JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	プレゼンテーションの実演練習支援システムに関する研究―中国人初心者を中心にした検討―
Author(s)	趙，新博
Citation	
Issue Date	2018-09
Type	Thesis or Dissertation
Text version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/10119/15523
Rights	
Description	Supervisor:由井薗　隆也，知識科学研究科，博士

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

博　士　論　文

プレゼンテーションの実演練習支援システムに関する研究

－中国人初心者を中心にした検討－

趙　新博

主指導教員　由井薗　隆也

北陸先端科学技術大学院大学

知識科学研究科

平成 30 年 9 月

Abstract

In recent years, the presentation skills for communicating information and knowledge are as important as social skills. Therefore, in this study, a real-time presentation practice support system named PRESENCE was developed. PRESENCE provides real-time checking of undesired status in body expressions and vocal expressions, which are the focus on presentation beginners, and provides vocal feedback and visual feedback for the desired status. In order to investigate the influence of the second language, we focused on Chinese beginners of presentation. Therefore, we are targeting the body expressions, such as "body orientation (vertical direction of the face)" and "orientation of the body (horizontal direction of the body)" which are elementary presentation expressions and "voice volume" of the vocal expressions. We implemented real-time feedback function which with Chinese version and Japanese version. As a result of various experiments using PRESENCE, the following findings were obtained.

(1) PRESENCE's vocal feedback function affects the direction of improving body expressions and vocal expressions practice in presentation demonstration practice in Chinese beginners, and that the vocal feedback function is more effective than the visual feedback function. Therefore, it was found that the vocal feedback function is preferable to the visual feedback as the real-time practice support system of the presentation.

(2) The presentation practice with second language (Japanese) is different from the presentation practice with the mother language (Chinese). And because of the language ability of the presentation practitioner has an influence, the undesirable state such as gazing at the slide easily occurs. Therefore, we found that the influence of visual feedback is larger than the influence of speech feedback. Therefore, in the support function and using practice support system using the second language, it is desirable to consider the language ability of the presenter.

(3) In the practice experiment which mixed with presentation beginners and advanced participants, the third-party evaluation is more stable than self-evaluation. And there was a high correlation with the third-party evaluation item "overall impression" and "gesture rate", "voice rate". Based on this result, in order to realize evaluation for beginners to advanced participants, we got a policy to develop an evaluation index that refines gesture rate and voice volume rate.

This study is obtained by computer support (support by formalization) of body expressions and vocal expressions which have been treated as experience knowledge (tacit knowledge), and are thought to contribute to knowledge science.

Keyword**: presentation support system, body expressions, vocal expressions, presentation evaluation**

要　旨

情報や知識を伝達するためのプレゼンテーション技術は社会技術として重要なスキルである．そこで，本研究では，初心者である発表練習者の実演表現である音声表現と身体表現において望ましくない状態を実時間チェックし，望ましい状態に向けた音声フィードバックと画像フィードバックを与えるプレゼンテーション練習支援システム PRESENCE を開発した．また本研究ではプレゼンテーション初心者を対象とし，かつ，第二言語の影響を調べるために，中国人初心者を中心に検討を行った．そのため，初歩的な実演表現である身体表現の「顔の向き（顔の上下方向）」，「体の向き（体の左右方向）」と音声表現の「声の大きさ」を対象とし，実時間フィードバックする機能を実装すると共に，中国語版と日本語版のフィードバック機能を実装した．そして，開発した PRESENCE を用いて各種実験を行った結果，次のような知見が得られた．

（1）PRESENCE の音声フィードバック機能は中国人初心者における発表実演練習において，身体表現，音声表現の練習を改善する方向に影響すること，そして，音声フィードバック機能は画像フィードバック機能より効果があることがわかった．よって，プレゼンテーションの実演練習支援システムとしては音声フィードバック機能が画像フィードバックより望ましいことがわかった．

（2）第二言語（日本語）を用いたプレゼンテーション練習では，母国語（中国語）を用いたプレゼンテーション練習と異なり，発表練習者の言語能力が影響して，スライドを注視するような望ましくない状態が発生しやすくなり，画像フィードバックの影響が音声フィードバックの影響より大きくなることがわかった．よって，第二言語を用いたプレゼンテーション練習支援システムの支援機能・運用においては，発表利用者の言語能力を考慮することが望まれる．

（3）初心者から上級者が混在したプレゼンテーション練習実験では，自己評価と比べて，第三者評価のほうが安定した評価となると共に，ジェスチャ率や発声率が第三者評価項目である「全体印象」と高い相関があることがわかった．この結果をもとに，初心者から上級者を対象とした評価を実現するためには，ジェスチャ率や音量割合を洗練した評価指標を開発していくという方針を得た．

以上の研究成果は，経験知（暗黙知）として取り扱われてきた身体表現と音声表現を計算機支援（形式知化による支援）することによって得られたものであり，知識科学への貢献と考えられる．

目次

1. 序論…… 1

1.1 研究の背景と目的…….. 1

1.2 本研究の貢献…….. 5

1.3 本論文の構成…….. 7

2. 関連知識…… 9

2.1 緒言…….. 9

2.2 プレゼンテーション表現と評価項目…….. 9

2.3 プレゼンテーション教育への取り組み…… 12

2.4 プレゼンテーション支援のための技術…… 13

2.5 結言…… 21

3. プレゼンテーション支援システム PRESENCE の設計と開発...22

3.1 緒言…… 22

3.2 システム概要…… 22

3.3 基本機能…… 25

3.4 記録機能…… 27

3.5 フィードバック機能…… 32

3.6 結言…… 39

4. 音声フィードバックの評価…… 40

4.1　緒言…… 40

4.2　実験目的…… 40

4.3　評価実験の参加者と実験環境…… 40

4.4　実験方法…… 41

4.5　音声フィードバックの解析について…… 44

4.6　実験結果と考察…… 47

4.7　結言…… 55

5. 音声フィードバックと画像フィードバックの比較…… 56

5.1　緒言…… 56

5.2　実験目的…… 56

5.3　評価実験…… 56

5.4　実験結果と考察…… 60

5.5　結言…… 64

6. 第二言語を用いたプレゼンテーション…… 65

6.1　緒言…… 65

6.2　目的…… 65

6.3　第二言語を用いた音声と画像フィードバック比較実験…… 66

6.4　母国語と第二言語におけるプレゼンテーション実験との比較…… 74

6.5　結言…… 76

7. 第三者評価との比較…… 77

7.1　緒言…… 77

7.2　目的…… 77

7.3　実験内容…… 77

7.4　データ解析方法…… 80

7.5　実験結果と考察…… 81

7.6　結言…… 88

8. 全体考察…… 89

8.1　緒言…… 89

8.2　全体考察…… 89

8.3　関連システムの比較…… 91

8.4　知識科学への貢献…… 92

8.5　結言…… 93

9. おわりに…… 94

9.1　まとめ…… 94

9.2　今後の課題…… 95

謝辞…… 97

参考文献…… 99

本研究に関する業績…… 111

図目次

図 1-1　プレゼンテーションのプロセス…… 2

図 1-2　各章の関連…… 7

図 2-1　プレゼンテーション支援システム全体図…… 13

図 3-1　システム構成…… 23

図 3-2　KINECT センサ…… 24

図 3-3　Bluetooth イヤホンとドングルセット…… 24

図 3-4　システムメイン画面…… 26

図 3-5　骨格モデルとノード表示…… 27

図 3-6　身体表現に関する閾値データのログデータ…… 28

図 3-7　音声表現に関するログデータ…… 28

図 3-8　身体角度に関するログデータ…… 29

図 3-9　頭と肩の認識…… 29

図 3-10　左腕の 4 つのジェスチャパターン…… 30

図 3-11　両腕のジェスチャパターンのログデータ…… 31

図 3-12　スライドに関するログデータ…… 31

図 3-13　閾値角度の測定場面…… 33

図 3-14　身体角度と座標軸 …… 34

図 3-15　中国語画像フィードバック …… 38

図 3-16　日本語画像フィードバック …… 39

図 4-1　実験環境…… 41

図 4-2　WebEx Recorder 画面…… 43

図 4-3　実験用スライド内容（日本語）…… 44

図 4-4　音声フィードバックの解析イメージ…… 46

図 4-5　身体表現の閾値…… 48

図 5-1　実験用スライド内容（中国語）…… 57

図 5-2　フィードバック解析…… 59

図 6-1　画像フィードバックの解析イメージ…… 69

図 7-1　フィードバック情報画面…… 79

表目次

表 1-1　プレゼンテーション表現と評価項目 3

表 3-1　システム間発環境 25

表 3-2　身体状態と身体角度の閾値 33

表 4-1　身体表現の閾値角度の結果 47

表 4-2　音声フィードバックとフィードバックなしの効果 49

表 4-3　音声フィードバックの結果 52

表 4-4　5 段階アンケート評価 53

表 5-1　実験結果 60

表 5-2　フィードバック時の前後データ比較 61

表 5-3　システムに関する 5 段階アンケート結果 62

表 5-4　フィードバックに関するアンケート結果 62

表 6-1　フィードバック量について 70

表 6-2　音声フィードバックの効果 71

表 6-3　画像フィードバックの効果 72

表 6-4　プレゼンテーション練習の自己評価 73

表 6-5　システム評価アンケート結果 73

表 6-6　フィードバック量の比較 75

表 6-7　フィードバック効果の比較 76

表 7-1　プレゼンテーション評価指標 80

表 7-2　プレゼンテーション評価結果の相関 82

表 7-3　第三者評価値による 1 回目と 2 回目の比較…… 83

表 7-4　評価指標による 1 回目と 2 回目の平均値比較…… 83

表 7-5　評価指標と第三者評価の相関…… 85

表 7-6　第 1 回目ジェスチャパターンに関するデータと評価の結果…… 85

表 7-7　第 2 回目ジェスチャパターンに関するデータと評価の結果…… 86

表 7-8　第 1 回各評価指標の割合と全体印象の結果…… 86

表 7-9　第 2 回各評価指標の割合と全体印象の結果…… 86

表 7-10　アンケート結果…… 87

表 8-1　各章における研究結果…… 90

表 8-2　プレゼンテーション練習支援システムとの比較…… 92

第 1 章

序論

1.1　研究の背景と目的

プレゼンテーションは情報や知識の伝達手段として幅広く使用されており，様々な組織活動において必要な能力となっている．そのため，プレゼンテーションの技術は，教育[1-4]，ビジネス[5][6]，国際会議[7][8]などの領域で学習対象とされ，その必要性や経験的なノウハウが紹介されてきている[9-14]．また電子スライドを用いたプレゼンテーションは一般的となっており，PowerPoint [15], Keynote[16], LibreOffice Impress[17], Prezi[18-20]などのソフトウェアツールがある．特に，パワーポイント（PowerPoint）を用いたプレゼンテーションは普及しており，知識社会における伝達手段としての役割が議論されている[21].

本研究では，プレゼンテーションのプロセスとして図 1-1 に示すものを想定する．プレゼンテーションの実演前の取り組みが重要であり，プレゼンテーションのための準備，実演練習，評価を行い，反省と改善点があればやり直す．またプレゼンテーション技術を理解するためにプレゼンテーションに必要な表現とその評価方法を検討した. 文献[22-34]にあるプレゼンテーションに対するアドバイスやチェックシートをもとに, プレゼンテーション表現を 5 つにまとめるとともに，それぞれの表現に応じた評価項目を表 1-1 にまとめた．これら評価項目には聴衆を見ること, 声を大きくすることなどの基本的なものから, ジェスチャ表現や感情が伝わるかなど熟練が要求されるものまで広く設定している.

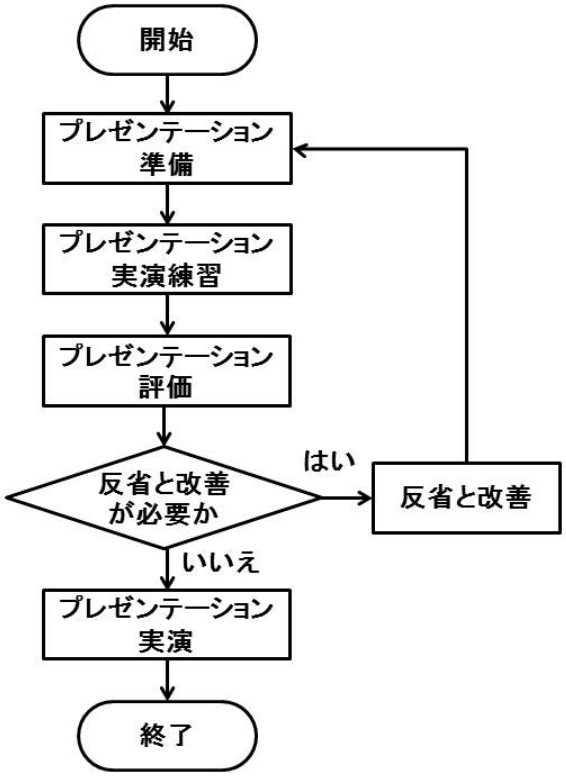


図 1-1　プレゼンテーションのプロセス

最初の 2 つの表現であるシナリオ表現とスライド表現はプレゼンテーションの準備段階に用意できる表現である. シナリオ表現はプレゼンテーション全体のストーリーや構成に関わる表現であり, 評価項目としてアウトライン, 発表構成, 発表目的, 発表時間, 聴衆考慮がある. スライド表現はスライドの見やすさ等に関わる表現であり, 評価項目として, タイトルやスライドタイトル, 簡単明瞭な文章, 文字や図表のデザインがある. 次の 2 つの表現である身体表現と音声表現はプレゼンテーションの実演に関わる表現であり, 実演練習などの事前準備・学習による向上が期待される表現である. 身体表現は, 発表者による頭部や両腕などの身体部位を使った動作による表現であり, 評価項目として, アイコンタクト, 体の向き, ジェスチャ, 顔の表情がある. 音声表現は発表者の発生による表現であり, 評価項目として, 声の大きさ, 声の強弱, 話すスピード, 聞き取りやすさがある. 最後の質疑表現はプレゼンテーションの実

演後に行われる質疑応答に必要な表現であり，実演前の準備だけでなく，質問内容に応じた回答が求められる表現であり，質問への回答，質問への準備が評価項目となる．

表 1-1 プレゼンテーション表現と評価項目

	評価項目	説　明
シナリオ表現	アウトライン	アウトラインは伝わるか
	発表構成	ストーリーは適切か
	発表目的	目的は伝わるか
	発表時間	発表の時間配分はよいか
	聴衆考慮	聴衆を考慮しているか
スライド表現	タイトルや スライドタイトル	内容に相応しいタイトルか
	簡単明瞭な文章	文章は簡潔明瞭か
	文字や図表のデザイン	文字や図表のデザインはよいか
身体表現	アイコンタクト	アイコンタクトの適切さ
	体の向き	聴衆に対する体の向き
	ジェスチャ	身振りと手振りはよいか
	顔の表情	顔の表情は豊かであるか
音声表現	声の大きさ	声の大きさよいか
	声の強弱	声の強弱よいか
	話すスピード	話すスピードは適切か
	聞き取りやすさ	会話は聞き取りやすいか
質疑表現	質問への回答	質問に対する回答は適切か
	質問への準備	想定質問に対する回答を 準備しているか

以上に述べたプレゼンテーション表現において，本研究では身体表現と音声表現を対象とした実演練習支援システムを検討する．この 2 つの表現は，発表者自身が表現するものであり，シナリオ表現やスライド表現より実演が重要であり，かつ，発表者の存在感といった印象に影響する表現である．またシナリオ表現やスライド表現は外在化された電子資料を用いることができるために

検討を行いやすい．それに対して，身体表現と音声表現は自身が体を動かしながら，自身の表現を把握する必要がある．

発表練習者のプレゼンテーション能力が初心者である場合，実演練習中に，自らの様子を把握して，自己評価することは困難と考えられる．従って，身体表現と音声表現は，自己評価が困難であり，第三者的な支援が必要と考えられる．そこで発表練習者の実演を測定・チェックし，フィードバックするプレゼンテーション練習支援システムが必要と考えた．ここで初心者とは，全く対外発表などのプレゼンテーションソフトウェアを使った経験がなく，前を向いて，大きな声で発表するという技能が身についてない学生とする．なお，質疑表現については事前準備を含む発表に対する深い理解と質問内容に応じた回答が求められる高度な表現であるが，プレゼンテーションにおける情報や知識の伝達の主とはならないため，本研究の支援対象とはしなかった．

プレゼンテーション初心者を含む発表練習支援の対象として考えられる大学生及び大学院生がもつプレゼンテーション能力や練習に対する意識を調べるために，日本人大学生 10 人，大学院生 21 人（日本人 11 人，中国人留学生 10 人）の計 31 人に対してアンケート調査を行った．その結果，プレゼンテーション能力に対して，約 3 割は初心者であると自己評価した．また 5 割は自分のプレゼンテーション能力に対して不満を持ち，満足と記述したものは 1 人であった．そして，どのようにプレゼンテーションを練習してきたかという質問（選択肢は「練習しない，第三者の協力，ビデオカメラを利用，練習支援ソフトウェアを使用，その他」）に対して，6 割は第三者の協力による練習を選択していた．一方，プレゼンテーションの自己練習システムがあれば利用したいかという質問に対して，約 9 割は利用したいと回答していた．その理由としては，プレゼンテーション能力を向上したいという願望が書かれることが多かっ

た．また，第三者の協力による練習と異なり，他人に配慮する必要が少なく，自分の予定に合わせた練習ができるため「自分の予定に合わせる」，「他人の時間を奪いたくない」という回答があった．従って，プレゼンテーションの実演練習を支援するシステムは, 第三者の協力による練習という従来手段に加えて，自己練習を支援するための新しい手段として，有望と考えられる．

プレゼンテーションの実演練習を支援するためには発表者への第三者的な支援としてリアルタイムフィードバックを実現する必要がある. そのようなリアルタイムフィードバックを実現したものとして, Kopf ら[35], 栗原ら[36],[37], Tam ら[38]のシステムが知られている. Kopf らと栗原らのシステムは視覚的フィードバックにより身体表現や音声表現の実演練習を支援している[35-37]. また Tam らのシステム HaNS は振動フィードバックを用いた発表の時間管理を対象としている．本研究が目標とするシステムは Kopf ら，栗原らのシステムと同種類のシステムとして位置付けられるが，これら先行研究は，リアルタイムフィードバックがプレゼンテーションの実演に及ぼす効果を明らかにしていないという課題がある[35-38]．そこで，本研究では，身体表現と音声表現に注目したプレゼンテーション練習支援システム PRESENCE を開発し[39],[40], その支援効果を定量的に明らかにするとともに，発展方向を検討した．

1.2　本研究の貢献

本研究では初心者向けプレゼンテーション練習支援システム PRESENCE を設計・開発し，中国人によるプレゼンテーションの実演練習に対する効果を定量的に示すとともに, その発展方向として第二言語への適用や他のレベルの発表練習者への適用についての将来方向を示したものである．

知識伝達において重要なプレゼンテーション表現は経験的な知識として取り扱われてきており，特に，人間の体を用いた実演は暗黙知[41]として取り扱われてきたと考えられる．その経験的な知識を計算機によって処理し，発表練習者の実演を向上させることを実現している．これは暗黙知である経験知を計算機で処理できる形式知に変換することと，形式知を実演技能へと変換するための練習支援を改善したこととなり，知識科学的にも貢献している．

以下に，プレゼンテーション練習支援システム PRESENCE の評価実験とその発展を検討した研究成果についてまとめる．

（1） 音声フィードバックの支援効果＜4 章＞

音声フィードバックの効果をフィードバックがない場合と比較した．その結果，PRESENCE を用いた初心者の発表練習において，身体表現の「体の向き」，音声表現の「声の大きさ」を改善させることがわかった．

（2） 音声フィードバックと画像フィードバックとの比較＜5 章＞

プレゼンテーション練習支援システムの先行研究では音声フィードバックよりも画像フィードバックが検討されている．そこで，音声フィードバックを用いた場合と画像フィードバックを用いた場合とを比較した．その結果，音声フィードバックは画像フィードバックより支援効果が高く，かつ，印象も良いことがわかった．

（3） 第二言語を用いたプレゼンテーション練習＜6 章＞

第二言語（日本語）を用いたプレゼンテーション練習実験を行った．音声フィードバックと画像フィードバックを比較した結果，画像フィードバックは音声フィードバックより支援効果が良いことがわかった．この結果は母国語を用いた場合と逆の結果であり，第二言語を用いたプレゼンテーション練習は言語運用能力が影響して，画面を見ることの影響が大きいことが予想される．

（4） 第三者評価と PRESENCE ログデータとの関係＜7 章＞

プレゼンテーションの評価指標を検討するために，PRESENCE で記録されたログデータを用いたプレゼンテーションの評価指標を第三者評価と比較した．その結果，身体表現に関するジェスチャ率と第三者評価による全体印象，音声表現に関する発声率と第三者評価による全体印象との間に強い相関があることがわかった．

1.3 本論文の構成

本論文は 9 つの章から構成されており，それら各章の関連を図 1-2 に示す．

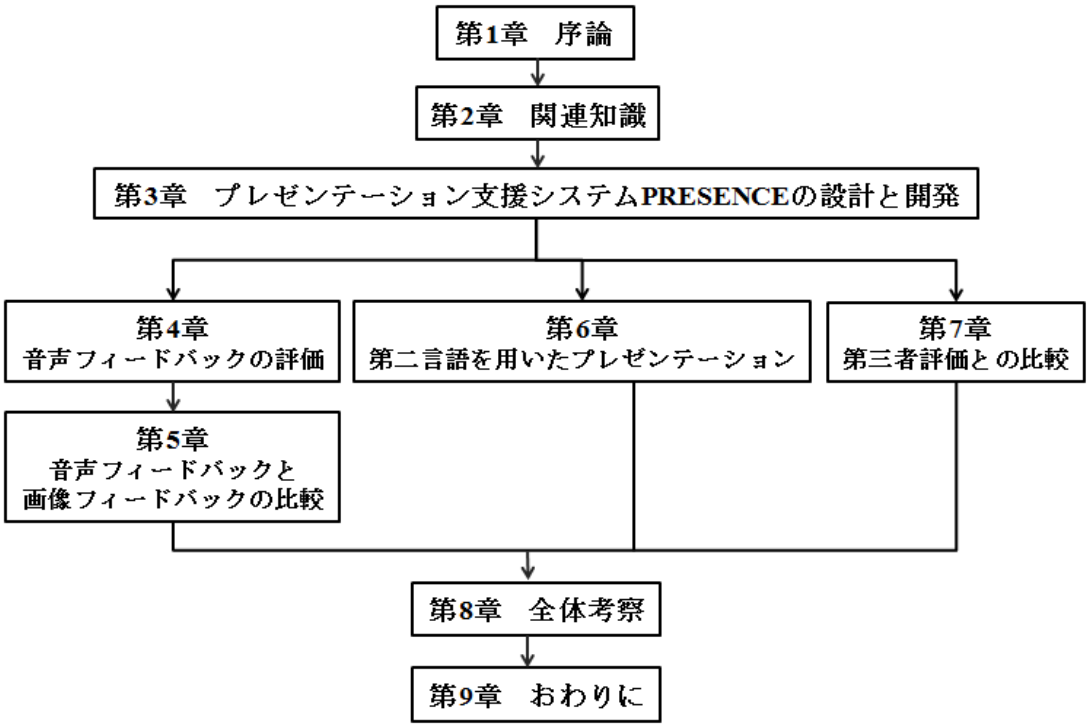


図 1-2 各章の関連

第 1 章では, 本研究の研究背景, 目的, 貢献と本論文の構成について述べる.

