

## 仮想空間上でのプログラミング作品共有環境の構築

森本 竜也<sup>†1</sup> 大平 愛<sup>†2</sup>  
吉村 学人<sup>†2</sup> 高田 秀志<sup>†2</sup>

近年, 初等教育において, Squeak eToys や Scratch といった GUI プログラミング環境を用いた授業が行われてきている. このような授業では, 他の児童の作品を閲覧する機会や保護者に作品を見てもらう機会が少なく, 相互評価や授業の振り返りが行いにくいといった現状がある. そこで, 本稿では, 仮想三次元空間に児童の作品を展示し, 児童や保護者が児童の作品を閲覧することができる環境を提案する. この環境により, 児童が相互評価や授業の振り返りを行うことができる機会を増やすことができると考えられる. 本システムを GUI プログラミング環境を用いた授業に適用し, 児童にアンケートを実施した. その結果, 作品をじっくり見ることができたと答えた児童は 63.3%であった. さらに, 他の児童が集まって作品を閲覧している光景を発見することができたと答えた児童は 80.0%, そのうち, その作品を見たと答えた児童は 75.0%であった.

### Development of a Programming-Project Sharing Environment on Virtual Space

TATSUYA MORIMOTO,<sup>†1</sup> AI OHIRA,<sup>†2</sup>  
MANATO YOSHIMURA<sup>†2</sup> and TAKADA HIDEYUKI<sup>†2</sup>

Recently, there are classes using GUI-programming environment such as Squeak eToys or Scratch in primary education. When children study in such environment, children do not have enough opportunity to view the other's works and show their own work to parents and it is difficult to perform mutual evaluation and review lesson. In this paper, we propose an environment where children or parents can view the children's works on virtual space. It can provide opportunities for children to do mutual evaluation or review the past lesson. We have deployed this system to classes using GUI-programming environment and conducted a questionnaire for children. As a result, 63.3% of children could view the other's works well. Moreover, 80.0% of children could find a scene in which other children watch the work together, and among these children, 75.0% of them viewed this attracting work.

### 1. はじめに

近年, 初等教育において, 児童の創造性や論理的思考力を育むために, Squeak eToys や Scratch といった GUI プログラミング環境を用いた授業が行われてきている<sup>1)</sup>. このような授業では, 他の児童の作品を閲覧し, その作品に対して意見や疑問といった自分なりの考えを持つことが重要であると考えられている. また, 相互評価や授業の振り返りといった学習効果の高い活動を行うことで, 児童にとって有益な効果が得られると考えられている. しかし, 現在, 初等教育での GUI プログラミング環境を用いた授業では, これらのことが行いにくいといった現状がある. 例えば, 他の児童の作品を閲覧する機会として, 発表会が行われるが, 発表会では時間の制約があるため, 他の児童の作品をじっくり見ることができない. さらに, 発表会では, 発表者と聴衆という役割が必然的に割り当てられるため, 意見の交換が少なくなる. また, 授業外で保護者と共に作品を閲覧するためには, 授業中に作成したプログラムファイルを持ち帰り, そのプログラムファイルが動作する環境を整える必要がある. そのうえ, 他の児童の作品を閲覧するためには, それらのプログラムファイルをすべて持ち帰らなければならない. そのため, 家庭で保護者が児童らの作品を閲覧する機会が少ないといった問題がある. これらの問題を解決する方法の一つとして, 本研究では, 児童の作品を仮想三次元空間に展示し, 相互評価やフィードバックを得ることができる環境を提供することを考える. さらに, その環境上で児童がアバターを用いて作品の閲覧をし, システムが他の児童のアバターも表示することで, 他の児童がどの作品に対し興味を持っているかを可視化することができる. これにより, 実空間での児童同士のインタラクションを促進することが期待でき, 意見交換の機会を増加させることが可能になると考えられる.

本稿では, 児童が作成した GUI プログラミング作品が動作している画面をキャプチャし, その動画を仮想空間上に展示することにより, 作品を共有することができる環境であるデジタルキャンパスの構築について述べる.

