

# 正誤判定を用いた学習機能に関する考察

## Effect of answer feedback in skill learning

河上聖人<sup>\*1</sup>  
Masato Kawakami

藤波努<sup>\*1</sup>  
Tsutomu Fujinami

<sup>\*1</sup> 北陸先端科学技能大学院大学 知識科学研究科  
School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology #1

Recently, various kinds of human skill such as sports or artisan skills have been investigated. However, some of the activities are difficult to proficient, because the evaluation of the action such as good or bad was not given to the agent. In this study, the effect of evaluation was examined by using a Counting Game built on PC. Level of skill in Counting Game was examined for seven students based on error rate of the answer. The students who received feedbacks showed better performances than those who did not receive any feedbacks. The results suggested that the feedback of the action help the agent to learn the skill.

### 1. 背景

現在、様々な技能が機械化されているが、数ある技能の中には「匠の技」と呼ばれるような技能が多く存在している。これらの技能は、言葉や記号で説明することができず、機械またはヒトでもその習得が困難となっている。また、松下電器やキャノンなどでは、セル方式と呼ばれる作業者の熟練を生かした生産方式を採用しており、その熟練過程の効率化が可能であれば、生産期限、コストの低下が見込まれる。

ヒトが技能を学習する際、「正誤判定」という概念から見た場合、ヒトが習得することができる技能は大きく二分できると考えられる。一方の技能は、「正誤判定がかかる技能」である。野球などのボール投げを例にとった場合、「投げても疲れにくい筋肉の動き」といった身体的ストレスの減少を図る技能の習得の他に、「ボールが遠くまで投げられた」、「目標に正確に投げられた」、「早い球を投げられた」などが正誤判定として与えられ、より正当に近くなるよう、ヒトは行動を決定し、熟練していくと考えられる。もう一方の技能は「正誤判定がかからない技能」であり、ダンスや陶芸、絵画など、ヒトのとった行動に対し、正当を与えるためのフィードバックに時間がかかる、もしくは、ヒトが感覚として認識できない技能も数多く存在する。このような技能は、機械への実装が難しく、ヒトにとってもより習得が困難である。

そこで本研究は、結果のフィードバックがうまくなされず、正誤判定が得にくい技能に対し、適切にフィードバックを行うことにより、正誤判定の被験者の技能学習に対する効果を観察する。しかし、ヒトを用いた学習に関する研究は条件の設定が難しく、フィードバックの効果を測定することが困難であると Vollmeyer ら (2005)は報告している。本研究では、正誤判定が得にくい技能として、数当てゲームを用いて、技能学習の様子を観察した。

### 2. 実験

本研究では、正誤判定のフィードバックの影響を観察するために、「数当てゲーム」を作成し、タスクとして設定した。数当てゲームをタスクとして設定した理由として、被験者は正誤判定を能動的にゲーム上で与えられなければ回答に対する評価が得られないこと、ゲームの設定を変更することにより何度も同じ被験者を用いて学習の過程を観察できること、加えて多くの被験

者が現段階で習得していない技能であること、が挙げられる。

数当てゲームは Fig. 1 に示すように、画面上に多数のオブジェクトを設置し、その数を瞬時に判断し当てるものである。オブジェクトの数は最小値+1~9 までランダムで表示され、被験者は1~9に該当するキーボードキーを押すことにより、問題に解答する。本研究では、被験者の回答と問題の正答の差である回答誤差を被験者の学習尺度として用いた。

数当てゲームでは、問題に対する被験者の解答および回答時間に対して、画像および音により被験者への正誤判定のフィードバックを与えることができる。本研究では、画像及び音によるフィードバックがある場合と、無い場合の2つのパターンで実験を行った。また、フィードバックを与える際、被験者の回答が正答±1以内ならば良い評価のフィードバックを与え、それ以外には悪い評価のフィードバックを与えた。

実験は、22~31 歳の大学院生 7 名を被験者として用い、Fig. 2 に従った内容で被験者 1 名に対して 2 回の試験を行った。

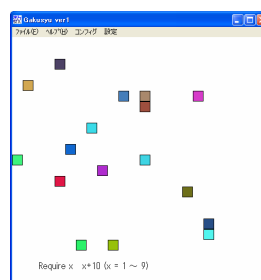


Fig. 1 数当てゲームの実験画面



Fig. 2 数当てゲームの実験プログラム

### 3. 結果と考察

本研究では、画像及び音による正誤判定がある場合と無い場合の違いについての、数当てゲームでの数当て技能の学習を観察した。

Fig. 3 に数当てゲーム (Feedbackあり) の回答誤差の試行回数における推移を示した。Fig. 3 は、ある被験者の数当てゲーム (最小値 30、Feedbackあり、回数 80 回) の回答誤差を示しており、プロットは、横軸に試行回数、縦軸に被験者の回答と問題の正当の差 (絶対値) をとったものを前後 5 回で平均した値を示している。また、Fig. 3 の棒グラフは、80 回の試行回数のうち、前半 40 回の回答誤差の平均を  $E_0$ 、後半 40 回の回答誤差の平均を  $E_1$  として示している。Fig. 3 では、被験者の回答誤差は、ばらついているものの、回数を重ねるごとに少なくなっていることが観察された。また、同様に Feedback が無い場合の被験者の正答率を観察したが、正誤判定の Feedback が無い場合、前半と後半 40 回ずつの回答誤差に大きな変化は観察されなかった。

