

気球・レーザー・電波で探る 高い空の不思議



もっと知りたい方は国立極地研究所のウェブサイトをご覧ください。

1 地球の大気区分

【熱圏】

約90km~1,000kmの高さのエリアです。約100kmを越えると、大気を電離するほどの高エネルギーの紫外線やX線が太陽から降り注ぎ、昼には1,000°Cを超えるほどの高温になります。また大気がプラズマ化していくため、電離圏ともいわれます。オーロラが発生したり、高度約400kmのところでは国際宇宙ステーション(ISS)が回ったりするエリアです。

【中間圏】

約50km~90kmの高さに位置し、気温が下がり最低でマイナス130°C以下になる寒冷なエリアです。長らくこのエリアで何が起きているのかはわかっていませんでしたが、近年この層にある大気の流れが地球の長期的な変化や気候変動に関連していることがわかってきました。人間が滞在することができないエリアであるため、ロケット等による直接観測がおこなわれてきました。現在では遠隔観測(リモートセンシング)装置による観測が主流です。

【成層圏】

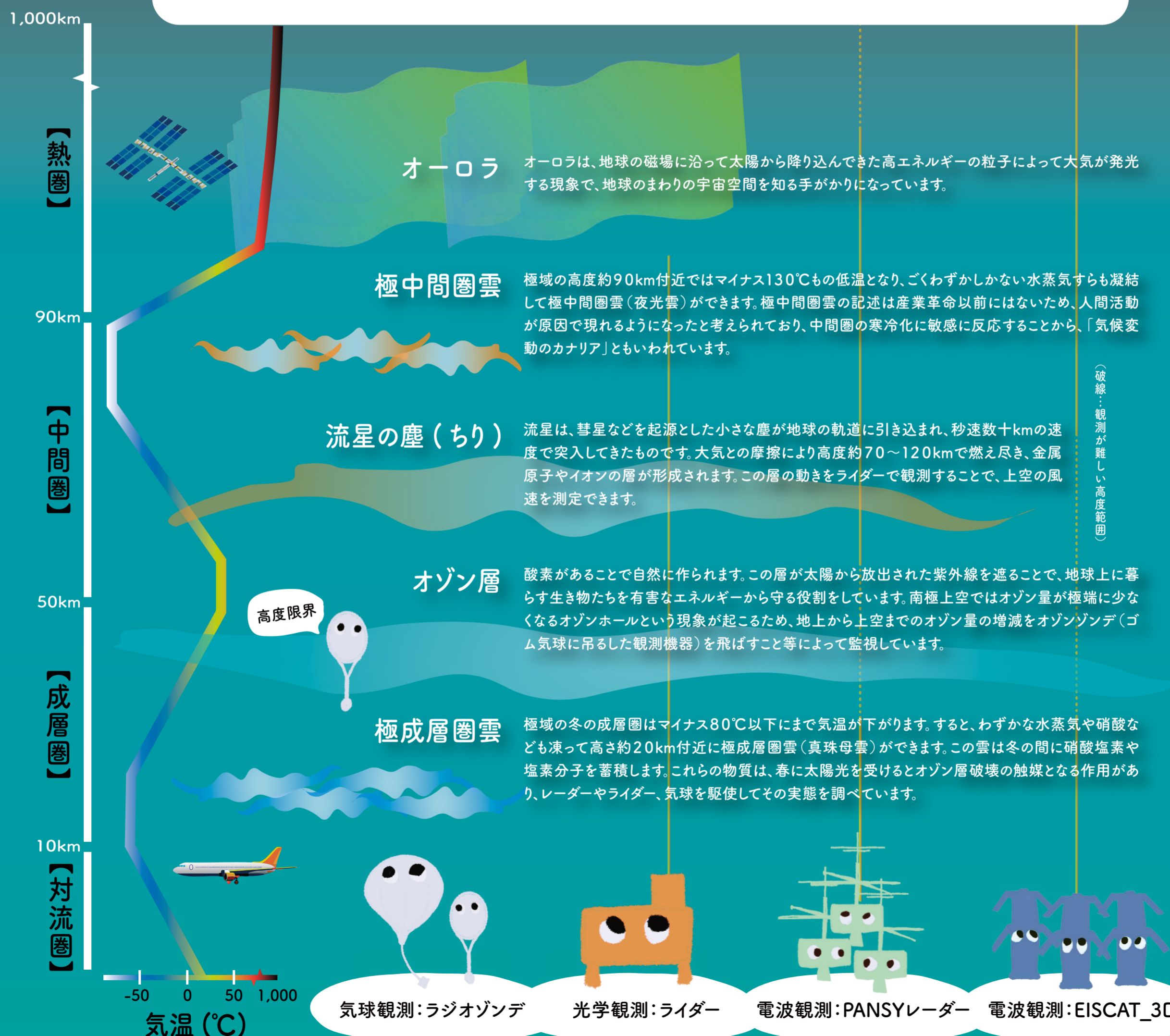
約10km~約50kmのエリアで、全域にオゾンが広がっています。オゾン層が紫外線を吸収することで、地表から高度が上がるにつれて低くなっていた気温が上がります。この層では暖かい空気が上にあるため対流が起きず、空気の動きは安定しています。成層圏の中層から上層では空気が薄すぎて一般的な飛行機では飛ばませんが、空気よりも軽い水素やヘリウムを利用した気球観測が可能です。

