

Title	未就学児の探索行動を引き出すUXの設計
Sub Title	UX design inducing pre-school children's exploratory activity
Author	山本, 康喜(Yamamoto, Koki) 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	2018
Jtitle	
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	修士学位論文. 2018年度メディアデザイン学 第636号
Genre	Thesis or Dissertation
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40001001-00002018-0636

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 2018 年度（平成 30 年度）

未就学児の探索行動を引き出す
UX の設計

慶應義塾大学大学院
メディアデザイン研究科

山本 康喜

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。

山本 康喜

審査委員：

南澤 孝太 准教授 (主査)

石戸 奈々子 教授 (副査)

奥出 直人 教授 (副査)

修士論文 2018 年度（平成 30 年度）

未就学児の探索行動を引き出す UX の設計

カテゴリー：デザイン

論文要旨

近年，テクノロジーを通じた教育が広まっている．しかし，これらのテクノロジーを活用した教育には子どもの自発的な行動を引き出すような未就学児に向けたものが少ない．そこで，子どもが夢中になる絵本の世界観を，キッズスペース内に再現し，未就学児の探索行動を引き出す．どうぶつたまごさがしの体験のデザインを製作しこのキッズスペース内のボールプールを起点としてキッズスペース全体での子どもの移動を引き出し，絵本の世界観に没頭させた．そして，実証実験を実施することで本システムの有効性を検証した．

キーワード：

未就学児，知育，行動誘導，探索行動，絵本

慶應義塾大学大学院 メディアデザイン研究科

山本 康喜

Abstract of Master's Thesis of Academic Year 2018

UX Design

Inducing Pre-school Children's Exploratory Activity

Category: Design

Summary

Recently, education using technology is spreading. However, very few use of technology focuses on bringing out pre-school children's spontaneous behavior. Therefore, I am bringing the world of picture books into the kid's space and let them explore inside of the space by inducing exploratory activity. In order to establish this concept, I designed the system of "Animal Egg Hunting". The system induces children's activities such as searching or collecting, and stimulates their creativity and imagination. I implemented the system of "Animal Egg Hunting" through several user testing in order to gauge its effectiveness in engaging children.

Keywords:

Preschool Child, Education, Induction Effect, Exploratory Activity, Picture Book

Keio University Graduate School of Media Design

Koki Yamamoto

目次

第1章 序論	1
1.1. テクノロジを通じた教育	1
1.2. 本研究の目的	3
1.3. 本論文の構成	3
第2章 関連研究	5
2.1. 発達心理学と子どもの教育	5
2.1.1 子どもの内生的発達に合わせた教育	5
2.1.2 子どもの外生的発達に合わせた教育	6
2.2. 未就学児と絵本	7
2.2.1 就学前教育における絵本と子どもの世界観	7
2.2.2 絵本のデジタル表現とその普及	9
2.3. 知育のためのタンジブルな UI	10
2.4. デジタルツールを活用した子どもの協働知育	12
第3章 コンセプトデザイン	15
3.1. 研究体制	15
3.1.1 研究フィールド：株式会社フレーベル館	15
3.1.2 共同研究実施体制	16
3.2. インタビュー：フレーベル館の抱える課題	17
3.3. フィールドワーク：フレーベル館子どもプラザの観察	18
3.3.1 子どもプラザとは	18
3.3.2 フィールドワークの内容	18
3.3.3 フィールドワークの結果	23

3.4.	フィールドワーク結果のまとめ・考察	24
3.5.	ワークショップ	24
3.5.1	アイディエーション	25
3.5.2	プロトタイピングの準備	25
3.5.3	プロトタイピングの結果	25
3.6.	体験のデザイン	27
3.6.1	体験の題材：「ねこぎかなのたまご」	27
3.6.2	子どもたちの認知フロー	29
3.6.3	どうぶつたまごさがしのコンセプト	30
3.6.4	体験のタッチポイントの設定	30
第4章	どうぶつたまごさがしの実装	33
4.1.	どうぶつたまごさがしの設計方針	33
4.2.	どうぶつたまごさがしにおける検討課題	34
4.3.	未就学児の探索行動を引き出す試作	35
4.3.1	プロトタイプ 1-1	35
4.3.2	プロトタイプ 1-2	36
4.4.	ユーザビリティテスト	38
4.4.1	ユーザビリティテストの検証内容	38
4.4.2	ユーザビリティテストの検証結果	39
4.5.	未就学児の探索範囲を広げる試作	43
4.5.1	プロトタイプ 2	43
4.5.2	プロトタイプ 2 における体験フロー	45
4.5.3	プロトタイプ 2 における体験フローの検証結果	50
4.5.4	まとめ	51
4.6.	実証実験	53
4.6.1	実証実験の概要	53
4.6.2	フレーベルこどもプラザでの有料イベント概要	53
4.6.3	Kinder Platz でのイベント概要	54
4.6.4	Kinder Platz での検証内容	54

4.6.5	Kinder Platz での検証結果	54
4.6.6	Kinder Platz での検証の考察	56
第 5 章	結 論	57
	謝 辞	59
	参考文献	60

目 次

1.1	AltSchool	2
1.2	シーモア・パパート	2
1.3	CANVAS	2
2.1	モンテッソーリ教育 [10]	6
2.2	レッジョエミリア [13]	7
2.3	チームラボ [14]	7
2.4	デジタルえほん	10
2.5	デジタルえほんミュージアム	10
2.6	デジタルえほんアワードの様子	10
2.7	Topobo	11
2.8	Tangible Landscape	12
2.9	Electrick	13
2.10	Makerwear	13
2.11	EnseWing	13
2.12	EnseWing	13
2.13	Enabling Interactive Infrastructure	14
2.14	Conquer it	14
3.1	おもちゃエリア	18
3.2	えほんエリア	18
3.3	ボールプールエリア	18
3.4	フレーベル館のレイアウト図	19
3.5	1組目の家族の行動フロー	20

3.6	2組目の家族の行動フロー	21
3.7	3組目の家族の行動フロー	22
3.8	ワークショップ発表の様子	25
3.9	ワークショップ参加者の様子	25
3.10	1班アウトプット	26
3.11	2班アウトプット	26
3.12	3班アウトプット	26
3.13	4班アウトプット	26
3.14	プロトタイプ準備物1	27
3.15	プロトタイプ準備物2	27
3.16	プロトタイプ a	28
3.17	プロトタイプ b	28
3.18	プロトタイプ c	28
3.19	プロトタイプ d	28
3.20	プロトタイプ e	28
3.21	ねこざかなのたまご p10,p11	29
3.22	ねこざかなのたまご p12,p13	29
3.23	子どもの取る一連の行動	30
3.24	どうぶつたまごさがしのコンセプト	30
3.25	どうぶつたまごさがし体験フロー	32
4.1	どうぶつたまごさがしの様子	33
4.2	たまご上部 CAD データ	36
4.3	たまご下部 CAD データ	36
4.4	たまご外装	36
4.5	たまご内部機構	36
4.6	たまごホルダー CAD データ	36
4.7	たまご設置台の様子	36
4.8	装飾後のたまご設置台の様子	36
4.9	たまご CAD データ	37

4.10	たまご内部機構 1	37
4.11	たまご内部機構 2	37
4.12	たまごホルダー CAD データ	38
4.13	たまごホルダー塗装前外装	38
4.14	たまごホルダー塗装後外装	38
4.15	プロトタイプ 1-1 使用の様子	39
4.16	キャラクター登場（プロトタイプ 1-1）	39
4.17	ボールプール探索の様子（プロトタイプ 1-2）	40
4.18	プロトタイプ 1-2 ホルダー使用の様子	40
4.19	プロトタイプ 1-2 を抱える様子	40
4.20	プロトタイプ 1-2 時キャラクター登場	40
4.21	たまご下部設置の様子	44
4.22	たまご下部 CAD データ	44
4.23	たまごホルダー内部機構	44
4.24	たまご下部設置の様子	44
4.25	たまご下部 CAD データ	44
4.26	たまごホルダー内部機構	45
4.27	たまごホルダー塗装前外装	45
4.28	たまごホルダー塗装後外装	46
4.29	どうぶつたまごさがし体験フロー	47
4.30	どうぶつたまごさがしのキャラクター	48
4.31	キャラクターを見て喜ぶ子ども	48
4.32	キャラクターに触ろうとする子ども	48
4.33	振動イスエリアの様子	49
4.34	たまごを離さない子ども	49
4.35	本棚の中のアニメーションに夢中になる子ども	49
4.36	見つけたキャラクターが出てくる絵本を開く子ども	49
4.37	見つけたキャラクターを指さす子ども	49
4.38	見つけたキャラクターと同じシールをもらうこども	49

4.39	KinderPlatz におけるどうぶつたまごさがし体験フロー	55
4.40	専用ボールプール	55
4.41	リアプロジェクション	55
4.42	従来の本エフェクト	56
4.43	たまご返却（また来てね！演出）	56

第1章 序

論

1.1. テクノロジを通じた教育

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STEAM [1] 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。それに伴い、科学や工学、芸術などの分野を幼いうちに子どもに学ばせようとする動きが高まり、幼児教育の方法にも注目が集まってきている。

近年では、子どもに対するコンピューターなどのデジタル技術を用いた学びの方法も提案されてきた。シリコンバレー発の教育ベンチャー企業である AltSchool [2] では、テクノロジーの力を借り、徹底的にパーソナライズされた教育を行う。AltSchool では保育園児から中学生までが学んでいる。生徒には年齢に応じて、iPad か Chromebook が与えられる。そして、それらのデバイスを通じて、各生徒がタブレットなどで課題の一覧を見たり、教師と話をしたり、宿題を提出することができる。従来の学問的な文脈と学問以外の文脈の両方における各生徒の進捗の記録し、子どもがどんなスキルをどのくらい練習しているかが、教師の話、教育スタッフのコメント、テストの成績、宿題のサンプルとともにまとめている。AltSchool では、これらのデータを元にカリキュラム単位の順序については、子どもと教育スタッフが共に決めていく。国内における CANVAS [4] の活動は、様々なワークショップを通して、子どもに実際にテクノロジーに触れさせることで、新たな価値を作る学びを目指している。

シーモア・パパート [3] はコンピュータは情報処理だけでなく、子どもたちの教育に役立つと考え、子ども向けのプログラミング言語を通して子どもが能動的に学



図 1.1: AltSchool [2]

び、新しい知識を構築することができるというコントラクショニズムという教育アプローチを提案している。そして、子どもが画面上のタートル（カメ）で絵を描くなどしてプログラミングを楽しく習得していけるよう、LOGO 言語を開発した。ブロックメーカーのLEGOと協力し、LEGOブロックと組み合わせて実際にカメのロボットを動かせる「LEGO LOGO」の開発や普及に携わった。STEM教育の原点ともいえるパパート氏が提案した「Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas」を取り込み、現在LEGOはSTEM教材として、「LEGO MINDSTORM」を販売している。このような活動が知育玩具の発展につながっている。



図 1.2: シーモア・パパート [3]



図 1.3: CANVAS [4]

しかし、これらのテクノロジーを活用した教育には未就学児に向けたものが少な

い。近年の幼稚園や保育所では、「自由保育の重視」「自由活動の尊重」が盛んに言われている。保育の中で育まれる自由活動とは、個々の発達にあわせた教育を目指すものであり、決して強制や義務、知育重視ではない遊びを中心とした教育である。そのため、現状のテクノロジーを用いた教育は子どもの欲求を刺激せず、なかなか導入に至っていないのである。AltSchool では、4 歳から 8 歳の子どもは一日のうち 2 % から 5 % 程度しかタブレットを使用していない。[6] 子どもの両親からは不満の声も上がっている。LEGO MINDSTORM の対象年齢は 7 歳から、教育版 [7] に限っては 10 歳以上となっている。CANVAS のプログラミング教育はより低年齢も扱いやすいプログラムを用意しているが基本的に 6 歳以上を対象としていて、4 から 5 歳は保護者同伴での参加となる。こうした例から 2 から 5 歳までの未就学児に向けた、テクノロジーを活用した教育の少なさが伺える。

1.2. 本研究の目的

このように、近年はデジタルテクノロジーを用いた、子どもの学びが多く提供されている。しかしながら、未就学児童の発達に合わせた遊びを中心とした教育の形にはなっていない。未就学児童は体を動かしながら、遊びを通して言語、道具の使い方、他者とのコミュニケーションの方法など、様々なことを学ぶ。そこで私たちは、子どもたちが全身を使って学べるようなツールを生み出し、未就学児童の自発的な行動を引き出し、学びを補助する新しい知育サービスを開発する。

