

博士学位論文

工学 PBL における分野横断型チーム
実践効果の統計的分析

令和 5 年 3 月

三上 昌也

岡山大学大学院
ヘルスシステム統合科学研究科

目次

要約	3
関連発表論文リスト	5
第 1 章 序論	6
1. 1 本研究の背景.....	6
1. 2 本研究の目的.....	7
1. 3 本論文の構成.....	8
第 2 章 工学 PBL における分野横断型教育の状況と課題..	10
2. 1 PBL の必要性.....	10
2. 2 現状と課題	12
2. 3 まとめ.....	13
第 3 章 本研究の評価尺度	15
3. 1 ジェネリックスキル.....	15
3. 2 コンピテンシー.....	17
3. 3 PROG テスト	18
3. 3. 1 概要.....	18
3. 3. 2 総合スコア, 大分類スコア, 中分類スコアの関係	19
3. 3. 3 PROG テスト採用の妥当性	20
3. 3. 4 高等教育における活用事例.....	23
3. 4 まとめ.....	23
第 4 章 本研究の PBL 演習	26
4. 1 概要	26
4. 2 PBL 演習の内容	27
4. 2. 1 参加者属性	27
4. 2. 2 PBL 演習に向けての事前学習	28
4. 2. 3 合宿	30
4. 2. 4 学生の取り組み事例	34
4. 2. 5 フォローアップ	37
4. 2. 6 成果発表	39

第5章 統計分析	41
5. 1 被験者	41
5. 2 分析の流れ	42
.....	43
5. 3 分野単一型チームと分野横断型チームとを区別しない分析	44
5. 3. 1 総合スコアの分析	44
5. 3. 2 大分類スコアの分析	45
5. 3. 3 中分類スコアの分析	49
5. 4 分野単一型チームと分野横断型チームとを区別した分析	50
5. 4. 1 総合スコアの分析	50
5. 4. 2 大分類スコアの分析	51
5. 4. 3 中分類スコアの分析	54
5. 5 まとめ	57
第6章 考察	59
第7章 結言	65
7. 1 本研究のまとめ	65
7. 2 今後の研究について	66
参 考 文 献	67
謝辞	71

要約

急速な技術革新や産業構造の変化は、今や個々の職能に依存した状態では対応できないほど進んでおり、あらゆる産業にデータ活用が重要視される情報化社会の現代において、行政や医療系といったかねてよりデータ活用の必要性が重視されていた業種のみならず、かつて情報系の知見を必要とされていなかった様々な産業においても、データ活用は必須となっているのが実情である。

その状況に応えるべく、社会環境における技術の付加価値の追求や社会的課題に対応できるように、様々な専攻の垣根を越えた分野横断型人材の育成が現在の社会には急務であり、国や産業界からは、高等教育機関に対して、専門の枠を超えた分野横断的な思考と実践的な思考とを持ち合わせた人材の育成が求められている。そして、企業活動は様々な局面において複雑な関係性が入り混じっていることから、専門分野の異なるメンバー同士によるチームビルディングすなわち、分野横断型によるチームビルディングが重要視されている。

このような社会的背景を受けて、高等教育機関では従来型である専攻分野を追求した教育から、専門領域を分野横断する教育へと変わりつつあり、多くの高等教育機関で再編や新たな教育プログラムの導入、さらにはそれらを研究する機関の設立事例がみられるようになってきている。しかし分野横断型による教育手法は未だに確立されておらず、加えて人材不足に充当するほど積極的にカリキュラムに取り入れる高等教育機関が増えているとは言いがたい。教育手法が確立していない理由は様々であるが、その一つとして、分野横断型教育における先行研究が少ないことがあげられる。そして、それはカリキュラムに取り入れるための実践事例やエビデンスが不足していることに繋がる。

そこで本研究では、2017 年から 4 年間にわたり、カリキュラムや専門性が同じ学生で構成されるチーム（分野単一型チーム）をコントロール群、そしてカリキュラムや専攻が異なる学生で構成されるチーム（分野横断型チーム）をターゲット群として、両分野に対してほぼ同じ教育手法の PBL 演習を実施し、演習の前後に実施したジェネリックスキルを測るテスト（PROG テスト）の結果から得られる、分野別のジェネリックスキルの向上の程度を検証した。なおジェネリックスキルとは、コミュニケーション能力、課題発見力、解決能力といった職業生活や社会生活に必要な技能と言われており、我が国では経済産業省が打ち出す「社会人基礎力」と言われている汎用的技能を指す。そしてジェネリックスキルを構成する概念としてコンピテンシーがある。行動特性とも呼ばれるコンピテンシーは、社会における一般的な評価対象となる職能別のスキルや専門的知識とは異なり、行動につながる性格や価値観等であり、昨今の産業界において求められている。コンピテンシーは、その重要性が国際的合意を得られて以来、高等教育機関でも育成が求められている比較的新しい概念である。

ジェネリックスキルを測るテストは 2000 年前後に世界各国でサービスが開始されはじめ、

日本では上述した PROG テストがある。PROG テストは大分類と呼ばれる「対人基礎力」「対自己基礎力」「対課題基礎力」の 3 つのコンピテンシーから構成されている。そして 3 つの各大分類は中分類と呼ばれるコンピテンシーで構成され、さらに中分類は小分類という合計 33 のコンピテンシーから構成されている。そして小分類の段階からスコアがつけられ、そのスコアをもとに中分類のスコアが出され、さらに大分類スコア、総合スコアがつけられている仕組みとなっており、本研究における PBL 演習の前後において、参加学生全員に PROG テストを受講させている。

本研究の PBL 演習は半年間を 1 タームとして、「事前学習」「合宿」「フォローアップ」「成果発表」の 4 つの段階から構成されている。指導や助言をもとに試行錯誤を繰り返し半年間に及ぶ開発を終えた後、成果発表を行い、成果物に対して教員や、さらには一般市民が客観的な評価を行う流れである。本 PBL 演習に参加した計 129 名のうち、複数年度参加した学生や指定の指導回数に未達の学生を除いた分野横断型チームの参加学生 53 名と分野単一型チームの参加学生 50 名、計 103 名を分析対象として、PROG テストのスコアを用いて、分野横断型チームの有効性を確認するために統計分析を行った。

分析はまず、分野問わず全体の平均値から PBL 演習前後の全体傾向を探った。そして全参加者において概ね向上の傾向があることを確認したうえで、「PBL 演習を受けることで受講者のコンピテンシースコアが向上する」という仮説をもとに t 検定にて検証したところ、有意であることが確認でき仮説は立証できた。その後、大分類スコアおよび PBL 演習前後をそれぞれ要因とした 2 要因混合計画における分散分析を行い、対自己基礎力がコンピテンシースコアの向上に寄与する要因の傾向が高いと確認できた。

続いて本研究の趣旨である「分野単一型よりも分野横断型の方が総合スコアの向上に寄与する」という仮説を検証するために、チーム属性および PBL 演習前後をそれぞれ要因とした 2 要因混合計画の分散分析を行ったところ、有意差が出ず仮説立証までは至らなかった。しかし、これまでの分析結果から、対自己基礎力が総合スコアにおける分野横断型のスコア向上に繋がっており全く寄与しないとは考えづらいことから、チーム属性、対自己基礎力を構成する中分類の 3 コンピテンシー、PBL 演習前後をそれぞれ要因とする 3 要因混合計画で分散分析を行ったところ、チーム属性と PBL 演習前後の一次の交互作用が有意であった。このことから PBL 演習において、分野横断型チームの参加学生は、大分類コンピテンシーの一つである対自己基礎力を高める傾向にあることが明らかになったと言え、分野単一型の参加学生よりも分野横断型の参加学生の方が総合スコアの向上に寄与していることが確認できた。

関連発表論文リスト

1 論文誌

1-1 三上昌也，日脇隆弘，萩原義裕，横平徳美：情報系教育における分野横断型 PBL の定量的検証と有効性，第 6 回 実践的 IT 教育シンポジウム(rePiT2020)論文集，9-18

2-2 三上昌也，日脇隆弘，萩原義裕，樽谷優弥，横平徳美：工学 PBL における分野横断型チーム実践効果の統計的分析，工学教育（2023 年 3 月号掲載予定）

2 国内研究会

2-1 佐藤裕紀，萩原義裕，盧忻，三上昌也，綾田アデルジャン：人とロボットの協調作業における人間の位置予測，第 83 回全国大会講演論文集 2021（1），287-288，2021-03-04

2-2 高澤もも，中里美夢，三上うらら，橘侑子，津内ロタ奈，細川靖，三上昌也，齋麻子：女子学生によるロボットを用いたプログラミング的思考の体験学習出前授業試行，電気関係学会東北支部連合大会講演論文集，ページ：ROMBUNNO.4C05，2021-08-26

第1章 序論

1. 1 本研究の背景

現代社会における知識や技術の高度化は、相対的に個人で行う技術の領域を縮小させている。加えて革新的に進む技術の最先端において必要とされる知識や技術、経験は多岐に渡っており、個人がすべての領域を修得することは困難であると考えられる。また、企業活動は様々な局面において複雑な関係性が入り混じっていることから、専門分野の異なるメンバー同士によるチームビルディングすなわち、分野横断型によるチームビルディングが重要視されている。このような社会的背景があるにも関わらず、分野横断型のチームビルディングが社会に浸透していないことを受け、近年、内閣府は、従来の情報化社会では分野横断型活動が不十分であると指摘しており、AI 技術の進化や民間企業への DX 導入推進による社会環境の変化を見据えて分野横断型活動の促進を重視している[1]–[3]。

このような状況から現代社会では、すべての理工系分野のプロフェッショナルが、所属する会社の業務だけでなく、社会全体の情報化社会の中で、多様化、複雑化したニーズに対して今まで以上にアクティブに 대응していくことが求められており、その状況に向けて高等教育機関は、横断的な思考を用いて主体的に課題を解決できる実践型のイノベーション人材育成を行うために、分野横断型教育体制の強化は急務であると言える。

文部科学省「工学系教育の在り方に関する検討委員会社会」の中間報告[4]では、高等教育機関が輩出すべき人物像として以下のように述べている。『まず、社会における工学の価値を理解し、自律的に学ぶ姿勢を具備するとともに、原理・原則を理解する力、構想力、アイデア創出能力、問題発見能力、課題設定能力、課題解決、遂行能力を持つ人材育成が必要であることを前提とする』。このように提言したうえで、具体的な人物像として次のように提示している。『スペシャリストとしての専門の深い知識と同時に、分野の多様性を理解し、他者との協調の下、異分野との融合・学際領域の推進も見据えることができるジェネラリストとしての幅広い知識・俯瞰的視野を持つ人材を育成することも重要である。(以下略)』。異分野への積極的な姿勢は、社会における実践の場で求められることが多いにも関わらず、新しい知見習得に対して、工学系の就業者は消極的な人材が多いのが実情である。そのため求められる人物像と現実の人物像ではミスマッチが生じていると考えられる[5]。その原因は様々であるが、学修期間内に新しい知見習得の必要性を知る機会が無いまま、就業したことが一因と予想される。

医療系の学問は古くから分野横断が進んでおり、数多くの事例がある[6]。例えば増田は筑波大学大学院医学医療系において、デザイン学と医療の融合から生まれる研究に取り組んでいる[7]。この研究はデザイン学・実験心理学・神経科学といった専門分野の異な

る学生が協力し合った内容であり[8]，そのユニークさからメディアにも取り上げられるなど注目を集めた．八巻らは神戸薬科大学において初年次における医療への興味関心を高めるために分野横断的な講義の内容に補強する目的で独自のテーマを設定し，講義と PBL 演習を実施し学生から高い満足度を得られている[9]．

一方，従来の工学教育は基礎科目，専門科目という座学中心の知識習得後に，卒業研究で初めて実課題に取り組む場合が多く，異分野に触れることなく大学を卒業するケースが大半である．しかし現在の社会状況を鑑みると，工学教育は，分野横断的に構成されたチーム開発の体験を，就業前の大学および高専の修業期間中に実施し，未知の知見を習得する機会を学生に与えることが望ましい．加えて本来，学生は専門教育への興味や関心を深めるためにも，専攻する学問を軸として，より横断的な課題への取組みを行う必要があると考えられる．それは経済産業省が平成 28 年に提示した「IT 人材の最新動向と将来推計に関する調査結果」[10]においても，IT 利活用の高度化・多様化が進展する状況に備え，今後，特に重要な人材として「広範な知識やスキルを持ち，スピーディにシステムを構築できる“フルスタック人材”」と明記されていることから窺うことができる．

これまでの工学教育において分野横断型教育が進まない理由として，分野横断型に関する研究結果は分野横断型教育を推進させるための有力なエビデンスと成りえていないことが考えられる．これまでの研究も，分野横断型教育における有効性を示しているものの，「何」と比較して分野横断型教育が有効なのか，という対象が無く，分野横断型研究を推進するうえで，説得力に乏しいと言わざるを得ない．また教育現場においても，学生の専攻が多岐に及ぶ場合，教員がそれらの専攻を全て理解することは限界がある．その結果，分野横断型教育の問題点を的確に捉えることができないという状態であり，さらにその状況が事例の少なさにもつながるというスパイラルに陥っていると考えられる．

分野横断型教育が教育現場への導入が進まない理由は上述した内容以外にもあるとは考えられるが，工学教育における分野横断型教育は潜在的な需要があるにも関わらず，実践事例が少ないため，導入の根拠となる証左の提示が乏しい．そのため現在，分野横断的カリキュラムを導入している高等教育機関において，取り組みや事例紹介の発信には積極的である一方，その効果にまで触れているケースは非常に少ないのが実情である．

1. 2 本研究の目的

上述した背景を受けて，本研究では PBL 演習によるチーム開発を通じて，専攻が多岐に及ぶ学生で構成されたチーム（以下，分野横断型チーム）が，専攻が同一である学生で構成されたチーム（以下，分野単一型チーム）と比較して，ジェネリックスキルの観点から分野横断型チームがどのように有効だったのかを，客観的なデータを活用し，統計分析を用いて定量的に明らかにすることを目的とする．

本研究の PBL 演習は半年間を 1 タームとして、「事前学習」「合宿」「フォローアップ」「成果発表」の 4 つの段階を通じて組込み技術によるチーム開発を実施する。まず事前学習では、PBL 演習前に非情報系専攻を対象とする学生にもプログラミングの素養を学ぶ。その後、合宿で参加学生が一同に介し、お互いにチームを形成し合い、チームが形成された後、半年に渡って開発する内容を決める。合宿を終えたら 2 週間に一回、各 1 時間程度のフォローアップと称した指導を行う。なおフォローアップでは、開発の進捗報告や開発に付随する仕様書やガントチャート作成の指導が中心である。そして半年間に及ぶ開発を終えた後、教員や一般市民に成果発表を行い、成果物の評価を仰ぐというのが本研究における PBL 演習の一連の流れである。本 PBL 演習の前後にジェネリックテストを実施し、参加した計 129 名のジェネリックスキルデータを蓄積した。

続いて、蓄積したデータを用いて、PBL 演習において分野単一型よりも分野横断型の方がジェネリックスキルの向上に寄与するかを確認するため、統計分析を実施した。参加者延べ 129 名のうち、複数年度参加した学生や指定の指導回数に未達の学生を除いた計 103 名、分野横断型チームの参加学生 53 名と分野単一型チームの参加学生 50 名を分析対象として、演習前後に実施した PROG テストのスコアを用いて統計分析を行った。

分析に関しては、まず平均値から PBL 演習前後の全体傾向を探った。そして全参加者において概ね向上の傾向があることを確認したうえで、「PBL 演習を受けることで受講者の総合スコアが向上する」という仮説を立て t 検定にて検証したところ、仮説が有意であることが確認できた。その後、総合スコアを構成する 3 つの大分類スコアおよび PBL 演習前後をそれぞれ要因とした 2 要因混合計画における分散分析を行い、大分類スコアの一つである対自己基礎力が総合スコアの向上に寄与する要因であると確認することができた。この結果を受けて本研究の趣旨である「分野単一型よりも分野横断型の方がジェネリックスキルスコアの向上に寄与する」という仮説を検証するために、チーム属性および PBL 演習前後をそれぞれ要因とした 2 要因混合計画の分散分析を行ったところ、有意差が出ず仮説立証までは至らなかった。しかし、これまでの分析結果から対自己基礎力が総合スコアにおける分野横断型のスコア向上に繋がっており全く寄与しないとは考えづらいことから、チーム属性、対自己基礎力を構成する中分類の 3 コンピテンシー、PBL 演習前後をそれぞれ要因とする 3 要因混合計画 (AsBC) で分散分析を行ったところ、チーム属性と PBL 演習前後の一次の交互作用が有意であった。

1. 3 本論文の構成

以下、本論文の構成は以下の通りである。

第 1 章では、研究の背景として、工学教育における分野横断型教育の必要性和現状を述

べた後、本研究の目的について述べた。

第 2 章では、本研究の教授法である PBL 演習の現状や事例を説明した後、現在の工学教育における PBL 演習について、事例を提示した上で現在の状況と課題を提示する。そして、その内容を受けて分野横断型を通じた人材育成の必要性を示す。

第 3 章では、社会におけるジェネリックスキルの考え方、さらにはジェネリックスキルのスコアの基となるコンピテンシーの考え方を述べた後に、ジェネリックスコアを計測する PROG テストの説明およびその信頼性について述べる。

第 4 章では、本研究において 4 年間に渡り実施した PBL 演習の内容について、学生の取り組み事例と併せて述べる。

第 5 章では、第 4 章で述べた PBL 演習前後の PROG テストを利用して得られたデータをもとに、分野別、演習前後、そして本研究の指標となるコンピテンシーをそれぞれ要因とする統計分析のプロセス、実施内容、分析結果を述べる。

第 6 章では、本研究における PBL 演習を通じての所感、考察及び今後の課題について述べる。

第 7 章では、今後の研究への展望を提示したうえで結論を述べる。

第2章 工学 PBL における分野横断型教育の状況と課題

2. 1 PBL の必要性

昨今における高度かつ急進的な IT 産業のグローバル化に向けて、高等教育機関はその状況に応えるべく、高度な IT 人材を送り出す役割を果たすことが求められている。なぜなら、現代社会は医療や行政といった旧来よりデータ活用がなされていた産業のみならず、社会生活のあらゆる分野においてデータが活用されており、横断的な知見を理解し活用する能力は社会生活をおくる上で不可欠となっているからである。そのため高等教育機関において AI, IoT, データサイエンスに対する教育をどのように進めるのかも含め、工学の諸分野を取り巻く多様な課題に向けて、技術を創造し牽引する人材や新しい技術や分野を創造できる人材をどのように育成すべきかは、教育機関のみならず、産業界や国を交えての検討が必要になる。

そのような状況を受けて、文部科学省の中央教育審議会「2040 年に向けた高等教育のグランドデザイン（答申）」では、高等教育機関は、多様な価値観を持つ人材が協働して社会と世界に貢献していくため学修者が「何を学び、身に付けることができるのか」を中軸に据えた多様性と柔軟性を持った高等教育への転換を引き続き図っていく必要がある、と示している。そのため、高等教育機関においては分野横断的な思考やデザイン思考、PBL を含めたアクティブ・ラーニング、インターンシップ、卒業論文、課題を自ら設定する能力や、問題を発見し解決する能力の育成などが検討課題になっている。そして現状の検討課題を受ける形で、各高等教育機関において創意工夫を凝らした様々な取組みがなされており、中でも PBL は実践に即した教授法として[11]、多くの大学、高専でカリキュラムに組み込まれている [12]。

