



保育園内の集団感染を防ぐためのインタラクティブなプロダクトの開発と実践

Developing Interactive Products to Prevent Group Infection in Childcare Settings.

学士論文 2015 年度

環境情報学部 4 年：木原 共

指導教員：水野 大二郎 准教授

研究概要

子どもの風邪は、保育園に子供を預けている共働きの親にとって最も避けたく、また気になることの一つである。しかし、免疫系が未発達な年齢の子どもが集まる保育園では、園児は必ずと言っていいほど感染症に罹患する。2014 年の製薬会社の調査によると、保育園で感染症にかかる子どもの数は、家庭で育児される子供のそれよりも 1 年間で 2.6 倍多かった。子どもの風邪は当事者だけの問題ではなく、保護者が看病の為に職場を休むことを通して、社会や地域に大きな影響を与える公共的な問題である。こうした背景を踏まえ、保育園での集団感染の問題に関する包括的なリサーチを社会学・認知工学・公衆衛生学の観点から行った。もみの木保育園にて行ったリサーチを通して、唾液や鼻水が玩具等を経由して間接接触感染を起こし、集団感染の原因の一部になっている可能性があることが明らかになった。この問題を解決するために、子供が自ら玩具や周囲の環境を殺菌するプロダクトとして、殺菌能力がある深紫外線 LED と紫外線に反応して変色反応を起こすフォトクロミックシールを使用した metamoSterlizer という殺菌デバイスを開発した。フォトクロミックシールの変色効果を保育園での遊びに取り入れる事で、子供が遊びの中で殺菌が行えることをユーザーテストを通して立証した。

キーワード： インタラクションデザイン / 公衆衛生 / デザインリサーチ

Abstract

Sick children represent a huge problem to the Japanese society since it prevents parents -especially mothers- from going to work. According to the research done in 2014 by AbbVie, children attending nursery schools in Japan caught 2.6 times more infectious disease a year than children who did not attend nursery schools (ages 0-2). Preventing group infection in nursery school is a pressing issue to ensure mothers participation in the workforce. Collaborating with Mominoki Nursery School in Tokyo, This research aims to develop products that will prevent group infection in nursery schools. Through the research we understood that a new way to keep nursery schools sanitized is necessary to reduce the burden of the childcare workers whilst including children in the sanitization process. We developed a device that includes sanitization process in children's play activity. This device uses ultraviolet LED to sterilize almost all the viruses and germs. Combined with photochromic ink which changes its color when exposed to ultraviolet light, this toy aims to encourage children to sanitize toys as they play. This self-sufficient cycle of sanitization through play will prevent viruses such as Respiratory syncytial virus and Rhino virus from spreading .

Keywords : Interaction design / Public health / Design research through practice

目次

1. 研究背景

1 - 1 保育園での集団感染

1 - 2 病児を取り巻く社会問題

1 - 3 保育園から社会へ広まる感染症

2. 研究目的と方法

2 - 1 本研究の目的

2 - 2 リサーチの方法

3. デザインリサーチ

3 - 1 感染源隔離に関するリサーチ

3 - 1 - 1 病児を無理やり預ける親

3 - 1 - 2 風邪でも元気に見える子供

3 - 1 - 3 病児を迎えるにこない親

3 - 1 - 4 デザイン要件の設定

3 - 1 - 5 プロトタイプ提案

3 - 2 感染経路遮断に関するリサーチ

3 - 2 - 1 玩具について唾液経由の間接接触感染

3 - 2 - 2 玩具を殺菌することに対する心理的負担

3 - 2 - 3 デザイン要件の設定

4. metamoSterlizer の提案と設計

4 - 1 システムの概要

4 - 2 先行研究

4 - 3 紫外放射による殺菌作用

4 - 4 深紫外線 LED の実装

4 - 5 フォトクロミックシールの実装

4 - 6 フォトクロミックシールの実験

4 - 7 プロトタイプ I の実装

4 - 7 - 1 プロトタイプ I のユーザースタディの概要

4 - 7 - 2 プロトタイプ I のユーザースタディの分析

4 - 7 - 3 プロトタイプ I の課題

4 - 8 プロトタイプ II の実装

4 - 8 - 1 プロトタイプ II のユーザースタディ

4 - 8 - 2 プロトタイプ II の課題

5.総括と展望

6.脚注

7.参考文献

8.謝辞

1. 研究背景

1 - 1 保育園での集団感染

母体由来の先天免疫が後退する生後7ヶ月から、自身の免疫系が確立する5歳までの期間は、人生で最も感染症にかかりやすい期間である。免疫系が未発達な0歳～5歳の子どもが狭い空間で長時間密接にかかわり合う保育園では、ひとたび感染症が持ち込まれれば容易に広がってしまう。このような保育園での集団感染は社会的な課題として長年にわたり認識されており、厚生労働省が2009年8月「保育所における感染症対策ガイドライン」を発表し、国立感染症研究所が「感染症サーベイランスシステム」を一部の保育園に導入するなど、国や研究機関の主導によって保育園での集団感染を防止する様々な取り組みが行われてきた。しかしながら、2014年の製薬会社の調査¹によると、保育園で感染症にかかる子どもの数は、家庭で育児される子供のそれよりも1年間で2.6倍多く、保育園での集団感染の発生率は未だに高いままである。子どもの風邪は当事者だけの問題でなく、保護者が看病の為に職場を休むことを通して、社会や地域に大きな影響を与える公共的な問題である。

1 - 2 病児を取り巻く社会問題

日本病児保育協会が2015年に小学校就学前の子どもを持つ600組の共働きの親へ調査を行なったところ、子どもが病気にかかったときに母親が仕事を休んで対応したという回答が63%であったのに対し、父親が仕事を休んで対応したという回答は8%であった²。幼児期の子どもは一年間に平均で13.6回は感染症にかかるため、母親は看病のために一ヶ月近い日数を割かなければならない。このような状況が母親の就労機会を奪っているという課題が存在している³。共働きで1歳未満の子供を育てている世帯は平成19年度の29.9%であったが、平成24年度は43.0%に増加している。今後も共働き家庭が増えていくと予想されるなか、保育園での感染症対策はますます重要な課題になっていく⁴。

1 - 3 保育園から社会へ広まる感染症

保育園で子供が感染した感染症に、その家族が感染するという問題にも関心が集まっている。2008年に首都大学東京の研究グループによって行われた調査によると、杉並区の保育園でノロウイルスを発症した児童141名のうち、当該乳幼児以外にウイルスの塩基配列が一致した発症者が認められた家庭は104(74%)であった⁵。インフルエンザなどの流行しやすい感染症の多くが保育園から各家庭を経由して社会に広まっているリスクを国立感染症研究所が2013年に指摘している。⁶

2. 研究目的と方法

2-1 本研究の目的

感染症は、その原因となる病原体、その病原体が宿主に伝播される感染経路、そして宿主に感受性が存在すること、の三つの要因によって発生する⁷。これらを感染症成立のための三大要因といい、感染を防ぐには、1.感染源隔離（例：早期隔離） 2.感染経路遮断（例：手洗い） 3.感受性対策（例：予防接種）の3つを通じた予防が必要とされる。⁸保育園での感染症対策の研究としては、主に予防接種等の感受性対策の研究が医療の分野で行われてきた。しかし、保育園内での感染源隔離と感染経路遮断についての研究は近畿大学の長瀬らが2010年に行った「保育施設における手洗い場からの細菌調査」のように、局所エリアの菌の種類と量を計測する研究に留まっている⁹。本研究では保育園の感染症について包括的なリサーチを行い、社会学・認知工学・公衆衛生学の観点から集団感染の原因を探る。集団感染の原因となっているウイルスの中でも、保育園内の感染発症数が高く、予防接種での感受性対策ができないRSウイルス（Respiratory syncytial virus）に着目した¹⁰。RSウイルスは秋から冬にかけて毎年流行する呼吸器感染症の一つであり、一度かかっても充分な免疫が得られず、同じウイルスに何度も感染する反復感染が起きやすいという特徴がある。ワクチンがないため、予防接種による感受性対策ができない、0歳～1歳が感染すると入院管理が必要となる場合が多く、最悪の場合死に至る。また、RSウイルスは物に付着してから4～7時間以上感染性を保つため、間接接触感染の危険性が高い。本研究では保育園という限定された空間内で、デザインとエンジニアリングによる効果的な感染経路遮断と感染源隔離を確立し、RSウイルスの発症数を減少させることを目指す。

2-2 リサーチの方法

本研究は、Nigel Cross が Engineering Design Methods¹¹で紹介した「創造的推論」の概念を用いて進める。創造的推論は、課題に対する複数の解決案を考案し、その解決案を用いてデザイン課題の定義を明確化、同時に課題への理解を深める方法である。課題の不明確な点や、ゴール達成のための多くの制約条件を、提案された解決案を評価するプロセスにおいて明らかにしていく。本研究では保育園での「感染源隔離」と「感染経路遮断」の現状の課題をリサーチで明らかにしたのち、デザインとエンジニアリングで介入できる余地を探す。そして、複数のプロトタイプの開発と現場の保育士の評価を通して最終的な解決案を開発していく。リサーチの協力者として、もみの木保育園にフィールドの提供やプロトタイプのフィードバックをして頂いた。

リサーチは下記の手順で進める。

- 1.フィールドで課題を発見し、仮説を構築する。
- 2.課題を解決するためのプロトタイプを作成する
- 3.フィールドへ赴き、テストを行う。
- 4.フィードバックを通してプロトタイプの評価と改良を行う

3. デザインリサーチ

3 - 1 感染源隔離に関するリサーチ

もみの木保育園長峰は、1985年6月に経営主体である「社会福祉法人聖愛学舎」の3つ目の保育園として、稲城市長峰に設立された。0歳から5歳までの乳幼児が110名おり、月曜日から土曜日まで保育業務が行われている。今回のリサーチでは0歳～3歳のクラスで参与観察を行った。