1.3. 本論文の構成

第 1 章では、テクノロジーを通じた教育とその課題について紹介した。そして子どもの発達段階と提供すべきの関係性を述べ、本研究の目的を定めた。第 2 章では関連研究として、子どもの発達段階、絵本と知育、テクノロジーを用いた知育について述べ、本論文の立ち位置や貢献を示す。第 3 章では、本論文で

提案するコンセプトやシステムの設計要件について述べる。

続いて第4章では提案手法に基づき実際に実装を行い，触体験を共有するシステムの有効性を検証した．続いて，本研究における考察を示し，最後に本論文の結論を示す．

第2章

関 連 研 究

2.1. 発達心理学と子どもの教育

2.1.1 子どもの内生的発達に合わせた教育

イタリア最初の女性医学博士であるマリア・モンテッソーリ [10] は、科学的、生理学的な考え方を基にし、「子どもは生まれながらにして、自分自身を成長させ、発達させる力をもっている」と考えた。モンテッソーリの思想を引き継いだスイスの心理学者ジャン・ピアジェ[11] は、外界を認識したり操作する知的枠組みを「シェマ（スキーマ構造）」と呼び、シェマの変化に応じて、子どもの思考や認知機能が発達していくという発達理論を提唱した。

思考発達の段階によって、子どもたちに現れる行動が変わっていく。そこでモンテッソーリは、自身が提唱する教育カリキュラムにおいて、子どもたちのこれらの行動を引き出すことで、熱中させ、より深い理解や認識を引き出そうとした。モンテッソーリ教育においては、保護者や教師といった大人は、子どもの自由を保証し、自発的な活動を助ける役割を担っている。ゆえに、子どもが没頭しやすい、手を動かす作業を引き出す教材を用意することが多い。モンテッソーリ教育では、教師が生徒に一方的に教えるのではなく、一人ひとりの子どもがそれぞれ独立したプロジェクトを通して内容を学んでいく。モンテッソーリ教育の理念はアメリカを中心に広範囲にわたって広まっており、AltSchool 創業者であるマックス・ヴェンティラも AltSchool の教育方針について語るとき、「モンテッソーリ 2.0」というフレーズを使うことが多い。



図 2.1: モンテッソーリ教育 [10]

2.1.2 子どもの外生的発達に合わせた教育

子ども自身が自己を発達する力を持っている一方で、子どもを取り巻く環境や社会的状況も、子どもの発達に大きな影響を与える。ロシアの心理学者レフ・ヴィゴツキー [12] は、子どもの知的発達の水準を「自力で問題解決できる現下の発達水準」と「他者からの援助や協同によって達成が可能になる水準」の二つに分けて考えた。そして、彼はこの二つの水準のずれの範囲を「発達の最近接領域」とよんだ。ヴィゴツキーは、この最近接領域に合わせて、子どもを導き、また次の段階の発達を促すための足場作りをすることを教育の目的として捉えた。このヴィゴツキーの最近接領域の提唱によって、学習の現場における教育の概念が「先生による教育」のみではなく、「子どもたち同士の模倣」が評価された。子どもは、集団行動における模倣によって、大人の指導のもとであるなら、理解をもって自主的に行うことができることよりもはるかに多くのことをできると認識されるようになった。

その結果、大人や仲間からの助言や教育的な働きかけをすることで、子ども自らがそれを取り込み、自己のものとしていく教育方法の開発が行われてきた。北イタリアの小都市、レッジョエミリア [13] から発祥した幼児教育では、教育者と保護者と子どもとが対等な関係にある。全ての活動において“大人が教える”のではなく“一緒に参加する”ようにすることで、子どもの個性が尊重され、自信をもって意見を言える、感性豊かな子どもが育つ。子どもたち・保育士・保護者が一緒になって1つのテーマを掘り下げる「プロジェクト活動」という取り組みが

ある。保育士と子どもたちが意見を出し合い、対等に話し合いながら進めていく。また、芸術に触れる機会を多く与え、子どもたちがいつでも自由に創作活動ができる“共同広場”が用意されている。共同広場では、自然の枝や小石、本格的なドラムセットやパソコンなどさまざまな教材が用意されていて、いつでも自由な発想で創造的な活動ができるようになっている。加えて、子どもたちや保育士の会話や活動の様子をメモや録音、写真、動画などに記録し、みんなが目にする場所に掲示してあり、子どもたち自身で次の学びに活かす“振り返り”ができるようになっている。近年、国内で注目を浴びているデジタルコンテンツ制作会社であるチームラボ [14] においても、子どもの共同作業や同時体験を大切にした体験のデザインが施されている。デジタルテクノロジーを利用することで、子どもに作る機会と他の人の作品を鑑賞する機会を同時に提供する環境を実現している。



図 2.2: レッジョエミリア [13]



図 2.3: チームラボ [14]

2.2. 未就学児と絵本

2.2.1 就学前教育における絵本と子どもの世界観

子どもたちは大人以上に、絵本や昔話の世界にひたりきりになる。このような幼児の世界観は、幼児のものの見方やかかわり方の中心をつらぬいている「自己性」や「未分化性」に基づき、大人の客観的で知的な世界観に比べ、主観的で情緒的な世界観となる。絵本の中では、人間と動物はおろか、植物すらも言葉をかわし、おたがいの心を通わせている。そういったキャラクターたちの登場を、子

どもたちは自然と受け入れる。これらが、想像性とか想像力を掻き立てる。幼児はこのようなものの見方やかかわり方をするため、たやすく他者に感情移入できる。

絵本の世界に限らず、子どもたちは、一方でそのような想像の世界を自分なりに現実化したい欲求を持っている。保育者が子どもたちの遊びの中でしばしば発見する絵本の登場者たちの言動や行動も単なる模倣ではなく、こうした子どもたちの心理的側面の表出であるといえる。このような視点からすると、読み聞かせから遊びへと発展させていく活動は、子どもたちの豊かな発達をうながすことへとつながると言える。子どもたちはウルトラマンになって遊び楽しんでいると同時にまた、ウルトラマンのように強くなりたいのである。そして、そのような子どもたちの現実化への欲求こそが、実は創造性と呼ばれるものの本体なのである。

保育所保育指針

乳幼児の発達と絵本について、保育所保育指針 [18] には、次のように述べられている。

1. 1歳3か月から2歳未満児では、言葉を話すようになり象徴機能が発達してくること、興味ある絵本を保育士と一緒に見ながら簡単な言葉の繰り返しや模倣をしたしりして遊ぶこと
2. 2歳児では、さらに象徴機能の発達が増し、絵本や紙芝居を楽しんで見たり聞いたり、繰り返しのある言葉の模倣を楽しめるようになること
3. 3歳児では1絵本や童話などの内容がわかり、イメージを持って楽しんで聞くようになること
4. 4歳児では、無生物までも自分と同じように心があると思っており、子どもらしい空想力や想像力が発達すること
5. 5歳児では、絵本や童話等の内容を子ども自らの経験と結びつけたり、想像をめぐらしたりしてイメージを豊かにできるようになるといったこと

ピアジェの発達段階説によると、子どもたちは、生後1ヶ月頃まで、その大半が反射的な感覚支配的行動によって占められているが、刺激や変化を求めて積極的に外界に働きかけを行う。そうした周囲の環境との関わりの中で、外界の事物についての知識を獲得し、それらに対して簡単な予測的行動がとれるようになり、感覚支配的な行動から新しい行動へと移行していく。2歳までには、感覚と運動の関係を学び、反射的な行動や探索活動が盛んに行うようになる。この時期に獲得される認知機能として、おもに循環反応、対象物の永続性、シンボル機能あげられる。汎心性や実念論とかよばれる一連のこうした幼児心理も現れる。特に、この時期の子どもは、動物や植物というまでもなく石ころや棒きれのような無生物にいたるまで自分と同じように心があり生命があると思っている。又、自分の頭の中で考えたことが客観的にも存在していると思ったり、夢の中の出来事が本当にあるものだと思ったりしている。

しかし、幼児期のこうした心理的特徴は、ほぼ7才頃を境として終わりを告げる。それだけに、この時代の教育がなににもまして情操豊かな人間性を育てる教育でなければならないのである、

2.2.2 絵本のデジタル表現とその普及

デジタルえほん

デジタルえほんとは、タブレット端末のインタラクティブ（双方向）な操作や動画・音声など、デジタルならではの機能を活用して、子どもの知的好奇心を育む絵本のデジタルコンテンツである。小さな子どもも直感的に操作できるほか、家族や友達とコミュニケーションしながら利用することもできる。

デジタルえほんミュージアム

2013年1月、生活者向け体験型ショールーム『コミュニケーションプラザ ドットDNP』内に、デジタルえほんミュージアムがオープンした。デジタルえほんミュージアムでは、デジタルえほんの体験コーナーや読み聞かせワークショップなどを展開している。DNPは、ここで培ったノウハウなどを生かして、キッズス

ペースや子ども向けサービス事業者に、デジタルえほんの提供と、それに関連して子どもが楽しく時間を過ごせる空間作りなどを行うデジタルえほんパッケージサービスを提供する。

デジタルえほんアワード

デジタルえほんアワードは、デジタルえほんという新しいデジタル表現手法の開拓と発展を目的に設立されたアワードである。電子書籍という新しい出版のカタチが誕生して以来、日本においても、独自性のあるすぐれた電子書籍が作り上げられている一方で、デジタルえほんを子どもたちに夢を与え、想像力を喚起し、現実の世界をより豊かにさせる絵本へと発展させることを目指している。



図 2.4: デジタルえほん



図 2.5: デジタルえほんミュージアム



図 2.6: デジタルえほんアワードの様子

2.3. 知育のためのタンジブルな UI

身体性を伴う教具を用いることは、学習の効果をより深める大きな要因になりうる。特に、自由自在に身体を用いながら、試行錯誤することで自発的な学習を支援する。それゆえ、知育のために利用されるタンジブルな UI の開発が行なわれてきた。

Topobo

MIT Media Lab は、ビルディングブロックで遊んでいる静的な構造について学ぶのと同じ方法で、動的な構造について学ぶ新しいアセンブリシステム「Topobo」

を提案した。Topobo は、物理的な動きを記録して再生する能力である運動記憶機能を備えている。パッシブな部品とアクティブな部品を組み合わせることで、動物や骨格のような動的な生体形態を組み合わせ、プッシュ、プル、ツイストして動かし、システムを繰り返し再生することができる。例えば、犬を作ってから身体と脚をねじってジェスチャーして歩くように教えることができる。Topobo を使った実験によって、運動や動物の動きについて学ぶことができると示唆している。

programming an active

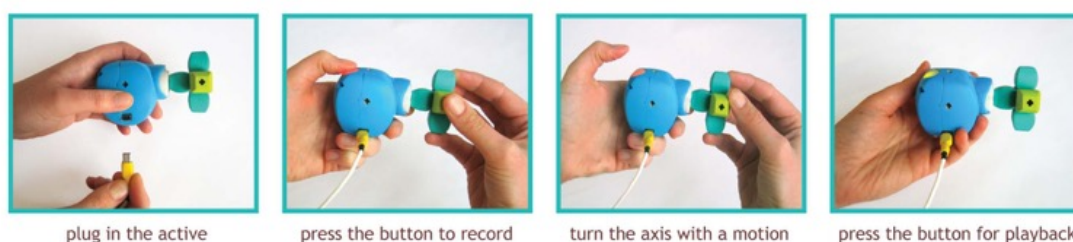


図 2.7: Topobo [19]

Tangible Landscape: A Hands-on Method for Teaching Terrain Analysis

ミラーらは、地理学、デザイン、建築、工学の学習を進歩させるために、地形の形状を3次元空間で学習するインタフェースである Tangible Landscape を提案している。これを用いた授業を実施して、システムのユーザビリティとユーザエクスペリエンスに関する学生の評価を検証し、物体の物理性が、ユーザビリティとタスク固有の知識構築の評価にプラスの影響を与えることを確認した。

Electrick: Low-Cost Touch Sensing Using Electric Field Tomography

現在のタッチ入力技術では、ツールやおもちゃなどの不規則で複雑な形状のオブジェクトには入力できない。その課題に対し、導電性材料とを用いることで、



図 2.8: Tangible Landscape [20]

