

共創行動解析のためのロボットシナリオ 共創システム「ぱぺろっち!」の開発

加藤 大志^{†1} 鎌田 麻以子^{†1}
國枝 和雄^{†1} 山田 敬嗣^{†1}

本稿では、共創活動を支援するシステムを実現するため、参加者の行動を解析し、状況を理解し、共創活動を促進するよう参加者に働きかける仕組みを実現したので報告する。ここで、共創とは、様々なアイデアを融合させてサービスやプロダクトを作り出す方法である。共創を支援するためには、多様な参加者が連鎖的に活動することが重要である。そこで、参加者の連鎖的活動を支援するために、参加者の行動履歴を記録する機能、および、参加者へメッセージを提示する機能を共創支援の共通機能として開発した。さらに、行動履歴から相性を計算し、その相性に基づいて参加者に連鎖的活動を推薦する仕組みを実現した。この仕組みをもとに、ロボットの動作シナリオを共創の題材とした実験用の共創システムを開発した。

PaPeRoch: A System for Co-Creating Robot Scenarios for Analyzing Co-Creative Behaviors

DAISHI KATO,^{†1} MAIKO KAMATA,^{†1} KAZUO KUNIEDA^{†1}
and KEIJI YAMADA^{†1}

This paper describes our framework for supporting Co-Creation by observing people behaviors, understanding situations, and then promoting people. Co-Creation is a method to create something of value by mixing various ideas of people from different backgrounds. It is important to combine creative activities to support Co-Creation. Hence, we developed a framework with some common functions, such as recording people's activities and sending messages to people. The framework allows to calculate people's compatibility, and then recommend combining activities to certain people based on the compatibility. We also developed an experimental system for co-creating robot scenarios based on the framework.

1. はじめに

共創とは、企業と消費者あるいは制作者と利用者というような立場を超え、協力し合っサービスやプロダクトを作り出す方法である^{4),5)}。共創では、一般的に、多様な知識や技術、ノウハウなどを持った人々が多く集まると、複数の視点で試行錯誤しながら課題に取り組めるため、結果的によいサービスやプロダクトが生まれ出されると言われている。

共創の場では、人々の創造性あるアイデアや制作物が連鎖的に成長・発展している。例えば、動画投稿共有サイトである YouTube^{*1}では、ある作品に影響されて別の参加者が新しい作品を投稿したり、他人の作品に手を加えて新しい作品を作成したりすることで、登録作品数が増え、様々なニーズに応えるような動画が取り揃えられている。また、オンライン百科辞典サイトの Wikipedia^{*2}では、一つの項目に対して複数の人が書き足したり、修正したりすることで辞典の質を上げていく仕組みになっている。

しかし、人々が集まる場があるだけでは、人々が連鎖的な創造活動を行うとは限らない。人々が連鎖的にアイデアや制作物を生み出すためには、参加者個人の特性や、創造活動の場の特性、課題の与え方、他の参加者とのインタラクションなどの条件が整う必要がある。

そこで、我々は、共創を支援する技術の実現に向けて、人の共創行動を明らかにすることを目的とした研究を行っている⁸⁾。実際に人々が集まる場における共創行動を解析するために共創システムを開発した。本システムは、ロボットの動作シナリオを共創の題材とした共創システムで、ロボット、Web サイト、ビジュアルプログラミングツールなどを含む。我々は、人の共創行動を解析し共創を支援するための仕組みを本システムに導入した。本稿では、開発した共創システムを紹介する。

2. 背景

本節では、我々の共創に関する研究の背景を説明する。

2.1 共創の要件

本稿で扱う共創の意味を明確にするために、我々の考える共創の要件を説明する。我々は、次に示す3つの要件が共創の実現において重要であると考えている。

^{†1} NEC C&C イノベーション研究所

C&C Innovation Research Laboratories, NEC Corporation

*1 <http://www.youtube.com/>

*2 <http://ja.wikipedia.org/>

要件 1 多様な参加者が創造活動を行うこと

共創の実現には、多様な参加者が集まること重要であると考えている。集まった参加者は、アイデアや制作物を生み出す創造活動を行うことで創造性を具現化する。多様な参加者が多く集まれば、複数の視点で創造活動が行われ、視点の異なった様々なアイデアや制作物が生み出される可能性がある。このように、共創においては、別々の視点を持つような多様な参加者が創造活動を行うことが重要である。

