

ディビジョン番号	1
ディビジョン名	物理化学

大項目	1. 分子分光学および分子集合体の構造
中項目	1-2. 時間分解分光
小項目	1-2-0. 総論

<p>概要（200字以内）</p> <p>超高速現象の化学は、レーザー光源や実験的手法の開発、固体系の光物性物理、オプトエレクトロニクスなどと密接に関連した研究領域である。昨今では、比較的安定に数 fs 以下のパルスレーザー光源を得ることも可能となっており、分子振動の一周期を上回る究極的な時間分解能で、光化学反応初期過程、コヒーレント振動分光、二次元相関分光、反応のコヒーレント制御、超高強度光子場における分子応答などの研究がなされている。</p>	
<p>現状と最前線</p> <p>化学における時間分解分光計測は、1949 年の Norrish、Porter によるフラッシュフォトリシス法の開発以来、レーザー光源の進歩と共に時間分解能の向上と研究対象の拡大が行われてきた。特に 1990 年代初頭に応用の始まった Ti:Sapphire レーザーはそれまでの色素レーザーと比較して、パルス幅および出力の点で格段の安定性を有しており、広く超高速分光に応用されここ 15 年程度の研究の発展に大きく寄与した。非線形現象やラマンシフト、パルス整形などの手法を駆使した単一サイクルもしくは数サイクル程度の究極的な光源開発においても、Ti:Sapphire レーザーは中心的に用いられており、サブ fs の光源も既に報告されている。</p> <p>波長、パルス幅、安定性を含めた光源の進歩と共に化学における研究対象も、短寿命反応中間体の検出、反応機構解明といった光化学反応初期過程の解明や不安定化学種の構造、物性測定から、詳細な反応素過程の実時間測定、分子振動の位相制御、また電子の位相緩和等の究極的な分子素過程の観測、制御へと発展しており、気相、溶液系、生体分子、界面、表面、また固体といった広範囲な物質系を対象に多くの研究が行われている。</p> <p>本項目は、主にフェムト秒からピコ秒領域程度の時間分解測定を中心に構成されている。もちろん化学反応ダイナミクスの時間範囲は多岐におよび、ナノ秒からマイクロ秒、あるいはより長い時間領域で進行する過程も、重要な時間分解分光の研究対象である。また、電子状態や振動状態を対象とした分光計測のみならず、ESR や NMR のような磁気共鳴分光においても時間</p>	

分解計測は発展してきている。特に ESR、NMR は分子種の同定に対して有力な手法であり、反応ダイナミクスの研究において非常に有効な方法であるが、1.4 磁気共鳴の項においても述べられるので、本項目では言及していない。また、X 線や電子線回折にも時間分解測定は応用されており高い時間分解能を持つ測定も行われている。また中性子散乱にも時間分解計測は行われている。これらの手法も分子構造の決定、結晶や液体構造の変化や揺らぎの観測に優れた測定法であるが、これらについても本項目では述べていないが、3.2 固体構造と機能において、ある程度言及されている。

以下本項目では、振動分光、非線形分光、二次元分光相関分光、テラヘルツ領域の超高速計測、新規時間分解計測手法、生体関連分野や界面・表面のフェムトケミストリーへの応用、またこれらの超高速化学に対する理論的研究などについての現状を述べている。最近の超高速現象を対象とした時間分解測定については、以下に示す成書も参考にされたい。

[1] Ultrafast Phenomena XIV, T. Kobayashi, T. Okada, T. Kobayashi, K. A. Nelson, S. De Silvestri (Eds.), Springer, (2005).

[2] Ultrafast Phenomena XV, P. Corkum, D. Jonas, D. Miller, A. M. Weiner, A. M. (Eds.) Springer, (2007).

[3] Femtochemistry VII: Fundamental Ultrafast Processes in Chemistry, Physics, and Biology. W. Castleman Jr., M. L. Kimble (Eds.), Elsevier, (2006).

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
アト秒分解能を持つ安定な光源の開発と分子分光への積極的応用
電子位相制御を利用した化学反応系の構築
- ・ 10 年後までに解決・実現が望まれる課題
分析手法としてのフェムト秒時間分解分光装置の応用
アト秒ケミストリーを駆使した新規化学合成手法の応用

キーワード

反応素過程、フェムトケミストリー、コヒーレンス、電子位相制御

(執筆者： 宮坂 博)