

## 氷の結晶成長における幾何学的選別

(明大理工) ○田中 啓太郎・長島 和茂

Geometric selection of ice crystals growth (*School of Science and Engineering, Meiji University*) ○Keitaro tanaka, Kazusige Nagashima

As multi-crystals grow in random directions, the crystals growing in the same direction as the bulk growth direction survives. It is called geometric selection. The numerical simulation of centripetal solidification was carried out by Uegata (2020). Our purpose is to experimentally reproduce geometric selection in Uegata's simulation to gain deeper understanding of competitive growth. In this experiment, needle-like growth of ice crystals was mainly observed. Those are thin dendrites whose c-axes are oriented to a horizontal direction. The results showed not only some crystals stop growing prevented by others, but some crystals intersect due to the deference in vertical positions. The initial number of crystals is only about 100, and it is not enough large to treat in theory. Paying attention to the above, we analyzed the images of crystals and obtained the relation between the length of crystals vs the angle  $\theta$  ( $\theta=0$  is the direction to the center of the cell). Some plots show the tendency of geometric selection but not others. Although the crystals have small  $\theta$  (or large  $\theta$ ), the length was short (or long). It was found that it is because of experimental factors, time lag to start growing and difference of growth rates.

**Keywords :** *Crystal growth, ice crystals, competitive growth, Geometric Selection*

幾何学的選別とは、ランダムな方位へと複数の結晶が成長するときに、隣接する結晶の成長方向のなす角度の違いにより、バルク成長方向へと向かう結晶が勝ち残るといふ選別であり、この繰り返しの結果により結晶数は減りつつ、方位は揃って行く。上形(2020)は円形セルの外周から内部への向心成長過程の数値シミュレーションを行った。本研究の目的は、上形にならない円形セルを用い、過冷却水中での氷結晶の向心成長を実際に実験的に再現して幾何学的選別の観点から解析をすることにある。まず結果として(図)、結晶は主として針状成長した。これは薄い樹枝状結晶が縦になったものである。実験セルの外周(スパーサーと円板の隙間)の薄い水膜中で結晶化熱の排除の有利さのため針状が有利に成長したと考える(観察できない隙間での現象)。針状成長する結晶同士が、幾何学的選別らしき勝ち負けを示すものもあるが、結晶同士が交差してしまうケースもあった。また、初期の結晶数はせいぜい100個以内であり、これは上形の数値計算での少ない結晶数のケースでありシャープな傾向は見えづらい。画像から各結晶の成長距離と角度(中心方向を $0^\circ$ )の関係を解析した。解析結果は角度が小さいほど結晶は長く伸びたという傾向に合うものもあれば、大きく外れたものもあった。つまり、角度的に有利だが成長距離が短いケースや角度的に不利だが成長距離が長いケースである。これらの結晶は、核形成の時間差や、密集して核形成した場合に遅い成長速度であったという実際の実験が理想モデルと異なることが原因であった。さらには、結晶の長さだけでなく、どれだけ中心へ近づけたかや生存確率の観点からも解析を行った。詳細は講演で述べる。



図 円形セル内での針状成長(内径49mm)