

中谷宇吉郎 雪の科学館 通信特別号

写真展図録
1998(平成10). 7. 16

NAKAYA UKICHIRO
MUSEUM OF
SNOW AND ICE

発行/中谷宇吉郎 雪の科学館
〒922-0411 石川県加賀市潮津町イ106番地
TEL 07617-5-3323 FAX 07617-5-8088

写真展/結晶の世界(7月16日~9月8日)

結晶は、原子やイオンが規則的に並んでできたものです。(規則的でなくばらばらに並んだものはアモルファスといい、ガラスはその一例です。)

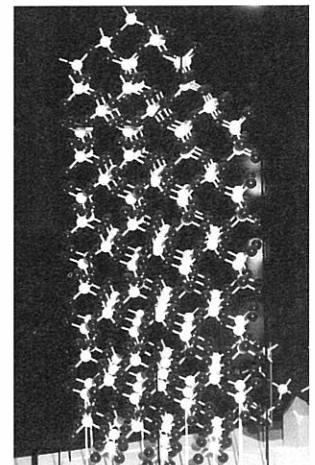
結晶には、水晶のようにいくつかの平面で囲まれたもの(多面体)、木の枝を伸ばしたようなもの(樹枝状)、ひげのように曲がったものなど、さまざまな形があります。

顕微鏡で結晶を観察すると、渦をまきながら成長したり、三角形のあばたができたり、不思議な動きを見ることがあります。その変化は、あたかも生き物のようであり、「結晶は生きている」という思いに打たれることがあります。

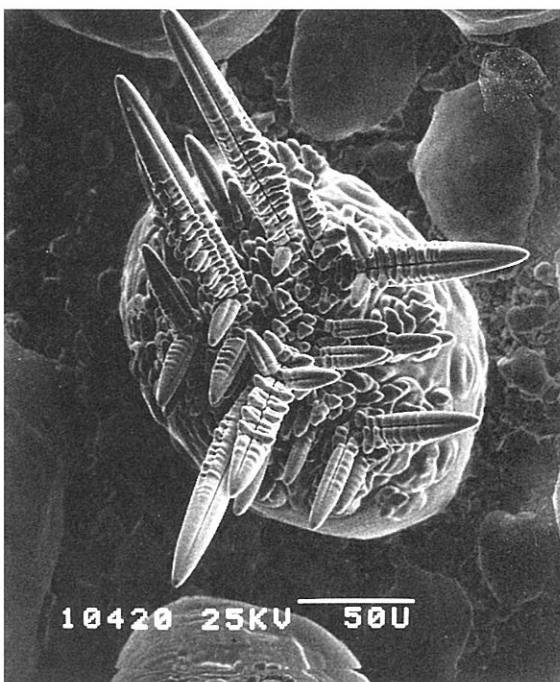
自然界では、結晶が成長する間に何らかの条件の変化が起こり、完全な結晶は存在しません。逆に、結晶はそれが成長する間の条件の変化を記録していると考えられることもできます。

今回は、中谷宇吉郎が取り組んだ雪と氷の世界から結晶一般に視野を広げ、美しく、不思議な写真、意外な面を表す写真、結晶成長の理解に役立つと思われる写真などを集めてみました。これらが、改めて雪と氷の結晶を考えるヒントにもなるのではないかと、思いつつ・・・。

又、写真の他に、10年育てたというミョーバン結晶や、人工ダイヤモンドなど、実物も少し展示しました。関連する企画もありますので、これらへのご参加も、お待ちしております。



石英(SiO₂)の結晶構造の模型
白丸はシリコンSiの原子、赤丸は酸素Oの原子。(撮影:砂川一郎)



展示解説と実験・観察

7月25・26日、8月1・9日 13:30~

実験教室「人工雪とダイヤモンドダスト」

8月7日 13:30~(要申込)

講師:平松和彦(旭川西高校教諭)

下記の方々のご協力を得ました。記して感謝申し上げます。

監修・資料提供

砂川一郎(山梨県立宝石美術専門学校校長、東北大学名誉教授)

