

溶液中の有機化合物の 反応遷移状態を 実時間計測できる分光技術

神奈川大学 大学院工学研究科
応用化学専攻
准教授 岩倉 いずみ

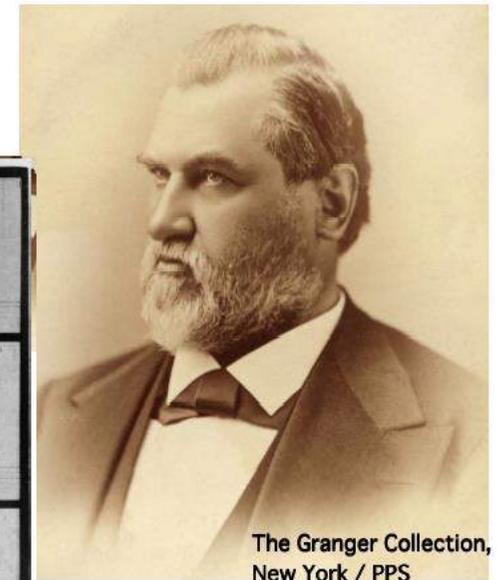
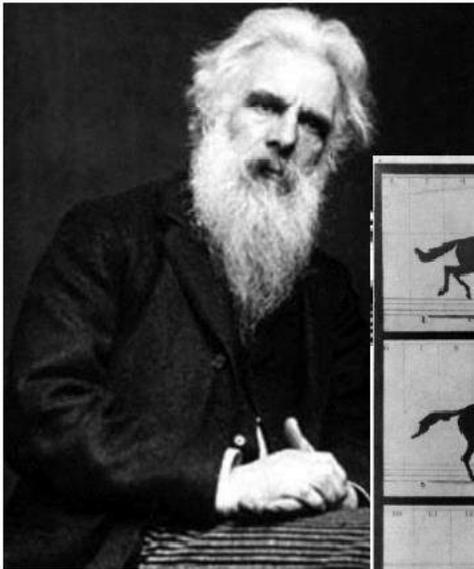
平成30年12月4日

研究分野の背景

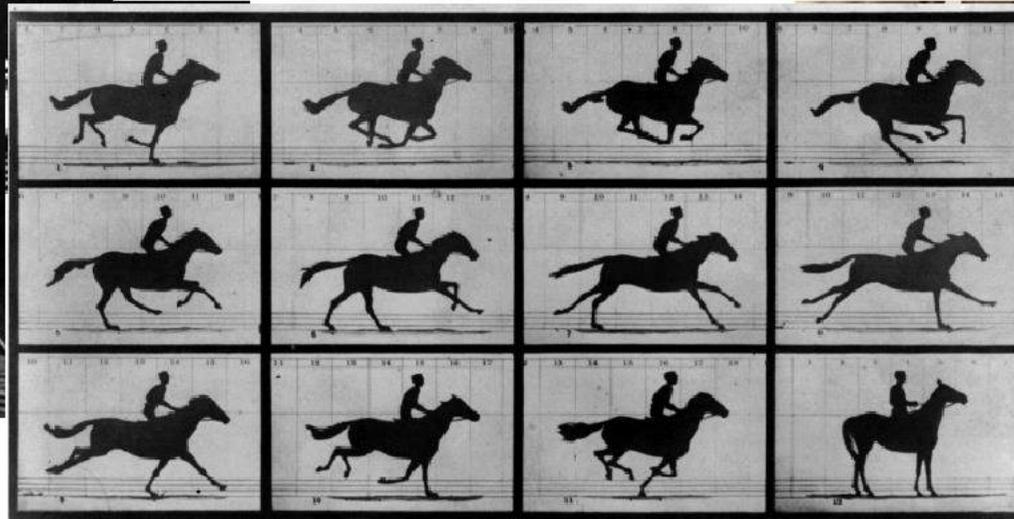
連続写真の技術

エドワード・
マイブリッジ

リーランド・
スタンフォード



The Granger Collection,
New York / PPS



Copyright, 1878, by MUYBRIDGE.

