

熊本学園大学産業経営研究第37号抜刷

2018年3月発行

産学官連携プラットフォームとロボット産業クラスター

田 中 利 彦

熊 本 学 園 大 学

産 業 経 営 研 究 所

The Institute of Economics and Business
KGU, Kumamoto Japan

産学官連携プラットフォームとロボット産業クラスター

田 中 利 彦

はじめに

1970年代後半の「鉄冷え」以降、北九州市の人口は企業流出に伴って減少を続け、ピーク時の107万人から95万人へと減少している。北九州市は産業衰退の危機に直面するなか、全国初の国立・公立・私立の3大学が立地する北九州学術研究都市を建設し、北九州産業学術推進機構をキャンパスの中心に置き、知の集積を活用した産学官連携プラットフォームの構築による産業振興を推進してきた。

北九州市は、かつての重厚長大産業からの構造転換を進め、ロボット、自動車、環境産業の振興に力を注いでいる。特にロボット産業は、急速に成長することが期待されているとともに、世界的な産業用ロボットメーカーである安川電機が100年以上にわたって本拠地を構えていることから、有望な産業振興のターゲットとなっている。経済産業省・NEDOの調査（2010年公表）によれば、ロボット産業は2015年には1.6兆円、35年には9.7兆円へと世界市場が急拡大することが予測されている。中でも医療、介護・福祉等を含むサービス分野のロボット市場の成長は群を抜き、2015年には0.4兆円、35年には5兆円に達するものと予測されている。北九州市では、他地域と比較して優位な状況にある産学官のポテンシャルを活用し、産学官連携プラットフォームのもと、急速に成長するロボット産業をターゲットとしたクラスター形成を目指している。

そこで本稿では、継続的人口減と政令指定都

市最大の高齢化率に悩む北九州市におけるロボット産業クラスターに焦点を当て、産学官連携プラットフォームの観点から北九州市の産業振興策について検討を加える。

まず第1節では、プラットフォームに関する先行研究に基づき、産学官連携プラットフォームについて考察し、北九州市のロボット産業クラスターを評価に当たっての枠組みを提示する。次いで第2節では、北九州市のロボット産業クラスター形成に向けた取り組みとその実態についてみていくことにする。続いて第3節では、国家戦略特区を活用した、北九州市にける介護ロボット等の実証事業の取り組みについて検討する。さらに第4節では、ロボット産業クラスター形成において中心に位置する、産業用ロボットの世界的なトップメーカーである安川電機を取り上げ、その事業展開をみていくことにする。最後に第5節では、産学官連携プラットフォームの観点から北九州市におけるロボット産業クラスターについて評価を試みる。

1. 産学官連携プラットフォームの定義

地域経済活性化に向けた、共同研究を目的とした産学官連携プラットフォームについて考えるに当たって、まずプラットフォームに関する定義を明確にすることが必要である。ビジネス・経済活動におけるプラットフォームの重要性について、各種文献において取り上げられているが、その定義には差異がみられる。

平野・ハギウ（2010）¹は、プラットフォーム

戦略に関し、「多くの関係するグループを“場（プラットフォーム）”に乗せることによって新しい事業のエコシステムを創造する戦略」と定義している。プラットフォーム自体の直接的な定義は避け、プラットフォームによって提供される機能としてマッチング機能、コスト削減機能、ブランディング機能、外部ネットワーク効果、三角プリズム効果の5つの機能を挙げている。マッチング機能は複数のグループの交流を促し結びつける機能であり、コスト削減機能は各グループにおいて個別に対応するよりも低コストで実行できる機能である。ブランディング機能は安心感（ブランド）を提供し製品・サービスの質を担保する機能であり、外部ネットワーク効果は信頼度の醸成により評判を高め、バイラル効果によって外部へ波及していく機能である。そして三角プリズム効果は通常では直接に相互作用が及ばないグループを結びつける機能である。

一方、尾原（2015）ⁱⁱはIT企業におけるプラットフォームを論じる中で、プラットフォームとは、「個人や企業などのプレイヤーが参加することではじめて価値を持ち、また参加者が増えれば増えるほど価値が増幅する、主にIT企業が展開するインターネットサービス」と定義している。あるいは、「ある財やサービスの利用者が増加すると、その利便性や効用が増加する“ネットワーク外部性”がはたらくインターネットサービス」だと述べている。その上でプラットフォーム運営において欠かせない視点として、マキンゼー&カンパニーが提唱する「7S（Seven S model）」の中心に位置する共有価値観を挙げているⁱⁱⁱ。また山田（2015）^{iv}は、大学発ベンチャーを論じる中で企業家プラットフォームという言葉を使う一方、プラットフォーム自体の定義を行うことなく、事業創造の“場”を暗に示唆している。大学発ベンチャーによるクラスターの形成には、「ベンチャー創造を担う企業家タイプIとこのようなベンチャー創造を方向づけるミクロのレベルの

現象と、擁護し鼓舞する企業家プラットフォームづくりにかかわる企業家タイプIIのメゾレベルのコンテクストの両方が必要であり、ミクロとメゾの相互作用が肝になってくる」と述べている。

これに対し、国領ほか（2011）^vは、プラットフォームを明確に定義し、「多様な主体が協働する際に、協働を促進するコミュニケーションの基礎となる道具や仕組み」と規定している。またプラットフォームには、ネットワーク外部性と創発という世界を変えうる力の源泉があると指摘している。ネットワーク外部性とは利用者が増えるほど加速度的に利便性が高まることであり、創発については「複数の主体が相互作用することで、必ずしも予測できない付加価値が生み出されること」と定義している。その上でプラットフォームを設計するには、①コミュニケーション・パターンの設計、②役割の設計、③インセンティブの設計、④信頼形成メカニズムの設計、⑤参加者の内部変化のマネジメントの5つの観点から検討することが必要とされている。まず、コミュニケーション・パターンの設計はプラットフォームの参加者やそこで扱われるモノ、行われる行為がどのようにつながるかを情報の経路の側面から設計することである。役割の設計はプラットフォームの参加者の中での役割分担、さらには複数プラットフォームの役割分担に関する設計である。また、インセンティブの設計はプラットフォームへの参加を促すインセンティブの与え方であり、信頼形成メカニズムの設計はプラットフォームの参加者が互いに逸脱した行動をしない、裏切らないというメカニズムの形成である。最後に、参加者の内部変化のマネジメントはプラットフォームが現れることにより生じる変化に参加者は対処する必要があるということである。

以上みてきたことから分かるように、共同研究を目的とした産学官連携プラットフォームの望ましい在り方を明確に捉えるには、国領ほか（2011）のプラットフォームの定義及び設計に

関する考え方を援用することが適当といえる。したがって、産学官連携のプラットフォームは「産学官が協働する際に、協働を促進するマッチングの基礎となる仕組み」と定義できる。産学官連携プラットフォームを設計するには、①役割分担の設計、②マッチング機能の設計、③インセンティブの設計、④参加者の内部変化のマネジメントが必要となる。

役割分担の設計に関しては、プラットフォームは通常、地域経済の振興を目的に設けられるため、官がプラットフォームを構築し運営することになる。学は技術シーズを提供し、産は事業化ニーズを提示するという役割を付与された参加者となる。学は技術シーズが製品化されることにメリットを感じ、産は新たな製品を開発・販売できるようになることにメリットを感じることから、逸脱した行動や裏切りを防ぐための信頼のメカニズムを設計する必要は殆どない。もちろん、大学の産学連携センター、民間企業団体などがプラットフォーム構築の担い手となることは可能性としてある。

マッチング機能の設計についてはまず、プラットフォーム運営者が学と産の情報に精通し、産学官のマッチングに向けて説得力を発揮できる力を備えていることが不可欠である。また、学、産のそれぞれにおける数名のキーパーソンと太いパイプを持つことにより、キーパーソンの力を活用した円滑な産学の結び付けを可能にすることも重要である。さらに、マッチング事例を積み重ねていくことにより、プラットフォーム運営者と参加者間、産学間のみならず、産同士、学同士が結びつきを強める仕組みが必要といえる。

インセンティブの設計については、プラットフォームにできるだけ多くの参加者を集めるため、参加のメリットを強くアピールできるようなインセンティブを用意する必要がある。プラットフォームに参加することにより、学にとっては技術シーズの実用化が早いスピードで実現するとともに、産業として大きく花を開く

可能性が高まる仕組みがインセンティブとなる。産にとってはニーズの製品化が加速し、新規事業として企業経営を支えるようになる仕組みがインセンティブとなる。

参加者の内部変化のマネジメントについては、プラットフォームを効果的に機能させるにはオープンイノベーションに対応できる体制づくりが産学双方にとって重要である。学においては組織内にプラットフォームへの参加のハードルを低くする支援体制と、それへの参加を奨励するとともに参加による成果を評価するシステムが必要となる。産においては各企業がオープンイノベーションの必要性を強く認識するとともに、学と連携して仕事をするための組織づくり、人材育成が必要となる。

