

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

長瀧 寛之^{1,a)} 中野 由章^{2,3,b)} 野部 緑^{4,3,c)} 兼宗 進^{3,d)}

受付日 2013年3月18日, 採録日 2013年10月9日

概要: リレーショナルデータベースに対する問合せ処理を, ウェブブラウザ上から対話的に操作できるオンライン学習教材 *sAccess* を開発した. 特徴として, 射影, 選択, 結合などリレーショナルデータベースの基本操作に 1 対 1 対応した操作体系や, それらの処理の前後のデータテーブルを画面上で確認しながら処理を進められる点あげられる. 本論文では, 主に高校の共通教科「情報」などの非情報系の学習者を対象とした情報教育において, データベース学習で必要になる要件を検討し, 提案する *sAccess* の設計と実装について説明を行う. そのうえで, 従来授業などでデータベース学習に用いられてきたツールとの比較を行うことで, *sAccess* の利点と課題について議論する.

キーワード: データベース教育, 情報教育, リレーショナルデータベース, オンライン学習教材

Design and Implementation of an Online Tool for Database Education

HIROYUKI NAGATAKI^{1,a)} YOSHIKI NAKANO^{2,3,b)} MIDORI NOBE^{4,3,c)} SUSUMU KANEMUNE^{3,d)}

Received: March 18, 2013, Accepted: October 9, 2013

Abstract: In this paper we propose “*sAccess*”, a web-based tool for database education. It focuses on database learning activity in general education. By using *sAccess*, students can study the basic concepts of relational operations of some tables, such as projection, selection, and join. Students can see the source table and result table of the operation. In this paper we will show the requirements of tools for database education in general education, explain the design and implementation of *sAccess* and discuss the advantage of *sAccess* through the experiments.

Keywords: database education, general education in computer science, relational database, online tool for education

1. はじめに

本論文では, オンラインのデータベース学習教材 *sAccess* を提案する. データベースは携帯電話などの身近な情報機器や, POS システムなど生活に関わりの深い情報システム

で使われている重要な技術である [1] 一方, その仕組みを理解する授業は, 高校の共通教科「情報」など “情報を専門としない学習者を対象とした情報教育” の現場ではあまり行われていないのが現状である [2]. 著者らは, 情報を専門としない学習者への情報教育において, データベース学習活動の容易な実現をめざし, データベースの特徴や検索・更新などの具体的な操作を, 画面で確認しながら実習形式で行える学習教材として, *sAccess* を構築した.

本論文の構成は以下のとおりである. 2 章では, 非情報系の学習者を対象としたデータベース教育の現状を分析するため, 高校共通教科「情報」をモデルとして学習指導要領や実際の教科書の内容を調査し, その結果より本研究が目指すデータベース学習支援の要求仕様について整理する. そのうえで, 3 章と 4 章で, 本研究の提案システムである *sAccess* について, その仕組みや概要を説明する. 5 章で,

¹ 岡山大学
Okayama University, Okayama 700-8530, Japan
² 神戸市立科学技術高等学校
Kobe High School of Science and Technology, Kobe, Hyogo 651-0072, Japan
³ 大阪電気通信大学
Osaka Electro-Communication University, Neyagawa, Osaka 572-8530, Japan
⁴ 大阪府立寝屋川高等学校
Neyagawa High School, Neyagawa, Osaka 572-0832, Japan
a) nagataki@cc.okayama-u.ac.jp
b) info@nakano.ac
c) midori@mbox.kyoto-inet.or.jp
d) kanemune@acm.org

sAccess を用いた授業実践について概要を説明し、6 章で実践結果をもとに sAccess の有用性と問題点について考察を行う。最後に 7 章で本研究のまとめと、今後の sAccess の展開について述べる。

2. データベースの学習

データベースとは、「ある目的のために収集した情報を、一定の規則に従ってコンピュータ上に蓄積し、利用するための仕組みをもったシステム ([3], p.33^{*1})」を指す言葉であり、その理論や技術は情報科学における重要な学習分野の 1 つである。データベースは様々なコンピュータサービスの裏側で使われており、表に見えないだけで、実際にはあらゆる人々にとって身近な存在である。そのため情報科学を専門とする学習者はもちろん、情報科学が専門でない学習者への情報教育においても、データベースの仕組みを学ぶことは、コンピュータを正しく理解し活用する知識として不可欠といえる。

本章では、こうした“情報科学が専門でない学習者への情報教育”におけるデータベース教育の現状と課題を整理し、学習支援環境として必要な要求仕様について明らかにする。なお、以後「情報科学が専門でない学習者に対して行う情報教育」を指す用語として、本論文では便宜上**共通情報教育**という呼称を用いる。

また共通情報教育の対象とする学習環境のモデルとして、高等学校の共通教科「情報」を想定する。共通教科「情報」では、学習指導要領や教科書、またそれらを基にした授業実践事例など、情報が専門でない学習者を対象としたデータベース教育の現状について指標となる資料が多く、共通情報教育の問題点や要求仕様を整理するのに適したモデルであると考えた。

2.1 学習項目の検討

著者らはまず、「情報の科学的な理解」に関する学習内容の記載がある教科書（主に、旧指導要領における「情報 B」の教科書）について、教科書内に言及されているデータベースの仕組みや操作に関するトピックを調べ、学習に必要なと考えられるトピックを以下のとおりまとめた。

- (A) 扱いたい情報をコンピュータで扱えるデータで表現する。
- (B) スキーマを設計する。
- (C) 初期データを登録する。
- (D) データを追加する。
- (E) データを修正・削除する。
- (F) データを検索する（選択・射影・結合）。

*1 本論文で示す文献 [3], [4] のページ番号は、冊子版のもの。文部科学省が Web 上で公開する PDF 版 (http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/1304427.htm からいずれも入手可能) では、レイアウトの違いからページ番号は冊子版と若干のずれがある。なお文章は同一である。

- (G) 検索結果を印刷・ファイル出力などで活用する。
- (H) 複数のアプリケーションやサービスにデータベースを活用する。

これらの項目を、共通情報教育における学習範囲と仮定し、現状についての検討を進める。

2.2 高校学習指導要領との対応

高等学校では、平成 25 年度から実施される共通教科「情報」の「情報の科学」において、データベースが学習すべき項目として扱われることになる。図 1 に学習指導要領 [4] におけるデータベースの学習内容を示す。図 1 より、高校の情報教育におけるデータベース学習とは、データベースの概念の理解と、問題解決への活用が主眼となっており、その際に簡単なデータベースを作成する活動を取り入れることが言及されている。

また、図 2 に学習指導要領解説 [3] における、データベース学習の解説文を示し、2.1 節の学習項目との対応を示す。なお図 2 の内容は、該当する節の各段落から、具体的な学習活動に言及している記述を抜粋したものである。2.1 節に列挙した (A) から (H) までの学習項目に対応する学習指導要領解説内の記述は、主に 1, 2 段落目に対応している。それぞれ、データベースシステムの仕組みの理解や、その作成・活用の基礎知識や技能習得に関する記述となっている。一方 3 段落目の記述が学習項目とほとんど対応していないが、これは 3 段落目の言及内容がデータベース単独ではなく、情報システム全体に通じる問題について検討・理解を行う内容となっていることが要因と考えられる。

以上より、高校の教科「情報」におけるデータベース教育では、実際にデータベースに触れる活動をどのように行うかが重要視されていることが分かる。図 2 の 3 段落目にあたる学習目標は講義のみによっても達成可能と考えられるが、データベースの作成や活用については、学習指導要領でも「簡単なデータベースを作成する活動を取り入れ」とあるように、講義のみならずその知識習得に対応する実

<p>(第 10 節 情報, 第 2 款 各科目, 第 2 情報の科学) 2. 内容</p> <p>(3) 情報の管理と問題解決</p> <p>イ 情報の蓄積・管理とデータベース</p> <p>情報を蓄積し管理・検索するためのデータベースの概念を理解させ、問題解決にデータベースを活用できるようにする。</p> <p>3. 内容の取扱い</p> <p>(3) 内容の (3) については、実際に処理又は創出した情報について生徒に評価させる活動を取り入れること。(中略) イについては、簡単なデータベースを作成する活動を取り入れ、情報が喪失した際のリスクについて扱うこと。</p>

図 1 学習指導要領 [4] におけるデータベースの扱い (p.127^{*1})
 Fig. 1 Description about database education in the culliculum guidelines.

