

令和 2 年 6 月 10 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17H03477

研究課題名（和文）超小型衛星による宇宙実証を利用した大型展開宇宙構造物の設計・検証法の構築

研究課題名（英文）Construction of design and verification methodology for large deployable space structures through development of CubeSat demonstrator

研究代表者

坂本 啓 (Sakamoto, Hiraku)

東京工業大学・工学院・准教授

研究者番号：40516001

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,000,000円

研究成果の概要（和文）：大型宇宙膜展開構造物は革新的な宇宙利用を可能にすると期待されるが、地上実験での機能検証が難しいという課題があり、結果として保守的な設計が採用され軽量化が難しい。本研究では、超小型衛星を用いた軌道上膜展開実験を目指し、実際に衛星を開発して打ち上げを実施した。そしてその開発の知見から宇宙膜構造の設計法を導いた。

具体的には以下の3つの知見を得た。すなわち、(i) 新たな膜構造様式の設計・製造と、重力補償を用いた地上検証方法を構築した。(ii) 地上実験結果を理論的に解釈し、スケール拡大した場合にも適用可能な設計法を導いた。(iii) 太陽発電衛星および膜面アレイアンテナを想定した設計を提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、従来から人工衛星に搭載されている太陽電池パネルなどの「宇宙展開構造」をより大型にしつつ、よりコンパクトに折りたたため、さらにずっと軽量化するための技術開発を行うものである。宇宙実証機を実際に開発し、その開発を通して得た知見を、太陽発電衛星などの大型の将来システムの設計に生かす提案を行った。織物を使った新しい構造様式を提案し、その設計・製造を可能するとともに、地上でその展開構造物を試験する方法も構築した。

研究成果の概要（英文）：Space deployable membrane structures are expected to realize innovative space applications; however, their designs and fabrications are difficult to be verified on the ground. As a result, structural designs tend to be conservative and massive. To this end, this study develops a new lightweight membrane structure to be tested on orbit. A 3U CubeSat (nano-satellite) is developed and launched to space. Through the development, design/verification strategies for space membrane structures are constructed.

Specifically, the three insights are obtained. First, the new designs and ground test methods were practically developed. Second, the experimental results were used to derive design methodology for larger membrane space structures. Third, designs for solar power generation satellites and membrane array antennas were proposed though the knowledge obtained through the CubeSat development.

研究分野：宇宙構造物工学

キーワード：膜構造 展開構造物 宇宙構造 超小型衛星 折り紙構造 太陽発電衛星 展開アンテナ 人工衛星

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

宇宙に数 km～数十 km サイズの太陽発電衛星を構築し、地上、軌道上、あるいは天体表面で用いる電力を確保する構想は、1970 年代から検討が続けられ、特に電力の無線送電については盛んに研究されている。しかし、厚さ 25 $\mu$ m 程度の薄膜太陽電池セルが製造可能になっている一方で、薄膜でできた構造を小さな容積に収納してロケットで打ち上げ、宇宙空間で大規模に展開させる「膜展開構造技術」については、太陽発電衛星構築を見据えた実践的研究はまだ希少である。世界中で複数の構想が存在するものの、膜構造は、膜の展開挙動や展張形状を打ち上げ前に推定することが難しいなど多くの技術課題を残しており、いまだ確立された設計手法が存在しない。その結果、薄膜デバイスを貼付した膜構造を宇宙で実際に展開した例は、日本の IKAROS (2010 年 14m $\times$ 14m 膜を展開) を初め、いまだ数例しかない。宇宙膜構造では、重力と大気の影響下では表出しない物理現象が支配的となるため、軌道上実験の意義が極めて高い。

IKAROS が実現したのはスピン展張型の膜構造であった。太陽発電衛星の実現のためには、スピンなしに三軸安定化が可能なブーム展張型の膜構造がより望ましい。そこで申請者らは、大学の研究室でも比較的容易に開発可能な 3U サイズ (10cm $\times$ 10cm $\times$ 34cm) の CubeSat, 「OrigamiSat-1」を開発中であり、これにより世界に先駆けてブーム展張型の膜面太陽電池アレイを軌道上で展開する準備を進めている。

