

# 非言語的知識の学習環境改善

島田 裕司<sup>†</sup> 長谷川 大 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

図形科学が育む立体図形の心的操作能力は、製品設計や3D処理といった分野に応用が効くため、特に理工系専門教育や技術教育において重要視されている。心的図形操作とは、脳内で図形の回転・スケール・切断といった処理を行うことである。本研究において、この心的図形操作や手順に関わる、文章で表現することの難しい知識を、非言語的知識と定義する。

図形操作の理解は、通常、文章形式で表現されている場合が多いが、具体的な理解（手順の再現や応用操作の能力獲得）に到達するためには、時間変化や時系列を通してそれを再現する必要がある。また、そのような機能を有した効果的な教材がないという段階にある。図法幾何の演習は作図と心的図形操作を含むため、学習者に対して一定の解法手順を説明する必要がある。しかし、静的な図と文章による解説で単一の解答例を提示する従来の教材では、学習者の理解を手助けするのは不十分である。従って、学習者にとって具体的な理解を促すような自習環境の開発が望まれる。

## 2 先行研究

### 2.1 立体図形の投影による問題生成システム

先行研究により既に確立されたシステム [1] として、ユーザーが視点を操作できる立体図形を投影し、その平面図形から問題と正解の組みを出力するものがある。これにより、脳内の3次元図形モデルを2次元の投影図形と関連付けやすくなり、利用者の心的操作の補助が可能となった。しかし、このシステムでは図形の形状を変更する度にコードを書き換える必要があるが、学習者がそれを行うことは困難である。これにより図形の形状は限定されてしまい、学習者の深い理解を促すには不十分である。また、このシステムはサーバーサイドで動作するため、利用にはサーバーを用意する必要がある。

### 2.2 プラットフォーム非依存な自習環境の必要性

現在、iPhoneやAndroid端末といったスマートフォンの急速な普及によりモバイルOSが増加し、ユーザーのプラットフォームは非常に多様化している。同時に、電子書籍といった媒体の一般化、デバイスの軽量化などが進み、また、大学などの専門教育でもタブレットなどのデバイスが多く取り入れられるようになった。このような流れの中で、C言語やJavaで記述されたサーバーサイドで動作する従来のアプリケーションよりも、スクリプト言語で記述された柔軟なインターフェースを提供するクライアントサイドのアプリケーションが多く用いられるようになった。しかしながら教育の現場においては、未だユーザーのプラットフォームに依存するシステムが主流であり、学習者は環境構築などの負担を強いられている。そこで、プラットフォームに依存しない、ブラウザベースのアプリケーションシステムの開発が求められる。

## 3 研究目的

本研究では、図法幾何学演習課題の代表的問題を、ユーザーがインタラクティブに図形の形状を変更し生成できるシステムを開発する。同時に、その課題に対応する解答例を解法手順ごとに表示できるものとする。また、本システムはユーザーのプラットフォームに依存しないブラウザ上で動作するシステムとする。さらに、本システムを実際に教育の現場にて運用し、その教育効果をアンケート及びシステムへのアクセス解析により確認する。

## 4 提案システム

### 4.1 システムの特徴

本システムは、以下のような特徴を持つ。

- 図法幾何学の典型的問題について、与えられた例題図形をもとに、利用者がインタラクティブに図形の形状を変更し、問題を生成できる。
- 生成された問題に対応した解答例を、解法手順ごとに表示できる。
- サーバーやOSなどの利用者のプラットフォームに依存せずに利用できる、ブラウザベースのシステムとする。

Improvement of Learning Environment of Nonverbal Knowledge

<sup>†</sup> Yuji SHIMADA (a5809041@aoyama.ac.jp)

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

## 4.2 実装手法

インタラクティブなインターフェースを実現するために、実装は JavaScript と、そのライブラリである Raphael<sup>1</sup>を用いて行う。Raphael は、JavaScript で SVG を容易に扱うためのライブラリで、ベクターグラフィックを主として行う場合に有効である。SVG は、XML で記述することができる、ベクター画像記述言語である。

