

ウッドスタックチャン：木材を用いた 小型エージェントロボットの開発と印象評価

佐藤 慎之助^{1,a)} 湯村 翼^{1,b)}

概要：掃除ロボットや配膳ロボット，対話可能なエージェントロボットといった様々な種類のロボットの普及が進む．現存するロボットの筐体の多くは金属や合成樹脂でつくられており，木材でつくられたものはあまりない．ロボットの筐体に木材を用いれば，一般的なロボットとは異なる見た目や手触りとなり，ロボットの活用の可能性が広がる．そこで本研究では，木材を用いた小型エージェントロボットウッドスタックチャンを開発する．ウッドスタックチャンは，オープンソースの小型エージェントロボットスタックチャンをベースにし，その筐体を木で置き換えた．木製のロボットが与える心理的影響を調査するため，木製筐体のウッドスタックチャンとプラスチック製筐体のスタックチャンとの印象を比較する評価実験を実施した．評価実験の結果，木製ロボットはプラスチック製ロボットよりも，安心感や親しみやすさにおいて良い影響を与えることがわかった．

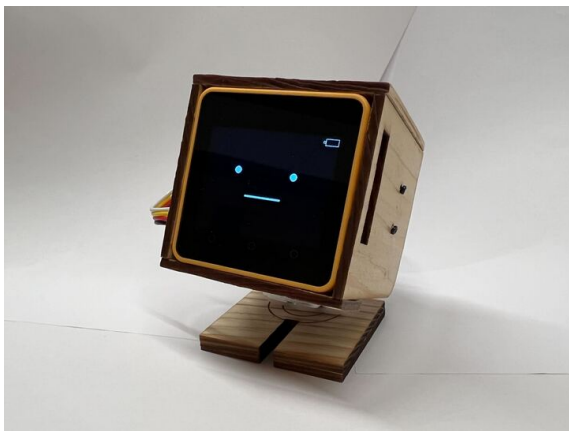


図 1: ウッドスタックチャン

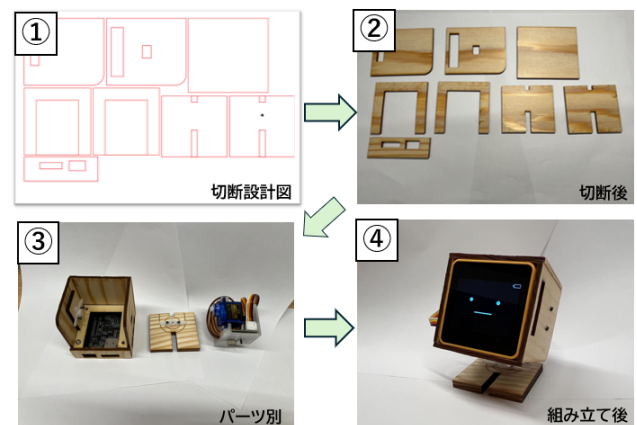


図 2: ウッドスタックチャンの実装工程

1. はじめに

ロボットは，掃除ロボットや配膳ロボットといった形で様々な用途において普及が進む．Amazon Echo[1] のような人間とコミュニケーションを行うエージェントデバイスも増え，より人型に近い BOCCO[2] や ASTRO[3] といったエージェントロボットも登場する．ロボットの多くは金属や合成樹脂でつくられる．一方，ロボット製作に木材が用いられることはあまりない．木材でつくられたロボット

として，プログラミング教材ロボット PETS[4] や自律移動ロボット Boomee[5] がある．しかし，まだその事例は少ない．

ロボットの素材として木材を用いることによる利点がいくつか考えられる．まず，手触りが良い，入手しやすい，切断や研磨などの加工がしやすいことが挙げられる．金属や合成樹脂とは異なる外見となり，和式建造物となじむデザインにすることも可能である．製造時 CO₂ 排出量や生分解性によって，金属や合成樹脂と比べて環境負荷を低減できる可能性がある．機能の面では，金属とは異なり電波を遮断しないため，無線通信の妨げにならない．このように，木材でロボットをつくることには様々な利点がある．

