

# データベースを利用した高校におけるプログラミング授業の 実践と評価

兼宗 進<sup>1,a)</sup> 白井 詩沙香<sup>2</sup> 竹中 一平<sup>2</sup> 長瀧 寛之<sup>3</sup> 島袋 舞子<sup>1</sup> 田邊 則彦<sup>4</sup>

**概要:** 本研究は、プログラミング教育を通して情報システムのイメージを体験的に学ぶことを指向し、高等学校共通教科情報を想定した、データベースを題材としたプログラミングの授業を設計した。本授業では、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い合わせを学習する。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、PHP で開発したコンビニレジ体験システムを通して学習するというものである。本稿では、実際に高等学校で実践した本プログラミング授業の内容を紹介し、本授業評価として収集した授業アンケートの分析結果について報告する。

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

## Programming Education with Database in High School

KANEMUNE SUSUMU<sup>1,a)</sup> SHIRAI SHIZUKA<sup>2</sup> TAKENAKA IPPEI<sup>2</sup> NAGATAKI HIROYUKI<sup>3</sup>  
SHIMABUKU MAIKO<sup>1</sup> TANABE NORIHIKO<sup>4</sup>

**Abstract:** We developed a teaching scenario of computer science education for high-school students to learn fundamental knowledge of information systems through programming 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) develop 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 exercise.

**Keywords:** Programming Education, Database, sAccess, SQL, PHP, Information System

### 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には、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、総務省がプログラミング人材育成に関する調査を実施する [2]、文部科学省がプログラミング教育の実践ガイドを公開する [3] など、国を挙げてプログラミング教育を推進しようとする動きが活発化しており、今後情報教育の中でいかに効果的なプログラミング教育を行っていくかを検討することが、重要な課題となる。

一方、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その役割を理解することは、情報教育において重要

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

<sup>2</sup> 武庫川女子大学  
Mukogawa Women's University

<sup>3</sup> 岡山大学  
Okayama University

<sup>4</sup> 清教学園学園中・高等学校  
Seikyo Gakuen Junior & Senior High School

a) kanemune@gmail.com

表 1 授業の流れ

回	ツール	内容
1	sAccess	選択・射影・結合などの基本操作実習
2	sAccess	ワークシートによる練習問題
3	SQL エディタ	select 文によるデータ検索の基本操作実習
4	SQL エディタ	insert 文によるデータ登録・ワークシートによる練習問題
5	PHP エディタ	レジシステムのシミュレーション実習

である。

そこで著者らは、高等学校での情報教育に焦点を当て、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て、データベース操作とそれを活用したプログラムの作成を通して情報システムの仕組みを体験的に学習する授業シナリオを設計し、実際の高等学校の授業で実践し、その効果について評価を行った。

以降、実際に高等学校の授業で行ったプログラミング授業の概要について説明する。3章で授業実践後に実施したアンケートの概要を説明し、4章にアンケート回答の分析結果を示した上で、本授業実践についての考察を5章で行った。6章では関連研究について述べ、7章で本論文のまとめを述べる。

## 2. 実施した授業

### 2.1 授業の目的

データベースは情報システムの基盤となる技術であり、情報科学教育において重要な学習項目である。

その一方で、データベースは学習指導要領や教科書に説明がありながら、実際の授業では行いづらい学習項目であった。その原因としては「データベースはエンドユーザが直接使うものではない」「情報システムの裏側でプログラムから使われる」「手軽に学習できる教材が存在しない」などがある。

そこで、画面に表示した表を「選択」「射影」「結合」などの基本的な命令で対話的に操作できる sAccess[4][5][6][7] を用いてデータベースの概念を学んだ後で、SQL エディタ [8] を用いて SQL 言語からのデータ検索 (select) とデータ登録 (insert) を学ぶ学習を行った。最後に、データベースが身の回りの情報システムから活用されていることを体験する目的から、PHP エディタ [8][9] 上で PHP 言語で書かれたコンビニエンスストアのレジを体験する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した。これらのツールはオンラインで提供され、Web ブラウザから使用することができた。表 1 に授業の流れを示す。

表 2 図書館データベースのテーブル構成

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

### 2.2 sAccess によるデータベース実習 (第 1,2 回)

第 1,2 回の授業では、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。

sAccess の画面例を図 1 に示す。画面左側の背景が黄色の部分では、プログラムの命令を編集する操作と、テーブルのデータを表示する操作を行える。右側の背景が白い部分には、実行した結果がひとつひとつの命令ごとに表示される。

