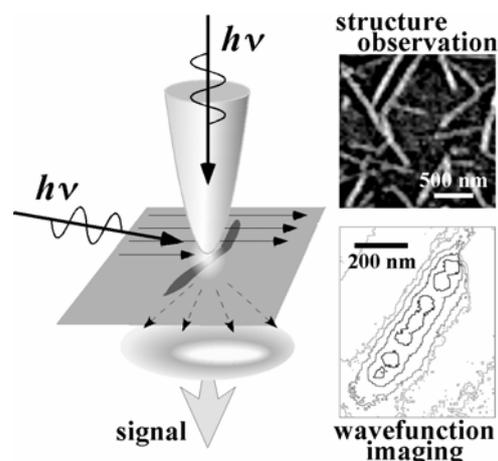


ディビジョン番号	1
ディビジョン名	物理化学

大項目	1. 分子分光学および分子集合体の構造
中項目	1-3. 空間分解分光
小項目	1-3-5. 近接場分光

概要（200字以内）

近接場光学顕微鏡の分光／光化学の方法論としての現状，課題，将来展望に限ってまとめる。現状では安定的に実現可能な最高空間分解能は10nm オーダーであり，これを将来新手法によって高めることが望まれる。近接場の手法と様々な先端的分光法との組み合わせが進んでいる。波長域の拡張も今後起こるであろう。これらによって，広い測定対象に高感度で適用可能な方法への発展が見込まれる。理論面の発展も望まれる。



現状と最前線

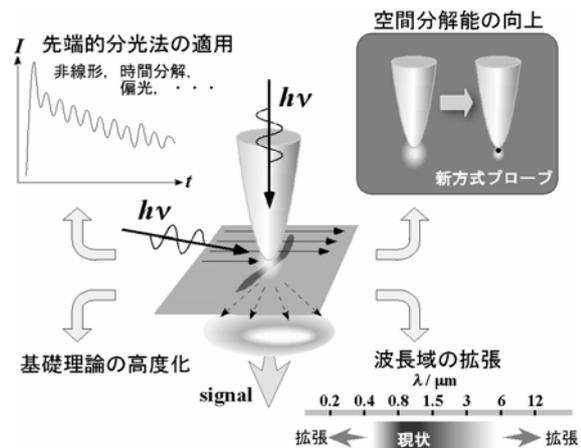
従来型の光学顕微鏡では回折限界のため，光の波長程度（約0.5 μm ）より小さい構造は観察できない。対して近接場光学顕微鏡は従来とは全く異なる原理で高空間分解能な光学測定を実現し，理論上の空間分解能の制限はない。その方法には大別して開口型と散乱型の2種類があり，現実的な分解能は前者で概ね数十 nm，後者では十 nm レベルである。散乱型で1 nm を切る空間分解能を実現したとする報告も数年前に散発的になされたが，限られた対象に対する特殊測定であり，安定して広い測定対象に適用できるものとはなっていない。分子や原子，小さなクラスターの光学応答を利用して空間分解能を高める方法が考えられており，今後この動向は注目される。

高空間分解能な光学測定により，光励起状態の波動関数形状のイメージングが可能である。通常の光学測定では，波動関数は空間的な広がりが小さいため，その形状は観察できない。近接場光では波動関数を空間的に一部分のみ局所的に光照射することができるため，半導体量子ドット，金属ナノ微粒子で，励起状態の波動関数の空間形状が実際に観察されている。また同様に近接場測定の高空間分解能を利用して，金属ナノ微粒子系などにおける局所的な光電場の空間分布を，分光してイメージングすることも可能である。

近接場の基本的測定法は透過、発光・散乱、或いは反射の測定等であるが、光学測定ゆえ、従来の分光法で発展した様々な先端的方法と組み合わせて、多様な情報を得ることが可能である。時間分解分光、非線形分光を組み合わせ、局所的な高速応答、非線形光学応答を調べることが可能になってきている。また制限はあるものの、偏光測定も可能となっている。

近接場を微細光加工に用いる試みも行われている。近接場光の特異な空間特性により、通常の光では起こらない反応が進行する場合のあることが示されており、その応用も期待されている。

近接場光学顕微鏡が更に有用な研究手段として発展して行くには、以下のような展開が望まれる。空間分解能の向上については、上述のような新たな方向性での検討が始まっており、その発展に期待がかかる。多様な試料に対して1 nmレベルの空間分解能が安定して得られる方法が確立すれば、極めて強力な研究手法となる。様々な先端的分光手法を近接場測定に盛り込むこと



で、手法としての広がりを持たせること、感度を向上することにも努力が注がれる必要があると考えられる。

近接場光学顕微鏡ではプローブを試料の近傍に接近させて測定するため、試料に対する摂動が大きく、実験結果の理論的解釈を困難にする場合があり、近接場光学イメージングに関する理論は、完全とは言えない状況にある。将来の理論と計算機の発展によって、その状況は将来大きく変わると予想される。

将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題
 - 実用的な観測波長範囲の拡大 (紫外域, 赤外域)
 - 空間分解能向上の新たな方策の開発
 - 時間分解・非線形分光の適用拡大, 例えば近接場コヒーレント振動分光の実現
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
 - 新方法による1 nmレベルの安定的な空間分解能の実現
 - 像解釈のための, 物質の電子構造を含めた, 近接場の理論・計算手法の確立

キーワード

近接場光学、ナノ光学、プローブ顕微鏡、先端的分光法、顕微分光