

DiamondTheater : 演劇創作活動を支援する劇場再現空間

西 濱 大 貴^{†1} 堀 内 陽 介^{†1}
井 上 智 雄^{†2} 岡 田 謙 一^{†3}

演劇創作活動は、音響や照明、舞台美術、空間デザインなど様々な芸術表現の組合せで協調的に作られる総合芸術であるが、実際の公演で用いる舞台演出を考える際、経験の少ない演劇の初心者にとっては様々な演出を総合的に頭に思い描きながら作業することは容易ではない。そこで我々は演劇創作活動の中でも演出のプランニングに注目し、演劇経験の少ない者でも実際の舞台演出をイメージしながら演出を考えることのできる環境 “DiamondTheater” を提案する。DiamondTheater はテーブルトップインタフェースを用いて、複数のユーザが共有する作業空間に小型の舞台空間を再現する。ユーザはテーブルトップ上で音響や照明、役者の立ち位置などの演出を再現することができ、決定された演出は台本と連動する形でデータとして保存され、CUEシートの自動生成や他グループの演出参照などに利用することができる。この演出推敲時に使用する実物体には、新たに実物体識別手法を構築し導入した。これにより、位置情報だけでなく方向や実物の種類を認識可能となった。本システムを用いることで、ユーザは初心者でも自身のアイデアを膨らますことが可能となる。また、実際に小型の舞台を操作、確認しながら演出を考えることができる。本論文において、提案システムを用いた試用実験とアンケート調査により、システムの有用性を確認した。

DiamondTheater: A System for Supporting Creative Activities

DAIKI NISHIHAMA,^{†1} YOUSUKE HORIUCHI,^{†1}
TOMOO INOUE^{†2} and KENICHI OKADA^{†3}

Theater is the branch of the performing arts that involves acting out stories before an audience. Theater is often created by utilizing a variety of elements, including speech, lighting, and sound. This paper describes a system called DiamondTheater that supports creative activities in theater using a tabletop tangible interface. Without having some considerable experience in production, it is difficult to create a mental picture of an actual production. Thus, a

miniature theatrical stage is reproduced on the tabletop surface to facilitate the user's creation of such a picture and the sharing of ideas. Users collaboratively construct a stage by placing small dolls to represent actors and many kinds of miniature stage sets. In addition, the system allows users to show direction and kind of physical object by method of physical objects recognition, and to reproduce other aspects of theater production such as sound and lighting. We performed a user study of this system and demonstrated that DiamondTheater appears to effectively assist the user's activity in theater production design.

1. はじめに

芸術的な創作活動の中でも演劇創作は、音楽や照明、舞台美術や空間デザインなど様々な芸術表現の組合せで協調的に作られる総合芸術であり、創り手と受け手とが時間・空間を共有することで人と人とのつながりを深め、コミュニティの共通の基盤を形成することができる¹⁾。そのため教育の現場でも、コミュニケーション能力の向上や、表現力を豊かにする手段として演劇を取り入れる傾向が見受けられる²⁾。こうした演劇創作活動において経験が少ない場合、音楽や照明その他の演出を総合的に頭に思い浮かべながら作業するのは困難である。たとえば照明に関しては、経験もなく相応の勉強をしなければ照明プランを考えようもないと指摘されている³⁾。また、現在存在する舞台演出の計画を支援するアプリケーションは、専門家向けのソフトウェアがほとんどであり、さらにその多くがデスクトップ向けであり、複数人で協調的に演出を考えていく状況を想定していない。

一方、近年テーブルトップインタフェースを用いて対面環境における協調作業を支援するアプリケーションが数多く研究されている⁴⁾。さらに、タンジブルユーザインタフェース⁵⁾を応用し、テーブルトップとともにタンジブルな実物体を用いて作業を行う実世界指向のシステムも開発されている⁶⁾。これらのインタフェースを利用したアプリケーションは GUI を用いた PC 上での操作に比べ、直感的で容易な操作が行えることが知られている⁷⁾。

本研究は演劇創作活動の中でも、音響や照明などの舞台演出のプランニングに注目し、経

^{†1} 慶應義塾大学大学院理工学研究科

Graduate School of Science and Technology, Keio University

^{†2} 筑波大学大学院図書館情報メディア研究科

Graduate School of Library, Information and Media Studies, University of Tsukuba

^{†3} 慶應義塾大学理工学部情報工学科

Department of Computer and Information Science, Faculty of Science and Technology, Keio University

験の少ない演劇初心者に対して演出イメージの把握を支援し、実際に演劇創作を体感することのできる実世界指向のテーブルトップインタフェース空間“DiamondTheater”を提案する。テーブルトップ上に小さな舞台空間を再現し、ユーザは役者に見立てた人形や音響・照明の操作 GUI を用いて演出を再現することができる。これらにより、演劇の初心者であっても、舞台上の総合的イメージの再現を行いながら演出のプランニングを行うことができる。さらに、提案システムに関して試用実験を行い、ユーザの作業の効率性を調査した。

2. 演劇創作

創作活動とは物語作成、絵描といった、作家の主体的創造力によって芸術作品を創り出す活動を指す。本研究においては創作活動の中でも、音楽や照明、舞台美術や空間デザインなどの創作活動をあわせ持つ総合芸術である演劇をその対象にする。この演劇創作は、感情や思いの表現を豊かにする、多様な価値観を持つ人々との協力、協働を可能にするといったコミュニケーション能力の向上に対する指導法の 1 つとして提案されている²⁾。また、この創作活動は、様々な角度から数多くの研究がなされてきた。

2.1 演劇創作における作業過程

演劇の創作過程においては様々な作業が行われる。図 1 に演劇創作活動における舞台公演に至るまでの作業工程の例を示す。本研究では、特に演劇創作活動の中でも図 1 の並列作業枠に相当する舞台演出のプランニングに着目する。ここで演出のプランニングとは、演

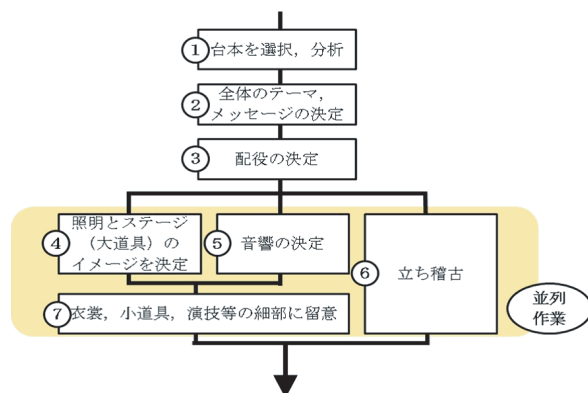


図 1 演劇創作活動：作業とその流れの例（文献 8）より）
Fig. 1 Example: Workflow of drama creative activity.