MORSE'S Gallery, 47 Montgomery St., San Francisco.

THE HORSE IN MOTION.

Illustrated by
MUYBRIDGE.

"SALLIE GARDNER," owned by LELAND STANFORD; running at a 1.40 gait over the Palo Alto track, 10th June, 1878.

Eadweard Muybridge, *The Horse in Motion*, 1878, albumen printed on card.

研究分野の背景

ストロボ写真の技術



ハロルド・
エドガートン博士

研究分野の背景

超高速分光学の背景：フェムト秒レーザー光

1980年代後半



チタンサファイヤレーザー

2003年：小林 5-fsパルス光



液相分子
光反応
分子振動の
実時間分光

1999年：Zewail ノーベル賞



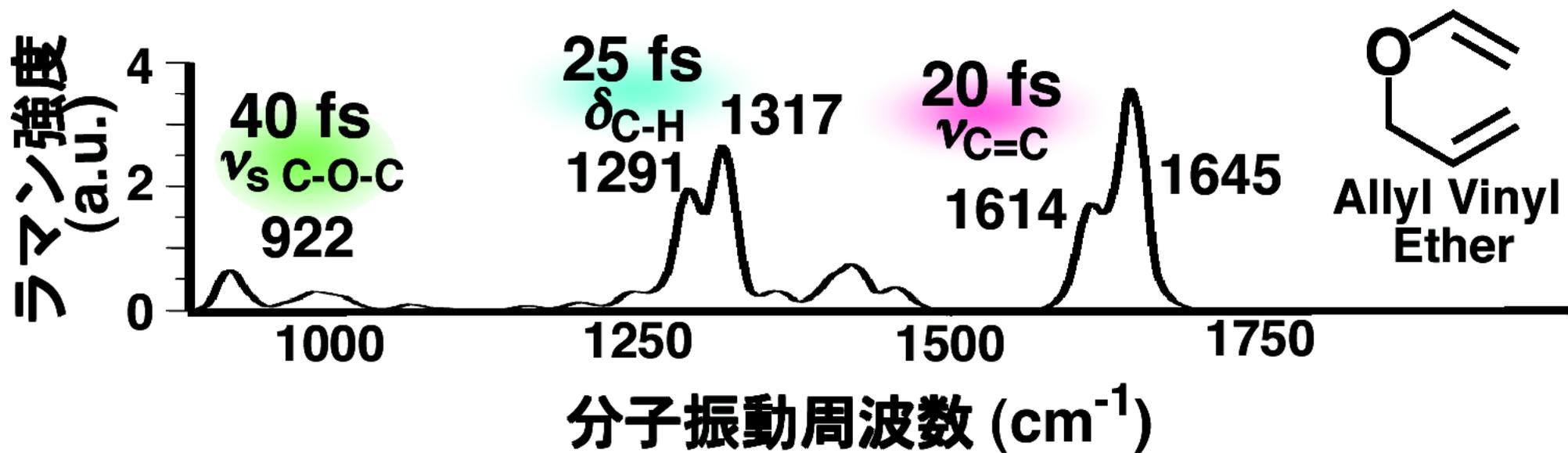
気相分子
光反応
フェムト秒
化学

A. H. Zewail, *J. Phys. Chem. A* **104**, 5660 (2000).
T. Kobayashi, T. Saito, H. Ohtani, *Nature*, **414**, 531 (2003).

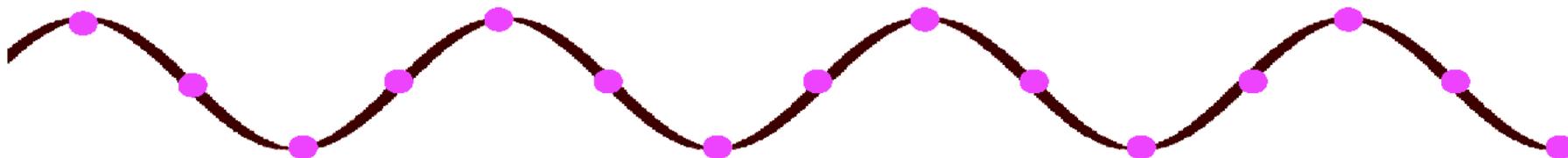
研究分野の背景

分子振動の実時間分光

(アリルビニルエーテルのラマンスペクトル)



分子振動変化を実時間で計測可能



従来技術とその問題点

従来技術

単分子光反応-遷移状態のみ計測可能

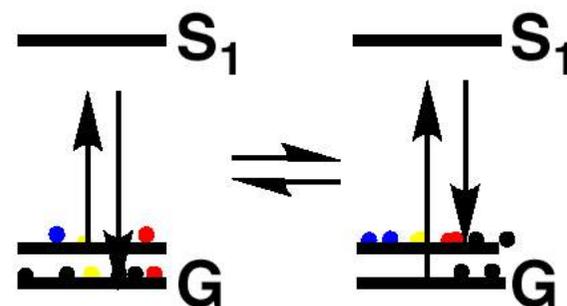
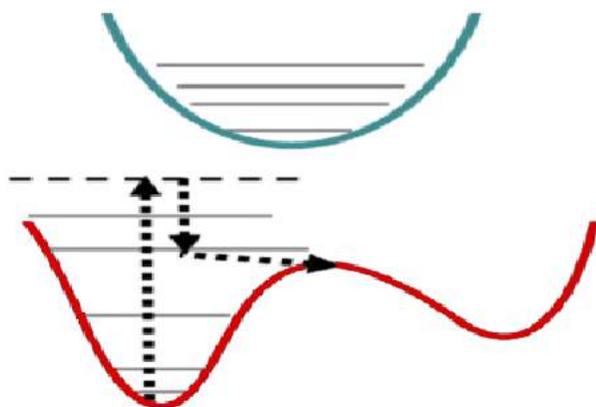
問題点

