

ものづくり教育におけるカリキュラムマネジメントに関する研究

森岡 弘^{*1}・阿濱 茂樹^{*1}・岡村 吉永^{*2}・澤本 章^{*1}・平田 直樹^{*3}・原田 正憲^{*4}

Development of Teaching Materials for Curriculum Management in Technology Education

MORIOKA Hiroshi^{*1}, AHAMA Shigeki^{*1}, OKAMURA Yoshihisa^{*2}, SAWAMOTO Akira^{*1},
HIRATA Naoki^{*3}, HARADA Masanori^{*4}

(Received August 2, 2018)

キーワード：ものづくり教育、カリキュラムマネジメント、教材開発

はじめに

新学習指導要領では、アクティブラーニングに加えてカリキュラムマネジメントの要素を盛り込んだ学習指導のあり方が問われている。

これまでも中学校技術・家庭科技術分野（以下、技術科）では、様々な学習内容で教科融合や領域融合の形式で学習内容を連携する取り組みが行われてきている。加えて、学校教育におけるものづくり教育の立場からも学校種を超えた学習内容を連携させる試みが行われている。

新しい学習指導要領が実施されるにあたり、これまでの技術科における教科融合や領域融合の取り組みをカリキュラムマネジメントの視点で整理するとともに、次世代の学習指導に似合う教材開発や指導法の検討を実施するために、本研究ではいくつかの教科内容について検討を行った。

1. 技術科におけるカリキュラムマネジメント

カリキュラムマネジメントの観点で技術科における教材研究を見てみると、教科・領域の枠組みを超えた教科融合や領域融合の研究は数多く行われており、取り扱う内容についてカリキュラムマネジメントの素地は整いつつあると考えられる。しかし、技術科の学習内容自体が時代の流れや社会のニーズの変化によって大きく変わり、学校の教育課程を俯瞰し教科融合や領域融合の研究を行う必要がある。そして、そのためには常に新たな学びや多様な学習ニーズに対応した探究をしていくことが求められると思われる。

本研究では、校種間連携や複数の教科・領域との融合を視野に入れ、小学校で導入されるプログラミング教育に対応するために、プログラミング教材とデジタルファブ리케이션教材を、創造的な思考力を育成する授業づくりを効果的に行うために創造性教材の開発を試みた。

2. カリキュラムマネジメントを重視した教材開発

2-1 プログラミング教材

小学校にプログラミング教育が導入されるにあたり、小中連携の視点で技術科においてもプログラミング教材研究は数多く取り込まれるようになってきた。また、小学校で学ぶプログラミング教育を活かした技術科の学習指導も高度化することが求められると考えられ、これまでの計測・制御の教材を発展的に利用するための研究が求められると思われる。

* 1 山口大学教育学部技術教育 * 2 山口大学教育学部小学校総合選修 * 3 山口大学教育学部附属光中学校

* 4 山口大学教育学部附属山口中学校

小中学校で連携して使用することができる教材としてmicrobitやドリトルなど多くの教材が提供されているが、本研究では下記の理由により、アーテック社のロボット教材を採用し、教材研究を行った。アーテック社のロボット教材の一例を図1に示す。

- 小さなブロックを組み合わせてロボット等をつくることことができる
- プログラムだけでなく、機構や構造の工夫をすることができる
- 学校のニーズに合った供給がされており、学校現場で広い支持がある
- 汎用性の高いソフトでプログラムを作成することができる