PBL は 1990 年代から主に工学系で発展してきた教授法であり [13]、高等教育のみならず、初等中等教育でも幅広く使用されている。PBL は実社会で起こっている真正性の高い問題に少人数のグループで取り組むべく、学生同士がグループディスカッションを通じて、自身の周囲を取り巻く事象から課題を自ら発見し、グループ学習を進めるという教授法である。そして、その学びを、教員がファシリテーターとして支えるという活動の枠組みのもと、一定期間に渡り協調的に問題解決策を考え成果物として仕上げていくモデルであり、図 1 は一般的な短期型 PBL の流れを表したものである。グループ学習は、学生同士が協働し一つの成果物を作り上げていくプロセスで、学生同士がディスカッションやコンフリクトを繰り返す体験ができること、さらには実務経験者がプロジェクトに助言しやすい

等の特性を持っていることから座学中心の授業と比較して、実践に沿った教授法であると考えられる。

PBL は工学系のみならず、多くの専攻、分野でも取り入れられており、いずれも主体的な学びを促すことを目的としている一方、専攻内の学生のみでチームが形成され、また短期型 PBL であることが大半なことから、広い知見を得るような促しまでには至っていないまま終了するケースが見受けられる。そこで本研究では、図 1 の内容における「必要な知識や情報、データの収集」と「結果と考察」のステップの間にグループによる開発期間を設け、かつ半年に及ぶ長期的な PBL 演習とした。このことから図 1 のような従来の PBL と比較してより実践的な教授法であると言える。

なお医療系でも教育手法として 1960 年代後半より PBL が取り入れられていると言われていたが、医療系の場合は主に問題解決型学習（Problem Based Learning）を指し、工学系では主に課題解決型学習（Project Based Learning）を指す。双方には学生の自己主導型の学習デザイン、教師によるファシリテーション、問題や問い、仮説などの立て方、問題

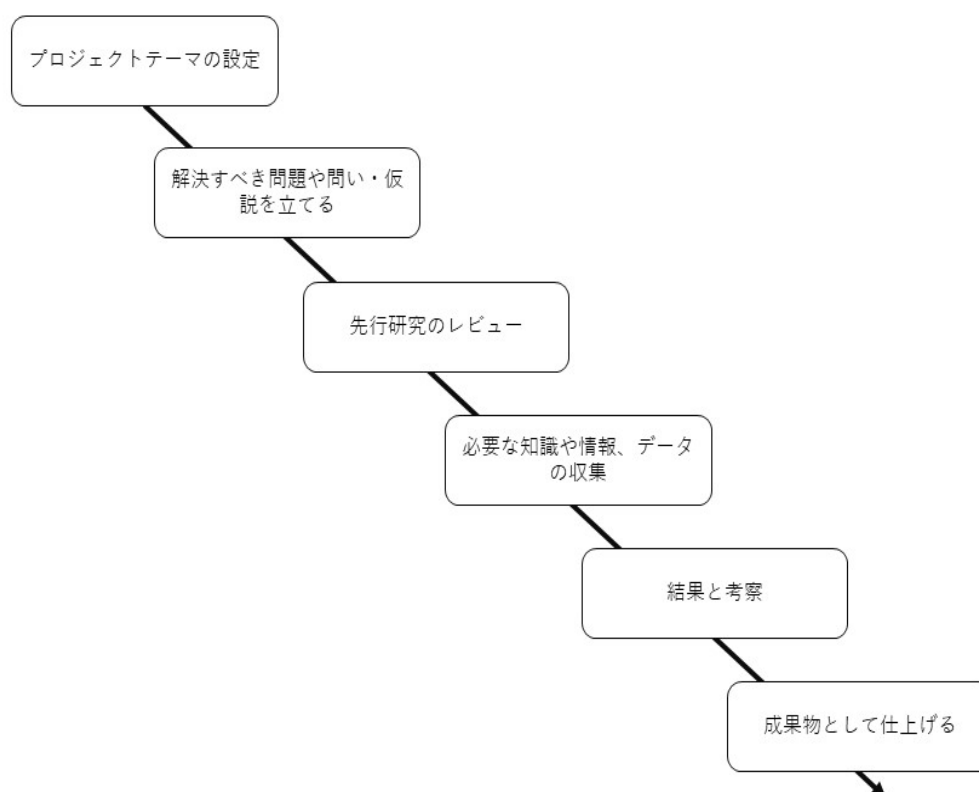


図 1 プロジェクト学習のステップ

出典： 溝上慎一・成田秀夫 編：アクティブ・ラーニングとしての PBL と探究的な学習， p. 21

解決に関する思考力や協働学習等の能力や態度を身につけるという共通項があるが、やや意味合いが異なるものであり、溝上は著書で以下のように定義している[14].

● Problem Based Learning (問題解決学習) 実世界で直面する問題やシナリオの解決を通して、基礎と実世界とを繋ぐ知識の習得、問題解決に関する能力や態度等を身につける学習のこと.

● Project Based Learning (プロジェクト学習) 実世界に関する解決すべき複雑な問題や問い、仮説を、プロジェクトとして解決・検証していく学習のことである.

この定義に基づき本研究における PBL は後者の考え方で進めた. よって以降、本稿で PBL は Project Based Learning を指すものとする.

2. 2 現状と課題

工学教育における PBL は図 1 のモデルに加えて、産業界や有識者が助言する立場でプロジェクトに参加する場合もあるが、その多くはスポット的な立場となり、課題テーマ設定時の助言、或いはプロジェクトの最後に実施される成果物発表の場において感想を述べる程度にとどまり、プロジェクト全体に並走するケースは稀である. また、2~3 日程度の短期 PBL では、担当教員が助言を含めた全てを担うケースもある. このように高等教育機関によって PBL の教授法は不明瞭なところも多く、高等教育機関全体では PBL の共通定義が定まっていないのが実情であるが[15], 授業に PBL を導入している教員の中には実践的な授業の構築を目指すべく、各々が工夫を凝らし、PBL の教育効果を高めるための様々な事例や研究報告も提示されている.

例えば工学教育における PBL において、分野横断型教育における多様性がチーム活動に良い影響を与えると、増田らが大阪大学大学院工学研究科ビジネスエンジニアリング専攻の授業を通した研究で示している[16].

吉川らは、分野横断型のチーム編成が多い呉工業専門学校の PBL 授業インキュベーションワークにおいてアンケートを実施し、学生の成長実感や活動の変化などについて高い教育効果があったことを示している[17].

井上らは、社会的な問題を解決するために、コミュニケーションとチームワークを重視することを目的として分野横断型の PBL 演習を中心に整備した芝浦工業大学システム理工学部のカリキュラムで分野横断型 PBL を導入した. そして当該大学の大学院理工系修士 1 年生と全国の大学院理工系修士 1 年生の PROG テストのスコアを比較した結果、当該大学のコンピテンシスコア、特にコミュニケーション・マネジメント領域と自己管理領域の差

が大きいことを確認した [18]．ただし有意となる分析プロセスの提示はないため，その分析手法までは明らかではない．

織田らは，芝浦工業大学のグローバルな PBL 研修におけるチームワーク能力の評価を作成・実施し，自己評価と相互評価，さらには PROG テストの結果との相関解析などから，特定の言語スキルや国際的な環境での実務経験を持つ参加者は，それを持たない参加者に比べてチームワーク能力を効果的に発揮する傾向があるとして，学部学生には，国際的なチームワークに参加する機会の増加が必要であることを示唆している [19]．

このように工学教育における PBL 研究が活発化している要因としては，PBL の教授法が実践に即した内容であることに加え，PROG テストを活用しコンピテンシースコアを測ることで，従来の学生の感想結果を用いて有効性を確認するという研究からの脱却が計られていることが考えられる．上記で上げた研究においては増田らの研究を除いていずれも，PROG テストを用いてコンピテンシースコアによる結果をもとに効果を示しており，PROG テスト活用以前の分野横断型教育の研究と比較すると，よりコンピテンシーの観点から定量的な測定をするという，従来の研究では無かった評価手法が浸透しつつあると考えられる．そして上記の取組み事例は，教育手法としていずれも様々な専攻の学生を交えてチーム形成しているという点に類似性があり，学修者が多様性を意識できるような取組みである．

その一方，分野単一型チームをコントロール群，分野横断型をターゲット群と定め，比較するという内容ではないため，分野横断型の有効性を明確に提示しているとは言い難い．

さらに課題に挙げられる点としては，高等教育機関において様々な分野の学生や産業界の人材との接点が不十分ということである [20]．本来，PBL における課題に向けて自発的に取り組むことができる仕組みが必要であり，そのためにも特定分野の学修だけでは課題に対する最適解を導き出すことに限界があることから，教員一人ひとりが分野横断的な学修の積極化を学生に呼びかけていく必要がある．なお，分野横断的な研究領域である統合科学は，医工連携，文理融合といった，多様な研究分野の人材同士が協同し合うことで次世代のイノベーション人材の育成を標榜している．その枠組みは多様な専門を有する教員が存在することで，学生が専門外となる未知の学問に取り組む動機付けの観点から意義があると言えるが，その上で課題探求・解決に向けて多面的・俯瞰的にとらえる学びとなる PBL 演習をカリキュラムに積極的に導入していくなど，協働の中で知恵を創り出していく分野横断型の進め方をさらに工夫する必要があると考えられる．

2. 3 まとめ

現代社会において，社会生活のあらゆる分野においてデータが活用されており，横断的な知見を理解し活用する能力は社会生活をおくる上で不可欠となっている．そのため高等教育機関において AI，IoT，データサイエンスに対する教育をどのように進めるのかも含

め、工学の諸分野に現状における産業の多様な課題に向けてどう取り入れるかについての検討が必要となる。

そのような現状を受けて各高等教育機関において創意工夫を凝らした様々な取組みがなされており、中でも PBL は実践に即した教授法として多くの大学、高専でカリキュラムに組み込まれている。PBL は工学系のみならず、多くの専攻、分野でも取り入れられており、いずれも主体的な学びを促すことを目的としている。学生同士が協働し一つの成果物を作り上げていくプロセスを考慮すると、学生同士がディスカッションやコンフリクトを繰り返す体験ことができること、さらには実務経験者がプロジェクトに助言しやすい特性を持っていることを考慮すると、座学中心の授業と比較して実践に沿った教授法であると考えられる。しかし専攻内の学生のみでチームが形成されるケースが大半なことから、異なる専攻の学生とディスカッションをするなどの、広い知見につながるきっかけ作りまでには至っていないのが実情である。

第3章 本研究の評価尺度

3. 1 ジェネリックスキル

ジェネリックスキルとは、特定の専門分野に限らず、すべての人（専門家に限らず一般人も含む）に必要とされる汎用性のあるスキルを指す。かつてスキル（能力）の考え方としては、専門知識や職種別のスキルの育成に重点を置かれていたが、ジェネリックスキルの育成やその評価についてはあまり注目されていなかった。しかし経済のグローバル化やIT化など、社会を取り巻く社会環境の変化に伴って、近年、ジェネリックスキルへの関心は世界中で高まっていると言える。

海外の各国では、知識基盤社会においてグローバルな競争力をもった人材を育成する、という視点からの教育改革が実施されてきている。特に、グローバル社会での雇用可能性という観点から、職業教育の関連でジェネリックスキルが重視されており、表1で示す通り、ジェネリックスキルを表す用語からその傾向が見て取れる[21]。ジェネリックスキルを統一的に定義することは、各国の社会背景もあり困難であるものの、本稿で提示するジェネリックスキルとは、後述するコンピテシーから構成されるという点において共通している。

ジェネリックスキルの重要性は、経済協力開発機構のDeSeCo (Definition and Selection of Competencies:Theoretical and Conceptual Foundations)において1999年から2002年にかけて行った「能力の定義と選択」(DeSeCo)プロジェクトの成果で、多数の加盟国が参加して国際的合意を得られた比較的新しい能力概念である[22]。

我が国では2008年の中央教育審議会による答申、「学士課程の構築に向けて」[23]にお

表1 各国で「ジェネリックスキル」を表す用語例

出典：https://www.ncver.edu.au/__data/assets/file/0020/4457/nr2102b.pdf

Box 1: Terms used in various countries to describe generic skills	
United Kingdom	Core skills, key skills, common skills
New Zealand	Essential skills
Australia	Key competencies, employability skills, generic skills
Canada	Employability skills
United States	Basic skills, necessary skills, workplace know-how
Singapore	Critical enabling skills
France	Transferable skills
Germany	Key qualifications
Switzerland	Trans-disciplinary goals
Denmark	Process independent qualifications

いて、ジェネリックスキルは「汎用的技能」と表現され、コミュニケーション能力や課題発見力、解決能力といった職業生活のみならず、社会生活全般に必要な技能として明確に定義されている。答申ではこの汎用的技能としては、「コミュニケーションスキル」「数量的スキル」「情報リテラシー」「論理的思考力」「問題解決力」の5つが定義され、以下のよう

- コミュニケーションスキル：日本語と特定の外国語を用いて、読み、書き、聞き、話すことができる
- 数量的スキル：自然や社会的事象について、シンボルを活用して分析し、理解し、表現することができる。
- 情報リテラシー：情報通信技術（ICT）を用いて、多様な情報を収集・分析して適正に判断し、モラルに則って効果的に活用することができる。
- 論理的思考力：情報や知識を複眼的、論理的に分析し、表現できる。
- 問題解決力：問題を発見し、解決に必要な情報を収集・分析・整理し、その問題を確実に解決できる。

この答申において、各大学での学位授与の方針（ディプロマポリシー）策定を推進するという趣旨で、『学士課程で育成する 21 世紀型市民の持つべき能力の内容に関する』という国としての参考指針を示しており、そこには汎用的技能の他に、「知識・理解」「態度・志向性」「統合的な学習経験と創造的思考力」が含まれている。

そのような背景を受けて近年、ジェネリックスキルは大学教育において、専攻分野にかかわらず学部教育で習得すべき内容とされている。また経済産業省が提示している「社会人基礎力」や文部科学省が提示している「学士力」でも定義づけされている。社会人基礎力とは、「前に踏み出す力」「考え抜く力」「チームで働く力」の3つの能力の能力要素から構成されており、「職場や地域社会で多様な人々と仕事をしていくために必要な基礎的な力」として、経済産業省が2006年に提唱した「人生100年時代」において発表した[24]。以来、IT技術の発展に伴い、社会人基礎力の考え方は重要性を増している。

なお経済産業省産業人材政策室は、平成30年に発表した「人生100年時代の社会人基礎力について」において、高等教育機関では学修者がどのように学ぶべきか、という項目で多様な人との関わりを提示している。このことからジェネリックスキル獲得の上で、本論文の趣旨である分野横断型における学びを推奨しているものと考えられる。

しかし、大学で学ぶ専門知識だけでは産業界が求める人材の育成の即時対応は非常に難しい。なぜならばコミュニケーションスキルや数量的スキルといったジェネリックスキルは、座学で得られる性質ではなく、協働学習や、学習後の経験による振り返りから着想される気づきの機会から得られるものだからであり、そして、そのような機会を即時カリキュラムに導入することは現実的ではないからである。

3. 2 コンピテンシー

従来の工学教育は、専門知識の習得が主たる目的であるが、社会においてはプログラミング力や営業力といった特定の専門スキルのみならず、そのスキルを自ら活かすため、主体性や課題解決に向けての能力であるコンピテンシーも重要とされている。そして昨今、人事評価や組織マネジメント、能力評価、採用活動、人材教育などコンピテンシーを活用できるシーンは数多くあり、工学教育のみならず、多くの学術分野で着目されている概念である。

コンピテンシーは「職務や業務において優れた成果を上げる人材に共通する行動特性」と定義され、高い業績を挙げている人材に多く見られる特性であり、知識や技術をどのように使おうとするか、自分が持つスキルをどのように用いてどうするかという行動や思想を意味する。経済協力開発機構（OECD: Organisation for Economic Co-operation and Development）の DeSeCo[25] で必要性が指摘され、その定量的把握方法として PIAAC[26] や、OECD による生徒の学習到達速度調査の PISA（Programme for International Student Assessment）である AHELO[27] が施行され、現在では企業組織における人事評価制度でその考え方が導入されているほか、教育機関においても導入が進められ、ジェネリックスキルを構成する要素となっている。

本研究の評価指標となる PROG テストを構成するコンピテンシーは、前述の定義の通り、社会で活躍している多くの人々に共通してみられる行動、態度、思考などの傾向や特徴などを意味し、例えば、「積極性」「継続性」「主体性」といった、社会で成果をあげるために必要な要素であろう、と考えられる性質を意味する。一方、コンピテンシーには統一的な基準はなく、人材育成に取り組む各々の組織ごとに独自の導入を進めているケースが多く、各自の組織目標や求める人材像などを考慮して必要なコンピテンシーを設定するのが通例である[28]。

コンピテンシーの研究分野は、元々は1940年代に精神医学から始まったとされ、1950年代には、clinical competence（臨床能力）、nursing（看護）と並び、professional competence（専門能力）の学問の分類があった[29]。その後、1970年代にハーバード大学の心理学の教授で、達成動機論で有名な David McClelland が、米国情報局の人材採用の選抜方法の改善を支援するために、コンピテンシーという考え方を、人事関連の文献に紹介し現在の人事マネジメントに活用されるように発展した歴史がある。McClelland は、それまでの人事評価制度において重視されていた知能テストや学業成績などの指標では、職務遂行能力を予測できないと主張し、その上で対人感受性、異文化への積極性、管理能力などが、米国情報局において優れた情報官と平均的な情報官が異なっていることを発見した。そして当時の知的能力偏重に対するアンチテーゼとして、人間の多種多様な資質を含む新しい能力概念として次第に注目され始めたという経緯がある。

このような歴史的背景もあり，出発点こそ精神医学であるものの，今日のコンピテンシーは人材マネジメントの世界で積極的に使われている概念である．そして，多くの組織機能において重要な概念であると評価されはじめ，やがて学術分野においても注目され始めた．しかし工学教育における導入は他分野と比較すると遅れており，まだ途上段階にあると言える [30]．

3. 3 PROG テスト

3. 3. 1 概要

海外ではコンピテンシーを測るテストとして表2で示す通り，CAE (The Council for Aid to Education) が2000年より実施しているCLA (THE Collegiate Learning Assessment) や，1999年にオーストラリア政府から委託され，ACER (The Australian Council for Educational Research) が開発したGSA (Graduate Skills Assessment) などがある[31]．

我が国においては，ジェネリックスキルを客観的に評価するアセスメントプログラムとして，河合塾と株式会社リアセックがPROGテストを共同開発した．2012年4月にPROGテストが教育現場に向けて正式公開されたことに伴い，大学や高専の教育現場において，教育効果を定量的に把握するために利用される頻度が多くなっており，2021年度時点において，大学等教育現場で年間21万人以上（延べ120万人以上）が利用している[32]．

本研究の教育フレームであるenPiTでは，教育効果測定の客観性を高めるために，PBL演習の前後に参加学生を対象としてPROGテストを実施し，最先端の情報技術を実践的に活用できる人材育成の教育成果を評価してきた[33]．そしてenPiTの教育フレームを前提としてPBL演習を行った本研究もまた，enPiTに倣ったものである．なお前節で述べたように，ジェネリックスキルは各組織によって定義が異なるが，本研究では，PROGテストにおける定義をジェネリックスキルとして扱う．