要件 2 参加者の創造活動が連鎖的に起こること

共創の実現には、参加者の創造活動が連鎖的に他の参加者の創造活動に影響を与えることが重要であると考えている。創造活動の連鎖的影響とは、例えば、参加者 A が考えたアイデアをもとに参加者 B が新たなアイデアを考え、さらに、そのアイデアをもとに参加者 C が新たなアイデアを考えることである。一方、参加者が個別に創造活動を行っているだけでは、一人の創造性を越えたアイデアや制作物は生み出されない。創造活動が連鎖的に起こることで、複数の参加者の創造性が積み重なり、一人では生み出せないようなサービスやプロダクトが生み出される可能性がある。このように、共創においては、創造性が積み重なるように参加者の創造活動が連鎖的に起こることが重要である。

要件 3 参加者が共通の目的意識を持つこと

共創の実現には、共通の目的意識を持つ参加者が創造活動を行うことが重要だと考えている。参加者が共通の目的意識を持つことで、創造活動が活発になり、試行錯誤的に多くのアイデアや制作物が生み出される可能性がある。

我々は、共創における創造活動の過程に特に注目している。この過程により、様々なサービスやプロダクトが生み出され、その中から結果としてよいサービスやプロダクトが生み出されると考えている。

2.2 共創支援技術の実現に向けて

我々は、前述した共創の要件を満たすために、共創を支援する技術の実現を目指している。共創は人間の行動により起こる現象であるため、共創支援技術はシステムが人に働きかけることで共創を支援する技術であると考えている。

我々は、共創支援技術を実現するために、ファシリテーションに注目している⁶⁾。ファシリテーションは、会議やワークショップなどにおいて第 3 者的立場の人が参加者を活性化させる手法である。ファシリテーションには、場のデザイン、参加者の観察・理解、議論の構造化、合意形成などの機能が必要と言われている。我々は、これらの機能をシステム化するというアプローチで共創支援技術の研究に取り組んでいる。例えば、スキルの異なる参加者

を探し出してチームを作るという参加者活性化の方法がある。そこで、これを参加者のマッチング問題と捉えてシステム化することで、最適な参加者の組み合わせを見つけ出す共創支援技術の具体例が考えられる。比較的小規模で閉じた環境においては、人間の経験に基づくファシリテーションが有利であるが、大規模なオープン環境においては、機械による大規模データの記憶力と処理力を生かして人間にはできないような共創支援技術が実現可能であると考えている。

3. 共創支援フレームワーク

本節では、共創支援技術を実現するための共創支援フレームワークについて述べる。

3.1 共創支援フレームワークの目的

前述の共創の要件 1 のためには、様々な参加者を共創の場に引き込むファシリテーションが重要である。また、共創の要件 2 のために、参加者と参加者を橋渡しするファシリテーションが重要である。我々は、このようなファシリテーションを実現するため、具体的なファシリテーション機能を共創支援技術として開発し検証していく予定である。

ファシリテーションの機能は次のような処理で実現できると考えている。まず、事前に共創の場の特性を定義しておく。次に、参加者の行動を観察して解析する。最後に、ファシリテーションのメッセージを参加者に提示する。このような処理には、共創のドメインやアプリケーションに依存しない部分と、共創のドメインやアプリケーションに依存する部分がある。例えば、共創の場の特性はアプリケーション依存であるが、参加者の行動の観察方法はアプリケーション非依存である。また、ファシリテーションメッセージの生成方法はアプリケーション依存であるが、生成したメッセージの表示方法はアプリケーション非依存である。

そこで、アプリケーションに非依存の部分共通化する共創支援技術を実現すべきだと考え、これを共創支援フレームワークと呼ぶこととした。共創支援フレームワークを用いることで、アプリケーションを越えて共創の支援を行うことができる。例えば、あるアプリケーションにおける参加者の行動を観察し、同じ参加者が別のアプリケーションを利用中にファシリテーションメッセージを提示することができる。

