

国内長距離フェリーにおける運航実態に関する分析 －日本海航路を対象として－

荒谷 太郎*、佐藤 圭二*

Analysis on Operational Conditions of Long Distance Ferry in Japan －For the Japan Sea Route－

by

Taro ARATANI and Keiji SATO

Abstract

Modal shift in logistics is one of the important policy issues in Japan. Nowadays, users of ferry and RORO-ship are increased, however it is not sufficient for the operators to increase in the number of voyages. In that background, some logistics companies that specialize in transport by the ferry and RORO-ship use the ships very often, therefore it is difficult to enter the given market for a new company.

From the data of Freight Flow Census in Japan, the reason for use of truck is the exact arrival time and the low costs and it shows higher ratio. On contrary, the reason for use of ferry and RORO-ship is the low costs but the exact arrival is not expected.

Therefore, in order to solve the exact arrival issues for ferry and RORO-ship, here, operational conditions of long distance ferries on the Japan Sea routes are analyzed by Automatic Identification System (AIS). From the analysis, it is shown the schedule can be kept from June to September with highly-reliable arrival time. However from October to February, the schedule cannot be kept often. This shows the reliability in time is low for use service. Therefore, to use the long distance ferries on the Japan Sea routes in these season, it should be better to have some margins for lead time.

* 運航・物流系

原稿受付 平成27年 1月 30日

審査日 平成27年 3月 6日

目 次

1. まえがき	2
2. 既往研究の整理	2
3. 分析対象と分析方法	3
3.1 対象航路について	3
3.2 沿岸 AIS について	3
3.3 分析方法	3
4. 分析結果	3
4.1 出港時刻の分布	3
4.2 入港時刻の分布	3
4.3 航海時間の分布と欠航率	4
4.4 運航状況の考察	4
5. まとめ	5
参考文献	5

1. まえがき

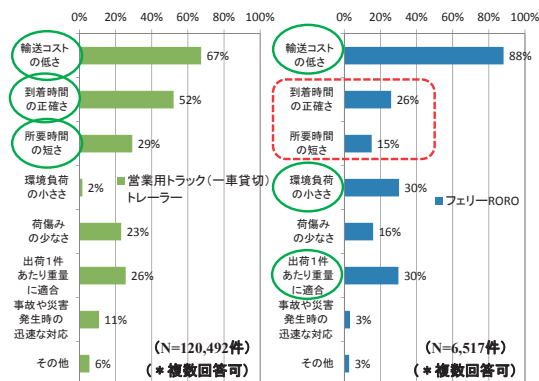
わが国では物流のモダルシフトが重要な政策課題となっている。2013 年 6 月に閣議決定された総物流施策大綱（2013-2017）において、鉄道・内航海運の輸送力強化とモダルシフトの推進が挙げられている。モダルシフトの受け皿の一つとして考えられているフェリー・RORO 船では、近年の利用は増えてきているものの、各事業者が増便するまでの利用状況には至っていない。その背景には、フェリー・RORO 船による輸送を得意とする物流事業者の利用が多く、新規に利用しようとする荷主や物流事業者にとっては利用しにくい状況が挙げられる。

図－1 は、2010 年物流センサス 3 日間調査における代表輸送機関別にみた輸送機関の選択理由を示している。トラックは、輸送コストの低さや到着時間の正確さ、所要時間の短さが主な選択理由になっている。一方、フェリー・RORO 船は、輸送コストの低さや環境負荷の小ささ、出荷 1 件あたり重量が主な選択理由となっている。両輸送機関ともに輸送コストの低さを重視しているが、フェリー・RORO 船は到着時間の正確さや所要時間の短さの割合が低いことがわかる。

例えば、トラックの利用を考えた場合、過去の高速道路の渋滞情報などをもとに到着時刻が推測しやすく、物流事業者が計画を立てやすくなっている。しかしフェリー・RORO 船では、遅延・欠航などの情報は事前に予約している利用者への連絡が主であり、過去の運航状況は、使い慣れた事業者にしかわからないのが現状である。

