

Title	女兒の工学に対する意欲を喚起するエンジニアリングキットのデザイン
Sub Title	Design of engineering kit to motivate girls
Author	浅田, 七星(Asada, Nanase) 南澤, 孝太(Minamizawa, Kōta)
Publisher	慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科
Publication year	2019
Jtitle	
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	修士学位論文. 2019年度メディアデザイン学 第744号
Genre	Thesis or Dissertation
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40001001-00002019-0744

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

修士論文 2019年度

女児の工学に対する意欲を喚起する
エンジニアリングキットのデザイン



慶應義塾大学
大学院メディアデザイン研究科

浅田 七星

本論文は慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科に
修士(メディアデザイン学)授与の要件として提出した修士論文である。

浅田 七星

研究指導委員会：

南澤 孝太 教授 (主指導教員)

石戸 奈々子 教授 (副指導教員)

論文審査委員会：

南澤 孝太 教授 (主査)

石戸 奈々子 教授 (副査)

砂原 秀樹 教授 (副査)

修士論文 2019 年度

女兒の工学に対する意欲を喚起する エンジニアリングキットのデザイン

カテゴリ：デザイン

論文要旨

日本は大学進学時における工学を選択する女性の割合が OECD 加盟国の中でワースト1位である。科学技術・学術分野におけるイノベーションの創出には、多様な視点や発想を取り入れることが不可欠であり、社会的にも施策が求められている。そこで本研究では、女の子の工学に対する意識、意欲を喚起することを目的とした、エンジニアリングキットのデザインを行なった。その後、ユーザビリティテストにより、工学の楽しさを感じたか、エンジニアやものづくりに対するモチベーションの変化はあったのかをインタビューと観察調査によって検証した。

キーワード：

STEM 教育, ジェンダー, ワークショップ, 玩具, 工学

慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科

浅田 七星

Abstract of Master's Thesis of Academic Year 2019

Design of Engineering Kit to Motivate Girls

Category: Design

Summary

The percentage of female students in Japan who go into the engineering field after graduating high school is the lowest among OECD countries. However, to create innovations in the fields of science and technology, it is essential to incorporate diverse perspectives and ideas as well as social policies.

In this study, I designed engineering kits to empower awareness and motivation for girls. After developing these toolkits, I conducted workshops with female students. Through interviews and observational surveys, I examined whether or not the students found engineering to be interesting and whether there was a change in student's motivation towards engineers and manufacturing fields.

Keywords:

STEM, Gender, Engineering, Workshop, Education

Keio University Graduate School of Media Design

Nanase Asada

目 次

第 1 章 序論	1
1.1. 研究の背景	1
1.1.1 工学とジェンダー	1
1.1.2 理系分野における女性の興味関心の必要性	3
1.1.3 海外の動向	4
1.1.4 日本の現状と主な取り組み	5
1.2. 研究の目的	7
1.3. 本稿の構成	7
第 2 章 関連研究	8
2.1. 玩具と STEM	8
2.2. ジェンダー	13
2.2.1 科学とジェンダー	13
2.2.2 玩具とジェンダーギャップ	14
2.2.3 女兒に向けた工学玩具とコンテンツ	14
2.3. 本章のまとめ	17
第 3 章 コンセプトデザイン	19
3.1. 研究体制	19
3.2. アイディエーション	20
3.3. コンセプト	21
3.4. プロトタイプ 1	21
3.5. ワークショップ 1	24
3.6. プロトタイプ 2	30

3.6.1	ロールプレイのデザイン	30
3.7.	ワークショップ2	33
3.8.	ファイナルプロダクト	36
3.8.1	女兒の工学への意識を喚起する3つの要素	36
3.8.2	プロダクトの構成	37
3.9.	本章のまとめ	39
第4章	Proof of Concept	43
4.1.	ユーザビリティテスト	43
4.1.1	考察	45
4.1.2	ユーザーインタビュー	47
4.1.3	本章のまとめ	49
第5章	結論	51
	謝辞	53
	参考文献	55

目 次

1.1	大学および大学院学生に占める女子学生の割合 ¹	1
1.2	高等学校卒業時に工学分野を選択する女性の割合 ²	2
1.3	研究者に占める女性の割合の国際比較 ³	2
1.4	小学生男女の理科に対する意識	3
1.5	日本の玩具売場	7
2.1	Topobo ⁴	10
2.2	littleBits ⁵	11
2.3	LEGO MINDSTORMS ⁶	11
2.4	koov ⁷	12
2.5	GoldieBlox ⁸	15
2.6	LEGO Friends ⁹	16
2.7	かわいいを取り入れた実験・工作における作品例	17
3.1	アイディエーションの様子	21
3.2	プロトタイプ1 3D model	22
3.3	プロトタイプ1 (ブロック)	23
3.4	プロトタイプ1 (組み立て後)	23
3.5	レーザーカッターを使用したパーツ	25
3.6	ワークショップ1 会場の様子	26
3.7	子どもたちの様子	27
3.8	ロールプレイに使用するイラスト1	31
3.9	ロールプレイに使用するイラスト2	32
3.10	プロトタイプ2	34

3.11	こどもの祭典未来のおもちゃ箱～STEAM FESTIVAL～会場の様子	34
3.12	プロダクトが動いたときの表情	35
3.13	ファイナルプロトタイプ	38
3.14	ロールプレイングブック1	40
3.15	ロールプレイングブック2	41
3.16	ロールプレイングブック3	42
4.1	ワークショップでの子ども達の様子	44
4.2	インタビュー結果	45
4.3	ワークショップ後に自宅で遊んでいる様子	49

表 目 次

3.1	ワークショップ1の実施概要	24
3.2	ワークショップ2の実施概要	33
4.1	ワークショップの実施概要	43

第 1 章 序 論

1.1. 研究の背景

1.1.1 工学とジェンダー

文部科学省による大学の関係学科別学部学生数によると、工学分野における女性の割合は約 15 % であり、他分野に比べて圧倒的に少ない (図 1.1)。筆者も理工学部出身だが、学部内や工学関連のコミュニティでの女性の少なさを実体験として感じてきた。

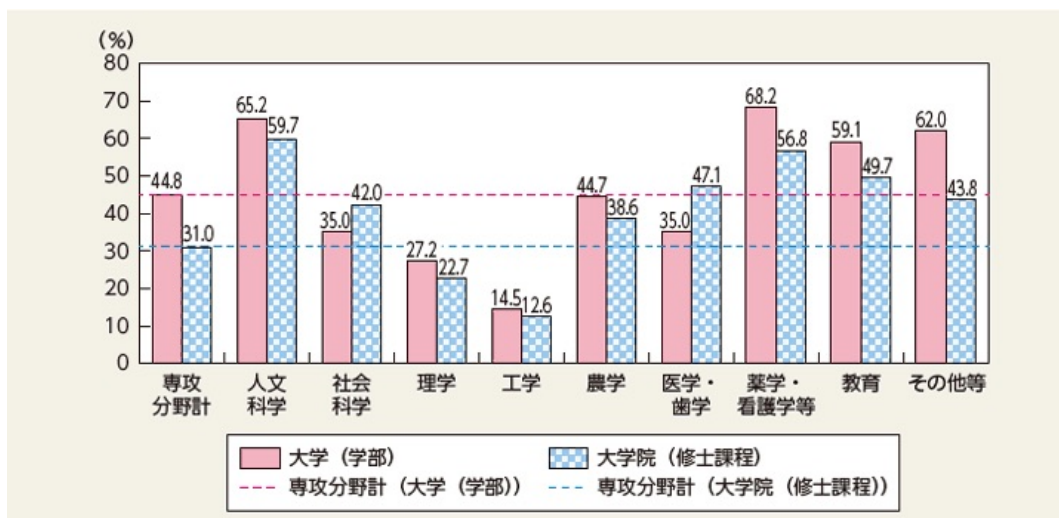


図 1.1 大学および大学院学生に占める女子学生の割合¹

1 文部科学省「学校基本調査 (平成 30 年度・速報)」

当時はそれを世界的に当たり前なことだと受け止めていたが、2015年において、高等学校卒業時に工学分野に進学する女性の割合は OECD 諸国のなかで日本はワースト一位である。(図 1.2) また、日本における研究者に占める女性の割合は、平成 29 年 3 月 31 日現在で 15.7%、工学分野においては 10.6% に留まっており、諸外国と比べて低くなっている。(図 1.3)

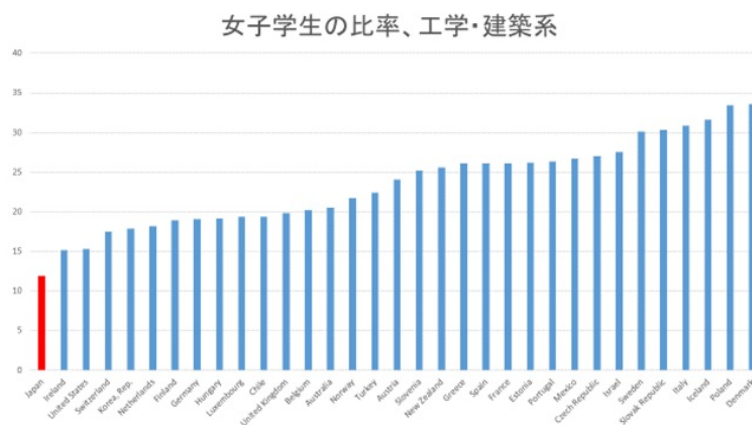


図 1.2 高等学校卒業時に工学分野を選択する女性の割合²

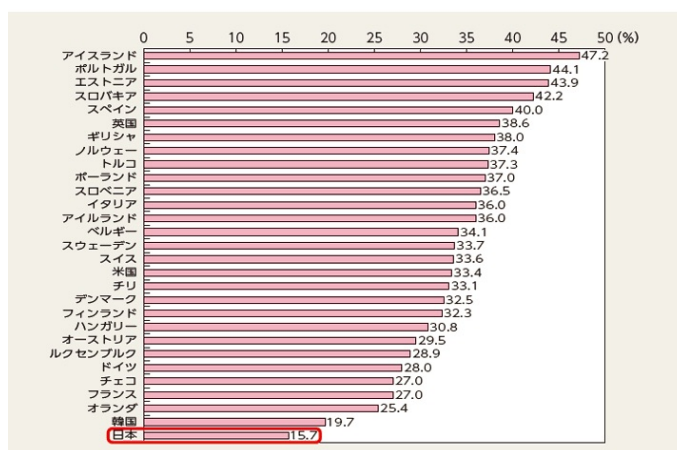


図 1.3 研究者に占める女性の割合の国際比較³

2 図表でみる教育 (Education at a Glance) OECD インディケータ 2017 年版

3 内閣府男女共同参画局 男女共同参画白書 平成 26 年版

現在、日本の小学校で学習する教科に「工学」はないが、日本の小学生の理科の学力は世界的に見ても男女ともに高い水準を維持している。OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA) によって調査された日本の小学生の科学リテラシーは、男女ともに調査を開始した 2000 年から常にトップクラスを維持しており、2018 年においては OECD 加盟国で 2 位であった。[1] しかし、意識・意欲の面においては小学生の時点で明確な男女差が見られる。平成 24 年度小学校学習指導要領実施状況調査によると、(1) 理科の学習が好きだ、(2) 理科の学習をすれば、ふだんの生活や社会に出て役立つ、(3) 理科の授業がどの程度わかりますか、という質問に対して、小学 6 年生の「そう思う」と答えた割合がそれぞれ男女で 10 ポイント以上の差がある。(図 1.4) [2] このように、小学 6 年生の時点で男子の方が女子より理科に対するポジティブな意識を示すことが分かっている。

