

解 説

自動車組立工程のための協働ロボット PaDY

Co-worker Robot PaDY for Automobile Assembly Line

衣 川 潤^{*1} 若 林 勇 太^{*2} 金 澤 亮^{*1} 小 菅 一 弘^{*1}^{*1}東北大学 ^{*2}舞鶴高専Jun Kinugawa^{*1}, Yuta Wakabayashi^{*2}, Akira Kanazawa^{*1} and Kazuhiro Kosuge^{*1}^{*1}The Department of Robotics, Tohoku University ^{*2}The Department of Control Engineering, National Institute of Technology, Maizuru College

1. は じ め に

世界的な少子高齢化による労働人口の減少が問題となっている。慢性的な人手不足により、人件費が高騰し人材確保が難しくなったことから倒産する会社も増加する中で、解決手段としてロボット技術に寄せられる期待が高まっている。今後さらに人材確保が難しくなることが予想されるため、特に製造業においては、自動化を進めることで生産性を向上させる取り組みを行っている。人件費の高騰に対して製造コストを削減するためには、自動化の範囲を広げることが有効であるが、すでにある程度自動化されている工程のさらなる自動化には課題が多い。これまでに自動化が試みられてきたが導入に至らなかった代表的な要因としては、“設備投資が高額となる”、“工程変更への柔軟な対応ができない”などが挙げられる。特に、物体の把持や部品の組立作業については、上記課題に対応するため、特に機械学習による技術開発が活発となっているが、人による作業を代替するには至っていない。

人に代わって作業全体を担うことができるロボットを目指した技術開発は言わずもがな最重要であるが、切迫する人手不足への現実的な対応が急務であることから、その対策の一つとして協働ロボットに注目が集まっている。協働ロボットは、作業者の隣で作業支援を行うことで作業者の行うべきタスクの削減を行い、作業の効率化を行うことを目的としている。安全規格の整備がされたことから[1]、安全柵なしで人の隣で作業を行うことができる協働ロボットが産業用ロボット各社やスタートアップ企業から販売されるようになった[2]~[6]。また、人では難しい重量物の搬送作業や高精度での繰り返し位置決め作業などをロボットが担うことで、身体的負担の軽減や技能支援、部品の取り違いの未然防止を行うことができるシステムもこれまでに提案されている[7]~[11]。これらは、単純な人の置き換えとしての協働ロボットのみならず、人とロボットのお互いの長所を活かしたシステムである。

本稿では、筆者らの研究開発してきた自動車組立工程の

ための協働ロボットを紹介する。

2. 協働ロボットによる作業支援

協働ロボットは特別な安全設備を必要としないため、既存の生産ラインを大きく変更する必要なく導入することができる。その利点を活かすために、作業者をそのままロボットに置き換えることが理想であるが、その作業者が担当していたすべての作業を協働ロボットが行えることが条件となる。一般に、人手で作業している工程では自動化が難しい作業を含むことが多いため、作業者を単純に協働ロボットに置き換えられるケースは少ない。

そこで、ロボットと人で作業を分担することで作業効率の向上を目指すことが協働ロボットの主な活用方法となる。この際、協働ロボットをどの工程に導入し、どのように作業を分担するかが重要となる。以降の章では、協働ロボットの具体的な活用方法の一例を紹介する。

3. 小型部品組付支援協働ロボット PaDY

本研究で提案する小型部品組立作業支援協働ロボット PaDY (in-time Parts/tools Delivery to You robot) は、自動車などの生産ラインの組立工程において作業者が操作しなくとも作業者の思ったとおりに必要な部品と工具を作業者の手元に差し出すシステムである。これにより、作業者は本来の作業にのみ集中することができるため、作業効率の向上と作業者の負担の軽減および作業ミスの未然防止が期待される。具体的には、Laser Range Finder などのセンサにより作業者の位置情報を取得、取得した位置情報と作業者の作業モデルから作業者が現在行っている作業とその進捗を推定、進捗推定結果に基づき次の作業に用いる小型部品と工具の適切な配送位置と配送時刻を決定、部品・工具手元化アームを制御することで部品と工具を作業者の手元へ差し出すものである。システム導入のイメージを図 1 に示す。

