

一般情報教育におけるデータベース学習を支援する Web ツールの開発

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

概要: 情報システムにおいてデータベースは重要な役割を占めているにもかかわらず、高校教科「情報」など一般情報教育においては、演習実施への敷居が高いなどの理由で、データベースが学習トピックとしてほとんど取り上げられていないのが現状である。本研究では、一般情報教育においてデータベース学習を容易に行える環境を提供することを目的に、コンピュータにおけるデータ操作の基本を体験的に行える学習用 Web ツールを提案する。本ツールは実際の一般情報教育の現場において授業実践を行い、そのフィードバックをもとにツールの改良を続けている。本稿では本ツールの概要とその工夫点を説明し、データベース学習活動への有用性について議論する。

キーワード: 情報教育, データベース, Web アプリケーション

A web-based tool for database learning in general education

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

Abstract: In this paper we propose a web-based database learning tool. We designed it for information study in general education, in which time to spend on learning database is limited. With this tool you can configure database queries with simple keywords and modify them easily, which makes it easy to learn the bases of database operation through trial-and-error exercises.

We used the prototype of this tool in several classes of information study, and confirmed that this tool enables students make use of a limited time to concentrate on doing exercises, without concerning how to operate the tool itself.

Keywords: Information study, database, web application

1. はじめに

情報システムが一般生活にますます身近になる昨今において、例えば高校の普通教科「情報」の新指導要領において「情報システムの種類や特徴を理解させるとともに、そ

れらが社会生活に果たす役割と及ぼす影響を理解させる」ことが学習目標の一つとして言及されているように、一般情報教育において情報システムの社会的な役割を理解することは重要な学習トピックの一つである。

情報システムには様々な形があるが、近年はネットワークやデータベースがシステムの重要な構成要素として挙げられる。しかし一般情報教育においては、WWW など身近に幅広い実例があるネットワークは授業で取り上げられやすい一方、情報システムの内側で稼働するデータベースについては、その重要性は認識されつつも、仕組みの理解についての学習は授業であまり行われていないのが現状である [1]。

¹ 岡山大学

Okayama University

² 大阪府立寝屋川高等学校

Neyagawa High School

³ 大阪電気通信大学

Osaka Electro-Communication University

a) nagataki@okayama-u.ac.jp

b) midori@mbox.kyoto-inet.or.jp

c) info@nakano.ac

d) kanemune@acm.org

著者らはこれらの現状を改善するために、データベースの仕組みを理解するための演習環境の充実が不可欠であると考え、データベースの基本的な操作を体験的に学べる学習支援ツールを開発した。本稿では、本ツールの仕組みやその設計目的について解説し、本ツールを利用した授業実践を通して、本ツールの有用性と現在の課題について議論する。

2. データベース学習の課題

本章では、一般情報教育におけるデータベース学習の課題を検討し、本稿で提案するツールに求められる要求仕様をまとめる。

2.1 高校普通教科「情報」におけるデータベースの扱い

著者らは、平成 25 年度以降の高等学校学習指導要領、またそれに準拠した複数の「情報の科学」の教科書について検証を行うことで、一般情報教育において求められるデータベース学習の目標と、現状のデータベース学習の問題点について検討した [2]。

その結果、データベース学習においては、いずれの教科書もリレーショナルデータベース (RDB) を主な題材としており、その仕組みの理解のために実際にデータベースを利用したデータ操作演習を行うことが重視されていた。なお教科書の内容から、データ操作演習は具体的に (1) データベースやテーブルの作成、(2) データベースへのデータの挿入、(3) データの検索、(4) データの整理と出力の 4 種類の要素が含まれている。

一方、これらのデータ操作を行う演習において現在の教科書が想定しているソフトウェアは、実際に商用利用もされているデータベース管理システム (DBMS) が、RDB とは本質的に仕組みが異なる表計算ソフトのいずれかであった。実際高校に限らず、一般情報教育を対象としたデータベース学習においては、演習用ツールとして表計算ソフトや DBMS を用いる事例が見られる [3]。

