

**ニゲルイス：**

**座らせない椅子型デバイスによる  
インタラクションの誘発**

2020年 3月

大関 岳

**ニゲルイス：**

**座らせない椅子型デバイスによる  
インタラクションの誘発**

大関 岳

グローバル教育院

エンパワーメント情報学プログラム

筑波大学

2020年 3月

## 目次

1.	はじめに	
1.1	本論文で取り扱うインタラクション	..... 1
1.2	背景	..... 2
1.3	目的	..... 3
2.	関連研究	..... 6
3.	ニゲルイスの構成	
3.1	要求される機能と形状	..... 11
3.2	試作システムの実装	..... 14
3.3	ニゲルイスの動作原理	..... 16
3.4	改良の経緯	..... 18
4.	性能評価	..... 21
5.	観察評価	
5.1	展覧会での観察評価	..... 23
5.2	観察評価の結果	..... 24
5.3	Ars Electronica Festival 2017 での展示評価	..... 30
6.	総合的な考察	
6.1	バージョン間の比較	..... 37
6.2	アフォーダンスを用いた論考	..... 37
6.3	遊び要素	..... 39
6.4	動き方による生き物らしさの演出	..... 39
6.5	目的達成の可否	..... 39
7.	まとめと展望	..... 40
	謝辞	..... 40

# ニゲルイス：座らせない椅子型デバイスによるインタラクションの誘発

大図 岳

**Escaping Chair: inducting further interaction by the device which has chair-appearance but doesn't allow the users to sit on.**

Takeshi Ozu

In this article, we discuss the artwork about the device which has a furniture appearance and physical input and output functions. Since the chairs has most direct and frequent bodily interaction "sitting" with the users in their daily life, we decided to shape a new interaction between them by making the furniture-shaped device "Escaping Chair", which has a box stool appearance and interacts with the bystanders by trying to move away from nearby people. By doing this, the device tries to make a person unable to sit on it, stimulating their perception toward their sitting action, while also making the person consider the Chair's "personality." By doing those, we expect it to induce further interaction between users and Escaping Chair. We exhibited the Chair and collected feedback via conversation, observation and questionnaires. During exhibition, it succeeded in making subjects perceive their own movements and to feel a semblance of will in the chair during their interactions, as we planned, and even making them think alive. Also, they found its playfulness, which directly leads the users to further interaction with the device.

Keywords: device art, furniture device, anthropomorphism, physical interaction

## 1 はじめに

### 1.1 本論文で取り扱うインタラクション

本論文は、家具の外観を持ちながら物理的な入出力機能を持つデバイスを表現内容とした芸術作品と、人-人工物間における、人から人工物への働きかけを起点とする身体的なインタラクションの誘発について論じるものである。ここで、身体的なインタラクションとは、主体の全身レベルで発生する動作について、人では全身的な動作、人工物では自らの移動をその内容とする。「インタラクションの誘発」とは、使用者からの働きかけを受けた人工物の反応により、使用者の全身的な動作を惹起することを意味する。

## 1.2 背景

本研究に先立ち、4畳半の部屋に配置された家具等の生活空間内の物体を入力装置、部屋の奥に配置された CRT テレビを出力装置として用いたインタラクティブ作品「箱世界おじさん」を制作した。この作品は、古道具に魂が宿り妖怪化する物語である「付喪神絵巻」から着想を得た。「付喪神絵巻」では、道具は作られてから 100 年経つと魂が宿り、人の心を惑わす付喪神と化すとされ、付喪神による災いを避けるべく毎年新年に行われる古道具を路地に打ち捨てる行事「煤払い」で捨てられた古道具が恨みを募らせ妖怪化し、復讐を企む場面から始まる絵巻である[1]。「箱世界おじさん」の、ユーザの道具への働きかけが出力画面に映された現実と同じ配置の部屋に思わぬ影響を及ぼすインタラクション設計は、災いをなす古道具である付喪神を意識したものである。ここでの制作意図は、画面内で道具等の無生物が使用者の意図から外れた振る舞いを見せ、それらの自律性を仄めかすことで、日常的な空間における超常的体験を演出することにあった。



図1 「付喪神絵巻 2巻」 京都大学附属図書館 所蔵 より、人間への復讐を企てる古道具たち

Fig.1 Discarded tools planning revenge on humans, from “Tsukumogami – Discarded commodities will get back on human being”. Main Library, Kyoto University.

「箱世界おじさん」は、部屋の中の家具や家電製品を操作入力装置、部屋の隅に配置した CRT テレビを映像出力装置として構成され、入力装置が検知した動作に応じた映像を出力する。入力装置は Arduino UNO、3軸加速度センサモジュール KXR94-2050 及び XBee 無線モジュールで構成され、Processing で入力信号処理と出力映像生成を行う。作品の概略図を[図 2]に、体験の様子を[図 3]に示す。具体的なインタラクション内容は次の通りである。

1. 座卓

装着した3軸加速度センサの読取値による入力。テーブルを叩く・傾ける動作を検知した時、仮想空間内の座卓をひっくり返す。

2. ガスコンロ

ツマミを捻る点火動作をスイッチとし、仮想空間内のコンロを暴走させ、火柱を上げさせる。

3. トースター

挿入用スライダの引き下げをスイッチとし、仮想空間内のトースターから食パンを垂直に発射。

4. ハンガー

ハンガーを衣装かけから取り外すことをスイッチとする。掛けられた物により異なる反応を示す。

[タオル]仮想空間内の「おじさん」が入浴のため部屋から出る。時間経過で戻る。

[ジャージ]四方から小人が現れ、「おじさん」に暴力を振るう。

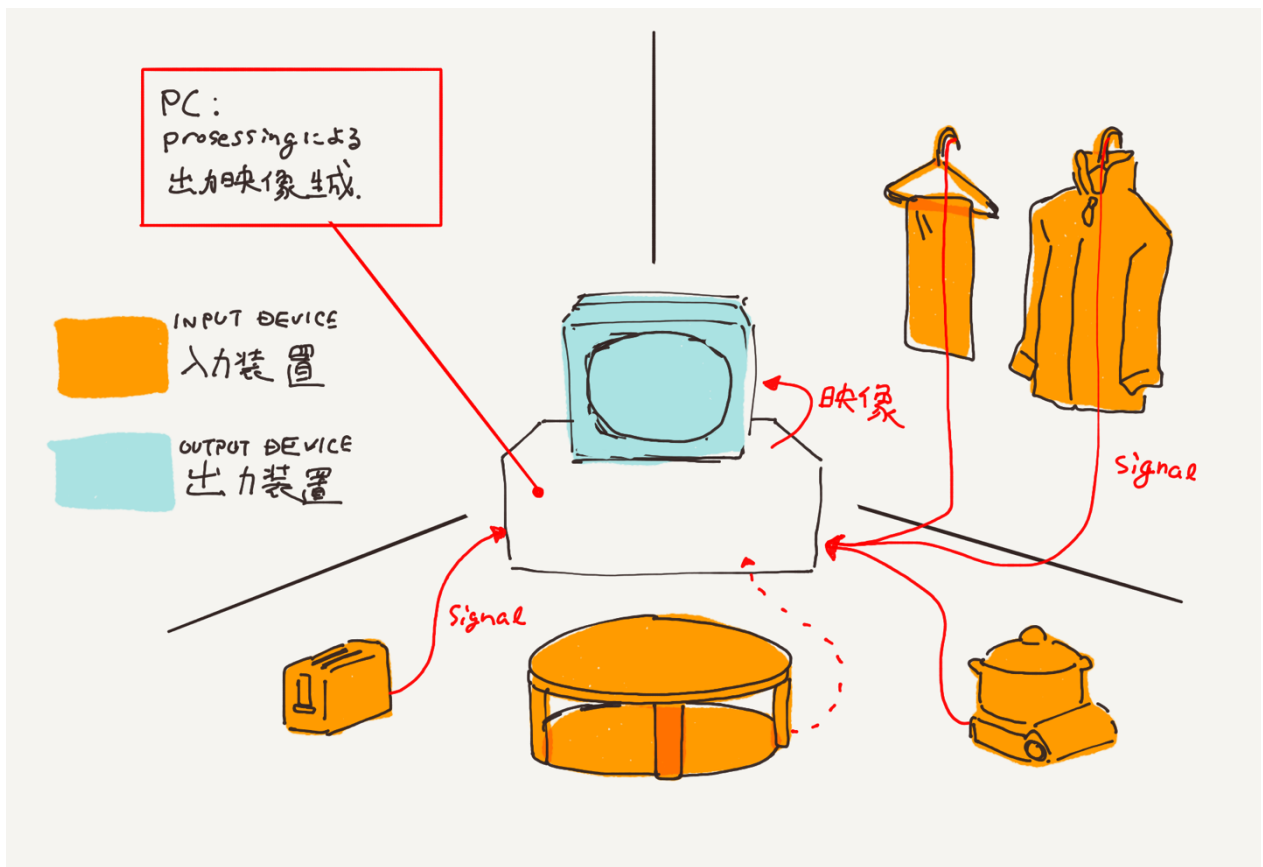


図2 「箱世界おじさん」機構概略図

Fig.2 Explanation of “Hako Sekai Ojisan”

この作品では、日常的な物体の外観を保持しつつインタラクティブ機能を付与することで、外観からの機能推測を困難にすると共に、入力動作を現実的・日常的に、画面内の反応を大袈裟なものにした。これにより、物体操作時に発生する反応と体験者の期待する反応との差が大きくなり、その意外性を以て体験者の物体へのインタラクションを促すことを期待した。また、現実の部屋空間との類似性を高めるため、展示の際には4畳半の部屋を設営し、上記の加工を行った家具・家電製

品を入力装置として配置した。これは、体験の没入性の向上を企図したものである。展示期間を通して、一つの入力装置への操作によるテレビ画面上の反応を受け、他の入力装置の反応を試す体験者の様子が見られた。これは、「他物体へのインタラクションの誘発」が発生したことを示す。しかしながら、体験者は各入力装置の操作による反応を一通り試すだけとなり、一つの入力装置に様々な形で働きかける「同一物体へのインタラクションの誘発」は発生しなかったことが、課題として挙げられる。

この原因として、二つのことが考えられる。第一に、画面のサイズ等の理由により、出力映像の没入感が不十分であること。第二に、インタラクションのコンテキストとモチーフ家具の機能(ユーザの家具への自然な動作、及び期待する結果)との距離が離れすぎており、ユーザが各入力装置に対し次に行う行為を決定できないことである。第一の問題について、解決手法として考えられる方法は二つある。一つは、映像出力装置の拡大である。展示空間へのプロジェクションマッピングや、より大画面のテレビが代表的なものである。前者では、プロジェクタで部屋空間にインタラクション映像を投影するので、実際の部屋の「照明機器を光源とした空間」を保ちつつインタラクションを実装するためのコストが大きい。また、大画面テレビの使用では、テレビのない部屋空間が成り立たず、再現可能な部屋空間の幅が制限される。部屋空間の再現コストや再現の幅の狭さを解決する実装方法としては、VR/AR デバイスの使用によるインタラクション実装が挙げられる。しかしながら、これらはデバイスの装着を要する。映像出力装置の拡大による手法では、視聴覚領域外の出力については力覚フィードバック装置等が追加で必要となり、実装コストが大きい。

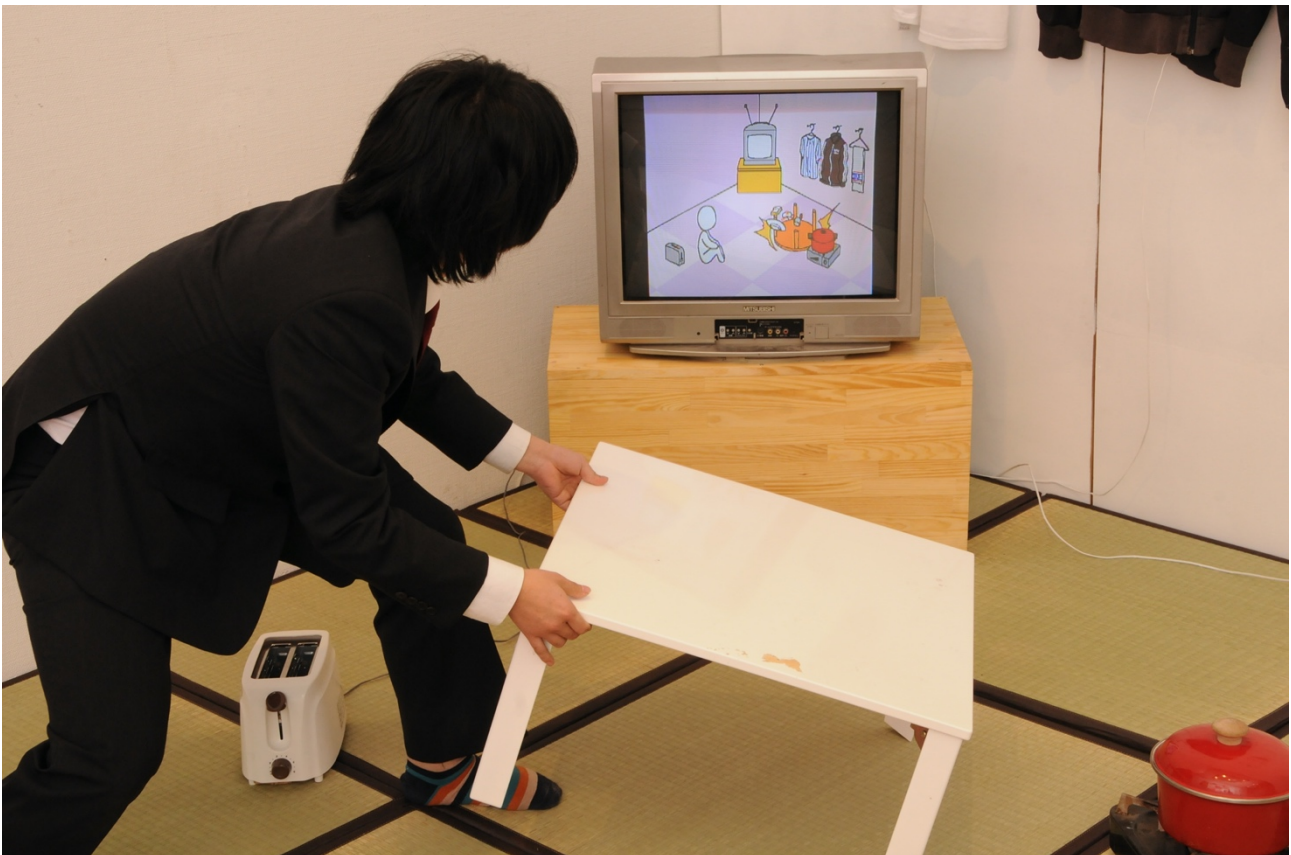


図3 「箱世界おじさん」試遊の様子

Fig.3 A person playing “Hako Sekai Ojisan”