組立作業支援ロボット PaDY は、部品・工具の手元化を行うマニピュレータ部、作業者の運動を計測する計測部、ロボットに部品の補給を行うパーツフィーダ、ロボットが運搬する工具の交換を行うツールチェンジャ、統合制御システムから構成される。マニピュレータ部は手先に部品を運搬するためのトレイと工具を運搬するためのツールホルダを備える。計測部は、カメラや測距センサなどの作業者の動作を計測するためのセンサ群で構成される。パーツフィー

原稿受付 2019 年 9 月 30 日

キーワード: Co-worker Robot, Human-robot Interaction, Automation

^{*1}〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-01

^{*2}〒625-8511 舞鶴市白屋 234

^{*1}Aoba-ku, Sendai-shi, Miyagi

^{*2}Maizuru-shi, Kyoto

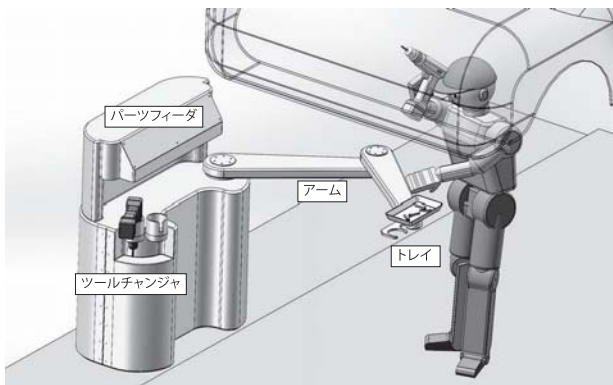


図1 PaDY 導入イメージ

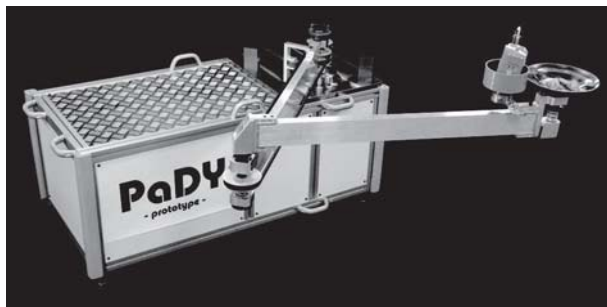


図2 PaDY 試作機

ダは作業に必要な部品をマニピュレータ部のトレイに供給する。パーツフィーダにはサイズや規格が異なる各種のボルトやナットなどの部品を種別ごとに分類してあり、アーム運動計画部などの外部からの指令に基づいて必要な部品を排出するものである。対象とする工程で使用する小型部品をそれぞれ装置上部に蓄えておき、随時、作業に使用する個数の部品をトレイに供給する。ツールチェンジャは作業に必要な工具をマニピュレータ部にセットする。その際に、次の作業に必要な工具がマニピュレータ部にセットされていた場合は工具交換を行う。統合制御システムは、作業進行状況推定部とアーム運動計画部を備える。作業進行状況推定部は作業手順に関するデータを参照しながら計測部から入力されたデータに基づいて作業進行状況を推定し、その次の工程において必要となる部品と工具を選択する。アーム運動計画部は、作業進行状況推定部が推定した作業進行状況に応じてロボットアームの軌道を計画してロボットアームを制御する。これにより、作業の進行状況に応じて自動的にロボットアームの軌道計画が行われ、作業に必要な部品・工具を作業者の手元までロボットアームによって運搬する動作が実現できる。

試作したシステム(マニピュレータ部および統合制御システムのみ)を図2に示す。本システムの導入により、無駄な歩行の低減による作業時間の短縮が確認されている[12][13]。また、これまでに図3に示す作業者の移動軌道予測に基づいて動作計画を行うことで、作業者がシステムによる部品や工具の運搬を待つ時間を最小限とする手法を提案した[14]~[16]。

