

# TOC 思考プロセスによる持続可能な社会経済における造船業の課題設定に関する考察

正会員 土井 裕 文\* 正会員 篠田 岳 思\*\*

Study on Mission Setting for Shipbuilding Industry for Sustainable Social Economy  
by TOC Thinking Process

by Hirofumi Doi, Member

Takeshi Shinoda, Member

**Key Words:** TEEB, TOC thinking process, Thermodynamics 2<sup>nd</sup> law, Entropy, Conflict

## 1. 緒言

現在は地球温暖化に伴う異常気象や資源の枯渇等、環境問題が喫緊の課題となっている。環境問題はコロナウィルス感染問題と同様、世界の協調なくしては解決できない課題である。理由は、我々は同じ地球に住み、繋がっている空気、水等の天然資源により生きているからである。ハーマン E デイリーは「持続可能な発展の経済学」<sup>1)</sup>で成長を指標に展開されてきた経済活動を持続可能な経済社会へ変革することを主張している。熱力学の第2法則はエネルギーを使うとエントロピーが増大される。このフロー(増大)は一方通行であり、使えば使うほどエネルギーのゴミが溜まることになる。Fig. 1 は化石燃料消費による二酸化炭素の排出量をクロマニヨン人が出現した4万年前から現在までの推移を示したものである。下のグラフは時間を対数にしてグラフにしたものである。産業革命以降の変化は人類の歴史の長さから見ると電気ノイズのような変化であり極めて異常な現象に映る。Fig. 2 は TEEB<sup>2)</sup>の中間報告に記載された地球の資源の毀損状況である。加速的なエネルギー消費は自然資本の毀損を伴ってきたと言える。今回はこの環境問題を TOC<sup>3)</sup>思考プロセス<sup>4)</sup>を活用して成長経済の構図を明らかにし変えるべき前提条件を解決すべきジレンマ(対立)を推察し、このジレンマ解消の対策を考えることにより環境対策についての解決の方向性について検討を行った。現在では既に ESG、や SDGs などの活動指針が示され環境問題への歩みが示されているが、ジレンマの解消というアプローチが更なる ESG、SDGs の加速に寄与することを期待する。今回はこの環境問題を TOC<sup>3)</sup>思考プロセス<sup>4)</sup>を活用して成長経済の現象の構図を明らかにし、持続可能な社会形成には適切でない前提条件を検討し、前提条件を変えることにより得られる課題を推察する。また、成長経済から持続可能な経済に変革するうえでは何かしらのジレンマ

