

データベース正規化の分析課題に関する学習手法

加藤 涼^{*1}, 仲林清^{*2}

^{*1} 千葉工業大学大学院, ^{*2} 千葉工業大学

A Learning Technique about an Analysis Problem of Data base Normalization

Ryo Kato^{*1}, Kiyoshi Nakabayashi^{*2}

^{*1}Chiba Institute of Technology graduate school, ^{*2} Chiba Institute of Technology

学習者が思考過程を意識してデータベース正規化の問題を考えることによって、ブルームのタキソノミーで定義される応用・分析レベルの能力を獲得するための学習手法を行った。学習者に応用・分析レベルの能力を必要とする問題を解いてもらい、その能力獲得を目的として行った。大学4年生を対象に、正規化の基礎知識を与えた上で、正規化に関する応用・分析レベルの記述式問題に解答させた。その時、学習者には問題を解く上で必要となる思考過程を意識して解答してもらった。実験の結果、能力を獲得するような学習効果は得られなかったが、意識に変化のある学生とない学生の傾向がみられた。

キーワード: ブルームのタキソノミー, 正規化, 思考過程, 記述式問題

1. はじめに

正規化はデータベース設計を行う上で重要な概念の1つである⁽¹⁾⁽²⁾。正規化とは、データの矛盾や無駄をなくしてデータベースを設計することやその手順のことである。正規化をすることでデータの管理が容易になったり、データの容量の削減になったりするのでデータベースのパフォーマンスが向上する。逆に、正規化を行わずにデータベース設計を行うとデータの不整合や矛盾を生むことにつながり、不具合を起こす可能性が出てくる。将来、そのようなデータベースのビジネスに携わる学生にとっては重要な考え方である。

しかし、正規化の知識があり、理解しているだけでは正しくデータベースを設計することは困難である。これは現実の問題では、問題の性質に応じて、正規化の必要性を適切に判断する必要があるためである。大学の講義を受けることで得る能力だけではこのように必要性を判断して正規化を行う力を身につけることは難しい。よって本研究では、正規化の必要性を現実の問題に応じて、適切に判断できるようにする学習手法を研究する。

2. 学習目標と学習課題

本研究では、学習者が思考過程を意識してデータベース正規化の問題を考えることによって、ブルームのタキソノミー⁽³⁾で定義される応用・分析レベルの能力を獲得することを目的とする。

2.1 データベース正規化の学習目標

本研究では、データベース正規化の分野とブルームのタキソノミーのレベルを対応させて考えている。表1はブルームのタキソノミーの各レベルとデータベース正規化の分野の対応の関係を示す。(1)知識レベル・(2)理解レベルは大学の講義で学ぶ用語などの定義や意味の記憶・理解するレベルの内容である。(5)統合レベル・(6)評価レベルは実際にデータベースの設計を行うレベルの内容である。本研究においては(1)知識レベル・(2)理解レベルの学習内容を前提知識として身につけているものとし、(3)応用レベル・(4)分析レベルの学習内容を学習させることとする。

表 1 ブルームのタキソノミーとデータベースの
学習内容の対応

レベル	学習内容
(6) 評価	自分または他者からの視点から作成したデータベースを見直すことができる。
(5) 統合	定義や概念、分析の結果から実際にデータベースを自分で作成することができる。
(4) 分析	現実の問題の性質に応じて、正規化の必要性を適切に判断することができる。
(3) 応用	与えられた表を正しく正規化することができる。
(2) 理解	正規化や関数従属の意味を説明することができる。
(1) 知識	正規化や関数従属の定義を言うことができる。

2.2 データベース正規化の学習課題

ここでは、ブルームのタキソノミーの各レベルに対応する具体的な正規化に関する課題を示していく。なお、本研究では応用・分析レベルまでを取り上げているので分析レベルまでの課題を示す。

(1)知識レベルの学習課題

(例 1)正規化とは何か、答えよ。

(例 2)第 2 正規形とは何か、答えよ。

これらのような問題は、正規化に関する言葉の意味や定義のみを問う問題形式であり、(1)知識レベルの学習課題である。

(2)理解レベルの学習課題

(例)次の文章の空欄に当てはまる字句を答えよ。

ツアーテーブルの非キー属性の中には、候補キーに完全関数従属していない属性が存在するので、ツアーテーブルは第二正規形ではない。すなわち、非キー属性である(a)と(b)が、候補キーの一部である(c)だけに関数従属している。

