



分散型多人数教育におけるコミュニケーションの困難さに対する非言語情報獲得技術の適用*

野々村 真誉**, 磯田 祐世**, 山本 佑樹***

Application of a non-verbal information acquisition technology to communication difficulties in multi-location, multi-person education*

Minori Nonomura**, Yusei Isoda** and Yuki Yamamoto***

1. 緒言

近年、教育の形態は多様化しており、オンラインプラットフォームを通じたオンデマンド教育と、講師・チューターと受講者が直接コミュニケーション可能な形式の教育とが併存している。後者では、受講者の表情や反応に応じて講師・チューターが話し方や話す内容を調整するなど、受講者の反応をリアルタイムに教育にフィードバックすることで教育効果を高めることが可能であり、教育効果を最大化するためには、言語情報 (verbal communication) と非言語情報 (non-verbal communication) が会話者間で双方向にやり取りできる環境^{1,2)}が整っていることが前提であると考えられる (Fig. 1)。しかし大人化や遠隔化が進む現代の教育現場では、こうした非言語情報を十分に把握することが難しくなっている。

2023年度に実施した全12回の社内研修では、受講者人数が多く、さらにZoomを介した遠隔での研修も取り入れたことから、表情やリアクションといった非言語情報をリアルタイムに講師が把握することが困難であることが研修前から懸念されていた (Fig. 2)。メラビアンの法則によると、人間のコミュニケーションにおいては、言語情報が7%、聴覚情報が38%、視覚情報が55%の割合で印象に影響を与えるとされている³⁾。したがって非言語情報の把握が困難なままでは、研修の教育効果が低下する可能性があった。そこで講師と受講者間の双方向コミュニケーションを活性化するため、Webアプリケーション (以下アプリ) を導入し、受

講者のリアクションをリアルタイムに収集することとした。しかし導入当初は受講者のアプリ使用率が低く、アプリが目的を果たせないという課題があった。この問題に対し、2章で示すような施策を「介入」として実施し、受講者のアプリ利用行動に与える影響を、行動データを用いて定量的に検証した。

従来、介入効果の検証には、介入群と非介入群の行動データを統計的に比較するアプローチが一般的に採

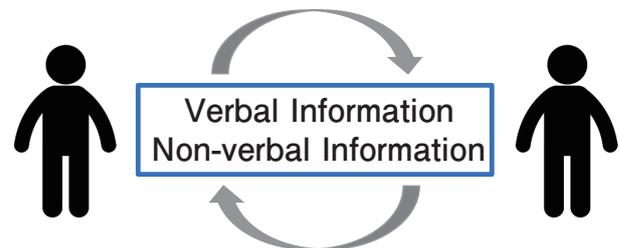


Fig. 1 A well-structured communication environment enabling real-time feedback through bidirectional exchange of verbal and non-verbal cues.

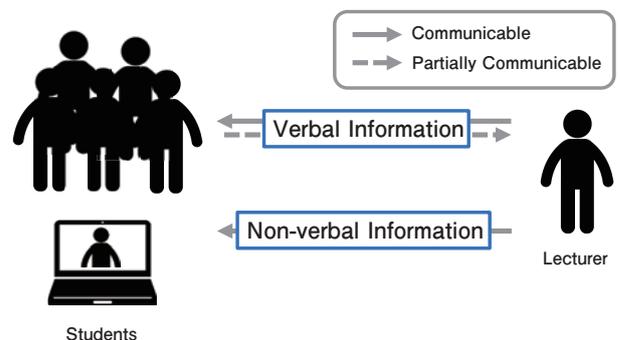


Fig. 2 Challenges in communication during large-scale online education, including remote lectures.

* 本稿は情報処理学会 IoT 行動変容学研究会第6回研究会 (BTI6) 論文集 (2023), 72-79 から転載。
This paper has been published in Proceedings of BTI6, Information Processing Society of Japan, (2023), 72-79.

** 株式会社 UACJ マーケティング・技術本部 R&D センター プロセス研究部
Fundamental Research Department, Research & Development Center, Marketing & Technology Division, UACJ Corporation.

*** 株式会社 UACJ マーケティング・技術本部 技術戦略部, 博士 (工学)
Technology Strategy Department, Marketing & Technology Division, UACJ Corporation, Ph. D. (Eng.)