学習者が図の左側中央の白い入力欄で命令を入力すると、命令はその上のピンク色の行に表示される。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。sAccess ではこの例のように、「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。

第 1 回目の授業では、sAccess に用意されているサンプルデータベースの中から、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 回目の授業では、第 1 回の復習を行った後、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。

### 2.3 SQL エディタによる SQL 実習 (第 3,4 回)

第 3,4 回の授業では、sAccess の実習を通して理解したデータベースの知識を活かし、SQL による問い合わせを行う学習を行った。実習には Web ブラウザで動作する SQL エディタ [8] を使用した。

SQL エディタの画面例を図 2 に示す。③は命令の入力欄である。「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。SQL



図 1 sAccess の実行画面

表 3 sAccess の練習問題

問題	解答例
問 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
問 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
問 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
問 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
問 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

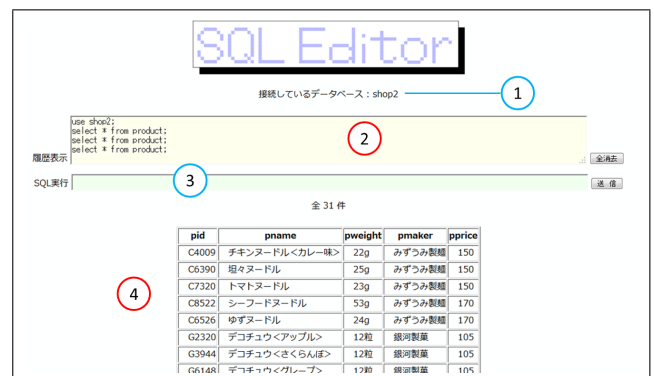


図 2 SQL エディタの実行画面

表 4 コンビニデータベースのテーブル構成

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)

エディタではこの例のように、手軽に SQL の問い合わせを実行することができる。

第 3 回目の授業では、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のテーブル構成を示す。<sup>\*1</sup>

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」

<sup>\*1</sup> 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。

といった内容を実習した。

第 3 回の授業を 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。エラーの原因はさまざまだが、空白や記号を日本語文字で入力してしまうケースもある程度存在しており、このようなエラーは目視では発見しづらいことから、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思われる。

第 4 回目の授業では、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 3 に商品登録の例

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

図 3 商品の登録例

表 5 SQL の練習問題

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

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 バイト文字の切り替えで入力ミスが発生しやすかったことから、LMS (まな BOX[10]) にテンプレートを表示して、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。

## 2.4 PHP エディタを用いた情報システム実習 (第 5 回)

第 5 回の授業では、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。

生徒は第 4 回に SQL の insert 文でひとり 1 個以上の商品を商品テーブルに登録した。第 5 回は PHP のプログラムをサーバー側で実行できる PHP エディタ [9] を使い、PHP で記述したレジ体験プログラムを使う実習を行った。

PHP エディタの画面例を図 4 に示す。画面左側の背景が白の部分はファイル選択とプログラム編集領域であり、画面右側はプログラム実行画面である。

この例ではコンビニのレジを模した画面が表示され、商品のバーコードをバーコードリーダーまたはキーボードから入力することで商品の販売を行うことができる。売上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。教室のスクリーンに表示した売上商品ランキングの画面を図 5 に示す。

生徒は 2 人ずつの組になり、最初に顧客になって購入したい商品を紙に記入し、続いてお互いの紙を交換してレジ

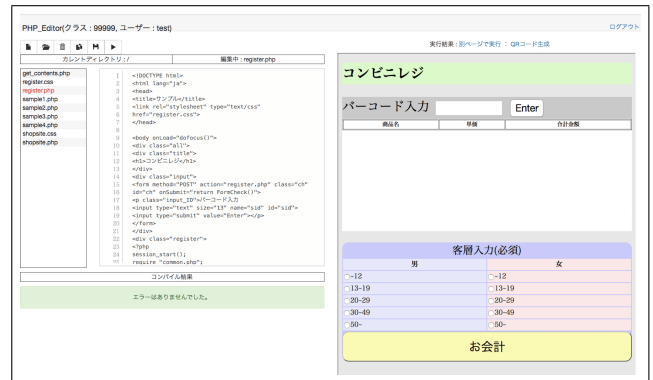


図 4 PHP エディタの実行画面



図 5 売上ランキングの表示

に入力した。教室内の人数分のレジからの売上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がデータベースに集約されること、それらが全体としてひと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の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と意識できるようにした。

