

3.3 成果の社会的還元（地域貢献事例）について

(1) 地域共創研究クラスターの取り組み

平成 27 年度の本 COC+事業発足と共に、本校では奈良県の重要課題に学内の研究シーズを結集して取り組む学内横断的な研究体制を整え、5 分野の『地域共創研究クラスター』を設置し、関連する県内企業・自治体・団体等と連携し研究開発を進めている。平成 30 年度は 4 年目となりこれまでの基礎調査・研究の段階から試作・検証の段階に入るテーマが増えている。

1) 「福祉ロボットクラスター」の活動・成果

a) 介護ロボット “ひびき”

奈良県天理市にある社会福祉法人 天寿会との共同研究により開発している介護ロボット “ひびき” の実用化に向けた取り組みとして本年度は下記の検討を行った。

a-1) 介護ロボットの生体計測実験

図 1 に示す開発した移乗機の有効性を示すために生体計測実験を行った。具体的には、移乗動作中の表面筋電位と人体の姿勢を計測することにより現行移乗機の利用者に対する負担度を定量的に明らかにする。

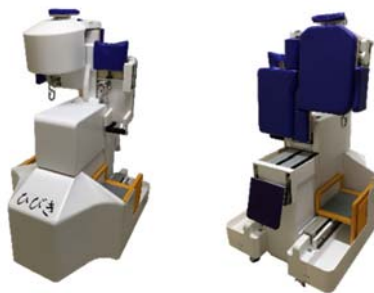


図 1 介護移乗機

a-1-1) 介護動作における生体計測実験

現行移乗機の有効性を確かめるために、移乗中の大胸筋の表面筋電位を計測し、負担を明らかにする。同時に、介護者による移乗状態での負担を表面筋電位で計測することで比較を行う。ここで、実験時の表面筋電位は Biometrics 社製の EMG アンプ「SX230-1000 型」を用いて計測を行う。また、得られた表面筋電位は全波整流及び平滑化を行う。さらに、表面筋電位の評価には最大随意筋電位を用いて導出する%MVC を使用する¹⁾。最大随意筋電位は等尺性収縮を利用して計測する。

被験者の内 1 名の実験結果を図 2 に示す。介護移乗機による移乗は平均値 3.96%、最大値 6.26%であるのに対し、介護者による平均値 9.72%、最大値 12.62%の筋電位が発生していることが分かった。この結果より、介護移乗機による移乗よりも介護者による移乗の方が被介護者への負担が小さくなっており、介護移乗機の有効性が確認できる。また、介護者による移乗の負担が大きくなっている理由としては、接触する面積が小さく圧力を分散できていなかったことが考えられる。それに対し、介護移乗機の人体把持部は体圧分散できていることがわかる。

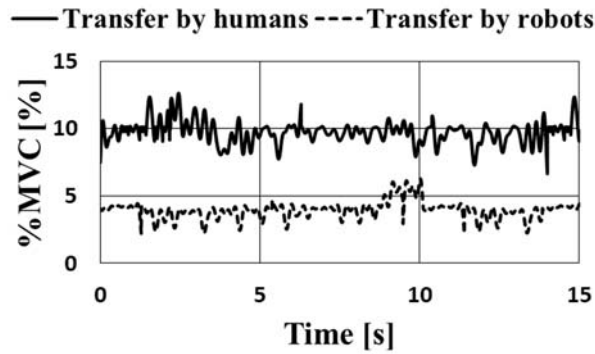


図2 表面筋電位測定結果

a-1-2) 移乗作業実験

介護移乗機を評価するに当たり、介護移乗機を使用する側の人間である介護者の負担を評価する必要がある。そこで、介護移乗機において介護者が介入する座部を用いた臥位から座位への体位変換作業と介護者による移乗作業の項廃棄への負担の評価を行う。実験には広背筋表面筋電位とともに腰部関節の計測を行い、表面筋電位と関節角度から評価を行う。なお、計測には各々Biometrics社製のEMGアンプ「SX230-1000型」とゴニオメータ「SG-501型」を使用する。

被験者の一人の実験結果として座部を用いた臥位から座位への変換作業の実験結果を図3に、介護者による移乗作業の実験結果を図4に示す。座部による臥位から座位への変換作業における筋電位の平均値は9.39%、介護者による移乗作業における筋電位の平均値は15.31%である。このことから作業における広背筋の負担は介護者による移乗作業の方が大きいことが分かった。一方で、作業時間や腰部関節の変化量は体位変換作業の方が大きく、被介護者以外の要因である作業時間や被験者の姿勢による負荷が大きくなっており、この作業を簡略化する必要がある。

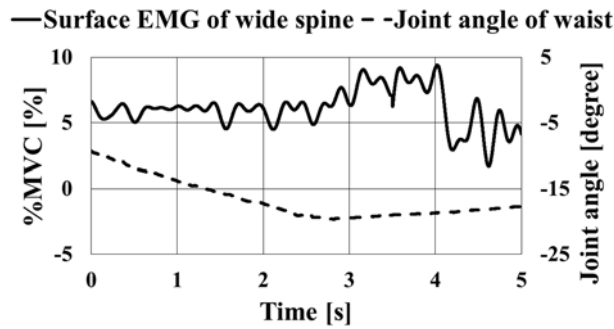


図3 臥位から座位への変換作業における被介護者筋電位測定結果

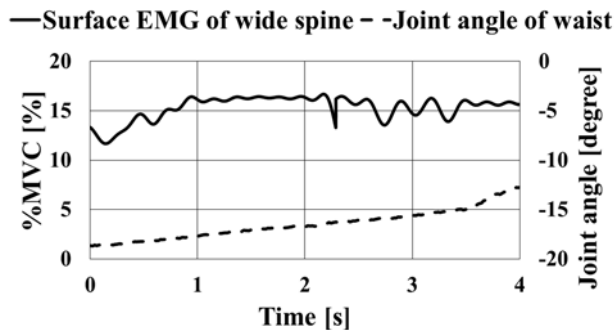


図4 臥位から座位への変換作業における介護者筋電位測定結果

a-2) 成果報告

今年度は、介護ロボット“ひびき”を2018年4月19日(木)から21日(土)インテックス大阪で開催された『バリアフリー2018』及び、2018年11月20日(火)から22日(木)東京ビッグサイトで開催された『HOSPEX2018』に出展した。そして、多くの来場者に対し、開発した介護ロボット“ひびき”の説明を行い、興味を持って頂いた。会場での様子を写真1に示す。また、HOSPEX2018では、東京MX TV及びロイター通信の取材を受けた。その時の写真を写真2に示す。

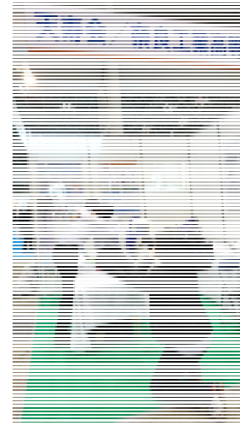
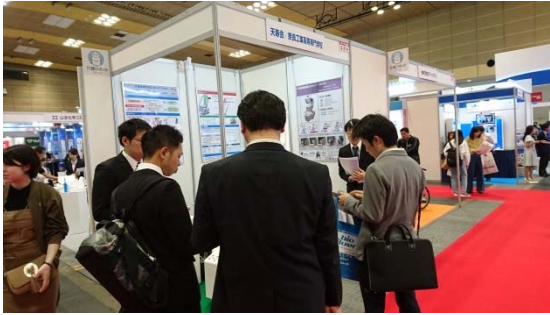


写真1 左：『バリアフリー2018』展示会場風景、右：『HOSPEX2018』展示会場風景

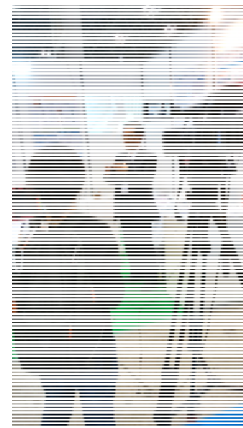


写真2 左：東京MX TV取材風景、右：ロイター通信取材風景

参考文献

- 1) 加藤浩, 藤野英次郎, 上島隆秀, 城石晴子, 時枝美貴, 高杉紳一郎, 林和生: "随意収縮強度別(%MVC)による表面筋電図周波数特性", 理学療法学, Vol.25, No.7, pp.425-431, 1998.

b) 腕のセルフリハビリテーションを可能にする装着型アームの研究

近年、国内では少子高齢化が進行している。平成29年度には高齢者人口が3557万人と国内総人口の28.1%を占めるほど高齢化が進んでおり、これに伴い高齢者の要介護認定者は増加傾向にある。その原因は、脳卒中を代表とする脳血管疾患が約17%と認知症の18%に次いでいる。これらの患者数は今後も増加し、作業療法士の負担は必然的に大きくなる。そのため、作業療法士への作業の依存が少ない「セルフリハビリテーション」を行うことに着目す