しかし軌道上実験では通常小型モデル (例えば OrigamiSat-1 では 1m $\times$ 1m 膜) が使用されるが、将来の太陽発電衛星は数 km オーダーのサイズになると想定される。したがって軌道上実験を行い、数値解析モデルの精度検証・精度向上、という課題解決を行ったとしても、構造のスケール拡大に伴う現象の変化を把握し、大型展開構造の設計へつなげる手法がなくては、膜構造を用いた太陽発電衛星の実現にはつながらない。

### 2. 研究の目的

以上の背景のもと、ブーム展張型宇宙膜構造物の展開挙動に関し、以下 3 点の達成を目指す。すなわち、(i) CubeSat による軌道上展開実験を実現する技術開発を行う。次に、(ii) 実験と数値解析を融合させて大型構造の設計を可能にするためのスケール則を導出する。さらにその上で(iii) 太陽発電衛星などの具体的アプリケーションを見据えた衛星設計手法を実践的に構築していく。

### 3. 研究の方法

上記の 3 つの目的(i)～(iii)に対応し、以下の 3 つを実施した。

- (i) **3U CubeSat 開発と打上げ実施**： 軌道上実験を目指し、実際に超小型衛星 (3U CubeSat) OrigamiSat-1 を開発して打ち上げを実施する。衛星は以下の仕様とする。
  - (ア) 10cm $\times$ 10cm $\times$ 10cm の膜展開機構内に、1m $\times$ 1m の展開膜を小さく折りたたんで収納しておき、軌道上で展開する。
  - (イ) 展開膜上の全面に薄膜太陽電池セルなどの薄膜デバイスを貼付できることを示す (これを「多機能膜」と呼称する)。
  - (ウ) 展開式ブーム部材を用いて、衛星をスピンさせることなしに多機能展開膜構造を展開・形状維持できる構成とする。
  - (エ) 軌道上での多機能展開膜の展開挙動と展張形状を、ステレオカメラによって計測し、地上局へダウンリンクできる構成を採用する。
- (ii) **展開膜構造の設計理論導出**： OrigamiSat-1 地上実験結果を理論的に解釈し、スケール拡大した場合にも適用可能な設計法を導く。
- (iii) **アプリケーションへの適用**： 太陽発電衛星などの具体的アプリケーションを見据えた衛星の設計提案を行う。

### 4. 研究成果

上記の 3 つの研究手法それぞれで、下記の成果を得た。成果に対応する発表論文リストを末尾に貼付する。

- (i) **3U CubeSat 開発と打上げ実施**： 2019 年 1 月に超小型衛星 OrigamiSat-1 を打ち上げた。開発した衛星を、図 1 および図 2 に示す。しかし、打上げ 1 週間後に軌道上で不具合が発生し、膜構造展開ミッションは実施できていない。それでも、打ち上げまでの地上における各種実験・計測から、地上での重力補償を用いた実験方法を確立し、実験結果と数値解析と融合させることで、革新的な膜展開構造物のフライトモデルの設計と機能の検証を可能にした。

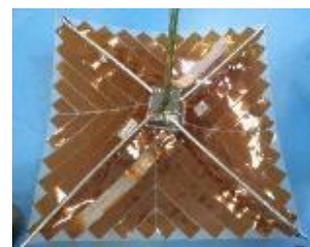


図 1 開発した超小型衛星 OrigamiSat-1 搭載膜面展開構造

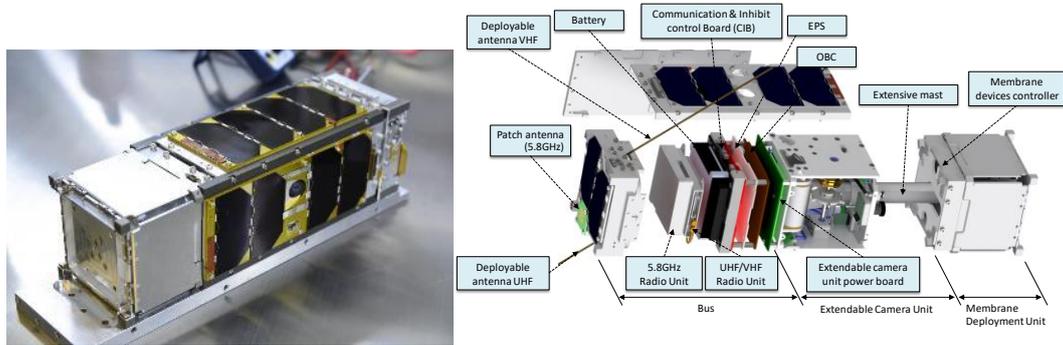


図2 3U CubeSat OrigamiSat-1  
(Membrane Deployment Unit に図1 に示す 1m×1m 展開膜が収納されている)