また Fig. 4 に数当てゲームの被験者の回答のヒストグラムを示した。Fig. 4 は、7 人の被験者の正誤判定が有る場合と無い場合の前半 (40 回)、後半 (40 回) のヒストグラムの変化を示している。横軸には被験者の回答と正当の差を示しており、縦軸には頻度を示している。ヒストグラムから、それぞれの実験において、被験者の回答は正当 (回答との差が 0) 付近に集中し、正規分布に近い分布を示していることが観察された。その中で、Feedback 有りの場合の後半の被験者の回答と正当の差の分布は、他の場合の分布より標準偏差が小さく、高い正答率が得られていることが確認された。しかし、それ以外の場合の被験者の回答と正当の差の分布では、それぞれの分布に大きな差は観察されなかった。これらのことから、正誤判定のフィードバックが有る場合、被験者は数当て技能を習熟できているが、フィードバックが無い場合は数当て技能が習熟できていないことが示唆された。

また、計 7 名の被験者について同様な実験を行い、それぞれの被験者において、正誤判定のフィードバックがある場合と無い場合での前後 40 回の回答誤差の平均値  $E_0$  及び  $E_1$  を求めた。そして、 $E_0$  と  $E_1$  の差をとったものを  $\Delta E$  として被験者の学習度とした。Fig. 5 に、被験者 7 人における正誤判定のフィードバックが有る場合と無い場合の学習度の平均の違いを示した。Fig. 5 より、正誤判定のフィードバックがあるほうが、フィードバックが無い場合よりも、 $\Delta E$  が有意に大きく、技能学習が観察された。これにより、正誤判定のフィードバックが数当て技能の学習効果を及ぼしたことが確認された。

以上のことから、正誤判定のフィードバックは数当てゲームを行う際の習熟において、重要な役割を果たすことが示唆された。正誤判定のフィードバックを与えた場合と、与えない場合で技能学習に差が出る原因として、技能習得の際に正誤判定が被験者に対する精神的報酬や負荷の効果を持っていると考えられる。そのため、ヒトが技能を修得する際、正誤判定は、ヒトがより理想に近い結果を得ようと試行錯誤し、技能を理想の状態に漸近させる動機付けとなるのではないかと考えられた。正誤判定のフィードバックが得られにくい技能に関して、適切な正誤判定のフィードバックを能動的に与えることで、効率的な学習効果が得られるのではないかと考えられた。

### 4. 結論

数当てゲームによる実験の結果、正誤判定のフィードバックが有った場合に数当て技能の学習効率が良く、正誤判定のフィ

ードバックがヒトの技能学習に対して重要な役割を果たしていることが示唆された。

### 参考文献

[Vollmeyer 2005] Regina Vollmeyer, Falko Rheinberg: A surprising effect of feedback on learning, Learning and Instruction 15 (2005) 589-602.

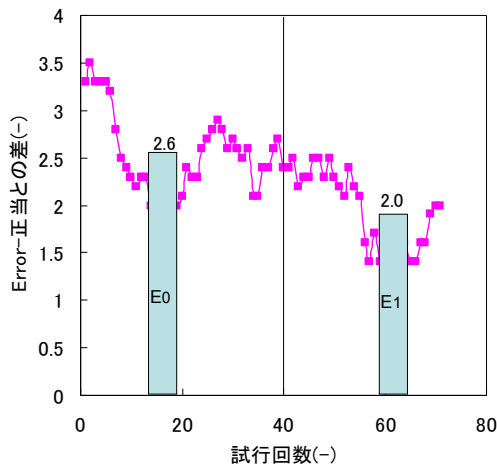


Fig. 3 数当てゲーム (Feedbackあり) の回答誤差の試行回数における推移

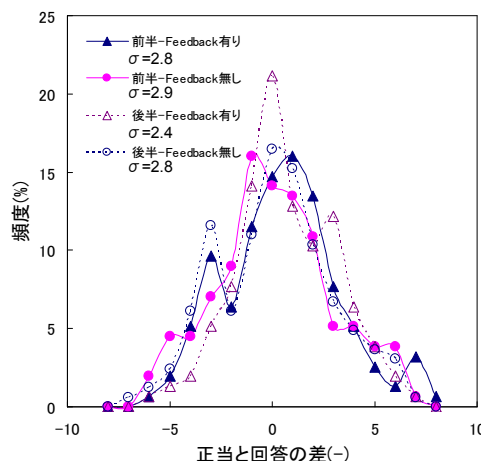


Fig. 4 被験者の回答のヒストグラム

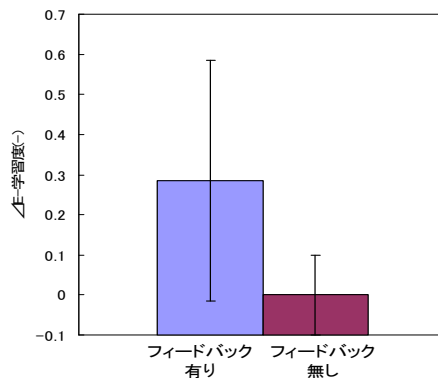


Fig. 5 被験者 7 人における正誤判定のフィードバックが有る場合と無い場合の学習度の平均の違い