

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題	筋骨格ロボット顎関節の試作研究
Title	Prototype of Musculoskeletal Mastication Robot with Thin McKibben Muscles
著者	車谷駿一, 森田 隆介, 鈴森 康一, 難波江
Author	Shunichi Kurumaya, Ryusuke Morita, Koichi Suzumori, Hiroyuki Nabae
掲載誌/書名	ロボティクス・メカトロニクス講演会2016 予稿集, Vol. , No. , pp.
Journal/Book name	Proceedings of the 2016 JSME Conference on Robotics and Mechatronics, Vol. , No. , pp.
発行日 / Issue date	2016, 6
URL	http://www.jsme.or.jp/publish/transact/index.html
権利情報 / Copyright	本著作物の著作権は日本機械学会に帰属します。

筋骨格ロボット顎関節の試作研究

Prototype of Musculoskeletal Mastication Robot with Thin McKibben Muscles

○ 学 車谷 駿一 (東工大)
正 鈴森 康一 (東工大)

学 森田 隆介 (東工大)
正 難波江 裕之 (東工大)

Shunichi KURUMAYA, Tokyo Institute of Technology, kurumaya.s.aa@m.titech.ac.jp
Ryusuke MORITA, Tokyo Institute of Technology
Koichi SUZUMORI, Tokyo Institute of Technology
Hiroyuki NABAE, Tokyo Institute of Technology

By developing a musculoskeletal mastication robot using thin McKibben muscles based on human anatomy, we aim to realize the same motion and characteristics as a human. Conventional mastication robots have a big system and do not have all muscles of human because it is difficult for conventional motors to be attached. Because thin McKibben muscles are small enough to be densely attached, we can overcome these problems by applying them to the musculoskeletal mastication robot as skeletal muscle and can additionally realize a redundant system equivalent to the human drive mechanism. In this paper, we report a prototype of musculoskeletal mastication robot with thin McKibben muscles.

Key Words: Thin McKibben muscle, Musculoskeletal robot, Mastication mechanism

1. 緒言

ヒトは口から食物を摂取することで栄養を得ているが、このとき摂取した食物を歯で咬み、粉碎する咀嚼を行う。この咀嚼動作は顎関節に作用する咀嚼筋が関与している。本研究ではヒトの顎関節を忠実に模倣した筋骨格ロボットを開発し、咀嚼のシミュレーションを行うプラットフォームとして筋骨格ロボット顎関節の開発を目的とする。

咀嚼を行うロボットは以前から研究されているが[1]、アクチュエータによって顎関節の運動に関与する筋肉が全て実装されているロボットは報告されていない。また、アクチュエータに電磁モータを使用しているため、ヒトの骨格に取り付けることが難しいという問題もある。

筆者らが開発したコンパクトな腱駆動機構系を実現することができるアクチュエータとして細径マッキベン人工筋がある[2][3]。これまでも、この人工筋を多数集積した多繊維構造人工筋を開発し、ヒトと同様の筋配置、冗長性を持つ筋骨格ロボットの開発を行っており、下肢[4][5][6]、上肢[7][8]において良好な動作を確認している。

本論文では、細径マッキベン人工筋をヒトと同様の筋配置で頭部に取り付けて顎関節駆動機構の試作を行い、咀嚼動作を確認したことを報告する。

2. 細径マッキベン人工筋

本研究で使用する外径 1.8mm 細径マッキベン人工筋は外径 1.3mm-内径 0.9mm 硬度 40 のシリコーンゴムチューブにスリーブとして繊維を編みこんだものである。筋骨格に取り付け

るため、片端に送気チューブ、両端に腱としてダイニーマ繊維をそれぞれ取り付けている。これを図 1 に示す。

3. 骨格筋による顎関節の駆動機構

ヒトの頭部には、咬筋、側頭筋、外側翼突筋、内側翼突筋、という主に 4 つの顎関節に作用する筋肉が図 2 に示すような配置で存在する[9]。これらの筋肉は左右対称に存在し、これらの筋肉が下顎に作用することで咀嚼動作を実現している。咀嚼動作は下顎骨の挙上・下制・前後運動・側方運動に分けられる。それぞれの筋肉は表 1 に示すように下顎骨の挙上か下制、前進か後退、どちらの動きに作用するかによって分類される。側方運動は左右の筋肉の前後運動を組み合わせることで実現される。例えば、下顎骨を右方向に動かす場合には、右側の咬筋、側頭筋、左側の外側翼突筋、内側翼突筋を動作させる[10]。

4. 顎関節骨格筋への適応

咀嚼動作を実現するために、図 3 に示すようにヒトの全身骨格モデル頭部に細径人工筋を取り付けることで、左右に各 4 種の筋肉を持つ 8 自由度の冗長駆動システムを構築した。側頭筋は扇形の筋肉であるため、本試作では複数の起始と一点の停止を持つ形とした。各人工筋は頭蓋骨に沿ってヒトの骨格筋と同様の筋配置、および起始、停止を持つ。

