

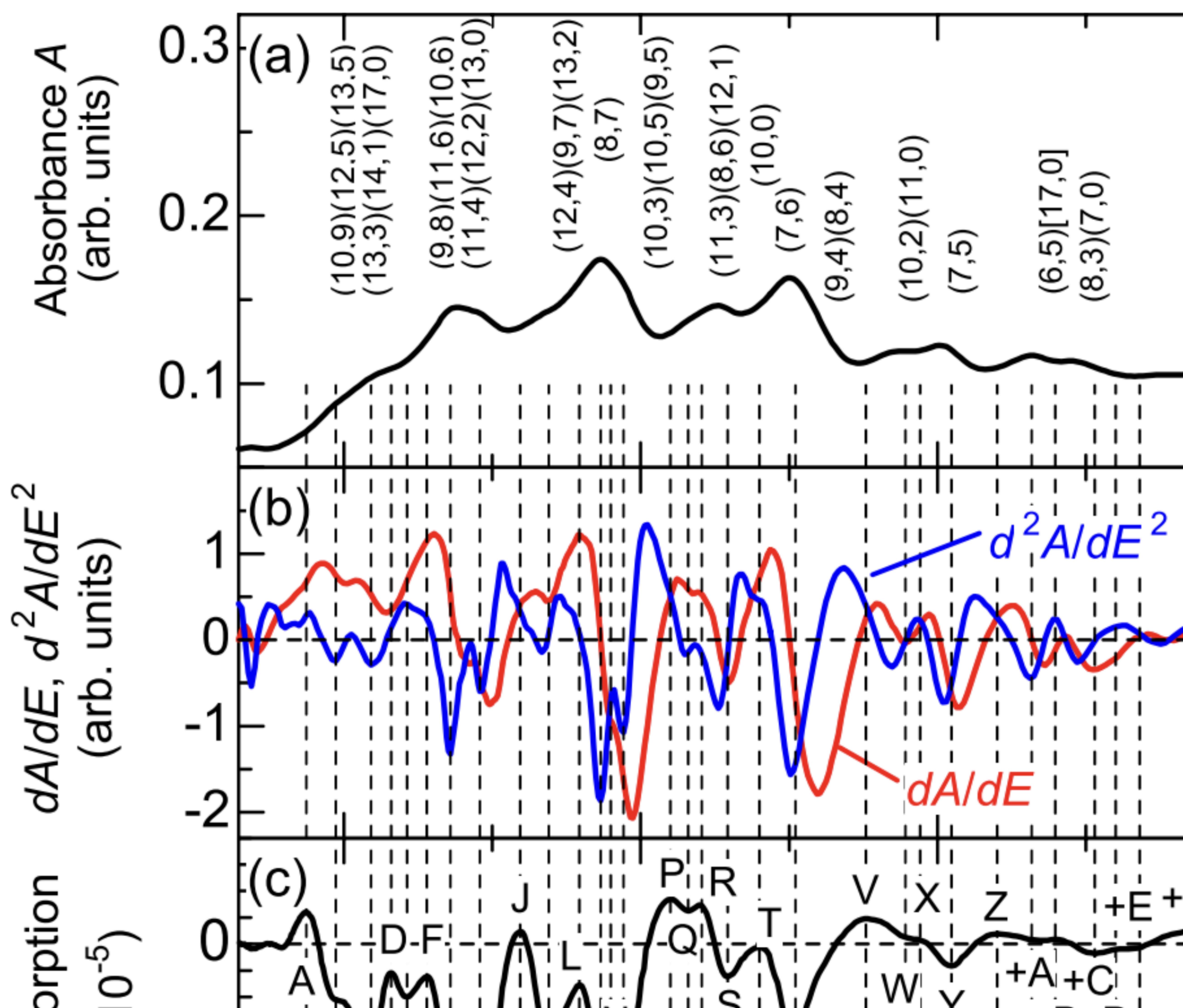
運動的応答の観察

背景

電場変調分光法

ミセル化単層カーボンナノチューブ(SWNT) の電場変調吸収スペクトル

H. Kishida et al., *Phys. Rev. Lett.* **100**, 097401(2003)



見測を目標とした電

応用

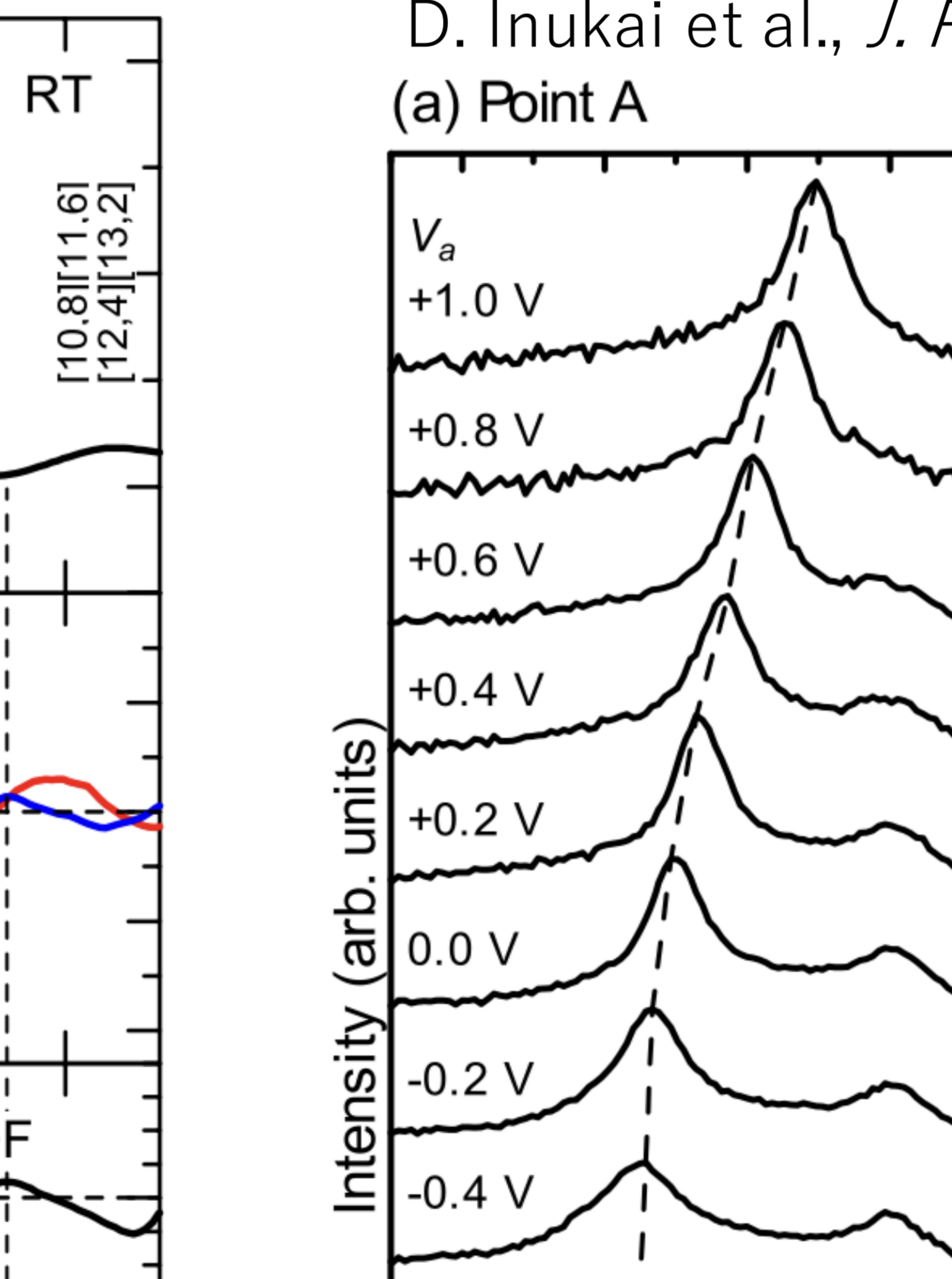
ラマンスペクトルの電場応

ピーグシフトやピーク強度等に対する電場応答が観測されている

イオン液体ドープされた単層グラ

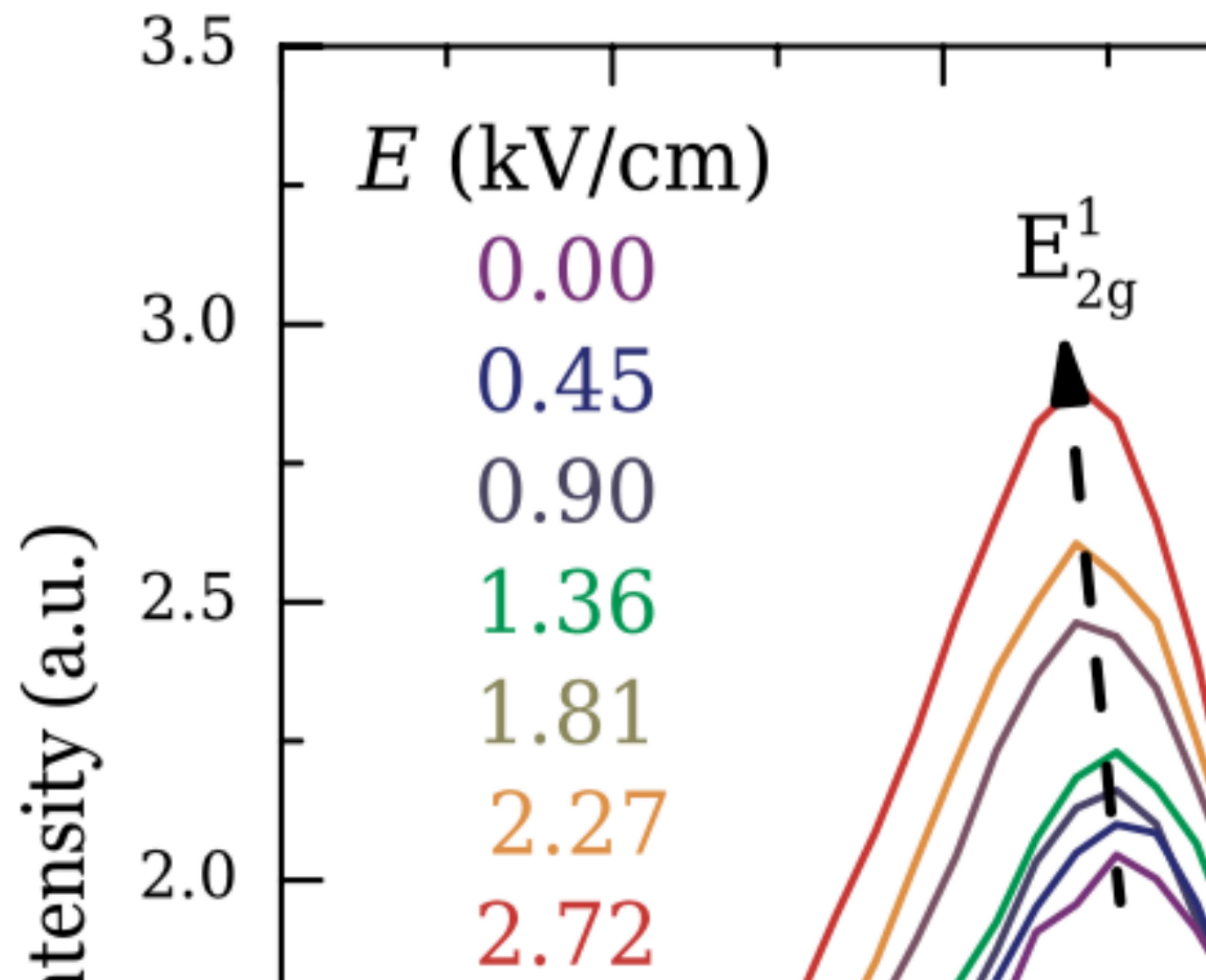
D. Inukai et al., *J. Phys. Chem. C* **124**, 26428(2020)

(a) Point A



電場印加によるMoS₂の赤方偏移

S. Mitra et al., *npj 2D Mater Appl.*



電場変調ラマン分光法

物理学専攻

岸田研究室

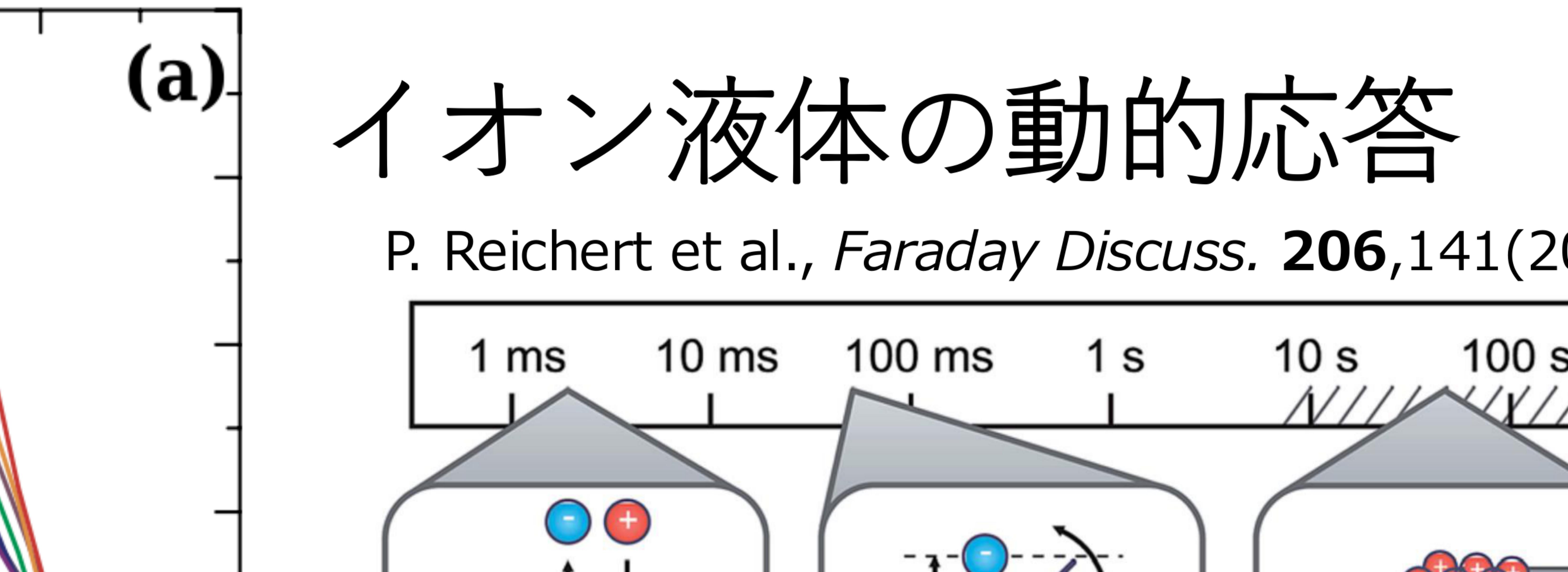
応答
する
フェン
 S_2 薄膜
pp/4, 6(2020)

