

松 山 大 学 論 集
第 29 卷 第 4 号 抜 刷
2 0 1 7 年 10 月 発 行

ロボット産業クラスターによる地域経済振興

田 中 利 彦

ロボット産業クラスターによる地域経済振興

田 中 利 彦

は じ め に

官営八幡製鉄所が1901年に操業以来、四大工業地帯の一角として日本経済の発展を支えてきた北九州工業地帯は、1970年代後半の「鉄冷え」以降、企業流出が続いていた。北九州市の人口は、それ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による産業振興へと舵を切っている。

アメリカのピッツバーグ市が、1980年代の鉄鋼産業の衰退により大きな打撃を受けたが、産業構造の転換によってIT産業や医療産業によって復活を遂げたように、北九州市はロボット、自動車、環境産業の振興により重厚長大産業からの転換を急いでいる。特にロボット産業は、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るとともに、急速に成長することが期待されていることから、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。

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

市の新成長戦略を取り上げ、起死回生策として掲げた高付加価値ものづくりクラスターのうち、ロボット産業クラスターに焦点を当て、成功事例ともいえる産業振興策について検討を加える。

まず第1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ることにする。第1節(1)では市のロボット産業振興策について具体的に説明するとともに、それによるロボット研究開発の成果について検討する。第1節(2)では福岡県によって設立されたロボット・システム産業振興会議による産業振興施策について述べるとともに、ロボット開発を目指す北九州市の地元企業への影響をみることにする。次いで第2節では、国家戦略特区を活用した介護ロボット等の実証事業について説明するとともに、ロボット製品開発の可能性について検討する。続いて第3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4節では、北九州市におけるロボット産業クラスターの成功要因を抽出することを試みるとともに、今後の課題について簡単にふれる。

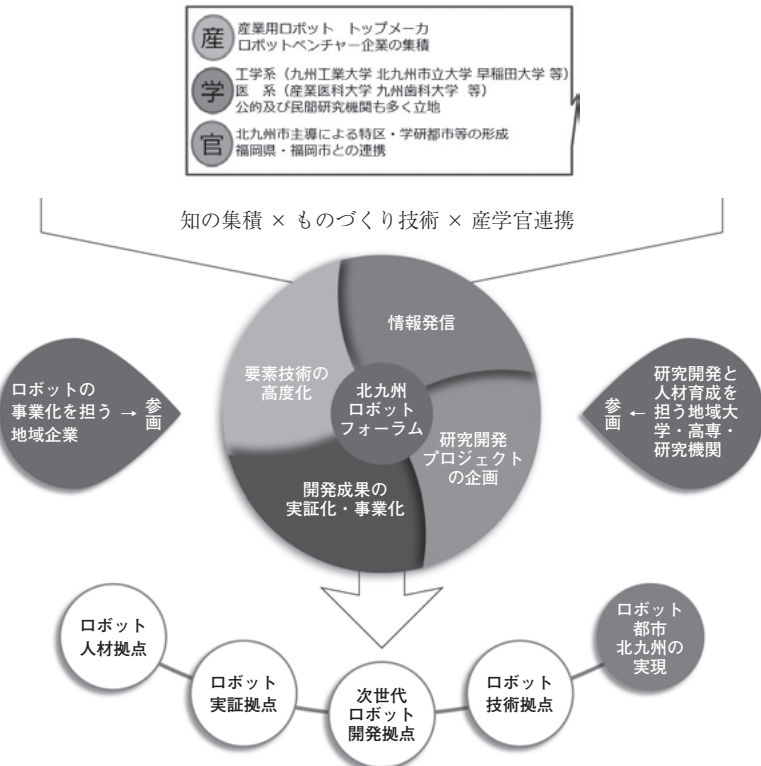
1. 北九州におけるロボット産業クラスターの形成

(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㈱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¹⁾。

図1 “ロボット都市・北九州”のビジョン

北九州市のポテンシャル



(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。

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²⁾，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㈱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，アイコーク㈱，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³⁾，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，その実態をみることができる。まず，表1の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

