

Title	未就学児向けの環境意識向上のためのワークショップ
Sub Title	A workshop to raise the environmental awareness for preschoolers
Author	王, 珊(Wang, Shan) 石戸, 奈々子(Ishido, Nanako)
Publisher	慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科
Publication year	2021
Jtitle	
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	修士学位論文. 2021年度メディアデザイン学 第859号
Genre	Thesis or Dissertation
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40001001-00002021-0859

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 2021 年度

未就学児向けの環境意識向上のための
ワークショップ



慶應義塾大学
大学院メディアデザイン研究科

オウ サン

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。

オウ サン

研究指導コミッティ：

石戸 奈々子 教授 (主指導教員)

大川 恵子 教授 (副指導教員)

論文審査委員会：

石戸 奈々子 教授 (主査)

大川 恵子 教授 (副査)

加藤 朗 教授 (副査)

修士論文 2021 年度

未就学児向けの環境意識向上のための ワークショップ

カテゴリ：デザイン

論文要旨

現在、地球温暖化の深刻化により、エネルギーへの関心を教育へ取り入れているのが現状である。しかし、中国の内陸である西安市では、子どもの環境教育に対する関心はごくわずかである。そのため、本研究は西安において未就学児への環境教育のワークショップデザインを設計した。具体的には太陽エネルギーの利活用というテーマのワークショップをもとに、子ども達はダンボールハウスの組み立てにより建築と太陽エネルギーが一体型となる概念 (BIPV) を理解し、再生可能エネルギーの利活用に関心を持った。現場メモ、現場映像資料または実験後の聞き取り調査または観察からデータ収集した結果、子どもたちは本ワークショップにおいて、環境に関する主体的な学習立場から問題を発見し、解決するようになった上、環境を守るための反省も見られた。本研究で設計した3回のワークショップは各回ごとに改善していったため、西安市での環境教育においても、今後は子どもに対しての環境教育分野にとって価値のある事例として参考になると考えられる。

キーワード：

ワークショップデザイン、環境教育、STEAM 教育、未就学児、メーカー教育

慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科

オウ サン

Abstract of Master's Thesis of Academic Year 2021

A Workshop to Raise the Environmental Awareness for
Preschoolers

Category: Design

Summary

At present, attention to energy is being incorporated into education due to the seriousness of global warming. However, in China's inland city of Xi 'an, little attention has been paid to children's environmental education. Therefore, this study designed an environmental education workshop for preschool children in Xi 'an. Specifically speaking, the workshop with the theme of solar energy utilization enabled children to understand the concept of Building Integrated Photovoltaics by assembling cardboard houses, and arose their interest on renewable energy usage. The children found and solved environmental problems from the perspective of active learning in this workshop through the collection of data from field notes, video materials and interviews after the experiment, and also showed reflection on environmental protection. In the three workshops designed in this study, each workshop has been improved, which can be considered as a valuable reference in the field of environmental education for future children in Xi 'an.

Keywords:

workshop design, environment education, STEAM education, preschool children, maker education

Keio University Graduate School of Media Design

Shan Wang

目 次

第 1 章 序論	1
1.1. 研究背景	1
1.1.1 気候変動	1
1.1.2 西安における環境教育の必要性	5
1.1.3 環境教育の動向	5
1.2. 研究目的	6
1.3. 研究方法	6
1.4. 研究意義	7
1.5. 本稿の構成	7
第 2 章 関連研究	8
2.1. Maker Movement	8
2.2. STEAM 教育	12
2.3. 環境教育	13
2.4. BIPV (建材一体型太陽電池)	15
第 3 章 提案	19
3.1. コンセント	19
3.2. 実験材料	20
3.2.1 ダンボールハウスのデザイン	20
3.2.2 実験用素材	23
3.3. 研究方法	25
3.4. ワークショップ 1	29
3.5. ワークショップ 2	36

3.6. 考察	48
3.7. 本章のまとめ	48
第4章 フィールドワーク	51
4.1. ワークショップ3	51
4.2. 考察	61
4.3. 本章のまとめ	61
第5章 結果・検証・考察	62
5.1. 全体の考察	62
5.1.1 評価基準	62
5.1.2 感情についての発見	64
5.1.3 “美”に関する所感	64
5.1.4 ワークショップを通じての知識の受容	65
5.2. インタビュー結果	65
5.3. ファローアップ	66
5.4. ワークショップの設計	67
5.5. ダンボールハウスの設計	68
5.6. ワークショップ参加前と参加後の比較	69
5.7. 分析と討論	70
第6章 結論	73
6.1. 結論	73
6.2. 今後の課題	75
謝辞	76
参考文献	78

目 次

1.1	2021~2025 年の地球表面温度の変化	1
1.2	世界の年平均気温の将来変化	2
1.3	GOSAT による世界の CO2 濃度分布観測結果	2
1.4	観測及びシミュレーションにより再現された気候変動の比較 . . .	3
1.5	世界の二酸化炭素排出量	4
2.1	Maker という自己認識になる核心的要素	10
2.2	組み立てられた PREP ツールをテストしている様子	15
2.3	BIPV の組織階層	16
2.4	BIPV の事例	17
3.1	CAD 図面作成	20
3.2	SOLIDWORKS 補助図	21
3.3	ダンボールハウスの組み立て	22
3.4	ソーラーパネルと電球の配線図	22
3.5	ハウスが光っている様子	24
3.6	太陽エネルギーの説明動画	26
3.7	太陽エネルギーの説明動画	27
3.8	全体の様子	34
3.9	使用物	41
3.10	ダンボールハウス組み立て前	41
3.11	全体の様子	43
3.12	ワークショップ後のイラスト	47

3.13	ワークショップ1の後、BIPVとBAPVの違いを母親に絵で表現している様子	50
4.1	ワークショップ3 導入部分のイラストと日本語訳である	54
4.2	ワークショップ始めのイラストの読み聞かせる部分	56
4.3	全体の様子	57
4.4	ソーラーパネルと照明を接続する様子	58
4.5	ワークショップ後のイラスト	60

目 次

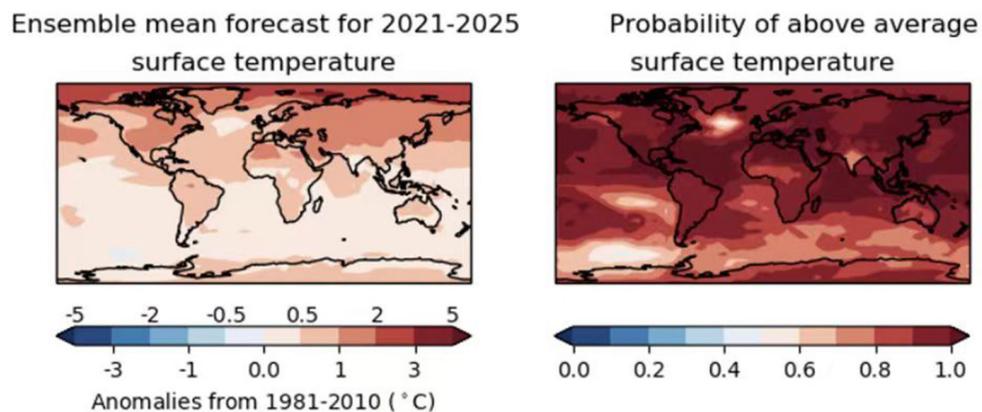
3.1	3回のワークショップ冒頭のインポートセクションの違い	25
3.2	ワークショップ1の実験状況である	30
3.3	参加者概要欄	30
3.4	ワークショップ1一週間後の追跡調査	35
3.5	ワークショップ1の改善案	36
3.6	ワークショップ2の実験状況である	40
3.7	参加者概要欄	40
3.8	追跡調査	46
3.9	ワークショップ2の改善案	49
4.1	ワークショップ3の実験状況である	55
4.2	参加者概要欄	56
5.1	評価要素により検証	63
5.2	Workshop参加前後の比較	69

第 1 章 序 論

1.1. 研究背景

1.1.1 気候変動

WMO(世界気象機関)によると、図 1.1 に示すように今後 5 年間で世界の年間平均気温が一時的に産業革命前のレベルよりも 1.5 °C 上昇する可能性が約 40 % であり、この確率が増加傾向にあるという。

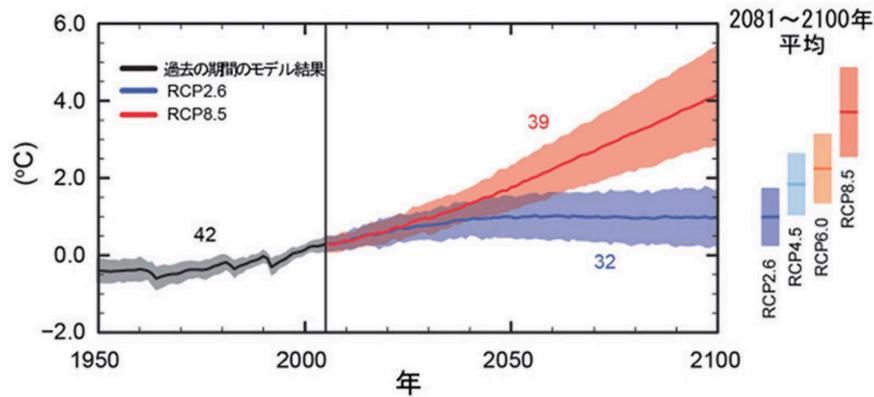


(WMO Web ページ [1] より引用)

図 1.1 2021~2025 年の地球表面温度の変化

図 1.2 に示すように、日本環境省による、世界の平均気温は 19 世紀後半以降、100 年に 0.72°C の割合で上昇し続けており、今世紀末ごろには平均気温が現在より最大で約 4.8°C 上昇すると試算されている。その要因として、産業革命以降の

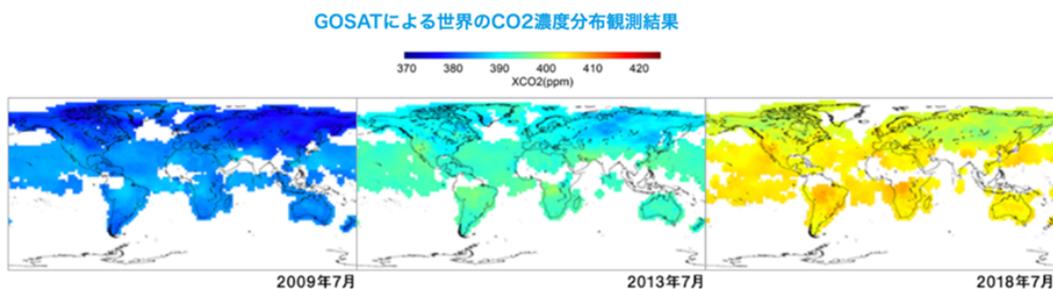
化石燃料の使用増加による大気中の二酸化炭素濃度の増加が容易に考えられ、地球温暖化が看過できない速度で進行していることが窺える。



(気候変動の観測・予測及び影響評価統合レポート 2018 [2] より引用)

図 1.2 世界の年平均気温の将来変化

「地球温暖化」は、図 1.3 に示すように人間の活動によって CO₂ などの温室効果ガスが大量に排出され、平均気温が地球全体で上昇している現象を指す。人間の経済と産業の発展の歴史は、石油や石炭などの化石燃料を燃やし続け、産業化を加速させ続けることで作られてきた。生活の利便性は高まった反面その代償は大きく、今では産業革命前と比較して大気中の CO₂ 濃度が実に 40 %も増加して



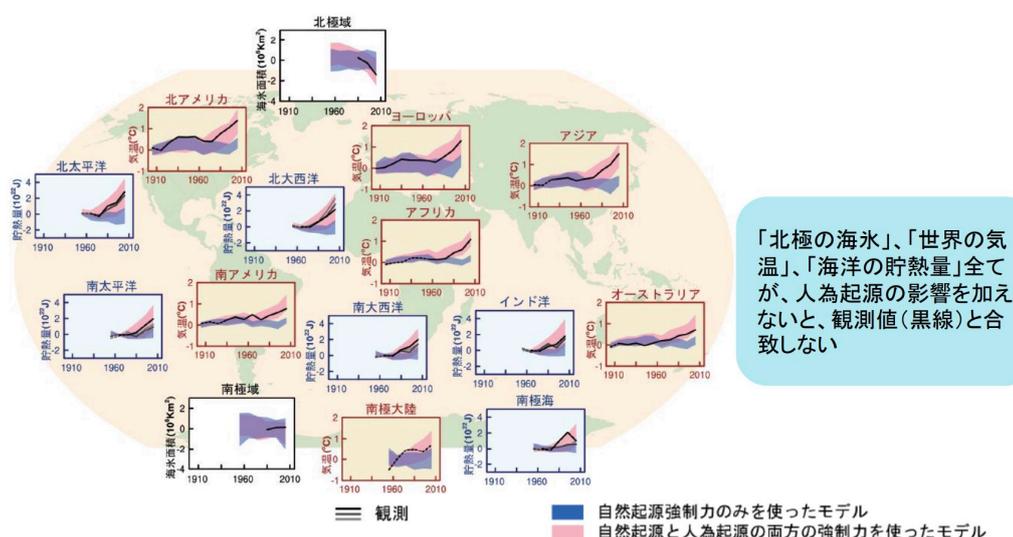
(COOL CHOICE Web ページ [3] より引用)

図 1.3 GOSAT による世界の CO₂ 濃度分布観測結果

いる。

近年、90 %以上の自然災害は異常気候に関係するといわれている。その主なものは台風と洪水である。また熱波や干ばつといった自然災害の原因は地球温暖化といわれている [4]。地球温暖化の影響はそれだけではなく、異常気象による不作で農作物の収穫が減ったうえに、生態系の破壊によって絶滅してしまう動物も多く出ている。こうした中で、我々にとって地球温暖化の防止は極めて重要な課題となった。

様々な自然災害の増加をもたらし、世界中の多くの人々に影響を与えた地球温暖化は、人間の活動の影響によってもたらされた可能性が極めて高いとされている (図 1.4)。

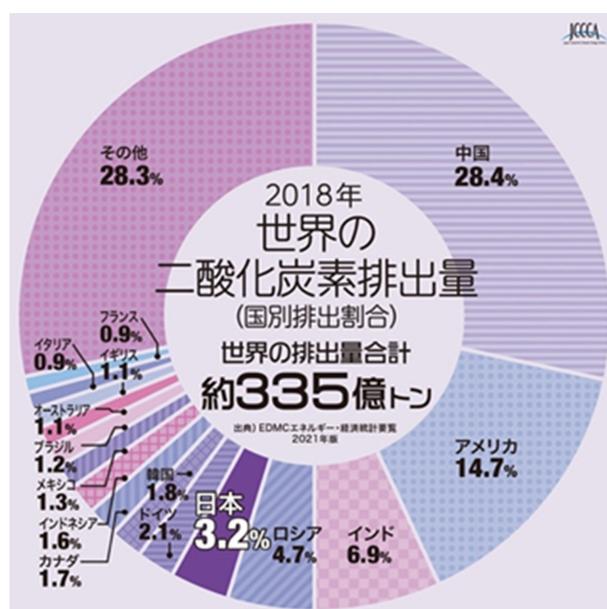


(環境省 IPCC 第 5 次評価報告書の概要 [5] より引用)

図 1.4 観測及びシミュレーションにより再現された気候変動の比較

そこで、図 1.5 に示すように地球温暖化の最も重大の要因となる二酸化炭素の排出は、中国が最も多い国として挙げられている。中国の二酸化炭素排出量は毎年約 90 億トン以上で世界一多く、アメリカが約 50 億トンと続き、この 2 か国が全世界の二酸化炭素排出量の大部分を占めている。日本の場合は中国やアメリカの 4 分の 1 以下であるが、それでも世界で 5 番目に二酸化炭素排出量が多い。人口一人当たりの排出量 (年間) ではアメリカが最も多く約 15.1 トンで、日本の場

合は約 8.5 トンである。



(全国地球温暖化防止活動推進センター Web ページ [6] より引用)

図 1.5 世界の二酸化炭素排出量

中国ではエネルギー総消費量のうち 70 %を石炭由来のエネルギーが占め、石炭がエネルギー源としてなくてはならないものとなっている。このように石炭に依存している中国では、石炭が環境汚染の根本的な原因であると考えられる [7]。