3.2 共創支援フレームワークの概要

ファシリテーション機能を実現するために、Web システムを想定した共創支援フレームワークを開発した(図 1)。本フレームワークは、参加者の共創行動履歴を収集するための機能と、ファシリテーションメッセージを表示する共創支援ツールバーと、共創行動履歴を解析する共創支援エンジンを含む。共創支援エンジンは、作品の特性や参加者の特性などを導

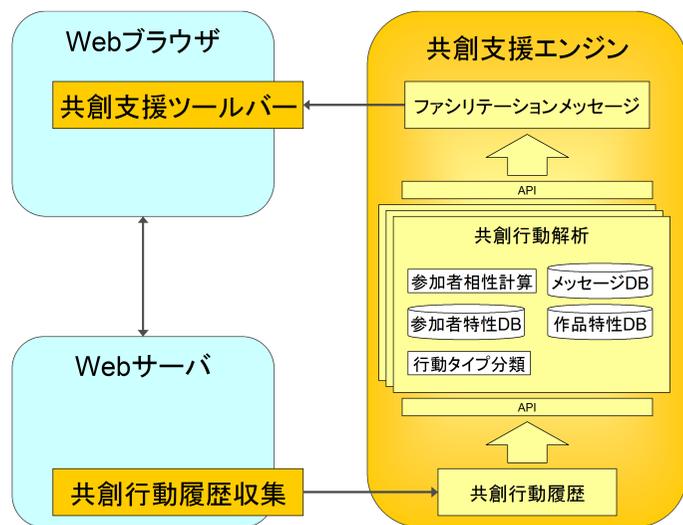


図 1 共創支援フレームワーク

出し、それに基づきファシリテーションメッセージを生成する仕組みである。

本フレームワークを用いることで、ファシリテーション機能を次のように実現できる。まず、参加者の行動履歴の収集とファシリテーションメッセージの提示は、アプリケーションに依存しない機能として用意する。一方、場の特性の定義や、参加者特性の導出や、ファシリテーションメッセージの生成などについては、共創行動解析のロジックとしてモジュール化し、共創支援エンジンの中で API を定義し差し替えて利用する。

本フレームワークは、本来の Web システムとは切り離された形で構成されており、Web システムに依存しない形でファシリテーション機能を開発することができる。これにより、複数の Web システムに開発したファシリテーション機能を適用することができる。

3.3 共創行動履歴収集機能

参加者の共創行動を解析するための共創行動履歴収集について詳細に説明する。Web サイトにおける行動は基本的に Web サーバにおけるログとして収集できる。Web サーバにおけるログとして一般的なものは、HTTP のアクセスログである。しかし、HTTP アクセス

が起こらないユーザ操作は HTTP のアクセスログには記録されない。このようなユーザ操作には、例えば、メニューの開閉、キャンセルした操作、さらにはマウスの動きなどが含まれる。そこで、このようなユーザ操作を Web ブラウザから Web サーバに通知することで、Web サーバ側で操作ログとして収集できる仕組みとした。また、HTTP のアクセスログには、コンテキストが記録されない。ここで言うコンテキストとは、セッション情報やレスポンスである。セッション情報はセッション ID としてクッキーなどに記録されるが、セッション ID だけではユーザの特定すらできない。そこで、Web アプリケーションがデータベース (DB) と連携していることに着目し、DB レベルのログを収集する仕組みとした。DB へのクエリと実行結果をログに含めることで、コンテキストを記録できる。

