NICOGRAPH 2016, pp. 57– 64

PICALA:　聴講者の感情を照明色で表現するインタラクティブなプレゼンテーション

湯村 翼 [1)]　　リム 勇仁 [1)]　　丹 康雄 [1)]

1) 北陸先端科学技術大学院大学

PICALA: An Interactive Presentation System with Using Light Color to Share Feelings of Audiences

Tsubasa Yumura [1)]　　Yuto Lim [1)]　　Yasuo Tan [1)]

1) Japan Advanced Institute of Science and Technology

{ tsubasa.yumura, ylim, ytan } @ jaist.ac.jp

概要

本研究では，照明の色を用いてプレゼンテーション聴講者の感情を表現する手法を提案する．聴講者が PC やスマートフォンのブラウザのボタンをクリックするとスクリーン付近に設置した照明の色が変わるシステムの設計と実装を行った．聴講者が感情を示すボタンは「へぇ〜」「すごい」「笑」「？」の 4 種類を用意した．本システムを WISS2014，第 48 回情報科学若手の会，EC2015 の 3 つの情報系研究会にて運用する実証実験を行った．参加者に対してアンケートを実施して主観評価を行い，本研究が目的としていた聴講者間および聴講者と講演者の感情共有の達成を確認できた．

1　はじめに

学会発表や講演などのプレゼンテーションは，講演者が前に立ち，PC をプロジェクターに接続し，スクリーンにスライドを投影するという形式が定着して久しい．この形式での発表は，情報の伝達はほとんど講演者から聴講者への一方向となる．聴講者の感情が他の人に伝わる手段は拍手と笑い声に限られ，その場にいる聴講者同士で感情を共有することができない．この課題を解決するため，プレゼンテーションにおいて聴講者からのフィードバックを得るための様々な試みがなされてきた [1][2]．しかしいずれの手法も，入力が煩雑である，感情共有手法がプレゼンテーションを阻害するなどの課題を抱え，最善の手法は確立されていない．

本研究では，これらの先行研究で挙げられた課題を解消する手法として，スクリーン付近に色の変更が可能な照明を設置し，色に感情の意味を割り当て，照明色を変えることで聴講者が講演者や他の聴講者へ感情を共有するシステムを提案する．色を変えられる電球を用いてこのシステムのプロトタイプ実装を行い，3 つの情報系研究会にて運用し，参加者に対してアンケートを実施してシステムの主観評価を行った．加えて，既存の手法との比較による定性評価を行った．

2　設計と実装

2.1　概要

PICALA　の基本要素は，ユーザである聴講者がボタンを押下すると，プレゼンテーションのステージ上の電球の色が変化するシステムである．機器およびネットワークの構成は，LAN モデルとインターネットモデルという 2 種類の構成を設計した．これらの実装はオープンソースソフトウェアとして GitHub にソースコードを公開し

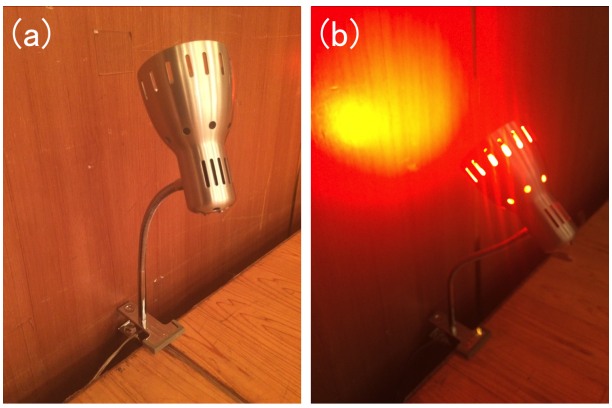


図 1　PICALA　の設置に用いたクリップ式電球ソケット．(a) 消灯時，(b) 点灯時

ている[*1][*2]．

2.2　照明

照明には，webAPI で電球の色相，彩度，明度を変えられる Philips 社の hue[*3]を使用した．hue の電球の制御は，hue ブリッジ経由で行われる．hue ブリッジでは webサーバが稼働し，webAPI を備えている．API アクセスに従って hue ブリッジは電球に制御コマンドを送信する．電球へのコマンド送信は ZigBee Light Link による無線通信が用いられる．実証実験では，3 つの電球をクリップ式の電球ソケットにとりつけた (図 1)．