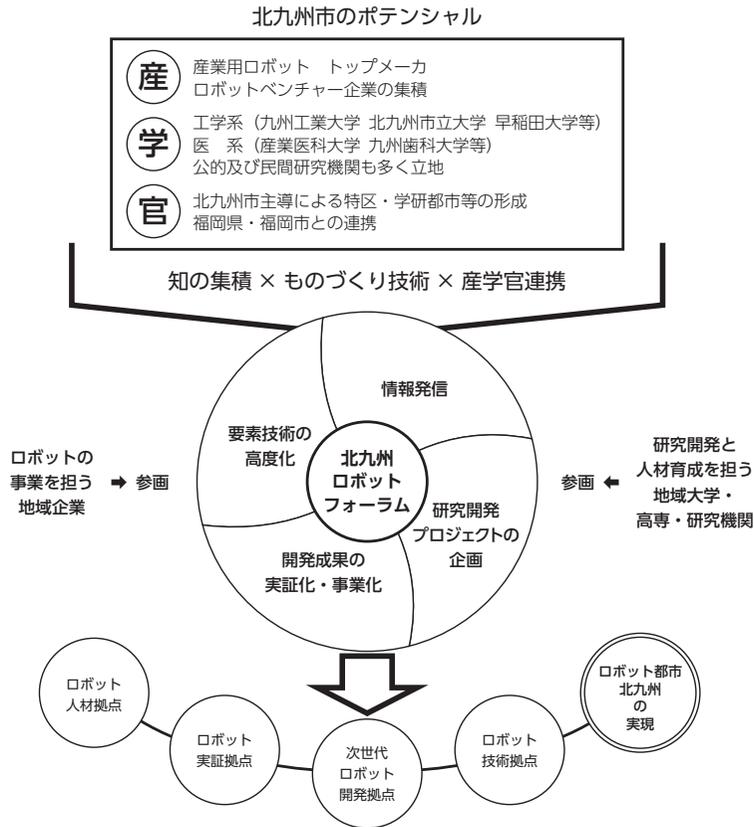
2. 北九州におけるロボット産業クラスターの形成

(1) 北九州市のロボット産業振興策の展開

北九州市では、世界的な産業用ロボットメーカーである(株)安川電機やロボットベンチャー企業等の集積、ロボット関連技術の研究に取り組む大学等研究機関の存在を背景に、ロボット産業クラスターの形成を推進してきた。福岡県、福岡市と共に、ロボット産業振興会議を2003年5月に設立し、同年11月にロボット開発・実証実験特区の認定を受け、公道上でのロボット歩行実証実験を開始した。さらに06年3月には、“ロボット都市・北九州”（図1）を目指す推進母体として北九州ロボットフォーラムを設立した。産業界、大学、行政が一体となって、ロボットの研究開発にとどまらず、実証化・事業化に向けた取り組みを強化することを狙いとしていた^{vi}。

北九州ロボットフォーラムの会長には九州工業大学尾家学長が就き、副会長に安川電機理事、北九州商工会議所副会頭、北九州工業高等専門学校校長が就いている。会員数は212団体・個人に達し、そのうち民間企業が116社、大学教

図1 “ロボット都市・北九州”のビジョン



(出所) 北九州ロボットフォーラム Web ページ (2017年5月取得)、北九州ロボットフォーラムパンフレット (2015年11月) より作成。

員等が76名となっている（会費無料、2017年2月時点）。北九州市新産業振興課と（公財）北九州産業学術推進機構（FAIS）ロボット技術センターが事務局を担当し、北九州ロボットフォーラムでは(1)ロボット研究開発の支援、(2)ロボット実用化・事業化の支援、(3)人材育成の推進、(4)情報発信・交流の促進の4つの事業を実施した。実際の事業実施に当たっては、ロボット技術センターが中核推進機関としての役割を担ってきた。

北九州市では2013年3月に、北九州市新成長戦略を策定し、ロボット産業を高付加価値ものづくりクラスターの1つとして位置づけ、「我

が国をリードするロボット産業拠点の形成～ロボットと共存する街北九州～」を目標に掲げた。これに呼応して北九州ロボットフォーラムでは、産学官が連携・協調し、新たなロボット産業振興の一步を踏み出すため、14年3月に北九州市ロボット産業振興プランを作成した。

このロボット産業振興プランでは、産業用ロボットの国内外シェアの拡大、民生用ロボットの開発支援、地域企業のロボット導入支援を3本柱としてプロジェクトを推進することを目的としていた。重点施策として、産業用ロボット導入支援センターの運営、高齢化社会に対応した地域企業競争力強化支援事業、介護・生活支

援ロボットの開発・導入促進、中小企業向け製造ロボット「Kロボット」の開発などを掲げた。数値目標として、3年間で県内ロボット製造業の製造品出荷額10%以上拡大、環境配慮型ロボット製品開発支援6件、国・FAIS等プロジェクト獲得支援12件、医療・福祉・介護ロボット実証実験支援6件、コスト削減実現企業18社を目指した。

北九州ロボットフォーラムの4つの事業を順にみていくと、事業(1)ロボット研究開発の支援では、市内発ロボット創生事業を実施するとともに、研究開発プロジェクトへのコーディネート支援を行っている。市内発ロボット創生事業は、ロボットの試作・製作テーマを募集し、選定されたテーマに関して結成された研究会メンバーの中心企業に対し、ロボットの開発を委託するという事業である。選定されたテーマに対し、ロボット開発のニーズ調査、試作、実証実験、事業化支援までのトータルサポートを目指すもので、委託費は上限250万円となっている。一方、研究開発プロジェクトへのコーディネート支援は、市内の大学や企業等で進められている様々な研究開発プロジェクトに対し、研究会の運営や技術的課題への助言、ユーザー側とのマッチングや公的研究開発助成の獲得支援などのコーディネート活動を行うものである。

市内発ロボット創生事業について、過去2年間(2014、15年)の実績をみると^{vii}、14年度はテーマ「中小企業向け製造ロボット(K-ロボット)の安全アームモジュールの開発」で、15年度はテーマ「回復期リハビリ用バランス訓練ロボットの開発」で事業が実施された(表1)。前者では、軽量コンパクトな構造を有し、衝突時の安全性を考慮したワイヤー駆動メカニズムを採用し、人間とロボットが協働作業できる安全性の高いアームモジュールを試作した。北九州市立大学岡田教授、清田教授をリーダーとして(株)石川鉄工所ほか2社が参加し、産学連携により開発が行われた。後者は、脳卒中・重大事故等から自宅復帰を目指すリハビリに必要なバ

ランス訓練を支援するロボットを試作した。九州栄養福祉大学の高橋教授をリーダーとし、アイクオーク(株)、福岡県工業技術センター、西九州大学が参加し、産学官の連携体制が構築された。一方、研究開発プロジェクトへのコーディネート支援については、14年度は在宅用歩行訓練ロボット、小型下肢運動補助ロボット、船底清掃水中ロボット、使用済薬剤自動識別ロボット^{viii}、鉄道車両洗浄ロボットの6件の開発に対して実施された。船底清掃水中ロボット、鉄道車両洗浄ロボットはそれぞれ、13年度、14年度のロボット産業振興会議(後述)の環境配慮型ロボット製品を対象とした開発支援事業の助成を受けている。15年度はK-ロボットのマニピュレータシステム、ドローン協調制御システム、乾式BMI(ブレイン・マシン・インターフェース)の無線化技術の3件の開発に対して実施された。

北九州市における、産学官連携によるロボット開発について、2008年から開始された市内発ロボット創生事業(表1)に焦点を当てることにより、その実態をみる事ができる。まず、プロジェクト名をみると、全体で13件のうち医療・福祉用ロボットが6件と最も多く、産業用ロボットが2件、その他のロボットが5件となっている。新たなロボットのニーズが医療・福祉分野に多くあることを反映した結果といえる。産業用ロボットについては、中小企業において導入しやすいロボットがなかったことから、そのニーズに対応する形で開発が進められた。その他のロボットについては、移動ロボット、観測ロボットをターゲットにし、新たな分野を切り開くことを狙いとしていた。

次にプロジェクトリーダーをみると、北九州学術研究都市に立地する九州工業大学、北九州市立大学、早稲田大学を始めとする、市内の大学(校)・高専による産学共同研究への積極的な取り組みをみることができる。特に九州工業大学、北九州市立大学はプロジェクトリーダーをそれぞれ4件、3件引き受けており、両大学の

表 1 市内発ロボット創生事業の状況

年度	プロジェクト名	プロジェクトリーダー	参加企業・大学等
2008	テーマパーク向け移動ロボット	九州工業大学	RoboPlus ひびきの(株) 他 4 社、福岡県工業技術センター
〃	医療用ロボットハンド	北九州市立大学	(有)テックアビール 他 1 社、九州産業大学、産業医科大学 他 1 大学
2009	医療用上肢リハビリロボット	北九州市立大学	リーフ(株) 他 2 社、産業医科大学 他 1 大学校
〃	会話をターゲットとしたロボット制御機能のワンチップ化	九州工業大学	(株)キットヒット 他 1 社
2010	脊髄損傷者向け立位保持訓練ロボット	九州産業大学	ロボフューチャー(株)、総合せき損センター
〃	干潟航行観測ロボット	九州職業能力開発大学校	(株)ブラテック 他 1 社
2011	高齢者・身障者用卓上型機能維持・回復訓練システム	早稲田大学	リーフ(株) 他 1 社、産業医科大学、九州産業大学
〃	ハイブリッド型飛行観測システム	北九州工業高等専門学校	(株)ふるさとカンパニー、北九州市立大学、九州工業大学 他 1 大学校
2012	空港内手荷物カートの低コストロボット化技術の開発	九州工業大学	(有)ICS SAKABE 他 2 社
〃	医療用使用済薬剤自動識別ロボット開発	北九州工業高等専門学校	オオクマ電子(株)、おんが病院
2013	北九州発！中小企業向け製造ロボット開発のためのニーズ調査と仕様策定	九州工業大学	前田機工(株) 他 1 社、北九州市立大学
2014	中小企業向け製造ロボットの安全アームモジュールの開発	北九州市立大学	(株)石川鉄工所 他 2 社
2015	回復期リハビリ用バランス訓練ロボットの開発	九州栄養福祉大学	アイクォーク(株)、西九州大学、福岡県工業技術センター