本システムを児童が使用することにより, 児童が相互評価や授業の振り返りを行うことや, 児童が創作した作品を各児童が閲覧し興味を持つことで, 自ら学ぼうとする意識を向上させることが期待できる. これらの効果を児童が得られたかどうかを検証するために, GUI

<sup>†1</sup> 立命館大学大学院理工学研究科

<sup>†2</sup> 立命館大学情報理工学部

プログラミング環境を用いた授業に本システムを適用し、児童にアンケートを実施した。その結果、作品をじっくり見ることができたと答えた児童は 63.6%であった。さらに、他の児童から注目を集めている作品を発見することができたと答えた児童は 80.0%、そのうち、その作品を見たと答えた児童は 75.0%であった。

以下、本論文の 2 章では、GUI プログラミング環境を用いた授業の現状とその問題点について説明する。3 章では仮想空間上でプログラミング作品を共有できる環境であるデジタルキャンパスについて、4 章では実践と考察について述べる。最後に 5 章を結論とする。

## 2. 初等教育におけるプログラミング学習

### 2.1 GUI プログラミング環境を用いた授業

近年、初等教育において、コンピュータを用いた授業が広く行われている。そのなかで、児童の創造性や論理的思考力を育むために、GUI プログラミング環境を用いた授業が行われ始めている。例えば、立命館小学校で行われている Squeak eToys を用いた授業や、奈良女子大学附属小学校で行われている Scratch を用いた授業などがある。図 1 は Squeak eToys が動作している画面のキャプチャである。Squeak eToys には、“すすめる”、“まわす”といった動作や、条件分岐、繰り返しといったプログラムが、あらかじめタイルと呼ばれる部品として用意されている。これらのタイルを用いてスクリプトを作成し、マウスやペンタブレットを用いて描いた絵に対して付加させることで、その絵に対して動きを与えることができる。このような特徴から、プログラミングを行ったことがない人やキーボードの扱いになれていないユーザでも、比較的簡単にプログラミングを行えるため、初等教育の現場で活用され始めている。



図 1 Squeak eToys

### 2.2 相互評価や振り返りによる効果

初等教育における創作活動の授業では、相互評価や授業の振り返りを行うことで、2.1 節であげた効果をさらに向上させることが期待できる。また、他の児童の作品を閲覧し、児童同士で意見を交換することや、他の児童の作品と自分の作品との比較を行い改善点を発見すること、自分の作品の出来栄を評価することができるため、次回の創作活動に対する学習意識を向上させることが期待できる。さらに、児童が保護者と共に作品を見ることで、フィードバックを得たり、授業の振り返りを行ったりすることができ、そこで得た反省を次回の創作活動につなげることができる。

従来の図画工作の授業では、児童が作成した作品をロッカーの上に並べたり、教室の壁に貼り付けたりすることで展示し、それらを児童が授業中や休み時間などの時間を利用し、閲覧することができる。また、そのような環境では、作品の前で数名の児童がその作品について話し合うという場が存在するため、その光景を見ている他の児童がその作品に対して興味を持つことが期待できる。さらに、展示期間が終了した後は、作成した作品を家庭に持ち帰ることで保護者から、アドバイスやコメントといったフィードバックを得ることができるため、振り返りを行うことやフィードバックを得ることができている。

### 2.3 GUI プログラミング環境を用いた授業の問題点

GUI プログラミング環境を用いた授業で、他の児童の作品を閲覧する方法の一つとして、発表会が挙げられる。発表会では、プレゼンテーション能力の育成など児童にとって有益な効果がある一方、時間の制約や作品の閲覧に関して問題がある。例えば、1 人当たり 5 分程度の発表時間を与えるとすると、15 人で 75 分、30 人で 150 分の時間を必要とする。これだけの時間を発表会に割り当てると、創作活動の時間が短くなってしまふ。また、発表会の時間を短縮するために、1 人当たりの発表時間を 2~3 分にすると、他の児童の作品を閲覧する時間が短く、児童がある作品に対して興味を持つ場合でも、その作品をじっくり閲覧することができないという問題がある。さらに、発表会の性質上、発表者と聴衆という役割が必然的に与えられてしまうため、意見交換の場を設けることが困難である。そのため、児童間で相互評価をすることが困難であるといえる。また、授業外で作品を閲覧するためには、授業中に児童が作成したプログラムファイルを USB メモリなどに保存し、家庭に持ち帰る必要がある。さらに、そのプログラムが動作する環境を整えなければならない。また、他の児童の作品を閲覧するためには、それらのプログラムファイルをすべて持ち帰らなければならない。これらのことから、家庭で保護者が児童らの作品を閲覧する機会が少なくなってしまう。そのため、他の児童の作品との比較や、コメントなどのフィードバックを得ることが

