

# アレルギー治療法学習のための 子ども向けインタラクティブコンテンツの制作

門前美樹<sup>†1</sup> 望月茂徳<sup>†2</sup> 大島登志一<sup>†2</sup>

本研究では、長期にわたる治療が必要な疾患に対して、子どもたちの理解促進と治療継続を動機づけるインタラクティブコンテンツの制作を行った。本コンテンツでは、子どもたちはぬいぐるみに対して舌下免疫療法の治療を行うインタラクティブな医療的遊びが体験できる。また、舌下免疫療法のプロセスを反映したアニメーションがぬいぐるみに投影されることで理解を深め、小児医療における子どもたちの心理的準備のためのプリパレーションの役割を果たしたかについて考察を行った。

## 1. はじめに

### 1.1 医療的背景

小児医療において、国連で採択された「児童の権利に関する条約」[1]や European Association for Children in Hospital が定めた「病院のこども憲章」[2]を背景として、子どもの権利が着目され、それぞれの子どもに適した医療に関する情報提供を行い、子どもから治療に対する理解や納得を得ることが重視されつつある。さらに、子どもの心身の健全な発達を促し、小児医療におけるストレスや不安を軽減するための心理的準備を含んだ医療的遊びや教育を提供することの重要性も明らかとなっている[3][4]。

### 1.2 関連研究

子ども達のストレス緩和を目的として、病院における子ども達の遊びにインタラクティブ技術を用いた先行研究は、ソーシャルロボットや VR コンテンツ、ゲームの分野でいくつか存在する。

Jeong らは、入院中の子どもたちの遊びにソーシャルロボットを仮想のエージェントとして用いることで、小児科に入院中の患児の感情や楽しい遊び、両親や医療スタッフなど周囲の人間との社会的な交流において、どのように影響するかを研究した[5]。

Liszio らは、VR コンテンツを用いて、VR 空間上で楽しい MRI の曝露体験を行うことで、子ども達の MRI 検査に対する不安やストレスを軽減することを明らかにした[6]。

Sonne らは、採血中に小児を落ち着かせることを目的とし、呼吸の状態を反映する呼気センシングデバイスを用いたゲームを開発した[7]。

### 1.3 研究目的

筆者らは、これまでに、インタラクティブアートの特徴を活かし、子どもたちが医師として予防接種を行うことで、ぬいぐるみに細胞のアニメーションがプロジェクションマッピングされ、処置の内容と予防接種の必要性を理解するためのインタラクティブデバイスの開発という研究を行ってきた[8]。

本研究においては、これまでの研究で得られた知見を踏まえつつ、長期にわたる治療が必要な疾患に対応するインタラクティブコンテンツを開発し、治療の継続のための動機づけとして有効に機能するか検討を行う。今回、具体的な疾患の治療としてアレルギー免疫療法の1つである舌下免疫療法に着目する。

### 1.4 舌下免疫療法について

I型アレルギー性疾患の治療法として、アレルギー免疫療法がある。日本アレルギー学会によると、アレルギー免疫療法とは、アレルギー疾患の病因アレルギーを投与していくことにより、アレルギーに曝露された場合に引き起こされる関連症状を緩和する治療法であると定義される[9]。

アレルギー免疫療法の具体的な治療法の1つに、舌下免疫療法(SLIT)が挙げられる。舌下免疫療法の施行法は、舌下にアレルギー錠を1分間保持し、その後唾液を飲み込むというものである[9]。舌下免疫療法は、対象薬物療法のような即時性を期待して行うものではなく、3~5年を目安として、長期間にわたる治療が必要とされる[9]。しかし、治療の継続率が低下してしまうことが知られている[10]。

そのため、本研究では、子どもたちの治療継続にはモチベーションの維持や治療継続の必要性の理解が不可欠であると考え、映像を用いて子どもたちの理解度に適した説明を行い、舌下免疫療法への理解を促進することを目的とする。

