

# 図法幾何学演習課題の自動生成配信システム

斎藤広美<sup>†</sup> 矢吹太郎 佐久田博司  
 青山学院大学理工学部情報テクノロジー学科<sup>‡</sup>

## 1 はじめに

CAD やコンピュータグラフィックスが普及している現在においても、図法幾何学における投影の心的操作の理解と習熟のために学生に紙筆での作図課題を課すことは大学基礎課程の図形教育のトレーニングとして一般的に実施されている。紙筆による心的トレーニングの必要性は大学、産業界ともに認めているが、高校の教程の変化とコンピュータ支援の環境やさまざまなデジタル情報と図形に関する教程の多様化に伴い、大学理工系の基礎科目として図形に関するリテラシー全般をカバーする必要が生じている上に、図形幾何の紙筆による演習を短時間にかつ効率よく進めることが可能なカリキュラムが模索されているのが現状である。

### 1.1 研究背景

図法幾何の演習問題は、教育利用における長い歴史と経験から類型化が進んでおり、典型的な問題を例題と類題として学生に提示する方法がとられている。これらは、1手法につき1課題であるのが一般的で通常は10数種類が実用利用されている。教育上の効果を考えると、1課題についての派生類題や各学生への個別課題の需要はあるが、問題と解答作成および採点作業のためのコスト負担は、当該分野の教員の相対的な減少もあってこの需要を満たすことは一般には難しくなっている。

これらの問題点を解決するために以下の2点が考えられる。まず考えられることは図形形状のパラメータ制御が可能なCADなどを利用して図形出力を行い、学生と教師に課題を配信する方法である。しかし、CADアプリケーションの配布とインストールには制約があるため授業に利用し効率化を図ることは難しいと言える。次に考えられることは、サーバサイド処理によりLAN上から図形情報を配信し、個別課題をパソコンのモニタ上に出力させる方法である。しかし、その問題の出力画面のハードコピーでは紙筆で行う図法幾何演習に必要な線画情報の精度を得ることが出来ない上、模範解答との比較など付加的な機能への拡張も難しいため授業利用において適しているとは言えない。

## 2 仕様

本システムは以下の3つの仕様を満たすものとする。

1. 図法幾何演習問題の中で典型的なものについて学習者ごとに異なる類題を自動生成する。
2. 画像情報の精度を確保するため、ベクタ形式での出力を可能とする。
3. 課題作成と同時に解答も作成する。また解答の配信先の制御を可能とする。

## 3 プログラムの概要

学習者と教員をユーザとする作業シーケンス図を図1に示す。

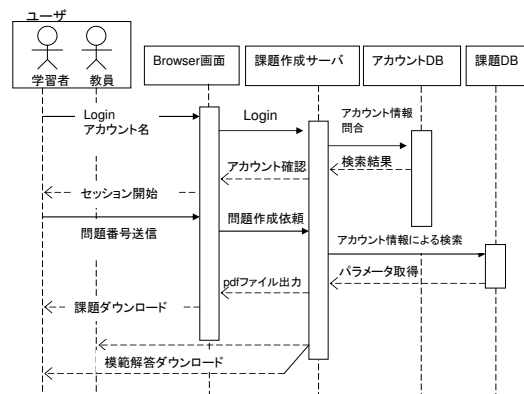


図1 作業シーケンス図

学習者がログインするとサーバからアカウントデータベースへアカウント情報の問い合わせが行われる。そのアカウントごとに課題データベース内には作図に必要なパラメータが格納されており、それをを用いて課題図形ファイルと解答図形ファイルをそれぞれ作成する。システムの構成としては、まずデータベースにはMySQLを、サーバにはTomcatを使用した。また、画像情報の精度を確保するためにはベクター形式で出力されるファイルとして幅広く使用されているPDF形式が適当であると考えたため、PDF形式のファイルを動的に出力することが出来るJavaライブラリのiText [1]を使用した。

学習者がアカウントを入力し、ログインすることでそのアカウントごとに違ったパラメータが取得される仕組みとなっている。実際に取得されたパラメータを表1で示す。

\* An automatic generation delivery system of a drawing geometry practice

<sup>†</sup> Hiromi SAITO

<sup>‡</sup> Department of Integrated Information and Technology, College of Science and Engineering, Aoyama Gakuin University