第二の方法としては、入力装置としての日常的な物体を、体性感覚を含む体験の出力装置としても利用する手法がある。この方法では、個々の日常物体に出力装置を含んだシステムを実装する必要があるものの、日常物体自体の駆動等での体験出力が実空間で行われるため、空間に現実の部屋感を再現するコストは極めて小さい。

“現実の部屋感の再現”及び“マルチモーダルなフィードバック”の観点から検討し、第二の方法を採用し、日常的な物体の外観を持ちつつ、インタラクション装置として入力機能と出力機能を併せ持つデバイスの作成を行う。体験の没入性の観点から、日常的な物体の中でも使用時の動作が全身的である家具を入力装置の外観として採用し、当該デバイスを「家具デバイス」と呼称する。インタラクションのコンテキストと、モチーフとされる家具の機能との差については、家具の機能を前提とするインタラクション設計により、その解決を図る。家具デバイスの仕様をまとめると、以下の通りである。

- ・入力装置と出力装置を搭載する。入力装置は、家具への自然な動作を読み取る。入力装置・出力装置によるインタラクションは、家具本来の機能を前提とする。

次に、使用する家具の選定を行った。元来入出力機能を備えている家電製品を除いた家具は、次のものが挙げられる。

- ・机・椅子・ベッド・布団・化粧台・箆笥・棚

この中で、インタラクションの頻度が最も高いものは、椅子と机である。家具の機能を踏まえたインタラクション設計にあたって、出力装置がもたらす動作もまた家具の機能を前提としたものである必要がある。生活空間におけるテーブルは、模様替えなど特別な場合を除き動くことがないのに対し、椅子は使用者の都合に合わせて頻繁に移動させられ、より容易に動かすためのキャスターを備えた椅子が普及しているほどである。この椅子の「動く」ことへの親和性は、家具本来の機能を前提としたインタラクションを設計する上で不可欠なものである。以上の点を踏まえて、椅子をモチーフとした家具デバイスである「ニゲルイス」の制作を行った。ニゲルイスは、近づこうとする人間から逃げようとする家具デバイスで、接近する人間を感知したとき、座られまいとして逃走する。

### 1.3 目的

「ニゲルイス」の第一のねらいは、座るという行動を逆説的に際立たせ、新たな気付きを与えることである。先述の動作により、ニゲルイスは普段無意識に行われる「座る」行動をユーザに意識させ、何を意味するかのようなユーザの知覚を補強することをねらう。座る行動を再認識することによって、ユーザは多様な座り方を試し、その結果身体運動を惹起する。

ニゲルイスの第二のねらいは、椅子の振る舞いに擬人的要素を認識させることである。このデバイスは単純な機能を持った機械で、意志の存在しない無生物であるが、ユーザがニゲルイスとのインタラクションを通じてその中に意志のようなものを感受し擬人視を行い、新たなインタラクションの誘発を起こすことを目的としている。



## 2 関連研究

芸術表現としての家具という視点で考えると、古くから工芸品としての高級な家具は装飾芸術の場とされてきた。20世紀以降においては、家具そのものを主題とした芸術表現が行われた。例えば、座ることを拒否する椅子[5] [図 4]等の家具本来の機能を消去する作品が見られた。メディアアートの題材としても、家具は広く使用された。それらは機械・電子部品を内蔵し、動的な振る舞いを見せた。Robotic Chair[6][図 5]、ChairWalker[7] [図 6]、Balance From Within[8] [図 7]がその例として挙げられる。これらは、動き自体を見せることを目的とし、人との相互作用は主題ではない。インタラクティブなものとしては、箱世界おじさん[図 3]、RoboStool[9] [図 8]、The Table[10] [図 9]、Remote Furniture[11] [図 10]などがある。しかしながら、これらは、家具の利便性を補強するもので、人と家具との新たな関係性を提案するものではない。



図4 岡本太郎「座ることを拒否する椅子」

Fig.4 Taro Okamoto. “Chair Refusing to Seat Anyone.”



図5 Max Dean and Matt Donovan. “Robotic Chair”

Fig.5 Max Dean and Matt Donovan. “Robotic Chair”

ニゲルイスは、座る瞬間に椅子が「逃げる」という椅子の持つ機能と対立するインタラクションを行うことで、その本来の機能や、体験者自身の「座る」行為そのものを際立たせることを第一のねらいとしている。このようにデザイン本来の目的を逆説的に際立たせることは新たな表現につながるものである。その例として、操作入力に対して予想外の結果を対応付けることをモチーフとした一連の映像作品である「思ってたんとちがう | デザインあ」[12]があげられる。

ニゲルイスは、人から逃げるといった動作で意図を読み取らせ、擬人視をさせることを第二のねらいとしている。Heider, F. らの心理実験[13]が示す通り、生物的な外観を持たない単純図形であっても人はその動作に意図を読み取る。この実験は図形による一連のアニメーションを見せ、被験者にその出来事を説明させるものであったが、ニゲルイスはユーザをインタラクションに関与させることを前提としている。また、掃除機ロボットに名前を付けてペットのように可愛がるという行為を分析した知見もあるが[14]、本作品はインタラクションの対象に親密感を持たせることは意図していない。

作品・ユーザ間のインタラクションを通して意志の存在を認知させる関連作品としては、Pelat[15]が挙げられる。これは、意図的に「おぼつかなさ」を演出することによって、人との相互作用を誘発する。また、デバイスの擬人視の発生についての関連作品としては、人の歩行動作に呼応して自身を動かす複数のタイルから成るデバイスアート作品 CirculaFloor が挙げられる[16] [図 15]。この作品は、人の歩行軌道を予測しタイルが先回りすることでデバイス上での歩行を実現するが、体験者は、タイルが人を迎えに来る様子に「けなげである」という感想を持ち、システム開発時に意図しなかった擬人視が発生した。これらとは異なり、ニゲルイスはユーザの接近を検知して逃げ、座る動作を行う人が持つ「今座ろうとしている対象は静的な物体である」という期待を裏切ることで自身のコミュニケーションの主体としての存在を強調する。また、座ろうとする人から逃げる機能から、「いたずらっぽい」性格の認知を意図している。



図6 Youngkak Cho et al. “ChairWalker”

Fig.6 Youngkak Cho et al. “ChairWalker”



图7 Jacob Tonski. "Balance from Within"

Fig.7 Jacob Tonski. "Balance from Within"



图8 Steve Norris. “RoboStool”

Fig.8 Steve Norris. “RoboStool”



图9 Max Dean and Raffaello D'Andrea. “The Table”

Fig.9 Max Dean and Raffaello D'Andrea. “The Table”



图10 Noriyuki Fujimura. "Remote Furniture"

Fig.10 Noriyuki Fujimura. "Remote Furniture"



图11 Hiroo Iwata et al. "CirculaFloor"

Fig.11 Hiroo Iwata et al. "CirculaFloor"

### 3 ニゲルイスの構成

#### 3.1 要求される機能と形状



図12 逃走を試みるニゲルイス

Fig.12 A photo image of the Escaping Chair, trying to run away

ニゲルイスは、座る動作に反応して逃走する。具体的には、座ろうとする者が接近を停止し、180度方向転換して腰を下ろす動作を行う間に座られない範囲に移動しなければならない。この機能を満たすため、物体の接近を検知する測距センサを用いることにした。ニゲルイスへの「座る」動作を分解すると、1 イスへ向かい歩く「接近」、2 接近を停止し臀部を向ける「転回」、3 臀部を座面へ降ろす「姿勢遷移」、4 「着座」の4つの状態に大別できる。測距センサの配置は、臀部を検知する垂直方向上向きの配置と脛脛部を検知する水平方向横向きの配置を検討した[図 13]。前者では「姿勢遷移」の途中で対象者の臀部を検知することになり、イスの移動に与えられる猶予時間が1秒未満と短く、また検知対象者もその動きを止められなくなり後方へ転倒することが危惧された。そのため、ニゲルイスではより逃走までの時間的余裕のある後者の仕様を採用した。この場合、検知は「接近」終了から「転回」中に行われ、ニゲルイスの移動猶予時間は2秒程度に延びると同時に、イスに逃げられた対象者の姿勢回復もより安全に行える。加えて、この構成では、イスの各辺にセンサを配置することで周辺の物体検出の機能も持たせられる。駆動部に負担をかけない緩やかな加速を行うことを意図し、移動速度はセンサの検知距離に比例している(第3節に詳述)。

駆動機構に関しては、ニゲルイスの使用状況として、展覧会等で来場者に試してもらう状況を想定した。このとき、展示空間は壁や段差等でニゲルイスの動作範囲を制限するとともに、全方向からの複数の来場者のイスへの接近を許容する空間を想定する[図 14]。この場合、全方向からのインタラクションと異なる複数の方向からの同時接近への対応を考える必要がある。全方位置移動と回転運動を伴わない方向転換が行える駆動機構としては、Tetiana らの家具に振動を与えて駆動させる機構[図 15][17]があるが、今回の使用状況において要求される敏捷性を持つものではない。与えら

れた猶予時間内に動作を完了させるため、ニゲルイスの駆動機構にはオムニホイールを駆動輪とする機構を採用した。また、複数方向からの同時接近に対しては、各測距センサが検知した距離からニゲルイスの移動方向を合成する処理を行っている。対辺のセンサが同時に物体を検知した場合、イスは物体が検知されていない方向に移動する。ニゲルイスは家具デバイスであり、一目見たユーザに家具だと認知させるため、外観を可能な限り家具に近づける必要があった。このため、ニゲルイスの外装材は既存の椅子を使用したものとなっている。外装材用の椅子選定時には、その形状と材質を基準とした。ニゲルイスは全方位からのインタラクションを想定したため、背もたれや肘掛などのイスに座る方向を制限する形状は候補から除外された。

図13 ニゲルイス設計のための座る動作の分解(上)と、測距センサの最適設置箇所の検討(下)

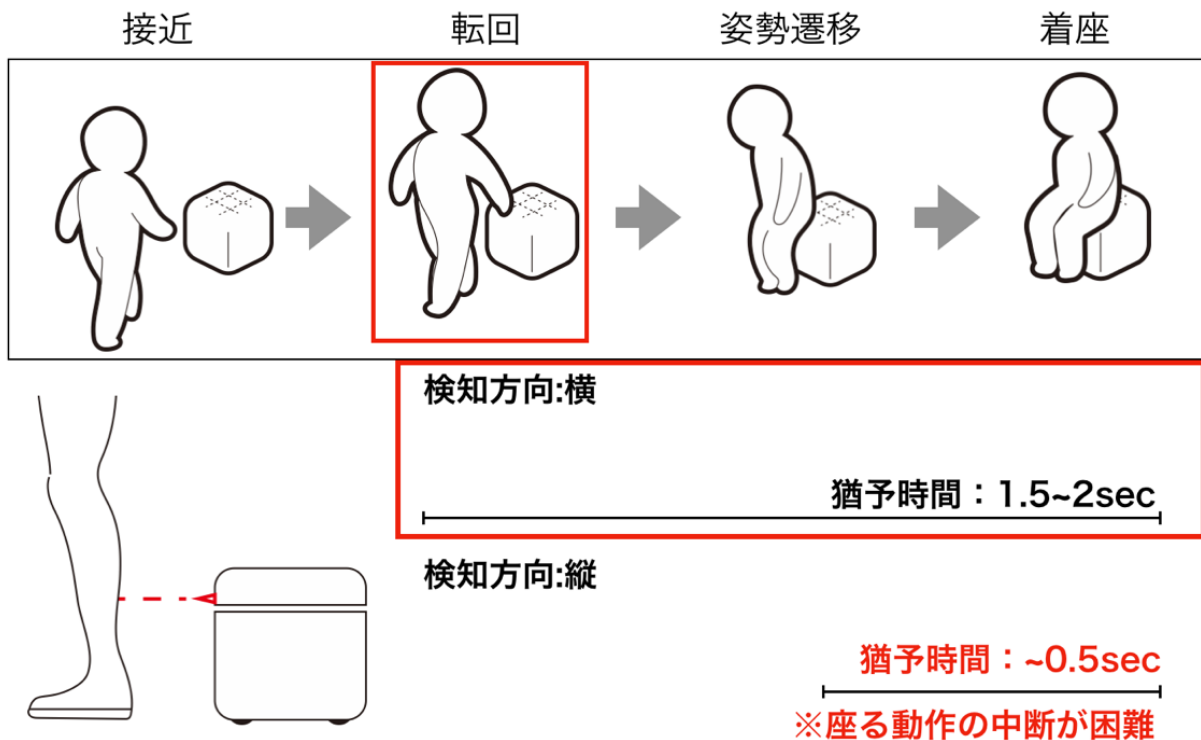


Fig.13 The decomposition of sitting motion(above) and optimization of placement of the distance sensor for detecting the user's motion