差分ラマン分光法 イオン
電場印加時と電場非印加時での
ラマンスペクトルの差分を数値
計算により算出する
ピーク強度に対して 10^{-3} 倍の
微小変化
差分スペクトル解析により
ピーク強度の増減が観測された

(a)

イオン液体の動的応答

P. Reichert et al., *Faraday Discuss.* **206**, 141(2016)

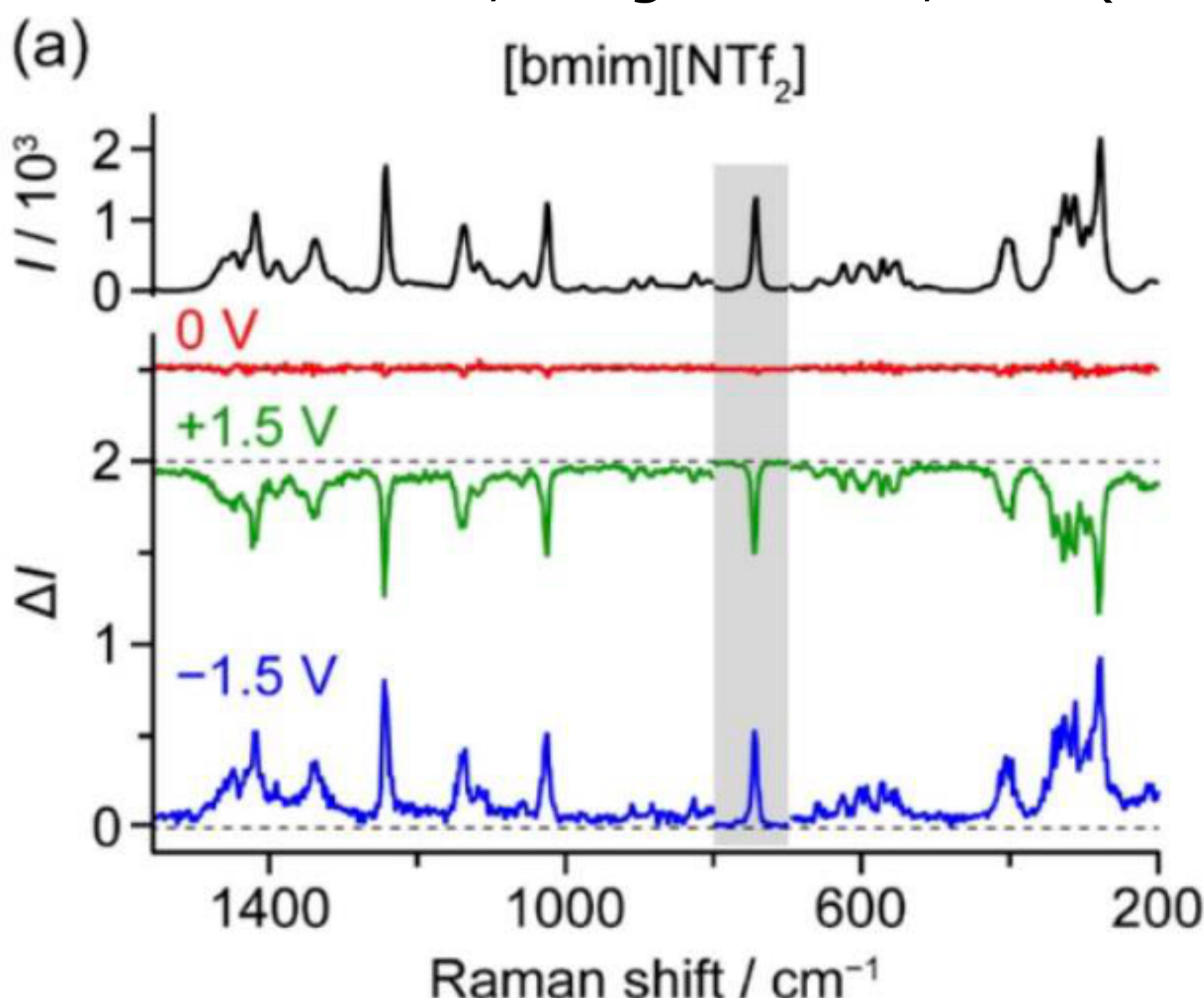


分子光法の開発

三浦貴行 282421247

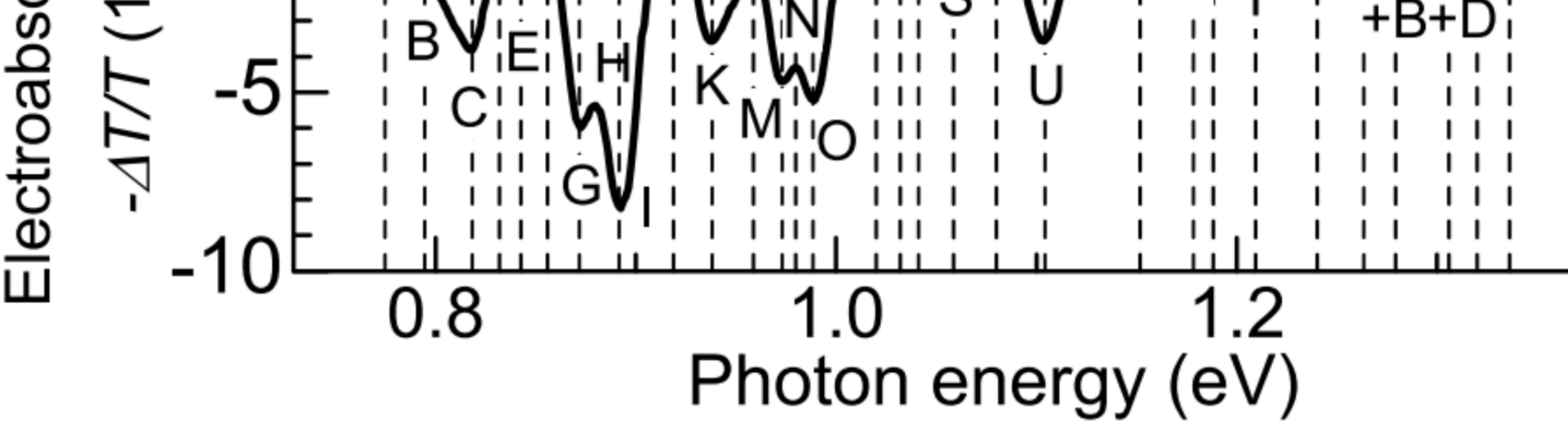
液体の電場差分ラマンスペクトル

S. Toda et al., *Langmuir*. **37**, 5193(2021)



変調ラマンでは

- 最小で 10^{-6} 倍の微小変化を捕捉可能



Franz-Keldysh効果やStark効果の
電場応答や電子状態の変化を観測

目的

電場変調 ラマン

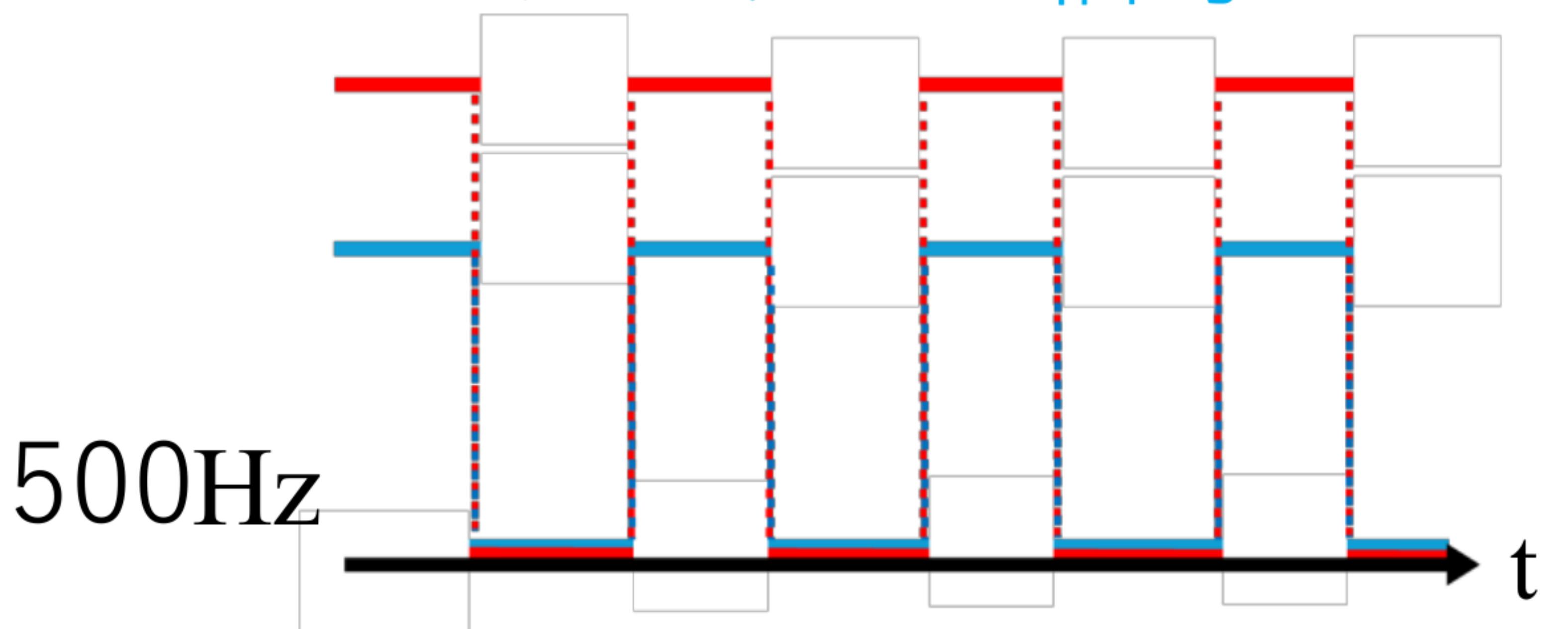
構想

ダブルロックイ

ノイズに埋もれた微弱なラマン信号を
ロックインアンプにより励起光同期

(A)

ラマン散乱光信号
チョッパー信号



(B)

