

「5G等の活用による製造業のダイナミック・ケイパビリティ強化に向けた 研究開発事業」基本計画

IoT 推進部

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

①政策的な重要性

2020年初頭からの新型コロナウイルス感染症の世界的流行により、自動車産業をはじめとした我が国製造事業者の多くがサプライチェーン寸断リスクにさらされている。これに加えて、世界各地での地政学的リスクの増長や国内災害の多発等、サプライチェーン寸断リスクを引き起こす「不確実性」は今後とも更に高まるものと想定される。我が国製造事業者にとっては、企業間、企業内、製造現場といったそれぞれのレイヤーにおいて、こうした状況においてもなお柔軟・迅速な対応によりサプライチェーンを維持するための「企業変革力」(ダイナミック・ケイパビリティ¹)の強化が、今後の事業存続を賭けて取り組む課題になるものと考えられている。

製造現場におけるダイナミック・ケイパビリティ強化の実現にはデジタル化が有効であるが、特にカギになると考えられるのは、5G無線通信技術やその先のポスト5G無線通信技術の活用である。今後、「大容量」のみならず「同時多数接続」や「低遅延」を実現する5Gの本格活用²をはじめとした無線通信技術の進化・活用が進むにつれ、その時々々の調達や受注の状況に応じて迅速・柔軟に制御し組み替えた生産ラインで最適な生産を行うことが可能となるため、製造現場におけるダイナミック・ケイパビリティは飛躍的に向上し、製造できる製品の幅の拡大にもつながるものと考えられる。加えて、こうした取組の一環として実現される制御機能のクラウド化や生産ラインでの自律型AGV(Automated Guided Vehicle: 無人搬送車)の本格導入等は、従来型の生産ラインの単機能化やスリム化等を可能たらしめ、生産ライン単位や工場単位での省エネ促進や保守管理コストの削減にも大きく貢献することが期待される。

現に、海外の主要事業者においては、こうした生産体制の実現に向けた取組が先行しており、FA(Factory Automation)メーカーがIT/OTの一層の融合を通じて双方の市場の一層の獲得に乗り出す動きも既に見られる。こうした動きや需要は、アフターコロナの製造業においては一層加速化・肥大化するものと考えられ、ユーザー企業の競争力強化・省エネ促進の観点のみならず、制御機器等のFA関連市場でハードウェアに強みを持ち、一定の優位性を保持してき

¹ デビッド・J・ティース・UCバークレー校ビジネススクール教授が提唱する概念であり、環境変化に対応するために組織内外の経営資源を再結合・再構成するための経営者や組織の能力を指す。

² 5G等の標準仕様作成を行う国際的プロジェクト「3GPP」は、低遅延や同時多数接続まで含有した仕様作成(Release17の完了)に2022年前半までの期間を要すると見込んでいる。その後、対応デバイスの市場投入や製造現場での本格活用が徐々になされていくものと想定される。

た国内メーカーにとっても、5G等の本格活用が進む前に、導入が望ましくかつ研究開発が可能な分野において所要の研究開発を意欲的に推し進めることで、関連市場の堅持や更なる獲得を図っていく必要がある。

以上より、我が国製造事業者の製造現場におけるダイナミック・ケイパビリティの強化及び省エネの促進を実現するとともに、その実装のための研究開発や先進事例の創出といった取組を意欲と競争力のある国内事業者に担わせることでの市場獲得も併せて実現していく必要がある。なお、係る政策推進の重要性は、令和元年度ものづくり基盤技術の振興施策（2020年5月29日閣議決定）、産業構造審議会第8回製造産業分科会（2020年6月9日）、成長戦略フォローアップ（令和2年7月17日閣議決定）、統合イノベーション戦略2020（令和2年7月17日閣議決定）においても位置付けられている。

②我が国の状況

現時点では、実用化に向けたスケジュールを鑑みるに、製造現場における具体的なユースケースを想定した5G無線通信技術の性能に関する国際的な要件定義は2022年に公表予定とされており、係る検討を踏まえた上で、基地局等の関連製品の本格的な生産体制の構築やコストダウン、ユースケースの深掘が進み始めることとなる。このため、5G無線通信技術の製造現場での本格活用はそこから更に数年先と見込まれている。足許では、5G基地局導入を含めた環境構築コストは高く、ユースケースも出揃っていない。

