

総合知に向けた演習授業の設計と実装 ～「経営情報専門実験・演習 B」の取り組み～

Design and Implementation of Practical Class for Comprehensive Knowledge
～Approaches to “Management Systems Major Lab/Exercises B”～

徳永 雄一, 武市 祥司, 齋藤 正史, 石原 正彦, 狩野 剛
*TOKUNAGA Yuichi, TAKECHI Shoji, SAITO Masashi,
ISHIHARA Masahiko, KANO Tsuyoshi*

3 年次必修科目の「専門実験・演習」は、大学授業の総まとめに位置する。多様な分野を学習する経営情報学科では、本科目を通じてマネジメント・マーケティング・ファイナンス・IT/データサイエンスの 4 分野を融合し、ビジネスシーンにおける実践能力を高める演習授業づくりに挑戦している。「専門実験・演習 B」では、2018 年度に内容見直しを図り、ビジネスゲーム演習・経営ロールプレイング演習・Arduino を用いた IoT 実装演習の 3 テーマの演習構成とし現在に至る。本論文では、「専門実験・演習 B」の授業思想と全体設計、および設計後 7 年間の変化をとらえた実装と工夫を示すとともに、データ分析結果から学生の関心の幅の広がりと能力向上をもたらしていることを示す。

キーワード：ビジネススキル, 総合知, 実践能力

The “major laboratory / exercises courses” required in the third year serve as a summary of university-level instruction. In the department of management systems, which covers a wide range of fields, we attempt to create practical exercises that enhance practical skills in business situations with integrating the four areas of management, marketing, finance, and IT/data science. In “major laboratory / exercises B”, the curriculum was revised in the 2018 academic year, restructuring the course into three themes: business game exercises, management role-playing exercises, and IoT implementation exercises using Arduino. In this paper we present the educational philosophy and overall design of the “major laboratory / exercises B” course, as well as the implementation and innovations introduced over the seven years since its design and show that data analysis results indicate that the experiment has broadened students' interests and improved their abilities.

Keywords: Business skill, Comprehensive knowledge, Practical skill

1. 緒言

「専門実験・演習」科目は、金沢工業大学（以下、本学）の全学科の 3 年次における必修科目であり、その名が示すように各学科の専門科目で学習した理論や手法について実験や演習を通じて実践的に学び、

より深い理解力と応用力を身につけることを目標としており、実験や演習に関するレポートの書き方を学ぶとともに、実施内容・実施結果・考察などを適切にまとめて発表する方法についても学習する科目となっている。その歴史的経緯を紐解くと、本学の教育システムを一新した平成 7（1995）年度の第 1 次教育改革時から、学生の興味を触発して、「教員が教える」というよりも「学生自ら学ぶ」方向にカリキュラムおよび科目内容を変換した際に、それ以前の 1 テーマにつき 1～2 週程度の授業期間で学生にできるだけ多くのテーマを経験させるという方針から、一つ一つのテーマを 7 週程度かけて丁寧に取り組んでもらい、問題解決の手段として実験あるいは演習を経験²⁾させる授業運営に切り替え、現在に至っている。

経営情報学科およびその前身学科の「専門実験・演習」科目では、在庫管理シミュレーションやワーク（作業）・サンプリングなどのインダストリアル・エンジニアリング（管理工学）系のテーマ、ISM（Interpretive Structural Modeling）や SD（System Dynamics）などのシステム工学系のテーマ、ビジネスプランを策定する起業ビジネス系のテーマなどが、1 テーマ当たり 5～10 週程度で授業運営されていた²⁾。経営情報学科では、「経営情報専門実験・演習 A」「経営情報専門実験・演習 B」の 2 科目が 3 年次の「専門実験・演習」科目として実施されている。本稿で紹介する「経営情報専門実験・演習 B」は、平成 30（2018）年度から現在まで実施されている内容のものであり、3 テーマの演習、すなわち①ビジネスゲーム演習、②経営ロールプレイング演習、③Arduino を用いた IoT 実装演習を 1 学期（15 週）かけて行っている。それぞれのテーマについては後述するが、以下に簡単に紹介する。

ビジネスゲーム演習は、現実のビジネスを簡素化してモデル化したゲームを介して、その本質を理解することを試みる演習である。横浜国立大学の白井宏明名誉教授らが開発した YBG（Yokohama Business Game）の一種であるペーカリーゲームと呼ばれるゲームを用いて、プライシング（価格付け）と調達の重要性を理解し、利益を生む経営の仕組みを説明できるようになることを学習目標としている。さらにゲーム結果から、価格と顧客の購買実績の関係を明らかにする分析を課題としており、データ整理や可視化、さらには重回帰分析などの分析手法を用いた予測などを行うことによって、実践的な分析力を身につけることを目指している。