劇本番で用いる舞台演出の話し合い、および演出案の決定を指すこととする。演劇における演出には、音響や照明、舞台美術など様々な芸術表現が存在する。一般的に演出のプランニングの際には、演出家、劇作家、照明・音響・美術スタッフなどの各専門スタッフが役割ごとに作業を行い、これらを統一させることで 1 つの舞台が作り上げられる⁸⁾。

CUE シートとは、音響や照明などの演出を、舞台上でどのタイミングでどう表現していくかなどの演出が変化するきっかけを書き連ねた表である。決定された演出を基に作成され、舞台スタッフが行う様々な行動や操作の合図が書き込まれる。

2.2 従来研究

これまで、創作活動を支援する様々なシステムが研究されてきた。物語創作の支援を目的として Kato らは、絵に描かれた人物や物の情報からシナリオを自動的に作成するシステムを提案している⁹⁾。また、Raffle らは子供向けのシステムとして、描画時に音声を統合できるツールを提案している¹⁰⁾。こうした絵の作成・シナリオ生成など、2 次元で表現される創作活動を支援するシステムは数多く報告されているが、演劇やダンスなど 3 次元の創作活動の支援については十分に研究がなされていない。

演劇における劇場の舞台を表現する情報システムとしては、コンピュータグラフィックス (CG) で描いた仮想空間を用いた研究が報告されている。デスクトップ PC の画面上に CG を用いて舞台装置や照明を表現するシステムや¹¹⁾、役者のリハーサルを支援するシステム¹²⁾ など、舞台演出に着目した研究も行われている。Kakehi らは、オブジェクトの位置によってインタラクションを変化させる Tablespace Plus を提案している¹³⁾。その応用として、役者の動きが立ち位置によって変化するアプリケーションが存在する。

また、舞台演出のプランニング支援を目的とした様々な市販のソフトウェアが存在する。CAST 社¹⁴⁾ の WYSIWYG は舞台演出の中でも照明のプランニングを支援するためのソフトウェアであり、音響に関しては Meyer Sound 社¹⁵⁾ の Matrix3 などの支援システムがある。しかし、こうした市販のソフトウェアは演出の専門家向けに作成されているため、知識がないユーザが利用するには使いこなすまでに時間がかかるという問題点がある。

上述のシステムは、基本的に PC を用いた個人作業を目的として設計されており、複数の作業者が協調的に作業を行う状況を想定していない。複数の舞台演出支援システムとして Avatar¹⁶⁾ があげられるが、Avatar は遠隔地にいる複数の作業者間で共同作業を行うアプリケーションであり、作業者が対面環境で作業空間を共有しながら舞台演出を考えることのできるシステムはほとんど研究されていない。

大和田らはシナリオ制作に絵コンテをコンピュータ上で作成、操作し、データを共有する

システムを提案している¹⁷⁾。シナリオに必要な情報を付加する点で DiamondTheater との共通点を持つ。

伊藤らは GENTORO というロボットとハンドヘルドプロジェクタを用いたストーリー創作システムを提案している¹⁸⁾。子供たちがロボットを操作し、プロジェクタを用いて自由にストーリーを創作するものである。

DiamondTheater は、テーブルトップを用いた対面協調作業空間で、演劇初心者が舞台演出を行うことを目的としているため、上述のシステムとは異なる。

2.3 演出プランニング時の問題点

舞台演出のプランニングに際しては、以下の問題点があると考えられる。

- 演劇初心者には舞台演出をイメージするのは困難
- 初心者では作業者間の演出イメージの共有が困難
- CUE シートを書き起こすのは煩雑で経験も必要

舞台演出を話し合う場合、初期の段階ですべての演出を実際に試すのではなく、演出担当者や舞台設計者が各々舞台演出を頭に思い描きながら議論を重ねていく。演者がそれぞれのイメージを演出に反映させることもあるが、熟練者であれば経験から演出イメージを膨らませていくことも可能であるが、初心者が照明や音響などを含めた舞台全体を頭に思い描くのは困難であるといえる。たとえば照明について考える際には、相応の勉強をしておかなければ照明プランを考える術もなく、照明について知識を深めることも容易ではない³⁾。結果、頭の中に実際の照明を適確に思い描くことも困難であるといえる。

また、舞台演出は複数人で話し合い協調的に演出を考えていくが、自分自身の演出さえ適確に把握できていないため、作業者間で演出イメージを共有することは難しく、結果として経験が十分でない場合演出を思いどおりに考えることができないといえる。そして、演出を考案した後に、その演出を表現することが可能かどうかの判断をが必要であり、各担当者の意見が重要となってくる。さらに、実際の公演では、舞台演出を決定した後、CUE シートの作成を行うが、経験の少ない人にとっては非常に煩雑な作業である。

3. DiamondTheater の提案

3.1 設計方針

2 章にも述べたとおり、総合芸術である演劇創作活動は、人の心を豊かにし多様な価値観を持つ人々との協力・協働といったコミュニケーション能力の向上の手段の 1 つとされている。しかしながら、舞台上での演劇となると役者の動作だけでなく、構成や演出が複雑に

なる。そこで、本研究では舞台演出をテーブルトップインタフェースを利用し直観的な操作で、演劇創作活動の特に図 1 の 4, 5 番を支援することを考える。文献 19) や演劇経験者のアドバイスを参考にすると舞台演劇に必要な要素は、台本、役者とその衣裳、照明効果、音響効果、それらをまとめる CUE シート、大道具（舞台設営）、小道具となる。特に演劇創作活動の中でも図 1 の 4, 5 番に相当するものは照明効果、音響効果、舞台上の役者の位置関係である。たとえば、台本の雰囲気に合わせて音響や照明を設定したり、役者の位置を表す照明効果を増幅するために音響効果を付けたりする。このように役者、音響、照明は密な関係であるため、これらの作業が同時に行え、誰でも容易に操作可能のように設計する。なお、衣裳や大道具、小道具の作成は、システムの支援外とする。

次に 2.3 節で述べた問題点に対してそれぞれ考慮して設計を行う。

- 演劇初心者には舞台演出をイメージするのは困難

まず、テーブルトップインタフェースを舞台と見立て全体像を把握できるようにする。この舞台上には役者配置し、照明を反映することで舞台全体を立体的にイメージ可能とする。従来では、紙面上にコインを置いたり、模型を使ったりして舞台を表現していたが、役者の立ち位置を理解することができても照明は表示されないで舞台演出はイメージし難かった。大きな演劇では、高台と呼ばれる段差を利用し立体的な舞台を構成したり、その高低差に合わせて照明の強弱や干渉などを考慮したりするが、初心者にとっては現実的でなく、より簡単で現実的な環境を想定し、舞台は凹凸のない平らなものとし、利用可能な照明は全体照明とスポットライトに限定する。音響に関しては、テーブル面で他の作業をしている際に、曲の選択や視聴、ボリュームの変更を舞台上の役者を操作しながら設定できるようにする。これにより、役者、音響、照明を関連付けて検討することができ、舞台全体の演出をイメージすることが可能となる。

