



大気汚染物質である二酸化窒素の発生状況の撮影に成功 国産の小型ハイパースペクトルカメラで可視化

千葉大学環境リモートセンシング研究センターの久世宏明研究室は、ハイパースペクトルカメラと呼ばれる特殊なカメラを使って、都市域上空および滑走路上空の大気を撮影し、人間活動や飛行機の離陸等に伴って発生する大気汚染物質である二酸化窒素の可視化に成功しました。

■ 二酸化窒素 (NO₂) とは

二酸化窒素 (NO₂) は主に高温で物を燃やした時に発生し、人の呼吸器に害を与える代表的な大気汚染物質です。NO₂は、高濃度であれば人の目で褐色に見えますが、通常の大気中の濃度では目視で存在を確認することは困難です。

■ 研究の意義と方法 ～特殊カメラを用いたリモセン手法～

大気汚染物質の濃度や性質は、時間的・空間的に変化が激しく、その監視は社会的な課題です。日本では環境省や自治体が、大気をサンプリングして1時間ごとに計測していますが、局所的な排出の影響が強いと広域での大気状況が直接的には把握できません。一方で、多くの気体分子は特定波長の光を吸収する性質を持ち、吸収強度の波長依存性(吸収スペクトル)を調べることで大気中にどのような分子がどれくらい含まれているかを知ることができます。本研究では、ハイパースペクトルカメラという特殊なカメラを用いて大気の吸収スペクトルを調べるリモートセンシング手法により、広域大気中のNO₂の空間分布を可視化することに成功しました。

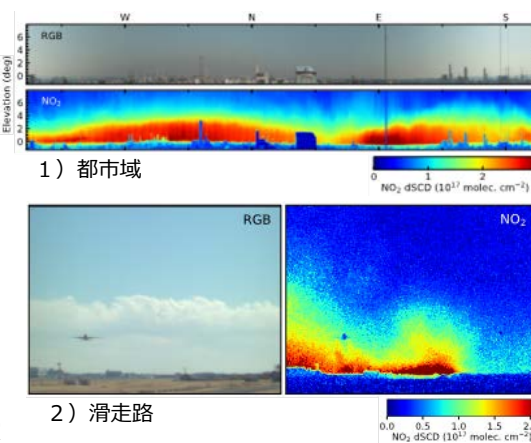


▲ エバ・ジャパン製ハイパースペクトルカメラ、SIS-H。画像サイズは640×480ピクセル、各ピクセルごとに可視光領域のスペクトルを約1000バンドに分割して記録。

■ 研究成果 ～都市域と滑走路での可視化に成功～

- 1) 車や工場の排気等、人間活動によって発生したNO₂が多く含まれる都市域の大気を調べるため、千葉大学の8階建てビルの屋上から地平線付近を360°見渡すパノラマ画像を取得した結果、交通量の多い高速道路等がある方向でNO₂濃度が大きくなっていることが確認されました。
- 2) 頻繁に飛行機が離着陸する空港の滑走路上空を撮影した結果、飛行機の排気ガス中に含まれるNO₂が移動する様子を20秒間隔で連続的に捉えることに成功しました。