また中国は、大気汚染、水質汚染などの環境問題によって、食糧・人口問題をはじめ、さまざまな副次的な問題も抱えている。これらの環境問題は中国のみならず、世界全体に大きな影響を与える。取りざたされる環境問題を背景に、中国は二酸化炭素排出量の最も多い国として、今後の対策や動向が世界から注目されるようになった。中国では今後、環境保護に対する関心をより高めていくことが求められ、そこでエネルギー構造を見直し、太陽・風力・水力エネルギーなどの自然エネルギーの利活用について考えることは有効である。再生可能エネルギーとは、消費される一方である化石燃料から生成されるエネルギーとは異なり、自然の中に存在する現象から繰り返し、永続的に得られるエネルギーのことである。一般的な定義では、風力・太陽光・バイオマス・水力・地熱・海洋などが含まれ

ている [8]。

1.1.2 西安における環境教育の必要性

筆者の故郷である中国西安市は近年、観光業の発展に伴って大幅な経済成長を果たしている一方で、都市部を中心に大気環境や水環境などが悪化し、環境問題が深刻化している。西安市は中国国内における大気汚染が深刻な 10 都市に至った [9]。

このような環境問題の解決には、住民の環境意識を変えていくことが必要であろう。子どもからの意識が将来の行動に大きく影響することから、子ども達への教育は、西安市の未来に対する一番の投資である。北西地方に位置する西安市は日照時間が豊富で、太陽光発電をはじめとした再生可能エネルギーの利活用に適している。そのため、学校教育や学校外の活動を通して、再生可能エネルギーや環境への意識を高めていくことを重視すべきである。

そこで、本研究のリサーチクエッションでは、西安における未就学児に向けた環境教育のワークショップをどのようにデザインすることであり、環境教育の意識を向上させるためのワークショップのデザインをすることを決意した。

1.1.3 環境教育の動向

今日、環境教育は世界中に広がりを見せている。特に先進国や西ヨーロッパ諸国では環境への意識は比較的に高いといえ、ゴミの分別、リサイクルなどが重視されている。日本では 2020 年 10 月、菅首相が 2050 年までにカーボン・ニュートラルを実現すると宣言した。EU、および主な欧州の国は、この前年に同様の発表を行っている。さらに、菅首相の発表の前後で、中国の習近平主席、韓国の文在寅大統領も、それぞれ 2060 年、2050 年までに (CO₂) 排出を実質ゼロにすると宣言した [10]。1978 年の西ドイツ国家環境問題専門家委員会会議では、全ての学校段階で、環境教育の視点を広く取り入れる必要性があるとすでに定められていた。そこでは、環境教育の課題として主に以下 3 つの点を挙げていた。

①環境問題に対する興味・関心を高め、自分のこととして考える。

- ②主体的に環境保護に努める意識を育てる。
- ③地球への優しさを意識した行動を促進する。

近年、世界で「持続可能な発展のための教育（Education for Sustainable Development=ESD）」が積極的に進められている。また、2012年にて学者は日本と中国の環境教育に関する比較考察を行った [11]。しかし既存の環境教育は、未だ伝統的な教育手法が多い。中国は1973年から環境教育が行われているが、環境教育の研究はまだ少なく、現状不足している。

ほとんどの幼稚園は既存の学校の環境教育の指針に盲目的に従っており、環境教育の授業で得られる学習効果は決して良いとは言えない。また、それらのほとんどは時代にそぐわない伝統的な方法である上に、環境教育コースを受講した子どもの影響についてのフィードバックもほとんどない。管見の限り、西安では今回のワークショップと類似の環境教育活動、またはエネルギー教育の活動はない。

1.2. 研究目的

西安における住民の環境への関心の低さに対し、未就学児（4～6歳）に向けた環境教育ワークショップをデザインした。太陽エネルギーの利活用をテーマとしたワークショップの実験を通し、ワークショップ後のインタビューの結果と参加後に子どもの行動変容のデータをもとに、ワークショップのデザインを改善していくことは目的である。ワークショップのインタビューと観察調査を通して検証を行う。

1.3. 研究方法

本研究は3回のワークショップ全て太陽エネルギーを利用した実験を行う。子どもが自分でダンボールハウスを組み立て、ソーラーパネルと照明器具を接続することで、ソーラーパネルと“ハウス”が一体化する体験をさせる。この実験を通して太陽エネルギーの利活用について子どもが理解することを期待している。

また追跡調査により、ワークショップがもたらした環境意識への波及効果を検証する。

1.4. 研究意義

本研究は環境に関するワークショップをデザインし、全く新しい教育方法を試行することで西安での環境教育革新の足掛かりとする。子ども達は“作る”ことによって太陽エネルギーの利活用を実際に体験する。また実験を通して子ども達の可能性を引き出し、今後のキャリア選択の幅を広げる。

1.5. 本稿の構成

本論文は6つの部分に分けられ、第1章では研究背景、研究目的と意義について述べる。第2章では、本研究に関連する文献について、本研究はMaker MovementとSTEAM教育とのつながり、環境教育、BIPVの観点から詳説する。第3章では、コンセプトデザインおよびプロダクトのデザインと制作過程について述べ、予備実験としワークショップ1とワークショップ2を提案または実験を行った。第4章では、提案したワークショップ1とワークショップ2に基づき、ワークショップ3の実験過程を述べ、追跡調査、ワークショップの実験結果について取り上げる。第5章では、3回の実験をまとめ、検証、分析および考察を行う。第6章は全体の結論を述べる。

第 2 章

関 連 研 究

2.1. Maker Movement

Maker Movement という名称の初出は、2005 年の「Make」誌の創刊と 2006 年の最初の Maker Fair にまでさかのぼることができる [12]。

Maker Movement と科学、技術、工学、芸術、数学 (STEAM 教育) は、子どもの教育において重要な位置を占めている。なぜなら、ポストモダン社会における Maker Movement と STEAM 教育の融合は、子ども達が今日の社会の課題とリスクに対処するのに役立つ。「作る」というプロセスを通じて、子どものテクノロジー、技術、工学、数学 (STEM) への興味を高める一方、21 世紀に向ける必要なスキルや思考のモデルを身につけることもサポートすることが期待されている。しかし、物づくりを通じて子どもが情報システム分野への興味が高まるといっても、IS の職業に携わるわけではない [13]。

Chu を始めとする研究者らは 2015 年の研究で、子どもの創造的活動についてこのように述べた。「作ること」は「メーカーの思考法」を教える手段として最も有効であり、STEAM 接触の面で、その影響力は小学校におけるいかなる科目の勉強より遥かに上回っている。それにより生み出された思考力は、例え定められた設備、特定の手法、限定された場所やコミュニティーの中でも、発揮されうる。創造者であるメーカーは自分の手で問題を解決する思考の枠組みを形成し、それに適した問題解決の方法を獲得し、解決案を築きうるのである。創造的活動を一つの手段として選択することで、初めて STEM 教育がなされうるのである [14]。

実は、メーカー考え方の 3 つの要素 (自己肯定感、動機、興味) に則って一連の体験状態を評価するということだ、これらの一連の体験によって、創造的活動

は行われると考えられる。

livari 氏の研究では、Maker Movement は教育と未来のデジタルイノベーターの育成と強化に、重要な役割を果たしている。Maker Movement は IS 分野へ関心を高めるための運動として注目されており、この運動は子ども達の STEM 分野への好奇心を掻き立てている。子ども達は「作る」行為を通じて、創造を行う過程に価値を見出し、またそのために必要な思考のモデルも獲得できる。

いくつかの学習の中でも、チームワークは子どもにとって最も価値があるものであり、複数人の子ども達に創造の活動を行わせるのは、最も典型的な学習方法である。授業以外の時間を創作活動に充てるほどのめり込む子どももいるほどである。Livari 氏は子供たちが面白い物を作り出し、それを使用するということが重要だと述べている [15]。

Chu をはじめとした研究者は、2015 年に小学校（3～5 年生）の子どもを対象に、Making と Maker の法を利用し、Maker Movement という思考モデルを確立することによって、「作る」行為がどのように自己認識されているのかについて研究を行った [14]。これは、Maker Theatre というモデルを使用した実験であった。Maker Movement の際の思考モデル、あるいはその時の自身の役割の形成は、どのような子どもの態度や行為からいかに表現されるか調査・分析することを目指していた。「目的を達成する手段」としての「物を作る」という行為は、子どもらに Maker Movement の思考モデル、あるいは自己認識を省みる能力を育む。Chu ほか研究者らは Maker Movement を用いる際の心の働き、主に自己効力感、動機、興味という 3 つの最も重要な要素に焦点を当て、子どもの一連の創造体験を評価した。すなわち、子どもの「私ができるもの」、「私が達成したいもの」、「私が好きなもの」をどのように認識しているかを指標とする。この研究は自己効力感、動機、興味、という 3 つの要素から「私ができる」という自己肯定から始め、図 2.1 に示すように「私が好きなもの」「私が達成したい」までに好循環に生み出し、「作る」を通して目的を達成するための手段の必要性を述べていた。メーカーの考え方と制作を通じた目的の達成までは子どもは自分が技術と科学の能力を持つ人と思うようになる。本研究はこの論文のアプローチに基づき自己効力感、動機、興味という 3 つの要素を通し、建築一体型太陽光発電の概念という新興科学技術

と太陽光発電という科学の面から環境意識向上ためのワークショップをデザインすると考えた。

Chu ほか研究者は、ただ「作る」という行為によって子ども達が STEM 分野での学習の効果を高めるだけでなく、実際に「メーカー」として自己認識し、その思考法を身に付けることは、知識やスキルと同様に重要である。もし、Maker Movement の思考モデルを最後まで達成することができれば、後者は認知と成長の過程で子ども達に受け入れられる可能性がある。子ども達が Maker Movement の思考法を身につけることができた時、彼らは自分たちが STEM 教育に取り組み、また STEM に関する能力を得、そして、自身が STEM 分野に関心があることに気づくかもしれない。

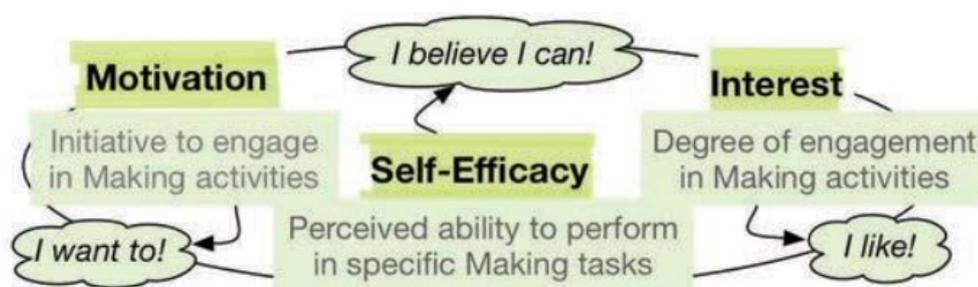


図 2.1 Maker という自己認識になる核心的な要素

Tech Shop は最初の最も成功したハッカースペースの一つである。そして、そのスペースを運営する CEO 兼共同創業者が Mark Hatch に宣言させたハッカー運動宣言の中で、これらの空間では、製造、シェアリング、供与、学習、ツール、遊び、参加、サポート、チェンジという九大要素が創作活動にきわめて重要だとした [16]。

この九大要素は子ども達が何かを作る時、特に実際に物理的に行われる製作活動が、ヴァーチャルにおける製作活動より、個人のニーズを満たす傾向にあることを強調している。その上、たとえば、現実に行われる知識や技能の共有により、製作活動の中で他者との繋がりを育み、ハッカースペースをより良いコミュニティに築き上げると考えられる。共有のもう一つの側面は、知識やノウハウの共有である。また共有以外にも、製作した物品を他者に提供することで、これらの製作活動の楽しみを共同で享受できる。子ども達は、「物作りの中で学ぶ」の過程で自

分の興味のあるものを発見でき、製作の中で自らの積極性を自覚させる。また子どもにコミュニティーの一員としての自覚を与え、自己の感情、知識、技能を用いてこのコミュニティーの発展を図る気持ちを後押しする。これらの点も今回の研究において強調すべき要素である。

ネイサン・ホルバートは、2016年に女性や他の過小評価されたグループによる「創始者運動」への参加の欠如について研究していた [17]。この研究では、趣味と仮定された性別と文化のみに依存するということが、無意識の内に性別や文化に対する固定観念を（長期化させ）永続させ、既存の社会的対立を悪化させる可能性があることを指摘している。

9～10歳の子供を対象とした5日間の無料の「Maker Workshop」では、幼稚園就学前の学校（通常は3～4歳の子ども）のためにおもちゃをデザインして製作する。そこから生み出した知識志向や価値観志向こそが、女の子のメーカー活動に参加する原動力なのかもしれない。

現在、多くの研究が「作る」という形を通じて子どもの多くの学科への興味、好奇心、そして他人とのチームワーク能力を高め、子どもの自己認識とアイデンティティに影響することになる。しかし、なぜ自分がメーカー活動に参加するのか、またはなぜメーカーになるのかと子どもに反省させることには限界がある。実はメーカー運動はどこにでも広がっており、子どもの教育にも大きな影響を及ぼしている。これまでの研究では、メーカー運動の精神と要素を提示し、またメーカーの思考価値ももたらしている。既存の研究は手段から目標の達成まで、子どものメーカー意識を育成することにつながっている。しかし、なぜメーカーであるべきなのか、そして手段から目標に達成するにはどうすればよいのかという子どものメーカーの自己認識の面において省察が欠けている。本研究は主に子どもが「作る」のプロセスにおいてワークショップに対する思考、及び日常生活に対する認知にどのような影響を持っているかを探求したい。現場で子ども達がものづくりに参加した経験データを収集し、「I am maker」から「why I am make」までを探ることにしている。

2.2. STEAM 教育

本研究で設計されたワークショップはSTEAM教育とは言えない。なぜかというと、今回の実験では従来のSTEAM教育の研究で用いられた多くの先端技術、例えばVR、AR、IOTデバイスなどが使われていないからである。本研究はSTEAM教育における異なる学科の融合とオープンなガイド手段によって導かれたものだ。またワークショップの設計プロセスでは、筆者はSTEAM教育の基本核心と設計コンセプトを参照したところもある。

STEAM教育は1990年代から存在する。21世紀の急速な技術の進歩とグローバル化がなされるこのユニークな時代において、Science (科学)、Technology (技術)、Engineering (工学)、Math (数学)はそれぞれ非常に重要な学問分野である。これら複数の分野はお互いに関連しており、これらを統合した形態の学習方法はSTEM教育と呼ばれている。そしていま、この教育にさらに芸術を加えたSTEAM教育という言葉が生みだされた。「A」をSTEAM教育に組み込むことで、技術的能力だけでなく、学生の自主参加、創造性、革新能力、問題解決能力、およびその他の認知的利点を向上させることが目的である。先行研究によると、「A」をSTEAM教育に取り入れることで、空間的推論、抽象的思考、発散的思考、創造的思考、創造的自己効率感、オープンな経験、好奇心などの自己の認知能力を向上させることができるようになる。

アメリカでは、K-12学校段階におけるSTEAM教育は一般的に普及しており、またこれについて研究者の多くは、様々なモデルや指導方法を提案してきた。STEAM教育の伝統的な考え方では、この教育法によって、子どもが現実世界における問題解決時の論理的理解の促進の効果について強調している。STEAM教育は、教師と生徒の間の自らの役割を定義する。すなわち、教師は問題の理解においてその方向性を提供するためのガイドとして機能し、子供たちに問題の解決策を直接提供することはない [18]。

Dubanらはトルコで、子供たちが回路の構成要素を理解するための簡単な回路を設計する研究を行っているが、その目的は、トルコのSTEAM教育の現状の問題を改善することである。この研究はSTEAM活動を通じて伝統的な見方を放棄され、科学者の身体的特徴をより広い視点から見ていく姿が見られた [19]。

本研究は、STEAM教育の教育理念を援用し、環境教育が科学(太陽光発電)、技術(太陽エネルギー利活用の技術)、工学(BIPV)、芸術(ダンボールハウスのデザイン)の諸分野と統合したワークショップをデザインすることを目的としており、とくにワークショップでは“技術”と“美”の側面を強調することで、比較的少数である女性にも関心を持てるよう配慮している。そのため、芸術は子ども達にとって不可欠の要素である。

本研究で実施するワークショップは、子ども達が問題を発見し、問題の解決に導くSTEAM教育の教育理念を利用し、STEAM教育の根底「自分で学び、自分で理解していく」理念を通し、今回のワークショップをデザインしている。本研究は環境教育をテーマとしたワークショップを通し、その中太陽エネルギーの利活用に対する子どもの自発的な行動を探究し、オープンに質疑を行う形式で行われ、子供たちそれぞれに自主的に考える場を与えた。このワークショップでは、再生可能エネルギーの活用として、家を建てる際に用いられることのある、科学と建築が一体化した太陽電池(BIPV)の事例を紹介し、そこから子ども達に持続可能なエネルギー、ひいては太陽エネルギーについて紹介・解説した。

2.3. 環境教育

多くの既存の環境教育は、廃棄物の利用、ごみの分類、および再生可能エネルギーの利用に関する研究の視点は多くある。

2018年の間、現在の学者らは環境保護教育の問題を発見した。再生可能エネルギーの教育は、大きな課題と脅威に直面している。研究によると、教師が環境保護教育の知識を浸透する際には、依然として従来の伝統的な教育方法に従っている一方、学生がまだ受動的な状態にいたことが発見されている。筆者は、これがかなり大きなチャレンジであると考えている。しかし、Ottら[20]は、再生可能エネルギー教育と教育神経科学を結びつけることで、そこにこのような重要な概念を組み込むという試みが効果的であることに気づいた、彼は革新的な学習環境を整えるという改善策を提案している。

それは、1. 教師ではなく、学生は学習を中心として積極的に取り組むこと。2.

