

《研究ノート》

# バルクキャリア海上輸送量推移と市況変動要因分析

—回帰分析による市況変動予測—

吉川 貢 市

(早稲田大学大学院社会科学研究所)

## 目 次

1. 初めに 研究の目的と先行研究
2. バルクキャリアの用途及び分類
3. バルクキャリア各船型の海上貨物輸送量推移
4. 世界及び中国の国内総生産と粗鋼生産量推移
5. バルクキャリア各船型の船腹量推移
6. バルクキャリア各船型の用船市況推移
7. 海上貨物輸送量と市況変動との連動性及び因果関係
8. 終わりに まとめと今後の課題

### 1. 初めに 研究の目的と先行研究

国際間の海上輸送において船隻数及び海上輸送量ともに主要な地位を占めるバルクキャリアの市況動向に焦点を当て、主要貨物の海上輸送量推移と市況変動との連動性及び因果関係を明らかにすべく、各データを用いて回帰分析を行う。この結果をもとに将来の市況動向を予測する事が本研究の目的である。これまでも市況変動の予測に関する研究としては、和田・河原（2011）などにおいても海上輸送量に関するビックデータを用いて定量的分析の見地から研究が行われている。又、海上運賃の価格形成を明らかにする研究としては、手塚・石井（2015）らによって、不確実性下における市場特性及びリスクプレミアムを分析する事で不定期船市場での価格形成の研究が行われている。又、國領（1989）においては、海運市況の市況循環を分析する事で将来の市場動向を予測する研究が行われている。更に、オカンドゥル・吉田（2009）らによって過去に研究されたドライバルク運賃市場予測法の精度に関する比較研究が行われている。一方で既存研究として、「バルクキャリア船舶投資に於ける最適化モデルの考察」『海運経済研究』ではシャープ理論を用いる事で一単位当たりの変動リスクに対する収益性の研究を行い、「大型バルクキャリアの海上輸送数量と海運市況との連動性」『日本物流学会誌』では需要変動と市況変動の相関関係を相関係数を用いて分析を行った。こうした先行研究及び既存研究に対し本研究においては、主にバルクキャリアの用船市況変動に影響を与える海上輸送量と船腹供給量に焦点をあて、従来から市場動向に関して述べられている因果関係に対し、更なる定量的分析を行う事でその連動性と因果関係を明らかにするものである。所謂、経済活動が低迷すれば

市況は低迷し輸送貨物量が増えれば市況は好転すると言った市場における一般的な言説に対して、各データを用いて回帰分析を行う事で各変数がどの程度市況変動に対して影響を与えているかの分析を行う。

## 2. バルクキャリアの用途・分類

### 2.1. バルクキャリアの用途

バラ積みされる貨物のことをバルクカーゴと呼び、バルクキャリアとはバラ積み貨物を専門に運ぶ船舶の事である。バラ積み貨物とは梱包されずに輸送される貨物で、特に鉄鉱石・石炭・穀物を、三大メジャーバルクカーゴと呼び、それ以外のニッケル、サルファー、塩、セメント、石膏、鉄鋼製品などを総称してマイナーバルクと呼ぶ。バルクキャリアはこうした貨物を船倉に積み込み大量輸送に従事する船舶の事を指している。世界の海上輸送量のうちバルクキャリアで輸送される数量は、他船種で運ばれる輸送量と比較した場合に遥かに多量な数量を輸送している。バルクキャリアは今日の海上輸送における、船種別輸送手段として主役たる地位を占めている。

### 2.2. バルクキャリアの分類

バルクキャリア（バラ積み運搬船）は、主にその積載量（DWT）に応じて三種類に分類される。ハンディサイズバルカーというのは、積載量（DWT）が、1万トンから6万5千トンサイズ迄のばら積み船の総称で、貨物は、鉄鉱石、石炭、穀物、木材、ニッケル銅鉱石、セメント、サルファー、塩など多種多様な荷物を運べる汎用性の高い船型である。本船上には荷役装備を備えていて、港湾インフラの乏しい港でも荷役が出来る様な仕様になっている。一方で、パナマックスバルカーは旧パナマ運河を通航できる最大船型で幅が、32.2メートル以下、載貨重量は6万5千トンから9万トンクラスの船型である。主に穀物輸送や石炭輸送に従事しており、その他には鉄鉱石やボーキサイトなども運ぶ船である。また、ケープサイズバルカーというのは載貨重量が10万トン以上の大型船である。主に鉄鋼原料となる原料炭や鉄鉱石を運搬する船である。スエズ運河や旧パナマ運河を通航できない程に大きく、三大洋の間を行き来するためには喜望峰やホーン岬を回らなければならない。ケープサイズのばら積み貨物船は専門化しており、輸送する貨物の約90パーセント以上は鉄鉱石または石炭を運んでいる。ケープサイズの典型的な船型は、載貨重量トン（DWT）が15万トンより大きい船舶で、タンカー（油槽船）でいえば、VLCCやULCCと同等の大きさに分類される。大型船の用途としては、積み高のスケールメリットを活かした経済性の追求並びに競争力の構築を目的として輸送に従事しており、そして小型船に関しては汎用性を活かした多種多様な輸送への対応を用途の目的として使用されている。

## 3. バルクキャリア各船型の海上貨物輸送量推移

### 3.1. ケープサイズの海上貨物輸送量推移

ケープサイズによって運ばれる主たる輸送貨物は、鉄鉱石と原料炭の二つに大別できる。特に2000年代に入り中国の経済発展を背景に粗鋼生産量が著しく拡大し、中国向け鉄鋼

原料の輸送需要が増大した。中でも鉄鉱石海上輸送量及び鉄鉱石輸入量においては中国向けのシェア及び数量は世界最大の輸入国として他国の数量を圧倒している。主にケープサイズによって運ばれる鉄鉱石及び原料炭の過去 20 年間の輸送量は図 1 及び図 2 の示す通りとなっている。

