The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Cricketを用いた小学校ワークショップ型ものづくり授業カリキュラムの開発
Author(s)	森, 秀樹; 竹村, 郷; 明石, 千佳 他
Citation	大阪大学教育学年報. 2014, 19, p. 111-124
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/26915
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

〈研究ノート〉

Cricketを用いた小学校ワークショップ型ものづくり授業カリキュラムの開発

森　秀樹　竹村　郷　明石千佳
村田香子　梅原祥平　齋藤長行

【要旨】

ロボットづくりなど、新しい情報通信技術（ICT）を活用した創作活動の場として、子どもを対象としたワークショップが社会教育関連施設などで広がっている。また、近年はこれらのワークショップを学校授業に取り入れる動きもみられる。そこで、本研究では小学校３年生を対象に、34時間のワークショップ型のものづくり授業カリキュラムを開発し、実践した。小型プログラマブルコンピュータ「Cricket」とブロック、工作材料を組み合わせて作品製作を行った。授業は、「Cricketに慣れる」「仕組みづくり」「最終作品づくり」の３つのフェーズで構成した。本稿では開発した授業カリキュラムと授業実践について報告する。

１．はじめに

近年、子どもたちをめぐる環境が急速に変化している。教育改革に揺れる学校、少子化と親世代のライフスタイル変化による家庭の変化、そして都市化にともない地域における環境も大きく変化している。このような状況のなか、博物館や美術館、科学館などの社会教育関連施設への期待が高まるとともに、受動的な知識伝達型の教育に対して、能動的な活動、特に協同的な活動を通じた新しい学びの場としてワークショップが注目されている。元々、まちづくりなどの合意形成のための会議や国際会議などでの参加型セッションとして広まったワークショップは、2000年前後からは子ども向けの創作・表現体験の場として学校教育以外の場で広がりをみせている。中野（2001）は、ワークショップには様々な世界でそれぞれの歴史や定義があり、一つの定義ではカバーできないとした上で、「講義などの一方的な知識伝達のスタイルではなく、参加者が自ら参加・体験して共同で何かを学びあったり造り出したりする学びと創造のスタイル」と定義している。学校教育の場でも、従来から体験や活動を取り入れた授業は行われてきたが、2000年の総合的な学習の時間の導入を機に、それまで社会教育関連施設を中心に取り組まれてきたワークショップを学校授業に取り入れる動きも見られる（森 2007）。また、ワークショップの内容に目を向けると、コンピュータなどの新しいメディアを活用したワークショップも活発に行われるようになっている。コンピュータのハードウェア、ソフトウェア技術の進歩と普及により、従来は一部の専門家だけにしかできなかった電子玩具やアニメーション、ゲームなど子どもたちにとって、身近で関心のあるものづくりが簡単にできるようになり、これらの新しい技術を活用したものづくりワークショップも盛んに行われている。学校教育でも、中央教育審議会（2008）は、ものづくりを教科を横断して重視すべき項目と位置づけ、新しい学習指導要領にも反映させるなど、ものづくり教育を強化している。また、文部科学省は平成22年度より芸術家等を学校へ派遣しワークショップ型の授業を展開する事業を開始するなど、学校での表現体験活動を取り入れたワークショップ型授業への期待も

高まっている。そこで本研究では、ICTを活用した新しいものづくり教育の題材として、コンピュータとプログラムで動くものづくりに着目し、ワークショップ型の授業を開発した。米国マサチューセッツ工科大学（MIT）メディアラボが開発したCricketをツールとして活用し、Cricketの操作に必要なマウス操作や数字入力など、最低限のコンピュータ操作に慣れている小学３年生を対象として通年の授業カリキュラムを開発し、実践を行った。

２．ワークショップを支える理論背景

ここでは、本研究における学びの方法としてのワークショップを支える理論背景について触れたい。

2－1．構成主義

ワークショップは、学習者が活動を通じて能動的に学ぶ場である。これは、学習は学習者によって能動的に行われる（構成される）ものとする構成主義を背景にしている。近年、構成主義は様々な学問分野や領域で研究がすすめられている。教育および学習に関連する分野では、スイスの心理学者Piagetによる構成主義（Constructivism）が、大きく影響を及ぼしてきたといわれている。生物学に基礎おくPiagetは、主体（学習者）と客体（環境）との相互作用によって、人間は学習し発達していくとしている。Piagetは、学習者と環境との相互作用において、学習者の認知構造を環境に押し当てて、環境を変化させて取り込もうとする活動を「同化」として、今度は反対に環境からの反作用を受けて、学習者の内的な認知構造が変化することを「調節」と呼んだ。この「同化」と「調節」の繰り返しによって、学習者の認知構造が量的あるいは質的に変化することを学習、発達としている（菅井 1993、菅井 2000）。