- 初心者では作業者間の演出イメージの共有が困難

演出担当者が各々の意見交換をできるように、対面環境を利用可能にする。また、サブディスプレイなどのデバイスを付加させると、個人作業に集中できる反面、他者との協働が難しくなってしまうためテーブル面で操作を行えるようにする。

- CUE シート書き起こすのは煩雑で経験も必要

CUE シートとは、本番の劇で音響や照明担当が考案した演出をするための指示を記したものであるが、演出が決定してから CUE シートを作成するのは手間がかかるため、検討中に生成可能とする。

このように、テーブルトップインタフェースを利用することで、従来同時に再現すること

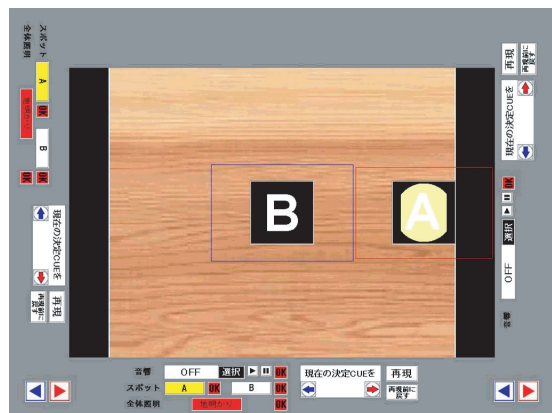


図 2 ver.0 の操作画面

Fig. 2 Operation screen of ver.0.

は難しかった照明や音響, CUE シートの作成を同じ空間で作業できるように機能拡張する.

3.2 試用アプリケーション

上述の内容をふまえ, 試用アプリケーション (以下, ver.0) を作成した. ver.0 では, 図 2 のように各操作パネルは舞台画面の周囲に固定されている. また台本は, 実物をめくることで半透過ディスプレイに投影された表示内容を進める.

この Ver.0 の試作における問題点が分かった. まず, 再現スペースがやや手狭であった. そのため, 各演出付けパネルの常時表示をやめる, 作業スペース外へパネル移動を可能にする, ということが考えられた. 次に, 台本の共有方法について, 実物を用いてのページ送りや, 演出付けする台詞の選択が煩雑であった. そして, ver.0 の CUE シートでは演出指示はテキストのみで分かりにくかったので, より視覚的に理解できる必要があると考えた. さらに音響・照明の演出機能は on/off のみであった.

3.3 DiamondTheater の提案

前述したように, 演出のプランニングにおいては照明や音響の各担当者などの 3 人程度が議論を重ねて演出を決定する¹⁹⁾. この演出付けの際に, 各担当者は意見を出し合い, それらの演出における可否を決定する権利を持っている. そのため演出プランニング作業では, 作業者それぞれが異なる役割を担う協調作業であり, 役割ごとにシステムが行う支援を変える必要がある. また, 演出に対して深い知識を有していなくても, 幅広く演出効果を考

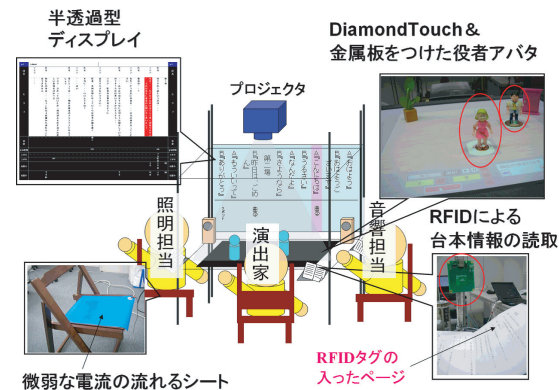


図 3 システム構成

Fig. 3 System architecture.

案できるようにすることが重要である.

Dompierre らの Avatar¹⁶⁾ でも指摘されているように, 従来, 舞台演出を考える際には小型の舞台模型がたびたび用いられている. そうした従来手法を変えることなく, 演出アイデアをユーザ間で共有しながら協調的に議論を重ねていくことが求められる.

そこで本研究では, 演出のプランニングを協調作業であると考え, テーブルトップインタフェースを演劇の舞台再現に利用した DiamondTheater を提案する. DiamondTheater では, 役者の代替である人形や小型の舞台装置をテーブルトップインタフェース上に配置して劇場空間を 3 次元的に構築し, ユーザは自身の頭に思い描いた演出アイデアをシステムの機能を用いて劇場空間に再現する. 従来手法の 1 つである, 小型の舞台模型では演者の位置や移動経路に限定されたが, 演出を視覚化してユーザに提示することで, 実際の舞台演出イメージの把握が容易になり, 舞台全体のイメージをユーザ同士が共有しながら演出を協調的にプランニングすることができる (図 3).

本システムにおいて, ユーザをほとんど演劇に関わったことがない初心者と想定し, シンプルな操作で舞台演出プランニングを行えるように支援する. そこで, 演劇においては必要不可欠な演出の要素であり, 最も一般的な役者の立ち位置, 音響, 照明の 3 種類の演出を取り扱う. この際, 初心者の範囲ではないと考え, 高台と呼ばれる段差を利用し立体的な舞台を構成することや, その高低差に関する照明の強弱や干渉などの高度なテクニックなどは本システムでは割愛する. 演劇の舞台をテーブルトップインタフェースとし, その表面上の操

作のみで音響や照明の演出を決定できるようにした．テーブルトップ上には役者を人形を用いて表現し，その人形を操作することによって演者の立ち位置を取得する．このように基本的な操作はテーブルトップ表面を指で触る，役者に見立てた実物の人形を動かすなどタンジブルユーザインタフェースの特徴を活かした直感的で容易な操作とする．

また，対面環境では議論が活発になり複数の意見が出ることが考えられる．その際に音響担当者や演出家など独自の役割を持たせることで，最終決定権を各ユーザに意識させることができる．ユーザによってテーブル上でなにかしらの操作がなされた場合に，役割ごとに異なった支援を行えるよう DiamondTouch の操作者識別の特性を利用した．これにより，複数人が同時に作業した場合でも，各自の作業が他のユーザによる干渉を受けにくくなるとともに，役割における作業を円滑に進めさせることが可能となった．

DiamondTheater を用いてユーザは自由に演出を再現し自身のアイデアを確認しながら演出プランニングを行う．決定された演出情報はシステムで保存され，最終的にシステムのアウトプットとして，自動的に表形式の CUE シートを作成する．このように容易に舞台状態を把握しながら舞台演出を再現し，議論したアイデアを反映させ，その結果を CUE シートへ自動的に記録することでユーザの作業の効率化を図るシステムを構築する．

