

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 30 年 6 月 19 日現在

機関番号：11101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K04395

研究課題名(和文) 技術科における生活応用力を育成するモデルカリキュラムの構成

研究課題名(英文) Construction of a model curriculum to nurture practical skills for daily life through technology education

研究代表者

上之園 哲也 (UENOSONO, Tesuya)

弘前大学・教育学部・准教授

研究者番号：20735120

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、中学校技術・家庭科技術分野における生活応用力を育成するモデルカリキュラムを構成することである。ここでの生活応用力とは、技術科の授業で得た様々な経験、学習した内容知・方法知、培われた価値観を、家庭や学校、地域など技術科の授業以外の生活における様々な事象や問題に対し、技術的な見方・考え方、行動として適用する能力を言う。本研究では、技術科の学習4内容を横断する教材および題材(簡易LED植物工場)の開発及び中学生161名を対象とした教育実践と評価を通して、生活応用力を育成しうるカリキュラムを構成した。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is Construct a model curriculum to nurture practical skills for daily life through technology education. Specifically, we developed a curriculum with the theme "Production of simple plant factory using LED " crossing the 4contents of technology education, after that practiced 161 junior high school students. We investigated the nurture situation of practical skills for daily life before, after, and middle of practice. As a result, the model curriculum to nurture practical skills for daily life through technology education was construct.

研究分野：技術科教育

キーワード：中学校技術科 生活応用力 カリキュラム

### 1. 研究開始当初の背景

我が国は技術立国として発展を遂げ続ける一方で、子どもたちの「理科離れ」や「科学技術離れ」が指摘されている。また、情報通信技術の発展に伴う SNS などによる社会問題、原子力発電所の事故を契機とした、持続可能な社会の形成を踏まえたエネルギーに関する問題など、技術を取り巻く課題は山積している。今後さらに高度化する技術社会において、将来を担う子どもたちが技術に関心を持ち、技術立国の国民として、技術を適切に評価し、活用できるようになることが極めて重要だと考えられる。

このような能力を包含する概念として、国際技術教育学会(以下、ITEA)が2000年に提唱した技術的素養が挙げられる。ITEAは、技術的素養とは「技術を利用、管理、評価、理解する能力」であり、技術的素養がある人は、個人のレベルでは消費者としてのより良い判断を促し、社会のレベルでは市民としてより良い決定をすることを助けると述べている<sup>1)</sup>。また、日本においても、日本産業技術教育学会が2012年に「21世紀の技術教育」を改訂し、技術教育は生産の理解および実践につながり、民主主義国家の主権者として関係する決定への関与を可能とする能力、すなわち技術的素養の形成に意義があると述べ、技術的素養の位置づけを明確に示した<sup>2)</sup>。

技術的素養は、現代の高度技術社会を支える技術のあり方と未来に向けた課題を起点に、技術教育全体で取り組むべき学びの方向性を示している。これに対して本研究における生活応用力は、中学校技術・家庭科技術分野(以下、技術科)の授業で得た学習経験、内容知・方法知、培われた価値観を中学生なりに生活者として活かす力を意味している。このような力は技術的素養の基礎と捉えることができる。したがって、生活応用力は、生徒を生涯にわたる学習の文脈において技術的素養へ向かわせる働きを持つものと期待できる。

これまでも技術科の学習が生活へ与える影響についての研究は散見されるが、生活応用力そのものの構造を把握するには至っていない。そのため、技術科が重視している問題解決的な学習を通じた生活応用力の形成過程と、その過程を踏まえた生活応用力を育成しうる学習指導の在り方については、十分検討されていない。そこで、研究代表者はこれまで、技術科における生活応用の実態を把握し、生活応用力が「技術評価・判断力」「技術活用力」「技術志向性」の3因子構造であること、個別課題を中心としたプロセス重視型の実践形態が生活応用力の育成に効果的であることを明らかにした。その上で、生活応用力の形成因果モデルに即した段階的な題材設定方略を提案し、技術科の学習内容「材料と加工に関する技術」において、試行的実践による学習効果の検証を行い、一定の効果をみることであった。しかし、その

