

# 自動発注問題を題材とした実践的人材育成コースにおける授業改善の報告

佐伯 幸郎 福安 直樹 神田 哲也 市川 昊平 吉田 真一  
中村 匡秀 楠本 真二

AiBiC 関西では、社会の要請に応え、ビッグデータ処理技術、人工知能技術、クラウド技術などを用いて、新しいビジネスや価値を創出するといった社会の具体的な課題をチームで解決できる人材の育成を目的とした教育コース、AiBiC Spiral を行っている。本稿では、2017 年度の実施において明らかになった受講生が期待する教育内容と本教育コースとのミスマッチや演習環境に対する課題と、これに対し 2018 年度に改善活動として行った自己評価シートによる教育目的に対する内的動機づけの啓発、演習環境の改善に対する取り組み、またアンケートの結果にもとづく改善の確認について報告する。

AiBiC Kansai offers an education course, AiBiC Spiral designed to develop abilities to solve individual social issues such as creating new business and values by using Big Data, artificial intelligence, and Cloud technologies in team work. In this paper, we describe the mismatch between the actual contents of our course and the student expectations, and point out the problems of the class environment from the results of 2017. And then, we report our efforts to encourage the intrinsic motivation of the students towards the educational goal using self-assessment sheets and the efforts to improve the class environment, and verify the improvements of the course of 2018 based on the student questionnaires.

## 1 はじめに

enPiT「成長分野を支える情報技術人材の育成拠点の形成」は文部科学省が推進する産学協働の実践教育によって高度 IT 人材を育成する取り組みであり、ビッグデータ・AI 分野、セキュリティ分野、組込み

システム分野、ビジネスシステムデザイン分野の 4 分野において実践的な人材教育を行っている [10] [9].

我々は、ビッグデータ・AI 分野 (通称:enPiT AiBiC) [3] の取り組みの一つとして、関西圏を中心に、2018 年度現在 14 の大学・高等専門学校 (以下、高専) および 22 の連携企業との協働で **AiBiC 関西** を構成し、教育コース **AiBiC Spiral** を実施している [1]. AiBiC Spiral ではビッグデータ処理、人工知能、クラウド技術を融合した現実的な課題の一つとして、スーパーマーケットにおける自動発注問題を題材とした PBL を実施している。自動発注問題は長期間に渡る小売の販売のビッグデータ処理、データの解析、機械学習による予測モデル構築という人工知能の基礎、それらを結合したプログラムの実装とクラウド上のサービス活用といった技術を必要とし、全体の規模から PBL 課題として適しているため採用している。

AiBiC 関西では 2017 年度に 52 名の学生を受け入れて AiBiC Spiral を実施したが、1 年間の実施を通

---

An empirical report of nurturing practical engineer course based on questionnaire results for students  
Sachio Saiki, Masahide Nakamura, 神戸大学大学院システム情報学研究所, Graduate School of System Informatics, Kobe University.

Naoki Fukuyasu, 和歌山大学システム工学部, Faculty of Systems Engineering, Wakayama University.

Tetsuya Kanda, Shinji Kusumoto, 大阪大学大学院情報科学研究科, Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University.

Kohei Ichikawa, 奈良先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科, Graduate School of Science and Technology, Nara Institute of Science and Technology.

Shinichi Yoshida, 高知工科大学情報学群, School of Information, Kochi University of Technology.

して受講生が期待する教育内容と本教育コースとのミスマッチや演習環境に対する課題が明らかとなった[7]。そこで、2018年度の実施では、教育コースの継続的な改善活動の一環として自己評価シートによる教育目的に対する内的動機づけの啓発、演習環境の改善に対する施策などを試みた。本稿では教育コースの改善に向けた2018年度のこれらの取り組みとその結果について報告する。本稿が今後のPBLを用いた教育の一助となることを期待する。

## 2 AiBiC 関西の教育コース

### 2.1 教育目標

現代社会の課題解決においては、ビッグデータ・AI・クラウド技術の活用は欠かせない。世の中には処理しきれない大量のデータがあふれ、これらを活用して新たな価値を創出することが喫緊の課題となっている。一方で、多くの課題は個人の力で解決できるものではなく、チームによる解決が求められている。そこでAiBiC 関西ではそのような社会の要請に応えるため、ビッグデータ処理技術、人工知能技術、クラウド技術などを用いて、新しいビジネスや価値を創出するといった社会の具体的な課題をチームで解決できる人材の育成を目的とした教育を行う。

技術に対する知識は、座学・演習を通じ修得できるが、チームで課題を解決するためには、コミュニケーション力やリーダーシップが必要となり、そのような力は座学だけを通じて修得することは難しい。そのため、我々はファシリテーション演習やPBLを通じて実際にチーム活動を体験することによりチーム活動に関する力の修得を目指している。

### 2.2 カリキュラム概要

AiBiC 関西の教育プログラムは、enPiTにおける教育方針のフレームワーク[4]に基づき、各校で実施されるビッグデータ・AI・クラウド技術に関連する**基礎知識学習**、夏季の集中講義から後期にかけて実施される**基礎PBL**、各校で実施され、PBLで培った知識を活用する**発展学習**から設計されている。AiBiC Spiralは**基礎知識学習補助**・**PBL基礎**、**PBL発展**を実施し、この教育プログラム中の**基礎PBL**、**発展学**