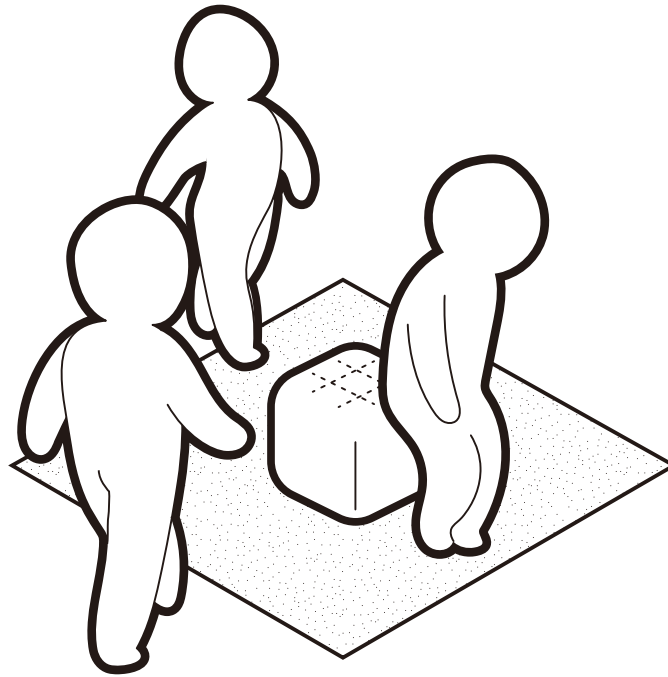


図14 想定されるニゲルイスの設置環境

Fig.14 Expected environment that the Escaping Chair will be placed

座面の形状としては、一般的な椅子によく見られる四角形及び円形の座面が考えられた。円形の座面は四角形の座面と比べて進入角度に関わらず体験の平等性が高いが、これはユーザが全ての進入角度で同じ体験を得られると期待することにつながり、センサの実装上発生する死角等により体験が得られなかった際、ユーザの納得が得られ難いことが危惧される。これに対して、四角形の座面には、辺と角という図形上の特徴があり、実装時に発生するセンサの死角を角などの特徴的な部分に集中させることができ、期待したインタラクションが得られなかった場合においてもユーザのインタラクションへの納得性がより高いと期待される。また、角から座る行為は、通常無意識に行う「座る」行為とは大きく異なるものであり、ユーザに「座る」自己動作を知覚させることに寄与することが期待される。以上の点より、ニゲルイスの座面は正方形となり、外装材の椅子は背もたれのない箱椅子を選定した。箱椅子の色と質感については、ベージュ色の布張りとした。





図15 Tetiana らの振動を用いた駆動機構

Fig.15 Tetiana Parshakova, et al., “Ratchair: Furniture learns to move itself with vibration”

### 3.2 試作システムの実装

実際の構成は次のとおりである。処理装置として Arduino Mega\*1、測距センサーとして超音波測距モジュール\*4、駆動装置として DC モータに直結したオムニホイール\*4 を使用している。センサはニゲルイスの天蓋の縁各辺中央部に一つずつ設置されている[図 16]。これは閾値を 50cm に設定してあり、閾値内に物体が接近した際、処理装置が物体の近さに比例した信号を生成する。各方向から来た信号は合成され、イスを検知した物体から遠ざけるようにモータを作動させる[図 17]。例えば、隣接した二辺のセンサが接近を検知した場合、イスは斜め方向に逃走する。また、対面する両辺で接近を検知した場合、物体が検知されていない方向に移動する。いずれの場合も、イスは直線軌道で移動し、検知中は最大許容速度まで加速を続ける。周囲に物体が検知されなくなるとモータトルクを 0 にし、ニゲルイスは停止する。超音波測距モジュールは HC-SR04 を使用している。これは 2cm から 400cm までの非接触測距が可能で、分解能は最小で 3mm である。それぞれの測距センサには 40~50cm までの測距を行うために十分な 4ms の稼働時間が割り当てられており、モータへの信号出力や信号統合等の処理を含めた全周計測には約 75ms を要する。計測の際の物体検知範囲は[図 18]の通りであり、図中の三角形に囲まれた領域の物体を検知する。検知領域については、対象者が振り向いて座るという動作を行うときに脚が検知領域内を通過するようにセンサを配置した。駆動装置としては、オムニホイールには TD80 シリーズオムニホイール (φ80mm) を、DC モータには TAMIYA540 シリーズ ギヤードモータ(ギア比 20:1、813rpm)を用いている。全ての電

子パーツは外装材である箱椅子の内側に収納されており、この外装材の大きさは幅 39cm\*奥行き 39cm\*高さ 40cm である。

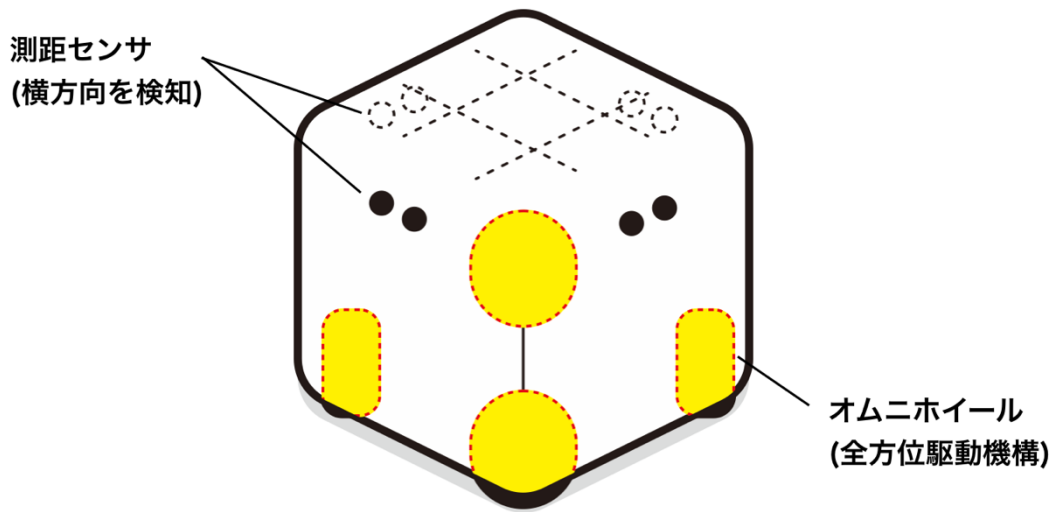


図16 ニゲルイス実装の概要

Fig.16 Implementation of the Escaping Chair

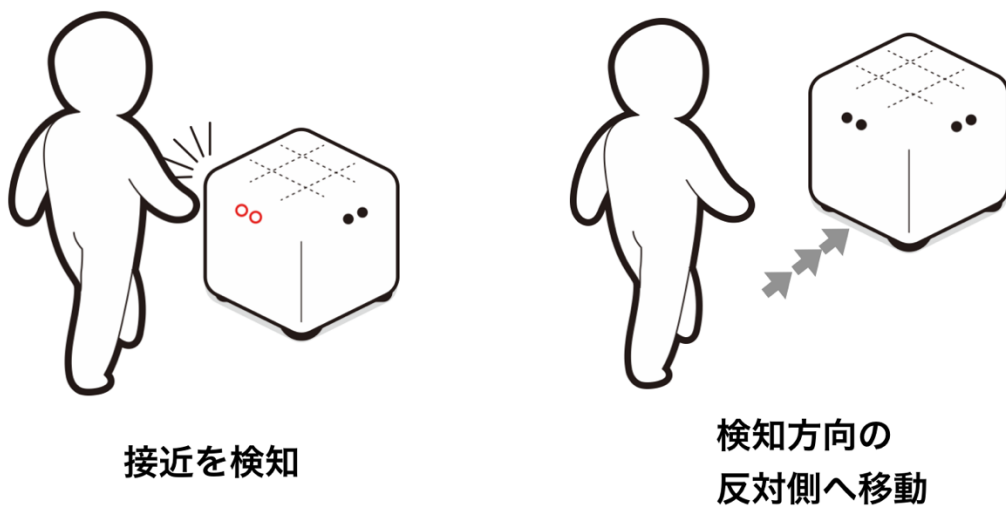
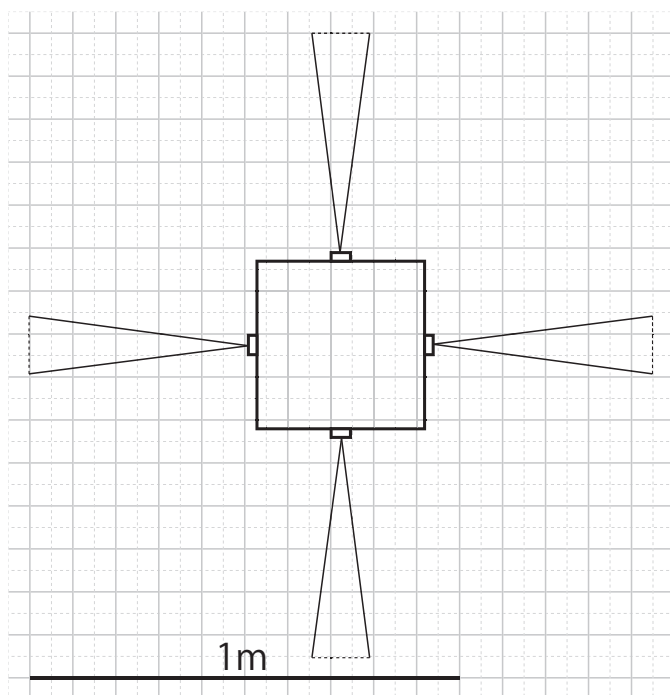


図17 ニゲルイスの逃走機能の概要図

Fig.17 The function of the Escaping Chair



## 検知する動作

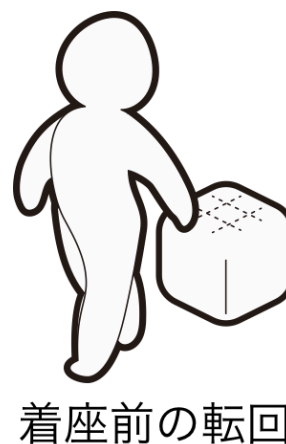


図18 ニゲルイスの検知範囲(左)及び、検知する動作(右)

Fig.18 Detection range of the Escaping Chair(left) and the motion expected to be detected(right)

### 3.3 ニゲルイスの動作原理

ニゲルイスの動作は、人との距離に対応して決定している。対人社会心理学では親しい人同士が対話する場合の両者の距離を「密接距離」と呼んでおり、それは45cmとされている。ニゲルイスは、体験者をこの密接距離に入れさせないように逃げるように動作設計を行った。また、この動作設計では横向きに配置された距離センサーの閾値以内の物体検知をトリガーとしているので、周囲の物体を検知して衝突を防ぐほか、通り過ぎた人間に反応して移動を行い、彼らに自身の存在を知覚させて体験に誘い込む副次的効果をも意図した。

後述するようにニゲルイスは段階的に開発を行っているが、初期版とその次の改良版においては、体験者の距離が40cm以下になったら、モータに最大の駆動力をかける、という単純なアルゴリズムでプログラムを実装した。これを式で書くと次のようになる。

$$d \geq 40 \text{ のとき } T_m = 0$$

$$d < 40 \text{ のとき } T_m = T_{max}$$

d: 距離センサによる人の検出距離(cm)

T<sub>m</sub>: モータトルクの指令値

T<sub>max</sub>: 安定して走ることができる最大の指令値

後述する展覧会での観察評価にて、上のアルゴリズムから生成されるニゲルイスの動作に対し、「機械的である」との感想を得た。これは体験者にニゲルイスを擬人視させることへの妨げとなるため、ニゲルイス最終版においては、密接距離に近づくとその近さと比例して速度を増すという、体験者との距離関係をより細かく反映した挙動を実装した。この調整により、ニゲルイスの加減速が徐々に行われるようになるほか、検知閾値付近では僅かに後ずさり停止するといった動きが可能となり、機械的な印象の減少が期待されるほか、生物的な印象を付加することが期待される。密接距離からの離脱を考え、距離 40cm 以内では最大速度で動作をさせ、それ以遠では距離に比例してトルク指令値を減少させる設定とした。距離センサの反応閾値を 50cm としているため、それ以上の距離の時は  $d=50$  としている。これを式で書くと以下のようになる。

$$d \geq 40 \text{ のとき } T_m = (50 - d) T_{max} / 10$$

$$d < 40 \text{ のとき } T_m = T_{max}$$

この式で表されるアルゴリズムによるニゲルイスの動作結果の例を[図 19][図 20]に示す。[図 19]はイスへの座る動作前転回時の脚の振りをニゲルイスが検知した場合の動作を、[図 20]はイスに 50cm 毎秒での接近を試みた場合に発生する動作を表している。黄色線は検知距離、青線は移動速度、緑線は移動距離を示しており、ニゲルイスが体験者のインタラクションの方法に応じて異なる挙動を見せていることがわかる。

