

論文

データベースと情報システムを学習する授業の提案と実践

兼宗 進^{1,a)} 白井 詩沙香² 竹中 一平² 長瀧 寛之³ 小林 史弥¹ 島袋 舞子¹ 田邊 則彦⁴

受付日 2017年1月2日, 再受付日 2017年3月4日,
採録日 2017年7月1日

概要: 本研究では, 高等学校共通教科「情報」を対象に, データベース操作とデータベースを活用したプログラム体験実習を通して情報システムの仕組みを学習する授業を設計した. 授業では, データベース学習用ツール sAccess を利用して選択・結合などのデータベースの基本処理を理解した後, SQL によるデータベース問合せを学習する. 続いてデータベースが企業やインターネットなどの情報システムの裏側で活用されていることを, コンビニエンスストアで利用されているレジの POS システムを題材とした情報システムの体験実習を通して学習した. 本論文では, 高等学校で実践した授業の内容を紹介し, 提案授業の有用性を評価した. その結果, 授業内容はやや難しかったものの, 満足度は高く, 学習目標を達成できていることが分かった.

キーワード: 情報システム教育, データベース, プログラミング, sAccess, SQL, PHP

Information Systems Education with Database in High School

SUSUMU KANEMUNE^{1,a)} SHIZUKA SHIRAI² IPPEI TAKENAKA² HIROYUKI NAGATAKI³
FUMIYA KOBAYASHI¹ MAIKO SHIMABUKU¹ NORIHIKO TANABE⁴

Received: January 2, 2017, Revised: March 4, 2017,
Accepted: July 1, 2017

Abstract: In this paper, we developed a teaching scenario of computer science education for high-school students to learn fundamental knowledge of information systems through database exercises. This scenario consists of following exercises: Students 1) use 'sAccess', a tool of database education system to understand basic database operations, 2) learn database queries using SQL, and 3) experience a web application simulating convenience store POS systems which have typical structure of information systems based on databases. This paper presents the overview of the practice and implementation this scenario to real classes. We also report the analysis of questionnaire answers from students who experienced the exercises.

Keywords: information systems education, database, programming, sAccess, SQL, PHP

1. はじめに

初等中等教育でプログラミング教育を行う取り組みは, 科目として義務化する国も現れる [1] など, 世界的な流れとなっている. 国内でも, 新しい学習指導要領において, 小学校から高等学校においてプログラミングが必修化される予定である [2].

生活においては, 複数のプログラムがネットワークで連携し, データベースで大量のデータを管理するクラウドを中心とした巨大な情報システムに囲まれている. このようなデータベースや情報システムの大まかな動作の仕組みや

¹ 大阪電気通信大学
Osaka Electro-Communication University, Neyagawa, Osaka
575-8530, Japan

² 武庫川女子大学
Mukogawa Women's University, Nishinomiya, Hyogo 663-
8558, Japan

³ 岡山大学
Okayama University, Okayama 700-8530, Japan

⁴ 清教学園中・高等学校
Seikyo Gakuen Junior & Senior High School, Kawachi-
nagano, Osaka 586-8585, Japan

a) kanemune@gmail.com

その役割を理解することは、情報教育において重要である。現行の学習指導要領においては、高等学校「情報の科学」においてデータベースと情報システムが扱われており、次期学習指導要領においても「情報I」において「コンピュータとプログラミング」が、「情報II」において「情報とデータサイエンス」「情報システムとプログラミング」が扱われる予定である [2]。

一方で、情報システムや情報システムの基盤技術であるデータベースは、情報科学教育において重要な学習項目でありながら、実際の授業ではあまり取り扱われていない現状がある [3], [4]。その原因として、「限られた授業時間内での取り扱いが難しい」ことや「手軽に学習できる教材が存在しない」などが推測される。

本研究では、高等学校での情報教育におけるデータベースや情報システムの仕組みの体験的な学習の実現を目指し、データベース操作とデータベースを活用したプログラム体験実習を通して情報システムの仕組みを学習する授業シナリオを設計した。提案授業は、限られた授業時間内で実施できるよう全5時間の授業構成とし、学習環境には、新たな学習環境の構築を必要としないオンライン学習ツールを使用した。高等学校で教育実践を行い、その効果について評価した結果、授業内容はやや難しかったものの、満足度は高く、学習目標を達成できていることが分かった。

本論文では、2章で提案授業の学習目標と設計した授業モデルおよび使用する学習環境について述べ、3章では高等学校で実践した授業内容を説明する。4章でその実践結果について述べ、本研究で提案する授業モデルの効果と課題について考察する。5章はまとめである。

2. データベースと情報システムを学習する授業モデルと学習環境の提案

2.1 提案授業における学習目標

高等学校において、情報システムを取り扱った実践事例は数少ない。中村らは、課題研究の授業時間と課外活動を利用したPBLの実践を行っており、近隣の生涯学習センターの生涯学習事業活動のシステム開発を行った事例を紹介している [5]。また、高岡らは高大連携講義において実用的なプログラムを作ることを目的に、Live E!プロジェクト [6] の提供する気象センサデータを処理・活用する Web

アプリケーション開発の取り組みを行っている [7]。これらの取り組みはシステム開発に重点が置かれており、複数年計画での取り組みであったり、集中講義といった形がとられている。しかし、限られた授業時間内で実施する場合は、情報システムの開発まで行うことは難しいと考えられる。

また、データベースの学習においても、座学として情報システムにおけるデータベースの重要性について扱うことはできても、実習においては正規化や関係演算が中心であり [8], [9]、情報システムとの連携まで取り扱われることは少ない。

そこで、本研究では、全5回の授業で「データベースによる情報処理の仕組みを理解すること」、「データベースを利用した情報システムの仕組みを体験的に理解すること」を学習目標として、授業を設計した。

2.2 提案する授業モデルおよび学習環境

前節で設定した学習目標をもとに設計した授業モデルを表1に示す。はじめの2時間でデータベースの概念を学習し、残りの3時間でSQLやPHPといった実際の情報システムで使用されるプログラミング言語に触れながら、データベースと情報システムについて学習する。

データベースの学習では、学習環境としてオンラインで学習できる sAccess [10], [11], [12], [13], [14] を採用した。sAccess では画面に表示した表を操作しながら操作前後のデータを比較することで、「表を構成する行と列の意味」「複数の表の利用」「表に対する選択/射影/結合などのデータ操作」といったデータベースの基本的な概念を対話的に学習することができる。sAccess の画面例を図1に示す。学習者が左側中央の入力欄で命令を入力し実行すると、右側に実行した結果が1つ1つの命令ごとに表示される。この例では「表示 図書データ」によって図書テーブルが画面右側に表示され、続く「選択 著者番号 S4656」によって図書テーブルから選択された2件の表が最初の表の左側に表示されている。このように、sAccess では「選択」などの操作を、実行前の表と実行後の表を見比べることで、意味を考えながら理解することができる。これらの機能は、初学者にとってデータベースの概念を理解するのに有用であると考え、データベース学習の導入にあたる第1, 2時限目の学習環境として sAccess を使用した。

データベースをプログラムから処理する学習では、SQL

表1 本研究で提案する授業モデル
Table 1 Course syllabus proposed in this paper.

