

物 性 物 理 学 C

担当:

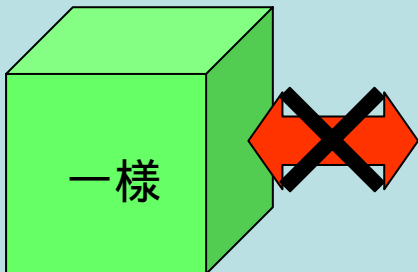
櫻井 建成 (2号館401号室) tatsu@physics.s.chiba-u.ac.jp

北畑 裕之 (2号館402号室) kitahata@physics.s.chiba-u.ac.jp

熱力学は、平衡系、平衡に近い線形領域での系、および、非線形非平衡系の三つに大別される。系が平衡から非線形非平衡へ移るとき、平衡状態は不安定になり、新たに組織化された秩序構造が作り出される可能性がある。本講義では、そのような熱力学分岐の取り扱いからそこで用いられる力学的解析手法について学ぶ。

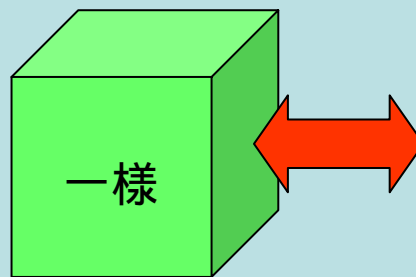
平衡系

閉鎖系



外界
(熱浴)

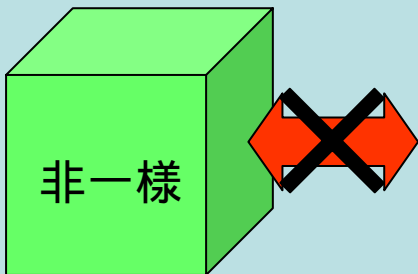
平衡開放系



外界
(熱浴)

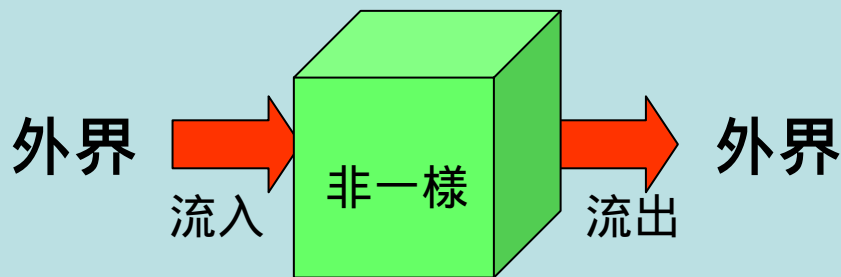
非平衡系

緩和過程



外界
(熱浴)

非平衡開放系



平衡系

閉鎖系 (平衡系) では...

熱力学第二法則: 「孤立系ではエントロピーは増大する」

エントロピーが極大の状態に移行する

||

平衡状態

平衡開放系では...

たとえば、等温定圧系では、Gibbsの自由エネルギー G が
最小の状態に移行する

||

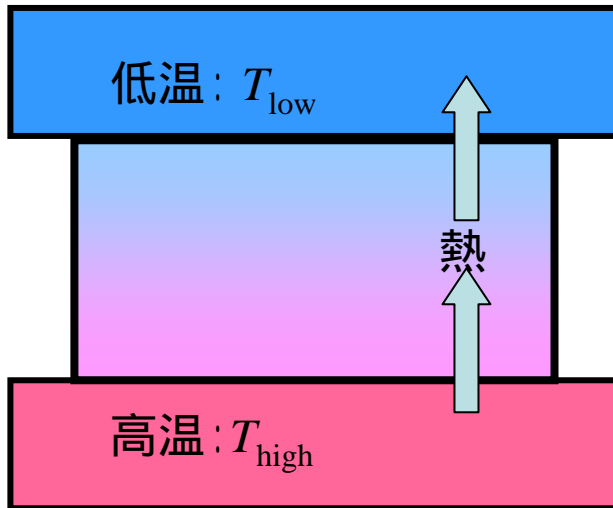
平衡状態

非平衡系

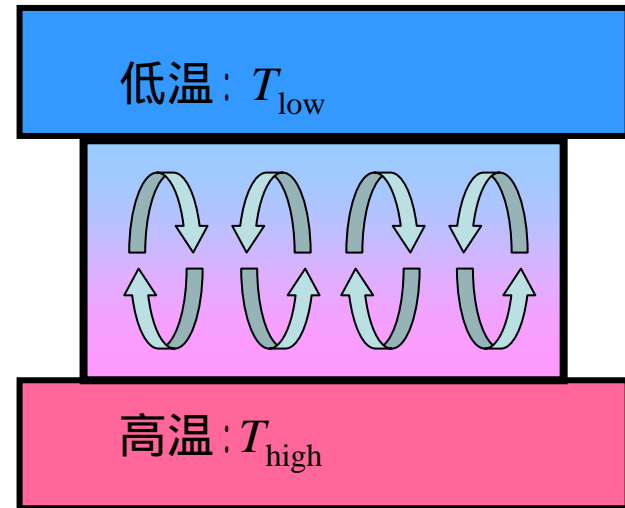
非平衡開放系では・・・

平衡状態が存在しない

・ 定常状態



・ 非定常状態 (リズム・パターン)



“Benard対流”

・ カオス状態 (もっと乱れた状態)



