

令和 3 年 6 月 27 日現在

機関番号：20103
 研究種目：基盤研究(C) (一般)
 研究期間：2018～2020
 課題番号：18K12170
 研究課題名(和文) 手指の運動分離と回復度提示による回復期以降の片麻痺患者の在宅リハビリ支援デバイス

研究課題名(英文) Rehabilitation assist device for after-care of convalescent patient with hemiplegia at home by fostering separative movement of fingers and showing level of recovery

研究代表者
 三上 貞芳 (Mikami, Sadayoshi)
 公立はこだて未来大学・システム情報科学部・教授

研究者番号：50229655
 交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、回復期以降の片麻痺患者の在宅での継続したリハビリテーションを、患者自身が、自宅等で療法士等のサポートを必要とせずに自ら実施するための自動化装置の実現を目指すものである。研究期間で得られた成果をまとめると以下のようになる。
 1. 家庭での利用を目指した手指リハビリ自動化支援装置を提案し、筐体・センサ・アクチュエータおよびその制御方法を明らかにし、試作機として実現できた。
 2. 上記装置を利用して、専門家の補助を必要とせずに自動センシングで片麻痺の回復度を推定する方法を提案し、臨床スケールとの大まかな一致を確認できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義
 片麻痺患者のリハビリテーションは回復期以降の継続が望ましいが、在宅で患者自らが療法士等の指導なく適切に行うことは難しいという問題があった。
 この研究は、最も回復に時間がかかる手指の分離運動の促進を目的として、(1)患者自身が行う手指随意運動での分離運動の達成程度の自動評価、(2)随意運動が達成できない場合に物理的に手指を持ち上げる機構、(3)それらをサポートするハードウェア、ソフトウェアと判断理論を明らかにし、在宅リハビリテーションの自動化の一つを実現できた。

研究成果の概要(英文)：Continuous long-term rehabilitation is needed for hemiplegic patients. However, rehabilitation without help of therapist is difficult since a patient cannot measure how the required rehabilitation exercise contributes to his/her degree of recovery. This research focused on the rehabilitation at finger and proposed an automated rehabilitation support device which is intended to be used at home. The device uses individual finger pressure sensors to measure the degree of unwanted finger movement caused by synkinesis. A finger lifting mechanism, which is realized by a screw with a low power micro motor, helps a patient who cannot voluntarily move his/her finger. For the interface, we clarified the prediction of the degree of recovery from a sequence of all finger pressure, and the algorithm to decide for invoking finger lift.

研究分野：知能機械学

キーワード：リハビリテーション 手指 片麻痺 医療ロボティクス 分離運動 連合反応抑制 在宅医療支援 回復度評価

1. 研究開始当初の背景

片麻痺患者のリハビリテーションは回復期以降も継続して行うことが望ましいが、在宅で患者自らが療法士等の指導なく、適切に行うことは難しい。

特に回復期以降で重要なステップである分離運動の獲得では、患者自身がどの程度の分離運動を実現できているかを判断することが難しく、気づかずに代償運動を行ってしまうことや、共同運動であることを見逃し、分離運動の促進が行われないような動作を行ってしまうことが想定される。またリハビリテーションの効果が客観的に体験できないことで、患者が継続する意欲を持ってなくなってしまう問題点も挙げられる。

リハビリテーションを自動化させることを目的としたロボット装置は多く提案されているが、その多くは医療機関での利用を目的としたもので、家庭で患者自身が行うことは想定されていない。もっとも装置の小型化が期待できる手指を対象としたリハビリテーションにおいても、手指の屈伸動作のアシストを行う際に、手指の複雑な関節を考慮して装着する必要があるため、外骨格型で装着が難しいものが多い。また筋肉電気刺激などで直接外部的に駆動する目的や、筋動作の程度のモニタに筋電を用いる例もあるが、電極の貼り付けには専門的知識が求められる。加えて、リハビリテーションの効果を自動測定し提示する仕組みは提案されておらず、利用には評価を行う専門家が必要とされるため、自宅で患者のみによるリハビリテーションを支援するシステムとしては利用できない。

2. 研究の目的

この研究は、片麻痺患者を対象として、最も回復に時間がかかるとされる手指の分離運動の促進を目的として、患者が自宅で利用できる自動化リハビリテーション支援装置の実現を目的として行われた。

