

令和 5 年 6 月 1 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K04391

研究課題名（和文）内航海運における船員不足がもたらす経済的影響の推計手法の開発と政策分析

研究課題名（英文）Economic Impact of Seafarer Shortages in Coastal Shipping and Assessment of Mitigation Policy

研究代表者

石黒 一彦（Ishiguro, Kazuhiko）

神戸大学・海事科学研究科・准教授

研究者番号：60282034

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、不足する船員数と不足時期、船員不足により運航できなくなる船舶数、船舶の運航停止により輸送できなくなる貨物量、貨物輸送の停止により発生する経済的損失、を順次推計した。その結果、シナリオによっては2025年から2030年頃にかけて船員不足数は数百人に上り、有効な対策が実行されない場合、日本のGDPを数百億円引き下げると推計された。近年の業界および行政の取組は船員不足をさせる効果があるが、船員不足を解消させるにはまだ十分ではないことが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により船員不足がもたらす経済的影響は、不足1人あたりおよそ1億円であり、これは事前の想定よりも大きいことが明らかとなった。また複数の将来シナリオに基づいた推計により将来予測される船員不足とその経済的影響が明らかとなった。様々検討されている船員不足解消策はいずれも費用対効果が大きいことが推察される結果を得た点に意義がある。

研究成果の概要（英文）：This study sequentially estimated (1) the number of seafarers shortage and the timing of the shortage, (2) the number of vessels that will be unable to operate due to the shortage, (3) the volume of cargo that will be unable to be transported due to the suspension of vessel operations, and (4) the economic losses that will occur due to the suspension of cargo transport. As a result, depending on the scenario, the number of seafarer shortages could be several hundred between 2025 and 2030. If effective countermeasures are not implemented, it is estimated that this could reduce Japan's GDP by several tens of billions of yen. The study indicates that recent efforts by the industry and the government have been effective in reducing the shortage of seafarers but are not yet sufficient to eliminate it.

研究分野：土木計画学

キーワード：内航海運 船員需給 船舶需給 コーホート分析 産業関連分析

1 . 研究開始当初の背景

内航海運業界では船員不足が常態化しつつある。国土交通省は平成 19 年，平成 24 年，平成 29 年と三度に渡って将来の船員不足の推計を行っている。最新の推計値についてはまだ評価はできないが，過去二度の推計は結果として過大推計となっており，推計精度に問題があると考えられる。また，不足する船員数を推計するに留まっており，その意味するところが国民に十分に伝わっていない。内航海運における船員不足が国全体および各地域にどのような経済的影響をもたらすかを適切に示す必要があると考える。これまでは主に高齢船員を活用することにより何とか運航を維持してきたが，それも限界に近づいているため，何らかの対策が必要である。国土交通省海事局は「内航海運の活性化に向けた今後の方向性検討会」を立ち上げ今後の内航海運政策を議論し，平成 29 年 6 月に「内航未来創造プラン」としてまとめている。そこでは今後取り組むべき具体的施策の一つとして「船員の安定的・効果的な確保・育成」が挙げられている。政府の「総合海洋政策本部会合」においては次期海洋基本計画の策定に向けた議論が進められている。平成 29 年 4 月 7 日の会議資料によると，「海洋人材の育成」が主要テーマ候補の一つに挙げられ，その中には当然，船員の育成も含まれる。以上のように，行政にも問題意識はある程度共有されており，船員不足問題についても政策による対応が期待される。しかし内航海運の船員不足の将来予測ならびにその経済的影響に関する研究はほとんどない。船員不足による安全性低下を指摘する研究や船員育成の困難さを指摘する研究はあるものの，経済的影響を対象とした研究は未だない。そのため将来に対する正しい危機意識を持つことも，危機を回避するための政策評価を行うこともできない状況にある。

2 . 研究の目的

本研究は内航海運の船員不足による経済的影響の推計手法を開発すること，およびその経済的影響を緩和するための各種政策や対策の費用対効果分析の手法を開発することを目的とする。

