

車載方式による雪結晶の顕微鏡写真撮影

Taking a photomicrograph of a snow crystal by the instrument set in the car

油川英明 (NPO 法人 雪氷ネットワーク)

Hideaki ABURAKAWA

1. はじめに

雪結晶の顕微鏡による観察や写真撮影は、一般には、野外において雪洞をつくり、そのなかにおいて行われる。これは、1950 年代、中谷による大雪山系旭岳山麓における雪結晶観察の方法が今日まで踏襲されているもののようになされる^{1)~5)}。

雪洞の中は、降雪や風を受けることがなく、また、周囲の湿度が雪の飽和近傍に保たれて結晶の蒸発が抑えられ、さらに、塵や埃が余り浮遊しないことから、雪結晶の顕微鏡写真撮影には最も適しているといえる。しかし、このような雪洞をつくるためには適切な場所の選定や相応の人的・機械的な作業など、事前に計画が必要となることから、雪洞による雪結晶の顕微鏡写真撮影は場所や日時に任意性を求めることが困難になる。

このようなことから、顕微鏡装置一式を自動車に搭載し、場所や日時を選ぶことなく、雪結晶の撮影条件が満たされたときにはいつでも行動できるように、今回、その簡便な方法を試みた。この方式は、雪洞のような水蒸気の飽和度は保てないが、降雪時は野外でも高い湿度の状態にあるので、山麓や平地、あるいは道路脇など、自動車が駐車できる所ならどこでも雪結晶の観察・写真撮影が可能となり、単に結晶の写真撮影に利便があるだけでなく、雪結晶の地域的な比較などを行うことができる。そしてこの方式はまた、観察機器の移動や設置が比較的容易であることから、種々の教育現場や講習の場における学習の手段としても利活用が可能であると考えられる。

2. 車載の顕微鏡写真撮影装置について

図-1 は、自家用自動車のなかに雪結晶の顕微鏡写真撮影装置を設置し、撮影の準備が完了した状態を示したものである。顕微鏡を載せている台座は適当な大きさのものを別途作製したもので、脚の部分は若干の伸縮ができ、台座の水平が得られるように調節ができる。すなわち、顕微鏡の載物台が水平に保たれ、被写体の雪結晶が撮影時に視野を移動しないようにするためである。このような方式では、顕微鏡撮影を行う場合には、自動車はできるだけ水平な場所に駐車することが求められる。

ところで、この撮影装置は、顕微鏡の照明用光源 (LED の白色光) やデジタルカメラの電源はいずれも 100 ボルトの交流であることから、交流電源の蓄電池を用いてお



図-1 車載された雪結晶の顕微鏡写真撮影装置。

り、図の台座の右端に見られる通りである。

ここで、顕微鏡の上端に取り付けられている撮影用のデジタルカメラは、氷点下での電源の入・切が故障の原因となることから、蓄電池の容量が低下しても簡単にそれを交換することはできない。それで、二個の蓄電池を用意し、一方の蓄電池の容量が規定以下に低下したときには瞬間的に他の蓄電池へと電源を切り替えられるように、コンセントとスイッチを組み合わせた切替器を取り付けた。その蓄電池と切替器を図-2に示す。なお、この蓄電池の容量は200Whで、本装置を連続で10時間ほど稼働させることができることから、二個の蓄電池があれば一定時間の顕微鏡写真撮影が可能である。

次に、雪結晶の顕微鏡写真撮影であるが、これは偏光板等をフィルターとして用いた油川ら⁶⁾による撮影法に若干の工夫を施したものである。その概略を図-3に示す。

この図に示されたように、照明用の凹面鏡の上には顕微鏡の視野が丁度覆われるような大きさの偏光板を水平に取り付け、そして、もう一枚の偏光板を対物レンズの上方に、はじめの偏光板と方位が直交するように挿入されている。さらに、対物レンズ側に鋭敏色検板が、また顕微鏡の載物台の下にはプラスチック板(PET樹脂)が入れている。

この状態で顕微鏡の光源にスイッチを入れ、雪結晶をスライドガラスに載せて顕微鏡を覗くと、結晶は偏光板を通過しない斜めの白色光により白く照らされ、背景はプラスチック板の回転に応じた干渉色となる。

これに加えて今回は、図の黄色い矢印で示されたような水平方向からの照明光が適度に調整されて試料に照射されることにより、雪結晶の透明な部分や結晶の縁が強調されて撮影されることになる。なお、試料への水平方向からの照射(撮影方向とは垂直の方向)は、ガラス容器などの透明な物体を撮影するときに用いられる一般的な方法でもある。

