

平成 19 年 4 月 23 日

平成 18 年度「革新的機能性材料 WG)」活動報告書

代表者所属 氏名 余野建定

1. 構成メンバ

氏 名	所属
余野建定	JAXA
荒井康智	JAXA
増野敦	JAXA
中村哲朗	東工大
伊藤満	東工大
谷口博	東工大
稲熊宜之	学習院大
勝又哲裕	学習院大
東 正樹	京大
伊藤恵司	京大
武田三男	信州大
井口栄資	横浜国立大学
黒岩芳弘	広島大学
単 躍進	宇都宮大
宮寄博司	東北大学
神馬洋司	日本大学
小原真司	高輝度光科学研究センタ
符徳勝	JSTS
鹿野 昌弘	産総研
高島 浩	産総研
王 瑞平	産総研
志村 哲生	株式会社太陽誘電
小泉 勉	昭和電線
金蔚青	中国科学院
劉 岩	中国科学院

王 育人	中国科学院
------	-------

2. 本年度WG会合開催実績

第1回：平成18年12月14日（中国上海セラミックス研究所）

出席者：金蔚青、劉 岩、余野建定

発表内容：

1：「無容器法による高機能材料の開発」余野建定

2：「中国回収衛星におけるその場結晶成長観察実験」金蔚青

第2回：平成18年12月18日（中国北京：中国微小重力実験室）

出席者：胡文瑞、康奇、王育人、余野建定

発表内容：

1：「無容器法による高機能材料の開発」余野建定

2：「中国回収衛星によりそのフォトリック結晶成長実験の提案」王育人

第3回：平成19年3月9日

出席者：宮寄千里、神馬洋司、中村哲郎、伊藤 満、符徳勝、稲熊宜之、勝又哲裕、伊藤恵司、高島 浩、王瑞平、増野敦信、荒井康智、余野建定

講演内容：

1：「JAXA／ISS科学プロジェクト室の宇宙環境利用研究の現状」荒井康智

2：「微小重力環境でのフラクタル構造体の作製に関する提案」増野敦信

3：「無容器法による高機能ガラスの開発、微小重力環境下での3次元フォトリック結晶作製に関する提案」余野建定

4：「さまざまな配置の誘電体球による電磁波の共鳴モードと電場強度分布——1球から多層リングまで——」神馬 洋司

3. 活動目的

本研究班の目的は、微小重力環境を利用する事により、磁性材料、誘電材料、伝導材料、発光材料、光電変換材料、熱電変換材料など革新機能材料創製を目指して、国内と国外の研究者と情報交換および宇宙実験等を共同提案する事である。

情報交換と議論の基に、これまでの無容器と微小重力実験をまとめ、革新機能材料の創製に対し、無容器と微小重力の利用の必要性を検討する。微小重力利用テーマを探索し、研究計画を提案する。

国内外の研究者および研究機関と協力し、小型ロケットや回収衛星等の微小重力実験機会を利用して、革新機能材料創製を目的とした宇宙実験とその関連する地上研究を実施する。

4. 活動内容

平成18年度の本研究班メンバは、材料設計、物性測定、デバイス設計三つ分野の国内外の大学、研究機関、企業所属の26名研究者から構成された。中国と日本で、三回の研究会を開催し、各分野の機能材料の最新動向について講演を行った。無容器凝固により作製された磁性材料のナノ結晶、強誘電体単結晶と強誘電体ガラス等実験結果の議論から、無容器凝固法は、革新機能材料の創製に対して、極めて有効な手法であることが認識された。本研究班を設立以来二年間、多分野の研究者と共同研究及び情報交流を続けた結果から、幾つの微小重力環境を利用する研究テーマを考案している。

(1) 微小重力環境により三次元高対精度フラクタル構造の合成および超高感度センサーの作製。

フラクタル構造（自己相似性が有する構造）が表面プラズモンを局所的に増大させることから、電磁波を閉じ込めたり、ラマン散乱強度を増大させたりする機能を有することが最近明らかになってきた。その機能を利用して、DNAも検出も可能な超高感度センサーが得られると考えられる。

フラクタル構造の次元が大きいほど電磁波と表面プラズモンのカップリング効果が大きくなり、センサーの感度も大幅増加する。

本提案は、微小重力環境で、融液を過冷凝固させる際、高精度な3次元フラクタル構造（デンドライト）を作製することによって、高感度センサーが得られると期待できる。

(2) 三次元高屈折率球状粒子の配列により、球状レーザー共振器を作製。

球状共振器は、通常の平行平面共振器により、光閉じ込めの効率、Q値（Quality factor）、が高く、レーザー動作のしきい値が低く、球の周囲の全方向でレーザー光が得られるなどの特徴を持っています。地上での3次元の微小球配列については、重力の影響により粒子の沈降が起こすため、制御は非常に困難である。

本提案は、高屈折率真球粒子を用いて、微小重力環境下で、3次元配列する微小球共振器を作り、共鳴モードにより、超高Q値超高光強度球状レーザーが得られると期待できる

(3) 微小重力環境による電気流動ダイナミック機構の解明および電場制御光学デバイスへの応用

誘電体微小球を分散させた電気粘性流体に外部から電場を印可すると、電場に平行に微小球が柱状に配列する。印可電場をさらに強くすると隣接する柱同志が引き合い、あたかも三次元の結晶格子が形作される。しかし、この柱同志の相互作用（引力）についての微視的起源については今だ解明されていない。これまで、幾つかの有力なモデルが提案され、その起源は溶液の粘性と重力に関係しているとされている。地上の実験室での測定では、溶液と重力の影響から逃れることは不可能であり、実験的な確証は今だ得られていない。

本提案は、無重力下での実験により決定的な確証を得て、この電気粘性流体における長年の懸案課題である、柱同志の相互作用の起源を解明することが第一目的である。

更に、本研究課題の電気流粘性体では、印可電場により誘電体球を全くランダムな配列から瞬時（10 msec）に変化させることが可能であるから、外部電場制御の光学素子（フィルター、ミラー、ビームスプリッター、偏光子等）を設計することが可能である。無重力実験の結果を解析して、より早く（10 msec以下）整列可能な条件（誘電体球及び溶液の誘電率、溶液の粘性等）を押さえて、電場制御光学素子の可能性を探ることが次の目的である。

これから、以上の研究課題について続けて検討して、国内外の研究者および研究機関と協力し、航空機、小型ロケットや回収衛星等の微小重力実験機会を利用して、宇宙実験を実施する。

5. 成果

第23回宇宙利用シンポジウム講演

1:革新的機能性材料WG 活動報告：余野 建定(JAXA)

2.ガス浮遊炉で作製した高屈折率球状ガラス：増野 敦信、荒井 康智、余野 建定