授業のまとめでは、生徒にレジの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。

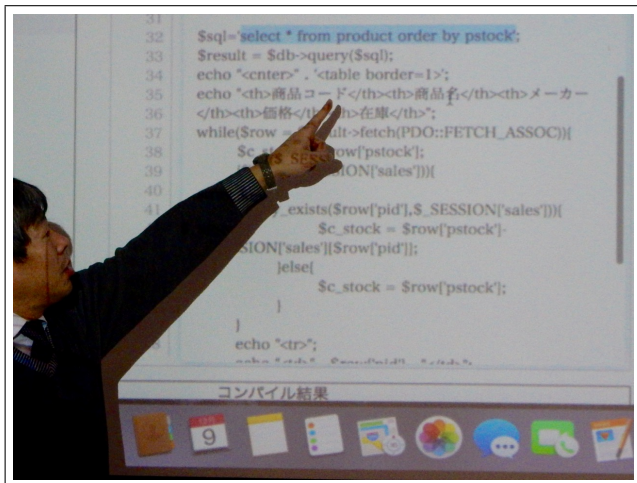


図 6 PHP プログラム中の SQL 文の発見

### 3. 分析方法

#### 3.1 調査対象者

大阪府の私立高等学校の1年生425名(男子250名, 女子175名)であった。これらの生徒のうち, 実践授業の当日欠席者や長期欠席者, 一部異なる実践授業を受講した者等, 本研究で分析対象としたいずれかの実践授業に欠席した者と, 無効回答のある者をのぞいた有効回答者は179名(男子105名, 女子74名, 有効回答率42.1%)であった。

#### 3.2 調査時期

2015年10月から12月であった。

#### 3.3 調査項目と手続き

すべての調査は, 実践授業の協力校が日常的に使用しているオンラインのアンケートシステムを利用して実施した。

##### 3.3.1 事前調査

実践授業の開始までに自宅で回答するように求めた。①現在, 自由に使用できる情報機器について, 多重回答形式で尋ねた。使用した選択肢は, 小花和(2014)[11]を参考にし, 「インターネットに接続されたパソコン」「インターネットに接続されていないパソコン」「タブレット(iPad, Surface等)」「スマートフォン(iPhone, Android等)」「電子書籍端末(Kindle, Kobo等)」「携帯電話(ガラケー)」「デジタルオーディオプレイヤー(iPod等)」であった。②ここ1年程度のパソコンの利用頻度について, 単一回答形式で尋ねた。使用した選択肢は, 「使用していない」「数ヶ月に1回程度」「1ヶ月に数回程度」「1週間に数回程度」「ほぼ毎日」であった。③ここ1年程度のスマートフォンの利用頻度について, 単一回答形式で尋ねた。使用した選択肢は, 「使用していない」「1日1,2回確認する程度」「数時間に1回確認する程度」「1時間に数回確認する程度」「常に手元におき確認している」であった。④これまでのパソ

コンによるプログラミング経験について, 単一回答形式で尋ねた。使用した選択肢は, 「経験はない」「学校の授業でやったことがある」「自分で勉強したことがある」であった。⑤パソコンへの親近性について, 本研究で新たに作成した5項目によって尋ねた。使用した項目は, 「あなたはパソコンを使用していて楽しいですか」「あなたは自分の思い通りにパソコンを操作することができますか」等であり, それぞれ5件法で回答を求めた(表6)。

##### 3.3.2 各実践授業終了後の調査

各実践授業が終了した後で, 当該回の実践授業の評価について, 本実践授業の翌週には, 授業開始時に一連の実践授業全体について, アンケートシステムを用いて回答するように求めた。①実践授業への満足度について, 本研究で新たに作成した6項目によって尋ねた。使用した項目は, 「〇回目の授業は楽しかった」「〇回目の授業の学習内容について関心を持った」等であった(表7; アンケートシステム上では, 〇部分に「1回目」「2回目」等の各回の数字が入っていた)。これらの6項目について, 「全くあてはまらない」「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。②5回目の実践授業終了後に, 一連の実践授業全体への満足度について, ①の6項目を一部修正し, ①と同様の4件法で尋ねた。具体的には, 「〇回目の授業」の部分で「一連の授業」と変更して使用した。これらの項目に加えて, 実践授業の目標の達成度を確認するために, 「一連の授業を受けて, コンピュータはコンピュータに伝わる言語やルールでプログラムを書かないと動かないことが分かった」「一連の授業を受けて, 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, 必要な時に必要な情報を迅速にとりだしていることが分かった」「一連の授業を受けて, 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」の3項目について, ①と同様の4件法によって尋ねた。