できない。

これらの相互評価や振り返りが難しいといった問題を解決するために、児童が GUI プログラミング環境を用いて作成した作品を仮想空間上に展示し、教室内や家庭などから他の児童の作品を閲覧することができる環境を提供する。このような環境を提供し、授業中に児童同士で作品を見せ合ったり、保護者や教員から作品に対してコメントしてもらったりすることで、相互評価や授業の振り返りを行うことができ、児童に有益な効果をもたらすことが期待できる。

## 2.4 関連研究

仮想空間上で作品を共有する環境として、仮想空間上でレジュメを共有し、ライブチャットで学校外から授業を受けることができる”Dream University”<sup>2)</sup> や、仮想空間上に絵画作品を展示するための環境である”Virtual Museum”<sup>3)</sup> などが存在する。しかし、これらの環境は、大学生や PC の操作に慣れた者を対象としているため、複雑な操作が必要となる。また、作品共有や複数人での使用を目的としているわけではないので、初等教育におけるプログラミングの授業での作品共有環境として適しているとはいえない。そこで、初等教育を対象とした仮想三次元空間でのプログラミング作品共有環境としてデジタルキャンパスの構築を行う。

## 3. デジタルキャンパス

### 3.1 利用シーン

デジタルキャンパスには教室内と教室外の、2通りの利用シーンがある。それぞれ、利用者やデジタルキャンパスを利用する目的が異なる。

#### 3.1.1 授業内での利用

授業内では、主に児童が作品の展示や閲覧を行うために使用する。デジタルキャンパスを用いる授業では、児童一人につき一台の PC が割り当てられ、児童はその PC を用いて作品の展示や閲覧を行う。各児童が作品を閲覧し合うことで、相互評価を行う機会を増やすことが期待できる。授業内で本システムを利用するときの手順を図 2 に示す。

#### 3.1.2 授業外での利用

授業外では、システム起動時に授業で展示された作品が読み込まれ、授業後に児童の作品を閲覧することができる。それらの展示された作品に対して、教員や保護者がコメントや評価をし、それらを児童が見たり聞いたりすることで、授業の振り返りを行ったり、フィードバックを得たりすることを目的として使用する。また、児童が家庭からでも他の児童の作品

を閲覧することで、自己評価を行うことができる。

家庭から使用する場合は、特別な環境を用意することなく起動できるようにする必要がある。そこで本システムを家庭から使用する際には、Java Web Start<sup>4)</sup> を用いる。Java Web Start を用いることで、本システムのプログラムや必要となるライブラリを、家庭の PC にインストールすることなく、本システムを利用することができる。授業外で本システムを利用するときの手順を図 3 に示す。

