

# TOC制約理論を適用した 造船システムの課題解決に関する研究

令和6年1月

土井 裕文

目次

第1章 序論.....	6
1.1 研究の目的.....	6
1.2 研究の概要.....	9
第2章 造船システムのモデル化.....	11
2.1 緒言.....	11
2.2 造船システムのパーパス.....	11
2.3 造船システムの課題.....	13
2.4 造船システムの課題解決方針.....	14
2.5 造船システムの評価のためのベンチマーク.....	16
2.5.1 造船システムの変化に影響を及ぼすベンチマーク.....	16
(1) 初期資金の影響.....	16
(2) 船価(代金)支払い予定の影響.....	19
(3) リードタイムの影響 [9].....	24
2.5.2 造船システムの継続性を評価するベンチマーク.....	25
2.5.3 ベンチマークに基づく経営下での生産機会損失の影響.....	25
2.5.4 需要低迷時に行うスローダウン時とベンチマーク.....	27
2.6 造船システムのモデル化.....	31
2.7 結言.....	33
第3章 TOC 制約理論による課題解決方法.....	34
3.1 緒言.....	34

3.2 思考プロセス法.....	34
3.2.1 バイアスを避けるロジカルシンキング.....	34
3.2.2 経営者に潜む対立とその解決策.....	36
3.2.3 解決策とベンチマークの関係.....	38
3.2.4 アンビシャスターゲット法.....	38
3.2.5 思考パラダイムの違いによるアンビシャスターゲットの違い.....	41
3.2.6 造船システムに存在するバイアス例.....	41
3.3 制約の最大活用法.....	44
3.3.1 ボトルネックの最大活用.....	44
3.3.2 対立の解決策の活用.....	45
(1) 人材マネジメントプロセスでの対立.....	46
(2) 付加価値提供プロセスでの対立.....	49
(3) 生産プロセスでの対立.....	50
(4) プロジェクトの収益性.....	51
(6) 個々の対立の解決策から導く共通の解決方針.....	52
3.3.3 方針制約の解消.....	64
(1) 製造原価評価のリスク.....	64
(2) スループット会計.....	68
3.4 フローマネジメント法.....	69
3.4.1 システムの特性.....	69
3.4.2 流れの特性.....	70
(1) システムの渋滞回避.....	70
(2) 仕事の加速.....	73
(3) 期限遵守.....	74
(4) リードタイムを生み出す3大要素.....	77

3.4.3	バッファーマネージメント .....	78
3.4.4	フローマネージメントの進め方.....	79
(1)	フローマネージメント導入前の準備.....	79
(2)	フローマネージメントの進め方.....	80
3.5	組織の課題解決のための必要条件.....	83
3.6	結言 .....	84
第4章	組織の対立課題の検討.....	85
TOC	思考プロセスによる日本の造船・産業に潜む対立構造の可視化に関する研究 [13].....	85
4.1	緒言 .....	85
4.2	海事関係組織の望ましくない状況 .....	85
4.3	海事産業における対立構造.....	87
4.4	海事産業における望ましい状況 .....	91
4.5	結言 .....	94
第5章	システムのフロー向上検討.....	95
	インドネシア造船業会でのフローマネージメント導入に於ける抵抗と同意獲得の事例 .....	95
5.1	緒言 .....	95
5.2	造船所訪問調査.....	95
5.3	教育プログラム概要 .....	95
5.4	1週間のマネージメントトレーニングの成果.....	97

5.5	インドネシア造船業に起こった変化 .....	99
5.6	結言 .....	100
第6章	戦略に関する検討.....	101
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 [17].....	101
6.1	緒言 .....	101
6.2	日本のシェア変遷の歴史分析.....	102
6.3	現在の外部環境の特徴 .....	105
6.4	価格変動の大きな外部環境下に於ける経営者のジレンマ .....	106
6.5	TOC が提唱する顧客獲得戦略.....	106
6.6	経営者の切実な悩み、資金繰り .....	108
6.7	投資家(顧客)の評価.....	110
6.8	インダストリアル4を進めた欧州の造船所ドイツマイヤー造船所 [23]の成長の分析	112
6.9	結言 .....	113
第7章	本研究の総括.....	114
謝辞	.....	116
参考文献	.....	117

## 第1章 序論

### 1.1 研究の目的

日本の造船業は、第2次世界大戦の敗戦により荒廃した日本産業界の中で、いち早く産業復興の先駆として期待された。この技術的な背景には建造方法の技術革新があった。リベット(鋸)継手工法から戦時中から開発に取り組んでいた先進的な溶接継手工法への変革である。さらに、溶接継手工法を活かすために、船体を複数のブロックとして建造して行くブロック建造法の採用である。溶接継手工法とブロック建造法を組み合わせた独創的な建造システムは、1949年から産官学共同の国家プロジェクトとして実施され、1954年には「鋼船工作法基準」として完成させ、日本が生み出した建造システムである「溶接工法ブロック建造方式」の技術水準は急速に向上した。ブロック建造は設備制約である建造ドック・船台の活用が飛躍的に向上し、短期間で目覚ましく生産量を増大させることに成功した。そして1956年には造船国イギリスを抜き世界1位の座を獲得した。Fig.1.1は世界の海上輸送量と船腹量の推移を示したものである。堅調な海上輸送の増加が船腹量の増加を牽引していることが分かる。1974年のオイルショックまでは日本の造船が堅調なシェアの拡大を行い第一次オイルショック頃には約50%という驚異的なシェアを実現していた。

しかし、その後の1973年の第一次オイルショックを契機としてタンカー需要の激減に伴う建造調整、構造調整、設備処理、人員合理化が行われ、建造能力は半減した。さらに、1980年代には、プラザ合意による円高不況から、さらなる構造調整、設備処理が加わった。海運市況が大きく低迷しており、合理化対策を実施せざるを得なかった。Fig.1.2は思考プロセス<sup>1</sup>を使って、構造改革により企業継続するロジックを表現した。運転資金の確保と製品の納期遵守が鍵であることが分かる。Fig.1.3はオイルショック及びプラザ合意に伴い実施された建造能力調整とそれに伴う従業員の推移を示したものである。2度目の構造調整後に従業員の増加もなく生産量が増加しているのは構造調整の対象外であった協力工主体の専業造船所が生産量を増加したためである。専業造船所と造船大手と言われる総合重工の造船部門では政策に大きな違いを生むことになった。

第2次オイルショック後から韓国がシェアの拡大基調を作り日本とシェアを競うようになった。更に2000年を迎えると中国造船業の台頭が始まった。日本では同じ環境下の中、生産拡大路線を展開する造船所や構造改革の影響を受けてコスト低減路線を展開する造船所が存在することとなった。そこには造船業において考え方に制約<sup>2</sup>があり、違う結果が引き出されたと推察できる。

以上を背景として、本研究では、TOC制約理論 [1] [2]を適用した造船システムの課題解決 [3]

---

<sup>1</sup> 思考プロセス：TOCの思考プロセスは事象の因果関係を4つのボックス（①前提条件、②行動・原因、③現象・結果、④結果が起こる理由）を明らかにすることでバイアスを排除しロジカルに理解するフレームワークである。読み方は、「①の条件下で、もし②を行うと③が起こる、何故ならば④であるから」になる。この文章が成立すればロジカルな理解となる。

<sup>2</sup> 制約：広辞苑では2つの意味がある。1つは条件を課して自由に行動をさせないこと、2つ目は、物事の成立に必要な規定または条件。

について述べるが、これは、通常、システムにおける制約への対応は緩和する方法に加えて、TOC制約理論の最大の特徴と言える制約の最大限に活用することにより、造船システムの成長課題の解決方法として検討していく。本論文の目的は以下の4点に集約される。

(1) 造船システムのパーパスと制約の整理による造船システムのモデル化

造船業の歴史分析や時代毎の課題分析を行い、造船システムのパーパスと制約を整理して、造船システムのモデル化について検討する。

(2) 造船システムの評価のためのベンチマークの検討

造船システムの課題解決の検討を行うために、評価のためのベンチマークについて整理を行い、造船システムの変化に各評価項目がおよぼす影響について検討を行う。

(3) 造船システムに適したTOC制約理論による課題解決法の検討

システムに存在する制約を最大限に活用するTOC制約理論を用いて、造船システムの課題解決に適した手法について検討を行う。ここでは主に、思考プロセス法 [4]、アンビシャスターゲット法、フォローマネージメント法による課題解決法の提案を行う。

(4) 提案する課題解決法の造船システムへの適用

提案する課題解決法の造船システムへの適用について検討を行う。主に、日本の造船・産業に潜む対立構造を可視化の検討、JICAプロジェクトにおいてインドネシア造船業 [5]界に向けた教育プログラムの実践的検討、造船システムの戦略策定に関する検討事例を示し、提案する課題解決法の有効性を示す。

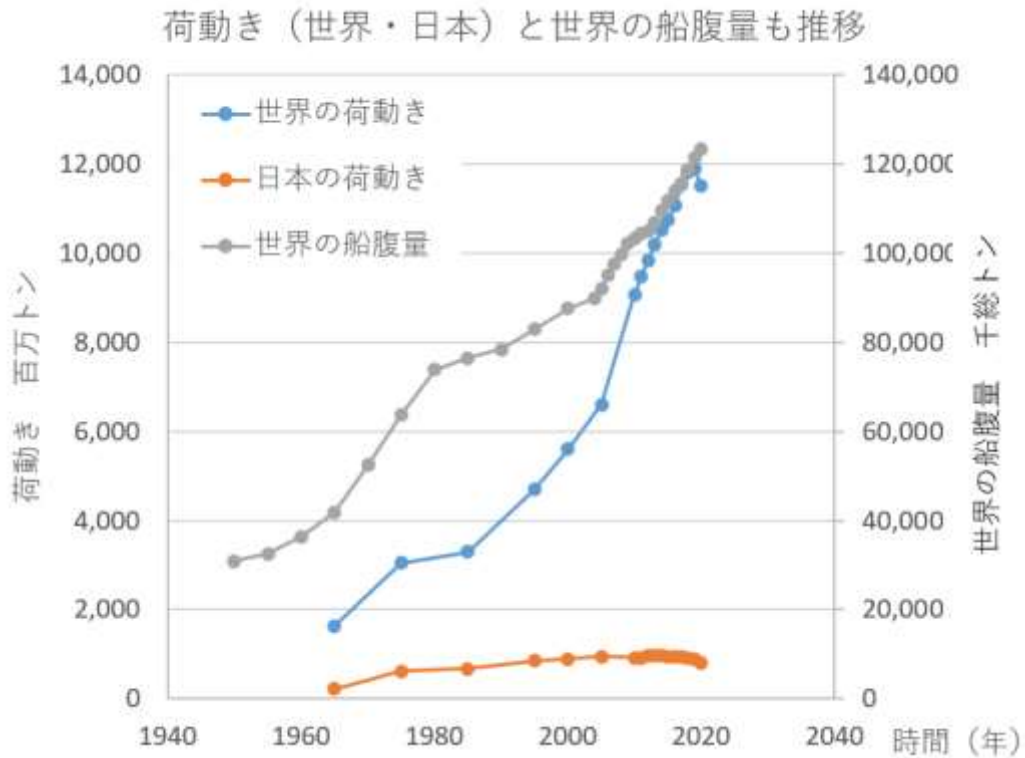


Fig.1.1 Global trend of tonnage of vessels and seaborne trade

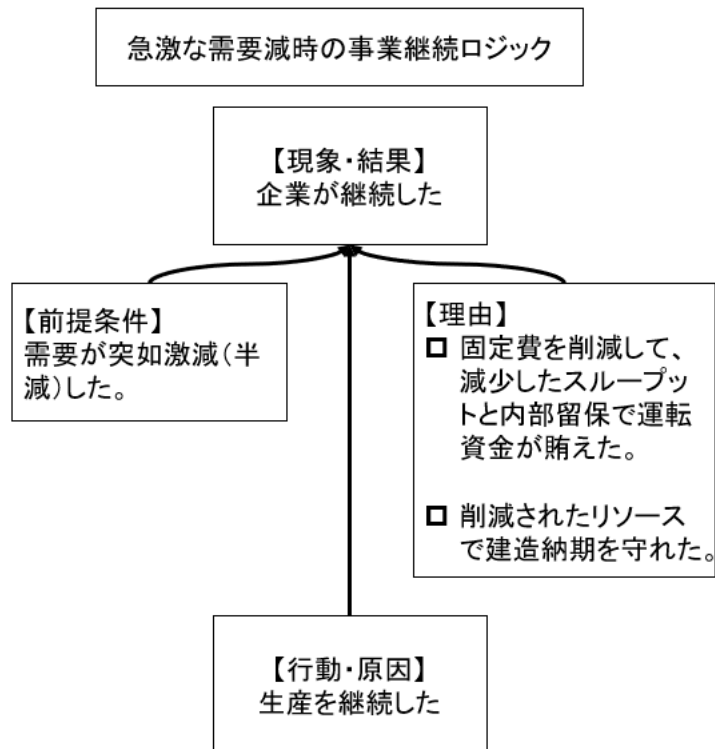


Fig.1.2 Logic to achieve corporate continuity in structural reforms

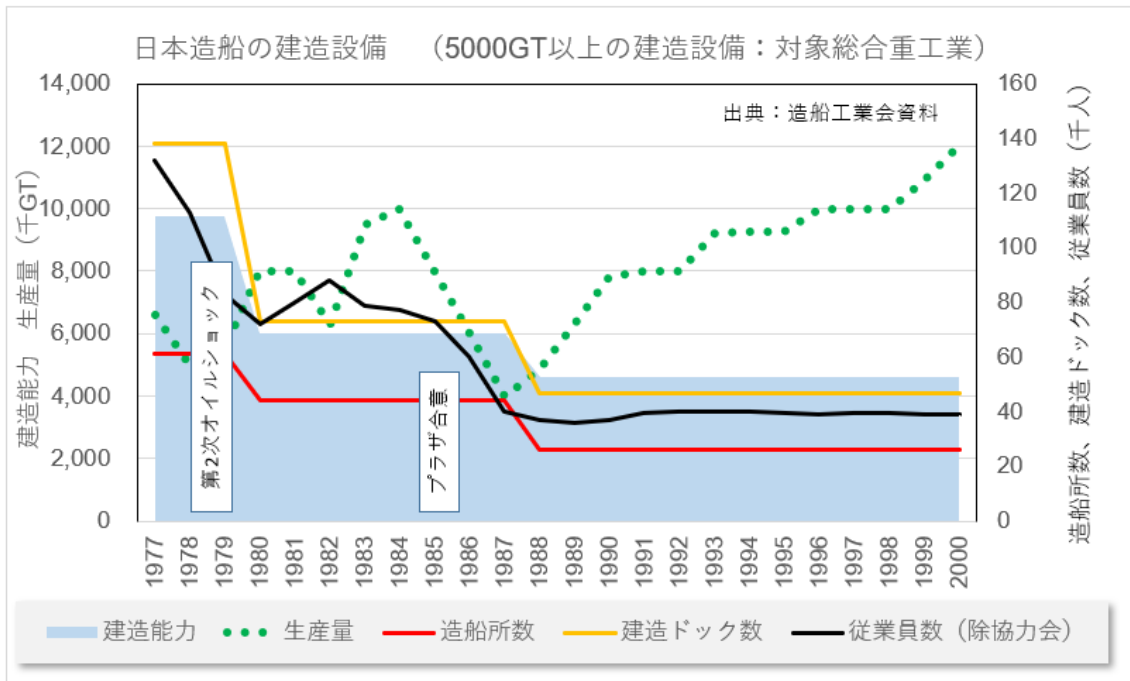


Fig.1.3 Japan's Shipbuilding Construction Capacity trends after the First Oil Shock

## 1.2 研究の概要

本論文は7章からなり、第1章では、本研究の目的および本研究の概要について述べている。

第2章においては、造船システムのパーパス<sup>3</sup>と制約について述べる。造船システムを含む全てのシステムにはその存在目的であるパーパスがあり、パーパスは造船システムの成長を引き出す源泉である。一方、造船システムには制約があり、これらがパーパスの実現を阻む要因にもなっている。このためTOC制約理論では、制約に着目して改善を行うことにより、造船システムの能力を向上させることが可能になると考えられている。ここでは、造船システムに存在する制約を1) ボトルネック<sup>4</sup>、2) 対立、3) 方針制約の三つに分類し、それぞれの特徴について整理する。

第3章ではTOC制約理論による課題解決方法として、バイアス排除、対立解消、ロジカルな繋がりのある計画手法を提供する思考プロセス法について述べ、第2章において3つに分類し整理した造船システムに存在する制約の最大活用法を述べる。そして、そのリードタイムを改善するためのフローマネジメントを述べる。また、改善を阻むバイアスも想定されることから、組織の課題解決のための前提条件についても述べる。

第4章、5章、6章ではTOC制約理論 [1]による課題解決方法を適用することにより、造船システムの課題解決について検討した事例を示した。

<sup>3</sup> パーパス: 企業の存在目的を意味する。何故(Why) 社会に存在するのかを明らかにするものである。関連する経営の Key ワードは、「ビジョン: どこ(Where) を目指すか。ミッション: 何(What) をするのか。バリュー: どのように(How) 実現するか。」がある。

<sup>4</sup> ボトルネック: システムのなかの生産の繋がりの中で最も能力が低いところを指す

第4章では組織間や組織内の対立課題についての検討事例を示す。ここでは、日本の造船・産業に潜む対立構造を可視化するために、200名に上る造船関係者が参加したオンラインセミナーで得られたアンケート調査から、日本の海事関係組織に存在する望ましくない状況を抽出して、日本の海事産業システムに存在し、核心となる対立構造を明らかにし、思考プロセス法により、その対立の解消法について検討を行う。

第5章ではフローマネジメント法により造船システムのフロー改善に関する検討事例を示す。2022年にインドネシア造船産業界向けのJICAプロジェクトにおいては、提案する課題解決方法を教育プログラムを構築して実践することになった。このためにインドネシア造船業会での方針制約の課題解決に、フローマネジメント法の導入を実施した。当初は造船経営層の課題解決への抵抗があったが、教育プログラムを継続的に改善し、実施することにより、課題解決に向けた合意形成が得られることになった。検討事例では、提案する課題解決方法を教育プログラムを構築して実践した際の課題についても述べている。

第6章では造船システムの戦略策定に関する検討事例を示す。日本の造船シェアの歴史的変遷を分析して、歴史的な時間軸を設定することにより、造船システムが有する制約条件を抽出し、造船ビジネスの戦略策定についてTOC制約理論により方針を検討する。また、造船戦略の事例分析として、ドイツのインダストリア4.0<sup>5</sup>に基づく造船戦略について、大型客船の連続建造で成長を続けているドイツのマイヤー造船のビジネス戦略を造船システムとして戦略策定として見立て、TOC制約理論による課題解決方法により、分析を行い、日本の造船システムとドイツの相互のビジネス戦略の比較について検討を行う。

第7章では、以上の研究成果を総括して結論とした。

---

<sup>5</sup> 「インダストリー4.0」とは「第4次産業革命」という意味合いを持つ名称であり、水力・蒸気機関を活用した機械製造設備が導入された第1次産業革命、石油と電力を活用した大量生産が始まった第2次産業革命、IT技術を活用し出した第3次産業革命に続く歴史的な変化として位置付けられている。総務省 HP より引用

## 第2章 造船システムのモデル化

### 2.1 緒言

造船システムは船舶を建造する為に相互に影響を及ぼしあう要素から構成されるものを言う。造船所内に設けられる部署で構成されるものを指す。造船システムを含む全てのシステムにはその存在目的であるパーパスがあり、パーパスは造船システムの成長を引き出す源泉である。一方、造船システムには制約があり、これらがパーパスの実現を阻む要因にもなっている。このためTOC制約理論では、制約に着目して改善を行うことにより、造船システムの能力を向上させることが可能になると考えられている。ここでは、造船システムに存在する制約を1) ボトルネック、2) 対立、3) 方針制約の三つに分類し、それぞれの特徴について整理する。システムのパフォーマンスの評価指標について、お金の量、動きと付加価値の動きの3つの視点での影響を調べ、ベンチマークとして適切なものは何かを検討する。受注環境が極めて低迷すると造船所は受注を止めて生産をスローダウン<sup>6</sup>させる戦術を採用している、今回得られたベンチマークが受注環境に関係なく有効であるかも検討した。

### 2.2 造船システムのパーパス

造船システムが存在するには、その理由であるパーパスが存在しなくてはならない。このパーパスは長年存在してきた企業では目的が収益を上げることのようなものに置き換わり、何のために船舶等の海事製品・サービスを提供するのか分からなくなるリスクがある。

造船システムや他の如何なるシステムも自然が生み出すエコシステムの中に包含されるシステムである。よって、造船システムのパーパスを考える前にエコシステムのパーパスを推察する。現在、地球規模で考えることを余儀なくされた地球温暖化問題も将にこのエコシステムのパーパスが問われている。Fig.2.1はエコシステムのパーパスを推察したものである。全ての人や地球上の動植物が幸せに暮らすことがエコシステムのパーパスと考えた。それを支える条件となるのが衣食住にエネルギーを加えた4要素が整うことと考えた。これらが提供される場(プラットフォーム)が市場や社会となる。エコシステムは農水産業から生み出される食品や衣料の原料、工業生産に必要な資源やエネルギーを市場に提供し、必要な加工・生産が行われ物流システムを介して人々に届くことで幸せに暮らすのが実現していく。この流れが偏ったりすることや独占しようとする事で我々は紛争を起こすと考えられる。海事産業のパーパスはエコシステムのパーパスと矛盾があってはいけない。Fig.2.2は海事産業の中の造船のパーパスについて推察したものである。衣食住、エネルギーや加工・生産のための海上輸送を継続的に実現することが重要であることが分かる。造船システムのパーパスは「世界の幸せな暮らしを環境にやさしい安定した海上輸送で支える」[6][7][8]と考えた。海事産業は常にこのパーパス実現のために夫々の企業システムは寄与する活動が出来ているかを確認することが大切である。

---

<sup>6</sup> スローダウン:市況が低迷し製品価格が低下し、収益性が悪化する状況を抑制する為に生産量を低減し、製品代金の回復を目指す経営戦略の1つ

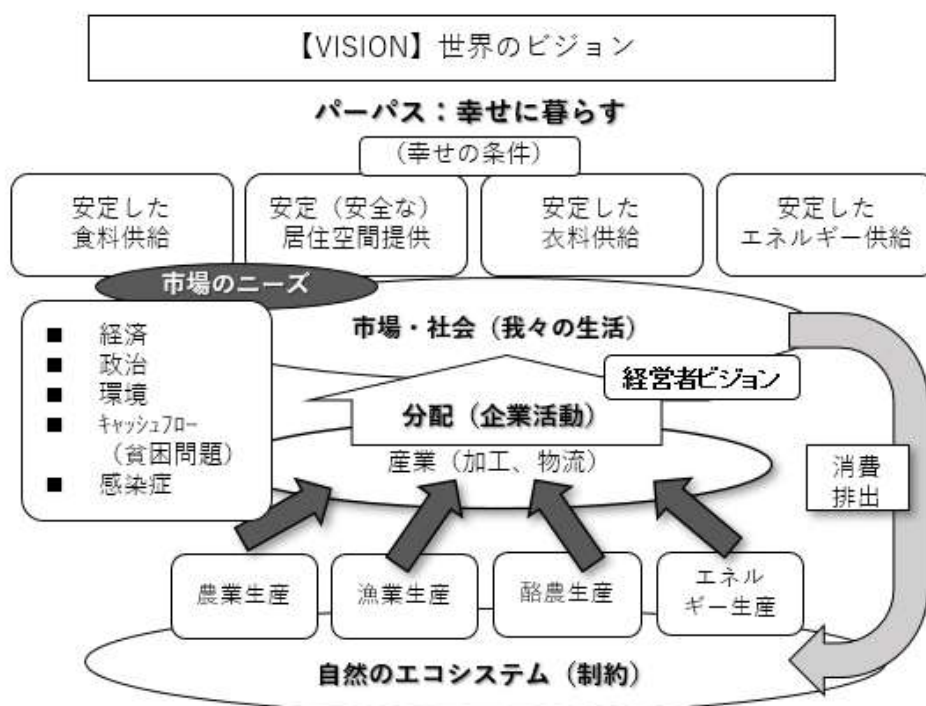


Fig. 2.1 The assumed purpose of ECO-system

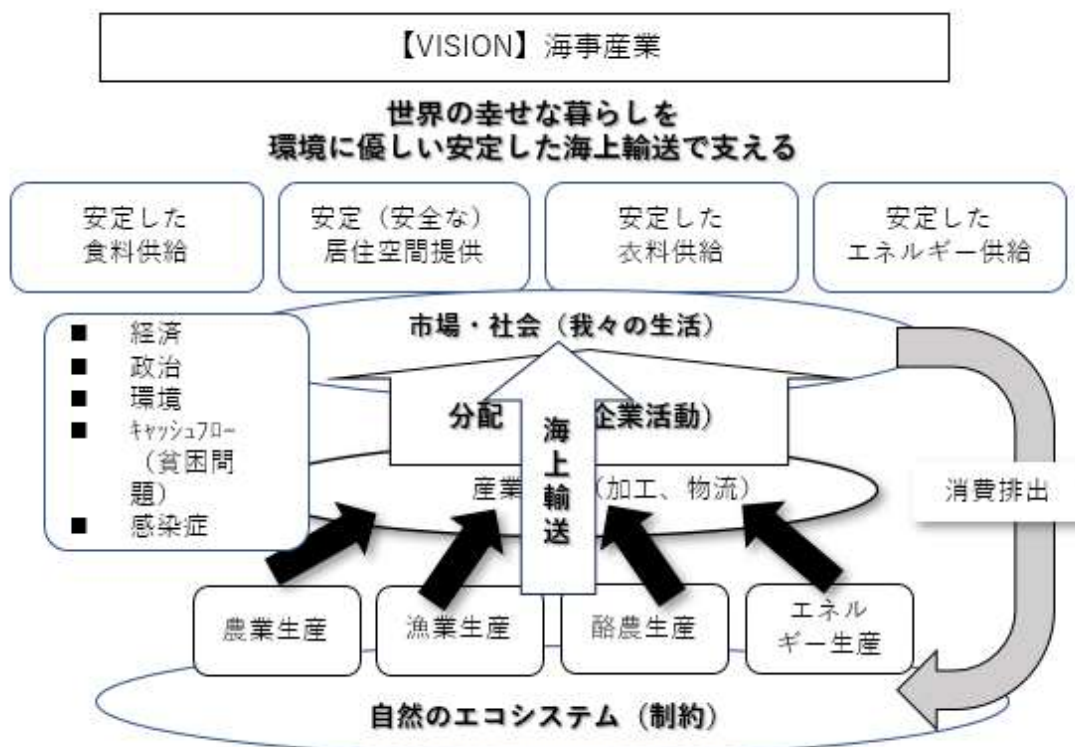


Fig. 2.2 The assumed purpose of Maritime Industry

### 2.3 造船システムの課題

市場が安定するための企業が取り組むべき課題を Fig.2.3 に示した。外部要因は常に変化が起るため、常に変化が求められる。変化に対応する需要を開発し、内部要因である生産効率を改善して市場に付加価値を提供することは恒久的な企業システムの課題であることが分かる。市場が安定するカギは必要な時に必要な需要を提供している状態である。Fig.2.4 は企業システムが市場に付加価値を提供しながら成長し続けるための課題を思考プロセスで表現したものである。これらの課題が解決されることで企業システムは成長をし続けることができる重要な課題である。

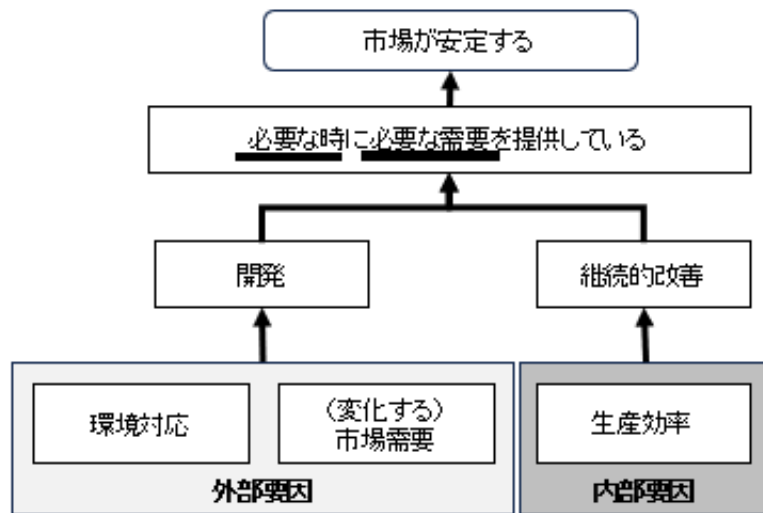


Fig. 2.3 Issues to be resolved by the corporate system to ensure market stability

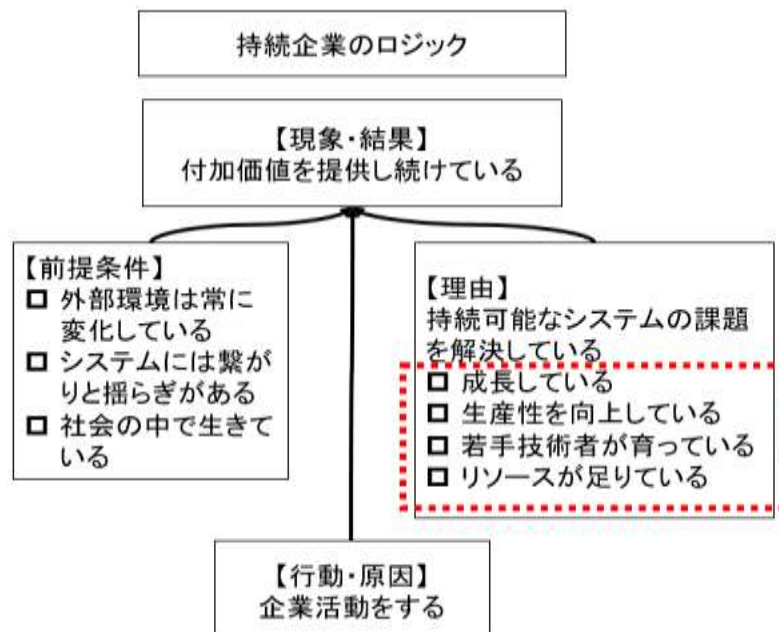


Fig. 2.4 Relationship between continued growth of corporate systems and issues

## 2.4 造船システムの課題解決方針

システムには制約が存在し成果を制限している。一般的にはこの制約を解消することが課題とされている。TOC では制約を解消するのではなく、制約を活用することでシステムが期待される成果を最大化すると考える。制約を特定し、その制約の最大活用を考えることで課題解決を考える。Table 2.1 は造船システムにおける制約を分類したもので、Table 2.2 は分類した制約の発見方法と解決策を一覧にしたものである。

Table 2.1 Constraint Classification

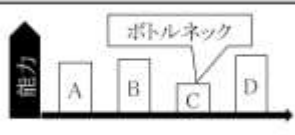
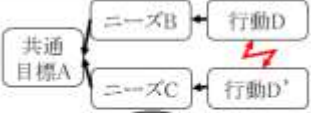
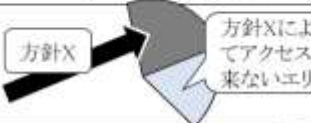
制約の分類								
ボトルネック型制約	造船システムが対象	生産システムにおける繋がりの中で最も能力が低いところ。システムの生産能力を決定する。						
	市場全体が対象	生産システムが存在する市場システムの中での需給バランスによるボトルネックの存在。	<table border="1"> <thead> <tr> <th>需供関係</th> <th>制約位置</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>需要&gt;供給</td> <td>造船システム</td> </tr> <tr> <td>需要&lt;供給</td> <td>市場</td> </tr> </tbody> </table>	需供関係	制約位置	需要>供給	造船システム	需要<供給
需供関係	制約位置							
需要>供給	造船システム							
需要<供給	市場							
ジレンマ型制約		目的は同じであるが、それを実現する行動が相反する状態構造を言う						
方針型制約		ある方針に沿って行動を絞ることに、この方針を方針制約という						

Table 2.2 Methods of finding and solutions on classified constraints

制約の分類	制約の説明	制約の発見方法	制約理論による解決方法
ボトルネック型制約	<p><u>造船システムが対象</u></p> <p>生産システムにおける繋がりの中で最も能力が低いところ。システムの生産能力を決定する。</p> <p>造船では組立工程が能力不足になるのでブロック外注が行われる。この組立工程ボトルネックである</p>	<p>ボトルネックは交通渋滞と同様で仕事が最も停滞するところである。仕掛品の滞留場所を見つけることでボトルネックが特定できる。</p>	<p><u>制約を中心とする継続的改善手法の活用</u></p> <p>ボトルネックを解消するのではなく、最大活用することでシステムの全体最適を行う。</p>

	<p><u>市場全体が対象</u></p> <p>生産システムが存在する市場システムの中での需給バランスによるボトルネックの存在。</p>	<p>市場の景気とリンクするので、船価が高く受注案件が豊富であればボトルネックは造船所である。相反する状況の時にボトルネックが市場にある。</p>	<p><u>制約を中心とする継続的改善手法の活用</u></p> <p>造船システムがボトルネックである時、非ボトルネックである時の造船システムの取るべき活動を明らかにする</p>
ジレンマ <sup>7</sup> 型制約	<p>目的は同じであるが、それを実現する行動が相反する状態構造を言う</p> <p>多くの企業では会社が継続的に発展する為に、投資をすると投資をしないという行動レベルでの対立がある。</p>	<p>実際に存在する望ましくない状況から思考プロセスのクラウド手法<sup>8</sup>を用いて対立構造分析することで特定する</p>	<p><u>クラウド手法(思考プロセスのフレームワークの1つ)の</u>解決方法を活用する。 対立構造を壊すインジェクションを4つの質問で導き出す。</p>
方針型制約	<p>ある方針に沿って行動を絞ることに、この方針を方針制約という</p> <p>例えば、黒字受注のみ許可をするという方針があると、個別の製造原価と代価で個別プロジェクトの評価が行われる。赤字プロジェクトは受注対象から除外される。</p>	<p>ある方針が企業の財務の改善や成長に寄与するかを解析する。</p> <p>例えば、コスト思考であればコストが変わると財務にどのような影響があるかを分析する</p>	<p><u>スループット会計<sup>9</sup>を活用</u></p> <p>方針毎にスループット<sup>10</sup>を比較検討し、最大化を検討する。</p>

<sup>7</sup> ジレンマ: 対立問題が解決されない状態をジレンマという

<sup>8</sup> クラウド手法: TOC 思考プロセスの中の1つのフレームワーク。共通の目的から行動レベルで相反する行動が生まれる対立構造を作り、その解決策を導く一連のプロセスを言う。対立が解決できない状態はジレンマと言われており、解決が不可能なために妥協という方法を取っている。対立構造の繋がりを壊す解決策を導き出すことで解決が不可能とされた対立問題が解決される。雲が晴れるような解決プロセスなので TOC ではクラウドと呼んでいる。

<sup>9</sup> スループット会計: TOC が提唱するスループットに注目する財務計算手法

<sup>10</sup> スループット: 代金から材料費等の変動費を差し引いたものを言う。限界利益とも言う。

## 2.5 造船システムの評価のためのベンチマーク<sup>11</sup>

### 2.5.1 造船システムの変化に影響を及ぼすベンチマーク

造船システムの変化に影響を及ぼす数値 (1)初期資本、(2)船価支払スケジュール、(3)リードタイムの3項目が造船システムの財務に及ぼす影響を調べた。(1)は資金の初期値、(2)はお金の動き、(3)は付加価値の動きという視点である。Fig.2.5 に計算を行う船舶のモデルデータを示す。船価は30で全体リードタイムが11か月、船台期間が3か月で年間4隻の連続建造を建造船の標準モデルとした。固定費は毎月2として、船価の受領予定と変動費(材料費)の支払い計画をFig.2.5に示すものを標準とした。

#### (1) 初期資金の影響

Fig.2.6 は初期資金を100としたときの運転資金の推移を示したものである。この運転資金がマイナスになると支払いが出来ないことを示す。この時に借入等資金調達が支払い日までに出来ないと倒産という事態になる。この計算結果では初期資金が豊富であるため運転資金に困る状況は生まれていない。また、運転資金が右肩上がりの上昇基調にあるのはプロジェクトでの利益が蓄積されていることを示す。Fig.2.7 にスループットと内部留保金の和と固定費の推移を示した。スループットと内部留保金で固定費を支払う必要がある。よって、スループットと内部留保金の変化を示す水色の線が固定費の支払推移よりも常に上方でなければならない。下方になると、緊急の融資等で追加の資金を獲得できないと支払い不履行で倒産することになる。潤沢な初期資金は倒産のリスクを十分回避することが分かる。Fig.2.8 及び Fig.2.9 は初期資本を40としたときの計算結果である。運転資金がマイナス直前まで低下することがあるが、利益が時間経過とともに余裕を生み出している。資金の量は倒産リスク低減に重要である。

---

<sup>11</sup> ベンチマーク：造船システムを評価するための指標を指す。この指標が改善すると生産性・収益性が連動し改善するものを言う。



Fig. 2.5 Calculation Model Data

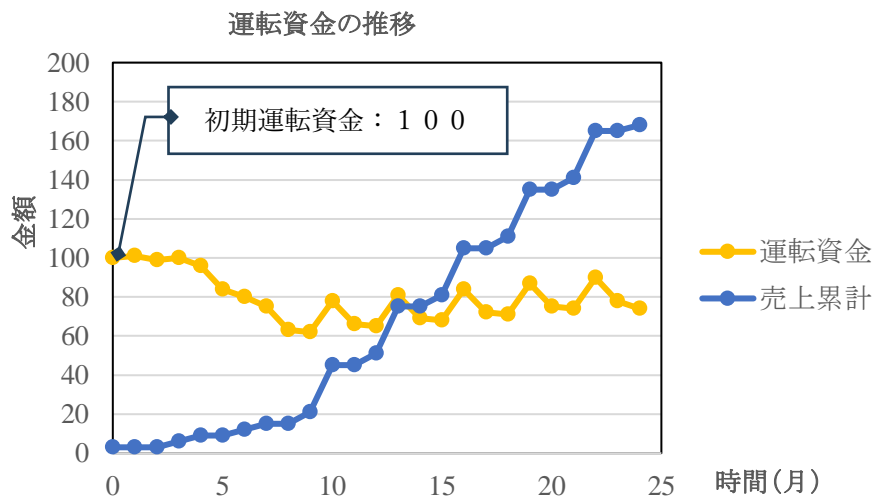


Fig. 2.6 Calculation results of operational capital in case initial capital 100

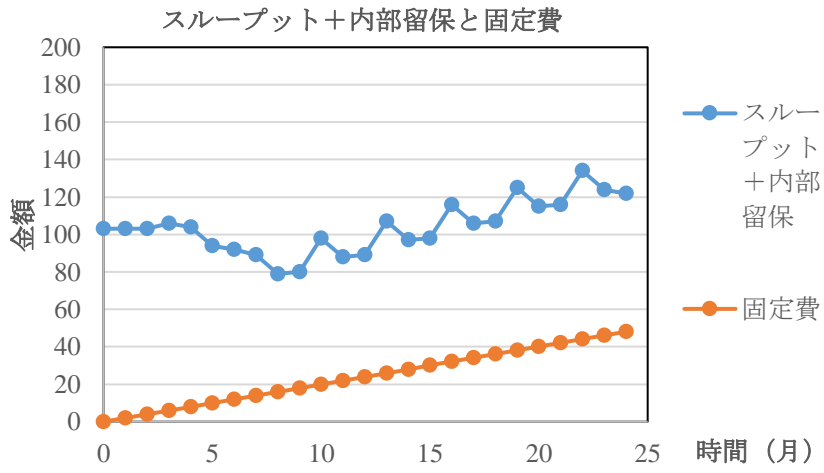


Fig. 2.7 Calculation result of throughput & operational capital vs fixed cost in case initial capital 100