3. 本装置による雪結晶の顕微鏡写真

このようにして撮影された雪結晶の顕微鏡写真の例を以下に示す。図-4は、同一の雪結晶について、図-3のプラスチック板を回転させて背景の干渉色を種々変えて撮影したものである。背景色はこの干渉色を連続的に変えることができるので、顕微鏡を覗きながら適当な色に選定ができる。また、この図の右下の写真は、図-3において鋭敏色検板を外して撮影したもので、視野は、偏光板がクロスニコルであることから光が透過しない状



図-2 二個の蓄電池と切替器。



図-3 雪結晶の顕微鏡写真撮影装置。偏光板二枚は直交。

態となり、雪結晶だけが白く写し出され、いわゆる暗視野撮影となっている。

次に、本装置により撮影された顕微鏡写真のなかから、典型的な雪結晶を図－５に示す。雪結晶の顕微鏡写真撮影において、その背景の色彩は、これまでの色フィルターによるよりも、今回の装置のような干渉色によるものの方が鮮やかなようである。

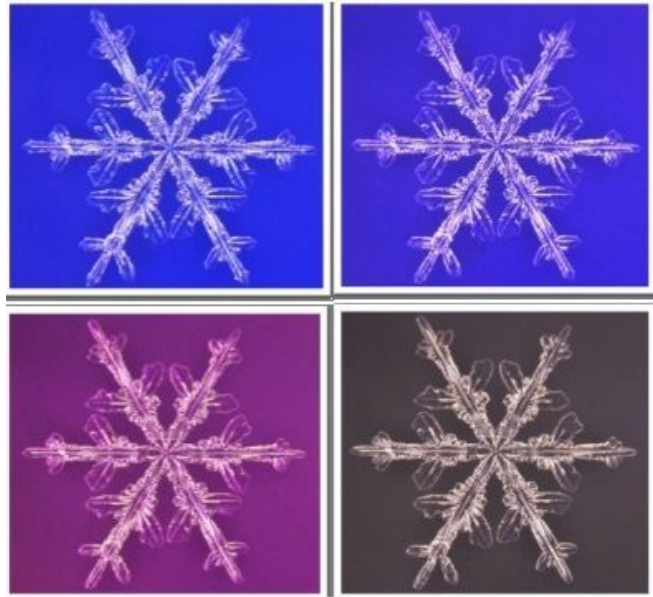
４．特異な形の雪結晶について

雪結晶は、六方対称の形が一般的であるが、実際には、そのような対称性の完璧なものは、油川ら⁷⁾によれば見いだされていない。今回撮影された顕微鏡写真のなかから、その形が特異であると見なされる雪結晶を図－６に示す。

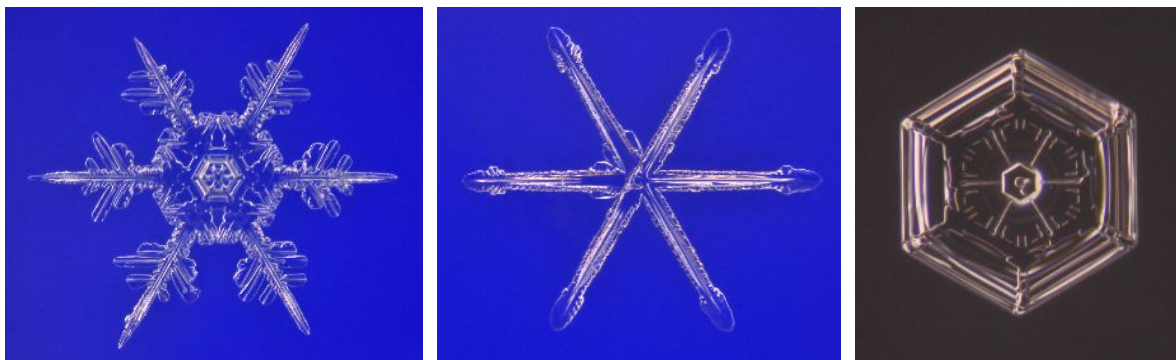
この結晶は、図に示した白線を境として左右が対称の形になっている。すなわち、この結晶は線対称ということで、およそ六方対称には属さないものである。また、枝の長さも、上側の方が短く、下側に向かうに従って長くなっている。各々の主枝の側枝は、上、中、下段ごとで異なっているが、主枝の先端は角板状で共通している。

このような形態の結晶について、これまでの写真集や図版から引用したものが図－７である。図－７の左は、中谷⁸⁾により「二重構造を有した広幅六花」として示され、それ以上の言及はなされていない。この結晶の形態は、左上から右下へ直線を引いたとすれば、その直線を境に対称となっていることが分かる。また、図－７の右は、Libbrecht and Rasmussen⁹⁾によるものであるが、「非対称の雪」として示されており、多くの雪結晶は、このような典型的な非対称ではなくても、きちんとした対称性のものは降ってこないと述べられている。図から明らかなように、この雪結晶は、上と下の部分が線対称をなしている。

