

平成 19 年 3 月 28 日

平成 19 年度「宇宙環境利用科学委員会研究班WG 微小重力沸騰・二相流研究会」活動報告書

代表者所属 九州大学 氏名 大田 治彦

1. 構成メンバー

氏 名	所属
大田 治彦	九州大学 大学院工学研究 院 航空宇宙工学部門
浅野 等	神戸大学 工学部 機械工 学科
阿部 宜之	産業技術総合研究所 電力 エネルギー研究部門 宇宙 技術グループ
今井 良二	石川島播磨重工業(株) 技 術開発本部 基盤技術研 究所 熱・流体研究部
岡本 篤	宇宙航空研究開発機構 総 合技術研究本部 宇宙熱 技術グループ
川崎 春夫	宇宙航空研究開発機構 総 合技術研究本部 宇宙熱 技術グループ
河南 修	兵庫県立大学大学院工学 研究科 機械系工学専攻 環境エネルギー工学部門
佐藤 洋一	宇宙航空研究開発機構 総 合技術研究本部 宇宙熱 技術グループ
新本 康久	九州大学 大学院工学研究 院 航空宇宙工学部門
鈴木 康一	東京理科大学 理工学部 機械工学科
松本 聡	宇宙航空研究開発機構 宇 宙科学研究本部 ISS 科学 プロジェクト室

2. 本年度 WG 会合開催実績

(1) 第 1 回：平成 19 年 6 月 22-24 日
札幌市 札幌コンベンションセンター
日本混相流学会年会講演会 2007
「OS 微小重力下の沸騰・二相流と宇

宙熱輸送システム」

座長：今井良二 (IHI)，大田治彦 (九大)
メンバー講演数 8 件、メンバー外 4 件
計 12 件

この企画は本研究班主催で定例化して
おり、本年も日本混相流学会年会講演会
2008 会津若松市 会津大学で開催する。
(講演数 10 件以上を予定)。

(2) 第 2 回：平成 19 年 10 月 27-28 日
京都市 国立京都国際会館
2nd International Topical Team Workshop on
Two-phase Systems for Ground and Space
Applications

日本側オーガナイザ：メンバー全員
キーノート講演 2 件、講演数 5 件 (内ポス
ター講演 3 件)

ヨーロッパ宇宙機関等主催の全面支援を
行った。協力関係の強化とそれによる共
同実験実施の具体化について協議した。

(3) 第 3 回：平成 19 年 12 月 26 日ほか
東京都 日本宇宙フォーラム
プール沸騰熱伝達実験の可能性に関して、
従来得られている知見と実験技術をもと
に研究討議を行った。

出席者：大田治彦・鈴木康一

(4) 第 4 回：平成 20 年 3 月 7 日
出席者：13 名 (うちメンバーを含む
JAXA 側 5 名)

議題：沸騰二相流研究会のあり方につい
て、ISS スケジュール説明、ISSA 実験概要
説明、国際協力について、タスク分担など

3. 活動目的

微小重力下沸騰・二相流研究分野にお
ける活力の維持・向上、宇宙用熱機器の
設計支援、短時間微小重力実験手段の利

用推進を行うための知見の共有や提供を行う。昨今の低調な宇宙環境利用を取巻く状況を打破して、新たな研究開発の方向性を見出す。

4. 活動内容

4.1 ISS 第二期利用に対する候補実験の提案

平成 18 年 9 月に沸騰・二相流研究会メンバー全員により、ISS 第二期利用に対する実験提案を行った。その結果提案が採択され、今後本研究会の活動は ISS 実験実施とそれに付随する国際協力関係の強化を中心として行うことになった。

4.2 国際活動

(1) 国際学会開催準備

3rd International Topical Team Workshop on Two-phase Systems for Ground and Space Applications

Sept., 10-13, 2008, ブリュッセル, ベルギー
ヨーロッパ宇宙機関等主催

本年度の京都での第 2 回会議に引き続き、来年度も共同にて開催することになった。目的は協力関係の強化とそれによる共同実験実施の具体化。

(2) ESA 航空機による実験実施に対する装置安全審査の実施と実験協力体制に関する諸確認

Dec., 6-10, 2007, ブリュッセル自由大学 (ULB)

出席者：大田治彦、河南 修
実験装置ラック 2 式を日本から ULB に持ち込み、ESA および実験実施機関である Navespace の立会いの下に、詳細な検査を実施し、改良箇所の指示を得た。