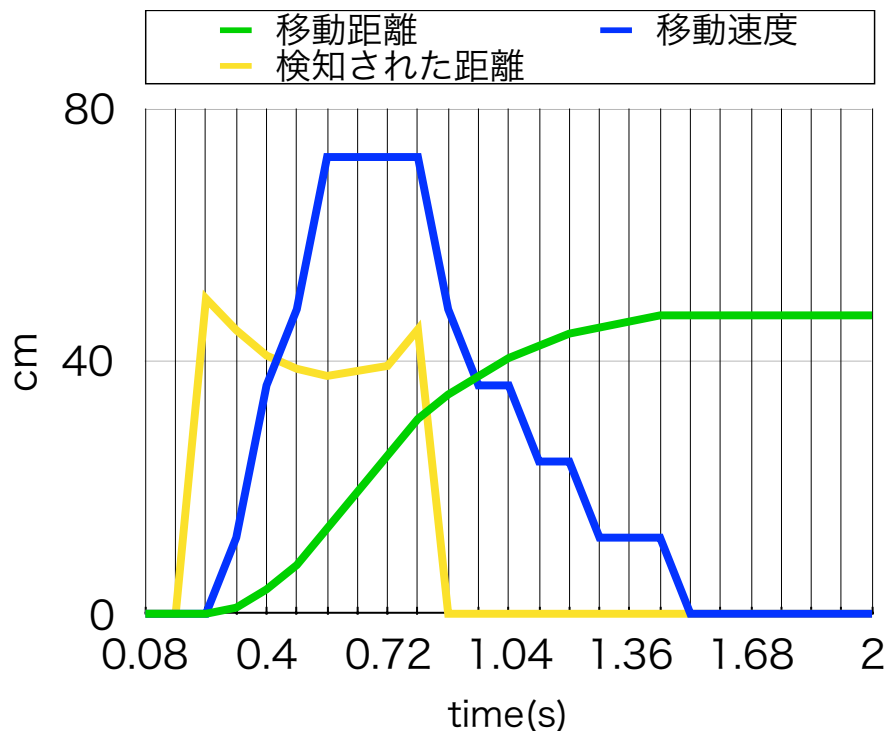


図19 座る動作前転回時の脚移動を検知したイスの動作

Fig.19 Simulated movement of the chair, detecting the legs of the person who tries to sit

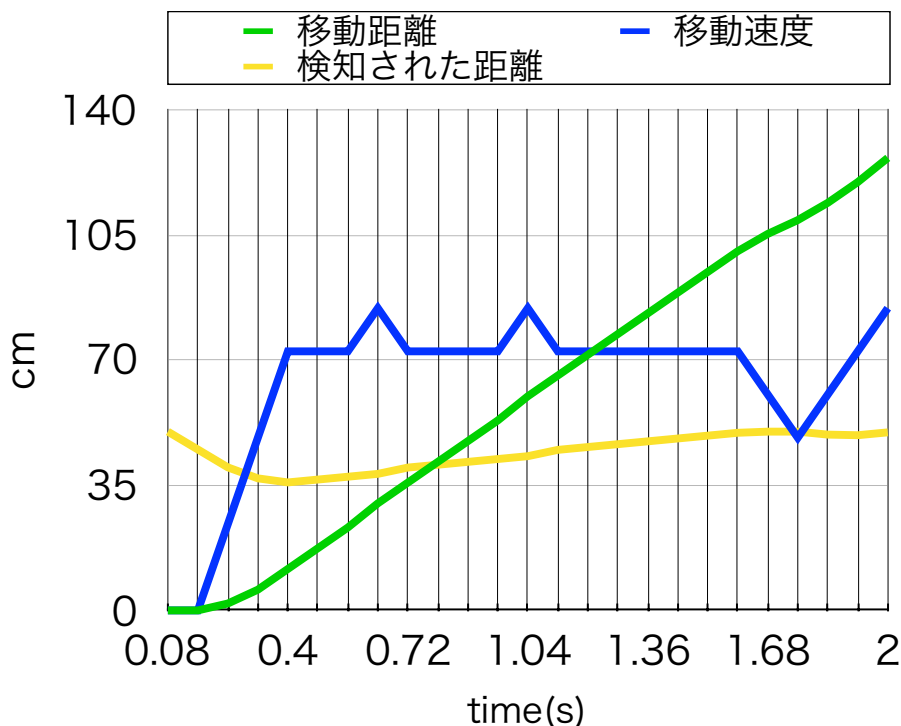


図20 50cm 毎秒での接近を試みた場合のイスの動作

Fig.20 Simulated movement of the chair, detecting a person approaching at speed of 50cm/sec

### 3.4 改良の経緯

製作の試行錯誤の過程を通して、ニゲルイスは段階的に発展した。このため、ニゲルイスは大別して3つのタイプがあり、それぞれが異なる駆動・荷重分散方式であるものの、センサは先述したものを共通して使用している。

#### 【ニゲルイス V0.1】

駆動機構として RA250015-58Y91 ロボサイト ギヤードモータ(ギア比 15:1)及び 4571398310089 なめらかオムニホイール(φ55mm)を使用した。当初作成した初期版には荷重分散システムが無く、座られるとシャフトが折れる欠陥があった。また、ニゲルイス初期版と改良版では、動いていない時のみ周辺環境を知覚しており、動作パターンは[40cmの閾値内に物体を検知した場合、一定の速度で1秒間逃走する]という単純なものであった。この動作パターンはニゲルイス最新版の2016年10月にエンパワースタジオで展示されたバージョンまで使用された。

#### 【ニゲルイス V1.0】

荷重分散装置を装備した改良版。装置は4つのバネと4つのボールキャスターにより構成されており、通常は地面との間に10mmの隙間がある。座られるなどして8kg以上の荷重がかかると、バネが縮んでボールキャスターが接地し、荷重を分散することでモーターシャフトの破損を防ぐ。ボールキャスターはそれぞれ30kgの耐荷重があり、一輪が接地していない場合でも、体重80kgの成人男性を十分に支えることができる。イスの外観を維持するためにこの機構は隠蔽の必要があり、

イス底面内側 50mm に張られた布がその役割を果たした。この布は荷重分散機構への効果的な荷重伝達の役割も果たした。しかしながら、この装置自体の重さのため、ニゲルイス改良版は初期版と比較すると速度が低下しており、素早い動作で座ろうとする人には容易に座られてしまう問題を抱えていた。

#### 【ニゲルイス V1.1】

ニゲルイス最新版は駆動機構が強化されており、第3節で述べられたものになっている。これによりイス最新版は以前のバージョンと比較して高速な動きが可能となり、このイスに対するすべての着席動作を失敗させることも可能である。しかしながら、この機構は全力での駆動を行うとオムニホイールが脱輪する場合があります、安定稼動のため出力は最大でも全速の75%にとどめている。駆動機構の強化に伴い必要な空間も増大しているため、荷重分散機構は荷重を直接外側のフレームに伝達するように変更されている。ニゲルイス最新版では常に周辺環境を知覚しており、移動中でも進行方向を変えることができる。ただし、意図的な回転は行わず、回転方向の姿勢は可能な限り一定を保つようにしている。



図21 最新版ニゲルイスの外観

Fig.21 the newest Escaping Chair



図22 ニゲルイスの駆動部、及び荷重分散機構

Fig.22 Driving system and load dispersion system of the Chair

## 4 性能評価

展示に先立ってニゲルイスの逃走性能を評価するため、筑波大学「ラージスペース」内に設置されたモーションキャプチャシステムである OptiTrack Prime41 を用いて位置計測を行った [図 23]。青線は腰の高さを表し、この値が下がることは人が座る動作を行うことを意味する。緑はイスの移動距離、黄色は腰とイスの水平距離を表している。剛体認識用のマーカーは人の腰部背面(pB)およびイスの座面(pC)にそれぞれ設置し、イスに接近した後に転回して座るというニゲルイス体験時に想定される典型的な動作を行った。ラージスペースの床材は体育館の床面等で用いられるスポーツコートが使用されている。

計測部位：

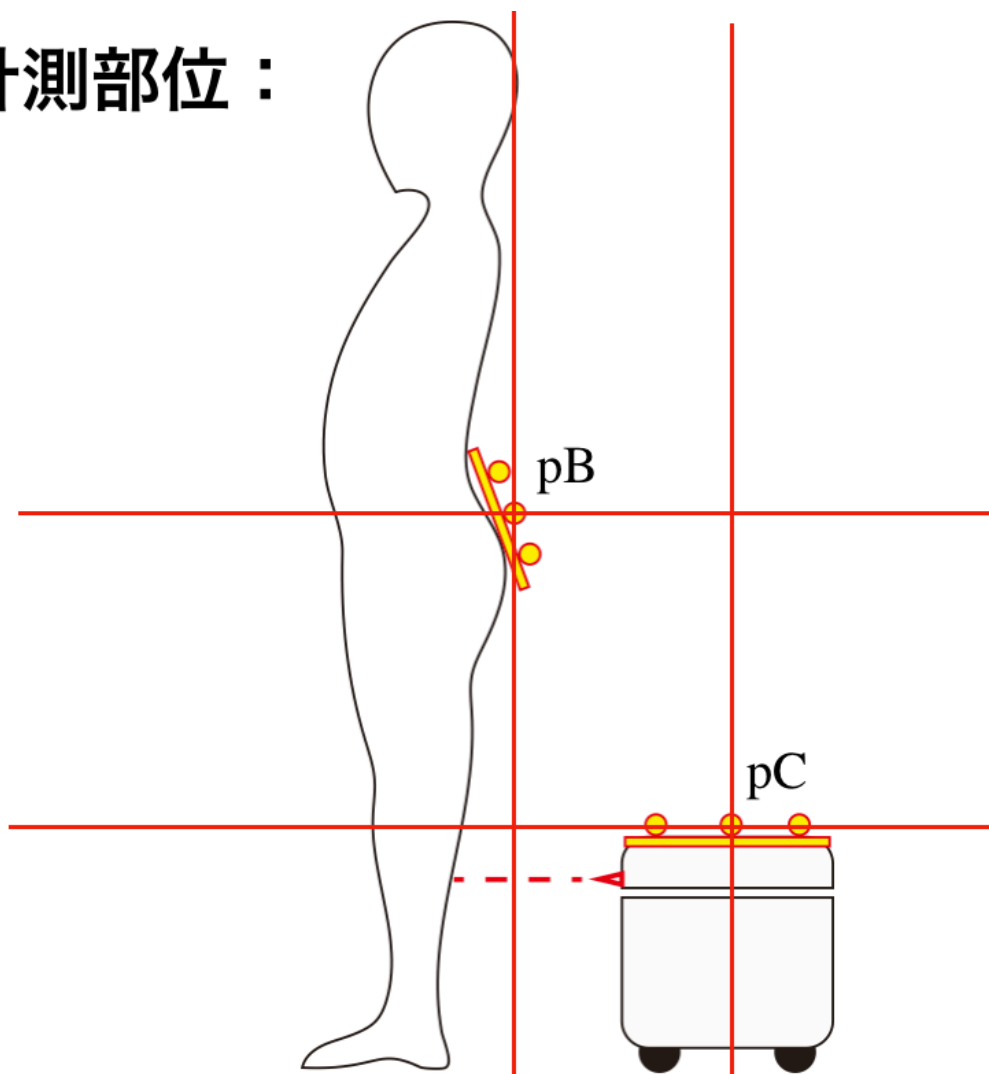


図23 モーションキャプチャのための剛体認識マーカー設置位置

Fig.23 The placement of rigid marker for the motion capture system



計測結果[図 24]から、座面と腰部背面との水平距離が 50cm を下回った 0.75 秒時点でイスの移動が始まり、座る動作の終了時に約 30cm 移動したことから、座面と腰部背面との水平距離が座る動作開始時を最小値として 40cm 以上に保たれたことがわかる。人が箱イスの座面中央に腰を降ろす場面を想定すると、座られないためには座面中央から座面淵までの距離 20cm が求められる。このことから、ニゲルイスは座らせない動作を実行するための十分な性能を備えていると言える。

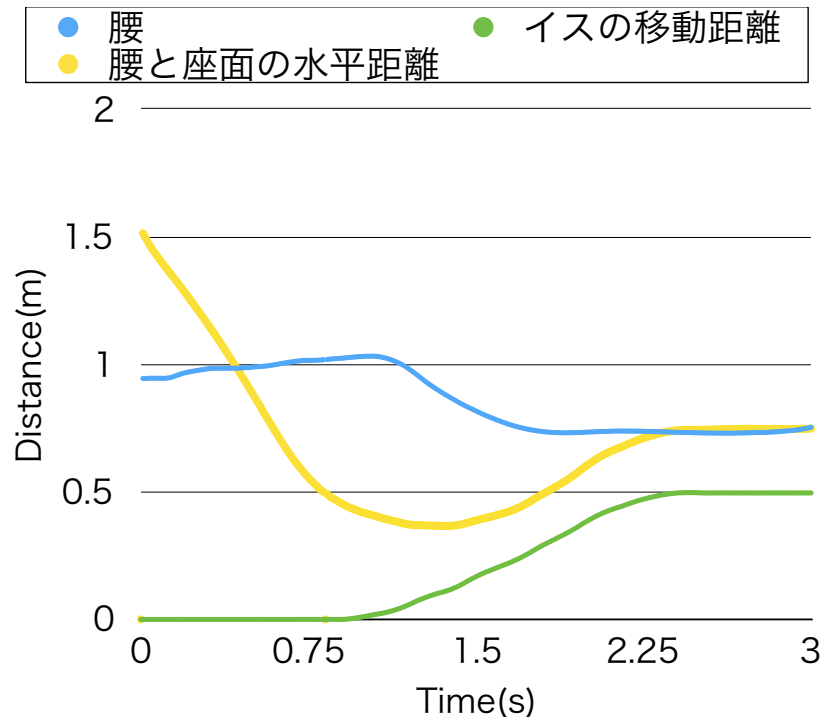


図24 人の動作とニゲルイスの動きの関係

Fig.24 Monitored movement of the Escaping Chair and the person who tries to sit on it

## 5 観察評価

### 5.1 展覧会での観察評価

ニゲルイス初期版は2015年12月につくばメディアアートフェスティバルにて、改良版は2016年5月にDevice art Montrealにてそれぞれ展示された。展示期間中、来場者のニゲルイスとの行動および表情の観察を通じてフィードバックを得る観察評価を行った。観察は、つくばメディアアートフェスティバルでは毎日1時間ずつ、Device art 展では来場者の集中するオープニングセレモニーが行われる5月12日の午後6時から午後8時の間に実施した。来場者はキャプションによりイスが逃げることを事前に知らされている。