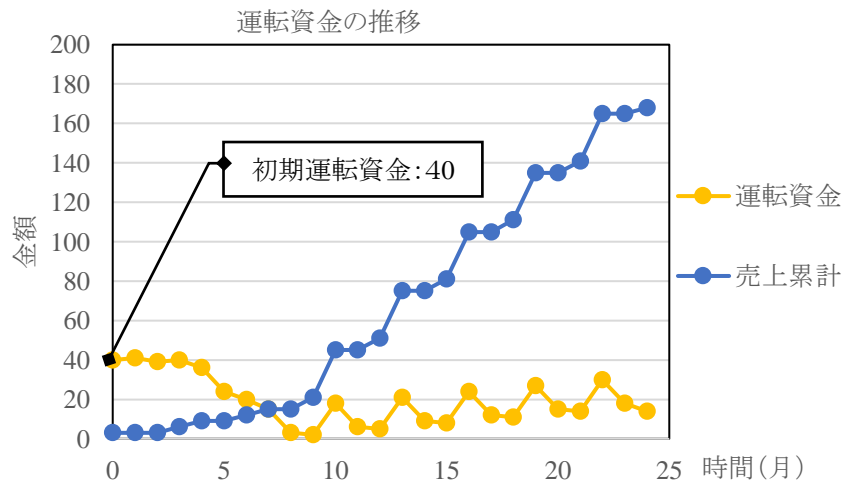


Fig. 2.8 Calculation result of operational capital in case initial capital 40

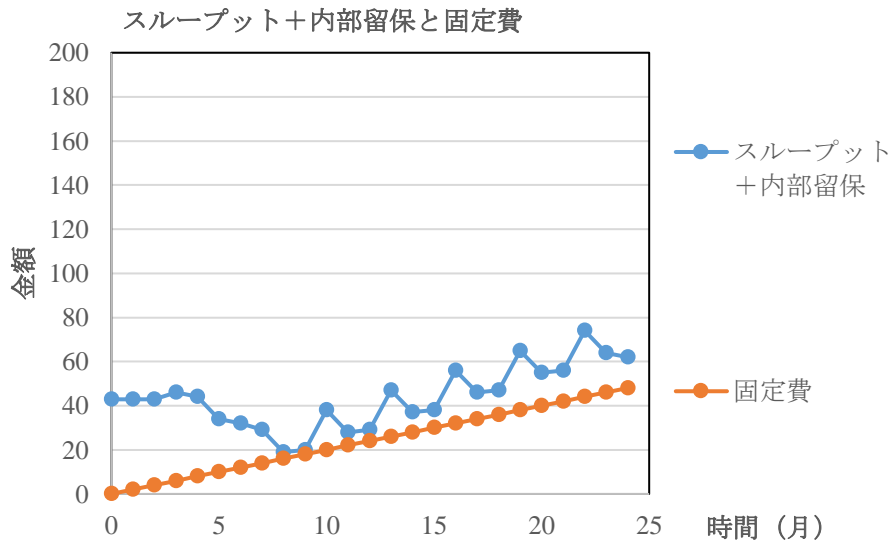


Fig. 2.9 Calculation result of throughput & operational capital vs fixed cost in case initial capital 40

(2) 船価(代金)支払い予定の影響

Fig.2.10 は初期資金 40 で船価受領予定の影響を計算するためのデータである。Fig.2.11 及び Fig.2.12 は早く受領するケース 2 に変えた時の計算結果である。代金や個船プロジェクトの利益は同じであるが、船価受領を前倒しにすることでそのプロジェクト完了時に運転資金に余裕を生み出している。この余裕は投資や追加の報酬等、何にでも使うことができるのでフリーキャッシュフロー<sup>12</sup>となる。余裕が約 0(ゼロ)であった状態から約 30 位の余裕を生み出している。約 1 隻の船価に相当する額である。利益以上に重要なポイントであることが分かる。これが商習慣で前例どおりで決められているとすると即座に改善されるべきである。支払い予定を変えないということは方針制約となる。

Fig.2.13 及び Fig.2.14 は初期資金 40 で船価受領予定を後倒しにするケース 3 に変えた時の計算結果である。船価受領を後倒しにすると運転資金の余裕を瞬時に消費するため倒産の危機を迎える。受領予定は個船の利益の大小よりも遥かに経営に影響を与えている。代金受領予定の決定は経営者の重要なミッションである。Fig. 2.15 は、受領予定を引渡時を起点とした CASH の出入りをお金と時間の積を計算することで数値化したものである。受領予定を前倒しにすれば顧客負担が増し、後倒しにすると受注側の負担が増大する。市場のバランスを考えると Fig.2.16 に示すように中立点に向かうことが売手・買手共に資金繰り公平な状態になり、市場は安定すると推察される。買主が遅く支払いを行いたい理由は、売主が品質が十分に納期を遵守するかどうかのリスクを回避するためと推察される。造船のような大型個別受注品では受領が遅くなることは荷主からの仕事

<sup>12</sup> フリーキャッシュフロー：企業が自由に使えるお金をいう。お金があっても必要な支払いがあるために使えないお金はフリーキャッシュフローではない。

を逸するリスクになる。また、品質が不十分では修理等での停船を余儀なくされて船舶の稼働率を悪化させ、投資回収を悪化させる。買主は投資後に直ぐに投資回収を開始したいのである。納期遵守を確実に適正な品質を提供することが対価の支払い予定を中立に改善する鍵である。フロー中心は市場を安定させるためには重要である。

計算モデルデータ											
船価:30、工期11か月、変動費:21 年間4隻建造、固定費2/月											
	契約				起 工	船台					引 渡
	1	2	3	4		5	6	7	8	9	
1. 船価受領予定(標準)	3	0	0	0	3	0	0	0	0	3	21
2. 船価受領予定(前倒)	7.5	0	0	0	7.5	0	0	0	0	7.5	7.5
3. 船価受領予定(後倒)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
変動費支払(不変)	0	0	0	0	5	10	5	1	0	0	0

Fig. 2.10 Data for calculating the impact of payment schedule

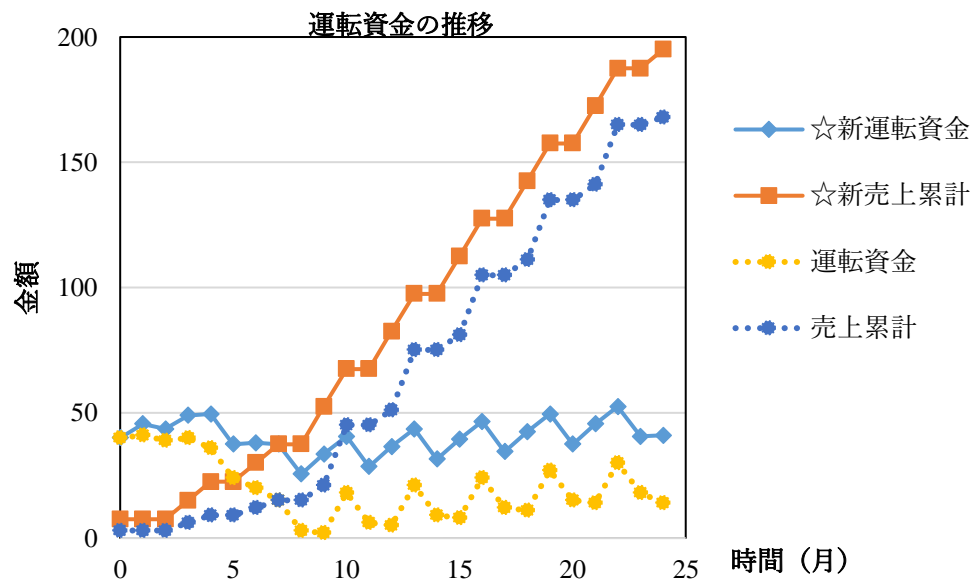


Fig. 2.11 Calculation result of operational capital in payment schedule of 2

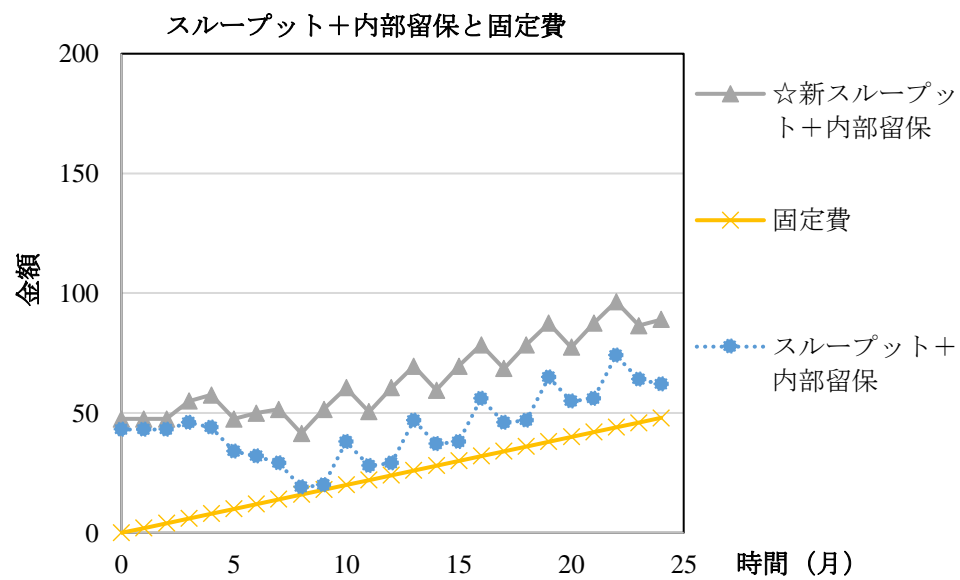


Fig. 2.12 Calculation result of throughput & operational capital vs fixed cost in payment schedule of 2

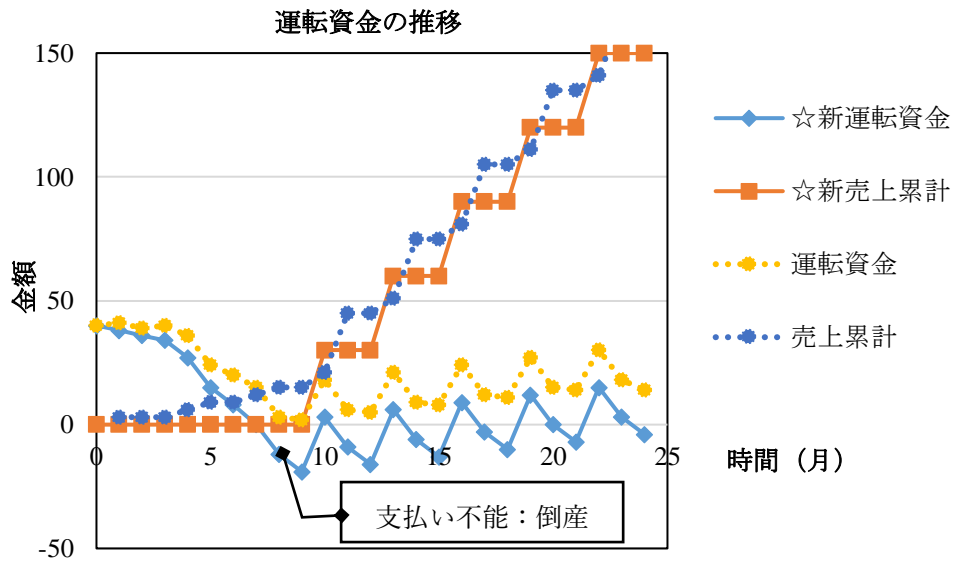


Fig. 2.13 Calculation result of operational capital in payment schedule of 3

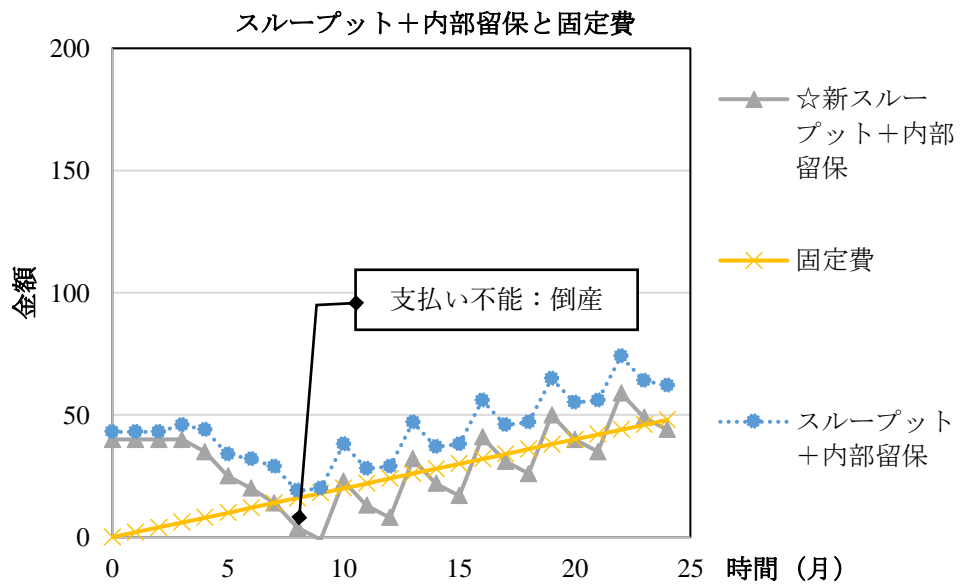


Fig. 2.14 Calculation result of throughput & operational capital vs fixed cost in payment schedule of 3

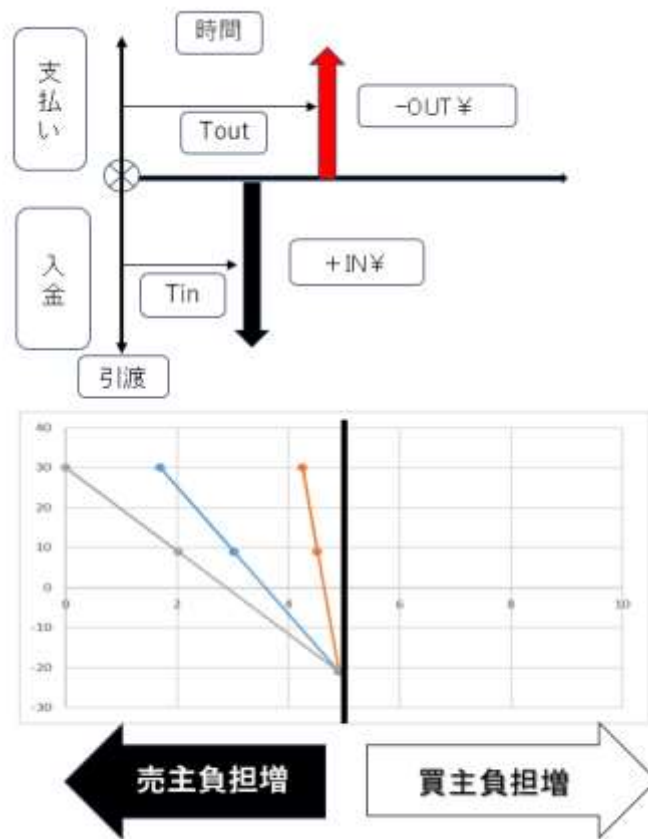


Fig. 2.15 Quantification of cash inflows and outflows schedule

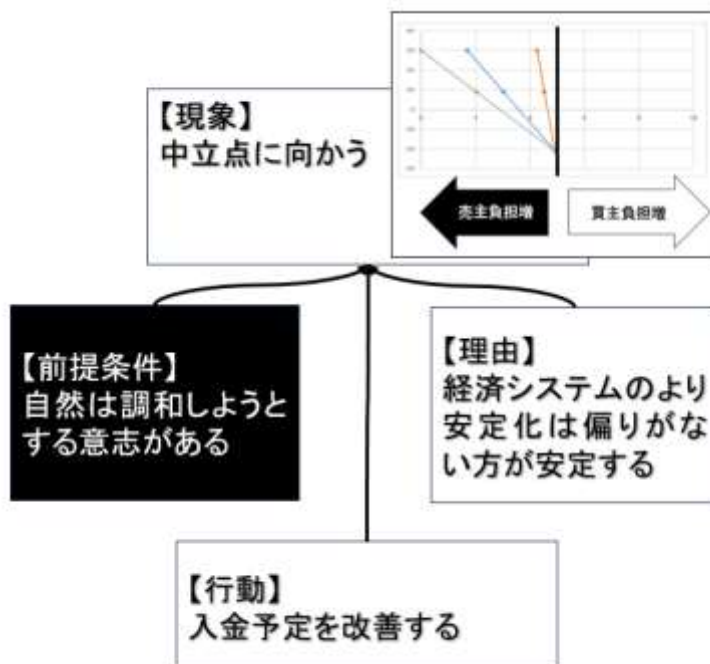


Fig. 2.16 Desired direction of cash inflow/outflow schedule

(3) リードタイムの影響 [9]

Fig.2.17 及び Fig.2.18 は初期資金 40 で 3 隻目からリードタイム短縮を行い、且つ生産数を増大させたときの計算結果である。運転資金の推移は生産数が増大することで傾きが大きくなっている。また、リードタイム短縮は運転資金の山谷の差が小さくなり受領予定を前倒しにした時と同様の効果も生んでいる。リードタイム短縮は経営を安定させる重要な課題である。Fig.2.18 は生産増加によるスループットの増大が運転資金に目覚ましい余裕を生み出している。

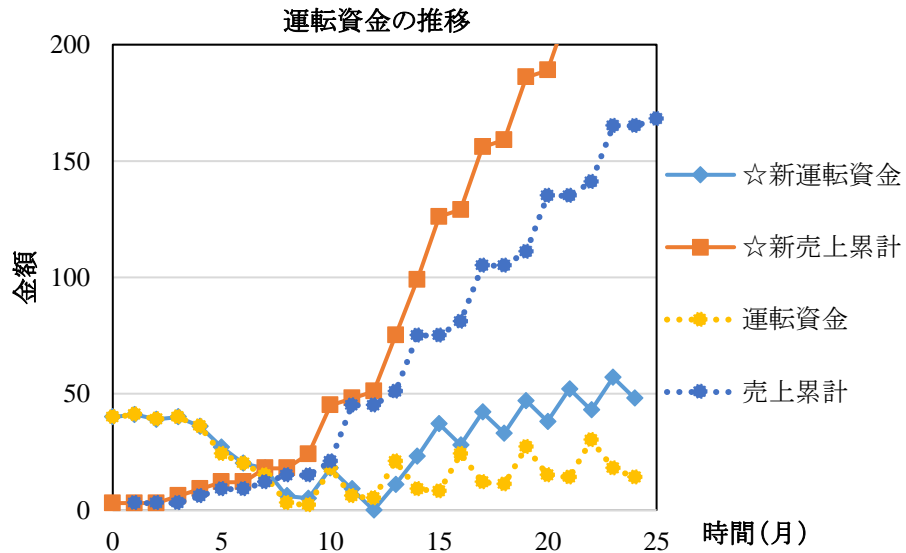


Fig. 2.17 Calculation results of operational capital by shortening LEAD TIME with increase number of products.

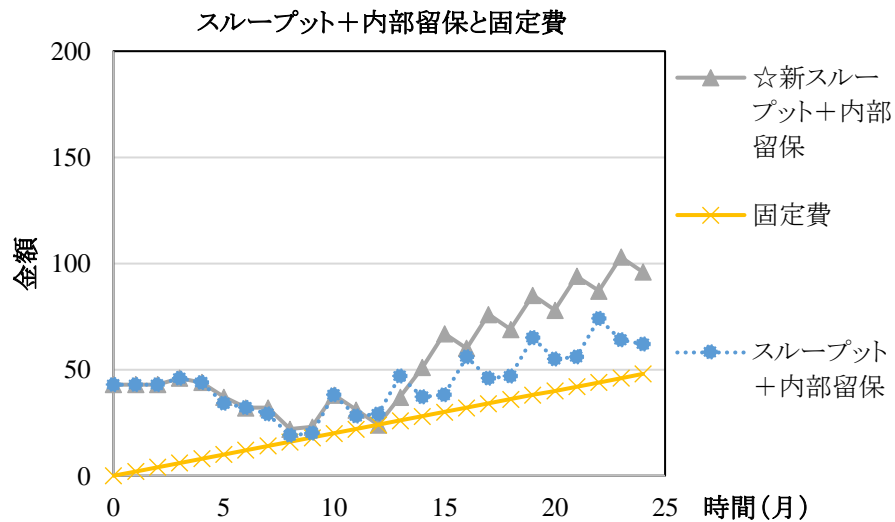


Fig. 2.18 Calculation results of throughput & operational capital vs fixed cost by shortening LEAD TIME with increase number of products.

Table 2.3 Impact of initial funding, payment schedule, and shortened LEAD TIME on financials

	項目	効果	改善方法	
1	(初期)資本増大	運転資金の下限を上げる	倒産しにくくなる	借入・資本調達
2	入金予定(早期入金)	運転資金の揺れ幅が小さくなり、下限を上げる	倒産しにくくなる。下限を上げることでフリーキャッシュフローを生み出す	
3	工期短縮(LT短縮)	生産数を増大し、営業キャッシュフローを増大させる	運転資金の下限の改善が早まる	投入を絞る。(仕掛品(WIP)を最小化する。)

### 2.5.2 造船システムの継続性を評価するベンチマーク

2.6.1 での検討結果を Table 2.3 に示す。初期資本は最初の資本調達であるがその額は運転資金の下限時にも適切なバッファ<sup>13</sup>が存在する額を調達する必要がある。代金の入金予定はなるべく前倒しが望ましい。十分な顧客からの信頼を勝ち得て前倒しを実現していくことが必要である。リードタイム短縮は納期遵守力が向上し顧客の信頼を勝ち得る上で必須の課題である。更に生産性を向上し財務を安定化させるのでシステムのベンチマークとなる。リードタイム短縮率や他社との相対比などを指標として整備することが望まれる。

### 2.5.3 ベンチマークに基づく経営下での生産機会損失の影響

船価の支払い予定を受注側はなるべく早期に入手を行う、またリードタイムを短縮して生産性を向上し内部留保を増やし、外部環境の影響による生産機会の損失等に対するバッファを準備する必要がある。Fig.2.19 及び Fig.2.20 は Fig.2.17 の計算例から2隻の建造を行えなかったときの計算結果である。生産機会を失った直後は、材料費の支払いが要らないため運転資金が改善した状態になっている。ベンチマークをリードタイムとして生産性を向上する経営を継続すると内部留保が安定増加するので極めて財務の強い経営が実現する。DX [10]等の投資はこのベンチマークを向上させる改善としなければいけない。内部留保は将来に向けての投資にも活用できる重要な資金である。

<sup>13</sup> バッファ: 不測の事態に備えるための余裕

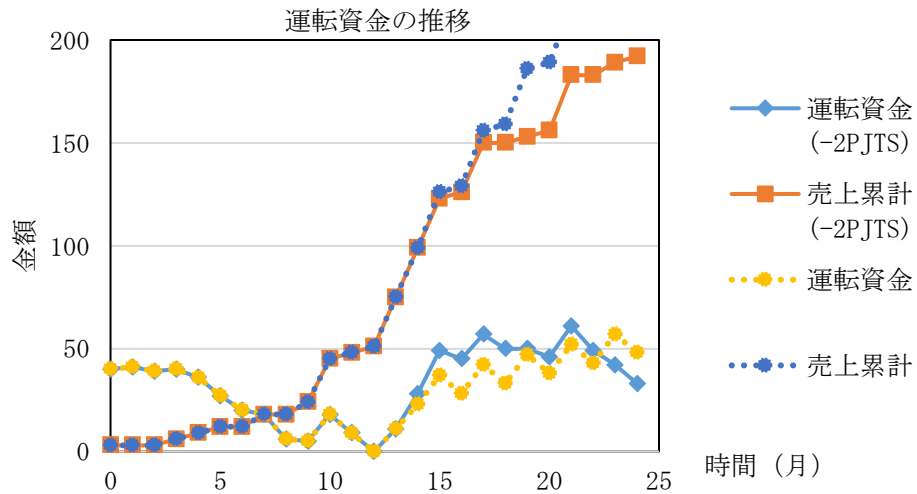


Fig. 2.19 Calculation results of operational capital in case of missing 2 ships production opportunities.

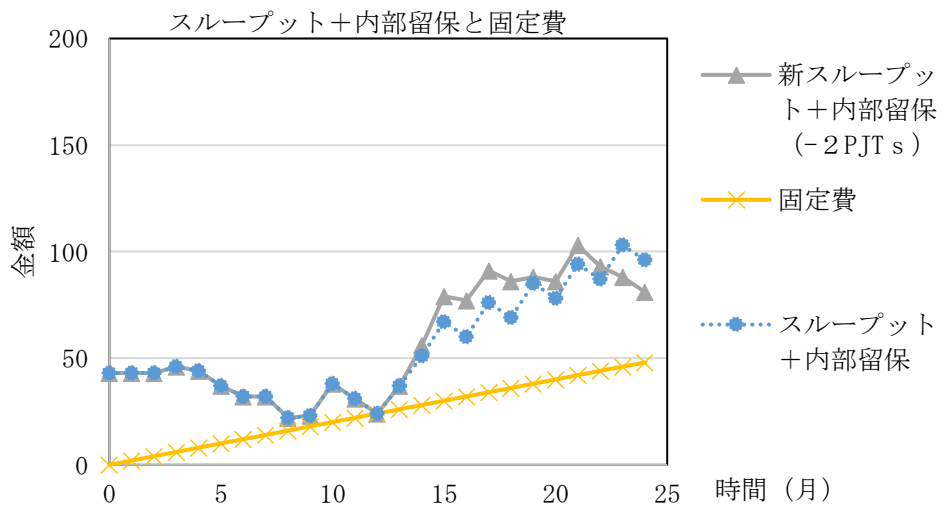


Fig. 2.20 Calculation results of throughput & operational capital vs fixed cost in case of missing 2 ships production opportunities.

#### 2.5.4 需要低迷時に行うスローダウン時とベンチマーク

需要低迷時には船価が低迷し造船所としては内部留保の消費を避けるために受注を避けて低操業化を採用することがある。所謂スローダウンと呼ばれる戦略行動である。このスローダウン時にも造船システムの KPI として採用すべきリードタイムが適切かの検討をする。Fig.2.21 に検討ケースを示す。Fig.2.22 に各ケースの運転資金の推移の比較を示す。下限値が下がることは運転資金をより多く消費ことになるので、倒産のリスクが生まれる。下限値を上げるマネジメントが起業継続には必要である。何れも生産数が減少するので運転資金は漸減しているが、リードタイム短縮をしたケースが運転資金の下限値が他に比べ大きいので倒産しにくいことが分かる。需要が低迷する時期に於いてもリードタイムをベンチマークとして短縮化を図り、他社との差別化を図ることは重要である。造船システムは如何なるときに於いてもリードタイムをベンチマークとする必要がある。

Fig.2.23 及び Fig.2.24 にリードタイムは同じで年間 4 隻から 2 隻にスローダウンした場合の結果を示す。運転資金は、次船の建造船が遅くなるために変動費の支払いが遅くなるので一時的に増加するが、売上・スルーポイントが減少するので次第に減少していく、運転資金の余裕がスローダウンの実行条件になる。低船価での建造とスローダウンのどちらが運転資金にとって冗長性があるかを確かめる必要がある。

Fig.2.25 及び Fig.2.26 にリードタイムを延長しアイドルを削減する平準化を行い、年間 4 隻から 2 隻にスローダウンした場合の結果を示す。リードタイムが長くなることで売り上げを獲得するタイミングが遅くなるために、急激に運転資金が低減し固定費の支払いが出来なくなるリスクが生まれる。倒産リスクであり、決して採用してはいけないマネジメントであることが分かる。

Fig.2.27 及び Fig.2.28 にリードタイムを短縮し年間 4 隻から 2 隻にスローダウンした場合の結果を示す。リードタイムが短くなることでスローダウン実施最初の売り上げを獲得するタイミングが早くなるため運転資金に余裕を生み出すのでリードタイム短縮は他の CASE に比べ優れていることが分かる。但し、スローダウンでは内部留保を消費しながらの経営であるので期間限定である。リードタイムを十分短縮して需要が回復した時点での早期の生産数向上の準備をしておく必要がある。

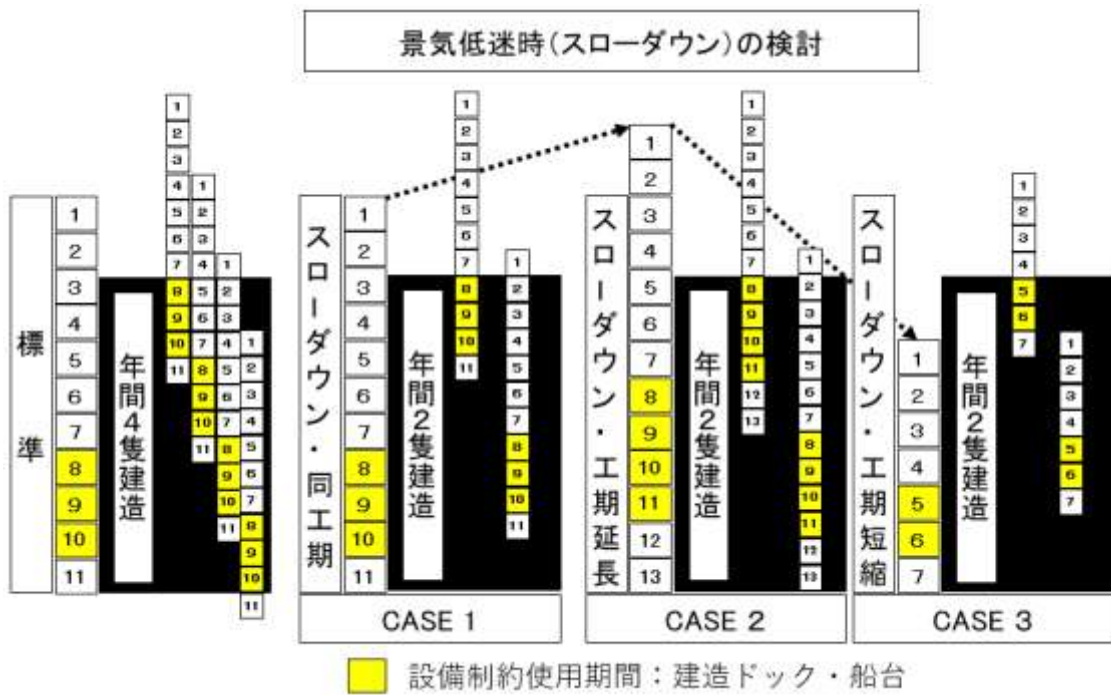


Fig.2.21 Case study on the impact of LEAD TIME during slowdown

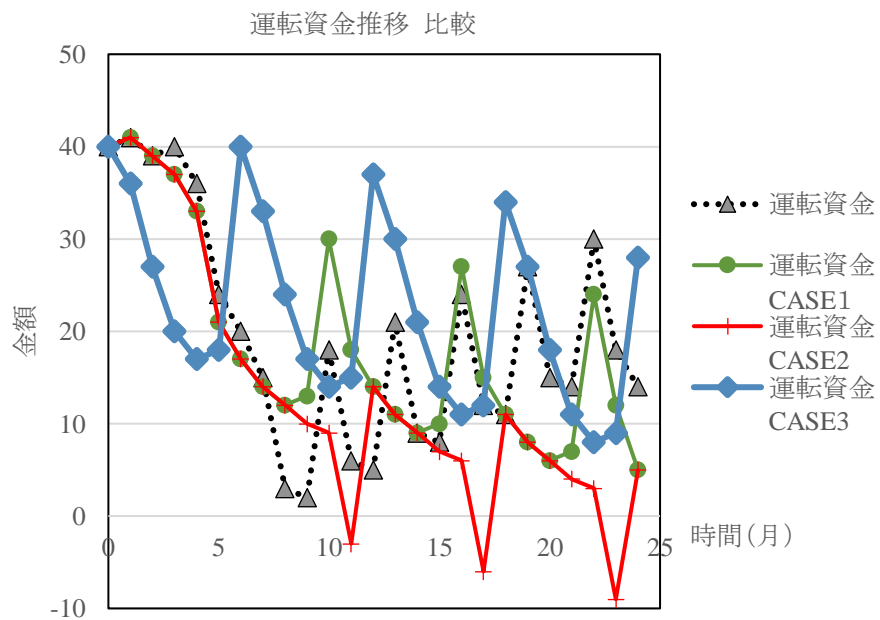


Fig.2.22 Case study results of operational capital

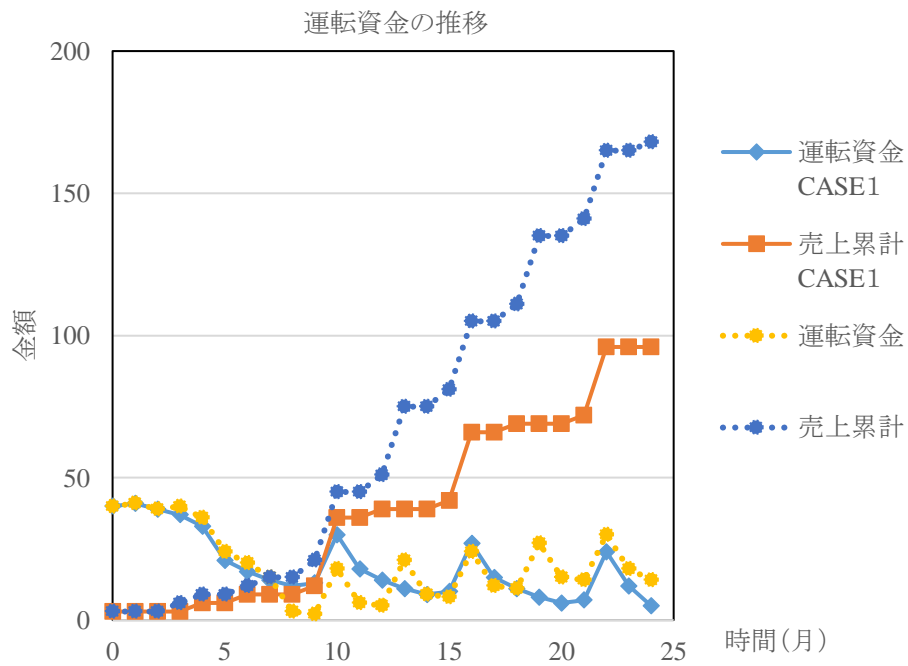


Fig. 2.23 Calculation results of operational capital in case of slow down production with same LEAD TIME (Case1)

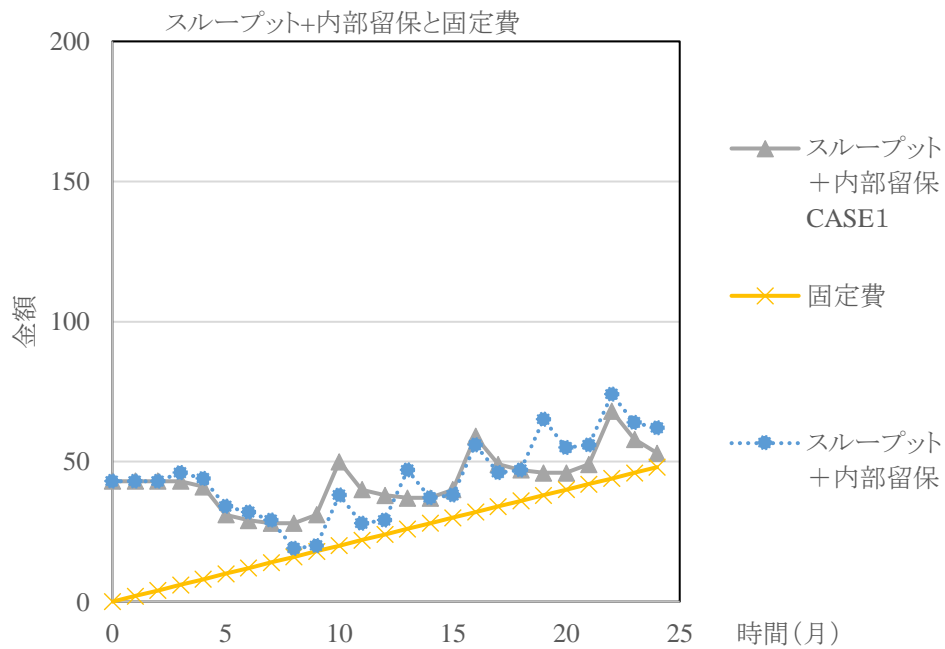


Fig. 2.24 Calculation results of throughput & operational capital vs fixed cost in case of slow down production with same LEAD TIME (Case1)

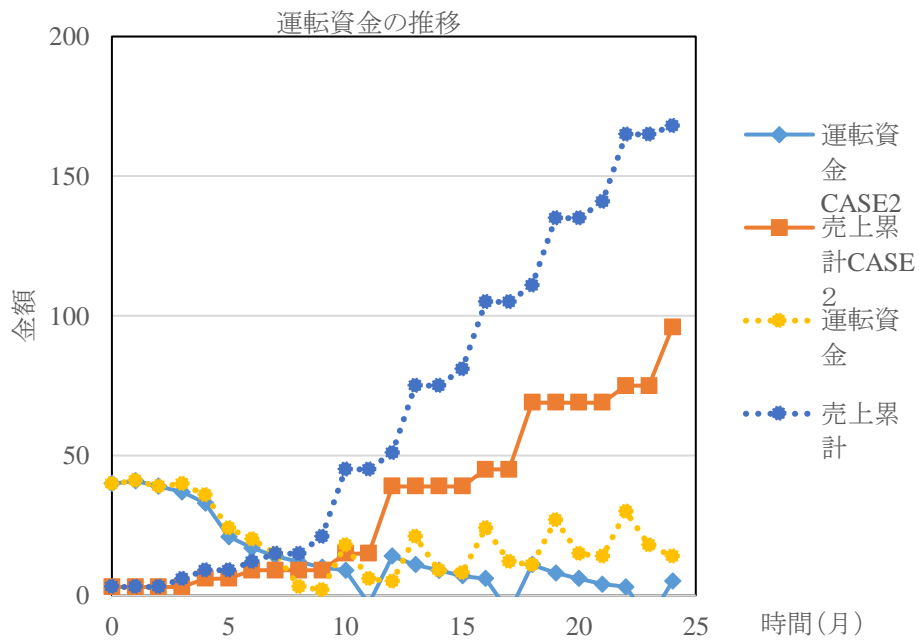


Fig. 2.25 Calculation results of operational capital in case of slow down production with Longer LEAD TIME (Case 2)

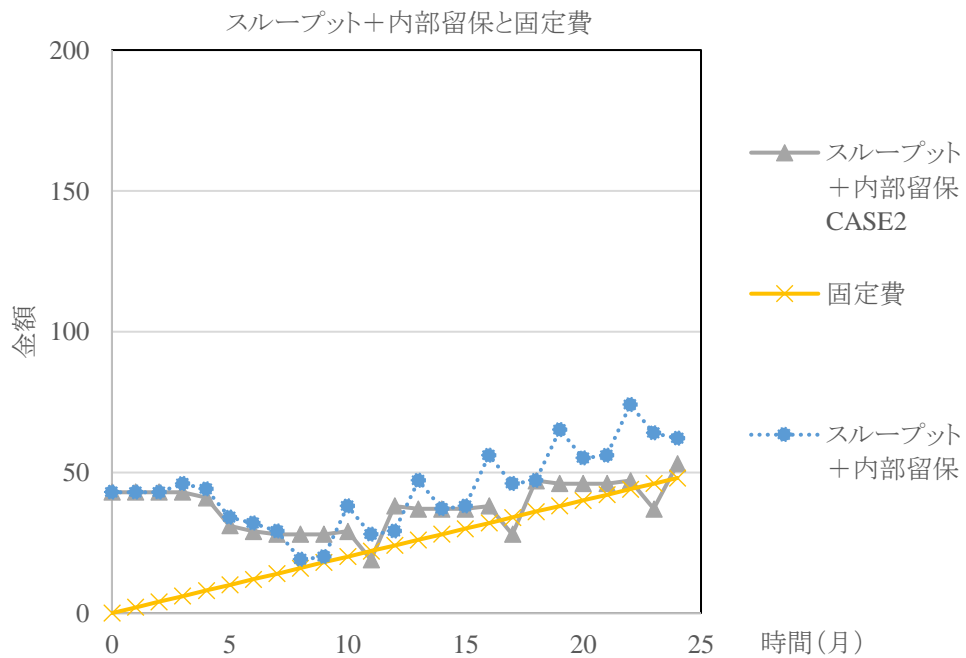


Fig. 2.26 Calculation results of throughput & operational capital vs fixed cost in case of slow down production with Longer LEAD TIME (Case 2)

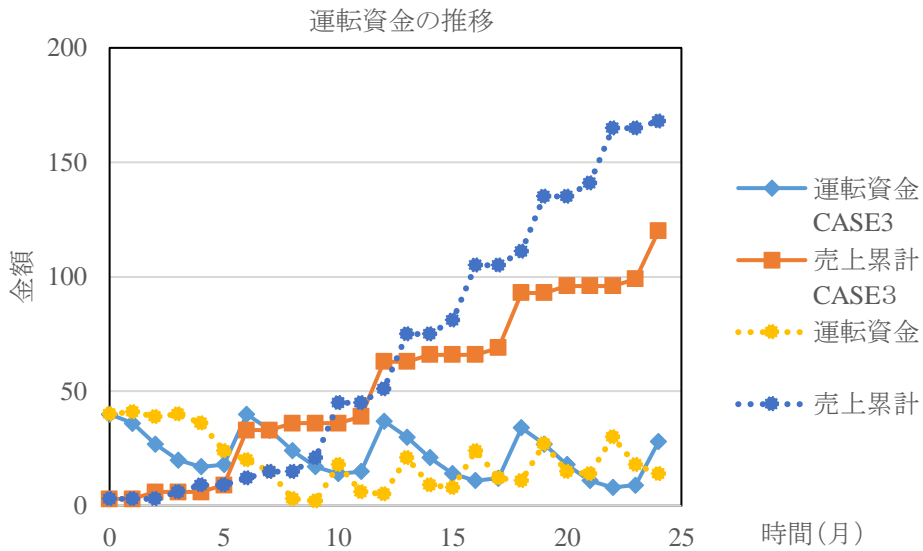


Fig. 2.27 Calculation results of operational capital in case of slow down production with Shorter LEAD TIME (Case3)