### 4. 分析結果

#### 4.1 尺度構成

パソコンへの親近性を測定するための5項目および, 実践授業への満足度を測定するための6項目について, 前者は5件法の回答を1点から5点として, 後者は4件法の回答を1点から4点として得点化した。その後, それぞれ主成分分析により次元性を確認した。

分析の結果, パソコンへの親近性について次元構造が確認された(表6)。Cronbachの $\alpha$ 係数を算出したところ, .80と十分に高かった。そこでこれらの項目の平均値を算出し, 「パソコンへの親近性」尺度の尺度得点とした。

また, 実践授業への満足度に関しては, 1回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「1

表 6 パソコンへの親近性に関する主成分分析結果

	負荷量	平均値	標準偏差
あなたはパソコンを使用して楽しいですか	.801	3.43	1.16
あなたは自分の思い通りにパソコンを操作することができますか	.729	2.81	1.10
あなたは新しい自分用のパソコンが欲しいですか	.767	3.04	1.32
あなたはパソコンに関して新しいことを学ぶのが好きですか	.780	3.15	1.15
あなたは今後の生活でパソコンが必要だと思いませんか	.643	3.90	1.12
固有値 2.782, 寄与率 55.64%			

表 7 主観的満足度・困難度に関する主成分分析結果

	負荷量		平均値	標準偏差
	成分 1	成分 2		
1 回目の授業は楽しかった	.891	.026	3.01	0.80
1 回目の授業の学習内容について関心を持った	.913	.008	2.98	0.75
1 回目のような授業を、今後を受けてみたいと思った	.898	.099	2.98	0.82
1 回目の授業の学習内容について理解できた	.766	-.322	3.16	0.66
1 回目の授業の学習内容は難しかった	.005	.975	2.69	0.78
1 回目の授業を受けて、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		

回目の授業の学習内容について関心を持った」「1 回目のような授業を、今後を受けてみたいと思った」等の 5 項目が負荷し、成分 2 には「1 回目の授業の学習内容は難しかった」の 1 項目のみが負荷していた (表 7)。成分 1 に負荷した 5 項目について、Cronbach の  $\alpha$  係数を算出したところ、.90 と十分に高かった。2 回目以降の授業に対する回答も同様の構造となっていたため、成分 1 に負荷した 5 項目の平均値を算出し、「主観的満足度」尺度の尺度得点とし、成分 2 に負荷した 1 項目は、その項目の得点をもって「主観的困難度」尺度の尺度得点とした。

#### 4.2 回答者の情報環境

事前調査における①～④までの質問について、それぞれ回答率を算出した。現在自由に使用できる情報機器は、「スマートフォン」(90.5%) が最も多く、「インターネットに接続されたパソコン」(68.2%) が続いた。「デジタルオーディオプレイヤー (iPod 等)」(26.3%) や「タブレット (iPad, Surface 等)」(21.8%) は 20% 台であったが、「インターネットに接続されていないパソコン」「電子書籍端末 (Kindle, Kobo 等)」「携帯電話 (ガラケー)」はいずれも 5.0% と少

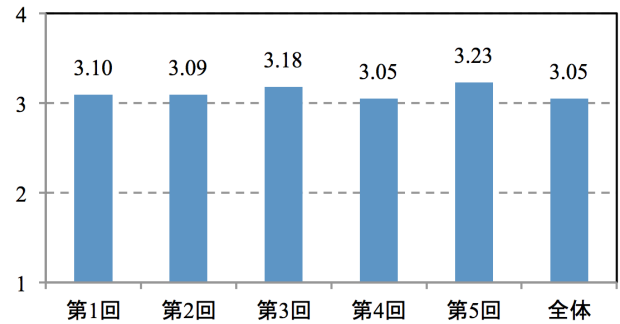


図 7 各回及び全体の主観的満足度の平均値

なかった。

ここ 1 年程度のパソコンの利用頻度は、「数ヶ月に 1 回程度」が 31.8%、「1 ヶ月に数回程度」が 29.6%であり、これらの回答で約 60%を占めていた。「使用していない」(13.4%)、「1 週間に数回程度」(14.0%)、「ほぼ毎日」(11.2%) は、これらの回答に比べるとやや少なかった。