この観察期間を通じて見られた現象として、イスが逃げたことにより座ることに失敗した来場者がそのことに対して不思議がったり、座るだけでなく手で触れることによりイスとコミュニケーションを図ったり（子どもによく見られた）、イスが逃げる間それを追いつける様子が挙げられる。以上のことから、ニゲルイスはユーザの自身の行動に対する知覚を意識するとともに、イスに対する擬人視をしたと考えられる。特に、イスの追跡を続ける事例に関しては、このデバイスが肉体運動を促進する機能を併せ持つ可能性を示唆している。そのほかに見られた現象としては、イスに実装されている2方向からの接近に対応する機能に関して、こちらから伝えることなく試した参加者のグループ（成人男性2名、イスも反応した）がみられた。また、子どもがイスとのインタラクションを試みる時間は、大人と比較してかなり長いことがわかった。彼らの体格では、座ろうとする時逆にイスを押しすぎてしまい、その逃走を助ける場面も見られ、子供と大人のインタラクションを続ける時間の違いに関しては、イスと体験者のサイズ比が異なることで発生するインタラクションの質の差のほか、子どもたちがニゲルイスをイスではない不明の物体として捉えている可能性もある。ニゲルイスの外観が背もたれのない箱椅子で、一般的な椅子と比べて抽象的な形状をしていることが理由として考えられる。

#### エンパワースタジオでの観察評価

ニゲルイス最新版は、2016年10月12日にエンパワースタジオに展示され、来場者からのフィードバックを行動の観察及びニゲルイス体験中・体験後のインタビューにより収集した。ニゲルイスへの反応をより編集されていない状態で取得するため、インタビューは全て口頭で行った。この際、観察対象となった全ての来場者は、体験前にニゲルイスが近傍の人から遠ざかる機能を持つことを説明されている。また、2017年1月から2月にかけて、同様の観察評価をエンパワースタジオにて行った。この際、被験者には上記の内容に追加して、体験前彼らの持つ通常の椅子への印象について聴取し、体験後にその変化の有無を確認した。

## 5.2 観察評価の結果

10月の観察実験では6グループ/10人に聴き取りを行い、彼らのニゲルイスへの振る舞いを観察した。得られたコメントをまとめると、ニゲルイスの詳細な情報を持っていた一部の体験者は、イスに対してより機械的であるという印象を持った。対照的に、それ以外の体験者は概してイスに性格や意図を感じると答えた。ある体験者は、「ニゲルイスが人を座らせるという椅子本来の義務・機能を捨てているところに意思を感じた」と述べた。また、イスが全方向から包囲され、脱出しようとしている様子を見て「可哀想だ」と同情を示した人々もいた。さらに、イスの座面を軽く撫でる動作も観察された。得られたコメントと反応から、体験者がニゲルイスとのコミュニケーションを通して擬人視を行い、イスに共感したと考えられる。

振る舞いの観察では、多くの体験者・来場者がイスの動きに興味を示したことがわかった。ニゲルイスは一定の距離内の物体に反応して動くため、椅子の前を通り過ぎようとした来場者にも、不意なイスの反応に興味深く観察する人々が見られた。また、椅子が動いたときの反応の大きさと訪問者の姿勢/方向との関係を観察した。体験者が椅子の方を向いていた時は、彼らは単に椅子の動きを目で追うのみであったが、実際に座ろうとした場合では、イスに逃げられて座りに失敗し、イスの移動した方向を振り向くという肉体的な動作に加えて、イスの反応を笑うなどの感情的な反応も確認された。この反応は、本作品が意外性によって人を楽しませるという側面があることを示している。この特徴は「勝手に入るゴミ箱」[18]のような作品に共通するものを見ることができる。また、展覧会での展示の時と同様に、ニゲルイスを追い続ける体験者の様子も確認された。これらの観察により、体験者は実際に椅子に座ろうとする中で自分自身の座り動作を意識したと考えられる。

1月の観察実験では21人にニゲルイスを体験してもらい、感想の記録を行った。そのうち19人については体験時の振る舞いを録画により記録し、分析を行った。映像記録より、体験者のうち7名において、ニゲルイスに対して角から座ろうとする斜め方向からの着座試行が確認された。これは、座面設計時に方形座面を選択した際に期待された行為である。

体験者の印象的なコメント群は[表1]及び[表2]の通りである。[表1]より、肯定的なコメントとしては、「可愛げがある」、「お茶目な感じ」、「萌え要素と言ってもよい」等の情動的なコメントが目立った。また、「一緒に遊んでいるような動き」、「(座れると)達成感を感じる」、「ハンドパワーを送る感じで遊んでいて、その通りに動いてくれたので嬉しい」等、遊びに関しての印象を強く感じた者も多かった。他には、「普段のイスを信頼しているのだなと発見した」、「優しく扱ってあげようと思った」等のコメントが得られた。一方で、否定的な感想として、「かわいそうだった」等のニゲルイスへの共感を示す回答や、「嫌がられた」のようなニゲルイスの感情の推測を試みる回答も見られた。また、イスの動きに対して「反抗的だ」、「信頼感がないからうざい」と答えた者も居たほか、「どんくさい」や検知範囲が狭いと口にするなど、単純にニゲルイスの性能面での不満を指摘する者もいた。印象的なコメントとしては、「一人であそんでいるとむなしい」など、他者の参加を求めるものがあつた。[表2]より、肯定・否定以外の印象的なコメントとしては、「車輪がゴトゴトしてることで生き物っぽさを感じる」等の、設計時に想定していなかった視点からの発言や、「泣き声などの音を追加したらよりイスの意思を感じると思う」、「座面もセンサ化するとインタラクションの幅が広がると思う」、「仕事中の気分転換に使いそう」等の機能面での提案がみられた。

肯定的	否定的
かわいい	不安だ
楽しくなってくる	信頼感がないからうざい
完璧じゃないのがよい	いじめている快感
release a bit of your stress	怖い
萌え要素	かわいそうだった
可愛げがある	反抗的だ
頑張っている	避けられている感じ
普段のイスを信頼しているんだなと発見した	一人でやっていると虚しい
達成感を感じる	罪悪感
的確に動く、近づくと向こうに逃げたり	逃げられるのっていやだ
二人であそぶと楽しい	戦々恐々とする
イスってかわいい	こいつめんどくさい
お茶目な感じ	嫌がられた
不完全さがかわいい	座りにくい
機械的でない動き方なので、 楽しく接することができる	拒否されて傷つく
優しく扱ってあげようと思った	ガタガタ言って怖い
楽しくなってくる	うざい
ハンドパワーを送る感じで遊び、その通りに動 いてくれて嬉しい	信頼感が破壊
一緒に遊んでるみたいな動き	怯えてる感じがする
もっと遊んでみたくなる逃げ方	どんくさい

表1 印象的なコメント群(肯定的・否定的)

Table 1 Comments acquired: positive/ negative

## 印象的なコメント

---

音のせいかもしれないが、てくてく動く感じが車輪をイメージせずにとても良いかなと思った。

意思を感じた

生き物っぽい

気づいたらいない

車輪がゴトゴトしてることで生き物っぽさを感じる

権威の象徴

意地でも座りたくなる

I can make a maze for it

パーソナルスペースがあるように感じた、近づき方で逃げ方が変わるのが生き物っぽかった

戦略的な座り方を要求された

泣き声などの音を追加したらよりイスの意思を感じると思う

座面もセンサ化するとインタラクションの幅が広がると思う

私の行動を認知した上で加速度的にわたわた動くのが生き物っぽくて、意思を感じた

ゲーフィが転んでそうなイスだ

仕事中の気分転換に使いそう

けっこうしぶとい

イスというよりはおもちゃ

心をゆさぶる

表2 印象的なコメント群(中立的)

Table 2 Comments acquired: neutral

体験者全体の印象の傾向を把握するため、ニゲルイスの体験の印象に関わるコメントについて、その傾向毎の出現数の整理を行った[図 25]。コメントの抜粋は、次の基準に基づいて行った。1.単独または少数の句点(英文ではピリオド)で区切られる文章を一単位とする。2.同一単位内に複数の傾向が見られる場合、それぞれの該当部分を抜き出す。文章を重複して使用しない。3. 質問者の聞き返しから発生する同一傾向のコメントは繰り返しの発言とみなし、計数しない。

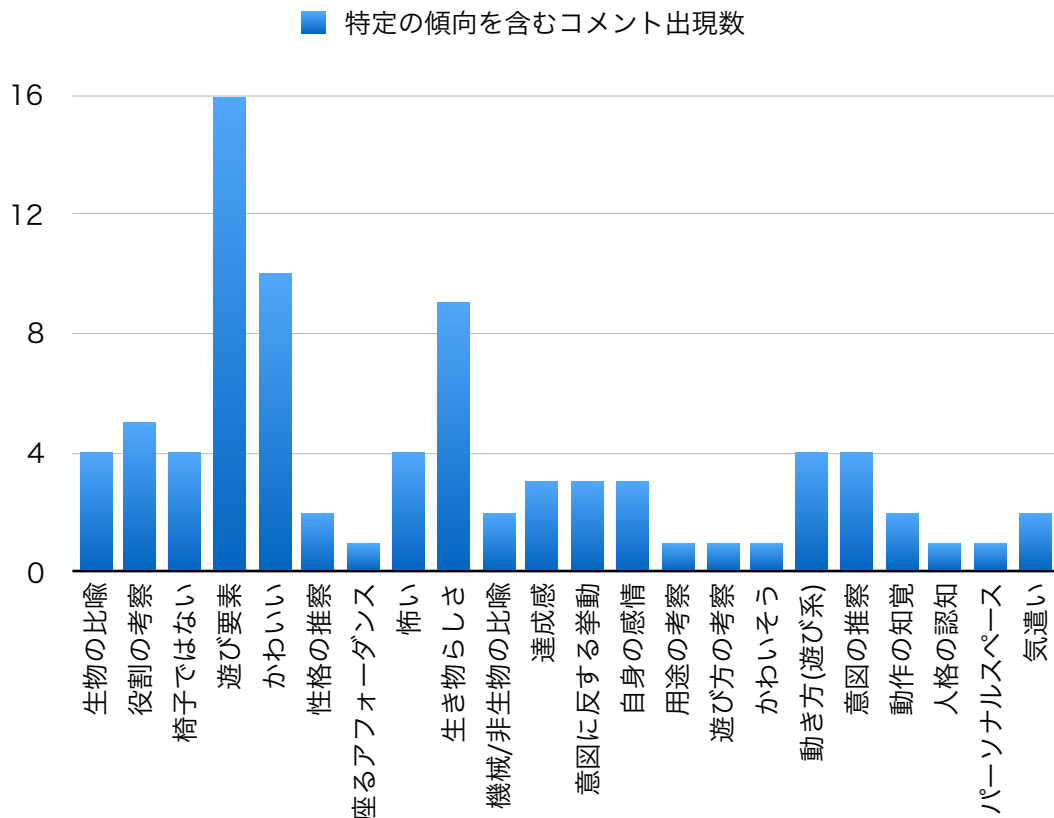


図25 特定の傾向を含むコメントの出現数

Fig.25 The Number of comments with specific trend

傾向を一覧すると、「遊び要素」「かわいい」「生き物らしさ」を含むコメントの出現数が突出していることが確認される。この3傾向を中心にカテゴリズを行ったものが[図 26]である。「遊び要素」、「達成感」、「遊び方の考察」及び「動き方」を纏めて「"遊び要素"系」に、「生き物らしさ」、「生物の比喩」、「パーソナルスペース」を纏めて「"生き物らしさ"系」にカテゴリズした。「かわいい」傾向については、モノに対するかわいさの感受と共感性との関係性が指摘されており[19]、「かわいそう」と「気遣い」傾向と合わせて「"共感"系」カテゴリとした。ここで、「"遊び要素"系」は、ニゲルイス体験の中でインタラクションの誘発が行われていることを示唆するもので、本研究の目的である「動作の知覚」と関連するものである。また、「"生き物らしさ"系」は、本来的に無生物であるニゲルイスに生物的要素を感受していることを示し、「"共感"系」は、無生物であるニゲルイスに対して共感を抱いていることを示す。上の二者は、本研究の目的である「擬人視の発生」を

示唆すると考えられる。「自身の動作の知覚」及び「擬人視の発生」自体についても、関連性の高いコメントをカテゴリとして纏めた。カテゴリ化の詳細は[表 3]に記載する。

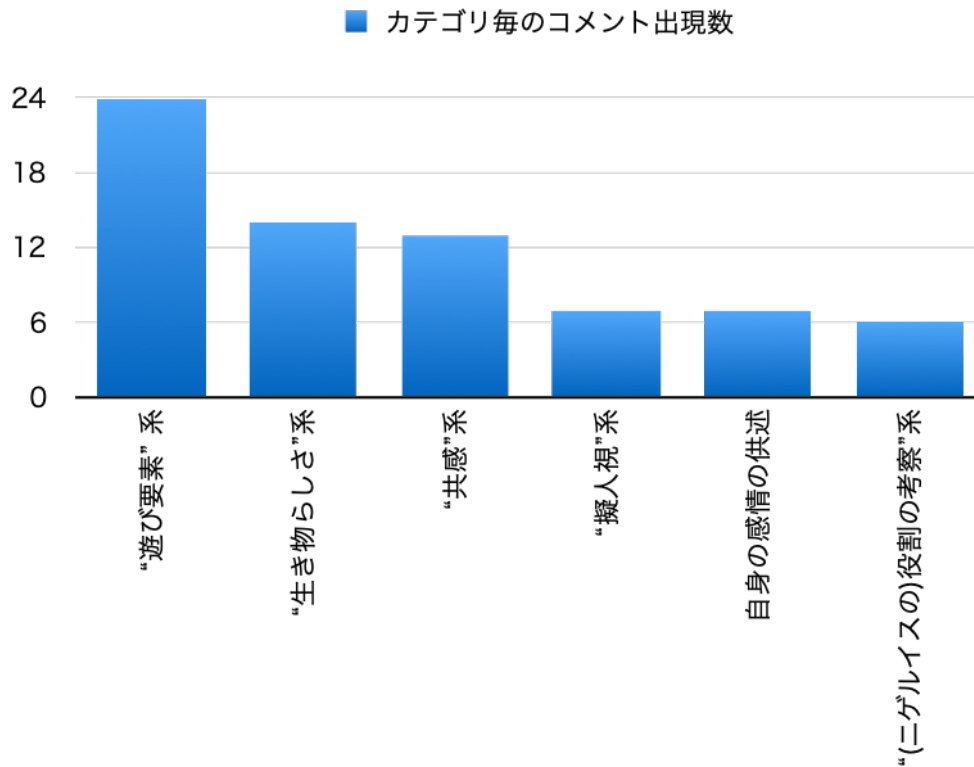


図26 コカテゴリ毎のコメント出現数

Fig.26 The Number of comments, sorted by categories

カテゴリ	傾向群	出現数合計
“遊び要素”系	遊び要素 達成感 遊び方の考察 動き方(遊び系)	24
“生物らしさ”系	生物の比喻 生き物らしさ パーソナルスペース	14
“共感”系	かわいい かわいそう 気遣い	13
“擬人視”系	性格の推察 意図の推察 人格の認知	7
自身の感情の供述	恐怖 自身の感情	7
“(ニゲルイスの)役割の考察”系	役割の考察 用途の考察	6

