

AISデータによる九州・パラオ海嶺南部海域の船舶通航実態

中島陽斗 NAKASHIMA, Minato



前 東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻

柴崎隆一 SHIBASAKI, Ryuichi

博士(工学)東京大学大学院工学系研究科レジリエンス
工学研究センター／技術経営戦略学専攻准教授

1—はじめに

島国である日本は、太古より海産物、鉱物資源、海運など様々な形で海から恩恵を授かってきた。近代国家が形成され、各国の主権意識が高まってくると、様々な海洋上の権利の及ぶ範囲が頻繁に議論されるようになり、1973年の第三次国連海洋法会議において、基線から12海里までを領海とし、200海里までを排他的経済水域とすることで合意が成立した。

このように各国の海洋上の権利に地理的な制限が課された中で、近年、その権利を拡大する制度として延長大陸棚という概念が生まれた。これは領海基線から200海里までの大陸棚と科学的に連続性があると考えられる区域において、海底資源の探査、開発、採取等を優先的に行う権利を200海里内と同様に認める制度である。日本も審査機関に2008年に大陸棚の延長を申請しており、申請区域のうち一部は認められた一方で、九州・パラオ海嶺南部海域については勧告が先送りされた。

一方、近年は船舶や海上輸送に関連するデータが蓄積されてきており、これらのデータを援用したビジネスや行政分野での調査研究や実用化が盛んとなっている¹⁻⁴⁾ことから、申請当時は行えなかった様々な分析が可能になってきている。

そこで本稿は、日本が延長大陸棚として申請を試みた九州・パラオ海嶺南部海域に関する海上輸送の現況を船舶動静データを用いて記述することで、当該海域に関する最新の状況を整理し、当該海域と我が国の関わりを分析することを目的とした。

2—延長大陸棚と我が国における課題

2.1 延長大陸棚の性質と日本の取り組み

1984年に発効された国際海洋法条約(UNCLOS)では、領海の基線から200海里までの海底とその下を、その沿岸国の「大陸棚」と規定している⁵⁾。大陸棚には、陸地と同様に様々な生物や天然資源が存在しており、国際海洋法条約により、沿岸国にそれらの海底資源に対する主権の権利(探査、開発、採取等の優先権)があることが認められている。

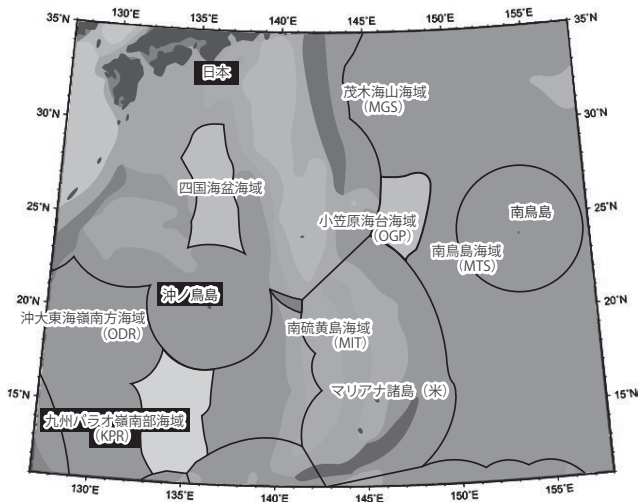
さらに、地形的・地質的に陸と繋がっていると認められた場合、その沿岸国は200海里を超えて大陸棚を設定することができる。この海底部分を「延長大陸棚」と呼称する。ただし、延長大陸棚は自国で勝手に設定することは認められず、同条約に基づいて設置された大陸棚限界委員会(CLCS、地質学・地球物理学または水路学の専門家21人の委員で構成される⁶⁾)に申請し、勧告を受ける必要がある。

我が国の延長大陸棚申請についての取り組みとして、2008年11月には200海里を超える大陸棚に関する情報をCLCSに提出し、2012年4月、同委員会から合計31万km²の大陸棚延長を認める勧告を受領した。