第 2 章はプレゼンテーションに関する関連知識について述べる.

第 3 章では，身体表現と音声表現を用いた実演練習を支援する PRESENCE の設計と開発内容について述べる．

第 4 章では, プレゼンテーション練習支援システムがもつ音声フィードバックの効果について述べる．

第 5 章では, プレゼンテーション練習支援システムがもつ音声フィードバックと画像フィードバックの効果を比較する．

第 6 章では, 第二言語を用いた場合の音声フィードバックと画像フィードバックの効果を比較する．その結果を，母国語を用いた第 5 章の結果と比較し，第二言語の使用がプレゼーテンション練習に及ぼす影響を考察する．

第 7 章では，第三者評価と PRESENCE が記録する各種データとの関係を調べ，PRESENCE によるプレゼンテーション評価の可能性について述べる．

第 8 章では研究全体を考察し，第 9 章では本論文をまとめ，今後の課題について述べる．

第 2 章

関連知識

2.1　緒言

本章では, プレゼンテーション支援システムについての関連知識について述べる．最初に，プレゼンテーション表現と評価項目について述べる．次に，プレゼンテーション教育への取り組みについて紹介する．そして，プレゼンテーション支援のための技術について, 情報処理技術を用いた支援を主として紹介する．その技術は，発表者に関わる支援，プレゼンテーション資料に関する支援，プレゼンテーションの評価に関する支援に分けて説明する．

2.2　プレゼンテーション表現と評価項目

プレゼンテーション支援を検討するために, その技術や経験を教えるためのテキストが参考にできる．既存のテキストをもとに，プレゼンテーションに必要な表現とその評価項目を整理したものが既に示した表 1-1 である．その表では，プレゼンテーション表現をシナリオ表現，スライド表現，身体表現，音声表現，質疑表現の 5 つにまとめている．

その中，身体表現と音声表現は発表者の実演技能が求められる表現である．そして実演技能は発表者自身が身につける必要があるため, その表現力を向上させるためには発表者の実演練習を支援することが重要である. 特にプレゼンテーションの初心者に対して, 発表練習中の表現を意識させることが重要と考えられる．そのためには，望ましくない身体表現と音声表現を反省して，改善

する能力が必要となる．なお質疑表現は事前準備だけでなく，実演技能も重要となる．

これら表現に該当する評価項目は，身体表現に対して，アイコンタクト，体の向き，ジェスチャ，顔の表情であり，音声表現に対して，声の大きさ，声の強弱，話すスピード，聞き取りやすさである．山下らはプレゼンテーションに関する書籍を調べ，言及が多いプレゼンテーション能力 4 つに対して，評価方法等を検討している．それら 4 つは「話し方」（声の大きさなど）と「動作」（アイコンタクト，ジェスチャや身振り・手振り）である[42]．本研究の評価項目におけるプレゼンテーションの実演表現である身体表現や音声表現では，この 4 つの能力を含む評価項目となっている．

身体表現の評価項目である「アイコンタクト」や「体の向き」に関わることとして，次のようなことが知られている．言語情報のみでは伝わりにくい相手の意図，心理状態，個性を読み取ったり，相手にそれらを伝えたりするために視線は使われる[43]．そのため，遠隔授業において，視線一致型のビデオ通信の教育効果と視線一致ができない従来型のビデオ通信と比較した研究があり，視線一致の効果が検討されている[44]．武川らは，テレビ会議におけるコミュニケーションを理解するための発話分析において，顔向きの情報を提案している[45]．「体の向き」には，ソーシャルコミュニケーションにおいて，興味を持つことを示す効果があることが知られている[46]．これら研究より，コミュニケーションにおいて「アイコンタクト」や「体の向き」が重要であることがわかる．

音声表現の評価項目として「声の大きさ」を基本とし，「声の強弱」，「話すスピード」，「聞き取りやすさ」を考えている．その中，音声表現としての

発話に注目して，発話スピード，発話の間，発話の強弱などに注目した研究が多く行われている[47-49]．その中，プレゼンテーションの基本として，発話がきちんと聞こえることが重要であるため，音声表現の評価項目として「声の大きさ」が基本技能として重要と考える．

身体表現に関わる表現として，人間の非言語表現を理解するための研究が進められてきている．例えば，アフェクティブコンピューティング（Affective Computing）[50]と呼ばれる計算機による感情処理技術が発展している．人間は相手と対話する場合，複数の感覚を用いて，表情，ジェスチャ，視線や体の動きなどの要素を総合的に解釈して，相手の感情を理解する．これらを計算機で処理・理解する方法が検討されてきている[51],[52]．心理学では，怒り，恐れ，悲しみという感情が心拍，指先体温，脳波，呼吸，血圧などの生体情報に影響するという結果が報告されている[53]．また，感情を込めた朗読は感情を込めない時と比べて，呼吸が深く，音量や音量変化が大きくなるという実験報告もある[54]．このように人間の感情表現と生体情報との関係に関する知見が蓄積されつつある．これらの情報はプレゼンテーションにおける非言語表現の測定に応用できる可能性がある．

なお身体表現は非言語表現と考えられるが，非言語表現であるジェスチャには国による違いがあることが知られている[27]．国際会議におけるプレゼンテーションは英語の使用が標準的であるが，英語圏の習慣に従う傾向がある．そのため，ジェスチャや音声の抑揚が控えめである東洋人（日本人や中国人）のプレゼンテーションは魅力的でないという指摘もある[55]．よって，身体表現の一部として，ジェスチャなどの非言語表現を身に付けることは，英語を用いた国際会議において魅力的なプレゼンテーションを行うために必要と考える．

2.3　プレゼンテーション教育への取り組み

プレゼンテーション技術は情報伝達ための社会技術として重要であり, 数多くのプレゼンテーション教育に対する取り組みがある．吉村らは OHP プロジェクタを利用したプレゼンテーションを高専の実験コースに導入する試みを行っている[56]．この試みの目的はプレゼンテーションを通して，学習内容の理解を促すためである．また Garner らは工学系学生を対象として，マルチメディア情報を利用するために，聴衆の認知負荷を減らし，理解を支援できるためのスライドをデザインする手法を教育している[57]．さらに Martin はチェックリストを用いる口頭発表に対する評価手法を用いることによって, 多くの教育コースで効果的に利用できる手法として提案している[58].

一方, 第二言語教育場面においてもプレゼンテーション教育は盛んに行われている．Sukitkanaporn らはタイの大学院生に有効的な英語プレゼンテーション表現技術を教えるコースを検討し，その効果を述べている[4]．Ono らは英語で理解できる技術プレゼンテーション能力を向上させるため, 非ネイティブスピーカ工学系大学院生を対象として講義と練習を組み合わせたコースを実施している [59]．また牧野は，第二言語としての英語を用いたプレゼンテーションにおける言語情報と非言語情報の総合的な活用能力の育成を目指したプレゼンテーション教育を検討している[60]．特に，学習者の自律的学習を支援することを重視した学習環境をデザインしている．そして，大学初年次の留学生を対象とした日本語学習教育において, わかりやすいプレゼンテーションのために，ストーリー構成，閲覧性の高いパワーポイントスライドを作ることを学習目標とする教育が行われている[61].

2.4　プレゼンテーション支援のための技術

プレゼンテーション支援のための技術は，（１）発表者に関わる支援として「実演に関する支援」，「入力インタフェースに関する支援」，「インタラクションに関する支援」，（２）プレゼンテーション資料に関わる支援として「発表内容に関する支援」，「データ活用に関する支援」，そして，（３）プレゼンテーション評価に関する支援とにわかれる（図 2-1）．

なお，プレゼンテーションツールとして PowerPoint が広く普及しており，事実上の標準技術である．しかしながら，Peng らによって，Web ベースのプレゼンテーションツールが実現されている[3]．将来的にはプレゼンテーション支援技術は Web に代表されるインターネット環境上を前提として，発展していくと考えられる．

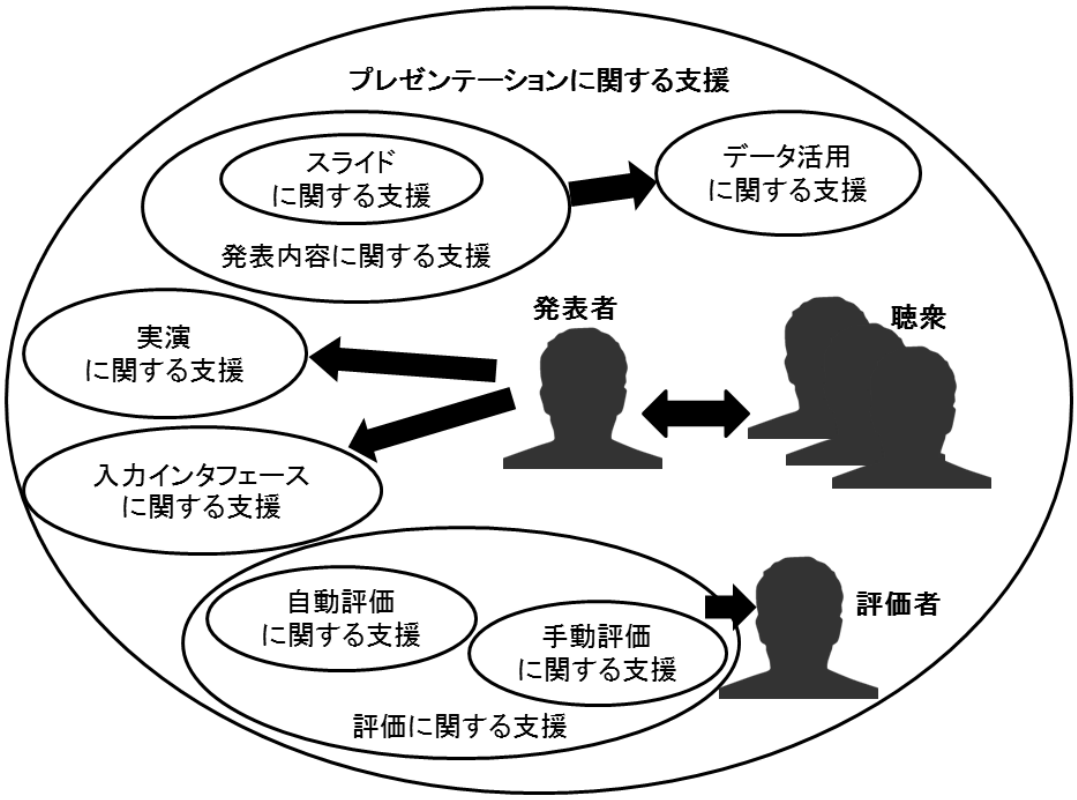


図 2-1　プレゼンテーション支援システム全体図

以下，（1）発表者に関わる支援，（2）プレゼンテーション資料に関わる支援，（3）プレゼンテーション評価に関する支援について順番に説明する．

（1）発表者に関わる支援

・実演に関する支援について

発表者の身体表現や音声表現などの実演練習を全般的に支援するものとして Kopf らのシステム[35]や栗原らのプレゼン先生[36][37]が知られている．Kopf らのシステムは共通の動きを検出することによるプレゼンテーションスキルのリアルタイム画像フィードバック機能を持っている．またシステムの機能として，1 分間の発話単語数や各パワーポイントスライドにかかる時間や切り替え時間などを記録する機能を持っている．プレゼン先生は発表練習者の望ましくない状態を実時間で指摘する画像フィードバック機能を備えている．望ましくない状態の評価手法はプレゼンテーションの教科書などに述べられた評価項目ごとに検討・実装されたものである．例えば，声の大きさといった評価項目に対しては声の大きさに対する知見を参考にした評価システムを実装している．プレゼン先生では身体表現として「聴衆とのアイコンタクトの度合い」や音声表現として「発表練習者の会話速度，声の強弱」を支援対象としている．そして，画像フィードバックとして道路標識に似たアイコンを使用し，「話速度をおとせ」，「原稿をみるな」，といった情報を提示している．しかしながら，これらシステムを用いた発表練習に対する影響・評価はインタビューやアンケートによって実施されるに留まり，実演そのものの測定値を用いた効果は統計的に示されていない．また視覚表示による支援の場合，発表者が聴衆を向いている状態における表示位置が課題となる．

プレゼンテーションの実演においては時間管理も重要となる. そのため振動フィードバックによって発表者の発表時間を伝えるシステム HaNS が Tam らによって報告されており，その効果が示されている[38]．しかし，振動による指示のみで, 複数の評価項目をもつ身体表現や音声表現に応用することは未知数である. また Kojiri らは発表練習者の音声表現を支援するシステムを提案している[62]．発表者のイントネーションやポーズ(Pause)などによる音声の強調表現とスライド内容における強調すべき部分との関係をシステムが分析し, 音声表現が強調すべき内容で使用されているか診断し, その改善を指摘する機能を備えている．なお，その評価は数名の利用者による印象評価にとどまっており，実際の音声表現が定量的に改善されているかは明らかにされていない.

その他に, 慣性計測装置を用いてプレゼンテーション実演中の発表者の頭部角度を検出するシステムが Sessa らによって検討されている[63]．その研究目的は発表者の実演中へのリアルタイムフィードバックの実現であるが, 実演練習支援を実現する以前の要素技術の研究で留まっている.

・入力インタフェースに関する支援

プレゼンテーション支援における入力インタフェースに関する支援は従来の入力インタフェースであるキーボードやマウスでないインタフェースを実現する試みが主として実現されている．ジェスチャや，それに準ずる手の動きを利用できるため, より自然なプレゼンテーションを行えるようになる可能性がある.

例えば，永作らは，発表者の身体動作による簡単なジェスチャを認識できるデバイスを用いたプレゼンテーション操作機能を実現している[64]. また Chen らは, センサを備えたコントローラを手で動かすことによってパワーポイント

スライドを切り替えることができるシステム SlideShow を実現している[65]. そして栗原らは，キーボードやマウスに慣れていない初心者を対象として，電子ペンのみで, スライド操作やスライド編集を行えるプレゼンテーションツール「ことだま」を開発し，教育現場へ応用している[66].

・インタラクションに関する支援

インタラクションに関する支援の研究は，発表者だけでなく，その聴衆を巻き込んだ対人的な支援が検討されている．He らは遠隔教育システムにおけるプレゼンテーションが一方的な伝達にならないようにするために, 聴衆とのインタラクションを考慮したシステムを提案している[2]．なお無線 LAN 環境において, 複数の計算機を対象としたプレゼンテーション資料のデータ転送を保証するためにマルチキャスト通信を利用したプレゼンテーション用プロトコルの研究も行われている[67].

聴衆の意見を考慮した支援として，次のようなものがある．井上らは既存のプレゼンテーション支援システムと聴衆が意見を投稿するためのウェブアプリケーションの連携により，双方向プレゼンテーションを行って，ユーザの負担を削減する方法を提案している[68]. Niwa らはプレゼンテーション中の双方向コミュニケーションによってプレゼンテーションを向上させるためのシステムを開発している[69]．システムは PowerPoint と Web アプリケーションを組み合わせることによって実現されている. リアルタイムアンケート機能を通して聴衆の意見が収集され, そして, 集計結果が即座にスライドに表示される. この仕組みによって, 発表者がプレゼンテーションに関する意見を把握するために役立つとしている．一方，発表者によるプレゼンテーションと並行して，聴衆がチャットなどを用いて意見交換できるようにする取り組みがある. その

ような環境では，発表者はチャットに注意を払い続けることは困難であり，発表者が重要だと思うチャット発言を議論に取り上げることも難しい．そこで，小林らは発表者がプレゼンテーション中や質疑応答中に，チャットから口頭対面会話での話題に対して返信できるクロスチャネル返信という仕組みを提案している[70].

また聴衆の注意や雰囲気を考慮した支援が検討されている．亀和田らは聴衆の注意の移り変わり状況を取得し，発表者に提示するツールを提案している[71]．嶋本らは聴衆の笑いを誘発することを目的として，発表中に意図的に笑い声の音声を再生して，聴衆の笑いを誘発し，プレゼンテーションを盛り上げるシステムを提案している[72]．この研究では，発表者の気分向上やモチベーション維持によって，聴衆のプレゼンテーションへの注目度を高める効果を狙っている．

さらに聴衆とのインタラクション機能を揃えたプレゼンテーション用ロボットに対する研究がある．衛らは博物館などでの案内を目的とするロボットを研究対象として，カメラを介して聴衆を観察しながら，聴衆の状態に応じて反応する研究が行われている[73]．この研究の目的は人間が行うような効果的なプレゼンテーションをロボットにさせることである．

（2）プレゼンテーション資料に関わる支援

プレゼンテーション資料に関わる支援を「発表内容に関する支援」，「データ活用に関する支援」に分けて紹介する．

・発表内容に関する支援

発表内容であるプレゼンテーション資料に関する研究があり, スライドに関する様々な支援が検討されてきている．安村ら[74]や宮本ら[75]は論文資料からプレゼンテーション資料を支援する研究に取り組んでいる．その研究では, LATEX 原稿からプレゼンテーション資料であるスライドを自動生成することが行われている．また，聴衆とのインタラクションを促すために，スライドの操作方法や視覚効果を考慮した資料作成を支援する研究がある[76],[77].

一方，プレゼンテーション中のスライド利用を支援するために，前後のスライドを提示するシステムに関する研究[78]やプレゼンテーションモード状態であっても，スライド内容をその場で編集できるシステムが提案されている[79].

・データ活用に関する支援

プレゼンテーションに関するデータを活用する取り組みとして次のようなものがある. 武部らは e-Learning 講義動画の各フレームとプレゼンテーション資料のスライドを同期付けて記録し，後から参照できる方法を提案している[1]．また坂本らは，講義用プレゼンテーションスライドの内容理解を促す研究を行っている[80]．この研究では，講義用プレゼンテーションスライドを欠席した人が講義の後で復習したい場合, そのままでは理解できないことが多いため，話題ごとに講義スライドをセグメント化する手法を提案している．また分割した情報を利用し, 複数の講義を比較するような応用について考察している.

プレゼンテーションのスライドデータを知識資源として再利用するために，スライドデータのレイアウトや視覚情報など人間の理解を促すための有意な構造情報を利用する必要がある．しかし，プレゼンテーションのスライドデー

タ中に，明確に定義されていないため，計算機で自動的に扱うことが難しい．羽山らはプレゼンテーションスライド上に用いられたオブジェクトをいずれかの属性にまとめ，木構造へ組み上げる構造化手法を提案している[81]．北山らはプレゼンテーションコンテンツにおけるプレゼンテーションシーンの間の構造的な特徴を分析し，意味的関係を抽出する手法について提案している[82]．この研究ではプレゼンテーションを録画したビデオとプレゼンテーション用パワーポイントスライドを用いて, 発表者の発話内容の時刻が付与されたテキスト情報に基づきシーン間の関係を抽出している．また Swaminathan らは提示されたプレゼンテーションスライドからのテキスト文を利用し, 会話や講義ビデオの自動生成されたプレゼンテーションのトランスクリプトを修正する手法を提案している[83].

（3）プレゼンテーションの評価に関する支援

プレゼンテーションの評価支援として, プレゼンテーションスキルとプレゼンテーションの分かりやすさの関係, プレゼンテーションに対する聴衆の評価データを習得する方法が山下らによって開発されている[84],[85]．発表練習の記録に対する事後評価を複数の参加者で行えるため, 協調学習支援システムとしての効果も期待されている.

教育の場面では，自己反省を促す手段として，ビデオを見ながら，評価する方法が行われる[86]. プレゼンテーション評価は, 人手での評価が多数であり, プレゼンテーション実演の現場やビデオを見ながら，チェックリスト（アプリケーション型の評価を含む）を利用して，評価する方法がある[58],[87-89]．また，藤原らは，教育評価の研究で，相互に学習コミュニティメンバー間で評価する方法を検討している[90]．同じグループにいる学習者が相互評価すると,

評価が甘くなる傾向がある．そのような評価を避けるために，同じグループにいる学習者同士が相互評価する状態を避けることができる評価支援ツールを開発している．そして，複数のグループから構成される学習者コミュニティにおける実験を通して，その効果を防げる可能性を示している．

プレゼンテーションを定量的に評価することを目的として，プレゼンテーション・コーパスを作成する取り組みがあり，画像センサや音声センサにより取得されたデータが使用されている[91]．Chen らは，プレゼンテーションデータのコーパスにあるプレゼンテーションごとに人手による全体印象を点数付けし，機械学習の手法である SVM（サポートベクターマシン）を用いて評価モデルを構築している[92]．しかし，SVM による評価値と人手による評価との相関関係を求めているが，マルチモーダルデータを用いた SVM の予測値と全体スコアとの相関は 0.447 であり，発表評価の予測性能は不十分である．その他，福島らはインターネット上の大量データを用いたプレゼンテーション動画に対する聴衆が抱く印象の予測モデルが作られている．プレゼンテーション動画の内容や音声などから抽出した各特徴量の精度を比較している[93]．そのモデルは発表者の音声情報と，音声を文字化したテキストデータを用いており，人の表情やジェスチャといった身体表現は考慮していない段階である．

Gan らは KINECT センサや Google Glass など，複数のウェアラブルセンサを用いて，ユーザの状態を記録し，そのデータをもとにプレゼンテーションを評価することを試みている[94]．この研究では，マルチメディア記録を閲覧することによって，ユーザ評価が行える．プレゼンテーションの評価は専門家や経験者による手作業による分析が必要であるが，その分析を定量的に行うためのフレームワークが提案されており，話すスピードや頻度，体の動作やジェスチャの割合などが数値化して示すシステムが実現されている．しかしながら，現

段階のシステム評価はユーザからのアンケート調査であるとともに, それを用いたユーザ評価の妥当性については確認されていない.

その他として，栗原らはプレゼンテーション資料のテキスト情報に対して，そのプレゼンテーション用スライド中の基礎的な項目であるテキストの分量，フォントサイズ，前景色，背景の色合いを定量的に評価する SlideChecker という自動評価システムを提案している[95].

2.5 結言

本章では，プレゼンテーションに関連する研究をまとめた．そして，プレゼンテーションに関する表現, プレゼンテーション教育に対する取り組み, 及び, プレゼンテーション支援に関する研究について述べた.