効果は、技術科の学習4内容の内、「材料と加工に関する技術」に限定されたものであった。「エネルギー変換に関する技術」「生物育成に関する技術」「情報に関する技術」の学習内容においては検討できていない。

そこで、上述の研究成果を踏まえ、未検討の3つの学習内容において、生活応用力を育成し得る題材と教材、指導計画の総体となるモデルカリキュラムを開発し、試行的実践を通して検証する必要があるという考えに至った。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、技術科における生活応用力を育成するモデルカリキュラムを構成することである。ここでの生活応用力とは、技術科の授業で得た様々な経験、学習した内容知・方法知、培われた価値観を、家庭や学校、地域など技術科の授業以外の生活における様々な事象や問題に対し、技術的な見方・考え方、行動として適用する能力をいう。本研究では、技術科の学習4内容を横断する教材および題材、指導計画を開発し、教育実践と評価を通して、生活応用力を育成し得るモデルカリキュラムを構成することとした。

### 3. 研究の方法

技術科の学習4内容を横断する題材「LED植物工場の製作」を開発した後、生活応用力の形成因果モデルに即したカリキュラムを構成し、中学校を対象に実践する。実践の事前、中間、事後で生活応用力の形成状況を調査し、得られた回答を点数化して分散分析を行ってその推移を検討することとした。

生活応用力の形成因果モデルとは、技術科の学習における問題解決場面の因子と学習の有効性認知の因子、そして生活応用力の因子を階層的因果関係で示したものである。このモデルに即したカリキュラム構成の枠組みは、第1段階の基礎基本の定着と学習の有効性を高めることを目的に、共通課題をプロジェクト重視で遂行する題材、第2段階の技術評価・判断力を内面化する題材、第3段階の個別のプロジェクト課題をプロセス重視で遂行する題材の3題材の段階的設定となる。

#### (1) 実践の概要と調査分析の内容

本研究では中学校2年生161名を対象に、第1段階の題材としてあらかじめ設計された簡易型LED植物工場を製作させ、それを家庭に持ち帰らせて小松菜を栽培させた。第2段階では環境、条件の異なる各家庭での栽培状況を基に簡易型LED植物工場の機能、構造、材料等に関する問題を整理し、課題を設定させた上で、オリジナル植物工場の構想をさせた。そして、第3段階で課題を解決すべく、オリジナル植物工場を各自で設計製作して検証するという題材を実践した。

調査はこの実践の前(事前)、第2段階の後(中間)、そして、第3段階の製作の後(事後)に「技術科教育における学習経験の生活

応用力尺度」(以下,生活応用力尺度)を用いて実施した。回答は尺度の各項目に対して、「全く当てはまらない」から「とても当てはまる」までの5件法で得た。分析では、得られた回答の を1点, を2点と順次点数化して,対象全体及び男女別の単純集計と一元配置分散分析を行った。

(2)技術科の学習4内容を横断する生活応用力を育成する題材開発  
簡易型LED植物工場

本カリキュラムの第1段階では図1に示す簡易型LED植物工場を使った小松菜の水耕栽培を題材とした。筐体は2×4材の台座に軟鋼の番線で骨組みを作り,その上にペットボトルを再利用して作る栽培容器を配置する。そして,全体をポリ袋で覆う構造である。光源は本研究で開発した回路基板に,光合成に特に有効な波長450nmの青色LED10個と波長660nmの赤色LED10個を配置したものである。これらのLEDをワンボードマイコンのichigojamで12時間ごとに点灯するようプログラミングする。点灯のタイミングは,概ね日中は赤,夜間は青である。この簡易型LED植物工場は,全体をポリ袋で覆っていることによる湿度,温度の調整及び栽培用溶液の管理の難しさ,また,小松菜の伸長に合わせた照明用LED基板の高さ調整の難しさ,そして,タイマーのずれによる青・赤LEDの切り替えタイミングのずれなど,栽培の環境管理に多くの解決すべき課題を持ったものである。