船員不足による経済的影響の推計手法は以下の 4 つの手法を組み合わせで行う。まず船員の需給ギャップの推移から【1】不足船員数の推計を行う。船員供給はコーホート分析により推計する。船員需要については，船舶が大型化している傾向を踏まえ，貨物需要が一定だったとしても船員需要が減少する状況を考慮する点に独自性がある。港湾インフラ整備の状況とマクロ経済の動向をもとに船舶サイズ別に隻数の将来推計を行う。ここでの単位は「人」である。次に【2】船員不足により運航できなくなる船舶数の推計を行う。過去の研究において小型の一般貨物船の船員不足の深刻化が指摘されていることを踏まえて，船種別サイズ別に運航できなくなる船舶数の推計を行う。インタビュー調査や現地調査により船員の労働環境，待遇，育成環境を把握し，それらを考慮した分析を行う。統計値や各種データとして公表されていない詳細な船員の労働環境等を把握し，分析に用いる点に独自性がある。ここでの単位は「隻」である。次に【3】船舶が運航できなくなることにより輸送できなくなる貨物量の推計を行う。内航海運では，コンテナ船，フェリー，RORO 船を除くほとんどの船舶は概ね単一の品目を輸送している。また，コンテナ船，フェリー，RORO 船は船員の労働環境や待遇も良いため，船員確保が比較的容易で，すぐに運航できなくなる状況ではないと考えられる。従って，運航できなくなる船舶が特定できれば，輸送できなくなる品目も特定できることになる。ただし，積み合わせを行う一般貨物船については，インタビュー調査および観測調査により品目の内訳を把握する。各船舶が輸送している品目別の内訳をインタビュー調査等により把握して分析に用いる点に独自性がある。それらを踏まえて，区間別または地域別に輸送できなくなる貨物量を品目別に推計する。また，製造業や流通業の立地動向と貨物輸送需要の動向との関連を考慮する。ここでの単位は「トン」である。最後に【4】貨物が輸送できなくなることにより減少する付加価値の推計を行う。輸送できなくなる貨物の分だけ生産が減少すると仮定して産業連関分析により経済損失を推計する。ここでの単位は「円」である。以上により，船員不足に対して何ら策を講じない場合の経済的影響が推計可能となる。

各種政策や対策の費用対効果分析の手法は上記【1】～【4】の各段階に影響を及ぼす政策や企業レベル・業界レベルの対策を列挙し，それらの効果の考察に基づいて開発する。現在のところ，船員需給ギャップ緩和，少人数運航，輸送効率向上，代替輸送・代替生産等に資する政策や対策を想定している。船員不足問題に対応するための政策や対策によりどのような効果が期待できるのか。対応せずに放置した場合の損失を政策により回避できるとすれば，その損失回避分を効果と見なすことができる。

3 . 研究の方法

3.1. 不足する船員数の推計

将来における船員の不足数については、船員需要を 2013 年に公益社団法人鉄道貨物協会がトラックに対して行った推計手法、船員供給を 2007 年、2011 年に国土交通省海事局が行った推計手法に基づいて推計した。将来における船員数の需要と供給を推計し、その差がマイナスになった時点で不足が生じるものとする。

