

雪結晶の携帯型顕微鏡による写真撮影法について

On the method of taking a picture of a snow crystal with the digital camera of the portable microscope

油川英明 (NPO 法人 雪氷ネットワーク)
Hideaki Aburakawa

1. はじめに

雪結晶の顕微鏡写真の撮影は、一般に、顕微鏡本体、カメラ、照明装置などの諸機材による構成が必要とされる。また、雪は氷の微細な結晶であることから、融解や蒸発により変形しやすいので発熱の少ない照明が求められ、加えて、被写体の雪結晶は透明な物質なので周囲に対して際立つように撮影される必要がある。それ故これまでいろいろな方法^{1), 2), 3), 4)}が試みられてきているが、これらの撮影方法は装置が比較的大がかりで専門的な技術が求められるため、雪結晶の写真撮影をはじめて試みることや子どもたちの学習に対しては少し難しいのではないかと考えられる。

このようなことから、ここでは雪結晶の写真が簡単に撮れるよう、市販の携帯型顕微鏡を用いて撮影する方法を紹介する。雪結晶の比較的簡単な撮影方法としてはデジタルカメラによるマクロ撮影⁵⁾も見られるが、今回の方法は顕微鏡としてのデジタルカメラを用いて比較的容易に雪結晶のカラー写真を撮影することができるものである。このカメラには発熱の少ない照明用の LED が内蔵されており、本体が極めてコンパクトであることから、特に場所を選ぶこともなく手軽に雪結晶の撮影ができる。

本報告は、雪結晶の携帯型顕微鏡によるデジタル写真の簡易撮影法について述べるとともに、撮影された雪結晶の形態的な特徴について若干の考察を行うものである。

2. 携帯型顕微鏡と撮影方法

近年のデジタルカメラ及び LED の進歩により手軽な携帯型顕微鏡のカメラが市販され、簡易的ではあるが、雪結晶の写真が比較的容易に撮影できるようになった。図 1 には携帯型顕微鏡を用いて雪結晶の写真を撮影する原理を、また、図 2 にはこの顕微鏡の概観を示す。携帯型顕微鏡は、種々のメーカーからいろいろなタイプのものが販売されているが、ここに紹介するものはデジタルカメラに対物レンズを取り付けたようなもので、図 2 に示したように、カメラ本体は支持台に固定され、レンズの先に取り付けられた微調整ネジによりスライドガラス上の試料、今の場合には雪結晶に焦点を合わせることができる。そして、照明用光源の LED がレンズの周囲に組み込まれている。

顕微鏡の照明が LED によるものであることから、雪結晶への熱的影響は極めて少ないが、

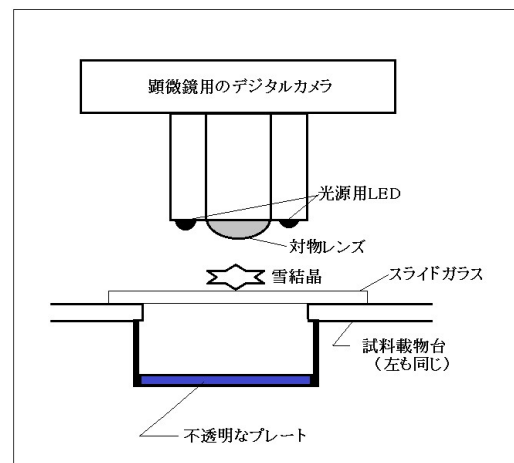


図 1 携帯型顕微鏡による雪結晶の写真撮影法。

この照明が落射型であることから、被写体が透明な物質である場合には少し工夫する必要がある。それはすなわち、図1に示したように、被写体の背景として適当な色、この場合は青色の不透明なプレートを被写体から数センチメートルほど下方に離して取り付けることである。このことにより雪結晶は青色のスクリーンを背景に、白く輝いて撮影されることになる。なお、撮影に際して落射照明による被写体からの乱反射を避ける必要がある場合には、レンズの先端に偏光フィルターを取り付ける（図2の下）。