学生たちは互いに協力すること。3. 感情をこめること。4. 自分の経験を取り込むこと。5. 先生の授業を聞くだけではなく、子ども達がより高いレベルのタスクに取り組むよう奨励すること。6. 先生に子どもの受容等級を評価させること。7. 教育は融合された（シームレス）学習であるべきだとのこと。子ども達は学校で授業に集中しているが、教室以外では学校での思考を止めてしまう。彼は、教室の外の学習は授業での学習と区別されるべきであると指摘している。

本研究では、この7つの点をワークショップの考慮に盛り込もうとしている。学生を参加者にし、学習の中心に位置づけて、感情と学習の欲望を刺激する。子ども達により高いレベルのタスクを処理させると同時に、学校外活動（という学習内容）にも参加するように促す。したがって、この論文の理論に基づき、学習は授業だけによって行われるべきではない。環境教育を支援するために、学外活動も増やすべきだと思われる。齊らの研究では、日中の環境教育を比較していた。日本の小学校では自然観察などといった地域の自然を活用した活動は多く、一方で中国は教科書により理論知識の学びや、ゴミ拾い、ゴミ分別はほとんどであるという現状を占めした [11]。2013年に浅岡氏が、夏休みの期間中に太陽エネルギーの活動を行った。子ども達は太陽熱の利活用の活動を体験し、3か月の期間で大豆を育ち、自炊を体験していた活動を行っていた [21]。また、Hugeratらは、小学生が太陽エネルギーにどのような注意を払うかを研究し、学校の内部環境で実際に太陽村モデルを構築した。この活動は、子どもの創造性と思考能力の向上が可能であることが示されている。この研究は子どもの学習能力向上に好影響であったため、保護者から強力なサポートを受けていた [22]。

これまでの研究には、本研究と似類した、再生可能エネルギーの活用をいかに教育活動に落とし込むについての研究はいくつかある。しかし、本研究は、子どもが“創作”活動を通じて、再生可能エネルギーの活用について学ぶとき、いかに理解を促進させるかを目的とした研究である。また、“PREP” (Potential Renewable Energy Prospector) と称し [23]、このワークショップでは風力発電の原理を解説しながら、子供が手持ち扇風機を作成する実験を行った (図 2.2)。6～13歳の子どもを対象としたワークショップで、2人で一つの手持ち扇風機を作成・共有する実験だったが、子ども達は見事この素晴らしい“作品”を完成させ、風力発電を使用す

ることができていた。子ども達は予想以上に上手に作成し、またそのことにとっても興奮していたことが、観察の結果得られた。子どもは中で“扇風機が回った！”“持って帰ってもいいの”などと声をあげることが多かった。この研究からインスピレーションを得、本研究では、日常生活の中の建築といった広大な概念での“作り”の体験は普段で実験がほとんどないため、ダンボールハウスという身近にある素材で実験できるような内容で研究計画をたてた。

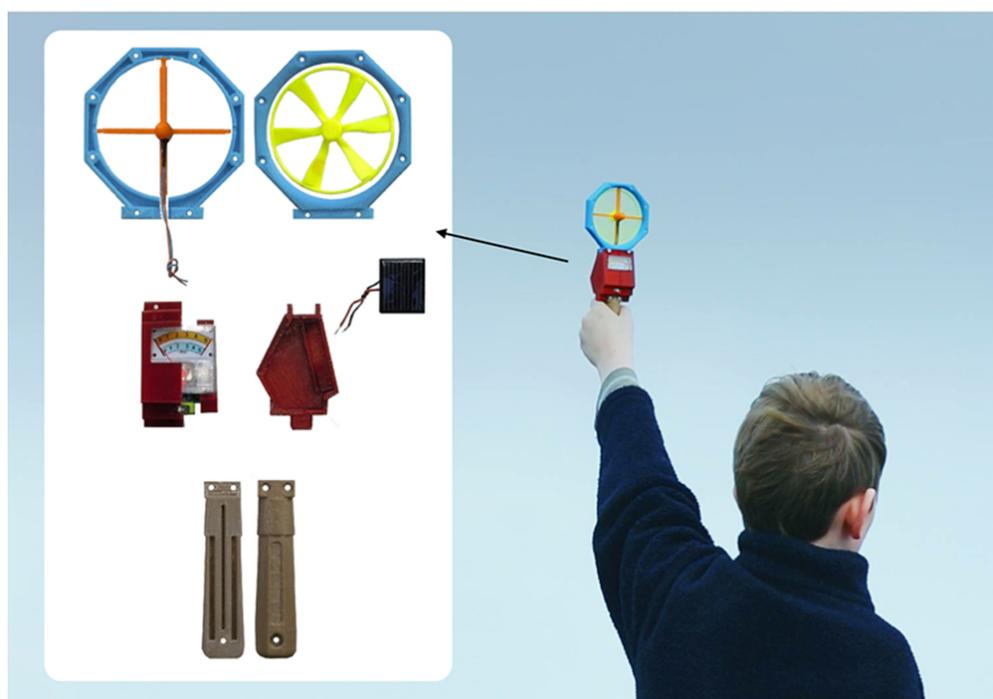


図 2.2 組み立てられた PREP ツールをテストしている様子

2.4. BIPV（建材一体型太陽電池）

実は、現在の建築用太陽電池アレイ設置システムの定義には BIPV（Building Integrated Photovoltaics）と BAPV（Building Attached Photovoltaics）という2つの種類がある。BAPV は建物のアドオンとされているが、建物の機能とは直接な関係がない。これらはただ通常のフレームモジュールの上部構造を依存している

ものだ。本研究ではBIPV（建材一体型太陽電池）の概念に基づき、ワークショップのデザインをした。建築用太陽光発電材料は新興科学技術で、将来の発展において長期的かつ注目すべき分野であり、太陽光発電（PV）は放射線を直接電気エネルギーに変換するプロセスである。太陽光発電施設の核となるのはソーラーパネルである。太陽光発電システムには、太陽光を電気エネルギーに変換する電池が含まれており、各ユニットの内部には半導体材料の層があり、電池に着光した光は各層に電界を発生させ、電流が流れることになる。光の強度が各セルでの電力量を決定している [24]。しかし、太陽電池は単結晶のものと多結晶のものでの価格や発電効率などの問題や、出力の不安定により使いにくい点や、太陽電池を生産するのに必要なエネルギーを回収するために必要な期間など十分考慮する必要がある。

BIPVは太陽光発電材料というもので、建物の構造の機能的な部分とされており、または屋根、天窓、外壁などの建物のエンクロージャ構造のような一部の従来型の建築材料を代替することに使用され、建物の設計に統合されることもある。統合型PVシステムは、一般的な非統合型システムに比べて、通常の建築材料コストと人件費が削減できるという利点がある。その一方、技術と経済の限りがあるので、現在BIPVの機能と外観がある程度に制限されている。BIPVの美意識の面での設計や利用を通じて、構造と形のマッチングは美の表現という視点から研究しなければならない。また、BIPVの複雑な構造と困難な据え付けプロセス、高いレベルの保護技術などの課題があるので、BIPVの全体のコストは今中国で利用されている普通のBAPVより大幅に超えている [25]。図2.3に示すように各チェーンの関連性は、BIPVの全体的な理解に特に重要である。

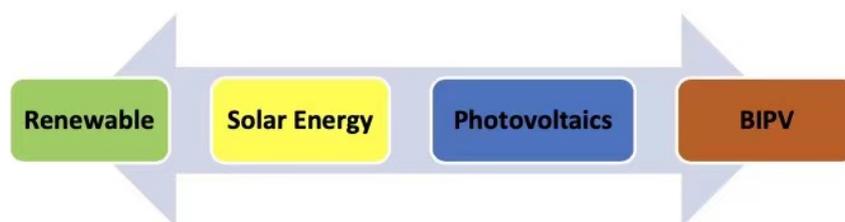


図 2.3 BIPV の組織階層



図 2.4 BIPV の事例

統計によると、建物類は全世界の年間エネルギー総消費量の40%以上、全体のCO2排出量の10%、温室効果ガス排出量の30%~40%、発生された固形廃棄物の30%~40%、またすべての水消費量の20%を占めている。データから見ると、建設業界は環境への悪影響を軽減する必要がある。BIPVによる建築材料の節約という利点を利用し、建物をエネルギー消費者からエネルギー生産者へと変える過程で、建物がもたらした悪影響を抑制するということだ [26]。予測によると、2050年になると、「マイクロジェネレーション」はイギリスの30%から40%の電力のニーズに満足できるということがわかった [27]。ここから環境が悪化し、エネルギーが枯渇している現在では、太陽エネルギー発電は最も重要だということが見られる。

現在、このようなエネルギーとテクノロジーが融合された技術については、既存の分野や環境教育研究において、まだ人的にも経済的にも課題が残っている。建築用太陽光発電材料を用いた再生可能エネルギーについての教育を行うワークショップがないので、本研究はこのテーマによってワークショップを設計しようとしている。ワークショップという簡単な形を通じて、子ども達が建築用太陽光発

電材料というマクロ概念が体験でき、その知識を探求してもらいたいと筆者は考えている。

第 3 章

提 案

3.1. コンセント

本研究では、ダンボールでハウスを組み立て、建材一体型太陽電池（BIPV）という概念を通じて、“ハウス”屋根の一部材料をソーラーパネルに切り替え、内部の照明器具とソーラーパネルを接続し、太陽の光で“ハウス”を光らせる実験を行うことである。子どもがこのワークショップに参加することにより太陽エネルギーの利活用の重要性への意識を向上するためのワークショップをデザインすることは目的とする。ワークショップを実験した後、子どもは環境に対する意識や行動はどう変わるのかの検証することである。

従来の多くの環境に関するワークショップとは異なり、子どもに個人単位で特定の空間において製作を完了させるのではなく、屋内でも屋外でも行うことができる活動としての共同製作をさせることにした。本研究の実験は、未就学児と等身大のダンボールハウスを設計させた。これは、太陽エネルギーをハウスの中に引き込み、太陽の「光」が彼らにエネルギーを与えるという実体験を子ども達により身近に感じさせることを目的としている。

このワークショップの流れには、いくつかのモジュールに分けられ、それぞれのステップに沿って行うのである。ワークショップごとにワークショップ最初の導入部分の説明内容の変更があるため、ワークショップごとのモジュール説明で詳細を挙げていた。

本実験ではグリーン・環境保全を設計理念とし、ダンボールハウスや“ハウス”の外見をするためのデザインはフォーク、ペットボトル、スポンジ、プチプチの裏表、新聞紙などで絵を描く道具として要素を入れた。実験では持続可能な材料

とクリーンエネルギー（再生可能エネルギー）を利用することである。

3.2. 実験材料

3.2.1 ダンボールハウスのデザイン

本研究では、事前実験を設計する前に、DIY ハウスモデルについて設計を行った。このハウスモデルはそれぞれソフトウェア CAD（図 3.1）を使ってレイアウトを作成し、より直感的であること、部品間のフィッティング、図形間の比例などの要素を考慮して、SOLIDWORKS（図 3.2）を使ってレンダリングを作成して、段ボールをスムーズに切断するように、さらにデバッグを行う。



図 3.1 CAD 図面作成

ワークショップを実施する前に、作成するダンボールハウスのプロトタイプを作成した。プロトタイプ作成にあたり、CADで作成した図面に基き、ダンボールのレーザーカットを工場に依頼した。“ハウス”のプロトタイプの素材は厚さ4mmの3層ボードと、2枚のダンボールである。屋根の一部にソーラーパネルを設置する位置を事前に準備した（図 3.3）。また、図 3.4 はソーラーパネルと電球の回線図を示した。

プロトタイプの作成使用材料は2W5Vソーラーパネル（88mm×142mm）、ダンボール、ペイントツール、アートマーカー、接着剤、水彩絵の具、2W5Vの電球、DC5VのUSB接続式のチェーン状デコレーションライドである。実際子どもが実験する時のダンボールハウスはプロトタイプの5倍の大きさである。

板を組み立てたダンボールハウスの屋根の一部をソーラーパネルに置き換え、ダンボールハウスの外装をデザインした。美術塾の先生とペースとなる“ハウス”