る。脳血管疾患で症例数の多い症状は片麻痺に対する治療方法には鏡(ミラー)療法やCI(Constraint-Induced)療法などがある。

本研究では、これらの治療法をもとに片麻痺による被介護者のセルフリハビリテーションを可能にするため、「麻痺している片腕の動作を健常な片腕側で再現させ機能回復を図る」装置を提案し、前年度までに作製した腕の動作を検出する装置の改良およびその装置での動作を腕に装着するロボットアームで再現させることを目的としている。

b-1) 随意運動の学習機能と片麻痺

「机の上のコップまで手を伸ばす」といったような手の到達運動を例に随意運動学習の川人³⁾による制御モデルを Fig. C-1 に示す。目標軌道から筋肉に向かって運動指令を出す方向のニューラルネットワークモデルを「順モデル」と呼び、その反対を「逆モデル」と呼ぶ。順モデルは運動指令のコピーを受け取り、実際に実現される軌道の推定を行う。これがフィードバック制御器の時間遅れを補助している。

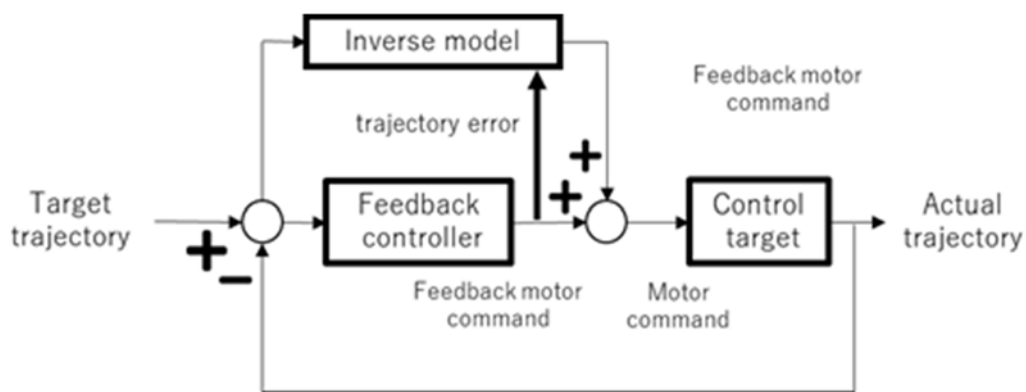


Fig. C-1 Voluntary movement learning system

実際にはフィードバック制御器は大腦皮質下、フィードフォワード制御器は小脳にある。しかし、片麻痺のほとんどは大腦皮質下の損傷によって生じる。皮質下で損傷した場合、大腦から運動指令が出されるが小脳へ届かず、随意運動が出現しない。フィードバック制御器は実際の軌道、すなわち随意運動の結果を参照しているため、誤差信号として麻痺状態を渡してしまい、正常であった逆モデルを麻痺状態にさせてしまう。これにより脳は可塑的に麻痺状態を学習することが知られており、学習的不使用(learned non-use)と呼ばれている。学習的不使用の状態では、仮に該当する運動機能が回復したとしてもその機能を使用しないことで知られており、この状態を防ぐためにも脳卒中リハビリテーションはこの麻痺腕を使用する訓練となる。

b-2) 筋電位を用いた実験

Fig. C-2 に示す装置は master-arm で腕の関節角度を測定し、変換回路を通して slave-arm で模倣された master-arm 側の腕動作を実現する。この装置でおよそ 60 度の腕の屈曲伸展を行い、その時の健康 20 歳男性の上腕二頭筋の筋電図をゲイン 0db, サンプリング周波数 1kHz、サンプル数 10000 個で測定する。また、装置の電源を切り、通常の随意運動の筋電図も同様に測定する。

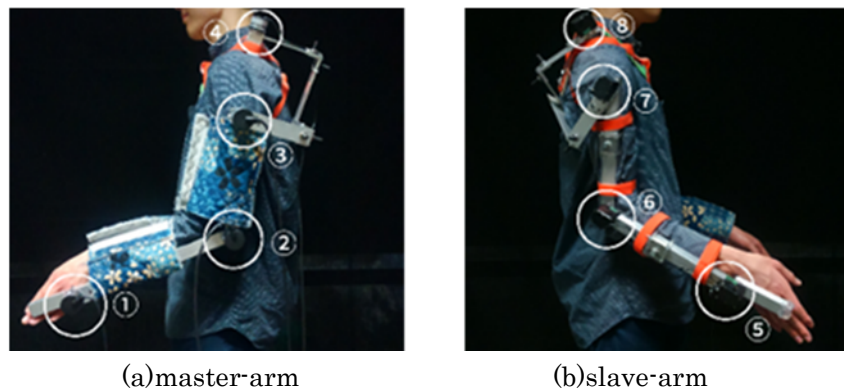


Fig. C-2 Overview of device

得られた筋電位のうち、slave armの電源をonの状態のものをFig. C-3に、offの状態のものをFig. C-4に示す。健常者を対象にした実験であるため、slave armの状態にかかわらず筋電位が変化しないと思われたが、Fig. C-3とFig. C-4を比較してわかるように、slave-armによる補助により筋電位が体位維持レベルまで低下していると見られる。これにより本装置による補助効果について、生体情報面からの確認を取ることができた。

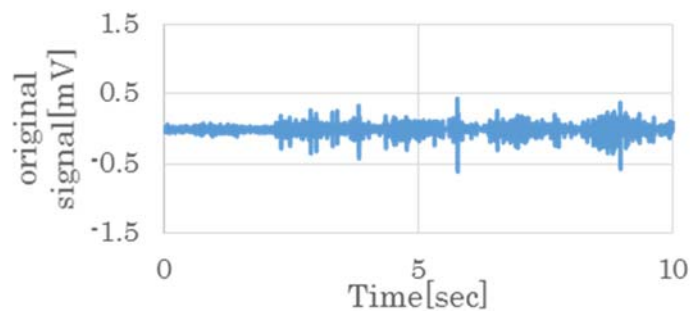


Fig C-3. Obtained EMG in online slave-arm

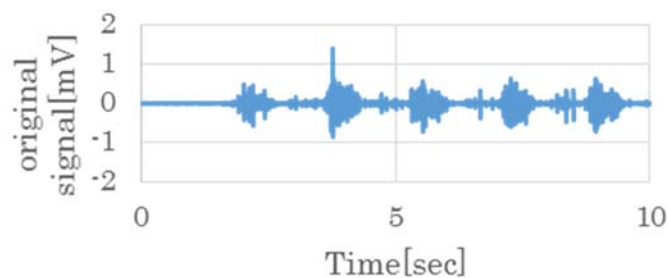


Fig. C-4 Obtained EMG in offline slave-arm

b-3) まとめ

腕の動作を検出し、それを再現する装置の健常者への効果がわかった。これにより手首や肘関節の運動訓練に装置が使用できることが確認できた。また、前年度から行っている装着感の改善を進めることができた。セルフリハビリテーションにおいては在宅で行えることが望ましいので装置を家庭でも使用できるように使用方法を簡略化する必要があり、臨床での使用に向けて今後改良をさらに進める必要がある。

b-4) 参考文献

- 1) 総務省統計局 統計局ホームページ/平成 30 年/統計トピックス No. 113 統計からみた我が国の高齢者－「敬老の日」にちなんで－/1 高齢者の人口
<http://www.stat.go.jp/data/topics/topi1131.html> (2019/1/9)
- 2) 厚生労働省 平成 28 年 国民生活基礎調査の概況
<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa16/d1/16.pdf>. (2019/1/9)
- 3) 川人 : “脳の計算理論”、日本音響学会誌 53 巻 8 号、pp. 635-643, 1997

c) 安全かつ柔軟性を有する上腕義手肘継手を指向した小型アクチュエータの開発

ヒトの肘関節は筋肉の強縮弛緩により外部からの衝撃を吸収できるが、上腕切断者はこの機能を失う。また、義肢装具士により処方される上腕義手についても柔軟な動作ができる肘継手を持つものは見当たらない。そこで本研究では、MR 流体クラッチ機構と超音波モータとを組み合わせた小型アクチュエータを開発し、上腕義手肘継手への適用を検討する。

小型アクチュエータの基本構成を図 1 に示す。アクチュエータの要素であるクラッチ機構の伝達媒体として MR 流体を用いる。MR 流体は磁場印加によりレオロジー特性が変化する機能性流体の一つであり、自動車のアクティブサスペンションなどへの実用化が既になされている。超音波モータ 1 の回転入力、クラッチ機構を通じて伝達することでシステム出力を取り出す。また、別の超音波モータ 2 による駆動でクラッチ機構外部のネオジウム磁石を動かして、MR 流体に印加する磁場を変化させる。磁場の変化で MR 流体の降伏応力が変わるため、出力軸の硬さといえる制動トルクの制御がハードウェア上で可能となる利点をもつ。