時限	概要	学習環境	主な学習活動
1 2	データベース操作実習	sAccess	選択・射影・結合などの基本操作実習 ワークシートによる練習問題
3 4	データベースを プログラムから処理する学習	SQL エディタ	select 文によるデータ検索の基本操作実習 insert 文によるデータ登録・ワークシートによる練習問題
5	情報システム体験実習	PHP エディタ	レジプログラムのシミュレーション実習



図 1 sAccess の実行画面
Fig. 1 A screenshot of sAccess.



図 2 SQL エディタの実行画面
Fig. 2 A screenshot of SQL editor.

言語の利用が考えられる。オンライン上で SQL を学ぶ環境として、paiza.IO [15] やドットインストール [16] があるが、本授業では、スムーズに sAccess から SQL へ移行するために sAccess のデータベースを SQL で操作できる SQL エディタ [17] を採用した。第 3, 4 時限目では、SQL エディタを使い、SQL 言語からのデータ検索 (select) とデータ登録 (insert) を学ぶ。SQL エディタの画面例を図 2 に示す。図 2 の ③ は命令の入力欄で、「use library;」のように使用するデータベースを宣言すると、① の部分に接続中のデータベース名が表示される。実行した命令は ② に履歴が表示され、クリックすることで過去に実行した命令を入力欄に呼び出して使用できる。select 文などの実行結果は ④ に表示される。このように、SQL エディタではオンライン上で手軽に SQL の問合せを実行することができる。

情報システムを体験する実習では、これまでに学んできたデータベースが身の回りの情報システムの中で活用されていることを体験する目的から、生徒にとって身近なコンビニエンスストアのレジを題材とした情報システムの体験実習を行う。授業中に情報システムを開発することは難しいため、教員が PHP 言語で書かれたレジプログラムを用意し、生徒はそのプログラムを実行してシステムを体

験する。コンビニエンスストアのレジプログラムを実行することで、バーコードに書かれた情報が POS システムのデータベースの商品 ID と結びついていることや、情報システムの裏側でデータベースが活用されていることなどを学習できるようにした。オンラインプログラミング環境には、sAccess や SQL エディタとデータベースの共有が可能な PHP エディタ [17], [18] を使用した。PHP エディタの画面例を図 3 に示す。図 3 の ① がプログラム編集領域で、② にその実行結果が表示される。③ はファイルリストで、④ に示す操作ボタンによりファイルの追加や削除ができる。さらに、クラス単位でプログラムを配布する機能もあり [19]、本授業ではこの機能を利用してプログラムを配布した。オンラインプログラミング環境として他に、Codecademy [20] や code.9leap [21] のように Web ブラウザ上で直接コーディングや動作確認を行える環境を提供するサービスがある。しかし、これはあらかじめ用意された資料を用いて学習を進める構造であり、本授業のように教員が用意したデータベースやプログラムは使用することができない。sAccess, SQL エディタとのデータベースの連携およびクラス単位での教材配布 (PHP プログラム) の容易さから本授業では PHP エディタを使用した。

最後に、学習環境全体のシステム構成図を図 4 に示す。各ツールは単独で利用できるが、「サクセスシリーズ」としてクラス、ユーザ、データベース*1の連携が可能である [19]。教員が sAccess のクラス管理機能を使い、事前にクラス登録をしておけば、生徒はブラウザから各システムのログイン画面にアクセスし、クラス ID とユーザ名を入力するだけでツール間でデータベースを共有できる。

3. 実施した授業

2015 年 10 月から 12 月にかけて、「情報の科学」の授業

*1 なお、次章で述べる教育実践時点では、データベース共有機能は SQL エディタと PHP エディタ間のみで実装されていた。

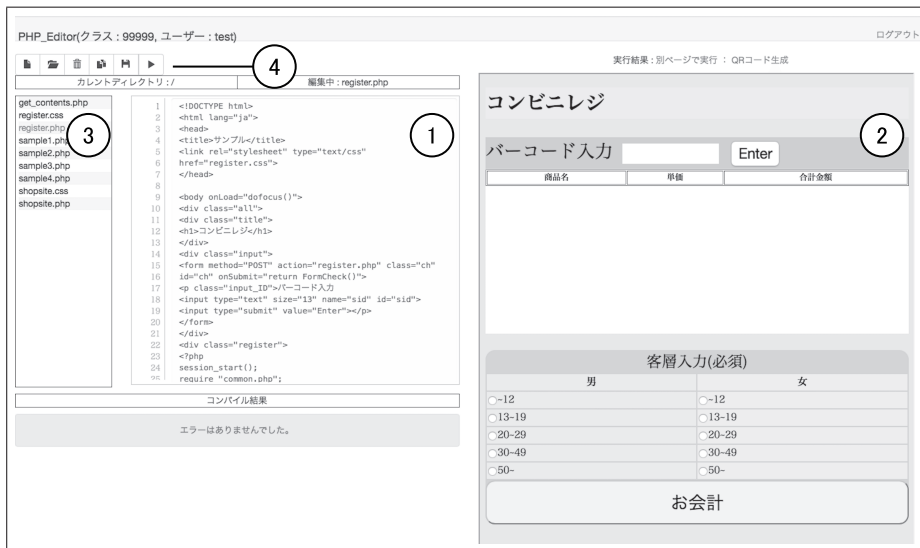


図 3 PHP エディタの実行画面
Fig. 3 A screenshot of PHP editor.

