

雪結晶の様々な形ができる条件
Conditions for Forming Various Patterns of Snow Crystals

神田 健三 (中谷宇吉郎 雪の科学館)

Kenzo KANDA (Nakaya Ukichiro Museum of Snow and Ice)

e-mail: yuki-mus@blue.hokuriku.ne.jp

1. 人工雪とナカヤ・ダイヤグラム

「雪博士」として知られる中谷宇吉郎 (1900~62) は、世界で初めて人工雪をつくることに成功し、結晶の様々な形がどのような条件下で作られるかを明らかにした。

宇吉郎は北海道大学の教授になった1932年、雪の研究を開始した。その前年、アメリカの W. A. Bentley*1 が撮った雪の結晶の写真集 (参考文献 [1]) が出版され、この本の出現が、宇吉郎が前

から心がけていた日本の雪の研究に着手する引き金になった[3]。

宇吉郎はまず、十勝岳の中腹の山小屋で 3000 枚もの雪の結晶写真を撮り、結晶の分類を行った (図 1)。そして、どんな気象状態のときにどんな結晶が降るかも調べた。

次に、人工的に雪の結晶を作ることをめざした。そのためには、雲の中と同じような低温の部屋で実験することが望ましく、北大に -50°C まで下が

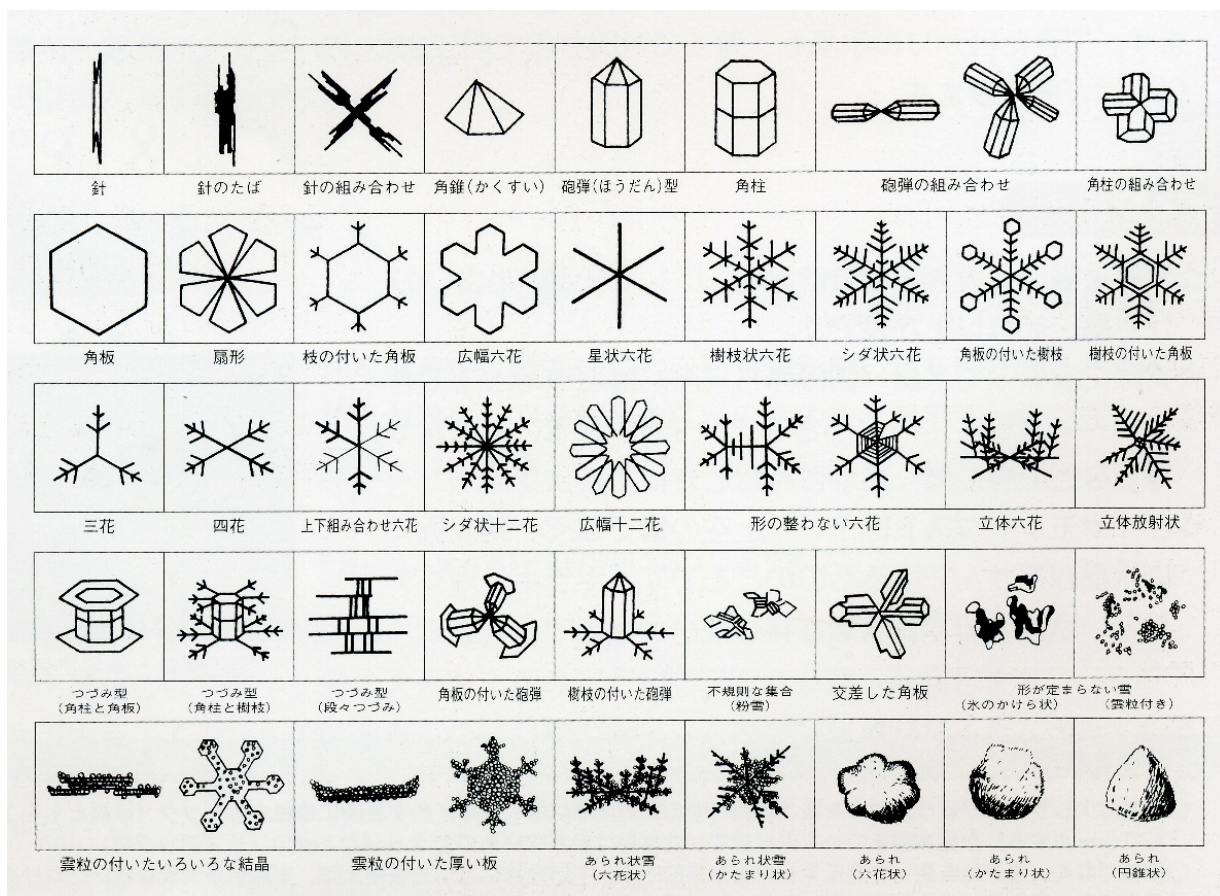


図 1. 中谷宇吉郎による雪の結晶の分類
 (SNOW CRYSTALS (参考文献[2]) に掲載された分類)

