

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名：プラズモニック走査分析顕微鏡

2. 研究代表者：河田 聡（大阪大学大学院工学研究科 教授）

3. 研究概要

表面プラズモンポラリトン(SPP)をプローブとして用いることで、新しいナノスケール光学イメージングを実現することを目指したプロジェクトであり、従来の SPP プローブ技術とプローブによる機械的な変調を組み合わせることで、4nm という光を用いたプローブとして世界最高空間分解能を実現した。さらに、金属ナノロッドアレイを用いたナノレンズに関する理論提案を行い、顕微鏡性能の鍵を握る SPP プローブについても実験、シミュレーションの両面からその構造の最適化を進めた。新たな研究方向として、生きた細胞が金粒子を捕食することと、金粒子で SPP 増強ラマン散乱が得られることを組み合わせ、生細胞のナノスケールイメージングが可能になることを示した。さらに、プラズモニック顕微鏡の適用領域を拡張することを試み、アルミプローブを用いて紫外域で SPP 増強ラマン散乱を測定することに成功した。

4. 中間報告結果

4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

SPP プローブとプローブによる機械的な変調を組み合わせた技術をカーボンナノチューブ試料に応用することで、当初目標(5nm)を上回る可視光で 4nm という世界最高空間分解能を実現した。金属ナノロッドアレイを用いたナノレンズも提案された。これらの成果が Nature 系の雑誌に掲載されるなど、これまでに得られた成果は国内外の類似研究に比べ、質、量ともに非常に高いレベルにある。学術的な研究以外の地道な部分でも、システムの安定動作に不可欠な探針の製造技術の改良を着実に進めている。知的財産の登録をきちんと進めていることも高く評価できる。超高空間分解能の光学イメージングはまだ次元の走査のみで、顕微鏡としては物足りないが、当初の研究計画はほぼ 100%達成している。新たな方向として、細胞に捕食させた金ナノ粒子のラマン散乱信号の取得に成功したこと、アルミプローブを用いて測定波長の紫外域への拡張を進めたことが上げられる。特に前者は生細胞のナノスケールイメージングの可能性を秘めており、望ましい展開が生じている。チームリーダーを中心にした研究実施体制がうまく構築されており、高いモチベーションと良好なチームワークの下で研究が進められている。リソースも装置開発に効率的に投資されており、研究費の執行状況も妥当である。

4-2. 今後の研究に向けて

顕微鏡としては二次元イメージングをアピールすることが必須であり、早い段階で二次元画像取得に成功することを期待したい。当初目標をはるかに凌ぐ野心的な空間分解能の目標値(1nm)を掲げており、今後も非常に高い成果が期待される。戦略目標への貢献、成果の社会的なインパクトともに大いに期待できる。一方で、地味ではあるが、プローブの再現性、感度を改良し、顕微鏡技術としての完成度を高める研究もしっかり進めて欲しい。金粒子を用いた生きた細胞のイメージングもオリジナリティのある、極めて優れた研究であり、引き続き発展させて欲しい。生化学の専門家から本技術の活用方法を引き出す施策や専門家との共同研究が出てくれば、一層望ましい方向となる。

4-3. 総合評価

SPP プローブ技術とプローブによる機械的な変調を組み合わせることで光を用いたプローブとして世界最高となる 4nm 空間分解能を実現した。金属ナノロッドアレイを用いたナノレンズの提案、プローブの改良という部分も含めて当初の研究計画通りに研究が進捗している。新たな方向として、金ナノ粒子を用いた生細胞内ナノイメージングという大変ユニークな研究が生まれ、アルミプローブを用いて適用波長域を紫外へ拡張する試みも展開している。成果の外部発表は、特許も含めて、質、量ともに非常に高いレベルにある。研究成果が着実に出ている点、成果の外部アピールも順調で、得られた成果が世界的に高く評価されている点、いずれも大変高く評価できる。今後、プロジェクト終了までに二次元イメージング、1nm 空間分解能が期待され、金ナノ粒子を用いた生細胞内ナノイメージング法も様々な分野から着目されることが予想されることから、引き続き世界をリードする科学的、技術的成果が見込まれる。