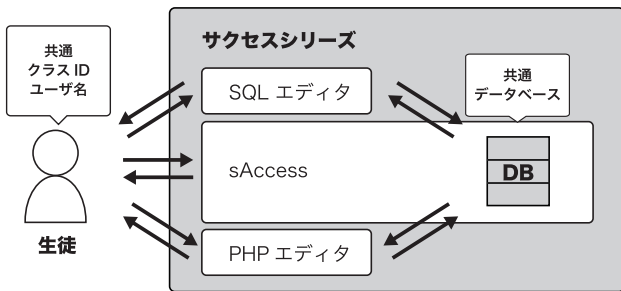


図 4 システム構成図
Fig. 4 An image for system configuration diagram.

において、2.2 節で提案した表 1 の授業実践を行った。対象は大阪府の私立高等学校の 1 年生 425 人（男子 250 人，女子 175 人）である。本章では授業の詳細について述べる。

3.1 データベース操作実習（第 1，2 時限目）

第 1，2 時限目の授業では、関係データベースを構成するテーブル（表），レコード（行），フィールド（列）についてスライドで説明した後，sAccess を用いて実習を行った。

第 1 時限目の授業では，sAccess に用意されているサンプルデータベースの中から，高校生に身近な図書館データベースを使用して実習を行った。表 2 に図書館データベースのテーブル構成を示す。生徒は説明のスライドを見ながら、「図書データから書名が「ごんぎつね」の図書を選択する」「図書データの書名と著者名だけを射影して表示する」「図書データと著者データを結合することで著者番号に加えて著者名を表示する」といった作業を行った。

第 2 時限目の授業では，前時の復習を行った後，5 つの練習問題に取り組んだ。表 3 に問題と解答例を示す。

3.2 SQL プログラミング実習（第 3，4 時限目）

第 3，4 時限目の授業では，sAccess の実習を通して理解

表 2 図書館データベースのテーブル構成
Table 2 Table structure of library databases.

テーブル	フィールド
図書データ	図書番号，書名，著者番号，分類番号
著者データ	著者番号，著者名
分類データ	分類番号，分類
生徒データ	生徒番号，学年，クラス，番号，名前，性別，住所
貸出データ	貸出番号，図書番号，生徒番号，貸出月，貸出日

表 3 sAccess の練習問題
Table 3 Exercises of database operation with sAccess.

項番	問題	解答例
1	テーブルから 4 月の貸出情報 を表示しよう	表示 貸出データ 選択 貸出月 4
2	テーブルから図書番号，貸出 月のフィールドだけ表示しよう	表示 貸出データ 射影 図書番号，貸出月
3	図書番号「T4067」の 6 月の 貸出情報を表示しよう	表示 貸出データ 選択 図書番号 T4067 選択 貸出月 6
4	著者名が「新美南吉」の書名， 分類番号だけを表示しよう	表示 著者データ 選択 著者名 新美南吉 結合 図書データ 射影 書名，分類番号
5	4 月に貸し出された書名， 著者名を表示しよう	表示 貸出データ 選択 貸出月 4 結合 図書データ 結合 著者データ 射影 書名，著者名

したデータベースの知識を活かし，SQL による問合せを行う学習を行った。

第 3 時限目の授業では，SQL エディタに用意されているサンプルデータベースの中から，コンビニデータベースを使用して実習を行った。表 4 にコンビニデータベース

表 5 SQL の練習問題
Table 5 Exercises of SQL operations.

問題	解答例
1 価格の安い順の最初にある商品名とメーカーは？	<code>select pname,pmaker from product order by pprice;</code>
2 価格の高い順の最初にある商品名とメーカーは？	<code>select pname,pmaker from product order by pprice desc;</code>
3 「商品名に麦を含む商品」を表示しよう。レコード数は？	<code>select * from product where pname like '%麦%';</code>
4 「商品名が茶で終わる商品」を表示しよう。レコード数は？	<code>select * from product where pname like '%茶';</code>
5 価格が 150 円の商品のレコード数は？	<code>select count(*) from product where pprice = 150;</code>
6 「商品の価格の合計」を表示しよう。	<code>select sum(pprice) from product;</code>
7 「商品の平均価格」を表示しよう。	<code>select avg(pprice) from product;</code>

表 4 コンビニデータベースのテーブル構成

Table 4 Table structure of convenience store databases.

テーブル	フィールド			
商品データ (product)	商品番号 (pid)	商品名 (pname)	メーカー (pmaker)	単価 (pprice)

```
insert into product values (4901085094167, 'むぎ茶',
'佐藤園', 250, 'http://~/~.jpg', 50);
```

図 5 商品の登録例

Fig. 5 Example of an insert operation for registration of products.

のテーブル構成を示す（コンビニデータベースには売上 (sales) テーブルなども存在するが、SQL の実習では商品 (product) テーブルのみを使用した）。生徒は説明のスライドを見ながら、「select 文ではフィールド名に*を指定すると全フィールドが表示される」「フィールド名を指定すると射影を行える」「where に条件を書くと選択を行える」「複数の条件を指定するときは and を使う」といった内容を実習した。

第 3 時限目の授業を 4 クラス (142 人) のシステムのログから分析したところ、入力した SQL 文は平均 15.2 行であった。use 文のエラーは 10%程度だが、select 文のエラーは約 32%あり、3 回のうち 1 回程度はエラーになっていた。エラーの原因には空白や記号を日本語文字で入力してしまうケースも存在しており、このようなエラーは目視では発見しにくいことから、SQL エディタの「全角の「=」がないか確認してください。」といったエラーメッセージは有用だったと考えられる。高等学校の共通教科情報で SQL を使用することに不安はあったが、実際には生徒たちは sAccess の実習を通して「複数の表でデータを扱う」「選択/射影/結合などの操作でデータを処理する」といった関係データベースの考え方を理解していたため、言語が変わっても大きな混乱なく SQL のプログラムを記述することができていた。

第 4 時限目の授業では、空の商品テーブルに対して insert 文を使い、商品データベースに各自が自分の好きな商品を 1 個以上ずつ登録する実習を行った。図 5 に商品登録の例を示す。商品登録の insert 文については、記号の入力と、1

バイト文字と 2 バイト文字の切替えて入力ミスが発生しやすかったことから、LMS (まな BOX) にテンプレートを提示して、それをコピーして修正する形で入力を行った。insert 文の実習の後で第 3 回の復習を兼ねた練習問題に取り組んだ。表 5 に問題と解答例を示す。

3.3 情報システム体験実習 (第 5 時限目)

