

令和 5 年度地球観測技術等調査研究委託事業
「高大連携宇宙 AI コンペティションを通じた
「インテリジェント宇宙機」開発人材の育成」
委託業務成果報告書

令和 6 年 5 月
金沢大学

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、金沢大学が実施した令和5年度「高大連携宇宙 AI コンペティションを通した「インテリジェント宇宙機」開発人材の育成」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.....	4
2.1	高大連携宇宙 AI コンペティションでの人材発掘・育成.....	4
2.1.1	コンペティション開催(自動採点・リーダーボードシステム構築・保守).....	4
2.1.2	コンペティション開催(コンペティション課題設計・開催・提出課題評価・表彰関連業務).....	8
2.1.3	特別講義(宇宙・AI)・技術指導.....	18
2.2	オンボード AI を搭載する「AI 教育用衛星システム」の開発実習.....	23
2.2.1	衛星システム開発実習.....	23
2.2.2	オンボード AI-OBC 開発実習.....	24
2.3	自発的な研究活動等.....	25
3	まとめ.....	26
4	添付資料.....	27

1 はじめに

1.1 委託業務の目的

本業務の目的は、来る Society 5.0 時代における宇宙機運用の形として「オンボード AI による自律運用」をテーマに挙げ、それを実現するための技術を備えた人材を「高大連携宇宙 AI コンペティション」によって発掘・育成することである。大学や民間による超小型衛星開発や衛星コンステレーション実現の動向を踏まえると、マンパワーに頼った古来の衛星運用の形態にはいずれ限界が訪れる可能性がある。人工知能(AI)は、衛星運用が抱えるこれらの課題を解決する手段となり得るが、宇宙科学の難解さや専門性の高さに加え、衛星運用・観測データのオープン化が遅れていることから、AI 技術の応用先としては黎明期である。本業務では、金沢大学が所有する過去 30 年間分の衛星運用・観測データを活用したコンペティションを開催し、情報分野を得意とする高校生～大学院生から潜在的な宇宙 AI 人材を発掘する。また、大学院生による「AI 教育用衛星システム」の開発と連動することで、自身のモデルで宇宙機を制御する経験を通し、宇宙への興味と関心を引き出す。

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。

①高大連携宇宙 AI コンペティションでの人材発掘・育成

a. コンペティション開催

大学生・高専生・高校生を対象として、金沢大学が提供する宇宙ビッグデータを用いた「高大連携宇宙 AI コンペティション」を開催する。学期休み期間を中心に、オンラインツール等を活用した定期活動を通して、共通課題（現象分類・知識発見）を低コストかつ高精度に解決する AI モデルを実現する。純粋な競争心のみで性能向上を目指す課題設定とすることで、宇宙への敷居を下げて潜在的宇宙 AI 人材を発掘する。宇宙工学を専門とする大学院生（金沢大学宇宙理工学コース）をアドバイザーとして配置し、宇宙への AI 応用を円滑に実現する。3 グループ以上の参加者を集め、前年度に整備した解析環境を用いて、共通課題を解決する AI モデルをグループ毎に提案する。提案された AI モデルの処理速度・処理精度を指標として、コンペティションの順位付けを行う。参加者には、教育効果を測る項目について事前・事後のアンケート調査を実施する。

b. 特別講義(宇宙・AI)・技術指導

コンペティションの前後に、人工知能を専門とする福井大学および石川高専の研究者による特別講義および技術指導を行う。

②オンボード AI を搭載する「AI 教育用衛星システム」の開発実習

a. 衛星システム開発実習

オンボード AI を実現する AI-OBC の動作試験・評価を行うための、衛星システム試験環境の開発を、金沢大学の大学院生を中心として行う。AI-OBC を模擬した小型コンピュータを中枢として、オンボード AI の入力データ源となり得る観測装置やカメラ等の入力デバイス、バス部機能に関わるセンサ類等を接続し、機器間通信等の確

認試験を行う。組立から機能試験までの実施計画を立案し、進捗管理、結果の取りまとめを、年度を通して計画的に遂行する能力を身に着ける。

b. オンボード AI-OBC 開発実習

オンボード AI を動作させるハードウェアとして「動的再構成プロセッサ(DRP)」を搭載したオンボードコンピュータ(AI-OBC)を、協力企業との共同研究を通じて製作する。製作にあたっては、研究代表者と宇宙機組込みシステムの共同開発経験がある宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所(JAXA/ISAS) 高島健教授との連携を図る。大学院生が主体的に協力企業・機関とのやり取りに携わることで、AI ハードウェア開発を通じた機器開発の機会を提供する。

③自発的な研究活動等

自発的な研究活動等に関する実施方針に基づき、所属機関が認めた範囲で自発的な研究活動等を推進する。

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。

①高大連携宇宙 AI コンペティションでの人材発掘・育成

a. コンペティション開催

大学生・高専生・高校生を対象として、金沢大学が提供する宇宙ビッグデータを用いた「高大連携宇宙 AI コンペティション」を 2 回開催した。独自に構築した学習ポータルサイト上での自主的学習を通して、参加者は地球観測衛星データや宇宙環境計測データを題材とした共通課題(現象分類・知識発見)を低コストかつ高精度に解決する AI モデルを作り上げ、その性能を競った。学習ポータル上に整備されたリーダーボードでリアルタイムに他者とスコアを競い合い、競争心を掻き立てる課題設定とすることで、難解と思われがちな宇宙ビッグデータに自然と触れ合う工夫をし、潜在的宇宙 AI 人材を発掘した。また、宇宙工学を専門とする大学院生(金沢大学大学院自然科学研究科電子情報通信学専攻)をコンペティションのアドバイザーとして配置し、宇宙への AI 応用を円滑に実現した。コンペティションではのべ 148 名(第 1 回コンペティション: 68 名、第 2 回コンペティション: 80 名)の参加者を集め、令和 4 年度に整備した解析環境を用いて、各参加者が共通課題を解決する独自の AI モデルを提案した。提案された AI モデルの処理速度・処理精度を指標として、コンペティションの順位付けを行った。参加者には、教育効果を測る項目について事前・事後のアンケート調査を実施した。

b. 特別講義(宇宙・AI)・技術指導

コンペティションの前後に、人工知能を専門とする福井大学および石川高専の研究者による特別講義および技術指導を行った。

②オンボード AI を搭載する「AI 教育用衛星システム」の開発実習

a. 衛星システム開発実習

オンボード AI を実現するオンボードコンピュータ(AI-OBC)の動作試験・評価を行うための、衛星システム試験環境の開発を、金沢大学の大学院生および学類生が行った。AI-OBC を模擬した小型コンピュータを中枢として、

オンボード AI の入力データ源となり得るデバイス(模擬観測装置およびカメラ)、バス部機能に関わるセンサ類を接続し、機器間通信とセンサデータ取得の確認試験を行った。開発実習を通じて組立から機能試験までの実施計画を立案し、進捗管理、結果の取りまとめを、年度を通して計画的に遂行する能力を金沢大学の大学院生および学類生に身に着けさせた。

b. オンボード AI-OBC 開発実習

オンボード AI を動作させるハードウェアとして「動的再構成プロセッサ(DRP)」を搭載した AI-OBC を、株式会社シマフジ電機との共同研究を通じて製作した。製作にあたっては、研究代表者と宇宙機組込みシステムの共同開発経験がある宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所(JAXA/ISAS) 高島健教授との連携を図った。大学院生に主体的に協力企業・機関(株式会社シマフジ電機および宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)とのやり取りに携わせることで、AI ハードウェア開発を通じた機器開発の機会を提供した。

③自発的な研究活動等

自発的な研究活動等に関する実施方針に基づき、所属機関が認めた範囲で自発的な研究活動等を推進した。

2 実施内容

本研究チームを構成するメンバは、科学衛星を用いた宇宙からの多種多様な観測や、地上に設置した光学装置等によるリモートセンシングなどを、30 年以上に渡って実施してきた。本研究課題では、これらの宇宙ビッグデータを活用したデータ解析ワークショップおよびコンペティションの開催を通じて宇宙ビッグデータを活用できる人材の育成を目指すとともに、オンボード AI 推論を実現するための次世代オンボードコンピュータ(AI-OBC)の開発を大学生・大学院生と共に行い、将来の超小型衛星ミッションのインテリジェント化に貢献する。本委託業務の実施スケジュール(実績)を表 1 に示し、個々の実施項目について 2.1 および 2.2 で述べる。

表 1 本委託業務の実施スケジュール(実績)

実施項目	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
令和 5 年度												
① 高大連携宇宙 AI コンペティションでの人材発掘・育成 (2.1)												
a. コンペティション開催 (2.1.1)												
自動採点・リーダーボードシステム構築	↔											
自動採点・リーダーボードシステム保守		←										→
第 1 回コンペティション課題設計	↔											
第 1 回コンペティション開催		↔										
第 1 回提出課題評価・表彰関連業務			↔									
第 2 回コンペティション課題設計							↔					
第 2 回コンペティション開催									↔			
第 2 回提出課題評価・表彰関連業務											↔	
Web ページ保守	←											→
b. 特別講義(宇宙・AI)・技術指導 (2.1.2)												
AI-STEP 特別講義開講	←								●		↔	→
技術指導実施		↔								↔		
② オンボード AI を搭載する「AI 教育用衛星システム」の開発実習 (2.2)												
a. 衛星システム開発実習 (2.2.1)												
衛星システム開発環境整備	↔											
衛星システム開発		↔										
衛星システム評価					↔							
b. オンボード AI-OBC 開発実習 (2.2.2)												
AI-OBC の製作							↔					
AI-OBC の動作試験											↔	→