*1 (注): W. A. Bentley の関連ホームページ <http://www.bentley.sciencebuff.org/index.htm>



図2. 人工雪製作装置
(雪の科学館に展示されている)

る性能の低温室が作られた。そして、1936年、世界で初めて人工雪を作ることに成功した。

人工雪のための実験装置は図2のようなものであった。二重のガラス管の底に置いたビーカーの水をヒーターで暖めると、水蒸気が上昇し、装置の上端についたうさぎの毛に結晶ができた。部屋の温度が低いので水蒸気は冷え、うさぎの毛が核になって結晶ができたのである。次に、部屋の温度を変えたり、ヒーターの温度を変えて水蒸気の変えて実験すると、今度は違う形の結晶ができた。そこで、温度と水蒸気量のいろいろな組み合わせによって実験を行い、結晶の形と2つの量(気温と水蒸気量)の間の関係を調べていった。

実験をまとめた図3は、後に「ナカヤ・ダイヤグラム」と呼ばれるようになったが、この図から、例えば、樹枝状の結晶は気温が -15°C 前後で水蒸気が多いときにできることや、同じ温度でも水蒸気が少ないと角板ができること、又、針の結晶ができるのは -6°C 前後の温かいときであることな

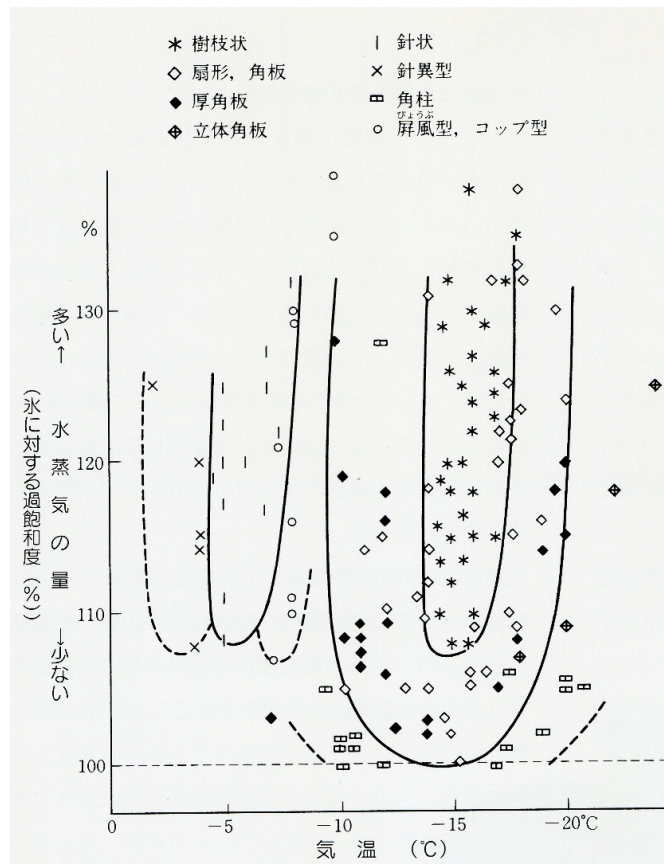


図3. ナカヤ・ダイヤグラム
(過飽和度・・・雲粒として液体状態で浮遊しているものも含めた水分量を表す)

どがわかる。

この図から、降ってきた雪の結晶の形を見ればその結晶が成長した雲の状態が推定できることになり、このことを宇吉郎は「雪は天から送られた手紙である」と表現した。その手紙を読むための「字引」が、ナカヤ・ダイヤグラムなのである。

