

劇場型対戦ゲームによる線形代数導入教育の実践的研究



豊田工業高等専門学校

教授 西澤 一

研究の目的： 線形代数は、数学の重要分野であるが、高専、大学の数学教育は抽象度が高く学生の理解が低迷している。この現状改善には、身近な応用例から導入し、数式と図的、言語的表現との関連付けを重視した体験型の学習が有効であると分かってきた。

そこで、申請研究では、学生に身近な対戦ゲームを用いた空間ベクトルの導入教育を試みる。教室で行う学生チーム間のトーナメント戦を、全員で観戦する劇場型のゲーム設定をし、これに備えて各学生が競技力を高めるべくオンライン学習システムで自律的学習（修行）を行う仕組みである。学習システムには3Dグラフィックスを用いたインタラクティブ性を持たせ、体験型の個別学習ができるよう工夫した。

対戦ゲームの内容： 学生40名受講の授業で、教室内に設置したプロジェクタ上の仮想空間で学生チーム（のアバター）同士をトーナメント形式で対戦させ、これを全員で観戦する劇場型のゲームを行った。ゲームに先立ち、学生は3次元ベクトルを用いて各自のアバターを設計後、オンライン学習システムを用いてアバターを修行させ、その競技力を高める。より多く修行したアバターが揃ったチームは、対戦ゲームで勝ち抜きやすくなり、学生が競い合っただけで学習システムを利用すると期待できる。ゲームの勝敗は、競技の種類によって異なる競技ベクトルと両対戦者の特徴ベクトルの内積により決定され、接戦の場合には、ベクトル空間を回転させ視点を変えて判定を行う必要がある。対戦の勝敗判定を観戦する学生は、次第に内積の図形的意味を直観的に把握できるようになることも期待できる。

システム構築： 従来は独立したシステムとな

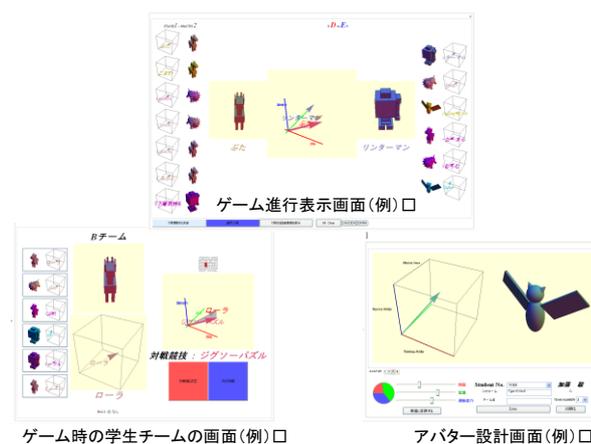


図1 ゲーム進行とアバター設計の画面表示例

っていたアバター設計システム、ゲーム進行・表示システムと、オンライン学習システムを統合し、統合データベース上に各学生のアバターのデータと学習履歴を保持するようシステムを再構築した（図1）。また、オンライン学習システム（図2）にタスクとクイズを組み込み、システムを用いて学生が自律学習を行う（修行する）と、データベース上の修行ポイントが更新される仕組みを追加した。

学生の関心を高める工夫： システムを用いた学習活動への関心を高めるため、二つの工夫を行った。

1) アバターの進化

オンライン学習システムで修行ポイントを蓄積した学生のアバターの画像が、ポイントにより進化するようにした。

2) 2ステージ制の導入

ゲーム体験が、空間図形とベクトルとの関係を直観的に把握する学習機会となることを期待して、対戦ゲームは、学生が方向ベクトルを操作して空間中の操作平面を目標平面に重ね合わせる第一ステージ（図3）と、各チームから

