

アレルギー疾患と舌下免疫療法における 子どもの理解を支援するインタラクティブメディアの制作

門前美樹^{†1} 望月茂徳^{†2} 大島登志一^{†2}

本研究では、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ごっこ遊びを通じて、子どもたちの疾患や治療内容の理解を促すインタラクティブメディアを制作した。さらに、本作品がアレルギー疾患や舌下免疫療法の内容と治療効果への理解促進に寄与したか、治療に対する動機づけとなるかについて調査した。実験には、3歳～11歳までの子ども34人が参加した。参加者は、本作品の体験後に疾患のメカニズムや治療の実施方法、治療の効果についてのテストに回答するとともに、主観的評価のためのアンケートに回答した。その結果、アレルギー疾患や舌下免疫療法の理解度向上において有効に機能することが明らかになった。さらに、理解度が高い参加者は治療に対するモチベーションも高い傾向が見られ、治療への動機づけにも貢献すると言える。

1. はじめに

1.1 医療的背景

小児医療では、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、子どもの権利を尊重し、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。また、2012年には米国小児科学会が「Patient- and Family-Centered Care」を定義し、様々な医療従事者が協力し合いながら、情報提供や社会的支援など子どもとその家族の意思決定のために必要なサポートが提供されている[3]。アメリカの小児医療の現場では、「Patient- and Family-Centered Care」の概念に基づき、医療環境にある子どもや家族に、心理社会的支援を提供する専門職[4]であるチャイルド・ライフ・スペシャリスト(Child Life Specialist: CLS)が活躍している。CLSが提供する重要なプログラムの1つに入院、診療所の受診、手術、診断/治療のための心理的準備(プレパレーション)がある。及川は、小児医療におけるプレパレーションについて、「子どもの病気や入院によって引き起こされる心理的混乱を最小限にし、子どもや親の対処能力を高めるケアである」と述べている[5]。プレパレーションにおけるテクニックや使用する教材、言葉遣いは、子どもとその家族の発達レベル、性格、および固有の経験に適応させる必要がある[6]。さらに、口頭での説明だけでなく、写真や手術室や処置室へのツアー、実際の医療機器や医療機器に見せかけた器具、人形やぬいぐるみなどを使用することで子どもたちの理解を促進することができる[7]。実際に、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が明らかとなっている[8][9]。

一方で、現在の日本における子どもたちへの疾患の説明

の際看護師らが用いるための資料が不足しており、英語のアニメーションや看護師自身が制作した資料を活用することが多いことが筆者らによるヒアリングなどでわかってきた。

1.2 関連研究

子どもたちの心理的準備のためのプレパレーションを目的としてインタラクティブ技術を用いた先行研究は、以下が挙げられる。

Kyfonidisらは、識字能力の限られた9歳未満の1型糖尿病患者児に糖尿病の概念を説明するためのタンジブルなインタラクティブ教育用ツールを開発し、従来の栄養教育のための教育アプローチを拡張した[10]。

Lisazioらは、MRI検査時の心理的準備として、VRゲームアプリを開発した[11]。このゲームでは、主人公がMRI検査を受けなければならないストーリーが展開され、プレイヤーは人形と他者にMRIスキャンを実行したのち、自分自身が主人公として仮想的なMRIスキャンを体験する。

また、PHILIPSは医療機関を対象に、MRI検査の概要や手順、スペースやスタッフについて紹介する動画やARを用いたゲームが実装されている『Scan Buddyアプリ』やMRI検査やCT検査に向けてミニチュアのスキャナを用いて遊ぶことで検査の概要や自分がどのような経験をするのかを学ぶ『Kitten Scanner』を組み合わせたPediatric Coachingソリューションを提供している[12]。

1.3 研究目的

本研究においては、長期にわたる治療が必要な疾患とその治療法における子どもたちへの説明のためのインタラクティブメディアを開発し、子どもたちの疾患や治療内容の理解、治療効果の理解に有効に機能するか検討を行う。さらに、本作品による理解促進が治療の継続のための動機づけとなるかについても考察する。