第 3 章

プレゼンテーション支援システム PRESENCE の設計と開発

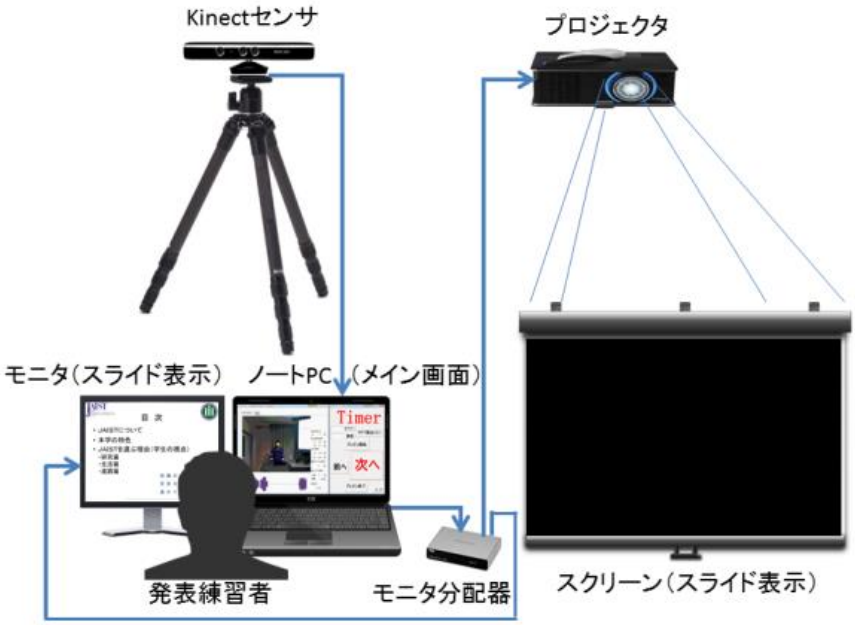
3.1　緒言

本章では，プレゼンテーション支援システム PRESENCE の設計と開発について述べる．

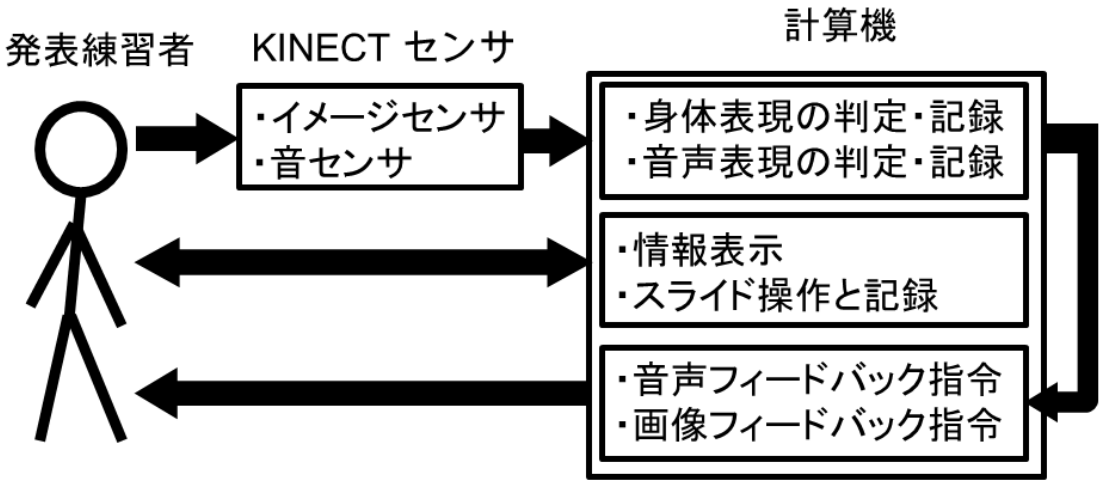
3.2　システム概要

プレゼンテーション練習支援システム PRESENCE の概要について述べる．システムは，プレゼンテーション表現の基礎である身体表現の評価項目「アイコンタクト」と「体の向き（体の左右方向）」，音声表現の評価項目「声の大きさ」を支援対象としている．なお「アイコンタクト」については直接支援しているわけではなく，「顔の向き（顔の上下方向）」について支援している．システム構成を図 3-1 に示す．

プレゼンテーション支援システムにおいて実演練習を支援するシステムについて 2.3 で紹介したが，発表者の身体表現を理解するために，発表者の身体に接触型センサをつける場合と接触型センサをつけない場合とにわかれる．本研究では，発表練習者の身体表現と音声表現への影響が少なくなるように，発表者にセンサを付ける必要がない Microsoft 社の KINECT[96-99]を利用し，PRESENCE を設計，開発した．



(a) ハードウェア構成



(b) システム PRESENCE の構成

図 3-1 システム構成

システムのハードウェア構成は図 3-1(a)に示す通りである．発表練習者が参照するメイン画面をノート PC に，スライド内容をモニタとスクリーンに表示する（図 3-1(a)）．スライド内容の表示はノート PC の VGA 出力をモニタ分配器 VGA-SP2（SANWA サプライ）に入力し，ノート PC の左横に設置したモニタ及び液晶プロジェクタ EMP-1710(EPSON 社)を介してスクリーンに表示して

いる．発表練習者の画像・音声を取得するために KINECT センサ（図 3-2 Microsoft 社）を使用している．発表練習に音声指示を与える音声フィードバックには Bluetooth イヤホンを使用している（図 3-3）．

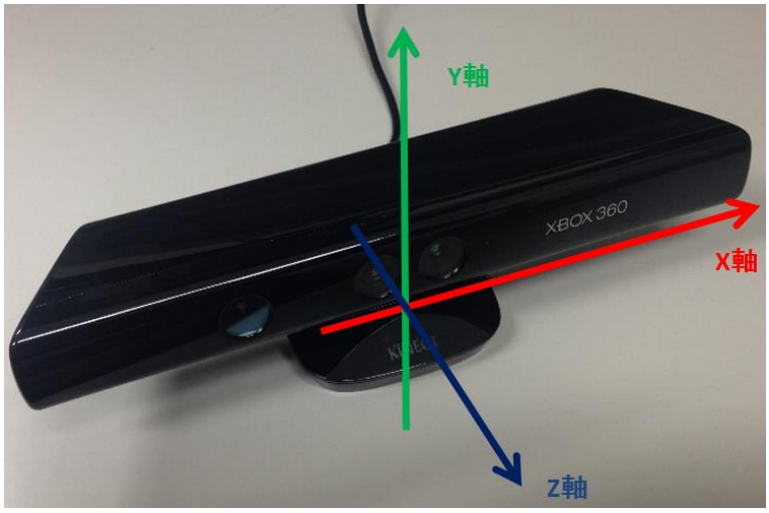


図 3-2　KINECT センサ

図 3-3　Bluetooth イヤホンとドングルセット

システムのソフトウェアは，KINECT センサから取得されたデータから身体表現と音声表現を判定・記録する部分，情報提示およびスライド操作・記録を支援する部分，そして，音声フィードバックと画像フィードバック部分とにわけられる（図 3-1(b)）．システム開発環境を表 3-1 に示す．オペレーティングシステム(OS)は Windows7 Professional（Microsoft 社），開発ツールは Visual

Studio2012（Microsoft 社）を用いた．GUI 開発ライブラリとして，Windows フォームと WPF(Windows Presentation Foundation)の両方を使用した（スライド制御の部分は Windows フォーム, 身体表現と音声表現の部分は WPF を使用した）. 開発言語には C#を用いた．利用した Kinect は V1 世代であり，Kinect for Windows SDK v1.8[100]と Kinect for Windows Developer Toolkit v1.8[101]を使用した．以降，3.3 に基本機能，3.4 に記録機能，3.5 にフィードバック機能を説明する.

表 3-1　システム開発環境

項　目	説　明
オペレーティングシステム	Windows 7 Professional
GUI 開発ライブラリ	WPF，Windows フォーム
開発言語	C#
開発ツール	Visual Studio 2012
Kinect	V1 世代
Kinect for Windows SDK	V1.8
Kinect for Windows Developer Toolkit	V1.8

3.3　基本機能

基本機能はシステムによる情報表示を行う部分とスライドの操作･記録を行う部分である．図 3-4(a)左側のシステム表示ウィンドウでは，KINECT センサから得た発表練習者の画像およびノード表示，音声の波形，それら数値データを基本データとして表示している．身体表現に関するデータは顔の向き（顔の上下方向）の角度（特に，下向きの角度は俯角とも呼ぶ），体の向きの角度，身体ノードの 3D 座標をデータとして取得している．また音声に関するデータは音量の大きさをデータとして取得している．一方，発表者の身長を考慮した設定が必要であるため, 発表者の身体角度に対するキャリブレーション機能を

実装している（3.5.1 参照）．図 3-4(b)は発表練習者の身体角度を設定するための設定画面である．

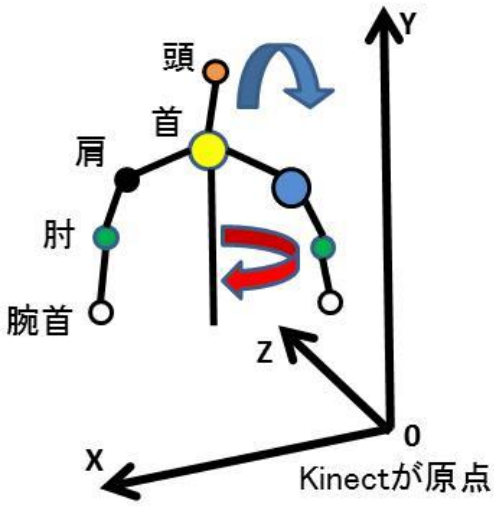
(a)　システムメイン画面

(b)　システム設定画面

図 3-4　システムメイン画面

発表練習者の画像においては KINECT センサから送られてきた発表者の骨格モデルの上半身部分（図 3-5(a)）にあるノード部分を色付きの円で表示している（図 3-5(b)）．頭と首に対応するノード，左右の「手首，肘，肩」に対応するノードの三次元座標値を時系列で取得している．座標軸は図 3-5(a)に示す

通りであり，KINECT センサが原点となっている．なお発表練習者が下向きの場合は首のノードを黄色の大きな円で表示する．肩が下がっている場合，対応する肩のノードが青色の円で大きく表示される．



(a) 上半身の骨格モデル

(b)ノードの表示

図 3-5　骨格モデルとノード表示

また図3-4右側のスライド操作を用いて発表スライドを操作できる．その際，操作時間と画面表示されたスライド番号を記録している．また発表練習者のスライド操作は，「前に戻る」，「次に進める」の 2 種類であり，マウス操作または矢印キー操作を用いて行える．

3.4　記録機能

3.4.1 キャリブレーション機能

発表者の身長などの体格は違うため，身体表現における状態（3.5.1 参照)を判定するための角度は異なる．そこで，発表者の身体表現における状態判定の

ための角度を閾値として設定し，キャリブレーションを行う（図 3-4(b)）．図 3-6 に，ある発表練習者の閾値のログデータを示す．

```
前方を見る設定：2度,
スクリーンを見る設定：3度,
聴衆を見る設定：5度,
パソコンを見る設定：13度,
```

図 3-6　身体表現に関する閾値データのログデータ

3.4.2 音声表現における記録機能

音声表現に関連するデータとして発表者の音量を記録している．図 3-7 に示すように，システムは時間と一緒に音量を記録している．なお，KINECT センサから取得された音量データは 16bits で表現されているが，0～1 までの値に変換して，記録している．

```
2016/03/31 15:41:13:468  0.432
2016/03/31 15:41:13:469  0.390
2016/03/31 15:41:13:471  0.467
2016/03/31 15:41:13:472  0.463
2016/03/31 15:41:13:484  0.458
2016/03/31 15:41:13:531  0.502
2016/03/31 15:41:13:533  0.549
2016/03/31 15:41:13:534  0.566
2016/03/31 15:41:13:535  0.575
2016/03/31 15:41:13:536  0.608
2016/03/31 15:41:13:538  0.622
2016/03/31 15:41:13:551  0.634
2016/03/31 15:41:13:553  0.644
2016/03/31 15:41:13:579  0.635
2016/03/31 15:41:13:603  0.652
2016/03/31 15:41:13:604  0.666
2016/03/31 15:41:13:605  0.661
2016/03/31 15:41:13:608  0.648
```

図 3-7　音声表現に関するログデータ

3.4.3 アイコンタクトと身体角度

発表者は聴衆に対する興味を示すために聴衆に体を向けるとともに，アイコンタクトを利用することが期待される．また体の姿勢はまっすぐ立つとよいと

される．したがって，システムは発表者の身体角度を記録する（図3-8）．図3-9に頭と肩などのノードの認識を示す．発表者はパソコンを見る場合，頭のノードは小さく，首のノードは大きく表示される．発表者は聴衆を見る場合，頭のノードは大きく，首のノードは小さく表示される．発表者の肩は下がる場合，下がる側のノードは大きく表示される．

11:36:09:826	bangle	8
11:36:09:852	bangle	8
11:36:09:881	bangle	7
11:36:09:906	bangle	8
11:36:09:938	bangle	7
11:36:09:975	bangle	5
11:36:10:2	bangle	5
11:36:10:38	bangle	7
11:36:10:68	bangle	3
11:36:10:103	bangle	8
11:36:10:136	bangle	7
11:36:10:170	bangle	7
11:36:10:201	bangle	7
11:36:10:244	bangle	7
11:36:10:273	bangle	7
11:36:10:305	bangle	8
11:36:10:339	bangle	8

(a)　体向きの角度ログデータ

11:37:53:191	degree	83
11:37:53:216	degree	83
11:37:53:254	degree	83
11:37:53:273	degree	83
11:37:53:305	degree	83
11:37:53:344	degree	83
11:37:53:376	degree	83
11:37:53:406	degree	83
11:37:53:450	degree	83
11:37:53:479	degree	83
11:37:53:512	degree	83
11:37:53:545	degree	83
11:37:53:582	degree	83
11:37:53:615	degree	83
11:37:53:645	degree	83
11:37:53:677	degree	83
11:37:53:717	degree	84

(b)　頭部角度ログデータ

図 3-8　身体角度に関するログデータ

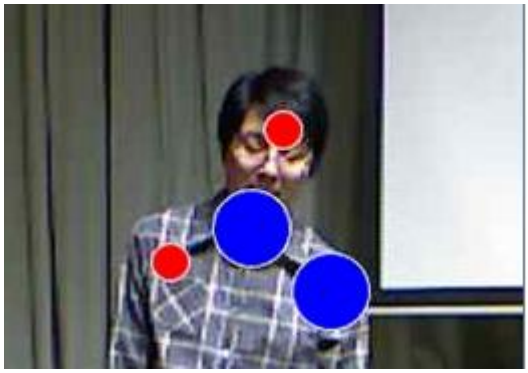


図 3-9　頭と肩の認識

3.4.4 ジェスチャパターン

ジェスチャは身振り手振りなどの動作によって，情報を伝えるための身体表現である．図 3-10 は左腕の例であるが，腕ごとに 4 つのジェスチャパターンを検出する．

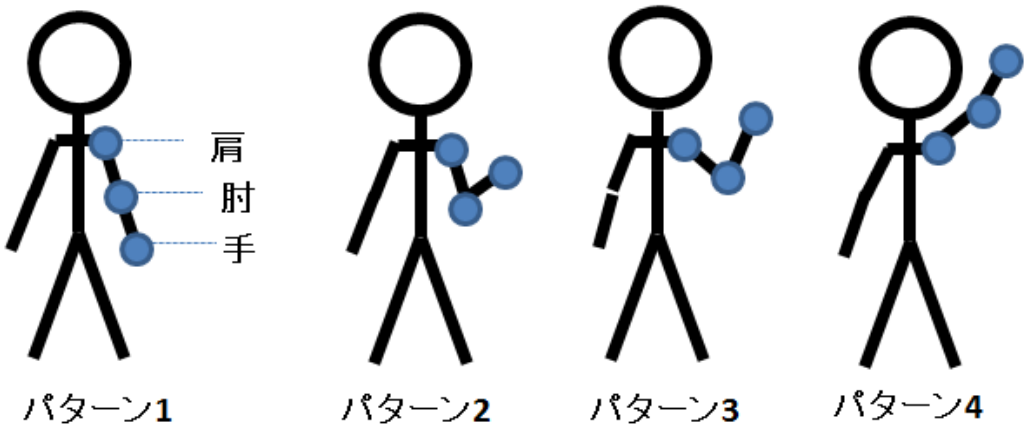


図 3-10　左腕の 4 つのジェスチャパターン

以下は片腕の 4 パターンの定義である．

・パターン1：肩と肘の縦軸の座標は手の座標より高い．肩の縦軸の座標は肘の座標より高い．

・パターン2：肩と手の縦軸の座標は肘の座標より高い．肩の縦軸の座標は手の座標より高い．

・パターン3：肩と手の縦軸の座標は肘の座標より高い．手の縦軸の座標は肩の座標より高い．

・パターン 4：肘と手の縦軸の座標は肩の座標より高い．手の縦軸の座標は肘の座標より高い．

したがって，右腕のパターンと左腕を組み合わせて，合計 16 のジェスチャパターンを検出することが可能である．図 3-11 は両腕のジェスチャパターンのログデータである．

```
16:52:36:41,左,パターン,1,右,パターン,2
16:52:36:69,左,パターン,1,右,パターン,3
16:52:36:136,左,パターン,1,右,パターン,1
16:52:36:145,左,パターン,1,右,パターン,1
16:52:36:170,左,パターン,1,右,パターン,1
16:52:36:206,左,パターン,1,右,パターン,1
16:52:36:239,左,パターン,1,右,パターン,1
16:52:36:272,左,パターン,1,右,パターン,1
16:52:36:306,左,パターン,1,右,パターン,1
16:52:36:359,左,パターン,1,右,パターン,2
16:52:36:384,左,パターン,1,右,パターン,2
16:52:36:428,左,パターン,1,右,パターン,3
16:52:36:478,左,パターン,1,右,パターン,3
16:52:36:504,左,パターン,1,右,パターン,3
16:52:36:540,左,パターン,1,右,パターン,3
16:52:36:571,左,パターン,1,右,パターン,3
16:52:36:600,左,パターン,1,右,パターン,3
16:52:36:640,左,パターン,1,右,パターン,3
16:52:36:668,左,パターン,1,右,パターン,3
16:52:36:699,左,パターン,1,右,パターン,3
16:52:36:738,左,パターン,1,右,パターン,3
```

図 3-11　両腕のジェスチャパターンのログデータ

3.4.5 システム操作による記録機能

システムはスライドを切り替える時間をログデータとして記録する. 図 3-12 に示すように，操作の時間とスライド番号を記録している.

```
11:35:47.007    slide   1
11:35:50.003    slide   2
11:36:14.006    slide   3
11:36:54.003    slide   4
11:37:37.007    slide   5
11:38:23.006    slide   6
11:38:58.004    slide   7
11:39:26.006    slide   8
11:39:31.009    slide   8
```

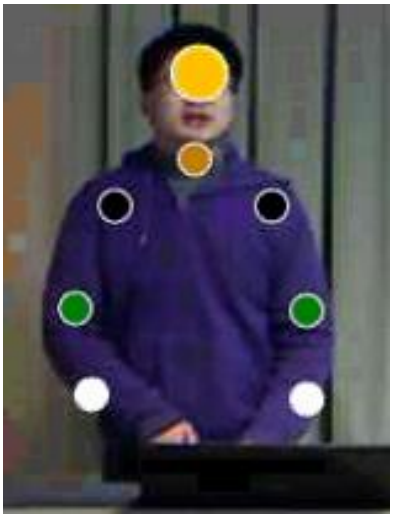
図 3-12　スライドに関するログデータ

3.5　フィードバック機能

発表練習者の望ましくない状態を判定し，その状態を改善するための指示を発表者にフィードバックする機能である．次に，音声フィードバック機能と画像フィードバック機能について述べる．

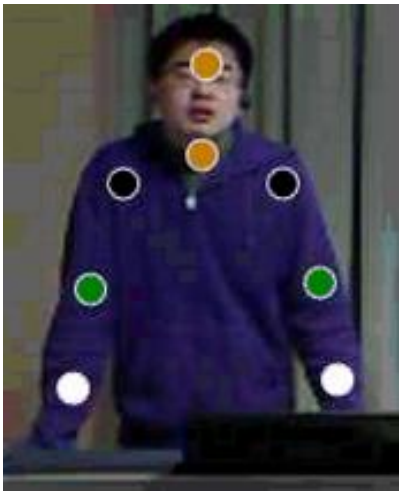
3.5.1　身体表現の状態判定について

身体表現を判定する状態として，「顔の向き（顔の上下方向）」に対して望ましい状態「聴衆を見る」と望ましくない状態「パソコンを見る」，「体の向き（体の左右方向）」に対して望ましい状態「前方を向く」と望ましくない状態「スクリーンを向く」を設定する（3.5.1 参照）．これら 4 つの状態は発表練習者の身長や立つ位置によって変動する．そこで，発表練習を実施する前に「顔の向き（顔の上下方向）」に対する閾値角度として α_1，α_2，「体の向き（体の左右方向）」に対する閾値角度 β_1，β_2 をシステム使用前に測定して使用する．その閾値角度の測定場面を図 3-13 に示す．また，表 3-2 に発表練習者の身体表現状態と閾値角度との関係をまとめる．

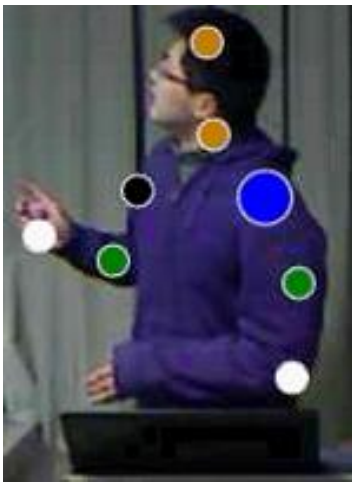


a) 聴衆を見る

(b) パソコンを見る



(c) 前方を向く

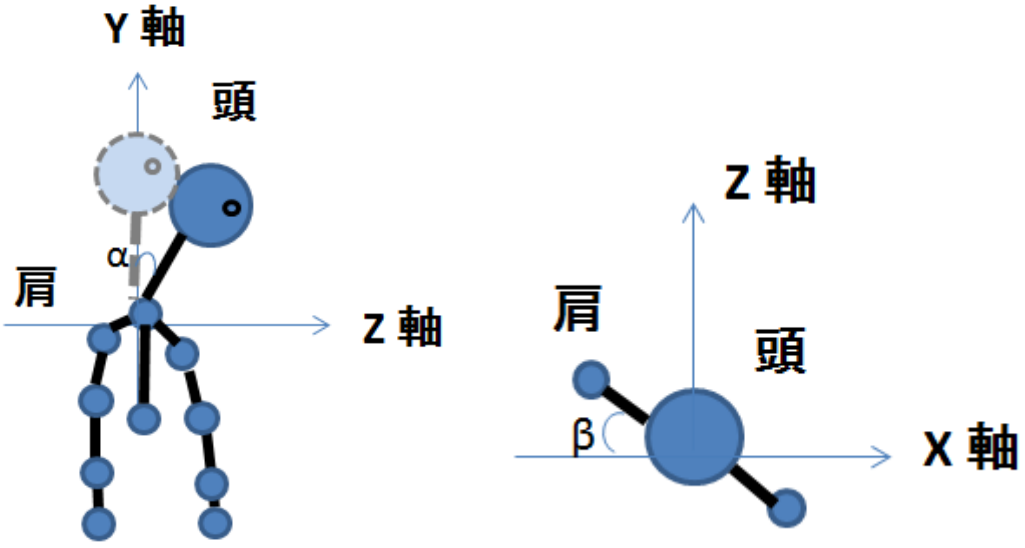


(d) スクリーンを向く

図 3-13　閾値角度の測定場面

表 3-2　身体状態と身体角度の閾値

身体状態	閾値角度	閾値角度と角度	関連図
聴衆を見る	α_1	$\alpha < \alpha_1$	図 3-13(a)
パソコンを見る	α_2	$\alpha_2 < \alpha$	図 3-13(b)
前方を向く	β_1	$\beta < \beta_1$	図 3-13(c)
スクリーンを向く	β_2	$\beta_2 < \beta$	図 3-13(d)



(a) 顔の向き（顔の上下方向）の角度　　(b) 体の向き（体の左右方向）の角度

図 3-14　身体角度と座標軸

初めに，「顔の向き（顔の上下方向）」に対する閾値角度の測定方法について述べる．顔の俯角 α は図 3-14 に示すように，ノード首からノード頭に向かうベクトルと Y 軸の正の向きにあるベクトルの内角である．前を向いている状態は 0 度に近づいていく,下向きになるほど 90 度に近づく．「聴衆を見る」状態の閾値角度 α_1 は，発表練習が発表者の前方の壁に設置されたマークを見る場合の角度とした（図 3-13(a)参照）．この際，マークは発表練習の立ち位置から KINECT センサに向かう水平方向の壁に，KINECT センサと同じ高さ 1.6m に設置した．この角度 α_1 より顔の向きの角度 α が小さい場合，「聴衆を見る」状態と判定する．「パソコンを見る」場合の閾値角度 α_2 は，発表練習者がレクチャ卓に置いているパソコンモニタを見る状態の角度とした（図 3-13(b)参照）．顔の俯角 α が閾値角度 α_2 より大きい場合，「パソコンを見る」状態と判定する．

次に，「体の向き（体の左右方向）」に対する閾値角度の測定方法について述べる．体の向きの角度 β は図 3-14 において，Z 軸の方向を 0 度，Y 軸を回転軸として，右回転方向を正の角度としている．両肩のノード座標値を用いて体向きの角度値を取得している．スクリーンが右側に配置されているため，体がスクリーン側に向くほど 90 度方向に変化する．「前方を向く」状態の閾値角度 β_1 は発表練習者の体が前に向いている状態の角度とした（図 3-13(c)参照）．この角度 β_1 より体の向きの角度 β が小さい場合，「前方を向く」状態と判定する．「スクリーンを向く」状態の閾値角度 β_2 は発表練習者がスクリーンを向いて発表している状態の角度とした（図 3-13(d)参照）．この角度 β_2 より体の向きの角度 β 大きい場合，スクリーンを向いている状態と判定する．

3.5.2　音声表現の状態判定について

音声表現「声の大きさ」において望ましくない状態として声が大きくない状態を判定することにした．1m 離れた話者による会話音声の等価騒音レベルは音圧レベルが 56dB であることが知られている[102]．そこで，この値より小さい 55dB に対応する KINECT センサの音量値より大きくない場合，「声の大きさ」として望ましくない状態とした．KINECT センサから取得された 16bits の音声データは，0～1 までの音量値に変換され，音圧レベル 55dB に相当する値は次に述べる測定実験から求められた回帰式より 0.70 である．よって，KINECT センサの音量値が 0.70 より小さい状態は「声の大きさ」が望ましくない状態とした．

測定実験では，デジタル騒音計(サンコー社，品番 RAMA11008)を用いて，音量値と音圧レベル(dB)との関係を回帰分析により求めた．音声データとしてマイクテストによく使用する文言「マイクのテストです．本日は晴天なり」を作成し，そのデータを環境騒音（システム使用環境では 40dB 程度）より大き

い音量範囲で 8 段階分（45dB, 50dB, 55dB, 60dB, 65dB, 70dB, 75dB, 80dB）使用した．各段階においてパソコンと外部スピーカで調整した音量を作成し，5 回ずつ再生し，KINECT センサによる音量値 40 個分を得た．そして，各段階において平均値より離れたサンプル 2 個を削り，合計 24 個のデータによって，回帰式を求めた. その結果,「音量値」=0.0112*「音圧レベル」+0.0838(R^2=0.949), 重相関係数は 0.974 であり，有意であった($p<.01$)．この式より，音圧レベル 55 のときの音量値は 0.70 と求めた.