Problem Analysis Diagramカード

プログラミング学習では,短時間で学習が進められるようフローチャートに代えてProblem Analysis Diagram(以下,PAD)を用いた。また,BASICへのコーディングの困難感を削減するために,PADカードを開発した。PADカードとはPADの処理動作を表面,処理動作に対応するコマンド,ステートメントを裏面に記したカードである。生徒は目的とする動作のアルゴリズムをPADカードの表面を使って構築した後,カードを裏返してプログラミングを行う。このカードを使うことでコマンド,ステートメントを覚えていなくてもコーディングが可能となり,生徒はアルゴリズムを考えることに時間を割くことができる。また同時にコーディングでの躓きを防ぐことができる。これは,プログラムを構造的に捉えることができるという,PADの利点を生かしたものである。

モジュールシステム

本カリキュラムの第3段階では,第1段階で製作した簡易型LED植物工場が持つ課題を解決するため,センサとアクチュエータ活用する。本研究ではこれらを簡便に活用できるように,稼働させるためのプログラムをセットにしたモジュールシステムを開発した。センサは温度,傾斜,光,水位の4種。アクチュエータは模型用モータとスピーカの2種である。なお,スピーカはichigojam付属の圧電スピーカである。スピーカを除く各モジュー

ルはichigojamと同サイズの厚さ3mmの合板に銅箔テープを貼って回路を作り,部品をはんだ付けして製作する。生徒はそれぞれのモジュールについて概要,仕組み,部品,アルゴリズム,サブルーチン化された稼働用プログラムの4つが示された説明書に基づいて,製作するとともに,LEDを点灯する全体プログラムにサブルーチンを組み込んで活用する。説明書の例として図2から図5に光センサモジュールの説明書を示す。

