

惑星大気観測用赤外レーザーヘテロダイン分光計の改良と性能評価

Improvement and Performance Test of an Infrared Laser Heterodyne Spectrometer Developed for Observations of Planetary Atmosphere

大瀧 雄一郎[1], 小久保 広宣[1], 村田 功[1], 福西 浩[2]

Yuichiro Ohtaki[1], Hironobu Kokubo[2], Isao Murata[3], Hiroshi Fukunishi[4]

[1] 東北大・理・地球物理, [2] 東北大・理・地物

[1] Department of Geophysics, Tohoku Univ, [2] Geophysics Sci, Tohoku Univ, [3] Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ.,

[4] Department of Geophysics, Tohoku Univ.

<http://pat.geophys.tohoku.ac.jp/~ohtaki/>

我々は惑星大気の地上からのリモートセンシングを目的として、赤外レーザーヘテロダイン分光計の開発を進めている。この分光計は局部発信器に波長可変半導体レーザーを、電波分光計として音響光学型分光計(AOS)を使用しているため、従来のものと比べ広い観測波長域と高周波数分解能を持つ非常に小型なシステムとなっている。

これまで開発されてきた分光計の性能向上を目的とした改良および性能試験を行った。さらに、得られた結果を用いて、金星大気観測を行った場合の数値シミュレーションを行い、温度高度分布を導出し、誤差を見積もった。

我々は惑星大気の地上からのリモートセンシングを目的として、赤外レーザーヘテロダイン分光計の開発を進めている。この分光計は局部発信器に波長可変半導体レーザーを、電波分光計として音響光学型分光計(AOS)を使用しているため、従来のものと比べ広い観測波長域と高周波数分解能を持つ非常に小型なシステムとなっている。

これまで開発されてきた分光計の性能向上を目的とした改良および性能試験を行った。

まず AOS の性能不足の原因を究明するために名古屋大学において性能試験を行った。その結果、周波数帯域が低周波側にシフトしていること、周波数分解能は AOS 光学系に調整機構を付けることで向上できることが分かった。この試験結果に基づき AOS 光学系の改良を行った結果、改良後の AOS の性能は、帯域幅が 700 MHz、分解能は以前に比べ 2 倍向上させることに成功し、2.3 MHz となった。この値はほぼ観測に使用できるレベルである。

また、AOS の SN 比向上を目的として、これまで SN 比や安定性に問題のあった AOS の周波数変換部品を交換し、データ取得方をチョッパーに同期させる方式に変更した。以上 2 点の改良を行い、太陽を光源として地球大気中のオゾン吸収スペクトルを観測した結果、改良前と比べて少なくとも 5 倍 SN 比の良いスペクトルを得ることができた。

さらに分光計の広帯域化を目的として、2 GHz 以上の非常に広い周波数帯域幅を持つ光検出器を導入することにし、これにあわせ信号処理部の帯域幅を広げた。ただし、現時点で光検出器は納入されていないため、性能試験は行っていない。

現状のシステムで惑星の光が検出可能であることを確認するため、東北大学と国立天文台(東京都三鷹市)において金星を光源とした試験観測をレーザーヘテロダイン検出部と信号処理部のみを使用して行い、地球大気のスเปクトルを取得することに初めて成功した。この観測は分解能 100 MHz で行い、得られた SN 比は 180 秒間の積分で 2.1 であった。この値は黒体炉を用いた室内実験から予想された値の 1/2 である。

改良後の帯域幅 (700 MHz)、分解能 (2 MHz) と試験観測で得られた SN 比を用いて、金星大気観測を行った場合の数値シミュレーションを行った。その結果、金星大気の高さ 72 ~ 87 km の温度高度分布の導出が可能であり、高さ 72 ~ 79 km では 3 K 程度、高さ 80 ~ 87 km では 30 K 程度の誤差が生じることが分かった。