3.5.3　音声フィードバック機能

音声フィードバックは Bluetooth イヤホンを介して発表練習者に与えられる. なお，この音声フィードバックの発生はログデータに記録され，発表者の練習状態との関係解析に使用される. 記録されるデータは発生時刻とフィードバック命令の種類である．フィードバック対象として状態判定を行う表現は，身体表現「顔の向き（顔の上下方向）」，「体の向き（体の左右方向）」，音声表現「声の大きさ」である．望ましくない状態をシステムが累積 30 秒以上検知した場合, 音声フィードバックあるいは画像フィードバックを発表練習者に与える.

本研究ではフィードバック機能の効果を, 母国語を用いた場合と第二言語を用いた場合について，中国人初心者を中心に実験評価する．そのため，以下に述べるように，中国語の音声フィードバック（母国語），日本語の音声フィードバック（第二言語）を実装した.

中国語バージョンについて述べる.「顔の上下方向」については中国語で“画面前方”（日本語で“前を見る”という意味）と話した音声ファイル，「体の左右方向」については中国語で“朝向前方”（日本語で“前方を向く”という意味）

と話した音声ファイル，「声の大きさ」については中国語で“大声一点”（日本語で“大きい声にしなさい”という意味）と話した音声ファイルが用意されている. 望ましくない状態に対応した音声ファイルがフィードバック時に再生される．いずれの音声ファイルも再生時間は 1 秒である．よって，音声フィードバック時間は 1 秒である.

日本語バージョンについて述べる. 身体表現「顔の向き（顔の上下方向）」，「体の向き（体の左右方向）」において，望ましくない状態を判定した場合，“前へ”という音声を記録した再生時間 0.5 秒の音声ファイル「前へ」が再生される．音声表現「声の大きさ」において，望ましくない状態を判定した場合，“大きい声で”という音声を記録した再生時間 1.0 秒の音声ファイル「大きい声」が再生される.

3.5.4　画像フィードバック機能

画像フィードバックはポップアップ・ウィンドウを用いてシステム画面ウィンドウ上に数秒間表示される．なお，この画像フィードバックの発生はログデータに記録され，発表者の練習状態との関係解析に使用される．記録されるデータは発生時刻とフィードバック命令の種類である. フィードバック対象として状態判定を行う表現は，3.5.3 音声フィードバック機能の場合と同じである．また音声フィードバック機能と同様に, 中国語の画像フィードバック（母国語），日本語の画像フィードバック（第二言語）を実装した.

中国語バージョンについて述べる．図 3-15 に示す中国語の画像がシステム画面ウィンドウ上にポップアップ・ウィンドウを用いて 1 秒間表示される.「顔の上下方向」に対して図 3-15 (a),「体の左右方向」に対して画像（図 3-15(b)），「声の大きさ」に対して画像（図 3-15(c)）が用いられ，それぞれの画像に書

かれた文字は音声フィードバックと同じ中国語で書かれている．また，各画像の右側にはアイコンも表示している．

(a) 顔の上下方向“前を見る”

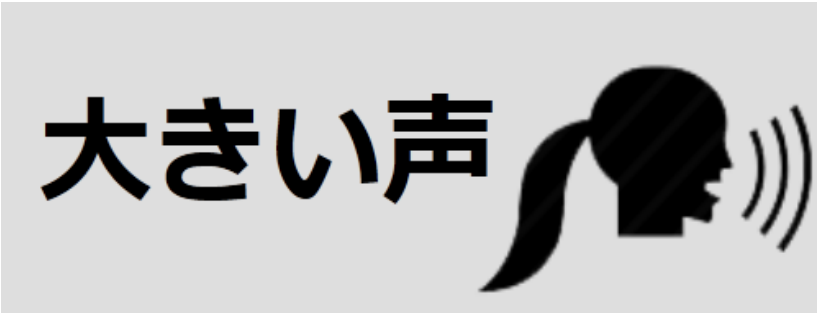
(b) 体の左右方向“前方を向く”

(c) 声の大きさ“大きい声にしなさい”

図 3-15 中国語画像フィードバック

日本語バージョンについて述べる．日本語画像フィードバックはポップアップ・ウィンドウを用いてシステム画面ウィンドウ上に 3 秒間表示される．図 3-16 の例では，「前へ」の指令が表示されている．

(a)　画像フィードバック「前へ」



(b)　画像フィードバック「大きい声」

図 3-16　日本語画像フィードバック

3.6　結言

本章では，プレゼンテーション支援システム PRESENCE の設計と開発について述べた．具体的に，システム操作や画面表示などの基本機能，プレゼンテーション練習者の音量，身体角度，ジェスチャパターン，システム操作を記録する機能，及び，音声フィードバック機能と画像フィードバック機能について述べた．

第 4 章

音声フィードバックの評価

4.1　緒言

本章では, 音声フィードバックの効果を明らかにするための評価実験とその結果について述べる.

4.2　実験目的

プレゼンテーション練習支援システム PRESENCE の音声フィードバック機能の支援効果を評価するため，フィードバック発生前後，実験参加者の身体表現と音声表現はどういうふうに変化するかを明らかにすることが必要と考える．そして，プレゼンテーション練習支援の初期段階として，プレゼンテーション能力が高くないものを対象とし, 基礎的な評価項目である「前方向き」（前方を向きと聴衆を見る）や「大きい声」を対象とする.

4.3　評価実験の参加者と実験環境

実験参加者は，北陸先端科学技術大学院大学の修士学生 9 名である．プレゼンテーションの基礎的な項目に対する効果を明らかにするため, プレゼンテーション能力が高くない修士学生を募集し，対象とした.

実験参加者は全て中国人留学生であるが, 学会発表や卒業研究発表などにおいてパワーポイントスライドを用いた経験がないものであり, 学会参加も未経験者であった．そのため，研究発表に対する経験がないため，プレゼンテーション能力が高くない修士学生に相当するとし，実験参加者とした．なお実験参

加者の言語能力は全員，日本語能力 2 級以上であり，日常的な場面に使われる日本語の理解や幅広い場面で使われる日本語をある程度理解できる能力を持っていた．なお，実験参加者からは実験参加への同意を得ている．

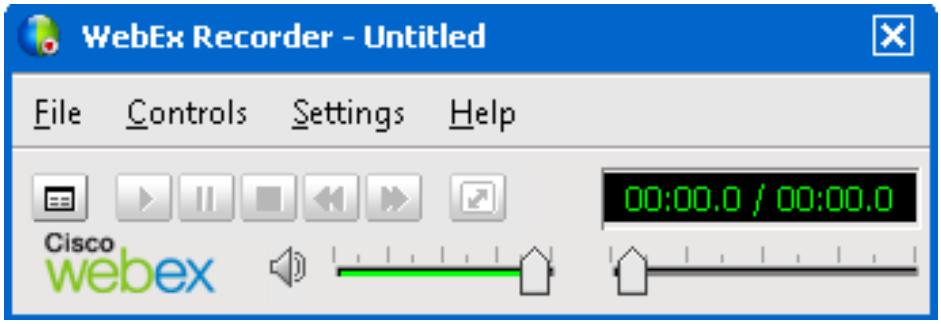
実験環境の様子を図 4-1 に示す．ノート PC とモニタはレクチャ卓に並べて配置する．レクチャ卓の高さは 0.9m である．KINECT センサは高さ 1.6m であり，レクチャ卓から真正面の水平距離 2.4m の場所に設置した．設置場所を固定するために，床に記しをつけ，実験ごとに位置確認を行った．

図 4-1　実験環境

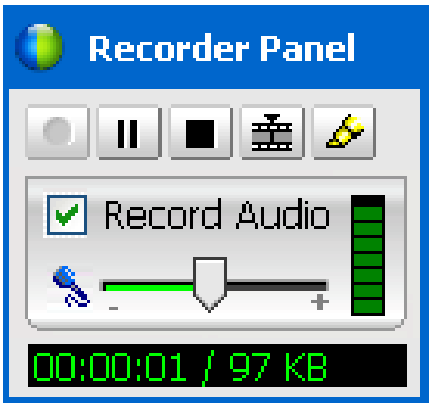
4.4　実験方法

実験手順について述べる．実験参加者に対して，発表練習支援システムの概要について説明する．その後，実験参加者は 15 分かけて実験用スライドを見て，発表準備をする．その際，発表者には自身の言葉で説明してよいこと，及び制限時間を設けていないことを伝えた．次に，システム閾値の測定を行う

（3.3.1 参照）．そして，実験参加者は操作に慣れるため実験用スライドを操作しながら，約 5 分間かけて練習する．以上の手順完了後，実験参加者は音声フィードバックを使用しない実験と音声フィードバックを使用する実験とを順番に行った．実験中のシステム画面（図 3-4）は PC 画面の録画ソフトである WebEx Recorder(Cisco)を用いて動画記録した（図 4-2）.



(a) 記録アプリケーション選択画面



(b) 記録中の画面

(c) 記録したファイル再生画面（第 4 章実験用）

(d) 記録したファイル再生画面（第 5 章，第 6 章，第 7 章実験用）

図 4-2　WebEx Recorder 画面

実験用スライドの内容は実験参加者が身近な内容であり，所属する大学の紹介（学校概要，研究科紹介，学校生活，進路など）であった（図 4-3）．スライド枚数は 8 枚であり，表紙が 1 枚，目次が 2 枚，大学概要が 1 枚，本学の特色

が 1 枚，その大学を選ぶ理由について研究，生活，進路それぞれの説明が 1 枚ずつという構成であった．実験参加者は中国人留学生であるが，スライド内容はいずれも日本語能力 2 級以上で理解できる内容であった．

図 4-3　実験用スライド内容（日本語）

実験終了後，提案したシステム評価に関するアンケートに回答してもらった．アンケートでは音声フィードバックについて，身体表現に役立ったか，音声表現に役立ったかを 5 段階評価で尋ねた．また，システムに対する意見を自由に書かせる記述欄も用意した．

4.5　音声フィードバックの解析について

音声フィードバックの効果を調べるためのデータ解析方法について述べる．音声フィードバックの効果を調べるためには，フィードバック前後の数値（角

度値や音量値）を比較する必要がある．しかしながら，音声フィードバックの前後データについて，どれだけの時間幅で比較してよいかわからない．そこで，本実験のデータ解析を行う前に，3 人の修士学生による予備調査を行った．

この予備調査では，参加者は 5 分程度のプレゼンテーションを行い，本システムを使った実演データを取得した．その際，音声フィードバックが 13 回生じた．そして，表示の前後データを 4 通りの時間幅（1 秒間，2 秒間，3 秒間，5 秒間）で平均値を比較した．その結果，時間幅が 2 秒間の際，13 回中 9 回（約 7 割）において数値が向上しており，最も音声フィードバックの効果を捉えられる結果となった．よって，本実験データにおける音声フィードバック効果を解析するために，2 秒間の時間幅を用いることとした．また人間工学において音声や視覚情報に対する反応時間は平均的に 300ms であることが知られている[103]．よって，発表練習者が音声フィードバックに反応するために掛かる時間は 300ms とした．

4.5.1 音声フィードバックの前後データ解析

音声フィードバックの前後データ解析に用いる時間は図 4-4 に示す通りであり，音声フィードバックの再生開始時間を t とする．なお音声フィードバック「顔の向き（顔の上下方向）」，「体の向き（体の左右方向）」については角度値を，「声の大きさ」については音量値を数値データとして用いる．また 3.6 で述べたように音声フィードバック「前へ」の提示時間は 0.5 秒，「大きい声」の提示時間は 1.0 秒である．

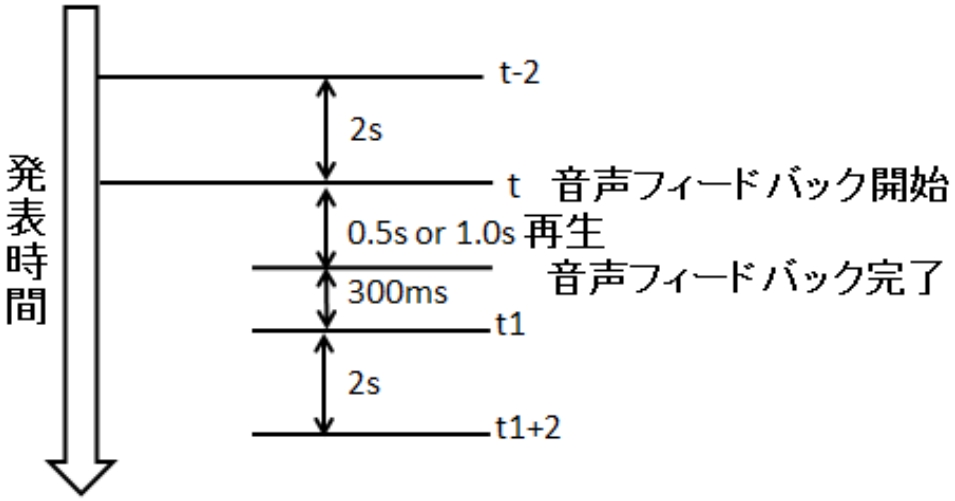


図 4-4　音声フィードバックの解析イメージ

音声フィードバック前の角度値や音量値は, 音声フィードバック前のデータから時間 t-2 から時間 t までの 2 秒間にある数値データの平均値とする．音声フィードバック後の角度値や音量値は, 音声フィードバックの提示が完了した時間から反応時間 300ms 経った時間を t1 とし，時間 t1 から時間 t1+2 までの 2 秒間にある数値データの平均値とする.

音声フィードバックによって, 身体表現と音声表現が改善されたかどうかの判定については 3.6 で述べた状態を用いる．身体表現において改善された状態は次の内容になる．「顔の向き（顔の上下方向）」は聴衆を向いている状態である．「体の向き（体の左右方向）」は前方を向く状態である（表 3-2 参照）．音声表現において，改善された状態は音量値が 0.70 より大きくなった状態である.

4.5.2　音声フィードバックによる改善の判定

音声フィードバックによって身体表現と音声表現が改善されたかどうかの判定について述べる.

身体表現「顔の向き」に対する音声フィードバックが提示された後のサンプリングデータの最小値が「聴衆を見る」状態を判定する顔の向き角度 α_1 より小さければ，そのフィードバックにより身体表現「顔の向き」は改善されたと判定する．

身体表現「体の向き」に対する音声フィードバックが提示された後のサンプリングデータの値が 3.3 に記述された「前方を向く」状態を判定する体の向き角度 β_1 より小さい，かつ，$-\beta_1$ より大きい場合，そのフィードバックにより身体表現「体の向き」は改善されたと判定する．

音声表現「大きい声」に対する音声フィードバックが提示された後のサンプリングデータの最大音量値が 0.70 を越えた場合，そのフィードバックにより音声表現「大きい声」は改善されたと判定する．

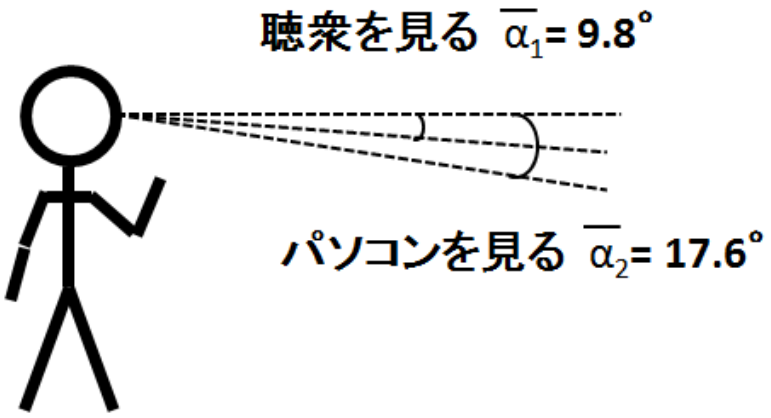
4.6 実験結果と考察

4.6.1 定量評価

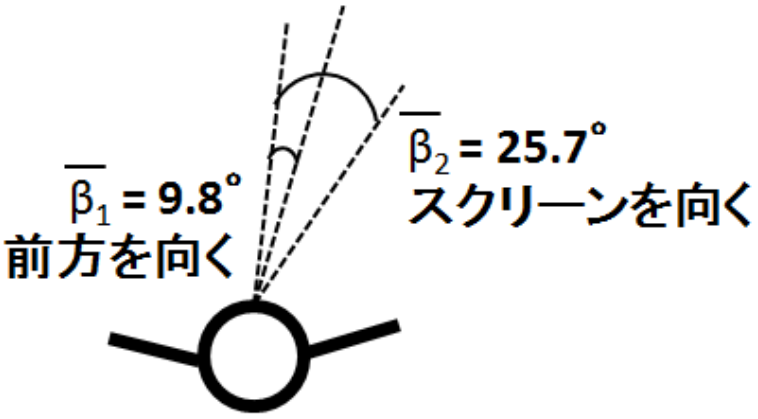
表 4-1　身体表現の閾値角度の結果

閾値角度	聴衆を見る α_1	パソコンを見る α_2	前方を向く β_1	スクリーンを向く β_2
参加者 A	5°	13°	2°	30°
参加者 B	21°	36°	8°	15°
参加者 C	6°	24°	13°	22°
参加者 D	5°	10°	6°	25°
参加者 E	5°	10°	13°	35°
参加者 F	20°	30°	10°	26°
参加者 G	10°	15°	13°	24°
参加者 H	8°	10°	7°	30°
参加者 I	8°	10°	7°	24°
平均値	9.8°	17.6°	8.8°	25.7°

最初に, 実験参加者ごとの身体表現の状態判定に用いた閾値を表 4-1 に示す. 閾値は 3.6.1 で述べた方法で取得した結果である．図 4-5 には閾値角度の平均値と身体表現の判定イメージを示す．表 4-1 より，閾値角度は実験参加者に依存していることがわかる.



