

超変シーン:機構によって髪が逆立つフィギュアのデザイン

坂田敢海^{†1} 岡村遼^{†1} 横山拓^{†1} 勝本雄一朗^{†1}

本研究は腱駆動によって髪が逆立つフィギュア・超変シーンを制作した。アニメや漫画などの架空作品では、しばしば変身という表現が登場する。この変身を再現した玩具として、人型のものは少ない。そこで私たちは、漫画「ドラゴンボール」の孫悟空の変身をモチーフに、髪が逆立つ瞬間を機械機構で再現し胸像化した。実現にあたっては、ロボットハンド研究における腱駆動を参照した。本発表では、超変シーンのデザインプロセスについて説明する。

1. はじめに

本研究は漫画的な変身表現の可変フィギュア化を試みた。具体的には、『ドラゴンボール』[1]の孫悟空をモチーフに、髪が逆立つ変身の再現を試みた。

アニメや漫画では、変身という演出が用いられる。変身は、登場人物が戦闘などの目的に特化した姿になるために行われる。例えば『仮面ライダー』は、掛け声とともに特異なポーズを取ることで、悪役と戦うための姿に変身する。『ウルトラマン』もまた、道具を掲げてポーズをとることで、巨大なヒーローの姿に変身する。これらの作品は、50年以上に渡り、新作や関連商品が展開されている。

変身は男児向けの作品に止まらない。女兒向けのアニメ作品においては、『セーラームーン』や『プリキュア』など、古くより変身を行うヒロインが登場する。海外においても、『スパイダーマン』や『トランスフォーマー』など、変身ヒーローが長きに渡り活躍している。歴史を紐解けば、日本の妖怪や吸血鬼のように、怪談や伝承、神話においても変身は描かれている。このように、変身は洋の東西を問わず、表現として広く長く愛されている。

フィクションにおける変身は、作品中の非現実的な力学や技術によって為されている。だからこそ、我々は非現実的な変化を、玩具として実現できないだろうかと考えた。そこで本研究は、ドラゴンボールの孫悟空をモチーフに、髪が逆立つ変身の再現を試みた。

2. 関連研究

漫画やアニメなどにみられる変形を玩具として具現化した事例として、REAL EXPERIENCE MODEL RX-0 ユニコンガンダム [2] と Transformers Optimus Prime Auto-Convert Robot [3] がある。これら変形玩具は、もっぱら可変ロボットを対象とし、人物の変身を再現していない。

髪を変形させる機構として、ロボットハンド研究における腱駆動 [4] が利用できる。腱駆動とは、腱 (ワイヤ) でリンクを引っ張るロボット機構である。腱駆動はモータを

リンク部から切り離して、ロボットを軽くすることができる [4]。この特性から近年でも様々なロボットに適用されている [5][6][7]。腱駆動がフィギュアに展開された例としては、SPECYS CORP. による特許「フィギュア、台座、およびフィギュアシステム」 [8] があり、台座内に収納された制御部によって両手足が駆動する。本研究は手足の動作ではなく、髪の変形に腱駆動を用いている。

3. デザイン

3.1 アイディエーション

孫悟空の変身は、髪や瞳の色が変わる、オーラが放たれるといった変化を伴うが、本研究では髪の変化のみに焦点をあてた。孫悟空を題材にした理由は、変身が瞬間的に行われ、形状の変化が明確であるからだ。

髪の変形を実現するにあたって、本研究は腱駆動を採用した。腱駆動は各関節にモータを配置する必要がなく、髪を軽く、設計を単純にできる。腱の巻き取りには、回転量の調整が容易かつ俊敏という理由から、サーボモータを選定した。

変形の実現にあたっては、空圧ゴムアクチュエータ [9] 等のソフトロボティクス技術の利用も検討した。しかし、制御に大型のコンプレッサが必要であり、スペースと騒音の都合から、玩具への利用は不適切だと判断した。

3.2 プロトタイプング

まず本研究は孫悟空の二面図イラストを描き、イラストを元に図 1 に示すキャラクターの胸像を 3D モデル化した。モデリングには 3D ソフトウェアの Blender を使用した。

次に 3D モデルを元に、軸関節を持つ毛束パーツを制作した。毛束パーツは、根本部分から毛先部分にかけて 2 つまたは 3 つに分割されている。パーツは分割部分に回転軸が設けられ、毛先側の毛束パーツをはめ込み、回転運動を行うことができる。この毛束パーツの構造を図 2 に示す。

^{†1} 東京電機大学 うつろいの研究室

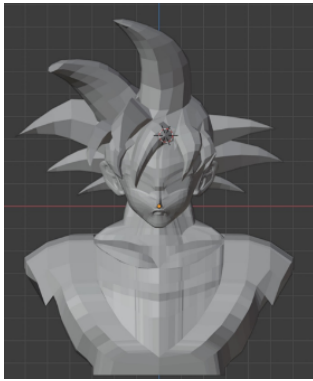


図 1 制作したキャラクターの 3D モデル

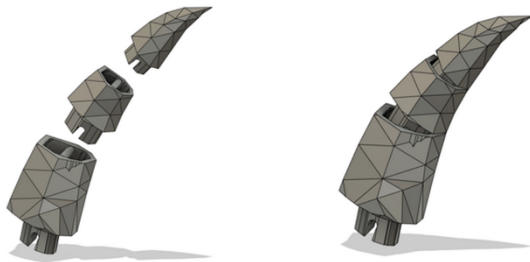


図 2 毛束パーツの構成

本研究は孫悟空の頭髪を 14 本の毛束パーツで構成した。毛束パーツはすべて ABS 樹脂を利用し 3D プリンタで出力した。毛束パーツの先端には、2 本の糸が固定されている。この糸は、毛束パーツを牽引するために使用され、毛束パーツの回転軸の左右を經由し、サーボモータによって巻き取られる。図 3 に毛束パーツと接続された糸の巻取り部分を示す。