## 4.3 システムの動作

システムの利用画面を図 1 に示す。ユーザーはパラメータ変更可能な点をドラッグして図形の形状を変更し、解答ステップを選択することで、解答例を表示することができる。さらに、解答を表示させた状態で、問題図形を形状変更することも可能である。学習者自身が問題を変更し、その変化に伴って解答がどのように変化するかを観察することで、学習者のより深い学びが期待できる。これらの処理はすべて Web ブラウザ上でやっている。

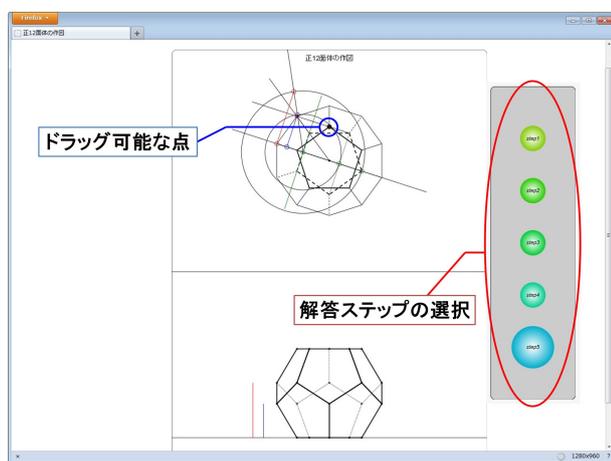


図 1 システム利用画面 (正 12 面体の作図)

## 5 実験

本章では、上述の教材システムが図形科学の理解に寄与することを検証するための実験について述べる。

### 5.1 実験概要

本研究で対象にしている図法幾何学習を目的とした「図形科学」の科目を受講する学生約 90 名を対象として、解法の参考ページを任意に閲覧できる形式で提供する。基盤システムとして、利用例の多い LMS である Moodle 上で本システムを実際に利用してもらう。学期末に受講者に対してアンケートを行い、主観的な学習効果を確認する。また、Moodle 内において各学生のアクセス解析を行うことで、本システムの利用形態と本システムの利用による教育効果に与える影響を調査する。さらに、本システムの利用時における Web ページの滞在時間と、利用形態とアンケート結果との関連を調査する。

## 5.2 アクセス解析

住ら [2] は Moodle を利用したブレンド型学習環境構築に際して、アクセス解析による授業・教材の改善を試みた。GoogleAnalytics が生成したタグに Moodle の ID を引数として渡すことで、学生個人の詳細なアクセスデータの収集が可能であることを報告した。GoogleAnalytics とは、Google が提供するアクセス解析サービスである。タグ埋め込み型と呼ばれる手法を採用しており、GoogleAnalytics で生成されたタグを Web 上の HTML リソースに埋め込むことで、容易にサイト訪問者のアクセス情報を得ることができる。本実験でも同様の手法を用いることで、各学生の教材ページ毎の滞在時間を収集し、参考としたページの種類や全体のアクセス頻度などを統計量として収集する予定である。

## 6 おわりに

本稿では、プラットフォームに依存することなく、図法幾何学演習問題をインタラクティブに生成するシステムの研究について述べた。本システムにより、利用者の自学自習の効率化による非言語的知識の学習環境の改善が期待できる。また今後の展望として、以下のことが想定される。

- 紙筆課題として活用するために、印刷出力を考慮して、画像情報の精度を確保できる PDF 形式での出力を可能にする。
- このシステムを公開ページで一般に公開し、アンケート等によりその利用方法や利用結果についても調査する。
- 特に、演習問題を追加したい場合には、その作成に高度なプログラミング技術を必要とするため、開発で実装した関数をエンジニアリング用のライブラリとしてまとめ、一般に公開し、新規に問題作成を行う場合のコスト削減を目指す。

## 謝辞

本研究は JSPS 科研費 11010994 の助成を受けたものである。

## 参考文献

- [1] 伊藤勇磨, 矢吹太朗, 佐久田博司. ベクトル幾何的に再構成される図法幾何教材の cad インターフェース. 情報処理学会全国大会講演論文集, Vol. 73, No. 1, pp. 491–493, 2011.
- [2] 住政二郎, 山本勝巳, 東淳一. ブレンド型英語学習環境の構築と実践. Technical Report 2, 流通科学大学, 2012.

<sup>1</sup> Raphael - JavaScript Library. (<http://raphaeljs.com/>)