表1 市内発口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
2008	医療用ロボットハンド	北九州市立大学	(有)テックアピール他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
2009	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
2010	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
2011	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
2012	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	アイクオーク(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。

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(佐賀県神崎市)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⁴⁾。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、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ている。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

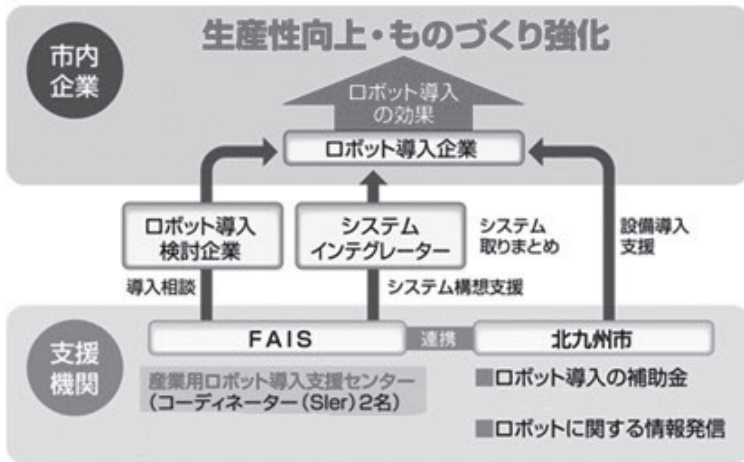
ボットの万能ハンドの実証実験を実施した。

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

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。

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行い、導入の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、バ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、㈱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¹¹⁾。またリーフ㈱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㈱(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¹²⁾。

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

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。

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 年度の中小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¹³⁾ 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¹⁴⁾

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¹⁵⁾

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)有蘭製作所、(株)エイチアイデアの北九州市の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㈱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㈱環境フォトニクス、㈱豊光社、ドーナツ・ロボティックス㈱の3社が可能性試験(新振興会議)に採択された¹⁶⁾。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㈱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¹⁷⁾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みることができる。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。

2. 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。また同時に、「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。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いとしていた¹⁷⁾

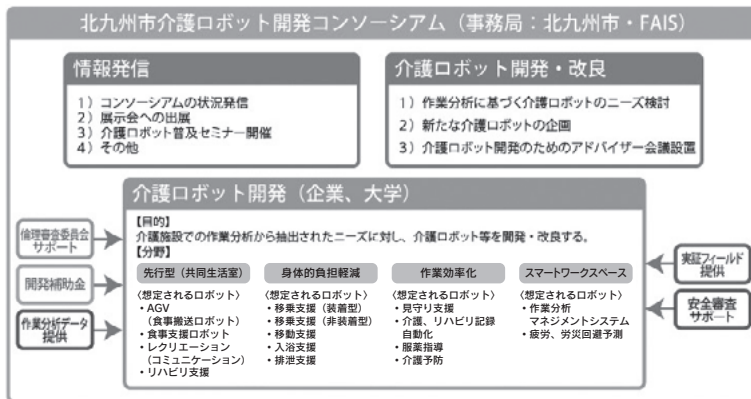
介護ロボット等を活用した先進的介護の実証事業は、北九州市と産業医科大学が連携し、市内の特別養護老人ホーム2施設において、介護現場での作業分析（7～9月）、共同生活室での介護ロボット等の導入（10～11月）、分析・評価のとりまとめ（12～3月）という日程で実施された。まず、介護現場の作業分析では、実際の現場で行われている介護作業の状況を把握し、介護職員の心身の負担把握や介護ロボット等の導入の可能性を探るものであった。次に共同生活室での介護ロボット等の導入では、国家戦略特区事業として、ユニット型指定介護老人福祉施設設備基準に関する特例が認められ、介護施設において

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、ロボット導入による効果を検証できる¹⁸⁾。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が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。

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。

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、㈱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。

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。

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、(株)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。

