

教科書と直結した SQL 学習支援システム

速水 治夫[†] 井上 寛生[‡] 遠藤 崇[‡] 鷹野 孝典[†]

^{†,‡} 神奈川工科大学 〒243-0292 厚木市下荻野 1 0 3 0

E-mail: [†] {hayami, takano}@ic.kanagawa-it.ac.jp

あらまし 講義科目「データベース」における SQL の学習では受講生が各自の PC に SQL の実行環境を構築し、SQL を実行することでより深く理解できる。しかし実行環境の構築にはデータベース管理システム(MySQL)のインストールやテーブルの構築など多くの障壁がある。一方、実行環境で SQL を実行しなくても、SQL をある程度理解できる。これらの理由により、実行環境を構築しない受講生が多数いる。そこで、著者等は受講生が容易に SQL を実行し、SQL の習熟度が向上することを目的として、Web アプリケーションによる SQL 学習支援システムを構築した。本システムはブラウザのみで、講義で使用する教科書の例題データベースに対する全ての SQL 文を実行し結果を確認することができる。平成 27 年度の講義において、本システムの使用実績と期末試験(出題範囲:SQL)の成績にかなり強い相関があることを確認した。

キーワード SQL 学習支援, e-ラーニング, Web アプリケーション, MySQL, 学習効果

1. はじめに

神奈川工科大学・情報工学科では、3 年前期科目として「データベース」を講じている。本講義では前半 8 回でデータベース概要、リレーショナルモデル、関係係数・データベース設計、正規化を講じ、後半 7 回で SQL を講じている。SQL の学習においては、受講生が各自の PC に SQL の実行環境を構築し、SQL を実行することでより深く理解できる。そこで本講義においては、MySQL を各自の PC にインストールすることを推奨すると共に、講義で使用する教科書の例題データベースの全テーブルを構築する SQL 文(Create Table, Insert)を E-Learning System 経由で配布してきた。しかし、この環境を構築することはややハードルが高いようで、多くの受講生が実行できていなかった。教師 1 名で 100 名前後の受講生を対象とする講義科目であるため、全員が環境を構築できるまで対応できなかった。また、環境を構築しなくても SQL をある程度理解できるため構築しない受講生もいた。

そして、環境を構築したとしても、更に以下のような問題が生じる。データベースの内容を誤って変更した場合の修復が困難、実行した SQL 文が誤っていた場合のエラーメッセージの理解が困難である。これらのために、SQL を自分の PC で実行することを諦めてしまう受講生も多数いた。

そこで、著者等はこれらの問題点を解決することを狙って、Web アプリケーションによる SQL 学習支援システムを構築した[1]。本システムは所定の教科書[2]を使用し、SQL を講義する教師とその受講生をユーザとしている。本システムの目的は受講生の SQL 習熟度の向上である。

2. 提案システムの機能要件

提案システムの構築にあたって、はじめに述べた問題点を解決するために以下の機能要件を設定した。

- ① Web アプリケーションとして実現し、受講生は Web ブラウザのみで利用できる。
- ② 教科書に掲載されている例題データベース(DB)の全テーブルを用意し、教科書記載の全 SQL 文を実際に行うことができる。またその応用も可能である。
- ③ 受講生毎にコピーDBを用意し、更新系の SQL 文を実行しても他の受講生への影響はでない。
- ④ 各受講生は各自のコピーDBを初期状態へ戻せる。
- ⑤ 教育効果の確認のために、各受講生の利用履歴をログとして保存し、教師はそれらを参照できる。

3. 関連研究

Web アプリケーションによる SQL 学習システムは既に幾つか開発され報告されている[3],[4]。これらのシステムの共通的な特徴は、データベースのテーブルを幾つか用意し、学習者がブラウザを通して SQL 文を入力し、その結果をブラウザに表示するものである。入力 SQL 文にエラーがあればエラーメッセージを表示する。石毛亮太らのシステムは、フレームにより画面を分割して検索対象のテーブル、SQL 文の入力ボックス、その SQL 文を実行した結果または SQL 文にエラーがあった場合はエラーメッセージを表示している[3]。このシステムは検索のみを対象としている。坂爪拓也らのシステムは、画面構成は上記とほぼ同じであるが、検索に加えて、更新も可能としている[4]。このため、テーブルは原本からユーザ対応にコピーして使用している。これらのシステムは特定の教科書に基づいておらず独自のテーブルを用意しそれを表示して学