2.1 高大連携宇宙 AI コンペティションでの人材発掘・育成

2.1.1 コンペティション開催(自動採点・リーダーボードシステム構築・保守)

ここでは、地球観測衛星データや宇宙環境計測データを題材とした共通課題(現象分類・知識発見)を低コストかつ高精度に解決する AI モデルを作り上げ、その性能を競う「AI-STEP コンペティション」の開催と、それに伴うシステム構築・保守・課題設計・提出課題評価・表彰関連業務・Web ページ保守の作業を行った。学習ポータル上に整備されたリーダーボードでリアルタイムに他者とスコアを競い合うことを目指し、学習ポータルサイト「AI-STEP Portal」(図 1)内にスコア投稿システム(図 3)、スコア自動採点システムおよびリーダーボードシステ

ム(図 3)を構築した。本システムは令和 5 年 4 月末までに全機能の稼働を開始し、同年 5 月以降の AI-STEP コンペティション開催に供した。同システムは金沢大学内に設置した Web サーバで稼働させ、サービス開始後は、定期的に発生するメンテナンス作業や障害対応等の保守を実施し、安定的なサービス提供に努めた。また、広報用に設置した Web ページの更新作業を実施した。令和 5 年度の AI-STEP Portal にユーザー登録された人数は、国内外 24 の教育機関から計 201 名(スタッフ・引率教員等は除く)であった。令和 4 年 12 月のサービス開始以降、AI-STEP Portal へユーザー登録された延べ人数は 331 名(スタッフ・引率教員等は除く)となった。参加者の内訳は表 2 に示す。

また、オンライン開催する AI-STEP コンペティションにおいて、講師が円滑に技術指導を行う仕組みとして、AI-STEP Portal 内に質問・相談コーナーを設置し、全ての参加者が遠隔で講師や大学院生アドバイザーに質問できる体制を整えた(図 4)。

表 2 AI-STEP Portal の登録者内訳(令和 5 年度末時点)

学年	令和 4 年度 登録人数(名)	令和 5 年度 登録人数(名)	延べ 登録人数(名)
高校・高専本科 1 年	37	28	65
高校・高専本科 2 年	22	25	47
高校・高専本科 3 年	6	6	12
大学 1 年・高専本科 4 年	5	14	19
大学 2 年・高専本科 5 年	7	16	23
大学 3 年・高専専攻科 1 年	35	33	68
大学 4 年・高専専攻科 2 年	8	10	18
大学院 修士課程(博士前期課程) 1 年	5	9	14
大学院 修士課程(博士前期課程) 2 年	3	7	10
大学院 博士課程(博士後期課程) 1 年	1	0	1
大学院 博士課程(博士後期課程) 2 年	1	1	2
大学院 博士課程(博士後期課程) 3 年	0	1	1
その他・未回答	0	51	51
計	130	201	331



図 1 AI-STEP Portal のトップページ



図 2 AI-STEP コンペティション 課題提出画面

全体ランキング			
順位	ニックネーム	スコア (%)	提出日時
1		62.462	2024-01-31 17:31:50
2		59.856	2024-01-31 21:01:27
3		59.551	2024-01-30 17:13:21
4		59.446	2024-01-31 18:48:10
5		59.095	2024-01-31 16:30:24
6		58.620	2023-12-10 16:10:50

図 3 AI-STEP コンペティション リーダーボード



図 4 AI-STEP コンペティション 質問・相談コーナー

2.1.2 コンペティション開催(コンペティション課題設計・開催・提出課題評価・表彰関連業務)

本コンペティションの開催に先立ち、参加者数の拡大を狙って、県下のスーパーサイエンスハイスクールや、隣県の高校・高等専門学校を会場とする説明会を開催した(福井工業高等専門学校、石川県立七尾高等学校、金沢大学附属高等学校、金沢泉丘高等学校、福井県立高志高等学校の計 5 会場)。

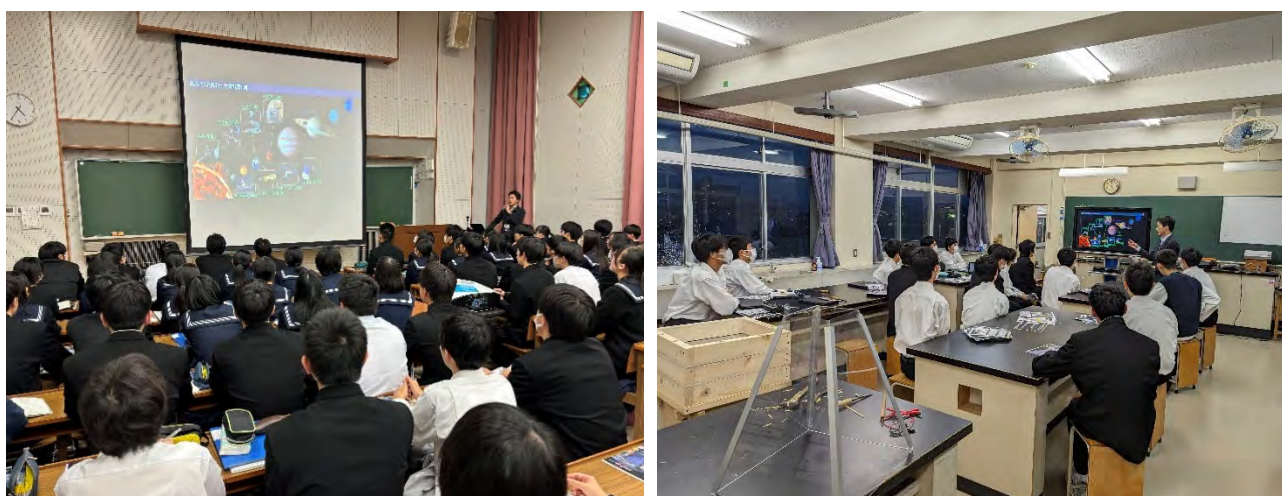


図 5 AI-STEP コンペティション説明会の様子(左:石川県立七尾高校、右:福井県立高志高校)

第 1 回 AI-STEP コンペティションの課題として、南極昭和基地に設置されたオーロラ全天カメラによって撮影された画像の分類タスクを設定した。分類方法は、オーロラが観測された画像(クラス: Aurora)、視野内の大部分を雲が占める画像(クラス: Cloud)、快晴の視野内にオーロラを認めない画像(クラス: Clear sky)、視野内にオーロラを認めず天の川が確認できる画像(クラス: Milky way)の 4 クラスとした。国立極地研究所の協力により、オープンデータとして公開されている全天カラー画像 3328 枚を目視により事前分類し、参加者に公開した。このうち 1200 枚(各クラス 300 枚)を学習用データセットとして、ラベルデータとともに参加者に公開し、残りの 2128 枚を未分類データセットとして、ラベルデータを伴わない形式で公開した。参加者は学習用データセットを用いて独自の AI モデルを作成・訓練し、未分類データセットの分類に挑戦してその結果を AI-STEP Portal から提出する形式とした。AI-STEP Portal では、2.1.1 で構築した自動採点システムによる自動採点を行い、同じく 2.1.1 で構築したリーダーボードシステムに即時参加者自身のスコアと順位が反映されるよう設計した。オリジナルの画像データ(図 6)は高解像度カラー画像であるが、課題の難易度を上げて参加者間の競争を活発化させることを狙い、オリジナル画像を 128 x 128 ピクセルのグレースケール画像に縮小した画像(図 7)を本コンペティションで用いることとした。

上記の共通課題を用いた「第 1 回 AI-STEP コンペティション」を、令和 5 年 5 月から約 1 か月間に渡って開催し、期間中に 68 名の参加者を集めた(表 3)。参加者は上記の共通課題を低コストかつ高精度に解決する AI モデルを作り上げ、その性能を競った。学習ポータル上に整備されたリーダーボードでリアルタイムに他者とスコアを競い合い、競争心を掻き立てる課題設定とすることで、難解と思われがちな宇宙ビッグデータに自然と触れ合う工夫を促進した。また宇宙工学を専門とする大学院生 5 名(金沢大学大学院自然科学研究科電子情報通信学専攻)をコンペティションのアドバイザーとして配置し、AI-STEP Portal 内の質問・相談コーナー内で参加者からの質問に対応するなど、宇宙への AI 応用を円滑に実現した。参加者が達成した分類スコアと、AI モデルの工夫内容を評価し、14 名(最優秀賞 1 名、優秀賞 1 名、特別賞 2 名、奨励賞 2 名、準奨励賞 4 名、入選 4 名)に表彰状を授与した(表 4)。

