

VR を利用したプレゼンテーション セルフレビューシステムの評価

平田 雄也*¹, 柏原 昭博*¹

*¹ 電気通信大学 情報理工学研究科

A Presentation Self-Review System with VR and Its Evaluation

Yuya HIRATA*¹, Akihiro KASHIHARA*¹

*¹ Graduate School of Informatics and Engineering,

The University of Electro-Communications, Japan

プレゼンテーションのセルフレビューは自分自身の姿や声を見直すことへの心理的抵抗感があり効果的な振り返りが難しい。筆者らは、これまで学習者のプレゼンテーションをロボットが再現するセルフレビューシステムを提案し、学習者に心理的抵抗感の軽減や非言語動作の改善点への気づきを促した。一方、プレゼンテーションを客観的に見直すだけで、プレゼンテーションに含まれる非言語動作の不十分さや不適切さに気づき、動作を改善するには限界があることも分かってきた。そこで、本研究では非言語動作への的確な把握と理解を支援するために、非言語動作の体感を伴う主観的視点からのセルフレビューを提案し、VR 空間でプレゼンテーションを客観的視点および主観的視点から見直すセルフレビューを開発した。ケーススタディの結果、VR 空間でのセルフレビューは非言語動作の改善点への気づきを促し、特に主観的視点からのレビューが身体的な非言語動作の改善につながることを示唆された。

キーワード: プレゼンテーション, セルフレビュー, 非言語動作, 体感, VR

1. はじめに

研究発表のリハーサルにおいてプレゼンテーションの質を高めるためには、発表者（学習者）が実施したプレゼンテーションを自分自身で見直すセルフレビューによってプレゼンテーション中の非言語動作の必要性や有効性を振り返ることが重要である。一般的なセルフレビューの方法として学習者が自分のプレゼンテーションをビデオ撮影してその動画を見直す方法があるが、自分自身の姿や声を見直すことに対する心理的抵抗感が原因で改善点に気づきにくいという問題がある。

先行研究では、ロボットによるプレゼンテーションの再現を見直すセルフレビューシステムを提案し、学習者に心理的抵抗感の軽減や非言語動作の改善点への気づきを促すことが示された(1)。しかし、研究初学者にとって、プレゼンテーションを客観的に見直すだけ

で非言語動作の不十分・不適切な箇所気づき、さらにはその動作を改善することは難しいことが課題として指摘されている。

本研究では、研究初学者に対して非言語動作の的確な把握と理解を促し、その不十分・不適切な点への気づきを促進するために VR を利用した主観的なプレゼンテーションセルフレビューを提案する。提案手法では、VR 空間の中でプレゼンテーションを実施し、そのプレゼンテーションをプレゼンタの視点から追体験するようにセルフレビューを行なう。学習者がプレゼンテーション中に実施した非言語動作を体感しながら振り返ることで、非言語動作の把握と理解を促進する効果が期待される。

本稿では、VR 空間でのプレゼンテーションの実施および客観的視点と主観的視点の二種類の視点からのセルフレビューを実施するシステムを開発し、提案手法を評価するケーススタディを実施した。ケーススタ

ディの結果，VR 空間でのセルフレビューはプレゼンテーションの理解を促進し，特に主観的視点からのレビューにおいて身体的な動きを伴う非言語動作の気づきを促してプレゼンテーションの改善につながる可能性が示唆された。

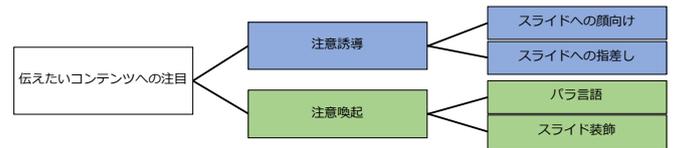


図 2 本研究のプレゼンテーション動作モデル

2. プレゼンテーションセルフレビュー

2.1 プレゼンテーションの構成要素

プレゼンテーションは発表スライドである P ドキュメント，P ドキュメントに合わせて行なう口頭説明，P ドキュメントや口頭説明の内容を的確に伝達するための非言語動作の 3 つの構成要素からなる。質の高いプレゼンテーションを実施するためには，特にプレゼンテーション中の非言語動作が重要である。

代表的な非言語動作には，聴衆やスライドへの顔向けやスライドへの指差しなどのジェスチャーや発話の音量，話速，間の開け方などのパラ言語が存在する。また，これらの非言語動作はやみくもに実施するだけでは効果はなく，動作の意図を持って実施することが重要である。

