



# 工程間・組織間調整能力の構築プロセス： 鉄鋼産業を中心に

辺 成 祐

**要旨** 鉄鋼産業，化学産業，醸造産業など，プロセス産業において，高付加価値製品を生産するための‘工程間調整’は重要能力の一つである。これまでの研究では，工程間・組織間調整に関する研究蓄積は乏しく，調整能力の構築プロセスについても議論されてこなかった。本稿では，高付加価値製品を生産するための工程間・組織間調整能力を構築していくプロセスを明らかにする。具体的には，Bohn (1994) の「技術知識の段階論」に基づいて，鉄鋼産業を事例に調整能力構築プロセスを説明する。その上で，工程間・組織間調整能力と生産現場のパフォーマンスの対応関係を探る。

**Abstract** Process integration is one of key capabilities in process industries, such as steel industry, chemical industry and brewery industry. However, the study of how to manage process integration is still in its infancy. This paper examines a series of processes that a firm builds its process integration capability based on the framework ‘stages of knowledge’ suggested by Bohn (1994).

**キーワード** 工程間調整能力，組織間調整，技術知識，鉄鋼産業

**原稿受理日** 2019年5月30日

## 1. はじめに

鉄鋼産業，化学産業，醸造産業など，プロセス産業において，高付加価値製品を生産するための「工程間調整」は重要能力の一つである。これらの産業の生産現場では，目標とするアウトプットを生産するために，複数の工程が連携することがよくある。その連携の必要性にシステムに組み込まれている IT ツールで対応するか，あるいは人が介入して対応するかの差はあるものの，製品を単に前工程から後工程に押し出して流すのではなく，品質情報などを工程間で共有しながら処理および加工を行う。特に，品質条件が厳しい高付加価値製品に関しては，このような動きはさらに強くなる。

しかし，これまでの研究では，工程間・組織間調整に関する研究蓄積は乏しく，調整能力の構築プロセスについても議論されてこなかった。調整の必要性に関しては，製品設計論を中心に議論されてきた。具体的には，製品アーキテクチャ論がその典型例である。モジュラー型製品アーキテクチャに比べ，インテグラル型製品アーキテクチャの場合，製品の構造（コンポーネント）と機能間に複雑な関係があり，そのような製品を生産する企業組織にも調整負担がかかることになる。そして，調整集約的な製品は，自動車を代表とする加工組立産業だけではなく，鉄鋼，化学など，プロセス産業でも観察される（藤本・桑嶋，2009）。特に，製品コンポーネントの識別が比較的容易でないプロセス産業で生産される製品を例に，製造工程と製品の機能間の複雑な関係性が注目された（藤本・屑・呉，2008）。これらの研究は，主に調整集約的な製品の存在と調整の必要性について議論しているが，実際にどのようなプロセスを通じて，工程間で，組織間で調整作業を行っているかについてはあまり具体的な議論をしていない。さらに，調整が必要な状況に対応する能力を，調整能力とみなす場合，その能力の構築についての分析も重要な課題となっている。

本稿では，高付加価値製品を生産するための工程間・組織間調整能力を構築していくプロセスについて分析する。Bohn（1994）の「技術知識の段階論（stages of technological knowledge）」のフレームワークに基づいて，鉄鋼産業を事例に調整能力構築プロセスを説明する。

## 2. 技術知識の段階論

Bohn（1994）の研究では，技術知識の発展段階として，8段階に分類している。技術知

識の段階論では、技術知識が全くない状態から、完全な知識に至るまでの段階を事例とともに紹介している（表1）。Bohn（1994）では、技術知識の段階論のフレームワークが、Bohn and Jaikumar（1992）で形が作られたと記している。Bohn と Jaikumar の共著論文などはいくつが存在しており、多く引用もされているが、そのほとんどがワーキングペーパーになっている。Bohn and Jaikumar（1992）も、ハーバード・ビジネス・スクールのワーキングペーパーである。

