



東京理科大学 総合研究機構
赤外自由電子レーザー研究センター (FEL-TUS)



築山 光一

東京理科大学理学部第一部化学科
&
東京理科大学総合研究機構
赤外自由電子レーザー研究センター





Free-Electron Laser Research Center at Tokyo University of Science (FEL-TUS)



Noda campus

理工学部
基礎工学部
薬学部
生命科学研究所
FEL-TUS



Tokyo
campus
理学部
工学部





Free-Electron Laser Research Center at Tokyo University of Science (FEL-TUS)



Noda campus



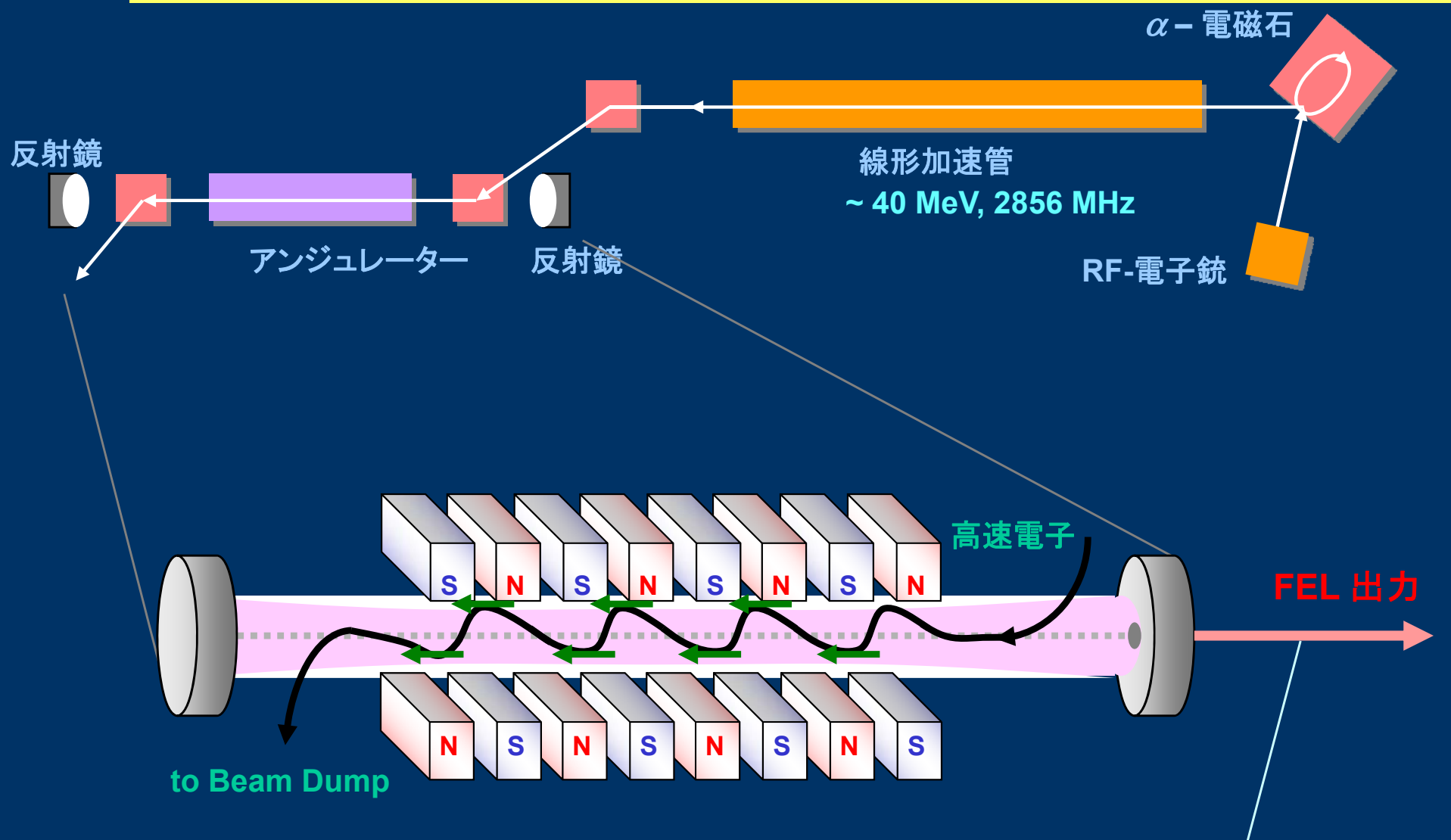
理工学部
基礎工学部
薬学部
生命科学研究所
FEL-TUS



東京キャンパス



FEL-TUSの構造



4.5 ~12 μm (中赤外領域)で周波数可変
特異なパルス時間構造

