

磁場を利用した無重力状態における繊維状材料の配列

国立大学法人広島大学 大学院理学研究科
数理分子生命理学専攻
准教授 藤原 好恒

共同研究者：国立大学法人九州大学
米村弘明，山本裕一，山田 淳
国立大学法人広島大学（現，大阪大谷大学）
谷本能文

研究背景①

近年では、繊維状材料を配列した材料が開発され、様々な用途に用いられている。

例えば、繊維状材料の材料として使われているものに、カーボンナノチューブ(CNT)がある。

このCNTの特徴である高アスペクト比を活かすために、磁場を用いて、その配列を制御する方法や装置、また、それらの方法や装置を用いて配列されたCNTの成形体などが開示されている。

たとえば、【特許文献】特開2004-234865号公報。

研究背景②

強磁場を使った地上における無重力(微小重力)のサイエンスとその応用

強磁場による無重力(微小重力)の特徴:

強磁場の効果と無重力(微小重力)の効果の協調効果

磁場の特徴

磁場の特徴

- 🧲 クリーンでエコロジカル（磁場そのものは排出物質無し・添加物は不要）
- 🧲 低コスト（一度、超伝導状態にすると半永久的に磁場が発生）
- 🧲 物質の磁性を利用するので、全ての物質を対象にできる
- 🧲 非侵襲的
- 🧲 地上において、無重力(微小重力)や過重力のような重力制御が可能