このような大気汚染物質を可視化する技術を応用すれば、広範囲の大気汚染状況の監視や汚染源の特定が容易になり、健康被害を防ぐために役立つと考えられます。

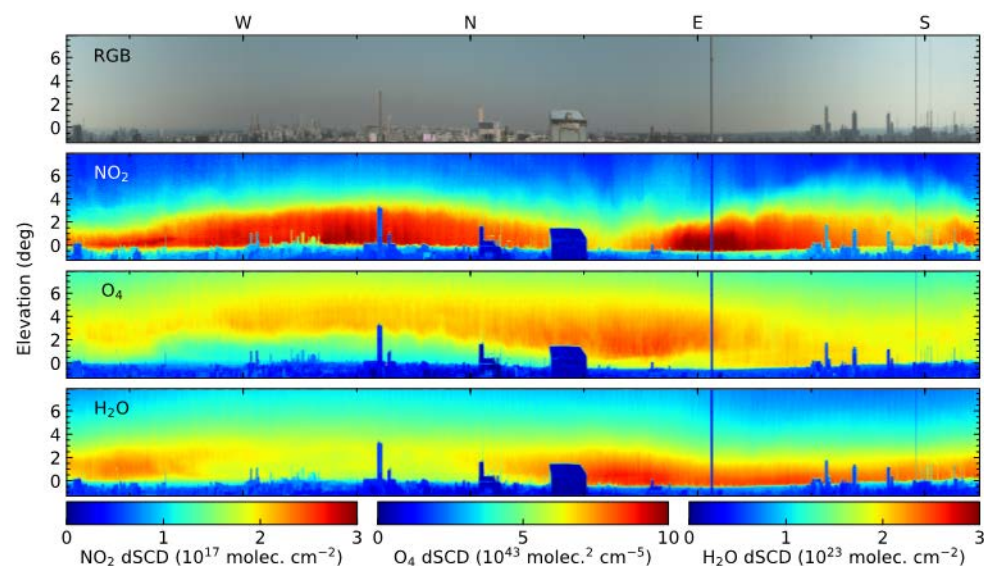


(補足)

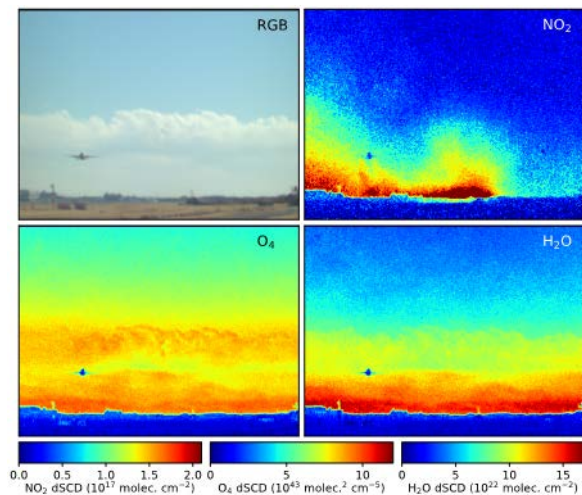
・ハイパースペクトルカメラとは、カラーカメラの波長（色）識別能力を大幅に改善したものです。通常のカラーカメラが赤、青、緑の3バンドを持っているのに対し、本研究で使用するハイパースペクトルカメラ（エバ・ジャパン製、SIS-H）は可視光（400～750nm）の波長領域で約1000バンドの波長識別能力を持っており、NO₂の吸収スペクトルに見られる極めて細かい波長構造を分解することができます。

・ハイパースペクトルカメラを用いて晴れた日の空を撮影すると、太陽光が大気分子等に散乱されて観測者に到達するまでに通過してきた大気吸収スペクトルを画像のピクセル毎に調べることができます。これを詳細に解析することにより、視野範囲内（約13°×9°、画像サイズは640×480ピクセル）にあるNO₂濃度（視線方向のスラントカラム濃度）の空間分布を可視化することができます。

・本研究で用いた手法はNO₂以外の気体分子にも適用可能であり、NO₂の他、水蒸気（H₂O）や酸素二量体（O₄）の可視化も行いました。O₄は酸素（O₂）が2つ結びついた分子であり、そのスラントカラム濃度からPM2.5のようなエアロゾルの分布を推定することもできます。



千葉大学周辺のハイパースペクトル画像解析例。
RGBは赤、緑、青バンドの合成画像、NO₂、O₄、H₂Oはそれぞれ各気体のスラントカラム濃度を色で示しています。



空港滑走路上空のハイパースペクトル画像解析例。飛行機のエンジンの下からNO₂が噴出しているように見えます。

本研究の成果は、Manago et al. "Visualizing spatial distribution of atmospheric nitrogen dioxide by means of hyperspectral imaging"として米国光学会の専門誌、Applied Optics Vol. 57, Issue 21, pp. 5970-5977 (2018)に掲載されました。