3.4 共創支援ツールバー

共創支援ツールバーについて詳細に説明する。共創支援ツールバーは、共創支援エンジンにより生成されたファシリテーションメッセージをユーザに提示するための UI コンポーネントである。本ツールバーは、Web サイトに埋め込む形で利用でき、様々な Web サイトで利用できる (図 2 の下部)。本ツールバーの左側の部分には、参加者の活動が表示される。これにより、参加者は他の参加者が Web サイトにおいて何をしているかを知ることができる。参加者の活動を表示することは、参加者に共創支援ツールバーの存在を意識してもらい、参加者がシステムからのファシリテーションメッセージを受け入れやすくする狙いがある。本ツールバーの中央から右側の部分には、システムからのファシリテーションメッセージや、他の参加者からのメッセージが表示される。これらのメッセージはリアルタイムに表示され、即時性を重視した共創支援技術の実現を可能にした。我々は、共創支援技術においては、参加者の状況に合わせてタイミングよくファシリテーションメッセージを提示することが重要であると考えている。

3.5 共創支援技術の具体例

共創支援技術の具体例として、作品の特性や参加者の特性などを導出し、それに基づいて派生作品の作成を参加者に促す共創支援技術について説明する。この共創支援技術の例では、共創支援フレームワークにおいて、共創行動履歴を解析することで派生作品の作成を促すファシリテーションメッセージを生成する。まず、ログから、作品の特性とその作品を作成した参加者の特性を解析する。次に、ある作品について、参加者特性から相性の高い参加者を見つけ出し、その参加者を派生作品作成者の候補とする。これを実現するためのアルゴリズムについて説明する。

(1) 作品特性の計算



図 2 共創支援ツールバー

作品の特性を次のように計算する．

- (a) お題設定者は、予めお題の特性を設定する
 - (b) お題に対して作品が投稿される
 - (c) 投稿された作品について、お題から作品の特性を計算する
- 特性は 1 次元の数値ベクトルで表現される．簡単な例としては、2 つの数値 (プログラマ度, デザイナ度) とする．
- (2) 参加者特性の計算
- 参加者の特性を次のように計算する．
- (a) 参加者の行動を閲覧、コメント、投稿の 3 タイプに分類する
 - (b) 参加者の行動について、閲覧した作品、コメントした作品、投稿した作品から行動の特性を計算する
 - (c) 参加者の特性を、その参加者の行動の特性から計算する
- 行動の特性は、行動のタイプに従って作品の特性を重みづけする．例えば、投稿は閲覧より参加者の特性が表しやすいと考えて、より大きな重みとする．参加者の特性は、その参加者の最近の行動の特性の総和とする．
- (3) 作品との相性の計算
- 作品 A について参加者 X の相性を次のように計算する．

- (a) 作品 A の投稿者 B の特性を M とする
 - (b) 参加者 X の特性を L とする
 - (c) M と L の和を N とする
 - (d) 作品 A の特性と N のベクトル角度の絶対値の逆数を相性とする
- (4) メッセージの表示
- ある作品について、相性の高い参加者に「～の作品を元に新しい作品を使ってみませんか」というメッセージを表示する．より詳細には、参加者の Web サイトの参加状態を考慮し、連続したメッセージの提示を抑制するなどの制御も行う．
- 本具体例は、仮説に基づく共創支援技術の一例を示すものである．我々は今後実験を通して、このような共創支援技術の具体例を検証していきたいと考えている．

4. ロボットシナリオ共創システム

本節では、ロボットシナリオ共創システム「ぱぺろっち!」について説明する．本システムにおける創造活動は、ロボットの動作シナリオ (プログラム) を題材としている．本システムの「みんなでロボットの動作を作る」というゴールは参加者にとって理解しやすく、参加者が共通の目的意識を持つことができると考えている．我々は、本システムが前述した共創の要件 3 を満たすと考え、本システムを共創支援技術の研究対象として採用した．

4.1 システムの全体構成

本システムは、ロボットの動作シナリオを共創の題材にした共創システムである (図 3)．本システムは、3 節で述べた共創支援フレームワークを含んでいる．本システムで使用しているロボットは、コミュニケーションロボット PaPeRo^(2),7) である．PaPeRo は、様々な対話機能を有していることが特徴である．具体的には、PaPeRo は、アクチュエータとして、体の動き、頭の動き、LED による顔の表情、音声合成の機能を備えている．また、センサとして、距離センサ、タッチセンサ、音声認識の機能を備えている．このような対話機能を重視したロボットを用いることで、参加者が創造性を発揮してシナリオを制作することが期待できる．ロボットを操作したり、ロボットの動作シナリオを作成したりする手段として、ビジュアルプログラミングツールを開発した．本ツールに関しては、4.2 節で説明する．