3. 本装置により撮影された雪結晶

図3に本装置により撮影された雪結晶の写真を示す。図3左の結晶は大きさが2.6 mmほどで、写真の写り具合から、この結晶は大小二つの樹枝状結晶が上下の二重構造に成長した鼓型の結晶であると見なされる。これは、下方の大きな樹枝の側に焦点が合わせられ、上方の小さな結晶がややぼけて白く輝いて見えている。

図3右の結晶は3.0 mmほどの雲粒付樹枝で、白い輝きが一段と増している。比較的肉厚である結晶の方が鮮やかに撮影できるようである。

ところで、一般に、カメラによるカラー写真の撮影はホワイトバランスの調整が求められる。顕微鏡による雪結晶の撮影は照明を行う光源、本装置の場合はLEDであるが、その波長特性によりホワイトバランスを適切に調整する必要がある。図3の写真は、ホ



図2 携帯型顕微鏡の概観（上）とレンズ及びその周囲の照明用LED（下）。上図の下端はスケール。

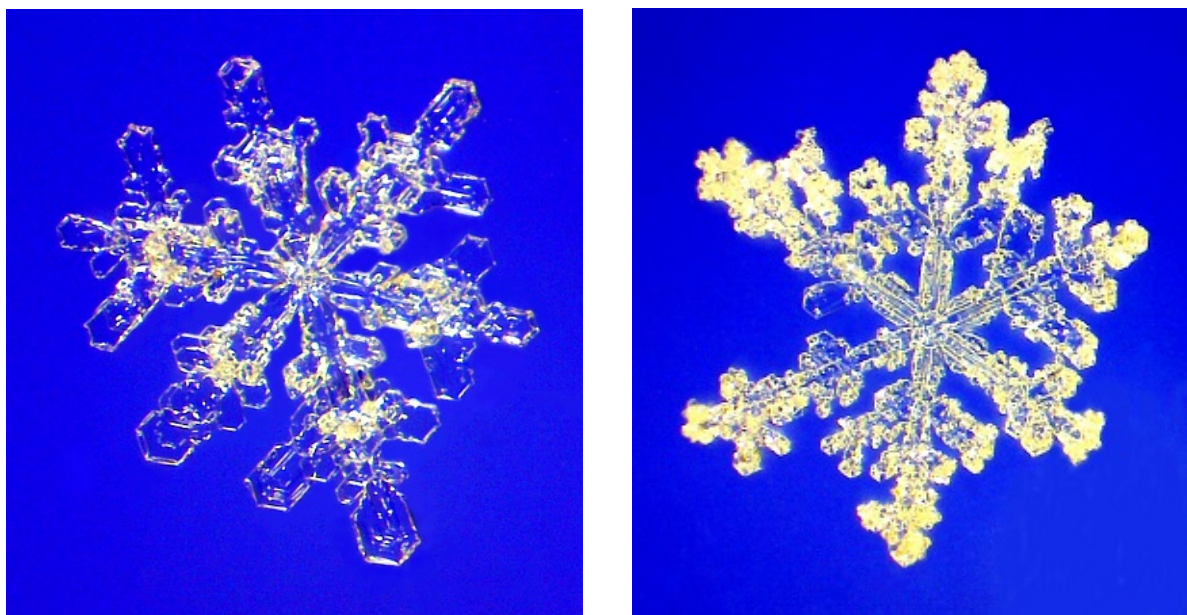


図3 携帯型顕微鏡により撮影された雪結晶の写真。鼓型樹枝（左）と雲粒付樹枝（右）。

ホワイトバランスを「野外曇天」に設定してやや黄色味がかった白色の雪結晶として撮影されたものである。この種のカメラはホワイトバランスの調整が種々できるので、被写体の質感を適度に表現できる設定を選択することが肝要である。

