

# 主 論 文 要 旨

報告番号	甲 乙 第	号	氏 名	安在 建治
------	-------	---	-----	-------

主 論 文 題 目 :

## 波長 3.4 $\mu\text{m}$ 帯高感度高分解能分光計の開発

(内容の要旨)

多くの分子は基本振動バンドに属する吸収強度の大きな遷移を中赤外領域に多数持つ。これらのスペクトルから、分子構造や分子に働く相互作用の解明、分析化学、天文学、大気科学での分子種同定や定量測定などの研究が行われてきた。フーリエ変換赤外分光計は簡便に広い波長範囲でスペクトルが得られるためよく用いられるが、光源の輝度が低いため感度が悪く、分解能はドップラー幅で制限される。輝度の高いレーザーを光源に用いると、感度は向上し、非線形吸収分光法も併用すればサブドップラー分解能が得られる。しかし、スペクトル幅が狭くかつ同調波長範囲の広い中赤外レーザー光源は少なく、レーザー分光の恩恵を享受できる波長領域は限られていた。

本研究では差周波発生法を用いて波長 3.4  $\mu\text{m}$  帯で連続同調波数範囲が  $91\text{ cm}^{-1}$  と広く、スペクトル線幅が 0.06 MHz (HWHM) と狭い中赤外コヒーレント光源を製作し、これを用いて高感度高分解能分光計を開発した。この分光計を用いてメタン分子のサブドップラー分解能スペクトルを観測した。また、メタン分子のドップラー分解能スペクトルを記録し、 $^{12}\text{CH}_4$  と  $^{13}\text{CH}_4$  の同位体存在比を決定できる吸収係数比を精密測定した。

第 1 章では中赤外領域の分光の歴史、および光源の現状を概観した。

第 2 章では非線形吸収分光法のうち、サブドップラー分解能を得るためによく用いられる飽和吸収分光法の理論について記述した。

第 3 章では差周波法による中赤外光発生と実際に製作した光源について述べた。

第 4 章では製作した光源のサブドップラー分解能分光への応用について述べた。光源の出力が非線形効果を誘起するには十分ではないため、光共振器を吸収セルとして用いた。これにより、セル内の光電場が増強され、非線形吸収分光が可能となった。わずか数  $\mu\text{W}$  の赤外光により  $^{12}\text{CH}_4$  の  $\nu_3$  基本音バンドの非線形吸収スペクトルを観測した。その線幅は 0.33 MHz (HWHM) でこれまでの同様な分光計に比べ狭い。開発した分光計は感度が高く、自然存在比が 1.1 % の  $^{13}\text{CH}_4$  でも非線形吸収スペクトルを観測することに成功した。また、同調波長範囲が広いと、波長 3.39  $\mu\text{m}$  の He-Ne レーザーを光源とする分光計では同調できない遷移のラムディップを観測した。

第 5 章ではメタンの同位体存在比の精密測定について述べた。同位体存在比は試料物質の生成過程に依存し、物質循環を解明する手がかりを与える。試料気体の吸収スペクトルを記録し、各同位体由来する吸収線の強度比を測定することで試料中の同位体存在比を決定できる。このために多くの条件を同時に満足する最適な  $^{12}\text{CH}_4$  と  $^{13}\text{CH}_4$  の遷移を選び出した。開発した分光計の同調波長範囲が広いと、実際にこれらの遷移スペクトルを記録することができた。吸収線の強度を繰り返し測定した結果、吸収係数比を 3 % の精度で決定できることがわかった。これは光源を 1 つだけ用いた吸収分光法による吸収係数比決定精度としては最高である。

第 6 章では結論として、本研究で得られた結果をまとめ、将来の展望を述べた。

以 上