

2021年度版の報告書はこちらです。

日機連2019

2019年度 ロボット産業・技術振興に関する 調査研究報告書

2020年3月

一般社団法人 日本機械工業連合会

この報告書は、競輪の補助金により作成しました。

[https:// hojo. keirin- autorace. or. jp/](https://hojo.keirin-autorace.or.jp/)



ご案内

第9回ロボット大賞は、2020年4月から募集開始予定です。

「ロボット大賞」公式ウェブサイト > <https://www.robotaward.jp/>

「ロボット大賞」運営事務局 > info@robotaward.jp

序

機械工学、エレクトロニクス、ICT（情報通信）技術、要素技術、素材技術など幅広い技術の統合として生み出される次世代のロボット技術（RT）は、少子高齢化による労働人口の減少や、老朽インフラ・災害対応などの社会課題の解決方法の一つとして期待されています。

最近では、従来からの製造現場におけるロボットの活躍に加え、人手不足などの課題に直面する物流施設や、警備・案内などのサービス分野、介護・医療・健康分野、社会インフラ・災害対応・消防分野、農林水産業・食品産業分野など幅広い分野でのロボットの活用が進んでいます。また、IoT 及び AI 技術とロボット技術との融合など先進的な取り組みが進んでいます。

当会ではロボット産業の更なる興隆の一助となるべく、2006 年度から「ロボット大賞」表彰事業を経済産業省との共催により実施してまいりました。2016 年度第 7 回ロボット大賞からは、総務省、文部科学省、厚生労働省、農林水産省、国土交通省が新たに共催者として加わっています

事業の目的は、(1)表彰によるロボット関係者のモチベーションアップ、(2)ベストプラクティスの紹介によるロボット技術の普及、(3)ロボットの社会実装による新社会システムの実現、(4)研究開発高度化の促進、(5)人材育成の促進などですが、製造現場から日常生活まで様々な場面でロボットが活用され、ロボットによる「生活の質の向上」が実現されることを目指しています。

「ロボット大賞」表彰は 2009 年度から隔年開催としています。今年度・2019 年度は昨年実施された第 8 回ロボット大賞と 2020 年度に予定される第 9 回ロボット大賞との間の非表彰年に当たりますが、ロボット大賞審査・運営委員会を設置し、ロボット産業・技術の振興を目指しての調査研究と第 9 回ロボット大賞の成功に向けての種々の検討を行い、その結果を本調査研究報告書にまとめました。

本報告書は、委員会の調査研究成果ですが、関係各位によるロボット産業の興隆にいささかでも貢献することができれば大変幸甚に存じます。

最後に、委員会活動の中で、ロボット産業・技術の振興策やロボット大賞表彰事業の運営案の作成等について貴重なご意見をいただいた委員、オブザーバ各位に厚く御礼を申し上げます。

2020 年 3 月

一般社団法人 日本機械工業連合会
会長 大宮 英明

は し が き

2019年5月に、内閣府、経済産業省、文部科学省、厚生労働省、有識者による「ロボットによる社会変革推進会議」が設立され、ロボットを取り巻く環境変化と今後の施策の方向性～ロボットによる社会変革推進計画～が議論され、同年7月に報告書が公表されました。同書に依れば、課題先進国である我が国においては、引き続きロボットの社会実装を推進していくことが最重要課題とされています。また、ロボットの導入が進まない中小企業等に関する取り組みを強化し、導入の過程で得られた知見や技術を活かし、広く国外展開を目指すことが掲げられています。

2019年12月には、同会議の計画した取り組みの一環として、ユーザー、メーカー、Sler（ロボットシステムインテグレーター）、大学・高専が連携して、将来のロボット人材を育成する「未来ロボティクスエンジニア育成協議会」の設立に向けた覚書が締結されました。

これから、幅広い分野でロボットの導入が加速されるためには、なによりロボットエンジニアやSlerの育成が必要であり、高専や工業高校等との連携や教員向けのインターンシップなど幅広い取り組みが期待されます。

現在、ビジネスの分野では、AIやIoT技術に取り組むベンチャー企業等の新しいプレイヤーが生まれ、製造現場だけでなく、サービス分野でもロボットを活用したRaaS（ロボティクス・アズ・ア・サービス）による業務の効率化、人手不足の解消につながる新たなサービスが始まっています。

本「ロボット大賞表彰事業」では、社会の変化に合わせ表彰分野の多様化を図ってまいりました。現在では、6分野・7部門の広範な分野・部門を対象として優秀ロボットの表彰を行っています。

日本が継続してロボットの普及・開発を進め、「生活の質の向上に」貢献するロボット群を生み出すのに、「ロボット大賞」表彰事業の果たす役割は非常に有効であると考えています。「ロボット大賞」の受賞により、開発者等のモチベーションが高揚し、新たなユーザーとの連携や導入が進み、ロボットの社会実装につながることを願っています。

以上の背景のもと、本報告書ではものづくり分野からサービス分野などの動向を概観した上で、ロボットシステムインテグレータの発展と動向、「2019国際ロボット展」から見えるロボット技術・業界動向など最新の話題を取り上げています。また「第9回ロボット大賞」に向けての提言を行っています。

本報告書がロボットの更なる普及促進やロボット産業の振興にお役にたてることを期待しております。

ロボット大賞審査・運営委員会
委員長 浅間 一

2019年度 ロボット大賞審査・運営委員会
名 簿

[委員長]

浅間 一 東京大学大学院 工学系研究科 教授

[副委員長]

比留川 博久 国立研究開発法人 産業技術総合研究所
ロボットイノベーション研究センター 研究センター長

[委員]

金岡 克弥 株式会社 人機一体 代表取締役社長
宮下 敬宏 株式会社 国際電気通信基礎技術研究所 知能ロボティクス研究室 所長
小平 紀生 一般社団法人 日本ロボット工業会 ロボットエンジニアリング部会 部会長
平井 慎一 立命館大学 理工学部 ロボティクス学科 教授
村上 弘記 一般社団法人 日本ロボット学会 副会長
黒田 洋司 明治大学 理工学部 機械工学科 専任教授
吉見 卓 芝浦工業大学 工学部 電気電子学群 電気工学科 教授
谷川 民生 国立研究開発法人 産業技術総合研究所
情報・人間工学領域 人工知能研究センター 副研究センター長
石黒 周 株式会社 グランドデザインワークス 代表取締役会長
小西 康晴 株式会社 ロボリューション 代表取締役
下條 真司 大阪大学 サイバーメディアセンター 応用情報システム研究部門 教授
松日楽 信人 芝浦工業大学 工学部 機械知能工学科 教授
中野 壮陸 公益財団法人 医療機器センター 専務理事
五島 清国 公益財団法人 テクノエイド協会 企画部長
野口 伸 北海道大学大学院 農学研究院 副研究院長 教授
亀山 眞由美 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
西日本農業研究センター 企画部 部長
建山 和由 立命館大学 理工学部 環境都市工学科 教授

[オブザーバー]

矢内 重章 一般社団法人 日本ロボット工業会 事務局長 兼 総務部長
久保 智彰 ロボット革命イニシアティブ協議会 事務局長
北村 篤史 ロボット革命イニシアティブ協議会 次長(イノベーション・普及担当)

[共催者（幹事）]

福澤 秀典 経済産業省 製造産業局 産業機械課 ロボット政策室 課長補佐（総括）
伊藤 将希 経済産業省 製造産業局 産業機械課 ロボット政策室 総括係員

[共催者]

杉本 武政 総務省 国際戦略局 技術政策課 研究推進室 応用研究係長
齊藤 浩之 総務省 国際戦略局 技術政策課 研究推進室 応用研究係長
内藤 一洋 文部科学省 科学技術・学術政策局 研究開発基盤課 専門職
末廣 耕司 厚生労働省 政策統括官（総合政策担当）付政策統括室 政策第二班
伊藤 圭 農林水産省 大臣官房 政策課 技術政策室 課長補佐（技術企画）
新井 大地 農林水産省 大臣官房 政策課 技術政策室 先端技術係
渡邊 賢一 国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課 課長補佐
川口 貴大 国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課 施工企画係長

[共催者（幹事）]

中富 道隆 一般社団法人 日本機械工業連合会 副会長 兼 専務理事
土屋 光由 一般社団法人 日本機械工業連合会 常務理事
水嶋 清孝 一般社団法人 日本機械工業連合会 業務部 調査役

[調査機関]

林 英雄 日刊工業新聞社 総合事業局イベント事業部 部長
蓮見 明里 日刊工業新聞社 総合事業局イベント事業部
山本 雅之 日刊工業新聞社 総合事業局イベント事業部

※敬称略 順不同

概要

本報告は、我が国のロボット産業・技術の振興に向けて、現在の市場や技術動向をまとめ、課題を調査・分析したものである。

第1章では、本調査研究事業の背景と目的を明確にした。

第2章では、産業用ロボット・サービスロボットの国内外市場・技術動向について調査・考察した。特に、高度 ICT 基盤技術・ICT 利活用分野、介護・医療・健康分野、社会インフラ・災害対応・消防分野、農林水産業・食品産業分野、その他先端素材等の最新の研究開発について、最新動向を取りまとめた。

第3章では、ロボットシステムインテグレータの現状と、今後の発展と動向について調査・考察した。

第4章では、ロボット革命イニシアティブ協議会による取り組みについて考察した

第5章では、「2019 国際ロボット展」から、最新のロボット市場・技術トレンドを調査・考察した。

第6章では、「World Robot Summit 2018」の開催結果と、2020 本大会に向けての課題を概説した。

第7章では、「第8回ロボット大賞」表彰事業の概要（目的・募集対象・実績）、および表彰式の様子をまとめた。

第8章では、ロボット大賞審査・運営委員会での検討内容を踏まえて、次回「第9回ロボット大賞」に向けての見直し案と提言を行った。

尚、本報告書は、（一社）日本機械工業連合会と日刊工業新聞社で構成を検討し、ロボット大賞審査・運営委員会の各委員の確認をいただいたうえで取りまとめた。

目次

第1章 事業目的	1
1.1 調査研究の目的	1
1.2 ロボット大賞審査・運営委員会の開催	1
第2章 ロボットの各分野における市場・技術動向	3
2.1 世界の産業用ロボットの市場動向	3
2.1.1 主要地域・国の産業用ロボット設置台数	3
2.1.2 アジアが停滞、欧州・米州は成長	4
2.1.3 産業用ロボットの世界における稼働台数	7
2.1.4 国・地域によるロボット密度	8
2.1.5 自動車産業およびその他全産業における産業用ロボット密度	9
2.1.6 主要用途から見たロボットの設置状況 (1)	10
2.1.7 主要用途から見たロボットの設置状況 (2)	12
2.2 サービスロボットの市場動向	15
2.2.1 世界の業務用サービスロボットの販売状況と予測	15
2.2.2 業務用サービスロボットの地域別生産	17
2.2.3 世界の家庭・個人用サービスロボットの販売状況と予測	18
2.2.4 世界の家庭・個人用サービスロボットの地域別生産	19
2.3 高度 ICT 基盤技術・ICT 利活用における最新動向	20
2.3.1 第5世代通信 (5G) 商用化にむけての期待	20
2.3.2 工場で 5G 実証本格化	21
2.3.3 工作機械業界各社の動向	22
2.4 介護・医療・健康分野における最新動向	23
2.4.1 介護分野における導入事例	23
2.4.2 医療分野における導入事例	25
2.5 社会インフラ・災害対応・消防分野における最新動向	28
2.5.1 社会インフラ分野における活用事例	28
2.5.2 災害対応における活用事例	29
2.5.3 建設業における活用事例	30
2.6 農林水産業・食品産業分野における最新動向	33
2.6.1 農林水産業における活用事例	33
2.6.2 食品産業における活用事例	35
2.7 ロボットでの活用が期待される先端素材等の最新動向	38
2.7.1 宇宙分野での先端素材の活用	38

2.7.2	注目されるソフトロボティクス	38
2.7.3	豊田合成、誘電ゴムの用途拡大 ロボ・医療・VRに展開	40
第3章	ロボットシステムインテグレータの発展と動向（人材、資格制度含む）	42
3.1	システムインテグレーションの現在	42
3.1.1	システムインテグレータの位置づけ	42
3.1.2	生産設備投資と Sier	42
3.1.3	Sier の課題	44
3.1.4	Sier への期待と 「FA・ロボットシステムインテグレータ協会」の設立	46
3.2	ロボット SI 各社からみる業界動向	47
3.2.1	省人化を超える価値	47
3.2.2	システム構築 海外から還流	48
3.3	Sier 協会、「SI 検定」立ち上げ スキル・知識標準化	51
3.4	「未来ロボティクスエンジニア育成協議会」の設立に向けて	51
3.4.1	設立の背景	51
3.4.2	「未来ロボティクスエンジニア育成協議会」の 設立に向けた覚書を締結	52
第4章	ロボット革命イニシアティブ協議会による取り組み	54
4.1	ロボット革命イニシアティブ協議会概要	54
4.1.1	設立の趣旨及び経緯	54
4.1.2	事業目標	55
4.1.3	組織体制（2020年3月時点）	56
4.1.4	連携組織	57
4.2	3つのワーキンググループ	58
4.2.1	IoTによる製造ビジネス変革 WG（WG1）	58
4.2.2	ロボット利活用推進 WG（WG2）	61
4.2.3	ロボットイノベーション WG（WG3）	63
第5章	「2019国際ロボット展」から見えるロボット技術・業界動向	66
5.1	多様な自動化ニーズに対応する産業用ロボット	66
5.2	人にやさしい社会を実現するロボット	69
5.3	ロボット各社、AI 技術開発加速	71
5.4	食品・医療向け提案	73
5.5	ロボット SI、多彩な用途開拓	75

5.6	海外出展企業の紹介	77
第 6 章	「World Robot Summit 2018」の振り返りと 2020 年の本大会に向けて	80
6.1	World Robot Summit(WRS)の開催経緯	80
6.1.1	WRS2018 東京大会の詳細	80
6.1.2	WRC 競技の実施成果	81
6.1.3	WRE 展示会の実施成果	87
6.2	World Robot Summit 2020 の開催・社会実装に向けた取組及び見通し	89
6.2.1	社会実装に向けたシナリオ	89
6.2.2	開催による波及効果	90
第 7 章	「ロボット大賞」表彰事業	91
7.1	「第 8 回ロボット大賞」の概要（目的、募集対象、実績）について	91
7.2	「第 8 回ロボット大賞」の実績	98
7.2.1	「第 8 回ロボット大賞」受賞ロボット	98
7.2.2	「第 8 回ロボット大賞」表彰式および受賞者ロボット合同展示	101
7.2.3	「2019 国際ロボット展」での「ロボット大賞」PR 活動	104
7.2.4	公式 HP での PR	104
7.3	「第 8 回ロボット大賞」受賞後のアンケート調査結果	105
第 8 章	まとめ「ロボット大賞」表彰事業の見直し案の提示	106
8.1	審査・運営委員会における検討	106
8.1.1	第 1 回 審査・運営委員会における検討	106
8.1.2	第 2 回 審査・運営委員会における検討	106
8.1.3	第 3 回 審査・運営委員会における検討	107
8.2	生活の質の向上に資するロボット	108

第1章 事業目的

1.1 調査研究の目的

ロボットやロボット応用システム等の開発動向及び課題を調査・分析して、技術革新の推進、社会実装化、国際標準化などの最新の情報を提供する。

また、2018年度実施の「第8回ロボット大賞」の実施結果を分析し、改善すべき点などを論議して、「第9回ロボット大賞」表彰事業への提言を行う。上記の調査・分析結果及び提言を「調査研究報告書」として纏める。

【調査研究の目的】

- ・ 第8回ロボット大賞の結果分析と第9回ロボット大賞の運営について検討する
- ・ ロボット産業の発展・業容拡大に資する、最新の情報を提供する
- ・ 生活の質の向上に資するロボットの可能性・方向性について検討する

1.2 ロボット大賞 審査・運営委員会の開催

前述の目的達成のためにロボット大賞審査・運営委員会を開催した。

■第1回 ロボット大賞審査・運営委員会の開催

日時：2019年7月12日（金）

議題：

- ① 2019年度「ロボット大賞」審査・運営委員会活動計画について
- ② 「第9回ロボット大賞」に向けての検討
- ③ 調査研究報告書内容の検討
- ④ その他：「第8回ロボット大賞」受賞者アンケート調査について

■第2回 ロボット大賞審査・運営委員会の開催

日時：2019年11月25日（月）

議題：

- ① 第9回ロボット大賞に向けての改善点検討および進捗状況
- ② 第9回ロボット大賞実施要項等の審議
- ③ 調査研究報告書内容の検討
- ④ その他

■第3回 ロボット大賞審査・運営委員会の開催

日時：2020年3月10日（火）の予定であったが、コロナウイルス・リスクへの対応のため書面による審議となった。

書面審議議題：

- ① 「第9回ロボット大賞」概要日程
- ② 「第9回ロボット大賞」実施要項等
- ③ 「第9回ロボット大賞」審査データ集計方法及び審査手順

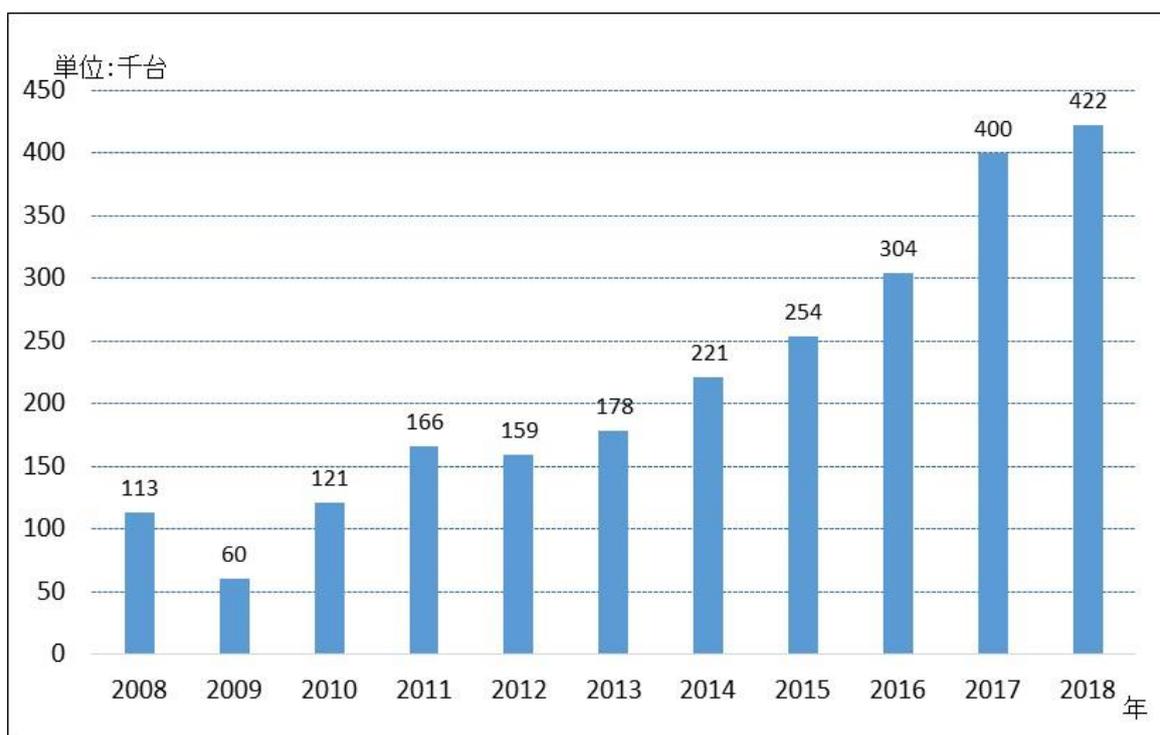
第2章 ロボットの各分野における市場・技術動向

本章では、ロボット大賞の分野にもとづいて、ものづくり、サービス、ICT、介護・医療、社会インフラ、農林水産業等の市場や技術動向を概説する。

2.1 世界の産業用ロボットの市場動向

2.1.1 主要地域・国の産業用ロボット設置台数

国際ロボット連盟(以下 IFR)は2019年9月、ロボットの世界統計として「World Robotics 2019」を発表している。以下は、その概要である。このなかで、2018年の世界の産業用ロボット設置台数は、図2.1.1-1のとおり、対前年比6%増の422,271台と6年連続の増加となった。



■図2.1.1 世界の産業用ロボット設置台数推移

出典：国際ロボット連盟(IFR)「World Robotics 2019」より作成

米中の貿易摩擦のもと、世界経済での不確実性が増した中で、2018 年がプラス成長となった結果に対し、IFR では驚きとのコメントをしているが、我が国でも米中貿易摩擦の影響が出始めたのは2018 年下期からであり、上期の好調さが下支えした結果、年間ではプラス成長となっている。

2018 年の世界での主な産業別設置割合は、自動車産業が 30%、電機・電子産業が 25%と 2大需要産業には変動が無く、続いて金属と機械がそれぞれ 10%、プラスチック及び化学製品が 5%、食品及び飲料が 3%、そして不明が 19%となっている。

2010 年以降、産業用ロボットの需要はロボットの継続的な技術革新と自動化への持続的な投資のもと大幅に増加し、2013 年から 2018 年にかけてのロボット設置台数は年平均 19%の伸びとなっている。

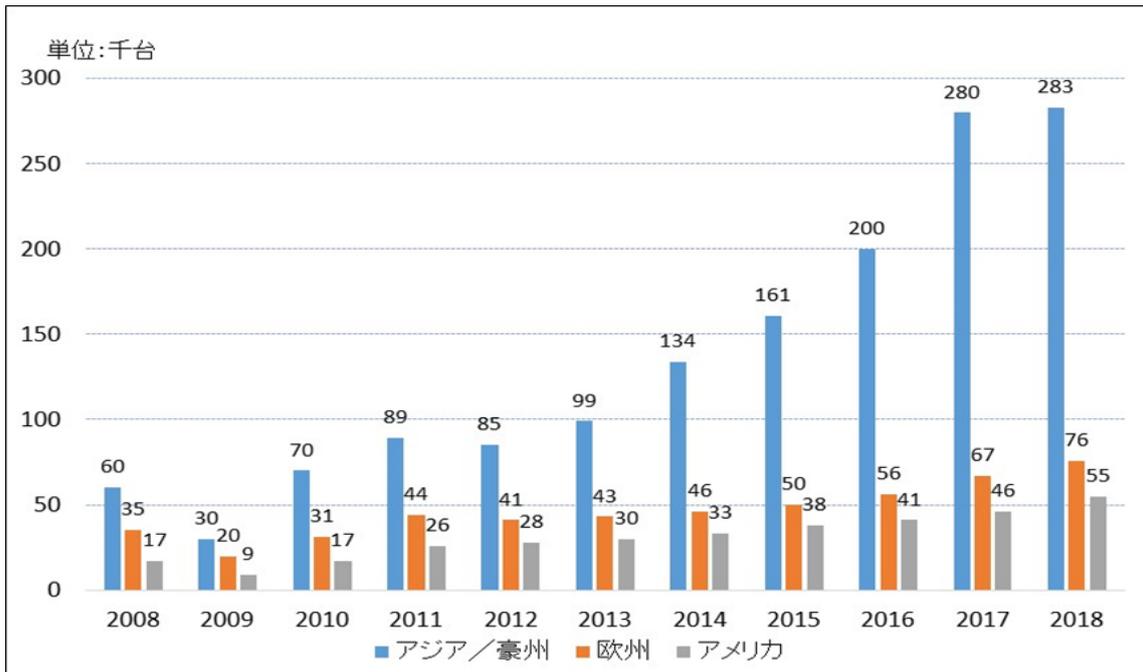
2.1.2 アジアが停滞、欧州・米州は成長

2018 年の地域別設置状況をみると、図 2.1.2-1 及び図 2.1.2-2 にもある通り、アジアは世界最大のロボット市場となっているものの、2018 年は前年より 1%増の 283,080 台とこれまでと比較し大幅に伸びが鈍化した。ただ、2018 年に世界で設置された 3 台のうち 2 台がアジア向けであるとともに、2013 年から 2018 年にかけての年平均成長率は 23%増となっている。

2018 年の地域別設置状況を見ると、アジアでは、中国（154,032 台、対前年比-1%）と韓国（37,807 台、同-5%）が減少するなか、日本（55,240 台、同+21%）は高い伸びとなった。

2 番目に大きな市場である欧州の設置台数は、14%増の 75,560 台と 6 年連続で新たなピークに達し、同じく年平均成長率も 12%となっている。そして米州での伸びはさらに高く、前年比 20%増の 55,212 台と 6 年連続のピークとなっているほか、同じく 2013 年以降の年平均成長率は 13%となっている。

産業用ロボットの主要市場は、中国、日本、米国、韓国、ドイツの 5 か国で、この 5 か国で世界のロボット設置台数の約 3/4（74%）を占めている。



■図 2.1.2-1 地域別産業用ロボットの設置推移

出典：国際ロボット連盟（IFR）「World Robotics 2019」より作成

地域/国	2013年	2014	2015	2016	2017	2018
米州	30,317	32,616	38,134	41,295	46,188	55,212
北米(米、加、メキシコ)	28,668	31,029	36,444	39,671	43,559	49,636
-アメリカ	(23,679)	(26,202)	(27,504)	(31,404)	(33,146)	(40,373)
-カナダ	(2,250)	(2,333)	(3,474)	(2,334)	(4,057)	(3,582)
-メキシコ	(2,739)	(2,494)	(5,466)	(5,933)	(6,356)	(5,681)
南米	1,649	1,587	1,690	1,601	2,629	2,576
アジア	98,334	134,018	160,048	199,481	279,824	282,459
中国	36,560	57,098	68,556	96,500	156,176	154,032
日本	25,110	29,297	35,023	38,586	45,647	55,240
韓国	21,307	24,721	38,285	41,373	39,777	37,807
台湾	5,457	6,912	7,200	7,569	10,907	12,145
タイ	3,221	3,657	2,556	2,646	3,386	3,323
その他	6,679	12,333	8,428	12,807	23,931	19,912
オセアニア	473	426	510	561	570	621
欧州	43,284	45,559	50,073	56,078	66,505	75,560
フランス	2,161	2,944	3,045	4,232	5,014	5,829
ドイツ	18,297	20,051	19,945	20,074	21,267	26,723
イタリア	4,701	6,215	6,657	6,465	7,760	9,847
スペイン	2,764	2,312	3,766	3,919	4,250	5,266
イギリス	2,486	2,094	1,645	1,787	2,380	2,415
中・東欧	5,061	4,643	6,136	7,758	10,538	9,732
北欧	2,125	2,050	2,570	3,264	2,985	2,618
その他欧州	5,673	5,250	6,161	8,444	9,263	9,229
アフリカ	653	358	260	805	327	365
不明	4,991	7,524	4,635	5,553	6,094	7,625
総計	178,126	220,571	253,748	303,847	399,640	422,271

■図 2.1.2-2 主要国・地域におけるロボット設置台数

出典：国際ロボット連盟（IFR）「World Robotics 2019」より作成

次に、図 2.1.2-3 は、産業用ロボットの設置台数の上位 15 か国をみたもので、以下はそのうち上位 5 か国についての概要である。

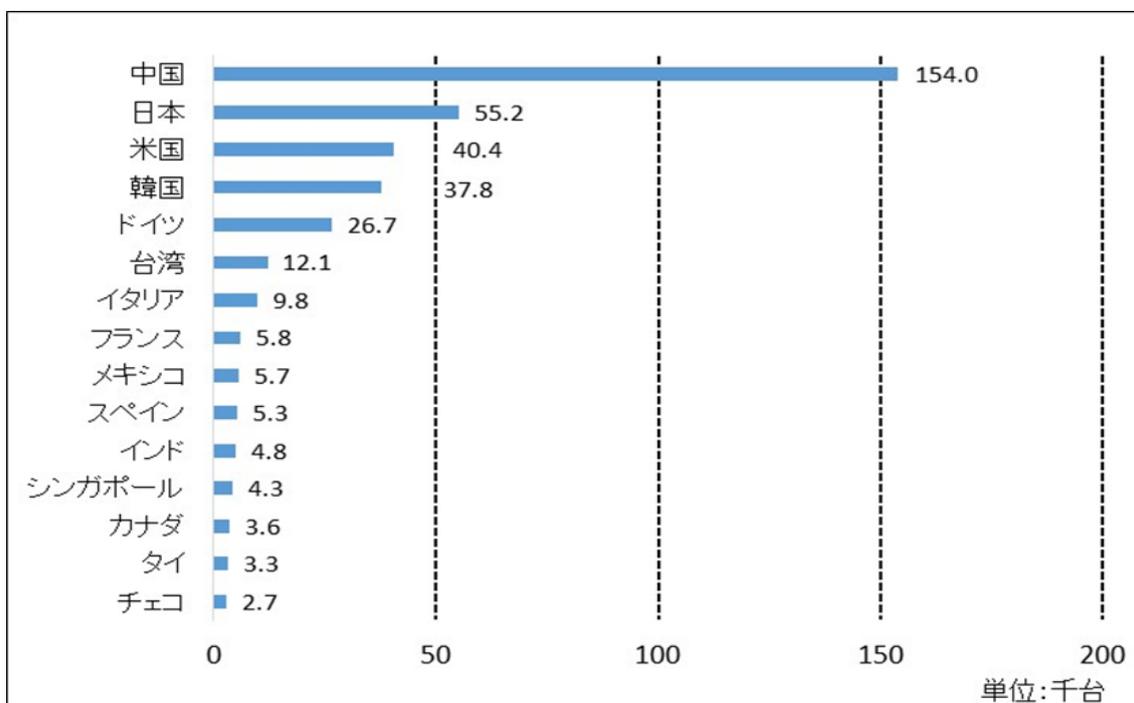
中国は 2013 年以來、世界最大の産業用ロボット市場となっており、2017 年、2018 年では世界の設置台数の 36% を占めている。図の通り、2018 年に 154,032 台が設置され、前年の 156,176 台より 1% 減少したものの、欧州及び米州の設置台数である 130,722 台をも上回っている。

また、2 番目の日本の設置台数は、前年比 21% 増の 55,240 台と新たなピークとなるとともに、2013 年からの年平均成長率が 17% となっており、IFR は工業生産で既に高度な自動化が行なれている国としては驚くべき数字であるとみている。

