

TOC 制約理論による造船ビジネスの針路策定に関する研究

正会員 土井 裕文*
工 藤 崇***

正会員 篠田 岳思**

Study on Creating a Direction of Upgrading Japanese Shipbuilding Business
with Theory of Constraintsby Hirofumi Doi, Member
Takashi Kudo

Takeshi Shinoda, Member

Key Words: TOC, Thinking Process, CLOUD, Throughput Accounting, URO

1. 緒言

国交省では、2025 年に建造量の世界シェア 30%獲得という大きな目標を掲げている。この目標は総トンベースでは 2014 年の策定時の 1.7 倍の竣工量になる大きなチャレンジになっている¹⁾。この大きな目標達成には、以下に示す背景と課題がある。

- 1) 海事産業（造船業）は、世界的な GDP 成長に伴う荷動きの増加が予想される成長産業であること。
- 2) 造船業は日本の地方経済を支える重要産業であること。
- 3) 日本の少子化問題に伴う労働者人口減がある。

Fig. 1 に示すよう海事クラスターによる GDP 創出への貢献度は高く、特に地方での貢献度が高い。日本が造船業における競争力を喪失することは地方における収入源を失いかねない。必然的に地方への社会福祉投資を必要とする。この結果として少子化社会における労働者の社会福祉費の負担増を引き起こし、労働者の疲弊を招き社会問題になることが予測される。

また、労働者人口の推移について厚生労働省は 29 歳~59 歳の労働人口が 2030 年には 8%減少（約 330 万人）すると予想している。国交省の戦略ではこの日本人労働力不足を外国人実習生制度の活用等を考慮に入れ 2025 年には 8%の労働力増と予想している。

国交省の 2025 年での建造量の世界シェア 30%獲得とは、リソースが 8%増で生産量平均 17%増という大幅な全体効率向上の実現が前提条件となるものと考えられる。

本論文では TOC(Theory of Constraints)²⁾により、予測される大きなチャレンジのための針路策定の方向性について提言を行う。

2. 日本の建造シェア変遷の歴史分析

2.1 戦後の復興を支えたブロック建造方式（溶接工法）

日本の造船業は第 2 次世界大戦後の荒廃した日本産業界の中で産業復興の先駆として期待された。戦時中に開発に取組んだ溶接工法を活用したブロック建造法を 1949 年から産官学共同の国家プロジェクトとして実施し 1954 年に「鋼船工作法基準」として完成させた。この建造法は飛躍的に生産性の向上を実現し、日本再建に大きく貢

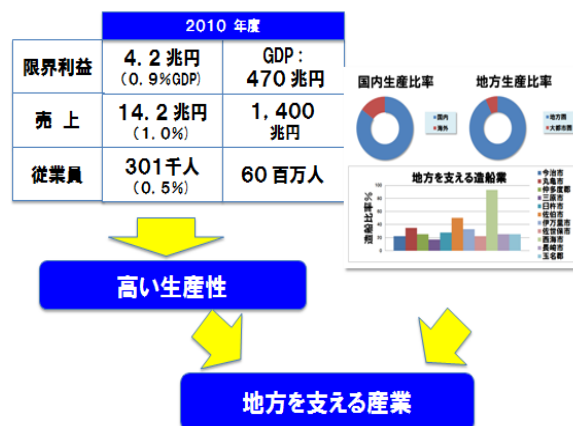


Fig. 1 Impact of Japanese maritime industry cluster contribution to Japanese economy

献した³⁾。短期間で目覚ましく生産量を増大させ 1956 年には造船国イギリスを抜き世界 1 の座を獲得した。

2.2 世界市場でのシェアの変遷

その後、1973 年の第一次オイルショックによるタンカー需要の激減に伴う生産調整が実施されるまで生産量とシェアは増加し続けた。その後韓国造船業が台頭を始め、1999 年に韓国が世界シェア 1 位の座を獲得するまで 43 年間世界シェア 1 位を維持した。その後 2000 年半ばから中国が内需を背景に国策として造船業を推し進め、現在では中韓そして日本の 3 カ国が建造量の世界シェアを分け合う状況が続いている。