次に、経営ロールプレイング演習では、米国タイム誌が毎年発表している「世界で最も影響力がある 100 社」やグローバルサウスで活動する社会的企業から業界の異なる数社を選び、この会社の CEO をはじめとする技術・情報・財務などの経営層に受講生がなつたと仮定した場合に、どのような新規事業を立ち上げるかを発表する演習である。その企業の現状のビジネスモデルや顧客および競合および当該業界の動向などを調査して、3C や SWOT などのそれまで学んだビジネス・フレームワーク等も用いて、利益を生む新たな製品やサービスを考案して、それを理由と共に論理的に提案できるようになることを学習目標としている。この演習では、限られた時間で必要な事実を入手する調査力、およびその調査結果に基づいてビジネスのビッグ・ピクチャー（全体像）を描く構想力を身につけることを目指している。

最後の Arduino を用いた IoT 実装演習では、電子工作でよく使われるマイコンボードの一種である Arduino を用いて、自らのアイデアを具現化するためにプログラムで実装できるようになることを学習目標としている。この演習では、プログラムによる実装力も重視するが、「良い目のつけどころ」の発想力があれば、プログラム実装が必ずしも複雑・高難易度でなくとも、高く評価されるようにプログラミングが得意でなくとも楽しんで取り組めるように工夫している。なお、前記の二つの演習テーマは 4～6 人程度のグループで取り組むが、この演習テーマは個人で取り組ませていることを付記する。

本稿では、「経営情報専門実験・演習 B」の総合知への対応を 2 章で、全体設計を 3 章で紹介し、4 章で各演習における詳細と、短期間で変化する社会状況への対応と、その対応による学生の反応について、説明する。

2. 総合知に向けた取り組み

内閣府が発表する「総合知」の定義³⁾は、『多様な「知」が集い新たな価値を創出する「知の活力」を生むこと』とあり、能力を示すというより「知の活力」を生む状態や環境を指している。また、内閣府・総合科学技術・イノベーション会議常勤議員である政策研究大学院大学・上山隆大教授の講演資料⁴⁾によると、NSF (National Science Foundation, 米国科学財団) が 2017 年に打ち出した 10Big Ideas⁵⁾の中に、Growing "convergence research" という表現において、『分野を超え、全分野で社会課題に取り組んでいく』という方向性が記されたことをきっかけに、第 6 期基本計画の検討に取り入れられることになったと記録されている。このように総合知とは、世界における社会課題の深刻さが増す中、従来の科学技術の枠を超えた幅広い分野間での議論を通じて、解決への「知」を生み出そうという意志を表現したものである。

総合知の代表的な取り組み例として、例えば社会技術研究開発センター (RISTEX) は、学問知と現場の実体験を現場知として取り込んだ研究活動や、活性化するプログラム設計を支援している⁶⁾。例えば「誰一人取り残さない防災」では、学問知としての人文社会科学、自然科学と、現場知・地域知としての福祉団体・専門職・要配慮者・地域住民が一体となり、平時から福祉と防災を切れ目なく連携していくための知識・実務育成プログラム、アセスメントツール、法的基盤の整備を行っている。横浜国立大学ではオープン型専門人材の育成として、教育・経済・経営・理工・都市の異なる学問領域を横断して学べる副専攻プログラム「地域交流科目」を設置している⁷⁾。エネルギー、モビリティ、農業など 25 テーマを掲げ、大学 1~4 年生が選択履修できる。他にも多くの分野をかかえる総合大学では分野横断のプログラムを用意し、知が交わる場の提供を行っている。一方、これらの活動においては、総合知による解決プロセスの実践とその成果に目が向けられており、参加者たちがその場でどんな成長をしたのかについては、各人に任されている。大学教育としては、学生に場を提供し体験できる機会を作ると同時に、学生各人がこうした場で成長できているのかを評価できることも重要と考える。

経営情報学科では、マネジメント、マーケティング、ファイナンス、IT・データサイエンスという異なる 4 つの専門分野を学び、プロジェクトデザイン活動において学外の現場知と議論する機会を多くもつことで、社会課題を総合知で解決するスキームを学修する。総合知における各人の成長を評価する機会はプロジェクトデザイン活動が該当するが、「プロジェクトデザインⅡ」「プロジェクトデザイン実践」は 2 年次科目であるため、専門分野の習熟度が低く、各人の専門性を活かした議論ができていないと難しい。

そこで、3 年次の総まとめとなる「経営情報専門実験・演習」を総合知の成長評価の機会に捉え、総合知で取り組むべき異なる視点による演習をオムニバス形式で実施し、学生が各演習に取り組み、成果発表を繰り返しながら、自身の成長を実感できる演習形態とした。各演習で調査分析・提案・実践・発表を実施するには少なくとも 4 週以上は必要となることから、15 週内で 3 つの演習を実施することとした。

3. 「経営情報専門実験・演習 B」の全体構成と授業の意図

経営情報学科では、企業経営の工学的手法を導入、情報技術を活用することで社会に有益なビジネスを創出、効率的に運用管理することを通して、種々の社会課題を解決できる能力を身に付けることを目標としている。

この大きな目標に向けて、専門科目においては図 1 に示す 4 分野を融合的に探究するよう構成されている。マネジメントにおいては、人・モノ・金・情報の経営資源の配置と全体最適化