そのためには、(1)手指アシストとリハビリテーションの効果測定を行うための、装着が容易である装置の実現方法、(2) その装置による治療プログラムの方法、(3) 装置による測定データから、患者の分離運動の度合い、回復度を自動評価する方法、を明らかにすることを目標とした。

3. 研究の方法

手指の分離運動の促進を目的とするため、この装置を用いたリハビリテーションでは、患者に簡単な分離運動をタスクとして行うことを要求することとした。その動作として、(1) 単純に示指のみを持ち上げるタスク、(2) より巧緻性を評価するために、複数の手指を用いたつまみ動作、握り動作、を行うことを求めることとした。

この前提で、分離運動の程度を測るために、各指それぞれに発生する屈曲方向の力を測定する圧力センサを用意することとした。この信号波形から望ましくない運動の発生を検出することとした。望ましくない運動の程度の推定には、健常者の標準的データに対する統計的な信号波形の近さを用いることとした。機械学習を利用せずに統計的な処理を行う理由は、結果の解釈が明確に理由づけられることを目指したからである。

装置によるリハビリテーションプログラムでは、患者が示指持ち上げタスクを実行できないものと判断した場合に、示指をモーターで持ち上げ、随意運動が達成された場合の視覚イメージを患者に提示し、運動指示とその結果とを結びつかせることとした。そのため、指示持ち上げタスクを実行できないかを判断することが必要だが、持ち上げ不能と判断する基準を明らかにする必要がある。これを健常者に起きえる変動との比較で行うこととした。

示指を持ち上げる機構には、家庭で利用できる安全な小出力モーターを利用する必要がある。このモーターで十分なストロークと持ち上げ力を実現できるような機構を開発することとした。

4. 研究成果

装置の設計として次のような結果を得た。

- (1) 図2右に示すように、個々の手指に対して鍵盤が用意され、患者が手指を置くだけで各指をセンシングできる測定装置を提案できた。示指持ち上げのための機構として、図2下に示すように、小型モーターにスクリュウ機構を多段に設けることで、十分な示指上げの高さを実現しながら大きな減衰比で示指を持ち上げる力を十分に有する機構を明らかにした。



図1 巧緻性測定のためのつまみ・握り動作

- (2) 図2右に示すように、モータによるアシストを省略し随意運動の評価に適した形として、自然な握り込みに合わせた各指独立の屈曲力測定装置を組み込んだ設計も明らかにした。この設計では巧緻性を測るタスクである複数指でのつまみ、にぎり動作を行わせた際の他指の不随意運動の程度を測定することを目的としたもので、姿勢に負担を与えることなくつまみ、にぎりを行うことに適している。