2.2 九州・パラオ海嶺南部海域を巡る情勢

前節で述べた2008年の我が国の大陸棚延長では、沖ノ鳥島を起点とする九州・パラオ海嶺南部海域(KPR)と呼ばれる海域(図-1)については勧告が先送りとなった⁷⁾。

ただし、この海域は多様な生態系や希少な地下資源が存在するという意味で日本にとって重要である。KPRは環境省の定める「生物多様性の観点から重要度の高い海域」に指定されており⁸⁾、特にわが国周辺海域の生物多様性を保全していく上で重要度が高い海域とされる。また、マン



出典：外務省⁸⁾ に一部加筆

■図一 九州・パラオ海嶺南部海域 (KPR) の位置

ガンやニッケル、銅などの主要な金属資源に加え、レアアースなども含まれるコバルトリッチクラストの存在も有望視されている¹⁰⁾。さらに、図一に示す通り、KPRは、フィリピンの東、あるいはインドネシアや豪州の北に位置し、その上部水域は海上輸送の観点からも我が国にとって重要な海域といえる。日本政府としても、当該海域に関するCLCSの勧告がより早期に行われるよう努力を継続する方針を打ち出しており¹⁰⁾、当該海域の我が国にとっての重要性について、多角的な検証が望まれる。

3——KPR通航船舶の特徴

3.1 利用データ

AISとはAutomated Identification System (船舶自動識別装置)の略称で、搭載条件を満たす全ての船舶に対し設置が義務づけられており、数秒から数分間隔で船舶運航に関する様々な情報を発信している。これには、IMO番号や船舶サイズなどの静的情報、ある時刻での位置座表(緯度経度)、船速、進行方向などの動的情報、および船の喫水や目的地などの航海関連情報が含まれる¹¹⁾。

本分析では、Lloyd's List Intelligence社提供の、AISデータやその他の船舶動静データを表示可能なWebサービスであるSeasearcherから、KPRを通航した船舶のIMO番号や積載容量、船種の情報を2016年から2018年までの3年間にわたって取得した。ここで、KPRについては、外務省へのヒアリングに基づき、表一に示す10の座標によって囲まれた海域(ポリゴン)を設定し(図二)、ポリゴンの境界線を通過する船舶の情報を取得した。

また、以下の分析では、KPRと我が国の関わりを考察するという目的に鑑み、取得したデータを以下の3種類に分類する。

①日本の港湾を出発しKPRを通航して日本以外の地域の

■表一 KPRを構成する10頂点の位置情報

No.	緯度	経度
1	17.103596	136.612330
2	13.504040	136.206953
3	12.518758	136.395296
4	11.330478	133.386313
5	14.910074	132.564059
6	15.859397	132.226502
7	16.118986	131.908569
8	16.305699	132.366390
9	16.946565	133.168161
10	18.185129	133.446641

出典：外務省へのヒアリングに基づき筆者作成



出典：筆者作成

■図二 KPR 通航船舶の経路別情報取得に利用した日本とKPRの範囲

港湾へ向かう船舶(日本発船舶)

②日本以外の地域の港湾を出発しKPRを通航して日本の港湾へ向かう船舶(日本着船舶)

③KPRを通航して日本以外の港湾を発着する船舶(日本以外発着船舶)

ここで、日本海域についても、KPRと同様にポリゴンを設定する。ただし、中国や韓国を発着する船舶をできるだけ除外するため、図二に示す通り四島を対象とし、南西諸島などは対象外とした。なお、いずれにおいても貨物を積載した(Laden)船舶だけでなく、空載(Ballast)の船舶も含まれる。

3.2 KPRの通航船舶数と船種別の内訳

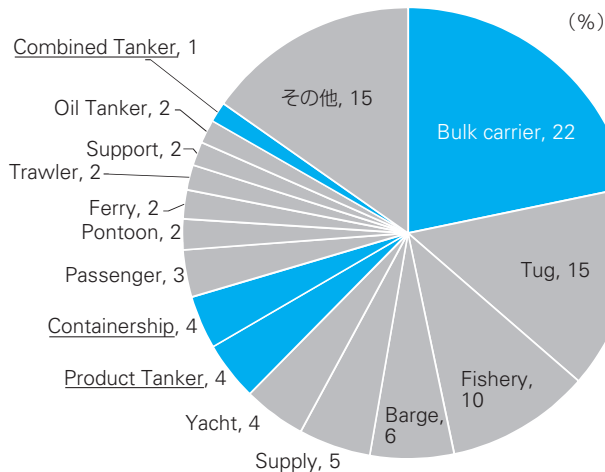
2016~2018年の3年間におけるKPRの年間通航船舶数を、3.1に示した通航パターン別・船種別に集計した結果を、表二に示す。なお参考として、図三に全世界のAIS搭載船舶を対象とした各船種の構成比を示す。

