

# タイミング・コントローラー試論

——造船用厚板——

中 道 一 心  
岡 本 博 公  
加 藤 康

はじめに

- I 造船用厚板取引の概要とタイミング・コントローラー
  - II タイミング・コントローラー事例 (1) A 社
  - III タイミング・コントローラー事例 (2) D 社
  - IV まとめと補足
  - V 鉄鋼企業の厚板生産
  - VI 造船企業と商社の厚板発注
- 小括 タイミング・コントローラー：流量と流速の変換機構

## はじめに

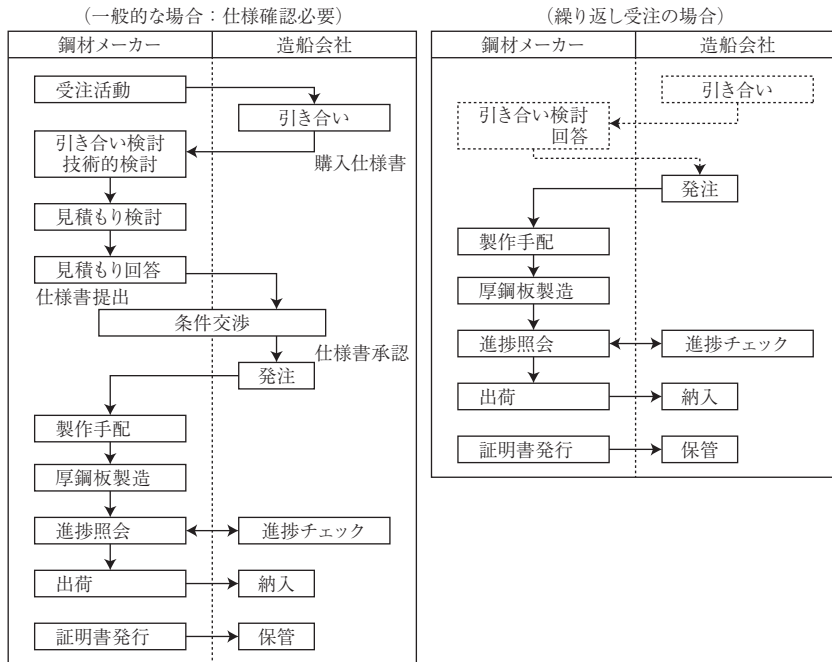
本稿では素材生産企業から完成品企業へのサプライチェーンに介在し、材の流れ（流量と流速）を変換して、素材生産企業、完成品企業双方のコスト削減に寄与する比較的小規模な企業を浮き彫りにする。彼らの役割は、もちろん当該業界においてはよく知られたものであるが、産業研究、企業研究、あるいは中小企業研究において、材の流れの調整者として、その独特の意義を検討されたことは少ない。本稿では、これらの企業を仮にタイミング・コントローラーと呼んでおく<sup>2</sup>。タイミング・コントローラーは多くの産業においてその存在をみることができる。ここでは、造船用厚板の取引に介在する事例を紹介する。

### I 造船用厚板取引の概要とタイミング・コントローラー

まず造船用厚板の取引からみていこう。稲見〔1999〕は、造船用厚板の受注から製造、納入までを簡潔に整理しているので紹介しておこう。その概要は第1図に示してい

- 1 本研究は、科学技術研究費補助金 基盤研究 (B)「サプライチェーンにおけるタイミングコントローラー：市場適応方法の比較研究 (15 H 03382)」の助成を受けた研究成果の一部である。
- 2 中道は「流量と流速の変換機構『タイミング・コントローラー』から見る生産システム研究」と題して、工業経営研究学会第31回全国大会 (2016年9月)で報告している。

第1図 造船用厚板取引の概要



出所) 稲見 [1999] 30 ページ。

る。

厚板は1品ごとの受注生産が原則であり、鉄鋼企業の受注活動、造船企業の引き合い、鉄鋼企業の引き合い検討を経て造船企業の発注に至る。その発注形態は、品質・数量・納期・価格面での安定供給を確保するため、大部分が紐付き契約であり、厚板の契約経路は、1つの造船企業に対し、複数の鉄鋼企業と商社の組み合わせになっていることが多い。

厚板の発注をより円滑にするため、造船会社は自社の線表（建造スケジュール）をベースに、発注量の予定を商社にあらかじめ提示し、一方商社は鉄鋼メーカーのロール状況、工場の修理予定等鉄鋼メーカーの生産情報を把握のうえ、メーカーに対して各月の必要量の枠取りを行う。

現在の発注処理は、造船企業→商社→鉄鋼企業とデータを流すパターンで定着しており、大量の発注明細が正確かつ迅速に処理され、発注から納入までのリードタイムの短縮につながっている。

鋼材の納入は、かつては鉄鋼メーカーから造船所への直送形式が採られていたが、造船業の加工工法の発展、人手対策のための合理化、及び船型の大型化による加工量の増加等の要因で中継ヤードや加工センターを経由するケースが増加してきた。

船型の大型化、加工量の増加に伴い、造船所の工場スペースに余裕がなくなってきたことや、造船所の手持ち在庫量の低減や仕分けの手間を極力少なくするため、鉄鋼メー

カーから造船所への受け渡しの中継業務を担うサービスセンターの整備が進められてきた。

これらの中継ヤードでは加工ブロック別仕分け、用途別仕分け等、毎日使用する鋼材の明細があらかじめ決められており、造船所の内業工場のラインに順次搬入されるのが通常である。このため、中継業務を担うサービスセンターは鉄鋼メーカー、商社、造船会社の様々な組み合わせによる共同出資で設立され、納期調整、納期管理に対応している。造船所での加工は組立に専念する方向へと移行する傾向にある。

以上が、稲見〔1999〕が整理する厚板取引の概要であるが、本稿で取り上げる厚板取引におけるタイミング・コントローラーとは、ここにいう中継ヤード、サービスセンターであり、スチールセンター、中継基地と呼ばれることも多い。本稿で注目するのは、彼らの、加工ブロック別仕分け、用途別仕分け等を行い、造船所の内業工場に順次搬入していく役割である。このことをここではタイミング・コントロール機能と呼んでおこう。先ず、その実際を明らかにする。