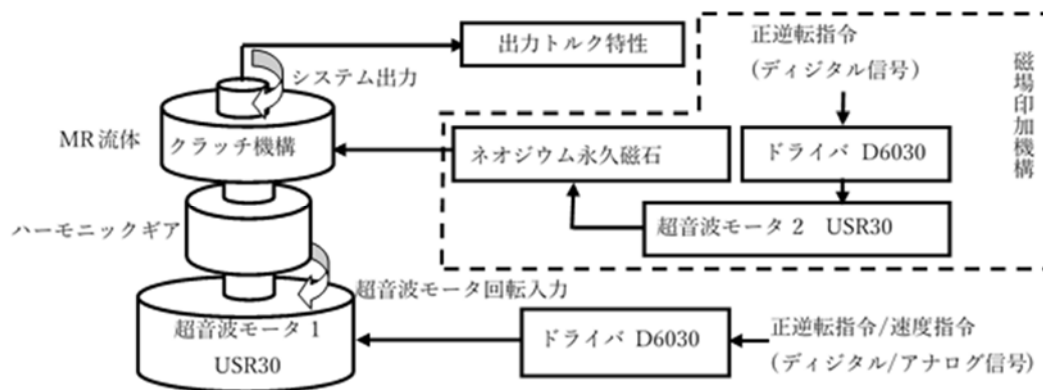


図 1 提案している小型アクチュエータの基本構成

既存の MR 流体を用いたクラッチ機構では、磁場を印加するために電磁石を用いることが多い。これは電流の制御性、応答性の良さ、コイル巻線回数と数アンペアの電流により大きな磁場を発生できることが主な理由である。しかしながら、磁気回路にコイル巻線の空間および励磁のための電力が必要となる。また、現在の数アンペアオーダの電流源は容積、重量ともに大きく可搬性に乏しく、大電流によるジュール熱の発生に伴う影響も無視できない。このため、電磁石を用いての MR 流体を伝達媒体としたクラッチ機構の小型軽量化は困難であるといえ、義手にそのまま適用することは難しいと考えられる。

本研究に関して、本年度の実施内容の概略を下記に述べる。

c-1) 永久磁石を用いた MR 流体クラッチ機構の高剛性と軽量化の両立

昨年度までに試作された磁場印加機構は、ネオジウム磁石を径方向へ移動させることで MR 流体への磁場印加量を変化させる。しかしながら試作機の構成部品である軌道溝付き円盤やボールキャストは 3D プリンタによる樹脂製などであり、ネオジウム磁石の吸引力や移動に伴う摩擦負荷に耐えられずに破損してしまう問題があった。さらに複雑な加工を要する部品を有すること、機構自体のサイズや重量が大きいことから磁場印加機構に関する再検討が必要であった。本研究では 3 パターンの機構について検討し、試作機の製作を行った。試作機の外観を図 2 に示す。昨年度までの試作機と比較して幅を 23.4mm, 高さを 13.1mm, 重量を 106g だけ抑えることができ、小型軽量化を図った。



図 2 試作機の外観 (左：旧試作機, 右：新試作機)

この磁場印加機構は、ネオジウム磁石を取り付けたヨーク部品の一端を回転軸として弧を描くように径方向へネオジウム磁石を移動させる。この機構は永久磁石が回転軸により固定されるため高剛性が期待できる。

さらに磁場印加機構の動作安定性を検証するため、約 1 万回の開閉動作を行わせた。その結果、動作が停止することなく継続できることを確認した。ここまでの研究成果については、第 8 回日韓機素潤滑設計生産国際会議にて発表予定である。また、今後はネオジウム磁石を実装しての動作検証を行う予定である。

c-2) MR 流体クラッチ機構における流体注入方法の検討

昨年度までに試作された MR 流体クラッチ機構に流体注入を行う方法として、クラッチの構成部品である入力円板 4 枚と出力円板 5 枚とを交互に重ねながら円板間に MR 流体を塗っていく方法をとっていた。しかしながら、この方法ではクラッチ内に空気が混入することになり、十分な制動トルク性能を得ていなかったと考えられる。本研究では、入力円板には切欠き、クラッチ本体には注入口と排気口とを施し、真空ポンプで排気口から空気を抜きながら注入口から MR 流体を充填することを提案し、数値解析ならびに実機により検証を行った。切欠きを施した入力円板の外観を図 3 に示す。この切欠きにより MR 流体および空気についての流路の確保を図った。



図3 入力円板の外観（左：旧試作機，右：新試作機）

このモデルについて Solidworks Flow Simulation による数値解析を行った。数値解析の結果の一例を図4に示す。図より MR 流体および空気の流路を確認でき、クラッチ内部の空気を抜きながら、MR 流体を充填できると考えられる。

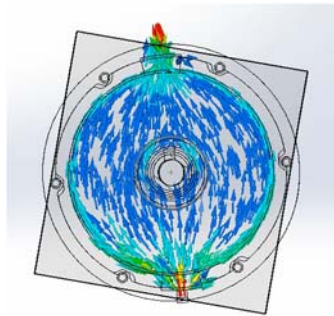


図4 シミュレーションによる流体経路の確認

また、実機による充填された MR 流体の重量は昨年度までの 4.80g から 7.46g まで増加できた。さらに試作した MR 流体クラッチ機構の制動トルク改善の妥当性を検証するために、昨年度までの試作機と今年度の試作機の制動トルク特性を測定した。測定結果を図5に示す。

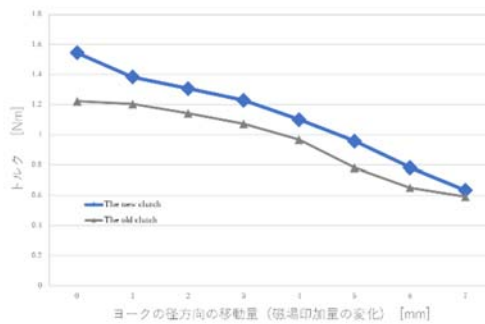


図5 旧試作機と新試作機との制動トルク特性の比較

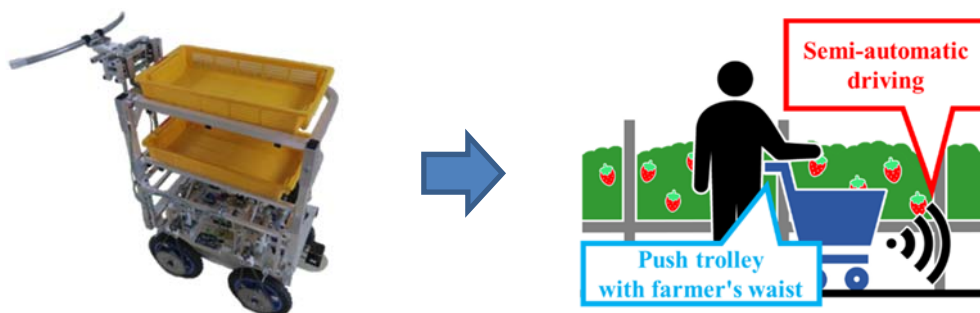
図より、制動トルクの最大値は旧試作機の 1.22Nm に対して新試作機は 1.55Nm であり、性能改善を行うことができた。ここまでの研究成果は日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2019 にて発表予定である。また、今後は MR 流体クラッチ機構の有用性を高めるために制動トルク特性の線形化について検討を行い、引き続き制動トルクの性能改善を行う予定である。

2) 「農工連携クラスター」の活動・成果

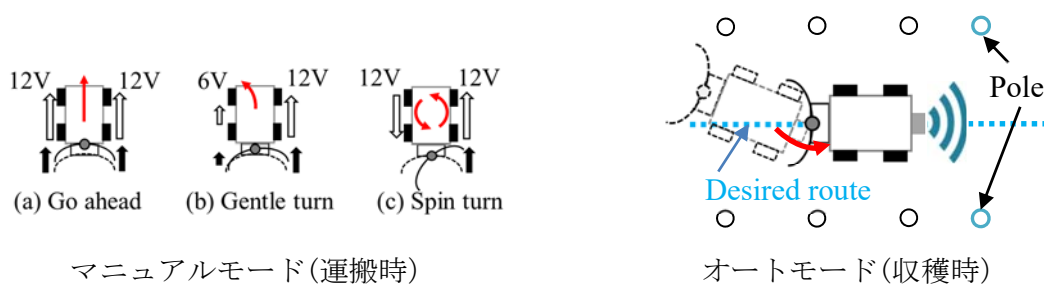
奈良県は農業も盛んで、農作物の安定した供給確保が農業ビジネスの支えとなる。本クラスターでは、台風や積雪にも耐えうるビニールハウスの開発や、センサ技術を活用したビニールハウス内・外での環境管理など工業的側面から県内農業を支えていく技術開発に取り組んでいる。今年度より新たに5人のメンバーが本クラスターに加わったことで、これまで以上に連携研究が進んだ。本クラスターでは様々な研究テーマを実施しており、その一例を下記に紹介する。

a) ハンズフリー収穫・運搬台車の開発

本研究では、園芸農家における収穫作業の効率向上および運搬時のストレス軽減を目的としている。従来の市販の収穫用運搬台車を改良し、ハンズフリー操作と台車の移動制御によって農業サポートの実現を図る。