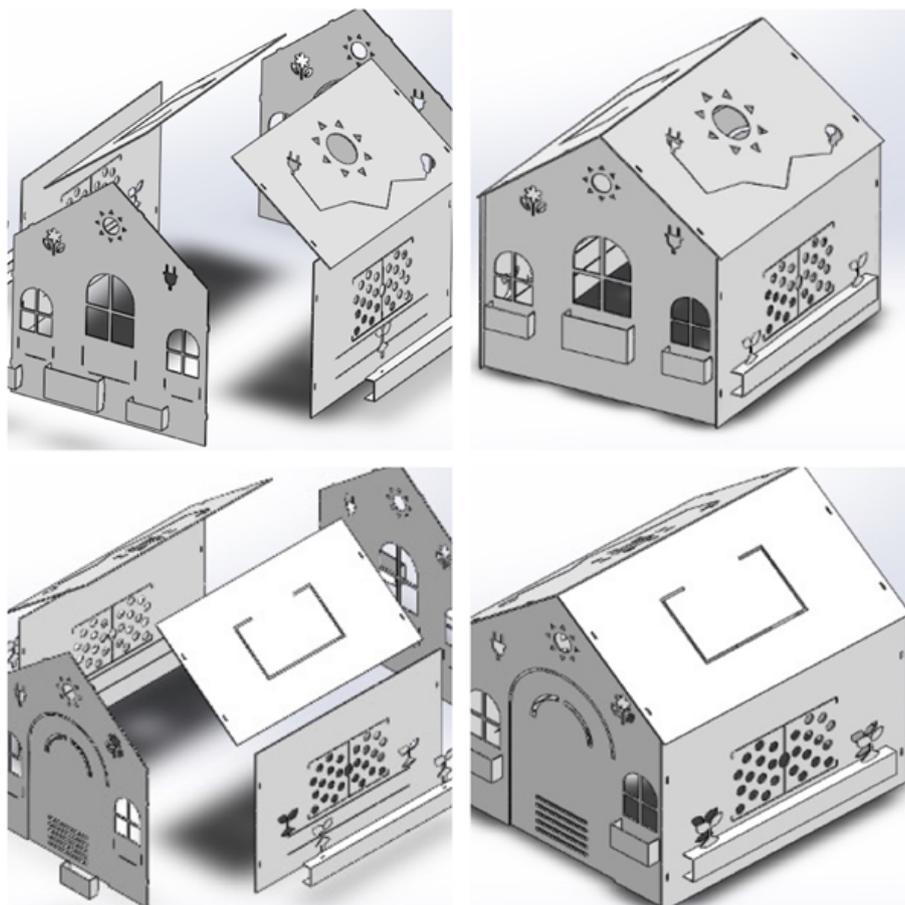


図 3.2 SOLIDWORKS 補助図

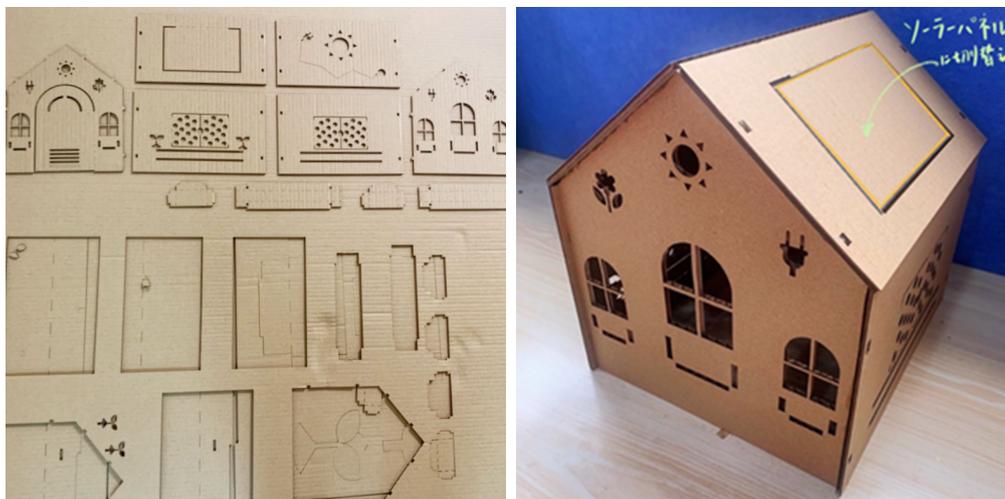


図 3.3 ダンボールハウスの組み立て

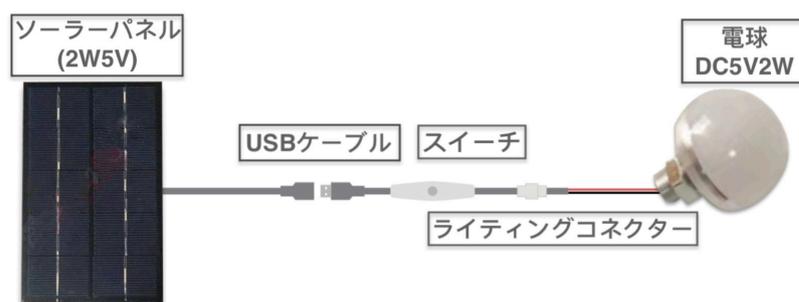


図 3.4 ソーラーパネルと電球の配線図

の外装をデザインするために使用素材を相談し、子ども達が実験する際どのような仕上げやどのように順調にさせるかはミーティングを行なった。そこから、2W5Vのソーラーパネルとデコレーションライドを接続し、照明の動作確認を行った。図3.5は“ハウス”が光っている様子を示した。

3.2.2 実験用素材

- 再生可能エネルギー利活用の例（A4紙で印刷したもの、ワークショップ1でホワイトボードに展示した）
- プロトタイプ
- 指導計画（指導過程表）
- 質問表
- 参加同意書
- ダンボールハウス（実験用）
- ソーラーパネル（2つ準備）
- 照明器具（2個用意）
- 説明用アニメーション動画
- ビデオカメラ
- 録音機
- パソコン
- ペン（記録）
- ペットボトル（絵の具）
- 新聞紙（絵の具）



図 3.5 ハウスが光っている様子

- 顔料
- ブラシ
- 接着剤
- マーカー
- はさみ
- エプロン

太陽エネルギーの説明動画

ワークショップの導入部分では、あらかじめ作成した7分間の解説ビデオとホワイトボードによる導入によって、子どもが太陽エネルギーに関する初歩的な認識をもつことができるように説明した。ビデオの内容には、太陽エネルギー発電の原理（図3.6）、太陽エネルギーの生活における実例および水力エネルギー・風力エネルギーなどの再生可能エネルギーのカテゴリー、BIPVの概念、BIPVの利点と欠点、BIPVとBAPVの違いなどが含まれている（図3.7）。

3.3. 研究方法

- ステップ1

授業説明（ワークショップごとに順番と内容は異なり、ワークショップごとに詳細を展示している）

表 3.1 3回のワークショップ冒頭のインポートセクションの違い

ワークショップ1の授業説明	・ホワイトボードで太陽エネルギー利活用の事例
ワークショップ2の授業説明	・刀根里衣さんの絵本【ペンギンかぞくのおひっこし】の読み聞かせ
ワークショップ3の授業説明	・作成したイラストのストーリー（化石燃料の紹介、地球温暖化の生態危機と示した）

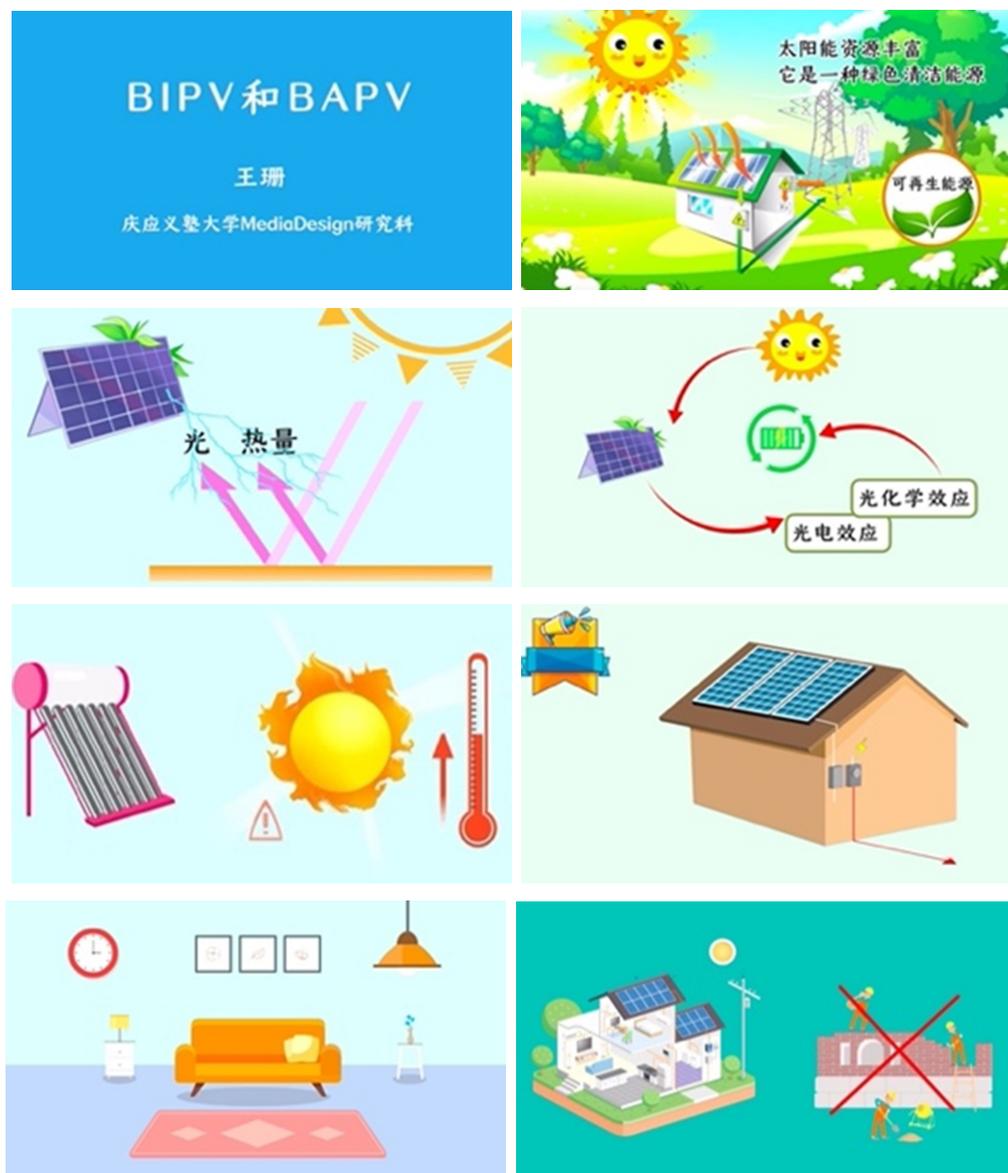


图 3.6 太陽エネルギーの説明動画



図 3.7 太陽エネルギーの説明動画

- ステップ2
子供たち1組の共同作業
 - 1) 家づくり+ダンボールハウスのデザイン
 - 2) ディスカッション（どうすれば“ハウス”を光らせることができるか議論する）
 - 3) ソーラーパネルの取り付け+照明器具とソーラーパネルを接続する

- ステップ3
 - 1) 動画視聴：太陽エネルギーの仕組みとBIPVの概念を動画で説明する
 - 2) フォーカスグループインタビュー

- ステップ4
追跡調査
 - 1) 放課後の行動観察（ワークショップ1、ワークショップ2、ワークショップ3）
 - 2) 絵画の形で環境保護の意識を表明する（ワークショップ2、ワークショップ3）具体的にはワークショップごとの実施で示している。

データの収集

- 1) 現場メモ
- 2) 現場映像資料
- 3) 実験後の追跡調査

検証する研究方法ではグラウンデッドセオリーに基づいてデータを分析し、第5章の分析で展開している。

筆者が設計した5つの基準に基づき、この後の実験では子どもの環境意識が強化できるかどうかを証明する。そして、興味、自己肯定感、知識、スキル、共同作業能力（チームワーク力）という5つの要素から結果を評価する。

3.4. ワークショップ1

ワークショップ1は正式な実験のスムーズな実施と、収集されたデータの有効性を担保することである。そのために、実験の実行可能性とフィードバック結果をテストし、デザインされたヒアリング要綱が有効なデータを得られるかどうかを検査する。

ワークショップ1では180cm×100cm×厚さ6mmのダンボールを素材とし、ダンボールハウス実際カッターしてからのサイズは100cm以上であり、子どもにとってこのサイズは扱いが難しい。今回の事前実験では6人の子ども（4歳,5歳,5歳,6歳,7歳,7歳,男女混合）を一つのグループに統合して、共同で実験に参加させた。

今回の予備実験では、子どもの保護者は窓の外で子どもの活動状況を見学しており、ワークショップへの参加はなかった。また6人の子どもはこれまでにSTEAM教育や、今回のイベントと類似の活動への参加経験はない。

ワークショップの導入部分では、あらかじめ作成した7分間の解説ビデオとホワイトボードによる導入によって、子どもが太陽エネルギーに関する初歩的な認識をもつことができるように説明した。

また子どもと保護者は試験の目的とデータの利用、データ処理の匿名性について理解し、それに同意・許可している。個人のプライバシーを保護するために本文では偽名を用いた。下図はワークショップ1の実験状況である。

イベント過程は現場のメモや映像で記録される。子どもへの半構造的なフォーカスグループインタビューと、ワークショップ一週間後の保護者インタビューも記録の対象となる。

2時間のワークショップでは、まず子ども達に対し、太陽の光が昼夜の区別に利用されるだけでなく、再生可能エネルギーとしても利用されていることについて解説し、日常生活の中で太陽エネルギーが施設照明器具、自動水やり器、住宅などに活用されていることについても併せて解説した。

次に、建築と太陽光発電の一体化概念について紹介した。再生エネルギーとは何か、太陽エネルギーの運用、BIPVの概念、BIPVとBAPVの違いなどについて理解させるため、あらかじめ作成した解説アニメーションを流した。アニメー

表 3.2 ワークショップ1の実験状況である

日時	2021年5月28日 18:00—20:00
会場	中国陝西省西安市ミャオキ子ども美術塾
講師	王珊 張凡
企画者	王珊
補助者	サンウェ
参加者	女の子3名 男の子3名
参加者の年齢	4歳 5歳 5歳 6歳 7歳 7歳
使用物	10W5V ソーラーパネル (220mm × 346mm), ダンボールハウスの板, ペイントツール, アートマーカー、接着剤、水彩絵の具, 5W5V の電球と USB 接続式のチェーン状デコレーションライド

表 3.3 参加者概要欄

参加者	年齢	性別
参加者 1	7	女兒
参加者 2	7	男兒
参加者 3	6	男兒
参加者 4	5	女兒
参加者 5	5	女兒
参加者 6	4	男兒

シヨンの視聴後、太陽エネルギーの利活用と BIPV 概念、そしてワークショップの流れを改めて強調した。

その後、子どものダンボールハウス組み立ての様子や、自分の手描き装飾素材を“ハウス”に貼り付ける様子などを観察・記録した。“ハウス”を建てて装飾した後、“ハウス”の一部の材料をソーラーパネルに置き換え、BIPV の概念を実際に子どもが共同で実験し、“ハウス”内部の電気とソーラーパネルの接続を確認していた。最後に、6 人の子ども達にフォーカスグループインタビューを行った。2 時間のワークショップの流れは以下で示す。

ワークショップのモジュールは次の 3 つの部分に分かれている。

- ステップ 1

- 1) 授業説明 10～15 分：環境保護の概念、環境保護材料、材料パックの使用、太陽エネルギーの原理、説明動画の視聴
- 2) プロトタイプの展示（小型の DIY ハウス）・制作過程の紹介

- ステップ 2

子ども達 6 人 1 組のダンボールハウス共同制作（家づくり+ダンボールハウスのデザイン+ソーラーパネルの取り付け+照明器具とソーラーパネルを接続する）

- ステップ 3

interview：フォーカスグループインタビュー

データの収集

- 1) 現場メモ
- 2) 現場映像資料、録音した音声資料
- 3) 実験後の聞き取り調査

ステップ：子どもを輪にして質疑応答形式にし、できるだけ子どもが質問に答えるチャンスを与える

質問：

1. 太陽エネルギーの発電での利用法（理論上の知識）
 - ・この“ハウス”中の明かりはなぜついたのですか。
 - ・どうやって光らせたのですか。
2. ソーラーパネルを設置した理由と方法
 - ・太陽電池パネルを“ハウス”の上に設置したのはなぜですか。
 - ・あなたはそれをどのように設置しましたか。
 - ・先ほど屋根の一部のダンボールをソーラーパネルに取り替えましたが、このような家とソーラーパネルが一体となった建物をなんと言いますか。
3. 太陽エネルギーと日常生活の関係を振り返る
 - ・なぜ私たちは太陽エネルギー/太陽光を使うのでしょうか。
 - ・あなたの家には太陽光発電で発電したものはありますか。
 - ・あなたの家の電球は何の電気についていますか。
 - ・日常生活の中で、建物に太陽エネルギーが使われている例を見たことがありますか。
4. 過程の中の体験についてのフィードバック
 - ・“ハウス”を建てる時やソーラーパネルを取り付ける時は難しかったですか。
 - ・どのステップが難しいと思いましたか？よくわかっていないところはありますか。
 - ・困難にぶつかったとき、どうやって解決しましたか。
 - ・今回の実験はどこが一番楽しかったですか。
 - ・今回の実験で、何か改善点はありますか。
5. “美”に関する問題
 - ・家の外観にどうしてこれを描いたのですか。

- ・ どうしてこんな風に描いたのですか。
- ・ 何を描きましたか。

インタビュー結果

【全体の感想】

- ・ 照明をつけるのが楽しい。
- ・ 段ボールハウスにデザインするのが楽しい。
- ・ お絵描きすることが楽しかった。
- ・ 電気とソーラーパネルを繋げるときが楽しかった。
- ・ 部屋内部が光ったのが楽しかった。

【太陽エネルギーについて】

- ・ ソーラーパネルに太陽光が当てることで電球が光った。
- ・ ソーラーパネルに光を当てたから光った。
- ・ 光がないと電球は光らない。

【日常生活との関わり】

- ・ 太陽エネルギーで冷たい水をお湯にして、シャワーを浴びることができる。
- ・ 道路のライトの電気は太陽エネルギーを使える。

【創作する中“美”について】

- ・ プリンセスを描いた。(女児)
- ・ 撮影をしているプリンセスを描いた。(女児)
- ・ たくさん色を使って線をいっぱい描いた。(男児)
- ・ ももを描いた。(男児)
- ・ ももとぶどうを描いた。(女児)
- ・ 色々な色でハートをたくさん描いた。(男児)

