

## 「高機能炭素系薄膜微粒子 WG」活動報告

帝京科学大学 高木喜樹、産業技術総合研究所 阿部宜之、薄葉州、宇宙航空研究開発機構 稲富裕光  
東京工業大学 鈴木正昭、森伸介、三菱鉛筆 須田吉久、清水修

-annual report of WG entitled "High Functional Thin Films and Fine powders of Carbon and Related Materials"

Yoshiki Takagi<sup>1</sup>, Yoshiyuki Abe<sup>2</sup>, Shu Usuba<sup>2</sup>, Yuko Inatomi<sup>3</sup>, Masaaki Suzuki<sup>4</sup>, Shinsuke mori<sup>4</sup>,  
Yoshihisa Suda<sup>5</sup> & Osamu Shimizu<sup>5</sup>

Teikyo University of Science & Technology<sup>1</sup>, Uenohara 2525, Yamanashi 409-0193

Advanced Industrial Science and Technology<sup>2</sup>, Umezono 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8568

Institute of Space & Astronautical Science<sup>3</sup>, JAXA, Yoshinodai, Sagamihara, Kanagawa, 229-8510

Tokyo Institute of Technology<sup>4</sup>, Ookayama 2-12-1, Meguro-ku, Tokyo, 152-8552

MITSUBISHI PENCIL Co.,Ltd.<sup>5</sup>, Tatsuishi 1091, Fujioka, Gunma, 375-8501

E-Mail: takagi@ntu.ac.jp

**Abstract:** This working group was started for joint research for thin films and fine powders of carbon and related materials, specially aimed for the future microgravity environmental experiment for diamond or fullerene synthesis. For this year, we tried synthesizing diamond particles under pseudo-microgravity and high-gravity environment with closed reaction chamber.

**Key words;** Diamond, Space Utilization, various gravity conditions, OES (optical emission spectroscopy)

本WGの構成員およびそれぞれの分担研究課題は、高木喜樹(代表者):「ダイヤモンド薄膜合成」、阿部宜之「炭素系材料の合成」、薄葉州:「擬似微小重力場を利用した新規気相合成プロセスの開発」、稲富裕光:「可視化実験および微小重力実験支援」、鈴木正昭、森伸介:「プラズマ物理および数値流体力学解析」、須田吉久、清水修「炭素材料の産業界でのニーズ調査および炭素材料素材の最適化」である。それぞれ具体的には、高木、ダイヤモンド気相合成特に、超短時間合成方法の確立および微小重力環境への応用のために宇宙実験用短時間ダイヤモンド合成装置の開発を行う。阿部、過重力環境を利用して、自然対流の積極的促進、圧力・温度・質量勾配の人為的制御のもとで、炭素系材料をはじめとした気相合成を実施し、通常重力環境で得ることが困難な特異な材料の創成を試みる。薄葉、遠心力とコリオリ力を利用して自然対流の発生を抑制する擬似微小重力環境の発生手法を、炭素系クラスターやダイヤモンド等の気相合成法に適用し、希少炭素クラスター物質の高効率合成やダイヤモンド薄膜の組織制御を目指した新規な気相合成プロセスの開発を行う。

稲富、反応容器内の環境を主に干渉計、分光器など光学的計測手段を用いて可視化することで、反応の素過程の理解に必要なパラメータの数値化を行う。また、上記の宇宙実験用短時間ダイヤモンド合成装置の開発に向けて技術的検討を行う。

鈴木、森、化学反応を伴うコンピュータシミュレーションの手法を用いて反応の素過程をふくめた高機能材料の気相合成を解析する。

須田、清水、グラファイトを中心とする様々な炭素材料開発の技術、経験、知識を高機能炭素材料合成に応用する。

以上のように、それぞれの得意とする研究分野、実験手法を持ち寄って共同研究を推進する。

昨年度は航空機を用いた放物飛行実験、観測ロケットを用いた微小重力環境下でのダイヤモンド合成実験を実施した。

今年度は産業技術総合研究所の高重力発生装置に設置するグラファイト通電加熱法を、また擬似無対流装置に設置する熱フィラメント法を用いたダイヤモンド合成実験装置を開発し、それぞれの装置に搭載して高重力環境、および擬似無対流環境下でダイヤモンド合成実験を実施した。