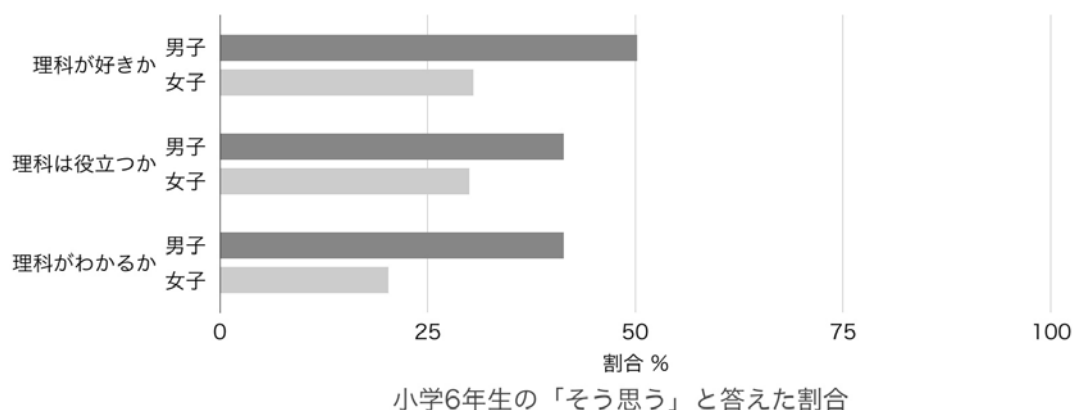


図 1.4 小学生男女の理科に対する意識

1.1.2 理系分野における女性の興味関心の必要性

科学技術・学術分野におけるイノベーションの創出には、多様な視点や発想を取り入れることが不可欠であり、社会的にも施策が求められている。

経済産業省による「理工系人材の需給状況」によると、機械工学系エンジニアは企業ニーズが高いのにも関わらず、圧倒的な人材不足に陥っていることが分かっている。理工系の多くの分野が人材確保に苦しんでいるが、その中でも機械工学

分野はとくに採用が少なく、予定人数のわずか 83 %程度しか採用できていない状況にある。[3] 人口の半分である女性を含めずに、これらの人材不足を解決することは不可能であり、理系人材の確保が遅れることは国際競争の観点から見ても大変不利な状況である。

また、理工系の仕事は、インフラストラクチャーや宇宙探査、輸送、クリーンエネルギー、人々が日々使用するプロダクトの開発・製造など世界的にも重要な課題を解決している。様々なバックグラウンドの人々が関与することで、これらのソリューションの構築により良い影響を与えるはずである。

1.1.3 海外の動向

AI技術が今ある仕事を代わりに行う時代が予測される中で、新しい仕事を創出できる人材を作るため、分野を超えた教育が必要である。そこで STEM という科学・技術・工学・芸術・数学の教育分野を総称する教育概念が生まれている（Artを入れたSTEAMとする場合もある）。STEMとは、Science（科学）、Technology（技術）、Engineering（工学）、Mathmatics（数学）のそれぞれの頭文字をとった単語である。アメリカではオバマ大統領の就任以来、STEM教育の重点化を優先課題として取り上げており、2015年度の連邦予算では29億ドル（3400億円）をSTEM教育に投じるとした。2013年に発表された「STEM EDUCATION 5-YEAR STRATEGIC PLAN」（STEM教育5カ年戦略計画）では、「少数派層（女性やSTEM系の就職率の少ない人種）にSTEM分野への機会を提供する。特に女性のSTEM分野の参画を促す。」といった目標も掲げられている。

玩具業界においては、2012年頃から女の子向けのSTEM玩具やコンテンツが登場し始めた。スタンフォード大学で工学を専攻していたデビー・スターリングは、空間把握能力を引き上げるような組み立て系玩具が男の子向けに売られていることに疑問を持ち、回転機構構築玩具とストーリーをセットにした「GoldieBlox」を開発した。2012年にクラウドファンディングにて資金を集めると、世間の関心を集め、わずか4日で目標金額に達した。また、4人の女の子がスパイチームを結成しSTEMの知識を使い敵に立ち向かうというあらすじのドラマ「Project Mc」がDreamWorks Animation's AwesomenessTVとMGA Entertainment for Netflix

によって製作された。2015年8月にリリースされ、物語に付随した科学キットや科学ドールも販売している。これらの玩具やコンテンツについては2章にて、詳しく記述する。

イギリスでは、玩業界具全体をジェンダーフリーへと変革させる動きが2011年頃から行われてきた。英国王室御用達の認定も受けた世界最古のおもちゃ屋ハムリーズでは、2011年に3階をピンクで「女の子向け」5階を青で「男の子向け」としてきた表示が全て白になり、男女の区別も取り払われた。その翌年の2012年、草の根運動「Let Toys Be Toys」（おもちゃはおもちゃのまま）が全英で始まった。『おもちゃにも子どもたちにも罪はない。問題は大人が勝手に男女の役割を決め、子どもに押しつけること。おもちゃに選ばれる権利、子どもに選ぶ権利を戻してあげよう』という運動である。2013年の調査では、最初の調査を行った前年度のクリスマスに比べ、男女の区別の表記を行う小売店の数が60%減少したと発表している。⁴

また、2014年1月、エリザベス・トラス教育大臣が、性別に特化した玩具は女の子を数学や科学から遠ざけると警告し、中性的なレゴを娘に買い与えるよう保護者に呼びかけた。また、2014年2月に行われた英国議会では、三人の女性議員が科学と工学における女性の少なさは、女兒玩具のピンク・プリンセス化によるものではないかと問題提起している。[4]

このように、アメリカの「女の子向け玩具に多様性を持たせる」と行った動きに対して、イギリスでは「玩具全てをジェンダーフリーとする」ような動きが盛んである。アメリカ、イギリスいずれにおいても理系の女性割合は上昇傾向にあり、例えば、MITでは2018年時点での女性の割合は46%となっている。

1.1.4 日本の現状と主な取り組み

日本においても、文部科学省はSTEM教育を筆頭に世界的に理数教育の充実や創造性の育成が重視されている。先進的な理数系教育を実践する高校を支援するスーパーサイエンスハイスクールや、科学的探究能力を有する傑出した国際的科

4 Wikipedia 『Let Toys Be Toys』 https://en.wikipedia.org/wiki/Let_Toys_Be_Toys

学技術人材の育成を行う大学を支援する「グローバルサイエンスキャンパス」、国際科学オリンピック支援や、科学の甲子園の開催等、STEM人材の育成に力を注いでいる。

ジェンダーの面に関しては、2016に閣議決定された第5期科学技術基本計画において、「女性が、研究者や技術者をはじめ科学技術イノベーションを担う多様な人材として一層活躍できるよう取組を加速する」ことが明示されている。また、そのような人材育成のために、「女子中高生やその保護者への科学技術系の進路に対する興味関心や理解を深める取組を推進する」とも述べられている。⁵ 実際に内閣府男女共同参画局では、理工系分野に興味がある女子中高生・大学生が、将来の自分をイメージして進路選択（チャレンジ）することを応援する「リコチャレ」という取り組みを行っている。民間でも、理系女子同士の交流や、社会人・企業と交流の場をつくるRIKEJO CAFE⁶や、イベントの開催・年に一度のフリーペーパーの発行・SNSでの発信を通して女子学生たちに理系女子の魅力や実態を伝えているリケチェン!⁷など様々な取り組みが行われているが、中高生向けが多く、すでに理系への関心を失っている大人数の女子を引きつけにくい。

現在日本の玩具売り場へ行くと、男子玩具と女子玩具に分類されており、男児玩具には組み立て系や電池などを使った玩具があるが、女兒玩具はファッションドールやおままごとなどの玩具が多く、工学に繋がるようなおもちゃが目立っていない。(図1.5) 玩具業界統一商品分類コードハンドブックでもサイエンスホビーは「男子玩具」に分類されおり、玩具メーカーでも基本的に男の子向け玩具の事業部、女の子向け玩具の事業部と、開発が分かれている。

「ブロック」や「教育玩具」、「理系玩具」など、中性的な玩具のコーナーが設けられている場合もあるが、このような現状を鑑みて、日本には女の子が工学を楽しく学んだり、機械や道具を使うことに対する自信を持つきっかけが少ないのではないか。

5 内閣府 第5期科学技術基本計画, 2016

6 <https://rikejocafe.jp/>

7 <http://rikechen.com/>



図 1.5 日本の玩具売場

1.2. 研究の目的

本研究では、女兒の工学に対する意識・意欲を喚起するエンジニアリングキットをデザインすることを目的とする。実際に年長から小学3年生の女兒に使用してもらうことで、子どもが工学の楽しさを感じたか、子どもやその保護者がエンジニアやものづくりに対するポジティブなモチベーションの変化はあったのかをインタビューと観察調査によって検証していく。

1.3. 本稿の構成

本章では、序論として研究の背景と目的を述べた。第2章では本研究における関連研究として、STEMに関心を持たせることを目的とした玩具や、日本や海外の玩具の現状、玩具や工学に関するジェンダーギャップについて述べる。第3章では、コンセプトの提案とプロダクトのデザイン・開発を行い、第4章では、プロダクトを用いたユーザビリティテストによる実証実験について展べる。第5章では、本論文での結論を述べる。

