

単結晶氷 I_h の偏光ラマン分光

埼玉大院・理工

○塩谷優紀, 高橋実里, 野嶋優妃, 山口祥一

Polarized Raman Spectroscopy of Single Crystalline Ice I_h

○Yuki Shioya, Misato Takahashi, Yuki Nojima, Shoichi Yamaguchi

Graduate School of Science and Technology, Saitama University, Japan

【Abstract】

Ice I_h is the most stable ice in the atmosphere. For thorough understanding of molecular structure and dynamics of single crystalline ice I_h , Raman spectroscopy provides fundamental information. Polarized Raman spectra of hexagonal single crystalline ice I_h were reported by Scherer and Snyder in 1977 [1], but they measured the spectra without locating the a and b axes that are perpendicular to the c axis. Here we report the results of more exhaustive measurements of polarized Raman spectroscopy of ice I_h . We prepared ice single crystals with face orientations fully specified, and measured the Raman spectra in the OH stretch region with all the polarization-face combinations. From these spectra, we will determine all the elements of the Raman tensor of ice I_h .

【序】

氷 I_h は大気圧下で最も安定な氷である。単結晶氷 I_h の構造とダイナミクスを議論する上で、ラマン分光法は最も基礎的な情報を与える。六方晶である単結晶氷 I_h の偏光ラマン測定は既に報告されているが[1], その実験では結晶 c 軸に垂直な2つの結晶軸 (a, b 軸)の向きは特定されていなかった。そこで本研究では面方位を完全に定めた単結晶氷の試料を作製し、OH伸縮領域において偏光ラマンスペクトルを測定した。面方位の定まった試料を用いることでこれまでに報告されていなかった偏光組み合わせを含む、6種類の偏光ラマンスペクトル (aa, ab, bb, bc, cc, ca) を測定することが出来た。これらの結果を用いてラマンテンソル成分の決定を試みる。

【実験方法】

単結晶氷 I_h は Griggs-Coles 法[2]を用いて作製した。得られた単結晶氷は Shultz らの方法[3]に従って切り出した。Fig. 1a に示すように六方晶に属する氷 I_h には、3つの主要な面が存在する。basal 面は結晶 c 軸に直交し、primary prism 面は結晶 b 軸に、secondary prism 面は結晶軸 a 軸に直交する。3つの面の方位の決定にはエッチピット法[4]を用いた。ラマン散乱の励起光が入射する面(照射面)と散乱光が出射する面(検出面)を3つの主要な面のいずれかに一致させた3通りの試料を作製した(Fig. 1b)。1つの試料につき、2通りの偏光測定が可能になり、合計6通りの偏光組み合わせ (aa, ab, bb, bc, cc, ca) でスペクトルを測定した。偏光組み合わせの左側のアルファベットは励起光の偏光方向と一致している氷の結晶軸、右側は散乱光の偏光方向と一致している氷の結晶軸を表す。

ラマン分光の装置図を Fig. 2 に示す。光源に He-Ne レーザー (中心波長: 632.8 nm) を用いた。-28°C に保たれているフリーザー内に光学系を構築した。定盤から打ち下ろされた励起光を $\lambda/2$ 板によって x 偏光とし、試料に集光した。散乱光をグラントムソンプリズム、偏光解消板、ノッチフィルターを経て光ファイバーに集光し、分光器と CCD によってスペクトルをマルチチャンネル検出した。測定に用いる単結晶氷が

測定中に曇ることを防ぐために、試料の底面，検出面，照射面にスライドガラスを接合させて試料台の上に設置した。得られたラマンスペクトルにはエタロニング効果による干渉縞が現れたが，同じ波長領域で測定した白熱電球のスペクトルによってほぼ完全に除去することができた。

【結果・考察】

本装置の性能確認のために，液体の四塩化炭素の偏光ラマンスペクトルを測定した。218, 314 cm^{-1} の2つの非全対称振動バンドの偏光解消度は0.75となり，偏光ラマン測定を正しく行えることを確認した。発表では，単結晶氷 I_h の偏光ラマンスペクトルの測定結果とラマンテンソルの全成分を示す。