第 5 時限目の授業では、sAccess と SQL を通して理解したデータベースが身近な情報システムの中で使われていることを、実習を通して確認した。題材としたのは商店やコンビニエンスストアで利用されているレジの POS システムである。

生徒は前時に SQL の insert 文で 1 人あたり 1 個以上の商品を商品テーブルに登録した。本時では PHP のプログラムをサーバ側で実行できる PHP エディタを使い、生徒自身が登録した商品テーブルを利用する形でレジプログラムを扱う実習を行った。

前章で述べたように、PHP エディタの教材配布機能を使い、生徒がログインするとファイルリストに実習に必要なプログラムが表示されている状態になるようにした。レジプログラムを選択して実行ボタンを押すと、図 3 のようにコンビニエンスストアのレジを模した画面が表示される。このシステムでは、商品のバーコードをバーコードリーダまたはキーボードから入力した後で、画面下部の客層を選択し、「お会計」ボタンをクリックすることで、商品の販売を行うことができる。売上げはコンビニデータベースの売上テーブルに記録され、在庫数が更新される仕組みになっている。

授業では、まずはじめに生徒を 2 人ずつ組ませ、双方ともに顧客として購入したい商品を紙に記入するように指示した。次に、記入が完了したら互いの紙を交換させ、双方ともに店員となって自分のブラウザ上のレジプログラム (図 3) から交換した紙に書かれた購入したい商品を入力させた。このように、生徒全員が顧客・店員となり、レジプログラムを体験できるようにした。

教室のスクリーンには売上商品ランキングの画面を表示し、生徒の操作によってリアルタイムで売上げが変動する様子を確認できるようにした。教室内の人数分のレジから

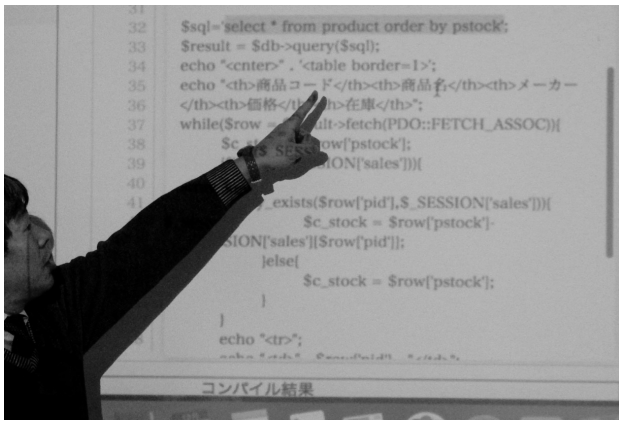


図 6 PHP プログラム中の SQL 文の発見

Fig. 6 Lecture about SQL statements in PHP programs.

の売上げがスクリーンの売上画面に反映される様子を見ることで、全国のコンビニエンスストアのレジがコンピュータのプログラムとして動作していることや、ネットワークを通して店舗ごとの売上げがデータベースに集約されること、それらが全体として1つの情報システムを形作っていることなどを体験的に学習した。

今回の実習は PHP の学習ツールである PHP エディタで行ったため、生徒はプログラムを画面の左側に表示し、それを実行することで画面の右側にレジプログラムを表示して作業した。その作業を通して、情報システムのアプリケーションもプログラムで作成されていることを自然に意識できるようにした。

授業のまとめでは、生徒にレジプログラムの中に書かれた SQL 文を発見させる実習を行った。生徒は PHP のプログラムからデータベースを呼び出している箇所を見つけることで、情報システムの中でデータベースが利用されていることを実感できるようにした。説明の様子を図 6 に示す。

4. 教育実践による評価

本章では、提案授業の効果を評価するために、前章で述べた実践授業で収集したアンケート結果と期末試験の結果を分析・考察する。

4.1 調査対象

調査対象は、1 回以上欠席した生徒と、授業進行の都合でアンケートなどを実施できない回のあった生徒を除く、179 人（男子 105 人、女子 74 人、有効回答率 42.1%）である。

コンピュータやプログラミングに関する生徒の興味やスキルなどを確認するための事前調査として、生徒にパソコン環境とプログラミング経験についてアンケートを実施した。ここ 1 年程度のパソコンの利用頻度は、「数カ月に 1 回程度」が最も多く、次いで「1 カ月に数回程度」であり、

表 6 パソコンの利用頻度

Table 6 Usage frequency of personal computer.

利用頻度	回答率
ほぼ毎日	11.2%
1 週間に数回程度	14.0%
1 カ月に数回程度	29.6%
数カ月に 1 回程度	31.8%
使用していない	13.4%

表 7 プログラミング経験

Table 7 Experience in programming.

プログラミング経験	回答率
経験はない	72.6%
学校の授業でやったことがある	25.1%
自分で勉強したことがある	2.2%

これらの回答で約 60%を占めていた（表 6）。パソコンによるプログラミング経験は、「経験はない」が多くを占めていた（表 7）。

これらの結果から、対象となった高校生はパソコンは身近にはあるもののそれほど積極的に使用しておらず、プログラミング経験もほとんどないことが分かった。

4.2 調査方法

授業への満足度について、各授業については毎回の終了時に、授業全体については翌週の授業開始時に、アンケートシステムを用いて回答するように求めた。質問項目は表 8 の 6 項目で、「まったくあてはまらない」、「あまりあてはまらない」、「ややあてはまる」、「よくあてはまる」の 4 件法で尋ねた。また、各授業の感想を自由記述で求めた。

全授業授業終了後の翌週に、学習目標の達成度を確認するための質問項目として、表 9 に示す「データベースによる情報処理」と「情報システム」の理解度を問う 2 つの質問を各授業後のアンケートと同様に 4 件法で尋ねた。

4.3 結果

4.3.1 尺度構成

第 1 時限目の授業への回答について主成分分析を行ったところ、成分 1 に「学習内容について関心を持った」などの質問項目 1~4、6 の 5 項目が負荷し、成分 2 には「学習内容は難しかった」の質問項目 5 の 1 項目のみが負荷した*2。そこで、成分 1 に負荷した 5 項目の平均値を授業の満足度を示す「主観的満足度」の尺度得点とし、成分 2 に負荷した 1 項目の得点を授業の難易度を示す「主観的困難度」の尺度得点として扱うことにした。

4.3.2 主観的満足度と主観的困難度

第 1~第 5 時限目の授業と授業全体に対する主観的満

*2 成分 1 に負荷した 5 項目について、Cronbach の α 係数を算出したところ、.90 と十分に高かった。第 2 時限目以降の授業に対する回答も同様の構造となっていた。

表 8 主観的満足度・困難度の質問項目と第 1 時限目の主成分分析結果

Table 8 Result of the questionnaire regarding subjective satisfaction and subjective difficulty using principal component analysis.