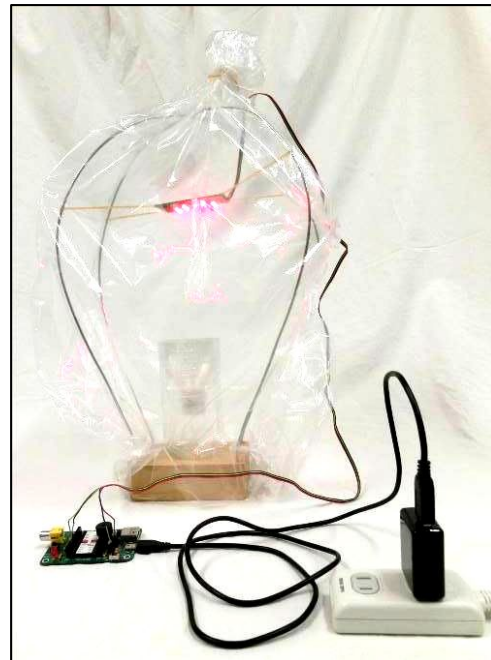


図1 簡易型LED植物工場

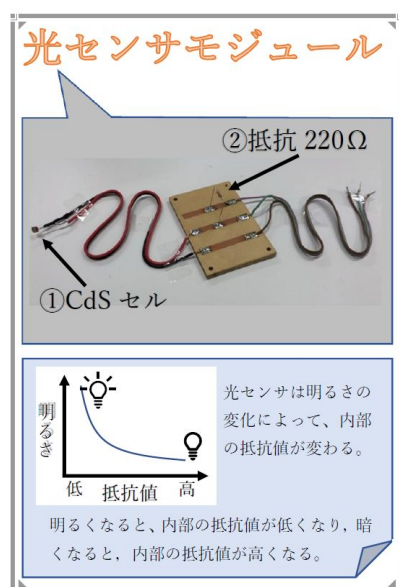


図2 光センサモジュールの概要

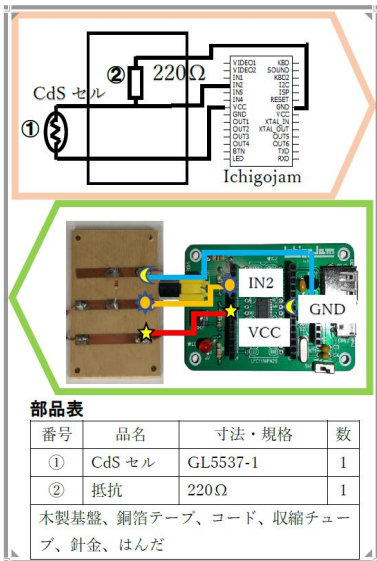


図3 光センサモジュールの回路と部品

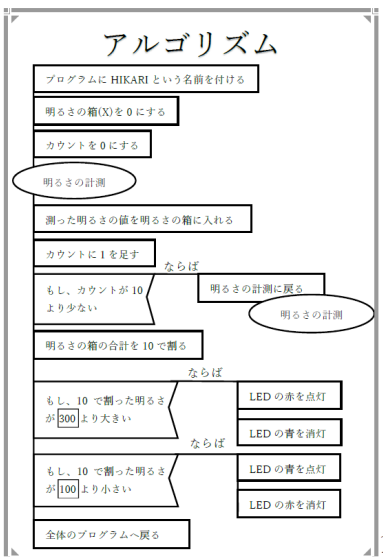


図4 光センサモジュールのアルゴリズム

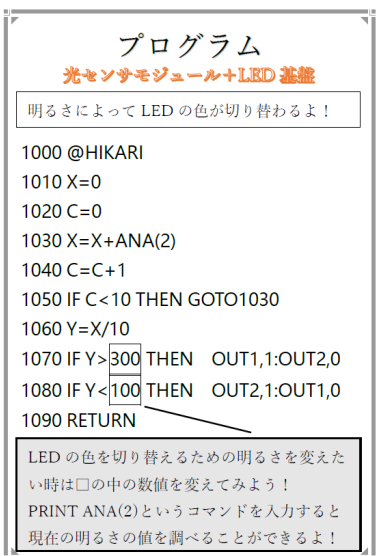


図5 光センサモジュールのプログラム

### 指導計画

以上のような植物工場に関する教材及び題材を用いて、表1に示す指導計画に即して実践することとした。第1段階では題材「簡易型LED植物工場の製作」をプロダクト重視で指導する。夏季休業に入るまでの14時間で製作を終え、夏季休業中に生徒は家庭で小松菜を栽培する。なお、本研究の協力校は技術科の授業を週当たり1単位時間で組んでいる。第2段階では、家庭での栽培の結果を基に、簡易型LED植物工場の問題について、グループで話し合いながら整理させる。このことを通して、簡易型LED植物工場に使われる技術、また、人工的に栽培環境を制御する技術等について多様な視点から評価する機会とする。生徒はその後、簡易型LED植物工場の問題解決のための課題を整理、設定するとともに、個別課題として製作するオリジナル植物工場を設計する上で考慮すべき観点を明確にする。第3段階では第2段階で整理した課題と構想設計する上で考慮すべき観点に基づいて設計、製作を進める。ここでは、教師は製作品の製作精度や技能の習得に対する指導及び評価を重視するのではなく、問題を解決するために、いかに工夫創造しているか、また、いかにトラブルシューティングをしているか等の点に指導、評価の視点を置いたプロセス重視で指導する。完成後、再度各家庭に持ち帰って栽培し、製作品の評価とともに、生活や社会における計測制御技術、栽培技術等と関連付けながら、技術と社会との関わりについて考える機会とする。