(a) 顔の垂直方向の平均閾値



(b) 体の水平方向の平均閾値

図 4-5　身体表現の閾値

表 4-2 に音声フィードバックを用いた場合，用いない場合の 3 つの評価項目におけるフィードバック前の測定値とフィードバック後の測定値を示す（n はサンプル数である）．表 4-2 における前後データの比較には対応のある t 検定を用いた．この表では，音声フィードバックが有ることによって，測定値が改善方向に向かって変化しているかどうかを示している．その結果，音声フィードバックが有る場合，身体表現「顔の向き（顔の上下方向）」(p<.05)，「体の向き（体の左右方向）」(p<.05)，音声表現「大きい声」(p<.01)の動作は有意に変化している結果となった．一方，フィードバックがない場合，いずれの動作も有意に変化していない結果となった．

表 4-2　音声フィードバックとフィードバックなしの効果

	フィードバック内容	フィードバック前	フィードバック後	差
音声フィードバック	顔の向き（顔の上下方向）(n=11)*	23.4°	16.5°	-6.9°
	体の向き（体の左右方向）(n=10)*	21.3°	14.8°	-6.5°
	声の大きさ (n=60)**	0.57	0.60	0.04
フィードバック無し	顔の向き（顔の上下方向）(n=11)	24.7°	23.6°	-1.0°
	体の向き（体の左右方向）(n=16)	19.6°	21.3°	1.6°
	声の大きさ (n=60)	0.57	0.56	-0.01

対応のある t 検定：　*p<.05,　**p<.01

身体表現である「顔の向き（顔の上下方向）」において，顔の俯角が $\bar{\alpha}_1 = 9.8$ 度より小さい場合，顔の向きは前を見る状態，そして，顔の俯角が $\bar{\alpha}_2 = 17.6$ 度より多き場合，顔はパソコンを見る状態となる．表 4-2 より，音声フィードバックが有る場合，音声フィードバック発生する前における顔の俯角は $\alpha = 23.4$ 度であり，その角度は $\bar{\alpha}_2 = 17.6$ 度より大きくパソコンを見る状態であったことがわかる．そして，音声フィードバック後の俯角は $\alpha = 16.5$ 度であり，パソコンを見る状態ではなくなり, 改善していることがわかる. それに対して, 音声フィードバックが無い場合は, フィードバック発生するタイミング前の俯角は $\alpha = 22.5$ 度，その後の俯角は $\alpha = 22.0$ 度であり，ともにパソコンを見る状態である．

同様に，身体表現である「体の向き（体の左右方向）」について閾値の平均値と比較した結果を述べる．体の向きの角度が $\bar{\beta}_1 = 8.8$ 度より小さい場合，体の向きは前方を向く状態, そして, 体の向きの角度が $\bar{\beta}_2 = 25.7$ 度より大きい場合，体の左右方向はスクリーンを向いている状態となる．表 4-2 より，音声フィードバックが有る場合，音声フィードバック発生する前における，体の向きの角度は $\beta = 21.3$ 度であり，その角度は $\bar{\beta}_1 = 8.8$ 度より $\bar{\beta}_2 = 25.7$ 度に近く，体の向きはスクリーンを向く方向に近い．しかし，音声フィードバック後は $\beta = 14.8$ 度であり，体の向きは前方を向く角度 $\bar{\beta}_1 = 8.8$ 度に近くなっていることがわかる．それに対して，音声フィードバックが無い場合は，音声フィードバックが発生するタイミング前の角度は $\beta = 19.6$ 度，その後の角度は $\beta = 21.3$ 度であり，ともにスクリーンを向く方向の角度である $\bar{\beta}_2 = 25.7$ 度に近い値である．

次に，音声表現「声の大きさ」の閾値と比較した結果を述べる．音声の大きさについては 3.6.2 で述べたように 0.70 以下の場合, 望ましくない状態となる．音声フィードバック有り無しに関係なく前後データはいずれも 0.70 以下の値

であるが，音声フィードバックがある場合は，フィードバック後の平均音声値は 0.57 から 0.60 となり，0.70 に近づく値となり，望ましい状態に向かって改善している．

以上より，音声フィードバックは発表練習者の身体表現「顔の向き（顔の上下方向）」，「体の向き（体の左右方向）」，音声表現「声の大きさ」の動作に良い影響を与えていることがわかった．

最後に，音声フィードバックを使用した場合の実験結果とフィードバック無しの結果を表 4-3 に比較する．フィードバック無しの場合も，音声フィードバックのタイミングなどおデータが記録されているため，音声フィードバックの結果と同じ解析方法を適用した．具体的に，音声フィードバックの「回数」，音声フィードバック後の測定値が問題ない状態となる「改善数」，音声フィードバック前後の「変化量」を求めている．なお「変化量」における n は音声フィードバックが起こった全回数である．ここで，顔の変化量がマイナスの場合は，聴衆を見る方向に向いたこと，体の向きのマイナスは前方を向いたことを示す．比較には，「回数」と「改善数」についてはウィルコクソン符号順位検定，「変化量」については t 検定を用いた．

その結果，「改善数」についてみると，音声表現「大きい声」の音声フィードバックにより，練習動作が改善していることがわかった($p<.05$)．また，「変化量」についてみると，音声フィードバックがある場合，身体表現「体の左右方向」と音声表現「大きい声」に対する変化量は改善する方向に変化している．そして，それら変化量は，フィードバック無しの場合と比較して大きいことがわかった($p<.01$)．

表 4-3　音声フィードバックの結果

	フィードバック内容	音声フィードバック	フィードバック無し
フィードバック回数	顔の向き（顔の上下方向）	1.2	1.2
	体の向き（体の左右方向）	1.1	1.8
	声の大きさ	6.7	6.7
改善数	顔の向き（顔の上下方向）	1.0	0.6
	体の向き（体の左右方向）	0.9	0.7
	声の大きさ*	4.1	2.0
変化量	顔の向き（顔の上下方向）	-6.9°(n=11)	-1.0°(n=11)
	体の向き（体の左右方向）**	-6.5°(n=10)	1.6°(n=16)
	声の大きさ**	0.04(n=60)	-0.01(n=60)

ウィルコクソン複合順位検定（フィードバック回数，改善数）
t 検定（変化量）: **p<.05, **p<.01

以上より，発表練習支援システム PRESENCE は実時間の音声フィードバック機能により，それがない場合と比べて，発表練習者の音声表現「大きい声」を改善できること，身体表現「体の向き（体の左右方向）」の変化量を望ましい方向に増やせることがわかった．

4.6.2　アンケート結果

システム評価の 5 段階アンケート結果を表 4-4 に示す．その結果，身体表現と音声表現に対して，すべての実験参加者が「役にたつ」または「とても役にたつ」と回答しており，音声フィードバックの印象は良いことがわかった．

一方，アンケートの自由記述文をみると，音声フィードバックに関する意見が 9 名実験参加者の中で，6 名より寄せられていた．「音声フィードバックが役に立った」，「音声フィードバックは熟練度により違う」という意見がそれぞれ 1 名より出されていた．一方，「提示回数が多い」，「時々邪魔な感じがする」，「緊張させる」という意見や「声の大きさの基準は普通のプレゼンテーションより高めでないか」という意見が出されており，実験参加者 9 名の中で，4 名は音声フィードバックに違和感を感じたことがわかる．

システム利用に関する指摘としては「システム画面はあまり見なかった」，「スライド切り替えに遅延がある場合がある」,「毎回キャリブレーション設定（閾値設定）するのは面倒である」という意見が出されていた．

表 4-4　5 段階アンケート評価

プレゼンテーション表現	5 段評価の人数				
	1	2	3	4	5
身体表現	0	0	0	**5**	4
音声表現	0	0	0	**6**	3

下線太字：モード

4.6.3　考察

実験結果において，フィードバックなし実験結果と比較することにより，PRESENCE の音声フィードバックは音声表現を改善させていることがわかった．そこで，身体表現に対する音声フィードバックの改善効果について，参加者ごとに調査した．その結果，「顔の向き（顔の上下方向）」に対する改善は 9 人中 2 人において 1 回ずつ改善しない例が見られるのみであった．また,「体の向き（体の左右方向）」に対する改善しない例は 9 人中 1 人に集中していた．その実験参加者は 6 回のフィードバックにおいて，3 回の改善がみられなかっ

た．そこで，実験参加者による発表を記録した動画データを調べたところ，スクリーンと対話しながら発表している傾向があった．よって，概ね音声フィードバックは身体表現の改善につながる可能性が高いと考えられる．

今後, スクリーンと対話しながら, 発表している状態を数回検知した場合は, 音声によるフィードバック表現を強めにするという改良が考えられる．また, 実験参加者の身体表現に対する音声フィードバック回数は音声表現のものと比較して，少ない傾向があった．ビデオ観察をみると，もう少し早めに警告してもよいという印象をもった．従って，身体表現における音声フィードバックは望ましくない状態が累積 30 秒続いた際に提示されるが, 累積 15 秒に短くするという改良が考えられる．評価実験において，フィードバックなし実験は 1 回目に行っているため, その学習効果が音声フィードバックを用いた実験に影響する可能性を排除できない．しかし，フィードバック回数には差がみられないため，発表技能自身は 1，2 回の発表練習では身についていないことが考えられる．

近年，優れた専門家に対する学習に関する研究が進んでおり，バイオリンなどの身体技能の習得には，基礎技能の習得から始まり，高度な技能へと長い年月をかけて習得していく様子が明らかにされている[104]．そのような身体技能において基礎技能の習得については, 幅広い視点で検討されている[105-108]. プレゼンテーション支援システム PRESENCE による音声フィードバックは実験参加者の実演動作に影響を及ぼしているため, 提案システムを繰り返し使用すれば，フィードバック回数は減るのではないかと予想している．従って，今後の課題として長期実験により身体表現と音声表現の向上を定量的に評価することがあげられる．また，技能習得には，良い状態を認識して身につけることが重要とされている. 本支援システムでは望ましくない状態について音声フ

ィードバックを行うのみであった．しかしながら，望ましい状態については改善回数を示すなど判定する仕組みは整っている．よって，望ましい状態であったことを発表練習者に練習後にフィードバックする機能はプレゼンテーション技能のより確かな自己理解につながる支援として期待できる．

4.7　結言

本章では，プレゼンテーション練習支援対象としたものはプレゼンテーションンとして，基礎的なものであった．プレゼンテーション練習支援システム PRESENCE の特徴である音声フィードバックに注目し，プレゼンテーション練習者の身体表現と音声表現に関する項目を評価した．

第 5 章

音声フィードバックと画像フィードバックの比較

5.1　緒言

本章では，プレゼンテーション支援システム PRESENCE における音声フィードバック機能と画像フィードバック機能に対する支援効果を比較する．

5.2　実験目的

第 4 章では，音声フィードバックに対する評価を行った．その結果，初心者に対しては音声フィードバックが身体表現「体の向き」，音声表現「声の大きさ」に効果があることはわかったが，身体表現「顔の向き」への効果はわからなかった．第 3 章で述べたように PRESENCE は音声フィードバックだけでなく，画像フィードバックをもつ．そこで，音声フィードバックと画像フィードバックの効果を明らかにするために, プレゼンテーションの実演練習における効果や違いを調べることとした.

5.3　評価実験

5.3.1　実験参加者と実験環境

実験参加者は，北陸先端科学技術大学院大学の中国人修士学生 30 名である．実験参加者は母国語である中国語で行う. 実験は音声フィードバックを用いる場合，画像フィードバックを用いる場合，フィードバックを用いない場合の 3 通りである．各実験に 10 人の実験参加者が無作為に割り当てられた.

実験参加者は研究会や国際会議などの学会発表経験がないものであった. 実験環境の様子は図 4-1 と同様である.

5.3.2　実験方法

実験の説明や事前準備は 4.2 に述べたものと同じであった．実験参加者からは実験参加への同意を得ている. 発表練習支援システムの概要について説明した後，実験参加者は 15 分かけて実験用スライドを見て，発表準備をする．それから，キャリブレーション設定を行う（3.4.1 参照）．そして，実験参加者は操作に慣れるため実験用スライドを操作しながら, 約 5 分間かけて練習する. 実験に用いるスライドは 8 枚であり, 実験参加者の所属する大学院の紹介である（図 5-1）．その後，実験参加者はそれぞれの支援機能を使用した発表練習を行った.

図 5-1 実験用スライド内容（中国語）

実験終了後，実験参加者はアンケートに回答する．すべての種類の実験において，システム全体，情報表示画面，スライド操作画面が役に立ったかどうかについて 5 段階評価する．また，フィードバックを用いた実験の場合，使用したフィードバックが身体表現や音声表現に役に立ったかを 5 段階評価する．最後に，システムに対する意見・感想を自由記述できる欄がある．

5.3.3　実験データの解析方法

実験データの解析方法は 4.5 と同じである．聴衆を対象とするスピーチにおいて，「不誠実な話し手」であると印象を与えるスピーカのアイコンタクト使用割合は 20.8%であることが知られている[109]．そこで，本研究では，身体表現「顔の上下方向」，「体の左右方向」，音声表現「声の大きさ」に関するデータを 30 秒間測定し，その間の望ましくない状態の割合を求める．もし，その割合が 20.8%以下である場合，次に述べるフィードバックを与える．なお本研究では中国人留学生を実験参加者としており，実験参加者の母国語である中国語を用いたフィードバックを実装している．

フィードバックの前後データ解析に用いる時間を図 5-2 に示す．フィードバック開始時間を t とする．なお身体表現「顔の向き」，「体の向き」については角度値を音声表現「声の大きさ」については音量値を数値データとして用いる．また，すべてのフィードバックは再生・提示時間は 1.0 秒である．

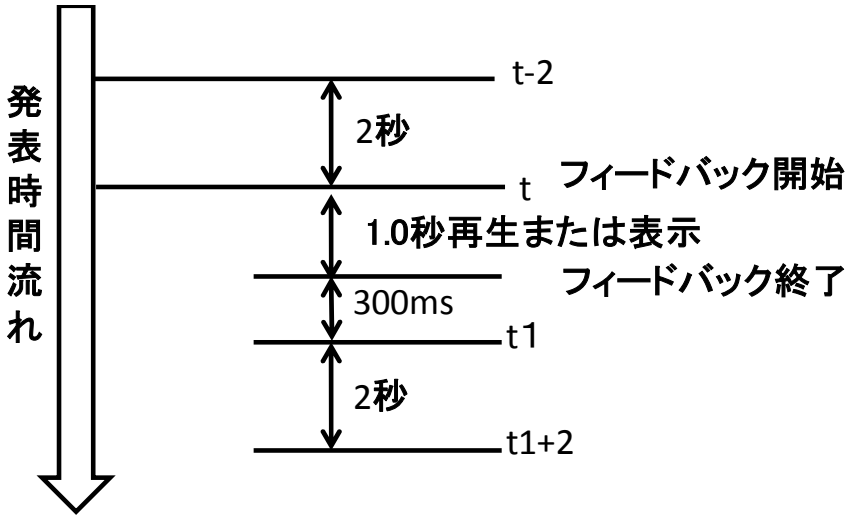


図 5-2 フィードバック解析

フィードバック前の値は，フィードバック前の時間 t-2 から時間 t までの 2 秒間の数値データの平均値とする．フィードバック後の角度値や音量値は，フィードバックの提示が完了した時間から反応時間 300ms 経った時間を t1 とし，時間 t1 から時間 t1+2s までの 2 秒間にある数値データの平均値とする．フィードバックなしの場合も，フィードバックのタイミングをログデータとして記録しているため，同じ方法で値を求めることができる．

最後に，フィードバックによってプレゼンテーション表現が改善されたかどうかの判定について述べる．フィードバック「前へ（顔の向き）」が提示された後のサンプリングデータの最小値が表 3-2 に記述された「聴衆を見る」状態を判定する顔の向き角度 α_1 より小さければ，そのフィードバックは有効と判定する．フィードバック「前へ（体の向き）」が提示された後のサンプリングデータの値が表 3-2 に記述された「前方を向く」状態を判定する体の向き角度 β_1 より小さい，かつ，$-\beta_1$ より大きい場合，そのフィードバックは有効と判定する．フィードバック「大きい声」が提示された後のサンプリングデータの最大音量値が 0.70 を越えた場合，そのフィードバックは有効と判定する．

5.4　実験結果と考察

5.4.1 定量評価

実験結果を表 5-1 に示す．フィードバックの「回数」，フィードバック前後の測定値差を「変化量」，そして，フィードバック後の測定値が改善した回数を「改善回数」を求めた．ここで 3 種類の実験群間を比較するために，一元配置の分散分析を用い，有意差が見られた場合，Tukey-Kramer 法による多重比較検定を行った．

表 5-1 実験結果

	内容	音声 フィードバック	画像 フィードバック	フィードバック なし
回数	顔の向き*	1.1 回	2.9 回	3.4 回
	体の向き	0.3 回	0.2 回	0.5 回
	声の大きさ*	1.1 回	1.2 回	3.6 回
変化量	顔の向き	-3.3 度(n=11)	-1.5 度(n=29)	-1.9 度(n=34)
	体の向き	-9.6 度(n=3)	4.7 度(n=2)	3.8 度(n=5)
	声の大きさ*	0.08(n=11)	0.01(n=12)	0.03(n=36)
改善数	顔の向き	1.0 回	2.1 回	2.0 回
	体の向き	0.2 回	0.0 回	0.3 回
	声の大きさ	1.0 回	0.7 回	1.9 回

一元配置分散分析：*p<.05

回数についてみると，身体表現「顔の向き」(p<.05)，音声表現「声の大きさ」(p<.05)において実験群間に有意差が見られた．身体表現「顔の向き」において，音声フィードバックがある場合は，フィードバックなしの場合と比べて有意差があり(p<.05)，フィードバック回数が少ない結果となった．音声表現「声の大きさ」について，画像フィードバックがある場合は，フィードバックなしの場合と比べて有意差があり(p<.05)，フィードバック回数が少ないという結果となった．変化量については，音声表現「大きい声」において実験群間において有

意差がみられた(p<.05)．そして，音声フィードバックがある場合，フィードバックなしの場合と比べて有意差があり，声の大きさの変化量が大きいことがわかった．改善数について，実験群間に有意差はみられなかった．

次に，フィードバック前後の測定値を比較した結果を表 5-2 に示す．その前後比較には対応のある t 検定を用いた．音声フィードバックを用いた場合，身体表現「顔の向き」に有意差があり(p<.05)，前を向く角度に近づくこと，音声表現「声の大きさ」に有意差があり(p<.05)，声が大きくなる結果となった．また画像フィードバックを用いた場合，身体表現「顔の向き」に有意差があり(p<.01)，前を向く角度に近づくことがわかった．

表 5-2 フィードバック時の前後データ比較

フィードバック種類	フィードバック内容	前	後
音声フィードバック	顔の向き(n=11) *	14.0 度	10.8 度
	体の向き(n=3)	32.6 度	22.9 度
	声の大きさ(n=11) *	0.54	0.62
画像フィードバック	顔の向き(n=29) **	14.6 度	13.1 度
	体の向き(n=2)	7.9 度	12.5 度
	声の大きさ(n=12)	0.56	0.56
フィードバックなし	顔の向き(n=34)	14.3 度	12.5 度
	体の向き(n=5)	39.3 度	43.1 度
	声の大きさ(n=36)	0.55	0.57

対応のある t 検定：*p<.05　**p<.01

以上より，音声フィードバックが最も発表練習者に影響を与えており，声の大きさの変化量が大きいとともに，顔の向きは望ましくない状態が少ないことがわかった．また画像フィードバックがある場合，声の大きさが小さい状態が少ないことがわかった．

5.4.2　アンケート結果

システムに対する 5 段階アンケートの結果を表 5-3 に示す．その結果，音声フィードバックや画像フィードバックがある場合，システム全体，情報表示機能，スライド操作機能のすべての項目において，最頻値が 4 または 5 であり，高評価であることがわかる．一方，フィードバックなしの実験では情報表示機能の最頻値が 2 と低くなるという結果になった．しかしながら，Kruskal-wallis 検定を用いて 3 つの実験群を比較したが有意差は得られなかった．

表 5-3　システムに関する 5 段階アンケート結果

	音声フィードバック					画像フィードバック					フィードバックなし				
評価	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
システム操作	0	0	0	3	**7**	0	0	0	**8**	2	0	0	1	3	**6**
情報表示	1	1	1	**6**	1	0	2	1	**7**	0	1	**4**	2	3	0
スライド操作	0	0	2	**6**	2	0	0	1	**6**	3	0	0	2	**7**	1

下線太字：モード

フィードバックがプレゼンテーション表現の支援に役立つかどうかのアンケート結果を表 5-4 に示す．その結果，音声フィードバックはすべての表現において最頻値が 4 であり，役に立つと評価されている傾向があった．一方，画像フィードバックについては，いずれの項目も最頻値は 3 であり，どちらともいえないという結果となった．しかしながら，Mann–Whitney の U 検定で両フィードバックを表現ごとに比較したが，いずれも有意差はみられなかった．

表 5-4 フィードバックに関するアンケート結果

	音声フィードバック（人数）					画像フィードバック（人数）				
5 段評価	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
顔の上下方向	0	1	2	**7**	0	0	1	**6**	3	0
体の左右方向	0	1	3	**6**	0	0	1	**5**	4	0
声の大きさ	0	1	1	**7**	1	0	1	**5**	4	0

下線太字：モード

アンケートの自由記述欄について述べる．音声フィードバックについては，「音声提示はよい」，「フィードバックは発表を妨害するところもあるが，効果的である」という意見が 1 名ずつ回答されていた．画像フィードバックについては，「フィードバックの時間間隔がよい」，「（身体表現の）フィードバック情報が区別しにくい，音量の改善（声の大きさをどうすればよいか？）がわからない」，「発表を邪魔する場合がある」，「フィードバック時間が少し短い」という意見が 1 名ずつ回答されており，音声フィードバックと比較して問題点が指摘されていた．両フィードバックを通じてシステム操作に対して 3 名の好意的意見があることに対して，システム画面をきれいにして欲しいという指摘が 2 名よりあった．フィードバックなしの実験では，「情報表示画面にある人物が小さくて，目立たない」という意見に加えて「PowerPoint で直接操作したかった」，「次のスライド内容を提示できればよい」という意見が 1 名ずつ回答されていた．

5.4.3　考察

中国人初心者によるプレゼンテーションの実演練習において，音声フィードバックが画像フィードバックより効果的であるという結果になった．これは，画像フィードバックの表示が望ましくない状態を引き起こす可能性があることに対して，音声フィードバックの提示は発表者の身体表現に望ましくない影響を及ぼす可能性が低いためと考えられる．

また本実験では身体表現「体の向き（体の左右方向）」において，望ましくない状態になる回数の平均値は 0.3～0.5 回となり，ほとんどの実験参加者においてはフィードバックが起こらない結果であった．これは，第二言語である中国語を使用して，音声フィードバックの実験結果（表 4-3 参照）の回数である 1.1 回，1.8 回と比べると，小さい値である．従って，母国語を用いたプレゼン

テーションと第二言語を用いたプレゼンテーションは異なるものであり. プレゼンテーションの実演練習を支援する機能の効果が変わる. そこで, 次の章において, 第二言語を用いた場合のプレゼンテーションの実演練習支援システムにおける音声フィードバックの効果, 画像フィードバックの効果を調べ, 比較することとした.

5.5 結言

本章では, 音声フィードバックと画像フィードバック機能のプレゼンテーション練習への支援効果を比較した. その結果, 音声フィードバックは画像フィードバックより支援効果が高いことがわかった.

第 6 章

第二言語を用いたプレゼンテーション

6.1　緒言

本章では，中国人留学生発表練習者を対象として，第二言語を用いる実験より，それぞれの差異について述べる．そして，第 5 章の母国語を用いるプレゼンテーション実験の結果と比較し, 第二言語を用いたプレゼンテーションについてを検討した.

6.2　目的

グローバル化の進展より, 非母国語でのプレゼンテーション能力が国際的なコミュニケーションの場合で求められている．その中では，非母国語でのプレゼンテーションに関する検討が行われている[110-113]．そして，非母国語話者向けのプレゼンテーション支援教育が必要である[59], [91], [114-117]．しかし，非母国語でのプレゼンテーションの実演は言語能力の問題も含むため, 母国語でのプレゼンテーションより難しい[22],[28]．発表者は非母国語に注目し，他のスキルに注意を払うことが困難である．例えば，非母国語を用いたプレゼンテーションに自信がない発表者などは, スライド上にある非母国語で書かれた文章を見ながら説明しがちになる．そのため，非母国語で書かれたテキストに意識が集中してしまい, 聴衆とのアイコンタクトなどの身体表現に意識が及ばなくなっていくことが考えられる．このような状況は，聴衆に発表練習者が自信や準備を欠いているという印象を与え，良くない評価につながる．この問題

を克服するために, 非母国語プレゼンテーションによる実践練習が講義中で行われている[57].

その中，我々は，第二言語を用いたプレゼンテーションの課題を把握するための予備調査として, 中国人留学生 6 人と日本人学生 6 人によるシナリオベースのプレゼンテーション実験を行った[118]．その結果，第二言語を用いたプレゼンテーションでは，身体表現（ノンバーバル表現）より音声を用いる言語表現（バーバル表現）に影響を与えることがわかった．従って，第二言語を用いたプレゼンテーションの実演練習支援機能の効果は 5.で述べた母国語を用いたプレゼンテーションの実演練習支援機能の効果（音声フィードバックと画像フィードバックの効果）は異なる可能性が高い.

そこで, プレゼンテーションの実演練習において第二言語を用いる場合を調べる．特に，音声フィードバックの効果と画像フィードバックの効果を明らかにする．そして，その結果を母国語による実験結果と比較することによって，第二言語を用いたプレゼンテーションの実演練習支援システムの課題について検討する.

6.3　第二言語を用いた音声と画像フィードバック比較実験

6.3.1　実験参加者と実験環境

実験参加者は，北陸先端科学技術大学院大学の中国人留学生 21 名（修士 18 名，博士 3 名）である．男性 9 人，女性 12 人であった．日本語能力試験 1 級は 13 人，2 級は 8 人であった．また，プレゼンテーション能力について 8 人は初心者，12 人は中級者，1 人は上級者と自己評価していた．実験環境の様子

を図 4-1 に示す.