加えて、5G等の無線通信技術を製造現場で本格活用するには、例えば、

- 無線技術を活用して、現状は個別に制御している生産設備を、生産ライン又は工場全体として捉えて最適稼働させる方法をリアルタイムで算出・制御指示するためのプログラム開発
- 生産設備に対して必要な指示を正確・迅速に伝達すべく、ハードウェアとソフトウェアの間で最適なデータ変換を行うための技術開発

といった技術開発を進める必要があるが、現状これらの技術は開発や実用化がされていない。

以上に鑑み、ユーザー企業にとってはそもそも5G等の無線通信技術を本格的に生産ラインに導入するフェーズにはなく、無線通信環境の導入判断には踏み込みにくい。また、ユーザー企業のこうした状況ゆえに、国内事業者（メーカー、ベンダー等）にとっても、係る研究開発や先進事例の創出に向けての多額の投資判断には一概には踏み込みにくいというのが現状認識である。

しかしながら、前述の通り、係る研究開発等の取組は既に日本企業の競合となり得る海外の事業者が精力的に開始しているのみならず、各国政府においても我が国に先行して大企業も対象に含めた支援施策を推し進めている。こうした状況の中、将来的には実際に従来の制御機器が一定程度クラウドベースに置き換わる、生産ラインで自律型AGVが本格活用される、これらをはじめ無線通信技術を活用した生産ライン構築市場が創出・成長するといった展開が想定され、中長期的に見れば、国内事業者にとっては「取り組まない」ことのリスクが大きい。特に、新型コロナウイルス感染症の世界的流行を経て、①にも記載の通り、製造現場においてもダイナミック・ケイパビリティを強化していくことの必要性は一層高まりつつあり、必然、関連市場の将来的な成長も想定される場所である。

現在の一般的な生産ラインを支える生産設備や制御機器等のFA関連市場で、ハードウェアに相応の地位を有する国内事業者の中長期的な競争力強化に資す

る観点から、こうした取組を、国が後押ししていく必要性は高いものと考えられる。

③世界の取組状況

①②にも記載の通り、海外の主要事業者においては、係る生産体制の実現に向けた研究開発等の取組や、FA メーカーによる IT/OT の一層の融合に向けた取組が既に見られ始めており、我が国においても、ユーザーとメーカー・ベンダーの双方が、5G 等の無線通信技術の本格活用を見据え、所要の研究開発を意欲的に推し進めることで、自社の競争力強化や省エネの促進、関連市場の堅持や更なる獲得を図っていく必要がある。

なお、海外においては、既に政府によって研究開発支援の取組がスタートしており、我が国としても官民一丸となって喫緊に係る取組を推し進める必要がある。

④本事業のねらい

我が国の製造現場において 5G やポスト 5G といった無線通信技術の本格活用が開始される際に、本事業による技術開発の成果を実践導入することにより、製造現場におけるダイナミック・ケイパビリティの強化、即ち、その時々状況に応じた加工順の組換えや個々の生産設備の動作の変更等、柔軟・迅速な組換えや制御が可能な生産ライン等の構築を可能にするとともに、生産ライン単位や工場単位での省エネを実現する。そして、その過程において、その実現の担い手となる国内事業者（メーカー、ベンダー等）による所要の技術開発を進めることで先行事例の創出や実用化の実現につなげ、IT/OT の融合も見据えた将来の市場獲得にもつなげる。なお、例えば制御機器を例にとっても、5G 等の無線通信技術を持ってもなおシビアなタイミングが要求される制御やリアルタイムで制御しきれない複雑性を有する動作に係る制御等については、引き続きエッジコンピューティングにより制御・動作を行うケースも残存するものと想定されることには留意が必要である。

また、我が国製造業のダイナミック・ケイパビリティを強化していく観点からは、本基本計画に基づく製造現場に着目した取組だけでなく、サプライチェーンや各企業を対象とした取組も複層的に講じていく必要がある。NEDO において実施する研究開発事業との関連性や棲み分けについては、例えば以下の通り。

