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

小林史 $3^{1,a}$ 西川弘 $4^{1,b}$ 林康 $4^{1,c}$ 島袋舞 $4^{1,d}$ 長瀧寬之 $4^{2,e}$ 兼宗進 $4^{1,f}$

概要:データベースを軸に,情報システムを体験的に学習するためのオンライン学習ツール「サクセスシリーズ」を提案する.サクセスシリーズは,データベース学習支援システムとして実績のある sAccess をベースに,新たに開発した SQL 実習ツールである SQL エディタと,PHP による Web アプリケーション 実習ツールである PHP エディタから構成されている.本報告では,サクセスシリーズの紹介とともに,その実装の概要,高校で行った授業利用について報告する。

キーワード:情報システム,データベース,SQL,PHP,オンライン学習環境

KOBAYASHI FUMIYA 1,a) NISHIKAWA HIROYUKI 1,b) HAYASHI KOHEI 1,c) SHIMABUKU MAIKO 1,d) NAGATAKI HIROYUKI 2,e) KANEMUNE SUSUMU 1,f)

1. はじめに

現在、情報システムは社会を支える重要なインフラであり、今後その重要性は増すことが予想される。それに伴い、情報システムを学ぶことの必要性は高くなっている[1].情報システムでは、複数のシステムがネットワークで接続されて連携する。銀行で用いられる勘定系システムやコンビニエンスストアで用いられる POS システムはその一例である。これらの情報システムでは、遠隔地の端末からネットワークを通して収集した顧客データや、商品データなど

の膨大なデータを取り扱っている. 情報システムは生活で身近に利用されているものの,システム同士の連携やデータの流れは見えにくいため,その全貌を高校生などが理解することは容易ではない [2][3]. そこで本研究では,sAccess[4] によるデータベース操作や,SQL によるデータベースへの問い合わせ,プログラムからのデータベースの利用,ネットワークによるサーバーへのアクセスなどを体験的に学習できる学習教材「サクセスシリーズ」を提案する.

本論文の構成を示す.2章では本研究が目指す「情報システムを理解する授業モデル」について説明する.3章では sAccess の機能についての説明をする.4章と5章で新たに開発した「SQLエディタ」と「PHPエディタ」の機能と実装に関する説明を行う.6章でサクセスシリーズの設計を説明するそして,7章でサクセスシリーズの授業利用結果を報告する.最後に8章で本論文のまとめを記述する.

Osaka Electro-Communication University, Shijonawate, Osaka 575–0063, Japan

Okayama University, Okayama 700-8530, Japan

¹ 大阪電気通信大学

² 岡山大学

a) ht13a036@oecu.jp

b) ht13a065@oecu.jp

 $^{^{\}rm c)} \quad ht 13a 072 @oecu.jp$

 $^{^{\}rm d)}$ shimabuku.m@gmail.com

e) nagataki@cc.okayama-u.ac.jp

 $^{^{\}mathrm{f})}$ kanemune@gmail.com

2. 情報システムを理解する授業モデル

本研究では、情報システムを構成するデータベース、ソフトウェア、ネットワークなどの要素の中で、データベースの学習支援を対象とする. 学習者は高等学校の共通教科「情報」を想定しているが、大学での利用も可能である.

高校での利用を考えた場合,高校生はデータベースを初めて学ぶことになる。そこで,最初にデータベースの概念を理解した後,操作しながら体験する学習に進み,最後にソフトウェアからデータベースが利用されていることを学習する流れを考えた。

データベースの概念を理解するためには、教科書やスライドを用いて関係データベースを説明するとともに、画面に表示された具体的なデータを「選択」などのわかりやすい命令で操作できるsAccessを用いた実習を行うことは有効である。最初は単純な条件でテーブルから該当するデータを取り出し、徐々に複雑な条件を実習する。具体的には、条件の数を増やしたり、レコードの選択に加えて必要なフィールドだけを表示する。最終的に複数のテーブルを結合する処理を実習する。このような学習の流れにより、学習者はデータベースを操作する考え方を学ぶとともに、実習を通してデータベースの概念を学ぶことができる。

データベースを操作する実習は、sAccess が提供する SQL の対話実行機能(SQL エディタ)を用いることで、SQL による実習も可能である.

