

## 第1回 IoT導入セミナー

日時：2018年9月14日(金) 14:00～16:30

場所：宮城県庁本町分庁舎 702 会議室（漁信基ビル）

### 岩手県立大学総合政策学部 Working Paper Series No.132

#### 第1部 中小企業による受動的IoT利活用<sup>1</sup> より

##### －IoT化対応で変わる受発注間の企業間関係と再編可能性－

#### 1. はじめに－本稿の目的：IoTの普及と企業間関係－

筆者は、過年度からIoTと経営戦略をテーマに取り上げ、研究を続けてきている。昨年度は、各分野で拡大しつつあるIoTの利活用がIoT関連市場の形成に向かい、この新市場に対して日系企業がどのように市場獲得に向かっていくべきなのか戦略策定を目的に、日系電子部品メーカーを調査対象として研究を行った（近藤（2016））。2016年度の日系企業のIoT市場の市場獲得戦略、これの電子部品メーカーに対する市場獲得戦略を研究した際に、その過程で半導体製造装置メーカーにもインタビュー調査をしており、半導体製造装置のメーカーもIoT関連市場に対して取り組みをしていることが分かった。ただ、半導体製造装置メーカーや工作機械メーカーなどマザーマシンメーカーの場合のIoTの利活用は、①IoT対応製品の開発製造と②自社の生産ラインのIoT化対応という両面での取り組みとなっていた。

近藤（2017）では、IoTは社内のデータ連携とどまらず、下流では消費者や顧客メーカーとのデータ連携が、上流ではサプライヤーとのデータ連携が行われること、つまり社内外データ連携の一气通貫が行われることで、マス・カスタマイゼーションが実現すると述べている。そして、これこそが製造業のIoT、インダストリー4.0の本質であると述べている。しかし、日系メーカーの多くが社内のデータ連携に固執しているがこれではインダストリー3.0の延長線上に過ぎず、どんなに社内でのIoTの利活用を進めてもインダストリー3.99…にしかならず、ドイツが提唱するインダストリー4.0になることはないと述べている。

マザーマシンメーカー<sup>2</sup>は、IoT化対応製品の納入により下流に位置する顧客とのデータ連携を図ろうとしている。そして、自社の生産ラインのIoT化とサプライヤーとのデータ連携を図ろうとしている。つまり、川上から川下まで社内外でのデータによる一气通貫を目指している。マザーマシンメーカーのIoT化対応は、まさにIoTの本質、インダストリー4.0の本質を踏まえた取り組みであるといえるだろう。

この社内外でのデータ連携の構築は、これまでの企業間関係を大きく変えることになる。発注サイドと受注サイドの関係性は、従来は共同開発や共同改善などを通じて構築・強化されてきたが、今後はIoTによるデータ連携も関係性構築。強化のツールになると考えられる。また、現在関係性がある場合は、IoTによるデータ連携が有るか、無いかで関係性の再構築が起こることも考えられる。

---

<sup>1</sup> 本稿は、近藤信一（2017）「マザーマシンメーカーのIoT化対応で変わる企業間関係と再編可能性－受発注企業へのインタビュー調査結果を踏まえて－」『経営センサー』2017年12月号（No.198）、(株)東レ経営研究所、pp.28-35、及び産業学会2017年度東部部会報告「マザーマシンメーカーのIoT化対応で変わる企業間関係と再編可能性」（日時：2017年12月16日 14:00～15:30、場所：明治大学駿河台キャンパス、リバティタワー13階、1135教室）などを踏まえて大幅に加筆修正したものである。

<sup>2</sup> 本稿でのマザーマシンメーカーとは、工作機械メーカーや産業機械メーカー、電子デバイス製造装置メーカーなどの生産設備機械メーカーを指す。

図表1 マザーマシンメーカーのIoT化対応のイメージ図



出所) 筆者作成

筆者は、特に受発注間の取引関係に大きな変化を及ぼすと考えている。これまで発注サイド企業（親企業）は、価格や納期、品質といういわゆる QCD を軸に取引先である受注サイド（下請企業）の評価選定を行ってきた。しかし、今後 IoT による受発注間のデータ連携が進むことでサプライチェーンに変化が起これ、企業間関係が変化すると考えている。親企業にとっては、IoT 化対応とサプライヤーとのデータ連携により優秀なサプライヤーの囲い込みに繋がるというメリットがある。下請企業にとっては、IoT 化対応と顧客企業とのデータ連携より顧客の囲い込みに繋がるというメリットがある。つまり、IoT を導入しないとサプライチェーンに生き残れない時代が近づいているのである。筆者は、受注サイドの下請型中小企業は否応なしに IoT 化対応に迫られる時代が来ると考えている。また逆を言えば、下請企業にとっては、IoT 化対応することで新規顧客獲得に繋がる。

本稿では、このような親企業の IoT 化に対応して下請型中小企業が IoT 化対応しなければならない状態を「下請型中小企業の IoT の受動的利活用」と呼ぶ。

## 2. 研究背景—販売方法の変化：単品売り切りから従量課金へ

製造業企業が、単なるハード品の販売ではなく、サービス分野に乗り出す動き、いわゆる「製造業のサービス化」が 20 年ほど前からじわじわと進行してきている<sup>3</sup>。「製造業のサービス化」の分類は、①サービス価値化と②サービス事業化に大別される。①サービス価値化とは、顧客から認知される付加価値がサービス価値に変化するが、通常の製造業と同様に顧客はモノに対して対価を支払う。②サービスの事業化とは、顧客が代金を支払う対象がモノからサービスに変わるビジネスモデルの変化のことである。以下に述べるマザーマシンメーカーの単品売り切りから従量課金へのビジネスモデルの変化も、製造業のサービス化の②サービス事業化の一形態といえる。IoT の普及が製造業のサービス化の動きを加速させている<sup>4</sup>。

半導体製造装置メーカーや工作機械メーカーは、IoT 化対応機器を開発して市場投入を行

<sup>3</sup> 増田貴司氏（株東レ経営研究所 理事）の講演「「つながる経済が」もたらす産業の大変革と日本製造生き残り策「つながる経済」もたらす産業の大変革と日本製造生き残り策」（第 55 回産業学会全国研究会、日時：2017 年 6 月 11 日 9 時 30 分～12 時 30 分、会場：機械振興会館）を参照している。