一般情報教育において、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出来ない。しかし商用 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、一般情報教育におけるデータベース学習の実情に適した演習用ツールが存在しない事が、一般

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。

2.2 教育機関の事情

教育機関でパソコンを活用した演習を行う場合、一部個人のノート PC を利用する事例もあるが、大半は機関内の演習室などに設置された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、たとえ学習や教育の活動を支援する有用なツールが存在しても、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、既に授業導入への高い敷居として存在する。一方、一般情報教育における情報活用の主要ツールとして、演習端末には Web ブラウザが必ず導入されていると言ってよい。そのため、端末へのインストール作業が不要な Web アプリケーションであれば、導入の手間を考慮する必要なく、多くの教育機関で容易に授業用ツールとして活用できるようになることが期待できる。

2.3 要求仕様

以上の検討結果より、一般情報教育におけるデータベース学習の支援ツールとして求められる要求仕様を以下の 4 点とした。

- (1) RDB を題材としたデータ操作演習が行えること
- (2) データ操作演習の 4 要素 (2.1 節参照) を網羅できること
- (3) 短時間で操作に習熟でき、演習活動に集中できるインタフェースであること
- (4) 様々な教育機関での導入が容易な、Web アプリケーションとして実現すること

2.4 関連研究

データベース学習の支援を指向した Web アプリケーションの提案については、文献 [4][5] がある。

文献 [4] は、データベースの演習環境を容易に提供するための手段として WWW を利用するという点では本研究と同じアプローチだが、データ操作は SQL 文を直接入力する、また共用データベースにおける更新問題も演習対象として扱うなど、専門教育におけるデータベース学習を想定した設計になっており、一般情報教育を対象とする著者らとは学習目標が異なる。

また文献 [5] は、非情報系の学習者が Web アプリケーションの構造を統合的に学ぶ事を目的としたシステムを提案しており、その一部としてデータベース操作演習もターゲットに含まれている。一般情報教育を対象としている点は本研究とアプローチが同じであるが、具体的な学習対象が Web アプリケーション全体ということ、また演習の中で一種の簡易なプログラミング言語を習得する必要があるこ

とから、著者らの想定する“短時間の授業コマ数しか確保できない状況でのデータベース演習”には適用しにくい。

3. データベース学習支援ツール概要

本章では、2章の検討をもとに作成した、著者らが提案するデータベース学習支援ツール（以下本ツール）の概要を述べる。

3.1 本ツールの想定環境

本ツールは、一般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。具体的には、高校の普通教科「情報」の学習において、データベースの操作演習を行う際に本ツールを利用するという場面を想定する。ただし本ツールの設計においては、高校に限らずそれ以外の一般情報教育の場面でも利用できることを目指す。

本ツール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。2.3節より本ツールはWebアプリケーションとして提供することから、学習者はWebブラウザを利用して本ツールへアクセスし、教師の指示に従い本ツールの機能を利用してデータベース演習を行う。

ここで、本ツールの目的は演習活動の支援であるが、特定の演習課題に特化せず任意のデータベース演習で利用可能とすることを想定して本ツールを設計する。具体的には、学習者への演習課題の提示は、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、本ツール自体が問題を提示するなど、本ツール単体で演習活動が完結するような機能は提供しない。

またデータ操作の対象となるデータベースについては、主要なDBMSで使われているRDBを想定する。ただしRDBが想定しうるあらゆるデータ操作を本ツールで実現するのではなく、一般情報教育の演習活動に必要と考えられる基本的なデータ操作機能に限定して提供することとする。

3.2 提供機能

本ツールは、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。学習者は本ツールを通して、RDBにおけるリレーション（テーブル）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、本ツールが提供する各機能について、その詳細に



