

# クッション型デバイスを用いた自律学習促進システムの提案

## Ambient system for encouraging autonomous learning using cushion device

鶴岡秀樹<sup>\*1</sup>  
Hideki Tsuruoka

矢入郁子<sup>\*1</sup>  
Ikuko Yairi

<sup>\*1</sup> 上智大学院理工学研究科理工学専攻情報学領域  
Graduate Schools of Science and Technology, Sophia University

Recently, demand for autonomous learning is increasing due the spread of e-learning. We propose that ambient system for encouraging autonomous learning which brews “feeling of linkage” by sharing learning status with another one who is in remote place. This paper reports that implementation and evaluation of the ambient system through experiment.

### 1. はじめに

近年 e-learning の普及により、自律学習に要する時間やそれに対するニーズが高まっている。しかし、動機の継続的維持が難しく、自律学習を断念してしまう人も少なくない。これは他者との比較や協調を通して、切磋琢磨できる環境がないことが原因の一つであることが指摘されている [伊藤 2011]。基本的に学習の動機付けは、学習によって得られる報酬を目的とする外発的動機付けと、学習そのものを学ぶことを目的とする内発的動機付けの2種類に分けられる。Deci らは、外発的動機付けから内発的動機付けへと変遷するプロセスの存在を指摘し、図 1 のようなモデルを提唱した [Deci 2000]。本研究は図 1 の外発的動機付けのうち、外的調整・取り入れの調整の2つに着目し、遠隔地にいる他者と共に学習することで自律学習を促進するアンビエントシステムを提案する。外的調整は報酬などの外的圧力によって行動が調整される動機で、「学習を強制されるから」というケースが挙げられる。取り入れの調整は自尊心に関連し内的圧力によって行動が調整される動機で、「他者が学習しているから」というケースが挙げられる。本研究で提案するシステムでは、外的調整の支援は強制的に椅子に座らせる方法が、そして取り入れの調整の支援は他者と互いの学習状況を共有する方法が用いられる。これにより、自律学習の継続と深化が見込まれ、結果的に外発的な動機付けが内発的な動機付けに変遷していくことが期待される。



図 1 Deci らによる自己決定理論

## 2. 遠隔地にいる他者との学習状況共有システム

### 2.1 本システムの概要

遠隔地で学習を行っている他者の学習進捗をリアルタイム

連絡先: 鶴岡秀樹, 上智大学大学院理工学研究科理工学専攻情報学領域, 102-0081, 東京都千代田区四番町 4-7  
上智大学市ヶ谷キャンパス, tsuruoka@yairilab.net

ムに把握することにつながり感を醸成し、学習意欲を維持できることが分かっている [吉原 2003]。本研究では、遠隔地にいる他者との学習状況を共有する方法として、図 2 のようなシステムを構築した。これは、複数の学習者が互いに遠隔地で自律学習を行っている状況を想定している。図 2 において A 君の学習状況によって B 君宅の情報提示パターンが変化し、逆も同様である。これにより、遠隔地にいる他者の学習状況を常に把握することができる。このように互いの学習状況をリアルタイムで共有することで、つながり感を醸成している。またリアルタイムでなくとも、学習状況を累積させた結果を提示することでつながり感を醸成させる。