第 2 章

関 連 研 究

2.1. 玩具と STEM

玩具は、大切な時期に子ども達の情操を豊かにし、社会性を高め、あるいは運動能力を培うなど、他の何ものにも代え難い重要な役割を果たしている。[5]

木製のブロックやレゴブロックなどの組み立て玩具で遊ぶことは子どもの発達に有益であり、運動能力、空間認識能力、言語能力、多様な問題解決など、幅広い能力を育成する効果が見られることが近年の研究により分かっている。

特に、空間認識能力は、組み立て玩具での遊びに関連している可能性が高いことが近年分かっている。Casey らは、「何かを組み立てるアクティビティー」に従事するプログラムに参加した幼稚園児は、テストの空間認識能力部分のスコアが他の子どもたちより高かったと報告している。[6] また、Jirout らの研究によると、パズルや組み立てブロックで遊ぶのにより多くの自由時間を費やした子どもは、他の子どもより空間認識能力のテストでより高いスコアを獲得した。[7] また、組み立て玩具での遊びは、子どもの言語能力にも影響を与える。Mega Bloks が後援する研究において、Christakis らは 1.5～2.5 歳の子どもを 2 つのグループに分け、片方のグループには、ブロックの玩具を与え遊ぶように指示し、もう一方のグループにはブロック遊びに関して指示を行わなかった。6 か月後、親による子どもの言語能力の評価を含むフォローアップインタビューを実施したところ、ブロックで遊ぶように割り当てられたグループの子どもは語彙、文法、および言語理解でより高いスコアを獲得した。[8]

このように組み立て玩具は、子ども空間認識力やその他の能力を鍛え、STEM 分野で能力を発揮することに繋がると示す研究が多くある。

一般的に、男子の方が女子より空間認識力が高いとされるが、Levine らの研究では [9]、その差は、社会的・経済的に上流・中流家庭でより顕著であり、低所得家庭では、性による能力差が見られなかった。Levine らは、経済的に裕福であるほど、より高価な組み立て玩具に接する機会が多いため（組み立て玩具が空間認識能力を高めるため）ではないかと推測している。

高学歴の卒業生を対象とした LaMore らのアメリカにおける調査では、STEM 分野の学位を保持している成人は、平均的なアメリカ人よりもはるかに、木工、機械工、および電子機器などの工芸や趣味の経験が豊富であった。[10] Yvonne らの研究では、51 人の未就学児の遊びの好み、ブロック構造を組み立てるスキル、および空間能力を観察したところ、組み立て玩具に関心を示し、より洗練された構造を構築した子どもたちは、空間インテリジェンスのテストでより良いスコアを獲得したことを報告しており [11]、子ども時代の遊びと、その後の興味関心や能力には相関が見られるという研究も存在する。

近年、世界的にも、日本国内外でも、STEM 分野の能力向上や意識を喚起することを目的として作られた玩具が多く開発・発売されている。本研究ではこれらの玩具を STEM 玩具と呼ぶ。

ここではその中でも工学に関連するプロダクトについて説明する。

Topobo

Topobo (図 2.1) は MIT メディアラボのタンジブルメディアグループで開発され、「動くモジュール」と「動かないモジュール」とを組み合わせることで、複雑な運動を行うロボットをつくり出すことができる。各パーツに内蔵されたマイコンに関節の動きを記録することで歩行するキャラクタなどを自由につくることができ、プログラミングの他に歩行のためのバランスや重心など、物理原則の理解を促す。

1 <https://tangible.media.mit.edu/project/topobo/>

図 2.1 Topobo¹

littleBits

littleBits (図 2.2) は、センサーやアクチュエータ、LED が内蔵されたマグネット式のブロック同士を接続することで直感的に回路を設計することができる STEM 教育ツールである。年齢に関係なく誰もが使えるように開発され、小学校から大学、それ以降を含め、あらゆるレベルの教育に使われている。

LEGO MINDSTORMS

LEGO MINDSTORMS (図 2.3) は、モーター、センサー等とレゴブロックを組み合わせ、プログラムを組むことで、簡単にブロックによる自作ロボットを製作できるレゴ社の商品セットである。既存のレゴブロックがそのまま使えるので部品の補充や追加も容易である。基本的なロボットの組み立てやプログラムの基礎、モーターやセンサーの使い方などを学習することが可能で、対象は子どもだけでなく大学の講義や社会人向けの研修にも利用されている。

2 <https://www.littlebits-jp.com/home201809>

3 <https://education.lego.com/ja-jp/product/mindstorms-ev3>



図 2.2 littleBits²



図 2.3 LEGO MINDSTORMS³

koov

koov (図 2.4) はブロックで自由な「かたち」をつくり、「プログラミング」によってさまざまな「動き」を与えて遊ぶロボット・プログラミング学習キットである。ロボット制作の体験を通じて、子どもたちの探究心や創造力、未来を切り拓く思考力を育むことをポリシーとして開発された。本体やセンサーケーブルなど親しみにくい電子パーツもシンプルでスタイリッシュなデザインであるため、ブロックとの相性がよく、思い描いたものを形にすることができる。ソニー社は koov の他にも MESH、Toio など様々な STEM 玩具を開発している。

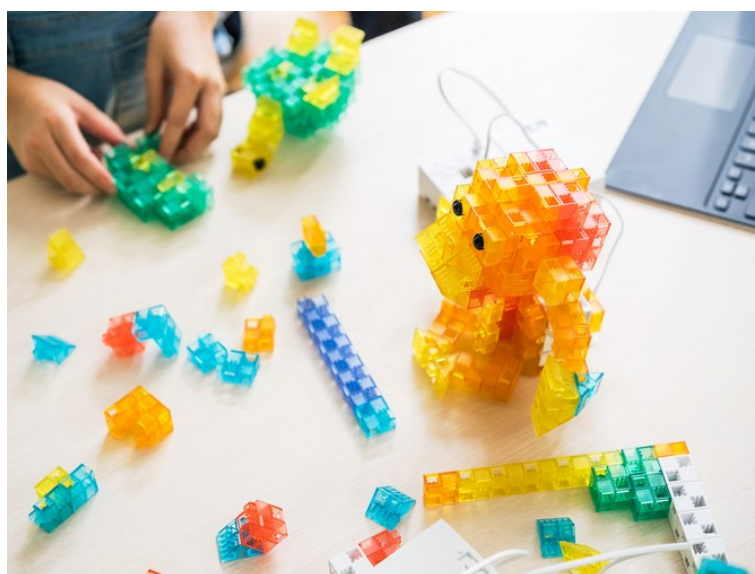


図 2.4 koov⁴

様々な玩具や教育キットが存在するが、これらは総じてスターターキットで2万円～5万円と高価であり、子どもの保護者や本人のSTEM分野教育への強い意識や意欲を必要とする。

4 <https://www.koov.io>

2.2. ジェンダー

2.2.1 科学とジェンダー

理系教育における性差は、生物的というよりジェンダー (社会的な性差) の違いによるものと考えられている。松村ら [12] は『女性が理系力をもっと発揮しうるのに、これまではその条件が満たされてこなかったために、現状を招いている』と述べている。更に『これまで理系能力を男性と同様に発揮してこなかったのは、女性の生得的な特性によるものではなく、社会的・文化的に作られたジェンダーとしての女性・男性の問題である』と述べられている。女性の科学技術への関心の低さや工学分野への進学率の低さの理由としては、ロールモデルとなる理系女性が少ないことや、女性は科学や数学が苦手だというネガティブなステレオタイプにより女性自身が無意識に科学や数学を避けようとするなどが挙げられる。[13] 数学分野におけるネガティブなステレオタイプ効果 (stereotype threat) については Steven ら [14] によって詳しく調べられている。彼らは同じ数学の能力を持つ学生を二つのグループに分け、一方には女性よりも男性の方がこのテストは良くできると伝え、一方には性差はないと伝えてテストを行った。男性の方が良くできると伝えたグループでは女性の点数は男性よりも 20 点も低くなり、性差はないと伝えたグループではその差はたった 2 点であった。理系分野におけるネガティブなステレオタイプは、女性の進路選択だけでなく、その成績にまで影響を及ぼしている。

さらに、Lily ら [15] は女子の工学分野への進学を阻む要因として以下の 3 つをあげている。

1. 男らしい文化があること (ステレオタイプ)
2. 早期教育経験が不十分であること
3. 自己効力感の格差が大きいこと

このように理系分野における男女差には、ロールモデルの不足や、ステレオタイプ、自己効力感のジェンダー差など多くのジェンダー問題が関係していることが分かる。

2.2.2 玩具とジェンダーギャップ

一章でも述べたように、男女別に商品開発・販売が行われたり、大人たちの玩具感に性別による分類が見られることが、男女の遊び経験の相違に影響している。[16]

一方で、子どもは生まれつき一定の遊びの好みを持っている可能性も示唆されている。男児と女児の玩具の好みの傾向差は、社会的な作られたジェンダー差であるのか、生まれ流れの好みであるのか、という疑問に対して、アトランタ大学の Kim ら [17] は次のような実験を行なっている。34 匹のアカゲザルに男の子向け、女の子向けのおもちゃを与えて、嗜好の違いを調査した。オス 11 頭はトラックのような車輪のついたおもちゃの元へ直行し、人形には見向きもしなかった一方で、メス 23 頭は、両方のおもちゃにオス以上の興味を示し、両方で遊んだ。アカゲサルが人間と同様のおもちゃの好みを示すことから、社会の影響や同性間の圧力強調だけではなく、生まれながらにして、遊びに男女差がある可能性も示唆されている。

2.2.3 女兒に向けた工学玩具とコンテンツ

諸外国では 2012 年頃から女兒に向けた STEM 玩具の販売が行われている。

GoldieBlox

GoldieBlox (図 2.5) は、女性エンジニアの Debbie Sterling により開発された女兒玩具のシリーズである。Debbie は大学在学時、立体的な製図の授業で空間認識能力が男性に劣ることを感じ、空間認識能力への自信を高めるストーリーと回転機構構築キットを開発した。ストーリーに沿って、ペグボードの上にブロックやリボンを配置し機械を動かす GoldieBlox Spining Machine は、2012 年にクラウドファンディングにて資金を募り、わずか 4 日で目標額に到達した。