2－2．コンストラクショニズム

Piagetの共同研究者でもあったPapertは、Piagetの構成主義（Constructivism）から、コンストラクショニズム（Constructionism）を掲げた。コンストラクショニズムでは、Piagetの認知的な側面からの知識の構成から、ものづくりを介した知識の構成へと学習および教育方法の理論として広げている。つまり、コンストラクショニズムは、ものづくりという意味でのコンストラクション（構成）と知識のコンストラクション（構成）の２つをかけた理論となっている。Piagetの構成主義とPapertのコンストラクショニズムは両者ともに日本語では同じように「構成主義」と訳されたり、英語表記でも「Constructivism」と「Constructionism」となり、「v」と「n」の違いのため、同じように使用されたりすることもあるが、本論では、区別のためにPiagetの構成主義とPapertのコンストラクショニズムとして分ける。

コンストラクショニズムについて、Kafai・Resnick（1996）は、「子どもたちは知識（アイデア）を得ているのではない。子どもたちは知識（アイデア）をつくりだしている。ロボットや詩、砂の城、コンピュータプログラムなど、自分にとって意味があり、それをもう一度自分自身が見直すことができ、他人と共有できるものづくりに積極的に関わっているときに、特に新しい知識（アイデア）はつくりだされる。」として、広く多様なものづくりをコンストラクショニズムに含めている。またPapertの研究を引き継ぐResnickは、コンストラクショニズムを背景に、幼稚園で行われているような協同的で表現や活動を通じた学びに、学び本来の可能性を見出し、それを一生涯続けるためのテクノロジや学習環境の開発を目指して、MITメディアラボにLifelong Kindergarten（一生涯続く幼稚園）研究グループを創設した（Resnick 1998）。いわばテクノロジを活用した現代のFroebelによる恩物であり、Montessoriによる教具であり、就学以降の子どもから大人までが再び学び本来の姿を取り戻すためのツールと学習環境のあり方の研究でもある。本研究で活用

するCricketは、Lifelong Kindergarten研究グループの研究成果でもある。

2－3. 社会的構成主義

一方、Piagetの構成主義に対して、より社会性や文化を意識した社会的構成主義の考え方が広がっている。Vygotskyの見直しから広まった社会的構成主義は、Piagetの構成主義が環境と学習者の直接的な相互作用であったのに対して、その中に仲間や教師などの媒介者や文化的、シンボリックな道具、心理学的道具などの媒介が存在する環境による知識の構成を強調している（菅井 2000）。また、社会的構成主義では、知識の社会的な構成に目が向けられ、「発達を文化コミュニティへの参加形態の変容」（Rogoff 2003）あるいは「状況に埋め込まれた活動のなかでの学習」（Lave・Wenger 1991）など、ある実践コミュニティ、共同体のなかでの学習、発達に目が向けられている。ここで、あらためて学びの場としてのワークショップに目を向けてみると、ワークショップは、人工的につくられた実践コミュニティ、共同体であるとも言える。次に、この一連の社会的構成主義の考え方の中でも特に、本研究でのワークショップにも関連するVygotskyによる最近接発達領域について触れたい。

2－4. 最近接発達領域

Vygotskyによる最近接発達領域の概念は、子どもが一人で問題解決できる現在の発達水準と、他人との協同のなかで問題解決する場合に到達する水準との間の差異を指している。つまり、一人ではできないが、他人の助けや道具を使うことによって達成できる領域を示すものであり、最近接発達領域は子どもの「明日の発達水準」を示すものである。協同的活動のなかでは、周囲の子どもたちのやり方や考え方を見て学び、模倣することでできないこともできるようになり、子どもたちは自分一人ですることよりも多くのことをすることができる（柴田 2006）。この最近接発達領域に関連して、Brown（1994）は理想的な学びの共同体としての教室について、複合的な最近接発達領域（multiple zones of proximal development）という言葉を使い表現している。つまり、教室コミュニティを構成する多様や児童や生徒、教師などのメンバーが、多様な活動を通じて、複合的な最近接発達領域を創成し、多様な学びを生み出す可能性について指摘している。

以上が大きく本研究におけるワークショップに関わる諸理論であり、直接的あるいは間接的にこれらを背景として、授業カリキュラムの開発と実践を行った。

3．Cricket

Cricketは、MITメディアラボが教育用として開発した電池で動く小型プログラマブルコンピュータである。モータやライト、スピーカ、センサなどを接続し、コンピュータ上で作成するプログラムにより制御できる（図１）。ブロック型のコマンドを組み合わせることでプログラムできるプログラミング環境も用意されており、小学生にも容易にプログラム可能である。本研究ではMori（2011）が英語コマンドを日本語化したものを用いた（図２）。