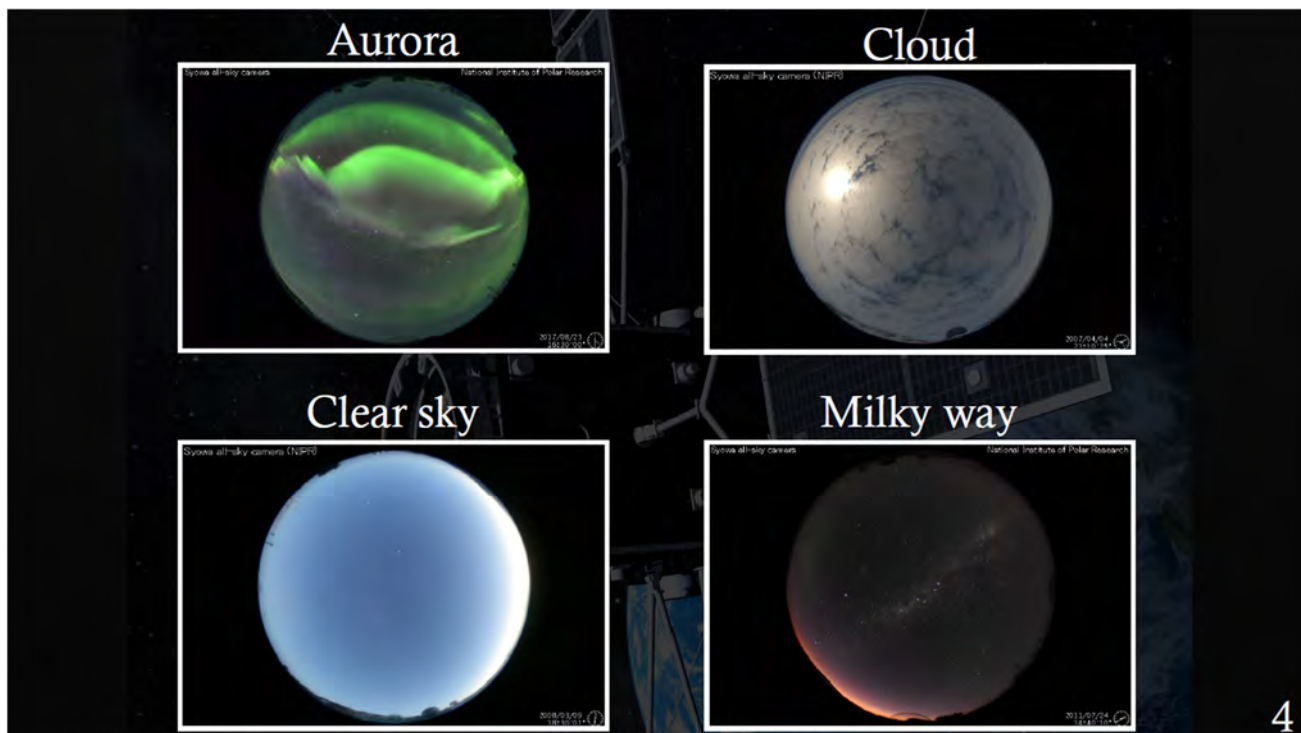


図 6 第 1 回 AI-STEP コンペティション課題(オリジナルデータの解説)

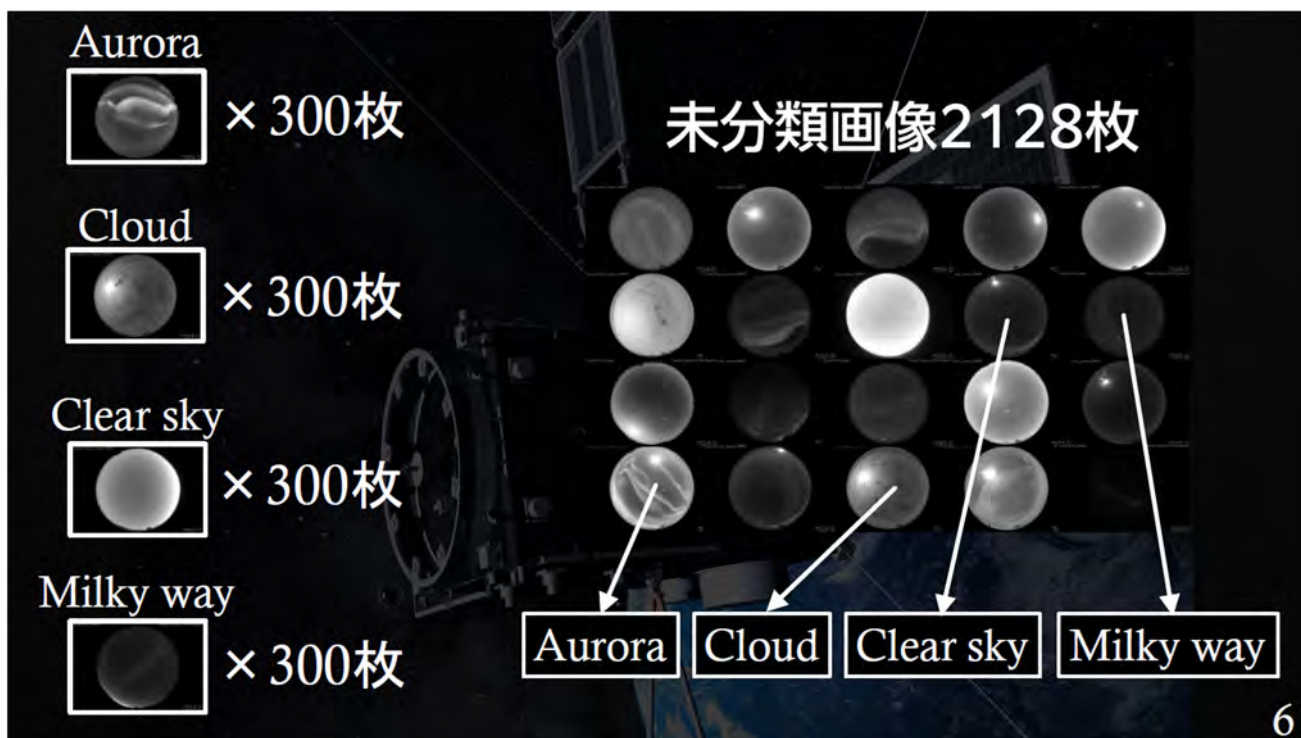


図 7 第 1 回 AI-STEP コンペティション課題(分類方法の解説)

表 3 第 1 回 AI-STEP コンペティション参加者の内訳

学年	参加者数(名)	令和 5 年度 AI-STEP Portal 登録者数 に占める割合
高校・高専本科 1 年	29	1.04
高校・高専本科 2 年	18	0.72
高校・高専本科 3 年	6	1.00
大学 1 年・高専本科 4 年	1	0.07
大学 2 年・高専本科 5 年	3	0.19
大学 3 年・高専専攻科 1 年	4	0.12
大学 4 年・高専専攻科 2 年	3	0.30
大学院 修士課程(博士前期課程) 1 年	0	0.00
大学院 修士課程(博士前期課程) 2 年	1	0.14
大学院 博士課程(博士後期課程) 1 年	0	0.00
大学院 博士課程(博士後期課程) 2 年	0	0.00
大学院 博士課程(博士後期課程) 3 年	0	0.00
その他	3	0.06
計	68	0.34

表 4 第 1 回 AI-STEP コンペティション表彰者一覧

賞	受賞者
最優秀賞	Z 高校 1 年
優秀賞	F 大学 3 年
特別賞	I 高専本科 3 年
特別賞	K 高校 1 年
奨励賞	I 高専本科 2 年
奨励賞	K 高校 2 年
準奨励賞	K 高校 1 年
準奨励賞	F 大学 3 年
準奨励賞	K 大学 4 年
準奨励賞	S 高校 2 年
入選	I 高専本科 5 年
入選	K 高校 1 年
入選	Z 高校 1 年
入選	Z 高校 1 年

続いて第 2 回 AI-STEP コンペティションの課題として、だいち (ALOS) で撮影された多波長合成画像データを分析して、石川県の土地利用土地被覆図の再現度を競う課題を設定した。学習には、福井県の多波長合成画像データを 32 x 32 pixel でグリッド化した画像(約 44000 枚)と、各画像について土地利用土地被覆図に基づいてラベリングしたラベルデータを用意した。ラベルは「裸地 (bare)」「人工構造物 (built-up)」「耕作地 (cropland)」「森林 (forest)」「草原 (grassland)」「水田 (paddy field)」「海 (water bodies)」の 7 種類とし、本来の土地利用土地被覆図で詳細に分類されている針葉樹林や広葉樹林等のクラスは、課題設定の簡素化のために森林のクラスにまとめるなどの工夫を行った。また、7 種類のクラス間で学習データ数を不均衡とすることで、不均衡データセットに対して効果的な訓練方法を、参加者自身が工夫することを狙った。石川県の土地利用土地被覆図の再現には、だいちで撮影された多波長合成画像データを 32 x 32 pixel でグリッド化した画像(約 41000 枚)を用いた。第 1 回 AI-STEP コンペティションと同様に、参加者は学習用データセットを用いて独自の AI モデルを作成・訓練し、未分類データセットの分類に挑戦してその結果を AI-STEP Portal から提出する形式とした。