## Ⅱ タイミング・コントローラー事例（1） A 社

最初に紹介する企業を A 社としておこう<sup>3</sup>。この企業は、港湾運送、倉庫、海陸輸送を主体とした中継基地業務を営んでいる資本金 2 億円弱、年間売上高 20 億円弱であり、年間鋼材取扱量は相当量に達する。形鋼や土木建築用の鋼管、自動車向けのコイルも取り扱っているが、主要には造船用厚板であり、その取扱量がおおむね半分を占める企業である。A 社の主な取引造船企業は B 社 C 造船所である。A 社の C 造船所への納入において特徴的なのは、C 造船所の工程進捗に合わせて、1 品ごとに規格・サイズの異なる厚板を、C 造船所の加工先別、ブロック別の単位にまとめて納入していることである。

この並べ替え納入については、加藤〔2017〕が紹介しており、それと重なるところも多いが、A 社のタイミング・コントローラーとしての意義を確認する意味で、業務の詳細をみておこう。

A 社へは C 造船所から毎週火曜日に翌週 1 週間分の納入指示（入荷依頼日計画書）が届き、これが翌週の確定情報となる。A 社は、この入荷依頼日計画書に沿って、毎日 1 便、デッキバージ（台船）で所定の厚板（加工先、ブロック単位別に並べ替え、まとめられたもの）を C 造船所に搬入する。これに使用されるのは 1,000 トンくらいの

3 以下は、2015 年 10 月、A 社で行ったヒアリング調査に基づいている。

バージであり<sup>4</sup>、A社は毎日午後積み込み、C造船所の岸壁に夕刻着岸、翌朝から昼ころにかけてC造船所が水切りを行い、空のバージが昼過ぎにはA社に帰り、午後にかけて翌日便を積み込む作業を繰り返している。C造船所の入荷依頼計画書の日付は水切りの日とされており、水切り以降、それぞれの厚板は所定の加工先に進んで、順次加工されていく。

こうしてA社はC造船所の指示に従って並べ替えた厚板を日々およそ450トン程度納入するが、A社がC造船所の工事進捗に応じて厚板をJIT納入する業務を円滑に行うためには、整備された事前の段取りが重要である。厚板を生産し、A社に搬入する鉄鋼企業は、C造船所の指示する納期に間に合う限り、自らの効率的な生産を優先するので、例えばN月上旬であっても1ヵ月先のN+1月上旬納期のもの、さらにはもっと先のN+1月中～下旬の納期のものなど、様々な納期を有する厚板が、鉄鋼企業側の都合によって生産され、運び込まれて、一定の時間(1~2ヵ月)A社で滞留する。A社は、これらの様々な納期のついた1品ごとに異なる厚板の中から必要な厚板を取りそろえ、所定のブロック別、加工先別に並べ替えるのだが、造船用厚板の単重は大きく、したがって、煩雑な板繰りを避け、スムーズにC造船所に搬入するためには十分な準備と工夫がなされなければならない。

そのためにA社にはC造船所の月間工程スケジュール表と厚板発注情報、および鉄鋼企業から出荷現品情報が届けられる。C造船所の厚板発注データ、正確にいうとある時点でC造船所が商社に発注し(C造船所がいつの時点で商社に発注したものはA社にはわからない)、商社が鉄鋼企業に注文をつないで契約ナンバーの入ったものが商社からC造船所に届けられるが、その1週間分がC造船所から毎週木曜日A社に届けられている。これによってA社は、C造船所が発注した厚板のうち商社経由で各週に契約された詳細を把握する。さらに、C造船所は、A社に、翌1ヵ月分の月間工程スケジュール表を毎月第3金曜日に届けている。A社は、C造船所における加工場ごとに、船番、ブロック、厚板の必要枚数が記入された月間工程スケジュールを1ヵ月単位で知る。こうしてA社は、C造船所の月間工程スケジュール表をベースにC造船所向け厚板として商社が発注した週単位の発注情報及び鉄鋼企業の出荷現品情報をもとに必要な準備を行い、毎週の確定情報(入荷依頼日計画書)に基づく納入へと進むわけである。ただし、C造船所の月間工程スケジュール表は月1回発信されるものであり、月初めには精度が高いが、月の後半ではC造船所の工程予定も変更されるので精度はある程度落ちてくる。この結果、月間工程スケジュール表と入荷依頼日計画書にはずれが生じ、月の後半には相応の修正が必要となる。ともあれA社には、C造船所から重

4 積みトン数ではない。積みトン数は最大で750トンくらいとのことである。

層的に情報提供がなされていることは注目してよいだろう。

C造船所向け厚板は、鉄鋼企業（高炉メーカー）複数社が生産する。それぞれの鉄鋼企業は船でA社に搬入する。このうち多くはおおむね毎週2隻、一部は月に3隻程度入船する。ところで、鉄鋼企業は、先に述べたように、契約納期に間に合う限り、C造船所の使用日程とはかかわりなく（実際のところ、鉄鋼企業は自らが生産するそれぞれの厚板のC造船所における使用日は知らされていない）、規格をまとめる、サイズをまとめるなど、できるだけ生産ロットを大きくする方向で、つまり、自社の生産効率を優先して生産するので、様々な納期の厚板が混載されており、それがA社における厚板滞留の要因となっている。A社はこれらの厚板をいったんは比較的広くとった納期ごとに区分（山分け）し、さらに使用日が近づくにつれて加工先によって再区分（山分け）したうえで、入荷依頼日計画書に沿って日々C造船所に納入する。

その作業は以下のようになされる。A社はC造船所から毎週の発注情報を受け取ることを紹介したが、発注情報にはC造船所が希望する納期（要求納期と呼ばれ、中継基地、つまりA社着ベースの納期）が記載されており、A社の作業のベースデータとなる。商社から鉄鋼企業への発注は、厚板生産の計画ピッチ5日ごとに沿って行われ、商社と鉄鋼企業の契約納期は、例えばN月5日、10日、15日といった具合に5日ピッチで設定され、A社は鉄鋼企業の現品出荷情報を照合すれば搬入予定の厚板がそれぞれいつの契約納期かが、例えばN月25日分、N+1月10日分という具合にわかる。ただし、契約納期はあくまでも鉄鋼企業側が順守する納期であって、それ自体は、通常45日～60日といった長いタイムスパンで設定されるので、その後のC造船所の工事進捗に応じて設定されたC造船所の使用日とは異なる。その意味ではこの納期はある程度の時間的余裕を見込んで設定されたものであり、この点も厚板がA社である程度滞留する一因となる。鉄鋼企業側からの納期に先立つ前倒し納入と、契約納期と使用日とのずれによって増加する厚板在庫を肩代わりし（およそ1～2ヵ月分程度の在庫が滞留している）、C造船所の要請に従ってJIT納入する役割がA社に期待されているわけである。