2.2 プレゼンテーション動作モデル

筆者らは，プレゼンテーション中の意図的な動作を支援するために，これまでプレゼンテーション中の意図とその意図を達成するための非言語動作，そして各動作は具体的にどのような要素によって成立するかを表す基本構成要素の関係をモデル化した(1)。先行研究におけるプレゼンテーション動作モデルを図 1 に示す。本研究ではこの動作モデルに基づいたセルフレビュー支援を実現する。

また，本研究では支援の対象を動作モデルにおける「伝えたいコンテンツへの注目」に限定し，レビュー

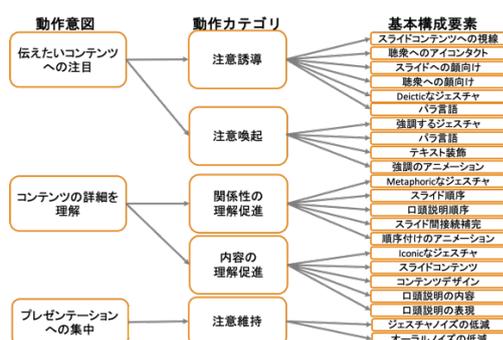


図 1 プレゼンテーション動作モデル

表 1 レビュー対象

支援対象	内容
ジェスチャー	顔向け / 指差し
パラ言語	音量 / 話速
スライド装飾	文字色 / 太字 / 下線

対象も特に重要な非言語動作のみに制限する。プレゼンテーション動作モデルの中で本研究の支援対象部分を抜粋した動作モデルを図 2 に示す。また，本研究における具体的なレビュー対象を表 1 に示す。

2.3 支援の枠組み

本研究における支援の枠組みを図 3 に示す。学習者は事前にプレゼンテーション中の動作意図を入力する。次に HMD を装着して人型アバターを操作することで VR 空間の中でプレゼンテーションの収録を行なう。収録後はシステムが動作モデルに基づいたプレゼンテーションの認識と診断を行なう。その後学習者はアバターの再現するプレゼンテーションを客観的視点および主観的視点から視聴し，チェックリストにもとづいた非言語動作の振り返りを行なう。また，必要に応じて認識結果を活用したフィードバックを行なう。

3. VR セルフレビューシステム

本研究では，提案した支援の枠組みを実現するためのセルフレビューシステムを開発した。支援の詳細を述べる。

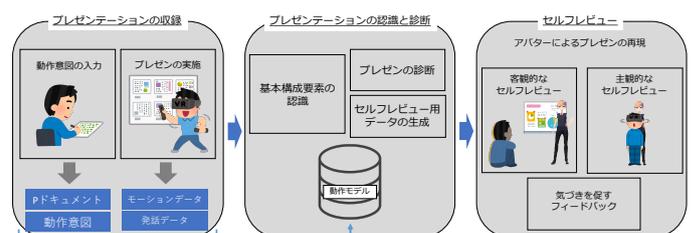


図 3 支援の枠組み

3.1 プレゼンテーションの収録

3.1.1 動作意図の入力

プレゼンテーションの診断やフィードバックを行なうためには学習者の動作意図情報が必要である。しかし、学習者のプレゼンテーション中の非言語動作から動作意図を推定することは難しい。そのため、本研究では学習者が事前に P ドキュメントの中から聴衆に注目を促すべき重要箇所を決定し、先行研究で開発された動作意図入力システム(2)を使用して動作意図の入力を行なう。

学習者は P ドキュメントを閲覧しながら動作意図を持って説明したいスライドの箇所を決定し、そのスライド中のテキストや画像に対して動作意図を表す動作カテゴリを選択する。本支援における動作カテゴリの種類は「注意誘導」または「注意喚起」の 2 種類であるため、選択可能な動作カテゴリは「注意誘導」、「注意喚起」、「注意誘導と注意喚起」の 3 通りとなる。学習者の付与した動作カテゴリとその対象となるテキストや画像を一意に定めるための位置情報（テキスト本文または画像・スライドのページ番号・スライド内の座標）をまとめて学習者の動作意図リストとして取得する。この動作意図リストはプレゼンテーションの診断やセルフレビューで使用する。

