図 50. Mac Pro の写真

図 51. モニターの写真

図 52. Chip Scale Atomic Clock の写真

図 53. SA.45S CSAC EVAL BOARD の写真

図 54. 19 インチラックの写真

図 55. GPS 同期 10MHz 信号源の写真

図 56. USRP B205MINI-I Board Only の写真

図 57. USRP B200 SDR Kit - Single Channel Transceiver の写真

これらにより、シミュレータの基本設計を終えた。

③ 超小型探査機コミュニティの形成と情報発信

国内の関係者を集めた超小型探査機に関する研究会をオンラインで実施すると共に、情報発信のための Web サイトを公開した。

③-1 研究会

「超小型探査機を用いた月以遠深宇宙探査に関する研究会」と題した研究会を、2021 年 2 月 8 日にオンラインで開催した。研究会は、招待講演、一般講演、総合討論で構成される。呼びかけ人は下記の 4 名である。

- 小泉宏之（東京大学）
- 趙孟佑（九州工業大学）
- 船瀬龍（宇宙科学研究所 / 東京大学）
- 宮崎康行（宇宙科学研究所）

研究会プログラムを以下に記す。

発表者	所属	タイトル	開始	終了	司会
趙孟佑	九州工業大学	あいさつ&趣旨説明	13:00	13:10	船瀬
金相均	九州工業大学	超小型探査機による Lunar Horizon Glow 観測に向けた軌道決定技術の開発	13:10	13:30	
船瀬龍	宇宙科学研究所/ 東京大学	超小型衛星による機動的で高頻度な深宇宙探査の実現にむけた取り組み	13:30	13:50	
橋本樹明	宇宙科学研究所	世界最小の月着陸機 OMOTENASHI の開発	13:50	14:10	
杉田精司	東京大学	月周回超小型機衛星による月極域永久影内の氷探査	14:10	14:20	
佐藤直樹	JAXA 国際宇宙探査センター	月周回軌道利用促進プログラム構想	14:20	14:40	
小泉宏之	東京大学	超小型探査機の大電力化時代に向けた統合「水」推進系の発展	14:40	15:00	
休憩			15:00	15:10	
中条俊大	東京工業大学	超小型ソーラーセイルによる太陽-地球-月系航行技術と実証ミッション	15:10	15:20	小泉
永井大樹	東北大学	火星の空を翔る超小型飛行機による 新たな探査手段の提案 -マーズショット PLUS-	15:20	15:30	
亀田真吾	立教大学	恒星間天体サンプルリターン計画を考える	15:30	15:40	
吉岡和夫	東京大学	超小型探査機と光学観測	15:40	15:50	
今村剛	東京大学	超小型探査機による太陽系天体の電波掩蔽観測	15:50	16:00	
総合討論			16:00	16:50	趙
宮崎康行	宇宙科学研究所	閉会の挨拶	16:50	17:00	

研究会を行うにあたって、ウェブサイトにより研究会参加の募集と講演希望者を募った。研究会への参加は計 165 名に上り、JAXA 等の宇宙機関や大学・高専研究者はもとより、大学の院生、学部生や一般企業からの参加を募ることが出来た。参加者の所属機関の内訳は以下の通りである。

- JAXA 等の国の機関：34 名
- 大学（教員、研究者）等：78 名
- 大学（学生）：34 名
- 企業、NPO、その他：19 名

③-2 Web サイト公開

研究会開催に合わせて、本プロジェクトの情報発信のために Web サイトを開設した。サイトのアドレスは以下の通りである。

<https://kyutech-laseine.net/opera/>

Onboard Processing of Earth-origin one-way RAdio ranging signal (OPERA)

OPERA Projectは超小型探査機の地上局からの一方向電波信号を用いたナビゲーションシステムの開発プロジェクトです。同プロジェクトは、文部科学省宇宙航空科学技術推進委託費の宇宙探査基盤技術高度化プログラムの一つである“地上発の電波側距信号のオンボード処理による超小型探査機の軌道決定技術の開発”として行われています。

超小型探査機に適したオンボードナビゲーションシステムの開発

探査機が月軌道などの深宇宙へ飛行するには、正確な軌道決定が不可欠です。一般的な軌道決定方法では、深宇宙用大型アンテナを必要とし、超小型探査機にとっては運用時間の制約が厳しい。大学でも設置可能な複数の数メートル級のアンテナを使って、大学研究者が自力で超小型探査機を運用出来るようになる事を目指し、研究を行っています。具体的な研究目的は、複数の直径数メートルのアンテナから出された測距信号を探査機側で受信する技術、各信号の時間遅れとドップラーシフトを検出する技術、オンボード処理で軌道要素を推定するアルゴリズム、市販品を組み合わせた安価でCubeSatに搭載可能な測距機器の開発を実施し、月探査を行う超小型探査機に適した軌道決定技術を実現することです。

従来の軌道決定方法では、深宇宙用大型アンテナを必要とし、運用時間に制約があります。大学でも設置可能な数m級のアンテナを使って、大学研究者が自前で超小型探査機を運用できるようにします。探査機に向けて時間同期させた複数の地上局から測定信号を発信し、各局からの信号の時間遅れやドップラーシフト等からオンボードで自らの位置と速度を推定します。市販のソフトウェア無線機・コンピュータボード・超小型原子時計からなる安価で小型（10cm×10cm×4cm）な測定器機器を開発し、月近傍で5kmの位置精度を得る事を目指しています。

3. 総括

令和2年度は、実施計画通りの事業を行うことができた。

様式第 2 1

学 会 等 発 表 実 績

委託業務題目「地上発の電波測距信号のオンボード処理による超小型探査機の軌道決定技術の開発」

機関名国立大学法人九州工業大学

1. 学会等における口頭・ポスター発表

発表した成果（発表題目、口頭・ポスター発表の別）	発表者氏名	発表した場所（学会等名）	発表した時期	国内・外の別
超小型探査機による Lunar Horizon Glow観測に向けた軌道決定技術の開発(口頭)	金相均	超小型探査機を用いた月以遠深宇宙探査に関する研究会	2021年2月8日	国内

2. 学会誌・雑誌等における論文掲載

掲載した論文（発表題目）	発表者氏名	発表した場所（学会誌・雑誌等名）	発表した時期	国内・外の別
該当なし				

（注1）発表者氏名は、連名による発表の場合には、筆頭者を先頭にして全員を記載すること。

（注2）本様式はexcel形式にて作成し、甲が求める場合は別途電子データを納入すること。