2.3　ユーザインタフェース

ボタン押下は，ユーザが保有する PC やスマートフォンの web ブラウザ上で行う．ユーザは web ブラウザから特定の IP アドレスにアクセスし，表示されたボタンインタフェース (図 2) を開きながらプレゼンテーションを聴講する．ボタンは，「へぇ～(共感・納得)」「すごい (驚き・賞賛)」「笑 (愉快)」「？ (疑問)」の 4 つの感情を備える．ボタンの色はそれぞれ，へぇ～は橙色，すごいは赤色，笑は緑色，？は青色とした．これは，盛り上がりを暖色，盛り下がりを寒色とし，「笑」は面白いことを表すネットスラングの「草が生える」に由来して緑とした．プレゼンテーションを聴講している際に何らかの感情が生じたときに，ユーザはいずれかのボタンを押下する．

[*1] https://github.com/yumu19/radihue
[*2] https://github.com/yumu19/picala
[*3] hue: http://www2.meethue.com/

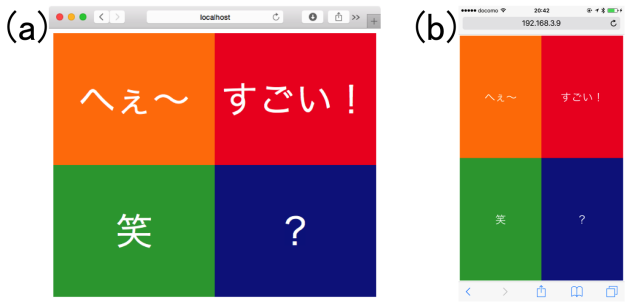


図 2　PICALA　の聴講者用ボタンのユーザインタフェース．(a)PC　ブラウザ (b) スマートフォン

2.4　LAN モデルの構成

LAN モデルの機器構成およびネットワーク構成を図 3 に示す．LAN モデルは，会場に共用可能なネットワークが敷設されている場合を想定し，聴講者の PC・スマートフォン、サーバ、hue ブリッジを同一 LAN 内に設置する．ボタンを押下すると，PICALA　サーバへ http アクセスを行う．ボタンの押下を受信する http サーバは node.js により実装した．このアクセスのパラメータには押下したボタンの種類が含まれる．受信すると，ボタンの種類に応じてパラメータを設定して hue ブリッジに web アクセスする．PICALA　サーバと hue ブリッジはそれぞれ固定 IP アドレスを持つ．hue の電球へのアクセスは，hue の標準機能を使用し，hue ブリッジの webAPI 経由でアクセスする．

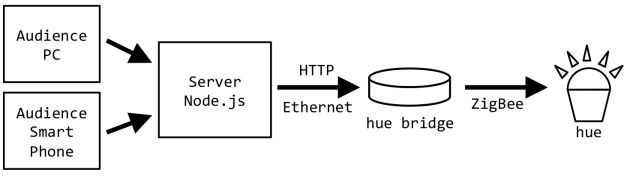


図 3　PICALA　のシステム構成図 (LAN　モデル)

2.5　インターネットモデルの構成

インターネットモデルの機器構成およびネットワーク構成を図 4 に示す．インターネットモデルでは，グローバル IP アドレスが付与されインターネットからの到達性を持つサーバを設置し，会場に共用可能なネットワークがない場合でも聴講者が各自で契約する LTE 回線経由で使用することができる．本研究のシステム実装ではサーバは Amazon EC2 を利用して設置した．聴講者の

PC・スマートフォンからサーバへの通信は LAN モデルと同じである．hue ブリッジは講演会場に設置されるため，インターネットからのアクセスを可能とすることが難しい．そのため，サーバから hue ブリッジへの通信は，通信の橋渡しを行うブリッジ PC を経由する．ブリッジ PC のブラウザでは，サーバのブリッジ用 web ページを開いておく．このブリッジ用 web ページには websocket が組み込まれており，サーバへの API アクセスが生じた際に即時にブリッジ PC のブラウザ上 (クライアントサイド) で JavaScript を実行して hue ブリッジの API にアクセスする．websocket の実装は，Node.js で使用する JavaScript フレームワークの socket.io を利用した．