表2 世界各国におけるコンピテシーテスト

出典：web ページ <http://www.riasec.co.jp/seminar140607/narita.pdf>

国	テスト名称	実施期間	内容	テスト方法	所要時間
アメリカ	CLA (THE Collegiate Learning Assessment)	CAE	・批判的思考力 ・問題解決力 ・分析推理力 ・文章表現力	作業完成形式 記述形式	3時間
	MAPP (Measure of Academic Proficiency and Progress)	ETS	・批判的思考力 ・数学分野能力 ・読解力 ・文章表現力	多肢選択形式 記述形式	8時間
	CAAP (Collegiate Assessment of Academic Proficiency)	ACT	・批判的思考力 ・数学分野能力 ・科学分野能力 ・読解力 ・文章表現力	多肢選択形式 記述形式	4時間
オーストラリア	GSA (Graduate Skills Assessment)	ACER	・批判的思考力 ・問題解決力 ・文章表現力 ・対人理解力	多肢選択形式 記述形式	3時間
日本	PROG (Progress Report on Generic Skills)	KRT	・リテラシー ・コンピテンシー	多肢選択形式 (一部記述形式)	90分

3. 3. 2 総合スコア，大分類スコア，中分類スコアの関係

PROG テストは、図 2 で示す通り、対課題基礎力，対人基礎力，対自己基礎力の大大分類と呼ばれる 3 つのコンピテンシーから総合スコアが構成されている。そして 3 つの大大分類は中分類と呼ばれるコンピテンシーで構成され、さらに中分類は小分類という合計 33 のコンピテンシーから構成されている。そして PROG テストでは小分類の段階からスコアがつけられ、そのスコアをもとに中分類のスコアが出され、さらに大分類スコア，総合スコアがつけられている仕組みとなっている。なお PROG テストでは小分類に関する設問が 195 問準備されており、40 分で回答をする形式である。また、PROG テストは経済産業省が提示している社会人基礎力とは用語こそ異なるものの、相関関係にあり、国及び産業界が要望している人材であるか否かを測る手法として用いられている。

PROGが定義する ジェネリックスキル		小分類コンピテンシー (中分類の構成要素)	内容	経済産業省が定義する ジェネリックスキル (社会人基礎力)	
大分類 コンピテンシー	中分類コンピテンシー (大分類の構成要素)				
対課題基礎力	課題発見力	情報収集・本質理解・原因分析など	問題の所在を明らかにし、必要な情報分析を行う	(シンキング) 考え抜く力	課題発見力
	計画立案力	目標設定・シナリオ構築・計画評価、リスク分析など	問題解決のために効果的な計画を立てる		計画立案力
	実践力	実践行動・修正・調整・検証・改善など	効果的に計画に沿った実践行動をとる		実践力
対人基礎力	親和力	親しみ易さ・気配り・対人興味・多様性理解・人脈形成など	円満な人間関係を築く	(チームワーク) チームで働く力	発信力
	協働力	役割理解・連携行動・相互支援・相談・指導・他社の動機付けなど	協力的に仕事を進める		傾聴力
	統率力	意見を主張する・創造的な討議・意見の調整・交渉・説得など	場をよみ、目標に向かって組織を動かす		柔軟性
対自己基礎力	感情制御力	セルフウェアネス・ストレスコーピング・ストレスマネジメントなど	気持ちの揺れをコントロールする	(アクション) 前に踏み出す力	状況把握力
	自信創出力	独自性理解・自己効力感・楽観性・機会による自己変革など	ポジティブな考え方やモチベーションを維持する		規律性
	行動持続力	主体的行動・完遂・良い鼓動の習慣化など	主体的に動き、良い行動を習慣づける(学習行動を含む)		ストレスコントロール
					主体性
					働きかけ力
					実行力

図2 コンピテンシーの構成概念と社会人基礎力の相関関係

※出典：株式会社リアセック：「PROGによるジェネリックスキルの測定方法と分析事例報告」を元に一部筆者加筆

3. 3. 3 PROGテスト採用の妥当性

コンピテンシーは前述のとおり 1950 年代に心理学領域において浸透した用語であり、PROG テストは心理尺度を用いた計測方法を採用している。人の意識データや行動データを集めるにあたり、心理尺度がベースとなる設問形式となっている。また対する回答の客観性を高める工夫として

- (1) 場面想定に基づく設問を提示し、被験者の「本音」に基づく回答を引き出す場面想定形式 (図3)
- (2) 両義性のある設問を提示し、被験者の「本音」に基づく回答を引き出す両側選択形式 (図4)

設問

あなたは会社から新商品の企画開発のリーダーを任されています。あなたの部下の一人が、面白い新商品のアイデアをもってきました。ただし、この商品はあなたの会社だけでは商品化が難しく、販売力のある大手企業X社、技術力のあるベンチャー企業Y社の協力をどうしても取り付ける必要があります。ところが、あなたにはX社、Y社との人脈はなく、会社としてもこれまで取引がありません。

あなたなら、どのように行動しますか。次のAからEのなかからから **あなたの考えに1番近いものを選びなさい。**

選択肢

A	部下に、発想は面白いが現実的には開発が難しいことを丁寧に伝える
B	部下に、面白い発想なので現実的な開発方法を考えるように指示する
C	アイデアを預かっておくことを部下に伝え、機が熟するのを待つ
D	知人を通じてX社、Y社にアプローチできないか考える
E	すぐにY社に連絡をして協力を打診する

図3 PROGテストにおける設問（場面想定形式）

出典：株式会社リアセック：基礎力測定テストPROGの開発と 国際PBLの成果検証

連番	A	B
1	初対面の人と話すときでも、相手と距離をおかず親しく接する	初対面の人と話すときには、距離をとって礼儀正しく接する
2	人に接するときは、壁をつくらず本音で会話する	人に接するときには、礼儀を大切にして丁寧に話す
3	感情に流されず、客観的な状況を分析して判断を下してきた	客観的な情報よりも、人の気持ちや人間関係に配慮して判断を下してきた
4	チームでものごとに取り組むときには、自分から率先して行動してきた	チームで物事に取り組むときには、周りに合わせて行動してきた
5	多少失礼だと思われても、相手の懐に飛び込んでいく	失礼のないように、慎重に言葉を選んで話す
6	おせっかいだと思われても、周りにいろいろと気を回す	相手の自尊心を傷つけないように、必要以上に余計な世話は焼かない

図4 PROGテストにおける設問（両側選択形式）

出典：株式会社リアセック：基礎力測定テストPROGの開発と 国際PBLの成果検証

の2つの形式を採用している。両側選択形式は、例えば図4ではA、Bそれぞれ価値を感じるような項目を配置し、どちらにより近いかを強制的に選択させる形式である。両側選択形式の採用理由としては、PROGテストのコンピテンシー領域に該当する要素を、単に被験者の認知に基づく多肢選択法（5件法など）のみで測定しようとする、「社会的な望まし

さ」を反映した虚偽の回答をされるリスクがあるためである。このリスクを払拭し、客観性を高める工夫の1つとして、場面想定形式だけではなく、両義性のある設問を提示し、被験者の本音に基づく回答を引きだしている。

また PROG テストのコンピテンシー領域においては、正解に該当する「外的基準」を、ビジネスパーソンの行動特性に置いている。具体的には、企業内において35歳までに役職に就いている、または直接に管理しているメンバーが複数いる若手ビジネスパーソン（4,000人）と、ランダムに抽出した学生（1,000人）の回答比率を比較し、若手ビジネスパーソンの回答比率が統計的に高い方の選択肢を「正解」とした設定方式としている。

正解の設定とした「外的基準＝ビジネスパーソンの行動特性」という観点から優良企業（JPX 日経 400）とその他企業（非優良企業）に就職した学生の PROG テストのスコアを比較したデータを確認する。図 5 のとおりコンピテンシーの項目ではその差が大きく、総じて優良企業への就職者のスコアが高い傾向を示す。とりわけ、対人基礎力、対自己基礎力での差が大きく、中分類項目の親和力・統率力で最も差が開いていることが確認できる。

また学年ごとのコンピテンシーのスコアにおいても学部の1年～3年に比して4年、4年よりも大学院生において、押しなべて高い水準を示している。さらにコンピテンシーのスコアは、大学院生よりもモデル社会人の方が高く、さらに、その社会人の中から抽出した若手管理職の方が高い水準を図 6 では示している。

以上、計測方法、そして外的基準の観点から、本研究の指標における本テストの採用は妥当性があると考えられる。

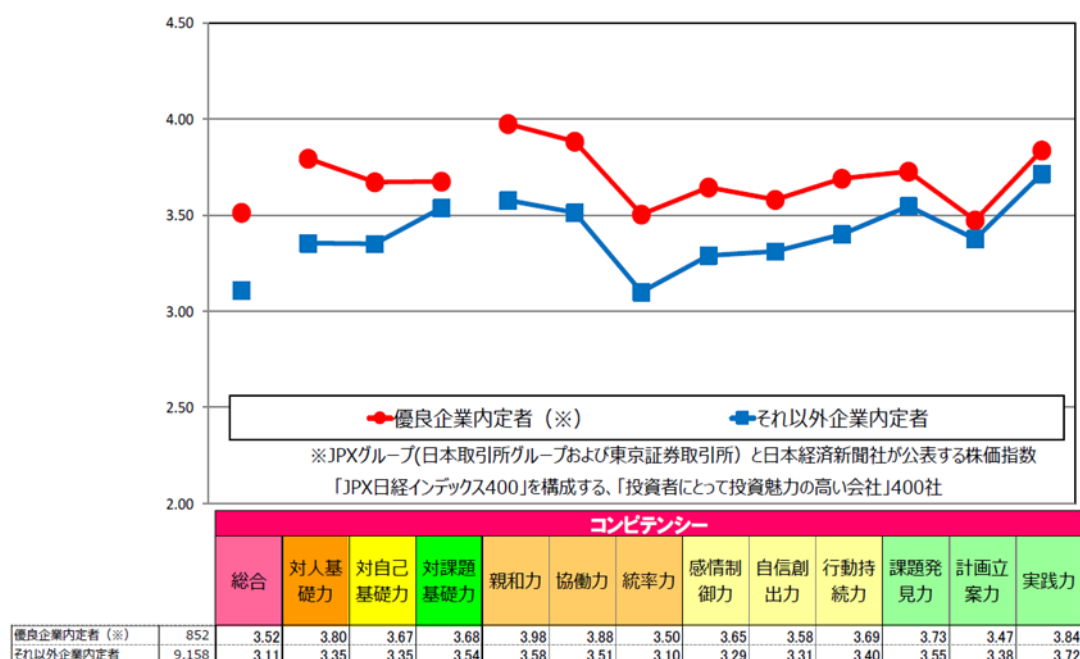


図 5 JPX 日経 400 とその他企業に就職した学生の PROG スコア比較

出典：株式会社リアセック：基礎力測定テスト PROG の開発と 国際 PBL の成果検証

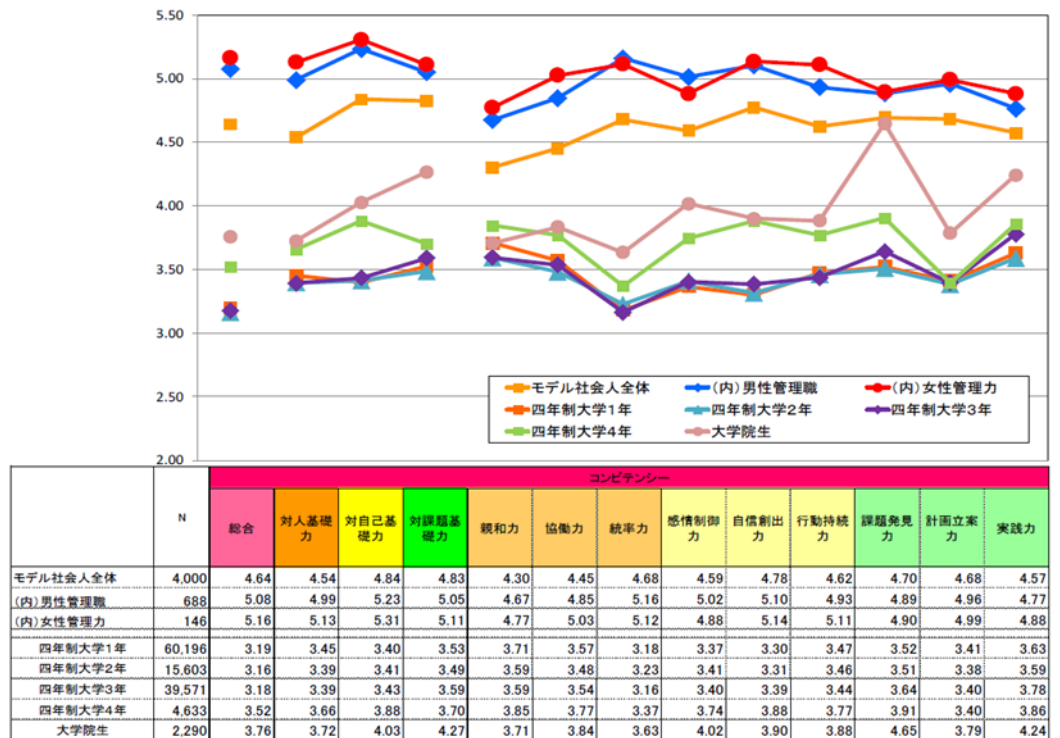


図6 社会人を比較対象とした各学年のスコア平均値

出典：株式会社リアセック：基礎力測定テスト PROG の開発と 国際 PBL の成果検証

3. 3. 4 高等教育における活用事例

表3は2013年から2017年の間にPROGテストを用いた研究論文の一部であり[34]，内容を見ると，キャリア教育関連とPBLを含めたアクティブ・ラーニングに関する活用事例が多数を占め，中でもPBLにおいては効果を測る目的として活用される機会が多い．KPI設定が難しいPBL演習のような教育効果を確認するうえでジェネリックスキルを評価指標という定義のもと，PROGテストは非常に活用しやすいと考えられる．また，近年コンピテンシーの必要性が高まる一方，コンピテンシーは可視化しづらいことから「冰山モデル」[35]に例えられることが多い中，定量的な評価が可能なPROGテストは今後，高等教育機関において活用が標準化されていくと考えられる．

3. 4 まとめ

ジェネリックスキルは，多数の加盟国が参加して国際的合意を得られた比較的新たな能力概念である．そのような背景を受けて近年ジェネリックスキルは，大学教育において，

表3 PROGを用いた研究論文例

出典：リアセックキャリア総合研究所監修,PROG 白書プロジェクト編著 PROG 白書
2018, pp. 79

論文タイトル	発表年	執筆者		掲載誌	出版元	内容
		氏名	所属 (発表時)			
ジェネリックスキルの経年変化に関する考察ー大学生パネルデータの4年間の分析	2017	伊藤 雅 ほか	広島工業大学	工学教育	日本工学教育協会	学生の活動（学業成績・授業内容、活動時間など）と能力伸長（UI値）の関連分析
能動的学修科目を選択する学生の特性ーPBL科目を選ぶ動機とコンピテンシー	2017	栗津 俊二 松下 慶太	実践女子大学	紀要	実践女子大学 人間社会学部	PBL科目を履修選択する学生の特徴とPROGの関連分析
中学・高校時代の生徒会活動及び部活動がリーダーシップに及ぼす影響についてーPROGテストのデータを用いてー	2017	洲 雅明	大分県立芸術文化短期大学	研究紀要	大分県立芸術文化短期大学	学生アンケート（中高生時代）とPROGスコアの関連分析
大学生のジェネリックスキルと成績や就職との関連に関する実証的研究ー北海道大学生に対する調査結果を事例としてー	2017	亀野 淳	北海道大学	高等教育 ジャーナル	北海道大学 高等教育推進機構	PROGと学生の成績（GPA）や就職活動との関連分析
enPiTの成果と今後の展望	2017	井上 克郎	大阪大学	コンピュータ ソフトウェア	日本ソフトウェア 科学会	enPiT教育の成果
大学生の地元志向とキャリア意識	2016	平野 元彦 田中 久美子	山口大学 島根大学	キャリアデザ イン研究	日本キャリア デザイン学会	地元志向、非地元志向学生群と基礎力（PROG）との関係を分析
大阪成蹊大学芸術学部における企業連携PBLの運営と学修成果についてーキャリア教育科目として実施したアクティブラーニングの取組みー	2016	榎本 章 他	大阪成蹊大学	紀要	大阪成蹊大学	PBLの学修成果とPROGを活用
大学入学時のジェネリック・スキルを規定する要因分析ー北海道大学1年生に対する調査結果をもとにー	2016	亀野 淳	北海道大学	高等教育 ジャーナル	北海道大学 高等教育推進機構	PROGと学生アンケートの関連分析（重回帰分析）
アクティブ・ラーニング型授業の教育効果に関する考察ー「自律と体験2」のアンケート調査結果からー	2016	波田野 匡章	明星大学	研究紀要	明星大学 明星教育センター	学生のタイプ別に教育効果測定（PROG活用）
大学IR推進上の課題	2016	中島 ゆり	長崎大学	紀要	長崎大学大学教育 イノベーションセンター	基幹調査としてPROG実施
enPiTにおける教育効果測定の実践と評価	2015	山本 雅基 ほか	名古屋大学	コンピュータ ソフトウェア	日本ソフトウェア 科学会	教育効果測定にPROG活用
共通科目の質保証と評価ー「キャリアデザイン」授業を通して得られた資料ー	2015	松本幸一	九州国際大学	紀要	九州国際大学 社会文化研究所	キャリアデザインの成績とPROGの関連分析
学士課程教育を通じたジェネリックスキル育成の対する評価の課題ー豊橋創造大学「地域産業界連携教育力改革プロジェクト」の事例からー	2015	森田 佐和子	豊橋創造大学	紀要	豊橋創造大学	PROGの活用事例
インターンシップ評価に対する効果検証についての一考察	2015	須永 一進 ほか	新潟青陵大学 短期大学部	研究報告	日本研究報告協会	インターンシップの効果測定にPROGを活用
PROGテストを利用した学生の能力伸長分析について	2015	笹川 篤史	長崎大学	研究年報	長崎大学 経済学部	PROGによる能力伸長分析
和歌山大学経済学部における教育成果の可視化に向けた提言	2014	藤本剛康	和歌山大学	研究年報	和歌山大学社会文化研究 所	河合塾とベネッセの比較検討
チーム基盤型学習（TBL）と問題基盤型学習（PBL）を統合した授業「プレゼンテーションの実践」	2014	中越元子 ほか	いわき明星大 学	京都大学 高等教育研究	京都大学高等教育 研究開発推進センター	社会人基礎力の客観データとしてPROGデータの活用
ジェネリックスキルによる領域横断型大学院教育プロジェクトのアセスメント	2013	長谷川浩志 ほか	芝浦工業大学	工学教育	日本工学教育協会	教育プログラムのアセスメントにPROGを活用
PROGテストと初年次文章表現科目によるジェネリックスキルの測定と育成	2013	山本啓一 ほか	九州国際大学	法学論	九州国際大学 法学会	PROGデータと各種学生データとの関連分析
分野横断型教育の体系的カリキュラム構築とその額数成果のアセスメント	2013	井上 雅裕 ほか	芝浦工業大学	工学教育	日本工学教育協会	学修成果のアセスメントにPROGを活用
学力に課題を抱える大学における就業力の育成と課題ー九州国際大学法学部の取組から	2012	山本啓一 ほか	九州国際大学	日本労働 研究雑誌	独立行政法人労働政策 研究・研修機構	P R O G リテラシーの導入事例

専攻分野にかかわらず学部教育で習得すべき内容として、経済産業省が提示している社会人基礎力や文部科学省が提示している学士力の構成要素として定義づけられている。社会人基礎力とは、「前に踏み出す力」「考え抜く力」「チームで働く力」の3つの能力から構成されており、「職場や地域社会で多様な人々と仕事をしていくために必要な基礎的な力」として、経済産業省が2006年に提唱した。「人生100年時代」や「第四次産業革命」の下で、2006年に発表した。以来、IT技術の発展に伴い、社会人基礎力はその重要性を増している。

ジェネリックスキルはコンピテンシーという概念で構成されている。コンピテンシーは社会で成功している人が持つ傾向が高い思考性を指す。そして昨今、人事評価や組織マネジメント、能力評価、採用活動、人材教育などコンピテンシーを活用できるシーンは数多くある。

その状況を受けて、我が国においては河合塾と株式会社リアセックが共同開発した、ジェネリックスキルを客観的に評価するアセスメントプログラムとしてPROGテストが開発され、2012年から2021年度時点において大学等教育現場で年間21万人以上（延べ120万人以上）がPROGテストを利用している。そしてジェネリックスキルの重要性に伴い、ますます活用されるものと予想される。

第 4 章 本研究の PBL 演習

4. 1 概要

enPiT では IT 産業の中でも特に人材育成が急務とされている 4 つの分野（ビッグデータ・AI, セキュリティ, 組込みシステム, ビジネスシステムデザイン）において産学交流に基づき, それぞれの分野が独自の教育を行ってきた. 各分野において拠点校が設けられ, それぞれ 10 前後の大学（＝連携校）を取りまとめ, さらに連携校が関係性のある参加を大学や高専へ呼びかける（＝参加校）といった国内の高等教育機関における教育ネットワークプロジェクトである. プロジェクトに加わった各校同士が教育スキームに関して密な情報交換をし合い, 今後の人材育成の在り方について検討し合った. なお enPiT では教育効果測定の客観性を高めるために PBL 演習の前後に参加学生を対象として PROG テストを実施し, 最先端の情報技術を実践的に活用できる人材育成の教育成果を総合的に評価してきた.

enPiT における PBL 演習の大きな特徴としては, 企業や研究所などで活躍する外部講師を迎え入れ, 実際の現場に近い社会課題に対して学生同士が 1 つのチームを結成してプロジェクトを推進した. 第 2 章で述べたように, 現状の工学教育における PBL 演習においてはいくつかの教育課題を提示し, その例として自発的に取り組む機会の不足や, PBL 演習を通して産業界の有識者との接点不足を上げたが, enPiT では PBL 演習を通して実務経験者からの助言の下, 学生同士が自発的に協働し, 一つの成果物を作り上げていくプロセスを体験する教育フレームであったことから, 国や産業界が求めるイノベーション人材育成に沿ったプロジェクトであると評価されている[36].

