

# 3D プリントによるモバイル・インクルーシブ遊具の開発プロセス検討

Development process study of mobile inclusive playground equipment by 3D printing

湯浅 亮平<sup>1</sup>, 北方 駿<sup>1</sup>, 破田野 智己<sup>2</sup>, 杉山 幸音<sup>2</sup>, 中村 和雅<sup>2</sup>, 長田典子<sup>2</sup>, 田中 浩也<sup>3</sup>

Ryohei YUASA<sup>1</sup>, Shun KITAGATA<sup>1</sup>, Tomoki HATANO<sup>2</sup>, Yukine SUGIYAMA<sup>2</sup>, Kazumasa NAKAMURA<sup>2</sup>,  
Noriko NAGATA<sup>2</sup>, Hiroya TANAKA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>慶應義塾大学大学院, <sup>2</sup>関西学院大学 <sup>3</sup>慶應義塾大学

<sup>1</sup>Keio University Graduate School <sup>2</sup>Kwansei Gakuin University <sup>3</sup>Keio University

## 【要約】

近年、「共生社会」の実現に向けて、空間全体の計画と、そこに置かれる遊具やファニチャーなどに包摂性＝インクルーシブ性が求められ始めている。しかし、インクルーシブという概念が生まれ、社会に認知され始めてからまだ日が浅く、社会一般に共通認識できておらず、インクルーシブ性がある物の定義や設計手法についても確立されていない。本稿では、この様な社会状況下で、他分野に先行して特にインクルーシブ性が求められている遊具を対象に、感性工学を用いた遊具事例の特徴分析から、インクルーシブ性を感じやすい遊具の形状や用途の特徴を理解した上でのコンセプト設定、印象推定モデルを活用した設計プロセス、試作品製造、公園におけるデモ、利用者アンケートを行った結果について報告する。設計・製造においては、感性工学による特徴分析から「曲面を多用し丸みを帯びた安心感のある形」をターゲットに設定し、企画時から非平面 3D プリントを前提とした設計を行った。

キーワード: 包摂性、地域、遊具、感性評価、3D プリント

## 【Abstract】

In recent years, inclusiveness has begun to be demanded in the overall planning of public spaces and the playground equipment and furniture. However, it has been only a short time since the concept of “inclusive” was created and recognized by society, and we do not have a common understanding of the concept, and definitions and design methods for inclusive objects have not been established. In this paper, we will analyze the characteristics of various examples of playground equipment using Kansei engineering to understand the characteristics of shapes and uses of equipment that are likely to be perceived as inclusive, and develop a concept and design for playground equipment using an impression estimation model. The results of the design process, prototype manufacturing, demonstrations in parks, and user questionnaires are reported. In the design and manufacturing process, the target was set to “a rounded, reassuring shape with many curved surfaces” based on a feature analysis using Kansei Engineering, and the design was based on the assumption of non-planar 3D printing from the planning stage.

Keywords: Inclusivity, playground equipment, Sensory evaluation, 3D printing

## 1. 序論

近年、地域に暮らす市民それぞれの多様性を認め、誰もが自分らしく安心して暮らすことのできる「共生社会」の実現に向けた取り組みが多く地域で実施されている。自治体による支援制度や施策の拡充と共に、公園や街の広場などの公共空間においても多様な属性の人々に包摂性＝インクルーシブ性のある設えが模索されており、空間全体の計画と、そこに置かれる遊具やファニチャーなどにインクルーシブ性が求められ始めている。しかし、インクルーシブという概念が生まれ、社会に認知され始めてからまだ日が浅く、社会一般に共通認識できていないため、インクルーシブ性がある物の定義や設計手法についても確立されていない。

本稿では、この様な社会状況下で、特にインクルーシブ性が求められている遊具分野において、感性工学を用いた国内外様々な遊具事例の特徴分析から、インクルーシブ性を感じやすい遊具の形状や用途の特徴を

理解し、設計、試作品製造、公園におけるデモ、利用者アンケートを行った結果について報告する。

## 2. 先行事例のリサーチ

### 2.1 遊具事例収集

はじめに、一般に販売されている既存の遊具事例の収集をおこなった。様々なジャンルから網羅的に約 100 種を収集して俯瞰することで、おおまかにジャンルごとの共通項や、ジャンルを越境して通底している遊具形状のルールを設計者・研究メンバー自身が把握した。



