

アクティブラーニング環境における非接触操作の即応性評価 Response Evaluation of Non-contact Operation in Active Learning Environment

横山 大知¹ 武田 祐樹¹ 中道 上^{2,3} 山之上 卓² 渡辺 恵太⁴
Daichi Yokoyama Yuki Takeda Noboru Nakamichi Takashi Yamanoue Keita Watanabe

1. はじめに

大学の教育改革が進む中、アクティブラーニングという学習方法が積極的に取り入れられるようになった。また、アクティブラーニングは小学校や中学校においても取り入れられている。そのきっかけとなったのが 2012 年 8 月に取りまとめられた中央教育審議会答申である[1]。従来のような知識の伝達・注入を中心とした授業から、学生が主体的に問題を発見し解を見いだしていく能動的学修（アクティブ・ラーニング）への転換が必要であるとされている。また平成 29 年度小・中学校新教育課程説明会（中央説明会）では、新しい時代に必要となる資質・能力の育成のため主体的・対話的で深い学び（「アクティブラーニング」）の視点からの学習過程の改善が求められている[2]。

アクティブラーニングは、学修者が能動的に学ぶことができるような授業を行う学習方法である。具体的にグループディスカッションやグループワークが一例としてあげられ、学修者の認知的、倫理的、社会的能力、教養、知識、経験といった能力を育むことが目的とされている。アクティブラーニングを促進する環境として Technology Enabled Active Learning[3]や駒場アクティブラーニングスタジオ[4]などが挙げられる。Technology Enabled Active Learning は小グループでの協調学習を支援することを目的としている。また、駒場アクティブラーニングスタジオは学生への能動的な授業への参加促進を目的としている。アクティブラーニング環境におけるグループ学習では、活発な意見交換が求められており、ディスカッションを促すためにすばやい情報共有が必要であると考えられる。

近年、離れた位置にある画面に対しての NUI(Natural User Interface)として非接触操作システムの開発が進められている。グループ学習を促すために 1 つのスクリーンや大型ディスプレイを共有して行われるアクティブラーニング環境も非接触操作システムの導入が期待される分野のひとつである。アクティブラーニング環境における NUI では、マウス操作のような操作精度よりも指導者がすぐに操作でき、学修者と画面上の情報を指差して共有できることが求められる。本研究では、アクティブラーニング環境における操作の指標として即応性について検討し、ファシリテーターの振る舞いによる即応性（操作）と学修者の認知を含む即応性（認知）を定義する。またアクティブラーニング環境におけるポインティングデバイスごとの即応性を評価する実験を行った。



図 1 スクリーンを用いたグループ学習の場面

2. 即応性の定義

本研究ではアクティブラーニング環境におけるグループ学習に焦点を当て、スクリーンを用いてグループ学習を行う場面を想定している（図 1）。グループ学習を行う人を「学修者」、そのグループ学習をサポートする人を「ファシリテーター」とする。

アクティブラーニング環境において、ファシリテーターがすぐに操作し、指摘することが可能な指標として、「即応性」について検討した。ここで即応性とは状況に応じてすばやく行動することである。

2.1 想定するシナリオ

本研究では、図 1 のようなアクティブラーニング環境におけるグループ学習の場面を想定している。学修者らはスクリーンを確認しながら議論を行い、ファシリテーターは気づいた問題（事象）に対して指差してサポートしている様子である。この場面における具体的なシナリオとして下記の流れを想定している。

1. 学修者らはスクリーンを使って議題について議論している
2. ファシリテーターは議論の様子を確認する
3. ファシリテーターは議論の中で問題（事象）に気づく
4. ファシリテーターは気づいた問題（事象）についてスクリーンを指差して学修者らと情報を共有する
5. 学修者らはファシリテーターが気づいた問題（事象）が何かを把握するため、スクリーンを確認し問題（事象）を認知する

2.2 即応性（操作）と即応性（認知）

図 1 のようなスクリーンを用いてグループ学習を行う場合、スクリーンに対するポインティングデバイスとして指

1 福山大学大学院工学研究科,
Graduate school of engineering, Fukuyama University
2 福山大学工学部, Fukuyama University
3 アンカーデザイン株式会社, ANKR DESIGN Inc.
4 株式会社 CAM, CA MOBILE, Ltd.

