

平成20年 3月28日

平成19年度「微小重力燃焼による材料気相合成検討WG」活動報告書

代表者所属 氏名 北海道大学大学院工学研究科 藤田 修

1. 構成メンバ

氏 名	所 属
藤田 修	北海道大学
菊池政雄	J A X A
伊東弘行	北海道大学
小林秀昭	東北大学
奥山正明	山形大学
神原信志	岐阜大学

2. 本年度 WG 会合開催実績

第1回：平成19年 9月 4日

第2回：平成20年 3月 6日

3. 活動目的

燃焼場は、温度が高いばかりでなく燃料の燃焼過程で生じる種々の熱分解成分や活性化学種が存在しており、これらを元にした新たな材料合成の可能性がある。例えば、火災中でのフラーレンやカーボンナノチューブ（CNT）はその代表的なものであり、金属やSi含有成分の燃焼では微粒子の生成なども期待できる。しかし、通常重力場では浮力に起因する強い流れが燃焼場に発生し、材料合成に要する時間が長い場合にはその生成は不可能である。また、触媒粒子を燃焼場へ投入する必要の有る場合には、重力場では火炎内に触媒を保持することは難しい。一方、微小重力場では対流に起因するこれらの困難さを克服できることから、燃焼場を新たな材料合成の場として活用できる可能性がある。

本WGでは、微小重力における火炎を新たな材料合成の場として位置付け、その可能性を探究すると共に、微小重力場における材料気相合成に関する研究テーマ提案を行うことを目的とする。

4. 活動内容

4.1 第1回 WG 会合報告（東京・JSF）

1) 本年度の活動内容

上述の活動目的および本年度の活動内容について WG 主査の藤田より説明が行われた。本年度の活動内容としては、以下の3項目である。

- (1) 構成研究者の研究成果紹介と議論
- (2) ISS多目的ラック燃焼実験装置に対する要求仕様の検討
- (3) 長時間微小重力実験テーマ構築に関する議論

2) ISS「きぼう」次期利用テーマ募集の概要説明

JAXA 菊池委員より、表記テーマ公募の概要説明が行われた。実験装置としては、ISS多目的ラック燃焼実験装置が想定されること、9月末日が締切であること、などが説明された。

3) ISS多目的ラック燃焼実験装置に対する要求仕様の検討

JAXA 村上様より、多目的ラックの概念および想定される装置仕様について説明が行われた。装置概念としては、図1のようなものが想定される。この際、安全性に関する2重封入および3重封入の概念について説明がなされた。

これに対し、燃焼実験の立場から以下のような要求が考えられるとの意見が出された。

- ・ 空気の吸排気（真空系）が必要
- ・ 輸送する空気の量が実験数を制限する
- ・ 燃焼で消費した分だけ酸素を追加するような工夫が必要
- ・ 燃焼分野では計測項目の共通性が高い

- ・ 燃焼室は2重構造が想定される
- ・ 燃焼室外箱は可能な限り大きいことが望まれる
- ・ 映像データファイルは10GBが目安
- ・ 計測系などは可能な限り市販品を使用

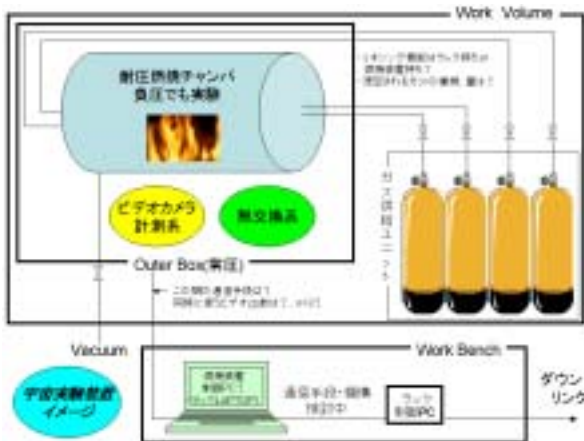


図1 多目的ラックの初期の概念図

これらの議論から、重要な方向性として、「ポンベを含めた実験装置を研究者が準備し、これらをアセンブリとして全て燃焼室へ固定する方式」が有力である、との考えが示された。

4.2 宇宙利用シンポジウム発表

2008.1.17-18 の宇宙利用シンポにおいて本WGの活動状況報告を行った。

4.3 第2回WG会合報告(岐阜・MGLABおよび岐阜大学)

第2回WG会合実施内容は以下の通り。

- (1) 北大藤田委員のグループがMGLABにおいて実施中の実験見学を行った。内容は、固体材料の着火実験であり、本WGのテーマと異なるものであるが、燃焼実験という点で共通であり、今後の気相燃焼合成実験に向け参考情報が得られた。
- (2) 岐阜大神原委員の実験室見学を行った。環境関連およびエネルギー関連の研究を幅広く手がけており、微小重力利用研究につながる話題も含まれているこ

とが分かった。とくに、固体系の燃料燃焼時に生じる微量金属元素の気相での凝縮および微粒子生成は、火炎中の元素滞留時間が重要な因子となっており、微小重力利用研究に関連の深いものである。