図 1 経営情報学科における学び

ならびに持続可能な社会とするための課題の解決手法について学んでいる。マーケティングにおいては、人々が持つ潜在的ニーズを掘り起こし、技術と繋げる手法について学んでいる。ファイナンスにおいては、お金の流れを物事の原動力、実態を映し出す鏡として捉え、活用する手法を学んでいる。IT・データサイエンスにおいては、IoT (Internet of Things: モノのインターネット)、ビッグデータ、AI を活用した新しいモノ・コトを創り出し活用する手法について学んでいる。これらの分野は、それぞれ一定の専門性を身に付けられるように、縦方向に連携を行い、学年が進むにつれて細分化されるとともにより高度な内容となるようカリキュラムが編成されている。

「経営情報専門実験・演習 B」においては、図 2 に示すように、それらを横串で刺した形態で、これまでの学びを種々活用し集大成として結果を出すことを狙っており、それぞれ 10 コマずつの配分で演習を進めている。

3.1 ビジネスゲーム

学生は買手としてマーケットに参加する経験はしてきているが、売手として現実のマーケットで活動してきた経験が少ない。資本金を基にした初期投資、原材料の調達、加工、販売、破棄に至るまでのプロセスを、コンピュータを介して実施する。ここでの買手は、アルゴリズムに基づいて行動しており、学生には買手のアルゴリズムは公開されていない。このゲームを通して、学生は店舗の薄利多売・厚利寡売ビジネスモデルの実際、顧客の店舗や商品に対するロイヤルティの存在などを売手として実感するとともに、複雑系科学の入り口として、システムとしてのビジネスゲーム全体を俯瞰すると何が起きているのか、そのようなイベントが起きた要因がなんであるかを理解することができ、ある意味では神の目の視点での物事の見方を学ぶこととなる。

また、ゲームの中での買手のアルゴリズムをリバースエンジニアリングする演習も行っており、複数ある変数のいくつかを固定し、1 変数のみを変動させることにより、買手のアルゴリズムが推定可能であることも学んでいる。これは、実際の世の中において、複雑で判断に困るような局面において、事態を打開するための方策を見出し一層の飛躍のための手法として活用できると考えている。

3.2 経営ロールプレイング

世界には上場している企業が 46 千社存在する。非上場会社を含めると会社数はその 100 倍程度であろう。一方、卒業を 2 年後に控えた学生が名前を挙げられる企業数は数十程度であり、これまでの学生の生活の幅が極端に狭いことを示している。

学生がより多くの企業、それも海外の企業について知るためには、その企業を分析するとともに、新製品ないしは新サービスを提案し、その製品・サービスの自社へのインパクトを定量的に計算するとともに、競合を設定し、競合社とのビジネス上の優劣を評価する。

当初はタイム誌の記事を参考に、海外の企業の経営層の役割を代行するという形で授業を進めてきたが、GAFAM のような有名企業に対しては、学生も若干の知識があることにより提案にバイアスがかかることがわかった。そこで、ある指標の中で学生が初めて接すると想定できる企業を対象として設定することとした。更に、先進国の企業だけではなく、グローバルサウスで活動する企業も含めるようにしている。

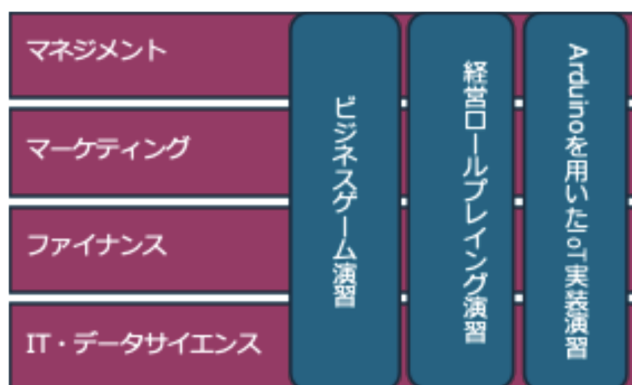


図 2 「専門実験・演習 B」の全体構成と学科の学び

本演習では、真の意味でのグローバル化に対する意識づけ、各国の文化と生活習慣の違いなどについても調査する必要がある、多方面にわたる調査分析の必要性を学んでいる。

更に、新製品・新サービスをプレゼン資料上でのみ報告するのは、実態の伴わない表面上だけのエンジニアとなる可能性を含んでいる。そこで、レゴ®を用いて、今はまだ世の中にはない新製品・新サービスの姿を具体化することを最終プレゼンテーションで課している。

3.3 Arduino を用いた IoT 実装

経営情報学科は文理融合学科と定義がなされていることもあるが、経営工学を基盤として捉えた場合、必要となる沿革技術は異なるがやはり工学の一部であることは間違いがない。情報技術が経営工学に融合するのは自明の変化であり、ビジネスを主体とした IT の適用と進化は必然である。

しかしながら、学生の約半数は IT に対する苦手意識を持ち、3 年次には IT 関連の科目を履修していない。また、それまでの提出されたレポートを精査すると論理の飛躍や抜けが散見され、論理的に思考を組み立てて表現することが苦手ではないかと考えている。学生に対して、IT という道具を与えることを通して、自身や周囲の生活を快適・便利にすることは、比較的たやすいということを実感してもらうために、本演習を実施している。センサの値に基づいて変化するアクチュエータの動作、実際に「動く」小さな道具（ガジェット）を作成することにより、部品の組み合わせだけのプラモデルでは味わえない喜びを感じて欲しいと考えている。

