

令和 5 年度地球観測技術等調査研究委託事業
「月火星箱庭教育プログラムによる宇宙情報系人材の
育成基盤構築」
委託業務成果報告書

令和 6 年 5 月
公立大学法人 会津大学

本報告書は、文部科学省の地球観測技術等調査研究委託事業による委託業務として、公立大学法人会津大学が実施した令和 5 年度「月火星箱庭教育プログラムによる宇宙情報系人材の育成基盤構築」の成果を取りまとめたものです。

目次

1	はじめに.....	1
1.1	委託業務の目的.....	1
1.2	業務の方法.....	1
1.3	当該年度における委託業務の結果概要.....	2
2	実施内容.....	3
2.1	リアル箱庭完成(福島ロボットテストフィールド(RTF)ローバ実機評価システム完成).....	3
2.1.1	a) ローバデモ機体の作成.....	3
2.1.2	b) 取得データをバーチャル箱庭に入力するための機能追加	5
2.2	バーチャル箱庭実装.....	5
2.2.1	a)ローバデモ機体の物理パラメータ検討の実施.....	5
2.2.2	b)バーチャル箱庭の機能追加(パラメータ追加, SLAM (Simultaneous Localization and Mapping)データマッピング機能追加)の実施.....	7
2.2.3	令和4年度に作成したバーチャル箱庭基幹部の利用.....	9
2.3	『月火星箱庭教育プログラム』完成.....	23
2.4	その他成果.....	24
3	まとめ	29
4	添付資料.....	30

1 はじめに

1.1 委託業務の目的

月・火星表面等での活発な探査や有人活動に備え、ハードウェア(HW)を理解した上で最新の SLAM*技術や AI 技術等ソフトウェア(SW)技術を習得した、宇宙開発を情報分野で担う人材の育成を目指す。この目的のため情報系の会津大学と国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)の宇宙科学研究所が連携し、情報系・宇宙分野横断の『月火星箱庭教育プログラム』を立ち上げる。具体的には、リアル箱庭(福島ロボットテストフィールド(RTF))でのローバ実機の走行・地形等周辺データ取得実習、バーチャル箱庭でのローバ走行シミュレーション、SLAM 技術・AI 技術によるデータマッピング等の学習・実習を行う。本プログラムは宇宙企業や一般に開放して実施することで、教育のみならずローバ等宇宙機の開発にも役立て、企業と大学との共同研究や人事交流機会の創出を図り、人材育成の基盤を構築する。

*SLAM: Simultaneous Localization and Mapping(ロボットの自己位置推定と地形図生成を同時に行う技術)

1.2 業務の方法

令和5年度における実施内容は、以下の通りである。

『月火星箱庭教育プログラム』を構成する月火星箱庭システムの主幹部分を作成し、年度後半に箱庭実習会、関連勉強会を実施する。

① リアル箱庭完成(福島 RTF ローバ実機評価システム完成)：

会津大学が学内ロボット研究者、研究協力機関の宇宙科学研究所と議論の上、a)ローバデモ機体を作成し、同機の動作を無線で実施する。また、b) 取得データをバーチャル箱庭に入力するための機能追加を行う。

② バーチャル箱庭実装：

トヨタテクニカルディベロップメント(株)が a)ローバデモ機体の物理パラメータ検討を実施し、並行して (株)東日本計算センターが b)バーチャル箱庭の機能追加(パラメータ追加, SLAM データマッピング機能追加)を進める。また、令和 4 年度に作成したバーチャル箱庭基幹部を PBL 授業等で利用し、結果として得られた課題等フィードバックがあれば、その中で対応可能な事項について改修を加えると共に、c) ①②統合箱庭システムの一般公開を開始する。

③ 『月火星箱庭教育プログラム』完成：

宇宙科学研究所と連携してリアル/バーチャル箱庭を組み合わせることを想定した教育プログラムを構成し、会津大の大学院集中講義(夏季)PBL 科目及び通常科目(座学と演習を 6 ヶ月で実施)で実施する。また、年度末に開催する産業界／一般に向けた箱庭実習会と関連勉強会で教育プログラムを実施し、ローバデモ機体の制御・評価の実習を行うなど、ローバ等宇宙機の開発利用を促進する。それらにより得られる惑星科学会等関連コミュニティの意見などの改善点フィードバックを、次年度に向けた教育プログラムに反映させる。さらに、人材育成の成果を数値化するための手法・指標について議論する。

1.3 当該年度における委託業務の結果概要

令和5年度における業務の結果概要は、以下の通りである。

年度前半(4月～9月)に『月火星箱庭教育プログラム』を構成する月火星箱庭システムの主幹部分を作成し、年度後半(11月～3月)に箱庭実習会、関連勉強会を実施した。

① リアル箱庭完成(福島ロボットテストフィールド(RTF)ローバ実機評価システム完成):

会津大学が学内ロボット研究者、研究協力機関の宇宙科学研究所と議論の上、a)ローバデモ機体を作成し、同機の動作を無線で実施した。また、b) 取得データをバーチャル箱庭に入力するための機能追加を行った。

② バーチャル箱庭実装:

トヨタテクニカルディベロップメント(株)が a)ローバデモ機体の物理パラメータ検討を実施し、並行して(株)東日本計算センターが b)バーチャル箱庭の機能追加(パラメータ追加, SLAM (Simultaneous Localization and Mapping)データマッピング機能追加)を進めた。また、令和4年度に作成したバーチャル箱庭基幹部をPBL(Project Based Learning)授業、学部生向けの体験型授業である「ベンチャー体験工房」の体験テーマ、学生・研究者および産業界向けに行なった勉強会(トライアルデイズ)で利用し、結果として得られた課題、改善点のフィードバックの中で対応可能な事項について改修を加えると共に、c) ①②統合箱庭システムの一般公開を開始した。

③ 『月火星箱庭教育プログラム』完成:

宇宙科学研究所と連携してリアル/バーチャル箱庭を組み合わせることを想定した教育プログラムを構成し、会津大の大学院集中講義(夏季)PBL 科目及び通常科目(座学と演習を6ヶ月で実施)で実施した。また、令和5年2月と3月に開催した産業界／一般に向けた箱庭実習会と関連勉強会で教育プログラムを実施し、リアル空間でのローバデモ機体の制御・評価の実習やバーチャル箱庭を用いたローバデモ機体の制御・評価の実習を行い、ローバ等宇宙機の開発利用を促進した。それらにより得られる惑星科学会等関連コミュニティの意見などの改善点フィードバックを、次年度に向けた教育プログラムに反映させた。さらに、人材育成の成果を数値化するための手法・指標について議論した。

2 実施内容

2.1 リアル箱庭完成(福島ロボットテストフィールド(RTF)ローバ実機評価システム完成)

会津大学が学内ロボット研究者、研究協力機関の宇宙科学研究所と議論の上、a)ローバデモ機体を作成し、同機の動作を無線で実施した。また、b) 取得データをバーチャル箱庭に入力するための機能追加を行った。

2.1.1 a) ローバデモ機体の作成

本事業の実施にあたってローバ走行部に必要な性能・仕様を検討し、適した市販品を選定した上で、観測装置の取り付け機構の検討、上部筐体取り付け、動作確認を経て作成を行なった。

必要な性能・仕様、観測装置は以下の通り。

- LIDAR、マルチバンド分光カメラ、PC を搭載するための治具をローバに設置した上で指定機器類を搭載可能なこと
- 同治具は必要に応じて取り外し、走行部のバッテリー取り外しが可能なこと(ただし、治具の取り外しに伴う指定機器類のアライメントの保持は不要)
- 投影面積は走行部を大きく越えることがないこと
- 筐体からバッテリーを取り外すことなく走行部のバッテリー充電が可能であること
- 走行部から機器類への電源供給を可能とし、走行部のバッテリーフル充電から運用を開始後約 3 時間のローバの断続的走行・指定機器類の運用を可能であること
- 機器類を搭載した状態で福島ロボットテストフィールドの瓦礫・土砂崩落フィールド、土砂傾斜エリア内の平面走行、および緩斜面(15 度傾斜部)の走行がリモートコントローラを用いて実施可能であること。また走行しながら機器類によるデータ取得が可能であること