何がおもしろい? ~ パターン形成に潜む物理



熱帯魚の体表模様



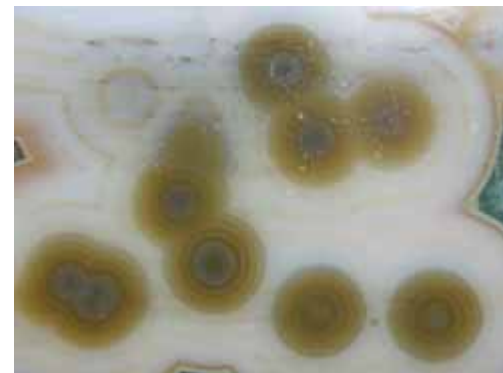
花の並び



雲



砂丘の風紋



岩石(ジャスパー)の断面

Belousov-Zhabotinsky (BZ)反応

攪拌した系で



1 cm

空間勾配 はなし

Belousov-Zhabotinsky (BZ)反応

a) Target Pattern



(4倍速)

3 mm

b) Spiral Pattern

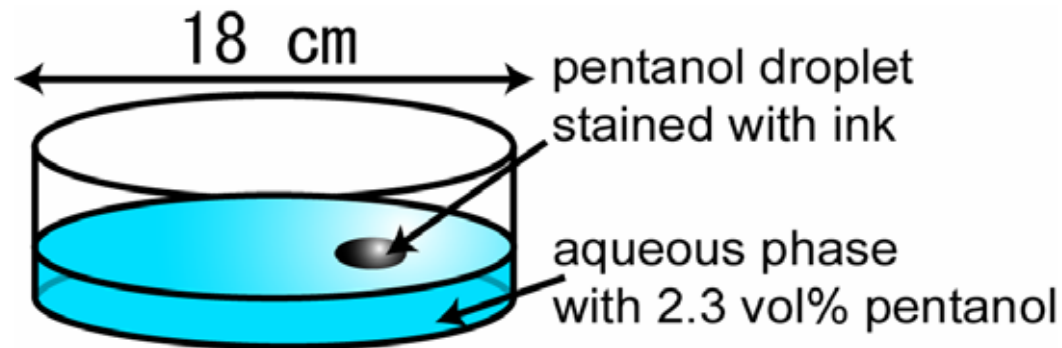


(4倍速)

3 mm

アルコール液滴の運動

Experiments



動画は

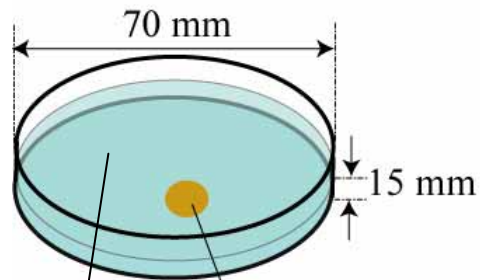
http://www.chem.scphys.kyoto-u.ac.jp/nonnonWWW/nagai/movie/pentanolmovie/pentanol_movie.html

を参照

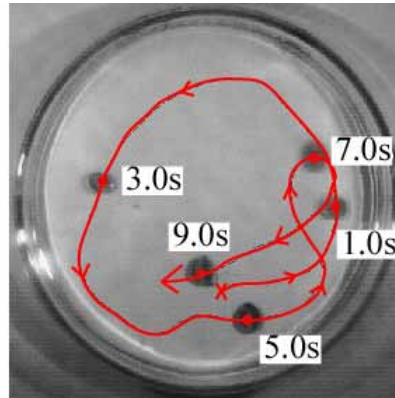
Nagai et al., *Phys. Rev. E*, **71**, 065301 (2005).

アブラムシ ~ 界面活性剤で動く油滴 ~

Experiments



30 μ l
(Nitrobenzene+KI+I₂)



ガラス基板上で油滴が不規則な運動を示す

界面活性剤水溶液
(STAC)

動画は

<http://www.chem.scphys.kyoto-u.ac.jp/nonnonWWW/sumino/oilwater.html>

を参照

Y. Sumino et al., *Phys. Rev. Lett.*, **94**, 068301 (2005).

Y. Sumino et al., *Phys. Rev. E*, **72**, 041603 (2005).

予定

10月7日	イントロダクション	(櫻井・北畑)
10月14日	平衡と非平衡・エントロピーとは	(北畑)
10月21日	ランダムウォークとブラウン運動	(北畑)
10月28日	揺らぎと散逸の関係	(北畑)
11月4日	非平衡系の扱いについてのまとめ	(北畑)
11月11日	最近の研究紹介	(櫻井)
11月18日	安定性解析・非線形振動	(北畑)
11月25日	同期現象とその解析	(北畑)
12月2日	分岐理論	(北畑)
12月9日	反応拡散系とパターン形成	(北畑)
12月16日	最近の研究紹介	(北畑)
1月6日	最近の研究紹介	(櫻井)
1月13日	予備日	
1月20日	予備日	
1月27日	予備日	

評価

出席とレポート(2回を予定)の内容を含めて総合的に評価する。

半分以上の出席、1回以上のレポート提出が義務

参考書籍



「非平衡系の統計力学」
(岩波基礎物理シリーズ8)
北原和夫著 岩波書店



「非平衡系の物理学」
太田隆夫著
裳華房



「非線形科学」
吉川研一著
学会出版センター



「非線形科学」
蔵本由紀著
集英社新書