用されてきた^{4),5)}。しかし、人間を被験者とする行動データの分析では、時間的依存性や自己強化的な行動パターンが顕著で、統計的代表値による比較では介入効果の動的変化を十分に捉えることが困難である。本研究では、行動データを確率過程の一種であるHawkes過程を用いて介入効果を動的かつ不確実性を含めて定量的に評価することを試みた。さらに、全12回の研修の行動データをHawkes過程でモデリングすることで受講者の参加意欲の定量的な推定も試みた。

2. 設計/介入条件

2.1 アプリ設計

本章では、アプリの設計について詳述する。表情やリアクションをリアルタイムに収集する方法としては、Webアプリを介するものや生体センシングを用いるものなどが考えられる。生体センシングでは例えば心拍数を介して集中度合を推定できるが、常時監視されるという意識による心理的安全性の低下や、受講者の同意取得など実装における障壁もある。以上のことから、本研究では、Webアプリを介して表情やリアクションを収集することとした。Webアプリを介して表情やリアクションを収集する方法としては今の感情を一言で回答してもらう形式(記述式)や、今の感情に近いボタンを押してもらう形式(ボタン式)がある。本アプリの目的は「表情やリアクションをリアルタイムに取得し、取得したリアクションに応じて講師・チューターが研修内でフィードバックを行うこと」であり、受講者が容易に操作できることが重要である。リアクションへのフィードバックのためにはまず受講者にリアクションを表現してもらうことが必要である。そこで、受講者側からのアクションを引き出しやすくするため、インタラクションコスト(操作負荷)^{6),7)}の低いボタン式を選択した。

表情やリアクションを収集するためのWebアプリ(以下、リアクション収集アプリと呼称する)のシステムの概要をFig. 3に示す。リアクション収集アプリは受講者用のページと講師・チューター用のページに分かれており、それらがデータベースを介して接続されている。受講者用画面は、「なるほど」、「分からん」、「分かりやすい」の3種類のボタンを設置した。押されたボタンの種類と日時はデータベースに保存される仕様になっている。リアクション収集アプリはリアクションから受講者の理解度に応じて講師・チューターが研修にフィードバックを行うことが目的であるため、受講者が「分かった」と感じているか、「分からない」と

感じているかを研修内で即座に把握できる必要がある。そのため、分かっているのか否かを判別しづらい「どちらかと言えば分かる」や「どちらとも言えない」といった曖昧な選択肢は用意せず、理解度を即座に確実に把握できる「なるほど」「分からん」の2つのボタンを用意した。また、副次的な効果としてリアクション収集アプリが講師のモチベーション向上にも寄与できるよう「分かりやすい」ボタンも追加した。次に講師用画面では、各ボタンが押された回数を棒グラフで閲覧できるようにしている。棒グラフはデータベースに保存されたデータを基に出力され、ページ内では過去60分のデータが5分間隔の棒グラフとして閲覧できる。この棒グラフは3分ごとに自動で最新の情報に更新されるため、講師は3分単位のリアルタイムで受講者の反応を把握できるようになっている。

2.2 リアクション数取得における介入の設計

リアクション収集アプリは全12回の研修のうち第1回より運用を開始した。第1回から第4回までの期間は介入効果を評価するための比較基準の明確化に向けたデータ収集期間と定め、受講者のボタンクリック数のデータ収集を行った。このデータ収集期間においては講師がボタンクリックの促しは行ったが、促した際の少数のボタンクリック以外の自発的なボタンクリックは生じなかった。ボタンクリックによりリアクションが収集でき、そのリアクションに応じて講師が研修にフィードバックを行って初めて受講者と講師のコミュニケーションが成立し、リアクション収集アプリが目的の効果を果たすことができるため、ボタンを自発的に押してもらうための介入を行うことが必要であった。そこで第5回の研修時に以下の3つの介入を実施し、ボタンクリック回数の増加を促した。

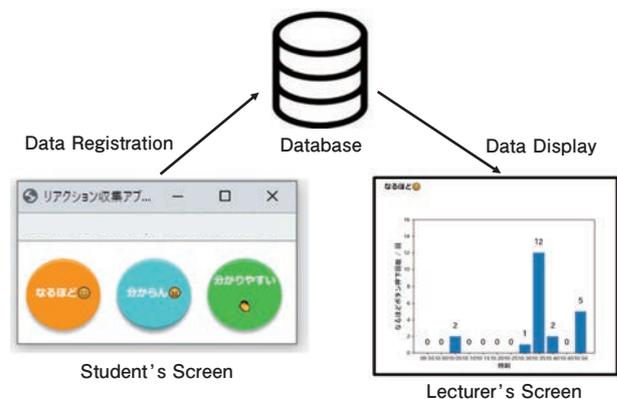


Fig. 3 Schematic diagram of reaction collection application.