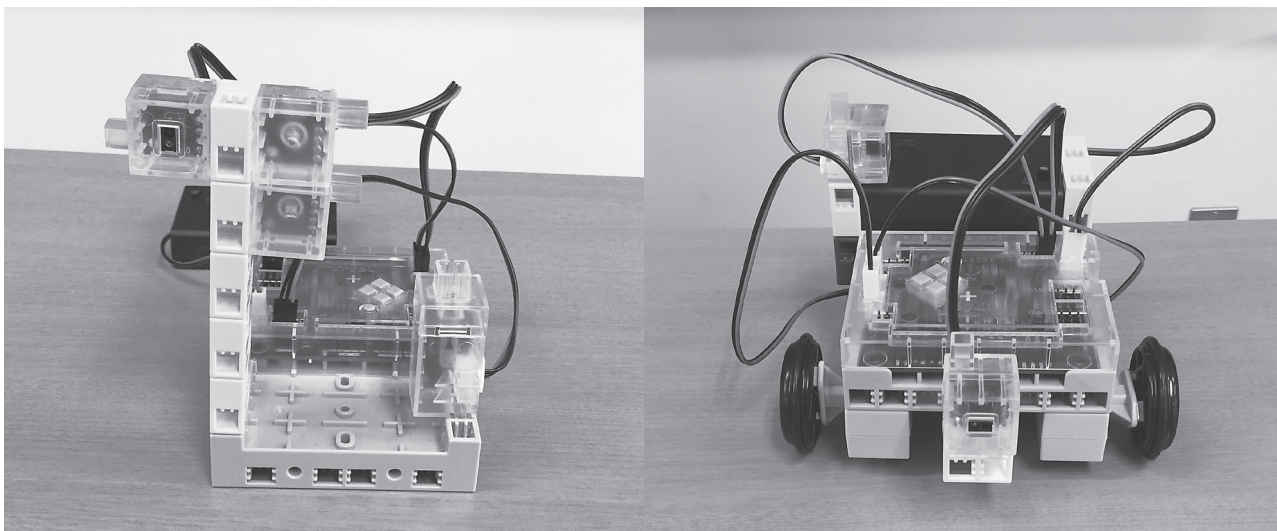


図1 アーテック社のロボット教材の一例

2-2 デジタルファブリケーション教材

学校教育におけるものづくり教育だけでなく、社会教育や生涯学習の観点からもCADを用いた設計や3Dプリンタやレーザーカッターを用いた材料加工などデジタルファブリケーションの教材が広く注目されている。

デジタルファブリケーション技術の特徴として、ものづくりのデータがすべてデジタルデータとして取り扱えることが挙げられる。山口大学教育学部には、附属中学校が2校あり、それらとの連携した教材開発環境を構築することができる。平成29年度は山口大学に3DCADを中心に、工作機械として3Dプリンタ、CNC加工機を配置したデジタルファブリケーション環境を構築した。平成30年度には附属の2中学に工作機械の一部を大学と共有したSmallデジタルファブリケーション環境を構築する予定である(図2)。このような環境が構築できれば、山口大学の研究室で開発した教材データを附属中学校と共有し、附属学校の技術科を担当する教員と連携した教材の開発および製作が可能になる。

平成29年度は本校の技術科教員の養成カリキュラムにデジタルファブリケーション技術を利用したものづくり教育を導入した。具体的には、2年生後期の授業「技術科・ものづくり内容開発研究」において3DCADを使用した製図や、それと連携した3Dプリンタによる部品製作を体験させた。図3に3DCADを使用した製図の例と図4に3Dプリンタによる出力例を示す。

3DCADとしては、将来的には中学校への製図教育へ導入することを考慮して、教育機関向けに商品版との機能上の制約がなく2014年から無償でライセンスの提供が開始されているInventor Professionalを使用した。

3Dプリンタとしては武藤工業(株)のValue3D MagiX MF-2200Dを導入している。本機種は300×300×300mmの大型造形エリアと2つのヘッドを個別に制御することが可能な機能を持っている。そのため、かなり大型で造形時にサポート材を必要とするような複雑な形状の教材も製作可能となっている。また、このクラスの工作機械になると扉の開閉と可動部の動作が連動するため小中学校の学校現場に導入しても安全性が確保できる。平成30年度には山口大学の2校の附属中学校にそれぞれ同機種の3Dプリンタを導入する。