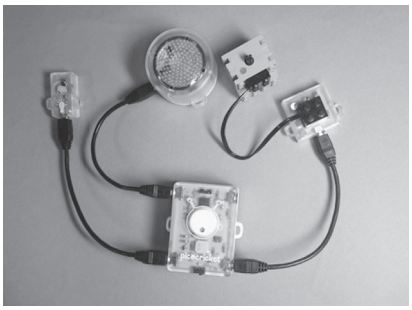

図１　Cricketとモータ、スピーカ、ライト

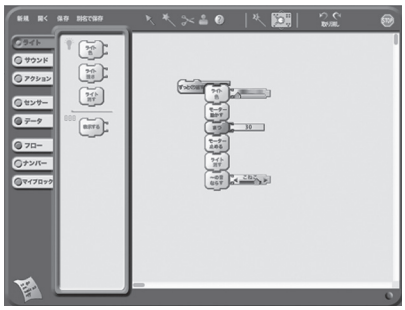

図２　プログラミング環境

Cricketの開発は、1960年代よりMITで研究が続けられてきた教育用プログラミング言語「Logo」に遡る。Papertらによって開発されたLogoは、コンピュータに床の上に置いた亀型ロボット（フロアタートル）をプログラムによって動かすことからはじまった。Papert（1980）は、プログラミングをコンピュータが分かる言葉で、コンピュータに考え方を教えることを通じて子ども自身が考え方を学ぶ、あるいはプログラムを修正する作業「デバッグ」を通じて、間違いをどう正すかから学び方そのものを学ぶとして、学びの手段としてのプログラミングの可能性を挙げている。

やがてフロアタートルは、1970年代末以降パーソナルコンピュータの普及にともなって、コンピュータの画面上をプログラムによって動かすスクリーンタートルに移行して広まっていった。1990年代半ばには、米国の約３分の１の小学校にLogoが普及したと言われている（Resnick 1994）。

例えば、Logoでは画面上のスクリーンタートルを、動かすために以下のようなプログラムを作成する。

forward 10（前へ10進む）
right 90（右へ90度まがる）
forward 10（前へ10進む）

その後、ソフトウェア上のLogoが各社から開発販売される一方で、MITはブロックとLogoの融合Lego/Logoを開発した。Lego/Logoは、スクリーンタートルのように画面上に留まらず、フロアタートルのように予めできあがったものをプログラムで動かすのではなく、ブロックとモータやセンサなどを使い、自分自身で動かすものをつくり、プログラムを作成して制御できることが特徴である。さらに、MITはLego/Logoの進化版として、コンピュータと有線で繋がっていたLego/Logoから、より製作物に自由を持たせることができるように、コンピュータと繋がらずに、プログラムは赤外線を使って、コントロールユニットに無線で送信することができるProgrammable Bricksを開発した（図３）。Programmable Bricksは、1998年にレゴ社よりレゴマインドストームとして商品化され、販売されている。

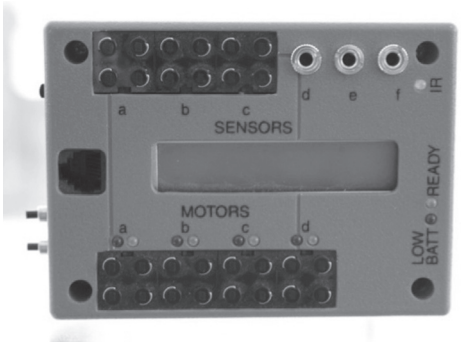

図３　Programmable Bricks

また、MITでは1990年代後半から、主にロボットづくりに使用されることが多かったProgrammable Bricksを小型でブロック以外の様々な素材とも組み合わせることができ、男女を問わず作品づくりを楽しめるようにすることを目的に、Cricketの開発すすめ、あわせてCricketのプログラミング環境として、ブロック型アイコンでプログラム作成することができるLogo Blocksを開発した。さらにハードウェアの制約がなく、コンピュータさえあれば誰でも画面上でシミュレーションやゲーム、インタラクティブなアニメーションなど、多様な作品づくりが可能なScratchを開発し、2007年よりインターネット上で無償利用できるようにしている。Scratchは40カ国語以上の言語に対応し、インターネット上で作品共有をすることもでき、2013年11月現在400万を超える作品が公開・共有されている（図４）。

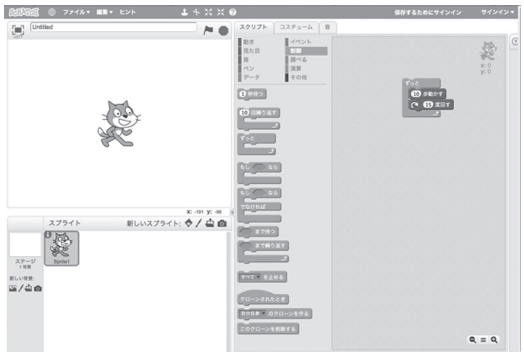

図４　Scratch

LogoからCricket、Scratchに至る研究背景には、前章でも述べたコンストラクショニズムがある。コンストラクショニズムは、ものづくりを通じた知識の構成として、タートルを制御するLogoや画面上で作品づくりを行うScratchでは、プログラムをものづくりの対象に、またLego/LogoからProgrammable Bricks、Cricketでは、プログラムと合わせて、機構やデザインなど物理的なものづくりも関わっている。

