

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
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

低振動数ラマンスペクトル (THz ラマンスペクトル) / 超臨界水 / 水の動的構造 / 水素結合型強誘電体 / 構造相転移

## ◆主要業績

総数 (3) 件

- ・ "The First Observation of Low-Frequency Raman Spectra of Supercritical Water": Yasunori TOMINAGA and Yuko AMO, Journal of Physicla Society of Japan, Vol.75, No.2 (2006), 023801-1 ~ 023801-3
- ・ 「水の動的構造 - ラマン散乱分光 -」: 富永靖徳, 天羽優子, 低温科学, Vol.64 (2005), p.121 - 134
- ・ 「水・アルコール二成分混合系の動的構造 - レーラー・ブリュアン散乱 -」: 富永靖徳, 天羽優子, 低温科学, Vol.64 (2005), p.135 - 140

## ◆研究内容

水素結合を形成している物質に焦点を当てて、そのダイナミクスを主にラマン散乱を用いて解明するテーマに取り組んだ。液体では、「水」の特異な性質を、ラマンスペクトルの解析に基づいて、「振動と緩和」という観点から明らかにした。また、固体では、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。2005年度の主な成果は以下の通りである。(1) 超臨界水の低振動数ラマンスペクトル (THz ラマンスペクトル) の測定に世界で初めて成功し、水素結合の揺らぎに対応する緩和時間を求めることに成功した。この緩和時間が超臨界状態に向かって、一度短くなるが、ある温度から再び長くなることが明らかになった。(2) KDP型強誘電体において、水素モードとリン酸四面体の分子振動モードのラマンスペクトルの解析から、相転移機構が、直接のプロトン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。

## ◆教育内容

学部では、「熱・統計力学」、「基礎物理学実験」、「物理英語」の科目の講義、および2名の「卒業研究」を担当した。大学院では「固体物理学特論演習」、「凝縮系科学」の科目、および、前期課程の院生2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ことが、期末試験の成績と授業評価アンケートで明らかになった。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て、なるべく分かりやすい基礎的な項目で実施した。物理英語は、将来、専門の英語文献が読めるようになることを目指した。少人数でのゼミ形式の利点を活かして、英語の内容を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、ラマン分光の基礎から初めてスペクトル解析まで行い、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。

## ◆Research Pursuits

---

I have focused to reveal dynamics of hydrogen-bonded materials through Raman spectroscopic study. I selected "liquid water" and "KDP-type ferroelectrics" as the typical hydrogen-bonded materials. I have carried out the following works during 2005 era. (1) From the analysis of low-frequency Raman spectra of supercritical water we have analysed both inter-molecular vibration modes due to the retoring force or the hydrogen-bonds and a relaxation mode due to the creation and annihilation of hydrogen-bonds. The obtained relaxation time as a function of temperature shows that first the relaxation time becomes shorter (faster) with increasing temperature at 25 MPa, then it turns longer (slower) with increasing temperature toward to the supercritical temperature. In the supercritical region the relaxation time is still longer (slower) with increasing temperature. (2) From the analysis of Raman spectra on the mixed crystals of KDP and deuterated one (DKDP), the hydrogen modes are definitely assigned and revealed as a simple local vibration mode not the tunneling mode. While from the analysis of molecular vibrations of PO<sub>4</sub> tetrahedra, the tetrahedra are already distorted even in the paraelectric phase. We have concluded that the dynamical mechanism of hydrogen-bonded ferroelectrics is an order-disorder type due to the locally distorted PO<sub>4</sub> tetrahedra. The proton-tunneling model is not adequate to explain the Raman spectroscopic results.

## ◆Educational Pursuits

---

For undergraduate course I lectured "Thermodynamics and statistical physics", "Elementary experiments of physics", and "English for physics". For graduate course I promoted "Condensed matter physics" with seminar style. Moreover I educated two undergraduate students and three graduate students to carry out their theses. On "Thermodynamics and statistical physics" I decided to confine only thermodynamics in order to well-understanding, because of different concepts between the two and the lack of sufficient time. This decision was positively estimated considering from the results of examination and questionnaires of students. On "Elementary experiments of physics" we tried to give the interest of experiment and the logical thinking of science through the simple and fundamental items. On "English for physics" I put a special emphasis on importance of direct understanding of English not through translation of Japanese with making an advantage of small class. 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 theses 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.

## ◆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)

## ◆将来の研究計画・研究の展望

---

現在、超臨界水の低振動数ラマン分光 (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。超臨界水の高振動数領域のラマンスペクトルは多くの研究があるが技術的な問題から偏光解析が十分でない。また、赤外スペクトルとの比較検討も遅れている。水の特異性の理解のためには、水素結合がほとんど切れた超臨界水の理解は重要なステップである。これから、技術的な困難を解決して偏光ラマンスペクトルと赤外スペクトルとの比較から水素結合の状態を解明したい。

## ◆共同研究可能テーマ・今後実用化したいテーマ

---

- ・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
- ・トレハロースのラマン分光

## ◆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ことができます。

<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：

自然に感動する感性はとても大切ですが、それ以上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」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かもしれません。