資料提供

中里竜治、山田芳子、吉田覚、齊藤義範、丹地敏明、六車二郎

東京理科大学/岸清、無機材質研究所/神田久生

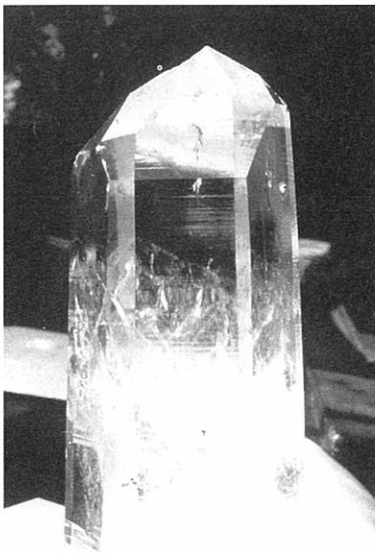
元地質調査所/正井義郎、物質工学工業技術研究所/小沼一雄

たばこと塩の博物館、名古屋市科学館、(株)住友電工

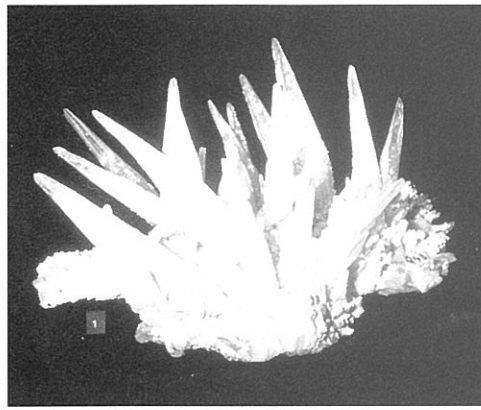
5. 銅の樹枝状結晶①

化学反応で気相から成長した銅Cuの樹枝状結晶。樹枝状結晶の先端部は放物曲面で、その曲面上に凹凸が生まれ、それが発達して枝になる様子がわかる。(撮影:岸清)

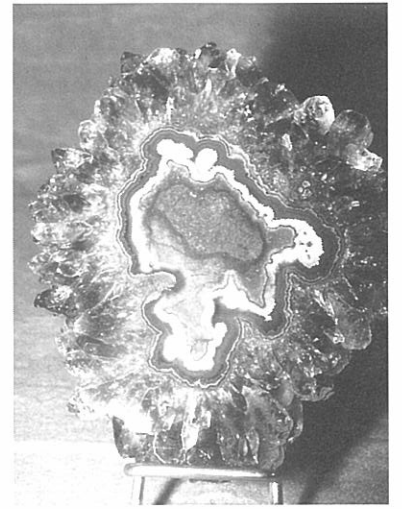
写真下部の線の長さは50ミクロン(μ, 1ミクロンは1,000分の1ミリ)



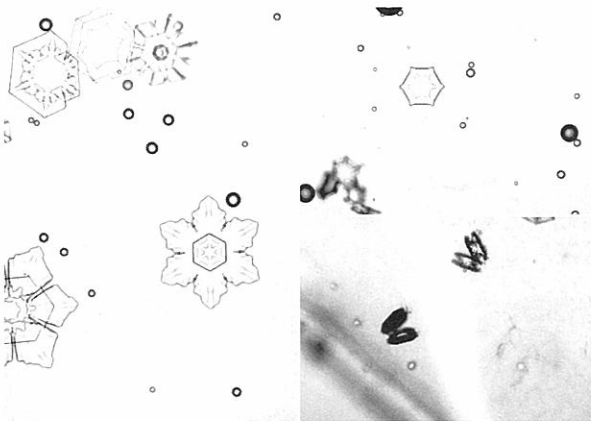
[1]



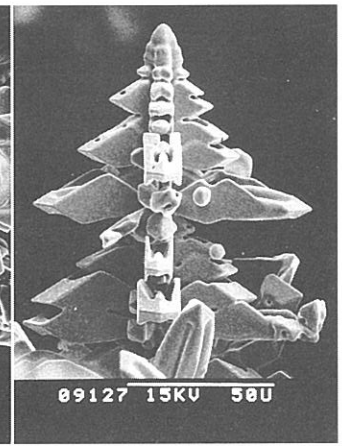
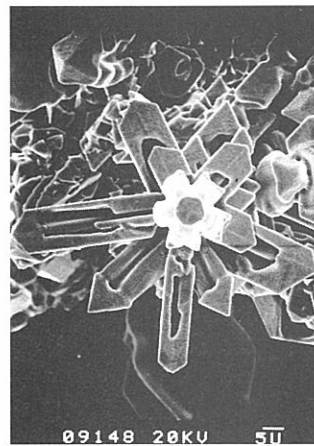
[2]