Electrick は以前は静的であった多様なオブジェクトやサーフェスに対して新しいインタラクティブな機会を提供している。

MakerWear: A Tangible Approach to Interactive Wearable Creation for Children

着用可能な組み立てツールキットは、ユーザーが独力で計算・設計ができるようになるための教材である。しかし、これらのキットは幼児には難しい。そこで、子どものための新しいウェアラブル構造キット MakerWear を提案した。MakerWear はユーザー参加型の開発を行い、32 人の子ども（5～12 歳，M = 8.3 歳）を対象としたシングルおよびマルチセッションワークショップを実施し、その効果を確認した。

2.4. デジタルツールを活用した子どもの協働知育

身体性を伴う共通経験を生み出すことで、参加者のコミュニケーションを引き出したり、創作活動を行うことが多い。近年では、デジタルツールを活用することで人々の協働を引き出すことを実践している。

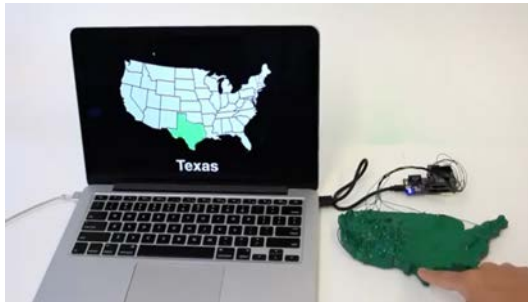


図 2.9: Electrick [22]



図 2.10: MakerWear [23]

EnseWing: Creating an Instrumental Ensemble Playing Experience for Children with Limited Music Training

楽器のアンサンブル演奏は，子どもの音楽教育やコラボレーションスキルの開発に役立つ．EnseWing は，伝統的な楽器アンサンブルの音楽とアンサンブルのスキルを保ち，音楽訓練経験のない子どもたちにも，もっと多くのコラボレーションの機会を提供する．



図 2.11: EnseWing [24] の使用風景



図 2.12: EnseWing [24] のセンサー部

Enabling Interactive Infrastructure with Body Channel Communication

Body Channel Communication (BCC) は、人体を使用して信号を運ぶ。そこでディズニーリサーチでは、その技術を活用して人間の存在や行動に直接結びいたコミュニケーションを実現した。オブジェクトに触れることがコミュニケーションに結びつくようにデザインされている。

Playful Interactions with Body Channel Communication: Conquer it

「Conquer it」は Body Channel Communication (BCC) を実演して、概念の理解を助けるゲームである。BCC は、身体中の電場を使用することによって物理的な物体間でデジタルデータを伝達する通信媒体として人体を使用する通信方法である。ゲーム中は、参加者には BCC ウェアラブルが提供され、それぞれが RGB の特定の色を表す。参加者が立ったり歩いたり、BCC のタイルをタッチすると通信し、その色に応じて 2 秒間点灯させる。ゲームの目標は、できるだけ多くのタイルセルを同時に点灯させることである。



図 2.13: Enabling Interactive Infrastructure [25]



図 2.14: Conquer it! [26]

第3章

コンセプトデザイン

3.1. 研究体制

本研究は、凸版印刷株式会社、及び慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科附属メディアデザイン研究所の共同研究として平成29年1月16日から平成30年1月15日の期間で実施した。子どもの知育において、身体全体で感じて学ぶインタラク션을子どもの知育における身体性インタラク션と定め、新たなインタラク션デザインのアプローチの提案とプロトタイプの製作を行なった。凸版印刷株式会社の子会社である株式会社フレーベル館をフィールドとして、研究活動を行なった。

3.1.1 研究フィールド：株式会社フレーベル館

株式会社フレーベル館は、アンパンマンをはじめとする絵本や図鑑などの児童書や保育園・幼稚園に向けた遊具などを販売している。またそれに伴い、株式会社フレーベル館はそれら書物や遊具を用いて自由に遊ぶことができるキッズスペースを複数運営している。

- フレーベル館の絵本の発行部数は、アンパンマンシリーズが2013年10月時点で累計2000万部 [27]、次いでウォーリーシリーズが累計1000万部 [28] を誇っている。絵本ごとの売り上げでは「ウォーリーをさがせ!」が237万部、「ウォーリーのふしぎなたび」が217万部、「タイムトラベラー ウォーリーをおえ!」が207万部、「ウォーリー ハリウッドへいく」が134万部、「ウォーリー ゆめのくにだいぼうけん!」が126万部、「アンパンマンをさがせ! ミニ

(1)」が114万部,「アンパンマンのサンタクロース」が106万部となっている。[29]

- フレーベル館は2018年4月に東京都内で認可保育所である「フレーベル西が丘園」[30]の運営を開始した。キッズスペースにおいても,2015年のフレーベルこどもプラザをフレーベル館本社ビルの1階にてオープンした。その後,Kinder Platzというキッズスペースをさらに6個開設した。[31]

株式会社フレーベル館のコンテンツ:「ねこざかな」シリーズ

「ねこざかなのたまご」はフレーベル館刊,わたなべゆういち作の「ねこざかな」シリーズの絵本の一つである。「ねこざかな」シリーズの絵本では,さかなを食べようとしたねこが,逆にさかなに食べられて一緒になり,「ねこざかな」としていろいろな場所を探検し,新しい友達と出会っていく。1982年に第一作である「ねこざかな」が発行された。そして,19年後となる2001年の「おどるねこざかな」の発行を皮切りに2018年7月現在「ねこざかな」シリーズの絵本は25冊まで発行されている。

3.1.2 共同研究実施体制

凸版印刷株式会社 総合研究所 基盤技術研究所

吉野 弘一, 小幡 光一, 笠井 隆, 岸 啓補

株式会社フレーベル館

土屋 新九郎, 片島 吉章, 宇賀 信夫, 金子 健司

慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科 附属メディアデザイン研究所

准教授:南澤 孝太

研究員:金箱 淳一, 柴崎 美奈

リサーチアシスタント:山本 康喜, 原 知哉

3.2. インタビュー：フレーベル館の抱える課題

まず株式会社フレーベル館職員に対するインタビューを行った。その結果、大きく3つの課題感を抱えていることがわかった。

1. 絵本の売り上げの低下

第一に、株式会社フレーベル館では絵本の売上低下を危惧している。近年、出版物全体の売上の低下が深刻な問題となっている。現時点では児童書の売上の著しい低下はみられていない。しかし、今後出版業界全体と同じ流れを児童書がたどると考えている。そのため、出版業に新しく代わる収益源を探している。

2. キッズスペースの拡大

株式会社フレーベル館は、「フレーベルこどもプラザ」と「Kinder Platz」6箇所の計7箇所のキッズスペースを運営している。2015年にフレーベルこどもプラザをオープンして以来、これらキッズスペースの開設を進めてきた。これらのキッズスペースをより有効活用するコンテンツの製作を目指している。

3. 絵本「ねこざかな」シリーズの普及

株式会社フレーベル館というと、絵本「アンパンマン」シリーズが国民的な人気を得ている。その一方で、フレーベル館の絵本の売り上げの大部分をこの「アンパンマン」シリーズが占めていて、新しい絵本の売上が伸びていない。株式会社フレーベル館では「アンパンマン」に次ぐ絵本のコンテンツとして「ねこざかな」の普及を目指している。

3.3. フィールドワーク：フレーベル館子どもプラザの観察

3.3.1 子どもプラザとは

子どもプラザは、フレーベル館が2015年10月16日、文京区にある本社の1階に開設した子どもの室内遊び場である。都心の子どもの遊び場が減少していること、また孤独感を感じる子育てをしている母親が増えていることなどを受け、子どもが安心して遊べる場・母親が気軽に集える場を提供することを目的としている。この施設ではフレーベル館制作の絵本やおもちゃを試用することができる。幼稚園や保育園など様々な施設に対して開発した商品提供を行う前に、実験的に扱う環境を提供することもある。本研究においては、こどもプラザをフィールドとして検証を行っていく。こどもプラザにはおもちゃエリア、えほんエリア、ボールプールエリアなどにエリア分けされていて、エリアごとに多種多様なフレーベル館の製品を用いて遊ぶことができる。フレーベルこどもプラザのレイアウトは図3.4のようになっている。



図 3.1: おもちゃエリア



図 3.2: えほんエリア



図 3.3: ボールプールエリア

3.3.2 フィールドワークの内容

検証の前段階として普段の子どもプラザにおける課題を見出すため、子どもプラザ内における子どもの行動を観察した。3組の家族を観察し、その様子を図3.5, 図3.6, 図3.7のようにマッピングした。