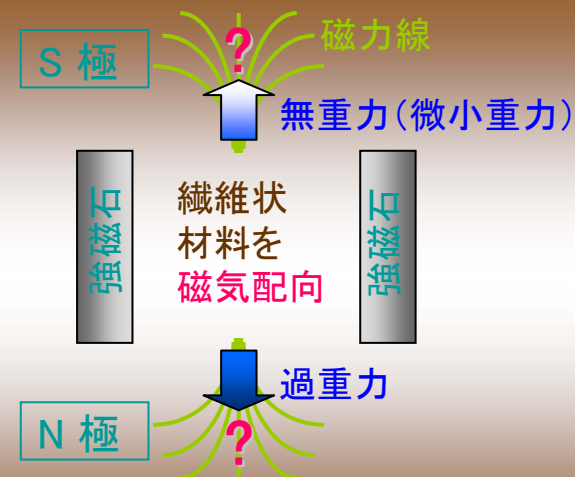


新しい物理環境場・反応場（磁場と重力を共に制御できる複合環境場）



磁場の効果

- 🧲 磁気配向
- 🧲 重力制御(無重力(微小重力)と過重力)
- 🧲 ローレンツ力
- 🧲 量子化学的効果
- 🧲 磁気対流
- 🧲 生物学的効果 など



繊維状材料の磁気配向に対する重力制御の効果 → 新機能の発現へ

地上で無重力(微小重力)や過重力環境を作るには・・・

● 磁石は磁気力を生む

→ 磁場 ($B(z)$) 中の反磁性物質(水など)は磁場方向(z 軸)に

$$F_{\text{mag}} = (1/\mu_0) \chi B(z) dB(z)/dz$$

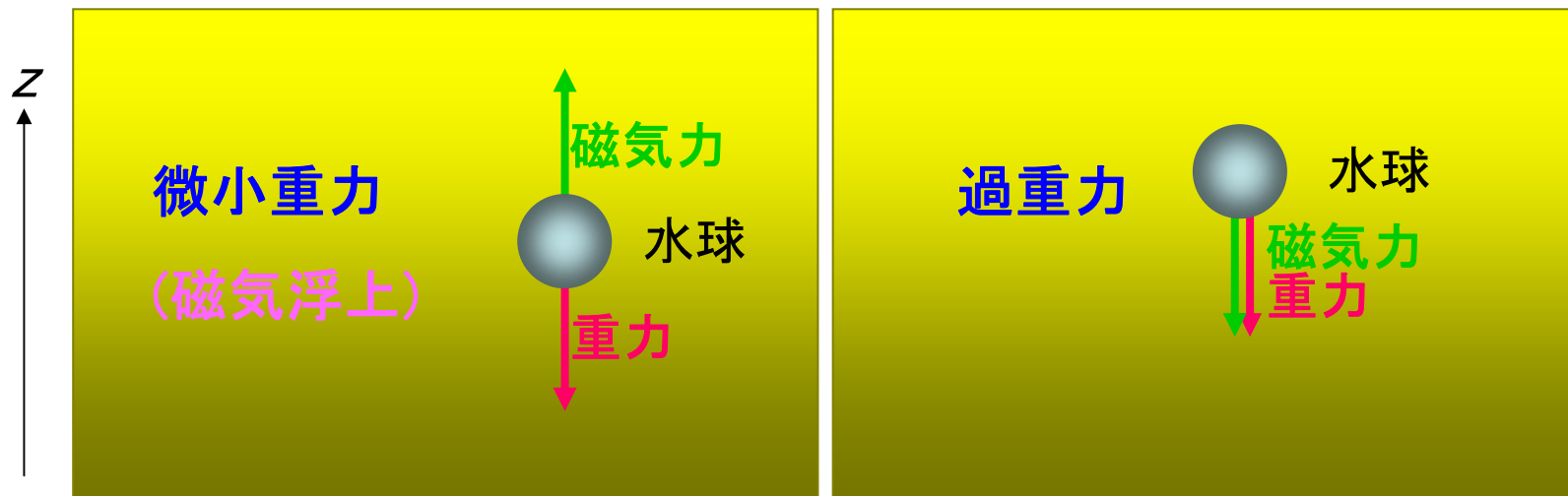
の大きさの反発する磁気力を受ける

($dB(z)/dz$ は z 軸方向の磁場勾配)