- ① 研修テキスト内にアプリUIの画像を差し込み、アプリUIを受講者の目に入れることで、アプリの存在を受講者に想起させる (Fig. 4)
- ② 講師がリアクションを収集したいタイミングで受講者にボタンクリックを促す
- ③ 人間の「他人の行動を見て自分の行動を決める」という心理 (社会的証明)⁸⁾に基づき、ボタンクリック回数が増えたタイミングでボタンクリック回数のグラフを受講者に見せ、「皆が押しているなら自分も押そう」という心理を誘発する

毎回の研修ではクオリティ向上のために前回研修の反省を反映した改善を行ったため、第1～4回にボタンクリック回数は97回、58回、138回、279回と徐々に上昇していた。その後第5回にボタンクリック誘発のための介入を行った結果、第5回ではボタンクリック回数が480回に大幅増加した。このことから介入による行動変化には即時性があることが分かり、またボタンクリック回数が第1～4回で徐々に上昇していることから、第5回の介入前の自然な状態は第4回であると考えられる。そこで上記の介入実施前後 (研修第4回と第5回) のボタンクリック回数の時系列データに対し、1章で述べた通り、Hawkes過程と呼ばれる確率過程を用いてモデリングすることで介入の効果を定量的に検証した。この手法を3章にて示す。

3. Hawkes過程によるボタンクリックデータの解析手法

Hawkes過程は複数のプロセスが互いに励起しあうような振舞いを表現する確率過程であり、近年SNSにおけるユーザーの行動解析によく用いられている^{9),10)}。本研究では、リアクション収集アプリのボタンクリックが、集団的な反応の連鎖や感情の拡散といった時系列的な依存性を示す可能性があることから、当該過程を検討対象とした。

Hawkes過程は、過去のイベントに依存して未来のイベントの起こりやすさが変動するような確率過程であり、時間に依存する強度関数 ($\lambda(t)$) により次のように表現される。この強度関数の概略図がFig. 5である。

$$\lambda(t) = \mu + \alpha \sum_{t_k < t} \exp[-\beta(t - t_k)] \quad (1)$$

式(1)中の μ は正の定数であり平常時にイベントが起こる確率を表している。 α は過去のイベントが未来のイベントに対してどの程度の影響を及ぼしているか



Fig. 4 Inserting the app UI into the training text.

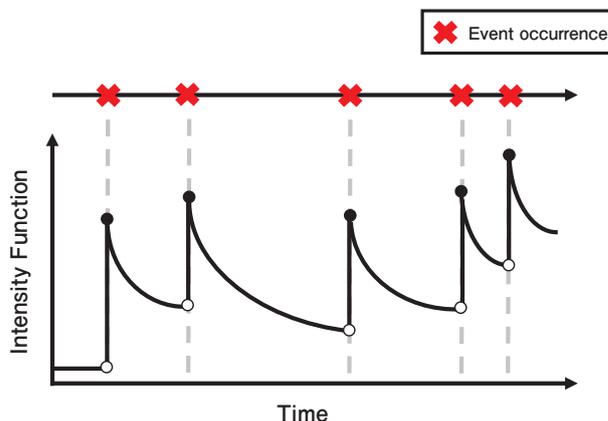


Fig. 5 Schematic diagram of Hawkes process.

を表す指標であり、 β は過去のイベントの影響が減衰する度合いを表す指標である。また、 β の逆数である $1/\beta$ は緩和時間と呼ばれ、影響が減衰するまでの時間を表している。式(1)の右辺第二項の和は、現在時刻 t 以前に起こった全てのイベントの影響の総和を表しており、過去の全てのイベントの未来への影響度合いを表現している。

Hawkes過程は点過程の一種であり、イベントの発生タイミングのみが解析の対象である。そこで解析においては、1分単位の各時間にボタンクリックが発生したか否かを表す0, 1の時系列データ (以下、ボタンクリックタイミングのデータと呼称する) を用いた。ボタンクリックタイミングのデータに対し、Hawkes過程を仮定した上で、最尤推定法を用いて式(1)内の各種パラメータを推定し¹¹⁾、式(1)の強度関数の時間変化を計算した。また、強度関数の逐次和を取ることで累積強度関数も併せて計算を行った。

4. Hawkes過程によるボタンクリックデータの解析結果

4.1 パラメータ推定の妥当性

研修第4回と第5回のそれぞれのボタンクリックタイミングのデータに対し、3章に示した最尤推定法を用いて推定したHawkes過程のパラメータをTable 1に示した。また、各研修回の累積のボタンクリック回数と

Table 1 Various parameters of the Hawkes process estimated from data on timing of button clicks.