5 <https://www.goldieblox.com>



図 2.5 GoldieBlox⁵

LEGO FRIENDS

レゴは2012年、美容院やペットショップなどを組み立てる女の子向けの「レゴ・フレンズ」(図2.6)シリーズを発売した。女の子の行動パターンを何年もかけて人類学的に調査した結果を商品開発に投影し、ピンクや紫など淡い色とともに曲線的なブロックを多用した。

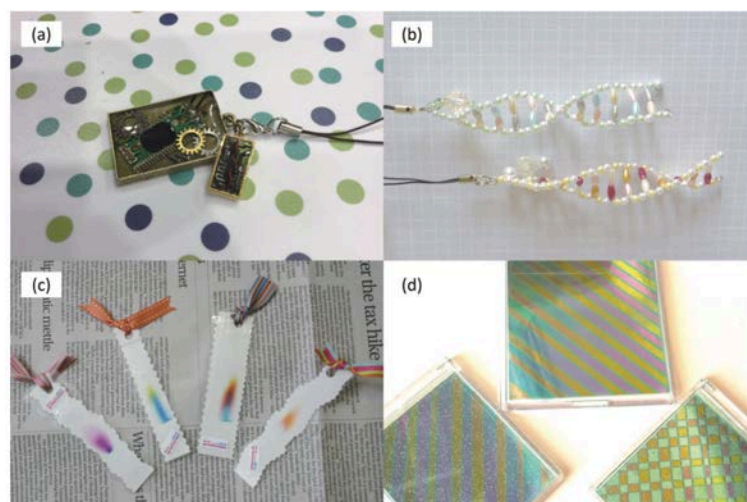


図 2.6 LEGO Friends⁶

しかし、発売早々、米国の活動団体「スパーク・ムーブメント」などが「女性についての固定観念を定着させるものだ」などと厳しく批判した。同団体はインターネット上で5万人以上の署名を集め、会社幹部とも面会して是正を求めた。「ラベンダー、ピンク、水色という色味で女兒向けに特化した玩具を作ってしまうと、女兒は他の色味の玩具を男の子向けだと思ってしまう。」という批判が多かった。それに対し、レゴ社のブランドディレクターであるマイケル・マクナリーは「レゴフレンズは女の子の通る道に置くべきだ。」と述べている。[4]

6 <https://www.lego.com/ja-jp/themes/friends>

日本では、LEGO FRIENDS の販売や Project Mc2 のインターネット配信はあるものの、女兒をターゲットにした工学玩具は発売されていない。女兒に向けた取り組みでは、長岡技術科学大学の「Kawaii 理科プロジェクト」で、科学をモチーフとした女性向けグッズ(アクセサリやストラップなど)の開発や科学実験・工作を実施している。吉武ら [18] は“小さい”“丸い”“カラフル”“透明”などのかわいいと感じる形態を取り入れた科学実験・工作を考案し、その効果を調べている。中学2年生を対象とした科学実験教室では女子中学生により効果的で、実験を好きだと答える割合はかわいいと答える割合と相関が見られた。かわいいと感じる実験・工作は実験を体験していない人にも話したいと答える割合が高く、「かわいい」の共感性や社会的交流を求める感情はかわいいと感じる要素を取り入れた科学においても現れることが分かっている。



(吉武裕美子論文 [18])

図 2.7 かわいいを取り入れた実験・工作における作品例

2.3. 本章のまとめ

本章では、本研究に関連すると考えられるいくつかの研究と先行事例について述べた。

まず最初に、STEM分野への意識の喚起や能力向上を目的として作られたプロダクトについて取り上げた。国内外で様々なプロダクトが中性玩具として開発・販売されているが、「男児玩具」「女児玩具」「教育玩具」といった分類のある日本の玩具業界では、垣根を超えてそれらの高価なSTEM玩具にたどり着くことは難しく、STEM分野へのモチベーションや意識の低い女児を引きつけにくい。

ジェンダーギャップでは、女性は科学や数学が苦手だというネガティブなステレオタイプが、女子が科学や数学を避ける原因となったり、進学に影響を与えることが分かった。また、女子の工学分野への進学を阻む要因に、ステレオタイプ、ロールモデルの不足、早期経験の不足、自己肯定感などのジェンダー問題が関連しているのが明らかになった。このことから、遊ぶことを通して、早期教育経験を増加させ、工学に対する女児やその親のネガティブなステレオタイプを払拭し、女児の自己肯定感を向上させるようなプロダクトが必要だと考えられる。

女児に向けた工学玩具とコンテンツでは、「女児向け」を名乗る玩具やコンテンツを取り上げ、世間からの批判もあるが、「かわいい」を取り入れた実験・工作が女子に効果的であることや、それらの色を好む女児が多くいることから、女児が好む色やテーマを使用した玩具を作ることにも一定の意義があると感じた。

そこで、本研究の位置付けとしてプロダクト使用後にSTEM玩具の購入や、他のSTEM分野のイベントやワークショップへの参加のきっかけとなるような、プロダクトの開発を目指す。

次章では、アイディエーションを行い、プロダクトの目指すものを確認し、そこでまとめたデザイン要素と本章で論じたアプローチに基づいてコンセプトを設計する。

第 3 章

コンセプトデザイン

3.1. 研究体制

研究にあたり、東京大学大学院情報学環学際情報学府修士課程の五十嵐美樹と、学校時間外 STEM プログラムやオリジナルのエンジニアリングキットを開発・提供する「STEMee」というプロジェクトを立ち上げ、研究活動を行なった。五十嵐美樹は、上智大学理工学部機能創造理工学科にて工学を学び、「ミス理系コンテスト 2013」でグランプリを受賞した。現在は子どもたちに向けた科学実験教室やサイエンスショーを全国各地で主催している。また、大手電機メーカーでのエンジニア就業経験を活かし、理系女子キャリアイベントの講師としても活動している。

「STEMee」プロジェクトは、女子やその親が科学系や組み立て系の玩具を男児向けだと思い込み、様々な能力を育む機会から疎外されてしまうことを避けることを目的として活動しており、工学をテーマにしたワークショッププログラム・玩具の開発や科学実験・工作を行う未就学児、小学生、中学生を対象としたワークショップを、商業施設やインターナショナルスクールなどで実施している。それらのビジョンや活動が認められ、内閣府男女共同参画局「リコチャレ」の応援団体に認定、パナソニック、ロフトワーク、カフェ・カンパニーの3社が手を組み2017年に渋谷に誕生した100BANCHで、これからの100年をつくるU35の若者リーダーのプロジェクトを推進するアクセラレーションプログラム「GARAGE Program」に採択、また、渋谷スクランブルスクエアに「未知の価値に挑戦するプロジェクト」を推進するプログラム「QWS チャレンジ」に採択されている。

3.2. アイディエーション

2019年1月、五十嵐と浅田でベースとなるアイデアを作るためのミーティングを行った。図(3.1)に、ミーティングの様子を示した。ミーティングでは、玩具に求めることや、テーマ、子どもの時に遊んだ玩具、好きだったアニメ、アメリカの女子向け科学プログラムで行われているプログラムについてなど様々なアイデアが出された。「自分たちが子どもの時に欲しかった玩具」をテーマに、議論を進めていくうちに、

- 見た目が可愛い
- 動くもの・光るもの
- 作ったときの達成感が得られる
- 作る目的がある
- 工学を身近に感じられる
- 電子工作を難しそうだと感じない

といった特徴が出てきた。「見た目が可愛い」「作ったときの達成感が得られる」「作ったときの達成感が得られる」について、これらは私たちがものづくりやエンジニアリングを楽しいと思う時の要素であり、今回プロダクトを作る上で重要な要素として挙げられる。また、「見た目が可愛い」に関しては、女子がアクセスしやすいという目的においても効果を発揮すると思われる。

また、数々の子ども向けの理科ワークショップを行ってきた五十嵐の「電池とモーターで走る車を作るプログラムが男女問わず一番人気であった。」という意見から、1st プロトタイプは「ストーリーに沿ってブロックで作る可愛い乗りもの」というアイデアを最終的にまとめた。キットの対象年齢は、小学6年生の時点で理科への意識・意欲に男女差がついていることを踏まえ、年長～小学3年生とした。

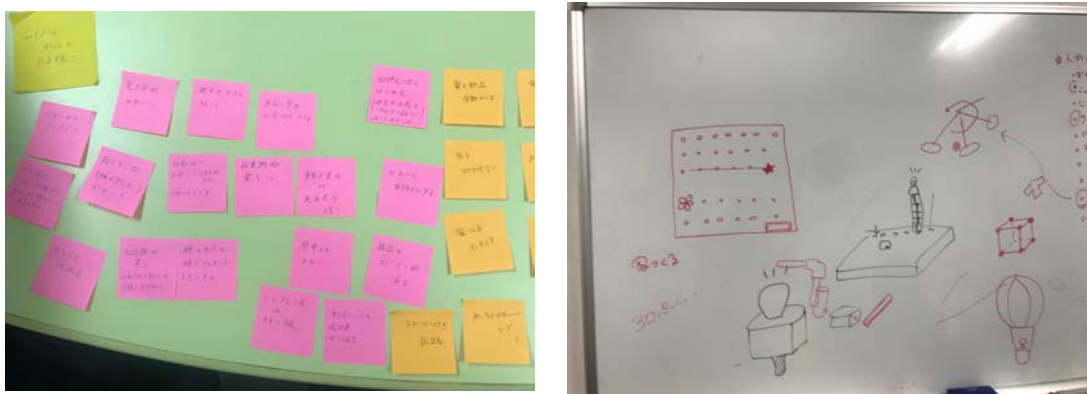


図 3.1 アイディエーションの様子

3.3. コンセプト

本研究では、女兒がアクセスしやすいプロダクトによって、女兒が工学の楽しさを感じたり、工学に対する自己効力感を上げることを目指す。従来の女兒玩具のような女兒が「かわいい」と感じる見た目やテーマを取り入れ、プロダクト使用後に STEM 玩具の購入や、他の STEM 分野のイベントやワークショップへの参加のきっかけとなるような、「ストーリーに沿ってブロックで作る可愛い乗りもの」をデザイン・開発する。このプロダクトで遊ぶことによって、子どもは工学の楽しさを感じたり自信を持つことができる。

3.4. プロトタイプ1

ミーティングでのアイディエーションをもとに 1st プロトタイプを製作した。デザイン作業は全て Autodesk Fusion360 上で行った。

設計された 3D データは 3D Printer を使用し、プラスチックで造形した。タイヤやジョイントに当たる部分など、8 種類 28 個の異なるブロックを組み合わせることで、実際に動く乗り物ができる仕組みとなっている。モーターやカバーを付けてブロックの一部として組み込むことで、電子部品に触れたことがない子どもでも、抵抗なく使用できるようにした。特に、女兒玩具は男児玩具より電池を使っ