(注) プロジェクトリーダーについてはリーダーの所属大学を示し、参加企業・大学等欄には当該大学名を省いている。
(出所)『北九州ロボットフォーラム事業報告』北九州ロボットフォーラムの各年度版より作成。

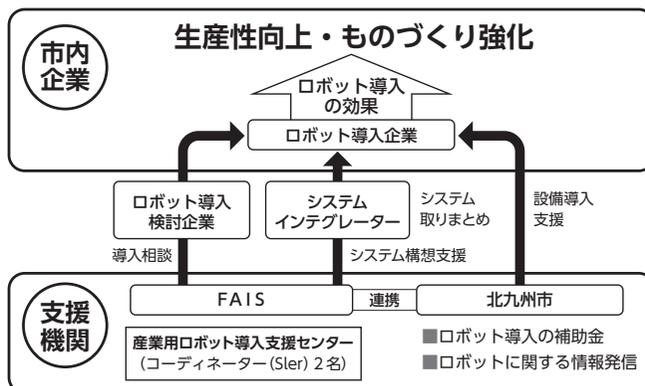
産学共同研究への積極的関与が目立っている。次いで北九州工業高等専門学校が 2 件となっており、3 者で全体の 7 割を占めている。表 1 に記載されている大学(校)・高専名のうち、九州産業大学(福岡市)、西九州大学(佐賀県神埼市)を除いて市内の大学(校)・高専であり、産業医科大学は医工連携による共同研究の必要性から 3 件に参加している。

一方、産学共同研究への参加企業をみると、市内発ロボット創生事業は初期において大学発ベンチャーがメインの企業となって実施されたが、その後はメインが中小企業へと移ってきていることが分かる。RoboPlus ひびきの(株)、(株)ブラテック、(株)キットヒットといった九州工業

大学発ベンチャーが、初期においては産学共同研究において重要な役割を担ってきた。これらの企業は北九州学術研究都市のインキュベーション施設に入居し、ロボット開発に取り組んだ^{ix}。それは、初期において技術シーズをもとに産学共同研究を始めようとしても、すぐに参加できる民間企業を見つけ出すのが難しかったことによるものであった。

次に、事業(2)ロボット実用化・事業化の支援についてみると、ロボット関連製品の試作品に対し、公共施設等を実証フィールドとして提供することを行っている。また同時に、その製品・技術及び研究成果の発表を通して、ビジネスチャンスの創出を図ることを狙いとした。

図2 ロボット導入支援の仕組み



(出所) 産業用ロボット導入支援センターパンフレット (2016年11月) による。

2014年度は空港用手荷物カートロボット、運動競技場ライン引きロボットの実証実験を実施した。15年度は14年度の2件に加えて、鉄道車両洗浄ロボット、スレート屋根補修ロボット、K-ロボットの万能ハンドの実証実験を実施した。

事業(3)人材育成の推進についてみると、北九州学術研究都市の大学・大学院生による主体的な研究開発・ものづくりプロジェクトを支援する事業に取り組んでいる。ひびきの高度ものづくり実践人材育成事業として、学生主体のプロジェクトへの公募助成である、ひびきのハイテクチャレンジを実施した。ひびきのハイテクチャレンジに、2014年度は九州工業大学から4件、北九州市立大学から3件採択され、九州工業大学の4件うち2件がロボカップに関するプロジェクト、1件が窓清掃ロボットに関するプロジェクトであった。15年度は九州工業大学から4件、北九州市立大学から2件採択され、九州工業大学の4件のうち2件がロボカップに関するプロジェクト、1件が水中ロボットに関するプロジェクトであった。その結果、14年度、15年度共にロボットに関するものが合計3件となった。ひびきのハイテクチャレンジは、当初の予定通り、15年度で終了となったが、各大学で今後の取り組みについて検討することになった。ロボット技術センターでは、これに加え、

実践的な内容を中心とした講習会や北九州市マイスターによる講話などの企画・運営を行った。

事業(4)情報発信・交流の促進についてみると、北九州市が保有するロボット技術について市内外にPRするとともに、市民のロボット技術に対する理解を深めるため、ロボットに関する情報や北九州ロボットフォーラムの活動について積極的に発信した。ロボット展示会である、ロボット産業マッチングフェア北九州を開催する一方、北九州ロボットフォーラムの活動状況やロボットに関する最新情報のホームページでの発信、ニュースレターによる配信を行った。そのほか、国際ロボット展、北九州学術研究都市で開催される産学連携フェアへの出展、日本機械学会九州地区競技会「フューチャードリーム！ロボメカ・デザインコンペ」に対する後援・協力を行った。

さらにロボット産業振興プランに対応し、ロボット技術センターでは地元企業へのロボット導入を総合的に支援するため、2013年10月に産業用ロボット導入支援センターを開設した(図2)。ロボット導入支援に関する事業は、導入相談、人材育成、補助金支給の3本柱で構成された。まず、導入相談は無料で提供されるサービスで、導入支援センターのコーディネーターを工場の生産ラインに派遣し、ロボット導入に

よる生産性向上の可能性や導入方法などについてアドバイスをを行い、導入際には納品から稼働まで支援を行うものである。人材育成については、ロボット道場と呼ばれる、ロボットの基礎知識やロボット導入のための生産技術を学べるコースと、SIer(システムインテグレーター)に必要な知識やノウハウを習得するコースを開催している。補助金支給については、北九州市内の中小企業を対象に、産業用ロボットの導入又は更新により生産性の向上を図る企業を支援するため、北九州市産業用ロボット導入支援補助金を設けている。1件当たり500万円を上限とし、補助率は2分の1以内となっている。ただ、補助金の金額が大きくないため、ものづくり補助金(中小企業庁)、ロボット導入実証事業(ロボット工業会)等の補助金申請のサポートも行っている⁵⁾。

導入支援センターでは、2015年度に経済産業省の「カイゼン指導者育成事業」に採択されたことにより、ビジョンシステム付きロボット、パラレルリンクロボットを整備した。さらに16年度に、同省の「地域未来投資の活性化のための基盤強化事業」に採択され、ロボット・IoT実証システム、協働ロボットを整備した⁶⁾。導入支援センターでは、コーディネーターを3名に増員し、15年度実績で導入相談のための企業訪問は174件に達し、ロボット導入支援補助金の活用企業が3社となった。また人材育成に関し、15年度実績でロボット道場の開催が6回、講習、セミナーの開催が各1回となった⁷⁾。これは、経済産業省の「カイゼン指導者育成事業」に採択されたことから、現場指導者育成のための、ロボット導入支援に関する新たなセミナー・講習会を開催したことによるものであった。

一方、研究開発に対する助成金についてみると、FAISではロボットに限定するものではないが、企業・大学等が実施する研究開発・製品化に対する助成制度を設けている。この制度は新成長戦略推進研究開発事業の名称のもと、

シーズ創出・実用性検証事業、実用化研究開発事業で構成されている。北九州市新成長戦略に定める成長分野において、前者は実用化を目指すシーズを見出し、その可能性を検証するための調査・研究に対し、後者は実用化が見込まれる新技術・新製品の研究開発に対して補助金を交付するものである。シーズ創出・実用性検証事業では対象者が市内大学等で、助成額(助成率)100万円(100%)、助成期間1年以内となっている。実用化研究開発事業では対象者が市内企業または市内で研究開発を行う企業で、助成額(助成率)500万円(中小企業3分の2、その他2分の1)、助成期間2年以内となっている。15年度の実績をみると、シーズ創出・実用性検証事業15件、実用化研究開発事業13件に対し助成が行われている⁸⁾。

ロボットに対する助成をみると、事業(1)研究開発プロジェクトへのコーディネート支援の対象となった、15年度実績の3件全てが新成長戦略推進研究開発事業から助成を受けている。K-ロボットが実用化研究開発事業に採択される一方、ドローン協調制御システム、乾式BMIの無線化技術がシーズ創出・実用性検証事業に採択されている⁹⁾。また、新成長戦略推進研究開発事業の15年度実績において、ロボットに対する助成件数の合計はシーズ創出・実用性検証事業2件、実用化研究開発事業4件で、K-ロボットを除いた、実用化研究開発事業は3件となっている。この3件は鉄道車両洗浄ロボット、スレート屋根補修ロボット、運動競技場ライン引きロボット¹⁰⁾で、14年度、15年度の事業(2)ロボット実用化・事業化の支援に採択されている。

以上みてきたように、市内発ロボット創生事業、研究開発プロジェクトへのコーディネート支援、さらにはロボット実用化・事業化の支援などにより、FAISの支援を受けて試作品の製作までに至ったロボットは多数を数えることができる。その意味では、北九州市のロボット産業振興策は功を奏しているといえる。ただ、試作品から製品化へと進み、大きな販売実績を上

表2 FAISの支援を受けて開発されたロボット製品

ロボット製品	企業名	産学官共同研究	共同研究メンバー
下水管検査ロボット	(株)石川鉄工所	中小企業基盤整備機構の助成	—
配管内検査ロボット	新日本破壊検査(株)	福岡県産業・科学技術振興財団の助成	九州工業大学、早稲田大学、福岡県工業技術センター、(株)九州エレクトロニクス
歩行リハビリ支援ロボット	リーフ(株)	—	九州栄養福祉大学、九州工業大学
鉄道車両洗浄ロボット	(株)八祥産業	ロボット産業振興会議の助成	九州工業大学、(有)ICS SAKABE、FAIS
運動競技場ライン引きロボット	アダチスポーツ(株)	福岡県ロボット・システム産業振興会議の助成	九州工業大学
立位保持訓練ロボット	(株)ロボフューチャー	市内発ロボット創生事業の助成	九州産業大学、総合せき損センター