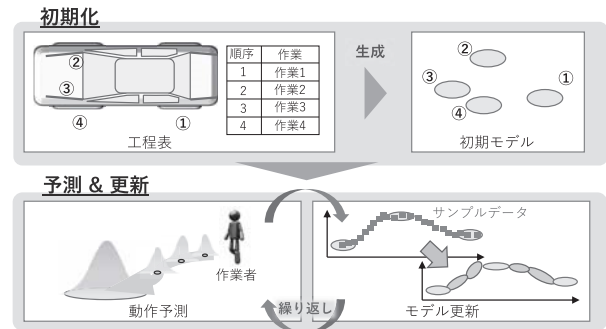


図3 移動軌道予測

4. ドア組付支援協働ロボット D-PaDY

PaDYと同様のコンセプトを大型重量物であるドアの組付工程へ適用したシステムがドア組付支援協働ロボット D-PaDYである。D-PaDYはPaDYのコンセプトである「必要ときに、必要な物を、作業者の手元へ」という考えを引き継ぎ、ロボット自身が状況を判断し、作業者による明示的な指示がなくても作業支援を行う協働ロボットである。現在の工程では、重量物であるドアの運搬を行うための装置を使用しているが、作業者はその装置の操作を行いドアを運搬する必要がある。また、ドアを車体へ組み付ける際は、ドアと車体が衝突しないように専用の治具を用いて慎重に作業する必要がある。D-PaDYは、自動でドアを把持・運搬する自律動作とドアの組付作業を支援する協調動作が行える。自律動作時においては、ドアや作業に必要な工具を自動で搬送することで、重量物の運搬作業を減らし、作業者の歩行を低減する。協調動作時においては、従来では熟練が必要なドア組立工程でのドアの位置決め作業を支援することで、作業者の負担を減らし、作業時間の短縮、作業効率の向上、教育コストの削減が期待される。システム導入のイメージを図4に示す。

D-PaDYは大きく分けて、ドアの把持および運搬を行う走行部・横行部、アーム部、ドア把持部、作業者の運動を計測する計測部、統合制御システムから構成されている。走行部・横行部はD-PaDYの平面移動を担う部分である。自動車組立工程において、ドア組付作業は多くの時間を必要とする作業であり、組み付けている間に作業人や車体がラインによって長い距離を移動する工程である。そのため、D-PaDYは広い動作範囲を有する必要がある。床面移動式の場合、動作範囲に限度がないが、その反面、床面の影響を受けること、段差があると乗り越えられない場合がある点が問題となる。それに対して天吊移動式の場合、動作範囲が広がるほど設備コストが上がるというデメリットがあるが、床面や段差による影響を受けないという利点がある。そのため、本研究では天吊移動式を採用した。アーム部はダイレクトドライブモータによる回転3軸の自由度を有しており、走行部・横行部のロボットベースに取り付けられる。アーム部は自律動作時においてドアの搬送と水平面(床面)に対して垂直軸まわりの回転を担い、協調動作時において作業者によってパッシブに動かせるようになって