次いで、米国の 2018 年の設置台数は、対前年比 22% 増の 40,373 台と 8 年連続で新たなピークに達している。米国は 2010 年以降、全ての製造業での生産工程の自動化が持続的傾向となっているが、2018 年には韓国を抜いて 3 番目となった。

韓国は、2016 年に 41,373 台のピークに達したが、それ以来減少し 2018 年には対前年比 5% 減の 37,807 台が設置された。エレクトロニクス業界に大きく依存する同国では、厳しかった同業界の影響がマイナス要因となったものの、2013 年からの年平均成長率は 12% となっている。

5 番目のドイツは、主に自動車産業に大きく依存する中、対前年比 26% 増の 26,723 台と新たなピークに達した。



■ 図 2.1.2-3 主要国からみた 2018 年の産業用ロボット設置台数

出典：国際ロボット連盟 (IFR) 「World Robotics 2019」より作成

2.1.3 産業用ロボットの世界における稼働台数

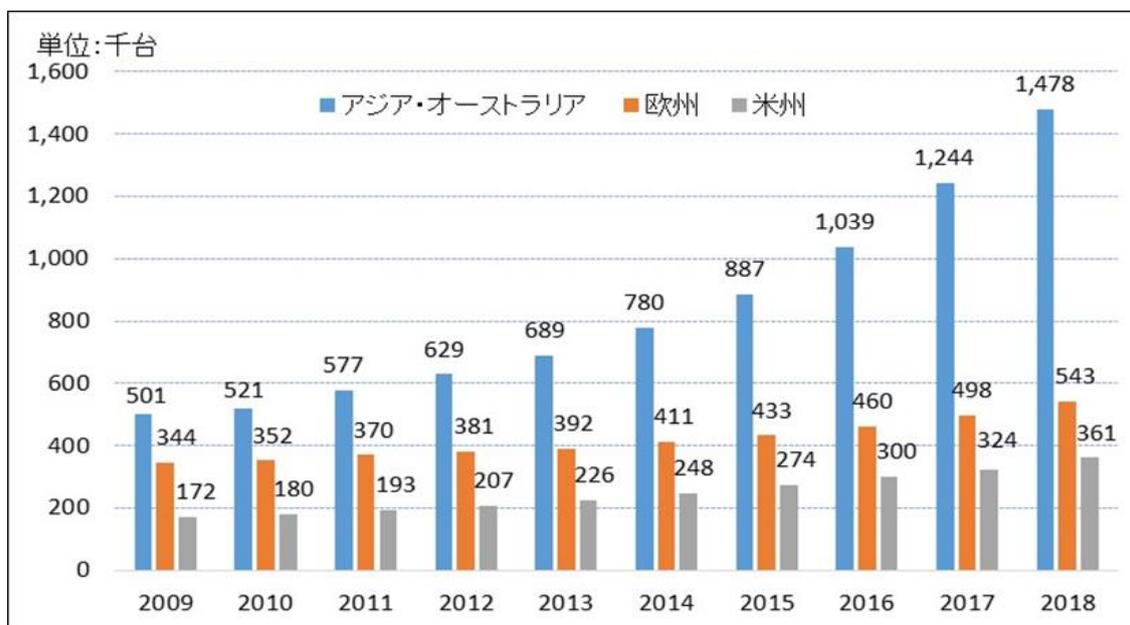
産業用ロボットの稼働台数（IFR での表現は Operation Stock）は、年間の設置台数をもとに計算されたもので、2018 年の世界の稼働台数は対前年比 15% 増の 2,439,543 台となった。2013 年以降、その稼働台数は年平均 13% の増加となっている。図 2.1.3-1 は、地域ごとの稼働台数推移を見たものである。

中国は 2013 年以降、年平均 37% 増加し、2018 年には 649,447 台と世界全体の 27% となっている。日本の稼働台数は、2018 年に 7% 増加し、318,110 台と世界全体の 13% を占めている。日本の稼働台数は 2013 年時点ではかなり減少していたが、2016 年から増加傾向となっている。

中国と日本以外のアジア諸国では 2018 年に 510,321 台と世界全体の 21% で、2013 年以降の年間平均成長率 15% となっている。2013 年当時、これら諸国のシェアはわずか 11%（日本は 40%、中国は 1%）であったが、韓国及び ASEAN 諸国での大幅な増加、特に韓国は 2010 年の 101,100 台から 2018 年には 300,197 台にまで増加したことによる。

欧州のロボット稼働台数は、2013 年以降、年平均 7% の増加で 2018 年には 543,220 台（対前年比 9% 増）と世界全体の 22% を占めている。このうち、西ヨーロッパおよび北欧諸国の平均成長率が 5% であったものの、中央および東ヨーロッパの平均成長率が 18% と高かったことによる。

米州の 2018 年の稼働台数は 361,006 台（対前年比 12% 増）と世界全体の 15% となっているが、ほとんどは米国、カナダ、メキシコの北米で 339,354 台を占めている。



■ 図 2.1.3-1 産業用ロボットの地域別稼働台数推移

出典：国際ロボット連盟（IFR）「World Robotics 2019」より作成

2.1.4 国・地域によるロボット密度

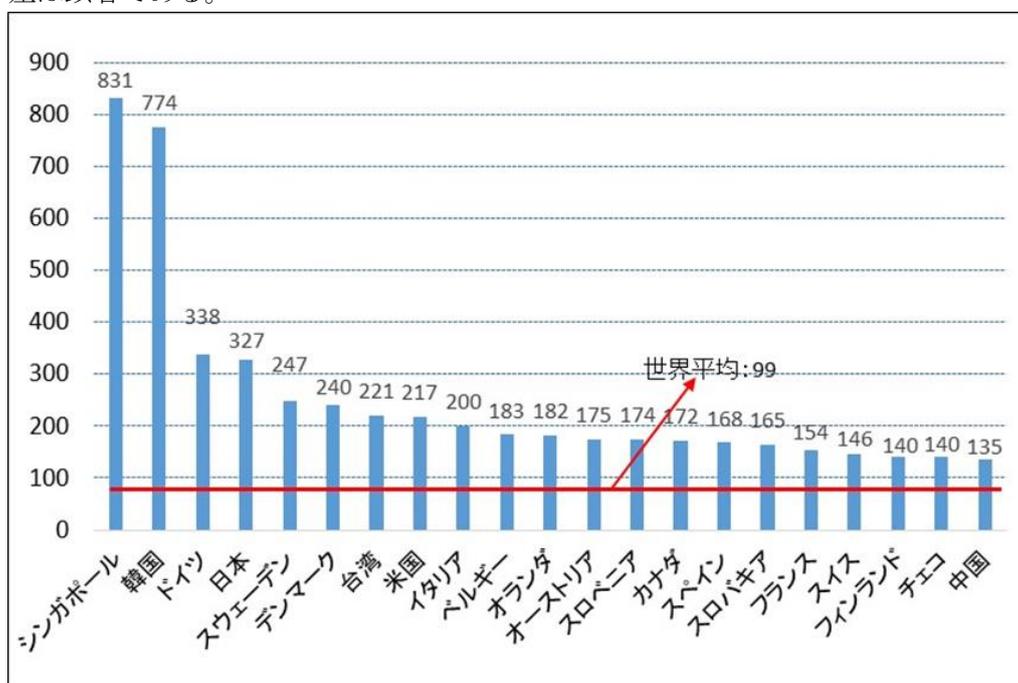
ロボット密度は、従業員数に対する稼働中のロボットの数で、製造業全体または特定の産業部門を対象とし、産業における産業用ロボットの浸透度の尺度として解釈することができる。そして、ロボットの密度は10,000人の従業員あたりの稼働中の産業用ロボット(IFRではMultipurpose industrial robotとする)の数と定義している。

国間のロボット密度を解釈する場合、ロボット工学データと雇用データの両方が国によって異なる場合があることに留意する必要があるが、IFR統計での雇用データは、OECDの短期労働市場統計及びILO統計データベースに拠っているが、場合によっては、国家統計局または国内産業団体からのデータが使用されている。

米国とドイツは、国家統計局からの提供、中国の場合は中国統計年鑑、韓国は韓国雇用産業省、日本の自動車産業のデータは日本自動車工業会の「日本の自動車産業」からとなっている。

図2.1.4-1は、2018年の製造業1万人当たりのロボット設置台数(ロボット密度)の上位国を示したものである。

ロボット密度が高い国は、図2.1.4-1にもある通り、群を抜いて高いのがシンガポール及び韓国で、2018年にシンガポールは韓国を抜き831台、そして次が韓国の774台となっているが、韓国は2010年から2017年まで世界最高のロボット密度を誇っていた。これら両国より300台にランクされるのが3位のドイツ(338台)と日本(327台)となっており、その差は顕著である。



■ 図2.1.4-1 2018年製造業での1万人当たりのロボット設置台数上位国

出典：国際ロボット連盟(IFR)「World Robotics 2019」より作成

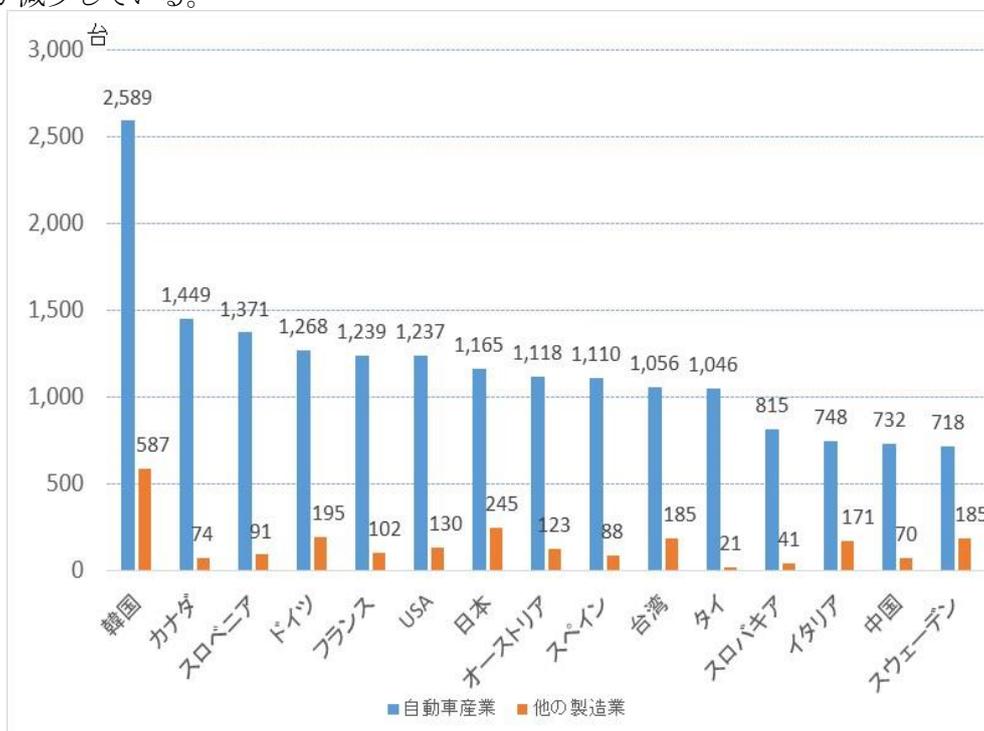
ただし、韓国、ドイツ、日本の産業用ロボットの稼働台数は、これらの国に設置されたロボットの一部分がシステムアップされて最終的に別の国へ移動(輸出)される可能性もあることから、IFR ではロボットの設置台数やロボット密度が変わる可能性もあると指摘している。

2.1.5 自動車産業およびその他全産業における産業用ロボット密度

図 2.1.5-1 及び図 2.1.5-2 は、自動車産業とその他のすべての産業で雇用されている1万人あたりのロボット密度についてみたものである。一般に、自動化のレベルはほかの産業よりも自動車産業ではるかに高くなっており、この表からも主要な自動車生産国が含まれているのがわかる。

韓国は図 2.1.5-1 の通り、2018 年の自動車産業でのロボット密度が 2,589 台と他の国を大きく引き離しており、2010 年には 1,239 台であったものが 2018 年には 2 倍にまで拡大している。図 2.1.5-2 の通り、韓国では、毎年確実にロボット密度が高くなっているが、その要因としてハイブリット車や電気自動車用のバッテリー製造向けの大規模プロジェクトがこの増加の要因であると IFR は分析している。

以下、カナダ、スロベニア、ドイツ、フランス等、日本も含め 1,000 台を超えたロボット密度の国が続いている。一部の伝統的な自動車生産国では、同産業向けのロボット密度が低下または停滞している国もある。図 2.1.5-2 の日本やフランス、表には入っていないがイタリアが減少している。



■ 図 2.1.5-1 自動車 VS. その他製造業からみた 15 개국での従業員 1 万人あたりのロボット密度 出典：国際ロボット連盟 (IFR) 「World Robotics 2019」より作成

単位:台

国	産業	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
韓国	自動車	1,423	1,526	1,627	1,757	1,956	2,149	2,389	2,589
	その他産業	260	281	309	336	400	481	521	587
カナダ	自動車	958	1,023	1,094	1,125	1,225	1,329	1,356	1,449
	その他産業	44	47	53	57	62	68	69	74
スロベニア	自動車	463	554	622	645	657	968	1,075	1,371
	その他産業	35	44	49	56	69	73	80	91
ドイツ	自動車	1,139	1,133	1,140	1,149	1,143	1,131	1,160	1,268
	その他産業	143	147	154	161	170	181	191	195
フランス	自動車	1,540	1,466	1,324	1,305	1,246	1,203	1,156	1,239
	その他産業	59	62	66	70	75	82	89	102
USA	自動車	684	790	873	996	1,096	1,156	1,200	1,237
	その他産業	99	96	99	100	102	109	118	130
日本	自動車	1,584	1,562	1,520	1,414	1,276	1,240	1,158	1,165
	その他産業	200	210	211	210	211	213	225	245

■図 2.1.5-2 自動車産業向けロボット密度が高い主要6か国での推移

出典：国際ロボット連盟（IFR）「World Robotics 2019」より作成

IFR では、この要因としてフランスを除いてイタリアや日本では自動車産業での雇用が増加しているとしている。

一方、自動車以外のその他産業においても、韓国はロボット密度が2018年で587台と他の国より高く、その要因として重要なエレクトロニクス産業が支えているとしている。

これに続くのが日本(245台)、ドイツ(195台)、スウェーデン(185台)、台湾(185台)となっているが、韓国同様、日本や台湾はエレクトロニクス産業での利用が高く、ドイツ、スウェーデンはそれら以外の産業での利用となっている。

IFR では、今後も新興国でのロボット設置が増加するとともに、自動車以外の産業でのロボット設置が高まることで、ロボット投資はさらに高まるとしている。

2.1.6 主要用途から見たロボットの設置状況 (1)

図 2.1.6-1 および図 2.1.6-2 は、主要用途から見た2018年での世界全体でのロボットの設置状況である。

(ハンドリング用)

そのうちでハンドリングロボット（IFR分類では、鋳造、樹脂成型、プレスや鍛造、機械

加工、入出荷、検査・計測、ピッキング等でのハンドリング作業を指している)は対前年比1%の減少となったが177,101台と総設置数の42%となった。そして、この用途は図2.1.6-2にもあるように2013年~2018年の年平均成長率は18%となっている。

このハンドリング用途での主な作業をみると、包装・ピッキング等の作業が2018年で32,287台、樹脂成型が23,753台、機械加工が19,334台、そして入出荷(パレタイジング)が11,087台である。ハンドリングロボットの主要仕向け地は中国で25,098台、次に日本(10,008台)、ドイツ(9,410台)、米国(6,550台)、台湾(1,449台)とこれら上位5か国で全設置台数の78%を占めている。ハンドリング用途で最大の包装・ピッキング向けロボットの45%は韓国(14,306台)が、樹脂成型用ロボットでは中国で6,987台(樹脂成型全体の29%)、機械加工用は中国で9,599台(50%)となった。

(溶接用)

溶接用(はんだ付け含む)の2018年の設置台数は、89,174台(対前年比9%増)で6年連続のピークを記録しており、総設置台数の21%となっている。このうち、スポット溶接ロボットが43,273台、アーク溶接ロボットが40,967台となっており、そのほかがレーザ溶接やはんだ付けとなっている。

溶接ロボットは主に自動車産業で使用され、大手自動車メーカーのほとんどで導入されているが、中国が2010年以来、溶接ロボットの年間設置台数でトップの国となっており、2018年には39,869台と溶接ロボット総設置台数の45%を占めている。次いで米国が10,632台で同シェア12%、そして日本の9,511台、韓国の6,270台、ドイツ(4,408台)、インド(2,336台)、メキシコ(2,307台)、スペイン(1,449台)となっている。

(組立用)

組立用では、2018年に対前年比10%減の44,060台(総設置台数の10%)となったが、2013年~2018年での平均成長率は22%となっている。組立用ロボットの51%(22,685台)が中国向けとなっている。

(クリーンルーム用)

クリーンルーム用は、主に半導体、FPD向けに設置されるが、2018年は前年レベルの伸びで34,288台(総設置台数の8%)となった。その仕向け先は、主に電子通信機器業界で使用されるため、中国、日本、韓国、台湾、米国、シンガポール、マレーシアなどの電子製品の生産拠点で設置され、これらの国で同用途の94%を占めている。



■ 図 2.1.6-1 2016-2018 年での用途別設置状況が総設置台数
出典：国際ロボット連盟（IFR）「World Robotics 2019」より作成

（ディスペンシング用）

ディスペンシング用は、塗装、シーリング、接着剤や離型剤の塗布、粉体コーティング等での作業を指しているが、2018 年には対前年比 5%増の 12,238 台のロボットが設置され、全設置台数の 3%となっている。ディスペンシング用ロボットのほとんどは自動車産業で導入されているほか、金属製品産業等でも設置されている。そして、ディスペンシング用ロボットの 56%（6,794 台）が中国で設置された。

単位：台

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ハンドリング	77,603	103,780	122,761	139,576	178,353	177,101
溶接	49,814	57,724	60,744	65,044	81,843	89,174
組立	16,111	24,040	24,621	36,256	48,783	44,060
クリーンルーム	12,146	10,244	17,878	24,332	34,433	34,288
ディスペンシング	8,809	7,943	9,205	9,635	11,606	12,238
プロセッシング	3,126	5,435	5,442	3,842	6,011	5,325
その他及び不明	10,517	11,405	13,097	25,162	38,611	60,085
計	178,126	220,571	253,748	303,847	399,640	422,271

■ 図 2.1.6-2 2013-2018 年でのロボットの用途別設置台数
出典：国際ロボット連盟（IFR）「World Robotics 2019」より作成

2.1.7 主要用途から見たロボットの設置状況（2）

図 2.1.7-1 は 2016 年～2018 年の 3 年間におけるロボットの主要産業別の設置台数の状況をグラフで表したもので、図 2.1.7-2 が 2013 年～2018 年での 6 年間での主要産業別設置台数の推移である。

(自動車産業)

産業用ロボットにとって自動車産業は、最大の顧客で 2018 年が 125,581 台と全設置台数の 30%が同産業向けとなっている。そして、2013 年～2018 年にかけての年平均成長率は 13%で、特に 2010 年以降、中国を筆頭とした新興市場での新たな生産能力への投資と、主要自動車生産国での生産近代化への投資がその需要につながっている。

IFR では、自動車での新しい素材の使用、エネルギー効率の高い駆動システムの開発、すべての主要な自動車市場での高い競争により、既存の過剰生産能力にもかかわらず投資への需要が高まったと需要の分析をしている。

2018 年の同産業での 79%が、主要な自動車生産国である中国、日本、ドイツ、および韓国で設置され、その中でも 2018 年の自動車生産が約 2,800 万台と世界最大である中国では、39,351 台と世界需要の 31%を占めた。次は自動車生産が 1,100 万台である米国が 15,246 台（同シェア 12%）、車の生産台数は少ないものの日本（17,346 台）やドイツ（15,673 台）、そして韓国は 11,034 台であった。因みに、世界 4 位の自動車生産国であるインドのロボット設置台数は、2,100 台である。

(電気・電子産業)

2 番目の需要産業である電気・電子産業（コンピュータ及び機器、ラジオ、テレビ及び通信機器、医療機器、精密機器及び光学機器を含む）では、2013 年～2017 年の年平均成長率が 24%で、2017 年には全設置台数の 31%を占めて自動車産業に変わろうとの伸びであったが、2018 年には対前年比 14%減の 105,153 台となった。この要因は、アジア諸国が電子製品およびコンポーネントの製造が盛んで中国と米国との貿易摩擦の影響を受けたとみている。

2018 年の電子・電機産業での設置台数全体の 93%が同産業の生産拠点ともなっている 6 か国に設置された。中国が 45,828 台（シェア 43%）、韓国で 20,114 台（同 19%）、日本で 18,327 台（同 17%）、米国で 5,316 台（同 5%）、台湾で 4,717 台（同 4%）、そしてシンガポールで 3,436 台（同 3%）となった。

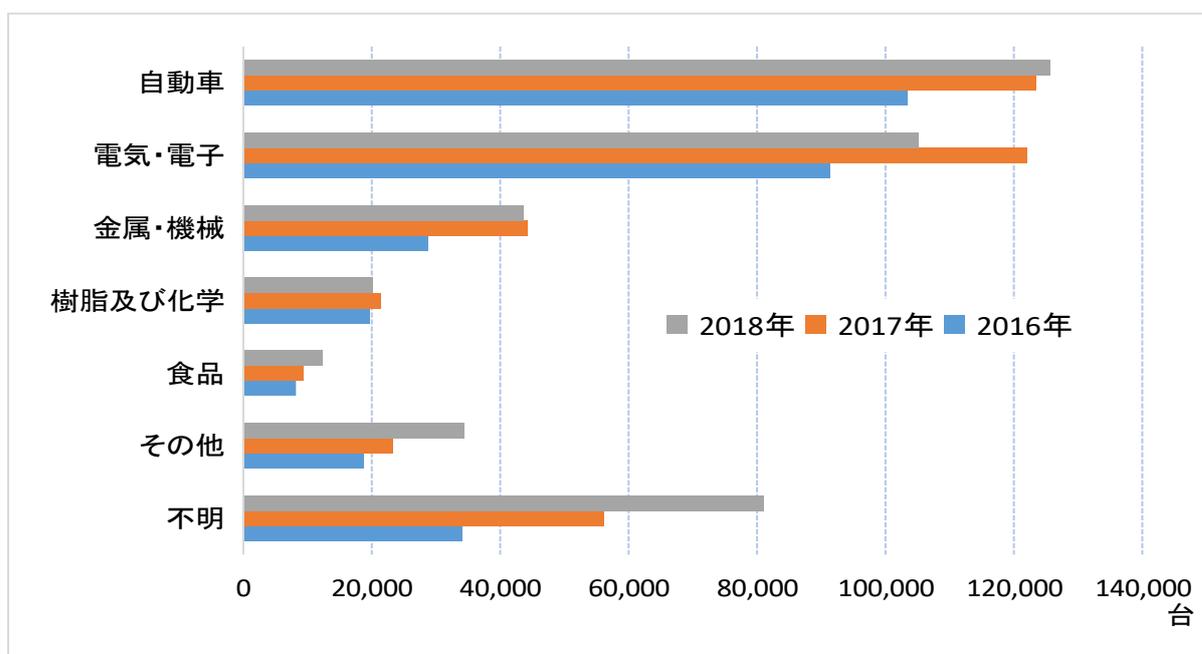
(金属・機械工業)

金属製品および機械工業の設置台数は、2013 年～2018 年の年平均成長率は 22%の伸びで、2018 年には総設置台数の 10%となる 43,593 台と 2017 年のピークより 1%のマイナス成長となった。

金属製品および機械工業の全設置台数のうち、中国が同産業向け 37%の 16,149 台、次いで日本が 8,652 台（シェア 20%）、ドイツで 3,661 台、米国で 3,180 台、イタリアが 2,597 台となった。

（樹脂製品及び化学工業）

樹脂製品及び化学工業は、プラスチック製品及びゴム製品、化学・医薬品・化粧品、石油製品等の産業が含まれているが、総設置台数の 5%と 4 番目の市場となっている。2018 年は対前年比 -6%の 20,160 台であったが、2018 年からの年平均成長率は 7%となっている。プラスチック製品及びゴム製品分野が本産業の設置台数の 3/4 を占めている。また、樹脂製品及び化学工業での 2018 年は、中国（6,270 台）、米国（2,837 台）、ドイツ（2,217 台）、日本（1,861 台）が主要な設置国となっている。



■図 2.1.7-1 2016-2018 年での業種別設置台数の推移

出典：国際ロボット連盟（IFR）「World Robotics 2019」より作成

（食品）

食品及び飲料業界でのロボット設置は、2013 年以降、2018 年にはほぼ倍に拡大し、年平均の成長率は 15%となっているものの全設置台数の 3%未満となっている。当該業界では、米国が最も多く設置（2,753 台）しており、次に中国（2,645 台）、日本（1,208 台）、イタリア（933 台）、そしてドイツ（568 台）となっている。

単位:台

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
食品	6,200	7,056	6,853	8,194	9,343	12,326
樹脂及び化学	14,533	17,464	20,335	19,573	21,359	20,160
金属・機械	16,458	21,176	29,450	28,710	44,191	43,593
電気・電子	36,158	45,831	64,555	91,287	121,955	105,153
自動車	69,388	94,033	97,533	103,322	123,439	125,581
その他	9,601	10,785	15,015	18,313	22,822	33,495
不明	25,788	24,226	20,007	34,027	56,162	81,056
計	178,126	220,571	253,748	303,847	399,640	422,271

■図 2.1.7-2 2013-2018 年でのロボットの産業別設置台数

出典：国際ロボット連盟（IFR）「World Robotics 2019」より作成

2.2 サービスロボットの市場動向

2.2.1 世界の業務用サービスロボットの販売状況と予測

図 2.2.1-1 にもある通り、2018 年に販売された業務用サービスロボットは対前年比で 61%増の 271,113 台、販売額が 92 億ドル（対前年比 32%増）となった。

この中で最大の利用分野は、物流システムとなっており、110,864 台と前年より 60%を超える伸びで業務用ロボット全体の 41%を占めるとともに、販売額が約 37 億ドルとなった。IFR 統計では、工場内で利用される AGV もサービスロボットの対象としており、7,702 台が当該分野で販売されているという。

また、今後の当該分野の予測としては、IFR では物流システムが 2022 年には業務用ロボット台数の約 7 割を占めるとしている。工場での物流システムは、フレキシブルな製造とインダストリー 4.0/スマート製造のための利用ツールとして、さらに工場以外でも e-コマースや病院等での物流自動化として重要なツールであるとしている。

それに続く利用分野は検査・保守システムで、2018 年の販売数は 106,070 台（対前年比 94%増）と業務用ロボット全体販売数の 39%となったものの、販売額では 2.2 億ドルと 2%余りである。従って、当該分野では、かなり低下価格なものから高価格のカスタムソリューションまで幅広いロボットとなっているとしている。

3番目となる利用分野は防衛で、2018年には全体の5%の13,948台で10億ドルの販売額であった。防衛分野では無人航空機が最大のシェアで対前年14%増の12,005台で業務用ロボットの総売り上げの11%となっている。

4番目は案内等の分野で、2018年には対前年比16%増の10,623台と全体の4%を占めるとともに、販売額が約1.6億ドル(前年比28%増)となった。当該分野のロボットのほとんどは、テレプレゼンスロボット、移動案内及び情報用のロボットであった。

5番目はパワースーツの分野で、2018年は7,320台の業務用ロボット全体の2%の5,600万ドルで販売額では対前年比11%増となっている。IFRでは、当該分野は労働者の負荷を減らすことで作業支援することから、高い成長の可能性があるとしている。

6番目の屋外ロボット分野では、2018年に6,948台(全体の3%)と微増で、販売額は10億ドル(全体販売額の11%)となった。当該分野の最大のロボットは5,808台の搾乳ロボットで8%の増加となったほか、ほかには家畜飼育用があげられている。

7番目の分野は清掃で、2018年には7,740台(対前年比25%増)で、全体の約3%、販売額が1.1億ドルとなった。清掃ロボットでは、家庭では広く利用されているが、業務用ではそれほど普及されていない。

8番目の医療ロボット分野は、2018年が対前年比50%増の5,133台と業務用ロボット全体の2%であるものの、販売額は28億ドル(対前年比27%増)と業務用ロボット全体の31%となっている。医療分野は、手術支援・治療ロボットが約2,568台、リハビリ用が約2,403台となっている。そして、当該ロボット分野の平均単価が約55万ドルとサービスロボットでは最も高価で、今後も成長するロボット市場としている。

ロボットの利用分野	2017年の販売台数	2018年の販売台数	2019年の予測台数	2020年の予測台数	2018年の販売額(千ドル)
A) 業務用サービスロボット					
屋外ロボット(農林、鉱業、宇宙)	6,222	6,948	7,737	8,696	1,032,608
清掃	6,179	7,740	9,691	12,134	113,093
検査・保守システム	53,302	106,070	117,981	131,649	223,458
建設、解体	916	1,055	1,167	1,293	60,861
物流システム	69,317	110,864	175,698	278,661	3,659,357
医療ロボット	3,428	5,133	7,157	9,899	2,815,147
レスキュー・警備	12	55	127	179	2,332
防衛	11,993	13,948	16,025	18,415	1,029,139
水中システム	94	97	99	101	53,249
パワースーツ	6,727	7,320	8,816	10,647	56,058
移動プラットフォーム	333	391	449	557	8,658
案内ロボットと娯楽乗り物	9,140	10,623	14,933	20,908	158,301
上記以外のサービスロボット	236	869	1,416	2,321	8,545
A) 合計	167,899	271,113	361,296	495,460	9,220,806

