



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	AAMP98観測 北極圏上空エアロゾル中のイオン成分
Author(s)	庄司, 和弘; 山形, 定; 村尾, 直人 他
Description	第6回衛生工学シンポジウム (平成10年11月5日 (木) -6日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 7 調査事例 . P7-10
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 6, 286-291
Issue Date	1998-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7365
Type	departmental bulletin paper
File Information	6-7-10_p286-291.pdf



7-10

AAMP98 観測 北極圏上空エアロゾル中のイオン成分

庄司和弘, 山形定, 村尾直人, 太田幸雄 (北海道大学) 塩原匡貴, 藤井理行 (国立極地研究所)

1. はじめに

1998年3月に、北極圏上空を対象としたAAMP(Arctic Airborne Measurement Program)98観測が行なわれた。この観測の主目的は「北極における地球規模大気環境変動—その立体構造の把握」である。

北極圏は大気循環を通して中・低緯度からの人為起源の物質が流入し、それによって引き起こされる気候変動の影響が著しい地域である。また、極域では冬季に極域大気の特徴づける極渦が発生する。これは、この渦内外での物質交換を著しく困難にする。ちょうど3月は極域で発生した極渦が崩壊する時期であり、その崩壊に伴って中、低緯度から人為起源の物質が流入し、それが北極上空にヘイズや層雲を形成する原因となる。そこで、この時期に絞って航空機を用いた北極上空の広域観測を行い、極大気の立体構造を把握しようとした。

本研究では、極域対流圏、成層圏下部のエアロゾル中のイオン成分(特に、 SO_4^{2-} に注目)の垂直分布の解明を目的とした。

図1に飛行経路、図2に飛行形態を示す。飛行形態には、移動が主目的のフェリー飛行(図2(a))及び観測飛行(図2(b))があり、(a)は名古屋～ペトロバプロフスク～アンカレッジ～バロー～ロングイヤープーンの各区間で、(b)はロングイヤープーンを起点として行なわれた。図3に観測に用いた航空機及び搭載観測機器を示す。

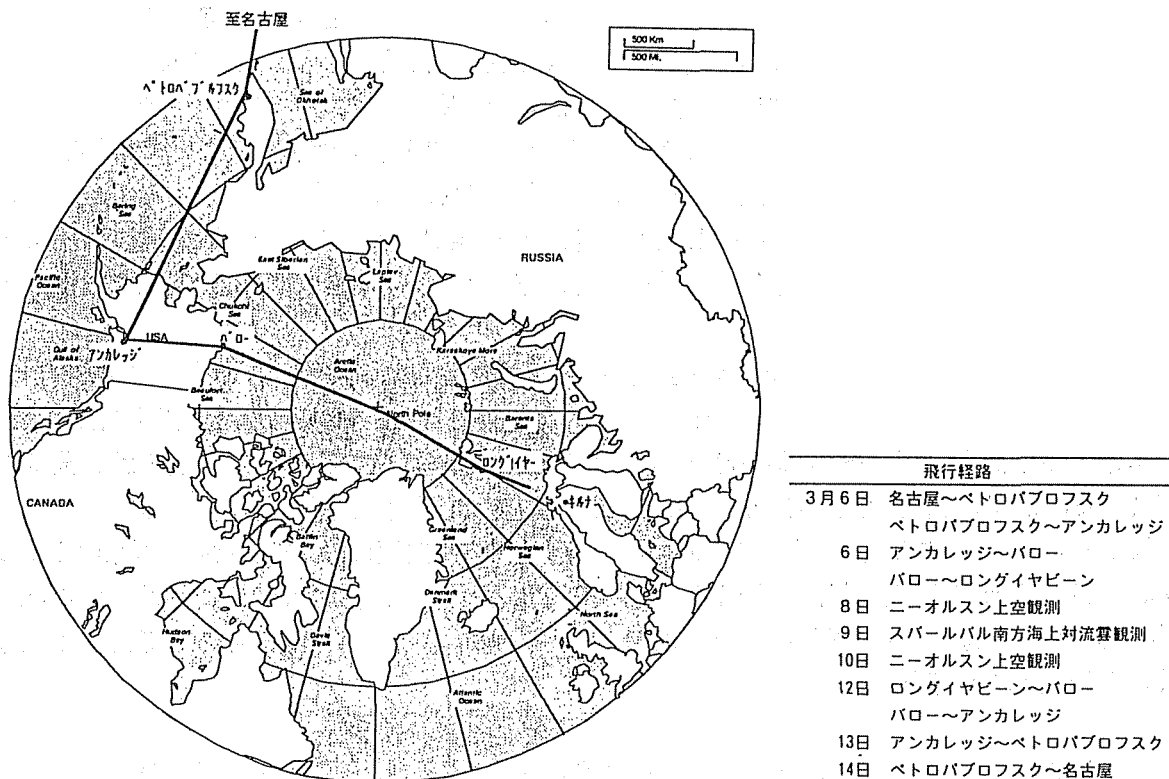
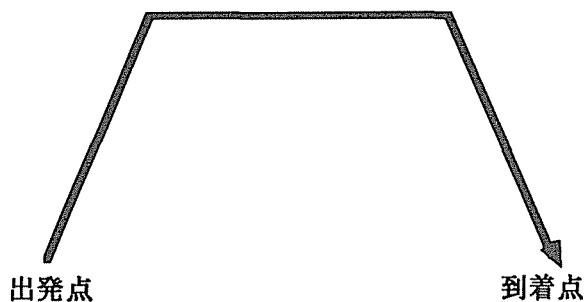
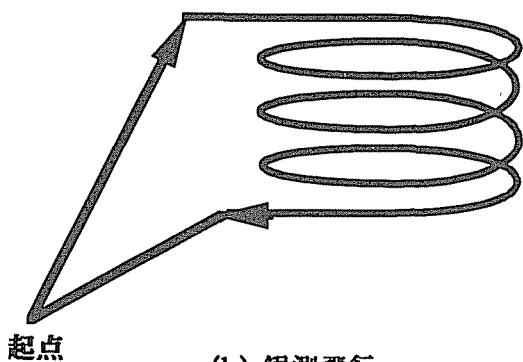