表に示す通り、全船種合計で年間3,000~4,000隻程度の船舶がKPRを通航している。このうち、3.1で分類した①~③の船舶が、(③は①・②に比べるとやや少ないものの)それぞれおおよそ1/3ずつを毎年占めている。この3年間に

■表—2 KPR通航船舶数と船種内訳 (2016~2018年)

	順位	2016		2017		2018	
① 日本発	1	Bulk Carrier	645	Bulk Carrier	822	Bulk Carrier	772
	2	LNG Carrier	63	LNG Carrier	73	LNG Carrier	106
	3	Containership	52	Vehicle Carrier	45	Vehicle Carrier	66
	4	Product Tanker	42	Containership	42	Containership	58
	5	Vehicle Carrier	42	Product Tanker	29	Product Tanker	43
	その他		209		183		240
	小計		1,053		1,194		1,285
② 日本着	1	Bulk Carrier	628	Bulk Carrier	771	Bulk Carrier	770
	2	LNG Carrier	61	LNG Carrier	76	LNG Carrier	104
	3	Vehicle Carrier	51	Vehicle Carrier	53	Vehicle Carrier	70
	4	Containership	46	Containership	41	Containership	56
	5	Product Tanker	37	Product Tanker	39	Product Tanker	34
	その他		200		184		228
	小計		1,023		1,164		1,262
③ 日本以外発着	1	Bulk Carrier	622	Bulk Carrier	715	Bulk Carrier	810
	2	Containership	40	Product Tanker	80	Product Tanker	63
	3	LNG Carrier	36	LNG Carrier	42	Containership	57
	4	Combined Tanker	32	Combined Tanker	31	Combined Tanker	37
	5	Product Tanker	29	Containership	23	LNG Carrier	29
	その他		228		186		218
	小計		987		1,077		1,214
合計		3,063		3,435		3,761	

出典：筆者作成



出典：Seasearcherより筆者作成

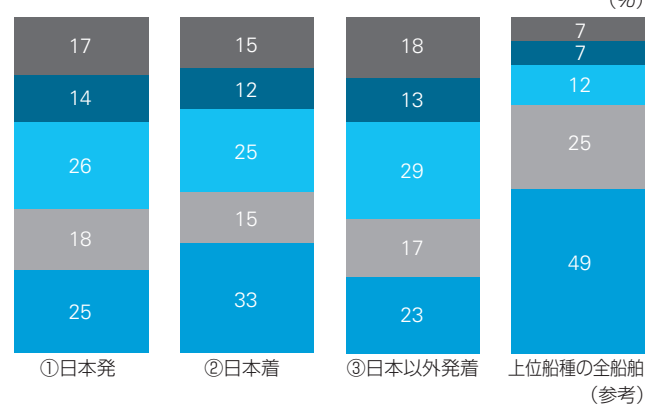
注：2020年4月時点。表—2に含まれる船種を着色

■図—3 全世界を対象としたAIS搭載船舶の船種別構成比

における我が国への外航船舶入港数は147,975隻であり、②の日本着船舶の合計隻数(3,449隻)はその2.3%に相当する。また、年を追うごとに通過船舶数がそれぞれ10%ほど増加していることが分かる。

また、船種別の内訳をみると、①~③すべてにおいて、図—3に示す通り全世界的にも最も船舶数の多いドライバルク船(Bulk Carrier)が、全体の半数以上を占める。KPRを通航したドライバルク船については、次章で詳細に分析する。また、①・②の日本発着船舶においては、LNGタンカー(LNG Carrier)がドライバルク船に次いで多い。これは日本が世界最大のLNG輸入国であり、豪州、インドネシア、パプアニューギニアなど南方の生産国からもLNGを多く輸入していることを反映している。次いで、自動車航送船