¹ 北海道情報大学
Hokkaido Information University
a) s2121065@s.do-johodai.ac.jp
b) yumu@yumulab.org

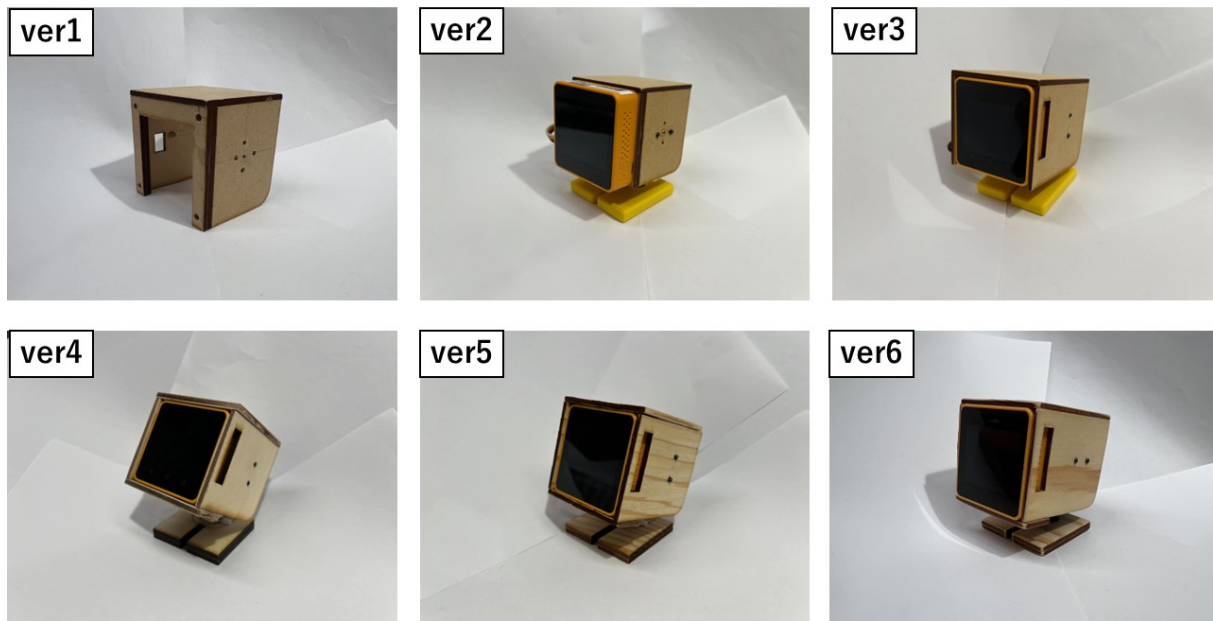


図 3: ver1 から 6 のウッドスタックチャン

木材の可能性を探る取り組みとして、世界初の木造人工衛星 LignoSat[6] もつくられ、2024 年 12 月 9 日に宇宙空間に放出された。この取り組みからも、木材の可能性が注目されることかうかがえる。

本研究では、木材を用いたロボット開発を実践し、その利点と課題を明らかにする。そのために、スタックチャン [7]*1 をベースとして、外側の筐体を木材で置き換えたウッドスタックチャン (図 1) を開発する。スタックチャンは、M5Stack というディスプレイ付きマイコンモジュールとサーボモータを用いた卓上サイズのコミュニケーションロボットである。筐体設計やソフトウェアはオープンソースであり、さまざまな派生バージョンが制作され、スタックチャンのコミュニティも形成される。本研究では、ウッドスタックチャンの筐体設計と実装を行う。ウッドスタックチャンの印象評価を行い、ロボットを木材で開発することの有効性を調査する。

2. ウッドスタックチャン

2.1 概要

本研究では、スタックチャンタカオ版組み立てキット [8] の設計を活用して、ウッドスタックチャンの筐体を設計する。タカオ版組み立てキットは、3D プリンタで印刷済みの筐体が頒布される。サーボモータを支える筐体内部はキットの部品を流用し、外装を木材で置き換える。なお、木材を用いて制作したスタックチャンとして量産型 MDF