Investigation on the Mechanisms of Heat Transfer in Nucleate Boiling for the Development of High-Performance Two-Phase Cooling Systems Applied to Thermal Management Equipments in Space
-----A Proposal for the collaboration with European investigators

「宇宙廃熱処理システムに適用される二相流体ループ開発のための微小重力下核

沸騰熱伝達メカニズムの解明」

ISS 実験に対して、複数のテストセクションを共通の強制流動ループで試験する提案を行う。未開発の最後の 1 個のテストセクションの機能確認のための実験。

(3) ESA 航空機による実験実施状況の把握と装置改良箇所の再検討

March, 10-12, 2008, Novespace (ボルドー)

出席者：大田 治彦、河南 修

ESA の航空機に搭乗し、日本とは異なるパラボリックフライト実験実施状況を把握し、それに伴う実験装置の改良箇所の追加について検討を行った。実験は安全確保上の理由により、2009 年秋に延期された (当初予定では 2008 年 3 月)。

(4) ESA 側沸騰・二相流関連実験計画および実験装置に関する研究会への参加
March, 11, 2008, Novespace (ボルドー)

出席者：大田治彦、河南 修、ESA 側 約 10 名、NASA 側 1 名

日本からは ISS による実験実施計画概要、および ESA 側との当該実験に関する具体的協力体制のあり方に関する複数の可能性に関して説明を行った。

(5) 宇宙利用シンポジウム (第 24 回) への参加

平成 20 年 1 月 17-18 日

東京都 日本未来科学館

講演数 8 件

4.2 活動方針のまとめ

(1) ISS 提案採択に対して、今後具体的な実験計画および装置詳細設計を本研究会の構成メンバーを中心に行ってゆく。

(2) 当該分野において ISS 実験での制約上などの理由で盛り込めない実験や、これ以外の重要課題に関する研究開発を進める上で、沸騰・二相流研究会は今後も存続・強化を行ってゆく。

(3) 9 月にブリュッセルで開催される ESA トピカルチームのワークショップの開催を 2008 年度における国際交流と協力関係強化の最大の行事とする。

(4) ESA 側との協力関係強化のために、ESA 側実験管理担当者との調整に関しては6月に浜松で開催の ISTS での参加・講演発表による機会を有効利用する。

(5) 国内での微小重力実験等の提案も従来どおり行ってゆく。

5. 成果

5.1 ESA 航空機実験用装置製作

伝熱面部分はすでに完成しており、今回新たに実験装置全体の製作を完了した。実験実施時期が当初予定の2008年3月から10/11月に変更になった。今回製作した実験装置の詳細に関しては平成20年度継続提案書<添付書類>の3.2節以降、またESAからの実施時期および実施までのスケジュールに関しては同書類の末尾に掲載している。

5.2 原著論文(主要なもののみ)

Haruhiko OHTA, Takashi SAKAI, Shigenori YAMAGUCHI, Yoshihiko ITO, Yasuhisa SHINMOTO and Yoshiyuki ABE, "Nucleate boiling of low-concentration alcohol aqueous solutions for the development of thermal management systems in space", International Journal for Microgravity Research and Applications, Microgravity Science and Technology, Vol. XIX/3-4, pp. 141-143 (2007).

Hitoshi ASANO, Kenji AKITA and Masashi INOUE, "Effect of Gravity on Pool Boiling Heat Transfer on Thermal Spray Coating", International Journal for Microgravity Research and Applications, Microgravity Science and Technology, Vol. XIX/3-4, pp. 90-92 (2007).

Yoshiyuki ABE, "Terrestrial and microgravity applications of self-rewetting fluids", International Journal for Microgravity Research and Applications, Microgravity Science and Technology, Vol. XIX/3-4, pp.11-12 (2007).

Ryoji IMAI and Takashiro TSUKAMOTO,

"Basic Study on Heat Rejection System Using High Heat Flux Micro Channel Evaporator", International Journal for Microgravity Research and Applications, Microgravity Science and Technology, Vol. XIX/3-4, pp.30-32 (2007).

Osamu. KAWANAMI, Teruo NISHIDA, Itsuo HONDA, Yousuke KAWASHIMA and Haruhiko OHTA, "Flow and Heat Transfer on Cryogenic Flow Boiling During Tube Quenching under Upward and Downward Flow", International Journal for Microgravity Research and Applications, Microgravity Science and Technology, Vol. XIX/3-4, pp.137-138 (2007).