同期検波したラマン

印加交流電場に同期した(B)の信号

のような
可能

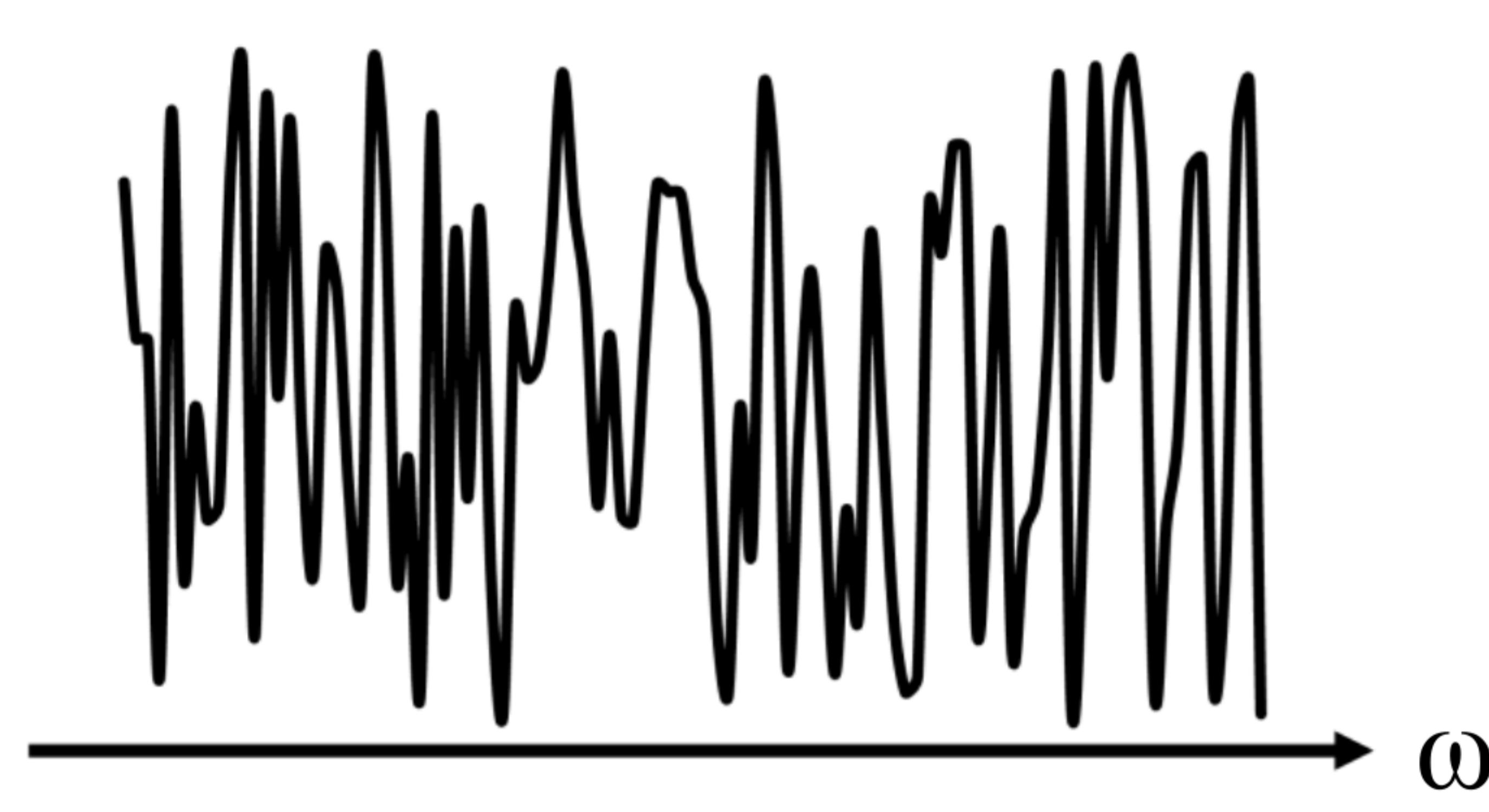
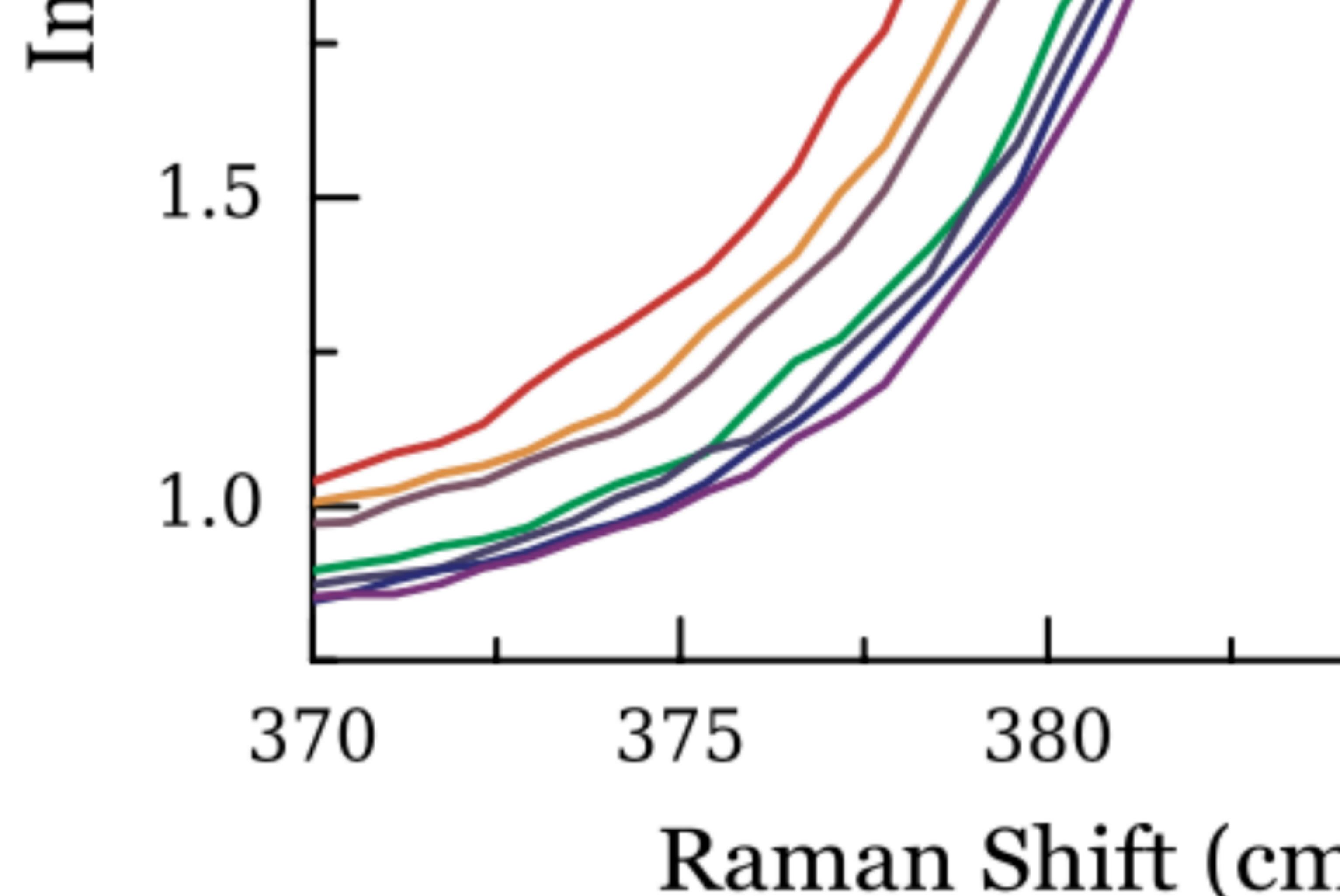
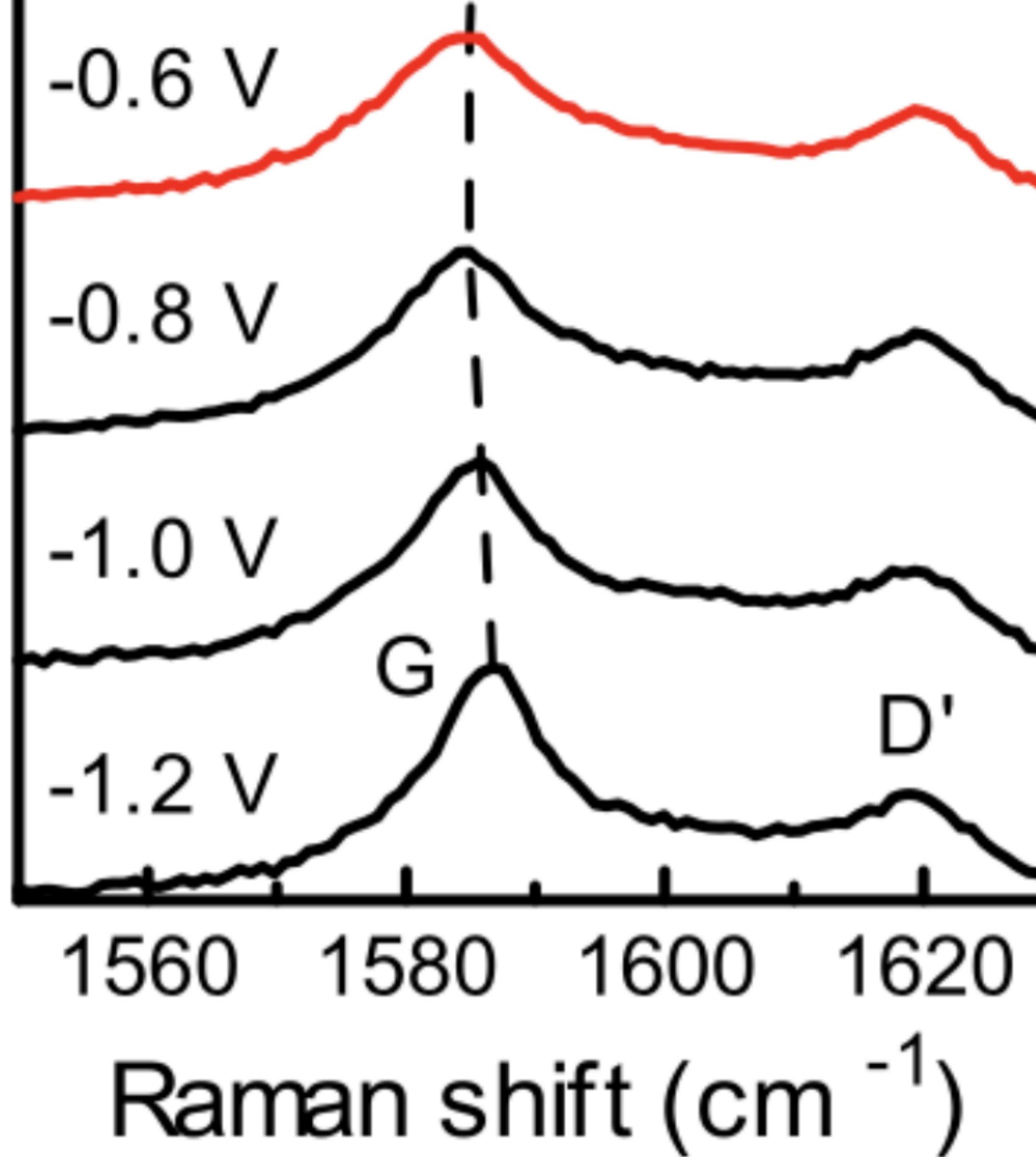
シ分光法を確立しイオン液体等