**習**に相当するコースである。対象学年は大学3年または4年、高専専攻科1年または2年とし、所属する学部・学科などには制限を設けず、幅広く学生を受け入れている。PBLの題材として我々は、ビッグデータ処理技術、人工知能技術、クラウド技術の融合した現実的な課題である、スーパーマーケットにおける自動発注問題を題材として設定し、本課題の解決を通して、ビッグデータ処理技術、人工知能技術、クラウド技術の応用技術を効率的に身につけることを目指す。以下、AiBiC Spiralの各項目の概要を述べる。

#### 2.2.1 基礎知識学習補助

各校で行われる基礎知識学習は、主にPBL基礎に必要な前提知識の習得を目的とするが、各校の実施内容は厳密には同一とならない。そのため、PBL開始時の前提知識の共通化を目的とし、前期期間中にひと月に1度の割合でビッグデータ・AI・クラウド技術に関してそれぞれ集中講義として5コマの基礎知識学習補助を開講する。本講義は、3コマの座学・演習、2コマの企業セミナーから構成され、前半の座学・演習ではそれぞれの分野に対する俯瞰的な知識を身に付けることを目的とし、幅広いトピックを演習を中心とし学習する。また、後半の企業セミナーでは、それぞれの分野に関する技術を先進的に取り入れている連携企業により、実際の企業での利活用例やその技術説明などについての講演を行い、受講生が学ぶ知識が今後どのように役立つかの理解を促す。また、基礎知識学習補助の最後にこれまでそれぞれ独立で学んだ各分野がどのように連携しているか、またPBLで具体的にどのように利用されるのかを学習するため総合演習を行う。

#### 2.2.2 PBL基礎

PBL基礎では基礎知識学習および補助講義で修得した技術をもとに、チームで課題解決を行う。PBL基礎の主な目標は、チームでの進め方を体験し、一通りのPBL遂行に必要なシステムを構築できるようになることである。PBL基礎では、具体的なチーム活動に先駆け今後の活動を円滑に進めるために必要となるファシリテーションに関する講義を1日行う。本講義は会議やプロジェクトを円滑に進めるための様々な手法について修得するものであり、実際のチーム活

動におけるコンセンサスのとり方、タイムマネジメントの重要性など PBL 遂行において重要なスキルとなる。受講生はファシリテーションスキルの修得後、PBL に取り組むことになる。

### 2.2.3 PBL 発展

PBL 発展は PBL 基礎の課題をもとに、より大規模に拡張された課題を対象とする。PBL 発展では PBL 基礎で行っていたような対面でのチーム活動と併せ、講義時間外での遠隔によるチーム活動による課題への取り組みを行う。ここでの主な目標は、受講生チーム自身によるプロジェクトマネジメントの体験とその重要性の認識である。PBL 基礎では、あらかじめ規定された講義時間の枠内で教員によりスケジュール管理がされたチーム活動を行っていた。PBL 発展では活動に関する制約は講義時間ではなく、最終的な成果物の完成になる。そのためチーム活動に利用可能な時間がチームの裁量で決められるようになり、より自由度の高いチーム活動が実施可能となる。一方で教員に管理されないチーム活動はタスクやスケジュール管理などのプロジェクトマネジメントにプロジェクトの成否が大きく支配される。このような体験を通じプロジェクトマネジメントの重要性に受講生自身が自発的な気付きとして身につけることによる本教育コースの目指すチーム活動に関する力の修得を目指す。

## 3 2017 年度におけるカリキュラムの実施

### 3.1 2017 年度の実施概要

AiBiC 関西では、2017 年度は、情報系の学部にも所属する 7 大学・1 高専から 52 名の受講生（大学 3 年生 44 名、4 年生 4 名、専攻科 2 年 4 名）を受け入れて実施した。5 月～8 月に月に 1 度基礎知識学習補助の後、9 月に 5 日間の PBL 基礎を連続して行い、10～12 月に PBL 発展と最終成果発表会を行った。受講生は、大阪大学中之島センターに集まり、個別技術の習得や 5～6 名の 9 チームに分かれて PBL を実施した。

#### 3.1.1 基礎知識学習補助

##### クラウド技術

クラウド技術の講義では、クラウド技術の発展に関してその歴史的な背景を含めて解説した。特に、クラ

ウドサービスを実現する上で要素技術となる仮想計算機技術に関して詳しく解説し、クラウドサービスが有する柔軟さや、迅速な拡張性などの特徴が仮想計算機技術によってどのように実現されるのかを学習した。また、この講義の後に実施されるビッグデータや機械学習の講義で使用する Amazon Web Services (AWS) [2] の Elastic MapReduce (EMR) や、Azure Machine Learning Studio [5][8] (Azure ML) などのクラウド上のビッグデータおよび機械学習プラットフォームサービスに関して概説した。演習では、クラウドを構成する仮想計算機がいかに容易かつ迅速に生成できるのか、計算機リソースを制御するソフトウェア技術に関して理解を深めるため、AWS 上の EC2 サービスを利用した仮想計算機環境構築の演習を実施した。演習環境としては、OS 標準のブラウザ (Microsoft Edge) と各受講生の端末にあらかじめ導入を行った RLogin を利用した。