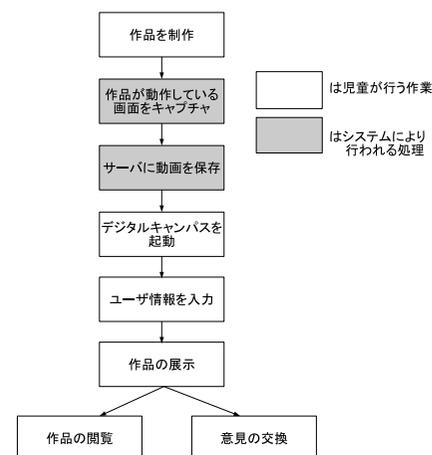


図 2 授業内での利用の流れ

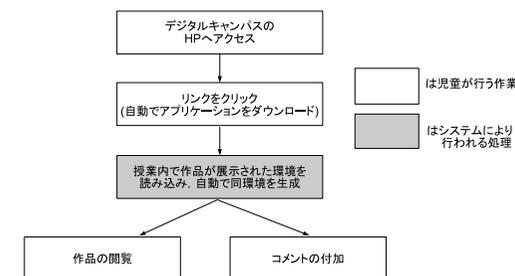


図 3 授業外での利用の流れ

### 3.2 端末間における状態の同期

本システムでは、仮想空間やアパターの位置など、各児童の端末間で状態を同期しておく必要がある。本システムを授業時間内に使用するとき、相互評価を行う機会を増やしたり、児童の学習意欲を向上させたりする目的がある。各児童の端末間でリアルタイムな同期がとれていなければ、児童がどの作品を閲覧しながら話しているかがわからないため、話し合いの場を持つことができず、相互評価する機会を失ってしまう危険性がある。また、本システムでは、動画を展示する操作や削除する操作など、リアルタイムな同期が必要な機能がある。

そこで、本システムにおける端末間の同期は、同期型協調作業支援システム開発基盤 CUBE<sup>5)</sup> を用いることで実現する。CUBE はメソッド呼び出しを他端末に伝播することで、

端末間のオブジェクトの状態を同一に保つことができる。例えば、端末 A でアバターが動かされると、そのふるまいを実行するためのメソッド呼び出しが他の端末に伝播され、他端末 B でそのメソッド呼び出しを受信し実行されることで、端末 A と B の状態が同期される。CUBE はこのメソッドの伝播を P2P 方式を用いて行っているため、本システムでは P2P 方式と、サーバに保存される児童の作品やコメントなどのコンテンツを扱うクライアントサーバ方式、2 種類の通信形態が存在する。どちらの通信形態を用いて同期するかは、コンテンツの特徴や利用シーンごとに異なる。

### 3.3 各コンテンツの特徴に適した同期方法

表 1 に、デジタルキャンパスで同期する必要があるコンテンツと、そのコンテンツの同期に用いる通信形態を示す。

表 1 デジタルキャンパスにおける同期の必要なコンテンツと通信形態

作品に対するコメント	クライアントサーバ
動画の位置・動画ファイル	クライアントサーバ
各児童のアバターの情報	P2P
動画の貼り付けや削除といったふるまい	P2P

動画の位置や動画ファイル、作品に対するコメントは、家庭からでも閲覧できるようにするため、データをサーバに保存しクライアントサーバシステムで同期する。これらの情報はテキストファイルに書き出され、サーバに保存される。これらの情報がシステム起動時に読み込まれることで各端末の状態が同期される。

各児童のアバターの情報、動画の貼り付けや削除といったふるまいは、デジタルキャンパスではリアルタイム性が求められる情報であり、サーバに情報を保存する必要がない。また、これらのコンテンツは授業時間内のみ同期されていけばよい。そのため、P2P 方式によって同期するのが適している。動画に対する操作は、まず動画に対して操作が行われたことを P2P 方式で伝播し、他端末からその位置の展示空間に対する処理をブロックする。その後、その操作を行ったユーザがファイル選択などの操作を行う。このような処理を行うことで他端末との処理の競合を避け、一貫性を保つ。

### 3.4 システムの構成

3.3 節で示したように、デジタルキャンパスでは利用シーンとコンテンツの特徴に合わせた通信形態をとるため、システムの構成が利用シーンごとに異なる。本システムでは、全体

の構成として図 4 で示される構成をとる。授業内では、クライアントサーバ方式と P2P 方式を併用する構成をとる。授業外では、他アバターの情報や動画の貼り付けなどを同期する必要がないため、クライアントサーバ方式の構成をとる。