3.1.2 プレゼンテーションの実施

学習者は動作意図の入力後に VR 空間内のプレゼンテーション会場でプレゼンテーションを行なう。プレゼンテーション会場を図 4 に示す。プレゼンテーション会場は発表者エリアと聴衆エリアに分けられていて、発表者エリアには P ドキュメントを表示するスクリーンと発表者アバターが表示される。学習者は発表者エリアに立ち、HMD とコントローラーを用いてアバターを操作することでプレゼンテーションを実施する。プレゼンテーションの様子を図 5 に示す。プレゼンテーション中の HMD にはアバターの顔が向いている方向の映像が学習者の視界として表示される。学習者の視界映像の例を図 6 に示す。視界映像はアバターの動きに合わせてリアルタイムで表示される。学習者は両手に持つコントローラーのボタンでスクリーンに表示された P ドキュメントのページ遷移を行なう。



図 4 VR 空間のプレゼンテーション会場



図 5 プレゼンテーションの様子



図 6 学習者の視界映像

3.1.3 プレゼンテーションの収録

プレゼンテーションの実施中にプレゼンテーション中のモーションデータ、発話データ、P ドキュメントを取得する。モーションデータとは、プレゼンテーション実施中のアバターの顔と両手の座標と角度および表示中のスライド番号の情報をプレゼンテーション開始からの経過時間と合わせて記録したデータである。同時にプレゼンテーション中の学習者の発話を録音し、発話データとして保存する。また、プレゼンテーションに使用した PowerPoint ファイルを P ドキュメントとして保存する。これらのデータは次のフェイズであるプレゼンテーションの認識と診断およびセルフレビューで使用する。

3.2 プレゼンテーションの認識と診断

本節では、学習者のプレゼンテーション中の非言語

動作を認識し、動作意図が達成できているかどうか診断する方法について、非言語動作ごとに述べる。

3.2.1 認識と診断の前処理

非言語動作の認識の前処理として、学習者の発話データを話の間ごとに分割し、音声認識を用いてテキスト化する。また、プレゼンテーション全体における分割された各発話データの発話開始時間と収録時間を記録する。加えて、動作意図リストに含まれるそれぞれの意図が分割されたどの発話データに含まれるテキストに付与されたものであるか同期を取り、分割された発話データと動作意図の対応付けを行なう。

3.2.2 ジェスチャーの認識と診断

注意誘導を達成するためのジェスチャーにはスライドへの顔向きとスライドへの指差しがある。顔向けの認識では、モーションデータに含まれる顔の角度から単位時間ごとに学習者の顔の向きが聴衆方向かスクリーン方向かを決定する。次に分割された発話データごとの学習者の顔向きを単位時間の顔向き方向の多数決によって決定する。最後に動作意図が付与された発話データではスクリーン方向であり、その直前の発話データでは聴衆方向だった場合に注意誘導のための顔向きが達成できていると診断する。

指差しの認識では、モーションデータに含まれる両手の座標データとプレゼンテーション実施前に指差しを収録して決定した閾値を比較して指差しの有無を求める。動作意図が付与された発話データ中に一度でも指差しが行なわれていれば注意誘導のための指差しが達成できていると診断する。また、顔向きと指差しの両方とも達成していた場合に注意誘導の動作を実施できているものと診断する。

3.2.3 パラ言語の認識と診断

本システムにおけるパラ言語には声量と話速がある。声量の診断では、注意喚起の意図が付与された発話データとその直前の発話データの音量の平均値を比較し、事前にシステムが決定した閾値より音量の増加率が大きい場合に声量の変化による注意喚起が達成できていると認識する。話速の診断では、注意喚起の意図が付与された発話データとその直前の発話データの発話速

度をそれぞれの持つテキストを平仮名に変換した文字数を収録時間で割ることで算出し、直前の発話より発話速度が減少した場合に発話速度の変化による注意喚起が達成できていると認識する。注意喚起のためのパラ言語では、声量による注意喚起と話速の注意喚起の両方とも達成できていた場合に注意喚起のパラ言語が達成できていると診断する。

3.2.4 スライド装飾の認識と診断

スライド装飾の診断では、学習者の作成した PowerPoint ファイルから各スライドに含まれるテキストや図表と、各テキストの文字色、文字のフォントサイズ、下線などの装飾状態を取得する。次にその中で注意喚起の意図が付与された箇所を動作意図リストに記録された位置情報を参照して特定する。該当箇所のテキストに対して赤字、太字、下線のいずれかの装飾が行われていた場合にスライド装飾が達成できていると診断する。逆に、装飾が行われていない場合やテキストの一部分しか装飾されていない場合はスライド装飾が達成できていないと診断する。

