つながる工場、つながる製品とは ――「NEC Industrial IoT」

――お客さまと共に創る――

日本電気株式会社
第一製造業ソリューション事業部　販売促進部　部長
関　行秀

ドイツ「インダストリー4.0」、米国「インダストリアル・インターネット・コンソーシアム（IIC）」などの動きにおいて、つながる工場、つながる製品といった概念がうたわれているが、実のところ、現状に比べ、何が、どのように変わっていくのか、また、どのような影響が生じてくるのか、イメージしづらい部分がある。そこで、財団会員企業である日本電気様に、自社での取り組みを含め、解説いただいた（JOI）。

はじめに

世界のICT関連のデータは日々増加し続けており、膨大なデータが流通することが見込まれている。これまで制御の対象としていなかったさまざまなモノから大量のデータを集めることが可能となり、それらのデジタルデータに高度な分析・解析を介することで付加価値を見出すことができるようになる。

来るべきIoT（Internet of Things）時代では、デジタルの世界で見出されたデータの付加価値を、現実の社会・産業・生活に対して高速かつリアルタイムに反映させることで、新たな社会価値創造の機会、産業構造の変革、知識創造プロセスの変化などが生み出されていく。

この潮流は、製造業においても例外ではない。現在、ドイツ（「Industrie4.0」、第４次産業革命）や米国（「Industrial Internet Consortium」）を中心に、IoTを活用した自社の製品、ビジネスモデル、プロセスなどの変革に取り組む動きが活発化している。この動きに対しては、世界の新興国、とりわけ、中国、インド、韓国、台湾がそれに続こうとしている。また、日本の製造業においても、競争力強化や取引先の要求への対応などの観点から、IoT活用の機運が高まりつつある状況にある。2015年６月には、わが国においても、IVI（Industrial Valuechain Initiative）が設立された。IVIでは、IoT時代を見据え、特に協調領域（各企業で共通の／共通にすべきやりかた）をリファレンスモデルとして整理し共有することで、各企業の固有の技術が相互につながる仕組みを構築することを可能とすることを目指している。さらに15年７月には、ロボット革命イニシアティブ評議会内に「IoTによる製造ビジネス変革ワーキンググループ」が設立され、これら世界の潮流に続こうとしている。

NECは、これら世界のIoTに対する動向を踏まえ、製造業でのIoT活用について、設備機器のリアルタイムでの最適制御などにより変化に対する柔軟性を高める「プロセス・イノベーション（つながる工場）」と、新たな製品の使い方やサービスの提供により付加価値を高める「プロダクト・イノベーション（つながる製品）」の２つの視点が重要と捉えており、2015年６月、これらの視点の実現を支えるソリューション群を「NEC Industrial IoT」というコンセプトにまとめた。以下、そのコンセプトを、NECの技術およびNEC自身の社内実証実験の内容を交えながら解説する。

NECの考える「IoTがもたらす２つのイノベーション」

IoTの概念の出現・伝播とともに、グローバルで産業のパラダイム・チェンジが始まっている。グローバル競争は激化し、それに打ち勝つためには、限られた資源での生産性を高め、製品の製造・物流・販売の各プロセスを高度化・効率化することが重要となる。この、造る（製造業）・運ぶ（物流業）・売る（流通業・サービス業）を結ぶサプライチェーンの中で、ヒト・モノ・プロセスをつなぐことによって新たな価値を生み出す「バリューチェーン・イノベーション」に、製造業は取り組む必要がある。

世界に目を向けると現在、先述のとおりドイツや米国が先導するかたちで、IoTを活用したバリューチェーン・イノベーションを推進しており、それらの影響を受けた新興国も動きを活発化し始め、世界の潮流から取り残されてしまうという意味においても、日本企業の脅威となりつつある。

脅威の１つは、日本国内市場の成熟化、および競争力の相対的低下による、「競争の激化」である。勝ち残るには、革新的な技術で、より付加価値の高い製品を創出しなければならない。