完全な直線偏光性

FIR-FEL

Undulator

MIR-FEL

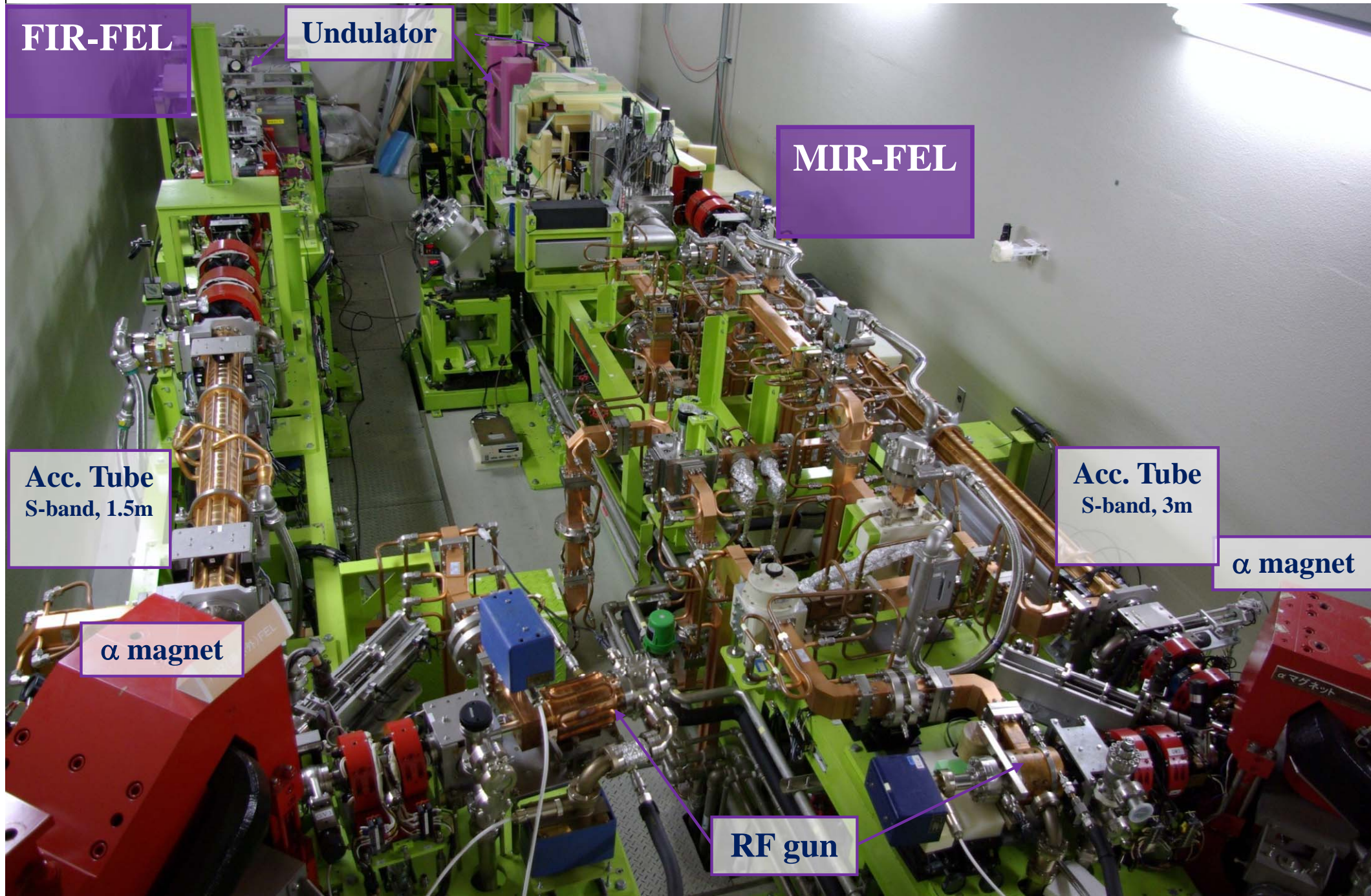
Acc. Tube
S-band, 1.5m

Acc. Tube
S-band, 3m

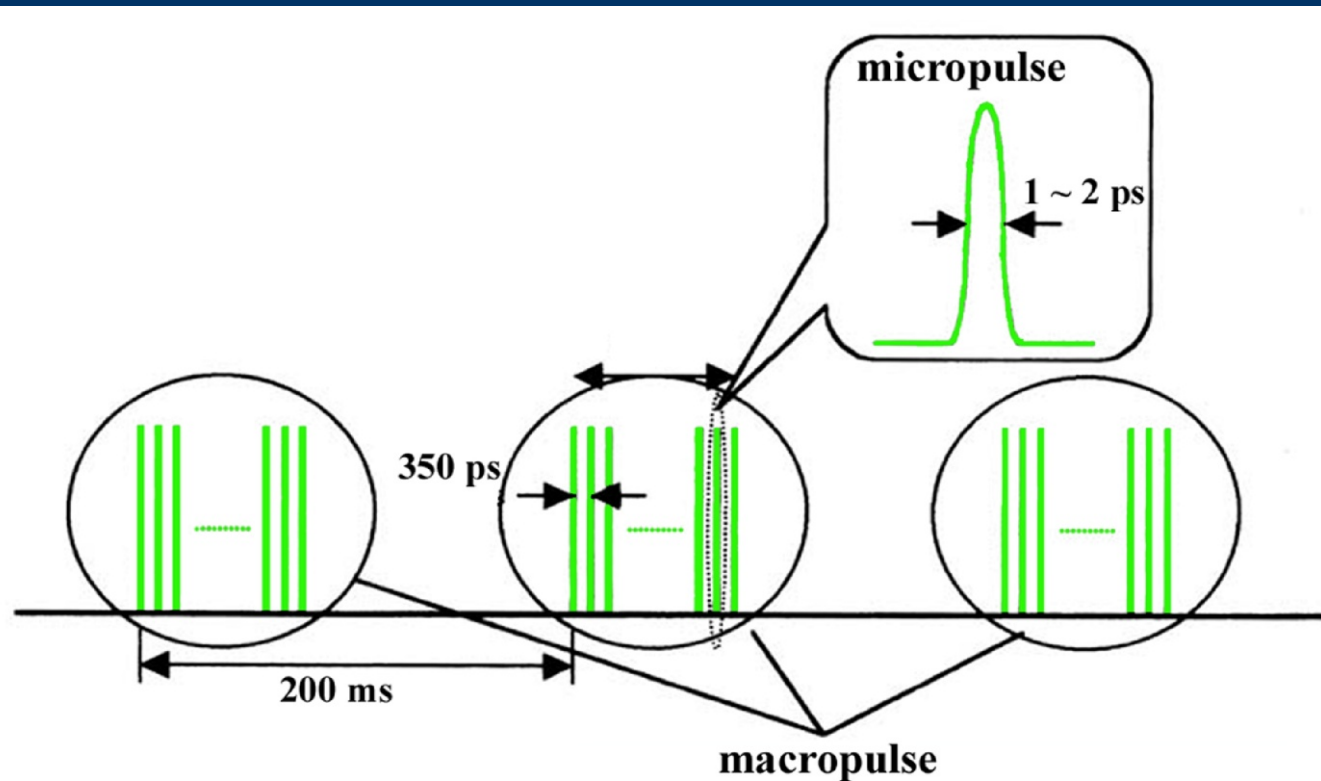
α magnet

α magnet

RF gun



FEL-TUSのパルス時間構造

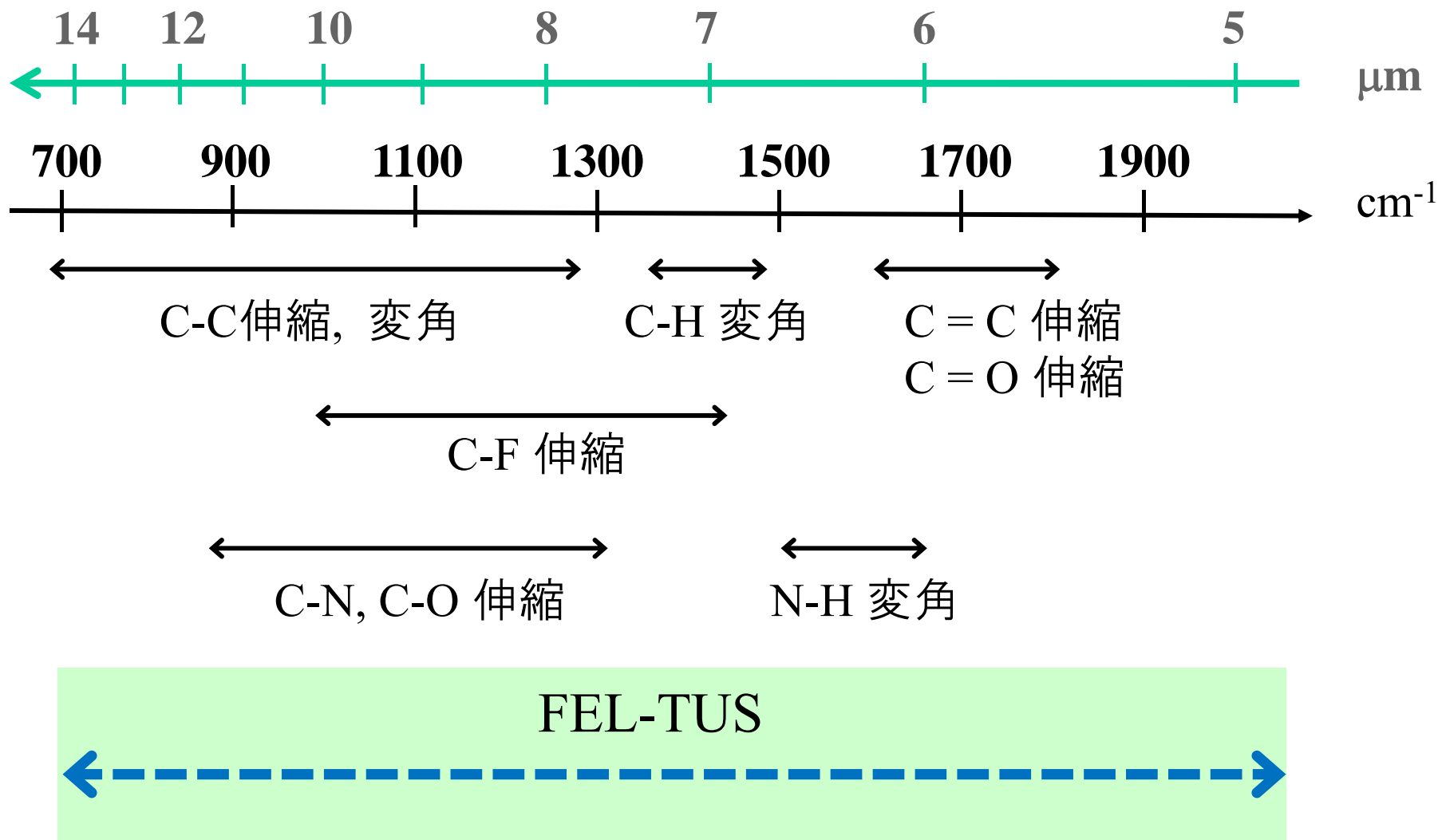


Macropulse (マクロパルス)

5 Hzで発振、パルス幅は約2 マイクロ秒

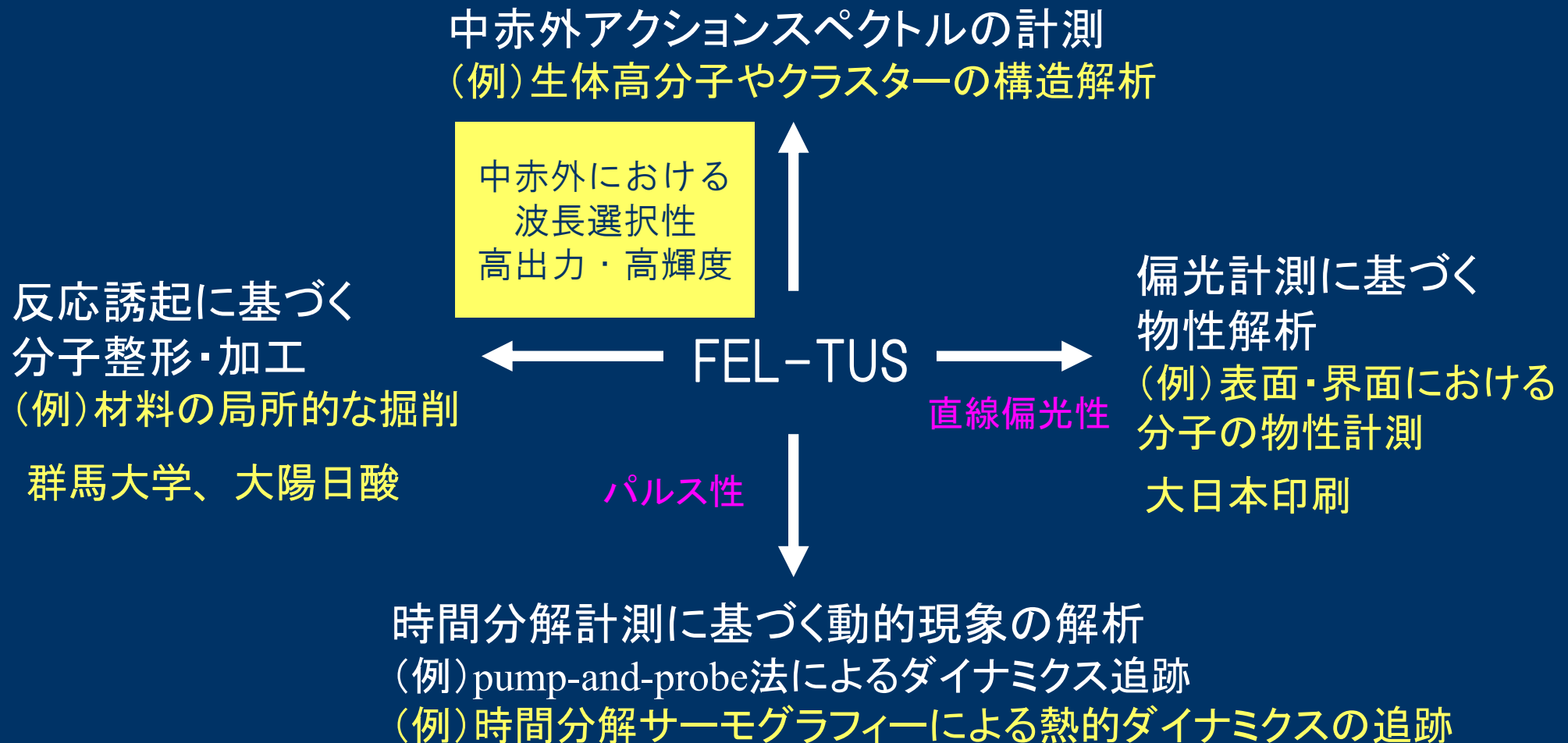
Micropulse(マイクロパルス)

350 ピコ秒間隔で発振、パルス幅は数ピコ秒



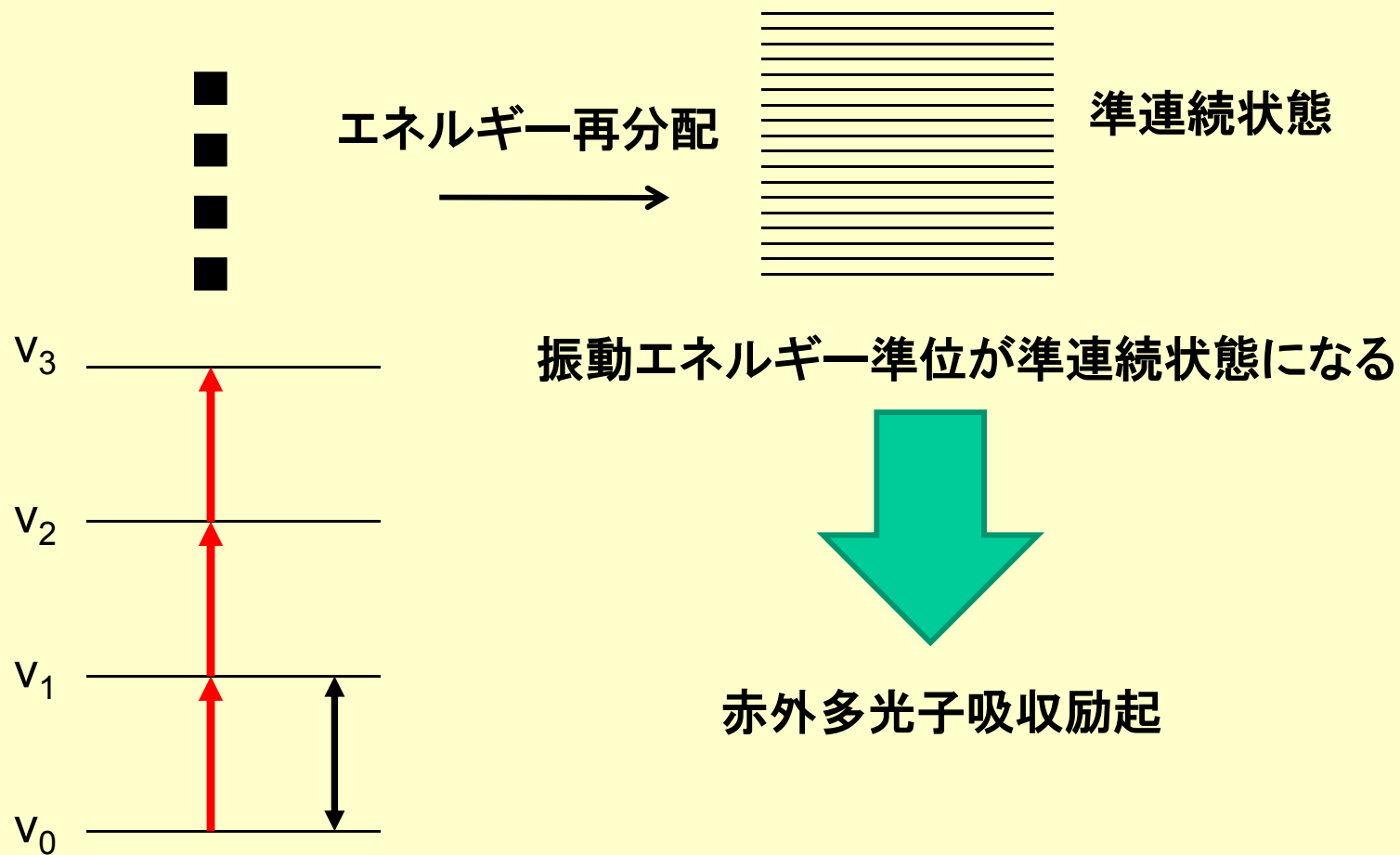
ほとんどの分子の振動スペクトル領域をカバー
 → 気相、表面・界面、凝縮相に関わらず
 ほとんどすべての物質が研究対象