フレーベル館 1階平面レイアウト図 1:100

●プレイゾーン・絵本カフェゾーン・ショップゾーン 統合レイアウト図 ※寸法が異なる箇所もあります。ご了承ください。

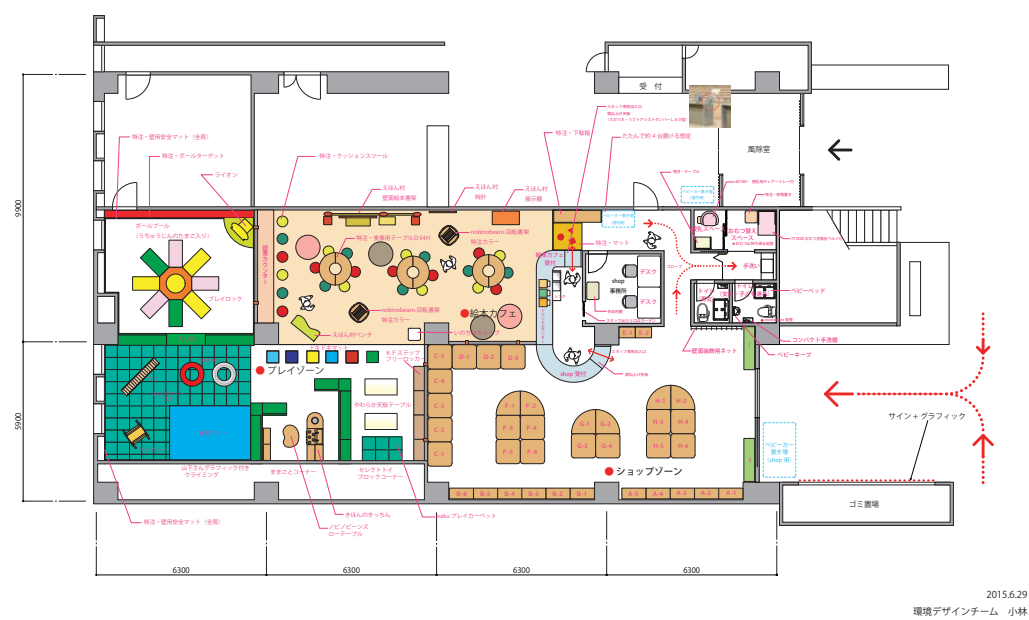


図 3.4: フレーベル館のレイアウト図

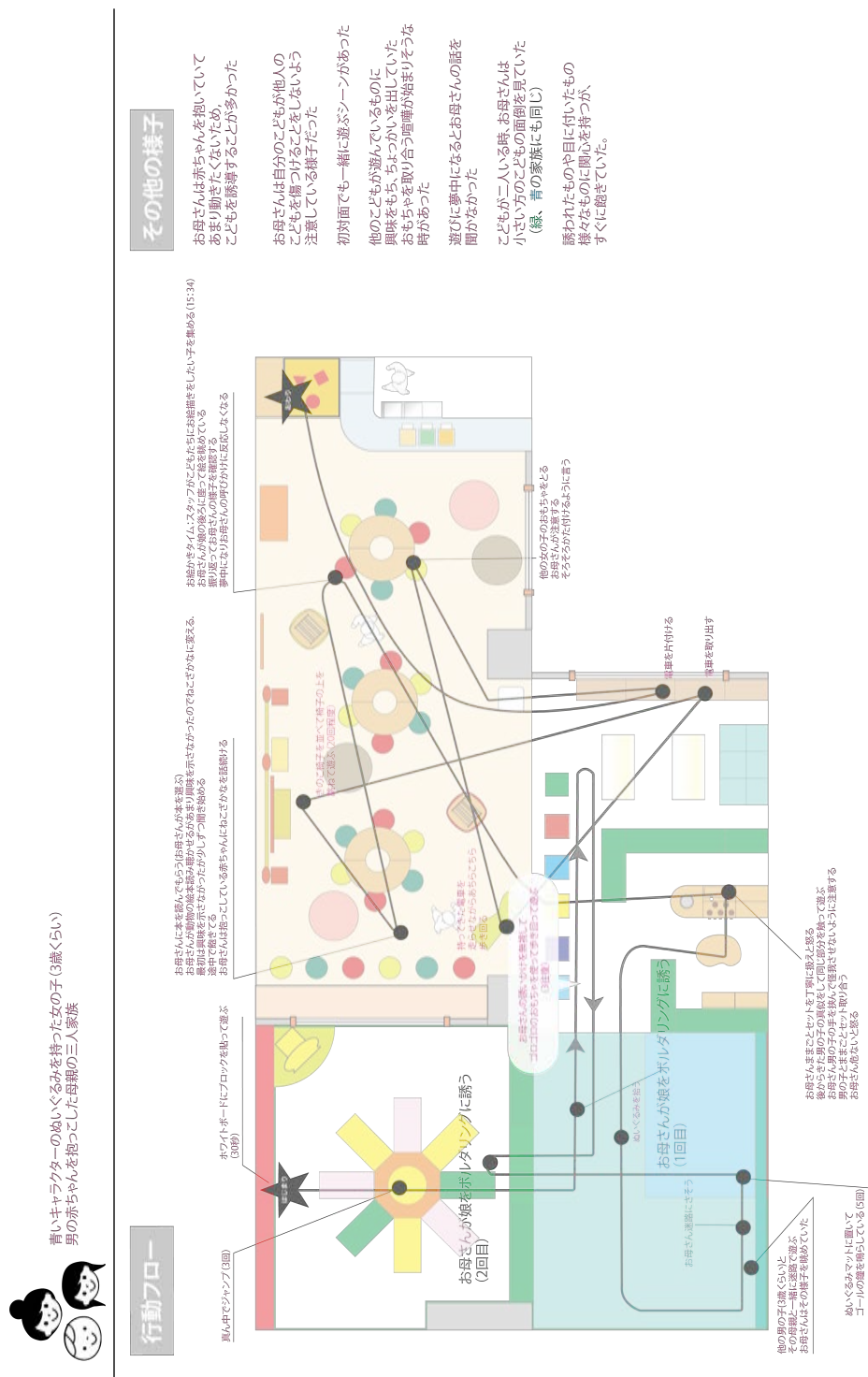


図 3.5: 1 組目の家族の行動フロー

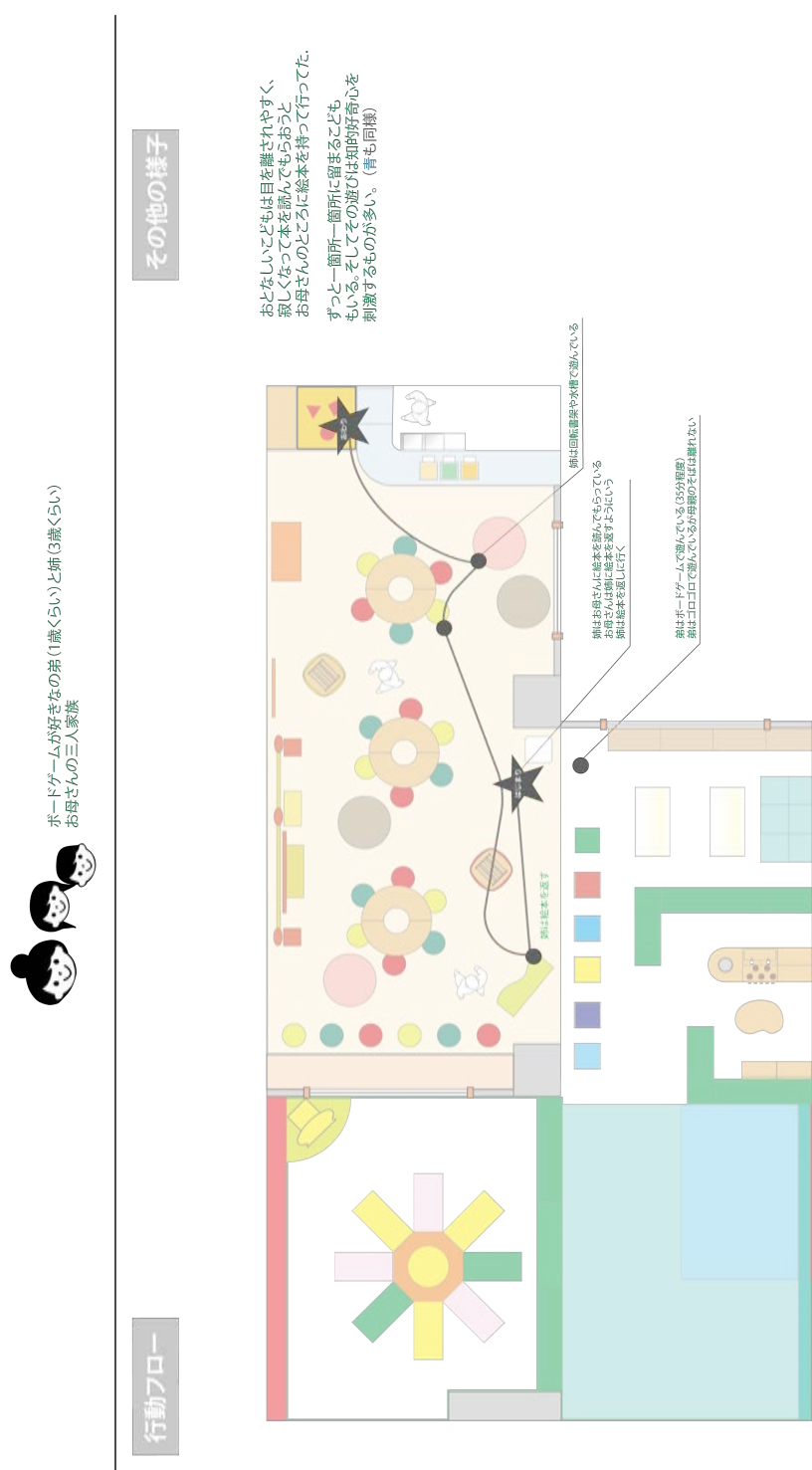


図 3.6: 2 組目の家族の行動フロー

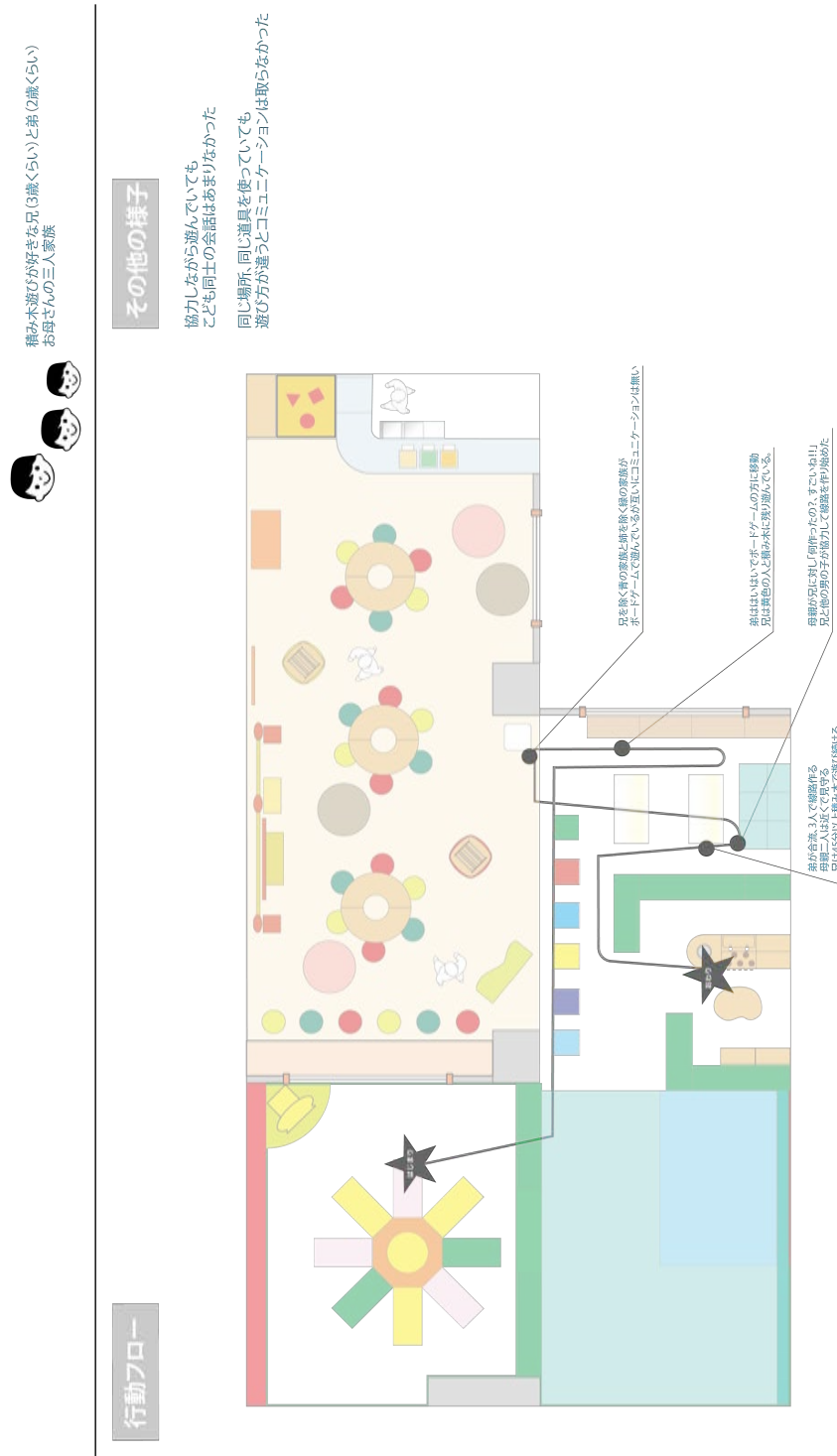


図 3.7: 3 組目の家族の行動フロー

3.3.3 フィールドワークの結果

観察の結果，確認された課題は以下の3つであった．

1. 「えほんのひろば」と「あそびのひろば」が分断されている点

子どもプラザ内では，読書をすることを好む静かな子どもとおもちゃを使って遊ぶことに興味を持つ活発な子どもに分かれることが確認できた．1組目と3組目の子どもたちはおもちゃに興味をもち，2組目の子どもたちは絵本を読むことに集中していた．1組目，3組目の家族は子どもプラザに入り次第，すぐにボールプールで遊び始めた．その後はボルダリングやままごと，積み木ブースなどを遷移しながら，親が誘った絵本には興味を示すことはなかった．一方で，2組目の子どもたちは絵本を通じて，母親とコミュニケーションをとることを楽しみ，おもちゃを使った遊びに興味を持つことがほとんどなかった．このように，子どもによって興味に偏りが生じているため，子どもに絵本とおもちゃの両方に触れる複合的な体験を提供することが肝要である．

2. お母さんの負担と誘導

観察中，母親が子どもの興味を引こうと，様々なおもちゃや絵本を用いていることを確認した．母親の誘導と子どもの反応をまとめる．

- お母さんが娘をボルダリングに誘う．
- お母さんに本を読んでもらう．(お母さんが本を選ぶ)
- お母さんが動物の絵本読み聴かせるがあまり興味を示さなかったので「ねこごかな」シリーズの絵本に変える．最初は興味を示さなかったが少しずつ聞き始める．途中で飽きている．
- お母さんは抱っこしている赤ちゃんにねこごかなを話し続ける．

上の観点から，キッズスペースでのお母さんの負担の大きさと子どもを誘導することの重要性が確認できた．お母さんは複数の子どもを連れて子ども

プラザを訪れることが多く、活発に動き回る子どもや目を話すことのできない幼い子どもを持つ親は非常に忙しそうにしていた。特に活発な子どもの場合は他の家族の子どもと接触した、おもちゃの取り合いをすることがあり、神経質になっている印象を受けた。体験のデザインを行う際においては、子ども同士の衝突を避けるデザイン設計と保護者の負担を減らす誘導方法の提案が求められる。

3. ボールプールの魅力と子どもの行動

子どもたちはキッズスペースに入ると、最初にボールプールに向かうことが多かった。ボールプールの中で、保護者とボールを使ったキャッチボールやボールプールの中から特定のボールを探す宝探しといった遊びに興じることが確認できた。