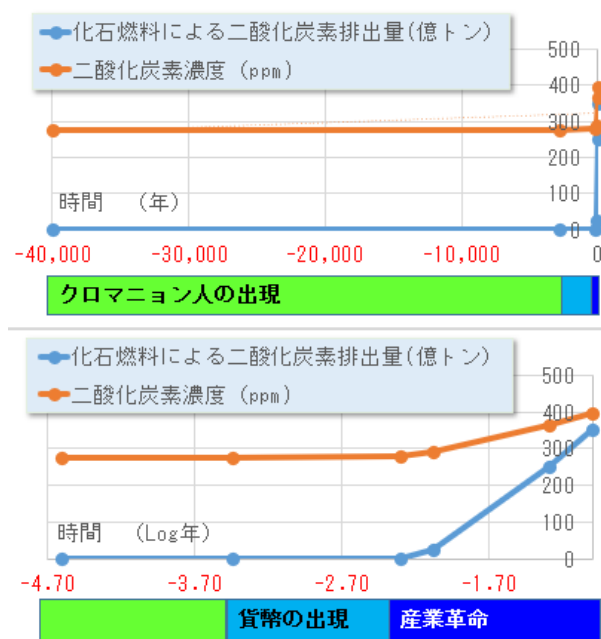


Fig. 1 Trend of amount of discharged CO2 by Fossil Fuel

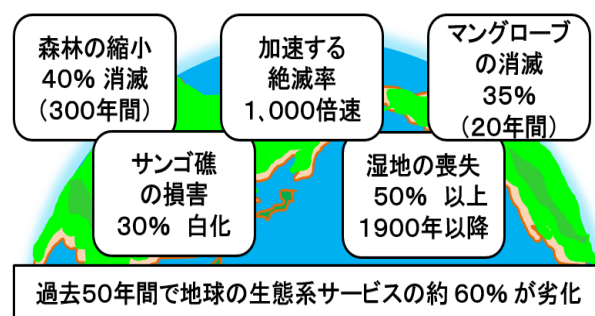


Fig. 2 Missing Natural Capital reported by TEEB

(対立)が存在するはずである。このジレンマ(対立)を推察し、対策を検討した。これらは ESG、や SDGs などの活動の加速や支援に寄与することを期待する。

## 2. 環境問題

### 2.1 熱力学の第2法則 エントロピー

エネルギーが利用されるとエントロピーの一方通行の流れがある。我々の人間は Fig. 3 に示すように、食事(低エントロピー)を行いエネルギーに変換し体を動かして

\* 三井 E&S 造船株式会社 / 九州大学大学院工学府

\*\* 九州大学大学院工学研究院

原稿受付 令和3年3月12日

公開日 令和3年5月24日

春季講演会において講演 令和3年5月31日、6月1日

©日本船舶海洋工学会

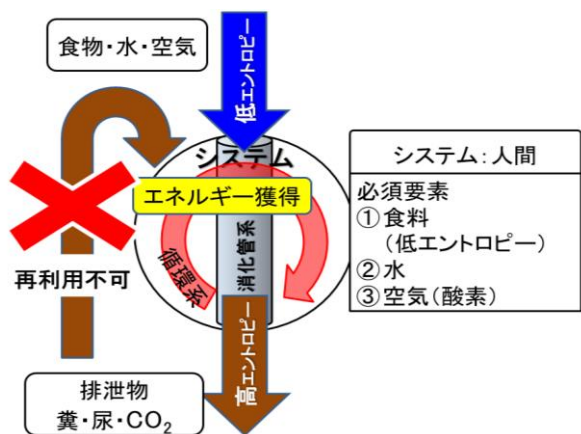


Fig. 3 One-way flow of Entropy for human being system

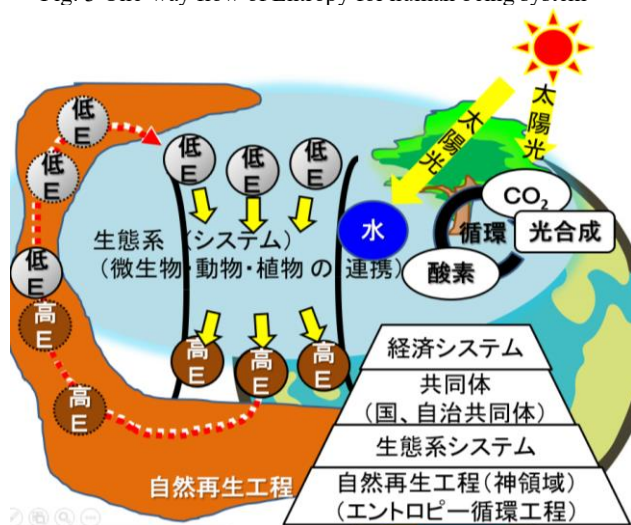


Fig. 4 Flow diagram of Entropy flow

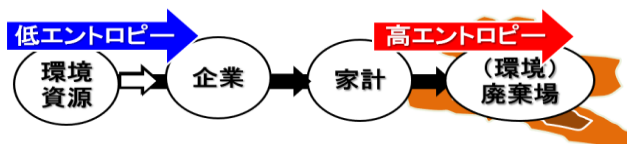


Fig. 5 One-way flow of Entropy for society

いる。そして体内から排泄物 (高エントロピー) を出す。これを継続することで命が繋がっている。高エントロピーを再度体に取り入れてエネルギーを取り出すことが出来れば永久機関が実現するが、自然はそうように人間を設計していない。Fig. 4 は太陽光による光合成を含めた地球上のエントロピーの流れを極めて単純に図にしたものである。エントロピーの流れのシステムは我々の生きることを支えている基礎となるシステムであることが分かる。Fig. 5 は経済活動をエントロピーの流れで表現したものである。

## 2.2 成長経済

Fig. 6 は成長経済が実現した物質的に豊かな暮らしを TOC 思考プロセスで表現したものである。理由のボックスが成長経済を支えた行動の内容になる。この物質的な豊かさは次第に現在の環境問題を発生させてきた。成長経済には前提条件の⑥「経済活動が地球の生態系サービス量 (資源) に比べ十分小さい」であれば許容の範囲にな

る。しかし、成長を続けるとここで経済規模が生態系サービスの量に比べ小さくなると、この前提条件が成立しないレベルになり、結果的に環境問題発生という現象になったことになる。