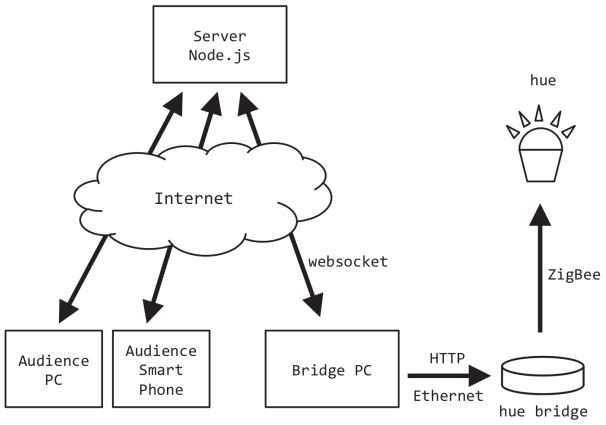


図 4　PICALA　のシステム構成図 (インターネットモデル)

2.6　照明点灯アルゴリズム

本システムでは，ユーザの識別などは行っておらず，単純に http のアクセスのみで電球の制御を行う．一人がボタンを連打しても，大勢が一斉にボタンを押下しても，出力される結果は変わらない．通常時，電球は消灯[*4]し，ボタン押下すると，電球をボタンに応じた色に点灯する．点灯時間は 5 秒[*5]．

3 つの電球を用意し，ボタン押下 1 回ごとに 1 つの電球の色を変えた．電球をそれぞれ A，B，C とすると，最初のボタン押下では電球 A に反映される．次のボタン押下では，電球 A の色はそのままで，電球 B に反映される．同様にその次のボタン押下では電球 A と電球 B の色はそのままで，電球 C に反映される．4 回目のボタン押下時は再び電球 A に反映される．このとき電球 A がまだ点灯している場合にも，色の設定を上書きする．

2.7　遅延時間の評価

聴講者がボタンを押下してから照明に反映されるまでの遅延時間を計測し，LAN モデルとインターネットモデルの遅延を比較した．計測に用いたシステム仕様を 1 に示す．経路 1 はスマートフォン-サーバ間，経路 2 はサーバ-ブリッジ PC 間の通信の経路を示す．無線 LAN は 802.11a でアクセスポイント AtermWR8700 を使用した．計測では，左手にストップウォッチを持ち，右手に持ったスマートフォンのブラウザからボタンを押下した，照明点灯は目視により確認し，遅延時間時間を測った．この計測をそれぞれのモデルで 30 回ずつ計測した，計測結果を 5 に示す．LAN モデルの遅延は平均 0.828 秒 (標準誤差 0.017 秒)，インターネットモデルの遅延は平均 1.368 秒 (標準誤差 0.069 秒) であった．LAN モデルの方が遅延が小さいものの，インターネットモデルの遅延も十分小さく，どちらのモデルでも実用に大きな問題ないといえる．

表 1　遅延計測の環境

	LAN モデル	インターネットモデル
サーバ OS	OS X 10.10.5	Ubuntu 14.04.2 LTS
サーバ仕様	MacBook Pro Retina 13-inch Late 2013 (2.4GHz Core i5)	Amazon EC2 t2.micro
Node.js	0.10.32	0.10.25
経路 1	無線 LAN	LTE(docomo)
経路 2	-	フレッツ光 + 無線 LAN

3　実証実験

本システムを，第 22 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 (WISS2014) [*6]，第 48 回情報科学若手の会 (wakate2015)[*7]，エンタテインメントコンピューティング 2015(EC2015)[*8] の 3 つの情報系研究会にて稼働し，実証実験を行った．

[*4] 実際には hue の設定値において明るさ最小に設定
[*5] WISS2014　での実証実験の一部では点灯時間を 1 秒を変更した．
[*6] http://www.wiss.org/WISS2014/
[*7] http://wakate.org/
[*8] http://ec2015.entcomp.org/