4. 天然の雪結晶の形態的な特徴～二重構造の結晶について

天然の板状の雪結晶は、図3左のような上下二重の構造を形成しているものがしばしば見られる。その雪結晶の断面構造を模式的に示したものが図4である。このような大きさの異なる上下二重の雪結晶については検討すべき課題が残されているように考えられる。すなわち、雪結晶が、従来の人工雪の研究結果¹⁾から言われてきているように水蒸気の昇華により成長するものであるならば、このような大小二重の結晶は、上下の至近位置において水蒸気の供給量が異なっていたということになる。そして、人工雪の実験結果では、そのような水蒸気の状態が結晶の成長する数十分もの間、定常的でなければならないことになる。しかし、二重結晶の上下の距離間でそのような特異な環境が長時間にわたり継続することは、自然の現象として極めて想定し難いことである。このような結晶の成長は、六花の雪結晶の特徴的な事例⁶⁾と関連させて考察することが必要であると考えられる。

ところで、上記のような例は中谷自身の人工雪と天然雪との比較¹⁾にも見られる。すなわち、図5に示したように、天然雪(図の左)には二重構造の中央上方が角板、下方が広幅六花の結晶が見られるが、これは角板と六花が同時に成長したものと見なされることから、図4の場合よりもさらに中谷ダイヤグラム⁷⁾からは外れることになる。ところが、中谷は図5の右のような人工雪を作製し、これが図5の左の雪結晶と同じものであると並記している。しかし、これらは外形が似通っているものの、中央部が全く異なる結晶であることは明

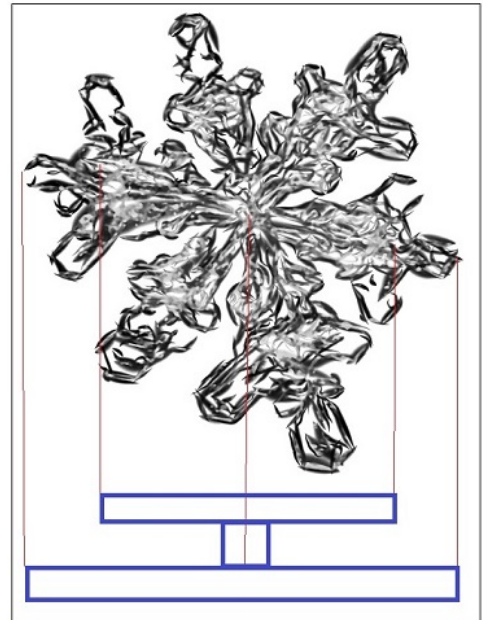


図4 鼓型樹枝(図3の左)のスケッチ風画像(上)と側面からの結晶構造の概念図(下)。

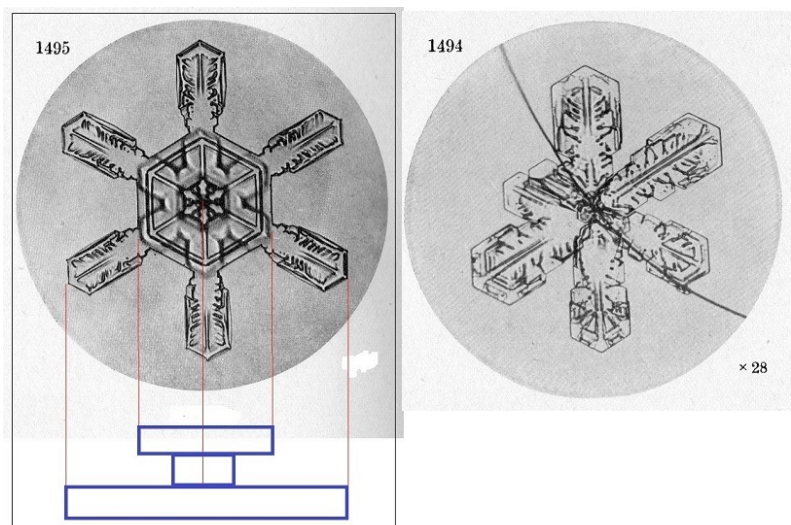


図5 角板と広幅六花の二重構造の雪結晶及び側面からの概念図(左)。図の右はそれと同じ結晶として中谷により作製された人工雪。

らかである。

中谷の人工雪に代表される結晶作製の装置においては，二重型の結晶は鼓型結晶の成長条件のもとでのみ可能であり，通常は単板状に成長する¹⁾。しかし，天然の板状結晶の場合，二重の構造が一般的である⁸⁾とされていることから，そこには矛盾が存在する。