Parameter	4th training	5th training
μ	0.14	0.14
α	0.48	0.54
β	0.21	0.27

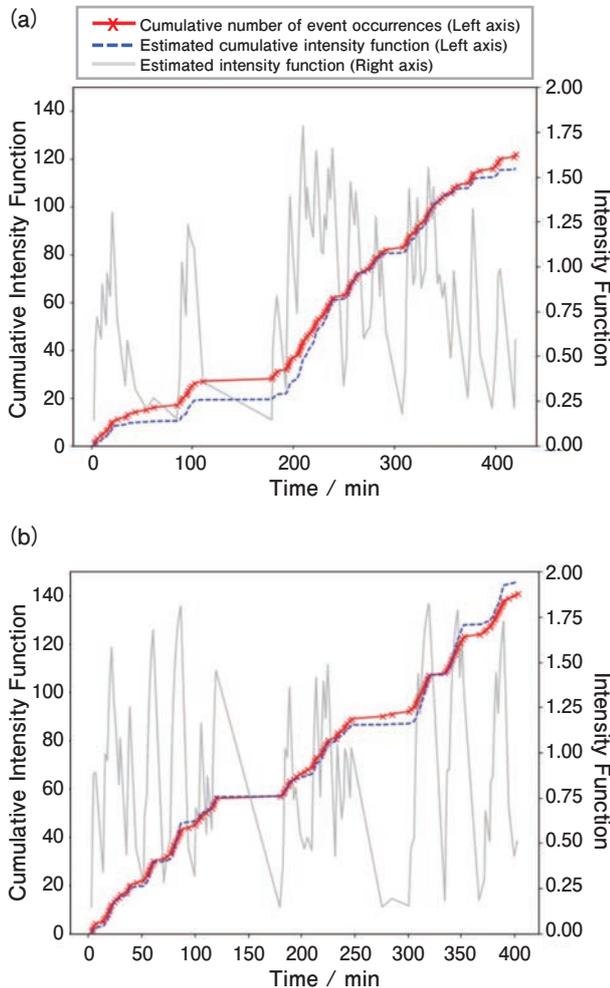


Fig. 6 Intensity function and cumulative intensity function computed from data on button click timing.
(a) 4th training, (b) 5th training

計算された強度関数、累積強度関数のグラフをFig. 6に示した。尚、本来強度関数が減衰する様子は指数関数的であるが、本研究では減衰の振舞いには特に着目していないためFig. 6の強度関数の減衰過程は直線的に示している。

Fig. 6において灰色線で示した強度関数は、赤線で示した実データのクリックイベント発生のタイミング毎に上昇し、次のクリックイベントまでに減衰していることが分かる。これは、青線の累積強度関数が赤線の実データの累積のクリックイベント発生回数のグラフに増加の傾向が類似していることから分かる。強度関数の上昇とボタンクリックのタイミングが適切にリ

ンクしていることからボタンクリックタイミングのデータに対してHawkes過程のパラメータを適切に推定できていることが分かる。

4.2 推定されたHawkes過程のパラメータの意味

Table 1において μ は研修第4, 5回で変化はなく、 α と β は値が増加している。そこで α と β について考察を行う。

α が増加しているということは、研修第4回に比べて研修第5回では、過去のクリックイベントが未来のクリックイベントに及ぼす影響の度合いが大きくなっていることを意味している。これは言い換えれば、研修第5回においては過去の受講者集団のボタンクリックイベントに引きずられて、その後も繰り返しボタンクリックイベントが起りやすい状態、いわゆる「バズリ」状態が生じていると言える。 α の増加の結果として観測される「バズリ」状態を引き起こす要因は研修第4回と研修第5回との相違点にあると考えられる。ここで今回の研修においては系内に講師と受講者が含まれ、受講者のボタンクリックには以下の3つの要因が作用すると考えられる。