もう１つの脅威は「規格化」である。特に企業や業種の枠を超えた連携を成し遂げるには、規格化が必要であり、たとえば企業間のデータ連携を考えた場合、規格化に対応しなければ仲間づくりが困難になったり、顧客からの要求である場合、機会損失を生む可能性も孕(はら)む。これらのグローバルな動きに呼応するように、IoTを活用したバリューチェーン・イノベーションに取り組む日本企業が徐々に増えてきており、機運が高まってきている。

では、IoTの導入は製造業に対して、どのような影響を及ぼすのか。

NECではつながる技術であるIoTを中核に、先進のICTによりバリューチェーン・イノベーションを実現するために、２つの要素があると捉えている（図表１）。

１つは製造工程へのイノベーション「プロセス・イノベーション」である。ものづくりのプロセスをスマート化・ネットワーク化するという意味で「つながる工場」ともいえる。もう１つは提供する製品・サービスそのもののイノベーション「プロダクト・イノベーション」である。

プロセス・イノベーションでは、工場内の設備同士や製造される製品・部品、働く人が連携し、自律的な制御が行われる。さらに、工場間での連携、サプライヤーや外部パートナーとの連携による迅速な情報伝達、最適分散生産など、変化に対して柔軟な対応が見込める。この自動・自律化により、マスカスタマイゼーションをコストアップなしに実現することが可能となる。また、経営と現場をCPS(Cyber Physical System)でつなぐことで、迅速な経営判断が可能となる。

たとえば、人・設備・モノに関する情報について、この技術を活用することによって、リアルタイムかつ一元的に見える化することができるようになると考えている。

プロダクト・イノベーションでは、製品にIoT技術を埋め込み、ネットワークでつなぐことで、クラウドと連携した新たな顧客体験の提供や機能強化、ユーザーの利用状況などのデータを収集・分析することによる製品の改善、新商品の企画への反映が可能となる。市場に出た後も新たな価値を生み続ける製品・サービスの創造を実現する。

たとえば、市場に出荷された製品の故障予兆監視、ライフサイクルの把握、保守部品の需要予測などの見える化がこの技術により可能となり、CSの維持および顧客ロイヤルティの向上に寄与することができるようになると考えている。

「NEC Industrial IoT」とは

前項における２つのイノベーションにおける視点を踏まえ、2015年６月、NECでは製造業向けにIoTを活用した次世代ものづくりを推進する「NEC Industiral IoT」というコンセプトを発表した。

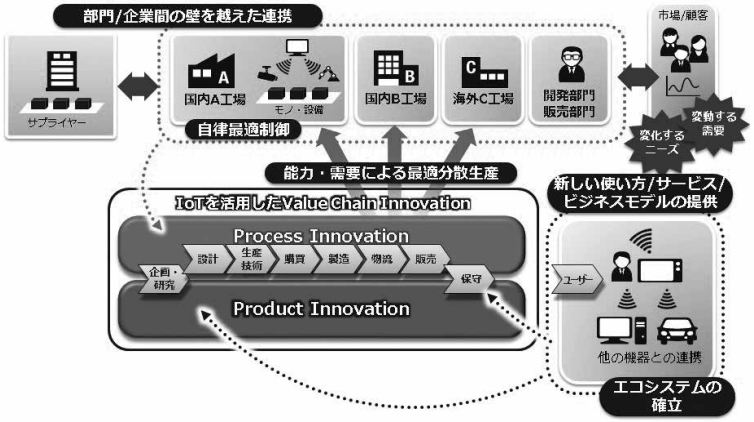
NEC Industiral IoTの特長は４点ある。

１点目は、NECが提供する先端IoT技術の活用である。ビッグデータ分析技術、画像解析技術、ネットワーク技術をはじめとする、NECの豊富な諸技術により、従来は容易にはできなかったことをものづくりの革新に生かす。バリューチェーン全体の状況を把握、的確に分析・判断し、人・モノ・機器を正しくコントロールすることにより価値創造を実現する。

２点目は、NEC自身での実証である。お客様に提供していくNEC Industrial IoTの考えは、NECグループ自身でも自ら適用し、有効性を確認し改良し続ける。

３点目は、パートナー連携による提供価値拡大である。NECが保有するシステムインテグレーション、ネットワーク技術などに、パートナー様が保有する設備機器・ロボティクスなどの製品・技術を組み合わせて、お客様に最適なソリューションとして提供できるようにしていく。