北九州市では、介護ロボット等の普及のため、福祉用具プラザ北九州（北九州市立介護実習・普及センター）に委託して介護・生活支援ロボット普及促進事業を実施している。プラザ北九州において、介護ロボット等12機器を展示し、うち10機器について試用貸し出しを行っている。また12機器の中には、北九州市介護ロボット等導入補助金（後述）対象の4機器が含まれている。プラザ北九州は、介護に関する知識・技術と介護機器の普及を図ることを目的として市が設置し、北九州市福祉事業団が指定管理者となって運営されている。事業内容は、介護・福祉用具に関する情報の収集・提供、福祉用具の展示・体験利用、介護講座・実習等を通じた市民への介護知識・技術の普及・啓発などとなっている。プラザ北九州は、介護・生活支援ロボット普及促進事業以外にも、介護ロボット等の実証事業において必要となる介護施設の紹介、西日本福祉機器展における介護ロボット等の展示、介護ロボット等に対する意見・評価などで、国家戦略特区ラインと密接な協力関係にある¹⁹⁾。

北九州市では、特区制度を活用して必要な規制改革を行うことで、研究開発、実証・評価の統合拠点を目指すとともに、介護ロボット等のテクノロジーを介護保険制度に盛り込み、介護人材不足への対応と介護の質の向上を図るこ

とを目指している。というのは現在、介護ロボット等を使用した場合、介護報酬に対する加算がない状況にあり、介護ロボット等の導入の大きな障害となっているからである。また同時に、「介護は人がするものだ」という介護職員のマインドの変更が不可欠となっている。そこで、介護ロボット等の導入を促進するため、北九州市介護ロボット等導入補助金を設け、介護ロボット等を導入する施設や個人に対して購入費用の一部の補助を実施している。補助率は2分の1以内（上限20万円／1台）で、補助対象機器は表3のTOTO「ベッドサイド水洗トイレ」、リーフ「Tree」、富士ソフト㈱「PALRO」に加えて、リーフの足圧モニタインソールとなっている²⁰⁾。また、市では厚生労働省の事業である介護ロボット等導入支援特別事業を活用し、介護ロボットの施設への導入を促進してきた。この事業は介護職員の負担軽減のため、介護ロボット等の施設への導入を支援するもので、国の重点5分野の介護ロボットを対象として一定額（20万円超）の介護ロボットに対し費用を助成するものである²¹⁾。

さらに、国家戦略特区をロボット産業の振興に向けてフルに活用するため、北九州市では特区関連事業としてインフラ点検ロボットの実証実験、完全無人運転による公共交通車両の運行にも取り組み、介護ロボットに続く特例による規制緩和の承認を目指している。特にインフラ点検については、表2に示した石川鉄工所の下水管検査ロボット、新日本破壊検査㈱の配管内検査ロボットに加えて、すでに計測検査㈱（北九州市）がトンネル内検査システムの開発、ドローンによる非破壊検査、ニッスイマリン工業㈱（北九州市）が水中ロボットの実証など、ロボット製品開発に向けた実績があった²²⁾。しかし、インフラ維持管理のため橋梁・トンネル等のインフラ点検においてまだロボットによる近接目視、打音検査が認められていない。そこで、ドローン等を活用したロボット点検技術の開発・効果検証を行い、点検システムのルール作りと実用化による規制緩和を目指している。これにより、点検作業の負担軽減、コスト削減、作業者の安全性向上のほか、高齢技術者の雇用機会拡大による人手不足解消も期待されている²³⁾。

規制緩和に向け、北九州市は実証フィールドの提供、許認可手続き支援、情報発信・マッチングからなる実証フィールド支援事業を実施している。具体的には、実証フィールドの提供ではニーズに合致する実証場所の調査・提案、許認可手続き支援では航空法承認申請代行、目的外使用申請等の所管部局との調整を行っている。また、情報発信・マッチングでは実証フィールドを活かした開発プロジェクトの誘致、開発課題について研究機関とのマッチングを行っている。実際に、トンネル（2カ所）、橋梁、廃校、ダム、産業団地の計6カ所が実証フィールドとして地元企業7社に提供され、ドローンを使った近接目視・打音技術の実証、水中ロボットを使ったダムの検査技術の実証が実施された。

3. 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²⁴⁾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²⁵⁾。

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²⁶⁾。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ことなどを掲げた。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ことを反映した結果である。