■ Handysize ■ Handymax ■ Panamax
■ Overpanamax ■ Capasize



出典：筆者作成

■図—4 KPR通航パターン別の船舶サイズ内訳

■表—3 船型タイプとDWTの関係

船型タイプ	積載容量 (10 ³ DWT)
Capesize	120~
Overpanamax	85~120
Panamax	65~85
Handymax	40~65
Handysize	~40

出典：筆者作成

(Vehicle Carrier)、コンテナ船(Containership)、プロダクトタンカー(Product Tanker)などの通航が多い。一方、③日本以外発着船舶については、ドライバルク船に次いで、フルコンテナ船やプロダクトタンカーの通航数もLNGタンカーと同程度を占める。

なお、図—3に示す全世界構成比では比率の大きいタグ、漁船、バージなどは沿岸域・内水域での航行が多いこともあり、KPRの通航はあまり観測されなかった(漁船については①~③合計で年間60~80隻ほど通航)。

3.3 KPR通航船舶のサイズ

2016~2018年の3年間におけるKPRの年間通航船舶数について、通航パターン別の船舶サイズ内訳を図—4に示す。図の右端には、比較対象として、表—2に登場した6船種の全船舶のサイズ分布も記載した。なお、図中の船型タイプの定義は表—3に示す通りである。

図より、KPRを通航する船舶は、全体的な傾向と比べて、40,000トン以下のHandysizeや65,000トン以下のHandymaxサイズなどの小型船の割合が小さい一方で、65,000トン以上の中型・大型船の割合が大きい傾向にあることが分かる。これは、図—4右端に示した全船舶には、沿岸輸送に従事する小型船も多く含まれる一方で、KPRを通航する船舶は、国際輸送に従事する中型から大型船舶の通行が相対的に多くなっているためである。

4——KPRを通航したドライバルク船の分析

前章では、KPRを通航した船舶のサイズや船種に関する内訳を整理した。一方で、KPRを通航する船舶の出発港、到着港、積荷の有無、品目に関する情報は、前章の手法で取得したデータには含まれていないため、本章では、特に通航船舶数の多かったドライバルク船を対象として、別のデータベース（AXS dry）も利用して、KPRを通航した船舶の輸送品目や輸出入国ペアを整理する。

4.1 利用データ

以下の分析では、2016年のAISデータおよびAXS Marine社が提供するAXS dryデータ（ドライバルク船に特化した寄港履歴データ）を用いる。AXS dryデータは、輸出入港湾だけでなく、船舶の状態や各動静の輸送品目も特定されていることが特徴である。本稿で用いたAXS dryに含まれる情報は、IMO番号、積載容量（DWT）、出発港、目的港、輸出国、輸入国、荷積開始時刻、荷卸開始時刻、輸送品目、積荷の有無（Laden/Ballast）、船舶の最大喫水に対する輸送中の喫水割合の12種類である。本稿では、各輸送における輸送量をDWTと船舶の最大喫水に対する輸送中の喫水割合の積として算出している。

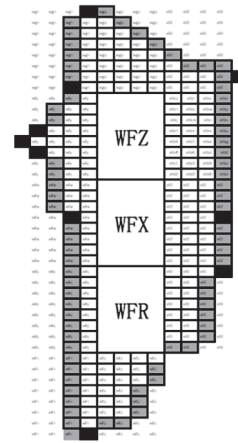
4.2 推計プロセス

上記のように、AXS Dryデータには輸出入港湾や輸送品目等の情報が含まれる一方で、輸送経路に関する情報は存在しないため、AXS dryデータを前章でも用いたAISデータと以下の手順で紐づけることで、KPRを通航するドライバルク船の輸送情報を取得した。