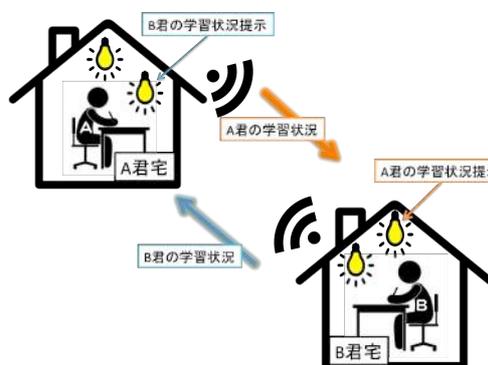


図 2 本システムのイメージ図

### 2.2 遠隔地にいる他者とのつながり感を利用した学習支援

これまでに e-learning において、つながり感を利用した学習支援システムが学習者のやる気を向上させたという報告がある [湯川 2007]。しかし、近年 e-learning が普及している一方で特に初等教育では、未だ筆記による学習形態が中心である。そのため、学習者のペンに三軸加速度センサを取り付け、筆記動作を検出し学習進捗を共有するシステムが提案されたが、ペンを回転させてしまうといった学習に無関係な行動を誘発したことが分かっている [高田 2014]。

まず本研究では、学習形態に依存することなくかつ学習の妨げにならないアンビエントな学習状況の共有方法として、椅子に着目した。システムで用いる椅子を学習机の前に置くことで、この椅子に座ることと学習していることは同義であるといえる。さらに椅子から取得する情報として

着座姿勢に着目した。Wii リモコンを回転椅子の背面に取り付けることで、着座状態から作業の集中度を検出することができるという研究がある [大久保 2008]。しかし、教育の場や自宅における回転椅子の使用は非常に少ないと考えられるため、この推定方法を本システムに応用することはできない。

そこで本研究では、椅子の形態に依存しない方法として、座布団型のクッションを用いることを提案する。学習者は椅子の上にクッションを置き、その上に着座して学習を行う。クッション内にセンサを入れることができるため外観を損ねる恐れはなく持ち運びも可能であり、さらにクッションは日常に溶け込む道具であるため自宅内に置いてあっても特別気になる心配もないと考えられる。

### 3. 実装

#### 3.1 着座姿勢の推定

クッションを用いた着座姿勢の推定方法は、フォトリフレクタをクッションの中に入れることで実現された。また、フォトリフレクタを制御するために Arduino Uno を用いた。フォトリフレクタとは、赤外光を発射する LED と対象物に反射した赤外光を受け取るフォトトランジスタの 2 つが並行に隣り合っている光センサであり、フォトトランジスタが受け取った赤外光を電流に変換して出力している。杉浦らは、綿が赤外光を照射した時に錯乱を引き起こす現象を利用し、綿の密度計測を実現した [寛 2010]。この綿密度を元に着座位置や姿勢を検出することで、着座者の学習状況を推定する。以下に示す図 3 は着座状態と未着座状態の様子とその時のセンサの出力である。図 3(左) のような着座状態では、センサの値が大きく出力される。センサの値と円の大きさがリンクしている。また、図の中央にある円は学習者の実際の重心を 4 つのセンサの値から算出したものであり、現状ではクッションの中心に着座していることがわかる。図 3(右) のように未着座状態では、4 つのセンサの値はゼロに等しくなっているため円が一つも表示されていないことがわかる。

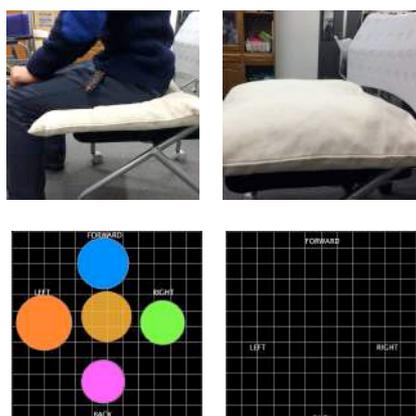


図 3 (左)着座状態 (右) 未着座状態

以下に示す図 4 は着座状態における着座姿勢の様子とその時の出力である。図 4(左) のような前傾姿勢ではクッション前部に配置したセンサの値が大きく出力され、後部の値が小さく出力される。同様に図 4(中央) のような右傾姿勢では右側に配置したセンサの値が、図 4(右) のような後傾姿勢では後部に配置したセンサの値が大きく出力される。