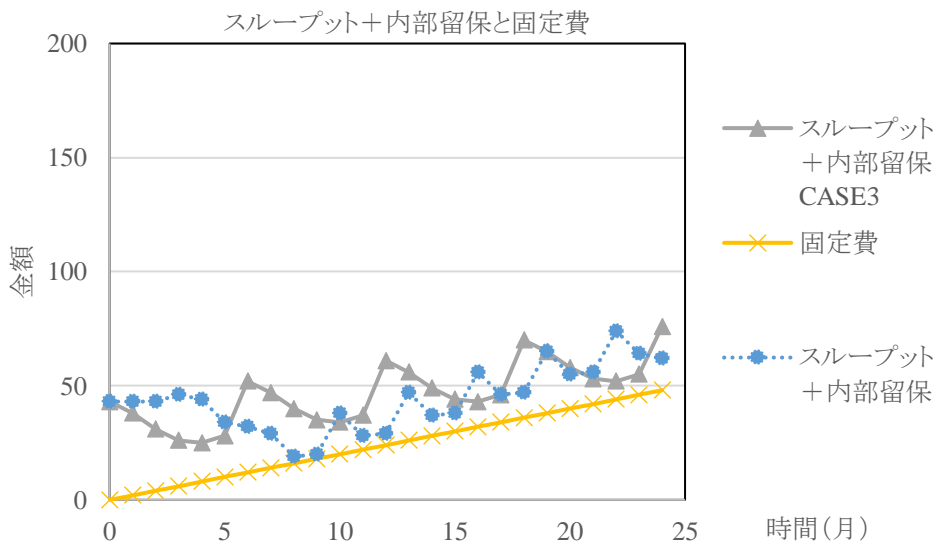


Fig. 2.28 Calculation results of throughput & operational capital vs fixed cost in case of slow down production with Shorter LEAD TIME (Case3)

## 2.6 造船システムのモデル化

Fig.2.29 に市場の中に於ける造船システムのモデル化を示す。造船システムは船主(買主)に船舶を提供し、船主は船舶をオペレーター(運航会社)に貸与し荷主からの荷物を輸送する。その荷が製造・販売されて消費者に届くという流れがある。製品(付加価値)の流れと反対方向にお金の流れが生まれる。Fig.2.29 の右側には荷動きから船舶建造の重要が変化する。需要と造船システムの供給能力の相対的な大きさにより制約の位置が変わっていることを示す。

Fig.2.30 に造船システムのモデルを示す。流れは営業、設計、調達、生産計画を経て製造工程に進む。製造工程は区画ごとにブロックが製造され建造ドック・船台で搭載されて船体が一体化する。

その後、検査を経て引渡が行われる。最も長い流れがプロジェクトのリードタイム<sup>14</sup>を決定するクリティカルパスである。Fig.2.31 は製造部門を工程別に区分してモデル化したものである。新設計等が多い造船システムでは設計がボトルネックになることもある。製造工程でのボトルネックは通常組立工程になっている。設計が不足するときは設計外注を確保して能力補填を行い、ボトルネック解消を図っている。また製造のボトルネックである組立工程の能力補填はブロック外注を行うことで対応している。Fig.2.32 は設備制約である建造ドック・船台が 2 つ(複数)存在する造船システムのモデル化を Fig.2.31 の様式で描いたものである。ボトルネック工程である組立工程に負荷が高まることになる。

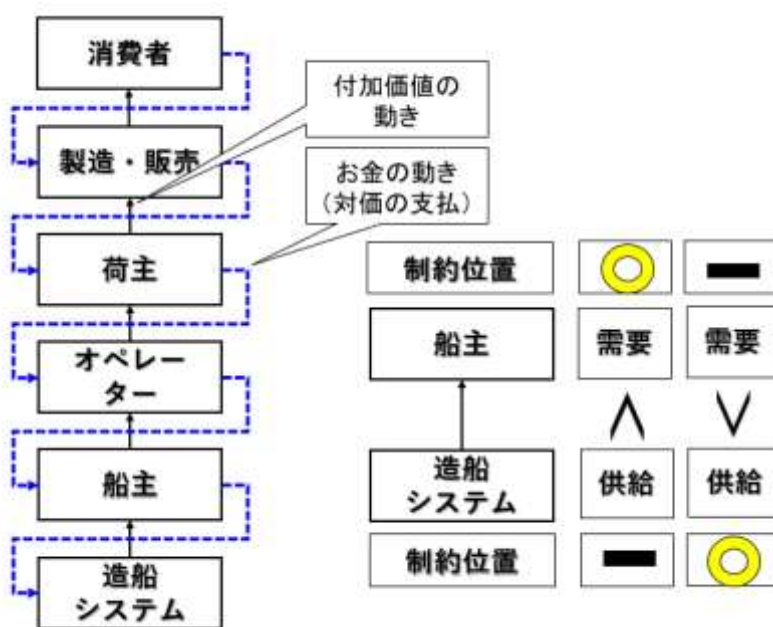


Fig. 2.29 Modeling shipbuilding systems in the marketplace



Fig. 2.30 Modeling of shipbuilding systems (Case A)

<sup>14</sup> リードタイム：仕事の開始から完了までの期間、時間の長さを言う。完了が同一の場合はリードタイム短縮とは開始を遅らせなければ実現できない。

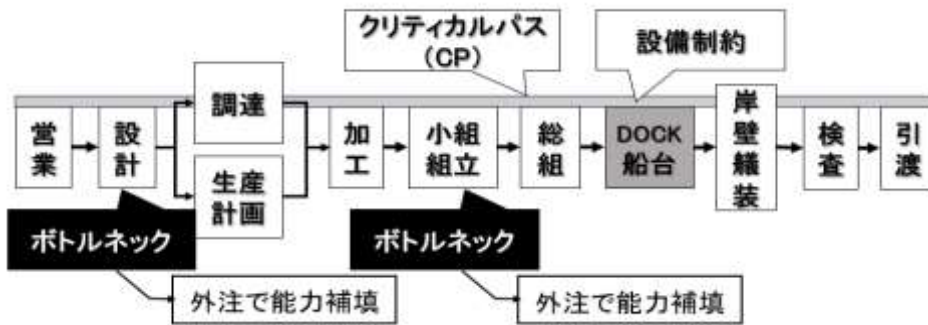


Fig. 2.31 Modeling of shipbuilding systems (Case B)

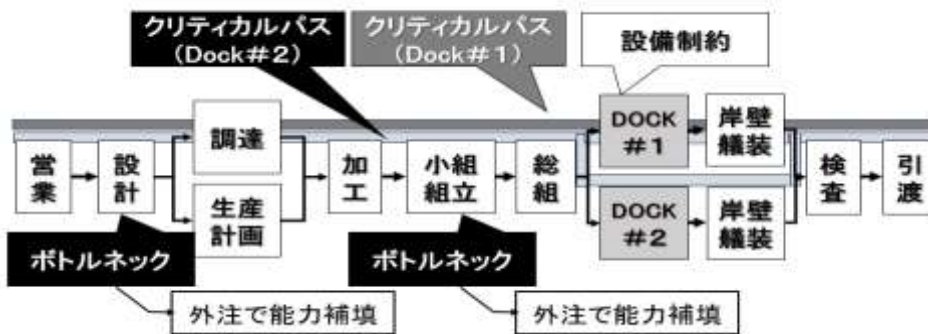


Fig. 2.32 Modeling of shipbuilding systems (Case C)

## 2.7 結言

造船システムのパーパスは“世界の幸せな暮らしを環境にやさしい安定した海上輸送で支える”と推察した。海上輸送の主役である船舶建造は必須である。造船システムの成長の為の課題を整理し、その解決方法を制約を活用する方針でまとめた。造船システムに存在する制約の分類を行い、TOC 制約理論を活用し、その発見方法と解決方法が整理された。パフォーマンスを評価するベンチマークを検討した。造船システムのベンチマークがリードタイムであることが分かった。更に、この指標が需要が低迷する時期においても必要であることを確認した。最後に、造船システムのモデル化を行い制約の特徴を述べた。

## 第3章 TOC 制約理論による課題解決方法

### 3.1 緒言

課題解決方法として、バイアス排除、対立解消、ロジカルな繋がりのある計画手法を提供する思考プロセス法について述べ、第2章において3つに分類し整理した造船システムに存在する制約の最大活用法を述べる。そして、2章でリードタイムが造船システムのベンチマークとして適切であることが示された。そのリードタイムを改善するためのフローマネージメントを述べる。また、改善を阻むバイアスも想定されることから、組織の課題解決のための前提条件についても述べる。

### 3.2 思考プロセス法

#### 3.2.1 バイアスを避けるロジカルシンキング

我々の世界ではバイアスが存在する。思考プロセスに於いてクラウドという対立問題フレームワークがある。同じ目標を達成するために、実現すべき主たるニーズが存在し、そのニーズを実現するための行動が真逆であるときに対立が成立すると考える。対立は解決できないからジレンマと呼んでいる、解決できないので妥協により決着することになる。ジレンマの妥協は、2つの相反する行動にバイアスが存在するために、専ら片方の行動をとることになる。

遅れることが許されない状況では、あれもこれも早く始めようとする。早く始めると、全てが早く終わることができると思い込んでいる。しかし、渋滞のように反って全てが長く時間が掛かってしまうことになる。忙しくて作業を進めているので最も早い進捗と当事者は思い込む。バイアスは現実の現象予想を間違えて解釈をさせてしまう。バイアスは科学的な因果関係を否定してしまうので適切に修正することが必要である。

Fig.3.1 はバイアスを判断基準領域に存在する思考領域として、思考領域に応じて違う解決策が導かれることを模式図で描いたものである。我々は個々には知らないことが存在するので各領域での思考結果を活用することが重要であることも示している。所謂多様性の重要性である。Fig.3.2 に思考プロセスをどの行動プロセスで活用すると効果的であるかを整理した。

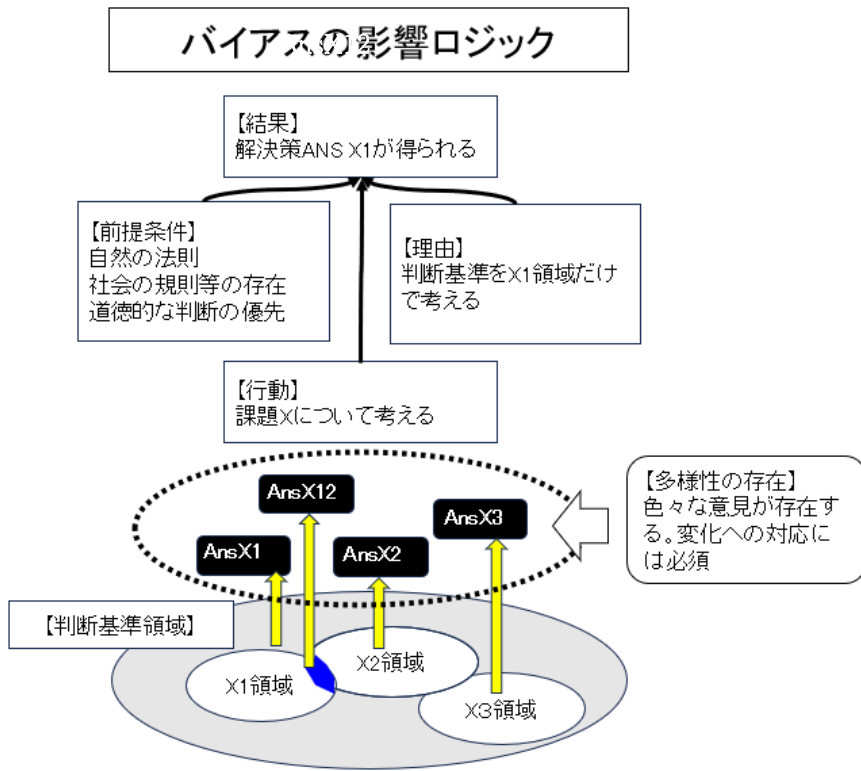


Fig.3.1 Various solutions brought by bias

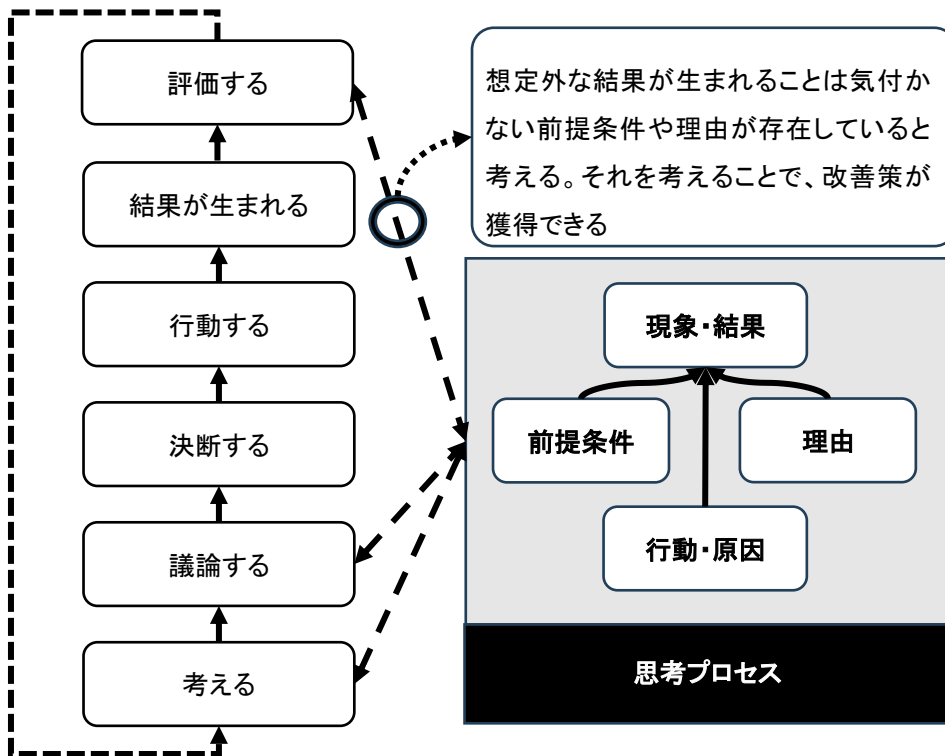


Fig.3.2 Elimination of bias by TOC Thinking Process in Process cycle

### 3.2.2 経営者に潜む対立とその解決策

最もシステムに与える影響の大きなバイアスは経営者のバイアスである。バイアスを生み出す大きな要因は対立である。経営者の対立は色々と多岐に亘っていると思われるが、「投資する」「投資しない」と言われている。この判断こそが経営者の本領を表す決断である。Fig.3.3 に経営トップの対立構造を示す。対立は基本的に解決できないのでジレンマとして我々を悩ますものになる。しかし、前に進まなくてはいけないので妥協という方法でジレンマに対応している。Fig.3.4 はその妥協的解決が何を生み出すかを考えたものである。対立の理由である時間及び資本が無いことに対しては、それぞれやり抜くとお金を掛けないという行動方針が生み出される。企業活動としては中期経営計画と短期経営計画という形で業務が整理される。資本が不十分になると企業は投資よりもコスト低減に集中せざるを得なくなり、短期経営計画に経営者が集中する状況が生まれる。短期経営計画では受注工事が対象となりリードタイムと獲得する入金は既定のものになるので、経営者の注意は支払いに集中するため原価がマネージメント対象となる。

Table 3.1 にはジレンマの解決策を示す。その解決策は妥協による解決策とは異なることが分かる。つまり、妥協の解決策は経営者が引き起こすバイアスと考えられる。バイアスを解消し組織を活性化することはフロー向上にベクトル合わせることである。

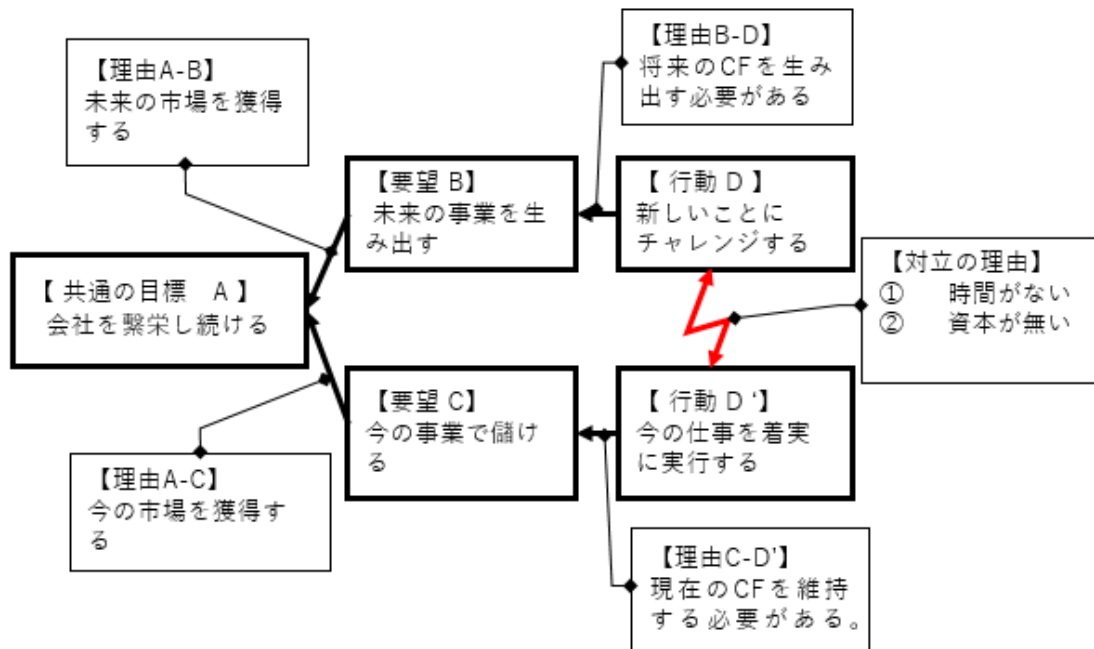


Fig.3.3 Dilemma of Top management

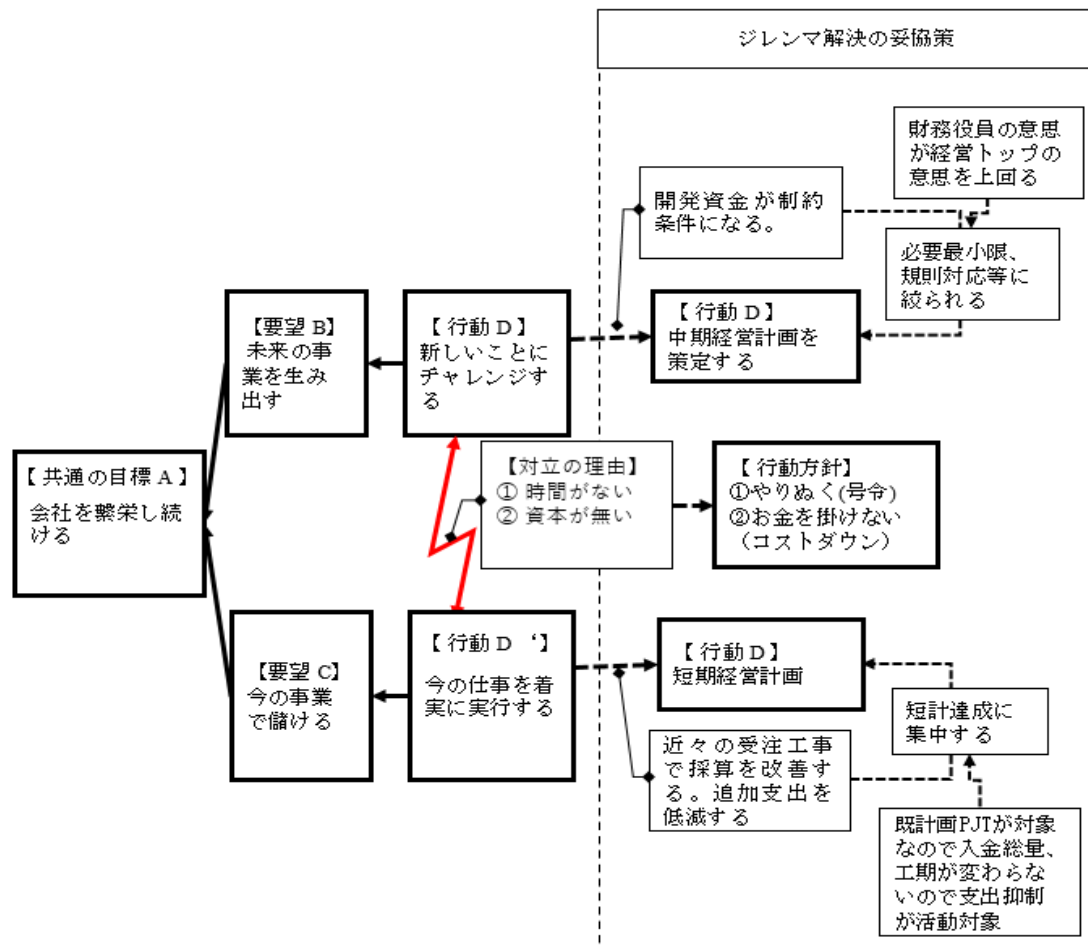


Fig.3.4 Cost-conscious management created by compromise solutions to top management dilemmas.

Table 3.1 Solution of Top management dilemma

	何故対立する？	解決策は？	どうやってする？	メリットは？
1	時間がない	時間がある	今やらないことを決めることで時間が生まれる	負荷が下がり組織に余裕が生まれる
2	資本がない	資本がある	フローを改善することで内部仕掛品を早期に投資回収し、内部留保を増大させ資金を創る。	投資が不要

Table 3.2 Impact of initial funding, payment schedule, and shortened LEAD TIME on financials

	項目	効果	改善方法	
1	(初期)資本増大	運転資金の下限を上げる	倒産しにくくなる	借入・資本調達
2	入金予定(早期入金)	運転資金の揺れ幅が小さくなり、下限を上げる	倒産しにくくなる。下限を上げることでフリーキャッシュフローを生み出す	
3	工期短縮 (LT短縮)	生産数を増大し、営業キャッシュフローを増大させる	運転資金の下限の改善が早まる	投入を絞る。(仕掛品(WIP)を最小化する。)

### 3.2.3 解決策とベンチマークの関係

組織の目標を達成するための重要な業績評価の指標であるベンチマークを Table 3.2 で求めた。フロー改善はリードタイムを短縮し生産性向上を引き起こすのでベンチマークとも合致している。経営者のジレンマが妥協状態になると制約はコストになるが、解決策では制約が工期になる。

### 3.2.4 アンビシャスターゲット法

システムのベンチマーク [12]としてリードタイムが重要であることが分かり、流れを早くする基本ロジックが理解された。次はそれを実現してシステムが市場・社会に貢献するための大きな目標を実現する工程を描く必要がある。大きな目標を実現するための工程表を考える TOC 思考プロセスのフレームワークがアンビシャスターゲット法である。Fig.3.5 にアンビシャスターゲットの作成の概要を示す。最初の STEP は大きなビジョンを描くことである。このビジョンがシステムのリソースを目標に向かって駆り立てることになる。非常に重要なプロセスである。次のプロセスが大きなビジョンを実現するための中間目標を考える。このプロセスで達成できそうもない大きなビジョンが少し現実味を感じてくる。3 つ目のステップが想定した中間目標の繋がりを考える。繋ぐことによって、最初に取り組むべき中間目標が明らかになる。これは他の中間目標は、今は考えないことを意味する。仕事を減らすことが出来るのである。次のステップが Fig.3.6 に示す最初の中間目標までの工程表の作成である。中間目標に現状からどのように変えるか因果関係思考を使って1つずつ考えていくことになる。この際に重要なのが因果関係のチェックである。因果関係で考えることでバイアスを排除することが出来る。Fig.3.7 に示すように丹念に行動と行動から生まれる現象がロジカルであるかをチェックする。

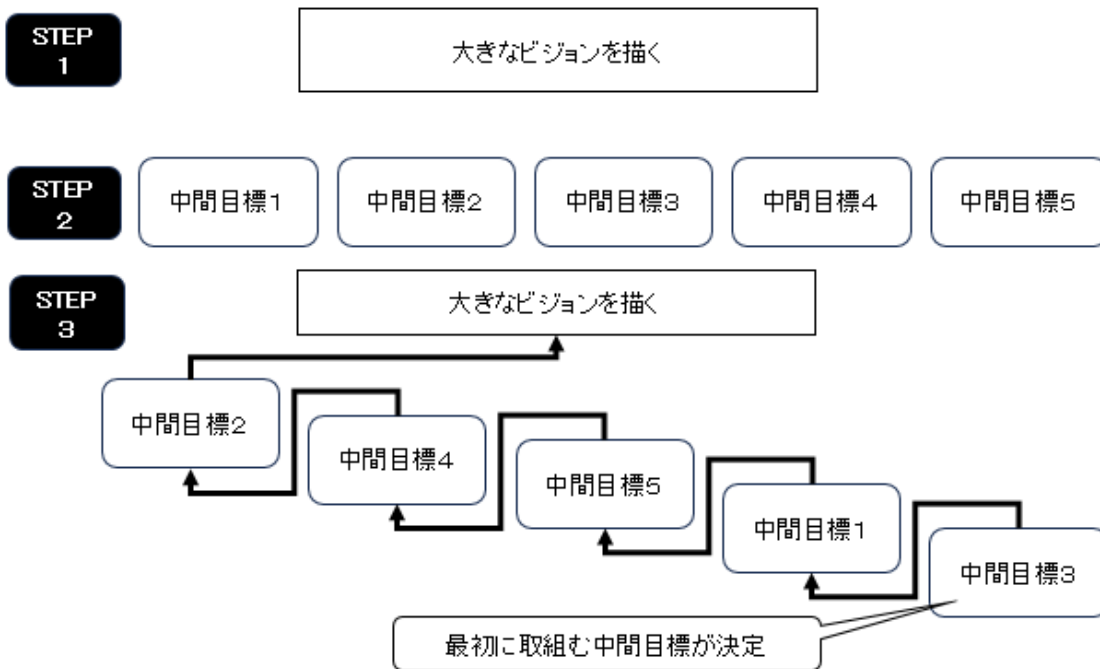


Fig.3.5 AMBITIOUS TARGET creation process (Step1~3)

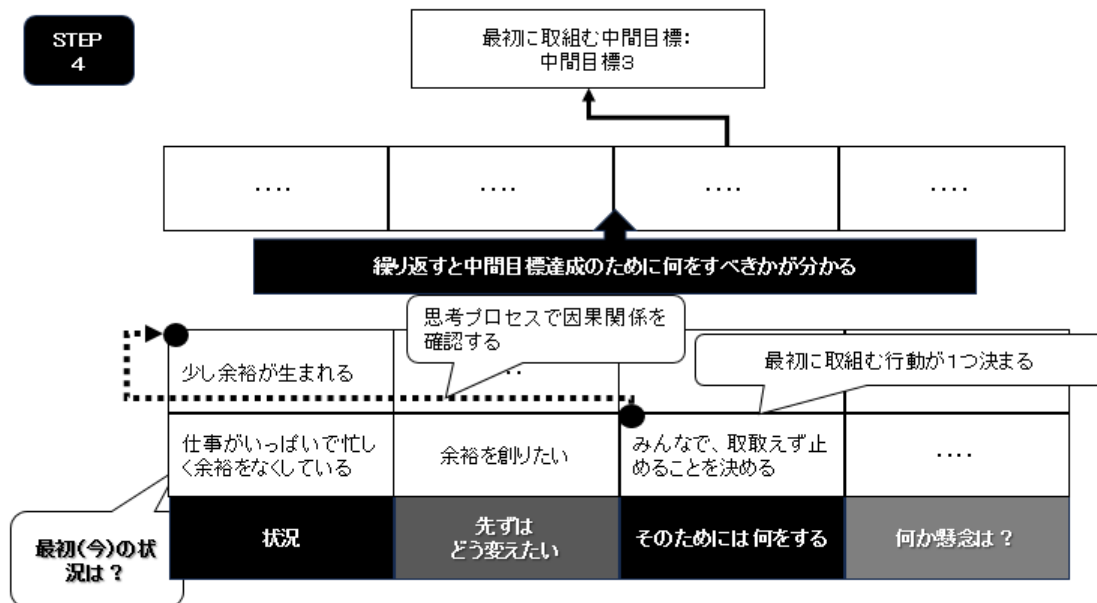


Fig.3.16 AMBITIOUS TARGET creation process (Step 4)

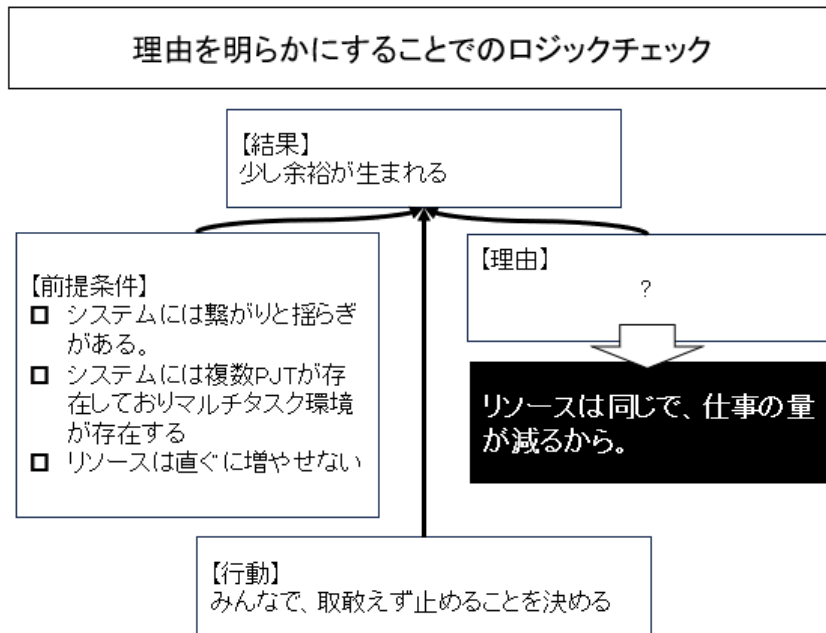


Fig.3.7 Check new situations due to new actions by Clarifying its reason.

### 3.2.5 思考パラダイムの違いによるアンビシャスターゲットの違い

思考プロセスでバイアスを排除しないとこれまでの思い込みで因果関係を考えるリスクがある。また、リードタイム短縮がベンチマークとして重要であることを理解し、フローの基礎知識を知っているパラダイムとそれ以外ではどう変えるか、また因果関係で生まれる未来の現象が異なる可能性がある。アンビシャスターゲットは未来を構築する極めて有効なフレームワークであるが思考プロセスが活用できることとフローの基礎知識の有無により描かれる未来の工程表は大きく変わるリスクがある。Fig.3.8 に相違する事例を示す。正しいフロー重視のシステムを構築するには、アンビシャスターゲット作成の前提条件である思考プロセスとフローの基礎知識の教育が重要である。

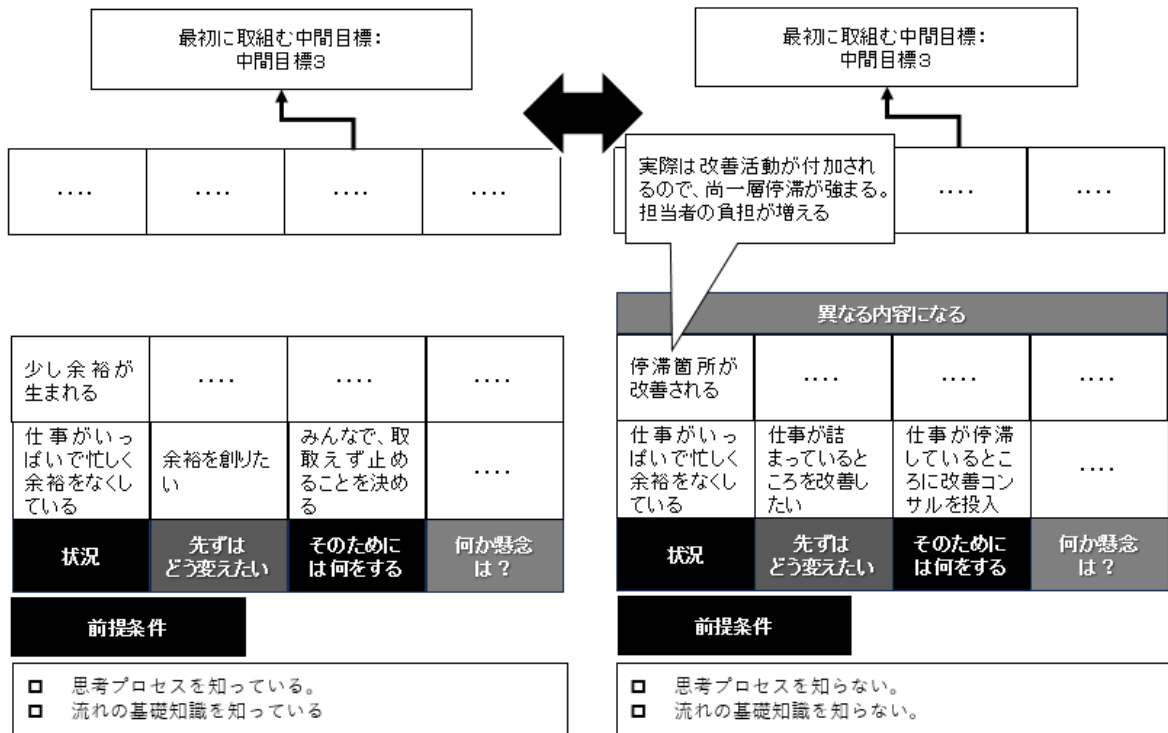


Fig.3.8 Different Ambitious target results due to differences in assumptions

### 3.2.6 造船システムに存在するバイアス例

思考プロセスを活用し科学的なロジックで思考することでバイアスを排除できる可能性の大きさを述べた。しかし、我々は知らないことが未だ存在するので常に真摯に思考しコミュニケーションを行うことは大切である。また、学んだうえで分かったバイアスは共有してより良い社会の構築のためによりロジカルな思考を進めることが望まれる。以下に、造船システムで存在していると経験したバイアスを思考プロセスで幾つか整理を行う。Fig.3.9 から Fig.3.9-3 に 4 つの事例を示す。

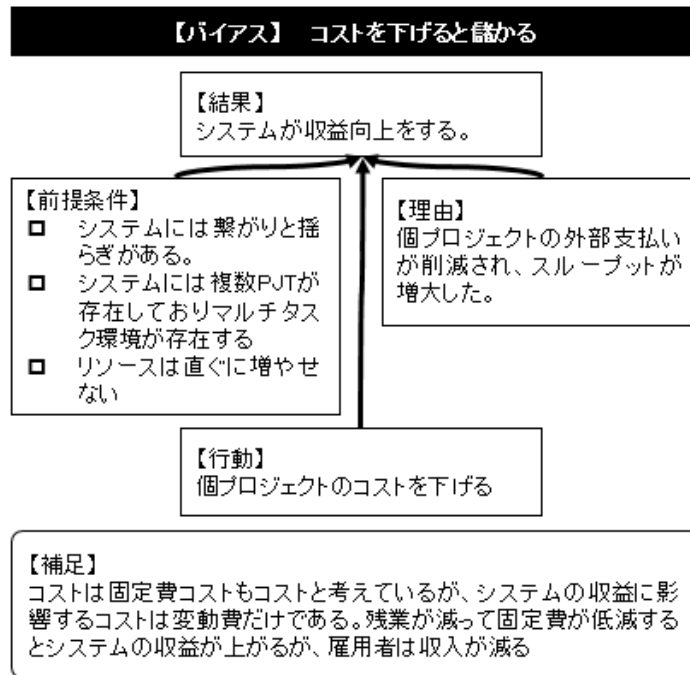


Fig.3.9 Bias existed in shipbuilding system (1)

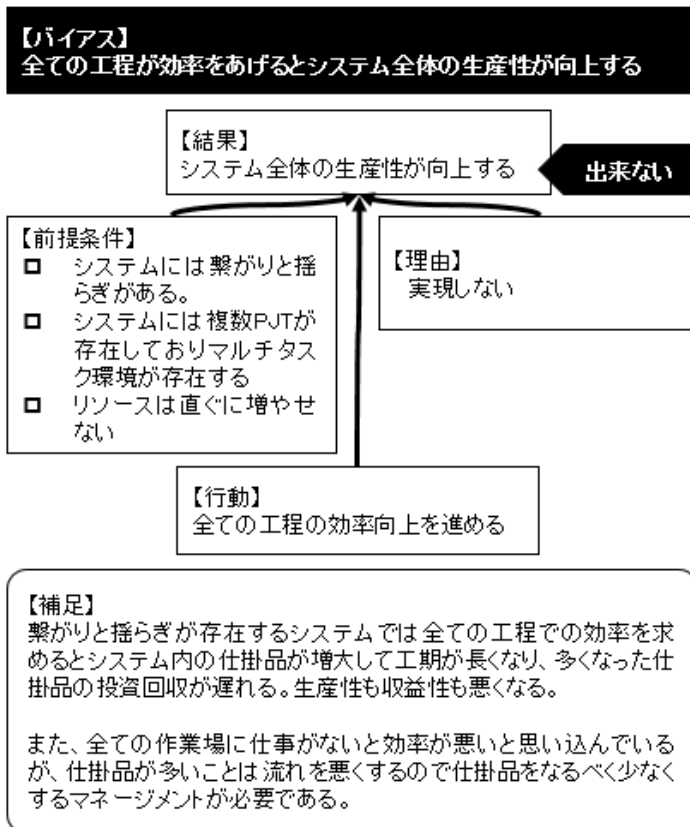


Fig.3.9-1 Bias existed in shipbuilding system (2)

**【バイアス】**  
全ての工程が期限を守ると納期遵守が実現できる

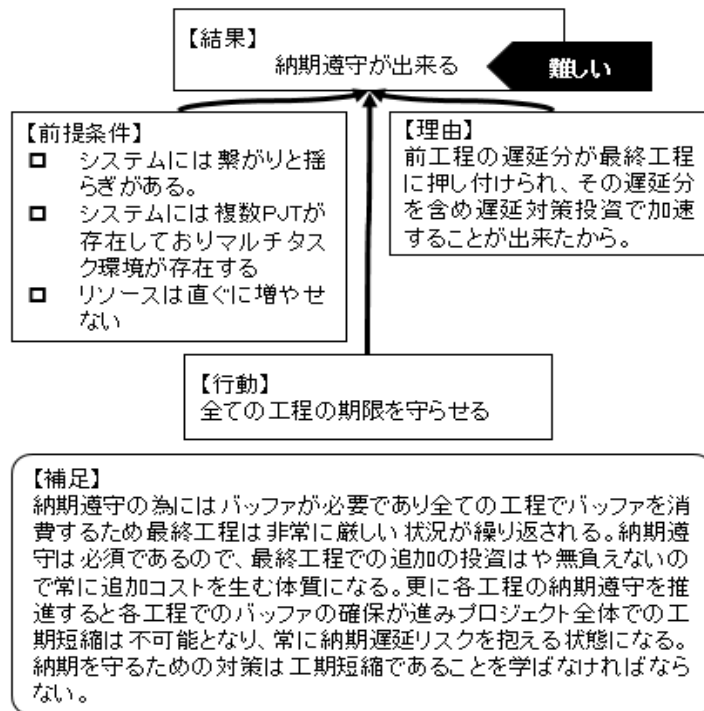


Fig.3.9-2 Bias existed in shipbuilding system (3)

**【バイアス】** 早く始めれば、早く終わることができる。

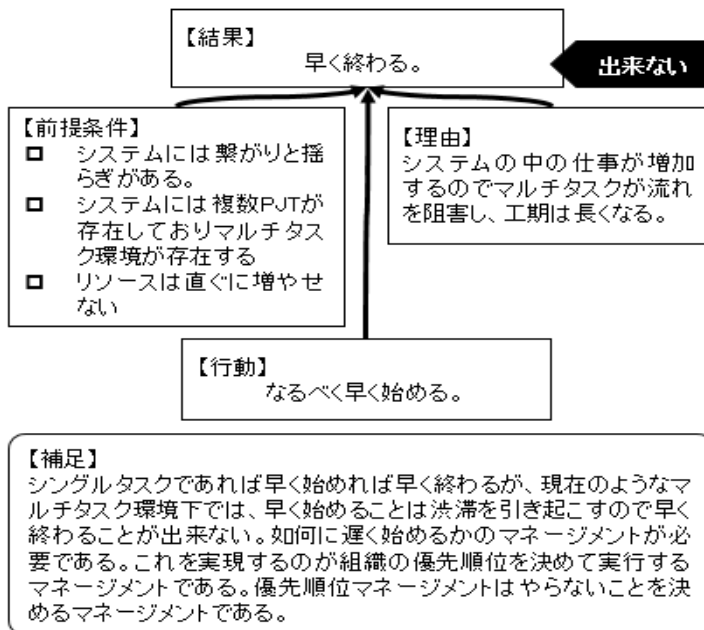


Fig.3.9-3 Bias existed in shipbuilding system (4)