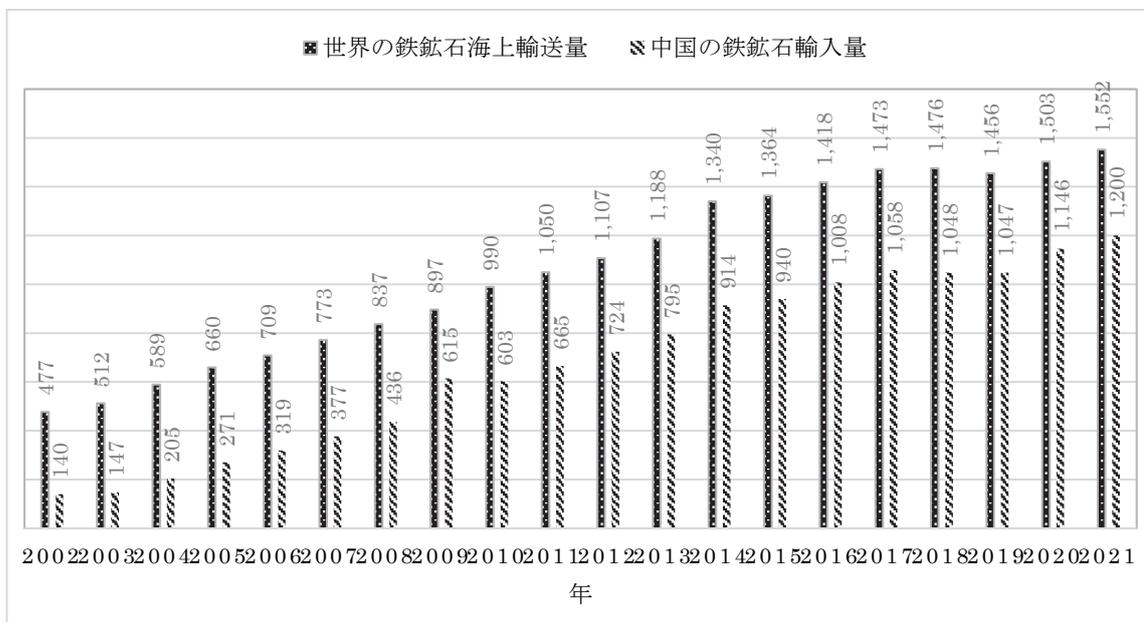


図 1 鉄鉱石海上輸送量及び輸入量 単位：百万ト。文末記載参考資料（4）から筆者作成  
\*2021 年の数値は推定値

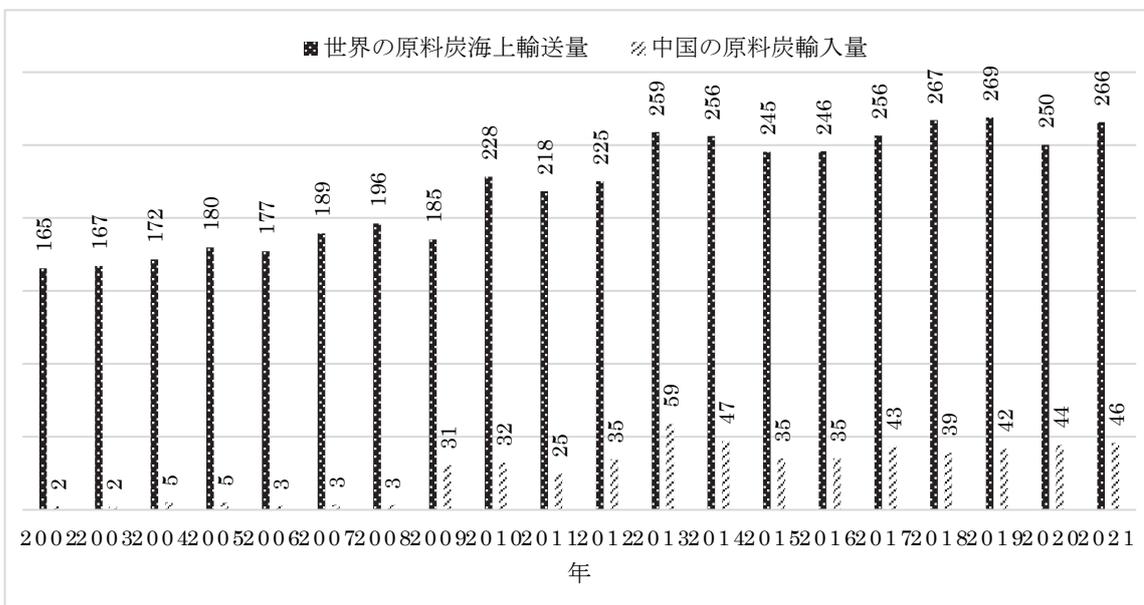


図 2 原料炭海上輸送量及び中国輸入量 単位：百万ト。文末記載参考資料（4）から筆者作成  
\*2021 年の数値は推定値

### 3.2. パナマックスの海上貨物輸送量の推移

パナマックスサイズによって運ばれる主たる輸送貨物は、一般炭と穀物に大別される。昨今、先進国での石炭消費量や世界のエネルギー構成に於ける石炭消費の割合は減少している。しかし依然として東南アジアを中心とした新興経済国における火力発電需要が石炭輸送需要を牽引すると予想されており、引き続き消費量は増加していく事が見込まれている。一方で穀物に関しては世界人口の増加による食糧需要の増加が見込まれており、特に国内の供給力不足に直面している中国向けの穀物輸送量は、ここ数年目覚ましく増加している。図3は、パナマックスサイズの主要貨物である一般炭、穀物、ボーキサイトの世界の海上輸送量の推移を表したものである。