今回、長期にわたる治療が必要な疾患とその治療として、

^{†1} 立命館大学大学院映像研究科
Graduate School of Image Arts, Ritsumeikan University

^{†2} 立命館大学映像学部
College of Image Arts and Sciences, Ritsumeikan University

アレルギー疾患と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。なお、主なターゲットは3~10歳とした。

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[13]。

舌下免疫療法(SLIT)はアレルギー特異的免疫療法(AIT)の特異的治療法の一つである。舌下免疫療法(SLIT)は舌下に滴下または錠剤を毎日投与する。アレルギー特異的免疫療法(AIT)は対症療法的な抗アレルギー薬とは異なり、基礎にある免疫応答を修飾し、最終的に長期的な臨床的利益をもたらすことが示されている[14]。しかし、そのような長期治療では持続率が低下することが知られている[15]。

2. 実装

本研究では、子どもたちが医師になりきって治療体験を行うことで、正確なアレルギー疾患の発症メカニズムや舌下免疫療法の手順や効果を直感的に理解することができる。このため、治療のインタラクションやぬいぐるみに投影されるアニメーションは実際の治療や細胞、物質の役割に基づいてデザインした。

2.1 システム概要について

本作品のシステムは図1のようになっている。

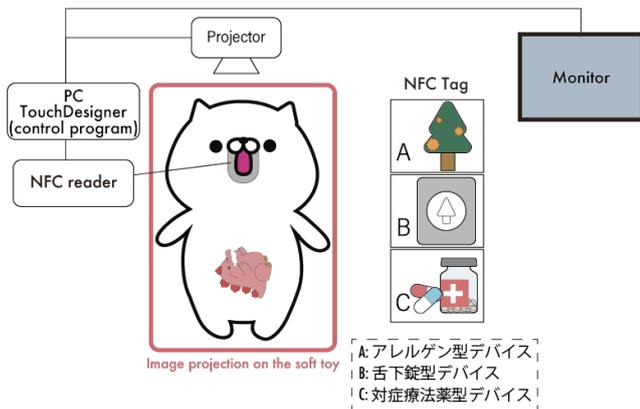


図1: システム概要

舌下免疫療法を忠実に再現するため、市販のぬいぐるみの口部分に舌を模した布を縫い付け、内部にNFCリーダーを設置した。

アレルギーや各治療薬を模したホスピタルトイデバイスは3Dプリンタで制作され、底面にNFCタグがそれぞれ貼付されている(図2)。



図2: ホスピタルトイデバイス

このホスピタルトイデバイスをぬいぐるみに設置したNFCリーダに接触させると、接触したホスピタルトイデバイスの種類や接触回数に応じてぬいぐるみとモニターに投影される映像が変化します(図3)。

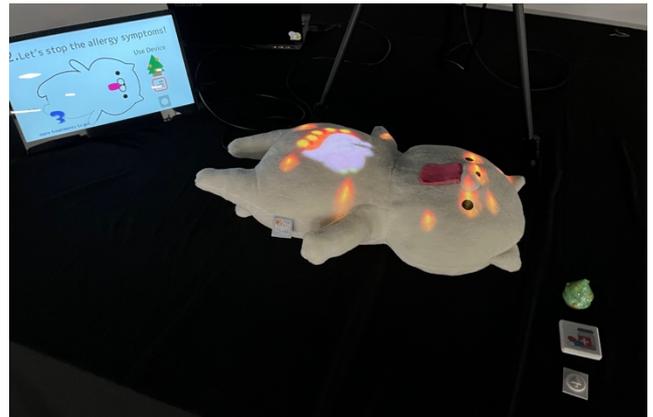


図3: ぬいぐるみとモニターに映像が投影されている様子

2.2 ぬいぐるみに投影される映像について

ぬいぐるみに投影されるアニメーションでは、舌下免疫療法(SLIT)に関する情報量を小児に理解しやすいように整理し、アレルギー症状の発生に関連する「感作」と「誘発」の概念をマスト細胞に焦点を当てて翻案した(図4)。

