

# 主な研究テーマ

## 戸谷先生

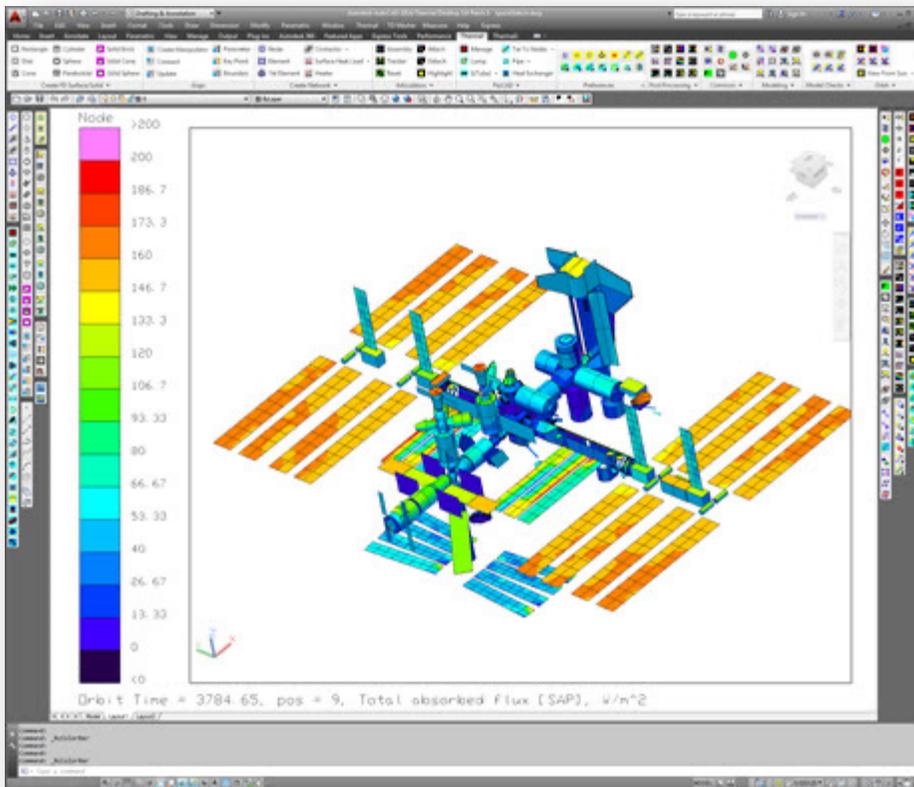
- 超小型衛星の熱設計・熱解析
- 超小型衛星用蓄熱デバイスの研究
- 大型宇宙構造物用放熱器の研究
- 放射エネルギーの波長制御
- 超小型衛星用乱氷域観測センサーの開発

## 山田先生

- 近赤外ホログラフによる生体組織内の水の状態検知
- 高分子水溶液の熱物性
- 蛋白質の低温変性に関するシミュレーション

# 超小型衛星の熱設計・熱解析

基礎的な解析・実験研究で培った知見をもとに、  
 さまざまな組織・企業と小型人工衛星の共同開発に取り組んでいます  
 ⇒主に衛星プロジェクトにおける熱・構造設計を担当



(C) i-QPS Inc.

株) QPS研究所と世界最軽量クラス  
 小型レーダー搭載衛星の共同開発を実施中！

Thermal Desktop/Sida Fluent上での熱解析  
 (宇宙機に特化した熱解析ソフトウェア)と  
 熱真空試験に基づいた衛星の熱数学モデル構築

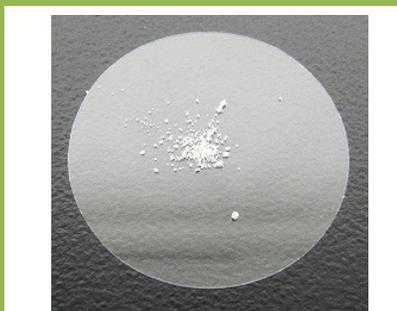
過去に熱設計を担当した代表的な人工衛星・宇宙機

- HIT-SAT (北海道工業大学)
- UNITEC-1 (超小型金星探査機)
- CE-SAT-1 (キヤノン電子) etc...

# 超小型衛星用蓄熱材の開発

## トランス1-4ポリブタジエン (TPBD)

潜熱量	69 ~ 124	J/g
蓄熱温度	50 ~ 80	°C
融点	100 ~ 141	°C

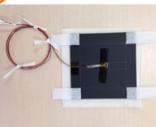


トランス1-4ポリブタジエン

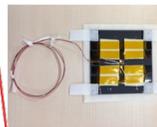
固体-固体の相変化で蓄熱

## 宇宙での実証実験

Items	Hodoyoshi 4
Launch date	June 20, 2014 JST
Dimensions	0.5 × 0.6 × H 0.8 m
Mass	63.7 kg
Altitude	about 630 km
Orbit	Sun-synchronous
Attitude	Sun-pointing or Earth-pointing
β angle	22.5 degree