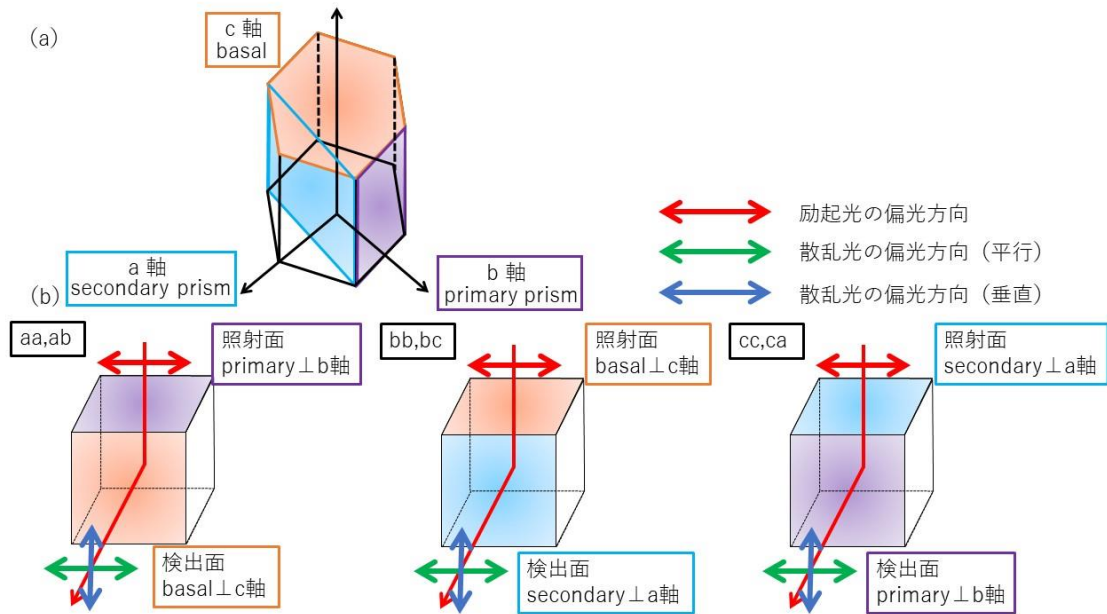


Fig. 1. (a) Structure of hexagonal ice I_h . (b) Three samples were produced to measure polarized Raman spectra.

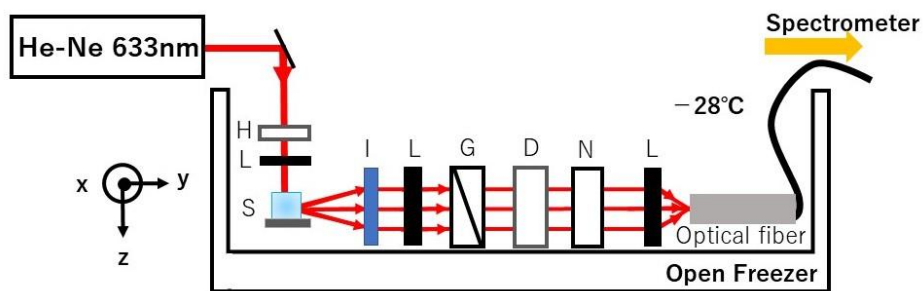


Fig. 2. Schematic of the optical system to measure polarized Raman spectra. H: half wave plate, I: iris, G: Glan-Thompson prism, D: depolarization plate, N: notch filter.

【参考文献】

[1] J. R. Scherer and R. G. Snyder, *J. Chem. Phys.* **67** (1977) 4794.
 [2] D. T. Griggs and N. E. Coles, *Sipre Report* **11** (1954) 1.
 [3] M. J. Shultz, A. Brumberg, P. J. Bisson, and R. Shultz, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **112** (2015) E6095.
 [4] K. Higuchi, *Acta Metall.* **6** (1958) 636.