最後は、「お客様との共創」である。お客様とともに創りあげていく、これがNEC



図表１　IoT活用による２つのイノベーション

Industrial IoTの最大の特長ともいえる。NECでは、2012年10月から「日本の製造業を強くする！」をスローガンに、「ものづくり共創プログラム」を立ち上げ、NECが行ってきた生産革新やサプライチェーン改革のノウハウを、以下４つのコンセプトでお客様にご提供している。

①匠（たくみ）…SCM（Supply Chain Management）改革を実現した匠が現場での改革を支援する。

②繋ぐ（つなぐ）…現場改善や業務プロセス革新とITをつなぐ一体改革を推進する。

③活（いかす）…NECグループのアセットを活かしコア業務に注力できる環境を整備する。

④共（ともに）…共に考え、共に創る場としてものづくり研究グループを立ち上げている。

この活動をさらに拡充して、IoT活用に関するお客様の課題・工夫を共有し、実証を進めるとともに、関連省庁・団体とも協調し、日本製造業のものづくり強化に貢献する。

ものづくり研究グループは、2015年12月末時点で、1018社・3010名の会員によって活動をすすめており、NEC Industrial IoTは、ものづくり研究グループの基盤を活用して、日々進化する最新技術やお客様からの声を取り込みながら創出している。

NEC Industrial IoTにおける「先端IoT技術の活用」

本項では、NEC Industrial IoTにおける「先端IoT技術の活用」について詳述する。

IoT技術を活用した次世代ものづくりは、データを収集・分析・判断し、機器を自動制御し、製品による価値創造を実現する流れであるといえよう（図表２）。

まず、現場・現物・現状をデータにするデジタル化を実施する。そこで収集したデータを、ビッグデータ分析技術を使って分析して見えない、隠れた世界を見える化する。分析に基づき、製造実行システム（Manufacturing Execution System：MES）や、柔軟なネットワーク構築技術・SDN（Software-Defined Networking）を介してITと設備機器、OT（Operational Technology）を直接連携させ、リアルタイムに機器を自動制御・最適化する。製造する製品にもセンサーを組み込むことで、挙動をデータ化し、そのデータを吸い上げ、セキュアに送信、分析して、保守や次の製品の企画・研究に生かす。

以下、IoT活用の流れに沿って、先端IoT技術の活用のポイントを説明する。

（1）現場・現物・現状のデジタル化

製造現場におけるデジタル化の状況は業種や企業による相違があるが、全般的にみるとまだ十分でない工程が多数あると考える。現場のデータをデジタル化するために高額な設備改修をするのは、お客様にとって大きな負担になる。また、人の動きやモノの状態など、自動化設備からだけだと収集できない情報も重要である。各種センサーやスマートデバイスの活用といった手段に加えて、NECが得意とする高い精度を誇る画像技術を活用したシステムは、既存設備を活かしたまま、また新たに大規模な追加・回収をすることなく、現場・現物のデータ化が行える。以下に、高度な画像活用技術を用いて現場のデジタル化を行う観点で、４つの例を示す。

①物体指紋認証技術

世界で初めて[注1]の技術である。従来は、製品や部品を１つひとつ区別・管理するためには、RFIDなどのタグを１つひとつにつけるか、マーキングのような工程・設備を追加しなければならなかった。しかし、この「物体指紋認証技術」を使えば、物体の表面の微妙な凹凸をもとに個体差を区別することができる。カメラも特殊・高額なカメラでなく、安価な普及カメラでも実現可能な技術であるため、導入が容易である[注2]。

図表２　ものづくり革新におけるIoT活用の流れ

②計器文字読み取りシステム

計測表示板の文字をカメラで読み取る技術である。機器接続が不要であり、かつリアルタイムで実績管理が可能となる。

③ウェアラブル端末を利用したAR（Augmented Reality）活用作業支援システム

現実の環境にデジタル情報を付加する。AR技術やウェアラブル端末を用いることで、作業性の向上や未熟練者を支援する環境を実現する。

④動線把握システム

工場での作業員の動きをカメラで読み取り、データで把握して動線改善を行う。高度な画像活用技術を用いて現場のデジタル化を行う。

注１：NEC調べ
注２：2014年11月10日付　NECプレスリリース
『NEC、工業製品・部品の個体を識別する世界初の「物体指紋認証技術」を開発　～ トレーサビリティ・真贋判定・品質管理などに適用 ～』
http://jpn.nec.com/press/201411/20141110_01.html

