

ジュニアドクター鳥海塾 2 年目の活動評価

榑原 一心 神田 直弥 広瀬 雄二

東北公益文科大学総合研究論集第45号 抜刷

2023年7月31日発行

ジュニアドクター鳥海塾 2 年目の活動評価

榊原 一心

神田 直弥

広瀬 雄二

1 はじめに

令和 3 年度、東北公益文科大学 (以降、本学とする) の企画名「鳥海山の頂から世界をめざせ！地域の未来を情報技術で切り拓くジュニアドクター育成塾」(以降、JD 鳥海塾とする) は国立研究開発法人科学技術振興機構 (JST^{*1})(以降、JST とする) の「ジュニアドクター育成塾」に採択され、活動がスタートした。

JD 鳥海塾はもともと本学で行っていた小学生向けプログラミング教室の発展系であり、「地域の人・自然・社会・歴史的財産の価値を見出し、新しい情報技術との橋渡しのできる人材」を育成することを目標に始まった。募集、選抜した受講生に対して第一段階と第二段階の教育プログラムを展開する。第一段階ではプログラミング言語「Ruby」の基礎を習得し、交通心理・地域言語・天文学の分野や社会で情報技術がどのように活用されているかを学んだのち課題解決プログラムの作成と発表を目標にしている。第二段階には第一段階から選抜した受講生が進み、本学教員の指導のもと研究活動を行い外部での発表を目指す。その他 JD 鳥海塾の概要や、令和 3 年度 (以降、R3 とする) のプログラム立ち上げ、体制構築、受講生評価の結果分析などの状況については筆者らが初年度の活動評価としてまとめた [1]。本稿では、2 年目となる令和 4 年度 (以降、R4 とする) の活動内容について振り返りを行う。また、受講生の評価について、ルーブリック評価とアンケート結果及び評価指標の妥当性について初年

^{*1} Japan Science and Technology Agency

度の結果と比較を交えながら分析と考察を行う。

2 第一段階プログラムの実施状況

受講生の応募や指導体制、評価、昨年度からの変更点について述べる。

2.1 受講生の募集と選抜

募集人数は小学校5・6年生及び中学校1～3年生を対象とした40名である。公募するにあたり、方針・求める受講生像^{*2}を「理数、情報への高い関心と幅広い視野を持ち、地域社会で自ら課題を見つけ解決策を考え、行動できる小学5・6年生及び中学生」とした。R4は大学ホームページや酒田市広報での宣伝に加え山形県庄内地域^{*3}と最上地域^{*4}、秋田県仁賀保市全小中学校にチラシを配布した。R3は6月30日から7月15日を募集期間としたが、R4はプログラム実施期間に余裕を持たせるため4月中旬から5月13日とした。これらの募集期間を経て、40名の応募者に対して5月21日と5月22日に選抜試験を行った。選抜方法は、エントリーシートと筆記試験、面接である。エントリーシートについては鳥海塾のwebページの申し込みフォームから「受講の動機」、「関心を持っている理科・科学について」、「受賞歴」、「過去の理科・科学イベントへの参加歴」、「自己紹介」を入力してもらった。面接ではそれらの入力内容について本学教員が質問し、回答を評価し点数化した。筆記試験については数理パズルを解いてもらい点数をつけた。しかし、応募者が定員の40名と同数であるため、選抜試験は行ったものの全員合格という結果となった。

応募者と選抜者の男女及び各学年と地域の内訳は表1,2の通りである。これらの表を確認すると各地域からの応募者が減少していることがわかる。特にR3で応募者の多かった酒田市及び鶴岡市は10名以上減少している。R4はチラシの配布地域を拡大したにも関わらず応募者が大幅に減少するという結果となった。

^{*2} アドミッションポリシー

^{*3} 酒田市、鶴岡市、遊佐町、三川町、庄内町

^{*4} 最上町、新庄市、金山町、真室川町、鮭川村、戸沢村、大蔵村、舟形町

表 1 応募者数と選抜者数

	応募者数						選抜者数					
	令和3年度			令和4年度			令和3年度			令和4年度		
	男子	女子	合計	男子	女子	合計	男子	女子	合計	男子	女子	合計
小5	8	7	15	6	4	10	4	3	7	6	4	10
小6	19	1	20	5	4	9	10	1	11	5	4	9
中1	16	4	20	9	3	12	8	4	12	9	3	12
中2	8	1	9	4	2	6	5	1	6	4	2	6
中3	3	3	6	2	1	3	2	2	4	2	1	3
合計	54	16	70	26	14	40	29	11	40	26	14	40

*令和3年度は応募者71名から1名辞退

表 2 応募者と選抜者の地域内訳

令和3年度			令和4年度		
地域	応募者数	選抜者数	地域	応募者数	選抜者数
鶴岡市	18	11	鶴岡市	7	7
酒田市	31	15	酒田市	18	18
庄内町	9	6	庄内町	3	3
三川町	8	5	三川町	4	4
遊佐町	3	2	遊佐町	2	2
			新庄市	2	2
			金山町	1	1
			大蔵村	1	1
			山形市	1	1
米沢市	1	1			
			秋田県にかほ市	1	1
合計	70	40	-	40	40

2.2 受講生の指導体制

指導体制については R3 と同じく本学の学生で構築した。成績優秀者が任命される本学情報科目の TA を務める学生や、プログラミングに関する一定の知識を持ちなおかつ受講生とコミュニケーションを取ることに積極性を持つ学生 8 名を新規にメンターとして採用した。R3 の体制から 4 年生 9 名と 3 年生 1 名が抜け、新たに 3 年生 1 名と 2 年生 7 名が加わり 17 名体制となった。また、就職活動が終わった段階で 4 年生が復帰し、プログラム中盤では 21 名体制と

なった。学生メンターは研究倫理研修*⁵とシニアメンター（以降、SM とする）によるメンター研修を受け、受講生指導にあたった。受講生 40 名を 4 人 1 グループに分け、1 グループにつき学生メンターが 2 人担当になるように割り振った。これにより受講生が安心して質問・相談できる体制を築いた。

R4 は、学生メンターは教員指示のもと以下の 3 つの役割を果たした。

受講生への講義

全 20 回の講義の運営に携わった。プログラミングの講義に関しては、R3 の講義資料を参考にしつつ、大学の講義で学んだ知識をもとにオリジナルの講義資料を作成し受講生に講義を行った。その他講義や発表会の進行なども行った。

講義中の受講生の補助

講義 1 回につき講師役 1 名と各受講生チームの担当メンター 10 名の計 11 名の学生メンターを動員した。各チームの担当メンターは受講生のグループワークの補助や質問対応を行った。また、R4 はジュニアメンター*⁶と協力して質問対応を行ったことで指導の質向上を試みた。

バーチャルラーニングコモンズ（以下、VL とする）の運営

講義の補習のためのオンライン質問部屋を VL と称してプログラム期間中の毎週月水金曜日の 19:00～21:00 の時間帯に学生メンター 2 名体制で開催した。R4 は予約制とし、受講生から予約のあった日程のみ開催した。

また、主担当者として SM の主な業務内容は以下の通りである。

受講生への貸出 PC の整備と配布

鳥海塾の活動を行うために必要な環境を整備した PC を貸し出した。PC は同一機種の中古で揃え、鳥海塾用の開発環境*⁷をクローン

*⁵ 日本学術振興会の提供する研究倫理 e ラーニングである [2]。

*⁶ 昨年の 1 期生で一定の成績基準を満たし次年度の受講生支援に関わりたくと希望した受講生。

*⁷ Ruby 開発環境一式を導入した FreeBSD システムを、OS を問わず利用できるような VirtualBox イメージとして稼働できるようにした LinuxMint20 を配布した。

した SSD を換装し、メモリは 8GB に増やした。R4 は受講生全員に配布したことで環境の統一化を図った。それによりトラブル対応の効率化に繋がった。

学生メンターの講義資料の確認

学生メンターの作成した講義用のスライドや講義内容について確認した。

専用 SNS の運用管理

受講生から送られてくる質問に回答した。

受講生の評価

学生メンターに協力してもらいつつ、受講生の評価を行った。

以上のように、指導体制を整備し受講生指導を行った。

2.3 実施スケジュール

R4 の第一段階及び第二段階の年間スケジュールは表 3 の通りであった。第二段階については後述するが、第一段階において前半は IT 企業に勤める本学 OBOG からの講話を聞きつつ、講師役を務めた学生メンターからプログラミングの基礎を学んだ。中間成果発表会を挟み、後半は本学教員が自身の専門分野と情報の分野がどのように結びついているかというテーマで講義を行った。それに併せて第二段階受講生による研究紹介を行い、情報技術の活用例や身近な課題に対して身につけたプログラミング技術がどう活かせるかを考え、実際に作成したプログラムを成果発表会で発表した。