モノ作りよりコト作りというキーワードも少し古ぼけて感じるようにはなっているが、利用者の体験である UX (User eXperience) の成否がビジネスそのものの成否を分ける時代となっている。したがって、機能性だけでなくデザインや活用環境とシナリオも含めた「コト」を作成し、発表することを課している。当初は、音が波であること、量子化により音痴となるコンピュータなど、わからないことだらけで始まり、最後にはセンサを用いたフィードバックループまで作成できる学生もあり、頼もしい。

以降では、3 つの演習のそれぞれの詳細、経年変化と変更の意図などについて説明する。

4. 各テーマの演習授業の実装

4.1 ビジネスゲーム：市場動向分析を模したデータ分析演習

4.1.1 演習の目的と流れ

本演習の目的は、データ解析経験の浅い学生が、顧客の消費行動に代表されるような複雑な“システム”からなる市場動向を予測・理解する能力を磨くことにあるが、上記学生が本能力を磨く上で二つの課題があると考える。

一つ目は、現実の市場を模した“システム”の提供で、もう一つはデータ解析に慣れる対策である。現実の市場における“システム”はとても複雑で、顧客の属性・特性、そして競合・社会情勢など外部環境など多様な要素により影響を受け、データ解析の経験が浅い学生が多種多様なデータ分析から市場におけるシステムを予測するのは容易でない上に、多種多量のデータを用いた解析は大きな障壁である。そこで、本演習ではそれぞれの課題に対策を講じた。一つ目は、本演習では市場動向分析を模し、比較的簡単なシステムで動くビジネスのシミュレーションゲーム（図 3）を用いる。ただし、ゲームのシステムはブラックボックス化されて見えない。

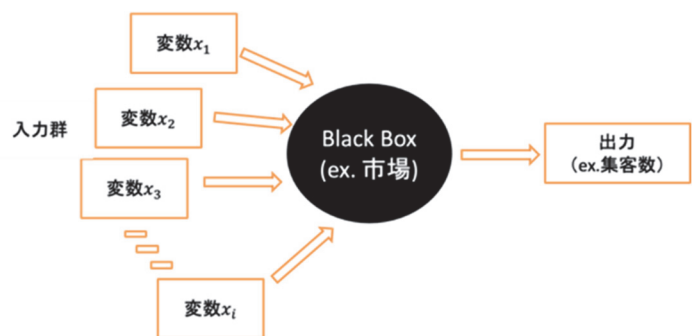


図3 顧客の消費行動を模した社会システム・モデル

二つ目は、データ分析の経験が浅い履修者が 3 つの STEP を経てデータ分析する教材を提供した。STEP①は、上記シミュレーションゲームを体験し、自ら及び競合の入力値等で来店者数が変動するシステムを探索し、分析の課題を議論する。STEP②では、リバース・エンジニアリング (RE) の概念を学び、入力値から出力値を生成するシステムを解く演習を繰り返す。STEP③は、RE 演習の経験を活かしてシミュレーションゲームのシステム解明に再挑戦し、予測精度を高めるよう試行錯誤してもらう。詳細は以下に記す。

4.1.2 授業内容

本演習では、履修者はチームに分かれてパン屋を経営するシミュレーションゲーム“ベーカリーゲーム (BG)”を行う。各店舗は市場で集客競争しながら市場動向の複雑さを体験してもらう⁸⁾⁹⁾。本演習ではさらに、このゲームにおける来店顧客数算出システム (ブラックボックス化された計算式) を仮説導出・検証を繰り返し、予測精度を高めることを目指す。演習の手順は以下の 3 つの STEP で実施する。

①BG の来客数算出式の予測：顧客獲得競争する BG に参加し、価格付けや商品生産数・販売数を操作しながら利益を競う。競争の過程で発生した価格、商品数、来客数などのデータを分析し (図 4)、市場モデル (来客数算出式) を予測し、式から算出された予測値と実測値を比較して、導出した来客数算出式の妥当性を議論し、分析の課題について考察してもらう。

②RE 演習：本演習の履修生は実験や分析に不慣れであることを踏まえて、複数の入力データに対してシステム (計算式) から生成される出力データを複数セット提供し、入力データと出力データ (教師データ) の関係を分析してモデル (計算式) を仮説的に導出し、他のデータ (テストデータ) と予測値を比較して予測精度“二乗平均平方根誤差 (RMSE)”を指標にしてモデルの妥当性の定めた予測精度まで高められるよう繰り返し検証してもらう。詳しくは石原 正彦・武市 祥司 (2023)¹⁰⁾を参照してほしい。

③BG の来客数算出式の再検討：再度、ビジネスゲームで得られたデータを分析し、市場モデルについて仮説を立て直して RMSE を指標にしてその妥当性を検証してもらう。