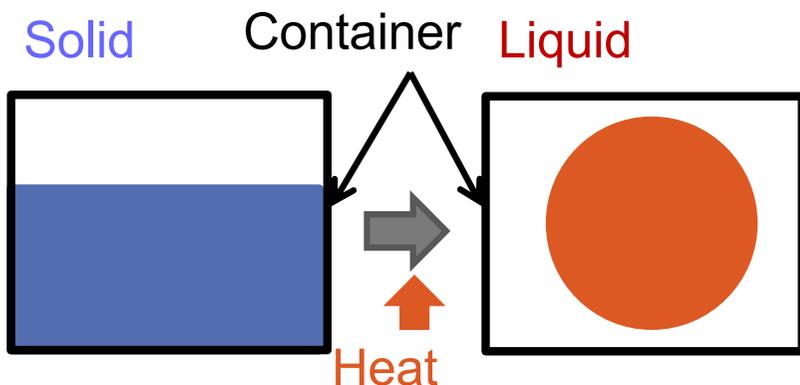


参照板  
 黒色アルマイト  
 $\alpha = 0.68, \epsilon = 0.88$   
 Sensor: AD590

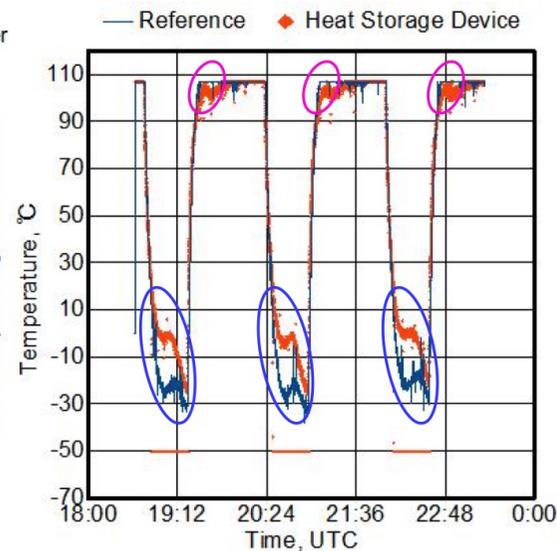
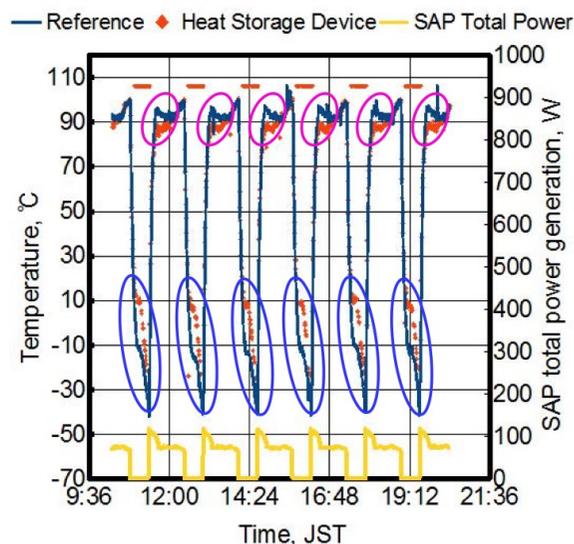


蓄熱器  
 黒色アルマイト  
 $\alpha = 0.68, \epsilon = 0.88$   
 adhesion bond adhesive tape

## 固体-液体 蓄熱材料

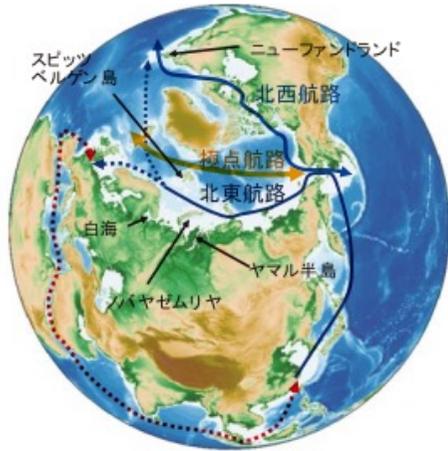


宇宙では浮く。蓄熱性能減



# 超小型衛星用乱氷域観測センサーの開発

## 北極海航路



「北極海航路の歩みと展望」より  
 アジアとヨーロッパをつなぐ新航路



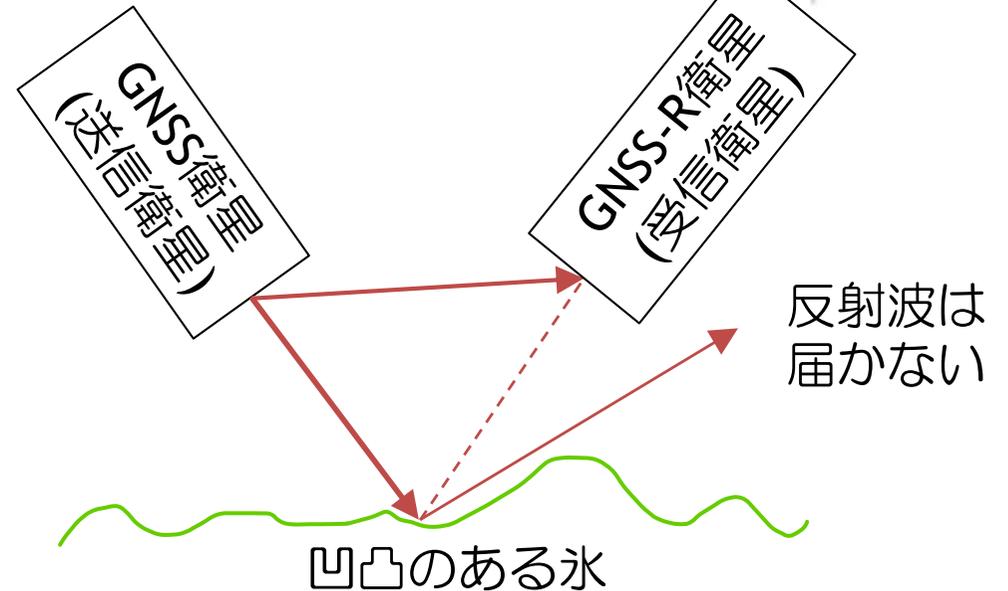
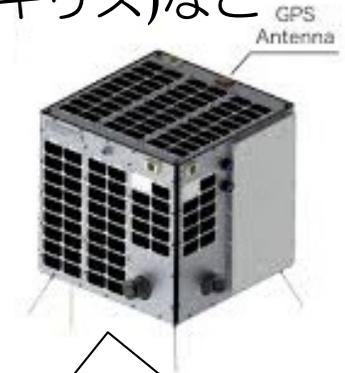
「ICE MECHANICS: RISKS TO OFFSHORE STRUCTURES」より