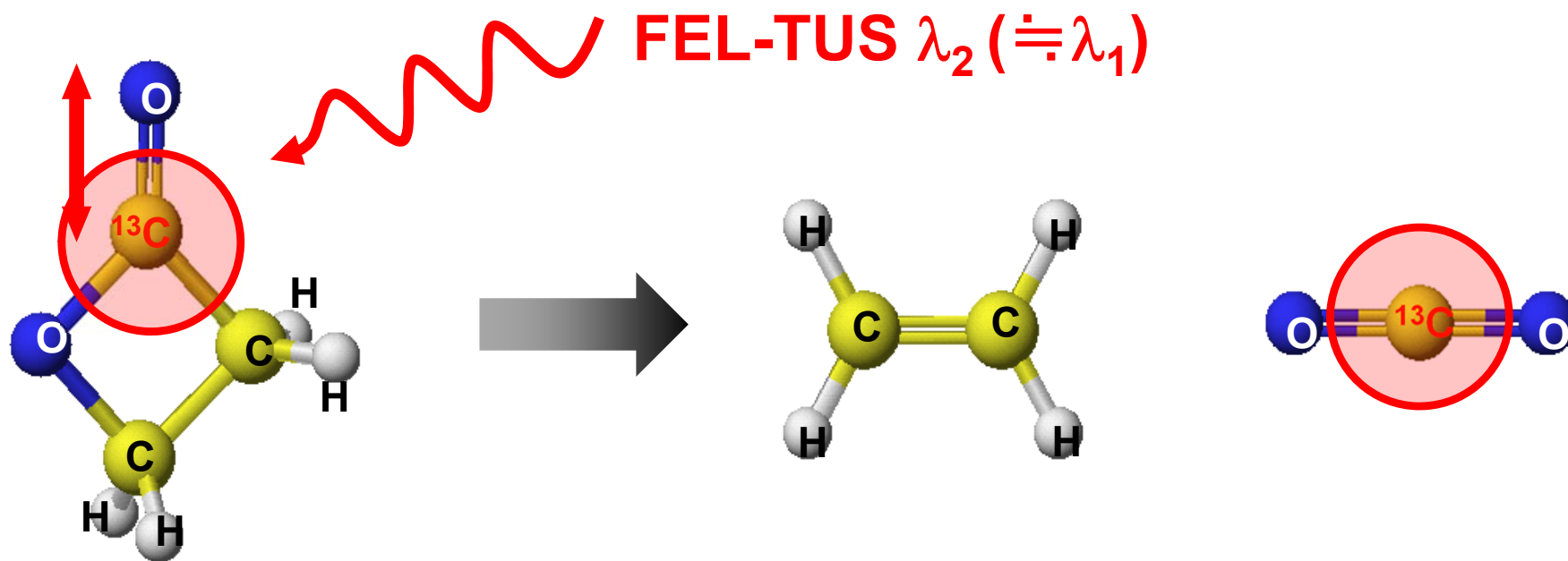
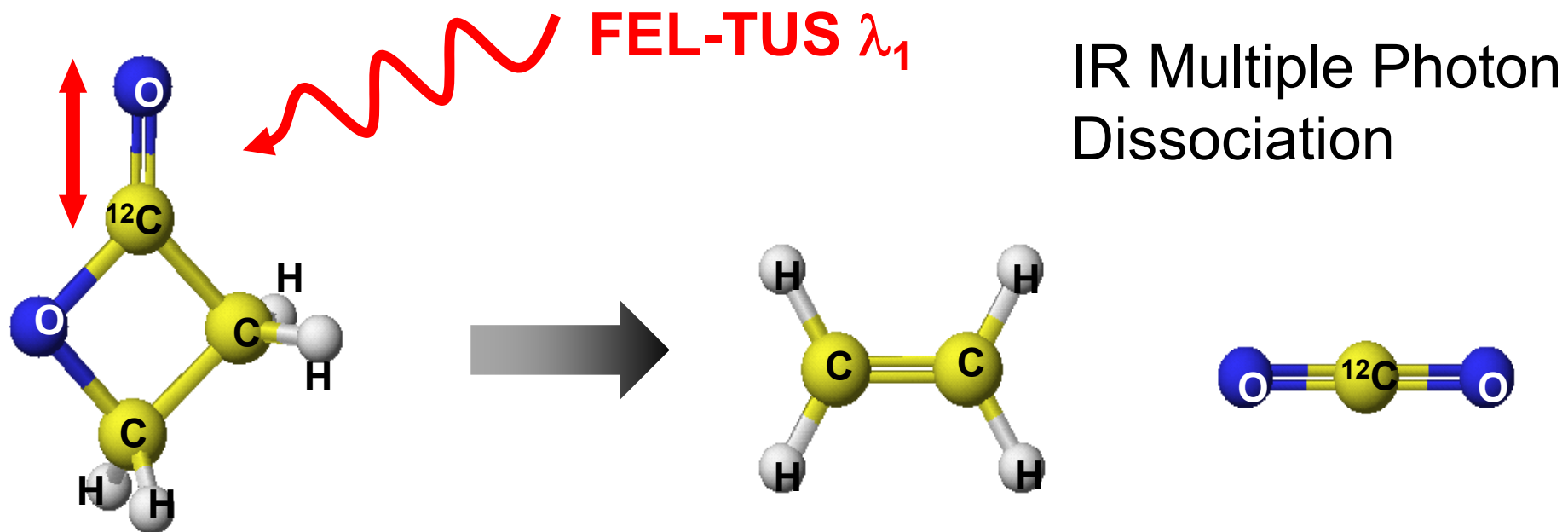
材料・物性研究におけるMIRFEL-TUSのポテンシャル

