

2022年9月・2023年4月入学試験

大学院創造理工学研究科修士課程

総合機械工学専攻

専門科目表紙（専門共通科目）

◎問題用紙が 3 ページあることを試験開始直後に確認しなさい。

◎解答用紙が 1 枚綴りが 1 組あることを試験開始直後に確認しなさい。

注意事項（Notice for Examinees）

解答方法（How to Answer）

解答は解答用紙のおもて面に記入すること。裏面の記入は採点対象としない。

(You should write the answers to the front (printed) side of the sheet. If you write the reverse side of the sheet, that could not be evaluated.)

2022年9月・2023年4月入学試験問題

大学院創造理工学研究科修士課程総合機械工学専攻

科目名：小論文

問題番号

1

以下（（社）日本機械学会誌、Vol. 124, No. 1226, pp16-19, 2021 より抜粋 原文のまま）を読んで設問に答えなさい。

“つながるものづくり”による未来の製造業 西岡靖之

はじめに

＜略＞本稿では、デジタル・トランスフォーメーション（DX）の先にある製造業の未来、あるいはポストコロナ時代の新常態における製造業の姿として、＜略＞三つの類型を示す＜略＞。そして、“モノからコトへ”という大きなパラダイムシフトと、製造業のサービス化という流れを前提として、それらの三つの類型の妥当性と必然性を議論する。

コンビニ工場

＜略＞モノの物理的な移動を最小限にするという考え方と同時に、地産地消のものづくりは、最終消費地にもっとも近い場所に生産拠点を設けることで、よりきめ細かな顧客サービスが可能となる。製品に要求される品質や機能は、地域ごと、あるいは個人ごとで大きく異なる場合が多い。それらの要求を一カ所に集約し、一カ所で生産するメリットは低く、逆に在庫管理コストや管理工数が増大する。顧客ごとのきめ細かな対応ができないことに加えて、このようなトップダウン型の対応では、個別の要求に答えることに対する現場のインセンティブが働かない。コンビニ工場では、最終消費者となる顧客が直接足を運ぶことができる距離に生産拠点を設けることで、製品の配送コストを最小化するとともに、その修理やリユース、リサイクルも可能とする。＜略＞

シェアリング工場

＜略＞製造業における高額な設備として、例えば10mを超える加工物を対象とする超大型工作機械や、サブミクロン単位の精度が要求される超精密工作機械などが挙げられるだろう。こうした高額な設備は、財務諸表上あるいはキャッシュフロー上で企業経営へのインパクトが大きく、中長期的に安定した需要が見通せない環境の中では、投資に踏み込めない。また、既存の設備についても、当初設定した稼働率で、安定的な操業が見込めないと、経営を圧迫することになる。機械や設備が高額でなくても、高度な加工技術や生産技術が必要な場合、それを担う技術者や技能者の育成および労務管理コストも考慮すべきである。高度な技術は、多くの経験を要するため、それに見合う良質の仕事が十分になれば、技術を維持することも難しくなる。シェアリング工場は、こうした製造業が抱える現状の課題を解決するものとして期待できる。特定の製品カテゴリや業種を超えた製造業の生産プロセスの一部を集約することで、＜略＞

コネクテッド工場（つながる工場）

＜略＞自社の製品が、原材料から最終消費者に至るサプライチェーン全体の中のどの部分を担っているかを考えるとき、企業内部の問題から、企業間の関係に視点が移る。ここで、それぞれの企業が、それぞれの製品ごとに関与するサプライチェーンを、垂直統合型と水平分業型に分けて考えよう。

垂直統合型の場合は、要素技術を秘匿することで、製品機能の独自性を出しやすい点、あるいは予測可能な需要を前提とした場合のコスト競争力の点で優れている。一方で、水平分業型は、＜略＞不確実性が高まるこれからの製造業の環境では、水平分業型の比重が高まると予想される。

ただし、これまで自社で行っていた生産プロセスを分割し、外部の企業と協力して行う場合の欠点として、＜略＞しかし、生産現場のデジタル化、データ化が進み、IoTを起点としたネットワーク化が進

2022年9月・2023年4月入学試験問題

大学院創造理工学研究科修士課程総合機械工学専攻

科目名： 小論文

むことで、こうした課題は解決するだろう。そして、さらに受発注に掛かる管理コストの削減、品質保証の高度化、リアルタイムな納期管理と情報共有などが実現すれば、必然的にサプライチェーンの粒度はより細くなる。つまり、コネクテッド工場、つながる工場の比率が高まっていくと予想される。コネクテッド工場は、製品の価値と同じレベルで、つながることの価値を定量化して管理する点が、従来の多くの“すでにつながっている”工場と異なる。＜略＞

製造業のサービス化とデジタル化

＜略＞以下に、製造業のサービス化の三つ流れを、未来の工場の三つの類型と対応づけて説明する＜略＞。

製造業はモノの利用価値を売っている

一つ目は、製造業が製品を販売した後のアフターサービスにより注力するという流れである。これまでは、製品を販売した後のサービスによる収益の割合が、製品販売による収益と比較して少なかった。しかし、デジタル化、ネットワーク化の進展により、消費の現場から得られるニーズの情報や、顧客とのつながりの強化、環境に対応した 3R の推進などの観点から状況が一変した。これは、サービス・ドミナント・ロジックと呼ばれ、製造業は、モノではなく、モノを介したサービスを提供するという考え方が浸透しつつある。