習活動をどこまで実現できるか、という点がポイントであると考えられる。

2.3 教科書との対応

2.2 節であげた学習指導要領に対応する、平成 25 年 4 月から使用されている 4 社 5 種類の「情報の科学」の教科書について、実習活動にあたる学習内容の記述について調査した。表 1 にその結果を示す。なお表中の A-1・A-2 は、同じ会社から 2 種類の教科書が出版されているという意味である。

(第 2 節 情報の科学, 第 2 内容とその取り扱い, (3) 情報の管理と問題解決, イ 情報の蓄積/管理とデータベース)

(1 段落目) (前略) 具体的には, (中略) 特定目的のために必要な情報を収集 (A) したり, 収集した情報を個々に識別するために属性を設定 (B) したり, 利用目的に応じて属性を選び情報を蓄積 (C) するとともに, 同じ情報を重複して登録しないなどの規則を定め (B), この規則に従って蓄積した情報に対して検索 (F), 抽出 (F)(G), 更新 (E), 追加 (D), 削除 (E) などの操作が行えるシステムであることを理解させる。その際, データベースに蓄積された情報は, これらの機能によって多くの人が効果的に利用できる仕組みになっていることを理解させる。

(2 段落目) また, 簡単なデータベースを作成する活動 (A)(B)(C)(D)(E)(F)(G) を通して, データベースを適切に作成し, 活用するために必要な基礎的な知識と技能を習得させる。その際, 身近にあるデータベースの利用, 社会で一般的に利用されているデータベースの概要と活用事例を調べる (H) ことを通して, 情報を蓄積・管理し, 必要なときに必要な情報を迅速に取り出せることの重要性, データベースを問題解決に活用することの有用性, 情報を喪失した際のリスクについて理解させる。(後略)

(3 段落目) さらに, (中略) そこにどのような情報が蓄積され, どのように活用されているかを検討 (H) させるなどして, それらが管理する情報の流出や消失の影響を考えさせながら, これらのトラブルを防ぐための仕組みやデータ復旧のための仕組みの重要性と, 実際に講じられている対策について理解させる。

図 2 学習指導要領解説 [3] の内容 (pp.33-34*1) と学習項目の対応

Fig. 2 Relation between commentary to the curriculum guidelines and the learning topics shown in Section 2.1.

教科書内で扱われるデータベースについては、いずれもリレーショナルデータベース（以下 RDB）を想定している。ただし教科書 D では、RDB についての説明は記載されているものの、実習に相当する記述が見られなかった。必要に応じて教員が独自に実習を設計する形と考えられる。

実習について記載がある残り 4 種類の教科書を見ると、実習に使用するツールとして、教科書 A-1 は Microsoft 社の表計算ソフト Excel が、教科書 A-2/B/C の 3 種類では、同じく Microsoft 社のデータベースソフトである Access（以下 MS-Access）が使用されていた。いずれも 3, 4 個のテーブルを用いてデータ検索や整理を行うという実習形式であった。

以下、使用ツールごとに、2.1 節で検討した学習項目をどのような形で実習に取り入れているかについて調査する。

2.3.1 Excel を用いた実習

Excel は、厳密には RDB のシステムではないことから、教科書 A-1 の演習内容は、Excel の 1 シートを 1 テーブルに見立てて操作を行うというものになっていた。学習項目のうち (E), (G), (H) については実習では対応するものがなく、(F) も RDB 本来の操作ではなく、Excel の類似機能で代替する形である。たとえば選択操作は“フィルター”機能で、結合操作は“LOOKUP”関数で代用しているが、いずれもセル単位で設定する表計算特有の操作であり、RDB の操作概念とは一対一対応していない点が問題と考えられる。また射影操作にも言及していない。

2.3.2 MS-Access を用いた実習

MS-Access は Excel と異なり、実際の情報システムにも活用されている RDB 管理システムの 1 つである。実習に MS-Access を採用している 3 種類の教科書では、データベースのテーブル設計や、“クエリ機能”を利用したデータ検索を行うという演習が中心になっている。

しかしその内容は、MS-Access の各種機能についての操作手順に説明の重点がおかれており、特に教科書 A-2 と教科書 C では、MS-Access の各操作が、学習項目 (F) における選択・射影・結合操作とどのように対応づけられているかが十分説明されていなかった。教科書 B では、学習項目 (F) について各種データ操作を MS-Access でどう行う

表 1 高校「情報の科学」教科書での実習の扱い

Table 1 Learning topics of database exercises in Information Study textbook of Japanese high school.

教科書	ツール	設計 (A, B) テーブル数	追加 (C, D)	更新 (E)	検索 (F)				出力 (G)	共有 (H)	備考
					選択	射影	結合	集計			
A-1	Excel	4	○	×	○	×	△	○	×	×	
A-2	MS-Access	4	○	×	×	○	○	×	○	×	参照整合性, リンク種別あり
B	MS-Access	4	○	×	○	○	○	○	○	×	
C	MS-Access	3	○	×	×	○	○	×	○	×	
D	なし	2	×	×	×	×	×	×	×	×	説明のみで実習なし

かという対応関係によって実習課題を設定していたが、一方で MS-Access の操作に関する説明は最小限に抑えられており、教師が実習の中で補完説明することを前提とした実習内容と考えられる。

2.4 高校のデータベース教育環境

典型的な高等学校の PC 教室や情報担当教員のスキルについての調査として、東京都、神奈川県、愛知県、大阪府などの 10 人程度の高校教員へ電子メールなどでのヒアリングを行った。ヒアリング結果をまとめると、以下のとおりであった。

- 回答者のほぼすべての学校の PC 教室に、MS-Office がインストールされている。Excel は必ず入っており、MS-Access もすべてではないが導入されている学校が多い。
- 情報担当教員は、ほぼ全員が Excel を扱える。
- 一方で MS-Access を使える教員はごく少数であり、テーブル作成などを行った経験を持つ教員はほとんどいない。

MS-Access を用いた実習を想定した教科書が多く、中には操作方法については教師の裁量に任されている教科書もあるのに対し、授業を担当する教員の多くにとって、MS-Access は十分に慣れ親しんだツールではない。

また教育機関でパソコンを活用した演習を行う場合、多くは演習室などに設置された固定端末を利用すると考えられる。その場合、セキュリティやメンテナンス上の関係で、授業担当の教師が自由に端末の環境設定を変更することはできないことが多い。つまり、教科書内で実習に使うツールが現在の演習室に導入されていない場合、それを演習室の端末で利用できるようにするための手続きが、すでに授業導入への高い敷居として存在する。

2.5 現状の課題

以上の調査結果よりデータベース教育の問題点を整理すると、以下のようになった。

- 学習指導要領で説明されているデータベース操作（追加、更新、削除、検索、抽出など）について、教科書ではそのうち一部の操作の実習に留まっていることが多い。
- テキスト記載の実習は、特定の商用アプリケーションの利用が前提となっており、中には RDB でないソフトウェアを使った実習を記載するテキストもあるのが現状である。またいずれのアプリケーションももともと実務用に設計されたものであり、教育目的の利用における配慮は想定されていない。
- 共通情報教育の現場では、演習用のデータベースツールについて教師側が十分な知識を有していない可能性が高い。

