

新たな CO₂ 検出部を用いた富士山頂での大気中 CO₂ 濃度観測

野村渉平, 寺尾有希夫, 向井人史
国立環境研究所

1. はじめに

国立環境研究所は、1 年の大半で商用電力の供給がない富士山測候所を利用して、富士山頂周辺の大気中 CO₂ 濃度を観測するために、通年で高精度に CO₂ 濃度測定が可能なバッテリー電源により稼働する省電力型の CO₂ 濃度観測システムを開発した。それを 2009 年に富士山測候所に設置し、富士山頂の CO₂ 濃度観測を開始した。本報では、これまでに得られた観測結果を報告する。

2. 結果

2-1. 2021-2022 年の観測成功

2009年夏期から富士山頂での大気中CO₂濃度の観測で用いてきたCO₂検出部を2021年夏期に撤去し、代わりに従来のCO₂検出部より省電力化された新たなCO₂検出部をCO₂濃度観測システムに導入した。2021年8月からの越冬観測は、新たなCO₂検出部を導入して初めての越冬観測であったが2022年7月まで安定した観測が行えた。

2021年8月から2022年7月の越冬期間中にバッテリー100個の電圧値は、0.44V低下した。旧型のCO₂検出部を用いていた時の越冬期間中のバッテリー100個の電圧値は、平均して0.58V低下した。このことから、CO₂検出部を新調したことにより年間消費電力を約23%減らすことに成功した。

新 CO₂ 検出部の消費電力量は、計算上旧型のその半分程度のため、富士山頂での越冬期間中のバッテリー100 個の自然放電による電圧低下は約 0.3V であることが示唆された。

2-2. 通信の不通

富士山頂に設置されたCO₂濃度観測システムは毎晩観測が実施された直後に衛星通信により観測データが送信される体制であったが、2021年7月にCO₂検出部を新しいものに交換した直後から、観測データの送信が途絶えた。

2022年7月にCO₂検出部を回収して調べた結果、通信用の基板に強い電気ノイズが侵入したことにより故障した可能性が明らかとなった。また通信用アンテナの位置を様々な場所に変更して通信状況の回復を図ったが、改善は見られなかった。今後、通信手段の変更や通信用の基板の改良を実施していく。

2-3. CO₂ 濃度

季節変動成分を取り除いた長期トレンドでの2021年8月の月平均CO₂濃度は420.1 ppmであり(図1(a)), 前年同月と比較すると2.1 ppm高い濃度であった。2026年前後にパリ協定で

一つの目安となっている1.5°C上昇の条件と想定されている大気中CO₂濃度430 ppm到達すると考えられる。

2-4. ラニーニャ現象下での CO₂ 濃度増加率

富士山頂のCO₂濃度増加率の周期性は、マウナロア観測所のそれと同様にエルニーニョ/ラニーニャ現象の周期性に類似していた(図1(b))。富士山頂でCO₂観測を開始して以降、ラニーニャ現象は4回発生し、そのたびに富士山頂のCO₂濃度増加率は低下する傾向を示している。2020年以降に発生しているラニーニャ現象の強度は、2010年に発生したラニーニャ現象と強度に近いが、2010年のCO₂濃度増加率の急激な減衰は見られず、2021年8月-2022年8月のCO₂濃度増加率は約2.0 ppm yr⁻¹であった。

これは COVID-19 の感染拡大防止対策による経済停滞の改善とロシアによるウクライナ侵攻によるエネルギー分野への影響が寄与していると考えられる。

2-5. 富士山頂でのフラスコサンプリング

富士山頂での自動大気採取を始めてから5年目を迎えた。その間、2019年春季にフラスコサンプリング用のバッテリーの電圧低下によるサンプリング失敗や、2020年7月から2021年7月にCOVID-19感染拡大防止対策での測候所閉鎖によるサンプリングの中断があった。

今年度は、装置の改良による安定したフラスコサンプリング体制の整備と、現在の年12回の大気採取頻度の倍増を目指し、新たなフラスコサンプリングの開発を実施した。

図2で示したように富士山頂のδ¹³C-CO₂は、他の観測点と同様に軽くなる傾向が示された。また図3で示したように富士山頂のCH₄濃度、CO濃度およびN₂O濃度はマウナロア観測所のそれより高く、また富士山頂とマウナロア観測所のCH₄濃度、CO濃度およびN₂O濃度の周期性は類似しており、アジア域で排出されたCH₄、COおよびN₂Oが全球の濃度に影響を与えていることが示唆された。

3. おわりに

ハワイ島のマウナロア観測所は、2022年11月29日にマウナロア山から噴出したマグマにより、送電網が消失し、観測所にアクセスする道が塞がれた。そのため現在マウナロア観測所では、週1回の臨時のフラスコサンプリングのみが実施されている。そのため北半球の高山で実施されている富士山頂での温室効果ガス観測は、これまで以上に重要な役割を担っていくと予想される。

