

生体信号を用いた身体拡張インタフェース～ASHURA～

Body augmentation interface using biologic signals

メンバー Member

福井健人 Takehito Fukui 古内義久 Yoshihisa Furuuchi 泉優香 Yuka Izumi 高橋稜 Ryo Takahashi

中川瑛斗 Akito Nakagawa 村上美里 Murakami Misato 横谷汐美 Shiomi Yokoya 吉田一真 Kazuma Yoshida

本プロジェクトについて About this project

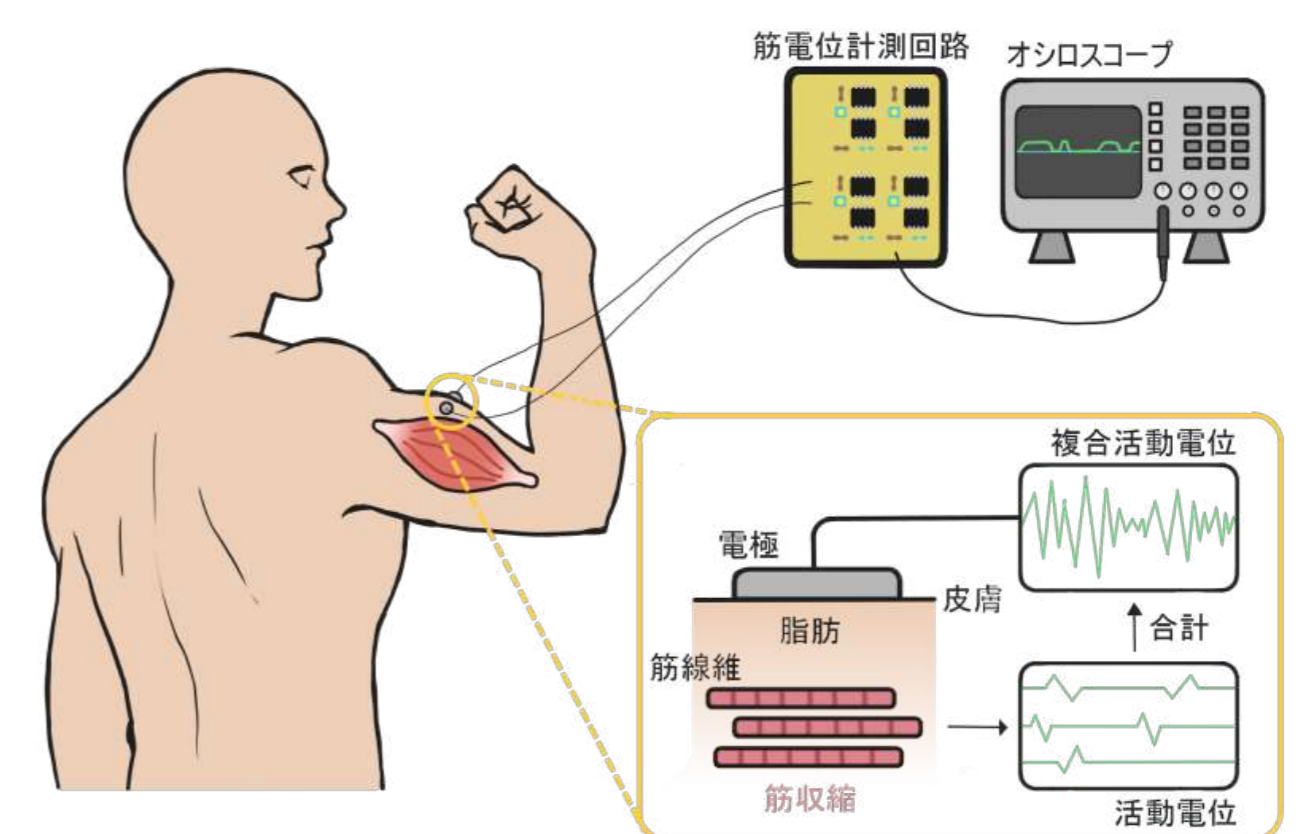
身体拡張とは、身体の運動能力・感覚を拡張し自分の意思で機能させることである。我々は、装着者が拡張部分を身体の一部として認識できるような身体拡張デバイスの開発を目指した。そこで、身体を動かす時に発生する生体信号である筋電位を利用した。本年度は、身体の一部のように動作する筋電義手を製作するグループ、現実では困難な筋出力の増加を筋電位を使用して実現するグループの二つのグループで分かれ、それぞれが身体拡張デバイスの開発を行った。

Body augmentation refers to extending the motor and sensory capabilities of the body to function at one's will. We aimed to develop a body extension device that enables the wearer to recognize the extension part as part of the body. To this end, we utilized myopotentials, which are biological signals generated during body movement. This year, we were divided into two groups: a group to fabricate a myoelectric prosthetic hand that acts like a part of the body, and a group to realize using myoelectricity to increase muscle output, which is difficult to do in reality.

