

平成19年 4月13日

平成18年度「液滴群燃焼ダイナミクス研究班 WG」活動報告書

代表者所属 JAXA ISS科学プロジェクト室 氏名 菊池 政雄

1. 構成メンバ

氏名	所属
菊池政雄	JAXA ISS 科学プロジェクト室
菅野瓦泰	JAXA ISS 科学プロジェクト室
梅村 章	名古屋大学大学院
藤田 修	北海道大学大学院
野村浩司	日本大学生産工学部
三上真人	山口大学工学部
森上 修	九州大学大学院

における研究成果を具現化するものとしての数値シミュレーションコードの構築・高度化を進めている。

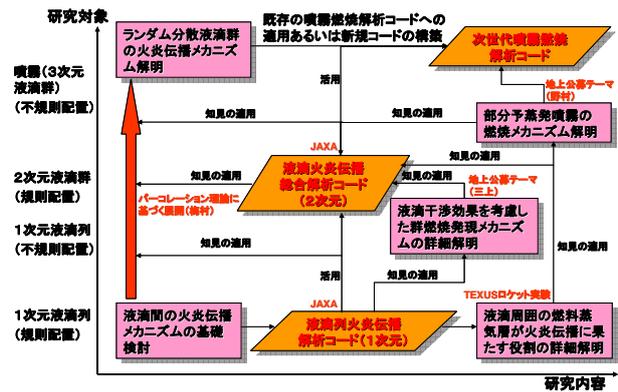


図1 本WGの研究の方向性

2. 本年度WG会合開催実績

- (1) 第1回：平成18年10月16日
- (2) 第2回：平成18年10月25日(欧州CPSトピカルチームとの会合としてESAにて開催)
- (3) 第3回：平成19年 2月 7日

3. 活動目的

本WGの活動目的は、微小重力実験による素過程の詳細解明に基づく噴霧燃焼メカニズムの体系的解明ならびに素過程に立脚した次世代の噴霧燃焼数値シミュレーションの構築である。

4. 活動内容

本WGにおける研究の方向性は、相互干渉を有する最も単純な液滴群である液滴列を基点とし、2次元液滴マトリクスへの展開を図り、最終的にはランダム分散した3次元液滴群の火炎伝播メカニズムを解明するというものである(図1参照)。その過程の中で、燃料蒸気拡散場や液滴-混合気間の相対速度などの影響についても研究を実施していく。さらに、各段階に

本WGは平成15年度から活動を継続している。燃料液滴列や液滴マトリクス等を研究対象として、火炎伝播メカニズムを中心とする噴霧燃焼メカニズムの解明を目指した様々なアプローチで要素研究を実施してきた。これまでのWG活動における議論を基に公募地上研究に応募し、複数のテーマが採択された実績がある。

第7回地上研究公募においては、三上助教(山口大学)を代表研究者とする「2次元燃料液滴群の群燃焼発現メカニズムの解明」が採択された。また、第8回地上研究公募においては、野村助教(日本大学)を代表研究者とする「微小重力実験用連続生成均一噴霧バーナの開発と部分予蒸発噴霧火炎の構造に関する研究」が採択された。本WG活動の第一の柱は、これら地上研究の着実な実施であり、WG会合等における進捗フォロー・議論を継続的に実施した。

本WG活動の第二の柱は、TEXUSロケット実験に向けた作業である。TEXUSロケット実験については、本WGと欧州のCPS(Combustion Properties of Partially

Premixed Spray Systems) 研究チームとの協力を基に予備的検討が進められてきたが、平成18年4月に開催された宇宙環境利用科学委員会にて、JAXA-ESA 国際協力ミッションとしてプロジェクト化することが認められたものである。平成18年7月にはTEXUS ロケット実験の実施に向けた準備に係る JAXA-ESA 間のレターアグリーメントも締結され、TEXUS ロケット実験プロジェクトは本年度から正式にスタートとした。TEXUS ロケット実験プロジェクトにおいて、本 WG は CPS チームとともに形成する国際研究者チームの母体となる。そのため、実験計画書の作成や必要な地上実験などの準備作業を、CPS チームの研究者ならびに ISS 科学プロジェクト室と密接に連携しつつ進めた。装置開発については、今年度基本設計がほぼ完了し、EM の開発も進展した (図2 参照)。

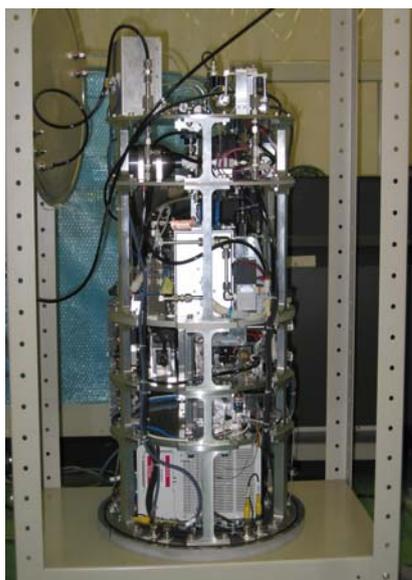


図2 TEXUS ロケット実験装置 EM 外観

本 WG 活動における第三の柱は、最終的な活動目的の達成に必要な新規研究課題の検討である。

18年度の WG 会合においては、先に述べた研究の方向性に沿い、現在実施中の地上研究課題のフォローアップ、TEXUS ロケット実験プロジェクトに関する議論、さらに新規研究課題に関する議論等が行われた。以下に、各会合における議論の概要を報告する。

