

共同創作機能を備えたプログラミング環境において 制約が創作活動に与える効果

河下 夏輝[†] 柿内 達真^{††} 高田 秀志[†]

近年、コンピュータ上でのプログラミングを通して、初等教育における児童の創造性や論理的思考力を育むことを目的とした授業が行われている。しかし、現実世界にあるような様々な制約を受けないコンピュータ上での創作活動では、制約を受けることで生まれる創意工夫や共同作業がなく、本来の目的を達成できていない可能性があるのではないかと考えられる。そこで、本研究では、コンピュータ上での創作活動が現実世界にあるような制約を受けるようにすることで学習効果をより高められるのではないかと仮説の下、我々が開発している 3D グラフィックスの共同創作機能を備えた子ども向けプログラミング環境“SnowBoy”にいくつかの制約を導入し、実際に子どもたちが本環境を利用している様子の観察結果から、コンピュータ上での創作活動に制約が与える効果について考察する。

Effects on Creative Activity by Employing Constraint in Programming Environment with Collaborative Creation

NATSUKI KAWASHITA,[†] TATSUMA KAKIUCHI^{††}
and HIDEYUKI TAKADA[†]

In recent years, there have been classes promoting children's creativity and logical thinking through programming in primary education. However, since creative activities on computer operations have not been subjected to various constraints in the real world, some of such classes may not achieve the original purpose for developing children's originate ideas and collaborative works. Therefore, under the hypothesis that integration of constraints in the real world may raise learning effect in creative activity computers, we set up some constraints into "SnowBoy" which we have developed with collaborative 3D graphics creation and examined the effects on creative activities of children by observation.

1. はじめに

近年、コンピュータ上でのプログラミングを通して、初等教育における児童の創造性や論理的思考力を育むことを目的とした授業が行われている。このような授業で用いられている学習支援ツールには、コンピュータ上で 2D や 3D のグラフィックスを創作し、さらに、プログラムを付与してグラフィックスに動作を与えることができるような機能を実現しているツールがある。

このようなツールを用いた創作活動では、例えば、現実世界の積み木のように使える資源が制限されるというような制約や、物体同士が衝突するというような物理的制約を受けないため、現実世界での創作活動に

比べてより自由な発想を促進できる可能性がある。一方で、現実世界での創作活動では、制約を受けることによって積み木の組み合わせ方や衝突を回避する方法を考えようとする創意工夫が生まれたり、一人では物理的に不可能なことを他の人と協力して実行しようとする共同作業が生まれたりしている。制約を受けないコンピュータ上での創作活動では、このような創意工夫や共同作業が生まれず、本来の目的である創造性や論理的思考力の育成が達成できていない可能性があるのではないかと考えられる。そこで、本研究では、コンピュータ上での創作活動が現実世界にあるような制約を受けるようにすることで学習効果をより高められるのではないかと仮説の下、我々が開発している 3D グラフィックスの共同創作機能を備えた子ども向けプログラミング環境“SnowBoy”¹⁾にいくつかの制約を導入し、実際に子どもたちが本環境を利用している様子の観察結果から、コンピュータ上での創作活動に制約が与える効果について考察する。

[†] 立命館大学情報理工学部
College of Information Science and Engineering,
Ritsumeikan University

^{††} 立命館大学大学院理工学研究科
Graduate School of Science and Engineering,
Ritsumeikan University