ワークショップでは、参加者全員がダンボールハウスを協力して完成させた。ソーラーパネルに光が照射され内部の電飾が光ったとき、子ども達は興奮し雀躍



図 3.8 全体の様子

表 3.4 ワークショップ 1 一週間後の追跡調査

参加者 1	<ul style="list-style-type: none"> ・ソーラーパネルの太陽光発電で電球を光らせることができる。 ・ソーラーパネルをつけることによって水の温度を上げて、温かいシャワーができる。 ・BIPV について、保護者に絵を描いて説明した (BIPV と BAPV)。
参加者 2	<ul style="list-style-type: none"> ・すごく楽しかった。 ・ソーラーパネルで家の電気を賄える。 ・道の照明にも太陽光発電が使える。
参加者 3	<ul style="list-style-type: none"> ・再生エネルギーの中水力、風力の他に、ハウスの上にソーラーパネルと電球を繋げることによって、光った。
参加者 4	<ul style="list-style-type: none"> ・環境保護と太陽光エネルギーのことが理解できた。

していた。

BIPV と BAPV についての解説ビデオの視聴後は、多くの子ども達が戸惑っている様子だったが、子どもの中の 1 人が「太陽のエネルギーは電気に変えることができる」と発言した。

ダンボールでハウスを作ると伝えると、「このダンボールで家をつくるんですか！やった！」と全員が興奮していた。制作の作業中は、各々が絵を描いたり、ハサミで切った好きな形を“ハウス”の表面に接着したり、落書きしたりと忙しいようにしていた。

ソーラーパネルと照明器具を見せると、「これをつけるんだよね」「僕が接続したい」と声をかけてくれた子どもがいた。自主的な子どもを中心に、“屋根”の中央部分をソーラーパネルに置換した。室内光では若干光量が不足しているため、教室中の照明器具をソーラーパネルに照射することにした。

光源の確認後、6 人の子ども全員に“ハウス”の内部に入るように呼び掛けた。「3.2.1」と、1 人の子どもがカウントダウンの数を叫び出した。

内部の電飾点灯について、これを予想していた子どももいたが、していない子どももいたようであった。また 4 歳の参加者 6 は、参加者の中で年齢が一番低いいため、集中力、会話の多さなどの点でほかの子どもとの差があった。

体験終了後のインタビューからは、よく質問に対して答えようとしていた様子

が見られた。

表 3.5 ワークショップ1の改善案

反省点	改善案
・ BIPV と BAPV の違いを強調したところ、難しそうにしていた。	・ BAPV の概念については取り扱わない。
・ ダンボールハウスの組み立てに時間がかかる。	・ ダンボールハウスのサイズを小さく調整する。
・ 太陽エネルギーの概念は理解していたが、教室内の電気も太陽エネルギーで光っていると勘違いした子供がいた。	・ 実際に太陽光を利用し、実験を行う。

ワークショップ1は終始スムーズに進行でき、計画通りにダンボールハウスを建てることができたため、成功といえる。

今回のワークショップでは、冒頭で動画等による再生エネルギー利活用についての解説を行ったが、ハウス内部の電飾が灯ったとき、そのエネルギー源が太陽エネルギーであることが理解できていない子どもも見受けられた。次回のワークショップでは、STEAM教育の理念をもとに、自発的な思考によって太陽エネルギーが光に変換されたことが導けるようにワークショップをデザインし、終了後も追跡調査を行う予定である。

3.5. ワークショップ2

西安の幼稚園教育における現状を認識するため、事前にワークショップ2を実施予定の幼稚園で、園長先生と年長組の先生に対してそれぞれ1時間ずつのインタビューを行った。

【幼稚園長】インタビュー：5月27日，1時間

現在の環境保護教育は限られていて、ごみの分別、水の節約、省エネ削減などに関する授業はあるが、後の延長をすることは非常に少ない。現在の環境保護教育は希少だといえる。

実は環境保護という分野は、社会分野の授業であると同時に、他の分野にも関わっている。健康、科学、数学、言語も含めて、これらはすべて環境教育の分野の内容に関わってくる。だが、私が言いたいのは、環境保護は実際には家の共同育成の方向から着手すべきだと思う。いくら幼稚園で学んでも、親が子どもを導いたり、身をもって教えたりしなければ、子どもの影響の面においては、学校教育は親の行動には及ばないかもしれない。なので、これはまず親が良い市民としてやるべきで、あるいは私たち教師自身がこの意識を持って子どもを省エネ・廃棄物削減へと導くという第一責任者となるべきだと思う。

私たちにできることは、例えば気候の変化や、絵本を通して、子どもに理解してもらうことである。そして私たちを含めてさまざまな職業の人を知ることです。それから、私たちの行う省エネというのは、つまり廃棄物の役割転換などを理解してもらうことです。例えば、二次利用、なぜゴミを分別するのかなど、これらことから、科学や数学関連の授業を導いてくる。しかし、正直に言って、既存の環境教育にとって、幼稚園の子どもにとって、まだ我々はこのレベルの問題しか触れることができない。子どもはこれ以上深いレベルで多くのことをすることができない。実は、あなたが行ったこの“作る”を通じたSTEAM教育理念を利用する環境保護教育の活動は、子どもに実験を通じて省エネ・廃棄物削減をさせることが、すでに今私の認知の中では幼稚園の天井に触れていると思う。

あなたの行っている授業は、小学校に入れても違和感がないよね。学齢前の子どもの受け入れ能力は限られているので、認知、手を動かす能力、それには上限がある。小学生が学年ごとに成長するにつれて、学んだ知識を重ねて、それが一から十、十から百という効果を示すわけである。なので、ポイントはやはり多方面の協力によって、子どもの日常的な行動に影響を与え、環境を守る意欲を起こさせることだと思う。将来の学習に良い土台を作るために、あなたはこの角度から着手したほうが、より着実で、より現実的になるかもしれないと思うのだ。

【年長組の先生】インタビュー：6月3日，1時間

現在、西安の幼稚園教育では、健康目標、言語目標、社会的目標、科学的目標、芸術的目標の5つの主要目標を設定しています。

幼稚園での未就学児の小学校に向けた事前学習は教育局では明示的に禁止され

ていますが、ほとんどの親は子どもの学業成績と将来を心配しているため、事前学習を支持しています。子どもの学習は国語と数学が中心で、既存のクラスの子ども向けの算数科目は小学4年生程度まで行われており、私たちも驚きました。私が勤めている幼稚園は以前、国がゴミの分別活動を精力的に推進していたこともあり、環境保護をテーマにキャンペーンを開催していました。ゴミの分別方法や、ゴミの分別が必要な理由などについて子どもたちに絵本の形で伝えましたが、活動の後で具体的な行動への発展はなく、アクティビティ・クラス後の子供の行動にも明らかな変化はありませんでした。

以前行った、西安の小学生、幼稚園、塾の先生へのインタビュー経験や、今回のワークショップ2の実験場所の先生方へのインタビューを通して、西安市はまだ伝統的な教育手法が採られているケースが多いため、環境教育についての政策や多様性が不足していることが明らかとなった。

ワークショップ2はワークショップ1を基づき、子ども達は環境意識または太陽エネルギーの利活用に関するの自省を高めるため、ワークショップ2を考えた。

ワークショップ2の目的は、ワークショップを通して子どもは太陽エネルギーの利活用の重要性を発見していたか、また今回の太陽エネルギーをテーマとしたワークショップを通じて、子ども達は環境保護に対する意識は変わるのか。ワークショップの初めに、地球を守ることをテーマとした絵本、そこから地球の生態系危機を負担させたことにより、地球温暖化などの問題を例にあげていた。絵本とパワーポイントの紹介を同時に行った。

また、ワークショップ2の実験では、動画の挿入位置を変更した。ワークショップ1は太陽エネルギーを実験する前に太陽光発電、BIPVの概念の紹介を行った。

ワークショップ2では、子どもが自発でエネルギーの利活用に気づくため、アニメーション解説動画を実験後に調整した。そこで、太陽エネルギーの仕組み、BIPVの概念、再生可能エネルギーの種類と利用について深く理解するよう実験後に流していた。これは子ども達がオープンに考えることを可能にするだけでなく、彼らが後で関連する知識を吸収して要約するのを助けます。

実験後の質問も改善し、ワークショップ1の4つのモジュールの質問に基づいて、ワークショップ2は最後に自由形式の質問が追加された。また、ワークショッ

プ2を通し、子ども達の自発性を引き出すため、環境を守ろうと言った自省を高めるためには、太陽光発電のテストと“建築”と太陽の光を統合した時のテストを実験した後、開放的な質問が追加されただけでなく、授業後のこの活動の実験が共同絵画の形を作成し、そして子ども達は自分で描いた内容を絵画を説明した。

ワークショップ2のモジュールは以下のように4つの部分に分かれている。

ステップ1

授業説明 20min

・刀根里衣さんの絵本【ペンギンかぞくのおひっこし】+化石燃料と地球温暖化の説明（スライドを作成した）

ステップ2

子供たち 10人1組の共同作業

- 1) 家づくり+ダンボールハウスのデザイン
- 2) ディスカッション（どうすれば“ハウス”を光らせることができるか議論する）
- 3) ソーラーパネルの取り付け+照明器具とソーラーパネルを接続する

ステップ3

- 1) 動画視聴：太陽エネルギーの仕組みとBIPVの概念を動画で説明する
- 2) フォーカスグループインタビュー

ステップ4

追跡調査

2. データの収集、データソース；
 - 1) 現場メモ
 - 2) 現場映像資料、録音した音声資料
 - 3) 実験後の聞き取り調査

表 3.6 ワークショップ2の実験状況である

日時	2021年6月8日
会場	中国西安市博允バイリンガル幼稚園
講師	王珊 趙ヤウエン
企画者	王珊
参加者	男女それぞれ5名 合計10名
参加者の年齢	すべて年長
使用物	10W5V ソーラーパネル (220mm × 346mm), ダンボールハウスの板, ペイントツール, アートマーカー、接着剤、水彩絵の具, 5W5V 電球と USB 接続式のチェーン状デコレーションライト

使用物品

表 3.7 参加者概要欄

参加者	年齢	性別
参加者 1	年長	男児
参加者 2	年長	男児
参加者 3	年長	男児
参加者 4	年長	女児
参加者 5	年長	女児
参加者 6	年長	女児
参加者 7	年長	女児
参加者 8	年長	女児
参加者 9	年長	女児
参加者 10	年長	女児

フォーカスグループインタビュー質問：

1. 太陽エネルギーを使ってどのように発電しますか？(理論上の知識)
・この“ハウス”中の明かりはなぜついたのですか。
2. なぜソーラーパネルを“ハウス”に設置したのですか？それをどうやって操作しますか。



図 3.9 使用物



図 3.10 ダンボールハウス組み立て前

- ・なぜソーラーパネルを家の上に設置したのでしょうか。
3. 太陽エネルギーと日常生活の関係を振り返ります。
 - ・なぜ私たちは太陽エネルギー/太陽光を使うのでしょうか。
 4. 過程の中の体験はどうですか？
 - ・どのステップが難しいと思いましたか。よくわかっていないところがありますか。
 - ・困難にぶつかったとき、どうやって解決しましたか。
 - ・今回の実験はどこが一番楽しかったですか。
 5. “美”に関する質問
 - ・ダンボールハウスの外観にどうデザインをしましたか。
 - ・日常生活の中で、環境を守るために良いアイデアはありますか。
 - ・もしあれば、教えてください。
 - ・今後はどうやって電気を節約しますか。

【全体の感想】

- ・ハウスの色塗りが楽しかった！
- ・楽しかった。(全員)
- ・お互いよく協力できた！
- ・ダンボールに絵を描くのが楽しい。
- ・ダンボールハウスをきれいにする過程が楽しかった。
- ・ソーラーパネルに興味を持っている。
- ・他の友達と協力して作業できた。
- ・ダンボールハウスにボタンを貼り付けるのが楽しかった。
- ・ダンボールハウスに入るのが面白い。
- ・ダンボールハウスを組み立てるのが楽しかった。

【太陽エネルギーについて】

- ・太陽エネルギーを使うと環境汚染を減少することができる。
- ・ソーラーパネルで部屋中の電気が光った。



図 3.11 全体の様子

- ・ 太陽エネルギーで光った。
- ・ 太陽エネルギーを使う理由は地球の汚染を減少したいから。
- ・ ソーラーパネルが太陽の光を吸収して、電気に変えたのでハウスの中が光った。
- ・ ソーラーパネルを使うのは環境を守るためだ。
- ・ 太陽エネルギーを使うと、環境を守ることができる。

【創作の“美”について】

- ・ いろいろな色のボタンを貼り付けました。(男児)
- ・ ハートを描いていました。(女児)
- ・ ミキハウスを書いていました。(男児)
- ・ ダンボールハウスに色を塗りました。(女児)

【日常生活との関わり】

- ・ 家にソーラーパネル付きの学習玩具がある。
- ・ 親戚の家の庭にソーラーパネルがあるのを見たことがあるが、なぜ使っているかはわからない。

【今後の環境保護に関する自発的なアイデア】

- ・ 水を使って遊ぶのはよくない。
- ・ 勝手に木を切るのはよくない。
- ・ 早く寝て、電気を早く消すようにする。
- ・ 夜は電気を一つにします。
- ・ 太陽エネルギーを使うところを見つけていきたい。
- ・ 土曜日の塾に行く前に、家の電気を消すようにする。
- ・ 一つの電気で十分な時は、必要のない電気を消すようにする。
- ・ 昼間は電気をつけないようにする。夜はつける。
- ・ ソーラーパネルを利用する。
- ・ 水を節約する。
- ・ 水をリサイクルする。例えば、野菜を洗った後の水を、トイレを流す下水に利

用する。

ワークショップ2の冒頭のインポートセクションは、導入を物語調にして、グローバルな生態問題を取り上げたことで子ども達の興味が明らかに高まっているのを感じた。【ペンギンかぞくのおひっこし】という絵本を用い、化石燃料の過剰使用によって地球温暖化という問題が発生したこと、及びそれが現在や未来にどのようなリスクをもたらす可能性があるかを説明した。導入部分で、子ども達に「自然をなるべく破壊しないで電気を使う方法がありますか」と質問をすると、「太陽エネルギーを利用する」と答えた子どもが1人いた。しかし、日常生活の中でソーラーパネルを見たことがあるが、その役割が分からないというような様子から、太陽エネルギーの発電の原理や、その具体的な利用法については、子ども達はまだ理解できていない様子であった。

導入部分の終了後、ダンボールハウス制作の工程の一つとして、幼稚園の屋上の公園でハンズオン実験を行った。子ども達は非常に興奮しており、材料パックからできるだけ面白い道具を探すことに夢中になっていた。子ども達はダンボールハウスに着色することに強い好奇心を示し、この点はワークショップ1と同様であった。さらにチームワークも比較的強くなっているように見受けられた。

“ハウス”の外観の設計が終わると、どうしたら電気が光るかについて子ども達にディスカッションを促した。検証のため、屋根の一部をソーラーパネルに置き換え、内部にライトを飾り、ソーラーパネルとライトを子ども達の手で接続させた。通電した瞬間、子ども達は次々と内部を覗き込み、「明るくなっている!」「きれい!」などと非常に嬉しそうな反応をした。その後、「どうして電気が通じたのか」という問題について、輪になって話し合った。「ここに太陽光があるから」「屋根にソーラーパネルがあるから」などの、様々な答えがあった。

「ハウス作り」の実験が終わった後は、子ども達を教室に戻し、太陽エネルギー、BIPV、水力、風力などのエネルギー利活用に関連するビデオを視聴させた。日常生活の中での太陽エネルギーの利活用の使用事例などのまとめを通して、子ども達が自然エネルギーの利用に関して深い印象を持つことができるよう期待している。

最後のインタビューには、子ども達はワークショップ1の時より積極的に参加していた。オープンな問題に対しても自分なりの意見を持つようになっており、活発な議論が行われた。

