

## PostgreSQL と MySQL に対応した 多種類出題形式の SQL 演習システムの開発

杉山 隆之助† 栂島 健‡  
山口 亨‡ 史 一華‡ 徐 海燕‡

われわれは、標準の関係データベース言語 SQL 言語を学習させる演習システムを開発し、利用してきている。しかし、SQL 学習には、次の二つの要望が新たに生じてきている。1) 演習問題を「読める」、「書ける」の2つのステップに分ける。2) MySQL の発展により、一度の演習で PostgreSQL と MySQL の両方を同時に理解できるような演習システムが望ましい。要望 1) に対応するために、われわれは与えられたパターンに応じた SQL 文を答える記述形式の問題と、SQL 文と実行結果に関する四択形式の問題を、Web サービスで自動生成している。一方、演習問題を PostgreSQL と MySQL の共通問題、いずれかの片方特有の問題と、両方の SQL にその機能があるがコマンドが違う問題の4種類に分けて提供することで、要望 2) に応えている。本発表はそれらについて報告する。

### Development of SQL Multi-type Exercise system for e-learning PostgreSQL and MySQL at the same time

Ryuunosuke Sugiyama† Ken Kabashima‡  
Tooru Yamaguchi‡ Yihua Shi‡ Haiyan Xu‡

Recently, by taking the advantage of Web technologies a lot of e-Learning systems have been developed. In order to provide two steps of exercises for SQL studying such as understand step and practice step, we develop REST Web services which provide description, SQL statement and the result for more than 10 types of SQL patterns. Furthermore we construct 4 selection exercises with the Web services for the first step users to check the understanding between SQL statements and their results. For the second step users, we provide exercises for both PostgreSQL users and MySQL users at the same time.

### 1. はじめに

SQL は、国際標準である関係データベースの定義や操作などを実現するためのデータベース言語である<sup>1-2)</sup>。現在、データベースシステムは各種の情報システムのデータ管理に広く使われているため、SQL 言語の習得は情報分野の技術者として必要不可欠になっている。さらに、SQL 言語の理解によって、様々な Web サービスを SQL 文のように扱う YQL (Yahoo Query Language) などの学習にも役立つ<sup>5)</sup>。近年、Web アプリケーションや Web サービスを活用した e-Learning システムが多く開発されている<sup>6,9,12)</sup>。われわれは SQL 言語を習得させるために SQL 演習システムを Apache・PHP・PostgreSQL にて開発し、講義等で利用してきており<sup>7-8, 10)</sup>、好評を得られている。

しかし、SQL 学習においては、次の二つの要望が新たに生じてきている。

- 1) 多種類の学生に対応するため、演習問題を「読める」、「書ける」の2つのステップに分けた方が望ましい。
- 2) PostgreSQL<sup>4)</sup> に限定せず一度の演習で PostgreSQL と MySQL<sup>3)</sup> の両方を同時に理解できるような演習システムが望ましい。

要望 1) に対応するために、われわれは与えられたパターンに応じた SQL 文を答える記述形式の問題と、SQL 文と実行結果に関する四択形式の問題を、自動生成している。このうち、四択形式の演習問題を繰り返すことで、「読める」という学習目標の達成につなげる。

また、演習問題を次のように4つに分割することによって、要望 2) に答える。

- 1) 両方の言語で使える問題
- 2) 両方の SQL にその機能があるが、コマンドが違う問題
- 3) PostgreSQL 特有の問題
- 4) MySQL 特有の問題

「読める」ための SQL 文と実行結果に関する四択形式の問題は、利用者が実行する度に新たに問題を生成できるので、それぞれの利用者が必要とする分の問題を提供できる。一方、「書ける」ための演習問題は、現在、1の共通問題を70問位、2の差がある共通問題を5問位ほど、3と4の片方特有の問題をそれぞれ10問位提供している。

† 福岡工業大学大学院工学研究科情報工学専攻

Fukuoka Institute of Technology Graduate School/Master's Course/Computer Science and Engineering