■ 図 2. 2. 1-1 業務用サービスロボットの 2017-2018 年販売実績及び 2019-2020 年予測

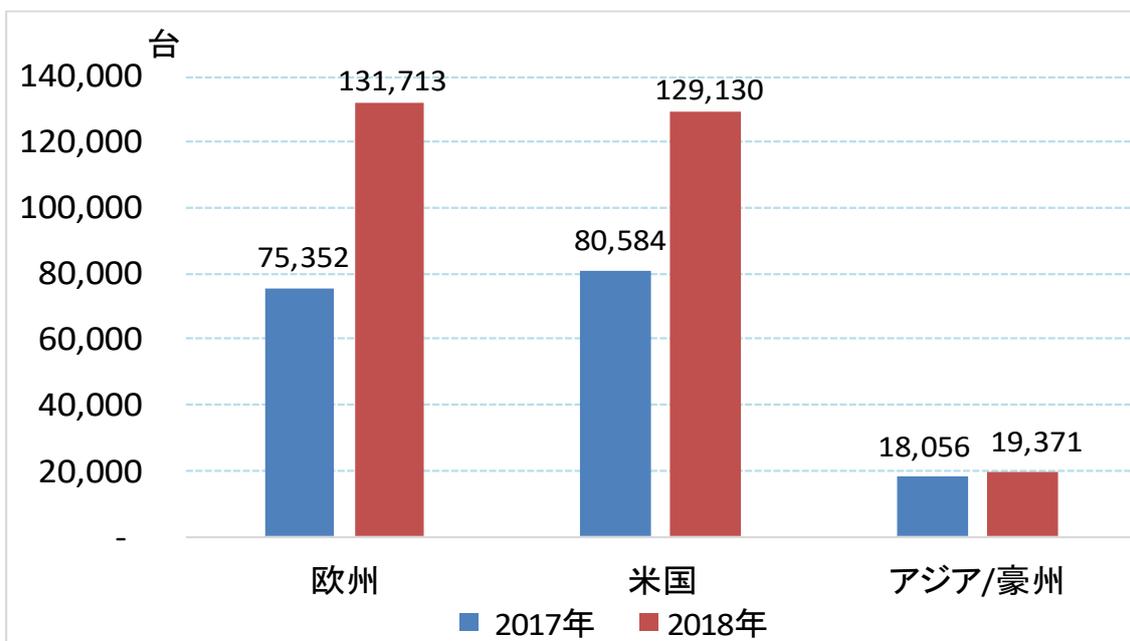
出典：国際ロボット連盟 (IFR) 「World Robotics 2019」より作成

2.2.2 業務用サービスロボットの地域別生産

業務用サービスロボットを地域別生産から見たのが、図 2.2.2-1 及び図 2.2.2-2 である。ただし、冒頭に記したように調査対象が限定的であることから、IFR ではこの結果にバイアスがかかる可能性を考慮すべきとしている。

2018 年の業務用サービスロボットの 47%がヨーロッパから、そして 46%が米国から、残りの 7%がアジア/豪州地域で生産されている。また、欧州の販売台数は対前年比 75%の増加で、米州は 60%、そしてアジア/豪州が 7%となった。

利用分野からでは、物流システムの 91%がアメリカからで、5%がアジア、4%が欧州で生産されているとしている。また、フィールドロボットのほとんどは、欧州(49%)とアジア(44%)で生産されている。医療ロボットの分野では、欧州が 67%、アメリカが 32%を占めるとしている。



■図 2.2.2-1 2017-2018 年での業務用サービスロボットの地域別生産台数

出典：国際ロボット連盟（IFR）「World Robotics 2019」より作成

単位：台

	欧州		米国		アジア/豪州		計	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2,017	2,018
フィールドロボット	5,602	6,118	666	908	4,548	5,524	10,816	12,550
物流システム	3,495	4,676	60,577	100,852	5,245	5,336	69,317	110,864
医療ロボット	2,155	3,442	1,241	1,648	32	42	3,428	5,133
パワーアシスト	737	865	5,250	5,615	740	840	6,727	7,320
案内ロボット等	292	962	3,862	7,402	6,486	5,759	10,640	14,123
その他業務用	63,071	115,650	8,988	12,705	1,005	1,870	73,064	130,224
合計	75,352	131,713	80,584	129,130	18,056	19,371	173,992	280,214

■図 2.2.2-2 2017-2018 年における業務用ロボットの地域別生産

出典：国際ロボット連盟（IFR）「World Robotics 2019」より作成

2.2.3 世界の家庭・個人用サービスロボットの販売状況と予測

家庭・個人用サービスロボットは、業務用サービスロボットとは違い、価格とマーケティングチャンネルが全く異なる大規模市場向けに生産されている。当該分野は図 2.2.3-1 にもある通り最大市場が家庭用ロボットで、床清掃、芝刈り、プール清掃といったロボットや玩具や趣味を含む娯楽ロボット、さらには高齢者や障がい者用ロボットに分けられている。

家庭・個人用サービスロボット市場は、2018 年で 16.3 百万台と対前年比 59%増の高い伸びとなったが、2020 年には 30.4 百万台、2022 年で 60.0 百万台と倍々での伸びを予測している。

当該市場で最大の販売となっているのは家庭分野で、2018 年には 12.2 百万台で全体の 75%、続いてエンターテインメント・娯楽分野が 4 百万台で 24%、残りが高齢者・障がい者支援分野の 8.9 千台となっている。

家庭分野では、清掃用ロボットが 2018 年に 11.7 百万台の 18 億ドル、プール清掃用が約 40 万台の 4 億ドル、芝刈り用が 17 万台の 2.6 億ドルとなっている。そして 2020 年には、25 百万台にまで増加すると予測している。

エンターテインメント・娯楽分野では、トイロボットが 2018 年で 377 万台 11 億ドル、教育・研究用が 33 万台の 6.4 億ドルとなっている。当該分野全体の 2020 年の予測は、494 万台としている。

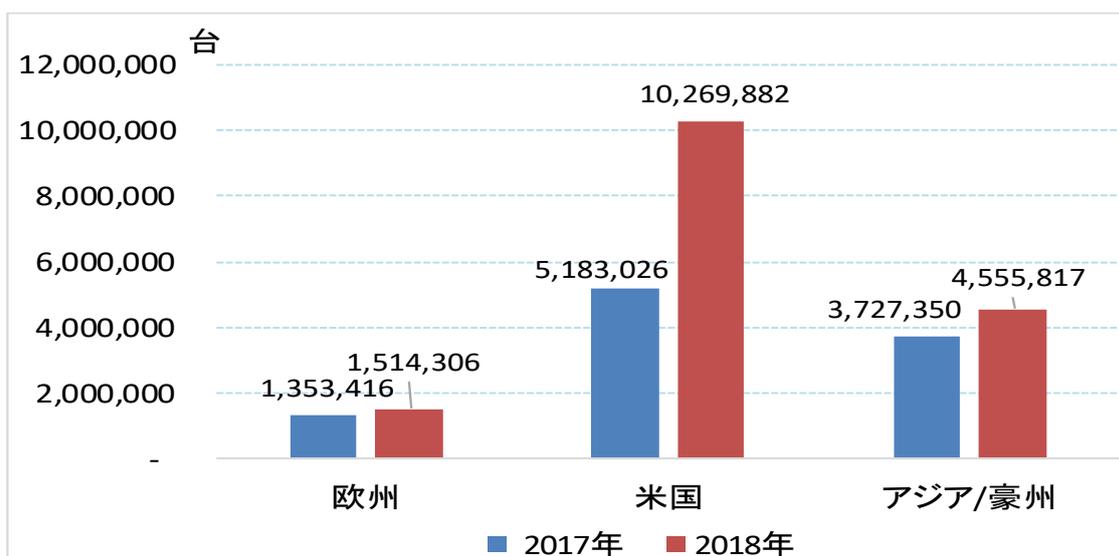
高齢者・障がい者支援分野では、2018 年に約 9 千台が販売され、4.8 億ドルとなった。そして、2020 年には 1.3 万台としているほか。当該分野は、今後 20 年以内に大幅に増加すると見込んでいる。

ロボットの利用分野	2017年の 販売台数	2018年の 販売台数	2019年の 予測台数	2020年の 予測台数	2018年の販売 額(千ドル)
B) 家庭・個人用					
家庭用ロボット(清掃、芝刈り等)	6,448,420	12,232,460	17,600,756	25,468,900	2,478,842
エンターテインメント、娯楽ロボット	3,807,443	4,098,676	4,498,817	4,937,980	1,134,362
高齢者・障がい者支援	7,928	8,869	10,879	13,308	47,860
B) 合計	10,263,791	16,340,005	22,110,452	30,420,188	3,661,064

■ 図 2.2.3-1 家庭・個人用サービスロボットの2017-2018年販売実績及び2019-2020年予測
出典：国際ロボット連盟(IFR)「World Robotics 2019」より作成

2.2.4 世界の家庭・個人用サービスロボットの地域別生産

図 2.2.4-1 及び図 2.2.4-2 は、家庭・個人用サービスロボットを生産地域別から見たものである。家庭・個人用サービスロボットの73%が米国で生産されたもので、アジアが22%、そして4%が欧州であるとしている。また、米国の当該分野の販売台数は対前年比139%増、アジアが22%増、そして欧州が15%増加しているほか、アジアではエンターテインメントロボットの45%と高齢者・障がい者支援ロボットの88%を生産しているとしている。



■ 図 2.2.4-1 2017-2018年での家庭用サービスロボットの地域別生産台数
出典：国際ロボット連盟(IFR)「World Robotics 2019」より作成

	欧州		米国		アジア/豪州		計	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
家庭用	458,714	527,009	3,764,903	8,985,284	2,224,803	2,720,167	6,448,420	12,232,460
エンターテインメント	894,211	986,872	1,417,570	1,283,973	1,495,662	1,827,831	3,807,443	4,098,676
高齢者・障がい者支援	491	425	553	625	6,885	7,819	7,928	8,869
その他家庭用	-	-	-	-	-	-	-	-
合計	1,353,416	1,514,306	5,183,026	10,269,882	3,727,350	4,555,817	10,263,791	16,340,005

■図 2. 2. 4-2 2017-2018 年における家庭・個人用ロボットの地域別生産

出典：国際ロボット連盟（IFR）「World Robotics 2019」より作成

2. 3 高度 ICT 基盤技術・ICT 利活用における最新動向

2. 3. 1 第 5 世代通信（5G）商用化にむけての期待

携帯電話大手 3 社は、2020 年春に次世代通信規格「第 5 世代通信」（5G）を商用化する。スマートフォンやパソコンだけでなく家電やセンサーなどあらゆる機器がインターネットに接続し、リアルタイムに大容量データを伝送する時代が始まる。

現状の 4GLTE では 2 時間の映画をダウンロードするのに約 5 分かかかるが、5G では 3 秒と約 100 倍高速化。遅延も約 1,000 分の 1 秒となり、複数の高精細映像をリアルタイムに受信できる。一般家庭の 1 部屋内にある 100 以上の端末・センサーと同時接続も可能となる。

こうした 5G の性能を生かせば、建設機械やロボットを遠隔操作できる。地上約 60 メートルの高さにあるタワークレーンの映像を地上の運転台に伝送すると同時に、地上からの操作信号をクレーンへ即時に反映させることで、作業員が高所の運転席に常時座らなくても済むようになる。

山間部の診療所にいる患者の患部を映した高精細映像を大学病院にいる医師に 5G で伝送して診察を受ける遠隔医療も可能になる。対向車や歩行者の横断、工事による道路規制などを瞬時に判断する自動運転車も制御できる。

高齢化が進む日本の社会課題も 5G で解決できるため、関連設備を構築する企業に対し、2 年間限定で設備投資額の 15%を法人税から税額控除する支援策が 2020 年度の税制改正大綱に盛り込まれた。5G を自社工場内など地域限定で利用するローカル 5G 構築企業も対象となる。

ただ、5G は高周波数帯で電波の直進性が高く、建物などの遮へい物があると電波が届きにくい。商用化当初は5G スマートフォンなどの対応機器も高額となるため、当初はライブ会場やスポーツ競技場で5G 端末を観客に貸し出し、多視点映像などを楽しむサービスから始まる見込み。

2.3.2 工場で5G 実証本格化

通信大手が機械・電機大手と連携し、第5世代通信(5G)を用いて生産現場の生産性向上を目指す実証実験を相次ぎ始める。超高速大容量、超低遅延、同時多数接続が売りの5Gを使えば、有線でデータ通信をしていた生産設備を無線化し、需要に応じて生産ラインを自由に変更可能になる。ただ、実用化には、生産現場に存在する金属類や生産設備が発するノイズなど、工場ならではの特殊環境が5G電波に与える影響を防ぐ課題もある。

オムロンは、NTTドコモ、ノキアグループとの5Gの共同実証を行い、産業機器を生産するオムロンの草津工場(滋賀県草津市)で開始している。

ニーズの多様化で製品サイクルが短期化する中、生産現場も生産品目の変更に対応できる生産ラインが求められるようになった。しかし、ファクトリーオートメーション(FA)で自動化された工場の生産設備はギガビット(ギガは10億)級のデータ通信が求められる。有線でITシステムと接続しなければならず、「生産設備の位置を変える発想は従来なかった」(オムロン・福井執行役員)。

だが、5Gの大容量・低遅延性能を生かせば、生産設備のデータ通信を無線化し、需要に応じて生産ラインに設置する生産設備の数を自由に変更できるようになる。

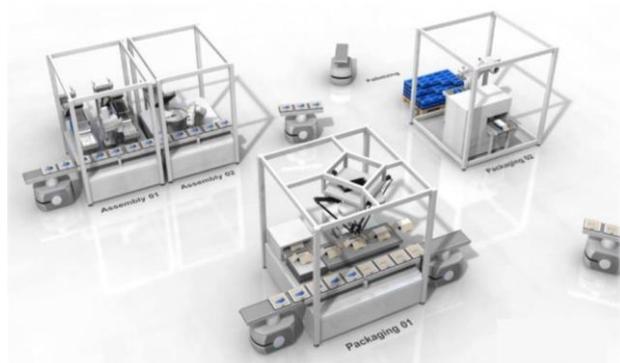


図2.3.2-1 レイアウトフリー生産ラインのイメージ
出典：オムロン

このほか、人工知能(AI)を用いたリアルタイムコーチングシステムも共同実証する。生産ライン担当作業者の動き、作業動線を撮影した映像データと生産設備のデータを収集してAIで解析。5Gを用いて、熟練者との違いを作業員へリアルタイムにフィードバックすることで生産性の向上を目指す。熟練者の引退で新人作業員を早期育成させたい製造業からの需要が見込める。

ただ、5G は高周波数帯で電波の直進性が高く、建物などの遮へい物があると電波が届き

にくい。NTT ドコモの中村武宏執行役員は「工場内に存在する多くの金属類が光の乱反射のように電波を反射させてしまう可能性がある」と指摘する。生産設備が発するノイズについても「コンサートホール内で演奏中に話す声を拾うような大変さが起こりうる」という。

2.3.3 工作機械業界各社の動向

工作機械による金属加工の現場で 5G を活用しようと、実証テストが相次ぎ始まっている。人材不足への対応や工場製品の生産性・多品種少量・品質への要求が高まる中、5G は少人数での工場運営を促すなど、これら要求に応える有効な技術として期待値は高い。通信キャリア各社が 5G サービスを開始する 2020 年に実用化を計画する工作機械メーカーもあり、2020 年は金属加工での 5G 元年となる見込み。

5G は大容量データを高速で遅延なく多数の機器に伝送できるのが特徴。5G 接続と LTE 接続でのロボットの遠隔操作の差は歴然で、5G はコントローラーの動き通りにロボットがスムーズに動作するのに対し、LTE では挙動が大きくぶれることがある。

オークマの領木正人専務は「現状では十分にはできない映像の高速通信も可能になる」と有効性を指摘する。

DMG 森精機は、2020 年にも保守サービスのインフラとし、顧客先の機械の稼働監視や保守部品の手配、ソフトウェアの更新といった分野に適用させる計画。牧野フライス製作所は、部品や工具などを運ぶ無人搬送装置（AGV）への実装を有望視する。市場投入の時期は明らかにしていないが、欧州でスウェーデンのエリクソンとの実演を披露した。



図 2.3.3-1
ロボット遠隔操作に 5G を利用する
DMG 森精機
出典：日刊工業新聞社

実用化に先立ち、工作機械大手、工作機械の頭脳である数値制御（NC）装置大手が自社工

場での実証テストに乗り出し始めた。

ファナックは 2019 年 9 月、日立製作所、NTT ドコモと共同で 5G の実証テストを開始した。ファナックの本社工場（山梨県忍野村）で、金属加工の工程に適用した。数値制御（NC）装置、ロボット、工作機械などの産業機器との 5G 接続や無線制御を検証する。



図 2.3.3-2
ファナックの機械加工工場
出典：日刊工業新聞社

社会生活を変えるほどのインパクトがあると言われる 5G。金属加工の効率向上に寄与するコア技術の一つになることが期待される。改善を繰り返す製造業の根本はそのままでも、従業員に求める技能や人員配置、工場管理などが大きく変わろうとしている。

2.4 介護・医療・健康分野の最新動向

2.4.1. 介護分野における導入事例

介護の業務をロボットで支援する機運が高まっている。SOMPO ケアが運営する介護施設では 12 月からコミュニケーション用の介護ロボット 2 台を試験的に導入し、認知症の高齢者にどのような影響を与えるか調べる。

サイバーダインは高齢者の自立を支援するアシストスーツの普及に力を入れる。ロボットの活用で見守りや移動の補助を行い、人手不足を解消する動きが業界で広まりつつある。

【認知症への影響・行動実証】

『愛を育むロボット』がコンセプトだと GROOVE X の村山龍太郎氏は同社の製品「LOVOT（ラボット）」について説明する。ラボットはコミュニケーションを体験できるロボット。小動物のような“鳴き声”をあげ「なでる」「抱っこする」などのふれあいに反応する。

ラボットを抱くと温かさがじんわり伝わってくる。機体の表面が柔らかな素材で覆われており、犬か猫に触れているような感覚だ。SOMPO ケアが運営する介護付き老人ホーム「ラヴィーレ駒沢公園」に入居する高齢者はラボットを抱き「なんてかわいいんでしょう」と笑顔を見せる。

SOMPO ケアは、ロボットとのふれあいで認知症の高齢者の行動がどのように変化するか検証する実証実験を 2019 年 12 月に開始。高齢者がロボットと触れあった頻度や活動性を記録し、行動傾向の把握や職員とのコミュニケーションに役立てる。

ロボットは複数のセンサーを搭載し「ふれあいがそのまま行動ログになる」(村山氏)。ロボットに接した頻度はスマホで確認でき、離れた場所で暮らす家族が高齢者の安否確認などの見守りに活用できる。



図 2.4.1-1

介護施設でコミュニケーション用ロボットを導入し、認知症の高齢者に与える影響を調べる
出典：日刊工業新聞社

【アシストスーツで自立支援】

高齢者を直接サポートするロボットもある。サイバーダインが 2019 年 8 月に発売した「HAL 腰タイプ介護・自立支援用」は身につけることで腰の負担を軽減するアシストスーツ。介護職員が高齢者の体を持ち上げたり入浴を介助したりできるだけでなく、高齢者自身が身につけ弱った筋力を補う自立支援も可能。

「高齢者は立てなくなると活動量が減るが、HAL を装着すると無理なく立ったり座ったりできるようになる」とサイバーダインの安永好宏取締役は話す。腰に貼り付けた電極で筋肉の電気信号を検出し運動を補助する機能と手動で姿勢制御を補助する機能を切り替えて使用できる。

筋力の弱った高齢者は前かがみで腰を落とすと、ふんばりが効かず後ろに転倒する恐れがある。HAL は前から腰を引っ張るように支えるため、上体を曲げたままでも安全に腰を下ろすことができる。歩行の際も太ももを持ち上げる動きをサポートするため運動が楽になるという。

高齢者が自立できれば介護の必要性が減り、少ない人数で介護施設を運営できる。自分で

できるが増えると高齢者自身も活動の意欲を保ちやすい。安永取締役は「全国の医療、介護施設で 933 台が導入中だ。今後 3 年以内に 3,000 台の導入を目指す」としている。



2.4.2 医療分野における導入事例

【注射薬払出システム 返品薬の仕分け自動化】

PHC ホールディングスが開発した注射薬払出システムは、処方箋に基づき患者ごとに必要な注射薬を自動で準備する。薬剤師が手作業で薬を準備せずに済み、医療ミスの防止や業務負担の軽減に役立つ。同システムは返品された注射薬を自動で仕分ける装置を接続できる。使用期限の近い薬剤から優先的に選別し、薬の廃棄ロス低減に貢献する。

「単純作業は機械に任せ、薬剤師は本来の業務に専念すべきだ」と済生会宇都宮病院・薬剤部の稲見正幸部長は強調する。入院患者に薬を処方する場合、これまでは処方箋に基づき薬剤師が倉庫内で必要な薬を選別し、患者ごとにまとめていた。

「注射薬のアンプルはどれも形がよく似ている上、ラベルの印字も小さいため取り間違いが生じやすい」（稲見部長）。そこで同病院は PHCHD が開発した注射薬払出システムを導入し、準備や返品薬の整理を自動化した。

同システムは処方箋のデータに基づき必要な注射薬を迅速・正確に準備する。「このシステムの特徴は返品された注射薬を自動で選別するユニットを接続できることだ」と同社バイオメディカ事業部の森井英之課長は語る。薬の払い出しと同様、返品薬の仕分け作業も薬剤師の大きな負担になっていた。

倉庫から払い出された注射薬が病棟へ運ばれる間に患者の容体が急変すると薬が返品されてしまう。本来は返品された時点で整理し戻すのが理想だが、現場の看護師や薬剤師も忙しいため返品・整理に時間がかかる場合があり、整理が遅くなると薬の使用期限が切れてしまい、廃棄ロスが増えてしまう。

返品薬の自動仕分けユニットは文字通り返品薬を自動で整理できる上、使用期限の近いものを識別し優先的に払い出す機能を備える。ロボットアームがトレーに入れられた薬の容器をつかみ、カメラがラベルに印字されたバーコードや文字をスキャン。そしてスキャンした情報に基づき薬の種類ごとに自動で仕分ける。同装置の利点は、払い出し業務と並行して返品薬の仕分けもできる。これまでは院内業務が終了した後に残業して仕分けをすることもあったという。

同社は全国の急性期病院※を中心に注射薬払い出しシステムを導入しており、今後は返品薬自動仕分けユニットの販売に力を入れる。200床程度の中規模病院向けに機能を簡略化し価格を下げた製品を2020年中に受注を開始予定。薬剤師の負担軽減と医療ミスの防止、廃棄ロス削減を同社の装置は実現している。

※急性期病院：急性疾患や慢性疾患の急性増悪などで緊急・重症な状態にある患者に対して入院・手術・検査など高度で専門的な医療を提供する病院。（デジタル大辞泉）



図 2.4.2-1 ロボットアームで返品薬をつかみラベルの情報をスキャンする
出典：日刊工業新聞社

【遠隔ロボット 感染症対策で脚光】

Enkac が開発した遠隔サービスロボットが、新型肺炎の感染防止対策で関心を集めている。医師や看護師にまで感染が拡大する中、医療機関の安全・衛生対策が課題として浮上。「患者の検診などに使えないかという問い合わせが数多く来ている」（星野社長）。

同ロボットはデジタルサイネージ（電子看板）とカメラ、無線機器、スピーカー、マイク

などで構成。ホテルのフロント受付や空港・大規模施設の案内など、離れた場所から人に接客や情報案内などのサービスができる。会社の会議室利用などを想定した据え置き型、受付やインフォメーションセンター向けの振り向き型、時間や客の増減に合わせ巡回ができる移動型の3種類をそろえる。

当初は人手不足に悩むホテルや観光施設の案内需要をにらんでいた。だが、新型肺炎の感染拡大で新たなニーズが発生。遠隔操作で患者と対話することができれば感染防止になるため、病院や薬局などでメリットは大きい。ロボットの生産は外部委託だが「月数十台なら対応可能」(同)という。



図 2.4.2-2
医療現場や接客、面接などさまざまな
場面で活用できる
出典：日刊工業新聞社

【5G 活用によるロボットの医療活用】

5G による映像伝達と手術ロボットを組み合わせた技術が遠隔地の患者を治療する「オンライン手術」で、技術が進展すれば医療従事者や医療機関が少ない過疎地でも高度な手術が受けられるようになる。

このオンライン手術の一例として東京女子医科大学と NTT ドコモが構想するのが、遠隔治療システム「モバイル SCOT」。5G によって 4K の手術映像を医師のモバイル端末へリアルタイムで伝送することで、医師は出先から手術室に指示を出せる。災害時やへき地での医療に有用という。

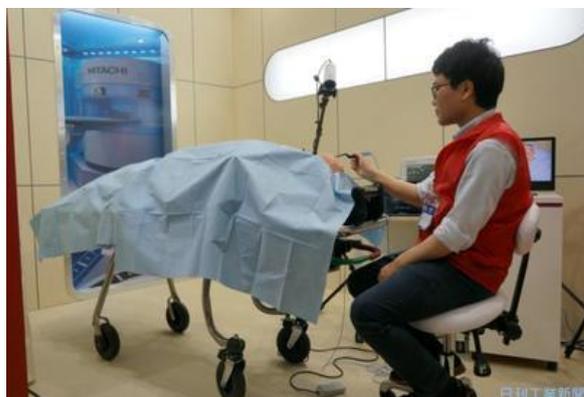


図 2.4.2-3
離れた場所にいる医師から指示を受けて治療を行うことができる
出典：日刊工業新聞社

日鉄ソリューションズは2020年1月、NTTドコモと5G通信技術の活用を想定した遠隔操作ロボットを共同開発したと発表した。手触りなどの「力触覚」を感じながら操作できるため、柔らかい物や弾力がある物をつかめる。5Gの特徴の一つである低遅延により、遠隔の組み立て作業や診察などでの利用を想定する。

共同開発した遠隔操縦ロボットは、モーターに内蔵するトルクセンサーで操作側とロボットの動きや反応を双方向で同一にするバイラテラル技術と、交流電流の流れにくさ量で重さを再現するインピーダンス制御により実現した。遠隔でも力触覚を操作者に伝送できる。

両社が発表したデモンストレーションでは、操作者が少し離れた位置からヒューマノイドロボットを操縦。ロボットが紙コップをつぶさずに持ったり、ろくろを回しながら陶芸をしたりする作業を公開した。従来の遠隔操作ロボットは視覚に頼る領域が大きく、操作者が手触りや軟らかさ、弾力性などを感じ取ることはできなかった。

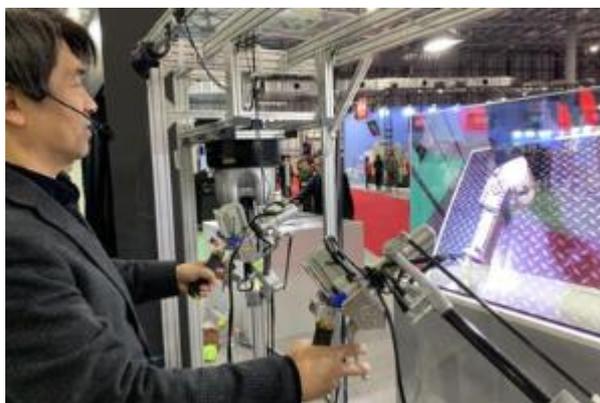


図 2.4.2-4
遠隔の作業を実現するロボット。力触覚で手触りを再現
出典：日刊工業新聞社

2.5 社会インフラ・災害対応・消防分野における最新動向

2.5.1 社会インフラ分野における活用事例

【インフラ点検向けドローン】

ジャパン・インフラ・ウェイマーク（JIW）は、ドローンを活用したインフラ点検サービスを手がける。半世紀以上前の高度経済成長期に建設された橋梁やトンネルなどが急速に老朽化する中、二次災害の発生を防ぐためにも、インフラ点検へのドローン活用はもはや不可欠。一方、長時間飛行への対応など現場のニーズへいかに対応できるかが課題となる。

JIWは、NTT西日本の子会社。NTTは長年、通信鉄塔をはじめとしたインフラの保守管理を続けてきた。そのノウハウを生かして、現場での交通規制から点検後の報告書作成まで、一連のコンサルティングを総合的に提供できることが、大きな強みだ。

一方でドローンのハード自体も独自開発。搭載したカメラの画像を基に自己位置を把握

する技術「ビジュアル SLAM」を採用し、全地球測位システム（GPS）の電波が届かない環境での飛行を実現した。これにより、橋梁の下やトンネル内部など、点検対象を拡大している。

ただドローン飛行については安全性の観点から、運用に関し多くの法令が定められている。その一つが目視外飛行に関する規制となっている。現在、ドローンを直接肉眼で見ずに操縦する場合、事前の許可申請などが必要となる。そのため人の目が届かない場所での飛行には大きなハードルがある。

現在ドローン活用の幅を広げるため、こうした規制を緩和するための議論が進む。政府は官民協議会を通じ、2022 年度をめどに有人地帯でも目視外飛行できるように、制度設計の基本方針の策定を進めている最中である。

目視外飛行の規制が緩和されれば当然、ドローンには長時間飛行の性能が求められる。ただ一般的なドローンの飛行可能時間は 20—40 分程度しかない。そこで JIW は、その 3 倍以上となる約 2 時間の連続飛行が可能なドローンの開発を進めている。

JIW の柴田巧社長は「点検だけでなく、災害時の初動対応も機敏になる」と期待する。ドローンに搭載する電源を、現在のリチウムイオンポリマー電池から、小型ガソリンエンジンや水素エンジンに変更するなどして対応する予定。



図 2.5.1-1
ドローンによるインフラ点検
出典：日刊工業新聞社

2.5.2 災害対応における活用事例

【停電復旧にドローン・AI 活用 経済産業省】

経済産業省は、2019 年 10 月に電力インフラの災害対策を話し合う有識者会議を開いた。2019 年 9 月以降に日本へ上陸した台風 15 号と台風 19 号で大規模な停電被害が起きたことを踏まえ、復旧作業にドローンを活用するなどとする事務局案を提示。復旧見通しの策定に人工知能（AI）を生かすことも盛り込んだ。

台風 15 号に伴う停電では、東京電力ホールディングスによる復旧見通しが二転三転したことが被災者の批判を招いた。

経産省は、倒木や道路の寸断で「被害の全容が見通せない状況だった」と分析。ドローン

や衛星写真で被害状況の把握を進めるとともに、停電戸数の減少ペースをAIで分析することなどで、より正確な復旧見通しを出せると指摘した。



図 2.5.2-1

ドローンによる被害状況の把握

出典：日刊工業新聞社

【孤立地区にドローンで物資提供 東京都】

東京都は2019年10月28日、台風19号により一部集落が孤立している奥多摩町日原地区で、ドローンを活用した救援物資の提供を実施した。災害時に実施した「補助者なし目視外配送」は国内初という。ANAホールディングス、自律制御システム研究所（ACSL）、NTTドコモの協力の下で行った。

