

中赤外スーパーコンティニューム光源を用いた大気中の水粒の FTIR 分光

提案する装置

- 仏国 LEUKOS 社 スーパーコンティニューム光源
- スイス国 ARCOptix S.A 社 小型 FTIR 分光器

1. はじめに

大気中を構成している成分には水蒸気、メタンガス、二酸化炭素、硫酸化物、窒素酸化物があり、大気中の様々な化学反応に関わっています。

現在、中赤外線吸収特性を利用して、分光学的に大気化学反応の様々な研究が行われています。

水滴や氷の粒などを構成する雲成分は中赤外領域の光をよく吸収することが知られています。

今回は仏国LEUKOS社により開発された中赤外スーパーコンティニューム光源と小型FTIR分光器を用いて、雲成分である水滴や氷粒水の中赤外線吸収測定から減衰定数を決定した測定例について紹介します。

2. 実験

光源のスペクトラルパワーを図1に記載します。
(LEUKOS社STM-250-MIR型光源)

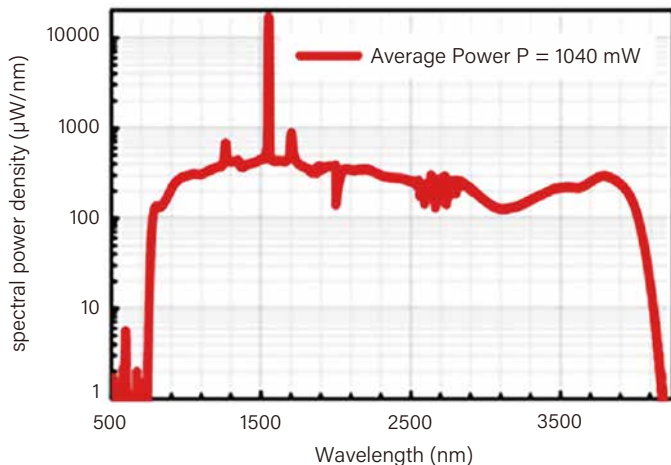


図1 スーパーコンティニューム光源スペクトル

750~4130 nmの波長領域で、平均出力が1.04 Wです。図2に測定システムについての概要図を示します。

赤外レーザー光はそのままダイレクトに水滴生成チャンバーに照射されます。チャンバー通過後、赤外線用の放物面鏡で反射させ、FTIR分光器に入射させます。チャンバー内に水滴が導入され、水滴粒子を形成していく過程を赤外線吸収測定で追跡します。