‡ 福岡工業大学情報工学部情報工学科

‡ Computer Science and Engineering, Fukuoka Institute of Tech

‡ 西南学院大学商学部経営学科

‡ Faculty of Commerce, Seinan Gakuin University

なお、Web サービスで SQL 文を答えてもらう PostgreSQL 関係の演習問題の自動生成も行なっているので、それぞれの学生が各自の状況に応じて必要だけの分の提供が可能である。

本稿は、次のように構成される。2 章では、SQL 言語の特徴と既存の SQL 演習システムについて述べる。3 章では、「読める」要望のための自動生成 Web サービスの開発と利用について説明する。「書ける」ための PostgreSQL と MySQL の両方を同時に理解できるような演習システムの開発については、4 章で述べる。5 章は全体のまとめである。

## 2. 既存の演習システム

既存の SQL 演習システムを図 1 で示されているように、利用者認証、演習問題、演習履歴、出題といった演習に関わる全ての情報はシステムのデータベースで記録・管理されている。演習問題表には、問題文、正解、分類、所有者、SQL 文法のパターンや難易度などの情報が記録されている。出題表には、必要に応じて各々の学習者の現時点で学習すべき演習問題に関する情報が記録されている。

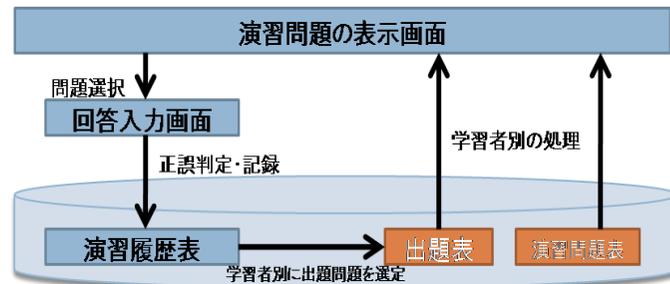


図 1 SQL 演習システムの構成図

学習者が演習システムにログインすると、データベースに記憶している演習問題の番号と、演習履歴が表示される。特定の演習問題を選択し、「解答へ」ボタンをクリックすると、図 2 に示している解答画面へ移動する。



図 2 演習画面

解答を解答枠に記入し、「send」ボタンをクリックすると、解答した SQL 文が実行され、文法エラーが発生すればそれが表示される。文法エラーがなければ、正解不正解に関わらず実行結果が表示される。それとともに記録している正解文の実行結果との照合により、正誤判定が行われ、演習履歴表に演習結果が記録される。PostgreSQL 関係の演習問題を 110 位提供している。開発には Ajax 技術を活用し、画面の遷移を抑えられている

学生によりよい演習システムを提供するために、SQL 演習システムに、個人化機能の拡張を行った<sup>8)</sup>。拡張された自動生成部分では、事前に登録されたテーブルと、指定された SELECT 文のパターンに対して、演習問題の自動生成を行っていた。

## 3. 自動生成 Web サービスとその利用

既存のシステムの自動生成部分では、1 度の問い合わせに対し 1 つの SQL 文を生成する。「読める」ための 4 択演習問題に必要な「重複無く、かつ類似度の高い 4 つの SQL 文」を生成するのは困難である。このため、SQL 文と実行結果、記述問題、四択問題の 3 種類をユーザに提供する新たな自動生成 Web サービスの開発を行った。そして、開発された Web サービスを「読める」と「書ける」のためにも利用している。

### 3.1 自動生成 Web サービスの開発

本システムで生成するのは、SQL 文の中でも最も良く利用される SELECT 文である。使用できるテーブルは、現在、既存の演習システムで使用している和書表、学生表、借用表などの 21 種類である。パターンは SQL 文の文法を元に作成している。

使用したいテーブルとパターンを本システムの URI にパラメータとして与えたリクエストに対して、SQL 文、実行結果、問題文に関する XML 形式のレスポンスを生成する。問題文と 4 組の SQL 文・実行結果というレスポンスを生成することもできる。

ランダムに生成した SQL 文から四択形式を作成するには SQL 文の重複を避けなければならない。また、SQL 文には文自体は別のものであるが、実行結果が重複するものが存在するため、これも避ける必要がある。そして、パターンによって検索する列を変えなければ重複してしまうものと、条件式等を変えれば重複しないものがある。後者は列名を同じもので固定し、条件等のみ変化させたものを用意した方が選択肢の類似度が高くなり、学習者に学習効果の高い問題を提供できる。ただし、列名を固定することで重複が起りやすくなる。そこで、それぞれのパターンで個別の処理を行っている。