図1 飛行経路



(a) フェリー飛行

- 3/6 名古屋～ペテロパブロフスク
ペテロパブロフスク～アンカレッジ
- 3/6 アンカレッジ～パロー
パロー～ロングイヤビーン
- 3/12 ロングイヤビーン～パロー
パロー～アンカレッジ
- 3/13 アンカレッジ～ペテロパブロフスク
- 3/14 ペテロパブロフスク～名古屋

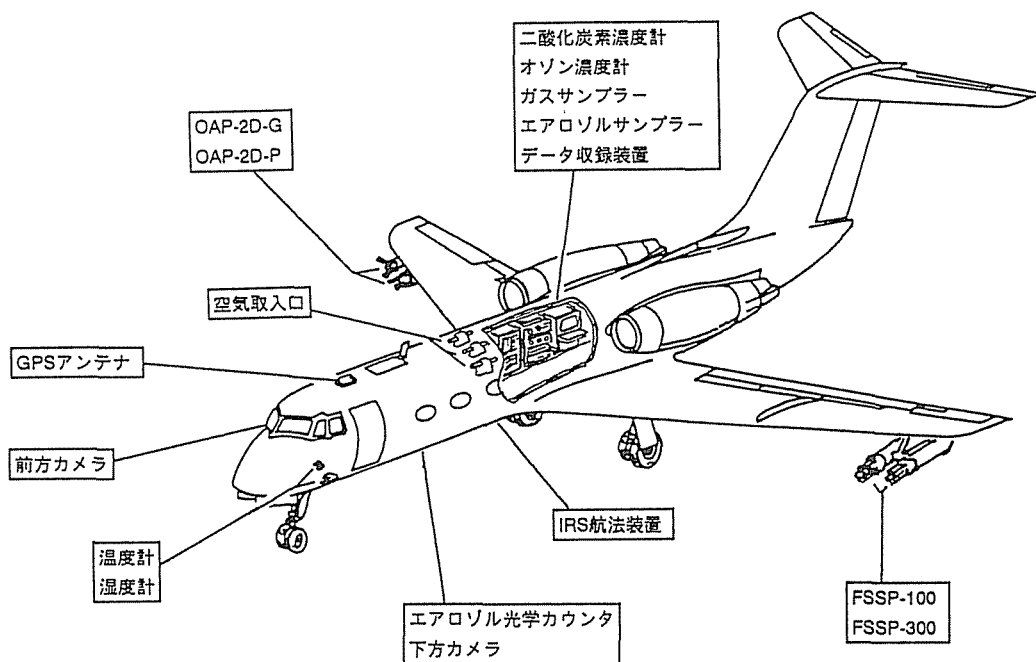


(b) 観測飛行

ロングイヤビーンを起点とした観測飛行

- 3/8 ニーオルスン上空観測
- 3/9 スパールバル上空観測
- 3/10 ニーオルスン上空観測

図2 飛行形態



本研究の搭載機器

- ディフューザー内エアロゾル計測装置(パーティクルカウンター)
- エアロゾル中イオン濃度測定用のフィルターサンプリング装置

図3 航空機及び搭載観測機器

2.方法

観測は、①エアロゾル数計測装置(パーティクルカウンター)によるエアロゾル数のモニタリング、及び、②フィルターサンプリングによるエアロゾル中イオン濃度の測定である。サンプリング系を図4に示す。

外気を機体上部に設置されたインレット(9.52mmφ)から機内のディフューザーに導入し減速した後、2つのラインに分岐し、一方をパーティクルカウンター(Met One 237B)用に、もう一方をフィルターサンプリング用とした。

①のパーティクルカウンターでのエアロゾル計数は、0.3, 0.5, 1.0, 3.0, 5.0 μm以上の粒子数を5秒計測、1秒停止で連続的に行ない、得られたデータは機内のパーソナルコンピュータ(EPSONPC286 BSTD)に転送・フロッピーディスクに記録し、このデータは逐時パソコン上に表示されるので、同時に行なっている②のフィルターサンプリングの目安とした。パーティクルカウンターの測定によって得られたデータは、5秒ごとの粒子数であり、これから各地点での粒子濃度を求めると同時にフィルターサンプリングの結果と比較するために得られた積算粒子数の計算を行なった。

②のフィルターサンプリングは、3段のプラスチック製のホルダーを用いた。最上段でエアロゾルの捕集、下2段でSO₂ガスの捕集を行なった。エアロゾルの捕集にはテフロンフィルター(住友電工WP500)、SO₂ガスの捕集には炭酸ナトリウム含浸る紙を使用した。ディフューザー内に導入した外気をダイアフラム真空ポンプ(ULVAC DA 240 S)で吸引し、流量をマスフローメーターで測定した。3段のホルダーセット上下にはカプラーがあり、ワンタッチで着脱可能になっている。飛行中に順次そのホルダーを交換しサンプリングを行なった。

エアロゾルが捕集されたテフロンフィルターは、飛行後ホルダーから外しサンプリング面が重なるように2つ折りにした後、アルミホイルに包み、ポリ袋に入れ研究室に持ち帰った。研究室では、25mlのイオン交換水でテフロンフィルターの両面を超音波によって抽出した。その後、抽出液をイオンクロマト(Dionex社 DX500, 濃縮カラム:TAC-2,TCC-2, 分離カラム:AS12,CS12)で分析し、それぞれのイオン濃度を算出した。実際には外気がディフューザー内に取り込まれるまで、管内で沈着が起きている可能性が考えられるが、その割合などについては今後翼端プローブなどで計測された他グループの結果と比較する予定である。