TOKYOトラウトカントリー（奥多摩町）を離陸し、奥多摩工業（同）までの往復5キロメートル、10分間の飛行。2キログラムのサプリメント（健康補助食品）や生活必需品をACSL社製の完全自律飛行型ドローンで3回往復して運んだ。

現場を視察した小池百合子知事は「奥多摩を含め、ドローン特区ですでに認められているのをフル活用した。都として防災の観点から新しい技術を使い、人のために活用していく」と語った。



図 2.5.1-2

サプリメントなど2kgを積んだドローン

出典：日刊工業新聞社

2.5.3 建設業における活用事例

【大手ゼネコン各社、建設ロボの導入相次ぐ】

大手ゼネコン各社は建設ロボットを現場に相次ぎ導入する。2020年度は大手5社が開発するロボット溶接工法をはじめ、搬送系や「耐火被覆吹付ロボット」の適用が増える。現場作業の効率化に加え、実際に使って改良を重ねて完成度を高める狙いがある。人手不足対策だけでなく、「残業規制」の適用開始が迫っていることも背景にある。

「建設ロボットは早く現場に出して、たたかなくてもまれないと進化しない」。大成建設の村田誉之社長はこう強調し、「試作品を作って終わりではなく、汎用性を高めないと価格が下がらない」と続ける。同社はあらゆる柱形状の溶接を実現したロボット溶接自動化工法「T-iROBO Welding」を、自社設計・施工の中高層ビルなどに導入する。



図 2.5.3-1

大成建設「T-iROBO Welding」

出典：大成建設

鹿島建設は建築生産プロセスを変革する「スマート生産ビジョン」をモデル現場以外に、希望がある全国の現場に順次展開する。押味至一社長は支店の現場を通じて、「協力会社の若い人にロボットを使ってもらい、若い担い手が魅力を感じての入職を促したい」と、プラスの連鎖を期待する。

同社は竹中工務店とロボット施工、IoT分野で技術連携を2020年2月に発表。開発済み技術の相互利用により、竹中の清掃ロボットを現場に使う。一方、竹中は実績が豊富な鹿島の溶接ロボットを自社の現場に活用する。

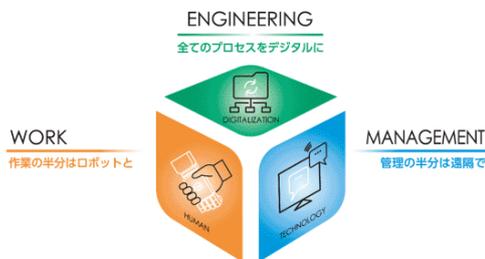


図 2.5.3-2

「鹿島スマート生産ビジョン」の
コンセプト図

出典：鹿島建設

鹿島スマート生産

大林組はロボット溶接工法を実用化し、現場適用を拡大中。耐火被覆工事の省人化や作業環境の改善を実現する耐火被覆吹付ロボットは試作機を開発した。実用化へ改良を重ね、2020年度の現場適用を目指す。

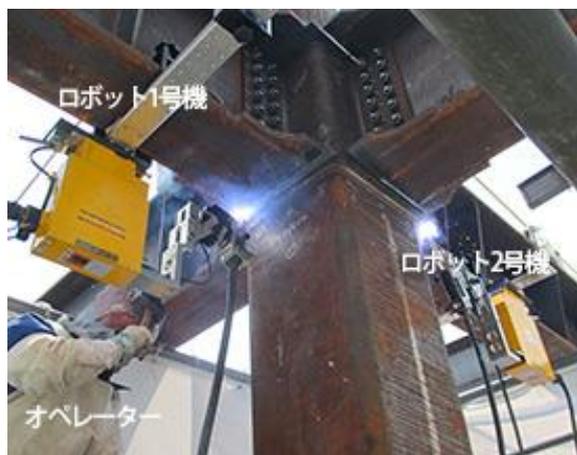


図 2.5.3-3

梁下フランジのロボット溶接

出典：大林組

清水建設は次世代建築生産システム「シミズ・スマート・サイト」を担う水平搬送や多能工、溶接の各ロボットを現場に導入する。井上和幸社長は「生産性向上に特効薬はない。ロボット開発、AI や IoT を取り入れた新技術、新工法を考え、“合わせ技”で生産性を上げる」と期待を込める。

建設業界は2024年4月に時間外労働の罰則付き上限規制（残業規制）が始まり、約15%作業時間が減る。生産性向上が喫緊の課題となっており、各社の現場導入を後押している。



図 2.5.3-4

シミズ・スマート・サイトの構成要素
Robo-Carrier を核とする自動搬送システム

出典：清水建設

2.6 農林水産業・食品産業分野における最新動向

2.6.1 農林水産業における活用事例

少子高齢化に伴う農業就業人口の減少を背景に、ICT やロボットを活用して生産を効率化する「スマート農業」が注目されている。

自動運転トラクターやドローンを使ったサービスが実用化されているが、高価な導入コストが足かせとなり、本格導入に踏み切る農家はまだ限られる。農業の現場で担い手不足が深刻化する中、最新技術はどう受け入れられるか。事例や課題を追った。

ハンドルを握らなくても、設定したコースを確実に耕すトラクター。京都府と近畿農政局などが主催した展示商談会「京都スマート農業祭 2019」が11月に京都府亀岡市で開催された。クボタが開発した自動運転トラクターの実演に、多くの農業関係者が関心を示した。

トラクターやコンバインなどの農業機械の運転は、通常の自動車にはない確認作業を伴う。ちょっとした操作を自動化するだけでも、作業者の負担軽減や作業精度の向上などの効果は大きい。



図 2.6.1-1

ハンドルを握らなくても、設定したコースを確実に耕すトラクター

出典：日刊工業新聞社

クボタは操縦席に乗らない無人タイプも展開。こうした技術の一部はテレビドラマでも取り上げられ、農業関係者以外にも幅広く知られるようになった。

ただ、先端農機の導入コストは非常に高価なものになる。販売促進を担当するクボタアグリサービスの谷良介近畿推進一課長は、「良いという実感はあるが、いざ導入となると手探り状態」と農家側の実情を打ち明ける。そのため、既存の農機に組み合わせて後付けで自動化するタイプも登場している。

トプコンは既存農機のハンドルを専用装置に交換し、高精度の衛星受信機によるナビシステムを組み合わせて提案。初期費用を抑えて農機の自動化を実現する。一般的な農家は農機を同一メーカーでそろえているわけではない。メーカーの違いがあっても自動化できるのが、後付けタイプの大きなメリットとなる。



図 2.6.1-2
後付け自動化トラクタシステム
出典：トプコン

中堅・中小企業も積極的に参入を狙う。三陽機器は、リモコン式自走草刈り機を手がける。中山間地域に多い傾斜地の農地での活用を見込む。



図 2.6.1-3
リモコン式自走草刈機
出典：三陽機器

農業は、気候や地形などその土地の風土に左右される側面が強い。農機や施設の活用など複数の農家が協力して進めることも多く、地域コミュニティの理解を得られなければ新規の設備導入も進めづらい。その意味では産学官連携の取り組みは非常に強力になる

兵庫県養父市では、産学官連携のコンソーシアムを通じてロボット農機などを実証する。繰り返し動作が不要で四方八方に移動できるチェコ製の草刈り機など最先端の農機を試している。コンソーシアムにはソフトバンクも参入し、農機の位置情報や電源のオン・オフといったデータを収集。その地域ならではの課題の分析を進めていくという。



図 2.6.1-4
養父市アムナックスマート農業実証コンソーシアムとして紹介したチェコ製の草刈り機
出典：日刊工業新聞社

土木業界を中心に普及しつつあるドローンも、農地の測量や農薬の散布などの用途で期待が高まる。2020年4月に工学部を開設予定の京都先端科学大学は、ドローンを活用して農作物などの画像解析に取り組む。

同大学の研究・連携支援センターの柴田雅光部長は「的確な収穫時期の予見など、ドローンを生かしてデータを構築・解析できる人材を養成したい」と話す。同大学は日本電産の永守重信会長が理事長を務めており、今後の展開が注目される。

ただ、ドローンについては、ハード自体は海外の大手メーカー製が採用されることが多い。そのため国内の参入事業者はサービスで差別化を図っている。

KMTはセンサーを搭載したドローンを飛ばし、農地に植えた作物が正しく光合成できているかを判断するサービスを展開。どの区画にどの作物を植えるべきか、肥料の入れ方をどう変えるべきかといったさまざまな要因を分析する。



図 2.6.1-5

KMTはドローンサービスを展開する

出典：日刊工業新聞社

2.6.2 食品産業における活用事例

人手不足や食品ロスといった課題が顕在化する食品製造業。ロボットなど工場自動化（FA）技術の応用で解決を目指す。費用対効果や機械技術者不足といった新たな課題に直面する。不定形物の扱い、変種変量生産への対応、衛生管理など、これまで人であれば問題にならなかった課題も浮上する。こうした複雑に絡み合った問題の解決に向け、FA 関連各社は関係者と連携し、一つひとつ課題を乗り越えようと奮闘している。

食品工場では食品ロス削減のため、日持ちがしない商品を適切な時期に適量生産することなどが求められる。一方、人手が思うように集まらず、人での需要調整が難しくなり、簡単に導入できるロボットへの期待が高まっているという。

オムロンはカメラ機能を一体化した協働ロボットを投入する。同ロボットは安全柵が不要で配置換えも容易。ベルトコンベヤーなど同じ高さの作業台であれば、再配置後のカメラの調整を自動化でき、移設のたびに必要だったロボットの設定作業を不要にした。



図 2.6.2-1

オムロンはカメラ機能一体型の協働ロボットを投入

出典：日刊工業新聞社

川崎重工業は段ボール箱を作って箱詰めする作業を協働ロボット 2 台と周辺機器で自動化。上下方向のアームの可動域を広げた独自機構を採用し、底が深い段ボールへの箱詰めを実現した。箱の底にテープを貼る機構は装置メーカーと連携して開発し、価格も抑えたという。



図 2.6.2-2

出荷前梱包を自動化する川重のロボット。段ボールを作って箱詰めをする

出典：日刊工業新聞社

食品と自動車などの生産の違いの一つに衛生管理がある。デンソーウェーブは、着せるだけでロボットを化学薬品で洗浄できるジャケットを開発。自動車産業などで広く使われる汎用的なロボットを食品工場でも使えるようにした。安川電機は無塗装の協働ロボットを試作。塗装剥がれによる異物の混入を防ぐ。

日本ロボット工業会によると 2018 年の食品分野向けロボットの設置台数は前年比 44% 増えたが、全体に占める割合は 1% に満たなかった。需要が高まる一方、導入が思うように進んでいない状況が浮かぶ。

複雑に絡む問題を解決するには、食品のつくり方を含めサプライチェーン全体で見直すなど関係者の連携も重要になる。

【VB3社トップ、“フードロボティクスの未来”を語る】

コネクテッドロボティクスとアールティ、スマイルロボティクスのロボットベンチャー3社は、食品や外食向けのロボットを開発、展示会の出展や資金調達などで事業拡大を図っている。人手不足を背景にしたロボットの成長性は認めつつも、商品化では他社がやらない分野への特化や、ロボットの能力を見極める目が不可欠としている。

コネクテッドは外食のたこ焼きロボットやソフトクリームロボット、コンビニエンスストア向けの総菜提供ロボットなどを開発している。沢登哲也社長は「ロボットアームの価格はここ10年間で2分の1に下がる一方、人件費は上昇している」と指摘した上で「両者の線が交差した以降にロボットの普及期がやってくる」と語る。

他方、ロボット開発で効率化や人件費削減の視点にとられ過ぎると食品産業に必要なにぎわいやサービス精神が失われてしまうと強調。「店の一番の望みは、コスト削減よりも売り上げアップ。ロボットでコスト削減ができなくても、売り上げが増えれば御の字になる」と話した。

アールティは食品工場の弁当工程など向けの協働ロボットを開発する。人間の女性と同じ大きさで、作業途中に人がぶつかっても、そのまま仕事を続行できる。

中川友紀子社長は「食品ロボットは必ずしも能力が一人前でなくても良い」と話し、協働作業で2人分の仕事量を2.5人分や3人分に増やせれば、それでいいとする分野が食品業界には多数ある」と指摘した。ロボットと一緒に生活するイメージはまだ先の話で「ロボットと人が一緒に働く職場が現状の姿だ」と語る。

スマイルロボティクスは移動ロボットとアームを組み合わせた配膳・下膳ロボットを製作する。小倉崇社長は「外食産業は人手不足と人件費高騰のため、超高級店と低価格セルフサービスの店に二極化している」としつつ、ロボットでこの穴を埋め、気軽に入れる店を支援したいと話した。



図 2.6.2-3
2020年2月、3社の代表が語るフォーラムの様様
出典：日刊工業新聞社

2.7 ロボットでの活用が期待される先端素材等の最新動向

2.7.1 宇宙分野での先端素材の活用

衛星や探査機などは、宇宙という極限環境での小型軽量化や高信頼性、高耐久性が求められ、日本の軽薄短小・高精度技術が生きる。INCJの投資先で、月面資源開発に取り組む ispace は、東北大学宇宙ロボット研究室を率いる吉田和哉教授が参画し、月面資源探査をミッションとした探査ロボ「ローバー」を開発している。

ローバーの走行系では、ロボットの関節でも使う、匠の技で高精度加工されたチタンギアを採用した。さらにセメダインと宇宙用接着剤を新規開発してネジ数を削減するなど、徹底して軽量化している。また、ローバーは水をはじめとした有望資源を確認する目的で、マイナス 170 度 C にもなる月面極域の永久日陰で探査活動をするため、極寒耐久性と軽量の両立に炭素繊維強化プラスチック (CFRP) を用いるなど、素材にもあらゆる工夫を施している。

INCJ 投資先の QPS 研究所は、小型レーダー衛星を開発している。衛星は秒速約 8 キロメートルで地球を周回し、ロボットのジャイロ同様のリアクションホイールと呼ばれる姿勢制御装置で、姿勢を保ちながら狙う地点を観測する。この際の左右振向き動作に高速・高次元の制御精度が求められる。そのため、同社は地元九州にある複数の地場企業と連携し、日本の技術を結集して宇宙に挑んでいる。

2.7.2 注目されるソフトロボティクス

17 世紀のからくり人形から始まったとされるロボット研究。人の形や動きをまねるだけで、人々を喜ばせたが、現代のロボットに求められるのは、やさしさやなめらかさ。例えば握手をする、ドアノブを回すなどの動きは「ちょうどいい加減」を調節できないと、怪力で相手を傷つけたり、こわしたりする危険があるからだ。



図 2.7.2-1

出典：日刊工業新聞

そこで開発されたのが慶応大の大西公平教授による「ハプティクス」という技術。ギリシャ語で「触覚」を意味し、モノにさわった時におし返される反作用の力や、表面のこぼこをデータ化し、動きに生かす。「すでに義手や手術用の遠隔操作ロボットに使われています。いずれロボットの『手』に応用できるようになります」と大西教授。

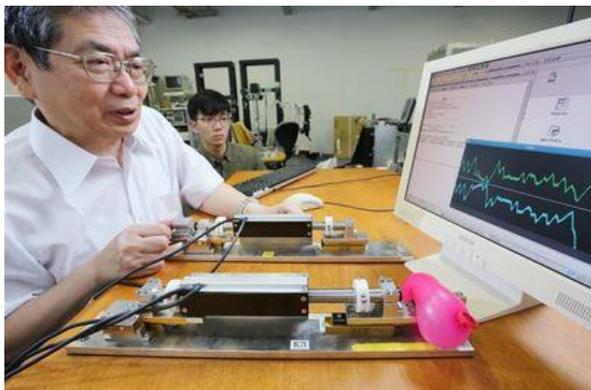


図 2.7.2-2 風船を押したときの力はデータ化され、離れた場所に反作用として感じられる。「遠くにいる家族のかたたたきもできます」と大西公平・慶大教授

出典：日刊工業新聞社

文字どおり「やわらかい素材」を使った研究、ソフトロボティクスもさかん。東京工業大の鈴森康一教授開発の人工筋肉は、空気の圧力でチューブの束がのび縮みむ。

鈴森教授は「20 世紀のロボットは大きな力を出すことが求められましたが、“なんちゃって技術”とか“いいかげん (e-Kagen) ロボティクス”といったやわらかい発想が大切です」と語る。



図 2.7.2-3 空気圧でのび縮みさせる人工筋肉で作った「筋骨格ロボット」と鈴森康一・東工大教授。目指すのはやわらか、しなやかロボット

出典：日刊工業新聞社

東京大の新山龍馬博士らの研究グループがえがくのは、モノと人と自然がネットワークでつながる未来像。印刷で簡単につくれたり、無線で給電できたりするロボットを開発中。そこかしこにいる小さなロボットが生活を支えてくれるイメージとなる。

研究室にはカブトムシのポスターや標本が並ぶ。新山博士は「カブトムシは力強く飛

ぶことができ、胸の筋肉を動かすしくみは興味をそそられる」と語る。自然界の生物が
いいお手本になる。



図 2.7.2-4 東大・新山龍馬博士の研究室にはカブトムシの標本も。虫はロボットのお手本になる
出典：日刊工業新聞社

イモムシの体をヒントにしたのは同研究グループの梅舘拓也博士。イモムシは、脳が体全体に命令を出すのではなく、各パーツが自律的な制御で動く。「やわらかい小型ロボットを安く作れるカギがありそう。人に代わって電線の上で働けるようなロボット作りにも役立つ」と語る。

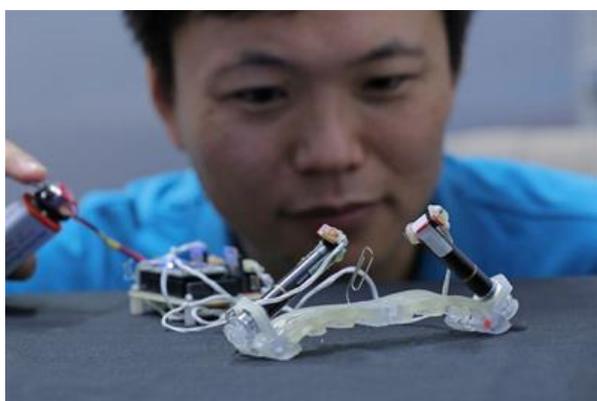


図 2.7.2-5 体のパーツごとに分散的に動きを制御するイモムシをヒントに作った小さなロボットと東大・梅舘拓也博士
出典：日刊工業新聞社

2.7.3 豊田合成、誘電ゴムの用途拡大 ロボ・医療・VRに展開

豊田合成は触覚・カデバイス市場に参入する。電気の力で伸縮する独自のゴム素材「eラバー」を使い、力触覚を伝えるハプティクス（触覚技術）開発キットを2019年秋に製品化したほか、年内には触覚センサーをサンプル発売する計画。ロボットや遠隔医療、仮想現実（VR）向けの展開を目指す。

eラバーは薄いゴムを樹脂製の電極層で挟んだ構造で、1枚の厚さは約50マイクロメートル。電圧を加えると伸縮し、積層することで大きな力を出せるようになる。変形しても元の形に戻る耐久性や、力のエネルギー損失が小さいこと、硬さや柔らかさを幅広く

く再現できる特徴などを持つ。変位量は 6-7%と一般的な圧電素子の 100 倍以上高く、1 平方センチメートル当たり 400 キログラムの加重に耐える。センサーとアクチュエーター双方の機能が可能だ。

触覚センサーとしては、例えばロボットハンドの指先に取り付けて、生卵と殻をむいたゆで卵の硬さなどを判別して仕分けるなどの作業ができる。柔軟物を扱う食料品業界などでの応用が見込める。

ハプティクス分野では、慶応義塾大学と共同で技術開発を始めた。e ラバーを指に装着すると、センサーで検知した離れた場所の微細な振動や触感が伝わる。人の肌のように柔らかく、例えば脈拍なども自らの手で触っているかのようにリアルに再現できる。遠隔診断など医療向けなどへの応用を狙う。

2020 年 10 月には e ラバーを初めて製品化し、心臓手術用の訓練シミュレーターを発売する計画。今後も用途を拡大し、2025 年度までに事業の柱としたい考え。



図 2.7.3-1 2020 年 10 月には「e ラバー」を使った心臓手術訓練シミュレーターを発売する予定

出典：日刊工業新聞社

第3章 ロボットシステムインテグレータの発展と動向（人材、資格制度含む）

3.1. システムインテグレーションの現在

3.1.1. システムインテグレータの位置づけ

現在の製造現場では、大なり小なり自動化機器や情報処理機器を導入しており、何らかの自動化・情報化は当り前の姿となっている。これら自動化機器や情報処理機器を現場で使えるシステムに組み上げるのがシステムインテグレータ（SIer）である。

エンドユーザーが機器を購入して自らシステム構築するケースもあるが、大多数はその機器の応用に長けた専門のSIerに発注することになる。産業用ロボットは、単なる汎用部品でも完結した産業機械でもなく、必ずシステムインテグレーション（SI）を必要とする半完結製品で、SIerの手を経て初めて生産システムとしての価値が生まれる（図3.1.1-1）。

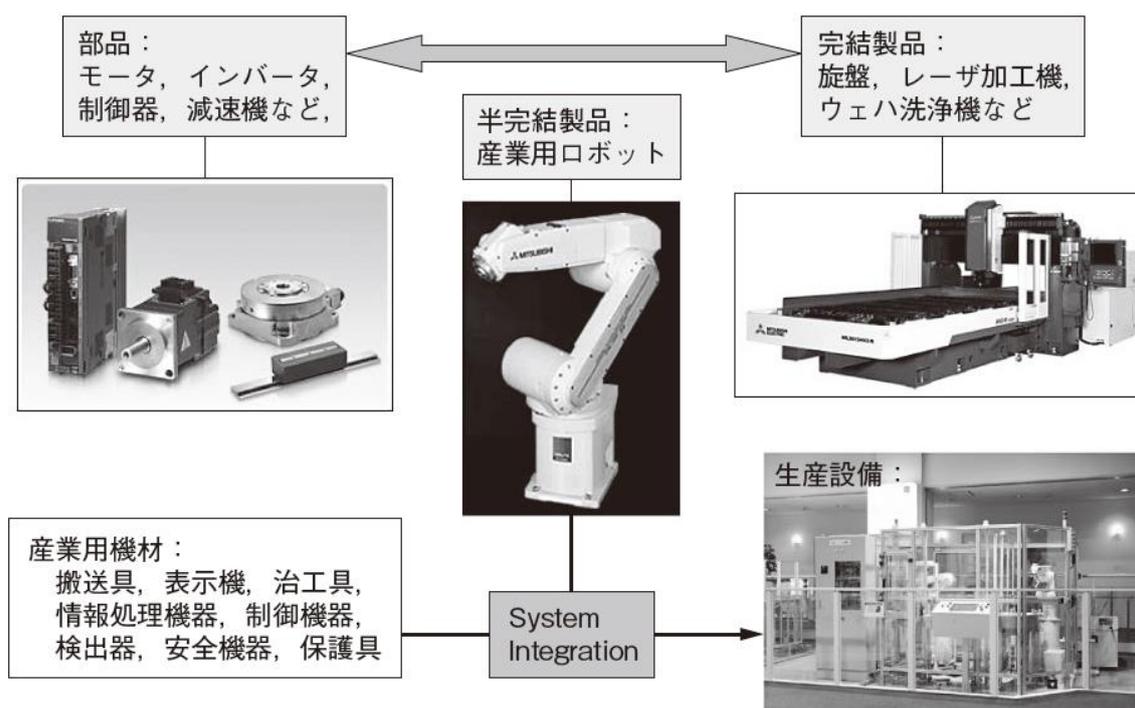


図 3.1.1-1 産業用ロボットは半完結製品

したがって、産業用ロボットの業界ではSIerは特に重要な役割を担っており、同じロボットを用いても、SIの巧拙が、構築された生産システムの価値を大きく左右する。

3.1.2. 生産設備投資とSIer

本来、製造業の自動化設備投資の目的は、生産能力拡大や品質向上による競争力の強化であり、それを安定稼働する安全な設備として、必要最低限のコストで実現することにある（図 3.1.2-1）。

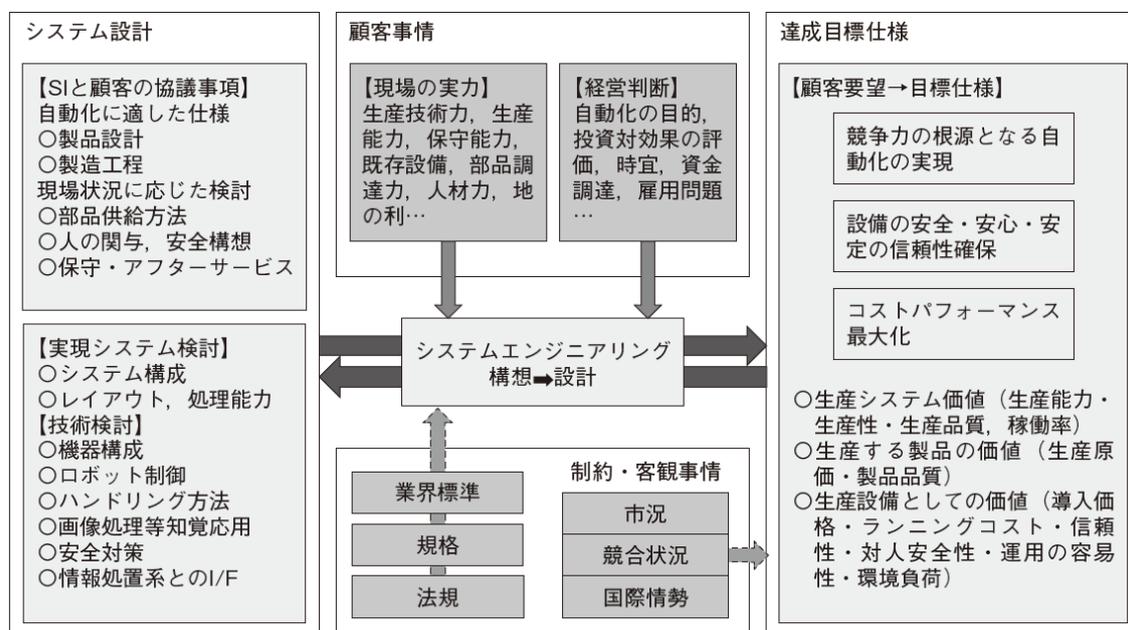


図 3.1.2-1 ロボットシステムインテグレーションの目的

自動化の目標仕様を具体化するに当たっては、工場の立地、資金力や技術力、沿革や歴史、経営思想や今後の事業計画など、顧客ごとに異なる事情を十分に反映する必要がある。たとえ同じ業種で同じ製品を製造している工場であっても多種多様な顧客事情により、その工場にとって最も効果的な自動化は一様ではない。

一方、業界規格や法的規制など否応なしに生産システムがクリアすべき制約や、国際情勢や競合状況などの考慮すべき客観事情も多い。これらの配慮すべき要因や制約条件を満足しつつ強い競争力を生み出すために、その工場にとって最適な自動化は何か、これを見極めることがシステムインテグレーションの最重要ポイントであり、ここに自動化設備の供給を生業とする SIER の存在価値が発揮される。

最近のように厳しい国際競争の中で強さを生み出す最適な自動化解に到達するのは容易ではない。むしろ、容易に到達できるような解では国際競争に勝ち残れるはずもない、と考えるべきであろう。そのためには SIER が機器ベンダー側ともエンドユーザー側とも課題を共有し、協業体制の中心的な役割を果たしながら自動化解を追求するという体制が理想である。

すなわち、最近の SIER には単なる設備供給業者としての期待ではなく、ロボットなどの機器の供給者に対しては製品企画に対する発言力を持ち、エンドユーザーに対しては提案能力、助言能力も発揮できる自動化生産設備に関するプロフェッショナルとしての期待

がかかっている。

図 3.1.2-2 に SIer の役割を、ロボットメーカー、エンドユーザーとの関係から整理した。エンドユーザーの要望を実現する最適解（ベストフィットソリューション）を明確化してロボットメーカーやFA 機器メーカーの供給するさまざまな手段（マルチソリューション）を巧みに組み合わせて実現する、というのが SIer の役割である。最近ロボットメーカー側でも、単にロボットを供給するだけでなく、さまざまなシステムを実現するための各種手段の提供もメーカーとしての重要な競争力であるという認識は強くなっている。

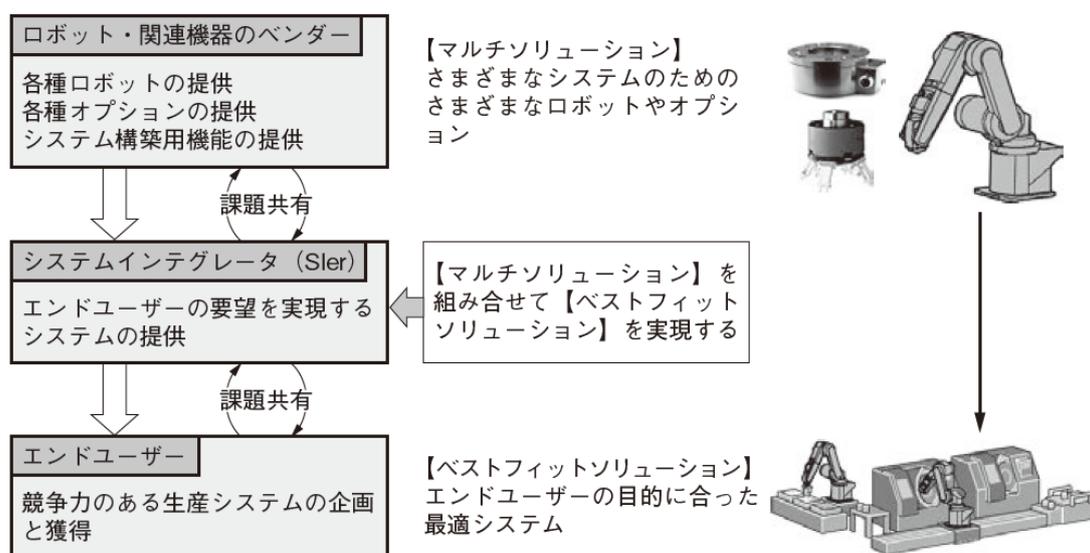


図 1.1.2-2 ロボット SIer の役割

3.1.3. SIer の課題

生産設備システムの自動化商談は、まずエンドユーザーが SIer に、自動化の目的、生産対象製品と生産規模、部品の供給方法、設置レイアウトなどの概略目標仕様を提示することから始まる。

