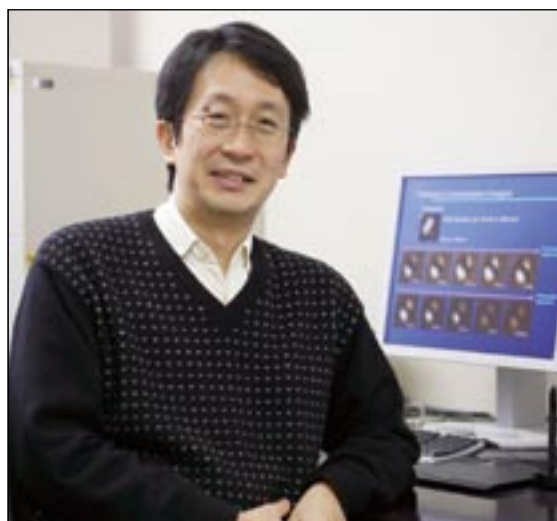


ナノ構造体の励起状態の動的イメージング



岡本 裕巳（教授）

1983年東京大学理学部卒業、1985年同大学大学院理学系研究科博士課程中退、1991年理学博士 1985年分子科学研究所助手、1990年東京大学理学部助手、1993年同助教授を経て、2000年11月より現職
TEL: 0564-55-7320
FAX: 0564-55-4639
電子メール: aho@ims.ac.jp

我々は、時間と空間の両面で極めて高い分解能を持つ近接場分光イメージング法を開発している。またそれを用いて、ナノメートルオーダーの構造を持つ分子集合体の励起状態を対象として、性質・機能の解明と光制御を目指した研究を行っている。特にナノ構造体における増強光電場や励起状態の波動関数の可視化と制御、および巨大分子や分子集合体における励起状態の時空間ダイナミクスの解明を中心に、研究を進めている。

物質の機能や性質の起源となる分子の性質を調べるために、多種多様な分光法が開発され用いられている。しかし通常の分光法では、光の回折限界のため空間的な分解能は低く、極めて多数の分子の、集団平均としての像が観測され議論されていた。近接場光学の方法では、回折限界を本質的に超え、10-

100 nm 程度の空間分解能で分光測定が可能となる。これによって、ナノメートルオーダーの構造体に対して、サイトを特定した直接的な励起と検出、イメージングが可能となる。特に超高速ダイナミクスの観測や非線形光学特性の研究は分光学的方法の独壇場で、光を用いる方法である近接場光学顕微鏡の特徴が有効に活かされる研究領域と言える。

我々はナノ構造体の励起状態の性質、ダイナミクスの研究のため、近接場分光法に超高速・非線形分光法の実験手法を取り入れた分光法を開発し、現時点で最高時空間分解能として 100 fs, 50 nm 程度を実現している。この装置で、有機分子の会合体については励起寿命がサイトに依存することを明らかにした。金属ナノ微粒子については、電子の集団運動であるプラズモンの波動関数が明瞭に観察されることを明らかにし、また緩和の粒子内位置依存性を超高速測定によって示した。金属ナノ微粒子の周囲には強い光電場が生じる場合があり、我々はこれを可視化することにも成功した。これは一分子レベルの超高感度分光の基礎として重要視されている。これらを発展させ、ナノ構造体における増強電場、励起の波動関数のダイナミクスの観測制御や、励起エネルギーの伝播と緩和を明らかにする取り組みを続けていく。それを通じて、ナノ構造における励起状態の分子科学を展開したいと考えている。

参考文献

- 1) T. Nagahara, K. Imura and H. Okamoto, "Time-Resolved Scanning Near-Field Optical Microscopy with Supercontinuum Light Pulses Generated in Microstructure Fiber," *Rev. Sci. Instrum.* **75**, 4528–4533 (2004).
- 2) K. Imura and H. Okamoto, "Development of Novel Near-Field Microspectroscopy and Imaging of Local Excitations and Wavefunctions of Nanomaterials," *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **81**, 659–675 (2008).
- 3) H. Okamoto and K. Imura, "Near-Field Optical Imaging of Enhanced Electric Fields and Plasmon Waves in Metal Nanostructures," *Prog. Surf. Sci.* **84**, 199–229 (2009).