リサーチフィールド：もみの木保育園

リサーチ方法：非構造化インタビュー / 参与観察



▲1. もみの木保育園



▲2. 二歳児の保育室

もみの木保育園では感染源隔離のために検温による病児の早期発見と隔離を徹底している。一日に登園時(8:00)と昼寝の後(14:00)に児童の検温を行い、37.5°C以上の熱がある児童がいた場合、事務所に併設された保健室で隔離される。保健室で隔離された後は様子をみて、熱が下がるようであれば教室に戻し、熱が上がるようであれば親に迎えに来てもらうよう連絡する体制があった。リサーチを通して以下の3つの課題に、感染源隔離を妨げている可能性があることが明らかになった。

3 - 1 - 1 病児を無理やり預ける親

2歳児のクラスで8:00～9:00に行われた登園時の検温のリサーチから、病児を無理矢理預ける親が感染源隔離の妨げになっている可能性があることが見えてきた。朝の子供の検温は親が保育士同伴で行い、その結果を検温シートに記入する。この検温の時点で子供が37.5℃以上の熱がある場合、保育園では預かれない決まりになっている。しかし、子供に37.5℃以上の熱があっても、保育園に無理やりにでも預けたがる親が多く、保育園側も受け入れざるを得ない場合が多々あるとのことであった。保護者は子供の看病で会社を休むことによって、職場内での評価が下がることを恐れており、特にパートで働くシングルマザーの家庭では母親が看病で休めば、収入に直接的な影響がでてしまう。それぞれの子供の家庭事情を把握している保育士は、子供の体調が回復してから登園して欲しいとは思っていても、実際には保護者からの要望を受け入れざるを得ない状況にあった。



▲3. 登園時に体温を計り、記録を行う

3 - 1 - 2 風邪でも元気に見える子供

指定の検温の時間以外であっても、子供の具合が悪そだと保育士が判断すれば、検温が行われる。リサーチの最中に、二歳児のクラスから38.5℃の熱がでたとして、保健室に連れてこられた児童(Hちゃん)がいた。Hちゃんは一見とても元気で、保健室にある玩具で活発に遊んでいた。しかし30分ほど様子を見たところ、体温が39℃近くにあがり、連絡をうけたHちゃんの祖母が1時間後に迎えにきた。子供は自らの風邪の症状が訴えられないため、高熱を発するまで病気であることに気付くのが難しい。保育士もHちゃんの体温を測るまでは風邪かどうか半信半疑であった。



▲4. 保健室に連れてこられたHちゃん

3-1-3 病児を迎えるにこない親

Hちゃんの一連の出来事の後に看護師や保育士との会話の中で、病児を迎えるに来ない親も感染源隔離の妨げになっていることが明らかになった。Hちゃんのように祖母が迎えにくるケースがある一方、そもそも親に電話が繋がらないケースがかなり多くあるとのことであった。園内での集団感染が多発し、何人も隔離する必要がある時期になると、親が迎えにこないというのはかなり深刻な問題になる。インフルエンザで高熱を出している児童数名と、ノロウイルスに感染した児童が保育園内にいる状態が何時間も続いてしまうような状況が毎年何回か起きているとのことであった。

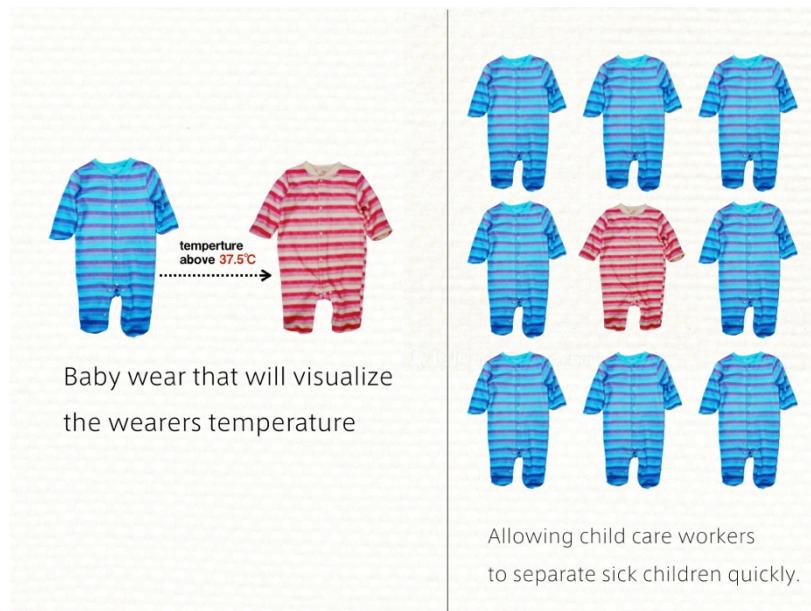
3-1-4 デザイン要件の設定

病児であるにもかかわらず保育園に連れて来る親が、感染源隔離を妨げる大きな問題であることが分かった。親の意識は主に我が子と自分の仕事について向けられがちであり、保育園内の感染症流行までは意識が及びにくく、またそうせざるを得ない経済的な事情が存在する場合もある。そのため、菌やウイルスを持っている子供でも保育園に連れてきてしまい、感染の連鎖を発生させている。保育園側もサービスプロバイダー側として親に意見することが難しく、病児を受け入れざるを得ない場合が多いということが分かった。一方で、子供の風邪の早期発見にはデザインの介入する余地があると判断し、下記のデザイン要件を設定した。

1. 自ら意思表示ができない子供の風邪の初期症状を可視化する。
2. 園内での感染源隔離を補助する

3-1-5 プロトタイプ提案

風邪の子供の早期隔離を補助するために、子供の体温が一定値以上になると色が変わる服の提案おこなった。保育園側とイメージを共有するためのプロトタイプとして 40 度前後で変わらるサーモインクを使用したベビー服のプロトタイプを作成した。このプロトタイプについて、もみの木保育園の看護師である M 氏にフィードバックを頂いたところ、乳幼児の肌が直接触れる物に化学物質を使う事は難しいということが分かった。また、また 0 歳～2 歳の子供の服の着替えは親が用意する場合が多く、親も服にこだわりを持っているので、こういったプロトタイプが現場では機能しないことが分かった。今後の開発要件として、非接触型の体温センサー やサーモグラフィーカメラなどを使う必要があることが見えてきた。



▲5. 体温応じて色が変わる服のプロトタイプ提案

また、風邪の子供が可視化されることは保育園側が親へ頻繁に電話を行うことに繋がる。こういった行為は親の不満を買いやすく、サービスプロバイダーとして保育園ではこのようなデザインを導入することが難しいことが分かった。園内での感染源隔離を徹底しても親が風邪気味の子供を無理矢理連れてくるという根本的な問題が存在している。この問題の背景には病児保育所の不足などの社会的な問題があり、デザインで介入し解決を計るのが困難である。本研究では感染の疑いがある子供を隔離するのではなく、風邪ぎみの子供が保育環境にいる状態であっても、感染経路を遮断する事で集団感染を防ぐ方法を探ることにした。

3-2 感染経路遮断に関するリサーチ

子供に日常的に関わる親と保育士を対象に、感染経路遮断のために普段から行っている事をリサーチした。本リサーチでは、IDEO が提唱するエクストリームユーザーインタビューを用いた。これはある事柄に対して極端な行動をとるユーザーに注目することでデザインのインスピレーションを得るというものである。エクストリームユーザーのニーズは一般のユーザーより極端であり、問題への対処の仕方から得られる知見は多い。今回のリサーチでは普段から感染経路の遮断を意識的に行っている人を選んでインタビューを行った。インタビューの補助として、人型のツールを用意し、より深いインサイトが得られるようにした。リサーチを通して以下の 2 つの課題が、感染源隔離を妨げている可能性として発見された。

基本情報

リサーチ方法：エクストリームユーザーインタビュー

インタビュー対象：一歳と二歳の子供を持った母親/青山の幼稚園で働いている幼稚園の教員

3-2-1 玩具についての唾液経由の間接接触感染

病気になりがちな二人の子供を持つ母親をエクストリームユーザーとして設定し、片方の子供が病気になった時に、兄弟が二人とも風邪にならない為にどのような事に気をつけているのかをリサーチした。リサーチの中で、1歳児の S 君がリサーチのためのツールを口に入れたことで、玩具についての唾液を経由しての感染の話になった。「T 君はカラーボールのプールに行きたがるんだけど、あの歳の子供ってみんなボール舐めるからボールが得体のしれない菌だらけなんだよね。ノロとかインフルが流行ってる季節は絶対に子供は近寄らせない」「風邪ひいた子が舐めたオモチャからもう一人が感染するかもしれないんだよね。(兄弟の)どっちかが風邪になったら、あの子達にはかわいそうだけど家のオモチャは全部片付けるかなあ。」と述べており、玩具についての唾液を経由した感染経路に日頃から注意をしているという事が分かった。



▲6. インタビューツールを口に入れた S 君

3-2-2 玩具を殺菌することに対する心理的負担

保育の現場で働く幼稚園の教員へのリサーチから、感染経路遮断のために子供の鼻水に注意をしている事が分かった。3歳迄の子供はティッシュで鼻をかむという行為にまだ慣れておらず、鼻水を手でこすってしまう事よくあるという。子供が鼻水を出したら担当の教員がティッシュでその子の鼻を拭いてゴミ箱に捨てなければならないが、多くの場合教員がティッシュを用意する前に子供が手で鼻水を拭いてしまうとのことであった。特にライノウイルス(鼻風邪)が流行る季節は、子供が鼻水に触れないように全員にマスクを装着させ、鼻水が付いた手で玩具やドアに触れないように徹底している事が分かった。また、「殺菌のために子供から玩具をとると泣き叫んで大変なのであまりやりたくない」と述べており、玩具の消毒に心理的な負担を感じている事が明らかになった。

