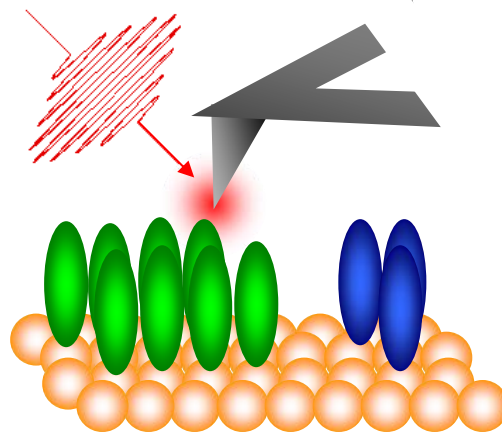


ディビジョン番号	14
ディビジョン名	ナノテク・材料化学

大項目	3. ナノ計測・分析
中項目	3-1. 計測
小項目	3-1-6. 走査型プローブ顕微鏡 (SPM)

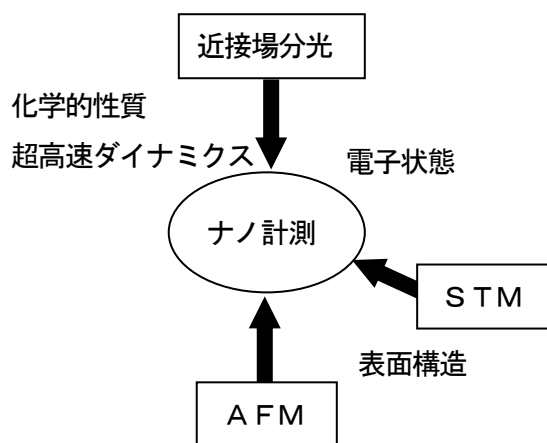
概要 (200字以内)

ナノスケールでの反応・構造・物性を包括的に理解するためには、高い空間分解能で構造決定が可能な AFM・STM などの走査型プローブ顕微鏡に、分子構造などの化学的情報が得られる近接場分光計測を複合化する必要がある。また、プローブ顕微鏡と伝導測定等の各種局所計測や超高速過渡分光測定等とを組み合わせることで、総合的にナノ構造体の化学的性質やダイナミクスを調べることで、飛躍的にナノスケールの現象理解が進むことが期待される。



現状と最前線

ナノ構造体の計測において、原子・分子レベルの空間分解能が期待できる AFM や STM などの走査型プローブ顕微鏡が幅広く適用されている。これらの手法では主にナノ構造体表面の幾何学的構造に関する情報を得ることができるが、構造体の化学的性質の認識力には問題がある。このような問題点を解消するためには、局所領域における分光測定を併用することが望ましい。しかし、分光測定には回折限界によって決まる空間分解能の制約があり、せいぜい $1\ \mu\text{m}$ 程度が限界である。結果として、現状のナノ計測はいわば目を瞑って測定対象物の表面を指でなぞっているに等しく、ナノ構造領域における現象を真に理解する上での大きな妨げとなっている。



分光測定空間分解能が飛躍的に向上すれば、上記の問題点は解消されるはずである。実際、回折限界の壁を取り除くために、非伝播の近接場光を利用するという原理に基づいた分光測定空間分解能向上が検討されている。これらは NSOM (あるいは SNOM) と呼ばれ、一部の実験

では既に 10 数 nm の空間分解能を達成した例も報告されている。近接場分光法は、STM や AFM に比べると技術的に未成熟であり、本格的利用には未だ数多くの課題が残されているが、分光測定 of 空間分解能に大きな改善が期待できる状況になりつつあるといえる。

AFM 等の測定と分光測定 of 空間分解能差が縮まることによって、両者の併用が本質的な意味を持つようになる。つまり、従来の分光測定ではあまりに広い領域 of 平均情報しか得られないために微視的構造情報と対応させた議論が困難であるが、AFM の測定領域近傍 of 局所分光が可能になればナノ構造における様々な現象 of 理解が飛躍的に進むことが期待される。さらに、ナノ領域における同時測定は分光測定と of 組み合わせに留まるものではなく、電気伝導性や応力印加計測などプローブを使って実行可能な様々な測定法と of 複合化が可能であろう。これらを駆逐することで、分子がどのようなコンフォメーションでどのような表面サイトに吸着しどのような単分子伝導を示すのかといった議論が出来ることの意義は非常に大きく、ナノ領域 of 複合計測化が今後のひとつ of 重要なポイントになると予想される。

上記 of ナノ領域複合計測実現のためには、近接場分光技術そのもの of 更なる発展が望まれる。分光測定では様々な線形・非線形光学測定法が使用されており、また超短パルス of 利用による超高速分光も可能である。これらの技術を近接場測定で使用することで、適用可能な測定系 of 拡大や表面局所領域 of ダイナミクス測定なども可能になることが期待される。イメージング of 観点からは、AFM/STM 自体 of 高速化も非常に重要であろう。近年はビデオレートで of AFM イメージングも可能になりつつあり、このような技術と組み合わせることでナノスケール領域 of ケミカルイメージングを in situ かつリアルタイムに行えるようになることが望まれる。

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

SPM 測定 of 高速化、近接場を用いたナノ分光基礎技術 of 確立、ナノ分光法への非線形光学計測 of 適用、構造・電気・化学特性 of 同時計測、

- ・ 10 年後までに解決・実現が望まれる課題

ナノ分光法 of 適用可能範囲 of 拡大、SPM・分光複合計測 of 高速化によるナノ領域 of 超高速追跡 (SPM of 超高速化とポンププローブ超高速分光 of 適用)、単一分子計測

キーワード

ナノ分光・ナノ構造・非線形分光・近接場

(執筆者：魚崎浩平、池田勝佳)