本研究における PBL 演習は, enPiT の枠組みを前提としたものであるが, 他の教育機関の実施内容と異なる点としては, 様々な専攻の学生が参加したことで, 参加者が従来の同専攻同士の学生による PBL 演習よりも実践に近い形式であったことがあげられる. 実証対象となる参加学生は, 情報系を専攻している大学, 高専の学生の他に, 機械, 電気電子, さらには非工学系専攻である美術, 農学など複数の専攻学生である.

PBL 演習の内容は, 生活の中で身近な社会的課題を, チーム内でブレインストーミング[37]を通じて発見し, その課題に対して, 組込み技術を用いて解決するためチーム内で意見を出し合いながら, 成果物を開発するというものである. ブレインストーミングで集められた情報やアイデアを元に, それらを効率的に整理する目的で用いられる KJ 法[38]やディスカッション[39]を通じて, 農業, 福祉, スポーツ, プログラミング教育等, 生活を取り巻く多くの社会的課題から, 取り組むテーマをチームごとに自ら定めるよう指示する. そして約半年かけて, 試作の開発や仕様書, ガントチャート作成など, 実践的な開発を体験すると同時に, 役割を明確にしたチーム開発を学ぶ.

PBL 演習は、図7で示す通り、チーム編成や課題発見する場となる合宿から開始となる。そして合宿終了後、半年の間に最低 8 回、各回 1 時間ほど進捗報告をもとに指導を受けるフォローアップや、必要に応じたチームごとのフィールドワーク等を経て、再度参加学生が一同に介した合宿にて成果発表を行うというのが大まかな流れである。なお半年間に渡りフォローアップの実施時間は、少ないチームで 10 時間程度、多いチームでは 20 時間以上行うなど、チームによって大きく異なった。

4. 2 PBL 演習の内容

4. 2. 1 参加者属性

本 PBL 演習には、岩手大学の他、4 つの大学（青森大学、岩手県立大学、秋田公立美術大学、横浜国立大学）、3 つの工業高等専門学校（八戸工業高等専門学校、一関工業高等専門学校、秋田工業高等専門学校）から延べ 129 名参加した。

年度別、チーム属性、専攻別の参加人数は以下の通りである。

2017 年度 26 名

（専攻：情報 19 名/美術 5 名/電気電子 1 名/機械 1 名）

2018 年度 46 名

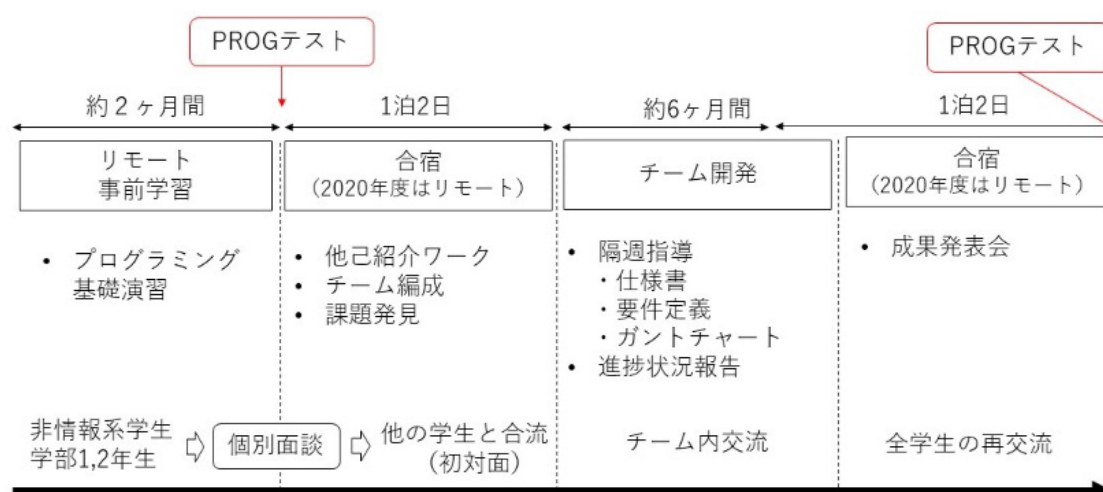


図 7 本研究における PBL 演習の流れ

(専攻：情報 30 名/美術/1 名/デザイン 3 名/機械 9 名/土木 1 名/化学 1 名/電気電子 1 名)

2019 年度 27 名

(専攻：情報 23 名/デザイン 2 名/教育 1 名/機械 1 名)

2020 年度 30 名

(専攻：情報 24 名/教育 2 名/機械 1 名/農学 1 名/物理 1 名/地域創生 1 名)

4. 2. 2 PBL 演習に向けての事前学習

PBL 演習に先立ち、参加希望者の中で主に情報系カリキュラムを受講したことがない非情報系専攻の学生や学部 1, 2 年生を対象に、参加準備となる事前教育として組込み技術習得のためのプログラミング基礎演習、さらには V 字工程や仕様書、ガントチャートといった情報系企業で活用される必須スキルを学ぶため約 2 か月間に渡り基礎教養学習の期間を設けた。

本演習の受講者の約半数は遠方からの参加者という事情もあり、指導はリモート環境下で、組込み用教材のマイコン[40]とそれに沿った内容となる動画教材（図 8）およびスライド（図 9）を用いて実施した。その後、対話による個別面談を行うことで一定の IT リテラシーが備わったと判断した場合、参加を許可したうえで、全参加者が一同に介する合宿を実施した。

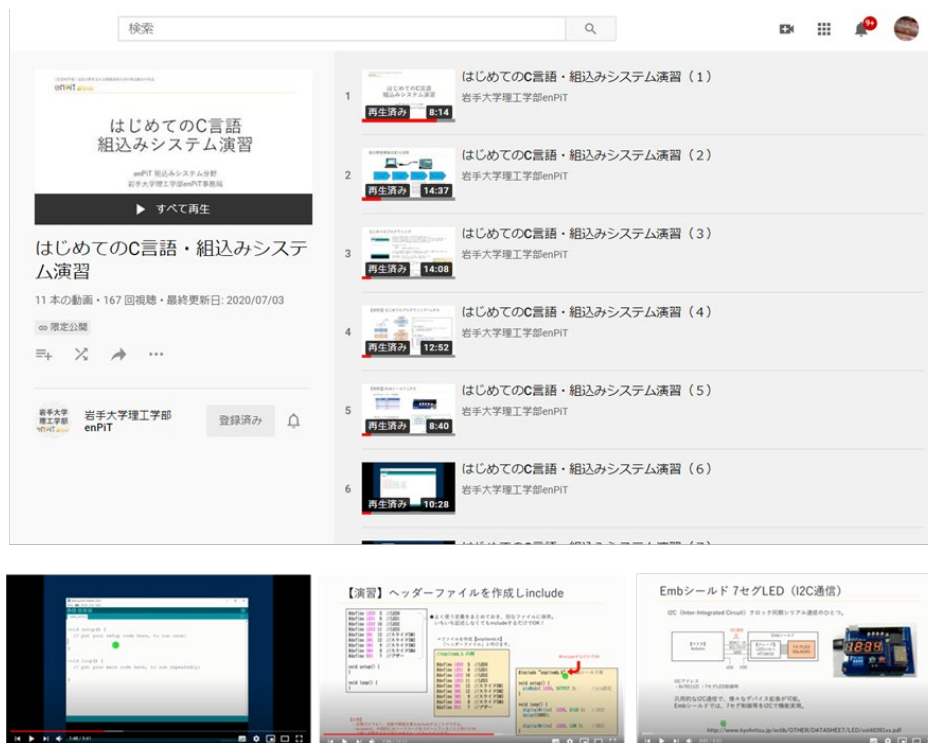


図8 プログラミング未経験者を対象として作成したプログラミング用動画教材

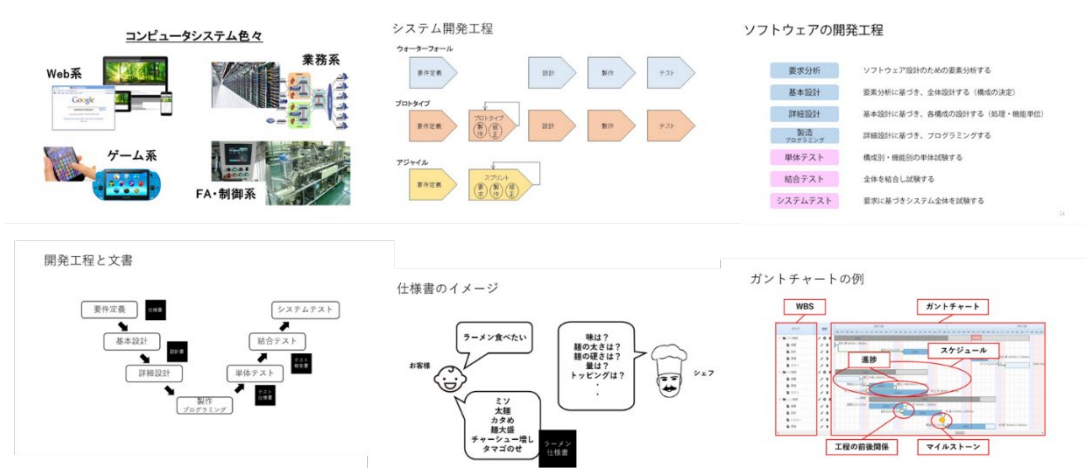


図9 動画教材に対応する形で作成したプリント教材

4. 2. 3 合宿

合宿の主な目的は、半年間、共に開発を行うチーム形成と、開発テーマとなる課題抽出、さらには開発に付随する仕様書やガントチャート作成といった実践に即した訓練を行うことである。以下合宿スケジュールの例として 2018 年度の内容を示す。なお、2017 年からの 3 年間は対面式の合宿であったが、2020 年度はコロナ禍の影響もあり、リモート環境で実施した。ただし合宿の内容は各年度に大きな差異は無い。

<岩手大学 enPiT 合宿スケジュール例>

- 日時 : 2018 年 6 月 16・17 日
- 場所 : 国立岩手山青少年交流の家
- 参加校 : 6 校
連携校：岩手大学
参加校：青森大学/秋田公立美術大学/一関工業高等専門学校／八戸工業高等専門学校／秋田工業高等専門学校
- 実施ワーク : 1 日目
 - ① ガイダンスの後、PROG テスト実施
 - ② 他己紹介ワーク
 - ③ 組込み技術基礎講座
 - ④ チーム編成作業
 - ⑤ KJ 法を用いたアイディアブレスト作業
- 2 日目
 - ① 仕様書/ガントチャート作成練習
 - ② 組込み技術教養講座
 - ③ チームプレゼンテーション
 - ④ 講評

合宿は enPiT の概要を伝えたのちに、PROG テストを受講することから開始する。そして PROG テストを終えたら、続いてチーム編成をするための準備である。本演習は友人同士で参加する学生も複数いたが、合宿の時点では大半が初対面同士である。そのため、合宿でははじめに、PBL 演習におけるチーム編成のため、学生同士のコミュニケーション環境を整える必要がある。初対面の学生同士でいきなり「知り合いになってチームを作ろう」と指示しても教員主導で決定しない限り自発的なチーム編成は難しい。特に専攻が異なる学生同士の場合、会話の共通項が不明でお互い手探りの状態である。そのため、各々の専攻

だけでなく、趣味や嗜好といった人間性を紹介し合うことで、互いに興味関心を持てるきっかけが必要である。そこで、チーム編成作業を行う前に、全参加者同士のコミュニケーションの積極性を促すために以下の通り、ワークショップ等で活用される手法の一つである他己紹介ワーク[41]を実施することで、参加者のソーシャルスキルを高めた。コミュニケーションをとるうえで、自己開示によって自分自身を相手に知ってもらうことは重要である[42]。しかし思いつくままの紹介ではソーシャルスキルの向上には結びつかない。そのため自己開示内容を整理したうえで他己紹介ワークという手段をとることで、自らの自己紹介スキルを客観的評価に結びつける狙いがある。他己紹介ワークの流れは図 10 および以下の通りである。

(1) 自己紹介シート作成 (10 分間)

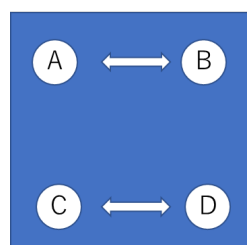
自分を他者へどのようにプレゼンテーションするべきかを整理させるため、図 11 に示す自己紹介シートでは名前、生い立ち、特技、自慢等を整理し自己紹介シートに記載する。シートには形式的な文章ではなく、細かな趣味嗜好の他に、自慢内容、出身地など一般的な対話のきっかけに成りえるキーワードを記載させた。

(2) 自己紹介シート交換/各自己紹介及び質疑 (5 分×2 回)

テーブルに 4 人 1 組の座席配置を指示し、席が隣同士の学生にそれぞれ自己紹介シートを交換してもらう。これにより 4 人の座席内に 2 人 1 組の対話コンビができる。4 人のテーブル内で A さんと B さん、C さんと D さんが各 5 分ずつお互いに自己紹介し合った。

(3) 他己紹介 (各 5 分×4 人)

自己紹介が終了したら、他己紹介へ移行した。他己紹介とは、先ほど自己紹介し合った学生同士、A さんは B さんのことを C さん、D さんへ紹介する。B さんの紹介が終わったら、続いて B さんが A さんを C さん、D さんへ紹介、同じように C さんが、D さんが、と各 5 分ずつ紹介をし合う。



- ① 自己紹介シート作成 (10分)
- ② 自己紹介シート交換 $A \Leftrightarrow B / C \Leftrightarrow D$
各自己紹介及び質疑 (5分×2人)
- ③ 他己紹介 (各5分×4人)
- ④ チームの皆さんへひとこと

図 10 他己紹介ワークの流れ

名前（ニックネーム/その由来 ※現在、特にニックネームが無ければ過去のニックネーム）	所属
みんなが知らない自己紹介	
自分ヒストリー ～小学校 ～中学校 ～高校/高等 ～大学（現在）	人生グラフ 特技・自己PR・得意技・自慢・人には言えない趣味等

図 11 PBL 演習で活用した自己紹介シート（筆者作成）

（４）チームの皆さんへひとこと

最後に、改めて簡単な挨拶を交え、合宿の抱負やお互いの参加目的など話して席を離れる。

そしてこの一連のワークが終了したら、全参加者をシャッフルしてもう１度同じワークを繰り返す。計２回の他己紹介ワークによるソーシャルスキルトレーニングを通じて参加者間の対話機会を増やした。さらに他己紹介ワークを通じて知り合った学生同士だけでなく、他己紹介ワークでは話す機会が無かった学生同士がその後、自主的に話す自由時間を１時間ほど設けることで、他己紹介ワークの時間内ではわかりえなかった情報を交換し合い、参加者間の相互理解を深めた。

続いて、産業界から講師を招き、主に組込み技術がどのように社会に活用されているのかという講義をしていただく。2018 年度では初日に、組込み技術を用いて社会の課題解決に取り組む企業のマネージャーを招へいし、具体例を交えてお話をいただいた。なお内容は、その企業が開発したセンサー付きビーコンをもとに、組込み技術がどんな形で用いられているのか、という内容である。

講義が終了したら、チーム編成作業に移行する。本演習のような専攻が多様な場合に限らず、PBL 演習を実施する際、図 12 で示す通りチーム編成は慎重に進める必要がある。チーム編成の方法にはそれぞれ長所、短所があり、例えば教員主導でチームを編成した場合、滞りなくチーム編成が実施される一方で、強制的に物事を決められたという潜在的な

満が学生に募り，時間が経つにつれモチベーション低下につながる可能性がある[43]．そのため可能な限り，学生が主体的にチーム編成を行えるように心がけた．次第にチームが学生間で出来つつある状況を確認したらチーム編成作業を終えるが，この時点でも参加者の中にはチームへの参加に消極的な学生も一定数存在する．これは学生主体によるチーム編成のデメリットである．その場合は教員が，個別に参加目的や得意分野等のヒアリングを行い，学生の特性を考慮したうえで編成が出来上がりつつあるチームへの参加を促した．なお，この時点では具体的な社会的課題に向けた開発のイメージを持っている学生はほばいない状態である．さらには他已紹介ワークでは話せても，組込み技術によるプロジェクトへの取り組みに対して，意見を言うことには及び腰になる学生も多い．特に非情報系の学生は，プログラミングに対する苦手意識がある．そのためチーム編成の際に，自分がチームで役に立つのか？という不安を感じ，やがてチーム活動に消極的になることも考えられる．そのため，チームでの役割分担をある程度決めて，得意分野が発揮しやすい環境になるよう，指導教員を交えて話し合い，今後の方向性を明確化することで非情報系の学生でもチーム内で意見を言い合える環境を整えた．

チーム編成がある程度できたら，参加学生全員に対して，改めて成果発表までの一連の流れを説明し，どのような流れでプロジェクトを進めるかを整理させる．そのうえでKJ法を用いたアイデア創発作業やブレインストーミングを実施し，成果発表までの半年間に取り組むべき，チームとしての課題抽出作業を行った．この際，自らの能力で開発できるものを大幅に超えた，過度な完成系をイメージするケースが見られる．学生間でアイディ

	長所	短所
無作為に決める	・速やかに決定できる ・学生から見て公平に見える	・メンバーの多様性が保証されない ・協同学習の目的に合わないグループがつくられる可能性がある
学生に決めさせる	・学生が主体的に決定できる ・学生間の関係性を教員が把握できる	・メンバーの多様性が保証されない ・友だち中心のグループになってしまう
教員が決める	・学生の興味や特徴を考慮に入れて決定できる ・協同学習の目的に合わせてメンバーを決定できる	・教員の準備の時間が必要 ・教員主導に進められているように見える