Web サイトにおける参加者の典型的な行動を次に示す．

- Web カメラで中継されたロボットを観察しながら操作する
- 作品データに格納されている作品を閲覧する
- 気になる作品を再生して、ロボットの動作を観察する



図 3 システムの全体構成

- 作品をダウンロードして、ビジュアルプログラミングツールで確認する
- プログラムを修正する
- 新しい作品として投稿する

参加者は、必ずしもこの順序で行動するわけではない。例えば、他人の作品を閲覧・確認せずに、自分の作品を作る場合もある。また、与えられたお題に対して作品を作る場合もある。参加者間のインタラクションため、Web サイトには、作品を評価したりコメントしたりする機能が備えられている。また、人気のある作品や新着作品をランキング表示する機能も備えられている。

我々は、共創において創造活動が連鎖的に成長することに注目している。本システムにおける創造活動の連鎖的成長とは、作品が修正されて派生することである。そこで、本システ

ムを用いた共創支援技術の研究では、この作品の派生に着目して共創行動を観察し、作品の派生を促進する共創支援技術を開発したいと考えている。

4.2 ビジュアルプログラミングツール

本節では、ロボットの動作シナリオ作成のためのビジュアルプログラミングツール「ぱべろっち!ツール」について説明する。

4.2.1 ツールの概要

本ビジュアルプログラミングツールは、MIT で開発された Scratch^{1),3)} をベースにしている。Scratch は創造性を発揮した制作活動を重視して設計されており、我々は本ツールにおいてもその設計思想を継承した。

本ビジュアルプログラミングツールは、PaPeRo を操作する機能とプログラミングを行う機能が一体化しているツールである。本ツールにおいて、PaPeRo を操作するためには、画面上のブロックをクリックする。ブロックをクリックすると PaPeRo に命令が送られ、ユーザは直感的にロボットを操作できる。プログラミングは、ブロックを並べたり、組み合わせたりして行う。ブロックには、PaPeRo に命令を送るものに加えて、PaPeRo のセンサ情報を取得するものや、条件分岐などの制御構文を実現するものも用意されている。これらのブロックを組み合わせることで様々なプログラムを作ることができる。例えば、頭部のタッチされたら首を振ったり、発話したりするようなシナリオをブロックを並べて組み合わせるだけで作ることができる。

4.2.2 ユーザインタフェース

本ビジュアルプログラミングツールの具体的な利用方法を図を基に説明する。図 4 に示すように、本ツールの画面は次の 4 つのペインで構成される。

- 左のペイン (工具箱): 利用可能なブロックが配置される
- 中央のペイン (ワークスペース): 実行するブロックが配置される
- 右上のペイン: PaPeRo のセンサ情報等が表示される
- 右下のペイン: 操作する PaPeRo の一覧が表示される

本ツールの利用者は工具箱からブロックをドラッグ&ドロップしてワークスペースの任意の場所に置いたり、ブロックを接続して組み合わせることができる。ワークスペースにおけるブロックの位置には何ら制約はなく実行にも影響しないが、この自由度はアイデアを整理するのに役立つという利点がある。例えば、とりあえず興味のあるブロックをワークスペースの下部に配置して、その中で気に入ったブロックを組み合わせ上部に配置する、といった使い方が可能である。PaPeRo を動作させるには、ワークスペースに置いたブロックをク



図 4 ビジュアルプログラミングツールのスクリーンショット

リックするだけでよい。ブロックが単一であれば単一の動作をし、組み合わせさせていけば複合的な動作をする。このように、ワークスペース上で試行錯誤しながら、プログラムを段階的に作成していくことができ、創造性を重視したプログラミングに向いていると言える。