第1回会合は、今後の WG 活動における利用を想定した現地調査を兼ね、NPO 法人北海道宇宙科学技術創成センター (HASTIC) が北海道赤平市の(株)植松電機に建設した50m級落下塔 (コスモトーレ) にて実施した (図3 参照)。落下カプセルを含む実験設備の仕様、実験装置とのインタフェース、実験時における作業の流れなどについて調査を行った。その後、新規研究テーマにおける利用を想定した議論を行った。

コスモトーレでの微小重力時間は最大でも約3秒と短く、また実験装置の容積も MGLAB に比べてかなり小さいことから、実施可能な実験内容は絞られるとの議論がなされた。その一方、コスモトーレの1落下当たりの料金は3万円と MGLAB に比べて格安であることから、研究班 WG 活動のみならず科研費などの枠組みにおいても、MGLAB 実験を実施する前段階での簡易な微小重力実験手段等として有効かつ貴重な実験手段であるとの共通認識を得た。MGLAB、DAS に加え、コスモトーレの利用も視野に入れた新規研究テーマの具体的検討を各メンバーが進めることで合意した。



図3 コスモトーレ見学光景

第2回会合は、欧州 CPS トピカルチームとの会合として、オランダ・ノルドバイクの欧州宇宙機関 欧州宇宙技術センター (ESA/ESTEC) にて実施した。本 WG

からは、菊池および三上助教授の2名が参加した。また、CPS チームからはブレーメン大学 ZARM の Eigenbrod 博士、およびミュンヘン工科大学の Mösl 博士が参加した。

第2回会合では、TEXUS ロケット実験に向けた協力に係る JAXA-ESA 間のレターアグリーメント締結も踏まえ、実験計画、装置開発等の準備状況ならびに今後のプロジェクトの進め方等について議論を行った。TEXUS ロケット実験における実験計画は、CPS チームの実験要求も踏まえ JAXA が作成することになるが、CPS チームの燃焼ガス採取に関する実験要求の詳細化を急ぐ必要があるとの認識で一致した。

また、TEXUS ロケット実験に留まらない日欧研究協力の拡大の可能性について議論を行った。その結果、TEXUS ロケット実験装置エンジニアリングモデル (EM) を活用し、エアバス A300 による航空機実験を欧州にて実施することで基本的に合意した。TEXUS ロケット実験では、4回の燃焼実験が実施される予定であるが、航空機実験では数十回の燃焼実験が可能と考えられる。このため、フライト実験の予備実験ならびに科学的研究成果をより一層大きくさせるものとして、航空機実験は大きな意義があると考えられる。今後、実施時期および日欧双方の詳細な役割分担等の検討を進めることとした。

さらに、日本の実験装置を利用する ZARM 落下塔実験の共同実施についても早期に実現を図ることで合意した。また、これらの地上ベースでの日欧協力をさらに発展させ、ロシアあるいは中国の回収カプセルを利用する宇宙実験についても共同実験の実現を目指した検討を進めることで合意した。ESTEC での本会合においては、日本および欧州における液滴燃焼研究は世界のトップレベルにあり、日欧の研究協力により科学的成果が飛躍的に大きくなるとの認識が改めてなされた。

第3回会合においては、第1回会合以来各メンバーにて検討してきた新規研究テーマに関する議論を行った。菊池からは、部分予蒸発液滴周囲に形成される Triple Flame の発現メカニズム・発現条件に関する研究テーマが報告された。野村助教授か

らは、公募地上研究テーマを発展させた研究テーマが報告された。また、森上助教授からは、燃料液滴の着火時における冷炎の発生メカニズムに関する研究テーマが報告された。これらの研究テーマについてメンバー間の議論がなされた結果、来年度の実験実施に向けた装置設計・製作あるいは物品調達を開始することとした。

また、第3回会合においては、TEXUS ロケット実験プロジェクトの進捗に係る議論に加え、ISS における日本の実験棟「きぼう」への搭載に向けた開発が検討されている多目的ラックについて、開発を担当している JAXA 宇宙環境利用センターの担当者を招き、想定されているラックの仕様あるいは実施可能な燃焼実験テーマ等について意見交換を行った。

電力・容積等の様々なリソース制約があるとの開発担当者の説明に対し、燃焼実験においては燃焼ガスの排気ならびに空気供給等のガス関係リソースがクリティカルであるとの認識で一致した。電力・通信・冷却関係等のリソース制約については、想定される燃焼実験において大きな問題とはならないと考えられた。JAXA 開発担当者とも密接に協力しつつ、引き続き具体的な利用テーマの検討を WG において進めることとした。

この他、今年度の WG 活動として、各メンバーが既存の実験装置を活用し MGLAB 落下実験を数回行った。

5. 成果

学会発表

- (1) M. Kikuchi, S. Yamamoto, S. Yoda, and M. Mikami, Drop Tower Days 2006 (2006).
- (2) 菅野、菊池、依田ほか、日本マイクログラビティ応用学会第22回学術講演会 (2006).
- (3) 菊池、菅野、森上、三上、野村、藤田、梅村、第23回宇宙利用シンポジウム (2007).

競争的資金への応募状況

- (1) 科研費 若手研究 B に菊池が応募済み。