上記の共通課題を用いた「第 2 回 AI-STEP コンペティション」を、令和 5 年 12 月から約 2 か月間に渡って開催し、期間中に 80 名の参加者を集めた(表 5)。参加者は上記の共通課題を低コストかつ高精度に解決する AI モデルを作り上げ、その性能を競った。参加者が慣れ親しんだ土地の土地利用を解明する課題であることから、市街地や河川の広がりなどが AI によって明らかにする過程を自ら体験し、AI 実装と社会への活用例を学んだ。第 1 回 AI-STEP コンペティションと同様に、宇宙工学を専門とする大学生および大学院生計 4 名(金沢大学理工学域電子情報通信学類・大学院自然科学研究科電子情報通信学専攻)をコンペティションのアドバイザとして配置し、AI-STEP Portal 内の質問・相談コーナー内で参加者からの質問に対応するなど、宇宙への AI 応用を円滑に実現した。参加者が達成した分類スコアと、AI モデルの工夫内容を評価し、14 名(最優秀賞 1 名、優秀賞 1 名、特別賞 2 名、奨励賞 2 名、準奨励賞 4 名、入選 4 名)に表彰状を授与した(表 6)。

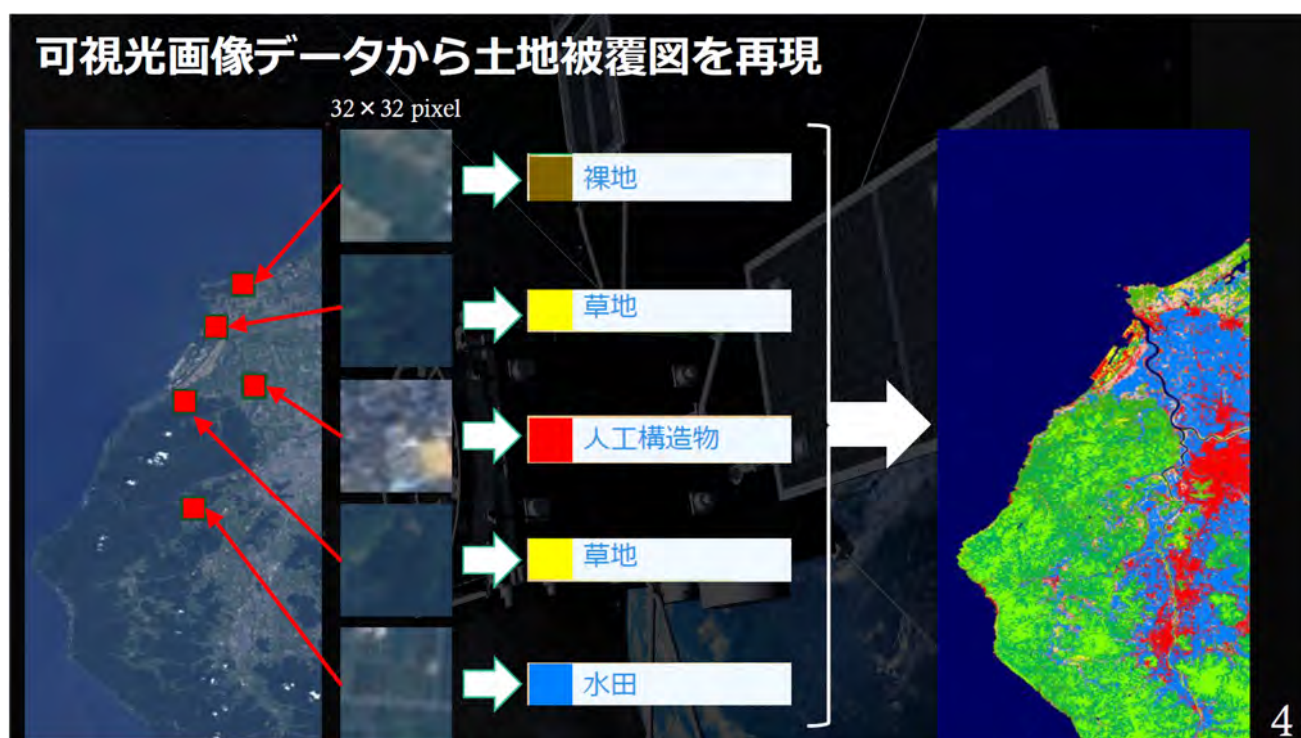


図 8 第 2 回 AI-STEP コンペティション課題(土地利用土地被覆図の解説)

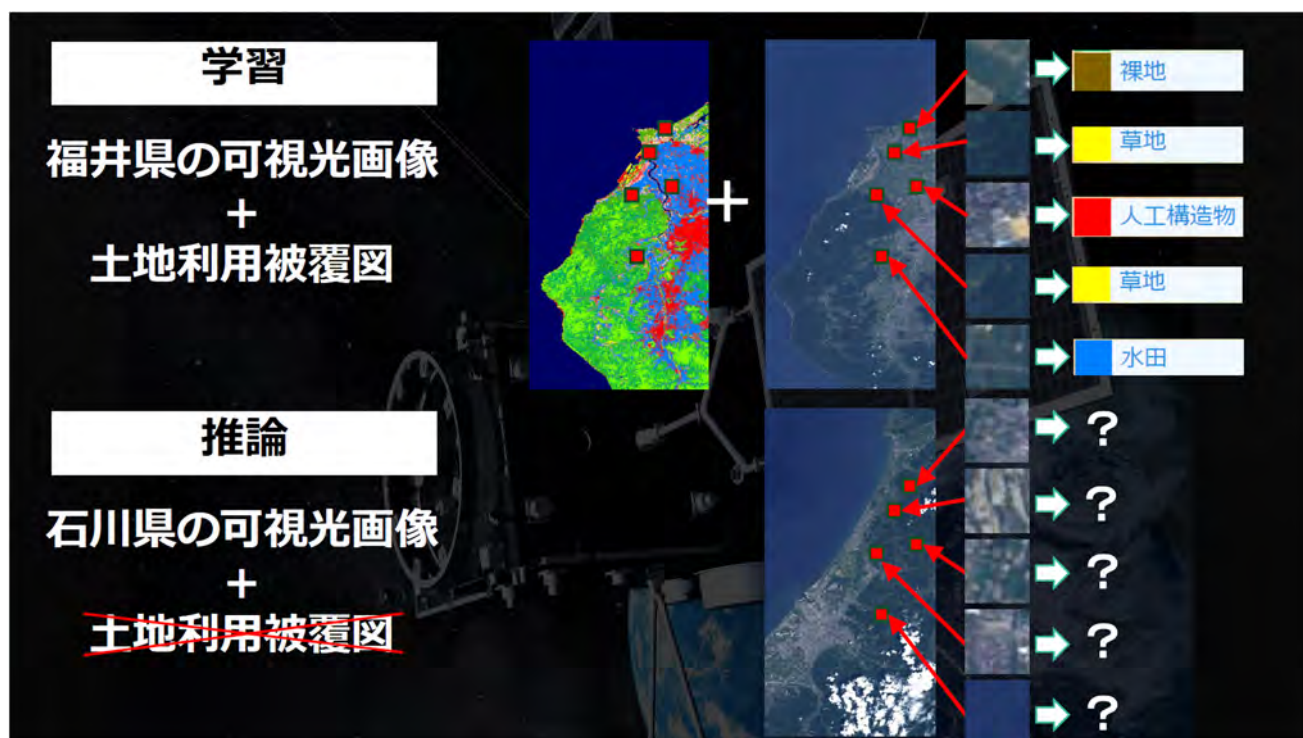


図 9 第 2 回 AI-STEP コンペティション説明(趣旨説明)

表 5 第 2 回 AI-STEP コンペティション参加者の内訳

学年	参加者数(名)	令和 5 年度 AI-STEP Portal 登録者数 に占める割合
高校・高専本科 1 年	18	0.64
高校・高専本科 2 年	18	0.72
高校・高専本科 3 年	5	0.83
大学 1 年・高専本科 4 年	8	0.57
大学 2 年・高専本科 5 年	9	0.56
大学 3 年・高専専攻科 1 年	11	0.33
大学 4 年・高専専攻科 2 年	2	0.20
大学院 修士課程(博士前期課程) 1 年	2	0.22
大学院 修士課程(博士前期課程) 2 年	3	0.43
大学院 博士課程(博士後期課程) 1 年	0	0.00
大学院 博士課程(博士後期課程) 2 年	0	0.00
大学院 博士課程(博士後期課程) 3 年	0	0.00
その他	4	0.08
計	80	0.40

表 6 第 2 回 AI-STEP コンペティション表彰者一覧

賞	受賞者
最優秀賞	F 大学 4 年
優秀賞	F' 大学 1 年
特別賞	I 高専本科 3 年
特別賞	Z 高校 1 年
奨励賞	K 高校 2 年
奨励賞	K 大学 1 年
準奨励賞	F 大学 4 年
準奨励賞	K 高校 1 年
準奨励賞	I 高専本科 5 年
準奨励賞	I 高専本科 4 年
入選	N 高校 2 年
入選	F 高専本科 1 年
入選	N 高校 2 年
入選	K 高校 1 年