ンによる電場変調ラマンスペク

号を
期検波

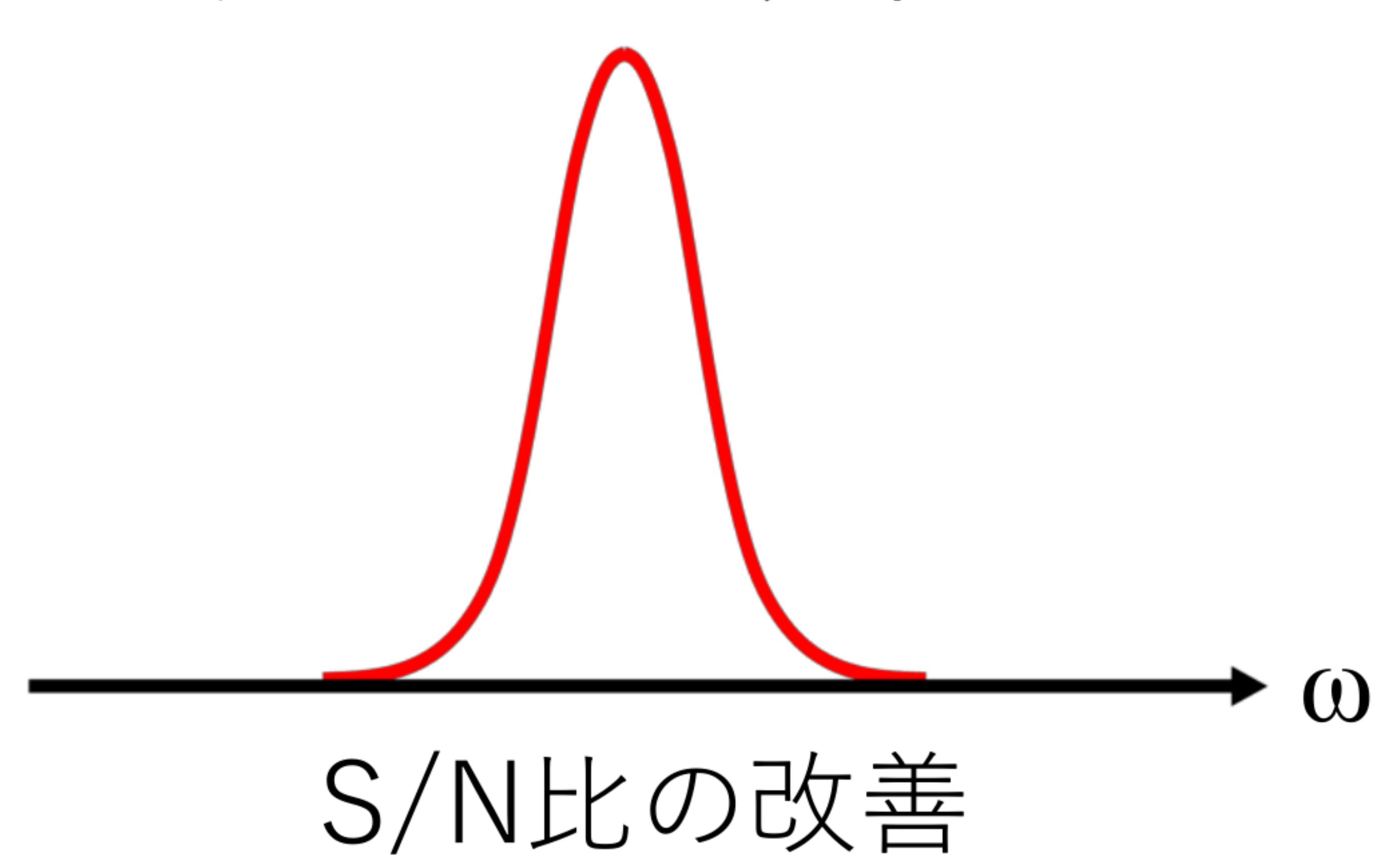
マン信号

日本大



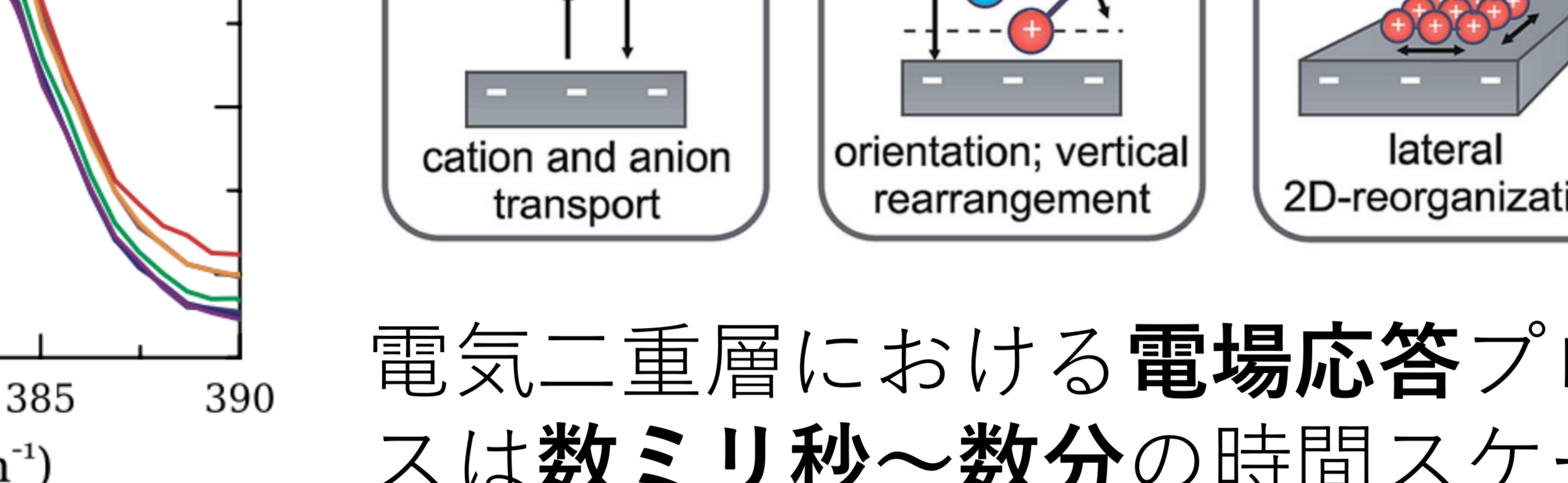
ラマンスペクトル

電場



Phot

日本大



電気二重層における電場応答プロセスは数ミリ秒～数分の時間スケールで進行する。

に関する電場応答のダイナミク

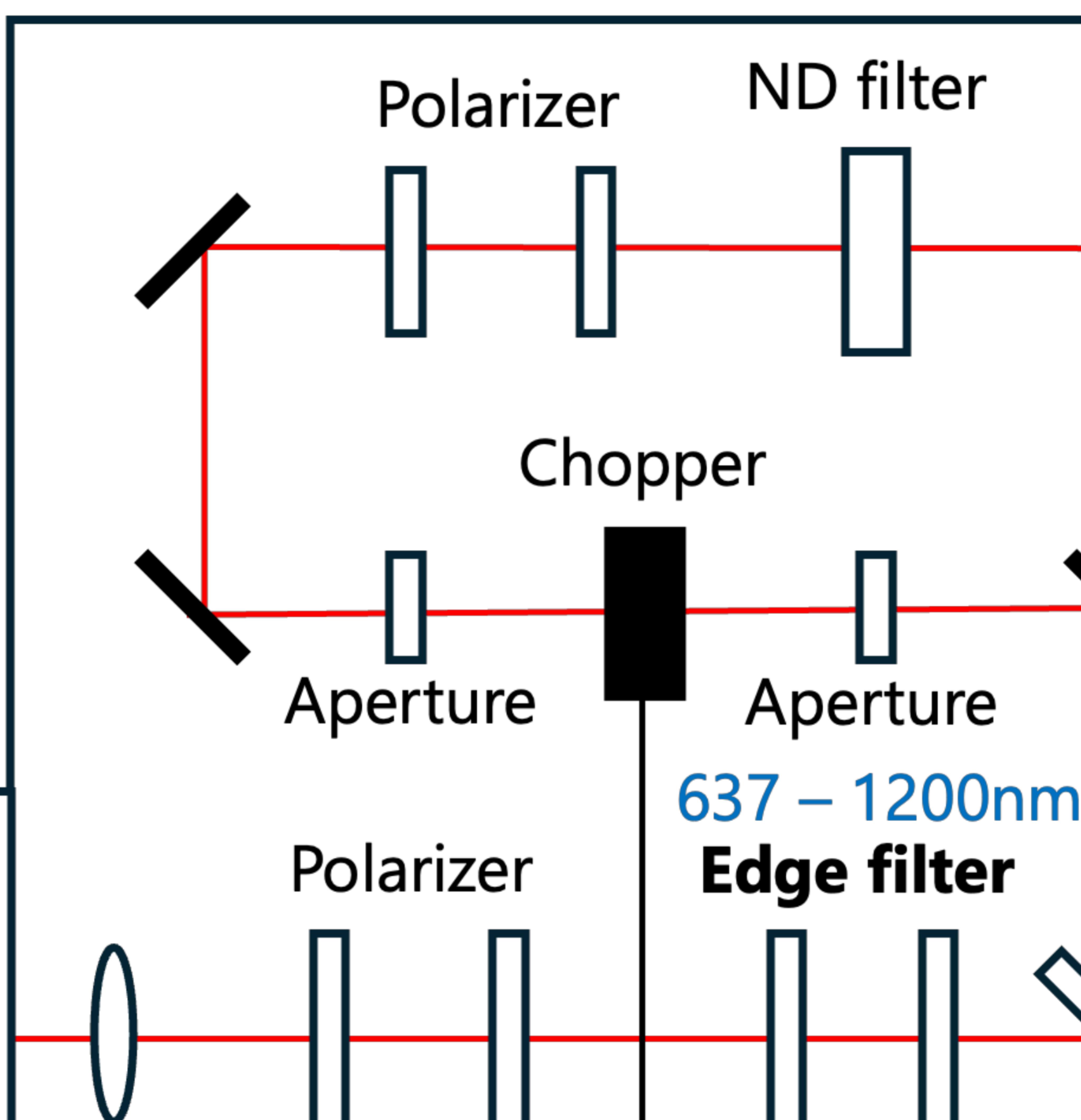
トル測定

変調ラマン
測定系

Photomultiplier Tube
(PMT)

Detector

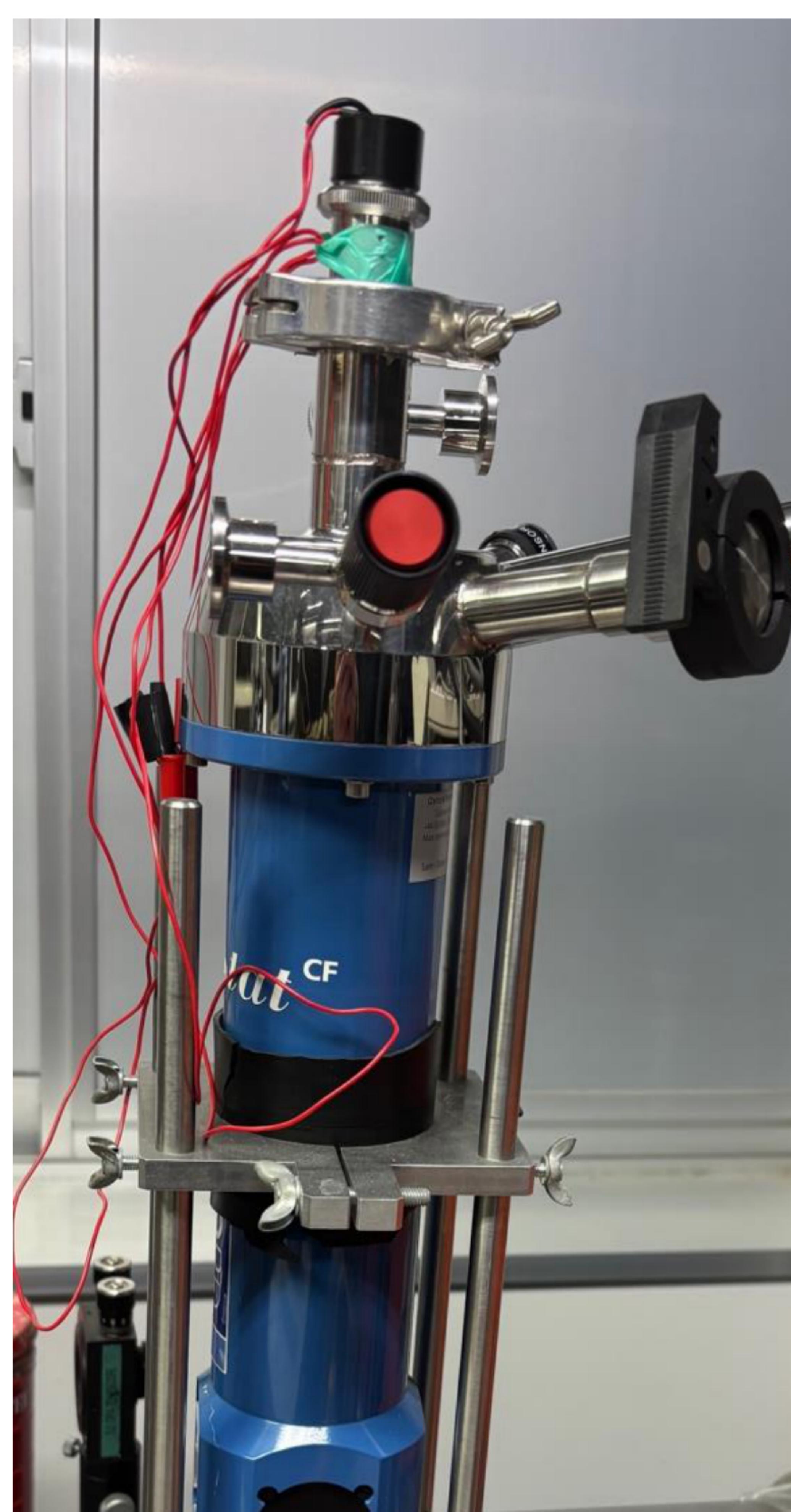
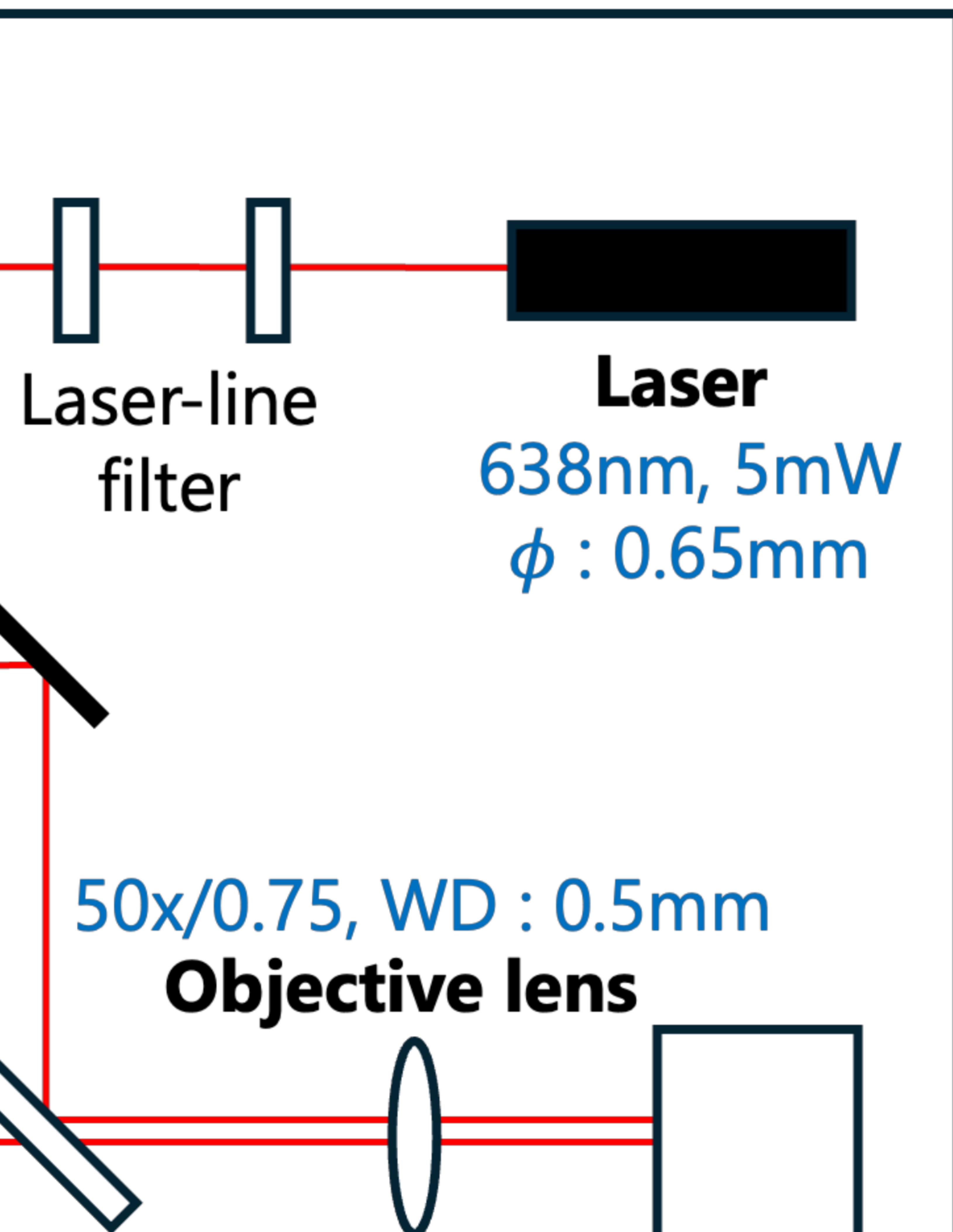
Monochromator



- 位相差の情報から動的な電場応答を観測可能

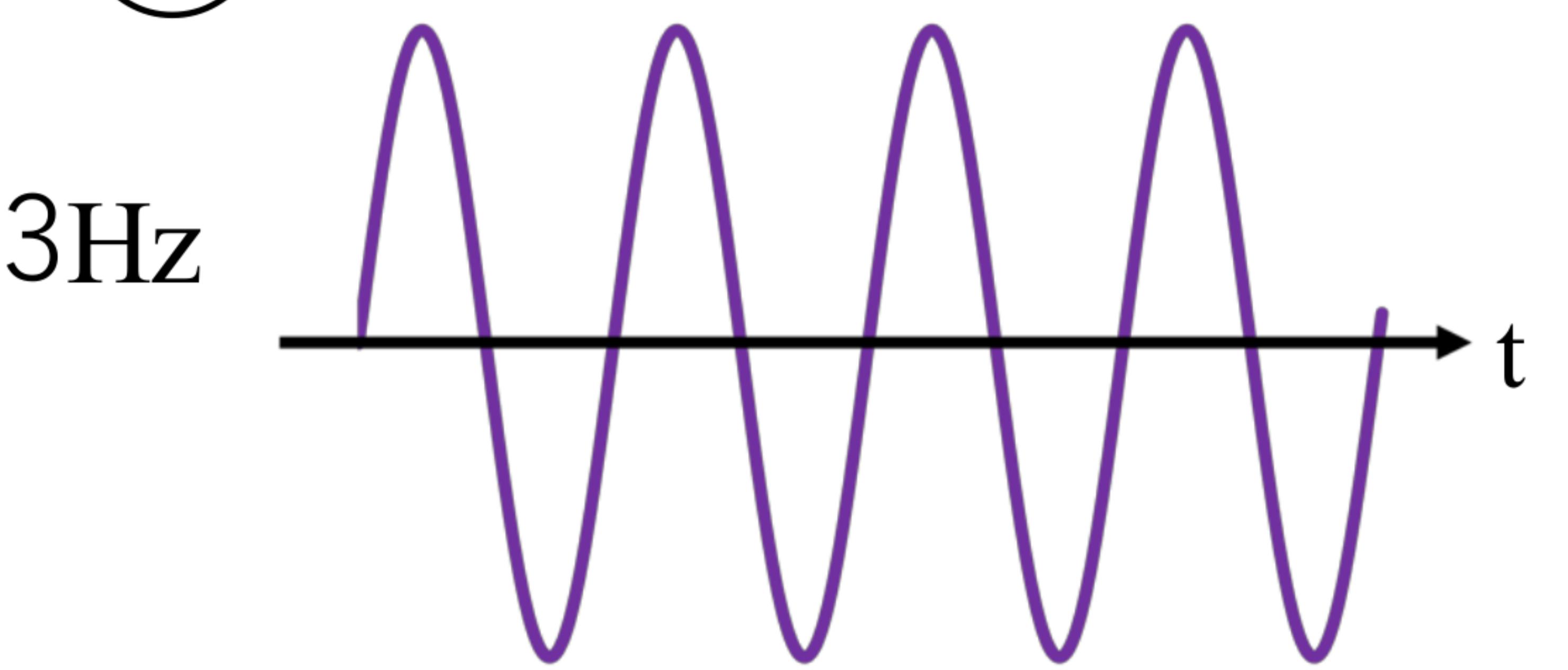
ラマン分光法での信号変化のスペクトルは差分ラマンのみで**変調ラマンは未開拓**