## 2. 実装

本プロトタイプは、アレルギー疾患の発症メカニズムと舌下免疫療法を踏まえた治療体験を行えるものである。

I型アレルギー性疾患のメカニズムには「感作」と「誘発」という2段階がある[11]。例えば、スギ花粉症においては、スギ花粉アレルギーが粘膜内侵入し、抗原提示細胞に認識され、活性化されたT細胞とB細胞の相互作用によりアレルギー特異的IgE抗体が産生され、この特異的IgE抗体が粘膜に分布するマスト細胞や好塩基球上のIgE受容体

<sup>†1</sup> 立命館大学大学院映像研究科  
Graduate School of Image Arts, Ritsumeikan University

<sup>†2</sup> 立命館大学映像学部  
College of Image Arts and Sciences, Ritsumeikan University

と結合し、感作が成立する[12]. 誘発とは、感作成立後、スギ花粉に曝露されると、鼻粘膜上皮細胞間隙を通過したアレルゲンが鼻粘膜のマスト細胞表面の特異的 IgE 抗体と結合し、マスト細胞を活性化する[12]. ダニアレルギーによるアレルギー性鼻炎や喘息なども同様のメカニズムが見られる[9].

舌下免疫療法を含むアレルゲン免疫療法は、アレルゲン特異的な Th2 型免疫応答の緩和と Th1 型免疫反応の誘導、制御性 T 細胞の誘導、またアレルゲン特異的 IgG<sub>4</sub> 抗体の産生などの有益な免疫学的変化の発現が期待できるという[9].

以上を踏まえ、本研究では、舌下免疫療法について子どもが理解しやすいように提示する情報量を整理し、アレルギーの原因と症状の発生に関する感作と誘発について、マスト細胞を中心に説明していくこととした。加えて、治療行為に紐づく変化として、舌下免疫療法によるアレルゲン特異的 IgG<sub>4</sub> 抗体の産生とアレルゲン特異的 IgE 抗体に対する遮断抗体としての働きについて説明することとした。すなわち、体験の起点となる感作を示す第1段階、誘発と治療に関する体験を行う第2段階、治療終了を表す第3段階からなる体験の流れの整理を行った(図1).

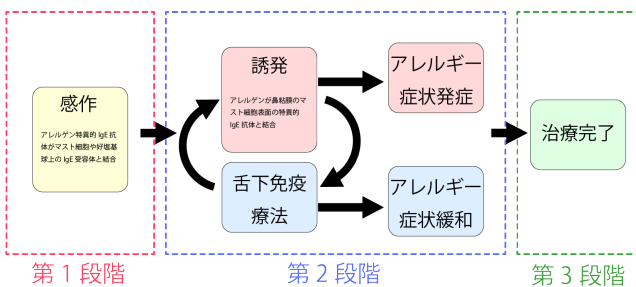


図1:体験の流れ

体験者が、アレルゲンを模したデバイス(図2-A)や舌下錠を模したデバイス(図2-B)、対処療法薬を模したデバイス(図2-C)をぬいぐるみに当てることでアニメーションの変化を得ることができるようにした。これらのデバイスは3Dプリンタによって造形されており、底面にNFC(Near Field Communication)タグを貼付した。

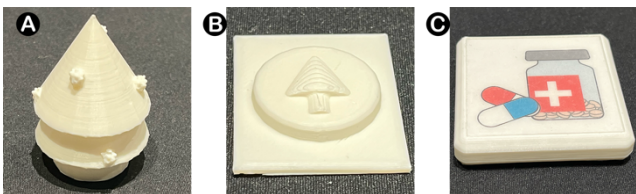


図2:アレルギー疾患用ホスピタル・トイ・デバイス

ぬいぐるみ内部にはNFCリーダーを設置した。制御プログラムがNFCタグの読み取りをトリガーとして状態遷移を行い、対応するアニメーションをプロジェクタから投影する(図3)。なお、制御プログラムの開発にはTouchDesignerを用いた。

体験の第1段階では、初めてアレルゲンデバイス(図2-

A)をぬいぐるみに当てることで、マスト細胞にIgE抗体が付着するアニメーションを投影する(図4)。これは、初めて抗原に曝露されることで引き起こされる感作の状態を模している。