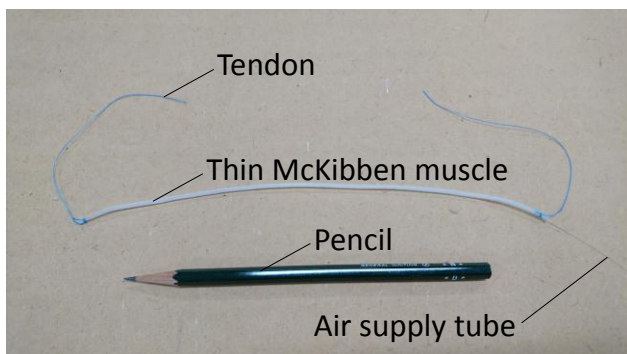


Fig.1 ϕ 1.8mm thin McKibben muscle

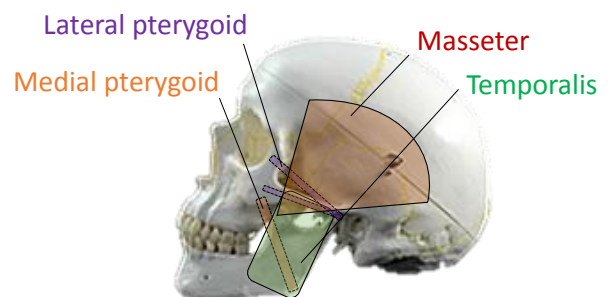


Fig.2 Muscle arrangement on the skull

Table 1 Working classification of the muscles
on the skull

	Push the lower jaw forward	Pull the lower jaw backward
Open the mouth	Medial pterygoid	
Close the mouth	Masseter Temporalis	Lateral pterygoid

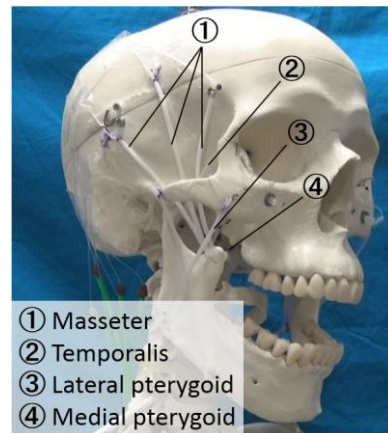


Fig.3 Muscle arrangement on the skull



(c) Close



(d) Open

Fig.4 Skeleton open and close his mouth.

口の開閉動作である下顎骨の挙上・下制動作の様子を図 4, すりつぶし動作である下顎骨の左右への運動を図 5 に示す. 下制動作以外は良好な動作が確認できたが, 下制動作は小さい動きとなった. これは舌骨と下顎骨に起始と停止を持つ顎舌骨筋などの下顎骨の下制動作に関与する筋肉が取り付けられていなかったことが原因であると考えられる.

5. 結言

本研究では細径マッキベン人工筋を用いることで, 従来のモータ駆動の咀嚼ロボットよりも高い取り付け密度を実現し, ヒトと同様の筋配置でアクチュエータを取り付けることに成功した. ヒトと同様の筋配置で頭部に取り付けて顎関節機構の試作を行い, 下顎骨の挙上・下制・側方運動を確認した. 今後は頭部だけでなく頸部骨格筋の開発を行い, 下顎骨の下制動作の改善, 前後運動の実現を目指す.

謝 辞

本研究の一部は JSPS 科研費(基盤(A),26249028「次世代マッキベン人工筋の実現」)の補助を受けて実施した.

文 献

[1] 大月佳代子, 大西正俊, 辻正秀, 渡井幸雄, 高西淳夫, 高信英明: “咀嚼ロボットの応用による開閉口訓練装置の開発についての検討ー開口力の測定ー”, 日本顎関節学会 日本顎関節学



(a) Left



(b) Right

Fig.5 Skeleton move his lower jaw right and left

会雑誌, 第 7 巻 第 3 号 pp.69-78, 1995.

- [2] 高岡 真幸, 鈴森 康一, 脇元 修一, 飯嶋 一雄, 徳宮 孝弘: “生体模倣ロボット機構実現に向けた多繊維構造マッキベン人工筋”, 第 14 回 計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会 pp.1767-1770, 2013.
- [3] Masayuki Takaoka, Koichi Suzumori, Shuichi Wakimoto, Kazuo Iijima, Takahiro Tokumiy: “Fabrication of Thin McKibben Artificial Muscles with Various Design Parameters and Their Experimental Evaluations”, The 5th International Conference on Man-ufacturing, Machine Design and Tribology (IC-MDT2013), pp.82, 2013.
- [4] 鈴森 康一, 車谷 駿一, 脇元 修一: “多繊維構造マッキベン人工筋の開発と筋骨格ロボットへの適用”, 第 32 回 日本ロボット学会学術講演会, 2D1-06, 2014.
- [5] 車谷駿一, 鈴森康一, 福田雅俊, 脇元修一: “細径マッキベン人工筋を用いた筋骨格ロボット機構の研究 第 2 報下肢骨格ロボット機構の試作”, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2015 講演論文集, 1P1-W04, 2015.
- [6] 車谷駿一, 森田隆介, 鈴森康一, 脇元修一: “細径マッキベン人工筋を用いた筋骨格ロボットの研究 第 4 報筋骨格ロボット股関節筋骨格ロボットへの適用”, 第 24 回日本ロボット学会学術講演会, 1A1-03, 2015.
- [7] 福田雅俊, 鈴森康一, 車谷駿一, 脇元修一: “細径マッキベン人工筋を用いた筋骨格ロボットの研究 第 3 報上肢骨格ロボット機構の試作”, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2015 講演論文集, 1P1-W03, 2015.
- [8] 森田隆介, 車谷駿一, 鈴森康一, 福田雅俊, 脇元修一: “細径マッキベン人工筋を用いた筋骨格ロボットの研究 第 5 報筋骨格ロボット肩甲上腕関節への適用”, 第 24 回日本ロボット学会学術講演会, 3A3-04, 2015.
- [9] 相磯貞和訳: ネット解剖学アトラス 原書第 5 版, 図 54, 55, 株式会社南江堂, 2015.
- [10] 石井直方, 左 明, 山口 典孝: “カラー図解 筋肉のしくみ・働き事典 第 16 版”, 株式会社 西東社, 2013.