3.4. フィールドワーク結果のまとめ・考察

フレーベル館職員に対するインタビューとフィールドワークを経て、キッズスペース内における子どもたちの絵本への興味の希薄さを確認した。また、子どもたちは一つの遊び方に熱中する様子が見受けられ、キッズスペース内でも人気なコンテンツに子どもが集まり、移動が発生しないということも観察された。フィールドワークの中で、ボールプールの人気ぶりと、そこで行なわれていた宝探し遊びに着目した。そして、子どもたちが熱中していた探索行動は子どもの興味・関心を誘導し、キッズスペースにおける子どもたちの流動的な移動を生み出せるのではないかと考えた。

3.5. ワークショップ

株式会社フレーベル館の所有するキッズスペースである「子どもプラザ」と絵本シリーズの「ねこざかな」を題材として、共同研究に参加している株式会社フレーベル館、凸版印刷株式会社、慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科でアイディエーションとそのアイデアを形にする簡単なプロトタイピングを行った。

3.5.1 アイディエーション

それぞれ4班に分かれてアイディエーションを行った。アイディエーションはそれぞれポストイットを用いて行い、出てきたアイデアを3つまたは4つにまとめ、ビジュアル化した。その後、その絵を壁に貼り、ワークショップ参加者全体で共有した（図3.8，図3.9）。



図 3.8: ワークショップ発表の様子



図 3.9: ワークショップ参加者の様子

3.5.2 プロトタイピングの準備

グループごとのアウトプットには類似が見られたため、それぞれのアイデアを5種類にまとめ、班ごとに簡易的なプロトタイプを制作した。各班は図3.14，図3.15に示した素材を用いて、ユーザーの体験フローを簡易的に作成した。

3.5.3 プロトタイピングの結果

ワークショップでは、以下のプロトタイプが制作された。

1. プロトタイプ a: 絵本から飛び出たねこざかなを食べる（図3.16）
2. プロトタイプ b: ねこざかなに食べられる（図3.17）



図 3.10: 1 班アウトプット



図 3.11: 2 班アウトプット



図 3.12: 3 班アウトプット



図 3.13: 4 班アウトプット



図 3.14: プロトタイプ準備物 1



図 3.15: プロトタイプ準備物 2

3. プロトタイプ c:ねこざかなの着ぐるみ (図 3.18)
4. プロトタイプ d:絵本からねこざかなが飛び出てくる (図 3.19)
5. プロトタイプ e:登場キャラクターの感触を体感する (図 3.20)

3.6. 体験のデザイン

フィールドワークとワークショップの結果を参考に、設計する UI システムの題材と構成を決定した。特にプロトタイプ e とプロトタイプ d を参考にして、探索を起点としキッズスペース全体を巡るシステムを設計した。探索の起点として、子どもたちの興味を最も引き付けるエリアであったボールプールを選んだ。

3.6.1 体験の題材：「ねこざかなのたまご」

ボールプールを探索する行動を引き出すコンテンツとして、ボールプールのボールに比較的溶け込みやすいたまごを題材にしている「ねこざかなのたまご」を選んだ。

「ねこざかなのたまご」のあらすじ

ねことさかながジャングル目指して川をのぼっていくと、岸辺にたまごを発見！
2 匹はお母さん気分でたまごを温めてみることに。(フレーベル館 web ページ



図 3.16: プロトタイプ a



図 3.17: プロトタイプ b



図 3.18: プロトタイプ c



図 3.19: プロトタイプ d



図 3.20: プロトタイプ e

より)



図 3.21: ねこざかなのたまご p10,p11



図 3.22: ねこざかなのたまご p12,p13

3.6.2 子どもたちの認知フロー

子どもが熱中する探索行動を引きだすうえで、子どもたちが探索行動を通じて抱く認知的な行動の流れを考える。ここでは、子どもたちの理解までの認知行動のフローを「興味」「探索」「収集」「理解」の4つの段階に分類した。

1. 「興味: Interest」の段階では、身体を通じたフィードバックから興味を抱く。
2. 「探索: Search」の段階では、「興味」を抱いた対象を求めて手に入れようと探索する。
3. 「収集: Collect」の段階では「探索」して手に入れたものから共通点を導きだし、取捨選択を行う基準を作り出す。そして自分で作った基準に合う対象を収集する。
4. 「理解: Understand」の段階では、自分が「収集」するために作った基準を拡張して対象が持つ文脈を理解しようとする。

これら子どもの行動(図3.23)を引きだすことを目指し、コンセプトの設計を行う。

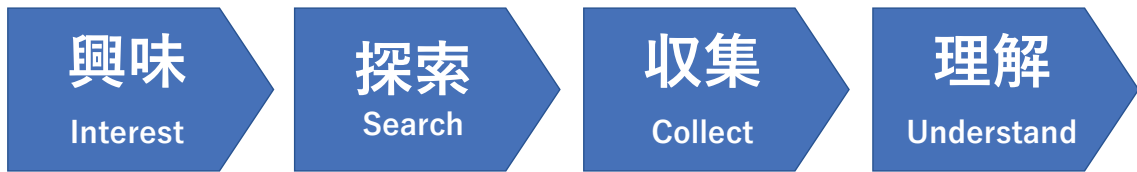


図 3.23: 子どもの取る一連の行動

3.6.3 どうぶつたまごさがしのコンセプト

また、今回する体験の基本となる題材として「ねこざかなのたまご」を選んだ。ねこざかなのたまごを再現し、ボールプールに隠す。こどもたちはボールプールからそのたまごを探すことを起点としてキッズスペース全体を行き来していく。

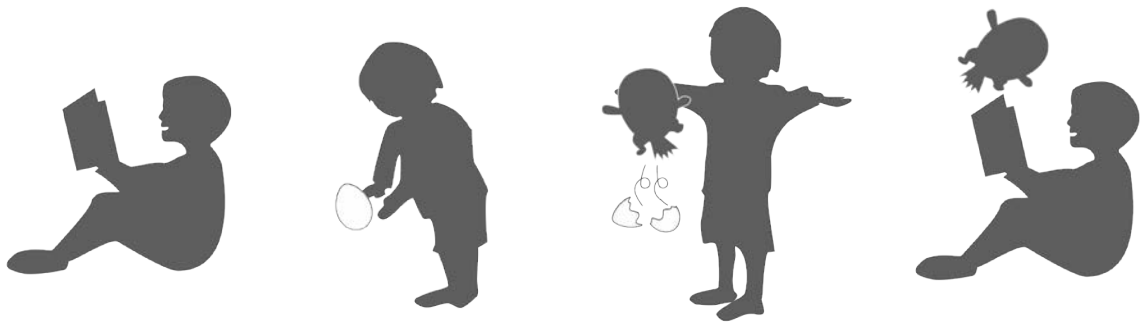


図 3.24: どうぶつたまごさがしのコンセプト

3.6.4 体験のタッチポイントの設定

この子どもの取る一連の行動を引き出すため、以下の4つのタッチポイントを用意した。子どもたちはタッチポイントを順々に巡ることで絵本の世界観を体験し理解することができる。

1. タッチポイント1（興味：Interest）：絵本の読み聞かせ
絵本の読み聞かせを体験する。そして、その際に絵本の内容に合わせた振動

提示を受ける。子どもは絵本の内容を把握し、絵本の中の音や振動を体験することで絵本の世界に興味を持つ。

2. タッチポイント 2（探索：Search）：ボールプールにおけるたまご探し
絵本の中に登場する「たまご」をボールプールの中で探すことにより、絵本の世界観に入り込む。「たまご」ごとに、それぞれ別々のキャラクターが入っており、各ポイントでキャラクターと出会うことができる。異なる場所で自分のたまごの中に入っているキャラクターが繰り返し出現することで、子どもたちはキャラクターとの結びつきを感じる。
3. タッチポイント 3（収集：Collect）：たまごを持ってキャラクター収集
たまごによって異なるキャラクターが入っていることに気が付き、多くのキャラクターに出会おうといろいろなたまごを探そうとする。何種類ものキャラクターと出会うことで、キャラクターの特徴を認識し、愛着が生まれる。
4. タッチポイント 4（理解：Understand）：絵本でのキャラクターを確認
絵本を手に取り、自分のキャラクターが出ている場所や、キャラクターの絵本での活躍ぶりを確認しようとする。

最終的に図 4.29 のような体験フローを設計した。この体験フローは前述のタッチポイント 1～4 が下記の通り実装されている。

【体験フロー案】

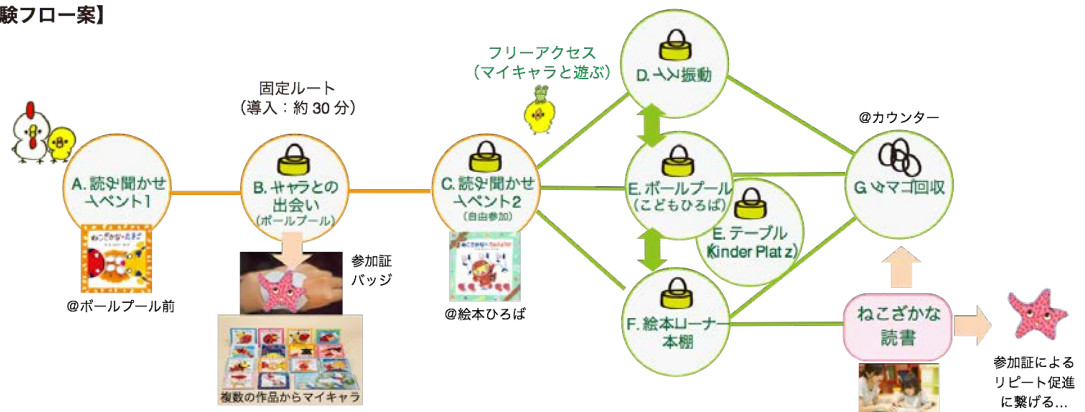


図 3.25: どうぶつたまごさがし体験フロー

第4章

どうぶつたまごさがしの実装



図 4.1: どうぶつたまごさがしの様子

4.1. どうぶつたまごさがしの設計方針

子どもは「さがす」という動作や「あつめる」という動作に集中する傾向がある。子どもの多くが、山に遊びに行っては蟬の抜け殻を集めたり、砂浜に行っては貝殻を探してくる。最近の子ども向けおもちゃでは、カードゲームのカードを集めたり、食玩を集めたりもする。これらの行動は、自分が探し出したことによる達成感と、集めることに対する収集欲求を満足させる。この「さがす」「あつめ

る」という動作を取り入れることで、絵本の世界を楽しみながら自然とキッズスペース内を流動的に行き来する行動を引き出せるのではないかと考えた。

スイスの発達心理学者ジャン・ピアジェ [17] によると、2歳以降になると幼児は急速に言語を獲得し始める。それに伴い、シンボル機能も活発に働き、イメージや表象を用いて考えたり行動したりできるようになる。これは象徴的思考段階とされ、子どもたちは目の前にいないものを思い浮かべることができるようになる。具体的な物だけでなく、その代わりとなる象徴・記号・言葉などが使えるようになり、記憶・推理が可能になることから、ままごと遊びができるようになる。「さがす」「あつめる」という動作には、探す・集める対象を認識し、類似性を見出したり他との違いを区別することが不可欠である。同時に、目の前にないものをイメージする能力も必要である。それゆえ、象徴的思考を獲得後に思考力を高める題材として「さがす」「あつめる」行為は有意であると考え、本システムの実装を考えた。

どうぶつたまごさがしは現実空間に隠れた絵本の中のキャラクターを探し出すことで、子どもとキャラクターとの出会いを演出し、キャラクターに愛着を抱かせると同時に絵本の世界観を共有する。キッズスペース内にちりばめられたキャラクターとの出会いにより、子どもたちのキッズスペースの中での流動的な移動を生み出し、結果として、キッズスペース内での未就学児の行動誘導を実現することを目標としている。

4.2. どうぶつたまごさがしにおける検討課題

第一段階として、子どもたちがどうぶつたまごさがし体験を通して、キャラクターを探し、集めるという行為が生まれているかを確認する。たまごの視認性や形状に配慮し、扱い方に戸惑う子どもが少なくなるような体験設計が必要である。また、たまごから生まれるキャラクターを複数用意し、キャラクターに対する愛着形成と多くのキャラクターを集めたいという収集欲求を生み、探索行動に対するモチベーションを高める。第二段階として、子どもたちの探索範囲を広げ、子どもたちがキッズスペース全体を流動的に行き来する様子を確認する。キッズ

