

# 視線計測を用いた学習者の集中力の変化の検出と Robotによる集中力回復の試み

## Experimental Study for Detection of Decrease of Learners' Concentration and Effective Robot Action for Concentration Recovery

章 毓煒<sup>\*1</sup>, 田和辻 可昌<sup>\*2,\*3</sup>, 松居 辰則<sup>\*3</sup>

Ikui SHO<sup>\*1</sup>, Yoshimasa TAWATSUJI<sup>\*2,\*3</sup>, Tatsunori MATSUI<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup>早稲田大学 人間科学部

<sup>\*1</sup>School of Human Sciences, University of Waseda

<sup>\*2</sup>早稲田大学 大学院人間科学研究科

<sup>\*2</sup>Graduate School of Human Sciences, University of Waseda

<sup>\*3</sup>早稲田大学 人間科学学術院

<sup>\*3</sup>Faculty of Human Sciences, University of Waseda

Email: sho\_law@toki.waseda.jp

**あらまし**：近年，教育学習支援においてロボットを学習パートナーとして用いる試みがなされている。本研究では，学習中の学習者の集中力が切れた状態（「上の空」状態）を視線計測によって検出可能であるか，また，「上の空」状態から回復させる上で有効なロボットの動作様態を実験的に検証した。実験の結果，ロボットによる身体接触に伴う働きかけの後8分以上集中力を維持できることが示唆され，今後のマイクロラーニングへの応用が期待された。

**キーワード**：集中力，上の空，視線移動，ロボット，教育支援

### 1. はじめに

教育・学習支援研究において，心的状態の中でも様々な要因（e.g. 飽き，疲労，学習内容外の事項への関心など）から生じる学習者の集中力の低下を，いかに定常状態に戻すか（i.e.集中力の回復支援）という点は重要な課題である。ところがこのような集中力の低下の検出と回復支援は，教師が目の前に相対する対面授業環境と異なり，eラーニング環境では困難である。本研究では学習中の学習者の集中力低下を学習者の視線移動から検出し，適切なタイミングで教育支援ロボットが介入することによって回復・維持を促すことができるかを実験的に検証することを目的とする。なお「集中力が低下している」状態を本研究では「上の空」状態と呼ぶ。

小塚ら<sup>(1)</sup>によると，通話歩行時や“歩きスマホ”をしている際の視線では，「視野は前方寄りに狭くなり，前方を漫然と見ている」状態や，「視線は画面にくぎ付けとなり，前方を数回チラ見する程度である」という特徴的な視線移動パターンが存在することが実験的に示唆された。このため，「上の空」状態にある学習者からは，学習中における「上の空」状態特有の視線パターンが観察されると考えられる。また，田中ら<sup>(2)</sup>は，ロボットが人間のように振る舞うことで子どもたちの集中を引きつける効果があると述べている。このため，「上の空」状態からの集中力回復・維持を行う上で，ロボットの多様な行動の中でどのような行動が有効かを検討する必要がある。

### 2. 本稿の構成

本稿は以下の構成からなっている。まず，第3節

では，「上の空」状態に存在すると考えられる特徴的な視線パターンを実験的に抽出した内容（実験1）と，この視線パターンから学習者の「上の空」状態を検出可能かに関する検証実験（実験2）について述べる。さらに，第4節では，実験1，実験2から得られた視線パターンからリアルタイムに「上の空」状態を検出したうえで，ロボットのどのような行動が集中力回復に有効かを検証した実験（実験3）について述べる。第5節では，本研究のまとめと今後の課題について述べる。

### 3. 「上の空」状態における視線パターン抽出に関する実験

#### 3.1 実験概要

実験1では，学習中の「上の空」状態に存在すると考えられる特徴的な視線パターンの抽出を目的に，実験参加者に学習教材である講義映像を視聴させた。映像刺激としては，黒地の画面に白文字で講義内容が記された字幕音声付きの倫理学講義を用いた。なお，学習者には常に目の前の画面に集中するように予め伝えた。実験中における実験参加者の注視点位置はナックイメーজテクノロジー社製のEMR-AT Voxel (<https://www.eyemark.jp/index.html>)を用いて取得した。また実験終了後には，被験者に講義に対してどこで集中が切れていたかについて，刺激映像を確認してもらいながらインタビューを行った。実験2では，実験1と同様の映像刺激を閲覧してもらった。実験1で得られた視線パターンが視聴中に確認された際に，映像視聴を中断させ実験参加者に集中状態の確認を行った。