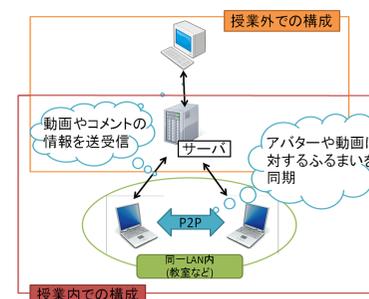


図 4 システムの構成

## 3.5 機能

### 3.5.1 授業内で使用する機能

本システムを授業時間内で使用する際に、必要となる機能を以下に述べる。

- 展示空間の構築
 

授業内で使用する展示空間の構築を、教員が授業開始時に行うことができるオーサリング機能を提供する。展示空間の要素として、作品数、壁や床のテクスチャ、部屋の名前、年度や学年などがある。これらの情報を、オーサリングツールに入力することで、自動的に展示空間が構築される。
- 仮想空間内の移動
 

デジタルキャンパスでは、作成した作品を仮想三次元空間に展示するため、三次元に慣れていない児童でも容易な操作で移動を行えることが必要となる。そのため、複雑な操作を行うことに慣れていないユーザでも、空間内を自由に移動することが可能となる機能を提供する。システムの起動時に、ニックネーム、性別、アバターに付ける色を入力する。それらの情報から仮想空間内にアバターが生成される。キーボードの矢印キーを用いてこのアバターを操作することで、環境内を歩き回ることができる。このようにしてアバターを動かせるようにすることで、児童でも容易かつ直感的に視点の変更が可能となる。これらのアバターの生成、移動といった動作の情報は、他端末に伝播されるこ

とで各端末間の空間内に存在するアバターの状態を同期する。

- 動画のキャプチャ

本システムでは、児童が作成したプログラミング作品が動作している画面をキャプチャし、その動画を展示することで作品を共有する。そのため、児童のプログラミング作品が動作している環境を動画キャプチャする機能が必要となる。本システムでは画面をキャプチャするために、フリーソフトである”Camstadio”を使用する。”Camstadio”では、GUI プログラミング環境のウィンドウを指定し、キャプチャ開始ボタンとして割り当てられてる F1 キーを押すことでキャプチャが開始される。児童が自身の作品としてこの部分まで展示したいと考えるところで F2 キーを押す。これらの動作を児童が行うことで、動画ファイルが生成される。生成されたファイル名は、日付と児童のニックネームを結合したものとする。

- 作品の展示

児童が空間内の展示したい場所を指定することで、児童が作成した作品の動画ファイルが展示される機能を提供する。デジタルキャンパスでは、動画を貼り付ける位置があらかじめ指定されており、図 5 で示されているように、まだ動画が貼り付けられていない場所には箱が配置されている。その箱をマウスでクリックすると、ファイルエクスプローラーが起動され、自分の作品ファイルを選択することで、その場所に動画が貼り付けられる。



図 5 展示機能を持つ箱

- 作品の閲覧

展示された動画を再生しておくことで、児童が自由に閲覧することができる環境を用意

することができる。しかし、すべての動画を同時に再生すると、PC に大きな負荷がかかり、フレームレートが低くなってしまふ。そこで、動画は同時に 1 つしか再生できないように制限し、作品の閲覧に関する処理を軽減する。図 6 で示されているように、貼り付けられた動画の前には、動画再生パネルが自動で設置される。このパネルは動画を操作するためのもので、動画を再生、停止する機能がある。デジタルキャンパスでは、アバターを用いて空間内を移動するが、アバターがパネルに触れると、そのパネルに対応した動画が再生される。アバターがパネルから離れると、動画は一時停止状態となり、再びそのパネルに乗ると、その時点から再生される。

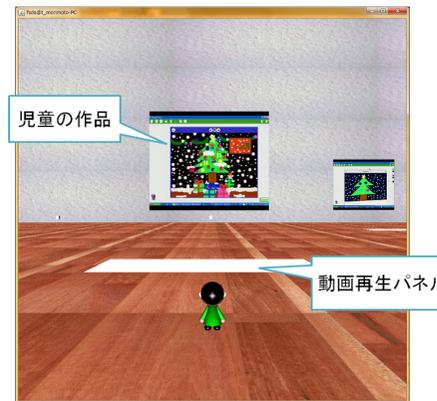


図 6 動画再生パネル



図 7 アバターによるにぎわいの可視化

動画を再生するときには、このパネルの上に乗っている必要があることから、多くの児童が同じ作品を閲覧していると、図 7 で示されているように、作品の前に児童のアバターが集まっているのが可視化することができ、その光景を見ている児童の興味をひくことができる。