表3 コメントの傾向群毎のカテゴリ分け([]内は整理用 ID)

Table 3 Comments, categorized by similarity of trend

主要3カテゴリに属するコメントを発言した体験者の人数を、全体験者に対する比率で[図 27]に表した。遊び要素に言及した体験者は全体の43%、生き物らしさについて述べた体験者は全体の38%、ニゲルイスへの情動的なコメントを行った体験者は全体の43%に上ることが認められる。ま

た、生き物らしさと共感的要素の少なくとも一方に言及した体験者の割合は全体の 57 %に達したことがわかる。これにより、ニゲルイスへの擬人視の発生についてはある程度達成したと考えられる。

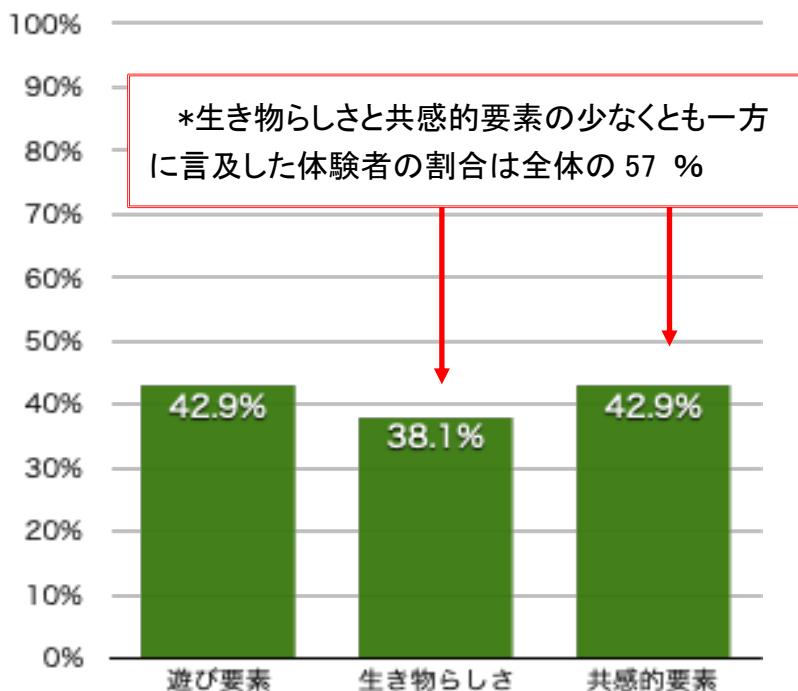


図27 頻出したコメントの傾向

Fig.27 Trend of the frequent comments

ニゲルイス体験の前後で体験者に椅子全体に対する意識の変化の発生の有無を尋ねた。[図28]は、回答者全体及び「遊び要素」、「生き物らしさ」、「イスへの共感」に言及した回答者群のそれぞれについて、「印象の変化が発生した」と言及した人数の割合を示したものである。[図28]から、体験者全体では印象の変化の発生割合は52%と全体の半数程度であるのに対し、「遊び要素」に言及した群では、椅子全体に対する印象の変化割合が67%と有意に高く、「共感」を示した群でも56%と全体の平均を上回ることが確認できる。これは、上記2要素がニゲルイス体験による椅子全体への思索の誘発に寄与したことが示唆される。「共感」への言及が見られた体験者群の椅子全体に対する印象の変化割合が回答者全体のそれと比較して高いことは、ニゲルイスの擬人視につながる要素が自身の行動の知覚にも寄与したことを示唆する。また、事前に聞いたイスへの印象と椅子への認識の変化について、特徴的な傾向は確認されなかった。しかしながら、イスに対しての印象が変化しなかった群の80%は「そもそも、これはイスではない」とコメントを残した。理由として「人の意図に反して動く」ことなどが言及されたが、ニゲルイスの形状が背もたれのないツール状であり、実験環境に類似した形状の椅子が置いていなかったことも十分考慮される必要がある。



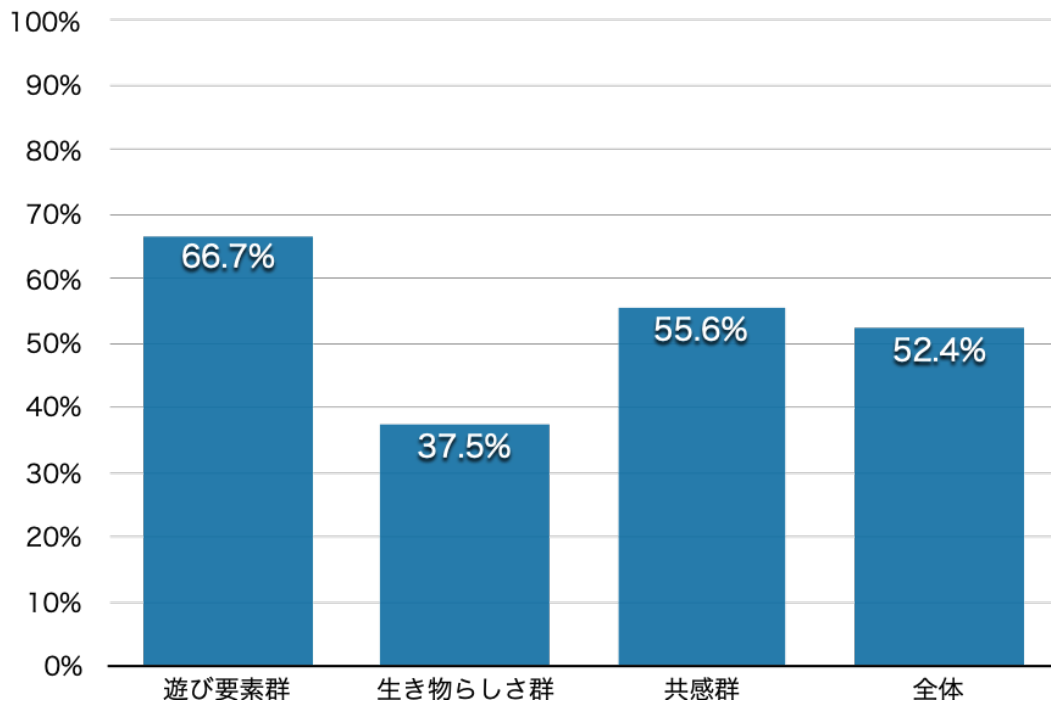


図28 群毎の、椅子全体への認識が変化した被験者の割合

Fig.28 The rate of the subjects who changed their definition of the chair

### 5.3 Ars Electronica Festival 2017 での展示評価

2017年9月、Linz(オーストリア)にて開催された Ars Electronica Festival 2017において、”Escaping Chair” と題してニゲルイスの展示を行った。ここでは、定量的な情報収集及び展示期間内でのより多数の回答者からの情報取得のため、インタビュー形式ではなくアンケート形式を採用した。展示会場入り口に質問票を設置し、体験者の感想を収集した。[20]より、質問票はニゲルイスへの「印象」を問う質問、その「役割」を問う質問、およびインタラクションの「品質」を問う質問それぞれ2対から構成され、下部にイスへの共感性及び体験前後の通常の椅子への視点の変化を問う質問が付記された[図29]。

「印象」、「役割」、「体験の質」についての質問対は、「印象」はかわいいか醜いか (cute-ugly)及び完成度(awesome-stupid)、「役割」は冗談の産物か真面目な表現か(joke-serious)及びゲームか批評か(game-critique)、「体験の質」は難易度(too easy-too hard)及び楽しさ(boring-playful)とした。質問の構成は、エンパワースタジオでの展示評価結果を踏まえ、本研究の目的である「自己動作の知覚」及び「擬人視の発生」について、前者に関係すると見られる「遊び要素」を「役割」及び「体験の質」の質問対で、後者に関係する「共感要素」を共感の可否への質問でそれぞれ収集することを意図した。また、「印象」の質問対は cute-ugly という「かわいい」要素に対応する質問を含有している。これは、エンパワースタジオでの体験者への自由質問を通して「かわいい」要素に言及した者が日本人のみであり、日本文化を背景に持たない体験者の「かわいい」要素への反応の確認が求められたためである。

# questionnaire

Age \_\_\_\_\_  
 Gender \_\_\_\_\_  
 Nationality \_\_\_\_\_

## How do you feel about the Escaping Chair?

Mark where you think appropriate in the field (example ☞)

good

safe | dangerous

bad

or

good

safe | dangerous

bad

### It is ...

Cute

Stupid | Awesome

Ugly

### It is a ...

Joke

Game | Critique

Serious

### The interaction is ...

Too hard

Boring | Playful

Too easy

## Did you felt sympathy with the Escaping Chair?

☞ \_\_\_\_\_ ☞  
 not at all ----- Yes, very much  
*Mark the line where you think it's appropriate*

## Did your viewpoint of a normal chair change after experiencing the Escaping Chair?

☞ \_\_\_\_\_ ☞  
 not at all ----- Yes, very much  
*Mark the line where you think it's appropriate*

--Why did you feel like that?

**free form :** Please write down your impression about the Escaping Chair, any comments would be appreciated!

図29 Ars Electronica Festival 2017 にて配布した質問票の図

Fig.29 A questionnaire for experiment, Distributed in Ars Electronica Festival 2017.

会期中は、展示会場内に展示者不在の状態が続くことが想定された。左の状態下での来場者のアンケートへの回答を容易にするため、記入コストの小さい回答方式が求められた。このため、「印象」、「役割」、「体験の質」の3質問対の回答方式としては、質問を軸とした二次元平面上の正方形内における任意の座標に打点する方式を採用した。ここで、打点された座標から正方形の一辺への距離は当該辺上の語句の成分の強さを意味する。座標が対面する2辺の中間に位置する場合、その2辺の成分が同程度であること、または中間的であることを意味する。イスへの共感性及び体験前後の通常の椅子への視点の変化を問う質問については、質問への肯定的回答を右端、否定的回答を左端に配置した直線上の任意の位置への打点による回答方式を採用した。作品名及びキャプションを以て来場者への作品概要の説明とし、会期を通して65名からの回答が得られた。年齢別に分類すると、10代以下が2人、20代が最多の27人、30代が15人、40代が5人、50代が1人、60代以降が3人となり、20~30代が回答者の過半数を占める。回答を集計した図を以下に掲示する。

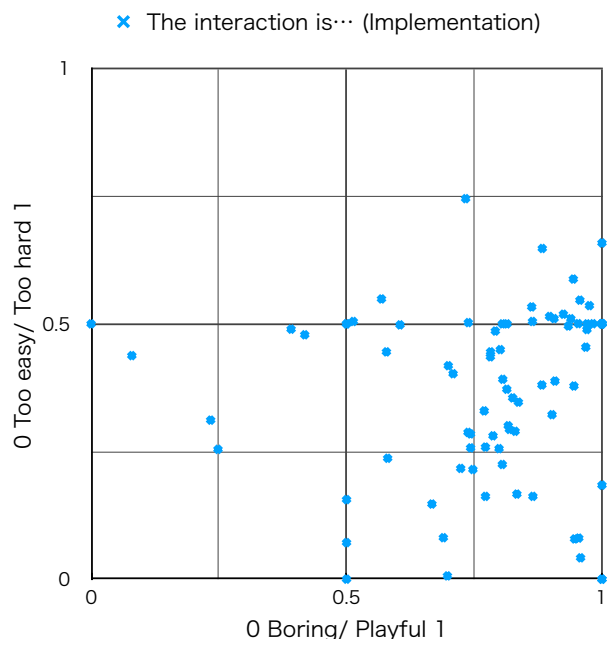
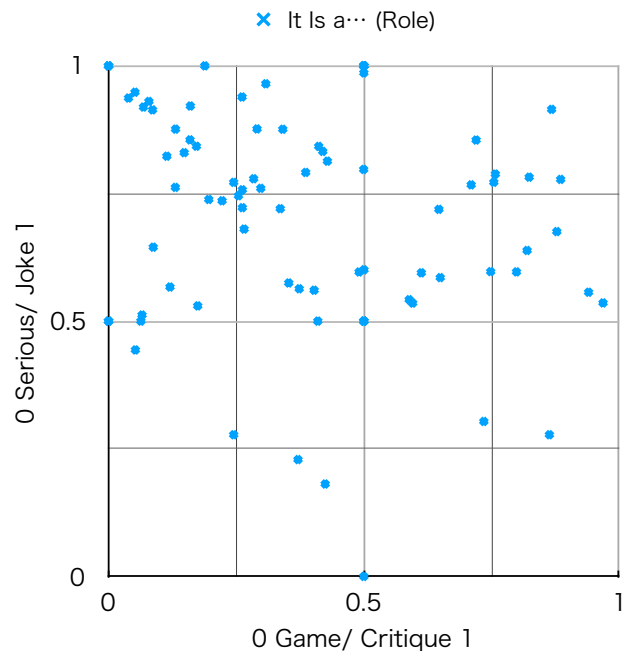
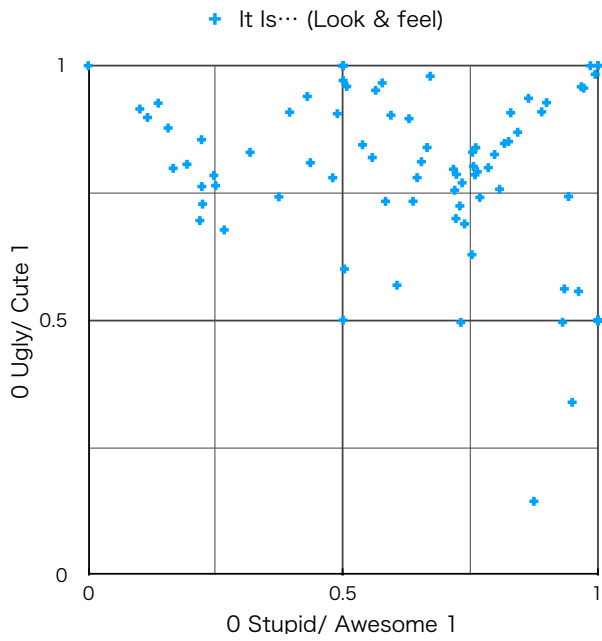