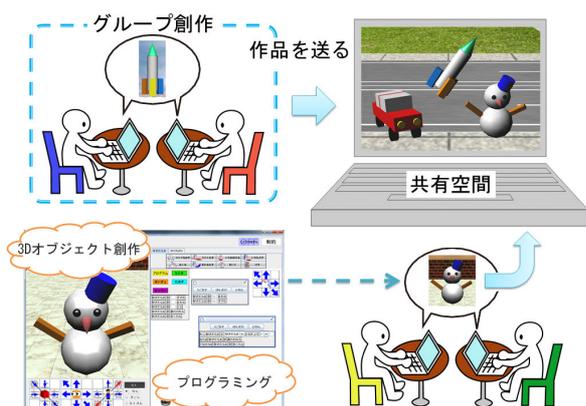


図 1 共同創作モデル
Fig. 1 Collaborative Creation Model

以下に本稿の構成を示す．次節では SnowBoy の学習形態とこれまでに実施したワークショップから本研究の必要性を考察する．3 節では，今回導入する制約の詳細と期待される効果について述べ，4 節では制約を導入した SnowBoy を用いた適用実験から得られた結果と考察を述べる．最後に 5 節でまとめと今後の課題について述べる．

2. SnowBoy

本節では，SnowBoy の学習形態である共同創作モデルと，実施したワークショップを通して得た知見に基づき，本研究の必要性を考察する．

2.1 共同創作モデル

SnowBoy では，図 1 のように児童は数人からなるグループに分かれ，各個人に与えられた PC を使ってグループ創作を行う．グループ創作では，3D オブジェクトと，そのオブジェクトを動かすプログラムをグループ内のメンバーが共同で作成する．児童は，グループの創作物を用意された共有 PC 上の共有空間に送ることで，創作した 3D オブジェクトとプログラムによる 3D オブジェクトの動作をグループ同士で共有する．

2.2 ワークショップ

小学生を対象に，SnowBoy を用いたワークショップを実施した．以下に，その結果と考察を述べる．

2.2.1 結果

児童には「3D の乗り物をつくろう」というテーマを与え，2 人 1 組のペアを組んで創作活動を行ってもらった．

児童の作業の様子を観察した結果，作業分担を決める会話や他のペアと積極的に作品を共有する行動が確認できた．その一方で，3D オブジェクト創作時に同

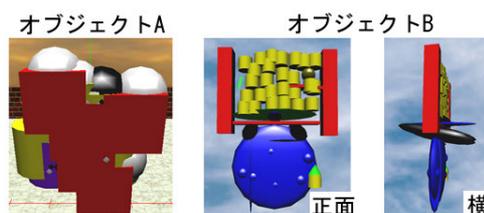


図 2 創作された 3D オブジェクトの例
Fig. 2 Examples of Created 3D Objects

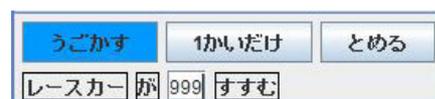


図 3 極端に大きな値を入れたプログラムの例
Fig. 3 An Example of a Extremely Large Value Program

じペアの児童が勝手に図形を動かしたり削除したりしたために，共同で創作を行うことに不満を感じ単独で作業を行う児童も見受けられた．また図 2 に示すように，児童が創作した 3D オブジェクトの中には，オブジェクト A のように複製された多数の図形が無造作に重ねられたものや，オブジェクト B のように奥行きを考慮できていないものがあった．プログラミングにおいては，図 3 のような単一方向に動かす命令に「999」という大きな値を入れたプログラムを作成して，極端に速い 3D オブジェクトの動作を楽しむだけの様子が見受けられた．

2.2.2 考察

積極的な作品共有やコミュニケーションの発生により，児童の活動に対する参加意識は向上されていたと考えられる．しかし，協調的な活動をうまく行っていない様子も見受けられたため，協調的な活動をサポートする何らかの仕組みがあればより高い学習効果が期待される．

創作物に関しては，同じ図形を無造作に配置しただけの創作物や，奥行きを意識していない創作物といったものが作成され，3D オブジェクトの創作において児童の創造性を引き出せていないと考えられる．また，見た目が刺激的で単純なプログラミングに留まることで，児童のプログラムに対しての試行錯誤が少なく，論理的思考力を伸ばすことにつながっていないと考えられる．これらの原因として，大量に図形を複製できたり，プログラムによって 3D オブジェクトを仮想空間上で自由に動かすことができたりすることのように，創作活動において適度な制約がないことが考えられる．