4. 実 装

4.1 システム構成

DiamondTheater は，静電容量方式のテーブルトップインタフェースとして大型のタッチパネルディスプレイ DiamondTouch (MERL 社製²⁰⁾) を用いることで最大 3 名のユーザが対面環境で同時に操作できる．図 4 のようにユーザに対して水平に設置し，テーブルトップ上に役者に見立てた人形や様々な舞台道具を置いて演劇の舞台を再現する．

DiamondTouch は，椅子に敷かれた付属のシートから流れる微弱な電気信号が体を伝って指からテーブルトップ上に導通することで操作者が識別可能で，さらに操作位置の多点認識も行うことができるインタフェースである．電子情報および実物体の操作者・操作位置を特定するため，ユーザはディスプレイにつながるシートが敷かれた椅子に座った状態で作業を行い，音響や照明などの演出を画面上に再現しながら創作活動を行う．テーブルトップ上に映し出される映像はラック上部に設置したプロジェクターから投影される．投影される実装画面の例を図 4 の右上に示す．テーブルトップ表面には舞台と演出を再現するための電子的な操作盤(図 10)が表示される．一方，実物体である人形の認識を行うために，静電容量方式のテーブルトップの特徴である通電による接触検知に着目し，人形の底部に金属板を

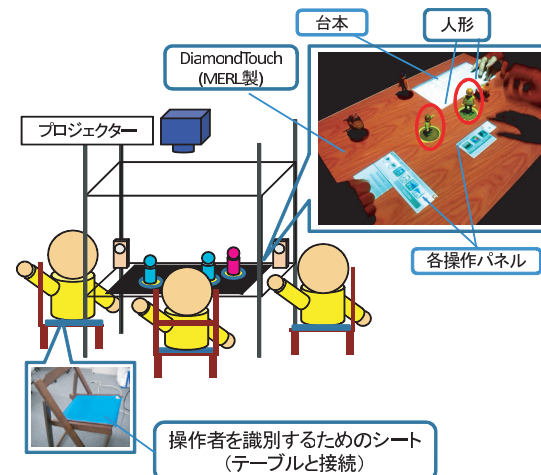


図 4 システム構成
Fig. 4 System architecture.

付加することで，位置情報と向き情報を取得することを可能とした実物体識別手法を構築，導入した．

4.2 操作の流れ

演出プランニングにおける一連の動作を図 5 に示す．まず，演出をプランニングするために照明担当，音響担当，演出家の 3 つにユーザの担当を決定する．各ユーザが操作画面に触れると，システムが操作者の役割を識別し，それぞれの担当する演出の操作パネルのみが表示される．演出家担当が台本パネルを出現させた後，音響・照明担当は，テーブル上の人形を自由に動かしながら，パネルを操作して音響・照明の演出を保存していく．

これらの操作は，担当者のみが各演出パネルにアクセス可能で，演出パネルは担当の正面に向いている．演出づけするシーンは，台本パネルのセリフ部を指でドラッグし指定する．演出が保存されると，台本のセリフ箇所完了を意味するボタンが表示される．このボタンを再度アクセスすることで，各演出のフィードバックおよびデータの削除が行える．フィードバックされる情報も各ユーザごとに異なり，音響担当が触れると音響データ，照明担当が触れると照明データ，演出家が触れると両方のデータを確認することができる．これらの演出データは，演出家が CUE シートの生成を確定した後に，保存された演出が CUE シートに自動的に書き込まれ演出プランニング終了後に出力する．

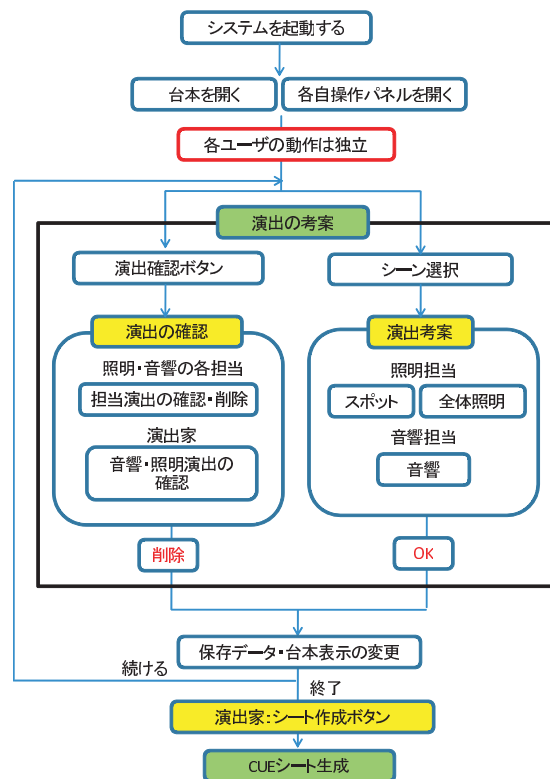


図 5 操作の流れ
Fig. 5 Operation flow.

4.3 実物体の識別

4.3.1 実物体識別手法

本研究では静電容量方式のテーブルトップインタフェースにおいて実物体の方向、種類を識別する実物体識別手法を構築した。この手法では、図 6 のようにベース板のサイズを 10 mm 間隔で拡大することで、識別オブジェクト数を 2 個ずつ増やすことが可能である。

DiamondTouch 表面には 2 次元格子状に横方向に 128 本、縦方向に 96 本の電極が 5 mm 間隔で埋め込まれている。ユーザがテーブル表面に触れると、その場所に配置された電極・ユーザの身体・ユーザが座ったシート間の静電容量結合により微弱な電流が流れ、これによ

ベース板の直径(mm)	識別可能個数(個)
40	2
50	2
60	2
70	2
80	2
90	2

図 6 ベース板のサイズと識別可能オブジェクト数
Fig. 6 Size of base plate and amount of physical objects.

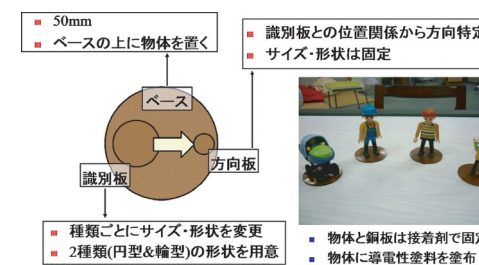


図 7 銅板例
Fig. 7 Copper plates.