項番	質問項目	負荷量			
		成分 1	成分 2	平均値	標準偏差
1	授業は楽しかった	.891	.026	3.01	0.80
2	授業の学習内容について関心を持った	.913	.008	2.98	0.75
3	授業を今後も受けてみたいと思った	.898	.099	2.98	0.82
4	授業の学習内容について理解できた	.766	-.322	3.16	0.66
5	授業の学習内容は難しかった	.005	.975	2.69	0.78
6	授業を受けて新しいことを学ぶことができた	.741	.165	3.35	0.66
固有値		3.572	1.092		
寄与率 (%)		59.5	18.2		

表 9 授業理解度の結果

Table 9 Result of the questionnaire regarding students' understanding.

評価したい学習目標	質問項目	平均値	標準偏差
データベースによる情報処理の理解	レジなどではバーコードから商品情報を読み取り、データベースと連携して商品の販売・在庫管理を行っていることが分かった	3.54	0.63
情報システムの理解	レジなど日常生活で利用する情報システムは、データベースを使い情報を蓄積・管理し、必要なときに情報を迅速に取り出していることが分かった	3.50	0.61

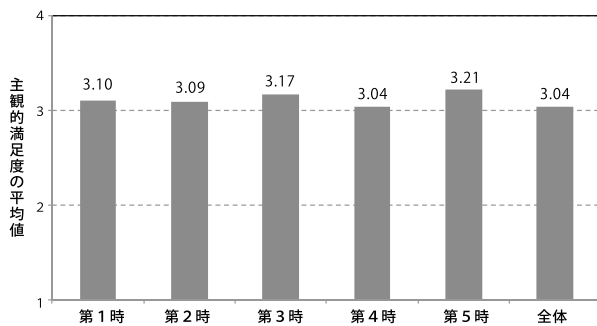


図 7 各回および全体の主観的満足度の結果

Fig. 7 Result of the questionnaire regarding subjective satisfaction.

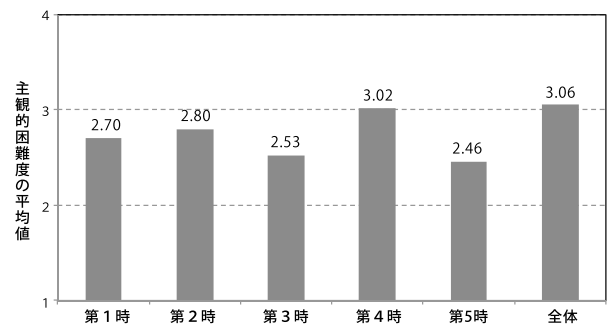


図 8 各回および全体の主観的困難度の結果

Fig. 8 Result of the questionnaire regarding subjective difficulty.

満足度の平均値を図 7 に示す。各回の平均値について、理論的中間点である 2.5 との差を比較したところ、すべて有意に高かった（第 1～第 5 時限目・全体の順に、 $t(178) = 12.73, 11.96, 13.94, 11.14, 16.67, 12.31, ps < .01$ ）。これらの平均値の差を比較したところ、第 5 時限目の主観的満足度が第 4 回および全体の主観的満足度に比べて有意に高かった ($F(4.51, 803.14) = 5.00, p < .01^{*3}$)。

第 1～第 5 時限目の授業と授業全体に対する主観的困難度の平均値を図 8 に示す。各回の平均値について、理論的中間点との差を比較したところ、第 1, 第 2, 第 4 時限目、全体の主観的困難度が理論的中間点よりも有意に高かった（順に、 $t(178) = 3.31, 5.12, 8.95, 9.61, ps < .01$ ）。一方で、第 3, 第 5 時限目では有意差はみられなかった ($t(178) = 0.47, 0.61, n.s.$)。これらの平均値の差を比較し

たところ、第 3, 5 時限目に比べて、第 1, 第 2 時限目の方が有意に高く、それよりも第 4 時限目、全体の方が有意に高かった ($F(5, 890) = 25.31, p < .01^{*4}$)。

4.3.3 主観的理解度

第 5 時限目の授業終了後に、収集した主観的理解度の結果を表 9 に示す。平均値と標準偏差を算出し、それぞれ理論的中間点との差を比較した結果、「データベースによる情報処理の理解」の平均値と標準偏差は、3.54 (0.63) となり、理論的中間点よりも有意に高かった ($t(178) = 22.03, p < .01$)。「情報システムの理解」の平均値と標準偏差は、3.50 (0.61) となり、理論的中間点よりも有意に高かった ($t(178) = 21.79, p < .01$)。

次に、授業評価による被験者の分類を行い、理解度との関係を分析するために、授業全体についての主観的評価アンケート（表 8 の 6 項目）を用いて、179 人の対象者を分

*3 球面性の仮定が成り立たなかったため ($\chi^2(14) = 45.82, p < .01$)、Greenhouse-Geisser の ϵ を用いて自由度を調整した。多重比較は HSD 法で行い、有意水準 5% を基準とした。

*4 多重比較は HSD 法で行い、有意水準 5% を基準とした。

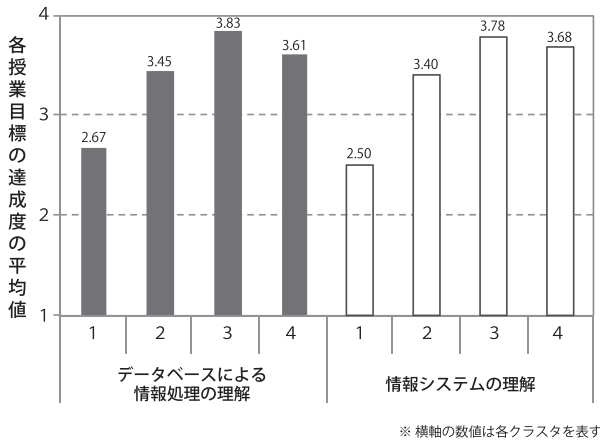


図 9 クラスタ別にみた授業理解度の結果

Fig. 9 Result of the questionnaire regarding students' understanding according to clusters.