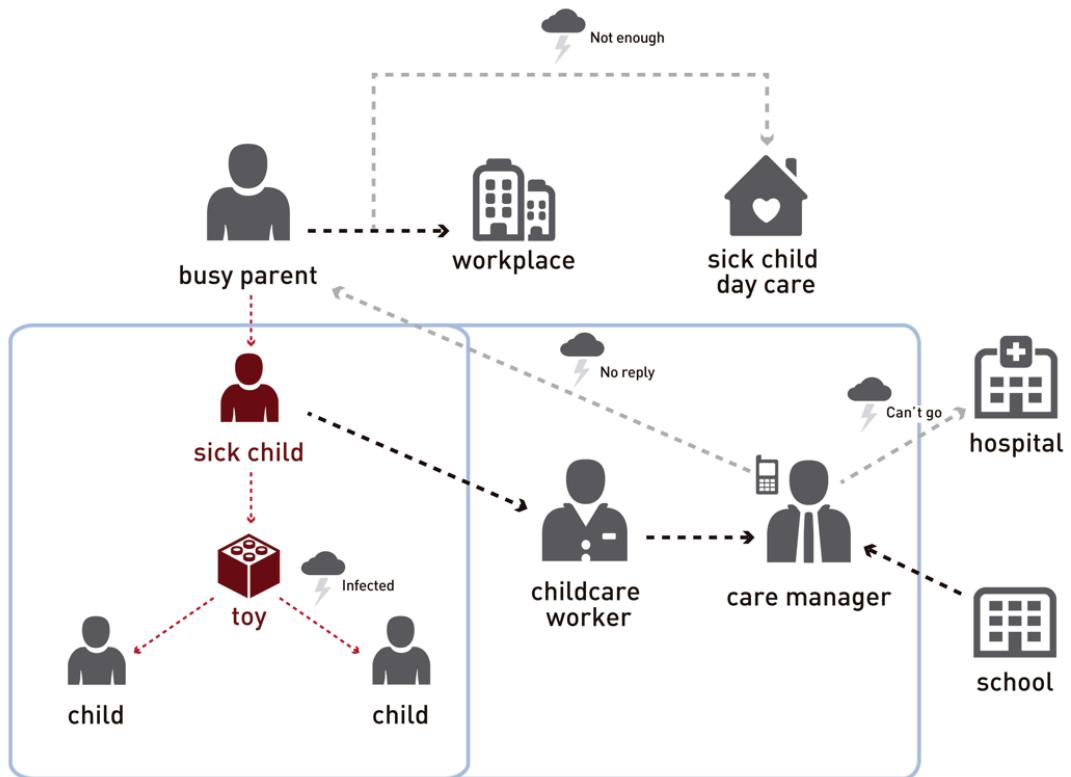
3-2-3 デザイン要件の設定

ユーザーインタビューを通して、鼻水や唾液が付着した玩具を経由した間接接触感染が起きている可能性があるにも関わらず、心理的な理由で玩具の適切な消毒がされていないことが明らかになつた。現状の殺菌方法では付着してから4時間以上感染性を保つRSウイルスを殺菌できない可能性があり、何らかの方法で頻繁に殺菌が行われるシステムが必要であることが分かった。

今回の分析で見えてきた問題について、もみの木保育園のM氏にインタビューを行った所、もみの木保育園の0歳～2歳児のクラスでは子供が玩具を舐める度に必ず次亜塩素酸ナトリウムで消毒していることであった。次亜塩素酸ナトリウムはエタノール殺菌で殺せないエンベロープ耐性のあるノロウイルスなどを殺菌することができるため、厚生労働省により殺菌用の消毒液として指定されている。しかし、次亜塩素酸ナトリウムはアルコールのように揮発しないという特性があり、一回殺菌を行うと薬液を使った物の周囲に残留してしまう。次亜塩素酸ナトリウムは子供の口にいれると危険であるため、一回消毒する度に水拭きをして干す必要がある。そのため、玩具の消毒には次亜塩素酸ナトリウムでの消毒 - 流水掃除 - から拭き - 日干しという四段階のプロセスが必要である。このプロセスに人手がたくさん必要であるため、三週間に一回ボランティアや研修生が居る時にしか行えない作業になっていることがわかった。現状の次亜塩素酸ナトリウムの殺菌の手間を省く為に、玩具の殺菌のための紫外線殺菌装置を導入しようとしているものの、一台あたりが10万円～30万円と高く、保健所に予算を申請しても中々許可が降りずに購入できていない。以上のリサーチからデザイン要件とステークホルダーマップを設定した。

感染経路遮断のためのデザイン要件

1. 玩具の殺菌が子供と保育士の負担にならない
2. 薬品殺菌で殺せない菌を安全かつ確実に殺菌できる
3. 安価な実装



▲7. ステークホルダーマップ

4. metamoSterlizer の提案と設計

4 - 1 システムの概要

前章のデザイン要件を踏まえ、子供が自ら玩具や周囲の環境を殺菌するプロダクトとして、殺菌能力がある深紫外線 LED とフォトクロミックインクを塗布したシールを使用した metamoSterlizer という殺菌デバイスを開発した。フォトクロミックインクは紫外線があたると発色し、数分が経過すると消色する色彩変化を可逆的に繰り返す。色の変化による殺菌の可視化が子供に遊びとしての「殺菌行為」を継続的に誘発させると同時に、保育士に玩具が殺菌されているかどうかを判断する指標を与える。また、紫外線 LED とフォトクロミックインクの色の変化による殺菌の可視化が殺菌行為にもたらす変化の可能性として下記の仮説をたてた。本稿ではユーザーテストと改良を繰り返しながら下記の仮説の検証を行った。



▲8. metamoSterlizer

A. 遊びの中で行われる殺菌

子供にとって色の変化が遊びとしての側面を持つため、遊びの中で殺菌を行わせることができる。

B. 殺菌された箇所と殺菌強度の把握

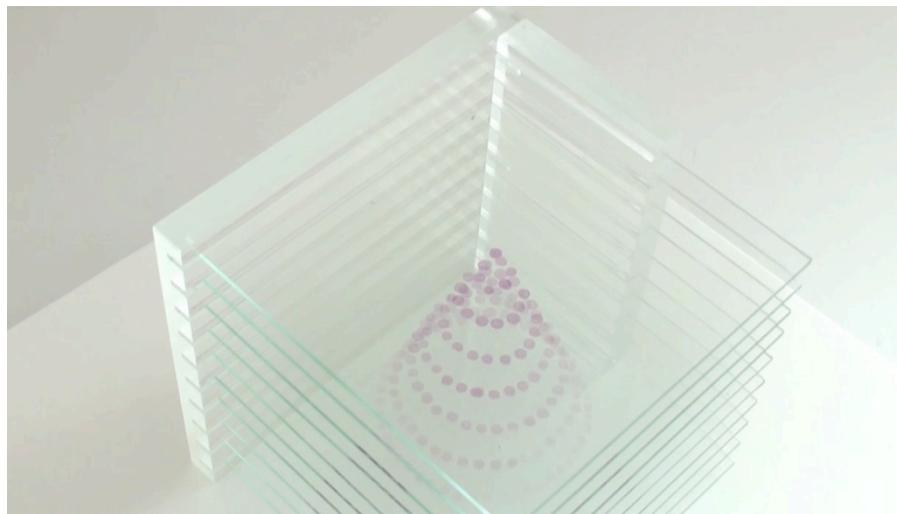
色の変化を通して、どの部分がどれだけの強さで殺菌されたかを把握できる。色が変化していない所は紫外線が届いていない所であり、殺菌されていない所をユーザーに知覚させることができる。

C. 最後の殺菌からの経過時間の把握

最後に殺菌されてどれだけの時間が経過したのかを、色の濃淡で確認することができる。

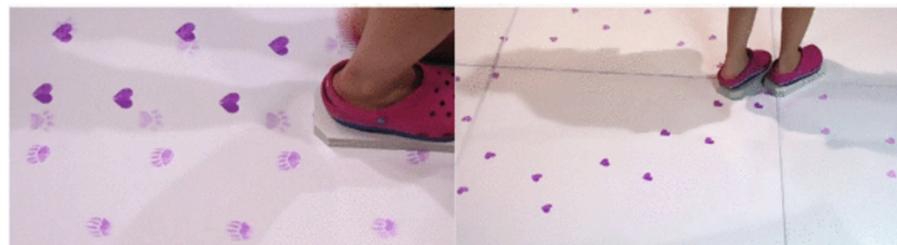
4-2 先行研究

フォトクロミックインクに関する研究は主に電子ペーパーなどのリライタブルメディアの領域で行われてきたが、近年ヒューマンコンピューターインターラクションの分野でもフォトクロミックインクの色の変化をつかった研究が行われている。橋田らが開発した Photochromic Sculpture は紫外線を照射するプロジェクターと立体的に配置されたフォトクロミックインクを組み合わせたディスプレイである。プロジェクターから照射された紫外線で色を変化させており、発色を用いた新たな表現手法の研究を行っている。



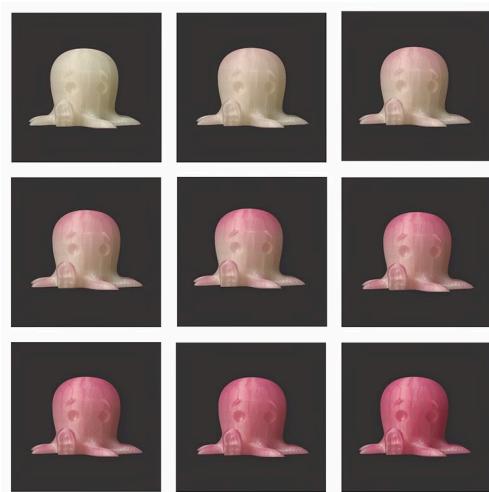
▲9. Photochromic Sculpture 2011

エンターテイメントの分野でもフォトクロミック素材の応用が進んでいる。Daniel Saakes らが開発した Photochromic Carpet では靴型デバイスの裏に紫外線照射装置がついている。フォトクロミックインクが塗布された床の上を装着者が歩く事で、紫外線照射が足跡のように残る仕組みになっている。