表1. 技術知識の8段階

段階	段階名	内容
1	完全無知	現象の存在すらわからない状況
2	意識し始める（気づく）	現象の存在に気づき、工程との関連も意識し始める
3	測定ができる	操業に重要な変数を測定する
4	平均値をコントロールできる	バラツキはあるが、平均値をコントロールできるようになる
5	バラツキのコントロールもできる	高い工程能力とレシピをもつようになる
6	工程特性を知る	操業の重要変数の微調整が可能になる
7	原因が分かる	変数間の相互作用を理解する
8	完全知識	すべての変数の相互作用を理解する

〈出所：Bohn（1994）〉

Bohn（1994）では、技術知識を以下の関数で表している。

$$Y=f(x)$$

xは、一つの変数ではなく、ベクトルになっていることに注意が必要である。変数というのは、インプット・パラメーター、つまり操業パラメーターとして理解できる。複数の変数がアウトプットに及ぼす時、パラメーターとアウトプットとの関係に関する知識を、「技術知識（technological knowledge）」と定義している。技術知識は関数f(x)の動きに関する知識である。

以下では、この定義に沿って、第1段階から第8段階までを簡単に要約した上で、各段階に相当する鉄鋼産業の事例を説明する。

まず、第1段階は、完全無知の状態である。どのような現象が存在するか全くわからない状態、あるいはある現象の存在が分かったとしても工程と関係があるかどうか、わから

ない状態である。 $Y=f(x)$  の技術知識の定義からすれば、変数  $x$  の操作もできなく、変数  $x$  が工程に影響を与えていても、偶然のことでしか見えない状況を指す。

この段階を鉄鋼産業の事例から説明すると、原料のことがわかりやすい。溶鉱炉（通称、高炉）の主原料は、鉄鉱石と石炭である。原料に含まれている水分、原料の塊の大きさは、操業において非常に重要な要件になっている。見た目では識別が難しい原料の中に含まれている水分量が、高炉から生産される銑鉄に及ぼす影響が分からない場合、例えば、雨の日に生産性に差が生じることは偶然に見えない。現在の鉄鋼メーカーは、原料の水分量の変動を最小限にするために、原料ヤードをドーム型にするなどの取り組みをしている。

第2段階は、意識し始める段階である。ある現象が存在していることは把握できており、工程と何らかの関係があることも分かっている状態である。パラメーターを操作することはまだ不可能だが、調べることはできる。調べていくうちに、‘偶然に’新しい知識を得たり、企業の外部から知識を学んだりする段階である。先ほどの例にもどると、原料に含まれている水分の量、雨による湿度の変化が高炉操業に何らかの影響を与えていることに気づいて、水分量と湿度のことを調べ始める。

第3段階では、測定が可能になる。操業上の重要変数を正確に測定するために、計器を考案する。まだ変数をコントロールすること自体は不可能だが、重要な変数が工程に与える影響を活用するか、あるいはよりいい方向にするために工程を修正したりする。例えば、その日の天気が重要な変数であることが分かったとしても、それをコントロールすることはできないため、屋外の作業を中止するか、やり方を変えたりする。

高炉操業の例からみると、高炉内部の温度が操業に非常に重要であることを理解し、温度を測定するため、大量のセンサーを設置する。しかし、高炉内部の温度は1500℃を超えるため、センサーで高炉内部温度を完全な形で把握することはできない。

第4段階は、平均値がコントロールできる状態である。この段階に至ると、精度は落ちるが、変数をコントロールできるようになる。平均値は制御できるが、まだバラツキが発生する。しかし、平均値のコントロールが可能になったことは、工程の安定化につながる。さらに、これまでコントロール不可だとみていたものが、コントロール可能な領域に入ることもある。

例えば、原料に含まれている水分量をコントロールするために、いくつかの原料をミックスする。そして大きさを一定にするために、原料を事前処理する。高炉内部温度を上げるために吹き込む空気の量とスピードを調整したり、微粉炭を入れたりすることで、高炉を安定的に稼働する。

