

平成 19 年 4 月 23 日

平成 18 年度「高機能炭素系薄膜微粒子 WG」活動報告書

代表者所属 氏名 帝京科学大学 高木 喜樹

1. 構成メンバ

氏 名	所属
高木喜樹	帝京科学大学
阿部宜之	産業技術総合研究所
薄葉州	産業技術総合研究所
稲富裕光	宇宙航空研究開発機構
鈴木正昭	東京工業大学
森伸介	東京工業大学
須田吉久	三菱鉛筆
清水修	三菱鉛筆
平井隆之	山梨大学
加藤慶隆	帝京科学大学
島田将平	帝京科学大学
平賀慎治	帝京科学大学
山崎孝	帝京科学大学
八木克典	帝京科学大学
米久直幸	帝京科学大学

2. 本年度 WG 会合開催実績

- (1) 第 1 回：平成 18 年 6 月 20 日
- (2) 第 2 回：平成 18 年 12 月 18 日

3. 活動目的

宇宙環境を利用し高機能の炭素系薄膜および微粒子を合成するWGを立ち上げた。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。

4. 活動内容

高木は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なっている。

阿部は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ている。

薄葉は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なっている。稲富は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なっている。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。鈴木と森は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している。

須田と清水は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支援を行っている。

上記の様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している。

会合での議論内容や研究により得られた結果

本年度第1回の研究会を2006年6月20日(火)に東京工業大学に代表者、分担者が集まって開催した。当日は、本年度の各研究者の分担研究および相互の共同研究の計画を論議した。また同年12月18日(月)に日本宇宙フォーラム会議室において今年度の研究進捗状況の報告を行い、将来のWG計画などを討議した。そこで報告された各共同研究の内容を次の5. 成果で簡潔に紹介する。

5. 成果

阿部一高木共同研究: 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ている。本研究で用いる反応装置を過重力装置に組み込むとともにOES (Optical Emission Spectroscopy)を用いて気相種の解析に取り組んでいる。

薄葉一高木共同研究: 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。上記の合成装置を擬似微小重力装置に組み込むための装置改造を行っている。

稲富一高木共同研究: 反応容器内の環境を干渉計、分光器などの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。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。本年度は手始めとして高周波浮遊法を用いたSi融液の密度測定を行った。

鈴木一高木共同研究: 本年度から研究分担者に加わったため本格的な共同研究は来年度から実施する方向で情報交換を行っている。

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、本年度より本格的に研究支援、情報交換、研究論議に参加している。

高木研では従来の超短時間合成装置を用いてダイヤモンド合成時の前駆体探索を行っている。

原著論文

1) Y. Abe, F. Tappero, Y. Tanaka, Y. Takagi & G. Maizza, "Optical Emission Spectroscopic Study for Diagnostics in High Gravity DC-Plasma CVD Diamond Growth", Microgravity Sci. Technol. XVIII-3/4 pp.178-183 (2006)

2) Y. Abe, S. Shimada, F. Tappero, Y. Takagi & G. Maizza, "Diamond deposition in high gravity"

3) S. Hiraga, S. Shimada, Y. Takagi, K. Kuribayashi & T. Hayashi, "Hydrogen-free CVD diamond synthesis", Superlattices and Microstructures, 40(4-6), pp.519-525, (2006)

4) T. Hirai, T. Kawai, Y. Takagi, O. Shimizu, Y. Suda, Y. Kanno, K. Kuribayashi & T. Hayashi, "Diamond particles synthesized with graphite spark method in two seconds", Superlattices and Microstructures, Superlattices and Microstructures, 40(4-6), pp.526-529, (2006)

学会発表

1) Shinji Hiraga, Shouhei Shimada, Yoshiki Takagi, "Hydrogen-free CVD diamond synthesis", E-MRS, Nice, France, 29, May-2, June (2006)

2) Takayuki Hirai, Toru Kawai, Yoshiki Takagi, Osamu Shimizu, Yoshihisa Suda, Yoshinori Kanno, Kiyoshi Kuribayashi, Tsuyoshi Hayashi, "Diamond particles synthesized with grahite spark method in two seconds", E-MRS, Nice, France, 29, May-2, June (2006)

3) S. Hiraga, S. Shimada, Y. Takagi, O. Shimizu & Y. Suda, "Hydrogen-free CVD diamond synthesis", 17th European Conf. on Diamond, Diamond-Like Materials, Carbon Nanotubes, Nitrides & Silicon Carbide, Estoril, Portigal, 3-8, Sep. 2006

4) T. Hirai, T. Kawai, S. Shimada, Y. Takagi, O. Shimizu, Y. Suda & Y. Kanno, "High speed synthesized "Spark Diamond" - 3rd report", 17th European Conf. on Diamond, Diamond-Like Materials, Carbon Nanotubes, Nitrides & Silicon Carbide, Estoril, Portigal, 3-8, Sep. 2006

5) Y. Abe, S. Shimada, F. Tappero, Y. Takagi & G. Maizza, "Diamond deposition in high gravity", 2006 FGM (Multiscale & Functionally Graded Materials Conference), Honolulu, Hawaii, USA, 15-18 Oct., 2006

6)河合徹、高木喜樹、清水修、須田吉久、「スパーク法を用いたダイヤモンド合成における基板加熱の効果」、日本マイクログラビティ応用学会 第22回学術講演会 (JASMAC-22)、首都大学東京、国際交

流会館、八王子市、11/30-12/1, (2006)

7) 津村依央里、古市和之、山崎孝、高木喜樹、「熱フィラメント CVD 法を用いた大型ダイヤモンド合成」、日本マイクログラビティ応用学会 第22回学術講演会 (JASMAC-22) 首都大学東京、国際交流会館、八王子市、11/30-12/1, (2006)

8) 島田将平、平賀慎治、平井隆之、阿部宜之、Fabrizio Tappero、高木喜樹、Giovanni Maizza、「高重力におけるダイヤモンド合成」、日本マイクログラビティ応用学会 第22回学術講演会 (JASMAC-22) 首都大学東京、国際交流会館、八王子市、11/30-12/1, (2006)

9) K. Yamazaki, K. Furuichi, I. Tsumura, Y. Takagi, K. Kuribayashi & T. Hayashi, "The Large-sized Diamond Single Crystal Synthesis by Hot Filament CVD", J9.8, 27, Nov., -1 December, 2006, Boston, MA. USA, Materials Research Society Symposium

10) K. Yagi, Y. Takagi, K. Kuribayashi & T. Hayashi, "Diamond Film Synthesis on Glassy Substrates", J.9.37, 27, Nov., -1 December, 2006, Boston, MA. USA, Materials Research Society Symposium

11) T. Hirai, Y. Kanno, Y. Takagi, K. Kuribayashi & T. Hayashi, "Nano Crystalline Diamond Synthesized by hot Filament Chemical Vapor Deposition", J.9.38, 27, Nov., -1 December, 2006, Boston, MA. USA, Materials Research

Society Symposium