クラウド技術に関する企業セミナーは、株式会社 NTT データ・楽天株式会社により開催され、自社内で開発されたクラウドを活用した設計ツールの紹介や、自社サービスを開発する際にクラウドを活用することによる利点などについて講演が行われた。

##### ビッグデータ処理技術

ビッグデータ処理技術の講義では、ビッグデータの定義や活動事例を紹介した後、MapReduce の考え方について解説した。データ処理の流れを理解し実践するために、基礎部分の説明の後は演習中心の設計となっている。演習では、コーディングの前に MapReduce の考え方を身に着けるため、まずアナログなチーム演習として、チームメンバーをワークノードに見立てた記号計数ゲームを実施する。その後、使用するツールをローカル環境の Apache Hadoop, EMR へと順次移行し、本格的なビッグデータ処理の演習を行った。演習環境としては各受講生の端末にあらかじめ導入を行った eclipse 上で Java によるコーディングを行った。

ビッグデータ技術に関する企業セミナーでは、富士フイルムホールディングス株式会社により、自社・グループ会社でのビッグデータ分析基盤構築やビジネスへの展開例などについて講演が行われた。

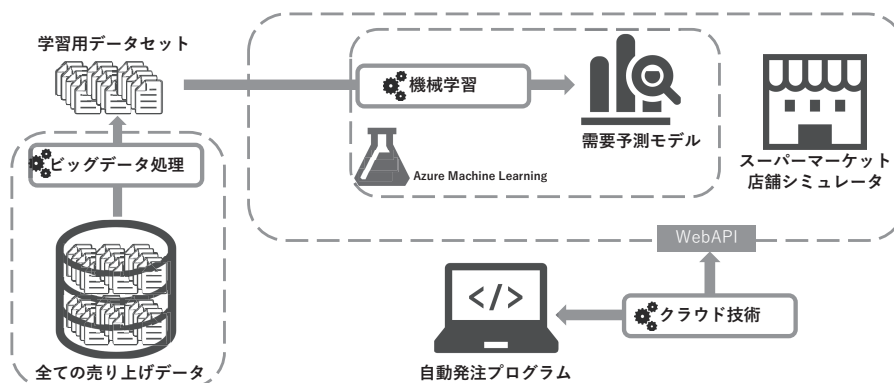


図1 PBLで開発する自動発注システムの概要

### AI技術

AIの講義は、人工知能に関する包括的な知識習得を目的とした講義である。講義では、近年注目されている機械学習に基づく人工知能だけに限らず、旧来のエキスパートシステムによる人工知能や人工知能分野発展の歴史的な解説、さらにディープラーニングなどの先進的な内容について理解できるように講義設計を行った。特に考慮した点として、なるべく平易に理解を進め、かつ実践的に活用できるように、概念としての理解を主目的として、アルゴリズムやその計算式、導出法などについては意図的に内容から排除している。AI技術に関する演習として、不動産オープンデータを用いた予測・分類問題を行った。演習環境としてはクラウド上に展開されたプログラミング環境であるJupyter[6]を用い、pythonによるコーディングを行った。

AI技術に関する企業セミナーは、日本アイ・ピー・エム株式会社・株式会社日本総合研究所により開催され、IBM Watson やそのシステムの実例の活用例について講演が行われた。

#### 3.1.2 総合演習

総合演習では、これまで学習したクラウド・ビッグデータ・AI技術のPBLでの活用を目的とし、EMRを利用したビッグデータ処理結果を用い、Azure ML上で機械学習によるモデル構築を行った。講義では予測モデルの評価指標についての説明を行った後、Azure ML上でのモデル構築と評価手順を説明する。

その後、各自でモデル構築を工夫する演習を行った。

#### 3.1.3 PBL基礎

PBL基礎では小売店における商品発注業務を自動化する自動発注プログラムの開発を題材としている。

我々が設定した自動発注問題は、POSデータ（スーパーマーケットの日別販売実績データ）から得られる過去の販売実績や、天気などから機械学習により需要予測モデルを構築し、そのモデルに基づいて小売店の利益ができるだけ大きくなるように自動的に発注業務を行うシステム（図1）の開発である。

PBLでは、チーム対抗による自動発注システムの能力向上を一つの達成目標とした（自動発注コンテスト）。ここで自動発注システムの能力とは、指定された期間で発注業務を行った際の店舗の利益であり、期間中の総売り上げ額から総仕入れ額を引いたものとする。各チームは、Azure MLを利用して需要予測モデルを作成する。小売店の振る舞いを再現する店舗シミュレータ上で、作成した需要予測モデルに基づいて発注業務を行う自動発注プログラムを作成することによって、システムの性能評価を行う。