A社には水切り専用クレーンと仕分け・出荷クレーンの2基があり、その間がトロッコ台車でつながっている。水切りクレーンは、水切り後契約納期に沿って、5日ピッチの納期の2～3期分、つまり納期からみると10日分ないし15日分の単位で山付けするクレーンである。入船後水切りされた厚板は、とりあえずいったんは、例えば、N月5日～15日納期分、あるいはN月20日～30日納期分といった具合に、それぞれの納期に区分された山に振り分けられる。こののち、実際の入荷指定日に向けて改めて細かく仕分けしていく。水切り後いったん納期ごとに区分された山は納期が近づくにつれて崩され、トロッコ台車で仕分けクレーンの作業ゾーンに運ばれて、今度は加工先ごと

に、かつ出荷予定日に近いものを集めて仕分けされていく。この巧拙がその後の「入荷依頼日計画書」到着以降の作業の効率性を左右するので、A社の蓄積されたノウハウが発揮される。仕分けヤードの山は35くらいあり、C造船所向けでみると仕分けヤードには約2~3週間分の在庫があることになるという。

こうしてA社は、鉄鋼企業から搬入される多様な納期、規格、サイズを有する厚板を、水切り時にいったん大まかな納期区分で山に分け、一定の時日経過後、それを加工先別に再区分し、さらに各週到着する1週間分の確定情報に基づいて、日当たりレベルで並べ替えを行い、そこから翌日分を毎日午後に積み込むという作業手順を踏んでいる。水切りクレーン、仕分け・出荷クレーンの山分けの基礎情報は、C造船所の月間工程スケジュール表とC造船所の発注情報である。

整理するとA社は、C造船所の発注情報と鉄鋼企業の出荷現品情報によって鉄鋼企業がどのような厚板(規格・サイズ・納期)を搬入してくるかを知り、C社の月間工程スケジュール表をもとに、水切り後の納期区分による山分けとその後の加工先区分による山分けを調整し、最終的には週単位でわかる日当たりレベルの納入指示に基づいて、加工先・ブロック別の並び替えを終えて日々の積み込みを行い、JIT納入を実現していることになる。およそ450トンの船への積み込みは、2時間未満で行われる。すでに加工先、ブロック別に並べ替えてあるので、上から積み込むだけであり、この作業は短時間で終われ、先の1日のサイクルでA社とC造船所とのバージの往復を支えている。

C造船所のA社への役割期待は大きい。その分、C造船所は月間工程スケジュール表、発注情報をはじめとした手厚い情報提供を行っている。このことはA社とC造船所との緊密な連携、A社のタイミング・コントロール機能へのC造船所の期待を象徴するものといえよう<sup>5</sup>。

### Ⅲ タイミング・コントローラー事例(2) D社

次に紹介する企業をD社としよう<sup>6</sup>。D社は、鋼材・関連製品の倉庫業、鋼材の下地処理・塗装、溶接・組立・加工などを行う企業であり、倉庫・荷役業務だけでなく、鋼材加工やブロック組立など付加価値の高い業務にも進出している点で特徴的な企業である。資本金は9億円弱、従業員は請負を含めて300人、鋼材は厚板と条鋼類を取り扱っ

5 A社は、鉄鋼の中継基地であり、業務は鉄鋼メーカーまたは鉄鋼物流メーカーから委託を受けている。しかし、C造船所の要求納期や使用日は、鉄鋼メーカーサイドにオフィシャルには伝えられていない情報であり、商社もC造船所の使用日を共有していない。したがって、納期対応に関しては、A社がC造船所の入荷依頼日計画書をもとに未入荷リストをまとめ、それを各商社にシェアし、それによって商社が鉄鋼メーカーに督促することになる。C造船所とA社の緊密な関係はこうした鉄鋼メーカー、商社を介さない情報共有関係を構築しているところにみられる。A社の独自の位置を示して興味深い。

6 以下は、2015年12月、D社で行ったヒアリング調査による。

ているが、厚板がおよそ85%程度、取扱量は月間約3万トン弱である。D社は造船企業E社のF造船所に近接し、そこへの鋼材納入をメインとして設立されたが、その後、他の多くの造船企業・造船所との取引を拡大してきており、販売先としてのE社F造船所のウエイトは約半分程度である。この結果、現在ではD社にとってF造船所への納入業務の事業上のウエイトはかなり低くなっている。しかし、本稿では、タイミング・コントローラーとしてのD社の意義を浮き彫りにしていくために、主としてF造船所への鋼材納入業務をみていく。

D社もF造船所に向けて、ほぼ毎日、およそ500トンを船で出荷する。これはF造船所の使用日（F造船所ではマーキング日と呼んでいる）の1日分程度であり、使用日の2日前に出荷する。ここでは加工先別やブロック別に整理することは行っていない。使用日に合わせて必要なものを納入する。積み込みはおよそ2～3時間で終わるので午前中に積み込み作業を終え、午後は鉄鋼企業からの入船に応じた荷揚げ作業をおこなう。F造船所向けのバージの手配はF造船所が行い、D社が午前中に積み込んだバージを当日積み込み終了後引き取りに来る。それをF造船所がいつ水切りするかは、D社は関知しない。こうしてD社のF造船所向けの納入作業はほぼ毎日午前中に積み込みを行うまでであり、あとはF造船所によって水切り後仕分け、並べ替えられて所定の加工場に行く。

D社の作業の基礎になるF造船所が使う厚板と使用日に関しては、半月単位の使用鋼材明細がF造船所の所管部署から届けられる。実際には、それはF造船所の工程進捗に合わせて日々更新されていく。D社は可能な限り更新された情報に基づいて日当たりレベルの納入を遂行する。しかし、F造船所の鉄鋼企業への発注は使用日からおよそ45日以上前に出されたものであり、その後の工事進捗状況の変動によって実際の使用日のずれはしばしば生じる。したがって、F造船所としては、更新をかけてできるだけ使用日のずれに応じた新しい情報に基づいた厚板納入を期待するが、すでに鉄鋼企業が生産し、D社に納入済みのものは旧使用日でF造船所に引き取ってもらう慣行があるという。F造船所における使用鋼材明細の日々の更新に対して、D社の対応にも一定の限界があることが許容されているということである。

F造船所からの半月単位の使用鋼材明細とは別に、F造船所の概略工事予定表があり、D社はこの工事予定と過去の経験をもとに四半期計画を策定し、月次で見直ししながら月単位の見通しを立て、使用鋼材明細にもとづきF造船所への納入を行うのがD社の基本的な業務スタイルである。