- 教育機関の実習環境の特殊性から、実習に必要なソフトウェアを計算機にインストールするという対応が困難な場合が多い。

高校に限らず、共通情報教育の学習者を対象としたデータベース学習においては、今回の調査結果と同様、演習用ツールとして表計算ソフトや特定の DBMS を用いる事例が見られる [5]。しかし共通情報教育において、データベース演習はあくまで全体の情報教育の中の 1 トピックとしての扱いになるため、データベース演習だけに多くの時間を割く事ができない。MS-Access など実用に供するデータベース管理システム (DBMS) は業務用途を想定した機能を多数揃えているため、初学者が操作において混乱を起こしやすく、また授業ではデータ操作のための問合せ構文である SQL など、その DBMS 特有の操作体系を習得する必要がある、それに慣れるだけで限られた授業時間を使い果たしてしまう可能性がある。また表計算ソフトでは、複数のデータを組み合わせるデータ操作において、RDB とは異なる操作体系や制約条件が発生してしまい、本来の RDB を用いたデータ操作の本質的な理解が妨げられる可能性がある。

以上から著者らは、共通情報教育におけるデータベース学習の実情に適した実習用ツールが存在しない事が、共通情報教育においてデータベースが学習トピックとして敬遠される要因になっているのではないかと考えた。

2.6 要求仕様

以上より、データベースの実習に適したツールとしての要求仕様を以下に列挙する。著者らはこれらの要求仕様を満たすツールを構築する事とした。

1. 指導要領に準拠 共通情報教育の学習環境における実習内容を扱うことができる。モデルとして、高校の学習指導要領に準拠した実習活動を行えることを指す。
2. 幅広いテキストに対応 特定の教科書や参考書の問題に特化せず、テキスト記載の例題に近い実習ができる。
3. 学習項目に対応した操作 2.1 節の学習項目に対応した一通りのデータ操作を行える。特に、テキストや授業で学ぶ RDB 基本操作の概念と 1 対 1 に対応するデータ操作を実現する。
4. 習得が容易な操作体系 短時間で操作に習熟でき、実習活動に集中できるインタフェースである。
5. Web アプリケーションとして利用可能 Web ブラウザを通して利用するツールとして提供する。インストール作業などが事実上不要となり、端末の環境や制約に依存せず多くの教育機関で利用することができる。

3. データベース学習支援ツール sAccess

本章では、著者らが提案する、データベース授業を支援する実習ツール sAccess (サクセス) について、その概要

を述べる。

3.1 想定環境

sAccess は、共通情報教育におけるデータベース学習活動のうち、特にデータ操作演習の活動を支援することを目的とする。具体的なモデルとしては、高校の教科「情報」の学習において、データベースの操作演習を行う場面で利用することを想定し、2.1 節の学習項目のうち (A)~(G) の活動を支援する。ただし sAccess の設計においては、高校の情報教育に特化した設計とせず、非情報系の初学者を対象とした様々な情報教育の場面で利用できることを目指す。

sAccess の想定する利用者は、データベース学習を行う学習者と、その学習を指導する教師である。また各学習者は、演習時にはネットワークに接続された計算機を個別に利用できる環境にあることを想定する。

sAccess は、要求仕様 5. を満たすため、Web アプリケーションとして提供する。学習者は Web ブラウザを利用して sAccess へアクセスし、教師の指示に従い sAccess の機能を利用してデータベース演習を行う。

ここで、sAccess の目的はデータベース実習活動の支援であるが、要求仕様 2. であげたように、特定の実習課題に特化せず任意の内容の実習で利用可能とすることを想定した設計とする。具体的には、学習者への具体的な実習課題の提示は、口頭あるいは配布資料などで別途行われる事を想定しており、sAccess 単体で演習活動が完結する、いわゆる自主学习教材としての機能は提供しない。

3.2 データベース

sAccess では、データベースとして RDB を前提とする。これは、2.3 節で高校の教科書を調査した際に、データベースの仕組みに関する説明はすべて RDB を前提としたものになっていたことが大きな理由である。要求仕様 2. としてあげた「幅広いテキストに対応」を満たし、現在の高校の教育現場ですぐにでも活用してもらうツールとするには、RDB を前提とするのが妥当と判断した。

3.3 実習の流れ

sAccess は、RDB における基本的なデータ操作を想定した一連の操作命令、またその命令によるデータ操作結果を画面上で確認するための一連の入出力インタフェースを利用者に提供する。学習者は sAccess を通して、RDB におけるテーブル (リレーション) に対してデータ操作命令を発行し、操作によるデータ加工の過程を画面上で観察することで、データベースの挙動やデータ操作の基本概念について理解、あるいは授業で得た知識の再確認を行う。

以下、sAccess を利用した実習授業の典型例についての説明を通して、sAccess が提供する各機能についての詳細を述べる。

3.3.1 教師の事前準備

sAccess による実習に先立ち、教師は実習授業の設計を行う。この時、実習内容によって、教師が事前に実習用データを準備するか、学習者に実習の中で作成させるかの 2 通りから選択できる。

sAccess では、データ登録の方法としてカンマ区切り形式のファイル (CSV ファイル) を利用する。CSV ファイルは、1 ファイルに対して RDB における 1 テーブルという対応関係であり、データベース設計時は必要テーブル数分だけ CSV ファイルを用意することになる。CSV ファイル内では、1 行目がフィールド名、2 行目以降が 1 行あたり 1 レコードという様式で、登録データを記述する。sAccess では簡単のため、データの型はすべて“文字列”型として扱うが、全レコードで数値が指定されているフィールドのみ、“数値”型として扱う。なお CSV ファイルの作成は、別途表計算ソフトなどを使うことを想定している。

3.3.2 実習開始：学習者のデータ選択・登録

実習では学習者は教師の指示に従い、まずはあらかじめ登録されたデータベースの選択、もしくは自分で設計したデータの登録を行う (図 3)。

「サンプルデータ選択」は、教師が実習前にあらかじめ登録したデータベースを選択できる。学習者は教師の指示を受けて、画面上のドロップダウンリストから実習に使う「サンプル」の名称を選択することで、対応する 1 つ以上のテーブルセットが自動的にデータベースに登録される。つまり学習項目の (A), (B), (C) をスキップした状態から実習をスタートすることになる。

また「オリジナルデータ入力」からは、学習者が自分で作成した複数の CSV ファイルを登録して、これを実習用データベースとして用いることも可能である。この場合、学習項目 (A), (B), (C) も実習として組み込むことを意味する。

3.3.3 データ操作

サンプルデータの指定もしくは CSV ファイルのアップロードによりデータテーブルを登録すると、データ操作画面 (図 4) に移行する。この画面で、各テーブルのフィールドと登録レコードを確認できる。

学習者は表示されているデータテーブルに対して、実習内容に沿って、あるいは自由にデータ加工の命令 (クエリ) を登録し、その結果を画面上で確認するという作業を繰り返す。複数テーブルが存在する場合、命令によってデータ加工対象のテーブルを適宜切り替えたり、結合命令で複数テーブルを組み合わせたリ、あるいは図 4 のコマンド管理部下部にリストアップされたテーブル名をクリックすることで、各テーブルの内容を個別に確認することもできる (図 5)。また図 5 の画面で、その場でレコードの追加・修正・削除を行うことも可能である。

コマンド管理部にある 1 行入力欄に、所定の書式の命令

サンプルデータ選択

使用するサンプルデータを選択し、「サンプルデータ入力」ボタンをクリックしてください。

サンプル選択:

オリジナルデータ入力

データベーステーブルに使う、**csvファイル**を指定してください。
 ファイルの1行目がフィールド名になります。(ただしフィールド名に予約語(deleteなど)が入っていると登録に失敗します)

データファイル1: 選択されていません
 データファイル2: 選択されていません
 データファイル3: 選択されていません

図 3 sAccess データ選択・登録画面

Fig. 3 Screenshot of database selection/registration phase on sAccess.