以下に完成したローバデモ機体の写真を示す。

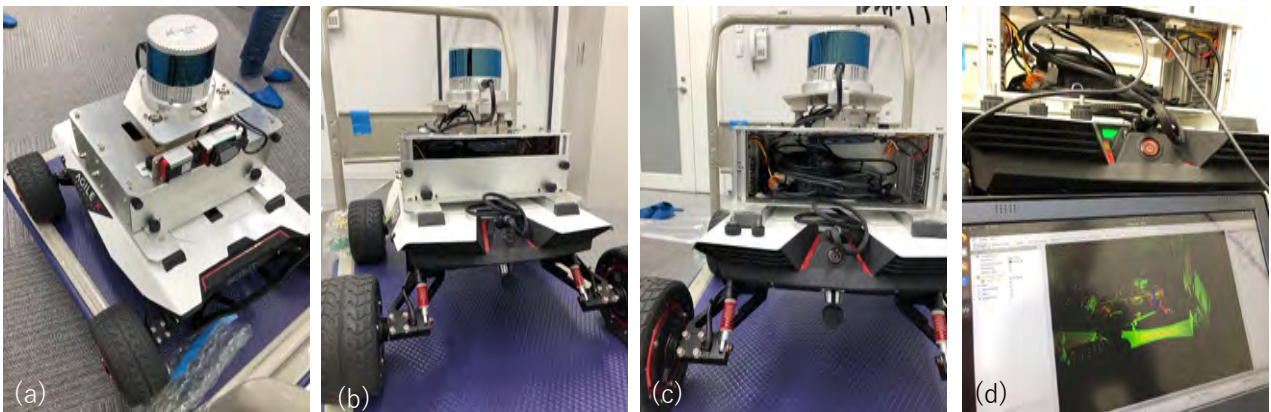


図 2.1-1 作成したローバデモ機体 (a)ローバ全体、前面より。走行部の上部にアルミ筐体を取り付け、最上部にLidar(円筒部)とその下にマルチバンドカメラ(カメラ本体と校正部の2つのボックスより構成される)を取り付けている。マルチバンドカメラの下部にあるアルミ筐体内にPCおよび各配線が入る。(b)ローバの後面。アルミ筐体側面は取り外し可能な構造としている。(c)ローバの後面、アルミ筐体の側面パネルを取り外した状態。配線の奥に小型PCを設置している。(d)ローバに搭載したPCに外部モニターを取り付け、搭載したLidarの観測データ(点群: 緑から赤い点で表示されている)をリアルタイムで出力し、動作確認をしている模様。



図 2.1-2 ローバデモ機体による緩斜面（15度傾斜部）の走行状況（動画からの切り出し画像）作成したローバデモ機体が要求仕様（リモートコントローラを用いた15度傾斜部の走行が可能）を満たしていることが確認できた。

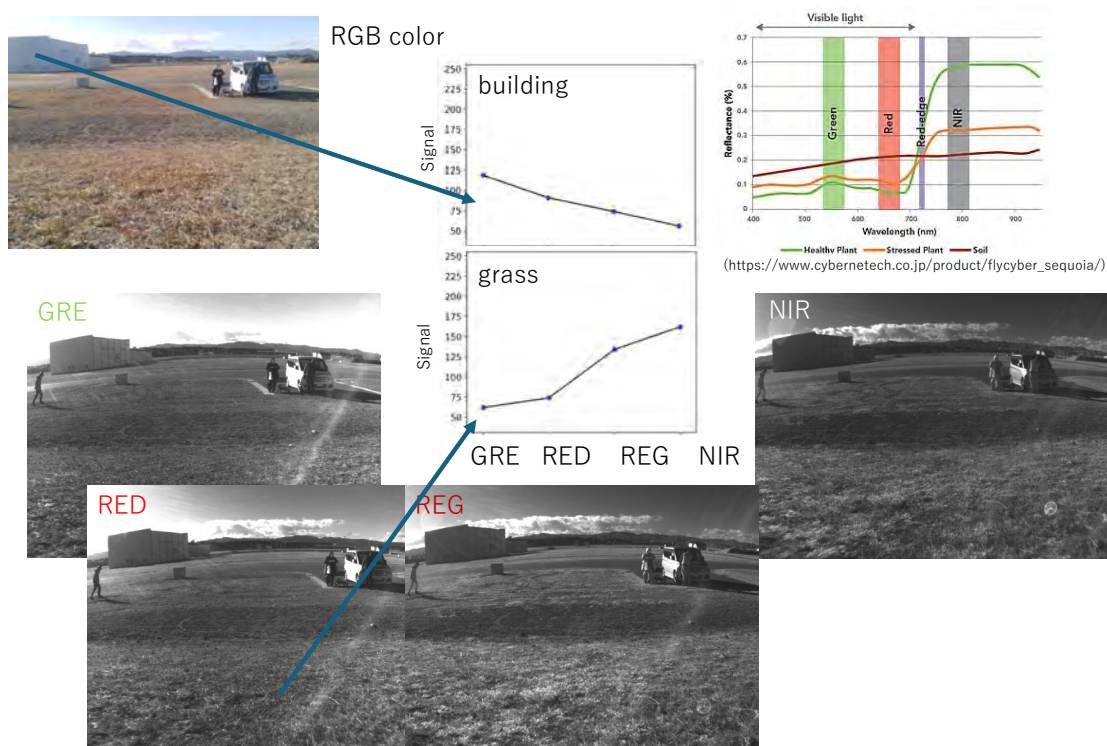


図 2.1-3 ローバデモ機体による走行時に取得したマルチバンド分光画像（4バンド）の例
同じ領域を異なる波長で観測することで、各波長（バンド）の反射率の違いから、表面物質の違いを識別することができる。同じ領域の画像でも、観測波長により濃淡が異なって見えている。

2.1.2 b) 取得データをバーチャル箱庭に入力するための機能追加

-別途予算で購入済みの深度カメラ(2つの光学系を搭載し、1 台の深度カメラによる取得データを用いて 3 次元点群の作成が可能なカメラ)を今年度作成したローバデモ機体に搭載し、マルチバンド分光画像と共に depth camera データについても取得可能とした。

-IMU (Inertial Measurement Unit: 3 次元の慣性運動を検出する装置)をローバデモ機体に搭載し、ローバの位置把握の精度向上を可能とした。

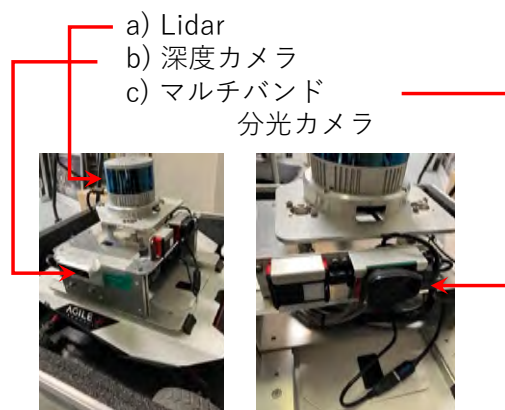


図 2.1-4 Lidar, 深度カメラ, マルチバンドカメラをローバデモ機体に搭載時の写真
IMUはなるべくLidarに近い位置に固定したため、円筒状のLidar本体の下面直下のアルミ板に固定されている（外部から確認することは困難）。

2.2 バーチャル箱庭実装

トヨタテクニカルディベロップメント(株)が a)ローバデモ機体の物理パラメータ検討を実施し、並行して (株)東日本計算センターが b)バーチャル箱庭の機能追加(パラメータ追加、SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) データマッピング機能追加)を進めた。

2.2.1 a)ローバデモ機体の物理パラメータ検討の実施

ローバデモ機体の走行時の物理パラメータ検討(パラメータの実測を含む)を実施し、バーチャル箱庭内に再現したローバ仮想モデルへの実装すべき物理パラメータの検討(実測すべきパラメータの種類を選定し、パラメータ値を決定)を実施した。具体的な作業ステップは以下の通り。

- i) ローバデモ機体の走行部に用いた市販品の走行制御ロジックの推定
- ii) ローバデモ機体の制御ロジック把握のための計測方法検討(表 2-1)(図 2.2-1 測定方法の例、旋回時)
- iii) ローバデモ機体の制御ロジック把握のための計測(前進・後退時の測定、旋回の測定、スピンの測定、空転時の測定をそれぞれ定速、中速、高速モードで実施した)
- iv) ローバ仮想モデルへ実装する物理パラメータの検討(ローバデモ機体の制御ロジック検討および設定パラメータ決定)(表 2-2 ~ 2-4)
- v) 月面上での速度パラメータ検討および設定パラメータ決定(表 2-5 ~ 2-7)

