

| | |
|--------------|---------------------------|
| 教員名 | 富永 靖徳 (TOMINAGA Yasunori) |
| 所属 | 人間文化研究科複合領域科学専攻物質科学講座 |
| 学位 | 理学博士 |
| 職名 | 教授 |
| URL / E-mail | tominaga@phys.ocha.ac.jp |

◆研究キーワード

低振動数ラマン散乱 / 超臨界水 / 水素結合型強誘電体 / 動的構造とダイナミクス / 構造相転移

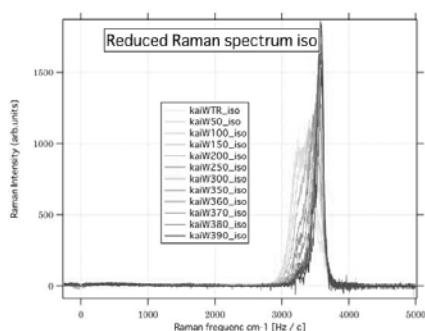
◆主要業績

総数 (2) 件

- ・ "Temperature and pressure studies of Raman peaks related ot hydrogen modes in KDP " Y.Mita, K.Takabe, M.Kobayashi, S.Endo, Y.tominaga, J.Phys.:Condens. Matter 18 (2006)5185-5190.
- ・ 「水素結合性物質のダイナミクス ―ラマン分光で見えるもの―」
富永靖徳：固体物理 Vol.41 No.11 (2006) 840・813.

◆研究内容

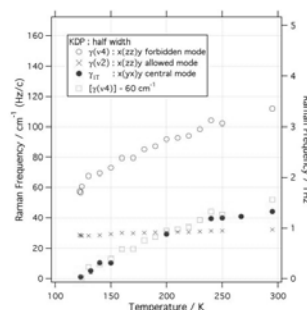
2006年度の主な成果は以下の通りである。
 (1) 「水」の特異な性質を「振動と緩和」という観点から明らかにした。具体的には、超臨界水の高振動数ラマンスペクトル(分子振動領域のラマンスペクトル)の偏光解析の測定に初めて成功し、これによって、O-H伸縮振動の「対称化ラマンスペクトル」を求めることに成功した。超臨界状態になるに従って、O-H伸縮振動は、対称伸縮振動1本のみになっていくこと、H-O-Hの変角振動は振動数を変化させずに、強度が消失していくことが明らかになった。
 (2) リン酸二水素カリウム(KDP)を代表とする「水素結合型強誘電体」の強誘電性相転移の動的機構を明らかにした。KDP型強誘電体において、THz領域に観測される相転移に向けての分極ゆらぎと、リン酸四面体の正四面体からの歪みが、相転移に向かって強く相関していることを、ラマンスペクトルの解析から示し、この物質の相転移がプロトトンネリングによるものではなく、歪んだリン酸四面体の秩序無秩序型の相転移であることを示した。



超臨界水の対称化還元ラマンスペクトル
 超臨界水のラマンスペクトルについて、(はじめて(VV)スペクトルと(VH)スペクトルを分離することに成功した。測定は蒸気圧曲線の沿って、超臨界状態に至った(臨界点(221MPa, 374K))。これから、対称化還元ラマンスペクトルを得ることができた(一番シャープなスペクトルが超臨界状態である)。これにより、超臨界水では、伸縮振動領域のラマンスペクトルは全対称伸縮振動1本になること、それ以外のモードは完全に偏光解消していることがはっきりと示された。

◆教育内容

学部: 「熱・統計力学」「基礎物理学実験」「物理英語」の科目の講義、3名の「卒業研究」を担当。大学院: 「固体物理学特論」「固体物理学特論演習」の科目、前期課程の院生1名、後期課程の院生1名の研究指導を担当した。
 「熱力学・統計力学」の科目は熱力学の部分のみを丁寧に講義した結果、学生の理解が深まった。学生の授業評価アンケート結果が評価されて、FDシンポジウムで「良い授業とは何か」について講演を行った。
 基礎物理学実験は、学生に実験の面白さと論理的な考え方を教えることを目指した。
 物理英語は、専門の英語文献が日本語に訳さないで読めるようになることを目指した。英語の内容を書かれた順序に従って、そのまま理解できることが大切であることを教えた。
 卒業研究では、ラマン分光の基礎の学習から初めてスペクトル解析の実際までを行い、結果のまとめかたまでの指導をした。
 大学院生には研究題目を自ら進められるように配慮をしながら、物理の面白さと課題のまとめ方を指導をした。修士論文題目: 「超臨界水のラマン散乱」



水素結合型強誘電体KDP(KH₂PO₄)の分極緩和モードとPO₄四面体の局所歪みの相関
 ●: ラマンスペクトルの中心成分の分極緩和モードの幅
 ○: PO₄四面体の局所歪みの寿命の逆数
 ○: ○: 相転移温度(T = 122K)での寿命の逆数
 ●と○: 温度変化が重なったことから、KDPの構造相転移では、動的機構を担う分極ゆらぎとPO₄四面体の局所歪みが強く相関していることが明らかになった

◆Research Pursuits

I have carried out the following subjects during 2006 era.

