光周波数コム時間分解フーリエ変換分光法による生命の起源の研究

産業技術総合研究所　西山 明子



援助区分・期間　個人 A・2024 年 6 月 28 日～2024 年 9 月 6 日
滞在研究機関　Nicolaus Copernicus University in Toruń, Grudziądzka 5, 87-100 Toruń, Poland
共同研究者　Prof. Piotr Masłowski

ホルムアミド(NH_2CHO)は観測されている星間分子のうち最小のペプチド結合をもち、アミノ酸をはじめとする生体分子の前駆体となり得る。そのため、星間空間における生成過程の解明は、生命の起源を明らかにするための鍵となる。本研究では、光周波数コムフーリエ変換分光法を用いて、NH_2 ラジカルとホルムアルデヒド(H_2CO)によるホルムアミドの生成過程の検証を行うことを目指した。

この目的のために本研究では、赤外光周波数コムを用いたフーリエ変換赤外分光装置[1,2]による反応物と生成物の高分解能分光計測と、時間分解分光計測による反応中間体の同定や反応速度の導出を行うことを計画した。光周波数コム分光装置は代表研究者が過去に、ニコラウス・コペルニクス大学において開発したものである。光周波数コムとは一定間隔で並んだ狭線幅なモード群からなる特徴的なスペクトルを持つレーザー光源であり、各モードの光周波数を高精度に決定することができる。光周波数コムを用いたフーリエ変換赤外分光装置は、干渉信号の有限長さに起因する装置関数の影響を除去することができ、従来のフーリエ変換分光器の限界を超える高い周波数分解能を達成する。

本研究では、アンモニア、ホルムアルデヒド、ホルムアミドの高分解能赤外分光を行い、既存のデータベースよりも高精度な赤外スペクトルを取得することに成功した。続いて、フーリエ変換分光装置と紫外レーザーを連動させるためのトリガー装置などを制作し、時間分解分光計測装置を構築したが、紫外レーザーの発振に必要な混合ガスが不足し、時間分解分光計測の実行には至らなかった。時間分解分光計測を行う予定であった期間には、同分光装置を用いて一酸化炭素気体の赤外スペクトルの精密測定による温度計測を行った。

滞在中に得られた高分解能赤外分光のデータに基づいて、高精度な遷移周波数の決定をはじめとする分光データの解析を行っており、国内外での発表や論文誌への投稿を予定している。既存のデータベースの精度を更新することで、分子分光学や大気科学の分野に大きなインパクトを与える成果となることが予想される。時間分解分光の実験は共同研究者に引き継がれており、ホルムアミドの生成過程に関する興味深い知見を得ることが期待される。

【キーワード】光周波数コム、赤外分光、ホルムアミド

【参考文献】

[1] P. Maslowski, et al., "Surpassing the path-limited resolution of Fourier-transform spectrometry with frequency combs," Phys. Rev. A **93**, 021802 (2016).
[2] A. Nishiyama, et al., "Line-shape study of CO perturbed by N2 with mid-infrared frequency comb-based Fourier-transform spectroscopy," Measurement **227**, 114273 (2024).