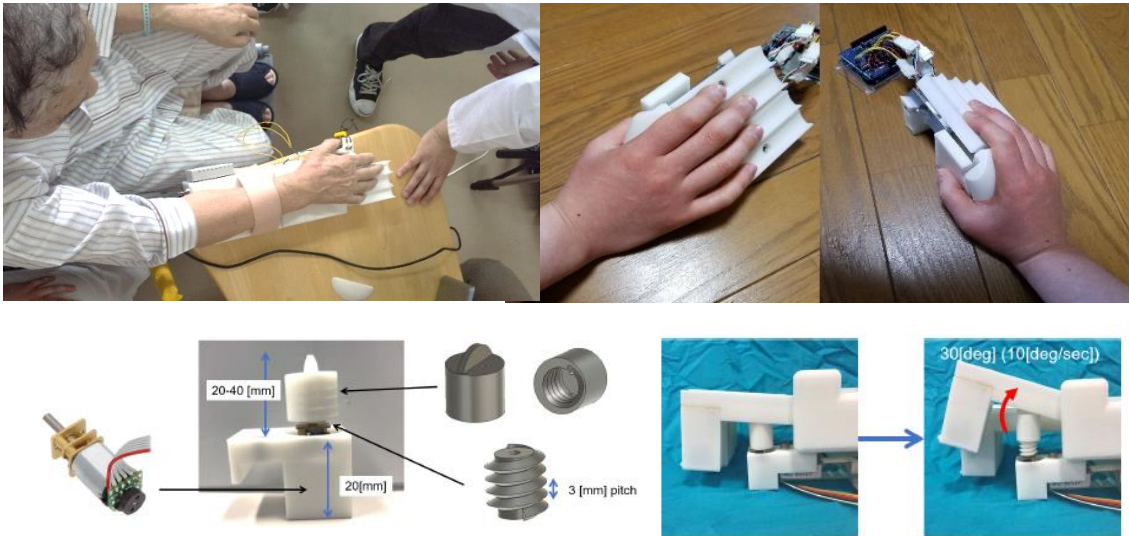


図2 手指リハビリテーション支援装置および示指持ち上げ用多段スクリュー機構

リハビリテーションプログラムの設計として以下の成果を得た。

- (3) 健常者に示指上げを指示した際の各指の力の時系列の変動をガウス過程回帰としてモデル化することで、健常者で生じる力の変動(σ)をあらかじめ同定することができた。これを用いて、各指で 3σ の範囲を逸脱する力を観測した際には、示指上げに失敗したものと判断し、表示とともにモータによる指持ち上げアシストを行うこととした。これにより根拠を明確にしたリハビリテーションサポートプログラム