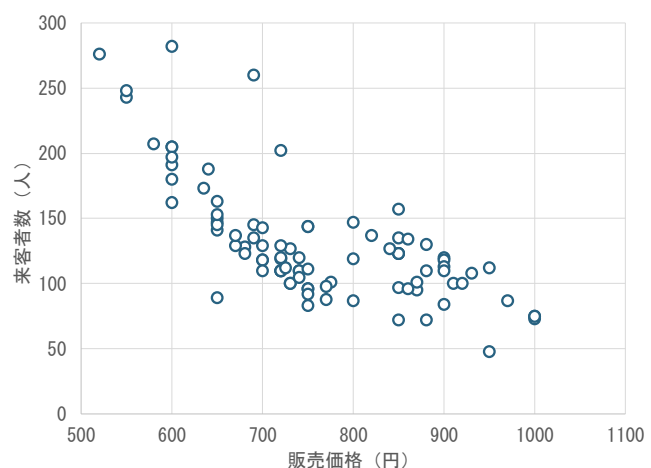


図 4 販売価格と来客者数の関係

4.1.3 授業の効果検証と考察

STEP①と STEP③で計算式の予測精度を誤差指標 RMSE で評価すると、2024 年度の演習では、16 チーム中 14 チームが RE 演習に取り組んだ後に RMSE を大幅に低下させ、予測精度の向上に成功した (図 5)。その要因は、Excel のアドイン“データ分析”等の活用がより盛んになったことに加えて、分析結果についてのグループ内議論が盛んになったことがある。実際、STEP③の後の成果発表会では、仮説・検証を何度も繰り返した旨の報告をするチームが多くみられた。

履修者の多くは重回帰式などの多変量解析について学ぶ科目を履修しているが、実践的な利用機会は必ずしも多くなく、STEP①では“異常な値は外れ値だ”と判断してしまうチームがあった。本演習で RE を繰り返すことにより、STEP③では、異常に思われるデータについてじっくり議論し、“なぜ?”から新たな仮説を立てる傾向が増えていた。データ分析は、統計学の知識や分析手技などの“基本の力”についての理解に加えて、データを様々な角度で観察しヒントを得る“貫く力”、そしてあきらめずに挑戦する

“胆力”も大切であることに気づいてほしかったのだが、そのことに気づく学生が少なからず居たため予測精度があがったのだと考える。

本演習は、データ分析の基本的な手技の復習及びモデル導出・検証のトレーニングを繰り返し行い、履修者が複雑な“システム”からなる市場動向を予測・理解する能力を磨けるよう開発したものである。検証の結果、本演習は統計解析や多変量解析の実践的活用を促すのに有用で、且つデータ分析は試行錯誤が必要であることを認識するのに適していると判断できた。

今後の課題は大きく二つあり、一つは本演習と専門科目との連携の強化で、一つは市場分析により近い演習の設計で、市場メカニズムを分析する能力を磨く演習をさらに発展させていく必要がある。

4.2 経営ロールプレイング

経営ロールプレイングでは、グループごとに特定の会社を選定し、各学生がその企業の役員になったという前提で、前半の5コマでその企業（自社）に関する自社分析、競合分析、顧客分析を行い、調査結果を発表する。学生が担う役員の役割としては、CEO（最高経営責任者）、CIO（最高情報責任者）、CFO（最高財務責任者）などそれぞれが何かしらの分野の責任を持つことで、グループ活動の中で自身が責任を持つ分野を明確にさせている。このことは、グループ活動が一部の人に偏らないための工夫としても機能している。

後半の5コマでは、調査した自社の強みや環境を踏まえて、新規事業の提案を行うという設計になっている。つまり、前半では既存の資料から自社の取り巻く環境を整理し掴み取るという経営分析を行う。後半では、クリエイティブに、しかし実情もきちんと踏まえつつ、新規事業を提案するという内容になっており、現実とクリエイティブが共存できる設計になっている。加えて、後半の新規事業提案パートでは、パソコン画面に集中しがちな学生の意識をよりクリエイティブに逸らす目的で、レゴ®を用いてビジュアル化するという作業も行っている。この作業を通じて、経営分析などが得意ではないチームメンバーがモデルの可視化で貢献するなど、チームメンバーの活躍の幅を広げる役割も果たしている。

経営ロールプレイングでの分析対象企業としては、2018～2023年度は世界をリードするイノベティブなグローバル企業として、米国タイム誌が毎年発表している「世界で最も影響力がある100社」に選ばれた企業から選定した。世界に影響を与えるグローバル企業を取り上げることで、日本語情報でのみ企業情報を入手しようとしがちな学生の意識を変え、グローバルなトレンドの理解と国際視点の醸成を心がけた。また、タイム誌に載るレベルの企業は上場企業も多く、財務情報含め分析可能な公開情報が豊富にあることも分析に幅を与えている。

一方、2024年度以降は、社会のグローバル化が進んでいることと昨今の学生の興味が多岐にわたるという状況から、分析企業の選定基準を見直す取り組みを行なっている。具体的には、グローバルサウスでイノベティブに社会課題解決にアプローチしている会社を選定し、かつアジアからアフリカまで広い地域で活動する企業を対象とし、学生が興味関心をもとに選べるよう工夫をした。図6に2024年度後学期を例に、授業で取り上げた企業を示す。また、図7は授業で取り上げた企業が本社を置くまたは主な活動地となる国の分布であり、授業で取り上げる企業が徐々に広域化していることがわかる。