## 2.3 持続可能な経済

Fig. 7 は成長経済における前提条件⑥が「地球の生態系サービス量 (資源) には限りがある」と変わると理由がどのように変わらなくてはならないかを整理したものである。資源に限りがあるという前提条件は Fig. 6 の理由の「より多く生産をする」という行動を変える必要がある。「より多く」という量の表現は「定常状態を維持する量」ということになる。つまり、今よりも少なく、しかし必要分という量である。今よりも少なくなるので必要なものを必要なところへという優先順位に基づく配分機能が必要になる。これらが機能すると現象は恐らく物理的に豊かなだけではなく精神的にも豊かになると想像できる。

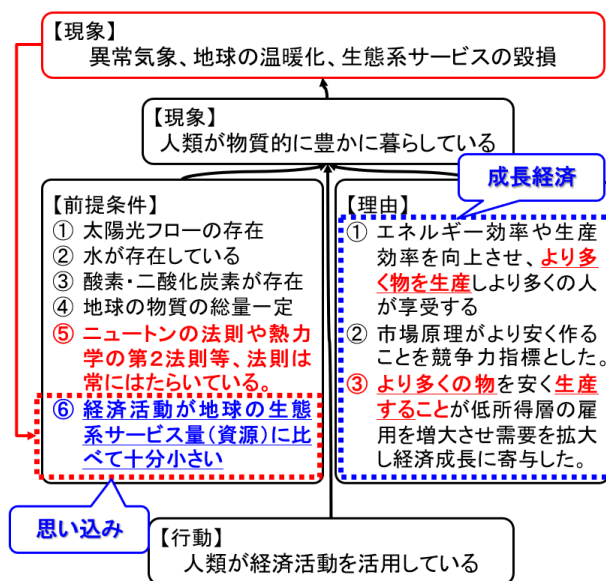


Fig. 6 Physical richness life in growing economics explained by TOC thinking process

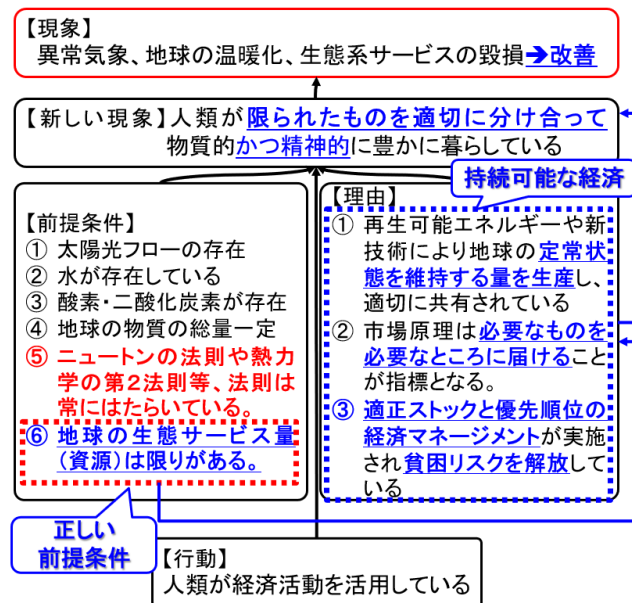


Fig. 7 Physical richness life in sustainable economics explained by TOC thinking process

## 2.4 持続可能な社会・市場のニーズ

Fig. 8 は人類が生き続ける状態を思考プロセスで整理したものである。この理由の部分が生存継続のための必要な理由である。言い換えると達成しなければいけない課題になる。Fig. 9 は造船における課題を推定したものである。

## 2.5 成長経済と持続可能経済に存在するジレンマ

Fig. 10 は成長経済と持続可能経済に存在するジレンマを思考プロセスの対立構造(クラウド)で表したものである。人類が生き続ける状態を思考プロセスで整理したものである。行動における物の方向が自分の方が相手の方が真逆になる対立構造になる。Fig. 11 はその対立する行動の理由を示したものである。Table 1 および 2 は対立構造の解決策をまとめたものである。