2.4 受講生評価について

R4 の受講生の評価指標の概要と修了状況について述べる。また、ここでは評価指標の概要の説明のみとし、各評価の結果や評価指標の妥当性については後述する。

表3 第一段階と第二段階の年間スケジュール

日程	第一段階		第二段階	
	授業内容	開催方式	実施内容	開催方式
4月15日(土)	-	-	ガイダンス	オンライン
6月4日(土)	開塾式	対面	-	-
6月25日(土)	基本説明	対面	進捗共有会1	対面(オンライン可)
7月2日(土)	プログラミングの基礎1 *変数と入出力処理 本学OBによる講話	対面(オンライン可)	-	-
7月9日(土)	プログラミングの基礎2 *演算子、制御構造	対面(オンライン可)	-	-
7月16日(土)	プログラミングの基礎3 *制御構造 本学OGによる講話	対面(オンライン可)	進捗共有会2	対面(オンライン可)
7月30日(土)	プログラミングの基礎4 *配列	対面(オンライン可)	-	-
8月2日(火)	プログラミングの基礎5 *メソッド 本学OGによる講話	オンライン	-	-
8月9日(火)	プログラミングの基礎6 *実用プログラム	オンライン	-	-
8月20日(土)	中間成果発表会	対面(オンライン可)	中間成果発表会	対面(オンライン可)
9月10日(土)	地域文化と情報1(本学教員担当)	対面(オンライン可)	-	-
9月17日(土)	地域文化と情報2(第二段階受講生による研究紹介)	対面(オンライン可)	-	-
10月1日(土)	交通心理と情報1(本学教員対応)	対面(オンライン可)	-	-
10月8日(土)	交通心理と情報2(第二段階受講生による研究紹介)	対面(オンライン可)	-	-
10月22日(土)	天文学と情報1(本学教員担当)	対面(オンライン可)	-	-
10月29日(土)	-	-	進捗共有会3	対面(オンライン可)
11月5日(土)	天文学と情報1(第二段階受講生による研究紹介)	対面(オンライン可)	-	-
11月19日(土)	宇宙科学と情報(外部講師担当)	対面(オンライン可)	-	-
12月3日(土)	プログラミング演習 *CSVライブラリによるデータ処理	対面(オンライン可)	-	-
12月17日(土)	研究提案発表会	対面(オンライン可)	-	-
1月7日(土)	鶴岡工業高等専門学校副校長による講義 学生メンターによる講義	対面(オンライン可)	-	-
1月21日(土)	学生メンターによる講義	対面(オンライン可)	-	-
1月28日(土)	-	-	成果発表会	対面(オンライン可)
2月4日(土)	成果発表会	対面(オンライン可)	-	-
2月18日(土)	閉塾式	対面(オンライン可)	-	-

2.4.1 評価概要

本企画では受講生の能力伸長をはかるため多面的な評価指標を用いている。
R4の各評価指標の概要は以下の通りである。

1. 形成的評価

筆記試験を2回行った。年間スケジュール(表3)における7月30日の講義に1回目、11月5日の講義に2回目を行った。1回目は直近で学習したプログラミングに関する知識や論理的思考力を問うデバッグ問題を

出題した。2 回目は 1 回目と類似する問題にして復習の機会とした。

2. 総括的評価

1 月 21 日の講義でプログラミングの知識の理解状況を把握するためのクイズ形式のテスト及びデバッグテストを行った。クイズは間違えると答が表示され、全問正解するまで終わらない形式である。全問正解するまでのタイムやミスの回数を点数化した。デバッグテストはメソッド名や変数名の誤字・脱字によってエラーとなり、起動できないプログラムファイルの修正を行うものである。時間内に何箇所修正できたかを点数化した。

3. パフォーマンス評価

受講生の活動の最終成果に対して行う評価である。成果発表会前の時期に受講生一人ひとりに「誰かの困りごとを解決するプログラム」を作成してもらい、その出来栄や着目点を 6 段階で評価した。

4. ポートフォリオ評価

受講生一人ひとりに研究アイディアノートに講義を通して「学んだこと」「考えたこと」「できたこと・できなかったこと」「つぎの目標」を書いてもらった。その内容に対して理解・関心と課題発見力・創造力の観点で 6 段階で評価を行った。評価タイミングは成果発表会前の時期に 1 回のみである。また、課題発見力・創造力については、受講生の作成したプログラムファイルが蓄積される GitBucket を確認し、オリジナル性のあるプログラムを作っていた場合は評価に加味した。

5. ルーブリック評価

英語力・論理的思考力・主体性・発信力の 4 項目を 6 段階で受講生自身による自己評価、受講生同士によるピア評価、学生メンターによる他者評価を行った。ピア評価は受講生の 4 人 1 組のチーム内で行い、他者評価は学生メンターが自身の担当チームの受講生に対して行った。評価タイミングは 7 月 2 日の本講義、中間成果発表会前に当たる 8 月 2 日の本講義、成果発表会前に当たる 1 月 21 日の本講義である。

6. 学習への取り組み状況の把握

講義や VL の出席回数の計測や、専用 SNS へのアクセス、書き込み量

のデータを取得した。

2.4.2 受講生の修了状況と鳥海山登頂システム運用について

受講生の評価結果は図1のようになった。棒グラフは本企画で作成した評価指標である「鳥海山登頂システム」における標高数値、折れ線グラフは各受講生の6段階評価の平均値である。「鳥海山登頂システム」は各受講生の形成的評価、総括的評価の点数や、講義やVLへの出席回数、専用SNSへのアクセス回数と書き込み量、タイピングシステムの得点を重み付けして足し合わせた数値を標高数値として可視化し、本学が位置する庄内の名峰「鳥海山」への登頂になぞらえ、6号目である1580m突破を目標とした。6段階評価はルーブリック評価における英語力、主体性、論理的思考力の自己評価、ピア評価、他者評価と、パフォーマンス評価である。登頂距離において1580mを突破しなおかつ6段階評価の平均値が3.5を越えた受講生21名にジュニアマスター(JM)の称号を授与した。

「鳥海山登頂システム」の運用について、R3はシステム作成に時間を要し受講生への公開がプログラム終盤となったが、R4はプログラム開始後すぐに公開することができた。本システムで算出した標高は成績表として1回目7月28日、2回目8月24日、3回目11月22日、4回目1月18日、5回目2月18日の計5回受講生に配布した。配布時期のねらいについては、1回目は受講生へのシステム説明に合わせて配布した。2回目は中間成果発表会後の節目の時期により配布した。3回目は形成的評価2回目の結果を含めた標高通知のため配布した。4回目は1月21日講義で行う総括的評価に向けての動機付けをねらい配布した。5回目は閉塾式で最終標高通知のため配布した。

3 第二段階プログラムの実施状況

3.1 受講生の指導体制の構築と指導状況

事業2年目に当たる本学の取り組みが初の第二段階指導の年度となった。年度開始前に第二段階に進む受講生の研究室配属を行い、その後教員ごとに年間

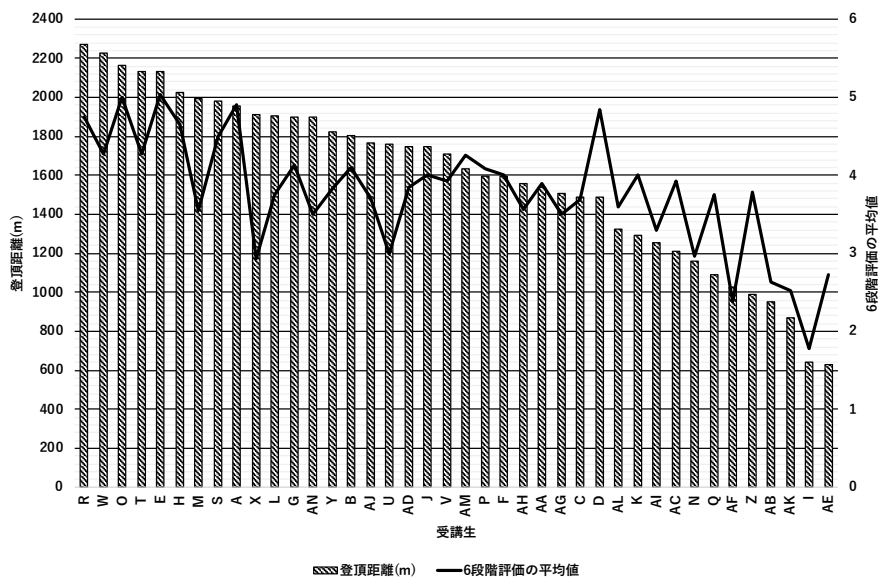


図1 受講生の成績

を通しての指導を進めた。この流れを順に述べる。

3.1.1 マッチングと研究室配属

1 期生の第二段階に進む受講生には先達がないため研究がどのような形かのイメージがなく、それは指導教員側も同様である。このため、第二段階制度そのものの開始時には、受講生個々の希望に応じて適切と思われる教員を推薦する形とした。具体的には第一段階の本講義で扱った「地域文化と情報」、「産業技術と情報」、「交通心理と情報」、「天文学と情報」、「宇宙科学と情報」、「防災と情報」の中から「研究してみたい」と感じる分野を複数選び、それに関連した研究内容をそれぞれ書かせたものを受理し、卒論指導などで扱っている分野に近いと思われる教員につなぎ、個別面談のうえ指導教員を決定した。