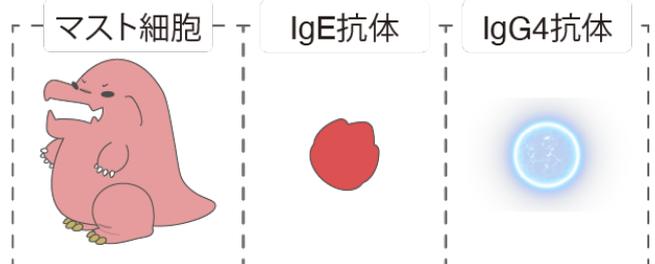


図4: 細胞・物質のキャラクターデザイン

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受容体と結合し、感作が成立する[16]。これをぬいぐるみに投影されるアニメーションでは、スギ花粉が体内に侵襲すると、マスト細胞を表現したキャラクターにIgE抗体を表現した棘が生える演出で説明した(図5)。



図 5:感作状態のマスト細胞

さらに、舌下免疫療法 (SLIT) によって引き起こされるアレルギー特異的 IgE 抗体に対するアレルギー特異的 IgG4 抗体の産生と遮断抗体としての機能についても、棘 (IgE 抗体) をシールド (IgG4 抗体) が覆うことで、直感的に理解できるように表現した (図 6)。

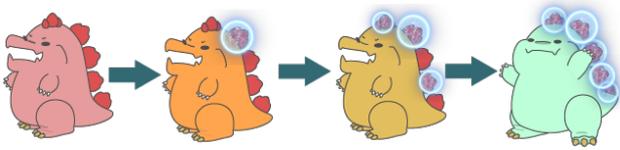


図 6:舌下免疫療法によるマスト細胞の変化

2.3 モニタに提示される映像について

ぬいぐるみの横に設置されたモニターでは、体験のガイドや治療中の細胞の変化に対する詳細な説明が提示される。これは、ぬいぐるみと各ホスピタルトイデバイスの接触回数に同期している。さらに、図 7 のように、アレルギーとの接触と舌下免疫療法の施術という 2 つの選択肢を提示することで、子どもたちが主体的に行動を起こす工夫を行った。

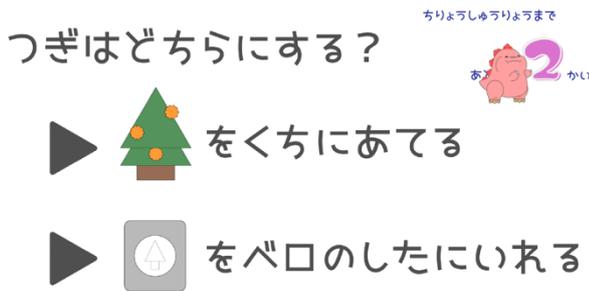


図 7:選択肢を提示する画面

3. 実験

3.1 実験概要

評価実験は、2024 年 11 月 17 日日本科学未来館で開催された日本外科学会主催の子ども向けイベント「オペスル」内で実施された。参加者は未就学児～小学生 34 名であり、テストの有効回答数は 34 件、アンケートの有効回答数は 32 件であった。

3.2 倫理的配慮

本研究は「立命館大学における人を対象とする研究倫理審査委員会」による承認を受け、「立命館大学における人を対象とする研究倫理指針」に基づいて行われた (承認番号【衣笠-人-2022-41】)。参加者は、本研究の参加前に実験の目的と内容、研究への参加が自由意思によって決定できること、参加同意後であっても同意を撤回できることなどについて口頭と書面を用いた説明を受け、書面での同意を得た上で体験を行った。

3.3 手順

本作品での体験の前に、子どもたちにアレルギー疾患についての知識を確認し、アレルギーについての知識が全くない場合にはアレルギー症状についての簡単な説明を行った。さらに、参加者には、本作品で取り扱う舌下免疫療法が一般的に行われている対症療法とは異なること、ぬいぐるみの横に設置されたモニターに表示される映像をヒントにぬいぐるみに対して舌下免疫療法を模した治療を行うことでぬいぐるみの体部分に体の中の細胞の様子を説明するアニメーションが投影されることが伝えられた。

説明後、参加者はぬいぐるみにアレルギーデバイスを当ててもアレルギー症状が出なくなる (舌下免疫療法が完了) するまでぬいぐるみに対して舌下免疫療法を模した体験を行った。体験終了後、本作品の体験アンケート及びぬいぐるみの体部分に投影された疾患や治療のメカニズムを示すアニメーションの内容理解度を測るテストに回答した。