図 3 命令ブロック例



図 4 命令ブロックリスト例

について述べる。

3.2.1 データ選択・登録

本ツールは特定の演習課題に特化していないという性質上、演習の際にはどのデータベースを利用するかを予め指定する必要がある。本ツールでは、演習に利用する「対象データ」を最初に指定する（図1）。対象データの指定方法として、カンマ区切り形式のファイル（CSVファイル）をアップロードすることでオリジナルデータを登録する方法と、教師が予め登録しておいたサンプルデータを選択する方法の2通りが可能である。

CSVファイルのアップロードで登録する場合、1ファイルあたりRDBにおける1テーブルという対応関係で、最大3つのテーブルを登録可能である。CSVファイルは、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。簡単のため、データの型は基本的に全て“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は“数値”型として扱う。なおCSVファイルの作成は、ユーザ自身が作成する場合は別途表計算ソフトを使うことを想定している。また登録されたテーブルの名称は、CSVファイルのファイル名をそのまま利用する。

サンプルデータの選択による登録の場合、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「サンプル」の名称を選択することで、選択した名称に対応する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。CSVファイルの作成や登録はオリジナルデータのカスタマイズが自由にできる反面、学習者にとって手間がかかり操作ミス要因にもなりうるため、限られた演習時間への影響が大きい。サンプルデータを選択する方式であればデータ登録作業において操作ミスに時間を取られず、スムーズにデータ操作演習に移ることができるという利点がある。

3.2.2 データ操作

CSVファイルのアップロードもしくはサンプルデータの指定によりデータテーブルを登録すると、データ操作画面（図2）に移行する。ここで学習者はデータテーブルに

データ操作の仕組みを体験しよう

クラス：

名列番号：

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ので注意してください。)

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 1 データ登録・選択画面

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

フィールド指定 メーカー、時間帯、年齢層

教える 時間帯、年齢層

一つ上へ 一つ下へ 削除

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
- ・商品データ

| 結果(教える) | | | |
|---------|-----|-----|-------|
| (17) | 時間帯 | 年齢層 | count |
| 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 | 14 |
| 9 | 昼 | 成年 | 15 |
| 10 | 昼 | 熟年 | 1 |
| 11 | 昼 | 若者 | 10 |
| 12 | 朝 | 子ども | 13 |
| 13 | 朝 | 成年 | 4 |
| 14 | 朝 | 熟年 | 10 |
| 15 | 朝 | 若者 | 9 |
| 16 | 深夜 | 成年 | 12 |
| 17 | 深夜 | 熟年 | 8 |

<=教える=>

| 結果(フィールド指定) | | | |
|-------------|------|-----|-----|
| (158) | メーカー | 時間帯 | 年齢層 |
| 1 | 森永製菓 | 朝 | 若者 |
| 2 | ココロ | 朝 | 若者 |
| 3 | カルビー | 朝 | 成年 |
| 4 | カルビー | 昼 | 成年 |
| 5 | 森永製菓 | 昼 | 子ども |
| 6 | 森永製菓 | 昼 | 子ども |
| 7 | カルビー | 夕方 | 若者 |
| 8 | ココロ | 夕方 | 熟年 |
| 9 | カルビー | 夜 | 熟年 |
| 10 | ココロ | 夜 | 若者 |
| 11 | 森永製菓 | 深夜 | 成年 |
| 12 | カルビー | 朝 | 熟年 |
| 13 | カルビー | 朝 | 子ども |
| 14 | カルビー | 朝 | 若者 |
| 15 | カルビー | 昼 | 成年 |
| 16 | 森永製菓 | 昼 | 成年 |
| 17 | 森永製菓 | 昼 | 子ども |
| 18 | カルビー | 夕方 | 若者 |