このようにセンサの配置と出力の大きさから着座姿勢を推定する。

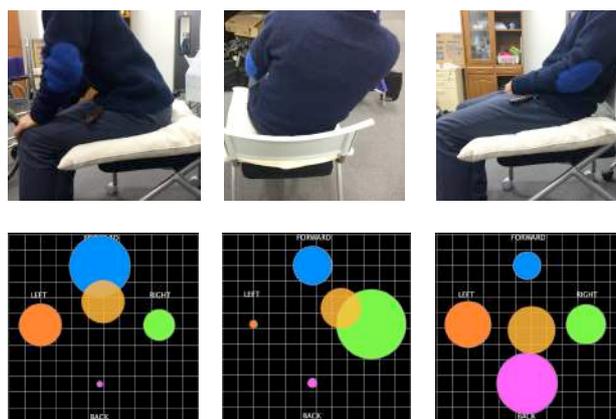


図 4 (左)前傾姿勢 (中央)右傾姿勢 (右)後傾姿勢

#### 3.2 着座姿勢と学習における集中度の関係

本研究では、共有する学習状況として学習集中度に着目した。本研究における学習集中度とは、学習においてどの程度集中して取り組んでいるのかを数値化したものである。“学習進度”等の個人の能力そのものを意味するパラメータではなく、“学習集中度”といった個人の能力に依存せず比較的抽象度の高いパラメータを用いることで、他者との共有に対する抵抗が少なくなると予想される。まず、着座姿勢と学習における集中度の関係を分析するために、ビデオカメラで録画をしながら実際に 30~60 分間クッションに着座して普段通り学習を行ってもらった。この時、センサの配置を以下の図 5 のように変更し番号を割り当てた。以降で述べるセンサ番号はこの配置と対応している。センサ数を増やした理由は、着座姿勢と学習集中度の関係を分析するに当たって、より細かいデータを収集する必要があったからである。また、後部よりに配置した理由は着座した際に太腿の影響で、前部のセンサの値が常に大きく出力されてしまい着座姿勢の推定に影響を及ぼす恐れがあったためである。



図 5 センサ配置と対応する番号

筆記による学習で実験を行ってもらった被験者の一人の状態を大きく分けて、筆記用具等の学習に必要な物を準備している「学習準備状態」、集中して学習に取り組んでいたと思われる「学習集中状態」、伸びやストレッチ等の「休憩状態」、学習はしているが集中を欠いていた「学習散漫状態」の 4 つに分類して分析を行った。また分析するにあたって、6 個のセンサの大小関係および時系列に着目した際のセンサの変動量に着目した。「学習準備状態」では 6 個のセンサの出力される値はバラバラであり、センサの変動量も比較的大きかった。これは荷物から学習用具を取り

出す際に体の向きを変えることや、学習に快適な姿勢を見つけようと体の動きが大きくなるためである。「学習集中状態」では①②(前方中央部)のセンサのみの値が大きく出力され、値の変動量は小さかった。これは筆記動作を行う際に、自分と机との距離を近く取らなければならないため自然と前傾姿勢になっていたからである。また周囲を機にする様子もなく、鉛筆のみを動かしていたため値の変動量が小さかったと考えられる。「休憩状態」では背にもたれかかっており①②のセンサの値は小さく、他のセンサの値が大きく出力されていた。「学習散漫状態」では姿勢を頻繁に変え落ち着きのない様子から、値の変動量が大きく出力されていた。

以上より、筆記による学習形態では学習に集中している、つまり学習集中度が高い時間は「前傾姿勢である」、「動きが少ない」という2つの特徴を表していたといえる。一方でPCによる学習形態においても同様の実験を行ったが、筆記による学習形態と比較して大きな特徴を得ることが出来なかった。よって本稿では前述した2つの特徴を元に、筆記による学習形態のみに着目して後の実験を行った。