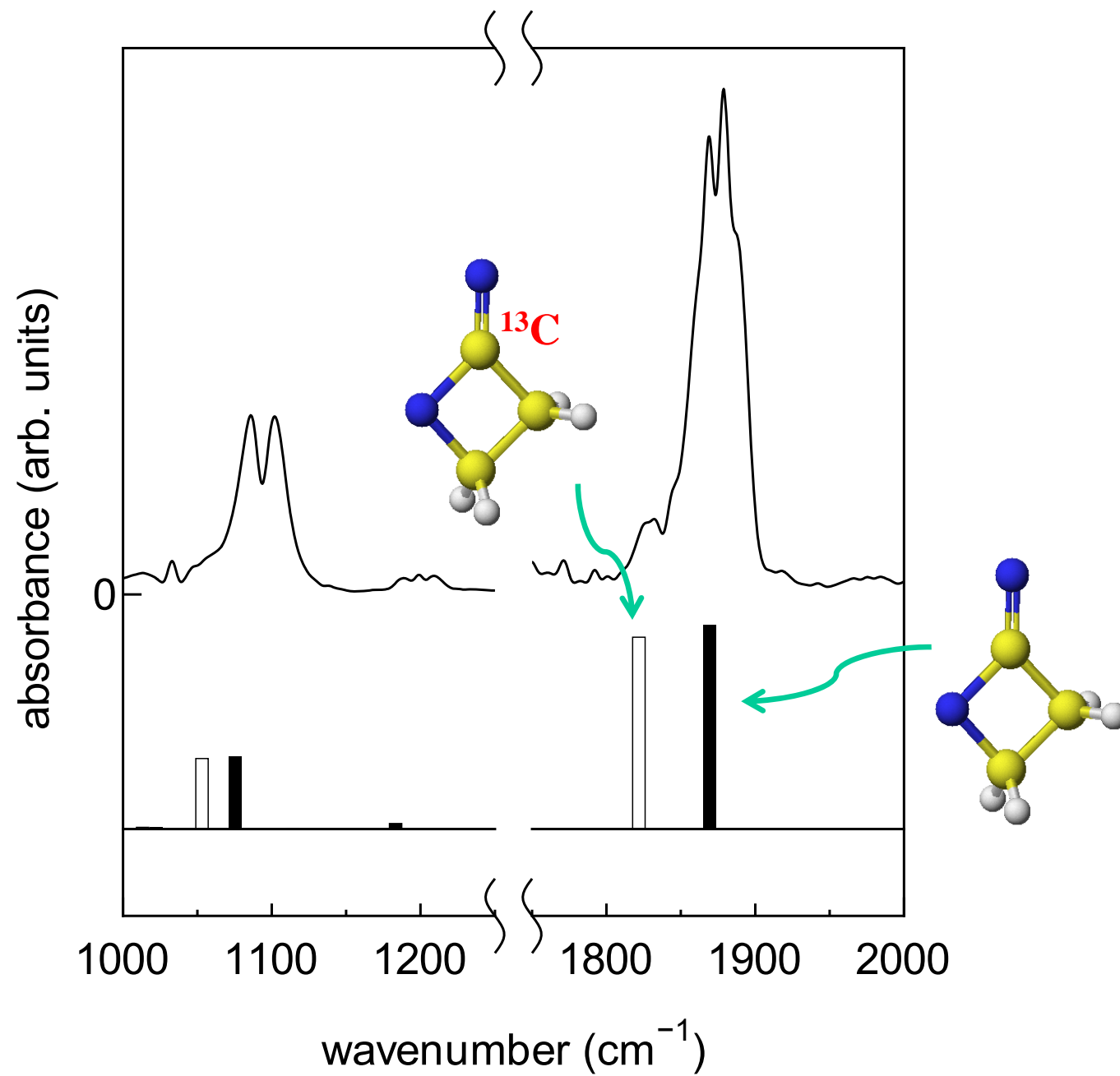


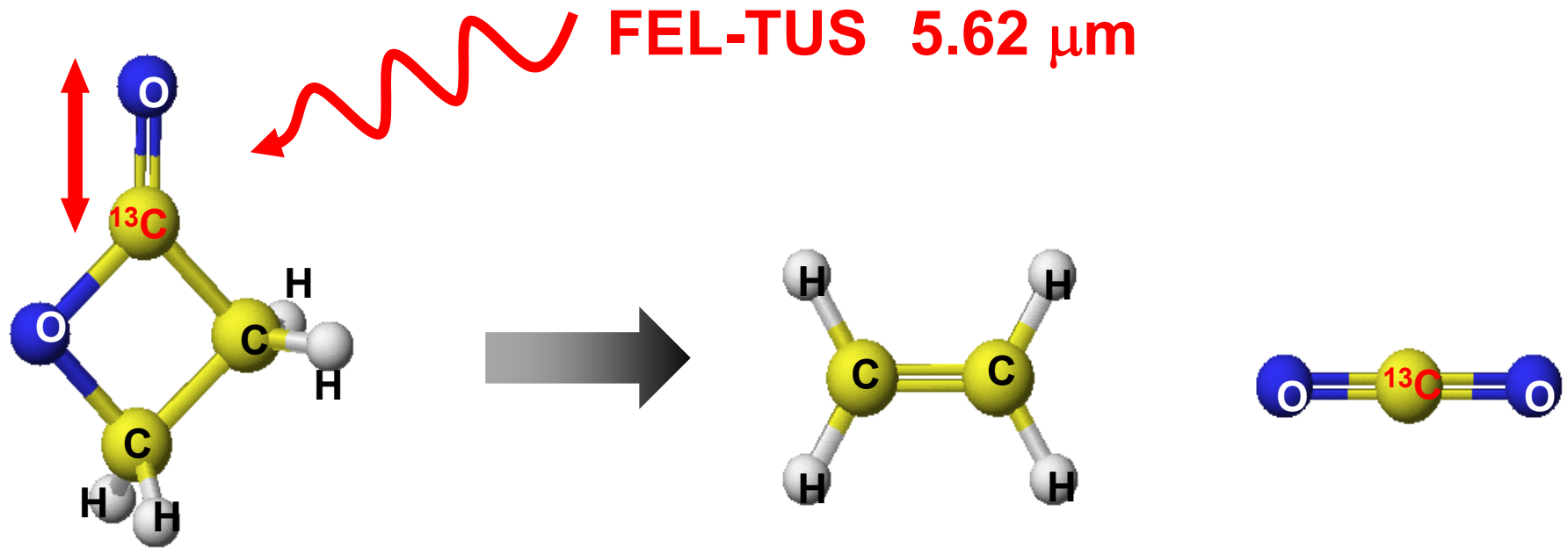
赤外多光子吸収励起

エネルギー準位モデル



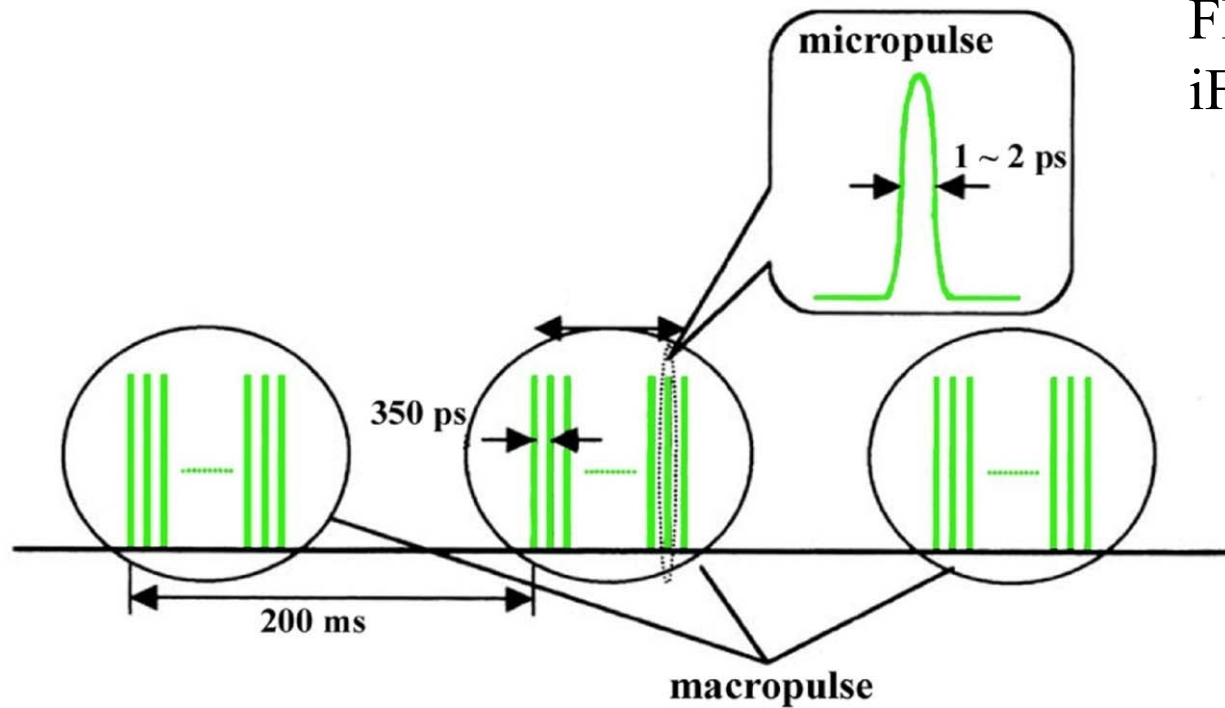






¹³C concentration

| | |
|--------------|------|
| FEL-TUS | 59 % |
| iFEL (Osaka) | 14 % |



NIMB 269, 180-184
(2011)

IRFELによる赤外多光子吸収の途中段階を観ることはできないか？



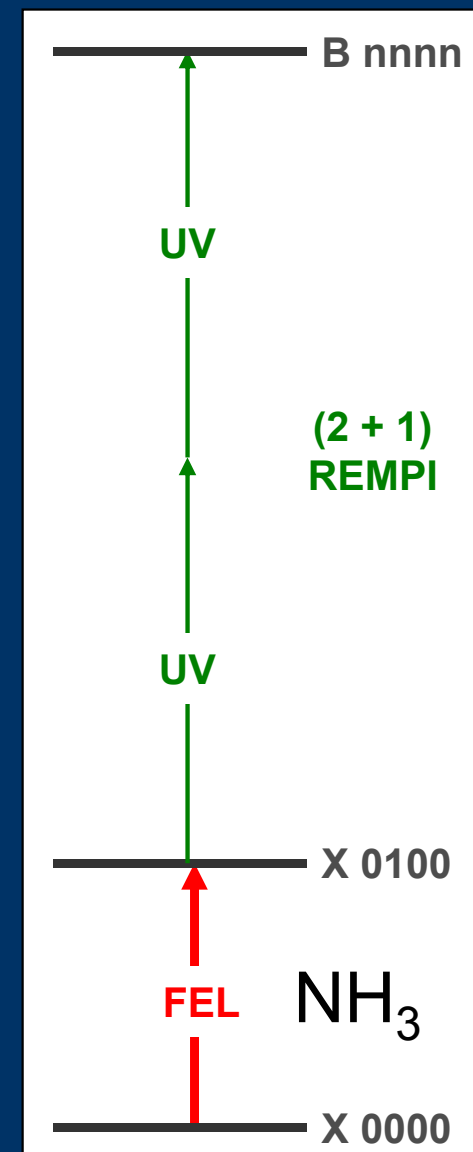
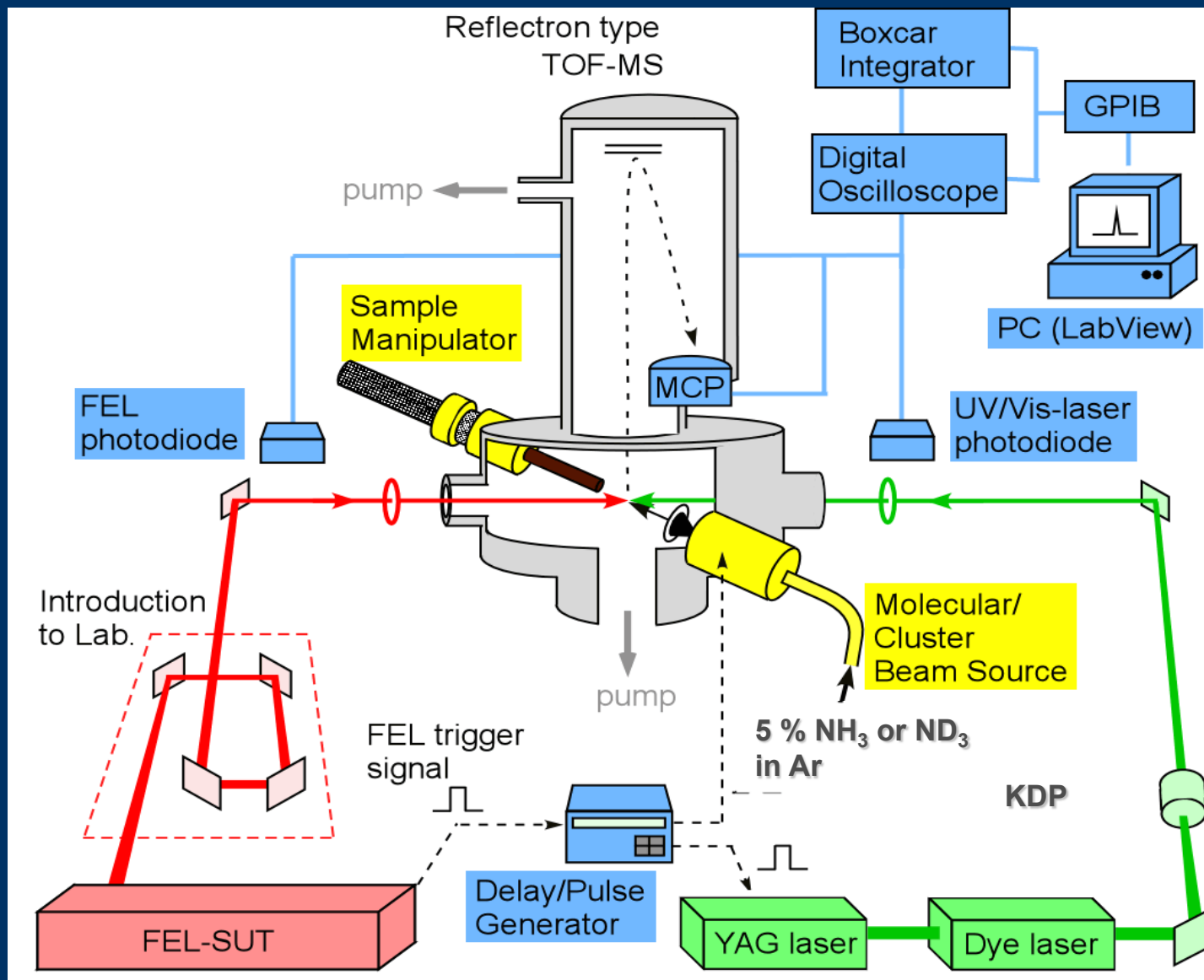
PUMP and PROBE experiment