- (ii) 展開膜構造の設計理論導出： OrigamiSat-1 開発時の地上実験結果を理論的に解釈し、スケール拡大した場合にも適用可能な設計法を導いた。
- (iii) アプリケーションへの適用： 宇宙実証機開発過程で見出した知見に基づき、太陽発電衛星、および膜面アレイアンテナというアプリケーションを想定した大型宇宙膜構造の設計提案を実施した。

以下に発表論文、およびテレビ・新聞などでの紹介記事のリストを示す。研究代表者および研究分担者名に下線を付す。

【ジャーナル論文 (査読有) : 掲載済 1 件、査読中 2 件】

- [1] K. Ikeya, H. Sakamoto, H. Nakanishi, H. Furuya, et al., “Significance of 3U CubeSat OrigamiSat-1 for space demonstration of multifunctional deployable membrane,” *Acta Astronautica*, Vol. 173, 2020, pp. 363-377.

【国際会議論文 (Extended Abstract による査読) : 9 件】

- [2] H. Sakamoto, H. Nakanishi, H. Furuya, M. Yamazaki, et al., “Development of CubeSat OrigamiSat-1 for Space Demonstration of Deployable Membrane Structure Technologies,” No. 2017-f-023, 31st International Symposium on Space Technology and Science, Jun. 3-9, 2017.
- [3] T. Chubachi, H. Furuya, H. Sakamoto, “Undesired Equilibrium Configurations of Boom-Membrane Integrated Structure during Deploying Motion,” AIAA-2018-0695, AIAA Spacecraft Structures Conference, SciTech2018, Kissimmee, Florida, USA, Jan. 8-12, 2018.
- [4] T. Amamoto, H. Sakamoto, H. Furuya, et al., “Modeling of Composite Booms’ Deployment Dynamics under Microgravity Based on Ground Tests,” AIAA-2018-1435, AIAA Spacecraft Structures Conference, SciTech2018, Kissimmee, Florida, USA, Jan. 8-12, 2018.
- [5] B. Hohmann, H. Sakamoto, H. Furuya, N. Okuizumi, “Verification of Numerical Deployment Analysis for Membrane Structures Using Micro-gravity Experiment,” AIAA-2018-1436, AIAA Spacecraft Structures Conference, SciTech2018, Kissimmee, Florida, USA, Jan. 8-12, 2018.
- [6] Y. Terada, H. Sakamoto, M. Okuma, “Characteristics of Deployable Planar Origami Structures with Partial Constraints,” AIAA-2018-2205, AIAA Spacecraft Structures Conference, SciTech2018, Kissimmee, Florida, USA, Jan. 8-12, 2018.
- [7] B. Hohmann, H. Sakamoto, M. Okuma, “Influence of Storage Configurations on the Deployment Behavior of Boom-Membrane Integrated Space Structures,” AIAA 2019-1016, AIAA Spacecraft Structures Conference, SciTech2019, San Diego, California, USA, Jan. 7-11, 2019.
- [8] T. Chubachi, H. Furuya, H. Sakamoto, “Deployability of Boom-Membrane Integrated Structure on OrigamiSat-1,” No. 2019-k-41, 32nd International Symposium on Space Technology and Science (ISTS), Fukui, Fukui, Japan, June 15-21, 2019.
- [9] S. Kadonishi, H. Sakamoto, M. Okuma, “Compact Packaging of Planar Gossamer Space Structures Using Textile Membranes,” No. 2019-k-42, 32nd International Symposium on Space Technology and Science, Fukui, Japan, Jun. 15-21, 2019.
- [10] K. Ikeya, H. Sakamoto, et al., “Significance of 3U CubeSat OrigamiSat-1 for Space Demonstration of Multifunctional Deployable Membrane,” No. IAC-19.B4.6B.14, 70th International Astronautical Congress, Washington, D.C., USA, Oct. 21-25, 2019.