### 3.3 制約の最大活用法

#### 3.3.1 ボトルネックの最大活用

システムには繋がりと揺らぎを有している。Fig.3.10 はシステムの特徴を模式図にしたものである。このような特徴のあるシステムでは全体の生産量は最も能力の小さい工程であるボトルネックで決定される。このシステムにボトルネックよりも多量な仕事を投入してもボトルネックの手前で仕掛品が大量に溜まることになる。制約がシステム全体の生産量を決定する最も重要な工程になっている。この制約であるボトルネックを中心とする継続的なシステム改善の手法を Fig.3.11 に示す。ボトルネックは常に最大化を目指すことが求められる。一方で、非ボトルネックは最大化を目指すのではなくボトルネックに合わせることが求められる。市場の需要が大きく造船システムの能力が最小となる状況では造船システムは最大化が求められる。一方で市場の需要が小さく造船システムがボトルネックにならない状況では造船システムはボトルネックである市場に合わせることで市場システムの最適化になる。造船システムが市場に合わせるということは必要なものを必要な時に提供することである。また、Fig.3.12 に示すように付加価値提供は開発から生産、そして物流を通して市場に届けられる。それぞれの工程で必要な時に提供できるようにスピードを高めることが求められる。

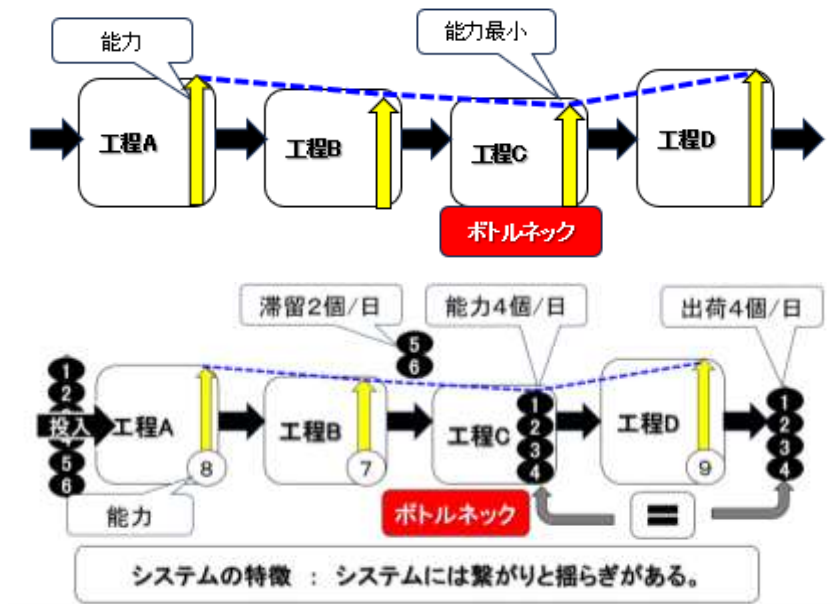


Fig.3.10 System Features

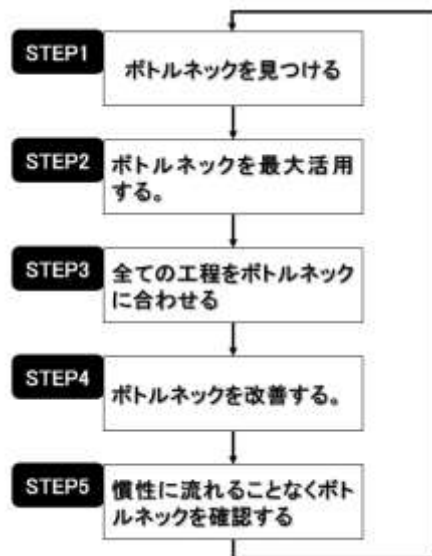


Fig.3.11 TOC Continuous improvement methodology focusing on bottlenecks as system constraints

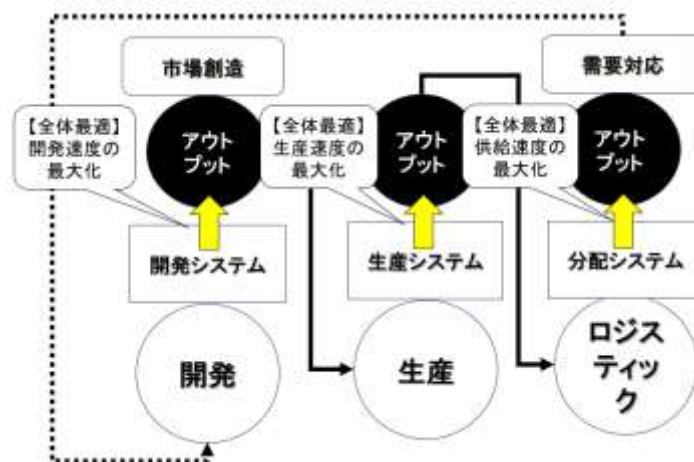


Fig. 3.12 Seeds required to achieve just-in-time demand

### 3.3.2 対立の解決策の活用

システムが大きくなると効率化を図るために細分化して生産活動が行われる。所謂分業化が採用される。システムが細分化されると部署間やリソース間での対立が生まれる。Fig. 3.13 に示すように我々のシステムの中には多くの対立問題が生まれてシステム全体の効率化を阻害していると推察される。Fig. 3.14 は企業発起(起点)から、企業活動が繰り返されるときに思考の流れを整理したものである。この流れのプロセスに於いての対立事項を考えた。数学的全体最適手法である目的関数の最大化を制約条件による数値範囲より導く方法があるが、生産計画の時には有効であるが他のプロセスでは項目が数値化できないため適用が出来ない。それらの項目については、TOC 思考プロセスのフレームワークである対立解消手法のクラウドを使って対立解消を考えた。

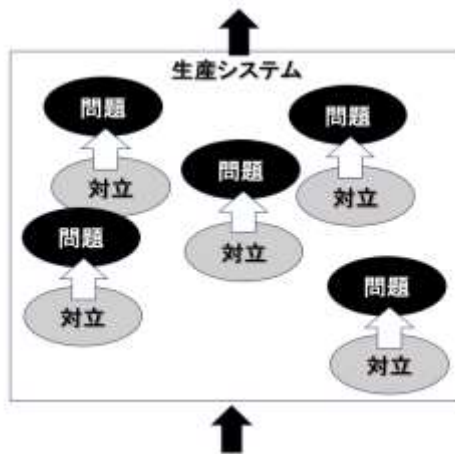


Fig.3.13 Conflicts arising within a fragmented system

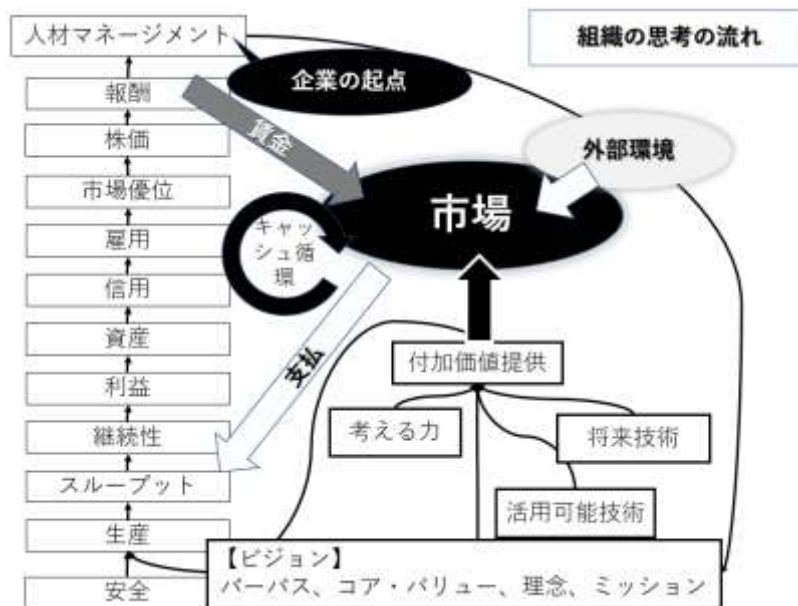


Fig. 3.14 Cyclical flow of business activities from startup to

(1) 人材マネジメントプロセスでの対立

人材マネジメントに於ける典型的な対立は、「同じ考えの人」と「考え方の違う人」が相反する事項として考えた。思考プロセスのクラウドでは対立するのは行動レベルで対立すると考える。行動が真逆なので対立状態になるということである。Fig.3.15 は人材マネジメントに於ける対立構造である。行動で対立するので「同じ意見の人を雇う」「異なる意見の人を雇う」とした。「雇う」という行動は、あるリソースをあるポジションに指名するという行動としても考えることが出来る。クラウドではその行動を引き起こすニーズを考える。同じ意見の人を雇うのは物事の決断を早くするには必要である。一方、異なる意見の人を雇うのは多面的というか自分の気付かないことを考えて判断することが出来るためには必要である。その 2 つのニーズの共通の目標は成長をし続けることである。同じ目標から行動レベルで相反するときに対立が成立する。5 つのボックスの繋がり(相反を含む)には理由がある。この理由が 2 つのボックスに関係が存在する理由である。この理由を無くす良いアイデア

があるところの対立構造は崩壊する。その解決策を実行することで共通の目標を達成できることになる。Table 3.3 は Fig.3.15 の行動 D と行動 D' の対立理由を解消する方法を考えたものである。解決策の導き方は、4 つの質問に答えることで導き出すことが出来る。

最初の質問は「何故対立するのか？」。

その答えが対立の理由「相反する行為だから」である。

2 つ目の質問は「解決策は何ですか？」

質問は難しいと感じますが答えは理由の反対を答える。つまり、協力的な行為にする(相反しない行為にする)。

3 つ目の質問が「どうやってしますか？」

少し、考えることを要しますが意外と色々なアイデアが湧いてくる。ここでは、「意見を明確に述べることを雇用に対するプラスの評価にする」とした。

4 つ目の質問は「そのメリットは何ですか？」

メリットなのでポジティブに答えられます。ここでは、「必要な人材の確保を失うリスクを低減する」と考えた。この答えで対策を動機を引き出す。つまり、メリットがないことは人はしないというロジックである。このメリットがポジティブでない場合は対策が十分良い方法ではないことなので、もう一度前のステップに戻って考える。

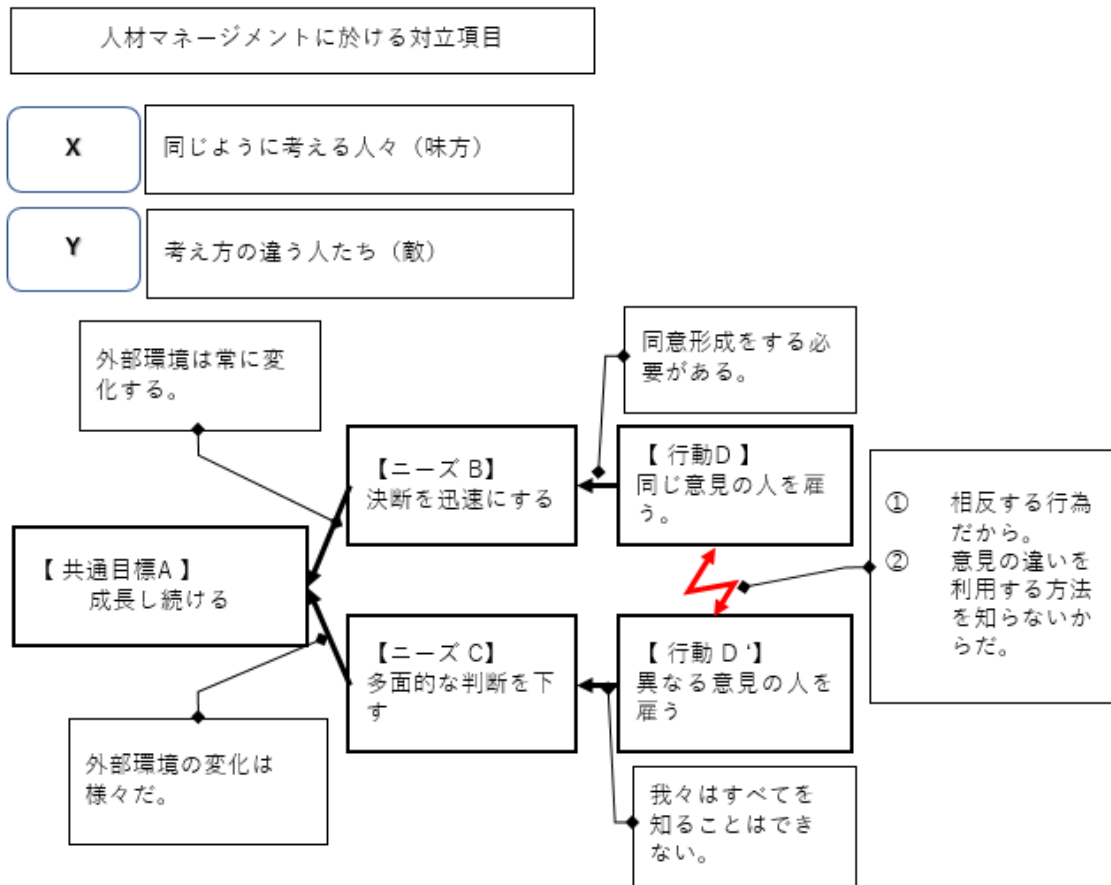


Fig. 3.15 Conflict Issues in the Human Resource Management Process

Table 3.3 Solution for Conflict Issues in the Human Resource Management Process

	何故対立する？	解決策は？	どうやってする？	メリットは？
1	相反する行為だから。	協力的な行為にする。	意見を明確に述べることを雇用に対するプラスの評価にする。	必要な人材確保の機会を失うリスクを低減する。
2	意見の違いを利用する方法を知らないから	意見の相違を利用する方法を知る	意見を出し合い、対立の理由を考え、その解決策を一緒に探す。	新たな戦略が生まれる

(2) 付加価値提供プロセスでの対立

対立項目を「既存の付加価値を提供する」「新しい付加価値を提供する」として考えた。Fig.3.16 に対立構造を、Table 3.4 に解決策を示す。

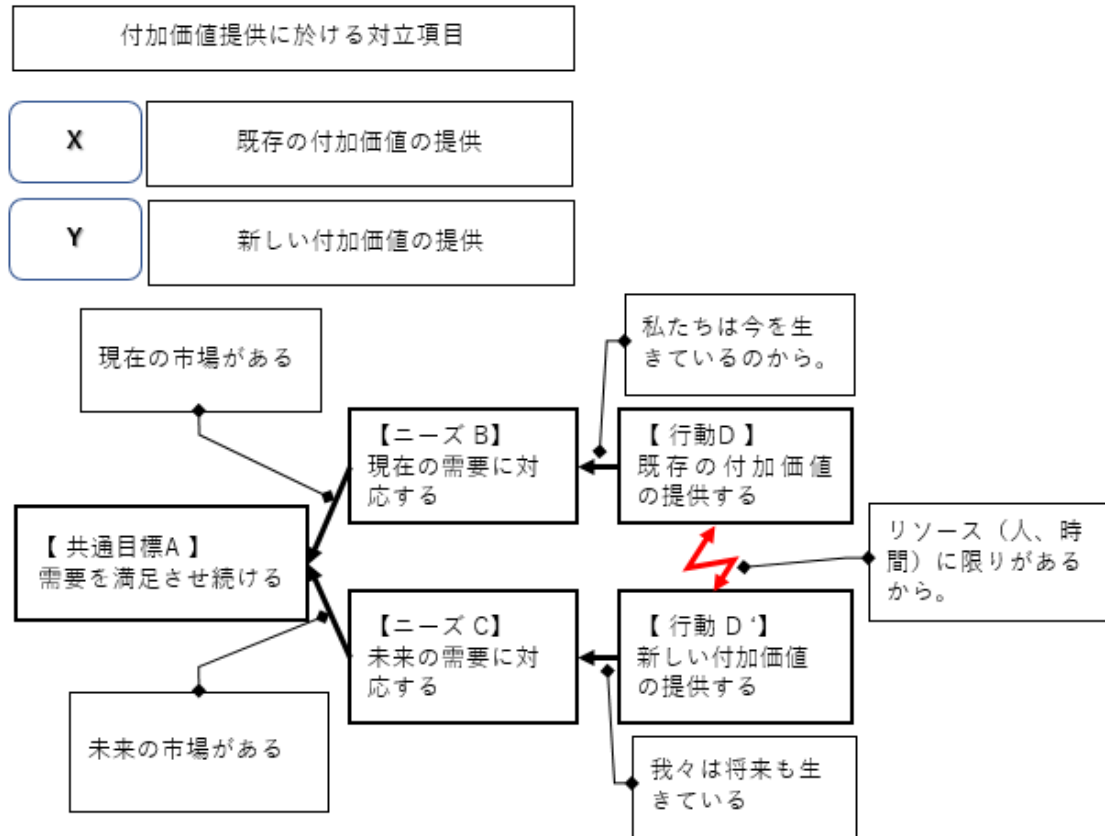


Fig. 3.16 Conflict Issues in Value-Added Offerings

Table 3.4 Solution for Conflict Issues in Value-Added Offerings

	何故対立する?	解決策は?	どうやっている?	メリットは?
1	リソース(人、時間)に限りがあるから	リソース(人、時間)に限り無くす。	MUDA を排除して時間を作り出す。速い流れを作る。	生産性が向上する

### (3) 生産プロセスでの対立

生産プロセスではどの製品を作るかという最適化問題がある。対立をシンプルにするためにここでは2つの製品「製品A」と「製品B」をどう作るのが最適化できるかを考える。Fig. 3.17にこの2つの製品を生産するうえでの目的関数を整理した。3つの目的関数が考えられる。スループット、売上、利益の何れかの最大化である。

制約条件をFig. 3.18に示した。3つの制約条件とした。制約工程の制限、造船では建造ドックや船台は設備制約となっており、この使用期間で製造数が決定される。総固定費の上限があること。最低2つは生産すること。最初の2つは物理的な制約である。最後は経営者の意思である。

目的関数	
① スループット最大	
	$T_{px} \cdot X + T_{py} \cdot Y$
② 売上最大	
	$P_x \cdot X + P_y \cdot Y$
③ 利益最大	
	$(P_x - C_x) \cdot X + (P_y - C_y) \cdot Y + \Delta$
X : 製品Xの生産数、Y : 製品Yの生産数	
$T_{pi}$	: 製品iのスループット $i = X, Y$
$P_i$	: 製品iの価格 $i = X, Y$
$C_i$	: 製品iの製造原価 $i = X, Y$
$\Delta$	: 原価差益/差損

Fig. 3.17 Objective function in linear programming of production

制約	
①	$T_{cx} \cdot X + T_{cy} \cdot Y < T_c \text{ all}$
②	$X > 2, Y > 2$ 夫々の製品を2以上製造する
③	固定費 $C_f < 120$ (最大利用工数)

Fig. 3.18 Constraints in linear planning of production

#### (4) プロジェクトの収益性

Fig.3.19 に生産高に於ける線形計画法による最適化の事例を示す。Table 3.5 は試算の計算データを示す。この事例では生産数が制約期間の条件で決定されている。固定費による制約による数値範囲は上方なので、固定費にはまだゆとりがあることも分かる。これが逆転するとリソース不足が発生する。

$\delta Cf$  : 固定費の消費速度、総固定費を制約稼働日数で除した数値。

$\delta T_{px}$ 、 $\delta T_{py}$  : 製品 X、Y が制約期間辺りに獲得するスループット(スループット獲得速度)を示す。

この事例では Y 製品のスループット獲得速度が高い。よって、製品 Y を生産する方がより多くのスループットを獲得できる。最適化はスループット獲得速度の大きい Y 製品を多く作ることが売上、スループット、利益の最大化になる。多くの企業では代価と製造原価の差から得られる損益でプロジェクトの収益性を判断しているが、プロジェクトの収益性はスループット獲得速度で評価することが望ましい。

Table 3.5 Data of Example of Linear Programming in Production

Tcx	制約期間x	30	Px	価格x	35	Tpx	=Px-Cvx	12
Tcy	制約期間y	30	Py	価格y	40	Tpy	=Py-Cvy	14
Tcall	総稼働日数	250	Cfall	総固定費	100			
Cx	=Cvx+Cfx	33	Cvx	変動費x	23	Cfx	固定費x	10
Cy	=Cvy+Cfy	38	Cvy	変動費y	26	Cfy	固定費y	12

$\delta Cf$	0.400	Cfall/Tall : システムの固定費消費速度
$\delta Tpx$	0.400	Tpx/Tcx: 製品 X のスループット獲得速度
$\delta Tpy$	0.467	Tpy/Tcy: 製品 Y のスループット獲得速度

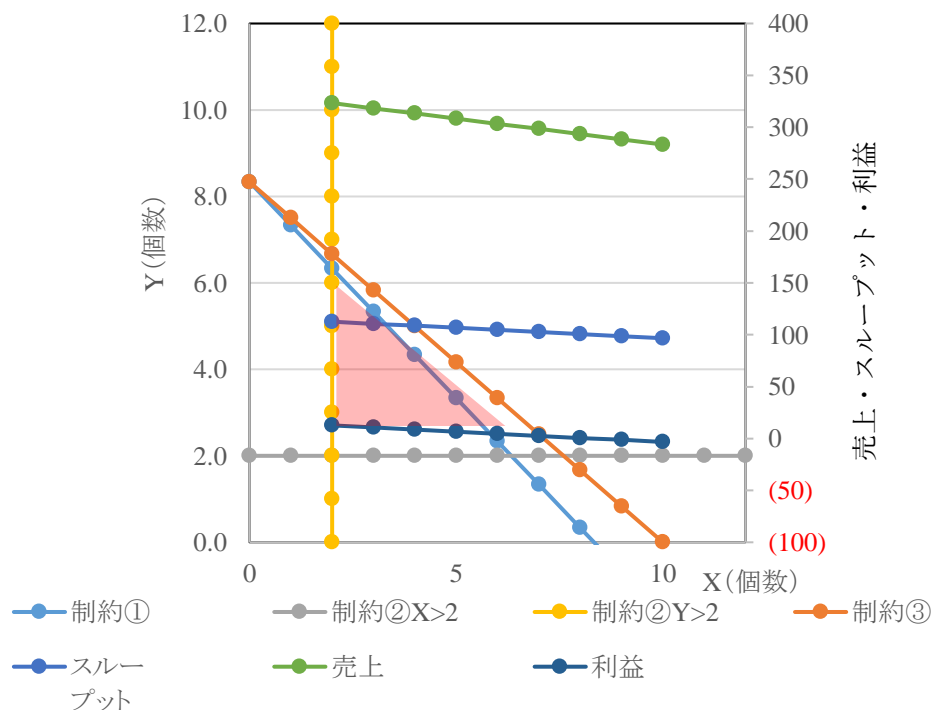


Fig. 3.19 Example of Linear Programming in Production

(6) 個々の対立の解決策から導く共通の解決方針

Fig. 3.20 から Fig. 3.28 及び Table 3.6 から Table 3.14 に安全、継続性、利益、資産、信頼、雇用、市場優位性、株価、そして報酬を考えるプロセスでの対立とその解決策を示す。Table 3.15 に全ての対立とその解決策をまとめた。この表から共通の対立は「投資をする」、「投資をしない」という対立になっていると推察できる。そして、解決策は早い流れを作ることになる。

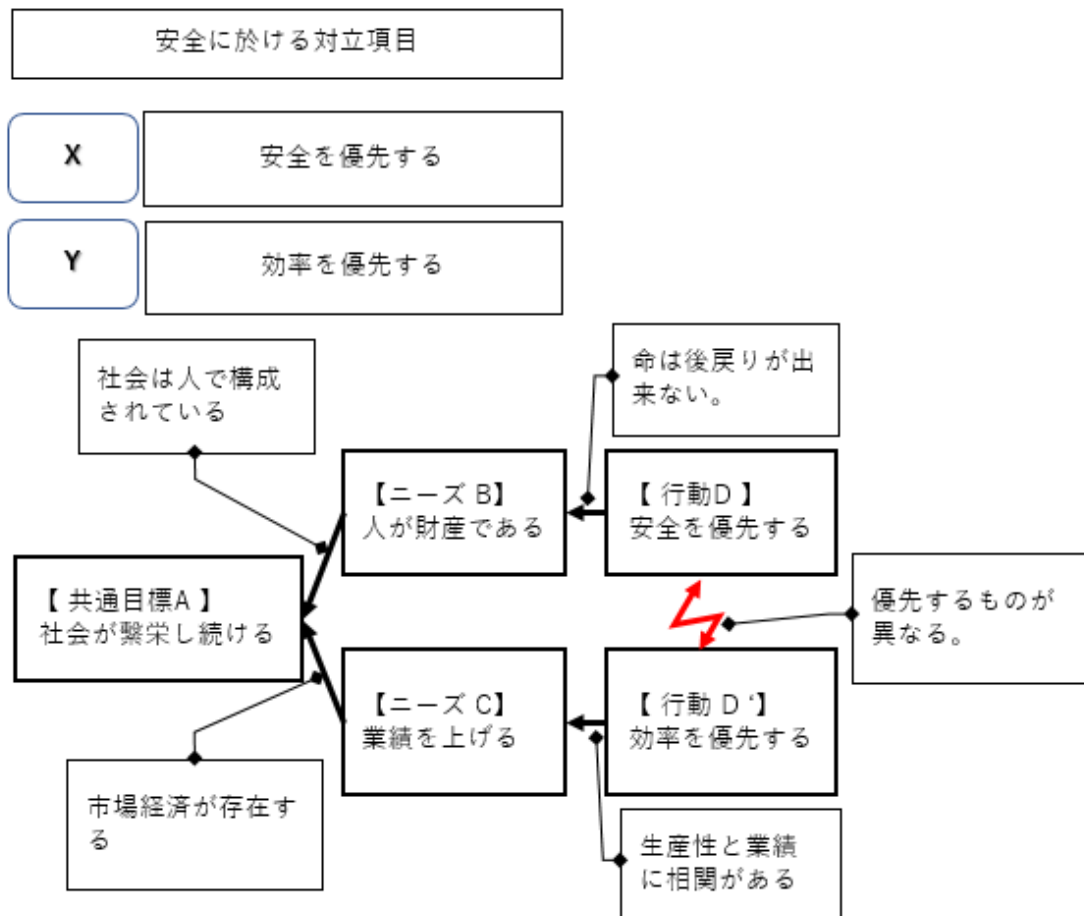


Fig. 3.20 Conflict Issues in Safety

Table 3.6 Solution for Conflict Issues in Safety

	何故対立する?	解決策は?	どうやってする?	メリットは?
1	優先するものが異なる。	優先するものを同じにする	安全と効率を阻害する共通の課題を解決する。 ... 仕事を少なくしてフローが改善し、急がされる状況が減ること危険リスクが低減させる。	安全と効率の両立は市場貢献に繋がる

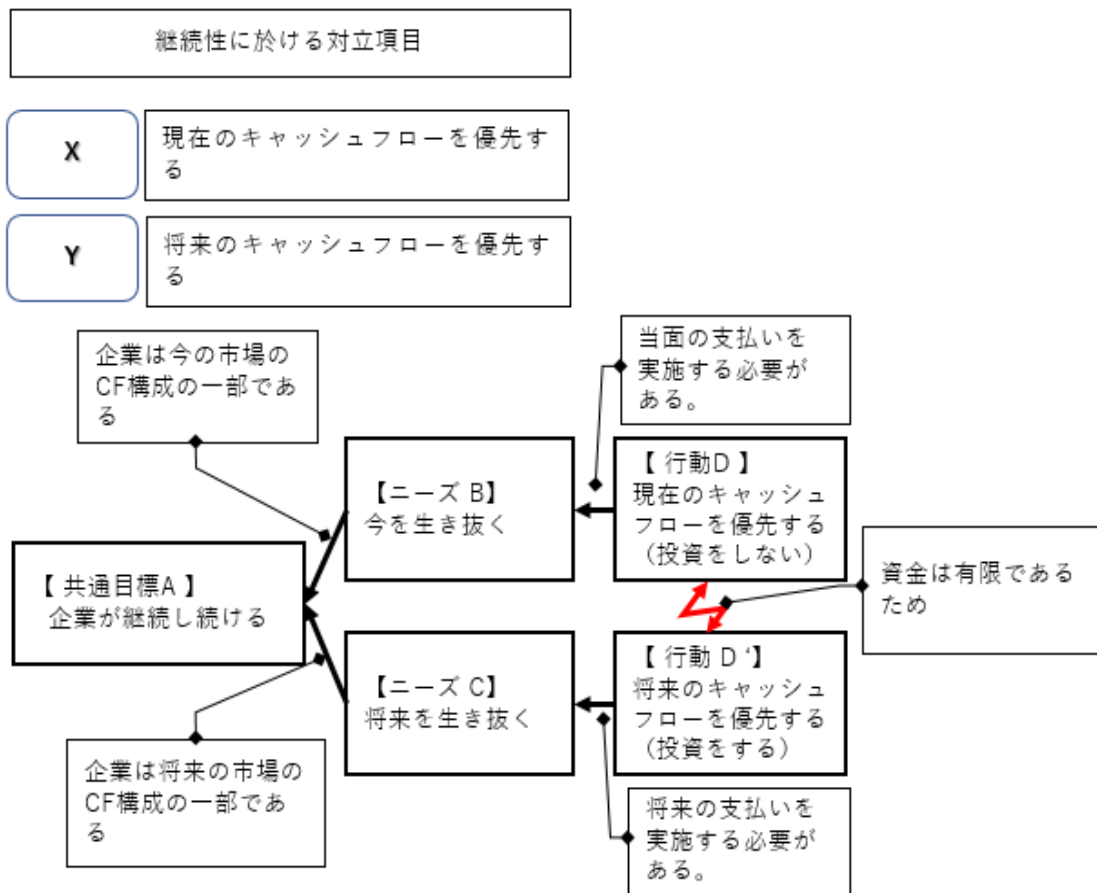


Fig. 3.21 Conflict Issues in Continuity

Table 3.7 Solution for Conflict Issues in Continuity

	何故対立する?	解決策は?	どうやってする?	メリットは?
1	資金は有限であるため	資金を無限にする	フローを圧倒的に改善し、投資回収を早め、必要資本を減らす。	生産性が向上する

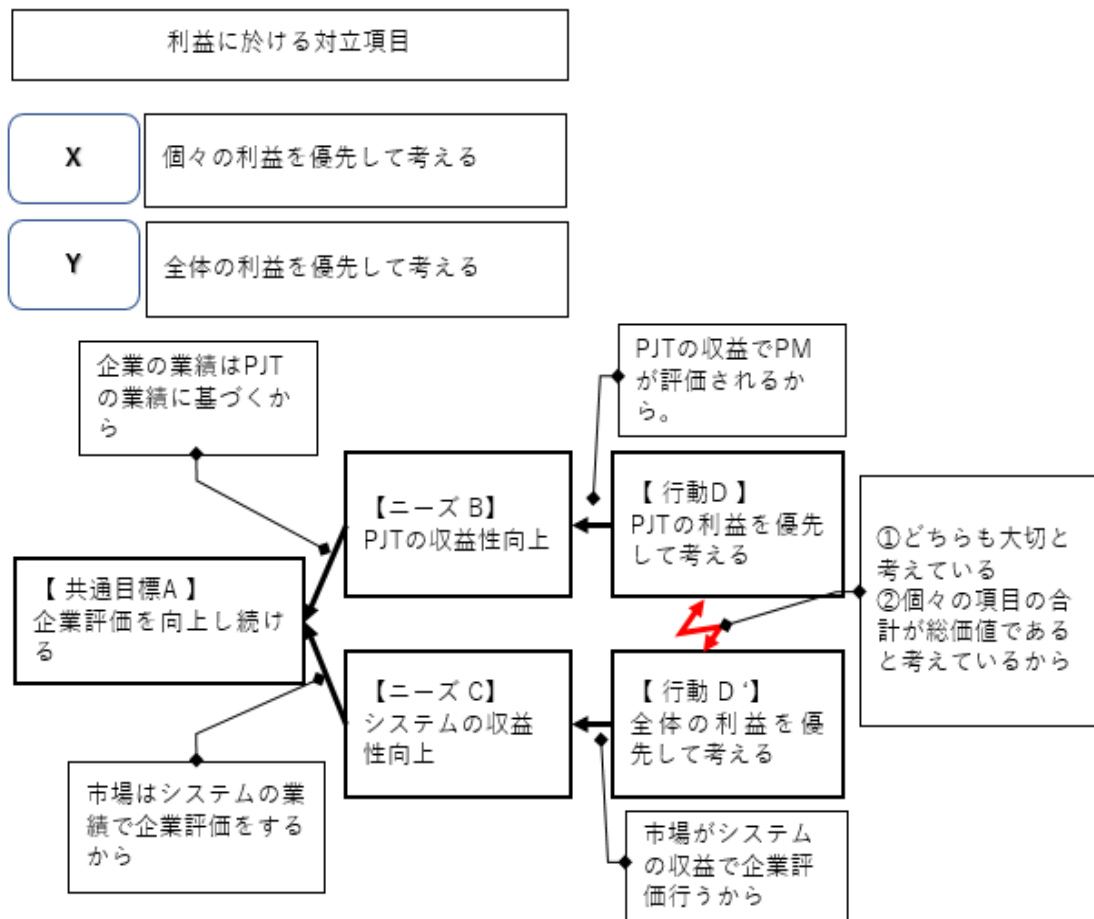


Fig. 3.22 Conflict Issues in Profit

Table 3.8 Solution for Conflict Issues in Profit

	何故対立する?	解決策は?	どうやってする?	メリットは?
1	どちらも大切と考えている	1つを大事に考える	個々の収益性の合計が全体の収益性になる方法を検討する(コスト差損失を評価する必要がなくなる)。	リアルタイムで正確な収益状況が分かる。
2	個々の項目の合計が総価値であると考えている	個々の項目の合計が総価値であると考えない	スループットの総和と固定費総和で利益を計算する。 (スループット会計の活用)	

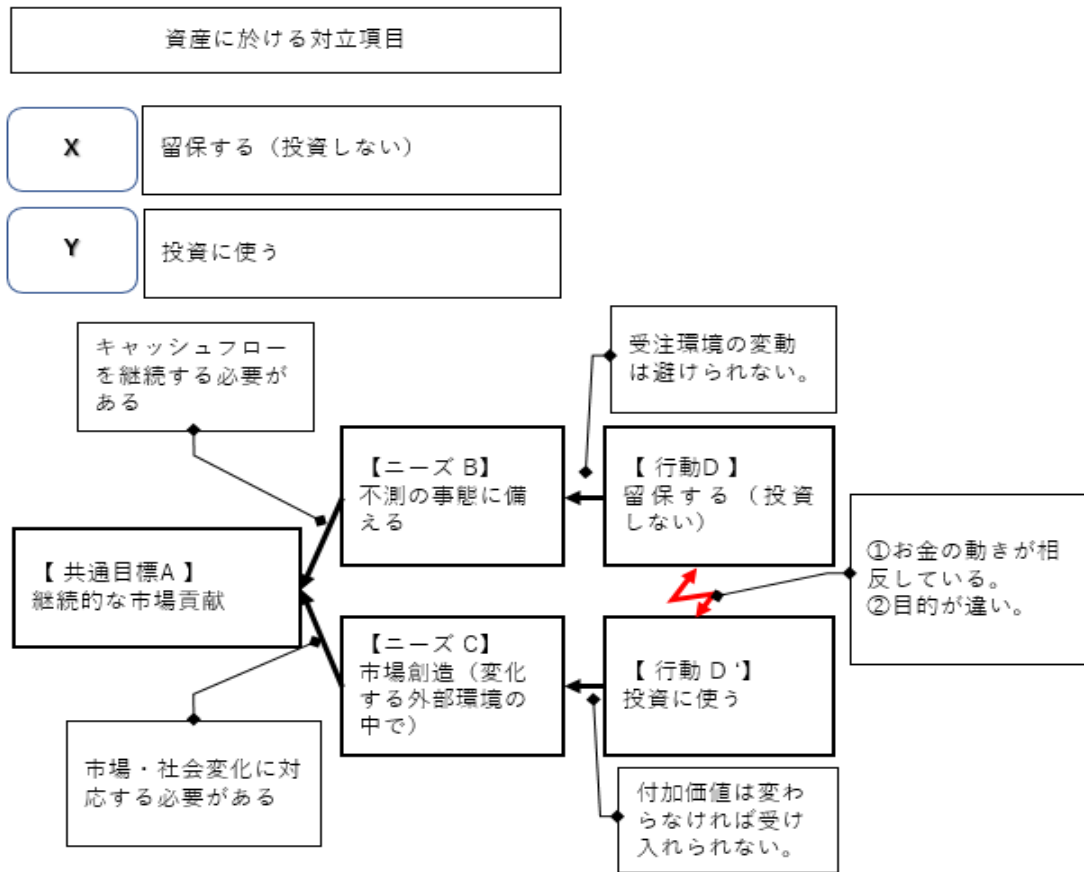


Fig. 3.23 Conflict Issues in Asset

Table 3.9 Solution for Conflict Issues in Asset

	何故対立する?	解決策は?	どうやってする?	メリットは?
1	お金の動きが相反している。	お金の動きを同じにする	目覚ましいリードタイム短縮を実現し投資回収期間を大幅に短縮	バッファー不足の不安からの解放。
2	目的が違い。	目的を同じにする	不測の事態に対するバッファーを減らす (不測の事態に対するスピードと回復力を高める)	移動資金を増やし、市場でのキャッシュフローを増やす

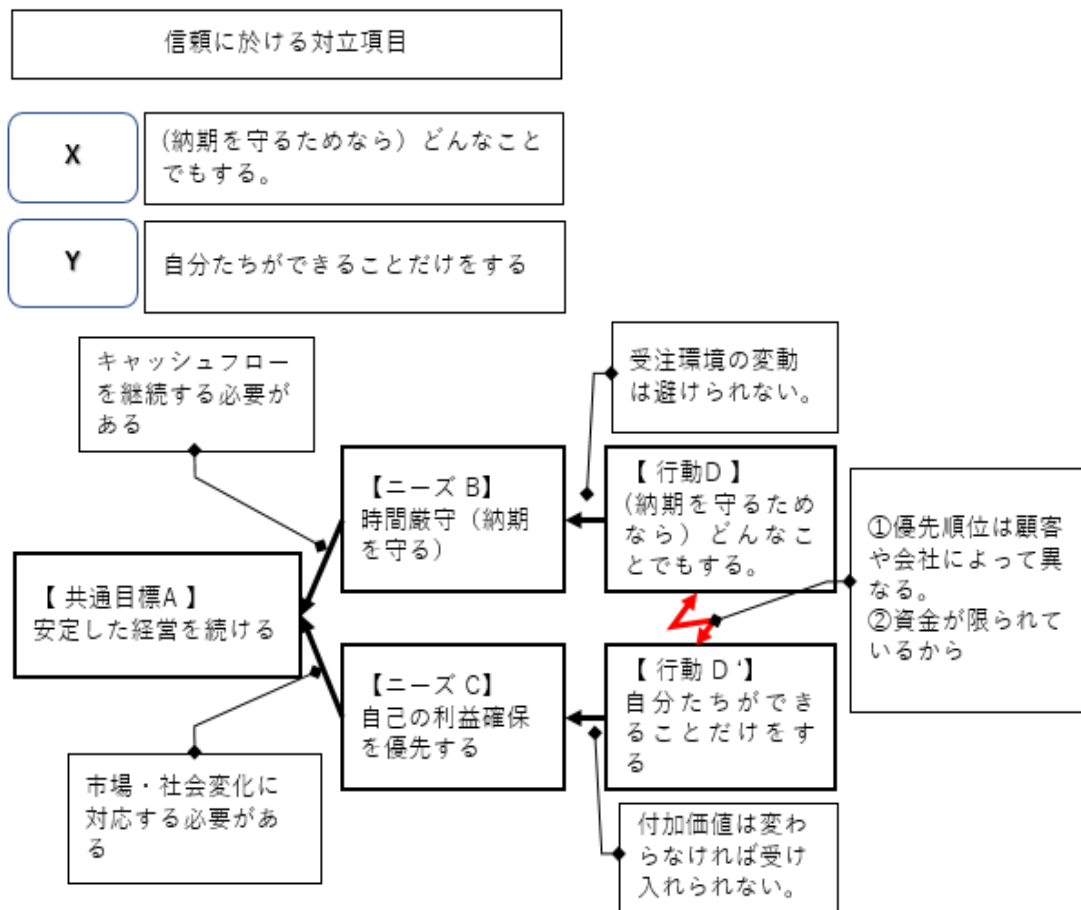


Fig. 3.24 Conflict Issues in Trust

Table 3.10 Solution for Conflict Issues in Trust

	何故対立する？	解決策は？	どうやってする？	メリットは？
1	優先順位は顧客や会社によって異なる。	顧客か自分か、優先順位を決める	顧客を優先し、提供するリードタイムを圧倒的に短くすることで、自社のキャッシュフローを安定させる。	WIN WIN となる。
2	資金が限られているから	資金を無限にする	フローを圧倒的に改善し、投資回収を早め、必要資本を減らす。	生産性が向上する