このような問題は、関数従属の関係性を説明する文章の空欄を埋める問題である。関数従属の意味を説明することから、(2)理解レベルの問題である。

(3)応用レベルの学習課題

(例)顧客テーブルを第三正規形に分解せよ。新規に追加するテーブルには適切なテーブル名を付け、本文にならって列名を記述し、主キーを示す下線を引くこと。

このような問題は、実際にテーブルの正規化を行う問題である。与えられた表を正しく正規化することから、(3)応用レベルの問題である。

(4)分析レベルの学習課題

(例)顧客テーブルが第三正規形でないために発生する問題を、本文中の記述に照らし合わせて 60 字以内で述べよ。

このような問題は、正規化されていないときに発生する問題点を説明する問題である。正規化が必要であるのにしていない状況で、問題点を説明する形式である。現実の問題に応じて、正規化の必要性から問題点を説明することから、(4)分析レベルの問題である。

3. 学習手法

3.1 学習手法の概要

本研究では、学習者に思考過程を意識させて問題を解かせることによって、ブルームのタキソノミーの応用・分析レベルを獲得し実行できているのかをみる。そのために、学習者に応用情報技術者試験の記述式問題を解いてもらい、その後解けなかった問題に対して思考過程の一部を学習者に与える。そして再度解けなかった問題を解いてもらい、その結果から能力が獲得できているのかをみる。その後、アンケートを行い、学習者が指摘を与える前後で意識したことや考えたことにどのような変化があったのかを確認する。

3.2 学習に使用した問題

本研究では、応用情報技術者試験の平成 21 年度秋期試験の問題の間 6 を使用した。旅行業務用データベースの設計に関する問題である。表 2 は学習に使用した問題の問題形式・必要知識・ブルームのタキソノミーのレベルについて表したものである。ここでは本研究の主となる記述式問題の設問 2(1)(2)について説明する。設問 2(1)(2)はともに、(3)応用レベル・(4)分析レベルの設問である。

表 2 学習に使用する問題の構成

問題形式	必要知識とレベル
設問 1 関数従属に関する文章の記号選択式穴埋め問題	関数従属の定義・種類に関する「理解」
設問 2(1)(2) 正規化の必要性・問題点に関する記述式問題	正規化の定義・問題点に関する「応用」、「分析」

3.3 想定する思考過程

本研究では、学習に用いる設問 2(1)(2)それぞれの思考過程を一例として想定している。実際の学習時の指摘はここで想定した思考過程の一部である。

3.3.1 設問 2(1)の思考過程

設問 2(1)は「テーブルが第 2 正規形でない場合、一般的には様々な問題が発生する可能性がある。しかし、ツアータブルの場合にはそのような問題は発生しないと考えられる。その理由を述べよ。」というものである。表 3 は設問 2(1)の思考過程を表したものである。

表 3 設問 2(1)の思考過程

段階 1	一般的な問題とは何かという問いかけ(疑問)。
段階 2	一般的な問題を考える、列挙する。
段階 3	その問題が発生しない状況を、仮定して考える。
段階 4	仮定した場合と解く問題の場合を、比較して考える。

まず、設問から第 2 正規形でないときに発生する一般的な問題とは何かという問いかけをする。次に、その一般的な問題を考え、同時にどのような問題があるのか列挙する。ここで一般的な問題を自分の中で整理し考えをまとめる。次に、その問題が発生しない状況を仮定して考える。ここで考えた問題が発生するのはどのような場合なのかを想像して考える。最後に、その場合と今回の場合を比較して考える。ここまでに考えたことと実際の設問の状況を比較して考える。このプロセスをへることによって解答を導き出すことができると考える。

3.3.2 設問 2(2)の思考過程

設問 2(2)は「顧客テーブルが第 3 正規形でないために発生する問題を述べよ。」というものである。表 4 は設問 2(2)の思考過程を表している。

表 4 設問 2(2)の思考過程

段階 1	発生する問題とは何かという問いかけ(疑問)。
段階 2	発生する問題を考える、列挙する。
段階 3	その問題が発生する状況を、仮定して考える。
段階 4	仮定した場合と解く問題の場合を、比較して考える。