3.4 評価方法

本作品による疾患・治療に関する理解度を評価するため、参加者は体験終了後に客観的な評価として理解度テストと、主観的な評価としてアンケートに回答した。なお、テストは文字とイラストで構成された選択式の問題であり、アンケートの回答は 1~5 のリッカート尺度で行われた。

テストの問いについては表 1 に、アンケートの問いについては表 2 に示す。

表 1:アニメーションの内容理解度を測るテスト項目

	設問
Q1	アレルギーの機序の理解を問う問題
Q2	舌下免疫療法の実施方法の理解を問う問題
Q3	舌下免疫療法によるマスト細胞への効果の理解を問う問題
Q4	舌下免疫療法によるマスト細胞への効果の理解を問う問題

表 2:アンケート項目

設問	
Q1	この作品で遊んでみてアレルギーとはどのようなものか分かりましたか？ (1:全くわからなかった~5:とてもよくわかった)
Q2	この作品で遊んでみてアレルギーの治療にどのような効果があるのか分かりましたか？ (1:全くわからなかった~5:とてもよくわかった)
Q3	アレルギーになったとしたら、この治療をやってみてもいいと思いませんか？ (1:全く思わなかった~5:とても思いました)
Q4	飽きずに最後まで体験できましたか？ (1:全くできなかった~5:とてもできた)
Q5	この作品は、楽しかったですか？ (1:全く楽しくなかった~5:とても楽しかった)

さらに、子どもたちの体験の様子を記録するため、2台の定点カメラが設置された。

3.5 結果

3.5.1 理解度テストの結果について

本実験で実施した理解度テストの結果についての分析結果を表3に示す。なお、正答率については小数点第2位を、標準偏差については小数点第3位を四捨五入した。表3から、いずれの項目も高い正答率が示されており、本作品がアレルギー疾患と舌下免疫療法の内容・意義の理解に貢献したと言える。

表 3: 理解度テストの結果

設問	正答率	標準偏差
アレルギーの機序の理解を問う問題	94.1%	0.24
舌下免疫療法の実施方法の理解を問う問題	76.5%	0.43
舌下免疫療法によるマスト細胞への効果の理解を問う問題	100%	0
舌下免疫療法完了時の最終的な効果の理解を問う問題	97.1%	0.17

3.5.2 アンケートの結果について

表4は、本実験で実施したアンケートの分析結果である。いずれの値も小数点第3位を四捨五入した。表4において、アレルギー疾患の内容と舌下免疫療法の効果に対する分かりやすさを問う設問の平均値は、いずれも4.44であった。このことから、体験者の主観的な観点からも本作品がア

ルギー疾患と舌下免疫療法の内容・意義の理解に有効に機能したことがわかる。また、治療に対するモチベーションへの貢献を確認するために設定した「アレルギーになったら、この治療をやってみてもいいと思いませんか？」という設問項目では、平均値が4.59、変動係数が0.17であり、本作品を体験した子どもたちの大半が舌下免疫療法の実施に対して肯定的な評価を示した。

表 4:アンケートの結果

設問	平均値	標準偏差	変動係数
この作品で遊んでみてアレルギーとはどのようなものか分かりましたか？	4.44	0.62	0.14
この作品で遊んでみてアレルギーの治療にどのような効果があるのか分かりましたか？	4.44	0.84	0.19
アレルギーになったら、この治療をやってみてもいいと思いませんか？	4.59	0.80	0.17
飽きずに最後まで体験できましたか？	4.91	0.30	0.06
この作品は、楽しかったですか？	4.94	0.25	0.05

さらに、疾患の理解度や治療効果の理解度と治療に対するモチベーションの関係性を考えるため、分布図を制作した。図8はアレルギー疾患の理解度と治療に対するモチベーションの関係を、図9は舌下免疫療法の効果の理解度と治療に対するモチベーションの関係をそれぞれ示している。これらのグラフから、アレルギー疾患の理解度や舌下免疫療法の効果の理解度が高い参加者は治療に対するモチベーションも高い傾向があることがわかる。