D社のこの業務が円滑に進むためには、F造船所の厚板発注情報が必要となるが、F造船所の発注情報は厚板1枚1枚に板番号が付されてD社に電送される。一方、F造船所の発注を受けた商社が鉄鋼企業と契約を終えると契約番号がついて商社から電送さ

れる。D社はF造船所の板番号と商社からの契約番号を受け、F造船所-商社-鉄鋼企業間の発注情報を知ることによって入荷の予想を立てると同時に、それを入荷時に照合して荷動きの実際を確認していく。一方、鉄鋼企業からは毎月、翌月の配船計画と天候等によって調整された当月の配船詳細を受ける。高炉メーカーの厚板の場合は向け先、サイズ、納期等のついた出荷データが伝送される。D社は水切りの際にそれを照合していく。

D社では入荷はおおむね600トン前後の船で行われており、F造船所向けのみならず、多様な向け先の厚板が混載されている。D社では着船後まず最優先に荷揚をして仮置きする。その1~2日後、F造船所向け厚板の場合は納期に応じて、他の向け先の場合はその向け先に応じて所定の山分けを行う。D社のF造船所向け厚板の場合、マーキング日のおよそ10日前を納期遵守の期限と設定されている。D社でも鉄鋼企業サイドの納期前倒し納入はあるが順調に進めばおおむねリードタイム10日~2週間くらいで流れており、F造船所向けの厚板在庫はおよそ10日~2週間くらいと考えられている。

#### IV まとめと補足

ここで明らかにしたA社とD社の厚板取引概要をまとめてみよう。彼らは、事業範囲は少し異なるが(倉庫・運送のみを行うA社、ブロック加工まで進出しているD社)、鉄鋼企業から搬入される厚板を保管し、日々、造船所へJIT納入する点では共通している。D社は造船所の使用日の2日前に1日分ずつ出荷する。A社は、造船所の使用日の前日に、さらに加工先、ブロック単位に出荷する。両社は、造船所の1日単位の使用鋼材を彼らが保管する厚板の中から選択して納入する業務を行う点に異同はない。この2社が納入する造船所では、この結果、そこでの工事が順当に進捗する限りは、厚板在庫は1~2日分で済むことになる。造船所の在庫負担は軽減、抑制されている。

一方、鉄鋼企業側にとっても、厚板在庫の肩代わり機能をこれらの企業が果たしている。鉄鋼企業は、造船所の使用日をほとんど顧慮することなく、厚板生産の効率性を追求できる。鉄鋼企業は、納期の異なる厚板を組み合わせて、生産ロットを大きくすることでコストを削減する。

素材生産企業の効率的な生産によるコスト削減とユーザー企業のJIT納入によるコスト削減を両立させているのが、ここでみた企業である。両社のタイミング・コントロール機能の意義はこの点にある。

この点を補強し、タイミング・コントローラーの意義とその多様さを確認するため



に、さらに別の企業の例も紹介しておこう<sup>7</sup>。

この企業を G 社としておこう。G 社は、鋼材の水切り・仕分け・保管、ショットブラスト・一次防錆処理、鋼材関連製品の倉庫業を事業とする比較的規模の小さい企業であり、取引造船所へ厚板・形鋼を納入している。この企業は、造船所が示す 1 日の使用量情報（作業は切断から開始されるので切断日と切断量）に従って切断日の 2 営業日前に納入する。つまり造船所の n 日の使用量を n-2 日に所定の加工処理を行って搬入する作業を繰り返す。最終的な出荷指示は 1 週間前に届けられる。つまり、この企業には、造船所の n 日の使用量が n-7 日、n+1 日の使用量が n-6 日といった具合に順次届けられ、その情報をもとに作業する。情報の入手日と納入日との差の 5 日分を利用して所定の作業が行われるわけである。G 社は、加工・納入作業に関しては、造船所から 1 週間前に情報が入れば十分に対応できるという。しかし、A 社、D 社の場合と同様に厚板は鉄鋼企業側の裁量で適宜搬入されるので、ここでも厚板の山分け等の保管業務が適切にされていなければならない。通常一つの山に 500~600 枚の厚板が積み重ねられているので、いわゆる板繰りなどの煩雑で不効率な作業はできるだけ抑制する必要がある。このために、G 社も造船所の商社への発注情報を共有している。さらに、造船所の所管部署から造船所の工事計画に伴う 1 ヶ月分の物量を情報として受ける。こうして、ほぼ毎日入荷する厚板について、およその使用予定を知ることができるので、仮置き後、それを崩しながら出庫情報に基づく確定分の山を作っていく。

ここでも鉄鋼企業からの入船はほぼ毎日ある。取引造船所が所用鋼材の納期遅れや欠品を避け、大目に発注すれば、その分 G 社の在庫となる。G 社は、理想的には 0.6 ヶ月分くらいの在庫を期待するが、調査時点ではおよそ 1 ヶ月分の在庫を保有している。1 ヶ月を超過した在庫の場合には山が大きくなりすぎてクレーン走行もハンドリングも難しくなるので避けたいという。

最後にもうひとつ別の企業、H 社もみていこう<sup>8</sup>。H 社は鋼材の水切り・仕分け・保管、港湾運送業を事業とする小規模の企業であり、造船所や造船所の外注先である鉄工所に厚板・形鋼を納入している（外注先の場合、鋼材の商流は特約店取り扱いのものも多い）。月間取扱量はおおむね 8,000 トン、多い時で 1 万トンとのことである。この企業は、鋼材を水切り・保管後、陸上運送している。売り上げの多くは鉄鋼物流企業からの委託による。

A 社・D 社の場合と同様に、H 社の場合も、厚板は鉄鋼企業側の裁量で適宜搬入されている。したがって、この企業でも厚板の山分け等の保管業務をできるだけ効率的に行いたいと考えている。そのために、造船所が商社経由で発注し、商社と鉄鋼企業で交

7 この企業もほぼ同じ時期に聞き取り調査を行った。

8 この企業の事例もほぼ同時期に行ったヒアリング調査によるものである。

わされた約定（契約）が商社経由で入り、そこからは、明細のほかに、おおむね船番、ブロックがわかる（わかりにくい場合もある）。一方、造船所からはいつなにを使用するかといった情報が事前に入ってくるが、H社の場合には、それらは確定情報ではなく大まかなものであることが多いという。H社は約定からわかる船番、ブロック、明細と、造船所からの情報とを勘案しながら、造船所や鉄工所の工事に合わせて納入するが、この点ではH社の場合には、ややゆるやかな対応であり、A社、D社のような1日分の使用量を1~2日前に納入するといった厳密なものではない。H社が、A社、D社のような特定造船所のメインな中継基地ではないという事情によるものであろう。しかし、緊密度はやや低いとはいえH社が鉄鋼企業と造船所の間でタイミング・コントロール機能を果たしていることには変わりはない。