第5段階では、平均値に加えて、バラツキ（分散）もコントロールできるようになり、工程能力も非常に高い水準を維持できるようになる。この段階では、試行錯誤で完成した製造方法、いわゆるレシピを利用した生産ができる。プロセスエンジニアが、毎回、製法を新たに開発する必要はない。しかし、品質基準を満たさない製品もあるため、最終検査工程で品質をチェックする必要がある。

この段階の技術知識は、製鉄プロセスの中でも製鋼工程によく当てはまる。転炉での精錬作業では‘的中率’という概念をつかう。液体状態の銑鉄の成分調整を行う精錬作業は、最終的に成分のバラツキを最小限にする必要がある。例えば、炭素の量（含有量）を、1.2%以下に下げなければならない。表2の通り、銑鉄を鋼にするためには、5大元素の含有量を調整する必要があり、すべての処理をマニュアルでするわけではないが、オペレーターの能力に依存するところが大きい。

表2. 元素の含有量（規格例）

（単位：％）

	銑鉄	鋼
C	2.5～4.5	0.03～1.2
Si	0.5～2.0	0.01～0.3
Mn	0.5～2.0	0.3～0.8
P	0.02～0.5	0.01～0.05
S	0.01～0.1	0.01～0.05

〈出所：日本鉄鋼連盟〉

製鋼工程は、顧客の要望にあった組成の鋼を製造するプロセスである。溶鋳炉で出銑された溶銑は、5大の不純物（C, S, Si, Mn, P）が含まれているため、これらを取り除く作業を行う。鉄鋼メーカーは、転炉に酸素を吹き込んで炭素を取り除く作業に集中する。このプロセスは、化学反応を伴う複雑な制御対象であるため、なかなか精度のよい予測モデルが構築できない（高橋（2002））。レシピがないわけではないが、完璧なレシピをつくることは難しい。さらに、時間的にもオペレーター（操作員）が介入する機会が多いため、自動化が十分に進んでいるとはいえないのが現状である。したがって、製鋼工程で調整される成分の目標値は、‘公差’で管理されることが多く、バラツキが存在する。本来は、範囲概念である公差ではなく、一点管理が理想的だが、技術的な難しさもあり、範囲をなるべく狭くする（公差を厳しくする）管理を行っているのが一般的である。

第6段階は、工程の特性を詳細に理解できている段階である（know how）。変数に小さ

な変化が発生した際、それがアウトプットに与える影響についても把握可能な状態である。つまり、第6段階では、フィードバックに基づいた工程の‘微調整’ができるようになる。これにより、コストを削減することも、製品特性を変更することも可能になる。また、バラツキが非常に少なくなり、品質も向上される。この段階に至るためには、他の変数を一定にしたまま、特定変数のみを操作することで、それがアウトプットに与える影響を理解する実験が重要となる。

この段階は、圧延工程の例で説明できる。圧延には2種類ある。加熱された約250m厚の中間製品をロールで上下に挟んで押し延ばし、最終的に最小1.2mmまで薄くする熱間圧延と、その圧延された鋼板を常温でさらに薄く（1mm未満）する冷間圧延である。

熱間圧延では、加熱したスラブを複数の圧延機で圧延し、厚さ1.2～19mm程度まで薄くしていく。この工程で、寸法・形状を加工することに加えて、強度など機械的特性も制御する。加熱温度における小さな変化、圧延スピードにおける小さな変化は、熱延コイルに影響を与えることになる。

第7段階は、原因がわかる段階である（know why）。工程の科学的なモデルを確立し、その原理も理解している。この段階が、他段階と異なるのは、複数の変数間の相互作用のこともモデルを通じて把握していることである。これにより、工程の最適化を図る。フィードバックはもちろん、フィードフォワードによるコントロールも可能になる。そして、このようなコントロールは、コンピューターなどのシステムに組み込まれ、システムが異常、変兆に対応することになる。