まず、設問から第 3 正規形でないときに発生する問題とは何かという問いかけをする。次に、その発生す

る問題を考え、同時にどのような問題があるのかを列挙する。ここで発生する問題を自分の中で整理してまとめる。次に、その問題が発生する状況を考える。ここで考えた問題が発生するのはどのような状況なのかを想像して考える。最後に、その場合と今回の場合を比較する。ここまでに考えたことと実際の設問の状況を比較して考える。このプロセスをへることによって解答を導き出すことができると考える。

ここまで各設問に対する思考過程を示してきた。それぞれの思考過程は、具体化から抽象化⁽⁴⁾⁽⁵⁾のプロセスとは異なり、抽象化から具体化を行っている。しかし、これは一例でしかなく、これ以外にもほかの思考過程は考えられる。本研究においては、それぞれの思考過程をもとに学習者に指摘を与える。具体的には、それぞれの思考過程の段階 1 を問いかけて、段階 2 を学習者自身に考えてもらう。

3.4 学習の流れ

この節では本研究における学習内容、および学習の流れについて説明する。表 5 は学習の流れとおおよその所要時間を表している。事前学習では、(1)知識レベル、(2)理解レベルの学習を行っている。指摘を与える場面では、学習者が設問を考えやすいように指摘を与える。これによって(3)応用レベル、(4)分析レベルの学習の支援を行っている。そして、(3)応用レベル、(4)分析レベルの能力が獲得できたのかを解答した結果から判断する。

表 5 学習の流れ

ステップ 1	事前学習
ステップ 2	問題解答 1 回目(30 分)
ステップ 3	採点および模範解答の提示(5 分)
ステップ 4	指摘を与える、考えのまとめ(20 分)
ステップ 5	問題解答 2 回目(20 分)
ステップ 6	アンケート(10 分)

ステップ 1 では、指導側が用意した予習資料などを参考に正規化の基礎知識の学習をしてきてもらう。ステップ 2 では、学習者に記号選択式穴埋め問題と記述式問題に解答してもらう。ステップ 3 では、1 回目の解答の採点を行い、記号選択式穴埋め問題のみ模範解答を提示する。ステップ 4 では、1 回目できなかつた記述式問題に対して、指導側からそれぞれの思考過程の段階 1 を指摘する。また、学習者はその指摘を受

けて、思考過程の段階2について考えてもらう。ステップ5では、ステップ4での考えをもとに、再度できなかった記述式問題に解答してもらう。ステップ6では、学習者自身の思う基礎知識の理解度とステップ2とステップ5での意識の変化に関するアンケートに回答してもらう。

学習者に指摘を与える場面では、こちらから学習者に必要以上に干渉しすぎることによって学習者自身が考える余地がなくなってしまう恐れがある。そこで、指摘としては一言だけ伝え、それ以上のことは学習者自身に考えさせるようにしている。必要以上の指摘は避けて、このような学習を行ったことでどのように思考過程に変化があるのか、あるいは生まれるのかを調査する。

4. 結果

4.1 実験の結果

実験は学習者6名、所要時間90分で行った。

設問1は前提知識を確認する基本的な記号選択式穴埋め問題であったが、6名全員全問正解する学習者はいない結果となった。

設問2(1)、(2)は応用・分析レベルの記述式問題であったが、6名全員どちらの設問も正解できた学習者はいない結果となった。表6は学習者の記述式問題の解答例を示している。

表6 記述式問題の解答例

Aさん	設問2(1) 1回目	ツアーコードが同じでも、出発日が異なるため、重複しない。
	設問2(1) 2回目	出発日がわかったとしても、日数や価格によってツアーコードが変わるから行の無駄ができない。
	設問2(2) 1回目	重複するコードが出てしまう。
	設問2(2) 2回目	顧客番号から郵便番号はわかるが、顧客番号から支店がわからない。郵便番号から支店が決まるため、支店が重複する。推移関数従属が発生する。
Bさん	設問2(1) 1回目	記述なし
	設問2(1) 2回目	第一正規形の時点で重複が発生しないから、ツアーコードを申し込みテーブルで使うため。
	設問2(2) 1回目	記述なし
	設問2(2) 2回目	郵便番号から支店コードが出せなくなり、どこの支店が担当するのか決められなくなってしまう。