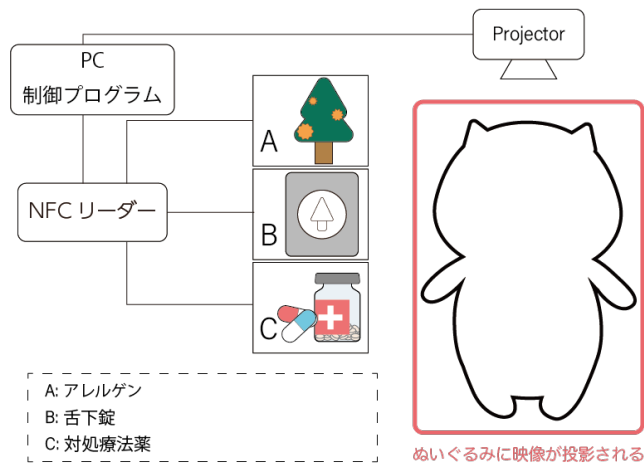


図3:システム概要

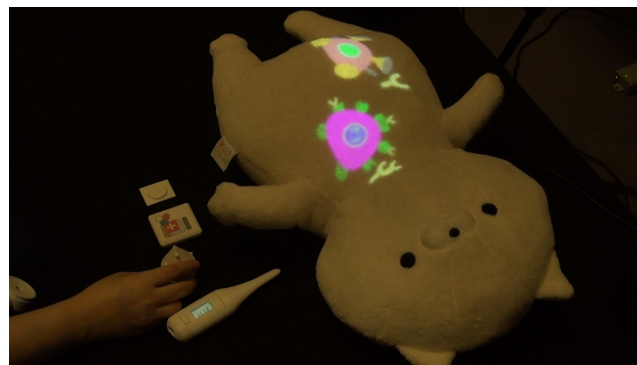


図4:感作のアニメーション

第2段階は、アレルギー症状の発症と舌下免疫療法の施行を模している。この時、本システムではアレルギー症状が起こる閾値を設定しており、舌下錠デバイス(図2-B)を一定時間ぬいぐるみに当てると、この閾値が変化する。この際、ぬいぐるみには、マスト細胞に付着したIgE抗体がIgG<sub>4</sub>抗体によってアレルゲンから遮断されるアニメーションが投影される(図5)。

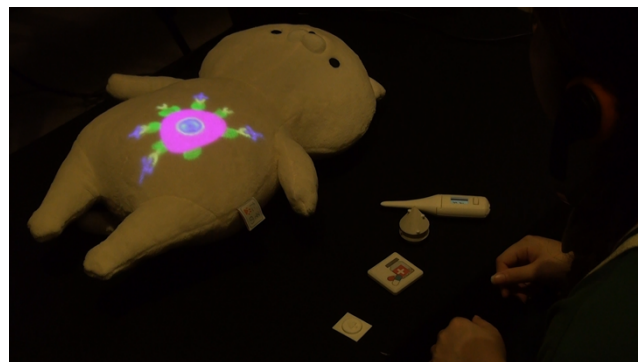


図5:舌下錠をぬいぐるみに当てた時に投影されるアニメーション

また、アレルゲンデバイスによるアレルギー症状の発症

はこの閾値に連動しており、値が変化するにつれて、目の充血や鼻水、蕁麻疹といったアレルギー症状が減少する。アレルギー症状が出現した際には、対処療法薬デバイス(図2-C)をぬいぐるみに当てることでアレルギー症状を即座に沈静化することができるようにした。舌下錠デバイスを一定回数与えることで閾値変化の限度に達し、第3段階へ移行する。これは、治療終了の段階であり、これ以降、アレルギーデバイスをぬいぐるみに当てても、アレルギー症状のアニメーションが出現しなくなる。

ぬいぐるみに投影された、アレルギー症状の発症に関わる細胞と物質のデザインについては、子ども達の興味を治療内容に留めるために、現実の細胞から着想を得て、特定の動物やキャラクターを連想できないような外見を創造した(図6)。



図6: アレルギー症状の発症に関わる細胞と物質のデザイン

加えて、子どもたちが医療に親近感を持ち、能動的な体験を促進させるため、心理的準備を含んだ医療遊びの要素を取り入れた。具体的な実装としては、これまでに開発してきた、医療器具を模したホスピタル・トイ・デバイスを用いる[8](図7)。