表4 安川電機のヒューマトロニクス分野のロボット

年	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。

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、1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²⁷⁾。

4. 北九州市におけるロボット産業クラスターの評価

北九州市において、1節でみたように、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要因には、まず北九州市の積極的かつ包括的なロボット産業振興策を挙げることができる。産学官が一体となっ

てロボット産業クラスター形成を推進するため、プラットフォームとして北九州ロボットフォーラムを結成し、市内発ロボット創生事業に代表される一貫したロボット研究開発支援を始め、ロボット実用化・事業化支援、人材育成支援などを実施してきた。さらに、地元企業へのロボット導入を総合的に支援するため、2013年に産業用ロボット導入支援センターを開設した。この導入支援センターは直接的にロボット産業クラスター形成に貢献するものではないが、地元企業のロボットに対する認知度の向上、その結果としてのロボット開発・生産への新規参入が期待できるものであった。

これに加えて、2016年に指定された国家戦略特区のもと、介護ロボット等を活用した先進的介護の実証事業を実施し、北九州市介護ロボット開発コンソーシアムを軸に介護ロボット産業の育成に乗り出している。このコンソーシアムでは北九州市内に限定することなく、実証事業に関心を示した企業、大学等を全国から結集させ、介護ロボットに関する先駆的な取り組みを行っている。産業クラスター内において不足する資源を外部に求めることにより、介護ロボットに関し先頭ランナーになることを目指している。また国に対し、国家戦略特区における規制緩和の範囲拡大を求め、インフラ点検ロボット産業の育成も視野に入れている。実に北九州市は、次々と切れ目なく政策手段を繰り出すことによって、取り巻く環境変化に先進的な対応をしながら、ロボット産業の振興に取り組んできたといえる。

2つ目の成功要因として、強固な産学官連携体制が北九州市においては形成されていることを挙げることができる。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が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²⁸⁾

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」²⁹⁾のFS拠頭に採択されている。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」³⁰⁾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³¹⁾

成功要因の3つ目は、ロボット産業クラスター形成の出発点となった、産業用ロボットの世界的なトップメーカーの安川電機が存在である。安川電機では産業用ロボット中心から、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、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。したがって、ロボット製品の数からみて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）を牽引しているといえる。

また、安川電機はFAISを中心に北九州市と連携し、ロボット技術センターには安川電機の現役、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³²⁾。したがって、地元企業のロボット技術の底上げとロボット産業への新規参入に安川電機は大いに貢献しているといえる。さらに、安川電機会長である津田純嗣氏は福岡県ロボット・システム産業振興会議の会長を務め、県全体のロボット・システム産業における要となっている。市内企業は会員になれば、北九州ロボットフォーラムに加えて振興会議からの支援が受けられる。また、振興会議は産学官連携による産業振興を北九州市よりも広域で推進していることから、市内企業がより多くのパートナーと共同研究できる機会を提供している。実際、1節(2)でみたように、このような会員のメリットを活用して北九州市の企業はロボット開発に取り組んでいる³³⁾。

成功要因の4つ目は、安川電機と同じく安川財閥から誕生した九州工業大学の貢献である。九州工業大学は1909年に明治専門学校として開校し、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。そのため、九州工業大学は産学官共同研究に積極的に取り組み、市内発ロボット創生事業においてプロジェクトリーダーを4件と最も多く引き受けている。また市内発ロボット創生事業の初期において、九州工業大学発のベンチャーがメインの企業となり、試作品の製作に大きな役割を果たしている。さらに、九州工業大学はFAISの支援を受けて開発されたロボット製品のうち、少なくとも3件において製品開発のための産学共同

研究に参加している。介護ロボット等を活用した先進的介護の実証事業においても、介護ロボット特区ワーキンググループに九州工業大学からロボット工学の専門家が参加するとともに、北九州市介護ロボットコンソーシアムの会員に九州工業大学社会ロボット具現化センターが加わっている。これらはまさに、九州工業大学の産学官連携への積極的な姿勢を示している³⁴⁾