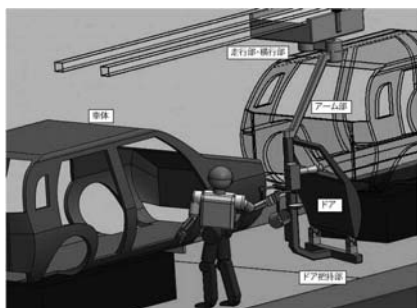


図4 D-PaDY 導入イメージ

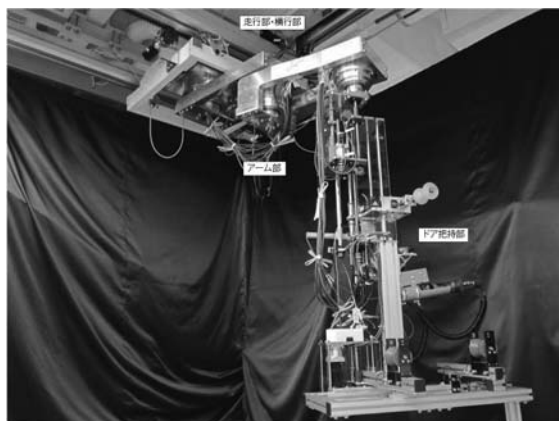


図5 D-PaDY 試作機

いる。作業によるドアの位置・姿勢の微調整を行えるようにするため、減速機を必要としないダイレクトドライブモータを使用することにより、作業者が後述するドア把持部をパッシブに操作することを可能とした。ドア把持部は、ドアの把持および重量補償を行いつつ、ドアの位置・姿勢の制御を担う部分である。ドア組付時にはネジによってドアを車体に締結できるようにドアの位置・姿勢を車体へ合わせる必要がある。D-PaDYによってドアの位置・姿勢を自動で制御することで、作業者が調節すべき自由度を減らすことができるため、作業者の負担が軽減される。ドア把持部は、ドアの高さを調節するための全体昇降機構、ドアの把持・把持解除を行うための上把持ローラ昇降機構、ドアの姿勢2自由度を調整するための上把持ローラ前後機構、下把持ローラ昇降機構の直動4自由度で構成される。計測部と統合制御システムは小型部品組立作業支援協働ロボット PaDY と基本機能は同様でありドア組付工程用に改変している。

ドア組付支援協働ロボット D-PaDY の試作機を図5に示す。本システムにより、複数車種のドアの把持・運搬が行えることを確認した[17]。図6に D-PaDY により作業支援している様子を示す。また、D-PaDY により組付作業支援を行うことで作業時間の短縮、作業ミスの低減が行えることを確認した[18]。

5. バンパ組付支援協働ロボット B-PaDY

大型柔軟部品であるバンパの組付作業支援を行うために開発したシステムが **B-PaDY** である。現在のバンパ組付

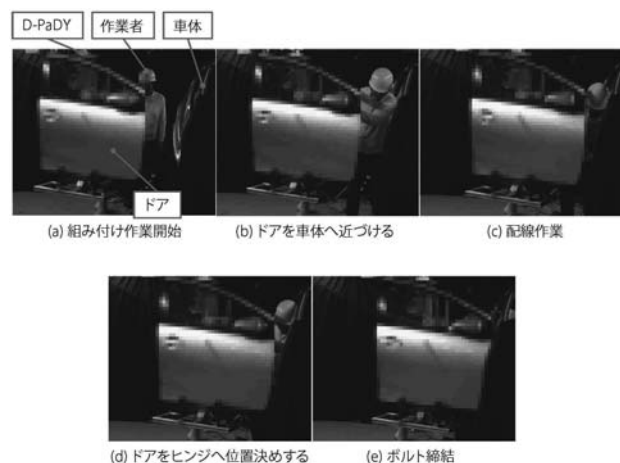


図6 D-PaDY による作業支援の様子

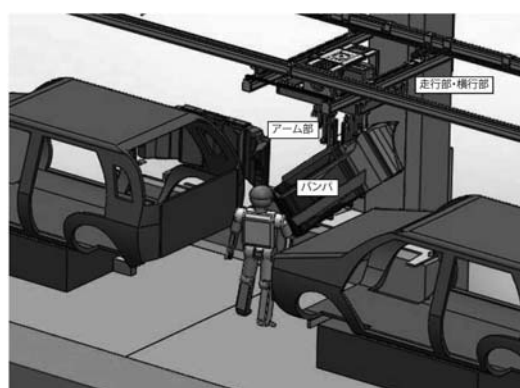


図7 B-PaDY 導入イメージ

工程においては、工程内を走る AGV (Automatic Guided Vehicle) によって生産ラインの側までのバンパの供給は自動化されているが、バンパ組付作業については人手で行われている。具体的には、まず作業者は組付時の車体への傷を防ぐための保護具を車体に取り付け、AGV へ車体前部用のバンパを取りに行く。車体前部用のバンパを組み付けた後、作業者は車体後部用のバンパを取り出すために再度 AGV へ向かい、次に組み付けるバンパを取り出す。その後、作業者は車体後部用のバンパを組み付け、ボルト締結作業を行い、後部車体のハッチを閉めて次にバンパ組付を行う車体へと移動する。このとき、現在の組付手順では、作業者はバンパを取りに行くために1サイクルにつき2回 AGV へ移動することになる。この際に時間のロスと無駄な歩行、AGV からバンパを取り出す際の気遣い作業による作業への負担が発生している。そこで、バンパを作業者の手元まで適切なタイミングで運搬することで、バンパ組付のたびに作業者が AGV へ移動する必要がなくなり、作業者の負担軽減と作業効率の向上が期待される。バンパ組付支援協働ロボット B-PaDY の導入イメージを図7に示す。