創作活動では，使用できる部品数を制限することで常套的な組み合わせを回避できること²⁾，また，重力や物体の衝突といった物理的な制約によるフィードバックがアイデアの具体化を手助けすること³⁾ などの



図 4 3D オブジェクト破損の例
Fig. 4 An Example of a Broken 3D Object

ように、制約を設けることは創造性の促進や試行錯誤を行う重要な要素であるという指摘もある。

したがって、3D オブジェクトの創作やプログラムによる動作に制約を導入することで、創造性の向上や、制約のフィードバックによる創作活動における試行錯誤の増加といった効果が生まれると期待される。

3. 制約の導入

本節では、SnowBoy に導入する制約について、3D オブジェクトの創作における制約と、プログラムによる 3D オブジェクトの動作における制約の 2 つについて述べる。

3.1 3D オブジェクト創作における制約

3D オブジェクトの創作に関して、以下の 3 つの制約を導入する。

3.1.1 図形制約

児童は 4 種類の図形を色や大きさを変更しながら組み合わせることで 3D オブジェクトを創作できるようになっているが、配置できる図形の数に制限はない。そこで、児童が使用できる図形の数に制限し、さらにグループ内の児童ごとに使用できる図形の種類を制限するといった制約を導入する。図形の数に制限されることで、大量に図形を複製することが抑制され、限られた図形を有効に使うための創意工夫が期待される。また、図形の種類が制限されることで、各図形をどのように使うのかをグループで話し合うというように協調作業が発生することも期待される。

3.1.2 視点制約

児童は 3D オブジェクトを創作する仮想空間上で、どの方向からでもオブジェクトを見ることができるようになっている。そこで、グループ内の児童それぞれの視点が異なるように、視点の移動範囲を制限する制約を導入する。これにより、児童がそれぞれ違った視点から見ることで、奥行きのある空間を意識しやすくなったり、自分からは見えない場所を他の児童に任せるといった作業分担を行ったりすることが期待される。

グループ	A	B	C	D	E
制約			途中から単独		
制約導入前					
図形制約		エラーにより中断			
視点制約					

図 5 ワークショップでの創作物
Fig. 5 Created Objects in the Workshop

3.1.3 物理制約

3D オブジェクトを創作する仮想空間は無重力状態であり、また、図形同士が衝突しないため、仮想空間上の好きな場所に図形を配置することができる。そこで、3D オブジェクトを創作する仮想空間上に現実世界にある重力や衝突を取り入れる。これにより無造作に図形を配置することができなくなるため、創意工夫をしながら創作を行うようになることが期待される。

3.2 プログラムの動作における制約

3D オブジェクトが動作する共有空間では、オブジェクト同士は衝突せずにすり抜けるようになっている。そこで、3D オブジェクト同士が衝突し、3D オブジェクトの大きさや動作によって衝突時に跳ね返りと破損を起こすといった物理的な制約を導入する。この制約では、3D オブジェクトの大きさと、プログラムで指定された移動の速さから、3D オブジェクトが持つ力を算出する。算出された力によって、3D オブジェクトの跳ね返り方が変化したり、図 4 の左側に示す雪だるまの胴体のように一部の図形が破損したりする。3D オブジェクトが破損した場合は、破損した図形を修復するまでプログラムを実行できないようにする。

この制約を導入することで、3D オブジェクトを極端に速く動かすといったプログラミングを抑制することが期待される。また、児童に衝突の活用方法や破損の回避方法といった新たな発想が生まれ、プログラムの内容に対する試行錯誤が増加することが期待される。