表1 モデルカリキュラムの指導計画

段階	授業時間 (要項)	学習内 容	単元	内容	
第1段階	1		ガイダンス	植物工場の紹介 植物工場のメリットとデメリット	
	2	C	電気回路の学習	電子部品の役割と仕組み	
	3	共通課題		タイマー回路とスイッチング回路 はんだ付け	
	4		電子工作の基礎		
	5		簡易型LED植物工場の製作		
	6		D	プログラミング学習	ichigojamの仕組みと基本操作 アルゴリズムとPAD
	7			BASICの基本コマンドとステートメント 順次処理のプログラム 条件分岐のプログラム	
	8	プロダクト重視型題材		植物工場の照明を制御するプログラム	
	9			植物工場の原理と可能性 小松菜の播種	
	10			ペットボトル水耕栽培容器の製作	
	11		B	栽培の準備	筐体の組み立て、照明用LEDとichigojamの組み込み 栽培観察の仕方とレポートの書き方
	12			A	植物工場の製作
	13			B	栽培
	14			B	家庭で栽培
第2段階	15	A・B	植物工場の評価	簡易型LED植物工場の問題発見と整理	
	16			問題解決のための課題の整理とまとめ	
第3段階	17	A	オリジナル植物工場の設計	概念設計：簡易型LED植物工場の改善策の構想	
	18			改善に活用可能なセンサ及びアクチュエータモジュールの役割と仕組み	
	19			構想のプレゼンテーションと評価	
	20			概念設計の再考と基本設計	
	21			植物工場の詳細設計	
	22	A	オリジナル植物工場の製作	筐体の材料取り、部品加工、組み立て	
	23	個別課題			センサ及びアクチュエータモジュールの製作と組み込み
	24				モジュールを制御するプログラミング
	25				稼働試験と調整
	26				
27					
28					
29	C・D		モジュールの製作	センサ及びアクチュエータモジュールの製作と組み込み	
30					
31					
32				栽培観察の仕方とレポートの書き方	
33					

A:材料加工, B:生物育成, C:エネルギー変換, D:情報



#### 4. 研究成果

本研究では開発した教材及び題材と指導計画に基づくモデルカリキュラム（以下、本モデルカリキュラム）を構成し、中学校2年生161名を対象に実践した。その後、本モデルカリキュラムの実践前、設計終了後の中間、オリジナル植物工場完成の事後で実施した調査の回答を集計した。その結果、まず、尺度全体で平均を求めたところ、事前が3.53（SD, 0.42）、中間が3.73（SD, 0.47）、事後3.73（SD, 0.53）となった。

これらの推移を検討するため、1元配置分散分析を行ったところ、調査時期による主効果、すなわち、学習過程による効果がみられた（ $F(2,252)=12.36, p<.01$ ）。そこでBonferroni法による多重比較検定を行った結果、事前と中間及び事前と事後に有意な伸びが認められた。

同様に各因子について分析した結果、「技術活用力」因子（ $F(2,252)=5.28, p<.01$ ）と「技術評価・判断力」因子（ $F(2,252)=25.66, p<.01$ ）については調査時期による主効果が認められた。一方で、「技術志向性」因子については調査時期による主効果は認められなかった（ $F(2,252)=0.94, ns$ ）。

また、「技術活用力」因子、「技術評価・判断力」因子についてそれぞれ多重比較検定を行ったところ、生活応用力尺度全体と同様、事前と中間、事前と事後において有意な伸びが認められた（図6）。

次に、男女別に生活応用力の推移を検討するため、男女それぞれに1元配置分散分析を行った。その結果を表2に示す。また、時期による主効果が認められたものについて多重比較を行った結果を表3に示す。尺度全体及び「技術評価・判断力」因子については、男女とも全体と同様に事前と中間、事前と事後に有意な伸びがみられた。

一方「技術活用力」因子においては、男子にのみ、事前と中間に、「技術志向性」因子においては、男子にのみ、事前と事後の伸びに有意傾向がみられた。

これらのことから、本研究において構成したモデルカリキュラムは、生活応用力の育成に一定の効果をもたらすことが示唆された。

しかし、生活応用力の伸びは、事前から中間、すなわち、本モデルカリキュラムの第1段階から第2段階までの有意性はみられるものの、第2段階から第3段階までの伸びは確認できていない。また、生活応用力形成の最終段階となる「技術志向性」因子の伸びは、男子にのみ僅かに認められただけで十分とは言えない。このことは、本研究の調査時期が第3段階におけるオリジナル植物工場完成直後であったことが一要因と考えられる。本モデルカリキュラムでは、完成したオリジナル植物工場を春季休業中に家庭に持ち帰り、再度、小松菜を栽培して製作品の評価をする過程となっている。そのため、本モデルカリキュラムの最終段階での調査となっていない。