スを明らかにする

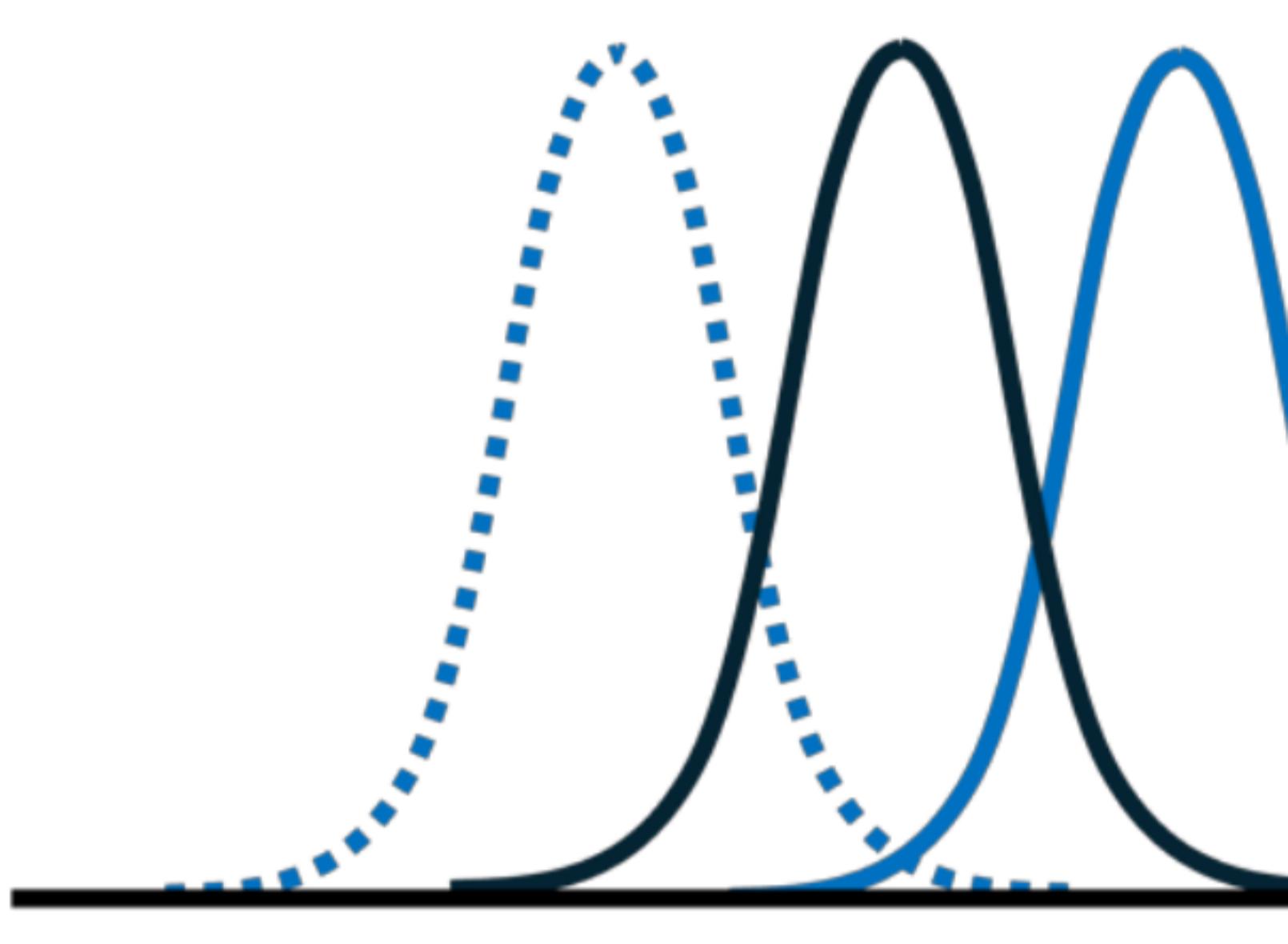


印加交流電場に向期した(B)の信号を
さらにロックイン検出

(C) 印加交流電場

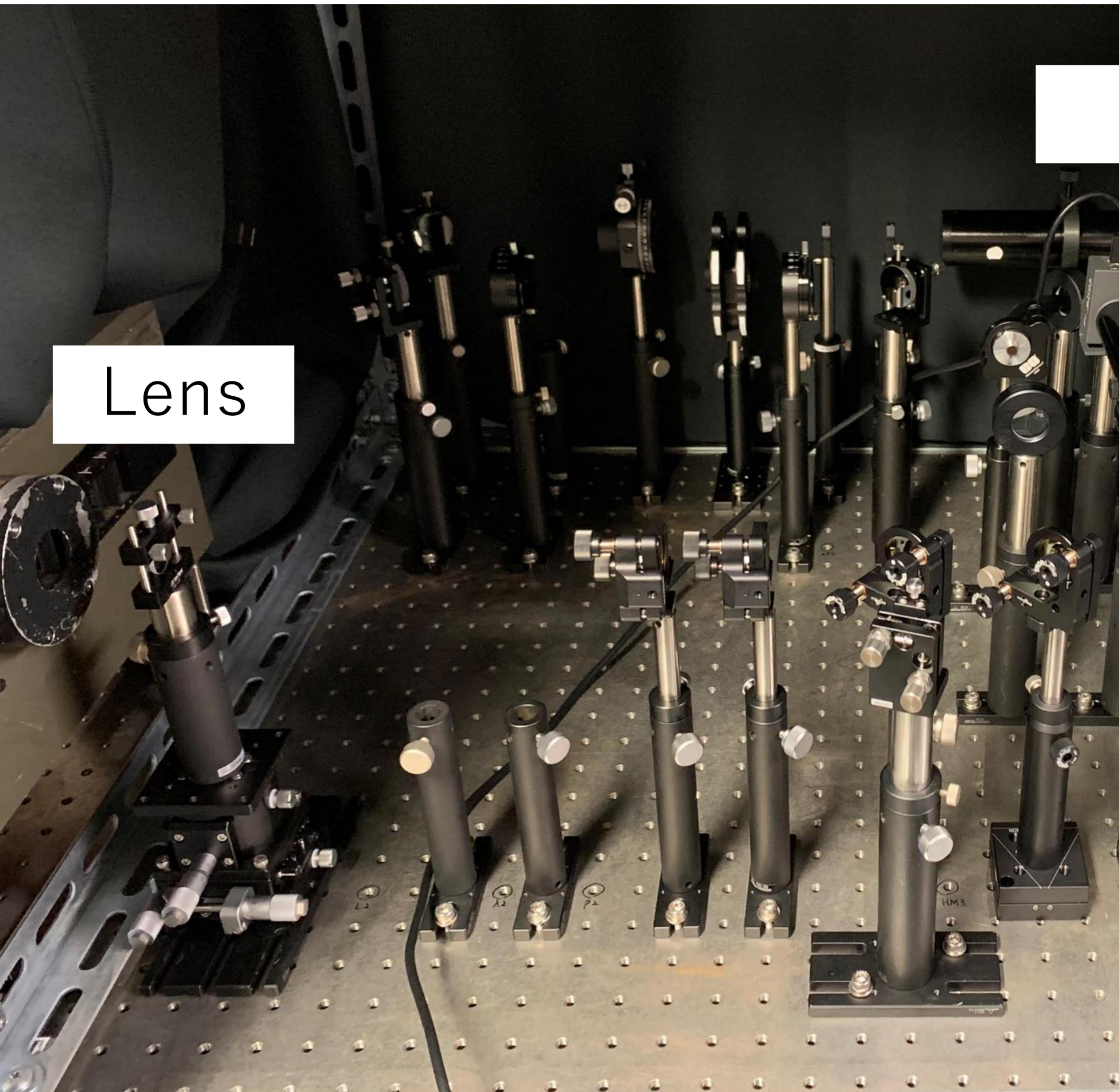


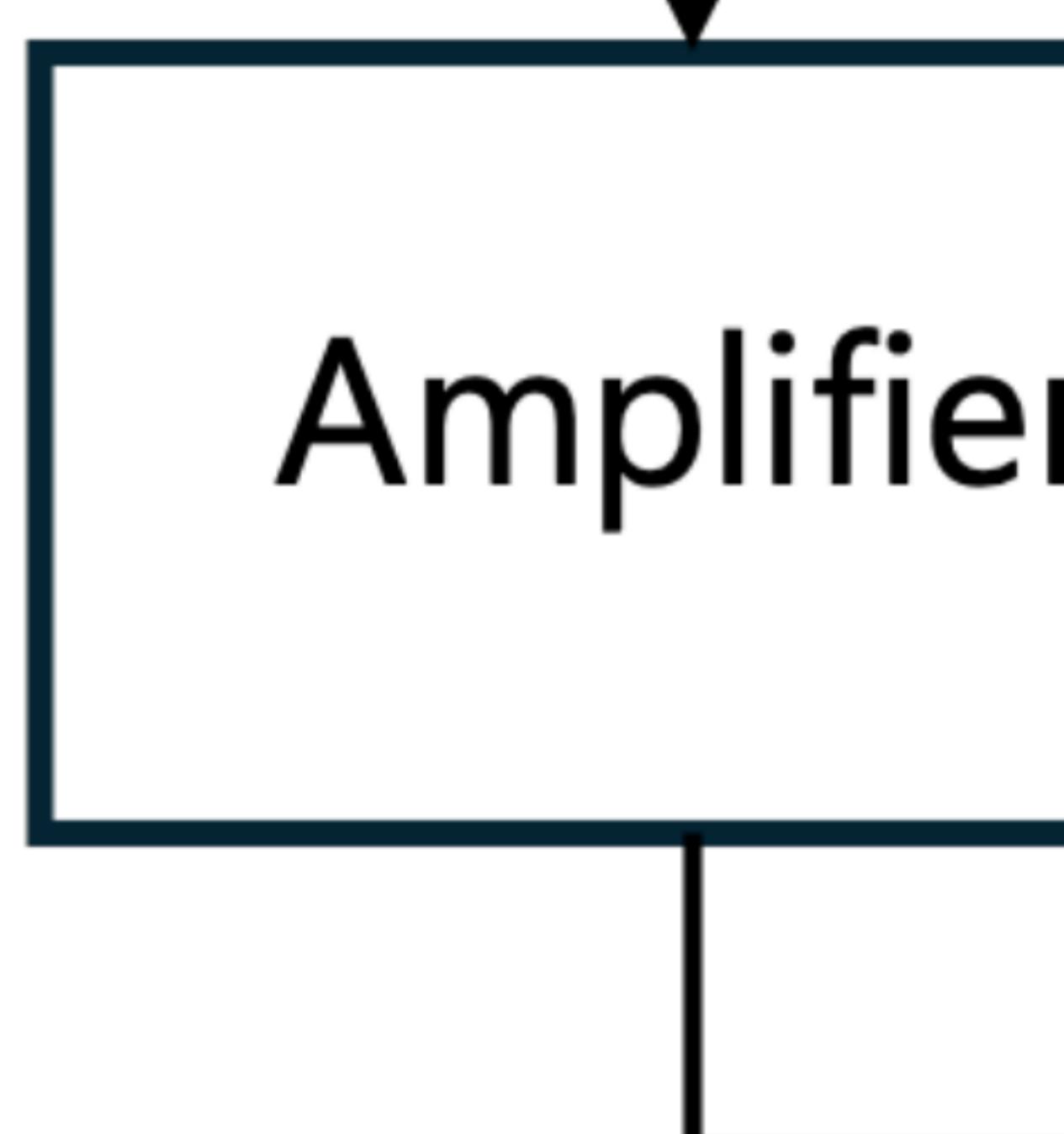
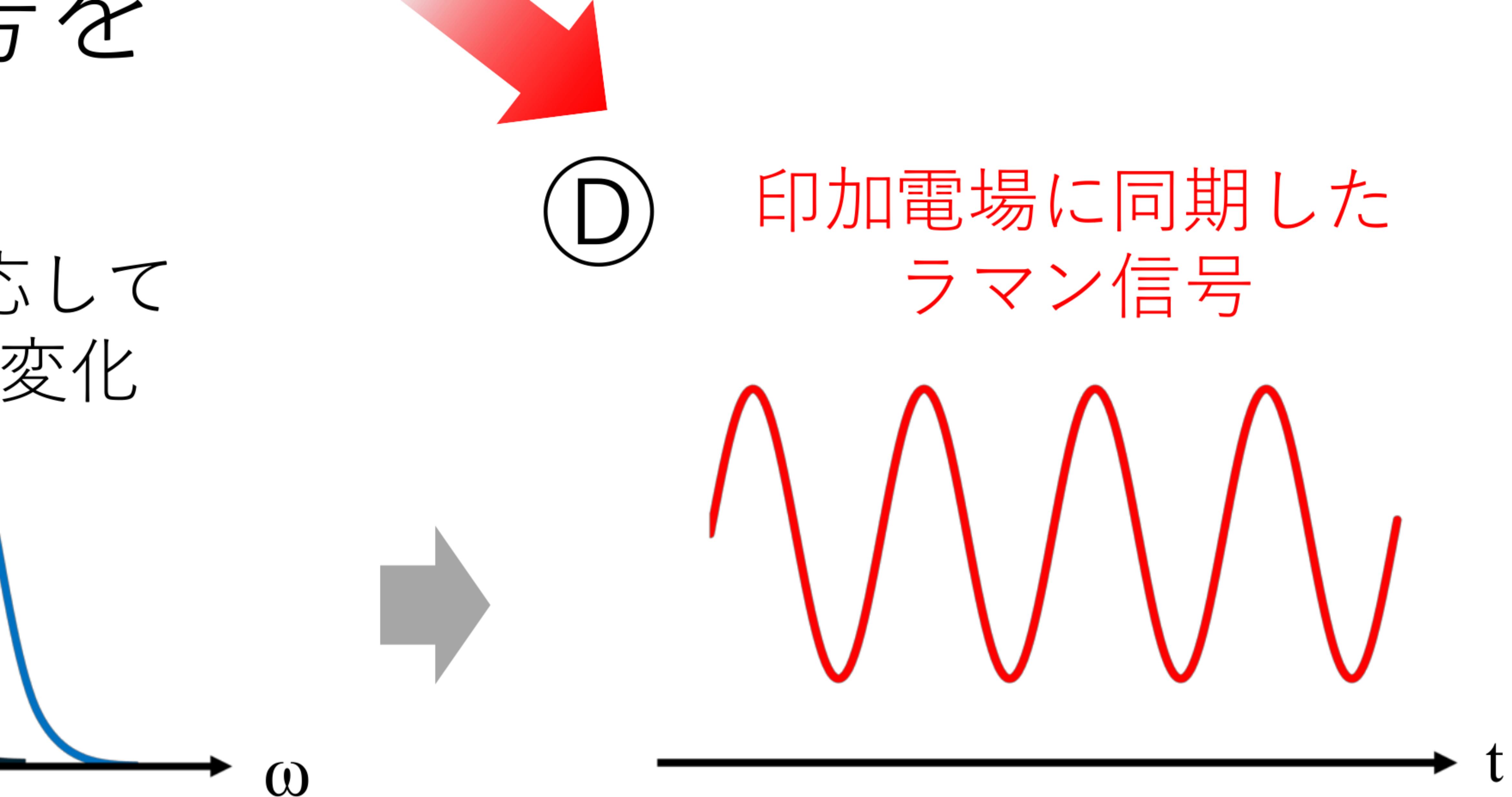
印加電場に対応
ピーク形状が