夏でも残る乱氷域

測位衛星  
 GPS (アメリカ)、  
 QZSS(日本)など



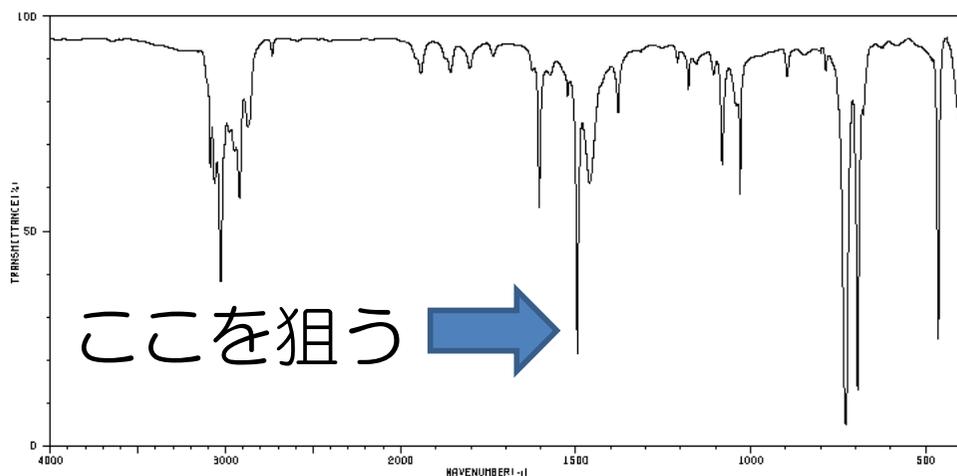
小型衛星  
 CYGNSS (NASA)、WNISAT-1R(日  
 本)、DoT-1 (イギリス)など



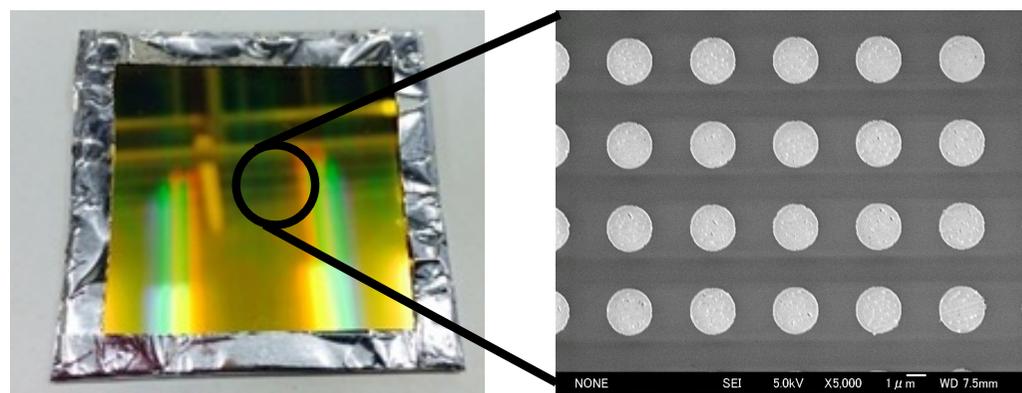
# 放射エネルギーの波長制御

溶剤の赤外線吸収帯に放射→省エネ乾燥

トルエンの赤外線吸収帯

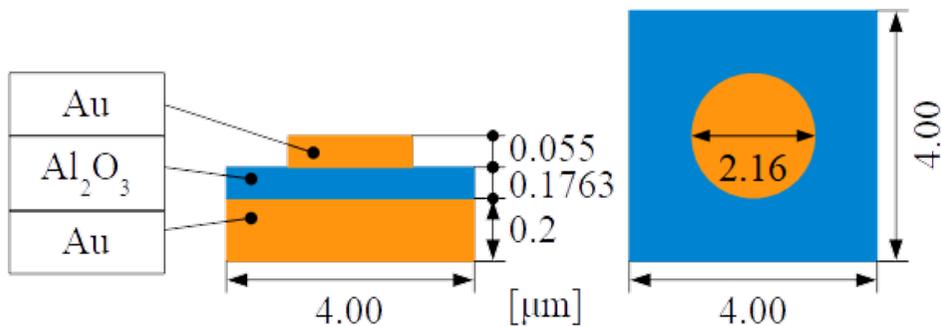


SEM画像



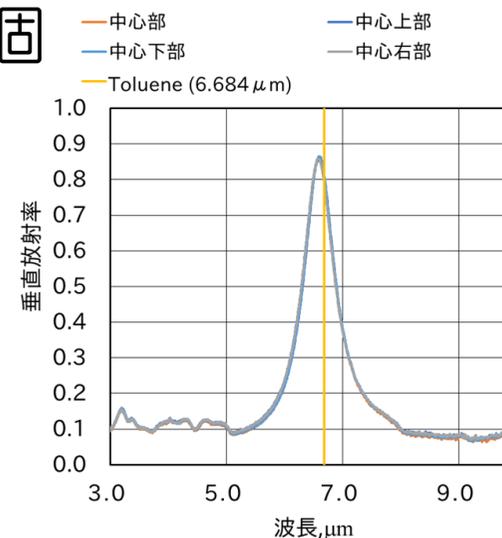
40 mm角に1億個

メタマテリアル (MIM構造)



