(B)$				
	Exposure position				
	0	1	2	3	4
1	1.016	1.030	0.993	0.886	1.033
2	1.092	1.014	1.133	0.873	1.014
3	0.914	0.836	0.846	0.958	0.992
average	1.007	0.960	0.991	0.906	1.013
SD	0.089	0.108	0.143	0.046	0.021

## (3) 形態変化におよぼす磁場の影響：

超伝導磁場下で培養後、すみやかに細胞をリン酸緩衝ホルマリン溶液で固定化、ギムザ染色液で染色し、形態変化 (密度、分岐、アスペクト比) におよぼす磁場の影響を観測した。形態変化に関しては、特に磁場に対して平行もしくは垂直、場合によっては特定の角度方向に配向する可能性が高い。こうした配向とウェルの周辺効果は、磁場下での細胞増殖に大きな影響を与えると考えられるので、詳細な検討が必要であることがわかった。

## 3 論文および学会発表

(1) T. Yago, M. Wakasa, Nanoscale Structure and Diffusion Process of Ionic Liquid as Studied by the MFE Probe, *J. Phys. Chem. C.*, **115**, 2673-2678 (2011). (2) M. Gohdo, T. Takamasu, M. Wakasa, Photochemical Primary Process of Photo-Fries Rearrangement Reaction of 1-Naphthyl Acetate as Studied by MFE Probe, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **13**, 755-761 (2011). (3) M. Tanaka, T. Yago, Y. Sakaguchi, T. Takamasu, M. Wakasa, Magnetic Field Effects on Hydrogen Abstraction of Thiobenzophenone as a Probe of Microviscosity, *J. Phys. Chem. B.*, **115**, 1936-1943 (2011). (4) T. Yago, M. Gohdo, M. Wakasa, Hydrogen Bonding Effects on the Reorganization Energy for Photo-induced Charge Separation Reaction between Porphyrin and Quinone Studied by Nano-second Laser Flash Photolysis, *J. Phys. Chem. B.*, **114**, 2476-2483 (2010). (5) T. Maeyama, H. Matsui, T. Yago, M. Wakasa, Magnetic Field Effects on Photochemical Reaction in Mesoporous Silicates of MCM-41 under High Magnetic Fields of up to 5 T, *J. Phys. Chem. C.*, **114**, 22190-22196 (2010). (6) M. Gohdo, M. Wakasa, Reexamination of the Photochemical Primary Process of Photo-Fries Rearrangement Reaction as Studied by MFE Probe, *Chem. Lett.*, **39**, 106-107 (2010). (7) 松井弘貴・坂井貴文・若狭雅信 "マウス線維芽細胞の成長に対する強磁場の影響" 第 91 回春季年会 (神奈川大学 横浜キャンパス、2011 年 3 月 26 日-3 月 29 日)