[3]



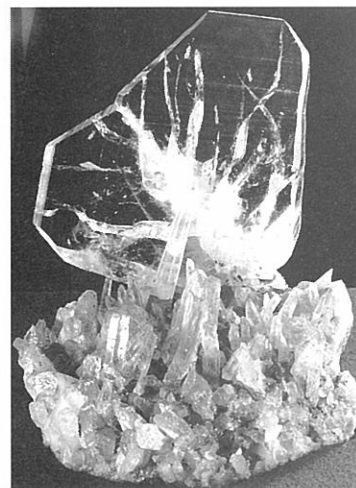
[4]



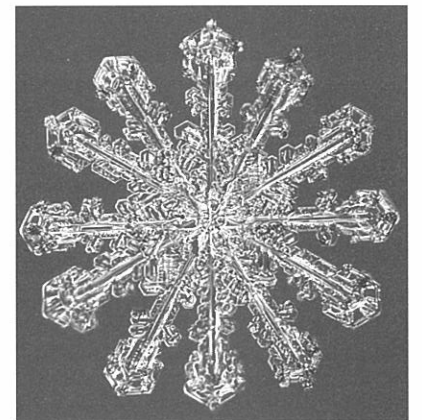
[6]



[7]



[8]



[9]

1. 水晶の結晶

石英 (SiO_2) の結晶が大きく成長すると、よくみなれた六角柱状の透明な水晶になる。柱の頂部には三角形の面が六つあらわれる。この形は結晶構造を反映している。(撮影：砂川一郎)

2. 先細りした水晶

しかし、成長のしかたによって先細りした形を示すものも多い。(撮影：砂川一郎)

3. 紫水晶とめのう

紫水晶 (アメシスト) (外側) も、めのう (中心部) も、ともに石英からできた結晶である。めのうをつくる石英の結晶は小さく、顕微鏡的なサイズ。(撮影：砂川一郎)

4. 樹枝状結晶に成長する前の氷晶。その2枚構成

結晶には樹枝状や骸晶状のものもあり、条件によって形は様々になる。雪が樹枝状結晶に成長する前の氷晶はふつう六角板 (右上) だが、その上面と下面が発達し、中心部は細いままである (右下)。さらに成長すると、上と下の面の発達に差が生じる (左)。

6. 銅の樹枝状結晶②

右写真は横から、左写真は上からみた銅Cuの樹枝状結晶。これは、写真5よりもっと成長が進んだもので、端面は平らな面になっている。(撮影：岸清)

7. フラクタルパターン

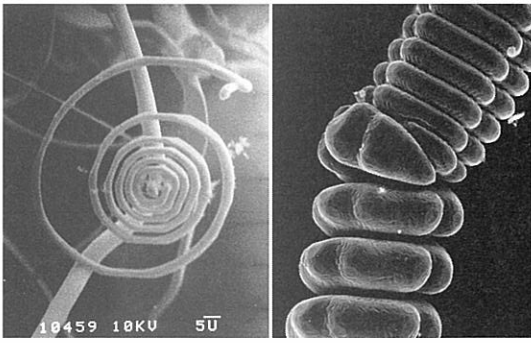
堆積岩の層界面にできた水酸化マンガン (MnOH) の結晶。しのぶ石という俗名がつけられている。枝の形はフラクタル (自己相似形) のパターンを示している。(撮影：砂川一郎)

8. 水晶の双晶 (日本式双晶)

平板状になっているところは2つの結晶が一定の結晶学的関係で接合した双晶である。一緒にできた単結晶 (下部) とは、大きさも形も大巾に違う。これは双晶の性質による。(撮影：正井義郎)