Figure1 収集した遊具事例(一部)

### 2.1.1 収集事例の 3D モデル化

収集された事例の中から、比較的インクルーシブ性が高そうな事例を研究メンバーの合議にて選定し、3Dモデル化を行った。

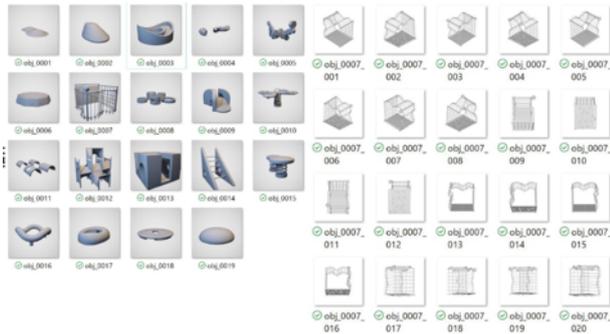


Figure2 3Dモデル化された遊具事例(一部)

### 2.1.2 印象推定モデルを用いた感性評価

3Dモデル化した遊具事例20種に対し、Multi-view CNN (Convolutional Neural Network)<sup>(1)</sup>ベースの印象推定モデルによる感性評価をおこなった (Figure3)。本モデルは、3次元形状から喚起される代表的な感性的印象(柔らかい-硬い、派手な-地味な、安定した-不安定な)と、3次元形状を仮想的な20視点からレンダリングした多視点画像群との関係を、3Dデータセットを用いて学習した印象推定モデルである。任意の3Dモデルを入力すると、印象空間へマッピングすることができる。

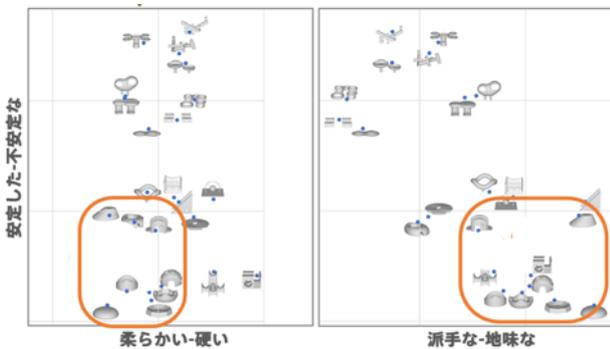


Figure3 印象推定モデルによる印象空間へのマッピング

この結果、既存遊具でも重要視される「柔らかい」という印象に加え、既存遊具であまり重視されてこなかった「安定」「地味」というエリアに、インクルーシブ性が高いと思われる遊具のデザインが集中していることが明らかになった。

## 3. コンセプト設定と設計

### 3.1 インクルーシブ性の理解と表現

現状のインクルーシブ遊具は身体的に不自由を抱える方でも使用可能なイメージが他の要素より先行して認知されていると考えた。他方、印象推定モデル上にマッピングされたインクルーシブ性の高い遊具に共通する「柔らかさ」「優しさ」を体現した形状をつぶさに観察していくと、身体だけでなく、心の側面や、あまり体を動かすことや外で遊ぶことが得意ではない方々も受け入れられ

るような心の側面におけるインクルーシブ性の大切さを強く感じ、普段遊びには公園に出ない方でも「あの遊具があるから行ける、落ち着いて公園での時間を過ごせる」と感じられる様な新しい居かたの選択肢を提供することをコンセプトとして設定した。

この指針に従って検討を重ね、柔らかな泡に包まれるような居心地を提供する「ぶかぶかドーム」というコンセプトモデルを提案した。ぶかぶかドームは常設型とせずモバイル型の遊具とすることで、特定の公園だけではなく地域内で運用がなされることを想定した。地域内での運搬には、排気ガスを出さないカーゴバイクを想定し、カーゴの内寸に収まる寸法を設定した。