Koichi SUZUKI, Haruhiko OHTA, Hiroshi KAWAMURA and Toshiaki SUGIMOTO, "Bubble Behaviors in subcooled Boiling of Wetting Surface under Low Gravity", International Journal for Microgravity Research and Applications, Microgravity Science and Technology, Vol. XIX/3-4, pp.62-63 (2007).

Koichi SUZUKI, "High Heat Flux Transport by Microbubble Emission Boiling", International Journal for Microgravity Research and Applications, Microgravity Science and Technology, Vol. XIX/3-4, pp.148-150 (2007).

Shinichi MIURA, Yukihiro INADA, Yasuhisa SHINMOTO and Haruhiko OHTA, "Development of High Performance Cooling Device for Space Application by Using Flow Boiling in Narrow Channels", Proc. 5th Interdisciplinary Transport Phenomena: Fluid Thermal, Biological. Materials and Space Sciences, pp. 7-32 – 7-39, (2007).

Yoshiyuki ABE, Kotaro TANAKA, Masayuki NAKAGAWA, Chiara PICCOLO, Raffaele SAVINO, "Low gravity experiments of light-weight flexible heat pipe panels with self-rewetting fluids", Proc. 5th Interdisciplinary Transport Phenomena: Fluid Thermal, Biological. Materials and Space Sciences, pp. 16-1–16-6 (2007).

Osamu KAWANAMI and Noriaki SANO,

"Gravitational effects on carbon nano-materials synthesized by arc in water" Proc. 5th Interdisciplinary Transport Phenomena: Fluid Thermal, Biological, Materials and Space Sciences, pp. 15-28 – 15-32 (2007).

Koichi SUZUKI, Kenichi SAITO, Hiroshi KAWAMURA, Haruhiko OHTA, Toshiaki SUGIMOTO, "Low gravity experiments on subcooled boiling of water for wettable hydrophilic heating surface", Proc. 5th Interdisciplinary Transport Phenomena: Fluid Thermal, Biological, Materials and Space Sciences, pp. 7-26 – 7-31 (2007).

河南 治, 西田 照男, 本田 逸郎, 川島 陽介, 大田 治彦, 「極低温流体強制対流沸騰における重力方向の影響」, 混相流研究の進展 2, 日本混相流学会, pp.109-116 (2007).

新本 康久, 石川 陽介, 有木 香菜子, 大田 治彦, 「補助給液構造を持つ狭あいコールドプレートにおける限界熱流束」, 混相流の進展 2, 日本混相流学会, pp. 117-124 (2007).

5.3 学会発表 (主要なもののみ)

酒井 崇, 山口 茂則, 伊藤 好彦, 新本 康久, 大田 治彦, 阿部 宜之, 「混合媒体の沸騰を利用した宇宙用高性能廃熱処理システムの開発」, 日本混相流学会年会講演会 2007 講演論文集, pp. 126-127 (2007).

三浦 進一, 稲田 幸博, 新本 康久, 大田 治彦, 「給液方法の改善による狭あい流路内強制流動沸騰における大伝熱面の冷却」, 日本混相流学会年会講演会 2007 講演論文集, pp. 128-129 (2007).

赤木 翔太, 伊藤 祐太, 佐藤 洋一, 大田 治彦, 「航空機による微小重力下の核沸騰熱伝達機構解明のための実験計画について」, 日本混相流学会年会講演会 2007 講演論文集, pp. 144-145 (2007).

浅野 等, 角田 友宏, 井ノ上 雅志, 青木 宏介, 竹中 信幸, 「溶射皮膜を施した狭隘流路内沸騰熱伝達に関する研究」, 日本混相流学会年会講演会 2007 講演論文集, pp.134-135 (2007).

田中 耕太郎, 阿部 宜之(産総研), 中川 政之, 石塚 多恵, キャラ・ピッコロ, ラファエル・サヴィーノ, 「Self-rewetting 流体を用いたフレキシブル型ヒートパイプモデルの低重力実証」, 日本混相流学会年会講演会 2007 講演論文集, pp. 124-125 (2007).

今井 良二, 塚本 貴城, 「高密度排熱用マイクロチャネル蒸発器を用いた排熱システムの基礎特性」, 日本混相流学会年会講演会 2007 講演論文集, pp.136-137 (2007).

河南 治, 黄 士哲, 川上 和成, 本田 逸郎, 川島 陽介, 大田 治彦, 「透明伝熱管を用いた単一微細管内流動沸騰熱伝達の測定」, 日本混相流学会年会講演会 2007 講演論文集, pp.138-140 (2007).

