

# ロボットによる学習者に適応的な色情報を活用した教授行動の検討

## Investigation of an Educational Behavior by Robot Utilizing Color Information Adapted to Learners

辻 優也\*1, 古池 謙人\*2, 東本 崇仁\*1

Yuya TSUJI\*1, Kento KOIKE\*2, Takahito TOMOTO

\*1 東京工芸大学工学部

\*1 Faculty of Engineering, Tokyo Polytechnic University

\*2 東京工芸大学大学院工学研究科

\*2 Graduate School of Engineering, Tokyo Polytechnic University

Email: c1518057@st.t-kougei.ac.jp

**あらまし**：学習者の（理解/心的）状態に適応的な教授行動を行うことは有効である。近年、生体情報などを取得し、心的状態をリアルタイムに取得する研究が盛んに行われているが、心的状態に適応的な教授行動を即時に生成することは人間には容易ではない。本研究ではロボットを用いた教育を想定し、ロボットが持つ独自の行動である色提示によるインタラクションが学習者の状態に与える影響を調査し、適応的な教授行動について検討する。

**キーワード**：感情推定，ロボティクス，色彩感情，学習活動の評価，教授行動

### 1. はじめに

著者らは、先生、TA、学生の役割を持った三体のペッパーを用いた新しい教育のモデルを検討している。特に、ロボット独自のインタラクションとして発色機能を用いたコミュニケーションに着目し、ロボットの行動に色を用いた際に学習者の心的状態に与える影響を調査するための実験を行った<sup>(1)</sup>。実験により、ロボットの目の発色ごとに、発言に対して異なる印象を与えられることが確認できた。しかし、これまでは学習者の個別の特徴は考慮せずに、分析を行ってきた。学習者のメンタリングを考えた場合、個々の学習者に適応的なインタラクションを行うことが重要である。そこで、本稿では学習者の個別性として学習に対する考え方（調整スタイル）を導入し、調整スタイルと色と発言の関係を分析する。

### 2. 学習者の個別性

西村ら<sup>(2)</sup>は自律性の程度を示す動機によって表現される調整スタイルという下位概念を想定し、外的調整、取り入的調整、同一化的調整、内的調整、の4つにより動機付け概念を細分化している。外的調整は報酬の獲得や罰の回避、従来の外的動機づけに相当する。取り入的調整は、自己拡張や他社比較による自己価値の維持、消極的ではあるがその活動の価値を部分的に内在化している特徴を持つ。同一化的調整は、活動を行う価値を認め自分のものとして受け入れている状態を表す動機づけである。

このような学習に対する考え方の個別性は、外部から同じ発言・行動を与えられた場合でも、異なる印象を抱くことに影響すると予想される。たとえば、学習そのもの楽しさを見出す内的調整タイプは、他の学習者が理解したり困惑することで楽しみを増大させたり、逆に目的ベースの同一化調整タイプは他の学習者のリアクションに興味がない（あるいは

邪魔と感じる）などと考えられる。そこで本研究では、学習者の学習に対する考え方としての調整スタイルと、インタラクションに色情報を提示した場合の学習上での印象を調査する。

### 3. 印象調査の実験概要

ペッパーの色を用いた発言と学習者の印象を調査するために、以下の手順で実験を行った。

#### 3.1 実験手順

ペッパーには、先生、TA、学生の3つの役割を与え、個々の役割ごとに発言を設定した。先生としては“重要”であることを示す発言、TAとしては“注意”を与える発言、学生としては“困惑”している様子を示す発言と“理解”した様子を示す発言の合計4種類を用意し、各発言時にペッパーの目の色を無点灯、赤点灯、緑点灯の3種類に光らせながら提示した。

さらに、実験では無点灯は無感情、赤点灯は怒りや強い気持ちを表し、緑点灯は喜びや弱い気持ちを表すことを事前に被験者に伝えた。

#### 3.2 質問紙

ペッパーの発言に対する、学習上での感情を調査するために Achievement Emotions Questionnaire (AEQ) と呼ばれる質問紙を用いた<sup>(3)</sup>。AEQでは、学習に対する8感情として「退屈」、「自信」、「怒り」、「不安」、「楽しそう」、「大切」、「満足」、「困っている」という項目が用意され、7段階で評価してもらった。

#### 3.3 色に対する学習者の印象

先行研究<sup>(1)</sup>では、AEQの評定平均値が高い項目と低い項目の中から標準偏差が低いもののみを抽出した。これにより、多くの学習者が抱きやすい印象を特定した。しかし、標準偏差が高い項目は個別性が現れやすい項目であるといえ、この個別性が適応的なインタラクションにおいては重要であると考えられる。

## 4. 学習者の個別性に関する分析

### 4.1 評価式の構築

学習者の個別性を調べるために、3章の被験者に対して調整スタイルに関するアンケートに回答してもらい、4つの調整に対する値を算出した。この調整スタイルの数値と、AEQの8感情の数値の相関を取ることで、学習者の個別性に合った結果を得ることができる。一方で、あるインタラクションにおいて、「大切」と感じるが、「満足」はしないなど複合的な結果になることも予想される。このような個別の感情はより深い適応的なふるまいを行う上では有益であるが、同時に個別の感情だけを学習者に伝えることはできないため、今回は学習者の感情について総合的に評価するための評価式を導入した。