図30 印象に関する質問対の回答結果図(左上)

Fig.30 Result of Look & Feel questions (left above)

図31 役割に関する質問対の回答結果図(左上)

Fig.31 Result of Role questions (Right above)

図32 体験の質に関する質問対の回答結果図(下)

Fig.32 Result of Implementation questions (below)

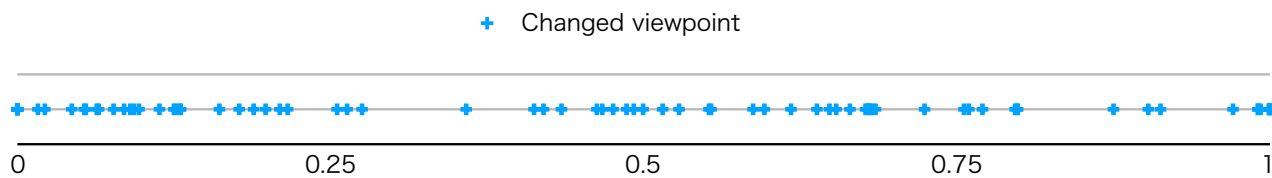


図33 椅子への認識の変化の可否回答結果(0:いいえ 1:はい)

Fig.33 Tendency in changing viewpoint to the normal chairs (0: no / 1: yes)

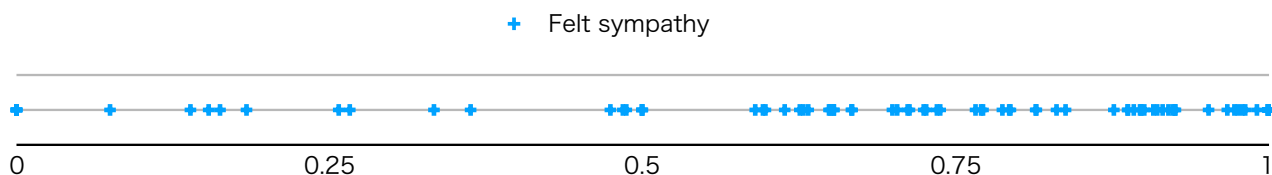


図34 共感の可否(0:いいえ 1:はい)

Fig.34 Tendency of sympathy to the Escaping Chair (0: no / 1: yes)

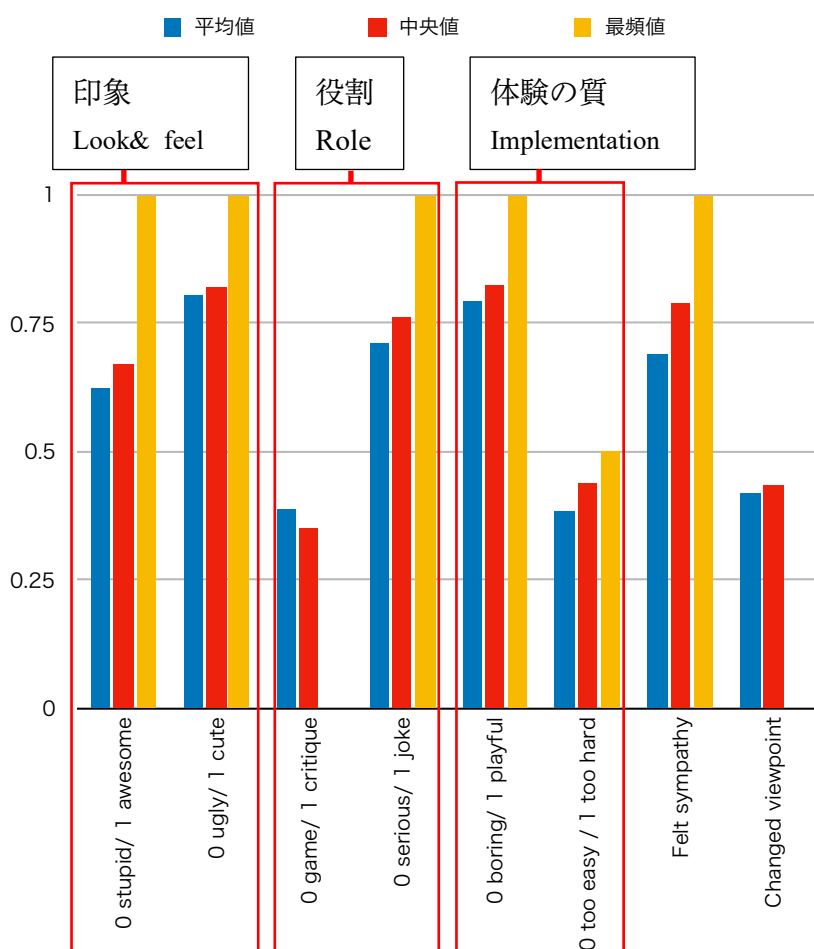


図35 各質問の平均値・中央値及び最頻値

Fig.35 Average, median and mode of each questions

回答の集計結果を確認すると、「印象」では awesome 及び cute、「役割」では game 及び joke が強く、「体験の質」では playful の成分が強い。また、felt sympathy についても平均値が 0.69 となっており、体験者の間でニゲルイスへの一定の共感が見られたことを示している。上の playful, cute, felt sympathy の傾向は、エンパワースタジオでの展示評価における、「遊び要素」及び「共感要素」が頻出したコメント傾向を再現しており、「擬人視の発生」についてもエンパワースタジオでの調査結果と同様の傾向を持つと言える。

「体験の質」では、難易度 too easy- too hard と遊戯性 boring-playful の質問を行った。難易度に関する質問は 0 を too easy、1 を too hard とし、結果、平均値は 0.38、最頻値は 0.5 となった。回答中の最大値は 0.65 であり、「インタラクションが難しすぎる」という最も避けたい評価を回避している。また、遊戯性の質問においても、playful 成分の平均値 0.79、最頻値は 1 と、遊戯性について回答者の間で高い評価を得たことが確認された。これらは、機構及びインタラクション設計が適切であることを示唆しており、遊戯性への高い評価はエンパワースタジオでの調査結果における「遊び要素」に言及するコメント数の多さに対応するものである。

通常の椅子への印象の変化度合いを示す質問 changed viewpoint については、明確な傾向が見られなかった。0(not at all)から 1(very much)にかけて回答が遍在しており、平均値は 0.41、最頻値は 0 であった。これはエンパワースタジオでの実験結果よりも否定的なものであり、その原因は調査の手順の差に求められる。エンパワースタジオでの実験時には、事前に通常の椅子への印象を尋ねた後にニゲルイスの体験を行い、事後印象の変化を尋ねるものであったが、今回の手順では事前の質問が省略されており、このような結果になったと推測される。

本調査は国際的な展覧会で行われ、世界中から来場者が訪れることが想定された。そのため、質問票の右上に国籍・年齢 及び性別の任意記入欄を設置し、出身地域及び性別による評価の差異を確認できるようにした。[図 36][図 37]にその結果を表示する。

[図 36]は、男女差による評価の傾向差を表す。回答者は男性と女性が同数で、それぞれ 24 人であった。「印象」及び「体験の質」の質問対と、「役割」中の serious-joke では男女間の差異は見られなかったものの、共感を示す傾向 felt sympathy 及び、椅子に対する姿勢の変化 changed viewpoint については、女性がより高い評価を示した(男女差 0.11)。また、「役割」中の game-critique において、女性は僅かに game 成分が強く(男女差 0.05)、難易度を僅かに高く評価している(男女差 0.03)。

[図 37]では、回答者全体と欧州出身者との間での評価の傾向差を示す。出身国欄に記入された国名から欧州出身者(35 名)を抜粋し、回答者全体との間で評価を比較した。欧州出身者の回答では、awesome 成分が全体と比較して僅かに高いことが認められる。Ars electronica Festival の開催地はオーストリアであり、欧州出身の来場者はエンジニア・アーティスト等の専門職の割合が全体と比較してより低いことがこの結果に寄与したと考えられる。

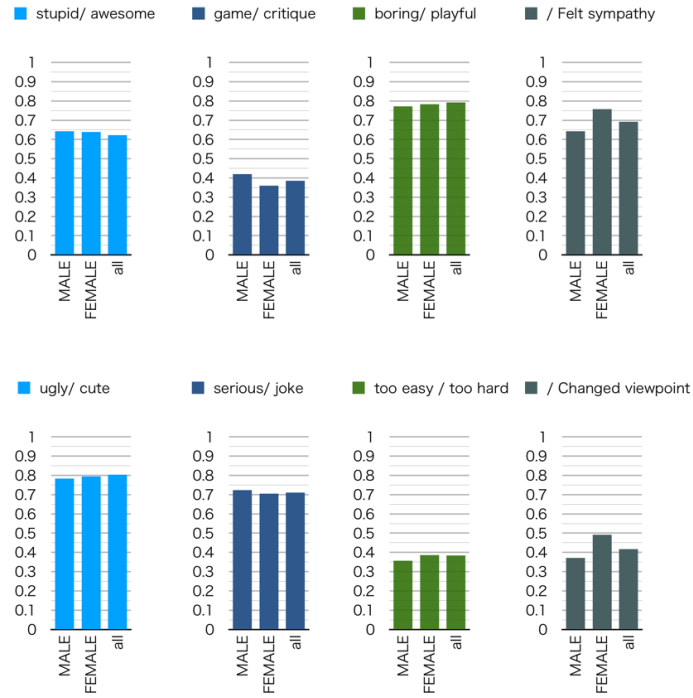


図36 男女による回答結果の比較

Fig.36 The comparison of answered result, sorted by participants' sex

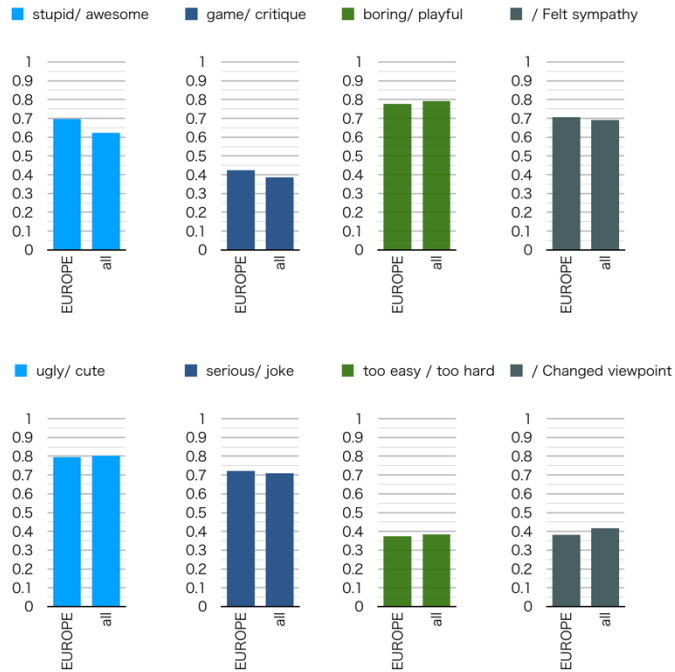


図37 欧州出身者と回答者全体間の評価の比較

Fig.37 The comparison of answered result, between whole group and participants from European countries

本調査では、「かわいい」成分を ugly-cute の質問で回収した。回答結果から、性差[図 36]・年齢[図 38]に関わらず高い cute 成分を確認することができた。欧州出身者が過半数を占める体験者群全体から cute 成分の高い評価を得たこと[図 37]も合わせて、ニゲルイスの持つ「かわいさ」が文化背景に囚われない普遍性を持つものであると言える。

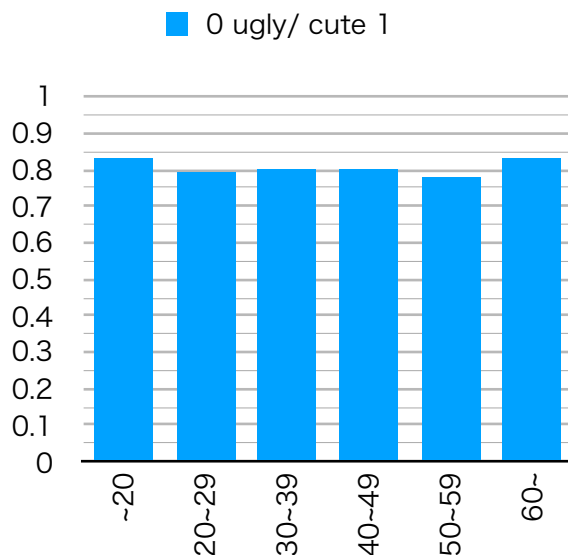


図38 年齢による ugly-cute 評価の比較

Fig.38 The comparison of ugly-cute score, sorted by participants' age.