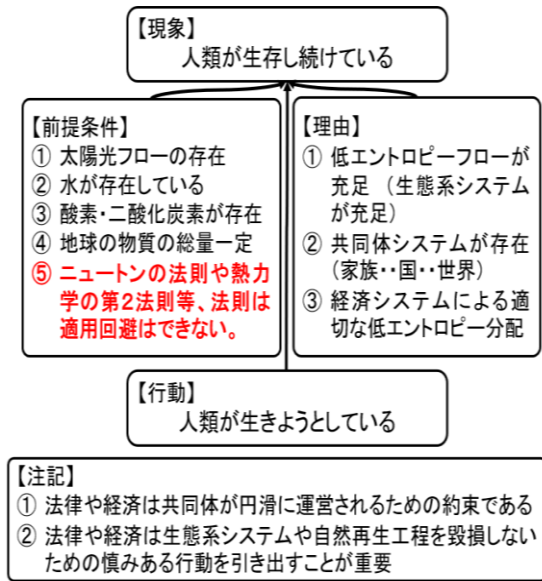


Fig. 8 Lasting life explained by TOC thinking process

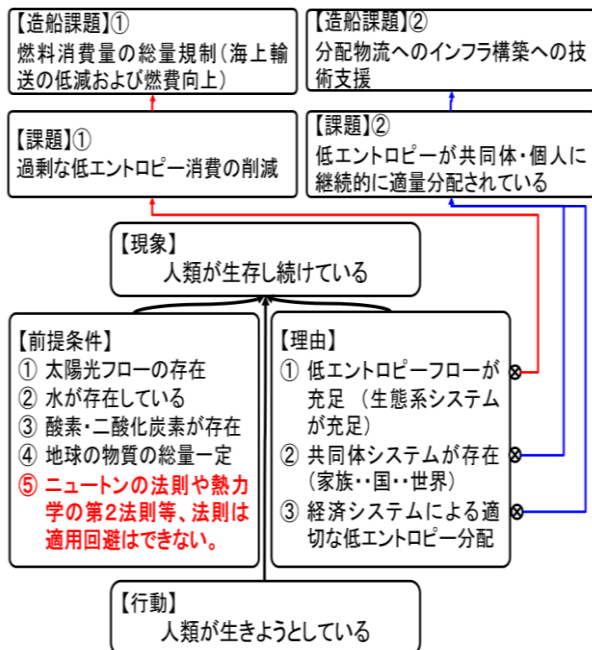


Fig. 9 Shipbuilding mission led by the reason of Lasting life explained by TOC thinking process

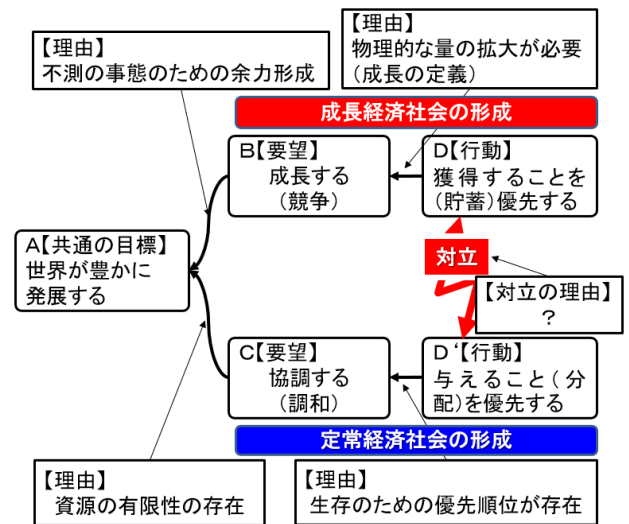


Fig. 10 Dilemma between growing economy and sustainable economy by TOC thinking process

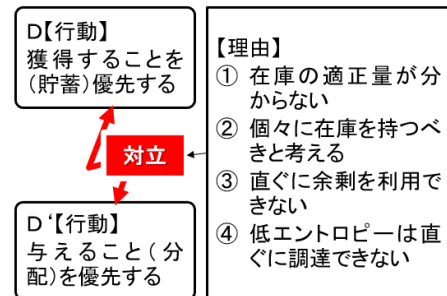


Fig. 11 The reasons of conflict in action of Dilemma between growing economy and sustainable economy

Table 1 Solution of Dilemma between growing economy and sustainable economy (1/2)

| 解決への質問               | 理由                | 解決策             | どうやりますか？                     |
|----------------------|-------------------|-----------------|------------------------------|
| ① 何故D'でBを満足できないのですか？ | 物質的増大が成長と定義しているから | 物質的な増大を成長と定義しない | SDGsに取組む                     |
| ② 何故DでCを満足できないのですか？  | 獲得すること支配権を奪われるから  | 獲得すること支配権を奪われない | 不測の時には共通財産として在庫が活用される        |
| ③ BとCを同時に満足しない理由は？   | 競争が成長の手段になっているから  | 競争を成長の手段にしない    | GDP・収益等競争の指標を見直す<br>SDGsに取組む |
| ④ DとD'が対立する理由は？      | 別表に示す             |                 |                              |