図 12 グループ編成の決定方法及び長所と短所

出典：中井俊樹，中島英博，井上史子，小林忠資，西野毅朗 編，アクティブラーニング，pp. 105-111, 2015



図 13 合宿の様子

アを出し合う上で、世の中のニーズから離れた単に「面白いもの」を開発するイメージが提示されるケースも見られるので、繰り返しプロジェクトの趣旨と流れを説明する必要がある。そしてチーム内でのディスカッションを重ね、開発物のイメージを徐々に固める作業を行ったら合宿 1 日目は終了となる。

合宿 2 日目は、1 日目にチームで固まった開発物のイメージに基づき、仕様書とガントチャートの作成を行う。仕様書やガントチャートを作成することが、開発においてどのような意味を持つのかを学生に説明したうえで作業にとりかかるよう指示をする。しかし、この時点ではイメージも臆気であり、それに加えて仕様書やガントチャートを作成したことが無い学生が大半である。そのため、あくまでも練習という位置づけである。仕様書やガントチャートを作成するためには、どのような開発が必要で、どのような役割分担が考えられるかをある程度想定しなければまとめることができないため、チームビルディングを進める上で、効果的な作業である。なおこの一連の作業は後述するフォローアップでも指導の一環として継続するものである。

その後、いったん作業を止め、1 日目と同様に産業界から講師を招き講義を行う。2 日目は自動車産業の方を招き、自動車における組込み技術の活用例を具体的にお話しいただき、組込み技術に対する学生の教養をより深める機会を設けた。

その後、合宿最後のプログラムとしてプレゼンテーションの機会を設けた。各チームがこれから半年間、どのような取組みを行うのかをまとめ、各チーム 5 分程度で発表を行い合宿は終了となる。

4. 2. 4 学生の取組み事例

合宿で構成されたチームは年度ごとに以下のとおりである。

2017 年度	分野横断型	3 チーム	/	分野単一型	3 チーム
2018 年度	分野横断型	7 チーム	/	分野単一型	4 チーム
2019 年度	分野横断型	3 チーム	/	分野単一型	5 チーム
2020 年度	分野横断型	4 チーム	/	分野単一型	2 チーム

前述のとおり，教員主導でのチーム構成ではないため，年度によって分野別の数は片よりがあるものの，結果的には分野単一型チームと分野横断型チームへの参加者数はほぼ同数であった。

チーム構成の例として 2018 年度のプロジェクト一覧を図 14 に示す．例えば図 14 における①のチームは機械専攻 4 名で形成された分野単一型チームである．内容はトンボを工学的かつ人工的に再現することにより，一般的なドローンよりもバッテリー消費を抑えた自動飛行機能の機器ができるのではないか，という仮説の下で開発を目指すというものである．

また②のチームは機械専攻 2 名，情報専攻 1 名，電気電子専攻 1 名の計 4 名で形成された分野横断型チームである．内容は害獣（クマ）による農作物被害を防ぐために，畑の周囲を自動走行する駆除用の車体を開発するというものである．なおその他，分野別の開発事例は表 4 にまとめたとおりである．



図 14 チーム構成例（2018 年度）

表 4 参加学生の開発事例（分野別）

	開発テーマ	内容	学生の専攻
分野単一型チーム例	エルボ式水田用IoT排水システム	近年の農業者の減少で農作業の省力化が求められている。農作業の一つである水田の水位調整を行う作業を、遠隔操作によるマイコン制御にてL字パイプの回転角度を変えることで水位調整を行う排水装置の開発。	○情報専攻 学部3年1名 学部2年1名 学部1年1名
	脳波計を用いた次世代スポーツ開発	岩手県では 2016 年より「岩手発・超人プロジェクト」を実施しており、本スポーツ「赤鬼」はその一環として開発を行っている。本スポーツは既存の遊びである隠れ鬼をベースにしており、「目に見えないものを感じる能力」を身に着けたプレイヤーのための新しいスポーツを目標としている。	○情報専攻 高専4年4名
	女子学生によるロボットを用いたプログラミング的思考の体験学習出前授業試行	小中学生を対象としたプログラミング教育用教材の開発。複数の小中学校にアンケートを実施しその結果を踏まえ、自作の教材を使用して出前授業を行い、その内容を、地元行政や出前先の教員も交えて評価する。	○情報専攻 高専3年3名 高専3年2名
分野横断型チーム例	業界スタンダードの品質管理及び生産性の向上を目指した木酢液抽出装置開発	林業会社における課題解決として事業の一つである木炭生成時に副産物としてできる木酢液の保存容器内の状況を確認するシステムを開発する。業界スタンダードの品質管理及び生産性の向上を目指すことが目的である。	○情報専攻 高専専攻科1年2名 ○化学専攻 高専専攻科1年1名 ○土木専攻 高専専攻科1年1名
	視覚障がい者向け支援機器の開発	視覚障がい者のため、カメラを通じて得た信号の色情報を利用者に音声伝達するという画像認識を用いた信号判別システムを開発した。ディープラーニングライブラリであるtensorflowとKeras, OpenCV などを用いて画像認識を行った。また、青信号、赤信号を含めた画像データと、信号機を含まない画像データを用いて自作カスケード分類器を作成した。	○情報専攻 学部3年2名 ○機械専攻 学部3年1名
	自律移動型農業運搬ロボット開発	1次産業において後継者の担い手不足、高齢化による労力不足が顕著化している。自律移動による農業運搬ロボットはそのような不足を補うために、収穫した野菜果実等を自動で運搬することを目的とする。今回開発するにあたり後継者の担い手不足、高齢化による労力不足を解決するという大義名分はあるが、高齢の農業従事者はそれぞれのノウハウを持っており、新しい技術に拒否感を示す方が多いため、今後農業をはじめめる若者をメインターゲットとして開発。	○情報専攻 学部3年2名 ○国際共生社会専攻 学部4年1名 ○物理専攻 学部2年1名

4. 2. 5 フォローアップ

合宿を終えたら、本格的に各々のチームが開発に着手する。成果発表までの約半年間で最低8回、約2週間に1回のペースで各チームへフォローアップと称して、1時間程度の指導を行った。

合宿においてチームごとに抽出した課題を、各々持ち帰りチーム内で役割を決めたら、メンバー毎に開発に向けて着手する。しかし、各チームの課題が本当に社会の現実的な課題かどうか、仮に社会的に解決の意義がある課題だとしても、チーム内において開発リソースが備わっているかどうかはチーム合宿終了時の時点では曖昧であり、開発と並行して課題における調査を行い、それを指導教員が、実務者的な目線で助言を行いながら開発を進めるとというのがフォローアップでの内容である。

具体的な指導内容としては要件定義が記載された仕様書、ガントチャートの作成指導、さらには対話によるチーム状況の確認を行った。仕様書作成のような言語化作業は、知識の定着や応用を促進できることから、一般的に学習に有用であると言われているが[44]、同時に PBL 演習の学修成果を評価する観点から見ても重要である。さらにガントチャート作成作業は開発が進むにつれ、生じる課題やリスクを浮かび上がらせる効果があるとされ[45]、またフォローアップ時における指導の際に、指摘の見落としを大きく減らすことにつながる。情報系を学ぶ学生にとって、将来ベンダ企業、ユーザ企業のどちらの道に進んだとしても企業に勤めるうえで、これらの学習体験を通じて得た能力は役立つと考えられる。また組込み技術を身につけるだけではなく、日本語で正しく相手とコミュニケーションを取れる能力もまた重要であり、それらの作業はテクニカルライティングの能力向上にもつながる[46]。特に今回は専攻が異なる学生たちが、齟齬が無いように互いにコミュニケーションを取り、正確にプロジェクトの進捗を把握する上でも各ドキュメント作成の意義は大きかった。加えて分野横断型チームの場合、チーム内で役割が多岐にわたる傾向が大きいことから、個々の進捗確認を共有する上でガントチャートは必須とも言える。なお図 15, 16 は学生が作成した仕様書とガントチャートの作成例である。仕様書では要件定義を定め、それに即したフローチャートなど具体的な開発内容を記述するよう指示をした。それをフォローアップの度に指導教員がチェックをしたうえで、学生へ質問を投げかけることで、開発における問題点を細かく抽出した。またガントチャートは進捗確認のみならず、チームメンバーの役割を可視化することで、作業内容に偏りが生じないか、開発に漏れが無いかなど実践に即した指導を実施した。そして仕様書、ガントチャートは開発作業が進むにつれ生じる仕様変更に伴い、開発と並行しながら随時修正を指示した。

また、プロジェクトが進むにつれ、専攻の違いが考え方の違いに発展するケースがある。その結果、チーム内に不和が生じる場合もあることからフォローアップ時にはプロジェク



図 17 フィールドワークの一例（視覚障がい者の方への聞き取り調査の様子）

合が多々生じる．その場合は開発の助言者候補を学生が提示し，教員が候補者へ交渉にあたり協力を取り付けた．例えば，「視覚障がい者向け支援機器」を開発するチームの場合，開発物が利用者のニーズに込えているかを健常者の教員が正しく判断することは不可能である．そこで地元の視覚支援学校に協力を仰ぐ形で，視覚障がい者の方に集まっていたき，聞き取り調査を行うといったフィールドワークを，チーム単位で個別に実施した（図 17）．それ以外にもフィールドワークの協力対象企業は公設研究機関，チームの各課題に沿った民間企業や農業従事者など多岐に及び，その都度担当教員が調整して実施する形式である．また開発において専門性が高い内容については学内外の教員にも協力依頼をしていただくなど，協力対象企業のみならず協力者は多岐に及んだ．

4. 2. 6 成果発表

半年間の活動の後，再び合宿を実施して 2 日間の成果発表の場を設けた．

初日は図 18 の通り，参加者全員，さらには学内及び他大学を含む enPiT 教員関係者を招いて，チーム毎に 5 分から 7 分程度の発表及び質疑応答を行うことで，指導教員の評価のみならず，客観的な評価ができるよう努めた．また，初日の成果発表終了後に，半年間に及ぶ PBL 演習の学修効果を図るため，再度 PROG テストを実施した．

2 日目は図 19 で示す通り，サービス・ラーニングの一環として成果発表会場を一般市民に開放し，地元の小中学生へも発表の場を設けた．小中学生へわかりやすい説明を意識させることに伴う発表スキルの向上を目的としており，例えば図 20 に示す通り，成果発表用ポスターは一般向けと，内容を簡素化した小中学生向けの 2 パターンを作成させ，対象者に合わせて表現を使い分けるという工夫を行った．そのような方法は汎用的能力の向上にもつながるとされてプレゼンテーション能力の向上にも繋がる[47]（ただし新型コロナウイルスの影響に伴い 2020 年度はリモートによる参加者及び教育関係者のみを対象とし一般発表は実施しなかった）．そして 2 日目の成果発表が終わったら合宿は終了となる．そして

視覚障がい者向け支援機器の開発

ももの特典
西澤子彦
佐々木俊典
高橋弘河

【背景】

- 画像認識を用いて何か作りたい！
- 画像認識を用いることで目の役割を担うことができるのでは？
- 従来の支費を必要とする人へ安全で豊かな暮らしをする手助けをしたい！

【目的】

画像認識によって視覚障がい者の「見たい」「聴きたい」「行きたい」

<その一歩として>

視覚障がい者が抱える問題のひとつである外出
→従来の情報がない、一人では安全に外出できない
→点字ペーパがある場合でも外出先によっては
二人分の料金をかかると経済的負担が大きい

「一人で安全に外出できるようにサポートしたい！」

音響の色を判別、音声出力することで、横断歩道を安全に進めるような器を開発

【使用イメージ】

```

    graph LR
      A[システム起動] --> B[カメラからリアルタイム映像を撮る]
      B --> C[音声データまたは画像データを認識]
      C --> D[音声出力]
      C --> E[横断歩道の前立つ]
      E --> F[画像認識用のカメラをメガネやピンに装着し、骨伝導マイクなどによって音声出力]
  
```

【デバイス】

- Raspberry Pi3 model B+
- iOSカメラモジュール
- 骨伝導マイク
- モバイルバッテリー

【画像認識】

画像からの特徴をつかみ、対象物を識別するパターン認識技術の1つ。今回はディープラーニングライブラリであるtensorflowとKeras、OpenCVなどを用いて画像認識を行った。また、音響色、赤外線などの情報を含めた画像データを含む画像データを用いて自作カスケード分類器を作成した。この特長に類似している部分を抽出し、物体を認識する。

【現状】

- ・音響色の色識別、音声出力ができる
- ・PC上の音響色の画像を使って動作を確認
- ・身につけるような形にはなっていない
- ・どのような形にするかは未定。メガネ型やピン型で検討中。

【当事者の声】

視覚支援学校を訪ね、また視覚障がい者向けイベントに参加し、当事者や職員の見え、要望を伺った

- ・文字系から現在の状態を知りたい
- ・目まぐるしく変化が有り過ぎず、しばらく待っている場合がある
- ・横断歩道上に止まるべきところまで、ほみたけしてしまうことがある
- ・身につけるには肩から腰くらいサイズがいい 等

【今後】

- ・リアルタイム映像で動作するようになる
- ・身に付けられるようにする
- ・機種の改良
- ・付くても肩から腰くらい、長時間身につけていられるデザインの提案
- ・音声出力のタイミングの設定
- ・GPS やつづりかけ掛けによる機能の搭載

人間のように理解するコンピューター

にんげん め つかい
 人の目のように理解するコンピューター

のちのち
 脳内電子
 電気伝導
 意識伝列

【画像認識】 (Image Recognition)

●画像認識とは？

- 画像に写っているものの特徴をつかむことができる！
- 動物や果物の、食や病、服装、人の顔などいろいろなものを見分けることができる！

【身の回りで使われているもの】

●防犯カメラ

顔が登録されている人ややしい行動をしている人を見つけ、警備員に通知を送る。事件の犯人を捜すときや、万引きの防止に利用されている。

●SNOW

スマートフォンのカメラに顔をうつすと、次の耳やリボンなどの、面白いエフェクトをつけた写真を撮影することができるアプリケーション。撮影や自、自の位置を自動で認識している。

その他にもいろいろなところで活用されているよ！

【しくみ】

●ひとの場合

目で見たものを物体として認識する。

●コンピューターの場合

画像を制作ごとの色や色や明るさの集合体として認識する。

赤、緑、茶色を含む

いろいろな画像の情報をコンピューターに学習させておくと、対象物の特徴を自動的に判断することができるよ！

【研究テーマ】

●冒険

自分が見えにくい人の手助けをしたい！

●内容

道案内の音を判別し、音声で知らせる。

●理由

横断歩道を安全に渡れるようになるため。

●判断のポイント

- 渡る人の立場になって考える。
- 色判別の正確さ
- 音声を伝えるタイミング

↑

↑

40

第 5 章 統計分析

5. 1 被験者

4 年間実施した PROG テストのデータをもとに統計分析作業に移行する．統計分析の精度向上の観点から条件が著しく異なる被験者を除外するために，フォローアップの受講規定回数（最低 8 回）が未達のものは本分析から除外した．また，本研究の実施期間で複数年度受講した学生がいた場合は，参加初年度の PROG テストの結果を採用した．

分野単一型/分野横断型各チームの定義として，本研究では，そのチームメンバーに，専攻分野の異なる学生が 1 名でもいれば，そのチームは分野横断型チームとみなすことにした．その理由は，参加学生には，それぞれの専門を専攻する動機となる興味や関心に多様性があり，それは大学の学びにも反映されていることから，専攻分野(学部)の異なる学生から成るチームは分野横断型チームになっている，と考えたからである．

被験者となった学生の大学，学年及び専門分野は下記の通りである．

分野別チーム例	情報専攻 4 名 = 分野単一型チーム 情報専攻 3 名，デザイン専攻 1 名 = 分野横断型チーム
対象者	計 103 名（2017 年度～2020 年度）
参加学生の所属	岩手大学 青森大学 岩手県立大学 秋田公立美術大学 横浜国立大学 八戸工業高等専門学校 一関工業高等専門学校 秋田工業高等専門学校
学年毎の人数	学部 1 年 8 名 学部 2 年 14 名 学部 3 年 25 名 学部 4 年 24 名 高専 3 年 6 名 高専 4 年 11 名 高専 5 年 11 名

高専専攻科 1 年 4 名
分野単一型チーム（計 16 チーム）に参加した学生の各専攻
情報 46 名
機械 4 名
分野横断型チーム（計 15 チーム）に参加した学生の各専攻
農学 1 名
美術 8 名
化学 1 名
土木 1 名
教育 3 名
物理 1 名
電気電子 2 名
機械 1 名
地域創生 1 名
情報 34 名

5. 2 分析の流れ

第 4 章で述べた PBL 演習を通じて集約した 4 年間分の PROG テストのスコアをもとに、本研究では、まず PBL 演習を受けることで受講者全体の総合スコアが向上する」という仮説を立て、総合スコア及び大分類スコアの平均値を出し、全体の傾向を確認する。その結果を受けて仮説が統計的に立証できた場合、分散分析へ移行する。なお分散分析は図 21 で示すとおりであり、通常の統計分析で行う手法と同じ流れで実施した。

まず分散分析に入る前に、対応ある t 検定において分野属性を区別しない分析から開始となる。その結果を受けて PBL 演習を受けることで受講者の総合スコアが向上すると認められた場合、図 21 のフローに沿って分析を実施する。

なお、enPiT の教育によるコンピテンシー向上の結果は、既に山本らが PBL 演習は実践力向上に有効な教育手法であることを、2 要因（3 つの大分類スコアと PBL 演習前後の PROG テストの結果）を分析対象としたウィルコクソンの符号付き順位検定に基づき示している [48]。また櫻井らは enPiT で開発した実技教育の有効性を評価する方法について PROG の結果を用いて示している [49]。本研究では十分な数のサンプル数 ($n=103$) が得られ、母平均の正規分布を仮定できることからパラメトリック検定、ならびにチーム属性を加えた 3 つの要因を設定したことから分散分析手法を採用した。