りユーザ識別と接触位置を特定することができる。この電流値と電極のシグナルを利用して、オブジェクトの方向、種類を特定する。

本研究ではシステムが認識可能な実物体として役者に見立てた人形を用いる。図 7 に示されるように、人形の底部には 2 層構造の銅円板を取り付け、さらに下半身部に灰色の導電性塗料が塗られており、ユーザは導体部（銅板か塗料の部位）に触れて人形を介した操作を行う。2 層構造銅円板は厚さ 1 mm の銅円板であるベース板、方向板、識別板の 3 枚によって構成される。直径 50 mm のベース板の表面には実物（提案システムでは人形）を置き、裏面には識別板と方向板が一定の距離を保持して貼り付けられている。ユーザが銅板をテーブル表面で触った際に現れる電流の波形を分析し、識別板と方向板の位置関係から

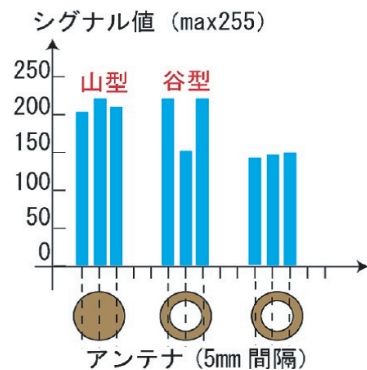


図 8 銅板判別方法
Fig. 8 Shapes of signals.

縦横斜めの 8 分割で方向を特定する。識別板は複数の実物体を区別するための銅板である。一方、方向板は物体の向きを認識する際に用いる銅板である。方向板の形状・サイズは一定（直径 8 mm）とし、識別板の形状・サイズを各々変えることで複数の物体を区別する。

本研究では、識別板の形状として円状の銅板とリング状の銅板の 2 種類（図 8）の形状を用いる。識別板が円状のものであれば、図 8 の左側のように出力波形は山型となるが、リング状のものでは真中が空洞であるため、波形が谷型（図 8 の中央）となる。また、リング状の銅板でもアンテナとの位置関係によって波形が谷型とならないことがあるが、その場合は全体の電流値出力が円状の銅板より低くなる（図 8 の右側）。これは、谷型の場合テーブルとの接地面の範囲が少ないためである。これら出力波形を分析することで、形状によってどの物体を操作しているかを判断する。

本システムで利用するオブジェクト数は 4 種類であるため、識別板のサイズとして、反応する電極数が異なる大小 2 種類を用意した。結果として、識別板を 2 種類のサイズと 2 種類の形状を組み合わせ利用し、50 mm の範囲内で 4 種類の実物体およびそれらの方向を認識可能にした。

また、本手法は、接触認識方式が静電容量方式のテーブルトップインタフェース上で利用可能であるため、演劇創作活動支援に限定されるものではない。そのため、複数の異なるオブジェクトとその方向の識別が必要な作業環境に応用可能である。なお、電磁誘導方式や赤外線方式など、その他の接触認識方式は利用の範囲ではない。

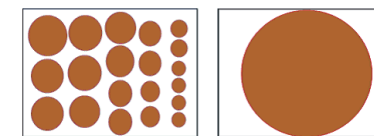


図 9 銅板設置例
Fig. 9 Example of arrangement.

4.3.2 実用性の検討

我々の使用するテーブルトップインタフェースのサイズが 640 mm × 480 mm であるため、オブジェクトの最大利用可能個数は、ベース板直径を最小 40 mm から増やしていき、図 9 左のように敷き詰めた場合は 20 個、理論上の最大許容直径は図 9 右のように 480 mm となる。

しかし、実際に本システムを利用する際に図 9 のように設置することは現実的でなく、実用的範囲はオブジェクト数が 12 個程度までであると考えられる。我々は、実用範囲のオブジェクト数で、システムの目的が十分達成されるのか、つまり初心者向けの舞台演出支援が可能なのかを検討した。そのために、インターネット演劇研究所²¹⁾（以下、IEL）、脚本ダウンロードサービス²²⁾（以下、KDS）の台本を調査し、必要なオブジェクト数すなわち役者数を求めた。表 1 より、最も一般的な役者数は 4 名であり、役者数が 12 名以下の台本が全体の 87.1% を占めることが分かる。このことから、本システムは、9 割弱の演劇を対象とすることができるといえる。

なお、IEL は一般投稿の台本と一般演劇用台本の両方からなり、KDS では一般投稿の台本であるという、2 つのサイトの違いをふまえたうえで、その違いを調べると、IEL では役者数の最頻値が 6 名（全体の 11.0%）、12 名以下の台本が 77.8% を占め、KDS では役者数の最頻値が 4 名（全体の 12.6%）、12 名以下の台本が 94.8% を占めた。このことから、アマチュアの台本の方が役者数はより少ないと考えられ、本システムの対象ユーザに対して十分なオブジェクト数を提供できると考えられる。

4.4 演出表現のための機能

本システムを用いてユーザは舞台上の演出効果として、照明、音響の 2 種類が選択・再現できる。現在実装されている機能で舞台演出のすべてを網羅できるものではないが、人形とテーブルトップインタフェースを組み合わせることで舞台演出の基本的な 3 種類の演出をシンプルに再現した。

表 1 演劇における役者人数
Table 1 Numbers of actor.

役者数	台本件数		合計
	インターネット 演劇研究所 (IEL)	脚本ダウンロード サービス (KDS)	
1	15	68	83
2	62	330	392
3	65	383	448
4	81	398	479
5	111	329	440
6	124	320	444
7	109	260	369
8	72	146	218
9	61	104	165
10	73	88	161
11	54	56	110
12	46	49	95
13 以上	249	139	388
合計	1,122	2,670	3,792

4.4.1 操作パネル

上述の演出効果を創作するために操作するパネルは、台本、照明、音響、ディレクタの 4 つである。これらのパネルをテーブル面で操作を行うようにした場合は、操作パネルが作業領域を狭めることが考えられる。そのため、各操作パネルのバーをドラッグすることで自由に移動させることができ、パネル右上方にはクローズボタンを実装した。ユーザがクローズボタンを押した場合各パネルは一時非表示となる。消えたパネルは、ユーザが再び作業画面に触れたとき、そのユーザの役割パネルのみが再表示される。また、各パネルを覆うように実物体を移動させても CUE シートへの演出付けに影響は出ない。

また、サブディスプレイなどの外部機器を利用せずに各ユーザがテーブル面で操作を行うため、他者の作業を見ながら演出を検討できる。

4.4.2 台本操作

ディレクタパネルの台本ボタンを選択すると、図 10 の左上にある台本パネルが表示される。台本パネル中のセリフに対して演出を決定していくため、台本パネルはすべてのユーザに操作権限が与えられている。台本パネル中のセリフはドラッグにより選択することが可能で、選択した範囲のシーンに対して音響と照明の演出を決定、保存していく。

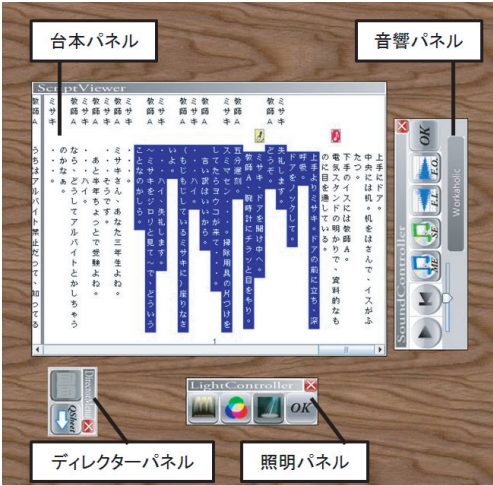


図 10 演出パネル
Fig. 10 Effect panel.