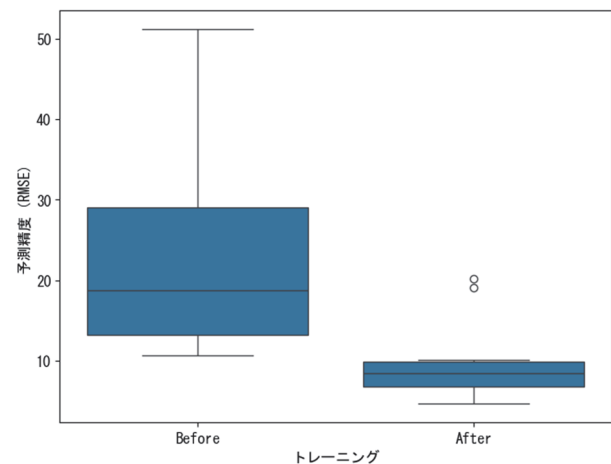


図5 RE トレーニングの分析精度への影響

分析対象が広域化された一方で、グローバルサウスでビジネスを行う企業を分析対象とする難しさも散見された。まず、企業自体が（特に日本人にとって）知名度が低いために、学生に興味を持たせる仕掛けが必要であった。この点は、なるべく意外性のある、日本国内で類似事例の少ないイノベティブな企業を選定することで、学生が調査・分析を通じて驚きを得られるよう工夫をした。例えば、フィリピンを中心に活動するインスタリム社は、3D プリンタを活用した義肢装具（義足）の製作を行なっている。この企業活動の分析は、貧困に伴う食生活の偏りから糖尿病が頻発しているという社会問題から始め、日本と違って義足は輸入するしか選択肢がなく、価格面・メンテナンス面で困難な状況にあることを理解する。それを踏まえて同社のビジネスを分析することで、3D プリンタを活用し現地で安価に義足を作ることがいかに社会にインパクトを与えうるかを腹落ちする形で理解することができる。

この取り組みにより学生のロールプレイング活動に変化が見られた。それは、分析すべき内容に企業の活動そのものに加え、国や地域の社会課題という視点が追加された。つまり「この会社は何のためにこの地でビジネスをしているのか？」といった疑問からスタートすることで、地域の社会課題の現状や、それに基づく企業のビジョンやミッションといった経営の羅針盤を理解した上で企業分析をすることになり、企業経営の面白さや重要性を感じるとともに分析内容の深化に繋がっている。

また、公開情報の少なさが新たな課題となった。グローバルサウスで活動をしている企業は、スタートアップなど非上場

企業が多く、Web に情報が少ないケースや、財務情報を含めた公開情報が少ないことが問題であった。財務に関する情報不足に関しては、財務諸表などが公開されていない代わりに、出資や投資の情報（シードのステージや出資元など）があり、上場企業とは異なった種類の財務関連情報は得ることができるケースが多かった。また、馴染みのない地域・国の企業であることから、教員が活動に詰まったグループにヒント（地域の課題と企業活動を繋げるヒント）を出せるような事前知識が求められた。

最後に、ここ数年の学生の課題取り組みアプローチの変化として、英語翻訳の精度向上がある。海外の企業情報（非日本語情報）でも日本語のみで調べられる環境が、Google 翻訳や DeepL 等の登場で（良



図 6 2024 年度後学期に取り上げた企業

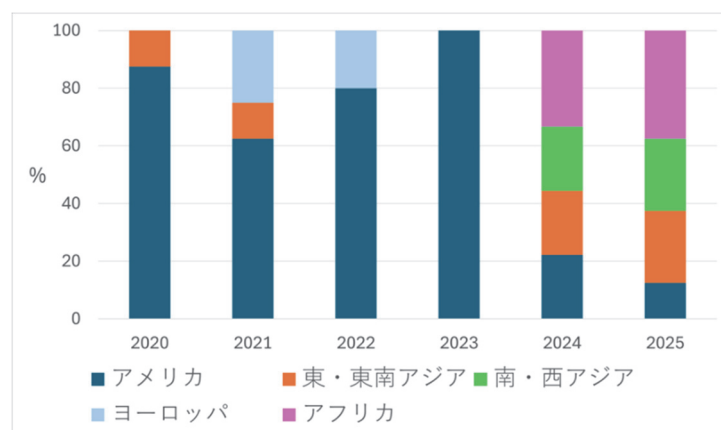


図 7 授業で取り上げた企業の地域割合

くも悪くも) 整いつつあり, 海外企業を調査するハードルは大きく下がってきている。これにより, 学生の英語力向上という点では効果は薄れてきている一方, より多くの情報から精度の高い分析を行えるようになっている。