- ①KPRをGeohashによりハッシュ化
- ②前章で取得したIMO番号により、KPRを通航したドライバルク船の1年分のAISデータを抽出し、位置情報をハッシュ化
- ③KPRのハッシュとAISのハッシュを照合し、KPRを通航中と判定されたAISデータからKPR通航開始時刻と終了時刻を特定
- ④AXS dryの寄港履歴データの中から、船積時刻／船卸時刻がKPR通航開始時刻／終了時刻を挟むような寄港を特定し、通航時の輸送情報を取得

なお、3章で利用したポリゴンにより取得したAISデータは、その仕様上、IMO番号、DWT、船種の静的情報に限られるため、上記②において、KPR通航船舶のIMO番号によりAISの生データを直接取得することで時刻、位置情報、目的地などの動的情報を取得している。

ここで、①におけるGeohashとは、地表をグリッドに分割し、各グリッドに文字コード（ハッシュ）を与えることで、緯



出典：筆者作成

■図—5 KPRとして定義されたGeohash（外周上の黒いセルが代表点）



出典：筆者作成

■図—6 KPRを通航する航海の例

度経度情報を1次元的に扱うものである。ハッシュの桁でグリッドの細さを表現できる点も分析に有用である。本稿では、表—1に示した代表点10個から形成されたKPR外縁部は4桁の精度（南北1.9km、東西3.2km）で、内部については3桁（南北15.6km、東西12.7km）の精度でハッシュ化した（図—5）。

以上のプロセスにより、最終的に抽出された航海データの例を図—6に示す。

4.3 推計結果

4.3.1 貨物の輸送状態

表—4に、2016年にKPRを通航したドライバルク船の日本寄港回数を、通航パターン（輸出入）別・積荷の有無別に示す。なお、それぞれ下段にAXS Dryデータの寄港地情

■表—4 KPRを通航したドライバルク船の日本寄港回数 (2016年)

KPR通航パターン	積荷有り (積載, Laden)	積荷無し (空載, Ballast)
①日本発 (輸出) うち豪州着	4	535
	3	534
②日本着 (輸入) うち豪州発	576	0
	538	0

出典：筆者作成



出典：筆者作成

■図—7 日本—豪州間輸送におけるKPR通航の可能性

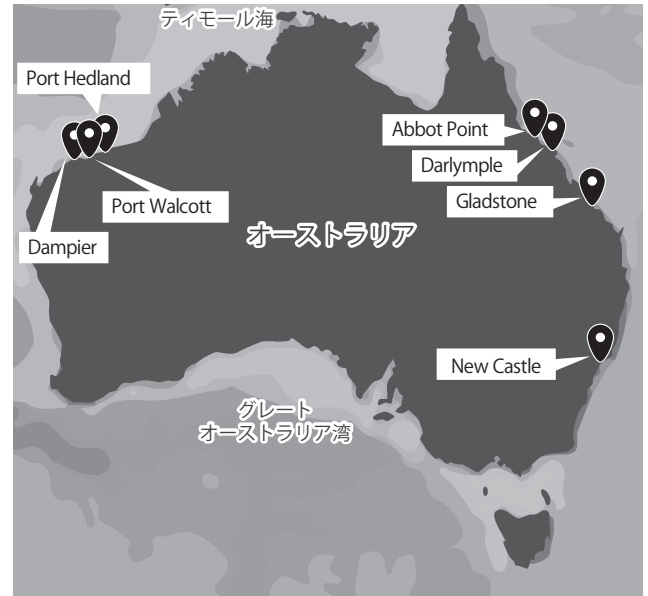
報からの判定に基づき豪州発着船舶に限定した寄港回数を示す。

発着回数が多かったのは、①空載状態での日本発船舶と②積載状態での日本着船舶、つまり日本への貨物輸出（北航）とその帰航（南航）であった。②積載状態での日本着船舶年間隻数（延べ576隻）は、AXS dryに含まれる積載状態のドライバルク船の日本寄港年間総数（6,667隻）の8.6%を占める。一方で、日本はドライバルク品目の輸出が少ないことから、①積載状態での日本発船舶（4件）や②空載状態での日本着船舶（0件）はほとんど確認されなかった。

4.3.2 日本—豪州間輸送における発着港の地域的關係

表—4に示したKPRを通航し日本に寄港するドライバルク輸送576件のうち、538件が豪州を発地としている。これは、豪州と日本がKPRを挟み込むように位置していることに起因する。

