

# 研究スタッフ

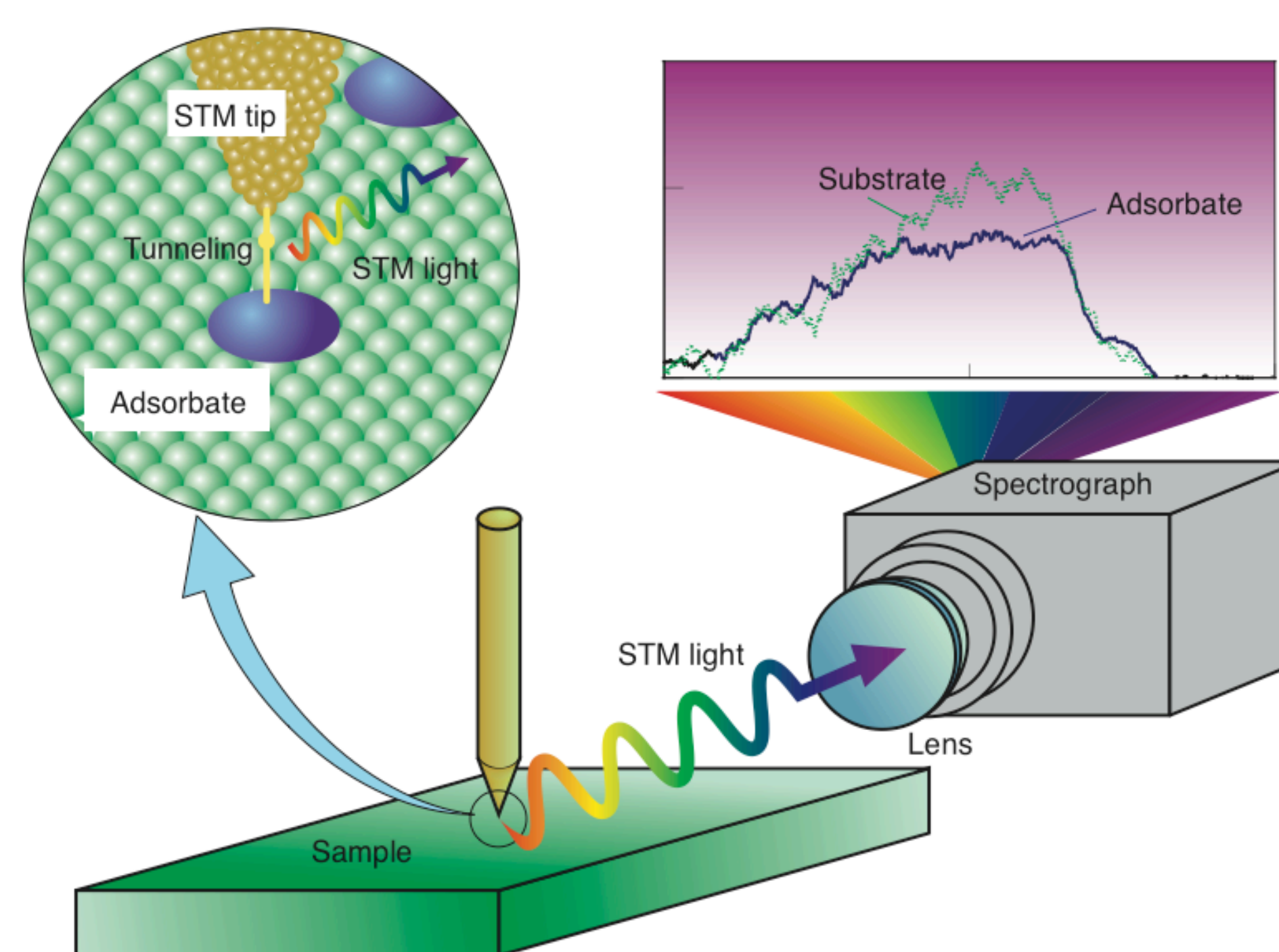
教授： 上原洋一

助教授：

助手：

## 研究目的

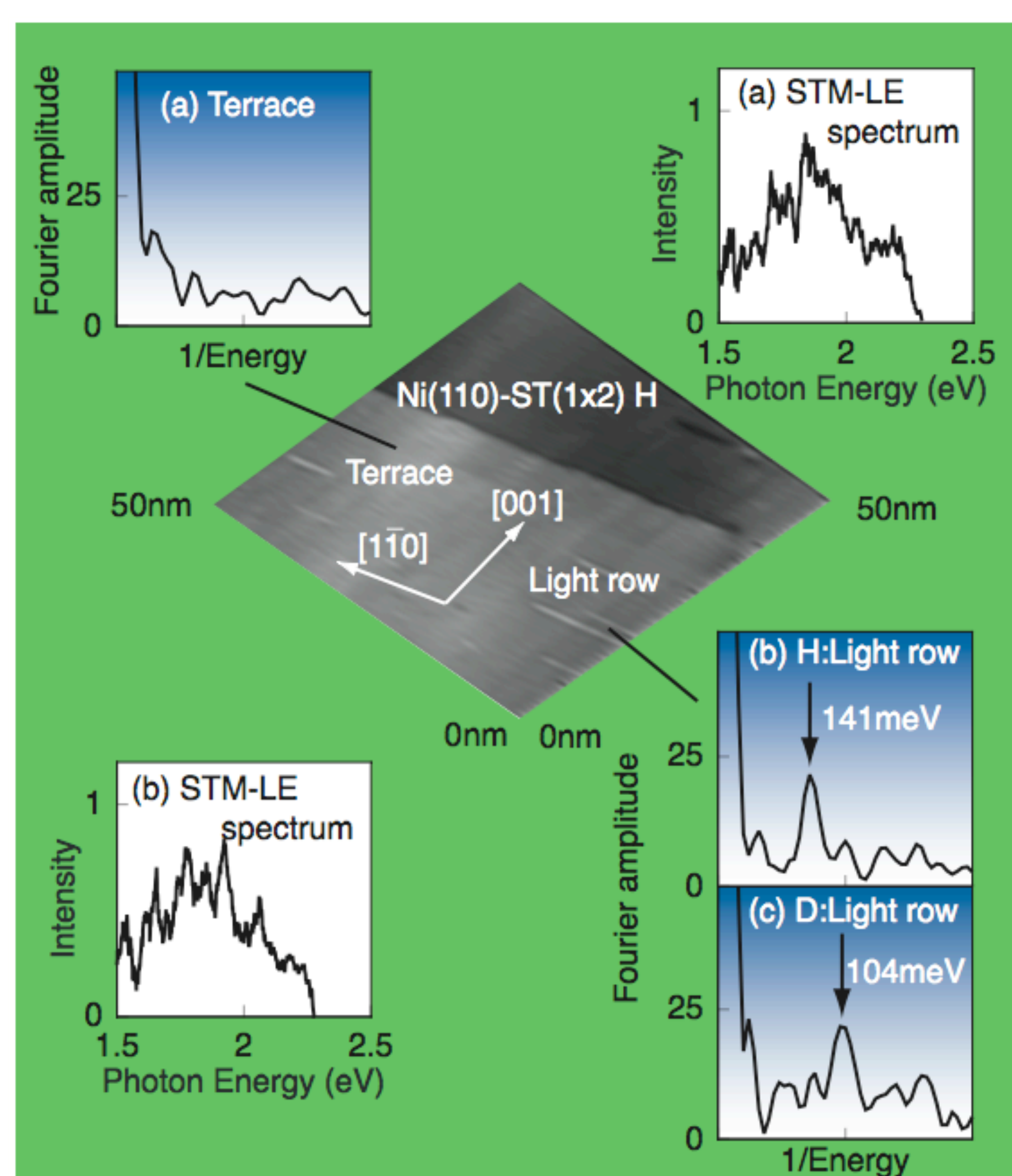
本研究室の研究目的は、個々のナノ構造のもつ新規な物性の探索とそのデバイス活用にある。電子ビームやレーザー光をプローブとした分光学的手法により、「光と一つ一つのナノ構造との相互作用」を原子スケールの位置分解能、ピコ秒の時間分解能、meVのエネルギー分解能で計測し、個々のナノ構造に特有な物性を明らかにする。