各回の AI-STEP コンペティション参加者に対して、参加前後に興味や理解度を測るアンケート調査を実施し、コンペティション参加による教育効果を評価した。図 10 は、コンペティション参加前後に実施した AI モデリングに対する興味の度合いを測るアンケート結果(抜粋)であり、5 段階評価で下位から順に 1-5 点で数値化し平均値を求めた結果を表 7 に示す。AI-STEP コンペティションに参加する意思があることから、参加前の時点で既に AI に対する興味や自身で AI を作ることに強い意欲が現れているが、コンペティション参加後にはそれらの傾向がさらに強まり、本事業が宇宙 AI 人材の発掘と教育の両面で効果的に働いていることが示された。図 11 は AI および宇宙技術に対する理解度についてのアンケート調査の結果(抜粋)であり、5 段階評価で下位から順に 1-5 点で数値化し平均値を求めた結果を表 8 に示す。ここから全項目の結果が有意に向上しており、AI の仕組みや応用に関する理解度(Q3、Q4、Q5)の大幅な向上が認められることに加え、特に宇宙ビッグデータを対象とした AI モデルの構築に関する理解度の向上が顕著であることが認められる。これは本事業が宇宙ビッグデータに特化した AI モデリングの教育を目指し、参加者がその特徴を理解して自らの手で AI-STEP コンペティションを勝ち抜く AI モデルを立案する指導方式が効果的であったことを示唆する。また図 12 は AI-STEP コンペティション開催に際しての本事業で製作・公開した講義資料や、AI-STEP コンペティションの課題・演習内容に関するアンケート結果である。97%の受講者から「やや良い(5 段階中の 4)」または「良い(5 段階中の 5)」の回答が得られ、また 64%の受講者から AI-STEP コンペティションのレベル設定が「適切(5 段階中の 3)」であるとの回答が得られた。特に講義内容が「難しい(5 段階中の 1)」と回答した受講者はわずか 3%であり、初学者でも障壁無く宇宙ビッグデータを用いた AI モデリングに取り組めることを目指した本取り組みが期待通りの結果を示したことが分かる。

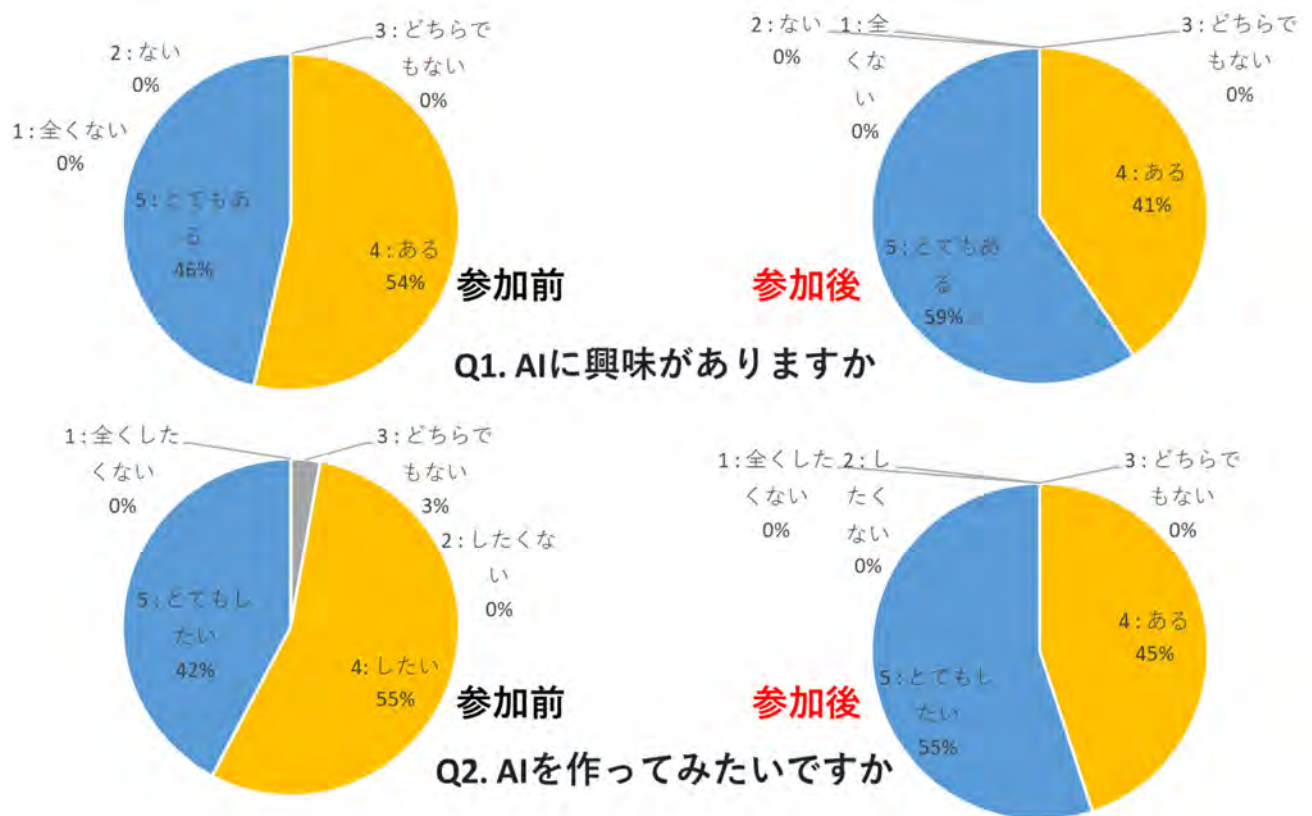


図 10 AI-STEP コンペティション参加前後での AI に対する興味の変化 (N = 148)

表 7 AI に対する興味の変化に関するアンケート結果の平均値 (AI-STEP コンペティション参加前後)

調査項目	参加前 平均値 (N = 148)	参加後 平均値 (N = 148)
Q1. AIに興味がありますか	4.46	4.59
Q2. AIを作ってみたいですか	4.39	4.55

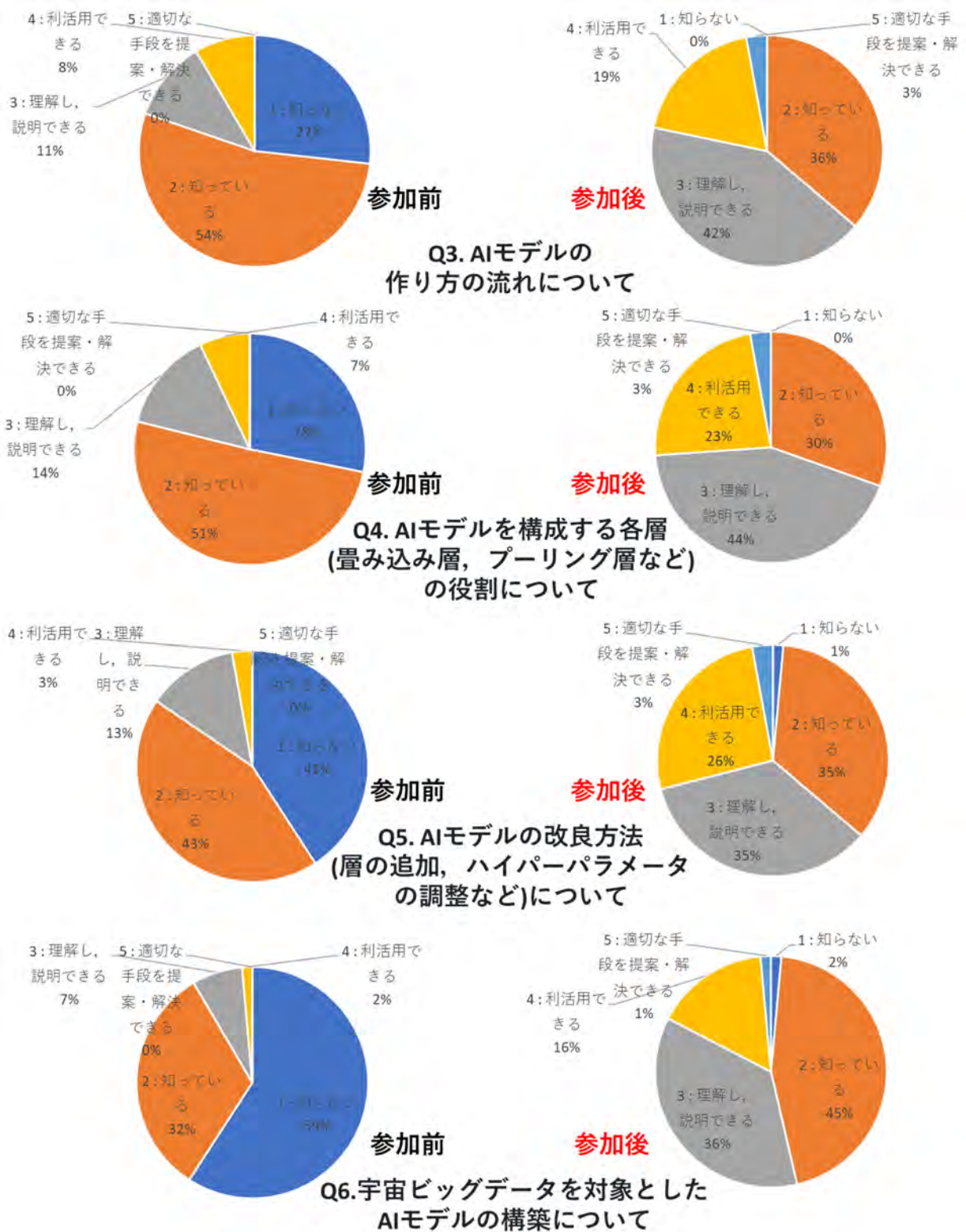


図 11 AI-STEP コンペティション参加前後での理解度の変化 (N = 148)