ここ 1 年程度のスマートフォンの利用頻度は、「1 時間に数回確認する程度」が 34.1%、「常に手元におき確認している」が 31.8%、「数時間に 1 回確認する程度」が 26.3%であり、これらの回答で約 90%を占めた。「使用していない」(4.5%)、「1 日 1,2 回確認する程度」(3.4%) はいずれも少なかった。

これまでのパソコンによるプログラミング経験は、「経験はない」が 72.6%と多く、「学校の授業でやったことがある」は 25.1%であった。「自分で勉強したことがある」は 2.2%とほぼいなかった。

パソコンへの親近性について、回答者の平均値と標準偏差を算出したところ、3.27 (0.87) であった。理論的中間点である 3 との差を比較したところ、回答者の平均値が有意に高かった ( $t(178) = 4.08, p < .01$ )。

#### 4.3 各実践授業に対する全体的な評価

第 1 回～第 5 回の実践授業と実践授業全体に対する主観的満足度について、平均値と標準偏差を算出した (図 7)。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 1～5 回・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 回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 ( $F(4.51, 803.14) = 5.00, p < .01$ ; 球面性の仮定がなりたたなかったため ( $\chi^2(14) = 45.82, p < .01$ ), Greenhouse-Geisser の  $\epsilon$  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)。

第 1 回～第 5 回の実践授業と実践授業全体に対する主観的困難度の平均値と標準偏差を算出した (図 8)。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 回、第 2 回、第 4 回、全体の主観的困難度が理論的中間点よりも有意

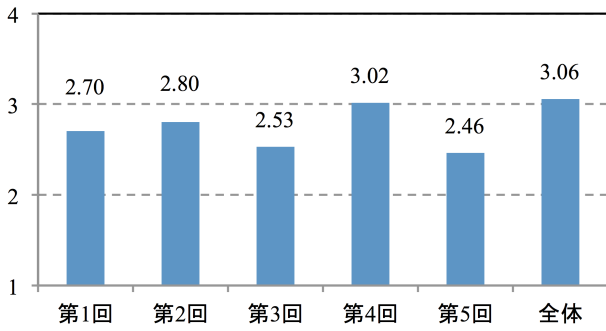


図 8 各回及び全体の主観的困難度の平均値

に高かった（順に、 $t(178) = 3.31, 5.12, 8.95, 9.61, ps < .01$ ）一方で、第 3 回、第 5 回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 回に比べて、第 1、2 回の方が有意に高く、それよりも第 4 回、全体の方が有意に高かった（ $F(5, 890) = 25.31, p < .01$ 、多重比較は HSD 法で行い、有意水準 5% を基準とした）。

実践授業全体の主観的満足度と主観的困難度に対して、回答者の情報環境が影響するかどうかを、重回帰分析を用いて検討した。独立変数は、ダミー変数化した、性別、現在自由に使用できる情報機器、ここ 1 年程度のパソコンの利用頻度、ここ 1 年程度のスマートフォンの利用頻度、これまでのパソコンによるプログラミング経験の各項目と、PC への親近性尺度であった。変数の投入はステップワイズ法を用い、5%水準で投入、10%水準で除去した。主観的満足度に関する重回帰分析の結果、重相関係数は .26（ $F(1, 178) = 12.93, p < .01; R^2 = .07$ ）であり、PC への親近性尺度の標準偏回帰係数（.26,  $p < .01$ ）のみが有意であった。また、主観的困難度に関する重回帰分析の結果、重相関係数は .15（ $F(1, 178) = 3.96, p < .05; R^2 = .02$ ）であり、PC への親近性尺度の標準偏回帰係数（-.15,  $p < .05$ ）のみが有意であった。