B-PaDY は6自由度を有しており、ハードウェアは大きく分けて、レール部(走行部・横行部)、アーム部(回転部・昇降部)、バンパ把持部の三つから構成されている。レール部(走行部・横行部)は走行レール、横行レール、ロボットベースの三つから成る。走行レールは生産ライン進行方向

の移動を行い、バンパの搬送と生産ラインへの同期を担う。横行レールは生産ライン進行方向に対して垂直方向の移動を行い、これにより AGV への移動や作業員へのバンパの受け渡しが可能となる。アーム部は、ロボットベースに取り付けられたバンパ把持部の回転と昇降を担う部分である。アーム部は回転部と昇降部から構成される。回転部は把持部全体を水平面に対して垂直軸回りに回転させる。昇降部は多段昇降機構を採用している。5 段のスライドレールをチェーンとスプロケットで繋ぎ合わせることで、最上段のスライドレールの動きに連動してすべてのスライドレールが動き、把持部全体の昇降が行われる。最上段のスライドレールは、サーボモータの回転運動をボールねじによって直線運動に変換することで、水平面に対して垂直方向に上下運動を行える機構となっている。これにより、昇降部を収縮した際にはシステムすべてが作業員の頭上に収まるため、B-PaDY は作業員との衝突を考慮することなく移動することができる。バンパ把持部は、バンパの把持とバンパの姿勢制御を担う部分である。バンパ把持部はロール軸周りの回転を行うリフト軸と、ピッチ軸回りの回転を行うチルト軸の 2 軸構成となっている。バンパ組付工程では複数車種のバンパが取り扱われているため、バンパ把持部は形状、質量の異なる複数種類のバンパを確実に把持できる機構を有する必要がある。これを実現するために、B-PaDY の把持機構は真空吸着式を採用した。

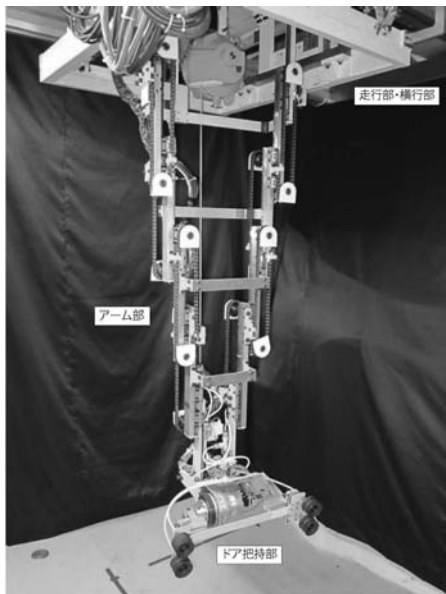
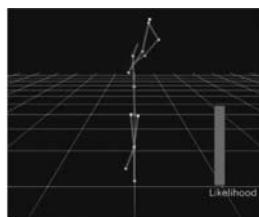


図 8 B-PaDY 試作機



(a) ハッチ閉じ作業



(b) 認識結果

図 9 ハッチ閉じ作業の認識

バンパ組付支援協働ロボット B-PaDY の試作機を図 8 に示す。本システムにより、複数車種のバンパの把持および運搬が行えることを確認した [19] [20]。また、図 9 に示すように作業員の骨格情報をもとに作業進捗を推定し、適切なタイミングでバンパの作業員への配送が行えることを示した [20] [21]。

6. キッティング支援協働ロボット KitPaDY

製造ラインに合わせて、組立作業に必要な部品のみを集めてキット化するキッティング工程における作業支援を行うシステムが **KitPaDY** である。既存のキッティング工程では、部品探索のために工程内を歩き回る等の作業の身体的負担に加えて、単純動作の繰り返しによる精神的負担から誤った部品のピックアップ、必要な部品をピックアップし忘れるミスが避けられないという問題もあり、自動化が期待されている。