表 1 パラメータ取得例

problemId	user	valName	value
9	00101	side	30.8940892681344
9	00101	theta	0.110297931320963
9	00101	phi	0.867148367764948
9	00101	height	106.598113428339
9	00101	zintersept	53.981251064382
9	00102	side	31.4848514175654
9	00102	theta	0.147879838593852
9	00102	phi	0.764756914519601
9	00102	height	108.259279566567
9	00102	zintersept	53.175551254203

学習者ごとにランダムに取得さパラメータを使用し、図形描画に必要な点を一つずつプロットし紙筆における図形描画を忠実に再現する形で課題や解答が描かれている。

図 2 は違うユーザでログインした際に出力される課題の一部を並べたものである。取得されるパラメータの差によってこのように異なる図形、つまり類題として出力される。

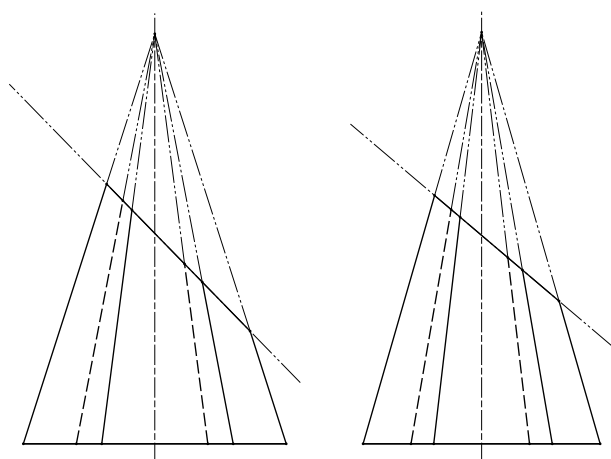


図 2 類題出力例

学習者はこのように作成された課題をダウンロード、印刷し、紙筆によって解答するのである。課題作成と同時に解答も作成されているため、教員の解答作成による時間的コストを削減することが出来る。それと同時に解答管理画面(図 3 参照)を使用することで、解答ファイルを教員のみではなく学習者にも公開出来るため、解答を全体に公開し自習システムとして使用することも可能である。また、この管理画面ではユーザごとの解答を一覧で表示することが可能なため、解答を公開せずに教員のみが解答を入手、採点することも可能である。

#### 4 おわりに

本システムは、PDF ファイル形式で学生に個別の図法幾何学の課題と解答を同時に配信するものである。学生は、作成された PDF ファイルを印刷し、その上で課題を解答する。解答を全体に公開することで自習システムとし



図 3 解答管理画面

て繰り返し課題を解くことも可能であるし、教員のみが学習者ごとの解答を入手し採点することも可能である。

よって、学生への個別課題や類題の需要を満たし、同時に教員の課題・解答作成の負担が軽減されるため、本システムは図法幾何における紙筆演習の効率化につながると言える。

#### 4.1 改善点

これから改善が必要な箇所は次の二点である。

まずは、採点方法についてである。回収した課題を一つ一つ教員が採点するという点では未だに効率化が図れているとは言えない。そこで学生から回収した課題をスキャナで読み込み、そのファイルをこのシステムで生成された解答ファイルを照らし合わせることで採点を自動化することが可能であれば、より一層採点においての効率化が図ることが出来ると言える。そして、学生が課題を解答する上で、間違えやすい箇所をあらかじめこのシステムに盛り込むことが出来ればより一層の効率化が期待される。

また、学生に解答を公開し、採点させることは課題を解く過程を理解している学生にとっては良い自習システムとして成り立つ。しかし、理解していない学生にとってはその課題を解答することが出来ないため、自習システムとして機能しない。よって、各々の課題の解答を導き出す過程を動画などで公開することが出来るのであれば、あらゆる学生にとって良い自習システムとして機能することとなり、本システムの改善へとつながる。

次は、問題作成における時間的なコストについてである。紙筆においての作図を忠実に再現しているため、問題の図形を描くのに必要な点や線の一つずつ描かなければならない。よって問題作成に時間がかかる。そこで、3D モデルをシステム内で生成し、それを 2 次元の課題として出力することが可能であれば、問題作成においての効率化が図ることが出来ると期待される。

#### 参考文献

- [1] iText <http://www.lowagie.com/iText>.