

プロフィールシート（事前評価）

研究課題名：スカイラジオメータによる網走のエロゾル組成の長期変動に関する研究

研究期間：令和8年度～令和9年度

研究代表者：工藤 玲（気象観測研究部 第一研究室 主任研究官）

研究担当者：地方官署からの参加者が確定後に計画Aから転記

1. 研究の背景・意義

※現状と気象研究所の実績、問題点、研究の必要性及び緊急性についても記載

大気放射収支において、エロゾルの多くの種類は負の放射強制力を持つが、光吸収性の強い黒色炭素は正の放射強制力を持つ。また、黄砂は中程度の光吸収性の強さを持つが、反射率の強い雪氷面の上空に存在した場合、正の放射強制力を持つ。このようにエロゾルの種類（組成）によって放射強制力の正負が異なるため気候変動の理解のためにはエロゾル組成の変動を把握することが重要とされている。

森林火災は、黒色炭素の主要な排出源の一つであるが、地球温暖化に伴う気温上昇や乾燥化により、シベリアの森林火災の発生件数と焼失面積が増加すると予測がある。実際、シベリア東部のサハ共和国では森林火災が増加している。また、近年、ユーラシア大陸から排出される黄砂が減少しており、中国の植林などの砂漠化対策が要因の一つとして考えられている。さらに、中国の大気汚染対策により、人為起源の大気汚染粒子の排出量が減少していることが分かっている。このように、東アジアのエロゾル組成は、現在進行形で変動している。

世界気象機関（WMO）の全球大気監視計画（GAW）は、気候変動研究のために、エロゾルの微物理・光学特性の長期的な観測を提言している（WMO, GAW report, 197, 2011）。スカイラジオメータは、エロゾルの光学的厚さに加えて、粒径分布や光吸収特性など、WMOが推奨する微物理・光学特性を観測することが出来る地上測器である。気象庁は1930年代からエロゾルの光学的厚さの観測を行ってきたが、WMOの提言を受けて、スカイラジオメータの地上観測を、2016年に石垣島で、2018年に札幌と南鳥島で開始した（大竹、測候時報、2020）。2021年には、観測地点を札幌から網走に移転している。また、気象研究所、網走地方气象台、富山大学は、2012年から2020年まで網走でスカイラジオメータの研究観測を行っている。この長期観測結果から、網走では、中国やモンゴルの砂漠を起源とする黄砂、シベリアの森林火災を起源とする大気汚染粒子、大陸東岸の都市部を起源とする人為起源粒子の飛来が観測されている（芦田、札幌管区気象研究会誌、2017）。また、2025年度、気象研究所、富山大学のサポートの下、網走地方气象台でスカイラジオメータの解析を行い、エロゾルの微物理・光学特性の特徴、及び、長期的な変動傾向を見出すことが出来た（居島、札幌管区気象研究会誌、2025）。

気象研究所では、衛星観測のエアロゾルデータ同化システムを開発しており、
黄砂予測などの業務に活用されている。データ同化に使われる衛星観測は、エー
ロゾルの全種合計の光学的厚さである。そのため、例えば、現実には硫酸塩が多く、
黄砂が少ない場合でも、データ同化の結果、硫酸塩も黄砂も多くなるようなことが
起こり得る。東アジアのエアロゾル組成の変動を把握するために、データ同化の
結果をエアロゾルの種別に検証することが重要である。

2. 研究の目的

(全体)

これまでの調査研究で、森林火災由来の大気汚染物質や黄砂等の監視に、網走地
方気象台におけるスカイラジオメータの観測が有用であることが示されてきた。し
かし、組成の定量化に至るような研究は無かった。気象研究所では、スカイラジオ
メータの観測から、微物理・光学特性だけではなく、黒色炭素や黄砂などのエーロ
ゾルの組成を解析する手法を新たに開発している。本研究では、この手法を用いて、
網走におけるスカイラジオメータの長期観測データを解析することで、エアロゾル
組成の長期変動を調査する。また、解析結果を用いてエアロゾルデータ同化の結果
を検証することで、データ同化、黄砂予測、地球システムモデルの改善に貢献する
ことを目的とする。

3. 研究の目標

(全体)