PUMP: Vibrational excitation of molecules by IRFEL

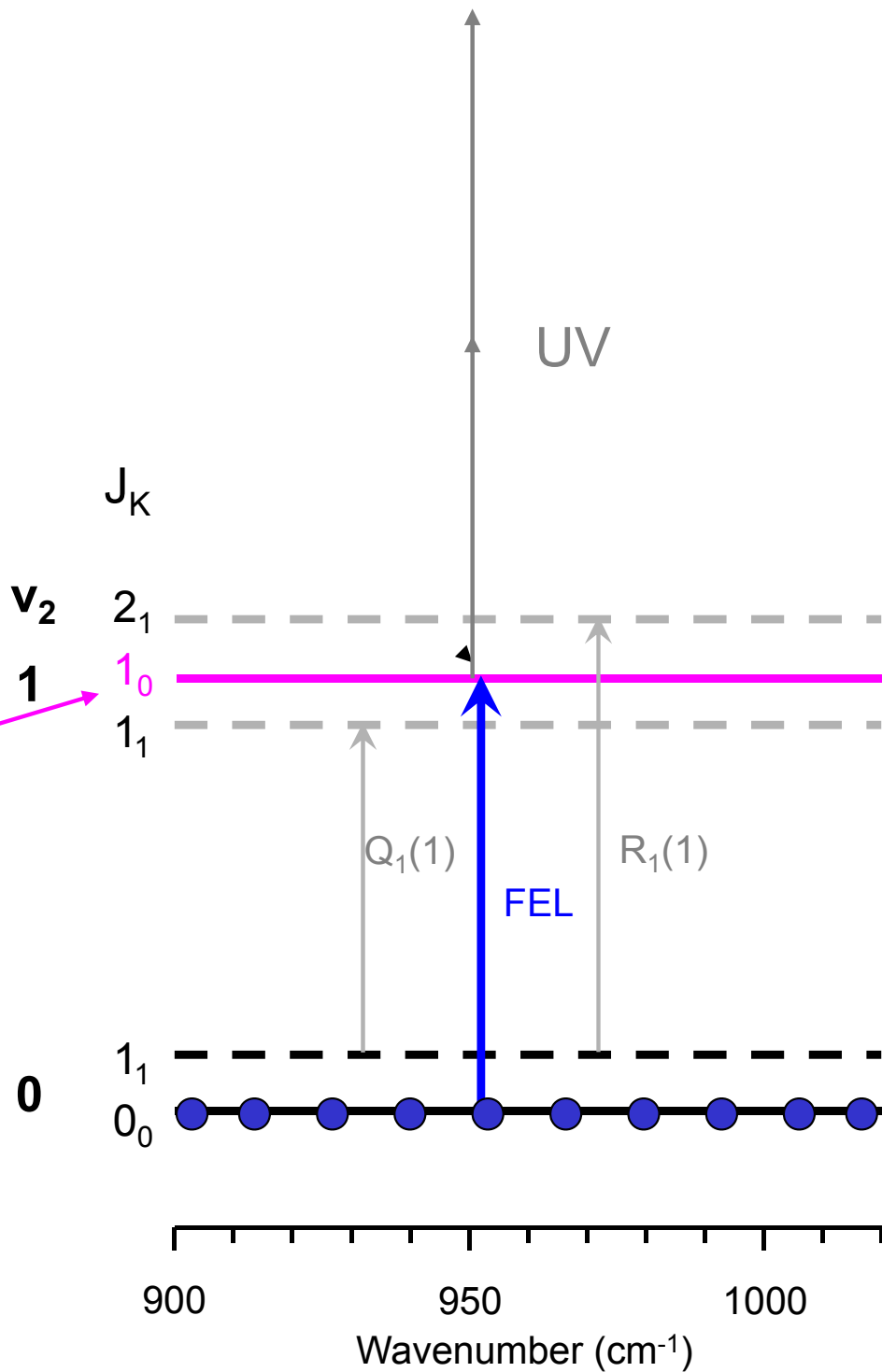
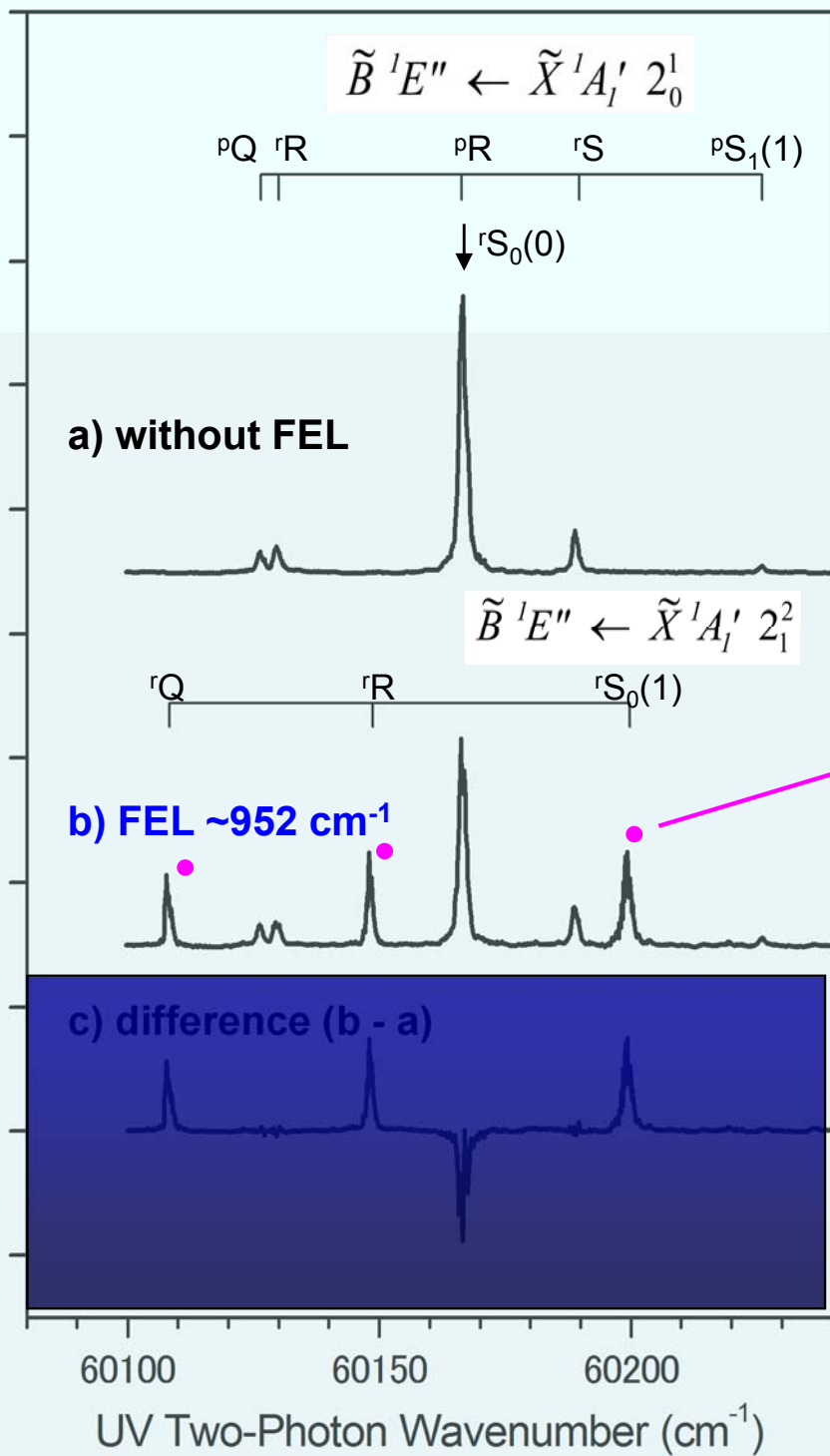
PROBE: Real time investigation of excited levels by
synchronized vis/UV tunable lasers

