

日本燃焼学会より技術賞受賞 「国際宇宙ステーションにおける 液滴群燃焼実験装置（GCEM）の開発」

久 康之^{*1}
Hisashi Yasuyuki

1. 「日本燃焼学会技術賞」受賞

第55回燃焼シンポジウム（2017年11月13日～15日、富山国際会議場）にて、当社は平成29年度日本燃焼学会技術賞を受賞し表彰された。本受賞は、当社、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）菊池政雄氏、日本大学生産工学部野村浩司教授、および山口大学大学院創成科学研究科三上真人教授の共同受賞である。

本賞は燃焼応用技術の研究・開発に著しい功績をあげた個人またはグループに対して贈られるものである。当社、JAXA、大学研究者が協力しながら、国際宇宙ステーション（ISS）「きぼう」実験棟において液滴群燃焼実験を行う装置（GCEM）を開発し、日本初となる軌道上での燃焼実験の成功に大きく寄与したことが高く評価された（写真1、写真2参照）。

2. 液滴群燃焼実験とGCEM

液滴群燃焼実験は2008年にJAXAの宇宙実験テーマに正式採択され、その後、実験装置の開発がスタートした。開発においては、大学研究者の実験技法を取り入れながら、JAXAと当社でISS搭載可能な燃焼実験装置であるGCEMとして実現させた。

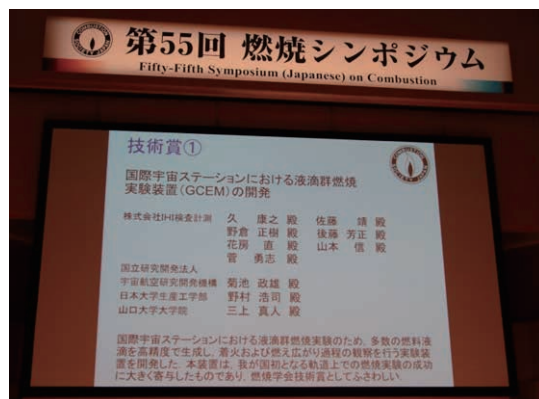


写真1 技術賞受賞内容



写真2 技術賞受賞者
(執筆者：右より3人目)

GCEMは2015年8月にJAXAの無人補給機「こうのとり」5号機で打ち上げられ、ISS「きぼう」実験棟に送り届けられた。GCEMの組立てと取り付けはISS長期滞在中の大西卓哉宇宙飛行士が

*1：営業統括部 第二グループ 次長

担当し、「きぼう」船内実験室の多目的実験ラック内にセットアップされ、日本初の軌道上での燃焼実験が動き出した（写真3参照）。

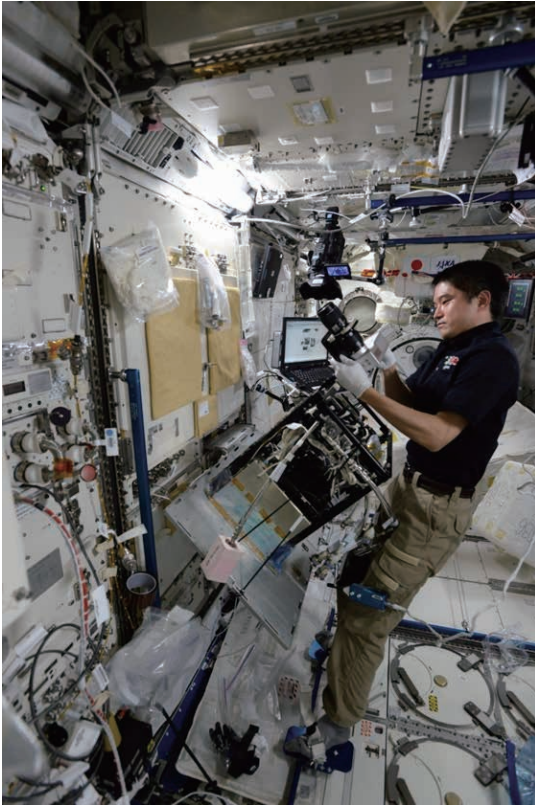


写真3 大西宇宙飛行士によるGCEM組立て
©JAXA/NASA

軌道上での本燃焼実験は、噴霧燃焼現象の解明に向けた液滴群要素（三上教授テーマ）、ランダム分散液滴群（三上教授テーマ）、移動可能液滴（野村教授テーマ）、および液滴クラスター（アメリカ航空宇宙局（NASA）テーマ）について燃え広がり（液滴移動挙動を含む）の検証・観察を目的としており、GCEMは自然対流の影響を最小限に抑えられる微小重力環境下において、燃焼液滴から未燃液滴へ、そして群燃焼へと燃え広がる状態を段階的かつ詳細に観察することができる。