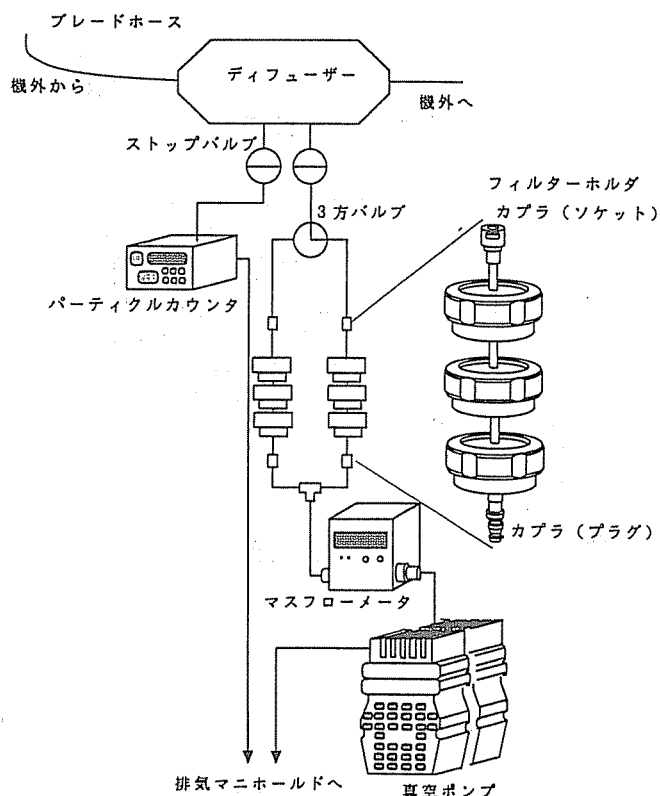


図4 サンプリング系

3.結果及び考察

①パーティクルカウンターで得られたエアロゾル数の高度プロファイル

図5に全日程のエアロゾル粒子数($>0.3 \mu\text{m}$)の高度変化を示す。縦軸が高度[m]で、横軸がエアロゾル粒子数(単位体積あたりの粒子数)[個/L]である。

全体的に高度とともに粒子数が減少しているのがわかる。しかし、日程によってはある高度で粒子数が急激に増え、スパイク状のピークとして現れているところがある。これは、目でも確認できるようなヘイズ層や雲を通過した時のピークである。その詳細について日程順に述べる。

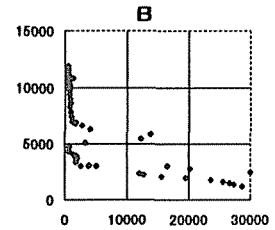
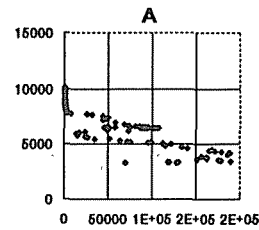
N-名古屋, P-ペテロパブロフスク, A-アンカレッジ, B-バーロー, L-ロングイヤーピーン

3/6 (N→P) 曇天 名古屋上空では高度

8000m付近までかなり高い粒子数を示していた。ペテロパブロフスク上空では高度6000m付近にヘイズ層が確認された。

A:上昇過程(名古屋)

B:下降過程(ペテロパブロフスク)

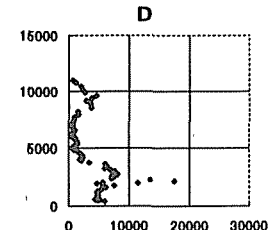
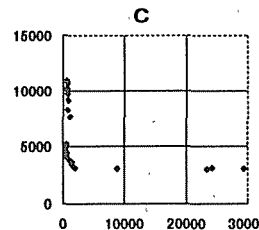


3/6 (P→A) ペテロパブロフスク上空高度

3000m付近にヘイズ層が存在していた。アンカレッジ上空ではヘイズ層が何層も存在していた。

C:上昇過程(ペテロパブロフスク)

D:下降過程(アンカレッジ)

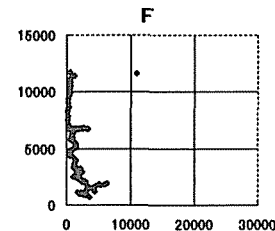
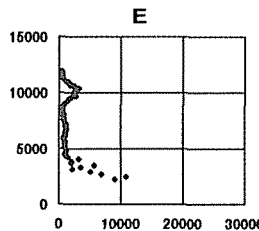


3/6 (A→B) アンカレッジ上空では高度

3000m, 10000mに極薄の巻雲が存在した。

E:上昇過程(アンカレッジ)

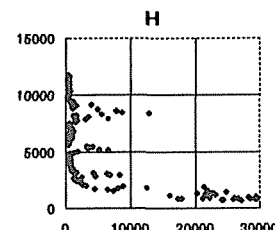
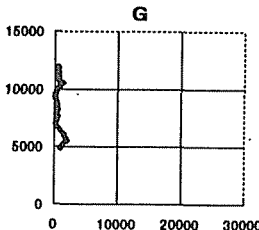
F:下降過程(バーロー)