変数間の相互作用を理解して操業することは、精錬作業でも至難の業である。上述した5大の不純物の中で、炭素（C）の含有量を調整する（下げる）ために、酸素（O）を吹き込む作業を行うが、炭素と酸素は、トレードオフ関係にある。つまり、どちらかの含有量が多くなると、片方が少なくなる。限られた時間の中で炭素の量をミニマムに抑えるための操作を行わなければならない。さらに、添加物の合金鉄の量とアウトプットの溶鋼の品質とのインタラクションも複雑な作業である。何を何%添加するかの判断を正確にしなければならない。

最後に第8段階は、完全な技術知識に到達した状態を意味するが、現実的にこの段階まで至るのは容易ではない。 $Y=f(x)$  のことを完全に理解している段階である。すべてのパラメーター間の相互作用を完璧に理解することが必要な段階であるため、現実的にこの段階にいる企業と現場はない。

以上のように、技術知識の段階論は、パラメーターとアウトプットとの関係に対する知

識発展度合を中心に議論を展開している。パラメーターの無知状態から測定、そして平均と分散のコントロール、さらにパラメーター間の相互作用の理解に到達するために、生産現場は試行錯誤と経験を通じて学習していく。必要な場合には、外部から技術知識を導入することで、次の段階に到達する時間を短縮できる。このように企業は、技術知識を蓄積していく。

技術知識の段階論は、示唆に富んでいるものの、限界もある。

パラメーターをベクトルで表現しているものの、複数工程のことは明確に議論していない。一つの工程内に複数の操業パラメーターが存在し、それらの相互作用を理解することはいうまでもなく重要である。しかし、一般的に生産現場には複数の工程があり、さらに工程間には相互依存関係が存在する場合がある（辺，2018）。

技術知識の基本形を、 $Y=f(x, y, z, \dots)$  のように表して、これらパラメーターはベクトルになる。以下では、鉄鋼産業を事例に、複数工程を想定して、技術知識の段階論を説明する。具体的には、パラメーターの微調整とフィードバックが必要となる第6段階、フィードバックとフィードフォワードのコントロールが重要となる第7段階、そして最後の第8段階まで修正することで、複数工程間の調整能力の構築プロセスについて説明する。

### 3. 複数工程を想定した技術知識の段階論

技術知識段階論の第1段階から第3段階までは、個別工程において技術知識が蓄積されるプロセスとして理解できる。一方、複数工程に跨る技術知識が存在し、その知識が蓄積されるプロセスを分析するためには、第4段階から第8段階までを多少修正して理解する必要がある。

以下では、自動車用鋼板としてよく使われる溶融亜鉛めっき鋼板の生産を事例に分析する。溶融亜鉛めっき鋼板は、複数の工程を経て生産される製品である。製鉄、製鋼、連続鋳造、熱間圧延、冷間圧延、めっきまで、一つの製品を生産するために長い生産工程と生産リードタイムが必要となり、鉄鋼メーカーの典型的な高付加価値製品である。

溶融亜鉛めっき鋼板は、前工程から後工程へ押し出しで生産することではない。第5段階でのレシピのように、システム上で自動的に処理・加工する部分もあるが、複数の工程間に緊密なコラボレーションが求められるため、工程間の情報共有、具体的には製品品質などに関する情報のフィードバックとフィードフォワードを通じた調整が大きな役割を果たす。このように、「複数の工程を経て生産される製品があり、最終製品を生産するため

に工程間に緊密な連携が必要な場合、これに対応できる能力」を、本稿では、工程間調整能力（process integration capability）と定義する。

工程間調整能力も能力の概念である以上、能力の有無、高低があり、場合によっては測定の必要性も当然あるが、構成概念による測定は今後の課題にして、ここでは技術知識の段階論に沿って工程間調整能力のことを説明する（表3）。

表3. 技術知識の段階と工程間調整能力

段階	段階名	工程間調整能力
1	完全無知の状態	無
2	意識し始める（気づく）	
3	測定ができる	
4	平均値をコントロールできる	低
5	パラツキのコントロールもできる	中
6	工程特性を知る	
7	原因が分かる	高
8	完全知識を持つ状態	