筋電位について About EMG

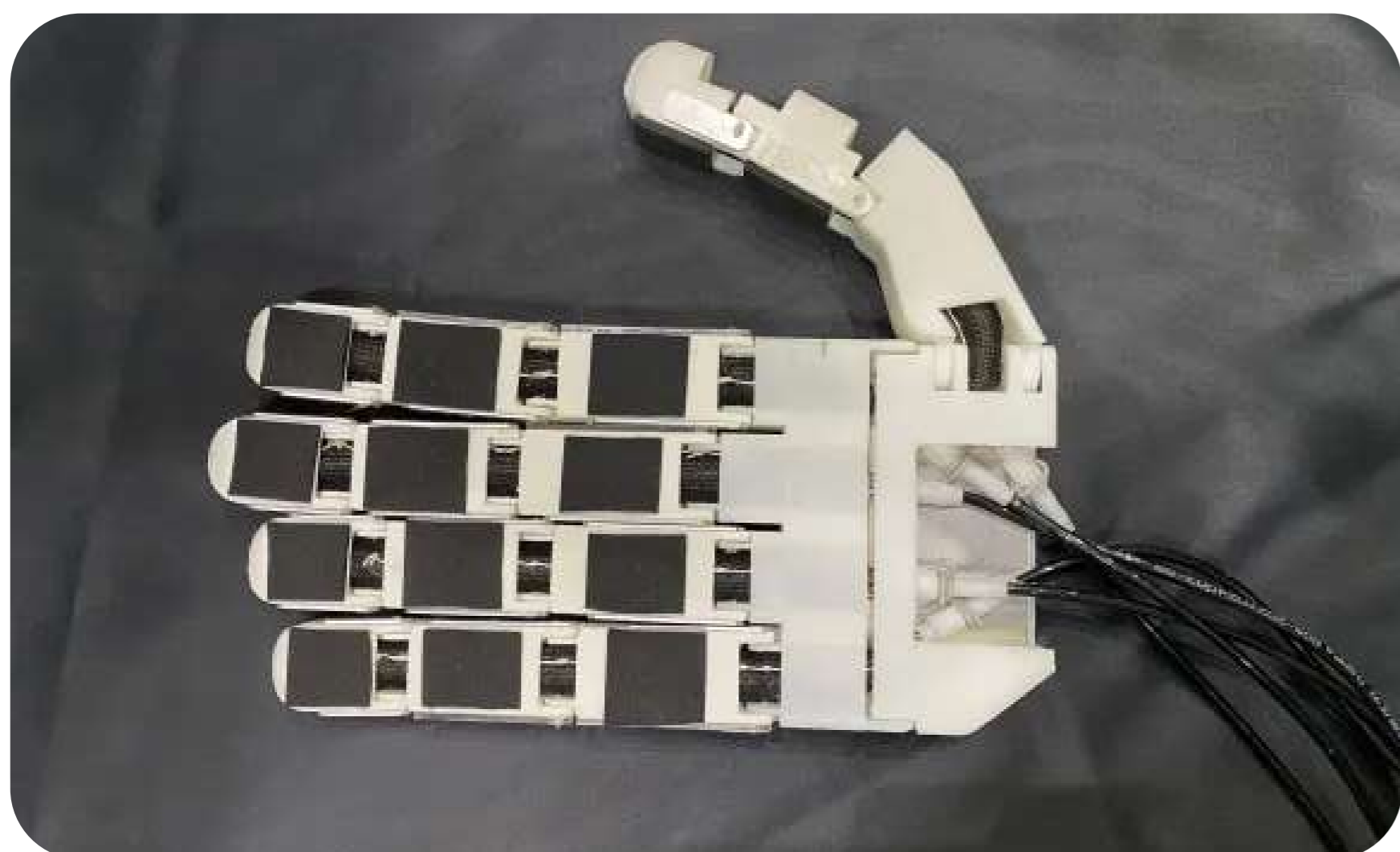
筋電位とは筋繊維が収縮するときが発生する活動電位のことである。筋肉を動かそうとしたとき、脳から脊髄に興奮が伝播して、運動神経を通じて筋細胞へ伝わる。それにより筋細胞の膜電位が発生し、それが伝播していく。我々は筋電計測回路を用いて皮膚表面から複合活動電位を計測し、整流器や積分器を用いて筋電信号を筋収縮力の大きさの情報に変換し、デバイスの制御に使っている。