4.4.3 音響効果

音響効果は図 10 の右側の音響パネルを通して演出付けしてゆく。音響は ME (Music-Effect: 効果音楽), SE (SoundEffect: 効果音) の 2 種類が利用でき、これらの演出効果は音量だけでなく、音響の始まり方である CI (CutIn: 最初から大きい音で始まる) や FI (FadeIn: 徐々に音が大きくなっていく), 終わり方である CO (CutOut: 曲が止まるまで大きい音で流し続ける), FO (FadeOut: 徐々に音が小さくなっていく) も設定可能である。

音響担当は、音響を入れたいシーンを台本より選択し、使用したい曲を選択する。選択時にはパネルに選択された音響効果のタイトルが表示され、視聴と曲の選択が可能となる。音響効果設定時に、選択した曲は CI, FI, 終わり方は CO, FO のボタンを押すことで、それぞれの曲の始まりと終わりの音響効果を付けることができる。このように加えたい曲の音量や演出効果などを決定すると、台本パネルに演出は保存される。演出が保存されると、台本上の演出づけが行われるシーンの真上に音響演出が保存されたことを表すボタンが表示される。

4.4.4 照明効果

照明効果は図 10 の下部にある照明パネルを通して演出づけしてゆく。スポットライト、

全体照明があり、テーブルトップ上に表示されたボタンにより照明の制御を行うことができる。また、床板の材質を選択することが可能であり、実際に演劇を行う劇場を想定でき、よりリアルな仮想舞台の再現を行うことができる。

照明担当は照明パネルを操作し照明効果を決定していく。ステージの全体照明は通常白い色をしているが、特殊な色の全体照明の設定を行う際は、ボタンにより色を決定した後、照明の強さをスライダを動かすことで設定する。スポットライトの設定を行うと、操作中の人形、もしくは最後に操作した人形に対してスポットライトを当てることができる。スポットライト照射後、人形を移動させるとスポットライトは人形を自動追尾する。全体照明同様スポットライトにも照明の強弱を設定できる。演出が保存されると、台本上の演出づけが行われるシーンの真上に照明演出が保存されたことを表すボタンが表示される。

4.4.5 データの保存・利用

テーブルトップ上で推敲し決定した演出（照明、音響）は、一時台本パネル上に保存される。台本パネルの選択部に演出が保存されると、セリフの上に各演出に対応したボタンが表示される（図 10 台本パネル内）。これらのボタンにアクセスすると、保存された演出を簡単に示した確認用パネルが出現する。音響担当が確認できるのは音響の演出、照明担当が確認できるのは照明の演出、演出家は両演出を確認可能である。この際に不要な演出は容易に削除できる。

演出の考案を繰り返し、確定したならばディレクタパネル（図 10 左下）の CUE シート作成ボタンを押すことで、台本パネル上に保存した演出をまとめて表形式で表した音響、照明用の CUE シートがそれぞれ図 11 のように出力される。これらの CUE シートは実用されている CUE シートをもとに、本システムに対応した音響、照明のシートを独自で作成したものである。

音響用 CUE シートでは、タイトル・開始時のエフェクト・音量・終了時のエフェクト・開始と終了シーンの様子を台本から抽出したデータが記載されており、グラフエリアでは、その下に記されているシーンを基準として音響がどこから始まりどこで終わるのかを折れ線グラフにして表示される。また、各音響効果に対してカラーの割振りをし演出との対応付けを行い、さらにその音響の始まりと終わりの効果や音量などを折れ線グラフの形状と高さに反映させることで、音響の特徴を一目で理解できるようなグラフを作成する。

照明用 CUE シートでは、始まりと終わりのシーンを記述後、全体照明がスポットライト、輝度や色などの照明効果が記されたグラフを作成する。音響用 CUE シートと同様、グラフを一目見て理解できるようにシーンと対応付けし、どのタイミングで照明を入れ、どのよ

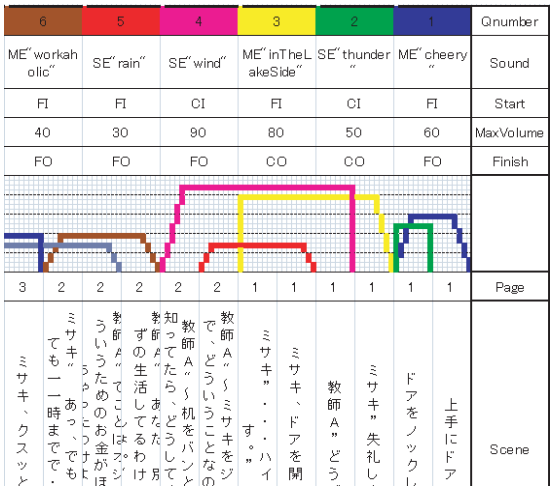


図 11 音響用 CUE シートの例
Fig.11 Example: music effect CUE sheet.

うに照明を落とすのかを明示してある。このように、システムにより自動生成された CUE シートは、実際の演劇で利用される形となり出力される。

5. 評価実験

本システム用いて、演出決定に対していくつかの条件を変えて比較実験を行い、その効率を検証した。また、展示会で自由に操作を行ってもらいアンケート調査を行った。

5.1 演出づけ実験

実験を通して、提案システムが舞台演出を思い浮かべる際に想像力の助けとなるかを検証した。被験者は学生 20 名を対象にし実験を行った。学生たちは全員、趣味や部活動などで演劇に実際に関わったことのない演劇についての初心者であり、本システムにも初めて触れるユーザである。被験者には実際に台本を読みながら演出を考えてもらい、その際に実際の舞台を把握できているかどうかを比較実験によって明らかにした。本実験においては、提案システムを用いてテーブルトップで演出を考えた場合と頭の中の想像のみで演出を考えた場合とで比較した。

