

1-3 先端ロボット工学研究センター活動報告

先端ロボット工学研究センター長 黄 健
所員 岡 正人, 矢野 智昭, 小谷内 範穂, 樹野 淳也, 友國 伸保, 柴田 瑞穂

1. 平成 26 年度活動報告

先端ロボット工学研究センターは、設立当初から、「学内医工連携 PJ」を中心に取り組んできた。本プロジェクト研究は、医学に工学技術を積極的に導入することで医学のさらなる発展、患者の QOL 増大に寄与することを目指して医学部、理工学部、工学部、生物理工学部、産業理工学部など全学的協力によって進められている。

① 介護リフト型歩行アシストの歩行評価 (黄・小谷内)

寝たきりや痴呆を防止するため、在宅もしくはリハビリ施設などに生活している高齢者は介護者のサポートを受けつつも、できるだけ自分のペースで歩行訓練を行う自立支援機器の開発が切実に期待されている。本研究では、歩行促進の効果を向上するため、室内での利用を目的とする低価格の介護リフト型歩行車 (アルファローラ, (株)ミハマ) の胸パッドに 1 軸回転機構を加えることによって腰部のスイングを引き出す。また、モーションキャプチャーを用いて歩行中の腰部や下肢部の運動を測定し、歩行アシストの効果を定量的に評価する。

② 球面モータの開発 (矢野)

1 台で球面多自由度の動きを実現する球面モータ本体および球面駆動に必要な球面センサ、球面支持機構、球面減速機ならびに制御方法の研究を行っている。1 次元空間におけるセンシング理論を 3 次元空間に拡張し、画像センサ情報から球体の姿勢を決定する理論を確立した。PID 制御理論を 3 次元空間に拡張し、球体の姿勢フィードバック制御理論を確立した。球面モータ制御実験により理論検証を行った。球面減速機を試作し、モデル作成のための基礎実験を行った。

③ フィールドロボットの開発 (小谷内)

実社会に役立つロボットを目指したフィールドロボティクスの研究開発のひとつとして 4 輪 4 脚形パーソナル・ロボットの研究を行っている。超少子高齢化社会の到来に備えて生活支援分野でのロボットの活用が強く望まれており、そのための歩行者追従型ロボットプラットフォームの構築を目指している。パーソナル・ロボットに必要な 3 次元移動環境の認識技術の開発として、2 次元レーザースキャナによる水平地形、鉛直地形の計測と、3 次元レーザースキャナによる 3 次元地形計測の実験を行い、それぞれの特質を調べた。

④ 低慣性なロボットアームの開発 (岡)

ロボットアームは必要なトルクを得るために減速ギアを用いている。この減速ギアを用いることにより、アーム全体の重量が重たくなる欠点がある。本研究ではネジ式のアームを用いてアームを駆動する。これにより減速ギアを必要としないシンプルで軽量の構造で

アームを構成できた。また、静止時においては電力を消費しない（電磁ブレーキを必要としない）特徴がある。

⑤ 環境保全型農業を実践する農作業ロボットの開発（樹野）

局所耕うん栽培と名付けられた環境保全型農業を実践する農業用ロボットを開発している。既往の研究にて、局所耕うん栽培と脚式移動機構に親和性があることを見出したことから、5脚式の移動機構の設計・試作を行った。また、ペーパーポット式苗を定植可能な作業機の開発にも取り組み、圃場にて苗の植え付け性能の試験を実施した。

⑥ 人間搭乗可能な階段昇降ロボットの研究（友國）

2輪倒立移動機構を応用した人間搭乗可能な階段昇降ロボットの研究において、3次元物理モデルの設計と制御則の検討をおこない、アクティブキャストにおいて、5mmの段差乗り越え可能なハードウェアを実現するための減速機についての研究を行った。

⑦ 柔軟外殻水中ロボットに関する研究（柴田）

外殻を柔軟な樹脂フィルムで構成する水中ロボットを試作している。平成26年度は、浮力材を利用した姿勢変更機構の製作した。また、樹脂フィルムの電波透過性を利用し、非接触給電機能および通信機能を有する実機を製作し、その有用性を、実験を通して確認した。この水中ロボットの製作には真空包装の技術を利用している。真空包装機に関しては、企業からの支援（機器貸与）を受けている。