<sup>4</sup> 事例としてよく取り上げられるのは、GE の航空機エンジンビジネスやケーザー・コンプレッサーの圧縮空気ビジネスである。

い始めている<sup>5</sup>。これにより発注サイドのマザーマシンメーカーのビジネスモデルが、大きく変化することが予想される。受注サイドの下請型中小企業にとっては、顧客（親企業、発注企業）が製品単品販売モデルから従量課金モデルへビジネスモデルを変化させることになる。従来の製品単品販売モデルは、販売時点で売上と収益が確定することになる。しかし、今後の従量課金モデルでは、売上と収益は顧客納入した製品の稼働状況次第となり、納入先できるだけ稼働率を上げ、できるだけ稼働停止状態を作らないことが売上と収益につながってくる。したがって、従量課金モデルでは、①故障の未然防止（予知保全）、②消耗品の自動供給、③装置運用の最適化、が求められる。これらを実現するツールとしてIoTの導入が促進されているのである。例えば、ファナックはIoTプラットフォーム「FANUC FIELD system」を2017年10月に市場投入している。FIELD systemの“FIELD”はFANUC Intelligent Edge Link & Driveを意味しており、“かしこく・つながる・動かす@現場”を実現したいという思いが込められている。同システムのポイントは止まらない工場のための予防保全である。

写真 ファナック「FANUC FIELD system」のポイント「予防保全」を示す看板



撮影) CEATEC JAPAN 2017 (幕張メッセ、2017年10月3日～6日)で筆者撮影

従量課金モデルでは、設備が稼働しないと売上にならないため（機会ロス）、マザーマシンのネットワーク化の促進と活用が促進され、さらにネットワーク化は社内よりも社外、つまり企業間のネットワーク化が必要となる。そしてネットワーク化は、顧客とマザーマシンメーカーのネットワーク化、さらにはマザーマシンメーカーと部材サプライヤーとのネットワーク化が求められる。したがって、協力企業である受注サイドの下請企業の部材メーカーもIoT化対応とビジネスモデルの変化への準備を求められることになる。

---

<sup>5</sup> 例えば、ジェイテクトは2017年春から出荷する工作機械の全機種にデータ解析モジュールを標準搭載する（『日刊工業新聞』2017年1月31日参照）、またヤマザキマザックも工作機械などの生産設備をIoT化するビジネスを本格化させている（『日刊工業新聞』2017年1月31日参照）など。中堅メーカーでも、例えばチコーエアテックが空気の品質管理が厳しい半導体工場などを対象に清浄度を保つ集塵機を停止させない予防保全に対応したIoTシステムの提案をはじめている（『日刊工業新聞』2017年9月4日参照）。

下請企業においては、従来は親企業である発注先企業からの発注後に計画生産を行っていたが、今後は親企業の予知保全への対応からリアルタイムで部材生産が求められることになる。そのためには、①自社の生産ラインでIoTを導入し親企業とデータ連携をするか、②在庫で対応する、ことが対応策として考えられる。①については、投資負担あり、親企業に自社設備の稼働状況を把握されることになる。②については、コスト負担あり、発注単価が上がらないと予想されるため収益は悪化することになる。有識者のインタビュー調査では、「多くの協力企業は、規模が小さいため、IoT対応のための設備投資ができないことが多い。1次下請企業よりも、2次以下の下請企業がより深刻である。」との意見もあった。また、「協力企業とのデータ連携、協力企業間のデータ連携には、発注先の大手企業が積極的に関与していくべきであると考えている。」という意見もあった。大手製造装置メーカーの幹部は、「IoTの登場により、対応する中小企業と対応しない（できない）中小企業により、系列関係が変わる可能性がある」と指摘している。筆者は、対応策のうち①のIoT化による対応か、②の在庫による対応か、は経営者の経営判断によるが、判断基準の1つとしては「親企業への依存度」がポイントになると考えている。自動車産業のように特定の親企業への依存度が高いと①を選択し、半導体製造装置業界のように特定の親企業への依存度が低いと②を選択することになると考えている。

サプライヤーである下請企業とのデータ連携を進めている企業・業界はある。建設機械業界「コマツ」のケースでは、「コマツのお膝元である石川県小松市で、協力会社を巻き込んだ新たなものづくりが始まっている。工場をつないで情報を共有し、1つの工場として機能させるというものだ。加工する機械のデータを数値化して、経験や勘に頼らずに高品質な製品づくりを高い生産性で実現するのが目標。あらゆるモノがネットにつながる「IoT」による生産改革の実現を目指す。コマツは自社工場だけではなく、国内外の協力会社とつなぐ取り組みをすすめているが道のりは平坦ではない。コマツと協力会社の取り組みは中小企業がIoTを導入するひとつのモデルケースといえそうだ。」<sup>6</sup>と取り組みを進めている。小松市はコマツの企業城下町であることから、親企業依存度の高い協力企業が多く、協力企業とデータ連携を実施しやすい環境といえる。コマツは、コマツのIoTの取り組みを、協力会社「コマツみどり会」とともに進めている。自社の「つながる化」のツールを協力会社の工作機械にも取り付け、インターネットを介して情報を共有し、同社と協力会社と同社の双方の加工作業改善に役立てていくという<sup>7</sup>。同社は、「つながる化」の活動を、社内でも展開するだけでなく、協力会社とも連携して、品質を維持向上しつつ、効率を一層高め、協力企業とWin-Winの関係構築を築いていくつもりである。

航空機産業では既に連携が進んでいる。IHI 呉工場では、航空機部品生産にIoTを導入し、協力会社の加工状況把握し、効率アップ、在庫の削減を目指している<sup>8</sup>。理由は、極度の多工程であること（工員1人で20～30工程を担当）、トレーサビリティ（生産履歴）が厳格に求められており全ての部品の生産記録が必要であること、航空機ビジネスは先行投資が大きく出来る限り在庫を減らす必要ること、の3つがある。筆者の航空機産業の調査経験

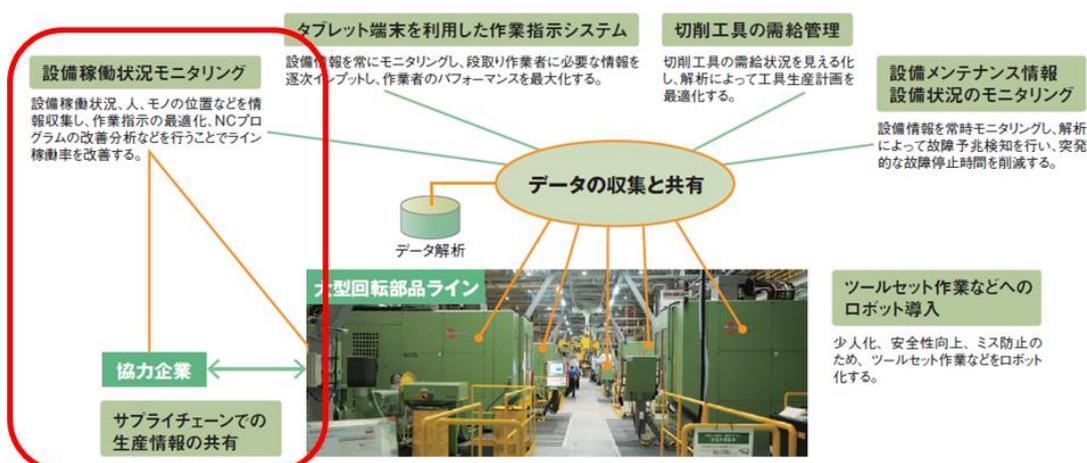
<sup>6</sup> 「工作機械半減へ、協力会社とIoT推進 コマツ」（『日本経済新聞』電子版セクション、2017年1月23日）より引用。