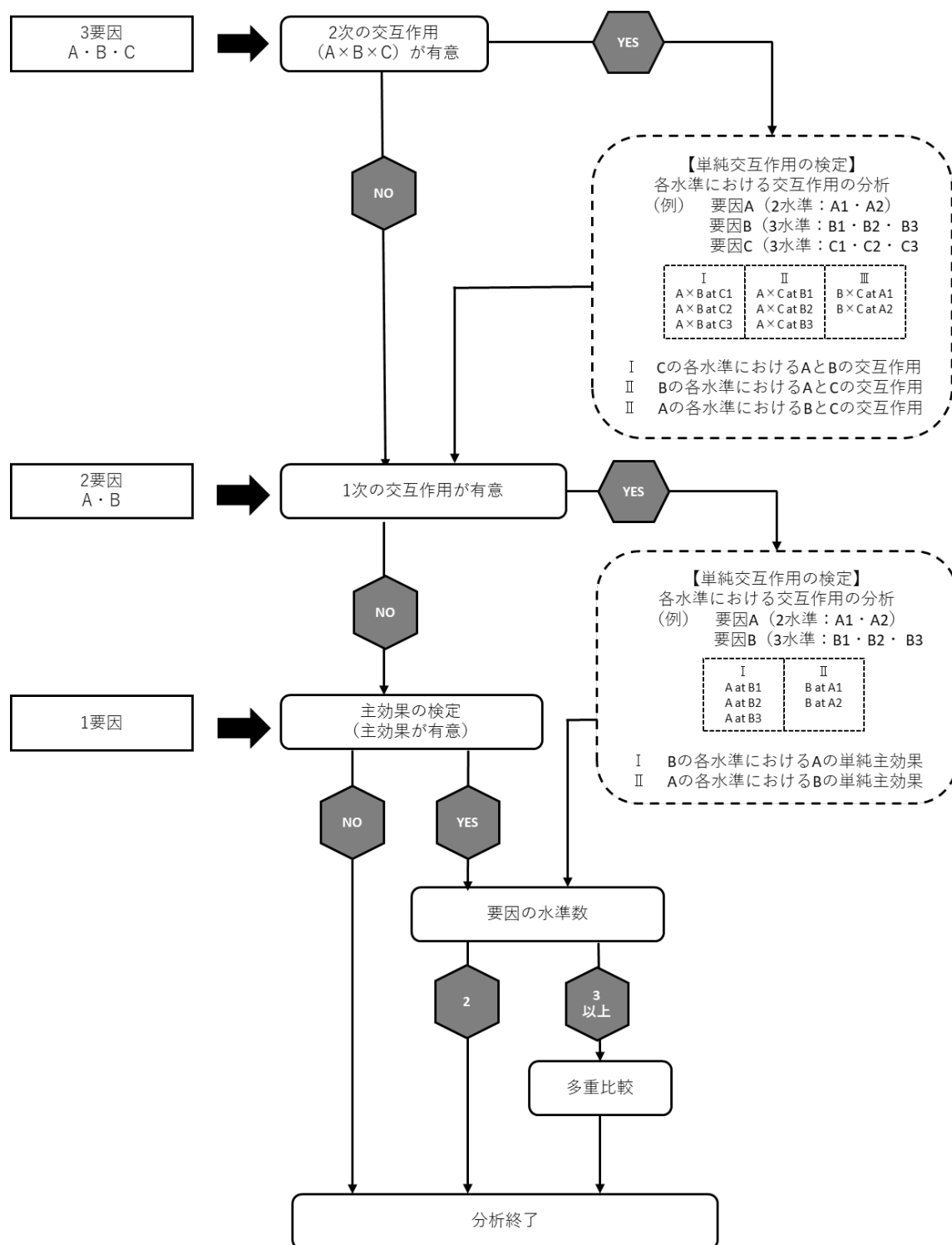


図 21 分散分析の流れ

出典 : web ページ <https://bellcurve.jp/statistics/course/10059.html>

5. 3 分野単一型チームと分野横断型チームとを区別しない分析

5. 3. 1 総合スコアの分析

スコアを分析にするにあたり，第 4 章に記載した PBL 演習の効果を確認するため，まず全参加者，そして分野単一型，分野横断型の各チームについて，PROG テストで定められたコンピテンシーのカテゴリーである総合スコア，さらには総合スコアを構成する 3 つの大分類の各スコア結果をもとに，平均値から PBL 演習前後の全体傾向を探ったところ，図 22 に示すようにほぼ全参加者において概ね向上の傾向が見られた。

この結果を受けて，続いて対応のある t 検定を用いて分野横断型チーム，分野単一型チームの区別をすること無く，全参加者平均値を対象とした演習前後の差を検証した．表 4 から表 6 における before, after はそれぞれ演習前，演習後を指す．その結果，「帰無仮説 H_0 ：演習前（演習前）の平均値と演習後（演習後）の平均値は等しい」に対して，表 6 の枠内に示した通り，有意確率（ $=0.037$ ）< 有意水準（ $=0.05$ ）が得られたので，帰無仮説 H_0 は棄却された（ $t(102) = 2.11, p < .05$ ）．よって，「PBL 演習を受けることで受講者のコンピテンシースコアが向上する」という仮説は有意であることが分かった。

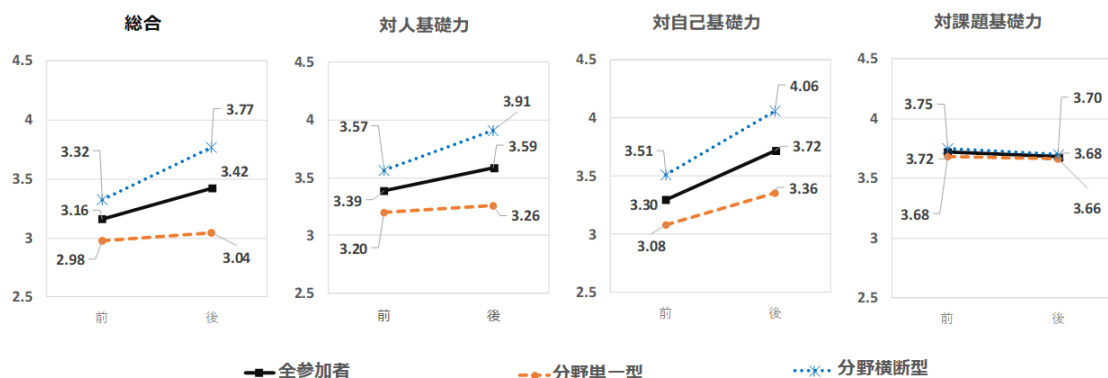


図 22 総合及び大分類のスコアの平均値

横軸は PBL 演習の前後（2 値），縦軸はジェネリックスキルスコア（7 段階評価）

表 4 全参加者の総合コンピテンシースコアに関する統計量(1)

	平均値	度数	標準偏差	平均値の標準誤差
ペア 1 before	3.16	103	1.736	.171
after	3.42	103	1.763	.174

表 5 全参加者の総合コンピテンシースコアに関する統計量(2)

	度数	相関係数	有意確率
ペア 1 before & after	103	.741	.000

表 6 全参加者の総合コンピテンシースコアに関する t 検定結果

	対応サンプルの差					t 値	自由度	有意確率 (両側)
	平均値	標準偏差	平均値の標準誤差	差の 95% 信頼区間				
				下限	上限			
ペア 1 before - after	-.262	1.260	.124	-.508	-.016	-2.112	102	.037

5. 3. 2 大分類スコアの実分析

つづいて、大分類スコアが t 検定で示された有意差の強い要因となり得るのかを分析するために、まず大分類スコアを構成する 3 コンピテンシーの平均値を出し、どの項目が強い要因になっているか傾向を確認したところ、図 22 で示した通り、対人基礎力、対自己基礎力が向上しているが、その一方、対課題基礎力は微減である。このことと上述した総合スコアの統計的検定結果より、対人基礎力、対自己基礎力のいずれか、あるいは両方のコンピテンシーが総合スコアの向上に寄与していると考えられる。そこで分析を掘り下げるために、図 21 で示した分散分析の流れに沿い、要因 A を大分類スコア（対人基礎力/対自己基礎力/対課題基礎力）、要因 B を演習前後として 2 要因参加者内混合計画 (sAB) で分散分析を行った。その結果、表 8 の枠内で示す通り要因 A（対人基礎力/対自己基礎力/対課題基礎力）と要因 B（演習前/演習後）の交互作用が有意であった ($F(2, 204) = 5.35, p < .01$)。なお、表 8 以下の分散分析表で示す項目は以下の通りとなる。

SV : 因子 / SS : 平方和 / df : 自由度 / MS : 平均平方 / F:F 値

もし交互作用が有意にならず要因 A（対人基礎力/対自己基礎力/対課題基礎力）×要因 B（演習前/演習後）の主効果(単独の効果)のみが有意であったならば、「要因 A:対人基礎力/対自己基礎力/対課題基礎力の間で有意差あり(演習前後は関係ない)」もしくは「要因 B:演習前/演習後の間で有意差あり(対人基礎力/対自己基礎力/対課題基礎力は関係ない)」が t 検定で得られた有意差について大きく寄与したこととなるが、表 8 の結果からはこれらの仮説は棄却された。

表 7 大分類スコア（要因 A）と演習前後（要因 B）とを要因とした
2 要因混合計画 (sAB)

参加者 (s)	対人基礎力 (A1)		対自己基礎力 (A2)		対課題基礎力 (A3)	
	演習前 (B1)	演習後 (B2)	演習前 (B1)	演習後 (B2)	演習前 (B1)	演習後 (B2)
人数	103 人	103 人	103 人	103 人	103 人	103 人

要因 A: A1=対人基礎力/A2=対自己基礎力/A3=対課題基礎力

要因 B: B1=演習前/B2=演習後

表 8 大分類スコア（要因 A）と演習前後（要因 B）とを要因とした 2 要因混合計画 (sAB)
の分散分析表

A(3) = A:対人基礎力/対自己基礎力/対課題基礎力

B(2) = B:演習前/演習後

SV	SS	df	MS	F
subj	1019.1133	102	9.9913	
A	5.4790	2	2.7395	0.00 ns
B	5.8252	1	5.8252	3.97 +
AxB	5.3689	2	2.6845	5.35 **
Total	1847.7799	617		+ p <.10 * p <.05 ** p<.01

要因 A（対人基礎力/対自己基礎力/対課題基礎力）と要因 B（演習前/演習後）で 1 次の交互作用に有意差が見られたことを受けて、図 21 の流れに沿って単純交互作用の検定を行ったところ、表 9 の枠内で示す通り (1) A at B1 および (2) B at A2 の 2 点について有意差が確認できた。

(1) A at B1: 演習前における要因 A（対人基礎力/対自己基礎力/対課題基礎力）の単純交互作用

本要因に有意差が得られた ($F(2, 204) = 3.39, p < .05$) ということは、PBL 演習前の PROG テストのスコアにおいて対人基礎力/対自己基礎力/対課題基礎力の平均値のどこかに差があるということを示している。

(2) B at A2: 対自己基礎力における要因 B（演習前/演習後）の単純交互作用

本要因に有意差が得られた ($F(1, 102) = 10.46, p < .01$) ということは、対自己基礎力において、PBL 演習前/PBL 演習後の平均値には差があるということを示している。そして対自己基礎力は PBL 演習の前後で向上しているため、「対自己基礎力は PBL 演習の前後で有意に向上した」と言い直すことができる。ここで得られた有意差は、表 8 で得られた A と B の交互作用の有意差を生み出すために大きく寄与していると考えることができる。さらには、t 検定で得られた有意差にも大きく寄与していると考えることができる。

表 9 表 8 に対応する単純交互作用の検定

SV	SS	df	MS	F
A at B1:	9.9871	2	4.9935	3.39 *
A at B2:	0.8608	2	0.4304	0.24 ns
B at A1:	2.1408	1	2.1408	2.68 ns
B at A2:	8.9757	1	8.9757	10.46 **
B at A3:	0.0777	1	0.0777	0.10 ns

要因 A: A1=対人基礎力/A2=対自己基礎力/A3=対課題基礎力

要因 B: B1=演習前/B2=演習後

ただし、(1) において演習前における大分類スコアの 3 つの平均値の間に差があるという
ことまでしかわからず、どこどこに有意差があるのかまでは不明である。そこで、要
因 A が 3 群（対人基礎力/対自己基礎力/対課題基礎力）であることから、図 21 の流れに沿
い多重比較を行ったところ、表 10 で示す通り、B1(演習前)において、A2(対自己基礎力) <
A3(対課題基礎力)が有意であり、それ以外の組み合わせは有意ではないという結果が得ら
れた。ただし、ここで得られた差は「演習前」のみを分析した結果であり、本研究の趣旨
からすると関心のある対象ではないため、考察からは割愛する。本研究において関心のあ
る要因は「演習前と演習後の違い」であるためである。

表 10 A at B1 を多重比較した結果

A at B1 Level		
(MSe=	1.4739,	* p <.05)
(LSD=	0.3349)	

A1	=	A2 n. s.
A1	=	A3 n. s.
A2	<	A3 *

5. 3. 3 中分類スコアの分析

続いて有意差が出た対自己基礎力を、さらに下位の中分類コンピテンシーに分けた場合、特定のコンピテンシーが向上しているのではないかという仮説を立て検証した。PBL 演習前後で特に伸びたと考えられるコンピテンシーは何かを確認するため、対自己基礎力に属する要因 A（感情制御力/自信創出力/行動持続力）×要因 B（演習前/演習後）で、2 要因参加者内計画(sAB)で分散分析を行ったところ、表 12 に示す通り、交互作用は認められなかったが、要因 B（演習前/演習後）の主効果が有意となり、このことにより、要因 A(感情制御力/自信創出力/行動持続力)のいずれも演習前 < 演習後の有意差を確認することができた。

表 11 中分類スコア（要因 A）と演習前後（要因 B）とを要因とした
2 要因混合計画 (sAB)

参加者 (s)	感情制御力 (A1)		自信創出力 (A2)		行動持続力 (A3)	
	演習前 (B1)	演習後 (B2)	演習前 (B1)	演習後 (B2)	演習前 (B1)	演習後 (B2)
人数	103 人	103 人	103 人	103 人	103 人	103 人

要因 A: A1=感情制御力/A2=自信創出力/A3=行動持続力

要因 B: B1=演習前/B2=演習後

表 12 中分類スコア（要因 A）と演習前後（要因 B）とを要因とした
分散分析結果

SV	SS	df	MS	F
subj	1257.4531	102	12.3280	
A	0.1845	2	0.0922	0.06 ns
B	17.5016	1	17.5016	10.17 **
AxB	3.8285	2	1.9142	2.53 +
Total	1939.7864	617		+ p < .10 * p < .05 ** p < .01

5. 4 分野単一型チームと分野横断型チームとを区別した分析

5. 4. 1 総合スコアの分析

続いて、本研究の目的である「分野単一型よりも分野横断型の方が総合スコアは向上する」という仮説を検証するために、チーム属性（要因 A）および PBL 演習前後（要因 B）を要因とした 2 要因混合計画の分散分析を行った。

要因 A(分野横断型/分野単一型)×要因 B(演習前/演習後)において表 14 で示す通り、2 要因混合計画 (AsB) で分散分析を行ったが、ここで要因 A(分野横断型/分野単一型)×要因 B(演習前/演習後)の交互作用は有意にならず、枠内で示す通り、要因 B(演習前/演習後)の主効果のみが有意になった。このことより、分野単一型チーム、分野横断型チームのいずれについても、演習前と比較して、演習後の方がスコアは伸びていることが確認できた。

表 13 分野別（要因 A）と演習前後（要因 B）とを要因とした 2 要因混合計画 (sAB)

分野 (A)	参加者 (s)	演習前 (B1)	演習後 (B2)
分野横断型 (A1)	人数	53 人	53 人
分野単一型 (A2)	人数	50 人	50 人

要因 A: A1=分野横断型/A2=分野単一型

要因 B: B1=演習前/B2=演習後

表 14 分野別と（要因 A）と演習前後（要因 B）とを要因とした
2 要因混合計画 (sAB) の分散分析結果

A (2) = A: 分野横断型/分野単一型

B (2) = B: 演習前/演習後

S. V	SS	df	MS	F
A	14.8478	1	14.8478	2.84 +
subj	528.7542	101	5.2352	
B	3.3832	1	3.3832	4.33 *
AxB	1.9851	1	1.9851	2.54 ns
sxB	78.9760	101	0.7819	
Total	627.9463	205	+p<.10 *p<.05 **p<.01	

5. 4. 2 大分類スコアの分析

そこで分析を掘り下げるために、図 21 で示した分散分析の流れに沿い、要因 A を分野別、要因 B を大分類スコア、要因 C を演習前後とした 3 要因混合計画分散分析を行った。この分析を行った理由は、図 22 で示した通り、分野単一型チームよりも分野横断型チームのメンバーの方が PBL 演習の前後で自己基礎力のコンピテンシー得点が向上しているのではないかと考えたからである。

分析の結果、表 16 で示す通り、要因 A (分野横断型/分野単一型) × 要因 B (対人基礎力/対自己基礎力/対課題基礎力) × 要因 C (演習前/演習後) の 2 次の交互作用は有意にならず、要因 A (分野横断型/分野単一型) × 要因 B (対人基礎力/対自己基礎力/対課題基礎力) および要因 A (分野横断型/分野単一型) × 要因 C (演習前/演習後) の交互作用も見られなかった。しかし、要因 B (対人基礎力/対自己基礎力/対課題基礎力) × 要因 C (演習前/演習後) の 1 次の交互作用は 1% 水準で有意が認められた。

表 15 分野別（要因 A）と大分類スコア（要因 B）と演習前後（要因 C）とを
要因とした 3 要因参加者間混合計画 (AsBC)

分野 (A)	参加者 (s)	対人基礎力 (B1)		対自己基礎力 (B2)		対課題基礎力 (B3)	
		演習前 (C1)	演習後 (C2)	演習前 (C1)	演習後 (C2)	演習前 (C1)	演習後 (C2)
分野横断型 (A1)	人数	53 人	53 人	53 人	53 人	53 人	53 人
分野単一型 (A2)	人数	50 人	50 人	50 人	50 人	50 人	50 人

要因 A : A1=分野横断型/A2=分野単一型

要因 B : B1=対人基礎力/B2=対自己基礎力/B3=対課題基礎力

要因 C : C1=演習前/C2=演習後

表 16 分野別（要因 A）と中分類スコア（要因 B）と演習前後（要因 C）と
を要因とした 3 要因参加者間混合計画 (AsBC) の分析結果

A(2) = A: 分野横断型/分野単一型

B(3) = B: 対人基礎力/対自己基礎力/対課題基礎力

C(2) = C: 演習前/演習後

SV	SS	df	MS	F
A	21.7191	1	21.7191	2.20 ns
B	5.8579	2	2.9290	1.07 ns
AxB	7.9227	2	3.9613	1.45 ns
C	5.6728	1	5.6728	3.86 +
AxC	1.1161	1	1.1161	0.76 ns
BxC	5.2588	2	2.6294	5.23 **
AxBxC	0.8252	2	0.4126	0.82 ns
Total	1847.8963	617	+p <.10 * p <.05 ** p <.01	

表 16 で示した分散分析の結果を受けて、図 21 の流れに従い、表 17 で示す通り、要因 B(対人基礎力/対自己基礎力/対課題基礎力) × 要因 C(演習前/演習後)の単純交互作用の検定を行った結果、B2(対自己基礎力)において、C1(演習前) < C2(演習後)が有意という結果となった。

そして要因 B(対人基礎力/対自己基礎力/対課題基礎力)が 3 水準であることから図 21 の流れに沿って多重比較を行った結果、表 18 で示す通り、B at C1(演習前)において、B2(対自己基礎力) < B3(対課題基礎力)に有意が認められた。すなわち、演習前においては対自己基礎力のコンピテンシーよりも対課題基礎力のコンピテンシーの方が大きいということが認められた。

表 17 表 16 に対応する単純交互作用の検定

B(3) = B:対人基礎力/対自己基礎力/対課題基礎力

C(2) = C:演習前/演習後

SV	SS	df	MS	F
B at C1:	10.2297	2	5.1149	3.46 *
B at C2:	0.8870	2	0.4435	0.25 ns
C at B1:	2.0544	1	2.0544	2.58 ns
C at B2:	8.8017	1	8.8017	10.26 **
C at B3:	0.0755	1	0.0755	0.09 ns

表 18 B at C1 を多重比較した結果

B at C1 Level

(MSe= 1.4794, * p<.05)

B1	=	B2	n.s.	(alpha'= 0.0500)
B1	=	B3	n.s.	(alpha'= 0.0250)
B2	<	B3	*	(alpha'= 0.0167)

ここでは要因 A（分野横断型/分野単一型）×要因 B（対人基礎力/対自己基礎力/対課題基礎力）×要因 C（演習前/演習後）における 2 次の交互作用が認められなく、また要因 A（分野横断型/分野単一型）においては要因 A（分野横断型/分野単一型）×要因 B（対人基礎力/対自己基礎力/対課題基礎力）および要因 A（分野横断型/分野単一型）×要因 C（演習前/演習後）のいずれも 1 次の交互作用が認められなかった。このことから分野横断型と分野単一型の平均値の間にはどこにも差がなく、要因 A（分野横断型/分野単一型）は効いていないと結論づけ、ここまでの分析において仮説は立証することはできなかった。