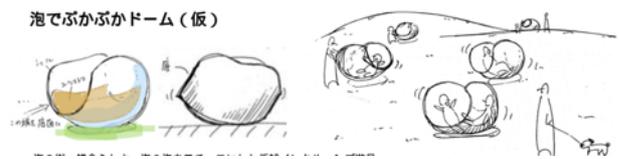


Figure4 コンセプトスケッチ

### 3.2 コンセプト設計

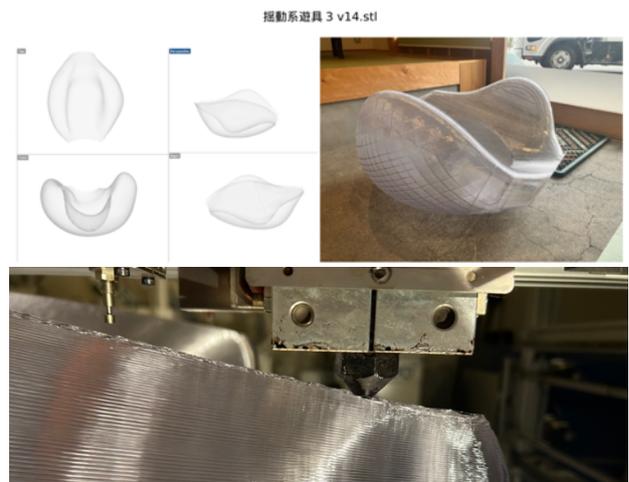


Figure5 初期設計案

体を包み込むような流線型を表現するために、3Dプリントによるノンプラナー造形を前提とし、曲面を多用する形状をモデリングした。地面と接する面の微妙なカーブの違いによって、揺れ方が大きく変化するため、コン



Figure6 印象推定モデルを活用した設計改善プロセス

セプトである落ち着いた居心地を感じられる適切な揺れ方になる様、試作を重ねた。遊具としての安全性に関しては、日本公園施設業協会が発行する安全基準<sup>(2)</sup>に可能な限り準拠して設計した。

設計した形状を、Multi View CNN によって印象推定モデル上に再配置し、形状修正のサイクルを繰り返すことで、狙い通りの感性的印象の形状に近づくことを確認し、最終設計として大きさや揺れ方の異なる 4 つのモデルを決定した。

## 4 3D プリントによる製造

### 4.1 本体の造形



Figure7 試作品製造と幼児による使用感検証

本体部分の材料には、屋外使用される遊具であることを考慮し、耐候性に優れた植物由来樹脂であるデュラビオ(三菱ケミカル社製)を採用した。3D プリントはペレット式の 3D プリンター(エスラボ社製 ノズル径 6mm, 積層ピッチ約 3mm に設定)を用いた。製作物の揺れ方や強度の最終チェックとして、幼児に実際に試してもらい、安全性を確認した。



Figure7 後加工によるエッジ部の修正

3D プリントの性質上、造形開始第一層目の立ち上がり、造形終了時に比較的鋭利なエッジが生まれてしま

う。遊具としての使用時に使用者が怪我をすることがない様、エッジをヒートガンで熱することで軟化させて手作業にて形状をなだらかに丸めた上で、曲面によく追従するテーピング材でエッジ部分にクッション性を持たせた。

### 4.2 クッション部



Figure8 クッション部品

中に入る際や揺れる際のクッションと滑り止め機能として、熱可塑性エラストマー(三菱ケミカル社製、テフアブロック)に竹の粉末を 50%配合した材料から 3D プリントしたものを用いた。厚みは 5mm 程度だがインフィルがラティス構造となっており、公園使用時に風で舞う砂埃や、靴裏についた砂を底部に留め、快適な座り心地を提供することに重要な役割を果たした。

## 5 デモ使用

デモ使用は、製作場所から徒歩圏内の公園で 2023 年 3 月の週末を利用して行った。

### 5.1 運搬



Figure9 カーゴバイクによる運搬風景

デモ使用に際し、公園への運搬には予定通りカーゴバイクを用いた。カーゴの内寸にうまく収まる様に設計していたため、運搬を効率的に行うことができた。

### 5.2 公園でのデモ使用



Figure10 公園での開発遊具の利用風景

公園でのデモは、よく晴れた週末ということもあり、2日間で子供、大人合わせて100名以上の方に体験していただいた。遊び方のバリエーションは多岐に渡り、想定した使い方で居心地を試したり、寝転がって普段見ない角度から空を眺めたりする姿が多く見られたが、本体を裏返してリクガメの様にノソノソ動き回る遊び方を試す方もいたり、製作者の想像を超えた触れ合い方を観察することができた。また、当初は保育園児程度の年齢層、体格の方の利用を予想していたが、小学生以上の利用も多く、身長の高い子供だと回転モーメントにより揺れすぎて倒れそうな場面も見られたため、今後改良の際に設計に反映させたい。