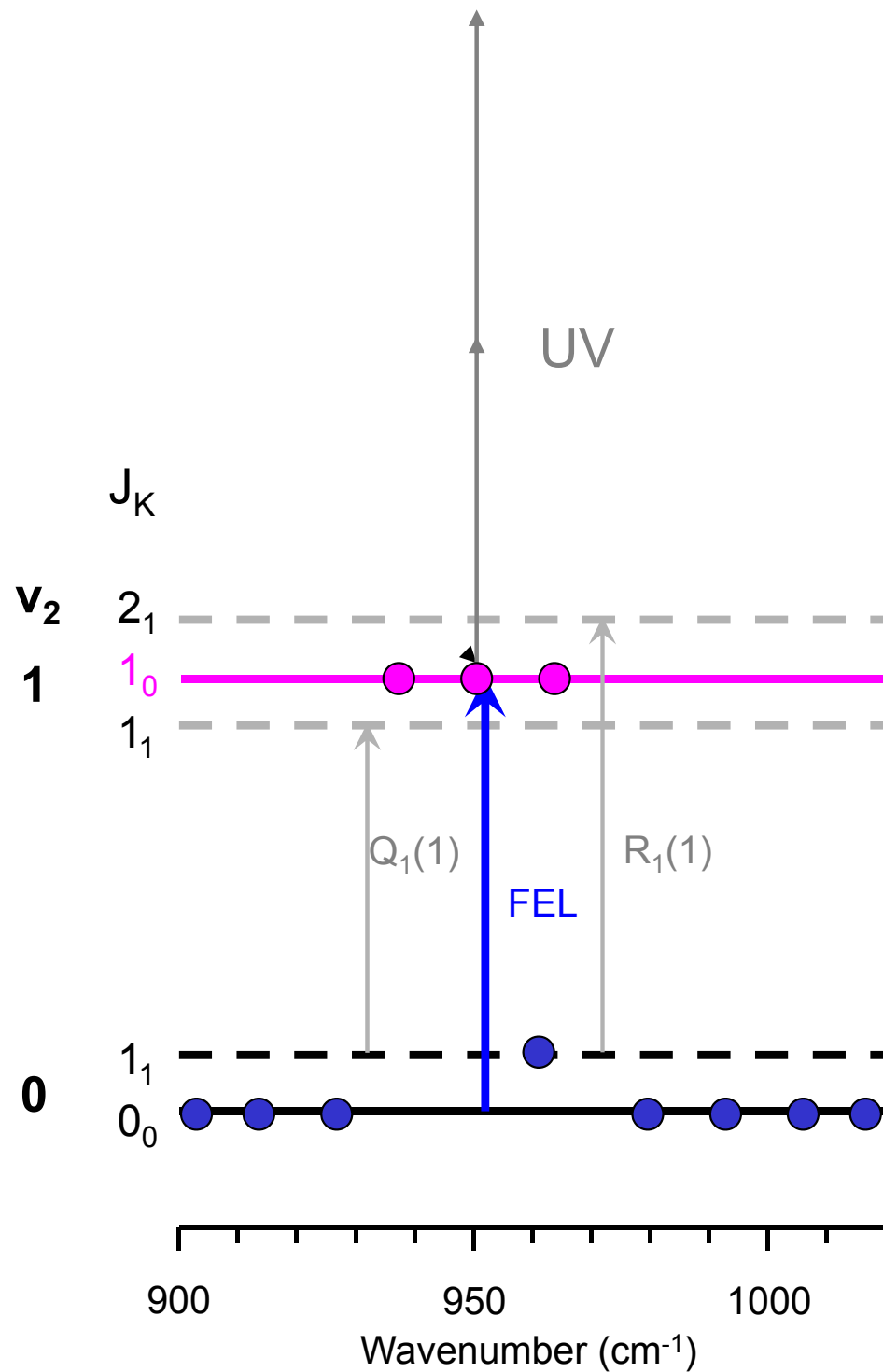
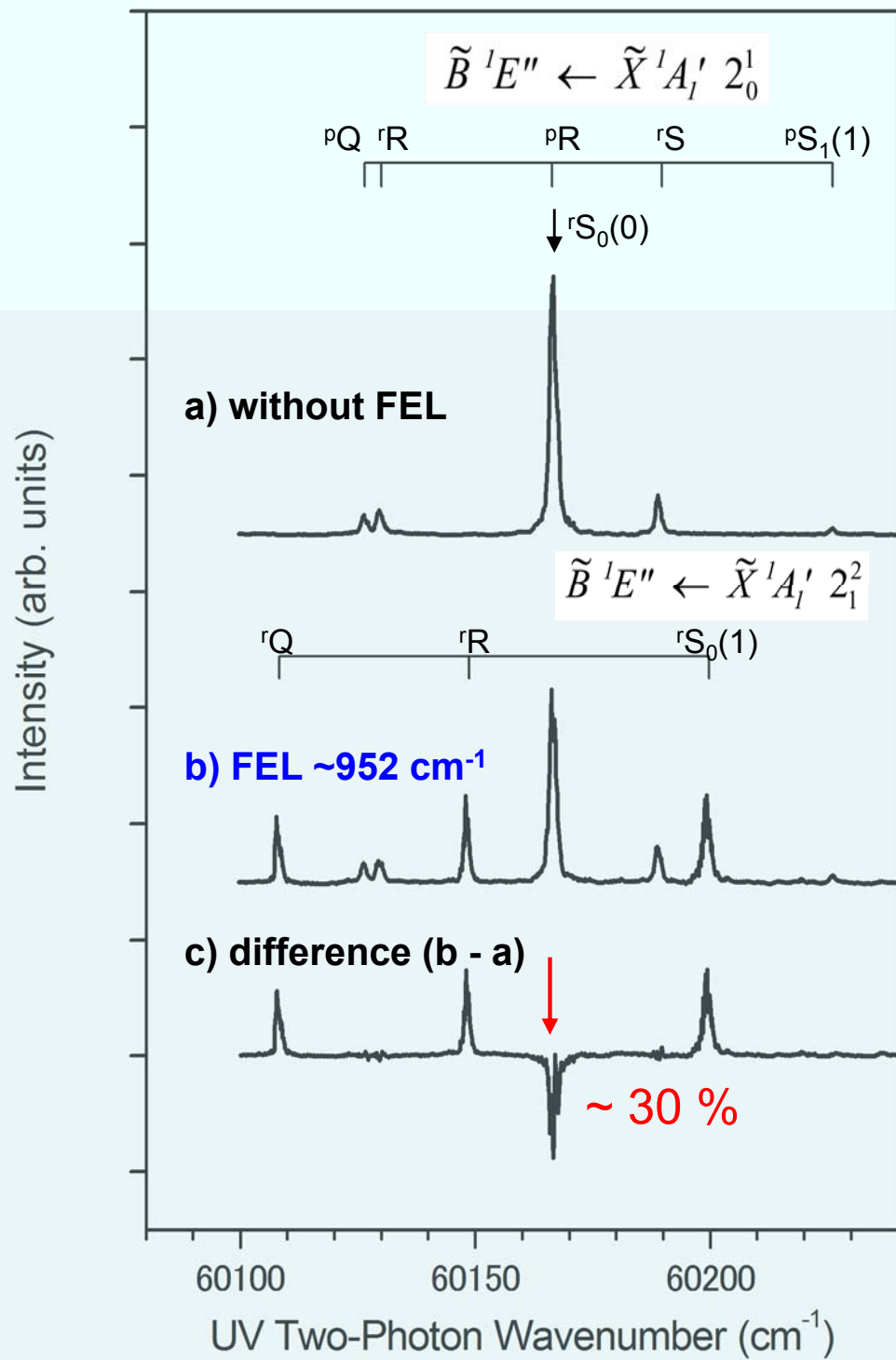
多光子吸収過程の機構や反応のダイナミクスの追跡

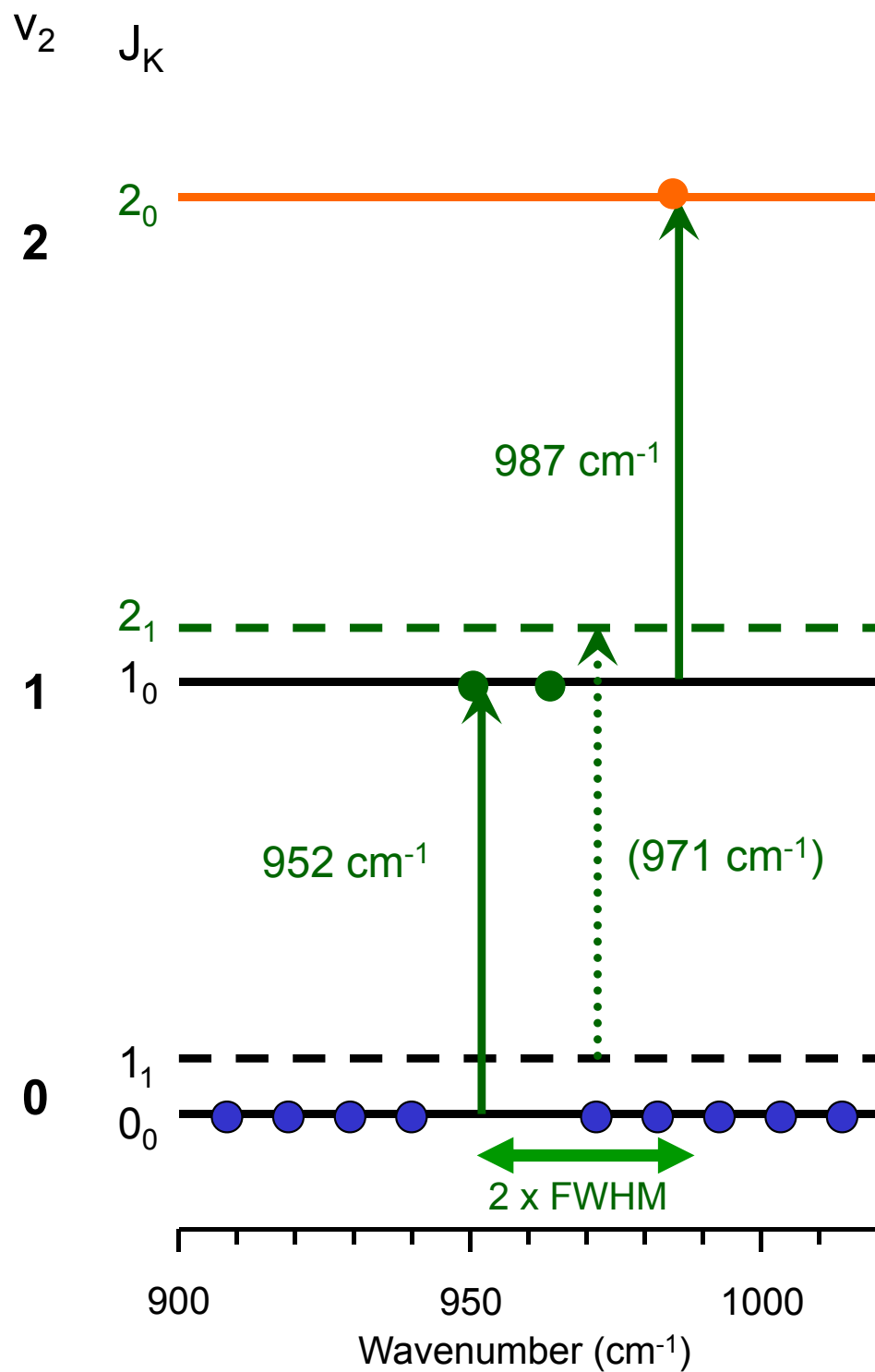
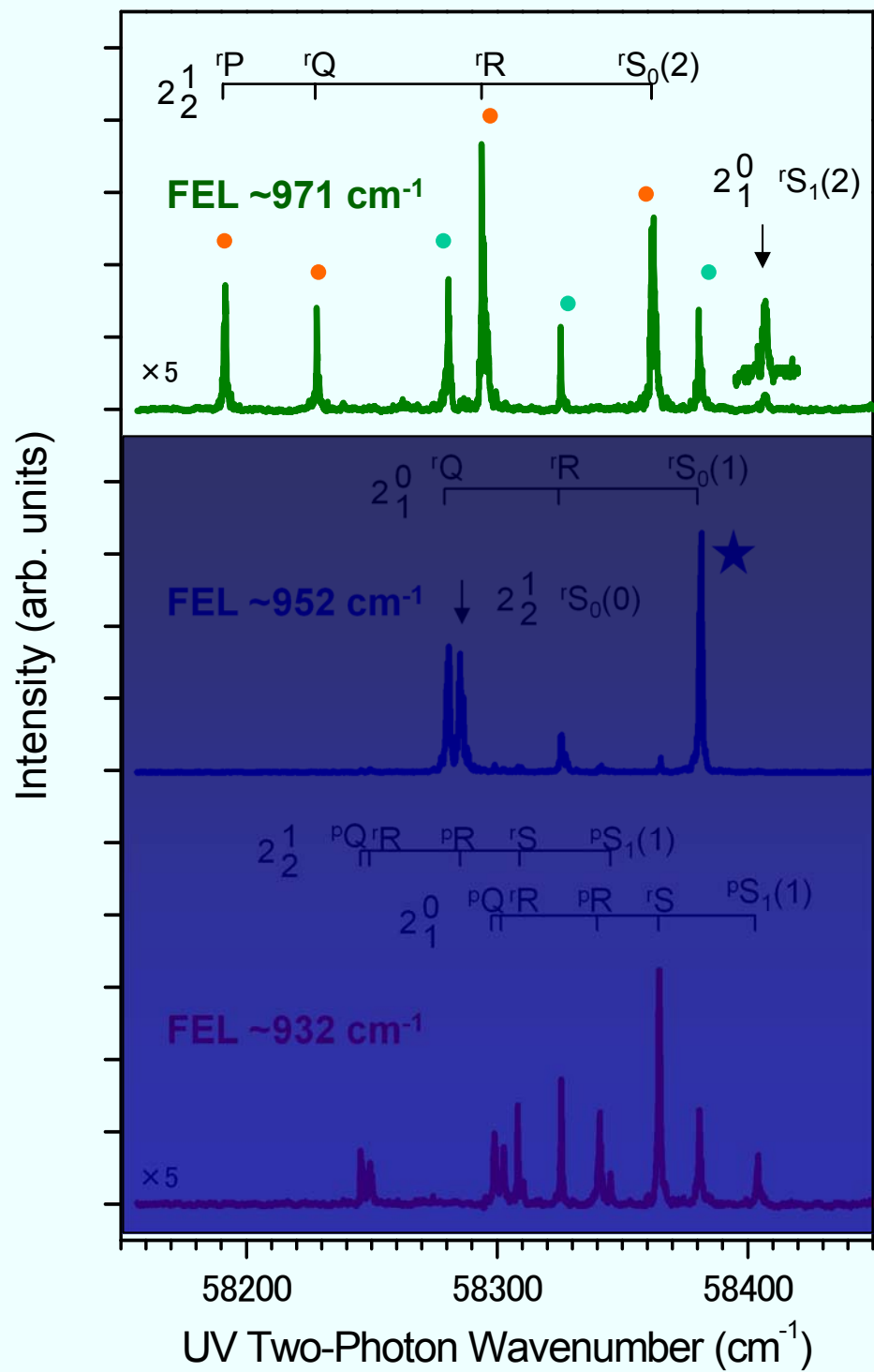
Pump and probeのための実験装置