船員需要については、まず内航貨物総輸送量と実質 GDP から将来の実質 GDP 当たりの内航貨物総輸送量（原単位）を推計する。原単位については、1994 年から 2019 年までの原単位を、タイムトレンドのみを説明変数として対数関数として回帰分析を行った。本研究では将来推計の対象期間を 2034 年までとした。これは、事前に行った簡易な船員供給の将来推計結果によると、船員供給は徐々に増加のペースを速め、2020 年代後半には船員需要の伸びを上回ることで、すなわち船員不足が発生したとしてもそれはピークアウトすることが見込まれたため、2034 年までを対象とすれば十分に船員不足に関する考察が可能と考えたからである。これにより 15 年間の外挿を行うことになり、そのために十分な期間のサンプルを推計に用いることを考えたが、内航船舶輸送統計調査の調査方法が 1994 年分から変更になったことを考慮し、1994 年から 2019 年までの 26 年間の値をサンプルとした。決定係数や t 値は十分な水準にあるものの、DW 比からは正の系列相関が疑われる結果となった。推計モデルとしては問題を抱えているものの、将来値の目安を示すことはできていると考える。このように求めた原単位に実質 GDP の予測値を乗じることにより内航貨物総輸送量の将来値を予測する。実質 GDP の予測値については、三菱 UFJ コンサルティング&リサーチ、ニッセイ基礎研究所、みずほ総合研究所、大和総研の 4 者がそれぞれ 2017 年から 2019 年にかけて発表した将来予測値を参考にし、High ケースとして最も楽観的なニッセイ基礎研究所の予測値、Low ケースとして最も悲観的な三菱 UFJ コンサルティング&リサーチの予測値、Base ケースとして 4 者の予測の平均値として、2018 年度の実質 GDP 533 兆 6679 億円（2011 年連鎖価格）を元に 3 通りの将来予測を 2034 年度までについて行った。2034 年度の実質 GDP 予測値は High ケースで約 662 兆円、Base ケースで 622 兆円、Low ケースで 597 兆円となった。内航貨物総輸送量の将来値を船員一人あたりの内航貨物輸送量で除することにより船員需要の将来値が推計される。有効求人倍率が 1 に近い状態は需給が均衡しており、船員職業安定年報のデータから 2007 年度の内航貨物船員の有効求人倍率は 1.01 倍であり需給が均衡していると考えられる。2007 年度における輸送活動量 2 億 296 万トンキロと内航貨物船員数 21,963 人から、船員 1 人あたりの標準的な内航貨物輸送量は 9,241 トンキロ/人と算出される。

船員供給の将来予測についてはコーホート分析におけるコーホート変化率法を用いて推計値の算出を行う。コーホート変化率法とは、各コーホート（同時期に出生した人の集団）について、過去における実績人口の動勢から「変化率」を求め、それに基づき将来人口を推計する方法である。例えば、ある時点で 21~25 歳のコーホートに所属する人は、その 5 年後には 26~30 歳のコーホートに移動するはずであるが、このときの移動に伴う人数の変化率を、将来にわたって適用して人数を推計する方法である。本手法は各コーホートの船員数の推移のみから将来予測を行うもので、その推移の要因については全く考慮していない。例えば船舶サイズの変化や貨物の種類の変化は考慮していない。本研究においては船員供給の推計にあたり、25 歳未満、25~59 歳、60 歳以上の推移についてそれぞれ想定を行っている。25 歳未満については 3 通りのシナリオを設定した。将来人口統計に基づきゆるやかに減少するとした悲観的なシナリオをシナリオ 1、2019 年以降変化しないとした標準的なシナリオをシナリオ 2、2006~2019 年のトレンドで以降変化するとした楽観的なシナリオをシナリオ 3 とした。これらは、章で紹介した現在の取組を止めるシナリオ、継続するシナリオ、さらに強化するあるいは新たな効果的な取組を導入するシナリオをそれぞれ想定している。25~59 歳については 2006~2019 年の中で全体の増加率が最も小さい 2010~2015 年の変化率を使用した悲観的なシナリオをシナリオ A、2006~対象年の変化率の平均を使用した標準的なシナリオをシナリオ B とした。60 歳以上については特にシナリオ分けは行っていない。すべての船員が 75 歳を上限に引退する想定で推計している。このようなシナリオ分けを行ったのは、最も若い年齢階層については分析できないこと、また、60 歳以上の高齢船員については、細かい年齢階層ごとの人数把握が 2015 年以降しか行われておらず、データの入手が不可能であったことがその理由である。以上より、シナリオ 1~3 とシナリオ A、B の組み合わせで 6 通りのシナリオを想定したことになる。シナリオ 1-A が最も悲観的なシナリオで、シナリオ 3-B が最も楽観的なシナリオである。

