

# Ice Crystal: 古川義純

## 1. 実験目的(サイエンス目標、仮説など)

対流のない微小重力下において界面異方性の強い氷結晶を成長させ、形態観察および結晶周囲の温度分布計測を行うことにより、結晶の形態形成メカニズムを解明する。(理論モデルの検証)。

本実験では、異方性の強い結晶として氷を選択し、結晶が持つ本質的な特徴を顕在化することの出来る静的な場である微小重力環境下で氷結晶を成長させ、結晶形態観察および結晶周辺温度分布計測を行った。

特に、平滑界面を持つ円盤状結晶の形態に不安定性が発現し、樹枝状結晶成長に至るまでの形態変化、および、各結晶軸に関する結晶成長速度の過冷却度依存性に着目した。

## 2. 実験結果速報(“きぼう”実験で判明した科学的発見)

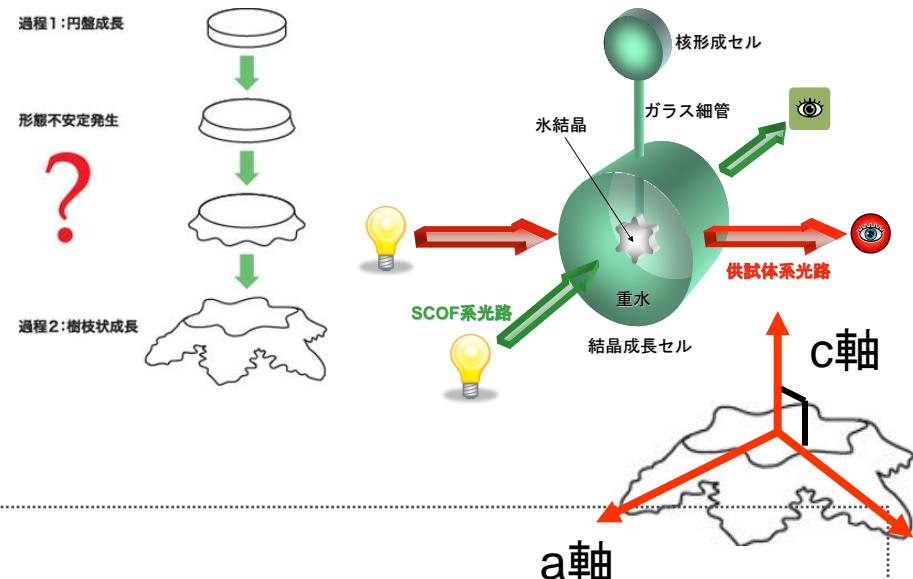
### (1) a軸,c軸の成長速度をはじめて同時計測するとともに、過冷却度依存性を明らかにした。

氷の底面の成長速度(c軸方向の速度)には臨界過冷却度が存在し、それが約0.1Kであることが確認された。臨界過冷却度以下では氷底面は成長せず、臨界過冷却度以上では成長速度は過冷却度の2乗に比例することが明らかになった。一方、樹枝先端の成長速度(a軸方向の速度)は、0.2K以上で過冷却度の2.5乗に比例することが明らかとなった。

異方性の小さい等方的な材料とは異なり、氷のように、異方性の大きい材料については、これまで微小重力環境下でのデータがなかった。今回の実験成果により、過去のデータともあわせて、結晶異方性に関わらず、日常生活の中で種々の製品に使われている結晶の品質や育成法、強度を検討するための基礎データが取得されたことになる。

### (2) 結晶の対称性は地上と比較して著しく改善された。超低過冷却度での(平衡状態に近い)結晶の側面は、片刃やc軸に平行な面ではなく、丸みを帯びた形状であることが初めて実証できた。

地上実験では重力の影響で対称性のよい結晶が観察されなかつたが、微小重力では対称性が著しく改善し、理論の検証に十分な精度のデータが得られた。また、理論では、円盤結晶の側面は橢円状に膨らんだ形であることが予想されていたが、地上実験でこれが観察された例はなく、片方の面が卓越する例(片刃)しか観察されていない。今回の微小重力実験で、理論をサポートする結果が初めて得られ、理論の詳細化/普遍化に寄与すると考えられる。



# Ice Crystal: 古川義純

## 3. 今後の展開、展望

現在までの主な成果として、氷結晶の成長速度の過冷却度依存性を明らかにした。氷のような異方性の高い結晶については、これまで微小重力下でのデータがなかったが、サクシノニトリルなど異方性の低い結晶のデータと今回のデータを合わせて、結晶成長の駆動力と成長速度、結晶形態の関係を正しく理解することは、日常用いるさまざまな製品に使われる結晶の品質や育成法の検討のための基礎データとなる。

対流のない微小重力環境で繰り返し実験したこと、信頼性のある実験データを取得できたことから、今後はデンドライトの一次枝/二次枝に関する先端曲率半径と枝間隔の解析を実施する予定である。このような実験データは今まで取得されていないため、本実験結果により、曲率半径や枝間隔の周期的な揺らぎに関する理論を初めて検証する計画である。

また、特殊なタンパク質分子は、結晶の成長のしかたを大幅に変化させ、成長速度の自発的な振動を引き起こす。このタンパク質の効果を調べるための新しい宇宙実験を行い、今回の実験とあわせて、巨大分子の関与した新しい結晶成長のしくみを明らかにすることを目指している。

## 4. 補足情報

(1) 実験実施時期: 2008年12月～2009年2月

(2) 過去シャトル等での実験の関連: なし

(3) これまでの論文発表等:

【査読論文】

Growth of ice disk: Dependence of critical thickness for ice disk instability on supercooling of water, E. Yokoyama, R.F. Sekerka and Y. Furukawa, J. Phys. Chem., 2009, 113 (14), pp 4733–4738 (理論モデル)

これ以外で3報準備中。

【解説、査読なし論文】 2009年度に6報

【学会発表等】2009年度に10件(特別・招待講演7件(国際会議2件含む))、2010年度に3件(招待講演2件(国際会議1件含む))