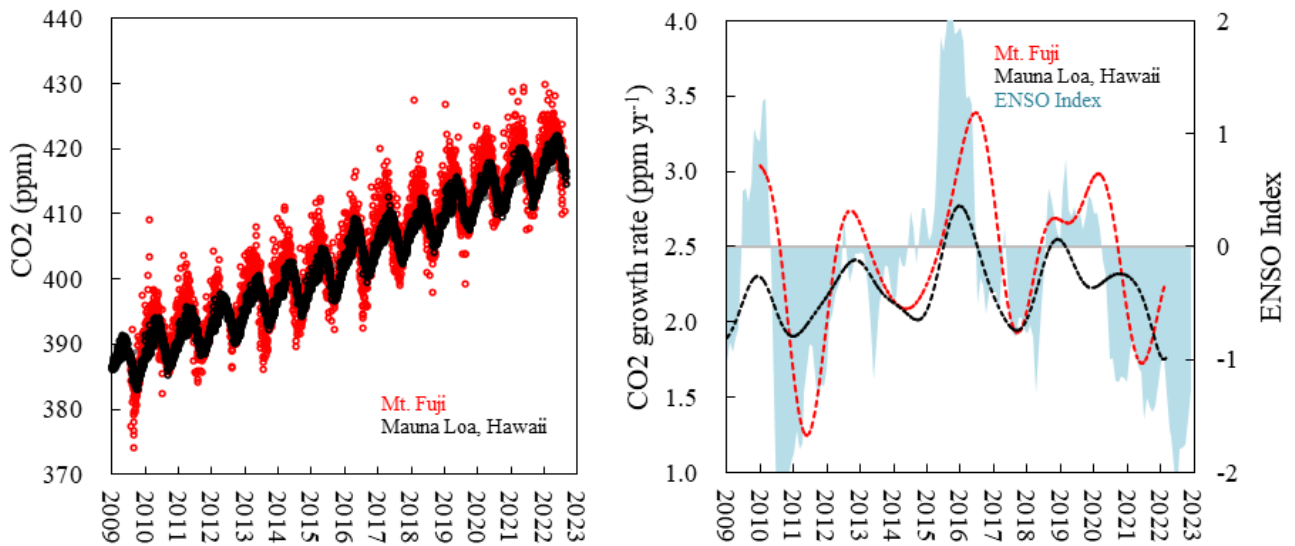


図1. 富士山頂とマウナロア観測所の(a)連続観測により得られた大気中 CO₂ 濃度と(b)そのデータセットから求められた CO₂ 濃度増加率と、ENSO Index

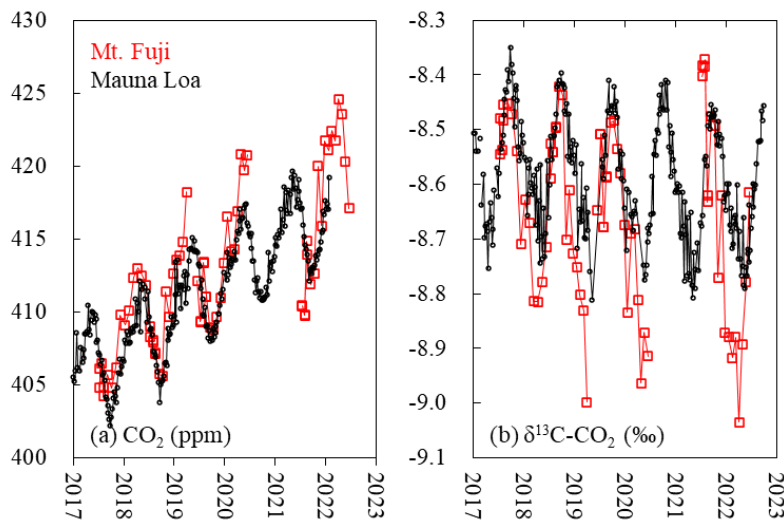


図2. 富士山頂とマウナロア観測所の(a)フラスコサンプリングにより得られた空気試料中 CO₂ 濃度と(b)δ¹³C-CO₂

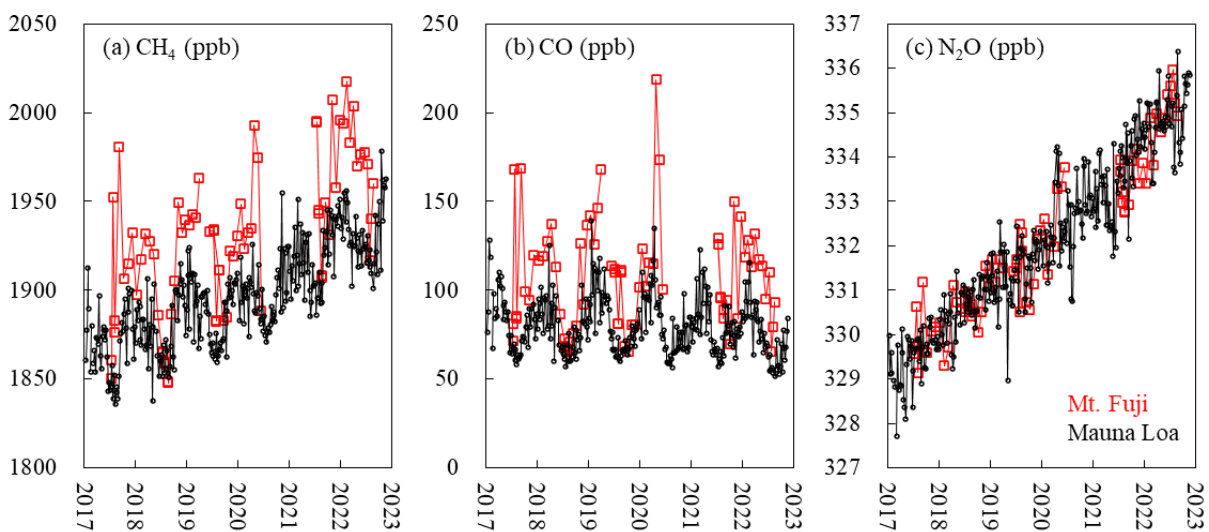


図3. 富士山頂とマウナロア観測所の(a)フラスコサンプリングにより得られた空気試料中 CH₄ 濃度、CO 濃度および N₂O 濃度