しかし最近「生産能力の充実を図らないと早晚挫折するかもしれない」という危機感が先行し、「ロボットの導入を考えている」「IoT を活用したい」といった手段が語られるだけで、エンドユーザーの目的が明確に示されない引き合いも増えている。目標が明確でなければ、優れた生産設備など実現できるはずもない。

昨今の製造業競争の厳しさもさることながら、自動化の機器機材や情報処理などの手段も非常に多様化していることから、エンドユーザーの迷いにも無理からぬものもある。SIer には、このようなエンドユーザーの迷いを払拭して製造業の基礎体力強化の原動力となるべく期待もかかっている。

引き合いからシステム構築の具体的商談に進むに当たり、最も重要なのはエンドユーザー

と SIer 間での実現目標仕様についての合意形成である。目標仕様に対する十分な合意形成がされないままの受発注の契約は問題の先送りにすぎず、事業リスクの拡大にはかならない。十分な合意形成を得て受発注契約となったら、工程は具体的な設計に進む。生産設備 SI においては、検討段階から設計、さらに現地立上げに至るまで、機械設備設計や情報処理システム設計、品質管理などの技術的能力以外にも、設計の妥当性の評価、無駄の排除、冗長性と柔軟性の評価など、多くの経験を経て SIer のノウハウとして蓄積されている無形の知的財産が発揮される。このプロセスの随所で SIer とエンドユーザー間で合意形成が必要になる事態は多々発生する。

システムインテグレーションという仕事の価値をどう評価するか、どこまで無償でどこからが有償か、という議論も必要である。日本の商習慣上は受発注契約までは無償と捉えられがちであるが、一般的な製品や実施例に関する情報交換や可能性の議論の段階を終えて、その物件特有の課題解決に関する具体的な技術提供が始まれば、有償対象となりうる知的財産が積み上がってくる。

最近では、システムの受発注契約以前でもサンプル試験や部分試作など目的と成果物が明確な工程については、有償実施とする流れもある。また、欧米では通常行われるようにシステム工事全体を通じて成果の明確な工程区分ごとに分割検収とする流れもある。いずれにせよシステムインテグレーションの責任分担とそれに応じた合理的な対価についても SIer とエンドユーザー間での合意形成の重要事項である。

また、標準的に語れないのが、想定内、想定外の阻害要因の発生への対応である。エンドユーザー側か SIer 側一方の手落ちもあるかもしれないし、双方の共同責任かもしれない。いずれの責任であろうとも、仕様、コスト、納期などへの影響は免れない。

そのため多くの解決には相手方の理解と協力が必要となる。これは、量産事業よりも個産事業では多く発生することで、SIer の事業がおおむね個産製造である以上、本質的な事業リスクでもある。

いずれにせよ、いち早く状況・情報を開示してベストな善後策を迅速に実施する必要がある。仕様、コスト、納期などに関わる変更がやむを得ず必要になる場合は契約内容を修正する合意も必要になる。

生産システムの引き合いから受注、現地据付けから稼働開始、さらにはシステムの保守に至るあらゆる局面で、SIer とエンドユーザー間でお互いの立場で常に合意形成をすること、疑問や危惧事項があれば技術的問題でも仕事遂行上の問題でも責任の所在を明確にして、その都度解決するという姿勢が健全なシステムインテグレーションビジネスの姿である（図 3.1.3-1）。

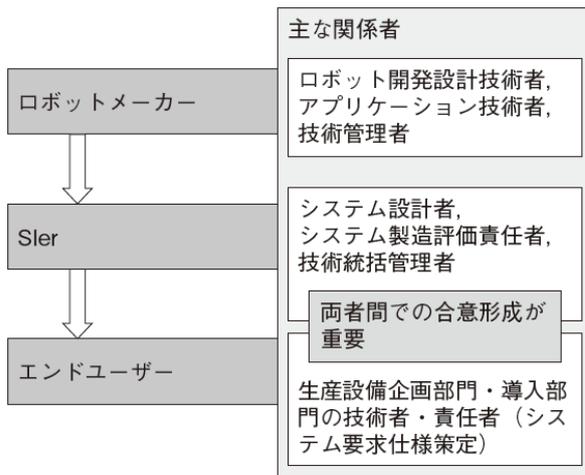


図 3.1.3-1 システムインテグレーションにおける合意形成

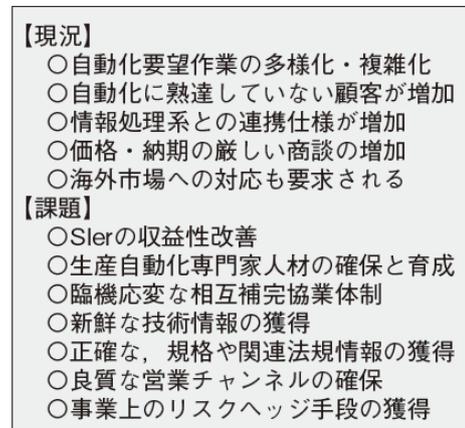


図 3.1.4-1 ロボットシステムインテグレーションの現況と課題

3.1.4. SIer への期待と「FA・ロボットシステムインテグレータ協会」の設立

現在全国の生産設備にロボットを適用する生産 SIer は、およそ 1000 社と推定されている。ロボット応用システムの構築を本業とする企業から、本業は何らかの専用機メーカーながら、ときとしてロボットも応用するという企業まで、ロボット SIer の形態はさまざまである。

また、たとえば食品業界などの特定分野の自動化が得意な企業や、画像処理など特筆できる得意技術を中心とした企業など、守備範囲もさまざまである。企業規模としては、毎回異なるシステム商談に小回りを利かせて柔軟に対応できるような、10 人から 200 人くらいまでの小規模企業が圧倒的多数である。そもそも生産設備の SIer という職種が明確になっているわけではないので、これまで業界としてのまとまりを強く追求してこなかった。

しかし、ここまでに述べてきたように、ロボット活用ニーズ拡大と製造業の国際競争激化に伴い、特に産業用ロボットを活用した生産設備の SIer に関する課題が明確になってきた(図 3.1.4-1)。共通課題が見えてきたということは、それを克服することによりさらに成長する絶好の機会でもある。

2018 年 7 月 13 日に日本ロボット工業会内に設立された「FA・ロボットシステムインテグレータ協会 (SIer 協会)」は、これらの課題を踏まえ、SIer を 1 つの業界として捉え、個々の企業の健全な発展とともに、業界全体の強化活性化を図ることを構想としたものである。協会の基本的な目的は、以下の 3 つの視点を基本としている。

① ビジネスマッチングの機会拡大

自動化ニーズと SIer を結び付ける、あるいは自動化ニーズに対応して SIer 同士の協業

を促進する、という垂直方向および水平方向のビジネスマッチング

② 企業力強化

中小企業の多い SIer の健全な競争と成長を促進するための企業力強化活動

③ 技術力強化

システムインテグレーション技術の相互啓発、新技術の導入、基礎技術力の強化、および人材の育成など、業界全体の技術力強化活動

今後の日本の製造業の活性化には自動化生産設備のプロフェッショナルとしての SIer の活躍が不可欠である。従来の生産設備に関わる SIer は、どちらかと言うと地味な生産設備屋というイメージが強かったが、生産設備のプロフェッショナルとしての新たな存在感の発揮を願いたい。

出典：機械設計 2018 年 12 月号

システムインテグレーションの現在 小平紀生氏

3.2. ロボット SI 各社からみる業界動向

3.2.1. 省人化を超える価値

【欧、食品消費期限延長を実現】

食品製造業向けなどの市場に対し、ロボット SI 各社は共同開発の推進や先端技術を排することで開発コストを切り詰めて対応してきた。だが自動化によって省人化以上の価値を提案することも可能だ。欧州ではロボットで食品を製造し、消費期限を 3 日延ばしたスイス ABB のような例がある。盛り付けなどの作業をロボット化し、クリーンルームのような環境で製造する。雑菌などの汚染源である人間は現場に入れないということがロボット化で可能になる。

スイス ABB を視察したオフィスエフエイ・コム（栃木県小山市）の青木伸輔営業本部長は、「人が作るから消費期限が短くなるという発想に驚いた。食品安全の規制当局も協力し実現している。衝撃だった」と振り返る。毎朝コンビニにお弁当やお総菜が並ぶまでに、配送会社や食品工場などで多くの人働いている。ロボット化で消費期限が数日単位で延びるなら、無理な深夜労働を減らせるかもしれない。

ただ、このような対応は、既存の食品工場へのロボット導入ではなく、工場を新たに設計して作る必要がでてくる。投資は大がかりになるが、青木本部長は「人手不足やサプライチェーンの抱える問題を根本的に解消できる可能性がある」と期待する。

【発想の転換、ベンチャー企業が知恵絞る】

お弁当などの盛り付けに人が必要とされてきたのは、軟らかく不定形な食品をロボット

が苦手としてきたことと、見栄えを含めた細かな検査が作業に組み込まれているためである。作るものが頻繁に変わることもあり、機械より人手で作業した方が低コストなケースも多い。

これは人工知能 (AI) 技術でシステムを汎用化することで対応できると期待される。AI ベンチャーの DeepX (東京都文京区) は、計量器のイシダ (京都市左京区) と組んでディープラーニング (深層学習) を用いたパスタの盛り付けロボットを開発している。

ゆでパスタのつかむ位置や、つかんだ後に軽く揺すり盛り付け量を調整する。DeepX の那須野薫社長は「パスタができれば、きんぴらなどのお総菜に展開できる」と説明する。

盛り付けも課題だ。iCOM 技研 (兵庫県小野市) の山口知彦社長は「熟練者は唐揚げの肉を見極めて、食感の違う唐揚げを選んで並べている」と指摘する。

同じ鶏もも肉や胸肉であっても場所が違えば食感が変わる。衣が揚がった状態で食感を推定する。これは従来技術では難しかった。熟練の眼力を深層学習に学ばせれば、実現できるかもしれない。見栄えも AI 技術で評価し、問題があれば遠隔で修正することも不可能ではない。



図 3.2.1-1
パスタの盛り付け実験
出典：DeepX

3.2.2. システム構築 海外から還流

【「構想」に正当な対価】

ロボットの 7 割が輸出されている。システム構築の仕事が海外に流れている課題に対しては、システムの構想設計を日本の SIer が受ける仕組みを構築する必要がある。

海外のシステム構築への対応策



図 3.2.2-1

海外のシステム構築への対応策

出典：日刊工業新聞

最上流の構想設計を握れば、現場での調整を含めてシステム構築の知見が日本のSIIに蓄積

最上流の構想設計を握れば、現場での調整を含めてシステム構築の知見が日本の SIer に蓄積する。だが、これまで構想設計は SIer の営業努力の一つとして無償で提供されることが多かった。発注側が SIer にロボットシステムの構想提出を求め、それを他社に作らせる例さえある。リンクウィズ（浜松市東区）の吹野豪社長は「構想を提出したら設計はそのまま、他社と相見積もりにかけられた。憤るよりもあきれた」と語る。

構想設計に対して対価が払われないと技術や知見が健全に蓄積されない。そこで SIer 協会では設計流用の適正化を呼びかける。受発注の力関係は厳格だが成功例はある。

ロボコム（東京都港区）は構想設計を担うベンチャーだ。同社取締役でオフィスエフエイ・コムの飯野英城社長は「構想設計で対価をもらうのは不可能と言われてきた。だが、組織を作り、適切に契約すればビジネスになる」と説明する。現在同社はキャパシティーに対して2倍の仕事がきている。

さらに現場調整技術のデジタル化や職人が担ってきた技の可視化も進む。リンクウィズはパナソニックと組んで溶接の熟練技能のデジタル化を進めている。リンクウィズはロボットアームの先のレーザースキャナーで加工と同時にワークの形を計り、動作修正や品質検査ができる「L ロボット」を持つ。ここに溶接機の電流値や溶接の速度、仕上がりなどのデータを統合し、パナソニックの熟練技能者と共働で溶接の現象理解を深める。熟練の技を可視化してロボットで再現する。



図 3.2.2-2

リンクウィズの溶接ロボットシステム

出典：リンクウィズ

【人材集う業界へ】

日本では人手不足や熟練技能者の高齢化も深刻な問題である。リンクウィズの吹野社長は「溶接に限らず、職人のノウハウをデジタル化してロボットに実装していくことが必要」と語る。構想設計から職人ノウハウまで日本に蓄積できれば、ロボットを設営する場が海外に流れてもSIの競争力を維持できる可能性はある。

ロボットSIはロボットの据え付けだけでなく、AIや加工技術、生産管理など幅広い知見が必要になる。製造業そのものを支える職種だといえる。これまでは産業のヒエラルキーに隠れて光が当たりにくかったが、SIer協会設立によって、業界としての認知を広げる構え。

その取り組みの一つとして、高校生や高等専門学校生らを対象とした「ロボットアイデア甲子園」を2019年の国際ロボット展に合わせて同じ会場で開催した。SIer協会の久保田和雄会長は「若い世代にまずSIという職業を知ってもらおう」と意義を語る。

SIは幅広い技術を統合するため、「一生勉強が宿命付けられた職種」（久保田会長）である。ハードもソフトも技術の進化の速度は日々増している。一方でAIのように長年開発してきた技術がある日、無料でばらまかれるほどの極端な変化はない。システムインテグレーションはオープン化された技術の恩恵を受ける側である。専門技術を深めてからSIに転身する人も多い。オフィスエフエイ・コム飯野社長は「一個人でみるとSI業界は技術者としての寿命は長く、経験や蓄積が生きる」と断言する。業界として優秀な人材を惹きつけられるか注目される。

ロボットSierの主なスキル標準

組織体制	プロジェクト管理能力、秘密保持体制、アフターサービス対応能力
営業技術	仕様書作成能力、契約書作成能力、コスト積算・提案能力
生産技術	工程分析能力、生産プロセス提案能力、費用対効果分析能力
安全対応	安全を考慮した現地調整能力、リスクアセスメント能力
機械設計	ハンド設計対応能力、適切な駆動機器を使用した設計対応能力
電気設計	制御盤設計対応能力、電気CAD使用能力、配線図設計技術
ロボット制御	制御プログラム対応能力、ティーチング対応能力、対応可能メーカー数
画像処理	文字認識対応能力、外観・画像検査対応能力
システム制御	ネットワーク技術、ミドルウェア・情報連携(IoT)対応能力
電気配線	動力系配線対応能力、LAN工事対応能力、制御盤製作対応能力
機械組立	配管対応能力、組立精度評価能力
品質保証	図面レビジョン管理能力、プログラムバージョン管理能力

業界でスキル標準として規定される技術だけでも広大な領域をカバー。それだけが日々進歩し、この上に各社はAI技術・データ科学などを取り込んで差別化を図る

経験や蓄積が生きるため、技術者としての寿命は長くなりやすい

(日本ロボット工業会の資料を基に作成)

図 3.2.2-3

出典：日刊工業新聞

3.3. SIer 協会、「SI 検定」立ち上げ スキル・知識標準化

FA・ロボットシステムインテグレータ協会は、システムインテグレーション（SI）に必要なスキルや知識の標準化と国際展開を始める。2020年に「SI 検定」をはじめ、その教育法を新興国などに広げる。

人材育成と評価をセットで提供し、スキルの標準化を進める。日本の規格や技術のすり合わせノウハウに通じた人材が増えると、日本のロボットシステムを外販しやすくなる。

SIer 協会としてスキル標準に合わせた検定制度を立ち上げ、社会人3年程度の若手技術者や技術営業職に向けた3級試験を2020年に開始する。ロボットの基礎技術に加えて、安全管理や実習で実力を評価する。より高度な2級、1級試験も順次立ち上げる。

ロボットシステムインテグレータは機械や電気、情報技術など、広範な技術を融合させてシステムとして機能させる職種。専門用語や技術について統一的な見識を共有できるだけでも、効率的に協業ができるようになる。

3.4. 「未来ロボティクスエンジニア育成協議会」の設立に向けて

産学が連携して将来の産業用ロボット人材を育成する枠組み「未来ロボティクスエンジニア育成協議会」が2020年度に始動する。経済産業省が主導し、ロボットメーカーやシステムインテグレータ（SIer）業界団体、全国の高等専門学校（高専）などが参画。

企業が高専などの教員向けに研修の受け入れを行う。需要旺盛な中国では技術者が急増しており、日本も国を挙げて教育エコシステム（協業の生態系）の整備を急ぐ。

3.4.1. 設立の背景

経済産業省が産学連携のロボット人材育成を主導するのは強い危機感があるためだ。人手不足対策やスマート工場化を進めるにはロボットを使いこなす人材が不可欠だが、教育機関では技術革新への対応に限界があり、産業界が求める人材の輩出が困難になっていた。今回の枠組みは“産”と“学”を分断していた溝を埋め、教育のエコシステム（協業の生態系）を築く契機になる。

ロボット導入台数が急伸する中国では、すでに同様の活動が進む。ハルビン工業大学傘下のロボット教育設備開発会社「EDUBOT」は2018年以降に現地の専門学校と提携し、2万1000人を育てた。

中国政府は国家戦略「中国製造2025」でロボット産業の育成を掲げ、スイスのABBなど外資系メーカーも教材開発やエンジニア育成で支援する。豊富な資金と人材を背景に、世界首位の日本を背後から脅かしつつある。

日本が中国勢の動きに対抗するには、特にSIerの育成が急務だ。顧客の自動化ニーズに

応じて最適なロボットやハンド・治具を選択し、工場全体をスマート化するには高度な SI が欠かせない。しかし教育機関では認知度が低く、経産省の教員に対する調査でも「職種の存在を知らない」といった声が聞かれる。SI 業界に若年層を呼び込む仕組みが求められていた。

日本の高等専門学校や工業高校では「SI については教えられない」や「最新機種に触れる機会がない」というのが実態だった。今回の枠組みはこうした課題を解決し、産業界も高度人材の安定的な確保につながる

3.4.2. 「未来ロボティクスエンジニア育成協議会」の設立に向けた覚書を締結

ロボットメーカーや高等専門学校（高専）などは 2019 年 12 月 18 日、「未来ロボティクスエンジニア育成協議会」の設立に向けた覚書を都内で締結した。

産学が連携して将来の産業用ロボット人材を育成する枠組みで、2020 年度から企業が教員向け研修などを行う。経済産業省の牧原秀樹副大臣は「先生にとって最先端で実用的なロボット技術を学ぶ環境作りになる」と意義を語った。

当日は川崎重工業、デンソー、ファナック、不二越、三菱電機、安川電機、FA・ロボットシステムインテグレータ協会、高専を束ねる国立高等専門学校機構などが出席した。ロボット革命イニシアティブ協議会（RRI）に事務局を置き、発足時には全国の工業高校も参画する予定。略称は CHERSI（チェルシー）。

協議会の設立は、経産省の有識者会議「ロボットによる社会変革推進会議」（佐藤知正座長＝東京大学名誉教授）が計画した取り組みの一環。当日、佐藤名誉教授は「（人材育成を）オールジャパンで取り組むことが不可欠だ。世界をリードするロボット人材が育っていくことを期待している」と説明した。

育成するのはロボットエンジニアやロボット Sier。高専や工業高校の教員が日進月歩のロボット技術に追いつくのは限界があるほか、設備や教材も古く、最先端の実習を行うのは困難とされる。

協議会では高専・工業高校向け教材の開発やニーズとシーズのマッチングを話し合う。また教員に対する研修の枠組み、企業エンジニアの学校への講師派遣、ロボットの供与などで支援する見通し。

経産省は全国規模で産学の橋渡し役を担い、教育機関の課題解決やロボット業界の担い手の拡大を後押しする。高度な人材を社会に輩出することで、ロボットを利活用するユーザー企業側のリテラシー（知見）も向上できるという。産業界には、さらに参加を呼びかける方針。人材育成という協調領域で産学の力を結集し、日本のロボット産業の底上げにつながる。

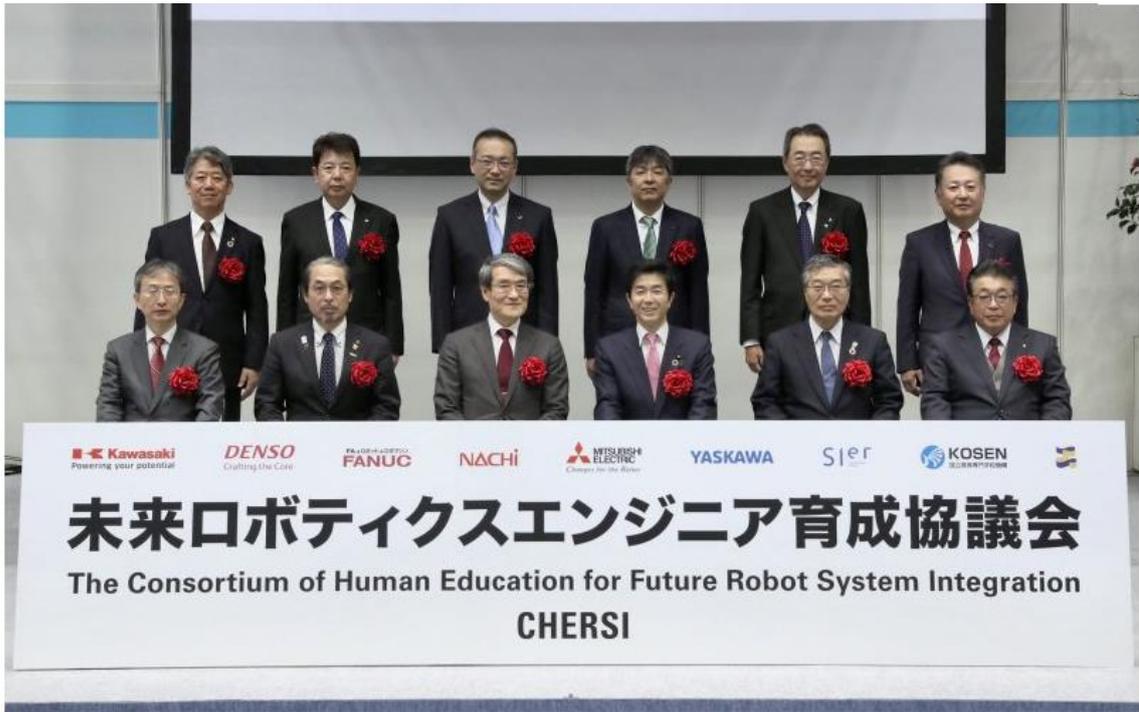


図 3.4.2-1 覚書締結式 出典：日刊工業新聞



図 3.4.2-2 甲府工業高等学校プレゼンテーション

「産業用ロボットを使った操作自習を通して」 出典：日刊工業新聞

第4章 ロボット革命イニシアティブ協議会による取り組み

本章では、ロボット革命イニシアティブ協議会による取り組みについて概説する。

4.1 ロボット革命イニシアティブ協議会概要

4.1.1 設立の趣旨及び経緯

ロボット革命イニシアティブ協議会は、「ロボット新戦略」（2015年2月10日、日本経済再生本部決定）に基づき、同戦略に掲げられた「ロボット革命」を推進するために設立された組織的プラットフォーム。

これまで日本はロボット大国と言われてきたが、米国は「国家ロボットイニシアティブ」を発表し、研究開発の強化を図ってきている他、企業の先端的な取り組みも盛んになり、欧州や中国の取り組みも活発化してきている。また、米国の IIC(Industrial Internet Consortium)やドイツにおける Industry4.0 の動きにみられるように IoT(Internet of Things)時代に対応した新たな生産プロセスの開発やサプライチェーン全体の最適化を目指す官民挙げての取り組みが本格化してきている。

こうした動きを踏まえ、ロボット革命実現会議(座長 野間口三菱電機(株)相談役)は、2015年1月23日、我が国の戦略として「ロボット新戦略 (Japan's Robot Strategy-ビジョン・戦略・アクションプラン-)」を提案し、政府は2月10日、日本経済再生本部において、これを政府の方針として決定した。

この「ロボット新戦略」においては、デジタル化及びネットワーク化を活かしつつ高度のセンサーや人工知能を駆使して作業を行うシステム全般を、新たな「ロボット」の概念として広く位置づけ、その上で、下記3点の実現を目指し、そのための組織的プラットフォームとして「ロボット革命イニシアティブ協議会」の設立が提案された。

- ①世界のロボット・イノベーション拠点としての日本一ロボット創出力の抜本的強化一
- ②世界一のロボット利活用社会
- ③IoT 時代の到来を見据えたロボット新時代への世界の中でのイニシアティブの発揮

一般社団法人日本機械工業連合会(岡村正会長:当時)では、前年来欧米の製造業におけるパラダイムシフトの動向をフォローしてきたところであり、世界の潮流を見据えた具体的な取組が、我が国の機械産業にとっても喫緊の課題となってきたとの認識を深めていた。こうした認識の下で、機械産業の横断的連合体として、この「ロボット革命イニシアティブ協議会」の設立趣旨に積極的に賛同し、協議会の設立及び今後の運営にあたっての「とりまとめ事務局」としての役割を関係各位の協力を得つつ果たしてきたいと考え、政府

と連携しつつ準備を進めた。

- 2014年5月 OECD 閣僚理事会にて安倍総理が「ロボットによる新たな産業革命を起こす」と表明
- 2014年9月 「ロボット革命実現会議」発足（首相官邸）
- 2015年2月 「ロボット新戦略」決定（日本経済再生本部）
「ロボット革命イニシアティブ協議会」設立を宣言
- 2015年5月 「ロボット革命イニシアティブ協議会」創立総会
団体・企業・個人計 226 会員（発足時点）=>525 会員（2019. 7. 22 時点）



図 4.1.1-1 2015 年創立記念懇親会
出典：総理官邸



図 4.1.1-2 挨拶する安倍首相
出典：総理官邸

4.1.2 事業目標

ロボット新戦略で掲げる目標及び目標達成のために行うべき事業は以下の通り。

【事業目標】

ロボット革命で目指す以下の三つの柱の実現を目指す。

①ロボット創出力の抜本強化

日本を世界のロボットイノベーションの拠点とする

②ロボットの活用・普及（ロボットショーケース化）

世界一のロボット利活用社会を目指し、日常の隅々にまでロボットの普及を図る

③世界を見据えたロボット革命の展開・発展

IoT 時代におけるロボットで世界をリードしていくためのルールや国際標準の獲得を図る。

【目標達成のために実施する事業】

- ①ロボットイノベーション及びロボット利活用推進に関する課題解決に資する関係者のマッチング、ベストプラクティスの共有・普及の推進
- ②国際標準化活動の推進に向けた情報共有、共有課題の整理及び対応策の企画・立案
- ③情報セキュリティ確保策の企画・立案
- ④国際プロジェクト等の企画・立案
- ⑤実証試験のための環境整備
- ⑥人材育成のための企画・立案
- ⑦関係機関との連携による研究開発、規制改革等の推進
- ⑧国際連携を含めた関連情報の収集・発信、普及・啓発事業の推進
- ⑨その他本協議会の目的を達成するために必要な事業

4.1.3 組織体制（2020年3月時点）

①会員

関係事業者団体、企業、学会、研究機関等で構成する。

②役員

会長：大宮英明（日本機械工業連合会会長、三菱重工業㈱ 相談役）

副会長：遠藤信博（電子情報技術産業協会会長、日本電気㈱ 取締役会長）

長榮周作（パナソニック㈱ 取締役会長）

橋本康彦（日本ロボット工業会会長、川崎重工業㈱ 取締役常務執行役員）

監査役：西島剛志（横河電機㈱ 代表取締役会長）

運営幹事：協議会の執行機関として運営幹事会を置く。運営幹事21名

評議員：32名

参与：17名（ロボット革命実現会議委員）

③ワーキンググループ

協議会の下に、「IoTによる製造ビジネス変革」「ロボット利活用推進」「ロボットイノベーション推進」等でワーキンググループを設置し、関係企業、学会、研究機関等からの参加者を得て、具体的課題に取り組む。

④事務局

日本機械工業連合会に協議会のとりのまとめ事務局を設置する。

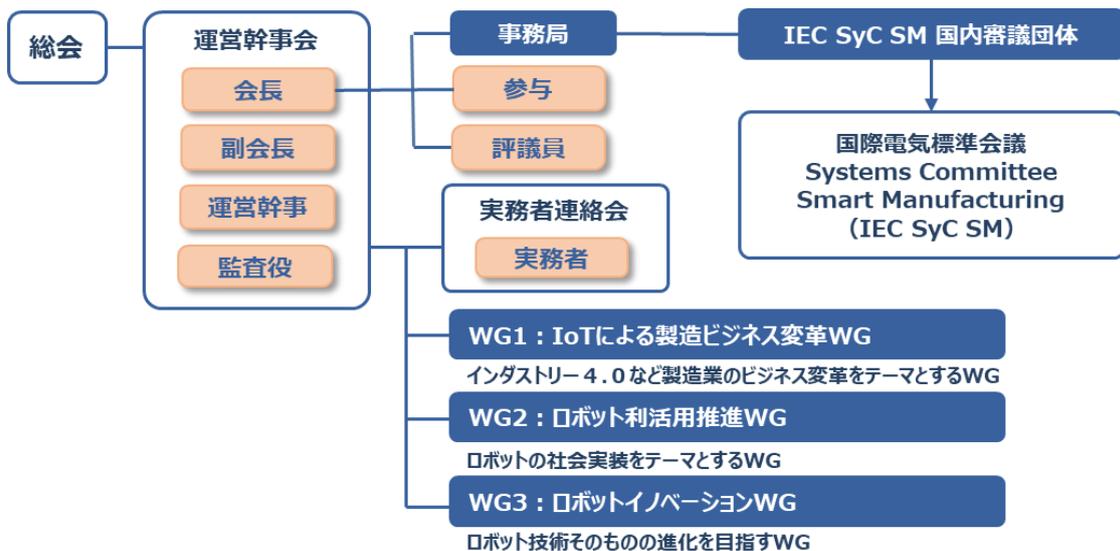


図 4.1.3-1 組織図

出典：ロボット革命イニシアティブ協議

4.1.4 連携組織

「ロボット新戦略」、「Connected Industries」“ものづくり・ロボティクス”分野の推進母体として、以下の国内外の組織と連携。活動を推進している。



図 4.1.4-1 連携組織図

出典：ロボット革命イニシアティブ協議

※関連工業会

JEMA：（一社）日本電機工業会、JEMIMA：（一社）日本電気計測器工業会、JEITA：（一社）電子情報技術産業協会、JMF：（一社）日本機械工業連合会、JMTBA：（一社）日本工作機械工業会、JSIM：（一社）日本産業機械工業会、MSTC：（一社）製造科学技術センター、NECA：（一社）日本電気制御機器工業会、JARA：（一社）日本ロボット工業会、CIAJ：（一社）情報通信ネットワーク産業協会、JAMA：（一社）日本自動車工業会、JAPIA：（一社）日本自動車部品工業会