A myoelectric potential is an action potential generated when muscle fibers contract. When a muscle is about to move, the excitement is propagated from the brain to the spinal cord and then to the muscle cells through the motor nerves. This generates a membrane potential in the muscle cell, which then propagates. We use myoelectric measurement circuits to measure compound action potentials from the skin surface and convert the myoelectric signals into information on the magnitude of muscle contraction force using rectifiers and integrators, which we use to control devices.



グループA

～様々な形状の物体を把持できる筋電義手～

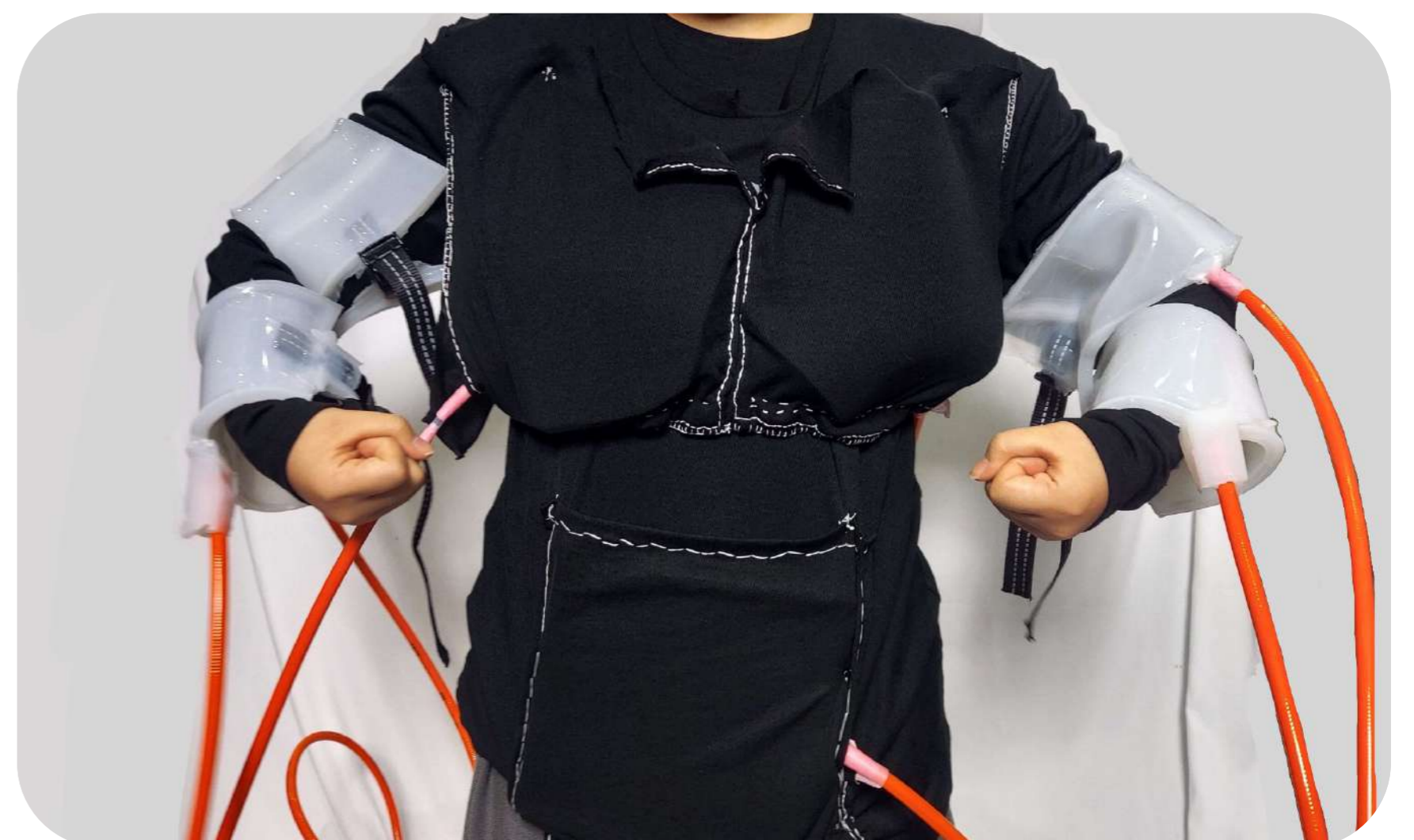


本グループは筋電義手の制作を行った。前期では軽量化を目的としてモータとワイヤを用いる機構だったが後期は様々な形状の物体を把持することを目的として空気圧と空気圧ゴム人工筋肉を用いる機構に変更した。