H社は鋼材の水切り・仕分け・保管と陸上運送に特化しており、鋼材の下地処理などは一切行っていない。しかし、鋼材によってはショットブラストや切断を施して納入することも求められる。そこで、この企業ではそれらを行う企業と直接やり取りして造船所や鉄工所が必要とするタイミングで配送している。それを実現するために、造船所から1週間くらい前には納期に関する情報が示され、それに基づいて最終的な荷練りをし、さらにショットブラストや切断などを施す企業との日時調整、輸送手段の手配などを行う。これらを円滑に行うためには、基本的には3~4日前までに配送計画を確定する必要があるという。しかしH社の場合には即納を要請される場合もあり、柔軟な対応が図られている。

H社でも鉄鋼企業からの入船はほぼ毎日ある。取引造船所が、鋼材価格が低くなっている時期に大量に購入する場合もある。その場合はH社の在庫となる。この企業は、平均1ヵ月分の在庫をしており、調査時点は年末であったため1.2ヵ月分の在庫を保有していた。

## V 鉄鋼企業の厚板生産

造船企業・商社・鉄鋼企業の厚板取引に介在する4社を、タイミング・コントローラーのケースとして紹介した。これらの企業に関して、タイミング・コントローラーとしての論点整理は後ほど行うこととして、確認できることは、これらの企業が造船企業の工事進捗に合わせた厚板のJIT納入を行っていることである。繰り返しになるが、鉄鋼企業は、造船企業の加工タイミングを顧慮することなく生産し、これらの企業に搬入する。そして、通常、後に検討するが、造船企業と鉄鋼企業との間で納期はかなり余裕をもって設定されるので、その時間の余裕分だけこれらの企業の厚板在庫量を押し上げ、その結果、これらの企業における在庫管理とタイミング・コントロール機能が要請され

ることになる。では、鉄鋼企業における厚板の生産はどのように行われるのだろうか。次にこのことを見ていこう。

高炉メーカー I 社では、厚板の生産・販売計画は、まず本社の営業関連の部署が予算との関連を考えながら作成するところから出発する。この計画は、直近になるにしたがって、年度計画・半期計画・四半期計画・月次計画と次第に幅が小さくなるが、半期計画は、例えば下半期（10～3月）の計画であれば、あらかじめ決定している工場の設備・工事の予定、定期修理の予定等を勘案しながら、市場状況を判断して、おおむね8月末ごろまでに策定する。この半期計画は、その半ばの時点、12月におよそ1ヵ月かけて見直し、それが第4四半期計画につながっていく。

さて、四半期の計画策定は、同時に月ベースの計画を積み上げていくので、月次計画の策定と連動する。四半期計画は需要分野別に立てられる。この企業では、造船および造船企業の陸上機械分野、建設機械・産業機械分野、橋梁・店売り分野などをそれぞれグループに組み、グループごとに需要を予測する。営業の調整部署は、製鉄所（ミル）の状況や営業部署が提出した需要予測・営業計画を精査し、厚板の四半期および月次の生産・販売計画を策定する。こうして策定された計画に基づいて、例えば造船部門はN月分何万トンといった数量が決定する。この需要分野ごとの数量は枠と呼ばれ、営業部署での各分野別の責任販売量となる。営業部門はこの枠を埋めていくかたちでそれぞれの需要分野から注文をとらねばならないことになる。

では、営業部署はどのようにこの最終的には枠となる各分野の需要予測・営業計画を策定するのだろうか。営業部署と商社は、厚板の主要ユーザーである造船企業の造船所ごとに船舶建造計画を何らかの方法で知る。船番（建造予定の船舶番号）、船型、船主、船級、重量、建造予定と所要鋼材量、工事の予定進捗状況がそれである。鉄鋼企業と造船企業の間には商社が入るが、商社はこの情報に基づき、月ごとの鋼材使用予定量を予測し、まとめていく。こうして商社が見積もる造船企業の鋼材使用予定量にこの鉄鋼企業の当該造船企業への納入シェアをかけあわせるとこの鉄鋼企業への当該造船企業の需要量のおよそのめどがつく。造船用厚板の購買は、通常は造船企業の東京本社による集中購買であり、鉄鋼企業も東京の本社で各造船企業の建造計画を検討し、その推移を予測するが、それとともに、鉄鋼企業各支社の営業部署が、直接に造船所の資材購買担当者とは折衝しながら把握したより現場に近い情報を加味して、修正し、見積もっていく。

造船用厚板は、造船企業の長期の（2年～2年半ぐらいの）生産計画によって比較的予測のたてやすい需要分野であるといわれている。造船用厚板は1品1様であり、その板がいつ納入されるかが、造船企業側の工事進捗状況を完全に左右するので、こうした

9 以下の記述の多くは、岡本〔2005〕による。2016年3月に行った鉄鋼企業でのヒアリングで厚板の生産は現時点でもそれほど変わっていないことを確認している。

長期にわたる造船企業からの計画情報を知ることは長い間の慣行として定着している。ただし、すべての造船企業から情報が得られるわけではない。むしろ生産計画を明らかにしないで、戦略的な購買を行う造船企業もある。こうした企業については、鋼材使用量は推測の域を出ない。一般産業機械の場合も、通常は造船と同様にユーザーの生産計画に基づいて需要量の予測を行う。建設機械は、鉄鋼企業と建設機械メーカーとの間に厚板の曲げ加工やシャー・スリットなどを行う溶断業者が入るので、商社がヒアリングし、それに基づいて予測する。策定された月次計画は、通常、月2回見直される。例えばN月半ばにN月の見直しとN+1月の計画、N+2月の見直しを立てるといった具合である。これを順次繰り返していく。

受注活動は、設定された枠に基づいて行われるわけだが、鉄鋼企業が設定した枠を商社に知らせると、あらかじめI社では営業の締めをN月分についてはN-1月の10日に設定しているので、それに間に合うように、通常は商社がN-2月の末ぐらいまでに需要数量を入れてくる。一方、ミルでの厚板の生産管理は、ふつう5日ピッチで行われている。I社は、各月を6等分して1~5日を1ランク、6~10日を2ランク、といった具合に呼んでいるが、造船材の場合は、鋼材使用予定量がかなりの確度で明らかになっているので、商社がランクごとの数量と明細をユーザー企業ごとに入れてくる。