これまでにキッティング作業の効率化を目的としたロボットシステムとして、Stacker Crane (DAIFUKU) [22] や Kiva (Amazonrobotics) [23]、Autostore (Jakov Hatteland Computer) [24] などが大規模な物流工場向けに開発されてきた。これらのシステムは必要な部品を作業員の元へ搬送することで、作業員の歩行を削減し、作業時間を大幅に減少することができる。また、部品のピックアップという単純動作を自動化するために移動ロボット上に双腕ロボットを搭載した完全自動ピックアップシステム (日立) [25] が研究・開発されている。しかし、これらのロボットシステムは多数の自律移動ロボット、大型のクレーン等を倉庫内に固定施設として設置する必要がある、小規模な施設には導入しにくい。また、組立工場内のキッティング工程においては、材質、サイズ、形状が異なる多種多様な部品を、組立ラインの作業ベースに合わせた時間的制約の中でピックアップしなければならず、マニピュレータを用いてすべての部品を素早くピックアップし、キット化することは難しい。

そこで、小規模な施設にも導入でき、かつ作業員が行う必要のないキッティングのための歩行やキッティングする部品がある場所の判断などの付随作業をサポートするロボットシステムとして、キッティング支援協働ロボット KitPaDY (Kitting Parts robot Delivery system) を導入することで、作業効率の向上し、作業員の作業負担を低減する [26]。キッティング支援協働ロボット KitPaDY の導入イメージを図 10 に示す。

KitPaDY は移動部品棚、部品供給用部品棚、移動ロボッ

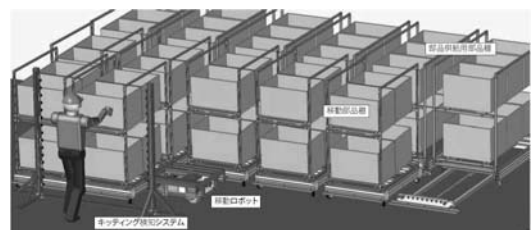


図 10 KitPaDY 導入イメージ

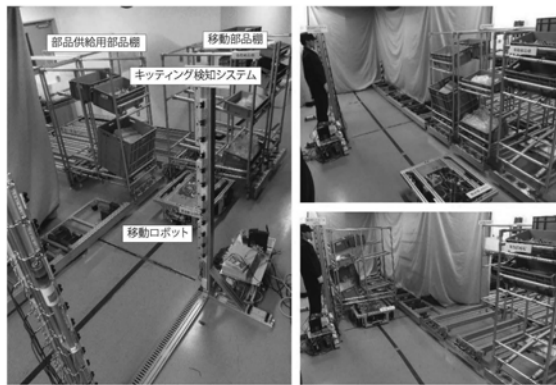


図 11 KitPaDY 試作機

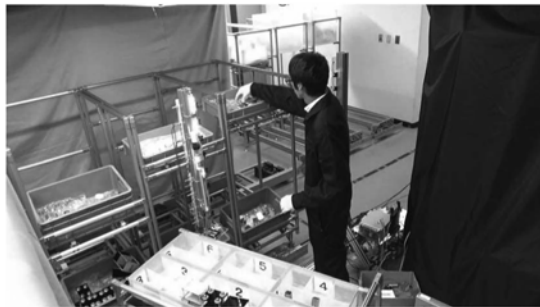


図 12 KitPaDY による作業支援の様子

ト、キッティング検知システムおよび統合制御システムにより構成される。移動部品棚は決まった部品を搭載しており、移動ロボットが必要に応じて作業者の元へ搬送する。作業者は搬送された移動部品棚から必要な部品を取り出し、キッティング台車に搭載する。部品供給用部品棚には常に部品が補充されており、移動部品棚に搭載された部品数が少なくなった場合に移動部品棚に対して自動的に補充を行う。移動ロボットは1台で必要な移動部品棚を複数まとめて作業者の元まで搬送する。既存のシステムよりも少ないロボット数であるため、小規模な施設に導入しやすい。キッティング検知システムは作業者に部品位置等の情報を提示し、作業者のキッティング動作を検知する。また、作業者に作業ミスがあった場合はアラートする。統合制御システムは、組立ラインの情報からキッティングが必要な部品の種類や数量を確認する。そして、移動ロボットおよびキッティング検知システムと常時通信し、部品の搬送状況や作業の進捗状況に合わせて、指令を出力する。

キッティング支援協働ロボット KitPaDY 試作機を図 11 に示す。試作機では、部品供給用部品棚が自動的に部品を補充する機能以外の要素を実装し、1～3 棚の移動部品棚を作業者の元へ搬送し、キッティングを行う動作を検証した。KitPaDY 試作機により、1 台の移動ロボットにより作業者のもとへ複数の部品棚を搬送する機能、キッティング動作を検知する機能および各システムの統合を検証できた。