⑧ 柔軟素材を利用した歩行ロボットに関する研究（柴田）

本体を柔軟素材（樹脂材）で構成する外骨格型二足歩行ロボットを試作している。柔軟素材を利用することで、実機を軽量に製作することが可能である。また、接触時間の増加と、エネルギー消散の観点から耐衝撃性を有することが期待される。平成26年度は、試作したロボットの耐衝撃性を実験的に評価した。

⑨ センター会議および関連活動

- (1) 平成26年9月3日に第1回近畿大学ロボットメカトロニクス研究発表会が工学部で開催された。会議では、大阪大学 金子 真 教授による特別講演のほか、ロボットメカトロニクス関連の研究発表5件（理工学部2件，工学部3件）が行われた。
- (2) 平成27年2月27日に東大阪キャンパスにおいて医工連携プロジェクト主催の特別講演会と最終報告会が開催された。

2. 共同研究

- (1) 黄 健，小谷内 範穂，友國 伸保：「移動リフトに歩行姿勢を制御できる機器をバージョンアップに関する研究」，(株)ミハマ
- (2) 小谷内 範穂：「フィールドロボティクスの研究」，(独)産業技術総合研究所
- (3) 柴田 瑞穂：研究支援「ロボットパッキング技術の開発」，(株)古川製作所
- (4) 柴田 瑞穂：共同研究1件

(5) 柴田 瑞穂：寄附研究 1 件

3. 主要な研究業績

(1) 論文 (5 件)

- 1) 柴田 瑞穂, “布地の押しつけ移動操作における移動距離の推定”, 近畿大学次世代基盤技術研究所報告, Vol.5, (2014),pp.63-66
- 2) 笠島 永吉, 矢野 智昭, 芦田 極, “球面モータの開発 (第2報: ロータの姿勢検出とフィードバック制御)”, 日本機械学会論文集C, Vol.80, No.809,(2014),pp.1-19
- 3) 矢野 智昭, “球面モータの研究動向”, 近畿大学次世代基盤技術研究所報告, Vol.5, (2014),pp.145-152
- 4) Mizuho Shibata, Norimitsu Sakagami, “Fabrication of A Fish-like Underwater Robot with Flexible Plastic Film Body”, Advanced Robotics, Vol.29, Issue1, (2015),pp.103-113
- 5) Soichi Ibaraki, Tomoya Kudo, Tomoaki Yano, Toshiyuki Takatsuji, Sonko Osawa, “Estimation of three-dimensional volumetric errors of machining centers by a tracking interferometer”, Precision Engineering, No.39,(2015), pp.179-186

(2) 学会発表 (22 件)

- 1) 田島 淳, 加藤 雅義, 森谷 美紀, 井出 章, 樹野 淳也, “中山間地域における運搬動力の省エネルギー化について”, 農作業研究, Vol.49, Ex.1, 春季大会講演要旨集, (2014-5)
- 2) 實野 雅太, 田島 淳, 加藤 雅義, 砂川 光, 樹野 淳也, “局所耕うん器具を用いた耕うん同時評価法に関する研究—含水率が通気性指数に及ぼす影響について—”, 農作業研究, Vol.49, Ex.1, 春季大会講演要旨集, (2014-5)
- 3) 柳谷 定宏, 五福 明夫, 矢野 智昭, “FPGAを用いた14-12球面モータ制御システムの開発”, 第26回電磁力関連のダイナミクスシンポジウム講演論文集, (2014-5) pp.61-64
- 4) 横家 大貴, 五福 明夫, 矢野 智昭, 笠島 永吉, “電磁駆動式球面モータの姿勢計測評価”, 第26回電磁力関連のダイナミクスシンポジウム講演論文集, (2014-5),pp.57-60
- 5) 安達 和輝, 五福 明夫, 矢野 智昭, 笠島 永吉, “三次元連成磁場解析ソフトを用いた14-12球面モータの回転シミュレーション”, 第26回電磁力関連のダイナミクスシンポジウム講演論文集, (2014-5),pp.53-56
- 6) Kiwamu Adachi, Akio Gofuku, Tomoaki Yano, “Simulation of Rotation Behavior of a 14-12 Spherical Motor”, Proceedings of the Symposium on Power Electronics, Electrical Drives(Speedam2014), Automation & Motion,(2014-6),pp.1282-1286
- 7) Akio Gofuku, Yuta Ohkido, Tomoaki Yano, “Evaluation of Basic Performances of a 14-12 Spherical Motor”, Proceedings of the Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation & Motion(Speedam2014),(2014-6), pp.1277-1281
- 8) Mizuho Shibata, Norimitsu Sakagami, “A Portable Underwater Robot with Tensegrity Body Composed of Thruster Units”, Mobile Service Robotics (CLAWAR2014),(2014-7),pp.503-510