（2）見えない・隠れた世界を見通す

デジタル化し収集したデータから、見えない世界を見通すためのビッグデータ分析技術である。ものづくりにおけるビッグデータ活用テーマは多数あるが、特にニーズと効果が大きいテーマは品質問題と設備故障検知のテーマである。品質不良の発生はロスコストを発生させるだけでなく、場合によってライン停止による問題対処が必要となり、設備故障もライン停止に直結する。歩留（ふどま）り率の改善と稼働率の向上はスループットを高め、生産コストを削減することに直結する。

まずは、ものづくりに関するあらゆる現場データ（4M（Man、Machine、Material、Method）データ）を収集し、緻密に関係性を把握することで、多面的な見方や気付きを得られやすくなる。

次に、ビッグデータ技術を活用することで、従来気付かなかった品質不良の要因を特定したり、より品質が向上するための最適な加工条件を導いて適用することが可能になる。さらに、ある工程や部品の加工精度実績データに基づいて品質を予測したり、次工程での加工条件を動的に変更することで最適品質を実現するなどの最適化制御にも応用できるようになる。

また、設備の挙動から「いつもと違う」挙動を発見し、故障の予兆を捉えて未然に対応することにより、計画外停止を最小化することで“止めない工場”の実現に貢献する。

これらについて、NECは、以下４つに代表される世界トップレベルのビッグデータ解析技術やエンジンを活用し、今まで気付かなかった知見を提供できるようにする（図表３）。

①異種混合学習

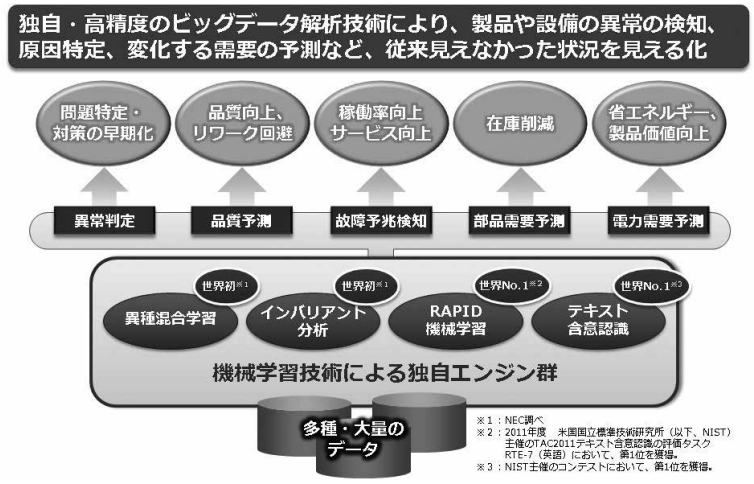
多種多様なデータに混在するデータ同士の関連性から、特定の規則性を自動で発見するとともに、分析するデータに応じて参照する規則を切り替える技術である。これにより、“単一の規則性のみを発見して、それを参照するような従来の機械学習”では分析が困難であった「規則性が変化するデータ」でも高精度な予測や異常検出が可能になる。

②インバリアント技術

多数のセンサーから大量の時系列データを収集・分析し、平常時に成り立つセンサー間の不変関係（インバリアント：invariant）を関係式として自動でモデル化する技術である。このモデルの予測値とリアルタイムデータを比較することで、「いつもと違う」動きを検出することが可能になる。

③RAPID機械学習

膨大な映像・音・テキストなどのデータを人手による複雑な加工なく学習・認識するディープラーニング（深層学習）であり、人の判断や推論が必要な業務を支援する。ルールの設定が不要で、高速かつ高精度なマッ



図表３　NEC独自のビッグデータ解析技術

チングを行う。

④テキスト含意認識

文中における単語の重要性や、主語や述語などの文の構造を考慮することで、２つの文が同じ意味を含むかどうかを高精度に判定する技術である。従来の技術では、２つの文に含まれる単語の一致・不一致を中心に分析していたため、異なる単語で同じ意味が表現されていたり、同じ単語を用いて異なる意味が表現されている場合に正しい分析結果が得られないという課題があった。