パターン	記号	例	使用出来ないテーブル
基本句	N	select * from 和書表	
distinct句	D	select distinct * from 和書表	
集約関数	A1	select min(価格) from 和書表	myStudents
集約関数(as)	A2	select min(価格) as 最小値 from 和書表	myStudents
where句	W1	select * from 和書表 where 価格 >= 2079	
where句(like)	W2	select * from 和書表 where 著者名 like '朝井*'	借用表,売上表,売上明細表,出荷表,出荷明細表,受注表,受注明細表,見積表,見積明細表,numbers,timeTable2
where句(between)	W3	select * from 和書表 where (価格 between '1600' and '2079')	myStudents
where句(and)	W4	select * from 和書表 where 価格 <= 2079 and コード = 1730618	myStudents,numbers
where句(or)	W5	select * from 和書表 where 出版社 = 'オーム社' or 番号 > 939	myStudents,numbers
group by句	A1 or A2 + G1	select 著者名,count(番号) from 和書表 group by 著者名	myStudents
having句	A1 or A2 + G2	select 書名,著者名,min(価格) from 和書表 group by 書名,著者名 having min(価格) <= 2079	myStudents
order by句	O	select * from 和書表 order by コード desc	
in句	I	select * from 和書表 where 出版社 in(select 出版社 from 和書表 where 出版社 <> 'CQ出版社')	

図 3 単一パターン

生成できる SQL 文の単一パターンを図 3 に示す。単一テーブルへの select 文に絞って生成を行っている。入れ子文に対応する in 句が含まれている。単一テーブルに対する select 文の基本を押さえている。また、これらのパターンを組み合わせることもできる。複合パターン 149 種類を提供している。

生成された select 文は<SQL>タグに、実行結果は HTML のテーブルタグの形で XML として出力する。出力例を図 4 に示す。

```

<SQL>
select 番号,出版社,書名 from 和書表 where 書名 = 'SQLポケットリファレンス'
</SQL>
<table>
-<tr>
  <th>番号</th>
  <th>出版社</th>
  <th>書名</th>
</tr>
-<tr>
  <td>939</td>
  <td>技術評論社</td>
  <td>SQLポケットリファレンス</td>
</tr>
</table>
    
```

図 4 SQL 文と実行結果の出力例

SQL 文の意味を記述する問題文の生成は、SQL 文を select、from、where の各パーツに分割し、パターンごとに対応した問題文へ変換している。出力例を図 5 に示す。<question>タグに生成された SQL 文が意味している検索要求を記述している。

```

<question>和書表より全ての列を検索せよ</question>
<SQL>select * from 和書表</SQL>
    
```

図 5 記述形式の出力例

4 択問題の生成に用いるために、類似度の高い解答を生成できる必要がある。自動生成 Web サービスはこの要望にも対応している。出力例を図 6 に示す。さらに、検索する列を固定するパターンと変化させるパターンの両方を提供している。

```

<question1>和書表 に次のSQL文を実行した時の結果を選びなさい。</question1>
<question2>和書表 に実行した結果が次のようになるSQL文を選びなさい。</question2>
<SQL>select 著者名 from 和書表</SQL>
+ <table></table>
<SQL>select 番号 from 和書表</SQL>
+ <table></table>
<SQL>select 価格,出版社,書名,isbn,著者名,番号 from 和書表</SQL>
+ <table></table>
<SQL>select 番号,書名,コード,出版社 from 和書表</SQL>
+ <table></table>
    
```

図 6 四択形式の出力例

### 3.2 Web サービスの利用

自動生成 Web サービスをそれぞれ「読める」、「書ける」ために活用している。

SQL 文と実行結果の対応を「読める」ステップに対応した演習システム<sup>10)</sup>への組み込み後の実行例を図 7 に示している。図 7 の右の「SQL 実行前のテーブル」と利用者が選択したパターンによるリクエストを生成し、4 組の SQL 文・実行結果というレスポンスから 1 組を正解として使用する。その他はダミーの選択肢として使用する。また、図 7 は、与えられた実行結果を生成する 4 つの SQL 文を答えてもらう場合の例を示しているが、与えられた SQL 文に対して、4 通りの実行結果から答えてもらう 4 択問題も同様に提供している。