4. 適用実験

本節では、制約を導入した SnowBoy を使った実験の結果と考察を述べる。

4.1 実験の概要

制約を導入した SnowBoy を用いて、小学生を対象

表 1 観察された児童の様子
Table 1 Observed Activities of Children

制約の分類		観察された児童の様子
3D オブジェクト創作における制約	図形制約	<ul style="list-style-type: none"> 「私がタイヤ作る」、「帽子かぶせるから三角使うな」などと、グループ内で図形をどのように使うのかを話し合ったり、役割分担を行ったりする
	視点制約	<ul style="list-style-type: none"> 「僕の画面こんなやで」と、自分の画面を見せて創作状況を他の児童と共有しようとする 「横から見るとあかんやん」「上から見てるから、ずれてないで」などと、それぞれの視点を利用し、グループで協力して創作を行う
	物理制約	<ul style="list-style-type: none"> 「俺押さえとくわ」と、重力により落下してくる図形を支えて他の児童の活動をサポートする 図形を多数複製し、積み重ねることに夢中になる
プログラムの動作における制約		<ul style="list-style-type: none"> 3D オブジェクトが衝突する様子を楽しむ 3D オブジェクトが破損したときに、「なんで壊れた?」と言って考えたり、「何とあたたったか分からん」と言って困惑する 破損した 3D オブジェクトをもとの状態に戻すだけに留まっている

にワークショップを行った。児童には、「みんなで 3D の街をつくろう」というテーマのもと創作活動を行ってもらった。ワークショップ中は導入している各制約を一定時間毎に切り替え、各制約が創作活動にどのような影響を与えているかを観察した。

4.2 結果と考察

観察された児童の様子を、導入された制約毎に表 1 にまとめる。これに基づき、3D オブジェクトの創作とプログラムの動作に分けて、制約を導入したことによる効果について考察する。

4.2.1 3D オブジェクト創作における制約

ワークショップで創作された 3D オブジェクトを図 5 に示す。図形制約と視点制約のある環境では、表 1 に示すようにグループ内で役割分担を行う様子が観察され、児童の協調作業を促進させるための一定の効果を確認することができた。また、グループ D の創作物を制約の有無で比較すると、制約導入前は図形を無造作に配置して創作を行っていたが、制約導入後は「スケートボードに乗っている人を作る」といったような指針を持って創作を行っていたと考えられる。

しかし、グループ A や C のように、視点制約が導入されることで図形を無造作に配置した作品を作ることになってしまったり、物理制約が導入されることで図形を積み重ねることに夢中になるというような遊びに繋がってしまったりした可能性がある。

4.2.2 プログラムの動作における制約

表 1 にあるように、制約によってもたらされた 3D オブジェクトの破損の原因について考えている児童の様子から、制約を導入することにより新たな思考のきっかけを与えることができたと考えられる。しかし、「何と当たったか分からん」などと困惑している児童の様

子から、破損した原因を考えるための情報が少ないために、破損を回避するためにプログラムを変更するというような発想にまで至らなかったと推察される。そのため、衝突相手や 3D オブジェクトの大きさといった破損原因の通知を行い、制約によってどのようなことが起こったのかを児童に伝える仕組みが必要と考えられる。

5. おわりに

本稿では、共同創作機能を備えたプログラミング環境において、制約を導入した場合にどのような効果を創作活動に与えるのかを考察した。考察の結果、特定の制約には、協調学習の促進や児童に考えるきっかけを与えるといった効果があると考えられる。

今後は、制約を分かり易くするための機能を構築するとともに、他に導入すべき制約や、制約を複数組み合わせることによって得られる効果について検討していく。

参考文献

- 1) 取越翔太郎, 柿内達真, 植田亘, 桜打彬夫, 後藤清豪, 高田秀志, 藤原央樹, 森口友也, 山本佑樹: 3D グラフィックスの共同創作機能を備えた子ども向けプログラミング環境 SnowBoy の構築とその評価, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, Vol.2010, No.4, pp.59-62 (2010).
- 2) Ronald A. Finke, Thomas B. Ward, Steven M. Smith 著, 小橋康章 訳: 創造的認知実験で探るクリエイティブな発想のメカニズム, 森北出版株式会社 (2004).
- 3) 石井成郎, 三輪和久: 創造活動における心的操作と外的操作のインタラクシオン, 認知科学, Vol.10, No.4, pp.469-485 (2003).