トンネル電子ビームを励起源とするSTM発光分光

## 主な研究テーマ

### 1. 個々の表面吸着原子・分子種の振動分光

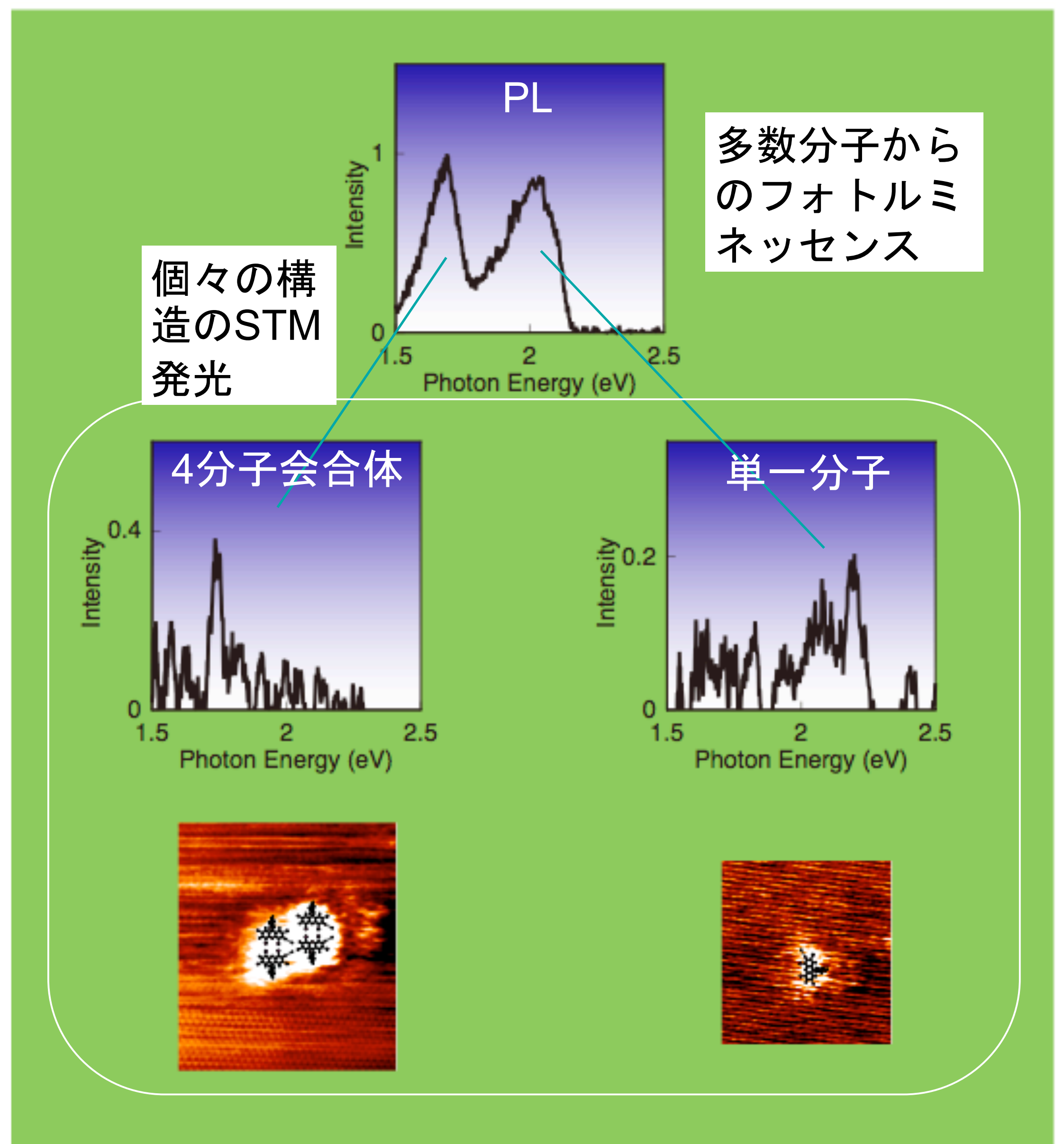


STM発光分光による振動分光

個々の原子や分子の有する物性を極限まで活用することを目指すナノテクノロジーにおいて、固体表面・界面に存在する個々の原子・分子種の同定法の確立は急務である。走査型トンネル顕微鏡（STM）は原子位置分解能を有し、個々の原子・分子の画像化を可能にしたが、計測されたSTM像から「画像化されているもの」の種を同定することは困難である。本研究室では、「STM発光スペクトルの解析から探針直下にある原子・分子種の振動数が決定できること」を見いだした。個々の種はその種固有の振動数を有するので、振動数計測（振動分光）から種の同定が可能になる。