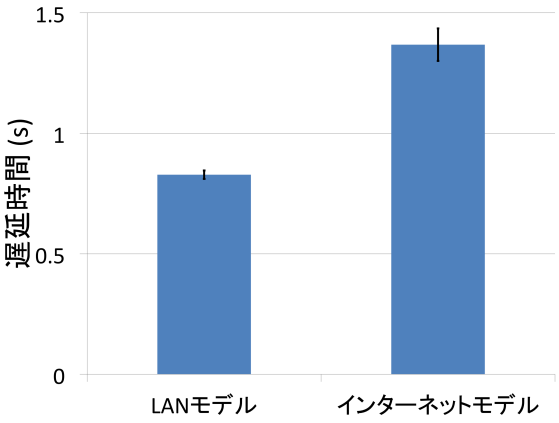


図 5　LAN モデルとインターネットモデルにおける，ボタン押下から照明点灯までの遅延時間の計測結果．エラーバーは標準誤差を示す．



図 6　実証実験で設置した PICALA ．(a)WISS2014 でスクリーン下に設置した様子．(b)WISS2014 で演台に設置した様子．(c)wakate2015 でスクリーン下に設置した様子．(d)EC2015 でスクリーン下に設置した様子．

3.1　WISS2014

第 22 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 (WISS2014) は 2014 年 11 月 26 日 (水)～28 日 (金) の 3 日間，浜名湖ロイヤルホテルにて開催された．WISS では，会議の場自体をよりインタラクティブにしていく WISS Challenge[3] という試みが行われており，本システムの実証実験もその一貫として実施した．WISS2014 では 3 日間で招待講演を含めて合計 22 の口頭発表講演が実施された．口頭発表はすべてシングルトラックで開催され，聴講者数は約 200 名であった．設置位置は，ステージ上のスクリーン下 (図 6(a)) と演台 (図 6(b)) の 2 通りを試した．

3.2　第 48 回情報科学若手の会

第 48 回情報科学若手の会 (wakate2015) は 2015 年 9 月 19 日 (土)～21 日 (月) の 3 日間，静岡県伊東市の山喜旅館にて開催された．情報科学若手の会は，20 代を中心とした合宿形式の若手情報系研究者の集まりで，3 日間で，1 時間の招待講演，40 分の若手特別講演の他，40 分の一般講演が 8 件，25 分のショート講演が 7 件，5 分間のライトニングトークが 10 件実施された．参加者は 50 名程度であった．電球はスクリーンの直下に設置した (図 6(c))

3.3　EC2015

エンタテインメントコンピューティング 2015(EC2015) は，2015 年 9 月 25(金)～27(日) の 3 日間，札幌市教育文化会館および北海道大学学術交流会館で開催された．PICALA は，EC2015 の初日に開催されたオーガナイズドセッション SIGSHY にて使用された．セッション時間は 100 分で，7 名の発表者が 10 分のショート発表または 20 分のロング発表を行った．聴講者は 50 名程度．セッションの冒頭に PICALA の説明を行った．スクリーンは地上から 1.5m 程度の高さに設置され，電球はスクリーンの直下に設置した (図 6(d))

4　ログ解析

実証実験を通じて全てのボタン押下の時刻と種類を記録した．各研究会でボタンの押された割合の比較を図 7 に示す．どのボタンもバランスよく押されているが，4 つのボタンのうち唯一ネガティブな意味合いの「？」は，他のボタンと比較して押下数がやや少ない傾向にある．

ある講演におけるボタン押下記録のグラフを，図 8 に示す．グラフは，時間を 10 秒に区切り，10 秒間に各ボタンが押下された回数を示している．ボタンの押下は常時まんべんなく発生しているわけではなく，特定の瞬間にほぼ同時に頻繁に押される傾向にあり，グラフにはいくつものピークが存在する．