7. ま と め

本稿では、自動車組立工程における協働ロボットとして、筆者らの研究開発した小型部品組付支援協働ロボット PaDY、

ドア組付支援協働ロボット D-PaDY、バンパ組付支援協働ロボット B-PaDY、キッティング支援協働ロボット KitPaDY を紹介した。人間とロボットのそれぞれの長所を活かした共生を目指した協働ロボットが近い将来には実社会で活躍することに期待して、本稿の結びとする。本論文で解説した協働ロボットの詳細は各文献を参照されたい。

謝 辞 本研究の一部は、JSPS 科研費 JP16H04292 の助成を受けたものです。

参 考 文 献

- [1] ISO 10218: Robots and robotic device—Safety requirements for industrial robots—, 2011.
- [2] Rethink Robotics のウェブサイト, <http://www.rethinkrobotics.com/> (2019/8/20 アクセス)
- [3] 川田工業株式会社のウェブサイト, <http://www.kawadarobot.co.jp/nextage/> (2018/8/20 アクセス)
- [4] FANUC のウェブサイト, https://www.fanuc.co.jp/ja/product/robot/f_r_collabo.html (2018/8/20 アクセス)
- [5] KUKA のウェブサイト, <http://www.kuka-robotics.com/japan/ja/products/industrialrobots/sensitiv/> (2018/8/20 アクセス)
- [6] ABB のウェブサイト, <https://new.abb.com/products/robotics/industrial-robots/irb-14000-yumi> (2018/8/20 アクセス)
- [7] W. Wannasupphrasit, P. Akella, M. Peshkin and J.E. Colgate: "Cobots—a novel Material Handling Technology," Proc. of IMECE, Anaheim, ASME 98-WA/MH-2, 1998.
- [8] M. Peshkin and J.E. Colgate: "Cobots," Industrial Robot An International Journal, vol.26, no.5, pp.335–341, 1999.
- [9] P. Akella, M. Peshkin, J.E. Colgate, W. Wannasupphrasit, N. Nagesh, J. Wells and S. Holland: "Cobots for the automobile assembly line," Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp.728–733, 1999.
- [10] 藤原弘俊, 村山英之, 武居直行, 中野陽雄, 石居賢治: "安全・快適に人と共存できる低出力 80W 省エネロボット", 日本機械学会誌, vol.115, no.1122, p.275, 2012.
- [11] 村山英之, 藤原弘俊, 武居直行, 鈴木太志, 柴田篤志, 鴻巣仁司, 松本邦保, 藤本英雄: "人と協調する自動車組立ラインのウィンドウ搭載支援ロボット", 日本ロボット学会誌, vol.30, no.1, pp.45–46, 2012.
- [12] 衣川潤, 川合雄太, 菅原雄介, 小菅一弘: "組立作業支援パートナロボット PaDY (第 1 報: コンセプトモデルの開発とその制御)", 日本機械学会論文集 (C 編), vol.77, no.783, pp.4204–4217, 2011.
- [13] J. Kinugawa, Y. Sugahara and K. Kosuge: "Co-Worker Robot - PaDY," Acta Polytechnica Hungarica, vol.13, no.1, pp.209–221, 2016.
- [14] J. Kinugawa, A. Kanazawa, S. Arai and K. Kosuge: "Adaptive Task Scheduling for an Assembly Task Co-worker Robot Based on Incremental Learning of Human's Motion Patterns," IEEE Robotics and Automation Letters, vol.2, no.2, pp.856–863, 2017.
- [15] 衣川潤, 金澤亮, 小菅一弘: "作業者の運動情報を利用した作業進度の推定とそれに基づく人協調ロボットののための作業支援スケジューリング", 計測自動制御学会論文集, vol.53, no.2, pp.178–187, 2017.
- [16] A. Kanazawa, J. Kinugawa and K. Kosuge: "Incremental Learning of Spatial-Temporal Features in Human Motion Patterns with Mixture Model for Planning Motion of a Collaborative Robot in Assembly Lines," Proc. of the 2019 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA2019), WeAT1-24.3, 2019.
- [17] 衣川潤, 久保田亮平, 小菅一弘: "ドア組付作業支援パートナロボット D-PaDY", 計測自動制御学会論文集, vol.52, no.3, pp.94–102, 2016.
- [18] 衣川潤, 久保田亮平, 小菅一弘: "ドア組付作業支援ロボット D-PaDY 第 3 報仮想ガイドによる組付作業支援", 第 33 回日本ロボット学会学術講演会予稿集 DVD-ROM, 3D2-02, 2015.
- [19] 衣川潤, 金澤亮, 小菅一弘: "バンパ組付作業支援パートナロボット B-PaDY 第 1 報: コンセプトと試作機的设计", 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2015, 2P1-N07, 2015.
- [20] J. Kinugawa, A. Kanazawa and K. Kosuge: "B-PaDY: robot co-worker in a bumper assembly line," Robomech Journal, vol.3,