(注) 産学官共同研究が複数行われていても、主要なものだけを示している。—は不明を示す。

(出所) リーフ、アダチスポーツ Web ページ (2017年7月取得)、『北九州ロボットフォーラム平成21年度事業報告』、『北九州ロボットフォーラム平成22年度事業報告』北九州ロボットフォーラム、『平成28年度福岡県ロボット・システム産業振興会議総会資料』2016年8月、『平成27年度福岡県ロボット・システム産業振興会議総会資料』2015年9月、北九州ロボットフォーラムパンフレット (2015年11月) による。

げている製品は少ない。実際、安川電機のロボット製品を除くと、FAISの支援を受けて開発されたロボット製品は表2に示す通りで、積極的な産学官共同研究の成果として何とか6つが製品化に漕ぎ着けていることが分かる。また、量産化が行われているロボットは1つに限られている。

より具体的には、(株)石川鉄工所の下水管検査ロボットが2008年の発売開始以来、2014年に100セットを超えたのが目立った事例といえる程度である。なお、この下水管検査ロボットはカンボジアのフン・セン首相が北九州市の下水道施設を視察の際、自ら操作体験をしたロボットとして話題となった製品である^{xvi}。またリーフ(株)の歩行リハビリ支援ロボットが、リハビリ病院等で導入が進む一方、日本貿易振興機構の支援を受けてシンガポールの公立病院への導入が検討されていることから、数年後には国内外で年間100台の販売が期待されている。電子部品実装ロボット・工作機械の富士機械製造(株)(愛知県知立市)と15年に資本業務提携し、ロボットに必要な要素技術や製品を共同開発す

る体制を整え、量産化の目処をつけている^{xvii}。

このような製品化の状況について、北九州市では産業用ロボット以外のロボット化のニーズに対応した、ロボット製品を主にターゲットとしてロボット産業の振興を推進していることに留意する必要がある。したがって、ニッチ市場向け製品のため製品化しても大きな販売量を望めない現状にあった。また研究開発、試作品から製品化、量産化に至るまでには、通常長い時間が必要で、石川鉄工所の下水管検査ロボットにおいても03~05年度の中企業基盤整備機構の助成を受けた産学官共同研究から実質的にスタートし、量産までに長期を要している。

(2) ロボット・システム産業振興会議によるロボット産業振興

市のロボット産業振興策に関連して、福岡県全体をカバーする、ロボット産業の成長・発展を支援する組織として、福岡県ロボット・システム産業振興会議がある。2015年9月に、福岡先端システム LSI 開発拠点推進会議とロボット産業振興会議を統合することにより誕生し

た^{xviii}。地域の産学官の連携等によりこれまで培ってきたロボットや半導体関連の技術ポテンシャルを活用し、新しいニーズに対応したロボットやシステムの開発と導入を促進することで新産業を創出することを目的として設立された^{xix}。

前身のロボット産業振興会議は、2003年6月に設立され、15年8月時点において(株)安川電機社長が会長を務め、企業245社、大学等100名・11団体、研究・支援機関12機関、個人28名、行政4機関の計400の会員数を擁していた。事務局は福岡県、北九州市、福岡市が担当し、研究開発、実証・市場開拓、情報発信、社会的機運の醸成の4つの分野においてプロジェクトに取り組んできた。14年度の実績をみると、研究開発プロジェクトでは環境配慮型ロボット及び医療福祉ロボット等開発支援事業を実施するとともに、経済産業省のロボット介護機器開発・導入促進事業やロボット介護機器導入実証事業に取り組んだ。実証・市場開拓プロジェクトでは生活支援ロボット実証実験促進事業、情報発信プロジェクトではロボット産業マッチングフェア北九州、日本ロボット学会学術講演会(機器展示)、国際福祉機器展への出展を行った。社会的機運の醸成プロジェクトでは会員企業の製作ロボット等の展示、各種ロボットセミナーの開催を行った。03年度から14年度までのこのような取り組みの結果、製品化数33件、売上累計約29億円を達成した。

ロボット産業振興会議を引き継いだロボット・システム産業振興会議は、会長に(株)安川電機会長津田純嗣氏が就き、3名の副会長には九州大学、九州工業大学、早稲田大学の理事、教授が就き、福岡県知事、北九州市長、福岡市長に加え、九州経済産業局長、文部科学省技術・学術政策局長が顧問を引き受けている。会員数は企業528社、大学等140名・11団体、研究・支援機関25機関、個人26名、行政6機関の計736の規模を誇っている。事業内容として新産業の創出に向けた、ニーズ調査・提供、ニーズ対応

製品開発、市場開拓支援、持続的成長促進に取り組むことを掲げている。

2015年度の実績をみると、ニーズ調査・提供では、医療福祉関連機器参入事例セミナー、エネルギーマネジメントシステム分野参入促進セミナーを開催した。またニーズ対応製品開発では、ロボット・システム関連製品開発支援事業10件(製品開発支援3件、可能性試験7件)を実施した。医療・福祉、エネルギーマネジメントシステム、食品・農業等に関する分野のロボットやシステムの開発に対し補助金交付を行う事業で、製品開発支援においては上限600万円、補助率2分の1、可能性試験においては上限200万円、補助率2分の1となっている。一方、市場開拓支援では国際ロボット展へ7社の出展、セミコン・ジャパンへ3社の出展を支援した。さらに持続的成長促進では、福岡システムLSIカレッジ(福岡市)においてLSI設計、組込みソフト、実装に関して企業技術者を育成し、15年度は受講生が1,203人に上った。また先端半導体設計センター(福岡市)、三次元半導体研究センター(福岡県糸島市)、社会システム実証センター(同左)においてインキュベーションルーム、研究開発ラボの提供を行った^{xx}。

ロボット・システム産業振興会議と北九州の企業との関連をみると、2014年度には、安川電機、(株)有菌製作所、(株)エイチアイデーの北九州市の3社と鹿児島大学がテーマ「促通反復療法に基づく片麻痺前腕回内回外リハビリロボットの開発」で研究開発プロジェクト(旧振興会議)を実施した。同じく、八祥産業(株)、(有)ICB SAKABEの北九州市の2社と九州工業大学、FAISがテーマ「鉄道車両業界向けの車両自動洗浄ロボットの開発」を実施した。また、経済産業省のロボット介護機器開発・導入促進事業、同導入実証事業を活用して、幹事企業として安川電機がメカトロニクス技術を活用した移乗アシスト装置の開発に取り組んだ。さらに、北九州市のリーフがテーマ「歩行リハビリ支援ロ

ボットのモニター調査」で実証・市場開拓プロジェクト（旧振興会議）を実施した。

15年度には、ロボット・システム関連製品開発支援事業において北九州市の(株)ロクリアが製品開発支援（新振興会議）に採択され、北九州市の(株)環境フォトンクス、(株)豊光社、ドーナツ・ロボティックス(株)の3社が可能性試験（新振興会議）に採択された^{xxi}。ただ、ドーナツ・ロボティックスのテーマ「日々の健康データが管理でき、自宅と医療施設を結ぶロボット」以外はLEDに関するものであり、ロボット関連の研究開発には入らないものであった。

16年度には、ロボット・システム関連製品開発支援事業において北九州市の(株)アダチスポーツがテーマ「運動競技場でコートを製作する自動ライン引きロボット」で製品開発支援（新振興会議）に採択された。またロボット・システム関連製品実証実験促進事業において、北九州市のリーフ、豊光社の2社がそれぞれ、テーマ「ベッド搬送アシストロボット試作機の有効性・実用性評価」、テーマ「血圧測定技術の習得支援システム」で試作機実証実験支援（新振興会議）に採択された。同様に安川電機も、製品名「足首アシスト装置」で同事業の製品導入効果測定（新振興会議）に採択された。

2016年度からのロボット・システム関連製品実証実験促進事業は、実社会環境下等で実証実験を実施し、現場ニーズのフィードバックによる製品化促進及び製品の普及を図る目的で行われた。試作機実証実験支援と製品導入効果測定の2種類の支援があり、助成金額は共に200万円程度、補助率は2分の1となっている。

以上みてきたように、北九州市の企業はロボット・システム産業振興会議の会員となり、積極的に研究開発プロジェクト、開発支援事業などに応募し、ロボット製品等の研究開発を進めてきていることが分かる。八祥産業、リーフ、アダチスポーツが北九州ロボットフォーラムとロボット・システム産業振興会議の両者の事業を上手く活用している様子を見ることができる。

なお、14年度の研究開発プロジェクトと比べて、統合による会議名の変更後の15年度、16年度のロボット・システム関連製品開発支援事業等において単独の企業名となっているのは、公表データには実施事業者1社だけが示されていることによるもので、大学等研究機関、他の民間企業の参加があった可能性は否定できないことに注意を要する。