これまでもNASAによって数個の液滴燃焼実

験は軌道上で行われてきた。これに対してGCEMは複数の基礎となる液滴群要素の燃え広がり観察結果や理論に基づき、それら液滴群要素から成る150個以上のランダム分散液滴群をさまざまな配置で構築・燃焼させ、燃え広がり観察することを可能にしており、大規模かつ複雑な実験に対応している。また、ひとつの実験装置内で、燃え広がり燃え広がる際の液滴挙動の両方の実験・観察を可能にしていることもGCEMの大きな特徴である。

3. GCEMの開発

GCEM開発では、以下の3点が大きな技術課題であった。

- (1) 高精度な多数液滴生成
- (2) 軌道上実験の自由度と自動化の確保
- (3) 火災安全性の担保

高精度な多数液滴生成には直径約14 μm のSiCファイバーを格子状に形成し、口径約50 μm の特製ガラスニードル先端からの正デカン燃料吐出量を微細に制御しながら、目標径（標準1mm） $\pm 5\%$ の液滴をSiCファイバー格子交点へ付着させる方式を採用した。ここでの正デカン燃料吐出量制御は、最初の液滴生成開始から最後の液滴生成完了までに生じる液滴個々の蒸発量も加味したもので、着火直前の目標液滴径（標準1mm） $\pm 5\%$ の達成率は95%以上である。

軌道上実験運用については、実験パラメータと実験シーケンスの変更の自由度を高めることで最適な実験条件の導き出しを可能とし、また宇宙飛行士の作業は正デカン燃料交換や空気ボンベ交換など必要最小限に抑え、燃焼実験自体は地上からのコマンドですべての工程が自動実行される仕組みとなっている（写真4参照）。

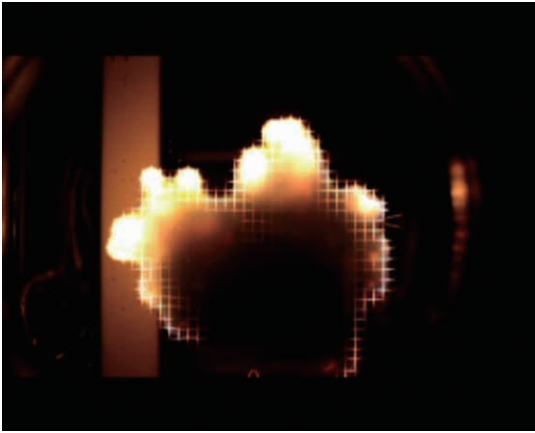


写真4 ランダム分散液滴群の燃焼 ©JAXA

ISSにおいて火災は重大なハザードに指定されている。GCEMでは火災発生因子を精査し、それら因子を低減すると共に、因子が相互に影響し合わないようコントロールする設計により、2故障の同時発生時においても火災ハザードが生じない安全性を担保している。図1にGCEMの外観イメージを示す。

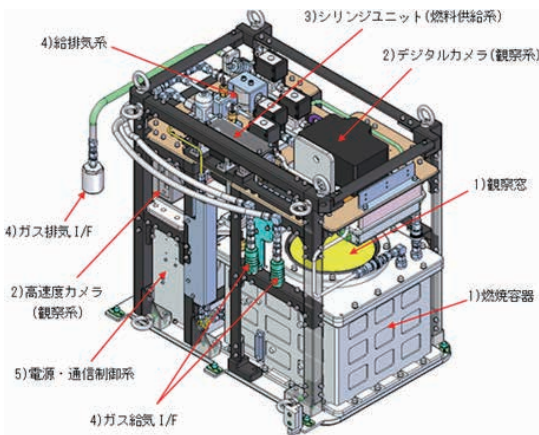


図1 GCEM外観イメージ

4. おわりに

当社は約15年前に宇宙実験における液滴燃焼分野への取り組みを始めており、2009年11月には、微小重力実験用小型ロケットTEXUS46号機で打ち上げられたJAXAと当社で開発した液滴列燃焼実験モジュール(JCM)が、約6分間の微小重力での液滴列燃焼実験(PHOENIX)を成功させた。

こうした長年に渡る宇宙燃焼実験への着実な取り組みが、今回のGCEM開発と軌道上燃焼実験の成功にも結び付いた。そして本燃焼実験で得られた知見は、群燃焼の発生メカニズムおよび燃え広がり限界の解明、また数値解析モデルの高度化を促進し、社会に寄与すると確信している。

この度の燃焼実験成功と技術賞受賞を励みに、当社は産業界・工業界から宇宙開発まで燃焼に係る技術を一層向上させる所存である。

最後に、一般財団法人日本燃焼学会の皆様には、引き続きご指導ご鞭撻^{べんたつ}をお願いし、これまでご支援ならびにご指導いただいた関係者の皆様に、心より感謝いたします。



営業統括部
第二グループ
次長
久 康之

TEL. 03-6404-6271
FAX. 03-6404-6044