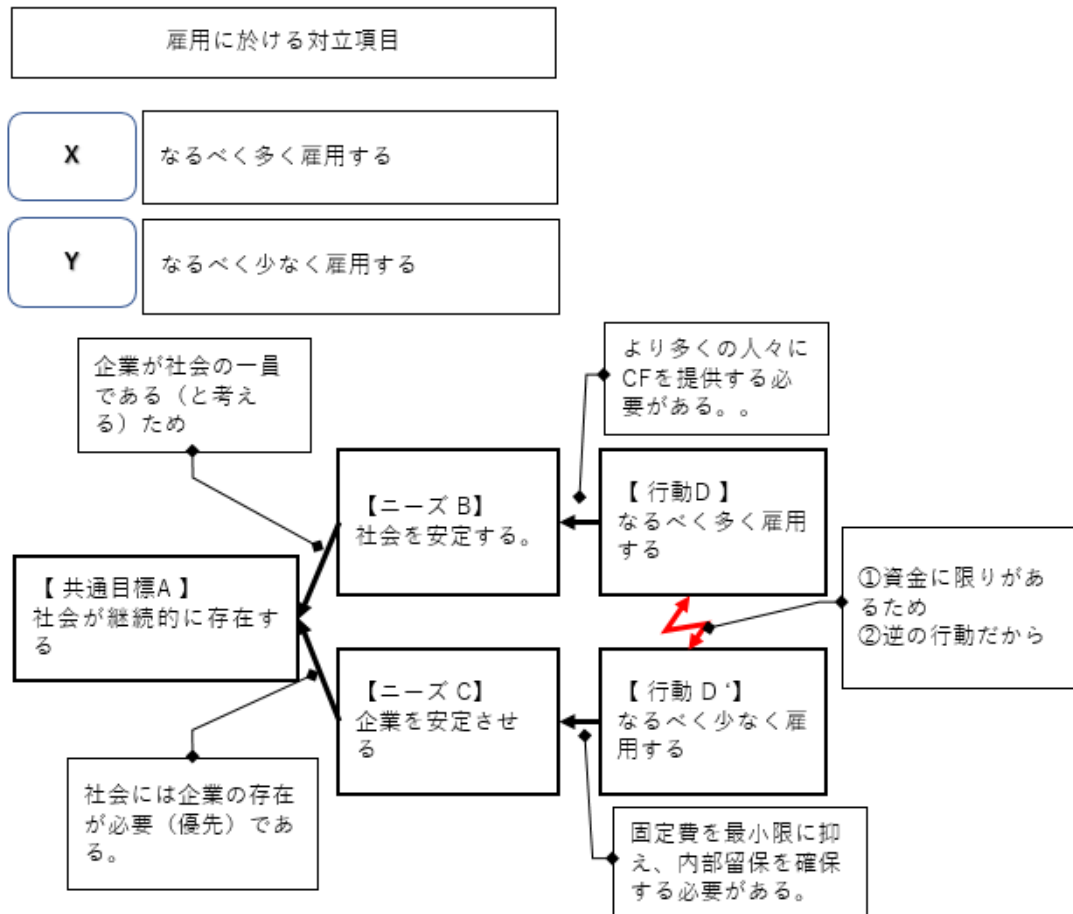


Fig. 3.25 Conflict Issues in Employment

Table 3.11 Solution for Conflict Issues in Employment

	何故対立する?	解決策は?	どうやってする?	メリットは?
1	資金は有限であるため	資金を無限にする	フローを圧倒的に改善し、投資回収を早め、必要資本を減らす。	生産性が向上する
2	逆の行動だから	同じ行動にする	会社の業績を向上させ、会社および社会で必要な人数を雇用する。	市場社会が安定する

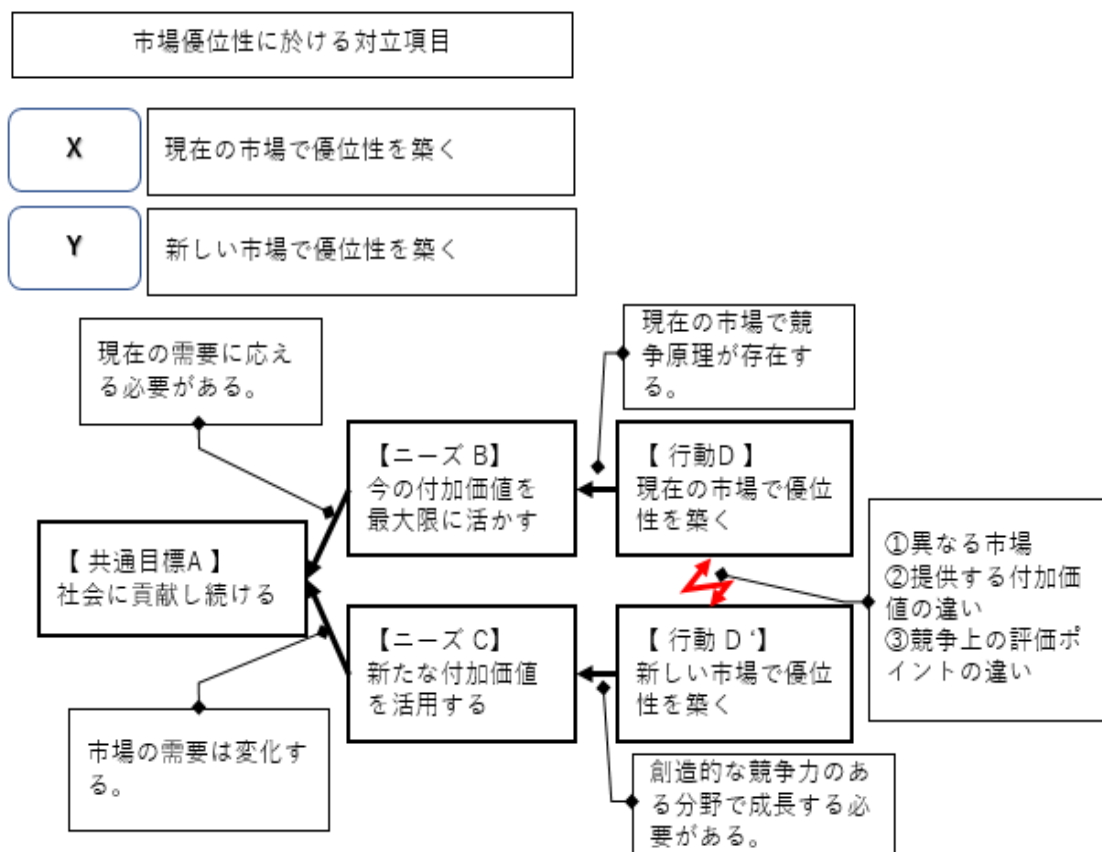


Fig. 3.26 Conflict Issues in market dominance

Table 3.12 Solution for Conflict Issues in market dominance

	何故対立する?	解決策は?	どうやってする?	メリットは?
1	異なる市場	同じ市場にする	付加価値提供のスピードを常に評価する 市場に焦点を絞る	競争力の基盤は変わらない。
2	提供する付加価値の違い	付加価値を同じにする		
3	競争上の評価ポイントの違い	評価を同じにする		

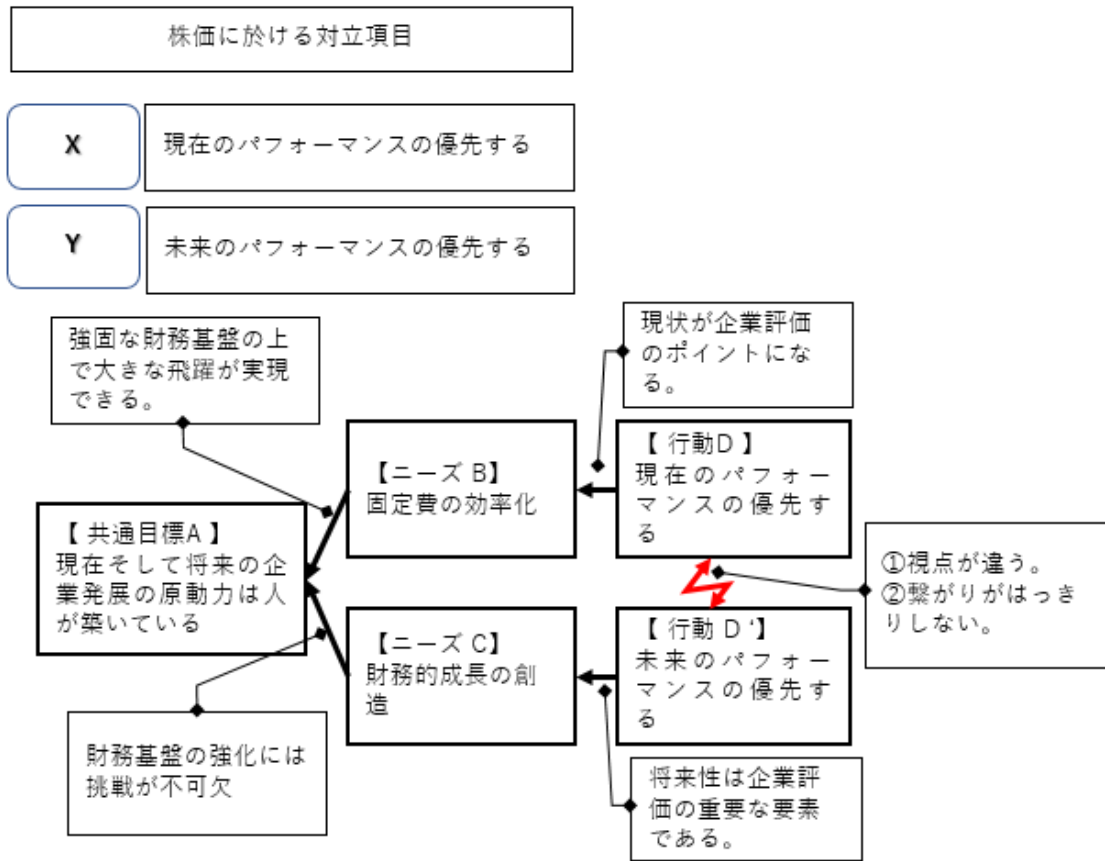


Fig. 3.27 Conflict Issues in Stock price/ corporate value

Table 3.13 Solution for Conflict Issues in Stock price/ corporate value

	何故対立する?	解決策は?	どうやってする?	メリットは?
1	視点が違う。	同じ視点にする	現在と未来をつなぐ 戦略と戦術を考える。	集中できる
2	繋がりがはっきりしない。	繋がりを明確にする		

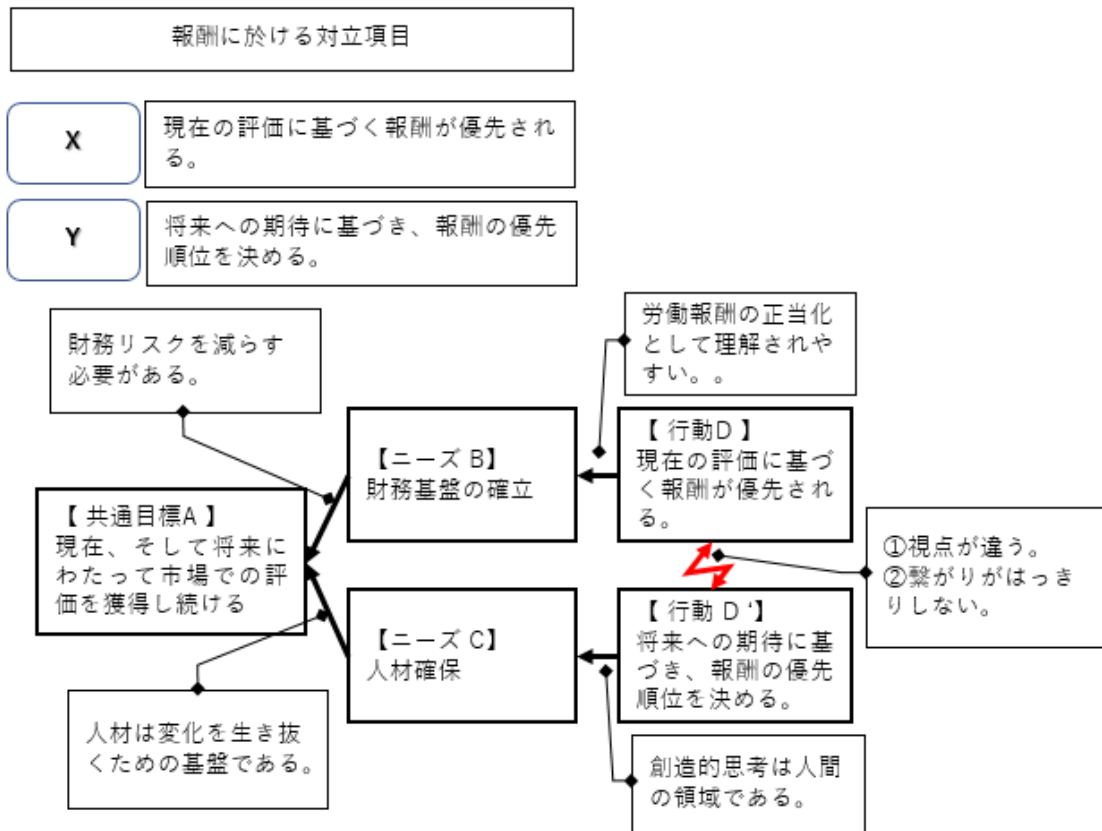




Fig. 3.28 Conflict Issues in Reward

Table 3.14 Solution for Conflict Issues in Reward

	何故対立する?	解決策は?	どうやってする?	メリットは?
1	視点が違う。	同じ視点にする	現在と未来をつなぐ 戦略と戦術を考える。	集中できる
2	繋がりがはっきりしない。	繋がりを明確にする		

Table 3.15 Conflicts that exist in business process and its solution by TOC Thinking Process

		対立		解決策	
		X	Y	1	2
1	人材マネジメント	同じように考える人々 (味方) <u>(チャレンジ(投資)しない)</u>	考え方の違う人たち (敵) <u>(チャレンジ(投資)する)</u>	意見を明確に述べる ことを雇用に対するプ ラスの評価にする。	意見を出し合い、対 立の理由を考え、そ の解決策を一緒に探 す。
2	付加価値提供	既存の付加価値の提 供する <u>(チャレンジ(投資)しない)</u>	新しい付加価値の提 供する <u>(チャレンジ(投資)する)</u>	ムダを排除して時間を作り出す。速い流れを作る。	
3	安全	安全を優先する <u>(チャレンジ(安全に投資)する)</u>	効率を優先する <u>(チャレンジ(投資)しない)</u>	安全と効率を阻害する共通の課題を解決する。・・・ 仕事を少なくして忙しさを低減し、急がされる状況が減ることで危険リスクが低減し、仕事が少ないことでムダが減り仕事の進捗が早くなる	
4	継続性	現在のキャッシュフローを優先する(投資をしない) <u>(チャレンジ(投資)しない)</u>	将来のキャッシュフローを優先する(投資をする) <u>(チャレンジ(投資)する)</u>	フローを圧倒的に改善し、投資回収を早め、必要資本を減らす。	
5	利益	PJT の利益を優先して考える	全体の利益を優先して考える	個々の収益性の合計が全体の収益性になる方法を検討する(コスト差損失を評価する必要がなくなる)。 スループットの総和と固定費総和で利益を計算する。	
6	資産	留保する(投資しない) <u>(チャレンジ(投資)しない)</u>	投資に使う <u>(チャレンジ(投資)する)</u>	目覚ましいリードタイム短縮を実現し投資回収期間を大幅に短縮	不測の事態に対するバッファーを減らす (不測の事態に対するスピードと回復力を高める)
7	信頼	(納期を守るためなら)どんなことでもする。 <u>(チャレンジ(投資)する)</u>	自分たちができるところだけをする <u>(チャレンジ(投資)しない)</u>	顧客を優先し、提供するリードタイムを圧倒的に短くすることで、自社のキャッシュフローを安定させる。	フローを圧倒的に改善し、投資回収を早め、必要資本を減らす。

8	雇用	なるべく多く雇用する <u>(チャレンジ(投資)する)</u>	なるべく少なく雇用する <u>(チャレンジ(投資)しない)</u>	フローを圧倒的に改善し、投資回収を早め、必要資本を減らす。	会社の業績を向上させ、会社および社会で必要な人数を雇用する。
9	市場優位性	現在の市場で優位性を築く <u>(チャレンジ(投資)しない)</u>	新しい市場で優位性を築く <u>(チャレンジ(投資)する)</u>	付加価値提供のスピードを常に評価する市場に焦点を絞る	
10	株価	現在のパフォーマンスの優先する <u>(チャレンジ(投資)しない)</u>	未来のパフォーマンスの優先する <u>(チャレンジ(投資)する)</u>	現在と未来をつなぐ戦略と戦術を考える。	
11	報酬	現在の評価に基づく報酬が優先される。 <u>(チャレンジ(投資)しない)</u>	将来への期待に基づき、報酬の優先順位を決める。 <u>(チャレンジ(投資)する)</u>	現在と未来をつなぐ戦略と戦術を考える。	
					
	共通の 対立 (根の 対立)	<u>投資しない</u>		<u>投資する</u>	早い流れを作り、現在と未来を繋ぎ続けていく ……> フローを武器に変化に対応する

### 3.3.3 方針制約の解消

#### (1) 製造原価評価のリスク

一般的に製造原価を下げると企業は収益が良くなると考える。所謂コスト削減が競争力を生み出すという方針である。この方針が正しいのかどうかを検討する。Fig.3.29 及び Table 3.16 は制約のリードタイムを変えないで固定費コストを削減した場合の効果を試算するためのデータとその結果である。利益は変わらず、原価差損が発生しているだけで収益は改善していない。生産数を増加させないのでコストを下げても財務数値は変化しないことを示している。コスト削減が優先されるということは方針制約があるということである。そしてコスト削減で収益が向上するというのはバイアスであることが分かる。つまり、この方針制約は解消し、適切な方針に変えることが必要である。この適切な方針を最大活用することがシステムの最適化ということになる。Fig.3.30 及び Table 3.17 は制約のリードタイムを削減することで固定費改善も実現した場合を試算したデータと結果である。大きく利益が改善していることが分かる。Fig.3.31 は制約のリードタイムの削減とシステムの生産キャパシティの相関を示したものである。制約がシステムの生産キャパシティを決定していることが分かる。製造原価を制約とするのではなくリードタイムを制約とすることが必須の方針となる。

Table 3.16 Calculation data & results on estimate of fixed cost reduction without changing LEAD TIME

CASE		1	2	3
Tcx	制約期間x	30	30	30
Tcy	制約期間y	30	30	30
Tcall	総稼働日数	250	250	250
Tpx	=Px-Cvx	12	12	12
Tpy	=Py-Cvy	14	14	14
Px	価格x	35	35	35
Py	価格y	40	40	40
Cx	=Cvx+Cfx	33.0	30.5	28.0
Cy	=Cvy+Cfy	38.0	35.0	32.0
Cvx	変動費x	23.0	23.0	23.0
Cvy	変動費y	26.0	26.0	26.0
Cfx	固定費x	10.0	7.5	5.0
Cfy	固定費y	12.0	9.0	6.0
Cfall	総固定費	100	100	100
δCf	固定費消費速度	0.400	0.400	0.400
δTpx	スループット獲得速度	0.400	0.400	0.400
δTpy	スループット獲得速度	0.467	0.467	0.467
利益		13	13	13

原価差損				
15		4	19	33

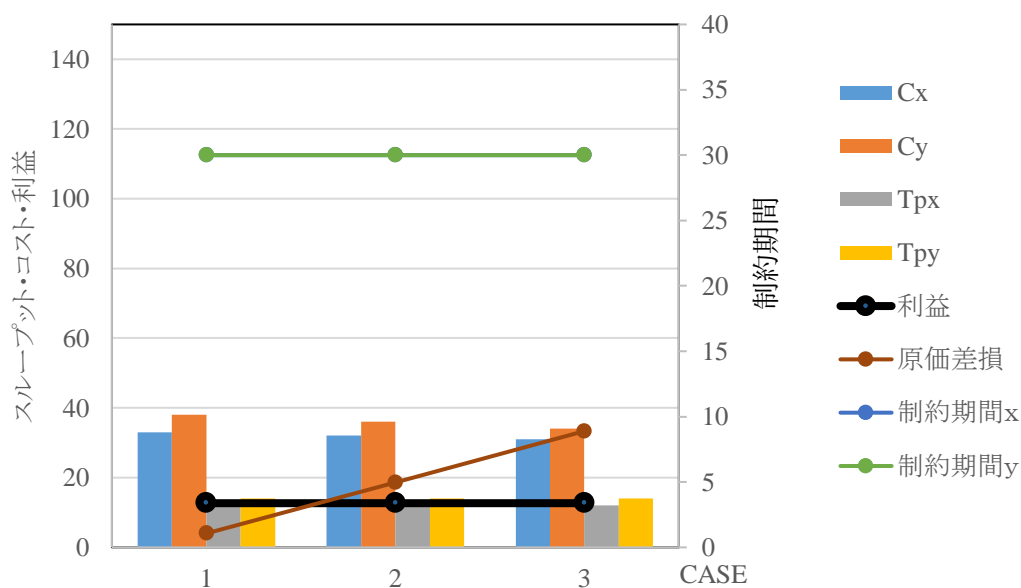


Fig. 3.29 Estimate of fixed cost reduction without changing LEAD TIME of constraints

Table 3.17 Calculation data & results on estimate of Reducing LEAD TIME of constraints with reducing fix cost

		CASE	1	2	3
Tcx	制約期間 x		30	22.5	15
Tcy	制約期間 y		30	22.5	15
Tcall	総稼働日数		250	250	250
Tpx	=Px-Cvx		12	12	12
Tpy	=Py-Cvy		14	14	14
Px	価格 x		35	35	35
Py	価格 y		40	40	40
Cx	=Cvx+Cfx		33.0	30.5	28.0
Cy	=Cvy+Cfy		38.0	35.0	32.0
Cvx	変動費 x		23.0	23.0	23.0
Cvy	変動費 y		26.0	26.0	26.0

15 原価差損: 工数単価は固定費予定を工数計画で除して計算される。なので、期間での工数消費が予定より少ないと工数単価は上方修正される。反対に工数消費が予定より多いと工数単価は下方修正される。その変化分を期末に原価差損として計上される。個別採算では期末損益は一義的に決まらない。

Cfx	固定費 x	10.0	7.5	5.0
Cfy	固定費 y	12.0	9.0	6.0
Cfall	総固定費	100	100	100
$\delta Cf$	固定費消費速度	0.400	0.400	0.400
$\delta Tpx$	スループット獲得速度	0.400	0.533	0.800
$\delta Tpy$	スループット獲得速度	0.467	0.622	0.933
利益		13	52	129
原価差損		4	3	10

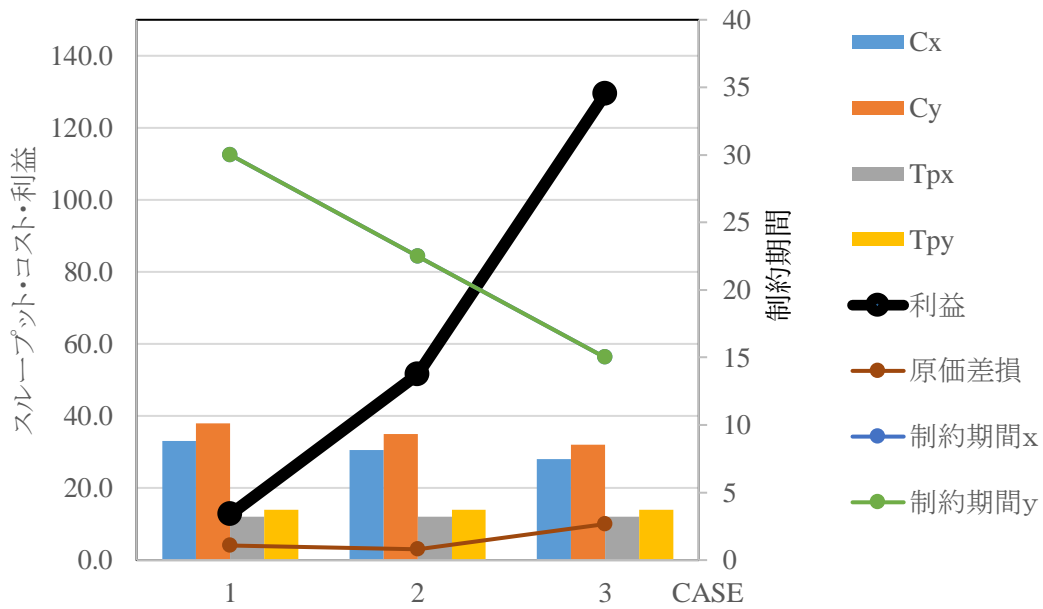


Fig. 3.30 Estimate of Reducing LEAD TIME of constraints with reducing fix cost

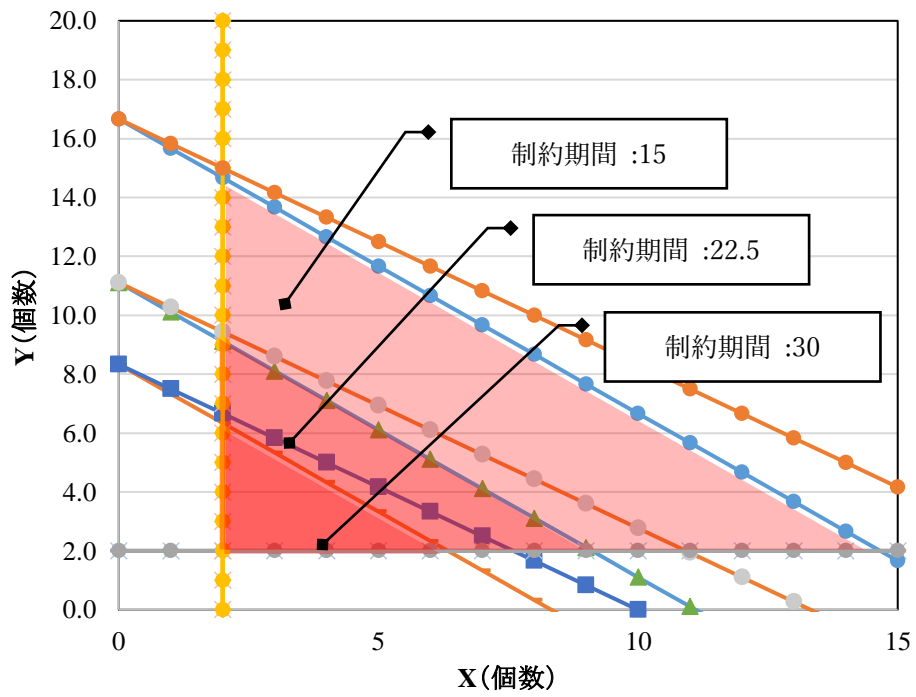


Fig. 3.31 Relationship between LEAD TIME of constraints and system output capacity

## (2)スループット会計

造船システムは船舶建造で代金を獲得し、材料費等の変動費を支払う。代金から変動費を差し引いたものが限界利益又はスループットと言う。このスループットが固定費、配当、投資の資金等の支払を可能にするのである。船舶の建造は造船システムの制約(ボトルネック)の能力(使用期間)で建造量が決定される。よって、スループットの総和も造船システムの制約(ボトルネック)が決めることになる。目的関数は(1)式のスループットの最大化、制約条件が(2)式の制約使用時間である。造船システムの最適化は目的関数を最大化することは  $Tc_i$  を短縮し  $TP_i$  を増大させることである。Profi はプロジェクトのスループットを制約使用期間で除したものでスループット獲得速度と定義する。造船システムの総スループット TP は固定費の財源であるので最低でも固定費より大きいことが必要である。過少な場合は内部留保を消費することで倒産を回避する。固定費の消費速度  $CF_v$  は総固定費を制約の総稼働時間を除することで定義する。プロジェクトの収益性はプロジェクトのスループット獲得速度を固定費の消費速度より大きくすることが必要である。つまり造船システムのベンチマークであるリードタイムの短縮が個別のプロジェクトの収益性とも整合する。このようにスループットに着目した財務管理手法をスループット会計と言う。代金から製造原価を差し引いた個別採算で黒字となっても、このプロジェクトの制約使用期間が長くスループット獲得速度が固定費消費速度よりも小さいとこのプロジェクトはシステムの財務に悪い影響を与える。スループット会計はキャッシュに着目した財務マネージメントであり、原価会計のように固定費単価が変化するようなことはない。

$$TP = \sum TP_i \quad \dots(1)$$

$$TC = \sum TC_i < Top \quad \dots(2)$$

$$Profi = TP_i / TC_i \quad \dots(3)$$

$$CF_v = CF / Top \quad \dots(4)$$

プロジェクトの収益性条件

$$Profi > CF_v \quad \dots(5)$$

TP : 造船システムの総スループット

$TP_i$  : PROJECT i のスループット

TC : 造船システムの総制約使用期間

$TC_i$  : PROJECT i の制約使用期間

Top : 制約の総稼働期間(日数)

Profi : PROJECT i のスループット獲得速度

CF : 造船システムの総固定費

$CF_v$  : 造船システムの固定費消費速度

### 3.4 フローマネジメント法

フローマネジメントはシステムの流れを良く(早く)して、システム全体の生産性と収益性向上を実現するためのマネジメントを言う。システムの特徴を理解したうえで適切なマネジメント方法を明らかにする。

#### 3.4.1 システムの特性

Fig.3.32 はシステムの特徴を示したものである。システムには繋がりと揺らぎがある。そしてボトルネックが存在している。ボトルネックはシステムの繋がりの中の最も能力の低いところであり、システム全体の生産性はこのボトルネックで決定される。Fig.3.33 は造船システムに投入されるプロジェクトのモデルの特性を示した。プロジェクトにはそのリードタイムを決定するクリティカルパスと非クリティカルパスが存在する。また、その工程にはシステムの設備制約を占有している工程がある。通常は建造ドック・船台である。船舶の建造数は個のプロジェクトの設備制約支配時間により決定される。設備制約期間が長ければ建造数は少なくなる。リードタイムの改善箇所がクリティカルパスなのか非クリティカルパスなのか、また設備制約工程なのかでシステムへの影響が異なることを整理している。投資回収が出来るのは設備制約期間を短縮して生産量を増やすケースだけである。クリティカルパスに於ける改善は納期遅延リスクを回避する上では効果があるが、投資回収のお金は獲得できない。非クリティカルパスはシステムには何ら影響を与えない。

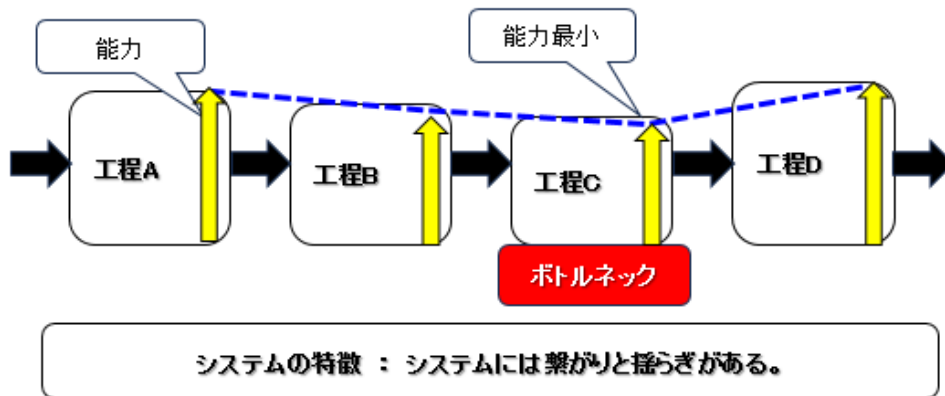


Fig. 3.32 Characteristics of the production system

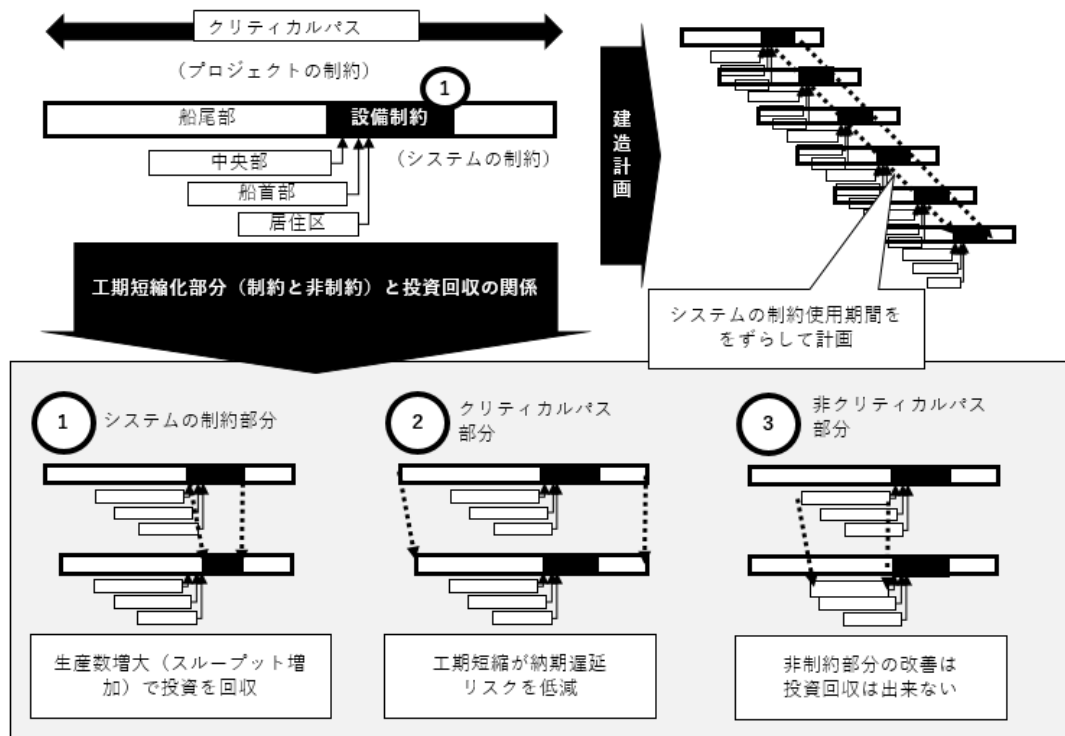


Fig. 3.33 Effects of critical and non-critical paths on the system

### 3.4.2 流れの特性

フローを改善する上では基本的なシステムの現象をロジカルに理解する必要がある。

#### (1) システムの渋滞回避

我々は、道路にある量を超える大量の車が進入するとやがて渋滞が生まれる。東大の西成教授は高速道路で車の密度がある閾値を超えると渋滞が発生することを渋滞学<sup>16</sup>で紹介している。交通渋滞と同様にシステムに大量の仕事を同時に投入すると仕事の流れが悪くなる。Fig.3.5 にマルチタスクを停止することでフローが改善されることを思考プロセスで表現した。TOC ではマルチタスクゲームという体感型のシミュレーションゲームでこのロジックが学べる。Fig.3.34 にマルチタスクゲームの仕事を示す。3つのプロジェクトがあり、それぞれ20個の数字、文字、図形を書くことが仕事である。この3つのプロジェクトを同時に進行するマネージメントと1個ずつ行うマネージメントで仕事の完了時間を比較する。Fig.3.35 は結果の1例である。Fig.3.36 に2つのマネージメント結果の比較を示す。今やらないことを決めて、タスクを少なくすると流れが改善する重要なロジックである。Fig.3.37 にマルチタスクゲームでマネージメントの違いにより目覚ましくリードタイムが短縮された理由を示す。このゲームでの仕事は数字・文字・図形を書くことが仕事であり、極めて簡単な仕事で

16 西成活裕:渋滞学,新潮社,pp287,2022

あり、その付加価値時間である書く時間は 2 回とも大方同じと考えられる。すると違うのは仕事を遂行するうえで生まれるムダ [11]の時間である。同時にプロジェクトを始めると簡単な仕事も次は何を書かなければいけないかと頭の中で考えたり書いたものを確かめたりする段取り替えというムダの時間が多く生まれる。今やらないプロジェクトを決めて 1 つずつのプロジェクトを実行することで多くのムダが削減され目覚ましいリードタイム短縮が出来る。エンジニアリングは付加価値行動の改善を目指すがこの改善は付加価値行動以外のムダを削減することで大きなリードタイム短縮を実現する点が注目すべき点である。ムダ時間は付加価値行動時間に比べて極めて多いことがマルチタスクゲームからも理解できる。