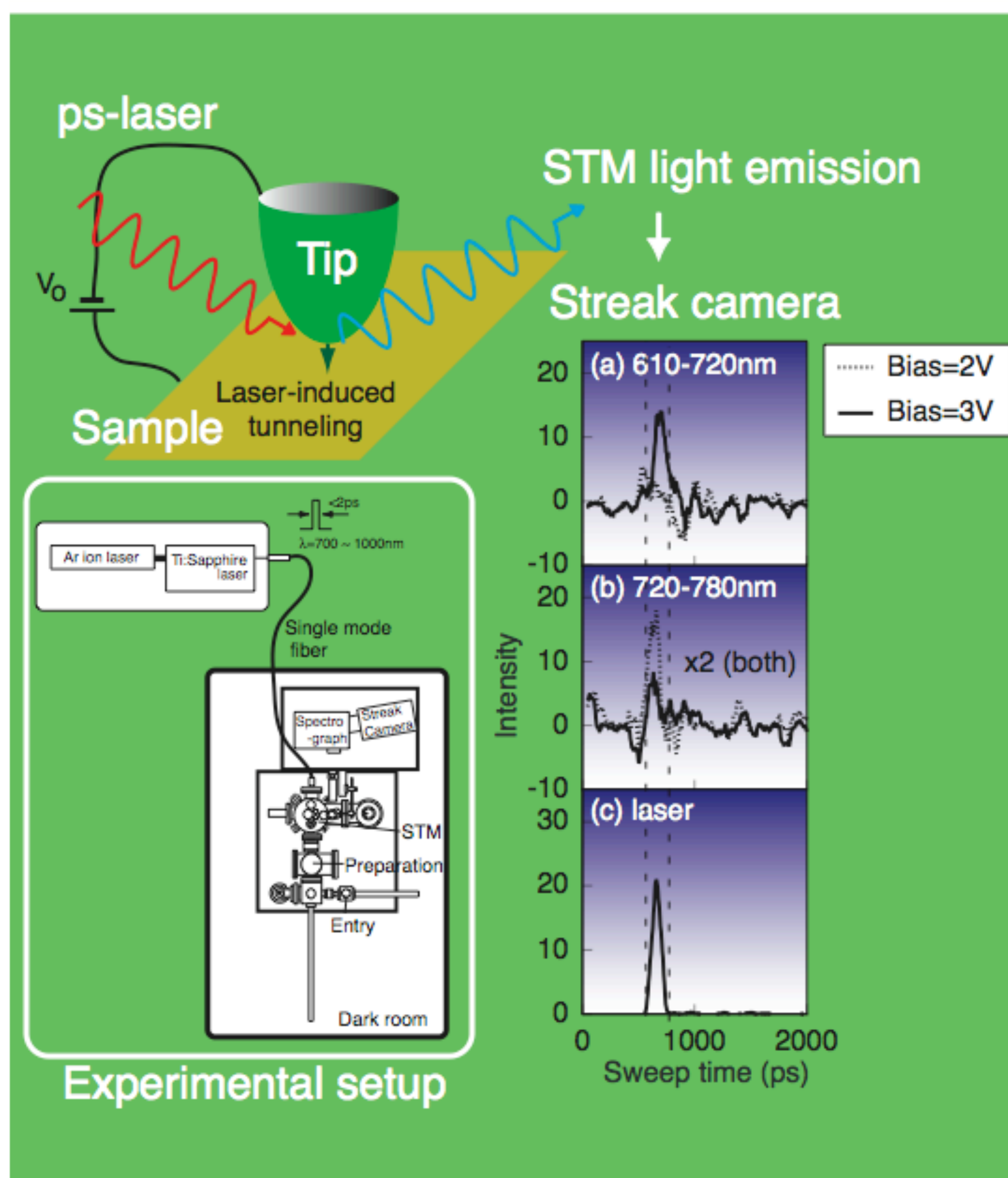
## 2. 単一分子発光分光

分子発光特性の「吸着サイト依存性」や「会合に伴う変化」などを解明することは科学的な興味からだけでなく、発光素子開発などの工学的観点からも重要である。STMは個々の分子を画像化する位置分解能を有するので、STM発光はそのような目的の研究に極めて有効である。右下の図は少量のErythrosin B分子を蒸着したHOPG表面のSTM像である。孤立した単一分子（右）や4分子の会合体（左）が識別できる。STM発光により、各々の構造の発光スペクトルを観測した。会合に伴い発光特性が大きく変化していることが分かる。分子会合に伴う発光特性の変化は古くから知られている現象であるが、会合状態と発光スペクトルを直接対応付けて計測したのはこの研究が初めてである。



単一分子発光分光。フォトルミネッセンスのダブルピークが単一分子と4分子会合体からの発光より形成されていることが分かる。

## 3. ピコ時間分解STM発光分光



時間分解能STM発光システムと結果の一例

STMでは、微弱なトンネル電流（ $\sim$ nA）を増幅するための前置増幅器の周波数帯域幅（ $<$  KHz $\sim$ MHz）がボトルネックになり、「ミリ $\sim$ マイクロ秒」より高い時間分解での計測は困難になる。一方、光計測では、例え計測対象が光子として識別されるほど微弱であったとしても、「ピコ $\sim$ サブピコ秒」の時間分解能が得られる。この利点を生かし、原子レベルの位置分解能とピコ秒の時間分解能を両立させた計測方法を「STM発光計測技術」と「ピコ秒パルスレーザー」を組み合わせることにより実現した。今後この計測技術を用い、従来のSTM技術では研究できなかった高速ナノ現象を探索し、次世代情報処理のためのデバイス応用を目指す。