3/6 (B→L) ロングイヤーピーン上空に薄い巻雲(Hazyな層)が存在していた。

G:上昇過程(バーロー)

H:下降過程(ロングイヤーピーン)



3/8~10 (L) 低気圧が接近。高度8000mにヘイズ層。高度4000m以下に水雲または混合相の雲があった。高度7000mに巻層雲

I:3/8 ニーオルスン観測飛行

J:3/9 スパールバル観測飛行

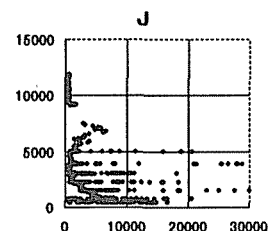
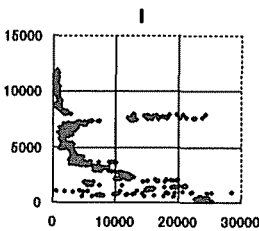
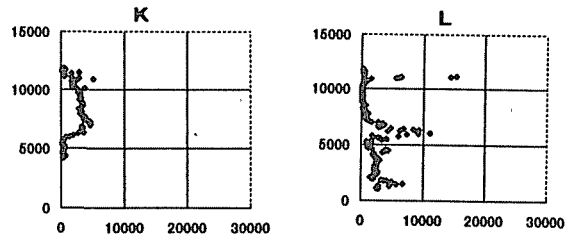
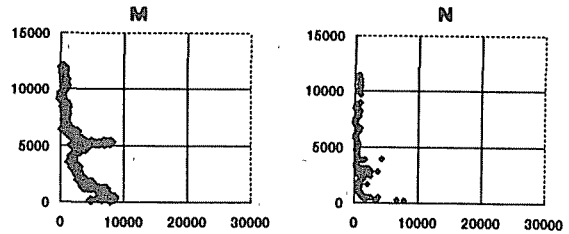


図5 高度プロファイル-1

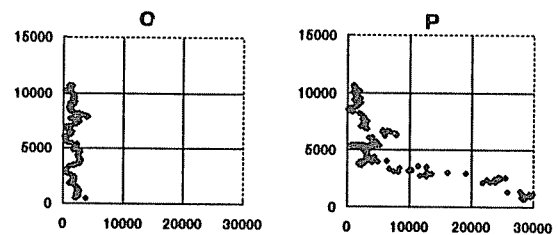
3/12 (L→B) 高度6000 m付近で粒子増.
 K:上昇過程(ロングイヤビーン)
 L:下降過程(パーロー)



3/12 (B→A) アンカレッジ上空5000 mにヘイズ層.
 M:上昇過程(パーロー)
 N:下降過程(アンカレッジ)



3/13 (A→P) ペテロパプロフスク上空6000 mに雲. 4000 m以下に薄いhaloが見える.
 O:上昇過程(アンカレッジ)
 P:下降過程(ペテロパプロフスク)



3/14 (P→N) 上昇中は雲の中. 下降途中雲の次に雨の中を通過した.
 Q:上昇過程(ペテロパプロフスク)
 R:下降過程(名古屋)

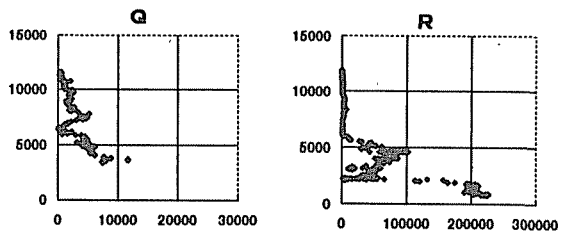


図5 高度プロファイル-2

上のプロファイルから、ほぼ全日程において、高度とともに粒子数が減少していくが高度5000m~7000m付近でヘイズ層が存在し、粒子数が急激に増えていた(場所によっては多少高度が違っているが)、雲内を通過した時は一様に粒子数が高かった。

②エアロゾル中のイオン成分

図6にエアロゾル中イオン成分の高度プロファイルを示す。検出できたイオン成分は、主にCl⁻、SO₄²⁻、Ca²⁺の3成分であった。この3成分についても検出限界以下のデータがあり、明確な結論は導くことはできないが、この図から以下のようなことが考えられる。