示棒やレーザーポインター、マウス、プレゼンテーションを支援するリモートコントローラーが挙げられる。グループ学習において共有するスクリーンが液晶ディスプレイである場合、レーザーポインターは液晶ディスプレイに反射し目への悪影響などが考えられる。他にもプレゼンテーション時に用いられているマウスやリモートコントローラーは、グループ学習時にこれらのポインティングデバイスをファシリテーターが常に保持しているとは限らない。そのためファシリテーターが操作を始める際の振る舞いは、指摘事項に「気づき」の段階から始まり、ポインティングデバイスの確認、保持することへとつながると考えられる。

シナリオをもとに、ファシリテーターの振る舞いは、気づきからスクリーン内を指差すまでの「動き出し」と、スクリーン内において目的位置を指差すまでの「移動」に分けられる。これらの振る舞いを即応性（操作）として定義する。例えば、マウスを利用する場合は、気づきから机上のマウス位置を確認して保持し、動かし始めるまでが「動き出し」に当たり、動かし始めたときから目的位置をマウスカーソルで指すまでが「移動」に当たる。

アクティブラーニング環境においては、学修者が認知することが重要である。ファシリテーターが目的位置を指差してから学修者が指差し位置を認知するまでを「認知」と呼び、「動き出し」から「認知」を終えるまでの振る舞いを即応性（認知）とする。これらの即応性（操作）、即応性（認知）は下記の式であらわされる。

即応性（操作）= 動き出し + 移動

即応性（認知）= 動き出し + 移動 + 認知

3. ポインティングデバイスの即応性評価実験

非接触操作の評価指標の妥当性を検証するために、ファシリテーターがスクリーンを用いてグループ学習を行う場面を想定し、ポインティングデバイスの評価実験を実施した。参加者は 12 名の大学生で、全員右利きである。評価実験ではポインティング手法で一般的に使用されているマウス、プレゼンテーションで使用されているリモートコントローラー、また非接触操作システムである Remote Touch Pointing の 3 種類のポインティングデバイスの即応性を評価する。

3.1 ポインティングデバイス

評価実験で用いたポインティングデバイスは非接触操作システムである Remote Touch Pointing を含めた 3 種類のポインティングデバイスを下記に示す。

- ▶ ワイヤレスマウス(以降、マウス)
 - Logitech ワイヤレスマウス M185
- ▶ リモートコントローラー(以降、リモコン)
 - ロジクール Spotlight プレゼンテーション リモート
- ▶ Remote Touch Pointing
 - XBox One Kinect センサー[5]

本実験で使用したリモコンは「ロジクール Spotlight プレゼンテーション リモート[6]」である。USB レシーバーまたは Bluetooth を用いた接続で、スクリーン上のカーソルをコントロールすることができるリモコンである。内部に搭載されている加速度センサーによって、リモコンのボタ



図 2 リモートコントローラー
(ロジクール Spotlight プレゼンテーション リモート)



図 3 Remote Touch Pointing

ンを押した時点から、リモコンの動きに合わせてカーソルも動く仕組みになっている。

また、Remote Touch Pointing[7]は、からだの一部を基点・操作点とし、それら 2 点の延長線上をポインティングする直観的なポインティング手法である。Remote Touch Pointing では、Kinect で取得した基点・操作点の延長線上と、スクリーン平面上の交点をポインティング位置としている。本実験では基点に関節部位である頭部位置の HEAD を設定し、操作点に右手の指先である HAND TIP RIGHT を設定する[8]。