<sup>7</sup> 『日刊工業新聞』2017年7月3日を参照。

<sup>8</sup> 『日経産業新聞』2017年3月7日を参照。

からは、理由の二つ目が最も重要であると考えられる。IHI は、2016 年度からの取り組みとして「IQ ファクトリー」に取り組んでおり、社内ものづくり現場のデータの収集と共有、協力企業・サプライチェーンでの生産情報の共有を促進している<sup>9</sup>。川崎重工業も航空機部品の工場をスマート化するとともに、協力会社とのデータ連携を検討する<sup>10</sup>。同社は、部品加工などを委託する 100 社弱の協力会社もネットワーク化し、サプライチェーン全体で管理することも検討する。

図表 2 IHI の「IQ ファクトリー」での協力企業とのデータ連携



出所)「特集 1—もっと「強い工場」—〔第 2 部 事例〕—IHI 相馬第一工場、第二工場—情報の見える化もロボットも 人による改善の糧にする」『日経ものづくり』2017 年 7 月号、p.36 より抜粋

航空機業界においては、発注サイドからサプライヤー企業へのデータ連携の働きかけだけでなく、受注サイドの協力下請中小企業自らがデータ連携を求める動きも出ている。神戸の中小企業のグループは、発注元の「のこぎり発注」に対して、協力企業同士が IoT によりデータを連携することで町工場同士をつなぎ工程をリレーすることで「あたかも 1 本」のラインを構築し、納期短縮を目指す取り組みを始めている<sup>11</sup>。部品納期は 2 割短縮化を目指している。

独 SAP のシニアバイスプレジデントのハンス・タルバウアー氏は、「状況に応じて対応するサプライチェーンではだめだ。需要予測型のサプライチェーンへと変革しなければならない。」と述べている<sup>12</sup>。このような IoT の普及によるビジネス環境の変化が、マザーマシンメーカーと協力企業（下請型中小企業）の企業間関係にも大きな影響を及ぼすことになるだろう。

<sup>9</sup> 「特集 1—もっと「強い工場」—〔第 2 部 事例〕—IHI 相馬第一工場、第二工場—情報の見える化もロボットも 人による改善の糧にする」『日経ものづくり』2017 年 7 月号、pp36-39、を参照。

<sup>10</sup> 『日刊工業新聞』News ウェーブ 21、2017 年 5 月 26 日を参照。

<sup>11</sup> 『日経産業新聞』2016 年 9 月 23 日を参照。

<sup>12</sup> 『日経産業新聞』2017 年 6 月 13 日より引用。

### 3. 発注サイドのインタビュー調査から

筆者は、定性的実証研究方法を採用しており、データ収集の手法としてインタビュー調査を活用している。そこで、本調査においても、受注サイド発注サイドの両サイドに対してインタビュー調査を実施した<sup>13</sup>。なお、事例紹介している以外のインタビュー調査内容については、取引先関係に関わることから非公開としている。そのため、先方の確認を受けていない内容もあり、本インタビュー調査の部分に関する責任は筆者に属するものである。

#### 3.1 社内における IoT 利活用の現状と課題（生産現場の IoT）

ある大手メーカーA社では、「社内には様々な IT システムがあり、社内であっても連携していない、繋がっていないシステムも多い。現在、顧客対応状況までを含めて社内のプラットフォーム構築、データ連携を目指している。」が、「当社の生産現場は、組み立て作業など労働集約的な作業、つまりセンシングができない作業が多く、数値化できない。生産現場の IoT 化までは行っていないのが現状である。これは、他社のようにロット生産数が多い企業と異なるところである。」と。「工場の稼働状況については、生産現場では見える化できている。しかし、生産・営業・サービス・経営の一元化はできておらず、今後は強化をしていきたい。特に、営業と生産、生産とサービスのデータ連携を同時に進めていきたいと考えている」という。

大手メーカーB社は、「同社の生産ラインでの IoT 化は進んでいない。クリーンルーム内での手作業が多いためである。」という現状であるが、「当社の生産ラインでは、ラインの人員確保は再雇用などだけではいずれ息詰まることから、「人がいなくても作れる」ラインを目指している。IoT や AI は、作業効率の向上だけでなく、作業手順の簡潔化など生産の上流サイドで有効であると考えている。」と今後への期待を述べている。

#### 3.2 IoT 化対応機器の開発製造と IoT 化対応サービス（サプライヤーとしての IoT）

マザーマシンメーカーは、各社 IoT 化対応機器を開発し、市場投入し始めている。例えば、FUNAC の「FIELD system」などはその典型的な事例である。「2.研究背景－販売方法の変化：単品売り切りから従量課金へ」で取り上げているように、多くのマザーマシンメーカーが IoT 化対応機器を市場投入している。

工作機械メーカーの事例として、ヤマザキマザック(株)の取り組みを紹介したい。ヤマザキマザック(株)は、次世代モノづくりを当社自ら実践し進化させた「Mazak iSMART Factory」を市場投入している<sup>14</sup>。IoT 技術を活用して工場内全ての生産活動をデジタルデータ化し、生産の最適化や生産性向上につなげたいという顧客の要望に対して、同社の最新加工機やソフトウェアにより顧客企業の工場のスマートファクトリー化を支援する。

工場内の IoT 化を図る上で重要な機械間のデータ取得の共通化やサイバーセキュリティの問題を解決するために、製造業向けオープン通信規格「MT コネクト」を採用したネット

<sup>13</sup> 本稿では、各社が構築した IoT システムの説明は行わない。本稿の目的が、IoT のシステム自体にあるのではなく、IoT システムを利活用するのにかにあるからである。

<sup>14</sup> <https://www.mazak.jp/machines/technology/factory-network/ismart-factory/>、2017年12月23日閲覧