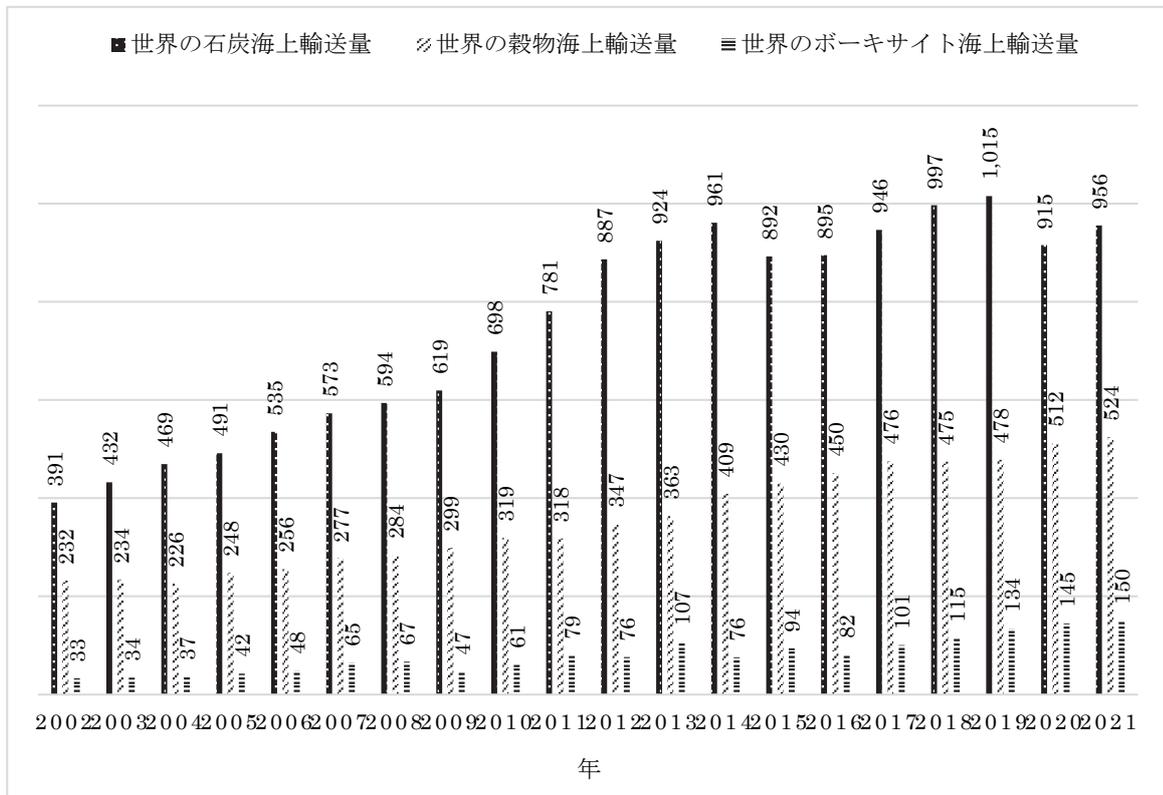


図3 石炭・穀物・ボーキサイトの海上輸送量  
 単位：百万ト（文末記載参考資料（4）から筆者作成）  
 \*2021年の数値は推定値

### 3.3. ハンディサイズの海上貨物輸送量推移

ハンディサイズによって運ばれる主たる輸送貨物は、マイナーバルクと呼ばれるものである。具体的には、鉄鋼製品、セメント、化学肥料、ボーキサイト、木材、石膏、ニッケル、サルファー、塩があげられる。図4は世界のマイナーバルクの海上輸送量及び図5は主要マイナーバルクであるセメント、化学肥料、ボーキサイトの海上輸送量の推移を表したものである。