### 3.2 実験結果・考察

実験1には早稲田大学学生5名(うち女性2名)が参加した。インタビューの結果から集中力が低下していると報告された映像時区間の視線データを分析したところ、「上の空」状態では(i)7秒以上視線が字幕の下部に停留する、(ii)4秒以上字幕を読まずに上下の視線移動が出現することが明らかとなった。実験2では、早稲田大学学生5名(うち女性1名)が参加した。5名の実験参加者のうち、4名の実験参加者で上記の視線パターンが確認され、このうち4名が実際に「上の空」状態になっていたことがアンケートの報告からわかった。4名のうち1名は実験1にも参加していたことから同内容の映像刺激に対する飽きが「上の空」状態を誘発していた。また、1名は「上の空」状態が確認されず、最後まで「上の空」状態になることなく動画の視聴を終えた。この実験参加者は倫理学を主題とした映像刺激に興味を有していたことがインタビューで報告された。さらに、実験2では実験1で得られた視線パターン以外の「上の空」状態特有の視線パターンが抽出された。具体的には、視線は字幕に停留するものの、左右あるいは上下に視線移動することなく、字幕上一点に継続して停留するものであった。以上の実験1,2の結果を踏まえて、「上の空」状態特有の視線パターンを抽出した。

- (1) 4秒以上字幕の下の空白部分に停留し、上下の視線移動がない
- (2) 4秒以上画面内で左右の視線移動がない
- (3) 4秒以上画面内で上下左右の視線移動がない

## 4. ロボットの介入による「上の空」状態回復に関する実験

### 4.1 実験概要

実験3は、学習中の「上の空」状態を回復・維持させる際にどのようなロボットの行動が効果的であるかを検討する目的で行われた。実験1,2と同様の映像刺激を実験参加者に視聴してもらい、実験1,2で得られた視線パターンが初めて確認された際に、ロボットから「上の空」回復の働きかけを行った。ロボットの働きかけには、人間教師が「上の空」回復時に行う身体動作である身体接触(人間動作群)、ロボット特有の挙動である「目」のLED点滅(赤色)(ロボット動作群)、これらを組み合わせた挙動(人間・ロボット動作群)の3種類を実装した。これらのロボットの操作ではWoZ法<sup>3)</sup>を採用した。また、ロボットはシャープ株式会社製のRoBoHoN(<https://robohon.com/>)が用いられた。

### 4.2 実験結果・考察

実験には、各動作群に5名ずつ計15名(うち女性8名)が参加した。1回目の「上の空」状態においてロボットが働きかけをおこなってから、2回目の「上の空」状態になるまでに要した時間(i.e.集中力持続

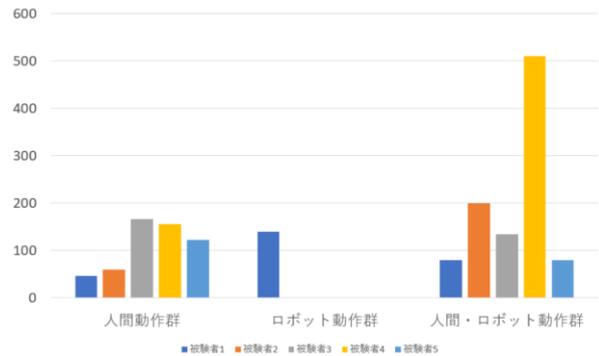


図1. 各動作群における集中力持続時間：縦軸は集中力持続時間(sec), 横軸は各動作群の各被験者。実験群間の被験者番号は対応する被験者が異なる。

時間)に関する結果を図1に示す。

ロボット動作群における集中力持続時間は、そのほかの実験群と比較して極めて短いことが分かる。これはロボット動作の目の点滅に気づかず、注意されたという点に自覚がなかったことが挙げられる。実際、実験参加者5名のうち3名がLEDの目の色の変化に気が付いていなかった。また、人間動作群においても、被験者のインタビュー結果において「ロボットに触られたくらい」「注意された認識はない」と報告されたことから、身体接触だけでは集中力の回復・維持には不十分であることが示唆された。対して、人間・ロボット動作群では、実験参加者5名のうち3名が注意されたと自覚することがインタビューの結果からわかった。

以上から、集中力を回復・維持させるためには、「注意された自覚」を持たせる人間・ロボット動作群における介入方法が有効だと考えられる。集中力持続に関して、時間的側面から見れば、一般的に5分といった短時間での学習形態をとるマイクロラーニングでは本介入方法が有効であると考えられる。

## 5. まとめと今後の展望

本研究では、教育支援ロボットの介入による集中力回復・持続効果があるかを検証した。実験の結果、注意された自覚を持たせる人間の動作とロボット特有の動作を混合させた介入方法が最も有効であることがわかった。今後は、身体動作の種類に関して詳細な検討が必要であると考えられる。

### 参考文献

- (1) 小塚一宏: 歩行中・自動車運転中の“ながらスマホ”時の視線計測と危険性の考察, 電子情報通信学会 基礎・境界ソサイエティ, Vol.10, No.2, pp.129-136 (2016)
- (2) 田中文秀, 小嶋秀樹, 板倉昭二, 開一夫: こどものためのロボティクス: 教育・療育支援における新しい方法性の提案, 日本ロボット学会誌, Vol.28, No.4, pp.87-94 (2010)
- (3) Fraser, N.M., and Gilbert, G.N.: Simulating Speech Systems, Computer Speech and Language, Vol.5, No.1, pp.81-99 (1991)