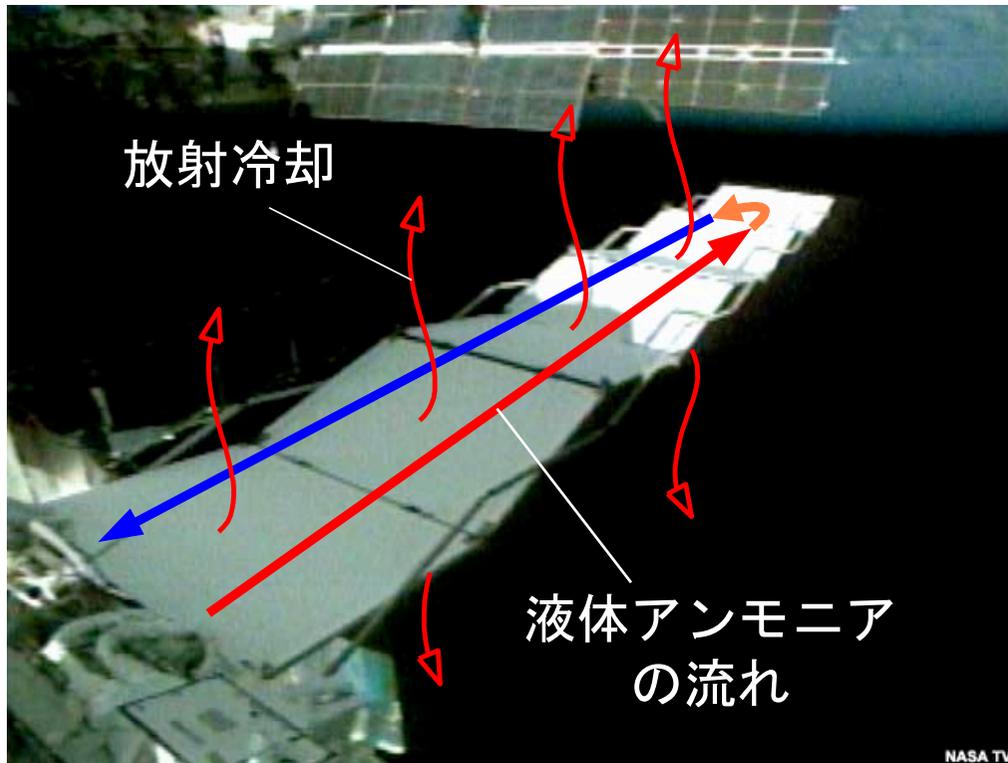
狙ったところにピーク

垂直放射率



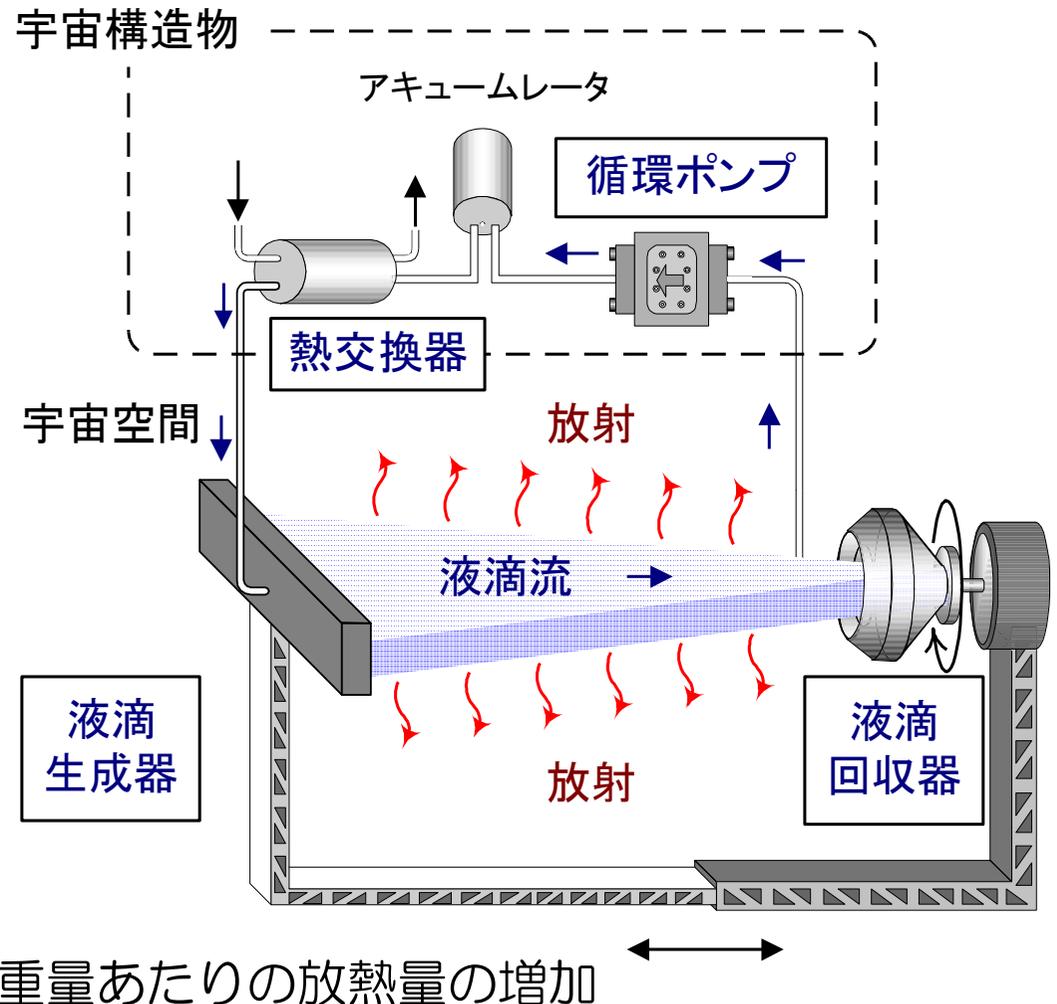
# 大型宇宙構造物用放熱器の研究

国際宇宙ステーション用  
 ラジエータ (110 kW)



固体の放熱面を無くし、作動流体の表面から直接、放熱する。

液滴ラジエータ (MWからGW  
 クラスの排熱に対応)