3.1.2 研究指導の概要

指導先決定後は教員・受講生毎の特性に応じた指導形式で進めた。テーマの内容、あるいは受講生個人の都合に応じて形式は違うが概ね以下のいずれかの形式で指導を進めた。

- 週に 1、2 回のオンライン指導
- 学部生の専門演習への毎回オンライン参加
- 隔週程度の大学での実験

一例として広瀬の下で研究を進めた第二段階受講生の活動の形態を示す。

受講生の活動は、基本的に学部での専門演習に参加する形を取った。専門演習は平日に開かれるため、受講生が参加するためには学校からの帰宅後に参加できるよう 19 時開始とし、専門演習での卒論指導と同様の流れで進めた。専門演習学生(大学 3、4 年生)の個々の研究テーマが近いもの同士でチームを組み、まず大学生が自分の研究を進める考え方や手法を受講生に説明した。その後テーマの具体化と同時に先行事例の調査、対象問題のモデル化、提案内容の整理、実装と検証と順を追ってチームごとに助言をしあう形で進めていった。チームごとのミーティングを任意の時間に週 1 回行っており、火曜日 19 時からの専門演習での全体進捗確認と合わせて概ね週 2 回のペースでの活動となった。

大学生との活動ということで研究遂行力の違いが心配されたが、第二段階に進んだ受講生だけに能力的な問題はなかった。一方、生活時間の違いによる時間調整や、安定した連絡の確保に苦労する面が、他研究室を含め見られた。

3.1.3 第二段階活動の成果

第二段階で受講生が進めた研究は、進捗過程に応じ JD 鳥海塾の内部成果発表会で全員が成果を発表した(表 3)。それ以外にも外部団体の主催するコンテスト等にも参加した(表 4)。

このうち「サイエンスカンファレンス」は JST のジュニアドクター育成塾採択全事業参加機関が参加するもので、ある意味では内部発表であるが、全国の

表 4 外部主催の研究発表会への参加一覧

(JST) サイエンスカンファレンス [3]	中 1(アイディア賞受賞) 中 3(チャレンジ賞受賞)
(natural science) サイエンスデイ [4]	中 1、高 1
(情報処理学会) 中高生情報学コンテスト [5]	高 1(2 名) (2 名とも入選)

各機関の代表としての発表であり、受講生の大きな目標の一つとなっている。

3.1.4 第 2 段階活動の評価

前章で述べたように受講生は外部発表を目標にしながら JD 鳥海塾が定めた研究活動に必要な資質・能力の獲得に取り組み、基準値に達した受講生にはジュニアドクター (JD) の称号を授与した。

評価は 2 つの指標で行った。一つは 2.4.2 で示した鳥海山登頂システムによって算出する標高値、もう一つはルーブリック評価の値で、これらがともに到達基準値に達していればジュニアドクターの認定をする方式とした。

前者に関しては、内部発表会への参加をポイント付与の条件としたが、第 2 段階に選抜される受講生はいずれも第 1 段階 (1 年目) の時点で高い値を獲得している。そのため、活動していれば自ずと基準値 (2236m) に到達することから、研究を継続していることの指標として機能している。後者のルーブリック評価は、研究に対する取り組み方を段階的に数値化したもので、受講生による自己評価と指導教員による他者評価を集計した。

その結果、受講生全体が目標水準に達し、全員にジュニアドクター (JD) の称号を授与した。

このように 2 つの評価値を利用することで、研究活動の継続性という定量的評価と、取り組み方の質という定性的評価の双方を見ることにつながっている。

4 評価手法についての考察

4.1 ルーブリック評価の分析

4.1.1 R4 の評価結果について

ルーブリックを用いた評価は3回実施した。1回目は2回目の講義である7月2日であり、2回目はプログラミングの基礎が終わる7回目の講義時（8月2日）に行った。3回目は最終回直前である第19回目の講義時（1月21日）であった。評価の種類は自己評価、所属するチームの他のメンバー3人が行うピア評価、学生メンターによる他者評価であるが、第1回調査では英語力、論理的思考力、主体性の自己評価のみ実施した。ピア評価、他者評価についてはいずれも平均値を代表値として利用した。なお、第3回調査において、受講生8名については学生メンターの評価が1名分であったことから、この値を他者評価値として使用している。

4.1.2 自己評価の変化

英語力、論理的思考力、主体性、発信力の各資質・能力について、評価時期による自己評価の変化を確認するため、評価時期別及び学年別に平均値を示したのが図2である。学年については、人数のバランスを考慮し、小学5年生（10名）、小学6年生（9名）、中学1年生（12名）、中学2・3年生（9名）の4つに区分した。ただし、第1回評価では7名が、第2回評価では3名が未提出であり、他にも1項目だけ未回答という場合もあり、これらを除外して平均値を算出している。

評価時期と学年を要因とした反復測定による二要因分散分析を実施した結果、英語力については評価時期の主効果 ($F(2,46)=26.275, p=.000, \eta_p^2=.533$)、学年の主効果 ($F(3,23)=4.075, p=.019, \eta_p^2=.347$)、評価時期×学年の交互作用 ($F(6,46)=3.447, p=.007, \eta_p^2=.310$) はいずれも有意であった。Bonferroni法を用いた多重比較の結果、第1回目の評価に比べ2回目、3回目は有意に評価が向上しており（いずれも1%水準）、小学5年生は中学2・3年生よりも有意に評価が低かった（5%水準）。交互作用については単純主効果の検定の結

果、評価時期別にみると第1回調査のみ学年による差が見られ、小学5年生は他の学年と比べて有意に評価が低かった（中学1年生については5%水準、他は1%水準）。また、学年別にみると、小学5年生、中学2・3年生は第1回評価に比べて、第2回、第3回は有意に向上しており（小学5年生はいずれも1%水準、中学2・3年生は2回目が1%水準、3回目が5%水準）、中学1年生も第1回と比べて第3回調査において有意な評価の向上が見られた（1%水準）。

論理的思考力については評価時期の主効果（ $F(2,46)=10.393$, $p=.000$, $\eta_p^2=.311$ ）と学年の主効果（ $F(3,23)=6.293$, $p=.003$, $\eta_p^2=.451$ ）は有意であったが、評価時期×学年の交互作用（ $F(6,46)=1.043$, $p=.410$, $\eta_p^2=.120$ ）は有意ではなかった。Bonferroni法による多重比較の結果、1回目に比べて3回目は有意に評価が向上しており（1%水準）、小学5年生は小学6年生（5%水準）、中学1年生（5%水準）、中学2・3年生（1%水準）と比べて有意に評価が低かった。

主体性については評価時期の主効果（ $F(2,46)=0.749$, $p=.479$, $\eta_p^2=.032$ ）、学年の主効果（ $F(3,23)=0.689$, $p=.568$, $\eta_p^2=.082$ ）、評価時期×学年の交互作用（ $F(6,46)=0.505$, $p=.801$, $\eta_p^2=.062$ ）はいずれも有意ではなかった。発信力についても評価時期の主効果（ $F(1,24)=0.010$, $p=.922$, $\eta_p^2=.000$ ）、学年の主効果（ $F(3,24)=1.036$, $p=.394$, $\eta_p^2=.115$ ）、評価時期×学年の交互作用（ $F(3,24)=1.036$, $p=.394$, $\eta_p^2=.115$ ）はいずれも有意ではなかった。

4.1.3 評価方法による評価の違い

第2回、第3回調査においては自己評価以外にピア評価、他者評価を行っている。これら3種類の評価方法について、評価方法別、学年別、評価時期別に平均値を示したのが図3である。学年別と評価時期別のグラフでは、3種類の評価方法の平均値を用いている。評価方法、学年、調査時期を対象とした三要因分散分析を行った結果、評価方法の主効果は英語力（ $F(12,101)=8.427$, $p=.000$, $\eta_p^2=.143$ ）、論理的思考力（ $F(2,101)=8.635$, $p=.000$, $\eta_p^2=.146$ ）、主体性（ $F(2,101)=5.154$, $p=.007$, $\eta_p^2=.093$ ）、発信力（ $F(2,90)=13.822$, $p=.000$, $\eta_p^2=.235$ ）のいずれも有意であった。学年については英語力（ $F(3,101)=7.835$, $p=.000$, $\eta_p^2=.189$ ）、論理的思考力（ $F(3,101)=10.494$, $p=.000$, $\eta_p^2=.238$ ）、発