### 3.3 学習集中度の提示方法

遠隔地にいる他者の学習集中度を提示する方法として、学習の妨げにならないような、アンビエントな情報提示が求められる。アンビエントルームと呼ばれる空間では光・影・音・風・水の動き等によってアンビエントな情報提示を実現していた [Ishii 1998]。この中で本研究では光に着目し、クッション内にLEDを入れることで浮かび上がる光によってこれを実現した。光のタイミングや色等のパターンが学習集中度とリンクしていることで、つながり感の醸成が見込まれる。さらに本システムのクッションは着座して使用するため、光によって視界がチラつく恐れもない。また、他者の学習集中度のみでなく、自分の学習集中度も同時に提示することで、他者との比較が容易に行え、図1における取り入的調整に適した支援を行っているといえる。また自分が学習していない状態であっても、他者が着座していればクッションが光り勉強机への誘導となるため、図1における外的調整に適した支援を行っているといえる。

## 4. つながり実験

### 4.1 実験概要

本稿ではPCによる学習形態において集中度を推定することが困難であったため、筆記による学習形態を主とする小学生を対象に実験をおこなった。本実験の概要を以下の図6 実験概要に示す。それぞれの自宅にいる被験者A, Bの着座姿勢データがサーバに送られ、互いの学習集中度サーバ側で算出する。これを被験者A, Bに送り、この学習集中度とリンクしてクッション内のLEDの色が変化する。このようにクッション一つで“着座姿勢の取得”と“学習集中度の提示”の両方を実現できていることがわかる。実験を行うにあたって、本システムで用いるクッションは使用方法が非常に簡単のため、実際に被験者それぞれの自宅に持って帰ってもらいセッティングも行ってもらった。また、現段階の本システムはリアルタイム動作のみに対応しているため、時間を合わせて学習を行ってもらい実験を行った。またシステムを使っている被験者の様子を観察するために、実験中は常にビデオカメラにて録画を行った。

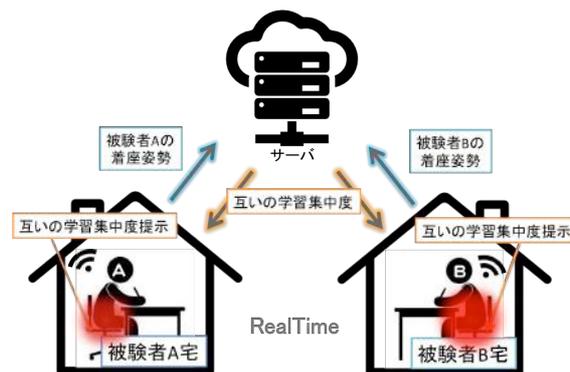


図6 実験概要

### 4.2 予備実験

小学生の男女二人を対象に、それぞれの自宅で約30分間学習を行ってもらった。男女二人を被験者に選んだのは、性格や性別によって引き起こされる感情が異なる可能性があるためである。またこの被験者二人は仲の良い友達というわけではなく、お互い遠くに住み一回顔を合わせたことがある程度の関係である。以下では男、女の被験者をそれぞれ被験者M, 被験者Fとしている。

被験者Mは、学習の合間にクッションの光を確認していた。ある時では、「光ってないよ」とつぶやいており被験者Fが学習を行っていないという状況を把握している様子であった。また、この後に「(被験者Fが)勉強やめたから(僕も勉強)止めよう」とつぶやいており、相手の学習状況と同調して学習の意思決定を行っている様子であった。また、相手の学習集中度とリンクする右側の光のみならず、自分の学習集中度とリンクする左側のLEDを確認する動作もあまり見られなかった。一方でクッションの存在を気にする仕草も特に見られず、学習の妨げにならないアンビエントなシステムとして機能していた。

被験者Fに関しては、クッションの光を確認したのは着座するタイミングのみであった。この時、「(被験者Mも)勉強しているんだあ」とつぶやいており、少なからず被験者Mのことを意識している様子であった。その後は光を確認することなく学習に集中して取り組んでいた。これは被験者Fがすでに内発的な学習動機を持っており、自発的に学習できることが少なからず影響していた可能性が高い。また被験者M同様、クッションや光を気にする仕草は見られず、学習の妨げになっている様子はない。