熱反応-遷移状態の計測は不可能

分子間反応-遷移状態の計測は不可能

新技術1

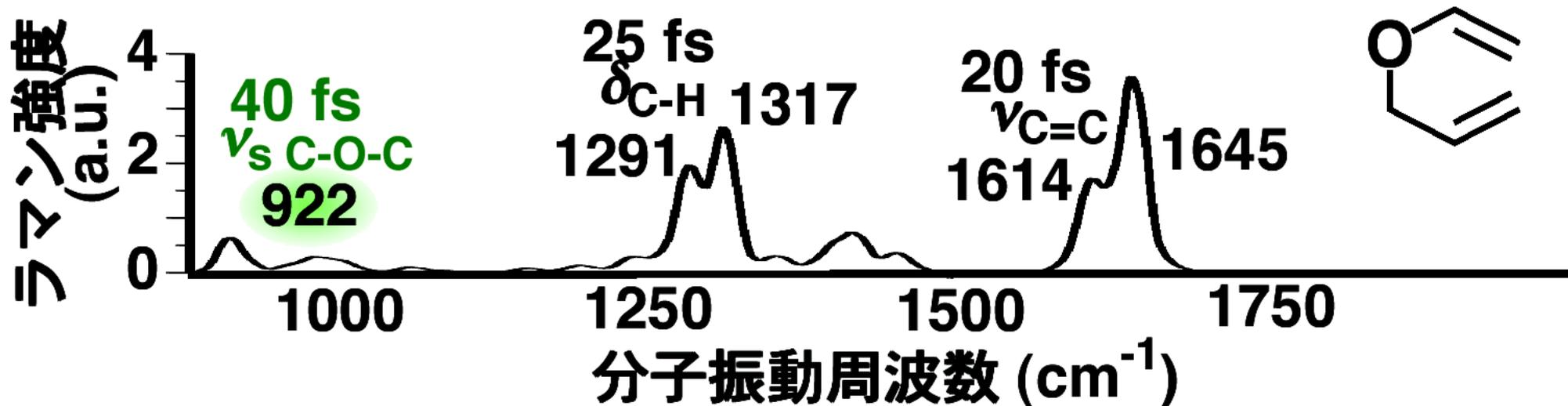
振動励起反応



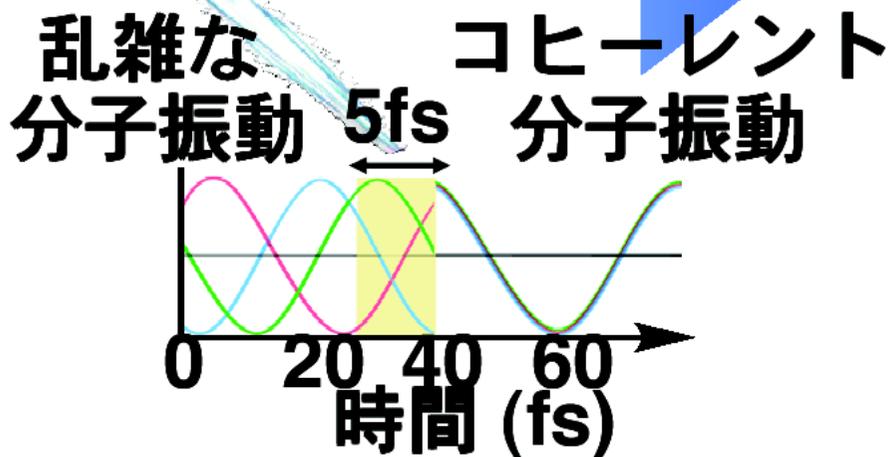
誘導
ラマン

- ⌘ 分子振動周期よりも十分にパルス幅の短い光