表. 2-1 実走行による計測項目と計測方法

前進・後退 スティック 上/ ニュートラル/ 下	旋回 スティック 左/ ニュートラル/ 右	速度モード (低速/中速/高速)	車両状態	計測方法
上：前進	ニュートラル	低速/中速/高速	低速/中速/高速：前進	カメラ
下：後退	ニュートラル	低速/中速/高速	低速/中速/高速：後退	カメラ
上：前進	左	低速/中速	低速/中速/：左：左旋回前進	モーションキャプチャ
ニュートラル	左	低速/中速/高速	低速/中速/高速：左スピントーン	モーションキャプチャ
下：後退	左	低速/中速	低速/中速/：左：左旋回後退	モーションキャプチャ
上：前進	右	低速/中速	低速/中速/：右：右旋回前進	モーションキャプチャ
ニュートラル	右	低速/中速/高速	低速/中速/高速：右スピントーン	モーションキャプチャ
下：後退	右	低速/中速	低速/中速/：右：右旋回後退	モーションキャプチャ

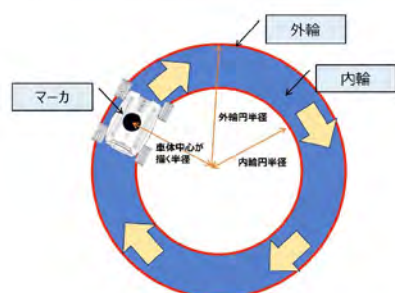


図 2.2-1 ローバデモ機体による旋回特性測定時のコンフィグレーション
モーションキャプチャによる測定（上）
旋回測定条件（下）

表2-2 地上での低速モードの速度パラメータ

操作	左	ニュートラル	右
上	0.310717	0.485424	0.659158
ニュートラル	-0.17471	—	0.173734
下	-0.66111	-0.48641	-0.31267

表2-3 地上での中速モードの速度パラメータ

操作	左	ニュートラル	右
上	1.115248	1.465271	1.814515
ニュートラル	-0.35002	—	0.349244
下	-1.80813	-1.45811	-1.10887

表2-4 地上での高速モードの速度パラメータ

操作	左	ニュートラル	右
上	2.348573	2.87368	3.152742
ニュートラル	-0.52511	—	0.521294
下	-3.18876	-2.94371	-2.42242

表2-5 月面上での低速モードの速度パラメータ

操作	左	ニュートラル	右
上	0.275536	0.512216	0.747275
ニュートラル	-0.23668	—	0.235059
下	-0.74908	-0.5124	-0.27734

表2-6 月面上での中速モードの速度パラメータ

操作	左	ニュートラル	右
上	1.065037	1.538824	2.010745
ニュートラル	-0.47379	—	0.47192
下	-2.01345	-1.53967	-1.06775

表2-7 月面上での高速モードの速度パラメータ

操作	左	ニュートラル	右
上	2.357273	3.068177	3.447242
ニュートラル	-0.7109	—	0.708101
下	-3.41976	-3.088	-2.3799

2.2.2 b)バーチャル箱庭の機能追加(パラメータ追加, SLAM (Simultaneous Localization and Mapping)データマッピング機能追加)の実施

前年度開発したバーチャル箱庭に対して、以下の機能追加(ローバ走行シミュレーション実行のためのパラメータ追加、および SLAM データマッピング実施のための機能追加)を行なった。

- i) 今年度作成したローバデモ機体の箱庭への取り込み(シミュレータ内でのローバ仮想モデルの再現。サイズや重量、搭載機器の形状等を正確に再現した。また旧ローバモデルと合わせて 2 台同時にフィールド内に表示可能とした。)(図 2.2-2)
- ii) 従来のシーンビュー(鳥瞰図)とローバ追跡ビュー(ローバモデルを中心とした拡大表示)に加え、ローバに搭載したカメラデバイスが映し出す映像を可視化したカメラビューを追加。ローバの走行に応じてカメラビューも変化する。(図 2.2-3)
- iii) リアルに作成したローバデモ機体で実行可能な速度切り替えをシミュレータ内でも行えるように機能を追加。速度は 3 段階(Low/Mid/High)に切り替え可能。
- iv) NASA が一般公開している実際の月面地形のバーチャル箱庭への取り込み(コペルニクスクレータ地形のシミュレータ内での再現)(図 2.2-2)
- v) 移動軌跡の表示について、従来はシミュレーションを停止後にのみ軌跡の描画が可能だったが、シミュレーションの実行中にも移動軌跡を確認できるように機能を追加(図 2.2-4)

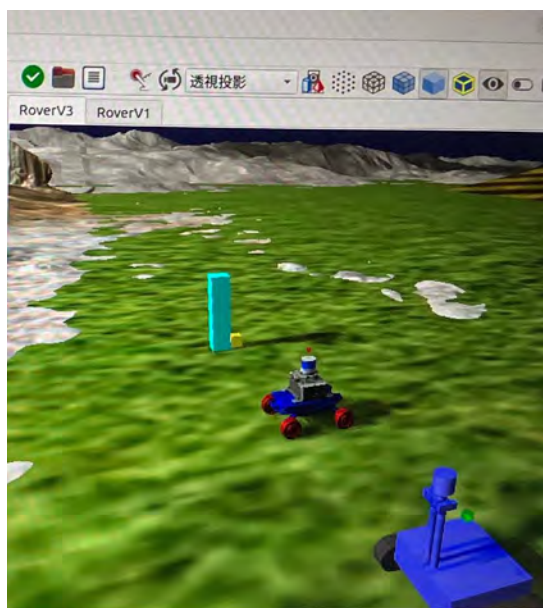


図 2.2-2 シミュレータ起動時のローバ追跡ビューの拡大
中央(赤い車輪)が今年度追加したローバデモ機体。新旧2台のローバを同時に表示可能としている。画面上方、に見えているグレーの地形がコペルニクスクレータのリム。

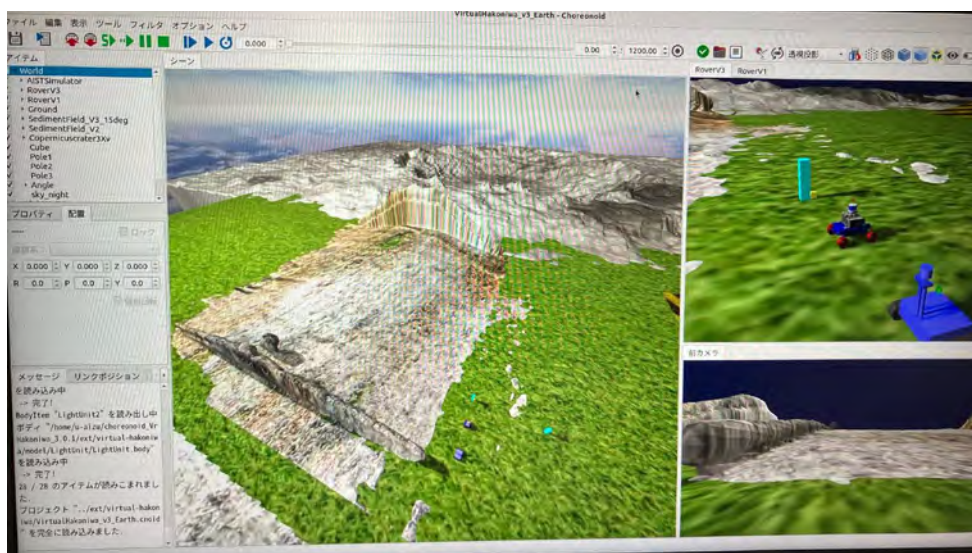


図 2.2-3 バーチャル箱庭の起動時画面
左側画面がシーンビュー，右上がローバ追跡ビュー，右下がカメラビュー。シーンビューには福島ロボットテストフィールドの緩斜面（手前）と、2台のローバを同時に動作可能としている。シーンビューの奥に見えるグレーの地形がコペルニクスクレータ。

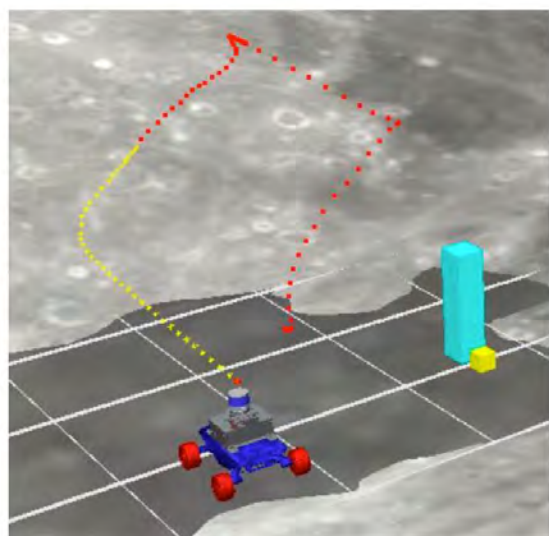


図 2.2-4 ローバの軌跡の表示例
シミュレーション開始位置からシミュレーション停止位置までのローバの移動軌跡（赤点線）。実行中のシミュレーションにおける移動軌跡（黄点線）