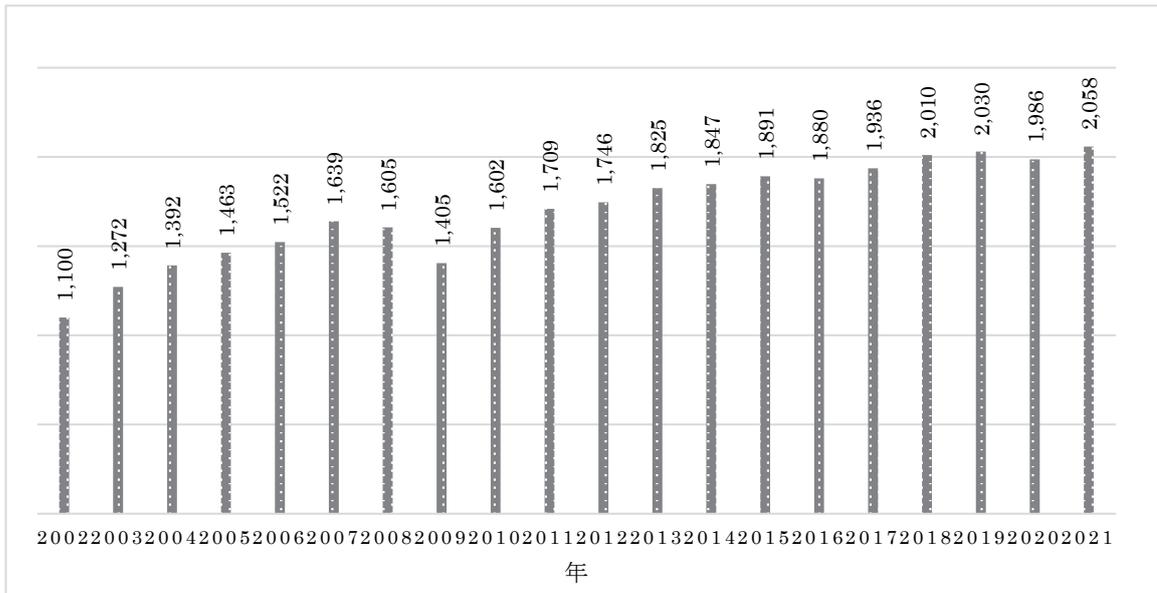


図4 世界のマイナーバルク海上輸送量  
 単位：百万ト (文末記載参考資料(4)から筆者作成)  
 \*2021年の数値は推定値

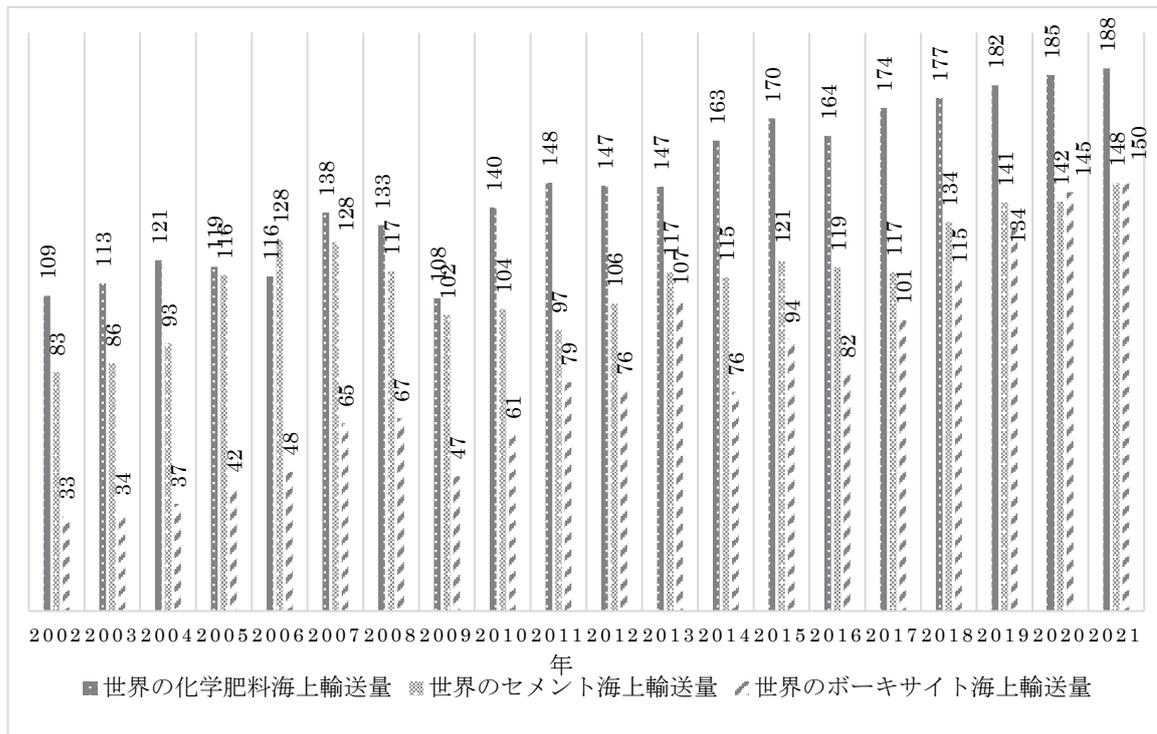


図5 世界のマイナーバルク主要三品目海上輸送量  
 単位：百万ト (文末記載参考資料(4)から筆者作成)  
 \*2021年の数値は推定値

#### 4. 世界及び中国の国内総生産と粗鋼生産量推移

一般的に物流需要は、生産・消費・投資など経済活動の結果によって生ずる需要であるので、経済が成長し生産規模・消費規模・投資規模が拡大すれば需要も増加すると考える。従って、世界の海上輸送量と経済活動を包括的に捉えた指標である GDP との間には相関関係が存在すると考える。図 6 が過去 20 年間に於ける世界及び中国の GDP を示している。又、図 7 が示す通り世界の粗鋼生産は 2000 年代に入るまでは、ほぼ 7 億トン台で推移していたが、2000 年には 8 億トン台、2002 年には 9 億トン台、2004 年には 10 億トン台、2005 年には 11 億トン台、2006 年には 12 億トン台、2007 年には 13 億トン台へと拡大基調へ転じた。しかし 2008 年後半に発した世界金融危機が实体经济に波及した結果、鉄鋼生産も大きく落ち込み、その結果 2008 年、2009 年と 2 年連続では対前年割れとなった。特に 2009 年は約 12 億トンと前年を大きく下回る結果になった。しかし 2010 年以降は持ち直し、それ以降 2020 年には約 19 億トンと過去最大となった。こうした生産量拡大の最大の要因は、経済成長が著しい中国における粗鋼生産の急拡大である。1997 年には日本とほぼ同等の 1 億トン程度だった中国の粗鋼生産は、2011 年までの 14 年間で約 6 倍もの増加となり、2021 年現在においては、世界の粗鋼生産の約 45% を占めるに至っている。今後、中国及び他の東南アジア新興国も高度成長期の日本や 90 年代の韓国と同様の経路を辿るものと予想され、引き続き高い鉄鋼消費と粗鋼生産能力を維持していくと思われる。