4.2 3つのワーキンググループ

ロボット革命イニシアティブ協議会は安倍政権の成長戦略の一翼を担う「ロボット新戦略」を実践する組織として2015年5月に発足。インダストリー4.0など製造業のビジネス変革をテーマとした「IoTによる製造ビジネス変革ワーキンググループ(WG1)」、ロボットの社会実装をテーマとした「ロボット利活用推進ワーキンググループ(WG2)」、ロボット技術そのものの進化を目指した「ロボットイノベーションワーキンググループ(WG3)」の3つのWGによる活動を進めている。各ワーキングについて解説する。

4.2.1 IoTによる製造ビジネス変革WG(WG1)

IoTによって製造業の競争環境が大きく変化すると状況認識の下、データ駆動型社会においてもロボット大国・生産技術立国の立場から世界をリードする為に、変革を起こしていく必要がある。本WGで企画・立案した事項については、既存の先行する民主導の活動及び各国・各機関と協力・協調しつつ、取組を進めるとともに、国際標準の構築等につなげていくことで、グローバルな市場で日本のものづくりの技術の活用が図られるように取り組む。

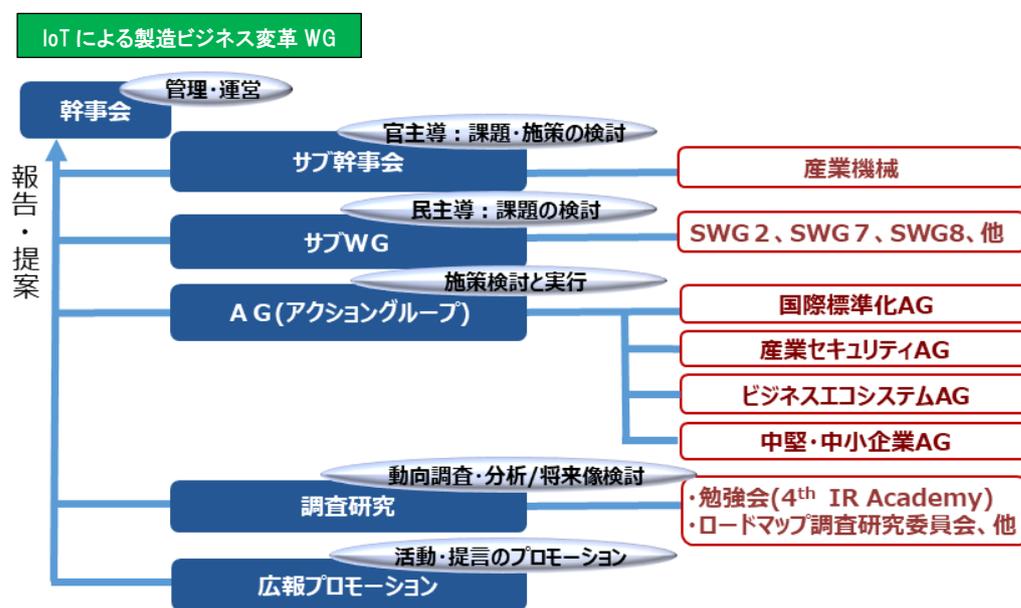


図 4.2.1-1 WG1 の構成

出典：ロボット革命イニシアティブ協議会

①国際的な対応

- ・国際標準化

日独専門家会合を軸に、2018年4月のハノーバーメッセで、昨年の将来像の1例である

Value Based Service (VBS)※に関するユースケース分析結果を共同文書として発表したのに引き続き、2019 年度はアセット管理シェル※のユースケース分析結果を発表する。その後は、将来像の Seamless and Dynamic Engineering of Plants に関するユースケース分析などを引き続き行う。

IEC/SyCSM、TC65、ISO/SMCC、TC184※などインダストリアル IoT 及びスマートマニファクチャリング関連の各種活動及び国内の国プロを含めた国際標準化検討の諸活動間で適宜情報共有化を進め、国際での動向を把握するとともに、標準化活動において国際貢献し、2018 年度と同様に日本のプレゼンスの向上を図る。

※VBS: IT プラットフォームで製品または生産工程の情報を得て、付加価値がサービスで提供されるモデル

※アセット管理シェル :アセット (設備機器、人、ソフト、ドキュメント、契約、ルールなど業務のあらゆるもの・ことを指す) の「データ」が、必要とするシステム側の「情報」として渡せるようになる概念。

※IEC/SyCSM、TC65、ISO/SMCC、TC184 : スマートマニファクチャリング関連の各種国際標準化委員会を表す。SyCSM の国内審議団体を RRI が引き受けている。

・産業セキュリティ

4 月のハノーバーメッセで日独共同文書を発表し、サイバーフィジカルシステムにおけるグローバルバリューネットワークには、参加企業の Trustworthiness を相互に確認するアーキテクチャが必要であるとの認識を共有した。そこで、国境を越えた企業間で新しいビジネス取引をするユースケースを用いて、企業のグローバルセキュア ID とセキュリティレベルを用いた 2 社間のオンライン契約に求められる Trustworthiness の仕様をまとめ妥当性を確認する計画を作成する。

・ビジネスモデル

B2B のプラットフォーム経済化を目指して、プラットフォームによるマルチサイドマーケットのシナジーによる経済効果を上げる要件などを日独専門家会合で議論していく。

・RRI 国際シンポジウム

2018 年度に引き続き、2019 年度の国際連携活動の中間報告の場として、国際標準化、産業セキュリティ、次世代エコノミー、システム思考など独米仏などや WEF などの国際団体とワークショップ (討議) を実施した。

・海外団体との連携

ドイツとの連携協力の継続、ドイツ以外の米国や EU や EU 主要国の動向のフォローと連携強化、さらにはアジア特にアセアンの各国の活動とも課題に関して意見交換し連携を

深める。

②中小企業支援

中小企業支援団体の支援を商工会議所や IT コーディネータ協会他関連団体と連携して推進し、支援団体が企業を支援しやすいように、IoT ツール、レシピ、先進事例の創出・活用や、支援団体間のコミュニティ化を推進する。

③産業分野・テーマ別の対応

・産業機械分野での対応

2018 年度までに検討したメンテナンスおよび品質管理に関わるシナリオ・サービスを、ユーザ企業事例も踏まえて詳細化・具体化するとともに、IoT/AI 活用の成功事例の共有および類型化も行う。また、当該シナリオ・サービスを実現するための IoT プラットフォーム、アプリケーションプログラムの機能および仕様を、複数メーカーの工作機械間での相互運用性を考慮して明らかにするとともに、それらの実証実験についても検討する。

・テーマ別のサブワーキング

サブ WG でのユーザ実証化や、新たにユーザ・ベンダー連携での新たな連携モデルの検討、エンジニアリングチェーン、サプライチェーンなどマニファクチャリング周辺を含めたデータ流通による顧客価値創出の課題抽出などを試行・推進する。

④調査研究・情報共有

インダストリアル IoT 及びスマートマニファクチャリング関連に関する国内外の動向などを継続把握し情報共有を図るとともに、2018 年度の成果を元に製造業ものづくりのサービス経済化のための対応策検討などをシステムアプローチで調査研究する。また、ドイツでの Industrie4.0 とその周辺の調査、その他欧米圏や経営・経済など関連する分野の動向の情報共有などを継続する。

⑤WG 運営の強化

・工業会連携

2018 年度に引き続き、関連工業会、協会、学会とセミナー、展示会などで連携し、課題の公開議論や活動紹介を進めると共に、インダストリアル IoT 及びスマートマニファクチャリングに関連する各所の委員会活動の情報交換などを図った。

・広報プロモーション

インダストリアル IoT 及びスマートマニファクチャリング、これに対応した WG1 活動

の理解促進のために Web 発信の充実、年間を通じた各種イベントの連携した活用、メディアとの情報交換の継続推進。

⑥その他 WG1 に関連した RRI として行った事業

2019 年度は国際の IEC/SyCSM の活動に対応して、国内委員会、運営委員会、工業委員会、WG の運営を行い、関連国際規格の整理やユースケースによる規格の見直しなど今後進むであろう国際での議論がスムーズに、有効に進められるように支援する。

4.2.2 ロボット利活用推進 WG (WG2)

世界一のロボット利活用社会、ロボットがある日常の実現に向けて、中堅・中小を含めたものづくり、サービス、医療・介護、インフラ・災害対応・建設、農林水産業・食品産業等の幅広い分野で、真に使えるロボットを創り活かすための環境整備についての検討を実施する。2018 年度からは2つのグループ（①人材育成&マッチング支援、②ロボットの普及を促す環境整備）の体制の下で検討を実施したが、2019 年度も引き続き2つのグループ体制にて、下記に示す活動をそれぞれ実施する。また、経済産業省以外の他省庁との連携を強化する。

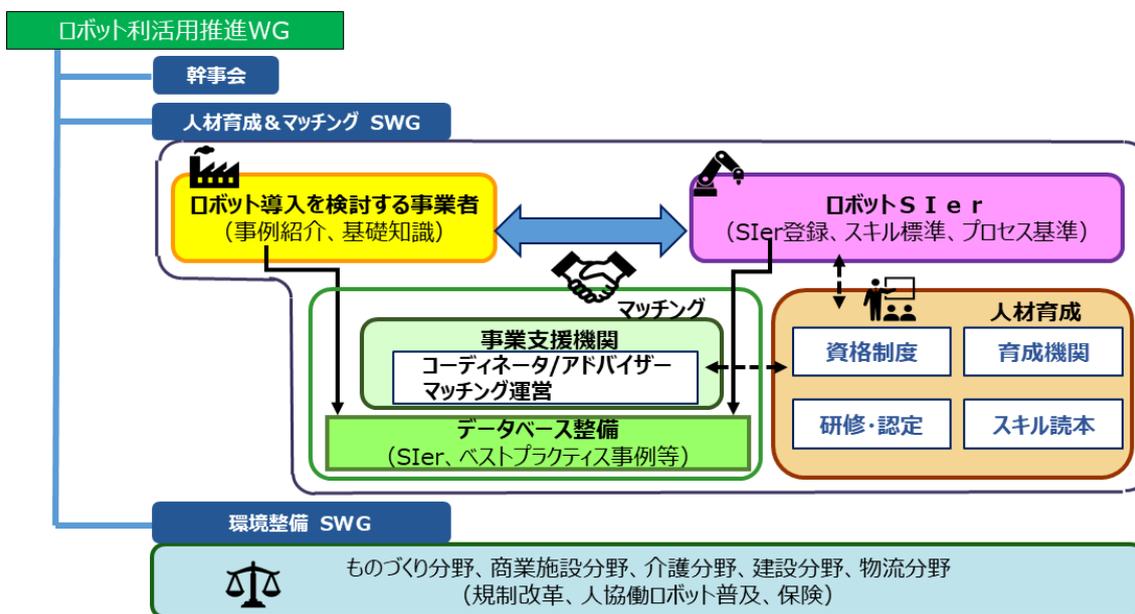


図 4.2.2-1 WG2 の構成

出典：ロボット革命イニシアティブ協議会

①人材育成&マッチング SWG

ロボットの裾野拡大に向けた人材育成、及びマッチング方策の具体化を図るため、下記の

取組みを実施している。

ア) 資格検定制度の設計

国家資格・技能検定制度へ「ロボット制御」を盛り込むための具体的設計について継続して検討を行う。

- ・職種新設または職種追加のいずれかの方針決定、及び指定機関方式での実施可否の検討
- ・技能検定に「ロボット制御」が盛り込まれることの社会的便益（業界、受験者、雇用者、消費者・国民にとって）の明確化や潜在受験者数の想定
- ・「ロボット制御」が対象とすべき技能知識項目やレベルについての検討
- ・具体的な創設の検討が開始された場合、検討委員会・専門調査委員会の発足準備、及び実技試験での業界協力等

イ) 高専、大学、職業訓練機関などでのロボット関連教育・研修の拡大に向けた活動

ロボットオペレータや SIer 人材等の育成にあたって、2017 年度作成の「スキル標準テキスト」の広報・普及と高専、大学、職業訓練機関等での教育・研修の拡大方策について継続的な検討を行う。

ウ) スキル標準及びプロセス標準の普及・啓発

国際ロボット展の他、様々な講演・イベントを通じて 2016 年度に取り纏めたスキル標準及びプロセス標準の普及・啓発に関する活動を行う。

エ) ロボットの安全の知識・能力を有する人材の拡大

(一社)セーフティグローバル推進機構(IGSAP)が実施するロボットセーフティアセッサ資格制度と連携し、リスクアセスメント等のロボット安全の知識・能力を有する人材の拡大、安全啓蒙などの取組みを行う。

オ) ロボット活用ナビの拡充とその運用

2016 年度作成の「ロボット活用ナビ」については、継続的に拡大運用を図るとともに、その運用を通じたマッチング活動を行う。

カ) 自治体、地域機関及び金融機関等のマッチングデータベース化とマッチングの具体化

各自治体や地域機関及び金融機関等での地域政策・活動のデータベース化の継続と、それを活用したマッチングの具体化方策としてベストプラクティスの横展開などを行う。

キ) マッチング人材（コーディネータ）の発掘

各都道府県・市の公社等におけるマッチング人材の実態調査の継続と、人材の発掘方法の調査などを行う。

ク) 国際ロボット展を活用したマッチング活動

国際ロボット展で SIer とユーザとのマッチングの場を設定する。

②環境整備 SWG

ロボットバリアフリー社会の実現に向けての取組みの分野別検討を実施している。

ア) ロボット技術の進展に伴ってさらに必要となる規制改革要望の提案

ロボットそのものの技術進展や、IoT、AI 等との連携によって Connected Industries を実現する上での規制改革要望についての提案を行う。

イ) 人協働ロボットの普及に向けた環境整備に関する提案

人協働ロボットの普及方策や環境整備について、引き続き、ユースケースの整理、リスクアセスメント・安全基準の整理、保険、啓発活動等の観点から具体的方策を提示する。

4.2.3 ロボットイノベーション WG (WG3)

世界一のロボットイノベーション拠点の実現に向け、次世代ロボット開発やロボット利活用の裾野を広げるためのロボット開発・製造・導入改革に向けた取組を進める。

- ・プラットフォームロボット SWG において、プラットフォームロボットを軸とした誰もが使いこなせる「Easy to Use」なロボットの実現等を検討する
- ・ロボット活用に係る安全基準／ルール SWG において、国際展開を見据えたロボット活用に係る安全基準／ルール等について検討する
- ・ロボット国際競技大会 SWG において、大会の全体設計・競技などを検討する。

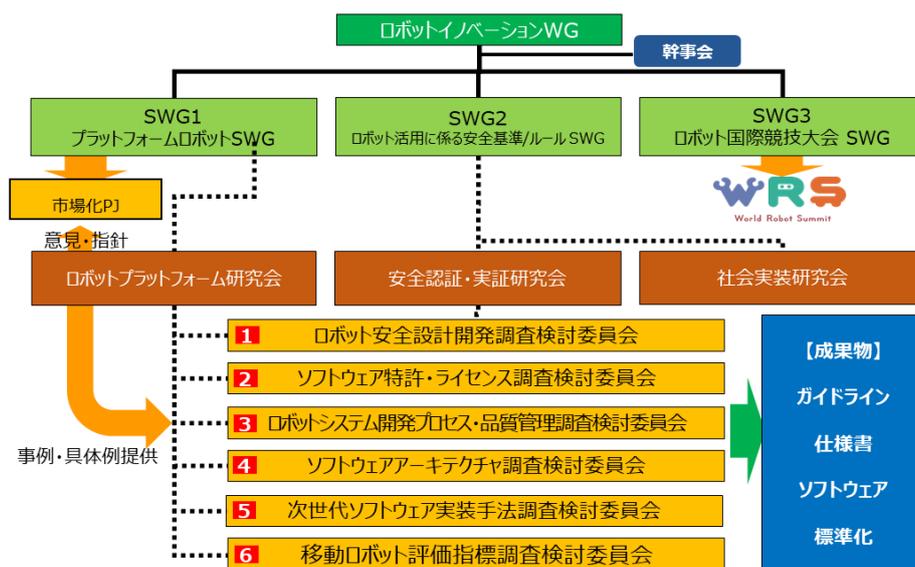


図 4.2.3-1 WG3 の構成

出典：ロボット革命イニシアティブ協議会

- ① プラットフォームロボット SWG において、2018 年度はプラットフォームロボットを軸とした誰もが使いこなせる「Easy to Use」なロボットの実現等を検討して取り纏めた結果についてのフォローアップとして、ロボット活用型市場化適用技術開発プロジェクトの事業状況について説明した。
- ② ロボット活用に係る安全基準・ルール SWG において、社会実装を実施していく為にガイドライン及び報告書に纏めた結果についてのフォローアップとして、「サービスロボットを活用したロボットサービスの安全マネジメントシステムに関する要求事項」(JIS Y1001) の規格制定状況について報告を実施した。2019 年度も引き続き、フォローアップ状況を WG 会員に報告する。



図 4.2.3-2 安全マネジメントの概要

出典：ロボット革命イニシアティブ協議会

- ③ ロボット国際競技大会 SWG において、ロボットの国際大会「World Robot Summit」(WRS)の実行委員会及び実行委員会諮問会議の発足へ繋げた結果についてのフォローアップとして、東京ビッグサイトにて 2019 年 10/17-21 に開催された WRS プレ大会の結果と本大会に向けての状況などについての説明を実施した。
- ④ 調査検討委員会は、より専門的なテーマに基づいた討議等を実施する委員会として 2018 年度に設置し、ロボット活用型市場化適用技術開発プロジェクトとの整合を図りつつ、ガイドライン、仕様書、ソフトウェア等の成果物を作成する活動として開始した。2019 年度も、5 つの調査検討委員会（ロボット安全設計開発、ソフトウェア特許・ライセンス、ロボットシステム開発プロセス・品質管理、ソフトウェアアーキテクチャ、次世代ロボット実装手法）を継続している。
- ⑤ 新規プロジェクト等の企画立案検討会は、2018 年度は会員の発案の下で 3 つの検討会を組成して活動を実施した。2019 年度も同様に会員の発案の下での検討会を組成して新たなプロジェクトにつながる企画検討活動を実施する。
- ⑥ 2018 年度にテーマ提案を募った海外調査について海外訪問調査・海外有識者招聘するなどの事業を着手し、調査結果について WG 会員へ展開を実施する。
- ⑦ ロボットイノベーションシンポジウムを継続して実施する。

第5章「2019 国際ロボット展」から見えるロボット技術・業界動向

世界最大規模のロボット見本市「2019 国際ロボット展」（日本ロボット工業会、日刊工業新聞社主催、経済産業省など後援）が2019年12月18日から12月21日まで、東京・有明の東京ビッグサイト青海・西・南ホールで開催された。23回目にあたる今回は、過去最多となる637社・団体（前回612社・団体）が出展。青海ホールに新設した「ロボットSIerゾーン」では、導入現場を想定したロボットシステムインテグレーター（SIer）が、使い勝手の良いシステムをアピールした。小間数も3060小間と前回2775小間を上回る、過去最大規模。海外からの出展もスイス、タイ、モナコの3カ国が新たに参加し、16カ国（同13カ国）で最多。“ロボットがつなぐ人に優しい社会”をテーマに各社が出展した。本章では、2019 国際ロボット展から、ロボット市場・技術トレンドを考察する。

5.1. 多様な自動化ニーズに対応する産業用ロボット

「2019 国際ロボット展」の会場では、人手不足や生産性向上などの課題に対しロボットを使いどのように解決していくかが示されている。協働ロボットでは使いやすさを高める新たな機能が追加され、人との協調作業をしやすくした。分光カメラや人工知能（AI）などを使いロボットの適用範囲を広げ、多様な自動化ニーズに応える。ヒューマノイド（人型ロボット）の実演は社会の未来への想像をかき立てた。

ファナックは、使いやすさを追求した協働ロボット「CRX-10iA」を開発した。タッチパネルでアイコンを操作するように指で簡単にティーチングでき、ハンドなど周辺製品との接続性も高めた。可搬質量は10キログラム。ロボット質量は39キログラム以下と軽量。



■ 図 5.1-1
ファナック
協働ロボット「CRX-10iA」
出典：日刊工業新聞社

川崎重工業は、量産ロボットメーカーでは唯一同社が手がけているというヒューマノイ

ドを公開した。身長や体重が大柄な成人男性ほどのため、人間用の道具をそのまま使える。災害現場を想定したデモでは、障害物を取り除き、負傷者（人形）を両腕で抱え上げて安全な場所へと避難させた。



■ 図 5.1-2
川崎重工業 ヒューマノイド
出典：日刊工業新聞社

三菱電機は、人協働ロボットや産業用ロボットに AI やモーションプランニング技術を組み合わせた「スマートファクトリー」を展示した。ロボット 9 台でおもちゃの部品ピッキングから組み立て、ネジ締め、検査、包装などを行う。人が途中で入ってもカメラで検知して回避行動をとって作業を続け、作業効率が低下しない。



■ 図 5.1-3
三菱電機「スマートファクトリー」
出典：日刊工業新聞社

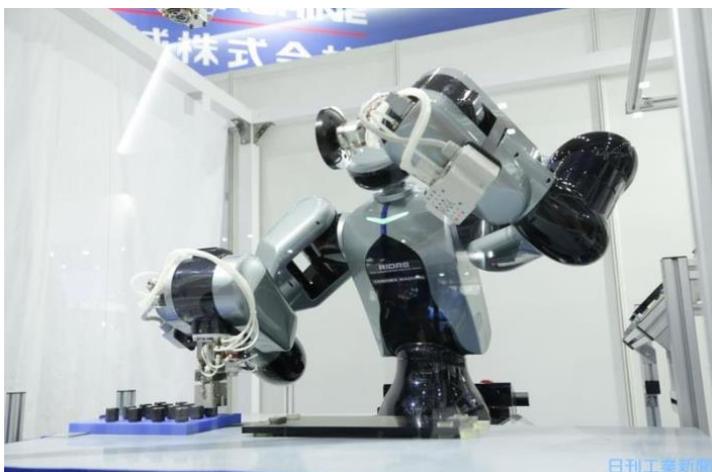
オムロンは、人とロボットが協調して作業する構成のラインを展示した。全工程をロボ

ットで自動化するのではなく、部品供給や部分的なネジ締めなどの一部工程は人が行うことで、より効率性を高めることができる。既に国内外の自社工場で一部導入済み。2020年秋にも、こうしたライン構築を外部顧客へ提案する方針だ。



■図 5.1-4
オムロン 協調ライン
出典：日刊工業新聞社

東芝機械は、人型と水平多関節（スカラ）型を組み合わせた双腕型協働ロボットで、人が両手でする作業の自動化を提案する。人型は腰の部分を傾けられ、足元に障害物がある場合でも対象にアクセスしやすく容易に導入できる。スカラ型はプラ箱の組み立てなども可能。協働ロボットの認証待ちで、2020年11月に発売する予定だ。



■図 5.1-5
東芝機械
人型双腕型協働ロボット
出典：日刊工業新聞社

不二越は、6軸垂直多関節ロボット「MZシリーズ」の最新製品「MZ25」を披露した。可搬質量25キログラムはシリーズ最高。従来は同12キログラムだった。大型の加工対象物（ワーク）やハンドに対応し、ワークの着脱、バリ取りなど幅広い用途を狙った。会場にはMZシリーズ製品群を並べ、新型水平多関節（スカラ）ロボットも出品した。



■図 5.1-6
不二越
6軸垂直多関節ロボット「MZ25」
出典：日刊工業新聞社

ダイヘンは、産業用ロボットのメンテナンスをインターネット経由で行うサービスを実演した。トラブル発生時に現場のティーチペンダントを、サポートセンターから直接操作することで、早期に解決できる。ロボットの扱いに慣れていない中小企業向けに訴求する。今後、常時接続による監視など、機能追加も検討している。



■図 5.1-7
ダイヘン リモートメンテナンスサービス
出典：日刊工業新聞社

5.2. 人にやさしい社会を実現するロボット

サービスロボットは2035年に市場規模が5兆円に近づくと予想されており、日本では産学官が連携して技術・研究開発に取り組んでいる。「2019 国際ロボット展」の会場では、オフィスや飲食店舗など実際の現場利用を想定した展示が目立った。ロボットが製造業用だけのものではなく、同じ職場で働く“パートナー”としての位置付けが増している。



■ 図 5.2-3
 イノフィス
 装着型ロボット「マッスルスーツ Every (エブリー)」
 出典：日刊工業新聞社

国際ロボット展に初めて出展した DMG 森精機は、ロボット搭載の無人搬送車（AGV）と工作機械、バリ取り装置、エアブロー装置を連携させ、一連の工程を無人で 24 時間連続稼働させる生産システムを披露した。



■ 図 5.2-4
 DMG 森精機
 ロボット搭載の無人搬送車（AGV）
 出典：日刊工業新聞社

5.3. ロボット各社、AI 技術開発加速

ロボットメーカー各社が人工知能（AI）技術の開発や商品化を加速している。ファナックはバラ積み部品の自動取り出しシステムを簡単に導入できる AI を開発。安川電機は力覚センサーを使わずに研削作業を自動化できる AI を開発した。ロボットの活用ではセンサーなど周辺機器との調整が必要になる。AI で習熟が求められる調整作業を効率化し、ロボットを導入しやすくして製造現場で進む人手不足に対応する。

ファナックは AI を活用してバラ積み部品の自動取り出しシステムを効率的に導入できる「アノテーション教示機能」を開発した。部品のバラ積み状況をカメラで撮影。画像からロボットハンドでつかみやすい場所を人が教示することで、AI の学習にかかる時間を大幅に短縮する。従来はつかみにくい部品でも、バラ積みされた部品を上からつかもうとす

るなど一定の（固定的な）ルール化で学習するため、学習に多くの時間を要していた。



■ 図 5.3-1
 ファナック
 「アノテーション教示機能」
 出典：日刊工業新聞社

安川電機はロボットにかかる力を検知する力覚センサーを使わずに研削できる AI 機能を開発した。ロボットのモーターのトルクデータを収集する既存の機能を活用し、ロボット制御装置に AI を実装してトルクデータを分析。元々、力覚センサーを使用して研削作業を自動化していたものを、力覚センサーを使用せずモータ本体のトルク値から AI 利用で研削状況を検出するように変更した。

三菱電機はロボットで公差が厳しい部品をはめ合わせる組み立て作業を自動化できる AI を商品化。ロボットに搭載した力覚センサーのデータを AI で分析し、はめ合わせに最適な動作経路を効率的に調整する。

中小企業などではロボットを扱える熟練技術者が不足する。AI で習熟が必要な作業を効率化してロボットを導入しやすくし、熟練者が高度な作業に注力できるようにする。

ロボット各社の AI 開発をめぐる動き	
ファナック	ブリファードネットワークス（東京都千代田区）と連携。複数の AI 機能を商品化し、開発を推進
安川電機	エイアイキューブ（東京都中央区）などと連携。ロボット導入を効率化する AI 技術なども開発
三菱電機	複数の AI 機能を商品化。産業技術総合研究所とも AI を開発
川崎重工業	オブティムなどと AI を開発
セイコーエプソン	クロスコンパス（東京都中央区）と AI を開発

■ 図 5.3-2
 出典：日刊工業新聞社

5.4. 食品・医療向け提案

食品業界などでは人手不足が深刻化しており自動化ニーズが多い。一方で安全策が必須で、衛生面にも課題があるロボットの導入は遅れていた。

安川電機は、食品や医薬品などの製造ラインに導入が可能な人協働ロボットを開発し、国際ロボット展で本格披露した。同社の産業用ロボットで初めて酸・アルカリ性洗浄剤やアルコールによる全体洗浄を可能にして衛生的な製造ライン構築に寄与する。全体洗浄が可能なロボットは国内大手でも珍しい。今後市場拡大が見込まれる食品・医薬品分野に訴求する。

開発したのは「モートマン—HC10DTF」。本体に特殊なメッキ処理をすることでロボットの塗装片混入リスクを排除し、食品や薬品、化粧品製造ラインの安全性を確保する。国際衛生科学財団が規定する、健康に影響を与えない潤滑油の H1 認証を取得した食品グリースを採用、潤滑剤混入リスクへの対策も施した。

また同社製人協働ロボット「モートマン—HC シリーズ」の機能を踏襲し、制限値を超える力を検出すると自動停止する機能を備えた。これにより安全柵が不要で人とロボットが並んで作業できる。可搬質量は 10 キログラム。価格はオープン。



■ 図 5.4-1
安川電機
「モートマン—HC10DTF」
出典：日刊工業新聞社

大道産業は、人工知能（AI）を使って食品への異物混入の有無などを調べる画像検査装置を展示した。検出精度は人手による目視と同程度の約 96%。目視が主流の食品の外観検査での代替需要を見込んでいる。価格は 600 万—1000 万円程度で、初年度 5 台の販売を目指す。

発売した画像検査装置「AI 太郎」は、AI を搭載したパソコン、カメラ、発光ダイオード（LED）などで構成する本体を AI サーバーとネットワークで接続して使用する。カメラで撮影した食材の画像を AI に学習させ、不良品や異物混入の有無などを判定する。