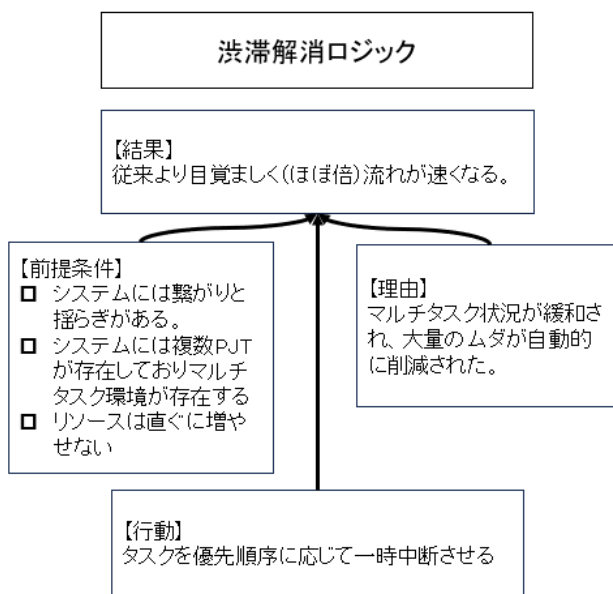


Fig.3.34 Logic of worse flow due to multitasking

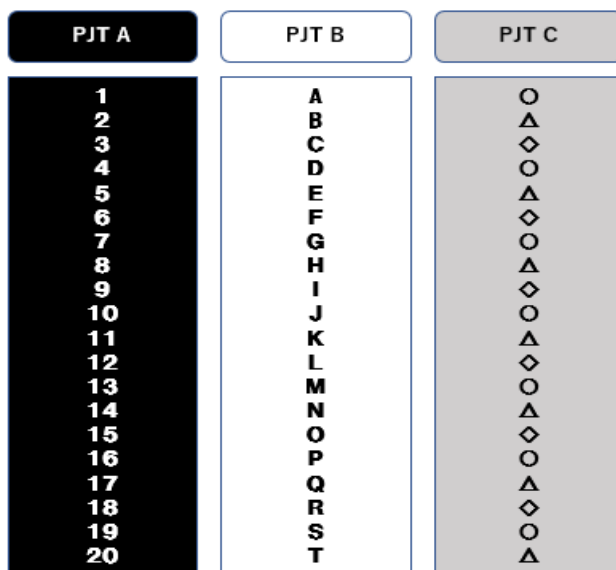


Fig.3.35 Task of 3 projects of multi-task game

### マルチタスクゲーム結果

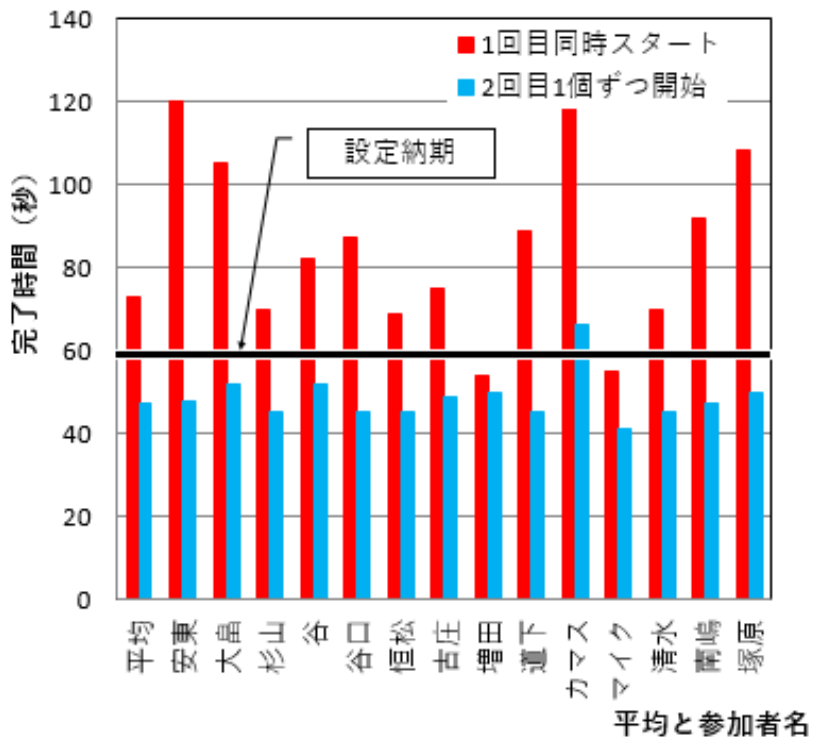


Fig.3.36 Results of multi-task game

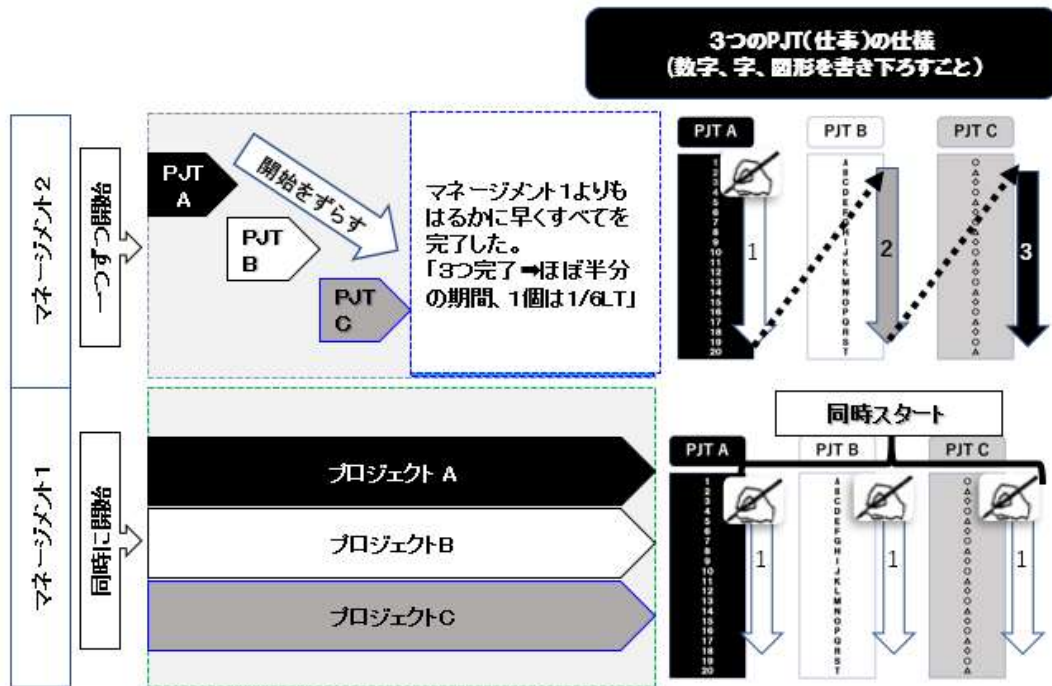


Fig.3.37 Overview on results of multi-task game

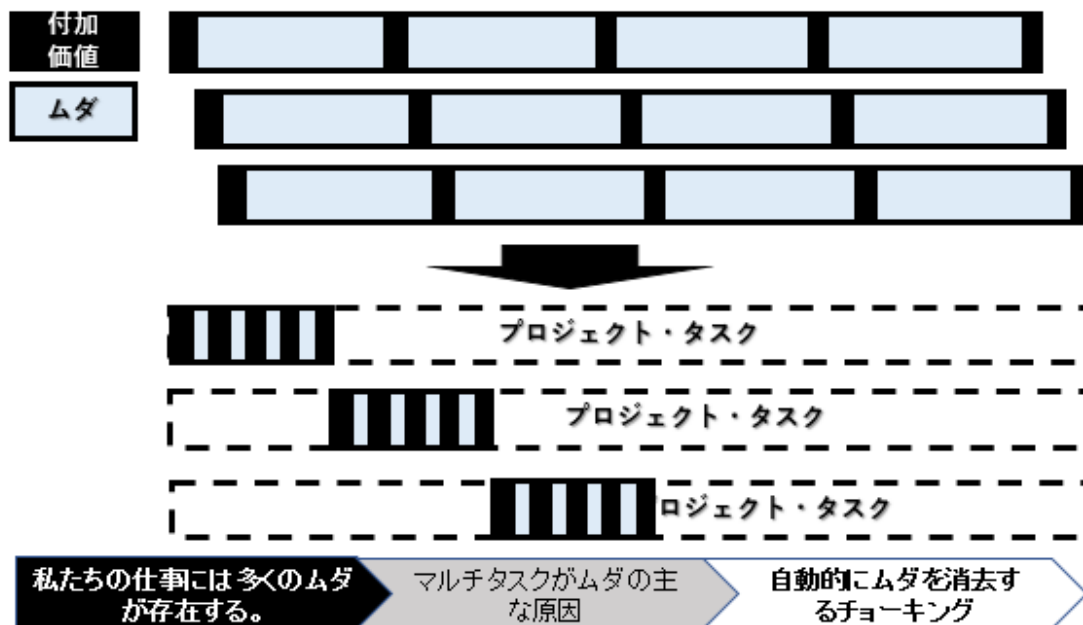


Fig.3.38 Reasons of shortening LEAD TIME learned from multi-task games

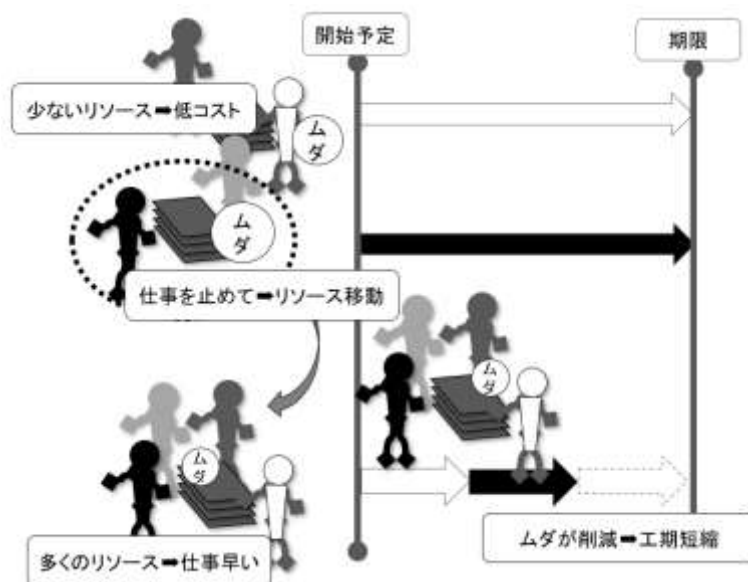


Fig.3.39 Injecting One by One create better flow by eliminates MUDA

(2) 仕事の加速

リードタイムを短縮するには当然仕事を早く進める必要がある。従来よりも早く進める方法を理解する必要がある。Fig.3.39 は 2 人で仕事をするより 4 人で仕事をする方がより早いことを示している。Fig.3.40 は仕事を加速するロジックを示したものである。この行動を阻害するのが、リソースが存在しないということとより多くのリソースを投入するとコストが嵩むというネガティブな判断である。リードタイム短縮は仕事を早く進めることが肝要であるのでこのロジックの活用は重要である。Fig.3.39 に示すようにリソースは今行わない仕事を決めることでリソースが獲得できる。

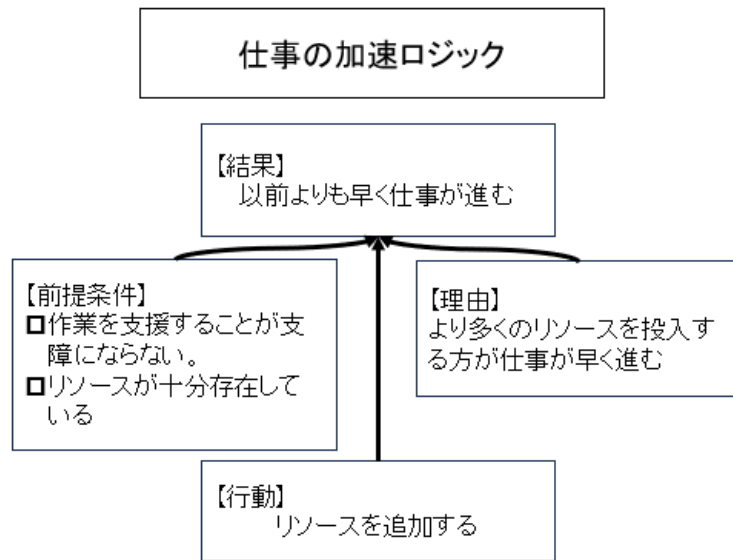


Fig.3.40 Logic to accelerate work

### (3) 期限遵守

我々は生活や仕事の中では期限というものが存在している。組織や社会が調和するためには必要なものであろう。仕事には常に期限を設定してするようにと上司からの指導も良くある。期限を守る方法は何かを考えると、Fig.3.41 に示すように約束の期限までにバッファ<sup>17</sup>を要して仕事をするのである。我々は大切な約束や飛行機に乗るときにも必ずバッファを考えて行動を始める。

プロジェクトに於いて7つの期限を設けてプロジェクトを遂行すると何が起きるかを考える。このプロジェクトで全ての期限を遵守して実行した場合のリードタイムを Fig.3.42 に示す。このプロジェクトのクリティカルパスの中に存在したバッファが消費されるためにプロジェクトのリードタイムが長くなっていることが分かる。期限を守ることはプロジェクトのリードタイムを長くし、プロジェクトの納期遵守にリスクを与えている。Fig.3.43 はプロジェクトの期限を1つとした時のプロジェクトのリードタイムを示したものである。バッファの消費が削減されてリードタイム短縮している。

繋がりと揺らぎがあるシステムでのプロジェクト遂行は成るべく期限を設けない方がリードタイム短縮され、プロジェクトの納期を守ることが出来るというロジックが分かる。陸上競技でのリレーは走者間のバッファを排除するのでタイムが短縮されるのである。Fig.3.44 にシステムがプロジェクトの納期を守るためにリードタイムを短縮するロジックを思考プロセスで示した。Fig.3.45 はバッファーマネジメントと仕事の投入マネージメントが引き出すリードタイム短縮を示したものである。

<sup>17</sup> バッファ: 期限を守るための余裕を計画に入れること。実際の企業ではバッファは個人固有の内蔵するものであり、公にバッファが示されていない。TOCのCCPMではこのバッファを排除する為に全てのタスクの工程を強制的に半分にして、進捗の揺らぎを吸収するためのバッファをゴールの前に設けてマネージメントが管理を行う。

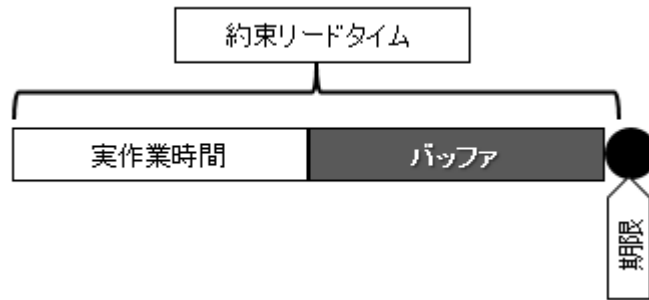


Fig.3.41 Ways to meet deadlines

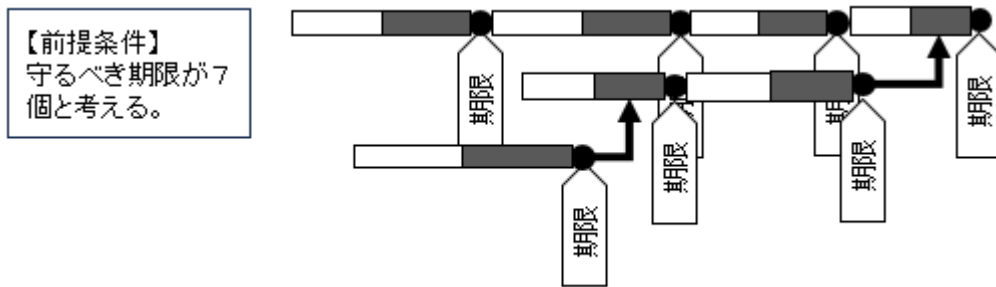


Fig.3.42 Projects with seven(7) deadlines

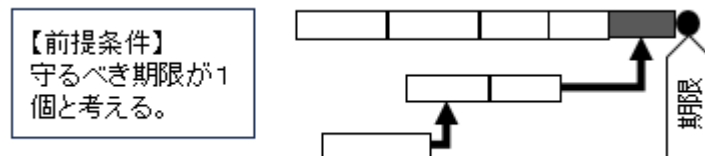


Fig.3.43 Projects with one(1) deadlines

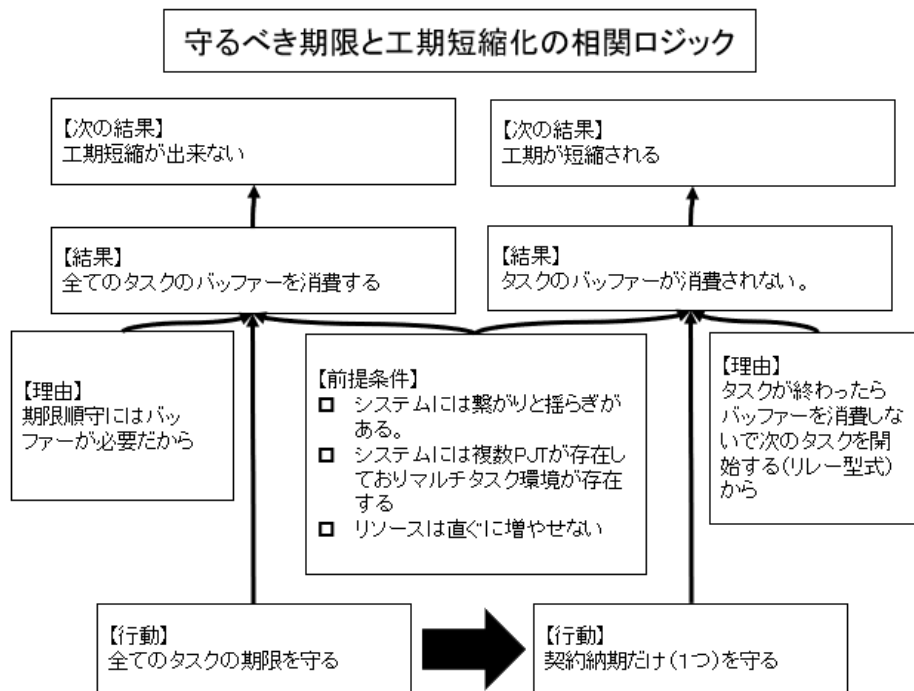


Fig.3.44 Logic for meeting project deadlines

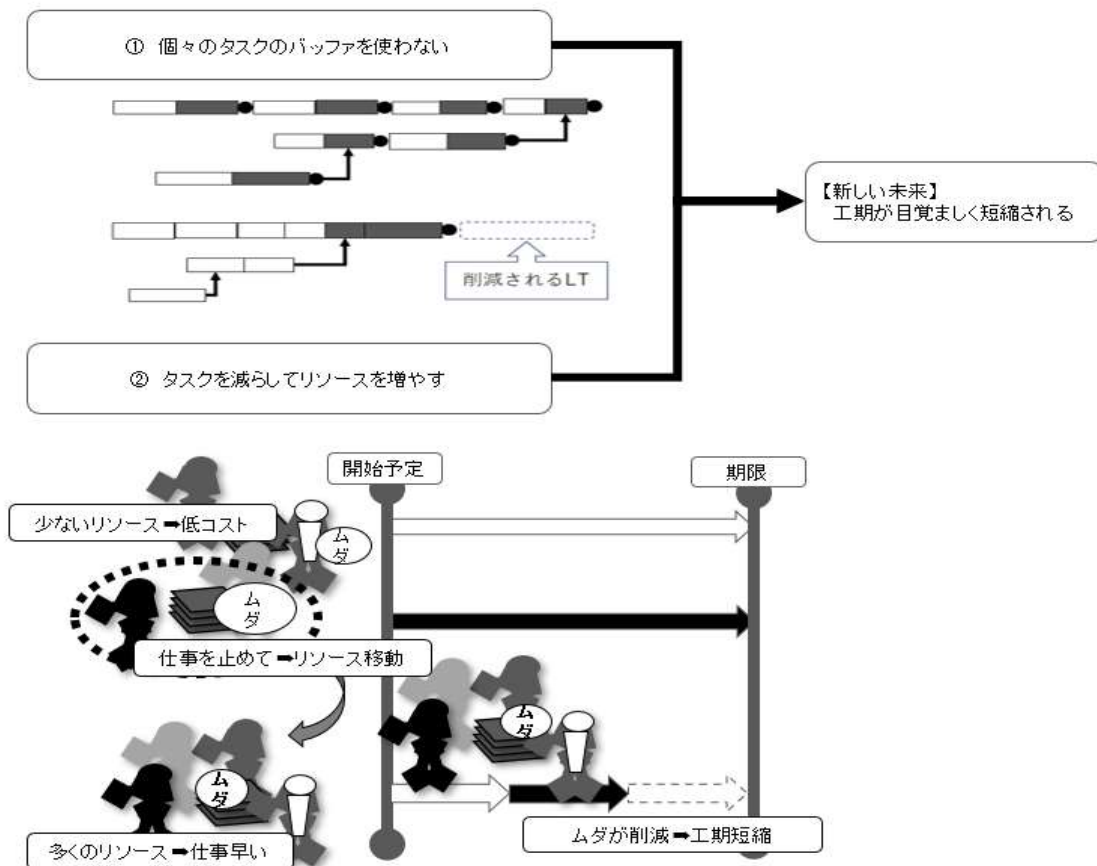


Fig.3.45 Remarkable reduction in LEAD TIME created by buffer consolidation and task injection management

(4) リードタイムを生み出す3大要素

思考プロセスを使いリードタイムを短縮する重要なロジックを検討した。それらを纏めるとFig.3.46になる。

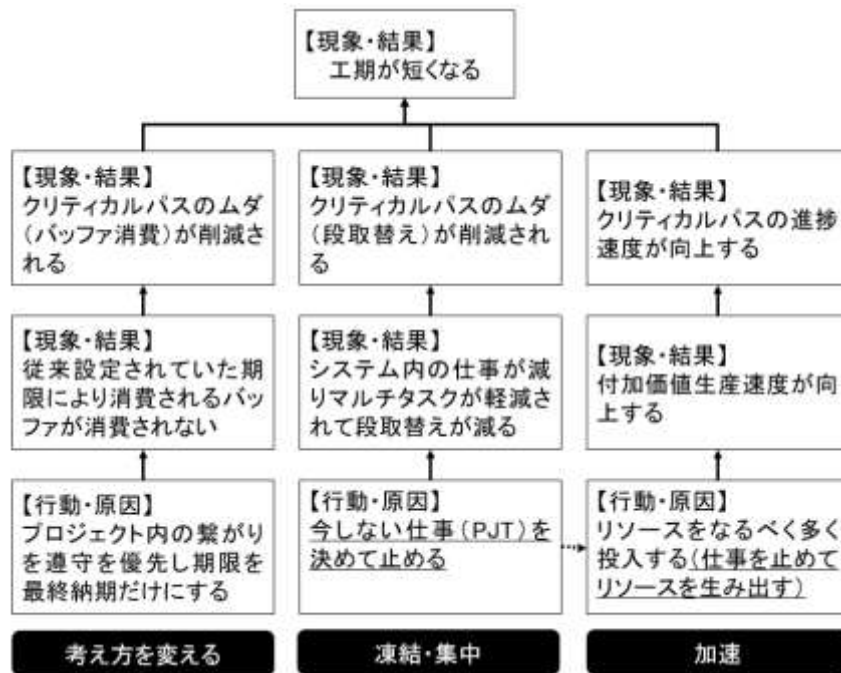


Fig.3.46 Critical logic to shorten リードタイム

流れの特性と実現方法を以下に示す。

- (1) システムへの仕事の投入を少なくすると流れが良くなる
- (2) 期限を少なくすると、バッファの消費(待つムダ)が少なくなり流れが良くなる
- (3) なるべく多くのリソースを投入すると仕事が加速される

これらは、以下の対応で容易に実現できる。

- (1) はシステムの同時実行プロジェクト・タスクを一時的に止めることで実現できる。
- (2) は期限どおり実行する考えから順序どおりに仕事をする。リレー方式コンセプトを周知することで実現できる。プロジェクトの期限を守るためには全体のバッファが必要であり、バッファーマネージメントを導入することで実現できる。
- (3) 同時に実行するプロジェクトやタスクを少なくすることで外部から招聘することなくより多くのリソースを投入できる。

### 3.4.3 バッファーマネージメント

納期を守るためにはバッファが必要である。システムの成長にはリードタイム短縮が重要である。この 2 つの課題を解決するのがバッファーマネージメントである。Fig.3.47 にバッファーマネージメントの考え方を示す。バッファーマネージメントでは個々のタスクのバッファを排除するので通常のリードタイムの半分で工程を計画する。工程によって時間内で終わるものやバッファで吸収すべき工程が生まれる。Fig.3.47 は進行タスクの担当者に対して「あと何日掛かるか？」質問をしたところ、「10 日」という答えが返ってきた。すると後工程は図のように全体が後方にずれてバッファを消費して工程の遅れを吸収する。Fig.3.48 は答えが「2 日」というケースを示している。すると進捗が計画よりも進み後工程が左にずれることになる。するとバッファを消費するのではなく、新たにバッファを作ることが出来る。このように常に進行タスクに対してあと何日掛かるかを聞き出すことでバッファの消費状態を得ることが出来る。Fig.3.49 はクリティカルパスの進捗とバッファの消費量をモニタリングすることでプロジェクトの進捗管理を行う。図中の緑のエリアは安全域なので何も行動を起こさない。黄色の部分にはバッファの消費状況が悪化する懸念があるため、事前の対策を考え準備をする。赤色の部分に入ると事前に準備した対策を実行しバッファの消費状態を正常化させる。このようにして、危険な時にだけ対策を打つこと効率的な管理を実現する。

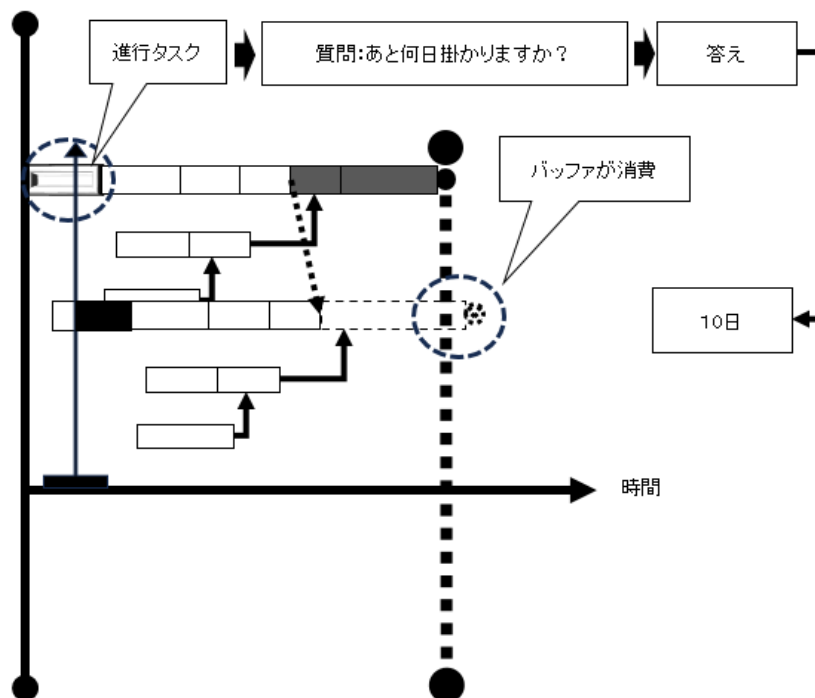


Fig. 3.47 Buffer management system (Absorbing delay)

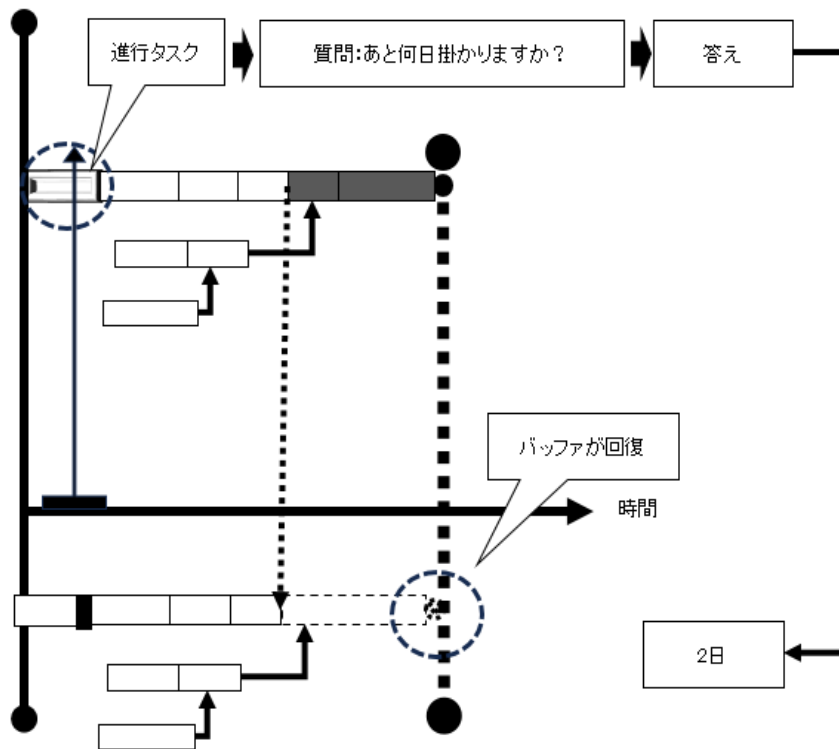


Fig. 3.48 Buffer management system (Creating buffer)

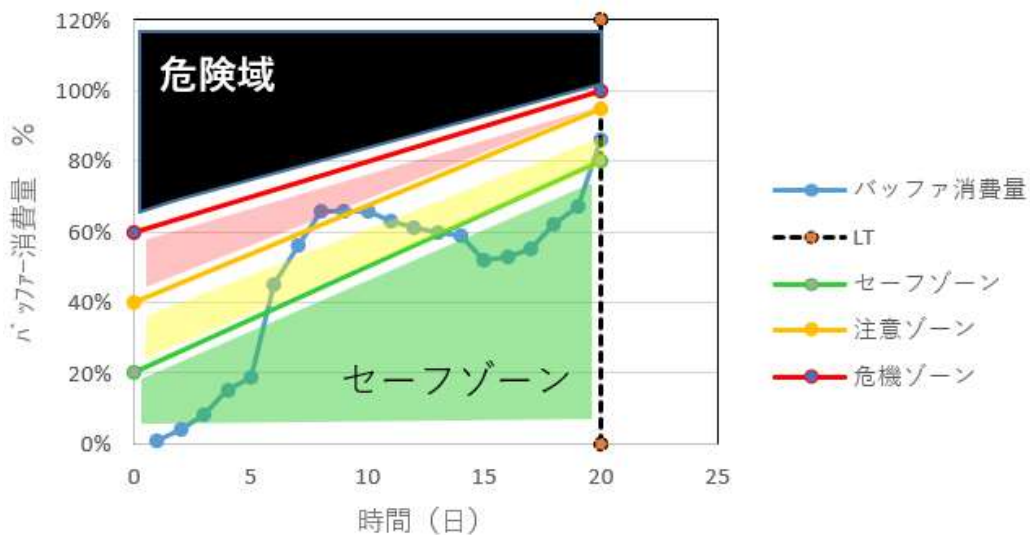


Fig. 3.49 Buffer management system (Monitoring)

### 3.4.4 フロー管理の進め方

#### (1) フロー管理導入前の準備

フロー管理は従来の管理とは異なるため経営者や組織は変化への抵抗を示す。よって、導入するまえには先ずバイアスを排除するための思考プロセスの学習とフローの基礎を学ぶ必要がある。その後にはフロー管理導入の提案をすることになる。提案の相手は組織の

方針の決定権を持つ経営者となる。経営者に思考プロセスとフローの基礎を学ぶ機会を獲得するのは極めて困難である。このプロセスについては次節で議論をする。経営者の同意が獲得できると次に関係者で思考プロセスのアンビシャスターゲットを使い造船システムの大きなビジョンに繋がる改善工程を作成する。この作成前にはリーダーは事前に作成し全員での作成プロセスのパイロット情報として準備しておくが良い。皆で作成するとダイナミズムも生まれてより実用的な工程表が生まれる。また、自分たちで作成したので実現したいという動機の醸成も期待できる。この工程表の中にフローマネージメントの導入部分を明らかにし共有し、導入工程を具体化する。導入までの大きな流れを Fig.3.50 に示す。

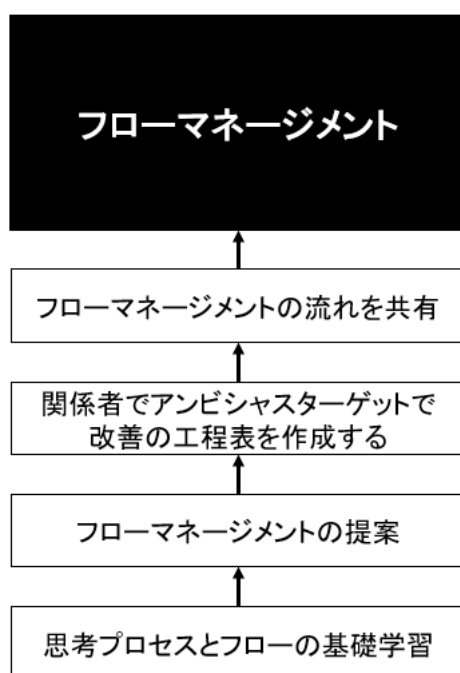


Fig.3.50 Flow chart for flow management implementation

## (2) フローマネージメントの進め方

TOC では S&T ツリー (Strategy & Tactics tree の略) という思考プロセスを活用したフローの導入プロセスを整理したものがある。造船のような受注型のシステム用に整理された S&T ツリーを活用することが出来る。Fig.3.51 にその流れを示す。

### 1) 凍結

今止めるものを決める最も重要なプロセスである。このステップをスキップすると流れが反って悪くなり導入失敗することになる。極めて重要なプロセスである。

責任ある関係者でプロジェクトや改善活動の優先順位を決める。優先順位が決まると

25%に相当する仕事量と推測されるだけの優先順位の低位のプロジェクトや改善活動を止める。

2) 加速

従来はなるべく少ないリソースを割り当てるマネージメントであるが、より多くのリソースを投入する変更を行う。凍結されたプロジェクトにより仕事を失ったリソースの再配置も効果的である。

3) 解凍

プロセス(1)の凍結で中止したプロジェクトの再開のタイミングを協議する。自分たちの仕事のピークなど経験値も十分あるので負荷が大きくなる時期を関係者で決定する。

4) 新しい PJT の投入

解凍と同様にシステムの負荷が高くない新しいプロジェクトの導入タイミングを決める。

5) フルキット

何事も十分な準備が出来ていると仕事は順調に進む、不十分な準備で暫定的に開始をするために、後戻りや品質不良を引き起こす。準備の仕事と、実際の仕事を関係者で仕分けを行い、仕分けされた準備が完了しないとプロジェクトは開始できない仕組みを関係者で決める。準備は凍結により生まれるリソースが専属で対応する。準備の確認と解凍の指示は指名された専属のマネージャーが行う。プロジェクトの開始を遅らせるので準備の完了も実行しやすくなる。

6) 顧客の凍結への懸念解消

顧客も自分のプロジェクトが凍結されるとネガティブな懸念を持つので懸念払しょくする対応が必要である。納期遅延が常態化しているシステムは極めて強い反発が予想される。リードタイム短縮の実現こそ解決策となる。

7) 組織の優先順位

常に組織の優先順位を決める仕組みを構築し、組織が優先課題を支援するマネージメントを展開する。

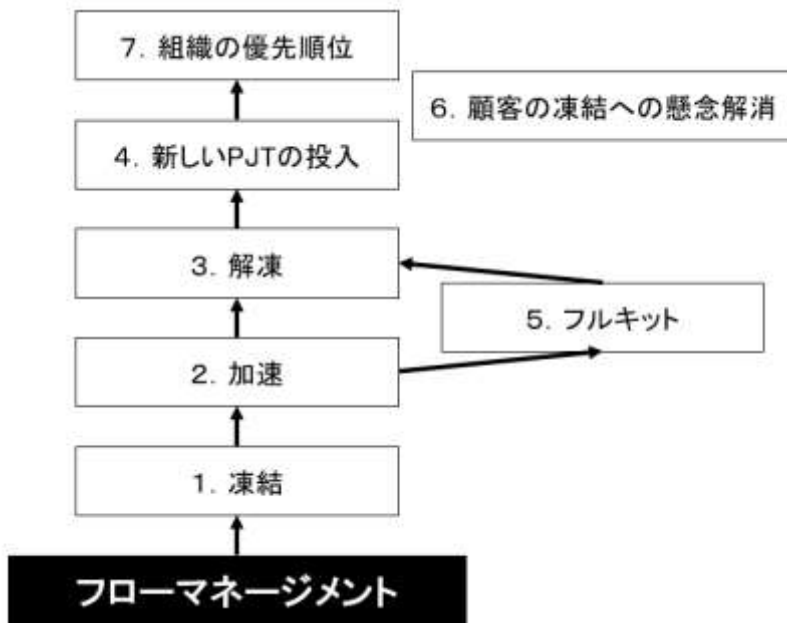


Fig.3.51 Flow implementation flow (S&T tree for TOC order-based system)

### 3.5 組織の課題解決のための必要条件

フロー重視のマネージメントを導入する場合、3.2.7 で紹介したバイアスが実在する場合は組織としては大きな変化を必要とするのでネガティブな抵抗を受ける可能性が多い。前節ではバイアスを排除するための思考プロセスとフローの基礎を学ぶ必要があることを指摘した。それは粛々と学習過程を経てフロー重視のマネージメントへ移行することであるが、実際の企業活動では学習を行う余裕がないのが現状であろう。経営者の学習による理解以外ではどのような状況で導入が可能であるかを考える。経営者は下位のものに学習を指示することはあるので、下位の者が学習をすることは左程難しい課題ではない。下位の者が学習をして理解し、経営者が学習機会もなく理解していない場合に経営者がフローマネージメント導入への同意を行うロジックを考える。Fig.3.52 に思考プロセスを使って同意を得る理由を考えた。2 つのケースが考えられる。身近な成功事例でその効果を理解することと、経営者が窮地に立つことである。これ以外はなく、経営者が窮地に直面するまで待つしかない。

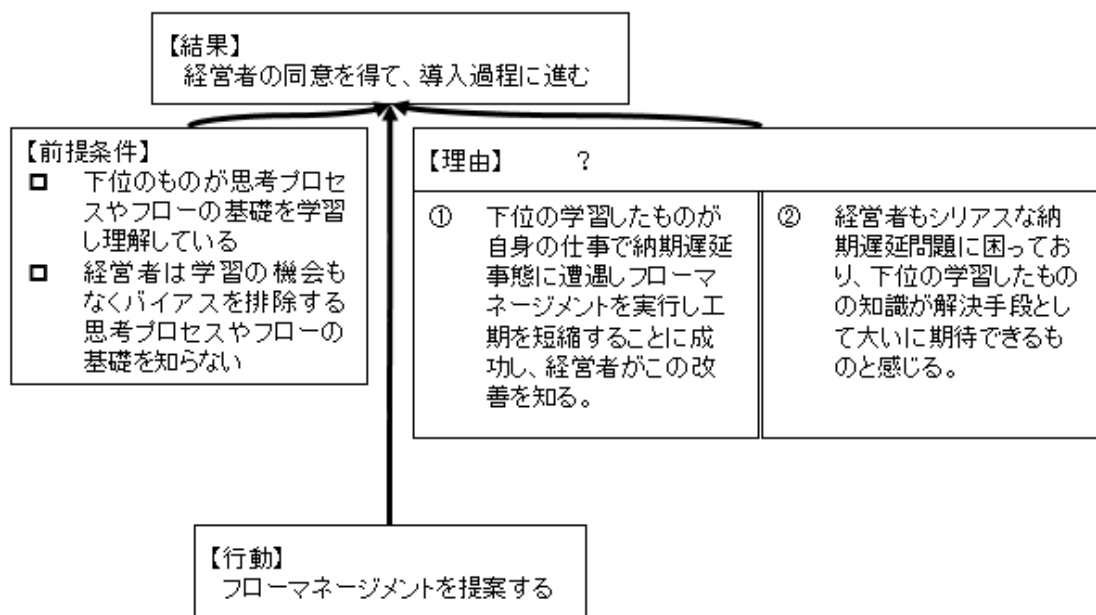


Fig.3.52 Logic to agree with a manager not understanding flow management under existence of will to introduce flow management in his subordinates.

我々は変わるときは危機感が正しく理解されるときに変わることを受け入れる。火事に気をつけなさいと言っても危機感には醸成されない。しかし、目の前で火事が起こると危機感は成立し変化に立ち向かう。この危機感を正しく理解することで変化への歩みを始めることができる。Fig.3.53 に危機感を質問に答える形で引き出す方法を示す。危機感を持ちなさいという漠然とした言葉では危機感は生まれない。この質問から、課題が明らかになる。この改題解決が未来を拓く改善工程になる。

<b>みんなと共有できる危機感を引出す</b>	
<b>【質問1】</b>	3年後、10年後…の我々はどうあるべきですか？
→【回答1】	ビジョン・パーパス X
<b>【質問2】</b>	それは実現可能なのか？
→【回答2】	No・・・出来そうにない！
<b>【質問3】</b>	何か深刻な問題があるのだろうか？
→【回答3】	課題の存在 Y
<b>【危機意識を表現する】</b> 生き残るためには（X）のようにならない。 しかし、もし（Y）が解決されなければ、我々はもはや生き残れない。	

Fig.3.53 Clarifying a sense of crisis by getting answers to questions

### 3.6 結言

経営者のジレンマの妥協は短期経営計画に注視するようになり、短期経営計画実行時にはプロジェクトの工期が固定された状況となるので思考の前提条件が工期固定になる。結果、業績向上がコスト削減という考えに支配されることが分かった。方針制約は対立を解決することなく妥協することで引き起こることが分かった。企業活動の諸プロセスに於ける対立の共通の解決策は流れを早くするであった。対立の解決策と造船システムのベンチマークのリードタイムが整合した。早い流れがどんなインジェクションで生まれるかを体感するシミュレーションゲームのマルチタスクゲームの結果から工期を短くすることはムダを省くことであることを説明した。ムダ削減はシステムへの入口で仕事を絞ることで実現される。止めることだけなので投資が不要である。期限の流れへの影響についても説明をした。流れを早くするための効率的な改善プロセスであるフローマネジメント方法を紹介した。最後に、改善実行のための条件を整理し、危機意識を明確にすることが重要であることを説明した。

## 第4章 組織の対立課題の検討

TOC 思考プロセスによる日本の造船・産業に潜む対立構造の可視化に関する研究 [13]

### 4.1 緒言

企業等の組織では一生懸命に働いても、残念ながら、望ましくない状況(UDE, UnDesirable Effect の略)が幾つも現れてくる。産業界や組織を仮に一つのシステムと定義すると、システムの中に UDE が存在し、UDE のコアにおいてジレンマというものが存在しているはずである。

ゴールドラット博士による TOC のフレームワークでは、この UDE が何かしらのジレンマにより引き起こされており、また、個々の UDE には各状況間に連鎖があり、根本となるジレンマの存在がある、という考え方に基づいている。このジレンマの解消を行わない限り、UDE である個々の望ましくない状況を個々に解決しても、やがて UDE が再発してしまうことになる。いわゆる、問題解決のもぐらたたき状態を引き起こすことになる。

このため、TOC のフレームワークは、全体最適の問題解決 [14]とも言われ、何を何にどうやって変えるかを導く思考方法を提示しており、行き詰まった組織の問題解決方法として有効性があるとされている。

本研究では、日本の造船業界を一つのシステムとして定義して、日本の造船業界に潜むコアのジレンマを探り出し、新たな日本の造船業の現状を打開するための解決の方向性について TOC の思考プロセス [14]を適用して考察を行う。

### 4.2 海事関係組織の望ましくない状況

造船業界における UDE に基づく思考解決には、これまでも、日本船舶海洋工学会・西部支部での若手技術者交流会による TOC の思考のフレームワークの学習等を通して討議してきたが、UDE の数量が限られていた。

今回は、2022 年 2 月 9 日に開催された、日本船舶海洋工学会・西部支部のシンポジウム「造船力の復活～10 年後 20 年後の造船業の在り方」が開催され大きな反響があり参加者 219 名あった。質疑時間には制約があったことから、参加した方々に自由記述によるアンケート調査を行い UDE の状況調査を行った。アンケートは締め切り前の 2022 年 2 月 23 日時点での回答者 62 名のデータを分析を行うこととした。

アンケートの設問と設問の位置付けを定義したものを Table 1 に示す。設問から DE(Desirable Effect)、問題と感じている点、UDE として関連付けして、自由記述によるアンケートから DE や UDE の特徴を示す用語を抽出した。

現状分析では、自由記述によるアンケートから特徴を示す用語(以下、特徴用語と略す)を抽出した。Fig. 4.1 から Fig. 4.4 には各 A から B の設問から、特徴用語に要約し、頻度の多い順にグラフとして示している。例えば、Fig.4.1 においては、設問 A の産学官への期待の DE として集計すると、産業界の存在意義の明確化、連携しシステム力を最大化する、先行し新たなフィールドへのリーダーシップの構築等が約 80%の大半を占めている。一方、Fig. 4.3 には設問 C の現状の UDE について集計すると、評価の定義が成長に繋がっていない、売上げが減っている、改善をやり尽くしている、等が約 60%を占めている。このように DE と UDE には大きなギャップがあることが分かる。

Table 4.1.1 A questionnaires utilized in core dilemma analysis

	質問	狙い
A	産業界、学术界、官(国)に一番期待することは何ですか	望ましい状況 (DE)
B	1番気になったトピックス、キーワードは何でしょうか？	注目している点 (問題と感じた点)
C	様々な望ましくない状況が起きているかと思えます。思い浮かぶ実際の状況を幾つかあげて下さい	望ましくない状況 (UDE)
D	貴方の組織あるいは産業が、どのようになって行けば良いと思えますか 理想でも良いと思えますが、挙げて下さい	上位の望ましい状況 (DE)

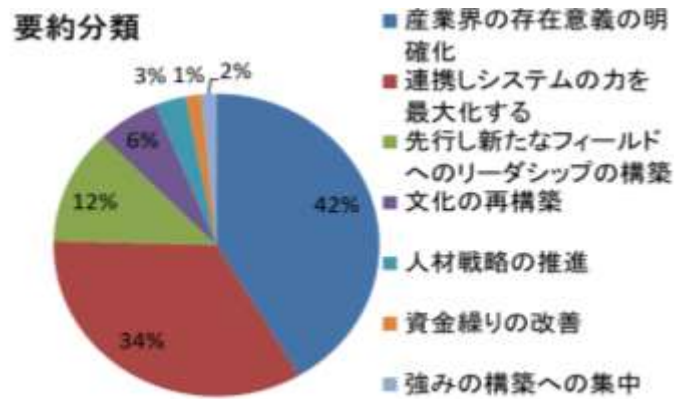


Fig. 4.1 Expectations to industries, academy and government.