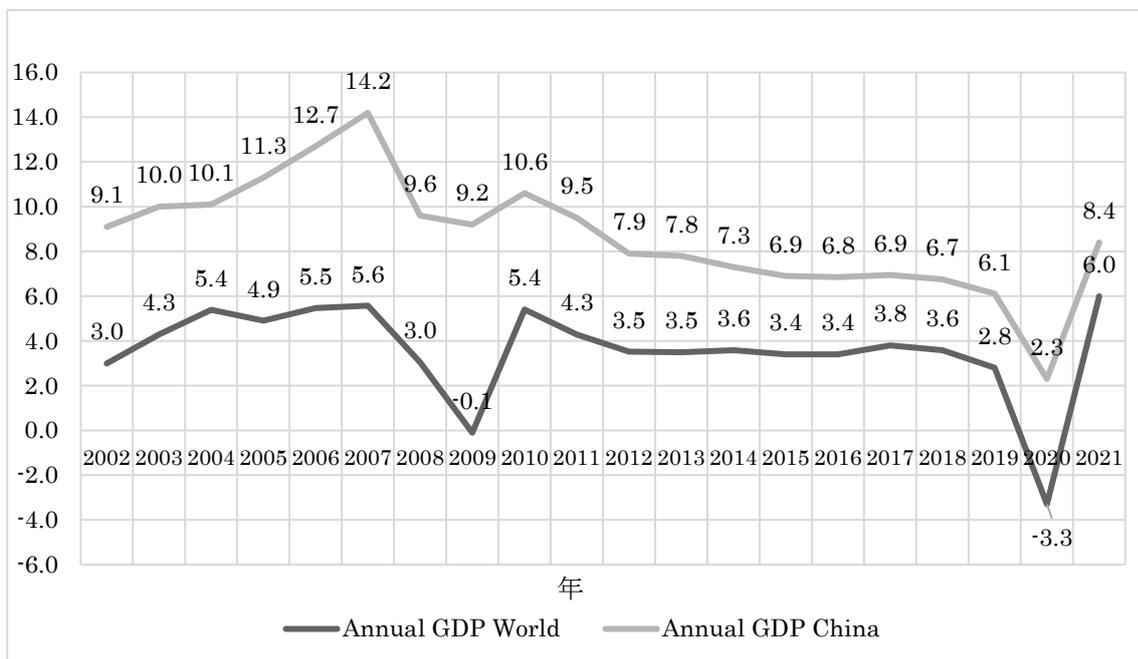


図 6 世界及び中国の GDP 成長率 (対前年)  
 単位: % (文末記載参考資料 (4) から筆者作成)

\*2021 年の数値は推定値

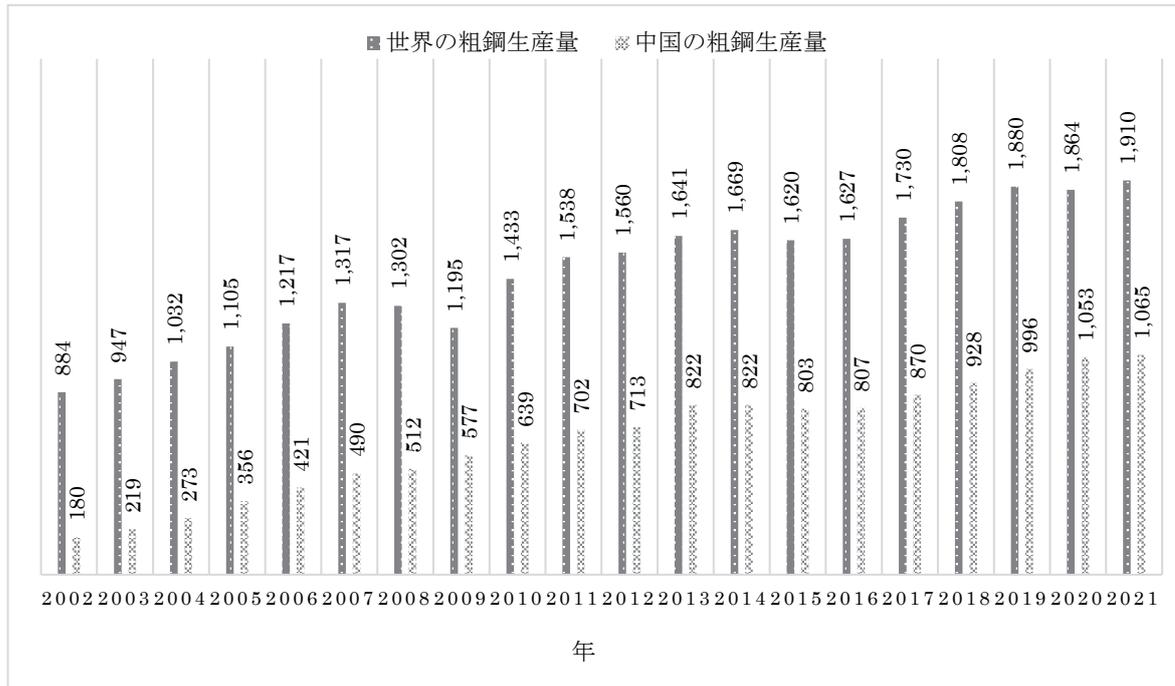


図7 世界及び中国の粗鋼生産量推移

単位：百万トン（文末記載参考資料（4）から筆者作成）

\*2021年の数値は推定値

## 5. バルクキャリア各船型の船腹量推移

図8が示す通り2002年から2008年にかけて中国の経済発展に伴う海上荷動が活発になった事により船舶供給量が急激に上昇した。特に各船型共に2007年頃に船腹需給がタイト化したことを受け、新造船竣工量が高水準で推移し船腹供給量は大幅に増加した。一方で2009年以降はリーマンショックの影響と2005年から2008年の間に発注された多量の船舶が海運市場に投入された影響によって市場は下落し、その結果新造船の発注量は大きく減少した。その後、2016年以降現在に至るまで需給緩和による市況悪化を背景に老齢船の解撤が進んでいる。船腹供給のサイクルの特徴を定性的に述べると、まず、景気拡大によって海上荷動きが活発化し船舶の需要が増加する。その後船舶の発注が増加し、船価が上昇する事で造船所は建造能力を拡張し供給量は拡大する。その後大量に発注された船舶が市場に投入し始めると船腹供給過多の状態となり用船市場は下落し、その後発注量と船価は下落する。その後時間経過と共に造船所の手持工事量と生産量は減少に向かう。生産量の減少が続けば造船所は倒産し始め建造能力は縮小に向かう。その後船腹量の需給バランスが引き締まり再び海運及び造船市場は景気回復に向かう。また船舶の平均的な解撤船齢は25年から30年であり、そのため一度に大量の発注が発生してしまうとその期間に発注された船舶は長期間に亘って市場に残り続けるため、市場は船腹過剰状態となり長期間におよぶ深刻な不況が生じる。市場においては、一般的にはこのような需給サイクルが起こると解釈されている。