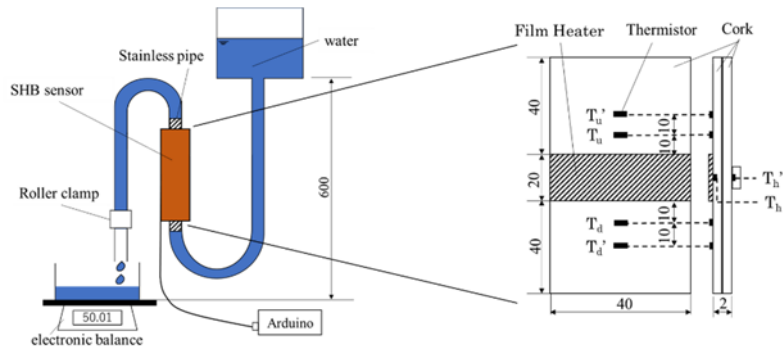
(a) 収穫支援用運搬台車の開発



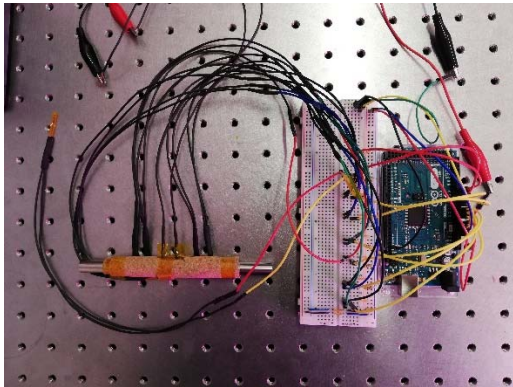
(b) 運転モード

b) 生理状態センシングシステムの開発

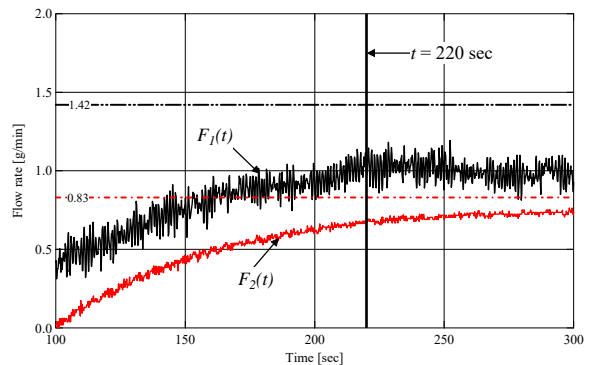
樹液流センサを開発し、植物の生理状態を数値データとして取得し、経験豊富な農業従事者の「勘と経験」をデータ化する。今年度は樹液流測定センサのIoT化を見据えて小型軽量化、省電力化を目指した。そのために植物茎内の水の流れを模した実験装置を作成し、これまで高額・重量物であったデータロガーを安価・軽量のArduinoで置き換えた。その結果、小型軽量化・省エネ化を実現したが、ある程度の測定誤差が確認されたため、今後の課題としている。



(a) 植物を模した実験装置および SHB センサ概略図



(b) Arduino を用いた測定装置



(c) 実験データ

c) 成果報告と今後の展望

下記に示す研究成果が得られた。

- ① 平成 30 年度「イノベーション創出強化研究推進事業(開発研究ステージ)」において奈良県下企業との共同事業として申請した「傾斜地における安全作業をサポートする電動式・移動式作業台車兼運搬の開発」が採択された。
- ② 農水省：「農業現場における新技術の実装に向けたマッチングミーティング（第 2 回：野菜）」へ出展した。(2018. 9. 21) (イチゴの収穫・管理支援用運搬台車の展示)
- ③ 農水省：「スマート農業技術カタログ(施設園芸)」(2018 年 10 月)に「イチゴの収穫・管理支援用運搬台車」が掲載された。
- ④ アグリビジネス創出フェアへ出展した。(2018. 11. 20-11. 22) (農業クラスターの取り組みのポスター展示、イチゴの収穫・管理支援用運搬台車の展示)
- ⑤ 学術論文誌に「UAV と簡易 FS を用いた圃場情報収集システム」が掲載された。(2018. 9. 15)
- ⑥ 学術講演会にて 6 件の講演発表を行った。(樹液流 1 件, 収穫台車 2 件, 環境センシング 2 件, 台車技術 1 件)

今後の展開は、それぞれのテーマにおいて奈良県農業研究開発センターをはじめとして県内企業、研究機関とのさらなる連携の強化を目指す。特に生理状態センシングシステムの開発においては、Arduino を用いて小型・省エネ化した樹液流測定センサの測定精度の向上を目指す。

3) 「医工連携クラスター」の活動・成果

本クラスターは10年後の高齢化率が30%を超えると予測されている奈良県の医療現場における負担軽減を目的としている。具体的にはガン治療の身体的・精神的負担軽減のための温熱療法（ハイパーサーミア）装置の開発と、要介護者の増加に伴う介護現場の負担を軽減するための遠隔見守りシステムを開発を行っている。

a) 温熱療法装置の開発

これまでに開発した磁気温熱治療用インプラントの作製のためのチタン箔の絞り加工装置によって、 $\phi 2.0\text{mm}$ 、長さ 1.5mm のチタンカプセルを加工可能とした。反面、必要となる $\phi 1.0\text{mm}$ 以下の直径の実現ができていない。そこで、図1に示すようなカプセル押し法を数値解析結果から考案、設計・試作し、 $\phi 2.0\text{mm}$ から $\phi 1.0$ まで縮径すると同時にカプセルへの鉄粉末の挿入充填と長尺化を両立する試験を行っているところである。また、マウス実験に必要な予算申請を行っている。

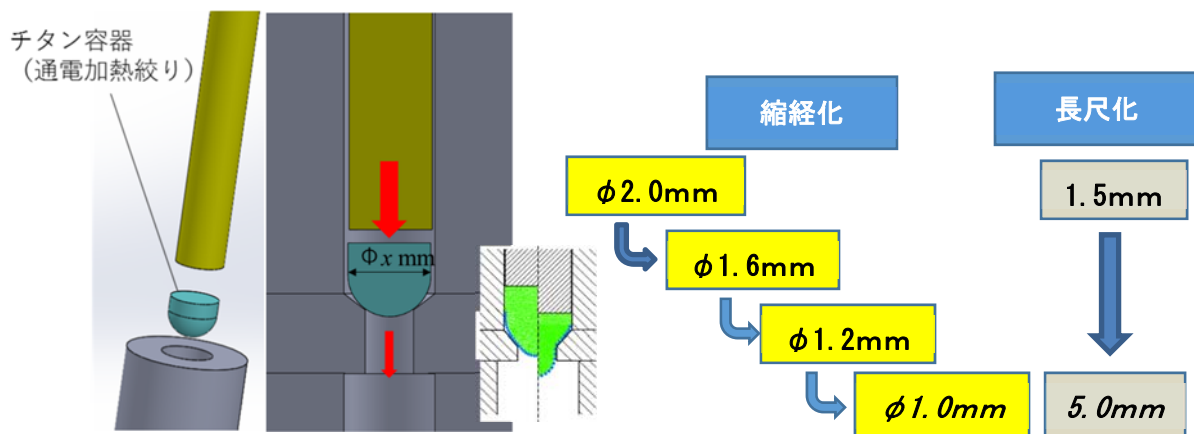


図1 チタンカプセルの縮径および長尺化を実現する押し出し加工原理図

b) 遠隔見守りシステムの開発

これまでに開発してきたセンサーシステムで介護者による助けが必要と思われる事態（ベッドからの転落や離床など）について、一部が自動識別可能となり、ネットワークに接続することで遠隔での見守りが可能となった。今年度はセンサーシステムの設置・設定を容易化するための構築システムを開発した。センサーシステムは設置するベッドと壁の位置関係を考慮して設置が必要なほか、環境に応じた調整が必要である。構築システムはセンサーシステムの個数が変化しても容易に設置ができるように構成されている。

また、センサーシステムの識別精度を向上させるために、センサーモジュールの再設計を行っている。これまで使用してきた人感センサーの代替として超音波センサーを用いたセンサーモジュールの設計と評価を行っている。