習者がそれに対して SQL 文を実行している。これに対して本システムでは、所定の教科書に基づいた講義の支援システムであるので、使用するテーブルは教科書に記載されている例題データベースの全テーブルであり、テーブル内容の表示はしていない。これらの論文[3],[4]ではシステムを用いた学習効果の分析は報告されていない。本システムでは、学習者の利用履歴を取得できるので、これと試験の結果を用いて学習効果の分析を報告する。

兼宗進らは高校の科目「情報の科学」の指導要領に準拠し、当科目の実習に使用できるシステムを開発している[5]。該システムの学習効果の評価として、Access を使用した授業との比較を報告している。

また、SQL をインタラクティブに学習するためのオンラインで利用可能な Web サイトがある[6][7]。

SQL Tutorial (SQLzoo) [6]は、Web ブラウザで利用可能であり、学習者が問題に対して回答となる SQL を入力すると、正答/誤答の判定結果が表示される。用意された問題以外にも、教師が問題を作成することもできる。SQL Tutorial では、PostgreSQL, MySQL, Oracle, SQL Server など複数のデータベースシステムが用意されており、これらを切り替えて実行することができる。

GNU Sqltutor[7]は、SQL Tutorial を基にして作成され、オープンソースで公開されている SQL 学習システムである。公式サイトで公開されている以外でも、自分のサイトにインストールして独自の Web 上の SQL 学習として公開することができる。

これらシステムに対して、提案システムは、使用する教科書との連携によってより学習効果を高められるように設計されており、学生が実行した一つの SQL ログを分析することにより、実行履歴に基づいた学習効果の評価することが可能となっている。

4. 提案システム

本システムの機能構成を図 4.1 に示す。

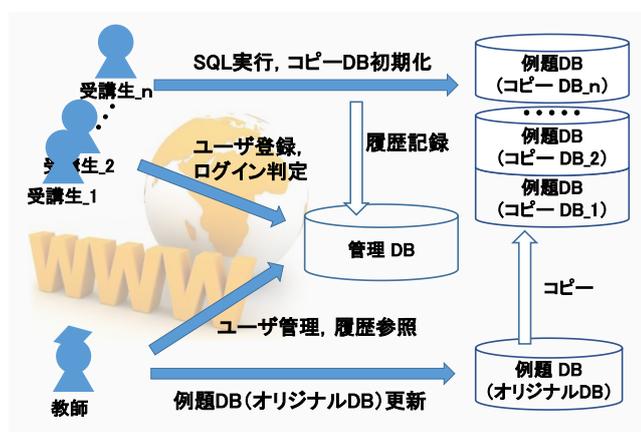


図 4.1 SQL 学習システムの機能構成

本システムは PHP と MySQL を用いて実装した。使用したバージョンは以下のとおりである。併せて運用したサーバの諸元も示す。

PHP 5.3.3

MySQL Ver14.14

apache/2.2.15

CPU Intel® Celeron® Processor G1610

(2M Cache, 2.60 GHz) メモリ 8G

OS CentOS 6.4

以下、受講生側、教師側に分けて機能を説明する。

4.1 受講生側機能

(1) 受講生登録及びログイン機能

本システムでは受講生が利用する際、氏名・学籍番号・パスワードを登録する。受講生登録画面(Register)およびログイン画面(Login)を図 4.2 に示す。本システムは所定講義受講者限定のシステムとしたため、登録の際は認証パスワードを設けた。

登録情報は管理データベース(DB)に記録される。登録情報はログイン判定に使用される。また 4.2 節で述べる教師が参照する受講生毎の利用履歴も管理データベースに記録される。

本システム上には予め教師が教科書の例題データベースを基に作成したデータベースが作成されており、受講生の登録時にこのデータベースをコピーし、受講生毎にデータベースを作成する。

受講生は登録後、ログイン画面(Login)からログインすることができる。ログイン後は SQL 実行画面へと遷移する。

図 4.2 受講生登録およびログイン画面

(2) SQL 実行機能

SQL 実行画面(TOP)で、Create Database や Use Database などのデータベース自体を操作する SQL 文

以外の SQL 文を全て実行できる。また、Create Table を実行して独自のテーブルの構築も可能である。実行した SQL 文および結果が画面下部に表示される。

ログイン画面から SQL 実行画面へ遷移後の初期画面を図 4.3 に示す。Show Tables をデフォルトで実行し、利用できる全テーブルを表示している。

この後、受講生はテキストボックスに任意の SQL 文を記述して、実行ボタンをクリックしてその SQL 文を実行できる。また、複数の SQL 文を記述しても実行可能であり、その結果は画面下部に実行順に表示される。この場合、エラーとなる SQL 文があるとその文で停止する。