- ・受講者自身のボタンを押そうという意思
- ・他の受講者との相互作用
- ・受講者と講師の相互作用

研修第4回と第5回で他の受講者との相互作用については研修の設計として変更点はなく、相互作用の在り方自体も大きく変化していないと考えられる。一方で、受講者自身のボタンを押そうという意思に関しては、アプリのUIを研修テキストに貼ってアプリを想起させることで変化を促しており、受講者と講師の相互作用についても講師からのボタンクリックの促しや、講師だけが見ていたグラフを受講者にも見せるという点で変化を加えている。つまり、受講者自身のボタンを押そうという意思の作用と受講者と講師との相互作用の2点が影響することで、いわゆる「バズリ」状態（以降、このことを集団の励起状態と呼称する）が生じ、それが α の変化として観測されたと言える。以上のことから、研修第5回に行った介入がボタンクリックに寄与したことを α の変化として定量的にとらえることができ、行った介入施策の効果検証に α の値が用いられる可能性が示されたと言える。

次に β 、とりわけその逆数である $1/\beta$ について考察する。 $1/\beta$ は3章で述べた通り、緩和時間と呼ばれ過去のクリックイベントの効果が減衰するまでの時間を表している。言い換えれば、 α で観測されるような集団の励起状態がどのくらいの時間で冷めるかを表した

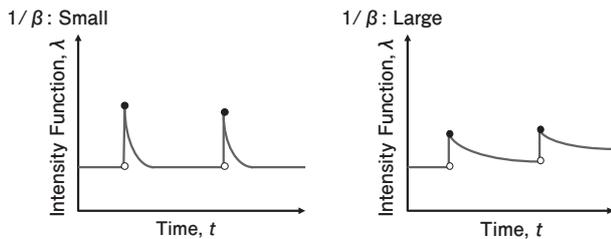


Fig. 7 Relationship between relaxation time and collective excitation.

指標である。Fig. 7で示すように $1/\beta$ が小さいときには集団はすぐに冷め、 $1/\beta$ が大きいときには集団がなかなか冷めずボタンクリックへの励起状態の影響が長時間持続し続けることとなる。集団の励起状態の影響が長時間続くことは研修の内容よりもボタンクリックに受講者の意識が向いていることに相当し、これは行った介入が受講者の集中力を阻害する介入であることを示している。研修第4回から第5回にかけては $1/\beta$ の値は減少しており、集団の励起状態の影響時間が短くなっている。これは研修第5回の介入がボタンクリックに対する集団の励起状態を引き起こしはするものの、その効果は励起後すぐに減衰するような介入であったことを示している。以上のことから、 $1/\beta$ により受講者への介入が受講者の集中力を阻害しないメリハリのある介入であるか否かを定量的に観測可能になったと言える。

推定されたHawkes過程の各パラメータは、社会的行動の特徴と対応づけて解釈できる。すなわち、 α は一人の行動が他者を誘発する強さを表し、社会的証明の度合いに相当する。また、 β はその効果が時間とともにどの程度持続するかを示し、 μ は誰の影響も受けず自発的に生じる行動の基本確率を表す。

5. 全研修におけるHawkes過程のパラメータ変化の考察

5.1 Hawkes過程のパラメータとアンケート評点の相関関係

4章では、Hawkes過程のパラメータを研修第4回と第5回で比較することで介入の効果検証にHawkes過程のパラメータが有効である可能性を指摘した。本章では研修全12回のHawkes過程のパラメータと各研修回の受講者アンケートの評点を用いて研修における受講者の参加意欲について検討を行う。まず3章の手法を用いて研修全12回のボタンクリックタイミングデータに対してHawkes過程の各パラメータを推定した。推定された全研修回のHawkes過程のパラメータの変化

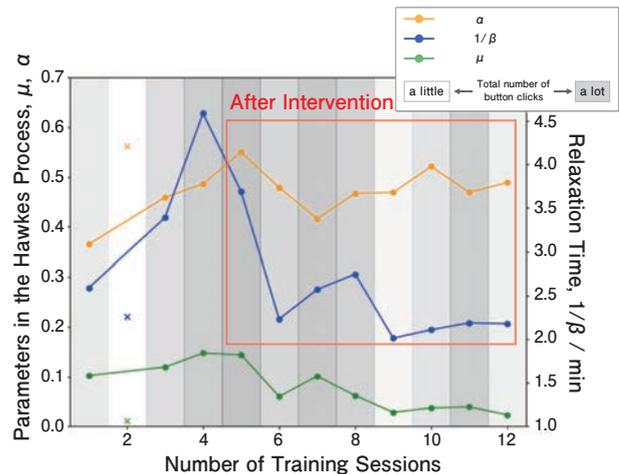


Fig. 8 Temporal evolution of the Hawkes process across all training sessions.