ここでKPRの位置関係を改めて確認すると、KPRは豪州の北、日本からはやや西よりの南に位置する（図—7）。このため、たとえば豪州東部から日本東部への輸送におい



出典：筆者作成

■図—8 豪州の主な輸出港の位置

■表—5 KPRを通航するドライバルク輸送における豪州出発地域別の日本到着港上位5港 (2016年)

豪州東岸発		豪州西岸発	
到着港	寄港回数	到着港	寄港回数
西海（長崎）	41	鹿島（茨城）	125
松浦（佐賀）	40	君津（千葉）	51
戸畑（福岡）	33	川崎（神奈川）	46
七尾（石川）	20	千葉（千葉）	24
敦賀（福井）	14	水島（岡山）	22

出典：筆者作成

てKPRを通航することは考えにくい。すなわち、KPRを通航する船舶の出発港と到着港の地域的な組み合わせは、たとえば図—7に示すような、豪州西岸・北岸から日本に向かう、もしくは豪州東岸から日本の西部に向かう場合におおよそ限定されると考えられる。そこで、図—8に示す、豪州西岸における世界有数の鉄鉱石輸出港である3港（Port Walcott, Port Hedland, Dampier港）、および豪州東岸における世界有数の石炭輸出港4港（New Castle, Abbot Point, Gladstone, Darilymple）のそれぞれを発地としてKPRを通航し日本の港湾へ至る輸送について、主要寄港地とその寄港回数を表—5に整理した。さらに、日本の港湾を東日本（北海道、東北、関東、北陸を除いた中部地方）と西日本（近畿、中国、四国、九州、北陸地方）に大別し、豪州出発地域と日本到着地域を関係を表—6に整理した。

表—5および表—6に示す通り、豪州東岸発でKPRを通航する輸送は全て西日本向けとなっている。一方、豪州西岸発でKPRを通航する輸送の目的港は東日本の港が中心であるものの、水島など西日本の港湾も一部含まれる。これは、豪州西部からの輸送においても、図—7に示すように、中国・四国地方に向かう場合はKPRを通航するのが最

■表一六 KPRを通航する豪州発日本着ドライバルク輸送における
出発地域別の到着地域構成比

到着地域	豪州東岸		豪州西岸	
	寄港数(隻)	構成比(%)	寄港数(隻)	構成比(%)
東日本	0	0	257	89.5
西日本	172	100	30	10.5
計	172	100	287	100

出典：筆者作成

■表一七 KPRを通航する日本着船舶の輸送品目内訳(2016年)

品目	②KPRを通航し日本に到着する船舶の輸送品目別寄港回数(回)	うち豪州発に限定した品目別寄港回数(回)
鉄鉱石	287	287
石炭	198	191
ウッドチップ	24	0
塩	14	14
その他	53	46
総計	576	538

出典：筆者作成

短経路となる場合があるためと考えられる。

4.3.3 輸送品目

KPRを通航し日本に寄港するドライバルク輸送における品目の内訳を表一七に示す。主要な輸入品目は鉄鉱石と石炭であり、両者で輸入件数の84%を占める。鉄鉱石は287件すべて、石炭は198件中191件が豪州からの輸入であり、AXS dryで集計した輸送量の合計は、鉄鉱石が5,734万t、石炭が1,621万tだった。これに対して、AXS dryで集計した豪州から日本への品目別の年間総輸送量は、鉄鉱石が8,509万t、石炭が1億2,686万tであり、KPRを通航する船舶の輸送量が占める割合はそれぞれ67.3%、10.4%となった。

鉄鉱石においてKPR通航船舶による輸送が大きな割合を占めるのは、KPRが豪州西岸と日本の間に位置しており、日本のどの港湾に向かう場合にも通過しうるからだと考えられる。また、石炭においてKPR通航船舶の割合が小さいのは、前項で説明したように、石炭を扱う東岸発の輸送でKPRを通航するのは、西日本に輸送する場合のみだからだと考えられる。