#### 【国内会議論文（査読なし）：10件】

- [11] 中村惇哉, 坂本啓, 他, 「超小型衛星に搭載する開断面複合材伸展マストの動解析」, S1920104, 2017年度日本機械学会年次大会, 埼玉県さいたま市, 2017年9月3~6日.
- [12] 坂本啓, 中西洋喜, 「多機能展開膜実証3Uキューブサット OrigamiSat-1の開発」, 3B14, 第61回宇宙科学技術連合講演会, 新潟県新潟市, 2017年10月25~27日.
- [13] 中西洋喜, 坂本啓, 「展開構造/高速ダウンリンク技術実証機 OrigamiSat-1の開発」, UNISEC 2018-002, UNISEC Takumi Conference, 東京都目黒区, 2018年3月15日.
- [14] 飯島亮, 坂本啓, 他, 「超小型衛星搭載膜構造の画像撮影による軌道上形状計測」, No. 1M15, 第62回宇宙科学技術連合講演会, 福岡県久留米市, 2018年10月24日.
- [15] 坂本啓, 中西洋喜, 「多機能展開膜実証3Uキューブサット OrigamiSat-1の地上検証と将来構想」, No. 1F21, 第62回宇宙科学技術連合講演会, 福岡県久留米市, 2018年10月24日.
- [16] 天本十和, 古谷寛, 坂本啓, 「複合材円筒ブーム構造における展開挙動因子の考察」, No. B09, 第34回宇宙構造・材料シンポジウム, 神奈川県相模原市, 2018年12月14日.
- [17] 仁尾航, 坂本啓, 他, 「織物膜構造物における薄型デバイス貼付および配線法の検討」, No. B16, 第34回宇宙構造・材料シンポジウム, 神奈川県相模原市, 2018年12月14日.
- [18] 坂本啓, 中西洋喜, 古谷寛, 他, 「展開構造/高速ダウンリンク技術実証機 OrigamiSat-1の打ち上げ報告」, 9th UNISEC Space Takumi Conference for Practical Study of Problem Finding and Solving in Space Systems, 東京都目黒区, 2019年3月13日.
- [19] 中西洋喜, 坂本啓, 「多機能展開膜実証3Uキューブサット OrigamiSat-1の打ち上げ報告」, No. 2K05, 第63回宇宙科学技術連合講演会, 徳島県徳島市, 2019年11月6-8日.
- [20] 大野奎悟, 坂本啓, 他, 「フレキシブル基板を搭載した宇宙展開織物膜構造の収納性」, 第5回宇宙太陽発電(SSPS)シンポジウム, 東京都文京区, 2019年11月21日.

#### 【テレビでの紹介】

- 2019年1月18日 テレビ朝日スーパーJチャンネルの中で OrigamiSat-1 が紹介される.
- 2019年1月18日 NHK 午後11時台のニュースで OrigamiSat-1 紹介.

#### 【ウェブ記事・新聞での紹介】

- JAXA 研究開発部門, 「革新的衛星技術実証1号機、人に聞く～インタビュー：東京工業大学 坂本 啓 准教授・中西 洋喜 准教授」, 2018.
- 東京工業大学, 「東工大ニュース：研究テーマを宇宙で実証 JAXA のイプシロンロケット4号機で打上げへ」, 2019.
- 日本経済新聞 朝刊 2 ページ目, 「育て宇宙産業 民間に実験機会」にて紹介, 2019年1月6日.
- 朝日新聞, 「イプシロンは「乗り合いバス」ロケット きょう打ち上げ」, 2019年1月18日.
- 三菱電機 DSPACE 読む宇宙旅行, 「打ち上げ成功！個性豊かな乗客たちの『宇宙ツアー』を実現、革新衛星とは」, 2019年1月31日.
- 東京工業大学, 「研究ストーリー：超小型人工衛星で宇宙産業を切り拓く」, 2019.
- Tokyo Institute of Technology, “Research Stories: Microsatellites bring big opportunities in the space industry,” 2019.

#### 【YouTube 動画での紹介】

- YouTube JAXA チャンネル, 「革新的衛星技術実証1号機の報道機関向け機体公開に関する概要説明」(42:12より OrigamiSat-1 の説明), 2018年12月13日.
- YouTube JAXA チャンネル, 「イプシロンロケット4号機シーケンス CG 映像」(3:01に OrigamiSat-1 が紹介), 2018年12月17日.
- YouTube JAXA チャンネル, 「革新的衛星技術実証1号機/イプシロンロケット4号機打上げライブ中継」(58:34, 1:26:20に OrigamiSat-1 が紹介), 2019年1月18日.