データ操作の仕組みを体験しよう

データ削除

操作ブロックを追加しよう

結合 商品データ

射影 メーカー,時間帯,年齢層

数える 時間帯,年齢層

一つ上へ 一つ下へ 削除

結果ダウンロード

追加

ブロック生成コマンド一覧

テーブル確認&レコード追加

- ・売上データ
- ・商品データ

結果(数える)(18件)			
時間帯	年齢層	count	時間帯_年齢層
1	夕方	子ども	14
2	夕方	成年	2
3	夕方	熟年	8
4	夕方	若者	10
5	夜	成年	14
6	夜	熟年	10
7	夜	若者	4
8	昼	子ども	11
9	昼	成年	15
10	昼	熟年	4
11	昼	若者	10
12	朝	子ども	6
13	朝	成年	7

<=[数える]=

結果(射影)(158件)			
メーカー	時間帯	年齢層	
1	モリシタフーズ	朝	若者
2	ゆうひ飲料	朝	若者
3	セサミ製菓	朝	成年
4	セサミ製菓	昼	成年
5	モリシタフーズ	昼	子ども
6	モリシタフーズ	昼	子ども
7	セサミ製菓	夕方	若者
8	ゆうひ飲料	夕方	熟年
9	セサミ製菓	夜	熟年
10	ゆうひ飲料	夜	若者
11	モリシタフーズ	深夜	成年
12	セサミ製菓	朝	熟年
13	セサミ製菓	朝	子ども
14	セサミ製菓	朝	若者
15	セサミ製菓	昼	成年
16	モリシタフーズ	昼	成年
17	モリシタフーズ	昼	子ども
18	セサミ製菓	夕方	若者
19	モリシタフーズ	夕方	成年

<=[射影]=

商品コード	売上日	曜日	時間帯	性	
1	G6148	4/1	日	朝	男
2	J0940	4/1	日	朝	女
3	S6356	4/1	日	朝	男
4	S4436	4/1	日	昼	女
5	G3944	4/1	日	昼	男
6	T0344	4/1	日	昼	女
7	S6356	4/1	日	夕方	男
8	J0589	4/1	日	夕方	女
9	S4777	4/1	日	夜	男
10	J0589	4/1	日	夜	女

コマンド管理部

データ操作結果表示部

図 4 データ操作画面

Fig. 4 Screenshot of database operation phase on sAccess.

文を入力すると、その命令が「命令ブロック」の形で追加される(図 6)。命令文の主な仕様は 3.4 節で述べる。なお学習者は、利用可能な命令について図 4 のコマンド管理部にある「ブロック生成コマンド一覧」リンクから確認することができる。命令ブロックは複数追加することができ、それぞれのブロックが登録した順に上から下へ並ぶ形になる(図 7)。

データ操作は、基本的には 1 つのデータテーブルに対し

て命令ブロックのリストを上から順番に適用する形で行う。たとえばブロックリストで上から 2 番目の命令は、1 番上の命令を適用した後のデータテーブルに対して適用する。命令の適用にともなうデータテーブルの変化の過程は、図 4 のデータ操作結果表示部において隣り合う 2 つのテーブル列を比較することで確認できる。テーブル列は、コマンド列と対応して変化の過程を右から左に順に並べている。つまり 1 番左に表示されるテーブルがすべての命令

© 2014 Information Processing Society of Japan

7

データテーブル

図書データ				
(B1)	図書番号	書名	著者番号	分類番号
1	T0121	檸檬	S4656	91
2	T0141	日本精神史研究	S7883	12
3	T0242	山羊の歌	S4426	91
4	T0323	魯山人の食卓	S5579	59
5	T0381	学問のすすめ	S0865	37
6	T0522	桜の園	S2300	98
7	T0626	セロ弾きのゴーシュ	S9632	91
8	T0739	春泥集	S5788	91
9	T0754	読者の贈り物	S8953	93

図 5 データテーブル表示画面例

Fig. 5 Screenshot of data table display/modification mode.

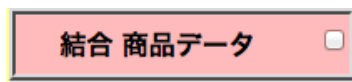


図 6 命令ブロック例

Fig. 6 Command block: an example.

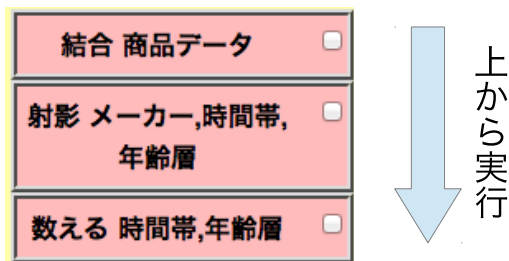


図 7 命令ブロックリスト例

Fig. 7 Command block list.

を適用した後のデータの状況であり、以降右へ向かうごとに1つずつ操作をさかのぼる形になる。

命令ブロックの順番変更や削除はクリック操作のみで行える。また命令ブロックを1つ編集するごとに「データ操作結果表示部」の結果が連動して更新される。これにより、データ操作内容の編集による結果の変化を、試行錯誤的に観察することができる。

3.3.4 データ整形

学習者は実習内で目標とする操作やデータ検索が行った後、実習内容に応じてそのデータを整理する作業を行う。sAccess では、数値データの平均やデータ個数を求めたり、レコードの順番を並べ替えたりといった簡単な集計やデータ整理を行う命令を提供している。

また高校教科「情報」の教科書では、単に並べ替えるだけでなく、データをレポート用資料としてまとめて出力するところまでをデータベースの実習範囲としているものが多い。この活動は、2.1 節の学習項目 (G) に相当する。しかし資料作成のための表示レイアウト設定や装飾などは、本来のデータベースの仕組みとは別の枠組みであり、ドキュメント作成を主目的としたソフトウェアを別途利用する方が学習活動としては効果的といえる。

表 2 命令文一覧

Table 2 sAccess query commands.

選択	
選ぶ (選択)	指定文字を含むレコードを抽出
取り除く	指定文字を含むレコードを除く
比較する	数値条件に合うレコードを抽出
重複の削除	重複レコードを1つにまとめる
射影	
射影	特定のフィールドだけ抽出
結合	
結合する	2 テーブルの自然結合
追加する	別テーブルのフィールドを現テーブルに結合
集計・整理	
合計を求める	数値データの合計表示
平均を求める	数値データの平均表示
数える	データ個数の集計表示
並べる	データの整列表示
その他	
表示する	データ操作対象のテーブルを入れ替える

そこでsAccessでは、データ操作結果のテーブルを、CSVファイルとして出力できる仕組みを提供する。図4のコマンド管理部にある「結果ダウンロード」ボタンをクリックすることで、その時点でデータ操作結果表示部の一番左に表示されているテーブルを、CSVファイルとしてダウンロードできる。データのレイアウト設定などの整形と出力は、別途CSVファイルを開く事ができる表計算ソフトなどで行う。

3.4 命令

sAccessにおけるデータ操作命令は、共通情報教育におけるデータベース実習の支援が目的であることを意識し、RDBの基本操作となる“選択”, “射影”, “結合”に関連する命令群と、高校教科「情報」の教科書を検証した上で著者らが必要と判断したデータ整列命令群を数種類用意した。現在sAccessが提供する命令文を表2に列挙する。