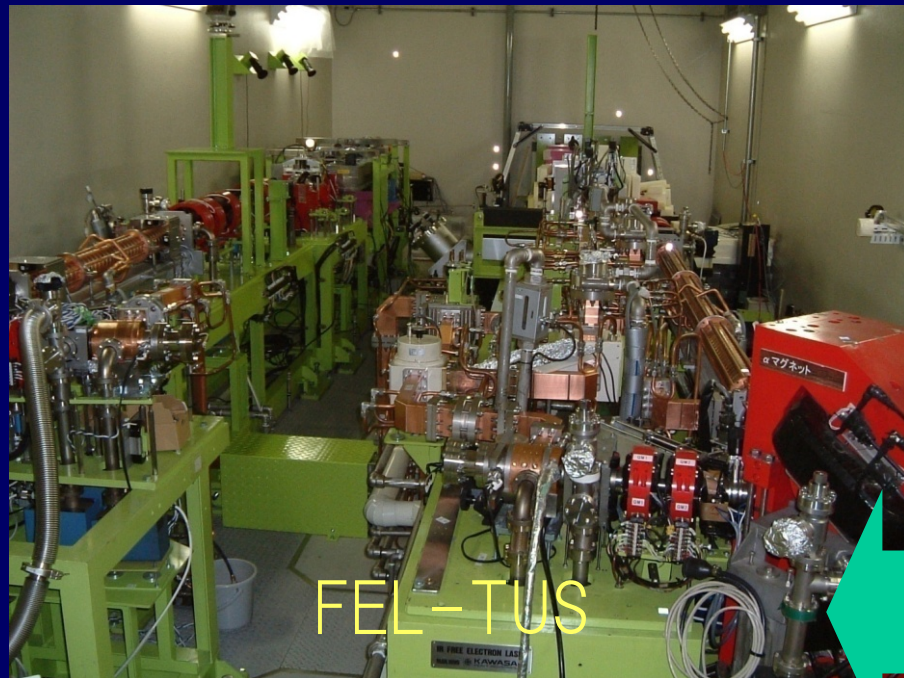


Intensity (arb. units)









FEL-TUS



先端的分析計測手法
質量分析法、イメージング法、
顕微分光法、……

東京理科大学総合研究機構

企業、大学、独立行政法人等

これまでに測定できなかった物質の構造や機能を測る

高強度赤外光利用研究拠点の形成

FIR-FEL (Far-infrared FEL)

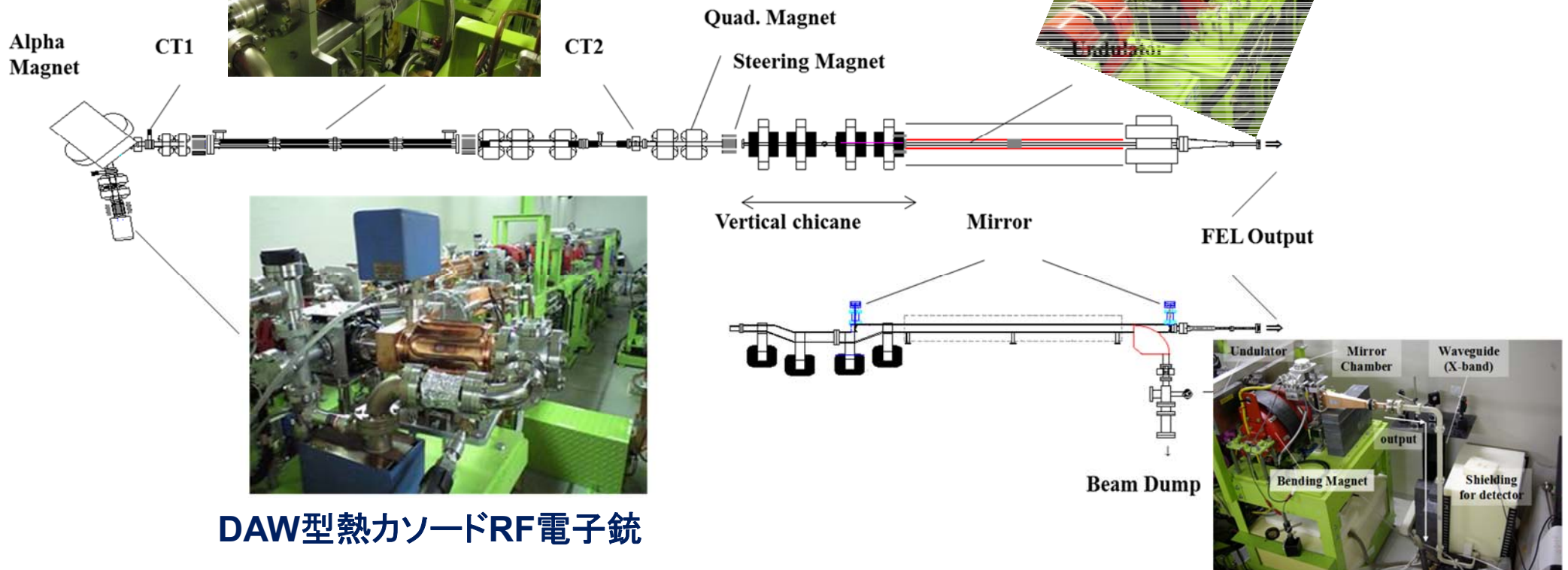
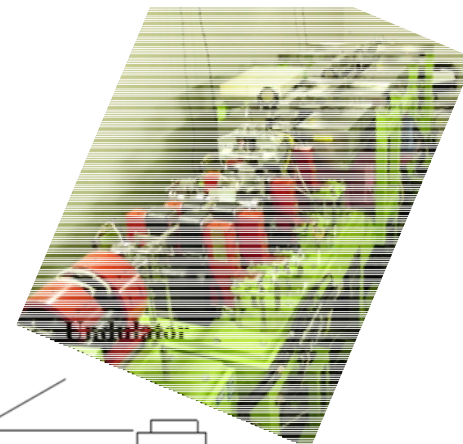
- ・発振波長 300 μm ~ (テラヘルツ領域)
- ・15 MeV S-band リニアック + 導波管共振器

S-band 加速管(1.5m)



DAW型熱カソードRF電子銃

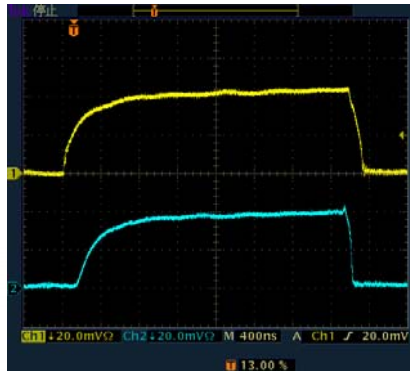
Undulator



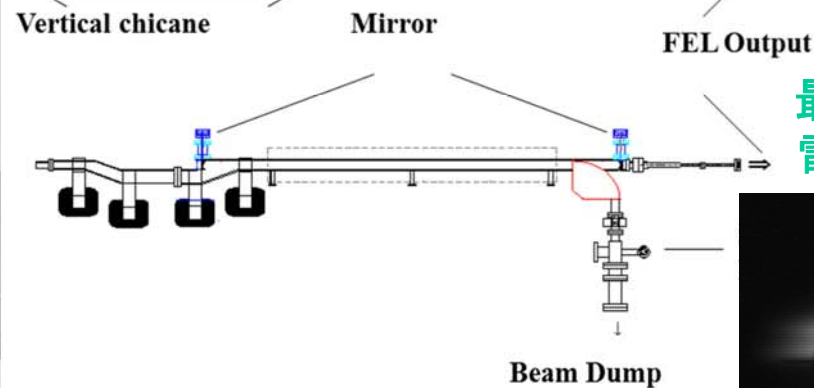
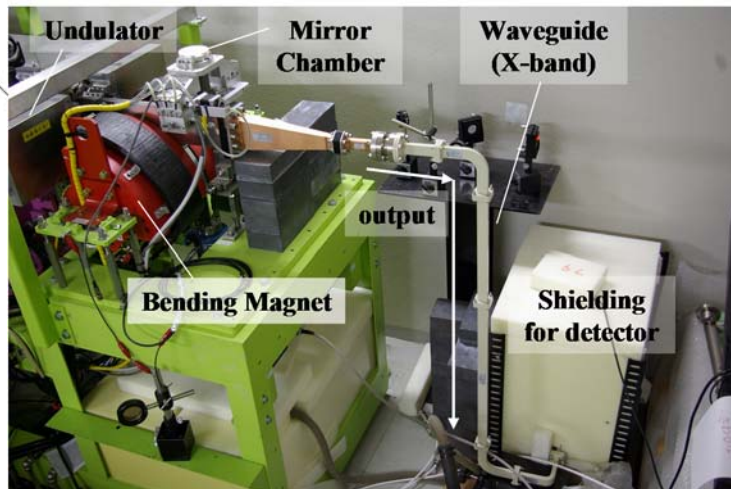
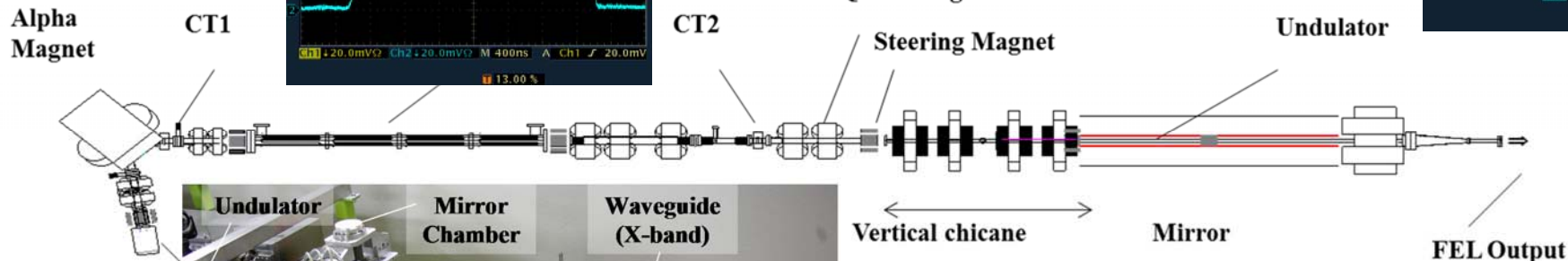
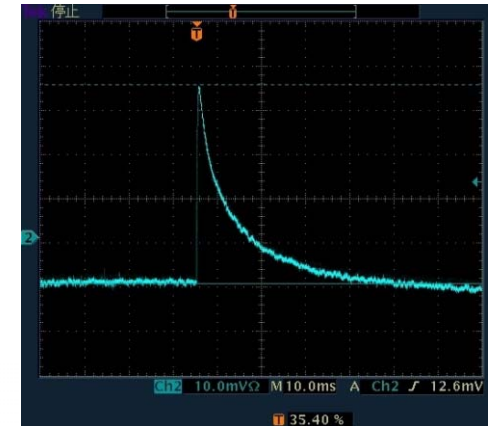
FIR-FEL (Far-infrared FEL)