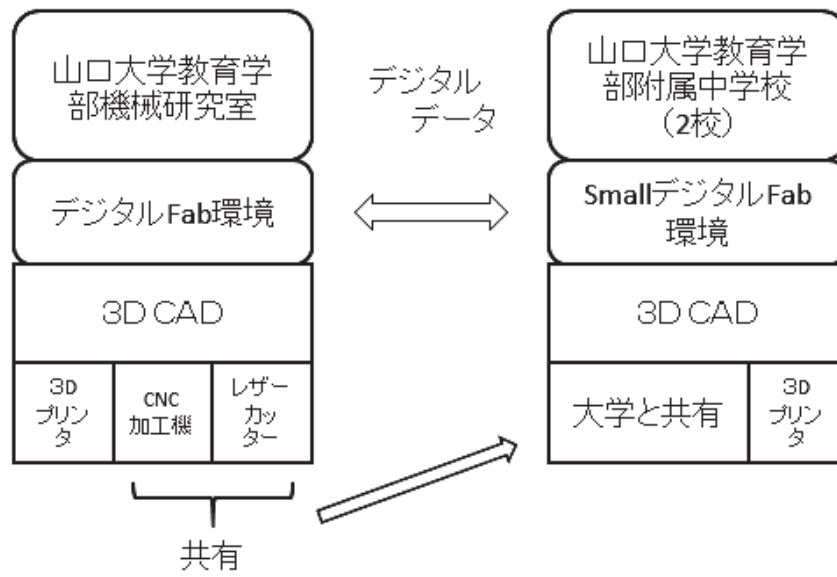


図2 附属学校と連携したデジタルファブリケーション環境

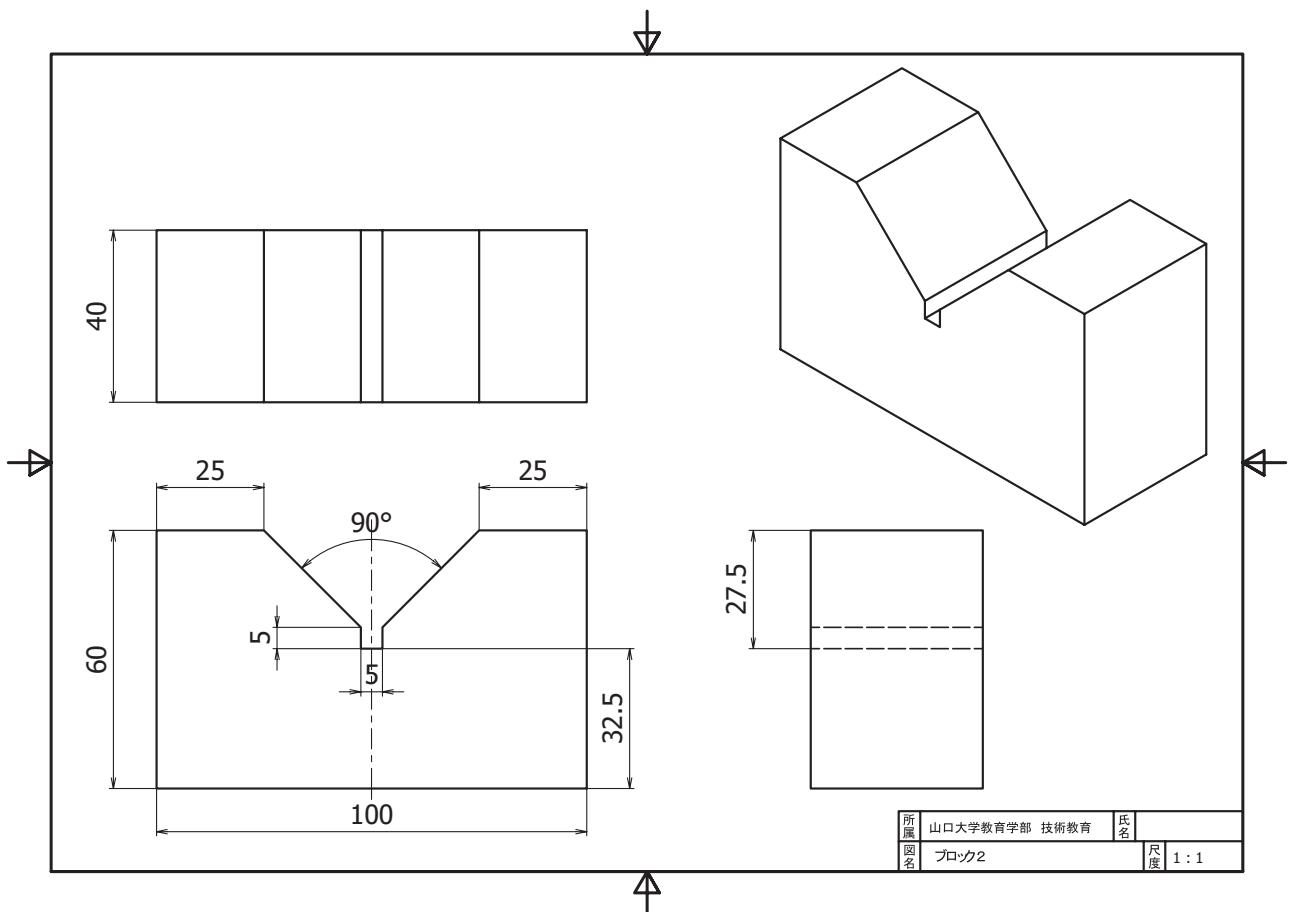


図3 3DCADを使用した製図の例

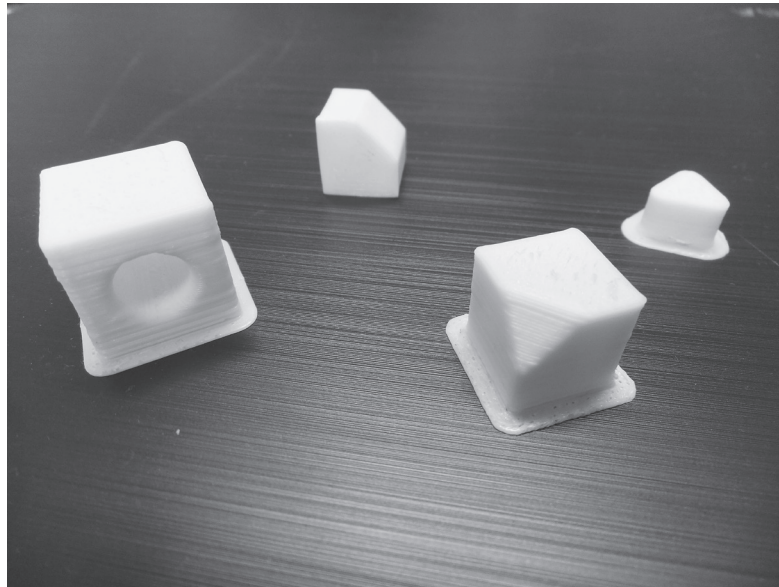


図4 3Dプリンタにより出力例

2-3 創造性教育教材

AI（人工知能）時代やIoT時代と呼ばれる世の中では、人間しかできない新しい技術や価値を自ら創出しようとするイノベーションマインドを効果的に学習する機会が必要である。

本研究では、身近なもので入手が容易な素材を用いて工夫することを体験的に学ぶ教材開発を試みた。教材の例を表に示す。

表1 創造性教育教材案一覧

材料	教材案
①ケント紙	a. 木材を保持できる土台を作る
	b. より高い塔を作る
②半紙	c. より重いものを持ち上げられるようにする
	d. できるだけ高さの高い立体を作る
	e. よりゆっくり落ちるようにする
③綿棒	f. より高く積み上げる
	g. より大きな体積の立体を作る
	h. より頑丈な橋を作る
④段ボール	i. 水の漏れにくい箱を作る
	j. ダンボールでよく転がる球体を作る
	k. 頑丈な橋を作る
	l. ダンボールでより遠くまで飛ぶ紙飛行機を作る
	m. できるだけ浮力のある島を作る
⑤新聞紙	n. 時間を計る
	o. 水に浮かべる
	p. コップを作る（水を運ぶ）
⑥爪楊枝	q. 力の分散実験
	r. 耐久実験
⑦ストロー	s. ストローで正四面体をつくる
	t. ストロータワー
	u. ストローで大きなシャボン玉をつくろう