1回目と2回目の間で指摘を与えられて自分なりに考え直してはいる傾向にみられる。しかし、正しく解答できるまでには至らなかった。

問題解答後に行ったアンケートの結果について、6名全員が、データベース正規化について理解が不十分であることが、アンケート結果および記号式穴埋め問題の結果からわかった。Aさん、Cさん、Dさん、Fさんの4名は、指摘前より指摘後の意識に変化があった。また、Bさん、Eさんの2名は、指摘の前後で意識する点に特に変化はみられなかった。以下、実験結果に沿って学習者の傾向に分けて説明する。

4.1.1 全体的な傾向

学習者全員、実験に取り掛かる上で必要なデータベース正規化の知識を十分に理解していないことがわかる。アンケート項目「予備資料（配布資料）はわかりやすかったか？」では「1.そう思う」、「2.どちらかといえばそう思う」と答えた者が多かった。しかし、アンケート項目「正規化の理解は十分だと思うか？」では「3.どちらかといえばそう思わない」、「4.そう思わない」と答えた者が多かった。学習する資料はわかりやすいと感じているが、実際にそれを理解している若ではないようだった。

4.1.2 意識に変化のある学習者

アンケート結果から指摘の前後で意識する点が増加した学習者について説明する。そのような学習者は、指摘を受けて自分で考えをまとめるときに、できるだけ具体的な表現の記述をするような傾向がみられた。表7は意識に変化のある学習者の考えを記述したものを示している。

表7 学習者が指摘から考えたこと（変化あり）

Aさん	指摘1	不要な行が出てくる。
	指摘2	客コードから客名が決定するため、客名が重複する（主キーから直接「客名」が決まらない）
Cさん	指摘1	日数やツアー名称にツアーコードが従属してしまい価格に出发日が従属しているので1つの主キーからその他のものがわからないということ
	指摘2	非キー属性の中に、他の非キー属性を介して候補キーの方に関数従属している点
Fさん	指摘1	出発日から他の非キー属性がわかるのでツアーコードが不要になる
	指摘2	顧客番号から担当支店コードがわからない

Aさん、Cさん、Fさんの3名は、それぞれの指摘に対してできるだけ具体的に問題点を考えていることが記述内容からわかる。今回の場合でいえばこの3名は、「一般的な問題点」という指摘であったが「設問の状況」という具体的な場面を想定して考えたといえる。ただし、3名全員の記述した内容に問題の内容とずれている記述もみられた。

4.1.3 意識に変化のない学習者

アンケートの結果から指摘の前後で意識する点に変化のなかった学習者について説明する。そのような学習者は、指摘を受けて自分で考えをまとめるときに、抽象的な表現の記述をするような傾向がみられた。表8は意識に変化のない学習者の考えを記述したものを示している。

表8 学習者が指摘から考えたこと（変化なし）

Bさん	指摘1	重複が発生する。
	指摘2	重複の発生
Eさん	指摘1	矛盾がある可能性がある
	指摘2	データの重複の可能性、矛盾がある可能性がある

Bさん、Fさんの2名は、それぞれの指摘に対して抽象的な言葉で記述していることが記述内容からわかる。他の学習者に比べて与えられた指摘からは深く考えられなかったため、抽象的な説明しかできていないといえる。

5. 考察

本実験から学習者の意識や考え方についてと、応用・分析レベルの能力獲得の学習効果についてのそれぞれに対して考察をしていく。

5.1 学習者の意識や考え方についての考察

本実験では、正答できなかった記述式問題に対してそれぞれヒントとして思考過程の一部を指摘した。それによって一部の学習者には意識に変化が起き、具体的に問題を考えようとしている傾向がみられた。指導側からの指摘に対して、指導側が指摘していない（意識させていない）こと、その先のプロセスまで意識して考えていることがアンケート結果からわかる。また、学習者は指摘されたことをできるだけ具体的に考えようとしていることが学習者の解答からわかる。アンケートの自由記述にも「一般的な問題の部分を少し考え

て問題を解きました。」、「テーブルの具体例を実際に書いて問題を解いた。」というように指摘された点を意識して考えたと読み取れる記述があった。これらのことから意識に変化のあった学習者は指導側から考え方のきっかけを与えたことによって設問の状況や内容を考えやすくなったといえる。つまり、学習者は思考の流れを意識することで物事を深く具体的に考えやすくなると考えられる。