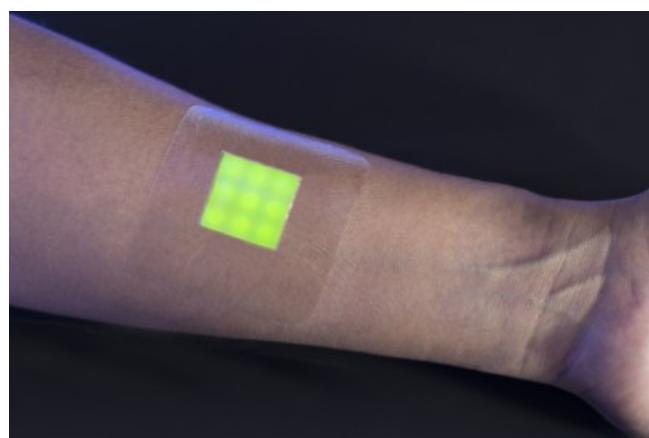
▲10. Photochromic Carpet 2013

デジタルファブリケーションの分野では Makerbot 社が 3D プリンター向けにフォトクロミック素材を用いた PLA 素材のフィラメントを販売している。太陽光の元で変わる特性を活かし、ファブリケーションのコミュニティ内では鉢植えなどの 3D データが公開されている。



▲11. Photochromic Filament for Makerbot 2014

フォトクロミックインクの応用は医療の分野でも進んでいる。傷口に病原菌が存在すると紫外線照射時に色が変化する絆創膏を、バース大学とブリストル王立小児病院が共同で開発している。細菌の増殖時に紫外線に反応する蛍光塗料が入ったナノカプセルが壊れ、外から紫外線をあてた時に細菌が繁殖しているかの判別が可能になっている。医師が感染症をすぐに発見できるので、抗生物質の無駄な使用を避けることができると期待されている。

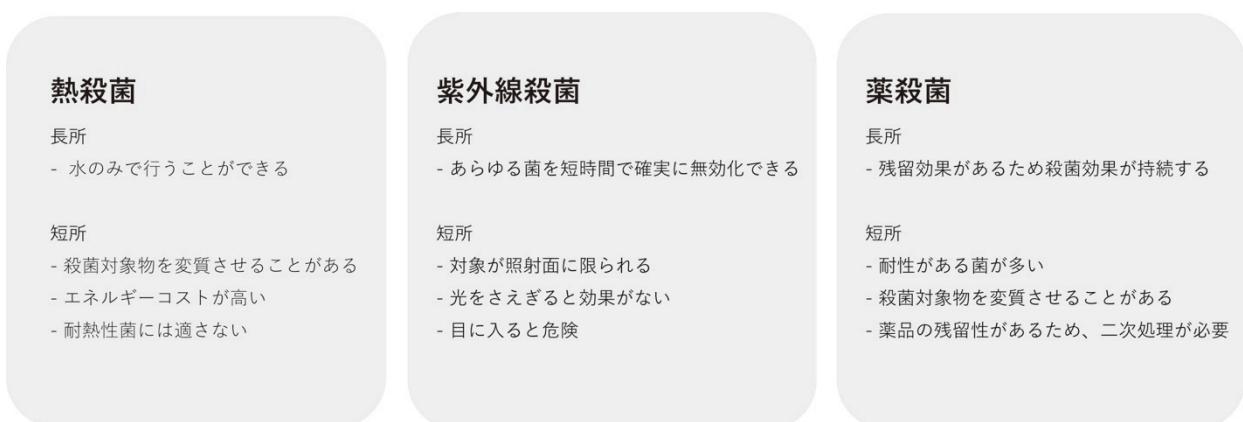


▲12. colour-changing burns dressing 2015

フォトクロミックインクを使用した研究の多くは色の変化による表現の開拓を主軸としたものが多くた。本研究では紫外線のもつ殺菌能力に着目し、フォトクロミックインクによる色の変化がユーザーの殺菌行為にどのような変化を及ぼすのかに着目した。紫外線照射による殺菌装置は市場に多くあるが、保育環境で子供が使えるものとして開発されているものは存在せず、本研究では子供が使用する事を念頭に開発を進めた。

4-3 紫外放射による殺菌作用

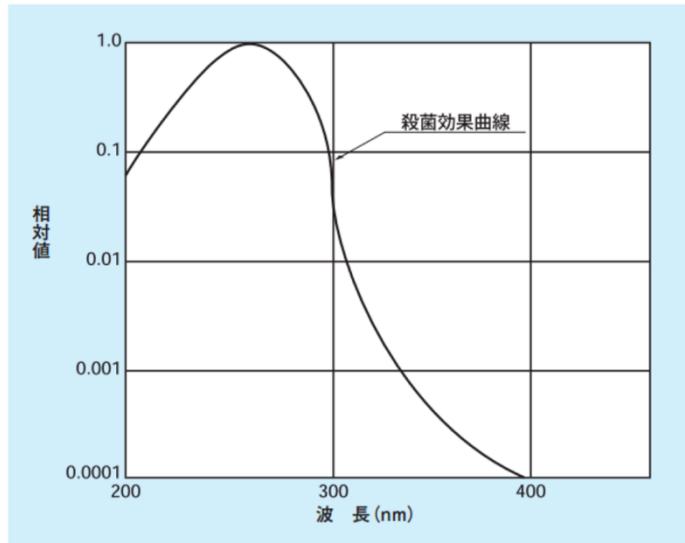
現在一般的に用いられている殺菌方法としては、紫外線による殺菌、薬物による殺菌、加熱による殺菌があるが、それぞれに得失がある。保育園では次亜塩素酸ナトリウムを使った薬品殺菌が保健所に義務づけられているが、残留性があるため二次処理が必要になり、忙しい現場ではあまり殺菌が行われていないという現状がある。metamoSterlizerでの殺菌方法として、なるべく保育士の負担にならない殺菌方法として残留効果のない、短時間で終わる紫外線による殺菌を選択した。



▲13. 各種殺菌方法の得失まとめ

紫外線が強い殺菌作用をもつことは 1877 年に Dounes らが発見し、後に Luckiesh らによって紫外放射の波長と殺菌作用の関係が明らかにされた。¹²紫外放射の波長により、殺菌効果は異なる。図.14 に示すのは現在最も広く用いられている波長特性である。図の縦軸は対数目盛りで作用特性の早退値を示し、横軸は波長を示している。殺菌効果の最大値は 253.7nm 付近にあり、その殺菌力は直射日光に含まれている波長の 1600 倍にも達する。殺菌線によって細菌が死滅するメカニズムはまだ十分に明らかになってはいないが、細胞内の核酸(DNA)に紫外線放射が照射され吸収されると、核酸が化学反応を起こし、原形質が破壊されて死滅するからだとされている。紫外線による殺菌は、細菌の種類が異なっても細菌の原形質である核酸(DNA)に作用するため、各種の菌種に対して有効である。紫外線

の殺菌効果は、殺菌線照度[W / m²]と照射時間[t 秒]の積である殺菌線量[J / m²]で決まる。したがって、照射時間[t]を 2 倍にすれば殺菌線照度[W / m²]を 1/2 にしても同じ殺菌効果が得ることができる。



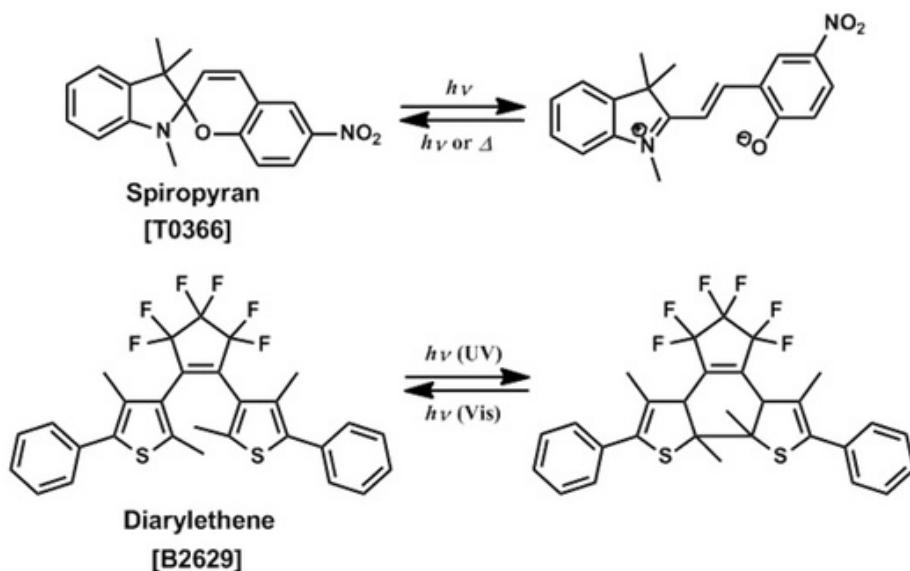
▲ 14. 紫外線の波長特性 (出典 : 紫外放射による殺菌作用, Panasonic)