大平 博昭, 松本 聡, 益子 岳史, 依田 眞一, 「無重力場の温度差を有する矩形ダクトにおける気泡挙動の数値解析」, 日本混相流学会年会講演会 2007 講演論文集, pp.132-133 (2007).

大田 治彦, 「長時間微小重力実験時間を生かした沸騰・二相流に関する実験の提案」, 第 24 回宇宙利用シンポジウム (2008).

三浦 進一, 稲田 幸博, 原 健太, 新本 康久, 大田 治彦, 「狭あい流路内強制流動沸騰を利用した宇宙用高性能コールドプレートの開発」, 第 24 回宇宙利用シンポジウム (2008).

赤木 翔太, 坂田 淑乃, 吉岡 さゆり, 永安 忠, 佐藤 洋一, 新本 康久, 河南 治,

大田 治彦,「ESA の航空機を利用した微小重力下のプール沸騰実験」,第 24 回宇宙利用シンポジウム (2008).

酒井 崇,月成 勇起,伊藤 康德,新本康久,大田 治彦,阿部 宜之,「宇宙用冷却システムの高性能化を目指した混合媒体の沸騰熱伝達特性に関する研究」,第 24 回宇宙利用シンポジウム (2008).

浅野 等,井ノ上 雅志,杉本 勝美,竹中信幸,「狭隘流路内沸騰二相流における溶射皮膜による伝熱促進効果に関する研究」,第 24 回宇宙利用シンポジウム (2008).

Ryoji Imai and Takashiro Tsukamoto,「高密度排熱用マイクロチャネル蒸発器を用いた排熱システムの基礎特性」,第 24 回宇宙利用シンポジウム (2008).

黄 士哲,河南 治,本田 逸郎,川島 陽介,大田 治彦,「微細管での沸騰熱伝達と気液挙動の関連に関する実験的研究」,第 24 回宇宙利用シンポジウム (2008).

鈴木 康一,大田 治彦,河村 洋,杉本敏明,「セラミックス系親水性伝熱面を用いたサブクール沸騰における伝熱促進」,第 24 回宇宙利用シンポジウム (2008).

5.4 特許出願 (研究機関分のみを記載)

除熱方法及び除熱装置

大田治彦,新本康久

国際, PCT/JP2007/053297 (2007年2月22日)

散熱方法及散熱装置

大田治彦,新本康久

中華民国, 96106405 (2007年2月26日)

冷却システムおよびそれを備える車両

久野裕道,大田治彦

日本, 特願2007-093799 (2007年3月30日)

液冷装置及び液冷システム

岩崎 秀夫,久野 勝美,高松 伴直,大田治彦,鈴木 康一,河村 洋,阿部 宜之
日本, 特許第3908705号 (2007年1月26日)

沸騰冷却方法、沸騰冷却装置および流路構造体並びにその応用製品

鈴木 康一,河村 洋,大田 治彦,阿部 宜之

日本, 特開 2007-150216 (2007 年 6 月 14 日) (特願 2005-370107)

伝熱媒体

阿部 宜之、サヴィーノ ラファエル

特願 2007-203966 (2007 年 8 月 6 日)

ヒートパイプ型伝熱装置

阿部 宜之、佐藤 正秀、小原 和幸、瓜田 侑己、塩見 祥之、土井 雅憲

特願 2007-252019 (2007 年 9 月 27 日)

酸化チタンナノチューブを用いた機能性材料

加藤 太一郎,河南 治

特願 2008-52746

5.5 競争的資金獲得 (主要分のみ)

日本学術振興会科学研究費補助金 基盤研究(B)「微細流路における強制流動沸騰熱伝達の現象解明と熱伝達特性の改善に関する研究」課題番号: 18360103, 研究期間: 平成 18 年度~平成 19 年度
他、「高性能除熱デバイスに関する研究」,「ヒートパイプの高性能化に関する研究」,「マイクロスケール沸騰伝熱に関する研究」,「ヒートパイプに関する研究」

5.6 開発技術の民生転用の試み

(1) 自動車メーカー

「沸騰・二相流を用いたハイブリッド自動車用インバータ冷却システムの開発」

平成 18 年度~

高熱流束・大伝熱面対応冷却システムの民生転用。冷却面の傾斜に対する重力の影響が重要。本メンバー間 (4 研究機関) との合同開発。共同研究開発契約 4 件を包含。