9. 「十二花」の雪結晶

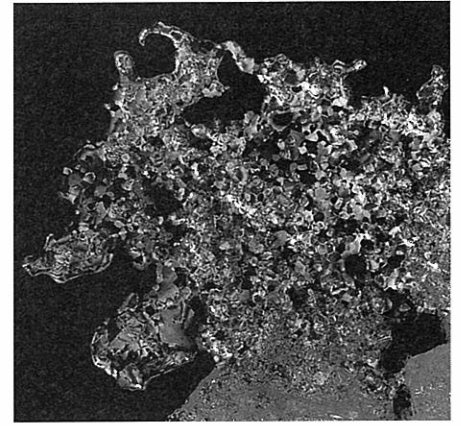
六花の雪の結晶が2つ合わさったものが十二花であり、3つだと十八花である。最近、二十四花も見つかっている。十二花は、はじめから2つの結晶が接合した双晶だと考えられている。(撮影：吉田六郎)



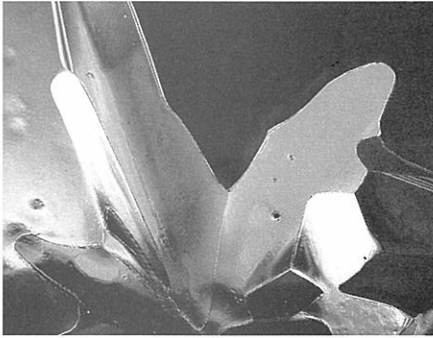
[10]



[11]



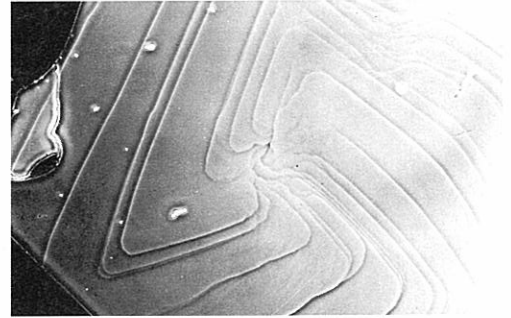
[12]



[13]



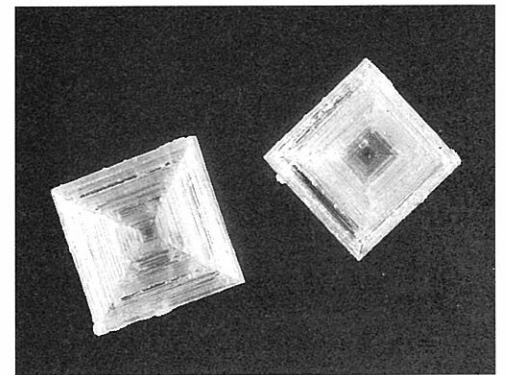
[14]



[15]



[16]



[17]

10. 銅のひげ結晶

結晶には、直線状のものばかりでなく、このような曲線を描くものがある。化学反応で気相から成長した銅Cuの結晶で、ヘリカル（右）と蚊取線香様（左）の形。（撮影：岸清）

11. シモバシラ 氷のひげ結晶

シソ科の植物シモバシラは、冬の寒い朝方などに、茎からしみ出した水分が凍り、美しく不思議な造形を作る。これも一種のひげ結晶と考えられる。高尾山周辺で撮影。（撮影：斉藤義範）

12. 偏光板を通して見た氷①

透明な結晶を2枚の偏光板ではさむと、結晶ごとに違った色がついて見える。結晶の方位が違うからである。この写真は、冬の川辺でふりかかった水滴が凍ってできたしぶき氷。1粒ごとに違った結晶で、それが集まった多結晶氷である。（撮影：丹地敏明）

13. 偏光板を通して見た氷②

水たまりの表面にはった氷。これも多結晶であるが、一つ一つの結晶がかなり大きく発達している。（撮影：丹地敏明）

14. うずまき成長（円形）

炭化珪素（SiC）の結晶は、ラセン転位(*)のつくる階段を利用してうずまき成長する。1段の高さは1ナノメートル（nm, 10^{-9} m）以下で、特別の顕微鏡をつかうと平らな結晶面に渦巻模様が見える。ステップ(**)の間隔は数ミクロン（ μ , 10^{-6} m）。1万~10万メートルの真平らな平原を歩いて1メートルの崖にであうという起伏である。