5　主観評価

PICALA のユーザによる主観評価を行うため，WISS2014，wakate2015，EC2015 の参加者に対しての

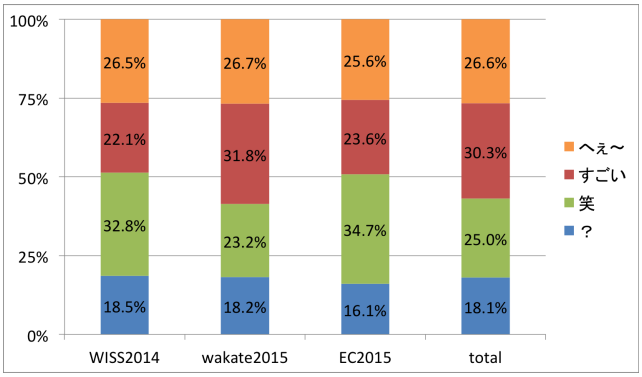


図 7　各研究会でボタンの押された割合の比較．積み上げ式の棒グラフにて表示．

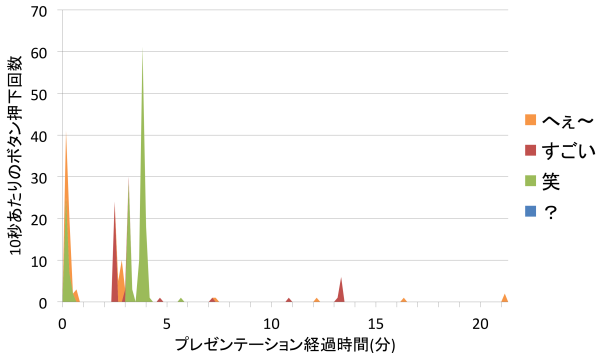


図 8　ある講演におけるボタン押下の記録．時間を 10 秒ごとに区切ってボタン押下回数をカウント．積み上げ式の折れ線グラフにて表示．

アンケートを実施し，結果をまとめた．

5.1　アンケート概要

アンケートは，Googleフォームを利用した webでの入力にて実施した．回答者数は，WISS2014 で 23 名，wakate2015で 21 名，EC2015 で 14 名であった．アンケートの質問項目を 2 に示す．アンケートの項目には選択式と自由記述式の両方がある．選択式の質問のうち，わかりやすさなど，程度を問うものについては 5 段階リッカート尺度とした．質問項目はすべて任意回答とした．Q3～Q6 は WISS2014 のみの質問で，一方，Q7～Q8 は wakate2015と EC2015 のみの質問である．また，WISS2014 開催時のシステム名は「ラジ hue」だったが，もともとの質問文でラジ hue と記述していた部分を本論文では PICALA　と記述している．アンケートの回答のうち，選択式質問の回答結果を図 9 に示す．

本論文において，アンケートの自由記述回答文の引用は，文中から必要な箇所のみを抜き出した，元の文の体裁を極力維持しているが，語尾や句読点は整形し，明らかな誤字は修正した．

5.2　参加者間の感情共有

PICALA　の主目的である感情共有について，アンケートからは「twitter のタイムラインよりも会場の一体感が得られた」「同じタイミングで同じ反応をしている人がいると満足感がある」「他の人がどう思っているのかがリアルタイムにわかるのは良い」といった感想が挙がり，聴講者同士での感情の共有ができていたことがわかった．また，聴講者と講演者のインタラクションについては，「講演中に簡単な感想を伝えられるのがとても良い」「発表相手に対してフィードバックを送れるのがよかった」といった，講演者へのフィードバックができることに好感触を示す意見が挙げられた．また，「匿名で反応を返せるので正直に伝えやすい」といった，匿名性に利便性を感じている使用者もいた，フィードバックの匿名性は，チャットや Twitter にはない PICALA　独自の特徴である．

講演者側も，フィードバックを受け取ることができることに対し「リアクションがわかって嬉しかった「発表中にみんなの気持ちがわかったという意見が挙げられ，発表中のフィードバックが実施されていることが確認できた．さらに，一部の講演者は「会場の反応を見て、発表者が説明を変えられることが便利だと思いました。」と，PICALA　を活用したプレゼンテーションを実践している者もいた．

5.3　プレゼンテーションの阻害

PICALA　の使用で最も懸念していたのは，光によりプレゼンテーションを阻害することである．Q9「PICALA はプレゼンを見るのに邪魔でしたか？」(1. 邪魔だった ～ 5. 邪魔じゃない) は 5 段階評価の回答は平均値 4.362(標準誤差 0.136) であり，この結果からプレゼンテーションを阻害してないと言える．「プレゼン中の声を妨げない点は，笑い声や拍手よりも優れていると感じた．」「画面上にコメントを流すような形式と違い、注目を強制されないのでプレゼンの流れを阻害されなくてよかったです。」という好感触の感想もあった．ただし，プレゼンテーションを阻害していると感じていた聴講者も皆無ではなく，「ちかちかがうるさい」「プレゼンテーションの内容自体が難解で理解をしたいときに集中を削がれた場合があった」「プレゼンの視認性が落ちる事が