<=[フィールド指定]=>

| (158) | JANコード | 売上日 |
|-------|---------------|----------|
| 1 | 4902888162732 | 2012/4/1 |
| 2 | 4902102079488 | 2012/4/1 |
| 3 | 4901330573485 | 2012/4/1 |
| 4 | 4901330573492 | 2012/4/1 |
| 5 | 4902888116322 | 2012/4/1 |
| 6 | 4902888117053 | 2012/4/1 |
| 7 | 4901330574086 | 2012/4/1 |
| 8 | 4902102079884 | 2012/4/1 |
| 9 | 4901330574086 | 2012/4/1 |
| 10 | 4902102079884 | 2012/4/1 |
| 11 | 4902888173097 | 2012/4/1 |
| 12 | 4901330573485 | 2012/4/2 |
| 13 | 4901330573492 | 2012/4/2 |
| 14 | 4901330640491 | 2012/4/2 |
| 15 | 4901330573492 | 2012/4/2 |
| 16 | 4902888116322 | 2012/4/2 |
| 17 | 4902888162732 | 2012/4/2 |
| 18 | 4901330573485 | 2012/4/2 |

コマンド管理部

データ操作結果表示部

図 2 学習ツール画面 (データ操作画面)

対して、演習の目的にかなうデータ加工の命令(クエリ)を登録し、その結果を画面上で確認する作業を繰り返す。

図2のコマンド管理部にある1行入力欄に、所定の書式の命令文を入力すると、その命令が「命令ブロック」の形で追加される(図3)。命令文の主な仕様は3.3節で述べ

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4)。

データ操作は、基本的には一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。例えばブロックリストで上から2番目の命令は、1番

© 2012 Information Processing Society of Japan

4

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。命令の適用に伴うデータテーブルの変化の過程は、図2の「データ操作結果表示部」における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。つまり一番左に表示されるテーブルが全てのコマンド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一つずつ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一つ編集することに「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、試行錯誤的に観察できるようにすることをねらう。

また複数のテーブルが登録されている場合、1番目に指定したCSVファイルのテーブルか、サンプルデータ指定の場合は予め指定されたデータテーブルが、最初のデータ操作対象テーブルとしてセットされる。なお操作対象のテーブルは、テーブル変更を行う命令によっていつでも切り替え可能である。

3.2.3 データ確認&追加

既に登録したデータテーブルについては、コマンド管理部にリスト表示されているテーブル名をクリックすることによって、別ウィンドウでそのテーブルのレコードリストを確認できる(図5)。またリストの最上段の空欄に文字を入力することで、レコードの追加登録を行うことも可能である。

3.2.4 データ整形

高校普通教科「情報」の教科書では、データを整理して資料の形に出力するところまでをデータベースの演習の範囲としているものが多い。ただ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言える。

そこで本ツールでは、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。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。データの整形と出力は、別途CSVファイルを開く事が出来る表計算ソフトなどで行うことを想定している。

3.3 命令

本ツールにおけるデータ操作命令は、一般情報教育におけるデータベース演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

データテーブル

| 貸出簿 | | | | |
|-------|---------------|-------|-----|-----|
| (299) | ISBNコード | 学生番号 | 貸出月 | 貸出日 |
| 追加 | | | | |
| 1 | 9784043878024 | 30327 | 4 | 5 |
| 2 | 9784087468458 | 30327 | 4 | 5 |
| 3 | 9784101250267 | 30328 | 4 | 5 |
| 4 | 9784101369235 | 30328 | 4 | 5 |
| 5 | 9784255006215 | 30314 | 4 | 5 |
| 6 | 9784255006222 | 30313 | 4 | 5 |
| 7 | 9784774148700 | 20208 | 4 | 5 |
| 8 | 9784797347265 | 10234 | 4 | 5 |

図5 データテーブル表示画面例

表1 命令文一覧

| 選択 | |
|---------|----------------------|
| 選ぶ | 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 | |
| フィールド指定 | 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 |
| データ整理 | |
| 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 |

た。現在本ツールが提供する命令文を表1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。本ツールで使用可能な命令文は全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:「フィールド指定」は、「列指定」「射影」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、各命令は常に「その命令を適用する時点で対象とするデータテーブル」に対して行うという前提のため、データテーブルの名称をオプションに指定する必要は無い。これにより、全く同じ命令(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。