また、本システムでは動作モデルで示したようにスライド装飾と合わせて前節のパラ言語が達成できていた場合に注意喚起の動作を実施できているものと診断する。

3.3 プレゼンテーションセルフレビュー

学習者は HMD を装着した状態で VR 空間の中でプレゼンテーション振り返りを行なう。アバターは収録したモーションデータをもとに学習者のプレゼンテーション中の動作の再現を行なう。また、それに合わせてスクリーンに表示された P ドキュメントの遷移が行われる。また、録音した発話データの再生を行なうことでアバターがプレゼンテーションの再現を実施する。発話データは心理的抵抗感を軽減するために先行研究と同様に声質を変換する(1)。

学習者はアバターが再現するプレゼンテーションを客観的視点および主観的視点から視聴し、チェックリストを使用して事前に入力した動作意図のレビューを行なう。以下では、客観的なセルフレビューと主観的なセルフレビューの詳細およびチェックリストを使用したセルフレビューの方法について述べる。

3.3.1 客観的視点からのセルフレビュー

学習者は VR 空間内の聴衆エリアの椅子の位置からアバターによるプレゼンテーションを客観的に視聴する。没入感の高い VR 空間で自分自身とは姿や声が異なるアバターのプレゼンテーション再現を視聴することは客観視を促進し、効果的な振り返りが期待できる。客観的視点からのレビューにおける学習者の役割は聴衆、アバターの役割はプレゼンタと言える。客観的視点からのセルフレビューの様子を図 7 に示す。

3.3.2 主観的視点からのセルフレビュー

学習者は VR 空間内の発表者エリアに立つアバターの位置からアバターの視界を迫体験することでプレゼンテーションを主観的に視聴する。学習者は自分が実施したプレゼンテーション中の非言語動作をもう一度体感しながらセルフレビューを行なうこととなり、特にジェスチャーのような身体的な非言語動作に対して直感的に気づきを得ることが期待できる。主観的視点からのレビューにおける学習者の役割はプレゼンタ、アバターの役割は学習者自身と言える。主観的視点からのセルフレビューの様子を図 8 に示す。

また、主観的視点からのセルフレビューでは学習者が指差しを実施したタイミングで指差しを行なった手に対してコントローラーの振動によるフィードバック



図 7 客観的視点からのセルフレビュー



図 8 主観的視点からのセルフレビュー

が行なわれる。学習者の指差しの再現において、視界映像に手が映るだけでは顔向けやパラ言語と比較して体感が不十分であるため、振動によるフィードバックを与えることで指差しの迫体験を促進し、非言語動作の把握と理解を促す。

3.3.3 チェックリストを使用したセルフレビュー

学習者は事前に動作意図を付与した箇所に対して、チェックリストの項目にしたがってセルフレビューを行なう。チェックリストの項目を表 2 に示す。学習者はセルフレビュー実施前にプレゼンテーション動作モデルやチェックリストの各レビューポイントについて学習している。セルフレビュー時には VR 空間内に表示されるセルフレビュー UI を使用してレビューを行なう。セルフレビュー用 UI を図 9 に示す。本 UI の上部には現在レビューすべき動作意図の番号と、学習者が事前に入力した動作意図が示されたスライドが表示される。したがって、学習者は画面上部を確認することでレビューすべき箇所を把握することができる。画面下部にはレビューすべき各非言語動作の名称と「○」および「×」のボタンが表示される。学習者はレビューポイントが達成できていたかどうかを振り返り、このボタンを選択することでチェックリストに基づいた非言語動作のセルフレビューを実施する。

学習者はレビュー中にコントローラーでプレゼンテーションの早送り・巻き戻し・一時停止を行うことができる。セルフレビュー結果の入力は一時停止中のみ行なう。セルフレビューの様子を図 10 に示す。

表 2 セルフレビューのチェックリスト

動作意図	動作	基本構成要素	レビューポイント
伝えたいコンテンツへの注目	注意誘導	スライドへの顔向け スライドへの指差し	スライドへ顔を向けているか スライドコンテンツを指差しているか
	注意喚起	パラ言語 テキスト装飾	説明している情報を口頭で強調(声の大きさ/話速の変化)しているか スライドの重要な箇所を装飾(文字色/太字/下線)によって強調しているか