結果

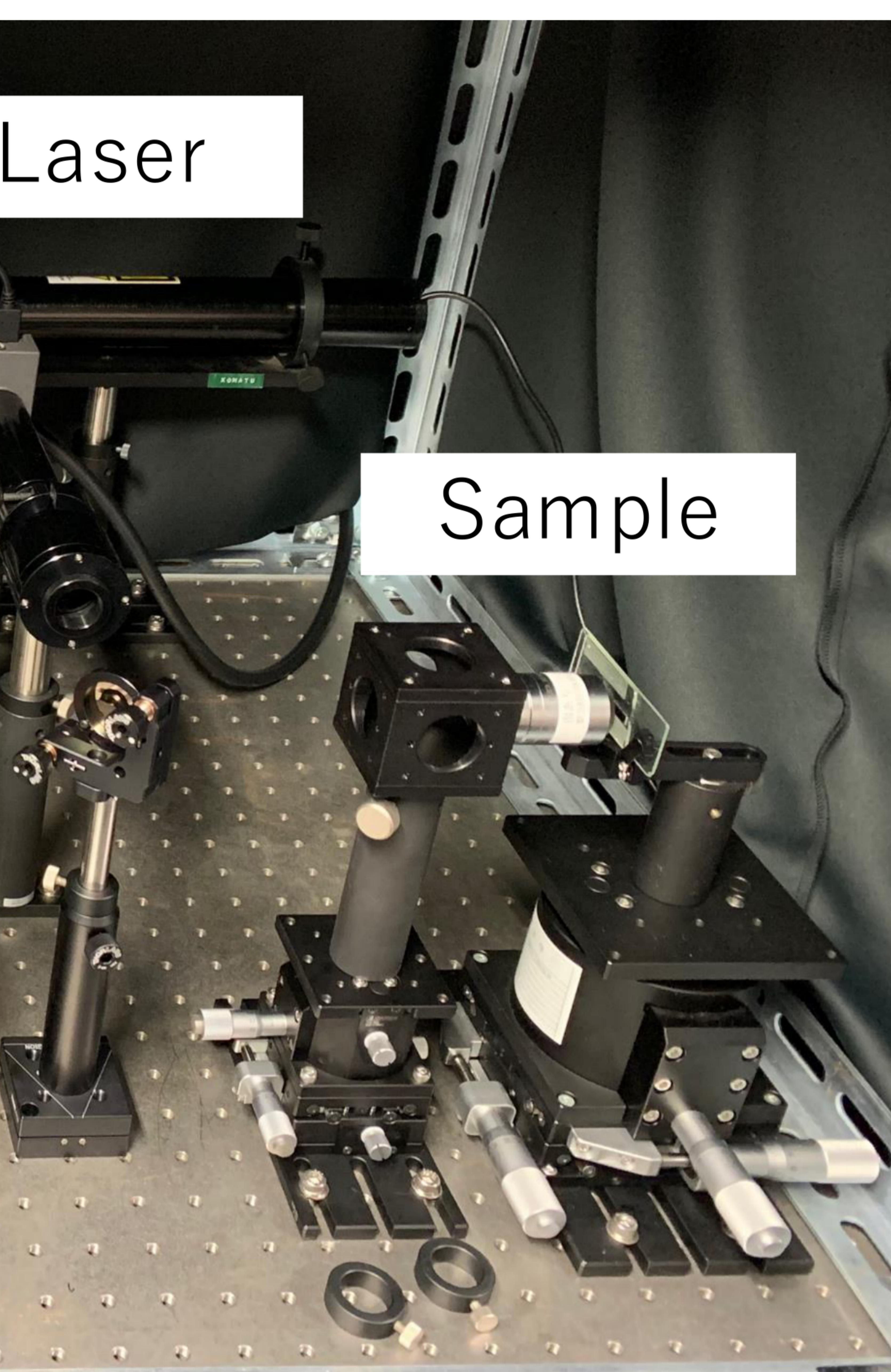
光学系の構成





築

Laser



分光器(CT-2)

CT-25の仕様 (1)

明るさ

分散

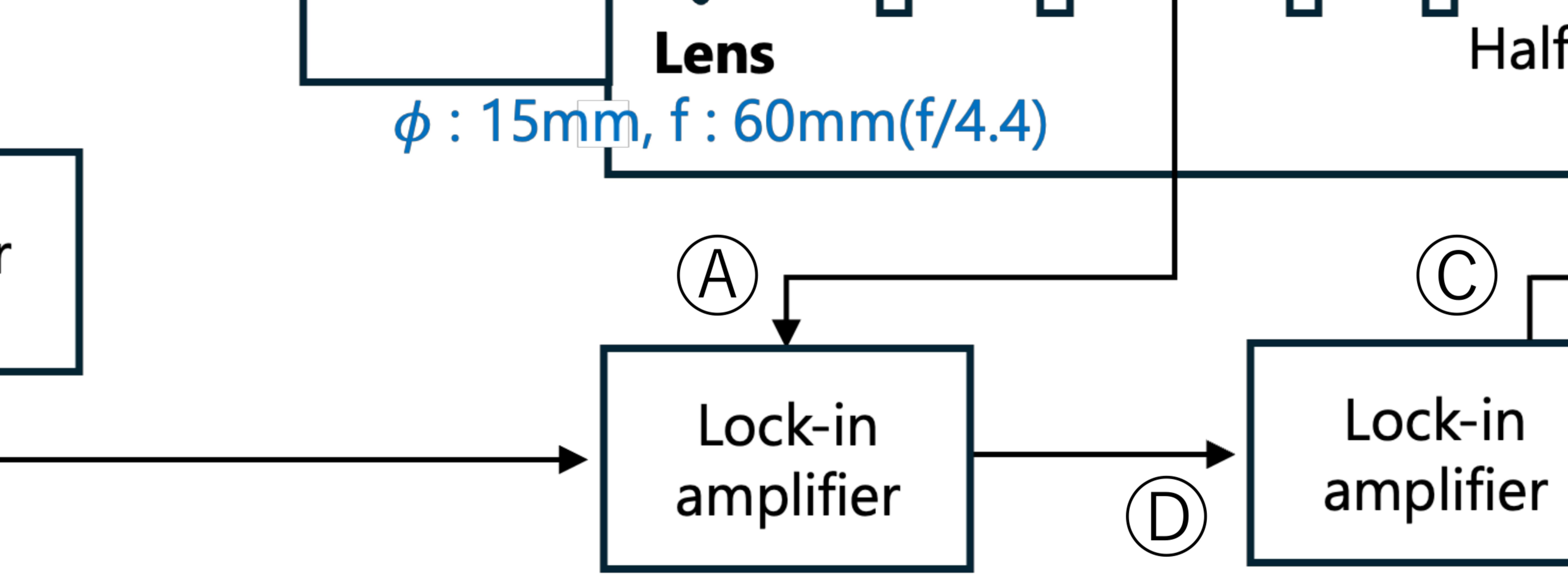
スリット幅

波長間隔

光学的分解能
最小測定波長間

測定可能な分解

励起光同期



25) の分解能

200本回折格子使用時)

$f/4.3$ ($52 \times 52\text{mm}$)

約 3.2nm/mm

(最小) 0.01mm

(最小) 0.1nm

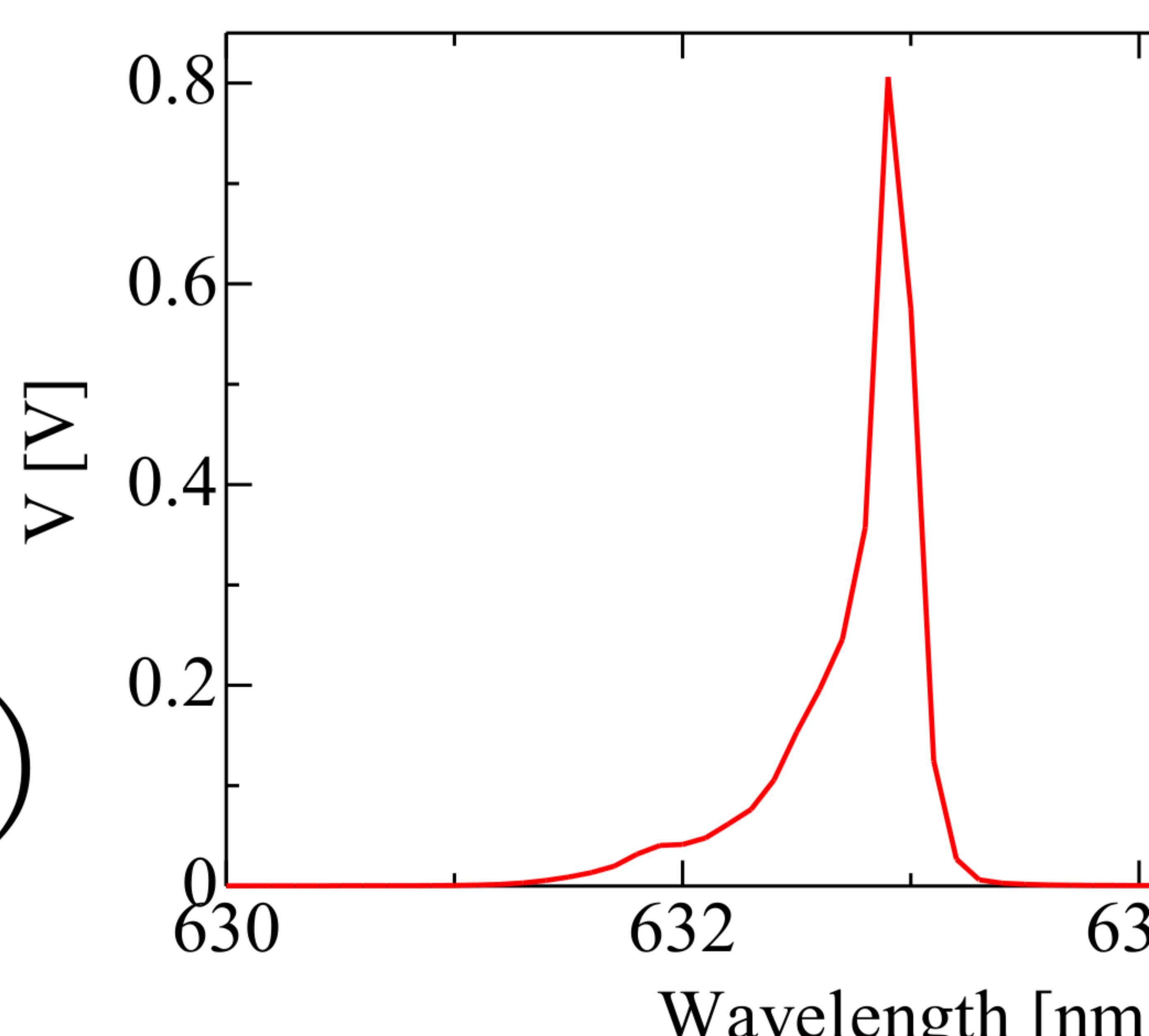
: 約 0.03nm (0.75cm^{-1})

隔 : 0.1nm (2.5cm^{-1})

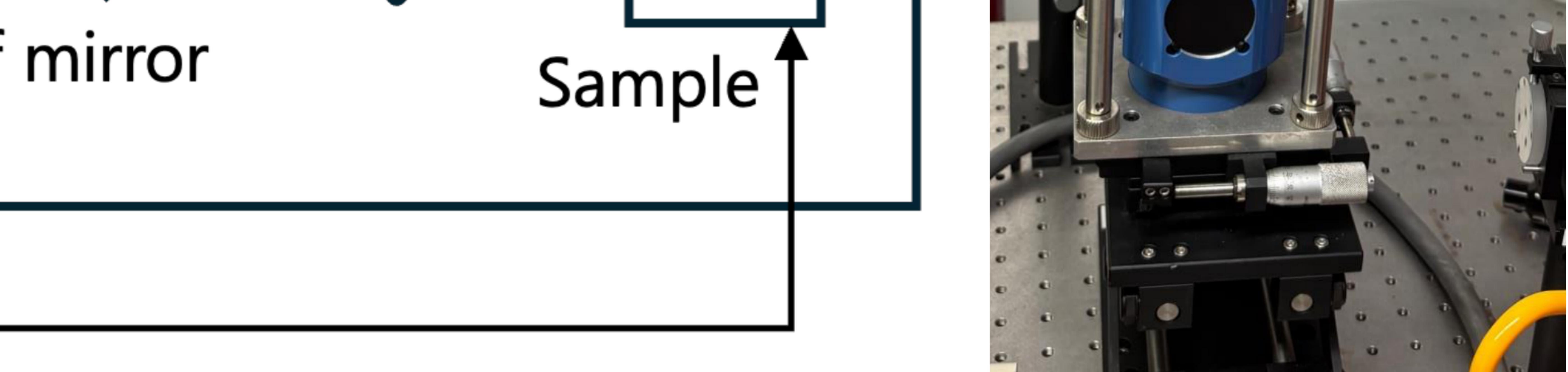
能 : 0.2nm (5.0cm^{-1})