図 2.2-5 異なる傾斜の斜面を作成した（ローバ後方の虎じま部）

その他として前年度の授業実施からの気づき事項やユーザからのコメントを反映して以下の点を変更し、ツールの使い易さや機能を向上した。

- vi) 箱庭起動時に必要な動作を簡略化できるように変更した
- vii) ローバの走行フィールドのテクスチャ変更を可能にした
- viii) ローバの登攀性能の限界を把握するために、より急な斜面を作成した(図 2.2-5)

- ix) 長い時間シミュレーションを実施すると計算機能力不足によりソフトウェアが異常終了する場合があったため、新しくより性能の良い計算機を導入した上で(新しい計算機の購入は本事業の予算外で実施)、該当の計算機上で動作するように設定した。

2.2.3 令和4年度に作成したバーチャル箱庭基幹部の利用

- i) 大学院生向けのPBL(Project Based Learning)授業として利用
座学は10月～11月にかけて会津大学にて実施(一部リモート講師による実施)、11/8-11/9には福島ロボットテストフィールドで実習会を実施、実習データの解析結果についての発表会を11/22に実施した。詳細な日程等は以下の通り。

コース参加者 学生:9名 教員:7名

コース実施日程

10/4 1-2 peri. OHTAKE: Designing and Developing Space Probe 宇宙機の設計と開発
10/4 9-10 peri. OGAWA: Data in Exploration Programs 探査データとは
10/11 1-2 peri. HONDA: Path-finding in Exploration 探査における経路計画
10/25 1-2 peri. YAMADA (zoom): Simultaneous Localization and Mapping-1 SLAM 技術
11/8 1-2 peri. OHTAKE: Data Analyses by using Camera data カメラ画像を用いた解析技術
11/9 RTF exercise preparation+2 lecture (move to RTF by bus) ローバ実習: 座学と準備
11/10 1-8 peri. RTF exercise : Practical Training for Rover ローバ実習
11/15 1-6 peri. YOSHIMITSU/JAXA (zoom): Technology for Rover ローバ技術
11/22 1-2 peri. Presentation: Presentation by Students 学生による実習結果の発表



図 2.2-6 大学院生向けのPBL(Project Based Learning)授業コース説明表紙



図 2.2-7 授業風景（大竹）



図 2.2-8 授業風景（小川先生）



図 2.2-9 授業風景（本田先生）

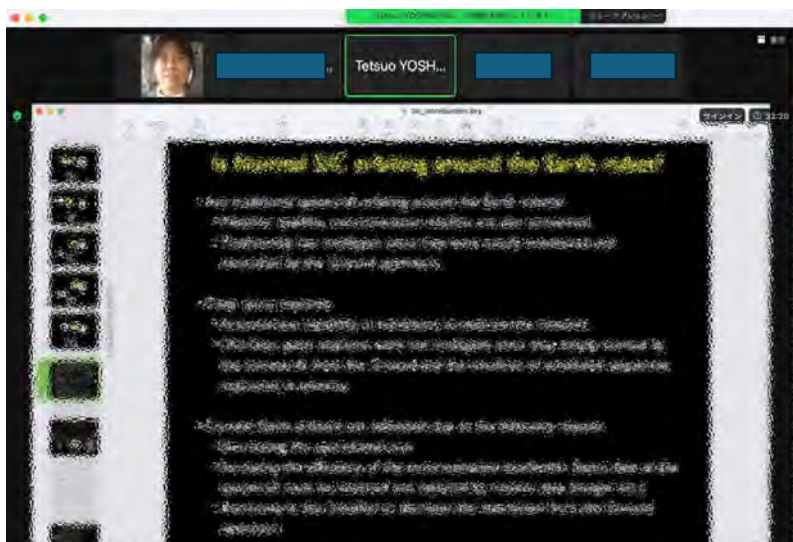


図 2.2-10 授業風景（リモート：宇宙研吉光先生）

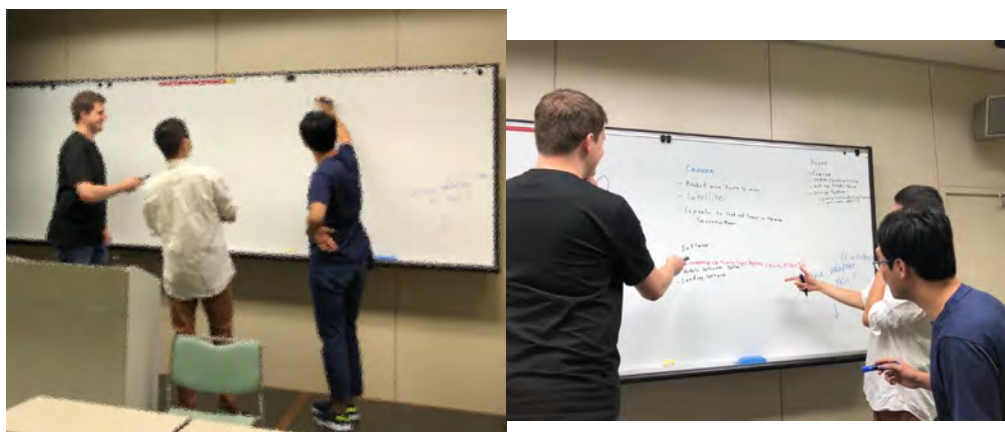


図 2.2-11 授業風景（探査に必要な技術，ハードウェア，ソフトウェアのリストアップ：受講前）



図 2.2-12 実習会風景（左：福島ロボットテストフィールドに到着，右：実習実施前の注意事項確認）



図 2.2-13 実習会風景（左：準備開始，右：実習エリアへの移動）

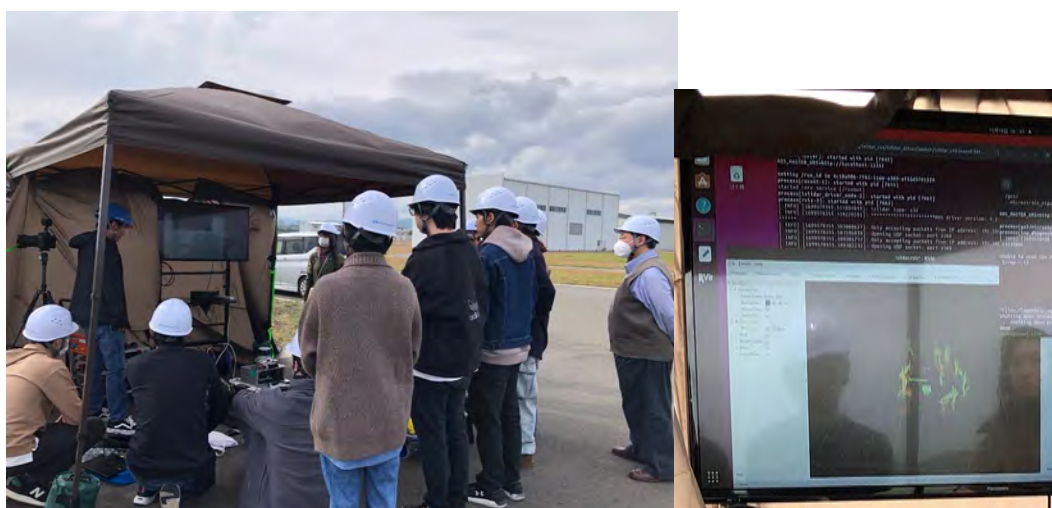


図 2.2-14 実習会風景（左：ローバデモ機体の説明by山田先生，右：ローバデモ機体で取得しているリアルタイムのLidar点群表示，ローバの周囲に複数の人間が立っているのがわかる）