図 9 セルフレビューUI



図 10 チェックリストを使用したレビューの様子

4. ケーススタディ

4.1 実験概要

VR 空間における客観的視点からのレビューと主観的視点からのレビューがそれぞれ非言語動作の把握と理解を促進し、プレゼンテーションの改善につながることを検証するためにケーススタディを実施した。実験の概要を図 11 に示す。被験者は理工系大学生および大学院生 13 名で、客観的レビューを行なう実験群 1、主観的レビューを行なう実験群 2、従来方式であるビデオ視聴によるレビューを行なう統制群の 3 群による被験者間実験を実施した。

被験者は最初にプレゼンテーション動作モデルについて学習し、動作意図の入力を行なった。次に実験群は開発したシステムを使用して VR 空間でプレゼンテーションを実施し、統制群は実験室で通常のプレゼンテーションを実施した。その次にセルフレビューを実施した。セルフレビュー後はもう一度プレゼンテーションに取り組み、最後に事後アンケートに回答して実験は終了した。

4.2 実験結果

各群のセルフレビュー方法が非言語動作の把握と理解を促すことを検証するために、学習者の 1 回目のプレゼンテーション中の非言語動作についてシステムによる診断結果と学習者のセルフレビュー結果を比較し、全体の非言語動作数における診断結果とレビュー結果



図 11 実験概要

が一致した割合を一致率として求めた。その結果を図 12 に示す。一致率について、それぞれ各変換を実行して一元配置分散分析によって 3 群間の有意性を検定した結果、条件間に有意差が見られた ($F(2,10)=4.946$, $p=0.032<0.05$)。したがって、セルフレビュー方法によってレビュー結果に有意な差がある可能性が認められた。2 群間の差についてそれぞれ比較を行うために各群の一致率について Tukey-Kramer 法による多重比較を行なった。その結果、実験群 2 と統制群の間に有意差が見られた ($p=0.026<0.05$)。また、実験群 1 と統制群の間には有意差は見られない ($p=0.312$) ものの実験群 1 の方が一致率は高かった。このことから、VR 空間でのセルフレビューは非言語動作の理解と把握を促し、特に主観的なレビューが効果的である可能性が示唆された。

次に、各群のセルフレビュー方法がプレゼンテーションの上達につながることを検証するために学習者の 1 回目のプレゼンテーションと 2 回目のプレゼンテーションの非言語動作をシステムで診断して事前に入力した動作意図が達成できている箇所の割合を求めることで非言語動作の達成率を求めた。このうち、2 回目のプレゼンテーションの達成率を図 13 に示す。各群の達成率についてそれぞれ角変換を実行し、1 回目のプレゼンテーションの達成率について一元配置分散分析によって 3 群間の有意性を検定した結果、条件間に有意な差は見られなかった ($F(2,10)=2.622$, $p=0.122$)。したがって、実験前の被験者のプレゼンテーションスキルに有意な差はない可能性が高いと言える。次に、各群の 2 回目のプレゼンテーションの達成率について