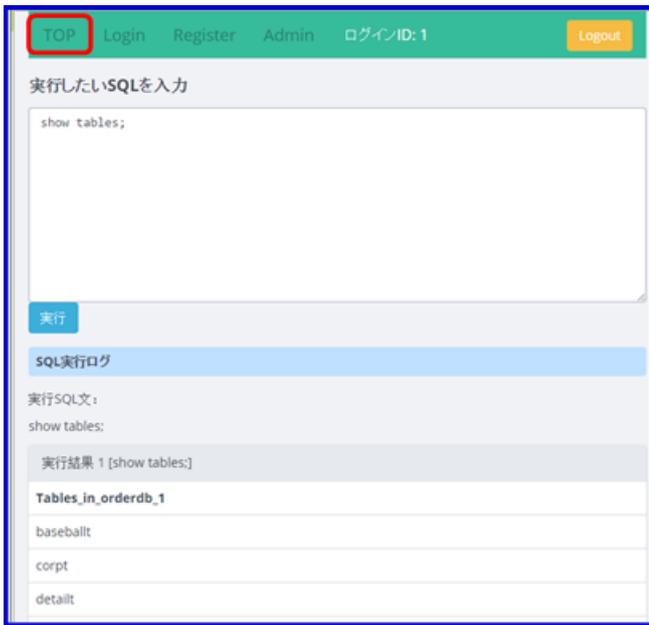


図 4.3 SQL 実行画面

エラーが発生した SQL 文はクリックしても自動挿入されない。

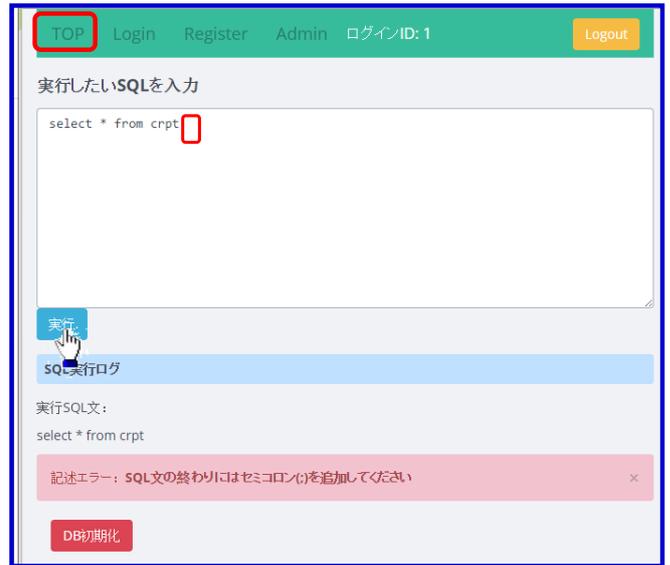


図 4.4 SQL 実行画面のエラー表示



図 4.5 SQL 実行画面の SQL 文実行履歴表示

(3) SQL 実行時エラー表示機能

SQL 文の実行でエラーが発生した際は、MySQL からのエラーコードとエラー報告の原文を表示し、表示背景を薄い赤にする。さらに受講生が誤りがちな代表的なエラーコード 1146（存在しないテーブル記述）、1054（存在しないカラム記述）、1064（SQL 構文記述ミス）および SQL 文最後の「;」抜けにはフレンドリーな日本語注記をつける。「;」抜けの場合のエラー表示を図 4.4 に示す。

(4) SQL 文実行履歴表示機能及び自動挿入機能

SQL 実行画面の「SQL 実行ログ」をクリックすると、これまで実行した SQL 文の履歴を最大 20 件まで表示する。SQL 文実行履歴を表示した画面を図 4.5 に示す。エラーが発生した SQL 文は表示背景を薄い赤にしている。履歴の中の SQL 文をクリックすると、その SQL 文が実行用テキストボックスに挿入される。ただし、

(5) データベース初期化機能

更新系 SQL を実行して、データベースがオリジナルとは異なった内容になった場合には、自分のコピーデータベースを初期化できる。そのボタンを SQL 実行画面最下部に配置した（図 4.4 下部参照）。最下部に配置することにより、誤クリックを防止し、更にクリック後に警告ダイアログを表示し最終確認を行うことにより誤操作による初期化を抑止した。

データベースが例題 DB のコピーだけであれば、初期化の誤操作防止はそれほど重要でないかもしれないが、受講生が独自のテーブルを構築できるので、その対策として徹底した。