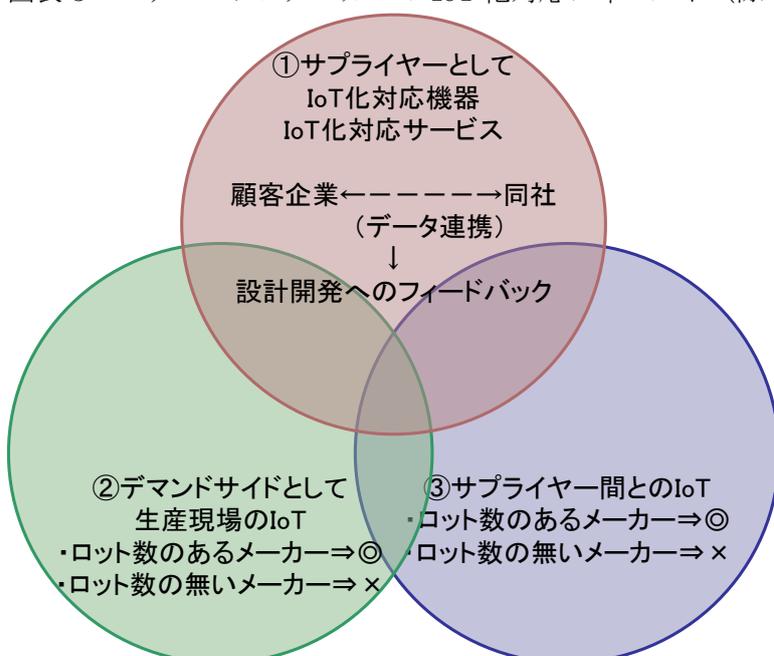
ワーク接続装置を、スマートファクトリーを実現する Fog コンピューティング装置として開発している。ビッグデータの収集と分析により顧客企業の工場経営の効率化や設備機器の生産性向上を推進している。

### 3.3 発注サイド企業（親企業）としての IoT 対応と協力企業への IoT 対応（サプライヤー間との IoT）

大手メーカーA社は、「IoT 導入によるサプライチェーンマネジメントが必要であると認識している。下請協力企業に対しては、何ができるか検討中である。当社の製品の多くは顧客毎にカスタマイズ化している製品であるため、部材の生産ロットが 10 個程度と少ない。下請協力企業は、汎用性の低い部材を生産している。」という。

大手メーカーB社は、「サプライヤーについては、「発注量」で管理されており、サプライヤーから提出されるエクセルデータなど最低限のデータで管理している。サプライヤーの工場稼働率、加工計画まではデータ連携できていない。サプライヤーは、100%当社の仕事をしているわけではない。サプライヤーサイドも 1 社依存を嫌い依存度を下げていると考えられる。このような取引環境では、サプライヤーに細かい、踏み込んだデータを要求することはできない。」「生産ロットが少ない部材が多く、継続的に仕事を発注できるわけでもない。また、管理するとなるとサプライヤーに対して仕事量を確保しなければならなくなる。したがって、同社の場合は IoT を導入するサプライヤーが現れたとしても、取引先の評価の加点にならない。」という。同社の場合は、IoT でサプライチェーンを管理したいものの、発注ロット数、つまり下請企業への発注量とその維持から困難と考えていることが分かる。

図表 3 マザーマシンメーカーの IoT 化対応フィールド（除く、セキュリティと人材管理）



出所) インタビュー調査より筆者作成

## 4. 受注サイドのインタビュー調査から

### 4.1 IT/IoT を活用したもののづくり

受注サイド企業 A 社は、工場の見える化を進めている。社内業務システムは、十数年前に自社開発で構築したものに改良を重ねてきている。現場では、機械設備の稼働状況の見える化が構築されている。工程管理は、エクセルベースで管理しており、EDI<sup>15</sup>から工程表作成まで自動作成するようになっている。工程表の進捗管理は、部門長が手入力更新している。自社開発のシステムで、機械設備と直接つながっている。機械設備毎に部品の加工実績も管理されている。今後は、生産予定と生産実績のリンクを行っていききたいという。同社では、職人やベテランでなくても若い従業員でも生産できるための IoT 化を目指している。同社は、『無人の機械を使いこなすノウハウを持った集団』にするための IoT 化であり、決して人減らしのための IoT 化ではない」という。同社としては、一人当たりの付加価値額を挙げていくことが重要であると考えている。

受注サイド企業 B 社は、従来から IT システムの導入に積極的であり、現在では IT で工場内の機械設備の稼働状況を監視している。夜間の機械加工の自動化と見える化を行っている。なお、構築している IT システムは自社開発である。

ある有識者によると「IoT を積極的に利活用している中小企業では、IT リテラシーが盛んな若い人が活躍している、活気がある企業であることが多い。そして、経営者が彼ら若手のアイデアを否定しないことが多い。」という。

受注サイド企業 A 社は、IT 化を平成 8 年ごろから始めているが、当時は「職人の感覚がデジタル化できないのか」ということがスタートだった。しかし、世の中の流れが同社の考えに“合ってきた”のだという。時流に乗ってきたのである。時流が来てから、補助金を待っていたからでは遅く、他社が取り組む前に取り組むべきである。

受注サイド企業 B 社のインタビューでは、「IT/IoT の構築は、トップが理解する必要がある。理解は、IT の技術の理解、外部環境の理解、顧客との関係の理解などである。トップは、苦勞して、試行錯誤をしながら、頭でも、体でも理解できるようにならなければならない。特にトップは、IT 活用の理解、つまり IT をどう経営に活用していくかという理解、が必要である。IT の技術そのものは、外注を活用すればよい<sup>16</sup>。外注はコストだが必要コストと考えている。この理解があれば、外注していても「自分で作った IT システム」になる。IT 人材を社内に抱える場合は、余剰人材（間接部門の人材、間接コスト）を抱えることになる。この場合は、受注価格を引き上げるなどしてコストを回収することが必要になる。ニワトリ（IT 導入）が先か、タマゴ（IT によるコスト削減）が先か、だが同社ではあえて設備投資をして、のちに投下資金を回収している。同社は、他社よりも 1 歩先んじて

---

<sup>15</sup> EDI (Electronic Data Interchange、電子データ交換) とは、商取引に関する情報を標準的な形式に統一して、企業間で電子的に交換する仕組み。(IT 用語辞典 e-Words を参照)

