



# 成長する竹馬

## A Growing Stilts

守本実央<sup>1)</sup>, 斧田悠<sup>1)</sup>, 崔若昕<sup>1)</sup>, 竹内義貴<sup>1)</sup>

Mio MORIMOTO, Haruka ONODA, Ruoxin CUI and Yoshitaka TAKEUCHI

1) 慶應義塾大学大学院 メディアデザイン研究科 (〒223-8526 横浜市港北区日吉 4-1-1)

**概要:** 竹の成長速度の速さに着目し, 徐々に伸びる竹馬に乗るという非現実的でスリルのある体験を提案する. 体験の中で振動刺激など主に触覚の変化を用いることで, 非現実的な体験をゲームの世界にとどまらせず, 現実で起きているかのように錯覚させることを試みた. 本体験では主に竹が伸びている感覚と成長後の巨大化した竹馬の乗りづらさの2点に焦点を当てた. 竹が伸びている感覚は非対称振動刺激による牽引力錯覚を持ち手に与えることで表現し, 竹馬の乗りづらさは膝振動刺激による運動錯覚を用いて不安定感を与えることによる実現を検討した.

**キーワード:** アート・エンタテインメント, 触覚, 竹馬, 牽引力錯覚, 運動錯覚

## 1. はじめに

### 1.1 企画目的・概要

本企画では竹の成長速度の速さに着目し, 徐々に伸びる竹馬 (図 1) に乗るという非現実的でスリルのある体験を提供する. このような実際には起こり得ない状況の中で, 「伸びる竹馬を自分が動かしている」という行為主体感 (Sense of Agency) を向上させることを目的とする[1]. 体験の中で振動刺激など主に触覚の変化を用いることで, 非現実的な体験をゲームの世界にとどまらせず, 現実で起きているかのように錯覚させる.

### 1.2 再現する感覚

本体験では成長する竹馬に乗る体験から得る感覚の中で, 主に「竹馬が伸びている感覚」と「巨大な竹馬の乗りづらさ」の2点に焦点を当て, これらの適切な感覚提示方法を検討する.

## 2. 方法

### 2.1 竹馬で歩く仕組み

本企画では竹馬の代替として, 持ち手に竹を設置したペダルを製作する (図 2). 体験者は HMD を装着し, 立位姿勢でペダルを漕ぐことで竹馬を操作する. 竹馬を使用しない理由は安全面への配慮にある. HMD 装着時に竹馬で前進する行為は転倒の危険性を有する. HMD 内の前進する映像とペダルの回転を利用することで, 竹馬を持ち上げて足を前に踏み出す感覚の提示が可能であると考えた. またペダルはそれぞれ前後に回転するため, 竹馬と同様に重心の移動が可能である (図 3)

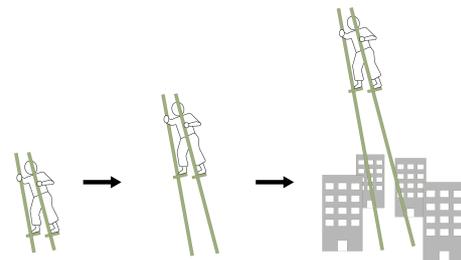


図 1 : 成長する竹馬のイメージ

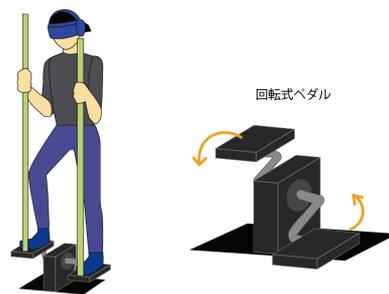


図 2 : 前進する方法



図 3 : 重心の位置の比較

## 2.2 竹馬が伸びている感覚

竹馬が伸びている感覚は持ち手に与える牽引力錯覚、HMDの映像による視覚情報、風により提示する。牽引力錯覚とは非対称振動刺激によって生起する牽引されるような錯覚現象である。ヒトは素早い動きには敏感に反応するが、緩やかな動きには反応しづらいという知覚の非線形性をもつ。そのため、急激に変化する加速度と逆方向に緩やかに変化する加速度が繰り返される非対称な振動を提示されたとき、両者の知覚量に差が生じ並進力を感じる[2][3]。本企画では竹馬の持ち手に非対称振動をする振動子を取り付け、竹が伸びると同時に上方向への牽引力を感じさせる(図4)。本来伸びるのは竹馬の足台の下方部分のみであるが、敢えて牽引力を竹の持ち手に伝えることで、より強い伸長感の提示が可能になると推測する。

HMDの映像による視覚情報では、視覚誘導性自己運動感覚(Vection)の提示を行う。Vectionとは、一定方向に運動する視覚パターンを観察した場合に、自分は安静状態下であるにもかかわらず移動しているように知覚する錯覚現象のことである[4]。本企画では、竹馬が伸びる際のビルなどの風景映像の移動により、体験者が上方向に進んでいるかのように感じさせる。

加えて、竹が伸びる際に上方から風を送ることで、体験者に上方向に進む感覚を提示できると考える(図4)。

## 2.3 巨大な竹馬の乗りづらさ

成長して巨大化した竹馬の乗りづらさとして、「不安定感」と「歩くために強い力を要する」の2点に焦点を当て、これらの適切な感覚提示方法を検討する。

[不安定感]