【対流圏】

地上から約10kmのエリアです。対流圏では、高度が上がるにつれて気温が下がります。地表で暖められた空気が上昇し、上空で冷えることによって再び下降し、これが繰り返されることで常に対流が起こります。この対流により水が雲や雨となっていく循環しています。地球温暖化と呼ばれる気温上昇は、主に地上から対流圏のエリアで発生しています。

2 大気の気温区分と現象

地球や火星、金星などの惑星では、高度が上がると気温が低下するのが共通の特徴です。しかし、さらに高度が増すと、どの惑星でも強い紫外線やX線の影響で気温が上昇します。地球ではこれに加えて、酸素を生成する植物等の誕生により成層圏にオゾン層が形成されました。このオゾン(酸素)が紫外線を吸収して暖まることで気温が上昇するという独自の特徴を持っています。その結果、地球の気温は高度が上がるにつれて「低下→上昇→再び低下→再び上昇」という特有のパターンを持っています。高層の大気とは単に高いところにある空気ではなく、ユニークな気温構造と大気現象が広がっている謎に満ちた場所なのです。



(破線: 観測が難しい高度範囲)

3 観測の手法

【気球観測】

気球を飛ばして上空の温度や湿度、気圧、風速などを測定します。気球はゴムや薄いプラスチックなどの素材が使われており、気球に吊るした紐の先には観測するためのセンサー(ゾンデ)が搭載されています。世界各地から同時刻に気球を飛ばすことで広範囲の地域の気象データを取得できます。

【光学観測】

ライダー(Light Detection and Ranging)はレーザー技術を用いた光学観測装置の一種です。レーザー光を大気に発射し、その反射光を受信することにより大気の状態を測定します。大気中の粒子やガスの分布、風速、温度などを高い精度で測定可能です。特に、オゾン層や細かいエアロゾルの分布を調べるのに有効で、環境監視や気候変動の研究に役立っています。ライダーはその高い解像度と精度で、大気科学の分野で広く利用されています。

【電波観測】

電波を用いて観測する機器として「PANSYレーダー」や「EISCAT_3D」があります。

「PANSYレーダー」は、2011年に第52次南極地域観測隊により南極の昭和基地に建設された南極初の大型大気レーダーです。甲子園球場と同じくらいの広さに、高さ約3メートルのアンテナが1,045本立っています。このアンテナから上空に電波を発し、大気にぶつかり戻ってきた微弱な電波を受信することで風やプラズマを測定することができます。地球大気全体の気候の将来予測のため、大気大循環と呼ばれる地球規模の大気の流れを正確に把握し、その変動メカニズムを調べています。

「EISCAT_3D」は国際的な共同プロジェクトとして、北極圏スカンジナビア半島北部に設置された最新のレーダーです。0.1秒の時間分解能や50メートルの空間分解能によって、時間的・空間的に激しく変動する「太陽活動の地球への影響」を測定します。特に約1万本のアンテナを並べることで面的にデータを追うことができ、北極域に流れ込む太陽風エネルギーを3次元の立体観測(アクティブフェーズドアレイ方式)によって捉えることが可能になります。

〈観測の手法と観測可能な高度範囲〉