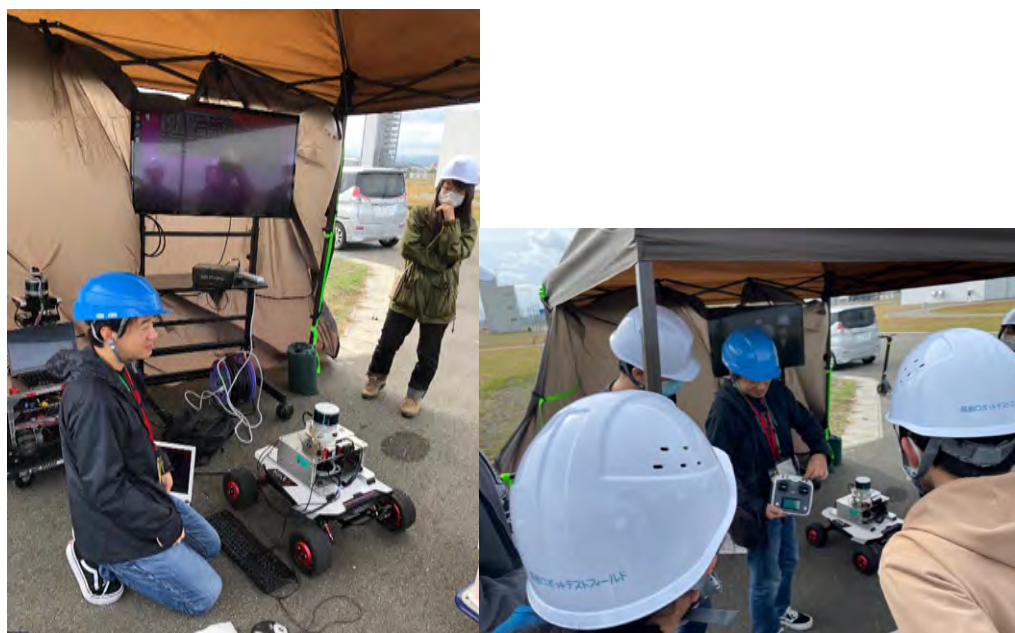


図 2.2-15 実習会風景（ローバデモ機体のコントロール説明by山田先生）



図 2.2-16 実習会風景（左：ルート設定，右：ルート確認）



図 2.2-17 実習会風景（緩傾斜エリア全景）



図 2.2-18 実習会風景（各自データの取得，登攀速度計測，データ確認）



図 2.2-19 実習会風景（取得データの解析方法の説明）



図 2.2-20 実習会風景（バーチャル箱庭を使った緩斜面走行実習，左画面：地球上，右画面：月面上）

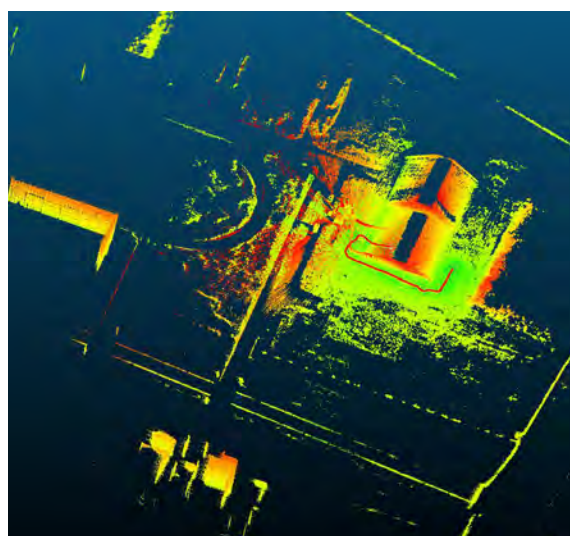


図 2.2-21 実習会でリアルタイムに取得したLidarによる点群とバーチャル箱庭内でシミュレートしたローバ軌跡の融合例

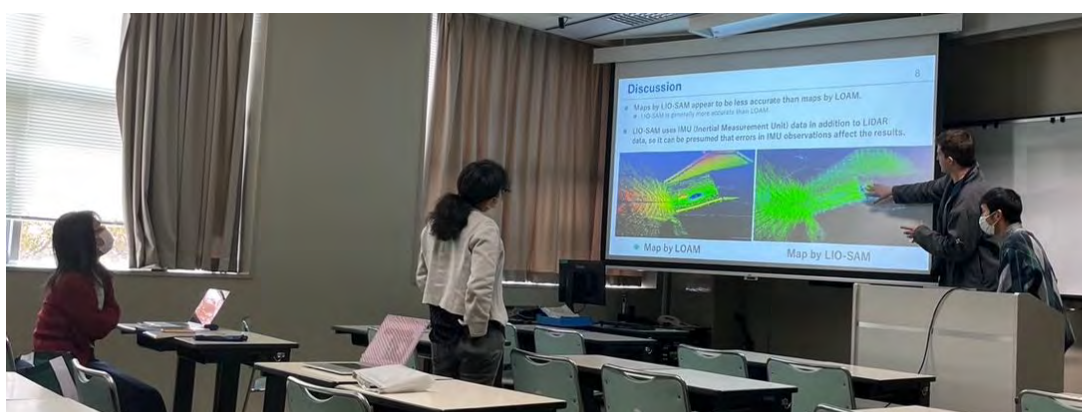


図 2.2-22 実習結果の発表会

本授業の受講により、各自で取得した Lidar データの解析方法(点群表示、シミュレータによる走行軌跡の表示)を学ぶとともに、用いる解析アルゴリズムによる結果の違いや、Lidar データ取得時の課題やその対策案についても議論した。また、地球上でのリアルなローバデモ機体の登攀速度の実測値とバーチャル箱庭による地球上・月面上の登攀速度比から、同機体を月面上で走行させたと仮定した場合(かつ表面抵抗も同じだと仮定した場合)に、推定される登攀速度の推定を行い、重力の違いがどのように斜面登攀の速度に影響を与えるのかを考察した。

＜昨年度(令和4年度)の該当科目実施で得た教育プログラムとしての改善点と今年度(令和5年度)の対応＞
(昨年度対応済みの改善点については記述を省略)

1)現状では有線のコントローラであるが、複数の受講生が使う場合は無線の方が便利

対応:無線コントローラへについては現状の計算機では困難、かつ現状でも利用は可能であるため未対応

2)キーボードでのコントロール機能があると便利

対応:昨年度はコントローラとキーボードの相性によりコントローラの動作不良が起こる場合があったためにこの要望が出たが、今年度にはキーボードの変更によりこの問題が解消したために対処不要

3)出力されるローバ位置情報に、各地点の時刻情報を追加できると便利

対応:便利ではあるが優先順位は低いため未対応

4)現状ではコレオノイドベースのプログラムと PDC の可視化等のために別プログラムの起動が必要で、やや手順が煩雑

対応:手順を明確化した。優先順位は低いため自動処理については未対応

5)バーチャル空間内のローバに搭載したカメラにより取得したカメラ画像を表示できると便利

対応:今年度のバーチャル箱庭で新たに実装し対応済み

6)現状は実際のフィールドで取得した地形データがバーチャル箱庭内で再現できているわけではないため、実空間に存在する微妙な凹凸や岩石片などの影響が再現できていない

対応:今年度のバーチャル箱庭では、実際のフィールドにて Lidar で取得した点群をもとにしたポリゴンを作成してシステムに組み込みよりリアルな表面地形を再現しており、対応済み(図 2.2-3)

7)科目実施のタイミングとして、2月では他の授業との重複は避けられる一方で、就職活動に関係したイベントとの重複が多いため注意が必要(逆に実施時期を工夫することで、より多くの学生が参加できる可能性あり)。

対応:今年度は PBL 授業を 10-11 月に実施することにしており、対応済み

8)雨天時に屋内で走行実習を行う場合に備えて、ルートの検討・確保が必要。

対応:屋内の中庭の屋根のある領域を利用可能であることを確認しており、対応済み(ただし、今年度の授業にて雨天となった日は無かった)

9)今回は実習実施と成果発表会までの時間が短く、成果発表資料の準備が十分にできなかったとの意見があったため、今後は時間を取れるような配慮が必要。

対応:今年度は実習会と成果発表会までの間の日数を確保するスケジュールとしており、対応済み

10)技術的な気づき:実空間でのローバ機体走行に関して、今回は折り畳み式のコーンを設置していたが、この先端が一部、風により振れることがあり、LIDAR データに影響が出ていた。次回は、風の影響を受けず、かつ位置を特定しやすい移動目標点の設置があるとよい。

対応:コーンにおもりをつけるなどして対応しており対応済み

11)技術的な気づき:実空間でのローバ機体走行時の移動速度の定量化(把握)を行うことができれば、取得する LIDAR データの点群の位置誤差を評価した上で、誤差を低減するための走行速度を検討するなど、新たな課題設定につなげられる可能性あり。