まず、第1段階から第3段階までは、パラメーターのコントロール自体が不可能な状態であるため、工程間で何かを調整しながらものを生産するには向いていない。第4段階に入ってから、自工程で平均のコントロールができるようになる同時に、これまで外生変数として認識されていたものがコントロール可能になることで、工程間調整能力に気づき始める。

前工程と後工程といった他工程でのパラメーターとアウトプットが、自工程の操業とパフォーマンスに影響しうることを意識することになる。しかし、この段階では、具体的に複数の工程でどのような連携を取ればいいのかについてまだ明確ではないため、工程間調整能力は非常に低いといえる。

第5段階に入ると、レシピに沿って製品を生産するところまで技術知識が構築される。レシピは、複数工程を対象にしている点から、一つひとつの工程というミクロの視点から、複数工程というマクロの視点をもつ安定的な製造方法である。したがって、レシピをつくる（安定的な製法を設定する）ことには、必然的に複数工程間の連携が求められる。ただし、レシピは固定的な性格な強いため、工程間調整が頻繁に行われることではなく、パターン化された連携に近い。したがって、求められる工程間調整能力は、低くも、高くも

ない中間レベルになる。

第6段階では、工程の微調整を始める。微調整をするためにインプットとアウトプットとの因果関係を明らかにする実験を繰り返し、パラメーター間のトレードオフ関係などを理解する。Bohn (1994) では、工程間の微調整のことは言及していない。前工程での処理および加工の品質情報などを、後工程、あるいは後工程の後工程と共有できれば、その情報に基づいて処理および加工の準備ができる。しかし、このような品質情報のフィードフォワードは、まだ第6段階では実現されていない。したがって、第6段階での工程間調整能力も高中低の3段階の分類をするなら、中間レベルに属する。

明確な記述はないが、第7段階で複数工程を想定するなら、高い工程間調整能力が必須になる。工程を最適化するためには、フィードバックとフィードフォワードの情報共有を広範囲にわたって行うことは欠かせない。自動化されたシステムによってほとんどの偶然要因（例：管理図上の偶然要因）への対応は人の介入不要で済むが、新製品開発のためのシミュレーションなど、重要な作業には人が直接介入することになる。

複数工程間で品質情報のフィードバックとフィードフォワードが活発に行われるのも、この段階である。例えば、前工程である工程1のパラメーターによって工程1のアウトプットが影響されると想定する。後工程の工程2は、工程1のアウトプット（仕掛品）をインプットとして処理および加工をするため、工程1での品質情報は非常に重要な情報になる。もし、工程1から、フィードフォワードの形で品質情報が工程2に届いているなら、それに応じて処理および加工の準備をしておけばよい。ここで問題となるのは、公差の設定とその情報の共有である。

最後の第8段階では、異なる工程のパラメーター間の相互作用をすべて理解している状態だが、現実的にこの段階に至ることが難しいのは、複数工程の想定でも変わりはない。

#### 4. 鉄鋼産業における工程間調整能力の構築

ここでは、上述した技術知識段階論と工程間調整能力との関係を、鉄鋼産業の例で説明する。具体的には、公差を設定して操業する生産現場を想定する。

公差 (tolerance) とは、特定の設計について企業があらかじめ決めておく、「製品の機能上許容しうる最大の寸法 (U) と最小の寸法 (L) の差のこと」だと定義される (並木・遠藤 (1989))。検査において、設計・仕様からのこれ以上の乖離は不良とみなし、これを許容する (tolerate, 大目に見る) という形で、企業が自ら事前に課す、製品検査のルール

である。公差から外れる品物は、原則として「内部不良」として処理する。

定義通り、公差は‘幅’の概念である。その幅を狭く（＝厳しく）管理するか、広く（緩く）管理するか、そこにマネジメント（特に品質管理、工程管理のマネジメント）の課題がある。幅ではなく、ピンポイントの目標値になるように一点管理できれば理想的だが、現実的には、内部不良対応コストの増加などの課題があるので、公差が存在する。