- 9) Nagayoshi Kasashima, Kiwamu Ashida, Tomoaki Yano, Akio Gofuku, Mitsunobu Shibata, “A New Control Method of an Electromagnetic Spherical Motor with Three Degrees of Freedom”, Proceedings of ISCIE/ASME 2014 Int.Symp. Flexible Automation (ISFA2014), No.ISFA2014-52, (2014-7),pp.1-4
- 10) 土屋 淳一, 青柳 学, 大橋 健, 竹村 研治郎, 真下 智昭, 矢野 智昭, “新世代アクチュエータの1自由度系の性能評価と多自由度系の評価に向けての圧電・超音波アクチュエータの全体からの位置づけ”, 平成26年電気学会産業応用部門大会講演論文集, Vol.III, (2014-8) , pp.69-72
- 11) Kensei Ishizu, Haruki Nakayama, Norimitsu Sakagami, Mizuho Shibata, Sadao Kawamura, Shinji Matsuda, Atsushi Mitsui, “Preliminary Experiments of a Human-Portable Underwater Gripper Robot for Dexterous Tasks”, Proceedings of MTS/IEEE OCEANS 2014,(2014-9),131129-124
- 12) 柴田 瑞穂, 坂上 憲光, “柔軟外殻魚ロボットのための浮力材内蔵型姿勢変更機構”, 第32回日本ロボット学会講演集, (2014-9)
- 13) 小井土 哲平, 石津 謙生, 中山 治樹, 福島 勇貴, 清水 智基, 奥山 貴仁, 坂上 憲光, 柴田 瑞穂, 川村 貞夫, “小型水中グリッパロボット用片手操縦装置の開発”, 第32回日本ロボット学会講演集, (2014-9)
- 14) Motoki Shino, Nobuyasu Tomokuni, Genki Murata, and Masaya Segawa, “Wheeled Inverted Pendulum Type Robotic Wheelchair with Integrated Control of Seat Slider and Rotary Link between Wheels for ClimbingStairs”, The 2014 IEEE International Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO2014), SaCT1.3, (2014-9)
- 15) Nagayoshi Kasashima, Kiwamu Ashida, Tomoaki Yano, Akio Gofuku, “Posture monitoring method of a multi-degree-of-freedom spherical motor by using image processing”,Proceedings of the 9th International Workshop on Microfactory (IWMF),Vol.TuAT2.4,(2014-10),pp.1-5
- 16) 大城戸 優太, 五福 明夫, 矢野 智昭, “球面モータにおける球面減速機構に関する研究”, 第23回MAGDA コンファレンスin 高松講演論文集, (2014-12),pp.315-318
- 17) 安達 和輝, 五福 明夫, 矢野 智昭, “14-12球面モータの性能評価のためのシミュレーションによる回転角速度と回転出力トルクの関係の導出”, 第23回MAGDA コンファレンスin 高松講演論文集, (2014-12),pp.311-314
- 18) 友國 伸保, 小竹 元基, “スライダ付き倒立2輪移動機構による階段昇降ロボット”, 計測自動制御学会SI部門講演会(SI2014), 2F1-4, (2014-12)
- 19) 田上 将治, 小谷内 範穂, 田口 暁穂, “スチュワートプラットフォーム型パラレルリンクの機構設計に関する一考察”, 日本機械学会中国四国支部第53期講演会, (2015-3), 817.
- 20) 横田 成彬, 柴田 瑞穂, “柔軟外骨格型ロボットにおける二足歩行動作の実現と耐衝撃性評価”, 日本機械学会 中国四国学生会第45回学生員卒業研究発表講演会講演前刷集, (2015-3), (優秀発表賞)
- 21) 實野 雅太, 田島 淳, 加藤 雅義, 砂川 光, 樹野 淳也, “局所耕うん器具を用いた耕