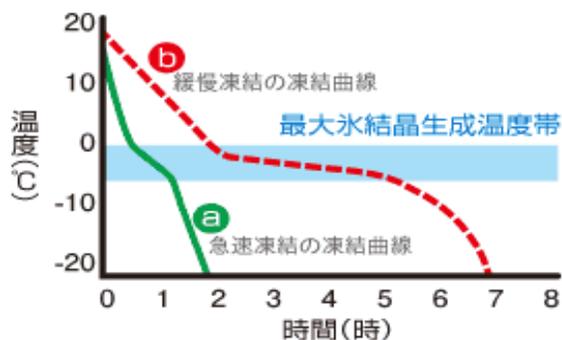


# 近赤外ホログラフによる 生体組織内の水の状態検知

## 背景

凍結過程における生体組織の破壊を防ぐため、生体組織内の氷結晶の生成・成長の抑制が課題となっている。

図 急速凍結並びに緩慢凍結の凍結曲線の比較

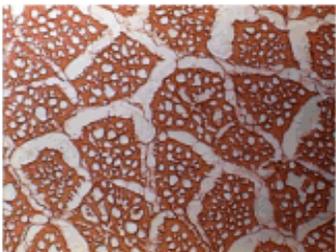


① 凍結前の細胞



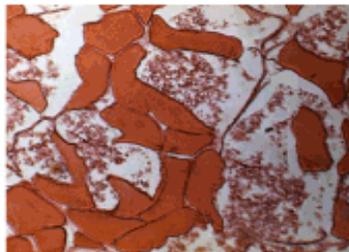
正常な組織。

② 急速凍結した細胞



凍結すると組織内に小さな氷の結晶が発生し、組織の損なわれ方が少ない。

③ 緩慢凍結した細胞



氷の結晶が大きいため、組織が損なわれている。

従来

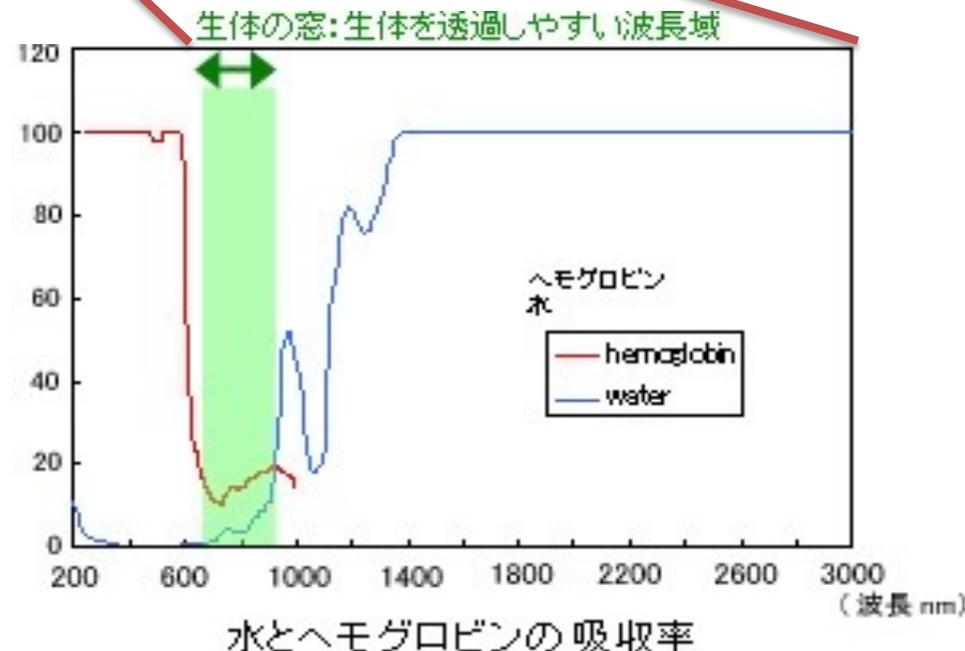
試料表面の測定



本研究

試料内部の測定

## 近赤外光の波長特性



水とヘモグロビンの吸収率

# 近赤外ホログラフによる生体組織内の水の状態検知

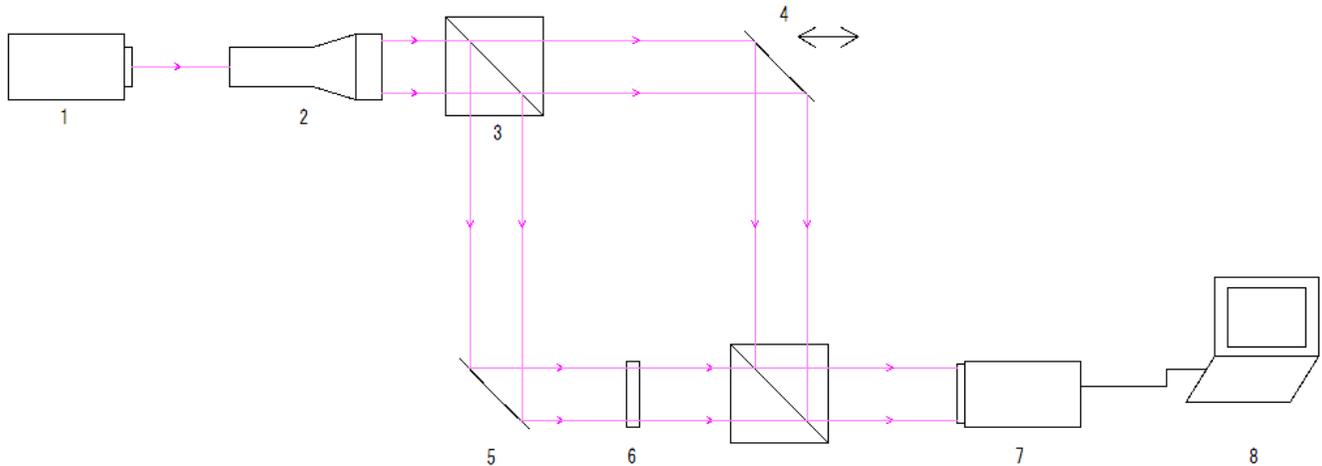
## 計測手法

近赤外光を用いたデジタルホログラフィ

### デジタルホログラフィのプロセス



## 干渉画像記録に用いた光学系略図



- |                               |                        |
|-------------------------------|------------------------|
| 1. Light source (Laser Diode) | 5. Mirror              |
| 2. Beam expander              | 6. Sample              |
| 3. Cube beam splitter         | 7. CCD camera          |
| 4. Piezo mirror               | 8. Data processor (PC) |