命令の形式は、「命令文」と、命令文に対応した1個以上の「オプション」を並べる形で指定する。sAccessで使用可能な命令文はすべて日本語で定義しており、命令文と各オプションの区切り文字 (空白), また特定のオプションにおいて複数のフィールド名を指定する場合に用いる区切り文字 (カンマ) についても、半角/全角どちらでも使用可能である。さらに各命令文には複数のエイリアスを定義しており、いずれの表記でも命令文として使用可能である (例: 「射影」は、「列指定」「フィールド指定」と記述しても同じ命令として処理する)。

オプションには、操作対象の絞り込みや条件指定など命令ごとに必要な情報を指定するが、各命令はつねに「その命令を適用する時点で対象とするデータテーブル」に対して発行するという前提のため、データテーブルの名称をオ

クションに指定する必要はない。これにより、まったく同じ命令（データ操作）でも、対象となるデータテーブルや命令を実行する順番が異なるとどのように結果が異なってくるかを、命令ブロックの入れ替えによって容易に体験することができる。

3.5 学習目標との関係

2.6 節の要求仕様 3. の達成度の確認として、2.1 節で列挙した学習目標と sAccess の関係を示す。

sAccess が直接支援する学習活動は、主に学習項目のうち (C)~(G) であり、特に (F) が中心となる。ただし (C) については 3.3.2 項でも述べたが、サンプルデータをあらかじめ登録することによって実習としては省略可能である。実際に共通情報教育のような現場では、スキーマ設定や正規化の概念は、教科書に記載があってもそのまま実践すると消化不良になる現状もある [6]。確保できる時間数など状況に応じて、(C) を実習として行うか講義で替えるか、教師が選択できる仕組みを sAccess で提供することは、要求仕様 2. を満たす上でも重要である。また、学習目標 (A), (B) については明示的にその活動を支援する機能を持たない。これらの知識の習得は、教師の裁量で講義あるいは sAccess に登録する CSV ファイルを作成する活動として行うことを想定している。また (C) と同様、サンプルデータの利用によって (A), (B) の実習活動は省略可能である。

なお、(H) については現時点では対応していないが、今後実装予定である。

4. 実装

4.1 開発環境

sAccess は、開発言語に PHP *2 を用いた Web アプリケーションとして作成した。PHP プログラムの動作をサポートする Web サーバであれば、特定のサーバソフトウェアに依存せず実行が可能である。なお、PHP のバージョンは 5.3 以降を想定している。

また学習者の利用環境となる Web ブラウザについては、JavaScript, CSS, Cookie が有効であることを想定している。Internet Explorer や Safari など近年の主要な Web ブラウザのほとんどはこれらの機能に対応しているため、JavaScript の動作を意図的に無効にしている環境でない限り、sAccess の利用に問題はないと考えられる。この点は、2.6 節であげた、要求仕様 5. を満たす要素である。

4.2 データベース

sAccess ではデータテーブルの登録とデータ操作処理の実装にあたって、バックグラウンドで実際のデータベース管

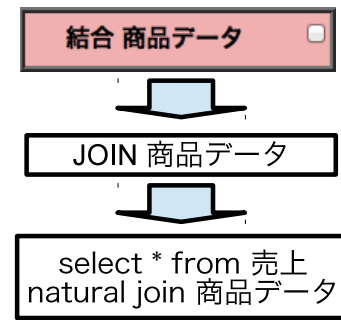


図 8 コマンド処理の流れ

Fig. 8 Internal command processing of sAccess.

理システムである SQLite *3 を用いる。SQLite は、MySQL や PostgreSQL など他の主要な RDB の管理システムに比べると機能は簡素であるが、sAccess が対象とするデータベース実習には十分な機能が提供されている。SQLite のバージョン 3 は PHP5 に標準バンドルされており、環境構築が容易であることも採用理由である。

ユーザがサンプルを選択あるいは CSV ファイルによるデータ登録を行った時点で、システム内部ではユーザごとに新しいデータベースを作成し必要なテーブルを登録する。データテーブルの登録処理については、ユーザからアップロードされた CSV ファイルの中身を解析した上で、テーブル作成とデータ登録の SQL 文 (create table 命令と insert 命令) を SQLite に発行する。サンプルデータを選択する場合も、システム内部では事前に教師が登録した CSV ファイルのセットを読み出し、その後はユーザが CSV ファイルをアップロードした場合とまったく同じ処理を行う。

4.3 コマンド処理

sAccess におけるコマンド処理は、ユーザが入力した命令の文字列を、いったんツール内部で解釈可能な中間命令に置き換えた上で、具体的なデータ操作の SQL 文に変換するという手順で行う (図 8)。つまり sAccess の各命令は、単純な SQL 定型文を、教科書記載の日本語を使った平易な表現で置き換えたものといえる。

いったん中間命令に変換するのは、同じ処理に対して複数の命令文での表現ができるようにすることと、演習対象となる学習者の状況に合わせて、入力可能な命令セットを柔軟に変更できるようにすることを意図している。また複数の命令文での表現を許容するのは、あくまで主目的は実習を通したデータベースの仕組みの理解であり、sAccess の命令文の書式を厳密に覚えることを主目的に置いていないためである。

5. 授業実践

本章では、sAccess を実際のデータベースの実習授業で

*2 <http://php.net/>

*3 <http://www.sqlite.org/>

利用した事例（以下本実践）について述べる．本実践においては，比較対象として MS-Access を利用した授業も合わせて行い，両方の実践における実習状況の差異を観察する．

5.1 実践環境

本実践は，2012 年 10 月から 11 月にかけて大学にて開講された，非情報系の学生を対象とした情報リテラシー科目の中で実施した．

学習者は本授業科目の履修者である，情報系の専攻でない工学系の同一学科所属の学部 1 年生であった．また事前アンケートにより，学習者のほぼ全員がデータベースの予備知識を持たないことを確認している．学習者は本実践の前に，前期の情報リテラシー科目も含めて電子メール，情報検索，文書作成，表計算の各操作演習を実施済みであり，また本実践以降は Web ページ作成，簡単なプログラミング，プレゼンテーション資料作成などの演習を行う予定となっていた．なお本情報リテラシー科目は選択必修科目であり，本実践における学習成果は，科目の成績評価の対象となる．

高校の共通教科「情報」とは異なる環境ではあるが，対象の学習者は非情報系でデータベースの予備知識も持たない点で，2 章で定義した，sAccess が対象とする共通情報教育の学習者に該当する．また，本科目は授業設計の自由度が高く，共通情報教育で実施可能なデータベース実習と同様の内容を実践しやすかったこと，さらに複数のクラスで実習内容を統一して実施することも可能であったことから，本環境で sAccess の実践評価を行うこととした．

5.2 授業概要

本実践では，座学によるデータベースの説明の後，sAccess あるいは MS-Access の簡単な操作説明を兼ねた例題演習を行い，あらかじめ用意したサンプルデータをもとにデータ検索の実習を行うという流れの演習授業を実施した．具体的な流れは以下のとおりである．

講義 1 社会で使われているデータベースの説明．顧客情報，図書館の貸出システム，コンビニエンスストアの POS システムなど．

講義 2 関係データベースの説明．複数のテーブルでデータを管理．テーブル内のデータはレコードとフィールドで扱う．「選択」「射影」「結合」などの基本操作．

例題実習 ツールの基本操作の説明と，練習用の例題 5 問を説明しながら操作を実習．

課題実習 課題として 10 問を出題し，解答をレポートとして提出させる．

時間配分は，まず 1 コマ (90 分) の中で「講義 1」と「講義 2」を合わせて実施，その次の週の 1 コマで「例題実習」「課題実習」を実施するというものである．つまり本実践で行った授業時間は合計 180 分であるが，うち実際に実習