4.3 Arduino を用いた IoT 実装

4.3.1 演習の目的と教材

本演習の目的は, 経営情報学科の学生全員が, 社会課題の解決策として情報技術を当然のように活用できるようにすることにある。経営情報学科には, 情報技術=プログラム, プログラム=難しい, というイメージで最初から苦手意識を持つ学生が多く存在する一方で, 入学当初から情報技術に強い関心を持ち, 社会課題解決に利用するために学びに来ている学生もあり, その幅の広さが特徴である。よって本演習の課題は, 彼らから一人残らず情報技術への苦手意識を払拭させるとともに, 高度な技術力を有する学生にも充実した演習機会を提供することにある。

Arduino は, 2005 年にイタリアで開発が開始されたマイコンハードウェアと開発環境ソフトウェアのシステムである¹¹⁾。主に学生を対象に, 簡素かつ安価にデジタル制作することを開発目的に掲げており, そのコンセプトが受け入れられ, 技術系の学生だけでなく, 文系, 芸術系, 企業のプロトタイプなど広く普及し, 2024 年の互換を含む市場規模は 4 億米ドルを超える。提供される製品の敷居の低さだけでなく, 各人が作成したプログラムやハウツーもインターネット上に公開され, センサ名と Arduino を検索すれば何かしらヒントが得られる状況も, 万人に受け入れられる要因である。

4.3.2 運営方針と授業内容

我々は Arduino を題材に, その思想そのままに学生に触れさせ, 彼らの自由意志で作品制作を行うことで, 幅広い学生に関心を持たせる授業運営を行なっている。具体的には, ①プログラムについては基本的なルールしか教えない ②インターネットを駆使し, プログラムを拾ってくることを推奨 ③評価は主に「私だけのガジェットを創ろう」をテーマにした作品紹介発表の 3 点を, 本授業の創設からの方針として継続している。教科書としてオーム社「Arduino をはじめよう」を用い, 学生には本教科書に登場する Arduino マイコン, ブレッドボード, 部品をパッケージング化し提供している。

方針①については, 授業開始から 3 週を使い, デジタル制御, アナログ制御, シリアル通信の 3 つの例を, それぞれサンプルプログラムを用いて簡単に説明する。その後の時間は演習とし, 教科書の実例を元に現物で動かすことを標準課題としている。デジタル制御ではスイッチで LED の点滅を制御し, アナログ制御では光や温度の変化を契機にスピーカで音楽を奏でる。シリアル通信では, アナログセンサの値を取得する。一部, ブレッドボードへの回路の組み方がわからない学生が存在するが, 学生アシスタントが個別指導を行うことで, 全員が標準課題まで達成できる。

方針②については, 授業のなかでもいくつかの関連サイトを紹介するが, デジタル・アナログ制御を理解し, スピーカで音楽を奏でられるようになると多くの学生はインターネットから楽曲の Arduino 用音階コードを見つけてくるようになる。ここでマイコン開発も, 楽曲をダウンロードし再生するようなイメージで手軽に行えることを学生が実感するようになる。なお, このタイミングで, 著作権への注意喚起を行い, 既存の楽曲データを使う時は著作権の有無を必ず確認するようにしている。

方針③については, 後述するようにいくつかのルールやバリエーションを追加しているが, 基本的には Arduino マイコンとボードを使って, 何らかのモノを制作し, 3 分程度のショートプレゼンで発表した結果を評価する。評価については以下の 4 つのオリジナリティで評価している。

- 1) 技術: 独自のアルゴリズムの創出等
- 2) 組み合わせ: 誰もやらないセンサ・アクチュエータの組み合わせ
- 3) ソリューション: 使い手への配慮, 利便性, 社会課題解決
- 4) デザイン: 派手な演出, 感動の提供

情報技術に精通している学生は 1)を、プロジェクト活動等で目的意識を持っている学生は 2)や 3)で優れた作品を輩出する傾向がある。また、4)においては、標準課題程度ながら 3D プリンタやレゴ®を使い外装で勝負するものや、体を張った実使用映像で笑いを誘う発表演出もあり、こうしたものにも高評価を与えている。

なお、こうしたオリジナリティ豊かな作品に導くには、工夫が必要である。ほとんどの学生はマイコンハードウェアを扱った経験がなく、どのようなセンサ・アクチュエータが存在するのかもわからない。そこで、Arduino 関連部品を多く扱うショップ紹介とともに、「ジャンクパーツ」を貸与することになっている。もともと教員が保有していた部品を提供していたが、学生自身が入手したものを授業終了時に寄贈してくれるため、年々その種類と数が増えている。これら部品は整理することなく、段ボールに無秩序に入っているため、「ジャンクパーツ」と呼んでいる。基本的には早いもの勝ちで部品を持ち出して構わないが、使い方が習得できない時はすぐに戻すという約束を徹底させ機会損失を防いでいる。学生らはジャンクパーツがどのようなものなのかを型番から調べ、ネットからプログラムを探し出し、その動きを理解し、作品への想像を膨らます。そこから欲が出ると自身でパーツを取り寄せるようになる。こうしてバラエティ豊かな作品が制作されていく。