表 8 AI に対する理解度の変化に関するアンケート結果の平均値 (AI-STEP コンペティション参加前後)

調査項目	参加前 平均値 (N = 148)	参加後 平均値 (N = 148)
Q3. AI モデルの作り方の流れについて	2.01	2.88
Q4. AI モデルを構成する各層(畳み込み層、プーリング層など)の役割について	2.00	2.99
Q5. AI モデルの改良方法 (層の追加、ハイパーパラメータの調整など)について	1.77	2.94
Q6. 宇宙ビッグデータを対象とした AI モデルの構築について	1.51	2.71

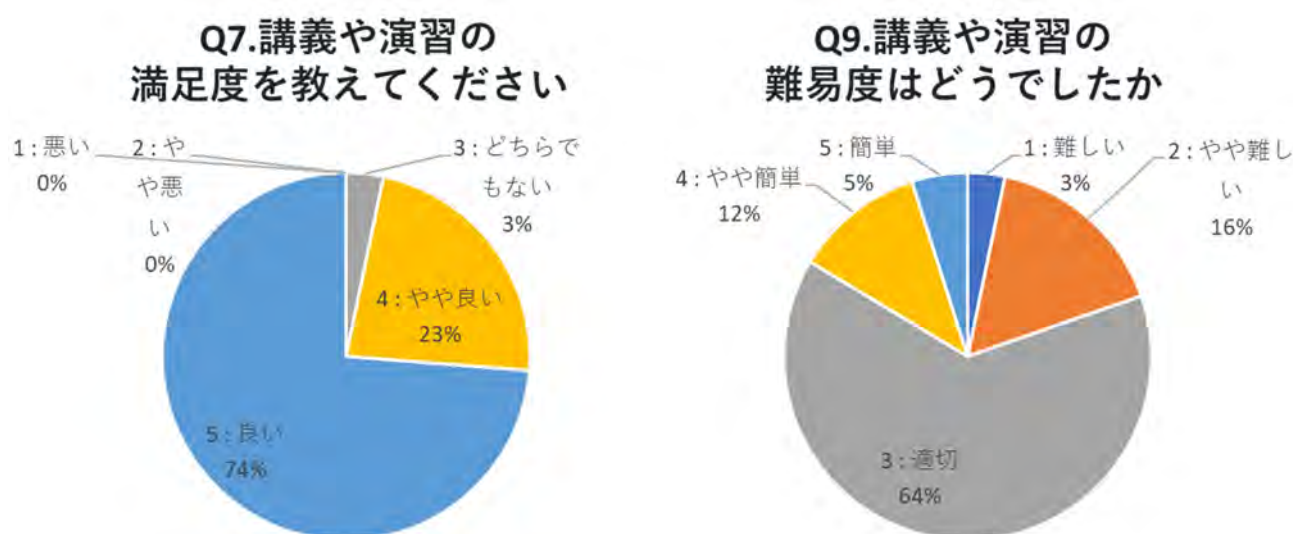


図 12 AI-STEP コンペティションの満足度と難易度に関する調査結果 (N = 148)

各回の AI-STEP コンペティション実施後に、自由記述形式で受講者の感想を収集した。以下はその抜粋であり、参加者の AI や宇宙技術・宇宙利用に関する興味の引き出しやさらなる探求を後押しする効果が得られたと考えられる。

- AI を作るという変に難しく考えてしまっていたが、今回の講義を通して AI に対する興味を深め、自分の手の届く範囲にあることを実感し、また AI に関する何かに取り組んでみたいと思えた。
- 土地利用の判別を AI でやってみて、具体的に AI がどのように役立っているのか実感できて楽しかったです。
- とても楽しくて、AI が少しだけ身近な存在になりました。ありがとうございました。
- コンペティションを通じて競い合いながら AI の使い方に慣れていくので、とてもいい取り組みだと思った。自分自身も楽しみながら AI を使い慣れるのでとても助かる。
- とても有意義な時間になりました。宇宙工学について興味を持つ良い機会となりました。本当に楽しかったです。ありがとうございました。

2.1.3 特別講義(宇宙・AI)・技術指導

AI-STEP コンペティション参加への参加を促進するため、令和 4 年度事業で開発したオンデマンド学習教材 4 編(AI-STEP 導入編:約 7 分、宇宙編:約 40 分、AI 編第 1 回:約 52 分、AI 編第 2 回:約 62 分)を用いて、AI-STEP Portal 内で特別講義を開講した。また、AI-STEP コンペティションへの接続性を考慮して、令和 4 年度に引き続き第 3 回 AI-STEP ワークショップ(12 月 10 日、金沢会場、図 13 および図 14)、第 4 回 AI-STEP ワークショップ(12 月 17 日、福井会場、図 15 および図 16)、第 5 回 AI-STEP ワークショップ(12 月 28 日、滋賀会場、図 17 および図 18)を開催した。本年度開催した計 3 回のワークショップを通じて、12 教育機関の中学生 3 名、高校生 27 名、高専生 25 名、大学生 13 名、大学院生 1 名の計 69 名が参加し、自らの手でコンピュータに触れながら宇宙ビッグデータを用いた AI モデリングを体験した。当日は金沢大学・福井大学・石川工業高等専門学校からの講師 3 名に加え、金沢会場では金沢大学大学院で宇宙・AI を専門とする博士前期課程学生 2 名と学士課程学生 2 名が技術アドバイザーとして同席、また福井会場では AI を専門とする学士課程学生 4 名が技術アドバイザーとして同席し、大学生・大学院生と高校生が熱心に協力して AI モデリングに取り組む様子が見られた。また金沢大学が保有する超小型衛星開発設備(実験設備・クリーンルーム)の見学会や、打ち上げ直後の金沢大学衛星 1 号機(X 線突発天体監視速報衛星こよう)の初期運用の様子を紹介する特別講義を開講し、金沢大学で宇宙理工学を専門とする講師による案内に、参加者らは熱心に耳を傾けていた。第 4 回 AI-STEP ワークショップでは、本事業としては初めてとなる中学生 3 名の参加があり、本事業で掲げる早期の AI・宇宙技術教育の実現に貢献した。

AI × 宇宙技術教育プログラム

AI-STEP

AI × Space Technology Education Program

第3回 AI-STEPワークショップ

2023年12月10日 (日) 10:00~16:30

会場：金沢大学角間キャンパス（自然科学2号館）

AIを作ってみよう！
AI-STEP
ワークショップ



AIを作るなんて難しそう...
そんなことはありません！
みなさんと一緒に、たった
1日でAIを作ってみよう！

タイムスケジュール

- 09:00-09:30 集合（金沢大学角間キャンパス自然科学本館エントランスホール・裏面参照）
- 10:00-11:30 ワークショップ パート1（概要説明，AI-STEP特別講義の復習）
- 12:30-13:30 ワークショップ パート2（AIモデルを理解する）
- 13:40-14:30 ワークショップ パート3（AIモデルを改良する）
- 14:40-15:10 衛星開発設備（運用室・クリーンルーム等）の見学
- 15:10-16:30 ワークショップ パート4（AI-STEPコンペティションの体験）
- 16:40 解散

申し込み方法

AI-STEP Portal の専用申込フォームからお申し込みください【12月7日(木) 締切 事前登録必須】
AI-STEP Portal へのアクセスには、事前に本プログラムへの参加登録（無料）が必要です。

締切を延長しました!!

詳しい情報や参加登録はWebサイトから！
<https://ai-step.ec.t.kanazawa-u.ac.jp>



AI×宇宙技術教育プログラム「AI-STEP」事務局
メールでのお問い合わせ: info@ai-step.ec.t.kanazawa-u.ac.jp
電話でのお問い合わせ : 076-234-4874 (代表：船田)

図 13 第3回 AI-STEP ワークショップの案内リーフレット



図 14 第3回 AI-STEP ワークショップの様子

AI × 宇宙技術教育プログラム

AI-STEP

AI × Space Technology Education Program

第4回 AI-STEPワークショップ

2023年12月17日 (日) 10:00~16:30

会場：福井大学文京キャンパス（総合研究棟Ⅶ 工学系3号館）

AI を作ってみよう！
AI-STEP
ワークショップ



AI を作るなんて難しそう ...
そんなことはありません！
みなさんと一緒に、たった
1日でAIを作ってみよう！

タイムスケジュール

- 09:00-09:30 集合（福井大学文京キャンパス 総合研究棟Ⅶ 工学系3号館 1階入口・裏面参照）
- 10:00-11:30 ワークショップ パート1（概要説明, AI-STEP特別講義の復習）
- 12:30-13:30 ワークショップ パート2（AIモデルを理解する）
- 13:40-14:30 ワークショップ パート3（AIモデルを改良する）
- 14:40-15:10 宇宙科学に関するミニ講義
- 15:10-16:30 ワークショップ パート4（AI-STEPコンペティションの体験）
- 16:40 解散

申し込み方法

締切を延長しました!!