実験で用いる台本は脚本ダウンロードサービス²²⁾ から 2 種類の台本（以下台本 A・台本

B とする)を選んだ。台本の選択基準として、2 種類の台本の長さがほぼ同じであり、演出がすでに台本の中にト書き(セリフの間に、役者の演技、照明・音楽などの演出を書き入れた文章)として書き込まれた台本を選んだ。実験を行うにあたり、音響・照明に関するト書きを各 6 カ所をそれぞれの台本から取り除いた。演出を取り除いた際の基準としては、評価実験における曖昧さを回避するためある場面において演出が一意に決まるものを選んだ。

以下、実際に台本から取り除いた例を白枠で表示し、抜き出した台本を枠内に示す。

- 音響の場合(“”内はト書きや台詞の内容)

“時計が十二時を知らせる”

「時計のベル」を効果音として指定。

- 照明の場合(“”内はト書きや台詞の内容)

“家の中で登場人物が会話(舞台状況)”

「全体照明」を点ける(暗転では不自然)。

被験者には演出を取り除いた台本を渡し、台本を読みながら音響と照明の演出を考えてもらった。実験は 20 分の実験を 2 度行い、最初に台本 A で演出を考え、次に台本 B を用いて演出を考えてもらった。被験者を 10 名ずつに分け、一方は「提案システム→頭の中」の順で、もう一方は「頭の中→提案システム」の順番で演出を考えてもらった。比較項目は抜けている演出の適中個数、作業時間などを比較した。

5.1.1 実験手順

本実験を行う前に、まず被験者に元の台本から一部の音響と照明が取り除かれていることを説明した。その際被験者には何箇所の演出が取り除かれているのかは伝えなかった。演出の良し悪しを問う実験ではなく、台本の流れから“こうであるべきだ”、“ここでこの演出でなければ不自然だ”と思う部分について演出(音響と照明)を考えてもらった。音響は主に効果音を使用し、照明は舞台全体の照明とスポットライトの ON・OFF について考えてもらう旨を説明した。

提案システムを用いる場合、システムの機能をひとつおりの実演して説明した。その後実際に 3 分程度触ってもらい、舞台セットや人形、音響と照明をつねに台本に沿って操作しながら考えてもらった。頭の中の想像で演出を考える場合、台本を読みながら頭の中で状況を想像しながら考えてもらった。

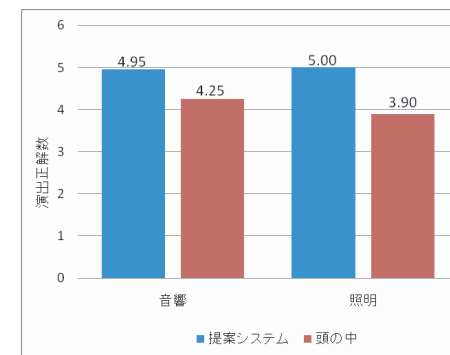


図 12 被験者が抜けている演出を指摘した個数

Fig. 12 Result.

台本を読みながら、演出を思いついた解答用紙に該当箇所と演出内容をメモしてもらった。どちらの場合でも台本を読み始めてから 20 分間でどれだけ取り除かれた演出を見つけられるかを計測した。

5.1.2 実験結果

実験の結果は、図 12 のグラフのようになった。縦軸を抜き出された演出の発見数を平均個数、横軸は音響と照明に分けて正解数を数えた。これら 2 通りに対して、音響の平均正解個数と照明の平均正解個数における t 検定を行ったところ音響は 5%水準で有意差が認められ、照明についても 1%水準で有意差が認められた。

5.2 アンケート調査

2009 年 12 月 11 日(金)に東京国際フォーラムで開催された Keio Techno-mall 2009 の来場者 30 名(各種企業関係者、大学教授、大学生などを含む)を対象とし、提案システムを利用してもらった。本研究の研究背景やシステム概要、操作方法やシステムの機能について説明した後、来場者の方に実際に照明や音響の演出決定や人形の移動などの操作してもらった。説明を聞き、システムを体験してもらった後、10 段階評価(1:まったくそう思わない-10:強くそう思う)とその理由および自由記のアンケートに回答していただいた。

アンケート結果は表 2 のようになった。

また、自由記述欄には“実際の舞台を見なくても簡単に演出を考えられることや、見た目に分かりやすかった点が良かったと思う”といった肯定的な意見のほかに、“演劇以外の用途の広がりや各人が情報やアイデアなどをあらかじめ作って持ち寄るような使い方があ

表 2 Keio Techno-mall でのアンケート結果
Table 2 Result of questionnaire in Keio Techno-mall.

質問	平均
操作は簡単だった	8.6
操作は直感的だった	8.9
複数人での操作に煩わしさはなかったか	8.1
実際の舞台をイメージできた	7.2
楽しく操作できた	8.8
演劇における舞台演出（音響・照明）に役立つと思う	7.5
役割ごとに異なる操作ができるのは役立つと思う	7.9

と面白いのではないかと感じた”といった演劇以外の応用を期待するコメントを複数いただいた。

5.3 考 察

提案システムでは、役者に見立てた人形や舞台セットを用いて舞台を表現できる。さらに音響や照明を舞台を見ながら操作することができるため、実際の舞台をイメージすることも容易になり、結果的に頭の中でのみ考える場合と比べて演出が抜けている部分に気づきやすかったのではないかと考えられる。

図 12 から音響と比較した場合、照明について差が顕著に出ているのが分かる。照明に関しては、舞台の状況を的確に把握しておかないと答えられない演出が多かった。たとえば提案システムを用いた場合、家の中で役者が会話をする場面で、暗転のまま舞台を再現していてもすぐにライトをつけなければ不自然であるということに気づいたようである。スポットライトに関しても、暗転のまま舞台で演技が始まればおかしいと気づき、スポットライトを役者に当てることができた。被験者からのコメントでも音響に対する意見よりも、照明についてイメージの手助けになるというコメントが多かった。このことから舞台の状況と関わりの深い照明については音響よりもより有用性の高いイメージ支援が行えているのではないかと考えられる。

また、実験結果の演出正解数の標準偏差を調べたところ、提案システムで 0.92 [カ所] (音響)・0.84 [カ所] (照明) であるのに対し、頭の中の想像で考えた場合は 0.99 [カ所] (音響)・1.51 [カ所] (照明) となり、照明について大きな差があることが分かる。頭の中で考えるだけでは舞台の状況のイメージが困難である被験者がいたことが考えられる。そのために、いつ全体の照明を点灯したか、ある場面でスポットライトはまだ点灯しているのかなどの状況を正確に把握できなかったといえる。つまり、従来の頭の中で舞台イメージを膨らま