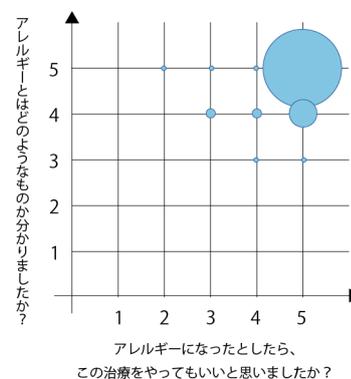


図 8: アレルギー疾患の理解度と治療に対するモチベーションの関係

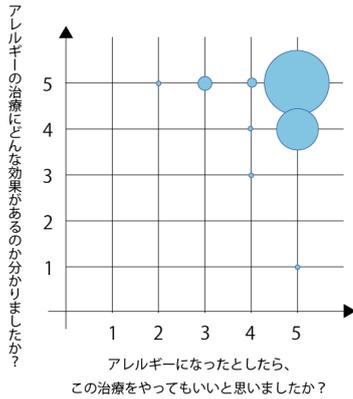


図 9: 舌下免疫療法の効果の理解度と治療に対するモチベーションの関係

3.5.3 参加者の言動について

会場に設置した定点カメラの記録映像によると、モニターの映像からの「患者さんの体の上で怪獣のようなキャラクターが動いていることに気づいたかな?」という問いかけに対し、何度も頷いたり、ぬいぐるみに投影されているキャラクターを指差したりと、多くの子どもたちがモニターからの指示や問いかけに応じて行動やぬいぐるみに投影された映像への注視を行う様子が見られた。また、未就学児の参加者は、アレルゲンとの接触と舌下免疫療法の実施を選ぶフェーズで自分が選んだものが正しいか同席した保護者に確認しながら進める傾向が見られた。

小学生の参加者は、本作品の体験を通じて自身の行動によってぬいぐるみやモニターに起こるインタラクションだけでなく、選択肢と治療の残り回数が提示されることで、ゲーム性を見出す様子が見られた。例えば、ある参加者は、ぬいぐるみがアレルギー症状を引き起こさずに治療を完了するために治療のみを実施し、別の参加者は、ぬいぐるみがアレルギー症状を引き起こした際にできるだけ早く症状を緩和させることを目的としてアレルゲンを接触させていた。

また、アレルゲンとの接触と舌下免疫療法の実施を選ぶ際に、きょうだいと同時に体験を行った参加者の一部では、きょうだい間で一緒に次に行う行動選ぶという体験のパターンが見られた。これは比較的年齢が離れたきょうだい間で見られる体験の特徴であった。このとき、年長の参加者が年少の参加者に対し、「これ?」「(首を振る動作)」「これがいい?」と年少者の意見を確認し、年少の参加者をサポートする形で体験を行っていた。加えて、友人との複数人同時体験の際には、それぞれの参加者が気づいたことや考えたことを他の参加者と意見交換する様子が見られた。

4. 考察と展望

4.1 考察

理解度テストとアンケートの結果より、本作品の体験を通じて子どもたちはアレルギー疾患やその治療法である舌下免疫療法の治療方法とその効果を正確に理解できていた。このことから、子どもたちへの疾患説明や治療法とその効果についての説明において、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本研究が1つの選択肢として有効に機能すると言える。

また、アレルギー疾患の理解度や舌下免疫療法の効果の理解度が高い参加者は治療に対するモチベーションも高い傾向が見られたことから、疾患や治療効果に対する正確な理解が子どもたちの治療に対するモチベーションの向上に貢献すると考えられる。したがって、本作品が治療への動機づけにも貢献すると言える。

さらに、体験記録映像の観察と最後まで飽きずに体験できたと評価した参加者が多かったことから、子どもたちの能動的な参加を促進するために実装した選択肢の提示と治療の残り回数の提示が、ゲーム性と達成感を生み出し、子どもたちの集中力を維持することにつながったと考えられる。

本作品は複数人での同時体験を想定して設計されたものではなかったが、きょうだいでの同時体験の際に観察された、きょうだい間での「つぎ、これやりたい」「いいよ」と言った会話や一緒にデバイスをぬいぐるみに当てる行動、友人間での疾患・治療における意見交換の様子から、本作品の形態が複数人での体験にも対応できることが明らかになった。また、複数人での体験を前提に、体験者同士の交流を促進するための仕掛けをさらに組み込むことで、コミュニケーションを促すメディアとしても機能し得ると言える。

