

極端紫外光科学研究系

本研究系は、極端紫外光実験施設（UVSOR）のシンクロトロン放射光やレーザーを用い、極端紫外光科学の新分野を発展させる中核としての役割を果たす。特に、光化学の基礎過程、反応動力学、界面の性質および触媒作用などの研究を新しい実験手法の開発とともに推進する。

基礎光化学研究部門

1. 軟X線光物性・光化学：内殻励起のダイナミクス

軟X線と分子の相互作用の基礎過程を研究している。特に、UVSOR施設からの放射光軟X線を利用して、分子の内殻電子を励起・イオン化し、そのダイナミクスを調べている。内殻電子は原子に局在しており、同じ元素であっても化学結合の違いによってエネルギーレベルが異なる。そのため、分子内の個々の原子を選択的に励起・

イオン化できる。このような特徴を生かして、価電子励起・イオン化では知られていないような新しい現象を探索し、また、その現象のメカニズムを解明している。さらに分子の物性評価に応用できる新しい内殻分光法も開拓している。



（左から）
永園 充、小杉信博、
陰地 宏、高田恭孝、
中根淳子

2. 超高速分光による分子ダイナミクスの研究

凝縮相（主として溶液中）での光化学反応、緩和過程、振動コーレンス等の分子のダイナミクスを時間分解分光を用いて研究する。現在は、ピコ秒・フェムト秒レーザーを用いた紫外・可視・赤外吸収分光、蛍光分光、線形・非線型ラマン分光を駆使して実験を行っている。既存の分光法の応用にとどまらず、新しい手法（方法論）

の開発を目指す。また、レーザーのみでは行うことが難しいエネルギー領域への時間分解測定 of 拡張という観点から、放射光を用いた実験にも興味をもっている。



（左から）
藤芳 暁、竹内佐年、
ARZHANTSEV, Sergei、
水野 操、田原太平、
藤野竜也

反応動力学研究部門

気相，固相及び表面における化学反応の動力学現象の解明を目的として，シンクロトロン放射や紫外・可視レーザーを用いて以下の研究を行っている。

(後列左から)

吉村大介、野田英之、
東 康史

(前列左から)

清水厚子、野々垣陽一、
宇理須恆雄、王 志宏



1. STM, IRRAS (赤外反射吸収分光) のその場観察により，半導体表面の内殻電子励起による原子レベルでの構造変化を直接観察する。特に放射光によるナノ加工とナノ構造表面での有機化合物，特に生体関連物質の化学反応およびこれらの単一分子系での観察に重点を置いて研究を進める。

(後列左から)

清水厚子、水谷雅一、
新倉弘倫

(前列左から)

見附孝一郎、岩崎光太、
小野正樹



2. 光子エネルギーが10から200電子ボルトのシンクロトロン放射を用いて，分子や分子集合体の超励起状態の検出とその自動イオン化および単分子的解離反応の機構を解明する。主な実験手法は2次元光電子分光，正・負イオンの質量分析およびイオンや中性フラグメントのレーザー光電子分光とレーザー誘起蛍光分光である。

3. パルスまたは連続発振レーザーとシンクロトロン放射を組み合わせ

たポンプ・プローブおよび2重共鳴分光実験システムを開発する。多電子励起状態や光学禁制状態を生成したり，特定の化学結合に局在した電子遷移を惹起することで，特異な光解離反応ルートの開拓を目指す。

界面分子科学研究部門 (流動研究部門)

1. 放射光励起ナノプロセスを用いたフォトニック結晶の製作

シンクロトロン放射光による表面化学反応を利用して，高い空間分解能で大面積の微細加工ができる「ナノプロセス技術」の開発を行う。そのためには，ナノメートルの寸法を持つ構造における表面吸着分子の化学状態，電子状態，相互作用の観点からの情報が不可欠であり，走査トンネル顕微鏡，近接場光学顕微鏡を利用した観測を行い，分子レベルにおける表面反応過程を明らかにする。

さらに，原子が規則正しく並んだ半導体結晶の中では，電子(エレクトロン)のエネルギーがバンド構造をとることに基づいて種々の機能を持つエレクトロニクスデバイスが実現されている。電子の半導体結晶に相当するフォトニック結晶は，ナノメートル寸法の誘電体を規則的に並べた

構造を持っており、この結晶の中で光子（フォトン）はバンド構造をとる。このようなフォトンのアクティブデバイスであるフォトリソグラフィ結晶を上記のナノプロセス技術を利用して製作する。また、フォトリソグラフィ結晶の評価技術が確立されていない現状から、特に近接場光学顕微鏡を利用した光学特性評価法の確立を目指した研究も実施する。



（後列左から）
竹添法隆、河崎泰宏、
柳田英明、田中貴史、
木原隆義、土井洋一郎
（前列左から）
福井一俊、長岡伸一、
黒澤 宏、佐々木時代、
高嶋圭史

2. 放射光を用いた化合物半導体薄膜の電子構造に関する研究

電子構造は半導体薄膜材料の物性を理解し、制御する為に必要な情報の一つである。本研究はこれら薄膜材料の電子構造に関する知見を実験的に求めることを目的としている。光源として、内殻電子を励起でき、かつ波長可変で直線偏光性にも優れた放射光を用い、内殻吸収とその偏光依存及び光電子分光を測定手段とする。内殻を選択励起出来るので、イオンサイト毎の情報を引き出せるため、特に化合物半導体に威力を発揮する。そこで、これらの手段を用い化合物半導体薄膜材料のバルク・表面・界面の伝導帯及び価電子帯の構造を調べる。

3. 光のナイフの創成 - 内殻準位励起後のサイト選択的解離の研究

一辺が10 cmである正方形の紙の一つの頂点から一辺1 cmの正方形を切り取るには、はさみが使われる。一辺が1 cmである正方形の紙の一つの頂点から一辺1 mmの正方形を切り取るには、ナイフを使うと便利である。それでは、さらに対象が小さくなって、分子から原子もしくは原子団を切り取るうとすればどうすればよいであろうか？ 現在は切り取られる原子や原子団の性質に基づいた化学反応によって、こうした切り取りが行われているが、ナイフに相当する便利な手法は未だ開発されていない。我々は、シンクロトロン放射光を光のナイフとして用い、内殻準位励起後のサイト選択的解離に基づいて、こうした切り取りを行うことを研究する。

分子全体に非局在化している外殻電子と異なり、内殻電子は元々属していた原子付近に局在化している。一つの分子中の同じ原子の同じ内殻の準位でも、その原子の周囲の環境によって内殻電子の励起エネルギーは変化するので、照射光のエネルギーを厳密に選ぶと、分子を構成する原子のうち、特定の原子のみを選択的に励起することが可能である。その結果、その原子との結合だけが選択的に切れるようなサイト選択的解離反応を起こすことができる。我々は、このような、極端紫外光を光のナイフとして用いた新しいタイプの原子分子操作を研究する。

極端紫外光研究部門（外国人客員研究部門）

極端紫外光科学研究系及び他の研究系にまたがって分子・分子集合体の物性並びに反応に関する、幅広い分子科学的研究を行っている。