6.3.2　実験方法

実験の説明や事前準備は 4.2 に述べたものと同じであった．実験参加者は実験参加への同意を得ている. 発表練習支援システムの概要について説明した後, 実験参加者は 15 分かけて実験用スライドを見て, 発表準備をする. それから, キャリブレーション設定を行う（3.3.1 参照）．そして，実験参加者は操作に慣れるため実験用スライドを操作しながら，約 5 分間かけて練習する．実験に用いるスライドは図 4-3 に示したものと同じである.

実験参加者は画像フィードバックを用いた実験と音声フィードバックを用いた実験の 2 回行った．実験の順序効果を相殺するため，実験順番を交互に入れ替えて実施した．実験中のシステム画面（図 3-4）は PC 画面の録画ソフトである WebEx Recorder(Cisco)を用いて動画記録した.

実験終了後, プレゼンテーション練習に対する自己評価とシステム評価に関するアンケートに回答してもらった．アンケート内容を次に示す.

プレゼンテーション練習の自己評価項目は全体について評価させ，次に，システムが支援する身体表現の項目と音声表現の項目とした（表 5-1 参照）．身体表現は 3 つの評価項目「体の向きとアイコンタク」，「ジェスチャ」，「顔の表情」, 音声表現は 3 つの評価項目「声の大きさ・強弱」,「話すスピード」,「聞き取りやすさ」であった.

システム評価のためのアンケートでは音声フィードバックと画像フィードバック，それぞれについて，身体表現に役立ったか，音声表現に役立ったかを尋ねた.

6.3.3　実験データの解析方法

実験データの解析方法について述べる．本実験実施する前，3 人による予備実験を行った. この実験では音声フィードバックと画像フィードバックの双方を用いた．4.5 と同様，本実験データの解析は 2 秒間のサンプリングを行うこととした. また人間工学において音声や視覚情報に対する反応時間は平均的に 300ms であることが知られている[103]. よって，フィードバック情報が提示され，発表練習が気づいて身体動作に反映するために 300ms かかるとした.

以下に, 音声フィードバックと画像フィードバックごとに解析方法を述べる. なお「アイコンタクト」，「体の向き」については角度値を，「声の大きさ」については音量値を，数値データとして用いる.

（1）　音声フィードバックの解析方法

音声フィードバックの解析方法は 4.5.1 に述べたように，音声フィードバック提示時の前後データを解析するための方法は図 4-4 に示したものと同じである.

（2）　画像フィードバックの解析方法

画像フィードバック提示時の前後データを解析するイメージを図 6-1 に示す. 画像フィードバックの提示時間を t とする．フィードバック前のデータから時間 t-2 から時間 t までの 2 秒間の数値データから平均値を求め，その値をフィードバック前の結果値とする.

画像フィードバックの提示時間 t から反応時間 300ms 経った時間を t1 とする．画像フィードバックの表示時間は 3 秒であり，最も反応開始時間が遅い時間は t2=t1+3 秒である．そこで，t1 から t2 の間のすべての時間データを開始時

間とする，すべての 2 秒間における平均値を計算する．その中から最も結果がよい平均値をフィードバック後の結果値とする．

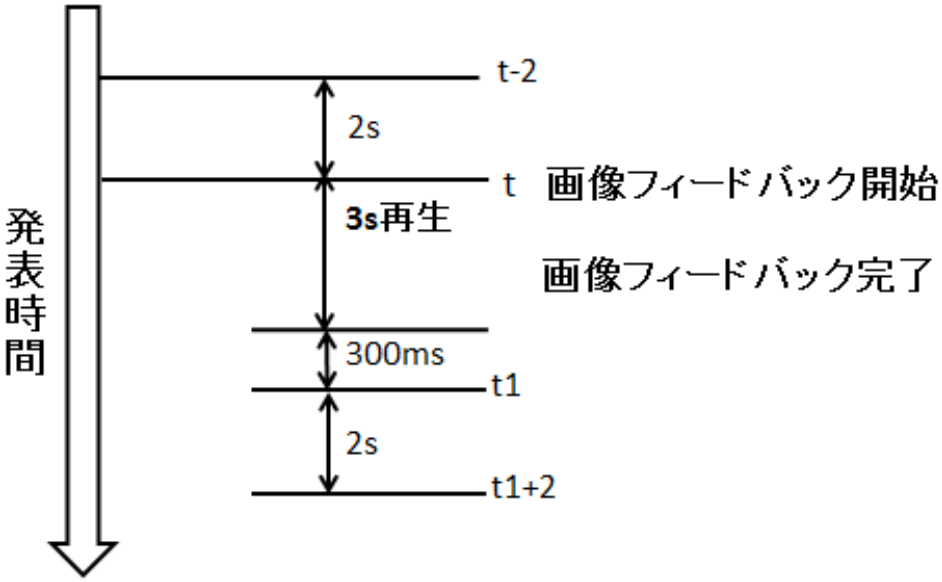


図 6-1　画像フィードバックの解析イメージ

（3）　フィードバックの有効判定について

フィードバック「前へ（顔の向き）」が提示された後のサンプリングデータの最小値が「聴衆を見る」状態（表 3-2 参照）を判定する顔の向き角度 α_1 より小さければ, そのフィードバックは有効と判定する．フィードバック「前へ（体の向き）」が提示された後のサンプリングデータの値が「前方を向く」状態（表 3-2 参照）を判定する体の向き角度 β_1 より小さい，かつ，$-\beta_1$ より大きい場合，そのフィードバックは有効と判定する．フィードバック「大きい声」が提示された後のサンプリングデータの最大音量値が 0.70 を越えた場合，そのフィードバックは有効と判定する．

6.3.4 定量評価

（1） フィードバック量について

表 6-1 は音声フィードバックと画像フィードバックごとに，フィードバックが発生した人数と全実験参加者の平均回数を示す. 音声フィードバックと画像フィードバックの回数を三種類のフィードバックごとに, ウィルコクソン符号付順位和検定で比較した結果，有意差はみられなかった．つまり，実験において, 練習者は画像フィードバックを使っても, 音声フィードバックを使っても, 同様なフィードバック量であった.

表 6-1　フィードバック量について

フィードバック内容	音声フィードバック		画像フィードバック	
	人数	平均回数	人数	平均回数
大きい声	21	6.5	21	6.4
前へ（顔の向き）	18	1.9	17	2.1
前へ（体の向き）	9	2.2	8	1.9

（2） 音声フィードバックの効果

音声フィードバックの効果を 4.3.1 に基づき解析した結果を表 6-2 に示す. 「大きい声」に対するフィードバック前の音量値 0.55 は，フィードバック後に 0.62 と大きくなり，対応のある t 検定により有意差があった（$p<.01$）．また全検出回数 136 回のうち, 音量値が 0.70 を越えた有効回数は 119 回であり, 有効率は 88%という結果であった.

「前へ（顔の向き）」に対するフィードバック前の 7.4 度は，フィードバック後に 7.9 度と変化は少なく，対応のある t 検定により有意差がなかった（$p=.25$）．また，全検出回数 34 回のうち，有効回数は 23 回であり，有効率は 68%という結果であった.

「前へ（体の向き）」に対するフィードバック前の 16.3 度は，フィードバック後に 12.0 度と前へ向く方向となり, 対応のある t 検定により有意差があった（p<.05）．また全検出回数 20 回のうち，有効回数は 19 回であり，有効率は 95%という結果であった.

以上より，音声フィードバックはフィードバック「大きい声」，「前へ（体の向き）」において有効であったが，「前へ（顔の向き）」については，効果はみられなかった.

表 6-2　音声フィードバックの効果

フィードバック内容	前	後	有効/全体回数
大きい声**	0.55	0.62	119/136
前へ（顔の向き）	7.4 度	7.9 度	23/34
前へ(体の向き) *	16.3 度	12.0 度	19/20

対応のある t 検定：*p<.05，**p<.01

（３）　画像フィードバックの効果

画像フィードバックの効果を 4.3.1 に基づき解析した結果を表 6-3 に示す.「大きい声」に対するフィードバック前の音量値 0.57 は，フィードバック後に 0.65 と大きくなり，対応のある t 検定により有意差があった（p<.01）．全検出回数 134 回のうち，有効回数は 123 回であり，有効率は 92%という結果であった.

「前へ（顔の向き）」に対するフィードバック前の 10.7 度は，フィードバック後に 4.8 度と顔を前に向けるようになり，対応のある t 検定により有意差があった（p<.01）．また全検出回数 35 回のうち，有効回数は 33 回であり，有効率は 94%という結果であった.

「前へ（体の向き）」に対するフィードバック前の 15.0 度は，フィードバック後に 5.7 度と前方を向く方向になり，対応のある t 検定により有意差があった（p<.01）．また全検出回数 15 回のうち，有効回数は 14 回であり，有効率は 93%という結果であった.

以上より, 画像フィードバックは 3 種類のフィードバック内容において有効であった.

表 6-3　画像フィードバックの効果

フィードバック内容	前	後	有効/全体回数
大きい声**	0.57	0.65	123/134
前へ（顔の向き）**	10.7 度	4.8 度	33/35
前へ（体の向き）**	15.0 度	5.7 度	14/15

対応のある t 検定：*p<.05，**p<.01

6.3.5 アンケート結果

プレゼンテーション練習の自己評価に対するアンケート結果を表 6-4 に示す. 全体表現と音声表現に対する最頻値は「4．満足した」であり，システム全体と音声表現に対するプレゼンテーション練習は満足している傾向がわかった. 一方，身体表現については，「アイコンタクトと体の向き」の最頻値が「4．満足した」であり，満足傾向であるが，「ジェスチャ」と「顔の表情」の最頻値は「4．満足した」と順番に「3．どちらもいえない」，「2．満足しなかった」の二値を取り，満足するわけではないという結果となった.

つまり，システム用いた発表練習において，実験参加者は，自分の音声表現には全体的に満足しているものが多い傾向があるが, 自分の身体表現においては「ジェスチャ」や「顔の表情」に対して満足していないものが多い傾向がわかった.

表 6-4　プレゼンテーション練習の自己評価

プレゼンテーション表現		5 段階評価の人数				
		1	2	3	4	5
全体表現		1	5	5	**9**	1
身体表現	アイコンタクトと体の向き	0	2	6	**13**	0
	ジェスチャ	0	5	**7**	**7**	2
	顔の表情	0	**7**	6	**7**	1
音声表現	声の大きさ・強弱	0	3	5	**12**	1
	話すスピード	0	3	3	**13**	2
	聞き取りやすさ	0	3	2	**14**	2

下線太字：最頻値

システム評価に対するアンケート結果を表 6-5 に示す．身体表現と音声表現に対して，役立ったかどうかについて，音声フィードバックと画像フィードバックをマン・ホイットニ U 検定により比較した．その結果は身体表現において音声フィードバックは画像フィードバックより好評であり，有意差があった (p<.01)．音声表現についても同様であり音声フィードバックが好評であり，有意差があった (p<.01)．つまり，実験参加者は音声フィードバックが画像フィードバックより役に立つと評価していた．

表 6-5　システム評価アンケート結果

	音声フィードバック（人数）					画像フィードバック（人数）				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
身体表現**	0	0	0	8	**13**	0	3	3	**14**	1
音声表現**	0	0	0	9	**12**	0	2	6	**12**	1

下線太字：最頻値　　マン・ホイットニ U 検定：**p<.01

6.3.6　考察

音声フィードバックにおいて，「前へ（顔の向き）」の指示効果が少ない理由について検討する．そのために，音声フィードバックが改善につながらなかった 11 回に注目した．その 11 回は 4 人の実験参加者に集中していた．そこで，

実験を記録した動画データをみると，4 人の実験参加者はモニタあるいはスクリーンを見ながらプレゼンテーションを行っている傾向がわかった．つまり，スライド表示に集中しているため, 身体動作の改善まで意識が及ばなかったと考えられる.

また，音声フィードバックはアンケート印象がよかった．その理由として，画像フィードバックは見落とす可能性があることに対して, 音声フィードバックは確実に実験参加者に伝達されるためと考えられる. アンケートの自由記述をみると，音声フィードバックは「実験参加者の身体への制限がなく，スクリーンを見ても, 聴衆を見てもリアルタイムフィードバックを得られることがメリットである」という意見があった.

実験参加者がもつスキルの影響を検討するために, フィードバック回数について，t 検定を用いて，日本語能力による比較（日本語能力試験 1 級と 2 級），プレゼンテーション能力による比較（アンケート自己評価の初心者と中級者）を行ったところ，どちらも差が見られなかった．そのため，ある程度の日本語能力があり，プレゼンテーション能力が高くない留学生の練習者に対しては，PRESENCE のフィードバック機能は有効に働くと考えられる．今後，母国語話者である日本人学生やプレゼンテーション能力の高い学生に対して, システムがどのように機能するかを実験することが課題である.

6.4 母国語と第二言語におけるプレゼンテーション実験との比較

第二言語を用いた場合の実験結果を 5.で述べた母国語（中国語）を用いた場合の実験結果と比較し，考察する.

最初に，フィードバック量について，表 6-6 に比較する．その結果，第二言語を用いたプレゼンテーション練習の場合のフィードバック回数は母国語におけるプレゼンテーション練習の場合より，多いことがわかる．つまり，第二言語を用いたプレゼンテーションの場合，母国語を使用する場合と比べて，身体表現や音声表現の望ましくない状態が多かったことがわかる．

表 6-6　フィードバック量の比較

	内容	音声フィードバック	画像フィードバック
第二言語	顔の向き	6.5 回	6.4 回
	体の向き	1.9 回	2.1 回
	声の大きさ	2.2 回	1.9 回
母国語	顔の向き	1.1 回	2.9 回
	体の向き	0.3 回	0.2 回
	声の大きさ	1.1 回	1.2 回

次に, 第二言語を用いた場合都母国語を用いた場合のフィードバック効果の違いを表 6-7 にまとめる．母国語を用いる場合は音声フィードバックの効果が画像フィードバックの効果より多かったが，第二言語を用いる場合は，逆に画像フィードバックの効果が音声フィードバックの効果より大きい結果となった．

第二言語を用いたプレゼンテーション実験の練習を記録したビデオを見ると, 発表練習者がスライドを表示しているモニタまたはスクリーンを見ている傾向があった．また，実験参加者の印象は画像フィードバックよりも音声フィードバックのほうが良い印象となっている. 第二言語を用いたプレゼンテーションでは，発表練習者がスライドを注視しがちになるため，望ましくない状態が全体的に増えるとともに, 画像フィードバックに気づきやすいためと考えら

れる. 従って, 第二言語を用いたプレゼンテーションの実演練習実験において, 画像フィードバックは必ずしも望ましいというわけではないと考える.

以上より, 第二言語を用いたプレゼンテーション練習では, 言語運用能力の影響が推察される. 今後, 第二言語を用いたプレゼンテーションの実演練習支援を検討するためには, 言語能力の影響も考慮した複合的な支援機能を検討することが必要である.

表 6-7　フィードバック効果の比較

	内容	音声フィードバック	画像フィードバック
第二言語	顔の向き	×	○
	体の向き	○	○
	声の大きさ	○	○
母国語	顔の向き	○	×
	体の向き	×	×
	声の大きさ	○	○

○：有意差あり，×：有意差なし

6.5　結言

本章では, 第二言語を用いたプレゼンテーションの発表練習実験を行った結果について述べた. その結果と母国語を用いた場合の結果と比較することにより, 第二言語を用いたプレゼンテーションの支援システムの効果が異なることがわかった.

第 7 章

第三者評価との比較

7.1　緒言

本章では，発表練習者による第三者評価，練習者の自己評価とプレゼンテーション練習システムより記録したログデータ，それぞれの対応関係について述べる．

7.2　目的

プレゼンテーション練習の評価は練習者の技能にあわせた適切な評価でなければ，適切な目標を設定した練習ができない．そのため，プレゼンテーション練習に対する知識がある第三者による評価と練習者による個人評価について対応を検討する．さらにプレゼンテーション練習支援システム PRESENCE によって，記録したデータと評価値との関係を調べ，計算機による自動評価練習支援システムの実現可能性を検討する．

7.3　実験内容

プレゼンテーション学習支援システム PRESENCE の評価と第三者による評価実験について説明する．

実験参加者は北陸先端科学技術大学院大学の学生 9 名（博士前期学生 6 人，博士後期学生 3 人）であり，年齢は 20 代後半～30 代前半であった．プレゼンテーション技能の自己評価としては 3 人が初心者，5 人が中級者，1 人が上級者と報告した．

シナリオ表現と音声表現を対象とするため, 予め準備したプレゼンテーション用スライドによるプレゼンテーションを行う, プレゼンテーション内容は実験参加者にとって身近な内容である, 所属する北陸科学技術大学院大学の紹介を選んだ．使用したスライドは図 4-3 に示したものと同じである．

実験手順について述べる. 実験参加者はプレゼンテーションに対する予備調査に答えた後, 事前に用意したプレゼンテーション用スライドの内容を把握するため，15 分間の準備時間を実験参加者に与えた．スライドを用意したのみであり，発表用原稿は用意しなかった．また，発表時間は 5 分であることを伝えた．

次に 1 回目のプレゼンテーションを行う．その際の環境は図 3-1 に示す通りである．手元のモニタおよびスクリーンは PowerPoint スライドが表示されると共に，ノート PC はシステム画面が表示された．またフィードバック処理として，前を向いていない状況を検知した場合，図 7-1 に示すウィンドウ上に警告が表示されたり，ビープ音により警告されたりする．また，そのプレゼンテーション中のシステム画面及び音声入力は動画データとして記録する. この動画データはプレゼンテーション終了後の反省および自己評価に使用する. もちろん，この動画データには図 7-1 に示すユーザインタフェース画面が含まれており，身体表現に対するフィードバック表示を見ることができるとともに，音声フィードバックも記録されている. ここで自己評価とは自分のプレゼンテーションを 5 段階のリッカートスケール（とても良い 5 点，良い 4 点，普通 3 点，悪い 2 点，とても悪い 1 点）で評価することであり，評価項目は身体表現に関する体の向きとアイコンタクト，ジェスチャ，顔の表情，音声表現に関する声の大きさ・強弱，話すスピード，聞き取りやすさに加えて全体印象であっ

た．なお，動画データの記録には Web 会議システムの録画目的で開発された Cisco 社の WebExRecorder を利用した．

図 7-1 フィードバック情報画面

実験参加者は 1 回目のプレゼンテーション終了後, フィードバック情報として記録されたシステムの動画データを見て自己評価し，その後，2 回目のプレゼンテーションを行い，1 回目後と同様に記録された動画データを見て自己評価を行った．

これら実験の終了後, 実験参加者はシステムに関するアンケートに回答した．アンケートの質問項目は 8 項目であり，Q1．提案システムについてどう思うか，Q2．システムの操作はどうか，Q3．システム利用により身体表現はどうなったか，Q4．システム利用により音声表現はどうなったか，Q5．システム全体についての評価，Q6．身体表現についての評価，Q7．音声表現についての評価，Q8．スライドの操作機能について尋ねた．記入にはリッカートスケールを用い，Q1 に対しては（とても役に立つ 5 点，役に立つ 4 点，どちらともない 3 点，あまり役に立たない 2 点，全く役に立たない 1 点）とした．同様

な形式で，Q2．は使いやすさについて，Q3．と Q4．は表現の向上について，Q5.～Q8．は役に立ったかどうかを回答させた．

7.4　データ解析方法

記録されたプレゼンテーション動画の評価は自己評価に加えて、第三者による評価も行った．第三者評価に参加したのは本研究の実験実施者学生 A と教員 B である．プレゼンテーション動画の評価は 1 回目と 2 回目を意識せずに行った．その評価項目は 4.1 で述べた自己評価と同じである．第三者評価を行う学生 A と教員 B は，本稿の 2.1 にあるプレゼンテーション表現のまとめや評価項目を協力して作成しており，プレゼンテーション表現に関して，専門知識を有するものとして採用した. また次に述べる評価指標の計算が第三者評価に影響を与えないように，第三者評価は計算指標項目より先に求められた．

次にプレゼンテーション学習支援システム PRESENCE が取得したログデータに基づく評価指標について説明する．学生 A と教員 B による第三者評価結果に対して, 身体表現と音声表現に関する評価項目と全体印象との相関を調べた．その結果，相関係数の高い順で 3 つの項目は発表時間（0.83）,ジェスチャ(0.81)，体の向きとアイコンタク(0.74)である．評価指標として用いたものは表 7-1 に示す通りである．まず身体表現に関する 2 つの指標について説明する．

表 7-1　プレゼンテーション評価指標

評価指標	説明
G_rate	ジェスチャ率
S_rate	発声率
Time	発表時間（秒）
V_45	音量値は 0.45 以上～0.60 未満の発話割合
V_60	音量値は 0.60 以上～0.80 未満の発話割合
V_80	音量値は 0.80 以上～1.00 以下の発話割合

ここで G_rate はジェスチャ率であり，身体情報の全サンプル数において，腕が上がっている状態（左右腕のいずれかがパターン 2，パターン 3，パターン 4 である状態）の割合であり（図 3-8 参照），両手がぶら下がっていない状態の割合である． G_rate はジェスチャに関する指標として用意された．そして，音声表現に関する残りの指標について説明する（「3.5.2　音声表現の状態判定について」で求められた音量の対応関係を参照）. S_rate は発声率であり，音の全サンプル数において音の大きさが 0.45 以上である割合である．なお実験環境下においてエアコンによるバックグラウンド騒音は 0.45 未満であり，発話した場合の音の大きさは 0.45 を超えるため設定した．V_45，V_60，V_80 は音の強弱に関係あり，V_45 は音声の大きさが 0.45 以上～0.60 未満の発話割合，V_60 は音声の大きさが 0.60 以上～0.80 未満の発話割合，V_80 は音声の大きさが 0.80 以上～1.00 以下の発話割合である．ここで，発話割合とは 0.45 以上の大きさであり, 発話と判断されたすべての音声サンプル数に対する割合を指す. Time は発表時間であり, 話す会話の量や早さが影響を与えると考え，用意した．Time を除く評価指標は声の大きさ・抑揚，聞き取りやすさに関係していると想定した.