no.23, pp.1–10, 2016.

- [21] 金澤亮, 衣川潤, 小菅一弘: “バンパ組付作業支援パートナーロボット B-PaDY 第2報: 統計モデルによる作業支援タイミングの決定”, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2015, 2P1-L09, 2015.
- [22] DAIFUKU, 物流システム: パレット自動倉庫, available from <http://www.daifuku-logisticssolutions.com/jp/product/automatic-warehouse/> (2019.08.20 アクセス)
- [23] R. D’Andrea and P. Wurman: “Future challenges of coordinating hundreds of autonomous vehicles in distribution facilities,” Proc. of the 2008 IEEE International Conference on Technol-
- gies for Practical Robot Applications (TePRA), pp.80–83, 2008.
- [24] AutoStore, Products, available from <http://www.autostore-system.com> (2019.08.20 アクセス)
- [25] 株式会社日立製作所: “自律移動型双腕ロボットが切り拓く, ロジスティクスの近未来”, available from https://social-innovation.hitachi/ja-jp/case_studies/rd.Logistics/ (2019.08.20 アクセス)
- [26] Y. Wakabayashi, M. Kamioka, J. Kinugawa and K. Kosuge: “KitPaDY: Robot Co-worker in Kitting Process: Basic Concept and Computation of Working Time,” Proc. of the 2017 IEEE Conference on Automation Science and Engineering (CASE), pp.320–327, 2017.



衣川 潤 (Jun Kinugawa)

2011年3月東北大学大学院工学研究科バイオロボティクス専攻博士課程後期3年の課程修了。博士(工学)。2011年4月より東北大学大学院工学研究科ロボティクス専攻助教。パワーアシストシステムや作業支援ロボット, ロボットハンドに関する研究に従事。日本機械学会, IEEE の会員。(日本ロボット学会正会員)



金澤 亮 (Akira Kanazawa)

2017年3月東北大学大学院工学研究科バイオロボティクス専攻博士課程前期2年の課程修了。同年(株)日立製作所入社。協働ロボット向けの作業者動作予測, ロボットの運動計画に関する研究に従事。計測自動制御学会, IEEE などの会員。



若林勇太 (Yuta Wakabayashi)

2018年3月東北大学大学院工学研究科バイオロボティクス専攻博士課程後期3年の課程修了。博士(工学)。2018年4月より舞鶴工業高等専門学校電子制御工学科助教。パワーアシストカートや作業支援ロボットに関する研究に従事。日本機械学会, IEEE の会員。



小菅一弘 (Kazuhiro Kosuge)

1980年東京工業大学大学院理工学研究科修士課程修了。同年日本電装(現:デンソー)入社。1982年東京工業大学工学部助手。1990年名古屋大学工学部助教授を経て, 1995年東北大学工学部教授, 1997年東北大学大学院工学研究科教授(大学院重点化による配置換), 現在に至る。工学博士。ロボット, メカトロニクス, マン・マシンシステム, 知能機械などの研究に従事。2018年秋の紫綬褒章受章, IEEE Technical Activities Vice President-Elect (2019), IEEE Division X Director (2015~2016), IEEE Robotics and Automation Society President (2011~2012)。2002年・2005年日本機械学会賞(論文)。2005年日本ロボット学会論文賞など受賞。IEEE Fellow, 日本機械学会フェロー, 自動車技術会フェロー。(日本ロボット学会正会員・フェロー)