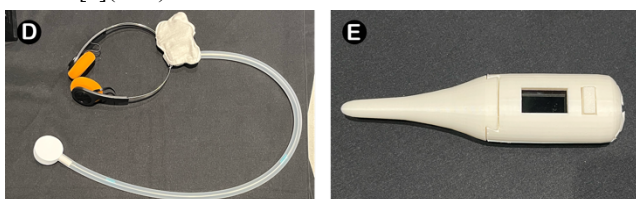


図7: 医療器具を模したホスピタル・トイ・デバイス  
光センサを内蔵した聴診器型のデバイス(図7-D)をぬいぐるみに接触させると、「なんだかよくなってきた気がする。君のおかげかな。」「この治療が終わったら、お花見がもっと楽しくなるかもな。」など、アレルギー症状や治療に関連したぬいぐるみのセリフを9種類の中からランダムに再生する。また、M5StickC Plusを内蔵した体温計型デバイス(図7-E)のスイッチを押すと、M5StickC Plusの液晶にぬいぐるみの体温が表示され、ぬいぐるみの顔や体が体温に合わせた顔色に変化するようにした。

### 3. 考察と展望

#### 3.1 考察

上記のプロトタイプを用いてアンケートによる達成度調査を行った。また、20名程度の子どもの体験の様子を定点カメラで記録し、観察して得られた結果から考察を行う。

アンケートは未就学児～小学生に行い、8名の回答を得た。5段階のスケール形式で行ったアレルギーのメカニズムの理解を測る質問、治療の効果の理解を測る質問、コンテンツの有用性を測る質問の平均値がいずれも4、体験の楽しさを測る質問の平均値が4.43であった。定点観察の様子からも舌下免疫療法の治療工程をスムーズに行えており、治療体験の回数が進むことで変化するアニメーションに言及していたことから、アレルギーの治療の手順とアニメーションのわかりやすさにおいて評価が高かったといえる。さらに、ぬいぐるみに対してアレルギーの治療を行うこと自体を楽しんでいる様子が見られたことから、楽しみながら治療内容を理解するという目的をある程度達成しているといえる。以上のことから、治療の際に使用する器具や薬等を模したデバイスを用いて、ぬいぐるみに疾患の治療を行うと、インタラクションが発生し、その疾患の内容や治療の効果がぬいぐるみの体部分に投影されるという実装の方向性に有効性を認めることができる。

一方で、治療終了までに必要な舌下免疫療法の回数を6回に設定していたが、約10分程度かかる体験時間を長く感じたのか、約半数が治療内容とその効果を理解した時点で体験を終えた。また、一部の子どもたちは細胞のキャラクターを敵キャラクターと認識し、アレルギーデバイスをを用いて退治しようとする言動が観察された。これは、予防接種をテーマとしたコンテンツにおけるアニメーションでは見られなかった傾向である。この要因として、2つの可能性が考えられる。まず、子どもたちの行為と投影される映像のインタラクションが増えることで、自身の行為の意図を自由に解釈する余地が増加したというものである。次に、キャラクターデザインが、現実世界に存在する生物との類似性が低すぎたために敵モンスターと誤認されたというものである。

#### 3.2 今後の展望

考察を踏まえ、今回のプロトタイプでは、体験に必要な時間と投影されるアニメーションにおいて課題が明らかになった。こうした課題の解消として、体験時間の最適化、コンテンツの最適化、心理的準備を含んだ医療的遊びの側面の強化を行うための実装を予定している。まず、体験時間の最適化として、治療終了までに必要な舌下免疫療法の回数を3回に減少する。これは、体験にかかる時間を減少することで、治療によってもたらされる効果や治療終了による達成感をより強く印象付け、治療継続のためのモチベ

ーション維持に貢献することを目的としている。

次に、コンテンツの最適化として、アレルギー疾患のメカニズムと治療効果のバランスを見直し、治療の効果がよりわかりやすいアニメーションに変更する。具体的には、治療中に提示されるアニメーションにおいて、登場キャラクターをアレルギー反応に大きく関わるマスト細胞のみにする。これによって、子どもたちが治療による変化を理解しやすくなると期待できる。さらに、キャラクターデザインにおいて、生物と多少類似性を持たせることで、子どもたちにとって親しみやすく、敵モンスターと誤認されないように工夫する。