I社は厚板を生産できる製鉄所を複数持っている。そこで、今度はどの製鉄所でどの厚板を圧延するか計画が策定される。ミル配分といわれる作業である。I社では、ミル配分は本社にある営業の調整部署が行う。ある種の規格・サイズは特定のミルでしか圧延できず、この場合にはミルははじめから特定されるが、大半の規格・サイズは複数のミルで圧延可能なものである。その場合、ユーザーの工場に近いミルで圧延するほうが輸送コストを節約できるので、通常は、ミルとユーザーの工場との地理的な位置関係をベースに配分されるが、単に厚板圧延の状況のみならず、あとの精製工程の状況や、輸送コストとロットをまとめることによるコスト節約との比較考量などさまざまな要素を判断する。この結果、おおむねN月分についてはN-1月の後半にミル配分が決定する。

こうして、一方では、生産サイドの月ベースの生産量のおよそがミル配分として決定し、他方で、営業サイドではユーザー別の枠として責任販売量が決定する。次に必要な作業は、営業サイドのとってきた注文を、それぞれのミルに、納期に確実に間に合うように明細投入する作業である。I社の厚板生産では、投入は本社の営業の調整部署が行う。この営業の調整部署では需要分野とミルのそれぞれの状況を精査しながら、明細を投入していく。I社では特に各ランクの投入日を決めていないが、納期との関連で各ランクの投入締め日（例えば1ランクに圧延されるものは、何日までに投入することといった各ランクの締切日）は決められている。営業調整部署は、納期を勘案しながら、投

入締め日までに、各ランクが埋まるまで明細を投入する。

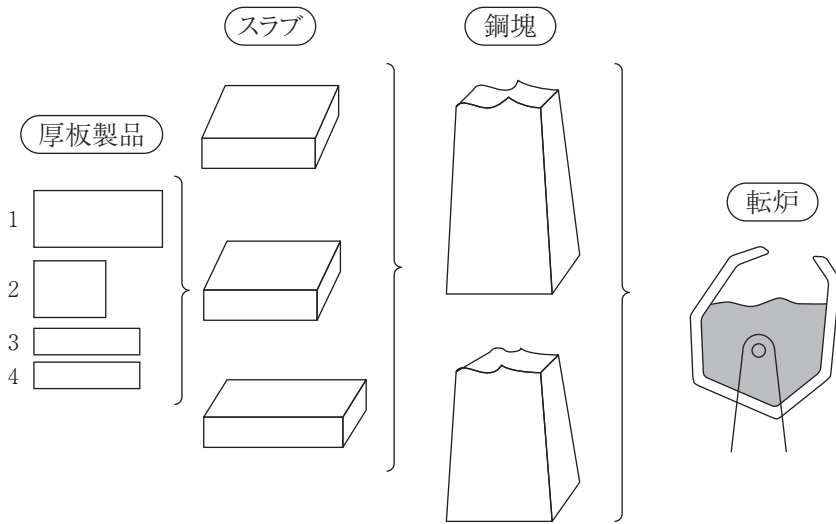
特別に長い工期を要するものは別として、通常、厚板の場合、ミルに与えられた工期は15日、輸送工期が5日と見積もられているので、投入から納入までの生産のリードタイムは最短でおよそ20日であり、このリードタイムを前提に、それぞれの規格・明細が必要とするリードタイムを勘案しながら設定された納期に完全に間に合うように投入が行われる。納期は、45～50日で設定される場合が多いといわれている。

この点では別の企業はやや違った方法をとっている。仮にこの企業をJ社と呼んでおこう。この企業も5日ピッチで生産計画を進めるところは変わらない（この企業では5日ごとを節と呼んでいる）。そして、ミルの生産計画に連動して営業がユーザーごとに枠を設定し、責任販売量とするところは同じだが、J社では、投入は節単位で、5日分を投入するところが違っている。I社では、投入は締め日の前であれば明細が入り次第、そのつど行われているが、J社では、N月の1節に圧延するものは、N-1月の5節、つまり2節前に投入することになっている。投入は営業部署が行う。最短のものについては、やはり20日がミルの工期として設定されており、営業は、納期を見ながら5日分を投入していく。I社の場合もこの点では同様のことだが、このことは、逆にみれば、N月の1節に圧延される厚板の実際の納期はばらばらであるということになる。後工程に要するリードタイムと納期を判断しながら、J社の営業部署が投入作業を行っている。J社では、投入以降のプロセスもほぼ5日ピッチですすんでおり、N-1月の5節が計画工期、6節が製鋼・連铸に必要な期間、そしてN月の1節が圧延期間となる。次の2節が出荷期間となる。こうしてみれば、最短のケースでは、N月5～10日に出荷されるものが、N-1月20日までに5日ピッチで投入されることになる。

では、I社のミルサイドでは投入以降、どのように生産がすすむのだろうか。I社のある製鉄所では、明細は13日前には80%、8日前には100%入るといわれている。こうして投入された明細をミルサイドで実際の生産実施計画に展開する。もちろん、ミルには四半期計画がすでに提示されており、月次計画は3ヵ月前から順次修正されながらローリングされているので、この明細を投入するベースはできあがっている。生産計画はこのベースに具体的な明細と納期の入った注文をあわせて埋め込んでいく作業であるといってもよい。

さて、厚板の生産は素材の種類の設定と素材計算から出発する。素材計算は、ユーザーからの「注文寸法、規格、納期などの仕様の中から、同時に圧延できる板厚、板幅などの寸法を組み合わせて圧延寸法を決め、加熱、圧延能力の制限条件内でスラブの大きさを決定する。さらにスラブをいくつかまとめて鋼塊を決定し、製鋼での転炉、電気炉でのチャージ組（精錬1回分）をおこなう」（現在は連続製造なので、鋼塊を経由する割合はほとんど少ない）が、品質・歩留まりを考慮して最適製造条件の決定は複雑な計