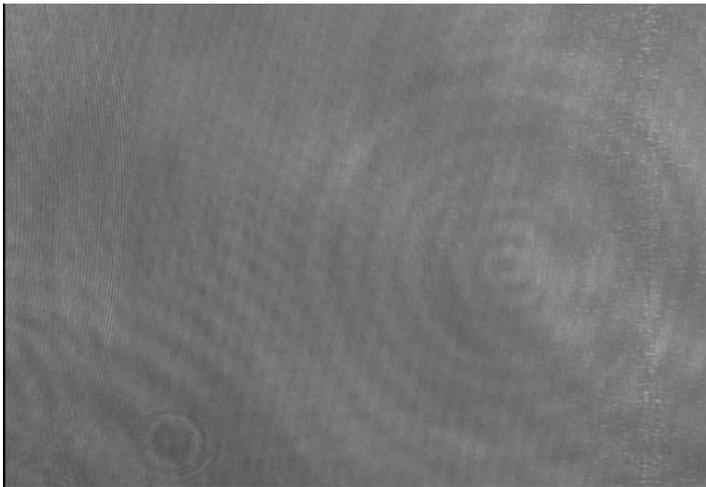
試料凍結時

試料解凍時

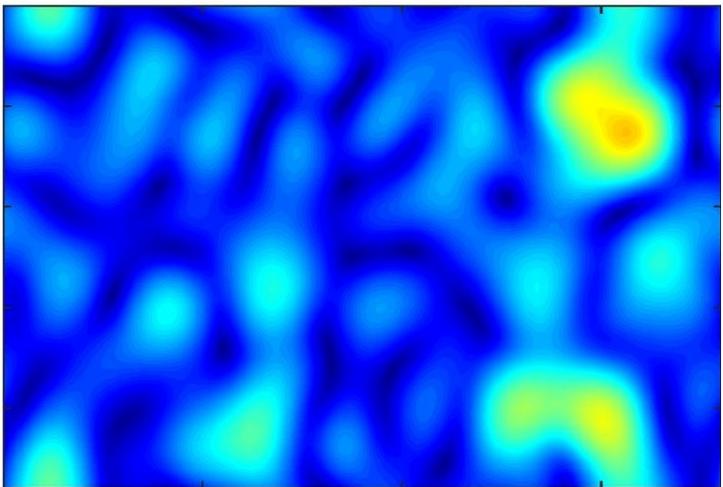
光学実験の結果

近赤外ホログラフによる生体組織内の水の状態検知

# 画像処理結果



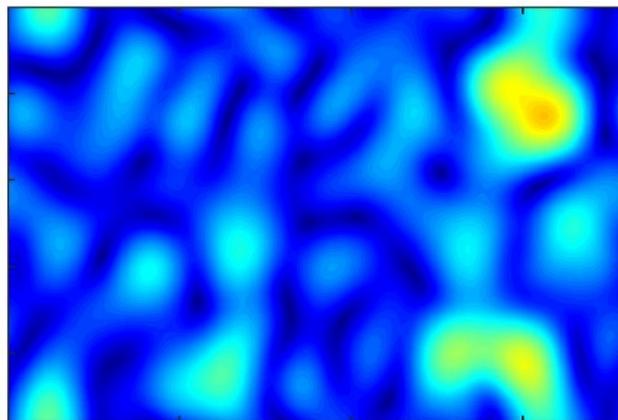
干渉縞画像



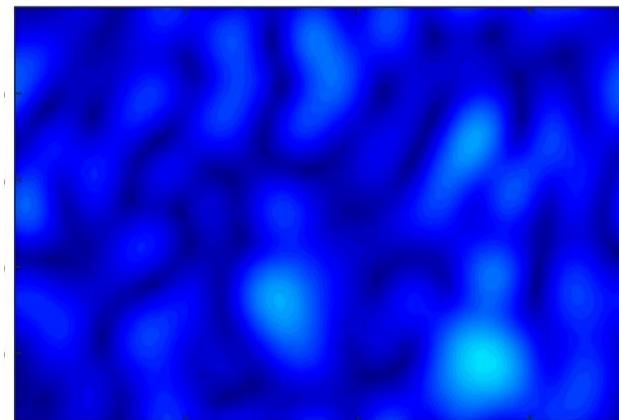
物体光の振幅分布

近赤外ホログラフによる生体組織内の水の状態検知

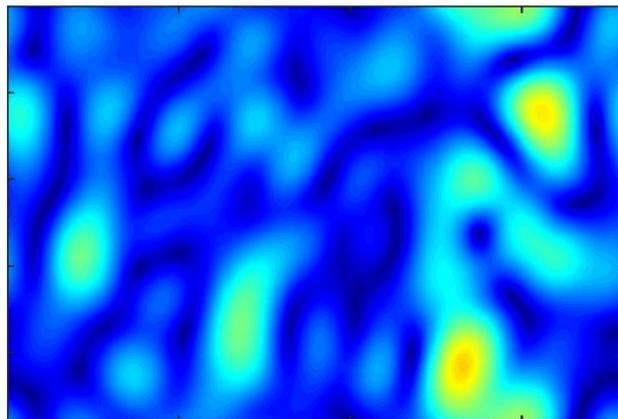
# 赤身肉の物体光の振幅分布



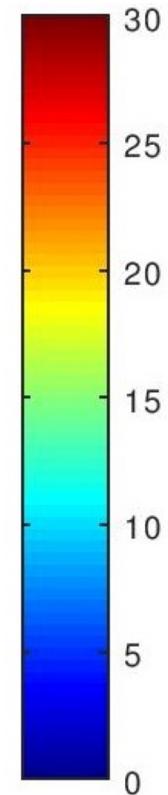
0s, -2.1°C



1760s, 4.1°C



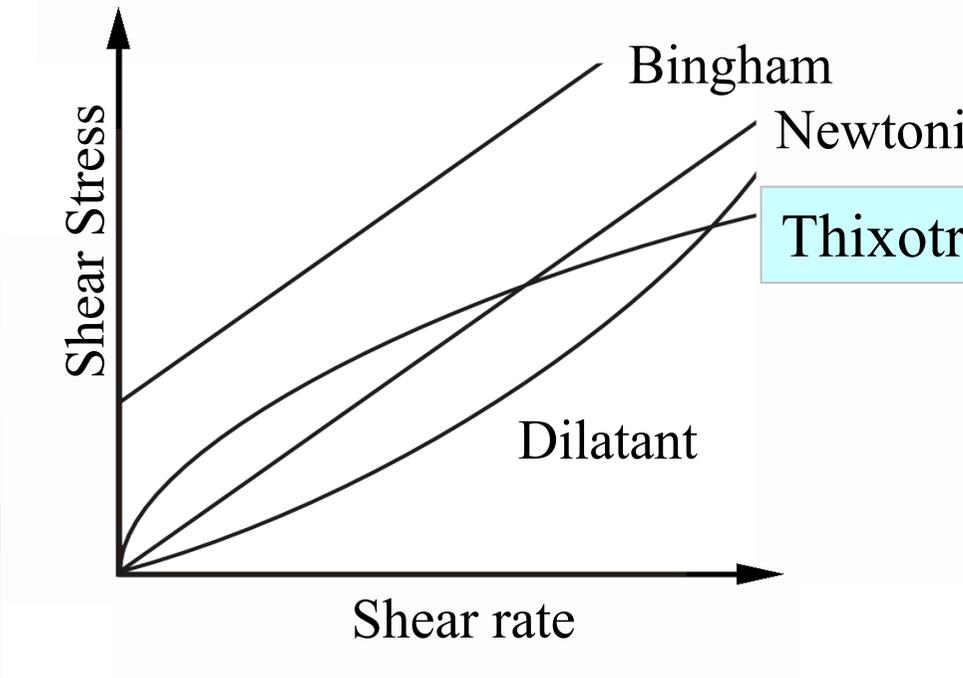
220s, -0.7°C



凍結状態  
氷と脂肪の区別が分かる