なお、日本からの輸出(4件)の品目は、粉炭、木材、骨材であった。

5 おわりに

本稿では、日本が延長大陸棚の申請を行った2008年時点では知り得なかった九州・パラオ海嶺南部海域(KPR)の地域的特徴を把握するため、AISやAXS dryといった船舶動静データを用いてKPRを通航する船舶に関する分析

を行った。AISを利用した分析では、KPRを通航する船舶は同船種の中でも積載容量が大きい傾向にあることが分かった。また、通航パターン別・船種別にKPR通航回数を整理した結果、ドライバルク船が全てのパターンで最も多く、日本を発着する場合はLNGタンカーが次に多かった。またAXS dryを用いた分析では、KPRを通航し日本港湾に到着するドライバルク船のほとんどが豪州発であることを確認した。さらに豪州発日本着のKPRを通航する輸送に関して、出発港と目的港には地域的な組み合わせがあることや、KPRを通航する輸送では鉄鉱石の割合が大きくなることを確認した。

以上の成果は、延長大陸棚申請をした2008年には活用されていなかったデータを用いて、KPRに対する新たな知見を提供するものである。たとえば、KPRにおいて将来想定される資源探査や採掘の際に、日本を発着地とする大型船舶が付近の海域を頻繁に通過していることは、輸送費用や安全面の観点等から有益となる可能性が考えられる。本研究の成果が、日本にとってのKPRの重要性を示し、早期の勧告受領の一助となることを願う。

参考文献

- Adland, R., Jia, H. and Strandenes, S. P. [2017], "Are AIS-based Trade Volume Estimates Reliable? The case of Crude Oil Exports", *Maritime Policy & Management*, Vol. 44, No. 5, pp.657-665.
- Arifin, M.D., Hamada, K., Hirata, N., Ihara, K. and Koide, Y. [2018], "Development of Ship Allocation Models Using Marine Logistics Data and Its Application", 「日本船舶海洋工学会講演会論文集」, 27巻, pp.139~148.
- 金本啓・柴崎隆一・青山和浩・中道達也・鈴木健之[2018], "AIS等の船舶動静データを用いたLNG全世界流動量および輸送経路の推計", 「日本船舶海洋工学会講演会論文集」, 26巻, pp.375~380.
- 中島陽斗・柴崎隆一・金本啓・中道達也・篠原流[2019], "AIS等の船舶動静データを用いたドライバルク船の品目別全世界流動量の推定", 「日本船舶海洋工学会講演会論文集」.
- 外務省[2020], "延長大陸棚と日本の取り組み", <https://www.mofa.go.jp/mofaj/press/pr/wakaru/topics/vol172/index.html>, 2020/5/2.
- 外務省[2018], "大陸棚限界委員会", <https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/kaiyo/clcs.html>, 2020/5/2.
- 内閣官房総合海洋政策本部事務局[2012], "我が国が勧告を受領した海域など", <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kaiyou/dai9/siryou4.pdf>, 2020/5/2.
- 外務省[2018], "Vol.172 延長大陸棚と日本の取り組み", <https://www.mofa.go.jp/mofaj/press/pr/wakaru/index.html>, 2020/5/4.
- 環境省[2020], "生物多様性の観点から重要度の高い海域", <http://www.env.go.jp/nature/biodic/kaiyohozen/kaiiki/kaitei/index.html>, 2020/5/2.
- 加藤茂[2010], "運輸政策トピックス 大陸棚調査と大陸棚延長の審査開始", 「運輸政策研究」, Vol. 12 No.4, pp.54~58.
- 首相官邸, "大陸棚の延長について", <https://www.kantei.go.jp/singi/kaiyou/dai11/siryou1-2.pdf>, 2020/5/2.
- International Maritime Organization [2002], "Guidelines for the Onboard Operational Use of Shipborne Automatic Identification Systems (AIS)", [http://www.imo.org/blast/blastDataHelper.asp?data_id=24565&filename=A917\(22\).pdf](http://www.imo.org/blast/blastDataHelper.asp?data_id=24565&filename=A917(22).pdf), 2020/5/2.

(原稿受2020年9月4日、受理2021年1月14日)