(μ, α は左軸、 $1/\beta$ は右軸)をFig. 8に示した。Fig. 8では灰色の背景色により各回のボタンクリックの総回数の大小も示した。尚、第2回の研修ではアプリケーションサーバがフリーズしていたことにより研修開始から終了までのボタンクリックデータを適正に取得できなかった。そこで第2回の研修の推定値は参考として「×」で値を示しており、以降の解析では研修第2回のデータは除外して検討している。

各研修回において、受講者には下記9項目のアンケートを実施した。アンケートは5段階評価であり、1点が最低評価、5点が最高評価となるように構成した。尚、下記括弧内の文言は各項目の略称である。

- (1) 本日の学習ゴールは達成できましたか？(学習ゴール達成度, Achievement of Learning Objectives)
- (2) 本日の内容のボリュームについて教えてください(ボリューム, Volume)
- (3) 本日の内容の難易度について教えてください(難易度, Difficulty Level)
- (4) 内容に対して時間設定は適切でしたか？(時間, Time)
- (5) 講師の説明はわかりやすかったですか？(講師, Lecturer)
- (6) チューターの説明はわかりやすかったですか？(チューター, Tutor)
- (7) 本日の研修全体の満足度を教えてください(満足度, Satisfaction)
- (8) 本研修やPython習得に期待感がありますか？(今後の期待感, Expectations for the future)
- (9) Python(プログラミング)学習に対する現在の障壁の状態を教えてください(学習障壁状態, State of Barriers to Learning)

受講者のアンケート評点に対し、各回の評点の平均と評点の標準偏差を算出し、アンケートの評点の平均と Hawkes 過程のパラメータ、アンケート評点の標準偏差と Hawkes 過程のパラメータそれぞれの間の相関係数を算出した。算出した相関係数をヒートマップとして可視化したものを Fig. 9 に示した。Fig. 9 によると α との間に平均、標準偏差ともに相関が見られるアンケート項目は「学習障壁状態」と「講師」の2項目である。そこで α については当該2項目との関係を次節にて検討した。また、 $1/\beta$ についてはアンケート評点の平均に対して、特に Fig. 9 (a) で他項目に比べて相関係数の大きい「時間」の項目との関係を次節にて検討した。

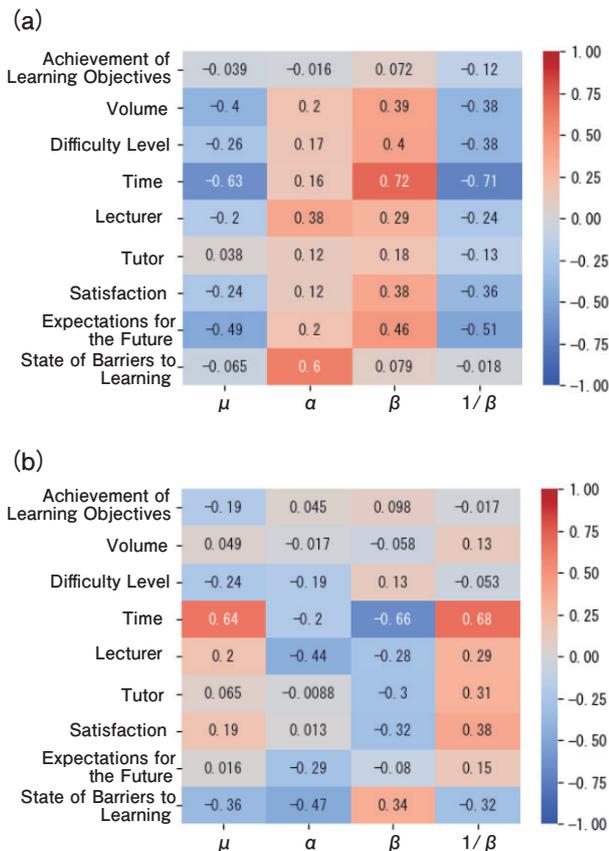


Fig. 9 Correlation between Hawkes process parameters and questionnaire scores. (a) Correlation with the mean, (b) Correlation with standard deviation

5.2 α , $1/\beta$ とアンケート評点の分析

まず α と「学習障壁状態」、 「講師」のアンケート評点との関係について述べる。 α とそれぞれのアンケート項目の評点の平均と標準偏差の間の相関係数を Table 2 に示した。

Table 2 を見ると、 α と平均との間には正の相関、 α と標準偏差との間には負の相関があることが分かる。これはアンケート評点の平均が高く、標準偏差が小さ

Table 2 Correlation coefficient between α and the mean and standard deviation of questionnaire scores.