### 3.5.2 授業外で使用する機能

本システムを授業時間外で使用する際に、必要となる機能を以下に述べる。

- 仮想空間内の移動

授業内と同じようにキーボードでアバターを操作することによって、デジタルキャンパス内を移動することができる。ただし、表示されるアバターは自身のアバターのみで他

の児童のアバターは存在しない。

- 作品の閲覧

デジタルキャンパスでは、授業内に展示した作品の位置情報やファイル名、展示した児童のニックネームがテキストファイルに書き出されている。このファイルを読み込むことで、授業内で作られた環境と同じ環境が、その端末で自動的に作られる。授業内での閲覧方法と同じように、動画を再生するためのパネルがあり、アバターがそのパネルに触れることで作品を閲覧することができる。

- 作品の検索

作品数の増加により、児童の作品を探しだすことが困難になることが想定される。そこで、タイトルや児童のニックネームから、作品を検索できる機能を提供する。入力された検索クエリに一致した作品が、新たな展示空間に自動的に展示される。この展示空間は元の展示空間とつながっており、自由に行き来することができる。児童がその空間へ移動することによって、児童ごとやキーワードごとに集められた作品を閲覧することができる。

- 作品に対するコメント

保護者や教員が、児童の作品に対してコメントをすることができる。空間内に展示されている児童の作品をクリックすると、その作品に付加されたコメントの一覧と、入力フォームが表示される。この入力フォームにコメントを書き込むと、作品にコメントが付加される。この機能は、保護者や教員が児童の作品に付加したコメントを児童が見ることで、児童が授業の振り返りを行うことや、次回の創作活動に生かすことを目的として使用される。この機能により、今まで困難であった、他の児童の保護者からフィードバックを得ることが可能となる。授業内は、直接意見を交換することができる環境であり、また、児童にとってキーボードで文字を打ち込むことは時間が必要とされるため、時間の制約がある授業時間内には使用しない。

## 4. 実践・評価

### 4.1 SSK ワークショップでの実践

#### 4.1.1 SSK ワークショップの概要

SSK ワークショップ (Super Science Kids ワークショップ) は、NPO 法人 SSK が「ICT(Information and Communication Technology) を活用した教育」の普及や「子供たちの理科離れ対策」を目的に開催しているワークショップで、教材として Squeak eToys

が利用されている。1 回のワークショップにつき、約 15 名の児童が参加する。SSK ワークショップでは、表 2 で示されるスケジュールでワークショップを進める。

表 2 SSK ワークショップのタイムスケジュール

12:30 ~ 13:30	自己紹介, Squeak eToys の基本的操作の説明
13:30 ~ 13:40	休憩
13:40 ~ 14:30	プログラミングタイルの使用方法など応用的操作の説明
14:30 ~ 14:40	休憩
14:40 ~ 16:00	自由製作
16:00 ~ 16:30	発表会, アンケート記入

#### 4.1.2 実践内容

本システムを 2011 年 1 月 30 日に開催された SSK ワークショップに適用した。今回のワークショップには、12 人の児童が参加した。児童は「冬休みの思い出を絵日記にしよう」というテーマに沿って、Squeak eToys を用いて創作活動を行い、その後発表会を行った。本システムは、発表会終了後に利用してもらった。児童には一人一台の PC を与え、それぞれの PC を用いて本システムを利用し、作品の閲覧を行ってもらった。図 8 は実際に本システムを利用している授業風景である。

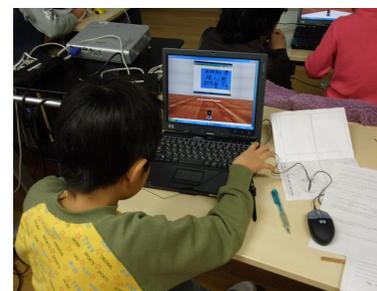


図 8 授業風景

今回は、本システムを使用するのに十分な時間を確保できなかったため、作品のキャプチャやサーバへのアップロード、作品の展示などは、発表会やアンケート記入を児童が行っている間に我々が行った。児童らが本システムを使用した後、アンケートに答えてもらった。