4) 「スマートシティクラスター」の活動・成果

a) 革新二次電池用新規電解質の開発

我が国が進める新エネルギー構想の中にある革新二次電池として金属空気二次電池に注目し、新規電解質の開発を進めている。新規電解質としては、粘土鉱物の一種であるハイドロタルサイト様化合物（層状複水酸化物、LDH）に注目し、そのイオン伝導率と伝導機構について明らかにすることで高イオン伝導率を有する新規電解質材料を開発している。具体的な内容については守秘義務があり公開できないが、H30年度はLDHの新規合成法を確立し、現在、奈良県企業と特許出願中である。我々が開発した新規LDHはこれまで報告されている同材料の中でも非常に高いイオン伝導度を実現している。また、他分野での応用についても検討をはじめており、イオン選択能を有する吸着材や光応答担体などの幅広い用途に向けて取り組んでいく。

また、同材料はアルカリ形燃料電池用電解質としても期待できる。この様な取り組みの中、山田研究室は関西広域連合が2018年度に作成した「水素ポテンシャルマップ」資料中でも大学等、産業支援機関・公設試験研究機関の拠点の一つとして掲載されるに至った。

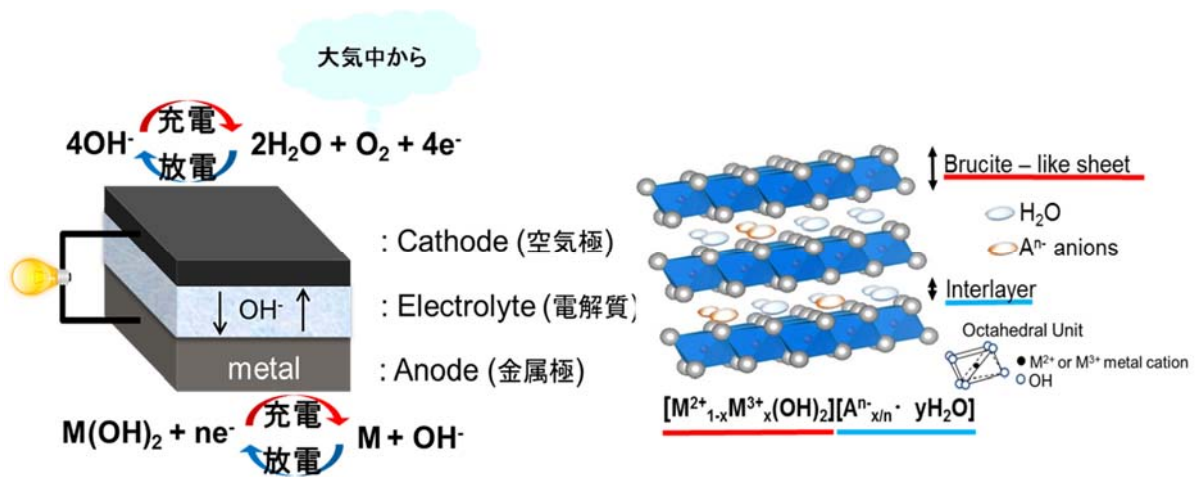


図. 金属空気二次電池の模式図

図. LDHの結晶構造

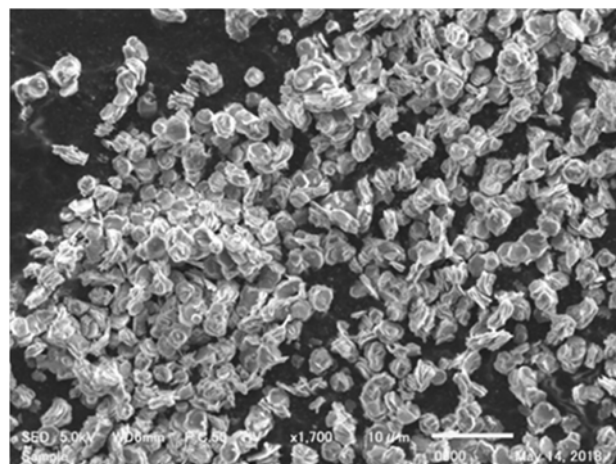


図. 開発に成功した新合成法で作製したLDH

b) 小水力発電機の開発

H28年3月に奈良県吉野郡の小水力発電機の現地視察に始まり、H28年4月には奈良県山辺郡山添村の野地区において、自転車の前照灯用の発電機（ハブダイナモ）を使った小水力発電システムの構築に動き出し、設置場所の自治体および吉野小水力推進協議会と連携しながら小水力発電による電力確保に取り組んできた。H28年10月下旬には、試作機を現地に設置することができた。地域の方々の間では小水力利用による再生可能エネルギー利用への関心が高まりつつあり、H29年度より試作機の性能向上と回収したエネルギーの利用方法の検討のために、現地の方々による発電データの記録が続けられている。



写真 左：テスト中の水車風景、右：バッテリーを充電状況測定風景

c) 交通インフラ情報の共有・統合方式の開発

奈良交通株式会社、奈良県産業振興総合センターの協力のもとに、「交通インフラ情報の共有・統合方式の開発」を行っている。奈良交通から奈良県内のすべてのバス停の位置情報と時刻表のデータを提供いただき、提供データを用いたバス・徒歩連携案内サービスを開発した。システムは任意の目的地と出発地を入力することでバスと徒歩を組み合わせた移動経路を表示する。今後、サービスの運用を通じたシステムの改良と類似システムの開発を容易にするためのフレームワーク化を行う。

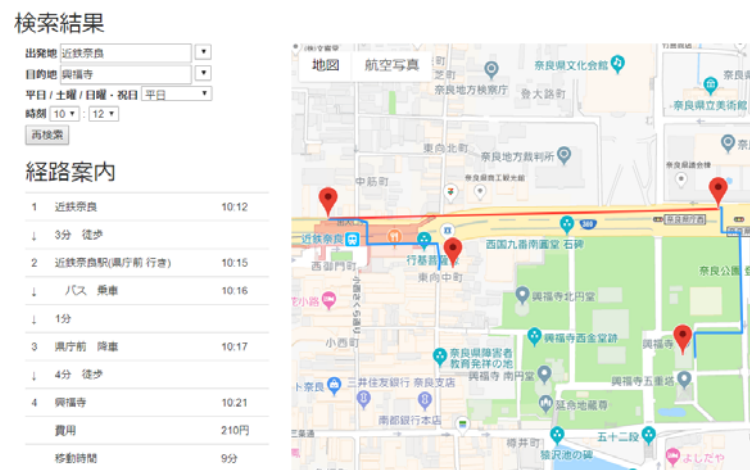


図 開発したバス・徒歩連携案内サービス

これら(a)~(c)の取り組みの中で培ってきた技術を融合し、今後は近い将来訪れる「超スマート社会」に適合可能なテーラーメイド型新技術の開発を行う。具体的にはエネルギー材料の高効率化を図る ICT 技術の連携や材料開発に必要な情報科学の活用の可能性を探索するとともに、これまで推進してきた様々な情報の共有・統合方式を確立可能な技術を開発する予定である。

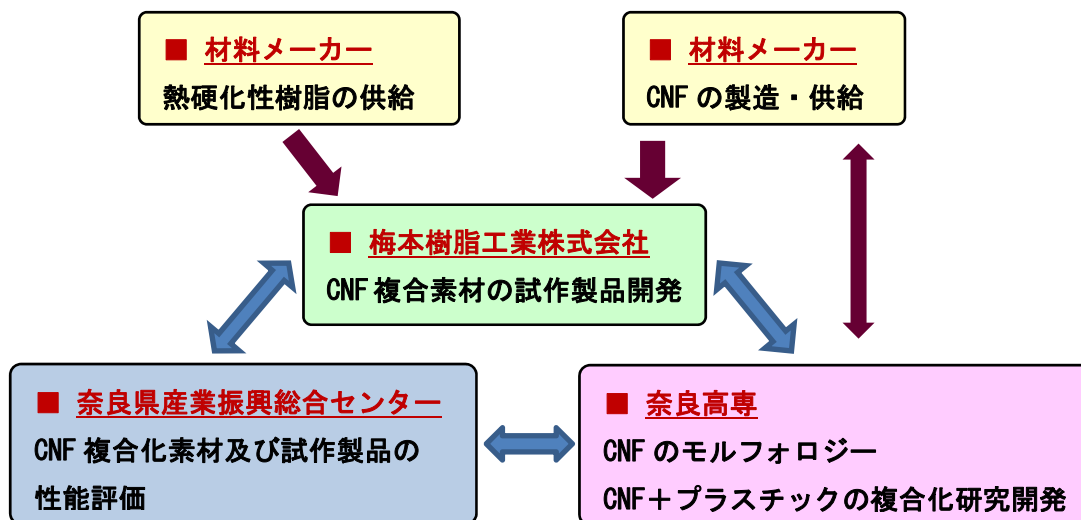
5) 「環境クラスター」の活動・成果

奈良県科学技術基本計画の重点研究テーマの一つである『バイオマスの利活用技術の開発』に関して、梅本樹脂工業㈱、奈良県産業振興総合センターと共同で H29 年度に引き続き研究開発を実施した。