3. 国家戦略特区を活用したロボット産業の育成

北九州市は、国家戦略特区にテーマ「高齢者の活躍や介護サービスの充実による人口減少・高齢化社会への対応」を掲げ、2016年1月に指定を受けた。先進的介護・高齢者活躍拠点、創業・雇用創出拠点、国内外の交流・インバウンド拠点の3つの拠点の形成を進め、“地方創生の成功モデル都市”に向けた成長エンジンとしての役割を国家戦略特区に期待した。特に先進的介護・高齢者活躍拠点の形成については、人口減少・高齢化社会における、労働力人口の減少と介護の必要な高齢者の増加という課題の解決のため、ロボットやICT等を活用した先進的介護の実証・実装に取り組むものであった。同時に「シニア・ハローワーク」の設置やロボット技術の開発等により、高齢者が活躍できる環境整備を推進するものであった。16年度には前者に対応して、介護ロボット等を活用した先進的介護の実証事業を開始した。また同時に、北九州市介護ロボット開発コンソーシアムが、市内で実施される介護現場へのロボット導入実証事業に関し、現場ニーズに沿った実用的な技術開発と特区事業効果の最大化を目指して設けられた。コンソーシアムにおける産学官連携により、先進的介護に関する、研究開発、実証・評価の統合拠点を北九州市に形成することを狙っていた^{xxii}。

介護ロボット等を活用した先進的介護の実証事業は、北九州市と産業医科大学が連携し、市

表3 コンソーシアムの会員リスト

企業名・大学名	所在地	製品名(研究内容)	分野
アイクォーク(株)	福岡県志免町	福祉用揺動ベッド	睡眠支援
(株)有菌製作所	北九州市八幡東区	体位変換機	体位変換
(株)イデアクエスト	東京都大田区	OWLSIGHT ◎	見守り
(株)イノフィス ☆	東京都新宿区	マッスルスーツ ◎	移乗介助(装着型)
(株)インフォメックス	北九州市八幡東区	すま〜人! Helper ◎	記録自動化
(株)コンピュータサイエンス研究所 *	東京都品川区	案内ロボット	記録自動化 コミュニケーション
(株)スマートサポート ☆	札幌市	スマートスーツ	移乗介助(装着型)
(株)匠	佐賀県有田町	食事搬送ロボット	食事支援
TOTO(株)	北九州市小倉北区	ベッドサイド水洗トイレ	排泄支援
東洋電装(株)	東京都港区	離床センサーシート	見守り
(株)ビーブリッド	東京都台東区	ITコンサルティング	事業開発支援
富士ソフト(株) *	横浜市	PALRO ◎	コミュニケーション
(株)安川電機	北九州市八幡西区	移乗アシスト装置 ◎ 足首アシスト装置 ◎	移乗介助(非装着型) 歩行リハビリ
(株)ラムロック *	飯塚市	ラムロックシステム mini	見守り
リーフ(株)	北九州市小倉北区	Tree ◎	歩行リハビリ
九州工業大学社会ロボット具現化センター	北九州市若松区		研究機関
九州産業大学ヒューマンロボティクス研究センター	福岡市	上肢アシスト装置 超小型アクチュエータ	研究機関
長崎大学大学院工学研究科	長崎市		研究機関
大分大学工学部福祉環境工学科	大分市		研究機関
(独法)九州労災病院門司メディカルセンター	北九州市門司区		医療機関

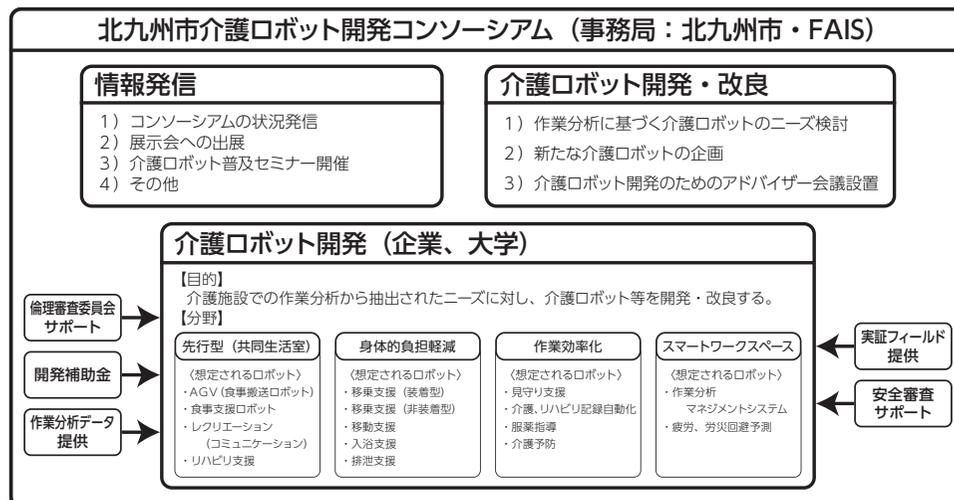
(注) 2017年3月時点の会員を示し、☆印は順に東京理科大学発ベンチャー、北海道大学発ベンチャー、*印は順に九州支社(福岡市)、北九州オフィス(小倉北区)、研究開発福岡センター(福岡市)を有する企業である。また、◎印は2016年度実証機器を示している。

(出所) 『北九州市国家戦略特区について』北九州市産業経済局、2017年3月をもとに、Webページより所在地情報を追加。

内の特別養護老人ホーム2施設において、介護現場での作業分析(7~9月)、共同生活室での介護ロボット等の導入(10~11月)、分析・評価のとりまとめ(12~3月)という日程で実施された。まず、介護現場の作業分析では、実際の現場で行われている介護作業の状況を把握し、介護職員の心身の負担把握や介護ロボット等の導入の可能性を探るものであった。次に共同生活室での介護ロボット等の導入では、国家

戦略特区事業として、ユニット型指定介護老人福祉施設設備基準に関する特例が認められ、介護施設において2つのユニットの共同生活室を一体的に利用することが可能となった。共同生活室は入所者が食事をしたり余暇を過ごしたりするスペースで、10人が生活する個室に対して1室の共同生活室を備えるよう基準で定められている。隣り合う共同生活室をつなげて一体化すると空間に余裕が生まれることから、ロボッ

図3 北九州市介護ロボット開発コンソーシアムの事業内容



(出所) 北九州市介護ロボット開発コンソーシアム Web ページ (2017年5月取得) による。

ト導入による効果を検証できる^{xxiii}。この特例を活用し、介護ロボット等の実証及び介護職員の作業内容の観察・分析を通して、介護職員の負担軽減などに向けた介護ロボット等の開発・改良を目指した。表3に示した7機種14台の介護ロボット等を上記の2施設に導入して行われた。

分析・評価の取りまとめでは、作業分析を通じて得られたデータ等をもとに、介護現場への導入が可能な介護ロボット等について検討が行われた。また介護ロボット等を活用した、介護現場の新しい働き方についても検討が加えられた。この事業において、介護ロボット等の実証を的確に進めるために、人間工学、ロボット研究、医療や福祉などの専門家で構成される介護ロボット特区ワーキンググループが設置された。人間工学の専門家として産業医科大学泉准教授、ロボット研究の専門家として九州工業大学柴田教授がメンバーとして参加した。

一方、北九州市介護ロボット開発コンソーシアムは、介護ロボット関連技術の開発、改良に必要な技術を有した法人または個人を会員 (会費無料) とし、事務局を北九州市と FAIS が担

当した。ただ、実際には FAIS の国家戦略特区ラインが事務局として事業実施を担っている。コンソーシアムは、図3に示すように情報発信と介護ロボット開発・改良を事業内容とし、情報発信に関してはコンソーシアムに関する情報の提供、介護ロボット関連のセミナーの開催、展示会への出展を行う。また、介護ロボット開発・改良については、事務局が介護ロボット開発、改良プロジェクトを企画し、開発に協力可能な会員を募ることにより実施に移される。プロジェクトに参加する会員に対して実際に、作業分析データの提供、実証フィールドの提供、安全性検証・倫理審査に関するサポート、開発補助及び試作・改良等委託といった支援が行われた。

より詳細には、作業分析データの提供に関しては、先進的介護の実証事業において介護職員に身体負担計測器を装着してもらうとともに、(株)インフォメックス (北九州市) に開発を委託した独自ソフトウェア (介護記録システム) が導入された装置を用い、作業データの収集・分析を行った。また、市が委託した理学療法士・作業療法士によって、実際の作業分析業務が進

められた。実証フィールドの提供では、作業観察、作業分析を実施した介護現場において、介護ロボットのトライアル利用を実施した。開発補助及び試作・改良等委託に関しては、1件当たり平均200万円～300万円（年2、3件）の助成を実施した。安全性検証・倫理審査に関するサポートでは、介護ロボットを使うに当たって厚生労働省のガイドラインに従い、医療と同様に倫理審査委員会を設ける必要があった。そのため、国家戦略特区ラインではこの部分が結構、面倒な業務となったとのことである。なお、国の介護ロボットの重点分野は移乗介助（装着、非装着）、移動支援、見守り支援、排泄支援、入浴支援の5分野となっているが、市では前三者に重点を置いて事業を推進することになった。

コンソーシアムの会員は、表3に示すように、2017年3月時点で民間企業15社、大学・病院5機関で構成され、会員数の合計は20となっている。北九州市の民間企業は5社、大学・病院は2機関で、共に全体の半数には満たないが、㈱安川電機、TOTO(株)という北九州市を代表する全国ブランドの大企業がコンソーシアムに関与していることは、介護ロボット関連の事業推進においてその意味は大きい。民間企業についてみると、首都圏の企業が6社と最も多く、北九州市の先進的な取り組みが首都圏の企業を吸引し、全国的なプロジェクトに押し上げたといえる。ただ、地元の範囲を北九州市から福岡県にまでに広げると7社になり、順位は逆転する。また、北海道大学発、東京理科大学発ベンチャーも積極的に販路を開拓するため会員として参加しており、介護ロボット市場が萌芽期にあることを象徴する状況を示している。