まず、高度5000mで高濃度のCl⁻イオン(3/12 B→A)が1サンプルのみ検出された。このサンプルが採取された時間帯は高度5000mにかなり濃いヘイズ層(図6)があり、このヘイズを構成する粒子が捕集されたと考えられる。Cl⁻と同時にほ

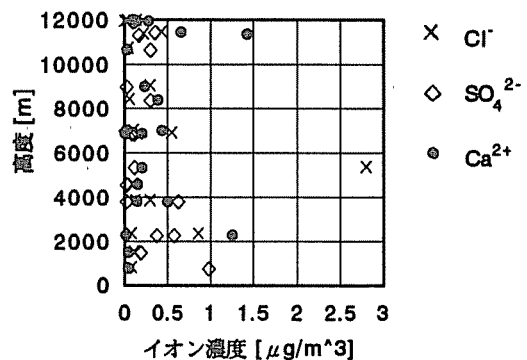


図6 イオン濃度の高度プロファイル

ば等モルのNa⁺が検出されたことから、このヘイズは海塩粒子によるものと考えた。高度5000mまでの海塩粒子の輸送については今後気象情報などと照らし合わせ細かく検討することが必要である。

図6では、SO₄²⁻イオンは高度とともに濃度が減少しているが、この傾向はパーティクルカウンターで測定したエアロゾル粒子数のものと類似していた。エアロゾル粒子数とイオンクロマトグラフィーから得られたイオン濃度との関係を図7に示した。これより、エアロゾル粒子数とSO₄²⁻イオン濃度との間に良い相関が見られた。

エアロゾル粒子数の増加に伴いSO₄²⁻イオン濃度も増加するということは、大気中のエアロゾル粒子がSO₄²⁻イオンで構成されていることを示唆する。おおよそその見積りのため、検出限界以下のデータを含めてこの関係に対して原点を通る近似式を当てはめたところ $Y=2.0 \times 10^4 X (R^2=0.79)$ という関係を得た。この式の意味は

「SO₄²⁻イオン1ngは約2000個の粒子から成る」ということである。また、イオン成分の分析結果からSO₄²⁻イオンと同様の濃度挙動を示した陽イオン成分がないためにSO₄²⁻イオンの対イオンは分析していないH⁺で、SO₄²⁻イオンは硫酸ミストとして存在すると仮定した。

図6において、Ca²⁺イオンが成層圏付近で高濃度の値を示しているサンプルが2点あった。Ca²⁺イオンは土壌粒子の可能性もあるが、この2サンプルが採取された時間帯にはパーティクルカウンターの計測値が大きくなっておらず、0.3μm以下の粒子であると考えられる。今のところ、なぜ成層圏でCa²⁺イオン濃度が高かったのかについては、今後同時に行なわれたインパクターによるサンプリング結果を参考にする予定である。

4.まとめ

今回の航空機観測では、各地点でのエアロゾル数の高度分布を観測するとともに、エアロゾル数とSO₄²⁻イオン濃度との関係から上空での粒子が硫酸ミストである可能性を指摘した。今後、本研究で得られた結果を同時観測したガス成分、エアロゾル成分や気象データと比較検討する予定である。

5.謝辞

今回の航空機観測で多大なご協力をしていただいたダイヤモンドエアサービスの方々に深く感謝申し上げます。

【参考文献】

1.AAMP98 北極圏航空機観測報告会 資料集 塩原匡貴

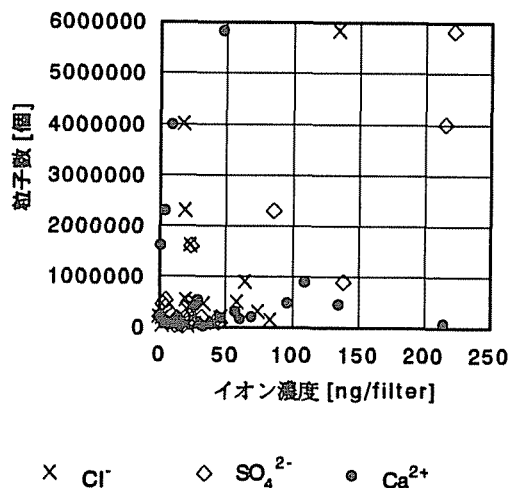


図7 イオン濃度と粒子数の関係