図 7 「読める」ためのシステムへの組み込み

「書ける」ためには、SQL 演習システム<sup>8)</sup>へ、記述形式の問題の組み込みを行っている。図 8 に示している実行例のように、利用者がパターンを選択すれば、利用者が選択したパターンとランダムに生成したテーブルによるリクエストを生成し、SQL 文、実行結果、問題文に関する XML 形式のレスポンス中の問題文の部分を用い演習問題を生成する。さらに実行結果の部分で正誤判定に利用する。

図 8 「書ける」ためのシステムへの組み込み

パターンを指定すれば、指定されたパターンに対する SQL を記述するための演習問題が動的に生成される。SQL 演習システムでは、同一パターンの問題は数問に限られている。自動出題による問題を提供することで、各学生が自分の不得意なパターンの問題を集中して解くことができるようになる。

## 4. MySQL にも対応した演習システム

「書ける」ためには、現在 PostgreSQL にのみ対応している SQL 演習システムをオープンソース DB として最も人気だと言われている MySQL にも対応させ、一度の演習で PostgreSQL と MySQL の両方のデータベースを理解できるような演習しやすいシステムの開発に取り込んだ。そのためには、主に次に示す 3 ステップの作業を行っている。

### 4.1 PostgreSQL と MySQL の問題の分割

演習システムを使うユーザが一目でどちらの SQL を用いた問題を演習しているかが分かるように図 9 に示しているように問題を分割することにした。

## PostgreSQLとMySQLの問題の分割

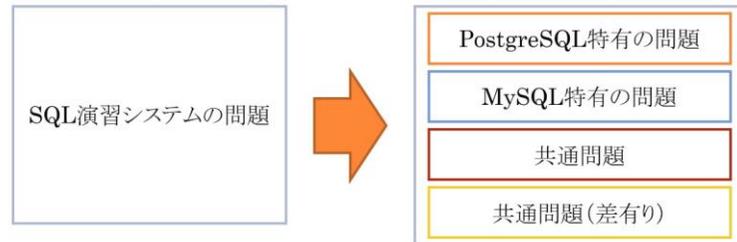


図 9 問題の分割

既存の演習システムでは 111 問の演習問題を提供していたが、PostgreSQL と MySQL の問題のバランスを保つため、現在、PostgreSQL 特有の問題は、関数・演算子、配列、再帰 SQL についての 10 問ほど、MySQL 特有の問題は関数・演算子について 10 問弱、共通問題を 75 問ほど、差ありの共通問題を 5 問ほど出題している。

### 4.2 PostgreSQL と MySQL 別の演習メニューの提供

共通問題（差あり）の演習問題に対して、メニューにおいて図 10 に示しているように利用者に PostgreSQL か MySQL かのいずれかを選択できるようにシステムを拡張している。それぞれ選択された方のデータベースを利用して実行するように処理も拡張している。

システムも拡張された MySQL 対応するために MySQL の分の判定プログラムを追加している。MySQL では一部文字コードで日本語表記のテーブルや列を選択、作成する際に日本語を ` (アクサングラフ) で囲まなければならないという仕様がある。演習しやすいシステムの作成という研究目標を達成させるため、MySQL の問題は日本語のテーブルや列名を囲まなくてよい UTF-8 を文字コードにしている。