4. 産業用ロボットの世界的なトップメーカー、安川電機の動向

北九州市においてロボット産業クラスターを形成するに当たって、中心に位置するのが安川電機である。安川電機は、九州最大規模の筑豊

炭田などで石炭の搬送に使われる電動機の開発・製造を目的に、炭鉱経営で財を成した安川家によって1915年に設立された。地方財閥の安川財閥を創始した安川敬一郎は、兄の炭鉱業を引き継いで巨万の富を築き、1907年に技術者養成のために明治専門学校（現九州工業大学）を開校するとともに、明治から大正にかけて明治鉱業、筑豊興業鉄道、明治紡績、若松築港、黒崎窯業、安川電機などを次々と設立していった。安川電機は設立後17年間赤字を続けていたが、新開発の小型モータの仕込み生産により好転し、現在はACサーボモータ、インバータ^{xxiv}、産業用ロボットで世界のトップメーカーとなっている。累計出荷台数がそれぞれ、ACサーボモータは1,500万台（2017年4月）、インバータは2,000万台（2014年2月）、産業用ロボットは36万台（2017年3月）を突破している^{xxv}。

今や安川電機は資本金306億円、従業員数2,741名、売上高1,796億円（2017年3月時点）の東証一部上場の大企業で、連結では従業員数1万4,319名（臨時従業員含む）、売上高3,949億円となっている。連結の売上構成は、ACサーボモータ・コントローラ事業とインバータ事業からなるモーションコントロール部門が最大で1,833億円（46%）に上り、次いでロボット部門1,400億円（35%）、システムエンジニアリング部門482億円（12%）、その他の部門234億円（6%）となっている^{xxvi}。連結子会社75社、持分法適用関連会社14社を数え、国内の生産拠点・研究所は本社工場（ロボット工場・安川ロボットセンター、北九州市八幡西区）、開発研究所（北九州市小倉北区）、つくば研究所（つくば市）、行橋事業所（インバータ・システムエンジニアリング工場、福岡県行橋市）、入間事業所（モーションコントロール工場、埼玉県入間市）、中間事業所（ロボット工場、福岡県中間市）で構成されている。

安川電機では、創立100周年に当たる2015年に、長期経営計画「2025年のビジョン」を策定し、25年の数値目標として連結売上高、新規事

表4 安川電機のヒューマトロニクス分野のロボット

年月	製品名	機能等
2013年6月	研究者向け汎用ヒト型ロボット「まほろ」	研究者が日常的に使う実験道具を、熟練者を超える精度で扱えるロボットを発売
2013年12月	バイオメディカル分野向けロボット「MOTOMAN-BMDA3」	医療・バイオ研究分野における試薬や検体の分析前処理作業向けロボットを発売
2014年2月	移乗アシスト装置	介護ベッドと車椅子間の要介護者の移乗を支援するロボットを開発
2014年3月	下肢用リハビリ装置「LR ² 」	下肢（足・脚部）のリハビリを提供するベッドサイド型ロボットを発売
2015年6月	歩行アシスト装置「ReWalk」	下半身が麻痺している人が装着すると歩けるようになるロボットを発売
2015年10月	抗がん薬調整支援装置「DARWIN-Chemo」	毒性の強い抗がん剤を自動調合するロボットを開発
2015年12月	屋内移動アシスト装置	ベッドとトイレの往復など、屋内での移動及び立ち座り動作を支援するロボットを開発
2016年6月	足首アシスト装置	歩行障害を持つ人の支援を行うロボットを実証実験モデルとして発売
2016年6月	上肢訓練装置「AR ² 」	上肢運動機能障害を持つ人に対するリハビリ支援を目的としたロボットを臨床研究モデルとして発売
2016年11月	高度な衛生管理が求められる分野向けロボット「MOTOMAN-MH5BM」	医薬、医療、飲料業界の自動化と衛生管理に対応したロボットを発売

(出所) 安川電機 Web ページ (2017年8月取得)、『YASKAWA レポート2013』安川電機、2013年8月、『日本経済新聞』2013年7月20日、2015年5月28日、『日刊工業新聞』2013年11月5日、『西日本新聞』2015年10月22日により作成。

業領域売上高率を15年の2倍以上に、営業利益を1,000億円以上にするなどなどを掲げた。そのため、(1)既存コア事業で世界一を追求、(2)産業自動化革命の実現、(3)創・蓄・活エネ事業の確立、(4)医療・福祉事業への挑戦の4つの戦略を目指した。特に戦略(3)と戦略(4)は、新規事業領域であるクリーンパワーとヒューマトロニクス事業に関する戦略である。ヒューマトロニクスは安川電機による、人間とメカトロニクスを掛け合わせた造語である。

まず、戦略(1)はサーボ・ロボット・インバータにおけるグローバルシェア No. 1 を追求するものである。戦略(2)は自動化が難しい工程への挑戦を行うとともに、自動化コンポーネントと ICT 技術等の融合により相互に“見える”、“つながる”システムの開発を進めるものである。その際、他社の技術を取り入れたオープンイノベーションにより新市場開拓を目指した。これ

に対し、戦略(3)は太陽光発電・大型風力発電事業の強化、再生可能エネルギーに対応した蓄電システムの開発、オープンイノベーションによる電動モビリティの新市場開拓を狙いとしていた。戦略(4)はロボット技術を医療・福祉分野に活用し、アライアンスや産学官連携等による先進的な医療・福祉機器（ヒューマトロニクス機器）市場を創出することを狙いとしていた。

「2025年のビジョン」に関し、特にヒューマトロニクス分野に焦点を当ててロボットの開発・販売状況を見ると、表4のようにまとめられる。2013年から16年までの間に10種類のロボットを開発、発売している。そのうち、医療関連ロボットが4件、介護関連ロボットが6件となっている。「2025年のビジョン」の戦略(4)に示された方向へすでに動き出していることが分かる。一方、製品化されたものが7件、試作品段階のものが3件となっている。移乗アシス

ト装置、屋内移動アシスト装置が依然として試作品段階にあるのは、実際に販売をするに当たって製品開発後も長期にわたる介護現場等での実証実験による改良が必要なることを反映した結果である。

介護関連ロボットにおいて、戦略(4)に示されたアライアンスや産学官連携についてみると、歩行アシスト装置「ReWalk」は2013年に資本参加したイスラエルのベンチャー企業の製品を導入し、産業医科大学を中心とした研究会を活用して製品化に漕ぎ着けている。また移乗アシスト装置についても、2節(2)でみたように、14年度に経済産業省のロボット介護機器開発・導入促進事業、同導入実証事業を活用して、プロジェクトの幹事企業としてメカトロニクス技術を活用してロボットの共同研究開発に取り組んでいる。一方、医療関連ロボットについてみると、産業技術総合研究所と研究者向け汎用ヒト型ロボット「まほろ」、バイオメディカル分野向けロボット「MOTOMAN-BMDA3」の産官共同研究により製品化を行っている。また抗がん薬調整支援装置「DARWIN-Chemo」は、九州大学病院、日科ミクロン（埼玉県三郷市）と産学共同開発を行っている^{xxvii}。

5. ロボット産業クラスターにおける産学官連携プラットフォームの評価

北九州市において、2節(1)でみたように、安川電機以外の企業によってもロボット試作品が次々と生み出されていることから判断すると、産学官の結集力によりイノベーションのためのエコシステムが機能し、ロボット産業クラスター形成に向けて一歩踏み出した成功例といえる。確かにロボット試作品ではなく、ロボット製品の数と販売数量から判断すると、それほど大きなインパクトを示すに至っていないといえる。しかしながら、ニーズに対応した研究開発からスタートして製品化に到達し、商業的に大ヒットするには極めて時間がかかることが多い。

実際、安川電機は創業後17年間も赤字を続けたが、今や産業ロボットの世界的なトップメーカーとなっている。それゆえ、安川電機を含めた全企業でのロボット開発状況から判断して、北九州市においてロボット産業クラスター形成に向けた取り組みは順調に進んでいるといえる。このようなロボット産業クラスターの成功に関し、産学官連携プラットフォームがいかに寄与したかについてみていくことにする。

最も重要な産学官連携プラットフォームとして、第一に北九州ロボットフォーラムを挙げることができる。北九州ロボットフォーラムの会長、副会長及び幹事会（フォーラムの円滑な運営のため）の幹事には、会長に九州工業大学尾家学長が就いているのを始め、九州工業大学、安川電機、北九州商工会議所、北九州工業専門学校からの役職者がその中心を占めている。ロボット技術センターが実際のプラットフォーム運営者となり、ロボット産業クラスター形成に向けて北九州ロボットフォーラムの4つの事業を実施している。安川電機に加えて、110年近くの歴史を誇る九州工業大学を核にしてプラットフォームが構築されている。九州工業大学は建学の精神である「技術に堪能なる士君子」の養成を掲げ、実学志向のもと6万人以上の工学系の人材を輩出している大学である^{xxviii}。したがってプラットフォームの役割分担の設計の観点からみて、強力な産学官連携の布陣を整えているといえる。