ペース内を自在に行き来する中で、こどもたちの移動の際の障害を減らす工夫が必要である。

4.3. 未就学児の探索行動を引き出す試作

上記のコンセプトに従い、プロトタイプを製作する。そして製作したプロトタイプが子供たちの探索行動を引き出すことができるかを検証する。フレーベルこどもプラザにおけるフィールドワークにおいて、ボールプール内での宝さがし遊びを元に、ボールプールの中に製作したデバイスを隠し、子どもたちに探してもらうというフローを考える。

4.3.1 プロトタイプ 1-1

デバイス設計意図第1プロトタイプでは、子どもたちの探索欲求を刺激することを目標に設計を行った。ボールプールの中からデバイスを探したくなるのか。ボールプールの中からデバイスを見つけることができるか。たまごをどのように扱うか。検証を行った。子どもたちの興味を引き付けるあるいは、探索を補助するためたまご型デバイスは、衝撃をトリガーに光や音、振動を発するよう機能を付けた。

たまご部分の実装

たまご型デバイスの機構を以下に示す。本デバイスは発光機能、振動と音の発生機能をもつ。発光部分には Adafruit の neopixel を使用し、発光タイミングは衝撃センサが衝撃を検知した時とした。振動と音の発生部分には Sony 製のワイヤレスポータブルスピーカー SRS-X1 と株式会社アークヴ・ラボ製の Vp2 振動子を組み合わせたものを用い、音・振動信号は bluetooth 接続により遠隔操作した。

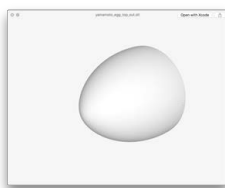


図 4.2: たまご上部
CAD データ



図 4.3: たまご下部
CAD データ



図 4.4: たまご外装



図 4.5: たまご内部機構

たまごホルダーの実装

たまごホルダーはボールプール内のボールは入らず、たまご型デバイスのみが入られる大きさとなっている。ホルダー底面にタクトスイッチを配置し、デバイスがホルダーにはまるとスイッチが押され、プロジェクターでキャラクターを投影するようになっている。

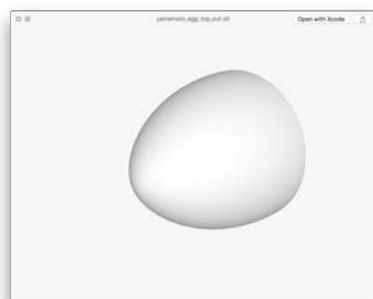


図 4.6: たまごホルダー CAD データ



図 4.7: たまご設置台の様子



図 4.8: 装飾後のたまご設置台の様子

4.3.2 プロトタイプ 1-2

プロトタイプ 1-2 では、子どもの探索行動を促すため収集欲求を満たす仕組みを製作することを目指した。そこで、たまごから生まれるキャラクターの種類を増やすことを考えてデバイスの設計を行った。まず、たまご型デバイスに RFID を付加した。RFID を付加することでボール型デバイスにそれぞれのキャラクター

を識別することができるようになった。プロジェクション部分では、RFID で識別された番号ごとに異なるキャラクターを割り当てた。

たまご部分の改良

プロトタイプ 1-1 を踏まえてタマゴ型デバイスを「プラザ内の絵本体験を高めるパーソナルデバイス」と位置づけ、参加する子ども全てに卵を持たせられる数を用意した。デバイスにはTECHTILE モバイルアンプ (Vp2 を駆動)、加速度センサー、Arduino Promini を利用した。また、たまごの ID 識別のためデバイス下部に RFID を埋め込んだ。加速度センサーの傾き情報によって発光色を変え、卵を振る、触るなどの動作でインタラクティブに発光する。また、DFplayer を用いて Vp2 を駆動することで触感音源を再生した。外形はモジュールが内蔵されるコア部分・タマゴの殻部分に分けて設計した。

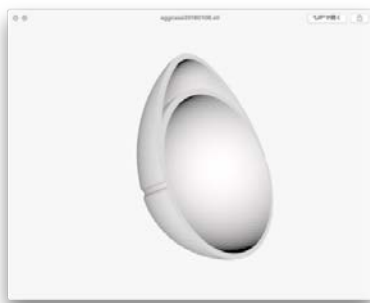


図 4.9: たまご CAD データ



図 4.10: たまご内部機構 1



図 4.11: たまご内部機構 2

たまごホルダーの改良

たまご底部にある RFID を読み取るため、RFID リーダー (OLIMEX 社, MOD-RFID125) を内蔵したたまごホルダーを制作した。タマゴの外寸を参考に、レーザーカッターを用いて構造部分を制作し、その上から 3D プリントしたケースを被せた。

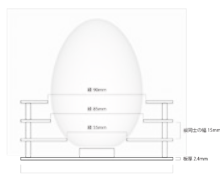


図 4.12: たまごホルダー CAD 図 4.13: たまごホルダー塗装前 図 4.14: たまごホルダー塗装後
データ 外装 外装

4.4. ユーザビリティテスト

プロトタイプ 1-1, 1-2 におけるタッチポイントはボールプール内部のみである。子どもたちはボールプールの中に隠れたたまご型デバイスを探し出し、たまごホルダーに置くとホワイトボードにキャラクターが投影される。子どもたちはホワイトボードにマグネットで接着するブロックなどを使用することができる。

4.4.1 ユーザビリティテストの検証内容

1. 第1回ユーザビリティテスト

日時：2016 年 9 月 6 日

場所：フレーベルこどもプラザ

試作：プロトタイプ 1-1

試作機数：2 個

キャラクター数：1

2. 第2回ユーザビリティテスト

試作：プロトタイプ1-2 日時：2017年1月16日

場所：フレーベルこどもプラザ

試作：プロトタイプ1-2

試作機数：12 個



図 4.15: プロトタイプ 1-1 使用の様子



図 4.16: キャラクター登場（プロトタイプ 1-1）

キャラクター数：10

3. 第3回ユーザビリティテスト

日時：2017年4月4日

場所：フレーベルこどもプラザ

試作：プロトタイプ 1-2

試作機数：12 個

キャラクター数：10

4.4.2 ユーザビリティテストの検証結果

どうぶつたまごさがしにおいて、子どもの探索・収集行動をより自然に引き出すため、体験フローの設計を行った。プロトタイプ 1-1, 1-2 の検証では、たまごさがし時の探索行為を確認することができた。検証で確認できた子どもの反応は以下の通りである。

ボールプール内での子どもの探索行動の様子

1. ボールプールの中に潜り込んで、たまごを見つけ出そうとする様子が確認された。



図 4.17: ボールプール探索の様子（プロトタイプ 1-2）



図 4.18: プロトタイプ 1-2 ホルダー使用の様子



図 4.19: プロトタイプ 1-2 を抱える様子



図 4.20: プロトタイプ 1-2 時キャラクター登場

2. 周りと同じ合ってたまご型デバイスを探そうとする様子が頻繁に確認された。
3. たまご型デバイスをお互いに譲り合う様子も見られた。
4. 一度見つかったたまごは運営者が再度ボールプールに隠すのであるが、たまご型デバイスを隠す様子を確認してすぐにたまごを見つけ出そうとする子どもがいた。
5. 自分の見つけたたまごを他人に取られないように隠してしまう様子が見られた。
6. 一人の子どもにたまご型デバイスが集中してしまうこともあった。
7. 光らず音も振動も出ないデバイスを含めて、楽しんで探索行動を続けていた。タマゴのインタラクションがもたらすいきものの感の必要性には疑問が残る。
8. 一人で何個もコレクションしてしまう子どもが見受けられた。
9. ボールプールにたまごを戻したふりをして、同じたまごを持ち続ける子どもが多かった。
10. 「他のたまごも探してね」と言っても、手持ちのたまごがなくなるのを嫌がり、離さない。
11. たまごをボールプール深部に埋めると、見つけられなくなってしまう子どもも散見された。
12. お母さんが帰るため子どもをボールプールから引き離そうとすると、こどもが泣き出してしまった。

たまごに愛着を憶える様子の確認

このような探索、収集行動を続けることでキャラクターに対する愛着も確認されるようになってきた。確認された子どもの反応は以下である。

1. 何度も繰り返す中で「このたまごは当たりのたまごね」など特定のたまごに愛着を持つ子どももいた。
2. 子どもの反応は問いかけによって変わりづらい。愛着を覚えるには、他のたまごやキャラクターの存在を認識する必要があるように感じる。
3. 自分のキャラクターに対する親近感を感じる子どもが多く見て取れた。

プロトタイプ形状のデザイン

どうぶつたまごさがしでは「ねこざかなのたまご」という絵本を題材に用いた。「ねこざかなのたまご」は、ねこざかながたまごを巡って南の島での探検をするお話である。そこで、絵本のテーマであった「たまご」をデバイスの形に採用し、プロトタイプ製作を行った。加えて、ボールプールでの子どもたちの行動を観察していると、ボール型の形状のものは、投げるなど乱暴に扱う傾向があることがわかった。その一方で、たまごは大切に扱うという人間特有の行動をみせることがわかった。

上記以外の子どもの行動の様子

1. プロジェクションに投影されるキャラクターにボールを当てたり、ブロックでキャラクターの四方を囲んで捕まえようとする子どもが見られ、子ども同士のコミュニケーションが生まれていた。
2. たまごホルダーにたまご型デバイスをのせてキャラクターを登場させる仕組みが分かりにくく、戸惑う子どもも見られた。

たまご型デバイスを隠してしまったり、離さない、壊してしまうなどする動きも確認できた。これらの動きは子どもの探索行動を阻害することにつながるため、課題としてプロトタイプ2において修正を行った。しかし、ほとんどの子どもたちがプロトタイプ1-1、1-2において探索行動を行っている様子を確認することができた。また、子どもたちの活動の様子がボールプールに集中していた。そこで、キッズスペース全体を行き来したくなるような仕組みづくりが必要だと考えた。

4.5. 未就学児の探索範囲を広げる試作

前節ではプロトタイプを用いて、子どもたちの探索行動を引き出すことが確認できた。そこで次の試作として、ボールプール内のみで行われていた子どもたちの探索行動をキッズスペース全体へと探索範囲を広げる試みを行う。

4.5.1 プロトタイプ2

プロトタイプ2ではプロトタイプ1-1, 1-2で引きだした子どもの探索行動をさらに刺激し、探索範囲をキッズスペース全体に拡張することを目指した。このプロトタイプではたまごホルダーを複数個作成し、子どもプラザの様々な場所に配置した。子どもたちは、キャラクターとの出会いを様々な地点で何度も繰り返すことで次第にキャラクターへの愛着を深めていく。また、子どもプラザ内を遷移する子どもたちの動きを可視化するため、デバイス使用時のデータをロギングする。

たまご部分の改良

加速度センサ ADXL345 と ESP8266 を用いてセンサの値を UDP で送るプログラムを作成し、無線 LAN ルータ（バッファロー BUFFALOWMR-433W-WH）を介して mac アドレスを含めたデータの取得を確認した。wifi モジュール（ESP8266）は、小型かつ I2C によるセンサ接続が可能なため、今回の用途には適すると判断した。白色 LED は高輝度のものを2灯用い、PWM で輝度を動的にコントロールできるように回路を設計した。電力供給にリチウムイオンバッテリーを用い、充電基板を実装することによって microUSB ポートで充電出来るようにした。単一モジュールの加速度情報取得は正常に動作したため、複数モジュール接続時の課題を発見するため実証実験の前にテストを行うこととした。

外装設計について、コア部分とケース部分を分けると、強度が不足して破損のリスクも高くなることから、たまごケース内にボスを立て、そこにメイン基板を固定する方針で設計を行った。前回課題となっていた RFID の認識精度を向上させるため、RFID シールはなるべくリーダに近づけられるようにした。また、モ

ジュールを外装の下部分に集中させることにより、重心安定性をもたせた。切断面より上に充電基板を露出させることにより、microUSBが挿入しやすいように考慮した。また、充電やメンテナンスを容易に行うため、ケースの開閉をスクリュー式に変更した。



図 4.21: たまご下部設置の様子 図 4.22: たまご下部 CAD データ

図 4.23: たまごホルダー内部機構

数回の実証実験後、演出時のインタラクションを考えフルカラーLEDを実装した。また、落下による破損がありタマゴのスクリュー部分の強度不足が明らかになったため、対応策としてスクリューの溝を深くした3Dモデルを制作した。