#### 4.4 実践授業の目標の達成度

実践授業の目標の達成度を確認するために尋ねた 3 項目の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。その結果、「一連の授業を受けて、コンピュータはコンピュータに伝わる言語やルールでプログラムを書かないと動かないことが分かった」の項目（以下、「プログラムの理解」と省略）の平均値と標準偏差は、3.42 (0.71) となり、有意に理論的中間点よりも高かった（ $t(178) = 17.41, p < .01$ ）。「一連の授業を受けて、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、必要な時に必要な情報を迅速にとりだしていることが分かった」の項目（以下、「情報システムの理解」と省略）の平均値と標準偏差は、3.50 (0.61) となり、有意に理論的中間点よりも高かった

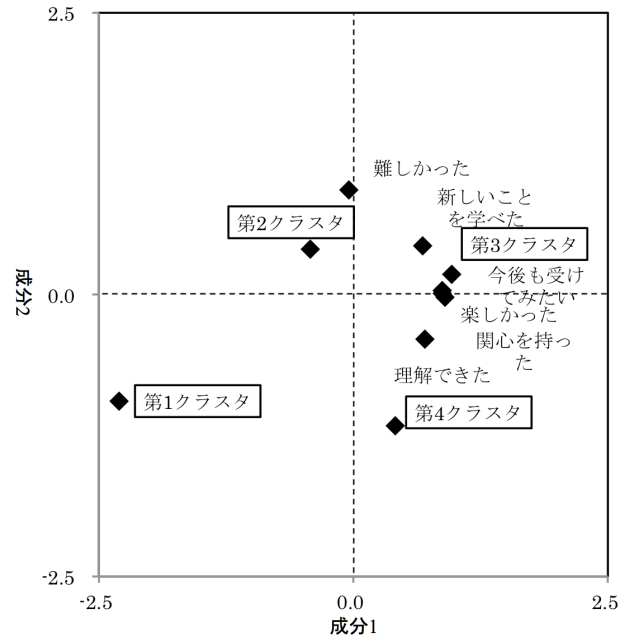


図 9 主観的満足度・困難度と各クラスとの関係

（ $t(178) = 21.79, p < .01$ ）。「一連の授業を受けて、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」の項目（以下、「データベースとの連携の理解」と省略）の平均値と標準偏差は、3.54 (0.63) となり、有意に理論的中間点よりも高かった（ $t(178) = 22.03, p < .01$ ）。

#### 4.5 実践授業への評価による回答者の分類と比較

実践授業全体への満足度を測定するために使用した 6 項目を用いて、179 名の対象者を分類するためにクラスター分析（Ward 法）を行ったところ、4 クラスターが得られた。それぞれの人数は、第 1 クラスターが 12 名、第 2 クラスターが 85 名、第 3 クラスターが 54 名、第 4 クラスターが 28 名であった。これらの人数の割合を比較したところ、第 1 クラスター、第 4 クラスター、第 3 クラスター、第 2 クラスターの順に多かった（ $\chi^2(3) = 68.35, p < .01$ ；多重比較はライオン法を用いた）。

続いて、クラスター分析に用いた 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）をクラスター分析によって得られた 4 クラスターごとに平均した値とを 2 次元グラフ上に付置した（図 9）。

成分 1 のプラス側の軸付近には、「一連の授業は楽しかった」「一連の授業の学習内容について興味を持った」「一連の授業のような授業を、今後も受けたいと思った」が付置しており、「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、「一連の授業は難しかった」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。また、各クラスターの主成分得点の平均値は、第 1 クラスターの平均値が第 3 象限の中心寄りに布置していた。第 2 クラスターの平均値は、第 2 象限内の原点寄

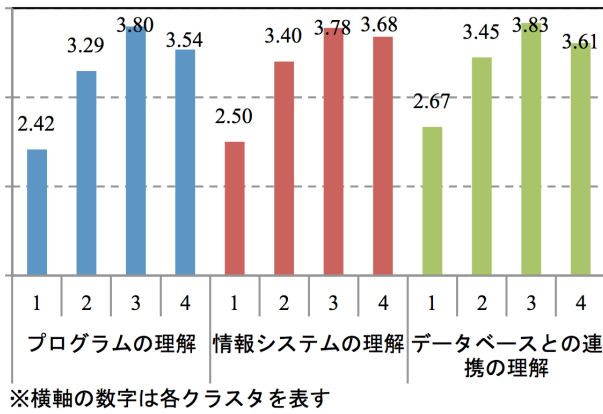


図 10 クラスター別にみた授業目標の達成に関する 3 項目の平均値

りに布置していた。第 3 クラスターの平均値は、第 1 象限内の成分 2 の軸付近に布置していた。第 4 クラスターの平均値は、第 4 象限の成分 2 の軸寄りに布置していた。