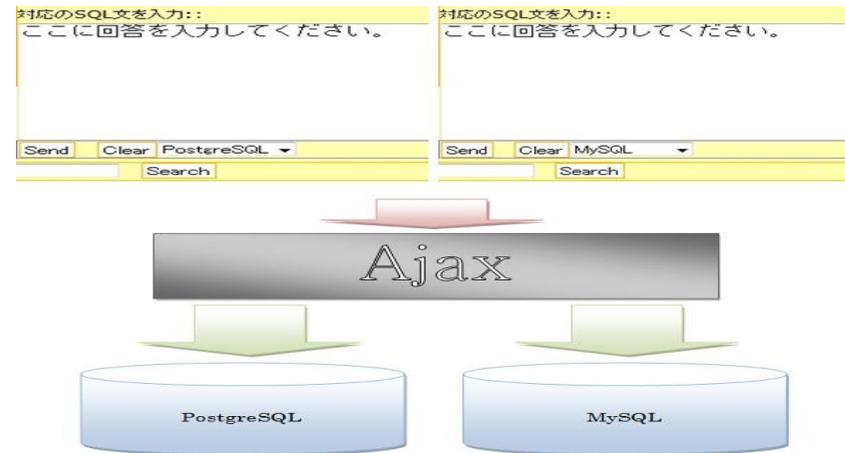


図 10 メニューの拡張とメニューの動作

### 4.3 PostgreSQL と MySQL 別の演習履歴の提供

二つの SQL を演習すると、それぞれの履歴が残ることになるので、演習履歴を記憶するテーブルに新たに PostgreSQL ([p]) か MySQL ([m]) かを示す列を追加している。演習履歴表示時にも図 11 に示しているようにいずれかの SQL による演習結果かを明示している。

演習状況			
ようこそ: s08a1025			
p:postgresql, m:mysql			
qid	正解時刻	p	m
1	2012-02-06 18:12:30+09	○	○
49	2012-02-06 22:13:39+09		○
50	2012-02-06 18:15:50+09	○	
112	2012-02-06 18:17:27+09	-	○

図 11 演習履歴

## 5. まとめ

本稿では、今日の SQL 学習に生じた新しい課題へのわれわれの対策について報告した。まず、SQL の学習を「読める」、「書ける」の2つのステップで行うために、SQL 文を自動生成できる Web サービスを開発し、SQL 文と結果「読める」ステップの問題・演習システムへ組み込みを行った。さらに、「書ける」ためには、指定されたパターンの PostgreSQL 文の自由出題にも Web サービスの利用により実現している。次に、一度の演習で PostgreSQL と MySQL の両方のデータベースを理解できるように、既存の PostgreSQL に対する演習システムを両 SQL の演習とも行えるシステムへ拡張した。さらに、演習問題を共通問題、共通問題（差があり）片方特有の問題に分けることにして提供している。

自動生成の Web サービスは標準的な SQL 文を扱ったため、PostgreSQL のみを使用した。MySQL も取り入れるのが今後の課題である。本システムを実際に利用し、改良していくことも今後の課題である。

## 参考文献

- 1) Database Languages – SQL \*:2003、 ISO/IEC 9075
- 2) J. D. Ullman, J. Widom : A First Course in Database Systems、 Prentice Hall (2007)
- 3) MySQL : <http://www.mysql.com/>
- 4) PostgreSQL : <http://www.postgresql.org/>
- 5) Yahoo! Query Language <http://developer.yahoo.com/yql/>
- 6) 伊藤 恵、美馬 義亮、大西 昭夫:コース管理システムと授業固有の課題チェック機能の Web サービスによる連携、情報処理学会論文誌 52(12)、3121-3134、2011-12-15、(2011)
- 7) 牛島 正規、高木 智美、徐 海燕 : Moodle における学習支援機能の開発、火の国情報シンポジウム、C-4-3、(2007)
- 8) 内田 英喜、森本 順一、史 一華、徐 海燕:SQL 演習問題自動出題システムの開発、火の国情報シンポジウム 2009、C-2-1、(2009)
- 9) 史 一華、徐 海燕 : 多様な演習システムのサービス化と統合、教育工学研究会 (ET) 信学技報 Vol.108 No. 470 ET2008-93 pp.1-6 (2009)
- 10) 杉山 隆之助、徐 海燕 : 動的に出題を行う関係データベースに関する演習システムの開発、平成 22 年度(第 63 回)電気関係学会九州支部連合大会、08-2A-12、(2010)
- 11) 松下 大佑、徐 海燕 : SQL 演習システムの Web サービス化とデータベースを用いた Web サービスの統合利用、火の国情報シンポジウム 2011、B-1-3、(2011)
- 12) 山室 健、田村 恭久:Web サービスを用いた学習者適応型分散 e ラーニング環境、電子情報通信学会技術研究報告 ET、教育工学 106(35)、43-47 2006-05-06、(2006)