に費やした時間は，ツール操作の説明も含めて 90 分である．これは共通情報教育においてデータベース学習に割ける時間としては，標準的な時間設定であるといえる．

本実践の実施対象は 6 クラスあり，そのうち 3 クラスは sAccess を，残りの 3 クラスは MS-Access を用いる実習グループに分かれた．sAccess を利用するグループは 3 クラス合計 98 名，MS-Access を利用するグループは 3 クラス合計 113 名であった．クラス分けは無作為であり，双方のグループにデータベースの事前知識などでの差異はなかった．

なお，本科目の教授者は著者のうち 1 名が担当しており，sAccess の操作には十分慣れた状態で授業を実施している．

5.2.1 例題実習

例題実習では，教員が sAccess あるいは MS-Access の操作方法を説明しながら実習を行った．

使用したデータベースは「生徒名簿」をテーマとしたもので，各テーブル名とそれぞれのフィールド名（括弧内）は以下のとおりである．

- 成績一覧（学生番号，中間点，期末点）
- クラブ名簿（学生番号，クラブ名）
- 学生名簿（学生番号，名前，前期講座，前期番号，後期講座，後期番号，住所，出身高校）

使用した例題を表 3 に示す．例題 1，2 は 1 個のテーブルで解答を求めることができるのに対し，例題 3，4，5 は複数のテーブルを使うため，結合操作が必要である．また例題 1，4 は集計操作（平均）を使用し，例題 2-5 では選択操作を使用する．

5.2.2 課題実習

課題実習では，10 問の課題を学習者に提示し解答を提出させた．使用したデータベースは「コンビニ」をテーマにしたもので，テーブルとそれらに含まれるフィールド（括弧内）は以下のとおりである．

- 売上（JAN コード，売上日，曜日，時間帯，性別，年齢層）
- 商品データ（JAN コード，商品名，内容量，メーカー，価格）

なお実習の準備作業として，sAccess 実習では，学生は

表 3 例題実習の問題

Table 3 Example questions of database operation in the practice.

例題	問題
1	期末の平均を小数第 2 位まで
2	中間が 70 以上の件数
3	中間 70 以上，期末 70 以上で，期末の高成績順に表示した時の，13 位の名前
4	クラブごとの期末の平均を表示した時の，ハンドボール部の値
5	クラブごとの中間が 70 以上の件数を表示した時，合気道部の件数

表 4 実習課題

Table 4 Exercises of database operation in the practice.

課題	問題
1	時間帯が昼のものだけを表示させた時の、4行目の JAN コード
2	時間帯が昼、性別が女のみを表示した時の、4行目の JAN コード
3	売上日ごとの件数を表示した時の、2012/4/2 の件数
4	売上日の時間帯ごとの件数を表示した時の、2012/4/11 昼の件数
5	商品名とその件数のみを表示した時の、「ドース ビター」の件数
6	日曜に売れた商品を表示した時の、12行目の商品名
7	日曜に売れたものの商品名とメーカーと件数を表示した時の、「さつまプリッツ<チョコ>」の件数
8	メーカー別売上票品数を表示した時の、「コーラ」の件数
9	日曜に売れたメーカー別商品数を表示した時の、「キンキ乳業」の件数
10	熟年女性が購入するメーカー別売上件数を表示した時に、最も個数の多いメーカー

表 5 実習課題の分類

Table 5 Classification of exercises in Table 4.

課題	選択	射影	結合	集計
1	○	○		
2	◎	○		
3	○			○
4	◎			○
5	○	○	○	
6	○		○	
7	○	○	○	○
8	○	○	○	○
9	◎	○	○	○
10	◎	○	○	○

◎：選択条件が複数

「サンプルデータ」から演習に該当するサンプル「コンビニ」を選択 (図 3 参照) したのに対し、MS-Access 実習では、教師があらかじめ用意した実習用データベースのファイルを、各学生が MS-Access で読み込ませる作業から始めた点が異なる。

表 4 に出題した課題を示す。また各課題が含むデータベース操作の分類を、表 5 に示す。課題 1-4 は 1 個のテーブルで完結するのに対し、課題 5-10 は複数のテーブルを使用する必要があるため、結合操作が増える。またどの問題でも選択操作を必要とするが、課題 2, 4, 9, 10 では複数の選択操作を組み合わせる必要がある。また集計操作は、主にデータ個数を「数える」操作を使用するほか、課

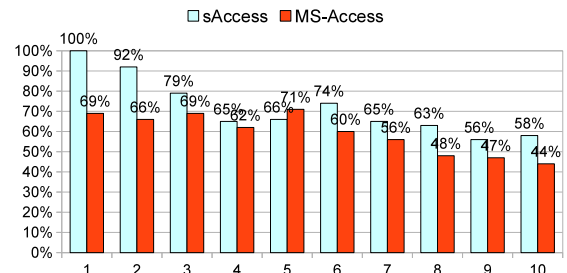


図 9 sAccess と MS-Access の課題ごとの正答率 (%)

Fig. 9 The percentages of corrected answers per exercise: comparison of sAccess with MS-Access.

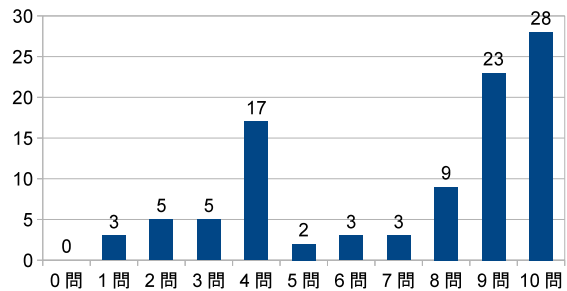


図 10 課題正答数の分布：sAccess

Fig. 10 Distributions of numbers of corrected answers: sAccess.

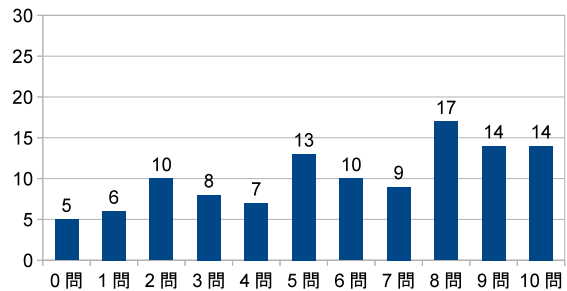


図 11 課題正答数の分布：MS-Access

Fig. 11 Distributions of numbers of corrected answers: MS-Access.