加えて、自身の考えをうまく言葉で表現することの難しい未就学児の参加者の保護者の中には、本作品の体験の様子を通じて「自身が考えていた以上に子どもが理解していたことがわかった」といった反応があった。このことから、本作品が子どもたちへの疾患・治療の説明だけでなく、保護者をはじめとする大人が、子どもたちが疾患や治療についてどの程度理解し、納得しているのかを測るためのメディアとしても機能する可能性を発見できた。

4.2 今後の展望

考察を踏まえ、本インタラクティブデバイスは、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可能にしたと言える。これは、子どもたちへの疾患や治療内容の説明にインタラクティブ技術を用い

ることの有効性を示すものであり、アレルギー疾患以外の様々な疾患に展開することで、子どもたちへの従来の説明に加え、新しい選択肢として機能する可能性を持っている。

一方で、特に丁寧な説明を要する重篤な疾患を持つ長期入院児を対象とした展開には細菌感染リスクの回避や運用のための様々な課題が存在する。ぬいぐるみの素材を感染対策が可能なものに変更することや、患児の持つそれぞれのぬいぐるみに適応させるなど本作品の特長点を活かした展開については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。また、この研究にご協力いただきました東北大学病院/株式会社 CERCIT および関係者の皆様に深謝いたします。

参考文献

- [1] United Nations.: “United Nations Convention on the Rights of the child”. <https://www.ohchr.org/en/instruments-mechanisms/instruments/convention-rights-child>, (参照 2024-07-25)
- [2] European Association for Children in Hospital.: “EACH Charter”. <https://each-for-sick-children.org/each-charter/>, (参照 2024-07-25)
- [3] COMMITTEE ON HOSPITAL CARE and INSTITUTE FOR PATIENT- AND FAMILY-CENTERED CARE.: Patient- and Family-Centered Care and the Pediatrician's Role. *Pediatrics*, 2012, Feb;129 (2): pp.394-404. 2012
- [4] 一般社団法人日本チャイルド・ライフ・スペシャリスト協会: “チャイルド・ライフ・スペシャリストとは?”. https://jaccls.org/cls_about (参照 2024-12-21)
- [5] 及川郁子. プレパレーションはなぜ必要か. *小児看護*. 2002, 25(2) pp.189-192
- [6] COMMITTEE ON HOSPITAL CARE and CHILD LIFE COUNCIL; Jack M. Percelay, MD; James M. Betts, MD; Maribeth B. Chitkara, MD; Jennifer A. Jewell, MD; Claudia K. Preuschoff, MD; Daniel A. Rauch, MD.: Child Life Services. *Pediatrics*, 2014, May;133 (5): e1471-e1478. 2014
- [7] 原田香奈, 黒崎あかね. 子どもの気持ちで考える小児医療で困ったときのかかわり方, 支え方. *Gakken*, 2023, pp.51-52
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] Charalampos Kyfonidis and Marilyn Lennon.: Making Diabetes Education Interactive: Tangible Educational Toys for Children with Type-1 Diabetes. CHI '19: Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems Paper No.: 441, Pages 1-12, 2019.
- [11] Stefan Liszio, Linda Graf, Oliver Basu, and Maic Masuch.: Pengonaut Trainer: A Playful VR App To Prepare Children for MRI Examinations - In-depth Game Design Analysis. IDC '20: Proceedings of the Interaction Design and Children Conference, Pages 470 - 482, 2020.
- [12] PHILIPS.: “Pediatric Coaching ソリューションによる快適な検査体験”. <https://www.philips.co.jp/healthcare/resources/landing/ambient-experience-pediatric-imaging>, (参照 2024-12-21)
- [13] 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.
- [14] Montserrat Alvaro-Lozano, Cezmi A. Akdis, Mubeccel Akdis et al.: Allergen Immunotherapy in Children User's Guide. PAI, 21 May 2020, Pages 1-101
- [15] 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.
- [16] 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.