対処:今年度は実空間でのローバ機体走行時の移動速度の定量化(計測)を実習項目に取り入れた実習課題を実施しており、対処済み

ii) 学部生向けの体験型授業である「ベンチャー体験工房」の体験テーマとして利用

ベンチャー体験工房は通常科目(座学と演習を 6 ヶ月で実施)として学部生に向けて実施する授業であり、2年生以上は学年を問わず興味のある学生が参加可能な体験型の授業である。今年度は、学部生 4 名が本テーマ(バーチャル箱庭を使ったローバ形状の検討)を選定し、あらかじめ組み込まれたローバの形状を変更することにより、より走行性能の高い独自のローバ形状提案を試みた。それら作業の結果を成果報告会にて発表した。(図 2.2-23、2.2-24、2.2-25)



図 2.2-23 ベンチャー体験工房で学部学生が試作した独自ローバモデル(中央の緑と黒の車輪)ローバデモ機体(右隣)に比べて車輪(と本体)を大型化することで、月面走行速度の向上を目指した。



図 2.2-24 ベンチャー体験工房の普段の作業風景
バーチャル箱庭内に作成したローバモデル(画面中央)を走行させ、タイヤのサイズや機体長と走行性能がどのように関係するのかを評価した。



図 2.2-25 ベンチャー体験工房の成果発表会（2024.02.05）
自分達で作成したローバモデルの走行評価結果を受けて、今回の構造の問題点をあげ、その原因について推定した。

- iii) 学生・研究者および産業界向けに行なった勉強会(トライアルデイズ)で利用した
本事業の活動および成果を学生・研究者および産業界に紹介し、ローバデモ機体によるデータ取得や走行シミュレータを体験していただくためのイベントとして2日間(2024年2月29日—3月1日)のトライアルデイズを福島ロボットテストフィールドで実施した。また、今回の機会を利用してローバ開発を行っている学生グループなど複数に声かけを行うなど、本事業で開発している統合箱庭システムの一般公開を開始した。ただし日程の都合上、トライアルデイズへの外部ローバの参加は実現していない。
なお今回のイベントの一部は日本惑星科学会の月惑星探査育英会(若手研究者を中心に、月惑星探査データを使った解析研究の手法等について演習を通じての講習会として年1、2回開催)との共同イベントとして実施した。
実施形態としてローバの走行体験であることからオンサイトでの実施を当初予定していたが、イベント開催を連絡後に参加希望者からの事前要望を受け、一部オンラインでの開催(zoom)も併用した。

参加人数 のべ58名(うちオンサイト参加46名、オンライン参加12名;のべ30名が産業界から、また会津大の本プログラム実施側メンバを除いた参加者としてのべ46名)

開催日程

2024年2月29日(木)12:00—16:00

2024年3月1日(金)12:00—16:00

本イベントに関しては会津大学のウェブサイト(<https://u-aizu.ac.jp/information/post-20240117.html>)で開催をアナウンスするとともに、日本惑星科学会、活動に協力いただいているJAXA宇宙科学研究所、会津ロボットデュアルウェア研究会のメーリングリストからもアナウンスを行った。(トライアルの詳細については添付参照)



会津大学

会津大学・月火星箱庭構想によるローバ走行トライアル参加者を募集します

お知らせ > 会津大学・月火星箱庭構想によるローバ走行トライアル参加者を募集します

会津大学・月火星箱庭構想によるローバ走行トライアル参加者を募集します

月火星箱庭構想

<https://u-aizu.ac.jp/research/researchlist/detail?cd=90150>

におけるローバ走行トライアルイベント参加者を募集します。

これまでの活動の紹介や、開発中の走行シミュレータや遠隔制御システムを体験できるプログラムです。

一部オンラインでの参加も可能です。

<オンライン内容>

- 12:00～12:20 会津大学による月火星箱庭構想の紹介
- 12:20～12:40 トライアルデイの目的・注意事項説明
- 13:00～13:20頃 走行路での会津大によるデモンストレーション（前半）

開催の概要

(1) 開催日程

2024年2月29日（木）12:00～16:00

2024年3月 1日（金）12:00～16:00

*二日間とも同内容です。

(2) 開催地

ロボットテストフィールド福島

<https://www.fjoo.or.jp/robot/about/access>

(3) 参加費

参加費は無料です。

(4) トライアルの詳細について

[20240229_0301ローバ走行トライアル案内.pdf](#)

(5) 参加申し込みについて

ア 参加希望入力フォーム <https://forms.gle/wA1Cx4hM4GW89QN9>

イ 申込期限 対面参加であれば、2024年2月26日（月）17時まで

Online参加であれば、当日可

*ローバ一持希望の方は、事務手続きが必要なため入力フォームのコメント欄にてご連絡ください。

図 2.2-26 トライアルデイズのウェブアナウンス
(<https://u-aizu.ac.jp/information/post-20240117.html>)

当日は冒頭、本事業の活動紹介と今回のトライアルデイズの目的などを紹介し(図 2.2-27、2.2-28)、質疑を行ったのち屋外でのローバデモモデルの体験、引き続いてバーチャル箱庭の体験を実施した。(図 2.2-29 ～2.2-32)



図 2.2-27 トライアルデイズの会場案内(左)と参加者記念写真(右)
初日は記念写真と撮影し忘れのため、2日目のみ掲載



図 2.2-28 トライアルデイズでの本事業紹介



図 2.2-29 トライアルデイズでの屋外体験の様子



図 2.2-30 トライアルデイズの屋外体験の様子



図 2.2-31 トライアルデイズの屋外体験の様子



図 2.2-32 トライアルデイズの建屋中庭での実習風景

今回、大学のホームページや学会のメーリングリスト、学会での発表などを通してイベントの周知を行い、結果として、多くの産業界からの参加をいただき、活動の紹介や情報共有、意見交換等を実施することができた。

トライアルデイズによる気づき事項

－ 今回はオンラインでも参加可能に途中で計画を変更したが、屋内での座学部分は zoom での開催で問題なく行えたものの、屋外のローバ走行デモの部分では一部 zoom での配信がネットワークの不調のために途切れたり、中継できていても現場の参加者間の議論等音声聞き取りづらく、オンラインでの参加者にとっては一部イベントの実施内容が理解しづらかったとのコメントをいただいた。今後はオンラインでのイベント実施時には専用の担当者をあて、適宜オンサイトでの様子を実況するなど工夫が必要と考える。

－ 屋外の実習ではテント等がないと PC と接続して表示する予定の大型モニタの表示が見えづらく、今回のように風が強い条件下ではテントおよび遮光幕の設置がない場合には課題となることがわかった。当日は、影ができる建屋の中庭を借りてモニタが見える環境を作り、そこでバーチャル箱庭の体験を実施することができた。(図 2.2-32)

これら今回の課題を次回以降に活かしたい。

- iv) 結果として得られた課題、改善点のフィードバックの中で対応可能な事項について改修を加えた。今年度の授業の中で出たバーチャル箱庭に対する改善点として、以下のような点が挙げられたことから、授業後に対応を実施した。なお、トライアルデイズの中では特に改善点のコメント等は無かった。

改善提案

－ 走行フィールドの摩擦係数の変更手順をマニュアルに追記してほしい

対応: マニュアルに追記した

－ 地球モデルにおける空や月面モデルにおける宇宙空間が真っ黒なので、もう少しリアルなテクスチャを貼れないか

対応: リアルなテクスチャに変更した(図 2.2-5)

- v) c) ①②統合箱庭システムの一般公開を開始した
本件については ii)、iii)を通じて一般の方に利用可能な形で公開を開始した。

2.3 『月火星箱庭教育プログラム』完成

宇宙科学研究所と連携してリアル/バーチャル箱庭を組み合わせることを想定した教育プログラムを構成し、会津大学の大学院集中講義(夏季)PBL 科目及び通常科目(座学と演習を 6 ヶ月で実施: 2.2 項のベンチャー体験工房)で実施した。また、令和6年2月と3月に開催した産業界／一般に向けた箱庭実習会と関連勉強会で教育プログラムを実施し、リアル空間でのローバデモ機体の制御・評価の実習やバーチャル箱庭を用いたローバデモ機体の制御・評価の実習を行い、ローバ等宇宙機の開発利用を促進した。

上記の実施状況については 2.2 項を参照。

それらにより得られる惑星科学会等関連コミュニティの意見などの改善点フィードバックを、次年度に向けた教育プログラムに反映させた。改善提案のうち、軽微なものについては今年度内にバーチャル箱庭に反映済み(2.2.2)。