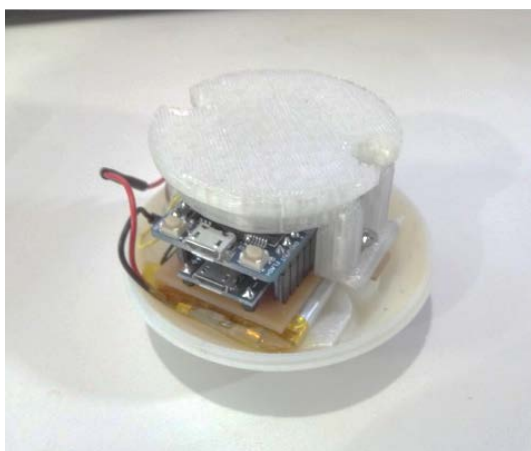


図 4.24: たまご下部設置の様子

図 4.25: たまご下部 CAD データ

たまごホルダーの改良

たまごデバイスと同様の wifi モジュールを用いた。RFID リーダとして、SPI 接続で利用可能な RFID-RC522 を選択し、たまごデバイスと同じ無線ルーターにて接続を行い無線でのユニーク ID の伝送ををおこなう。NFC タグシールは 300-NFC001 を用い、シールを筐体の底面に貼ることで RFID リーダが認識する用に設計した。外装設計について、たまごをはめ込みやすくするための凹を付けたケースにより、認識精度の向上を測った。

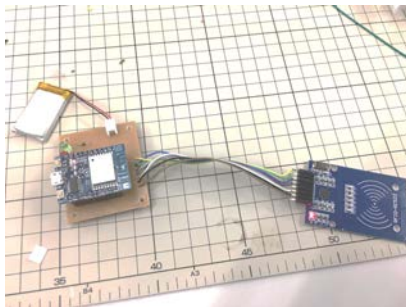


図 4.26: たまごホルダー内部機構



図 4.27: たまごホルダー塗装前外装

上のプロトタイプを使用した実証実験を経て、体験の向上と不具合時のメンテナンス対応のため下記機能を実装した。

- ・振動／音声フィードバック用スピーカーとアクチュエータ
- ・デバッグ用 LCD ディスプレイ

タッチポイントとして視認性を向上させるため、子どもに親しみやすい緑と黄色で筐体のカラーリングを行った。

4.5.2 プロトタイプ2における体験フロー

子どもたちの探索範囲を広げるため、体験フローに関しては、プロトタイプ 1-1, 1-2 からプロトタイプ 2 にかけて大きく変更した。プロトタイプ 1-1, 1-2 では 1 つであったタッチポイントを、プロトタイプ 2 の体験フローの設計では以下に示す 4 つのタッチポイントに増設した。各タッチポイントはたまごホルダーが置いてあり、



図 4.28: たまごホルダー塗装後外装

各タッチポイントには人員を配置し、子どもがたまご型デバイスをたまごホルダーに置く行為をサポートした。また、次のタッチポイントへの誘導も行った。

1. ボールプールエリア

本エリアではボールプールにたまご型デバイスをまき、ボールプールの淵部分にたまごホルダーを一つ配置した。ボールプールの中に隠れたたまご型デバイスを探し出し、たまごホルダーに置くと、ホワイトボードにキャラクターが投影される。キャラクターは加速度センサで検出された数値に基づき、たまごを傾けるとキャラクターの向きが変わる。これにより、キャラクターと子どもたちとのひも付けを行い、一体感を生む。子どもたちはこのボールプールで見つけたたまご型デバイスを携えて子どもプラザ全体を遷移していく。

2. 振動椅子エリア

振動椅子エリアは、ボールプールでのタッチポイントで大人の誘導を受け、子どもたちが移動した先にある。振動椅子エリアには一つのたまごホルダーと映像に応じて振動を送る椅子が用意されている。たまご型デバイスをたまごホルダーに置くと、壁にキャラクターが投影される。前のプロトタイプと比較して、ボールプールで完結していた遊びから子どもプラザ全体を使った遊びとなる。

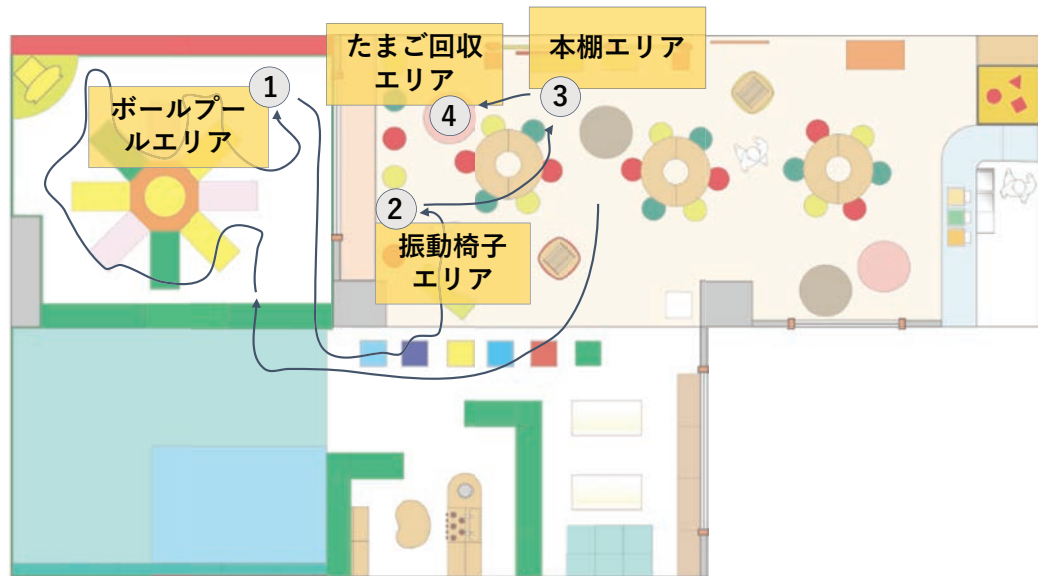


図 4.29: どうぶつたまごさがし体験フロー

3. 本棚のエリア

本棚のエリアでは、たまごホルダー1つとねこざかな絵本シリーズの絵本約10冊を用意した。たまごホルダーにたまごを置くと、たまごから出てきたキャラクターが絵本に入っていくアニメーションが再生される。子どもたちはたまご型デバイスと絵本の関連性を理解し、プロジェクターに表示された絵本を手にとって自分のキャラクターを探し出す。

4. たまご回収エリア

たまごの回収とともに、たまごと交換する形でシールの配布を行う。ここでは係員の「何のたまごだった？」という問いかけとともにキャラクターのシールセットを見せ、自分が持ったたまご型デバイスに入っていたキャラクターの認識を確認した。



図 4.30: どうぶつたまごさがしのキャラクター



図 4.31: キャラクターを見て喜ぶ子ども



図 4.32: キャラクターに触ろうとする子ども



図 4.33: 振動イスエリアの様子



図 4.34: たまごを離さない子ども



図 4.35: 本棚の中のアニメーションに夢中になる子ども



図 4.36: 見つけたキャラクターが出てくる絵本を開く子ども



図 4.37: 見つけたキャラクターを指さす子ども



図 4.38: 見つけたキャラクターと同じシールをもらう子ども

4.5.3 プロトタイプ2における体験フローの検証結果

プロトタイプ2ではボールプール内で発生していた探索行動をキッズスペース全体に広げることを目指した。子どもがボールプールだけでなくキッズスペース全体を往来できるようタッチポイントを4つに増やした。この変更により、子どもが何度もキッズスペース全体を行き来する様子が確認できた。

キッズスペース全体を往来する様子の確認

1. 「これで18個目！」などと報告してくる子どももいた。
2. 「またこのたまごか」と違うたまごを探そうとする子どももいた。
3. 子どもの反応は問いかけによって変わる。例えば「今何個目？」と聞くとたまごを集め出すようになった。
4. 自分が見つけたたまごと同じキャラクターのシールを選ぶことができるようになっていた。
5. たまごをボールプールで見つけた後すぐに高いところに上り、次のタッチポイントを探そうとした。
6. タッチポイントを探すため、立ってきょろきょろと周りを見渡す動作が見られるようになった。
7. 自分の持っているたまご型デバイスのキャラクターを認識し、同じキャラクターのシールとの交換を行っていた。

以上の検証結果より、本デバイスを用い、子どもの探索欲求と収集欲求を刺激することが確認できた。子どもたちは自分の集めたたまごのキャラクターを認識し、名前を読んだり、指をさしたり、同じ柄のシールを見分けるなどしていた。また、その欲求はキャラクターへの愛着へと繋がり、絵本で同じキャラクターを探すなど、絵本への興味の持続を高めていたように感じられる。そして何より、たまごを手にもキッズスペース内にちりばめられたタッチポイントへ何度も巡回する

様子が確認できた。この観察結果から、こどもの探索範囲をボールプールの中からキッズスペース全体に広げることができたと結論づける。

4.5.4 まとめ

どうぶつたまごさがしでは子どもの「探索欲求」、「収集欲求」に着目し、子どもたちが現実空間でキャラクターを探し、「出会う」ことを演出することで現実空間での子どもの流動的な移動を誘導することを目的として体験デザインを行った。体験のデザインでは体験フローを4つのタッチポイントに分類している。子どもたちはそれぞれのタッチポイントでキャラクターとの出会いを経験する。子ども達はキャラクターと出会うために探索行動を繰り返し、キャラクターを収集する。そして、探索や収集行為自体のもつ達成感や楽しさにのめりこむ内に、子どもたちはキャラクターへの愛着を深めていく。キャラクターとの出会いのあと、出会ったキャラクターをしっかりと認識していた。その様子は、すべてのタッチポイントを終えた後、キャラクターのシールを選ばせたところ、出会ったキャラクターと同じキャラクターのシールを選ぶことができたことから確認できる。その体験フローの中で、こどもたちはたまごデバイスの探索やたまごホルダーの探索を通じ、キッズスペース全体を移動していった。加えて最後のタッチポイントでは、「キャラクターが自分の描かれている絵本の中に入っていく」というアニメーションによって、キャラクターと関連する絵本を結び付けている。子どもによっては、絵本を読みキャラクターを探し出そうとする様子が確認できた。デバイスは、子どもたちが愛着を感じて扱えることを意識した設計を行った。デバイスの形状として、たまごの形を採用した理由は二つある。一つは「ねこざかなのたまご」の絵本の世界観を表すものとしてふさわしかったためである。もう一つは子どもたちに「たまごは大事に扱わねばならない」という意識があり、探し出したたまごを大切に扱う様子が確認できたためである。また、安全性にも気を使った。たまご型デバイス内の機能を最小限にとどめることで軽量化し、最終的には強度も十分なものになった。以上、どうぶつたまごさがしの実装により、子どもの探索、収集欲求を確認することができた。本システムはフレーベル館子どもプラザのみならず、他のキッズスペースや幼稚園、保育園への展開も考えられる。また、デバ

イス形状を変えることで別の絵本の世界観も再現することができるのではないかと考えられる。

4.6. 実証実験

これまでに開発してきた一連のシステムを用いて、子どもプラザで有料のワークショップイベントを実施した。また、実運用に向けて商用施設 Kinder Platz での実証実験を行った。

4.6.1 実証実験の概要

第1回実証実験

日時1：2017年9月9日10時30分～11時30分

日時2：2017年9月9日13時30分～14時30分

場所：フレーベル館こどもプラザ

第2回実証実験

日時1：2017年12月16日11時00分～12時00分

日時2：2017年12月16日14時00分～15時00分

日時3：2017年12月16日16時00分～17時00分

場所：Kinder Platz

4.6.2 フレーベルこどもプラザでの有料イベント概要

これまでの要素技術を組み合わせ一連の体験フローにおける子どもの反応を確認し、その有効性を検証するために、「音を作って、さわって、絵本の中を体験しよう！」というイベントを開催した。本イベントの目的は、子どもたちに身体を通じて絵本の世界観を楽しみ、理解してもらうことである。子どもプラザで行った有料イベントでは、「キンダーぶるぶるクッション」、「どうぶつたまごさがし」

とともに振動作りワークショップも提供した。参加者は事前に申請した10組の親子とし、子ども一人につき500円の入場料を課した。

フレーベルこどもプラザでの有料イベント概要

4.6.3 Kinder Platzでのイベント概要

Kinder Platzは神奈川県横浜市のトレッサ横浜内に所在している株式会社フレーベル館の運営する商用キッズスペースである。絵本の中の森をイメージした空間デザインにより、絵本の世界に入り込んだような世界が体験できる。「きづく ひろがる あそびの広場」をテーマに、子どもたちのための絵本と遊び道具を提供している。約700冊の絵本に加え、ステップアップできるワークショッププログラムを用意している。こどもプラザと比べると3倍近い空間面積を持つ本施設に本研究成果を展開するために、こどもプラザで行ったものと同様の体験フローながら「収集」のフェーズにおけるタッチポイントの数を増やし実証実験を行った。