図3 支援装置の患者への情報伝達モニタ

を提示できた。各指の力の度合いのリアルタイムビジュアルフィードバックを含めて、リハビリテーションプログラムの指示および結果は図3に示すモニタにより行う。

分離運動の度合い、回復度の自動評価について以下の成果を得た。

- (4) まず患者が「どの程度健常者と異なる動作を行っているか」について客観的な数値を提示する方法を考案した。測定の際には示指の随意持ち上げを指示し、各指に生じる屈曲力の時系列を計測するが、その時系列に対して、健常者に同一タスクを与えた際の時系列との間で動的時間伸縮法 (DTW) および RMS 相違度として、各指に対する差異のスカラー値が求まる。その値をすべての指に対して合計したものを、健常者の際として提示することを提案した。これは患者に対しては直感的にわかりやすい、かつ根拠が明瞭な指標である。
- (5) 続いて、より具体的な回復度を示す値として「健常者であると識別される確率」を提示するという考え方を考案し、その導出を明らかにした。具体的には、示指上げに加えて、つまみ・握り動作を実行してもらった際の相違度 ((4)に示す方法で得た値) を、ロジスティック回帰モデルに統合し、健常者の信号に属すると想定される確率、として得る方法を明らかにした。これにより動かすべき手指を適切に動かし、動かすべきではない手指を適切に抑止し、複数の手指を連携して動かす巧緻性動作が適切に行われているか、という手指の運動機能の総合的な評価を数値として与えることが可能となった。
- (6) 以上の(4)、(5)で導出した数値の妥当性を検証するために、片麻痺患者に対して測定実験を行った。その結果、既存の臨床指標 (手指 BRS) に基づいた順序とおおまかには矛盾ない結果が得られていることがわかり、提案手法の妥当性が確認できた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 古館裕大, 千葉馨, 石田裕二, 三上貞芳	4. 巻 33巻, 2号
2. 論文標題 片麻痺を対象とした家庭用手指リハビリテーション機器における手指運動機能の自動評価	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ライフサポート	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 T. Arai, Y. Furudate, K. Chiba, Y. Ishida, and S. Mikami	4. 巻 -
2. 論文標題 Finger Motor Function Evaluation Device for Hemiplegia Patients at Home	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 2021 IEEE 3rd Global Conference on Life Sciences and Technologies (LifeTech)	6. 最初と最後の頁 57-58
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LifeTech52111.2021.9391785	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 N. Ohnuki, Y. Furudate, K. Chiba, Y. Ishida, and S. Mikami	4. 巻 -
2. 論文標題 Automated Voluntary Finger Lifting Rehabilitation Support Device for Hemiplegic Patients to Use at Home	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 2020 Fourth IEEE International Conference on Robotic Computing (IRC)	6. 最初と最後の頁 275-279
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/IRC.2020.00050	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Y. Furudate, N. Ohnuki, K. Chiba, Y. Ishida, and S. Mikami	4. 巻 -
2. 論文標題 Real-Time Evaluation of Hand Motor Function Recovery in Home Use Finger Rehabilitation Device Using Gaussian Process Regression	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 2020 IEEE 20th International Conference on Bioinformatics and Bioengineering (BIBE)	6. 最初と最後の頁 942-945
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/BIBE50027.2020.00159	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 D. Yoshimoto, Y. Furudate, K. Chiba, Y. Ishida, and S. Mikami	4. 巻 -
2. 論文標題 Evaluation of Forearm Musclar Function of Hemiplegic Patients Using Displacement MMG	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 2020 IEEE 2nd Global Conference on Life Sciences and Technologies (LifeTech)	6. 最初と最後の頁 277-279
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LifeTech48969.2020.1570619449	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Y. Furudate, N. Onuki, K. Chiba, Y. Ishida, and S. Mikami	4. 巻 -
2. 論文標題 Hand Motor Function Evaluation by Integrating Multi-Tasks Using Home Rehabilitation Device	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 2020 IEEE 2nd Global Conference on Life Sciences and Technologies (LifeTech)	6. 最初と最後の頁 272-274
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LifeTech48969.2020.1570619097	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 T. Arai, K. Hama, K. Chiba, and S. Mikami	4. 巻 -
2. 論文標題 Development of Finger Rehabilitation Device using Pneumatic Actuator made of Nylon Film	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 7th ACIS International Conference on Applied Computing and Information Technology	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3325291.3325378	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Y. Furudate, N. Onuki, K. Chiba, Y. Ishida, and S. Mikami	4. 巻 -
2. 論文標題 Automated Evaluation of Hand Motor Function Recovery by Using Finger Pressure Sensing Device for Home Rehabilitation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE BIBE2018	6. 最初と最後の頁 207-214
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/BIBE.2018.00047	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Y. Furudate, K. Yamamoto, K. Chiba, Y. Ishida, and S. Mikami	4. 巻 Annual156
2. 論文標題 Improvement of Physiological Validity for Automatic Evaluation of Finger Motor Function Recovery	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Transactions of Japanese Society for Medical and Biological Engineering	6. 最初と最後の頁 26-27
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11239/jsmbe.Annual156.26	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 K. Moriya, T.Oda, Y. Chiba, M. Suzuki, S. Oyama and K. Hama	4. 巻 Vol.1, No.1
2. 論文標題 An Automatically Guided Wheelchair: Development of Automatic Map Creation and Navigation Systems Using Robot Operating System	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of the Institute of Industrial Applications Engineers	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.12792/iiiejournal.1.1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Y. Furudate, N. Onuki, K. Chiba, Y. Ishida, and S. Mikami	4. 巻 -