表 2　使用者へのアンケートの質問項目

番号	質問	選択肢
Q1	PICALA　のシステムは便利でしたか？	1. 便利でない ～ 5. 便利 (5 段階)
Q2	PICALA　が便利/便利じゃない理由があれば教えて下さい	自由記述
Q3	PICALA　の使い方はわかりましたか？	1. わかりにくい ～ 5. わかりやすい (5 段階)
Q4	PICALA　がわかりやすかった/わかりにくかった点があれば教えて下さい	自由記述
Q5	PICALA　は使いやすかったですか？	1. 使いにくい ～ 5. 使いやすい (5 段階)
Q6	PICALA　の使いやすかった/使いにくかった点があれば教えて下さい	自由記述
Q7	PICALA　は見やすかったですか？	1. 見にくかった ～ 5. 見やすかった (5 段階)
Q8	PICALA　が見やすかった/見にくかった理由があれば教えて下さい	自由記述
Q9	PICALA　はプレゼンを見るのに邪魔でしたか？	1. 邪魔だった ～ 5. 邪魔じゃない (5 段階)
Q10	プレゼンを見るのに邪魔だった理由があれば教えて下さい	自由記述
Q11	【講演者限定】PICALA　は講演に邪魔でしたか？	1. 邪魔だった ～ 5. 邪魔じゃない (5 段階)
Q12	【講演者限定】PICALA　を講演中に見ることができましたか？	見ることができた/何度か見ることができた/全く見ることができなかった
Q13	PICALA　の感想があれば教えて下さい	自由記述
Q14	PICALA　への要望や期待することがあれば教えて下さい	自由記述

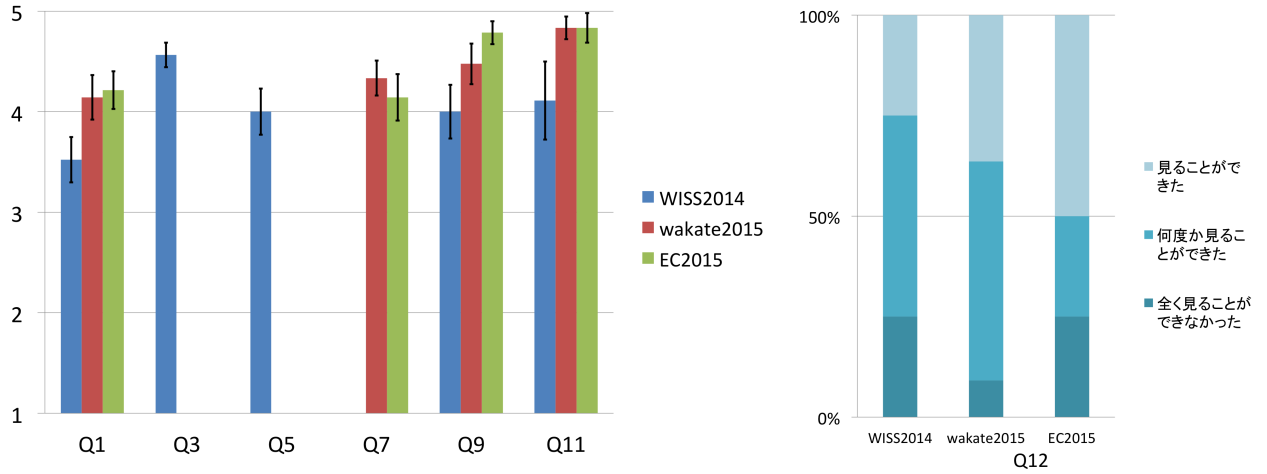


図 9　アンケートの選択式設問の回答結果．エラーバーは標準誤差を示す．n=23(WISS2014)，n=21(wakate2015)，n=14(EC2015)