竹が巨大化すると重心の位置が高くなり、バランスが取りづらくなる。この不安定感は腱運動刺激による運動錯覚の生起により再現できると考える。ヒトは四肢の腱器官に100Hz程度の振動刺激が加わると筋が伸張されると認知し、実際には動いていない四肢が動いたかのように錯覚する[5]。Ceyteらは、閉眼で自由起立状態の被験者のアキレス腱に90Hzの振動を加える実験を行なった。すると被験者は身体が前傾姿勢に傾いたと誤認し、姿勢を戻そうと身体を後方に倒すことが明らかになった[6]。この先行研究に基づき、本企画では体験者のアキレス腱に振動子を装着し、運動錯覚を生起させることで竹馬で

の不安定な状態を作り出すことを試みる(図5)。このとき、体験者に怪我などの危険が及ばないように検討する。

また高所では風が強く吹き付けることを想定し、風を吹かせると共にヘッドホンから風の音を出すことで心理的にも不安定な感覚を演出する(図5)。

[歩くために強い力を要する]

成長するほど竹の重量が増え、また支点から作用点までの距離が長くなることから1歩踏み出すために強い力を要する。この感覚提示を行うため、本企画では竹馬の長さに応じてペダル(ギア)を重くする。

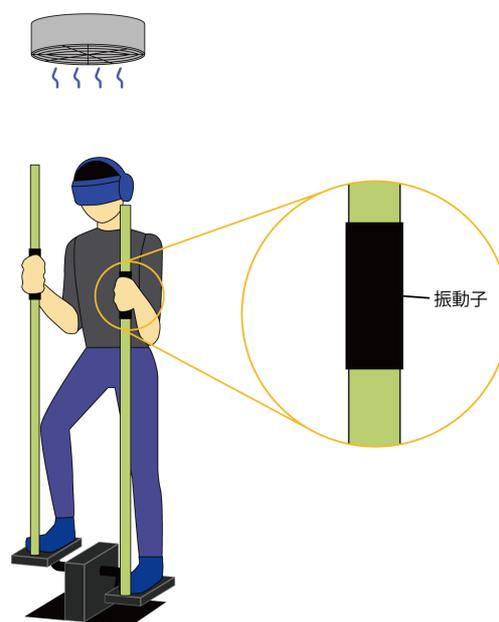


図 4: 竹が伸びている感覚の提示

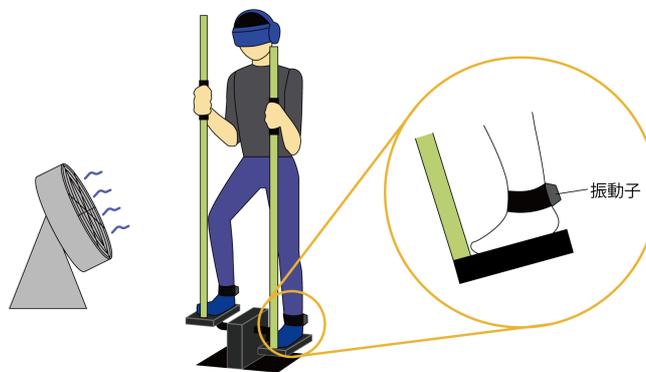


図 5: 巨大竹馬の不安定感の提示

### 3. システム構成・使用機材

#### 3.1 使用機材

- ・HMD
- ・ヘッドホン
- ・ペダル
- ・竹
- ・加速度、ジャイロセンサー (ペダルに取り付ける)
- ・モーショントラッカー
- ・送風機
- ・PC

#### 3.2 システム構成

本企画では、体験者がペダルを漕ぐ動作と HMD の映像内で竹馬を動かす動作を同期させる必要がある。モーショントラッカーを竹に取り付けペダルの動きを予測する。さらにペダルの回転数を計算し、竹が伸びるタイミングを判定する。また、振動子の動きの制御プログラムは予め PC で作成しておく。



図 6: 制作物の概要・完成予想図

### 4. 制作物の概要・完成予想図

仕組みの概要を添えた制作物の完成予想図を図 6 に示す。

### 5. 制作スケジュール

#### 【ソフトウェア】

- 6 月 可動部センサーシステムの構築
- 7 月 HMD の映像制作
- 8 月 初回試験・各パーツの調整
- 9 月 テスト、デバック、ブラッシュアップ

#### 【ハードウェア】

- 6 月 簡易モック作成
- 7 月 棒が連結したペダルの作成
- 8 月 テスト・デバッグ・ブラッシュアップ
- 9 月 最終調整

### 参考文献

- [1] 安井重哉: 行為主体感を高めるためのハプティックフィードバックについての基礎的考察, 日本感性工学会論文誌, 16 巻 1 号, p131-135 2017
- [2] T. Amemiya et al. : "Lead-Me Interface for a Pulling Sensation from Hand-held Devices," ACM Trans. Appl. Perception, vol. 5, no. 3, pp. 15:1-15:17, 2008.
- [3] Jun Rekimoto: Traxion: a tactile interaction device with virtual force sensation, UIST'13, October 8-11, St. Andrews, UK 2013.
- [4] J. R. Lishman, D. N. Lee: The autonomy of visual kinaesthesia, Perception, vol. 2, p. 287-294, 1973.
- [5] Goodwin, G.M., McCloskey, D.I., & Matthews, P. B: Proprioceptive illusions induced by muscle vibration: contribution by muscle spindles to perception? , Science. 175, pp. 1382-1384, 1972.
- [6] Hadrien Ceyte, Corinne Cian, Raphael Zory, Pierre-Alain Barraud, Alain Roux, Michel Guerraz, : Effect of Achilles tendon vibration on postural orientation , Neuroscience Letters 416, p71-75 2007.