PBL基礎では、最初に個人の演習として店舗シミュレータを操作するためのAPIを一通り説明した後、チームごとに自動発注システムを実装する。練習として、ヨーグルトの販売実績データを対象に機械学習アルゴリズムの選定やパラメータチューニングなどの工夫ポイントをチームで相談しながら実装を進める。機械学習の教師データには、用意した2009～2013年

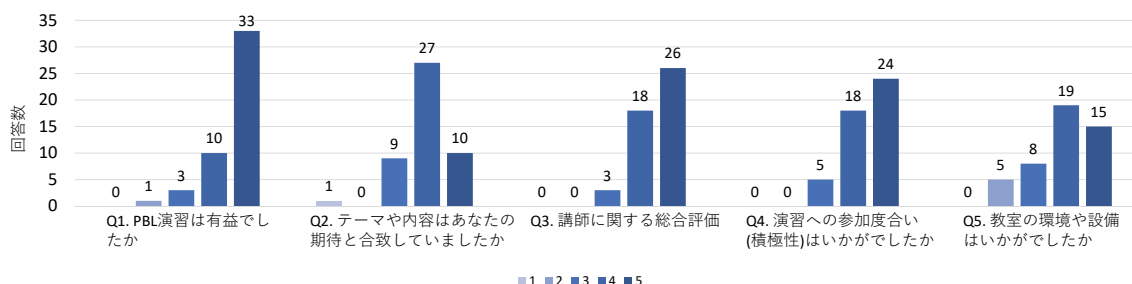


図 2 2017 年度授業アンケート結果

の 5 年間のデータのうち 1～3 年目のものを利用する。チーム作業では、フリーライダー（チームの他のメンバーに任せて積極的に作業に参加しない学生）の出現がしばしば問題となるが、これを回避するため、ジグソー法による知識の共有やリレーコーディングを行った。ジグソー法では、機械学習のアルゴリズムを指導者から 6 つ指定し、チームのメンバー各人がそれぞれのアルゴリズムを調査した上で、同じアルゴリズムを調査した他のチームのメンバーと議論を行い、その結果を各チームに持ち帰って共有させた。リレーコーディングでは、チームのメンバー全員が一つの画面を共有し、一人のメンバーがドライバーとなってキーボードを操作する。これを、全員がドライバーとなるように短時間でドライバーを交代しながら実装を進めることを PBL 基礎の初日に実施した。

一通りチームで実装したところで、中間報告会として、各チームの工夫点を発表してもらおう。また 4 年目のデータを利用して実際に店舗シミュレータを実行し、各チームの自動発注システムの性能を共有した。

### 3.1.4 PBL 発展

PBL 発展では、販売実績の傾向の異なる複数の商品に予測対象を広げて総合的な結果の向上を目指す。また、結果が偶然に左右されにくいように、試行の過程を記録として残すことを各チームの課題として設定する。予測精度の指標には、売上金額から仕入金額を差し引いた利益の数値を用いる。PBL における自動発注システムの開発では、この利益を最大化することが一つの達成目標である。しかしながら、利益を追求するあまり、特定のメンバーだけが作業をするようになっては我々の教育目標から考えると本末転倒であ

る。そこで、一定水準以上の自動発注システムを開発し、かつ全員がチーム活動を経験することを PBL の目的であると受講生に認知させるため、最終成果発表会では、各チームごとに PBL 発展を通じどのような活動をどのように分散された状況で行ってきたかなど、チーム活動に対する報告と、予測に対しチームが取った戦略などの報告を受講生に求めた。また、教員により 5 年目のデータを対象として店舗シミュレータを実行し、商品ごとの順位やチャンスロス率・廃棄率などの分析結果と、総合順位の発表などを行った。

### 3.2 2017 年度の実施結果

2017 年度の我々の取り組みを評価するため、本年度受講生に対し終了後にアンケートを行った。アンケートは受講生 52 名中 47 名から回答を得た。アンケートの設問と回答の一部を図 2 および以下に示す。

Q1: 43 名が有益である（4 以上）と回答した。一方で、2 と回答した学生が 1 名おり、基礎的な講義の不足を指摘していたが、本演習は多くの学生にとって有益なものであった。

Q2: 37 名が合致していたと回答した一方、9 名はどちらともいえない、1 名は合致していなかったと回答した。Q1 ではより多くの学生が PBL 演習を有益と感じていたことから、技術を深く追うことを期待していた学生も本講義には満足したと考えられる。

Q3: 44 名が 4 以上の評価を付けており、講師に対する評価は高い。したがって、本 PBL 演習運営において、講師のスキルは十分であったと考えられる。

Q4: 積極的に参加した（4 以上の評価）と回答した受講生は 42 名であった。PBL は受講生の主体的な活

表 1 2017 年度アンケート分析

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
平均値	4.60	3.96	4.49	4.40	3.94
中央値	5	4	5	5	4
分散	0.50	0.59	0.38	0.45	0.91