類するためにクラスタ分析 (Ward 法) を行ったところ、4 個のクラスタが得られた。それぞれの人数は、第 1 クラスタが 12 人 (6.7%)、第 2 クラスタが 85 人 (47.5%)、第 3 クラスタが 54 人 (30.2%)、第 4 クラスタが 28 人 (15.6%) となり、これらの人数の割合を比較したところ、「第 1 クラスタ < 第 4 クラスタ < 第 3 クラスタ < 第 2 クラスタの順に多くなっている」ことを確認した ($\chi^2(3) = 68.35$, $p < .01^{*5}$)。

前述の授業理解度に関する 2 項目について、クラスタごとに比較した結果を図 9 に示す。「データベースによる情報処理の理解」の項目では、第 1 クラスタに比べて他のクラスタの方が得点が高く、第 2 クラスタに比べて第 3 クラスタの方が得点が高かった ($F(3, 175) = 15.31$, $p < .01$)。「情報システムの理解」の項目では、第 1 クラスタに比べて他のクラスタの方が得点が高く、第 2 クラスタの方に比べて第 3 クラスタの方が得点が高かった ($F(3, 175) = 21.39$, $p < .01^{*6}$)。

続いて、クラスタ分析に用いた 6 項目について主成分分析を行い、得られた第 1、第 2 主成分の負荷量と、算出した主成分得点 (Anderson-Rubin 法) をクラスタ分析によって得られた 4 クラスタごとに平均した値を 2 次元グラフ上に布置した (図 10)。

成分 1 のプラス側の軸付近には、質問項目 1~4、6 が布置されており、授業に対する肯定的な評価を表す 5 項目がすべて成分 1 のプラス側に布置されていることから、成分 1 は「主観的満足度」を示す軸であると解釈された。成分 2 のプラス側の軸付近には、質問項目 5 のみが布置しており、「主観的困難度」を示す軸であると解釈された。

各クラスタの主成分得点の平均値は、第 1 クラスタは第 3 象限の中心寄りに布置しており、他のクラスタに比べて主観的満足度も困難度もともに低いことが分かった。また、

*5 多重比較はライアン法を用いた。

*6 多重比較は HSD 法。以下同様。

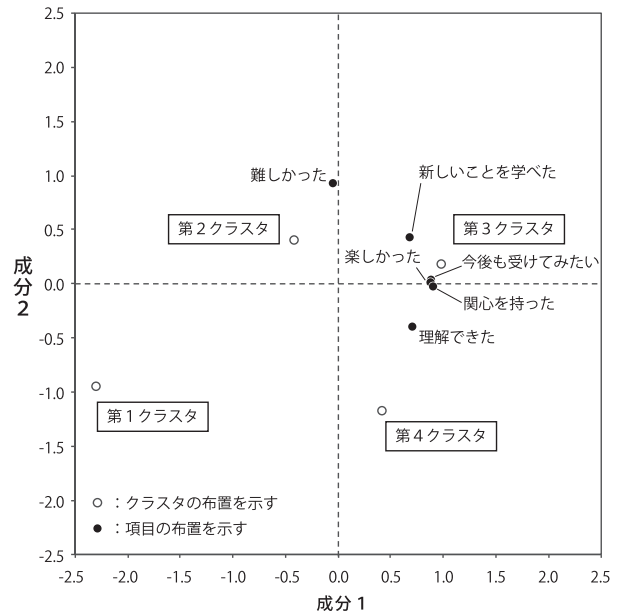


図 10 主観的満足度・主観的困難度とクラスタとの関係

Fig. 10 Relation between subjective satisfaction, subjective difficulty and clusters.

図 9 の結果からも学習目標を達成できていると感じておらず、授業自体に関心を持っておらず、一連の授業にのっとった学習がほとんどできなかった回答者であると解釈された。

第 2 クラスタは第 2 象限内の原点寄りに布置しており、他のクラスタに比べて困難度が高く、満足度はやや低いと考えられた。一方で、第 1 クラスタに比べると学習目標は達成できていると感じており、内容が難しく十分に理解できなかったために満足度はやや低かったものの、授業によって得るものはあったと感じていた回答者であると解釈された。

第 3 クラスタは第 1 象限内の成分 2 の軸付近に布置しており、他のクラスタに比べて満足度が高く、困難度はやや高いものの、学習目標は十分に達成できていると感じることが分かった。このことから、授業の内容は難しくはあるものの、新しいことを学べたり楽しかったりと満足度は高く、十分に得るものはあったと感じていた回答者であると解釈された。

第 4 クラスタは第 4 象限の成分 2 の軸寄りに布置しており、他のクラスタに比べて困難度が低く、満足度はやや高く、学習目標も十分に達成できたと感じていた。このことから、授業内容はそれほど難しくはなく、学習目標は十分に達成できたが、新しいことを学べたとあまり感じられなかったために、満足度はやや低かった回答者であると解釈された。

4.3.4 期末試験による客観的評価

学期途中の期末試験において、sAccess に関する問題を 8 問、SQL に関する問題を 7 問出題した*7。内容はそれぞれ

*7 第 5 時限目が期末試験終了後に実施されるため、情報システムに関する質問は出題しなかった。

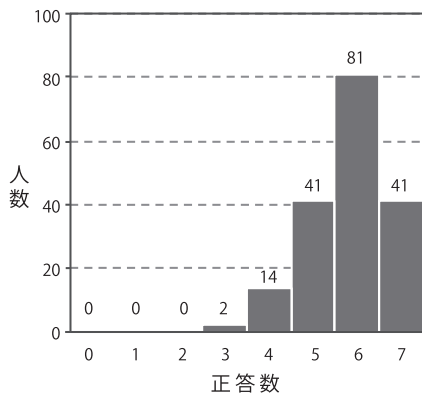


図 11 期末試験での SQL 問題の正答数

Fig. 11 Result of the exam questions regarding SQL.