図 3 髪の毛パーツと接続された巻取り部分

巻取り部分は、フィギュアの台座に設置している。サーボモータは毛束パーツ 1 つにつき 1 個を割り当てた。サーボモータの制御には Arduino を採用した。糸は巻取り部分から頭部にかけてテフロンチューブの中を通らせることで、糸を引いたときの千切れや引っかかりを軽減させている。図 4 に変身フィギュアの全体図を示す。



図 4 変身フィギュアの全体図

4. デザインの検証

まず形状の再現度について検証する。図 5 は変身フィギュアの変形前後の形状を示している。



図 5 変身フィギュアの変化前(左)・変化後(右)

本研究が制作した頭髪は、原作の再現度が高い毛束と、低い毛束にわかれた。単純な反り返りで変形できる頭髪は再現度が高い一方、位置と形状の変化が求められる毛束は再現度が低かった。特に再現度の低い毛束を図 6 に示す。

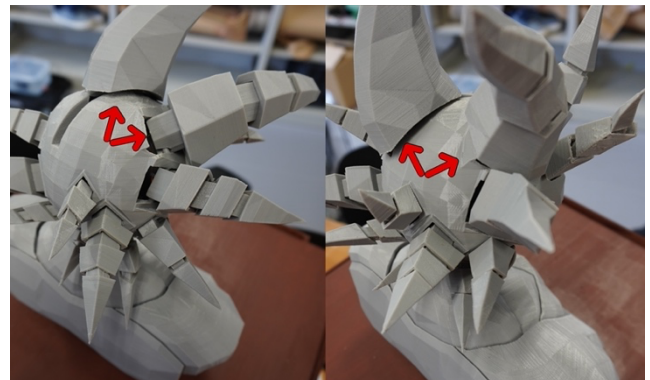


図 6 赤矢印が再現度の低い毛束

これらの毛束は位置を大きくスライドさせる必要があり、

変身前の毛束の配置や毛束同士の干渉により、腱駆動では適切な位置に移動させることが難しかった。また頭部左側は毛量が少ないため、変形後の形状に劇中との差異が生じた。

次に速度の再現度について検証する。劇中変形の開始から変形の終了までの時間と、制作したフィギュアの変形時間が同等であれば目標を達成できたとする。検証には、「ドラゴンボール ファイターズ[10]」の 30fps の映像とフィギュアを撮影した 60fps の映像を用いた。秒間フレーム数は「ドラゴンボール ファイターズ」の映像に合わせた。

「ドラゴンボール ファイターズ」では、孫悟空の変身に 20 フレームを要している。一方、本研究が制作したフィギュアは 30fps 換算で 14 フレーム(実測は 28 フレーム)で変身することができた。よって腱駆動は十分な俊敏さをもって頭髪を変形させられると判明した。

5. おわりに

本研究では、フィクション作品における現実的でない変身をフィギュアとして再現した。変形を行う玩具は多く市販されているが、本研究では人間状のキャラクターが変身する様子のフィギュア化を試み、腱駆動によって頭髪の変化を再現することができた。

謝辞 フィギュアの制作にあたって、さまざまなアイデアを提供してくれた研究室の仲間へ感謝します。また制作に協力してくれた井上大輝君、中山遼太君、橋本息吹君、八田直也君へ感謝します。

参考文献

- 1) 鳥山明: ドラゴンボール, 集英社 (1984).
- 2) 株式会社 BANDAI SPIRITS: “REAL EXPERIENCE MODELRX-0 ユニコーンガンダム (AUTO-TRANS edition)”, バンダイホビーサイト, https://bandai-hobby.net/site/auto_trans/ (参照 2022-07-25).
- 3) Hasbro: “Transformers Optimus Prime Auto-Converting Robot - Collector's Edition”, Hasbro Pulse, <https://hasbropulse.com/products/transformers-optimus-prime-auto-converting-robot-collectors-edition> (参照 2022-07-25).
- 4) 明治大学: マニピュレーション研究室, <http://www.isc.meiji.ac.jp/~ryuta/research/research.html> (参照 2022-07-25).
- 5) 野崎貴裕, 鈴木祐介, 大西公平: 腱駆動を用いたマスタ・スレーブ型多自由度ロボットハンドによる力覚伝達, 電気学会論文誌 D (産業応用部門誌), Vol.131, No.3, pp.297-303 (2011).
- 6) K. Mizushima, T. Oku, Y. Suzuki, T. Tsuji and T. Watanabe, "Multi-fingered robotic hand based on hybrid mechanism of tendon-driven and jamming transition", 2018 IEEE International Conference on Soft Robotics (RoboSoft), 2018, pp.376-381, doi: 10.1109/ROBOSOFT.2018.8404948(2018).
- 7) 永瀬純也, 脇元修一, 嵯峨宣彦, 鈴森康一: 空気圧剛性可変フィンガを有するバルーン型腱駆動ロボットハンドの開発, 設計工学, Vol.46, No.9, pp.517-523 (2011).
- 8) スピーシーズ株式会社: フィギュア, 台座, およびフィギュア

アシシステム, 特許第 5858556 号, 2016-2-10.

9) 鈴森康一: フレキシブルマイクロアクチュエータに関する研究 (第 1 報, 3 自由度アクチュエータの静特性) 日本機械学会論文集 C, Vol.55, No.518, pp.2547-2552, (1989).

10) 株式会社バンダイナムコエンターテインメント: ドラゴンボール ファイターズ (2018).