H30 年度研究テーマ

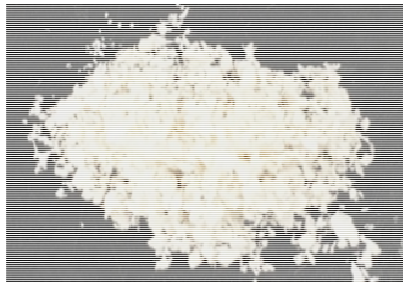
「セルロースナノファイバーを用いた複合化プラスチックの開発」

近年、鉄よりも強くても軽いと注目を集めているセルロースナノファイバー (CNF) を熱硬化性樹脂に複合化し、新しい複合化プラスチックを開発する。

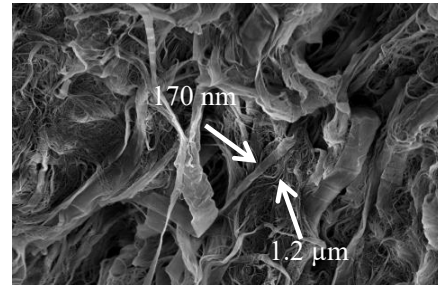


セルロースナノファイバー (CNF) は、木材や植物繊維の基本構成要素で、幅 4~20nm 程の繊維である。植物細胞壁のは、セルロース約 40%、リグニン約 20~30%、ヘミセルロース約 20~30% で構成されており、一般的には木材チップに化学的処理を施し、リグニンおよびヘミセルロースを取り除いた後、機械的あるいは化学的処理を行いナノサイズまで解繊することで CNF が得られる。CNF はセルロース分子鎖の伸び切り鎖微結晶でできているため、鋼鉄の 1/5 の軽さでありながら、鋼鉄の 5 倍以上の強度を持ち、弾性率は鋼鉄の 2/3 程度で変形しにくいという特徴がある。また、熱による膨張・収縮が少なく、環境負荷の少ない植物由来の素材である。このような特徴の中でも軽量かつ高強度であるという点から、近年、金属代替品としての CNF と樹脂との複合化が注目されている。金属部品を樹脂化することで軽量化や非腐食性が達成され、たとえば車体の金属部品を樹脂化し、軽量化した場合、燃費が向上し、エネルギーの消費や二酸化炭素ガスの排出を低減することができる。しかし、樹脂は弾性率が低く強度も低い。そこで、強度向上、用途拡大を目指して、CNF 複合化樹脂の作製が研究されており、小型船舶の船体や自動車・鉄道車両の内外装などへの利用が期待されている。表面に多数の OH 基が存在するため CNF は親水性であるが、表面処理を行い疎水化することで疎水性である樹脂と複合することができる。従来の研究では、熱可塑性樹脂であるポリプロピレン、ポリエチレン等と低疎水化 CNF との複合化による強度向上が報告されているが、より高い強度を要求される熱硬化性樹脂との複合化は行われていない。そこで、本研究では熱硬化性樹脂であるフェノール樹脂に疎水化した CNF を複合させた新しい複合化熱硬化性樹脂

を開発することを目的に、様々な条件で作製された CNF および CNF 複合化樹脂についてのモルフォロジー及び疎水化度を検討するとともに、CNF 複合化樹脂の曲げ弾性、引張強度等の機械的物性試験を行い、最も有効な CNF 複合条件を明らかにする目的で研究を行った。



CNF 粉末



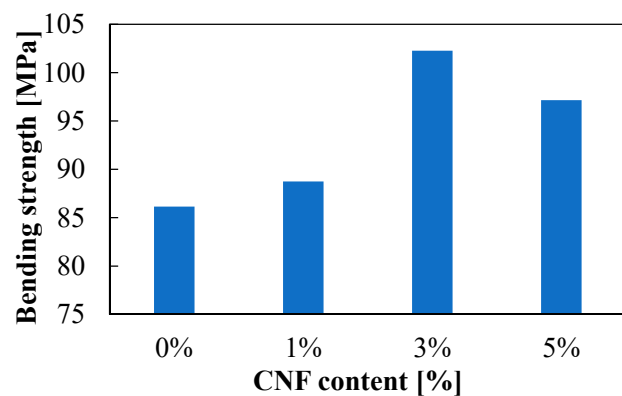
CNF の SEM 写真

上の写真は複合化に使用した疎水化 CNF の粉末とその SEM 画像である。ナノサイズの繊維と凝集した繊維の両方が確認できる。凝集した繊維は幅 $1.2 \mu\text{m}$ 程、CNF は幅 170nm 程であることが分かった。疎水化していない CNF では、乾燥させると CNF 表面に存在する OH 基が互いに水素結合で結合し凝集してしまうが、ナノサイズの繊維が確認できるため、表面修飾によって CNF 表面の一部の OH 基が置換疎水化され、凝集が抑制されていることが分かる。

梅本樹脂工業株式会社で新規に購入したトランスファー型の樹脂成型機を用いて、疎水化 CNF とフェノール樹脂の混練物 (0~5%の CNF 配合比率) を金型に導入し、所定の温度、保持時間、圧力で成型を行い、熱硬化性フェノール樹脂と疎水化 CNF の複合化素材の試験片を作製した。試験片は奈良県産業振興センターにおいて、機械強度物性測定装置を用いて、曲げ強度や引張強度等の試験を行い、性能評価するとともにデータ収集を行った。右図は熱硬化性フェノール樹脂と疎水化 CNF の複合化素材の試験片の曲げ強度の測定結果の一例を示したものである。複合化素材は複合することで強度が約 20%増加することが分かった。3%が最適でさらに複合率を高めると、樹脂中で CNF が凝集し強度が低下することが明らかとなった。また、引張強度も CNF を複合することで約 20%強度が増加したが、こちらも 3%複合化した場合が最適であった。



CNF 複合化素材の試験片



CNF 複合化素材の曲げ強度試験

成型品の品質安定化のためには混練時の CNF の均一な分散、成型時の温度、温度保持時間の制御が重要である。加えて、CNF の長さ、太さといった形態や CNF と樹脂との濡れも複合樹脂の機械的強度に影響を及ぼすことが明らかとなった。なお、今回得られた CNF とフェノール樹脂との複合化素材の強度試験の結果は従来、ポリプロピレンと CNF の複合化で得られた結果 (引張強度が低下、曲げ

強度が増加)とは真逆であり、これは新しい知見であった。

(2) 地域共創研究クラスターの研究内容PR・特別講演会

1) 『森林・林業交流研究発表会』での「環境クラスター」研究内容発表

本校では地方創生推進事業(COC+)の一環として、奈良県の課題である林業復興を目指し、「環境クラスター」研究活動において「間伐材の有効利用」をテーマに取り組んでいる。「環境クラスター」のリーダーである本校物質化学工学科 中村秀美教授が近畿中国森林管理局主催の平成30年度「森林・林業交流研究発表会」(平成30年11月20日(火)於、近畿中国森林管理局)において「環境クラスター」の研究内容を発表した。現在、「環境クラスター」では、木材を原料とするセルロースナノファイバー(CNF)に着目し、近年、金属代替品として注目されているCNFと樹脂との複合化をテーマに研究開発に取り組んでおり、これまでの研究成果と今後の課題等につき紹介した。当日は、他の発表者も含め多数の森林・林業関係者が熱心な眼差しで聴講し会場は熱気に包まれ、審査委員との間で活発な質疑応答も行われた。



写真1 「森林・林業交流研究発表会」本校中村教授発表風景

2) 『第3回福祉機器展 in 奈良 2018』で「福祉ロボットクラスター」研究内容出展

平成30年9月29日(土)に県営福祉パークで行われた「第3回福祉機器展 in 奈良2018」(主催:社会福祉法人奈良県社会福祉事業団)において、電子制御工学科 早川 恭弘教授による『高機能歩行支援靴』『介護移乗移動ロボット「ひびき」』『車椅子での鬱血を防止するための布アクチュエータを用いたマット』といった研究紹介を行い、福祉機器に関心を持つ県民の方々と交流を行った。



写真2 「第3回福祉機器展 in 奈良 2018」出展風景

3) 研究クラスター「医工連携」、「福祉ロボット」分野の特別講演会

平成 30 年 10 月 4 日（木）、電子制御工学科第 4・5 学年の学生を対象に、大阪大学大学院医学系研究科バイオデザイン学共同研究講座特任教授 山田 憲嗣氏による「医療現場に必要な工学の知識と技術、そして考え方」と題した特別講演会を開催した。本校 COC+事業における地域共創研究活動の一環である「医工連携」や「福祉ロボット」の分野において今後の研究活動の参考となる講義として開催された。講義では、「医工連携」における医療現場と工学の緊密な関係、医者ニーズと技術者のシーズの融合、更には、看護学と工学の連携について、ユーモアを交えた軽快な語りで、時に質問を投げかけながら講師と聴講学生が身近な距離感で講義が進められた。また、医療現場での工学の具体的な活躍事例として、様々な内視鏡やロボットによる外科手術の事例紹介等も行われ、学生たちの熱い視線が注がれた。