4-4 深紫外線 LED の実装

metamoSterlizer では紫外線を照射するための光源として深紫外線 LED を採用した。深紫外線 (Deep Ultraviolet: DUV) とは、紫外線よりも更に短い 200~300 nm の波長領域を示す。これまでの深紫外光源では主に水銀ランプなどのガス光源が用いられてきた。しかし、ガス光源は寿命が短く、水銀などの人体・環境に有害な物質を含む。また、光源のサイズ、消費電力も極めて大きいことから、その利用範囲は制限されており、深紫外線を照射することができる LED の開発が強く望まれていた。近年、窒化物系半導体 (AlGaN : 窒化アルミニウムガリウム) を用いた深紫外 LED の開発が世界的に活発化しており、市場で購入できる規模で出回り始めている。今回は深紫外線を照射する LED として Zhuhai Tianhui Electronic Co. LTD の TH-UV265-TO39H-H (以後 : TH-UV265) を採用した。TH-UV265 は 5V で 20mA の電流を流した時に 265nm の紫外線を照射することが可能である。metamoSterlizer での紫外線殺菌の仕様決定には、日本防菌防黴学会が公開している殺菌線量のデータの中から、寒天培地上の大腸菌を 99.9% 殺菌するために必要な殺菌線量である $3200 \mu\text{Wt}/\text{cm}^2$ を参考に計算を行った。TH-UV265 は一つの LED につき放射束が $500 \mu\text{W}$ である。今回照射する底面が 75 cm^2 であることから、大腸菌の 99.9% の殺菌を行うためには 20 秒間の照射が必要であることが分かった。TH-UV265 が照射する 265nm の波長は可視ではなく、点灯しているかの判断がつかないため、360nm の TH-UV360nm も合わせて採用した。

4-5 フォトクロミックシールの実装

フォトクロミズムは物質の光吸収・発光などの光物性が外部からの刺激によって可逆的に変化する現象である。フォトクロミズムにおける構造異性化には、光幾何異性化（シス-トランス異性化）と光開閉環反応などがある。この化学反応の違いから、フォトクロミック材料には大別して、紫外光で発色し紫外光の照射をやめると自然消色するものと、紫外光線で発色し可視光で消色するものがある。前者にはスピロピラン（Spiropyrans）が、後者にはジアリールエテン（Diarylethene）やフルギド（Fulgide）が挙げられる。フルギドは合成が難しい材料のため、スピロピランとジアリールエテンの2者に関して、metamoSterlizer の実現性を検討した。



▲15. ジアリールエテンとスピロピランのフォトクロミズムにおける構造異性化

(出典 : Influence of the Solvent on the Thermal Back Reaction of One Spiropyran, Jonathan Piard)

ジアリールエテンは可視光で消色するという特性をもっている。metamoSterlizer で使用するフォトクロミック素材はシールとして使うことが前提となるため、可視光を遮断することは難しい。また、発色の早さに関して、スピロピランが数秒以内の瞬間的な発色であるのに対して、ジアリールエテンは完全な発色に数十秒から数分程度を要する。metamoSterlizer では 20 秒間の照射による殺菌を行うため、ジアリールエテンのゆるやかな色の変化は適さない。以上の理由から metamoSterlizer ではスピロピランを採用した。今回はシールの印刷とインクの調整を株式会社 SOKEN に依頼して行った。フォトクロミックインクにはスピロピランを使用している H.W. Sands Corp の 382-PC21/05 を使った。

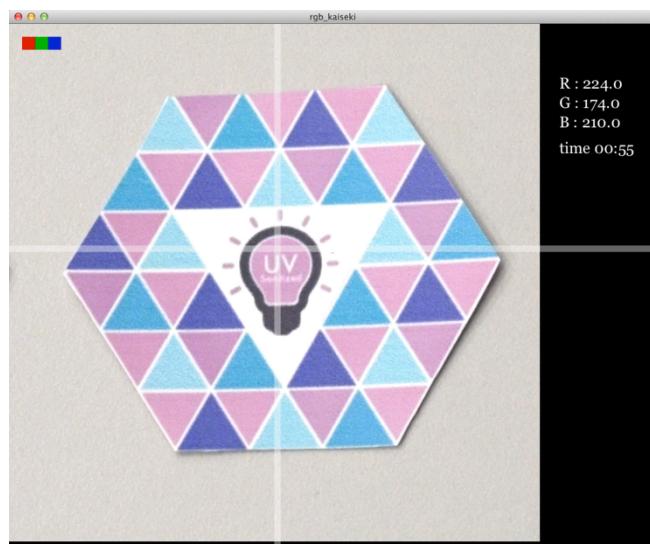
フォトクロミックシールのデザインを検討する際の要件として、色の変化がわかりやすい事と、どのような形に切って貼ってもデザインとして成立することの二点が挙げられる。この要件を満たすために三角形の幾何学系の模様をデザインに使う事で、どの形に切ってもデザインとして成立するようにした。また、3種類の色のバリエーションを用意し、様々なシチュエーションで使うことができるようとした。



▲ 16. 緑,赤,青のフォトクロミックシールのシート

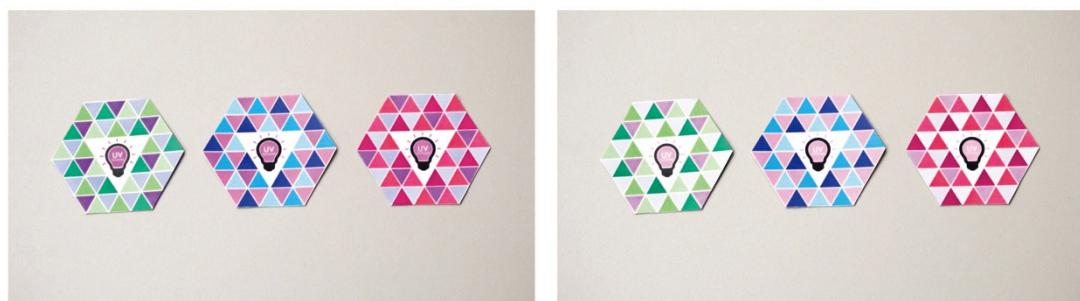
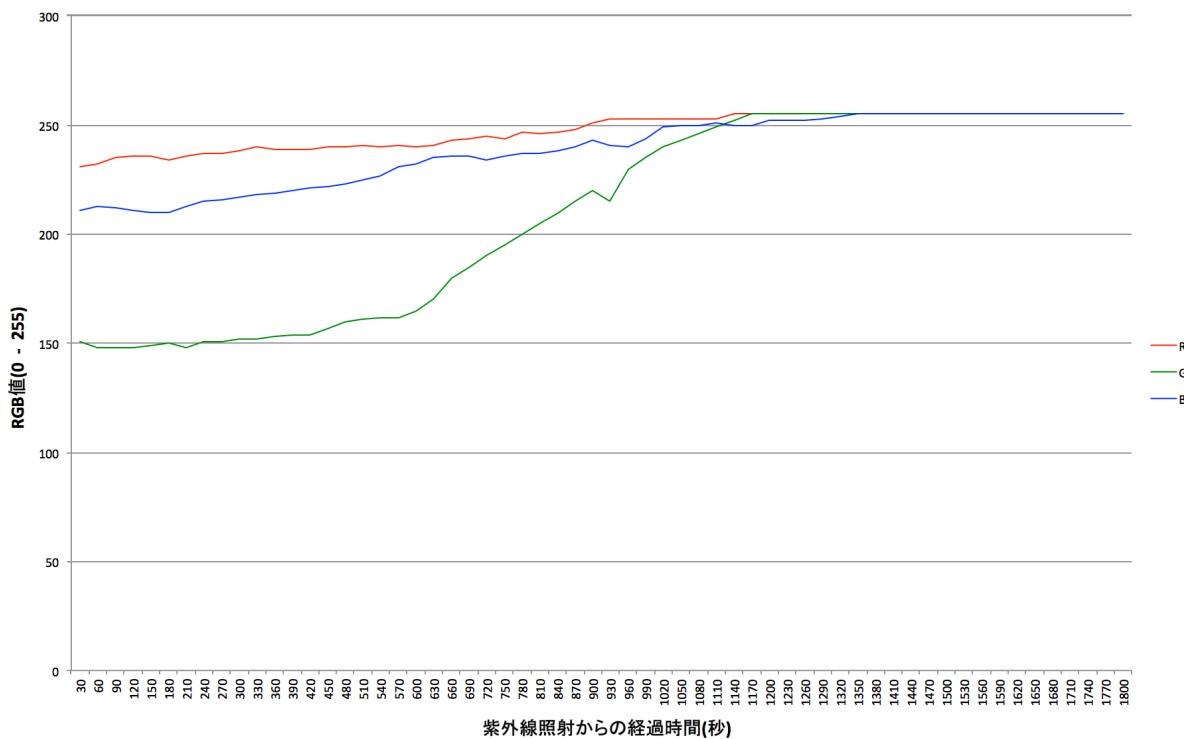
4 - 6 フォトクロミックシールの実験

紫外線照射でフォトクロミックシール色の変化を測定する実験を行った。metamoSterlizer で紫外線を20秒照射した後にフォトクロミックインクのシールがどのように色が変わって行くかをカメラで撮影し、画像解析で色の変化を測定した。記録には4KカメラであるSony X70を使い、画像解析には30秒ごとに指定したピクセルのRGB値を記録するアプリケーションをProcessingで開発した。



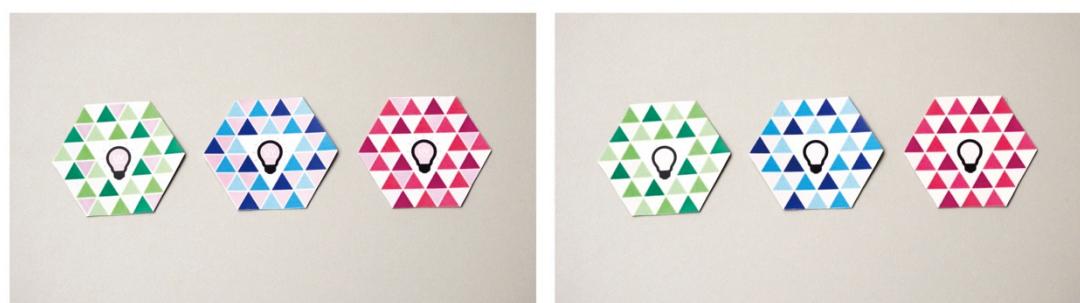
▲ 17. RGB 値を出力する実験用アプリケーション

中央の電球マークの紫色の変化を R,G,B 値ごとに測定し、変化をグラフ上にプロットした。実験の結果、完全に色が白色($R,G,B = 255,255,255$)になるまでに 1200 秒(20 分)近くかかることが明らかになった。また、600 秒(10 分)を経過した辺りで、G の値が急激に上昇することが観測された。このことから、変色した色が戻り始めるまでの時間が約 10 分間であることが分かった。