3.2. 運航できなくなる船舶数の推計

小規模の船舶から運航が停止するとの仮定を置く。具体的には、総トン数 200GT 未満の船舶を対象として運航停止隻数を推計した。これは、船員不足の影響を最も強く受けるのが小型船であると考えられるためである。海運集会所発行の 2020 年版船舶明細書から 200GT 未満の船舶を抽出し、積荷についての記載がない船舶を除外した結果、529 隻が対象となった。さらに積荷が一般貨物の船舶も同様に除外する。また積荷がその他の船舶は主に作業船や起重機船であり、貨物輸送と直接の関係がないと判断し除外した。結果として、対象船舶は 10 品目、410 隻が抽出された。積荷品目ごとに同じ比率で船舶の運航が停止すると仮定する。対象船舶の船員数の平均は 3.96 人であった。

全国内航タンカー海運組合船員対策委員会によると、理想の予備員率は 43%であるものの、

現実の予備員率は 35%であり、本研究ではこれを参考に予備員率を 35%と設定する。以上より 200GT 未満の船舶 1 隻を運航するのに必要な船員数は 5.35 人となる。従って、不足船員数 5.35 人に 1 隻の割合で船舶運航が止まるものとする。

3.3. 輸送できなくなる貨物の重量の推計

品目ごとの年間輸送量、各品目を輸送する船舶の載貨重量トン数 (DWT) の相関関係、対象船舶の載貨重量トン数から、輸送できなくなる貨物の重量を推計する。平成 30 年度の内航船舶輸送統計調査の第 6 表小型鋼船及び木船コンテナ品目別トン階級別輸送量 (営業用) から各積荷の輸送量実績を抽出した。船舶の載貨重量トン数の数値は 2020 年版船舶明細書から 500GT 未満の 1,484 隻のデータを抽出して使用した。内航船舶輸送統計調査では、500GT 未満の合計貨物輸送重量のみしか得られないため、500GT 未満に合わせている。ここで求めた DWT あたりの輸送重量を本研究の対象船舶の平均 DWT に乗じることで 1 隻あたりの年間輸送重量を算出した。前節で推計された運航を停止する船舶の隻数に 1 隻あたりの年間輸送重量を乗じることで輸送が途絶する貨物重量が推計される。

3.4. 経済的影響の推計

前節で推計された輸送できなくなる貨物の重量に単位重量あたりの価格 (単価) を乗じることで、輸送できなくなる貨物の価値を算出する。単価が掲載されている文献があればその数値を参考にし、単価が直接掲載されている文献がなければ複数の文献から得られる情報を組み合わせて単価を算出した。

産業連関分析により船員不足問題による経済的影響の推計を行う。本研究では、輸送が途絶する分の貨物については生産が行われないものと仮定する。すなわち船舶で輸送できなくなる分を他の輸送機関で代替することはないと考える。トラックもドライバー不足が顕在化し、鉄道も幹線においては供給余力が小さいことを考慮すると、輸送の代替は簡単ではない。代替輸送ができないとすると生産物の一部を出荷できないことになるため、その分の生産を減少させると想定した。

4. 研究成果

船員不足により船舶運航が途絶し、貨物輸送ができなくなり、その結果として生産も減少させざるを得ない場合、船員不足 1 人あたりおよそ 1 億 370 万円の付加価値を減少させてしまう結果となった。輸送の代替を考慮しないという比較的厳しい仮定を置いたが、その他の仮定については、大型の船舶は船員不足の影響を受けず、小型の船舶が運航停止に追い込まれるとするなど、過大推計は避けた仮定としている。

2015 年時点における将来推計と 2019 年時点における将来推計で、シナリオによっては 2030 年頃の船員供給に 2000 人以上の違いが生じる結果が示されている。これは 2015 年から 2019 年にかけての船員供給の変化が、2000 億円以上の経済効果をもたらした可能性があるとして解釈できる。そのすべてが業界や政府の取組によるものと断定することはできないが、それらに多大な費用が生じているとは考え難いため、それら取組の費用対効果は非常に大きかった可能性があることは指摘できる。