動を前提としており、89%の受講生から積極的に参加したとの回答を得たことは本演習の有用性を示す一つの指標となる。これはチーム作業において問題となるフリーライダーの出現を回避するため、PBL 基礎において行ったジグソー法による知識の共有やリレーコーディングによって、全員が開発に参加することを意識づけたことも要因の一つと考えられる。一方で、本設問は受講生の主観による評価であり、特に自身が関与したものに対しては一般的に積極性に対し高い評価を付けがちであることも留意する必要がある。また、本教育コースの参加学生はあらかじめ各大学内での説明会や選抜などを自発的に受けた者であり、そもそものモチベーションが高い学生が多いという傾向も本結果に寄与していると考えられる。

Q5: 4 以上の評価を付けた学生が 34 であり、72%の受講生が良いと感じていた。一方で 2 を付けた学生は 5 名おり、教室の環境や設備に対し改善点があることがわかる。2 を付けた学生のコメントとしては全員が演習に用いた部屋の通信環境を挙げている。これは演習に用いる環境がブラウザベースでありネットワーク接続を必須であったが、多人数が 1 カ所に集まることにより無線通信の品質が低下することで演習環境へのアクセスが出来ないことが講義序盤では発生していたため、これに起因したアンケート結果であると考えられる。この問題に対しては、問題の発生を認識後、機器の入れなどを行った。

#### 4 問題点の分析

本教育プログラムの継続的な改善活動の一環として、2017 年度のアンケート結果に基づいて改善点の抽出を行った。Q1~Q5 について、それぞれ平均値、中央値、分散を表 1 に示す。

表 1 によると、5 段階評価の 5 つの質問において中央値が 5 ではなかったのは Q2 と Q5 であった。また

平均値も相対的に低いことからこれらの項目について、平均的に受講生からの評価が他の項目に対し低いことが明らかになった。また Q5 に関しては分散が大きいいため、環境に対する不満の大小には個人差が大きかった。そこで、これらの項目について、特に低スコアをつけた受講生の自由記述について精査を行い、2018 年度の実施における改善に向けて詳細に分析した。

##### 4.1 Q2. テーマや内容はあなたの期待と合致していましたか

本項目は受講生が期待する教育内容と本教育プログラムとのミスマッチを問う設問である。回答者の 21% (10 名) が 3 以下の評価であり、期待とのミスマッチが少なからず発生していたことがこの結果から伺える。それらの受講生の自由記述による回答では、演習時間に比べて座学での講義時間が短いといった意見が見られた。

AI やビッグデータ、クラウドの最新技術については、主に基礎知識学習補助の各講義の中で扱うようにしているが、PBL においては、AI・ビッグデータ・クラウドの各技術をいかに組み合わせるチームとして成果を出すかという点を重視しているため、最新技術よりむしろ枯れた技術の利用が中心となっている。そのため、受講動機が最新技術に触れたい・知りたいという部分にある一部の受講生にとって、期待とのミスマッチが発生したものと考えられる。受講生の募集は、各大学・高専において行われるが、その説明は各担当教員に任せられているため、本教育コースの目指すところが受講希望者に十分に伝わっていない可能性は否定できない。一方で、最新技術を知り受講生自身がより深く探求するきっかけになったという意見も得られており、講義・演習の中で受講動機とのミスマッチを軽減できる可能性もあると考えられる。

##### 4.2 Q5. 教室の環境や設備はいかがでしたか

本項目は本質的には講義・演習を実施する教室の環境や設備などの不満・不足などを問う設問である。実際には設問に対するコメントには演習で利用する開発環境や、動作速度などに対する言及が多く、受講生

からの低評価の要因になっている。以下に授業評価アンケートから得られたコメントより多く見られた問題点について述べる

#### 4.2.1 ネットワーク接続に関する問題

我々の講義環境は、講義時に受講生全員に対し1台ずつノートPCを貸与し、無線LANでのネットワーク接続を行い、Google Driveによる講義資料の配布や演習を行っている。無線LANの接続は円滑な講義遂行に向け重要な事項であると当初より認識していたため、問題が発生後すぐに、大規模な環境構築にも対応可能な設備を準備した。具体的には約60台の端末に対し、4台のアクセスポイント(AP)を設置し、APごとの最大接続数制限、APごとのチャンネル分離、電波強度にもとづくAP切り替えを用いたロードバランシングの実施などを設定した。当初の想定では先に挙げた設備更新により講義遂行に対し十分な帯域を実現できていると考えていた。しかし実際の演習時には外部への接続に対し時間がかかる、接続ができないなどの問題が起きた。この問題に対し問題が発生するタイミング、作業内容などからその問題の多くがバックグラウンドで行われるOS(Windows 10)の自動更新であることが判明した。特に月1度程度の講義間隔があるため、講義開始時には全端末が更新を始め、無線LANの特性上多くの輻輳が発生し、結果としてネットワーク接続が不安定になる問題が顕著に出る傾向が強いことが明らかになった。

#### 4.2.2 演習環境・言語の分散

2017年度の実施では、基礎知識補助で行った演習環境は、ブラウザとRLoginを用いたAWSの操作、eclipseを用いたJavaによるHadoop演習、ブラウザ上のJupyterを用いたPythonによる機械学習演習であった。またPBLはブラウザを用いたAzureMLとJupyterを用いたPythonによる自動発注プログラムを行っている。アンケートのコメントではこのような講義設計に対し、利用言語・開発環境の分散による学習のし辛さが多く挙げられていた。事前に講義に必要となるプログラミング言語に対しての言及がなかったため、講義当日に初めてJavaを使う、Pythonを使うといった事態が発生していた。