題 8-10 は「整列」操作も使用する。

5.3 実践結果

授業における課題実習の正答率を図 9 に示す。課題ごとに見た場合、課題 5 を除くすべての課題で、sAccess 実習での正答率が MS-Access 実習での正答率より高い結果となった。1 問正答で 1 点とすると、10 問の合計点の平均は sAccess が 7.18 点、MS-Access が 5.91 点であった。

また図 10 に sAccess 実習における課題の正答数の分布を、図 11 に MS-Access 実習における課題の正答数の分布を示す。これを見ると、sAccess では 4 問正解した学生と、9 問または 10 問正解した学生に大半が集中している。4 問だけ正解した学生はいずれも課題 1-4 のみ正解であった。また、1 問も解けない学生はいなかった。課題 1-4 と課題 5 以降の大きな違いは結合操作を行っているか否かで

あることから、結合操作に対する理解の有無が正答数に影響を与えており、同時に選択、射影、集計などデータベースの基本操作については正答率に大きな影響を与えていなかった。

一方、同じ問題でも MS-Access の場合、1 問も解けない学生から全問正解した学生まで万遍なく分布しており、各問題に関連するデータベース基本操作に対して、明確な差異が見られなかった。また課題ごとの正答率の関係を調べたところ、課題 3 以降をほぼ全問正解できているにもかかわらず、課題 1, 2 を解けていない学生が存在することも分かった。

6. 考察

本章では、3 章、4 章で述べた sAccess の設計と実装における工夫点と、5 章で述べた授業実践の結果をもとに、sAccess の有用性と課題について議論する。

6.1 要求仕様との関係

sAccess が、2.6 節で列挙した要求仕様とどのように関連しているかを確認する。

要求仕様 1. については、sAccess 自体は特定の教材や指導案を組み込んだツールではないため、学習指導要領に準拠した高校の教科書を教材として使えるかどうか仕様を満たすポイントとなる。後述する要求仕様 2. と 3. を sAccess が満たせば、どの教科書を用いた実習でも「簡単なデータベースを作成する活動」、具体的には 2.1 節であげた学習項目を実践する活動を、sAccess によって実現できるといえる。

要求仕様 2. については、sAccess は実習用の枠組みを提供しており、教材に相当するデータベースのスキーマやレコードは、状況に応じて入れ替えや新規作成が可能な仕組みとしたことによって、特定の教科書や実習資料に特化しない実習環境を構造上実現している。もちろん RDB 以外の構造のデータベースを扱うテキストでは sAccess は対応できないが、高校の教科書は現時点ですべて RDB を前提とした内容となっており (3.2 節)、sAccess の主要ターゲットである高校教科「情報」のテキストは十分カバーできると考えられる。

要求仕様 3. については、3.5 節で議論したとおり、「一通りのデータ操作を行える」ように sAccess の操作体系を構築した。また授業実践では、各課題に「選択」「射影」「結合」というデータ検索の基本操作を 1 つ以上必要とする課題を設定したが、いずれの問題にも、その操作と「同名」の命令ブロックを使用することで解答を求めることができるため、概念の理解がそのまま実習での命令の選択として確認できる。この仕様による sAccess の利点については、6.2.4 項で詳細を議論する。

要求仕様 4. については、授業実践の結果より、90 分と

いう短時間で、操作の説明から実習課題の解答まで一通りの実習活動が行えていること、また全体の約半数の学習者が実習課題を 9 問以上正解していること (図 10 参照) から、「短時間で操作に習熟でき、実習活動に集中できるインタフェースである」ことが確認できたといえる。また、実習課題の解答結果について分析すると、sAccess の利点とともに、一部インタフェースには改良の余地があることも明らかとなった。この点については 6.2.2 項と 6.2.3 項で議論する。

要求仕様 5. については、sAccess が Web アプリケーションとして提供されていること、また実装上也標準的な Web アプリケーションとしての構成であり、利用者の Web ブラウザ側にも特別なプラグインが必要ないことから、「端末の環境や制約に依存せず多くの教育機関で利用することができる」点は明白に達成できたといえる。実際、sAccess はすでに複数の教育機関で導入実績がある [11]。

6.2 授業実践を通して

6.2.1 学習者について

sAccess が対象とする共通情報教育のモデルとして、2 章では高等学校の共通教科「情報」を想定して議論を行った。一方、今回の授業実践の対象者は大学 1 年生であり、本来であれば高校で教科「情報」(平成 24 年度以前の学習指導要領に準拠した、情報 A/B/C) を履修し知識を習得済みの学習者である。

しかし今回の授業科目の内容 (5.1 節参照) を見ると、データベース実習以前に完了した演習はいずれもパソコンの基本操作に相当する、学習トピックでいえば普通教科「情報 A」とほぼ同等の内容である。高校の情報教育は、必履修にもかかわらず、その学習内容は高校ごとに大きくばらついており、情報教育に関連する大学生の事前知識は個人差が著しいという問題がある [9], [10]。そのため大学の情報基礎教育も、この著しい個人差を吸収するためのリメディアル教育に相当する内容になりがちであり、高校の教科「情報」と同等の学習トピックでの授業展開になることも少なくない。今回の実践環境も同様であり、情報教育に関連する学習者の事前知識が、平均的に見て高校の教科「情報」履修者とあまり差がない状況であることを示唆している。

共通情報教育を取り巻くこの現状は今後改善されることが望ましいが、結果として今回の授業実践では、データベースに関する事前知識を持つ学習者がほとんどおらず、高校で実施可能な内容と同等のデータベース授業が実践可能であった。

6.2.2 射影操作について

MS-Access の実習で、課題 3 以降をほぼ全問正解できているにもかかわらず、課題 1, 2 を解けていない学生が、全体の 42% と高い比率で存在することが分かった。これは

同じ課題を出題した sAccess では観察されなかった現象である。

課題 1, 2 の問題について課題 3 以降との違いを検討すると、課題 1, 2 では「“時間帯” フィールドの値が昼のレコードを抽出し、“JAN コード” フィールドの値を回答する」のように、検索基準となるフィールドと解答対象のフィールドが異なる点が相違点といえる。他の課題では、レコード件数を回答するか、課題 6, 10 のように検索するフィールドと回答するフィールドが同一であった。

MS-Access ではクエリの結果表示について、クエリ時に明示的に指定しないフィールドは表示されないという仕様になっている。しかし、教科書や講義における射影操作の説明では、“射影操作をしない限りは全フィールドが表示される”というモデルで説明されている。つまり MS-Access は、射影に相当する操作がクエリ操作の一部として暗黙に導入されているため、モデルで説明された射影操作のイメージとのずれが生じ、そのことが MS-Access 実習でのみ課題 1, 2 を解けない学生が多くなった一因と考えられる。

sAccess のクエリでは射影操作は「射影」というコマンドで明示的に指定する必要があり、モデルでの説明と一致しているため、概念として学ぶ射影そのままの操作を行うことができる。MS-Access と同じ現象が sAccess に現れていない点は、要求仕様 2. の「各種の教科書に近い例題で実習できる」という点、また要求仕様 3. のデータ操作のうち射影操作に関する、MS-Access と比較しての sAccess の利点であるといえる。

6.2.3 結合操作について

結合操作については、sAccess でその操作の有無が課題の正答率に大きく影響を与えた部分である。このような傾向は MS-Access では確認されなかった。

この要因を検討した結果、sAccess のインタフェースに起因する部分が多いことが推測された。sAccess のクエリ操作は、基本的に目の前にあるテーブル（具体的には、図 4 のデータ操作結果表示部の一番左のテーブル）に対して次々と命令を追加して行くというスタイルに設計しているが、結合操作ではその場がない別のテーブル名を指定する必要がある。現在のレイアウトでは、結合命令を追加しても結合対象のテーブルが同じ画面内に表示されないことから、結合操作の概念と sAccess 上の視覚情報がうまく結び付きにくかったことが考えられる。要求仕様 4. を満たすという点においては、この点は改善の余地がある。実習を通して結合の概念をイメージしやすいようにインタフェースの改善を進める予定である。

一方、MS-Access における結合操作は、テーブルのフィールド間の対応関係として指定する“リレーションシップ”がそれに相当する。リレーションシップは参照整合性などのデータの一貫性を保持するために有効な機能であり、MS-Access のテーブル設計ではあらかじめリレーション