すという作業は個人差が生じるものであるが、本システムを用いた場合にはその個人差を小さくし、演出プランニングに必要なイメージを膨らませることができたといえる。

提案システムを用いた場合舞台の状況を継続的に把握可能であり、個人差もなく誰でも照明を考えることができた。

アンケート調査は、対比するシステムを同時に利用できる環境が構築できず、来場者の主観的評価であったためにコメントを参考にするものとなった。

また、本実験では、定量的な評価を行ったが、作成した演出に対して専門家による芸術的な評価を検討することは、今後の課題としてあげられる。

6. ま と め

本研究では、演劇創作における作業過程のうち演出のプランニングに着目した。演出のプランニングにおいては、演劇の初心者が高舞台を総合的にイメージすることは困難であるなどの問題があった。

そこで本研究では、演劇経験の少ない者でも容易に舞台をイメージでき、さらに効率的に作業が行える演劇創作環境 “DiamondTheater” を提案した。複数人で行う演劇の演出の推敲が容易に行えるだけでなく、演出をデータとして保存し自動的に CUE シートを作成したり演出の参照を行ったりできるようになった。試用実験から、DiamondTheater においては舞台のイメージが容易に行え、ユーザの想像力の個人差による演出作成のばらつきを減少させ、プランニングにおける有用性を確認できた。

謝辞 DiamondTouch ディスプレイは、Mitsubishi Electric Research Laboratories の提供による。

参 考 文 献

- 1) 文化審議会文化政策部会：今後の舞台芸術創造活動の支援方策について（提言）、文部科学省（2004）。
- 2) 芸術表現を通じたコミュニケーション教育の推進、文部科学省。
- 3) 飯島光孝：実践演劇講座 03 舞台照明 01，p.5，門土社（1997）。
- 4) Shen, C., Lesh, N., Vernier, F., Forlines, C. and Frost, J.: Sharing and Building Digital Group Histories, *ACM CSCW '02*, pp.324–333（2002）。
- 5) Ishii, H. and Ullmer, B.: Tangible bits: Towards seamless interfaces between people, bits and atoms, *Proc. CHI'97*, pp.234–241（1997）。
- 6) Matsushita, M., Iida, M., Ohguro, T., Shirai, Y., Kakehi, Y. and Naemura, T.: Lumisight Table: A face-to-face collaboration support system that optimizes direction

- of projected information to each stakeholder, *Proc. CSCW2004* (2004).
- 7) Hurtienne, J. and Israel, J.: Image schemas and their metaphorical extensions – Intuitive patterns for tangible interaction, *Proc. TEI '07*, pp.127–134 (2007).
 - 8) 大山禮二：舞台芸術専門家という仕事，ペリかん社 (1997).
 - 9) Kato, S. and Onisawa, T.: The Support System for Story Creation using Pictures, *The 2006 International Conference on Game Research and Development CyberGames*, pp.141–148 (2006).
 - 10) Raffle, H., Vaucelle, C., Wang, R. and Ishii, H.: Jabberstamp: Embedding sound and voice in traditional drawings, *Proc. 6th International Conference on Interaction Design and Children (IDC '07)*, pp.137–144 (2007).
 - 11) Lewis, M.: Bowen Virtual Theatre, *ACM SIGGRAPH 2003 Conference on Web Graphics* (2003).
 - 12) Slater, M., Howell, J., Steed, A., Pertaub, D.-P. and Gaurau, M.: Acting in Virtual Reality, *Proc. 3rd International Conference on Collaborative Virtual Environments*, San Francisco, CA, pp.103–110 (Sep. 2000).
 - 13) Kakehi, Y., Iida, M., Naemura, T. and Matsushita, M.: Tablescape plus: Upstanding tiny displays on tabletop display, *ACM SIGGRAPH* (2006).
 - 14) 8Cast Group of Companies Inc. <http://www.castlighting.com/>
 - 15) Meyer Sound Laboratories Inc. <http://www.meyersound.com/>
 - 16) Dompierre, C. and Laurendeau, D.: Avatar: A virtual reality based tool for collaborative production of theater shows, *CRV '06*, pp.35–41, IEEE Press (2006).
 - 17) 大和田龍夫，佐々木成明：絵コンテ制作支援実験システム（Hierographs），表現活動のコンピュータによる支援，情報処理学会夏のプログラミングシンポジウム報告集 (2000).
 - 18) 伊藤俊延，ゲン・トゥン・ゴク，杉本雅則，稲垣成哲：GENTORO：モバイル複合現実環境におけるストーリーテリング支援システムの設計と評価，情報処理学会論文誌，Vol.50, No.12, pp.2819–2830 (2009).
 - 19) 伊藤弘成：ザ・スタッフ舞台監督の仕事，p.184, 晩成書房 (1994).
 - 20) Dietz, P. and Leigh, D.: DiamondTouch: A Multi-User Touch Technology, *ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST)*, pp.219–226 (2001).
 - 21) インターネット演劇研究所．<http://www.e-geki.net/>
 - 22) 脚本ダウンロードサービス．<http://www.haritora.net/script.cgi>

(平成 22 年 5 月 5 日受付)

(平成 22 年 9 月 17 日採録)



西濱 大貴

2009 年慶應義塾大学理工学部情報工学科卒業．現在，同大学大学院理工学研究科博士前期課程在学中．ヒューマンインタフェースと協調作業支援の研究に従事．



堀内 陽介

2009 年慶應義塾大学理工学部情報工学科卒業．現在，同大学大学院理工学研究科博士前期課程在学中．ヒューマンインタフェースと協調作業支援の研究に従事．



井上 智雄（正会員）

筑波大学大学院図書館情報メディア研究科准教授．1998 年慶應義塾大学院理工学研究科計測工学専攻博士課程修了，博士（工学）．ヒューマンインタラクション，CSCW，先進的学習システムの研究に従事．本会論文賞，同山下記念研究賞ほか受賞．本会グループウェアとネットワークサービス研究会，電子情報通信学会ヒューマンコミュニケーション基礎研究会，

日本 VR 学会サイバースペースと仮想都市研究会，同香りと生体情報研究会各運営委員．本学会のほか，電子情報通信学会，ヒューマンインタフェース学会，人工知能学会，ACM ほか各会員．



岡田 謙一（フェロー）

慶應義塾大学理工学部情報工学科教授，工学博士．専門は，CSCW，グループウェア，ヒューマン・コンピュータ・インタラクション．『ヒューマンコンピュータインタラクション』（オーム社），『コラボレーションとコミュニケーション』（共立出版）をはじめ著書多数．情報処理学会誌編集主査，論文誌編集主査，GW 研究会主査等を歴任．現在，情報処理学会理事，IE 領域委員長，電子情報通信学会 HB/KB 幹事長．情報処理学会論文賞（1996，2001，2008 年），情報処理学会 40 周年記念論文賞，日本 VR 学会サイバースペース研究賞，IEEE SAINT '04，ICAT '07 最優秀論文賞等を受賞．情報処理学会フェロー，IEEE，ACM，電子情報通信学会，人工知能学会各会員．