(*)ラセン転位=結晶格子の線状のくい違い。格子面がらせん階段状につながっている。

(**)ステップ=うずまき成長層の階段

(撮影：砂川一郎)

15 ラセン転位からできた複合うずまき

天然の赤鉄鉱（ Fe_2O_3 ）。ラセン転位が集中したところからうずまき成長すると、写真のような複合渦巻ができる。これは、位相差顕微鏡写真で、ステップの高い側が明るい。これをつかって高い側へと追いかけてゆくと、やがてもともにもどる。一番低いところが一番高いところだ。まるで、エッシャーの階段である。これはラセン転位の構造による。

(撮影：砂川一郎)

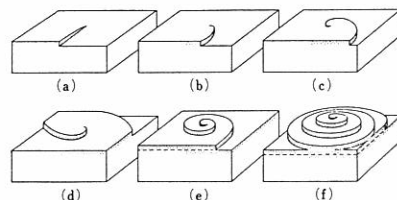
16 成長丘

合成エメラルドの結晶面上の成長丘。ステップ間隔が密になると、このような丘の形にみえる。微分干渉顕微鏡写真。（撮影：砂川一郎）

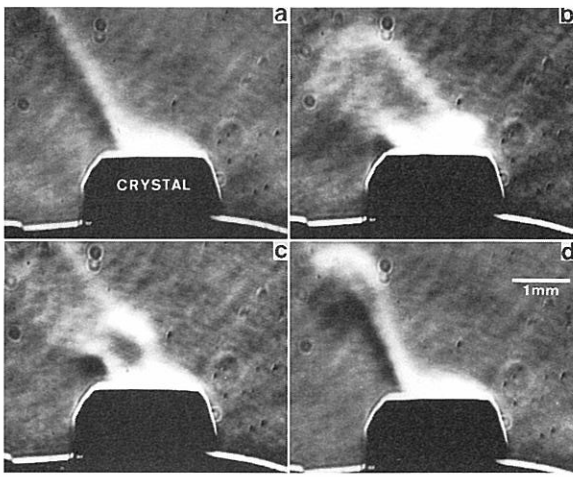
17 塩のトレミー（逆ピラミッド形）

塩NaClの結晶は六面体の中央が凹んだすり鉢階段のような面で囲まれていることが多く、このような結晶を骸晶という。この写真は、塩の飽和溶液の表面に浮いた結晶が、自重で少しずつ沈みこみながら成長し、トレミーという逆ピラミッド形になったもの。

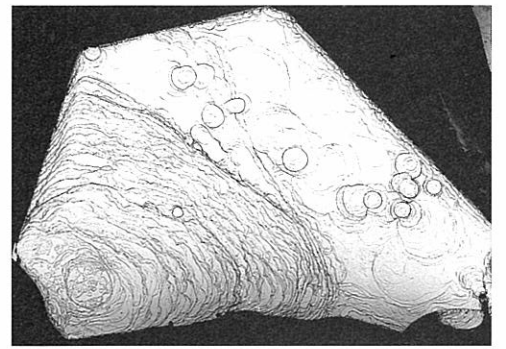
(たばこと塩の博物館提供)



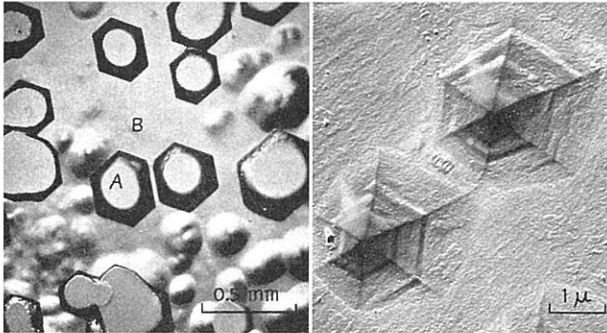
うずまき成長のプロセス



[18]



[19]