情報システムの中で、データベースはソフトウェアから利用される。そこで、sAccess での実習の後で SQL による 実習を行ったり、実際のアプリケーションソフトウェアを 模したサンプルプログラムのソースコードの中で SQL によるデータベース利用が行われている見せることができれば、情報システムの中でデータベースがどのように利用されているかを高校生が理解できるのではないかと考えた。

今回は、このような情報システムを体験するために、コンビニエンスストアのレジを模した実習画面を表示し、その裏側でデータベースにアクセスするソースコードを表示することのできる PHP エディタという実習ツールを用意した.

3. sAccess

sAccess は,データベース操作実習での利用を目的としたオンライン学習用ツールである.sAccess は Web アプリケーションとして提供されており,事前の環境構築などが不要で公式サイト *1 からすぐに利用することができる [5].現在は高校から大学までのさまざまな授業で利用されている

sAccess は会員登録やログインなどを行わずに手軽に利

*1 http://saccess.eplang.jp

用できるほか、クラス登録をすることで授業ごとに専用の データベースを使う実習が可能である.

3.1 データベース操作

図 1 に sAccess の操作画面例を示す。データベースの操作は,関係データベースの基本操作に対応する sAccess 独自の命令を使用する。たとえば,

選択 商品名 さつまプリッツ

を実行すると、商品名がさつまプリッツのレコードだけが 抽出されたテーブルが表示される.

射影 売上日,商品名

では、現在のテーブルから売上日と商品名のフィールドだけを切り出したテーブルが表示される。また、

結合 商品データ

を実行すると、現在のテーブルに、商品データのテーブル を結合した結果のテーブルを表示する.

SQLの副問い合わせに相当するような複雑な問い合わせは、これらの単純な命令を複数並べて逐次処理を行うことで記述することができる.

3.2 クラス管理機能

教員が授業(クラス)を登録した場合には、sAccess のクラス管理機能を利用できる。クラス作成は公式サイトで行え、クラス ID と管理用パスワードを発行する。教員は授業ごとに使用するデータベースを CSV 形式のデータで登録する。受講生はクラス ID を入力することで、システム標準の学習用データベースに加えて、授業ごとのデータベースを利用できるようになる [6].

またクラス機能では、全員で一つのデータベースを"共有"する設定も行える。つまり、ある学習者がデータの追加や削除を行うことで、全員その操作の影響を受けるようになる。これにより、データベースを管理する上で起こりうるトラブルや問題点を安全に体験できるような演習を行うことができる。

4. SQL エディタ

SQL エディタは、データベースの操作言語である SQL を用いて、データベース操作実習を行うことを目的とした ツールである. sAccess と同様に Web アプリケーションの 形で手軽に利用できる.

SQL エディタはログイン等を行わずに手軽に利用することが可能だが、sAccess と連携して授業ごとのデータベースを利用することも可能である.

4.1 SQL エディタの操作

図2にSQLエディタの画面例を示す.画面は大きく分けて「履歴表示部」「SQL入力部」「結果表示部」から成る.「SQL入力部」は命令の入力欄である.実行した命令

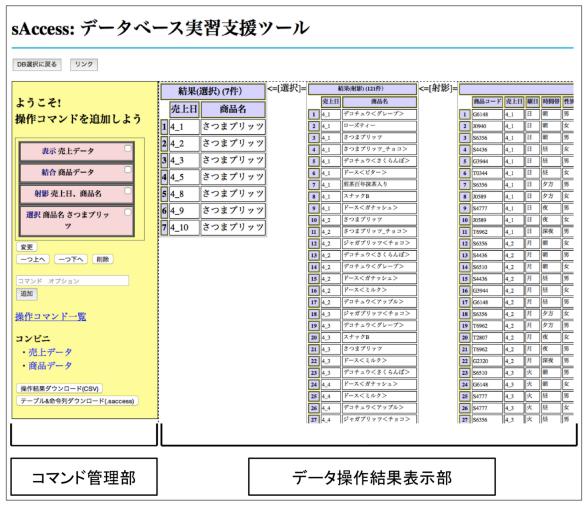


図1 サクセスの画面例

は「履歴表示部」に履歴として表示され、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「結果表示部」に表示される。図の例では「use shop;」でデータベース "shop" に接続し、次に「select * from product;」で指定したテーブルを表示させている。履歴表示部にはそれまでに入力した SQL 文が表示されており、クリックすることで SQL 入力部に表示させて再利用することが可能である。