Table 2 Solution of Dilemma between growing economy and sustainable economy (2/2)

| 解決への質問          | 理由                  | 解決策              | どうやりますか？                  |
|-----------------|---------------------|------------------|---------------------------|
| ④ DとD'が対立する理由は？ | ① 在庫の適正量が分からない      | 在庫の適正量が分かる       | 在庫の量を決めてパッファ管理を行い適正量を見極める |
|                 | ② 個々に在庫を持つべきと考える    | 個々に在庫を持たないべきと考える | 共通在庫で余剰管理をする              |
|                 | ③ 直ぐに余剰を利用できない      | 直ぐに余剰を利用できる      | 優先順位に基づく助けるマネージメントを行う     |
|                 | ④ 低エントロピーは直ぐに調達できない | 低エントロピーの速度に合わせる  | 総量規制の下で適正な分配を行う           |

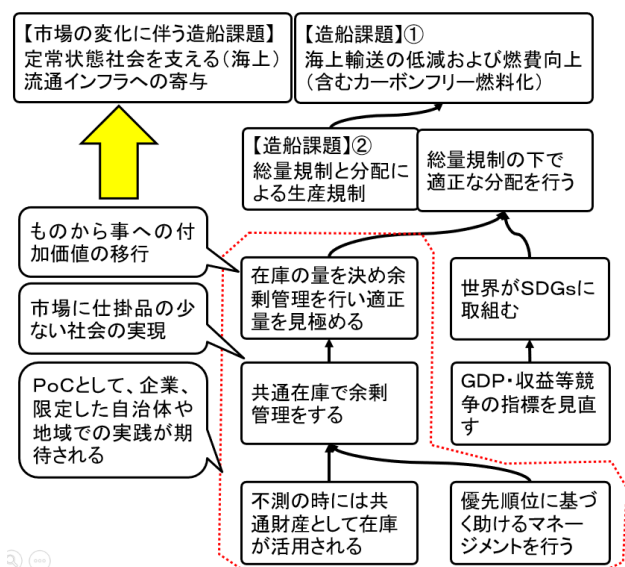


Fig. 12 Tree of Dilemma solutions  
by TOC thinking process

### 3. 造船業の課題

持続可能な社会実現の課題や環境社会における造船業に期待される課題の推定が出来た。それぞれがどのように繋がっているかを整理すると全体が俯瞰できる。Fig. 12に解決すべき課題の繋がりを整理したものを示す。この図から持続可能な社会は優先順位のマネージメントにより必要なものを共有するという手法で貧困問題を解決しようとしているように思われる。共有在庫化をすることで生産量の減少させることで持続可能な社会形成への許容量に近づけていくプロセスとなる。そのマネージメントが根付くと持続可能な社会形成のための総量規制が行われ持続可能な社会が定常化するというプロセスと推察できる。

造船業・海事産業はこの活動を遅滞なく進めるための海上物流のインフラの構築支援と船舶のカーボンフリー化の技術開発を遅滞なく進めることが必要であると推察される。注意すべきは成長経済での低コスト実現のために大量に作ることで安くするというロジックが持続可能な社会では存在しなくなる。

### 4. 結言

熱力学の第2法則のエントロピーに着目して限りある資源を考慮したときの持続可能な社会における造船業の課題を推定した。検討を通して以下のことが分かった。

- 1) 成長経済と持続可能経済の間にはジレンマが存在している。
- 2) 持続可能な社会構築には優先順位に基づく分配マネージメントが必要である。
- 3) 優先順位に基づく分配マネージメントは貧困の解消に寄与する可能性がある。
- 4) 造船業・海事産業は優先順位に基づく分配システムの海上輸送のインフラに開発エリアがある。
- 5) 持続可能な社会では大量生産でコストを安くするという競争力ロジックが存在しなくなる。

### 参考文献

- 1) ハーマン・E・デイリー：持続可能な発展の経済学、みすず書房, pp332, 2005
- 2) パヴァン・スクデフ 研究リーダー、スタブロス・ディマス 欧州委員会環境総局 環境担当委員、シグマール・ガブリエル ドイツ環境大臣：生態系と生物多様性の経済学 中間報告 日本語版, pp 64, 2008
- 3) エリヤフ・ゴールドラット：ザ・ゴール、ダイヤモンド社, pp.552, 2001
- 4) エリヤフ・ゴールドラット：ザ・ゴール 2, ダイヤモンド社, pp.400, 2002