アンケートは選択式と記述式の2種類用意した。

#### 4.2 評価

12人の児童のうち1人が未提出であったため、11人分のアンケートを集計した結果を以下に示す。

表3は本システムを利用することに対して、児童の興味を引くことができたかを集計した表である。63.6%の児童が楽しかったと回答した。

表4は本システムを利用して、児童が他の児童の作品をじっくり見ることができたかを集計した表である。63.6%の児童が、「見ることができた」、「まあまあ見ることができた」と答えた。

表3 アンケート項目1  
デジタルキャンパスを使ってみて楽しかったですか？

選択肢	人数
楽しかった	6
まあまあ楽しかった	1
ふつう	1
あまり楽しくなかった	1
楽しくなかった	2

表5は本システムを利用して、児童が集まっている作品を発見することができたか。また、その作品を見たかどうかを集計した表である。未記入者1人を除く80.0%の児童が発見することができたと回答した。また、発見したと答えた児童のうち、75.0%の児童がその作品を見に行くと回答した。

表5 アンケート項目3  
みんなが集まっていた作品はありましたか？また、あなたはその作品を見に行きましたか？

選択肢	人数	選択肢	人数
あった	8	見た	6
		見ていない	1
		未記入	1
なかった	2		

表6は、本システムを利用して他の児童の作品を閲覧することで、参考にしてみたい動き

はどんなものを質問した結果である。また、発表会でその動きに気づいていたかも質問している。

表6 アンケート項目4  
ほかの作品を見て、やってみたい動きはありましたか？また、それは発表会のときに気づいていましたか？

一度動いて、また最初の位置にもどる機能	気づいていた
またもどってくる動き	気づいていた
リセットモード	気づいていた
人をうごかしたかった	気づいていた
ゆきだるまに部品(手足など)をつけているところ	気づいていた
かべにあたるとまたもどるといふのをしたい	未記入

表7は、本システムを利用して他の児童の作品を閲覧することで、自身の作品の良いところはどこかを質問した結果である。また、発表会でそのことに気づいていたかも質問している。

表7 アンケート項目5  
他の作品にはないと思うあなたの作品のいいところはどこですか？また、それは発表会で気づいていましたか？

雪玉を動かすところ	気づいていた
しんかんせんを立体的にかいたところ	気づいていた
全部に音をつけたところ	気づいていた
ストーリーが長いこと	気づいていなかった
はこをつかった動き(アニメーション)	気づいていなかった
ついたりきえたりするところ	未記入
たきを上下に動かすところ	未記入

#### 4.3 考察

アンケート項目1の「デジタルキャンパスを使用して楽しめたか」という質問に対しては、63.6%の児童が楽しかったと回答したことから、作品を閲覧する環境として、本システムは児童の興味を引くことができたかと推測できる。一方で、3人の児童が楽しくなかったと回答したが、このうち1人が「すべての作品を一気に見られるようにしてほしい」という要望を自由記述欄に書いていた。これは、パネルを用いて動画を再生させるという行為が、児童にとって煩わしくわかりにくかったため、楽しめなかったのではないかと考えられる。

アンケート項目2の「本システムを使用して、児童が他の児童の作品をじっくり見ることができたか」という質問に対して、63.6%の児童が見ることができたと回答したことから、

発表会ではじっくり見ることができなかった作品を、本システムを利用することによってもう一度見ることができ、他の児童の作品からアイデアを参考にするなど、有効な使いかたができることが推測できる。また、1人があまり見られなかったと回答したが、この児童は自由記述欄に”もう少しどうやって見られるのかがわかればよかった”と記述している。このことから、パネルを用いて動画を再生させるということが、あまり直感的でなく、さらに再生中と停止中を判断するためには、動画が再生されているかどうかを確認する方法しかなかったため、閲覧方法がわかりにくくなっていると考えられる。再生中はパネルの色を変更するなど、児童にもわかりやすい確認方法をとる必要がある。