- サプライチェーン強靱化に資する技術開発・実証（サプライチェーンの迅速・柔軟な組換えに資するデータ連携の促進に係るデジタル技術開発）（2020 年度補正予算）：

同事業は、今般の新型コロナウイルス感染症の世界的流行等の不測の事態により製造サプライチェーンの寸断リスクが生じた場合に、これに柔軟・迅速に対応するための事業体制の構築を目指す事業であり、製造工程間（製品設計、工程設計等）でのシームレスなデータ連携や企業間でのセキュアなデータ共有を可能にするデジタル技術の開発支援を実施するもの。然るに、サプライチェーン全体や個々の企業が係る実装主体として想定される。

（2）研究開発の目標

①アウトプット目標

本事業による技術開発の実現、即ち、加工順の組換えや個々の生産設備の動作

の変更等、柔軟・迅速な組換えや制御が可能な生産ライン等の構築を、最終年度（2025年度）までに6件達成する。また、構築された生産ライン等に対してユーザー企業等によるユーザー評価を実施し、ダイナミック・ケイパビリティ強化に貢献するとの評価を得る。

②アウトカム目標

本事業での研究開発成果の実用化件数を成果指標とし、事業終了後5年以内の実用化件数が2件となることを目指すこととする。

今後、本事業に掲げるような取組が国内外で推進されることで、従来国内メーカーが獲得してきた制御機器の市場は、一部がクラウド制御に関する市場に移行するとともに、制御機能に係る市場全体としても維持・拡大するであろうことが想定される。本事業の成果により、例えば制御機器のうちのPLC市場において、現在国内メーカーが獲得している約2,400億円規模の市場（2018年時点、富士経済「2019年注目メカトロニクスパーツ市場実態層調査」に基づきBCG作成資料より概算）を堅持、または拡大させていくことを可能とする。

また、本事業の技術開発成果が実用化され製造現場に導入された場合、一部の制御機器レス化や工程の集約等が進むことにより、2030年度において、413万t-CO₂/年の排出量削減を目指すこととする。費用対効果としては、予算総額を事業成果実用化による2030年度のCO₂排出削減量で除し、2030年度中に1,752円/t-CO₂の達成を目指す。

③アウトカム目標達成に向けての取組

以下に示すとおり、費用対効果が高く、かつ実効的な取組となるよう、留意して事業を進めることとする。

- 事業実施者の研究計画と事業計画との関係性の明確化がなされているか（自社の事業化に向けたコミットメントが着実になされているものであるか）
- 実用化に向けたフェジビリティの検証が着実になされるものであるか（例えば、事業実施者やその関係者の生産ラインやテストライン等において研究開発成果の実証が想定されている等）
- 係るプロジェクトの進捗や成果を可能な限り公開し、関連する取組の呼び水とすることができているか
- 国内外の国際標準化等の動向を踏まえた事業となっているか（研究開発内容に相応の投資効果が見込めるものであるか）
- 以上のような点や事業の進捗状況に鑑みつつ、望ましい軌道修正が図れているか

事業実施にあたっては、経済産業省製造産業局ものづくり政策審議室その他関係部局とも着実に協働するものとする。

(3) 研究開発の内容

上記目標の達成に向け、加工順の組換えや個々の生産設備の動作の変更等、柔軟・迅速な組換えや制御が可能な生産ラインの実現に向けて取り組む。その実装のための取組を、意欲と競争力のある国内事業者（メーカー、ベンダー等）に担わせることで、関連市場の獲得も併せて実現すべく、所要の研究開発を助成事業（NEDO負担率：大企業が1/2以内の助成、中堅・中小・ベンチャー企業が2/3

以内の助成。)により取り組むこととする。

別紙 1 の研究開発計画及び別紙 2 の研究開発スケジュールに基づき、研究開発を実施する。

2. 研究開発の実施方式

(1) 研究開発の実施体制

プロジェクトマネージャー（候補）（以下「PM」という。）に NEDO IoT 推進部 工藤 祥裕を任命して、本事業の進行全体を企画・管理し、その事業に求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させる。