AI-STEP Portal の専用申込フォームからお申し込みください **【12月14日 (木) 締切 事前登録必須】**
AI-STEP Portal へのアクセスには、事前に利用登録（無料）が必要です。

詳しい情報や参加登録はWebサイトから！
<https://ai-step.ec.t.kanazawa-u.ac.jp>



AI×宇宙技術教育プログラム「AI-STEP」事務局
メールでのお問い合わせ: info@ai-step.ec.t.kanazawa-u.ac.jp
電話でのお問い合わせ : 076-234-4874（代表：船田）

図 15 第 4 回 AI-STEP ワークショップの案内リーフレット



図 16 第 4 回 AI-STEP ワークショップの様子

AI × 宇宙技術教育プログラム

AI-STEP

AI × Space Technology Education Program

第5回 AI-STEPワークショップ

2023年12月28日 (木) 10:00～16:00

滋賀会場 (滋賀県立膳所高等学校)

AI を作ってみよう！
AI-STEP
ワークショップ

AIを作るなんて難しそう...
そんなことはありません！
みなさんと一緒に、たった
1日でAIを作ってみよう！

タイムスケジュール

09:45-10:00	集合 (滋賀県立膳所高等学校 CAI教室)
10:00-11:00	ワークショップ パート1 (概要説明, AI-STEP特別講義の復習)
11:10-12:10	ワークショップ パート2 (AIモデルを理解する)
13:00-14:00	ワークショップ パート3 (AIモデルを改良する)
14:10-14:40	前回参加者による受賞講演・宇宙科学に関するミニ講義
14:50-16:00	ワークショップ パート4 (AI-STEPコンペティションの体験)
	解散

申し込み方法

AI-STEP Portal の専用申込フォームからお申し込みください【12月21日 (木) 締切 事前登録必須】

AI-STEP Portal へのアクセスには、事前に利用登録（無料）が必要です。

AI-STEP Portal内からお申し込みが必要です

詳しい情報や参加登録はWebサイトから！
<https://ai-step.ec.t.kanazawa-u.ac.jp>

AIX宇宙技術教育プログラム「AI-STEP」事務局
メールでのお問い合わせ: info@ai-step.ec.t.kanazawa-u.ac.jp
電話でのお問い合わせ : 076-234-4874 (代表: 船田)

図 17 第 5 回 AI-STEP ワークショップの案内リーフレット



図 18 第 5 回 AI-STEP ワークショップの様子

各回の AI-STEP 特別講義および AI-STEP ワークショップでの技術指導の実施後に、自由記述形式で受講者の感想を収集した。以下はその抜粋であり、いずれの特別講義でも受講者の興味の引き出しやさらなる探求を後押しする効果が得られたと考えられる。

- AI に対し、より理解が深まったと思う。特に今までは高度な数学や、複雑怪奇なプログラミングが必要だと思っていたが、実際に触ってみて、意外と手軽に扱えるものだと分かった。
- 大会があるので毎日コツコツやって入賞できるように頑張りたい
- AI モデルの説明などで、具体例をたくさん出してくださっていて、とても分かりやすい講義でした。今までは簡単に AI に触れることができる ChatGPT などしか使ったことがなかったのですが、この講義を経て、よりAIについて学びたいと感じました。
- この機会を機に AI の作成も勉強していこうという決心ができました。コンペションで一位がとれるよう頑張りたいです
- 人工衛星の打ち上げの瞬間の映像や、実際に管理している部屋の様子などを見学することができると思っていなかったのもとても面白く、宇宙により興味を持つことができました。
- AI に関して演習を通して楽しく学ぶことができて本当によかった。上位入賞目指してコンペティションも頑張りたいと思った。
- 参加する前は自分にできるか不安だったのですが、最初から最後まで丁寧に説明していただけて、とても理解しやすく、とても楽しかったです。また機会があれば参加させていただきたいです。
- 機械学習、深層学習はとても複雑な手順が必要だと思っていたけれど、データを準備し、出力を予想することさえできれば、誰でも比較的気軽に挑戦できるということがわかりました。
- 全国に広まってほしいという思いと、開催頻度を上げてほしいと思います。

AI-STEP ワークショップ、ならびに AI-STEP コンペティションに参加した高校生の引率教員から、高校カリキュラム内の課題探求の 1 テーマとして宇宙ビッグデータを用いた AI 教育を取り入れ、本事業の取り組みを継続的に実施することを要請されている。研究代表者の松田が 2024 年度から国公立大学附属学校での課題探求テーマを担当することが決定しており、本事業終了後に目指すことを検討していた、事業の教育パッケージ化とモデルケースの全国展開に向けた足掛かりをつかんだ。

2.2 オンボード AI を搭載する「AI 教育用衛星システム」の開発実習

2.2.1 衛星システム開発実習

オンボード AI を搭載した「AI 教育用衛星システム」のブレッドボードモデルを、オンボード AI-OBC を模擬するハードウェアを活用して実装し、動作試験を実施した(図 19)。リアルタイム OS として、宇宙機搭載実績がある T-Kernel 2.0 AeroSpace を FPGA(XCKU040-1FFVA1156C)上のソフトウェア CPU(Gaisler LEON5)で動作させ、衛星システムとして必要な並列タスク処理の実現と、周辺デバイスとの通信によるデータ授受や連携動作の機能試験を実施した(図 20)。T-Kernel が動作する FPGA と周辺デバイスとの通信を GPIO を用いて実現するとともに、Linux が動作する Renesas Electronics 社製 RZ/V2MA および同社製 RZ/A2M マイコンとの通信を PFC (Pin Function Controller)ドライバモジュールを使用することで構築した。シリアル制御可能なカメラデバイスやセンサモジュールを接続して動作確認を行い、FPGA 上で動作する T-Kernel や RZ/V2MA および RZ/A2M マイコン上で動作する Linux でデータ受信することを可能とした。以上の開発を、本事業を実施する教員が金沢大学理工学域電子情報通信学類および金沢大学大学院自然科学研究科電子情報通信学専攻に所属する学生に指導する形式で実施した。指導は夏季休暇および冬期休暇を除いて週 1 回の頻度で定例実施し、これとは別に週 1 回の頻度で他の学生向けに実施内容の報告を行う機会を設け、学生自身が手を動かし学びながらも、自身の成果をプレゼンテーション形式でまとめ発表する能力を身に付けさせた。