うん同時評価法に関する研究—複数の細管による土壌のモデル化について—”, 農作業研究, Vol.50, Ex.1, 春季大会講演要旨集, (2015-3)

- 22) 田島 淳, 加藤 雅義, 砂川 光, 樹野 淳也, “中山間地域における運搬システムにおいて電気軽トラックが果たす役割”, 農作業研究, Vol.50, Ex.1, 春季大会講演要旨集, (2015-3)

(3) 講演 (16 件)

- 1) 矢野 智昭, “多面体幾何学にもとづく球面モータの電磁界解析”, Infolytica セミナー, 2014.5.12
- 2) 黄 健, “人間と共生するロボット技術の研究開発とロボットの創成教育”, 広島県産業用ロボット活用高度化研究会, 2014.7.9
- 3) 矢野 智昭, 五福 明夫, 球面ステッピングモータ, 球面減速機構の展示・実演, Techno-Frontier2014 モーションエンジニアリング展示会, 東京ビッグサイト 2014.7.23-7.25
- 4) 小谷内 範穂, “移動ロボットのお話”, 近畿大学本部オープンキャンパスミニ講義, 2014.8.23
- 5) 矢野 智昭, “ロボットの駆動を単純化する球面モータ”, 第 1 回近畿大学ロボットメカトロニクス研究発表会, 2014.9.3
- 6) 平澤 茂樹, 辰野 恭市, 高田 博, 矢部 彰, 渡邊 政嘉, 大富 浩一, 矢野 智昭, “技術ロードマップから見る 2030 年の社会—ロボットと自動車から見た機械工学全体の将来展望—”, 日本機械学会年次大会特別企画, 2014.9.9
- 7) 黄 健, “力感覚を遠隔に提示する技術に関する研究”, 近畿大学工学部研究公開フォーラム 2014, パネル展示, 2014.10.27
- 8) 小谷内 範穂, “フレキシブルパーソナルロボットの研究”, 近畿大学工学部研究公開フォーラム 2014, パネル展示, 2014.10.27
- 9) 矢野 智昭, “球面駆動システムの開発”, 近畿大学工学部研究公開フォーラム 2014, 2014.10.27
- 10) 矢野 智昭, “球面モータ”, 近畿大学工学部研究公開フォーラムパネルおよび実機展示, 2014.10.27
- 11) 柴田 瑞穂, “真空包装の技術を利用した柔軟外殻水中ロボットの製作”, 近畿大学工学部研究公開フォーラム 2014, パネル展示, 2014.10.27
- 12) 小谷内 範穂, “フィールドロボティクス研究室とフレキシブル・パーソナル・ロボットの研究の紹介”, 東広島産学官マッチングイベント, 展示セッション, 2014.11.13
- 13) 矢野 智昭, “機械システムの省エネルギーに貢献する球面アクチュエータ”, 日本機械学会講習会 No.14-105「産業に役立つアクチュエータ研究開発の最前線」, 2014.12.4
- 14) 樹野 淳也, “自律型ロボットによる環境保全型農業の実践”, JST・近畿大学新技術説明会, 2015.1.13
- 15) 矢野 智昭, 山本 晃生, 竹村 研治郎, 上野 敏幸, 鈴森 康一, 吉田 和弘, 上田 靖人, “2030 年のアクチュエータはこれだ! 新原理と多自由度による革新コア技術の位置付けと展望”, 電気学会産業応用フォーラム, 2015.3.5

16) 友國 伸保, “階段昇降可能な車いす形移動体”, 難所を駆け抜ける「移動ロボット」研究最前線! 大阪イノベーションハブ (グランフロント大阪), 2015.3.26

(4) 特許 (1 件)