AI の種類を変えることで、さまざまな食材の外観検査に活用できる。例えばノリやワカメといった海藻類に混入した釣り糸やプラスチックゴミの検出、コロケやフライのよう

な加工食品の焦げ付きの判定など幅広い使い方が可能になる。ロボットやコンベヤーと組み合わせることにより、良否判定の結果に基づいて食材をより分ける作業を自動化。水気が多い作業環境での使用を想定し、防塵・防水性能も高めた。

食品分野での外観検査は、これまで作業者が目視によって行うことが多かった。一方、地方の食品工場などの生産・加工現場では人手不足が深刻化しているのが現状だ。同装置の導入によって検査作業を自動化すれば、作業者の負担軽減や作業効率の効率化につながることから、大道産業は広く食品業界に採用を提案していく。



■図 5.4-2
大道産業
画像検査装置「A I 太郎」
出典：日刊工業新聞社

関東精機は、トレー搬送装置と産業用ロボットや、2台の3次元カメラを組み合わせた独自システム「ピックマチック」を展示。高精度化したロボットとカメラがプログラマブル・ロジック・コントローラー（PLC）を介さずに直接データをやりとりする。

同システムは、ばら積みされたワークを立体的に認知。形状・大きさが異なる多数のワークの中から特定のワークをロボットで正確に取り出す。処理速度は1種類のワークで4秒程度、複数種類では6秒程度で対応できる。

高精度カメラとロボットが直接データ通信することにより、ハンドリング効率を一段と高めたシステムを構築。ギアやクランクシャフトといった複雑形状の自動車部品の取り出し作業でのニーズを見込む。自動車部品や樹脂成形といった主力分野での用途に加え、省人ニーズが増えている食品や医薬品分野向けシステムを提案する。カメラとロボット、コンベヤーの組み合わせなど、ワークに応じて柔軟にシステムを構築できる利点を訴求する。



■図 5.4-3
 関東精機
 2台の3次元カメラを組み合わせた独自システム「ピックマチック」
 出典：日刊工業新聞社

5.5. ロボット SI、多彩な用途開拓

【石材運搬向け】

「アイデア勝負しかない。どのブースも素晴らしい。ロボットを扱えるだけでは差別化にならない」と、カンタム・ウシカタ（横浜市都筑区）の松井重憲ロボティクス事業部統括部長は SI の競争の激しさに苦笑いする。システムを組めるだけでは差別化できず、各社は独自色をいかに出すか知恵を絞る。

同社は新しい用途開拓を進める。建設資材メーカー向けに 7.5 キログラム石材搬送のデモを用意した。切り出した石材は重く、粉まみれだ。普通の吸盤では扱いが難しい。そこで協働ロボットにデンマークの OnRobot（オンロボット）の二分岐ハンドを採用した。片方にハケ、もう片方に真空グリッパーを搭載。ハケで粉を拭いて吸い上げる。松井部長は「石材の研磨工程などに提案していく」と力を込める。



■図 5.5-1
 カンタム・ウシカタ
 石材ハンドリング
 出典：日刊工業新聞社

【飲料をおしゃれに演出】

ブライトコア（東京都港区）はコーヒーやコーラなどの飲料を注ぐシステム「yaam」を提案する。協働ロボットがプラスチックカップをセットすると、カップの底の穴から炭酸や飲料を流し込む。液体を発光ダイオード（LED）で光らせておしゃれに演出する。

イゴール・ポポヴィッチ社長は「接客サービスにロボットを導入したい。飲み物はちょうどいいテーマ。みな面白がってくれる」と引き合いは多いようだ。

カップ供給に加え、コーヒーのハンドドリップもロボット化していく。



■ 図 5.5-2
ブライトコア
飲料を注ぐシステム「yaam」
出典：BrightCore

【AI で介護予防】

人工知能（AI）ベンチャーのエクサウィザーズ（東京都港区）は、女優のいとうまい子さんと介護予防ロボットを開発。シャープのロボホンの指示に従ってスクワットをすると、AI で姿勢の良否を判定する。いとうまい子さんは「運動が大切と、わかっているけども続かない。AI の指導で朝昼晩、運動を強制して人生 100 年時代を生き抜く」と力を込める。

【既存業界にも】

既存の製造業や物流業への提案も盛んだ。旭興産（山口県岩国市）はコンパクトな高速ピッキングシステムを提案。ベルトコンベヤーに流れるピースを画像認識して水平多関節（スカラ）ロボットで仕分ける。ホテル用歯磨き粉チューブの包装ラインに採用された。上尾直己課長は「高速モードは 1 ピッキングが 0.66 秒」と処理能力の速さに胸を張る。

豊電子工業（愛知県刈谷市）はぶつからない産業用ロボットを披露する。来場者は、2 台の産業用ロボットの軌道を変えてぶつからないか試すことができる。ロボットの軌道が交差すると、軌道を再計算して衝突を回避する。再計算時間は約 5 ミリ秒。成瀬雅輝常務執行役員は「人と協働ロボットの衝突回避に応用していく」と説明する。



■ 図 5.5-3
豊電子工業
ぶつからない2台の産業ロボット
出典：日刊工業新聞社

SIの知恵比べには終わりが無い。この競争に鍛えられてきた提案力で、新しい市場をこじ開けようとしている。

5.6. 海外出展企業の紹介

海外のロボット大手が日本市場深耕へ提案力を高めている。産業を問わず人手不足が課題になる中、ロボットによる自動化は有効な手段。協働型など製品の性能向上はもとより、周辺機器との一体化や、導入効果を高めるためのコンサルティングに力を入れる。

スイスのABBは、双腕型ロボットと搬送システムを組み合わせたマスカスタマイゼーション（一品一様のカスタム製品の大量生産）を提案する。未来の工場をコンセプトに、腕時計を好みに合わせて組み立てる実演を披露した。選んだバンドを時計に装着し箱詰めまで一貫してできる。双腕型のため人間に近い作業が可能だ。

日本法人は導入前のコンサルティングを強化している。ピッキング用ロボットでは顧客が導入予定の食品など年間約100種類を自社で検証し、効果を確認。又吉智子バイスプレジデントは「日本一の面倒見の良さを目指している」と自社の姿勢を説明する。



■図 5.6-1
ABB
双腕型ロボットによる腕時計組み立て
出典：日刊工業新聞社

独 KUKA は『アダプティブプロダクションシステム』に向け、人とロボットの協調を実現する高感度ロボットや自律走行型ロボットを提案する。二つのロボットを組み合わせることで移動を可能にし、生産指示に沿って必要な部材をピッキングしたり組み立てロボットに供給したりする仕組みを整える。高感度ロボットを台車に載せれば既存ラインへの後付けも容易となり、生産量に応じた柔軟なラインを構築できる。

KUKA Japan（横浜市保土ヶ谷区）の星野泰宏社長は「人とロボットが協調する働き方はどんどん変わっていく。こうしたニーズに応える技術を磨き、日本の市場を活性化させたい。ユーザーも積極的な投資計画を組めるのではないかと自信を示した。まずは日本市場に訴求し、欧米への波及効果も見込む。



■図 5.6-2
KUKA
高感度ロボット「LBR iiwa」
出典：KUKA

デンマークのユニバーサルロボット（UR）は、製造業が直面する人手不足の解決を視野に、協働ロボットを使ったアプリケーション（用途）開発に重きを置く。組み立てと梱包、マシンメンテナンスといった用途を想定し、最適なハンドを付けた小型・軽量の協調型ロボットを並べた。あらゆる規模の企業の自動化を後押しする。

特に注目されたのは可搬質量をこれまでの最大 10 キログラムから 16 キログラムに引き上げて 11 月に投入した協働ロボット「UR16e」。重量物の搬送や複数の加工対象物（ワーク）を同時にハンドリングする使い方を想定。リーチは 900 ミリメートル。同社の他の協働ロボットと同じく、設置から最初のプログラミングまでを 1 時間以内で完了する使い勝手の良さも強調する。



■ 図 5.6-3
ユニバーサルロボット
協働ロボット「UR16e」
出展：ユニバーサルロボット

第6章 「World Robot Summit 2018」の振り返りと2020年の本大会に向けて (競技を通じた社会課題解決に向けて)

6.1 World Robot Summit(WRS)の開催経緯

2015年2月に「ロボット新戦略」が日本経済再生本部において決定され、ロボットのイノベーション、ショーケース化、ロボット技術により世界をリードするという方針に基づき、ロボット革命イニシアティブ協議会において、World Robot Summit (以下、「WRS」という)のあるべき姿が検討された。

それと並行して、実行していく組織が必要とされ、2015年12月に、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(以下、「NEDO」という)から実行委員会と諮問委員会を立ち上げるというプレスリリースがあり、経済産業省とNEDOの主催により、競技会と展示会からなるロボットの国際大会が推進されることとなった。

実行委員会と諮問委員会と合わせて、各競技の専門を活かして競技を設計する競技委員会が、ものづくり分野、サービス分野、インフラ・災害対応分野、ジュニア分野において組成され、各競技が検討された。

各競技の趣旨は、ロボットの社会実装を進めるという「ロボット新戦略」の重点領域であることから決定されている。競技委員会では、多くの有識者やメーカー、ユーザー企業が糾合することで、我が国と世界にとって英知を集めて新しい競技設計が行われた。これらの競技を総称して、World Robot Challenge (以下、「WRC」という)という。

また、展示会 World Robot Expo (以下、「WRE」という)を同時に開催し、WRS2018には、ロボットメーカーやユーザー等94社が出展した。WRS2018は、アカデミアと産業の融合として、多くの興奮、イノベーション機運の高まりを感じさせるものとなった。2020年に開催する本大会は、8月に福島県、10月に愛知県と2会場で実施される。

本章では、WRS2018東京大会(プレ大会)の開催結果を振り返るとともに、WRS2020本大会について概説する。

6.1.1 WRS2018東京大会の詳細

2018年度にWorld Robot Summitの東京大会を実施した。詳細は以下の通りである。

【開催概要】

名 称 : World Robot Summit 2018 (東京大会)
日 時 : 10月17日(水) - 10月21日(日) 10:00-17:00
場 所 : 東京ビッグサイト 東6、7、8ホール
WRE出展者 : 94社・団体

WRC 競技者：23 か国・地域 126 チーム

来場者数：76,374 名

ステージプログラム：37 プログラムを開催

主 催：経済産業省

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

後 援：総務省、文部科学省、厚生労働省、農林水産省、国土交通省

協力団体：IROS2018、日本ロボット学会、人工知能学会、日本機械学会

計測自動制御学会、ロボカップ

同時開催：Japan Robot Week 2018（主催：日本ロボット工業会、日刊工業新聞社）

6.1.2 WRC 競技の実施成果

①ものづくりカテゴリー

「迅速な一品ものづくり」を目指し、さまざまに変化する生産要求に、迅速かつ無駄なくスリムに対応できるシステムを構築することを目指し、モデル製品組み立てのためのロボットシステムの迅速な立ち上げと、素早く正確な組み立てを競った。

特に数ミリメートルの小さい部品は、金属光沢等のノイズにより認識するのが難しく、バラ積みの小ネジをいかにロボットが認識して掴むか、各チームのアイデアが光った。

参加チームからは、「競技会を通じて、技術力の向上とユーザーとの連携が出来た」「事業化に向けたスタートが切れた」等の声が上がった。



②サービスカテゴリー

人間とロボットの協働を目指し、家庭における整理整頓、収納等の片づけや留守番対応のほか、店舗業務の自動化を目的に、食品等、複数種類の商品の品出しや入替、客や従業員とのインタラクション、トイレの清掃等、店舗を舞台にした世界初の競技となった。

- ・パートナーロボットチャレンジ（リアルスペース）／
パートナーロボットチャレンジ（バーチャルスペース）

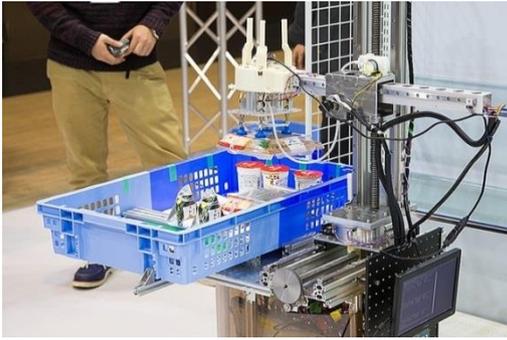
家庭における片付け（整理整頓、収納等）や留守番対応を目的とした競技を実施。人間が生活する雑多な空間では、ロボットのモノの認識が阻害されるため、画像認識や空間把握、把持、移動等、ロボット技術が網羅的に求められる競技設計を行った。競技エリアでは、居間を再現し、ロボットが人の生活環境で何ができるかを競った。



- ・フューチャーコンビニエンスストアチャレンジ

食品など複数種類の商品の品出し・入替、客や従業員とのインタラクション、トイレの清掃を目的に競技を実施。タスクをこなして従業員の手間を軽減しつつ、安心感を与えるスムーズな動きなど、人と共存するロボットとしての工夫が求められた。実際のコンビニエンスストアでの活用できる技術やシステムが生まれた。

参加チームからは、ロボットシステムの事業化に向けて本格的に取り組む等の成果があった。

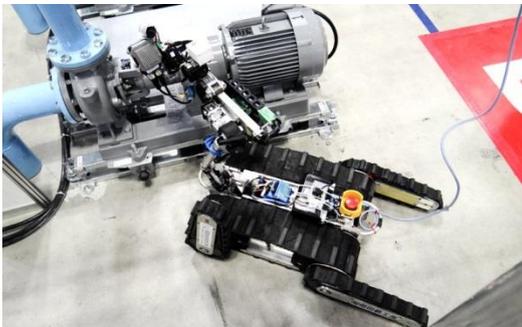


③インフラ・災害対応カテゴリー

インフラ、災害予防・対応等における問題解決に向け、ロボットを使用したプラント災害予防やトンネル災害対応といった人間がアクセスできない現場等での特別困難な課題を解決するため、人々の間でロボットに関連したコンセンサスを構築した。トンネル災害に対応する世界初の競技となった。

・プラント災害予防チャレンジ

数種のインフラ点検項目に基づく点検、メンテナンス（バルブ開閉）の競技を実施。クローラー型ロボットや飛行ロボット（ドローン）がプラント内を動き回り、カメラやセンサーで確認した結果を基に、配管が林立する狭い空間でバルブ開閉等の軽作業を行った。



・トンネル事故災害対応・復旧チャレンジ

トンネル災害を想定した情報収集、緊急対応（人命救助、障害物排除等）の競技を実施。仮想環境におけるシミュレータ上でがれきの上を進み、工具を使ってドアを破り、消火ホースで火を消すなど高度な技術が必要となり、実環境を想定した競技となった。



- ・災害対応標準性能評価チャレンジ

災害予防・対応で必要となる標準性能評価（移動、センシング、情報収集、無線通信、遠隔操作、現場展開、耐久性等）を競う。階段や斜面等、さまざまな現場を再現した舞台上で競技を行い、上位チームはメーター読み取りやバルブ回し、引っかかったパイプを引き抜くなど、ロボットアームの器用さが問われるタスクで高得点を挙げた。



④ジュニアカテゴリー

19歳以下の若い世代の育成を目的に、学校や家庭というリアルな環境を想定したオープンタスク、チームワーク、開発プロセスを競った。また、タスクに対する解決方法と実現方法を、各チームが会場にて発表し、独創的で革新的なアイデアを披露した。

- ・スクールロボットチャレンジ

学校環境においてニーズのありそうなタスクとそれを実現するプラットフォームロボット「Pepper」を使用してプログラミングを行う競技。競技中、雑音等が影響を与えましたが、修正を加え、改善して各チームが競い合った。



・ホームロボットチャレンジ

サービス分野と同様のタスクを設定し、家庭で活用するロボットを製作し競技を行った。ロボットの基本性能を試すほか、自由な発想に基づいたロボット活用による問題解決手法も競い合った。ミニチュアサイズの家を舞台に、家庭で働くロボットのアイデアが生まれた。



○実施された競技とその順位については以下の表に示す。

		1位	2位	3位	
ものづくり カテゴリー	製品組立チャレンジ	SDU Robotics (University of Southern Denmark)	JAKS (Kanazawa UNIV.)	FA.COM Robotics (office FA.com Co.,Ltd.)	
サービス カテゴリー	パートナーロボットチャレンジ (リアルスペース)	Hibikino-Musashi@Home (Kyushu Institute of Technology)	OIT Challenger and Duckers (Osaka Institute of Technology)	AISL-TUT (Toyohashi University of Technology)	
	パートナーロボットチャレンジ (バーチャルスペース)	NICT (National Institute of Information and Communications Technology)	SOBITS (Soka UNIV.)	eR@sers (Okayama Prefectural UNIV)	
	フューチャー コンビニエンスストア チャレンジ	接客	NAIST-RITS-Panasonic (Nara Institute of Science and Technology)	TCR (Connected Robotics Inc)	homer@Unikoblenz (University of Koblenz)
		清掃	TCR (Connected Robotics Inc)	TAK (Tokyo Metropolitan University)	H3 (Human Robot Analysis Inc.)
		陳列	U.T.T. (TOSHIBA Corp.)	ROC2 (OMRON.corp)	Hi-KCCT (Hitachi, Ltd. Reserch & Development Group)
総合	U.T.T. (TOSHIBA Corp.)				
インフラ・ 災害対応 カテゴリー	プラント災害予防チャレンジ	Hector Darmstadt (Technische Universitaet Darmstadt)	Raptors (Lodz University of Technology Institute of Automatic Control)	AI SaFu (Sanritz Automation Co.,Ltd.)	
	トンネル事故災害対応・復旧チャレンジ	REL/UoA (University of Aizu)	MASARU Season 2 (Private)	ODENS (Osaka Ele.-Comm. Univ.)	
	災害対応標準性能評価チャレンジ	SHINOBI (Kyoto UNIV.)	Telerob (Telerob GmbH)	AutonOHM (Technische Hochschule Nuremberg)	
ジュニア カテゴリー	スクールロボットチャレンジ	I want to eat RAMEN! (Ibaraki Prefectural Takezono Highschool)	SMILE (Niimi Daiichi Junior High School)	DSTY (German School Tokyo Yokohama)	
	ホームロボットチャレンジ	Tamagawa Academy Science Club (Tamagawa Academy)	Sinag (Caritas Don Bosco School)	Robo Power (Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology)	

第1位には経済産業大臣賞が、第2位にはNEDO 理事長賞が、第3位にはWRS 実行委員長賞が授与された。表彰式での各賞受賞者は以下の通り。

経済産業大臣賞：石川 昭政 経済産業大臣政務官

NEDO 理事長賞：石塚 博昭 NEDO 理事長

WRS 実行委員長賞：佐藤 知正 WRS 実行委員長

○特別賞として各学会からそれぞれの独自の観点によって以下のチームが特別賞を授与された。

ものづくり カテゴリ		日本ロボット学会特別賞	人工知能学会賞	日本機械学会 会長賞	計測自動制御学会賞
サービス カテゴリ	製品組立チャレンジ	Cambridge Robotics (University of Cambridge)	SDU Robotics (University of Southern Denmark)	Robotic Materials (Robotic Materials Inc.)	OZAS (Osaka UNIV.)
	パートナーロボットチャレンジ (リアルスペース)	Hibikino-Musashi@Home (Kyushu Institute of Technology)	AISL-TUT (Toyoashi University of Technology)		
	パートナーロボットチャレンジ (バーチャルスペース)	SOBITS (Soka UNIV.)	NICT (National Institute of Information and Communications Technology)		
インフラ・ 災害対応 カテゴリ	フューチャー コンビニエンスストア チャレンジ	ROC2 (OMRON.corp)			NAIST-RITS-Panasonic (Nara Institute of Science and Technology)
	プラント災害予防チャレンジ	Nexis-R (Nagaoka University of Technology)			AiSaFu (Sanritz Automation Co.,Ltd.)
	トンネル事故災害対応・ 復旧チャレンジ	ODENS (Osaka Ele.-Comm. Univ.)	MASARU Season 2 (Private)		
ジュニア カテゴリ	災害対応標準性能評価チャレンジ	SHINOBI (Kyoto UNIV.)		Telerob (Telerob GmbH)	
	スクールロボットチャレンジ	SMILE (Niimi Daiichi Junior High School)	Merrimac State High School STEAM Academy (Merrimac State High School)		
	ホームロボットチャレンジ	Robo Power (Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology)	Yumekobo Junior (Kanazawa Institute of Technology)	Sinag (Caritas Don Bosco School)	

表彰式での各賞受賞者は以下の通り。

日本ロボット学会特別賞：澤 俊裕 日本ロボット学会会長

人工知能学会賞：浦本 直彦 人工知能学会会長

日本機械学会 会長賞：川田 宏之 日本機械学会副会長

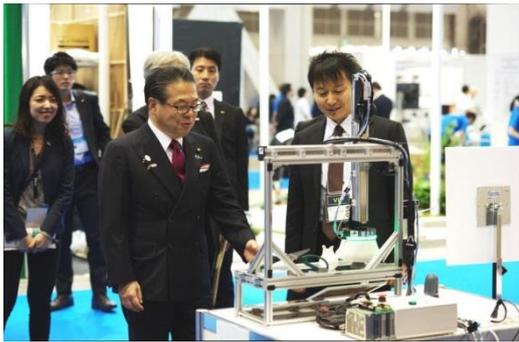
計測自動制御学会賞：計測自動制御学会 SI 部門 野田 表彰委員長

○表彰式



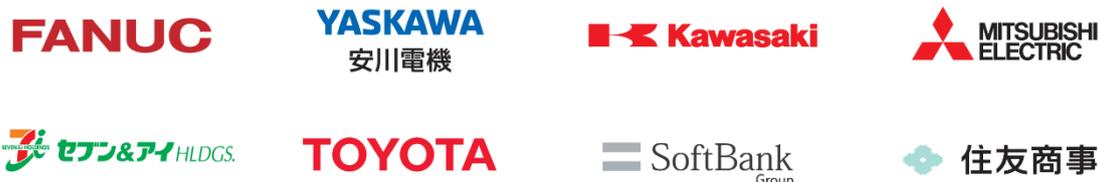
6.1.3 WRE 展示会の実施成果

ロボットメーカーやユーザー企業による最新技術やニーズの紹介を行った他、フォーラム等を開催した。展示会と競技会を同時開催することにより、競技会参加者と出展者との交流やマッチングが行われ、競技参加者と出展者ともに高い評価を得ることが出来た。



WRS では、競技参加者の支援や賞金の授与を行うことを企図して、スポンサーを募集した。スポンサーの募集は国際ロボット大会連盟有限責任事業組合で実施した。WRS2018 に協賛した企業・団体の 33 社は以下の通りである。

Global Partner



Official Partner



Gold Partner



Silver Partner



Supporter



6.2 World Robot Summit 2020 の開催・社会実装に向けた取組及び見通し

愛知県の国際展示場「AICHI SKY EXPO」、福島県のロボットテストフィールドで、World Robot Summit（日本発のルールに基づいた新たな競技等）の4 カテゴリー（ものづくり、サービス、インフラ・災害対応、ジュニア）を実施することが決定している。

愛知県国際展示場「AICHI SKY EXPO」では、2020年の10月8日（木）～11日（日）の4日間、ものづくりカテゴリー、サービスカテゴリー、ジュニアカテゴリーの各競技及び各種展示等を行う予定である。

福島県のロボットテストフィールドでは、8月20日（木）～22日（土）の3日間、インフラ・災害対応カテゴリーの競技を実施する予定である。

WRS2020では、各競技を通じて設計された新たな技術・システムなどがユーザー企業やメーカーとの連携につながり、社会実装に向けた技術開発が加速することを目指している。

6.2.1 社会実装に向けたシナリオ

WRS2018では、各競技のタスクに取り組むことで、社会実装に向けた新しい技術・システムが生まれ、2020年の本大会につながることで重要であった。

現在、WRS2018の振り返りを踏まえて、WRS2020では昨年度よりロボットの社会実装の実現に近づくタスクにすべく、各競技委員会が競技の再検証とその結果を踏まえた競技設計を実施した。

ものづくりカテゴリー、サービスカテゴリー及びインフラ・災害対応カテゴリーでは、ロボットが活用される現場において、どのような要素がロボットの活躍につながるかを精査し、必要な要素を取り込むべく、各競技委員会は競技委員会内の企業に属する委員やスポンサー企業などから意見を吸い上げて、競技を設計している。

それらの活動を通して、現時点での現場もしくは数年後の未来の現場で活用されるロボット技術が生み出されていくこととなる。それらの現場で活用されるロボット技術を生み出したベンチャーや大学とスポンサー企業やユーザーが連携し、提携するなどし、更なる技術開発などが行われる体制が整うことで、より広い範囲に技術が活用されることが重要である。

また、大学の研究室の場合には、WRSへ出場することで脚光を浴び、企業からの共同研究へ進むなどの事例が出てくることも想定している。

事例が1つでも出ることで、WRSという大会が社会実装のシステムとして注目され、同様の事例が少しずつ増えていくことになる。このようなエコシステムが構築されることで、WRSが継続的に開催され、ロボットに関するオープンイノベーションのプラットフォームとなることを目指している。

6.2.2 開催による波及効果

○オープンイノベーションの推進

本事業では競技委員会が中心となり、競技の構築を行ってきた。競技委員会は企業人と研究者が連携して、競技手法の開発を行っている。これまでの競技大会では、研究者中心で行っているものが多く見られる中で、社会実装を目指すため、企業に所属する者の意見を積極的に取り入れている。

特に「Future Convenience Store Challenge (FCSC)」は大手流通企業であるセブン&アイホールディングスの協力を得て、競技開発を行っている。出口を見据えた競技開発を行っている点は、今後のロボット競技大会にとっても参考となる事例である。

○人材育成

本事業では、大きな枠で人材育成を捉えており、事業実施者の人材育成と競技参加者の人材育成につながると考えられる。まず、事業実施者は社会実装されるための競技ルールを設計する過程において、国内外問わず多くの世界トップレベルの研究者と連携する機会を多く持つことになる。

そのような機会を通じて、より高度なロボット人材の育成や連携がなされている。

競技参加者に関しても、各国の優秀なロボット研究者が昼夜を問わず、競技タスク攻略のために技術開発を行っている。競技参加者は競技に対する技術開発を通じて、他の競技参加者や企業とも情報交換等を行うことで、自らの技術レベルを把握し、一層の技術開発が可能となる。

また、社会実装を目的とした競技会に参加することにより、各現場におけるロボットのニーズを把握することが出来るほか、ロボット業界に関係する参加者にとっては、システムエンジニア (SIer) としての成長にもつながる。

○スポンサー制度の構築

本事業では、国のプロジェクトにもかかわらず、多くの民間スポンサーの協賛を受けて実施している。WRS2018 では、33 のスポンサーが参加し、金銭的な支援だけでなく、ソフトウェアの提供や競技に使うロボット及び部品の提供を受けている。

世界的なロボットメーカーやユーザー企業がスポンサーとなることで、ロボット関係者にかかわらず、幅広い分野の関係者からも興味を持ってもらうことが可能なプロジェクトになっている。また、今後実施される、官民連携事業でのスポンサー制度の成功事例のひとつとなると考えられる。

第7章「ロボット大賞」表彰事業

7.1「第8回ロボット大賞」の概要（目的、募集対象、実績）について

○事業の目的（第8回ロボット大賞より）

情報技術、エレクトロニクス、機械工学、素材技術など我が国産業の強みと言える幅広い要素技術を統合することによって生み出される次世代のロボット技術（RT）は、我が国に科学技術の更なる発展をもたらすとともに、ものづくり分野はもとより、サービス分野、介護・医療分野、インフラ・災害対応・建設分野、農林水産業・食品産業分野などの幅広い分野における利活用が進むことにより、生産性の飛躍的向上、単純な繰り返し作業や過重な労働等からの解放、急速な少子高齢化が引き起こす労働力不足の解消や、安全・安心な社会の実現に貢献すると期待される。

このため、将来の市場創出への貢献度や期待度が高いと考えられるロボット・システム並びにロボットに関連するビジネス・社会実装、要素技術、研究開発及び人材育成（以下、「ロボット等」という。）を表彰することにより、ロボット技術の開発と事業化を促進し、技術革新と用途拡大を加速する、社会に役立つロボットに対する国民の認知度を高め、ロボットの需要を喚起するとともに、全国から広く募ることで我が国のロボット技術の動向を把握することを目的とする。

○事業の名称

日本名：第8回 ロボット大賞（平成30年度実施）

英語名：The 8th Robot Award



「ロボット大賞」ロゴマーク

○共催・協力

<共催>

経済産業省（幹事）、（一社）日本機械工業連合会（幹事）

総務省、文部科学省、厚生労働省、農林水産省、国土交通省

<協力>

（独）中小企業基盤整備機構、（国研）科学技術振興機構、（国研）産業技術総合研究所、

（国研）情報通信研究機構、（国研）新エネルギー・産業技術総合開発機構、

（国研）森林研究・整備機構 森林総合研究所、（国研）水産研究・教育機構、

（国研）日本医療研究開発機構、（国研）農業・食品産業技術総合研究機構、

（公社）計測自動制御学会、（公社）自動車技術会、（公社）精密工学会、

（公社）日本食品科学工学会、（公社）日本船舶海洋工学会、（公社）日本べんとう振興協会、

（公社）日本リハビリテーション医学会、（公財）テクノエイド協会、（公財）医療機器センター、

（一社）i-RooBO Network Forum、（一社）映像情報メディア学会、

(一社)再生医療イノベーションフォーラム、(一社)人工知能学会、(一社)電子情報通信学会
(一社)日本医療機器産業連合会、(一社)日本機械学会、(一社)日本建設機械施工協会、
(一社)日本義肢装具学会、(一社)日本原子力学会、(一社)日本建設機械工業会、
(一社)日本航空宇宙学会、(一社)日本コンピュータ外科学会、(一社)日本産業車両協会、
(一社)日本食品機械工業会、(一社)日本人間工学会、(一社)日本農業機械化協会、
(一社)日本農業機械工業会、(一社)日本包装機械工業会、(一社)日本 UAS 産業振興協議会、
(一社)日本リハビリテーション工学協会、(一社)日本ロボット学会、
(一社)日本ロボット外科学会、(一社)日本ロボット工業会、(一社)ライフサポート学会、
(一社)林業機械化協会、(一社)日本生活支援工学会、(一社)日本計量機器工業連合会、
(一社)日本工作機械工業会、(一社)日本産業機械工業会、(一社)日本自動車工業会、
(一社)日本電機工業会、(一社)日本電気制御機器工業会、(一社)日本食品工学会、
(一社)日本福祉用具・生活支援用具協会、(一財)橋梁調査会、
(一財)先端建設技術センター、(福)全国社会福祉協議会、
(特非)国際レスキューシステム研究機構、
建設無人化施工協会、農業食料工学会、ロボット革命イニシアティブ協議会