さらに、人材育成の成果を数値化するための手法・指標について議論した。議論の結果として以下が提案されており、これらを次年度に反映する予定。

- Lidar データの解析技術を身につけた学生への技能認定証を交付し、交付枚数で数値化する
- 関連研究テーマが卒論、修論の研究テーマに繋がっている件数を調査する
- 関連研究テーマをベンチャー体験工房の授業に提案し、テーマを選択した学生の数調査する

2.4 その他成果

i) 本事業に関連した研究内容のシンポジウム等における発表

1) 会津大学学際研究フォーラム

実施日:2023 年 10 月 2 日

タイトル:衛星データ利用クラスター活動紹介

発表者:大竹真紀子/小川佳子/RAGE Uday Kiran

(<https://u-aizu.ac.jp/information/joint-research-forum-2023.html>)



会津大学学際研究フォーラム 2023 UoA Joint Research Forum 2023

会津大学学際研究フォーラム 2023 -開学30周年記念事業-

NEW! YouTubeでの視聴は、こちらから。

<1日目> 10月1日(日) <https://youtu.be/fze4RRZpf6k>

<2日目> 10月2日(月) <https://youtu.be/lF9X3dR0TB4>

知の発生、知の再現、知の利用 ～ 新しいAI時代における会津大学の役割 ～

最近チャットGPTなどで話題の汎用人工知能(AGI: artificial general intelligence)に対し、コンピュータ理工学に特化した本学では何が出来るか、新たな教育内容や戦略的研究テーマ、社会への貢献方法を、基調講演やパネルディスカッションを通じて、多角的な視点で議論します。

センター・クラスターの研究成果発表では、産学官連携や共同研究、地域振興の事例などを紹介します。

☆ 開催日時：10月1日(日) 9:00-17:30第一部・第二部、 10月2日(月) 9:30-15:00 第三部

☆ 会場：会津大学

第一部(大学院生ポスターセッション・大学院等紹介) 研究棟 ALO(事務連絡室)前・S4教室

第二部(基調講演・パネルディスカッション) 講義棟 大講義室

第三部(センター・クラスター研究発表) 講義棟 大講義室

※ 英語への同時通訳は、会場参加者のみ視聴可。

※ YouTube Live配信の予定あり(日本語のみ)。

☆ 対象：企業の皆様、研究者、教員、学生、一般の方、興味のある方はどなたでも。

☆ 主催：会津大学 先端情報科学研究センター・AIセンター・宇宙情報科学研究センター

IEEE Student Branch 会津大学

<2日目> 10月2日（月）

第三部：研究センター・クラスター成果発表 【研究発表】

9:30 - 9:40	オープニングトーク 会津大学 先端情報科学研究センター長 中村 章人
9:40 - 9:55	月惑星探査アーカイブサイエンス拠点としてのARC-Space共同研究プログラム成果紹介 宇宙情報科学研究センター 出村 裕英/奥平 恭子
9:55 - 10:10	サイバーフィジカルシステムとオンラインジャッジを内包したクラウドロボティクスシステム ロボット情報工学クラスター 矢口 勇一/成瀬 颯太郎
10:10 - 10:25	不揮発ロジック回路技術とそのIoTデバイスへの応用 IoTクラスター 鈴木 大輔/奥山 祐市
10:25 - 10:35	休憩
10:35 - 10:50	人の暮らしに貢献する画像認識技術の実現を目指して ビジョンクラスター 富岡 洋一/奥山 祐市
10:50 - 11:05	スマートデザイン：人間中心の適応的な「人間・コンピュータ」共創 スマートデザイン 高橋 成雄/西館 陽平
11:05 - 11:20	環境認知と学習に基づく車載型衛星通信装置の診断と最適化 先端的ネットワークング リ ベン/蘇 春華
11:20 - 11:35	大規模言語モデルに基づくマルチエージェントシミュレーションとそのメディア効果推定への応用 データサイエンスとエンジニアリング 橋本 康弘/大藤 健太
11:35 - 12:05	質疑応答
12:05 - 13:00	昼休憩
13:00 - 13:15	サイバーセキュリティとAIの未来：脅威と対策の進化 情報セキュリティ 中村 章人/蘇 春華
13:15 - 13:30	グリーンコンピューティングに基づいた大型交通データに潜む「回復知」の発見 知的交通システム ラゲ ウダイ キラン/サクセナ ディービカー
13:30 - 13:45	大規模言語モデルの助けをもとにしたAIモデルの開発 自動AIシステムデザイン 渡部 有隆/マルコフ コンスタンティン
13:45 - 14:00	光学、人工知能、医療工学の融合とイノベーション 生体情報工学 朱 欣/呂 国偉
14:00 - 14:15	ARC-HPCクラスターにおける最近の研究課題 高性能計算とシミュレーション 中里 直人/浅井 信吉
14:15 - 14:30	ARC-SDUクラスターの活動報告 衛星データの利用 大竹 真紀子/小川 佳子
14:30 - 14:55	質疑応答
14:55 - 15:00	閉会挨拶 会津大学 宇宙情報科学研究センター長 出村 裕英

2)会津 IT 秋フォーラムにおける発表

実施日:2023 年 10 月 27 日

タイトル:月火星箱庭構想

発表者:大竹真紀子, 小川佳子

会津 IT 秋フォーラム 2023

デジタルテクノロジーと地域社会 ～社会実装の最前線、福島県の取り組み～

進化し続けるデジタルテクノロジーの社会実装の場、
会津や浜通りの事例など福島県の取り組み、最先端の事例を紹介します。

「オンライン同時配信」
「どなたでも参加可能」
お申込みはこちらから!!

2023 年 10 月 27 日 (金)
会場 会津大学 開会 13:10

分科会 1

地域発デジタル社会

デジタル田園都市、DX 事例

セッション I
スマートシティ会津若松市の挑戦
～デジタル田園都市国家構想を踏まえた今後の展望～
AICT コンソーシアム 海老原 誠一

セッション II
地域資源を活かす・発信する
～県産印刷教材と
オリンピックレガシー材の活用等を通して～
会津短大 柴崎 恭秀

セッション III
サイバーセキュリティ最前線
会津大学 中村 真人

分科会 2

先端 ICT

AI チップ、ビックデータ、エッジ AI

セッション I
目的特化型 AI チップの開発
会津エビユーティティ研究所 久田雅之
会津大学 Ben ABDALLAH Abderazek

セッション II
ビックデータから AI へ
サンデンリテールシステム 大木 哲秀
立教大学大学院 高柳 真樹
会津エビユーティティ研究所 久田雅之

セッション III
エッジ AI のこれから
会津大学 Ben ABDALLAH Abderazek
斎藤 寛、富岡 洋一
会津エビユーティティ研究所 久田雅之

分科会 3

浜通り

ロボット・宇宙技術、人材育成等

セッション I
ロボットソフトウェア開発と
人材育成
会津大学 成瀬 健太郎、渡部 有隆、原代真

セッション II
先進ロボットの動向と南相馬の
ロボット産業
株式会社クワフシヤ 大西 威一郎

セッション III
月火星箱庭構想
会津大学 大竹真紀子、小川佳子

詳細は会津 IT 秋フォーラム Web ページをご覧ください。 <https://www.ubic-u-aizu.jp/it-forum/>

※お問い合わせ先 会津大学復興創生支援センター TEL 0242-37-2533 / FAX 0242-37-2687 E-mail revitalization-adm@u-aizu.ac.jp

主催: 会津大学・会津産学コンソーシアム (加盟 13 社、3 団体)
後援: 復興庁、東北経済産業局、東北総合通信圏、福島県、福島県教育委員会、会津若松市、喜多方市、福島県市長会、福島県町村会、一般社団法人福島県情報産業協会、福島民報社、福島民友新聞社
協賛: (株)エフコム、会津オリンパス (株)、アルプスアルパイン (株)、会津産学懇話会、(株)JGClue、エンカレッジ・テクノロジー (株)、(株)日本アドシス、(一社)オープンガバメント・コンソーシアム、会津若松フロンティアホテル、(一財)竹田健康財団 竹田綜合病院、(株)会津ラボ、NTT 東日本 福島支店、(株)シンク、(公財)会津地域教育・学術振興財団、会津聯合自動車 (株)、(株)品川通信計装サービス、東北電力 (株)会津若松支社、富士通 Japan (株)、三菱製鋼 (株) 広田製作所、三菱マテリアル (株) 若松製作所、(株)会津コンピュータサイエンス研究所、会津信用金庫、会津電力 (株)、会津土建 (株)、(株)グローバルネットコア、会津三菱自動車販売 (株)、会津若松商工会議所、秋山ユアビス建設 (株)、(株)白木屋漆器店、(株)東邦銀行会津営業部、(株)野尻金屋、花沢技工、(株)アグリス、(株)三橋漆器店、東邦情報システム (株)、(株)グリーン電機会津、(株)住田光学ガラス、(株)大東銀行、シワ産業 (有)、若松ガス (株)、(株)共和電機製作所、(株)JTH 政電、(株)福島県中央計算センター、(有)武蔵製作所、(一社)福島県情報産業協会、(株)BSN アイネット、福島コンピュータシステム (株)、(株)東日本計算センター、(株)福島情報処理センター、富士ソフトサービスビュロ (株)、(株)プリスコラ、(株)タナカ三精、本田屋本店 (有)、(株)メカテック、(株)JFSK、(株)日本デジタル研究所、ネットワークシステムズ (株)。