(以上)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Ikeya Kosuke, Sakamoto Hiraku, Nakanishi Hiroki, Furuya Hiroshi, Tomura Takashi、他	4. 巻 173
2. 論文標題 Significance of 3U CubeSat OrigamiSat-1 for space demonstration of multifunctional deployable membrane	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Acta Astronautica	6. 最初と最後の頁 363 ~ 377
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） <a href="https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2020.04.016">https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2020.04.016</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計21件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 12件）

1. 発表者名 B. Hohmann, H. Sakamoto, M. Okuma
2. 発表標題 Influence of Storage Configurations on the Deployment Behavior of Boom-Membrane Integrated Space Structures
3. 学会等名 American Institute of Aeronautics and Astronautics SciTech 2019（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 坂本 啓, 中西 洋喜
2. 発表標題 多機能展開膜実証3UキューブサットOrigamiSat-1の地上検証 と将来構想
3. 学会等名 第62回宇宙科学技術連合講演会（日本航空宇宙学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 飯島 亮, 坂本 啓, 大熊 政明, 下田 優弥, 倉富 剛, 日高 菜奈
2. 発表標題 超小型衛星搭載膜構造の画像撮影による軌道上形状計測
3. 学会等名 第62回宇宙科学技術連合講演会（日本航空宇宙学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 仁尾 航, 坂本 啓, 大熊政明, 渡邊秋人
2. 発表標題 織物膜構造物における薄型デバイス貼付および配線法の検討
3. 学会等名 第34回 宇宙構造・材料シンポジウム (宇宙航空研究開発機構)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 坂本啓
2. 発表標題 展開構造 / 高速ダウンリンク技術実証機OrigamiSat-1の打ち上げ報告
3. 学会等名 9th UNISEC Space Takumi Conference
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Amamoto, H. Sakamoto, H. Furuya, N. Okuizumi, A. Watanabe, N. Kawabata
2. 発表標題 Modeling of Composite Booms' Deployment Dynamics under Microgravity Based on Ground Tests
3. 学会等名 American Institute of Aeronautics and Astronautics SciTech 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 B. Hohmann, H. Sakamoto, H. Furuya, N. Okuizumi
2. 発表標題 Verification of Numerical Deployment Analysis for Membrane Structures Using Micro-gravity Experiment
3. 学会等名 American Institute of Aeronautics and Astronautics SciTech 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Terada, H. Sakamoto, M. Okuma
2. 発表標題 Characteristics of Deployable Planar Origami Structures with Partial Constraints
3. 学会等名 American Institute of Aeronautics and Astronautics SciTech 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Chubachi, H. Furuya, H. Sakamoto
2. 発表標題 Undesired Equilibrium Configurations of Boom-Membrane Integrated Structure during Deploying Motion
3. 学会等名 American Institute of Aeronautics and Astronautics SciTech 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中西洋喜, 坂本啓, OrigamiSat-1開発チーム
2. 発表標題 展開構造 / 高速ダウンリンク技術実証機 OrigamiSat-1の開発
3. 学会等名 UNISEC Takumi Conference
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中村惇哉, 坂本 啓, 倉富剛, 日高菜奈, 大熊政明
2. 発表標題 超小型衛星に搭載する開断面複合材伸展マストの動解析
3. 学会等名 2017年度日本機械学会年次大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 坂本啓, 中西洋喜, その他OrigamiSat-1開発チーム
2. 発表標題 多機能展開膜実証3UキューブサットOrigamiSat-1の開発
3. 学会等名 第61回宇宙科学技術連合講演会(日本航空宇宙学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 仲鉢貴臣, 古谷寛
2. 発表標題 回転二重折波折りを有する展開膜の動的展開トルク特性
3. 学会等名 第33回宇宙構造・材料シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Chubachi, H. Furuya
2. 発表標題 Decrement Properties of Deployment Torque for Self-deployable Tubular CFRP Booms under Stored State
3. 学会等名 68th Annual International Astronautical Congress(国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 仲鉢貴臣, 古谷寛
2. 発表標題 自己伸展円筒CFRP ブームの収納・展開トルク特性
3. 学会等名 第59回構造強度に関する講演会(日本航空宇宙学会)
4. 発表年 2017年