3.2 実験環境

実験環境のレイアウトを図 4 に示す。実験環境は学修者がグループ学習を行うことを想定して机とスクリーンを配置した。また学修者の位置はスクリーンが見ながらグループ学習を行える位置に設定した。グループ学習をサポートするファシリテーターは指導が行えるようスクリーンと机からやや離れた 0.7m の位置に設定した。実験で使用するポインティングデバイスは机上のファシリテーターに近い位置に配置した。タスク開始の合図となる ESC キーを押下するためのキーボードをファシリテーターの傍に配置し、タスク終了の合図となる ESC キーを押下するためのキーボードを学修者の傍に配置した。

評価実験において、参加者（ファシリテーター）にポインティングデバイスと番号を指示し、スクリーン上に示し

た番号をポインティングするタスクを行った。ポインティングタスク画面を図 5 に示す。スクリーン上のタスク画面には、上段 3 つ、中段 3 つ、下段 3 つの計 9 つのマスを配置し、各マスには 1~9 の番号を振り分けている。

3.3 実験手順

タスクは 1 種類のポインティングデバイスに対し、5 回行った。さらに 3 種類のポインティングデバイスがあるため 3×5 の計 15 回のタスクを行った。

手順 1: ポインティングデバイスの学習

ファシリテーターに 3 種類のポインティングデバイスを慣れるまで操作してもらう

各ポインティングデバイスの慣れの違いによりタスク時間が変化することを考慮して、事前準備を行う

手順 2: ポインティング位置の指示

ファシリテーターに操作してもらうポインティングデバイスと、ポインティングする番号を 1, 3, 5, 7, 9 から一つを指示する

手順 3: タスクの開始

ファシリテーターは気づいた問題 (事象) についてスクリーンを指差して学修者らと情報を共有するため、ポインティングデバイスとポインティング番号を確認しキーボードの ESC キーを押下後タスク開始とする

手順 4: タスクの記録

タスク開始してから以下の振る舞い毎にタスクを記録する

「動き出し」: タスク開始からマウスカーソルが動き出すまでの時間

「移動」: マウスカーソルが動き出してから指示されたマスに入るまでの時間

「認知」: マウスカーソルが指示されたマスに入ってから、学修者が指示されたマスを認知するまでの時間

手順 5: タスクの終了

学修者はマウスカーソルが指示されたと思われるマスに入って、ファシリテーターが指示するマスを認知した時点で ESC キーを押下後タスク終了とする。

4. 即応性の分析

分析する即応性は、ファシリテーターがポインティングする際の即応性 (操作) と、学修者が認知するまでを含めた即応性 (認知) である。評価実験で記録したデータを 3 種類のポインティングデバイス毎に、「動き出し」「移動」「認知」ごとの平均値と、即応性 (操作)、即応性 (認知) についても表 1 に示し、分析する。

4.1 即応性 (操作) の分析

即応性 (操作) では、Remote Touch Pointing が 2.19 秒と最も早く、マウスが 2.58 秒、リモコンが 3.88 秒と最も遅いことがわかった。Remote Touch Pointing が最も早かった理由として「動き出し」の時間が 1.27 秒と最も早いことが挙げられる。マウスやリモコンの場合は、スクリーン上で気づいた問題 (事象) を確認した後、操作するポインティングデバイスを確認し、保持してから操作するため時間がかかる。それに対して、Remote Touch Pointing はポインティングデバイスを保持せずその場で操作できるため時間が