5. 4. 3 中分類スコアの分析

前節では仮説を立証することはできなかったものの、これまでの分析結果から、対自己基礎力が総合スコアにおける分野横断型のスコア向上に繋がっており全く寄与しないとは考えづらい、という理由から対自己基礎力を構成する中分類スコアに焦点を絞りチーム属性×中分類 3 コンピテンシー×PBL 演習前後をそれぞれ要因とする 3 要因混合計画 (AsBC) で分散分析を行う。なお 3 要因混合計画分散分析とは、3 つの異なる要因：要因 A（分野横断型/分野単一型）×要因 B（感情制御力/自信創出力/行動持続力）×要因 C（演習前/演習後）がそれぞれ、交互作用が効いているかを確認するものである。

まず、3 つの中分類の各スコア結果をもとに、平均値から PBL 演習前後の全体傾向を探

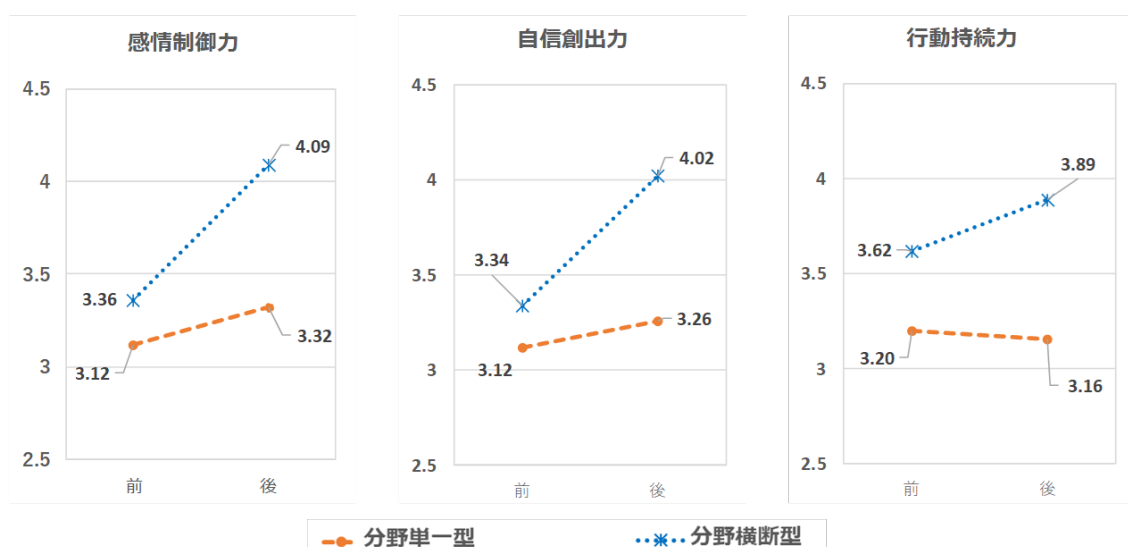


図 23 中分類における分野別のスコア結果
横軸は PBL 演習の前後（2 値）、縦軸は中分類スコア（7 段階評価）

ったところ、図 23 に示すように分野単一型チームと比較して分野横断型チームはいずれもスコア向上の傾向が見られた。

そこで要因 A（分野横断型/分野単一型）、要因 B（感情制御力/自信創出力/行動持続力）、要因 C（演習前/演習後）とした 3 要因混合計画分散分析を行った結果、要因 A（分野横断型/分野単一型）×要因 B（感情制御力/自信創出力/行動持続力）×要因 C（演習前/演習後）における 2 次の交互作用が認められなく、また要因 A（分野横断型/分野単一型）×要因 B および要因 B（感情制御力/自信創出力/行動持続力）×要因 C（演習前/演習後）の 1 次の交互作用は認められなかった。しかし表 19 の枠内で示す通り要因 A（分野横断型/分野単一型）×要因 C において一次の交互作用が有意であった ($F(1, 101) = 4.92, p < .05$)。

この結果を受けて図 21 の流れに従い、表 20 で示す通り、単純交互作用分析を行った結果、

- (1) A at C2 : 演習後における要因 A（分野横断型/分野単一型）の単純交互作用
- (2) C at A1 : 分野横断型チームにおける要因 C（演習前/演習後）の単純交互作用

の 2 点について有意差が確認できた。

(1) において、PBL 演習前では分野横断型チームと分野単一型チームの差は有意ではなかったが、演習後における要因 A（分野横断型/分野単一型）の単純交互作用 ($F(1, 101) = 6.29, p < .05$) は有意であった。なお (1) の結果だけでは単に分野横断型チームの方が分野単一型チームとして伸びが大きいだけなのか、或いは単に分野横断型チームのみスコアが伸びたのかまでは不明である。しかし表 20 の下半分の枠内で示された (2) の結果は、分野横断型チームにおける要因 C（演習前/演習後）の単純交互作用が 1%水準で有意であり、

表 18 分野別（要因 A）と中分類スコア（要因 B）と演習前後（要因 C）とを要因とした 3 要因参加者間混合計画 (AsBC)

分野 (A)	参加者 (s)	感情制御力 (B1)		自信創出力 (B2)		行動持続力 (B3)	
		演習前 (C1)	演習後 (C2)	演習前 (C1)	演習後 (C2)	演習前 (C1)	演習後 (C2)
分野横断型 (A1)	人数	53 人	53 人	53 人	53 人	53 人	53 人
分野単一型 (A2)	人数	50 人	50 人	50 人	50 人	50 人	50 人

要因 A : A1=分野横断型/分野単一型

要因 B : B1=感情制御力/B2=自信創出力/B3=行動持続力

要因 C : C1=演習前/C2=演習後

($F(1, 102) = 14.6$, $p < .01$), PBL 演習前より PBL 演習後の平均が大きかった。その一方、分野単一型チームは PBL 演習前後で平均に有意な差は見られなかった。このことは、演習前は分野横断型チームと分野単一型チームの平均に有意差は無く、演習後に各チーム間に差が生まれたことを示しており、結果的に分野横断型チームは分野単一型チームと比較して、より PBL 演習の効果が働いていることを裏付けている。

この節で中分類を要因とする 3 要因参加者内混合計画の分散分析においては、分野横断型の有効性を統計的に示すことができたが、その一方、5.4.2 で示した大分類を要因とする分析では、分野横断型と分野単一型の平均値の間にはどこにも差がなかった結果となった。なぜ、このような結果が出たのかその要因について少し考察する。上述した結果が出た最大の理由には、PROG テストのスコアリングロジックに因るところが大きいからと考えられる。コンピテンシスコアの算出方法としてニューラルテスト理論[50]というテスト理論に基づいたリアセック社独自のロジックにより、回答者の中分類及び小分類におけるコンピテンシーレベルを分類したものがスコアとなっている(7 段階スケール、中分類を

表 19 分野別 (要因 A) と中分類スコア (要因 B) と演習前後 (要因 C) とを要因とした 3 要因参加者内混合計画 (AsBC) の分散分析表

A(2) = A: 分野横断型/分野単一型

B(3) = B: 感情制御力/B2=自信創出力/B3=行動持続力

C(2) = C: 演習前/演習後

SV	SS	df	MS	F
A	42.2985	1	42.2985	3.52 +
B	0.1780	2	0.0890	0.05 ns
AxB	0.2104	2	0.1052	0.06 ns
C	16.7980	1	16.7980	10.14 **
AxC	8.1572	1	8.1572	4.92 *
BxC	3.7488	2	1.8744	2.46 +
AxBxC	0.4672	2	0.2336	0.31 ns
Total	1938.9966	617	+ p<.10 * p<.05 ** p<.01	

表 20 表 19 に対応する単純交互作用の検定

A(2) = A:分野横断型/分野単一型

C(2) = C:演習前/演習後

SV	SS	df	MS	F
A at C1:	6.6527	1	6.6527	0.99 ns
A at C2:	43.8030	1	43.8030	6.29 *
C at A1:	24.1833	1	24.1833	14.60 **
C at A2:	0.7718	1	0.7718	0.47 ns

構成する 33 の詳細なコンピテンシー要素のみ 5 段階) . このロジックは公開されていないが、大分類スコアは、単純に下位カテゴリーのスコアを合計したもの、もしくは平均したものではないと推察されることから、上述したような結果の違いが出たものと考えられる。

以上、ここまでの分析結果を受けて、第 6 章では考察を述べる。

5. 5 まとめ

本研究において実施した PBL 演習参加者計 103 名を被験者として、PBL 演習前後に実施した PROG スコアを用いて分野横断型の有効性を立証すべく分析を実施した。

はじめに、分野問わず大分類における演習前後の平均値を出し PBL 演習前後の全体傾向を探った。そして全参加者において概ね向上の傾向があることを確認した。その後、「PBL 演習を受けることで受講者の総合スコアが向上する」という仮説を立てたうえで t 検定にて検証したところ、有意であることが確認できたため。その後、総合スコアを構成する 3 つの大分類スコア、PBL 演習前後をそれぞれ要因とした 2 要因混合計画における分散分析を行い、大分類スコアの一つである対自己基礎力が総合スコアの向上に寄与する要因であると確認することができた。この結果を受けて本研究の趣旨である「分野単一型よりも分野横断型の方がジェネリックスキルスコアの向上に寄与する」という仮説を検証するために、チーム属性および PBL 演習前後をそれぞれ要因とした 2 要因混合計画の分散分析を行ったところ、有意差が出ず仮説立証までは至らなかった。しかし、これまでの分析結果から対自己基礎力が総合スコアにおける分野横断型のスコア向上に繋がっており全く寄与しないとは考えづらいことから、チーム属性、対自己基礎力を構成する中分類の 3 コンピテ

ンシー，PBL 演習前後をそれぞれ要因とする 3 要因混合計画で分散分析を行ったところ，演習後における分野横断型/分野単一型と PBL 演習前後において，一次の交互作用が有意であった．その結果を受けて単純交互作用の検定を実施したところ，演習後における分野横断型/分野単一型の単純交互作用，そして分野横断型チームにおける演習前/演習後がそれぞれ有意であった．後者において，演習前は分野横断型チームと分野単一型チームの平均に有意差は無く，そして演習後に各チーム間に差が生まれたことを示しており，結果的に分野横断型チームは分野単一型チームと比較して，より PBL 演習の効果が働いていると言える．

第6章 考察

第5章の分析結果が得られた理由について考察する。

本研究の結果では、統計的に分野単一型チームの学生は、PBL 演習前後において中分類コンピテンシースコアの向上が見られなかったが、その理由として、同一専攻の学生が集まったことから、PBL 演習を通じて新たな知見を得る機会が少なかったからと推察される。そのため専門性を掘り下げ知識の精度を高めようとする様子は見受けられたものの、新たな知見を得ようとする姿勢は消極的であった。また分野単一型チームの参加学生は、プロジェクトの結果や自分自身の活動内容そのものにのみ言及している傾向があり、いささか狭窄的な視野であったと示唆される。

一方、分野横断型チームは、異なる分野の学生同士で構成されていることから、開発の過程で自らの専門性を発揮する機会が多く、それに伴い議論に繋がる頻度も高かった。それが結果として、各々の積極性が高まる要因となり、活動時間外であるにも関わらず、チーム内で呼びかけながら活動する様子が多々見受けられた。このような開発に取り組む姿勢が、今回のコンピテンシースコア向上の結果に結び付いたと推察される。また、分野横断型チームに参加した学生は、各々の専門を活かし、普段の授業では取り組む機会がないような挑戦的な課題を設定する姿勢が多分に見受けられた。そのため分野横断型チームに参加した学生は、単に自らのプロジェクトを遂行するだけではなく、開発を通じて異分野への興味関心を持つ機会も多かったと言える。PBL 演習後アンケートの自由回答では、「他大学の仲間の取り組みを知ること、協働することで新しい分野への興味が出ました」、「知識を増やすきっかけになったと感じる」といった分野横断型での学びを肯定的に捉えた回答が目立ったことからその傾向が窺えた。

また、参加したチーム内の人間関係も、コンピテンシースコアに影響を及ぼしたと推察される。本研究における PBL 演習は約半年間の長期に及んだが、最初の約三カ月間は、チーム内で参加者同士の関係を構築するうえで、手探りの状況がしばらく続く傾向があり、特に分野横断型チームは開発に至るまでの合意形成に時間がかかる傾向があった。そのため開発当初は、「相手の言っていることが理解できない」、「自分がこのチームで何をすべきかわからない」などという不満が複数名から出た。しかし、時間が経つにつれ、不満を言う学生は次第に減少する傾向が見られた。よって、メンバー間の合意形成の過程で起こった感情的な衝突を乗り越えた経験をするのもまた、分野横断型チームにおけるコンピテンシースコア向上に影響を及ぼしたと推察される。なお専攻が異なる場合、専門知識やスキルに差異があることから、意見の食い違いや方針の違いが生じやすくなるため衝突も起こりやすかったと考えられる。加えて異なる専攻のメンバーがチームで働く場合、互いに自らの専門性に基づき意見を出し合うケースが多いことから新しいアイデアが生まれる可能性があるが、それと同時に認識の齟齬から摩擦が生じやすいと考えられる。一方、

専攻が同じメンバー同士で構成されるチームの場合、互いに知識やスキルを共有しやすく、会話の共通言語も多いことから、チーム内で発生した意見の調整が比較的スムーズになる傾向がある。そのため感情的な衝突が起こりにくい状況である。このようにチームメンバー同士の感情的衝突の傾向や、メンバー間の摩擦の有無もまた、各チーム属性で異なる傾向があり、このことがコンピテンシーの向上に影響する可能性が高いと推察される。この内容を踏まえ、PBL 演習を進める上での合意形成のプロセスがコンピテンシーに影響を及ぼすと言えるのかもしれないが、その一方、本 PBL 演習より期間が短い場合は、今回の研究で示したような、分野横断型チームにおけるコンピテンシーの向上の結果には至らない可能性もある。本研究ではそこまで明らかにすることはできなかった。PBL 演習における合意形成のプロセスがコンピテンシーにどのような影響を及ぼすかは、今後、分野横断型教育の研究を進める上で新たな課題であり、加えてコンピテンシー向上において適切な演習期間の設定もまた同様に課題であると言える。加えて分野横断型チームの中にチーム内対立が生じる可能性があることは、コンピテンシースコアにおいて、マイナスの要因に働く可能性もあるが、それもまた、本研究では明らかにはなっていない。以上の内容を踏まえ、今後、統計的分析のためのサンプルを収集することに加え、参加学生への個別ヒアリング等による定性的なデータも併せて蓄積することで、それらのデータを用いた詳細な分析ができる可能性が十分にあるのではないだろうかと考えられる。

続いて、分野横断型チームと分野単一型チームにおけるそれぞれのリーダーの役割についての考察を述べる。分野単一型チームはフォローアップの際、意見を伺っても、発言の大半はチームリーダーからであり、他のメンバーはチームリーダーの指示に従うような状況であり、質問や開発の感想を促しても自らの担当における報告を除いては、ほぼ発言が無い状態であった。そのようなチーム状況のためか、チームリーダーが開発内容をまとめることが中々できず、一人で苦悩するケースも複数見受けられた。その状況を受けてフォローアップの際、チームリーダーに対して、リーダーとしての役割に負担を感じていた際にはチームメンバーに役割を分散させるよう助言を与えたものの、それを実行できたチームリーダーはほぼ皆無であったと見受けられた。この原因としては、他担当に対して口を挟むことが憚れるといったチームメンバーが持つ心理的な要因を暗に汲み取り、必要以上に負担を生じさせることへの抵抗があったのではないかと推察され、実際そのような悩みを打ち明けたチームリーダーも存在した。その結果、慣れぬ作業が積み重なったためか、本研究においても開発途中で分野単一型のチームにおいてリーダーが辞退したケースも一例あった。

対して、分野横断型チームは、比較的チームメンバーの大半が各々の役割を自覚しつつ、その上でチームリーダーを支える傾向が強いとフォローアップの際に確認できる機会が見受けられた。そしてチームリーダーは一人に負荷がかかるという傾向は見られなかったことから、チームリーダーの役割だけを見ても、分野横断型と分野単一型とでは違いがあると思われる。今後、分野横断型研究を進める上で、チーム属性におけるリーダーの役割の

在り方という新たな課題が本研究を通じて浮彫りになったのではないかと考える。

また上述した内容と関連し、分野横断型と分野単一型の各メンバーの PBL 演習に対する姿勢の違いを定量的に分析するにあたり、発言の頻度や時間もまた分析材料になりえるのではないかと、思われた。本研究において参加学生の積極性における評価判断は、教員の主観に依るところが大きく、それは一般的な PBL 演習における評価でも同様であるが、最近になって、松久らが PBL 演習のチームディスカッション時における各メンバーの発話データをテキスト化し、データマイニングすることで、それぞれの発話時間を計測する実証実験を実施した[51]。これによると、より各チームメンバーの積極性を分析することが可能であり、分野横断型と分野単一型を比較するうえで大きな分析材料になり得るとも考えられる。なお昨今は、チーム開発を進める上で、対面によるディスカッションよりも Slack や LINE オープンチャット等のツールを用いたチームビルディングが学生間では主流であり、事実、本研究においても 2019 年度からこれらのツールの使用が散見され始めていた。これはコロナ禍以降、その傾向がより顕著となっていることから、先述の発話データ収集に限らず、それらのツールで発せられた言語のデータマイニング化による分析もまた検討する必要があると言えるのではないだろうか。本研究は分野横断型の有効性を示すうえで、コンピテンシーを評価対象としたが、今後、分野別のチームビルディングの進め方や合意形成に至るプロセスの違いを解析するうえで、本研究では明らかに出来なかった様々な要因を見出す可能性が高いと言える。

続いてスタート時の課題解決に向けたアイディア抽出における違いについて、事例を用いて述べる。図 24, 25 はそれぞれがチームとして、何をすべきかというチームの方向性や開発内容に行き詰った 2 チームの学生に対して、思考の整理をさせる目的で、「自分たちが何を開発するのか」を、イラストに起こすよう指示した際に提出されたものである。図 24 は分野横断型チーム（デザイン 2 名、情報 1 名）の学生がまとめたイラスト、図 25 は分野単一型チーム（情報 3 名）がまとめたイラストである。前者は「何を開発するか」よりも、「開発物をどのように使用することで課題を解決するのか」を、客観的にまとめたうえで第三者へわかりやすく提示した内容になっている。一方、後者は「目の前にある開発物をどう形にしていくのか」に焦点が絞られている。この 2 つのイラストは「自分たちが何を開発するのか」に対してそれぞれの考えを提示しており、いずれも正しい回答であるが、双方に異なる発想や開発のプロセスが、うまく融合し合うことができれば、我が国の今後を支えるイノベーション人材になりえるだろうと思われる。

なお同様の事例は東京工業大学が進めている「東京工業大学デザインエンジニアリングプロジェクト」[52]でも報告がある。参加した東京芸術大学の学生が理工系の学生との取り組みにおいてなぜ理工系との発想が違うのか、という疑問を提示しており、本研究の事例に限らないことと考えられる。

本研究では分野横断型と分野単一型という大きな括りでの検証であったが、今後の研究として、例えばデザインを専門として学んでいた学生と工学系の学生が同一チームで特定のプロジェクトに取り組む等など、本研究よりも専攻がセグメント化された分析による分野横断型の有効性が示すことができると考えられる。且つ本研究をベースとして、先述したとおりチームリーダーの違いや発言をデータマイニング化したことによるチームビルディングの違い等、本研究の発展形が考えられる。本研究の結果は、分野横断型と分野単一型を定量的に比較するという、従来にはなかった取組みであることから、本研究を先行研究と位置づけ、様々な視点から分析するきっかけに繋がることが期待できる。