第2図 厚板の素材組みの過程



出所) 日本鉄鋼連盟 [1976] 84 ページ。

算を要する。例えば、厚板の平均注文トン数は1枚2トンぐらいといわれている。そして、1枚のスラブは平均10~15トンぐらい、転炉の1チャージはおよそ250~350トンである。したがって、厚板の生産では2トン程度と同じ鋼種の注文を組み合わせて10~15トンぐらいの1枚のスラブ分を作り、さらにそれを組み合わせておよそ300トン程度の転炉1チャージ分を作り上げるのが計画の基本となる。そのうえ、生産の効率性からみると連々铸が可能なのが好ましいので、同じ鋼種の铸込みを、例えば10ロット分続けるといった計画策定が図られることになる。明細が入ってからの事務工期はこうした作業に使われる。この結果、同じ鋼種を厚板用として連続的に铸込む計画づくりは、1ランク分の明細だけで可能となるわけではない。ミルでは、前後のランクから同じ鋼種を探して計画づくりを行うことになる。ロット組みは異なる納期の組み合わせによってなされるわけである。

この場合、製鋼側にとっては、生産の効率性からいって、連続的に同じ鋼種を铸込むことができる計画が望ましいわけだが、圧延側にとっては、そのことは個々の注文の多様性と多様な納期要請を充足することと抵触するので、製鋼側・圧延側で適当な折り合いが図られることになる。こうした折り合いのなかで、I社のある製鉄所では、厚板圧延の計画部署は、製鋼の計画部署へ3日前に3日分の出鋼計画を渡すことになっていた。

厚板の圧延では、通常、ロールチャンスの制約は少ない。ワークロールが1日1回交換されるので、通常は、1日ごとに一連の幅広ものから幅狭ものへの計画が作られることになり、それ以上の制約はない。その点からみると比較的計画づくりは容易とも言えよう。また、万が一緊急モノが入ったときもロール換えの必要がないので入れやす

い。

生産された厚板は、通常は10日前には出荷しないルールがあり、それまではミル在庫となる。これはユーザー側の在庫を抑制するためである。

## VI 造船企業と商社の厚板発注

ここまで造船用厚板の中継基地、スチールセンターと鉄鋼企業（高炉メーカー）の厚板の受注から生産に至る業務をみてきた。A社とD社は、造船企業・造船所の要請にこたえて、膨大な厚板在庫の中から、彼らの使用日の1~2日程度前に必要な鋼材をそろえて搬入する役割を担っており、このことを本稿ではさしあたりタイミング・コントロール機能と呼んでいる。中継基地、スチールセンターの意義は、厚板の在庫保管・管理と的確な搬出にある。的確な搬出はユーザー企業・事業所のJIT納入要請からくる。一方、在庫保管・管理は鉄鋼企業側の効率的な生産の追求に起因する。鉄鋼企業サイドは、当然のことながら契約納期は遵守しなければならない。しかし、実際には契約納期自体は造船企業の当該材の予定使用日に対して一定の余裕をもって設定されがちである。造船材は1品1様であり、たとえ1品であってもある材の欠品は完全に造船所の工事進捗をストップさせるので、このような事態は是非とも避けなければならないからである。こうして慣行的に予定使用日に対して納期は早めに設定されがちとなる。このことは、造船企業サイド、仲介する商社、そして鉄鋼企業サイドでそれぞれがリスク回避のためにとる防衛的な対応であり、これらが相乗して、相当量の在庫を発生させ、そのことがスチールセンターにタイミング・コントロール機能を要請することになる。<sup>10</sup>

造船企業の工事計画と使用鋼材予定に基づき商社は月単位で鉄鋼企業の枠取りを行うが、実際の生産に連動するのは、その後の明細発注（規格・寸法・納期が定められたもの）であり、明細における納期は、一般に鉄鋼企業が設定する厚板納期（通常45日程度）を勘案して決定される。その際に、造船企業側の資材担当（調達部署）が納期設定（「要求納期」）する際には、先に述べた欠品を予防するためにやや早めに、例えば5日くらいの余裕を見て納期設定しがちであるといわれている。例えば、使用予定日がn日であってもその5日前、 $n-5$ 日くらいに納期設定する傾向が強い。さらに、造船企業側からの明細発注を受けて、商社は鉄鋼企業に明細をほぼそのままインプットしていくが、商社にとっても欠品を生じさせることはあってはならないことであり、造船企業の調達サイドと同様に納期設定に一定の時間的余裕を組み込みがちである。例えば、造

10 この点については、2016年3月に行った鉄鋼企業でのヒアリング調査、2016年10月に行った鉄鋼商社でのヒアリング調査、2015年12月と2016年2月に行った造船企業2社へのヒアリング調査によっている。

船企業のいう納期をさらに10日程度前倒しすることも多く行われているようであり、こうなると商社が鉄鋼企業にインプットしてくる納期は使用予定日から見ると  $n-15$  日早めに設定されることになる（「インプット納期」）。鉄鋼企業側は商社によって設定されインプットされた納期をそのまま受け入れるわけではなく、ミルの能力などを勘案して納期回答する（回答納期、これが鉄鋼企業、商社、造船企側で最終的に共有される納期であり、「契約納期」であり、鉄鋼企業が順守すべき納期であり、商社はこの契約納期が順守されるどうか、ミルサイドの進捗を注意深く監視し、順守があやぶまれる場合の調整を併せて行う役目を負うことになる）。

こうして商社がインプットしてくる納期は例えば15日分の時間的余裕をもって設定されたものであることは、長年の取引の中である程度鉄鋼企業側も知っており、この余裕の15日分は鉄鋼企業側の効率的な生産のために、生産ロットの拡大等に使われ、結果的にはコスト削減に通じることなので、リスク回避的な早目の納期設定が厚板取引慣行として定着しているものと思われる。仮に、この15日分の早めの納期設定を前提として、鉄鋼企業側の要請する厚板納期の45日を考えれば、場合によっては60日、およそ2ヵ月先の納期のもが商社によってインプットされることも生じる。鉄鋼企業の厚板生産における最短のリードタイムは20日と言われており、45日にしろ、60日にしろ、相当に余裕のある納期設定となる。もし、60日先の納期がつけられた材の明細を、鉄鋼企業がロット組みの都合によって早めに投入し、早期に生産すれば、60日から鉄鋼生産のリードタイム20日を引いても、40日先の納期を持った厚板が生産されることになる。それが先に見たA社、D社のような中継基地、スチールセンターにそのまま搬入されれば、彼らは、40日先の納期のもを保管することになる。こうして1品1様の特性を持つ厚板の場合、欠品を回避する造船企業、商社、鉄鋼企業の対応が相乗されて、中継基地、スチールセンターへの納期前倒し納入とその結果、在庫保管機能が強く要請されることになる。