本技術を活用することによって、顧客ニーズの的確な把握／精度向上が可能となる。さらに、これらの高精度化された情報を新商品・サービスの開発にフィードバックすることで、よりよい製品のものづくり実現に寄与することができるようになると考えている。

（3）ITとOTのシームレスな連携

OTとは、Operational Technologyの略で、いわゆる制御系システムを指す。Factory AutomationやProcess Automationとも呼ぶ。これらのOTシステムと生産管理システムなどのITシステムは、必ずしも連携されているわけではない。その間は、実態は“人がつないでいる”というラインが多数見かけられる。OTの世界はITに比べると多数の通信規格や形式が存在しており、相互接続が困難であったり、ITとOTの両方に詳しい人材が少ないという事情がある。

NECは、国内シェアNo.1のファクトリーPC（インダストリアルPC）を介して、製造実行システム（MES）と連携し、業界標準的なインタフェースを活用することで、さまざまなメーカーやプロトコルの端末・機器をトータルにインテグレーションする。ここで、インダストリアルPCは、MESなど業務システムなど上位システム連携を制御し、画像解析など高負荷処理を実行し、通信規格の相違を吸収しながら、工場内の設備を自律的に判断・リアルタイムに制御する役割を担う。

また、工場内のネットワークにSDNを活用することにより、ライン変更などに容易に対応可能とし、かつ一元的なセキュリティ設定などの管理レベルを高めることができる。厳しい事業変化に柔軟に対応する必要があり、大量のデータを扱うことになる次世代ものづくりを支えるネットワークとして、大きな役割を果たす。

（4）つながる製品のプラットフォーム

お客様が提供する製品そのもののIoT活用を助けるソリューションである。NECが保有する組込みシステムのアセットをお客様の製品にインテグレーションし、それらの製品機器がネットワークを介して、市場に出た後も新たな価値を生み続けられるようにするためのIoTプラットフォームをワンストップ型で提供する。

そのユースケースとして、以下が想定される。

・製品の稼働状況をリモートで把握するスケーラブルなIoT基盤
・さまざまな通信機能やセンサーを製品に実装する組込みソフトとSI
・スマートな保守・保全を実現するための故障予兆監視システム
・ユーザデータを収集・蓄積・活用する為のセキュアな環境

NECは、新製品／サービスの創出力強化をすることにより、進化し続ける製品のセキュアなプラットフォームの実現を目指す。

NEC Industrial IoTにおける「NEC自身での実証」

本項では、NEC Industrial IoTにおける「NEC自身での実証」について詳しく説明する。

NECは、無線通信機器や放送機器などを生産するNECネットワークプロダクツ株式会社の本社工場（所在地：福島県福島市）において、IoTを活用した実証実験を2015年10月から開始した。また、NECプラットフォームズ株式会社でホームルータや組込み機器などを生産する掛川事業所（所在地：静岡県掛川市）においても、IoTを活用した実証実験を15年度に開始した。

実証内容としては、経営者・工場管理者・現場の各階層でのタイムリーかつ適切な意思決定を支援するため、複数工場の生産ラインにおける品質や稼働状況など人・設備・モノに関する情報のリアルタイムかつ一元的な見える化に取り組む。また、先述の「物体指紋認証技術」を用いたプリント基板の個体識別、カメラ映像からの異常作業の自動検出など、収集データの分析・活用にも取り組む。

NECでは今回の実証実験の結果を踏まえ、2016年度以降にIoT活用標準システムの構築および各生産拠点への展開を推進することで、生産効率の従来比30%向上を実現し、グローバルでのQCD競争力強化を図る。

併せて、今回の実証実験で得た知見を、IoTを活用した次世代ものづくりを支えるソリューション「NEC Industrial IoT」の各ソリューションに反映・提供することで、日本の製造業の競争力強化に貢献する。今回の主な実証実験の内容は以下のとおりである。