NEDO は公募により研究開発実施者を選定する。必要に応じて、実施期間中に複数回公募を行う。外部環境の変化に機動的に対応するため、必要に応じて調査事業を実施する。

研究開発実施者は、企業や大学等の研究機関等（以下「団体」という。）のうち、原則として日本国内に研究開発拠点を有するものを対象とし、単独又は複数で研究開発に参加するものとする。ただし、国外の団体の特別の研究開発能力や研究施設等の活用等の観点から必要な場合は、当該の研究開発等に限り国外の団体と連携して実施することができるものとする。

(2) 研究開発の運営管理

NEDO は、研究開発全体の管理、執行に責任を負い、研究開発の進捗のほか、外部環境の変化等を適時に把握し、必要な措置を講じるものとする。運営管理は、効率的かつ効果的な方法を取り入れることとし、次に掲げる事項を実施する。

① 研究開発の進捗把握・管理

PM は、研究開発実施者と緊密に連携し、研究開発の進捗状況を把握する。また、各研究開発案件は毎年度の達成目標を明記することとし、外部有識者で構成する技術推進委員会等による技術評価を実施し、その達成目標を元に進捗状況の評価や目標達成の見通しを把握する。

② 技術分野における動向の把握・分析

PM は、本事業で取り組む技術分野について、内外の技術開発動向、政策動向、市場動向等について調査し技術の普及方策を分析、検討する。

③ 研究開発の進展に応じた補助率の変更

研究開発の進展に応じて、補助率の逡減を行う。ただし、技術推進委員会等において当初に定めた目標を上回る優れた進捗を達成し高い評価を得た事業については、補助率の変更は行わないことで、プロジェクトの前倒しに係るインセンティブを高めることとする。

(3) その他

本事業は、意欲あるメーカーの技術開発を補助することで先進事例を構築し、これと呼び水とすることで、政策的な意義、事業の狙い、アウトカムの実現を目指していることから、事業期間中からの成果普及の活動が重要となる。そのため、必要に応じて経済産業省の協力も得ながら NEDO における広報活動を実施すると共に、事業実施者の事業計画において、実施者自ら成果広報の取組を行うことを求めることとする。

3. 研究開発の実施期間

2021年度から2025年度までの5年間

4. 評価に関する事項

NEDOは技術評価実施規程に基づき、技術的及び政策的観点から研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、プロジェクト評価を実施する。

評価の時期は、中間評価を2023年度、事後評価を2026年度とし、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。また、中間評価結果を踏まえ必要に応じて研究開発の加速・縮小・中止等の見直しを迅速に行う。

5. その他重要事項

(1) 「プロジェクト基本計画」の見直し

PMは、当該研究開発の進捗状況及びその評価結果、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、研究開発費の確保状況等、プロジェクト内外の情勢変化を総合的に勘案し、必要に応じて目標達成に向けた改善策を検討し、達成目標、実施期間、実施体制等、プロジェクト基本計画を見直す等の対応を行う。

特に本事業は、これまで困難とされていた、異種システムの混在環境において、全体を一括最適制御する取組であり、事業の進展に伴い、新たな開発ニーズ・シーズが生まれることが予想される。そのため、経済産業省と連携して戦略的に検討を行い、検討の結果を踏まえて、必要に応じて基本計画における研究開発項目の追加や内容の変更等を行う。

(2) 根拠法

本事業は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第3号および第9号に基づき実施する。

6. 基本計画の改訂履歴

(1) 2021年1月 制定

(別紙1) 研究開発計画

1. 研究開発の必要性

製造現場におけるダイナミック・ケイパビリティ強化の実現のカギと考えられるのは、5G無線通信技術やその先のポスト5G無線通信技術の活用である。今後、「大容量」のみならず「同時多数接続」や「低遅延」を実現する5Gの本格活用をはじめとした無線通信技術の進化・活用が進むにつれ、その時々々の調達や受注の状況に応じて迅速・柔軟に制御し組み替えた生産ラインで最適な生産を行うことが可能となるため、製造現場におけるダイナミック・ケイパビリティは飛躍的に向上し、製造できる製品の幅の拡大にもつながるものと考えられる。加えて、こうした取組の一環として実現される制御機能のクラウド化や生産ラインでの自律型AGV (Automated Guided Vehicle: 無人搬送車) の本格導入等は、従来型の生産ラインの単機能化やスリム化等を可能たらしめ、生産ライン単位や工場単位での省エネ促進や保守管理コストの削減にも大きく貢献することが期待される。