4．授業デザイン

次に、本研究で実践した授業について述べたい。授業は大きく３つのフェーズで構成した。まず、フェーズⅠとしてCricketに慣れることを目的に、Cricketへのプログラミングを試しながら、２名１組のグループによる作品づくりを行なった。次にフェーズⅡでは、モータの回転を様々な動きに変える仕組みづくりを行い、２名１組のグループ及び個人で作品づくりに活かした。また、最終のフェーズⅢでは、総合的な学習の時間で並行して学習を進めていた近隣のお店を題材に、２～４名でグループを作り、今までの学習を応用した作品づくりを行った（図５）。

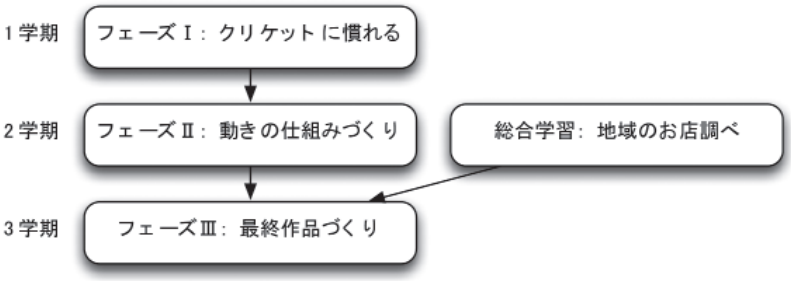

図５　授業の流れ

5．授業実践

5－1．授業概要

本授業は、東京都公立A小学校の３年生１クラスを対象に、主に総合的な学習の時間を使い、計34時間の実践を行った。授業は、主に家庭科室や集会室などの特別教室を使い、ノート型コンピュータやCricketとモータやライト、スピーカなどのパーツ、ブロック、工作材料を持ち込んで実施した（図６）。また授業の運営は、担任教諭を中心に筆者らが授業支援に関わるチームティーティングとして行った。年間の授業スケジュールは表１の通りである。次節より各フェーズの授業について説明する。

図６　授業の様子

表１：授業スケジュール

	回	日付	時間	概要
フェーズⅠ	1	2011/6/20	2	クリケットを試す
	2	2011/6/27	2	作品づくりと発表
	3	2011/7/2	2	作品づくりと発表
	4	2011/7/11	2	作品づくりと発表
フェーズⅡ	5	2011/11/21	2	動きのモジュールづくり
	6	2011/11/28	2	動きのモジュールを使った作品づくり①
	7	2011/12/5	2	動きのモジュールを使った作品づくり②
	8	2011/12/12	2	動きのモジュールを使った作品づくり③
	9	2011/12/19	2	作品発表
フェーズⅢ	10	2012/1/24	2	作品の計画と作品づくり①
	11	2012/1/31	2	作品づくり②
	12	2012/2/7	2	中間発表
	13	2012/2/14	2	作品づくり③
	14	2012/2/17	2	作品づくり④
	15	2012/2/20	2	作品づくり⑤と発表練習
	16	2012/2/21	2	発表準備、作品発表
	17	2012/2/28	2	ビデオレター原稿づくり、ビデオ撮影

5－2. フェーズⅠ：Cricketに慣れる

まずCricketに慣れることを目標に、Cricketとモータ、スピーカ、ライトのみを取り扱った。Cricketと各パーツの繋ぎ方、コンピュータ上でのプログラミング、プログラムのCricketへのダウンロード、プログラムの実行方法について説明した。また、プログラムで扱うコマンドは、表２のように段階的に説明した。さらに、Cricketを使った作品づくりに慣れるため、実物サンプルとビデオで作品例を紹介し、２回目から４回目の授業では、ブロックと工作用材料を使った作品づくりに２名１組のグループで取り組んだ（図７）。毎回、授業の最後に作品発表を行った。また各授業後には、児童が「発見したこと」、「これからやってみたいこと」、「分からないこと・手伝いがひつようなこと」、「必要なものやこと」について書き出してもらい、次回授業の進め方の参考にした。

図７　作品づくりの様子

表２　プログラムコマンド

	コマンド
第1回	モータ動かす、モーター止める、反対向き、まつ、ライト色、ライト消す、～の音鳴らす
第2回	ずっとくり返す、くり返す

5－3. フェーズⅡ：動きの仕組みづくり

次に、児童が製作する作品に、単純なモータの回転だけではなく、様々な動きを取り入れることができるよう、モータの回転を前後の動きなど、他の動きに変える動きの仕組みづくりに取り組んだ。ギアやカム、シャフトなど約100のパーツ（図８）を用い、動きの仕組みのサンプル（図９）と組立説明書を用意し、動きの仕組みを使った作品づくりに取り組んだ。いずれの児童も10分～15分程度でサンプルの動きの仕組みを組み立てることができた。また、より複雑なモータの制御ができるよう、モータの回転速度を制御する「モーター強さ」のコマンドと、繰り返しのプログラムコマンドを活用するなど、プログラムを工夫することでも動きすることでも動きに変化が出ることも紹介した。本フェーズでは、最初の２回を２名１組でのグループ作業とし、残りの３回を個人での活動とした。フェーズⅠよりフェーズⅡのはじめまでの活動が、グループによるものあったため、個人のプログラミングや製作の理解も深めるため、個人での活動機会を設けた。