ただし、これは意識に変化のあった学習者に対していえることである。意識に変化のなかった学習者は、指導側から指摘したこと以上のことを考えずに問題に解答していることがアンケート結果からわかる。指摘に対する記述内容も、抽象的なことしか記述できていないことが指摘に対する記述からわかる。これは、指摘に対して深く考えずに問題を考えているためだと考えられる。このことから意識に変化のなかった学習者は、指導側から考え方のきっかけを与えられても深く考えず、抽象的な・表面的な部分までしか考えていないことがいえる。

5.2 応用・分析レベルの能力獲得の学習効果

本実験では、学習者に思考過程を意識させてデータベース正規化の問題を解かせることによって、ブルームのタキソノミーの応用・分析レベルの能力を獲得し実行できているのかをみた。本実験の結果から、設問2(1)(2)それぞれの指摘後の2回目であっても学習者全員が正答するまでには至らなかった。したがって、応用・分析レベルの能力を獲得するような学習効果はなかったということである。このような結果になった原因として

(1)指摘する点にわかりにくい部分があった。

(2)学習者に設問を解く上で必要となる前提知識が不十分であった。

の2点が考えられる。

(1)について、今回の実験では独自に考えた思考過程の一部をヒントとして指摘した。その指摘した点を参考に問題を考えてもらった。しかし、想定した思考過程が適切でなく指摘する点が抽象的になってしまった。その結果、学習者にとって考えにくかった部分が発生したということが考えられる。アンケートの自由記述にも「どのような問題が起こるのかが分からないため、

書くことができなかった。」という記述があった。これらのことから、想定した思考過程が適切でなく指摘する点をわかりにくくしてしまったことが応用・分析レベルの問題を解く障害になったのではと考える。

(2)について、学習者には実験を行う前に前提知識の予習資料を配布し予習をしてきてから実験に臨んでもらった。その確認のための基礎知識を問う記号選択式穴埋め問題は実験の設問に用意した。しかし、その記号選択式穴埋め問題を全問正答できた学習者はいない結果となった。そのような前提知識が身につけていない状態では基礎知識を問う記号選択式穴埋め問題だけでなく、それより高度な記述式問題もできないと予想できる。これらのことから、知識・理解レベルの学習が十分行える状態でなければ応用・分析レベルの学習を行うことは困難であるといえる。

5.3 今後の課題・改善点

本実験を終えての改善点や今後の課題は2つある。

1つ目は、学習者に指摘する点が適切かどうかしつかり吟味しなかったことである。その結果、学習者にわかりにくい指摘をしてしまい学習の阻害をした可能性がある。したがって、他者の意見や予備実験から指摘する点を吟味する必要があると考える。

2つ目は、学習者の前提知識を実験前に確認しなかったことである。今回その確認を実験中に行ったことにより、実験後に前提知識の不十分がわかった。したがって、学習者の予習が終わった段階で確認問題を解かせて前提知識が身につけているのか実験前に確認する必要があると考える。

6. まとめ

本研究では、学習者に思考過程を意識させてデータベース正規化の問題を解くことによってブルームのタキソノミーの応用・分析レベルの能力を獲得できるのかを目的に学習を実施した。

学習者は指摘していない部分まで自ら考えることができることがわかった。また、学習者は思考過程を意識することによって問題を深く考え、具体的に考えようとするのがわかった。しかし、本研究の学習手法では目的とする応用・分析レベルの能力獲得には至らなかった。

今後の課題として、学習者全員に応用・分析レベルの能力を獲得してもらうために、必要となる前提知識を予習でしっかり身につけてもらうこと、そのうえでできるだけわかりやすく適切な指摘で支援を行うことが挙げられた。これらの課題を改善することで、学習者が応用・分析レベルの能力を獲得しやすいような学習手法になると考える。

参考文献

- (1) 増永良文：“リレーショナルデータベース入門[新訂版]～データモデル・SQL・管理システム～”，サイエンス社(2003)
- (2) 植村俊亮：“データベースシステムの基礎”，オーム社(1979)
- (3) 稲垣忠，鈴木克明（編）：“授業設計マニュアル 教師のためのインストラクショナルデザイン”，北大路書房(2011)
- (4) 河村一樹：“理論と実際を関連づけたコンピュータサイエンス教授法 - データベース教育を事例にして -”，情報処理学会研究報告コンピュータと教育 (CE) 1995.75 (1995-CE-037) (1995)
- (5) 河村一樹：“文科系学科におけるコンピュータサイエンス教授法 - データベース教育を事例にして -”，情報処理学会論文誌 37.12 (1996)