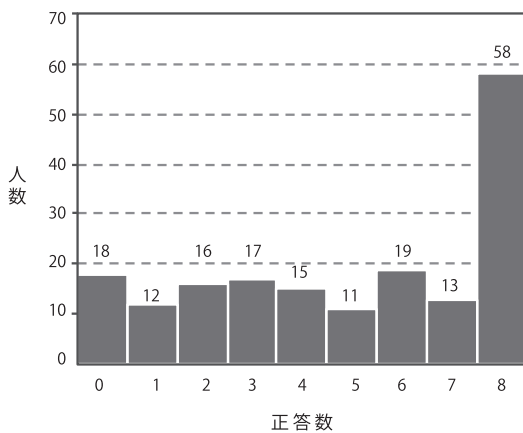


図 12 期末試験での sAccess 問題の正答数

Fig. 12 Result of the exam questions regarding sAccess.

れ表 3 および表 5 の理解度を確認する問題で、sAccess に関する問題は所望の結果を表示させるための sAccess のコマンドを、SQL に関する問題は SQL 文を見て、得られるレコード数を記述させる問題である。

SQL に関する問題（全 7 問）の正答数の分布を図 11 に示す。平均値は 5.81、標準偏差は 0.92 であった。平均値が高く得点が狭い範囲に分布しており、全体的に生徒の理解度が高かったことが分かる。

sAccess に関する問題（全 8 問）の正答数の分布を図 12 に示す。平均値は 4.91、標準偏差は 2.86 であった。広い範囲に分布しているが、全問正解者が多いことから、理解度の高い生徒が多かったことが分かる。

sAccess に関する問題と SQL に関する問題で、回答形式が異なるため、正答数に多少のばらつきはあるものの、sAccess と SQL ともにおおむね正答率は高く、理解度が高いことが分かった。

4.4 考察

主観満足度は、授業回によってやや差はあるものの、一貫して高く、授業全体への満足度も高いことが分かった。クラス分析の結果、授業自体にほとんど関心を持てな

かったと考えられる第 1 クラスタの回答者が最も少なかったことから、提案授業はデータベースや情報システムを初めて学ぶ生徒にとって、関心を持って積極的に取り組める内容であることが推定された。特に主観満足度が高かった第 5 時限目の自由記述アンケートを確認したところ、「プログラムの中に sql 文があってちょっと感動した」、「レジの仕組みなどが良く分かった。今まで習ってきたことがこんなことにも使われているなんて知らなかった」、「今までの学習したことが身近なところで使われていることを知れて楽しかった」などの感想がみられ、前時までに学んだデータベースが身近な情報システムで利用されていることを体験的に理解できたことが、満足度の高さにつながったと推察される。また、期末テストおよび授業理解度の結果から、データベースによる情報処理については総じて理解できており、生徒自身も「データベースによる情報処理」と「情報システム」について理解できたと評価していることが分かった。以上の結果から、データベースや情報システムの仕組みを体験的に学習するために、提案授業が有効に働いたことが分かった。

一方で、内容が難しく十分に理解できなかったと感じていた第 2 クラスタの回答者が最も多かったことから、授業の難易度については調整の必要性が示唆された。主観的困難度を分析した結果、第 1、第 2、第 4 時限目の授業内容がやや難しく、全体への印象につながったことが分かった。第 1、第 2 時限目はデータベースに触れることが初めてであったことと、「射影」といった初めて耳にする用語が主観的困難度に影響したと考えられる。これらの結果から、第 1 時限目は丁寧に用語の説明を行う、第 2 時限目は復習の時間を十分にとるなどの配慮が必要である。第 4 時限目では、商品登録のための insert 文の入力作業において入力ミスが発生し、スムーズに insert 処理を実行できない生徒が見られ、このことが主観的困難度に影響を与えたと考えられる。自由記述の感想に「自分で考えた商品で作業ができて楽しかった」「自分が登録した商品で実践することができて楽しかった」などの意見があり、生徒自身が考えた架空の商品を登録したテーブルを実習で使用することについては、学習意欲の向上につながり有効であると推察されるため、今後は insert 処理を容易に行えるような登録フォームを用意するなど対策を考えたい。

5. おわりに

本研究では、高等学校での情報教育におけるデータベースおよび情報システムの仕組みの体験的な学習の実現を目指し、データベース操作とそれを活用したプログラム体験実習を通じた情報システムの仕組みを学習する授業シナリオを設計し、提案した。

高等学校で教育実践を行い、各時限および授業全体についての満足度、難易度および理解度を分析した結果、授業

内容はやや難しかったものの、総じて満足度は高く、学習目標を達成できていることが分かった。

今後は開発した授業モデルを広く実践してもらえるよう授業実践マニュアルや各種資料、授業で使用する共有データベースやレジプログラムなどのサンプルデータを教材セットとしてまとめ、公開していきたい。

謝辞 清教学園中・高等学校の武本康宏先生、北辻研人先生（現在、大阪暁光高等学校）には授業の実施について多大なご協力をいただき感謝いたします。支援団体としてサポートしてくれた大阪電気通信大学メディアコミュニケーションセンター（MC2）の岩村真吾さんと上川直紀さん、授業アシスタントとして授業を支援してくれた大阪電気通信大学情報学科の西川弘恭君に感謝します。

本研究は JSPS 科研費 JP25350214, JP16K16319 の助成を受けたものです。本授業は文部科学省からの委託で三菱総合研究所が実施した「平成 27 年度情報教育指導力向上支援事業」の一環として実施しました。

参考文献

- [1] Brown, N., Sentance, S., Crick, T. and Humphreys, S: Restart: The Resurgence of Computer Science in UK Schools, *Trans. Comput. Educ.*, Vol.14, No.2, Article 9 (2014).
- [2] 文部科学省：幼稚園，小学校，中学校，高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申），入手先 (http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1380731.htm) (参照 2016-12-30)。
- [3] コンピュータ教育開発センター：高等学校等における情報教育の実態調査実施報告書（2009），入手先 (<http://www.cec.or.jp/ict/pdf/houkoku.all.pdf>) (参照 2016-12-30)。
- [4] 重田桂子，植原啓介，村井 純：高校教科「情報」に関するアンケート，情報教育シンポジウム 2015 論文集，Vol.2015, pp.31-38 (2015)。
- [5] 中村真二，包 領兄，チャンチュンヒウ，細澤あゆみ，横山 航，山本沈希，湯瀬裕昭，青山知靖，鈴木直義：専門高校の課外活動における PBL の実践報告，情報処理学会研究報告コンピュータと教育（CE），Vol.2010-CE-104, No.7, pp.1-6 (2010)。
- [6] Live E!協議会：Live E!—活きた地球の環境情報，入手先 (<http://www.live-e.org/>) (参照 2016-12-30)。
- [7] 高岡詠子，山内崇裕，滑川敬章：高等学校における実用的プログラミングの教育実践，情報処理学会論文誌教育とコンピュータ（TCE），Vol.2, No.2, pp.37-52 (2016)。
- [8] 三井栄慶：データベース利用の授業案（オンライン），入手先 (<https://www.wakuwaku-catch.net/高校教科-情報-先生方の取り組み/授業事例 1/>) (参照 2016-12-30)。
- [9] 長谷川友彦：情報を活用し情報社会に参画するためにデータベースを科学的に理解する学習（オンライン），入手先 (<https://www.wakuwaku-catch.net/高校教科-情報-先生方の取り組み/授業事例 10/>) (参照 2016-12-30)。
- [10] 兼宗進研究室：sAccess（オンライン），入手先 (<http://saccess.eplang.jp/>) (参照 2016-12-30)。
- [11] 長瀧寛之，兼宗 進：データベース実習を支援するツール sAccess（サクセス），情報処理，Vol.56, No.5, pp.466-469 (2015)。
- [12] 長瀧寛之，中野由章，野部 緑，兼宗 進：データベース操作の学習が可能なオンライン学習教材の提案，情報処