This group created an EMG prosthetic hand. In the first half, the mechanism used a motor and wires to reduce weight, but in the second half, the mechanism was changed to one that uses air pressure and pneumatic efficient artificial muscle to grasp objects of various shapes.

グループB

～筋肉スーツによる筋出力の変化～



本グループはアニメや漫画の表現として登場する、力を入れた際に筋肉が膨張してパワーアップをする描写を実現することを目的とした。自身の上半身の疑似的な拡大による視覚的知覚の変化を発生させるため、上半身の筋肉袋を制作した。

This group produced muscle bags inflated by the air to realize a scene of animation and manga that a character makes large his muscles and be stronger. They produced muscle bags of the upper body to change visual perception by pseudo enlargement of own upper body.

様々な形状の物体を把持できる筋電義手

メンバー Member

福井 健人 Takehito Fukui 中川 瑛斗 Akito Nakagawa 村上 美里 Misato Murakami 吉田 一真 Kazuma Yoshida

背景

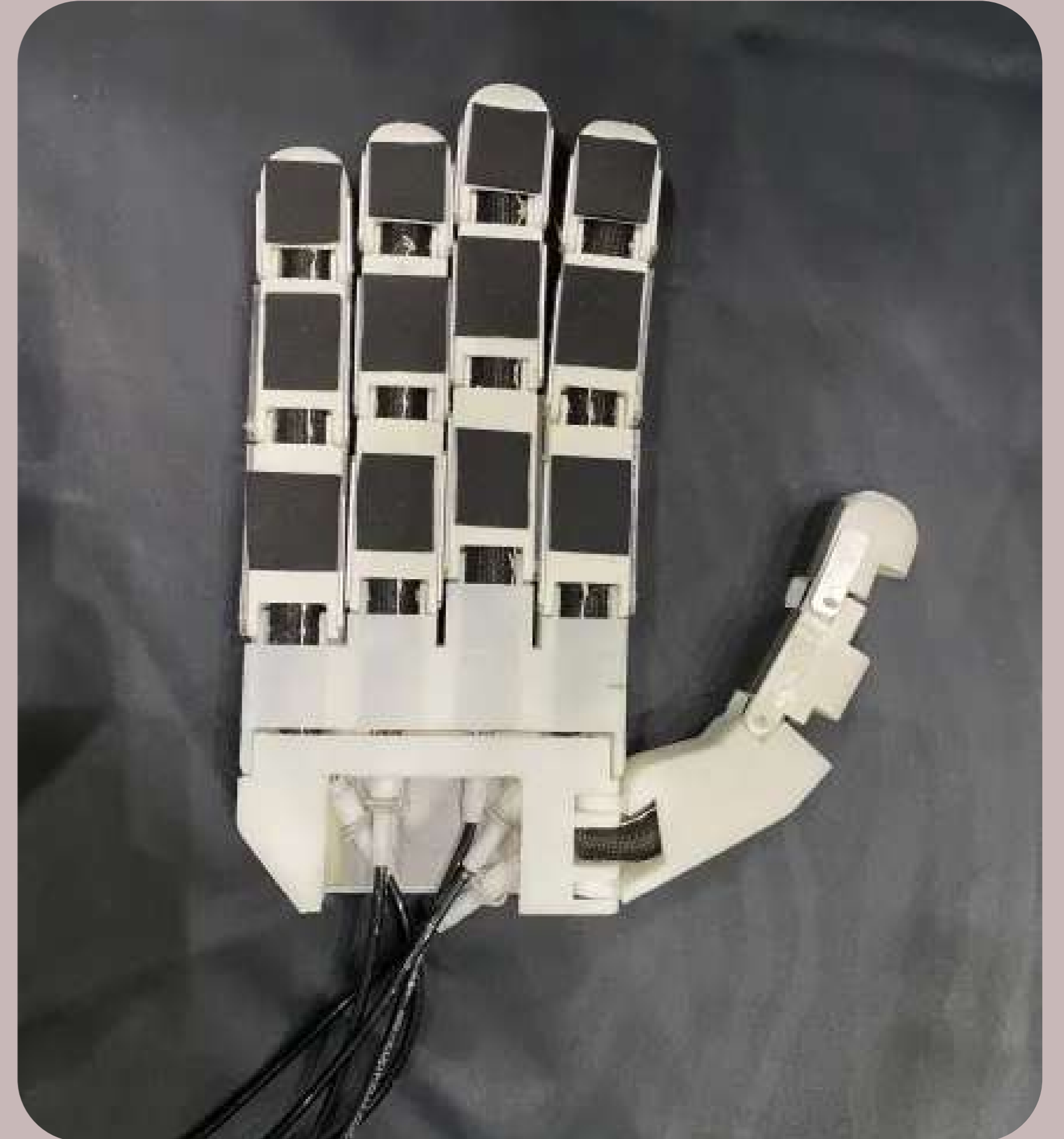
グループAは前期に軽量化を目的として、サーボモータを動力源とした筋電義手を製作した。しかし私たちが日常で持つような物体を持つためには、サーボモータを用いると複雑な制御が必要となる。そこで空気圧を動力源とし、空気圧で膨らむ空気圧ゴム人工筋を使って筋電義手を製作した。