7.5　実験結果と考察

7.5.1　実験結果

実験結果として, 最初に第三者評価と実験参加者による自己評価との相関関係について示し, 第三者評価値をプレゼンテーション評価の結果として使用する理由を示す．次に，2 回の実験結果と第三者評価値および評価指標を用いて比較する．その後，実験参加者ごとのジェスチャパターンの使用や評価指標の値を示す. そして, 評価指標と第三者評価値との相関関係を用いて PRESENCE による発表評価の可能性や方向性を検討する．なお，実験データ数は相関を調

べる場合は 18 個（9 人*2 回）である．比較する場合はノンパラメトリック検定を用い，2 つのデータ群の相関関係はスピアマンの順位相関係数，2 つのデータ群の比較はウィルコクソン符号順位和検定を用いた．

表 7-2 に実験参加者の自己評価と学生 A, 教員 B による第三者評価の相関係数を示す．その結果，学生 A と教員 B にのみ強い相関が現れ，顔の表情，ジェスチャ，声の大きさ・抑揚，全体印象は高い相関であり，同じような評価をしており，自己評価と比べ，評価値として安定していることがわかった．さらに，学生 A と教員 B による第三者評価を統合したものを第三者による評価値とした．一致している評価値はそのままで，一致してない場合，記録ビデオを一緒に見て，最終的な評価値を話し合って決定した．

表 7-2　プレゼンテーション評価結果の相関

評価項目	自己評価と学生 A	自己評価と教員 B	学生 A と教員 B
顔の表情	.42	.53*	**.81****
体の向き・アイコンタクト	.62**	.51*	.65**
ジェスチャ	.64**	.25	**.71****
声の大きさ・強弱	.47	.39	**.86****
話すスピード	.08	-.10	.46*
聞き取りやすさ	.28	.21	.34
全体印象	.37	.35	**.86****

太字：　強い相関 0.7 以上　　$^{**}p<.01$, $^{*}p<.05$

表 7-3 に第三者評価による 1 回目実験と 2 回目実験の比較，表 7-4 に自己評価による 1 回目実験と 2 回目実験の比較結果を示す．その結果，第三者評価では体の向き・アイコンタクトにおいて有意差があり，向上していると判定された．一方，自己評価においては，体の向き・アイコンタクト，顔の表情，話すスピード，聞き取りやすさにおいて有意差があり，向上している判定された．表 6-2 で示す通り，第三者評価の方が自己評価より一致率の高い評価であるた

め，1 回目と 2 回目のプレゼンテーションを比較すると，向上したのは体の向き・アイコンタクトに効果がある可能性が高いと判断できる．

従って，発表練習の様子をビデオ記録し，そのビデオを振り返ることによって，身体表現の初級項目である体の向き・アイコンタクトは向上できる可能性がある．一方，それ以外の項目については効果がなく，音声表現については初級項目である声の大きさ等にも効果がみられなかった．

表 7-3　第三者評価値による 1 回目と 2 回目の比較

	1 回目					2 回目					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
体の向き・アイコンタクト	0	2	**4**	3	0	0	0	3	**5**	1	**
ジェスチャ	0	2	**4**	2	1	0	1	**4**	2	2	
顔の表情	0	1	**4**	3	0	0	0	**5**	3	1	
声の大きさ・抑揚	0	0	**7**	0	2	0	0	**5**	3	1	
話すスピード	0	0	**7**	1	1	0	0	**4**	3	1	
聞き取りやすさ	0	2	**4**	3	0	0	0	**7**	1	1	
全体印象	0	1	**4**	4	0	0	0	4	**4**	1	

太字下線：中央値かつ最頻値，$^{**}p<.01$

表 7-4　自己評価による 1 回目と 2 回目の比較

	1 回目					2 回目					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
体の向き・アイコンタクト	1	**6**	1	1	0	0	2	3	4	0	*
ジェスチャ	1	**4**	3	1	0	0	**5**	1	2	1	
顔の表情	2	3	4	0	0	1	2	**3**	2	1	*
声の大きさ・強弱	0	2	3	4	0	0	1	2	**5**	1	
話すスピード	0	3	**3**	3	0	0	0	2	**6**	1	*
聞き取りやすさ	0	**5**	4	0	0	0	1	**4**	4	0	*
全体印象	0	**5**	3	1	0	0	2	**5**	1	1	

下線のみ：中央値，太字下線：中央値かつ最頻値，$^{*}p<.05$

以上，1 回目と 2 回目の比較により，プレゼンテーション学習支援システム PRESENCE の利用を記録したビデオを見るだけでは，身体表現において初級

項目である体の向き・アイコンタクトは向上できる可能性があるが，それ以外の項目には向上が見られず, 音声表現の初級項目である声の大きさ等にも向上が見られなかった.

各実験におけるジェスチャパターン回数，ジェスチャ率，全体印象評価の結果を表 7-5 と表 7-6 に示す．なお実験参加者 A～F は修士の学生，実験参加者 G～H は博士の学生であった. ジェスチャパターンは図 3-10 に示した各腕のパターンが，図 3-11 ように左腕のパターンと右腕のパターンが時間とともに記録される. 表 7-5 と表 7-6 において, ジェスチャパターンを LXRY と記述する．LXRY において，L は左腕，R は右腕であり，X と Y は各腕に対応した図 3-10 に示したパターン番号を意味する．特に，L1R1 は発表練習者が両手を下ろした状態であり，ジェスチャをしていない状態である.

全体印象が 4 以上の参加者を見ると，1 回目実験の場合，ジェスチャ率は博士 I を除いて 0.30 以上であるが，2 回目実験の場合，修士 A，修士 E，博士 I のジェスチャ率は 0.30 以下であるが，両手を動かしたジェスチャを使っていたことがわかる．従って，ジェスチャ率が高ければ，高いほど，優れたジェスチャ表現となるかどうかは課題と考えられる.

また，博士 H はジェスチャ率が 2 回とも 0.85 と他の参加者と比べて高い割合である．ビデオ記録より，博士 H は全参加者の中で，ただ一人のみレーザポインタを使用したプレゼンテーションをしていており，そのため，L1R2 というジェスチャパターンが多いことがわかった.

一方，全体印象が 3 以下の結果は 9 回あるが，ジェスチャ率が 0.05 以下であるものは，7 回であった．従って，ジェスチャをあまり行わない発表練習者はプレゼンテーション能力が初級レベルである可能性がある.

表 7-5　1 回目のジェスチャパターンに関するデータと全体印象

参加者	L1R1	L1R2	L1R3	L1R4	L2R1	L2R2	L2R3	L3R1	L3R2	L3R3	G_rate	全体印象
修士 A	5484	531	862	961	0	0	0	0	0	0	0.30	4
修士 B	8667	41	56	23	0	0	0	0	0	0	0.01	3
修士 C	6312	10	2	0	2	4	0	0	0	0	0.00	3
修士 D	4096	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	2
修士 E	8552	1531	2	0	36	0	0	8	0	0	0.16	3
修士 F	6799	699	300	170	0	0	0	0	0	0	0.15	3
博士 G	6188	1096	1267	636	0	83	116	0	0	0	0.34	4
博士 H	1280	7228	75	0	0	0	0	0	0	0	0.85	4
博士 I	7370	800	107	0	0	0	0	0	0	0	0.11	4

表 7-6　2 回目ジェスチャパターンに関するデータと全体印象

参加者	L1R1	L1R2	L1R3	L1R4	L2R1	L2R2	L2R3	L3R1	L3R2	L3R3	G_rate	全体印象
修士 A	7620	518	515	188	24	15	0	0	0	0	0.14	4
修士 B	7734	50	40	43	0	0	0	0	0	0	0.02	3
修士 C	6926	7	4	17	1	0	0	0	0	0	0.00	3
修士 D	7006	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0.00	3
修士 E	7892	1773	29	0	21	0	0	15	1	4	0.19	4
修士 F	8035	148	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	3
博士 G	6854	1536	1079	0	292	259	18	59	0	0	0.32	4
博士 H	1323	7224	8	0	0	0	0	0	0	0	0.85	5
博士 I	6320	1868	80	0	26	202	10	0	0	0	0.26	4

各実験における評価指標の値と全体印象の結果を表 7-7 と表 7-8 に示す．そして，評価指標の値と第三者評価との相関関係を表 7-9 に示す．ジェスチャ率 G_rate はジェスチャと全体印象と強い相関を持つこと，同様に発声率 S_rate はジェスチャと全体印象と強い相関を持つこと，そして，V_80 は聞き取りやすさと強い相関を持つことがわかった．

表 7-7　1 回目における評価指標の値と全体印象の結果

参加者	G_rate	S_rate	V_45	V_60	V_80	Time	全体印象
修士 A	0.30	0.61	0.53	0.27	0.20	273.1	4
修士 B	0.01	0.52	0.56	0.36	0.08	299.3	4
修士 C	0.00	0.49	0.79	0.21	0.00	220.5	3
修士 D	0.00	0.52	0.61	0.29	0.10	141.6	2
修士 E	0.16	0.53	0.70	0.26	0.04	351.6	3
修士 F	0.15	0.54	0.53	0.34	0.12	273.3	3
博士 G	0.34	0.55	0.66	0.34	0.01	321.6	4
博士 H	0.85	0.63	0.46	0.33	0.21	291.3	4
博士 I	0.11	0.55	0.62	0.29	0.09	286.9	4

表 7-8　2 回目における評価指標の値と全体印象の結果

参加者	G_rate	S_rate	V_45	V_60	V_80	Time	全体印象
修士 A	0.14	0.59	0.46	0.29	0.25	304.4	4
修士 B	0.02	0.52	0.53	0.38	0.09	271.6	4
修士 C	0.00	0.49	0.80	0.20	0.00	240.0	3
修士 D	0.00	0.56	0.57	0.32	0.11	237.7	3
修士 E	0.19	0.51	0.64	0.32	0.03	331.1	3
修士 F	0.02	0.52	0.63	0.31	0.06	280.3	3
博士 G	0.32	0.53	0.73	0.27	0.00	343.9	4
博士 H	0.85	0.62	0.50	0.33	0.18	294.1	4
博士 I	0.26	0.56	0.61	0.30	0.08	294.5	5

表 7-9　評価指標と第三者評価の相関

	G_rate	S_rate	V_45	V_60	V_80	Time
体の向き・アイコンタクト	.63**	.60**	-.10	.38	.31	.17
ジェスチャ	**.76****	**.81****	-.26	.28	.50*	.36
顔の表情	.67**	**.70****	-.03	.18	.32	.19
声の大きさ・抑揚	.55*	-.57*	-.30	.14	.60**	.09
話すスピード	.60*	.58*	-.23	.21	.56*	.09
聞き取りやすさ	.18	.27	-.28	.04	**.73****	-.12
全体印象	**.86****	**.81****	.06	.18	.25	.40

太字：強い相関 0.7 以上, **p<.01, *p<.05

以上より, ジェスチャ率 G_rate は身体表現におけるジェスチャの評価指標, V_80 は音声表現における聞き取りやすさの評価指標として使える可能性がわかった．そして，ジェスチャ率 G_rate と発声率 S_rate はプレゼンテーションの全体印象の評価指標を検討するための指針として使える可能性がわかった.

7.5.2　アンケート結果

アンケート結果は表 7-10 に示す通りである．各アンケート回答おいて中央値かつ最頻値である値は太字下線で示す. その値において評価が 4 以上であるものについてまとめる．利用者は提案システムについて役に立ち，システム操作は易しいと評価していることがわかる．そして，システム利用により，身体表現は向上していると評価するとともに, 音声表現は変わらないと評価していることがわかる.

この結果は第三者評価によって，身体の向き・アイコンタクトが向上したという評価と対応する結果である. またシステムについては, 全体的に役に立つ, 身体表現と音声表現に役に立つと評価していた.

表 7-10　アンケート結果

質問項目	5 段階評価				
	1	2	3	4	5
Q1.システムについてどう思いますか	0	0	0	**8**	1
Q2.システムの操作はどうおもいますか	0	1	1	**5**	2
Q3.システム利用により身体表現はどう思いますか	0	1	2	**5**	1
Q4.システム利用により音声表現はどう思いますか	0	1	**4**	4	0
Q5.システム全体の評価	0	1	0	**7**	1
Q6.身体表現について	0	0	1	**7**	1
Q7.音声表現について	0	0	3	**5**	1
Q8.スライド操作機能はどう思いますか	0	2	**6**	0	1

太字下線：中央値かつ最頻値

7.5.3　PRESENCE の評価機能

第三者評価における全体印象とジェスチャ率や発声率は強い相関があることより，PRESENCE の評価機能において，ジェスチャデータや発話データをもとにした評価指標を開発できる可能性がわかった．ただし，第三者評価による全体印象の評価値は 5 段階評価において，3 から 5 という 3 段階の値しか取れていないため，ジェスチャ率や発声率では，初心者と上手な人と，その中間という段階でしか区別できない可能性がある．そのため，今後は，プレゼンテーションが上手な人のデータを含め, 多くのプレゼンテーションの実演データを収集し，評価手法を洗練していくことが課題である．

評価機能において，現在のジェスチャ率をそのまま用いる場合，発表練習が単に手を上げて発表するだけで，評価が高くなる恐れがある．表 7-5，表 7-6 にジェスチャパターンを示すように手を上げているようなパターンは少ないが，点数機能のようなものを実装する場合は，例外的なジェスチャによって，評価値が高くならないような工夫する必要がある．そのためには，発表者のジェスチャを静的なパターンとして処理するだけではなく, 動的なパターンとして処理し, 同じようなジェスチャパターンが続く場合はジェスチャ率を下げるような手法が考えられる．

7.6　結言

本章では，プレゼンテーションによる第三者評価と発表者の自己評価とシステムログデータ，それぞれの関連性を調べた．

第 8 章

全体考察

8.1　緒言

本章では，本研究より得られた知見をまとめて，全体考察を行う．そして，本研究による知識科学への貢献について述べる．

8.2　全体考察

第 4 章から第 7 章までの実験結果を表 8-1 にまとめ,それに対して, 全体考察する．各章で実施した実験は，PRESENCE を用いた音声フィードバック評価実験（第 4 章）, 音声フィードバックと画像フィードバックを比較した実験（第 5 章），第二言語によるプレゼンテーションを検討した実験（第 6 章），第三者評価の比較実験（第 7 章）である．その結果をもとに PRESENCE がもつプレゼンテーションの実演支援機能であるフィードバック機能の効果や将来応用について考察する．

PRESENCE の音声フィードバック機能は，身体表現である「顔の向き（顔の上下方向）」，「体の向き（体の左右方向）」と音声表現である「声の大きさ」に対し，改善する方向に効果があることがわかった．そして，音声フィードバック機能は画像フィードバック機能より効果があることがわかった. ただし現在のシステムは望ましくない状態を判定しているのみであるので, 今後は望まれる状態の達成に対するフィードバックを検討することによって, 発表練習者を望ましい状態への動作状況を理解しやすくすることが考えられる．

表 8-1　PRESENCE を用いた評価実験のまとめ

項　目	第 4 章	第 5 章	第 6 章	第 7 章
研究目的	音声フィードバックの評価	音声と画像フィードバックの比較	第二言語を用いたプレゼンを検討	第三者評価を用いた評価指標の検討
実験参加者特徴	中国人留学生・初心者	中国人留学生・初心者	中国人留学生・初心者から上級者が混在	中国人留学生と日本人学生・初心者から上級者が混在
使用言語	日本語	中国語	日本語	日本語
身体表現の記録	あり	あり	あり	あり
声の大きさの記録	あり	あり	あり	あり
ジェスチャパターン	無し	無し	無し	あり
発声率	無し	無し	無し	あり
大きい声率	無し	無し	無し	あり
キャリブレーション有無	あり	あり	あり	無し
ノード表示有無	あり	あり	あり	あり
音波表示・数値表示	あり	無し	あり	あり
音声・画像フィードバック	あり	あり	あり	無し
結果	（1）「体の向き」は前を向く方向に改善した. （2） 発表練習者の「声の大きさ」が改善した.	（1）フィードバック機能はプレゼンテーションの実演練習に影響がある. （2） 音声フィードバックは画像フィードバックより効果がある.	第二言語を使用した場合,（1） 画像フィードバックの支援効果が高い一方,（2）音声フィードバックに対する印象が良い.	ジェスチャ率，発声率の指標と第三者評価における全体印象との間に強い相関係数がわかった.

第二言語を用いたプレゼンテーション練習をする場合, 母国語を用いたプレゼンテーションと異なり，望ましくない状態が増えると共に，画像フィードバックの効果が大きくなることがわかった．今後，プレゼンテーションの練習支援として, 国際会議において標準言語とされる英語を対象とした支援が期待されるが，言語能力の影響を考慮する必要がある．政治家や俳優等のセリフを支

援するためにプロンプタと呼ばれる表示技術が使われているが, そのような表示技術を簡易に使用できる方法と組み合わせることによって，望まれる状態（例えば，前を向いている状態）を実演しやすい状態で発表練習者を支援する表示技術も考えられる.

最後に，初心者から上級者が混在した実験では，ジェスチャ率や発声率などが第三者評価項目である「全体印象」と高い相関であった．従って，初心者から上級者を考慮した支援を検討するためには, ジェスチャ率や発声率を洗練させた評価指標の開発が有望と考える．一方，今回の第三者による印象評価は 5 段階評価であったが，結果的には 3 段階評価であった．従って，数多くのプレゼンテーションの実演データを集めたプレゼンテーション･コーパスを作成し, 機械学習を用いることにより, 精度の高い評価指標を検討することや上級者に絞ったデータ解析により, プレゼンテーション上級者がもつ技能の特徴を抽出することも考えられる.

8.3　関連システムの比較

プレゼンテーションの実演練習を支援するシステムとして, 発表練習者の身体表現や音声表現の実演を支援するシステムは「プレゼン先生」と Kopf らのシステムや Tam らによって発表タイミングを知らせるシステムがある．それらシステムと PRESENCE の研究を比較した結果を表 8-2 に示す.

PRESENCE は従来研究と比べて，音声表現と身体表現について幅広く，定量的に性能評価をしている点が特徴である．また PRESENCE の支援機能は, 先行システムであるプレゼン先生と遜色ないと共に, 発表練習者に装置を付ける必要がない点が優れている.

表 8-2 プレゼンテーション練習支援システムの比較

項目	PRESENCE	プレゼン先生	Kopf らのシステム	HaNS
顔の向き（上下方向）	○	○	○	×
体の向き（左右方向）	○	×	×	×
音声支援	音量	発話のスピード，イントネーション	1 分間の発話量（単語数）	×
音声フィードバック	○	△	×	×
画像フィードバック	○	○	×	×
振動フィードバック	×	△	×	○
装着設備	不要	必要	不要	必要
評価方法	数十名実験参加者による定量評価	3 人による試用	インタビューとアンケート	大学ゼミと中規模学術会議での適用（66 発表者，21 チェア，65 聴衆）

さらに 8.2 で述べたように, PRESENCE を用いた初心者から上級者への練習支援の可能性についても検討しており, 従来研究より進んだ支援システムについての設計を明らかにしている点は特徴である.

8.4 知識科学への貢献

本学位論文の知識科学への貢献について述べる. 知識伝達において重要であるプレゼンテーション表現は経験的な知識, 言い換えれば暗黙知的なものとして取り扱われてきた．またテキストなどの言葉（形式知）で説明されるが，そのプレゼンテーション表現を発表練習者が適切に実演できるかは別物である.

本研究では，発表練習者の技能を計算処理し，発表に対するフィードバックを与えることによって，発表練習者の実演練習を改善させることを実現した．これはプレゼンテーション技能を計算処理できる形式知に変換し，かつ，それをもとにプレゼンテーションの実演練習を改善したことになる．

以上より，本研究は，暗黙知的に取り扱われてきたプレゼンテーション技能において，経験知（暗黙知）と形式知の相互変換を実現しており，知識科学へ貢献している．

8.5 結言

本章では，プレゼンテーション練習支援システム PRESENCE がもつプレゼンテーション表現への効果や今後の課題を考察するとともに，従来支援システムとの違いを述べた．また，知識科学への貢献として，暗黙知的に取り扱われてきたプレゼンテーション技能において経験知（暗黙知）と形式知への相互変換との関係について述べた．

第 9 章

おわりに

9.1　まとめ

情報や知識を伝達するためのプレゼンテーション技術は社会技術として重要なスキルである．そこで，本研究では，初心者である発表練習者の実演表現である音声表現と身体表現において望ましくない状態を実時間チェックし，望ましい状態に向けた音声フィードバックと画像フィードバックを与えるプレゼンテーション練習支援システム PRESENCE を開発した．また本研究ではプレゼンテーション初心者を対象とし，かつ，第二言語の影響を調べるために，中国人初心者を中心に検討を行った．そのため，初歩的な実演表現である身体表現の「顔の向き（顔の上下方向）」，「体の向き（体の左右方向）」と音声表現の「声の大きさ」を対象とし，実時間フィードバックする機能を実装すると共に，中国語版と日本語版のフィードバック機能を実装した．そして，開発した PRESENCE を用いて各種実験を行った結果，次のような知見が得られた．

（1）PRESENCE の音声フィードバック機能は中国人初心者における発表実演練習において，身体表現，音声表現の練習を改善する方向に影響すること，そして，音声フィードバック機能は画像フィードバック機能より効果があることがわかった．よって，プレゼンテーションの実演練習支援システムとしては音声フィードバック機能が画像フィードバックより望ましいことがわかった．

（2）第二言語（日本語）を用いたプレゼンテーション練習では，母国語（中国語）を用いたプレゼンテーション練習と異なり，発表練習者の言語能力が影響して，スライドを注視するような望ましくない状態が発生しやすくなり，画

像フィードバックの影響が音声フィードバックの影響より大きくなることがわかった．よって，第二言語を用いたプレゼンテーション練習支援システムの支援機能･運用においては, 発表利用者の言語能力を考慮することが望まれる．

（3）初心者から上級者が混在したプレゼンテーション練習実験では，自己評価と比べて，第三者評価のほうが安定した評価となると共に，ジェスチャ率や発声率が第三者評価項目である「全体印象」と高い相関があることがわかった．この結果をもとに，初心者から上級者を対象とした評価を実現するためには, ジェスチャ率や音量割合を洗練した評価指標を開発していくという方針を得た．

以上の研究成果は，経験知（暗黙知）として取り扱われてきた身体表現と音声表現を計算機支援（形式知化による支援）した PRESENCE によって実現されたものである．つまり，経験知（暗黙知）と形式知の相互変換に関する成果であり，知識科学に貢献している．

9.2　今後の課題

今後，本研究で開発したプレゼンテーション練習支援システム PRESENCE を用いて，以下の課題を検討することにより，より進んだプレゼンテーションの実演練習支援システムの実践が期待される．

（1）PRESENCE のフィードバック機能において，望ましい状態に誘導する機能を検討すると共に, 初心者を上級者に向かわせるための長期的なプレゼンテーションの技能学習を定量的に理解・支援することが課題である．

（2）そのために，初心者から上級者までを考慮したプレゼンテーション表現を評価する指標が必要となる．そのためには，ジェスチャ率や発声率等を洗

練させた指標の開発に加えて，上級者を含む多くの人々のプレゼンテーションデータを収集・理解することが課題である．

（3）国際会議において標準言語とされる英語でのプレゼンテーションを対象とした支援が期待される．しかしながら，第二言語を用いたプレゼンテーションは母国語を用いたプレゼンテーションと異なり，第二言語の言語能力差が影響しやすくなる．従って，第二言語の習得状況を考慮した複合的な支援を検討することが課題である．

謝辞

本研究を遂行し学位論文をまとめるに当たり，多くのご支援とご指導を賜りました．その中，研究の進め方，論文の書き方や研究に対する姿勢，及び生活面の問題などについて，一からご指導くださった指導教官由井薗先生には，どれほど言葉をつくしても感謝の気持ちを充分に表すことはできないほど，お世話になりました．ありがとうございました．時に応じて，厳しくご指導した抱いたこと，またやさしく励ましてくださったことを通して，私自身の至らなさを実感することができたことは今後の努力の糧になるものであります．先生にご指導いただいた数多くの時間は，私にとっての生涯の宝ものとなりました．この数年間の研究生活において，これからの人生においても，努力を重ねていきたいと思います．

本研究をまとめるにあたり，貴重なお時間を割いていただき，ご教示とご助言を賜りました，北陸先端科学技術大学院大学先端科学研究科知識科学系永井由佳里教授（副指導教官），西本一志教授，藤波努教授，九州工業大学総合システム工学科三浦元喜准教授，副テーマの指導教官である和歌山大学システム工学部デザイン情報学科宗森純教授に謹んで深謝の意を捧げます．

北陸先端科学技術大学院大学入学時から，私の研究と進路にアドバイスをしてくださった同研究科博士後期の学生李冠宏氏，陳巍氏，欧衛氏，そして同研究科の博士課程修了生謝浩然氏に深く感謝いたします．そして，実験を手伝ってくださった北陸先端科学技術大学院大学の皆さんに感謝をいたします．

最後に，私が博士課程をあきらめかけたときには励まし勇気づけ，夢であった学位取得まで根気強く待ち，最後まで支えてくださった父趙傑，母蒋玉瑩に対しては深い感謝の意を表して謝辞と致します.