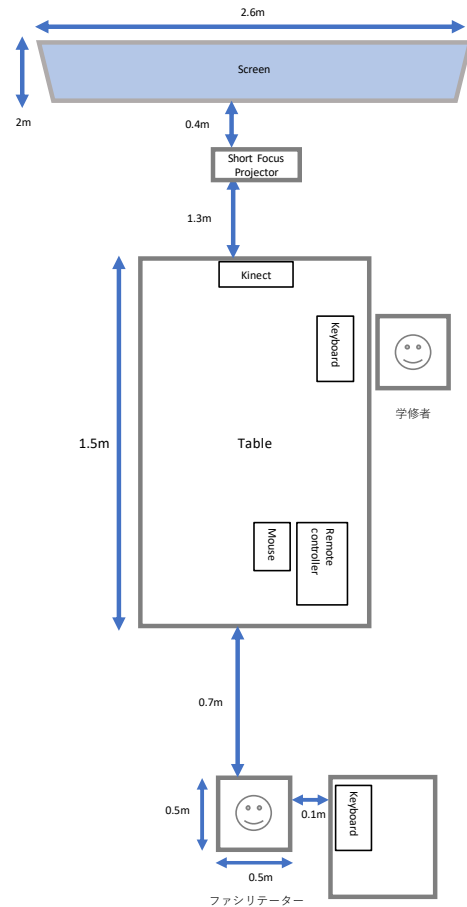


図 4 実験環境のレイアウト

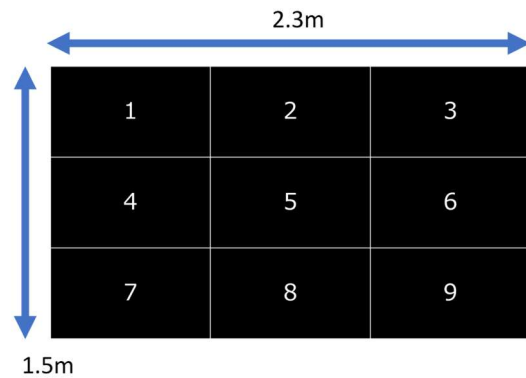


図 5 ポインティングタスク画面

表 1 ポインティングデバイス毎の平均タスク時間 (s)

	マウス	リモコン	Remote Touch Pointing
動き出し	1.98	3.15	1.27
移動	0.60	0.73	0.92
認知	1.42	1.42	1.92
即応性 (操作)	2.58	3.88	2.19
即応性 (認知)	4.00	5.30	4.11

- ・即応性 (操作) = 動き出し + 移動
- ・即応性 (認知) = 動き出し + 移動 + 認知

かからないことが「動き出し」の時間の差に影響したと考えられる。

「移動」ではマウスが 0.60 秒と最も早く、Remote Touch Pointing が 0.92 秒と最も遅いこともわかった。理由として、マウスやリモコンは直感的ではないが操作量が少ないのに対し、Remote Touch Pointing は直感的だが操作量が多いことが関係していると考えられる。

4.2 即応性（認知）の分析

学修者の認知を含めた即応性（認知）では、マウスが 4.00 秒と最も早く、Remote Touch Pointing が 4.11 秒、リモコンが 5.3 秒と最も遅いことがわかった。「認知」の時間ではマウスとリモコンが 1.42 秒と差がなかったものの、Remote Touch Pointing は 1.92 秒と他のポインティングデバイスより遅いことがわかった。

マウスやリモコンの「認知」が早かった要因として操作後にマウスカーソルを静止することが可能である点が挙げられる。それに対して Remote Touch Pointing の「認知」が遅かった理由として、ポインティング位置上のマウスカーソルが静止せず、常に微動していることが要因であると考えられる。Remote Touch Pointing はからだの一部を基点・操作点としたポインティング手法であるため、基点の微動・操作点の微動、またそれらの影響によるポインティング位置のマウスカーソルが微動し、静止することが難しい。また Kinect の関節点検出の精度によって、基点・操作点となる関節点がさらに微動する。不安定になった場合カーソル位置にぶれが生じることがある。これらの影響によるマウスカーソルの微動が要因となって学修者からの認知が遅くなったと考えられる。

4.3 即応性の高いポインティングデバイスの検討

即応性（操作）では Remote Touch Pointing が最も早い、即応性（認知）ではマウスが最も早いという結果になった。即応性を向上するための要因として、ポインティングデバイスの保持とマウスカーソルの静止が考えられる。即応性（操作）が遅いマウスやリモコンはポインティングデバイスの保持が欠かせないため、即応性（操作）を向上させることは難しいと考えられる。そのため、ポインティングデバイスを保持する必要がない Remote Touch Pointing のような非接触操作技術がますます求められる可能性がある。