4.2 SQL エディタのエラー表示

SQL エディタでは、学習者の入力した SQL 文を実行したときのエラーを、できるだけ日本語でわかりやすく表示する。対象は、構文のエラーと実行時のエラーである。構文の場合は、特に空白や記号に日本語の2バイト文字を使うエラーが起こりやすい。実行時の場合は、存在しないテーブルを指定して「select * from hoge;」とした場合などが相当する。修正のヒントを日本語で通知することで、学習を容易にした工夫である。

4.3 SQL エディタの実装

SQL エディタは PHP で実装した. データベースはサーバ上で SQLite3[7] で管理されている.

通常はあらかじめ用意された学習用のデータベースを使用するが、クラス ID を入力することで sAccess で登録した授業ごとのデータベースを利用することも可能である.

PHP エディタ

PHP エディタは、PHP 言語を使用した Web アプリケーションの作成実習を目的としたツールである。学習者が作成したプログラムはサーバーに保存され、ブラウザ上で実行して動作を確認できる。PHP エディタ自体も Web アプリケーションであり、学習者はサーバの準備やソフトのインストールなどの環境構築を行う必要がない。

PHP エディタはサーバーに学習者ごとのファイルを保存することから、ユーザー ID を取得する必要があり、匿名での利用は行えない. sAccess のクラス ID を使うことで、SQL エディタと同様に PHP プログラムから sAccessのデータベースにアクセスすることが可能になるほか、授業ごとにファイルを配布することができるようになる.



図 2 SQL エディタの画面例

5.1 PHP エディタの操作

図3に PHP エディタの画面例を示す. 画面左上に「保存」「実行」などのボタンがある. 画面左にはプログラムファイルの一覧が表示されている. その右側にはコーディング部があり, プログラムを記述する. 画面右にはプログラム実行結果表示部があり, 実行した結果が表示される.

学習者はコーディング部にプログラムを記述する.プログラムを保存して実行すると、実行結果表示部に結果がHTMIで表示される.プログラムの実行時にはPHPの構文チェックを行っており、構文エラーがあった場合にはコーディングの下のステータス表示欄にエラーメッセージを表示する.ステータス表示欄は、通常は薄い緑色だが、エラーがある場合は薄いピンク色になる.

実行結果表示部は、PHP エディタの一部として扱うことができるが、実際には独立した Web ページを画面に埋め込む形で表示されている。そこで、実行画面の URL をQR コードで画面に表示し、それを読み込む形で、PHP エディタで作成したプログラムをタブレットやスマートフォンで実行できるようにした。

5.2 PHP エディタの実装

PHP エディタは PHP で実装した.

図4に学習者のプログラムを格納するディレクトリ構成

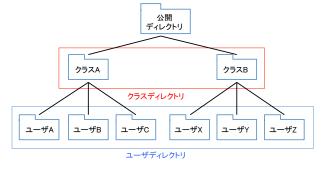


図 4 ディレクトリ構造

を示す. 学習者のプログラムは Web サーバーの公開ディレクトリに格納され, 外部から Web ページとしてのアクセスが可能である.

クラスごとの管理を行う場合は、クラスごとのディレクトリの下に学習者のディレクトリが作成される。クラスを作成した教員は template というユーザーでログインして配布したいプログラムなどを作成しておくと、学習者がログインしたタイミングで template のファイルが複製される.