ある色  $c$  を伴う発言  $i$  に対する各調整スタイル  $S$  の評価式  $E_{c,i,s}$  は、「自信」、「楽しそう」、「大切」、「満足」というポジティブの項目 ( $p=1\sim4$ ) の場合は1、「退屈」、「怒り」、「不安」、「困っている」というネガティブの項目 ( $n=1\sim4$ ) の場合は-1とし、各項目と各調整スタイルの相関の値 ( $r_{c,i,s,n}$  または  $r_{c,i,s,p}$ ) にかけてあわせ、その後合計値を算出することでとした。

$$E_{c,i,s} = \sum_{n=1}^4 (-1)r_{c,i,s,n} + \sum_{p=1}^4 r_{c,i,s,p}$$

個別性が存在しない場合、相関の値は低くなるため評価式は0に近づく。ある調整スタイルに対してポジティブの項目に対して正の相関が高く、ネガティブの項目に対して負の相関が高い場合、評価式は+の値をとり、逆の場合は-の値をとる。そのため、評価式の値が高いとき、そのスタイルと相性が良く、低いときはスタイルとの相性が悪いとなる。

### 4.2 評価結果

表1 評価式に基づくインタラクションの個別性

点灯	調整スタイル	発言			
		重要	注意	困惑	理解
無	内的調整	0.99	-0.16	<u>-1.02</u>	-2.02
	同一化調整	<u>-1.64</u>	<u>-1.84</u>	<u>-1.11</u>	-0.77
	取り入れ調整	<u>-1.20</u>	-0.08	<u>-1.15</u>	-0.48
	外的調整	<u>-1.92</u>	-2.97	<u>-1.19</u>	0.50
赤	内的調整	-0.61	-0.03	0.12	2.74
	同一化調整	<u>-1.94</u>	<u>-1.48</u>	-2.37	0.30
	取り入れ調整	0.45	<u>-1.17</u>	<u>-1.62</u>	0.16
	外的調整	0.28	0.62	<u>-1.51</u>	-0.62
緑	内的調整	0.76	<u>1.26</u>	2.39	2.79
	同一化調整	0.78	2.46	<u>-1.10</u>	<u>-1.46</u>
	取り入れ調整	0.29	0.55	-0.49	-0.54
	外的調整	<u>1.19</u>	0.71	-2.41	0.70

表1にある色  $c$  を伴う発言  $i$  に対する各調整スタイル  $S$  の評価式  $E_{c,i,s}$  の数値をまとめた結果を示す。特に数値の絶対値が1以上である箇所は太字下線、2以上である箇所は背景色を付けて表示した。ここではこの表のうち興味深い箇所を絞り、考察する。

先生ペッパーが重要であることを伝えたい場合、

緑点灯が全体的に（特に外的調整タイプには）効果的であり重要であることを伝える場合は、緑点灯が良い。ただし、取り入れ調整スタイルの学習者にはやや赤点灯の方が効果的である。一方、同一化調整スタイルの学習者には赤点灯は用いるべきではない。

TA ペッパーが注意する場合も緑色が全体的に効果的である。特に内的調整と同一化調整スタイルの学習者には効果的である。一方、怒りや強い感情を示す注意は、外的調整スタイル以外には不評であったが、外的調整スタイルの学習者にはやや好評であった。これは、外的調整スタイルが注意されることが学習動機に繋がりがやすいタイプであることが原因だと推測する。

学習者ペッパーが困惑や理解を提示する場合、内的調整スタイルの学習者には緑提示が効果的（理解については赤も効果的）であるが、同一化調整スタイルの学習者にはこのような提示は逆効果である。これは、内的調整スタイルが「楽しさ」を重要視し学習するため、共に理解し、迷っている様子を緑点灯で楽しそうに表現することで学習に対する印象が向上するのではないかと考える。一方で、同一化調整は目的指向であるため、このような空気を好まない可能性がある。

### 5. おわりに

本稿では、ペッパーによる色情報を伴うインタラクションに対して、学習者の個別性を元に分析した。その結果、学習者の調整スタイルに応じて適切なインタラクションが異なることが分かり、これにより個々の学習者に適応的なインタラクションの可能性が検討できた。しかし、これまでの実験ではペッパーの発言に対する印象の調査を行っているにすぎず、ペッパーの発言前後の印象の変化の調査は行っていない。今後は、事前の学習者の状態（理解状態、心的状態）を測定し、インタラクションの提示前後の印象の差を調査し、個別性に合った検討を行う予定である。

謝辞

本研究は、ユニバーサル未来社会推進協議会の「教育・コミュニケーションロボットの研究開発」および私立大学研究ブランディング事業の「色の国際科学芸術研究センター」のテーマとして実施している。

### 参考文献

- (1) 辻優也, 古池謙人, 東本崇仁: "ロボットによる教授行動に用いた色情報が人の印象に与える影響", 教育システム情報学会第1回研究会研究報告, vol. 33, no. 1, pp. 1-8 (2018)
- (2) 西村多久磨, 河村茂雄, 櫻井茂男: "自律的な学習動機づけとメタ認知方略が学業成績を予測するプロセス", 教育心理学研究 Vol.59, pp.77-87 (2011)
- (3) Pekrun, R., Goetz, Frenzel, A. C., Barchfeld, P. and Perry, R. P.: "Measuring emotions in students' learning and performance: The Achievement Emotions Questionnaire (AEQ)", Contemporary Educational Psychology, Vol. 36, No.1, pp.36-48 (2011)