He-Ne laser(632.8nm)
(スリット)

600本/ mm (50mm)

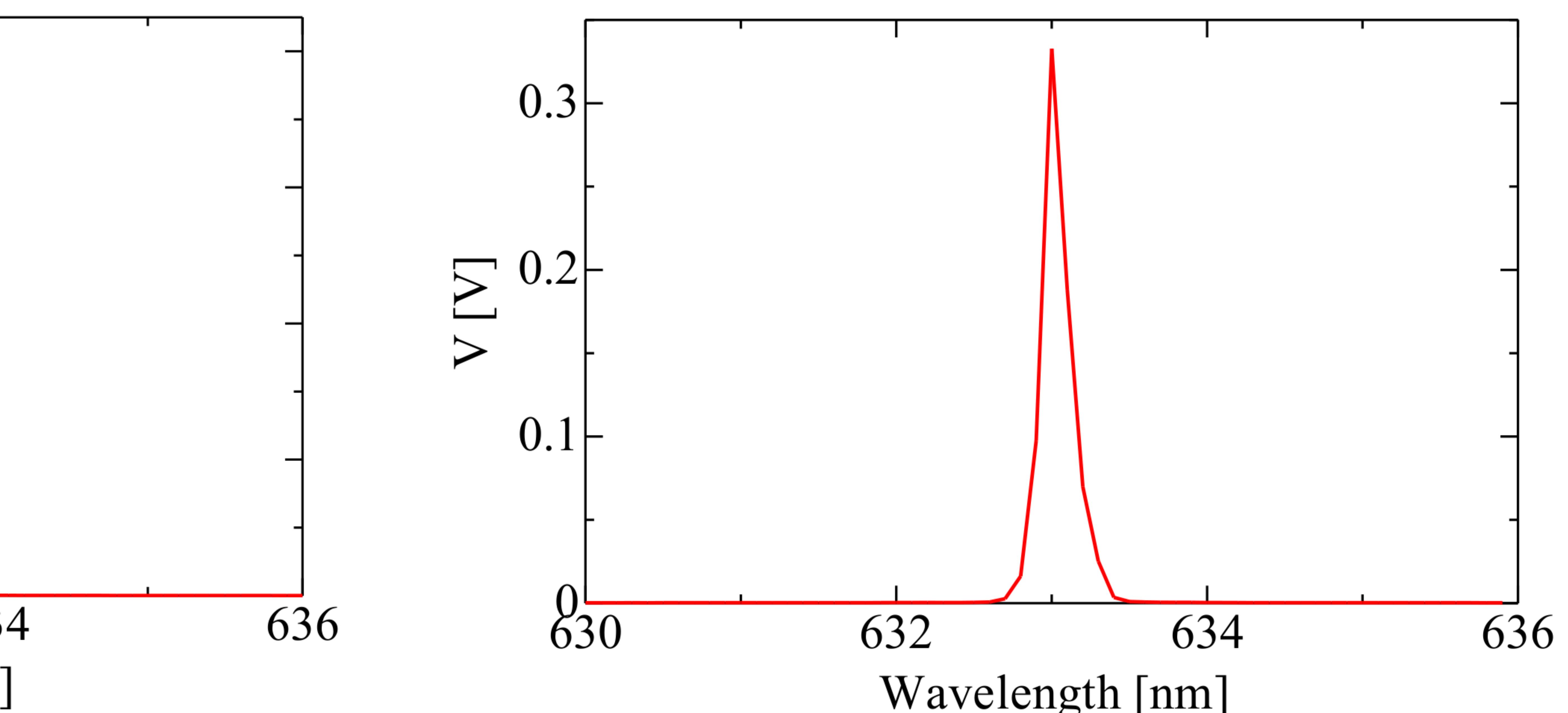


余波測定による Si のラマンスペクトラム



633nm)のレイリー光スペクトル
(ドット幅最小0.01mmで測定)

1200本/mm(300nm)