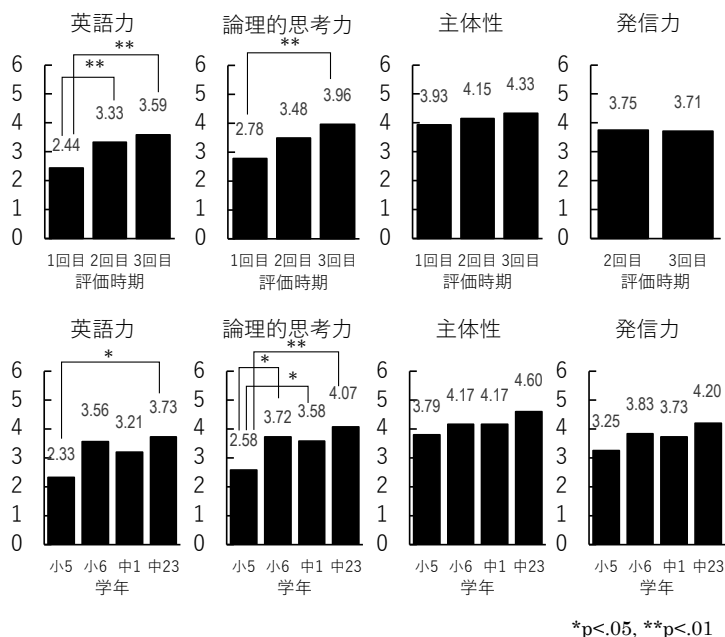


図2 ルーブリック評価 (上：評価時期別、下：学年別)

信力 ($F(3,90)=3.066$, $p=.032$, $\eta_p^2=.093$) の主効果は有意であったが、主体性 ($F(3,101)=0.334$, $p=.801$, $\eta_p^2=.010$) については有意ではなかった。評価時期については英語力 ($F(1,101)=8.362$, $p=.005$, $\eta_p^2=.076$)、論理的思考力 ($F(1,101)=14.352$, $p=.000$, $\eta_p^2=.124$) の主効果は有意であり、主体性 ($F(1,101)=2.809$, $p=.097$, $\eta_p^2=.027$)、発信力 ($F(1,90)=2.595$, $p=.011$, $\eta_p^2=.028$) については有意ではなかった。交互作用については4つの資質・能力についてすべての組み合わせの交互作用が有意ではなかった。

Bonferroni 法による多重比較の結果、4つの資質・能力ともピア評価が他者評価と比べて有意に評価が高く (いずれも 1% 水準)、論理的思考力はピア評価が自己評価よりも有意に高かった (5% 水準)。発信力は自己評価も他者評価と比べて有意に高かった (5% 水準)。また、学年別では、英語力は小学 5 年生が他の学年よりも有意に評価が低く (小学 6 年生が 5% 水準で他は 1% 水準)、

論理的思考力は小学5年生が、中学1年生、中学2・3年生よりも有意に評価が低かった（1%水準）。また発信力は小学5年生が中学2・3年生よりも有意に評価が低かった（5%水準）。評価時期については英語力と論理的思考力のみ3回目の評価が有意に向上していた（1%水準）。

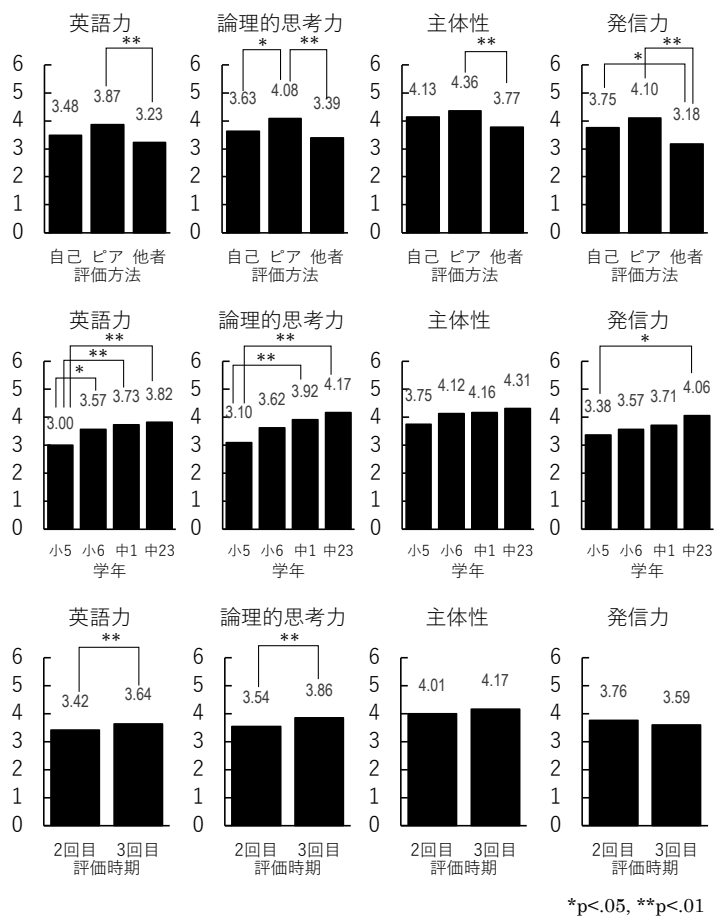


図3 ルーブリック評価 (上：評価方法別、中：学年別、下：評価時期別)

4.1.4 他者評価における評価差

他者評価については2名のメンターが評価を行い、平均値を算出しているが、2名の評価の差について示したのが図4である。最も差が小さいのは英語力の2回目評価で0.35であり、主体性の第3回評価における差が1.30であり最も大きかった。評価時期や評価対象受講生の学年により評価差の大小に差が見られるかどうかを確認するため、これらを要因とした二要因分散分析を行った。その結果、評価時期の主効果が有意であったのは英語力 ($F(1,28)=11.852$, $p=.002$, $\eta_p^2=.297$) のみであり、論理的思考力 ($F(1,28)=2.792$, $p=.106$, $\eta_p^2=.091$)、主体性 ($F(1,28)=2.248$, $p=.145$, $\eta_p^2=.074$)、発信力 ($F(1,19)=1.364$, $p=.257$, $\eta_p^2=.067$) は有意ではなかった。英語力の評価は3回目評価の方が評価差が拡大していた。学年の主効果は英語力 ($F(3,28)=1.047$, $p=.387$, $\eta_p^2=.101$)、論理的思考力 ($F(3,28)=.054$, $p=.983$, $\eta_p^2=.006$)、主体性 ($F(3,28)=.844$, $p=.481$, $\eta_p^2=.083$)、発信力 ($F(3,19)=.204$, $p=.892$, $\eta_p^2=.031$) のいずれも有意ではなく、評価時期×学年の交互作用についても、英語力 ($F(3,28)=1.464$, $p=.246$, $\eta_p^2=.136$)、論理的思考力 ($F(3,28)=.951$, $p=.429$, $\eta_p^2=.093$)、主体性 ($F(3,28)=.301$, $p=.825$, $\eta_p^2=.031$)、発信力 ($F(3,19)=.140$, $p=.935$, $\eta_p^2=.022$) のいずれも有意ではなかった。

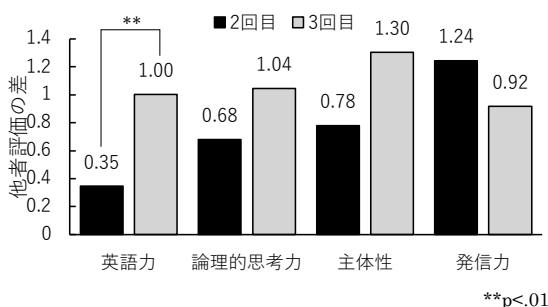


図4 他者評価における評価差

4.1.5 R3 との比較

R3 と R4 ではルーブリックを用いた評価時期が若干異なるため、3 回の評価のうち、R3 と時期が最も近い第 3 回目の調査について R3 の最終回の講義終了後に行った調査結果と比較した。

図 5 は R3 と R4 の評価結果を評価方法別、学年別に示したものである。学年については、R3 と R4 では分類方法が異なるため、いずれも小学生、中学 1 年生、中学 2・3 年生の 3 区分に再分類している。

R3 と R4 で評価結果に違いが見られるかどうか確認するため評価方法、評価年度、学年を要因とした三要因分散分析を実施した。R3 との比較の観点で見ると、評価年度の主効果が有意であったのは英語力 ($F(1,182)=7.036, p=.009, \eta_p^2=.037$) と論理的思考力 ($F(1,188)=6.230, p=.013, \eta_p^2=.032$) であり、いずれも R3 の評価が高かった。また、論理的思考力については評価年度×学年の交互作用が有意であった。単純主効果の検定の結果、R4 よりも R3 の評価が高いのは小学生のみであり、R4 は中学 1 年生、中学 2・3 年生と比べて、小学生の評価が低かった。