4.3.3 データで見る学生の進化

作品データが残っている 2019 年度より現在に至るまでの、学生の成長を図 8、9 に示す。当時の評価基準には年度ごとにばらつきがあるため、技術、組み合わせ、ソリューション、デザインの各評価項目を現在の基準に沿って再評価した。図 8 は、各作品を S から C で評価した際の各評価値の割合を示したものであり、一番上の水色が C（低評価）、一番下の紺色が S（高評価）である。どの評価項目も年を追うごとに C が減り、そのほかの評価値が増えている。評価項目別では、技術の追求は少数で、多くの学生はソリューションを追求していることから、3 年次までの授業を通して課題発掘や解決策立案が身につけていると考えることができる。年を追うごとに作品のレベルが上がっている理由の一つとして、複数のセンサ・アクチュエータを組み合わせたオリジナリティの高い作品が増えていることが挙げられる。図 9 に、作品あたりに使われるセンサ・アクチュエータの種類の推移を示す。年とともに増加傾向を示しており、当初は授業で使う光センサ、スイッチ、スピーカ、LED から作品を作っていたが、距離センサ、GPS、LED マトリクス、Display などを使うようになってきている。これはジャンク



図 8 評価割合の推移

パーツ拡充による効果が高いとみている。なお、2024年度より、ArduinoをUno R3からR4に置き換えている。R4ではWi-Fi/Bluetooth, LED Matrixが搭載されており、これらを使いクラウド連携や表現力の高い作品が出てきている。

以上のように、経営情報学科におけるArduinoを使った演習は、モノづくりに接したことがない学生に刺激を与え、彼らの成長の一躍を担っていると確信している。

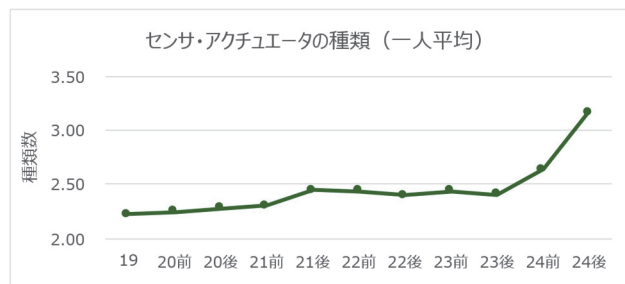


図9 使用センサ・アクチュエータの種類の推移

5. 結語

本稿では、総合知に対応する教育づくりとして、「専門実験・演習 B」の授業思想と全体設計、および設計後 7 年間の変化をとらえた実装と工夫を示した。学生のデータサイエンススキルの向上、グローバルサウスへの関心、IoT の高度化に合わせ授業内容を見直した結果、学生の関心の幅の広がりや能力向上をもたらしていることを、データ分析結果から明らかとした。

参考文献

- 1) 服部陽一、金沢工業大学の専門実技教育、工学教育研究 / KIT Progress, Vol.6、 pp. 5-8、(2000)
- 2) 金沢工業大学編、工学専門実験・演習 I II III : [人間系]、平成 16 年度、(2002) など
- 3) 内閣府 科学技術・イノベーション推進事務局、『総合知』の基本的考え方及び戦略的に推進する方策中間とりまとめ、pp. 13、(2022)
- 4) 上山隆大、第 6 期基本計画における「総合知 (Convergence Knowledge)」の政策を考える、シンポジウム：多面性を有する現代社会の中での新しい価値創造型ビジネスと「総合知」講演資料、pp. 11-12、(2023)
- 5) U.S. National Science Foundation, NSF's 10 Big Ideas, <https://www.nsf.gov/about/history/big-ideas> (2025 年 11 月 1 日アクセス)
- 6) 社会技術研究開発センター、RISTEX の「総合知」による取り組みについて、2025 年 6 月 30 日更新 <https://www.jst.go.jp/ristex/variety/sogochi/index.html> (2025 年 11 月 1 日アクセス)
- 7) 有吉亮、モビリティ・デザインの実践～実社会での協働を通じたオープン型専門人材の育成～、横浜国立大学、(2023)
- 8) 白井宏明、ビジネスゲームを主体とした授業構成に関する考察、横浜経営研究、29 巻、3 号、pp. 29-171、(2008)
- 9) 武市祥司、加藤鴻介、経営情報教育へのビジネスゲーム適用の試み、日本シミュレーション&ゲーミング学会 2011 年春季全国大会報告集、pp.65-68、(2011)
- 10) 石原正彦、武市祥司、市場動向分析を模したデータ分析演習の開発、1C07：工学教育研究講演会講演論文集 第 71 回年次大会 (2023 年度)、pp. 48-49、(2023)
- 11) Research and markets, "Arduino Compatible Market-Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends, and Forecast 2031" (2024)

[受付日 令和 7 年 (2025 年) 8 月 18 日、採択日 令和 7 年 (2025 年) 10 月 31 日]



徳永 雄一
教授・博士（工学）
情報デザイン学部
経営情報学科 主任



武市 祥司
教授・博士（工学）
情報デザイン学部 学部長
環境デザイン創成学科主任



齋藤 正史
教授・博士（情報科学）
情報デザイン学部
経営情報学科



石原 正彦
教授・博士（医学）
情報デザイン学部
経営情報学科



狩野 剛
准教授・博士（情報科学）
情報デザイン学部
環境デザイン創成学科