照射直後

10 分経過

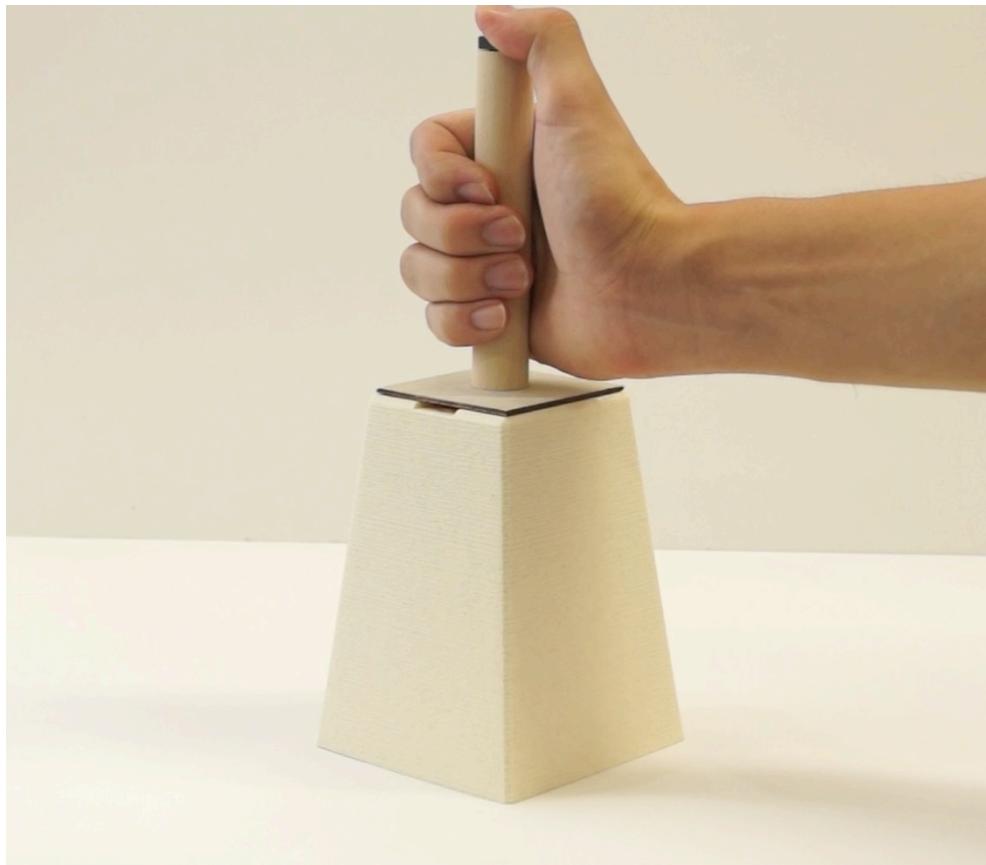


15 分経過

20 分経過

4-7 プロトタイプ I の実装

児童が使用するプロダクトであるため、筐体の開発を行う上で安全性を特に重視した。深紫外線は直接目にあたると危ないため、筐体で対象物をかぶせる形で覆い、スイッチを押すと外部に光が漏れないよう 内部だけで殺菌が行われるデバイスを設計した。また、安全装置としてボール方式の傾斜スイッチを内 部にいれ、ハンドル部分が 20 度以上傾いた時に光の照射が行われないようにした。



▲ 18. プロトタイプ I

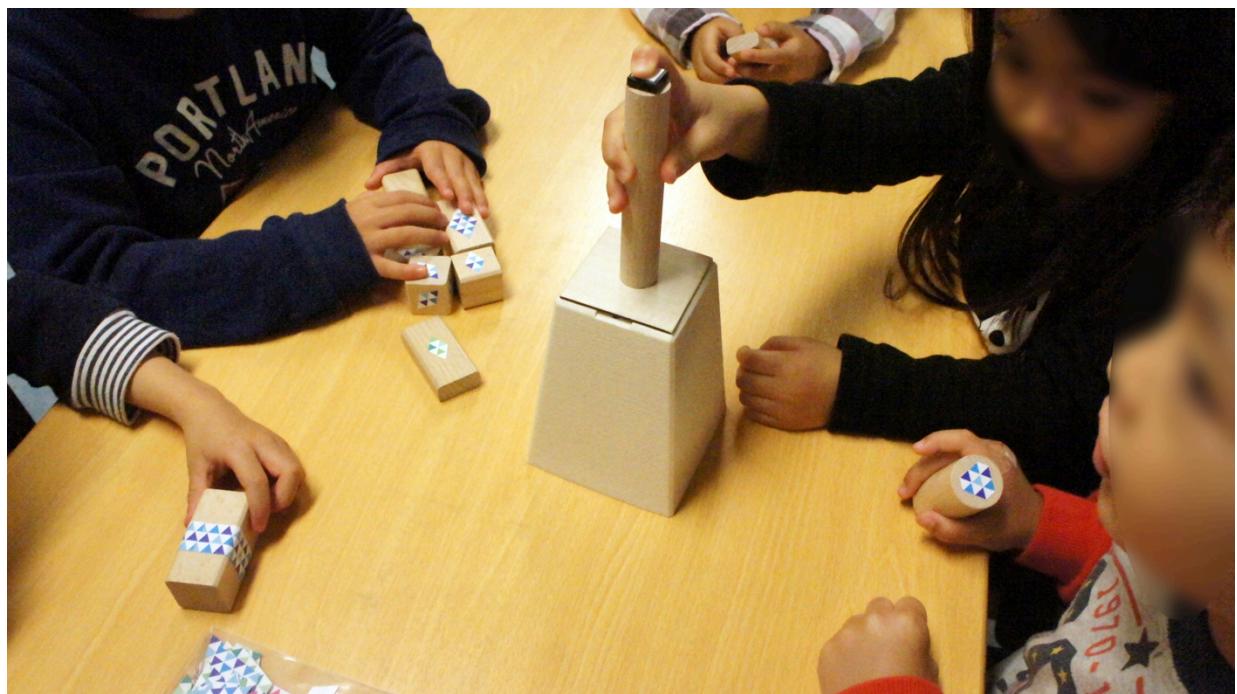
4-7-1 プロトタイプ I のユーザースタディの概要

プロトタイプを保育園で利用し、殺菌目的意外での自発的な殺菌がどのように行われるかを観察するユ ーザースタディを 2015 年の 11 月 21 日の 9:30 から 11:30 の間に行った。ユーザースタディは遊びコーナー という保育園内の子供が様々な場所で自由に遊ぶことができる時間帯に行った。遊びコーナーに参加する 児童は 3 歳～6 歳で、全体で 50 名ほどの子供が保育園内で行われる折り紙や工作といった遊ぶコーナー を流動的に回りながら時間を過ごす。今回のユーザースタディでは「色が変わる魔法の玩具のコーナー」 として、子供へ紹介され、150cm × 150cm のテーブルと 8 脚の椅子を使用した。遊びコーナー前半の 9:30 ～10:30 では予めシールが貼られた積み木で遊ぶユーザースタディを行い、後半の 10:30 ～ 11:30 ではシー

ルを子供達が玩具や折り紙に自ら貼って遊ぶことができるユーザースタディを実施した。前半の時間には予めシールがついた玩具に子供がどのように反応するか、後半の時間はフォトクロミックシールを子供がどのように解釈してモノを作るかを観察した。全体を通してなるべく指示を与えることなく自由に遊ばせることで、保育の環境と殆ど変わらない状況にプロトタイプを導入することで起きるインタラクションや反応を観察した。子供たちがプロトタイプを使う様子はカメラで映像に記録した。

4-7-2 プロトタイプ I のユーザースタディの分析

前半のユーザースタディの時間では、合計 10 人が参加した(4 歳児が 5 人、5 歳児が 3 人、6 歳児が 2 人)。9:30 のコーナー遊びの開始時間から 10:30 までの 1 時間の間に他のコーナー遊びに参加せずに metamoSterilzer のテーブルに居続けた子供は 8 名いた。途中でいなくなった子供は 2 名おり、去った理由として 1 人は興味を無くしたから、もう 1 人は友達に隣の教室で行われている遊びに誘われたからであった。途中で他のコーナーから遊びに来た子供が何人かいたが、最初にいた 8 人が動かなかったため参加する事ができなかった。テーブルに最後までいた 8 名は metamoSterilzer による色の変化を好意的に捉え、色の変化を自らの遊びの中に取り入れていた。発生した遊びとしては、同じ色のシールを揃えて色を変える遊びや、積み木で作った家の屋根に「魔法をかける」といった遊びがあった。一時間で合計 41 回デバイスによる変色行為が行われた。前半の時間でもっともデバイスによる変色行為を行ったのは K 君で、8 回行っていた。



後半の 10:30～11:30 ではフォトクロミックシールと玩具や折り紙を子供に渡し、どのように物を作るのかを観察した。前半の時間に参加していた子供は別のコーナーに移動し、後半の時間には新たに合計 11 人が参加した（3歳が 2 人、4歳が 3 人、5歳が 4 人、6歳が 2 人）。子供には折り紙と積み木を与え、フォトクロミックシールのシートとハサミを与えた。シールを貼る玩具として積み木を選択したのは 3 人で、折り紙を選択したのは 8 人であった。積み木を選んだ子供はフォトクロミックシールで積み木全体を覆うように貼って遊んでいた。