4.2 教師側機能

教師側機能は管理者画面 (Admin) にまとめられている。教師のログイン画面およびログイン後の画面を図 4.6 に示す。

(1) ユーザ管理機能

受講生の登録状況や使用状況を把握できる。

また、受講生の学籍番号とパスワードのペアを削除できる。受講生がパスワードを忘れ、再登録する時などに使用する (パスワードは MD5 によるハッシュ値を保存しており、教師もパスワードの原文は分からない)。削除後も該受講生の利用履歴は保存している。

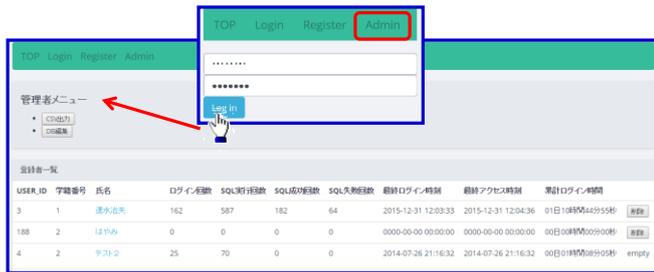


図 4.6 管理者画面

(2) 統計情報参照機能

受講生毎の本システムへのログイン回数、SQL 文実行回数、利用累積時間、最終ログイン時刻を参照できる。また、csv ファイルへの出力が可能である。

(3) 例題データベース更新機能

例題データベースのテーブル内容に誤りがあった場合の修正や、講義の都合でテーブルを追加することも可能である。この場合、4.1 節(5)で述べたデータベース初期化機能により、各受講生が各自のコピーデータベースに反映する。

(4) 受講生個別履歴参照機能

図 4.7 に示すように、登録者一覧の「氏名」をクリックすると、その受講生の SQL 文実行履歴を参照できる。エラーとなった SQL 文は背景を薄い赤にしている。

受講生からの質問に答える場合の参考などに使用する。また、csv ファイルへの出力が可能である。

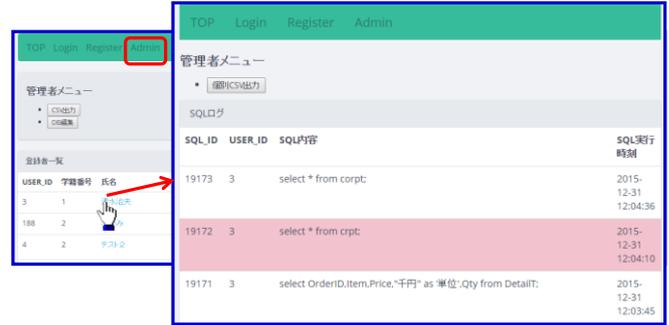


図 4.7 個別履歴参照画面

5. 講義への適用と評価

本システムを適用した講義のスケジュールは次のとおりである。

第 1～7 週：データベース基礎 (概要, リレーショナルモデル, 関係代数, データベース設計, 正規化)

第 8 週：中間試験 (出題範囲：上記)

第 9～14 週：SQL

(第 11 週：授業アンケートで使用感収集)

第 15 週：期末試験 (出題範囲：SQL)

H27 年度において第 9 週に本システムの使用方法を説明し、ユーザ登録してもらい、以降自由に使用してもらった。なお、本講義の教室は各受講生席に有線 LAN コネクタがあり講義中も自由に使用できる。100 名弱の受講生がユーザ登録をし、使用開始したがシステムは問題なく動作した。

中間試験・期末試験の問題は情報処理技術者試験の過去問を使用している。期末試験ではそれに加えて教科書の例題データベースを対象とした SQL 記述に関する問題もある。何れも 4～5 肢の選択問題である。上位の情報処理技術者試験の問題も使用しておりかなり難しい問題も含んでいる。

5.1 期末試験点数による評価

本システムの目的は SQL 習熟度の向上であり、SQL 習熟度は期末試験点数で測る。各受講生の内、期末試験受験者 108 名の期末試験点数と本システムの利用履歴との関係を調べ、本システムの教育効果を評価する。

期末試験点数と SQL 文実行回数との散布図を図 5.1 に示す。また、期末試験点数と SQL 文実行のうちエラーの無い回数 (以下 SQL 文成功回数と略す) との散布図を図 5.2 に示す。相関係数はそれぞれ 0.64, 0.68 であり、かなり強い相関があると言える。