5.3 PHP エディタのセキュリティの検討

PHP エディタで作成されたプログラムはサーバー上で 実行される。そこで、学習者の端末(PC やスマートフォ ンなど)で実行する場合とは違うセキュリティの対応が必

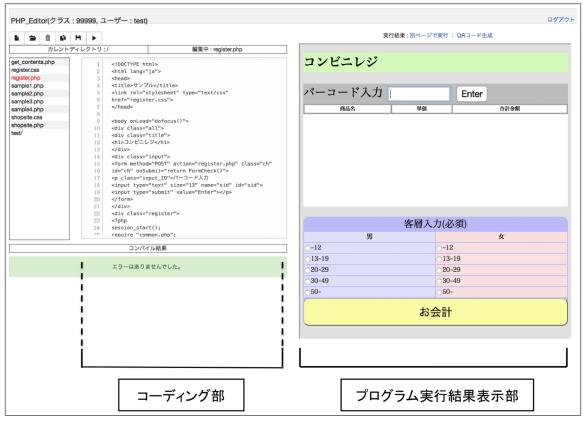


図3 PHP エディタの画面例

要になる.

ひとつ目は、作成したプログラム作品を閲覧/実行する権限の問題である。学習者が作成した作品プログラムは、外部の Web ページとして自動的に公開される。これは作成したプログラムを学習者本人が自分のスマートフォンなどで実行したり、教室内でお互いの作品を鑑賞しあう場合には便利だが、授業とは関係ない外部の人に見えてしまう可能性がある。この問題については、学習者またはクラス単位でのアクセス認証を行うことで対応を行っている。

ふたつ目は、学習者の作成したプログラムに対する安全性の問題である.プログラムがサーバー上で実行されることで、サーバー上のシステム的なファイルへのアクセスや、他の学習者のファイルへのアクセスが可能になってしまう.この問題については、「ファイルアクセスを学習者個人のディレクトリに制限する」「PHPのシステム系の関数実行を制限する」ことで対応を行っている.実行を制限する関数としては、PHPのシステム情報を得るための"phpinfo()"やOSのコマンドを実行する"system()"などがある.

6. サクセスシリーズ

本章では、2章で述べた教育シナリオを想定して設計した,前章まで紹介した3つのツール (sAccess,SQL エディタ,PHP エディタ)をシームレスに切り替え可能とする連携の手法について,内部仕様の概要とともに説明する. な

お、ここでシームレスに移動可能な連携を行うツール一式をまとめて「サクセスシリーズ」と呼称する.

連携にあたって、サクセスシリーズに含まれる各ツールは、それぞれ単体のツールとしても独立して利用でき、同時にツール間で「クラス」「ユーザ」「データベース」などを相互に引き継げる仕組みを実現したい。そこで、サクセスシリーズで共通に利用する"認証サーバ"を別に用意し、そこでクラスやユーザ、使用中のデータベースの情報を一括管理する方法を採用することとした。以下、サクセスシリーズの連携に関わる具体的な仕組みについて説明する。

6.1 ユーザ管理

サクセスシリーズのいずれかのツールからログイン操作を行う際には、まずユーザがツール上でユーザ ID とクラス ID を入力する. ツールは受け取ったユーザ ID とクラス ID を、認証サーバに送信する. 認証サーバはクラス ID や(必要に応じて)ユーザ ID の存在を確認した上で、その情報をサーバ内のデータベースに登録し、対応するトークンを発行する. ツールは認証サーバより発行されたトークンを受け取り、自身のセッション ID として保持する(図 5).

トークンはサクセスシリーズで共有可能なセッション IDとして機能する.別のツールに移動する場合は,既に 保持しているトークンをツール間で受け渡した上で,トー クンを認証サーバに送信する.認証サーバはトークンを受 け取ると,そのトークンが有効かどうかをサーバ内データ