医療的遊びの側面の強化については、ぬいぐるみに投影されるアニメーションと医療器具を模したデバイスのインタラクションの実装を行う。例えば、ぬいぐるみに投影されている細胞オブジェクトと聴診器型デバイスを連動させ、細胞オブジェクトのセリフが再生されたり、細胞オブジェクトからエフェクトが出たりすることが考えられる。医療的遊びの側面の強化を行うことで、子どもたちの治療に対する自発的な興味を促進し、アレルギー疾患や舌下免疫療法への深い理解と治療への積極的な姿勢を引き出すことを狙う。

また、本研究ではアレルギー疾患を取り上げたが、取り扱う疾患を変化させることで、長期入院児を対象として、彼らの持つ自身の病気を知る権利を支援する作品として発展する可能性を持っている。こうした長期入院が必要な疾患を含めたさまざまな疾患への展開についてはさらなる今後の課題としたい。

**謝辞** 本研究は JSPS 科研費 JP21K12201 の助成を受けたものです。

## 参考文献

- [1] United Nations.: United Nations Convention on the Rights of the child. 1989 < <https://www.ohchr.org/en/instruments-mechanisms/instruments/convention-rights-child> > (2024 年 7 月 25 日閲覧)
- [2] European Association for Children in Hospital.: EACH Charter. 1993 < <https://each-for-sick-children.org/each-charter/> > (2024 年 7 月 25 日閲覧)
- [3] Mariá José Godino-Iáñez, Mariá Begoña Martos-Cabrera, Nora Suleiman-Martos, José Luis Gómez-Urquiza, Keyla Vargas-Román, Mariá José Membrive-Jiménez, and Luis Albendín-García.: Play Therapy as an Intervention in Hospitalized Children: A Systematic Review Healthcare. Basel, 2020, Sep; 8(3): 239, 2020.
- [4] Konstantinos Koukourikos, Laila Tzeha, Parthenopi Pantelidou, and Areti Tsaloglidou.: THE IMPORTANCE OF PLAY DURING HOSPITALIZATION OF CHILDREN. Mater Sociomed. 2015. Dec; 27(6), pp. 438-441, 2015.
- [5] Sooyeon Jeong, Cynthia Breazeal, Deirdre Logan, and Peter Weinstock.: Huggable: The Impact of Embodiment on Promoting Socio-emotional Interactions for Young Pediatric Inpatients. CHI '18, Paper No.: 495 Pages 1–13, 2018.
- [6] Stefan Liszio, and Maic Masuch.: Virtual Reality MRI: Playful Reduction of Children's Anxiety in MRI Exams. IDC '17, Pages 127–136, 2017.
- [7] Tobias Sonne, Timothy Merritt, Paul Marshall, Johanne J. Lomholt, Jörg Müller, and Kaj Grønbaek.: Calming Children When Drawing Blood Using Breath-based Biofeedback. DIS '17, Pages 725–737, 2017.
- [8] Miki Monzen, Shigenori Mochizuki and Toshikazu Ohshima.: Augmentation of Medical Preparation for Children by Using Projective and Tangible Interface. SA '23: SIGGRAPH Asia 2023 Posters November 2023 Article No.: 7, Pages 1-2, 2023.
- [9] 日本アレルギー学会: アレルゲン免疫療法の手引き, 日本アレルギー学会, 2022.
- [10] Yusuke Okubo, Yu Kuwabara, Sakura Sato, Masafumi Sakashita, Hayashi Yuka, Hideaki Morita.: Real-world compliance and determinants for sublingual allergen immunotherapy in children and parents. Allergy. Feb;79(2) Pages 523-525, 2023.
- [11] 医療情報科学研究所: 病気が見える vol.15 小児科, 第 1 版, メディックメディア, 2022.
- [12] 日本アレルギー学会: スギ花粉におけるアレルゲン免疫療法の手引き(改訂版), 日本アレルギー学会, 2018.