ビジュアルプログラミングツールにおいて柔軟に動作シナリオが作成できることを示すために、代表的なブロックについて説明する。図 5(a) は PaPeRo を動作させるブロックを示している。一つのブロックが簡単な動作に対応しており、例えば、「前に 20cm 動く (1 秒で)」のブロックで前進し、「顔を上 30 度右 30 度回す (1 秒で)」のブロックで首を動かすことができる。数値はプルダウンメニューで変更できる。動作のスピードを変更する場合は、秒数の指定を変更することで実現する。例えば、「前に 20cm 動く (2 秒で)」とすると半分の速度で前進する。速い速度や首の回転限界などハードウェア的な限界がある場合は、時間を優先しつつベストエフォートで実行される。ブロックを接続すると逐次動作になり、例えば、前進した後に回転するという動きは「前に 20cm 動く (1 秒で)」と「その場で 30 度回

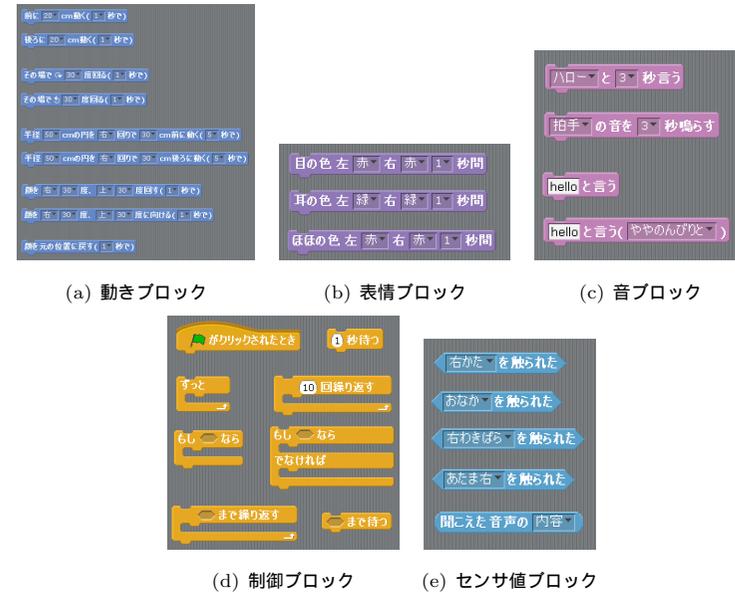


図 5 ビジュアルプログラミングツールでよく使われるブロック

る (1 秒で)」のブロックをつなげることで実現する。同様に、図 5(b) は顔を表情を変えるためのブロックを示しており、3 種類の LED を光らせる制御ができる。また、図 5(c) は音声や音を出すためのブロックを示しており、PaPeRo のスピーカから音声合成した音や、音楽を鳴らすことができる。一方、図 5(d) は制御ブロックであり、これを使うとループ、条件分岐、並行実行などが可能となる。最後に、図 5(e) はセンサ値を取得するブロックであり、これを制御ブロックにはめこむことで条件分岐などを行う。

これらのブロックは単純な機能を提供するのみであるが、ブロックを組み合わせることで複雑な動作をさせることができる。例えば、図 6 に示すようにブロックを組み立てると、PaPeRo のおなかに触られたときに発話する、というような動作シナリオを作ることができる。このように、様々な動作シナリオを作ることができるビジュアルプログラミングツールは、創造性を発揮するために重要な役割を果たしている。