### 5.3 アンケート

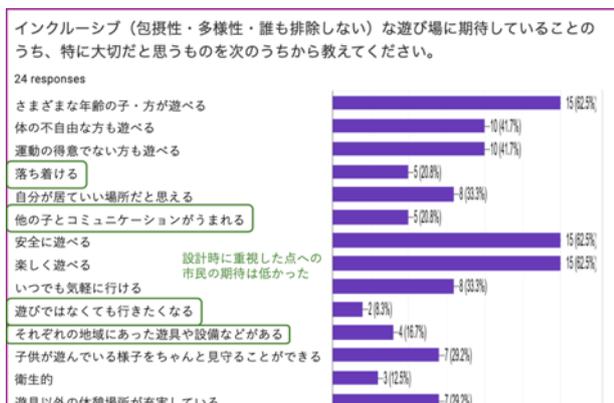


Figure 11 アンケート結果(一部)

デモ期間の2日を通して、利用者のうち無作為に選んだ親世代の29名に対し「インクルーシブな遊具」に関するアンケートを実施した。アンケートはGoogle Formを用いて、被験者自身のスマートフォンを利用して回答をいただいた。「インクルーシブな遊び場に期待していること」に関するアンケート結果では、身体的な不自由の解決や、さまざまな年齢層が共に過ごせることへの期待が強い一方、ぷかぷかドームのコンセプトであった「落ち着ける」や、「遊びでなくても行きたくなる」への期待は低かった。この結果からも、インクルーシブの対象範囲として、身体や年齢からくるバリアの解消という認識は広がっているが、心の側面については社会共通認識の形成に至っていない点を表していると考えられる。

## 6 結論と考察

今回、インクルーシブ遊具の検討にあたり、既存遊具の事例収集から遊具のデザインに通底するルールを学び、その中からインクルーシブ性が高いと考える20例について3Dモデル化した上で印象推定モデル上にマッピングを行い、インクルーシブ遊具に通底する「柔らかい」「地味」「安定」という形状ルールを発見した。インクルーシブの心の側面に着目し、公園内に新しい居方の選択肢を作り出すモバイル型の「ぷかぷかドーム」というコンセプトを提案した。設計にあたっては、遊具の安全

基準に可能な限り準拠しつつ、3Dプリント造形の特徴を活かし、既存製法では難しかった曲面を多用した形状を設計した。設計したモデルを再び印象推定モデル上にマッピングし直し、改良を繰り返すことで、インクルーシブ遊具な感性的印象を与えることができる形状に辿り着けた。製作にあたっては、試作品の幼児による使用感のテストや後加工、クッションなどの付属部品を活用し、安全で安心できる製作物とすることができた。公園でのデモ使用においては運搬をカーゴバイクで行い、モバイル遊具としての可搬性を確かめた。子供から大人まで楽しんで利用していただく中で、自由な発想による新しい遊び方や、利用対象として想定していなかった年齢層の方の使用方法を観察することができ、さらなる改良に活かす気づきを得た。

インクルーシブ性に関するアンケートでは、身体的、年齢的障壁を解消することへの期待が高まっているが、心の側面への期待はまだ低いことが確かめられた。インクルーシブという概念自体の明確な共通理解が定まっていないことも一因と考えられるので、今後の研究でインクルーシブ価値構造の理解を進め、インクルーシブ概念自体の定義化と社会への浸透を進めていきたい。

### 参考文献

1. K. Sakashita et al. "Impression Estimation Model of 3D Objects Using Multi-View Convolutional Neural Network," Frontiers of Computer Vision. IW-FCV 2022. Communications in Computer and Information Science, vol 1578. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-06381-7\\_24](https://doi.org/10.1007/978-3-031-06381-7_24)
2. 一般社団法人 日本公園施設業協会, "遊具の安全に関する基準 JPFA-SP-S:2014, 第二版", 2019年8月

### 謝辞

本研究は、JST 共創の場形成支援プログラム JPMJPF2111 の支援を受けたものです。

試作遊具のデモにあたり、実施場所のご提供にご協力いただいた鎌倉市みどり公園課様、運搬とデモ期間中の安全管理にご協力いただいた株式会社ヤマハ発動機様、遊具の使用感フィードバックと安全性チェックにご協力いただいた湯浅初晴様に、この場を借りて深く御礼申し上げます。