

## 5-8 最先端の光の創成を目指したネットワーク研究拠点プログラム (文部科学省)

文部科学省は、平成 20 年度より新たな拠点形成事業として、「最先端の光の創成を目指したネットワーク研究拠点プログラム」(以下、光拠点事業)を開始した。本事業は「ナノテクノロジー・材料、ライフサイエンス等の重点科学技術分野を先導し、イノベーション創出に不可欠なキーテクノロジーである光科学技術の中で、特に、今後求められる新たな発想による最先端の光源や計測手法等の研究開発を進めると同時に、このような最先端の研究開発の実施やその利用を行い得る若手人材等の育成を図ることを目的として(文科省ホームページより抜粋：[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/houdou/20/07/08072808.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/20/07/08072808.htm))」実施される。具体的には、光科学や光技術開発を推進する複数の研究機関が相補的に連結されたネットワーク研究拠点を構築し、この拠点を中心にして(1)光源・計測法の開発;(2)若手人材育成;(3)ユーザー研究者の開拓・養成を3本柱とする事業を展開する。

この光拠点事業の公募に対して、分子科学研究所は、大阪大学、京都大学、日本原子力研究開発機構とともに、「融合光新創生ネットワーク」と題したネットワーク拠点を申請し、採択された([http://www.mext.go.jp/b\\_menu/houdou/20/07/08072808/003.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/20/07/08072808/003.htm))。本年度で3年目を迎えるが、既にこの拠点を舞台に、世界の光科学を牽引する多くの素晴らしい研究成果や人材が生み出されつつある。なお、この他にもう1件、東京大学、理化学研究所、電気通信大学、慶応義塾大学、東京工業大学によって構成される「先端光量子アライアンス」と題されたネットワーク拠点が採択されており、これら二つの異なる拠点間の交流による新たな展開も進みつつある。

平成 23 年度の分子科学研究所における活動内容を以下にまとめる。

### (1) 光源要素技術の開発

マイクロドメイン制御に基づく超小型高輝度高品位レーザーの開発において、ウェーハ-スケールの PPMgLN が望める斜め分極反転に成功した他、原研と QUADRA に用いる次世代レーザーモジュールの共同開発を開始した。

深紫外や中赤外領域における新しい超短光パルス発生技術の開発において、アルゴンガス中にチタンサファイアレーザーの出力の基本波(800 nm)と二倍波(400 nm)を重ね合わせて集光し、四光波混合過程による波長変換によって、2-20  $\mu\text{m}$  まで広がった中赤外光スペクトルを発生させた。2  $\mu\text{m}$  と 20  $\mu\text{m}$  では、10 倍も波長が異なっているが、その全帯域において、光がコヒーレントに重ね合わされ、中赤外光が約半周期しか振動しないような、ハーフサイクルパルスになっていることを確認した。

超高精度量子制御技術のうち、コヒーレント制御技術を分子集合体や凝縮相に適用するための研究開発では、CREST 研究として進めている超高速量子シミュレーターの開発に必要な光格子ポテンシャルの作成、およびさきがけ研究として進めている固体パラ水素結晶中での時空間コヒーレント制御において、京都大学の野田進教授の面発光レーザーが有効であることが期待される。今年度は、野田グループとの研究交流を通じて、面発光レーザーの将来的な導入に向けた準備を進めた。また、超高速量子シミュレーターの開発においては、分子性結晶をモデル化するために Rb 原子だけでなく Rb<sub>2</sub> 分子を用いることが望ましい。極低温の Rb<sub>2</sub> 分子を生成するための技術開発の一環として、同技術開発のパイオニアである Heidelberg 大学物理研究所長の Matthias Weidemüller 教授との研究交流を進めた。また、バルク固体のコヒーレント制御実験(CREST)やパラ水素実験(さきがけ)において、同様にバルク固体中の量子状態の研究を精力的に展開している東京大学の五神真教授(先端光量子科学アライアンス拠点長)との研究交流を進めた。また、コヒーレント制御技術を分子集合体に適用するための研究開発では、NO-Ar 分子錯体における大振幅な分子間振動を高強度極短パルス光によってコヒーレントに励起した実験結果を、分子間力ポテンシャル上での量子

波束の時間発展に関する数値計算により再現することができた。この成果は、今後、大規模な構造変形を引き起こすような励起法を探索する上での基盤となると期待される。

時空間分解顕微分光技術の開発では、開口ファイバースコープを用いた近接場光学顕微鏡において、プローブ先端で約 16 fs のパルス幅を安定に得る技術を確立した。これを用いて、金ナノ微粒子試料のプラズモン励起の位相緩和を測定し、約 8 fs の緩和時間を観測することに成功した。

極短パルス光源の開発と超高速現象への応用では、これまでに開発したサブ 10 フェムト秒極短パルス光源を用いて、強レーザー場中分子反応ダイナミクスの追跡を行った。特に NO 分子を用いて、電子励起による電子軌道の形状変化が強レーザー場における解離性イオン化過程の異方性に反映されることを明らかにした。深紫外域の強レーザーパルスを用いて、多光子吸収による He 2 電子励起状態の生成に成功した。また日本原子力研究開発機構（関西光科学研究所）の協力のもとに、超短パルス XUV 光の波形計測法について理論計算による検討を行った。

## (2) 人材育成・施設共用

人材育成では、上述の光源要素技術の開発業務への参加を通じて、他機関の若手研究者や学生の教育を行った他、大森教授が東京大学グローバル COE プログラム「未来を拓く物理科学結集教育研究拠点」、東北大学グローバル COE プログラム「分子系高次構造体化学国際教育研究拠点」で講義を行った。

施設共用では、ナノ秒コヒーレント光源、超高精度光干渉計、走査型近接場光学顕微鏡を拠点内の先端的な共同研究の資源として提供するための準備を進めた。

さらに、本ネットワークにおける供用研究の推進への寄与を目的として、第 4 回「最先端の光の創成を目指したネットワーク研究拠点プログラム」シンポジウムを主催した。