両被験者に対して、「大きいクッションに座る」、「クッションが光る」という慣れない環境な事もあって少し気にはなっている様子であった。しかし、着座姿勢データや実験後に行ったヒアリング結果から学習動機の促進といった結果は得られず、今回の実験ではお互いの学習集中度を共有することによる自律学習の促進に、効果を与える事はできなかったといえる。一方で両者もお互いの存在を意識しており、少なからず“つながり”は持っている様子であった。

また、実験後のヒアリングで被験者Fが「仲の良い友達だったらつながっていることが楽しくなり相手をより意識すると思う」と述べており、つながる相手との関係性が学習動機の維持・促進に大きな影響をもたらす可能性が見出された。

### 4.3 本実験

つながる相手と学習動機の維持・促進との関係を分析するため、小学生3人(男, 男, 女)を対象に4.2と同様の実験を3ペアに分けて行った。男性2人を被験者M1, 被験者M2とし女性

を被験者 F とする。また、この被験者 M1 は 4.2 の被験者 M と同じ小学生である。被験者間の関係および実験ペアを以下の図 7 に示す。

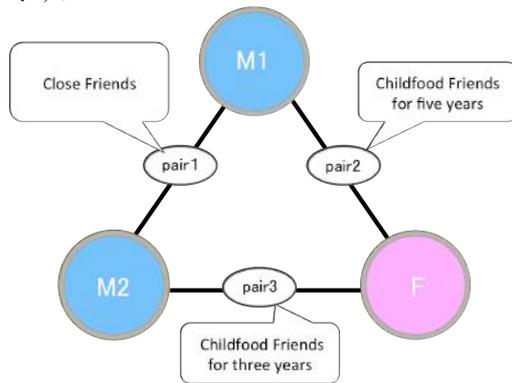


図 7 被験者間の友人関係

3 人は皆保育園で同じクラスであった幼馴染である。M1 と M2 (pair1) は特に仲が良く、本人達のみならず家族同士でも週末に旅行に出かける等頻繁に会話を行う程密接な関係である。M1 と F (pair2) は保育園で 5 年間同じクラスであり、現在は M1 が F のことを慕っているものの会う機会は少ない。M2 と F (pair3) においても保育園で 3 年間同じクラスではあったものの、現在では会う機会が少ない。この 3 ペアに対して行った実験結果を以下に記述する。

#### ① pair1 (M1×M2)

お互いの存在を気にかけている様子であった。M1 も M2 もクッションの光を確認しつつ学習を行っていた。

#### ② pair 2 (M1×F)

M1 が F を気にかけている一方で F は黙々と学習を行っていた。

#### ③ pair 3 (M2×F)

お互いの存在を気にしていたのは最初のみで、以降は黙々と学習を行っていた。

M1 に関して、F よりも M2 とつながった時の方が集中して学習している様子であり、M2 も同様に、F より M1 とつながった時の方が集中して学習している様子であった。つまり、F とつながって学習を行った pair2, pair3 より pair1 の方が互いの存在を気にしていた。一方で pair2 と pair3 の間に大きな違いはなかった。

以上より、相手とのつながりを感じるペアは pair1>pair2≈pair3 の順で強いと言え、親しい友人関係程本システムでつながりを持つ可能性が高いことが示された。

## 5. 考察

### 5.1 実験に対する考察

仲の良い友人であるということは、その友人の素性を理解していると言え、面識が少ない相手よりも親近感が湧きやすいため最も仲の良いペアである pair1 が、互いのつながりを最も強く感じることができたと考えられる。また、pair1 時に M2 が「相手が集中していれば自分もやる気があがる」と話しており、つながる相手との関係性に比例して相手の学習状態に依存する傾向が強い可能性が示された。