Group A created a EMG prosthetic hand powered by a servo motor in the first half of the year to reduce weight. However, in order to hold objects like those we hold in our daily lives, using servo motors requires complex control. Therefore, we created a EMG prosthetic hand that uses air pressure as a power source and uses pneumatic efficient artificial muscle that inflate with air pressure.

目的

本グループの目的は様々な形状の物体を把持できる筋電義手を製作することである。

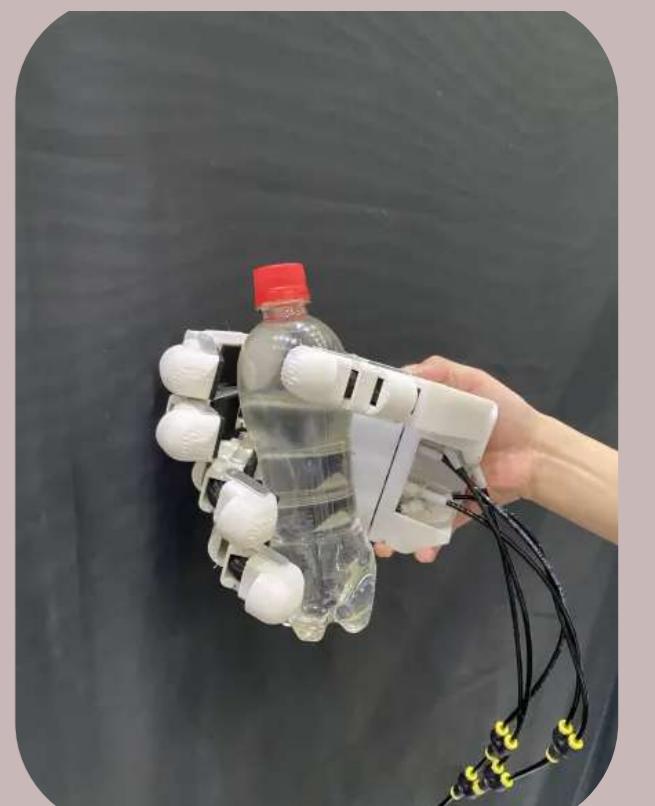
The purpose of this group is to create an EMG prosthetic hand that can grasp objects of various shapes.



制作物

3Dプリンタで製作した筋電義手のそれぞれの指に編組チューブとゴムチューブで製作した空気圧ゴム人工筋を取り付けた。空気はコンプレッサからホースで注入しており、ホースと筋電義手をつなぐ電磁バルブは筋電位の大きさによって制御されている。

Pneumatic efficient artificial muscle made from braided tubes and rubber tubes were attached to each finger of a prosthetic hand made with a 3D printer. Air is injected through a hose from a compressor, and the Solenoid valve that connects the hose to the myoelectric prosthetic hand is controlled by the magnitude of EMG.



動作機構

前腕から計測した筋電位を使い、筋電位の大きさによって電磁バルブの開閉をするプログラムを作成することで、筋電位で空気の出し入れを行うことを可能にした。筋電位で空気の出し入れを行い、空気が入ったときに空気圧ゴム人工筋が膨らみ筋電義手の指が曲がるという仕組みである。

The EMG from the forearm is measured, and depending on the magnitude, a solenoid valve is opened and closed to control the injection of air into the EMG prosthetic hand. When air enters the prosthetic hand, the pneumatic efficient artificial muscle in EMG prosthetic hand's fingers stretch extends toward the fingertips, allowing the fingers to bend.