い。本モデルカリキュラムのより適正な評価を行うには、オリジナル植物工場の活用後に再度調査する必要がある。さらに、本モデルカリキュラムに導入した題材をより効率化し、第3段階で製作するオリジナル植物工場を活用した後に、再度、製作品の評価、また、そこで用いられた技術と生活や社会との関わりについての学習過程を組み込むことができるよう再編する必要であろう。これらについては今後の課題とする。

以上、本研究において、技術科の学習4内容を横断的に扱う植物工場の製作題材及びプログラミング学習の円滑な遂行を支援し得るPADカード教材、また、植物工場の製作で簡便に活用できる計測制御のモジュールシステム教材が開発できた。そして、これらを導入した生活応用力形成因果モデルに即した指導計画による生活応用力を育成し得るモデルカリキュラムを構成することができた。

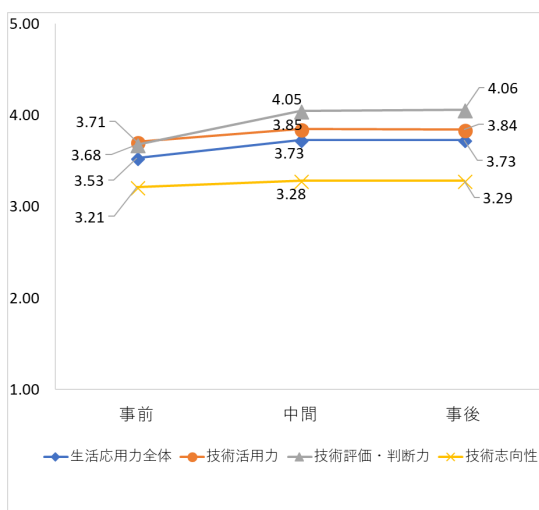


図6 生活応用力の推移

表2 男女別の1元配置分散分析の結果

尺度及び因子	男子 (n=60)	女子 (n=67)
生活応用力全体	$F(2,179)=7.85, **$	$F(2,200)=5.00, **$
技術活用力	$F(2,179)=3.07, *$	$F(2,200)=2.25, ns$
技術評価・判断力	$F(2,179)=12.72, *$	$F(2,200)=13.20, **$
技術志向性	$F(2,179)=2.38, †$	$F(2,200)=0.24, ns$

†  $p<.1$  \*  $p<.05$  \*\*  $p<.01$

表3 男女別の生活応用力の推移

尺度及び因子	時期	男子 (n=60)		女子 (n=67)	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差
生活応用力全体	事前	3.58	0.46	3.50	0.38
	中間	3.78	0.49	3.68	0.46
	事後	3.82	0.54	3.65	0.51
技術活用力	事前	3.76	0.42	3.67	0.38
	中間	3.92	0.58	3.79	0.44
	事後	3.90	0.54	3.79	0.54
技術評価・判断力	事前	3.66	0.62	3.69	0.54
	中間	4.02	0.61	4.07	0.63
	事後	4.09	0.55	4.04	0.65
技術志向性	事前	3.30	0.56	3.14	0.59
	中間	3.41	0.60	3.17	0.64
	事後	3.48	0.78	3.11	0.65

†  $p<.1$  \*  $p<.05$  \*\*  $p<.01$

<参考文献>

- 1) International Technology Education Association: *Standards for Technology Literacy -Content for the Study of Technology-*, p.10 (2000)
- 2) 田口浩継他4名: 21世紀の技術教育(改訂), 日本産業技術教育学会誌, 第54巻, 第4号別冊, p.1(2012)

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計5件)

勝本敦洋・森山潤: 児童・生徒の発達段階における設計学習のレディネスとしての初期構想力の推移, 日本産業技術教育学会誌, 査読有, 第60巻, 第2号, 2018, 印刷中