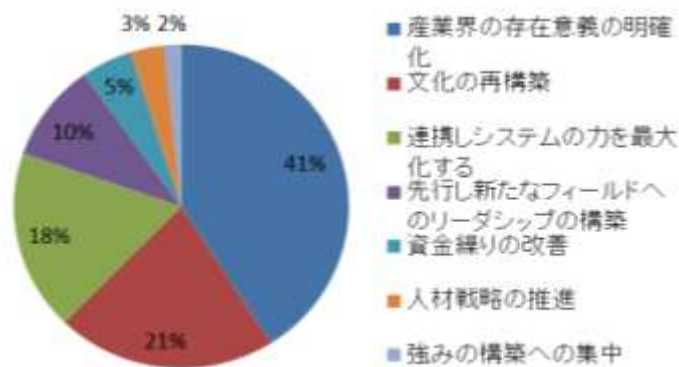


Fig. 4.2 Topics paid attention most

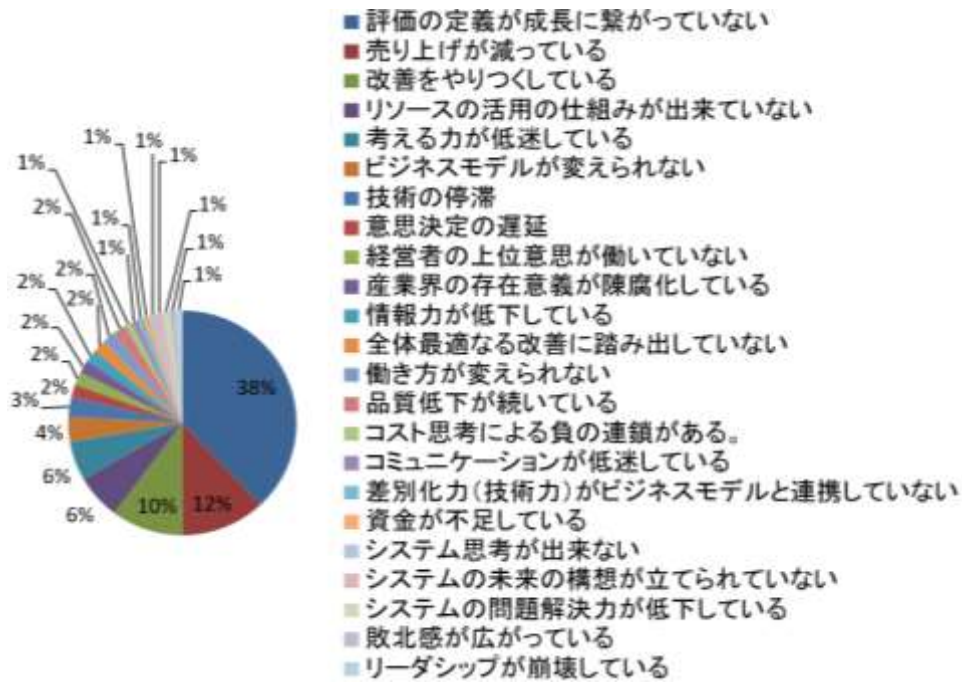


Fig. 4.3 Undesirable effect existed in shipbuilding industries

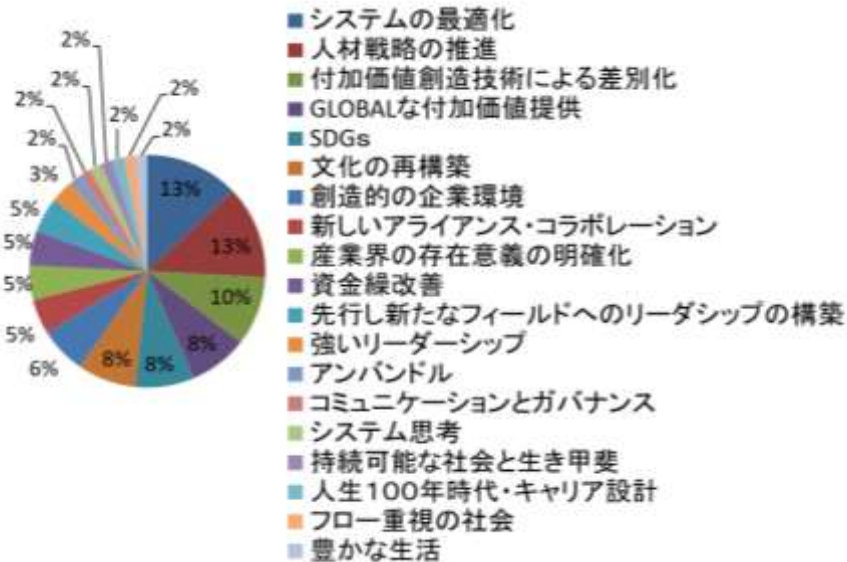


Fig. 4.4 Ideal strategy of future shipbuilding industries

### 4.3 海事産業における対立構造

#### 4.3.1 対立の構造

TOC 思考プロセスでは、対立の構造を Fig. 4.5 のように表現している。共通の目標を実現するための2つの主要な要望から生まれてくる行動が相反することを対立と定義している。2つの行動とも論理的な繋がりががあるので、幾ら議論しても平行線を辿り、対立の解消に妥協を繰り返していることになる。対立上の反対派は抵抗勢力となることもあり、システムの中に不調和を生み出すこともある。

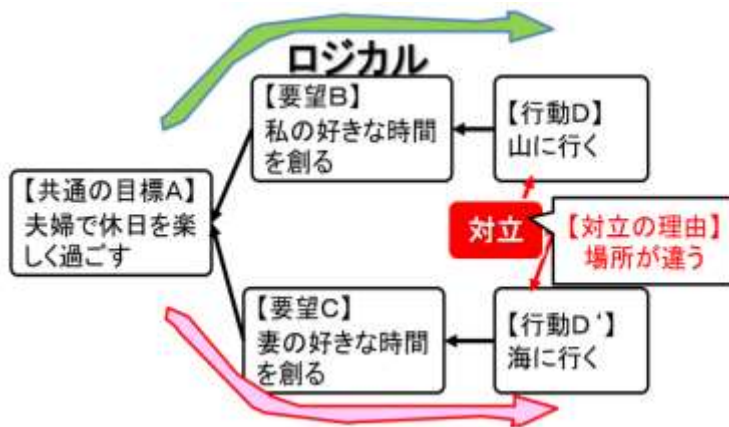


Fig. 45 Dilemma structure by TOC thinking process

### 4.3.2 対立が引き起こす UDE

対立は見えにくいですが UDE は捉えやすい。TOC 思考プロセスでは UDE から、原因となる対立を導き出すことができる。Fig. 4.6 に 5 つの質問を問いかけることにより、UDE からコアになる対立構造を導くことができる。

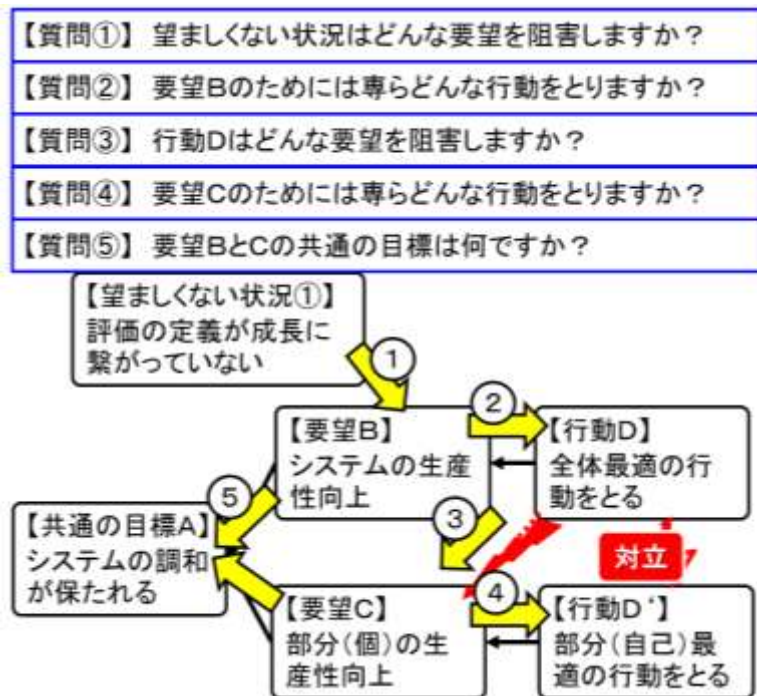


Fig. 4.6 Dilemma analyzed by Undesirable effect

### 4.3.3 コアの対立

コアの対立構造の明確化には、3 つのなるべく分野の離れた望ましくない状況を選び、対立構造を作る。次に、その 3 つの対立構造の夫々のボックスに書かれている内容の共通部分は何かを推察していく。例えば、みかん、メロン、バナナだと果物です。バナナを地球に変えると丸いになるように言葉の共通部分を読み取る。

#### 4.3.4 コアの対立とUDEの連鎖

コアの対立が解消されない場合には、常に妥協の選択が行われることになる。Fig.4.7には、コアのUDEの連鎖を生んでいる様相を表したものである。UDEが循環しているところもあり、資金不足から、コスト思考にかけて、負のスパイラルである悪循環を形成している。このまま放っておくと状況はさらに悪化することになる。組織の問題はUDEを生み出すジレンマの存在であり、現状を打破するためには、このジレンマの解消を目指した解決策の導入が必要となる。

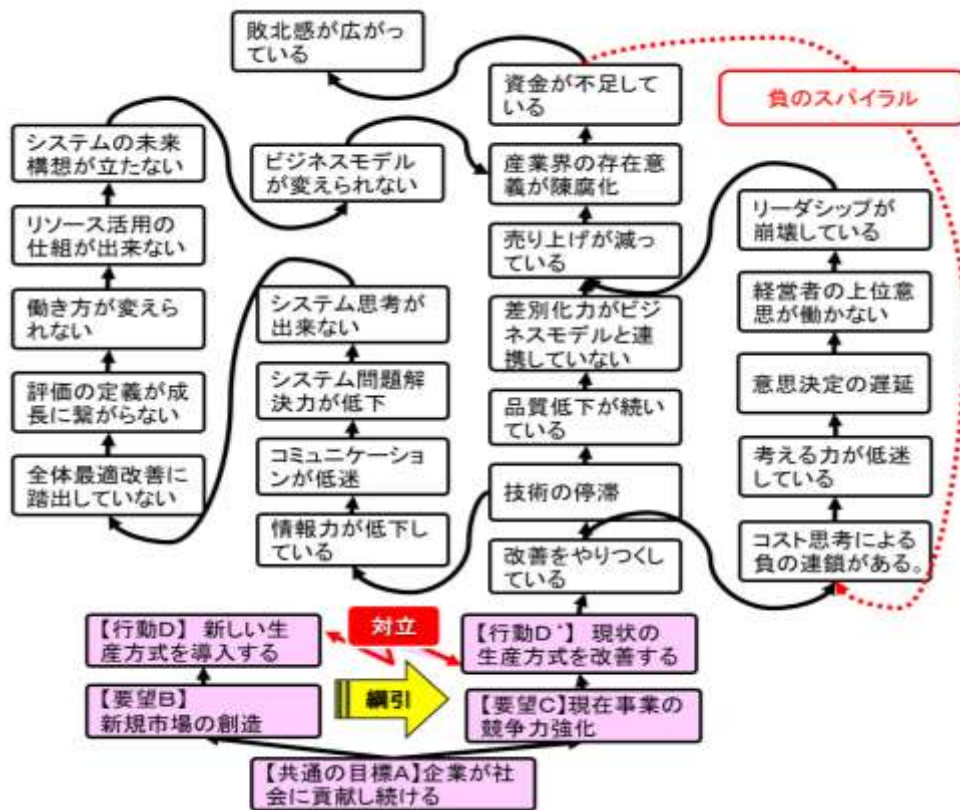
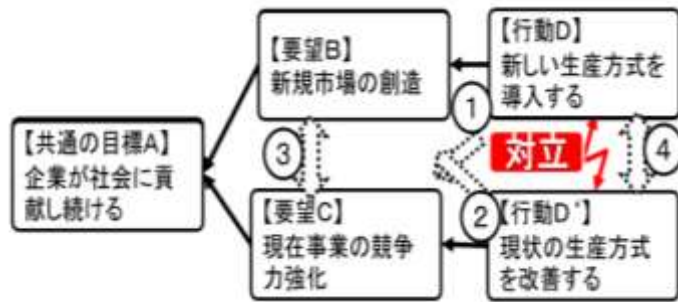


Fig. 4.7 Chained undesirable effect induced by core dilemma

#### 4.3.5 海事産業における対立の解決策

コアの対立は Fig.4.5 で示される構造が成立するときに生まれる。コアの対立の解決策には、これらの関係や繋がりを壊すことが必要になる。TOCの思考プロセスでは、この解決策を引き出すための質問を問いかけることによりコアの対立の解消を図る。Fig. 4.8には4つの繋がりを壊す質問を示している。Fig. 4.9には先の4つの問により、コアの対立の解決策を見つけ出し、その解決策の繋がりを考察したものである。4-3にあるコスト競争から顧客の困りごとの解決にシフトするところがコアの対立ブレイクポイントになるものと考えられる。



	質問	理由	解決策	その方法	メリットは？
①	行動Dで要望Cが実現できないのはなぜ？	現事業の制約を最大活用できないから	現事業の制約を最大活用する	制約を中心に改善する生産方式を考える	多種多様な事業の生産システムに適用が可能となる
②	行動D'で要望Bが実現できないのはなぜ？	現状の製品・サービスの付加価値が変わらないから	現状の製品・サービスの付加価値を変える	不確実性時代に超短納期を実現し顧客のリスクを低減	自社の生産性・資金繰りも改善する
③	BとDを同時に満足できないのはなぜ？	現状の製品・サービスの付加価値が変わらないから	現状の製品・サービスの付加価値を変える	顧客の困りごとに集中しサービス提供を行う	コスト競争から脱却できる
④	なぜ対立するの？	同時に実行できないから	同時に実行する	現状の設備で圧倒的な生産性を実現する	ソフト・考え方の変更で可能となる
		資金がないから	資金をつくる	入金予定の最適化でお金を解放する	生産変更等の大掛かりな対策が要らない
		コスト競争に勝てないから	コスト競争に負けない	コスト競争から顧客の困りごと解決に変更	コスト競争をしなくて済む
		良い考えがないから	良い考えがある	DXを顧客の付加価値創造に活用する	コスト競争をしなくて済む

Fig.4.8 Solution of dilemma by making 4 questions

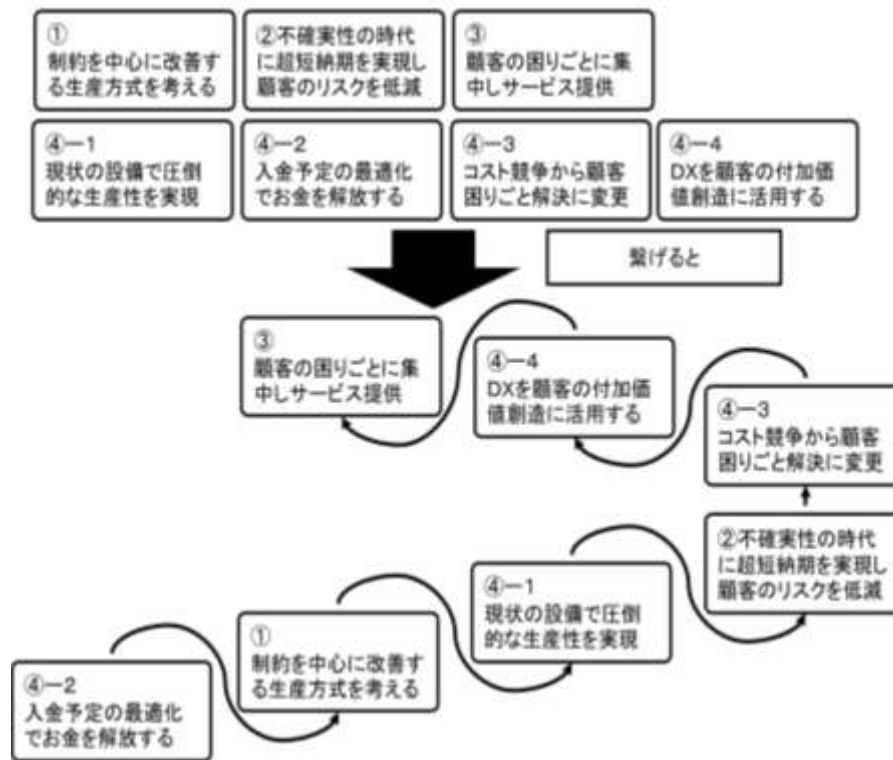


Fig.4.9 Chained Solution of core dilemma

#### 4.4 海事産業における望ましい状況

アンケートの質問 D で DE の回答を得て、質問 C では実際に起こっている UDE への回答を得た。この回答内容を整理することにより、UDE から DE と関連付けることができる。関連図により注目すべき点は、相反する状態を見出し、より望ましい状況に変革できる対策を見出すことである。さらに思考を整理すると、望ましい状況は、より進化した望ましい状況を生み出せるものと考えられる。

Fig. 4.10 に UDE から DE を考え整理した例を示す。また、Fig.4.11 には、望ましい状況をネットワークとして整理したものを示す。質問 D の回答は望ましい状況のネットワークの中でも十分に表現されていることが分かる。

Fig. 4.12 にコアの対立の解決策と望ましい状況の繋がりを表した。このネットワーク図を用いると対策の連鎖により、産業界というシステムの有るべき姿を導くことができる。

UDE	DE	UDE	DE	UDE	DE	UDE	DE
評価の定義が成長に繋がらない	評価の定義が成長を加速している	技術の停滞	技術が顧客の満足度を上げている	働き方が変えられない	喜んで働いている	システム思考が出来ない	システム思考で社会・市場と協調
売り上げが減っている	売り上げが増え続けている	意思決定の遅延	タイムリーに最小限な意思決定	品質低下が続いている	品質が市場を豊かにしている	システムの未来の構想が立てない	持続可能な社会構築への戦略実行
改善をやりつくしている	必要な改善に集中している	経営者の上位意思が働いていない	共通善が会社を動かしている	コスト思考による負の連鎖がある。	持続可能な思想がプラスの連鎖	システムの問題解決力が低下している	システムの問題解決力が市場を豊かにしている
リソースの活用の仕組がない	リソースがポジティブにチャレンジしている	産業界の存在意義が陳腐化してる	産業界の存在意義が社会に貢献	コミュニケーションが低迷	組織が明るくなっている	敗北感が広がっている	ワクワク感が広がっている
考える力が低迷している	考える力が社会に貢献している	情報力が低下している	情報力が付加価値を進化	差別化力がビジネスモデル非連携	差別化力がビジネスモデルを進化	リーダーシップが崩壊している	リーダーシップが組織を成長
ビジネスモデルが変えられない	ビジネスモデルが変化と進化を続ける	全体最適なる改善に踏み出せない	全体最適改善が市場を豊かに	資金が不足している	キャッシュフローが安定している		

Fig. 4.10 Desirable effect against UDE

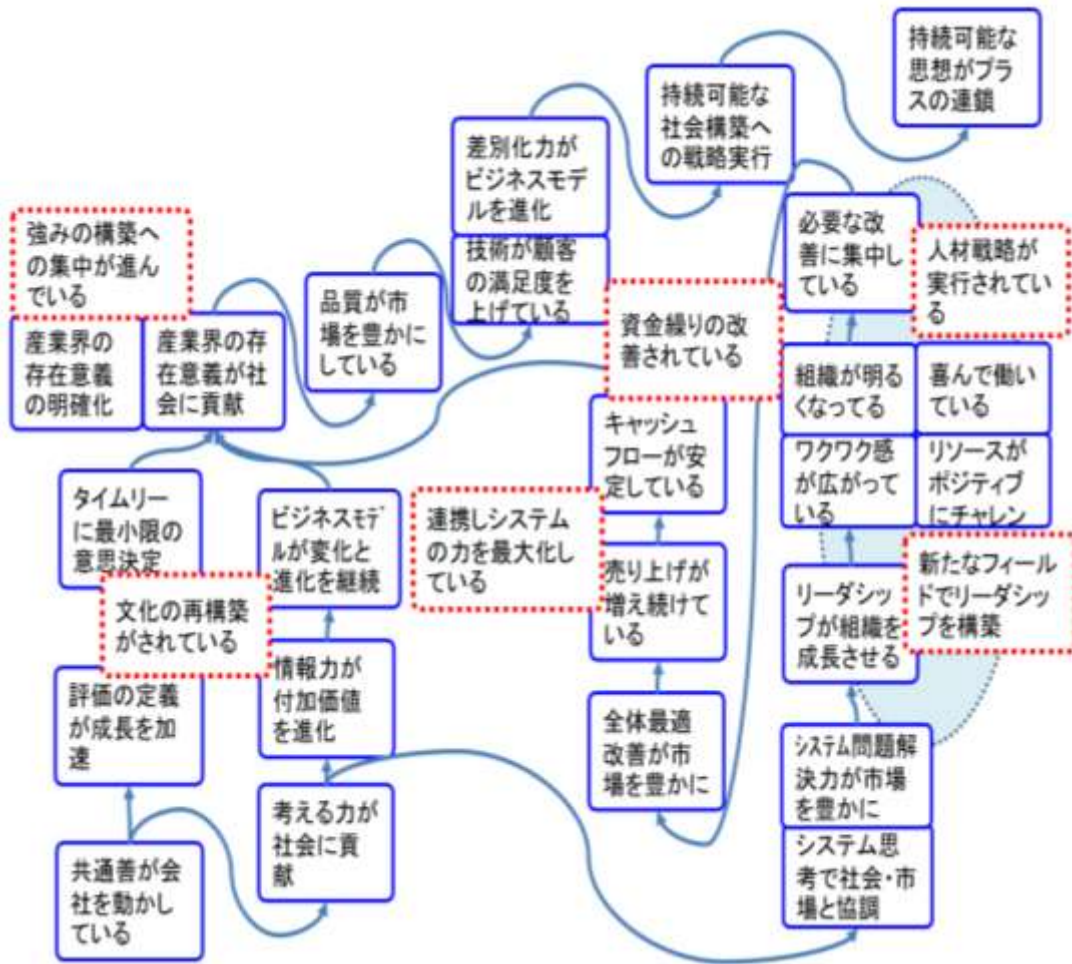


Fig. 4.11 Linkage of Desirable effect

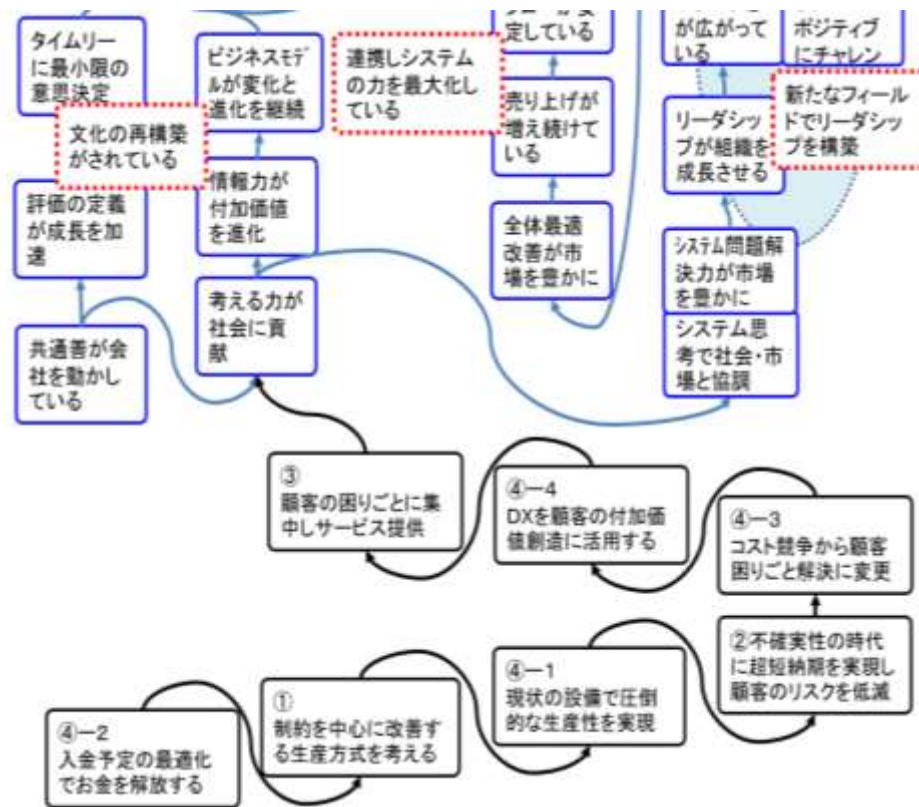


Fig. 4.12 Create desirable effect by executing solution of core dilemma

#### 4.5 結言

産業界や組織というシステムには可視化されていない対立が存在しており、この見えない対立が多くの妥協を繰り返させ、産業界や組織というシステムの成長を阻害している。本研究では、日本船舶海洋工学会のシンポジウムの参加者へのアンケート調査のデータを用い、産業界や組織に潜むコアの対立解析を行い、以下のことが分かった。

- 1) 産業界や組織に実在する望ましくない状況(UDE)は20項目を超えるものであった。
- 2) 産業界や組織のコアの対立は新しい生産方式(投資をする)か、今の生産方式を改善する(新しい生産方式に投資しない)という対立構造が明らかになった。
- 3) コアの対立の解決策には望ましくない状況から(UDE)、考えられた望ましい状況(DE)に、シフトさせられることが分かった。
- 4) コアのジレンマの解決策において最初に実行すべき対策は資金繰であることが分かった。

TOC 思考プロセスでは、コアの対立を可視化し、これらの対立を解消するために進むべき改善の方向も示すフレームワークである。このフレームワークは、それぞれの組織をシステムとして一旦定義し、解決手法をチャレンジし、システムの能力の最大化を図り、迫り来る脱炭素やエネルギーシフトを指向した持続可能社会 [15]・産業への移行に対応できる組織作りに寄与されるものと期待される。

## 第5章 システムのフロー向上検討

### インドネシア造船業会でのフローマネジメント導入に於ける抵抗と同意獲得の事例

#### 5.1 緒言

インドネシアは日本と同じ多くの島から成り立つ人口も日本の倍以上を有する大国である。国内の経済は海上物流が重要であり、造船業は国家の必須産業になっているがその生産性は低く市場シェアの進出は難しく、国内海上輸送に集中して発展してきた。しかし、納期遅延は恒常化しており早期に生産性の向上が期待され、造船教育プロジェクトが企画され実行されている。納期遅延に伴う資金不足から倒産するケースも頻繁に発生しており、投資をすることなく、生産性を速やかに改善することが求められた。インドネシア造船業界のこの切実なる期待を実現するためにフローマネジメントの導入教育を実施した。この導入教育の概要と教育後の導入成果について纏めた。

#### 5.2 造船所訪問調査

インドネシア造船工業会(通称 IPERINDO)には約 250 社の造船所が存在している。その中から 20 社を教育に参加させるために、約 2 か月に渡り造船所を訪問し、教育参加の可能性を調査した。この教育プロジェクトを推進するためには造船所の経営者の同意は必須と考えていたので、最初の訪問時には経営者の悩みである核心的な問題とその解決策を共有し経営者とのコミュニケーション接点を創造した。30 分程度のプレゼンテーションとダイスゲーム [16]によるシステムの改善ロジックを体感する方法を採用した。このベースラインサーベイにはインドネシア人のインストラクター候補も同行し繰り返される造船所への訪問活動を通してフローマネジメントの理解が進んだ。インドネシアインストラクターのポジティブな造船所への対応も助けとなり、予定の約 20 社程度の参加造船所を決めることができた。教育に参加するリソースは将来経営に携わる可能性があり経営者とも議論が可能なことを条件に参加者が選抜された。

#### 5.3 教育プログラム概要

生産性向上のための必要な生産手法・生産管理を教育することがミッションである。また、このプロジェクト終了後も継続的にインドネシア自国での持続可能な活動が実施されることも求められたものである。日本よりインストラクターチームが 5 回に分けてインドネシアに渡航し、2 週間の対面トレーニングを行い、5 期のトレーニングの後に 1 回 1 か月間のフォローアップ期間を 3 クール行い各造船所で改善計画をサポート立案し実行する準備を整える必要がある。限られた時間で効率よく教育を実行するために Fig.5.1 に示す 3 つのポイントを考慮した教育計画を実施することにした。

Table.5.1 はフローマネジメントのトレーニングリストを示す。Fig.5.2 に教育プロセスの流れを示した。円環印が付記された項目は体験型のシミュレーションゲームを取り入れたトレーニングである。

80 分授業を 1 日 4 回行い、1 週間でのトレーニングを行った。

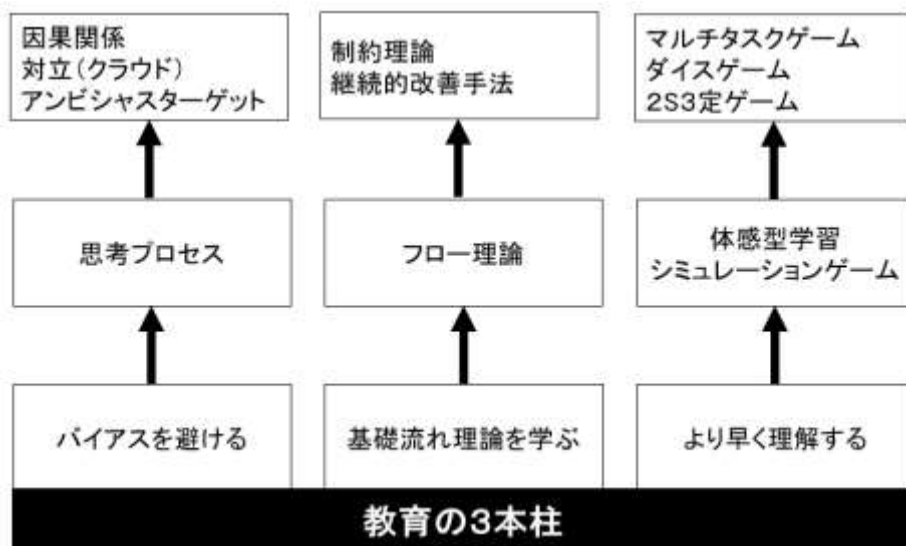


Fig. 5.1 Three Pillars of Education

Table 5.1 List of flow management lecture

講義No.		講義名
101	102	思考プロセス
103	103	システムの生産性向上の定義
104	105	システムを俯瞰しその特徴を捉えるダイスゲーム
106	106	キャッシュフローとマネジメントの関係性
107	107	企業の安定化と企業活動の関連性について学ぶ
108	108	フローを阻害する4大要因
109	109	システム改善に適するKPIを考える
110	113	フローマネジメントの導入方法について説明する
114	114	凍結プロセスを学ぶ マルチタスクゲーム
115	115	組織の優先順位マネジメントを説明する
116	116	アンビシャスターゲット復習
117	117	(スループットアカウンティング)
118	118	工場マネジメント



Fig. 5.2 Educational Process Design

#### 5.4 1週間のマネージメントトレーニングの成果

1週間のトレーニング終了後に、アンケートを行いフローマネージメントへの共感と期待を調査した。Fig. 5.3 にアンケート結果を示す。フローマネージメントの理解と期待の高さが確認された。

**フローマネージメント教育終了後のアンケート（集計）**

皆さん、第一フェーズのトレーニングご苦労様でした。  
これからのトレーニングをより良くするためにアンケートにご協力ください。

**【A】 マネージメントシステム（含む思考プロセス）**

	そうは思わない	あまり、そうは思わない	分からない	そう思う。	大変、そう思う
	1	2	3	4	5

【Q1】 思考プロセスは役に立ちますか？ 

0	0	1	9	24
---	---	---	---	----

【Q2】 ダイスゲームでこれまでに気づかないことを学びましたか？ 

0	0	1	11	22
---	---	---	----	----

【Q3】 マルチタスクゲームで1つずつ集中することが良いことと思えましたか？ 

0	0	0	12	22
---	---	---	----	----

【Q4】 フローマネージメントは仕事の進め方は今のままで、投入を絞るだけで大きな改善ができます。あなたの造船所でも実現したいですか？  
(マルチタスクの第2ゲームです。仕事は忙しくなく、品質は向上し、生産量は倍増できる)

0	1	1	12	20
---	---	---	----	----

【Q5】 システムへの導入方法を学びましたが、理解できましたか？ 

0	0	4	23	7
---	---	---	----	---

【Q6】 導入したいが、インストラクターの支援が必要だと思いますか？ 

0	0	3	26	5
---	---	---	----	---

【Q7】 インストラクターが支援することが出来ればあなたの造船所で導入学習をしたいですか？ 

0	0	3	16	15
---	---	---	----	----

【Q8】 マネージメントシステムでは凍結・FOCUSというKEY WORDがありましたが、理解できましたか？ 

0	0	1	14	19
---	---	---	----	----

【Q9】 凍結やFOCUSを従来していましたか？ 

0	4	9	14	7
---	---	---	----	---

【Q10】 第2期に造船所にマネージメントシステムインストラクターがあなたの造船所に行って、フローマネージメント導入指導教育を実施する機会があると良いと思いますか？ 

0	2	4	20	8
---	---	---	----	---

【Q11】 何か意見や質問があれば自由に記述してください。 

0	10	81	608	790
	平均		4.4	

Fig. 5.3 Evaluation of one-week flow management education (questionnaire results)

## 5.5 インドネシア造船業に起こった変化

### (1) 機器の納期遅延の工程混乱の修復

参加造船所の1つで輸入機器が国際紛争の影響を受けて工程遅延が余儀なくされて納期遅延リスクに直面した。参加者がそのプロジェクトの責任者 (PM:Project Manager) であったので、通常の工程計画では工程回復は不可能であることが分かり、他に方法がなくなったためにフローマネジメントの採用を決断し実行した。結果、51日を要していたリードタイムを約半分の29日に短縮することに成功した。Fig.5.4 に改善の流れを示した。仕事の投入を少なくすると流れは速くなるという基礎理論の実践である。従来は、複数タスクを同時に実行させていたのを1つずつの工程に変えただけでの目覚ましいリードタイム短縮改善である。

このケースでは経営者の同意を獲得するプロセスはなく、他に方法がないという状況が担当PMの自己判断を促し実行した成功事例である。この成功を役員が確認し評価し、現在は他のプロジェクトへの展開が進んでいる。成功事例は極めて強力な経営者の同意獲得になることを証明した。

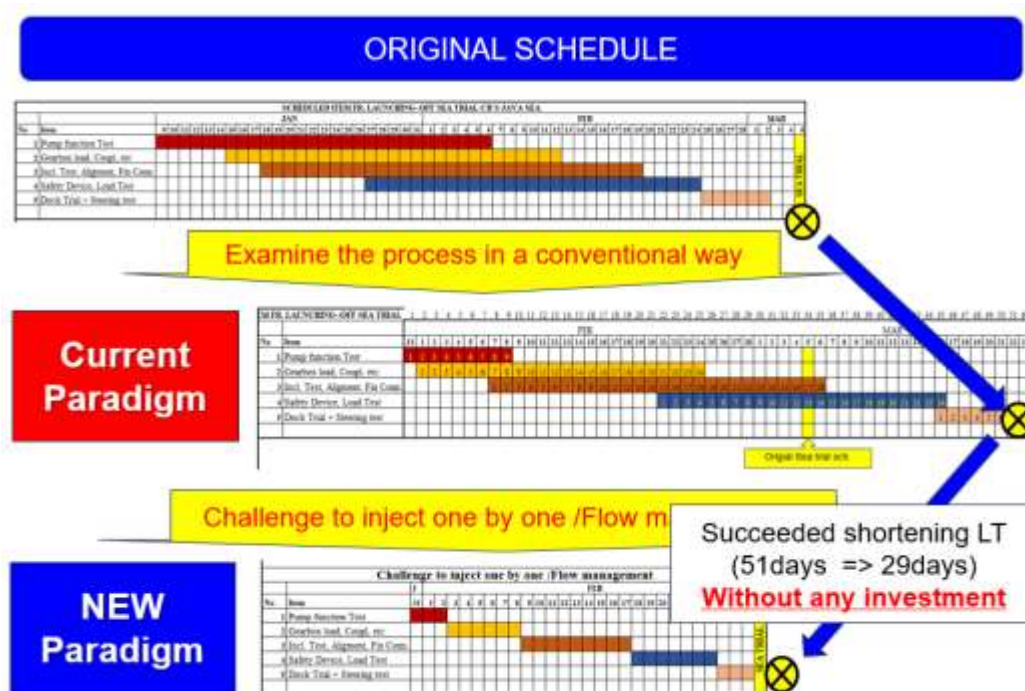


Fig. 5.4 Success story of reducing LEAD TIME by half by introducing flow management in an Indonesia shipyard.