解凍状態  
全体として振幅が小さくなっている

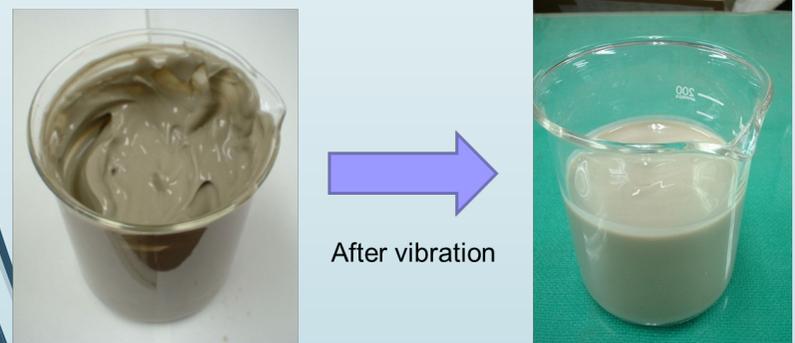
# 高分子水溶液の熱物性：非ニュートン流体の熱物性



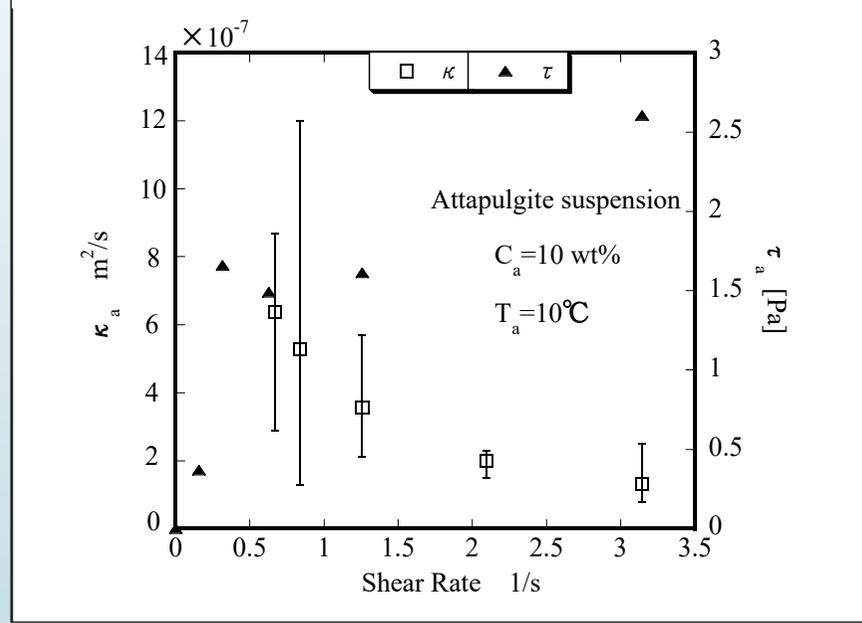
Paint, Ink, Cosmetics, etc.



Sample: Attapulgite  $[5MgO \cdot 8SiO_2 \cdot 9H_2O]$   
 C=20wt% : Paste condition      C=20wt% : Liquid condition



Thermal diffusivity in vibration motion

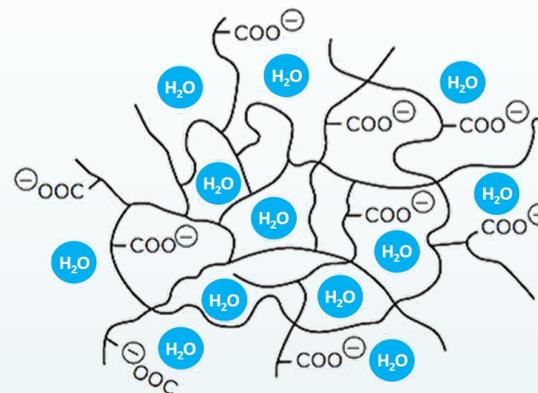


# 高分子水溶液の熱物性： 高吸水性高分子

吸水性高分子 例： ポリエチレングリコール, ポリアクリル酸ナトリウム

- 自重の数百倍から約千倍までの水を吸収

吸水性のメカニズムと熱物性への影響を解明する.