<sup>16</sup> ただし、武州工業株の林英夫氏は講演で、「システム構築に 3 年かかったが、システムは内製化した。内製化するとスピードがある。外部委託だとタイムラグが生じる。これは製造業では致命的である。」と述べており、内製化を推奨する意見もある。(「平成 29 年度 東京都中小企業知的財産シンポジウム 新たな価値を創造する知財戦略 自社の強みを“最大限”に活用するために」(開催日時：2017 年 12 月 5 日 13 時 00 分～16 時 30 分、会場：イイノホール)、分科会 (15 時 00 分～16 時 30 分)「中小企業における IoT の活用」)

IT 化を進めてきたことが強みになっているといえる。分かっているところは伸びて、分かっていないところは退場する。どう備えるかで経営者の力量が問われることになる。」といていた。

### 4.3 発注サイド企業の IT/IoT 対応と協力企業への影響

受注サイド企業 A 社は、「技術力を持っているサプライヤーはデータを出さない。一方で、発注サイドはデータを連携したい。このままでは、受注サイドは発注サイドの『属国』になってしまうので、同社としてもデータ連携はしたくない。特に、製造ノウハウを持っている発注サイドには怖くてデータを渡したくない。データを渡すと、加工方法や原価などが分かってしまうからである。同社の顧客は、製造ノウハウを持っていないので、データを渡しても良い。同社は、図面は書くが、作り方が分からない（つまり、原価も変わらない）。それ以外の顧客は、データを繋ぎたくない。」と述べていた。また、同社は「社内の IoT 化（工場の見える化）は、顧客への“売り”になるが、“裸”にはなりたくない。顧客に出していい情報と、出していけない情報がある。」とも述べていた。

受注サイド企業 B 社は、「顧客企業はコストダウンをするためにデータを欲しがっている。データを取られれば、一次下請け企業は競争をさせられることになる。その競争では、サプライヤー間で価格と技術になるが、発注企業との関係ではサプライヤーが有利になる。」同社は、従来から社内（特に、製造現場）の IT 化を進めてきている。一方で、顧客も社内（特に、製造現場）の IT 化を進めてきている。顧客企業としては、データ連携をしたいと考えるようになってきている。今後については、①後継者がいない企業は顧客企業に M&A で売却することも考えられる。②データの共通化である。かつては、図面は郵送で送られてきたがこれでは納期が最低でも 2 日かかる。そして、費用も発注サイド負担である。それが、インターネット経由で図面が来るようになった。距離と時間は短縮したが、費用負担は受注サイド負担になった。加工データや CAD<sup>17</sup>データを発注サイドが吸い上げたいというが、CAD データから CAM<sup>18</sup>データへの転換以後は下請中小企業にノウハウがある。CAM データに落とし込む際に、加工条件の設定にノウハウがあるからである。したがって、CAM データを発注サイドに渡してしまうと、顧客にノウハウが移管することになる。製造設備と CAM データがあれば、誰でも、どこでも生産できるようになり、価格競争に巻き込まれることになる。どう対応していくべきか、同社でも悩んでいる。しかし、下請型中小企業サイドは顧客が多様であり、ノウハウは中小企業サイドに集約している。特に、同社のメイン顧客は、発注サイドに製造ノウハウがない。発注サイドに製造ノウハウが、有るか、無いかは境目であると考えている。例えば、トヨタの場合はトヨタ生産方式にノウハウがあり、同社の製造システムについてこれるか、これないかが問題になるが、同社の発注企業の場合はそもそも製造ノウハウを持っていない。したがって、顧客企業と IoT でデータを連携させても製造ノウハウは流出しない。つまり、製造ノウハウを持っていない発注先

<sup>17</sup> CAD（Computer-Aided Design）とは、工業製品や建築物などの設計や製図を、コンピュータを用いて行うこと。（IT 用語辞典 e-Words を参照）

<sup>18</sup> CAM（Computer Aided Manufacturing）とは、CAD などで作成した設計図面などを元に工作機械を操作するためのプログラムの作成などを行うこと。（IT 用語辞典 e-Words を参照）

であればデータを連携しても、受注サイドにメリットがある。しかし、製造ノウハウを持っている発注先とのデータ連携なら、製造ノウハウを持っていかれてしまうことになる。

いずれにしても前提としては、受発注の両サイドが既に社内のデータ連携をできていることである。同社としては、顧客とのデータ連携のためには、社内のデータ連携を準備として進めておく必要がある。対応策としては、①敢えてデータで連携する、②他所では製造できない製品を作る（オンリーワンの技術や製品を持つ）、が考えられる。しかし、オンリーワン技術は、その時点でのオンリーワン技術であり、将来はわからない。代替技術ができればオンリーワン技術でなくなってしまう。したがって、同社はコストリーダーシップ、つまり価格が低くても生産できる、利益が出る現場の構築を目指しており、そのために IT を活用している。そのためには、生産に必要なものしか現場に出し入れしないこと、IT システムが大事であり、IT で工場の見える化を行っている。IT システムは、社内開発で構築している。

## 5. まとめ—IoT による新しい企業間関係構築の可能性

### 5.1 データ連携で再構成されるピラミッド構造

IoT の利活用が、取引関係、特に下請構造などにどのような影響を及ぼすのだろうか。下請けの再編は、IoT で繋がったピラミッドへと再構成されていくだろう。ピラミッドの頂点企業により IoT で繋がることができるか、できないかで下請企業は絞られていくだろう。そして、ピラミッドの頂点に立つ企業には、「発注力（量）」が問題となる。

IoT で繋がったピラミッドが再構成されていくことは、日本の製造業全体の引き上げには必要であると考えている。したがって筆者は、発注先である大手企業が協力企業に IoT 対応を求めることは「必然」であると考えている。

その結果、IoT 対応が取引関係再構築のトリガーになる可能性がある。これは、取引費用論のスイッチング・コスト<sup>19</sup>で説明ができる。擦り合わせ・系列化の中では親企業と協力企業のスイッチング・コストは、従来は高かったといえる。しかし、IoT 化によりスイッチング・コストが低くなり、新しい取引関係、つまり新しい系列が形成される可能性がある。ただし、IoT で発注企業と受注企業がデータ連携することで、スイッチング・コストがどれくらい下がるのかが実証されていない。

受注サイドの中小企業にとって、ものづくりの強みが①発注先企業との擦り合わせの中にあるのか（スイッチング・コスト大）、②企業内部にあるのか（スイッチング・コスト小）、によって対応が違ってくる。①の場合は、特に企業城下町型の中小企業の場合は、擦り合わせ自体に強みがあることが多い。②の場合は、強みをより高く必要かしてくれる発注先企業に乗り換えること、つまり顧客開拓には有利である。