#### 4.2.3 サーバ過負荷の問題

AIに対する講義は、機械学習への理解を深めるため、予測、分類などの初歩的な内容について実際にプログラミングの演習を行っている。演習は予習・復習などを効率的に行えるよう外部からアクセス可能なJupyterサーバに対しブラウザでアクセスし行う。2017年度の実施ではIntel Xeon E5649 × 2 (計12物理コア)、メモリ96GBのサーバ上で受講生全員のJupyterを動作させていた。実行が分散されるような比較的実行時間の小さなコードで演習を行う場合には大きな問題とはならないが、機械学習のアルゴリズムのような実行が長いコードを同時に受講生が実行する状況下においては過負荷の状態になり、結果として本スペックのサーバでは大多数の受講生のコードが実行待ちの状況となり、円滑に演習を進めることができなかった。

### 5 2018年度におけるカリキュラムの実施

2018年度は情報系の学部にも所属する9大学・2高専(大学3年生50名、4年生8名、専攻科1年5名)から63名の受講生を受け入れ、各チーム7名の9チームで実施した(2017年度比、2大学1高専の追加、受講生11名の増加)。基本的なカリキュラム設計は前年度と同様であるが、5.2.2で後述する使用言語の統一に合わせ、データ処理入門を初回に行い、また総合演習を夏季集中へと移動しPBL基礎の前に行った。また、大きな変更点として2017年度には後期に行っていたPBL発展相当の一部を夏季集中の翌週に合宿として実施し、その後の分散期間を1か月としたことが挙げられる。

#### 5.1 Q2についての施策とその結果

我々が設定するPBLの目的においては、最新技術を学ぶことは必ずしも本質ではなく、それだけを目的とする受講動機とのミスマッチを改善するために2018年度は以下の施策を行った。

- 受講生募集のための統一資料の用意
- 自己評価シートによる振り返り
- 最終成果発表会での報告項目の指定



S1.	作業を始める前に計画を立てましたか
S2.	計画では作業の成果物を具体的に定義できましたか
S3.	計画は必要なタイミングで見直すことができましたか
S4.	計画にそって開発を進めることができましたか
S5.	計画した目標は達成できましたか
S6.	振り返り時に他のメンバの作業内容に関して情報共有できましたか
S7.	議事録・実験ノートは適切に作成できましたか
S8.	自分はチームに何らかの貢献ができましたか
S9.	自分の作業はチームのコンセンサスを得て実施しましたか
S10.	自分の意見をチームに表明できましたか
S11.	特定のメンバに依存せずにチームとして活動できましたか

図 3 自己評価シート

### 5.1.1 受講生募集のための統一資料の用意

2017年度は本教育コースを本格的に実施した初年度であり、受講生の募集も初めてであった。そのため、受講生の募集は各大学の担当教員等に一任されていたが、初年度で授業の事例がまだなかったこともあって、担当教員によってニュアンスの異なる説明が行われていた可能性は否定できない。そこで、2018年度の募集にあたっては、各大学の担当者が共通に利用できるような統一の説明資料を用意した。資料では、グループワークを中心としたコースであること、技術の習得ではなく技術を利用したシステム開発のPBLであることなどを明記した。これにより受講する段階でのミスマッチの減少を目指した。

### 5.1.2 自己評価シートによる振り返り

PBLにおける活動の振り返りの手段として自己評価シートを用意した。自己評価シートの評価項目として列挙したものを図3に示す。これらの項目について、PBL発展の実質の初日である9月12日と、翌13日の2日間において、各日終了時に各自5段階で評価した上で自己評価シートとして提出させた。項目S1～S5は作業の計画性に関する質問である。チームとして活動するためには、計画に基づいてメンバーが作業を行うことが重要であり、また必要に応じて見直すというプロセスを認識させるためにこれらの項目を最初に列挙している。項目S6～S7は情報共有に関する質問である。他のメンバーが何をしているかということ把握しながら作業を進めることはチーム活動において重要である。項目S8～S11は自分の活動

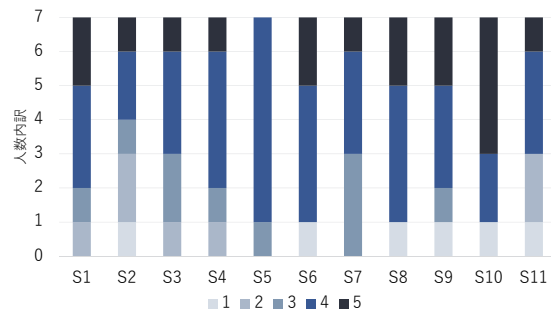


図 4 チームに対する自己評価結果のフィードバック事例

に対する振り返りである。各自が能動的にチーム活動に参加することを促すためにこれらの項目を設定している。自己評価は、それを行った本人が自分の状況をあらためて認識するだけでなく、チームの中での意識の違いを認識することも重要であると考えられる。そこでチームごとに集計した結果を、翌日の演習の最初にそのチームにフィードバックし、その日以降の計画に役立ててもらおうようにした。図4に学生に対し提示したフィードバックの例を示す。図4は、それぞれの評価項目に対して1～5の評価を付けたメンバーがそれぞれ何人いたかを積み上げ棒グラフで表したものである。

