

研究課題 高精度な画像処理を使った氷結晶の熱拡散場の解析

研究代表者 横山悦郎（山口大学工学部助教授）

研究分担者 古川義純（低温科学研究所助教授）

大井正行（低温科学研究所研究支援推進員）

## 1. 研究目的

動植物の耐凍・耐寒戦略として注目されているメカニズムの一つとして、生体内における氷結晶成長の抑制促進効果がある。例えば極地の氷海に住む魚は、過冷却した状態にもかかわらず、凍結しないで生き延びることができる。この現象は、魚の体液中に極微量含まれる不凍(糖)タンパク質(AFGP あるいは AFP)が、氷と水の界面に吸着することで氷結晶の成長を抑制すると理解されている。しかし、不凍たんぱく質存在下での氷結晶界面における成長カインेटイクスの理解は未だ十分ではない。その解明の糸口として我々は、過冷却融液中で成長している氷結晶周囲の環境相を高精度に可視化することを試みた。

環境相は、Mach-Zehnder 干渉計を用いその場観察される。得られる干渉縞パターンの変化は、成長試料セル内の温度の変化によって生じる屈折率分布を反映している。この干渉縞画像から位相情報を取り出すことにより、結晶周囲の温度分布を求めることが出来る。今回の干渉縞画像解析には、我々が新たに提案する WFT (Windowed Fourier Transform) 法を用いた。

## 2. 研究内容

WFT法のアルゴリズムは以下のとおりである。まず画像1ライン全体において、ある特定の位置で開口した窓関数を使って、実空間上での信号の切り取りを行う。次に、切り取った信号に対してフーリエ変換し、位置ごとに波数の推定を行う。更に、波数の位置に関する積分を行い位相分布を求める。この手法は結晶界面近傍の解析に有効である。今年度、重水に AFGP を添加した場合と、添加しない場合に対して、自由成長している氷結晶周囲の熱拡散場の可視化をそれぞれ行った。純水ではなく重水を使用するのは、融点付近で屈折率の温度依存性が、大きいからである。

## 3. 研究成果

AFGP を添加しなかった場合の例を干渉縞画像 (図 1 (a))、WFT法を用いて解析した画像 (図 1(b)) に示す。過冷却度は 2.0 K である。AFGP を添加した場合の例を干渉縞画像 (図 2 (a))、WFT法を用いて解析した画像 (図 2 (b)) に

示す。過冷却度は 1.2 K である。



図 1 (a) 干渉縞画像

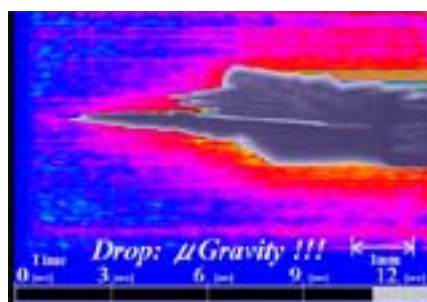


図 1(b) 解析画像



図 2 (a) 干渉縞画像

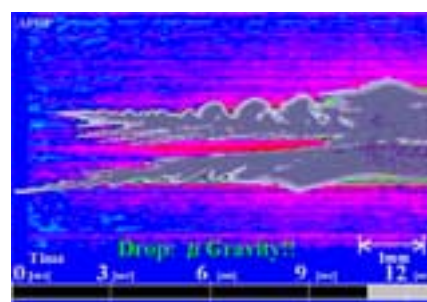


図 2 (b) 解析画像

#### 4. 今後の課題

成長する氷結晶周囲の熱拡散場が、WFT法を用いることによって可視化できた。AFGPが氷の成長に及ぼす定量的影響は現在解析中である。