## 6 総合的な考察

### 6.1 バージョン間の比較

以前のバージョンからの改善としては、展示会の展示時とエンパワースタジオでの実験時とのインタラクションの間には、ニゲルイスの速度向上により、体験者の運動量の増幅が認められた。また、同じ最新版でも、2016年10月の展示実験の際には、一部「機械的である」との感想を述べる体験者があったが、2017年1月の展示実験では機構を知っている者の中にも機械的な印象を抱く体験者は現れなかった。このことは、速度変化の機能を変更し、ユーザの動き方に応じて多様な反応を表せるようにしたこと起因すると思われる。

### 6.2 アフォーダンスを用いた論考

「アフォーダンス」の定義として、ここでは、知覚可能な、生物の行為を成立させるための物の性質を指す[21]。また、「事物の知覚された特徴、とりわけ、そのものをどのように使うことがで



きるかを決定する最も基礎的な特徴」について、「シグニファイア」を使用する[22]。

『生態学的視覚論』において、Gibson は次のように記述した。

もしある面が水平で、平坦で、広がりがあり、堅くて、知覚者に対して膝の高さにあるならば、事実その面は座れるものである。もしこれらの特性をまさに備えていると弁別されるならば、それは座ることのできるものに見えるに違いない。もしそう見えるならば、そのアフォードンスは視覚的に知覚される[23]。

座ることをアフォードする物体/地形は日常空間に遍く存在する。その中でも椅子は、「座る」シグニファイアに特化した物体だと言える。ここで、座ることをアフォードしない椅子とはどのようなものが考えられるだろうか。

第一には、通常の椅子と同等の特性を持つものの、快適な座面等の「座る」シグニファイアを成立させる要素の一部が欠落した椅子が挙げられる。代表的な例が、立体造形作品「座ることを拒否する椅子」だ。この作品は、座るのに丁度良い高さと大きさの座面を持つものの、座面が着座時の痛みを想起させる突起で構成されており、その上座面の質感・形状も硬質の半球状と座りづらいものである。これらの要素は「快適な座面」という「座る」シグニファイアの構成要素を打ち消すものであり、結果として使用者に座ろうという気を起こさせない。

第二には、観察から得られる情報と実際に得られるインタラクションが矛盾する物体である。例えば、外観から”座る”アフォードンスが視覚的に得られるにも関わらず座れない物体である。この物体は、次の二つの構成が考えられる。

- ・構造的に人間とのインタラクションに耐えないもの。例えば、人間の重さに耐えられずに自壊する椅子[24]が、それにあたる。

- ・その機能により、使用者の対象物体のシグニファイアに基づく行動を不可能、もしくは困難にするものである。例えば、ニゲルイスの使用者は、“接近して座る動き”に反応したイス遠ざかることで、形状的には”座る”アフォードンスを持つニゲルイスに座ることが、実際には困難であると理解する。

座ることをアフォードしない椅子であるニゲルイスとのインタラクションを継続した人間の行動パターンには、実際に座る動作の完遂を試みる行為と、座って抑え込む以外の方法でイスの動きを制御しようとする行為の二つに分けられる。前者の行為には、中腰の座位への遷移姿勢を保ちつつ後退しイスを追跡するものや、異なる方向や異なる脚の位置での着席動作による着座を試みるものがあり、ニゲルイスの静的な外観からのシグニファイアに基づく行動を達成しようとする行為と推測される。後者の行為には、手をかざす、前進での追跡、周囲の障害物での囲い込みによるニゲルイスの挙動制御の試行などがあり、これらはニゲルイスという物体が”座ること”以外にアフォードすることの探索を行う行為だと考えられる。

## 6.3 遊び要素

体験者のコメントには「(動きが)けっこうしぶとい」、「(逃げられると)意地でも座りたくなる」、「戦略的な座り方が要求される」、「もっと遊んでみたくなる逃げ方」等の、ニゲルイスに座ろうとすることと「遊び」を結びつけたコメントが見られた(体験者全体で24例)。これらのコメントからは、ニゲルイスの逃げかたが人の働きかけに応じて変化することと、人以外の周囲の環境にも反応する特性が、体験者の「もっと遊びたくなる」気持ちを促したと読み取れる。椅子が本来座るためのものだという認識と実際のニゲルイスの「逃げる」動作との矛盾も、ニゲルイスとの「遊び要素」に貢献していると思われる。また、体験者の中には、ニゲルイスを囲むように物体を配置して迷路を作ろうと試みる者や、逃げ方を使用してイスを特定の位置に誘導しようと試す者、イスを武器に見立てて他の者にぶつけようとした者など、体験中に新しい遊び方を思い付いた者もみられた。第2節で述べたように、これらはニゲルイスという物体がアフォードすることの探索を行う行為そのものであり、インタラクションの誘発に直接貢献する要素である。

## 6.4 動き方による生き物らしさの演出

体験者のコメントから、現在採用している駆動システムの生み出すガタガタとした挙動が、生き物らしさや意思のようなものを感じ取らせていることがわかった。前章で述べたように、強い生き物らしさは体験者自身の「座る」行為の知覚を妨げるものの、その動きが魅力的であるとのコメントもあり、行為の知覚を妨げない程度で実装するのが望ましいと思われる。このガタガタ挙動は、最新版になってから現れたものである。フレームの接地と移動時のバネによるフレーム揺動及び使用しているオムニホイールの転がり時のブレにその原因を求められる。

## 6.5 目的達成の可否

ニゲルイスの製作には、ユーザが自身の動作に意識的になる「動作の知覚」と、無生物が意思を持つように感じ、共感する「擬人視の発生」という二つの大きな狙いがあった。観察実験で得られたコメント及び振る舞いの記録を分析し、これらの目的がどの程度達成されたかを確認する。

動作の知覚に関しては、「普段のイスを信頼しているんだなと発見した」、「日常生活からの学習で、”椅子は固定の物体であり、座る動作をした際に確実に受け止めてくれる”という先入観がある。信頼感とも似たその先入観が崩された。」等の、自身の座る動作が無意識的に行われていたと気がついたと言及するコメントが得られたほか、「優しく扱ってあげようと思った」等の自身の行為を見直す発言も見られた。また、「普段のイスはちゃんと座れて安らげる、いい場所だなんて思いました。」「椅子という物体を全面的に信頼していると発見した。」等の知覚の変化を間接的に示唆するコメントも見られた。エンパワースタジオの調査では、「自己動作の知覚」に直接言及するコメントが2例確認された[図 25]他、体験者全体の52%、「遊び要素」に言及した群では67%が体験前後の椅子への印象の変化が発生したと述べた[図 28]。動作の観察では、座位への遷移姿勢を保ちつつ後退しイスを追跡するものや、異なる方向や異なる脚の位置での着席動作による着座を試みる等、

ニゲルイスへの座る動作の完遂を試みる行為が見られ、この試行過程において、体験者には座る行為の意識化が発生したと思われる。

擬人視の発生については、「お茶目な感じ」、「可愛げがある」、「頑張っている」、「怯えている感じがする」等の、対象の性格の推察や、対象への共感を示す表現が見られた。これらのコメントから、ニゲルイスにパーソナリティを感じる者がいたとわかる。さらに、「パーソナルスペースがあるように感じた、近づき方で逃げ方が変わるのが生き物っぽかった」という発言は、椅子が親密距離を持っているように感じたことを意味する。エンパワースタジオの調査では、擬人視の発生に関わるコメントである「共感」を示すコメントは 13 例、「生き物らしさ」に言及したコメントは 14 例がそれぞれ確認されたほか、擬人視の発生に直接言及するコメントも 7 例が確認されている[図 26]。また、生き物らしさと共感的要素の少なくとも一方に言及した体験者の割合は全体の 57 % に達した[図 27]。以上のことから、体験者の間でニゲルイスの体験を通して無生物への擬人視の発生があったと言える。

## 7 まとめと展望

本研究では、同一の対象に対する身体的インタラクションの誘発のため、「座る」という普段無自覚的に行う動作を知覚する「自身の行動の知覚」、及び無生物である家具へ共感を示しその意思を感じる「擬人視の発生」をねらい、人の接近を検知して逃走を試みる装置「ニゲルイス」の製作・性能評価を実施した。さらには、本装置のデバイスアートとしての展示等からの観察実験及び体験者からの聴き取りを行い、体験者の自身の行動の知覚と装置への擬人視が起きたことが確認できた。また、設計時に意図していなかった運動の増幅や遊びの要素、生き物らしさの演出手法についての示唆が得られた。とりわけ遊び要素に関しては、インタラクションの誘発に直結するものであり、手法の発展が求められる。

## 謝辞

本研究は、筆者が 2015 年 4 月から 2020 年 3 月にわたり、筑波大学グローバル教育院エンパワーメント情報学プログラム在学中に行った研究成果をまとめたものである。本研究を進めるにあたり、多くの方々から賜ったご指導およびご支援に対し心より感謝する。中でも、研究の全般に渡りご指導して下さった岩田洋夫教授、技術面で多大なご指導をいただいた圓崎先生助教、芸術的見地からの助言をくださった村上史明助教、および観察実験に関して全般的にご支援とご指導をくださった山田亜紀助教に深謝する。

## 参考文献

- [1]「付喪神絵巻 2巻」, 京都大学附属図書館 所蔵 Retrieved December 27, 2019 from: <https://rmda.kulib.kyoto-u.ac.jp/item/rb00013599>
- [2] Soussloff, C. M. Foucault on painting. University of Minnesota Press, 2017.

- [3] Foucault, M., Sheridan, A., & Foucault, M. The archaeology of knowledge. New York: Pantheon Books. 1972. 中村雄二郎 訳, 『知の考古学』, 1981, 河出書房出版, pp. 35-36
- [4] Foucault, M. This is not a pipe. (OKS Print.) Berkeley: University of California Press, 1983
- [5] Taro Okamoto 1963. Chair Refusing to Seat Anyone. Retrieved May 5, 2018 from: <http://www.new-york-art.com/old/tarou-sakuhin-Sculptures-9999.php>
- [6] Max Dean and Matt Donovan. 2006. Robotic Chair. Retrieved October 20, 2016 from: <http://raffaello.name/projects/robotic-chair/>
- [7] Youngkak Cho et al. Chair Walker. Retrieved February 17, 2019 From: <http://nabi-eilab.com/chair-walker/>
- [8] Jacob Tonski. 2012. Balance From Within. Retrieved October 20, 2016 from: <http://jacobtonski.com/balance-from-within/>
- [9] Steve Norris. RoboStool – Furniture. On-Demand. Retrieved February 12, 2019 From: <http://www.norrislabs.com/Projects/RoboStool/index.html>
- [10] Max Dean and Raffaello D'Andrea. 2001. Table. Retrieved October 20, 2016 from: <http://raffaello.name/projects/table/>
- [11] Noriyuki Fujimura 2004. Remote Furniture. Retrieved April 5, 2018 from: <http://www.norifujimura.com/portfolio/index-e.html>
- [12] Daihei Shibata 2014. The Unexpected. Retrieved February 8, 2019 from: <https://daiheishibata.jp/designah/>
- [13] Heider, F. and Simmel, M.: An experimental study of apparent behavior, Am. J. Psychol., Vol. 57, pp. 243-259. 1944.
- [14] Ja-Young Sung et al., "Housewives or Technophiles?: Understanding Domestic Robot Owners", HRI 2008.
- [15] Daichi Hotta, Natsuki Ito, Yasutaka Takeda, P. Ravindra De Silva, Michio Okada. 2012. Pelat. Retrieved February 8, 2019 From: <https://www.icd.cs.tut.ac.jp/portfolio/pelat/>
- [16] Hiroo Iwata, Hiroaki Yano, Hiroyuki Fukushima and Haruo Noma: CirculaFloor; IEEE Computer Graphics and Applications, January-February, 64-67. 2005.
- [17] Tetiana Parshakova, et al., Ratchair: Furniture learns to move itself with vibration, In Proc. of ACM SIGGRAPH 2016, Emerging Technologies, Article No.19 (2016)
- [18] KURATA Minoru. 2012. Smart Trashbox. Retrieved February 12, 2019 from: [http://archive.j-mediaarts.jp/festival/2012/entertainment/works/16e\\_Smart\\_Trashbox](http://archive.j-mediaarts.jp/festival/2012/entertainment/works/16e_Smart_Trashbox)
- [19] Yoshihiro Kanai and Hiroshi Nittono, "Predictive Modeling of the Feelings of Kawaii by Empathy and Affiliation Motives", The Japanese Journal of Personality 2015, Vol. 23 No. 3, 131-141. 2015.
- [20] Stephanie Houde and Charles Hill, "What do Prototypes Prototype?", in Handbook of Human-Computer Interaction (2nd Ed.), M. Helander, T. Landauer, and P. Prabhu (eds.): Elsevier Science B. V: Amsterdam, 1997
- [21] J. J. Gibson, 1966, "The Senses Considered as Perceptual Systems". 佐々木正人・古山宜洋・三嶋博之 訳, 『生態学的知覚システム』, 2011, 東京大学出版会, pp. 327.
- [22] ITO Kyohei, "Reconsideration of Ecological Information: A Possibility of Applying Affordance to Virtual Space", Core Ethics Vol.13, 2017.
- [23] J. J. Gibson, 1979, "The Ecological Approach to Visual Perception". 古崎敬・古崎愛子・辻敬一郎・村瀬旻 訳, 『生態学的視覚論』, 1986, サイエンス社, pp.138.
- [24] Nick Harman, 2009, Collapsing Chair. Retrieved November 6, 2019 from: <https://www.youtube.com/watch?v=kkhZn7r2REE>