その他の主効果については、英語力は学年の主効果が有意であり ($F(2,182)=7.720, p=.001, \eta_p^2=.078$)、小学生が中学 2・3 年生に比べて評価が低かった。論理的思考力については評価方法の主効果が有意であり ($F(2,188)=6.389, p=.002, \eta_p^2=.064$)、ピア評価が他者評価と比べて高い評価をしていた。学年の主効果も有意であり ($F(2,188)=5.793, p=.004, \eta_p^2=.058$)、小学生の評価が中学 2・3 年生よりも低かった。発信力については評価方法の主効果が有意であり ($F(2,166)=14.283, p=.000, \eta_p^2=.147$)、他者評価が自己評価、ピア評価と比べて評価が低かった。

4.1.6 考察

R3 はルーブリックを用いた評価を 2 回実施していたが、1 回目の評価後に評価基準を変更したため、1 回目から 2 回目にかけての変化を見ることができなかった。R4 はルーブリックを用いた評価を 3 回実施したが、英語力、論理的思考力の自己評価には向上が見られた。ピア評価や他者評価を含めた場合でも

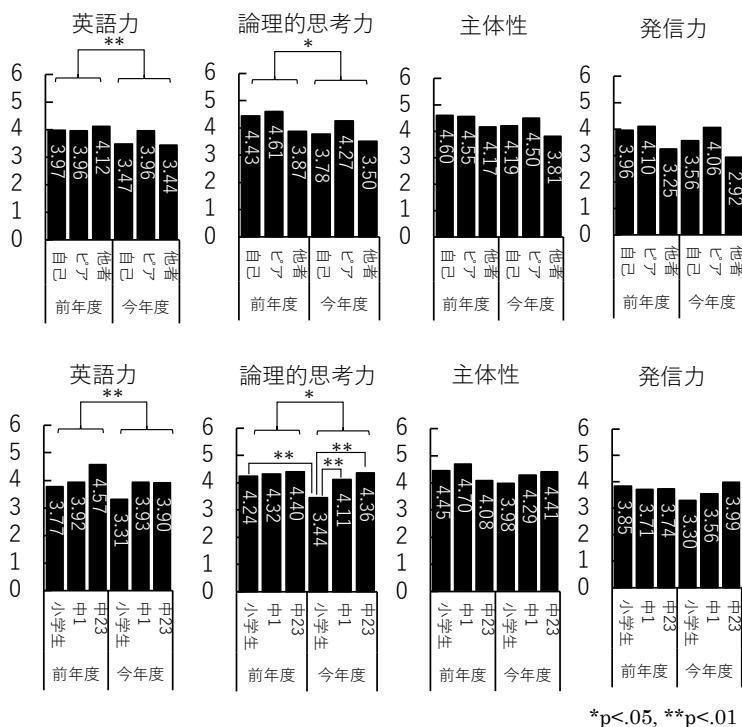


図5 R3(前年度)とR4(今年度)のループリック評価(上:評価者別、下:学年別)

数値は高まっており、鳥海塾のプログラムに参加することで、これらの能力が向上することが明らかとなった。一方で主体性と発信力については評価方法に関わらず向上が見られなかった。このうち主体性については第1回目の自己評価の時点で3.93となっており、他の能力と比較して高い値である。最初から高い値であったために、その後の伸長が見えにくかったのではないかと考えられる。なお、ジュニアマスターの称号授与の要件は3.5であり、3.93ということは、受講直後で目標値を上回っていることになる。英語力や論理的思考力は第1回の自己評価の平均が2.5前後であることから、主体性についても同様の値となるよう評価基準を修正し、その後の向上を見えやすくしていくことが望

ましいといえる。発信力については、発表の機会が限られることから、他の資質・能力と比較して学習の機会が限られていることが影響していると考えられる。発表機会の確保が今後の課題である。

評価方法に着目すると、4つの資質・能力ともピア評価が他の評価と比較して高めの評価となっていた。この結果はR3の1回目調査と同様であり、チーム内のメンバーに対して行う評価は、やや甘い評価になっている可能性がある。なお、R4は他者評価における評価の差が大きかった。R3は、他の発表機会を活用して評価練習を行い、評価理由の話し合いや評価ポイントのすり合わせを行うことで、差を縮小することができていたことから、今後も同様の取り組みが必要であるといえる。

R3との比較では、主体性と発信力については差が見られなかった。英語力と論理的思考力の評価がR4は低かったが、論理的思考力についてはR4の小学生の評価が低いことが影響していた。この結果は、同様の教材を用いて講義を実施しても理解状況に差が見られる可能性を示唆する。受講生の状況を丁寧に確認しながら、対応していくことが求められると言えよう。

4.2 学習に対する意識調査

4.2.1 R4の調査結果について

R3と同様、受講生の学習に関する質問紙調査を行い、学習行動に及ぼす要因を検討した。要因の検討にあたり、Ajzenの計画的行動理論 [6] と Gibbons & Gerrard の Prototype Willingness モデル [7] を活用した。計画的行動理論では行動は意図の形成によりもたらされると考え、意図形成に影響を及ぼす要因として「行動に対する態度」「主観的規範」「行動統制感」を設定する。Prototype Willingness モデルでは行動の背後に行動意欲 (Behavioral willingness) を設定し、行動意欲の背後には主観的な規範や行動に対する態度に加えて、プロトタイプイメージを設定する。これは対象とする行動を行う人物に対する評価である。それぞれプログラミング学習に当てはめると、計画的行動理論では、プログラムを学ぶことに対する認知的評価 (行動に対する態度) や周囲の期待 (主観的規範)、プログラミングの実行可能性 (行動統制感) がプログラミング

学習の意図を高め、行動に繋がるという流れになる。Prototype Willingness モデルでは、プログラミングに取り組む他の受講生に対するイメージ（プロトタイプイメージ）が、プログラミングへの取り組みが求められる状況下での意欲（行動意欲）に影響し、行動に繋がるということになる。

これらのモデルに基づき行動、意図、行動に対する態度、主観的規範、プロトタイプイメージ、行動意欲について、R3 と同様にそれぞれ 4 項目の質問項目を設定した。加えて、成長実感と楽しさとして「プログラミング能力の向上」「プログラミングの楽しさ」「グループ活動の楽しさ」の 3 項目についても質問した。回答は「1: まったくあてはまらない～4: 非常にあてはまる」の 4 段階とした。学習アンケートについてもルーブリック評価と同時期に実施し、3 回分の回答を取得した。成長実感と楽しさの項目については 2 回目と 3 回目調査でのみ確認した。なお、一部未回答者がおり、第 1 回調査では 34 名分、第 2 回調査は 35 名分、第 3 回調査は 38 名分の回答となっている。一部の質問項目は否定的な表現であり、回答の方向が他の項目と異なっている。これらの逆転項目について点数づけの方向を変更し、値が大きいことがポジティブな回答を意味するように統一した。

その上で、行動に関する 4 項目を除いた 24 項目につき因子分析を行い因子構造を確認した。因子分析に先立ち、90% 以上の回答者が 4 段階の選択肢のうちの 4 を選んでいる 2 項目を削除した。因子抽出は最尤法を用い、単純構造を目指すため因子負荷量の最大値が 0.4 を下回る項目と複数の因子に対する負荷量が 0.4 を超える項目を削除対象とした。その結果、6 項目が削除され、再度因子分析を行った結果、5 因子解となった。その上で、プロマックス回転を行った結果、各因子の因子負荷量は表 5 に示す通りとなった。

第 1 因子は様々な質問項目が含まれたが、意図に関する項目の因子負荷量が高いことから「意図」と命名した。第 2 因子は「主観的規範」、第 3 因子は「行動意欲」に関する項目で構成されていた。第 4 因子はプログラミングに関するネガティブな項目で構成されており、「プログラミングに対する否定的な意識」とした。第 5 因子は「プロトタイプイメージ」に関する項目であった。各因子について内部一貫性の指標であるクロンバックの α 係数を求めると、因子 1 から順に 0.806、0.894、0.862、0.674、0.793 となり、第 4 因子のみ値が