また、以下は分野別の PBL 演習終了後のアンケート（自由記述）回答から、一部抜粋したものである。

<分野横断型>

● 学部2年／デザイン専攻

「実際に会って話す機会を多くとれればと思うことが多々ありました。デザイン=外装、表層のみという考え方をかえていければもっと高専×美大がスムーズにものづくりが出来ると思います」

● 高専専攻科1年／電気専攻

「初めは電気の分野だからチームの人にまかせるような気持ちがどこかにあったので、enPiTの本質をとらえることができていませんでした。活動を通して、社会人としての基礎やファシリテーションスキルが少しついたかなと思いますが、このスキルは今後成長していくことを感じています」

● 高専5年／情報専攻

「全体的に満足のいく活動をできたと思う。enPiTを通じて他校の生徒と交流を持つことができ、お互いに刺激し合いながら知識を深めたり、新しい考えを持ったりできることが enPiT に参加して一番実感できたことでした。要望としまして、チームリーダー同士が連絡を取り合うことができるシステムがあれば、また違う視点でのチーム開発方針の見直しが出来たかもしれません」

● 学部4年／教育専攻

「最初は自分の専門領域でない分野への取り組み、チームでの協働に戸惑いを覚えることもありましたが、今改めて活動を振り返ってみて本当に実りのある活動になりましたし、今後も関わっていく仲間に出会えたと感じています。」

● 学部3年／農学専攻

「専門外の知見に触れられて、とても有意義でした。今後も継続して関わっていきたいです。」

<分野単一型>

● 学部3年／機械専攻

「大学の授業では経験できないことを経験できたし、他校の取り組みを知ることで様々な考え方や問題解決の方法、意識を知ることができた」

● 学部3年／機械専攻

「主体的にものをつくる経験を学部はこの時期につめたのは他の人との大きな差になったと思う。他大学のチームともっと交流したかった」

● 高専4年／情報専攻

「異文化交流ができてよかった。また様々な学校では体験できないことを体験できてよかった」

● 学部3年／情報専攻

「本日、他グループの成果発表を聞き時間をかけて努力している事を感じ私自身もより頑張ろうと刺激を得る事ができた。ものづくりには難しさがありますが、今後も自分たちの軸を持った上で活動を進めていく事ができるように頑張りたい。」

以上のように、分野横断型チームに参加したチームからは PBL 演習の活動に対して、概ね好意的な回答が多かった。また開発を通じて分野横断型の意義を感じ取った学生が多くみられた。

分野単一型チームに参加したが学生からも概ね好意的な回答を得られたものの、全般的には、活動そのものに対する回答が多く、学校における日々の授業の延長線に捉える学生が多かったように見受けられる。また PBL 演習そのものに対して「辛かった」「それほど自分の能力が上がったとは思わない」といった否定的な回答も一部見受けられた。

また好意的な回答を述べた学生は、全般的に PROG テストのスコアが上昇していた一方、否定的な回答を述べた学生のスコアは、大きな伸びは見受けられなかった傾向がある。分野単一型チームに参加した一部の学生からは、アンケートを通じて「他チームの成果発表を受け学びとなり刺激となりました」、「活動に役立つ技術を知ることができた」という回答が得られたことから、他チームの活動に刺激を受けた学生もいたことはわかったものの、統計分析の結果には反映されていないことから、傍観的な立場だった学生が大半であったと窺えられる。

このように定量的な視点だけでは確認できない傾向も多々あると推察され、今後の研究においては定量的な視点に加え、定性的なデータを集約することで定量的なデータとの関連性を見出し、詳細な分析ができるように努めることで、今後の分野横断型教育の有効性を示すことができるであろうと考える。

第7章 結言

7.1 本研究のまとめ

第1章では、研究の背景として、工学教育における分野横断型教育の必要性和現状を述べた後、および本研究の目的について述べた。

第2章では、本研究の教授法である PBL 演習の現状や事例を説明した後、現在の工学教育における PBL 演習について、事例を提示の上で取り組まれている状況と課題を提示した。そして、分野横断型を通じた人材育成の必要性を示した。

第3章では、ジェネリックスキルの社会における考え方、さらにはジェネリックスキルのスコアの基となるコンピテンシーの考え方を述べたのちに、ジェネリックスコアを計測する PROG テストの説明およびその信頼性について述べた。

第4章では、本研究における教育フレームである enPiT の説明を述べた上で、4年間に渡り実施した本研究独自の PBL 演習について具体的な教育の手法、そして学生の成果例を述べた。

第5章では、第4章で述べた PBL 演習前後の PROG テストを利用して得られたデータをもとに、本 PBL 演習に参加した計 129 名のうち、複数年度参加した学生や指定の指導回数に未達の学生を除いた計 103 名のうち、分野横断型チームの参加学生 53 名と分野単一型チームの参加学生 50 名を分析対象として、PROG テストのスコアを用いて統計分析を行った結果を述べた。

分析に関しては、まず平均値から PBL 演習前後の全体傾向を探った。そして全参加者において概ね向上の傾向があることを確認したうえで、「PBL 演習を受けることで受講者のコンピテンシースコアが向上する」という仮説を t 検定にて検証したところ、仮説が有意であることが確認できた。その後、大分類スコアおよび PBL 演習前後をそれぞれ要因とした 2 要因混合計画における分散分析を行い、対自己基礎力が総合スコアの向上に寄与する要因であると考えることができた。

その後、本研究の趣旨である「分野単一型よりも分野横断型の方が総合スコアの向上に寄与する」という仮説を検証するために、チーム属性および PBL 演習前後をそれぞれ要因とした 2 要因混合計画の分散分析を行ったところ、有意差が出ず仮説立証までは至らなかった。しかし、これまでの分析結果から対自己基礎力が総合スコアにおける分野横断型のスコア向上に繋がっており全く寄与しないとは考えづらいことから、チーム属性、対自己基礎力を構成する中分類 3 コンピテンシー、PBL 演習前後をそれぞれ要因とする 3 要因混合計画で分散分析を行ったところ、チーム属性と PBL 演習前後の一次の交互作用が有意であった。その結果を受けて単純交互作用の検定を実施したところ、演習後における分野横断

型/分野単一型の単純交互作用，そして分野横断型チームにおける演習前/演習後がそれぞれ有意であった．この結果は，演習前は分野横断型チームと分野単一型チームの平均に有意差は無く，そして演習後に各チーム間に差が生まれたことを示すものであり，分野横断型チームは分野単一型チームと比較して，より PBL 演習の効果が働いていると言えるとし，本研究の趣旨である分野横断型の有効性を示した．

第 6 章では，本研究の PBL 演習の内容を受けて，分野横断型に参加した学生と分野単一型に参加した学生の，演習に対する姿勢及び感想から得られた考察を述べた．

7. 2 今後の研究について

本研究は今後の日本を支える IT 人材育成の指針に沿うものであり，分野を横断する機会を与えることが今後の産業を支えるイノベーション人材育成に寄与すると示唆される一方，考察でも述べたように，期間が及ぼす影響や，アンケート内容とコンピテンシー結果の相関関係の分析といった定性的なデータを関連させた検証には至ってはいない．これは分野横断によるチーム開発活動がコンピテンシーにどのような影響を及ぼすのかという点において，さらに詳細を調べる上で検討課題であると言える．

また本研究では統計的に証明には至らなかったものの，対自己基礎力のみならず，対人基礎力においても分野横断型においてコンピテンシースコアが向上する傾向は見受けられた．こちらに関しては，サンプル数を増やすことで新たな研究成果を提示できるものとは考えられる．チーム開発が定量的なデータ蓄積を進め，今回の研究では行わなかったアンケートも含めた自己評価と照らし合わせながらより詳細な分析を行う予定である．

参 考 文 献

- [1] 文部科学省：中央教育審議会「2040 年に向けた高等教育のグランドデザイン（答申）」, Web ページ, https://www.mext.go.jp/content/20200312-mxt_koutou01-100006282_1.pdf
- [2] 文部科学省：Society5.0 に向けた人材育成～社会が変わる, 学びが変わる, Web ページ, https://www.mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/__icsFiles/afieldfile/2018/06/06/1405844_002.pdf
- [3] 経済産業省: 人生 100 年時代を踏まえた「社会基礎力」の見直しについて, web ページ, https://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/sansei/jinzairyoku/jinzaizou_wg/pdf/001_02_00.pdf
- [4] 文部科学省：「工学系教育の在り方に関する検討委員会社会」の中間報告, https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/__icsFiles/afieldfile/2017/06/27/1387312_01.pdf
- [5] 独立行政法人情報処理推進機構：デジタル時代のスキル変革等に関する調査報告書, Web ページ, <https://www.ipa.go.jp/files/000090458.pdf>
- [6] 谷口律子, 錦織淳美, 川崎博巳, 黒崎勇二, 荒木博陽, 五味田裕：医療薬学教育への Problem Based Learning (PBL) 形式授業の導入, 医療薬学 Vol. 30, No. 4, pp.246-254, 004
- [7] リクルートワークス研究所：「分野横断型研究・学習の視点から」筑波大学 医学医療系准教授 増田知之氏, Web ページ, <https://www.works-i.com/project/learning/tech/detail009.html.html>
- [8] 増田知之・小関美咲・邵宇晨・加藤隼平・山中敏正：自撮り写真の目にどれだけ盛れば魅力が下がるのかー「盛る」感性の性差・地域差の検討ー, 情報処理学会研究報告, 9, pp.1-5. 2018
- [9] 八巻耕也, 上田昌史, 上田久美子, 江本憲昭, 水谷暢明, 池田宏二, 八 敬子, 田中将史, 土生康司, 中山喜明, 武田紀彦, 森脇健介, 北河修治：基礎から臨床までをつなげる分野横断的統合型初年次導入教育, YAKUGAKU ZASSHI, VOL136, No. 7 pp. 1051-1064. 2016
- [10] 経済産業省：IT 人材の最新動向と将来推計に関する調査結果 ～ 報告書概要版 ～, Web ページ, https://www.meti.go.jp/shingikai/economy/daiyoji_sangyo_skill/pdf/001_s02_00.pdf
- [11] William N. Bender: Project-Based Learning: Differentiating Instruction for the 21st Century
- [12] 山口 泰史: わが国における PBL 研究の動向ー大学教育での実践を中心にー, 日本地域

政策研究第 19 号, pp. 34-41

- [13] 大橋 裕太郎:PBL はどのように実践されているのか, 工学教育, 65-1, pp21-26.
- [14] アクティブ・ラーニングとしての PBL と探究的な学習, 東信堂, p. 21. 2016
- [15] 渡邊辰郎:日本工学教育協会誌「工学教育」より見た P B L 教育の現状確認, 工学教育研究講演会講演論文集 2017 (0), 460-461, 2017
- [16] 増田智香, 上西啓介: OJE 法による実践型教育において学生の多様性がグループ活動の成果に与える影響, 工学教育, 69-2, pp. 69-74, 2021
- [17] 吉川祐樹, 川勝望, 林和彦, 外谷昭洋, 山岡俊一, 光井周平, 蒲池祐子, 上寺哲也, 高路地修平, 喜多下悠貴: 全学科全学年に横断した PBL 教育インキュベーションワーク初年度の成果, 工学教育, 66-6, pp. 74-81, 2018
- [18] 井上雅裕, 長谷川浩志, 陳新開: 分野横断教育の体系的カリキュラム構築とその学習成果のアセスメント, 工学教育, 61-2, pp. 55-61, 2013
- [19] 織田佐由子, 長谷川浩志, 山崎敦子, 井上雅裕, 古川修, 野間一則: 多国籍, 多分野学生の PBL におけるグローバルチームワーク能力の評価分析, 工学教育, 65-1, pp. 27-31, 2017
- [20] 文部科学省: 産学連携による AI 人材等の育成に関する文部科学省の取組. 2019
- [21] NCVER :Defining generic skills, https://www.ncver.edu.au/__data/assets/file/0020/4457/nr2102b.pdf
- [22] 中山留美子:アクティブ・ラーナーを育てる能動的学修の推進における PBL 教育の意義と導入の工夫, 21 世紀教育フォーラム 8 , pp. 13-21, 2013-03-30
- [23] 文部科学省: 学士課程教育の構築に向けて (答申). , Web ページ
https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/__icsFiles/afieldfile/2008/12/26/1217067_001.pdf, 2008
- [24] 経済産業省産業人材政策室: 人生 100 年時代の社会人基礎力について, web ページ
https://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/sansei/jinzairyoku/jinzaizou_wg/pdf/007_06_00.pdf, 2018
- [25] THE DEFINITION AND SELECTION OF KEY COMPETENCIES Executive Summary, Web ページ, <https://www.oecd.org/pisa/35070367.pdf>, 参照日: 2017-04-28
- [26] PIAAC: A NEW STRATEGY FOR ASSESSING ADULT COMPETENCIES, Web ページ
<https://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/41529787.pdf>, 参照日: 2020-07-28
- [27] ASSESSMENT OF HIGHER EDUCATION LEARNING OUTCOMES AHELO FEASIBILITY STUDY REPORT, Web ページ, <http://www.oecd.org/edu/skills-beyond-school/AHELOFSReportVolume1.pdf>, 参照日: 2019-06-03
- [28] 笹村聡: コンピテンシー研究の動向から見る医学・健康関連領域の課題, 高知県立大学紀要 社会福祉学部編 第 70 巻, pp. 87-100, 2020

- [29] McClelland, D. C. (1973) : Testing for competence rather than for "intelligence". *American Psychologist*. 1 (28) , pp. 1-4.
- [30] 久保田祐歌: 大学におけるジェネリック・スキル教育の意義と課題, 愛知教育大学教育創造開発機構紀要. 2013, 3, pp. 63-70.
- [31] 株式会社リアセック, Web ページ, <http://www.riasec.co.jp/seminar140607/narita.pdf>
- [32] 河合塾: 2021 年度 事業報告書, Web ページ, <https://www.kawai-juku.ac.jp/corporate-info/pdf/annualreport-2021.pdf>
- [33] 井上克郎: enPiT の成果と今後の展望, コンピュータ ソフトウェア/34 巻 (2017) 1 号, pp. 3-7
- [34] リアセックキャリア総合研究所監修, PROG 白書プロジェクト編著 PROG 白書 2018, pp. 79
- [35] 加藤恭子: 海外におけるコンピテンシーの研究に関する一考察～2000 年以降の文献を中心に～, 経済集志, 第 86 巻第 1 号, pp. 51-64.
- [36] 文部科学省: 成長分野を支える情報技術人材の育成拠点の形成(enPiT) 事後評価結果の総括, Web ページ, https://www.mext.go.jp/content/20220228-mxt_senmon01-000020856_5.pdf
- [37] 石山俊彦: PBL 学習の効果を高めるブレインストーミングの進め方, 工学教育研究講演会講演論文集/第 60 回年次大会 (平成 24 年度) , pp. 322-323, 2012
- [38] 松浦 佐江子, 相場 亮グループワークによるソフトウェア工学教育の試み, 情報処理学会研究報告コンピュータと教育, 2003 巻 13 号, pp. 1-8
- [39] 伊藤孝行, 奥村命, 伊藤孝紀, 秀島栄三: 多人数ワークショップのための意見集約支援システム COLLAGREE の試作と評価実験, ～議論プロセスの弱い構造化による意見集約支援～, 日本経営工学会論文誌, 66 巻 2 号, pp. 83-108, (2015)
- [40] 舘伸幸, 山崎進, 香山瑞恵: 組込みソフトウェア技術者育成のための開発工程を重視したプログラミング教育, 情報処理学会論文誌 60(2), pp. 633-641, 2019
- [41] 細川和彦, 湯川恵子, 木村尚仁, 川上敬, 碓山恵子: 入学生の不安要素を解消する方法に関する研究, 工学教育研究講演会講演論文集, pp. 214-215, 2014
- [42] 石田 裕久, 渡邊 由季子: 自己開示における直接的・間接的コミュニケーションのあり方と友人関係, 人間関係研究 = Human Relations 9, pp. 67-84, 2010-03-25
- [43] 中井俊樹, 中島英博, 井上史子, 小林忠資, 西野毅朗 編, アクティブラーニング, pp. 105-111, 2015
- [44] 瀬田和久, 崔亮, 池田満, 松田憲幸, 岡本真彦: 思考外化と知識共創によるメタ認知スキル育成プログラム, 教育システム情報学会 30-1, pp. 77-91, 2013
- [45] 除村健俊: プロジェクト日程計画作成に有効な成果物依存関係表の開発, 工学教育, 64-4, pp. 57-63, 2016

- [46] 村田碩：企業における「テクニカルコミュニケーション(TC)」カリキュラムの研究 (第 12 セッション 企業における教育(II))：三菱電機での「TC」教育の実証的研究, 平成 8 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, pp139-142, 1996
- [47] 木村充, 中原淳：サービス・ラーニングが学習成果に及ぼす効果に関する実証的研究：広島経済大学・興動館プロジェクトを事例として, 日本教育工学会論文誌, Vol. 36, pp. 69-80, 2012
- [48] 山本雅基, 小林隆志, 宮地充子, 奥野拓, 糸野文洋, 櫻井浩子, 海上智昭, 春名修介, 井上克郎, enPiT における教育効果測定の実践と評価, コンピュータソフトウェア, 32-1, pp. 213-219, 2015
- [49] 櫻井浩子, 山本雅基, 海上智昭, 小林隆志, 宮地充子, 奥野拓, 糸野文洋, 春名修介, 井上克郎：情報系大学院生に対する実践教育の効果測定, 工学教育, 65-1, pp. 52-57, 2017
- [50] 学校法人河合塾, 株式会社リアセック：ジェネリックスキル測定の試行と分析の報告, https://pickandmix.co.jp/prog/images/pdf/2011progfuk_2.pdf
- [51] 松久佳菜, 井上雅裕, 除村健俊：発言状況の可視化とリフレクションによるチーム型学習促進, 第 83 回全国大会講演論文集 2021 (1), 783-784, 2021-03-04
- [52] 東京工業大学エンジニアリングデザインプロジェクト：エンジニアのためのデザイン思考入門, pp. 172-175, 2017

謝辞

本研究の全過程を通じて、豊かな知識と経験をもってご指導ご鞭撻を賜りました岡山大学学術研究院ヘルスシステム統合科学学域横平徳美教授に深甚なる感謝の意を表します。

また、本研究の主査を務めていただいた岡山大学学術研究院ヘルスシステム統合科学学域五福明夫教授、副査を務めていただいた岡山大学学術研究院ヘルスシステム統合科学学域阿部匡伸教授に感謝致します。

さらに、中間審査において副査を務めていただいた立命館大学情報理工学部吉田則裕教授（中間審査時、名古屋大学大学院情報学研究科附属組込みシステム研究センター准教授）に感謝いたします。

さらに、本研究を推進するにあたり、ご激励、ご支援賜りました岩手大学理工学部システム創成工学科知能メディア・情報コース萩原義裕教授並びに岩手大学理工学部システム創成工学科知能メディア・情報コース日脇隆弘特任研究員（当時）岡山大学学術研究院ヘルスシステム統合科学学域樽谷優弥助教に感謝致します。

また、統計分析にあたり親身に相談に応じていただき、適切なご指導をいただいたリバーコンサルティング株式会社代表取締役成田裕美様に厚く御礼申し上げます。

また、本 PBL 演習のネットワークを形成するにあたり、ご尽力いただいた青森大学橋本恭能教授、秋田公立美術大学飯倉宏治教授、八戸工業高等専門学校細川靖准教授、一関工業高等専門学校秋田敏弘准教授、秋田工業高等専門学校菅原英子専任講師、及び各大学関係各位にお礼申し上げます。

最後に、本研究における PBL 演習にご参加いただいた学生の皆様に心からお礼申し上げます。