

①発表番号	②セッション	③セッション名	
2-2	セッション2	拡充P第1回公募で選定された超小型衛星ミッションの紹介	
④発表タイトル		⑤発表者所属・氏名	
カーボンナノチューブ製テザーによる超低高度軌道維持		STARs Space Service(株) 松尾 講輝	
⑥著者	⑦所属	⑧代表者メールアドレス	⑨現在の状況：
松尾講輝	STARs Space Service株式会社		概念検討中
⑩概要（200字程度）		⑪本ミッションの狙い	⑫実現のキーとなる要素技術
<p>EDTの素材にカーボンナノチューブ（CNT）を採用し、超低高度での軌道維持を図る。</p> <p>CNTテザーはベアテザーの電子収集能力が高く、また強度が高く電気抵抗が小さいことから、大気抵抗に打ち勝つ電流収集が期待できる。</p> <p>実現にあたっては、CNT素材に適したテザー伸展手法の構築やエミッターの高能率化が必要となるため、それらの研究開発を進める。</p>		<p>超低軌道における衛星の長期運用を実現する。また、導電性テザーによる電気推進は、推進剤が不要で、サステナブルな運用が可能である。</p> <p>加えて、超低軌道においては、電流収集をストップすれば衛星はすぐに大気圏に突入し、デブリ化の懸念もないため、挑戦的ミッションの敷居を下げる役割もある。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CNTテザー（電気性能向上/大気抵抗面積の低減）</li> <li>・CNTテザーの長所を妨げずに伸展させる手法の構築</li> <li>・電子放出装置の効率的な空間配置（電子密度制限を緩和）</li> <li>・導電性テザーの重力傾斜安定化（振動・回転抑制）</li> </ul>
⑬衛星のスペック		⑭開発状況・計画	
<p>本提案実証超小型衛星として、50kg級、50cm立方程度（テザー両端衛星の合計）を想定する。通信は2GHzの実験試験局を想定する。推進剤などを使用する推進系は無く、導電性テザーによる電気推進系を有する。搭載する電源系の電力はフィージビリティスタディにて検討する。</p> <p>衛星の投入軌道は高度500km程度を想定している。まず高度500kmにて初期実験を実施し、徐々に高度を落としながら軌道維持の検証を行う。</p>		<p>現在、拡充PのFSフェーズ。</p> <p>衛星開発フェーズに移行後、2年で引き渡し（計画）</p>	

## ⑮衛星のイメージ図

TBD

## ⑯ミッションのイメージ図（※あれば）



## ⑰ ミッションや技術詳細

**1. カーボンナノチューブ製テザー**

達成目標: 高度300kmで大気抵抗に抗うローレンツ力を発生できるテザー。

実施内容: 高度300kmでの大気抵抗下で運用可能なカーボンナノチューブ繊維を用いた導電性テザーの試作製造。カーボンナノチューブの軽量性と電気特性の特長を生かし、(株)カーボンフライのオリジナル技術で作製する高強度、且つ、微細なカーボンナノチューブ繊維を用いて、超低高度でローレンツ力>大気抵抗力となるテザー形状を検討する。

**2. テザー伸展機構（親子分離機構）**

達成目標: 1kmテザー伸展機構を開発 / 導電性テザー検討結果から、必要テザー長さを収納できる機構の仕様決定 / 張力フィードバックによる最適伸展制御法の確立

実施内容: テザー伸展機構および親子結合分離機構を静岡大学で開発。リールドラムへのテザー巻き付け（収納）について、また機能試験について、JAXA設備を使用。大気抵抗や原子状酸素フラックス、誘導起電力等、JAXAで開発したEDT解析ツールで、軌道や時期、テザーの長さや電気抵抗等のスペックをパラメータとし、IRIやIGRF等のモデルを用いたシミュレーションを実施。ミッション検討を行う。

**3. 電子放出装置の開発**

達成目標: 50mAの電流収集が可能な電子放出装置を開発 / 静岡大学にて、空間電子密度を稼ぐ伸展ブームを開発。

実施内容: これまでのノウハウを活用し、電子放出装置を開発。電子放出による空間電子密度の飽和状態を推定評価し、静岡大学のコンベックステザー伸展技術により、空間電子密度を小さくするため、電子エミッターを伸展ブームで離れた位置に配置する装置を開発。なお、JAXAが有する電子放出装置FECのHTV6号機実験成果として、原子状酸素による劣化について高度370kmで1週間ほど作動という実績がある。この点について、FECの主要構成材料であるカーボンナノチューブについて、(株)カーボンフライと検討する。

**4. 超小型衛星システム設計**

達成目標: 1kmテザー伸展を可能とする衛星システム / 導電性テザーにより電気推進が可能なシステム

実施内容: テザー伸展機構を搭載、電子放出装置の分散配置、などを実現する構造系、電子放出装置の要求電力および制御、テザー伸展および電流収集が可能となるシステムを開発する。

## ⑱ 参考文献など（optional）

河本聡美, 池田哲平, 大川恭志, 西田信一郎, 北村正治, “導電性テザーのダイナミクスとその応用例について”, 日本航空研究開発機構 (JAXA)

[https://jaxa.repo.nii.ac.jp/index.php?action=pages\\_view\\_main&active\\_action=repository\\_action\\_common\\_download&item\\_id=5592&item\\_no=1&attribute\\_id=31&file\\_no=1&page\\_id=13&block\\_id=21](https://jaxa.repo.nii.ac.jp/index.php?action=pages_view_main&active_action=repository_action_common_download&item_id=5592&item_no=1&attribute_id=31&file_no=1&page_id=13&block_id=21)

山極芳樹, 竹ヶ原春喜, 小境正也, 大西健夫, 田原弘一: エレクトロダイナミックテザー, 日本航空宇宙学会誌, 52 (2004)

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/kjsass/52/603/52\\_101/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/kjsass/52/603/52_101/_pdf/-char/ja)