4. 実装

本章では、本ツールの実装方法について概説する。

4.1 開発環境

本ツールは開発言語に PHP^{*1}を用いて、Web アプリケーションとして作成した。本ツールは 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本ツールの実行が可能である。5章で紹介する授業実践においては、サーバマシンに RedHat Enterprise Linux^{*2}を用い、Web サーバに Apache^{*3}を用いた。また PHP のバージョンは 5.3.6 を用いた。

なお、本ツールは利用者が使用する Web ブラウザについて、JavaScript、CSS、Cookie をサポートす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が対応しているため、JavaScript の動作を意図的に無効にしている等の環境でない限り、本ツールの利用に問題は無いと考えられる。

4.2 データベース

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は、バックグラウンドで実際の DBMS を用いる。DBMS には SQLite^{*4}を用いることとした。SQLite は、MySQL や PostgreSQL など他の主要な DBMS に比べると機能は簡素であるが、PHP5 に標準バンドルされていること（バージョンは 3）から導入が容易であり、また本ツールが目的とするデータベース演習に用いるには十分な機能が提供されている。

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 に発行して、本ツール用に予め用意しておいたデータベースに登録する。サンプルデータ選択についても、実際には予め教師によって登録された CSV ファイルのセットを読み出すだけであり、それ以降の登録処理はユーザが CSV ファイルをアップロードした場合と全く同じである。

なお登録の際、同じデータベースに複数ユーザがテーブル作成を行うことから、テーブル名の重複が発生する可能性がある。また本ツールは各ユーザが個人で演習を進めることを想定しているため、ユーザごとに独立したデータベースを提供する形にしたい。そのため、SQLite 内に登

| 画面表示 テーブル名 | 内部 テーブル名 |
|---------------|-------------|
| 売上 | TBLNAME1 |
| 商品データ | TBLNAME2 |

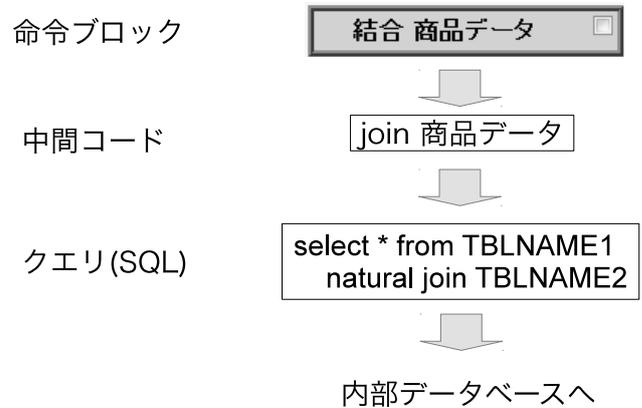


図 6 コマンド処理の流れ

録するテーブルの名称は、登録時刻とユーザごとに定義した unique な ID をベースとした文字列とした上で、ユーザに見える“データテーブル名”は、実際のテーブル名とは別に管理することとした。つまり複数ユーザが同じ名称のテーブル作成を行っても、内部では互いのデータテーブル名が衝突することなく、また Web ブラウザを通して各ユーザがアクセスできるのはそのユーザ自身が登録したテーブルだけなので、実質的にユーザごとに独立したデータベースが提供されていると同様の環境を提供することができる。

4.3 コマンド処理

本ツールのコマンド処理は、ユーザが入力した命令の文字列を、一旦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 6）。一旦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、また演習対象となる学習者の状況に合わせて柔軟に入力可能な命令セットの変更ができるようにすることも意図している。複数の命令文での表現を許容するのは、あくまで本ツールは RDB におけるデータ操作の仕組みを理解することが目的であり、命令文の書式を厳密に覚えることが学習の主目的ではないためである。