追跡調査：今回のワークショップを通して、子ども達の環境保護に対する意識や生活にどのような影響があるのかを知ることが、追跡調査の目的である。

- 1、放課後の行動観察
- 2、絵画の形で環境保護の意識を表明する

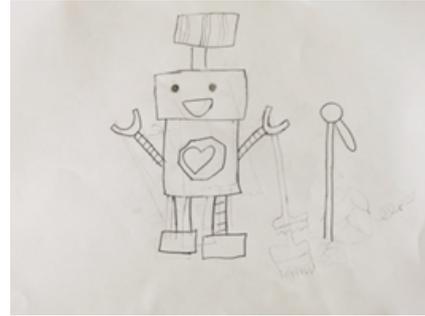
担当の先生により放課後の行為観察

ワークショップ後に、子どもは環境への意識に関する行動の変容について観察し、ワークショップに参加した担当の先生からデータをいただいた。内容は以下のとおりである。

表 3.8 追跡調査

参加者 1 (女児)	・親戚のお家に行った日、早めに寝るようにした。
参加者 2 (男児)	・今回の活動が終わった後、他の授業で教室の電気を消したいと先生に言った子供がいた。→昼間は教室内が明るいため、電気をつける必要はないと思っている。。
参加者 9 (女児)	・今日のワークショップで実験したことをお母さんに話したい。
参加者 10 (男児)	・家の物を太陽エネルギーで使用できる物に変えていきたい。
参加者 4 (男児)	・実験翌日に、家から太陽エネルギーの小さな実験道具を学校に持ってきた子どもがいる。→太陽光がある場所に行き実験を行うよう先生に指導してもらった。さらに BIPV という概念について新たな質問も投げかけた。
参加者 3 (女児)	・実験翌日に、先生に「うちの団地の外にソーラーパネルが備え付けられているのが見えたが、今まで気づかなかった。」と興奮した様子で話した子がいた。」と話した。

子どもが環境に対してどのように考えているかを確かむため、ワークショップ後に他授業の時間内で“環境を守る”のテーマに沿って、イラストの創作活動を



(a) 太陽エネルギーを使った車と、太陽エネルギーを使った照明器具である。この照明器具は UFO キャッチャーのような形状をしていて、自動で道路の虫を捕まえることができるのだ。



(c) 全て太陽エネルギーを利用した住宅地。
(d) 表面や屋根などをソーラーパネルで覆った建物。



(e) 屋根に取り付けたソーラーパネルに、太陽からの光が照射されている様子。施設照明も太陽の光で光っている様子が描かれている。

図 3.12 ワークショップ後のイラスト

行った。イラストとその説明は図 3.12 に示した。

3.6. 考察

ワークショップ1とワークショップ2を通して考察は以下のとおりである。ワークショップ1では太陽エネルギーの利活用の仕組み、BIPV の概念、BAPV との違いについて重点的に取り上げた。ワークショップ1は序盤から子どもに太陽エネルギーの知識を伝えたため、子供が自発的に考える部分が少なかった。ワークショップ後のインタビューでは全員が太陽光発電の基本的な知識を習得しており、BIPV の言葉もよく覚えていたが、今後地球環境を守るための自省やアイディアの発案は少なかった。

ワークショップ2では、「地球温暖化により、ペンギンが家を探している」といったストーリーの絵本の読み聞かせから始めた。子供は全員ストーリーに夢中になっている様子であった。そこから、化石燃料の大量消費により、地球温暖化などの様々な環境問題が引き起こされているという状況を伝えると、子ども達は比較的によくその状況を理解している様子であった。そこから、「どのような方法で化石燃料を節約できるか」という質問をしてみると、1人だけが「太陽エネルギーを利用することができる」と話した。しかし、なぜ使えるのかについての質問にはうまく答えることができなかったことから、ただ太陽エネルギーという言葉が記憶されているに留まり、太陽エネルギーとは何か、またその具体的な利用事例などについては理解していない様子が見られた。

3.7. 本章のまとめ

二回のワークショップともダンボールハウスを組み立て、本体に絵を描くことができる伝えたときに子供は最も興奮していたように見えた。ワークショップ1は、BIPV と BAPV との違いについて何度も質問したため、ほぼ全員が BIPV の概念を理解していたが、BIPV と BAPV との違いについては理解できていない様子であった。しかしその中でも、ワークショップ1の参加者1は、BIPV と

BAPV の違いについて、ワークショップ後に自宅で母親に絵で表現し説明していたという。

ワークショップ1と比較すると、ワークショップ2の方が子ども達の反応が良く、質問を答える時も積極的な様子が見られた。事後インタビューでは、二回ともに全員がすごく楽しかったと述べたほか、ワークショップ2でのみ「一緒に絵を描いた、楽しかった」や「彼と一緒にやったらうまく行った」や「うまく助け合ったからよかった」などのフィードバックがあった。これらはワークショップ1ではなかった反応である。

子どもの環境意識を喚起するため、今回のワークショップのような「環境を守る」といった目的のワークショップは有効だと考える。

表 3.9 ワークショップ2の改善案

反省点	改善案
・絵本の読み聞かせと、化石燃料の大量消費による地球温暖化で様々な問題が引き起こされている現状までのストーリーの流れに一体性がない。	・一つのストーリーにまとめる。絵本の読み聞かせのみで導入部分を終わらせるようにする。
・ダンボールハウスに描画する際、多くの子供の服が汚れてしまった。	・洗濯で落ちるインクのペンを使用し、ベアになってあらかじめ決めた面に描くようにする。
・全体の時間（1時間50分）が長かったため、インタビュー時子供が少々疲れたように見えた。	・ダンボールハウスに描画する時間を短くする。インタビューの質問の仕方を工夫する。

次回のワークショップでは、冒頭の絵本を読み聞かせる部分と化石燃料の大量消費による地球温暖化の導入部分は一つのストーリーにまとめるようにする。また、ペイント材料は洗濯しやすいものに変更する。全体的な時間を短縮することで、フォーカスインタビューの際により活発なディスカッションが行えるように工夫したい。



図 3.13 ワークショップ1の後、BIPVとBAPVの違いを母親に絵で表現している様子

第 4 章

フィールドワーク

4.1. ワークショップ 3

前 2 回の実験を通して、7 分間の解説ビデオとホワイトボードによる導入（ワークショップ 1）と冒頭の絵本を読み聞かせる部分と化石燃料の大量消費による地球温暖化で様々な問題が引き起こされている現状まで、一連のストーリーの流れとした最初の授業説明（ワークショップ 2）から子どもの様子を参考した上、ワークショップ 3 では併用する形ではなく、一つのストーリー仕立てに変更するため、独自でイラストを作成した（図 4.1）。

ワークショップ 3 のモジュールは以下のように 4 つの部分に分かれている。内容と順番は若干変えたため、詳細を以下で示した。

ステップ 1

授業説明 15min

・筆者自作の「地球が自分のことを語る」ストーリーを読み聞かせしたイラストのストーリーをプロジェクターで流して、ワークショップ後に印刷版を自宅に持ち帰った。

ステップ 2

子供たち 10 人 1 組の共同作業

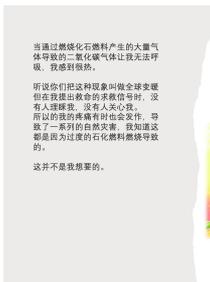
1) ハウスの組み立て+ソーラーパネルと照明器具の取り付け+照明器具ダンボールハウスのデザイン

2) ディスカッション（どうすれば“ハウス”を光らせることができるか議論する）



(a) みなさんこんにちは、みんなに地球と呼ばれた私です。みんなに私たちは友達だよと言われた私だけど、みんなに助けを求めています。私には困っていることがあります…

(b) 最近、いつも鼻を刺す濃い匂いがして、体が冷たかったり熱かったりします。そして、気分もあまりよくありません。以前はこんなことは一度もなかったのに… 私は病気になったのかな…



因为我想保护你，因为我们是朋友。但看到北极熊的冰川融化，小鸟冻僵死亡，你们的食物也渐渐匮乏。看到有人因为饥饿饿死，也看到海水变得越来越高。我感到无助，痛心。但，我什么也做不了。



(c) 化石燃料を燃やして生成した大量のガスによる二酸化炭素ガスは、わたしを息が詰まり、わたしがSOSを発しても、みんなは私に目もくれず、関心も持っていません。だから起こすこともあります。化石燃料の過度な燃焼が原因だと分かっていますが、私が望んでいることではありません。

(d) 私たちは友達だから、みんなを守りたいです。でも、南北極の氷床融解と動物の絶滅危惧を、食糧不足になっていることで餓死した人がいることを、海面がますます上昇してきているのを見て、無力感がこみ上げて体が痛んでいます。それでも、私にはできることは何もありません。



(e) 私の体を構成している元素は、よく分から (f) ある日、私はお医者さんにみてもらいま
ないけど、誰かに少しずつ掘り尽くされてい した。私は重い病気になったと、先生に言われま
ます。私は毎日待ち望んでいます。誰かが助け した。先生にこのまま体を消耗してはいけな
てくれることを。私の体内にある化石燃料は いんだと忠告され、みんなに真実を教えたほ
人間に大量採掘され、もうすぐ体の働きを支 うがいいとアドバイスをもらいましたが、私
えきれなくなります。その元素はいったん使 はあまり納得できませんでした。先生は「君
い切られたら、もう再生できません。

はこのまま自分の体を消耗してはいけない
んだ。君の体内の化石燃料資源は、石炭が電気
エネルギーに変換され、石油がガソリンにさ
れ、天然ガスが料理を作るための火に変換さ
れている」と言いました。私は目からうろこ
が落ちる思いがしました。



(g) 友達のみなさん、私の友達として、復帰で (h) 子供たち、環境保護や再生可能エネルギー
 きるようにみんなの力で助けてもらえませんか。みんなの力を集めていっしょに助けても
 環境保護や再生可能エネルギー利用について
 らえれば、私はきっと治ると信じています！日
 の経験がある場合は、描いたり書き表したり
 常生活で使っている電気やガスやガソリンな
 して見て、どうやって地球を助けるか、一緒
 などの代わりがあるかどうか考えてみましょう。に考えて交流しましょう！

再生可能エネルギーといういくら使っても使
 い尽くされないエネルギーがあって、その再
 生可能エネルギーは私の体内の化石燃料の代
 わりになれるそうですが、みなさんの助けを
 求めています。

図 4.1 ワークショップ3 導入部分のイラストと日本語訳である

3) 照明器具とソーラーパネルを接続する・ソーラーパネルと照明器具の取り付けはダンボールハウスのデザインをする前に変更した。

ステップ3

- 1) 動画視聴：太陽エネルギーの仕組みとBIPVの概念を動画で説明する
- 2) フォーカスグループインタビュー

ステップ4

追跡調査

表 4.1 ワークショップ3の実験状況である

日時	2021年6月23日
会場	中国陝西省西安市博允双語幼稚園
講師	王珊 趙ヤウエ
企画者	王珊
参加者	男児6名 女児4名 合計10名
年齢層	すべて年長
使用物	イラスト絵本、説明動画、ソーラーパネル、ダンボールハウス、お絵描きツール、2W5Vのソーラーパネル(2個)、3V3Wのデコレーションライド(2個)

2. データの収集、データソース；

- 1) 現場メモ
- 2) 現場映像資料、録音した音声資料
- 3) 実験後の聞き取り調査

・ワークショップ2のフォーカスグループインタビュー質問はと同様である。

【全体の感想】

- ・電球の貼り付けとソーラーパネルの装置は楽しかった！
- ・ダンボールハウスの組み立ては楽しい。

表 4.2 参加者概要欄

参加者	年齢	性別
参加者 1	年長	男児
参加者 2	年長	男児
参加者 3	年長	男児
参加者 4	年長	男児
参加者 5	年長	女児
参加者 6	年長	女児
参加者 7	年長	女児
参加者 8	年長	女児
参加者 9	年長	女児
参加者 10	年長	女児



図 4.2 ワークショップ始めのイラストの読み聞かせる部分



図 4.3 全体の様子



図 4.4 ソーラーパネルと照明を接続する様子

- ・“ハウス”にお絵描きするのは楽しい。
- ・ダンボールハウスに入るのが面白い。

【太陽エネルギーについて】

- ・今日は曇りだから、電球は晴れの日より光は弱いと思う。
- ・ソーラーパネルは太陽光の反射で電気に変えてハウスの電球が光った。
- ・外の光を借りないと“ハウス”は光らない。
- ・今すぐ、水力発電でハウスは光るかの実験をやってみたい。
- ・太陽エネルギーを使う理由は地球の化石燃料の使用を少なくしたいから。

【創作の“美”について】

- ・ダンボールハウスに太陽を描いた。
- ・木を描いた。
- ・好きな色を塗った。

【日常生活との関わり】

- ・水力発電で小さいロケットを作ってみたい。
- ・日常生活で資源を無駄にする人に環境を重視すべきことを思い出させるようにする。

【今後の環境保護に関する自発的なアイデア】

- ・摩擦電気も使える。
- ・化石燃料で電気などを作るのではなく、ソーラーパネルに切り替え、ソーラーパネルを通して電気を作ると良い。
- ・火力発電を減少すべき。タバコなどの煙も空気の汚染にひどい影響を与えている。
- ・水を節約する。
- ・お昼、家で遊ぶ時は電気をつけっぱなしだと電気がだんだん少なくなるので、節減した方がいい。電気代の節約にもなる。
- ・ゴミの分析をする。
- ・家に戻ったら水力発電の絵を描きたい。
- ・寝る前に電気を早めに消すようにするべき。
- ・地球を守るため、朝は電気を消す、夜は早く寝るようにする。
- ・電気を使い終わったら、プラグを抜くこと。環境を守ることになるし、火事避けにも役立つ。
- ・地球は病気になっているから、私たちは地球を助けるために、地球を守るべき。

追跡調査：

1、放課後の行動観察

2、絵画の形で環境保護の意識を表明する（図 4.5）

ワークショップ3では、子どもはワークショップ参加後、帰宅後の行動変容が見られた。家から出かける前に、お父さんが電気を消そうとするのを自分がやりたいたと、急いで電気を消すようになった。今回のワークショップに参加したことはお母さんのみで知ったため、お父さんは知らず、子どもが普段と違う反応だったからびっくりしていたと先生に話していた。ワークショップ3に参加の結果として前二回のワークショップと同様に子ども全員は太陽の光を借りソーラーパネルを通して“ハウス”内部の電気が光ったという概念を理解できた。



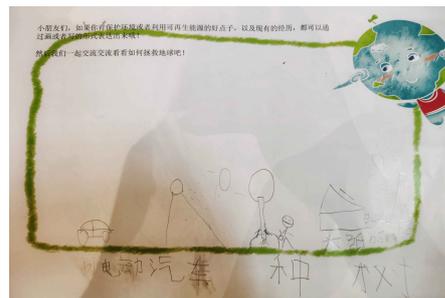
(a) 水力発電への印象



(b) 風力発電で回っている風車



(c) 太陽光発電、風力発電、水力発電



(d) 電気自動車、環境を守るため木を植えるべき、太陽光発電利活用な家

図 4.5 ワークショップ後のイラスト

4.2. 考察

ワークショップ3では、作成した最初のイラストのストーリーの読み聞かせたにより子ども達の反応が良くて、地球温暖化になった原因もよく理解してもらい、いい影響を与えたと思う。イラストのストーリーの読み聞かせた直後、「持続可能なエネルギーというのは聞いたことがありますか」と質問をしたが、最初は答えられる子どもはいなかった。そこから、参加者3（男の子）は「風力発電はある、それは自然なもの！」と言い出し、続けて参加者8（男の子）と参加者9（男の子）は「太陽の光を利用することができる」「ソーラーパネル使える」というようなことを発言した。続けて参加者4は「太陽の光がソーラーパネルに照らして反射し、電気に切り替えることができる」というようなことを話した、彼は発電所の見学に参加した経験があるようであった。

ダンボールハウスを組み立て後に「電気を繋ぎたい！」「私は中に入りたい！」とすごく興奮していたようだった。用意した素材の中からソーラーパネルを探る子どもがいた。

照明器具とソーラーパネルを繋ぐ時はどういうふうに電球を“ハウス”の中につけるか、子ども達がお互いに相談する様子がみられた。照明とソーラーパネルのUSBの接続は最初うまくできななかったが、助け合って解決する様子が見られた。