### 5.1.3 最終成果発表会での報告項目の設定

PBLで実装する成果物の一つの目標として、利益の最大化を設定しているが、このことは最終成果発表会での報告内容が、いかに最終成果物の実装を工夫したかという一点に陥ってしまうという危険をはらむ。一方で、PBLの目的をチーム活動だけに焦点を当てて設定すると、コミュニケーションの取り方や情報共有の仕方を工夫するそもそもの動機を失いかねない。理想は、チーム活動の方法を工夫したその結果によって最終成果物の質が向上することであるが、これまでのPBLの実施においては、成果物の質の向上ばかりに着目されて、負荷の高いコミュニケーションを避ける傾向も少なからず見られた。そこで2018年度の実施においては、最終成果発表会での各チームからの報告内容として、以下を含めることを前提にPBLを進めるように指示を行った。

- 最終提出プログラムの概要
- 最終プロダクトに至るまでの経緯



- チーム活動に関する工夫
- 計画と実態の差, 計画の修正

結果として, 最終成果発表会では, どのチームからも, 実装したシステムのアルゴリズムやパラメータ設定の説明に偏らず, チーム活動におけるコミュニケーションの取り方の工夫点や開発のプロセスに関する報告が得られた。

## 5.2 Q5 についての施策とその結果

### 5.2.1 ネットワーク接続に関する問題

OS の自動更新によるネットワークへの過負荷が明らかになったため, 2018 年度の実施に向け OS の自動更新を停止する施策を行うことを検討した。しかしながら我々が演習端末として用意していたノート PC に搭載されている OS である Windows10 では, OS の自動更新に対する方針の変更が多く, 一定期間の停止は行えるが再度設定が必要になる, レジストリの変更やサービスの停止などを行った場合にも挙動が安定せず自動更新の設定が戻っている, など利用者側での制御が困難であった。最終的には, 講義時に接続する無線 LAN を OS 側の設定で従量課金ネットワークとすることで, 安定して講義開始時の自動更新を停止することができた。

### 5.2.2 演習環境・言語の分散

演習環境と使用言語の統一をはかるため, 教材の見直しを行った。学生が最も長い期間触れることになる PBL 発展での演習環境では Jupyter を用いて Python で開発を行うため, 基礎知識補助で利用する演習環境も Jupyter 環境へ移行することとした。具体的には, クラウド演習では SSH クライアントを Rlogin から Jupyter の Terminal 機能からの利用へ変更し, Python を用いた外部 API の利用演習の追加を行った。ビッグデータ演習では Hadoop を Java ではなく Python から利用する演習への変更を行い, Jupyter 上から行えるよう変更した。さらに, 開発環境 (Jupyter), 言語 (Python) への理解を深めるよう事前課題として簡単な Jupyter 上での Python プログラミングを受講生へ予習として課すことで, 事前にこれらの環境に慣れてもらった。また, 予習課題の確認とアイスブレイクを兼ね, 初回講義の前にデータ処

表 2 2018 年度アンケート分析

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
平均値	4.57	4.19	4.67	4.40	4.42
中央値	5	4	5	5	5
分散	0.71	0.65	0.29	0.73	0.77

理入門として, 受講生同士がグループで補問しあえる Python 演習を実施した。

### 5.2.3 サーバ過負荷の問題

2018 年度は 5.2.2 で述べた通り, 全ての演習環境を Jupyter サーバ上での実行を前提とした。そのためより一層のサーバ負荷に対する対応が必要となり, 利用サーバの分散化, 高スペックサーバへの変更などを検討した結果, 管理のコスト, 受講生への利便性などから IaaS のクラウドサービスである Amazon Web Service の EC2 を利用することとした。必要となるスペックを検討し vCPU72, メモリ 144GB の c5.18xlarge で演習サーバを構築した。なお, 本スペックの EC2 インスタンスは \$3.06 が時間当たり発生するため, AiBiC Spiral 期間中全てを賄うことは現実的でない (1 か月あたり約 \$2200) と考え, 負荷が集中する中之島での講義日には AWS のサーバを, それ以外の予習・復習課題をおこなう期間では昨年度と同様のサーバを利用した。

## 6 考察

2018 年度の実施結果を評価するため, 2017 年度に実施したのと同じ項目で受講生に対して 5 段階評価によるアンケートを最終成果発表会終了後に実施し, 57 名から回答を得た。結果を図 5 および表 2 に示す。

2018 年度の改善点として挙げた Q2, Q5 の各質問項目については, 平均値がそれぞれ 4 を超えるなどわずかではあるが改善が見られた。特に Q5 に対しては回答者の 63% が 5 の評価を付けており, 演習環境に関する課題は 2018 年度の施策によりおおむね克服できたと考えられる。Q2 については, 2018 年度は受講生が増えたにもかかわらず 3 以下の評価を付けた受講生の人数は 2017 年度から横ばいの一方で, 5 を付けた受講生が大幅に増えた。受講生募集時の説明の改善や自己評価シートによる振り返りの実施に