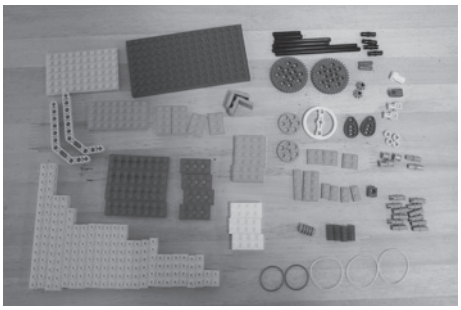

図８　ブロック

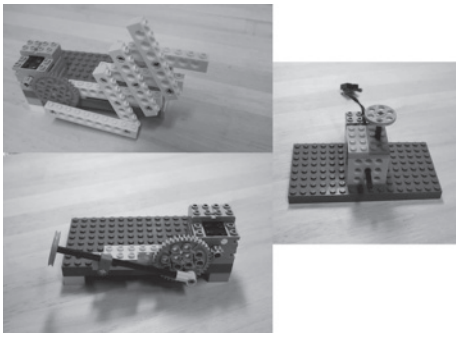

図９　動きの仕組み

5－4. フェーズⅢ：最終作品づくり

今までの学習の応用として、総合的な学習の時間で並行して進めていた近隣のお店に関する学習を活かし、お店を紹介する作品づくりにグループで取り組んだ（図10）。希望する児童には新しくセンサの使い方と条件分岐を活用したプログラミングの方法、メロディの作り方について説明を加えた。計４回の作品づくりの半ばで、中間発表を行い、製作の経過を発表するとともに、他グループの児童からアドバイスを受ける機会を設けた。その後、作品の仕上げと作品発表を行った。さらに題材としたお店の方に完成した作品を見せるため、作品とメッセージをビデオ録画した（図11）。

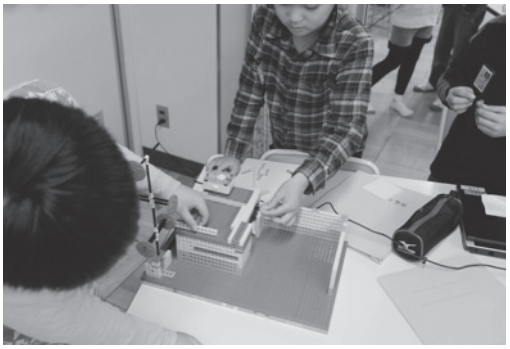

図10　作品づくりの様子

図11　ビデオ撮影の様子

6．作品

ここでは本授業実践の成果として、フェーズⅢにて計７グループに分かれて、児童が製作した作品とその経過について紹介する。複数回にまたがって作品づくりを行う場合、グループによって進め方も異なるため、進捗が把握しにくい。そこで本研究では、児童の製作過程を残せるよう、360度全周囲から撮影可能なOrtery社のPhotoCapture 360を用いて、毎回の授業後に作品撮影を行った。

6－1. グループA

左右に動きながら光る移動式のお店をつくった（図12）。プーリーを使い、モータの動きを車輪に伝える。第１回目の作品づくりで、土台となるモータと車輪部分をつくった。続く２回目で、作品の仕組み部分はほぼ完成し、残りの時間で細部の飾りなどのデザインの工夫を行った。プログラムは、２回目の作品づくりの時間では、ライトの点灯のみを試していたが、３回目の際にモータを動かすプログラムを追加し完成させた（図13）。

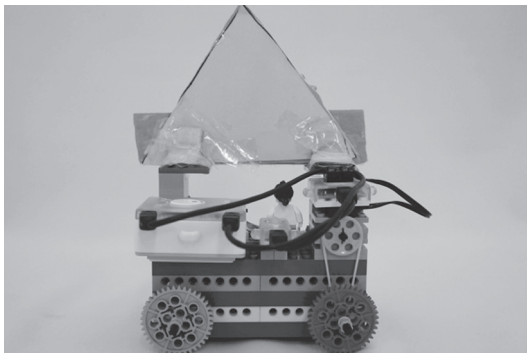

図12　グループA作品

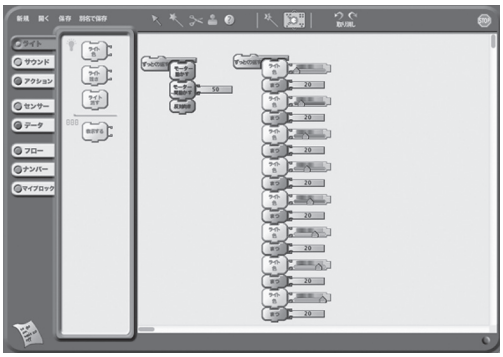

図13　グループAプログラム

6－2. グループB

３つのCricketを使い、プログラムで動いて光り、音楽の鳴る看板を製作した（図14）。２回目の作品づくりで看板のパネルと上部のライトを組立て、続く３回目で、モータで動くキャラクターをつくった。その後、背面にCricketを置く台をつくるなど工夫を行った。プログラムは、ライトの点灯パターンからつくりはじめ、３回目の作品づくりの際に音楽を加え、その後、最終的には３つのCricketに音楽とライトの点灯、モータの動き、ライトの点灯と別々のプログラムを作成した（図15）。