本研究は以下の研究助成金, 補助金, 資金負担等により実施されたものです. ここに記して感謝の意を表します.

1. 北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科 Research Promotion Award

   平成 25 年度（後期）（研究全体）

2. 北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科 Research Promotion Award

   平成 26 年度（前期）（研究全体）

3. 北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科 Research Promotion Award

   平成 27 年度（前期）（研究全体）

4. 北陸先端科学技術大学院大学　未来ニーズ人材輩出研究経費

   平成 28 年度（研究全体）

5. 電気通信普及財団海外渡航旅費援助平成 27 年度（第 6 章）

参考文献

[1] 武部浩明，小澤憲秋，勝山裕：文字認識技術を利用した講義動画のスライド同定，電子情報通信学会論文誌，Vol. D, No. J91-D, pp.2280-2292(2008).

[2] A. He, 加羅淳，程子学（他）: RIDEE-SPS：リアルタイム双方向遠隔教育環境のプレゼンテーションシステム，情報処理学会論文誌，44(3), pp.700-708(2003).

[3] Y. Peng, C. Wu, S. Peng, J. Yue: A Simple Presentation Tool Based on Web Pages, IEEE International Symposium on Knowledge Acquisition and Modeling Workshop, pp.715-718(2008).

[4] T. Sukitkanaporn, S. Phoocharoensil: English Presentation Skills of Thai Graduate Students, English Language Teaching, Vol7, No3, pp.91-102 (2014).

[5] V. Stanković, D.Milosavljević: BUSINESS ENGLISH FOR PRESENTATION -USE OF THE AUTHENTIC MATERIALS, THE JOURNAL OF TEACHING ENGLISH FOR SPECIFIC AND ACADEMIC PURPOSES, Vol.5, No.2, pp.343-348 (2017).

[6] K. Peleckis, V. Peleckienė, A. Mažeikienė: Self-Presentation Strategies in Negotiations and Business Meetings, International Journal of Humanities and Social Science, Vol.3, No.18, pp.137-152(2013).

[7] M. Hashemi, M. Hokmabadi: Effective English Presentation and Communication in an International Conference, Social and Behavioral Sciences, Volume 30, pp.2104-2111(2011).

[8] J. Shi: Developing research Presentation Skills for International Conferences, Advanced Mechatronic Systems (ICAMechS), IEEE, pp.406-411(2013).

[9] A.D.JOHN, M. ARTHI: PRESENTATION SKILLS MADE EASY, International

Journal of Research in Humanities, Arts and Literature, Vol. 4, Issue 4, pp.9-12 (2016).

[10] S. Živković: The Importance of Oral Presentations for University Students, Mediterranean Journal of Social Sciences, Vol5, No19, pp.468-475(2014).

[11] K. Alshare, N.M. Hindi: The importance of presentation skills in the classroom: students and instructors perspectives, Journal of Computing Sciences in Colleges, Volume 19, Issue 4, pp.6-15(2004).

[12] 末武国弘: より良いプレゼンテーションの仕方, 電子情報通信学会誌 83(7), pp.581-588(2000).

[13] J.E. Sharp: Evaluating oral presentations in engineering classes, Frontiers in Education Conference, IEEE, pp.994-997(1996).

[14] V.O.K. Li: Hints on writing technical papers and making presentations, IEEE Transactions on Education, Volume 42, Issue 2, pp.134-137(1999).

[15] Microsoft Office PowerPoint, https://products.office.com/en/powerpoint (Accessed on 2018.5.16)

[16] Keynote, https://www.apple.com/lae/keynote/ (Accessed on 2018.5.16)

[17] Libre Office Impress, https://www.libreoffice.org/discover/impress/ (Accessed on 2018.5.16)

[18] Prezi, https://prezi.com (Accessed on 2018.5.16)

[19] J.W. Bean: Presentation software supporting visual design: Displaying spatial relationships with a zooming user interface, IEEE International Professional Communication Conference, pp.1-6(2012).

[20] S.T. Moulton, S.Türkay, S.M. Kosslyn: Does a presentation's medium affect its message? PowerPoint, Prezi, and oral presentations, PLOS ONE 12(10): e0186673 (2017).

[21] H. Knoblauch: PowerPoint, communication, and the knowledge society, Cambridge press (2013).

[22] A. Wallwork: English for Presentations at International Conferences, Springer, Second Edition (2010).

[23] ロバード・R・H・アンホルト，理系のための口頭発表術，講談社ブルーバックス(2013).

[24] V.O.K. Li: Hints on writing technical papers and making presentations, IEEE Transactions on Education, vol.42, no.2, pp.134-137(1999).

[25] K. Fowler: Giving good technical presentations, IEEE Instrumentation & Measurement Magazine, vol.3, no.1, pp.35-38(2000).

[26] H. Knoblauch: PowerPoint, communication, and the knowledge society, Cambridge press (2013).

[27] A. Wallwork 著，上出鴻子，上出洋介（訳）: 実践で役立つ!! 英語プレゼンテクニック，丸善出版株式会社(2013).

[28] R.R.H Anholt: Dazzle 'Em With Style, Second Edition: The Art of Oral Scientific Presentation 2nd Edition, Elsevier Academic Press (2005).

[29] S. Mandel: Effective Presentation Skills, Crisp Publications (2000).

[30] ジェレミードノバン著，中西真雄美（訳）: TED トーク世界最高のプレゼン術，株式会社新潮社(2014).

[31] ジーン・ゼラズニー著，数江良一，菅野誠二，大崎朋子（訳）: マッキンゼー流プレゼンテーションの技術，東洋経済新報社(2004).

[32] 井庭崇： プレゼンテーション・パターン―創造を誘発する表現ヒント，慶応義塾大学出版株式会社(2013).

[33] 八幡ひろし： 自分の考えをしっかり伝える技術，PHP 研究所(2008).

[34] 脇山真治： プレゼンテーションの教科書，日経 BP 社(2009).

[35] S. Kopf, D. Schon, B. Guthier, et al.: A Real-time Feedback System for Presentation Skills, Proc. of AACE EdMedia: World Conference on Educational Media and Technology, vol.2015, no.1, pp.1686-1693(2015).

[36] 栗原一貴，後藤真孝，緒方淳 (他)：プレゼン先生：画像情報処理と音声情報処理を用いたプレゼンテーションのトレーニングシステム，WISS 第 14 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ論文集，pp.59-64(2006).

[37] K. Kurihara, M. Goto, J. Ogata, et al.: Presentation sensei: a presentation training system using speech and image processing, Proc. of ACM ICMI International Conference on Multimodal Interfaces, pp. 358-365(2007).

[38] D. Tam, K. E. MacLean, J. McGrenere, et al.: The design and field observation of a haptic notification system for timing awareness during oral presentations, Proc. of ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp.1689-1698(2013).

[39] 趙新博，由井薗隆也：ノンバーバル表現に注目したプレゼンテーション支援システムの提案，研究報告グループウェアとネットワークサービス(GN), vol91, no.42, pp.1-6(2014).

[40] 趙新博，由井薗隆也，宗森純：ノンバーバル表現に注目したプレゼンテーション支援システムの開発，研究報告グループウェアとネットワークサービス(GN), vol.94, no.6, pp.1-6(2015).

[41] Polanyi, M.: 暗黙知の次元，筑摩書房(2003).

[42] 山下祐一郎，中島平：プレゼンテーション能力の評価方法確立のための書籍調査とその評価法を用いた情報システムの開発，教育情報学研究，巻 9, pp.63-70(2010).

[43] 武川直樹：コミュニケーションにおける視線の役割―視線が伝える意図・

気持―，電子情報通信学会誌, Vol.85, No.10, pp.756-760(2002).

[44] 谷田貝雅典，坂井滋和 : 視線一致型及び従来型テレビ会議システムを利用した遠隔授業と対面授業の教育効果測定，日本教育工学会論文誌，30(2), pp69-78(2006).

[45] 武川直樹，秋谷直矩，弓削恭一（他）: 発話行為の定量的分析に基づくコミュニケーションシステム評価法～顔向きの情報をサポートする VMC システムの比較評価～，信学技報，HCS2011-14(2011).

[46] マジョリー・F. ヴァーガス (著)，石丸 正 (翻訳) : 非言語コミュニケーション，新潮社(1987).

[47] 横井聖宏，馬場康輔，須藤秀紹（他）: 発話中の「間」がプレゼンテーションに対する聴衆の支持に与える影響―書評ゲーム「ビブリオバトル」の発表音声録音データ分析による考察―，日本感性工学会論文誌， Vol.15, No.3, pp.363-368(2016).

[48] 内田照九 : 音声の発話速度と休止時間が話者の性格印象と自然なわかりやすさに与える影響，教育心理学研究，Vol.2005, No.53, pp1-13(2005).

[49] 後藤真孝，伊藤克亘，速水悟 : 自然発話中の有声休止箇所のリアルタイム検出システム，電子情報通信学会論文誌 D-2，情報・システム，pp.2330-2340(2000).

[50] R. W. Picard: AFFECTIVE COMPUTING, MIT press (2000).

[51] A. Kleinsmith, N. B. Berthouze: Affective Body Expression Perception and Recognition: A Survey, IEEE Transactions on Affective Computing archive, Volume 4 Issue 1, pp.15-33(2013).

[52] Sander Koelstra, Christian Muhl, Mohammad Soleymani et al.: DEAP: A Database for Emotion Analysis Using Physiological Signals, IEEE TRANSACTIONS ON AFFCTIVE COMPUTING, Volume 3, Issue 1,

pp.18-31(2012).

[53] スーザン・ノーレン・ホークセマ (著), バーバラ・L・フレデリックセン (著), ジェフ・R・ロフタス (著)(他), 内田一成 (翻訳)：ヒルガードの心理学（第 15 版），金剛出版（2012）.

[54] 中村敏枝：コミュニケーションにおける「間」の完成情報心理学，音声研究 13(1),pp.40-52(2009).

[55] Giving Presentations: Expert Solutions to Everyday Chaalenges, Harvard Business Review Press (2007).

[56] 吉村忠与志，高山勝己，片岡裕一：学生実験でのプレゼンテーション能力の育成教育に関する試み，工学教育，51 巻，1 号，pp.85-89(2003).

[57] J. K. Garner, M. P. Alley: How the Design of Presentation Slides Affects Audience, Comprehension: A Case for the Assertion–Evidence Approach, International Journal of Engineering Education, Vol. 29, No. 6, pp.1564‑1579 (2013).

[58] D.S. Martin: EVALUATING ORAL PRESENTATIONS, Journal of Computing Sciences in Colleges archive, Volume 20 Issue 3, pp.48-54(2005).

[59] Y. Ono, K. Morimura: Effective methods for teaching technical presentations in English to Japanese engineering students: Case study at School of Engineering, IPCC 2008, IEEE International, pp.1-6(2008).

[60] 牧野由香里：プレゼンテーションにおける自律的学習のための学習環境デザイン，日本教育工学会論文誌，vol.27, no.3, pp.325-335(2003).

[61] 茂住和世：大学初年次留学生対象日本語科目におけるプレゼンテーション教育の授業設計，東京情報大学研究論集，Vol.19, No.1, pp.13-27(2015).

[62] T. Kojiri, T. Kaji: Effective Presentation Speech Support System for Representing Emphasis-Intention, Systems 2016, Volume 4, Issue 1 ,pp.1-9(2016).

[63] S. Sessa, W. Kong, D. Zhang, et al.: Objective Evaluation of Oral Presentation Skills Using Inertial Measurement Units, Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 37th Annual International Conference of the IEEE, pp.3117-3120(2015).

[64] 永作智史，西村香菜，丸山修一(他)：ジェスチャ入力インタフェースの開発とプレゼンテーションへの応用, 情報処理学会研究報告, pp.85-92(2006).

[65] Y. Chen, M. Liu, J. Liu, et al.: SLIDESHOW:GESTURE-AWARE PPT PRESENTATION, Multimedia and Expo (ICME), IEEE International Conference on, pp.1-4(2011).

[66] 栗原一貴，伊東乾，五十嵐健夫： 編集と発表を電子ペンで統一的に行うプレゼンテーションツールとその教育現場への応用, コンピュータソフトウェア，Vol.23, No.4, pp.14-25(2006).

[67] 宮本真理子，池田高志，岡田謙一：無線 LAN 環境におけるプレゼンテーションのためのマルチキャストプロトコル，情報処理学会論文誌 42 (12), pp.3093-3101(2001).

[68] 井上良太，丹羽佑輔，白松俊（他）: 既存プレゼンテーション支援システムの Web 連携に基づく双方向プレゼンテーションの実現，ソフトウェア科学会大会論文集 31, pp.427-433(2014).

[69] Y. Niwa, S. Shiramatsu, T. Ozono, et al.: Developing a Real-Time Web Questionnaire System for Interactive Presentations, International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol.7, No.7, pp.506-513(2016).

[70] 小林智也，西本一志： Chatplexer: チャットを併用する口頭発表における発表者のための重要発言選択支援の試み, 情報処理学会論文誌, Vol.53, No.1, pp.12-21(2012).

[71] 亀和田慧太，西本一志：聴衆の注意遷移状況を提示することによるプレ

ゼンテーション構築支援の試み，情報処理学会論文誌，特集 インタラクションの理解とデザイン，Vol.48, No.12, pp.3859-3872(2007).

[72] 嶋本諒太，宮下芳明：笑いや拍手を誘発するプレゼンテーションシステム，情報処理学会シンポジウム，インタラクション 2013 論文集，pp.226-231(2013).

[73] 衛広聞，高橋桂太，金子正秀：聴衆との双方向でのインタラクション機能を備えたプレゼンテーションロボット, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.37, No.7, pp.63-66 (2013).

[74] 安村禎明，武市雅司，新田克己：論文からのプレゼンテーション資料の作成支援，人工知能学会論文誌,Vo.l18,No.4F(2003).

[75] 宮本雅人，酒井浩之，増山繁：論文 LATEX 原稿からのプレゼンテーションスライド自動生成, 知能と情報（日本知能情報ファジィ学会誌）, Vol.18, No.5, pp.752-760(2006).

[76] 羽山徹彩，國藤進：柔軟なスライド操作を可能としたプレゼンテーション支援システム,人工知能学会全国大会(第 19 回)論文集，pp.1-4(2005).

[77] H. Yamada, S. Shiramatsu, T. Ozono, et al.: A Reactive Presentation Support System based on a Slide Object Manipulation Method, Computational Science and Computational Intelligence (CSCI), IEEE, pp.46-51(2014).

[78] 栗原一貴，望月俊男，大浦弘樹（他）：スライド提示型プレゼンテーション方法論の拡張手法を定量的に評価する研究，情報処理学会論文誌, 51(2), pp.391-403(2010).

[79] 山田裕之，丹羽佑輔，白松俊（他）：即応的プレゼンテーションのため PowerPoint スライドオブジェクト操作機構の実現，信学技報 113(332), pp.59-64 (2013).

[80] 坂本祥之，清水敏之，吉川正俊：プレゼンテーションスライドに対する分

割手法の提案と講義スライドへの応用, 第 6 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM 2014), F1-6, pp.1-4(2014).

[81] 羽山徹彩，難波英嗣，國藤進： プレゼンテーションスライド情報の構造抽出，電子情報通信学会論文誌，pp.1483-1494(2009).

[82] 北山大輔，大谷亜希子，角谷和俊 : プレゼンテーションコンテンツのためのシーンの意味的関係抽出とその応用，情報処理学会論文誌データベース（TOD），2(2), pp.71-85(2009).

[83] R. Swaminathan, M.E. Thompson, S. F. Efrat, et al.: Improving and aligning speech with presentation slides，Pattern Recognition (ICPR), 20th International Conference on, IEEE, pp.3280-3283(2010).

[84] 山下祐一郎，中島平 : プレゼンテーションスキルと分かりやすさの関係分析：レスポンスアナライザによる評価とアンケート分析の比較，日本教育工学会論文誌 34(Suppl.), pp.5-8(2010).

[85] 山下祐一郎，中島平：ビデオ映像とレスポンスアナライザを利用したプレゼンテーション能力の育成，日本教育工学会論文誌，Vol.33，No.4, pp.401-410(2010).

[86] 大倉孝昭 : 授業ビデオ評価学習支援システムの開発と評価，日本教育工学会論文誌，32(4), pp.359−367(2009).

[87] 山下祐一，中島平：ストーリーを可視化するワークシートとレビューシステムによるプレゼンテーション能力の育成，電子情報通信学会論文誌 D，情報・システム，95(6), pp.1421-1424(2012).

[88] J. Manderson, B. Sundararajan, L. Macdonald: Teaching public speaking without the public: making a case for virtual audiences, Proceeding SIGDOC '15 Proceedings of the 33rd Annual International Conference on the Design of Communication, Article No. 19, pp.1-6(2015). doi:10.1145/2775441.2775475

[89] 芝崎順司：プレゼンテーション・学習・評価を支援するオンラインビデオシステムの開発，日本教育工学会論文誌，32(Suppl.),pp.65-68(2008).

[90] 藤原康宏，大西仁，加藤浩：公平な相互評価のための評価支援システムの開発と評価 一学習成果物を相互評価する場合に評価者の選択で生じる「お互い様効果」一，日本教育工学会論文誌，31(2) , pp.125−134(2007).

[91] K. Hashimoto, K. Takeuchi: Mutimedia Learner Corpus of Foreigner's Basic Presentation in English with Evaluations, International Conference on Educational and Information Technology, vol.2, pp.469-473(2010).

[92] L. Chen, G. Feng, J. Joe, et al.: Towards automated assessment of public speaking skills using multimodal cues, Proc. of ACM ICMI International Conference on Multimodal Interfaces, pp.200-203 (2014).

[93] 福島悠介，山崎俊彦，相澤清晴：文書と音声解析に基づくプレゼンテーション動画の印象予測，電子情報通信学会論文誌 D, vol.J99-D, no.8, pp.699-708(2016).

[94] T. Gan, Y. Wong, B. Mandal, et al.: Multi-sensor self-quantification of presentations, Proc. of ACM International Conference on Multimedia, pp.601-610(2015).

[95] 栗原一貴，加藤公一，大浦弘樹：SlideChecker: プレゼンテーション資料の基礎的な定量的自動評価手法，日本ソフトウェア科学会第 17 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ (WISS 2009) 論文集，pp.89-94(2009).

[96] Kinect for Windows SDK, https://msdn.microsoft.com/library/dn799271.aspx (Accessed on 2018.5.16)

[97] Kinect for Windows- Human Interface Guidelines v2.0, https://go.microsoft.com/fwlink/p/?LinkID=403900 (Accessed on 2018.5.16)

[98] 中村薫：KINECT センサープログラミング，秀和システム(2011).

[99] 中村薫：KINECT for Windows SDK プログラミング C#編，秀和システム(2012).

[100] Kinect for Windows SDK v1.8, https://www.microsoft.com/ en-us/download/details.aspx?id=40278 (Accessed on 2018.5.16)

[101] Kinect for Windows Developer Toolkit v1.8, https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=40276(Accessed on 2018.5.16)

[102] 白石君男，神田幸彦：日本語における会話音声の音圧レベル測定, Audiology Japan, vol.53, no.3, pp.199-207(2010).

[103] 相野呂影勇（編）：図説エルゴノミクス，日本規格協会(1990).

[104] A. Ericsson, R. Pool: Peak: Secrets from the New Science of Expertise, MARINER (2016).

[105] P.T. Chua, R. Crivella, B. Daly et al.: Training for Physical Tasks in Virtual Environments: Tai Chi, Virtual Reality, IEEE, pp.1-8(2003).

[106] 竹川佳成，寺田努，塚本昌彦：リズム学習を考慮したピアノ演奏学習支援システムの設計と実装，情報処理学会論文誌，Vol.54, No.4, pp.1383-1392 (2013).

[107] 長松正康，川田和男，山本透（他）：スキルの習熟度モデルの構築と習熟過程の考察，電気学会論文誌 C, Vol.135, No.1, pp.66-72(2014).

[108] 古川康一，諏訪正樹，加藤貴昭：身体スキルの創造支援について，人工知能学会論文誌，Vol.22, No.5, SP-B, pp.563-573(2007).

[109] M. L. Knapp, J. A. Hall: Nonverbal communication in human interaction 4th ed., Harcourt Brace College Publishers (1997). p.496

[110] D.G. Salom, J.B. Dualde: Student assessment of oral presentations in German as a Foreign Language, 2nd International Conference on Higher Education

Advances, HEAd ′16, pp.656-661(2016).

[111] P. Nissler: Scaffolding a Presentation: Comments from Spanish and German, Journal of Language Teaching and Research, Vol. 5, No.4, pp.723-730(2014).

[112] J. Wilson, G. Brooks: TEACHING PRESENTATION: IMPROVING ORAL OUTPUT WITH MORE STRUCTURE, Proceedings of CLaSIC2014, pp.512-522(2014).

[113] 藤田玲子，山形亜子，竹中肇子：学生の意識変化に見る英語プレゼンテーション授業の有用性，人文自然科学論集，Vol.128, pp.35-53(2009).

[114] T. Sukitkanaporn, S. Phoocharoensil: English Presentation Skills of Thai Graduate Students, English Language Teaching, Vol7, No3, pp.91-102 (2014).

[115] Y. Ono, M. Yamashiro, and M. Ishihara: The instant qualitative feedback system: Practice in a foreign language presentation course in Japan, IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference, pp.287-291(2013).

[116] L. LIU, L. LU: On-line Peer Assessment of Chinese Students' Oral Presentation in English, Sino-US English Teaching, Vol.9, No.3, pp.1005-1009(2012).

[117] J .SHI, J. Cross: Peer evaluation of academic presentations by Japanese graduate students: Qualitative evaluation, Advanced Mechatronic Systems (ICAMechS), pp.174-178(2015) DOI: 10.1109/ICAMechS.2015.7287104

[118] X. Zhao，T. Yuizono，J. Munemori: Scenario-based Experiments to Design a Presentation Support System for Non-native Speakers, Procedia Computer Science, Volume 60, pp.926–935(2015).

本研究に関する業績

論文誌掲載論文（査読あり）

[1] 趙 新博，由井薗 隆也，宗森 純：身体表現と音声表現のためのプレゼンテーション学習支援システム PRESENCE の開発と評価，電気学会論文誌 C, Vol.138, No. 10, pp.1-10(2018).　　（2018 年 6 月 13 日掲載決定）

国際会議（査読あり）

[2] **Xinbo Zhao**，Takaya Yuizono，Jun Munemori: Scenario-based Experiments to Design a Presentation Support System for Non-native Speakers, Procedia Computer Science, Volume 60,　pp.926–935(2015).

国内学会・研究会口頭発表論文（査読なし）

[3] 趙新博，由井薗隆也：ノンバーバル表現に注目したプレゼンテーション支援システムの提案，情報処理学会研究報告，GN，2014-GN-91(42)，pp.1-6 (2014).

[4] 趙新博，由井薗隆也，宗森純：ノンバーバル表現に注目したプレゼンテーション支援システムの開発，情報処理学会研究報告. GN，2015-GN-94(6), pp.1-6(2015).

[5] 趙 新博，由井薗 隆也，宗森 純:プレゼンテーション練習支援システム PRESENCE における音声フィードバックと画像フィードバックの比較，情報処理学会研究報告. GN, 2017-GN-101(14), pp1-6(2017).