

超分子複合材料学

先導物質化学研究所 高原 淳

水曜日 10:30-12:00

「有機高分子材料表面・界面の構造・物性解析と制御」

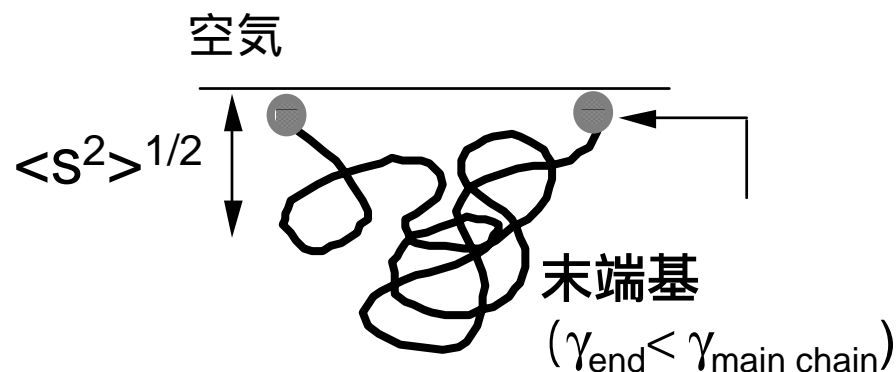
1. はじめに(4/16)
2. 表面・界面の熱力学(4/23, 4/30)
3. 表面・界面の分光学的構造解析(5/8, 5/14)
4. 散乱法・回折法による表面・界面構造解析(5/21, 6/4)
5. 表面・界面の形態学的構造解析(6/25, 7/2, 7/9)
6. 表面・界面の機能化

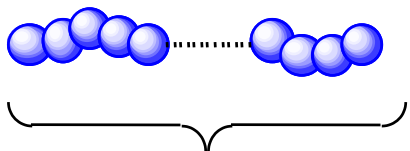
講義の予定、資料などは下記のURLに掲示する。

<http://takahara.ifoc.kyushu-u.ac.jp>

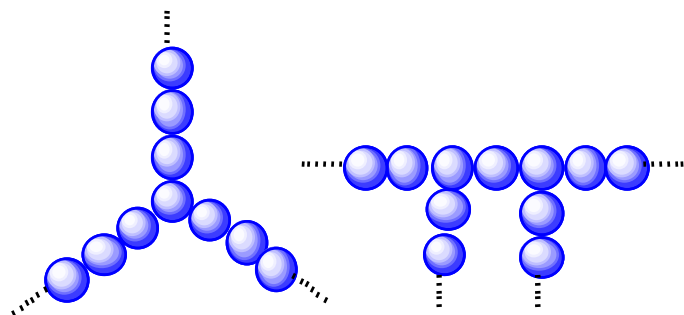
高分子固体表面とバルクの構造と物性の違い

高分子の種類	分子鎖の化学構造など	表面構造との関連
ホモポリマー	末端基の化学構造	末端基の表面濃縮・枯渇
	分子量	分子鎖の絡み合い
	分子量分布	低分子量成分の表面濃縮
	分岐	表面末端基濃度
	架橋	表面架橋密度
ポリマーブレンド	構成成分の表面自由エネルギー	低表面自由エネルギー成分の表面濃縮、深さ方向の組成分布
	相互作用パラメーター	表面の濃縮層の厚み、深さ方向の組成分布
ブロックポリマー	構成成分の表面自由エネルギー	低表面自由エネルギー成分の表面濃縮
	ブロック組成	表面の濃縮層の厚みや相分離形態、内部の組成分布