3)出前講義(郡山高校)

実施日:2023 年 10 月 26 日

発表者:大竹真紀子

4) 栃木航空宇宙懇話会 122 回研修会

実施日:2023 年 11 月 7 日

タイトル:月火星箱庭構想の紹介

発表者:大竹真紀子

5)ARDuC(ロボット事業の産学連携コミュニティ)定例会議

実施日:2023 年 12 月 13 日

タイトル:月火星箱庭構想の目的と現状

発表者:大竹真紀子、出村裕英、成瀬継太郎、小川佳子、本田親寿、山田竜平

6) 7th Global MVA Workshop & Symposium 2023 Kurashiki/Tottori

(https://mva2023.jp/wp-content/uploads/2023/12/mva2023-pg_20231202b.pdf)

実施日:2023 年 12 月 7 日

タイトル: Overview of Moon/Mars Garden (Hakoniwa) Project

発表者:Makiko Ohtake

ii)新聞での取り上げ



3 まとめ

月・火星表面等での活発な探査や有人活動に備え、ハードウェア(HW)を理解した上で最新の SLAM 技術や AI 技術等ソフトウェア(SW)技術を習得した、宇宙開発を情報分野で担う人材の育成を目指す。この目的のため情報系の会津大学と JAXA の宇宙科学研究所が連携し、情報系・宇宙分野横断の『月火星箱庭教育プログラム』を立ち上げた。

今年度はリアルなローバデモ機体の開発と、同機体をバーチャル箱庭内で再現するなどシミュレータとしての機能強化を実施して、教育プログラムとしての利用機材やソフトウェアの充実を図るとともに、教育プログラムの内容へ昨年度の改善点を反映した上で、大学院生向けの PBL(Project Based Learning)授業や学部生向けの体験型授業である「ベンチャー体験工房」において本教育プログラムを利用した。大学院生向けの授業へは、福島ロボットテストフィールドでの 2 日間の実習会を含めた計 8 日間の間に学生 9 名、教員 7 名が参加し、「ベンチャー体験工房」へは学生 4 名が参加した。また、本プログラムを学生・研究者および産業界向けに行なった勉強会(トライアルデイズ)で利用して、のべ 58 名(うちオンサイト参加 46 名、オンライン参加 12 名;のべ 30 名が産業界から、また会津大の本プログラム実施側メンバを除いた参加者としてのべ 46 名)が参加した。さらに、これらの実習会等を通して次年度に向けた教育プログラムとしての改善点フィードバックを得るなど、年度当初に予定していた成果を十分にあげることができた。

4 添付資料

学生・研究者および産業界向けに行なった勉強会(トライアルデイズ)のアナウンスファイル

会津大学・月火星箱庭構想によるローバ走行トライアル Days (参加・見学会)のお知らせ

1. 概要

会津大学では、今後の月や火星探査で用いるローバなどロボットの走行や遠隔制御等の性能評価に役立つ走行シミュレーターや遠隔制御システム等の開発、また探査ロボット取得データの処理アルゴリズムの研究、それら開発と研究機会を通じた人材育成や、新しい産業界とのコラボレーションを創出する目的で、「月火星箱庭構想」を進めています。この度、この構想に基づく活動の一環として、福島ロボットテストフィールド (RTF) にて、これまでの我々の活動を紹介し、開発中の走行シミュレーターや遠隔制御システムを体験するトライアル Daysを開催します。興味を持っていただける方のご参加をお待ちしています。学生を含む研究関係者、企業からの参加共に可能です。参加費用はかかりません（交通・宿泊等費用は各自でご負担ください。なお学生の方には旅費の助成が可能な場合があります。希望される方は、入力フォームに希望を入力ください。）。人数把握のため、ご参加いただける方は以下のフォームから入力をお願いします。

なお、今回のイベントの一部は日本惑星科学会の月惑星探査育英会との共同イベントとして実施します。

2. 参加形態

見学のみでも、各自でローバを持ち込んでの走行も可能、また一部オンラインでの参加も可能です（オンライン配信は会議室の模様と、屋外の走行路でのデモンストレーションの冒頭 30 分程度を想定）。接続情報はフォームにオンライン参加希望をいただいた方にお送りします。

3. 開催日

2024/02/29 と 03/01 の 2 日間（イベントは同じ内容で 2 日間実施予定です。片方のみ、または両日の参加も可能です。）

4. アジェンダ

2024/02/29 11:00-12:00 各自集合@ロボットテストフィールド
12:00-12:20 会津大学による月火星箱庭構想の紹介@会議室
12:20-12:40 トライアルデイの目的・注意事項説明@会議室
12:40-13:00 走行路への移動, セッティング
13:00-13:40 走行路での会津大によるデモンストレーション
13:40-16:00 (予定) 自由走行
16:00-16:30 まとめ・討論など
17:00 解散

2024/03/01 9:00-12:00 各自集合@ロボットテストフィールド
(2日間参加の方は, 午前中に自由走行など実施や RTF 見学が可能)
12:00 以降は前日と同じ

* アジェンダは天候等の理由により変更になる可能性があります.

5. 参加希望入力フォーム <https://forms.gle/wAiCx4hMf4GW89QN9>

6. 走行ルートの情報

走行ルートは RTF 内に設置された 15 度および 30 度の傾斜のある土壌 (不整地) 表面, およびその周辺の平坦地 (不整地) となります. ローバを持ち込まれる方は, 舗装された路面ではない点, ご留意ください. また, ローバの持ち込みに際しては RTF へのローバのサイズ, 仕様など情報をインプットいただく必要があります. その点もご理解をお願いいたします.

7. 当日の注意点

・屋外での見学があり, 冬季の実施となりますので, 暖かく作業に適した服装でご参加ください. 屋外ではヘルメットを着用いただきます. ご自身でお持ちいただくか, もしくは RTF から借りることも可能です.

・RTF は南相馬と浪江町に施設がありますが, 今回イベントを実施するのは南相馬の施設です.

8. 本イベントは以下の事業・活動の一環として実施しています

- ・ 文科省宇宙航空科学技術推進委託費
- ・ 福島県産学連携宇宙研究開発支援事業費補助金事業
- ・ 月惑星探査アーカイブサイエンス拠点
- ・ 日本惑星科学会／月惑星探査育英会

9. その他

- ・ RTF へのアクセス：RTF の Web ページを参考ください
<https://www.fipo.or.jp/robot/>
- ・ JR 最寄り駅からのバス時刻表
https://touhoku-access.com/route_fukushima.php
- ・ 走行エリア（RTF 土砂傾斜エリア）の写真
<https://www.fipo.or.jp/robot/news/topics/post-11455>

10. 問い合わせ先

会津大学 復興創生支援センター 先端 ICT ラボ(LICTiA)

学会等発表実績

委託業務題目「令和 5 年度地球観測技術等調査研究委託事業「月火星箱庭教育プログラムによる宇宙情報系人材の育成基盤構築」」

機関名 会津大学(受託機関)

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
衛星データ利用クラスター活動紹介(口頭)	大竹真紀子、 小川佳子、 RAGE Uday Kiran	会津大学学際研究フォーラム	2023 年 10 月 2 日	国内
月火星箱庭構想(口頭)	大竹真紀子、 小川佳子	会津 IT 秋フォーラム	2023 年 10 月 27 日	国内
Overview of Moon/Mars Garden (Hakoniwa) Project (口頭)	Makiko Ohtake	7th Global MVA Workshop & Symposium 2023 Kurashiki/Tottori	2023 年 12 月 7 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

(注)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。