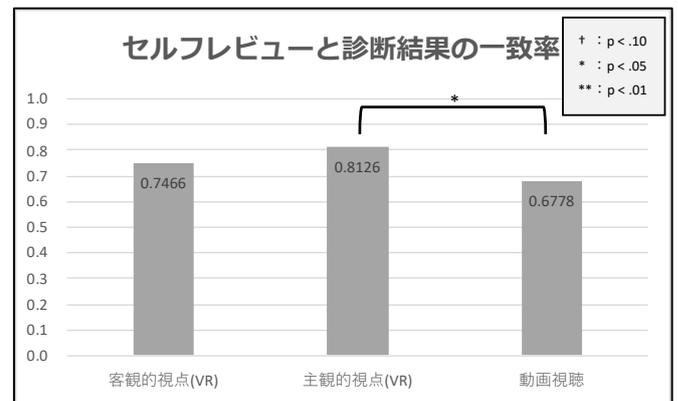


図 12 セルフレビュー結果と診断結果の一致率

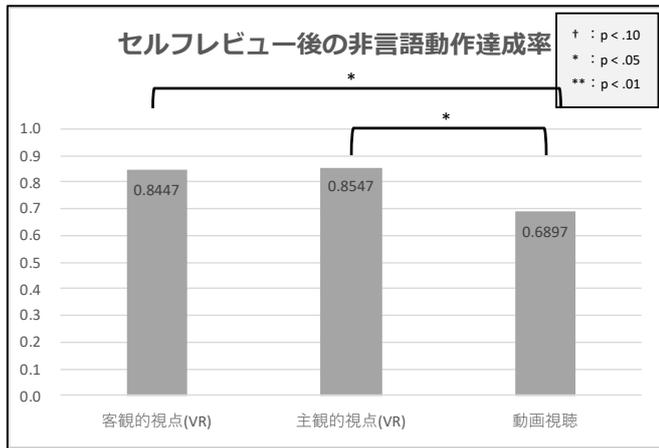


図 13 セルフレビュー後の非言語動作の達成率

一元配置分散分析によって 3 群間の有意性を検定した結果、条件間に有意差が見られた ($F(2,10)=5.567$, $p=0.024<0.05$)。したがって、各群のプレゼンテーションの上達率に差がある可能性が認められた。2 群間ごとの比較を行うためにプレゼンテーション 2 の各群の達成率について Tukey-Kramer 法による多重比較を行った。その結果、実験群 1 と統制群の間に有意差が見られた ($p=0.045<0.05$)。また、実験群 2 と統制群の間にも有意差が見られた ($p=0.032<0.05$)。一方で、実験群 1 と実験群 2 の間に差は見られなかった ($p=0.999$)。この結果は VR 空間でのプレゼンテーションの実施とセルフレビューがプレゼンテーションの改善に効果的である可能性を示唆する。

4.3 考察

1 回目のプレゼンテーションの診断結果とセルフレビュー結果の一致率を非言語動作ごとに求めた結果を図 14 に示す。顔向け、指差し、パラ言語の一致率は主観的レビューを実施した実験群 2 が最も高く、特に顔向けは他の 2 群との間に有意差が見られた ($F(2,10)=4.869$, $p=0.033<0.05$)。顔向けの一致率について 2 群間ごとの比較を行うために前節と同様に多重比較を行った結果、実験群 2 と統制群の間に有意差が見られた ($p=0.020<0.05$)。また、実験群 2 と実験群 1 の間に有意傾向が見られた ($p=0.082<0.10$)。このことから、体感を伴う主観的視点からのレビューにおける視界の追体験が客観的視点からのレビューと比較して特に顔向きの理解と把握を促進し、全体の一

致率の差に影響を与えたと考えられる。一方で、指差しの一致率は全群に共通して高い傾向があるものの実験群 2 が最も低く、客観的視点から見直して学習者自身がアバターの指差しに注意誘導されるかどうかを見直すことで効果的に指差しの有効性を確認できていると考えられる。また、パラ言語の一致率は実験群がどちらも高く、声質の変更が心理的抵抗感を下げてパラ言語の客観的なレビューを促進したと考えられる。

次に 2 回目のプレゼンテーションの非言語動作ごとの達成率を図 15 に示す。各群の非言語動作の達成率について一元配置分散分析によって 3 群間の有意性を検定した結果、特に群間に有意な差は見られなかった (顔向け: $F(2,10)=2.167$, $p=0.165$, 指差し: $F(2,10)=1.198$, $p=0.342$, パラ言語: $F(2,10)=2.668$, $p=0.118$, スライド装飾: $F(2,10)=0.219$, $p=0.807$)。しかし、顔向け、スライド装飾の達成率は実験群 2 が最も高い値