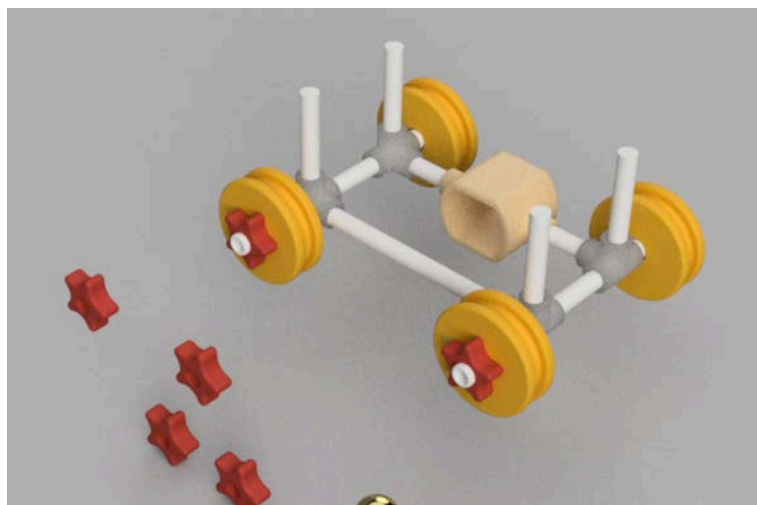


図 3.2 プロトタイプ1 3D model

た玩具が少ないという特徴から、動力源は電池とし、モーターの軸とタイヤに輪ゴムをかけることでタイヤが回る仕組みとなっている。

造形したパーツと、プラスチック棒のパーツのカラーリングにはラッカー材を使用した。色の選定は手に入るラッカー材のカラーリングの中から行なった。選定には、従来の女兒玩具や、海外の女兒に向けた理系玩具に多く取り入れられている色や清澤 [19] による、かわいい色の調査結果に基づいた色を参考にした。



図 3.3 プロトタイプ1 (ブロック)



図 3.4 プロトタイプ1 (組み立て後)

3.5. ワークショップ 1

2019年2月17日に FabCafe Tokyo にて、プロトタイプ1を使用したワークショップを行った。FabCafe Tokyo は人が集い、人が出会い、人が繋がるカフェという空間に、レーザーカッターや3Dプリンター等のデジタルデータを利用したものづくりマシンを設置し、クリエイティブなコ・ワーキングスペースとしても利用可能とすることで、集まるクリエイターコミュニティとの共創を通じて、企業や社会の課題に取り組んでいる。

ワークショップでは、FabCafe Tokyo スタッフとのミーティングにおいて、店内に設置してあるレーザーカッターを使用して欲しい、という意見があったため、上部にレーザーカッターでカットしたアクリル板を取り付けられるようにプロトタイプを製作した。

表 3.1 ワークショップ 1 の実施概要

日時	2019年2月17日(日) 11:00 - 13:00
会場	FabCafe Tokyo
価格	3000円(ワンドリンク込)
講師	五十嵐美樹・浅田七星
参加者	女子小学生7名とその保護者
使用物	プロトタイプ1

ワークショップには7人の女子小学13年が参加した。2時間のワークショップの流れを以下に示す。最後にアンケートを取り、ワークショップの感想を調査した。

1. 乗りものをつくるためのストーリーをお話する。
2. デジタル機器に触れてみよう：3Dプリンタやレーザーカッターを見ながら説明を行い、これから組み立てるブロックがこれらの機械で設計して作られた部品であることを説明する。
3. つくる1：レーザーカッターで各自好きな形をした土台部品を切り抜く。

4. つくる2: レーザーカッターで切り抜いたもの、ブロックと電子部品で乗りものを組み立てる。
5. まとめ: 実際に作った乗りものを動かし、スパイを追いかけてよう!



図 3.5 レーザーカッターを使用したパーツ



図 3.6 ワークショップ1 会場の様子



図 3.7 子どもたちの様子

ワークショップ参加後のアンケートより、以下の意見が挙げられた。

【全体の感想】

- たのしかった。
- たのしかった、とのことでどうもありがとうございました。
- 講師の先生方が女性で女の子向けというのが良かったです。
- モーターなどの分野は男の子が多いので女の子で興味ある子の居場所にもなってよいのではと思いました。
- なぜまっすぐ走らないのか、回転してしまうのか、アドバイスいただけてよかったです。
- こういうワークショップや活動は素晴らしいと思います。ぜひどんどんやってください。
- 自分で工夫をしたら、その分成功するという体験が大事だと思います。頑張ってください。
- すごく楽しかった。
- モーターの仕組みを詳しく知りたかった。
- 娘がものづくりをとおして主役になる機会があってよかった

【キットについて】

- 精度が高いと良かった（ゴムが取れてしまうなど。）
- 何か工夫できると良いですね。こうしたらこうなるなど工作 + α だとより楽しめるかと。
- レーザーカッターを自分で動かしたかった。
- アクリル板の穴の位置を調整してほしい。

【エンジニアについて】

- 電池の色が選べるなど、デザイン×エンジニアリングを融合させるのいいですね！
- 作るのが楽しそうだなあと考えた。

【エンジニアリング教材で希望するテーマ】

- 科捜研の女のようなもの
- 手につけるやつ
- 光ったり飾り付けが動くと良さそう
- レーザープリンターで好きな絵を出せると良さそう
- あっそうね！こうすればいいんだ！という成功体験があるテーマがいいですね。工作系なら、大物も楽しいですね。
- 本のページをひらく機械

ワークショップでは、参加者全員がブロックを組み立て、動く乗り物を作り上げることができた。子どもたちは皆真剣に取り組み、最後にプロダクトを動かすシーンでは笑顔で楽しそうに走らせていた。(図 3.7)

プロダクトは、ブロックの組み立て方や位置によって、まっすぐ走ったり、走らなかったり、途中で止まってしまったりするような仕組みとなっており、子どもたちはうまく走らなかったときにどこに原因があるかを考えたり聞いたりすることで、調整を行っていた。

作ったものがうまく動かずに、試行錯誤や改良を加えて最終的にプロダクトがうまく動いた時の「できた！」という感情は、日頃私達がものづくりを行っている上で一番ものづくりの楽しさを感じる瞬間であり、その瞬間を味わう子どもたちの顔には笑顔が見られた。また、保護者からも「試行錯誤を重ねるの本物のものづくり体験を経験させられたのが良かった。」という意見があり、今後プロトタ

イプの改良を行っていく上で、そのような物を作り上げたときの感動をより深く実感できるようなプロダクトを目指すこととした。

今回、自宅にプロダクトを持ち帰った後も繰り返し遊べるよう、組み立て方を載せたのマニュアルを配布したため、中には説明を聞かなくても短時間で組み立ててしまう子もおり、難易度の調整や追加の要素があると子どもたちもより一層楽しむことができると感じた。

また、ワークショップ途中で「敵はだれ?どこ?」と探し続けていたり、冒頭で説明した敵を追いかけるストーリーについてコメント、行動する子どもが複数人いたことから、ストーリーについて、子どもの興味を引いたり、ものづくりへのモチベーションへとつながる効果が期待できると考えられる。

一方で、「色・形が選べるなどデザイン要素が嬉しそうだった。」「もっと自分で自由度高く作りたかった。」「一個一個教えられるのがあまり好きではなかった。」などという意見もあり、教えられた通りに同じものを作るのではなく、自分で選ぶことのできる項目があったり、オリジナルの要素を加えられることが、子どもたちの満足度や自信につながることも分かった。

3.6. プロトタイプ2

3.6.1 ロールプレイのデザイン

ワークショップ1で効果を期待できたストーリーについて、より女兒の興味を惹きつけるものとするために、絵本のようにストーリーに合わせた絵を作成した。また、より主体的にストーリーに入り込めるようストーリーを「ロールプレイ」として楽しめるようデザインを行なった。「ロールプレイ」はモレノ¹の創始した心理劇で使用された用語であり、自己の感じ方に基づく即興的心理劇での役割演技を指すが、現在では、ソーシャルスキルトレーニングを始め、様々な場面で応用されている。[20] おままごとやごっこ遊びなど子どもの遊びにもロールプレイは行われており、子どもたちがよりプロダクトに親しみやすくなると考えられる。

1 Jacob Levy Moreno, 1889~1974

加えて、近年、ロールプレイを行うことは女子が工学分野に進まない原因の一つである自己効力感への効果も期待され初めている。[20]

したがって、本プロダクトでは、エンジニアになりきるロールプレイを行うストーリーを製作する。

子どもやその保護者の工学に対する興味を持つきっかけとなること、モチベーションを上げること、子ども自身自の己効力感を向上させることを重視し、下記の要素を取り入れたストーリーと2枚の絵を作成した。(図3.8、図3.9)

- ストーリーの中で自らが主体となって材料から完成までを作り上げること
- グループのなかで役割を担って行うこと
- プロダクトを通して得る体験が「エンジニアリング（工学）」に関連するということを理解すること
- 「エンジニアリング（工学）」が誰かのため、世界のためになることを実感すること

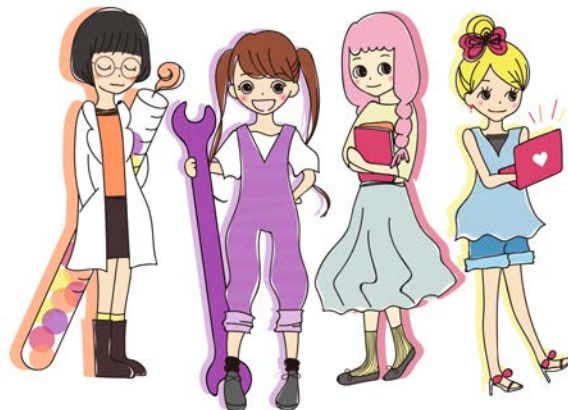


図 3.8 ロールプレイに使用するイラスト1

ロールプレイのストーリーは、1992年頃から幼児・幼稚園児・小学生に向けたアニメとして親しまれている「美少女戦士セーラームーン」、「おジャ魔女どれみ」、「プリキュアシリーズ」などバトルヒロイン系のアニメから、「グループで戦った