厚板生産におけるタイムミング・コントローラーの意義は、素材生産企業にとっても需要家企業にとっても大きいものといえよう。

### 小括 タイミング・コントローラー：流量と流速の変換機構

鉄鋼企業と造船企業の造船用厚板取引におけるA社、D社の事例をもとに、改めて本稿でいうタイミング・コントローラーについて整理してみよう。

タイミング・コントローラーとは、ある製品の生産における素材から完成品に至るモノの流れの中で、素材企業と完成品企業との間に介在し、その素材の流れ、つまり、素材の流量と流速の変換機構とってよいだろう。素材の流れを調整する機能（タイミン



グ・コントロール機能）を担う独立した企業のことをタイミング・コントローラーと呼ぶことにする。この企業の規模はそれほど大きなものではない（中小・零細企業がほとんどである）。また、この企業は、多くの場合、素材の姿態変換（加工処理等）を行うが、それが付加価値に占める割合はそれほど大きくない場合が多い。

では、タイミング・コントローラーはなぜ生起するのだろうか。ここで紹介した造船用厚板の取引からは、次のようなことが考えられる。ひとつには、完成品企業が使用する当該素材の数量がかなり多量であり、しかもその仕様がかなり多岐にわたっている。この結果、完成品企業は、多種・多様な素材を準備しなければならないが、コスト削減のためには可能な限り在庫量は抑えたい。つまり、完成品企業は、可能であれば JIT 納入を志向する。一方、素材生産企業の生産技術は、ロット生産を基本とし、しかも比較的生産のリードタイムが長い。素材生産企業は、こうした条件のもとでは、生産の効率化とコスト削減のためには、できるだけ大ロット生産（鉄鋼業では、圧延ロット組み、スラブ組み、製鋼ロット組みとロット編成の機会が多い）を志向する。しかし、ロットを大きくした生産方法は、完成品企業の JIT 納入には適合的な生産方法ではない。

こうして、素材生産企業と完成品企業が目指すコスト削減の方向は矛盾する。この時、タイミング・コントローラーが仲介すれば、素材生産企業と完成品企業のコスト削減方向を両立させることができる。そして、以下の式が成立すれば、個別最適と全体最適が調和する。

$$(\text{素材生産企業の大ロット生産によるコスト削減}) + (\text{完成品企業における JIT 納入によるコスト削減}) > \text{タイミング・コントローラーが介在することによるコスト上昇}$$

つまり、タイミング・コントローラーによるコスト削減効果を素材企業、完成品企業とも享受できるとき、タイミング・コントローラーが生起しうるといってよいだろう。しかも、タイミング・コントローラーのコストは、素材生産企業や完成品企業それぞれがタイミングの調整を行う場合に比べて、低くなると考えられる。つまり、タイミング・コントローラーは、複数の素材生産企業、完成品企業の材を取り扱うことによって、商業論でいう売買集中のメリットを享受でき、取引コストの削減、規模の経済性、取り扱い技術の習熟効果を期待しうる。さらに、一般にこれらの企業は素材生産企業、完成品企業に比べて相当に小規模であり、そのぶん労務費、人件費の低減、管理コストの低減を想定できる。いずれにしろ、タイミング・コントローラーは、モノの流れを調整する（流量と流速の変換）ことによって、総じてコスト削減に寄与しているといえるであろう。

この取引においてタイミングを決定するのは完成品企業である。完成品企業は、タイミング・コントローラーが介在することによって、素材生産企業の生産技術の制約から解放され、タイミングの決定にかなりの自由度を得る。そして、それによって JIT 納入を実現する。言い換えれば、タイミング・コントローラーは完成品企業のタイミングの決定に効率的に対応しているのである。一方、素材生産企業も、完成品企業の納入タイミングの拘束から自由になれる。その分、素材生産企業の効率は高まるのである。

以上は、造船用厚板におけるタイミング・コントローラーの概要を整理したものである。ここでは造船用厚板に限定してタイミング・コントローラーをみてきたが、私たちは、造船業に限らず、例えば鉄鋼企業と自動車企業の薄板取引（加藤 [2000]）、鉄鋼企業と建設企業の鉄筋棒鋼取引（岡本 [2007]）、セメント企業と建設企業のコンクリート取引（岡本 [2014]）、製紙企業と印刷企業の印刷用洋紙取引（中道 [2016]）などの分野に、本稿と同様にタイミング・コントローラーの存在をみている。さらに私たちは、タイミング・コントロール機能が、タイミングコントローラーとして独立した企業によって担われるのではなく、例えば素材・部品企業等に未分離のものも併せて視野に入れている。この場合には、素材企業、部品企業がタイミング・コントローラーを内包していると考えている。今後、ひとつずつ実証的な研究を積み上げていながら、タイミング・コントローラー論を精緻化、具体化、豊富化していこう。

#### 参考文献

- 稲見彰則 [1999] 「船体用厚鋼板の受注-製造-納入まで」『日本造船学会誌』第 837 号（平成 11 年 3 月）。
- 岡本博公 [2005] 「製品特性とサプライ・チェーンマネジメント」『立命館経済学』第 54 巻第 3 号，2005 年 9 月。
- 岡本博公 [2007] 「建設業と棒鋼取引-製品特性とサプライチェーンの諸相」『経済論叢』第 180 巻第 1 号，2007 年 7 月
- 岡本博公 [2014] 「建設業とコンクリートのサプライチェーン」『同志社商学』第 65 巻第 5 号，2014 年 3 月。
- 加藤康 [2000] 「ロジスティクスシステムと倉庫」『商学論集』（同志社大学大学院）第 34 巻第 2 号，2000 年 3 月。
- 加藤康 [2009] 「サプライチェーンとロジスティクス-倉庫と情報-」『工業経営研究』第 23 巻，2009 年 9 月。
- 加藤康 [2017] 「厚板サプライチェーンと倉庫」『京都経済短期大学論集』第 24 巻第 3 号，2017 年 3 月。
- 工藤純一 [1999] 「船体用厚鋼板」『日本造船学会誌』第 837 号（平成 11 年 3 月）。
- 塩飽豊明 [1999] 「厚鋼板の製造法と基本特性」『日本造船学会誌』第 837 号（平成 11 年 3 月）。
- 富野貴弘・中道一心 [2013] 「ものづくりと時間サイクル-長期サイクルがもたらす競争力」『同志社商学』第 64 巻第 5 号，2013 年 3 月。
- 中道一心 [2016] 「流量と流速の変換機構『タイミング・コントローラー』から見る生産システム研究」，工業経営研究学会第 31 回全国大会（2016 年 9 月），配布資料。
- 日本鉄鋼連盟 [1976] 『鋼材製造法 新版鉄鋼技術講座第 2 巻』地人書館，1976 年。