1 . 発表者名 H. Furuya, H. Sakamoto, A. Watanabe
2 . 発表標題 Deployment Properties of Boom-Membrane Integrated Space Structures
3 . 学会等名 31st International Symposium on Space Technology and Science ( 国際学会 )
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 T. Suzuki, S. Suzuki, M. Yamazaki, Y. Miyazaki
2 . 発表標題 Similarity Rule of Deployment Behavior for Spin Deployment Membrane
3 . 学会等名 American Institute of Aeronautics and Astronautics SciTech 2018 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 S. Kawazoe, M. Yamazaki, Y. Miyazaki
2 . 発表標題 Estimation Method of Missing Components for Spin Deployable Membrane Dynamics
3 . 学会等名 American Institute of Aeronautics and Astronautics SciTech 2018 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 K. Yoshihara, M. Yamazaki, Y. Miyazaki
2 . 発表標題 Residual Magnetic Torque Estimation for Nano-Satellite
3 . 学会等名 4th IAA Conference on University Satellite Mission and CubeSat Workshop ( 国際学会 )
4 . 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Suzuki, Y. Miyazaki, M. Yamazaki
2. 発表標題 Similarity Rule of Deployment Behavior for Spin Deployment Membrane
3. 学会等名 31st International Symposium on Space Technology and Science (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 S. Kawazoe, M. Yamazaki, Y. Miyazaki
2. 発表標題 Estimation Method of Missing Components for Spin Deployable Membrane Dynamics
3. 学会等名 31st International Symposium on Space Technology and Science (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>【テレビでの紹介】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・2019年1月18日 テレビ朝日スーパーJチャンネルの中でOrigamiSat-1が紹介される。</li> <li>・2019年1月18日 NHK午後11時台のニュースでOrigamiSat-1紹介。</li> </ul> <p>【ウェブ記事・新聞での紹介】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・JAXA研究開発部門, 「革新的衛星技術実証1号機、人に聞く～インタビュー：東京工業大学 坂本 啓 准教授・中西 洋喜 准教授」, 2018.</li> <li>・東京工業大学, 「東工大ニュース：研究テーマを宇宙で実証 JAXAのイプシロンロケット4号機で打上げへ」, 2019.</li> <li>・日本経済新聞 朝刊 2ページ目, 「育て宇宙産業 民間に実験機会」にて紹介, 2019年1月6日.</li> <li>・朝日新聞, 「イプシロンは「乗り合いバス」ロケット きょう打ち上げ」, 2019年1月18日.</li> <li>・三菱電機SPACE読む宇宙旅行, 「打ち上げ成功！個性豊かな乗客たちの『宇宙ツアー』を実現、革新衛星とは」, 2019年1月31日.</li> <li>・東京工業大学, 「研究ストーリー：超小型人工衛星で宇宙産業を切り拓く」, 2019.</li> <li>・Tokyo Institute of Technology, “Research Stories: Microsatellites bring big opportunities in the space industry,” 2019.</li> </ul> <p>【YouTube動画での紹介】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・YouTube JAXAチャンネル, 「革新的衛星技術実証1号機の報道機関向け機体公開に関する概要説明」(42:12よりOrigamiSat-1の説明), 2018年12月13日.</li> <li>・YouTube JAXAチャンネル, 「イプシロンロケット4号機シーケンスCG映像」(3:01にOrigamiSat-1が紹介), 2018年12月17日.</li> <li>・YouTube JAXAチャンネル, 「革新的衛星技術実証1号機/イプシロンロケット4号機打上げライブ中継」(58:34, 1:26:20にOrigamiSat-1が紹介), 2019年1月18日.</li> </ul>
---

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	古谷 寛  (Furuya Hiroshi)  (00190166)	東京工業大学・工学院・准教授    (12608)	

## 6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	中西 洋喜  (Nakanishi Hiroki)  (90361120)	東京工業大学・工学院・准教授    (12608)	
研究 分 担 者	山崎 政彦  (Yamazaki Masahiko)  (40632302)	日本大学・理工学部・准教授    (32665)	