- ⌘ 電子状態を励起する最低遷移エネルギーよりも低い光子エネルギーのパルス光
- ⌘ 可視領域のブロードバンド光パルス

新技術 振動励起反応



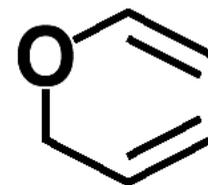
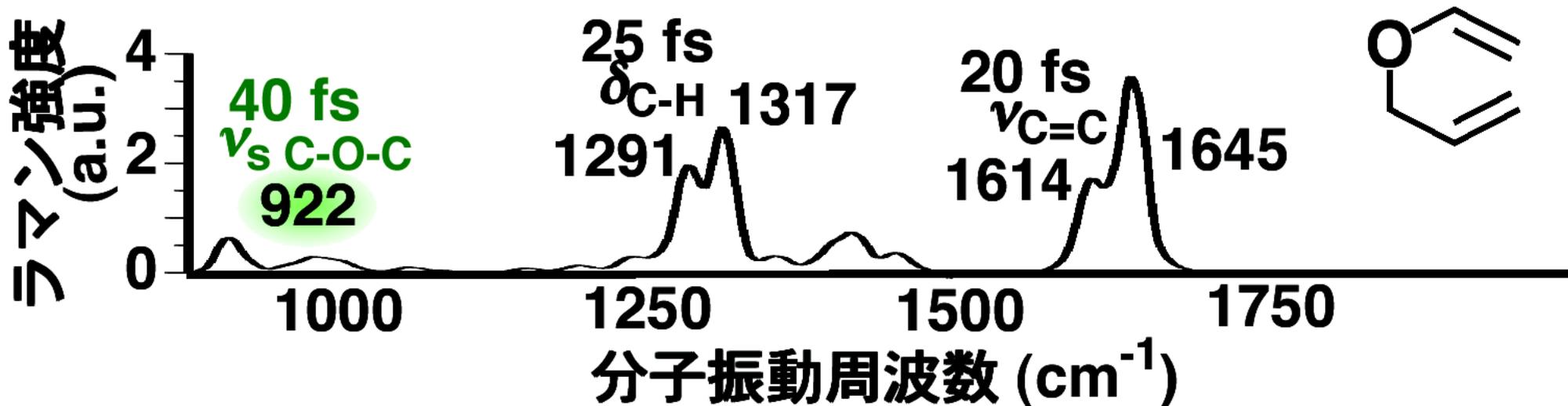
光電場と分子分極との
相互作用