図14　グループB作品

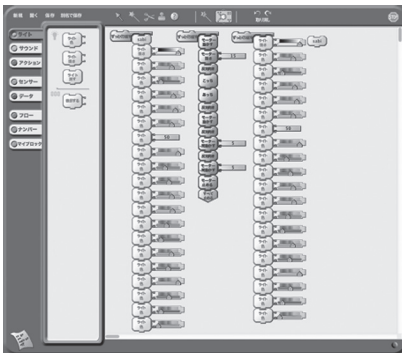

図15　グループBプログラム

6－3. グループC

ミニチュアの子ども向け施設を製作した（図16）。２つのCricketを用いて、モニュメントの塔が回転し、建物内が光り、音楽を奏でる。塔の回転には、フェーズⅡで学習したモータの回転を90度変換する動きの仕組みを活用した。２回目の作品づくりの時間に、塔と建物内のライトを完成させた。その後は音楽のプログラムを追加し、モニュメントや建物の入り口などを追加して仕上げた。建物づくりを先行して進め、プログラムは３回目の製作時間に、ライトの点灯パターンとモータを一定時間毎に反転させる命令を組立て、４回目と５回目の製作時間に音楽と数字をディスプレイに表示させ、カウントダウンをするプログラムを追加し完成させた（図17）。

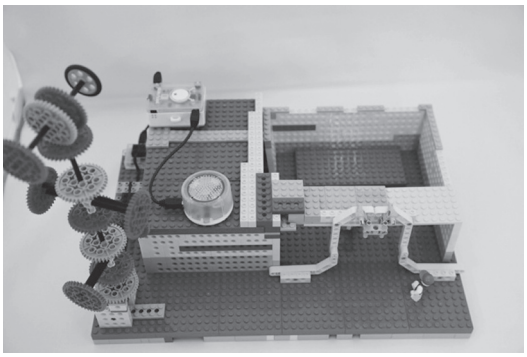

図16　グループC作品

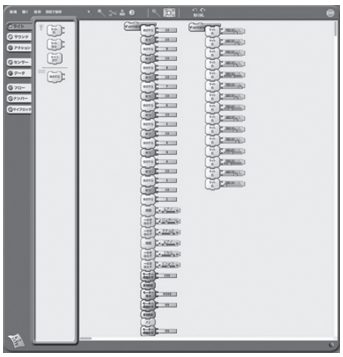

図17　グループCプログラム

6－4. グループD

音センサを使い、自動でドアが開閉し、店内に音楽が流れるお店を製作した（図18）。ギアを使い、お店の入口のドアをスライドさせる仕組みをつくった。２回目の作品づくりの時間より、プログラムと仕組みづくりに分かれて作業をすすめていた。仕組みづくりは、２回目までブロックを使ったお店の看板づくりに集中していたが、３回目には自動ドアの仕組みづくりを行い、その後店内の飾り付けなどを行い仕上げた。プログラムは音楽から作りはじめ、３回目の製作の時間には明るさセンサを使い、明るさに反応するプログラムを完成させた。その後、センサを音センサに変更して最終のプログラムにした（図19）。

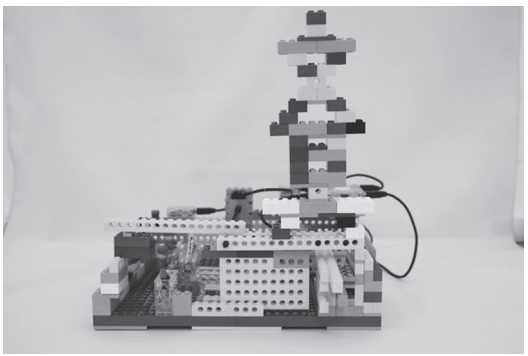

図18　グループD作品

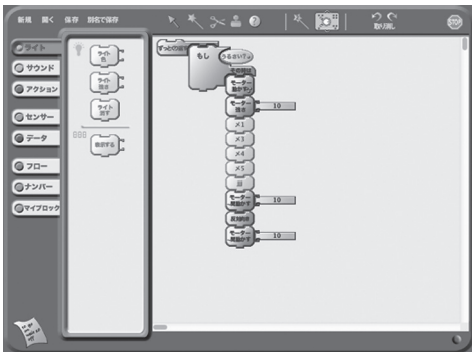

図19　グループDプログラム

6－5. グループE

モータの動きをプーリーで伝え、音に反応して動く電車を作成した（図20）。３回目の作品づくりの時間まで、電車の自動扉にこだわって進めていたが、うまく完成することができず４回目からは、電車そのものをつくり動くようにした。最終的には、ボール紙で本体を覆う電車の外観を作成し、作品に被せて完成させた。プログラムも当初は電車の自動扉を動かすモータの動きと扉が閉まる際の音楽づくりを行っていたが、４回目の製作の時間から電車そのものに作品づくりを変更したため、電車を動かすためのモータ制御のプログラムと電車が走る音づくりに変更した。その後、最終的に音に反応して前後に動くプログラムを完成させた（図21）。