何度かあった」「前の方の席だとちょっとまぶしかった」といった感想も挙げられた．

Q11「【講演者限定】PICALA　は講演に邪魔でしたか？」(1. 邪魔だった ～ 5. 邪魔じゃない) は 5 段階評価の回答は平均値 4.600(標準誤差 0.141) であり，講演者に対してもプレゼンテーションの阻害はほとんどないと言える，

5.4　使いやすさ

Q3「PICALA　の使い方はわかりましたか?」(1. わかりにくい ～ 5. わかりやすい) の 5 段階評価の回答は平均値 4.565(標準誤差 0.123) であり，全回答が 4 以上だったため，インタフェース設計については特に問題はなかったと言える．Q5「PICALA　は使いやすかったですか?」(1. 使いにくい ～ 5. 使いやすい) の 5 段階評価の回答は平均値 4.000(標準誤差 0.229) であり，概ね使いやすかったという評価を得た．

6 考察

実証実験でのアンケート結果より，本システムが聴講者にとって有用であること，本研究の狙いどおり，聴講者から発表者へのフィードバックを実施できていることを明らかにした．

その一方，いくつかの課題が明らかになった．ひとつは照明色とその意味の対応付けである．ボタンの色と照明の色が同じであるため，頻繁にボタンを押下している聴講者であればすぐに覚えられるが，そうではない聴講者にとってはわかりにくい面がある．

もうひとつは，照明点灯中にボタンを押下した際に，自分のボタン押下が反映されたかどうかわかりにくいことである．これは，照明の数が増えれば解決できるであろう．本システムで使用した LED 照明 hue は，潤沢に使用できるほど電球の価格は安くなく，さらに安価な LED を用いて照明システムを構築することも検討の余地がある．

7 関連研究

プレゼンテーションにおいて，聴講者からのフィードバックを得るための様々な試みがなされてきた [1][2]．チャットを用いて聴講者間で意見交換しサブスクリーンに表示する手法は，Rekimoto らが WISS'97 で実施したのが先駆けであった [4]．この手法は Digital Backchannels と呼ばれ [5]，今日まで，Backchan.nl[6] など，様々な手法が検討された [7]，近年では Twitter を用いる方法 [8] も広まっている．

動画共有サイトのニコニコ動画 [9] では，動画視聴者が投稿したコメントが画面上を流れて動画投稿者や他の視聴者とのインタラクションを生み出している．このニコニコ動画のコメントを現実世界に拡張し，四方の壁面と天井が LED ディスプレイで構成されて会場全体にコメントが流れるニコファーレという施設も誕生した．このニコファーレを活用したニコニコ学会 β という学会形式のイベントも開催された [10]．

これらのテキスト入力によるインタラクションは，自分の感情を文字に起こして投稿する必要があるため，投稿の敷居が高いことが課題である．また，聴講者にとっても，聴講しながらテキストを読むのは大変で，表示する場所によっては聴講の妨げになる場合もある．

チャット以外の手法でプレゼンテーションをインタラクティブにする試みも行われてきた．井上ら [11] は，聴講者が専用クライアントを操作して，プレゼンテーション中にリアルタイムにフィードバックできるシステムを提案した．Kurihara らの Borderless Canvas[12] は，聴講者の手元の端末に書き込んだ内容がサブスクリーンに表示され，聴講者を巻き込んだ議論を活発にするインタラクティブなシステムである．

加藤らのラジヘぇ [13] は，Web 上のボタン入力により数種類の声の効果音を流すことで感情をその場にいる講演者および聴講者全員に伝えるためのシステムである．ラジヘぇを用いればプレゼンテーションにおいて聴講者が感じた感想を瞬時に共有することができる．その一方で，感情を共有する度に効果音が流れるため，プレゼンテーションの妨げとなる可能性もある．

関連研究と本研究の比較を表 3 にまとめた．

表 3 関連研究との比較．非侵襲性とは各手法がプレゼンテーションを阻害しないことを示す．

	入力手段	表現手段	非侵襲性	入力の容易さ	表現の多様性
チャット	文字入力	文字	○	△	△
ニコニコ動画	文字入力	文字	×	△	△
井上ら [11]	複合 UI（ボタン・文字・手書き）	自由描画	×	×	○
Borderless Canvas	手書き	自由描画	○	×	○
ラジヘぇ	ボタン選択	音	×	○	×
PICALA	ボタン選択	色	○	○	×