製造業が提供する製品が、いつどのような形で誰に利用されているのかは、販売のみならず、製品企画や設計においても重要な情報となる。IoT に代表されるデジタル化、ネットワーク化の進展により、＜略＞。

モノづくりそのものをサービスと定義する

二つ目の流れは、工場で行う加工や組み立てなどの生産行為そのものをサービスとする流れである。電子部品業界では、すでに製造受託サービス (EMS) という用語が用いられ、明確に製造をサービスとして定義している。この理由は、最終的に納入する製品や部品に対して、インプットとなる部材や設計情報などの権利者が、当初より納入先である顧客側にあるという点にある。＜略＞メーカーの製造プロセスの一部を請け負う製造サービス企業は、いわゆる下請け企業として、発注元であるメーカーの傘下のピラミッド構造の中で定義されるケースが多い。一般に、サービスを提供する企業と、それを受ける（発注する）企業との数的構造が、両者の力関係に大きく影響するが、必ずしも発注側の力が強いとは限らない。

従来の下請け構造は、A 型、つまり、サービス提供側にとって、主要な取引先は 1 社または数社である。これが、いわゆるピラミッド構造の基本的な構成要素となる。これに対して、V 型は顧客が複数あって分散化しており、1 社の動向に影響を受けることが少なくなる。また、規模の経済性の原理より、より多くの顧客のニーズを集約することで、コスト競争力がさらに高まり、さらに多くの取引先を増やすという好循環が生まれるだろう。例えば、電子部品の製造受託サービスでは、サービスを提供する側が、発注元である取引先に対する大きな影響力を持っているケースも多い。

下請け型の製造業がこれからさらにデジタル化を進め、取引先との関係を従来の A 型から V 型にシフトすることで、生産プロセスをサービスとして提供するあらたなビジネスモデルが再定義できるとすれば、これは、30 年後のシェアリング工場に類型される流れとなる。

つながる化を新たな価値提供とする

製造業のサービス化に関する三つ目の軸は、つなげる化、そして、つながる化である。生産するという行為は、見方を変えれば、さまざまな要素と要素を関係づけ、つなげることで価値を生み出す行為といえる。工場の生産ラインでは、加工対象と加工設備を対応づけ、あるいは新たな設計図面と加工技術とを対応づける。製造業のサービス化の第三の軸として、生産のためのさまざまな要素をつなげること

2022年9月・2023年4月入学試験問題

大学院創造理工学研究科修士課程総合機械工学専攻

科目名： 小論文

に注目する。ここでの議論の対象は、“製品を作るしくみ”ではなく、製品をつくるしくみを“提供するしくみ”となる<略>。工場側からすると、設備を調達し、生産ラインを構築し、試作から本番稼働、量産時の設備保全、そしてそれらの廃棄といった工場のライフサイクルがある。製造業は、こうしたプロセスの一部を外部企業に委託し、それを組み込んで内部化するしくみを持っている。この考え方を、企業を超えたサプライチェーン全体に展開する。工場全体をひとつの構成要素とし、企業をこえてつなげることは、最終的な消費者から見た場合には新たな価値となる。ただし、垂直統合型のサプライチェーンであれば、こうしたつなげる化が可能であるが、水平分業型では、強制力をもってサプライチェーンをつなげる主体は存在しない。こうした現実的な制約を踏まえ、“つなげる”のではなく、それぞれの企業が自発的に“つながる”しくみを整えることでこの問題にアプローチする。“つなげる”化は、主従関係が明確であるのに対して“つながる”化は、両者が対等な関係となるのが特徴となる。つながる化は、個々の企業がもつ独自の機能や強みをサプライチェーンの一部に組み込むことで、サプライチェーン全体の付加価値を高める。つまり、つながる化は、サプライチェーンに対して、企業全体をサービス要素として提供する行為と定義することができるだろう。つながる化のアプローチは、つなげる化と比較して、より自律的、あるいは創発的なアプローチである。不確実性がますます高まる環境の中で、30年後のコネクテッド工場（つながる工場）に類型されるこのアプローチは、これからさらに注目されるに違いない。

未来へ向けての課題と展望

<略>本稿では、デジタル化、サービス化といった製造業をとりまく現在の大きな流れを踏まえて30年後の未来の製造業を予見した。<略>

以上。

[設問]

1. コンビニ工場の利点を簡潔に説明せよ。
2. シェアリング工場では、特定の製品カテゴリや業種を超えた製造業の生産プロセスの一部を集約することで、どのようなことが期待できるか。100字程度で説明せよ。
3. コネクテッド工場において、水平分業型が優れる製品の特長と利点について扱う製品の特長を踏まえて簡潔に説明せよ。
4. これまで自社で行っていた生産プロセスを分割し、外部の企業と協力して行う場合の欠点として考えられることを説明せよ。
5. 未来の工場の第1類型であるコンビニ工場と関連付け、IoTに代表されるデジタル化、ネットワーク化の進展により、どのようなことが製造業でできるようになると考えられるか。100字程度で簡潔に述べよ。
6. 30年後の未来に向けて、筆者は、製造業の“つながるものづくり”がなぜ重要だと考えているのか。また、その際に、デジタル・トランスフォーメーションの意義はどこにあると考えているのか。260字以内で述べよ。