4.6.4 Kinder Platzでの検証内容

Kinder Platzでの検証は、本体験フローの「質」と「展開性」を確かめることを目的にした。Kinder Platzでは施設を利用するために料金が発生する。利用料金はそれぞれ、子どもは30分で600円（延長料金10分ごとに100円）、大人500円（延長料金なし）、会員登録は一家族につき100円である。このような有料施設において求められている質を満たしているかを確認する。また、場所の環境が異なってもISCUモデルを基にしたタッチポイントを維持することができるかどうかを確認する。さらに、運用にかかる人の数や準備の多さに関しても考察する。

4.6.5 Kinder Platzでの検証結果

実証実験の結果、こどもプラザ同様に安定したシステム運営を行うことができた。読み聞かせは、運動遊びコーナーで行ったため、隣の大きなボールプールと

KinderPlatz

12月 タマゴホルダー配置プラン ver.2.0

作成：KMD金箱
更新日：10/27



図 4.39: KinderPlatz におけるどうぶつたまごさがし体験フロー



図 4.40: 専用ボールプール



図 4.41: リアプロジェクション



図 4.42: 従来の本エフェクト



図 4.43: たまご返却（また来てね！演出）

の境界が不十分で、ボールプールで遊んでいる子供に興味を奪われる瞬間もあった。しかし、多くの子どもたちは読み聞かせへの注意を反らさなかった。どうぶつたまごさがしに関しても、こどもプラザに比べ、広い範囲での誘導が必要であったが、タッチポイントを2つから4つに増やすことで問題なく誘導することができた。

4.6.6 Kinder Platz での検証の考察

まず、こどもプラザ以外の施設においても、タッチポイントを増やすことで、提案された体験フローを維持しながらスケーラブルな展開を行えることが確認できた。また、この体験フローを遊びたいがために、施設利用の延長を行う家族も散見された。このことから、有料施設に求められる「質」は満たされていたと考えることが出来る。一方で、運用方法に関しては改善の余地が残った。体験フローの設置準備に大量の機材が必要で、設営に8人がかりで約4時間を要した。運用の最中に関しても各タッチポイントに子どもを誘導する人員が必要で、全体の運用に6人の人手を必要としたため、運用にかかる人員をなるべく減らすための工夫が求められる。

第5章

結

論

本論文では、キッズスペースにおける未就学児の探索行動を引き出す「どうぶつたまごさがし」というシステムを設計した。未就学児の探索行動を引き出し、かつさらに探索範囲を広げるため、たまご型デバイスとたまごホルダーを製作した。第1章では、テクノロジーを用いた教育・知育の普及とその課題について述べた。第2章では、子どもの発達と現在の教育、未就学児と絵本、知育のためのタンジブルなUI、デジタルツールを活用した子どもの協働知育の研究を紹介した。第3章では、株式会社フレーベル館の所有するキッズスペースである「フレーベルこどもプラザ」をフィールドに課題を整理した。その結果、子どもを絵本の読書に引きつけ、かつキッズスペース全体を流動的に移動するシステムの設計を行なうことを決めた。株式会社フレーベル館の絵本である「ねこざかなのたまご」とフレーベルこどもプラザの「ボールプール」を活用するとともに、子どもの認知行動のフローを「興味」「探索」「収集」「理解」に分類し、各認知行動を引き出すタッチポイントを用意することを決めた。第4章では、どうぶつたまごさがしのコンセプトを定めた。どうぶつたまごさがしは子どもの「探索・収集行動」に着目し、「キャラクターとの出会い」によって「絵本への興味を持続させる」体験の設計を行った。どうぶつたまごさがしでは、ボールプールに隠されたたまごを探しだし、ホルダーにのせることで、絵本の中のキャラクターと出会うことができる。キッズスペース内に散らばっているホルダーに移動しながら、キャラクターとの出会いを経験することで、キャラクターへの愛着を深めることができる。また、複数種類のキャラクターとの出会いを求めて、収集することによって絵本の世界観を理解していく。そして、それは未就学児のキッズスペースでの流動的な移動を実現する。ここで製作したデバイスを使用して、フレーベル館の運営する子どもプラ

ザにおいてテストを行った。子どもたちは、絵本のキャラクターに愛着を憶えて探し出したり、集めたりする子どもの動作を引きだした。キッズスペース内において子どもたちは各タッチポイントを回り、流動的な移動が生まれていた。また実際に、子どもプラザに限らず、商業施設での実証実験を通じ、様々な場所での使用における有効性を確認することができた。

以上より、本共同研究を通して、絵本を読む体験に「テクノロジー」と「身体性」を付加することで、絵本への「興味と理解」を与えることができる可能性を示すことができた。しかし現状、本システムのような機構をそのまま教育現場に導入するためには、費用と人手の負担が大きすぎる。一般的な教育現場に導入可能な運用負担の少ないシステムの構築を今後の課題とする。

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准教授に心から感謝いたします。非常に興味深い企業案件にチャレンジさせていただき、その度、的確な指導や討論を親身にしてくださいました。以前の自分では考えもしなかった経験を積ませていただきました。心より感謝いたします。

自分が無知であった教育に関する様々な助言や指導をいただい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准教授に心から感謝いたします。

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奥出直人教授に心から感謝いたします。

研究に関して助言にとどまらず、設計や実装を大幅に進めていただき、相談事も親身に聞いて頂きました金箱淳一さんに感謝の意を表します。

研究の方向性に悩んでいる時にいつもサポートしてくださった慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科のRoshan Peiris 特任助教授に感謝いたします。

デザインや教育とテクノロジーを掛け合わせた研究など様々な助言や指導をして頂き道しるべになっていただきました。博士課程の柴崎美奈さんに感謝の意を表します。

修士1年の頃から一緒に研究を行い、その度に数多くの助言をしてくださいました、村上嵩樹さんに感謝の意を表します。共に締め切り間際まで実装を行い、展示したことは、私の忘れることない思い出になりました。

学年は異なりながらも、常に同じ目線で研究生活に刺激を与えてくれた畠山海斗さんに感謝いたします。

学会投稿や研究生活において数多くの苦楽を共に乗り越えてきた、Embodied Media Project のスタッフ、同期、先輩のみなさまに感謝の意を表します。

参 考 文 献

- [1] デビッド・A・スーザ, トム・ピレッキ :” AI時代を生きる子どものためのSTEAM教育 ”, 幻冬舎 (2017)
- [2] An Alternative Education for Future Generation: <https://wired.jp/special/2016/altschool/>
- [3] シーモア・パパート :” マインドストームー子ども, コンピューター, そして強力なアイデア ”, 未来社 (1995)
- [4] ワークショップ&イベント | CANVAS | 遊びと学びのヒミツ基地: <http://canvas.ws/>
- [5] MITのシーモア・パパート氏が死去-LOGO言語, 100ドルPCなどで偉大な足跡: <https://japan.cnet.com/article/35087217/>
- [6] INSIDE THE SCHOOL SILICON VALLEY THINKS WILL SAVE EDUCATION: <https://www.wired.com/2015/05/altschool/>
- [7] 教育版 レゴ® マインドストーム® EV3: <https://education.lego.com/ja-jp/product/mindstorms-ev3>
- [8] シリコンヴァレーの“新時代の学校”AltSchool, その「秘密」を公開: <https://wired.jp/2017/01/04/altschool-shares-secrets/>
- [9] Tech billionaires spent \$170 million on a new kind of school — now classrooms are shrinking and some parents say their kids are ‘ guinea pigs ’ : <https://www.businessinsider.sg/2017/11/page/122/>

- [10] クラウス ルーメル (著):”モンテッソーリ教育の精神”, 未来社 (1995)
- [11] I.E. シーゲル (著), R.R. コッキング (著), 子安 増生 (翻訳):”認知の発達ー乳児期から青年期まで (ライブラリ教育の心理学 3)”, サイエンス社 (1983)
- [12] レフ・セミョノヴィチ ヴィゴツキー (著), 柴田 義松 (翻訳):”新訳版・思考と言語”, 新読書社 (2001)
- [13] 佐藤 学 (監修), ワタリウム美術館 (編集):”驚くべき学びの世界～レジオ・エミリアの幼児教育～” ACCESS (2011)
- [14] チームラボ/teamLab:<https://www.team-lab.com/>
- [15] 大澤真也:”ピアジェとヴィゴツキーの理論における認知発達の概念一言語習得研究への示唆ー” 掲載誌 広島修大論集 49(2) (通号 94) 2009.2 p.1～11
- [16] エリザベス G. ヘインストック (著), 中山 幸夫 (翻訳), 佐野 真一郎 (翻訳):”モンテッソーリ教育のすべてー人, 著作, 方法, 運動”, 東信堂, (1988)
- [17] Sony Japan | ニュースリリース | トイ・プラットフォーム「toio™」を2018年1月に発売, 本日より先行予約販売開始:<https://www.sony.co.jp/SonyInfo/News/Press/201706/17-058/index.html>
- [18] 厚生労働省:”保育所保育指針” 平成 30 年度 (2018 年度)
- [19] Hayes Solos Raffl e, Amanda J. Parkes and Hiroshi Ishii, ”Topobo: A Constructive Assembly System with Kinetic Memory” CHI 2004, April 24-29, 2004, Vienna, Austria
- [20] Garrett C. Millar¹, Payam Tabrizian¹, Anna Petrasova¹, Vaclav Petras¹, Brendan Harmon², Helena Mitsova¹, Ross K. Meentemeyer, ”Tangible Landscape: A Hands-on Method for Teaching Terrain Analysis” CHI 2018, April 21-26, 2018, Montreal, QC, Canada

- [21] Yang Zhang, Gierad Laput, and Chris Harrison. 2017. "Electrick: Low-Cost Touch Sensing Using Electric Field Tomography." In Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '17). ACM, New York, NY, USA, 1-14.
- [22] どんな物でもタッチセンサーにしてしまう伝導性の塗装技術がCMUに誕生: <https://jp.techcrunch.com/2017/05/09/20170508new-technique-turns-anything-into-a-touch-sensor/>
- [23] Majeed Kazemitabaar, Jason McPeak, Alexander Jiao, Liang He, Thomas Outing, and Jon E. Froehlich. 2017. "MakerWear: A Tangible Approach to Interactive Wearable Creation for Children." In Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '17). ACM, New York, NY, USA, 133-145.
- [24] Fei Lyu, Feng Tian, Wenxin Feng, Xiang Cao, Xiaolong Zhang, Guozhong Dai, Hongan Wang. 2017. "EnseWing: Creating an instrumental ensemble playing experience for children with limited music training". In CHI 2017 - Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'17). ACM: Explore, Innovate, Inspire (Vol. 2017-May, pp. 4326-4330). Association for Computing Machinery.
- [25] Virag Varga, Gergely Vakulya, Alanson Sample, and Thomas R. Gross. 2018. "Enabling Interactive Infrastructure with Body Channel Communication." Proc. ACM Interaction. Mobile. Wearable Ubiquitous Technology. 1, 4, Article 169 (January 2018), 29 pages.
- [26] Virag Varga, Gergely Vakulya, Alanson Sample, and Thomas R. Gross. 2017. "Playful Interactions with Body Channel Communication: Conquer it!" In Adjunct Publication of the 30th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '17). ACM, New York, NY, USA, 81-82.

- [27] やなせたかし氏逝去、「アンパンマン」絵本の総発行部数は2,000万部超え:
<https://resemom.jp/article/2013/10/16/15597.html>
- [28] 新ウォーリーをさがせ! 1000万部突破フェア交換不可・専用応募マーク (シール) 2008-03-15 登録: http://oubo.tatujin.org/lib/show_campaigndetailid_10862.html
- [29] ”ミリオンぶっく 2018年版”, トーハン
- [30] ニュースリリース: 認可保育所運営開始 (仮称) フレーベル西が丘みらい園:
http://www.froebel-kan.co.jp/top_info/info10397.html
- [31] フレーベル館 Kinder Platz (キンダープラッツ) | フレーベル館: <http://www.froebel-kan.co.jp/shop/platz.html>
- [32] 渡辺 有一: ”ねこざかなのたまご”, フレーベル館 (2010)