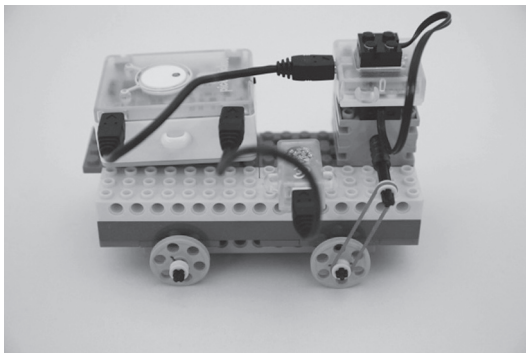

図20　グループE作品

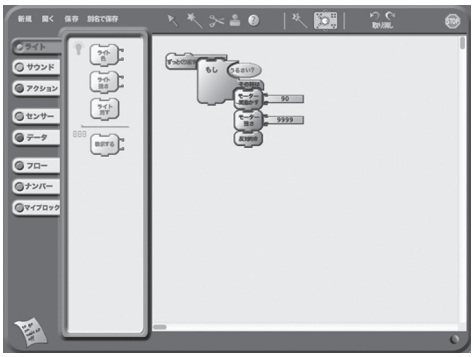

図21　グループEプログラム

6－6. グループF

Cricketで動く車を置いた自動車販売店を作成した（図22）。２回目の作品づくりの時間に、プーリーで動く車をつくり、モータとライトを繰り返し制御するプログラムも完成させた（図23）。グループFは２回目の製作の時間に、Cricketに関連する部分は完成させてしまったため、その後の製作の時間は、店内の装飾づくりに費やした。

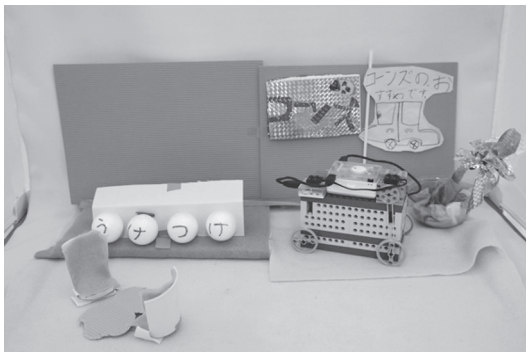

図22　グループF作品

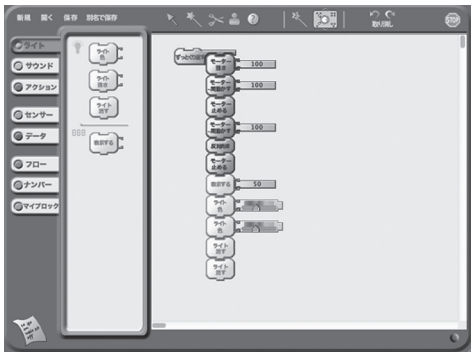

図23　グループFプログラム

6－7. グループG

２つのCricketを使って、ライトが点灯し、回転するお店の看板を作成した（図24）。２回目の作品づくりの時間で回転する看板をつくり、３回目に光る看板をつくった。さらに車型の看板など、他の看板もつくったが最終作品には加えなかった。回転する看板は、モータのシャフトに直接つないでまわしている。プログラムは、ほぼ１回目の製作で完成し、その後はメロディの追加やライトの点灯色の調整のみを行った（図24）。