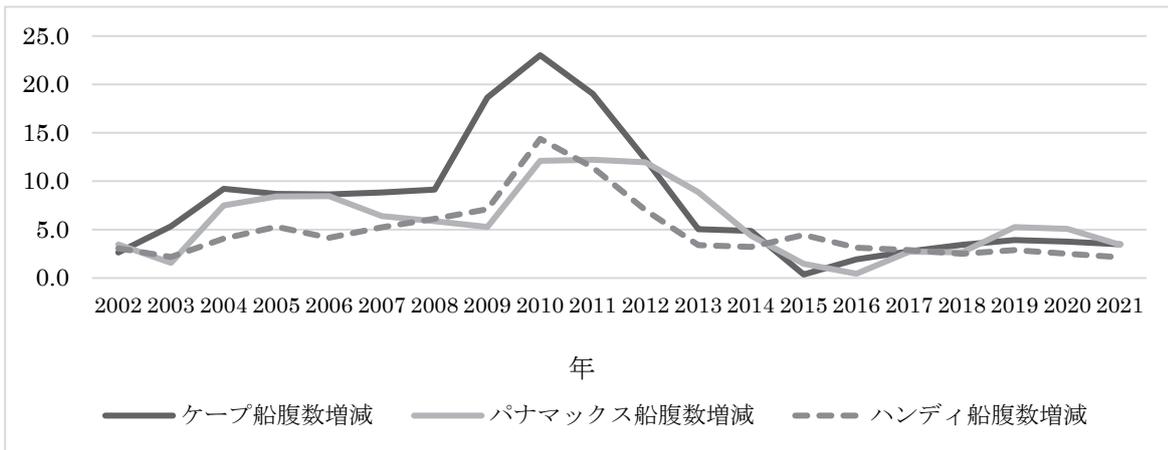


図8 バルク三船型の船腹量増減率推移

前年度比較 単位：% (文末記載参考資料(4)から筆者作成)

\*2021年の数値は推定値

## 6. バルクキャリア各船型の用船市況推移

輸送量変動との市況変動との連動性及び因果関係を分析すべく市況変動の数値として、船型別に過去20年間の1年物定期用船料推移を用いる。図9は各船型における1年物定期用船料の過去20年間の推移を表している。

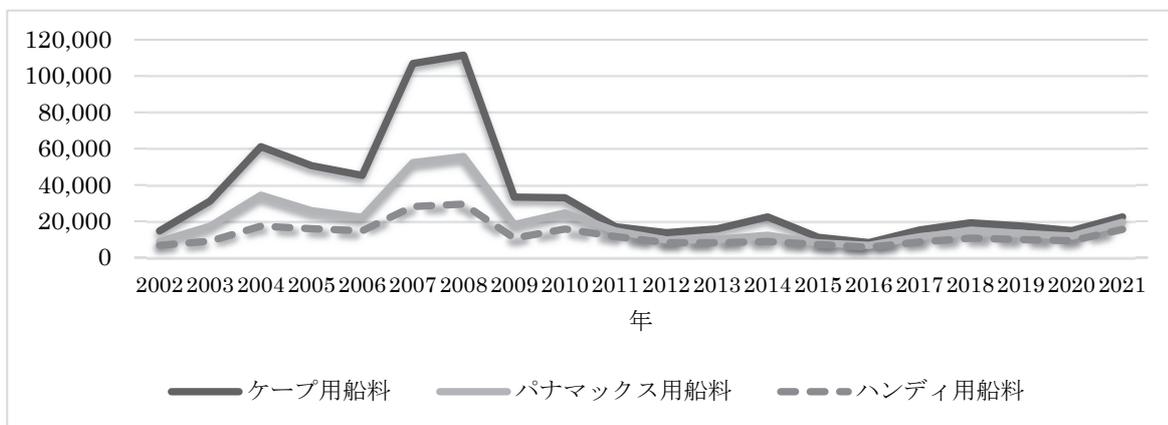


図9 バルク三船型の過去20年間1年物用船料推移

単位：\$/DAY (文末記載参考資料(4)から筆者作成)

\*2021年の数値は推定値

\*「1年物用船料」とは、用船契約において用船期間を1年間として締結された傭船料であり図はその推移

## 7. 海上貨物輸送量と市況変動との連動性及び因果関係

船型毎の用途に応じて運送される貨物の輸送量に対して、各船型の用船市況がどのよう

な影響を受けているか回帰分析を行う。回帰分析を行う事によって従来の経験から得られた市況変動予測を定量的に分析する。回帰分析では目的変数を用船市況変動値とし、一方で市況に影響を与える要因と推測される、主要貨物海上輸送量、GDP 成長率及び船腹増減量を説明変数として船型毎に分析を行う。又、この分析結果の信頼度を表す数値としては「有意 F 値」を確認する事により、この変数を目的変数及び説明変数として算出した分析が、統計的に確かなもので有るかの判断を行う。

### 7.1. ケープサイズ市況変動と主要輸送貨物との連動性及び因果関係

ケープサイズで輸送される主要貨物としては、主に製鉄会社向けの鉄鉱石と原料炭である。将来の市場動向を探る上で一般的に市場において言説されている評価としては、これら貨物の海上輸送量の増減が市況変動に大きく影響を与えると評価されている。従って目的変数にはケープサイズの1年物用船料を置き、説明変数には、世界の鉄鉱石及び原料炭海上輸送量並びに船腹量増減の過去20年間に亘るデータを置き、回帰分析を行った。算出された分析結果が下記表1の通りとなる。

表1 ケープサイズ市況変動と海上貨物輸送量の回帰分析結果

重相関係数R	52%	標準化係数	
決定係数R2	27%	鉄鉱石海上輸送量	-12.73
有意F値	15%	原料炭海上輸送量	-269.39
		船腹量増減	280.25