4.3. 本章のまとめ

前2回のワークショップの実験を参考した上、ワークショップ3はイラストのストーリー作成を導入部分とすることにより、子ども達はよく地球を守るべきである理由、現状である環境問題が起きる原因について理解を深めていた。また、太陽光発電への理解に対する、ワークショップ3は曇りの日に実験を行った。実験中にライドが不安定な様子を見た時、子どもの一人が「曇りだから、ライドはそこまで明るくなかったよね」と話していた。この出来事から今後の課題とし、太陽光発電の仕組みは、逆に曇りの日に容易に実感・理解できる可能性があり、これをワークショップに加えてもいいかもしれないと実感した。引き続き、第5章で筆者が設定した五つの評価要素により検証を行う。

第 5 章

結果・検証・考察

5.1. 全体の考察

5.1.1 評価基準

第 3 章であげました五つの評価要素から考察をしたいと思う（表 5.1）。

興味あるいは、子どもの好奇心からの表現は“ハウス”にお描きするに興奮している様子や、次また参加をしたいと話をかけてくれた子どもがいた。子どもは“ハウス”を持ち帰りたい、学校に残してほしいと求めている子どももいた。“ハウス”が実際に入れるのは面白いなど興味を持っているような様子が多く見られた。実験後すぐに参加していなかったクラスの子どもと先生に「私たちの実験は成功したよ」、自分が描いた“ハウス”のデザインはかわいいと満足していた。ソーラーパネルと電球の接続で電球が光った瞬間は達成感を得た様子が見られ、またほぼ全員は太陽光発電を利用する理由、照明が光った原因、ソーラーパネルを利用する原因、再生可能エネルギーの種類などの知識を得た。今回のソーラーパネルの取り付け、また電気の接続は子ども自分で操作できるかをスキルとして見ていき、ソーラーパネルの取り付けまた USB の接続は未就学児にとって少し難しかったけど何回か試行錯誤して無事に操作が出来た。最後、共同作業に関するワークショップ 2 と 3 では、「彼と一緒にやったからうまく行った」、「うまく助け合って良かった！」などの発言は多くあった。

表 5.1 評価要素により検証

評価基準	評価内容
興味	<ul style="list-style-type: none"> ・“ハウス”にお描きすることは楽しい（好奇心） ・実験に興奮していた ・また参加したい！ ・ハウスを持ち帰りできるか ・学校に“ハウス”を残してほしい ・“ハウス”に入るのが面白い！
自己肯定感	<ul style="list-style-type: none"> ・実験の成功を他人にシェアする ・ハウスのデザインは可愛かった ・電球は光った！ ・ハウスのお色が可愛い
知識	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電の原理を理解していた ・太陽光発電は再生可能エネルギーの一つであることを知った
技能	<ul style="list-style-type: none"> ・ソーラーパネルの装置は自分で操作できた ・USBの接続は難しかったが、何度も試していたからできた
協同	<ul style="list-style-type: none"> ・彼と一緒にやったからうまく行った ・一緒に“ハウス”の一面に絵を描けて、楽しかった ・うまく助け合って良かった！

5.1.2 感情についての発見

3回のワークショップを通じて冒頭は子どもが緊張したように見えたが、ダンボールハウスを組み立ての実験を始めた頃から、非常に興奮をした様子が見られた。ワークショップ2とワークショップ3では子どもは自発からの質問が多かった。例えば、「木を擦り合わせて火種を取るのは電気に変えられますか」「光のない時、雷の日は雷でソーラーパネルに反射して電気に変えることはできますか」「ハウスを持って帰ってもいいですか」「今後またこれをする機会がありますか？」などと質問してきた。ソーラーパネルを貼り付けたら「私が光らせたい！」と電気をつけようとして争って入ろうとしていた。ワークショップ2を実施後に1人は自分の太陽光発電のおもちゃを持ってきたので、「一緒に屋上で光のあるところで、この車は走るかは実験したい！」と担当の先生にお願いした。どういうふうに電球を光らせるかはかなり興味があるようで、照明の確認のときには「中は綺麗だね」「私も入りたい」などの反応が見られた。実験後に雨でハウスが濡れる心配をしている子どももいた。実験を終え、教室に戻った時他のクラスの子どもに「私たちの実験は成功した」「今日はソーラーパネルを使っていたよ」「私たちはハウスを組み立て、太陽光発電の実験をしていたよ」とすぐに実験に参加していない子どもにシェアしようとする様子が見られた。

5.1.3 “美”に関する所感

全体的に子どもたちがダンボールハウスにお描きすることに非常に関心があり、特にワークショップ1では美術塾で行ったので、普段からお絵描きするには関心があるとも考えられ、子どもは自分の描きたい内容を計画できていたり、色の使い方も慣れていたり、描いた絵の説明にも積極的だった。3回のワークショップを通じて、男女により描く内容と使うお色の違いが見られた、女の子はピンク、淡い紫、黄色いなどの淡いお色をよく選択し、プリンセス、ハートを描く子が最も多かった。男の子は緑、青、濃いピンクといったお色を選択し、アニメのキャラクターの落書きをする子が多く見られた。ワークショップ3ではグループをわけ、2人の子どもがダンボールハウスの一面を担当して作品を仕上げる形で設定した

ので、時間内に描き終え、グループ内は道具の取り合いなどもなく、助け合って共同作業をしている様子が見られた。ワークショップ2 追跡での地球を守るための手段という内容のお描きは、照明器具をUFO キャッチャーの形にし、その照明は虫を捕まえることができるというような内容で、日常に関連付けられたとも考えられる。

5.1.4 ワークショップを通じての知識の受容

ワークショップ1 は子どもに導入として太陽光発電の仕組みとBIPVの概念を伝えたため、冒頭は自発的な発言は少なかった。ワークショップ2、ワークショップ3 は最初の導入を終え、こちらが太陽エネルギーの言葉を言わずとも子ども達が自分で太陽エネルギーのことを口にするようになったが、ワークショップ2 の子どもはただ太陽光発電といった言葉を耳にただけで、実際どのようなものというのかわからないようだった。ワークショップ3 で風力発電、水力発電といったのがあると話したら、もう1人は太陽の光も使えると続けて話した。自分で考える姿が増え、電球とソーラーパネルの接続がうまくいかないとき何度も接続する角度を試行錯誤する様子が見られた。ワークショップ3 にて「今日は太陽光が弱いから光が強いだともっと明るくなるよね」と一人の女の子が話しており、太陽の光で電気が光るのをよく理解していて、光度についても考えることができていた。ワークショップ2、ワークショップ3 は太陽光発電の単語は出さなくても、自分で考えて答えられる子どももいた。その中には、太陽光発電という単語はもともと知っていたが、実際どうやって発電するかを実験を通して理解した子どももいた。

5.2. インタビュー結果

実験後のフォーカスインタビューでは、ワークショップ1 の段階では全体的に「“ハウス”にお描きをすることが一番楽しい」だったのが、ワークショップ3 においては「太陽光発電の実験が楽しい」となり、最初の答えからの変化が見られた。“ハウス”が光っていると確認できたときが楽しかったというような答えが

多く、何らかの達成感をもたらしたと考えられる。インタビューをする中では、友達と一緒に共同作業をしてとてもよく協力できたという話を恥ずかしがりながら嬉しそうに話す子どもが多かった。また、今後環境を守るため何をしたいかという質問には、家の電気をソーラーパネルに変えたい、お昼は必要ない電気を消すようにする、電気の無駄遣いをやめましょう、と考えていく姿が見られた。「ソーラーパネルがついているおもちゃを母が買ってきてくれたが、遊んだことがないので、遊びたい!」と興味を持つようになった子どももいる。「またこんな実験はあるの?」「今日作った“ハウス“をこのまま置いておいていいの?」との質問もあった。子どもにとってワークショップを通じて自分達で作った作品は重要であり、子どもたちがワークショップを楽しんでくれたことが窺えた。

5.3. ファローアップ

担当の先生からのフィードバックによると、子どもは電気の節約という意識の変化が見られ、例えば、別の授業中に電気を消す許可を求めていたり、外出する時電気を消すようにしたなどの行動変容が見られた。さらに、環境に優しくするため家の屋上をソーラーパネルに変えたいという子がいたなど、ワークショップから実生活に繋がった。今回デザインしたワークショップは即時効果のみならず、その後にも影響を与えるものとなったと言える。子どもはお母さんに早く寝ると電気の節約になると提案し、ワークショップで行った実験の内容も復唱していた。また、ワークショップ後日、もともとソーラーパネル発電キットを持っていた子どもは太陽光発電の実験をしたいと先生にお願いしたり、これまでは気に留めていなかった身近な太陽光発電を使っているところを最近発見した子どももいた。太陽光発電の実験を通じて、実際太陽エネルギーの実験に触れることで日常的に注目するようになったと考えられる。

5.4. ワークショップの設計

ワークショップ1では冒頭に太陽エネルギーの話をはじめとする、太陽光発電の事例と説明動画を流した。子どもによくBIPVの概念を説明し、BIPVとBAPVの区別も写真などを添付しホワイトボードで説明した。よく理解できた子どもがいたが、年齢の低い子どもは困惑していたようだった。ワークショップ2の冒頭部分は刀根里衣さんの絵本『ペンギンかぞくのおひっこし』というストーリーの読み聞かせから始めたが、子どもはもともと幼稚園で聞いたことがあったようで、ストーリーの流れはよく知っていて、反応が良かった。絵本の読み聞かせ終了後に、化石燃料の使用により地球温暖化の危機をもたらしたと話し、子どもはよく理解できていたが、絵本との繋がりとしては少々違和感も覚えた。ワークショップ3では一つのストーリーに融合し、子どもは反応がよく先生のペースに集中しながら聴いていた。ワークショップ2とワークショップ3の冒頭でのストーリーの読み聞かせは子どもの関心を高め、先生に積極的に質問をし、先生とのコミュニケーションはよくとれていた。また、ワークショップ1、ワークショップ2ではダンボールハウスの組み立て後すぐお絵描きを始めていた。ワークショップ3では、ダンボールハウスの組み立て後すぐにソーラーパネルを取り付ける部分を変更し、全体的に子どもたちの太陽光発電への興味は高まったとみえた。さらに、子どもに太陽の光で照明が明るくなったという答えを自発的に見つけてもらうため、ワークショップ2、ワークショップ3での太陽光発電の説明動画は、太陽光発電の実験終了後に子どもたちが見つけた答えを明らかにする役割を果たすように変更した。お絵描きはワークショップ1とワークショップ2において、かなり時間が長くかかったため、ワークショップ3では2人でハウスの一面を担当し、時間以内に完成させていた上、協力しているような様子も増えた。追跡調査ではワークショップ2、ワークショップ3の後、子どもたちは環境を守るための想像力を他にどのように発揮できるかを知ることが目的としたお絵描きの追跡調査のデータを得た。また、ワークショップ1では子どもに何度もBIPVの概念と今回のワークショップとの関連性を強調していたため、子どもは実際“ハウス”の一部の材料をソーラーパネルに切り替えるという仕組みはBIPVであることは理解していた。しかし、ワークショップの実験を連れて活動内でBIPVを特に取り扱わなくて

も子ども達は太陽エネルギーの利活用への理解は影響しないと実感した。3回のワークショップの実験を通し、主に子どもが太陽エネルギーをうまく使わせ、かつエネルギーの効率的な利用を理解してもらうことはワークショップの本質であるため、子どもにはBIPVの概念を特に押し出さなくても太陽エネルギーへの理解または日常生活とのつながりに影響しないと考える。

5.5. ダンボールハウスの設計

ダンボールハウスをデザインする際、“ハウス”の大きさ、“ハウス”表面のロゴデザイン、“ハウス”の素材などに工夫が求められる。例えば、太陽光から得たエネルギーによってハウスが光っていることを実感できるようにするため、“ハウス”をよく透けるようにし、外から見ても光っていることが容易に判別できるようにした。“ハウス”を設計する際には、電球とプラグの配線の模様で、葉、太陽、花の形といった要素をかたどり、環境保護というテーマを“ハウス”の外見で強調した。また、「光が弱いと、子どもが日常で見る照明器具への感覚と離れすぎてしまう」というワークショップ実験中の反省を踏まえ、ソーラーパネルパワーと電球のランプパワーがハウスの大きさに適しているかを試行錯誤し、ハウスの光量バランスを調整した。また実験の観察により、女兒は「ライドが綺麗!」「星みたいに光っている」というような発言から、“ハウス”内部の光に関心をもってることが分かった。“ハウス”内の雰囲気は子どもの気分に影響するため、内部の光や雰囲気は子どもの関心を刺激するようにデザインすべきである。そのため電球だけではなくデコレーションライドも接続し、“ハウス”内部の雰囲気づくりを行った。さらに“ハウス”の組み立てをしやすくするため、ワークショップ1からワークショップ3まで、少しずつ板と板での挿入口のサイズと形を調整することにより固定しやすくした。今回のワークショップでは様々な種類の素材を用意したが、その多くはどこでも容易に手に入れることができる。そのため都心部から離れている地域でも、このようなワークショップ設計を行うことが可能である。

5.6. ワークショップ参加前と参加後の比較

こちらの表が、ワークショップ参加前と参加後の比較である。

表 5.2 Workshop 参加前後の比較

	参加前	参加後
Workshop1	以前は太陽光発電のことは知らなかった	BIPV の概念または BAPV との違いを帰宅後に絵で表現し、私に説明をしていた（保護者）
Workshop2	<ul style="list-style-type: none"> 1) お母さんに買ってもらった太陽光発電玩具は家で長く放置していた 2) 太陽光発電への意識はない 3) 電気節約の行動はない 	<ul style="list-style-type: none"> 1) 放置していた玩具を学校に持ち、先生と一緒に光のあるところで実験したいと願いをしていた（先生） 2) 自宅の近所にソーラーパネルを利用している場所を見つけようとし、太陽光発電を利用しているところを発見していた（子ども） 3) 「電気を消したい、明るいからつける必要はない」とその行動を先生に求めている（先生）
Workshop3	<ul style="list-style-type: none"> 1) 自分から電気を消す行動はこれまでなかった 2) いつもお母さんから絵本を読み聞かせている 	<ul style="list-style-type: none"> 1) 自分から電気を消す行動はこれまでなかった 2) お母さんに地球を守らなければいけないと伝え、持ち帰っていたストーリーを読み聞かせていた（保護者）

ワークショップ1では、太陽光発電に関する知識がなかった子どもが、参加後に BIPV と BAPV の違いを保護者に話すようになった。またワークショップ2では、長く放置していた太陽光発電の玩具をワークショップ参加後に学校に持参し、先生と実験したいと話すなど、子どもが太陽光発電に興味を持つようになった様子が見られていた。さらに、これまで太陽光発電への意識がなかった子どもが、ワークショップ後には近所で利用されているソーラーパネルを見つけるようになった。また先生からのお話によると、ワークショップ後日の授業中、教室内の電気

を消したいと他の先生に求めるようになった子どもがいた。ご家族の話によると、ワークショップ3では、今まで家で電気を消す行動がなかった子どもが、ワークショップに参加したその週の週末、出掛ける際にお父さんが電気を消そうとしたとき、急いで自分が消したり、自分が電気を消したいと意欲的になったりするというような行動の変容があった。いつもお母さんから絵本の読み聞かせを受けている子どもは、持ち帰ったストーリーをお母さんに読み聞かせたそうだった。ワークショップ1では子どもが考える機会が少なく、ワークショップ2と3ではステージの順番と内容を変更した。変更後のワークショップ2と3では子どもが自分で考える様子が多く見られ、積極的に問題を発見したり、環境問題に関する自分なりの解決方法をディスカッションしたりする様子が見られた。本研究はこれまで西安で実施されてきた、教室外で思考を止めてしまうような受動的な環境教育とは異なり、STEAM教育、Maker Movementの教育理念を通して、ワークショップ後に環境への意識や環境を守るための行動変容を促した。

またワークショップ1では、一人の子どもは家の電気でも太陽光発電を利用していると勘違いし、太陽光以外に電気はどういうふう動き、または太陽光エネルギーの利活用で生じた電気との違いを区別できていなかった。そこで以降のワークショップでは、導入部分に地球温暖化と化石燃料の大量消費についての解説を加えた。その後太陽光発電の実験を行うことで、子ども達が太陽光発電と他の発電方法（主に火力発電）との違いを区別しやすいようにした。このようにワークショップ内での伝え方を見直すことで、未就学児にもわかりやすく、また理解が深まるようになっている。