2.3 シェアの変遷と外部環境との関係

世界シェアの変遷と外部環境（海上輸送・建造能力の需給関係等）の変遷として考察すると、日本の造船業はオイルショックまで、常に需要が供給量を超える環境下でブロック建造を活用した優れた回転率で世界を凌駕した。オイルショック後には、一時期需要と供給の関係が逆転した時期があるが、東南アジアを中心とする開発需要はやがて需要が供給量を上回る状態になり造船竣工量は海上輸送量の増大と共に増大した。この時期に日本のシェア低下と韓国のシェア拡大が起った。

Fig. 2 はこの期間の日本国内の造船所の建造量の推移を示したものである。オイルショック時に構造改革を実施した造船大手と造船専門メーカーとの間で大きな差が生まれている。日本のシェア低下は造船大手の低迷が要因になっていたことが分かる。

Fig. 3 は日本国内造船所の二つのグループの経営思想の違いを TOC の思考プロセスを適用して分析をしたものである。分析では経済環境が低迷している状態における

* 三井造船 / 九州大学大学院工学府

** 九州大学大学院工学研究院

*** 株式会社 ビーイング

原稿受付 平成 29 年 9 月 25 日

秋季講演会において講演 平成 29 年 11 月 27, 28 日

©日本船舶海洋工学会

市場心理を因果関係で繋ぎ投資意欲と需給バランスに伴う市場価格の動きを明らかにし、低船価状況での造船所の二つの経営方針選択である 1)スループットの増大、2) 外部支払いや経費の削減についての思考の流れを明らかにした。この分析によると厳しい外部環境においても経営の考え方で成果は大きく変わることを示している。

2.4 オイルショックの再来（供給力過剰）

2000 年の初めから中国の大きな内需を背景にした国営造船所の巨大化・近代化が進められ海上輸送量の増大を上回る建造能力が世界市場に出現し、現在の世界の建造能力は需要を大きく上回る状況となり世界の造船業は苦境に直面している。造船ビジネスにおけるボトルネックは造船所ではなく市場にあるということになる。

Fig. 4 に、TOC による改善のステップを示す。この図に示すように TOC ではボトルネックを中心に改善が進められる。今回の分析のように造船ビジネスにおけるボトルネックが市場と判明すると、次のステップではボトルネックの最大活用であり、ボトルネックの活用をどう考えていくかが重要である。

3. 経営外部環境と経営者のジレンマ

1973 年の第一次オイルショックまでは実はオイル価格が安定していたが、オイルショック以降は第 2 次、第 3 次とその後も製品価格に影響を及ぼしてきた。船舶の受注動機に影響を与える BALTIC 係数（海上運賃指数）も著しく変化を続けており、新造船投資を何時するかは非常に決断しにくい環境になっている。