650-nm 光の光電場周期

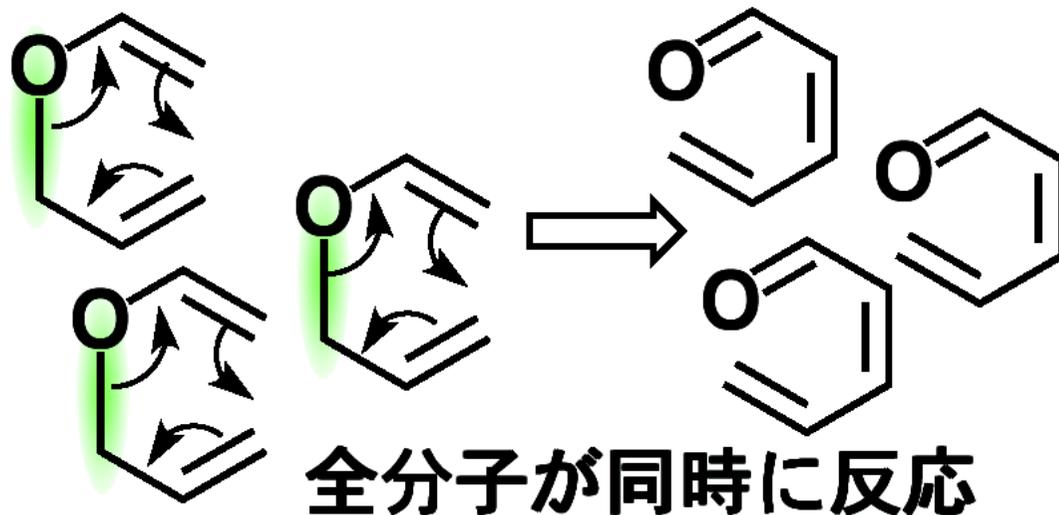
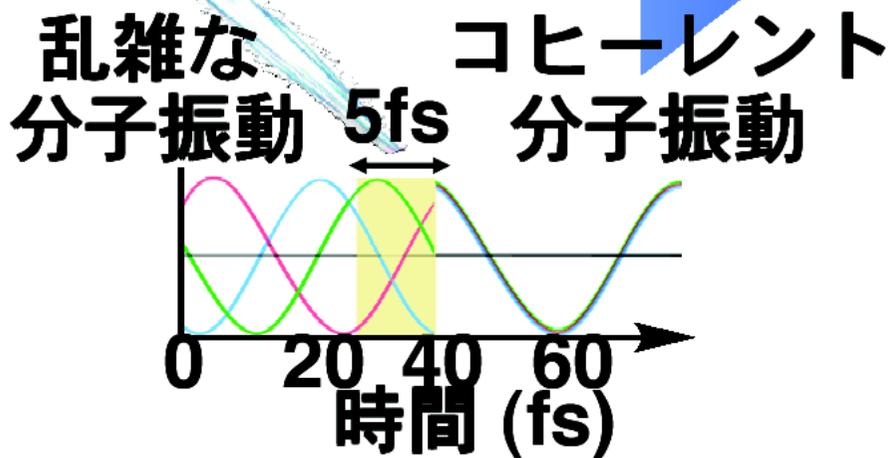
$$650 \text{ nm} \div (3.0 \times 10^8 \text{ m/s}) = 2.2 \text{ fs}$$