折り紙を選択した子供はそれぞれが作りたい物を折り紙で折った後にフォトクロミックシールを貼り、各自の解釈をデバイスとシールに与えて遊んでいた。5歳の W 君は折り紙の教科書を参考にカメレオンを作り、フォトクロミックシールを「ウロコ」と解釈してカメレオンの色を変える遊びをしていた。6歳の H さんは折り紙をジュエリーの形に折り、フォトクロミックシールを「魔法の宝石」、デバイスを「魔法のステッキ」と解釈してジュエリーに魔法をかける遊びを行っていた。また4歳の D 君は折り紙をヒーローの人物型に切り出し、シールを「変身マスク」と解釈し、変身ヒーローごっこで遊んでいた。全体を通してデバイスによる変色行為は 24 回行われていた。各自が自分の折り紙や積み木にシールを貼る事に集中していくため、前半のユーザースタディの時間と比べて殺菌回数は多くはなかった。自ら貼ったシールには思い入れが強く、他の人に作ったものを渡そうとしないといった場面も何度か発生していた。前半、後半両方のユーザーテストの時間で、1 時間の間、殆どの子供が飽きずにデバイスで継続的に遊んでおり、紫外線照射によるフォトクロミックシールの色の変化は遊びとして十分に機能することが明らかになった。



▲ 20. フォトクロミックインクのシールで作られた玩具（左から宝石 / 変身ヒーロー / カメレオン）

4-7-3 プロトタイプIの課題

一方で、フィールドテストを通してプロトタイプの課題がいくつか明らかになった。

A. 3歳児以下はデバイスの操作が難しい

スイッチを押すことで光が照射されてシールの色が変わる一連の動作の関係性が理解できずに、何もない所にデバイスをかぶせてスイッチを押し、首を傾げる三歳の子供がいた。三歳以下だと複数の動作が関連する出来事をうまく理解できない子供が多く、対象年齢を4歳～6歳にする必要があることが分かった。

B. スイッチを押す時間の長さが安定しない

「スイッチを20秒間押す」という情報を事前に子供に伝えており、多くの子供は声を出しながら20秒までを数えていた。しかし、12秒の後に14秒を数えるなど、数を正しく数えることが出来ない子供が何人かいた。また、20秒までを正しく言えても早口で言ってしまうため実質10秒程しかスイッチが押されていない場面も何度かあった。となりの子供よりも色をもっと濃く変えようとして、20秒以上スイッチを押し続ける子供がユーザースタディの後半で3人現れ、最長では100秒までを数えた子供もいた。このような結果から、殺菌に必要な20秒間を何らかの形でユーザーに伝える必要があることが明らかになった。

C. ハンドル部分に体重をかけてしまう

スイッチを強く押す事が、より色を濃く変える事に繋がるという認識が子供達の間で生まれてしまい、筐体に全体重をかけてスイッチを押す反応が何回か見られた。プロトタイプではハンドル部分に体重がかかる事を前提に設計していなかったので、テスト中にハンドルの根元が外れてしまった。このことからハンドルの部分の強度をあげる必要性があることが分かった。



▲21. ハンドルに体重をかける子供

D. 他人にデバイスを向けてスイッチを押す

他人にデバイスを照射しようとする子供が全体を通して3人いた。ハンドルの中に傾斜スイッチが入っており、デバイスが地面に垂直でない時には照射されないようにになっていたので実際には照射されなかつたが、現在の筐体のデザインでは誰かに向けたくなる形状になっている可能性があり、形状面の改善が必要であることが見えてきた。

E. デバイスを巡って発生する喧嘩

デバイスを巡って奪い合いがおこる喧嘩がユーザースタディ中に発生した。喧嘩が起こった理由としてはデバイスを使う順番を飛ばされた子供が、順番を無視して飛ばした子供を叩いたからであった。付近にいた保育士が叱ることで喧嘩は解消されたが、新しいデバイスを保育園に導入する際には複数個導入しなければデバイスを巡った喧嘩が発生する可能性があることが示唆された。



▲ 22. デバイスを巡って喧嘩する子供

4-8 プロトタイプⅡの実装

ユーザースタディから明らかになった課題を解決するために下記のデザイン要件を新たに設定した。

1. 他人にデバイスを向けにくいデザイン
2. ハンドルに全体重をのせても問題が無い設計
3. 20秒間の経過を理解させるインターフェース

プロトタイプⅠを人に向けたくなる理由を分析した結果、スイッチを起点とした動作と長いハンドルがユーザーに懐中電灯を連想させ、そのような形状が他人に向ける行為を誘発している可能性があることが分かった。プロトタイプⅡではなるべく懐中電灯から離れたデザインにするために、スイッチを起点としない形状やインタラクションの方法を模索した。その結果、スタンプをモチーフとした形状に辿り着いた。スタンプは平面へ一定時間、上から押す動作が使用の前提になる。プロトタイプⅡではスタンプをモチーフにすることで押す動作をユーザーのインタラクションの中心に据えて開発を進めた。紫外線を照射する起点となるスイッチをデバイスの下側に3つ実装し、その3つが0.5秒(500ms)以内に同時に平面に対して押された場合にのみ紫外線照射が行われるようにした。デバイスを上から押すのをやめると、スイッチ内のバネによってスイッチが切れて光が照射されなくなるため、デバイスを持った状態で何かに向けて照射することができない。またスタンプを模してハンドル部分を太くすることで、強度を増し、上から体重がかからっても問題がないように設計した。筐体の開発には粉末焼結積層造形の3DプリンターProjet4500を使用した。全体の制御にはArduino Pro miniを採用した。

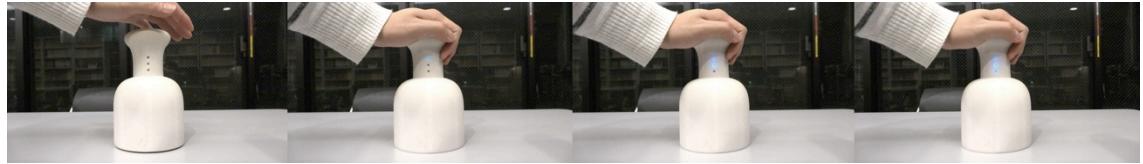


▲ 21. 筐体の変遷



▲ 22. 下部のスイッチ

スイッチを押す時間の長さが安定しない課題には3つのLEDを使ったインジケーターを開発した。殺菌に必要な20秒間をユーザーに知覚させるために、それぞれのLEDが6.6秒(6660ms)をかけて一つずつ明るくなる。3つのLEDが点灯すると全てのLEDがフェードで点滅を繰り返し、ユーザーに照射が完了し、デバイスを押すのを止めてもいいことを伝える。



▲ 23. LED のインジケーター

4-8-1 プロトタイプⅡのユーザースタディ

改良したデバイスをどのように子供が使うかを観察するユーザースタディを2015年の1月15日にもみの木保育園で再び実施した。ユーザースタディは「きつつき組」の5歳の子供25名を対象に行った。9:00 - 11:00に行なったユーザースタディでは、きつつき組から10分ごとに交代で3名が教室の外にある工作スペースに訪れ、積み木にフォトクロミックシールを貼付け、デバイスで色を変える遊びを行った。使い方を説明せずに、デバイスをどのように使うか観察したところ、殆どの子供が説明なしにデバイスをスタンプもしくはハンコのようなものとして認識し、上から押す行為を実行していた。プロトタイプIの時は3人の子供が人にデバイスを向けていたが、今回のテストに参加した25人全員がデバイスを誰かに向けることはなかった。また、LEDによるインジケーターを追加したことにより、25人全員がLEDが3つ点灯するまでデバイスを押し続け、光が3つ溜まる20秒以下で手を離した子供はいなかった。特徴的だったのはデバイスの使い方であった。デバイスの押し方は子供によって大きく異なり、[1.両手で押す 2.両指で押す 3.片腕で押す 4.全体重をかけて押す 5.複数人で押す 6. 頸で押す 7.口で押す 8.協力して頸で押す]の8パターンが発生した。強く押し込むことでより色が濃くなると認識している子供は男の子を中心に多く、押すだけでは足らずにデバイスを大きく上に振りかざしてからテーブルに叩き付けようとする子供もいた。全員で何かを行うことにより大きな結果が帰ってくると考える傾向が子供にはあり、協力して何かを行わせるデザインの可能性が示唆された。



両手で押す - 7回

覗き込むような体勢でLEDを確認しながら押す子供が多かった。



両指で押す - 5回

LEDを正面から確認しながら押し込む体勢が多く見られた。



片腕で押す - 4回

片腕でデバイスを押しこみつつ、テーブルに頭をつけながらLEDを見ている子供が多かった。



全体重をかけて押す - 3回

3人とも複数回使用した後に、この押し方をしていた。
理由を尋ねた所、「強くやったらもっと他に色ができるかもしれない」とのことであった。



みんなで押す - 5回

主に男の子に多く見られた。なぜ全員で押すのか尋ねたところ、「おれたちの力を合わせたら、より色がえれるから」とのことであった。手を一番下に置いた子が重みに耐えられず途中で抜けるといった場面もあった。



顎で押す - 3回

両手でデバイスを支えながら顎で押す子供がいた。なぜ顎なのか尋ねた所、「なんか押しやすかったから」とのことであった。



口で押す - 1回

口でハンドルに息を吹き込みながら押している子供が一人いた。理由を尋ねたところ「光がもっとあつまるから」と答えており、LEDのフェードのアニメーションが息を吹き込む動作を誘発している可能性があることが分かった。