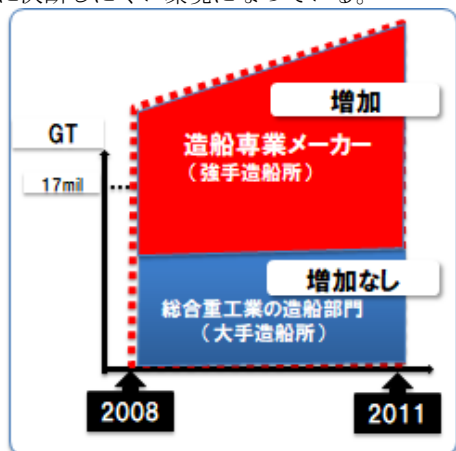


Fig. 2 Share of Japanese shipbuilding business

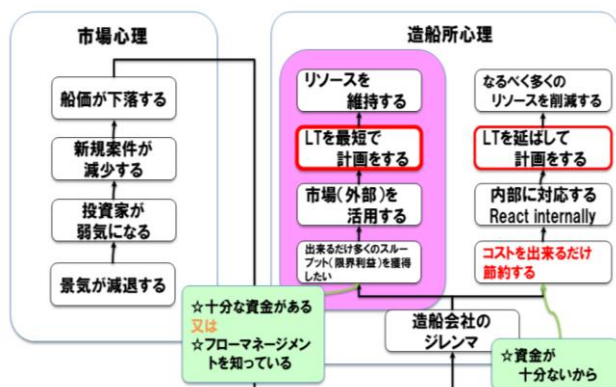


Fig.3 Two different managing way under severe business environmental condition

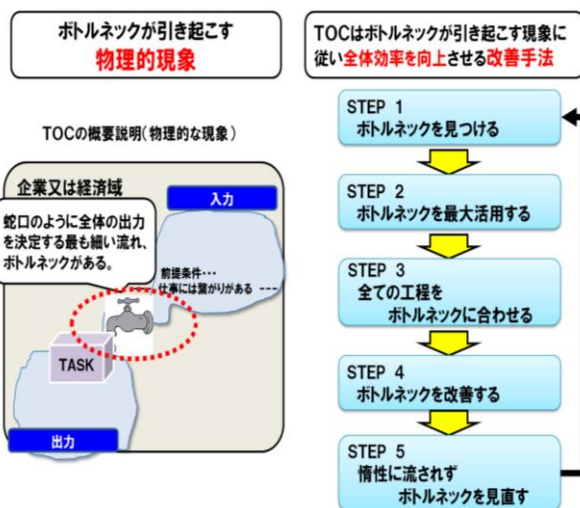


Fig. 4 Typical logic process for improvement of bottle neck by TOC

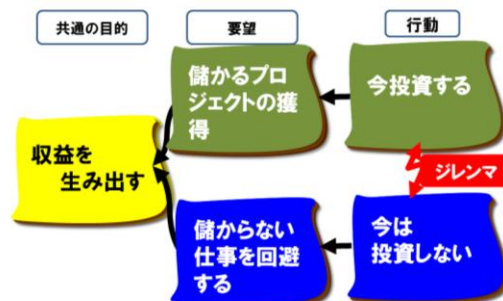


Fig. 5 Core dilemma of CLIENT / INVESTOR

価格変動が激しい環境下では長期的に安定した経営は難しく、船社では備船計画も長期備船から短期備船に変更するなど常に海上輸送ビジネスモデルを変えることにより輸送環境の変化に対応している。

このような経営環境下における船舶投資家のジレンマを Fig. 5 に示す。通常、ジレンマの解決方法は一方を切り捨てる方法をとっているが、投資は企業経営には必須であるため、一方を切り捨てる方法とはれず、極めて難解なジレンマとなっている。

4. TOC の提唱する顧客獲得戦略

4.1 顧客獲得戦術 URO

我々は常々競争力を低コスト供給に求めてきている。同じ品質なら、多少品質が悪くても低コストのものを購入決定するという購買ロジックが存在する。しかし、突然トラブル等で購入しなければいけない時は少し高価でも購入している。つまり、TOC では困りごとに対して URO (Un-Refusable Offer) ロジックを用い対価を提供することにより飛躍的に受注確度を向上できると考える。

4.2 顧客の核なる悩みの解決策

Fig. 5 の船舶投資家のジレンマの解決策を Fig. 6 に示す。この場合の解決策は最優先投資事項に集中することになる。もし、その最優先投資を実現するための商品提供を顧客の欲しい時期に提供できるとすると受注確度は向上するものと考え。この状況を常に創るという事は顧客の変化よりも造船所の製品提供速度が競合他社より

4.3 リードタイム短縮が顧客にもたらすメリット

各種の工程において工期短縮により約半分のリー

1) 発注時期の他社より遅くできることで、外部環境の分析時間を十分に顧客に提供できる。

- 1) 発注時期の他社より遅くできることで、外部環境の分析時間を十分に顧客に提供できる。
- 2) 製品を入手したいという状況になった時に他社に比べ目覚ましく早く供給できる。