現に、海外の主要事業者においては、こうした生産体制の実現に向けた取組が先行しており、さらにFA (Factory Automation) メーカーがIT/OTの一層の融合を通じて双方の市場の一層の獲得に乗り出す動きも既に見られる。こうした動きや需要は、アフターコロナの製造業においては一層加速化・肥大化するものと考えられ、制御機器等のFA関連市場でハードウェアに強みを持ち、一定の優位性を保持してきた国内メーカーにとっても、5G等の本格活用が進む前に、導入が望ましくかつ研究開発が可能な分野において所要の研究開発を意欲的に推し進めることで、関連市場の堅持や更なる獲得を図っていく必要がある。

2. 具体的研究開発内容

以下の通り、加工順の組換えや個々の生産設備の動作の変更等、柔軟・迅速な組換えや制御が可能な生産ラインの実現を目指すとともに、その実装のために所要の研究開発を実施する。

具体的に想定している研究開発の一例は以下の通り。ただし、事業の進展や情勢の変化等を踏まえ、必要に応じて研究開発の内容を見直す計画であるため、実施する内容は以下に限らない。

- 異なる生産設備等を一括最適制御するためのプログラム開発

クラウドPLCを実装し、かつ、そのポテンシャルを最大限引き出すためには、制御される生産設備の一台一台を別個に制御するのではなく、個々の生産設備の稼働状況をリアルタイムに把握・分析し、工場全体としての最適稼働の方法を割り出してその指示をするためのプログラム開発が必要となる。

同様に、AGVについては複数のメーカーの筐体を一括最適制御することはできず、こうしたAGV同士が対峙した場合、例えば、それぞれが同じ方向に回避移動をしてしまうケースが生じ得るなど、全体としての最適稼働は実現されていない。

以上のような状況を踏まえ、生産設備等の稼働状況の分析やこれに応じた生産ライン等の単位での一括最適制御を可能とするようなプログラムの開発を実施する。

- クラウド上からの制御指示を個々の生産設備等に正確かつ迅速に伝達するための技術の開発

上記「正確な伝達」には、いわゆるプロトコル変換技術の新規開発が必要となる。プロトコルとは、ハードウェアやソフトウェアそれぞれの内部や間においてデータ通信を行うための手順や方法を総称するものであり、製品の別や、その通信が有線と無線のいずれで行われるかによっても異なる。このため、通信方法を変えたり、新たに開発や導入をするハードウェアやソフトウェアを接続したりする場合には、これらのプロトコル同士をつなぐための新しいプロトコル「変換」の方法も併せて必要となる。そのため、本事業では、新たなプロトコル変換の手法の開発を実施する。

同じく、上記「低遅延での制御」には、いわゆるオペレーティングシステムの新規開発が必要となる。オペレーティングシステムとは、ハードウェアに対する制御指示をハードウェアの具体的な動作に正確に結びつけるためのシステムであるが、個々のハードウェアの性能を着実に発揮するには、適切なオペレーティングシステムを搭載する必要がある、当該システム如何によって、動作の内容やその遅延性も異なってくる。本事業で想定されるクラウドから生産設備への制御指示の伝達に当たっては、これらの間の通信を低遅延で行うことが極めて重要であり、この実現には適切なオペレーティングシステムの開発が不可欠である。そのため、目的に即した最適なオペレーティングシステムを開発する。

なお、上記はそれぞれ、AGV の協調制御についても同様の取組が必要である。

3. 達成目標

加工順の組換えや個々の生産設備の動作の変更等、柔軟・迅速な組換えや制御が可能な生産ラインの構築を、最終年度（2025年度）までに6件構築する。また、構築された生産ラインに対してユーザー企業等によるユーザー評価を実施し、ダイナミック・ケイパビリティ強化に貢献するとの評価を得る。

(別紙2) 研究開発スケジュール