Survey Items	Correlation coefficient between α and mean	Correlation coefficient between α and standard deviation
State of Barriers to Learning	0.60	-0.47
Lecturer	0.38	-0.44

い(アンケート評点のバラつきが小さい)ほど α が大きくなることを意味している。アンケート評点の標準偏差が小さいと α が大きくなることも考慮すると、受講者「皆が」講師に満足し、学習障壁が低いと感じるほど α の値は大きくなると言える。ここで α が大きいことは、4.2 節で述べた通り、受講者がボタンクリックを起こしやすい状態にあることを意味している。受講者がボタンクリックを頻繁に行うことが、それだけで研修への参加意欲が高いことを示していると考えれば、「受講者皆が講師に満足し、学習障壁が低いと感じる」ことが受講者の参加意欲向上に繋がる可能性があると考えられる。

次に $1/\beta$ と「時間」の項目のアンケート評点の平均との関係について述べる。Fig. 10 (a) には各研修回における緩和時間(左軸)と「時間」の項目に対するアンケート評点の平均(右軸)の変化のグラフを示した。このグラフを見ると、緩和時間の値が大きい(小さい)ときにアンケート評点の平均は低く(高く)なっている。これを明示的に示すため、縦軸に「時間」の項目に対するアンケート評点の平均、横軸に緩和時間を取ったグラフを Fig. 10 (b) に示した。Fig. 10 (b) より、緩和時間の値が大きい(小さい)ときにアンケート評点の平均は低く(高く)なる傾向にあることが分かる。ここで緩和時間が小さいことは、4.2 節でも述べた通り、ボタンクリックが起こりやすい(強度関数が立ち上がる)状態がすぐに緩和される「メリハリのある」状態に対応し、逆に緩和時間が大きいことはボタンクリックが起こりやすい状態がダラダラと持続する「メリハリのない」状態に対応する。以上のことから、研修内容にメリハリがあるときには時間に対するアンケート評点の平均は高くなり、研修内容にメリハリがないときには時間に対するアンケート評点の平均は低くなるという結論が導ける。つまり、受講者の研修の時間に対する満足度のアンケート評点を高める、延いては研修の時間に対する満足度の観点で参加意欲を高めるには緩和時間が小さくなるような設計を目指すのが望ましいと考えられる。

また講師は研修において、例えば各アクティビティの時間を意図的に短く(あるいは長く)して受講者の集中を促す場合や、受講者の集中力を高めるために受講

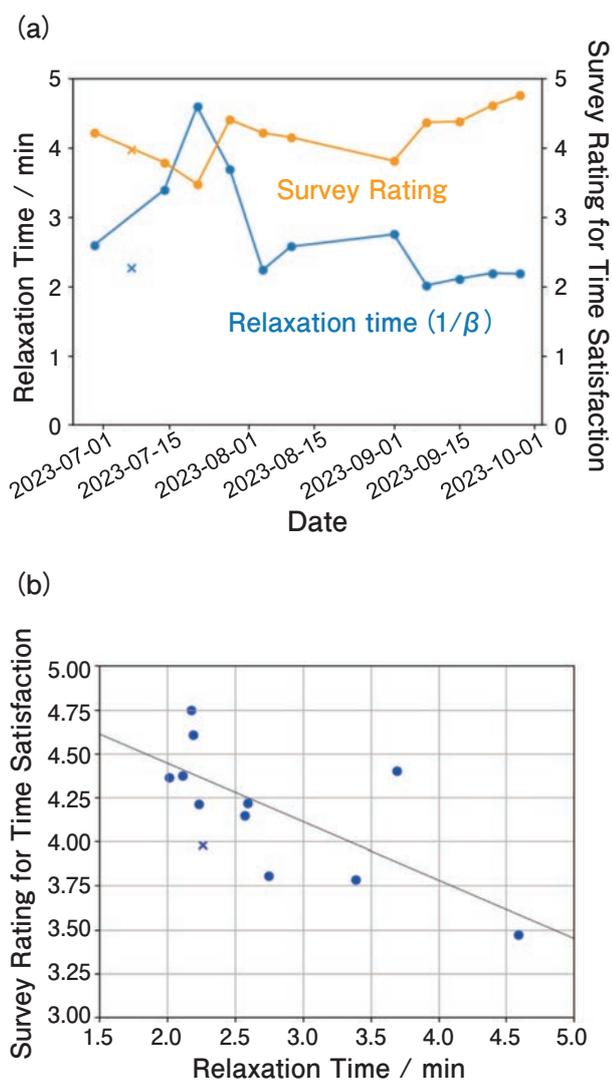


Fig. 10 Questionnaire scores on time satisfaction and relaxation time. (a) Temporal trends, (b) Correlation analysis