表1が示す結果を述べれば「決定係数R2」で示す数値として、上述した各説明変数の変動により目的変数（市場変動）を証明する確率は27%である。従ってこの回帰式によって将来の市場動向を予測できる確率は非常に低い結果となっている。又この分析によって得られる回帰式の信頼性を表す「有意F値」の値は15%であり、当回帰式に対する信頼性は「極めて低い」との判断となる。一方で目的変数に対する各説明変数の影響は「標準化係数」で示す通りマイナスの数値を示している。つまり鉄鉱石や原料炭の海上輸送が増えれば市況は下落するとの分析結果となり、一般的に市場で言説されている評価とは全く異なる結果となっている。従って本分析にて用いた変数からは、ケープサイズの市場動向を定量的に探る相関関係を見出す事は出来なかった。言い換えれば、ケープサイズの市況変動に影響を与える要因としては、単に輸送貨物の海上輸送量増減や船腹量増減の影響とは違った理由が考えられる。先ず推測される要因としては市場へ投入される船腹量が著しく増加している事が挙げられる。つまり輸送需要の拡大に伴って船腹供給量がその必要船腹量を遥かに上回る勢いで増え続け、需給ギャップが拡大している事が要因と推測される。二つ目の要因としては、市況上昇局面において船主がコスト競争力向上の為に、パーレマックスと言われる40万トンのDWT級の巨大な鉄鉱石専用船を市場に投入し、スケールメリットを活かした廉価な運賃を提供した。この結果需給バランスに基づいた適正な運賃が形成されずに価格破壊が起きてしまった事が要因として推測される。更に三つ目の要因としては、海上運賃先物取引市場における先物取引が非常に活発となっている事が挙げられる。この先物市場では、船腹を実質的に所有していなく運送事業者としての実務や責任を持たない

投資家も多く参入しており、激しい市況変動を利用した金融デリバティブ商品を売買することで利益を享受する者が存在する。こうした取引では需要と供給とのバランスによって形成される運賃とは掛け離れた、投機的思惑を含む運賃が形成されてしまうケースが多々見られる。こうした要因によりケープサイズ市況動向は、主要貨物の海上輸送量増減や船腹量増減以外の要因によって市況変動が影響されている事が推測される。

## 7.2. パナマックスサイズ市況変動と主要輸送貨物との連動性及び相関関係

パナマックスで運ばれる太宗貨物は電力会社向け発電用一般炭と穀物及びボーキサイトである。パナマックスの市場動向を探る上で、市場における一般的な言説によれば、これらの主要貨物輸送量の増減がパナマックスの市況変動に大きく影響を与えると評価されている。

表2 パナマックスサイズ市況変動と海上輸送量の回帰分析結果

重相関係数R	72%	標準化係数	
決定係数R2	51%	世界一般炭海上輸送量	1.582
有意F値	3.0%	世界穀物海上輸送量	0.305
		世界ボーキサイト海上輸送量	0.834
		世界GDP	0.022
		中国GDP	0.157
		船腹量増減	0.272

パナマックスの市況変動と海上貨物輸送量の連動性及び因果関係を分析するに際して各データを用いて回帰分析を行った結果が上記表2の通りである。目的変数（市場変動）には、パナマックスの1年物用船料として、一方で説明変数には①世界の一般炭海上輸送量②世界の穀物海上輸送量③世界のボーキサイト海上輸送量④世界の GDP 経済成長率推移⑤中国の GDP 経済成長率推移⑥パナマックス船腹量増減を使い、過去20年間に亘るデータをもとに分析を行った。表が示す分析結果から述べれば、「決定係数 R2」で示す数値では上述した説明変数の変動により目的変数（市場変動）を証明する確率は51%となっている。又この回帰分析によって得られる回帰式の信頼性を表す「有意 F 値」は3%であり、その信頼性は高いと評価出来る。一方で目的変数に対する各説明変数の影響度は標準化係数から判断出来る。目的変数（市場変動）に対して一番大きな影響を与えているのは世界の一般炭海上輸送量であり、次に世界のボーキサイト海上輸送量である。一般炭、ボーキサイトそして穀物の海上輸送量が増える事で市況は上昇するとの分析結果を示している。この結果から、一般的に市場にて言説されている荷動き量が増えれば市況もそれに連動して上昇するとした評価と当定量分析の結果とほぼ一致している。一方で標準化係数の中で船腹量増減に関する数値が示している事は、供給量が上昇する事で市況が上昇している事を示している。しかしながら、一般的に市場で言説されている内容は、供給（船腹量）が減るからこそ市況は上昇すると評価されている。従ってこの分析結果から推測される事は、パナマックスの船腹供給サイクルは需給バランスに基づいた健全なサイクルではなく、実需を伴わない投機的な船舶投資が行われている懸念が存在する。特に2000年以降におきた海運バブルの影響で投機的環境が暫く続いた。こうした環境の中で資産運用先として輸

送における汎用性が高く運航や保守管理が他船型に比べ容易であるとされるパナマックスが、バルクキャリア三船型の中で最も投資対象として市場で選ばれる風潮がある。更に先物取引市場においても、パナマックスによる輸送航路とその用船料が取引高も多く主要銘柄となっている。従って、パナマックスの用船市場及び売買船市場での流動性は高いと認識されており、機関投資家の間でも投資対象として高く注目される船型となっている。今後パナマックスサイズの市況動向を探る上ではこうした特殊な要因を考慮する必要があると推測される。

### 7.3. ハンディサイズ市況変動と主要輸送貨物との連動性及び因果関係

ハンディサイズで運ばれる貨物をマイナーバルクと呼び、ハンディ市況動向を探る上で、市場における一般的な言説によれば、これらマイナーバルク輸送量の増減が市況変動に大きく影響を与えると評価されている。