また、即応性（認知）に関わるマウスカーソルの静止については、マウスやリモコンといったポインティングデバイスはすでに実現している。しかし、Remote Touch Pointing において即応性（認知）の向上に必要なマウスカーソルの静止は、既存技術を導入・活用することにより改善する可能性がある。導入する技術として、マウスポインターを自動的にマスの中央に移動させることが考えられる。これはすでに Windows10 のマウスのプロパティのポインターオプションとして、ポインターを自動的に既定のボタン上に移動する、を選択することによって、ダイアログボックスが開いたときに、既定のボタン上に自動でマウスカーソルが移動する設定が利用可能である。

またデータの平滑化によるマウスカーソルのブレを補正することによっても、Remote Touch Pointing において即応性（認知）の向上が期待される。からだの関節点の静止が難しいことと同様の問題を抱える注視点の動きの分析は即

応性（認知）の向上に寄与できる可能性がある。人間の視線とディスプレイの交点である注視点は静止することができず、常に微動しており、分析時にはある範囲内であれば停留と判断されている。停留のようにマウスカーソルの動きの微動を制御することによって、Remote Touch Pointing の即応性（認知）の向上が期待される。

5. まとめ

アクティブラーニング環境におけるグループ学習では、活発な意見交換が求められており、ディスカッションを促すためにすばい情報共有が必要であると考えられる。そこで、アクティブラーニング環境におけるポインティング操作の指標として即応性について検討した。ファシリテーターの振る舞いにおける「動き出し」から「移動」までを即応性（操作）とし、それに加えて学修者の「認知」を含んだ時間を即応性（認知）と定義する。

ファシリテーターがスクリーンを用いてグループ学習を行う場面を想定し、ポインティングデバイスの評価実験を実施した。実験の結果、即応性（操作）では Remote Touch Pointing が最も早い、即応性（認知）ではマウスが最も早いという結果になった。マウスやリモコンはポインティングデバイスの保持が欠かせないため、即応性（操作）を向上させることは難しいと考えられる。しかし、Remote Touch Pointing は、ポインティング位置にマウスカーソルを静止させることによって即応性（認知）の向上が期待される。

謝辞

本研究は昭特科学振興財団の一般研究助成、日本学術振興会の科学研究費補助金（若手研究（B）15K16108）の助成、また、電気通信普及財団の研究調査助成により実施いたしました。厚く御礼申し上げます。

参考文献

- [1] 文部科学省, 初等中等教育における教育課程の基準等の在り方について, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1353440.htm, (2019/06/21)
- [2] 文部科学省, 新しい学習指導要領の考え方, http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/_icsFiles/afieldfile/2017/09/28/1396716_1.pdf, (2019/06/21)
- [3] Technology Enabled Active Learning, <https://icampus.mit.edu/projects/teal/>, (2019/06/21)
- [4] KALS, <http://www.kals.c.u-tokyo.ac.jp/index.html>, (2019/06/21)
- [5] Kinect <https://developer.microsoft.com/ja-jp/windows/kinect/hardware> (2019/06/21).
- [6] “ロジクール Spotlight プレゼンテーション リモート”. <https://www.logicool.co.jp/ja-jp/product/spotlight-presentation-remote/page/spotlight-features>, (2019/06/21).
- [7] 中道上, 渡辺恵太, 天早健太, 杉原慶哉, 山田俊哉: 視認性と直観性を考慮したプレゼンテーション支援: Remote Touch Pointing, 日本教育情報学会第 33 回年会論文集, pp. 286-287 (2017).
- [8] 杉原慶哉, 渡辺恵太, 池岡宏, 中道上, 山田俊哉: 立位・座位におけるポインティングジェスチャーの相違度分析. ヒューマンインタフェース学会 ヒューマンインタフェースシンポジウム, pp. 663-668 (2017).