(1) I have firstly observed the "polarized" and "depolarized" high frequency Raman spectra of supercritical water independently. This success is due to the using c-cut sapphire windows for the supercritical cell in spite of conventional windows. From the analysis of the polarized and the isotropic spectra I have concluded that the 1600 cm⁻¹ bending spectrum vanishes toward to the supercritical region and that the around 3500 cm⁻¹ stretching spectra become only one sharp symmetric stretching mode. Moreover even in the supercritical region the hydrogen-bond remains a little from the analysis of the O-H stretching frequency.

(2) "KDP-type ferroelectrics" have a strong central component of low-frequency Raman spectra which is responsible for the polarization-fluctuation mode. While from the analysis of molecular vibration spectra of PO₄ tetrahedra, the tetrahedra are already distorted even in the paraelectric phase. We have found that the relaxation time derived from the central component and the degree of the distortion of the PO₄ tetrahedra are strongly correlate toward to the ferroelectric phase transition temperature. From these results we have concluded that the dynamical mechanism of hydrogen-bonded ferroelectrics is an order-disorder type due to the locally distorted PO₄ tetrahedra.

I have worked on resolving the dynamics of hydrogen-bonded materials through Raman scattering spectroscopy. I have focused the study on the "liquid water" and "KDP-type ferroelectrics" as the typical hydrogen-bonded materials. I have carried out the following subjects during 2006 era.

◆共同研究例

超臨界アルコールの低振動数ラマン散乱 (THz ラマン散乱) (山形大学)

◆共同研究可能テーマ

・超臨界水のラマン分光 ・水素結合型強誘電体の構造相転移 ・トレハロース水溶液のラマン分光

◆将来の研究計画・研究の展望

すでに、THz ラマン分光の測定と解析を世界に先駆けて成功させた。また、超臨界水の高振動数領域のラマンスペクトル偏光解析を成功させた。この結果、蒸気圧曲線に沿って超臨界状態に到る、水の「対称化ラマンスペクトル」の温度変化を、初めて物理学会の講演で発表した。今後は、超臨界水の信頼おける赤外スペクトルの測定を世界に先駆けて成功させたい。また、水素結合型強誘電体の構造相転移について、相転移の分極ゆたぎとリン酸四面体の歪みが強く相関していることについて、さらに確証を積み重ねたい。

◆受験生等へのメッセージ

常にあくことのない知的好奇心を持って、自分の頭で考える意欲をもつこと。どんな事にもめげずにがんばれば、必ず報われます。

さらに詳しい研究室の案内は、以下のサイトで見るができます。

<http://www.phys.ocha.ac.jp/tominagalab/home.html>

<http://www.dc.ocha.ac.jp/fukugo/tominaga.html>

理科系学部をめざしている受験生に一言：

まず自然に感動する感性がとても大切です。それと同時に、持続的に科学の素養を身につけるための動機付けとして、「なぜ科学の素養と科学的な考え方の訓練が必要なのか、あるいは、生きていくための必需品として、なぜ科学が必要なのか」をちょっとだけ考えてみて下さい。ひとつの答えは、「騙されないために、騙さないために」だと思っていますが、これよりもっともっと素敵な動機付けがあると思います。みなさんで考えてみて下さい。

◆Educational Pursuits

Undergraduate course: "Thermodynamics and statistical physics", "Elementary experiments of physics", and "English for physics". Graduate course : "Advanced course of solid state physics" and "Seminar of Condensed matter physics". Three undergraduate students and two graduate students are taken care of in my laboratory.

Since the evaluation of student questionnaire on "Thermodynamics and statistical physics" is very good, I have a chance to talk on "What is a good lecture" in the FD symposium.

On "Elementary experiments of physics" we tried to give the interest of experiment and the logical thinking of science . On "English for physics" I put a special emphasis on importance of direct understanding of English not through translation of Japanese.

I lectured undergraduate students on Raman spectroscopy from the very beginning to the advanced spectral analysis and encouraged to work out the experiments. I gave for graduate students the good circumstance to promote their thesis's by their own efforts. At the same time I tried to give the interest of physics and how to reach the final conclusion of their works. Master thesis: "Raman scattering of supercritical water". Undergraduate thesis: "Spectral analysis of water by simulation" and "High-frequency Raman scattering of dioxane/water mixed system".