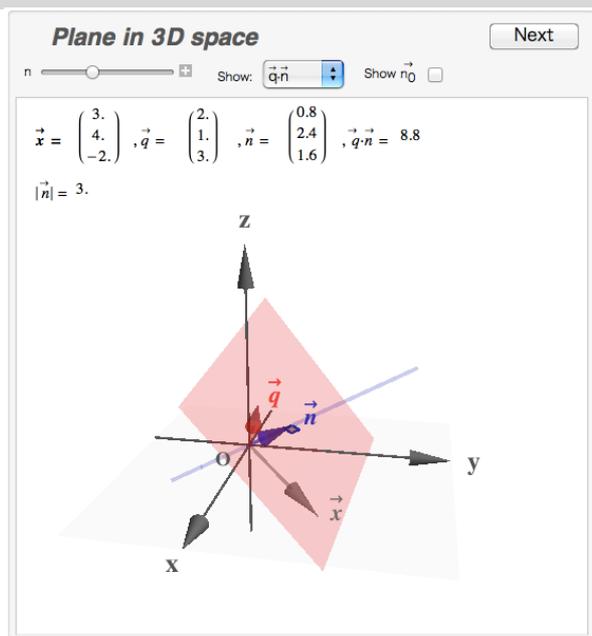


図2 オンライン学習システムの画面例

選ばれたアバターの特长ベクトルを目標平面に合わせる第二ステージ(図4)から構成するように変更した。

対戦ゲーム導入の効果： 対戦ゲーム導入の効果を確認するために、課外演習の最終合格率と努力率の推移を調べた。対象科目では、授業時間内に行う演習問題で所定の正答率を得られなかった問題について、放課後に行う課外演習で、合格するまで何度でも挑戦できる仕組みを設けているが、この学習活動に対する対戦ゲーム導入の影響を調べたものである(表1)。

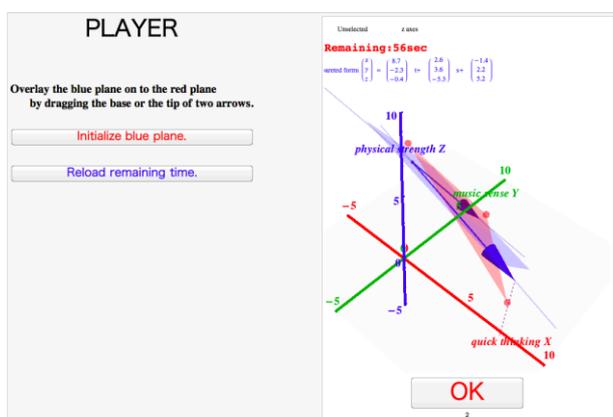


図3 対戦ゲーム第一ステージ画面

導入活動		なし	ゲーム	学習システム	2ステージ制
合格率 ^{*1}	基本	80%	83%	84%	87%
	発展	50%	56%	69%	63%
努力率 ^{*2}	基本	1.11	1.35	1.40	1.21
	発展	0.67	0.97	1.05	1.82

*1 学期末における空間ベクトル課外演習問題の最終合格率

*2 対象学生全員が1回ずつ不合格問題に挑戦すると努力率は1.0になる。

対戦ゲーム導入前の2010年度に比べて、対戦ゲームを導入した2011年度、オンライン学習システムと関連させた2012年度、2ステージ制を導入した2013年度と、課外演習の最終合格率には大きな変化は見られなかったが、不合格問題に何度も再挑戦する努力率は、特に発展問題で顕著に上昇しており、少なくとも対戦ゲームの導入が学生の学習動機付けになっていることを確認できた。

詳細報告：

- 1) Nishizawa, H., Shimada, K., Ohno, W., Yoshioka, T., Increasing Reality and Educational Merits of a Virtual Game, Proc. of VARE2013 32-40.
- 2) オンライン学習システム
(http://pear.ee.toyota-ct.ac.jp/MLSS_all/)

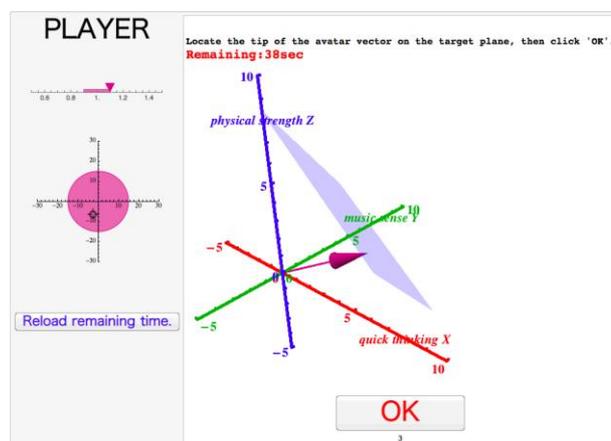


図4 対戦ゲーム第二ステージ画面

表1 課外演習の実施状況

年度	2010	2011	2012	2013
----	------	------	------	------