スタックチャン [9] があり、設計データも公開されているが、よりシンプルな設計とするために本研究では独自設計を行った。

マイコンには、M5Stack Core2 for AWS[10] を用いる。ファームウェアとして、オープンソースのテスト用アプリケーションであるスタックチャンテスター [11] を書き込む。

2.2 筐体設計

ウッドスタックチャンの筐体として制作するパーツは頭、左耳、右耳、足、接続パーツ、下面パーツである。下面パーツは、M5Stack の下部に配置される。接続パーツはコの字型の 2 つのパーツで、筐体と M5Stack の接続を担う。前面は顔として M5Stack がはめ込まれる。

レーザー加工のために、各パーツの形状を記した切断設計図を作成する。木材の加工には、オーレーザー社のレーザー加工機 HAJIME CL1 PLUS[12] を用いる。できあがった木材パーツ同士は、木工用ボンドで接着して組み立てる。筐体内部の既存部品とはネジで固定する。

本研究では、6 つのバージョンの筐体を開発した。ver1 では、頭、左耳、右耳、接続パーツを製作したが、M5Stack を取り付けるための穴の位置がズレていた。ver2 では、これを改善して M5Stack を取り付け、スタックチャンとして動作するようにした。ver3 では、木の筐体が M5Stack を囲むように設計した。M5Stack の画面以外の面が完全に隠れ、木材で制作されたロボットという印象が増した。ver1 から 3 では木材として 3mm 厚ベニヤを用いていたが、ver4 では 4mm 厚シナベニヤ、ver5 では 3mm 厚スギと 4mm 厚シナベニヤ、ver6 ではすべて 3mm 厚スギを用いた。スギ

*1 スタックチャンおよびウッドスタックチャンは半角カナが正式な表記であるが、本論文の執筆環境では半角カナが表記できないため全角カナで表記する。

表 1: アンケートの項目

番号	質問	選択肢
Q1	触り心地が良いと感じたか	1. 全く感じない～7. とても感じた
Q2	外観デザインが良いと感じたか	1. 全く感じない～7. とても感じた
Q3	リラックス効果を感じたか	1. 全く感じない～7. とても感じた
Q4	親しみやすさを感じたか	1. 全く感じない～7. とても感じた
Q5	温かみを感じたか	1. 全く感じない～7. とても感じた
Q6	安心感を感じたか	1. 全く感じない～7. とても感じた
Q7	環境に良いと感じたか	1. 全く感じない～7. とても感じた
Q8	ウッドスタックチャンの良い点があれば記述してください	自由記述
Q9	ウッドスタックチャンの改善点があれば記述してください	自由記述
Q10	ウッドスタックチャンの活用点があれば記述してください	自由記述
Q11	ウッドスタックチャンへの感想やコメントがあれば記述してください	自由記述

は、木目や香りによって木の感触を最も感じる事ができる。ver6 では木の表面と角のやすりがけを行い、肌触りを滑らかにした。

3. 評価実験

3.1 実験概要

ウッドスタックチャンの印象を評価するための評価実験を行った。評価実験は2度に分けて実施した。1回目は研究室内で被験者12名で実施、2回目は大学内の展示会で被験者8名で実施した。

被験者は、まず我々が用意したプラスチック製スタックチャンとウッドスタックチャンを自由に触れ、その後アンケートに回答する。比較対象のスタックチャンは、タカオ版組み立てキットとして頒布されるポリ乳酸 (PLA) 樹脂製のものである。アンケートの項目を表1に示す。アンケートは、選択式項目と自由記述項目を設けた。選択式項目は、さまざまな印象に関しての程度を問うもので、7段階のリッカート尺度とした。値は7に近い方が好ましい。自由記述項目は、ウッドスタックチャンの印象について文章で記述する。アンケートの実施には Google フォームを利用した。