2. 論文標題 Automated Evaluation of Coordinated Movement of Fingers Using Home Rehabilitation Device	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 2019 IEEE 1st Global Conference on Life Sciences and Technologies	6. 最初と最後の頁 6-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LifeTech.2019.8883977	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 T. Arai, K. Hama, K. Chiba, and S. Mikami	4. 巻 -
2. 論文標題 Development of Finger Rehabilitation Device using Pneumatic Actuator made of Nylon Film	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 7th ACIS International Conference on Applied Computing and Information Technology	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3325291.3325378	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計23件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 千葉馨, 櫻木賢三, 工藤雄太, 工藤達也, 羽澤晃士, 山田竜大, 石田裕二, 古館裕大, 三上貞芳
2. 発表標題 高齢者の背筋力計測を目的とした計測装置の提案と作成の予備的実験
3. 学会等名 第72回道南医学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古館裕大, 大貫奈々美, 千葉馨, 石田裕二, 三上貞芳
2. 発表標題 片麻痺を対象とした家庭用指りハビリテーション機器における手指運動機能の自動評価システム
3. 学会等名 日本機械学会福祉工学シンポジウム2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大貫奈々美, 古館裕大, 山本一希, 千葉馨, 石田裕二, 三上貞芳
2. 発表標題 指先を対象とした片麻痺患者向けの簡便な家庭用リハビリテーション支援デバイス - 安全を確保した指先モータアシストの設計と機構 -
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 好本大地, 古館裕大, 千葉馨, 石田裕二, 三上貞芳
2. 発表標題 変位MMGを用いた片麻痺患者の手指の屈筋と伸筋の筋機能評価
3. 学会等名 日本機械学会福祉工学シンポジウム2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 好本大地, 古館裕大, 千葉馨, 石田裕二, 三上貞芳
2. 発表標題 手指の筋肉の機械的収縮活動による片麻痺回復度の定量化
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 工藤達也, 櫻木賢三, 石田裕二, 千葉馨, 山田竜大, 羽澤晃士, 三上貞芳, 古館裕大, 井嶋祐介
2. 発表標題 若年者における徒手筋力計を用いた股関節伸展に対する測定肢位の検討
3. 学会等名 第72回道南医学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 羽澤晃士, 櫻木賢三, 石田裕二, 千葉馨, 工藤達也, 山田竜大, 三上貞芳, 古館裕大, 井嶋祐介
2. 発表標題 若年者における起立動作の運動戦略の特徴について
3. 学会等名 第72回道南医学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 新井雄大, 浜 克己, 中村尚彦, 千葉 馨, 三上貞芳
2. 発表標題 在宅用手指リハビリ支援機器の開発 - ナイロンフィルムを用いた空気圧アクチュエータの改良 -
3. 学会等名 第20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
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 赤井大夢, 浜 克己, 中村尚彦, 鈴木 学
2. 発表標題 視線情報を用いた上肢支援機器の開発
3. 学会等名 第20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
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 新井雄大, 浜 克己, 中村尚彦, 千葉 馨, 三上貞芳
2. 発表標題 在宅用手指リハビリ支援機器の開発 - 空気圧アクチュエータの改良と手指の分離運動 -
3. 学会等名 日本福祉工学会第23回学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大貫奈々美, 古館裕大, 山本一希, 千葉馨, 石田裕二, 三上貞芳
2. 発表標題 指先を対象とした片麻痺患者向けの簡便な家庭用リハビリテーション支援デバイス -強い麻痺の患者に対応した設計-
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 新井雄大, 浜 克己, 千葉 馨, 三上貞芳
2. 発表標題 在宅向け手指用能動型リハビリ・自立支援機器の開発
3. 学会等名 日本福祉工学会第22回学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 新井雄大, 林 美佑, 土生悠月, 浜 克己, 中村尚彦, 千葉 馨, 三上貞芳
2. 発表標題 在宅用手指リハビリ支援機器の開発
3. 学会等名 第19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
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 林 美佑, 新井雄大, 浜 克己, 中村尚彦, 千葉 馨, 三上貞芳
2. 発表標題 生体信号を用いた能動型手指用アシスト支援機器の開発
3. 学会等名 第19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
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中村 尚彦(函館高専), 土生 悠月(函館高専), 新井 雄大(函館高専), 林 美佑(函館高専), 三上 貞芳(はこだて未来大学)
2. 発表標題 手指のリハビリ用アクチュエーターの改良
3. 学会等名 第19回公益社団法人 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
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小枝俊也, 小山内駿輔, 古館裕大, 千葉馨, 石田裕二, 三上貞芳
2. 発表標題 在宅利用を目指した随意運動モニタによる手指関節拘縮予防のための補助システム
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 成田匠, 古館裕大, 千葉馨, 石田裕二, 三上貞芳
2. 発表標題 指先を対象とした片麻痺患者向けの簡便な家庭用リハビリテーション支援デバイス
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 新井雄大, 古館裕大, 千葉馨, 石田裕二, 三上貞芳
2. 発表標題 片麻痺を対象とした在宅利用可能な手指運動機能評価装置の開発
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 井嶋祐介, 羽澤晃士, 三上貞芳
2. 発表標題 速度・角速度センサを用いた立ち上がり動作分析によるフレイルの自動判別
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2020
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 羽澤晃士, 本間哲, 石田裕二, 千葉馨, 工藤達也, 山田竜大, 古館裕大, 三上貞芳, 浜克己
2. 発表標題 函館市在住高齢者の身体的特徴について
3. 学会等名 第73回道南医学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 成田匠, 古館裕大, 石田裕二, 千葉馨, 大貫奈々美, 三上貞芳
2. 発表標題 指先を対象とした片麻痺患者向けの簡便な家庭用リハビリテーション支援デバイス -手の自然な姿勢を考慮したハードウェア設計-
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 好本大地, 古館裕大, 千葉馨, 石田裕二, 三上貞芳
2. 発表標題 片麻痺患者を対象とした手指の筋機能評価および筋活動検出手法の検討
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 上山竜史, 浜克己, 中村尚彦, 千葉馨, 三上貞芳
2. 発表標題 在宅用手指リハビリ支援機器の開発 - 日常生活動作における自立支援への対応 -
3. 学会等名 日本福祉工学会第24回学術講演会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担 者	浜 克己 (Hama Katsumi) (00180927)	函館工業高等専門学校・生産システム工学科・教授 (50101)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	中村 尚彦 (Nakamura Takehiko) (30435383)	函館工業高等専門学校・生産システム工学科・准教授 (50101)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関