2. ナカヤ・ダイヤグラムで「手紙」を読んでみる

雪の手紙を「読む」とき、ナカヤ・ダイヤグラムは、雲の気象条件と結晶の形の関係というより、気象条件と「成長の仕方」の関係だと理解しておくことが大切だと考えられる。なぜなら、結晶が生まれてから地上に届くまでの間に、気象条件は変化するからである。冬の雲はふつう何層もあり、仮に1層だけだとしても、その中の条件が一様であるとは考えにくい。結晶をとりまく条件はいろいろ変化するが、それぞれの条件での成長の仕方がナカヤ・ダイヤグラムで表されるのである。

結晶は中心から外に向かって成長する。そのため、結晶の中心部には初期の、つまり上空の雲の気象条件が反映し、結晶の周辺部には後半の、つまり比較的低いところの雲の条件が示されることになる。

そして、成長中のそれぞれの段階での雲の条件は、結晶の1本の枝先の形に表される。

例えば、枝先が尖った樹枝状なら、 -15°C 前後で水蒸気が多いところで成長したと考えられる。また、枝先が扇のように広がっていたら、それは

角板ができる条件だったと考えればいいので、水蒸気が少ない雲の中で成長したと推測できる(図4)。

雲(又は広く大気全般)の条件の複雑さから、千変万化の雪の結晶が形成され、全く同じ結晶は存在しないとすら言えるのである。

参考文献

- [1] W. A. Bentley and W. J. Humphreys, SNOW CRYSTALS, McGraw-Hill, (1931) [Dover社からペーパーバック].
- [2] Ukichiro Nakaya, SNOW CRYSTALS - NATURAL AND ARTIFISIAL, Harvard University Press, (1954).
- [3] 中谷宇吉郎, 雪, (岩波新書) (1938), [雪(岩波文庫), 中谷宇吉郎集第2巻(岩波)に収録].
- [4] 中谷宇吉郎雪の科学館, 天から送られた手紙 [写真集 雪の結晶], (1999).
- [5] 中谷宇吉郎雪の科学館「雪の体験学習実行委員会」, 学習テキスト「雪とあそぼう」実験教室, (2003).
- [6] 神田健三, 宇吉郎直筆・英語版「雪は天から送られた手紙である」(その1), 雪氷, 67-1 (2005) pp.56-57, 同(その2), 雪氷, 67-2 (2005) pp.193-195.

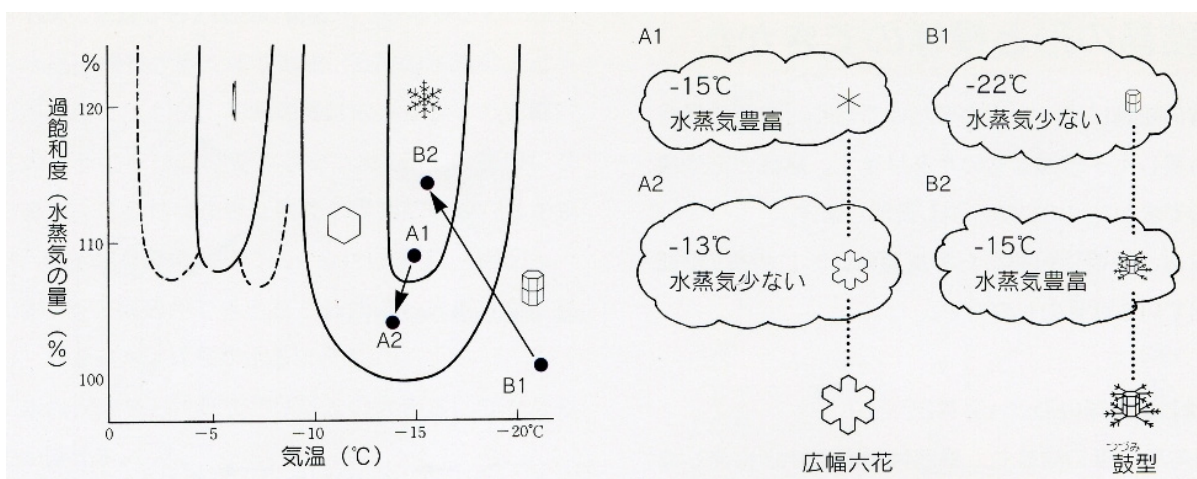


図4. 気象条件が変化するときの結晶形の例
(2層の雲の中で成長したときの形のでき方と、ナカヤ・ダイヤグラムの上での変化)