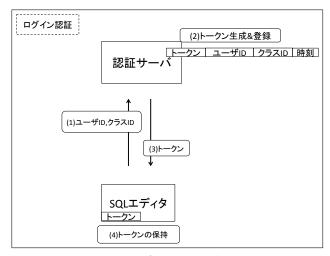


図 5 ログイン認証の仕組み

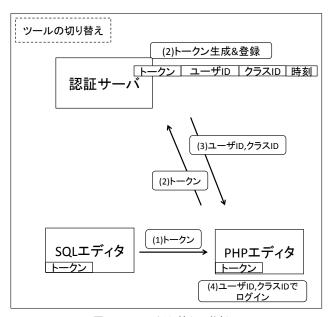


図 6 ツール切り替えの仕組み

ベースで照合し、トークンが有効であることを確認すれば、トークンに紐付けられた情報 (ユーザ ID、クラス ID など)をツールに返す.この仕組みによって (図 6)、トークンに紐付ける情報は、ユーザ ID とクラス ID 以外に、現在使用中のデータベース名など、連携上必要となる情報も合わせて保持できるようにする.たとえば"現在使用中のデータベース"を保持しておくことで、あるデータベースを sAccess で操作中に SQL エディタに移動すれば、改めてデータベース接続処理を行わずに同じデータベースを操作し続けられる.

6.2 共有データベース

クラス内で共有するデータベースの扱いについては、sAccess のクラス機能内で管理する共有データベースを、各ツールが利用する仕組みとする. つまり PHP/SQL エディタからは、sAccess を一種の DBMS と見立ててデータベース操作のリクエストを送る形となる. この際トークン

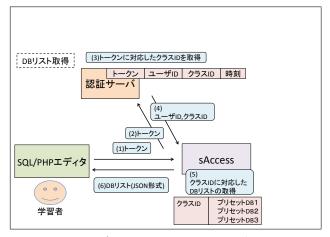


図 7 データベースリストの取得の仕組み

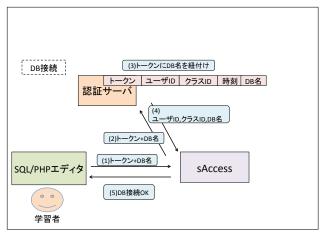


図 8 データベース接続の仕組み

は,「現在のクラス ID の確認」「接続先データベースのアクセス権限の確認」に利用する. これによりユーザ側からは, どのツールからも透過的に, 現在のクラスでアクセス可能な共有データベースを操作できる環境を実現する.

SQL/PHP エディタからの共有データベースへのアクセス手順は以下のとおりである。まずエディタからトークンを sAccess に送信すると、sAccess は、受け取ったトークンの有効性を認証サーバに確認した上で、トークンに紐付いたクラス ID を認証サーバから取得し、そのクラス ID で利用可能な共有データベース名のリストをエディタに送信する (図 7).

次に、ユーザがリストから選択したデータベース名を、トークンとともに sAccess に送信する. sAccess はトークンの有効性を認証サーバに確認した上で、認証サーバへ"接続中データベース"のトークンへの紐付けを依頼し、合わせてエディタに対してはデータベース接続が完了したことを通知する(図8).

データベース接続後のクエリ発行は、まずエディタから クエリとともにトークンを sAccess に送信し、認証サーバ からトークンの有効性と接続中のデータベース名を確認し た上で、sAccess 内の該当する共有データベースへクエリ

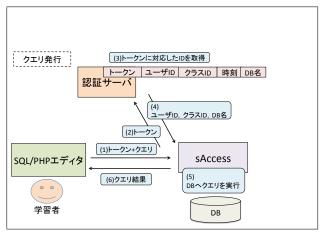


図 9 クエリ発行の仕組み

を発行し、その結果をエディタへ送信する(図9).

6.3 個人データベース

クラス内のユーザが共有しない,個人ごとに管理するデータベースについては,SQL/PHP エディタと sAccess では管理ポリシーが大きく異なる.SQL エディタと PHP エディタは,情報システムの構築演習を行う環境である.そのため個人用のデータベースは作成したソースコードとともに,ユーザ ID にひも付けて保存し続ける必要がある.一方 sAccess ではゲスト利用も可能とする利便性を確保するため,個人が扱うデータベースについてはセッションの有効期間だけ一時的にコピーのデータベースを生成し,コピーに対して操作を行わせる仕組みである.つまり個人ごとにデータを保持し続ける仕組みを持たせていない.

