

# 環境学研究系

人類を取り巻く環境を自然・文化・社会の観点から解析して、将来の人類のための政策立案、技術開発に必要な教育研究を行い、環境学の様々な問題に的確に対処できる人材を育成します。



戸野倉賢一 教授  
環境システム学専攻

<http://www.tonokura-lab.k.u-tokyo.ac.jp/>

## 二酸化炭素の起源と安定炭素同位体

**温**室効果ガスである二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)の大気中の収支を解明することは、温室効果ガスの抑止を施策するために極めて重要な課題です。二酸化炭素の起源により安定炭素同位体比( $\delta^{13}\text{C} = (\text{R}_{\text{sample}} - \text{R}_{\text{standard}}) / \text{R}_{\text{standard}} \times 1000$ 。ここで、 $\text{R}_{\text{sample}}$ はサンプルの $^{13}\text{CO}_2 / ^{12}\text{CO}_2$ 、 $\text{R}_{\text{standard}}$ は国際標準試料の $^{13}\text{CO}_2 / ^{12}\text{CO}_2$ で、CO<sub>2</sub>では0.011237とされている。)が異なるため、二酸化炭素の安定炭素同位体比を、現場において高い時間分解能で直接計測できれば、二酸化炭素の排出源や、大気収支を解明するために有用な情報を得ることができ、その排出削減に関する策定が可能になります。天然に存在する二酸化炭素の約1%は $^{13}\text{CO}_2$ であり、 $^{12}\text{CO}_2$ と $^{13}\text{CO}_2$ の同位体比の変化をリアルタイムに、精度よく測定するためには、高感度な微量ガス検出手法の導入が必要不可欠です。これまで、安定炭素同位体の計測は、一般的に同位体比質量分析計を用いて行われてきましたが、気体をサンプリングし、実験室に持ち帰らなければなりません。この方法では、高い精度で計測が可能である反面、サンプリングしてから計測までの時間変化の問題や、前処理が必要、現場での計測が困難、装置が複雑であるといった問題が存在し、これらを克服できる装

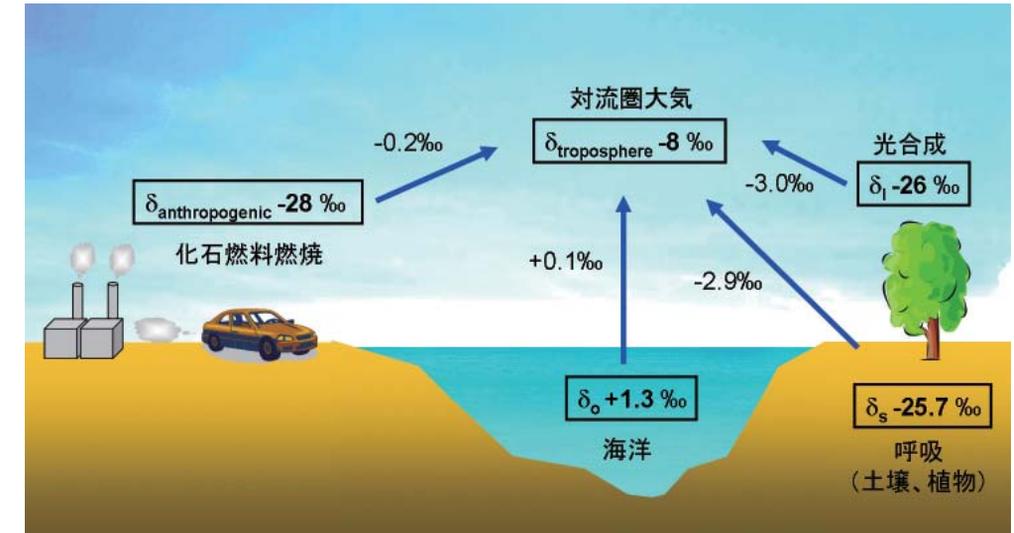


図1: 二酸化炭素の安定炭素同位体の大気循環。安定炭素同位体比を千分率( $\delta^{13}\text{C}$ )で示している。二酸化炭素の起源により、その安定炭素同位体比が異なっていることがわかる。

置の開発が望まれていました。

光通信用に開発された $2\mu\text{m}$ 帯の半導体レーザーを光源として用いた安定炭素同位体を連続計測可能な可搬型レーザー吸収分光装置を開発しました(図1)。高感度吸収分光法と計測装置の温度圧力等を高精度に制御することにより、高精度な安定炭素同位体比の測定に成功いたしました。新規に開発した装置の $\delta^{13}\text{C}$ 値の計測精度は0.02‰で、従来、安定同位体比測定に用いられている安定同位体比同位体質量分析計(IRMS)の精度に匹敵します。図2は開発装置を用いて測定した東京での二酸化炭素濃度と安定炭素同位体比の変化です。この計測時に3点、大気をサンプリングし、IRMSによる計測を行ったところ、本装置による

計測結果と一致し、本装置により、大気中のCO<sub>2</sub>安定炭素同位体の変化を高精度、リアルタイムに計測できることが立証されました。これにより、地球温暖化防止に対する効果的な施策を講じる際、温室効果ガスの排

出挙動の把握ができるようになります。

さらには、医療現場における呼吸診断、森林生態系における温室効果ガスの収支挙動、火山活動予測といった幅広い分野への応用が期待されます。

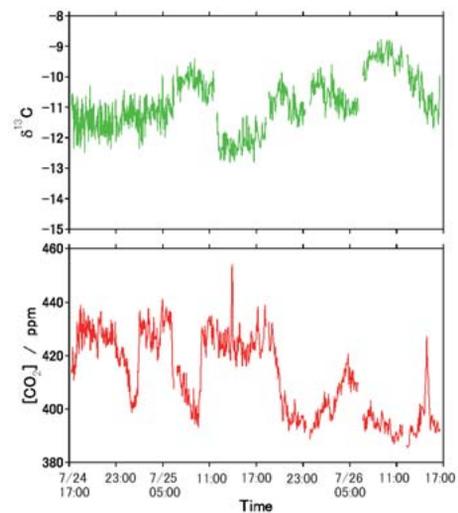


図2: 開発装置による大気中の二酸化炭素濃度(下図)と安定炭素同位体比の千分率( $\delta^{13}\text{C}$ :上図)の測定結果。