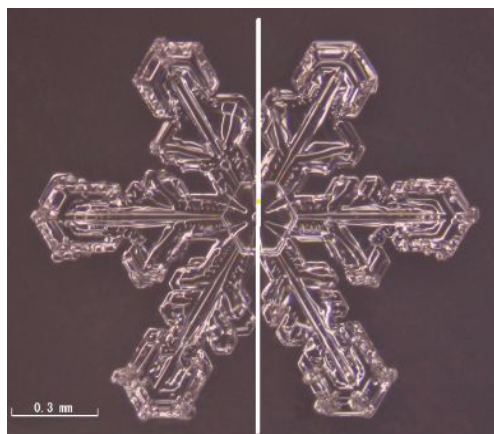
このような線対称の雪結晶がどのようにして形成されるかについては、現在までのところ明らかにされていない。ただ、中谷⁸⁾は、人工雪の作製において兎毛を水平固定して取り付け、これに雪結晶を成長させたところ、図－８のように、上述のような天然の雪で見



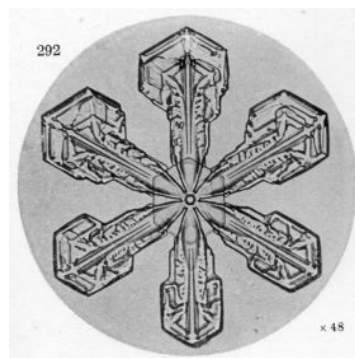
図－４ 背景色を変えたときの撮影例．右下は鋭敏色検板を外した暗視野撮影．



図－５ 本装置により撮影された雪結晶．左より樹枝状結晶，星状結晶，角板．



図－6 線対称の形態を成す雪結晶.

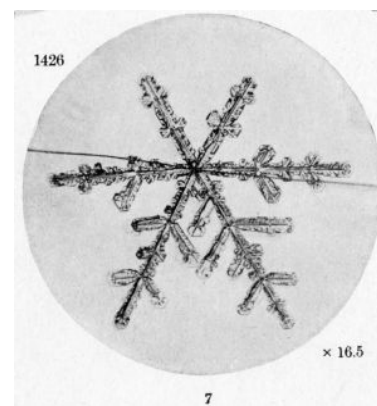


図－7 線対称の雪結晶の例. 左図は中谷 (1949), 右図は Libbrecht and Rasmussen (2003)による.

られる線対称の結晶を得ている.

中谷⁸⁾は、人工雪では下向きの枝ほど例外なく大きく成長することについて、水蒸気の供給が下方からなされるためであるとし、天然でこのような非対称の結晶が見られないのは、雪結晶が回転しながら成長するため、水蒸気の供給に偏りがなくなり、結晶はほぼ対称的に成長するからであると述べている. 雪結晶が回転して降ることは、例えば、サンピラーを現出させる氷晶の群が絶え間無く“きらめく”ことから推定できる.

しかし、中谷の上記の言説に反して、天然においても図－8のような雪結晶が観察されるのは、この人工雪のように、その結晶の成長に際して水分の供給に偏りがあったとみなすことは妥当であろう. すなわち、非対称の雪結晶の成長機構については、結晶の回転による成長環境の等方性と供給水分の偏りという相対立した事象を止揚して考えることが必要となる.



図－8 中谷 (1949) による線対称的な人工雪の結晶.

【参考・引用文献】

- 1) 中谷宇吉郎・花島政人, 1950: 雪の結晶, 岩波写真文庫 7, 64pp.
- 2) 小林禎作, 1983: 冬のエフェメラル, 北大図書刊行会, 39pp.
- 3) 東 晃, 1997: 雪と氷の科学者 中谷宇吉郎, 北大図書刊行会, 249pp.
- 4) 神田健三, 1999: 天から送られた手紙[写真集 雪の結晶], (財) 加賀市地域振興事業団, 47pp.
- 5) 油川英明, 2005: 雪結晶の環状透過照明による顕微鏡写真撮影法, 北海道教育大学紀要 (自然科学編), 56, 第1号, 1-7.
- 6) 油川英明・小林裕美・津田将史, 2010: 偏光干渉色による雪結晶の顕微鏡カラー写真撮影, 北海道の雪氷, 29, 31-32.
- 7) 油川英明・尾関俊浩・丸藤貴弘, 2003: 雪結晶の対称性について, 北海道教育大学紀要 (自然科学編), 52, 第2号, 17-26.
- 8) 中谷宇吉郎, 1949: 雪の研究, 岩波書店, 161pp.
- 9) Libbrecht, K. and Rasmussen, P., 2003: SNOW FLAKE, Voyager Press. Inc., USA, 112pp.