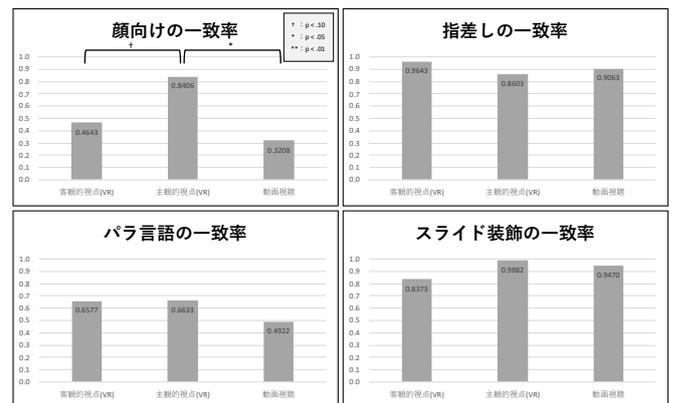


図 14 非言語動作ごとの一致率

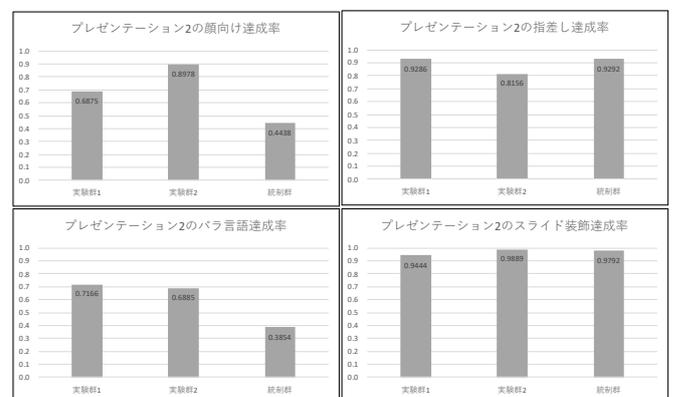


図 15 非言語動作ごとの達成率

を示しており、パラ言語の達成率も実験群の2群が統制群と比較して高い傾向が見られる。この傾向が全体の達成率の差につながったと考えられる。特に顔向けの達成率は実験群2が他の2群と比較して高い値を示しており、体感を伴う非言語動作の追体験が顔向けの非言語動作の上達につながったと考えられる。また、指差しの達成率は客観的視点からのレビューをした群の方が高く、すべての非言語動作について診断結果とセルフレビュー結果の一致率と同様の傾向が表れており、非言語動作の理解度と達成率には相関関係が見られた。このことから、VR空間におけるセルフレビューで非言語動作の理解と把握を促すことでプレゼンテーションの上達につながることが示唆される。

また、群間に差は見られたものの有意差は確認できなかった理由にセルフレビューとレビュー後のプレゼンテーションを一回しか実施していないことが考えられる。全体的に実験群の方が高い値を示す傾向が見られたことから、提案システムを使用した学習を繰り返すことでさらにプレゼンテーションの上達につながると考えられる。

最後に事後アンケートについて述べる。事後アンケートでは提案手法に対する心象を7件法による主観評価と自由記述によって評価した。本稿では、その結果の一部について述べる。実験群の被験者は統制群と比較してレビューに集中できたと回答しており、その理由に没入感を感じたことや心理的抵抗感が低いことを挙げている。また、自由記述には「周りに誰もいないと感じた」などの回答が見られた。このことからVR空間の特性である没入感が集中力の増加や心理的抵抗感の軽減、エンゲージメントの増加につながる可能性が示唆される。また、各群に非言語動作の振り返りができたかを問う質問でも実験群が高い値を示し、特に実験群2では「ステージの上立って本番のプレゼンテーションをしている感覚になれた」、「実際のプレゼンテーションをしているように感じて集中できた」などの理由が挙げられた。このことから体感を伴うレビューの有効性が示唆される。

5. おわりに

本研究では、主観的視点からの体感を伴うセルフレビューによってただ客観的に見直すだけでは十分な改善点への気づきを得ることができない研究初学者に対して非言語動作の改善を促すセルフレビュー方法を提案した。また、VR空間でアバターを使用したプレゼンテーションリハーサルを実施し、そのプレゼンテーションについて客観的視点および主観的視点からセルフレビューを行なうセルフレビューシステムの開発を行なった。開発したシステムを使用したケーススタディの結果、VR空間でのセルフレビューが非言語動作に対して把握と理解を促し、プレゼンテーションにおける非言語動作の改善を促す可能性が示された。特に、体感を伴う主観的視点からセルフレビューを実施することで一部の身体的な動きを伴う非言語動作に対して従来手法よりも効果的なレビューが実現することが示された。

今後の課題としては、客観的視点と主観的視点それぞれの特徴を使い分けた適応的な支援や診断結果を有効活用したフィードバックなどさらに効果的なセルフレビュー手法を検討することが考えられる。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP18K19836 の助成によるものです。

参考文献

- (1) 柏原昭博, 稲澤佳祐: “プレゼンテーションロボットによるセルフレビュー支援”, 第82回先進的学習科学と工学研究会(SIG-ALST), (2018)
- (2) 瀬谷遼太郎, 柏原昭博: “研究プレゼンテーションの診断に基づくロボットセルフレビュー支援”, 電子情報通信学会 教育工学研究会(ET), 信学技報, vol.119, No. 236, ET2019-43, pp. 63-68 (2019)