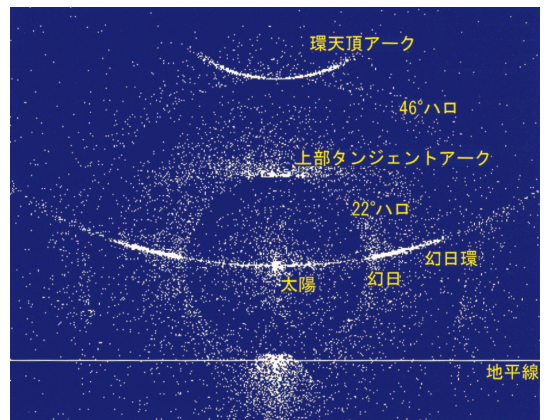




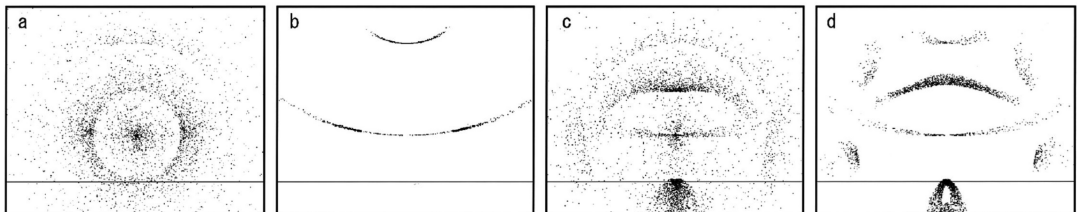
第1図 岐阜大学でみられた複合的ハロ。



第2図 幻日環と120度の幻日。



第3図 シミュレーションによる再現。



第4図 特定の結晶形・配列によるシミュレーション。(a) 縦横比1で姿勢はランダムな氷晶によるシミュレーション。(b) 縦横比0.5で姿勢は平たい面を水平にそろえたもの。(c) 縦横比2で姿勢は長軸を水平にし、長軸の周りにはランダムに回転を与えたもの。(d) 縦横比2で姿勢は長軸を水平にし、さらに側面の2面が水平にそろったもの。

## 2006年1月16日に観察されたさまざまなハロと そのシミュレーション\*

橋 詰 雄 司\*\*・東 條 文 治\*\*・川 上 紳 一\*\*

2006年1月16日12時30分頃から15時頃にかけて、幻日、幻日環、22度ハロ（内暈）、上部タンジェントアーク、環天頂アークなど、西南日本でさまざまなハロが観察された（第1図）。岐阜大学では、幻日はかなり明るく、幻日から外側へ筋を引くように幻日環もくっきり見えた。幻日の位置は22度ハロよりやや角度の大きい場所に出現し、幻日環は空を一周するように連なり、太陽から120度の位置にも輝くスポット（120度の幻日）も見られた（第2図）。環天頂アークについては14時20分ごろから急に明るくなった。きれいに分光しており、もっとも明るく輝いた時期にはアークに接するように太陽から46度の位置にも光環が見られた（第1図）。

これらの光学現象は大気中に浮遊する氷晶による太陽光の反射・屈折現象である（Greenler, 1980）。氷晶の形や姿勢によって生ずる光学現象は異なるため、数値シミュレーションを用いて光学現象と氷晶の形状・姿勢についての対応関係が研究されてきている。今回観察されたような複合的なハロはそういった大気中の氷晶の形状や相対数密度の推定に有効であり、シミュレーションプログラムを自作し観察された光学現象と整合的な氷晶形状や分布に関する情報を調べた。氷晶の形状と姿勢を与え、太陽の高度を与えると光線の入射角が決まるので、屈折率から出射光の方向を計算することによって光学現象をシミュレートすることができる。太陽高度は23度、屈折率は1.31を使用した。計算方法にはいくつかモデルがあるが、今回使用したものは、入射と反射については確率で振り分け、結晶内での多重反射は考えないものである（Pattloch and

Tränkle, 1984）。

大気中の氷晶は六角柱状であるが、細長い鉛筆結晶や平たい板状結晶、各辺の長さがほぼ等しいものなど結晶の形にはバリエーションがある。六角柱の氷晶の縦横比が1に近い場合結晶はランダムな姿勢をとる（Greenler, 1980）。この場合のシミュレーション結果は22度ハロが卓越する（第4図a）。また、縦横比が0.5の板状結晶の場合、大気が安定していると平たい面を水平にした姿勢をとることが多く（Greenler, 1980）、シミュレーション結果でも明らかなように幻日や幻日環、環天頂アークが卓越する（第4図b）。さらに縦横比が2の鉛筆結晶の場合長軸を水平にして、軸周りにはランダムな姿勢をとる場合（第4図c）と軸を水平にしてさらに側面の2面が水平になる姿勢の場合（第4図d）によって観察される光学現象は異なる。

今回観察された複合ハロ（第1図）では、環天頂アークや幻日、幻日環が明瞭で、板状結晶が卓越していたことがわかる。また22度ハロや上部タンジェントアークも観察されたので、縦横比が1に近い結晶と鉛筆結晶も含んでいたと考えられる。シミュレーションによって光学現象がよく再現されたと考えられる氷晶条件は、板状結晶50%、縦横比が1のもの25%、鉛筆結晶25%のものである（第3図）。

なお、2006年1月16日は、関東から中国地方にかけて広い範囲で同様の大気光学現象が見られた。この日の総観的な気象状況は、本州全体を覆う高気圧圏内にあり、上空に寒気が流れ込んでいるという状態だった。

### 参 考 文 献

- Greenler, R., 1980: Rainbows, halos, and glories, Cambridge University Press, 240 pp.  
Pattloch, F. and Tränkle, E., 1984: Monte Carlo simulation and analysis of halo phenomena, J. Opt. Soc. Amer. A, 1 (5), 520-526.

\* Complex halo display: observation and simulation.

\*\* Yuji HASHIZUME, \*\*Bunji TOJO, \*\*Shin-ichi KAWAKAMI, 岐阜大学教育学部.

© 2006 日本気象学会