8 おわりに

本研究では，照明の色を用いて聴講者の感情を表現する手法を提案し，設計と実装を行った．会場 LAN を使う場合とインターネット上のサーバを使う場合の 2 種類の設計を行い，どちらの場合も，ボタン押下から照明点灯までの遅延は非常に短い時間であった．PICALA を WISS2014，第 48 回情報科学若手の会，EC2015 の 3 つの情報系研究会にて実証実験を行った．実証実験

ではユーザへのアンケート調査による主観評価を行い，PICALA が目的としていた聴講者間および聴講者と講演者の感情共有ができていること，懸念であったプレゼンテーションの阻害もそれほど影響がないことを確認した．

今後は，研究会でのプレゼンテーション以外での活用も目指す．アンケートでは授業で使いたいという意見も挙がっており，実証実験などで可能性を模索する．また，照明の色を用いた表現は，舞台演出で長年用いられている手法である．長年培われた舞台照明演出の技術を参考にし，よりよい照明の活用方法を検討する．PICALA ではスクリーン下に電球を設置したが，PC 上でソフトウェアを稼働させ，スクリーン内に表示させるような手法も考えうる，

参考文献

[1] 西田健志. 学会イベントにおけるコミュニケーション促進の継続的実践: コミュニティの一員としてのシステム開発 (小特集 学会イベント支援). 情報処理, Vol. 56, No. 5, pp. 458–464, 2015.

[2] 栗原一貴. 放送化の時代のプレゼンテーション支援システム (小特集学会イベント支援). 情報処理, Vol. 56, No. 5, pp. 465–471, 2015.

[3] 綾塚祐二, 河口信夫. 参加者が作る会議支援システム : Wiss challenge(＜特集＞インタラクティブソフトウェア). コンピュータソフトウェア, Vol. 23, No. 4, pp. 76–81, oct 2006.

[4] Jun Rekimoto, Yuji Ayatsuka, Hitoraka Uoi, and Toshifumi Arai. Adding another communication channel to reality: An experience with a chat-augmented conference. In CHI 98 Cconference Summary on Human Factors in Computing Systems, pp. 271–272. ACM, 1998.

[5] Joseph F McCarthy, et al. Digital backchannels in shared physical spaces: experiences at an academic conference. In CHI'05 extended abstracts on Human factors in computing systems, pp. 1641–1644. ACM, 2005.

[6] Drew Harry, Joshua Green, and Judith Donath. Backchan. nl: integrating backchannels in physical space. In Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, pp. 1361–1370. ACM, 2009.

[7] 西田健志, 栗原一貴, 後藤真孝. On-air forum: リアルタイムコンテンツ視聴中のコミュニケーション支援システムの設計とその実証実験. コンピュータ ソフトウェア, Vol. 28, No. 2, pp. 183–192, 2011.

[8] C. Ross, M. Terras, C. Warwick, and A. Welsh. Enabled backchannel: conference twitter use by digital humanists. Journal of Documentation, Vol. 67, No. 2, pp. 214–237, 2011.

[9] ニコニコ動画. http://www.nicovideo.jp/ .

[10] 江渡浩一郎. ユーザー参加型の価値を追究する新しい学会 ニコニコ学会βの試み. 情報管理, Vol. 55, No. 7, pp. 489–501, 2012.

[11] 井上良太, 白松俊, 大囿忠親, 新谷虎松ほか. 発表中の資料へのフィードバックに基づくインタラクティブプレゼンテーションシステムの実現. 情報処理学会論文誌, Vol. 56, No. 10, pp. 2011–2021, 2015.

[12] Kazutaka Kurihara, Toshio Mochizuki, Hiroki Oura, Mio Tsubakimoto, Toshihisa Nishimori, Jun Nakahara, Yuhei Yamauchi, and Shin-ichi Watanabe. Borderless canvas: Development of a multi-display discussion software for knowledge-emergent presentations. In World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications, Vol. 2009, pp. 3676–3688, 2009.

[13] 加藤由訓, 苗村健. ラジへぇ : 声の効果音を用いた感想共有メディア (＜特集＞アート＆エンタテインメント３). 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 18, No. 3, pp. 345–356, sep 2013.