シップを指定することが一般的であることから、すべての教科書でそのように説明されていた。しかし一方で、リレーションシップをテーブル設計時に指定する仕様は、クエリ時には結合操作を明示的に指定しない、という点につながる。授業実践における実習課題の解答結果のうち、結合操作ができればすぐ解答が求められる課題 5 で、MS-Access の正答率が sAccess を上回ったのも、これが理由と考えられる。このことから、MS-Access はデータベース操作としての「結合」の実習が設計しにくいことがいえる。

sAccess は、結合操作も選択や射影と同じく 1 つの「結合」という命令で定義されており、その点は問題なく実習が可能である。結合操作の有無で正答数が分かれるという傾向が確認できたのも、「結合」操作は「結合」命令で実現する、という操作命令体系であった結果といえる。

6.2.4 クエリ機能について

図 12 に、MS-Access のクエリ画面例を示す。MS-Access は実用に供するシステムとして非常に多機能であるが、高校で扱う程度の例題であれば、この 1 つの画面で操作を完結させることができる。ただし、教科書ではデータ操作を「選択」「射影」「結合」を単位とした操作の流れとして説明しているが、図 12 上のクエリ操作は Query by Example [7] をベースとしたものであり、「選択」「射影」「結合」の各概念と MS-Access でのクエリ操作が、1 対 1 に対応していない。そのため、MS-Access を前提とした実習の記載がテキストにない限り、学習内容と対応付けて実習を行うことは難しい。クエリを段階的に実行することは可能だが、生成された仮想表に対して操作を行っていく形になり、難易度が飛躍的に高くなるという問題がある。

ただし、MS-Access でもインタフェースを工夫して RDB の操作モデルと同様な操作を体験させることは不可能ではない。たとえば MS-Access の上で関係代数に相当するクエリを指定できるツール [8] が提案されている。しかしこういったツールの存在は逆にいえば、MS-Access の操作イ

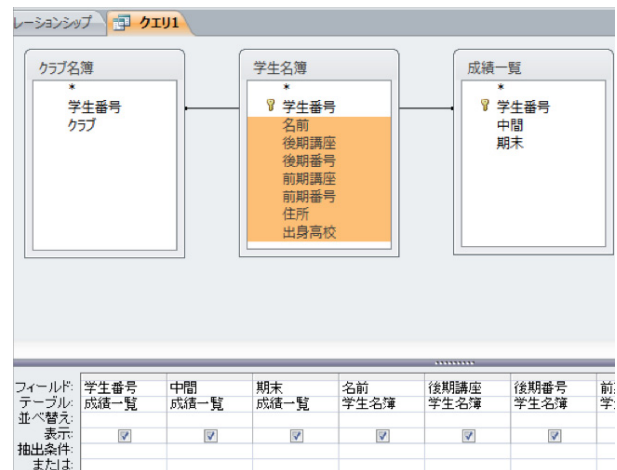


図 12 MS-Access のクエリ画面

Fig. 12 Screenshot of query interface on MS-Access.

インタフェースはデータベースの初学者には適切ではないことを示唆している。

一方 sAccess では、クエリの構造が、データ操作の基本命令を組み合わせて段階的に実行することを前提としたものである。各操作とデータ操作結果が一对一に対応するため、「選択」「結合」「射影」という概念が具体的にどのようなものなのかを明確に確認でき、実習を通じた理解や説明も容易になるという利点がある。

7. まとめ

本論文では、共通情報教育におけるデータベース学習を支援する実習用ツール sAccess を提案した。

提案に先立って、共通情報教育におけるデータベース教育の課題について検討した。2013年4月から高校で実施されている「情報の科学」の学習指導要領解説や教科書をモデルとした調査を通して、現状の共通情報教育でデータベース学習を行うには実習を通じた理解が重要視されていないながら、有用なツールや授業モデルが提供されていない問題点を確認した。さらにヒアリングを通して、教師側がデータベースに対する十分なスキルを持っていない可能性も確認でき、これらの問題に対応できる実習環境の実現が必要であることを確認した。

以上の調査結果をもとに、オンラインで授業での実習を支援するツール sAccess を設計・試作した。またこのツールを、大学の非情報系の学生を対象に授業で使用し、既存のデータベース実習用ツールとして MS-Access と比較することで、sAccess の実用性に関する利点と改善すべき課題を検証した。

今後は、評価で明らかになった改善点を反映し、実際に授業を担当する教員から継続的に意見をもらいながら、継続的に sAccess の改良を進めたい。そこで現在、sAccess をインターネット上に公開し^{*4}、全国の共通情報教育で sAccess の周知と利用の促進に関する活動を開始している。

また現在の sAccess の機能は、すべての教科書と同様に、学習者が個別のデータベースを扱う形の実習のみ対応しているが、現在は未対応の学習項目 (H) を満たす機能として、授業単位でデータベースを共用する機能についても開発を進めている。これにより、世の中の「さまざまな情報システムの中で使われるデータベース」を体験する実習についても実現することが目下の課題である。

謝辞 本研究の一部は、JSPS 科研費 24700871 の助成を受けたものである。

参考文献

[1] Antonitsch, P.K.: Database as a tool of general education, *Proc. International Conference in Informatics in Secondary Schools - Evolution and Perspectives*

(ISSEP'06), pp.59-70 (2006).
 [2] 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).
 [3] 文部科学省：高等学校学習指導要領解説情報編 (2010).
 [4] 文部科学省：高等学校学習指導要領 (2009).
 [5] 前田功雄, 高柳敏子：データベース教育の試み—Excel から Access へ, 日本科学教育大会年次論文集 24, pp.207-208 (2000).
 [6] 長谷川友彦：「社会と情報」でもデータベースの学習に取り組もう, 第 5 回全国高等学校情報教育研究会千葉大会要項 (2012), 入手先 (http://www.zenkojoken.jp/05chiba/%E5%88%86%E7%A7%91%E4%BC%9A/?action=common_download_main&upload_id=617).
 [7] Zloof, M.M.: Query-by-Example: A data base language, *IBM Systems Journal*, Vol.16, No.4, pp.324-343 (1977).
 [8] McMaster, K., Sambasivam, S. and Anderson, N.: Relational algebra programming with microsoft access databases, *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management*, Vol.6, pp.73-83 (2011).
 [9] 森 幹彦, 池田 心, 上原哲太郎, 喜多 一, 竹尾賢一, 植木徹, 石橋由子, 石井良和, 小澤義明：情報教育に関する大学新入生の状況変化—京都大学新入生アンケートの結果から, 情報処理学会論文誌, Vol.51, No.10, pp.1961-1973 (2010).
 [10] 佐藤万寿美：高等学校全体の教科「情報」の状況について (特集 高等学校での情報科教育の実情と課題), 大学教育と情報, 2012 年度 No.1, pp.2-6 (2012).
 [11] 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, Vol.2012-CE-117, No.11, pp.1-6 (2012).



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, 日本教育工学会, コンピュータ活用教育学会各会員。

*4 <http://saccess.eplang.jp/>



中野 由章 (正会員)

1988年芝浦工業大学工学部通信工学科卒業, 1990年同大学大学院工学研究科電気工学専攻修士課程修了, 1990年日本IBM大和研究所, 1993年三重県立高校講師, 1994年同教諭, 2004年千里金蘭大学講師, 2008年同准教授, 2011年大阪大学人間科学研究科博士後期課程単位修得, 同年大阪電気通信大学講師, 2013年神戸市立科学技術高校教諭. 情報教育や高校教科「情報」の研究に従事. 技術士(総合技術監理・情報工学). 大学入試研究会会員.



野部 緑

1984年奈良教育大学小学校教員養成課程数学専攻卒業. 2009年放送大学大学院文化科学研究科修了. 2006年大阪府立桃谷高等学校教諭. 2011年大阪府立寝屋川高等学校教諭. 大阪電気通信大学博士課程後期在籍中. 主に情報科教育の授業実践手法等に興味を持つ.



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年筑波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教授. 2013年から同大学総合情報学部教授. 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.