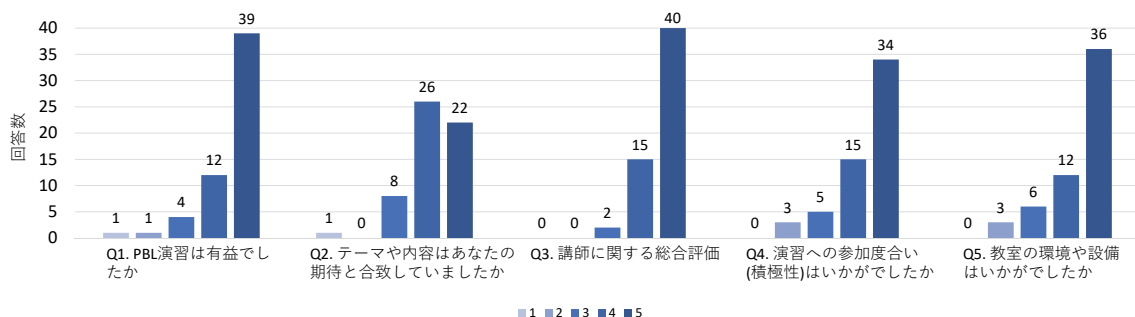


図5 2018年度授業アンケート結果

より、指導者側の意図はある程度は伝わったのではないかと考えられる。また、その上で Q1, Q3, Q4 についての評価が、2017 年度から大きな変化は見られず、2018 年度においても受講生にとって有益な教育コースが実施できていると考えられる。一方で、期待とのミスマッチを指摘する受講生は、少数ではあるが依然として存在する。Q2 は Q1 や Q4 との相関が高く (Q1-Q2 の相関係数: 0.60, Q2-Q4 の相関係数: 0.52), PBL への参加意欲や満足度にも大きく影響している。PBL ではチーム活動が主となるため、チームの他のメンバーへの影響も少なからずあり、ミスマッチの軽減は今後も継続的に検討する必要がある。自由記述による回答では、より高度な技術を駆使したかったという意見がいくつか見られたが、PBL の内容に取り込むことは現状では難しいため、基礎知識学習や企業セミナーなどの中でそれらの受講生に対する対応ができればと考えている。

## 7 まとめ

本稿では enPiT 「成長分野を支える情報技術人材の育成拠点の形成」ビッグデータ・AI 分野における AiBiC 関西で行っている教育コース AiBiC Spiral について、2017 年度、2018 年度の 2 年間の実施に関する報告を行った。2017 年度の実施後に行った受講生アンケート結果の明らかになったいくつかの問題点について詳述し、これらの問題に対し 2018 年度に実施した改善について述べ、その施行結果について報告を行った。アンケートの結果から、演習環境に関する受講生の満足度の低下は、運営側の工夫により改善できたことが分かった。一方で受講生の受講動機に直結

するテーマや内容に関する期待とのずれについては、一定の改善は見られたものの、依然として大きなずれが残った学生もいることが明らかになった。今後は、受講者数増加に対しても安定して利用可能な環境の設計や受講生とのミスマッチが明らかになった際の対応などについて検討を進める必要がある。

謝辞 本教育コースの実施にあたりご尽力頂いた AiBiC 関西参画校、連携企業の関係者各位ならびに本教育コースの受講生各位に感謝します。

## 参考文献

- [1] AiBiC 関西: <https://aibic-spiral.enpit.jp/>.
- [2] Amazon Web Services: <https://aws.amazon.com/jp/>.
- [3] enPiT AiBiC: <https://aibic.enpit.jp/>.
- [4] enPiT2 成長分野を支える情報技術人材の育成拠点の形成: <http://www.enpit.jp/>.
- [5] Microsoft Azure Machine Learning: <https://azure.microsoft.com/ja-jp/services/machine-learning/>.
- [6] Project Jupyter: <https://jupyter.org/>.
- [7] Saiki, S., Fukuyasu, N., Ichikawa, K., Kanda, T., Nakamura, M., Matsumoto, S., Yoshida, S., and Kusumoto, S.: A Study of Practical Education Program on AI, Big Data, and Cloud Computing through Development of Automatic Ordering System, 07 2018, pp. 31–36.
- [8] 脇森浩志, 杉山雅和, 羽生貴史: クラウドではじめる機械学習: *Azure ML* でらくらく体験, リックテレコム, 2015.
- [9] 井上克郎, 楠本真二, 後藤厚宏, 鶴林尚靖, 北川博之: 実践的情報教育協働ネットワーク *enPiT*, 情報処理, ペタ語義, 2 2014, pp. 194–197.
- [10] 春名修介, 楠本真二, 井上克郎: 実践的情報教育協働ネットワーク: *enPiT*, *SEC journal*, Vol. 10, No. 2(2014), pp. 54–57.