世良啓太・東田薫・黒田昌克・森山潤: 技術科内容 A. 「材料と加工に関する技術」において生徒の工夫・創造を支援する設計学習～木材を主とした自由設計題材を中心として～, 奈良教育大学次世代教員養成センター研究紀要, 査読無, 第4号, 2018, pp.77-83

対馬皓大, 高谷治男, 上之園哲也: 中学校技術科の構想・設計学習におけるチェックリストの導入と効果, 日本産業技術教育学会東北支部研究論文集, 査読有, 第10巻, 2017, pp1-7

勝本敦洋, 森山潤, 上之園哲也, 中原久志: 中学校技術科「材料と加工に関する技術」の設計学習における生徒のレディネスとしての初期構想力の類型化, 日本産業技術教育学会誌, 査読有, 第59巻, 第3号, 2017, pp.1-10

本間溪, 上之園哲也: 生活課題の解決に活用できる計測・制御学習教材開発の試み, 日本産業技術教育学会東北支部研究論文集, 査読有, 第9巻, 2016, pp.1-9

[学会発表](計11件)

Atsuhiko Katsumoto, Keita Sera, Jun Moriyama: A framework for assessment of the features of technological learning activities in elementary school handicraft education, *Technology Education New Zealand / International Conference on Technology Education proceedings*, pp.103~110, 2017

湯田絵美子, 高谷治男, 上之園哲也: 計測・制御学習におけるモジュールシステムの開発, 日本産業技術教育学会第35回東北支部大会, 2017.12.3(宮城教育大学)

大森貴弘, 蛭名泰智, 高谷治男, 上之園哲也: Problem Analysis Diagramによるプログラミング学習のカリキュラム開発, 日本産業技術教育学会第35回東北支部大会, 2017.12.3(宮城教育大学)  
対馬皓大, 高谷治男, 上之園哲也: チェックリスト法による構想・設計学習の展

開, 日本産業技術教育学会第35回東北支部大会, 2017.12.3(宮城教育大学)  
辻田佳史, 勝川健三: コーヒー粕の土壌施与がトマト「レジナ」の生育に及ぼす影響, 日本産業技術教育学会第34回東北支部大会, 2016.11.27(岩手大学)  
大森貴弘, 上之園哲也: Problem Analysis Diagramによるプログラミング学習の実践, 日本産業技術教育学会第34回東北支部大会, 2016.11.27(岩手大学)  
対馬皓大, 上之園哲也: 中学校技術科の構想・設計学習におけるチェックリスト法の導入と効果, 日本産業技術教育学会第34回東北支部大会, 2016.11.27(岩手大学)

本間溪, 上之園哲也: 生活課題の解決に活用できる計測・制御学習教材開発の試み(続報), 日本産業技術教育学会第34回東北支部大会, 2016.11.27(岩手大学)

上之園哲也, 五島美春, 中原久志: 技術科の学習に対する意識と工夫創造活動との関連, 日本産業技術教育学会第59回全国大会, 2016.8.27(京都教育大学)

本間溪, 上之園哲也: 生活課題の解決に活用できる計測・制御学習教材開発の試み, 日本産業技術教育学会第33回東北支部大会, 2015.12.6(弘前大学)

五島美春, 中原久志, 上之園哲也: 技術科の学習に基づく生徒の日常生活における工夫創造活動の把握と検討, 日本産業技術教育学会第33回東北支部大会, 2015.12.6(弘前大学)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

上之園 哲也 (UENOSONO, Tetsuya)

弘前大学・教育学部・准教授

研究者番号: 20735120

(2) 研究分担者

森山 潤 (MORIYAMA, Jun)

兵庫教育大学・学校教育研究科・教授

研究者番号: 40303482

中原 久志 (NAKAHARA, Hisashi)

大分大学・教育学部・准教授

研究者番号: 00724204

勝川 健三 (KATSUKAWA, Kenzo)

弘前大学・教育学部・准教授

研究者番号: 30735098

勝本 敦洋 (KATSUMOTYO, Atsuhiko)

北海道教育大学・教育学部・准教授

研究者番号: 30780621

(3) 研究協力者

高谷 治男 (TAKAYA, Haruo)