網走のエアロゾル組成の長期変動を明らかにし、エアロゾルデータ同化システムの
高度化へ貢献すること目的に、次の目標を立てる。

- 2012年から2025年に網走で実施されたスカイラジオメータの観測データから、
エアロゾルの組成（水溶性、光吸収性、ダスト、海塩粒子）を解析し、データベ
ースとして整備する。
- 長期解析データによって、エアロゾル組成の長期変動を解析する。
- 長期解析データによって、エアロゾルデータ同化の結果を組成ごとに検証する。

4. 研究体制

研究代表者：工藤 玲・気象観測研究部/気象研究所

スカイラジオメータの解析とデータベース作成、エアロゾルデータ同化の検証、
成果の取りまとめ

担当研究者：

居島 修・防災管理官付/網走地方気象台

スカイラジオメータの解析、エアロゾルの長期変動解析

吉田悠嗣・観測予報管理官付/網走地方気象台

スカイラジオメータの解析、エアロゾルの長期変動解析

眞木貴史・全球大気海洋研究部/気象研究所

エアロゾルデータ同化の検証

5. 研究計画・方法：

(初年度)

2012年から2025年の期間を対象に、スカイラジオメータの観測データ、及び解析に必要な地表面アルベド等の補助データを整備する。また、対象期間のエーロゾルデータ同化の結果を整備する。

スカイラジオメータのデータからエーロゾル組成を解析し、データベースとして整備する。スカイラジオメータの解析は、快晴下のデータに対して行われる。このため、網走の目視観測データなどを利用して解析用のデータを選別する。また、解析は雪氷面の反射の影響を受けるため、積雪深などのデータを活用し、雪の積もり始めと解け始めの期間の地表面アルベドデータを精査した上で解析を行っていく。

気象研究所でデータ解析とデータベース化を担当し、解析用データの選別やアルベドの精査などは現地の観測環境に詳しい気象台と協力して実施する。

(二年度目)

スカイラジオメータによって解析されるエーロゾル組成は、水溶性粒子(硫酸塩、有機物等の混合)、黒色炭素、黄砂粒子、海塩粒子の光学的厚さである。これらの組成ごとに長期変動を調べていく。また、シベリアの森林火災など、極端なイベントを選別し、その特徴を調べる。これらの変動解析は、現地の大気変動に詳しい気象台が主体となり、気象研究所と協力して実施する。

エーロゾルデータ同化では、硫酸塩、有機物、黒色炭素、黄砂、海塩粒子が表現されている。これらをスカイラジオメータで解析される組成に合わせて配合し、それぞれの光学的厚さの検証を行う。検証については、気象研究所が主となり実施する。

以上の結果を取りまとめ、スカイラジオメータの観測、データ同化・黄砂予測の業務へ知見を共有することで、東アジアのエーロゾルの監視、予測技術の向上に貢献する。

6. 研究年次計画(研究フロー図を添付)：説明資料4ページ参照

7. 研究の有効性(気象業務への貢献、学術的貢献、社会的貢献)

D1 課題「衛星データの同化及びリモートセンシング技術の高度化」において、工藤主任研究官は、スカイラジオメータによってエーロゾル組成を解析する新しい地上リモートセンシング手法を開発してきた。また、M5 課題「大気微量成分の監視予測技術と気象・気候影響に関する研究」において、眞木室長は、エーロゾルデータ同化システムの開発を行ってきた。新しい地上リモートセンシング手法によって、データ同化の結果をエーロゾルの組成ごとに検証することが可能となる。

これによって、エーロゾルの実況監視とデータ同化・黄砂予測の各業務を結び付け、エーロゾル関連業務全体への貢献が期待できる。さらには、気象研究所の地球システムモデルへの貢献も視野に入る。また、本研究の観測手法とデータ同化の基盤技術は、物質循環、気候変動の研究コミュニティへ新しい知見を提供する。さら

に、網走は一般的には大気汚染の印象が薄いですが、実際には黄砂やシベリアの森林火災等の影響を受けていることを示すことになり、越境汚染と気候変動について社会の認識を深めることにつながる。網走地方気象台においては、本研究の成果により、網走の大気環境の変動について理解を深めることになる。そして、エーロゾル関連業務、越境汚染と気候変動に関する知識を持った人材育成につながる。

※ 添付資料

課題説明図：説明資料 3 ページ参照

研究フロー図：説明資料 4 ページ参照