新技術 振動励起反応



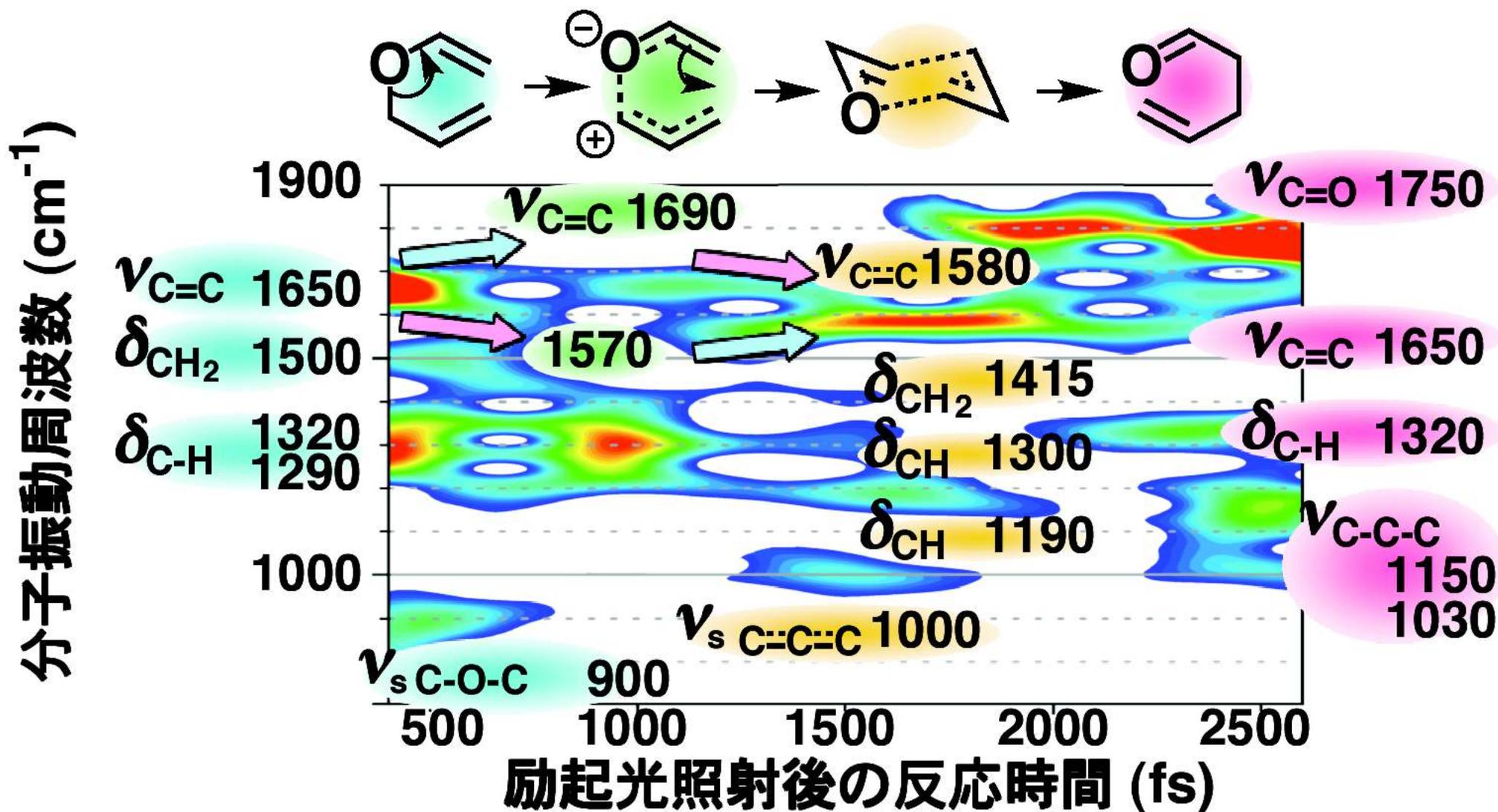
光電場と分子分極との相互作用

分子振動の位相が揃う \Rightarrow コヒーレント反応が誘起される



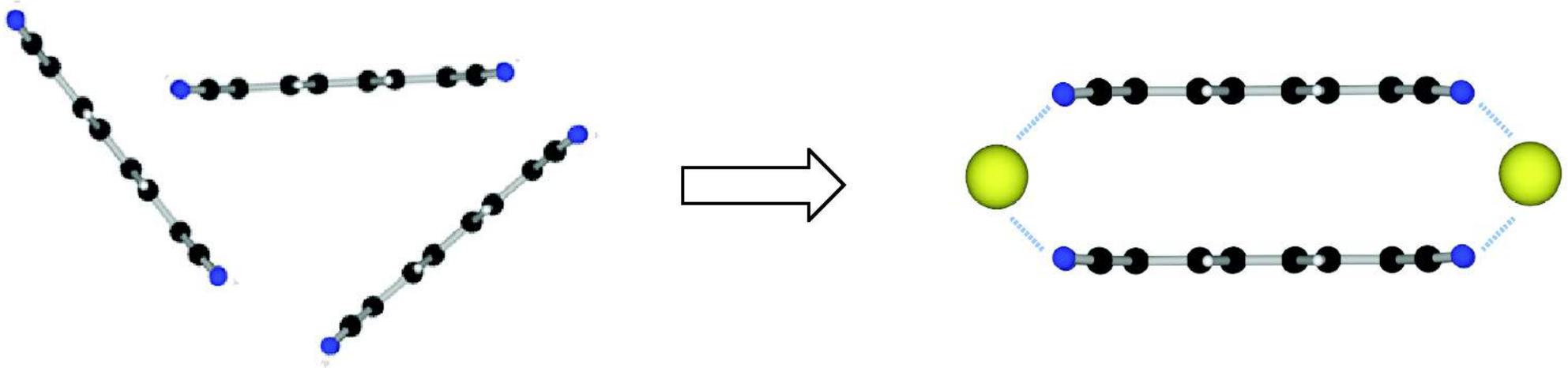
新技術 振動励起反応

熱反応遷移状態の可視化



新技術2

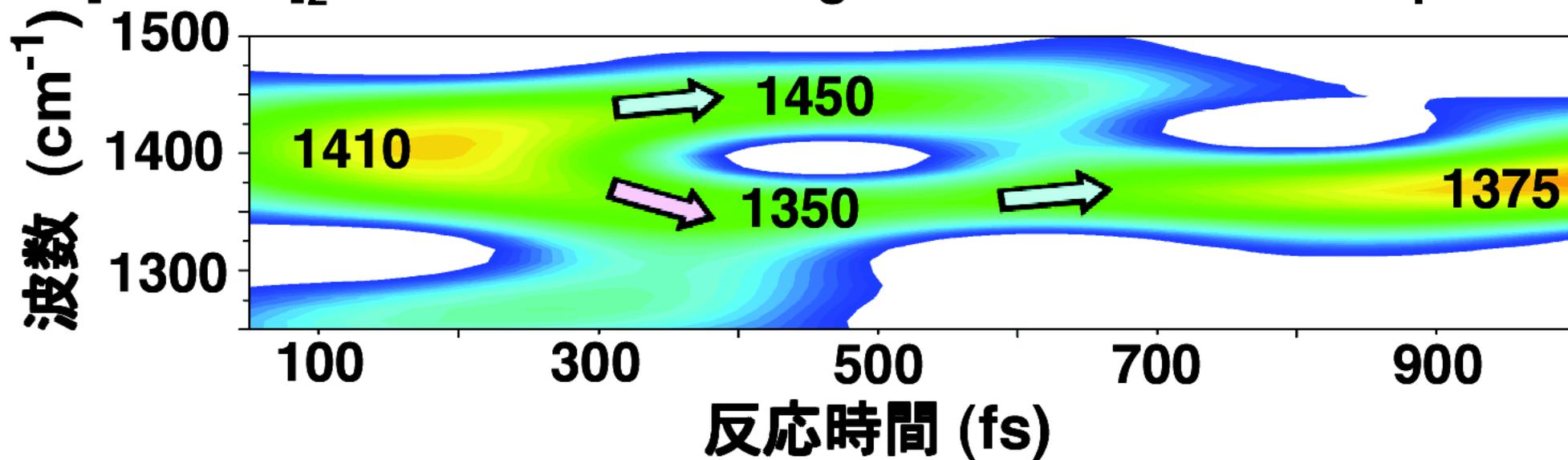