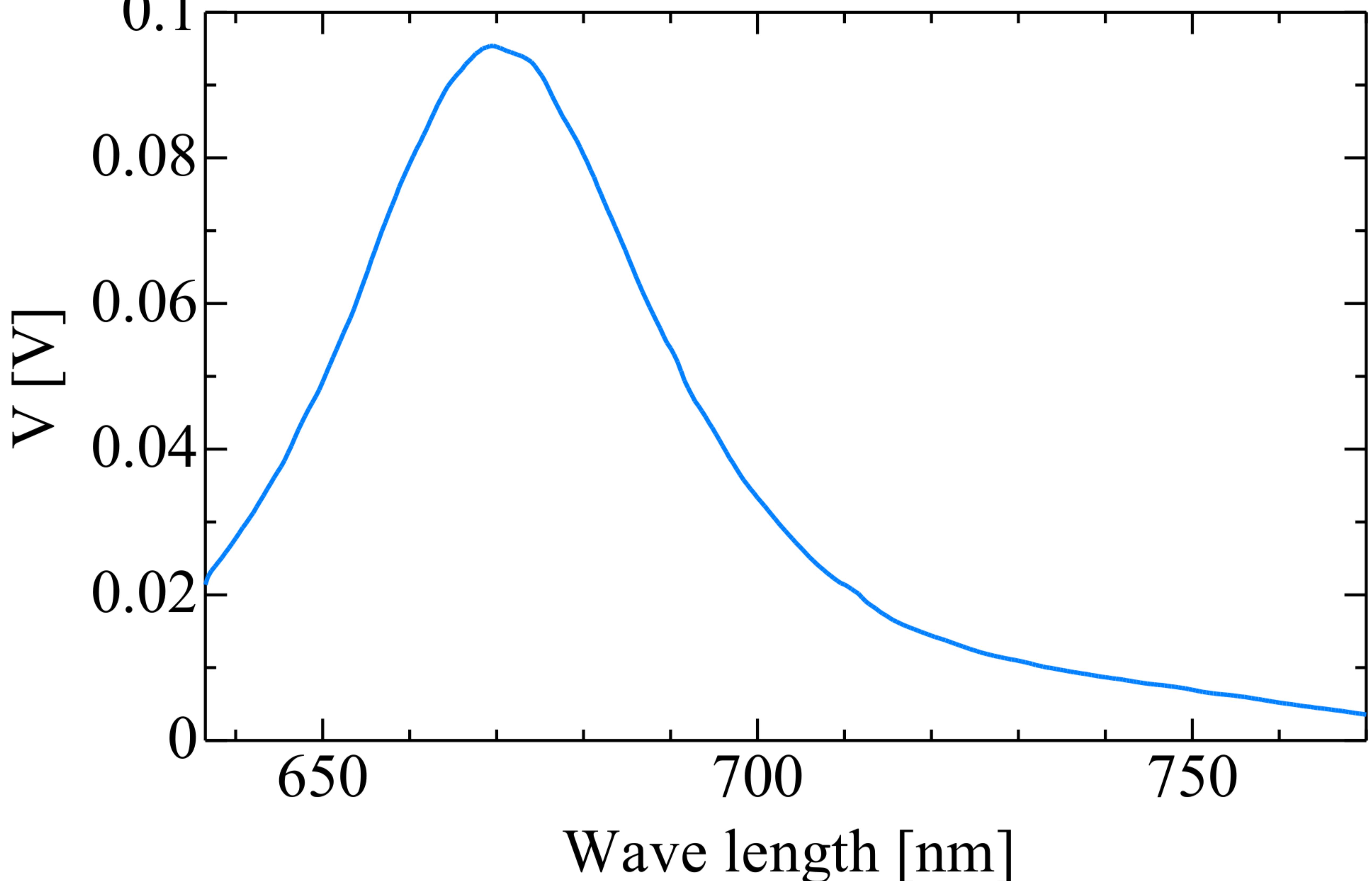


cm^{-1}) $0.27\text{nm}(6.7\text{ cm}^{-1})$

スペクトル

蛍光試料を用いた発光測定

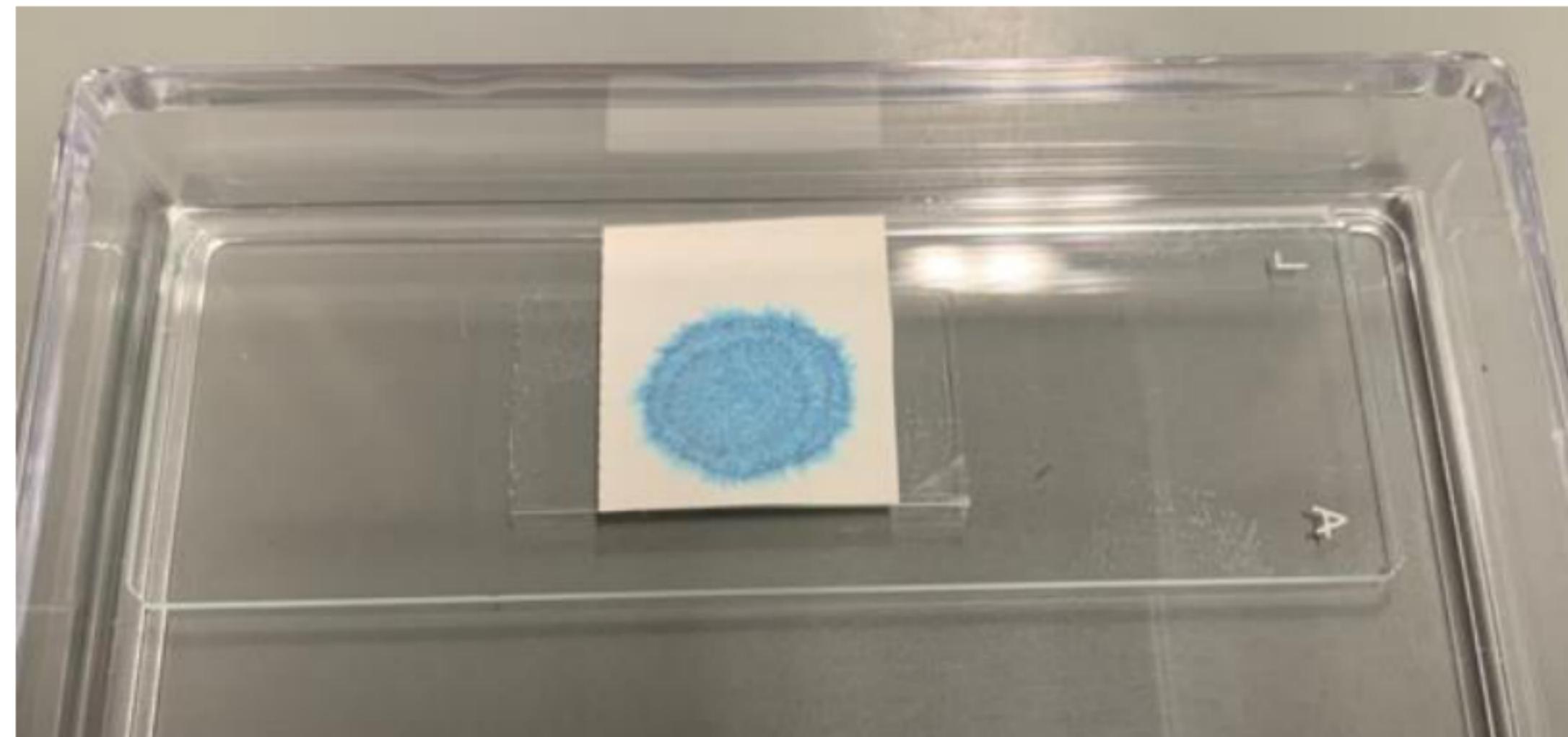
Nile Blue A(1mg/1ml)の蛍光スペクトル



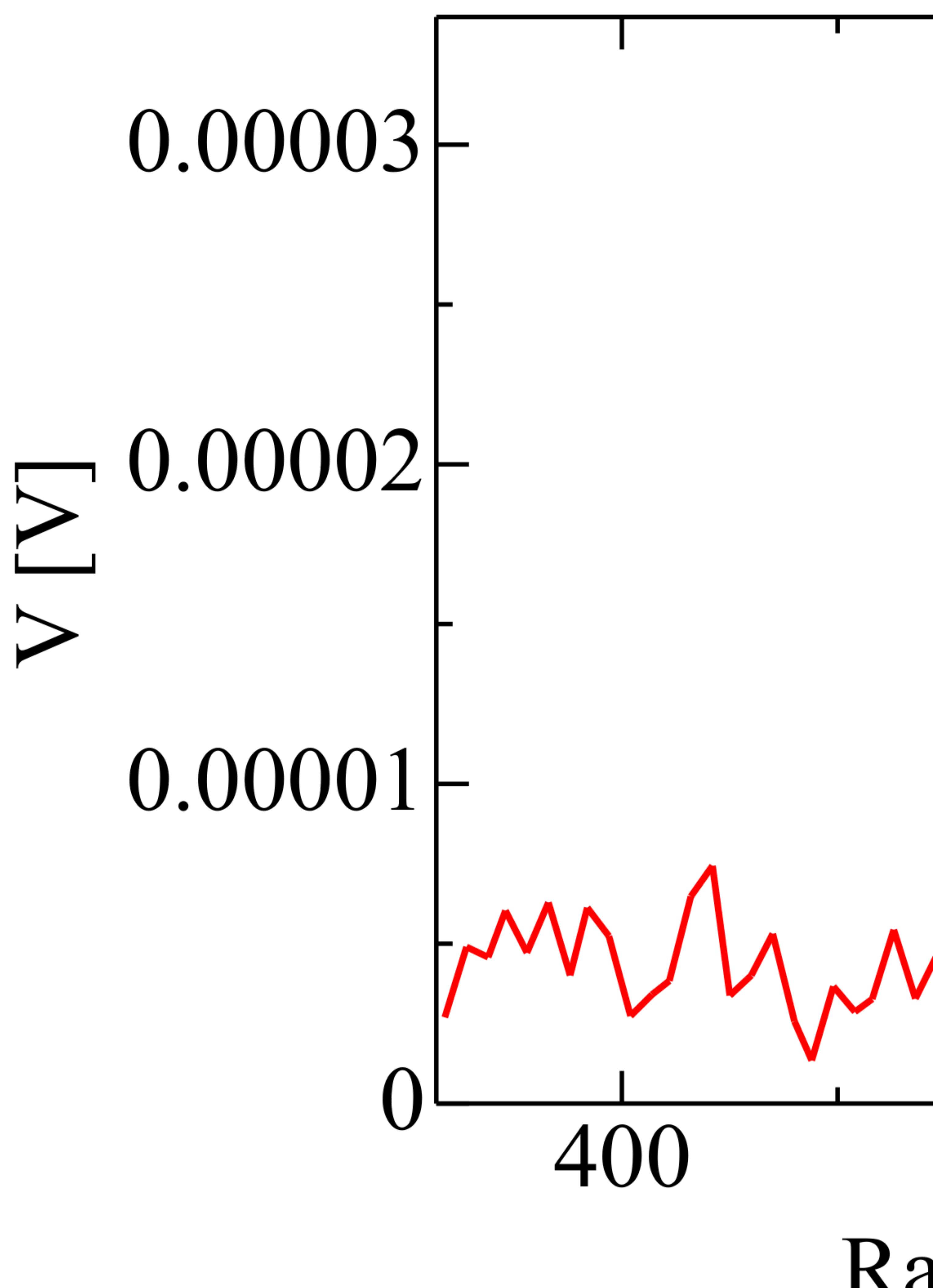
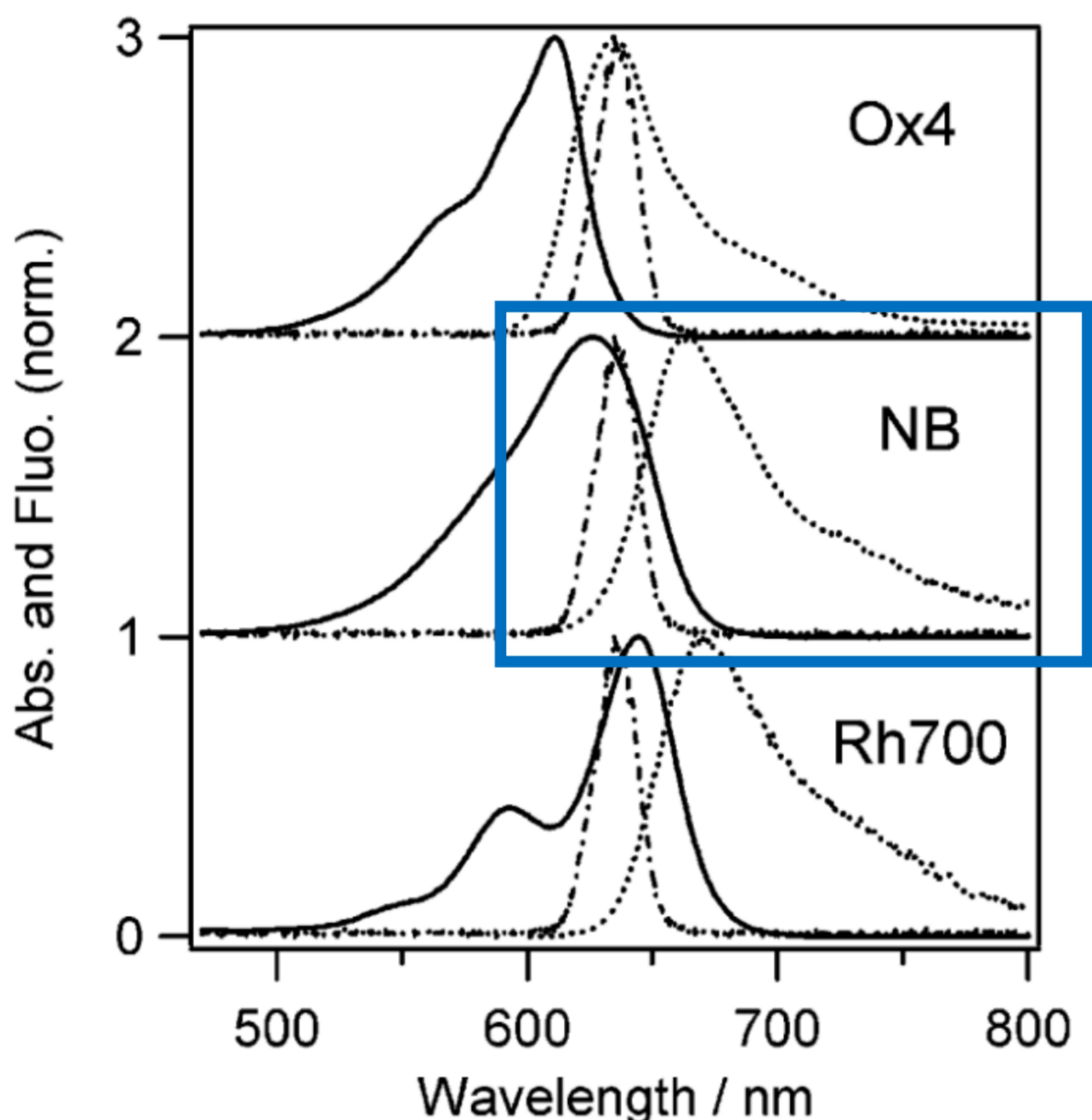
結論

ラマンスペクトルが測定された
な段階まで構築完了

定 量 ツル



Yutaka et al., *J. Phys. Chem.* **107**,
632(2003)



測定可能 度を了

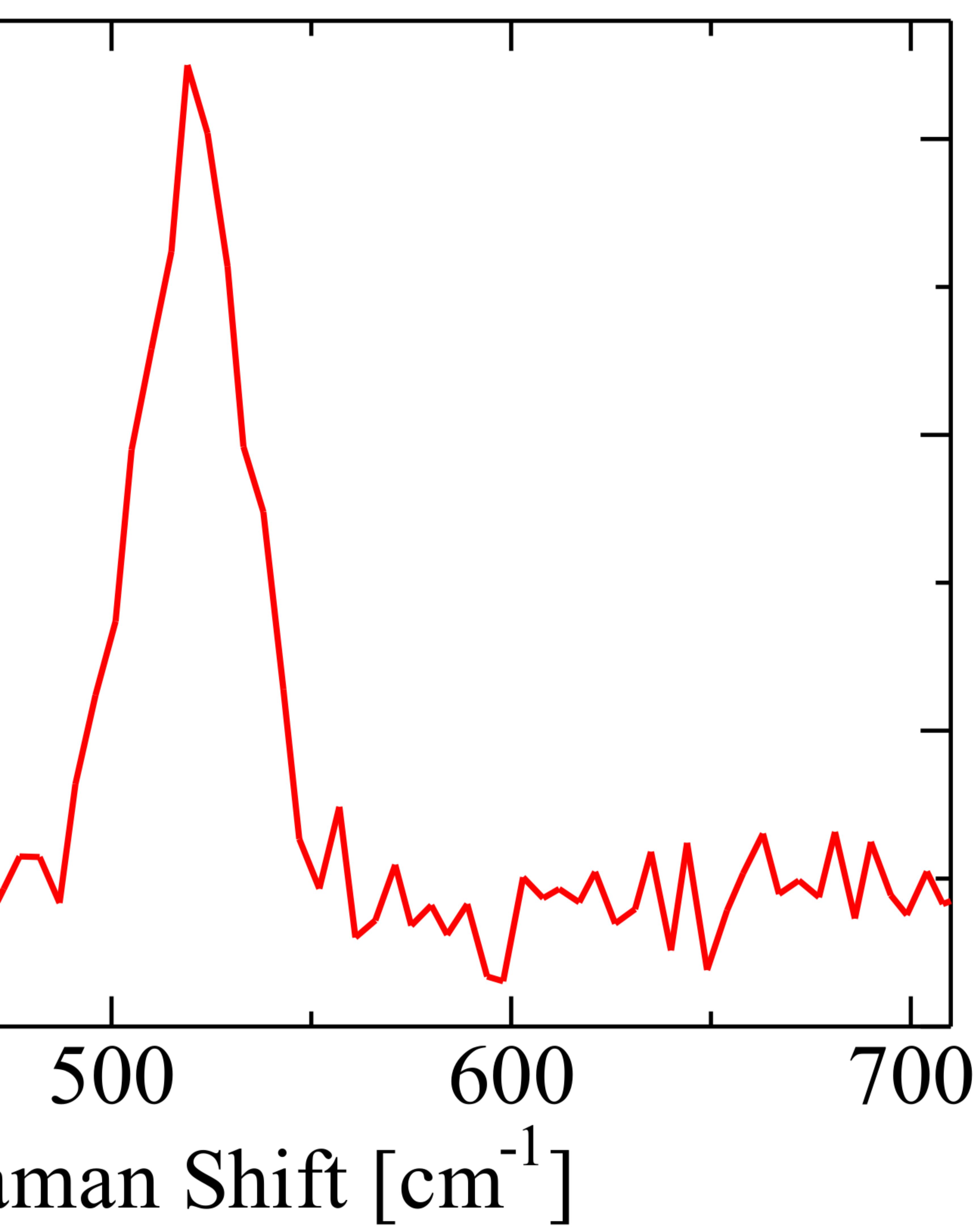
現状の
ラマンピークの強度がPM
同程度で非常

- 最大強度での測定を目指す
- 光学系を改良し試料部分

測定条件

偏光方向
回折格子
レーザーパワー
スリット幅
PMT電源電圧
光学チョッパー

Siのラマンピーク
励起光同期検波に
段階まで測定系の



課題

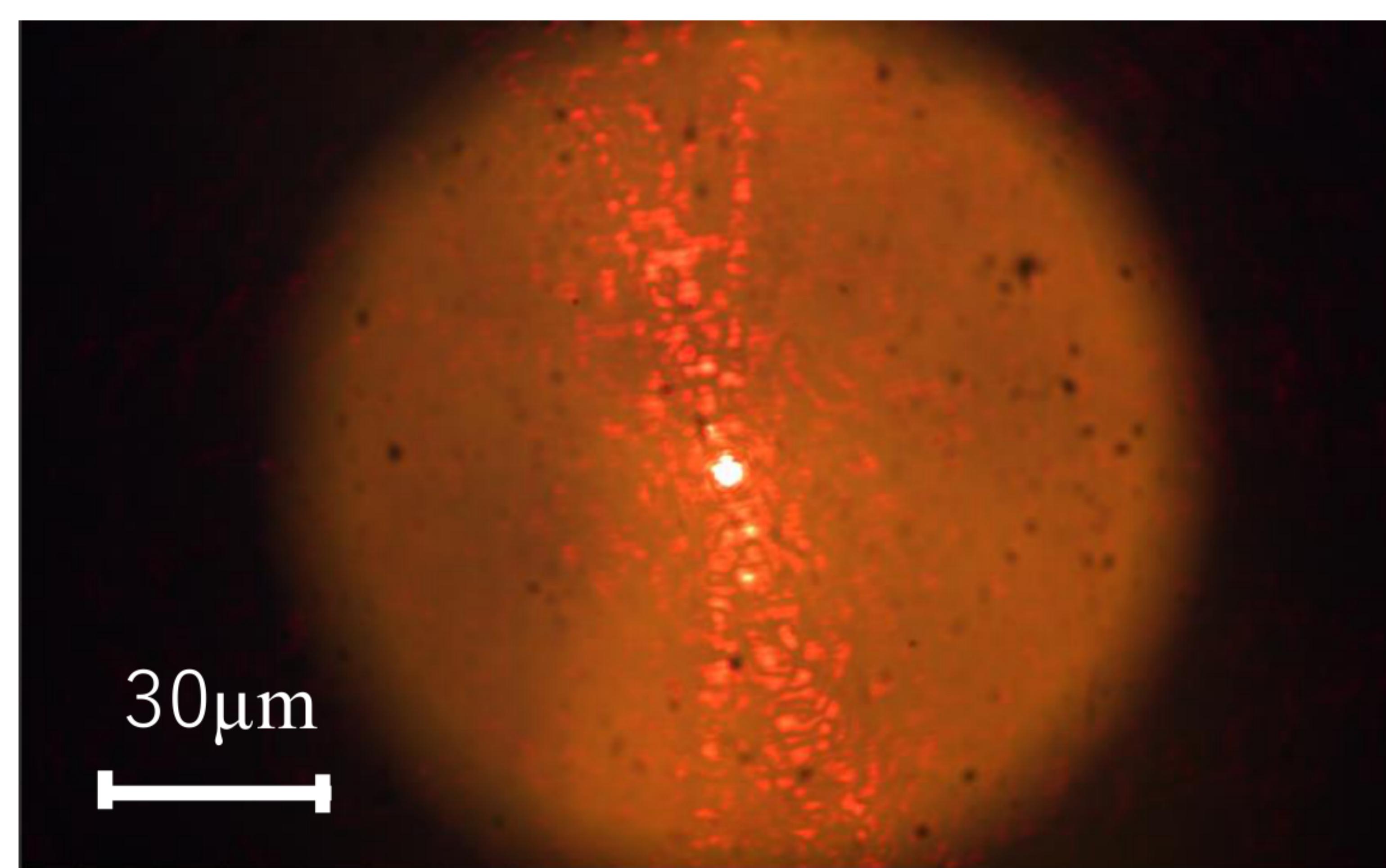
MTの暗電流ノイズと
に小さい

して光軸調整手法を確立
でのレーザー強度を強化

電場変調部分
信

- ラマン測定装
- 電場応答性を

- ：S偏光
- ：600本/mm
- ：2.7mW
- ：175 μm
- ：-930V
- ：73.1Hz



測定時の様子

520 cm^{-1} (Si-Si伸縮)を観測
によるラマンスペクトルが観測可能な
構築を完了

今後の取り組み

この構築を終えて測定系としての
頼度と性能を確認する

置としての性能評価（分解能 etc.）
有する物質で電場変調ラマン測定