実験

製作した筋電義手を持ち、様々な形状の物体を用意してそれらを把持することができるかという実験を行った。用意した物体はワイングラス、ゴムボール（大・小）、中身の入った炭酸飲料のペットボトル（500mL・2L）である。これらはそれぞれ凹凸があり、日常生活で頻繁に持つものである。これを把持し、物体の凹凸に合わせて指の関節が自然に曲がるかどうかを確認した。実験の結果、ワイングラス、ゴムボール（大・小）、中身の入った炭酸飲料のペットボトル（500mL）は把持することができた。また、中身の入った炭酸飲料のペットボトル（2L）は中身が1Lまで入った状態であれば把持することができた。

Using the EMG prosthetic hand that we had created, we conducted an experiment to see if it could grasp objects of various shapes. The objects prepared were a wine glass, rubber balls (large and small), and a plastic bottle of carbonated drink (500mL and 2L). As a result of the experiment, wine glasses, rubber balls (large and small), and plastic bottles (500mL) filled with carbonated beverages could be grasped. In addition, a plastic bottle (2L) of carbonated beverage could be grasped as long as the bottle contained up to 1L of carbonated beverage.

筋肉スーツによる筋出力の変化

メンバー Member

横谷汐美 Shiomi Yokoya 古内義久 Yoshihisa Furuuchi 泉優香 Yuka Izumi 高橋稜 Ryo Takahashi

背景

アニメや漫画などの作品内には、筋肉の膨張によってパワーアップするシーンが存在する。このシーンの実現は、継続的な筋トレなどで筋肉を鍛えても不可能である。そこで私たちは、疑似的に筋肉を膨張・拡大することで自身をパワーアップすることはできないかと考えた。筋肉を疑似的に拡大する方法として「視覚的知覚」に着目し、視覚的知覚でパワーアップを実現することを目指した。

目的

自分の身体を疑似的に拡大し、身体に対する視覚的知覚を変化させることで筋出力を自身の持つ最大値に近づけることを目標とした。

制作物

上半身の筋肉を再現するために、胸筋、腹筋、上腕、前腕、背中にあたる筋肉袋を作製した。筋肉袋の素材にはシリコンゴムを用いた。シリコンゴムを成型するために、型を3Dプリンター及びアクリル板で作製した(図1及び図2)。筋肉袋を着用し、視覚的知覚を変化させるための筋肉スーツを作製した(図3及び図4)。筋肉スーツは、リアル感、装着のしやすさ、サイズ調整のしやすさ、服の伸びやすさの4点を工夫し、作製した。

