

## トリチウム水の近赤外分光データの解析

(富山大学\*, 富山大学水素同位体科学研究センター\*\*)

○槇泰喜\*, 山本拓也\*, 小林かおり\*, 原正憲\*\*, 波多野雄治\*\*

## Analysis of Near-infrared Spectroscopic Data of Tritiated Water

(Toyama Univ.\*, Hydrogen Isotope Research Center, University of Toyama\*\*)

○Hiroki Maki\*, Takuya Yamamoto\*, Kaori Kobayashi\*, Masanori Hara\*\*, Yuji Hatano\*\*

【序】水素の放射性同位体であるトリチウムを含む化合物、特に水の水素がトリチウムに置き換わったトリチウム水(HTO および  $T_2O$ )は人体への影響も大きく、その検出には強い興味を持たれている。水という化学形態においても自然界では HTO の存在度が高いと考えられる。しかしながらトリチウム水の分光学的検出の報告は基本的な分子であるにもかかわらず非常に限られており[1, 2, 3, 4]、近赤外領域でのデータは存在しなかった。そこで我々は超高濃度のトリチウム水を合成し、 $\nu_3$ の倍音領域である 1.38 ミクロン帯の近赤外領域でのスペクトル測定を行った。[5]しかしながら測定したスペクトル領域が比較的狭いうちに、自己放射線分解反応により、トリチウム水はトリチウムと酸素等に分解し、測定を続けることが困難になった。また、トリチウム水の合成条件の都合で、HTO と  $T_2O$  の分量を決めることが困難であり、どちらの同位体種を測定しているかの判別が困難であった。そのため、量子化学計算との共同研究を行うことでスペクトルの帰属を行った。[6]同時に、未測定領域の測定と、放射線由来の化学反応を安全に追跡できるように、二重管構造のセルを開発した。本報告では主として、これまでの実験データの解析結果について報告する。

【実験】トリチウム水の近赤外分光の実験装置図を Fig.1 に示す。Littman 型共振器半導体レーザーを用い、FM 変調法による測定を行った。トリチウム水の合成には約 2 Ci のトリチウムを使用した。これを CuO とともに 300°C で加熱することで酸化させ、トリチウム水を合成した。分光実験中のみ、トリチウム水を貯蔵したアンプルに接続されたバルブを開放することによりサンプルセル内にトリチウム水を導入し、

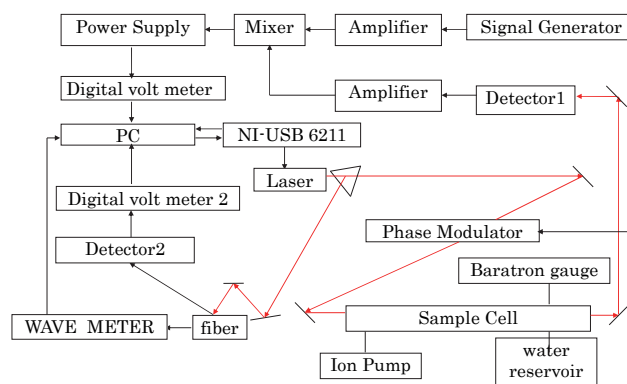


Fig.1 FM 実験装置図

測定を行う。実験終了後はトリチウム水アンプルを液体窒素で冷却しアンプル内に回収する。セ

ル内に残った微量のサンプルについてはセルに接続されたイオンポンプに回収することでトリチウム水が外部曝露する危険性を防いでいる。一方で、従来のサンプルシステムは、再酸化の機構がなく、一重管であるために、測定時のみ試料をいれる必要があった。この問題を解消するために、新しいサンプルセルでは再生器をつけ、漏洩を避けるためウィンドウ以外はステンレスの二重管型とし、リークテストを充分に行った。新たにトリチウム水の合成が終了次第、さらなる分光実験を行う予定である。

#### 【結果・考察】

これまでに  $7200 - 7245 \text{ cm}^{-1}$  の範囲を測定した。スペクトルの一例を Fig.2 に示す。量子化学計算によって帰属された  $2\nu_3$  バンドのスペクトルの 81 本のうち、これまでのところ Watson's  $A$ -reduced Hamiltonian を用いて、2 本をのぞいて、フィットすることができたが、現在のところ

rms は実験誤差範囲に収まっていない。

今後、遠心力項を増やすなどしてフ

ィットの精度の改良を行う予定である。一方、 $\nu_3$  バンドでは  $\nu_1 + \nu_2$  との相互作用を取り入れた解析もなされており [4]、本研究においても近接する  $2\nu_1 + 2\nu_2$  他準位との摂動を考慮する必要がある可能性がある。

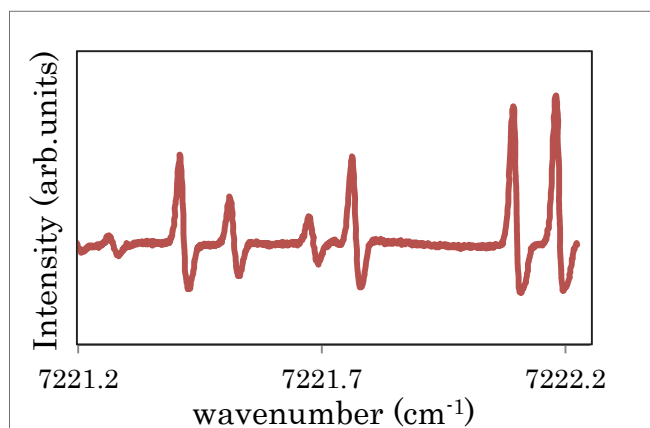


Fig.2 トリチウム水スペクトル

#### 参考文献

- [1] P. Helminger, F. C. De Lucia, W. Gordy, P. A. Staats, and H. W. Morgan, Phys. Rev. A 10, 1072 (1974)
- [2] S. D. Cope, D. K. Russell, H. A. Fry, L. H. Jones, and J. E. Barefield, J. Mol. Spectrosc., 127, 464 (1988)
- [3] P. P. Cherrier, P. H. Beckwith, and J. Reid, J. Mol. Spectrosc., 121, 69 (1987)
- [4] M. Tine and L. H. Coudert, The 60th International Symposium on Molecular Spectroscopy, Columbus (2005) RE11
- [5] K. Kobayashi, T. Enokida, D. Iio, Y. Yamada, M. Hara, and Y. Hatano, Fusion Science & Technology, 60(3), 941 (2011).
- [6] M. J. Down, J. Tennyson, Y. Yamada, M. Hara, and Y. Hatano, and K. Kobayashi, J. Mol. Spectrosc., 289, 35 (2013).