図 6 は，この矛盾を止揚すべく，従来の人工雪作製の方法とは異なり，天然の雲粒と同じ程度の大きさの過冷却微水滴から氷晶が直接に液相成長する過程⁹⁾を示したものである。

ここで，図 6 の 60 秒経過後の結晶は二重の構造になっていることが分かる。すなわち，天然の雪結晶は，図 6 のように，過冷却雲粒の液相から先ず雪結晶の芯となるべき柱状結晶が生成し，その上下両端から板状の氷晶が成長することにより，結果として二重の構造が形成されるものと推察される。これは，従来の人工雪乃至は霜のような単板状の結晶とは形態的にも生成機構的にも異なるものである。

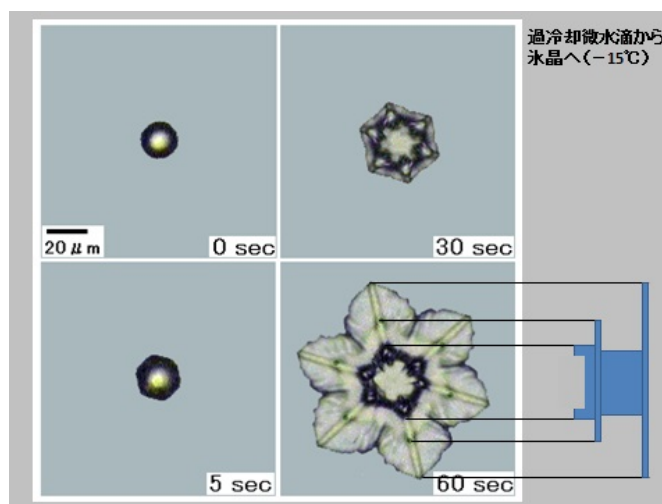


図 6 過冷却微水滴から液相成長する氷晶とその側面からの概念図

5. おわりに

携帯型顕微鏡により雪結晶のカラー写真を手軽に撮影する方法を紹介した。なお，落射方式の照明については次のような手立てが必要である。すなわち，1) 被写体下部に不透明なプレートを挿入する，2) カメラのカラーバランスを適当に調整する，3) 必要に応じてレンズに偏光フィルターを取り付ける，ということである。

また，天然の雪結晶の基本構造が二重であるという形態的な特徴を基に，従来の人工雪作製装置による結晶の成長について見直しの必要があるものと考えられる。

【参考・引用文献】

- 1) 中谷宇吉郎，1949：雪の研究－結晶の形態とその生成－，岩波書店，東京，161pp.
- 2) 樋口敬二，1962：雪の結晶の観察と記録，気象研究ノート，**13**，45-58
- 3) 小林禎作，1969：雪の結晶の二色光源による顕微鏡撮影法，低温科学（物理篇），**27**，395-397
- 4) Libbrecht, K. and Rasmussen, P., 2003：The Snowflake - Winter's Secret Beauty - , Voyageur Press, Inc. Stillwater, Minnesota, 112pp.
- 5) 藤野丈志，2015：南岸低気圧通過時に新潟市で観察された雪結晶，雪氷，**77**，No.3，i - ii.
- 6) 油川英明，2015：雪結晶の形態的な特徴について～枝の文様が異なる六花の事例～，北海道の雪氷，**34**，7-10
- 7) Nakaya U., 1954: Snow Crystals -Natural and Artificial-, Harvard University Press, Cambridge, 510pp.
- 8) Iwai K., 1988: Three-dimensional structure of plate-like snow crystals, *J. Meteor. Soc. Japan*, **61**, 746-755
- 9) 油川英明，2014：“中谷現象”としての人工雪の生成，北海道の雪氷，**33**，113-116