者へのフィードバックのタイミングを意図的に配置する場合がある。このようなケースにおいて、 $1/\beta$ の値のデータを参照し、値が小さくなるようなメリハリのある研修設計であったかを評価することで、研修設計者の設計意図が受講者の集中力に寄与したか否かを定量的に評価することが可能となる。このように講師、あるいは教育の設計者の設計意図が受講者に効果的に作用したかをHawkes過程のパラメータを活用することで定量的に評価可能となると考えられる。

6. 結 言

複数拠点 (Zoomによる遠隔受講含む) かつ多人数に対するDXリテラシー教育において、コミュニケーションの活性化を図るため、非言語的な反応 (リアクション) を収集可能なアプリを導入した。アプリ導入初期に利用率が低くアプリを導入した目的を果たせない

課題が生じたため、アプリの利用率向上のために複数の介入を行った。介入の効果検証のために確率過程の一種であるHawkes過程を用いた解析を行い以下の知見を得た。

- ・アプリの利用率向上のための介入は受講者のボタンクリックを誘発する効果があり、その効果はHawkes過程におけるパラメータ α の変化として検出可能である。
- ・Hawkes過程におけるパラメータ $1/\beta$ は α で観測されるような集団の励起状態がどのくらいの時間で冷めるかを観測する指標であり、それにより受講者への介入が受講者の集中力を阻害しないメリハリのある介入であるか否かを定量的に観測可能である。
- ・Hawkes過程におけるパラメータ α と受講者に対するアンケート結果から、「受講者皆が講師に満足し、学習障壁が低いと感じる」ことが受講者の参加意欲向上に繋がる可能性があることが明らかとなった。
- ・Hawkes過程におけるパラメータ $1/\beta$ と受講者に対するアンケート結果から、研修の時間の観点で受講者の参加意欲を高めるには緩和時間が小さくなるような設計を目指すのが望ましいことが明らかとなった。

本研究は、社内研修をはじめとする教育現場を対象にHawkes過程を適用し、介入施策の効果を不確実性を考慮した形で定量化する枠組みを提示した点に意義がある。これにより、従来は印象論に留まりがちであった「一人の行動が他者を誘発し、連鎖的に広がる現象」を数理的に捉え、介入施策の効果をパラメータ変化として評価できることを示した。ただし、無介入群との厳密な比較は実施されておらず、教育現場の制約上、同一条件での再現は困難であり、本研究の結果はあくまで一時例としての傾向把握に留まる。しかしながら、本稿で提案する分析枠組みは教育事例に限らず、組織内の新技術導入や社会的キャンペーンにおける情報拡散など、集団行動を伴う多様な場面に適用可能である。今後の事例蓄積によって、この枠組みの一般化と応用範囲の拡大が期待される。

参考文献

- 1) 高木幸子：早稲田大学大学院文学研究科紀要, 51 (2006), 25-36.

- 2) 小川一美：教育心理学年報, **50** (2011), 187-198.
- 3) A. Mehrabian: Silent Messages, Implicit Communication of Emotions and Attitude, Wadsworth Pub. Co., Belmont, (1981).
- 4) 山田 実：理学療法科学, **24** (2009), 71-76.
- 5) 上村一貴, 山田 実, 他：理学療法科学, **45** (2018), 209-217.
- 6) H. Lam: IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, **14** (2008), 1149-1156.
- 7) F. Narducci, M. de Gemmis, P. Lops and G. Semeraro: AI*IA, **18** (2018), 528-538.
- 8) R.B. Cialdini: Influence: The Psychology of Persuasion, Harper Collins, (2007).
- 9) Z. Palmowski, D. Puchalska, D.: J. Pol. Math. Soc, **49** (2021), 65-83.
- 10) 吉田憲之助, 伏見卓恭：人工知能学会研究会資料, 126回知識ベースシステム研究会, (2022), 46-52.
- 11) T. Ozaki: Annals of the Institute of Statistical Mathematics, **31** (1979), 145-155.



野々村 真誉 (Minori Nonomura)
株式会社 UACJ マーケティング・技術本部
R&D センター プロセス研究部



磯田 祐世 (Yusei Isoda)
株式会社 UACJ マーケティング・技術本部
R&D センター プロセス研究部



山本 佑樹 (Yuki Yamamoto)
株式会社 UACJ マーケティング・技術本部
技術戦略部, 博士 (工学)