表3 ハンディサイズ市況変動と海上輸送量の回帰分析結果

重相関係数R	72%	標準化係数	
決定係数R2	51%	世界マイナーバルク海上輸送量	1.124
有意F値	2.9%	世界化学肥料海上輸送量	1.144
		世界セメント海上輸送量	0.636
		世界木材海上輸送量	-2.45
		世界ボーキサイト海上輸送量	-0.027
		世界GDP	-0.056
		中国GDP	0.818
		船腹量増減	-0.018

ハンディサイズの市況変動と海上貨物輸送量の連動性及び因果関係を分析する為に各データを用いて回帰分析を行った。その結果が表3の通りである。目的変数には、ハンディサイズの1年物備船料として、一方で説明変数には①世界のマイナーバルク海上輸送量②世界の化学肥料海上輸送量③世界のセメント海上輸送量④世界の木材海上輸送量⑤世界のボーキサイト海上輸送量⑥世界のGDP 経済成長率推移⑦中国のGDP 経済成長率推移⑧ハンディサイズ船腹量増減を使い、過去20年間に亘るデータをもとに分析を行った。表3が示す結果が示すには、「決定係数 R2」で示す数値では、上述した説明変数の変動により目的変数（市場変動）を証明する確率は51%となっている。又この分析によって得られた回帰式の信頼性を表す「有意 F 値」の値は2.9%であり、その信頼性も高い評価となっている。一方で目的変数に対する各説明変数の影響度は標準化係数から判断出来る。目的変数（市場変動）に対して一番大きな影響を与えているのは世界のマイナーバルクの海上輸送量であり、次に世界の化学肥料海上輸送量の順序となっている。市場において一般的に言説されている評価と今回回帰分析の結果はほぼ一致している。こうした結果が得られた理由として推測される事は、ハンディサイズの貨物は食料から製品まで多種多様な貨物であり、生産地と消費地がある一定の地域に偏る事の無い輸送需要である。従ってケープサイズ市況の様な市況変動に与える特異な要因が少ないと考えられる。元来、ハンディサイズは船型の用途からしてスケールメリットを活かして競争力を構築する事を目的とする船型でも

無く、また多種多様な貨物を積載し様々な航路に従事している為に、特定の貨物や航路だけを取り上げた運賃先物市場が形成しにくい事情がある。更に港湾能力や荷役方法の需要に対しても柔軟に対応する事が可能な船型であり、バルク三船型の中では最も実需に即した役割が求められ、評価されている船型と言える。従って市場においてマクロ的見地から一般的に言説されている評価と同様に、当定量的分析からも輸送需要が増加すればそれに正に比例して市況も変動するといった評価になっている。又、標準化係数における船腹量増減の影響度に関してもマイナスの数字を示している。これは船腹の供給量が減れば市況は上昇し供給量が増えれば市況は下がる事を意味している。これは他の船型と違って需給ギャップに連動して船腹量が変動する健全なサイクルが起きている事が推測される。この事は図8が示す船腹量の推移から見ても分かる通り、他船型に比べてその増減の幅は比較的緩やかな曲線を描いており、投機的な供給を示す様な極端な船腹量の増減は起きてはいない。

## 8. 終わりに まとめと今後の課題

将来の市場動向を予想する上で一般的に市場において言説されている評価に対して、当分析による定量的評価では、大型船に関する精度の高い整合性を導く結果には至らなかった。別な捉え方をすれば、ケーブサイズの様な大型船型においては、海上貨物の輸送量増減及び船腹量増減以外にも市況変動に影響する更なる要因を探る必要性を認識した。今後研究を進める上で重要な課題としてはやはり需給ギャップに関する詳細な分析を挙げる。需給ギャップとは必要船腹量（供給）と輸送数量（需要）とのギャップである。しかしながら、単に船腹量だけを積算してこれを輸送需要と比較しても意味を成す事にはならない。精度の高い必要船腹数量を把握するには、トンマイルによる輸送数量、市場流動性の少ない巨大船の船腹量、減速運航並びに滞船の影響による船腹稼働率の把握、積載地及び荷揚げ地の港湾能力、更には、船型別の運賃先物市場における運賃レベルと成約数に関しても分析及び情報収集の領域を広め、多くのデータを獲得する事で回帰分析の精度を高める事が必要であると考え。こうした側面からの分析を加える事で精緻な需給ギャップを把握し将来の市況動向を予測するべく更なる研究に努めていきたいと考える。

### 参考文献及び先行研究・既存研究

- (1) 手塚 広一郎、石井 昌宏「不確実性下の海運市場の価格形成に関する研究動向と課題」、『海事交通研究』、2015年、第64集、43項-51項
- (2) 手塚 広一郎、「航海用船、定期用船及び金融先物取引における価格形成」、『海事交通研究』、2006年、第55集、59項-69項
- (3) 石原 唯、濱田 邦裕、平田 法隆、和田 祐次郎、関 和隆、山田 真慈、「船舶需要予測用SDモデルとその活用に関する研究」、日本船舶海洋工学会講演会論文集、2018年、21、583項-586項
- (4) Clarkson Shipping Research  
*Shipping Intelligence, World Shipyard Monitor, Seaborne Trade Monitor, Shipping Review & Outlook Dry Bulk*, 2000-2019
- (5) 白井 潔人、「ケーブサイズ備船料と中国の鉄鉱石輸入」、2011年日本海事センター
- (6) 鉄鋼新聞社、2019年、「鉄鉱石年鑑2019」
- (7) テレックスレポート、2019年「石炭年鑑」
- (8) 既存研究 吉川貢市、「バルクキャリア船舶投資に於ける最適化モデルの考察 —分散型投資に於ける収益性向上とリスク軽減のコントロール—」、『海運経済研究』2020年、第54号
- (9) 既存研究 吉川貢市、「大型バルクキャリアの海上輸送数量と海運市況との連動性」、『日本物流学会誌』2021年、第29号