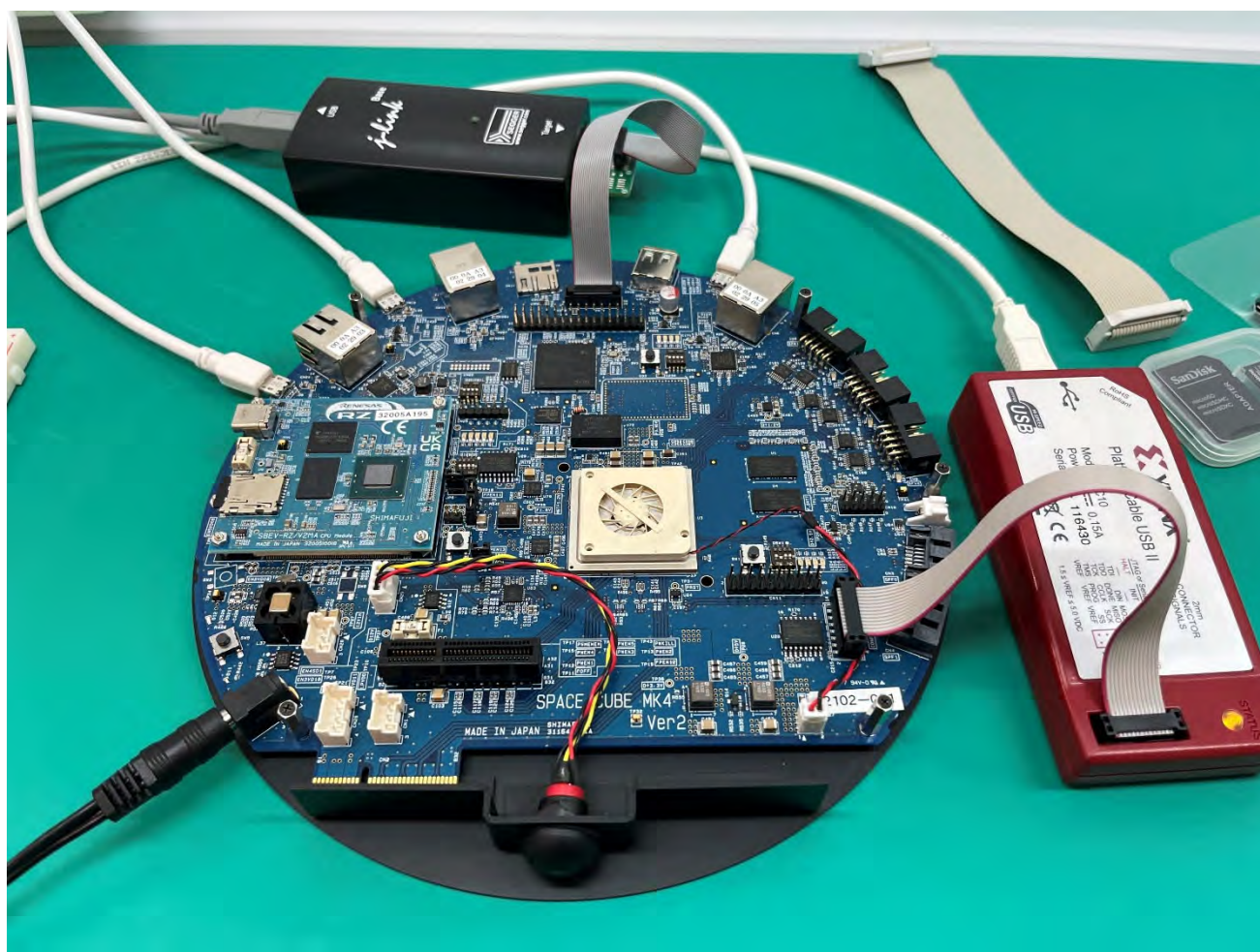


図 19 「AI 教育用衛星システム」の開発実習風景

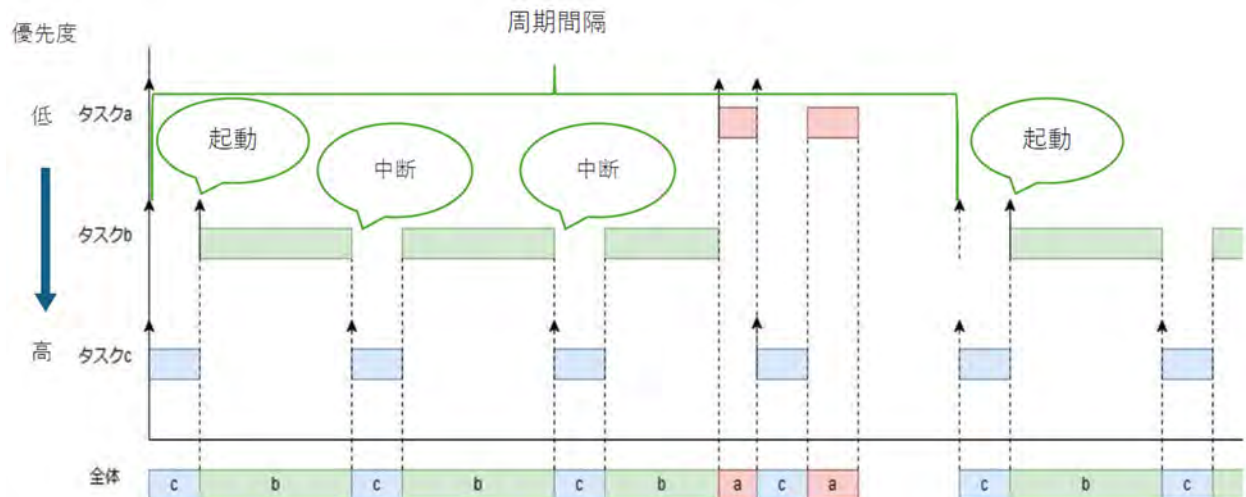


図 20 T-Kernel での並列タスク処理の実現

2.2.2 オンボード AI-OBC 開発実習

オンボード AI を動作させるハードウェアとして「動的再構成プロセッサ(DRP)」を搭載したオンボードコンピュータ(AI-OBC)の開発を、金沢大学先端宇宙理工学研究センターの教員と金沢大学理工学域電子情報通信学類に所属する学生が連携し、シマフジ電機株式会社との共同研究を通じて実施した。図 21 および図 22 は、AI-OBC のコンセプト図と実際の基板外観図である。AI-OBC は、PC104 規格に準じた基板で構成し、T-kernel(リアルタイムオペレーティングシステム)とデータ処理系 Linux が並列に動作可能なマイコンを搭載し、この中で衛星バス機器からのデータや観測データを用いたオンボード推論を実現する構成とした。なお設計資料は、知的財産や未公開の研究成果等にあたることから本書では省略する。設計にあたっては、宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所(JAXA/ISAS) の高島健教授との連携を図った。

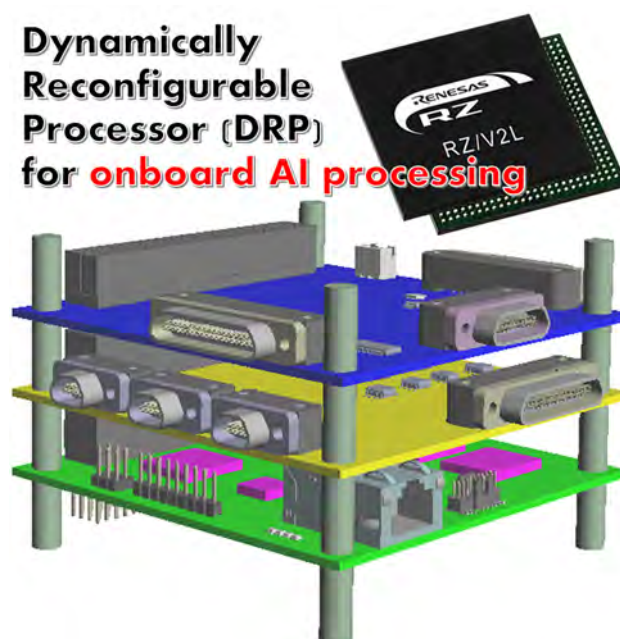


図 21 AI-OBC のコンセプト図

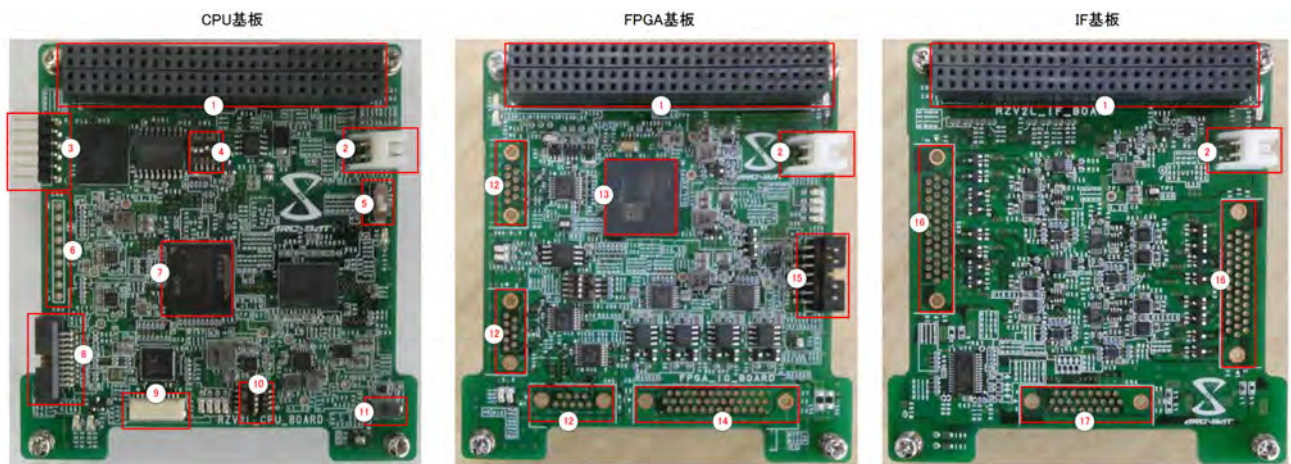


図 22 AI-OBC の基板外観図

2.3 自発的な研究活動等

自発的な研究活動等に関する実施方針に基づき、所属機関が認めた範囲で自発的な研究活動等を推進した。

3 まとめ

本委託業務では「高大連携宇宙 AI コンペティション」の開催を主軸として高校生、高専生、大学生、大学院生への宇宙 AI 教育を行うことを目指している。本年度は、AI-STEP コンペティションの開催を主軸として以下の取り組みを行った。

1. AI-STEP コンペティション(2 回)を開催し、宇宙ビッグデータを用いた AI モデリング能力を参加者自身で向上させる機会を提供した。
2. AI-STEP 特別講義(通年開催)および AI-STEP ワークショップ(3 回)を開催し、AI モデリング体験を通じて AI-STEP コンペティションへと誘導する機会を提供した。

これらの取り組みを通して、延べ 331 名のプログラム登録者を集め、うち 148 名が AI-STEP コンペティションに参加した。AI-STEP コンペティションのスコア上位者(各回 14 名、計 28 名)に対して賞を認定し、表彰状を授与した。AI-STEP コンペティションの参加前後に、宇宙や AI に対する興味や理解度を測るためのアンケート調査を実施し、本取り組みの高い教育効果を窺える回答が多くの参加者から得られた。現時点では運営体制が限定的であるため北陸地区を中心として開催してきたが、参加者からの自由記述アンケートからは、全国展開や開催頻度の増加を望む声が複数あり、当初期待した以上の反響があった。国公立大学附属学校での課題探求テーマとして本事業の教育プログラムを継続的に実施することが決まっており、事業の教育パッケージ化とモデルケースの全国展開に向けた足掛かりをつかんだ。

オンボード AI デバイスの実現に向けては、金沢大学先端宇宙理工学研究センターの教員と金沢大学理工学域電子情報通信学類に所属する学生が連携して、実習の形式でオンボード AI 推論を実現する「AI-OBC」の開発を行い、衛星システムの中核として必要な機能を実装・試験した。当初計画していた実施項目は全て達成しており、次年度実施予定のオンボード AI モデルの実装・評価と、自律性能評価に向けた準備が整った。

4 添付資料

なし