実践授業の目標の達成度を確認するために尋ねた 3 項目について、クラスターごとに比較した (図 10)。「プログラムの理解」の項目では、第 1 クラスターに比べて他のクラスターの方が得点が高く、第 2 クラスターの方に比べて第 3 クラスターの方が得点が高かった ( $F(3, 178) = 18.32, p < .01$ ; 多重比較は HSD 法。以下同様)。「情報システムの理解」の項目では、第 1 クラスターに比べて他のクラスターの方が得点が高く、第 2 クラスターの方に比べて第 3 クラスターの方が得点が高かった ( $F(3, 178) = 21.39, p < .01$ )。「データベースとの連携の理解」の項目では、第 1 クラスターに比べて他のクラスターの方が得点が高く、第 2 クラスターの方に比べて第 3 クラスターの方が得点が高かった ( $F(3, 178) = 15.31, p < .01$ )。

## 5. 分析についての考察

回答者の情報環境に関する分析結果から、対象となった高校生の情報環境について考察する。まず、大半の高校生がスマートフォンを日常的に利用していた。PC は身近にはあるものの、それほど積極的に使用されているわけではないことが示された。一方で、PC への親近性は全体的に高く、使用していて楽しいと感じていたり、将来における必要性を十分に認識していたりと好意的であった。デジタルオーディオプレイヤーやタブレットの利用は 20% 台とそれほど多くはなく、プログラミング経験もほとんどなかった。

本研究で実施した各実践授業への評価は、全体的に高かった。実践授業の回によってやや差はあるものの、各回の満足度は一貫して高く、一連の実践授業全体への満足度も高かった。一方で、第 1 回、第 2 回、第 4 回はやや難しいと評価されており、一連の実践授業全体もやや難しいと評価されていた。実践授業全体に対する満足度と困難度の評価には、PC への親近性の高さが影響した。PC への親近性が高いほど満足度は高く、困難度は低く評価されていた。しかし、両者の重回帰分析における重決定係数は小さ

く、その影響の程度は大きくはなかった。授業目標として設定していた「プログラムの理解」「情報システムの理解」「データベースとの連携の理解」に関しては、回答者自身は十分に達成できていると評価していた。これらを踏まえて全体的にみると、回答者にとって、実線授業の内容はやや難しいものの、その内容は楽しく満足しており、授業目標も達成できたと感じていたことが示された。

実践授業全体に対する満足度と困難度の評価に基づくクラスタ分析の結果から、回答者は 4 クラスターに分類された。第 1 クラスターの回答者は、図 9 の付置から、他のクラスターに比べて満足度も困難度も共に低いと考えられた。また、図 4 で示した平均値の比較から、他のクラスターに比べて授業目標を達成できていると感じていなかった。このことから、実践授業自体に関心を持っておらず、一連の実践授業に則った学習がほとんど出来なかった回答者であると解釈された。第 2 クラスターの回答者は、他のクラスター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 クラスターに比べると授業目標は達成できていると感じていた。このことから、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 クラスターの回答者は、他のクラスターに比べて満足度が高く、困難度はやや高いものの、授業目標は十分に達成できていると感じていた。このことから、実践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 クラスターの回答者は、他のクラスターに比べて困難度が低く、満足度はやや高く、授業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、授業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。

これらの 4 クラスターのうち、第 1 クラスターの回答者の割合が最も少なく、第 2 クラスターの回答者の割合が最も多かった。実践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 クラスターの回答者が最も少なかったことから、本実践授業は、プログラミングや情報システム、データベースについて初めて学ぶ高校生にとって、関心を持って積極的に取り組めるような内容であることが推定された。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 クラスターの回答者が最も多かったことから、実践授業の困難度を調整する必要があると考えられた。特に、各実践授業によって、満足度の評価は概ね一定している一方で、困難度の評価は各回でばらばらだった。その理由として、第 1 回と第 2 回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影響したことが考えられた。また、第 4 回は商品登録の insert 文の入力作業と、答えを自分で考える必要のある



練習問題を行ったことが影響したことが考えられた。これらの評価がある程度均一になるように教授内容や授業構成を調整するとともに、事前に対象者にとって最適な困難度を把握できるような仕組みを取り入れることによって、第2クラスタの回答者の割合を減らし、本実践授業の完成度を更に高めることが可能であると考えられた。