3.2 結果

アンケートの Q1 から Q7 の結果を図4に示す。総じてウッドスタックチャンの評価が高く、特に Q5～Q7 で差が顕著に現れた。

Q8「ウッドスタックチャンの良い点があれば記述してください」の回答では、

- 温もりを感じる 特別感、高級感がある インテリアっぽい
- 自分の好きな木材や木目にできるのは面白いなと思いました
- 気軽に加工することができる (オリジナルの彫り込みを入れやすいなど)
- 軽い

といった意見があげられた。

Q9「ウッドスタックチャンの改善点があれば記述してください」の回答では、

- 角を触りやすくする 本体の黄色い縁を見えないようにして欲しい
- 木材にコーティング材を塗ったバージョンも見てみたい
- 耐久性の改善

といった意見があげられた。

Q10「ウッドスタックチャンの活用点があれば記述してください」の回答では、

- シックなカフェの木製の机とかに置いてあると可愛いし雰囲気にあって癒しになりそう 市内のカフェにおいて貰う
- レーザーカッターで表面に模様をつけたり、アロマオイルとかを染み込ませてみるのも面白いかなと思いました。
- デスクにおいてアレクサとか Siri のように使う

といった意見があげられた。

Q11「ウッドスタックチャンへの感想やコメントがあれば記述してください」の回答では、

- 表情や挙動の方が印象の変わる度合いが大きいのかなと思いました。
- 年配の方に人気になりそうだなと思いました
- かわいかったです もっと丸み帯びてると触っていたくなるかも

といった意見があげられた。

3.3 考察

ウッドスタックチャンの印象評価の結果は、木製ロボットはプラスチック製ロボットよりも良い印象を与えることを示唆する。他のエージェントロボットでも、同様に木材でつくことで良い印象を与えることが考えられる。一方、木材を用いたロボット開発は、加工の難易度が課題となる。この点が製品化の障壁となることが予想される。