- ・発振に向けて現在開発研究中
- ・現状では、電子ビーム加速、自発放射光検出まで成功

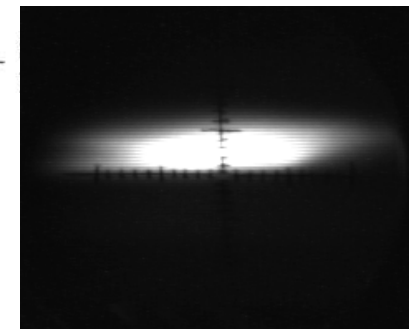
加速管前後での
電子ビーム波形



検出信号



最下流部での
電子ビーム像

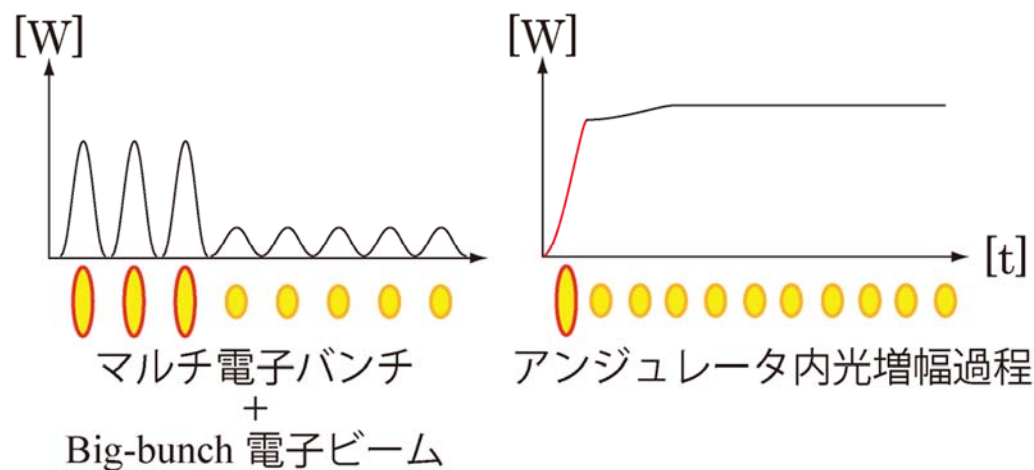


熱・光複合陰極による電子ビーム生成

現状・RF電子銃カソード: LaB_6 熱電子ビーム生成、加速

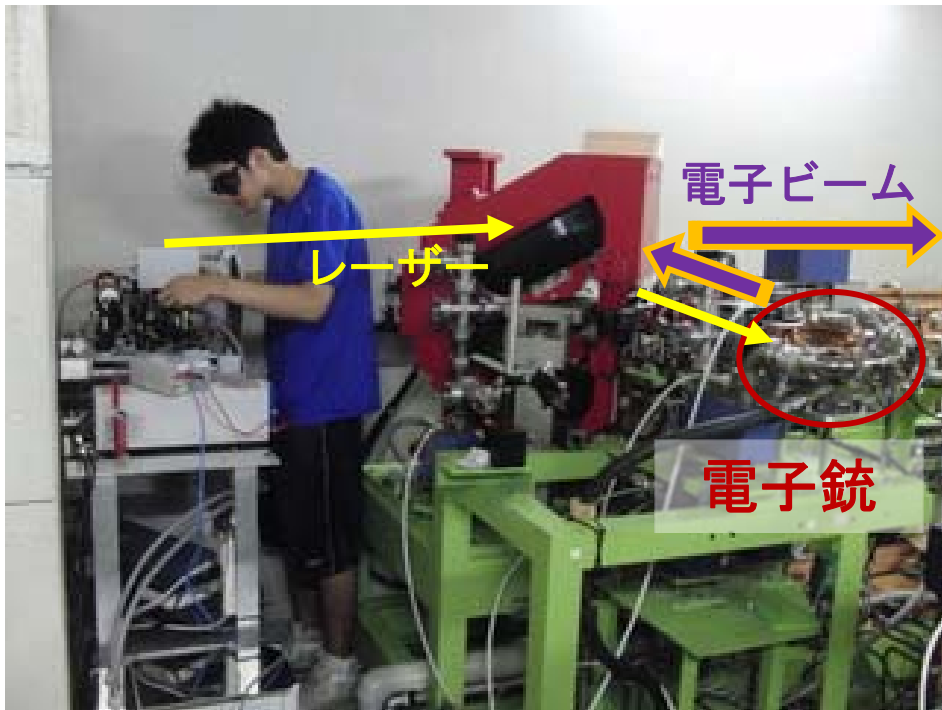
⇒ カソード面にレーザー照射し、光電子ビームも同時生成、加速

◎マルチバンチ電子ビーム（熱電子）の一部のピーク電流量を増やす
⇒ *Big-bunch* 電子ビーム

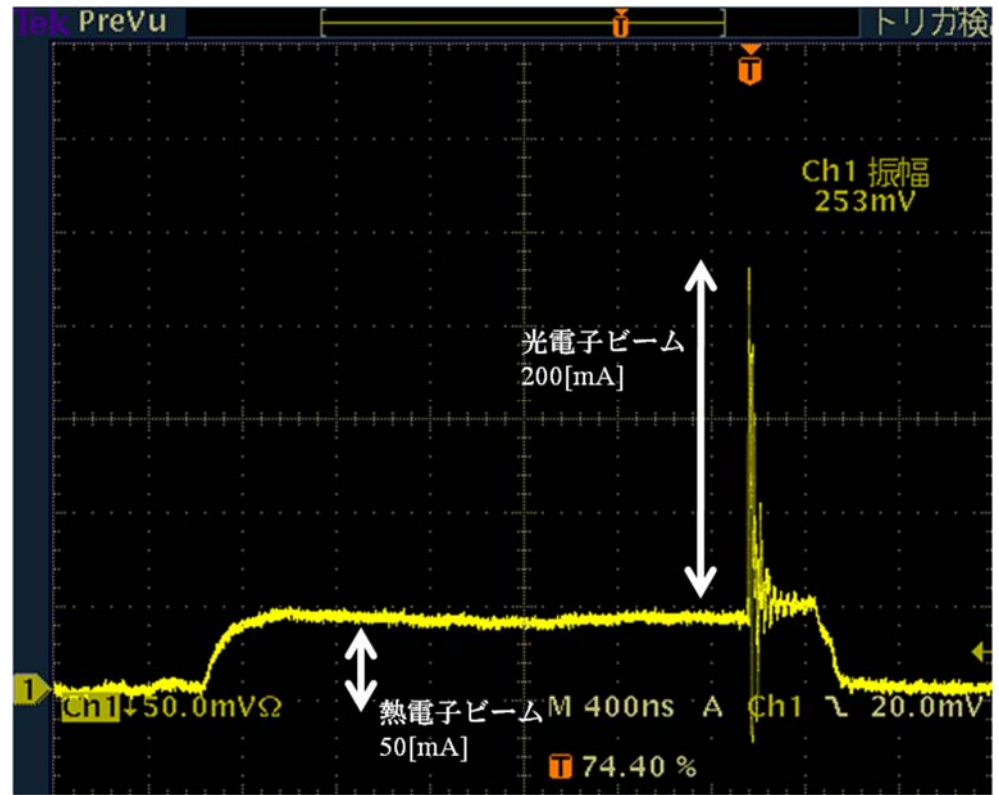
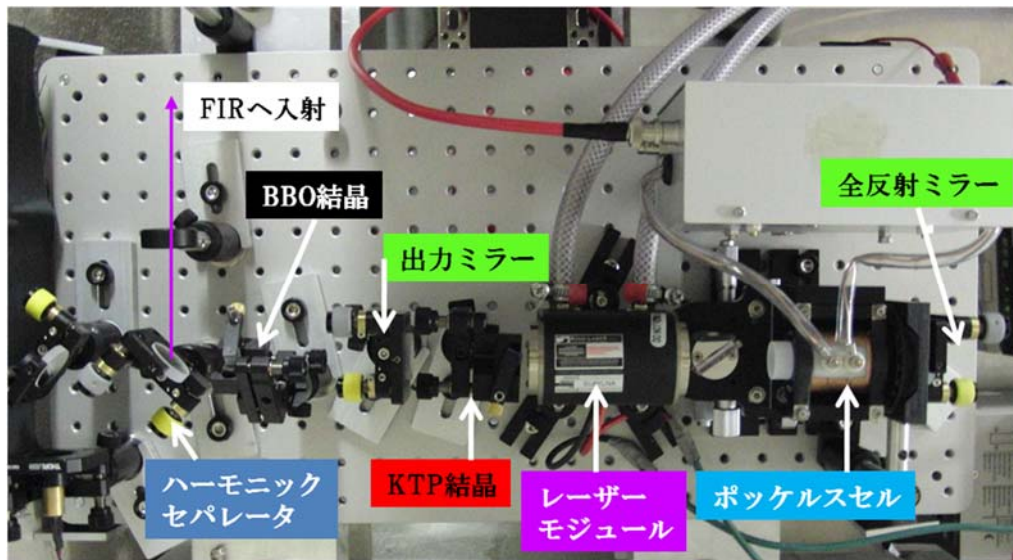


利点

- ◇種光が従来に比べ高強度
→ 検出器信号の検出、すなわち発振調整が容易
- ◇飽和状態までの時間の短縮



熱・光複合陰極による
電子ビーム生成に成功



今後、光電子ビーム電流量の増加を図り
発振に向けた共振器調整に取り組んでいく

Nd:YAGレーザー第4高調波($\lambda=266\text{nm}$)

謝辞

FIR-FELの開発研究については、KEK加速器・入射器グループ、本学理工学研究科、当研究センターが共同して実施している。

また、当施設での光利用研究にあたり必要な、MIR-FELの運転、維持管理、加速器の高性能化等については、KEK加速器・入射器グループ、及び三菱電機システムサービス株式会社から協力、貢献いただいている。

関係者各位に御礼申し上げます。