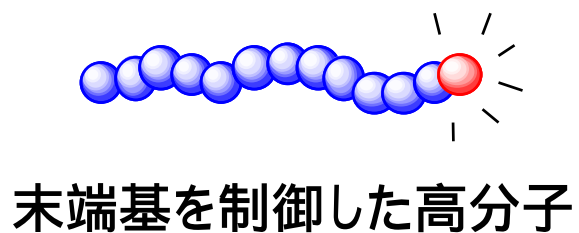


線状高分子

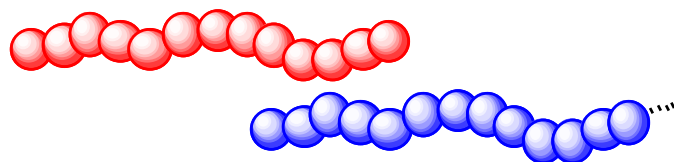


星形高分子

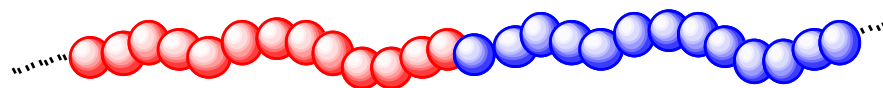
櫛形高分子



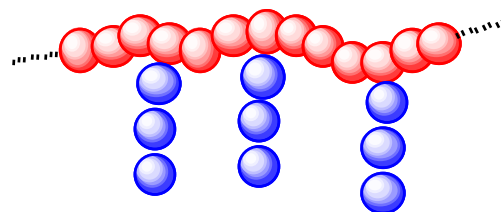
末端基を制御した高分子



ポリマーブレンド



ブロック共重合体



グラフト共重合体

共重合により1本の分子の中に異なった性質のモノマーを導入できる

有機・高分子固体の表面と界面の重要性

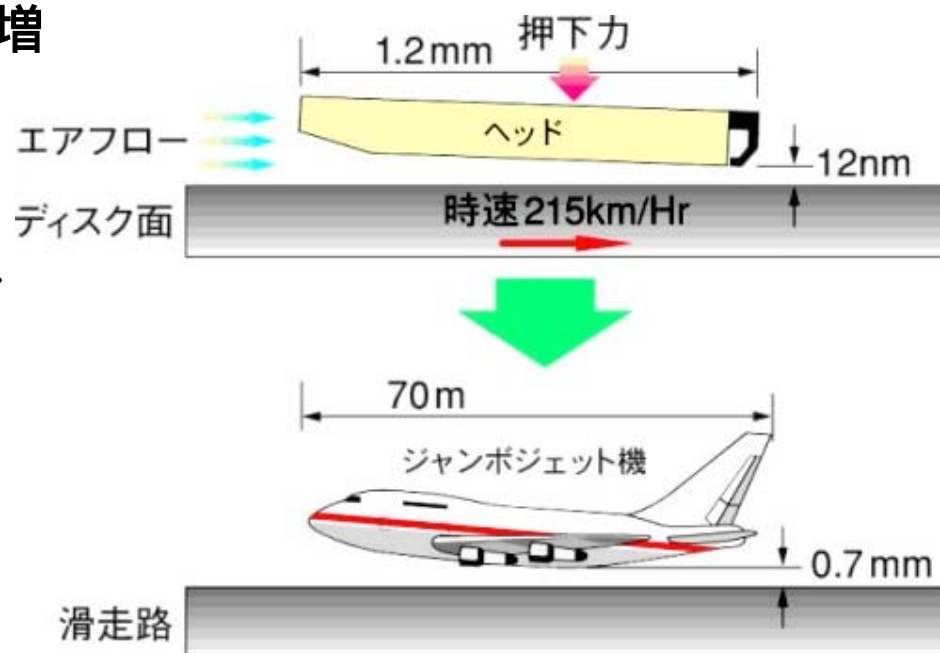
- 濡れ性
- 接着
- 摩擦
- マイクロエレクトロメカニカルシステム (MEMS)
- 摩耗
- 添加物の表面濃縮
- 複合材料
- マイクロエレクトロニクス
- 透過特性
- 生医学材料

ハードディスク -低摩擦・磨耗表面

20-30Gbit / inch² 浮上隙間12nm
100Gbit / inch² 浮上隙間3nm

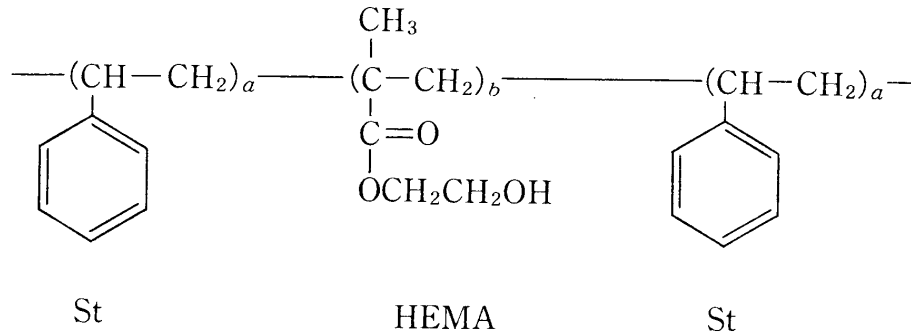
高密度化とともにヘッドとディスクの
浮上隙間は小さくなり。回転速度も増
大 摩擦・磨耗は重要な問題