公差に関しては、次の2つの原則が大事である（藤本，2001）。第1に、公差は企業が自主設定するものではあるが、あくまで顧客満足を第一とし、顧客が「不良」と感じる許容範囲が実際にどのぐらいかを知ったうえで、それをベースにして設定するべきであり、開発や生産の都合で勝手に設定すべきではない。原則として、企業の設定する公差は、顧客自身の許容水準より厳しい管理が必要である。

第2に、いったん顧客本位に公差を決めたら、これをみだりに変更せず、公差を超える製品は市場に流さないという点を徹底することが、顧客の信頼を得るためにも必要である。厳しい公差（厳しい検査）によって内部不良がたくさん出るからといって、安易に公差を緩めたりしないことである。

公差の概念は「工程能力（process capability）」と密接に関連する。工程能力とは、数量的な生産能力（production capability）のことではなく、製造品質に関するその工程の能力、あるいは工程の均一性のことである。

公差は、最終検査工程だけで設定するものではなく、工程ごとに設定することも可能であり、各工程が幅をもって操業する場合、工程間・組織間の調整が必要となる。

複数工程で公差を設定する際に、注意が必要なのは、公差の累積効果である。各工程で公差の範囲内に測定値が観測されたとする。この場合、公差基準では、品質問題はない。しかしながら、ここで隠れているリスクは、公差の累積効果である。

一連の工程を通して製品をつくる製鉄プロセスでは、操業の判定基準に公差を設定する。メーカーごとに工程の厳しさに差はあるものの、公差範囲内を狙いながら、パラメーターを操作する。鉄鋼製品がもつ機能属性群には、外観、耐食性、成形性、溶接性、塗装性などがあるが、これらの品質特性は、各工程において、操業パラメーターを操作・調整した結果、品質値を公差内に収めることで達成できる。

溶融亜鉛めっき鋼板は、表4のすべての工程を通過する製品である。溶融亜鉛めっき鋼板の外観には、主に工程③から工程⑦までが影響する。

熱間圧延では、鉄板の厚さなど、寸法・形状を加工することではなく、強度・伸びといった機械的特性も制御するが、この際、前工程の製鋼工程、連続鋳造工程の品質値が大

大きく影響することになる。例えば、炭素などの元素含有量は、鉄板の硬さに大きく影響し、それに対して圧延機の力と通過スピードを調整しなければならない。公差ギリギリの製品を薄く延ばしていくと、表面割れなど品質問題を起こす恐れがある。

熱間圧延は時間との勝負でもある。時間が経過し、温度が下がれば鋼板は硬くなりそれだけで変形に対する抵抗が強まる。そして熱間圧延での加工温度と断面形状は、次工程の冷間圧延工程にも影響する。酸化被膜の量がそれである。

このように、製鋼工程での成分は、次工程の連続鋳造工程はもちろん、熱間圧延工程と冷間圧延工程にも大きく影響する。したがって、各工程において公差ギリギリで良品判定をして、そのまま後工程に流した場合、品質問題を起こす可能性がある。

各工程において、一点管理でなく、公差を設定して作業を進める場合、品質情報の共有とそれに基づいた工程間調整は、非常に重要な能力になる。そして、工程間調整は、システム上で解決できる部分もあれば、組織間の調整作業で対応する場合もある。日本の鉄鋼メーカーでみられる一貫品質部門が典型例である。企業ごとに名称は異なるものの、これらの組織は、既存の品質管理部門とは異なり、主要製品のモニタリング、工程間の調整、