図 3.9 ロールプレイに使用するイラスト2

り、問題解決を行う」「一人一人に得意分野がある」「魔法（科学）を使う」の要素を取り入れ、作成した。ここでは、武器（超科学の所産）や魔法を使って、人々を害する存在に立ち向かい戦うヒロインおよび、その種類のキャラクターを主人公ないしはメインキャラとして据えた物語のジャンルを「バトルヒロイン系」とする。

【あらすじ】

『みなさんは今日、このSTEMeeという理系女性のチームの一員になりました。実は今、謎のスパイが大事な秘密の情報を盗もうとしていて、それを追いかけるためにこのチームは結成されました。あなたは、そのなかでもエンジニア（ものをつくる）担当を任されました。スパイを追いかけるために、みんながのりものをつくらないと、このチームはスパイを追いかけることができません。チームのみんなのためにも今日はあなたがのりものをつくってスパイを追いかけてみましょう!』

3.7. ワークショップ 2

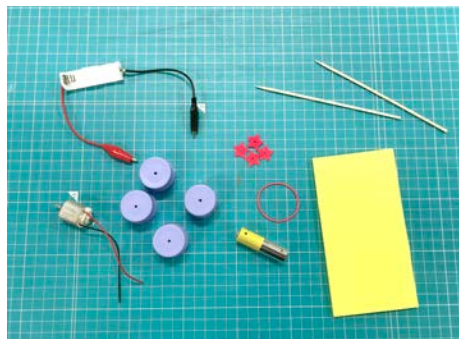
2019年5月2日に伊勢丹 新宿店のイベント「こどもの祭典未来のおもちゃ箱～STEAM FESTIVAL～」にて、プロトタイプ2を使用したワークショップを行った。2019年4月30日～2019年5月6日に伊勢丹新宿店本館6階で開催された同催事は、STEAM教育に注目し、サイエンスやアート、プログラミングなど、遊びながら楽しく学べるワークショップやトークショーを開催するイベントである。今回のワークショップはそういったイベントブースの一角で行なった。

表 3.2 ワークショップ 2 の実施概要

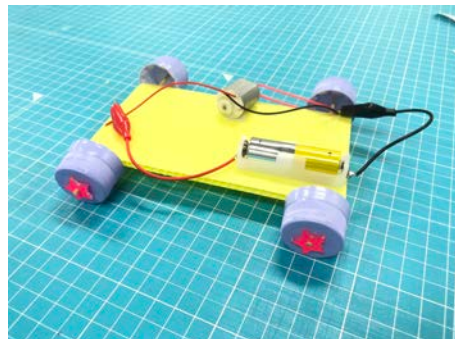
日時	2019年5月2日（木・国民の休日） 11:00 - 12:00, 13:00 - 14:00, 15:00 - 16:00
会場	伊勢丹 新宿店
価格	300円
講師	五十嵐美樹・浅田七星
参加者	3歳～小学6年生の女子20名男子18名とその保護者
使用物	プロトタイプ2

ワークショップは、1日に1時間のプログラムを3回実施した。定員は各回15名（計45名）で、人数分のプロトタイプを3Dプリンターで製作するのは困難であったため、プラスチックダンボールやペットボトルのキャップを使用した簡易版のプロトタイプを製作した。（図3.10）簡易版プロトタイプは、ブロックの代わりにプラスチックダンボール、ペットボトルのキャップ、竹串、モーター、電池ケース、電池、輪ゴム、レーザーカッターでカットしたアクリルパーツを組み合わせて動く乗りものを組み立てるキットになっており、プロトタイプ1と仕組みや色合いを大幅に変更しないよう製作した。

ワークショップではまず、乗りものをつくるためのストーリーをイラストを見せながら伝え、ブロックと電子部品で乗りものを組み立て、最後に、実際に作った乗りものを動かし自由に遊んでもらった。その後アンケートを取り、ワークショップの感想を調査した。



[1] 組み立て前



[2] 組み立て後

図 3.10 プロトタイプ 2



図 3.11 こどもの祭典未来のおもちゃ箱～STEAM FESTIVAL～会場の様子



図 3.12 プロダクトが動いたときの表情

ワークショップ参加後のアンケートより、以下の感想が挙げられた。

【全体の感想】

男子とその保護者

- とてもいいものがつくれたと思います。またつくりにかたいと思いました。
- とても楽しんでいるようでした。ありがとうございました!!
- かわいいおねえさん2人のわかりやすい解説でたのしく機械の仕組みを学べたと思います。子供はもちろん、親の私もすごく楽しめました！ありがとうございました。
- いろいろなことがたのしくまなべました。やさしくおしえてくれてありがとうございました。
- 楽しかったです。(5名)

女子とその保護者

- 家ではあまり体験できない機会をありがとうございました。

- スイッチがあると良かった。止まらずトラブル（作成時テーブルの上で）
- 3歳でも楽しめました！説明分かりやすかったです！
- 車を作る時も技術だけじゃなくて科学も使われていることが分かって楽しかったです。車がビュンビュン走って面白かったです。また作りたいと思いました。
- スパイに手伝ってもらいました。ありがとうございました。
- いつもやりたいです。
- 小さな子でも動く楽しさを実感していました。ありがとうございました。
- わごむをつけるのが難しかった。
- 楽しかったです。（5名）

ワークショップ1と同様に、作ったものがうまく動くことに対する楽しさや驚き、達成感を感じている様子が子どもたちに見られた。参加者は3歳～小学6年生と幅広い年齢層であり、未就学児については保護者が手伝いながら組み立てるなど難易度に差はあったが、どの年齢層においてもうまく動くことに対するポジティブな気持ちを感じられた。ワークショップが終わってからも敵を追いかける子どもがいたことや、アンケートの「スパイに手伝ってもらいました」という記述から、最後までロールプレイの中でのものづくりを行う様子が確認できた。男女ともにテーマに興味を持っていたが、ただ動くだけで終わらず持っていた人形を乗せたり、「帰ったらお母さんに消しゴムを運んであげるの」など使用方法まで考える子どもが女兒に多く見られた。

3.8. ファイナルプロダクト

3.8.1 女兒の工学への意識を喚起する3つの要素

関連研究の調査、ワークショップ1、ワークショップ2の調査結果から、女兒のエンジニアリングやものづくりに対するモチベーションの変化をもたらす要素を

以下の3つに設定した。

女兒がアクセスしやすい見た目やテーマであること

STEM教育に強い意識や意欲を持った保護者や子どもでなくても、「やってみたい」「欲しい」と思えるような見た目や、女兒が生活の中で遊んでいるテーマと近い要素があり、多くの女兒のアクセスを可能である。

試行錯誤を行い、完成した時の感動があること

実施したワークショップ1、ワークショップ2において、思い通りにプロダクトが動かなかったときに原因を考え、修正し、「できた！」という体験を経験することが、工学を楽しいと実感することの大きな要因であることが分かった。

ものづくりや工学に自信を持ち、さらに学びたいという気持ちになること

自己効力感に効果があるとされているロールプレイを取り入れ、工学に対するネガティブな感情を克服させる。

3.8.2 プロダクトの構成

プロトタイプ1、プロトタイプ2の検証結果をもとに、ファイナルプロダクトを製作した。ファイナルプロダクトは、ロールプレイブックとブロックをセットにしたものである。

ブロック部分

ブロックは、3Dプリンターで出力したパーツ、プラスチック棒、電池ケース、モーターを含んでおり、8種類20個のブロックを組み立てると動く乗りものが出来上がる仕組みとなっている。さらに、好きなブロックを使用することで、見た目のアレンジを加えることや、オリジナルの乗りものを作ることができる。



図 3.13 ファイナルプロトタイプ

ロールプレイブック

プロトタイプ2で作成した、ロールプレイのストーリーとイラストに改良を加え、ロールプレイブックを製作した。ロールプレイブックは、プロダクトを作るためのロールプレイのストーリー、材料の確認、ブロックの組み立て方を含んでおり、読み進めていくと、自分がエンジニアの役割を担うというロールプレイを行いながら最後までプロダクトを組み立てることができる。

3.9. 本章のまとめ



本章では、第2章で述べたプロダクトの位置付けをもとに、アイディエーションを行い、エンジニアリングキットのコンセプトを提案した。提案したコンセプトに基づいて、電子工作を組み込んだ動く乗りものを組み立てるエンジニアリングキットのプロトタイピングを行い、プロトタイプ1、プロトタイプ2についてそれぞれワークショップを開催した。その考察を受けて、女兒の工学への意識を喚起する3つの要素を設定し、それを満たすファイナルプロダクトを製作した。ファイナルプロダクトでは工学に対するポジティブな意識変化を促すロールプレイとブロックを組み合わせたキットを製作した。



次章ではファイナルプロダクトを活用することで、子どもが工学の楽しさを感じたか、子どもやその保護者がエンジニアやものづくりに対するポジティブなモチベーションの変化はあったのかを、女兒の工学への意識を喚起する3つの要素に基づいて、ユーザビリティテストを通して評価する。

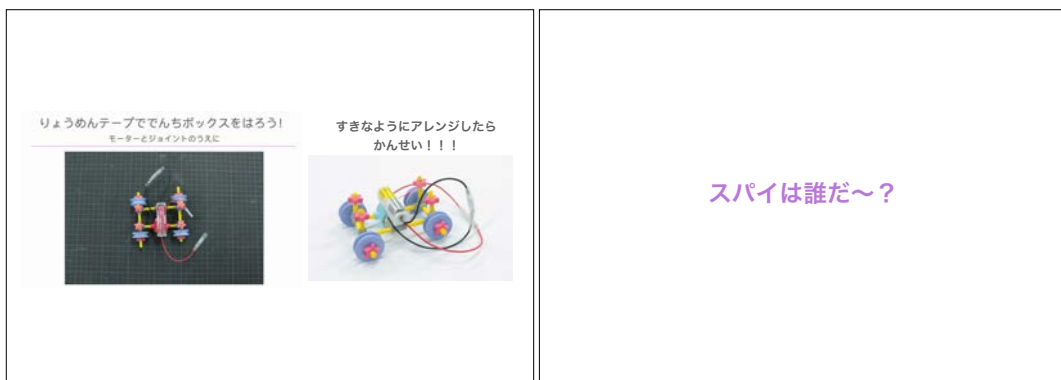
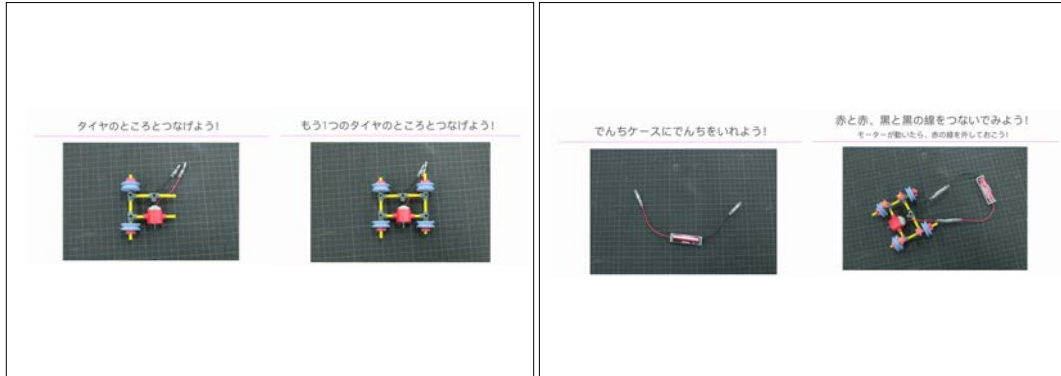