ディスク上には1-2nmの単分子膜レ
ベルの液体潤滑膜

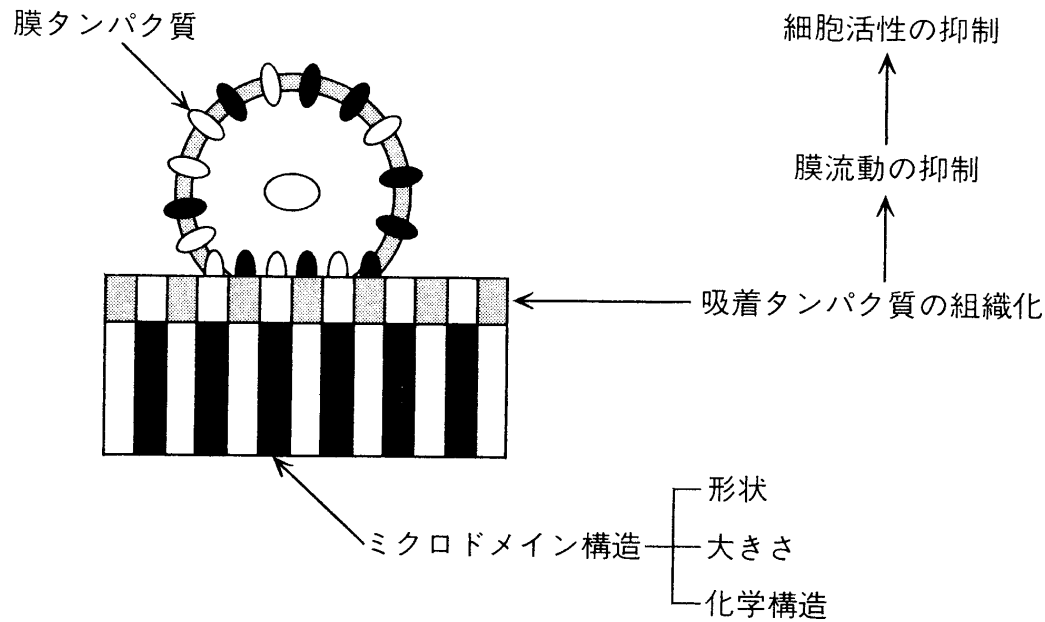


花王のHPより

マイクロ相分離構造と血液適合性 (岡野ら 1978)



ポリスチレンとポリヒドロキシメタクリレートが非相溶であるためマイクロ相分離構造を形成する



有機超薄膜の表面・界面の構造と物性の解析法

分析法	何が明らかになるか
多重全反射赤外吸収分光法 (ATR-IR)	表面から μm 程度の深さの官能基の濃度
和周波発生 (SFG)	表面最外層の官能基
反射紫外吸収分光法 (UV-R)	表面から 100nm 程度の深さの発色団の濃度
X線光電子分光法 (XPS)	表面から 10nm 程度の深さの元素組成
動的二次イオン質量分析法 (DSIMS)	深さ方向の元素分布
静的二次イオン質量分析法 (SSIMS)	表面最外層の化学構造
中性子反射率測定 (NR)	散乱長密度の深さ方向プロファイル
X線反射率測定 (XR)	電子密度の深さ方向プロファイル
視斜角入射X線回折 (GIXD)	表面の結晶状態
透過電子顕微鏡 (TEM)	断面の形態、EFを使えば化学組成
原子間力顕微鏡 (AFM)	表面の形態
水平力顕微鏡 (LFM)	表面の水平力の分布
接触角測定 (CA)	表面自由エネルギー

様々な表面ナノ構造分析・観察法

分析方法	プローブ	分析深さ	定量性	横方向分解能	何を与えるか
1. 多重全反射赤外分光法 (ATR-IR)	光	μm	定量的	-	振動スペクトル
2. 和周波発生 (SFG)	光	最外分子層	定量的	-	振動スペクトル
3. 反射紫外吸収分光法 (UV-R)	光	10-100nm	定量的	-	電子スペクトル
4. 静的二次イオン質量分析法 (SSIMS)	イオン	1nm	半定量的	1μm	質量スペクトル
5. 動的二次イオン質量分析法 (DSIMS)	イオン	nm-μm	半定量的	1μm	質量スペクトル 深さ方向のプロファイル
6. イオン散乱分光法 (ISS)	イオン	単原子層	半定量的	-	- 表面組成
7. X線光電子分光法 (XPS、ESCA)	電子	数nm	定量的	数十μm	表面組成
8. X線、中性子反射率測定 (XR、NR)	X線 中性子	0.2nm	可能	-	粗さ 組成・密度プロファイル
9. 表面X線回折 (GIXD)	X線	0.2nm	-	-	結晶性、結晶の大きさ 結晶の配向
10. エリブソメトリー	光	0.2nm	可能	数μm	屈折率、層厚み、界面厚
11. 走査型電子顕微鏡 (SEM)	電子	>10nm	定量的	5nm	表面形態
12. 透過型電子顕微鏡 (TEM)	電子	nm	-	0.5nm	表面形態 トモグラフィー 元素マッピング
13. 走査フォース顕微鏡 (AFM, SFM, LFM)	相互作用力	0.1nm	-	0.2nm	表面形態 表面物性
14. 走査型トンネル顕微鏡 (STM)	電子	0.1nm	-	0.2nm	表面形態
15. 表面張力,	接触角	<1nm	-	-	表面自由エネルギー