4.4 顧客獲得戦略の目的

5. 経営者の切実な悩みである資金繰り

経営者の切実な悩みと工期短縮との関係について考え

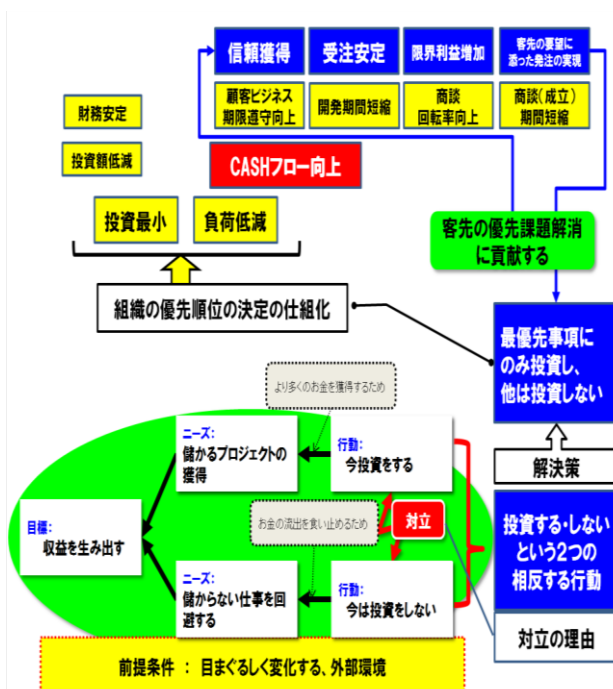


Fig. 6 Solution against core dilemma of CLIENT / INVESTOR

パラメータ		仮想製品 60BC					単位(億円、月)
単位当たりの売価(S)	市場が決定	30					補足
単位当たりの真の変動費(TCV)		18					材料費...売上げの の割合と査定
需与率(売上高/TCV)		1.67					
製造リードタイム		4	6	8	10	12	
売掛金回収期間	13	リンクすると決定					
キャッシュ・コンバージョンサイクル(n)	1	2	4	6	8		
CV/月 = [(S/TCV) ⁿ (1/n) - 1]×100	66.67	29.10	13.62	8.89	6.59		

CV/月
日当り=CASH_V/100ITY

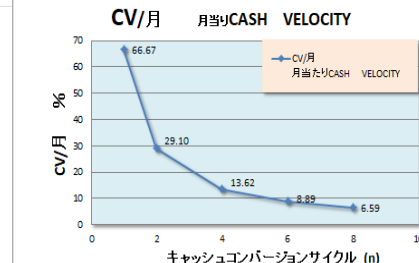


Fig. 7 Example of calculation of cash velocity by using assumed shipbuilding data

る。日本 TOC 協会では投資回収速度に関する簡易な数学的分析方法が示されている⁴⁾。企業は投資（材料の購入）を行い売り上げでこれを回収し資金を大きくするが、その回収期間をキャッシュ・コンバージョンサイクルと定義する。このサイクルを短くすることにより、次式に示す資金の拡大速度（キャッシュベロシティ、CV）を上げることができる。つまり、投資の拡大速度を高めることで資金難が改善される。

$$CV = \{(S/TVC)^{(1/n)} - 1\} \times 100 \quad (1)$$

但し：CV　：　キャッシュベロシティ
S　　：　売上(価格)
TVC　：　投資額(材料費・変動費)
n　　：　回収期間

Fig. 7には仮想した数値で工期を変えてCVを計算した例を示す。工期を長くする場合には、資金回収速度が低下し資金繰りが悪くなる。これは言い換えると、景気が低迷する場合には、工期を長くとするのではなく、この時こそ工期を短くして資金繰りの健全化を図ることが必要であることを示している。

6. 投資家（顧客）の評価

融資拡大や融資継続のための資金調達の交渉先は投資家である主に銀行である。その投資家は何を見ているかを本質的な視点から考えてみる必要がある。資本を集めて事業をするということの評価して、投資家が融資を決定している。企業経営サイドではどう融資を獲得するかという計画を決定しているだけで最終的に融資を決めているのは投資家であり、投資家の関心事は企業の投資リターンの魅力の有無である。投資リターンは次式により簡易的に表せる。

$$\begin{aligned} \text{ROI} &= S - C_v - C_f - \text{Prof} & (2) \\ &= T_p - (C_f + \text{Prof}) & (2)' \end{aligned}$$

ここに、ROI は投資リターンであり、S は収入（入ってくるお金）、Cv は変動費（時間の関数）、Cf は固定費（時間の関数）、Prof は利益（定数）、Tp はスループット（ $=S-Cv$ ）である。

