

氏名： 富永 靖徳 (TOMINAGA Yasunori)
所属： 人間文化創成科学研究科自然・応用科学系
学位： 理学博士
職名： 教授
専門分野： 物性物理学、化学物理、ラマン分光、誘電緩和、構造相転移
E-mail： tominaga@phys.ocha.ac.jp

◆研究キーワード / Keywords

ラマン分光／赤外分光／超臨界水／水素結合型強誘電体／水の動的構造
Raman spectroscopy / IR spectroscopy / supercritical water /
hydrogen-bonded ferroelectrics / dynamical structure of water

◆主要業績

総数（１）件

- "Dynamical mechanism of ferroelectric phase transition in KDP/DKDP mixed crystals and distortion of PO₄ tetrahedron"
Y.Kawahata and Y.Tominaga, Solid State Communications, 145 (2008)218-222.

◆研究内容 / Research Pursuits

- [1]「水」の特異な性質の原因である水素結合について、「振動と緩和」という観点から研究を進めた。超臨界状態に向かって水の水素結合が破壊されていく過程で、蒸留水の THz 領域の低振動数ラマンスペクトルの解析から、分子間振動が消失していくこと、また、THz ～ GHz にわたる緩和の緩和時間が、最初は短くなるが途中で逆に長くなり、超臨界状態では誘電緩和の緩和時間に近づいていくことを明らかにした。
- [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」の相転移の動的機構が、歪んだリン酸四面体の秩序無秩序型であることを KDP/DKDP 混晶系の常誘電相と強誘電相での高振動数ラマンスペクトルの解析から示した。リン酸四面体の分子振動 (ν_4 モード) の常誘電相での選択則の破れから、局所的な歪みの程度を見積もった。さらに、強誘電相では ν_4 モードの幅の逆数が、混晶系の飽和自発分極の 2 乗に比例することを明らかにし、秩序無秩序型の相転移の振る舞いと整合していることを明らかにした。
- [1] I have firstly observed the low frequency THz Raman spectra of supercritical water. From the analysis of the THz Raman spectra I have concluded that the inter-molecular vibration modes vanish toward the supercritical region and that the relaxation time of the central component becomes once shorter and then turns longer toward the supercritical region. Moreover in the supercritical water the relaxation time coincides with the dielectric relaxation time. This fact shows that in the supercritical region almost all the hydrogen-bond is destroyed and the relaxation time is due to the collision among water molecules.
- [2] Dynamical mechanism of ferroelectric phase transition in "KDP-type ferroelectrics" have been confirmed as the "order-disorder type" due to the distorted PO₄ tetrahedron. Through the analysis of high-frequency Raman spectra of the ν_4 mode of PO₄ tetrahedron in KDP/DKDP mixed crystals, we have shown that the PO₄ tetrahedra are already locally distorted even in the paraelectric phase. Moreover in the ferroelectric phase the reciprocal width of the ν_4 mode of PO₄ tetrahedron is proportional to the square of saturated spontaneous polarization in KDP/DKDP mixed crystals. These results have shown that the dynamical mechanism of ferroelectric phase transition in the hydrogen-bonded ferroelectrics is "order-disorder type", not the proton-tunneling model. 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.

◆教育内容 / Educational Pursuits

理学部：

「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：

「化学物理特論」「固体物理学特論演習」の科目、前期課程の院生4名、後期課程の院生1名の研究指導を担当。

「熱・統計力学」は思い切って「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。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。

博士論文題目：

「水素結合型強誘電体 KDP/DKDP 混晶系の水素（重水素）および PO₄ 四面体モード ラマン散乱による研究」

Undergraduate course:

“Thermodynamics and statistical physics”, “Elementary experiments of physics”, and “English for physics”.

Graduate course :

“Advanced course of chemical physics” and “Seminar of Condensed matter physics”. Three undergraduate students and five graduate students are taken care of in my laboratory.

Since the evaluation of student questionnaire on “Thermodynamics and statistical physics” is very good. 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. Doctor thesis: “Hydrogen/deuterium and PO₄ modes in hydrogen-bonded ferroelectrics KDP/DKDP mixed crystals - Raman scattering-”.

Master thesis:

“ Low-frequency Raman Scattering of Water up to Supercritical State”, “Dynamicl Mechanism of structural phase transition of hydrogen-bonded ferroelectrics - Raman scattering spectra -”.

◆研究計画

現在、水素結合性物質の典型的な物質として、「水」と「水素結合型強誘電体結晶」に焦点を当てて、振動と緩和という観点からダイナミクスを明らかにしている。超臨界水のラマンスペクトルを解析する過程で、水分子の変角振動モードが超臨界状態に向かって、ほぼ完全に消失することが分かってきた。この予想外の結果の原因を解決するために、ラマン分光と相補的な「赤外分光」を今後の研究計画としている。実は、超臨界水の変角振動領域の赤外スペクトルの測定は、まだ、誰も測定に成功していない。最近、技術的な問題を解決する見込みがつき、2007年度から超臨界水の赤外分光スペクトルの測定に取り組んでいる。この測定を成功させて、水の水素結合状態とそのダイナミクスを解明することにより、水の特異性を分光学的立場から明らかにしたい。

共同研究の可能性としては、超臨界水の赤外分光の他、超臨界アルコールの低振動数ラマン散乱 (THz ラマン散乱)、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レーリー・ブリュアン・ラマン分光等がある。

◆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、あるいは、http://www.dc.ocha.ac.jp/fukugo/tominaga.html。

理科学部をめざしている受験生に一言：まず「自然」に感動できる感性がとても大切です。それと同時に、持続的に科学的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、「騙されないために生きていく武器である、つまり、騙さないために論理立てて考える訓練が必要である」という事だと思っています。

みなさんには、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。どうか自分で考えてみて下さい。しっかりした動機付けがあれば、決してめげる事はありません。