写真 3 特別講演会風景

(3) 技術サポートを通じた地域産業・地域教育への貢献

1) 県内市町村等との連携による理系教育を通じた地域での人材育成

本校では、県内市町村での各種教育イベントに教員・学生が参加し、地域の子供たちへの理系教育を積極的に推し進め、地域に貢献する人材の育成に取り組んでいる。

a) 『「LEGO でつくるロボット」 in IKOMA 』

平成 30 年 5 月 5 日（土）、「ベルテラスいこま」において、生駒市との学市連携協定に基づく科学教室を、午前、午後の 2 回（定員 28 名／回）で実施した。本校にとっても屋外での科学教室は初めての試みとなった。生駒市教育委員会 中田教育長の挨拶の後、本校からは武田副校長（午前）、榊原校長補佐（午後）より挨拶があり、その後、本校電子制御工学科 玉木隆幸 准教授が率いるシステム開発研究会の学生にバトンタッチし、科学教室が始まった。最初はプログラミングを体験したあと、プログラムを入力したロボットを試走させた。いよいよモコン操作によるロボットの競技が始まり、会場は子供たちの歓声で盛り上がった。競技終了後、表彰式が行われ、参加者の健闘を称えた。当日は晴天に恵まれたが、風が強かったため、同伴の保護者の皆様にテントが飛ばないように支えていただくなど、科学教室の実施に多大なるサポートをいただいた。



写真1 『「LEGO で作るロボット」 in IKOMA』開催風景

b) 『いこまっこチャレンジ教室「プログラムに挑戦」』

本校と生駒市との学市連携協定に基づき、平成30年9月8日(土)にたけまるホールにて情報工学科より、山口 賢一准教授、岩田 大志講師、市川 嘉裕助教、西野技術専門職員、補助学生7名が科学教室『いこまっこチャレンジ教室「プログラムに挑戦」』を実施した。受講生は、講義を聞きながらプログラムを組んでいき、それぞれ自由な発想でキャラクターや背景を選び、作品を作った。3時間、休憩を挟んで実施し、受講生はパソコンから離れず、熱心に取り組んだ。

平成30年12月15日(土)にも同様の目的で、情報工学科より、山口 賢一准教授、岩田 大志講師、市川 嘉裕助教、西野技術専門職員、補助学生8名がたけまるホールにて『いこまっこチャレンジ教室「プログラムに挑戦」』を実施した。当日は生駒市小紫市長も参観いただき、熱気に包まれた。これら2回の科学教室を通じ、生駒市の小学生がコンピュータをより身近なものに感じると共に、小学生に奈良高専を知ってもらうよい機会となった。



写真2 『いこまっこチャレンジ教室』での授業風景

c) 田原本町『子ども科学教室』

平成30年12月24日(土)に田原本青垣生涯学習センターにおいて一般教科 稲田 直久 准教授が「超低温の世界を探ろう」と題し、液体窒素を利用した超低温の不思議な現象について講義を行った。まずは、液体窒素を専用の容器に入れるとブクブク沸騰し、白い煙が出てくる現象を体感し温度をみた。液体窒素を床にこぼしその挙動も体験した。実際に液体窒素に触れてもらうと不思議な触感に受講生たちは驚いた。花を凍らせる実験では液体窒素に入れて冷凍された花が簡単に粉々に砕け、バナナを凍らせてクギを打つ実験を行うなど液体窒素による超低温の世界に強い関心が集まった。



写真3 『子ども科学教室』の風景

d) 川西町子ども探検隊『プログラミングに挑戦』

平成31年1月26日(土)に川西文化会館にて情報工学科 山口賢一准教授、岩田大志講師、市川嘉裕助教、西野貴之技術専門職員及び学生8名によるSCRATCHを活用したプログラミング教室を実施した。市川助教の解説をもとに、受講生は自由に題材を選び、プログラムを作っていた。2時間の授業の中で、受講生たちは高いモチベーションで取り組み、休憩も取らずに一所懸命楽しみながらプログラムを勉強している姿であふれ、会場は熱気につつまれた。



写真4 川西町子ども探検隊『子ども科学教室』の風景

e) 『かしばのしごと展』で科学教室

平成31年3月3日(日)に香芝市ふたかみ文化センターで開催された『かしばのしごと展』において、奈良高専は香芝市との産学官連携・地方創生に係る連携として、ロボットのプログラミングを通じて理系教育の振興を目的に科学教室を実施した。当日は、本校 電子制御工学科 玉木隆幸准教授と玉木准教授率いる同好会「システム開発研究会」の学生8名が、参加した子供たちに教育用LEGO Mindstormsというロボットキットを使用し、ロボットを動かすためのプログラミングの講習を行った。その後、子供たちは、用意された競技コート上であらかじめ定められたコースに沿ってロボットを動かし、コース上に置かれた香芝市の名産品のオブジェをロボット操作でゴールまで運んで点数を競った。会場は参加者たちの熱気に包まれ、多くの参加者がプログラミングとロボットの楽しさを体感した。



写真5 『かしばのしごと展』での科学教室の風景

f) 奈良県立民俗博物館との共同イベント開催

平成30年8月26日(日)に奈良県立民俗博物館の「昔の道具研究室ー集まれキッズ学芸員ー」が開催され、共催イベントとして、機械工学科 廣和樹教授、教育研究支援室、尾崎充紀技術専門員、学生3名が、「連理返り人形を作ろう」を実施した。奈良県立民俗博物館 溝邊主任学芸員より機巧図彙(江戸時代の技術書 1796年)から引用した資料を基に江戸時代のからくり人形について解説があった。その後、参加した児童、保護者が熱心にからくり人形の製作に取り組み、からくりの原理を通じて理系教育の関心が高まった。



写真6 『連理返り人形を作ろう』のイベント風景

2) 地元ショッピングモールと連携した地域創生共同イベントの実施

本校では、COC+事業の目的の一つである地域産業活性化に向け、地域住民との交流を推し進めている。平成29年度に続き平成30年度も地元ショッピングモールと連携した地域創生共同イベントの開催を通じ地域活性化に取り組んだ。

◆『LEGOでつくるロボット～文字を集めてことばをつくろう～』

平成30年9月2日(日)奈良高専は地域貢献活動の一環として、イオンモール大和郡山の協力のもと『LEGOでつくるロボット～文字を集めてことばをつくろう～』を開催した。本校電子制御工学科 玉木隆幸准教授と玉木准教授率いる同好会「システム開発研究会」の学生8名らが参加し、会場となったイオンモール大和郡山 1F 北小路コートは申し込みのあった小学生81名がロボットを使った競技に挑戦した。参加者は教育用LEGO Mindstormsというロボットキットを使用し、専用の競技コート上に並べられた”文字”を目掛けてロボットを操作し、“文字”を集め、集めた文字でことばをつくり、得点を競った。全ての競技を終え、玉木

准教授から点数発表が行われると、高得点を得た参加者から歓喜が湧き起こり、会場は熱気に包まれた。本イベントでは、ロボットのプログラミングを通じて理系教育の振興を図るとともに、ロボット競技を行うことで操作の楽しさを体感した。



写真7 『LEGO でつくるロボット～文字を集めてことばをつくろう～』開催風景

(4) イベント等を通じ奈良高専及びCOC+事業をPR

1) 『近畿7高専 マッチング交流会』を開催

平成31年1月18日(金)、近畿地区7高専(奈良高専・舞鶴高専・明石高専・和歌山高専・大阪府立大学高専・神戸市立高専・近畿大学高専)は、クリエイション・コア東大阪で「近畿7高専 マッチング交流会」(共催:MOBIO(ものづくりビジネスセンター大阪)、池田泉州銀行後援:近畿経済産業局、大阪府、奈良県、(一財)大阪科学技術センター)を開催した。

本イベントは、産業界と近畿7高専とのマッチングの場を創出し、高専と企業との縁づくり、地域経済活性化及び技術振興を図ることを目的として、本校が中心となり実施した。当日は、関係機関による講演や各高専教員による学校・研究事例紹介などを行う講演会の部と、高専と企業との意見交換及び「関西ものづくり新撰」選定企業のパネル紹介・見学を行う情報交換会の部の2部構成で行われ、参加は149機関(関係機関含む)251名(うち高専関係者41名)にのぼり、会場は熱気に包まれ、活発な交流を通じて、参加企業と各高専が産学官金連携・就職などにおいて関係が深まる有意義な開催となった。