次にマッチング機能の設計についてみると、ロボット技術センターにはロボット産業の情報に精通し、産学官のマッチングに向けて説得力を発揮できる人材を配置している。具体的には安川電機がFAISを中心に北九州市と密接な連携関係にあることから、ロボット技術センターに安川電機の現役、OBが多く籍を置いている。実際、センター長は安川電機出身であり、国家戦略特区ライン・介護ロボット技術グループ長である、前のロボット技術センター長も安川電機出身である^{xxix}。また産学官のマッチングを

推進する仕掛けとして、市内発ロボット創生事業を実施している。ロボットの試作・製作テーマを募集し、選定されたテーマに関して結成された研究会に対し、ロボット開発のニーズの調査、試作、実証実験、事業化支援までのトータルサポートを行っている。この事業では選定されたテーマに関し研究会が結成されるが、研究会メンバーが不足する場合はロボット技術センターがメンバー集めを支援することになっている。したがって、トータルサポートとメンバー集めの支援によってマッチングがより起こりやすくなる仕組みを採用しているといえる。その上、研究開発プロジェクトへのコーディネート支援では、市内の様々な研究開発プロジェクトに対する、研究会の運営や技術的課題への助言、ユーザー側とのマッチングや公的研究開発助成の獲得支援などのコーディネート活動により、産学官のマッチングに対して間接的に支援を行っている。

さらに、産業用ロボット導入支援センターを開設により、地元企業のロボットに対する認知度の向上、その結果としてロボット開発・生産への新規参入が増大することは、マッチングへの産からの参加者を増やす効果がある。また、国家戦略特区による介護ロボット等を活用した先進的介護の実証事業は、介護ロボット分野への参入を目論む企業とこの分野における技術シーズを持つ研究者の中から、新たに産学のマッチングに関心を持つ者が出てくる可能性がある。

続いてインセンティブの設計についてみると、助成金が各事業に採択された場合に支給されるが、市内発ロボット創生事業の開発委託費では250万円、FAISの新成長戦略推進研究開発事業におけるシーズ創出・実用性検証事業、実用化研究開発事業ではそれぞれ100万円、500万円となっている。3つの助成のうちシーズ創出・実用性検証事業は学に対する助成であり、学にも金銭的インセンティブを与えている。またロボット技術センターによる、研究開発プロジェ

クトへのコーディネート支援、ロボットの実用化・事業化支援は、産学に研究開発・製品化に集中的に取り組む環境を与えることで、プラットフォームへの参加の大きなインセンティブとなっている。

参加者の内部変化のマネジメントについてみると、北九州市を代表する理工系大学である九州工業大学では、学内の産学連携・研究支援組織であるイノベーション推進機構に戦略的研究ユニットが設けられている。その一つであるスマートライフケア社会創造ユニットでは、最適な予防医療や介護予防を実現するため、ICT/IoTやロボティクスを最大限に活用するスマートケア社会の創造を目的に研究を行っている。さらに、世界的な研究拠点形成を目指した重点研究センターの1つとして、社会ロボット具現化研究センターがある。学内の研究成果を結集して、ロボット導入による新たな可能性を社会に提示し、研究成果の具現化及びロボット市場の開拓を目的に活動している^{xxx}。このようなロボット関連の研究の組織化は、プラットフォームへのより積極的な関与を可能にする、九州工業大学関係者の内部変化のマネジメントとみなすことができる。

次に2つ目のプラットフォームとして、北九州ロボットフォーラムを包含するプラットフォームといえるものが北九州研究学園都市であり、これが北九州ロボットフォーラムを下支えしている状況にある。理工系の国・公・私立大学が共通の理念のもと、同一のキャンパスに集積する北九州学術研究都市は2001年にオープンしている。このキャンパスの一体的運営と産学官連携のコーディネートを担う産学官連携支援機関がFAISであり、その産学連携施設は産学連携センター1号館から5号館までの5つの建物で構成され、民間企業が45社程度立地している。国立からは九州工業大学大学院生命体工学研究科、公立からは北九州市立大学国際環境工学部・大学院同研究科、私立からは早稲田大学大学院情報生産システム研究科が立地し、

3 大学で教員数は156を数える^{xxxii}。

FAIS の理事長には九州工業大学前学長が2016年に就き、学術研究都市参加大学、市内理工系大学、北九州商工会議所などからFAISの役員が出ている。職員数は66名で、市派遣12名、県派遣1名、民間出身31名（うち出向14名）、事務嘱託等22名となっており、民間出身者が多く、産学連携を考慮した体制となっている。文部科学省や経済産業省等の事業を活用した産学官研究開発プロジェクトにも積極的に取り組み、2016年度の国等の外部資金の獲得額は約17億円（学術研究都市の開設時の4倍）に達している。まさに産学官共同研究のためのネットワークが構築され、大きな成果が期待されている状況にある。

実際、FAISの開所から15周年を迎えた時点までに、335件の特許を出願し、214件の技術移転を地元企業等に実施している。また、2015年度には科学技術振興機構の「世界に誇る地域発研究開発・実証拠点推進プログラム」^{xxxiii}のFS拠点に採択されている。これは、北九州学術研究都市を主対象に、FAIS（中核機関）、北九州市、九州工業大学、北九州市立大学、早稲田大学、産業医科大学及び市内企業が共同して応募した結果であった。介護や生産現場でのロボット実用化などのソーシャルイノベーションに取り組むものであった。16年度には、文部科学省の「地域イノベーション・エコシステム形成プログラム」^{xxxiii}に北九州市と九州工業大学が応募して採択されている。テーマ「IoTによるアクティブシニア活躍都市基盤開発事業」のもと、北九州学術研究都市を中心に周辺企業との連携により、非接触生体センサを活用したIoTビジネスへの展開を推進するものであった^{xxxiv}。

したがって、北九州学術研究都市はFAISを運営者とする産学官連携プラットフォームとして機能しており、プラットフォームへの参加者は学術研究都市に集積する大学、企業を中心とした市内の学と産がメンバーとなっている。マッチング機能については、学術研究都市への

大学、企業の集積による近接性を活用した、意思疎通の容易性が発揮できる体制となっている。インセンティブ機能については、プラットフォーム参加者はFAIS、国等の産学官共同研究の資金に容易にアクセスできるというメリットがある。参加者の内部変化のマネジメントについては、国の大型プロジェクトに採択されるには学術研究都市、FAISとの関係強化が欠かせず、例えば九州工業大学のイノベーション推進機構では市職員が兼務で仕事をするなど密接な関係を築いている^{xxxv}。

最後に3つ目のプラットフォームとして、2節(2)でみたように、福岡県ロボット・システム産業振興会議が県全体のロボット産業クラスターの形成に向けた取り組みを行っている。ロボット産業振興会議と福岡先端システムLSI開発拠点推進会議の合併によって生まれたことから、新たなニーズに対応したロボットやシステムの開発・導入をターゲットとしている。このプラットフォームのメンバー数は736に上り、産学官連携プラットフォームとしては規模が大きいものとなっている。ロボット産業振興会議の時代から引き続き、会長を務めているのが安川電機津田純嗣会長であり、このプラットフォーム及び北九州ロボットフォーラムにおける安川電機の存在感は大きい。

産業用ロボットの世界的なトップメーカーの安川電機の存在があったからこそ、ロボット産業クラスター形成に向けて福岡県、北九州市は取り組みを開始したといえる。安川電機では産業用ロボット中心から、今や4節でみたように、ヒューマトロニクス分野のロボット、農の工業化、食の製造自動化のためのロボットへと事業領域を拡大してきている。その結果、表4でみたようにヒューマトロニクス分野において、製品化されたものが7件、試作品段階のものが3件となっている。これに対し、北九州市における安川電機以外の企業による製品化は全部合わせても6件に止まっており、医療・福祉分野に限ると2件となっている。安川電機が高い技術

力を背景に、北九州市のロボット産業の新たな萌芽（医療・福祉分野）を牽引するなか、それに追従する形でロボット産業クラスター形成が進展していることが分かる。

一方、安川電機と同じ安川財閥から誕生した九州工業大学は、福岡県ロボット・システム産業振興会議において九州大学とほぼ同数の35名がメンバーとなり、このプラットフォームにおいて大きな位置を占めている。また2節(1)でみたように、北九州ロボットフォーラムの市内発ロボット創生事業の産学共同研究、介護ロボット等を活用した先進的介護の実証事業に大きな貢献をしている。九州工業大学は連携協定などを通じて安川電機と共同研究を行う一方、学生創造学習支援プロジェクトに対し、2015年度より安川電機から1件200万円を上限として支援を受け入れている^{xxxvi}。このことに象徴されるように、北九州市におけるロボット産業クラスター形成、3つのプラットフォーム運営において、両者の密接な関係がプラスに働いているといえる。

*本研究は熊本学園大学付属産業経営研究所の研究助成金によるものである。

[注]