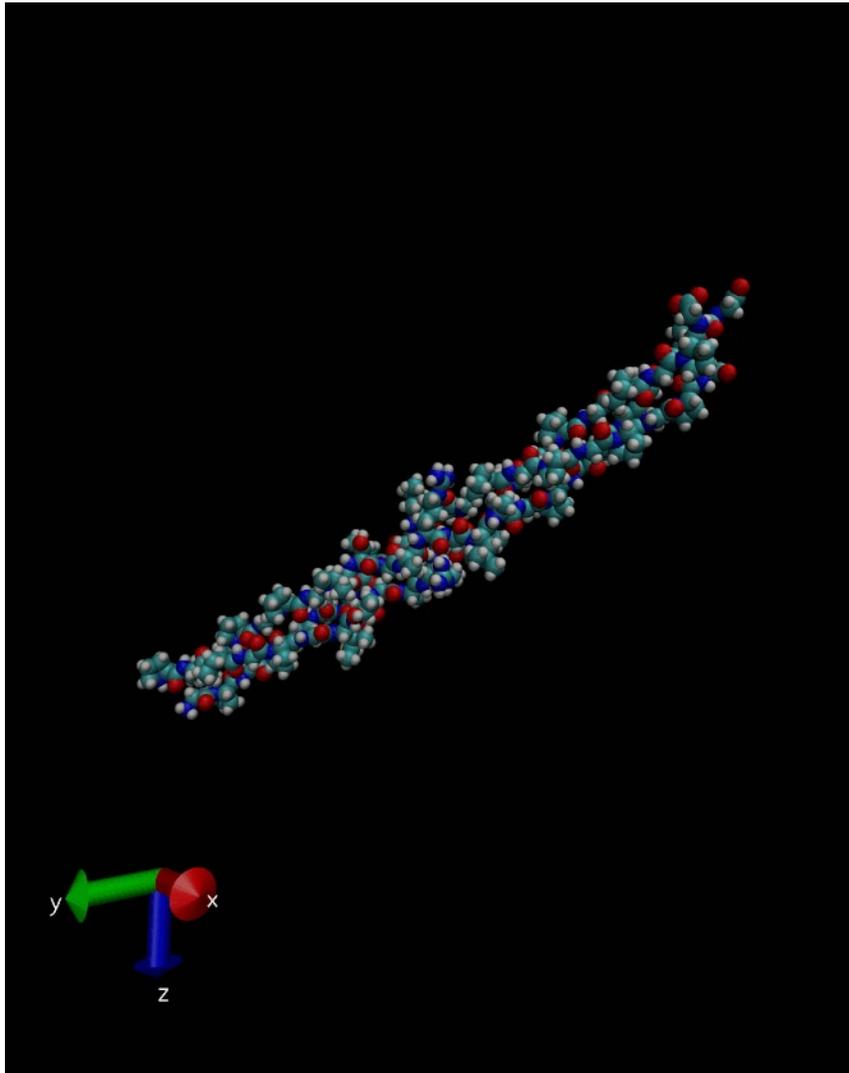
- 芳香・消臭剤, 園芸用品, 生理用品 (紙おむつなど), 保冷材等に応用されている



熱物性 (熱伝導率, 比熱, 相変化熱) は?

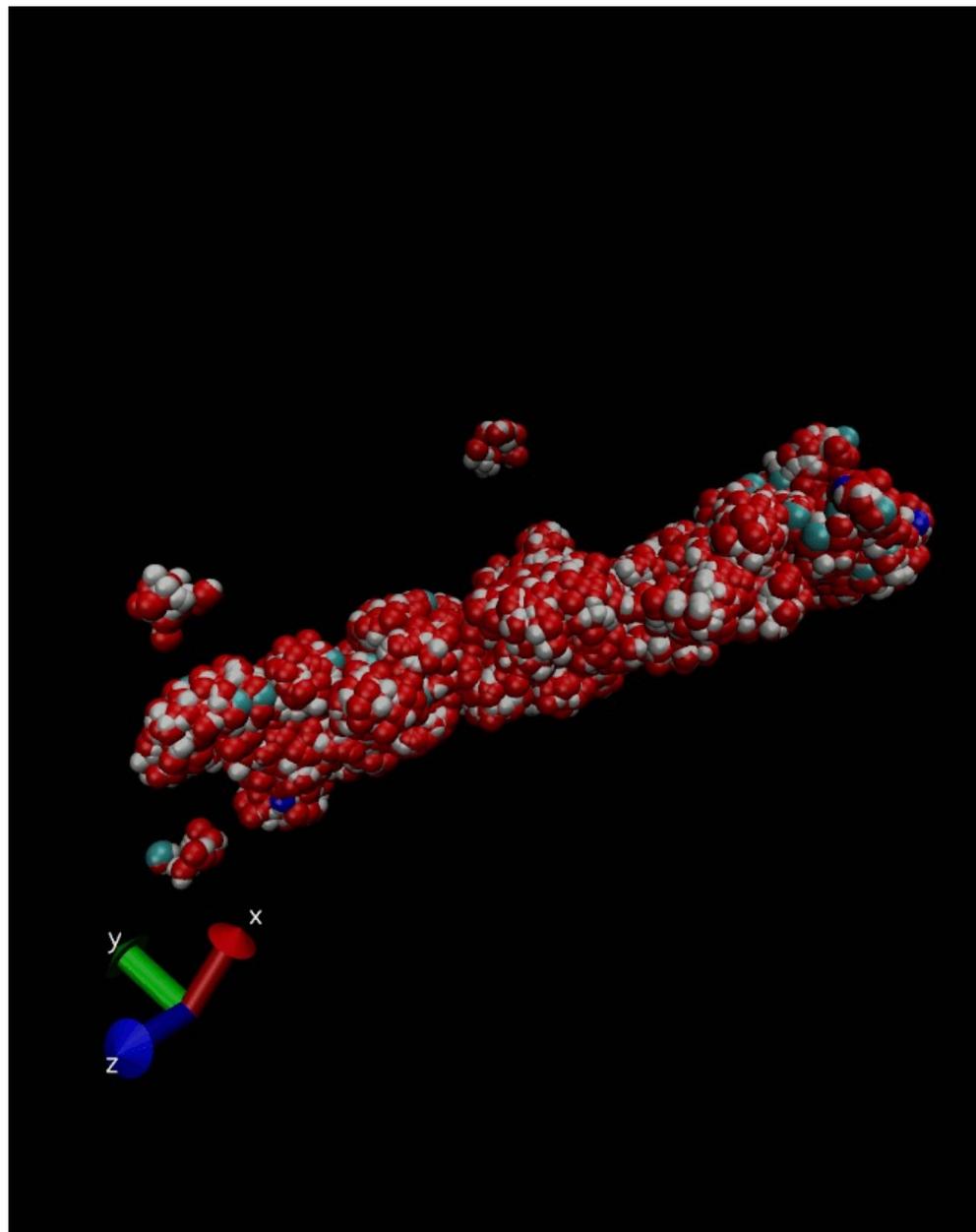
保冷材や蓄冷材として利用する際に必要となる熱物性などを調べる.

# 蛋白質の低温変性 に関するシミュレーション



Type I collagen  
(1BKV)

凍結によって水（氷）分子に捕獲されて構造が変化する



# 急速な融解によるコラーゲンの分解