4.4 データ操作結果の表示

本ツールではユーザのデータ操作結果の変遷を右から左に順に並べて表示する。一番左、つまり一番最初に HTML 文として出力するテーブルは、全てのコマンドを適用した後のデータリストとなる。

*1 <http://php.net/>
*2 <http://jp.redhat.com/products/enterprise-linux/>
*3 <http://httpd.apache.org/>
*4 <http://www.sqlite.org/>

表 2 授業実践諸情報

| | 実践 A | 実践 B | 実践 C |
|--------------|---------------|---------------|------------|
| 対象 | 高校生 | 大学生 (非情報系) | 高校生 |
| 実施日 (2012 年) | 2/13-17,20-23 | 7/4 | 7/11,13,17 |
| クラス数 | 10 | 1 | 5 |
| 受講者数 | 396 | 12 | 200 |

本ツール内部ではこのテーブル列を表示するにあたって、操作対象テーブルに対して命令を上から順に適用しているのではなく、最初に全命令を適用したクエリ結果を HTML のテーブルに変換して表示、次に最後のコマンド (画面上は一番下の命令ブロック) を除く全命令を適用したテーブルを表示、という見た目のデータ操作とは異なる順番での操作を繰り返して、左から右へ順にテーブル生成処理を行っている。

この方法だと、1 つのクエリ結果をすぐ HTML 文に書き出すことになり、次のクエリのために過去のクエリ結果を一時的にメモリ上に保持しておくという必要がなくなる。これによって、大量のレコードを含むテーブルを扱う演習で複数の学習者が一斉にアクセスする状況でも、Web サーバのメモリ使用量の上限超過を避けやすくなる。一方でこの方法は、ほぼ同じ副問い合わせを含む SQL 文を何度も実行することになるため、ユーザが x 個の命令を登録すると実質的に SQLite 内では最大 x^2 個相当のクエリが実行されることになり、実行速度上は効率が良いとは言えない。この点の実装上の改善は今後の課題である。

4.5 現在までの実装状況

現在の本ツールの実装は、授業実践による評価を目的として設計を進めていることもあり、現時点ではまだ不特定多数に継続的に利用できる状況には至っていない。例えばサンプルデータの管理については、各教師が Web ブラウザから登録と修正を行えるようにする予定であるが、本稿執筆時点ではまだ管理用インタフェースの実装が完了していない。5 章の授業実践においては、事前に担当教員からサンプルデータの CSV ファイルを提供してもらい、ツール開発者が事前にツール内部に登録する方法をとっている。

5. 授業実践

これまでに 2 高校 1 大学の非情報系の学習者を対象に、本ツールを利用したデータベース学習の授業実施を行っている [2][6]。諸情報については表 2 にまとめた。

授業時間や実際の授業内容は実施機関ごとに若干の違いはあるが、いずれも約 2 時間、授業 2 コマ分という点で共通している。これは、一般情報教育においてデータベースに割けるコマ数としては標準的と言える。またいずれの学習者も、データベースに関する事前知識が無い状態から授業を受講している。各授業の担当教員はいずれも 1 人であ

る。なお、実践 A の 6 クラス、実践 B の 1 クラスは、著者らのうち本ツールのメイン開発を担当した第一著者以外が担当教員となった他、実践 A の 4 クラスと実践 C 全クラスは本研究に携わっていない別の教師が担当教員として授業実践に携わった。なお各実践は全て異なる教育機関でのものである。

授業実践を通して、ツール自体の不具合に起因するもの以外で問題となった点は、ほとんどがデータやコマンドの入力に関するものであった。本ツールは実践 A の段階では、操作対象データの登録方法は CSV ファイルのアップロードによる方法のみ対応しており、「1 行目をフィールドと見なすかデータと見なすか」「数字を“文字列”と“数値”どちらの型と見なすか」をユーザが選択できるようにしていた。これはできるだけ多様なデータソースを利用できるようにするために定めた仕様であり、教師が予め CSV ファイルを学習者に配布すればサンプルデータ選択方式を取る必要は無いであろう、という想定であったが、実際には実践 A で、これらの仕様に起因するデータ登録作業の混乱が少なからず確認された。3 章で紹介したサンプルデータ選択の機能は、この実践結果を受けて追加した機能であり、合わせてデフォルトで「1 行目をフィールドと見なす」「登録データが数字のみのフィールドは、自動的に数値と見なす」仕様へと変更することで、データ登録操作に起因する授業の遅れをなくすようにした。