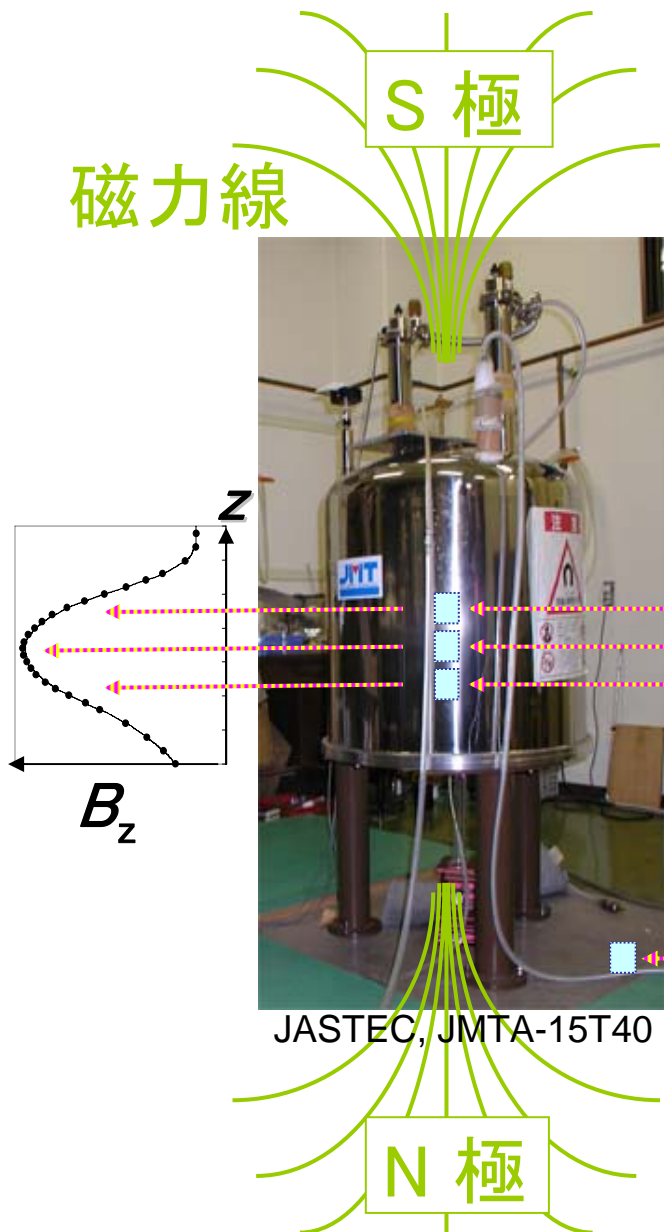
→ 重力との関係で, 微小重力(磁気浮上)や過重力環境を生み出す

μ_0 : 真空の透磁率

χ : 磁化率



地上で無重力(微小重力)や過重力環境を作る '小型' 超電導磁石

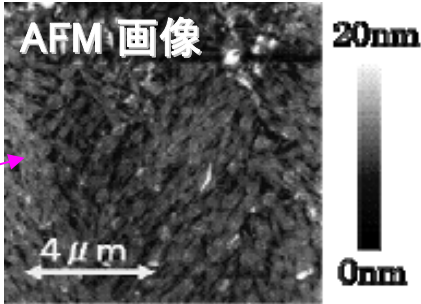
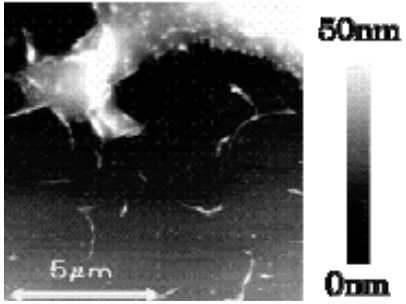
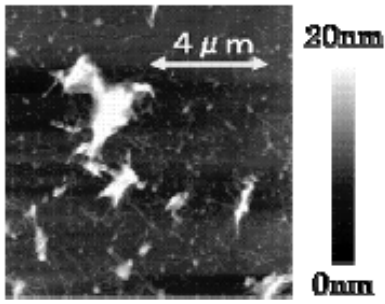


反磁性物質に働く見かけの重力 (水の場合)

B_z 磁場強度(テスラ)	見かけの重力(G)	$B_z \cdot dB_z/dz$ 磁気力場(T ² /m)
10.7	微小重力 (~0)	~-1500
15	通常の重力(1)	0
12	過重力 (~1.8)	+1200
0	通常の重力(1)	0

•技術内容の紹介

無重力(微小重力)状態における単層CNTの配列と網目状構造

重力環境	微小重力	過重力	通常
重力加速度/G	~0	~1.8	1
磁場/T	10.7	12	15
磁気力場/T ² /m	~-1500	+1200	0
配列と網目状構造	有り	無し	無し
	 <p>AFM 画像</p> <p>20nm</p> <p>0nm</p> <p>4 μm</p> <p>CNTの束</p> <p>⊙磁気力 ⊗重力</p>	 <p>50nm</p> <p>0nm</p> <p>5 μm</p> <p>⊗磁気力 ⊗重力</p>	 <p>20nm</p> <p>0nm</p> <p>4 μm</p> <p>⊗重力</p>

従来技術とその問題点

- 単層CNTの磁気配向は難しい。
- これまでの磁場による配列では、ほぼ磁場方向に沿ってしかCNTを配列できず、強度が低かったり、大面積のものを作製するのが困難であったりするなどの問題点があり、用途が限られていた。

また、他の繊維状材料においても同様の問題がある。

新技術の特徴・従来技術との比較

- 本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであって、用途が広範な繊維状材料の配列材料の製造方法、及び、繊維状材料の配列材料を提供する。
- 複数の繊維状材料が略平行に連なった束となって繊維状材料束を形成し、その繊維状材料束が折り重なるように配置することから、強度が高く、大面積のものを作製できることを特徴とする。
- 別の観点から、本発明に係る繊維状材料の配列材料は、その製造工程の特徴から、孔を複数有する薄膜状組織(網目状構造)を形成していることも特徴とする。
- グラスファイバー、金属ファイバー、半導体ファイバー、セラミックスファイバー、炭素ファイバー、生体物質(DNA, ポリペプチド, タンパク質)、高分子などもCNTと同様にして高度な配列組織化が可能である。

想定される用途及び業界

- 導電性複合材料(帯電防止材, 静電放電材, 導電性プラスチックなど)
- 強度向上複合材料(防弾製品など)
- 燃料電池や太陽電池
- 熱伝導性複合材料(電子部品用パッケージなど)
- 電子デバイス(電子材料配線など)

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 繊維状材料の配列材料の製造方法、
及び、繊維状材料の配列材料
- 出願番号 : 特願2005-256890号
- 出願人 : ジャパンスーパーコンダクタテクノロジー
株式会社, 国立大学法人広島大学
- 発明者 : 米村弘明, 山本裕一, 山田淳, 谷本能文,
藤原好恒

お問い合わせ先

広島大学 産学連携センター
産学連携部門

コーディネーター 榎木 高男

TEL 082-421-3704

FAX 082-421-3788

e-mail kayaki@hiroshima-u.ac.jp