また、投資リターンが存在する条件式は以下となる。

$$Tp - (Cf + Prof) > 0 \quad (3)$$

この式を時間で微分すると次式となる。

$$d/dt \cdot Tp - d/dt \cdot Cf > 0 \quad (4)$$

(4)式はスループット獲得速度を固定費消費速度よりも大きくすることが投資リターンを生み出すことを示していることから、このスループット獲得速度を向上させるロジックを考える必要がある。

スループットは売上－変動費で各項とも基本的に市場価格であるので定数と仮定する。このスループットの総量（売上総量）を決める制約は造船業の場合には概ね建造ドック期間であり、スループット速度を上げると言うことは建造ドック期間（制約期間）を短縮することになる。1つの新造船工事を投資回収という流れで考えると投資は材料購入で、投資回収は引渡し後の売り上げの獲得である。また、投資回収期間を短縮することは投資先からすると早期に返却されることで新たな投資機会を獲得できることになる。

Fig. 8 は仮想の生産結果を現状の製造原価による評価とスループット獲得速度による評価の2つで計算を行い比較した。現在、企業経営において重要経営指標の一つである製造原価を使う個別採算とスループット獲得速度の評価が必ずしも同じにはなっていない。つまりスループット獲得速度を向上させるには個別採算ではコントロールできるとは限らないことを意味している。

7. 結言

本論文では、造船業界が供給過剰状態と価格変動性の高い経済状態という極めて厳しい経営外部環境において、国交省の2025年に世界シェア30%達成という難題の解決の方向性についてTOC制約理論を適用し検討を行うことにより以下を明らかにした。

- 1) 価格変動の激しい環境下で顧客の利益の最大化には圧倒的なリードタイムの短縮が有効である。
- 2) 資金繰り改善にはリードタイムの短縮が有効である。
- 3) リードタイム短縮が生み出すスループット獲得速度の向上は投資家の高評価に繋がる。
- 4) 顧客の悩みに応えるサービスを供給できることは外部環境に関わらず、常に自社の供給力よりも需要を大きくすることで受注確度を改善する。
- 5) 受注確度を改善することで収益向上に回転率向上が活用できる。

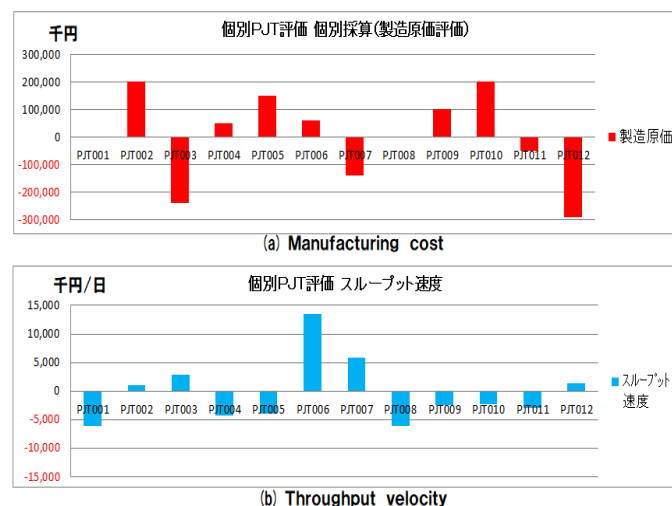


Fig. 8 Example of calculation of company's productivity in case of company taking two different way (Manufacturing cost vs Throughput velocity)

参考文献

- 1) 国土交通省：日本の造船業の目標
<http://www.mlit.go.jp/common/001118265.pdf>, 2017 年 9 月 23 日アクセス。
- 2) 土井裕文、篠田岳思：TOC 制約理論による造船業の改善計画に関する研究、日本船舶海洋工学会講演会論文集, vol.24, pp.545-548, 2017.
- 3) 公益社団法人発明協会：戦後日本のイノベーション 100 選 溶接工法ブロック建造方式、
http://koueki.jiii.or.jp/innovation100/innovation_detail.php?eid=00006&age=post-war, 2017 年 9 月 23 日アクセス。
- 4) 日本 TOC 協会：厳しい資金繰りからの脱出、
https://japan-toc-association.org/EliSchrageheim_POST91_EvaporatingAnActiveCashConstraint, 2017 年 9 月 23 日アクセス。