(60 団体。順不同)

○募集対象

おおむね 3 年以内に日本国内で活躍した又は取り組まれたすべてのロボット等のうち、以下の部門及び分野に属し、かつ有識者で構成される審査を目的とした委員会において当該ロボット等を十分に審査する機会を与え得るものを募集対象とする。

ただし、中小システムインテグレーターによるロボットを中核としたシステム構築例は、おおむね 5 年以内に運用されたものとする。なお、本制度においては、「ロボット」を「センサ、知能・制御系、駆動系の 3 つの技術要素を有する知能化した機械システム」と広く定義する。

[参考]

「ロボット大賞」は、社会に役立っているロボットを表彰するという観点から、実績のあるものを主な対象としますが、研究開発段階にあるものでも、将来の市場創出への貢献度や期待度が高いなど今後社会に貢献することが期待されるロボットであれば表彰の対象としています。

【募集部門】

(A) ビジネス・社会実装部門

ロボットに関連するビジネスモデル又は各分野における社会実装に向けた取組

(B) ロボット応用システム部門

実用に供しているロボット技術を応用したシステム又はシステムインテグレーション

(C) ロボット部門

実用に供しているロボット本体

(D) 要素技術部門

ロボットの一部を構成する部品、材料又はソフトウェア若しくはロボットが利用する
共通基盤（通信ネットワーク等）その他のロボットの要素技術

(E) 研究開発部門

ロボットに関連する特に将来性のある研究開発の成果

(F) 人材育成部門

ロボット分野における人材を育成するための取組又は教材等

【募集分野】

- ① ものづくり分野
- ② サービス分野
- ③ 介護・医療分野
- ④ インフラ・災害対応・建設分野
- ⑤ 農林水産業・食品産業分野

○ 応募資格者

応募対象となるロボット等を自薦及び他薦できる個人または企業、大学等、研究機関、
団体を応募資格者とする。また、グループでの応募も可能。

審査の基準

(A) ビジネス・社会実装部門

① 社会的ニーズ

それぞれの分野におけるロボットの活用による、新たなビジネスやサービスの創出、
生産性の向上や労働環境の改善等の社会的課題への対応、新たなビジネスモデルやそ
のアイデア等によるマーケットやニーズの発掘等の、社会的ニーズの観点から評価
する。

② 先進性・独自性

それぞれの分野におけるロボットの活用、ロボットに関連するビジネスとしての新規
性や、活用されるロボットやそのシステムインテグレーションの技術的な先進性・独
自性等の観点から評価する。

③ ユーザー視点

それぞれの分野におけるロボットの活用によって、その利用者が受ける利益や効用等
の、ユーザーとしての視点から評価する。

④ その他

①～③以外のアピールポイントとして、応募者が書類に記載した事項（実績あるいは期待される社会的インパクト等）を評価する。

(B) ロボット応用システム部門

① 社会的ニーズ

それぞれの分野におけるロボット応用システムのメリット及びニーズの大きさ、これまでの導入・販売実績や将来的な市場創出の期待値等の、社会的ニーズの観点から評価する。

② 先進性・独自性

それぞれの分野におけるロボット応用システムの新規性や、システムインテグレーションの技術的な先進性・独自性等の観点から評価する。

③ ユーザー視点

ロボット応用システムの実用性、利便性、デザイン、経済性（導入・維持コスト等）、ユーザビリティ等の、それぞれの分野におけるユーザーとしての視点から評価する。

④ その他

①～③以外のアピールポイントとして応募者が書類に記載した事項（実績あるいは期待される社会的インパクト等）を評価する。

(C) ロボット部門

① 社会的ニーズ

それぞれの分野におけるロボット活用のメリット及びニーズの大きさ、これまでの導入・販売実績や将来的な市場創出の期待値等の、社会的ニーズの観点から評価する。

② 先進性・独自性

ロボットの機能や性能（速さ、精度、安全性、動作安定性、動作環境の汎用性や操作性等）又はそれらを実現する技術の、先進性や独自性の観点から評価する。

③ ユーザー視点

ロボットの実用性、利便性、デザイン、経済性（導入・維持コスト等）、共通規格への対応、ユーザビリティ等の、それぞれの分野におけるユーザーとしての視点から評価する。

④ その他

①～③以外のアピールポイントとして応募者が書類に記載した事項（実績あるいは期待される社会的インパクト等）を評価する。

(D) 要素技術部門

① 社会的ニーズ

それぞれの分野において活用されるロボットへの実装のメリット及びニーズの大きさ、これまでの実装・販売実績や将来的な市場創出の期待値等の、社会的ニーズの観点から評価する。

- ② 先進性・独自性
ロボットの機能や性能（ロボットの速さ、精度、安全性、動作安定性、動作環境の汎用性や操作性等）を実現する要素技術としての先進性や独自性の観点から評価する。
- ③ ユーザー視点
ロボットの実用性、利便性、デザイン、経済性（導入・維持コスト等）等の向上への寄与や、ロボットに実装するときの容易性や共通規格への対応等の、ユーザーとしての視点から評価する。
- ④ その他
①～③以外のアピールポイントとして、応募者が書類に記載した事項（実績あるいは期待される社会的インパクト等）を評価する。

(E) 研究開発部門

- ① 社会的ニーズ
研究開発の成果が、ロボットやその要素技術として実用化されることによる、それぞれの分野における新たなビジネスやサービスの創出、生産性の向上や労働環境の改善等の社会的課題への対応、将来的な市場創出の期待値等の、社会的ニーズの観点から評価する。
- ② 先進性・独自性
研究開発の成果としての先進性、独自性の観点から評価する。
- ③ ユーザー視点
研究開発の成果として、ロボットの実用性、利便性、デザイン、経済性（導入・維持コスト等）等の向上への寄与や、要素技術としてロボットに実装するときの容易性や共通規格への対応等への寄与等の、ユーザーとしての視点から評価する。
- ④ その他
①～③以外のアピールポイントとして、応募者が書類に記載した事項（実績あるいは期待される社会的インパクト等）を評価する。

(F) 人材育成部門

- ① 社会的ニーズ
それぞれの分野におけるロボットの活用や、ロボットに関連する新たなビジネスやサービスの創出、ロボットやその要素技術の研究開発を担う人材等のロボット分野において活躍する人材の育成への貢献の観点から評価する。
- ② 先進性・独自性
人材育成の方法としての先進性、独自性の観点から評価する。
- ③ ユーザー視点

ロボット分野において活躍したい人材にとって、必要な知識や経験、技能等を効果的かつ効率的に習得できるしくみとなっているか等の、ユーザーとしての視点から評価する。

④ その他

①～③以外のアピールポイントとして、応募者が書類に記載した事項（実績あるいは期待される社会的インパクト等）を評価する。

【応募数】 総数 **161** 件（第7回 151 件）

【応募部門・分野】

	ものづくり分野	サービス分野	介護・医療分野	インフラ・災害対応・建設分野	農林水産業・食品産業分野	
ロボットビジネス・社会実装部門	9	15	7	9	7	47
ロボット応用システム部門	9	1	3	5	2	20
ロボット部門	15	7	8	12	4	46
要素技術部門	7	1	0	1	1	10
研究開発部門	5	2	5	3	8	23
人材育成部門	11	2	1	0	1	15
	56	28	24	30	23	161

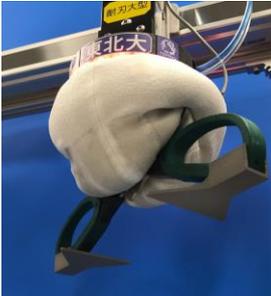
○これまでの実績

	応募数	部門別応募数	受賞件数	表彰式／展示会
第1回（2006年）	152 件	サービスロボット：62 件 産業用ロボット：23 件 公共フロンティア：15 件 中小企業ベンチャー：52 件	10 件	日時：12 月 22 日（金）～23 日（土） 場所：TEPIA（青山） 入場者数：1,001 名
第2回（2007年）	82 件	サービスロボット：49 件 産業用ロボット：6 件 公共フロンティア：12 件 部品・ソフトウェア：15 件	13 件	日時：12 月 21 日（金）～22 日（土） 場所：TEPIA（青山） 入場者数：1,465 名

	応募数	部門別応募数	受賞件数	表彰式／展示会
第3回(2008年)	65件	サービスロボット:44件 産業用ロボット:5件 公共フロンティア:4件 部品・ソフトウェア:12件	8件	日時:12月19日(金) ~21日(日) 場所:TEPIA(青山) 入場者数:2,370名
第4回(2010年)	92件	サービスロボット:48件 産業用ロボット:16件 公共フロンティア:11件 部品・ソフトウェア:17件	12件	日時:11月26日(金) ~28日(日) 場所:日本科学未来館 入場者数:5,189名
第5回(2012年)	83件	サービスロボット:18件 産業用ロボット:18件 公共フロンティア:16件 部品・ソフトウェア:15件 ロボットビジネス/社会実装部門(新設):16件	10件	日時:10月17日(水) ~19日(金) 場所:東京ビッグサイト東3ホール 入場者数:9,413名
第6回(2014年)	86件	サービスロボット:32件 産業用ロボット:22件 公共・特殊環境ロボット部門:10件 部品・ソフトウェア:14件 ロボットビジネス/社会実装部門(新設):8件	10件	日時:10月15日(水) ~17日(金) 場所:東京ビッグサイト東3ホール 入場者数:16,626名
第7回(2016年)	151件	ものづくり分野:44件 サービス分野:26件 介護・医療分野:41件 インフラ・災害対応・建設分野:15件 農林水産業・食品産業分野:25件	15件	日時:10月19日(水)~21日(金) 場所:東京ビッグサイト東3ホール 入場者数:29,260名

7.2 「第8回ロボット大賞」の実績

7.2.1 「第8回ロボット大賞」受賞ロボット

<p>経済産業大臣賞／総務大臣賞</p>	<p>ZDT（ゼロダウンタイム） 【ファナック株式会社】</p>
 <p>機械部の状態診断 プロセスの状態診断 予防保全 システムの状態診断</p>	<p>【概要】 工場稼働している産業用ロボットをネットワークで接続し、ロボットからの情報をサーバで集中管理することで、予防保全や故障予知を実現し、ダウンタイム（稼働停止時間）をゼロにするIoT技術。ロボットの機構部やシステムの状態を監視し、実際に故障を予知した場合には顧客に自動でメール通知したり、サービス員が電話連絡して注意を喚起することでダウンタイムを未然に防ぐことができる。</p> <p>【評価のポイント】 世界に先駆けてIoTシステムの事業化を実現し、製品のIoT化による新たな顧客価値の創出とともに、収益事業として成功させた事業実績を高く評価。本システムは製造業における生産性向上や保守要員不足といった課題解決に寄与するという点に加え、製品のネットワーク化によるビッグデータ解析を通じた新たなソリューションの提供という、情報通信技術を有効に活用したモデルを示したという観点での功績も大きい。</p>
<p>文部科学大臣賞</p>	<p>耐切削性式の柔剛切替グリップ機構「Omni-Gripper」 【国立大学法人 東北大学（田所・昆陽・多田隈 研究室）】</p>
	<p>【概要】 袋自体に柔剛切替機構を持たせるために、袋膜間に粉体を充填して三層構造とすることで、粉体充填量を少なくし、それにより高い柔軟性を特徴とする新たなグリップ機構。 従来の袋型グリップと比べて低い押付力でも対象物形状へのなじみ性が高く、さらに素材の工夫により耐切削性を保有するため鋭利な対象物でも袋が破けることなく把持することが可能。</p> <p>【評価のポイント】 瓦礫群が存在する災害等での現場ニーズに対応した技術となっており実用的である点に加え、グリップの機構だけでなく素材やグリップの製造面に至るまで総合的に検討がなされるなど独自性が高く、学内でのベンチャービジネス支援プログラムにも採択されるなど、今後の事業展開が期待される点を高く評価。</p>
<p>厚生労働大臣賞</p>	<p>ウエルウオーク WW-1000 【トヨタ自動車株式会社／藤田医科大学（学校法人藤田学園）】</p>
	<p>【概要】 脳卒中などによる下肢麻痺者を対象とする、リハビリテーション支援ロボット。運動学習理論に基づいた様々な機能の一つのロボットシステムにインテグレーションした。患者の能力に合わせた練習難易度の調整機能や、患者自身に状態をフィードバックする機能等を豊富に備えているほか、簡単な着脱、操作パネルによる一括操作など、ユーザー視点で作られた機能、構造によって臨床現場での使い易さを実現している。</p> <p>【評価のポイント】 既に存在する技術をもとに、豊富な現場ニーズを最大限取り込むことを念頭に置いて開発が行われており、リハビリ現場に導入されることを第一に考えた社会実装の面を高く評価。また、機器の導入だけでなく導入時に併せて必要な研修やベストプラクティスの共有が行われており、結果として当初の目標を大幅に上回るスピードで導入が進むなど、事業性の面でも今後が期待される。</p>
<p>農林水産大臣賞</p>	<p>完全自動飛行のドローンによる「空からの精密農業」 【株式会社ナイルワークス】</p>
	<p>【概要】 農業用ドローンおよび生育診断クラウドサービスを稲作農家向けに提供する農業ビジネスで、ドローンを作物上空30～50cmの至近距離を飛行させることにより、薬剤の飛散量を大幅に抑えるだけでなく、作物の生育状態を1株ごとにリアルタイムで診断し、その診断結果に基づいて最適量の肥料・農薬を1株単位の精度で散布する新しい精密農業の実現に取り組む。</p> <p>【評価のポイント】 自動運転や自動散布、生育自動診断といった技術がドローンを活用したサービスとして実装されており、低空飛行ドローンによる新たな精密農業に取り組んでいるという先進性および独自性を高く評価。開発に当たっては農園と一体となって現場の課題を解決しながら進めており、米以外の農作物への応用の可能性があるなど、スマート農業の推進という観点からも今後が期待される。</p>

<p style="text-align: center;">国土交通大臣賞</p>	<p>ドローンを用いた火山噴火時の土石流予測システム 【国立大学法人東北大学 フィールドロボティクス研究室／国際航業株式会社／株式会社イームスロボ／学校法人工学院大学 システムインテグレーション研究室】</p>
	<p>【概要】 ドローンと各種センシング技術を活用して、火山噴火時の立入制限区域内における地形情報、降灰厚、灰の種類、雨量に関する情報を遠隔から取得し、これらの情報を用いて現実に即した土石流発生予測を行うシミュレーションが可能となるシステムを開発。</p> <p>【評価のポイント】 これまで困難であった噴火直後の立入制限区域において観測を行う技術を確認したことにより、現状の土石流シミュレーションの精度を大幅に向上させることができる実用性の面に加え、個々の観測技術の一つのシステムに統合したパッケージ技術として完結させている独創性を高く評価。また、本技術は火山だけでなく大雨や火災など他の災害への展開も期待され、本技術が持つ社会的なインパクトは十分に大きい。</p>
<p style="text-align: center;">中小・ベンチャー企業賞 (中小企業庁長官賞)</p>	<p>ホタテ貝柱自動生剥きロボット「オートシェラー」を中核とする水産加工システム 【株式会社ニッコー】</p>
	<p>【概要】 ホタテ貝の選別、投入、加工処理の3つの工程により構成され、1時間あたり5,760枚分の加工処理能力を有するロボットシステム。貝に付着した異物を高速ブラッシングで除去するとともに、貝表面を水蒸気で瞬間的に加熱処理して上貝を吸着パッドで開口した後、内臓全体を吸引ノズルで瞬時に吸引排出し、下貝に残った貝柱を独自開発したカッターで自動切断することで、生の貝柱だけを回収することが可能。</p> <p>【評価のポイント】 湧別漁業協同組合とともに現場の作業手順等を踏まえつつ開発を進めたことにより、個体差のあるホタテの加工自動化を実現することができ、ロボット技術適用の成功例といえる点を評価。また、日本の主要水産輸出品であるホタテ貝柱の安定供給と海外輸出の拡大にも寄与するとともに、北海道沿岸地域の基幹産業である水産加工業の持続的発展のモデルを示したことの功績は大きい。</p>
<p style="text-align: center;">日本機械工業連合会会長賞</p>	<p>自動搬送ロボット導入による料亭の接客サービスの効率化 【がんこフードサービス株式会社】</p>
	<p>【概要】 労働集約型サービス産業の1領域である料亭において、料理を配膳場から客席前まで運搬するサービスを代替する搬送ロボットを導入することで、サービスの提供プロセスにロボットを組み込んだ取組。ロボットを従業員と顧客が混在するサービス提供現場で運用し、運搬プロセスをロボットが担うことで、接客係は料理を配膳に取りに行く必要がなく、配膳係は接客係まで料理を届ける必要がなくなるという運用を実現。</p> <p>【評価のポイント】 業務運営上の品質管理面だけでなく、人間との衝突回避といった安全面を考慮しつつ、従業員・顧客・ロボットが同じサービス空間で共存するモデルを示したという社会実装の面を評価。また、ロボット導入前後の人流やロボットの動線などの各種データの計測を行い、その分析を通じて作業システムの改善やロボット稼働率の向上といった形で改良が進められており、今後の更なる展開が期待される。</p>
<p style="text-align: center;">日本機械工業連合会会長賞</p>	<p>小型ロボット MotomINI 【株式会社安川電機】</p>
	<p>【概要】 可搬質量0.5Kg、最大リーチ350mmで本体質量が約7Kgという、小型軽量で卓上サイズの6軸垂直多関節ロボット。クレーンなどを使わずに人手で設置することができ、最小の設置面積でロボットシステムを構築することができるほか、装置の中に組み込むことも可能。</p> <p>【評価のポイント】 小型化にあたり、従来の産業用ロボットとは異なり内骨格構造を採用することで、モータやケーブル、減速機などの構成要素をコンパクトに集約することを可能にした設計上の工夫に加え、小型かつ軽量でありながら十分な手先位置精度と加減速を実現しており、これまでに産業用ロボットの導入が進んでいない様々な作業工程に導入されることが期待される点を評価。</p>

7.2.2 「第8回ロボット大賞」表彰式および受賞者ロボット合同展示

人とロボットが共生し協働する世界の実現を念頭にしたロボットの国際大会「World Robot Summit 2018（東京大会）」において、「第8回ロボット大賞」の表彰式と合同展示を行った。

World Robot Summit 2018 開催概要

【日時】2018年10月17日（水）～19日（金）10：00～17：00

【会場】東京ビッグサイト 東6・7・8ホール

（展示会を東6ホール、競技会を東7・8ホールにて開催）

【来場者数】76,374名 ※同時開催展「Japan Robot Week 2018」を含めた来場者数

「第8回ロボット大賞」

共催 経済産業省（幹事）、日本機械工業連合会（幹事）、総務省、文部科学省、厚生労働省、農林水産省、国土交通省

内容：受賞式と受賞ロボットの合同展示



【ロボット大賞表彰式】



【メインステージでの講演】



【WRS展示風景】



【WRS 競技風景】

○表彰式

日時：2018年10月17日（水）10：10～11：30

場所：東京ビッグサイト 東6ホール、World Robot Summit メインステージ



【共催者（幹事）挨拶】

日本機械工業連合会 大宮会長



【受賞者代表挨拶】

ファナック 稲葉会長



【総評】

審査特別委員会 川村委員長



経済産業大臣賞表彰の様子



【受賞者全体記念撮影】

○受賞ロボット合同展示

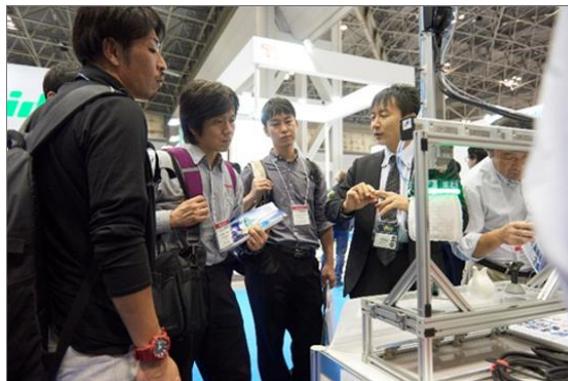
10月17日(水)～19日(金) 10:00～17:00



経済産業大臣賞 総務大臣賞

ファナック株式会社

ZDT (ゼロダウンタイム)



文部科学大臣賞

国立大学法人東北大学 (田所・昆陽・多田限 研究室)

耐切削性式の柔剛切替グリップ機構「Omni-Gripper」



厚生労働大臣賞

トヨタ自動車株式会社／藤田医科大学 (学校法人藤田学園)

ウェルウォーク WW-1000



優秀賞 (サービス分野)

株式会社 ATOUN

パワードウェア ATOUN MODEL Y



優秀賞 (インフラ・災害対応・建設分野)

大成建設株式会社／国立大学法人筑波大学

コンクリート床仕上げロボット「T-iROBO® Slab Finisher」

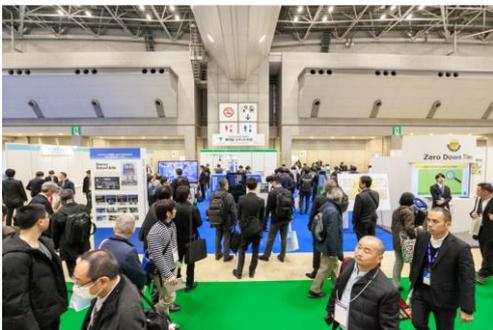


合同展示風景

7.2.3 「2019 国際ロボット展」での「ロボット大賞」PR活動

日時：2019年12月18日（水）～12月21日（土）10：00～17：00

場所：東京ビッグサイト ホール西4 来場者数：141,133名



7.2.4 公式HPでのPR

「ロボット大賞」の公式HPサイトを使用して合同展示の紹介を行った。

ニュース

20.1.9
第9回ロボット大賞 エントリーを開始しました。
募集開始は2020年4月上旬からの予定です。

19.12.23
2019国際ロボット展（12月18日（水）～21日（土）東京ビッグサイト）にて「第8回ロボット大賞」受賞ロボットを展示しました。

- 2019国際ロボット展について
<https://biz.nikkan.co.jp/eve/irex/>
- 「第8回ロボット大賞」ガイドブック
ダウンロードはこちらから



- 「第9回ロボット大賞」募集要項リーフレット
ダウンロードはこちらから



19.10.10
「第9回ロボット大賞」の募集は、2020年4月上旬～6月上旬 エントリーは12月より開始予定です。

18.10.19
「第8回ロボット大賞」ガイドブックをアップしました。
ダウンロードはこちらから



18.10.19
第8回ロボット大賞 表彰式と合同展示を行いました！



7.3 「第8回ロボット大賞」受賞後のアンケート調査結果

「第8回ロボット大賞」受賞企業・団体への受賞後のアンケート調査を行い、下記の回答を得た。(12社・団体より回答)



第8章 まとめ「ロボット大賞」表彰事業の見直し案の提示

8.1 審査・運営委員会における検討

8.1.1 第1回 審査・運営委員会における検討

日時：2019年7月12日（金）15：00～17：00

検討内容：

【内閣総理大臣賞創設の検討】

【第9回ロボット大賞実施要項等についての検討】

- ・ 『サービス分野』について、「情報通信および情報処理分野」を「サービス分野」から分離して新設することを検討する。
- ・ 『介護・医療分野』に「健康分野」も追加する。

8.1.2 第2回 審査・運営委員会における検討

日時：2019年11月25日（月） 14：00～16：00

検討内容：

【内閣総理大臣賞創設の検討】

- ・ 検討の結果、第9回ロボット大賞での内閣総理大臣賞創設は見送りの方向となった。

【第9回ロボット大賞実施要項についての検討】

- ・ 高度 ICT 基盤技術部門、ICT 利活用分野を新設する。健康分野を追加する。第9回募集要項部門・分野は下記の通り。

(部門)

ビジネス・社会実装部門
ロボット応用システム部門
ロボット部門
要素技術部門
高度 ICT 基盤技術部門
研究開発部門
人材育成部門

(分野)

ものづくり分野
サービス分野

ICT 利活用分野

介護・医療・健康分野

社会インフラ・災害対応・消防分野

農林水産業・食品産業分野

【募集要項の検討】

- ・ 各表彰位の説明文を募集要項に掲載する（Web 含む）。

8.1.3 第3回 審査・運営委員会における検討

日時： 書面審議（コロナウイルス・リスクへの懸念から書面審議となった）

検討内容：

- ・ 将来的にはSDGsからの視点も必要になるのではないかという意見がある。
- ・ 社会インフラ・災害対応・消防分野は国交省系と総務省系が入っているので、応募者への配慮が必要ではないか。
- ・ 実施要項は「表彰制度」としての記述ではなく、「第9回ロボット大賞表彰事業」としての記述にする。

8.2 生活の質の向上に資するロボット

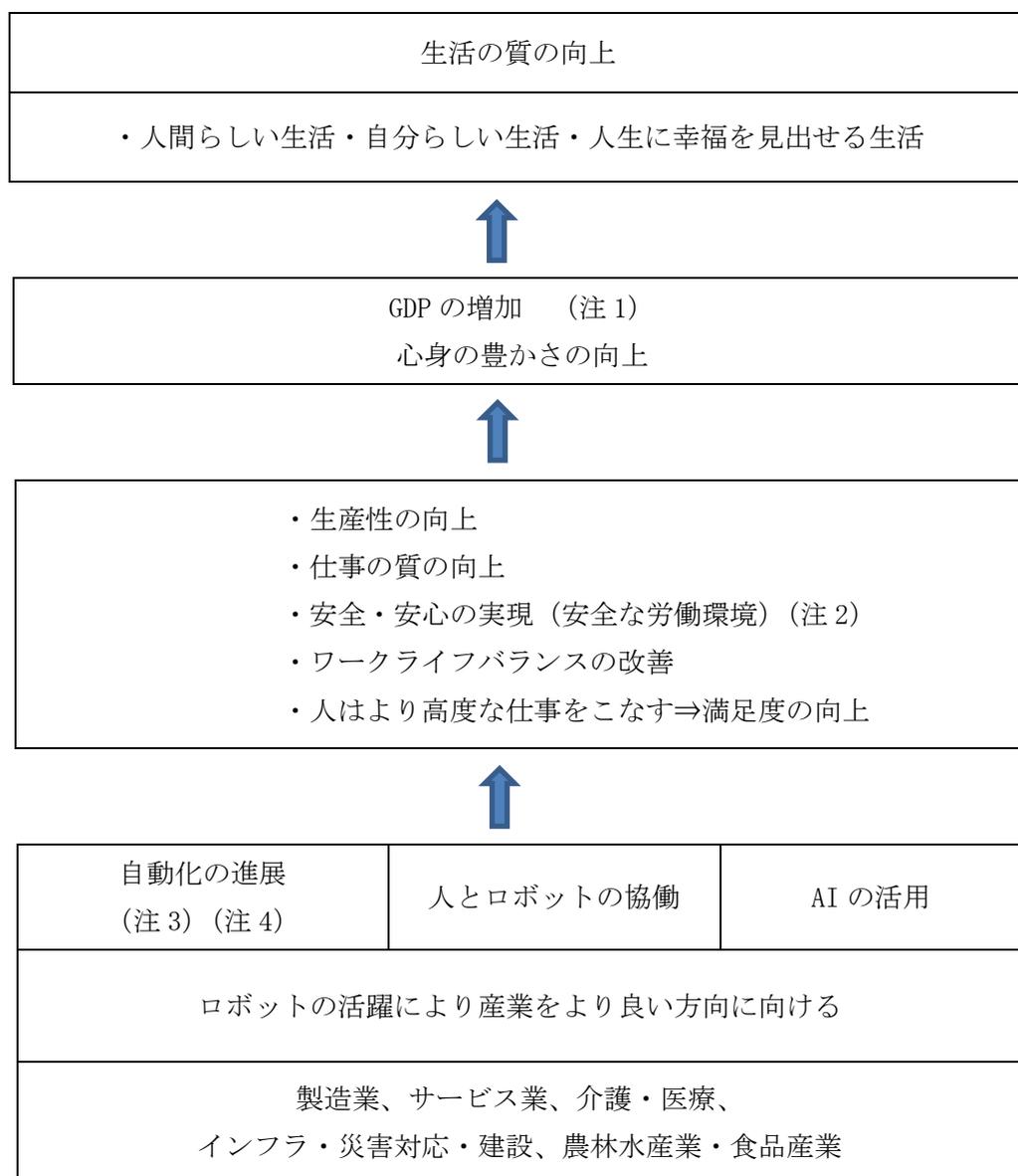
「ロボット大賞」表彰事業及びそれに関連する「調査研究」事業は、JKAの補助を受けて実施されている。本事業では、全てのロボットは「生活の質の向上」のためにあると考えている。

例えば、製造業のロボット化により生産性の向上、安全性の向上を図ることができる。産業の中で膨大な割合を占める単調な作業をロボットが担うように自動化することにより、その結果生じた人的資源の余裕を、よりクリエイティブな仕事に回すことができる。つまり、自動化で人々の仕事の質を良くし、さらには生活の質を良くすることができる。

今後も「生活の質の向上に資するロボット」を表彰するという観点から、ロボット大賞表彰事業を運営して行きたいと考えている。

次ページに「生活の質の向上に資するロボット模式図」を示す。

生活の質の向上に資するロボット模式図



(注 1) GDP の増加は生活の質の向上と強い関係がある。

(注 2) 単純・危険性のある作業をロボットに代替⇒ケガの少ない安全な労働環境。

(注 3) 自動化技術への重点投資と GDP の増加には相関関係がある。

(注 4) ロボット自動化技術の革新による生産性の向上。

自動化により人々の生活の質を良くする。