現行の制度上では、16 時間超の連続航海の場合、200GT 未満の小型船では甲板 3 名、機関 1 名の合計 4 名の人員が必要となる。内航海運においては 20 時間以上の連続航海が 6 割を超えるため、大半の船舶がこの配乗ルールに則って運航されていることとなる。しかしながら、今般の技術の進展により、機関職員が常に張り付いていなくとも安全運航は可能ではないかとの指摘は業界から聞かれるところである。従って、このルールについて見直しを行い、機関職員を配乗せずに運航することを可能にした場合の効果を検討した。2025 年に 290 名、2030 年に 580 名の船員需要の圧縮が可能となる計算になる。これのみで船員不足の解消には至らないものの、相当程度の需要圧縮につながり、船員の不足幅も縮小され、最終的な経済損失も同様に縮小する。安全最少定員削減による圧縮後の船員需要に基づいて、前章に示した手法で算出した経済的影響を推計すると、何も対策を取らなかった場合の経済的影響と比較して、2025 年において約 300 億円の損失が回避できるものと推計された。

近年、船員不足への対応として議論が活発化しているのが、主に船舶管理会社を活用した船主のグループ化である。これは零細で経営体質・交渉力の低い船主が合従連衡を図ることで、内航海運業界の構造的問題の解決を目指すものである。実際に船員不足問題への対応策としていくつかの支援制度が創設・運用されているが、事業者連携・雇用促進助成金のように直接的にグループ化促進を謳うものもあれば、小規模事業者では受けられない助成金制度の拡充など、暗に小規模事業者にグループ化を促すものもある。2017 年 6 月に公表された内航未来創造プランにおいても、今後取り組むべき具体的施策の一つとして船舶管理会社の活用促進が挙げられており、「具体的には、平成 37 年度までに登録を受けた船舶管理事業者数を 100 者以上とするとともに、

登録を受けた船舶管理事業者により管理される船舶数を内航海運に従事する船舶全体の 1 割以上とする」との目標が掲げられている。この目標が達せられるとして、さらにこのうちのすべてが本研究対象船舶で占められると仮定する。前章において、2025 年時点の内航船の隻数は 4,923 隻と推計された。このうちの 1 割にあたる 492 隻が船舶管理会社によって管理されることとなる。これらが 3 隻ずつのグループを構成するものとする。これは、甲板 3 名、機関 1 名の船員を、乗船 3 か月、休暇 1 か月のサイクルで配乗すると考えた場合、甲板職員は 1 隻あたり 4 名の船員でサイクルを回せるのに対し、機関職員は 1 隻あたり 2 名の船員が必要となり、この 2 人目の機関職員については年間で 6 か月余計な休暇が発生するため、この人員余剰分について 3 社で持ち合うことで、機関職員についても無駄なくサイクルを回せるようになる、との計算に基づく。結果として、2025 年において 110 人の需要の圧縮が可能となり、114 億円の損失が回避できる者と推計された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 安藤良彬, 石黒一彦	4. 巻 55
2. 論文標題 内航海運における船員不足とその経済的影響の推計	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 海運経済研究	6. 最初と最後の頁 51-60
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Yunna Xu, Kazuhiko Ishiguro	4. 巻 Vol.5, Issue 4
2. 論文標題 Measuring the Efficiency of Automated Container Terminals in China and Korea	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Asian Transport Studies	6. 最初と最後の頁 584-599
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11175/eastsats.5.584	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 安藤良彬・石黒一彦	4. 巻 57
2. 論文標題 内航海運における船員不足問題の経済的影響	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木計画学研究・講演集	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kazuhiko Ishiguro, Yunna Xu, Ruoyu Hu	4. 巻 57
2. 論文標題 Efficiency Evaluation of Automated Container Terminal by DEA	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木計画学研究・講演集	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Kazuhiko Ishiguro
2. 発表標題 Seafarer Shortage Problem in Coastal Shipping Industry and its Economic Impact in Japan
3. 学会等名 International Association of Maritime Economists (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kazuhiko Ishiguro
2. 発表標題 Efficiency Evaluation of Automated Container Terminals in East Asia
3. 学会等名 International Association of Maritime Economists, 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshiaki Ando
2. 発表標題 Estimation of Seafarer Shortage in Coastal Shipping and its Economic Impact in Japan
3. 学会等名 7th International Conference on Transportation Logistics (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yunna Xu
2. 発表標題 Measuring the Efficiency of Automated Container Terminals in Japan and China
3. 学会等名 7th International Conference on Transportation Logistics (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------