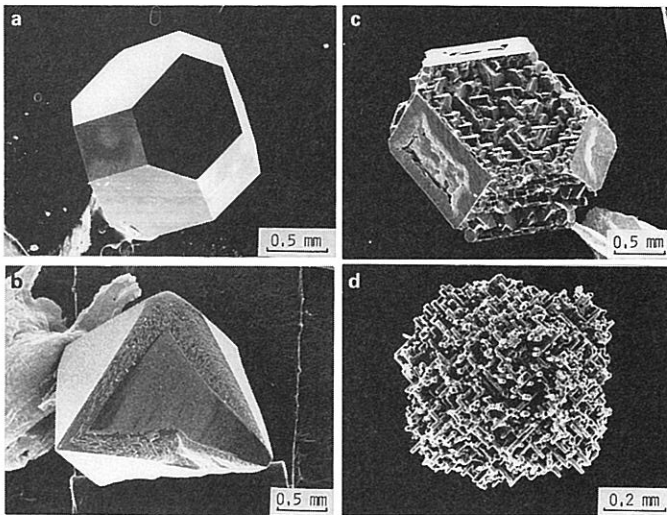
[20]



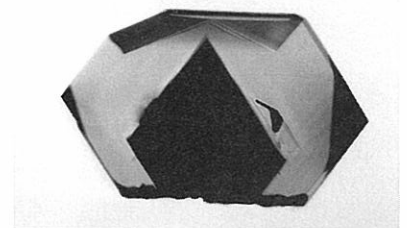
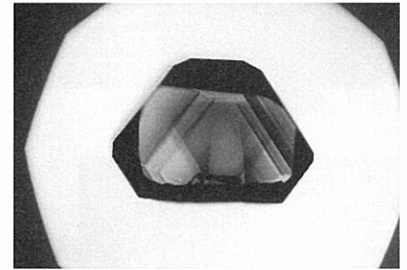
[21]



[22]



[23]



[24]

18. 成長中の結晶のまわりに生まれる浮力による対流

溶液は溶質+溶媒でできている。溶質が結晶にとりこまれると、成長中の結晶のまわりに溶媒がはきだされて、その密度が小さくなり、浮力による対流が発生する。対流の様相は、過飽和度が違い、過飽和度が高くなると、上の面から垂直に湧きあがるようになる。シュリーレン写真。(撮影：小沼一雄)

19. 二次元的にすすんだ溶解作用

成長とは逆の溶解作用も二次元的に進む。ステップが三角波模様を示すこと、円形の凹みがたくさんあることが、溶解を受けた証拠である。アソレス島産赤鉄鉱。(撮影：砂川一郎)

20. チンドル像(氷の内部融解像)

氷に光をあてると、氷の内部が融けてできる水の範囲が雪の結晶とよく似た六角形の花弁状や樹枝状になる。この呼び名は、初めてこれを記録した科学者名に由来する。この写真は桜と組み合わせた合成写真。(ホシザキ電機のカレンダーより)

21. 氷のエッチピット

エッチング(腐食)によってできるピット(穴)という意味で、日本語では腐食孔という。固体の表面にある点状の格子欠陥や転位の露出点で優先的にエッチングがすすむと、平底型や尖底型のピットができる。(六車二郎の論文の写真)

22. ダイヤモンドのエッチピット

天然のダイヤモンドは、地下深部から地表まで運びあげられる過程で、ダイヤモンドにとって安定でない条件にさらされてエッチングを受け、このような三角形の凹み(トライゴン)ができる。(撮影：砂川一郎)

23. 合成ダイヤモンド 反応系に含まれる水の含有量の違いによる形の差
ダイヤモンドの結晶の形も、できたときの条件によって様々に変化する。これは水H₂Oの存在下で、合成ダイヤモンドの結晶の形や表面の状態がどう変わるかを調べた実験結果。a→dの順にH₂Oの含有量が高い。H₂OはMg(OH)₂を反応系に加えて発生させた。(撮影：神田久生)

24. 合成ダイヤモンドの成長縞

高温高圧(1500℃、6万気圧)で合成したダイヤモンド結晶の断面。底辺の中央から成長が始まり、上向きに成長するが、成長条件の変動で、年輪のような線が生じる。通常は窒素が不純物として含まれるため黄色を呈し、ニッケルを含むと緑色、ホウ素を含むと青色を呈する。下の写真は、初期に高温で成長させ、途中で温度を下げたときのもの。

(撮影：神田久生)