（1）複数工場の情報のリアルタイムかつ一元的な見える化

複数工場の各生産ラインにおける品質（不良率）、稼働状況（生産時間・点検時間など）、作業員の作業内容、使用電力量、設備（修理内容・プロセス状態・加工状態など）、治具（使用回数・修理内容など）、材料（消費期限）など、人・設備・モノに関する情報を電子化・収集し、リアルタイムかつ一元的に見える化する。

また、経営者には生産マップ見直しや工場進出など経営判断に必要なサマリ情報、工場管理者にはライン別稼働率・負荷見込みなど工場運営に必要な生産概況、現場層には現場改善に必要な詳細情報、と階層に応じた見える化画面を用意する。サプライチェーンやパートナー企業がグローバルに拡大するなか、各々が必要な情報の容易な把握を可能とすることで、タイムリーかつ適切な意思決定を支援する。

（2）収集データの分析・活用

①物体指紋認証によるプリント基板の個体管理

前述したNEC独自の「物体指紋認証技術」を活用し、プリント基板の個体管理を実施する。プリント基板は、物体の構造上、バーコードやRFIDタグを利用した認証を考えた場合、印字エリアを設けるなどの特別な加工を施すこととなり、コストアップの要因となる。そこで、個々のプリント基板の側面をカメラで撮影し、物体指紋を取得・認証することで、バーコードやRFIDタグを貼付することなく容易にトレーサビリティを実現する。

②機械学習技術を応用した作業検出

NECの人工知能ソフトウェア「NEC Advanced Analytics - RAPID機械学習」[注3]を活用し、装置組立ラインのカメラ映像から作業員の異常作業をリアルタイムに自動検出する。不良発生リスクをその場で検出・手直しするとともに、作業改善・作業者教育を行うことで、品質向上を実現する。

③センサー情報分析による加工品質見える化

NEC独自のビッグデータ分析技術を活用し、プレス機に取り付けたセンサーの情報からプレス品質や金型の摩耗状態を予測することで、適切なタイミングでの保守による品質安定化を実現する。

注３：『NEC Advanced Analytics - RAPID機械学習』
http://jpn.nec.com/rapid/

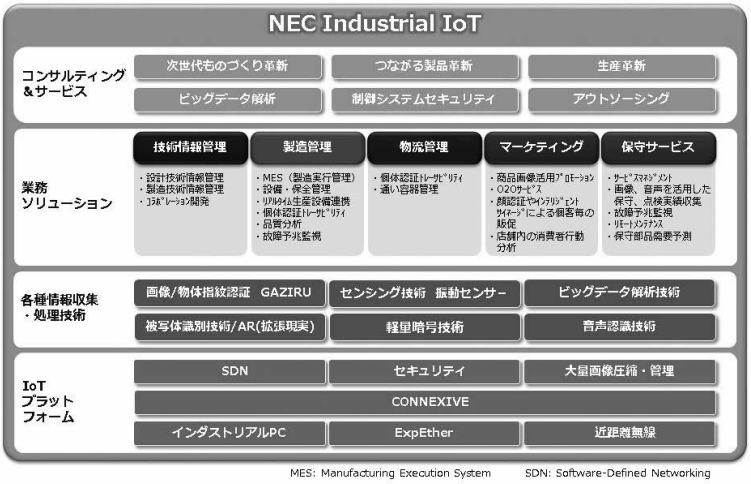
おわりに

ここまで、NECの考えるIoTを活用する次世代ものづくりのコンセプト「NEC Industrial IoT」、およびそのNEC自身での実証実験事例を紹介した。

最後に、今般「NEC Industrial IoT」の中核として体系化したサービス・技術マップを示す（図表４）。それぞれのサービス・技術は、NEC自身での実証、パートナー様との協力のもとに、今後もお客様とともに進化させ続けていく。また、次世代ものづくり革新について、コンサルティングからIoTの適用検証、ソリューションの導入を一貫して提供する。

これらの保有ノウハウをもとに、NECは、業界が直面する変化に応え、製造業の競争力強化に貢献していく。

参考文献：
・「IEレビュー 294号」(日本インダストリアル・エンジニアリング協会)
・IVI（Industrial Valuechain Initiative）の概要は以下を参照願います。
https://www.iv-i.org/whats.html



図表４　NEC Industrial IoT　サービス・ソリューション体系