図 3.14 ロールプレイングブック 1

<p>クイズ!</p> <p>① じしゃくになる ② ふるえる ③ ばくはつする ④ ロケットになって飛んでいく</p>	<p>モーターのなかをみてみよう!</p>
--	-----------------------

<p>つくるじゅんばんが本にのっていたみたい。 「あつた! わたしがつくるじゅんばんをつたえるね! まずはブロックをくみたてよう!」</p> 	<p>ながいぼうにジョイントをさしこもう! そとがわにまるいタイヤをさしこもう!</p> 
---	--

<p>そとがわにほしをさしこもう! もう1つおなじものをつくろう!</p> 	<p>モーターにみじかいぼうを りょうがわからさしこもう! ちゅうくらのぼうに ジョイントをさしこもう!</p> 
--	--



第 4 章

Proof of Concept

4.1. ユーザビリティテスト

2019年11月16日に FabCafe Tokyo MTRL において製作したエンジニアリングキットを使用した、年長～小学3年性を対象としたワークショップを開催し、ファイナルプロダクトの検証を行った。

表 4.1 ワークショップの実施概要

日時	2019年11月16日(土) 10:00 - 11:00
会場	FabCafe Tokyo MTRL
価格	1000円(ワンドリンク込)
講師	浅田七星
参加者	女子5名(年長4名・小学3年生1名)とその保護者
使用物	ファイナルプロダクト

1時間のワークショップでは、ロールプレイングブックを読み聞かせながら全員でブロックを組み立てたあと、子ども達にはキットを用いて自由に遊んでもらいその様子を観察した。途中でスタッフの一人をロールプレイに出てくる「スパイ」の役に設定し、追いかける様子を観察した。最後の20分間は、追加のパーツを用意し、完成したプロダクトにアレンジを加えたり、ブロックでオリジナルのプロダクトを製作する時間とした。その後、保護者と子どもたちに感想などをインタビューした。また、必要に応じて映像による記録も行なった。

ワークショップ終了後、参加者の保護者3名と子どもにインタビューを実施し



図 4.1 ワークショップでの子ども達の様子

た。インタビュー結果を図 4.2 に示した。

	保護者	子ども
参加者1 (年長女子1名)	<ul style="list-style-type: none"> ・ミニ四駆ファミリークラスに参加することがあるが、電池やモーターを組み立てるのは初めて。 ・ワークショップのページを見て、いくつかの候補の中から子どもがこのワークショップを選んだ。見本の写真が可愛かったのが良かった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・簡単だった。 ・ブロックを最後に組み合わせるのが難しかった。 ・オリジナルの部分（タイヤを上にもつけた）ところが気に入った。
参加者2 (小3女子1名)	<ul style="list-style-type: none"> ・学校からSTEM系のワークショップ・イベントのチラシはもらうがハードルが高そうで参加をためらっていた。次は参加してみたい。 ・親が手伝うのを嫌がった。自分でやりたがった。 ・参加者が女の子だけだと騒がしくなくて良かった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・図工は好き。 ・理科はあまり好きではない。 ・難しくなかった。 ・星をたくさんつけた所が好き。 ・自分で全部作れたら好き。 ・楽しかった。
参加者3 (年長女子2名)	<ul style="list-style-type: none"> ・真剣に話を聞いていた、作業していた。 ・電子工作のワークショップは初めて。KMDFORUMの際にテクノロジー系のデモを初めて体験して、とても楽しそうだったので参加した。 	<ul style="list-style-type: none"> ・楽しかった。 ・輪ゴムの色が選べたのが良かった。

図 4.2 インタビュー結果

4.1.1 考察

ワークショップでの体験者の様子とフィードバック、当日と1ヶ月後のインタビューを通して、工学の楽しさを感じたか、工学に対するモチベーションの変化があったのかを検証する。

工学の楽しさを感じたかについて

ワークショップ中の観察や、映像による記録から、手を動かしてプロダクトを組み立てている際には真剣な表情、自由にプロダクトを走らせている際には笑顔が全員に見られた。途中で改良により、プロダクトがうまく走らなくなり涙を見せる子どももいたが、ワークショップ終了の旨を伝えても5人全員が手を止めず、その後30分以上に渡り夢中になってプロダクトを走らせたりパーツを加えて遊

んでいた。事後の子どもへのインタビューからは、「オリジナルの部分が気に入った。」「自分で全部作れたら好き。」と、プロダクトを気に入った様子も見られた。

女兒の工学への意識を喚起する3つの要素について

女兒がアクセスしやすい見た目やテーマであること

インタビューによる、ワークショップ参加の動機について、いくつかの候補の中から「見本の写真が可愛い」と子どもがこのワークショップを選んだ、子どもに写真やイラストを見せた際に「可愛い！やりたい！これ動くの？」と興味を持ったという回答から、女兒が親しみやすく好感を持つプロダクトになったと言える。

試行錯誤を行い、完成した時の感動があること

自由にプロダクトで遊ぶ時間には、子どもたち全員がうまく動くように改良をしたり、まっすぐ走らせるにはどうしたらいいかななどを考察していた。事後インタビューやその他保護者の意見からも、「父親と一緒に、部品が外れないように手直ししたり、もっと速くするにはどうしたら良いのかを考えたりしているようです。」などうまく動かなかった際に原因を分析し改良を行う試行錯誤の様子が見られたことが分かった。自分の思い通りに動いた時には、笑顔を見せたり、「ねえ、お母さん！見て！」と喜ぶ様子も見られた。

ものづくりや工学に自信を持ち、さらに学びたいという気持ちになること

組み立てるときには、正しくブロックを組み合わせられなかったり、全員がそれぞれ色々なフェーズで一度でうまくいかない様子を観察できたが、インタビューでは2人の子どもが「簡単だった。」と述べている。このことから、適度な難易度を持ちつつ、最終的に乗りものが完成することで自信を持つプロダクトになったことが分かる。事後インタビューから、プロダクトで何度も遊んでいた子どもが、他の子どもにうまく走らせる方法を教える様子が見られたことが分かった。ものづくりや工学全体への自信がついたかについては定かではないが、保護者からは、「難しそうと思っていた他のワー

クシヨップや教室にも参加してみようと思った。」「他のSTEM玩具を調べた。」といった意見があり、他のSTEM分野の玩具で遊ぶことや体験することの最初の一步となることが認められた。

4.1.2 ユーザーインタビュー

ワークショップ実施日の1ヶ月後である12月18日には、保護者1名に、詳しい参加への動機やワークショップ後の行動・気持ちの変化を調査するため、事後インタビューを実施した。

保護者Sさん（6歳の子ども2名（Aちゃん、Bちゃん）が参加）

Q: ワークショップに参加したきっかけを教えてください。

「2019年のKMD FORUMでエンジニアリングキットが展示されているのを見て、興味を持ちました。Webページでワークショップの告知を見たときに、可愛い世界観を子どもが気に入るのではないかと思い、2人に写真を見せてみたところ、「可愛い！やりたい！これ動くの？」と興味を持ったようだったので参加を決めました。内容などを理解していた訳ではないと思いますが、反応が良かったです。」

Q: ワークショップから帰宅後、お子様が持ち帰ったキットやロールプレイングブックで遊んでいる様子は見られましたか？

「なんども遊んでいました。動かないときに、ここを組み合わせたらこうなるかな？とか、パーツを外したり自分で手を動かしたことで、ものづくりの「スイッチを入れれば動く」ではないところが分かった。じゃあもっとうちやってみようとか、どうしたら円のように動き、どうしたらまっすぐ走るかなど、考えながら遊んでいました。また、Bちゃんのキットが動かなくなってしまったときに、よりたくさん遊んでいたAちゃんが「待って、Aちゃん分かるから、挑戦するよ！これがこうなんだね。」と教えてあげる様子も見られました。また、Aちゃんは、できあがったものに、リボンをつけたり、ぬいぐるみを乗せたり、輪ゴムを増や

したり、どうなるんだろう?と色々実験していました。ロールプレイブックは、自分で手を動かしているときは見ていなかったのですが、お父さんにワークショップでやったことを話していて、その時にブックを見ながら説明していました。」

Q: 普段はどのような遊びをすることが多いですか?好きな玩具はありますか?

「おもちゃはあまりたくさん家にはありませんが、幼稚園の後に預かってもらっている施設で英語で工作を行うところがあります。特にAちゃんは物を作ったり、絵を描くのが好きみたいです。2人で遊ぶときは想像力を働かせるような遊びが好きで、折り紙や、絵を描いたり、家にある椅子をたくさん持ってきて椅子で自転車を作ってぬいぐるみに乗せたり、自分自身が乗ったり、想像力を働かせて遊んでいます。絵本や物語も好きです。Bちゃんが特に絵本が好きで、読むのがとても速いです。レゴブロックやパズルは理系出身の母の影響もあり、親戚のおじさんが買ってきてくれることがあります。」

Q: プログラミングトイやロボットなどで遊んだことはありますか?

「ありません。ただ、私がプログラミングや理系科目に抵抗があるので、小さい時に遊びながら味わえるものがあるなら、そのような機会があるといいな、とずっと思っていました。」

Q: ワークショップ後に、他のSTEMワークショップや、STEM玩具への考えは変わりましたか?