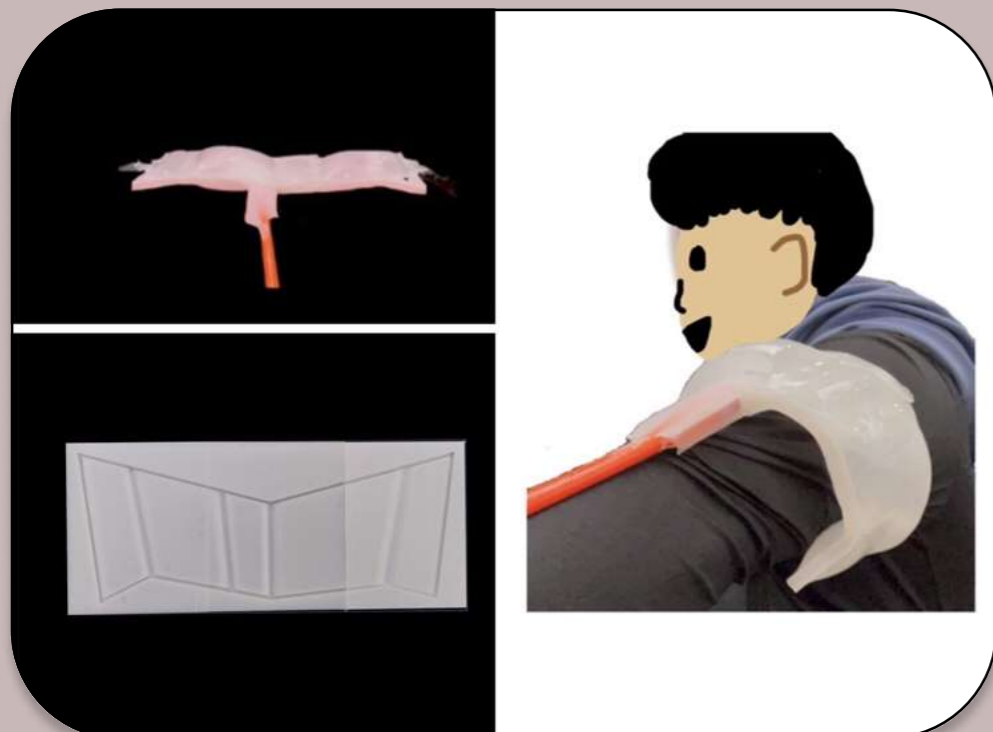


図1. 3Dプリンターで作製した型と筋肉袋（上腕）



図2. アクリル板で作製した型と筋肉袋（腹筋）



図3. 筋肉スーツ正面



図4. 筋肉スーツ背面

実験

参加者14名を2つのグループにランダムに分けて実験を行った。1つのグループでは筋肉スーツを着用する前に握力測定とアームバーを使用した後、筋肉スーツを着用した状態で再び握力測定とアームバーを使用してもらった。その後、参加者にはアームバーの使用感や筋肉スーツ着用時の状態についてアンケートを取った。もう1つのグループには、上記と同様の実験を筋肉スーツの着用順序を入れ替えて行った。

動作機構

筋電位信号が一定時間観測されると、Arduinoから電磁バルブへ信号が送られるプログラムを作成した。これにより、力を入れたことに対して筋肉袋を膨張させる機構を実現した。また、あらかじめ各筋肉袋の膨張サイズと時間が同じになるように筋肉袋の設計を行うことによって、各部位への空気注入を1つの電磁バルブだけで行えるようにした。他の部位よりサイズを小さくした前腕部には減圧弁を使用して空気の注入を行った。

結果

筋肉スーツの着用有無に対する筋出力の差の検定を実施したが、筋出力の差は見られないという結果となった(図5)。また、アンケートの結果と握力の増減を照らし合わせたところ、2つの間には弱い正の相関が見られた(図6)。だが、検定の結果にて筋出力の差が無かったことを踏まえると、2つの間に相関は認められないと判断した。よって、視覚的知覚の変化によって筋出力を増加させることはできなかった。しかし、筋肉スーツによって視覚的知覚の変化を与えることで、装着者は筋出力が増加した気分になる傾向があることが分かった。