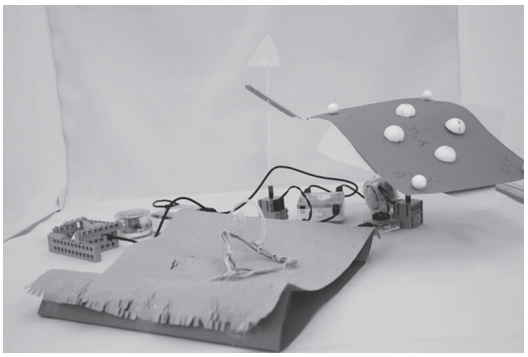

図24　グループG作品

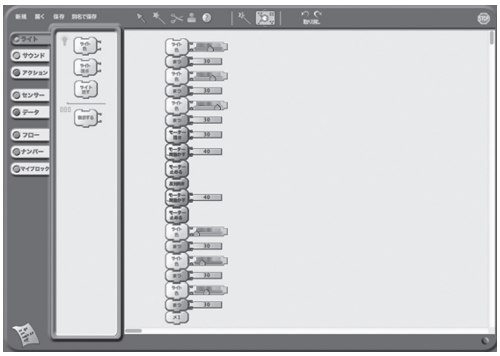

図25　グループGプログラム

6－8. 製作過程とプログラムに関する考察

各グループの製作過程を比べてみると、進度に差があることが分かる。これはプログラムから製作するか、あるいは外観や仕組みから製作するかなどの作業順序や、グループ内のメンバーでの作業分担が要因の一つであると思われる。また、途中で自動扉から電車へと製作するそのものを変更したグループEを除く６グループは、ある程度作品が完成してからは、大きく変更しようとはせずに、作品にプログラムの追加や細かな飾り付けなどの小さな修正に留まっている様子が見られた。また、児童が作成したプログラムに目を向けてみると、７グループ中６グループで繰り返しを使ったプログラムがつくられていた。さらに２グループは、フェーズⅢで追加説明した条件分岐を活用したプログラムを作成していた。プログラムの大きさをコマンド数で確認すると、１つのクリケットあたり平均13.9コマンド（標準偏差5.9）となり、繰り返しや条件分岐などのプログラミングコンセプトを活用しながら、まとまったプログラムを作成したことが確認できた。一方、動作には支障がないが、「モーター止まる」を２回重ねるなど、不要なコマンドブロックを使っているケースも見られた。

7．まとめ

本授業実践を通じて、小学３年生の児童が無理なくCricketを用いたものづくりを行うことができた。特にフェーズⅡにおいて、動きの仕組みの学習を入れたことで、フェーズⅠで自由に製作した当初の作品よりも、より仕組みを意識した作品がつくられた。プーリーや音楽の活用、センサの活用など、グループ間で影響し合う様子も見られた。また、フェーズⅢでの児童の製作過程を分析すると、多くのグループが３回目の製作の時間（６校時）で、おおよその部分を完成させていることが分かった。さらに作品を発展させるために、どのタイミングで、どのような助言をすべきかについて検討が必要である。あわせて、動作上問題のないものも含めて、正確なプログラムづくりのための支援についても検討すべき今後の課題である。

謝辞

本実践に参加いただいた、すべての方々に感謝します。また、本研究はSCSK株式会社との共同研究「ICTを活用した小学校協働学習カリキュラムの開発と評価」によるものである。

参考文献

Brown, A. (1994) “The Advancement of Learning” Educational Researcher, Vol. 23, No.8, pp.4-12

中央教育審議会（2008）「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について（答申）http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/information/1290361.htm（アクセス日：2013年11月7日）

Kafai, Y., Resnick, M. (1996) “Constructionism in Practice: Designing, Thinking, and Learning in A Digital World”, LEA.

Lave, J., Wenger, E. (1991) “Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation”, Cambridge University Press（佐伯胖訳（1993）「状況に埋め込まれた学習　―正統的周辺参加」，産業図書）

中野民夫（2001）「ワークショップ―新しい学びと創造の場」，岩波書店

森秀樹（2007）「クリケットを使ったワークショップ型授業のための教員支援」，日本教育工学会研究報告集 JSET07-4，pp.215-218

Mori, H. (2011) “Practical Study on Computer Embedded Monodukuri Workshops for Elementary School Students”, The Journal of Information and Systems in Education Vol.9(1), pp.25-34

Papert, S. (1980) “Mindstorms: Children, Computers, And Powerful Ideas”, Basic Books（奥村貴世子訳（1982）「マインドストーム　子供・コンピュータ・そして強力なアイデア」，未来社）

Resnick, M. (1994) “Turtles, Termites, and Traffic Jams: Explorations in Massively Parallel Microworlds”, A Bradford Book（山本順一・西岡友之訳（2001）「非集中システム」コロナ社）

Resnick, M. (1998) “Technologies for Lifelong Kindergarten”, Educational Technology Research & Development, vol. 46, no. 4

Rogoff, B. (2003) “The Cultural Nature of Human Development”, Oxford University Press（當眞千賀子訳（2006）「文化的営みとしての発達」，新曜社）

柴田義松（2006）「ヴィゴツキー入門」，寺子屋新書

菅井勝雄（1993）「教育工学　―構成主義の学習論と出あう」，教育学研究，第60巻３号，pp.27-37

菅井勝雄（2000）「構成主義」「社会的構成主義」『日本教育工学事典』，実教出版

Development of a collaborative *monodukuri* (“making things”) curriculum for elementary schools using programmable computer “Crickets”

MORI Hideki, TAKEMURA Satoshi, AKASHI Chika,
MURATA Kyoko, UMEHARA Shohei, SAITO Nagayuki

Recently, many museums have started holding creative and technological workshops involving activities such as robot building for children. Some schools are integrating these workshops’ curriculums into their school curriculums. In this study, we developed and implemented a 34-hour workshop-style collaborative *monodukuri* (“making things”) curriculum for third graders. Students made their own computational objects with programmable computer ”Crickets”, plastic blocks, and other craft materials. The curriculum had three parts, “Getting used to crickets”, “Building mechanisms,” and “Final project.” We report the results of the implementation of the curriculum in this paper.