同様に、区切り文字は当初は半角文字のみ可能としてフィールド名と区切り文字の違いを意識させようとしたが、実践 A,B でこれに起因する操作ミスで演習活動が遅れる学習者が少なくなかったことから、全角文字も区切り文字として使用可能とした。

以上の問題はいずれも容易に改善可能なものであり、それ以外はどの実践においても、「演習室の環境として本ツールが使えない」ということはなく、学習者も「操作方法をすぐに理解」して演習問題に取り組む状況が確認され、本ツールが目標とするデータベース学習の支援ツールとして一定の可能性が観察できたと言える。ただし本ツール自体も授業実践と並行して継続的に改良を進めていることから、定量的な評価は十分に行えていない。今回の実践結果を解析して本ツールを改良した上で、本ツールの継続的な実践を通して、他の DBMS や表計算ソフトを用いた場合と比較しての学習効果の違いについて、より詳細な評価を行う予定である。

なお実践 A の中で観察された特徴的な学習者の行動として、選択や射影に関するあらゆるデータ操作を「選ぶ」の命令文一つで済ませようとして悩む学習者がいた、という事例があった。これは命令文と実際のデータ操作の関連性が理解しにくいと捉えることができ、その場合は本ツールの課題として命令文の表記について再検討と改良が必要であると言える。一方で、この学習者が「検索エンジンに

キーワードを入力すると何となく結果が出てくる」という利用者レベルの意識のままデータベースを操作しようとしている、とも捉えることができ、この場合は学習者が想定通りの実行ができず悩む事は、むしろデータベースの仕組みを学習者に考えさせる大きなきっかけになりうる。現時点ではどちらの要因かははっきりしていないが、実践 B,C でも同様の学習者が存在する可能性があるため、本ツールの操作履歴を詳細に解析することで、学習者の演習における活動パターンを観察し、どのように改善するのがより適切かを検討したい。

6. おわりに

本稿では、一般情報教育におけるデータベース学習を想定し、RDB におけるデータ操作の仕組みを体験的に学習できる Web ツールの構築についてその概要を紹介した。本ツールを用いた授業実践を通して、本ツールが限られた時間の中でデータベース学習を行う環境において一定の有用性をもたらす可能性が示唆された。

本ツールは今後も授業実践と並行して継続的に問題点を改善し、任意の教育機関で独自に運用を行えるようにシステムのブラッシュアップを行った上で、広く公開する予定である。

謝辞 本ツールを用いた授業実践にご協力いただいた、大阪府立今宮高等学校 広田高雄教諭に感謝いたします。

参考文献

- [1] 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，http://www.cec.or.jp/ict/pdf/houkoku_all.pdf (2009).
- [2] 野部 緑，長瀧寛之，兼宗 進：共通教科「情報」を指向した Web データベース学習教材の提案，日本情報科教育学会第 5 回全国大会講演論文集 (2012).
- [3] 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).
- [4] 北上 始，森 康真：WWW を用いたデータベースシステムの教育，工学教育，Vol. 45, No. 2, pp. 5-10 (1997).
- [5] 長 慎也：D-rails - Web アプリケーション学習用フレームワーク，情報処理学会研究報告，Vol. 2011-CE-108, No. 22, pp. 1-12 (2011).
- [6] 野部 緑，長瀧寛之，中野由章，兼宗 進：データベースを学ぶ学習教材の提案，全国高等学校情報教育研究会第 5 回全国大会 (2012).