- 理学会論文誌，Vol.55, No.1, pp.1-12 (2014)。
- [13] 兼宗 進，長瀧寛之，野部 緑，中野由章：データベース操作の学習が可能なオンライン学習教材の設計と実装，情報処理学会研究報告コンピュータと教育（CE），Vol.2012-CE-118, No.7, pp.1-8 (2013)。
- [14] 野部 緑，長瀧寛之，中野由章，兼宗 進：関係データベース操作を視覚的に表示するオンライン学習教材，情報処理学会研究報告コンピュータと教育（CE），Vol.2012-CE-117, No.10, pp.1-6 (2012)。
- [15] ギノ株式会社：paiza.IO（オンライン），入手先 (<https://paiza.io/>) (参照 2016-12-30)。
- [16] 株式会社ドットインストール：ドットインストール（オンライン），入手先 (<http://dotinstall.com>) (参照 2016-12-30)。
- [17] 兼宗 進，長瀧寛之：オンラインでのデータベースプログラム実習システムの提案，日本情報科教育学会，第 8 回全国大会講演論文集，pp.99-100 (2015)。
- [18] 兼宗 進：ブラウザで利用可能な Web プログラム学習環境，第 8 回全国高等学校情報教育研究会全国大会（宮崎大会）(2015)。
- [19] 小林史弥，西川弘恭，林 康平，鳥袋舞子，長瀧寛之，兼宗 進：情報システム学習を指向した Web ベースのツール開発と授業利用の報告，情報処理学会研究報告コンピュータと教育（CE），Vol.2016-CE-134, No.3, pp.1-8 (2016)。
- [20] Codecademy: Codecademy（オンライン），入手先 (<http://www.codecademy.com/learn>) (参照 2016-12-30)。
- [21] UEI Corporation: code.9leap（オンライン），入手先 (<http://code.9leap.net/>) (参照 2016-12-30)。



兼宗 進（正会員）

1987 年千葉大学工学部電子工学科卒業。1989 年筑波大学大学院理工学研究科修士課程修了。2004 年同大学大学院ビジネス科学研究科博士課程修了。博士（システムズマネジメント）。企業勤務後，2004 年から一橋大学総合情報処理センター准教授。2009 年から大阪電気通信大学医療福祉工学部/総合情報学部を経て工学部電子機械工学科教授。プログラミング言語，情報科学教育に興味を持つ。ACM, IEEE Computer Society 各会員。



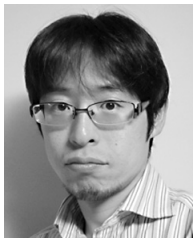
白井 詩沙香

2007年武庫川女子大学情報メディア学科卒業(学長賞受賞)。企業勤務を経て、2010年武庫川女子大学大学院生活環境学研究科修士課程入学。2012年同大学院同研究科修士課程修了。2015年同大学院同研究科博士課程修了。博士(情報メディア学)。2015年より武庫川女子大学生活環境学部生活環境学科助教。ヒューマンコンピュータインタラクション、情報科学教育の研究に従事。2015年CIEC学会賞(論文賞)受賞。コンピュータ利用教育学会、日本数式処理学会、日本教育工学会、日本情報科教育学会、ACM各会員。



竹中 一平 (正会員)

2002年筑波大学第二学群人間学類卒業。2007年同大学大学院人間総合科学研究科修了。博士(心理学)。日本学術振興会特別研究員および研究所勤務を経て、2009年から岡山短期大学幼児教育学科専任講師。2012年武庫川女子大学文学部心理・社会福祉学科助教を経て、現在は同専任講師。情報伝播に関する研究に従事。日本心理学会、日本社会心理学会各会員。



長瀧 寛之 (正会員)

2002年大阪大学大学院基礎工学研究科博士前期課程修了。同年より2005年まで鳥取環境大学助手。2009年大阪大学大学院情報科学研究科博士後期課程修了。博士(情報科学)。同年岡山大学教育開発センター助教。2013年同准教授。主にコンピュータ活用教育、情報教育に関する研究に従事。2011年度山下記念研究賞受賞。教育システム情報学会、コンピュータ活用教育学会各会員。



小林 史弥 (学生会員)

2017年大阪電気通信大学総合情報学部情報学科卒業。現在、同大学大学院工学研究科制御機械工学専攻在学中。



島袋 舞子 (正会員)

2014年沖縄国際大学産業情報学部産業情報学科卒業。2016年大阪電気通信大学大学院医療福祉工学研究科博士前期課程修了。修士(工学)。同年同大学情報教育特任講師。現在に至る。初等中等教育における情報科学教育に関する研究に従事。日本情報科教育学会会員。



田邊 則彦

1975年慶應義塾大学文学部社会・心理・教育学科心理学専攻卒業。1975年慶應義塾幼稚舎教諭。1992年慶應義塾湘南藤沢中・高等部教諭。2003年慶應義塾大学教職課程センター非常勤講師兼任。2009年関西大学外国語学部非常勤講師。2010年関西大学初等部教諭、関西大学高等部非常勤講師兼任。2012年関西大学大学院総合情報学研究科博士課程後期課程単位取得退学。2012年から清教学園中・高等学校特任教諭、同志社大学理工学部嘱託講師。