### 5.2 変わる企業の競争力の源泉

ある発注サイドの中堅メーカーでは、現場は協力会社の機械設備の稼働状況や空き情報

---

<sup>19</sup> スイッチング・コスト（switching cost、切り替え費用）とは、ある商品から他の商品、あるいはあるブランドから他のブランドに切り替えることに伴って発生する費用である。金銭的な費用に限らず、切り替えに伴って必要となる習熟や慣れに要する時間（の機会費用）や心理的費用なども含まれる。

が一番欲しいという。しかし、同社では協力企業とのデータ連携は手付かずである。同社では「工作機械業界は、需要の波がある。IoT を外注企業に押し付けると、景気が悪化し、発注ができない時期には同社としても困ることになる。したがって、同社以外の受注もして欲しいという状況にある。そのため、当社としては外注先に IoT を押し付けることができない状況にある。」という。発注サイドの大手メーカーB社でも、受発注のデータ連携とコストの削減を検討したことがあるという。加工品で加工方法が決まっていれば、ある程度コストが想定できるため、受発注のデータ連携で安くすることができる。標準品はコストはで買い叩かれることになるが、受注（下請け）サイドはノウハウ、特に技能や技術で、工夫や改善ができる生産ラインにより改善できる。複数社で供給できる（複数購買ができる）部品については、受発注のデータ連携により分業構造の再編は可能である。しかし、1社または2社での供給しかできない特殊な部品は、データ連携することでQCDを向上させることができる。当社の場合は、特殊部品の利用割合が多いため、つまり、特定のサプライヤーからしか購入の選択肢がないため、サプライヤーとデータ連携することのメリットがなく、サプライヤーの再編にもつながらない。つまり、データ連携は、汎用性の高い部品のサプライヤーとのデータ連携では、QCDの向上にメリットが大きいといえる。

データ連携は、リアルタイムでマネジメントされていることが重要であり、過去の実績と加工シミュレーションがあれば、見積額も、納期も、必要な設備も大体わかる。したがって、QCD自体が競争の源泉ではなくなっている。元受がQCDを把握しているため、競争の源泉はIoTを活用した工場管理能力になる。元受企業に、データで裏付けられた管理能力や改善能力を示すことになる。IoTによる工場管理能力は前提となり、付加価値のある技術力はそのあとの話となる。つまり、中小企業はIoTを積極的に活用することで競争優位の獲得につながるのである。

さらに、データ連携した際の差別化の源泉は、データで表されない領域での品質と「信頼になると考えている。信頼とは、“必要なものを、必要な時に、必要な価格で、納めることで、QCDをしっかりとこなしてきたという実績である。つまり、「あそこに頼めば大丈夫」という安心感である。信頼を維持していくためには、実績の積み重ねが必要である。また、顧客企業の不利になることでも、相手に公表することも信頼につながる。

サプライヤーサイドの視点に立つと、汎用性の高い加工品の場合はIoT対応することで競争優位を確保し、仕事を競合から奪うことができるし、多くの発注先から仕事を獲得することが可能になる。特殊加工品の場合は、新技術や技能の獲得でデータ連携することなく、対応することができる。受注サイド企業B社は、従来からITを積極的に導入しコスト削減を行ってきた。外部環境が変わりIoTがブームとなる中で、同社にとっては従来からある競争優位性がより強まったといえる。同社の受注先との関係の変化については、今までと関係自体は変わらないと考えている。発注サイドは、ITが導入されて調達先が広がったが、受注サイドも競合他社の経営情報など競合他社について調べられるようになった。したがって、関係性自体は変わらない。透明性とスピードがアップしただけである。公開されたデータにより自社の強み弱みが分かる。同業者間で切磋琢磨できる。データを公開したくない企業は「加工時間＝受注単価」となっており、公開してもいい企業は「加工時間≠受注単価」となっている企業である。受注サイドがIoT化を進めていくと、受注サイドから発注サイドを選ぶことも出てくる。つまり、IoTが取引の基準になるのである。

### 5.3 下請中小企業の対応方法

多くの中小の協力企業では、対応は受動的である。特に、企業城下町に存立する中小企業では「やらざるを得ない」というのが実感だろう。しかし、それでも対応したくない企業や対応できない企業は、取引先企業の同業他社や取引先企業の他部門に顧客自体を変える協力企業もある。

積極的に対応している中小の協力企業では、発注先である大手企業の IoT 対応レベルと受注先である中小企業の IoT 対応レベルが一致していないことから（対応レベルが受注側の中小企業の方が高い）、つまり発注サイドのスキル不足でデータ連携がうまくいかないことも多い。したがって、発注側の大企業の IoT 対応の意識とレベルも重要である。

IoT 化対応をできている中小企業では、過渡期であるので顧客を乗り換えることもできる。逆を言えば、大手企業の IoT 対応が十分でないので乗り換えができるのである。

業界アナリストへのインタビュー調査では、「日系半導体製造装置メーカーは、ベンダーとのデータ連携を 100% するべきである。」との意見であった。理由は、製造装置メーカーにとって①部品在庫の在庫切れリスクの回避、②ベンダーも含めた部品在庫の削減、③半導体メーカーへの加工工程の削減やコスト削減提案などの戦略購買<sup>20</sup>、などのメリットが考えられるからである。特に③については、ベンダーの体質強化は、半導体製造装置メーカーのコスト削減につながるし、ベンダーの生産情報を把握することで発注サイドからベンダーサイドにコスト削減提案ができる。しかし、同氏によると、日系半導体製造装置メーカーは、データ連携に乗り気ではないという。同氏は、親企業とベンダー間には相互不信があると考えている。親企業は本当にデータ連携で上手くいくかと不安に感じ、ベンダーサイドは搾取されるのではないかと不安に感じている。Win - Win の関係にする必要がある。

筆者による実態調査で明らかになったように、社内の IoT 化に取り組んでいるベンダーが複数ある。だとすれば、ベンダーサイドから親企業に提案する必要がある<sup>21</sup>。提案して半導体製造装置メーカーにデータ連携することの実績と効果を残す必要がある。製造装置メーカーはこの経験を踏まえて、他のベンダーへ展開するべきである。データを連携することは、親企業とベンダーのバリュー（価値）の奪い合いである。日系半導体製造装置メーカーは、ベンダーから「搾り取ろう」という発想になるだろうが、特殊な部品を供給しているベンダーの場合は、データ連携によりコスト削減余地が生まれることになる。また、試作や研究開発の工数削減によりスピードアップが見込まれる。

日系マザーマシンメーカーは下請協力企業も含めた競争力で海外競合メーカーと競争し、競争優位を構築してきた。ベンダーを含めたサプライチェーンが一体となって、いわばチーム〇〇として競争を戦ってきたのである。