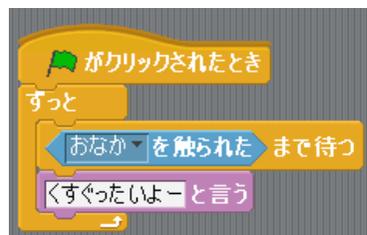


図 6 タッチセンサを利用した動作シナリオの例

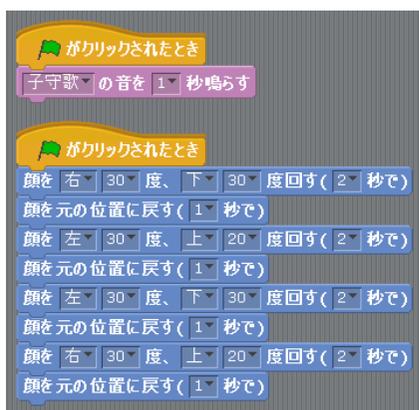


図 7 Web サイトに投稿された簡単なプログラム

5. サンプルロボットシナリオ

ビジュアルプログラミングツールで作成された動作シナリオ (プログラム) を 3 つ紹介する。

図 7 は、Web サイトに素材としてアップロードされたオフィシャル作品の例を示している。このプログラムは、子守歌の音楽に合わせていねむりの動作を実現する。この例のように、オフィシャル作品は、簡単な動作を提示して、アイデアの下地としてもらったり、ベースにして改造してもらったりすることを意図して作成された。オフィシャル作品は、50 件程度登録されている。

図 8 は、Web サイトに登録したユーザ (中学 1 年生) が投稿した作品のプログラムを示し



図 8 Web サイトに投稿された高度なプログラム

ている。肩をタッチすることで数をカウントアップ (ダウン) し、おなかをタッチすることでその数を教えるというカウンタプログラムである。このユーザは、Scratch でのプログラミングの経験があるため、このように変数を利用した高度なプログラムを実現できている。

図 9 は、ワークショップで作成されたプログラムを示している。このプログラムは、PaPeRo にいじわる役を演じてもらうために、操作者が遠隔操作する作りになっている。ワークショップでは、小学校 3 年生から小学校 6 年生の男女が 3 人でチームとなって半日かけて、PaPeRo を使った劇 (ミニシアター) をデザインし、プログラミングした。ワークショップの最後には、PaPeRo を含めて自らが役者となり劇を発表した。

6. まとめと今後の展望

我々は異分野連携や創造性を重視した問題解決の手法である共創が重要であると考え、共創支援技術の研究に取り組んでいる。共創支援技術を実現するためには、人の共創行動を明らかにする必要がある。本稿では、共創支援技術の実現に向けて開発した共創支援フレームワークおよびロボットシナリオ共創システムについて報告した。

今後、本システムを用いて共創行動を解析するためにはある程度の参加者が必要となると考えている。そこで、参加者獲得の手段として、PaPeRo およびぱべろっち! ツールを利用したワークショップを各地で実施して、その継続体験としてぱべろっち! Web サイトへ誘導することを検討している。その後、共創行動の解析を行う予定である。共創行動の解析の着



図 9 ワークショップの場で作られたプログラム

6) 堀公俊. ファシリテーション入門. 日本経済新聞社, 2004.
 7) 藤田善弘. パーソナルロボット papero の開発. 計測と制御, Vol.42, No.6, pp. 521-526, 2003.
 8) 鎌田麻以子, 加藤大志, 國枝和雄, 山田敬嗣. 共創活動の参加動機に関する調査—wikipedia 参加者の参加動機因子—. 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 109, No. 430, pp. 7-12, 2010.

眼点として検討しているものは、例えば、参加者の閲覧行動と制作行動の関連性を調べたり、制作物の派生関係を分析することなどである。また、共創支援技術の具体例を仮説に基づき実装し、本システムに適用することで検証する実験も行っていきたい。

参 考 文 献

1) Lifelong Kindergarten Group at the MIT Media Laboratory. Scratch: Imagine, program, share. <http://scratch.mit.edu/>, 2010.1.27 参照.
 2) NEC. コミュニケーションロボット papero. <http://www.nec.co.jp/products/robot/>, 2010.6.24 参照.
 3) Mitchel Resnick, John Maloney, Andres Monroy-Hernandez, Natalie Rusk, Evelyn Eastmond, Karen Brennan, Amon Millner, Eric Rosenbaum, Jay Silver, Brian Silverman, and Yasmin Kafai. Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, Vol.52, No.11, pp. 60-67, 2009.
 4) ジェームズ・スロウィツキー, 小高尚子. 「みんなの意見」は案外正しい. 角川書店, 2006.
 5) C.K. プラハラード, ベンカトラマスワミ. 価値共創の未来へ—顧客と企業の Co-Creation. 武田ランダムハウスジャパン, 2004.