測定は3つの時間領域、Period1(0~75 s)、Period2(75~

315 s)、Period3(315 s~)です。1と3の時間領域には水滴粒子は存在しません。

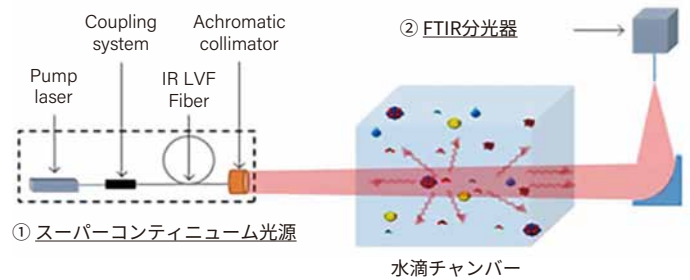


図2 赤外線吸収システム図

① スーパーコンティニューム光源

→仏国LEUKOS社
スーパーコンティニューム光源
ELECTRO MIR4.1型

② FTIR 分光器

→スイス国 ARCOptix S.A社
小型FTIR分光器
MIR-L1-060-2TE-R4型

3. 結果

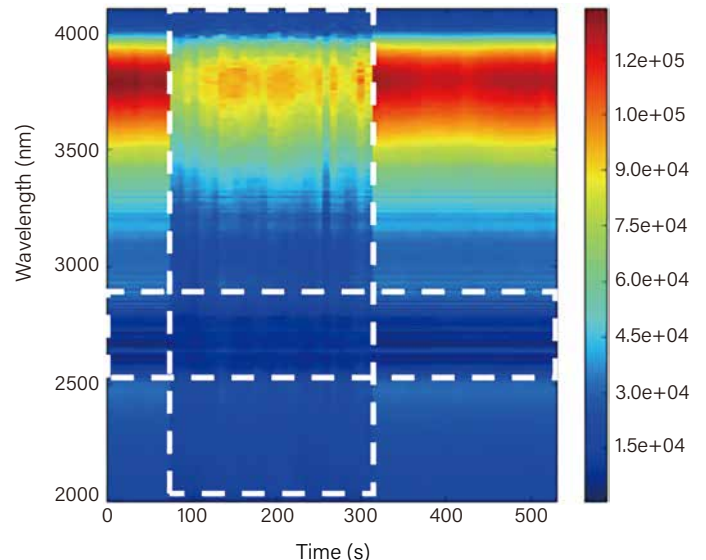


図3 それぞれの時間領域におけるスペクトル強度

Period2について、チャンバー内では雲の成分に近い雨滴や氷粒が形成され、2000-4000 nm領域でそれらの吸収が観測されています。

Period1,2,3に共通して存在する2600-2800 nmのバンドは二酸化炭素の吸収によるものです。

Period1,3の水滴がない状態での光強度減衰は以下の式で示されます。

$$I_{atm}(\lambda, L) = I_0(\lambda, 0) \exp(-K_{atm}(\lambda)L)$$

一方、Period2の水滴がある場合には

$$I_{atm,hydro}(\lambda, L) = I_0(\lambda, 0) \exp(-[K_{atm}(\lambda) + K_{hydro}(\lambda)]L)$$

K_{atm} と K_{atm} は、大気中の減衰定数、水滴が存在する場合の減衰定数です。 L は光路長です。

I_{atm} は大気中を通過した時の光強度、 $I_{atm,hydro}$ は水滴存在下の大気を通過した時の光強度です。

I_0 を消去すると K_{hydro} は以下の式で示されます。

$$K_{hydro}(\lambda) = -\ln\left(\frac{I_{atm,hydro}(\lambda, L)}{I_{atm}(\lambda, L)}\right) \frac{1}{L}$$

Period1、Period2、Period3の吸収測定結果から、減衰定数の結果は図4のようになります。水滴や氷粒などがある場合には、2000～4000nmの波長領域において、減衰定数は平均しておよそ 20 km^{-1} ～ 25 km^{-1} 程度であることが求められました。

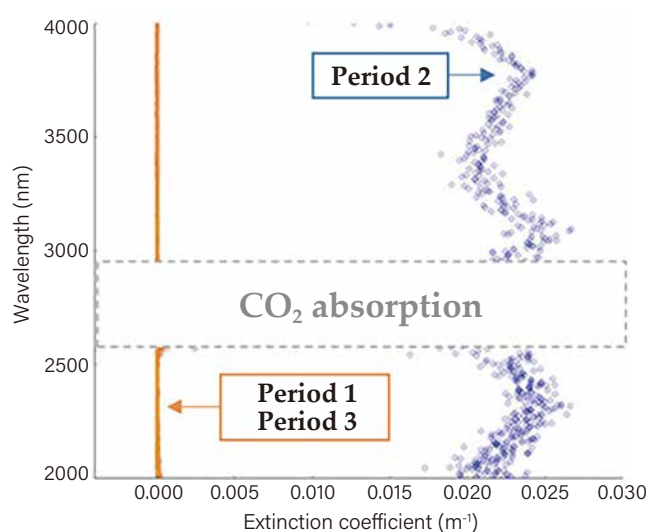


図4 水滴粒子4の平均減衰定数

参考文献

- [1] Florian Gaudfrin, Romain Ceolato, Oliver Pujol, Guillaume Huss, and Nicolas Riviere, "Mid-infrared supercontinuum laser source for hydrometeors extinction measurements", 978-1-5090-6050-4/14, 2017.IEEE