九州工業大学ではロボット関連の教育・研究に力を注いでおり、産業や医療・福祉の様々な問題を解決するための先進的支援ロボット技術（AAR）を留学生と日本人学生が共同で学習・研究する人材育成プログラムを設けている。国際化・海外拠点化を目指す企業において、AAR分野のグローバルエンジニアとして活躍できる人材を輩出することを狙いとしている。また、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設けられた、戦略的研究ユニット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やロボティッ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としている。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一つとして、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。

上記の成功要因と関連して三者の関係をみると、まず九州工業大学と北九州市の間には敷居がなく、イノベーション推進機構に市職員が兼務で産学連携に関する仕事をしているとのことである³⁵⁾。また、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³⁶⁾。一方、人的関係をみると、安川電機社長小笠原浩氏は九州工業大学出身であり、安川電機会長の津田純嗣氏は北九州市立大学の理事長に就いている。また、九州工業大学の尾家祐二学長は北九州ロボットフォーラムの会長を引き受けている。三者の密接な関係が産業振興に間接的ながらプラスに働いて

いるといえる。

しかしながら、未だに安川電機以外の企業によって製品化されたロボットが多いとはいえ、販売数量もそれほど多くないことから判断すると、このままではロボット産業クラスターの明るい未来が必ずしも待っているとはいえない。したがって今後の課題としては、安川電機以外の企業からロボット製品のホームランが生まれる仕掛け、北九州市外からロボット製品を作る有力企業を市内に引き付ける魅力形成、安川電機のロボット部品を用いた地元企業による製品開発³⁷⁾ などが必要となってくるといえる。

注

- 1) 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。
- 2) 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。
- 3) 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）。
- 4) 各社 Web ページ（2017年8月取得）による。
- 5) 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。
- 6) 「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）。

- 7) 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。
- 8) 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。
- 9) 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(株)）、「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。
- 10) 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(株)）、「スレート屋根補修の機械化」（(株)三和綜合土木）、「運動競技場用ライン引きロボットの開発」（(株)アダチスポーツ）であった。
- 11) 石川鉄工所 Web ページ（2017 年 5 月取得）による。
- 12) 『日刊工業新聞』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(株)・リーフ(株)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。
- 13) 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）。
- 14) 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。

- 15) 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。
- 16) 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・ロボティックスを除く)。
- 17) 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。
- 18) 『朝日新聞』2016 年 6 月 4 日による。
- 19) 福祉用具プラザ北九州の事業については, 福祉用具プラザ北九州 Web ページ (2017 年 5 月取得), 『ロボット革命の実現に向けて』北九州市, 2015 年 7 月, 前掲 FAIS 国家戦略特区ライン聞き取り調査による。
- 20) 前掲『ロボット革命の実現に向けて』による。
- 21) 厚生労働省 Web ページ (2017 年 7 月取得) による。
- 22) 前掲『ロボット革命の実現に向けて』, 計測検査, ニススイマリン工業 Web ページ (2017 年 8 月取得) による。
- 23) 以下においてインフラ点検ロボットについては, 前掲『北九州市のロボット産業振興施策・公開版』, 前掲『北九州市の国家戦略特区の取組み』, 『西日本新聞』2016 年 12 月 7 日による。
- 24) 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。
- 25) 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。
- 26) 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。
- 27) 『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。
- 28) 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。
- 29) 「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))。
- 30) 「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))。
- 31) 『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。
- 32) 北九州市新産業振興課聞き取り調査 (2017 年 5 月) による。
- 33) 安川電機元社長の利島康司氏も北九州商工会議所会頭に就き, 安川電機の「ロボット村」に代表される産業観光を推進するとともに, 産学官民が連携してイノベーションを実践する環境づくりを後押ししている(『九州・沖縄を担うトップが語る 利島康司』『財界九州』2015 年 1 月)。
- 34) 以下において九州工業大学については, 『KYUSHU INSTITUTE of TECHNOLOGY 大学概要 2017』九州工業大学, 『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。
- 35) 前掲北九州市新産業振興課聞き取り調査による。
- 36) 『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。
- 37) 安川電機は装置型の医療・福祉機器向け小型関節駆動ユニットを開発している(『日経産業新聞』2015 年 10 月 6 日)。