写真1 『近畿7高専マッチング交流会』風景

2) 『COC+シンポジウム 2019』で本校学生による COC+事例発表

平成 31 年 3 月 6 日（水）奈良女子大学記念館にて奈良女子大学・奈良工業高等専門学校・

奈良県立大学の 3 校による『COC+シンポジウム 2019』を開催し、事業協働機関や県内企業、自治体など多数の参加があった。COC+3 校学生による活動事例発表も行われ、本校からは専攻科システム創成工学専攻 情報システムコース 1 年 安西 崇君が「COC+活動事例報告～僕と奈良の可能性との出会い～」と題し発表を行い、本校の地域創生演習科目「地域社会技術特論」において、県内企業の具体的な課題に取り組んだ体験を通じて芽生えた地域への意識変化等について発表し、地域創生を目指す本校学生の地域への思いを多くの参加者に PR した。

また、事例発表後、パネルディスカッションにも参加し、他のパネラーの人たちと奈良県に対する自身の思いについて忌憚のない意見交換を行った。



写真 2 『COC+シンポジウム 2019』での活動事例発表・パネルディスカッション風景

(5) 『奈良高専地域イノベーションコンソーシアム』

本コンソーシアムは、奈良高専を地域イノベーション拠点とした活動を通じて、産学官金協働による知的創造と地域経済の活性化を目指し平成 29 年 2 月に設立した。（平成 31 年 2 月末日現在、会員企業 62 社、7 団体・教育機関の特別会員を有する組織に拡大）平成 30 年度は、第 2 回総会を開催、本学学生を対象とした「2018 奈良高専イノベティブアイデアコンテスト」の実施、会員企業への本校卒業生の再就職支援マッチング活動を行うなど、本格的な組織運営を進めた 1 年となった。

1) 『奈良高専 地域イノベーションコンソーシアム』第 2 回総会を開催

平成 30 年 9 月 14 日（金）、65 名の会員・特別会員及び 21 名の教職員・学生が本校に集い、第 2 回総会を開催した。冒頭、本校産学協働研究センター長 中村教授より開会の挨拶があり、その後、各参加者から自己紹介が行われた。続いて本校よりホームページを活用した本コンソーシアムの事業説明を行った。さらに、株式会社エヌ・アイ・プランニング 代表取締役 鐵東 敦史氏より「ローカル×ローカル＝グローバル 『つながる』」と題した講演があった。本校からは、情報工学科 上野准教授より「人間の高次行動を『見える化』した技術伝承」と物質化学工学科 中村教授より「廃プラスチックの熱分解」と題した 2 つの研究シーズ事例紹介

があった。竹下経営革新事務所 中小企業診断士 竹下 富彦氏からは奈良県中小企業診断士会と本校との協定締結の紹介があった。その後、総務課 身吉専門員より銀行助成金・イベントの紹介が行われ、会員企業の積極的な参加・エントリーをお願いした。最後に、中村教授による閉会挨拶の後、名刺交換を兼ねた歓談が行われ、互いに交流を深める会員の熱気に包まれた。



写真1 『奈良高専地域イノベーションコンソーシアム』第2回総会風景

2) 『2018 奈良高専 イノベティブアイデアコンテスト』の実施

地域イノベーションコンソーシアム会員企業との協働教育の一環として本校学生を対象として、会員企業の抱える技術課題の解決に挑戦するアイデアコンテストを実施した。今回のアイデアコンテストは、株式会社村田製作所及び県内企業であるアスカ工業株式会社より自社が抱える技術課題を提示し、本校学生が応募形式で課題解決に挑戦するというこれまでにない新たな取り組みであり、会員企業からも積極的な賛同を得て実施となった。学生が持っている柔軟で斬新な発想力をさらに伸ばすために高専で学んだ知識を企業の課題解決に活用し、具体的なアイデアとして昇華させるものである。本コンテストは技術的な成果を問うだけではなく、コンテストを通じて学生のアイデア創出能力、課題解決能力などが大きく成長することを目指す。応募のあった2組の学生（2社の課題に対し1組ずつの応募）が平成31年3月中旬に其々の企業において幹部の前でプレゼンを行い、審査が行われることになる。また、今回のコンテストに応募のあったアイデアの内の1件が発明となり、今後特許出願の予定である。

**2018 奈良高専イノベティブアイデアコンテスト
参加募集**

企業の抱える技術課題の解決に挑戦するコンテストです

創造的技術者を
目指す諸君の
挑戦を持っています

- 募集課題
 - ①アスカ工業株式会社
課題名：フラグバルブのキャンタン・クイックな開閉機構を考えよう！
 - ②株式会社村田製作所
課題名：はんだ関連特許の新たな活用方法を考えよう！
- 活動費として最大10万円の補助（1課題につき各3件以内）

詳細は募集を見てください

事前説明会
8月6日(月) 13時15分～
地域創生視聴覚室（専攻科南棟2F）

主催：奈良高専 地域イノベーションコンソーシアム

図1 コンテスト応募の本校告知ページに掲載のチラシ

(6) COC+活動の積極的な広報

本校は、COC+活動内容を広く知っていただくために、ホームページでの情報発信や各種メディアに向けた積極的な広報活動に日々努めている。

平成30年度の本校COC+活動は表1のように各種メディアに取り上げられた。

●平成30年度『文教速報』、『文教ニュース』へのCOC+関連掲載

| 題目 | 掲載日 | |
|---|----------|------------|
| | 文教速報 | 文教ニュース |
| 奈良高専学生が、地元金融機関主催のビジネスプランコンテストで『学生応援賞』を受賞 | H30.5.9 | H30.5.7-14 |
| 奈良高専 生駒市と連携し、『LEGOでつくるロボット in IKOMA』を開催 | H30.5.16 | H30.5.28 |
| 奈良高専 「やまと共創郷育センターCOC+評価委員会」を開催 | H30.7.27 | H30.7.30 |
| 奈良高専 『社会科学特論』において、斑鳩町商工会と協働でフィールドワークを実施 | H30.7.30 | H30.7.30 |
| 奈良高専 奈良県下企業三社の協力で、「地域社会技術特論」の講義を実施 | H30.8.29 | H30.9.10 |
| 奈良高専 奈良女子大学・奈良県立大学との単位互換科目の一つ「地域と世界の文化論」講義を実施 | H30.9.10 | H30.9.10 |
| 奈良高専 地元金融機関・県内企業と協力して「COC+政治・経済」の講義を実施 | H30.9.5 | H30.9.10 |
| 奈良高専×イオンモール大和郡山「地域創生共同イベント『LEGOでつくるロボット～文字を集めてことばをつくらう～』」に学生が参加 | H30.9.12 | H30.9.17 |
| 『奈良高専 地域イノベーションコンソーシアム』第二回総会を開催 | H30.10.1 | H30.10.1 |
| 奈良高専 『COC+地理』の講義で、奈良の魅力を再発見する「市町村のポスター」を作成・発表 | H30.11.5 | H30.11.12 |
| 奈良高専 森林・林業交流研究発表会で「環境クラスター」の研究内容を発表 | H30.12.7 | H30.12.10 |
| 奈良高専 「いこまっこチャレンジ教室『プログラミングに挑戦』」を実施 | H31.2.15 | H31.1.28 |
| 奈良高専 「近畿7高専 マッチング交流会」を開催 | H31.2.22 | H31.2.4 |
| 奈良高専学生が、地元商工会開催のビジネス・グランプリ審査会でグランプリを受賞 | H31.3.4 | H31.2.25 |
| 奈良県（雇用政策課）主催『奈良工業高等専門学校・奈良女子大学・奈良県立大学合同 パスで行く！県内企業見学会』に三校の学生が参加 | | H31.3.4 |

●平成30年度 新聞・テレビに取り上げられたCOC+関連記事

| 題目 | 掲載日 |
|------------------------------------|------------------------|
| 生駒市でのロボット教室 奈良高専【朝日・読売・毎日・奈良新聞】 | H30.5.6 |
| 奈良高専で講義見学会 生駒の中学生【読売新聞】 | H30.6.10 |
| 奈良高専と連携 求人紹介【読売新聞】 | H30.6.14 |
| 奈良高専と県中小企業診断士会連携【産経・奈良新聞】 | H30.7.26 |
| 近畿7高専マッチング交流会【日刊工業・ニッピン・金融経済新聞】 | 2019.1.25 2019.1.28 |
| 高校生ビジネスグランプリ斑鳩 最優秀賞【朝日・産経・奈良新聞】 | H31.1.28 |
| 奈良高専など3校が『県内企業見学会』【奈良テレビ】 | H31.2.15 |
| 学生を地元企業に 県が各所で「見学会」奈女大など3校参加【奈良新聞】 | H31.2.16 |
| 生駒市俣口小学校で奈良高専教員が出前授業【奈良新聞】 | H31.2.25 |

表1 平成30年度COC+活動の各種メディア掲載一覧

また、学内でのCOC+事業の周知を図るため、新たに学内全教職員向けに「COC+だより」を発刊し、平成30年12月に“VoL.1”、平成31年1月に“VoL.2”を発行した。今後も定期的に本校COC+事業の近況を情報発信していく。



図1 「COC+だより」VoL.1（左）、VoL.2（右）