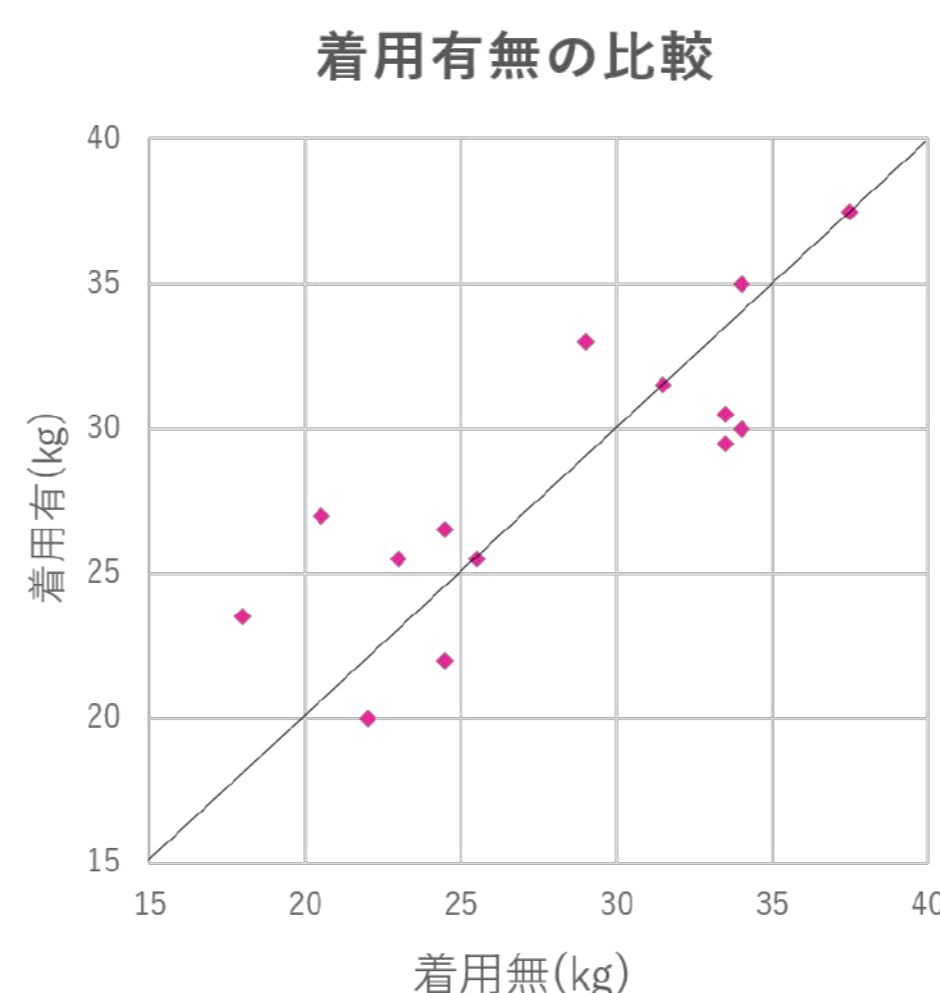


図5. 着用有無での筋出力のグラフ

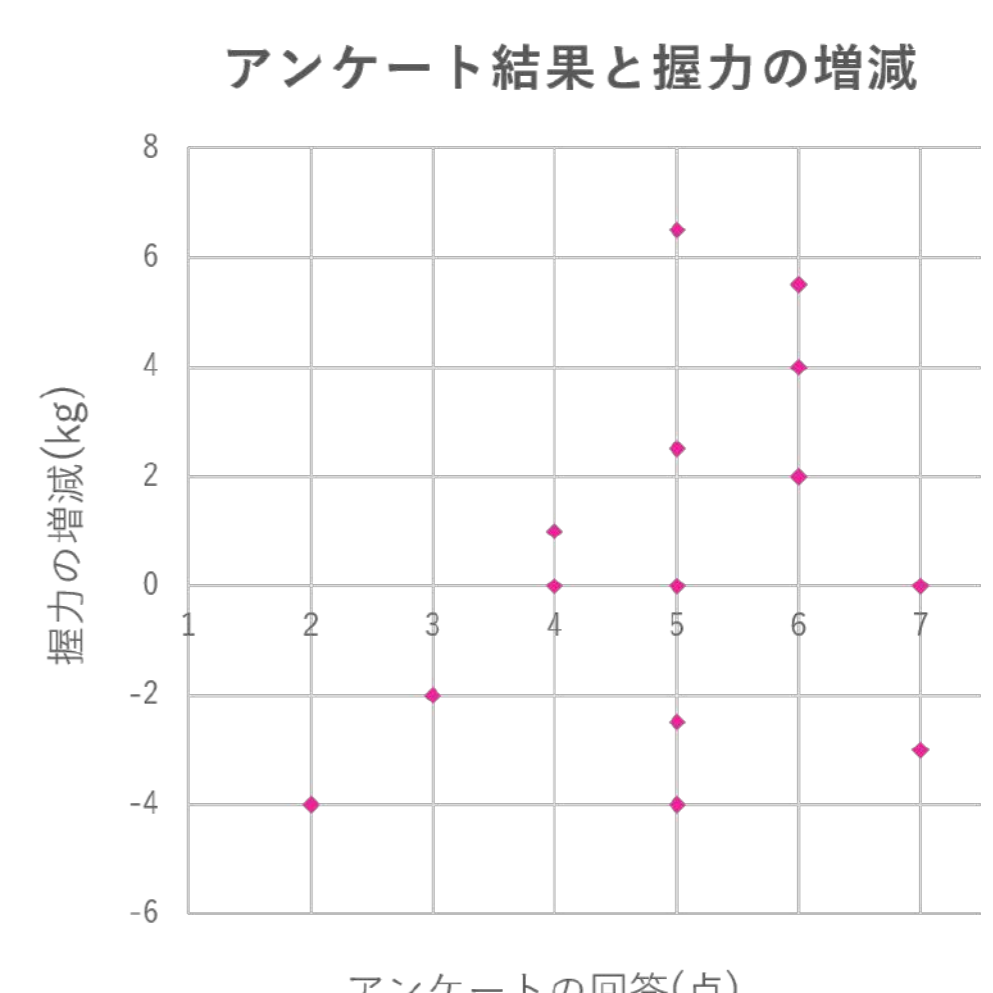


図6. アンケート結果と筋出力のグラフ