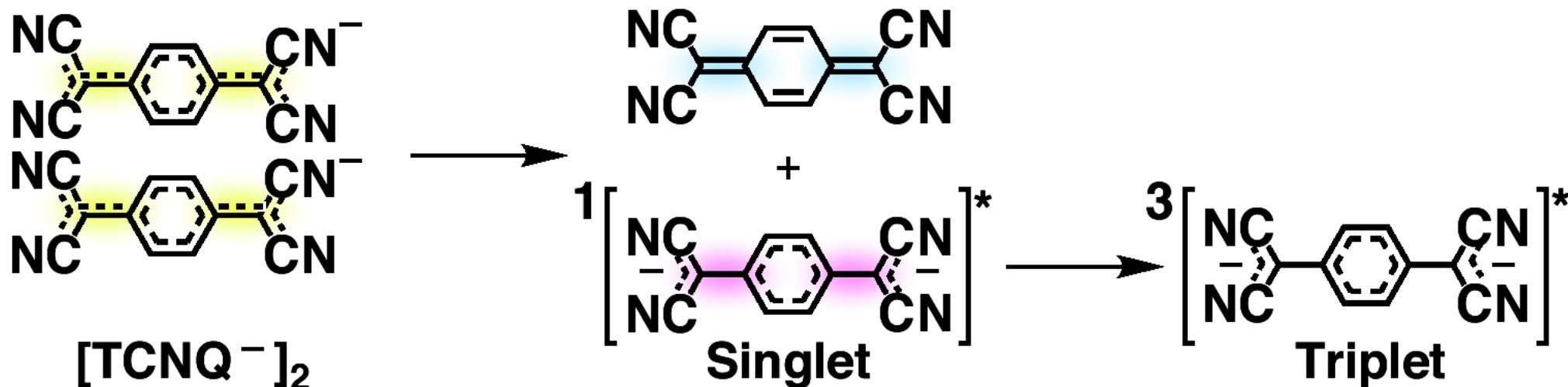
金属イオンで2分子を架橋



分子衝突によるコヒーレントの消失を抑制

新技術 2

分子間反応遷移状態の可視化



想定される用途

- ✿ 新規有機化合物の合成プロセス開発
- ✿ 光機能性物質の光特性解析
- ✿ 光反応とも熱反応とも異なる新反応開発

実用化(装置化)に向けた技術課題

- ✿ レーザー光の安定性の向上
- ✿ レーザー実験室外からの制御
- ✿ 波長の広帯域化

企業への期待

- ✿ 技術課題を解決するための要素技術提供
 - 光源系自動化技術の提供
 - 計測系改善技術の提供
- ✿ 社会実装に向けたシステム化、装置化開発
- ✿ 企業様の開発ニーズに基づいた
本技術活用の御提案

お問い合わせ先

神奈川県 研究支援部 産官学連携推進課
産官学連携コーディネーター 尾谷 敬造

TEL 045-481-5661 (代)

FAX 045-481-6077

e-mail: sakangaku-renkei@kanagawa-u.ac.jp