表 4. 製鉄プロセスにおける公差設定の例

工程名（設備名）	公差	内容
①原料の配合（挿入シュート）	大きさ、水分の量	鉄鉱石の大きさ、石炭の大きさ、コークスの水分の含有量
②製鉄（溶鉄炉）	温度、不純物の量	溶鉄炉内部の温度、溶鉄の温度と不純物の含有量
③製鋼（転炉）	炭素の量、酸素の量、合金鉄の量、介在物の量	熔融状態の鋼（溶鋼）がもつ炭素の量、不純物を取り除くための吹き込む酸素の量、成分調整のために添加する合金鉄の量
④連続鋳造（連続鋳造機）	スピード、介在物の量、厚さ	ピンチロールのスピード（通過スピード）、鋼板の厚さ
⑤熱間圧延（圧延機）	スピード、加熱温度、厚さ、冷却時間	各圧延機の通過スピード、中間製品（スラブ）の再加熱温度、製品の厚さ、冷却にかかる時間
⑥冷間圧延（圧延機、連続焼鈍ライン）	スピード、厚さ、加熱温度、冷却時間	各圧延機の通過スピード、連続焼鈍ラインにおける鋼板の加熱温度と冷却時間
⑦表面処理（溶融亜鉛めっきライン）	亜鉛めっき付着量、温度	鋼板表面にめっきする亜鉛の量とその際の温度

〈出所：『鉄鋼業における制御（2002）』、『鉄と鉄鋼がわかる本（2004）』、『鉄鋼業における生産管理の展開（2005）』に基づいて筆者作成〉

レシピの開発などを行う組織である。

## 5. お わ り に

本稿では、鉄鋼産業の溶融亜鉛めっき鋼板を事例に、工程間・組織間調整能力を構築していくプロセスを明らかにした。Bohn (1994) の技術知識の段階論のフレームワークに基づいて、操業パラメーター間の相互作用と、公差設定に起因する品質情報共有について説明した。

本研究には、以下のような限界と課題がある。

まず、どの段階論、類型論もそうであるが、次の段階に進むための具体的な対策を提示する必要がある。例えば、工程調整能力を高めるためには、具体的に何をすればいいのか、それについての技術、戦略、組織の対応の具体的な提案である。公差と品質情報の共有だけの問題なら IT ツールなどを駆使したシステム上の対応でも十分かも知れないが、それに加えて一貫品質部門のような人間の介入が必要な場合には、まずベテランがいなければならない。そしてそのベテラン個人の技術知識ではなく、チームとしての対応が必要である。

二点目に、「複数の工程を経て生産される製品があり、最終製品を生産するために工程間に緊密な連携が必要な場合、これに対応できる能力」を工程間調整能力と定義しているが、厳密な測定はしていない点である。構成概念による測定の問題になる。

三点目に、工程間・組織間調整能力と生産現場のパフォーマンスの対応関係である。つまり、工程間調整能力の高低が、生産現場のパフォーマンスである品質、コスト、リードタイムなどにどのような形で影響するかについても研究が必要である。

## 謝 辞

本研究は JSPS 科研費 17K03921 の助成を受けたものです。

## 参 考 文 献

- 新日鉄住金株式会社 (2004) 『鉄と鉄鋼がわかる本』日本実業出版社.
- 新日鉄住金株式会社 (2007) 『鉄の未来が見える本』日本実業出版社.
- 新日鉄住金株式会社 (2009) 『鉄の薄板・厚板がわかる本』日本実業出版社.

- 高橋亮一（2002）『鉄鋼業における制御』コロナ社。
- 夏目大介（2005）『鉄鋼業における生産管理の展開』同文館出版。
- 並木高矣・遠藤健児（1989）『生産工学用語辞典』日刊工業新聞社。
- 辺成祐（2018）「鉄鋼産業における工程間調整に関する考察」商経学叢第64巻第3号，近畿大学商経学会。
- 藤本隆宏（2001）『生産マネジメント入門（I）生産システム編』日本経済新聞出版社。
- 藤本隆宏，屑東昇，呉在恒（2008）「東アジアの産業内貿易と工程アーキテクチャー自動車用鋼板の事例」『アジア経営研究』14，19-36。
- 藤本隆宏，桑嶋健一 編著（2009）『日本型プロセス産業—ものづくり経営学による競争力分析』有斐閣。
- Bohn, R. (1994) “Measuring and managing technological knowledge,” *Sloan Management Review*, 36(1), 61-73.
- Bohn, R. and Jaikumar, R. (1992) “The structure of technological knowledge in manufacturing,” Harvard Business School working paper 93-035.