1) 柴田 瑞穂: 特許出願, 2015.2.12

4. 外部資金獲得

- (1) 矢野 智昭: 科学研究費, 基盤研究(A), 「多面体幾何学にもとづく球面駆動システムの研究」, 24246032 (代表者) (2012~2015年度)
- (2) 樹野 淳也: 科学研究費, 基盤研究(C), 「脚式ロボットによる環境保全型農業の実践」, 25420231 (代表者) (2013~2015年度)
- (3) 柴田 瑞穂: 研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)平成26年度第2回 【FS】探索タイプ「ロボットパッキング法による自律水中ロボットの開発」 (代表者) (2015.1~2015.12)
- (4) 黄 健, 矢野 智昭, 小谷内 範穂, 岡 正人, 樹野 淳也, 友國 伸保, 柴田 瑞穂: 近畿大学 21 世紀研究開発奨励金 (共同研究助成金) (2014~2015 年度), 「学部を横断する先進医療ロボット開発プロジェクトの推進」 (分担者)
- (5) 黄 健, 小谷内 範穂: 受託研究, 「モーションキャプチャーを用いた移動リフト型歩行アシスト機器の評価」 ((株)ミハマ) (代表者) (2014.12~2015.3)
- (6) 小谷内 範穂: 研究助成金(公財)古川技術振興財団「パーソナルロボットの移動性拡大の研究」 (代表者)
- (7) 岡 正人: (公財)マツダ財団: 事業助成金 (科学技術振興) 「小・中学生のためのものづくり教室 - ロボットアームを製作してみよう -」 (代表者)

5. 学外兼務業務

- (1) 黄 健
 - ・ The IEEE 2014 International Conference of Robotics and Biomimetics (ROBIO2014) プログラム委員
- (2) 黄 健, 矢野 智昭, 小谷内 範穂, 岡 正人, 樹野 淳也, 友國 伸保, 柴田 瑞穂
 - ・ 日本機械学会 中国四国支部 第 45 回学生員卒業研究発表講演会 実行委員 (2015.3.5 開催)
 - ・ 日本機械学会 中国四国支部 第 53 期総会・講演会 実行委員 (2015.3.6 開催)
- (3) 矢野 智昭
 - ・ (独)産業技術総合研究所 製造技術研究部門 客員研究員 (2013.4~)
 - ・ 日本機械学会 英文ジャーナル編修委員会委員 (2011.4.1~)
 - ・ 日本機械学会 機素潤滑設計部門アクチュエータシステム技術企画委員会委員 (1990.4.1~)
 - ・ 日本機械学会 イノベーションセンター技術ロードマップ委員会委員 (2013.4.1~)
 - ・ 日本 AEM 学会 理事 (2014.4.1~)
 - ・ 電気学会 産業応用部門リニアドライブ技術委員会委員 (2002.4.1~)

- ・ (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構 ピアレビュー (2004.4.1～)
 - ・ 文部科学省 科学技術政策研究所技術動向研究センター 専門調査員 (2008.4.1～)
 - ・ 精密工学会 次世代センサ・アクチュエータ委員会 委員 (2015.2.1～)
 - ・ 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 宇宙工学委員会研究班員 (2011.4.1～)
 - ・ 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 着陸ダイナミクス研究会委員 (2013.4.1～)
 - ・ 東広島商工会議所 モータ・ジェネレータ研究会会員 (2014.4～)
 - ・ (独)日本学術振興会 審査委員候補 (2010.4～)
- (4) 小谷内 範穂
- ・ つくばチャレンジ 2014 実行委員会 委員
- (5) 柴田 瑞穂
- ・ 立命館大学 先端ロボティクス研究センター 客員研究員 (2014 年度)
 - ・ ロボティクス・メカトロニクス講演会 2015 プログラム委員 (2014.12～)

6. その他

- (1) 小谷内 範穂：中国新聞大学ナビ Web 特別講座「フィールドロボティクスの世界」, 2014.7
- (2) 黄 健, 友國 伸保, 東広島商議所(企業)の研究室訪問(3D プリンター見学), 2014.8.28
- (3) 黄 健, 矢野 智昭, 小谷内 範穂, 岡 正人, 樹野 淳也, 友國 伸保, 柴田 瑞穂, 産業用ロボット活用高度化研究会主催近大工学部ロボットメカトロニクス研究室公開, 2014.9.3