特に、期末試験点数が 65 点以上の受講生は全員本システムを利用している。

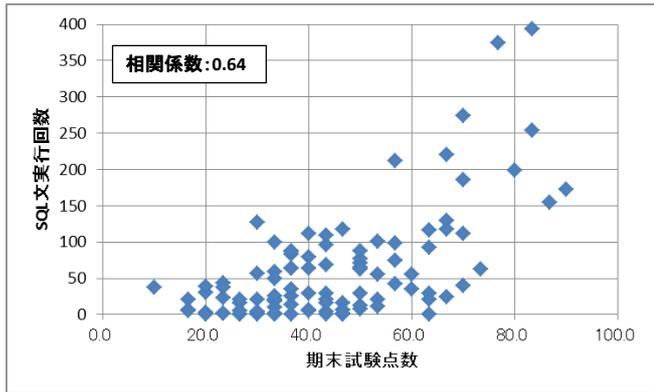


図 5.1 期末試験点数と SQL 文実行回数との散布図

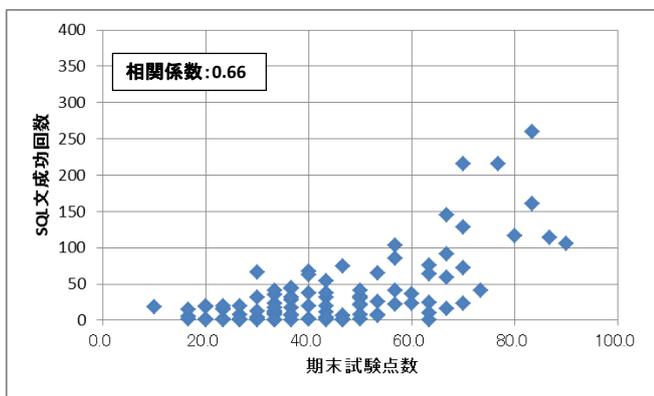


図 5.2 期末試験点数と SQL 文成功回数との散布図

また、SQL 文成功回数との相関の方がより強いのは、注意深く正しい SQL を記述する受講生の方が高い点数をとっていることを表している。受講生の SQL ログを見ても、成績が良くない受講生は不注意なエラーを繰り返している場合が多い。

5.2 アンケートによる評価

第 11 週に行った授業アンケートの追加項目として実施したアンケート結果（5段階評価）を表 5.1 に示す。受講生は 120 名で回答数は 72 である。匿名アンケートであるので、本システムの利用頻度との関連は分からない。

質問 A: 本システムは SQL 言語の理解に役立つか？

質問 B: 本システムは使いやすいか？

表 5.1 アンケート結果

評価値	5	4	3	2	1	平均値	標準偏差
質問Aの回答	22	26	15	8	1	3.83	1.03
質問Bの回答	17	20	21	10	4	3.50	1.15

それぞれの平均値は 3.83, 3.50 であり、標準偏差は

1.03, 1.15 であった。

6. 考察

本システムで SQL を実行した回数, 中でもエラー無く実行した回数と期末試験点数のかなり強い相関が示されたことにより, 本システムが SQL の習熟度向上に役立つことが確認できた。

しかし, まだ使いやすさがやや不十分とのアンケート結果があり, 改良の余地がある。

7. おわりに

本論文では, 受講生が容易に SQL 文を実行し, SQL の習熟度を向上することを目的とした, Web アプリケーションによる SQL 学習支援システムを提案した。本システムの統計情報参照機能より取得した個々の学生の学習履歴データと定期試験点数を相関分析することにより, 本システムが SQL 習熟度の向上に役立つことを示した。

本研究の次のステップとして, システム・ユーザビリティに関する機能拡張により使いやすさを向上させていくとともに, 年度ごとに継続して実証実験を重ねることにより, 本システムの有効性を明らかにしていく予定である。

参考文献

- [1] 南齋弘樹, 井上寛生, 猪狩知也, 速水治夫: "SQL 学習支援サイトの構築と評価," IT を活用した教育シンポジウム 2014 講演論文集, pp.47-50 (2015).
- [2] 速水治夫: "リレーショナルデータベースの実践的基礎," コロナ社 (2008).
- [3] 石毛亮太, 小川辰也, 佐瀬亘輔, 平野正則: "Web アプリケーションによる初心者のための SQL 学習支援システム," 東京情報大学研究論文集, Vol.14, No.1, pp.21-33 (2010).
- [4] 坂爪拓也, 井上潮: "ブラウザ上での SQL 学習支援システム," DEIM 2014 (The 6th Forum on Data Engineering and Information Management) 論文集, F2-2, (2014).
- [5] 兼宗進, 長龍寛之, 野部縁, 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, Vol.2013-CE-118, No.7, pp.1-8 (2013).
- [6] SQL Tutorial : <http://sqlzoo.net>.
- [7] GNU Sqtutor : <http://www.gnu.org/software/sqltutor/manual/sqltutor.html>.