- i 平野・ハギウ『プラットフォーム戦略』東洋経済新報社、2010年8月。
- ii 尾原和啓『ザ・プラットフォーム』NHK出版、2015年6月。
- iii 企業活動を成功に導くには、ハードSの戦略（Strategy）、組織構造（Structure）、組織運営（System）だけでなく、ソフトSの人材（Staff）、スキル（Skill）、スタイル（Style）、共有価値観（Shared Value）が重要であると主張するのが「7S」である（三谷宏治『経営戦略全史』ディスカヴァー・トゥエンティワン、2013年4月）。
- iv 山田仁一郎『大学発ベンチャーの組織化と出口戦略』中央経済社、2015年3月。
- v 国領二郎他『創発経営のプラットフォーム』日本経済新聞出版社、2011年10月。
- vi 以下において北九州市のロボット産業振興策については、北九州ロボットフォーラムパンフレット（2015年11月）、北九州ロボットフォーラムWebページ（2016年4月取得）、『北九州市ロボット産業振興プラン』北九州ロボットフォーラム、2014年3月、『北九州市新成長戦略（平成28年3月改訂）』北九州市、2016年3月、『北九州ロボットフォーラム平成26年度事業報告』北九州ロボットフォーラム、『平成28年度北九州ロボットフォーラム総会資料』北九州ロボットフォーラム、ロボット技術センターWebページ（2016年4月取得）による。
- vii ロボット技術センターに関する業務について、ロボット技術センター聞き取り調査（2017年5月）の際に、2016年度実績については北九州ロボットフォーラム総会前であったことから開示してもらえなかったため、15年度までの実績を示している。
- viii 科学技術振興機構によるスーパークラスタープログラムに採択され、2013年12月より1年間のトライアルとして課題名「スマートデバイス・ロボティクス融合クラスター」で研究開発を進めてきた（前掲『北九州ロボットフォーラム平成26年度事業報告』、『研究成果展開事業スーパークラスタープログラム課題名：「スマートデバイス・ロボティクス融合クラスター」事後評価報告書』科学技術振興機構、2015年3月）。
- ix 各社Webページ（2017年8月取得）による。
- x 以下において産業用ロボット導入支援センターについては、産業用ロボット導入支援センターパンフレット（2016年11月）、『北九州ロボットフォーラムNews Letter』北九州市新産業振興課・ロボット技術センター、第30号（2016年2月）、前掲ロボット技術センターWebページ、前掲ロボット技術センター聞き取り調査、『北九州市のロボット産業振興施策・公開版』北九州市新産業振興課（2017年5月入手）による。
- xi 「カイゼン指導者育成事業」は、製造現場の経験が豊富な人材が指導者としての汎用的なスキルを身につけるための研修を実施し、育成した指導者を製造業等の中小企業・小規模事業者に派遣することで、中小企業・小規模事業者の生産性向上を促進することを目的とした事業である。2017年度には同様の経済産業省の事業である、「スマートものづくり応援

隊事業」に採択されるとともに、同省による、「地域未来投資の活性化のための基盤強化事業」にも16年度に採択され、3,000万円の補助金を用いて新たなロボットシステムの導入を行った。なお、「スマートものづくり応援隊事業」は、製造現場の経験が豊富な人材や、IoTやロボットに知見を有する人材等が指導者としての汎用的なスキルを身につけるための研修を実施し、育成した指導者を製造業等の中堅中小企業・小規模事業者の現場に派遣することで、生産性向上や新規事業開拓を促進することを目的とした事業である。「地域未来投資の活性化のための基盤強化事業」は、公設試等に対するIoT設備等の導入を支援することを通じ、地域企業によるIoT関連技術の活用を促す環境を整え、地域イノベーション創出のための新たな基盤を整備し、それによって地域経済の活性化を図る事業である（経済産業省 Web ページ（2017年7月取得）、前掲ロボット技術センター聞き取り調査）。

xii 16年度は導入相談のための企業訪問288件、ロボット導入支援補助金活用企業2社、ロボット道場開催6回、セミナー開催1回であった。

xiii 以下においてFAISの新成長戦略推進研究開発事業については、FAIS Web ページ（2017年4月取得）による。

xiv テーマはそれぞれ、「万能ロボットハンドを用いるマニピュレータシステムの開発」（前田機工㈱）、「複数の小型無人飛行ロボットによる3次元測量実現の可能性調査」（北九州工業高等専門学校）、「実用的なブレイン・マシン・インターフェース脳波計システムの開発」（九州工業大学）であった。なお、ブレイン・マシン・インターフェース脳波計システムをロボット関連に含めるべきか否かは線引きの難しいところではあるが、研究開発プロジェクトへのコーディネート支援においてロボット関連に含めていることから、それにカウントしている。

xv テーマはそれぞれ、「鉄道車両業界向け車両洗浄ロボットの開発」（八祥産業㈱）、「スレート屋根補修の機械化」（㈱三和綜合土木）、「運動競技場用ライン引きロボットの開発」（㈱アダチスポーツ）であった。

xvi 石川鉄工所 Web ページ（2017年5月取得）による。

xvii 『日刊工新聞』2016年1月8日、3月23日、『読売新聞』2017年6月20日、富士機械製造㈱・リーフ㈱ニュースリリース（2015年5月14日）、富士機械製

造 Web ページ（2017年8月取得）による。

xviii 半導体とロボットの技術を組み合わせた製品開発を加速化するのが目的であった（『日刊工業新聞』2015年8月31日）。

xix 以下において福岡県ロボット・システム産業振興会議、ロボット産業振興会議については、『平成27年度福岡県ロボット・システム産業振興会議総会資料』2015年9月、『平成28年度福岡県ロボット・システム産業振興会議総会資料』2016年8月、福岡県ロボット・システム産業振興会議 Web ページ（2017年4月取得）による。

xx そのほか、ロボット・システム産業の成長に関連する、先進的なプロジェクトにも関与している。文部科学省の事業である地域イノベーション戦略支援プログラム（2016年度までの5年間）のもと、次世代社会システムの実現に向け、社会ニーズ主導型研究開発の推進により、半導体関連産業における更なるイノベーションに取り組んだ。また、世界標準部品内蔵基板推進事業にも取り組んだ。16年度には、福岡県 Ruby・コンテンツビジネス振興会議と連携し、福岡県 IoT 推進ラボ（県内にIoT産業の創出、新規製品・サービスの開発推進）に取り組むとともに、ふくおか医療福祉関連機器開発・実証ネットワークとの新規事業での連携、パワー半導体に対応した部品内蔵基板関連技術の開発に取り組んだ。

xxi テーマはそれぞれ、「超薄型フレキシブルLED表示器システムの開発」、「イチゴ栽培のための補光用LED光源の開発・実証」、「LEDリング照明への適用に向けた分子接着工法による曲面配線技術の放熱性評価」であった（ドーナツ・ロボティクスを除く）。

xxii 以下において国家戦略特区を活用した介護ロボットについては、北九州市 Web ページ（2017年5月取得）、『北九州市の国家戦略特区の取組みについて』北九州市地方創生推進室、2017年5月、『北九州市の国家戦略特区の取組み』北九州市長、2016年3月、前掲『北九州市のロボット産業振興施策・公開版』、北九州市介護ロボット開発コンソーシアム Web ページ（2017年5月取得）、『北九州市国家戦略特区について』北九州市産業経済局、2017年3月、FAIS 国家戦略特区ライン聞き取り調査（2017年5月）、『北九州市による介護ロボット特区事業の紹介と今後の方向性』北九州市保健福祉局、2017年5月、『国家戦略特区 介護ロボット等を活用した「先進的

- 介護』の実証事業の開始について』北九州市保健福祉局、2016年7月による。
- xxiii 『朝日新聞』2016年6月4日による。
- xxiv インバータとはモータの電源周波数を自在に変えることでモータの回転数を制御する装置、サーボとは指示した位置や速度にすばやく追従させる制御を行う装置である。
- xxv 以下において安川電機については、「日経会社プロフィール」（日経テレコン、2017年8月）、安川電機 Web ページ（2017年8月取得）、『2016～2018年度中期経営計画「Dash 25」』安川電機、2016年4月、『YASKAWA』安川電機、2016年9月、西日本銀行 Web ページ（2017年5月取得）、SankeiBiz Web ページ（2017年5月取得）、『日経産業新聞』2015年11月30日による。
- xxvi 連結の従業員数が2016年3月の数値であることを除き、2017年3月時点の数値。
- xxvii 『日経産業新聞』2014年8月4日、2015年5月28日、『西日本新聞』2015年10月22日、『YASKAWA レポート2013』安川電機、2013年8月による。
- xxviii 『KYUSHU INSTITUTE of TECHNOLOGY 大学概要2017』九州工業大学による。
- xxix 北九州市新産業振興課聞き取り調査（2017年5月）による。
- xxx 『イノベーション推進機構 NEWS 2016』九州工業大学、2016年8月、社会ロボット具現化センター Web ページ（2017年5月取得）による。
- xxxi 以下において FAIS については、北橋健治『北九州における産学官連携の取り組み』（地方大学の振興及び若者雇用等に関する有識者会議資料）2017年4月、前掲 FAIS Web ページによる。なお、数値は2016年度のものである。
- xxxii 「世界に誇る地域発研究開発・実証拠点推進プログラム」は、世界に誇るイノベーション創出を目指し、地域に集積する様々なプレイヤーが共同で、最先端の研究開発、成果の事業化、人材育成を総合的に展開し、複合型イノベーション推進基盤を構築するものである（科学技術振興機構 Web ページ（2017年8月取得））。
- xxxiii 「地域イノベーション・エコシステム形成プログラム」は、地域大学に事業プロデュースチームを創設し、地域の競争力の源泉を核に、グローバル展開が可能な事業化計画を策定し、地域の成長と国富の増大に貢献できる事業化プロジェクトを推進するも
- のである（文部科学省 Web ページ（2017年5月取得））。
- xxxiv 『西日本新聞』2015年11月27日、2016年4月17日、前掲 FAIS Web ページ、前掲文部科学省 Web ページ、九州工業大学 Web ページ（2017年5月取得）による。
- xxxv 前掲北九州市新産業振興課聞き取り調査による。
- xxxvi 『日経産業新聞』2015年11月30日、『西日本新聞』2016年7月31日、『九工大通信』九州工業大学、Vol. 49（2017年4月1日）による。