二人の顎でおす - 1回

協力しながら2人の顎で押している子供達がいた。下の子供になぜ顎で押しているのか尋ねたところ、「あごの方が強そうだと思った」と回答した。上から顎で押している子供にも同じ質問をしたところ、「N君の顎だけじゃ無理とおもったから手伝ってあげた」と答えていた。

16:00 - 17:00 に行ったユーザースタディでは、間接接触感染がおきやすいドアノブやスイッチにシールを張り付け、教室内の玩具で遊ぶ時間に子供がどのように反応をするかを観察した。シールを貼った場所は1.教室のドア 2.照明のスイッチ 3.ゴミ箱の蓋 4.トイレの入り口である。遊びの時間の開始前にデバイスを玩具コーナーの棚に設置し、どのように子供が使用するかを観察した。午前の時間に既にmetamoSterilizerで遊んでいる子供が多く、すぐにデバイスをシールが貼ってある場所に向けて使い始める反応が見られた。保育園内のシールヘデバイスを向けて使う中で、けいどろの遊びの中にシールの色の変化を取り込む子供が現れた。シールの周辺をけいどろの陣地として使い、シールの色が代わっている間は陣地に警察役の子供が入れないルールを作つて遊んでいた。今回のユーザースタディを通して玩具だけでなく、間接接触感染がおきやすいドアノブなどの殺菌にも使用できる可能性があることが示唆された。



▲ 24. 上から 教室内に設置したデバイス / トイレの入り口 / 電気のスイッチ / 教室の入り口

4-7-2 プロトタイプⅡの課題

プロトタイプⅡの課題として、ハンドルが複数人の手によって押されることでハンドルを経由した間接接触感染が起きうる可能性があることが分かった。これを回避する方法として考えられるのが顎の使用である。ユーザーテスト中に顎の力でデバイスを押す子供が3名おり、今後のデバイスでは手で押すのではなく顎で押すアフォーダンスを付与することで、ハンドル経由の間接接触感染を防ぐことができる可能性があることが分かった。また、今後の改良案としてデバイスを重ねることでハンドル部分の殺菌が行われる充電台などの開発も必要であることがリサーチの中で見えてきた。

5.総括と展望

本研究では保育園での集団感染の原因が玩具等を経由した間接接触感染から起こっている可能性があることをフィールドリサーチによって明らかにした。そして、子供が自ら玩具や周囲の環境を殺菌することができるプロダクトとして、深紫外線LEDとフォトクロミックシールを使用したmetamoSterlizerという殺菌デバイスを開発した。フォトクロミックシールの変色効果を保育園での遊びに取り入れる事で、子供が遊びの中で殺菌が行えることをユーザーテストを通して立証した。今後はmetamoSterlizerを最も感染症が多くなる11月～2月の季節に保育園で長期間運用し、RSウイルスなどの感染症が前年度と比べてどれだけ減ったのかを計測することで、開発したプロダクトの評価を行いたい。

metamoSterlizerは保育園内での間接接触感染を防止するために開発し、本稿では主に遊びの中に殺菌を取り入れる方向性で検証を行った。しかし、フォトクロミックシールを使った紫外線による殺菌の可視化は、病院や飲食店の厨房など、食中毒や集団感染が問題となる現場でも応用可能である。今後は対象のフィールドを保育園から広げ、医者やレストラン経営者といったステークホルダーを巻き込みながら集団感染を防ぐ汎用的なプロダクトとして開発を継続したい。

6.注釈

[1]

AbbVie「RS ウィルス感染症と保育施設利用に関する調査」<http://prtmes.jp/main/html/rd/p/00000005.000006491.html> 2015年11月8日アクセス

[2] 一般財団法人日本病児保育協会調査 2015 「急な子どもの病気について、共働きの父親・母親を対象としたアンケート調査」<http://sickchild-care.jp/press/8924/> 2015年11月8日アクセス

[3] 高野陽「体調のよくない子供の保育」北大路書房 2009年

[4] 谷口力夫「乳幼児施設におけるノロウイルス集団感染事例の記述疫学的解析」日本食品微生物学会雑誌 25号、2008年6月

[5] 東京都 平成24年度東京都福祉保健基礎調査

[6] 清水忠彦 「公衆衛生学」ヌーヴェルヒロカワ 2011

[7] 日本小児感染症学会 「集団保育における感染症対策」2013

[8] 長瀬修子「保育施設における手洗い場からの細菌の検出」近畿医療福祉大学紀要 Vol.11 2010

[9] Meissner H, Welliver R, Chartrand S, Immunoprophylaxis with palivizumab, a humanised respiratory syncytial virus monoclonal antibody, for prevention of respiratory syncytial virus infection in high risk infants: a consensus opinion. Pediatric Infectious Disease Journal 1999

[10] Nigel Cross , Engineering Design Methods: Strategies for Product Design , Wiley,2008

7.参考文献

高野陽「体調のよくない子供の保育」北大路書房、2009

清水忠彦 「公衆衛生学」ヌーヴェルヒロカワ 2011

遠藤郁夫「園医必携 保育園の感染症」浜町小児科医院 2011

古市憲寿「保育園義務教育化」小学館 Books 2015

侍井和江「乳児保育(第9版)」ミネルヴァ書房 2015

筒井順也「仕事と家族」中公新書 2015

ヴィジェイ・クーマー (著)、

101 デザインメソッド —革新的な製品・サービスを生む アイデアの道具箱 2015

柴田純「日本幼児史」吉川弘文館 2013

Nigel Cross , "Engineering Design Methods: Strategies for Product Design , Wiley" , 2008

Iippo Koskinen , "Design Research Through Practice: From the Lab, Field, and Showroom" , 2011

平野他,「フォトクロミック化合物を用いたフルカラーリライタブルメディア」Ricoh Technical Report No29 pp.79–83 , 2003

橋田 朋子 , 篠 康明 , 苗村 健 「フォトクロミック材料を用いた実世界指向インターフェースの基礎検討」, IEICE Techninal Report,2010

橋田 朋子 , 篠 康明 , 苗村 健 "Photochromic sculpture: volumetric color-forming pixels" SIGGRAPH '11 ACM SIGGRAPH

2011 Emerging Technologies , 2011

Luckiesh, M : Application of Germicidal, Erythemal and Infrared Energy (1946)

Lewis R. Koller : Ultraviolet Radiation (1952)

J.B.Robinson : Ultra Violet Light and its Application, The S. A. Electrical Review pp44-49 (1967)

Abstract

Sick children represent a huge problem to the Japanese society since it prevents parents -especially mothers- from going to work. According to the research done in 2014 by AbbVie, children attending nursery schools in Japan caught 2.6 times more infectious disease a year than children who did not attend nursery schools (ages 0-2). Preventing group infection in nursery school is a pressing issue to ensure mother's participation in the workforce. Collaborating with Mominoki Nursery School in Tokyo, This research aims to develop products that will prevent group infection in nursery schools.

Research

To find out what is currently being done to prevent group infection, we have developed an interview kit to interview childcare workers and mothers. In this interview we asked the interviewees to reproduce what they do to prevent infection in a childcare setting using the paper dolls in the interview kit. Through this interview we have found out that childcare providers are finding it hard to cut down the infection route via objects such as toys. This is because children touch everything they can get their hands on and constantly put things they find in their mouth which quickly spreads whatever germs or viruses they have through objects. Viruses such as the R virus and Rhino virus stays contagious for 2 hours after attaching to an object. Therefore proper sanitation of toys is absolutely critical in a childcare setting. However sanitation of toys is not being properly executed since childcare workers are overwhelmed with the tasks they already have. Through this research we have observed that a new way to keep a childcare center sanitary is necessary which reduces the burden of the childcare workers and including children in the sanitization process.

Outcome

Through the interview we understood that a new way to keep nursery schools sanitized is necessary to reduce the burden of the childcare workers whilst including children in the sanitization process. We are developing a toy that includes sanitization process in children's play activity. This toy uses ultraviolet LED to sterilize almost all the viruses and germs. Combined with photochromic ink which changes its color when exposed to ultraviolet light, this toy aims to encourage children to sanitize toys as they play.

The initial color of this toy is in white but after the child put the UV-LED toy box over the toy and project UV light on the toy, it changes its color. The color returns back to its white state after 10-30 minutes, which can stimulate children to put the UV-LED toy box on the toy again. This self-sufficient cycle of sanitization through play will prevent viruses such as Respiratory syncytial virus and Rhino virus from spreading via toys.

謝辞

本研究を進めるにあたり、一年間に渡りご指導してくださった水野大二郎准教授に心よりお礼を申し上げます。先生には研究についてのご指導だけでなく、進路の相談にも親身にのってくださいり、本当に多くのことを学ばさせて頂きました。デザインの根底にある考え方を知らなかった私にデザインリサーチ等について丁寧にご指導して頂いたおかげで、この一年間で大きく成長できたことを実感しています。

また、学部二年の時から学部三年までの二年間に渡り、筧康明准教授には優れたインターラクションデザインの作り方から研究に取り組む姿勢まで、実に多くのことをご指導ご鞭撻いただきました。心よりお礼申し上げます。

株式会社 SO-KEN の岡村様、伊藤様、フォトクロミックインクの調整に関する私の細かい注文にその都度丁寧に対応して頂きありがとうございました。

もみの木保育園の物井タリニー様、一年間も私の研究に協力してくださり、ありがとうございました。タリニー様の的確なアドバイスと、もみの木保育園の職員の皆様のご協力がなければこの論文はありませんでした。評価実験につきあってくれた、もみの木保育園のきつつき組の皆さんにもこの場を借りて心よりお礼を申し上げます。

そして様々な労苦を共に乗り越えてきた X-Design の研究室のみんな。皆のおかげで楽しく充実した四年間を過ごす事が出来た。本当にありがとうございます。

最後に、21年間、日々私のことを温かく見守ってくれた家族に、この場を借りて深く感謝の意を表します。

2015 年度 学士論文

木原 共 環境情報学部 4 年 - 2016 1 月 21 日