5.7. 分析と討論

本研究の3つのワークショップは、美術教育機関と幼稚園などで行われているが、このカリキュラム自体は学校外活動のようなデザインである。本研究は、既存の幼稚園の環境教育の面での素材を補充し、現在の西安市の環境教育の空白を埋めた。従来の環境教育の多くは、先生が授業し、子どもに知識を伝えるという形で行っている。しかし、本研究では、子どもをプロセスに参加させ、受動的な

受け手ではなく、自主的な対象になるようにした。なぜ家に電気が通じているのか、なぜ発電できるのかという問題に対して、子どもたちは自ら答えを探るモードとなり、自分で結論を出すことができる。本研究では、デザインの面で“ハウス”とソーラーパネルを組み合わせた実験の方法が用いられている。現在、筆者の認知範囲で、「建築」と太陽光エネルギーという組み合わせが教育分野での新興のテーマである。“ハウス”は子どもにとっても意味深いもので、日常生活の中でもよく触れるものである。今回の研究ではシンプルな建物のイメージを子どもの前に見せて、単純なダンボールを組み立てる作業ながら、自分の家の建築材料をソーラーパネルに変えることで節電ができると考えてもらえるようにした。次に、子どもが理解しやすい構造の家を簡単に建てる。今回の実験では、子どもが実際に「作る」体験をすることで、建築用太陽光発電材料が建物の材料に代わるという概念をはっきり理解するようになった。さらに、絵を描くことで、子どもが自分のイメージしている“ハウス”の外観に仕上げている。“ハウス”に関する絵には、木や太陽など自然に関わるものを描いている子どももいた。

今回の研究は成功したと言える。子ども達は太陽エネルギーについて何も知らない状態から、ほとんどの子が太陽エネルギーがどのようにして電気に転化したのか、なぜ太陽エネルギーを利用するのかを明確に答えられるようになった。ワークショップ2とワークショップ3の導入部分では、太陽光発電や風力発電、水力発電などを利用することができるかと回答した子どもがごくわずかいた。しかし、どのように使うのか、太陽光エネルギーとは何なのかについてさらに質問をすることははっきり答えられなかった。自分の手で作り、作り手としての気持ちを持つことで、より自分の作品の実験を成功させたいと思っている様子が見られた。そして熱心に参加することで、実験中に解決できない問題があっても、独語しながら心の中で解決策を考え、または他の人がどう解決するかを観察したり、助けを求めたりするようになった。実験に成功した子ども達は非常に興奮し、ソーラーパネルと照明の接続に参加させるほど実験の結果への期待や好奇心が高まるのも感じられた。そして、今回の研究では、子どもたちは、彼らの間のチームワークと協力が楽しいことを何度も言及し、先生との交流も積極的になってきた。

性別の面では、ワークショップ2とワークショップ3の導入部分ではそれぞれ

一～二人の子供は関連する再生可能なエネルギーのキーワードを答えた。例えば「風力発電は知ってる」、「太陽光は知ってる」などである。そして彼らは全員男子だった。そこで、父親が発電所の見学に連れて行ってくれた経験があると答えた子どもがいた。最後のインタビューでは、女の子たちは成果をシェアすることを重視し、帰宅後にどういう行動をしていくなどの考えが多かった。一方で、男の子は次の実験への期待を述べたり、行動の変化などの発想をする子も多かった。絵を描く時、女の子は一カ所で描くことが多く、男の子は複数のところで描くことが多いことが分かった。考えられるのは、女性は絵を描く時に一つの絵に集中しやすい一方、男性は集中力が分散し、道具に気を取られやすいことがわかった。そのようにワークショップを通して子どもはそれぞれの思考パターンが異なったため、操作の違いも見られた。

つまり、本実験は西安市における環境教育での実行、操作は可能であり、実験に利用する材料は比較的簡単に用意できるようになっている。ヒューリスティック教育/啓発教育により、幼児の好奇心を刺激することができる。また、本実験の成果を通し西安での環境教育に沿って今後は幼稚園で5つの主要な領域の統合が検討されていくと考えられる。

第 6 章

結 論

6.1. 結論

本研究は、未就学児に向けた環境教育のテーマをもとにワークショップの形で行われた。具体的には、ダンボールハウスを組み立て建築と太陽光発電の一体化（BIPV）の概念をもとに、“ハウス”の一部の材料をソーラーパネルに切り替え“ハウス”にはめ込み、太陽の光でダンボールハウス内に接続した照明器具を光らせる太陽光発電の実験を行い、子ども協同で作成したダンボールハウスにお絵描きできるようなワークショップをデザインした。本研究は5月から6月の期間の間に3回のワークショップの実験を行った。中国西安市のミャオキ子ども美術塾と博允バイリンガル幼稚園でワークショップを行い、現場メモ、映像資料録音、インタビューや追跡調査からデータを収集し、ワークショップ中の子どもの環境への意識について観察をした。ワークショップを実施するごとに、ワークショップのデザインを適宜改善していった。

ワークショップでの観察を通して、子供たちはワークショップ中に感情の変化、知識の受容などの効果が見られた。本研究は3回の実験を通して、ワークショップ1では自発的に考えさせる機会は少なかったため、そこからのワークショップ2とワークショップ3で、冒頭の部分からオープンな感じで導いた。子ども達はよく考えている様子が見られた。筆者が発見したのは、このようなワークショップは受動的に知識を受け取るものという従来の役割を覆し、子ども達が積極的に問題を発見し、解決しようとするように変わったという点だ。よって、本研究では、STEAM教育とMaker Movementの理念を用いて、非常に効果的な環境教育実験を実施したと言える。

先生と子ども達へのインタビューにより、このワークショップの効果は即時的なものだけでなく、授業後にも広がっていったことが分かった。子どもはワークショップで得た知識を日常生活に溶け込ませ、生活における太陽エネルギーは再生可能エネルギー源として使用できるという認知と、環境を守ることの重要性について反省が見られた。中国、大きくいうと世界での既存教育の分布は非常に不均一であり、たとえば、革新的なワークショップ、STEAM教育、環境教育などは中国の沿岸地域あるいは経済的、教育的リソースが十分にあるところは成長しているが、西安のような北西部では、子ども達がアクセスできるワークショップは非常に限られている。この実験がその多様性を高め、参考事例となることを望んでいる。今回のワークショップデザインは環境教育といったフィールドでは比較的容易に取り組みやすいため、他にも同様のワークショップを実施する必要があると考える。この研究が、後の研究者が参照・使用できる実験計画を提供していることを期待するとともに、環境教育の経験が乏しい現状において、子どもたちへの教育不足を補うものとなることを願う。

ただし、この研究の不足点としてはまだ暫定的かつ限定的な部分が存在する。本研究では就学前の子ども達のこの実験への受け入れ方やその程度はそれぞれ異なっていた。たとえば、4歳の子供については、内容が許容レベルを超える可能性があった。西安の既存の環境教育の事例は非常に少なく、この研究は非常に革新的といえる。特に環境保護教育のリソースが限られている地域では、今後より多くの学者が子どもの環境保護教育に注目することを期待している。

実は、環境教育の範囲は非常に広く、幼稚園から小学校、大学まで、それぞれの段階に適切な環境教育を支援するワークショップが必要である。環境教育は今の、未来の問題を解決する目的を目指し、STEAM教育は問題を発見、解決する能力を養う学習方法で、環境教育において有効だと思っており、今後はより多くの人に環境教育に参加してもらい、ワークショップの形で子ども達は環境に対する意識を刺激してくれるように期待している。

6.2. 今後の課題

今後の課題として、幼稚園から小学校、大学まで、それぞれの段階に適切な環境教育を支援するワークショップが必要があるため、年齢層に応じたワークショップは期待できる。例えば小学校では、高学年の生徒の理解力を考慮した上で、実験活動の難易度を適切に調整することが可能である。BIPVの概念による、Smart Buildingにおける建物と太陽光発電が一体化した新しい技術を子ども達に理解してもらうこともできる。今回のワークショップではダンボールハウスに絵を描くステージをフォーカスし、未就学児の子ども達がかなり興味を持っていた様子が見られた。今後は、太陽光発電使用時の出力の不安定さといった課題を理解するための曇りの日と天気の良い日の比較や、電流・電圧に関する基礎知識についての理解も合わせながら、小学校で学年による生徒たちの理解力に応じた活動を行っていきたい。小学校高学年からは、ソーラーパネルを実際に製作する実験や、太陽光発電と蓄電池を組み合わせた実験ができるとうい。

また、子どもへの教育だけではなく、保護者と子どものやり取りが子どもの環境への意識に大きく影響することが考えられ、今後は教育者、保護者が一緒に参加するようなワークショップ設計を行うのが望ましいと実感した。

謝 辞

本研究の指導教員であり、幅広い知見からの的確なご指導と温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石戸奈々子教授に心から感謝いたします。研究中、困っていた時に常にご親切にご対応くださったおかげでここまでたどり着くことができました。今回のワークショップを通じて子どもの環境意識を向上させるためのワークショップデザインの機会があり、これは私の研究生活における大きなチャンスでした。

研究指導や論文の章の分け方など、困っていた時にご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大川恵子教授に心から感謝いたします。コロナで中国に帰国している間、国外とのネットを介しての研究作業となり度々困っていたところ、ご助力くださった加藤朗教授に心から感謝いたします。

また、いつもご親切に研究の筋道をご助言くださったりミーティングなどにお時間を割いてくださり、研究の話をお聞きくださっている慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科の安藤良一先輩に感謝いたします。

今回のワークショップでの実験、中国陝西省西安市ミャオキ子ども美術塾の校長先生サンウェさんからプロトタイプのデザインとダンボールハウスのデザインについてご助言をいただきました。美術の先生でいらっしゃる張凡さんとはワークショップ1の授業で共同実験をし、助けていただきました。ワークショップ2とワークショップ3の実験は中国陝西省西安市博允双語幼稚園の園長先生と年長組の先生にインタビューを受けていただき、心から感謝申し上げます。

中国にいる両親、日本に在住している叔母、叔父は、私がKMDに所属する支援をしてくれ、日本国外でも京都でもいつも心配してくれ、研究生活を支えてくれました。

今後この二年間で得た知見を活かし、さらに学びを深めていきたいと思いま

す。KMD に入学したからこそ、こういった実験をする機会をいただくことができました。修士課程の二年間は私にとって有意義であり、同期の皆さんも親切でした。修士二年目はコロナの影響で会えなくても、こまめに連絡をくださり、精神面でサポートをしてくださった先生方や同期の皆さんに万謝を捧げます。

参 考 文 献

- [1] World Meteorological Organization. New climate predictions increase likelihood of temporarily reaching 1.5 °C in next 5 years. <https://public.wmo.int/en/media/press-release/new-climate-predictions-increase-likelihood-of-temporarily-reaching-15-%C2%B0c-next-5>, 2021. Access: 2021/5/27.
- [2] 環境省. 日本の気候変動とその影響. https://www.env.go.jp/earth/tekiou/pamph2018_full.pdf, 2018. Access: 2018/6.
- [3] COOL CHOICE. 地球温暖化の現状. <https://ondankataisaku.env.go.jp/coolchoice/ondanka/>, 2021. Access: 2021/5.
- [4] World Meteorological Organization. Global Climate in 2015-2019: Climate change accelerates. <https://public.wmo.int/en/media/press-release/global-climate-2015-2019-climate-change-accelerates>, 2019. Access: 2019/9/22.
- [5] 環境省. IPCC 第 5 次評価報告書の概要-WG1(自然科学的根拠). https://www.env.go.jp/earth/ipcc/5th/pdf/ar5_wg1_overview_presentation.pdf, 2014. Access: 2014/12.
- [6] 全国地球温暖化防止活動推進センター. 世界の二酸化炭素排出量. <https://www.jccca.org/download/13327>, 2018. Access: 2018.
- [7] 再生可能エネルギーの重要性について. <https://wenku.baidu.com/view/7a41c3492e3f5727a5e96278.html>, 2012. Access: 2012/3/26.

- [8] 大平竜也ほか. 再生可能エネルギーの普及促進策と技術課題. 科学技術動向 2005 年 8 月号, 2005.
- [9] 張柯宇. 中国における企業の社会的責任への考察 環境問題をめぐる. 国際・都市社会文化研究 第 1 号, pp. 113–117, 2021.
- [10] 豊田正和. 2050 年カーボン・ニュートラルに向けて. 日本原子力学会誌 ATOMOS, Vol. 62, No. 12, pp. 689–689, 2020.
- [11] 斉麗艶. 日本と中国の環境教育に関する比較研究—環境教育モデル校の分析を中心にして—. 国際教育文化研究, Vol. 12, pp. 29–38, 2012.
- [12] Lee Martin. The promise of the maker movement for education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, Vol. 5, No. 1, p. 4, 2015.
- [13] Emilia Louisa Pucci and Ingrid Mulder. Star (t) to shine: Unlocking hidden talents through sharing and making. In *International Conference on Distributed, Ambient, and Pervasive Interactions*, pp. 85–96. Springer, 2015.
- [14] Sharon Lynn Chu, Francis Quek, Sourabh Bhangaonkar, Amy Boettcher Ging, and Kumar Sridharamurthy. Making the maker: A means-to-an-ends approach to nurturing the maker mindset in elementary-aged children. *International Journal of Child-Computer Interaction*, Vol. 5, pp. 11–19, 2015.
- [15] Netta Iivari, Marianne Kinnula, Tonja Molin-Juustila, and Leena Kuure. Multiple voices in the maker movement—a nexus analytic literature review on children, education and making. 2017.
- [16] Mark Hatch. *The maker movement manifesto: Rules for innovation in the new world of crafters, hackers, and tinkerers*. McGraw-Hill Education New York, 2014.

- [17] Nathan Holbert. Leveraging cultural values and “ways of knowing” to increase diversity in maker activities. *International journal of child-computer interaction*, Vol. 9, pp. 33–39, 2016.
- [18] M Khine and Shaljan Areepattamannil. *Steam education*. Springer, 2019.
- [19] Nil Duban, Bülent Aydoğdu, and Selçuk Kolsuz. Steam implementations for elementary school students in turkey. *Journal of STEM Arts, Crafts, and Constructions*, Vol. 3, No. 2, p. 5, 2018.
- [20] Aadu Ott, Lars Broman, and Konrad Blum. A pedagogical approach to solar energy education. *Solar Energy*, Vol. 173, pp. 740–743, 2018.
- [21] 浅岡みどりほか. ” the growing classroom” に学ぶ子ども向けプログラムの開発: 2013 年夏休み子どもプロジェクト「太陽のパワーに学ぼう」(園芸文化研究所助成研究報告; プロジェクト研究の部_i). 恵泉女学園大学園芸文化研究所報告: 園芸文化, Vol. 11, pp. 55–67, 2015.
- [22] Muhamad Hugerat, Salem Saker, Saeed Odeh, and Adnan Agbaria. Teaching children to value solar energy. *Online Submission*, 2011.
- [23] Stephen Forshaw, Peter Newman, Maria Angela Ferrario, Will Simm, Adrian Friday, and Paul Coulton. Stimulating a dialogue on renewable energy through making. In *Proceedings of the 2014 companion publication on Designing interactive systems*, pp. 17–20. 2014.
- [24] VV Tyagi, Nurul AA Rahim, NA Rahim, A Jeyraj, and L Selvaraj. Progress in solar pv technology: Research and achievement. *Renewable and sustainable energy reviews*, Vol. 20, pp. 443–461, 2013.
- [25] Changhai Peng, Ying Huang, and Zhishen Wu. Building-integrated photovoltaics (bipv) in architectural design in china. *Energy and buildings*, Vol. 43, No. 12, pp. 3592–3598, 2011.

- [26] Daniel Efurosibina Attoye, Timothy O Adekunle, Kheira Anissa Tabet Aoul, Ahmed Hassan, and Samuel Osekafore Attoye. A conceptual framework for a building integrated photovoltaics (bipv) educative-communication approach. *Sustainability*, Vol. 10, No. 10, p. 3781, 2018.
- [27] Geoffrey P Hammond, Hassan A Harajli, Craig I Jones, and Adrian B Winnett. Whole systems appraisal of a uk building integrated photovoltaic (bipv) system: Energy, environmental, and economic evaluations. *Energy policy*, Vol. 40, pp. 219–230, 2012.