いずれの教材も安価に入手できるものであり、日常生活で頻繁に接する材料を用いて工夫することにより、出された課題を試行錯誤しながら解決するものである。多くは強度を求めるため、ある程度の構造に関する知識が求められるような課題であるが、小中学生が容易に取り組みられるように接合方法の条件を工夫した。

3. 教育実践

本研究では、効果を検証するために大学における教職科目等で教育実践を試みた。

プログラミング教材は、あらかじめプログラミング教育導入の経緯等を解説した上で、小学校および中学校における学習指導を想定した教材提案を行うように指示し、試行錯誤の上で成果をまとめる演習を行った。また、提案された教材について「①教材を用いた授業のねらい、②教材の概要、③工夫したポイント、④教材を用いた授業の学習評価方法」をレポートにまとめさせ、附属中学校教員による教育実践的な視点による指導も行った。教育実践の様子を図5に示す。また、附属中学校教員によるコメントフィードバックの例を下記に示す。

創造性教育教材を用いた教育実践はいくつかの教材の中から、材料毎に1つを選択して行った。創造性教育教材として半紙を用いてより重いものを持ち上げられるようにする実践の様子を図6に示す。

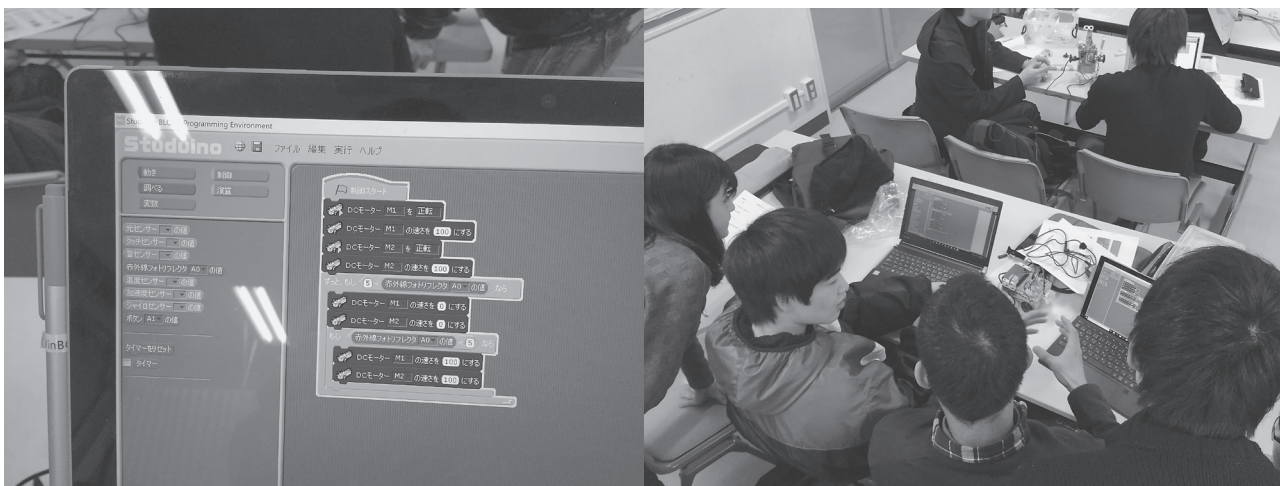


図5 プログラミング教材を用いた教育実践の様子

附属中学校教諭からのコメントフィードバックの例

- 教科内容のどこで授業を考えているのかを明確にすること
- 学習のねらいは何なのかを今一度見つめ直すこと
- プログラミングが目的なのか、プログラミングがツール（道具）なのかを明確にすること
- 生徒の視点に立って、題材（教材）を考え、捉えること