低かった。

表 5 因子分析の結果

	1	2	3	4	5
プログラムが書けるようになるためにしっかり勉強したいと思っている。	0.859	0.068	-0.080	-0.134	0.031
私はプログラムを作ることを楽しいと思っている。	0.803	-0.110	0.097	0.130	-0.074
ジュニアドクターに参加する他の人がプログラミングができるのを見て格好いいと思う。	0.512	0.096	0.260	-0.106	0.068
プログラミングに興味・関心がある。	0.457	-0.170	0.056	0.260	0.195
私は授業で習ったことを応用して自分でプログラムを書くことができると思う。	0.401	0.132	-0.078	0.114	0.175
私の家族は私がプログラミングができるようになることを期待している。	0.026	0.941	-0.139	0.187	-0.089
私の家族は私がジュニアドクターに熱心に取り組むことを期待している。	0.041	0.850	0.048	-0.097	0.016
私の家族は私がプログラミングに楽しく取り組むことを期待している。	-0.102	0.705	0.219	0.017	0.128
チーム発表に向け、みんなで協力する場面では自分も最大限の努力をしようと思う。	-0.064	-0.010	0.979	-0.049	0.048
チームの他の人に迷惑をかけないように自分ができるところを頑張ろうと思う。	0.147	0.034	0.853	-0.035	-0.115
同学年の人や先輩に負けられないよう努力をしようと思う。	0.337	0.031	0.472	0.035	-0.062
プログラミングを学んでも将来役に立たないと思う。	-0.246	-0.020	0.206	0.724	0.161
私は努力をしてもプログラムを書くことはできないと思う。	0.155	0.052	0.012	0.647	-0.166
プログラムを作れるようになりたいとは思わない。	0.081	0.088	-0.219	0.629	-0.033
チームの他のメンバーが頑張っているのを見ると偉いと思う。	0.000	-0.058	-0.001	0.059	0.822
自分のチームの人や他のチームの人が堂々と発表してすごいと思う。	0.100	0.079	-0.075	-0.129	0.831

3回の調査にいずれも回答した25名（小学5年生6名、小学6年生7名、中学1年生5名、中学2・3年生7名）のデータを用い、回答を比較した（図6）。各因子に属する項目の合計得点を算出し、調査時期と学年を要因とした反復測定による二要因分散分析を行った。その結果、評価時期については因子1の主効果のみ有意であり（ $F(2,42)=8.668$, $p=.001$, $\eta_p^2=.292$ ）、因子2（ $F(2,38)=0.249$, $p=.781$, $\eta_p^2=.013$ ）、因子3（ $F(2,44)=2.472$, $p=.096$,

$\eta_p^2=.101$)、因子 4 ($F(2,46)=.410$, $p=.666$, $\eta_p^2=.018$)、因子 5 ($F(2,46)=.329$, $p=.721$, $\eta_p^2=.014$) はいずれも有意ではなかった。Bonferroni 法による多重比較の結果、第 1 回評価は第 3 回と比べて有意に高い評価であった (1% 水準)。

学年の主効果についてはいずれも有意ではなかった (因子 1 ($F(3,21)=1.214$, $p=.329$, $\eta_p^2=.148$)、因子 2 ($F(3,19)=1.204$, $p=.335$, $\eta_p^2=.160$)、因子 3 ($F(3,22)=.047$, $p=.986$, $\eta_p^2=.006$)、因子 4 ($F(3,23)=.043$, $p=.988$, $\eta_p^2=.006$)、因子 5 ($F(2,23)=.534$, $p=.664$, $\eta_p^2=.065$))。評価時期×学年の交互作用についてもいずれも有意ではなかった (因子 1 ($F(6,42)=.908$, $p=.499$, $\eta_p^2=.115$)、因子 2 ($F(6,38)=1.309$, $p=.277$, $\eta_p^2=.171$)、因子 3 ($F(6,44)=.416$, $p=.864$, $\eta_p^2=.054$)、因子 4 ($F(6,46)=.778$, $p=.591$, $\eta_p^2=.092$)、因子 5 ($F(6,46)=.642$, $p=.696$, $\eta_p^2=.077$))。

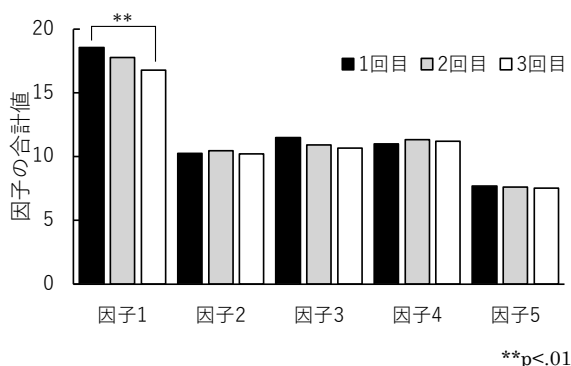
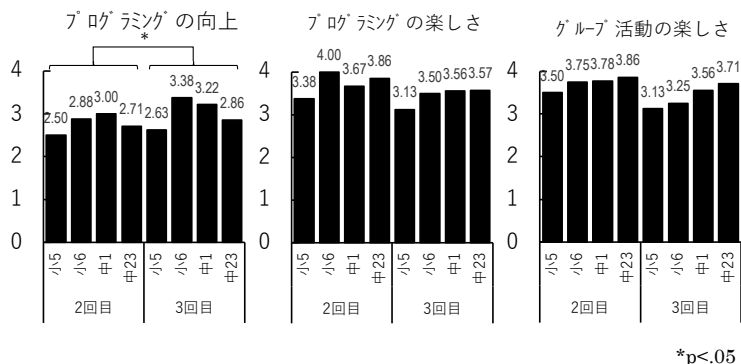


図 6 意識調査結果の比較 (因子別)

成長実感と楽しさに関する項目について、回答を学年別に示したのが図 7 である。調査時期と学年を要因とした反復測定による二要因分散分析の結果、「プログラミング能力の向上」における調査時期の主効果のみ有意 ($F(1,28)=4.825$, $p=.036$, $\eta_p^2=.147$) であり、3 回目調査時に向上したと回答していた。

次に、各因子と行動の相関を調べた。因子については各因子の合計得点を使用した。行動についてはプログラミングへの取り組みに関する 2 項目、積極的な質問に関する 2 項目についてそれぞれ合計値を算出し、行動① (プログラミ



*p<.05

図 7 成長実感やプログラミング・グループ活動の楽しさ

ング)、行動②(質問)とした。

表 6 が第 1 回調査時、表 7 が第 2 回調査時、表 8 が第 3 回調査時における因子間の相関である。第 1 回調査では、因子 1 と因子 3、因子 2 と因子 3、因子 1 と行動①、因子 3 と行動①のみ有意な相関が見られた。第 2 回調査では、因子 1、因子 3 が多くの項目と相関が見られており、「プログラミング能力の向上」「プログラミングの楽しさ」も複数の因子との間で相関が見られた。第 3 回調査では、ほとんどの項目間で有意な相関が見られているが、「プログラミングの楽しさ」「グループ活動の楽しさ」については有意な相関がほとんど見られず、また相関係数がマイナスの場合が多かった。

4.2.2 R3 との比較

R3 は 10 回目及び 20 回目の講義終了時に回答を求めており、実施時期が異なるが、質問項目は同一であった。R3、R4 とともに探索的な因子分析を行ったが、R3 は 4 因子解、R4 は 5 因子解となり因子構造が異なっていた。R3 の因子のうち行動統制感 は R4 の因子には含まれなかった。

また、各因子と行動の相関を調べた結果、R3 は第 1 回調査においては 4 つの因子の間にはいずれも有意な相関が見られ、さらに全ての因子と行動①にも有意な相関が見られた。第 2 回調査では、行動①と有意な相関が見られたのは

表 6 因子間相関（第 1 回調査時）

	因子 1 意図	因子 2 主観的 規範	因子 3 行動意欲	因子 4 否定的 意識	因子 5 「プロタイ」 イメージ	行動 1 「プログ」 ミン	行動 2 質問
因子 1	1						
因子 2	-.029	1					
因子 3	.539**	.445*	1				
因子 4	-.118	.230	-.085	1			
因子 5	.257	.320	-.048	-.122	1		
行動 1	.499**	.087	.389*	.015	.046	1	
行動 2	.206	-.133	.128	-.212	.330	.273	1

*p<.05, **p<.01

意図意欲、行動統制感のみであり、行動①と相関が見られる因子が減少する傾向にあった。

R4 は調査回数が進むにつれ、行動①と相関が見られる因子が増加しており、R3 とは反対の傾向となった。

表 7 因子間相関 (第 2 回調査時)

	因子 1	因子 2	因子 3	因子 4	因子 5	行動 1	行動 2	プログラミング能力の向上	プログラミングの楽しさ	グループ活動の楽しさ
因子 1	1									
因子 2	.430*	1								
因子 3	.512**	.281	1							
因子 4	.612**	.212	.607**	1						
因子 5	.580**	.411	.446**	.470**	1					
行動 1	.364*	.086	.410*	.200	.248	1				
行動 2	.432**	.311	.286	.341*	.254	.194	1			
能力向上	.643**	.603**	.509**	.295	.500**	.315	.286	1		
P 楽しさ	.674**	.157	.469**	.392*	.332	.364*	.201	.312	1	
G 楽しさ	.281	.017	.079	.062	.232	.238	-.062	.099	.300	1

*p<.05, **p<.01

表 8 因子間相関 (第 3 回調査時)