また実験の際に自宅にクッションを持ち帰ってもらい実験を行ったが、クッションのサイズを気にかける声が多かった。LED の認識を容易にするためサイズの大きいクッションを用いたが、家庭の椅子からはみ出してしまうという問題があった。これにより、クッションに着座する箇所に偏りが出てしまうことや着座する箇所が安定しないことから、着座姿勢の推定を正確に行うことができ

ないケースがあった。このため、つながる相手によって起こり得る着座姿勢の変化を分析することができなかった。

### 5.2 着座姿勢と学習集中度に対する考察

筆記による学習形態は前傾姿勢になることが多いことから、着座姿勢から筆記動作を推定できると述べた。これは小学生であった本稿の被験者だけではなく大学生、大人といったような幅広い年齢に当てはまることだと言える。筆記する際には筆記する対象物を机の上に置く必要があり、対象物との距離が遠いと字のバランスを保つことが困難となる。以上より筆記状態と非筆記状態を分類することは着座姿勢から十分可能であり、この傾向は個人差に影響しないと考えられる。

一方 PC による学習形態では、学習集中度と前傾姿勢の間にリンクがあるとは考えにくく、本稿では PC による集中度を推定することができなかった。これは、タイピングという筆記とは異なる入力方法なため、後傾姿勢であっても入力に影響を与えにくいことから、個人差が大きく出やすい為だと考えられる。

また、学習形態に関係なく体重やお尻の大きさといったような個人の体格によって出力されるセンサの値の大きさが異なるため、絶対的な値で閾値を決める手法は好ましくなく、個人に合わせた閾値を柔軟に適応させていく必要がある。さらにセンサの配置方法に関しても、本稿で定義した配置が精度よく着座姿勢を推定できる最適な配置であるとは考えにくく、新たな配置を検討する必要がある。

## 6. おわりに

本研究では、遠隔地にいる他者とつながり感を持つことで、自律学習を促進するシステムを提案した。実験を通して、本システムにおいて「つながる相手」が重要な要素であることが示された。また本稿での実験では 2 者間でのみ行ったが、同時につながる人数を 3 人、4 人等と増やした際に、学習動機をさらに促進する可能性もあり、今後さらに多ケースでの実験を行う必要がある。

## 謝辞

本実験に協力してくださった被験者および家族の皆様には感謝の意を示します。

## 参考文献

- [伊藤 2011] 伊藤忠宏: 達成動機付けにおける「自己」と「他者」の関係づけ, 2011.
- [Deci 2000] Edward L. Deci, Richard M. Ryan: Intrinsic and Extrinsic Motivations, 雑誌名, 出版社, 発行年.
- [吉原 2003] 吉原さくら, 塚田浩二, 安村通晃: Enlight-Pen: 自律学習継続支援システムの提案, 2003.
- [湯川 2007] 湯川高志, 川野光太郎, 福村好美: e-Learning における「つながり感」の導入, 日本教育工学会論文誌 31(Suppl.), 61-64, 2007.
- [高田 2014] 高田沙織, 高橋 伸: 筆記動作から判別した学習状況の遠隔共有, 2014.
- [大久保 2008] 大久保雅史, 藤村安那: 加速度センサを利用した集中度合いシステムの提案, WISS 2008, 2008.
- [寛 2010] 寛豪太, 杉浦裕太, 杉本麻樹, 稲見昌彦: 綿を内包した柔物体を用いた日常生活に溶け込むインターフェース, WISS 2010, 2010.
- [Ishii 1998] Hiroshi Ishii, Craig Wisneski, Scott Brave, Andrew Dahley, Matt Gorbet, Brygg Ullmer, and Paul Yarin: ambientROOM: Integrating Ambient Media with Architectural Space, Published in the Conference Summary of CHI '98, April 18-23, 1998.