- (3) 山形大奥山委員より、本年度の研究の状況紹介があった。課題は、「カーボンナノチューブ(CNT)連続生成技術の研究」である。種々の炭素質物質からCNT合成を連続的に行う研究を実施している。触媒基板を燃焼場に挿入し、基板上にCNTを徐々に成長させていく。昨年度から、CNT生成条件特定に関する研究が進展しており、大量合成技術についても、具体的検討がなされていることが紹介された。また、次年度は、空間を利用した気相合成を試みることも説明され、微小重力研究との接点があることが説明された。
- (4) 北大藤田主査より、北大伊東委員が中心となり進めている、電場とCNT生成の相互作用に関する研究が紹介された。図2は、火炎中で採取された炭素質物質の電子顕微鏡写真である。燃料過濃な条件では、採取される炭素質物質はほとんどがアモルファスカーボンである(図2(a))。このアモルファスカーボンに、電位を付与して予混合火炎へ挿入すると、その表面からCNTの成長が開始する(図2(c),(d))。これは、火炎中のイオンあるいは電子が電場の作用によりアモルファスカーボン

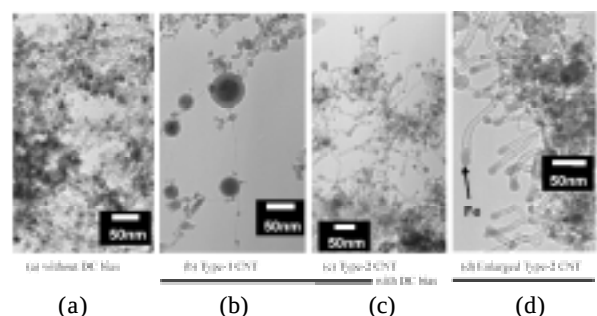


図2 火炎中で生成されるアモルファスカーボン(a)と電場付与火炎へ曝露することによるCNT成長の開始(c),(d)、(b)は電場を付与した拡散火炎中のCNT生成

にアタックすることで、触媒粒子表面を覆っていたカーボンが取り除かれ、触媒の活性が回復することにより生じると考えられる。これを、イオンボンバードメント効果と呼んでいる。この課題に対しても、火災中の触媒質粒子や中間生成物の滞留時間が重要な役割を果たすことから、微小重力利用を取り入れた研究が今後期待される。

- (5) 次年度のWG実施の方向性について議論を行い、引き続き本WGにおいて、微小重力場を用いた気相燃焼合成に関する課題を探って行くことで一致した。

5. 成果

1) 学会発表

[講演]

1. 奥山正明、富村寿夫、メタン予混合火炎を用いたカーボンナノ物質の燃焼合成、第45回燃焼シンポジウム講演論文集、pp.502-503. (2007)
2. 奥山正明、富村寿夫、Fe系触媒を用いたカーボンナノ物質の燃焼合成に関する研究、熱工学コンファレンス 2007 講演論文集、pp.169-170. (2007)
3. 宮窪祐介、奥山正明、Ni細線を用いたカーボンナノ物質の燃焼合成に関する研究、第43期日本機械学会東北支部秋季講演会講演論文集、pp.87-88. (2007)
4. 藤田 修、伊東弘行、菊池政雄、奥山正明、小林秀昭、微小重力燃焼による材料気相合成の研究 (H19 研究班WG報告)、第24回宇宙利用シンポジウム(2008.1.18).

[国際講演]

1. Jeon, B.-H., Fujita, O., Ito, H., and Nakamura, Y., "Effect of Co-Axial Flow Velocity on Soot Formation in a Laminar Jet Diffusion Flame under Microgravity", Proc. 18th International Symposium on Transport Phenomena (18th ISTP), Daejeon, Korea (2007.8).

[論文]

1. H.ITO, T.UCHIYAMA, Y.NAKADE, O.FUJITA, DC Biasing Effects on Carbon Nanotube Formation in Microgravity Diffusion Flame, *Journal of The Japan Society of Microgravity Application*, Vol.24, No.3 (2007), pp.220-224.1.
2. B.-H.Jeon, O.FUJITA, Y.NAKAMURA, H.ITO, Effect of Co-axial Flow Velocity on Soot Formation in a Laminar Jet Diffusion Flame under Microgravity, *Journal of Thermal Science and Technology*, Vol.2, No.2 (2007), pp.281-290.

- 2) 特許
なし

3) 競争的資金獲得・応募状況

1. 第7回宇宙環境利用に関する公募地上研究(宇宙利用先駆研究)「微小重力燃焼法を用いたカーボンナノチューブ生成」、(研究代表者：伊東弘行)
2. 「きぼう」船内実験室第2期利用に向けた候補テーマ募集(宇宙航空研究開発機構)、「カーボンナノチューブ性状に与えるイオン／分子流の影響」(代表者 伊東弘行)、2007.9、非採択.
3. 「きぼう」船内実験室第2期利用に向けた候補テーマ募集(宇宙航空研究開発機構)、「触媒表面近傍におけるカーボンナノチューブの生成・成長機構の解明」(代表者 奥山 正明)、2007.9、非採択.