	因子 1	因子 2	因子 3	因子 4	因子 5	行動 1	行動 2	プログラミング能力の向上	プログラミングの楽しさ	グループ活動の楽しさ
因子 1	1									
因子 2	.675**	1								
因子 3	.761**	.658**	1							
因子 4	.606**	.387*	.551**	1						
因子 5	.518**	.406*	.437**	.452**	1					
行動 1	.771**	.521**	.695**	.360*	.414*	1				
行動 2	.623**	.525**	.592**	.549**	.397*	.590**	1			
能力向上	.657**	.571**	.714**	.614**	.162	.656**	.647**	1		
P 楽しさ	-.114	-.030	-.173	-.067	.008	-.200	.008	-.043	1	
G 楽しさ	-.240	-.181	-.318	-.311	-.115	-.143	-.054	-.215	.688**	1

*p<.05, **p<.01

4.2.3 考察

R4の調査は3回実施しており、R3には実施していない講義開始直後の評価を行っている。R4の第1回調査では、プログラミングへの取り組み（行動①）に関連するのは、意図（因子1）、行動意欲（因子3）であり、プログラミングへの関心やグループへの貢献の意識がプログラミングに繋がっていた。

講義の中盤で実施した第2回調査においても、意図や行動意欲の高さがプログラミングへの取り組みに繋がっており、成長実感やプログラミングの楽しさにもつながっていた。一方、グループ活動の楽しさについては、他の全ての項目と有意な相関が見られていなかった。

第3回調査でも全体的な傾向は第2回調査と同様であるが、プログラミングの楽しさ、グループ活動については、ほぼすべての相関係数が有意ではないが負の値となっており、意図や行動意欲が高いほど楽しくないと感じていた。図6を見ると意図の合成得点も減少傾向にあり、プログラミングの成長実感は高まったが（図7）、楽しく取り組むことができなかったことを示唆する。

成長実感と楽しさに関する項目はR4から項目として追加しており、R3の状況は明確ではないが、図5に示す通り、R4はR3と比較して英語力や論理的思考力がやや低いことから、R3と比べてやや課題の難易度が高かったのかもしれない。プログラミングやグループ活動を楽しんでいると感じながら、成長に繋がることができるよう、段階的な課題の提示方法や支援体制について引き続き検討する必要がある。

4.3 評価指標の妥当性

4.3.1 評価指標間の関係について

2.4.1で述べた通り第一段階において育てたい資質・能力の伸長を測るべく6つの評価指標を用いている。ここでは、各評価指標間の相関係数を求め、その関係性を確認する。R4の結果は表9の通りである。形成的評価は2回実施しており、表中では「1回目」「2回目」とした。ポートフォリオ評価については「理解・関心」と「発見・創造力」の二つの観点から評価を行っているた

め分かれている。ループリック評価の英語力、論理的思考力、主体性、発信力は1月21日の本講義のタイミングの評価における自己評価、ピア評価、他者評価の平均値を用いている。講義とVLは出席回数である。

この表からは、「形成的評価1回目」「形成的評価2回目」「総括的评价」「PF評価理解関心」「PF評価発見創造」「講義出席」「VL出席」は他指標と強い相関関係にないこと、「英語力」「論理的思考力」「主体性」が「講義出席」「VL出席」以外の指標と有意な相関関係にあることが読み取れる。また、有意な相関係数について0.7以上に着目すると該当するのは網掛けで示した通りである。

このうち、「パフォーマンス評価」と「英語力」、「論理的思考力」の間に強い正の相関関係が見られることから、受講生のプログラムを作る能力には「英語力」と「論理的思考力」が関連すると考えられる。これはループリック評価において「英語力」は「教科書を見なくてもメソッドを正しく入力できるか」「プログラム実行時のエラーメッセージを理解できるか」、「論理的思考力」は「教科書の内容を理解しているか」という観点で評価しており、プログラム作成に直結する能力であることが要因と考えられる。「英語力」「論理的思考力」「主体性」「発信力」においては相互に強い正の相関が見られ、「主体性」は「パフォーマンス評価」と正の相関があることから、受講生の主体的な取り組みは「英語力」、「論理的思考力」「発信力」と相互に関連性があり、成果に繋がることがうかがえる。なお、「形成的評価1回目」「形成的評価2回目」「総括的评价」「パフォーマンス評価」は受講生の能力を測り、ループリック評価の「英語力」「論理的思考力」「主体性」「発信力」は資質を測っている。「英語力」「論理的思考力」「主体性」は能力を測る項目と有意な相関が見られるため、能力と資質の間には関連があると言える。

また、全20回の講義の序盤の7月30日(表3)に実施した「形成的評価1回目」と終盤の11月5日に実施した「形成的評価2回目」、最終評価となる1月21日時点での「英語力」、「論理的思考力」と有意な正の相関関係が見られる。形成的評価はプログラミングの知識、理解を問う筆記試験形式であることから、序盤での理解度は終盤にまで影響してくることが示唆される。

「PF評価理解関心」「PF評価発見創造」については、アイディアノートの量と質を評価しており「英語力」「論理的思考力」「主体性」と有意な相関が見ら

れる。アイデアノートの書き込みは強制しているわけではないため、相対的に主体的に書き込みを行う受講生の評価が高くなり、講義内容を理解しまとめる力には「英語力」「論理的思考力」が関連すると考えられる。

表 9 R4 評価指標間の相関

	形成的 評価 1回目	形成的 評価 2回目	総括的 評価	パフォーマンス 評価	PF評価 理解 関心	PF評価 発見 創造	英語力	論理的 思考力	主体性	発信力	講義 出席	VL 出席
形成的評価 1回目	1											
形成的評価 2回目	0.584**	1										
総括的評価	0.139	0.350	1									
パフォーマンス 評価	0.157	0.329	0.308	1								
PF評価 理解関心	0.426**	0.432**	0.224	0.466*	1							
PF評価 発見創造	0.184	0.543**	0.444*	0.362	0.544**	1						
英語力	0.610**	0.590**	0.477**	0.758**	0.689**	0.469**	1					
論理的 思考力	0.658**	0.691**	0.439*	0.791**	0.642**	0.485**	0.932**	1				
主体性	0.477**	0.475**	0.424*	0.642**	0.609**	0.473**	0.841**	0.879**	1			
発信力	0.377*	0.411*	0.173	0.540**	0.564**	0.343*	0.697**	0.761**	0.713**	1		
講義出席	0.363*	0.063	0.200	-0.009	0.173	0.201	0.247	0.265	0.368*	0.176	1	
VL出席	0.372*	0.356*	0.309	-0.091	0.412**	0.276	0.307	0.293	0.253	0.231	0.284	1

PF評価：ポートフォリオ評価

*p<.05, **p<.01

このように相関係数の高い指標の組み合わせを確認するとその関係性を論理的に説明することができる。一方で、相関が低い指標について、「総括的評価」「講義出席」「VL出席」が確認できる。これらについては、「講義出席」は受講生全体の出席率が良いこと、「VL出席」におけるVLは講義の補習が目的であり、参加してプログラミングの理解度が高まる受講生と参加しなくとも講義だけで理解できる受講生がいることが考えられる。R3は「総括的評価」と「パフォーマンス評価」の間に強い相関が見られたがR4は見られなかった(表

10)。これは「総括的評価」の試験を実施した講義は欠席者が多く未実施者が
 多かったことからデータの欠損が影響していると考えられる。以上のことから相関
 が低い指標についても説明が可能であり、各評価指標間の関係を確認すること
 ができた。

表 10 R3 評価指標間の相関

	形成的 評価 1 回目	形成的 評価 2 回目	総括的 評価	パ フォー マン ス評価	PF 評価 理解 関心	PF 評価 発見 創造	英語力	論理的 思考力	主体性	発信力	講義 出席	VL 出席
形成的評価 1 回目	1											
形成的評価 2 回目	0.291	1										
総括的評価	0.240	0.520**	1									
パ フォー マン ス 評価	0.131	0.728**	0.831**	1								
PF 評価 理解関心	0.046	0.602**	0.427*	0.610**	1							
PF 評価 発見創造	0.174	0.609**	0.591**	0.581**	0.620**	1						
英語力	0.001	0.477**	0.730**	0.601**	0.365*	0.588**	1					
論理的 思考力	0.193	0.607**	0.544**	0.566**	0.201	0.370*	0.764**	1				
主体性	0.097	0.716**	0.758**	0.790**	0.444**	0.575**	0.891**	0.814**	1			
発信力	0.279	0.393*	0.415	0.295	0.069	0.295	0.610**	0.595**	0.576**	1		
講義出席	-0.089	0.234	0.294	0.322	0.118	0.197	0.501**	0.498**	0.503**	0.036	1	
VL 出席	0.056	0.098	0.021	0.137	0.369*	0.270	0.091	0.163	0.203	-0.195	0.310	1