想定する授業シナリオを満たす仕組みとして、個人ごとに保持するデータベースの操作については、PHP/SQLエディタは単体の場合と同様にツール内でデータベース管理を行い、sAccess からは SQL エディタを DBMS に見立ててアクセスする仕組みとする。つまり共有データベースの場合とは逆に、sAccess は個人用データベースの管理を自身では行わず、SQL エディタを通して間接的に利用する。トークンを用いた検証やクエリ処理については、sAccessと SQL エディタの役割が入れ替わる以外は、共有データベースの場合と同様である。

7. サクセスシリーズの授業利用

2015 年 10 月 21 日から 2015 年 12 月 12 日の期間に大阪府の清教学園高等学校の「情報の科学」の授業でサクセスシリーズの各ツールを利用した.同学校の 1 年生,全 10 クラスが対象である.なお,展開した授業の詳細は,文献 [8]で述べられている.

2章で述べた授業モデルにそって授業を行った.sAccessを利用し、データベースを操作して適切なデータを取り出す演習を行った.結合処理を含むような演習もスムーズに

行えた.次に、SQL エディタを利用し SQL クエリを発行しデータベースを作成することもできた.最後に、PHP エディタを利用し SQL エディタで作成したデータベースを用いた Web アプリケーションを体験し、情報システムを学習する一連の授業にサクセスシリーズを運用することがことができた.

8. 関連研究

本研究の提案ツールのほかにも、PHP や SQL を Web 上で体験できる学習環境が存在する.

SQL を実行できる環境としては、ideone[9], SQL fiddle[10], などがある.これらのサイトでは、独自のデータベースを定義して使うことができるが、学習用のデータベースは用意されておらず、教師が用意したデータベースを生徒が使う実習も行えない.エラーメッセージも SQLのエラーがそのまま表示されるため、教育用の配慮は行われていなかった.

PHP を実行できる環境としては、lleval[11]、codepad[12]、などがある.これらのサイトでは、PHP のコードを実行して print 文などで出力を表示できるが、本来の用途である Web ページを生成することはできなかった.

9. まとめ

本論文では、情報の科学的な理解の観点から情報システムを学習する授業モデルを考え、実践するためのツールとしてサクセスシリーズを立ち上げた. サクセスシリーズを構成している、sAccess、SQL エディタ、PHP エディタの説明をし、どのような連携を進めるかを示し、実装した. サクセスシリーズを運用した高校での授業では、安定した動作が見られた. 授業教材としてサクセスシリーズが使えることを確認できたのは収穫である. 今後は、機能の追加や安定版の開発を進めていきたい.

謝辞 清教学園中・高等学校の武本康宏先生,北辻研人 先生,田邊則彦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.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] 文部科学省: 高等学校学習指導要領解説情報編 (2010).
- [2] 石井 信明, 宮川 裕之, 真鍋 龍太郎: 情報システム教育における ERP の活用第 1 報-その可能性と授業設計-. 文教大学情報学部『情報研究』. 第 38 号, pp.10-22 (2008).
- [3] 山本誠:総合演習を中心にした、情報システム教育カリキュラムの提案.情報処理学会研究報告コンピュータと教育(CE). Vol.2004, No.68, pp.65-71 (2004).
- [4] 長瀧 寛之, 中野 由章, 野辺 緑, 兼宗 進: データベース 操作の学習が可能なオンラインの学習教材の提案. 情報

- 処理学会論文誌. Vol.55, No.1, pp.2-15 (2014).
- [5] 宇野 健, 畝川 みなみ: C 言語学習のための Web 上での プログラミング環境の開発. 県立広島大学経営情報学部 論集. No.5, pp.77-84 (2013).
- [6] 長瀧 寛之, 兼宗 進, 中野 由章: データベース共有を前提とした操作を体験可能なデータベース学習支援システムの提案. 日本情報科教育学会 第8回全国大会 講演論文集, pp.122 (2015-06).
- [7] SQLite: https://www.sqlite.org/
- [8] 兼宗 進, 島袋 舞子, 長瀧 寛之, 白井 詩沙香, 竹中 一平, 田邊 則彦: 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. 情報処理学会研究報告. Vol.2016-CE-134, No.22, pp.1-9 (2016).
- [9] ideone.com: https://ideone.com
- [10] SQL fiddle: http://sqlfiddle.com
- [11] lleval: http://colabv6.dan.co.jp/lleval.html
- [12] codepad: http://codepad.org