

SICORP CONCERT-Japan

「光技術を用いたものづくり」分野 事後評価結果

1. 共同研究課題名

「半導体・金属複合ナノ構造のフェムト秒レーザーパルス照射によるプラズモン増強テラヘルツ波発生」

2. 日本ー相手国研究代表者名（研究機関名・職名は研究期間終了時点）：

日本側研究代表者

迫田 和彰（物質・材料研究機構・上席研究員）

イタリア側研究代表者

Stefano Sanguinetti（ミラノ・ビッコカ大学・教授）

ハンガリー側研究代表者

Akos Nemcsics（ハンガリー科学アカデミー・上席研究員）

3. 研究実施概要：

日本チームが独自に開発した液滴エピタキシー法を用いて、量子ドット2個が相互作用する量子ドット分子を作製し、相互作用によって生じる準位分裂の大きさを設計してテラヘルツ（THz）波発生を目指す。このとき、分子と結合した金属ナノ粒子（Ga 滴）によるプラズモン増強効果を狙う。ヨーロッパチームは THz 波領域における分光の専門家であり、この日本側が作製した半導体・金属複合ナノ構造の光学的評価を行う。

4. 事後評価結果

4-1. 研究の達成状況、得られた研究成果及び共同研究による相乗効果

（論文・口頭発表等の外部発表、特許の取得状況を含む）

日欧のそれぞれのチームのスキルは相補的であり、狙い通りに機能した。このことは、期間中 4 報の共著論文、1 報の共著学会発表に現れており、それらの質・量ともに十分に満足できるレベルである。なお、特許の申請は無いが研究テーマの設定上やむを得ないとする。

しかしながら、研究目標の達成度に関しては十分であったとは言い難い。まず、目指す量子ドット分子（QDM）と付随する金属微小球（MNP）による金属ナノ粒子の作製は成功し、その構造を透過型電子顕微鏡（TEM）や原子間力顕微鏡（AFM）で確認する一方、構造から予想される準位分裂を計算し、欧側チームの測定と良い一致を見た。また金属ナノ構造による電場増強効果も光学的に検出することに成功した。一方で、現時点では、作製した金属ナノ粒子複合体（QDM-MNP）からの THz 波の発生の明確な実験結果は得られていない。この理由として、THz 波が光励起された基板に吸収されたことによると結論付けているが、透過ではなく反射配置の実験を代替案として提案するにとどまっている。当初の目論見であった QDM-MNP の THz 波光源としての有用性を示すことは、現在の実験条件では極め

て難しいといえる。

4-2. 研究成果の科学技術や社会へのインパクト、わが国の科学技術力強化への貢献

THz波はX線に代わる透視技術など社会的ニーズが広く認知されており、その光源の開発は様々な方法で行われている。したがって、簡便なTHz波発生法が開発されればその価値は高い。本プロジェクトでは、申請者が提案したナノ構造において想定したとおりのTHz程度の準位間隔をもつエネルギー構造ができていることは示しており、この部分は高く評価できるものである。

しかし、これが光源となるための障壁は非常に高い。ここから先は工学的な課題であるが、このプロジェクトの結論として、例えばこの成果をどのような形で利用すれば生き残れる技術になるかということを提示していただきたかった。