PF 評価：ポートフォリオ評価

*p<.05, **p<.01

4.3.2 各評価指標の影響力の検討

本事業では 6 つの評価指標を用いて多面的評価を試みている。また、それら
 の評価指標によって受講生の資質・能力を評価し、基準を満たした受講生には
 JM の称号を授与している。ここでは、これらの 6 つの評価指標である「形成
 的評価 1 回目・2 回目」「総括的評価」「パフォーマンス評価」「PF 評価理解関
 心・発見創造」「ルーブリック評価 (「英語力」「論理的思考力」「主体性」「発
 信力)) を説明変数、「JM の授与状況」を目的変数として R3 と R4 の評価結

果を用いて判別分析を行い、各指標の JM 授与への影響力について分析する。分析は統計ソフトの SPSS Statistics(バージョン 25)で行った。

評価結果を確認したところ、R3 と R4 のデータの両方に欠損値が見られた。特に R4 は欠損値を削除すると有効なデータが半分以上となることから、より欠損が多い「パフォーマンス評価」について説明変数から外すことにした。これにより R3 は 28 名分 (このうち JM 授与者 23 名)、R4 は 27 名分 (このうち JM 授与者 17 名) のデータとなった。これらに対して判別分析を行った結果は表 11 の通りである。

R3 の正準相関係数の値は 0.885 (Wilks の $\lambda = .217$, $\chi^2(9) = 32.801$, $p < .001$) で正判別率は 100% であった。標準化判別係数が大きい項目を確認すると、JM 授与には「総括的評価 (.833)」「PF 評価理解関心 (.900)」「論理的思考力 (.755)」「発信力 (.759)」が影響していることがわかる。R3 は鳥海山登頂システムにおける標高ポイントの基準のみで JM 授与者を決定したことから、「総括的評価」で高得点を得ることが JM 授与の基準である 6 号目 (1580m) に到達するために必要だったと考えられる。また表 10 の相関関係より、「論理的思考力」は「総括的評価」「発信力」との間に有意な相関があることから、「総括的評価」で高得点を得るためには「論理的思考力」が必要であり、プログラミングに関する理解度が高いことは成果発表時の「発信力」向上に繋がると説明可能である。「PF 評価理解関心」は研究アイデアノートへの継続的な書き込みとその内容の質が高評価に繋がるため、高評価者は講義の終盤まで活動への意欲が高いことを意味し、JM 授与の基準に達しやすくなると考えられる。

R4 の正準相関係数の値は 0.825 (Wilks の $\lambda = .320$, $\chi^2(9) = 23.346$, $p < .01$) で正判別率は 96.3% であった。標準化判別係数が大きい項目を確認すると、JM 授与には「形成的評価 1 回目 (.438)」「PF 評価発見創造 (.554)」「英語力 (.677)」が影響していることがわかる。これについては、「形成的評価 1 回目」は講義の序盤に行った評価であることから、序盤でのプログラミングの理解度が JM 授与に影響していることが考えられる。これは表 9 の相関関係からも示唆されたことである。「英語力」についても表 9 から他指標と有意な相関関係が見られ、受講生の能力評価及び資質評価の両方に関連していることから JM 授与に影響していると考えられる。「PF 評価発見創造」はアイデアノートへ

の講義内容やプログラムに関するアイディアの書き込み及び本活動内で独自に作成したプログラムのアイディアから評価を行っていることから、「PF 評価理解関心」と同様に高評価者は講義の終盤まで活動への意欲が高いことを意味し、JM 授与の基準に達しやすくなると考えられる。

これらの結果から、R3 と R4 において影響力の高い指標は異なるが、能力を測る指標と資質を測る指標*8の両方が含まれることが示された。しかし、欠損値への対応により「パフォーマンス評価」を説明変数から外しており、40 名の受講生の評価結果のうち 10 名以上のデータが欠損している状態での分析であることから、今回の結果での断定はできないだろう。特に R3 と R4 続けて「総括的評価」「パフォーマンス評価」の欠損率が顕著に高いため、より確実に評価を行えるよう実施方法に改善が求められる。

表 11 判別分析結果

	R3	R4
	標準化判別係数	
形成的評価1回目	-0.781	0.438
形成的評価2回目	0.191	0.008
総括的評価	0.833	0.225
PF評価理解関心	0.900	0.261
PF評価発見創造	-1.210	0.554
英語力	0.468	0.677
論理的思考力	0.755	-0.016
主体性	-0.375	0.141
発信力	0.759	-0.324
N	28	27
正準相関係数	0.885	0.825
Wilksの λ	0.217	0.320
χ^2	32.801	23.346
自由度	9	9
p値	***	**

p<.01, *p<.001

*8 能力を測る指標は形成的評価、総括的評価などの筆記試験、資質を測る指標はループリック評価を指す。

5 まとめ

採択から2年目となるR4は、第一段階において受講生への一律PC貸与、タイピングシステム及び鳥海山登頂システムの早期公開などR3の課題を活かしたスタートを切ることができた。受講生側のPC環境を統一できたことはトラブル対応の効率化に大きく寄与した。一方、昨年と比較して応募者は70名から40名、修了者(JM授与者)は27名から21名に減少した。特に応募者の減少は定員割れによるミスマッチに繋がる可能性があるため早急な対応が求められる。

第二段階においてR4は初年度の取り組みとなったが、結果的に6名が外部発表するまでにいたり、他受講生も最終成果発表会で研究成果を発表することができた。第二段階受講生は活動の継続については自由であることから、今後は継続者に第一段階からの選抜者が加わる形で人数が増えていくと予想されるため、初年度の研究の質をより高められるよう指導体制の検討が必要となる。

評価の分析においては以下の通りである。

ループリック評価

受講生の資質・能力の伸長を測るべくループリック評価を行った。その結果、評価を重ねるごとに英語力、論理的思考力は有意に向上していくが、主体性、発信力については横ばいとなった。英語力、論理的思考力のように本プログラムを通して向上していくことが理想であるため、主体性について評価指標の改善、発信力については個人の発表機会の確保が必要と考える。また、他者評価について同一の受講生に対する2名のメンターの評価差が大きくなっていることについても改善が求められる。

学習に対する意識調査

受講生の学習行動に及ぼす要因の調査のために計3回のアンケートを行った。1回調査時にはプログラミングへの関心やグループへの貢献の意識がプログラミングへの取り組みに繋がっていたが、2回調査時にはグループ活動の楽しさが他項目と関連が見られなくなった。3回調査時

にはプログラミング、グループ活動の楽しさが他項目と負の相関を示し、意図や行動意欲は高いものの楽しさを感じていないことが示唆された。R4はR3と比較して英語力や論理的思考力がやや低いことから、講義や課題の難易度調整の必要性が挙げられる。

評価指標の妥当性

各評価指標間の相関関係を確認すると、受講生のルーブリック評価による資質と、理解度を評価する形成的評価などの能力との間には有意な相関が見られ、資質と能力の間には関連があることと言える。一方、講義序盤に行った形成的評価と終盤に行った英語力、論理的思考力に有意な相関があったことから、序盤での理解度が終盤にまで影響してくることがうかがえた。このことから序盤のプログラミングの基礎の学習でつまづかないよう指導体制を整える必要がある。

評価指標の JM 授与への影響

各評価指標が JM 授与へ与える影響について判別分析を行った。結果は R3 と R4 で影響力の大きい評価指標は異なるものであった。また、今回の分析では欠損値を考慮してパフォーマンス評価を除いていることから、次年度以降も継続して検証していく必要がある。

次年度は活動 3 年目となり、採択期間の 5 年間における折り返しとなる。これまでの 2 年間で蓄積した知見をもとに、より良い教育プログラムを展開すべく改善を続けていく。

謝辞

東北公益文科大学ジュニアドクター育成塾事業は、国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）の支援を受けて実施している。

著者貢献

榊原一心（本学特任助手）：データ整理、分析、執筆（原稿作成）、執筆（レビュー及び編集校正）

神田直弥（本学教授）：データ整理、分析、執筆（原稿作成）

広瀬雄二（本学教授）：方法論、執筆（原稿作成）

参考文献

- [1] 榊原一心, 神田直弥, 広瀬雄二. ジュニアドクター鳥海塾初年度の活動評価. 東北公益文科大学総合研究論集, No. 43, pp. 3-42, aug 2022.
- [2] 日本学術振興会. 研究倫理 e ラーニングコース, 2023-5-22. <https://elcore.jsps.go.jp/top.aspx>.
- [3] 国立研究開発法人科学技術振興機構. サイエンスカンファレンス, 2023-5-22. <https://www.jst.go.jp/cpse/fsp/event/index.html>.
- [4] NPO 法人 naturalscience. サイエンスデイとは?, 2023-5-22. http://www.science-day.com/?page_id=9.
- [5] 一般社団法人情報処理学会. 中高生情報学研究コンテスト, 2023-5-22. https://www.ipsj.or.jp/event/event_chukousei.html.
- [6] Ajzen, I. The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, Vol. 50(2), pp. 179-211, 1991.
- [7] Gibbons, F. X., Gerrard, M. Predicting young adults' health risk behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 69(3), pp. 505-517, 1995.