## 6. 関連研究

世界的な Open Education の流れを受け、Web ブラウザから利用できる国内外のオンラインプログラミング学習環境は近年急激に増加している。ドットインストール [12] のように豊富なビデオ教材を揃えるタイプのサービスや、Codecademy [13] や code.9leap [14] 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も存在する。また教育環境にかぎらず、paiza.IO [15]、jsdo.it [16] のように Web 上でプログラミングが行える環境も多数利用可能である。本研究で扱ったデータベースに関して、Codecademy やドットインストールでは SQL 学習用の教材が揃っている。

Web ブラウザさえあればプログラミング環境が手に入り、ローカルコンピュータ環境のカスタマイズが不要である点は、プログラミング初心者の敷居を下げる効果があるだけでなく、本研究が対象とする高等学校のように計算機環境の変更が難しい環境においても、容易に教材として導入可能である利点がある。一方で授業へ導入する場合、特に「プログラミング学習用」をうたうサービスでは、学習資料とセットで step by step でプログラミングを行う構造であり、このことは教材の事前準備が不要であることが利点である反面、学習者の実情や授業内容に合わせて実習内容をカスタマイズする目的には使いにくいという欠点もある。本研究における実践で開発した各ツールは、いずれも Web ブラウザから操作可能であり、また特定の教材に依存せず利用できる構造を採用している。

## 7. おわりに

本研究では、sAccess、SQL、PHP を組み合わせたオンラインでのプログラミング学習ツールを高校の授業において使用した結果、有用であることを確認できた。

使用した教材は、授業実施時点では sAccess のみが公開されており、SQL エディタと PHP エディタは未公開の状態であった。今後は開発した教材を広く使ってもらえるように、公開の準備を進めたい。そして JavaScript [18] やドリトル [19] などへの対応も進めたいと考えている。

謝辞 清教学園中・高等学校の武本康宏先生と北辻研人先生には、授業の実施について多大なご協力をいただきました。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、TA 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小林史弥君と西川弘恭君に感謝します。

本研究は、科学研究費補助金（基盤研究（C）25350214）の補助を受けています。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] 総務省: プログラミング材育成の在りに関する調査研究報告書 (2015).
- [3] 文部科学省: 学校教育 - プログラミング教育実践ガイド, 入手先 <[http://johouka.mext.go.jp/school/programming\\_zirei/](http://johouka.mext.go.jp/school/programming_zirei/)> (参照 2016-02-06).
- [4] 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).
- [5] 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).
- [6] 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, コンピュータと教育研究会, CE(118) (2013).
- [7] 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, コンピュータと教育研究会, CE(117) (2012).
- [8] 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, 日本情報科学教育学会, 第 8 回全国大会講演論文集, pp.99-100 (2015).
- [9] 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).
- [10] 株式会社 NSD: e ポートフォリオシステム まな BOX (オンライン), 入手先 <<https://www.nsd.co.jp/package/mana-box.html>> (参照 2016-02-06).
- [11] 小花和 Wright 尚子: 情報環境による情報リテラシーへの影響, 武庫川女子大学情報教育研究センター紀要, 22, pp.1-6 (2014).
- [12] ドットインストール (オンライン), 入手先 <<http://dotinstall.com/>> (参照 2016-02-06).
- [13] Codecademy. (オンライン), 入手先 <<http://www.codecademy.com/learn>> (参照 2016-02-06).
- [14] code.9leap. (オンライン), 入手先 <<http://code.9leap.net/>> (参照 2016-02-06).
- [15] paiza.IO. (オンライン), 入手先 <<https://paiza.io/>> (参照 2016-02-06).
- [16] jsdo.it. (オンライン), 入手先 <<http://jsdo.it/>> (参照 2016-02-06).
- [17] sAccess. (オンライン), 入手先 <<http://saccess.eplang.jp/>> (参照 2016-02-06).
- [18] 長島和, 長慎也, 間辺広樹, 並木美太郎, 兼宗進: JSLesson ~ 高校生向け JavaScript 学習環境, 情報処理学会, コンピュータと教育研究会, CE(134) (2016).
- [19] 本多佑希, 長慎也, 大村基将, 久野靖, 兼宗進: Dolittle から JavaScript へのトランスパイル実行, 情報処理学会, 第 57 回プログラミング・シンポジウム (2016).