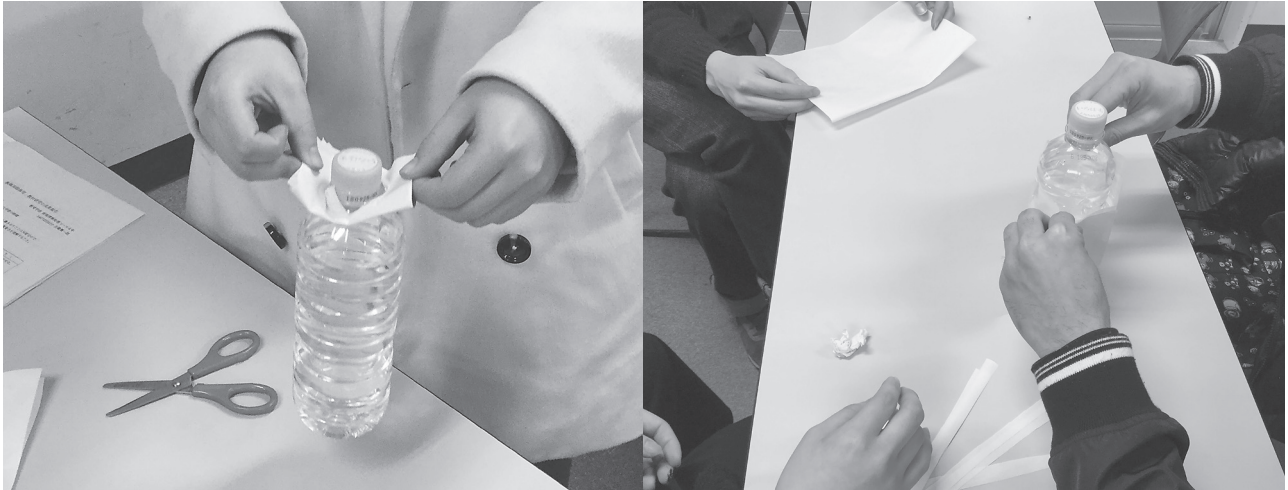


図6 創造性教育教材を用いた実践の様子

おわりに

本研究では、カリキュラムマネジメントに寄与するものづくり教育の教材研究を行うことを目指し、学校種や教科を越えて利用可能な教材開発を重視して教育実践研究を試みた。

本研究をとおして、プログラミング教育やデジタルファブリケーションの教材を検討したり、創造性教育の教材研究を行うことができ教科融合や領域融合の教材研究の可能性を高めることが確認できた。さらに、一部の実践ではあるが、附属学校教諭との連携により評価を試み、教育実践を通してPDCAサイクルを回すことができることが示唆された。

今後は、これらの実践を高度化し授業力向上のための取り組みを継続していく必要があるとともに、効果測定の試行が求められると考えられる。

謝辞

本研究は平成29年度学部・附属共同プロジェクトの支援を受けたものである。また、デジタルファブリケーション環境の整備の一部は科学研究費助成事業（基盤研究（C）課題番号17K04866）の支援を受けたものである。あわせて謝意を表す。

参考文献

ベネッセ教育総合研究所：カリキュラム・マネジメント、

https://berd.benesse.jp/up_images/magazine/VIEW21_kyo_2016_04_all.pdf（2018年6月13日閲覧）

文部科学省：中学校技術・家庭科の内容の変遷、

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/065/siryo/_icsFiles/afieldfile/2015/12/02/1364922_9_3.pdf（2018年6月13日閲覧）

山川 広人：BBC micro:bitを用いた子どもむけプログラミング教材の試作，CIEC研究会報告集 = Selected

papers from the CIEC academic meeting 9, p63-66, 2018.

兼宗 進・御手洗理英・中谷多哉子・福井眞吾・久野 靖：学校教育用オブジェクト指向言語「ドリトル」の設計と実装，情報処理学会論文誌プログラミング（PRO）42，p78-90，2001.

アーテック：アーテックロボ，<http://www.artec-kk.co.jp/artecrobo/ja/>（2018年6月13日閲覧）

船倉一郎・堀桂太郎：図解Inventor実習（第2版）ーゼロからわかる3次元CADー，森北出版，2013.