アンケート項目3の「児童が集まっている作品を発見することができたか。また、その作品を見たか」という質問に対して、80.0%の児童が発見することができたと回答し、そのうち75.0%の児童がその作品を見に行くと答えた。このことから、アバターを同期することで、注目されている作品がわかり、注目されている作品を閲覧しようとする意欲を高めることができたと考えられる。

アンケート項目4の「参考にしてみたい動きはどんなものか。また、発表会でその動きに気づいていたか」という質問に対して、6人の児童の回答が得られた。しかし、これらの児童は、発表会中に参考にしたい動きを発見できていたと回答している。また、アンケート項目5の「自身の作品のよいところはどんなところか。また、発表会でそのことに気づいていたか」という質問に対して、7人の児童の回答が得られたが、そのうち3人は発表会で気づいていたと回答した。これらのことから、発表会という短い時間でも、児童はある程度参考にしてみたい動きや、自身の作品との差異を認識して、考えていることがわかる。一方で、発表会では気づけなかったことを、本システムを使用することで気づくことができたという児童が2人いた。この2人にとっては、本システムを利用することにより、自身の作品に対して自己評価を行うことができ、他の児童の作品との差異を見出すことができたという推測できる。

また、自由記述としては、

- もうちょっとスムーズに動かしたい
- すべての作品を一気に見れるようにしてほしい

という意見があった。これらの意見は、動画再生によるPCへの負荷が大きいため、動作が重くなってしまうことや、同時に再生できる動画の数を制限することに対する否定的な意見である。今回の実践でも見られたが、児童は、PCの処理が遅くなることに対して不快感を示すことがある。そのため、この現象に関しては改善が必要である。

一方で、

- 習字の作品を飾ることができたらいい
- 声などを入れることができたらいい

という要望があった。現在は展示するコンテンツは動画のみとなっているが、音声や画像などを展示することができれば、GUIプログラミング環境を用いた授業だけでなく、理科や習字、美術などの授業にも適用できると考えられる。

## 5. おわりに

本論文では、GUIプログラミング作品を仮想空間上で共有するシステムの構築について述べた。本システムでは、児童がGUIプログラミング環境を用いて創作した作品を、仮想三次元空間に展示し、閲覧することができる環境を実現する。

また、本システムをSSKワークショップに適用し、システムの有用性を評価するために、児童にアンケートを実施した。その結果、作品をじっくり見ることができたと答えた児童は63.6%であった。さらに、他の児童から注目を集めている作品を発見することができたと答えた児童は80.0%、そのうち、その作品を見たという児童は75.0%であった。

今後は、動画再生における処理の軽量化や、様々なマルチメディアの展示などを可能にする機能の追加を検討する。また、引き続きSSKワークショップなどGUIプログラミング環境を用いた授業において、本システムの運用を行っていき、どのような機能が児童にとって有益な効果をもたらすかといった観点で分析を行う予定である。

## 参 考 文 献

- 1) 荒木貴之：ロボットが教室にやってくる-知的好奇心はこうして伸ばせ- 立命館小学校のアイデア，教育出版（2008）
- 2) Ryo Nishide, Shinichi Ueshima: Digital Campus Project: A "Dream University" over the Internet Web, Second International Conference on Creating, Connecting and Collaborating through Computing (C5'04), pp.122-129, 2004.
- 3) Riri Fitri Sari, Patrick Pabeda: Croquet based Virtual Museum Implementation with Grid Computing Connection, e-Science 2007, pp.111-117, 2007.
- 4) ORACLE: Java Web Start, ORACLE(オンライン), 入手先 (<http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/tech/javawebstart-136408.html>) (参照 2011-02-07)
- 5) Shogo Noguchi, Hideyuki Takada: CUBE: A Synchronous Collaborative Applications Platform Based on Replicated Computation", Proc. of the Fifth International Conference on Collaboration Technologies, pp.19-24, 2009.