「とても変わりました。子どもたちは「エンジニアリング」という言葉も覚えたようです。このキットでとても良かったのが、一回でうまくできなかったところ。ただ、つなぎ合わせてスイッチをつければ動く、じゃない、動かないときは何が原因なのかまで見て、これがこの時にはできないんだね、というところまで分析していたのがとても良かったので、他のプログラミングトイなどで遊べると楽しいだろうな、と思いました。それで、クリスマスプレゼントに購入しようと思い、STEM玩具を調べました。レゴマインドストームがおすすめで出てきたのですが、年齢的にまだ早いかもしれないので検討中です。翌日に他の子ど

も向けの VR などの技術を体験できるイベントにも参加し、そのような体験をするたびに「楽しい！」が積み重なり、テクノロジーに対して心を開く良いきっかけとなりました。」



図 4.3 ワークショップ後に自宅で遊んでいる様子

保護者へのインタビューによって、保護者には、子どもにとって良い経験となった、別の STEM 玩具の購入など次のステップへ進ませたい、というようなものづくりやエンジニアリングに対するモチベーションの変化が感じられた。また、子どもたちの何度も持ち帰ったキットで遊んでいる様子、教えてあげる様子、「エンジニア」という言葉も覚えた、という意見から子どもたちにもエンジニアリングやテクノロジーに対するポジティブな意識変化が見られたことが分かった。

4.1.3 本章のまとめ

ワークショップによるユーザーテストでは、参加した5人の女兒について、プロダクトで遊ぶことで工学の楽しさを感じている様子が認められた。事後インタビューを行なった2人の女兒については、工学に対するモチベーションの変化も認められた。保護者と話す機会があり、「こんなかわいい工学系のおもちゃはなかなかない。」「私が子どもの頃にもこのようなおもちゃがあれば、理系に対する苦

手意識もあまりなかったかもしれないのに。」といった意見をいくつも聞くことができ、子どもを持つ保護者のニーズにつながる可能性を見出すこともできた。ロールプレイについては、スパイの役のスタッフを追いかける際に、ただ走らせる時より笑顔が多く見られたこと、エンジニアになりきって遊んだことで「エンジニア」という言葉も覚えた、という意見から、工学の楽しさを感じるための手助けとなったことは分かったが、ロールプレイがどの程度影響したか、自己肯定感を高めることはできたかについては確かめることができなかったため、今後の課題としたい。

第 5 章

結 論

本研究では、女兒の工学に対する意識・意欲の喚起を目的としたエンジニアリングキットの提案および実装を行った。女兒がアクセス可能で、工学に対するモチベーションをポジティブに変化させ、エンジニアリングに関連したその他のSTEM玩具やイベント参加へのきっかけとなるような、ブロックとロールプレイブックで構成されるキットを製作した。第1章では、日本や諸外国における、工学を含むSTEM分野のジェンダー差の現状について述べた。第2章では、玩具とSTEM教育の関係、STEM教育に関連するプロダクトや教育ツール、女子が工学分野を選択しない原因とされる事項についての研究を紹介し、エンジニアリングキットがどのような位置付けを目指すのかを述べた。第3章では、本研究のコンセプトが提案されるに至った過程として、STEMee プロジェクトの概要を説明し、最初に行ったアイディエーションについて述べた。その結果、見た目が可愛く、電池を使って実際に動かすことのできるエンジニアリングキットを提案した。このエンジニアリングキットで遊ぶことによって、子どもは工学の楽しさを感じたり、工学に対するポジティブなモチベーションの変化を得ることができる。3Dプリンターを使用した1st プロトタイプを作り、それを使用したワークショップを「FabCafe Tokyo」にて行った。そこでの考察を元にロールプレイを追加した2nd プロトタイプを試作した。2nd プロトタイプは伊勢丹 新宿店でイベントにおいて子どもたちに使用してもらった。さらにそこでのフィードバックを考慮してファイナルプロダクトを試作し、最終的なユーザーテストに向けての考察を述べた。第4章ではユーザーテストとして、「FabCafe Tokyo MTRL」でワークショップを行い、エンジニアリングキットで遊ぶことによって子どもが工学の楽しさを感じたか、子どもや保護者の工学に対するポジティブなモチベーションの変化があったのかに

ついて考察を行った。インタビューと観察調査を行った上で、エンジニアリングキットが工学の楽しさを感じたり、他のSTEM玩具の購入やイベント参加のきっかけとなるようなプロダクトとして有効だと示した。一方で、プロダクトが組み立てる導入の手助けとなり、自己効力感を向上させることも期待したロールプレイに関しては、どの程度子どもの気持ちに影響したかについては明らかにできず、ロールプレイのストーリーも見直した上で、より子どものモチベーションへと繋げることが今後の展望とする。STEM分野の能力や意識をプロダクトやツールキットは多く研究されているが、玩具業界の現状を踏まえ、女兒がアクセスしやすく楽しめるようなプロダクトが増え、誰もが環境や性別に左右されずにSTEM分野で活躍できるような未来になることを願う。また、その際に本研究が貢献することができれば幸いである。

謝 辞

本研究の指導教員であり、幅広い知見からの的確な指導と暖かい励ましやご指摘をしていただきました慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科の南澤孝太教授に心から感謝いたします。

研究の方向性について様々な助言や指導をいただきました慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科の石戸奈々子教授に心から感謝いたします。幅広い教育関係やSTEMの知識から、研究の位置付けや意義についての的確なアドバイスをいただきました。

研究指導や論文執筆など数多くの助言を賜りました慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科の砂原 秀樹教授に心から感謝いたします。

また在学中、多くの先生方に支えられ、大変お世話になりました。古川享先生には、KMD内外でたくさんの素晴らしい機会を与えていただきました。いろいろな人やことに触れ成長する場を設けてくださったことには大変感謝しております。

本研究を行うきっかけとなり、共同研究をさせていただいた、東京大学大学院情報学環の五十嵐美樹さんに感謝いたします。研究内外でも、アクセラレーションプログラムでの活動や商業施設でのワークショップなどあらゆることにチャレンジできたことは、私にとって一生の宝です。また、これまで活動してきた経験や科学コミュニケーションにおける知識から、研究の方向性から進路の話までまでいつも相談に乗ってくださり、大変力になりました。

博士課程の柴崎美奈さんには、手厚く丁寧に指導して頂きました。ワークショップでの調査方法などの助言や指導をして頂いたこと、心から感謝いたします。

あわせて、修士課程一年目の際にご指導いただきました先輩の畠山海人さんには、Embodied Media プロジェクトでの生活含め、様々なプロジェクトにおいてお世話になりました。研究に関しての助言にとどまらず技術的な面でのご指導や、

ワークショップでのスタッフとしてもサポートして頂きました。この一年があったからこそ、修士課程二年目を有意義なものとすることができました。

最後に、私の学生生活を不自由な生活面、精神面でサポートしてくれた家族、友人に万謝を捧げます。

参 考 文 献

- [1] 国立教育政策研究所. Oecd 生徒の学習到達度調査 2018 年調査 (pisa2018) . 2018.
- [2] 平成 24 年度国立教育政策研究所. 平成 24 年度小学校学習指導要領実施状況調査児童質問紙調査結果 (理科) . 2019.
- [3] 経済産業省 産業技術環境局大学連携推進室. 理工系人材需給状況に関する調査結果概要. 2019.
- [4] ダニエル・ピンク. 女の子は本当にピンクが好きなのか. 三笠書房, 2006.
- [5] 一般社団法人日本玩具協会. 子どもの成長とおもちゃ.
- [6] Holly Schindler Joanne E. Kersh Alexandra Samper Juanita Copley Beth M. Casey, Nicole Andrews. The development of spatial skills through interventions involving block building activities. Vol. Cognition and Instruction 26, Issue 3, , 2008.
- [7] Jirout JJ and Newcombe NS. Building blocks for developing spatial skills: Evidence from a large, representative u.s. sample. Vol. Psychol Sci. 26(3), pp. 302–10, 2015.
- [8] Garrison MM. Christakis DA, Zimmerman FJ. Effect of block play on language acquisition and attention in toddlers: a pilot randomized controlled trial. Vol. Arch Pediatr Adolesc Med. 2007 Oct;161(10):967-71., , 2007.

- [9] Lourenco SF Newcombe NS Huttenlocher J. Levine SC, Vasilyeva M. Socioeconomic status modifies the sex difference in spatial skill. Vol. Psychol Sci. 2005, , 2005.
- [10] Schweitzer JH Lawton JL Roraback E et al. LaMore R, Root-Bernstein R. Arts and crafts: Critical to economic innovation economic development quarterly. pp. 27(3), 221–22., 2013.
- [11] Marion O'Brien Rosemarie T. Truglio Mildred Alvarez Aletha C. Huston Yvonne M. Caldera, AnneDonald Mc Culp. Children's play preferences, construction play with blocks, and visual-spatial skills: Are they related? Vol. International Journal of Behavioral Development, p. 23, 1999.
- [12] 松村泰子. 女性の理系能力を生かす. 1996.
- [13] 浪江美子松浦勲. 「教育とジェンダー」研究(2):工学系女子学生の専攻分野選択の要因と大学教育、将来展望. 九州工業大学研究報告, pp. 50, 85–121, 2010.
- [14] Claude M. Steele Steven J. Spencer and Diane M. Quinn. Stereotype threat and women's math performance. Vol. Journal of Experimental Social Psychology, pp. 35(1), 4–28, 1999.
- [15] Lily. Why are some stem fields more gender balanced than others? 2016.
- [16] Cynthia L. Miller. Qualitative differences among gender-stereotyped toys: Implications for cognitive and social development in girls and boys. Vol. Volume 16, Issue 9–10, p. 473–487, 1987.
- [17] Erin R. Siebert Janice M. Hassett and Kim Wallen1. Sex differences in rhesus monkey toy preferences parallel those of children. 2008.
- [18] 南口 誠 西川 雅美 宮 正光 近藤 みずき 白仁田 沙代子 田辺 里枝山本 麻希吉武 裕美子. 「かわいい」を取り入れた科学実験・工作のコミュニケー

- ション効果. 科学技術コミュニケーション = Japanese Journal of Science Communication, 19, pp. 31-42, 2016.
- [19] 清澤雄. かわいい色の調査結果に基づく評価者のクラスター分類とその嗜好特性. 日本感性工学会論文誌 Vol.13 No.1(特集号), pp. 107-116, 2014.
- [20] 松藤光生. ロールプレイングが子ども理解と子どもの人間関係理解に及ぼす影響. 2017.