<sup>20</sup> 経済のグローバル化とネット普及によるネットワークの拡大による調達先の対象エリアの広がり、市場のグローバル化を睨んだ最適地生産・調達の追求、サプライヤーを巻き込んだ迅速な開発から市場投入までの開発サイクルの短縮化、需給を同期化するサプライチェーンづくり、環境を考慮した持続的成長や企業の社会的責任への配慮、内部統制、調達リスクのマネジメントなどの様々な経営環境の変化に対応するための戦略的な購買のこと。

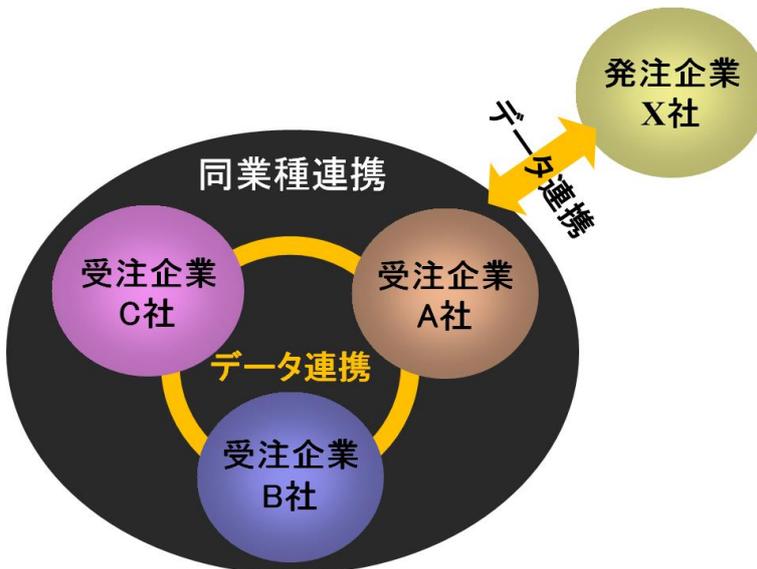
<sup>21</sup> 大手半導体製造装置メーカーとその協力企業へのインタビュー調査では既にそのような提案事例があった。

### (1) 対応案：同業種連携での対応

板金などの加工部品がサプライヤー同士でデータ連携をすると（クラスターを形成すると）、そこに発注できれば、発注サイドとしてはサプライヤーとデータ連携できるし、サプライヤーも発注サイドと直接データ連携することによるリスクを回避できる<sup>22</sup>。

発注サイドの視点から見ると、同業種のサプライヤーがデータ連携することで、個別にデータ連携を行うよりも効率的な取引をすることができる。異業種連携ではなく、同業種連携である。受注サイドの視点から見ると、発注企業と直接データ連携することは経営上のデータを握られるというリスクを感じてしまう。同業種連携により、データを直接発注サイドに握られるリスクは回避できる。異業種連携は、京都試作ネットのように試作などでは発注サイドにとって効率的であるが、量産での調達では同業種連携が効率的である。

図表 同業のサプライヤー企業による企業間連携のイメージ図



出所) インタビュー調査より筆者作成

IT を活用して同業種の企業間連携をしている「PROFECT（プロフェクト株）（<http://www.profect.jp/>）」によると<sup>23</sup>、発注企業とのデータ連携については、汎用性の高い部品なら仕方ないものの、出来れば連携したくないという。しかし、同規模の企業や同列の企業（同じ下請企業）とならデータ連携をしても良い（メリットがある）と考えており、プロフェクト株内ではデータを連携させたい。しかし、プロフェクト株内でデータ連携をしても、そのデータを発注企業とは連携させたくないという。

<sup>22</sup> 岩手県花巻市の株石神製作所が中心となって結成した「株PROFECT」が先端事例といえる。同社も、グループ内で同じ生産管理システム「TED」を使用している。また、株今野製作所の「つながる町工場」も類似の事例と考えられる。

<sup>23</sup> 訪問は、2017年11月30日 10時00分～11時00分。訪問場所は、本社（株式会社石神製作所 本社）。

## (2) 今後の課題

### ①設備投資の問題

多くの協力企業は、規模が小さいため、IoT 対応のための設備投資ができないことが多い。業界アナリストへのインタビュー調査では、「中小のベンダーには、IoT や AI の投資負担は大きいので、親企業が支援するべきである。」との声があった。この投資負担の問題は1次下請企業よりも、2次以下の下請企業がより深刻である。有識者へのインタビュー調査では、「多くの協力企業は、規模が小さいため、IoT 対応のための設備投資ができないことが多い。1次下請企業よりも、2次以下の下請企業がより深刻である。」との意見もあった。また、「協力企業とのデータ連携、協力企業間のデータ連携には、発注先の大手企業が積極的に関与していくべきであると考えている。」という意見もあった。したがって、協力企業とのデータ連携、協力企業間のデータ連携には、発注先の大手企業が積極的に関与していくべきであると考えている。

### ②データ管理の問題

受注サイド企業 B 社は、見える化したデータをインターネットで公開することを検討したことがある。IT 化は、社内だけの LAN で繋がっているが、今後は IoT で積極的に外部に繋ぐシステムにしなければならない。そのためには、守るべきデータは守り、公開するべきデータは公開するようにしなければならない。

### ③受動的対応から能動的取り組みへ

IoT によるサプライチェーンの管理は、筆者が受動的対応と呼ぶ大手企業と協力企業の問題だけではなくなってきた。能動的に IoT によるサプライチェーンの管理に取り組む中小企業が出てきている。

田島軽金属（埼玉県羽生市）は、自己資金約 2,000 万円を投じ、2018 年 1 月をめどに生産管理システムを一新し、IoT を活用した独自システムに切り替える。社員がスマートフォンで自社工場や協力会社の稼働状況を即時把握し、営業折衝の場で即時に納期を示すなど、提案力を高めるとい<sup>24</sup>。田島軽金属は将来、サプライチェーン全体が IoT でシステムを通じ、さまざまな情報を共有できるようにするため、木型製作を手がける協力会社の松田木型製作所（埼玉県羽生市）からはおおむね協力を得ているという。稼働状況などをリアルタイムで把握し、営業先に合理的な納期を素早く示すほか、飛び込み案件への対応をスムーズにする。受託時点で依頼が生産能力を上回る場合、早めに協力会社に発注することなどで、製造スケジュールが過密にならないようにする。さらに、IoT を製造現場の改善にもつなげる。稼働状況データなどを分析し、生産性を高める方針で。システムの導入後、当面、生産効率 10%向上を目標に改善に取り組む。