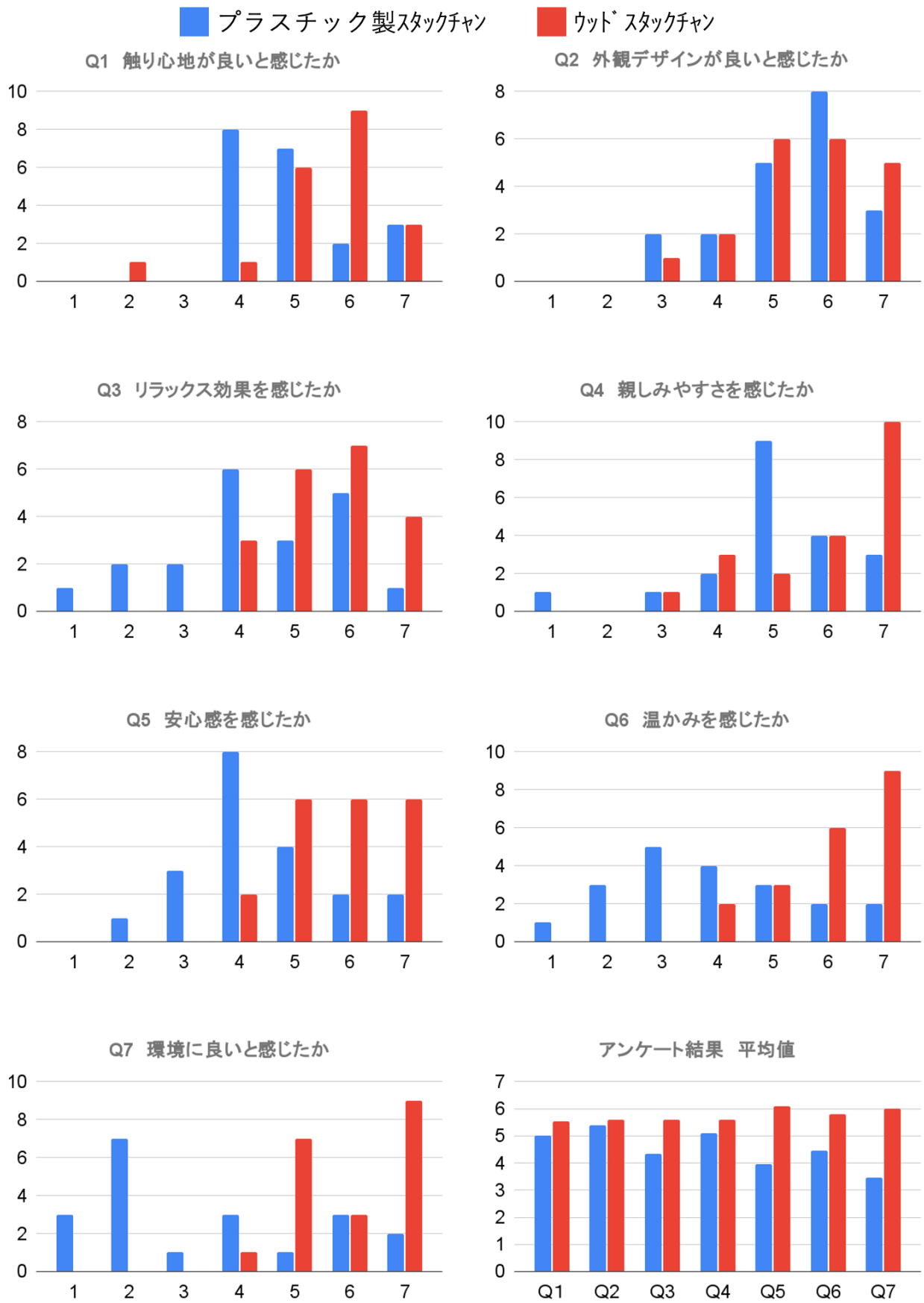


図 4: Q1~Q7 のアンケート結果

参考文献

- [1] Amazon: Echo Alexa (エコーアレクサ) でできること, <https://www.amazon.co.jp/b?node=5364343051>.
- [2] ユカイ工学: BOCCO (ボッコ) 家族をつなぐコミュニケーションロボット, <https://store.ux-xu.com/products/bocco>.
- [3] Amazon.com: Amazon Astro, Household robot for home monitoring, with Alexa, Includes a Ring Home Trial, <https://www.amazon.com/Introducing-Amazon-Astro/dp/B078NSDFSB>.
- [4] プログラミング脳を養うツール「PETS」: PETS, <https://4ok.jp/pets/>.
- [5] 株式会社 a robo: 【業界初】”木製”筐体の自律移動ロボットを開発。持続可能な次世代工場を目指し、新たな「協調」に挑戦, <https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000002.000116335.html>.
- [6] LignoSat: 京都大学大学院 総合生存学館 SIC 有人宇宙学研究センター, <https://space.innovationkyoto.org/lignosat-project/>.
- [7] スタックチャン (Stack-chan): ししかわ/Shinya Ishikawa, <https://protopedia.net/prototype/2345>.
- [8] もんごんた (紅樹タカオ): タカオ版組み立てキットの頒布について【SG90用】及び【SCS0009専用】 — M5Stack 沼人の日記, <https://raspberrypi.mongonta.com/about-products-stackchan-m5gobottom-version/>.
- [9] SuspiciousCEO: Mass-production-type-MDF-stack-chan, <https://github.com/SuspiciousCEO/Mass-production-type-MDF-stack-chan>.
- [10] m5stack store: M5Stack Core2 ESP32 IoT Development Kit for AWS IoT Kit, <https://shop.m5stack.com/products/m5stack-core2-esp32-iot-development-kit-for-aws-iot-edukit>.
- [11] mongonta0716: stack-chan-tester: stack-chan test application for pwm servo, <https://github.com/mongonta0716/stack-chan-tester>.
- [12] オーレーザー: レーザー加工機 HAJIME CL1 PLUS, <https://www.oh-laser.com/products/hajime-cl1-plus>.