### (2) 成功事例の他造船所の影響

納期遅延はインドネシア造船所に於ける共通の経営者が抱える問題である。今回の教育プロジェクトはその解決策の教育である。しかし、理論と実際には隔たりがあり、幾ら良い理論と理解しても実行となると躊躇することが大半である。前節でのある造船所での成功事例は他の造船所の動機づけに効果的に影響を与えた。インドネシア工業会の会長が在籍する造船所ではこの成功事例が共有された後、社内に導入推進の指示が成された。経営者が参加した造船所では、同様の取組を限定的に実施して効果が確認された。また、造船所を管轄する工業省に於いてもフローマネージ

メントを基盤とした持続可能な教育計画を積極的に推進する動きが生まれた。経営層への改善の提案はアンビシャスターゲットを作成して野心的な目標達成への期待を伝える。その提案のコアな改善はフローマネジメントである。この提案に実際に起こった成果の情報の存在は経営者への改善への動機に大きな影響を与えた。活動を通じて、アンビシャスターゲットで野心的な目標への挑戦を具体的に考えることで、成果の計画表だけでなく、作成者の改善への動機の高揚と改善への懸念払拭が出来たと感じた。

## 5.6 結言

フローマネジメントは仕事の数を少なくすることでシステムの流れを改善する投資が不要な効果的な改善手法である。インドネシア造船業にも十分効果が期待できることが確認された。従来の管理思考と異なるため経営者の抵抗が予想されるが、業界全体での取組みとして展開し、ある一造船所がフローマネジメントによる成果を生むことで、他の造船所への波及効果をうみ、業界としての生産性向上に寄与することが分かった。また、教育は1週間程度の集中型トレーニングで参加者のフローマネジメントへの理解と期待を獲得できることが分かった。

## 第6章 戦略に関する検討

### 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 [17]

#### 6.1 緒言

日本の造船業の発展に TOC が有効であることを 2017 年春季講演論文 [18]にて行った。現在、国交省では Fig.6.1 に示すように 2025 年に世界シェア 30%獲得という大きな目標を掲げている。この目標は策定時(2014 年)の 1.7 倍の竣工量(GT ベース)となる大きなチャレンジとなっている。この国交省の大きな目標には以下の背景と課題がある。

- 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
- ② 造船業は日本の地方経済を支える重要産業である
- ③ 日本の少子化問題に伴う労働者人口減がある

Fig.6.2 に示すよう海事クラスターは GDP 創出への貢献度は高く、特に地方への貢献度が高い。日本が造船業に於ける競争力を喪失することは地方に於ける収入源を失う。必然的に地方への社会福祉投資が必要となる。結果として少子化社会に於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と考える。

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っている。今回は TOC を活用し、この大きなチャレンジの解決の方向性について提言を行う。

#### 国土交通省が掲げた日本国造船業の2025年目標

- |     |   |                 |
|-----|---|-----------------|
| 【1】 | 目標船舶建造量                                     | 1 8 百万総トン       |
| 【2】 | 建造生産性                                       | 2割向上 2019年比     |
|     | 建造生産性 = 建造量 (総トン数) / 従業員数                   |                 |
| 【3】 | 付加価値生産性                                     | 1 0 % 向上 2019年比 |
|     | 付加価値生産性 = (営業利益 + 人件費 + 減価償却費 + 研究費) / 従業員数 |                 |

国土交通省HPを参考にして作成

Fig.6.1 Japanese Shipbuilding Industry Targets for 2025 by MLIT

	2018年度
売上	1.45 兆円
従業員	81,589 人

地方を支える産業

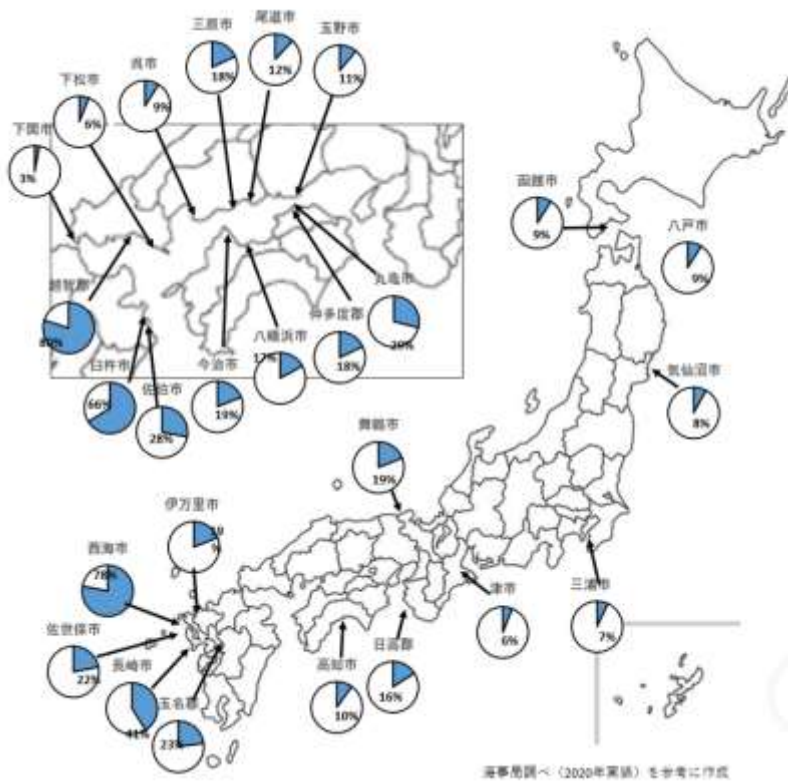


Fig.6.2 Japanese maritime industry cluster contribution to Japanese economy

## 6.2 日本のシェア変遷の歴史分析

### 6.2.1 目覚ましい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。戦時中に開発に取り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。この発明<sup>18</sup> [19]は飛躍的に生産性の向上を実現し、日本再建に大きく貢献した。短期間で目覚ましい生産量を増大し1956年には当時の世界1の造船国イギリスを抜き世界1の座を獲得した。

### 6.2.2 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という3国が世界シェアを分け合う状況が続いている。

18 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,2016年

### 6.2.3 シェアの変遷と外部環境との関係

Fig.6.3 は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)の変遷を纏めた。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ことが分かる。

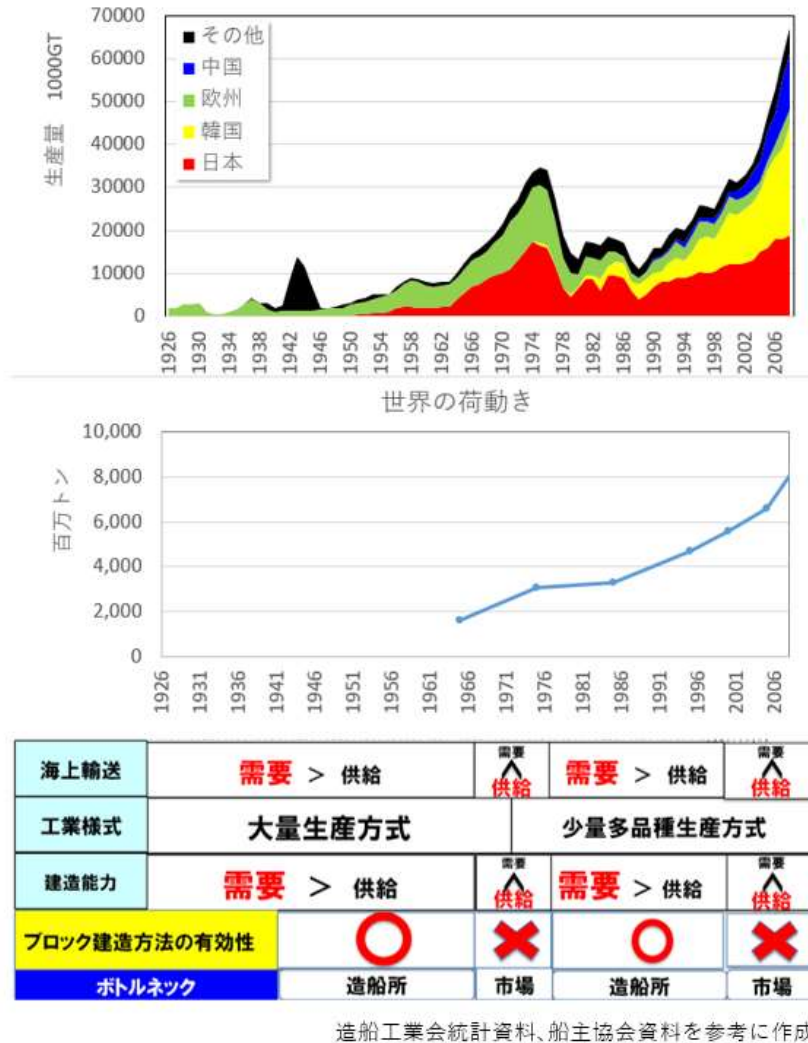


Fig. 6.3 Trends of world share with typical external environmental condition

オイルショック後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.6.4 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。

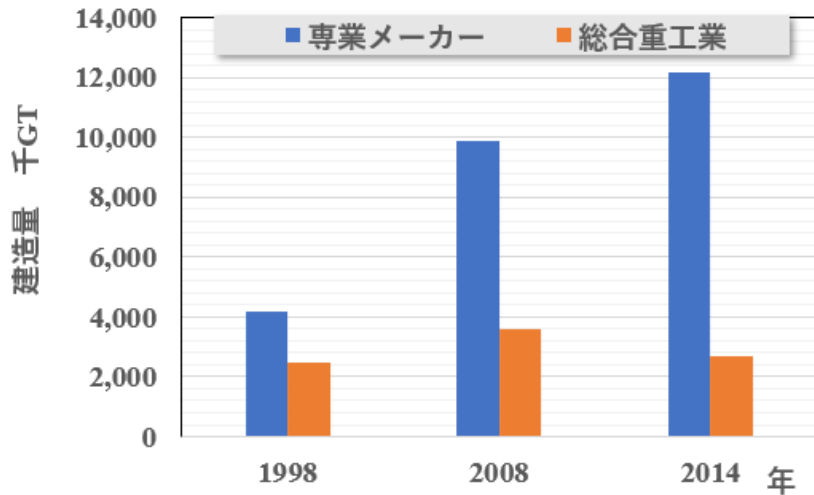


Fig. 6.4 Power relationship map for Japanese shipbuilding business

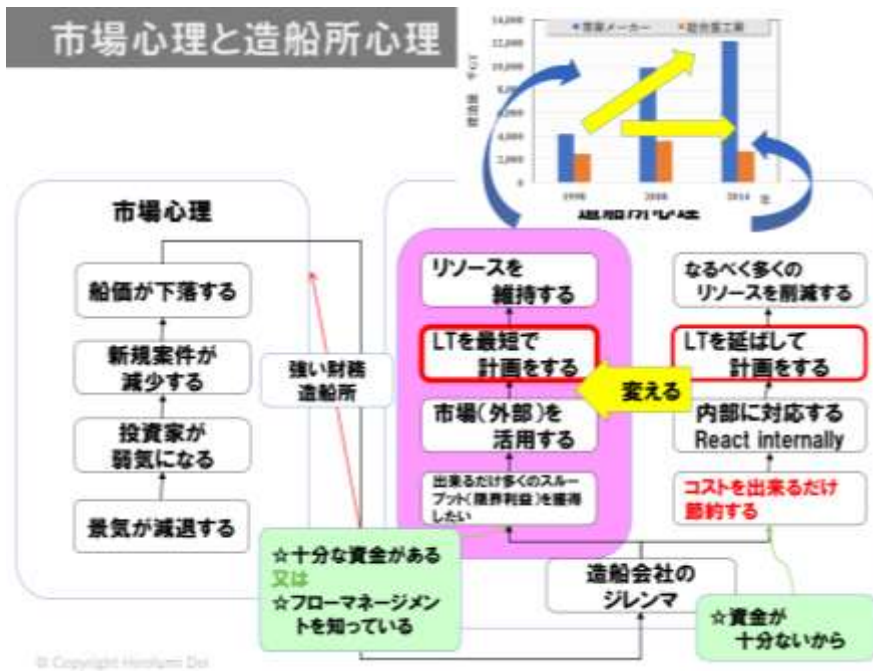


Fig.6.5 Two(2) different managing ways under severe environmental condition

Fig.6.5 は日本国内造船所の2つのグループの経営思想の違いをTOCの思考プロセスを使って分析をしたものである。この解析は厳しい外部環境に於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。

#### 6.2.4 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をし、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。造船ビジネスに於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。TOCが紹介する改善のステップでは Fig.6.6 に示すように

ボトルネックを中心に改善が進められる。ボトルネックが市場と判明すると次のステップはボトルネックの最大活用である。ボトルネックの活用をどう考えるかが重要である。

### 6.3 現在の外部環境の特徴

Fig.6.7 のオイル価格の変動をみると、1973 年の第一次オイルショックまでは実にオイル価格が安定していたことが分かる。オイルショックは第 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バルティック指数(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。

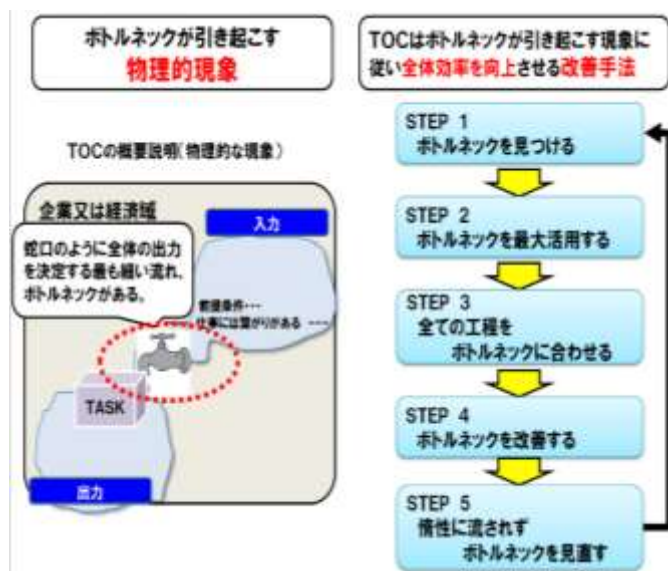


Fig.6.6 Typical logic of TOC improvement process



Fig. 6.7 Trend of major price / Volatility world

## 6.4 価格変動の大きな外部環境下に於ける経営者のジレンマ

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で環境の変化に対応している。そのような環境下に於ける船舶投資家のジレンマを Fig.6.8 に示す。通常、我々は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極めて難解なジレンマとなっている。

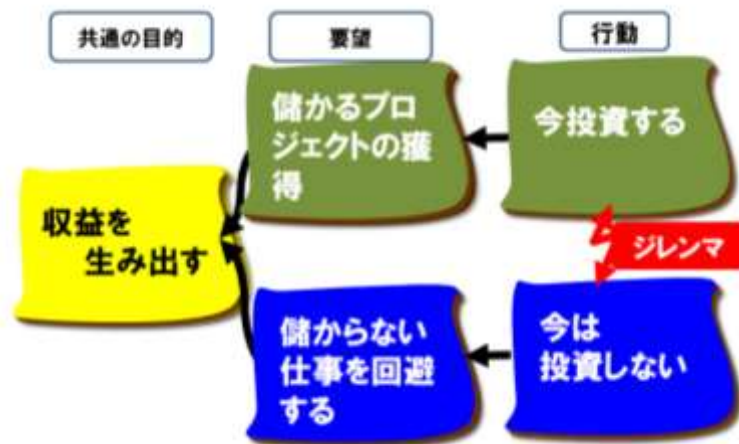


Fig. 6.8 Core Dilemma of CLIENT / INVESTOR

## 6.5 TOC が提唱する顧客獲得戦略

### 6.5.1 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、否少し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対価を提供することで飛躍的に受注確度が向上できると考える。

### 6.5.2 顧客の核なる悩みの解決策

Fig.6.8 のジレンマの解決策を Fig.6.9 に示す。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受注確度は向上すると考える。この状況を常に創ると言う事は顧客の変化よりも造船所の製品提供速度が他社よりも圧倒的に早いことが必要となる。

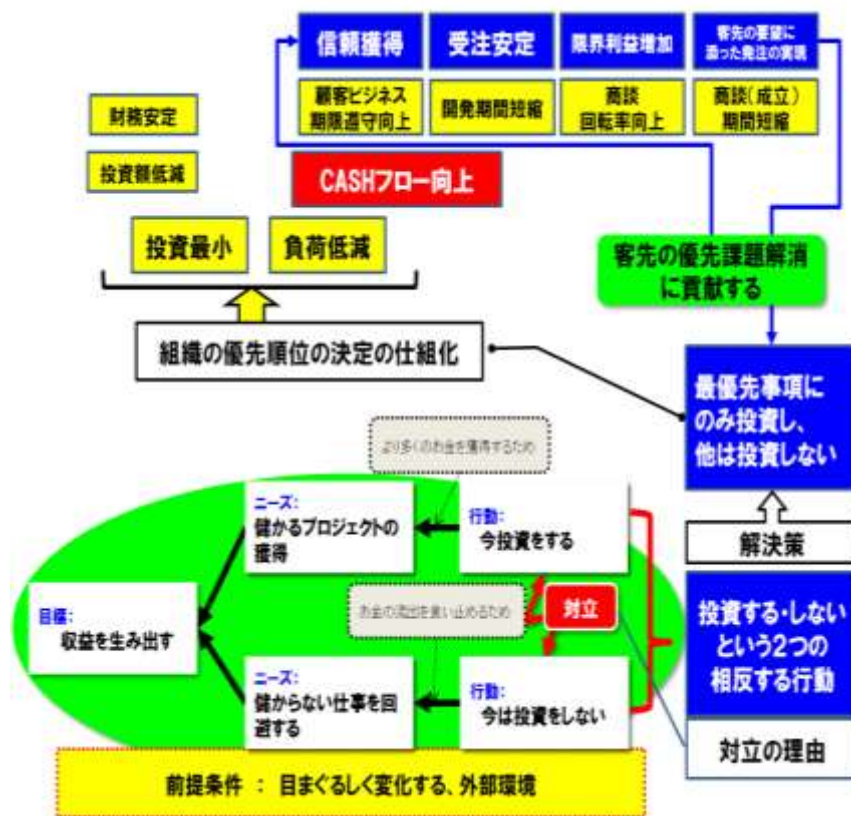


Fig. 6.9 Solution of CLIENT/INVESTOR core dilemma

### 6.5.3 フロー速度向上のレベル(シミュレーション例)

フロー向上を目指す TOC が提供する簡単な負荷低減シミュレーション結果を活用し、負荷低減に伴うリードタイム短縮の効果を紹介する。

<マルチタスクゲーム>

このゲームは 3 つのプロジェクトを最初は3つ同時に始める。次に 2 つのプロジェクトを凍結し1つの PJT ずつ開始する 2 つの異なるマネージメント方法で行う。結果は、概ね 3 つのプロジェクトを完了する時間が一つずつ行うことで半減する結果になる。1 つの PJT のリードタイムを比べると1/6 という驚異的な短縮化が実現できている。プロジェクトの同時進行数を現在よりも削減することでより多くの出力を生み出すことができるというロジックがある。

### 6.5.4 造船業界で実際に得られたリードタイム短縮の1例

2014 年の TOC の世界大会(ワシントン)で三井造船(株)が設計部に TOC の CCPM を導入した事例発表<sup>19</sup> [20]がある。

この事例発表では設計の同時進行プロジェクト数を約 25%削減することで 3 カ月後にリードタイム 40%削減が実現したとの報告がある。非常に早く効果を獲得できていることに注目したい。

19 土井裕文：Creating a Holistic Shipbuilding Operation, 2014 年 6 月 TOCICO ワシントン大会

### 6.5.5 他社と比べ圧倒的な短いリードタイムが顧客にもたらすメリット

シミュレーション結果や一部の部署でのリードタイム短縮実例を参考に約半分のリードタイムが実現できたと仮定してその効果を考えてみる。Fig.6.10 参照。

(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。

上記(1)は顧客の損失の機会を低減し、(2)は収益の機会損失を低減するという何れも顧客の気が付かない収益改善に寄与している。通常納期の低価格製品購入は顧客の初期投資額を低減するが、企業全体では上述の見えない収益を失うことになる。



Fig. 6.10 Benefit for CLIENT with significant shorter LEAD TIME product.

### 6.6 経営者の切実な悩み、資金繰り

多くの経営者の悩みは実は資金繰り [21]である。黒字倒産とはバランスシートでは黒字であるが資金繰りの目途がつかず融資が途絶えることで倒産となる。昨年までの韓国造船業は正しくこの経営危機の状態だった。政府が造船所の資産を買い取ることで不動産を CASH 化することで資金繰りを回復させ、経営の再生に成功した。

経営者の切実な悩みとリードタイム短縮との関係について考える。日本 TOC 協会の HP の中の

ブログに資金繰りに焦点をあてた記事<sup>20</sup> [22]がある。投資回収速度に関するシンプルな数学的分析方法が紹介されている。企業の投資(材料の購入)を売り上げで回収し資金を大きくする。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で資金の拡大速度(キャッシュベロシティ)を上げることが出来る。投資の拡大速度を高めることで資金難が改善される。キャッシュベロシティ(CV)の式を(1)式に示す。

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

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.6.11 に仮想した数値でリードタイムを変えてキャッシュベロシティ(CV)を計算した。リードタイムを長くすると資金回収速度が低下し資金繰りが悪くなるくなっている。つまり、景気が低迷する場合こそリードタイムを短くし資金繰りの健全化を図ることが必要である。

---

20 Mr.Ravi Gilani, Eli Schragenheim : 厳しい資金繰りからの脱出,日本 TOC 協会 BLG,ブログ Vol.91,2017

パラメータ		製品P 60BC					補足
		単位(億円、月)					
単位当たりの売価(S)	市場が決定	30					市場価格と推定
単位当たりの真の変動費(TCV)		18					材料費・・・売上げの6割と査定
寄与率(売上高/TCV)		1.67					
製造リードタイム	企業側で1ヶ月縮んで可	4	6	8	10	12	
売掛金回収期間		13		↑ ↓	リンクすると仮定		
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) <sup>-1/n</sup> -1)x100		66.67	29.10	13.62	8.89	6.59	
CV/月 月当たりCASH VELOCITY							

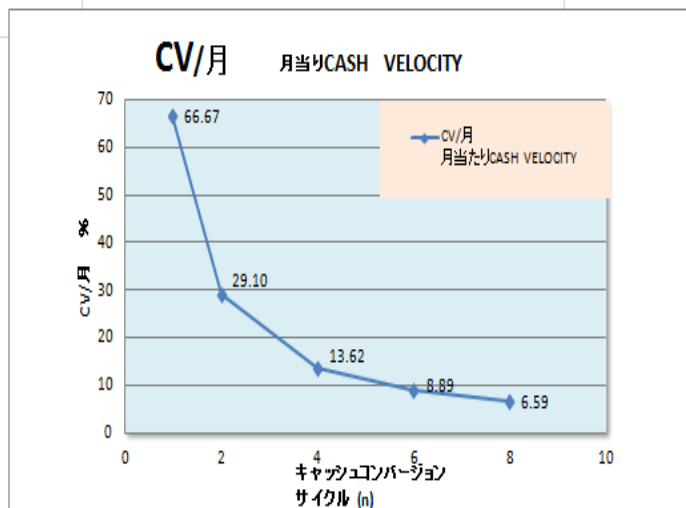


Fig.6.11 Cash velocity calculation with assumed sample shipbuilding data

## 6.7 投資家(顧客)の評価

資金調達(融資拡大や融資継続)の交渉先は投資家(主に銀行)である。その投資家が何を見ているかをシンプルに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は投資家が融資を決定している。自社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決めているのは投資家である。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。投資リターンを数式で表わすと以下となる。

$$ROI = S - Cv - Cf - Prof \quad (2)$$

$$= Tp - (Cf + Prof) \quad (2)'$$

但し ROI ; 投資リターン

$S$  : 収入(入ってくるお金)  
 $C_v$  : 変動費(時間の関数)  
 $C_f$  : 固定費(時間の関数)  
 $Prof$  : 利益(定数)  
 $T_p$  : スループット(  $=S - C_v$  )

投資リターンが存在する条件式は以下となる。

$$T_p - (C_f + Prof) > 0 \quad (3)$$

この式を時間で微分すると

$$d/dt \cdot T_p - d/dt \cdot C_f > 0 \quad (4)$$

この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。スループットは売上ー変動費で各項とも基本的に市場価格であるので定数と考える。このスループットの総量(売上総量)を決める制約は建造ドック期間である。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。また、投資回収という流れで造船 PJT を考えると投資は材料購入で、投資回収は引渡し後の売上げの獲得である。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.6.12 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、会社運営に於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が出来るとは限らないことを意味する。

内件	船名 (船名)	実積費 (材料費)	工費率	総工費 (工費)	トップ 積込数 (積込数)	(単位:万円)									
						製造原価 実+空	運賃付帯 空+空	運賃付帯 運賃	正算 赤字率	評価評価	期待スループット T(空)	必要運賃 実+空	2017年 運賃 空+空	2017年 運賃 空+空	
PJT001	3,000,000	1,800,000	1,200,000	240,000	10	3,000,000	0	7				1,700,000	48,000	40,000	-8,000
PJT002	3,200,000	1,900,000	1,300,000	260,000	10	3,000,000	200,000	1				1,800,000	48,000	50,000	1,111
PJT003	4,400,000	2,640,000	2,000,000	400,000	24	4,400,000	-400,000	11				1,700,000	48,000	50,000	1,000
PJT004	3,000,000	1,800,000	1,200,000	240,000	10	3,000,000	0	6				1,700,000	48,000	44,000	-4,000
PJT005	3,100,000	1,860,000	1,230,000	246,000	10	3,000,000	100,000	3				1,700,000	48,000	46,000	-2,000
PJT006	4,300,000	2,580,000	1,980,000	396,000	22	4,200,000	100,000	5	17,800,000	<	17,640,000	2,000,000	48,000	50,000	1,000
PJT007	4,800,000	2,880,000	2,000,000	400,000	24	4,800,000	-400,000	10				1,800,000	48,000	54,000	6,000
PJT008	3,000,000	1,800,000	1,200,000	240,000	10	3,000,000	0	9				1,700,000	48,000	40,000	-8,000
PJT009	3,100,000	1,860,000	1,230,000	246,000	10	3,000,000	100,000	4				1,700,000	48,000	46,000	-2,000
PJT010	3,300,000	1,980,000	1,300,000	260,000	10	3,000,000	300,000	7				1,800,000	48,000	46,000	-2,000
PJT011	3,300,000	1,980,000	1,300,000	260,000	10	3,000,000	-300,000	3				1,700,000	48,000	46,000	-2,000
PJT012	4,300,000	2,580,000	2,000,000	400,000	24	4,400,000	-100,000	12				1,700,000	48,000	50,000	2,000
合計	40,800,000	24,960,000	17,800,000	3,930,000	280	40,800,000	-400,000								

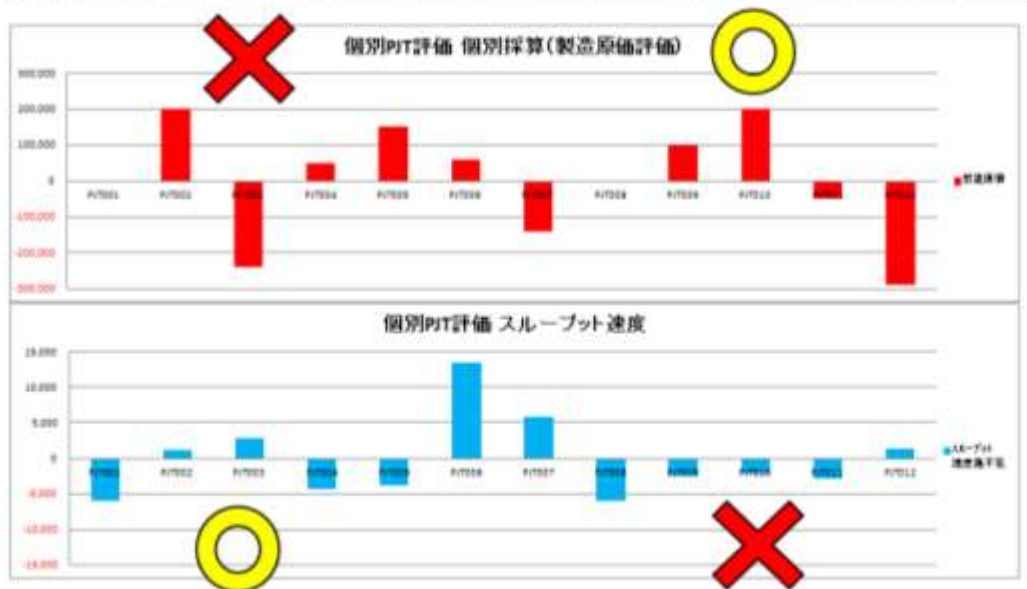


Fig.6.12 Sample evaluation of company results with 2 different way(Manufacturing cost vs Throughput velocity)

### 6.8 インダストリアル4を進めた欧州の造船所ドイツマイヤー造船所 [23]の成長の分析

ドイツのマイヤー造船の成長<sup>21</sup> [24]が世界造船市場での新たな脅威になっている。このマイヤー造船は 1999 年まで倒産を繰り返した造船所であるが、IT 化が進んだ大型客船造船所として進化し 2016 年の売上世界ランクは第 7 位(売上 3503 億円)にまで成長した。Fig.6.13 はプロモーションビデオ等から得られる情報から何故成功したかを思考プロセスで分析したものである。コスト競争状況(レッドオーシャン)の発生は「需要<供給」という関係が引き起こる。まずはこの関係を切り崩すために市場を大型客船に絞ることで「需要 >> 供給」という外部環境に変えた。さらにドイツの国家プロジェクトであるインダストリアル 4 による改善で付加価値提供速度を極めて早くすることに成功した。市場の要求速度より早くすることで大型客船市場を勝ち取っている。

21 海事プレス,P4,2017年8月10日発行

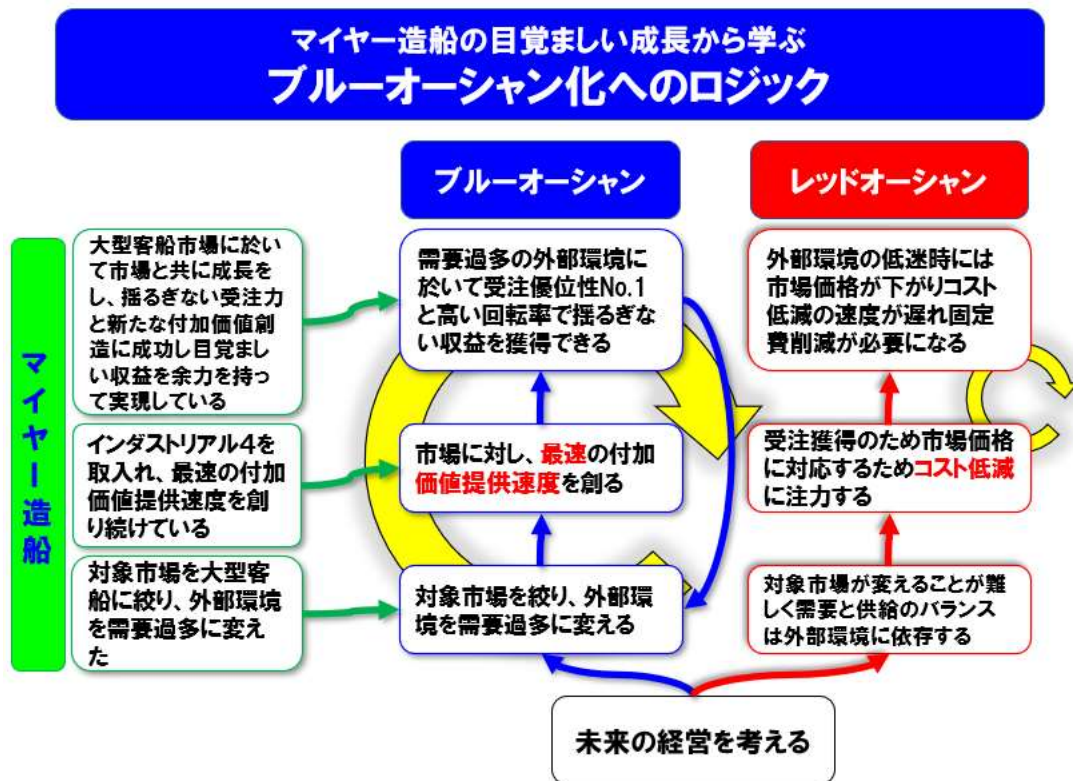


Fig.6.13 Simple study on growing logic of Meyer shipbuilding by thinking process

## 6.9 結言

今回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外部環境に於いて、国交省の2025年に世界シェア30%達成という難題の解決方向性についてTOCを活用し検討を行うことで下記が明らかになった。

- 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短縮が有効
- ② 資金繰り改善にはリードタイム短縮が有効
- 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 供給過剰の市場では市場セグメントを絞ることで「需要 >> 供給」の外部環境が創れる
- ⑤ 「需要 >> 供給」となる市場セグメントへの付加価値提供速度を市場の要求速度より早くすることで受注確度及び生産量が向上する
- ⑥ 目まぐるしく変化する外部環境では市場セグメントを常に見直すことが出来る経営サイクルが生き残りには必要

## 第7章 本研究の総括

同じ外部環境下でも経営方針の違いや経営指標のベンチマークの違いで成長する造船企業システムと低迷する造船企業システムが存在する。本論文では、通常、TOC 制約理論の最大の特徴と言える制約の最大活用という手法で造船システムの成長課題の解決方法を検討した。

第1章では、本研究の目的、および各章の概要について述べた。

第2章においては、造船システムのパーパスと制約について述べた。造船システムを含む全てのシステムにはその存在目的であるパーパスがあり、パーパスは造船システムの成長を引き出す源泉である。一方、造船システムには制約があり、これらがパーパスの実現を阻む要因にもなっている。このため TOC 制約理論では、制約に着目して改善を行うことにより、造船システムの能力を向上させることが可能になると考えられている。ここでは、造船システムに存在する制約を1) ボトルネック、2) 対立、3) 方針制約の三つに分類し、それぞれの特徴について整理した。

第3章では TOC 制約理論による課題解決方法について述べた。第2章において三つに分類し整理した造船システムに存在する制約について、制約に着目した改善方法として、1) 思考プロセス法、2) アンビシャスターゲット法、3) フローマネジメント法について述べ、各課題解決法の期待される有効性について述べた。また、制約には、改善を阻むバイアスも想定されることから、組織の課題解決のための前提条件についても述べた。

第4章、第5章、第6章では TOC 制約理論による課題解決方法を適用することにより、造船システムの課題解決について検討した。

第4章では組織間や組織内の対立課題についての検討事例を示した。ここでは、日本の造船・産業に潜む対立構造を可視化するために、200名に上る造船関係者が参加したオンラインセミナーで得られたアンケート調査から、思考プロセス法により、日本の海事関係組織に存在する望ましくない状況を抽出して、日本の海事産業システムに存在し、核心となる対立構造を明らかにし、その対立の解消法について検討して、提案した手法の有効性を示した。

第5章ではアンビシャスターゲット法による組織の合意形成およびフローマネジメント法により造船システムのフロー改善への適用に関する検討事例を示した。2022年にインドネシア産業界向けの JICA プロジェクトにおいては、提案する課題解決方法を教育プログラムとして構築して実践し、インドネシア造船業会での方針制約の課題解決に、アンビシャスターゲット法を導入し実施した事例を示し、課題解決に向けた合意形成を行った。さらに、インドネシア造船業のボトルネック制約についてフローマネジメント法を導入し、提案した手法の有効性を示した。

第6章では造船システムの戦略策定に関する検討事例を示した。日本の造船の歴史的変遷を分析して、造船システムが有する制約条件を抽出し、造船ビジネスの戦略策定について提案した手法の有効性を示した。また、造船戦略の先行事例として、ドイツのインダストリ

ア 4.0 に基づく造船戦略について、大型客船の連続建造で成長を続けているドイツのマイヤー造船のビジネス戦略分析を通して、ビジネス戦略の適用について本手法の有効性を示した。

以上のことより下記が分かった。

- (1) 造船システムにはベンチマークとしてリードタイムを採用することが必要である。
- (2) 工期を変えない方針では、入金が増えないのでコスト削減に経営者が集中する。工期一定での工数削減のコストダウンはシステムの財務に改善を与えないのでシステムが停滞するリスクがある。
- (3) 企業継続にはキャッシュフローが必須であるが、安定化するためには入出金予定の計画が重要である。造船のような高額な製品は外部支払いと代金受取がバランスするよう計画することが企業継続を安定化させる。
- (4) フローを改善することは付加価値作業を改善するのではなくシステムのなかのムダを排除することが重要である。そのために実行すべきマネジメントは以下の3点が重要である。
  - ①仕事はなるべく少なく投入する。
  - ②リソースはなるべく多く投入する
  - ③契約納期を守るために、仕事の繋がりを優先する。個々のタスクの期限重視で消費されるバッファのムダ使いを排除する。
- (5) 造船システムのベンチマークをリードタイムとしたときはフローマネジメントが効果的である。導入のためのフローマネジメント教育はバイアスを回避するための TOC 思考プロセス教育とフローの基礎技術を1週間程度の教育で理解が可能である。
- (6) 変革を必要とする改善は経営者の同意が必須であるが、フローマネジメントを学習し理解した者が自分の仕事で活用し成果を生み出すと、経営者の同意を獲得できる。
- (7) フローマネジメントの他者の成功を理解すると他の経営者は同意をすることが出来る。

フローマネジメントの理論の理解は比較的容易であるが、実際の行動への転換は思ったよりも困難である。教育には体感型のシミュレーションゲームなどを行い極めて良好なコミュニケーション状況を構築することが重要である。導入を行う者は自分の経験からフロー向上のロジックを真剣に必要だと感じ、そして1社でも改善の機会を受け入れて欲しいと強く思うことが必要とを感じる。その前提条件が整うと共感が生まれ造船システムの改善機会が増えてくると考える。

## 謝辞

本研究をまとめるにあたり、指導教官として終始懇切なる御指導と御教示を賜りました、九州大学大学院工学院 教授 篠田岳思先生には、心より感謝の意を表し厚くお礼を申し上げます。

そして、本論文の副査をお引き受けくださいました。

九州大学 工学研究院 教授 木村 元 先生

九州大学 工学研究院 准教授 田中 太 先生

に、深く感謝いたします。ありがとうございました。

また、研究にあたり貴重なご助言とご指導を賜りました東京大学大学院新領域創成科学研究科 稗方和夫教授、広島大学大学院先進理工系科学研究科 濱田邦裕教授、横浜国立大学総合学術高等研究院 満行泰河准教授、長崎大学大学院工学研究科 橋本州史教授、広島大学対学院先進理工系科学研究科 陸田秀実教授に厚くお礼申し上げます。

なかでも、考え方の方向性に豊かな経験からご助言を頂いた吉富生産技術研究所 吉富 佐工学博士に深く感謝申し上げます。

さらに、フローマネージメントの導入活動に於ける教育体験を支えて頂いた九州大学大学院生、西部造船会の若手技術者交流会に参加された方々、インドネシア造船教育プロジェクトを支えて頂きました KAMPUH WELDING INDONESIA の Moenir 社長、Didid 技術部長、そして教育プロジェクトに参加して頂いたインドネシア造船所の方々に貴重な導入教育課程に於ける知見獲得の機会を頂きましたことに厚くお礼申し上げます。

最後にフローマネージメントを指導して頂きましたプログレッシブフロージャパンの工藤 崇社長に厚くお礼を申し上げます。

## 参考文献

1. Goldratt M. Eliyahu : Standing on The Shoulders of Giants: Production Concepts Versus Production Applications. The Hitachi Tool Engineering example, *Gestão & Produção*, 16(3), 333-343. <https://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2009000300002>, 2009.
2. エリヤフ ゴールドラット : ザゴール, ダイヤモンド社, 2001.
3. 土井裕文、篠田岳思 : Application of TOC for a Newly Development of Shipbuilding Industry, *Proceeding of 25th TE (Trandisciplinary Engineering)*, 2018.
4. エリヤフ ゴールドラット : ザゴール 2, ダイヤモンド社, 2002.
5. 土井裕文、篠田岳思 : STUDY ON IMPROVEMENT OF PRODUCTIVITY OF INDONESIA SHIPBUILDING WITH THEORY OF CONSTRAINTS, *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*, 2017.
6. 土井裕文、篠田岳思 : TOC 思考プロセスを活用した循環システムの特性に関する考察, *日本船舶海洋工学会講演論文集*, 第 31 号, 2020.
7. 土井裕文、篠田岳思 : Flow Management Innovation to Shift toward Sustainable Society, *Proceeding of International Conference on Ship and Offshore Technology 2021*, 2021.
8. 土井裕文、篠田岳思 : TOC 思考プロセスによる環境問題の課題解決への適用、*日本船舶海洋工学会講演論文集*、第 30 号、2020.
9. 土井裕文、篠田岳思 : TOC を活用した System of system, *日本船舶海洋工学会講演論文集*、第 27 号, 2018.
10. 土井裕文、篠田岳思 : TOC 思考プロセスを活用した造船業への DX 戦略に関する研究, *日本船舶海洋工学会講演論文集*, 第 29 号, 2019.
11. 大野 耐一 : *Toyota Production System: beyond large-scale production*, Oregon: Productivity Press, 1988.
12. 土井裕文、篠田岳思、金城周三 : TOC 思考による企業戦略立案のための支援方法に関する研究, *日本船舶海洋工学会講演論文集*, 第 28 号, 2019.
13. 土井裕文、篠田岳思、橋本州史、陸田秀実 : TOC 思考プロセスによる日本の造船・産業に潜む対立構造の可視化に関する研究, *日本船舶海洋工学会講演論文集*, 第 34 号, 2022.
14. 岸良裕司 : 全体最適の問題解決入門「木を見て森も見る」最強の思考プロセス, ダイヤモンド社, 2008.
15. 土井裕文、篠田岳思 : TOC 思考プロセスによる持続可能な経済社会における造船業の課題に関する考察, *日本船舶海洋工学会講演論文集*, 第 32 号, 2020.
16. Cox J. and Jacob, D. Bergland : *Velocity. Combining, Lean, Six Sigma, and the Theory of Constraints to Achieve Breakthrough Performance*, Free Press USA, 2009.
17. 土井裕文、篠田岳思、工藤 崇 : 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, *日本船舶海洋工学会講演論文集*, 第 25 号, 2017.

18. 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論文集, 第 24 号, 2017.
19. 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, 公益社団法人発明協会, 2016.
20. 土井裕文：Creating a Holistic Shipbuilding Operation, TOCICO ワシントン大会, 2014.
21. 土井裕文、篠田岳思：TOC 思考プロセスを活用した企業継続のための資金繰りに関する考察, 日本船舶海洋工学会講演論文集, 第 34 号, 2022.
22. Mr.Ravi, GilaniSchrageheimEli : 厳しい資金繰りからの脱出, 日本 TOC 協会 BLG, ブログ Vol.91, 2017.
23. 土井裕文、篠田岳思：TOC 思考法による戦略的な造船経営計画に関する研究, 日本船舶海洋工学会講演論文, 第 26 号, 2018.
24. 海事プレス：縮む造船業収益、欧州が存在感 世界の造船所売上ランキング 本紙調べ. 海事プレス, 2017 年 8 月 10 日.
25. 土井裕文、篠田岳思：Conceptual Modeling for Vital Power Scale for Corporate Management by Theory of Constraint, Proceeding of 26th TE (Trandisciplinary Engineering) , 2019.