比較的規模の大きな中小企業が、自社の IoT 化対応と協力企業の IoT 化対応でサプライチェーンをデータ連携することで、QCD をより高め、競争力を強化することができるのである。

---

<sup>24</sup> 「田島軽金属、IoT 効果でアルミ鋳物の試作倍増へ 生産管理システム一新」『日刊工業新聞』2017 年 5 月 30 日を参照。

#### 5.4 これから下請中小企業の競争優位と企業間関係のあり方に関する一考察

筆者がある中小企業（業種は、板金加工業・個別受注生産）の経営者と、受発注間のデータ連携について議論していたところ、同社場合は工程レベルでのデータは、顧客企業（発注サイド企業）とデータ連携をしても問題ないと考えている。個別受注生産であるため、機械設備の「稼働時間＝原価」ではないからである。しかし、加工の実データは、独立した企業であり、発注サイドに製造ノウハウがある場合は、基本的にはプロテクトすべきだと考えもいた。ただし、親子関係（資本関係、依存度など）によりデータ連携の在り方異なるともいう。中小企業が IoT を導入して実加工時間を短くしたということは、短くしていること（生産技術）にノウハウがあり、短くできるという付加価値を対顧客に売るべきである。したがって、加工時間が短くなった分、賃率が高くならなければならない。この付加価値を認めて、賃率を上げてくれる発注企業であれば、データ連携をしても良いと考えていた。（『NC 機械の実稼働時間＝原価』×賃率（≡付加価値を反映）＝受注単価』）

IoT を生産現場に導入して加工時間の短縮（コスト削減）ができて、量産品や賃加工の場合は受注単価がダウンしてしまう。従来の受注価格のまま、実加工時間を短縮することができたら、収益がアップする。したがって、賃加工で受注している企業は、データを出したくないのは当然である。賃率を上げずに、加工時間を減らすと収益が減少する。賃率が同じであれば、加工時間を短縮して収益の増加を目指すことになる。対顧客とデータ連携をした際に、賃率アップを認めてくれる、つまり IoT 導入による付加価値向上を認めてくれるのであればデータ連携をしても問題はない。

リーマンショック後のわが国の製造業では、取引関係は価格重視による受発注（親子）関係が中心となり、発注サイド企業は複数購買・転注・集中購買などコスト重視・効率重視してきた。しかし、行き過ぎにより、受注サイドの企業は受注単価の下落と収益低下により企業体力を消耗し、発注サイドには協力企業の倒産や淘汰、それに伴う取引先開拓コストの増大などのデメリットが顕在化し、受発注双方が疲弊してきている。双方が疲弊する中で協力企業との関係が弱くなってきたといえるだろう。発注サイドは、受注サイドの下請中小企業の IoT 導入による生産現場のコスト削減、データ連携など付加価値を認めて、協力企業の強みを活かしていくことが必要と考えている。そして、価格重視の親子関係から、共創（Co-creation）重視の関係に変えていくべきである。共創重視の関係の中で受発注間においてデータ連携をすることは、Win-Win の関係につながる。

ある有識者によると、これからのものづくり型下請中小企業の競争優位の源泉は、QCD+S（サービス）+T（テクノロジー）+I（インフォメーション&インテリジェンス）である、という。I とは、川上の情報を川下（顧客）に伝えて（インフォメーション）、さらに川上の情報に川下の市場状況を加味して戦略立案に必要なデータにして提供すること（インテリジェンス）、である。I で競争優位を獲得するには、顧客企業とデータ連携して、サプライチェーン全体で競争優位を獲得する必要がある。これは、発注サイドにとっても受注サイドにとっても競走優位の獲得につながり、Win to Win の関係になるといえる。

この IoT 化による受発注間の関係性の強化はデジタル的な側面であるが、Face to Face によるアナログ的な関係が補完することで、戦略的な関係がより一層強化される（顧客企業との戦略の共有）。IoT 化により発注企業とデータ連携することは、現在のところ特別な関係でありだからこそ戦略的パートナーになれるともいえる。

## 参考文献

- Bruce Sinclair (2017) , IoT Inc.: How Your Company Can Use the Internet of Things to Win in the Outcome Economy, McGraw Hill Professional
- Eric Schaeffer (2017) „Industry X.0: Realizing Digital Value in Industrial Sectors., (エリック・シェイファー著・井上大剛訳 (2017)『インダストリーX.0 製造業の「デジタル価値」実現戦略』日経 BP 社)
- 岩本晃一/井上雄介編著 (2017)『中小企業が IoT をやってみたー試行錯誤で獲得した IoT の導入ノウハウ』日刊工業新聞社
- 岩本晃一/波多野文 (2017)「IoT による中堅・中小企業の競争力強化 in 第 4 次産業革命」RIETI Policy Discussion Paper Series 17-P-020、経済産業研究所
- 近藤信一 (2016a)「IoT 市場の本質と日系電子部品メーカーの市場獲得戦略」(国際ビジネス研究会・第 23 回全国大会 自由論題報告 (場所: 大阪商業大学、日時: 2016 年 10 月 23 日))
- 近藤信一 (2016b)「下請型中小企業の IT を活用した独自ネットワークの構築による自立化への取り組みー城東地域の中小企業 3 社の取り組み事例の紹介ー」総合政策学部 Working Paper Series No.117、2016 年 9 月 8 日
- 近藤信一 (2016c)「下請型中小企業間の新しい連携モデルの模索ーIT を活用した独自のネットワークの構築による自立化への取り組みー」『機械経済研究』No.47、(一財)機械振興協会 経済研究所、pp.29-48
- 近藤信一 (2017)「IoT 普及で変わる電子デバイス製造装置のビジネスモデルと協力企業との関係再構築」(産業学会第 55 回全国研究会での自由論題報告 (場所: 機械振興会館、日時: 2017 年 6 月 10 日))
- Mark Skilton, Felix Hovsepian (2018) , The 4th Industrial Revolution: Responding to the Impact of Artificial Intelligence on Business, Springer
- 松島桂樹 (2017)『つながる町工場～中小企業にとっての第 4 次産業革命～』(松島桂樹 著作集第 11 巻)、オンデマンド出版
- 野村総合研究所編 (2017)「特集: 第四次産業革命の最新動向と日系製造業の IoT 対応の課題」『知的資産創造』2017 年 9 月号、野村総合研究所、pp.4-63
- 大西智敦 (2017)「工場の IoT 化が工作機械・ロボットにもたらす影響～変化を機会とし、求められる新たな価値創出」Mizuho Industry Focus Vol.193、みずほ銀行産業調査部
- 島崎浩一 (2017)『インダストリー4.0 時代を生き残る! 中小企業のための IoT と AI の教科書』総合法令出版