### 高重力環境下での合成実験

1G、10G、25G、50G、で合成した。今回はグラフアイトの温度を約 2300°Cに保ち、基板温度も全ての実験で約 780°Cに保つ事が出来た。その結果、全ての実験において Raman 分光測定からダイヤモンドの合成が確認され、かつ重力加速度の上昇に伴って結晶核生成密度、および結晶成長速度の増大が認められた。

グラフアイトー基板間距離 5.5mm, 6.0mm それぞれでの、被覆率と重力加速の関係を図 1 に、粒子径と重力加速の関係を図 2 に示す。



Fig.3. Apparatus for the chamber rotation.

### 擬似無対流環境下での合成実験

擬似無対流発生装置(図 3)を用いて 30rpm(通常重力環境に相当)、800rpm(擬似無対流環境)それぞれの実験条件でダイヤモンド合成実験を実施した。その結果、Ramann 分光測定法でダイヤモンドの合成を確認、合成実験中に OES(発光分光分析)を実施し、ダイヤモンド合成に関わる重要な C 系、CH 系活性種、とともに液体炭素源(アセトン)由来と考えられる O 系活性種も確認された。図 4 に 800rpm(擬似無体流環境)で合成されたダイヤモンド粒子の SEM 写真を示す。

今年度のその他の研究室間の共同研究について  
三菱鉛筆: 本研究に参加する以前から新規の炭素材料開発を実施し本研究を支えてきたが、研究支援、情報交換、研究論議に参加している。

図 3 擬似無対流発生装置

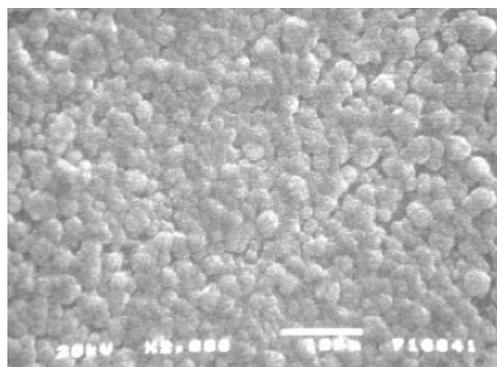


図 4 擬似無対流環境下で合成されたダイヤモンド粒子

今後とも、高重力環境、擬似無対流環境、微小重力環境それぞれでのダイヤモンド合成実験を推進し、相互の結果の解析を通して重力加速度が完全閉鎖系ダイヤモンド合成におよぼす影響を調査し、合成機構の解明に取り組んでいく。

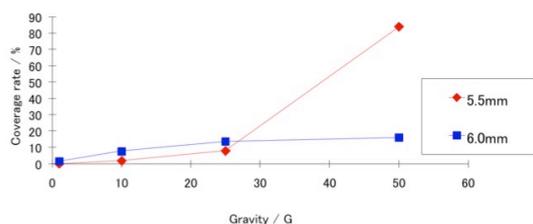


図 1、被覆率と重力加速の関係 (高重力)

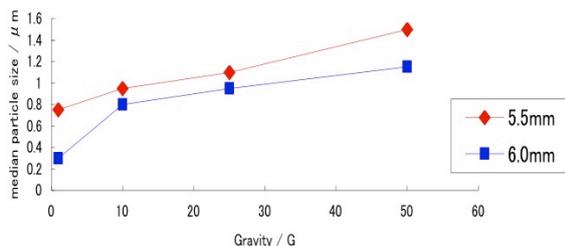


図 2、粒子径と重力加速の関係 (高重力)