そこで本研究では、定期フェリーの月別の運航実態を、沿岸 AIS データを用いて明らかにする。

具体的には、これまで主として船舶の衝突予防や事故解析、運航支援等に活用されてきた沿岸 AIS データを用いて、2013 年 4 月からの 1 年間のフェリーの運航実態を月別に把握し、分析を行うこととする。



* 300km以上県間OD、北海道・沖縄を除く(2010年第9回物流センサス 3日間調査)

図－1 輸送機関の選択理由

2. 既往研究の整理

物流において、荷物が定時に到着することは、物流の効率化の観点から重要な要素として指摘されている。それを支えるのは交通機関の定時運航である。例えば、山岸¹⁾は、定期船会社は荷主のニーズに対応したトータル・ロジスティクス戦略が求められているとして、定時率の満足度調査を行っている。市川²⁾は、神戸と中国の天津を結んでいる燕京号について紹介をしており、フェリー船に求められているサービスは高速定時性であると述べている。特に高速性では航空機輸送にはかなわないが、フェリーは旅客の手荷物を比較的安く運ぶことができるので、手荷物の多い家族や研修生、留学生に多く利用されているという。高嶋³⁾は、定時運航が最優先されている内航船に対して、遅延リスクを考慮した最小燃料消費航路による省エネルギー運航について検討を行っている。小葉・若林⁴⁾は、特定海域・特定時間帯などでの船舶の動きや流れなどについて、AIS データを用いた統計分析を行っている。小葉・牧野⁵⁾は、ウエザールレーティングシミュレーターを作成し、燃料消費量の節減と定時性の改善が得られることを示している。これらの研究では、定時運航の重要性は指摘されているが、1 つの船舶に着目したもの、特定海域に着目したものが多い。過去の運航に関する実態や定時運航について網羅的に把握したものは、近畿～九州間を対象に長距離フェリーの遅延状況を航路別に分析した研究⁶⁾があるが、月別の分析が不十分であるといえる。そのため本

研究では、月別のフェリーの遅延状況に焦点をあて分析を行うこととする。

3. 分析対象と分析方法

3.1 対象航路について

わが国では、離島航路等も含めれば多くのフェリーが就航している。しかし 300km 以上の長距離を運航しているフェリーは2014年現在14航路⁷⁾と、多くはない。これら 300km 以上を航海するフェリーは、生活航路としての意味合いは少なく、物流面で大きな役割を果たしている。

本研究では、日本海航路である近畿・東北～北海道間を結ぶ定期フェリーを対象とした。この理由として、近畿・東北～北海道間のフェリーは日本海側を航海し、一般的に冬期は海象が悪いと言われており、これが定時性に影響を与えていると考えられているからである。また、近畿・東北～北海道間では、長距離フェリーを利用するか津軽海峡のフェリーのみを利用するかを選択があり、長距離のフェリー利用がモーダルシフトに寄与するためである。

定期フェリーは旅客や複数のトラック事業者が利用しており、様々なニーズの利用者がいる。そのため遅延無くダイヤ通りに運航することは、フェリーのサービス向上として重要であるといえる。

3.2 沿岸 AIS について

本研究では、2013年4月からの1年間の日本の沿岸にて受信された沿岸AISデータを用いて分析を行う。AISとは、船舶自動識別装置(Automatic Identification System)の略称であり、船舶の識別符号や種類・位置・進路・航海状態、その他の安全に関する情報を自動的にVHF帯電波で送受信し、船舶局相互間及び船舶局と陸上の航行援助施設等との間で情報交換を行うシステムである。

AISは、総トン数300トン未満の旅客船及び総トン数300トン以上の船舶であって国際航海に従事するもの並びに総トン数500トン以上の船舶であって国際航海に従事しないものには、機能等について告示で定める要件に適合する船舶自動識別装置を備えなければならないと船舶設備規定⁸⁾に定められているため、これらに該当する船には必ず取り付けられている。

3.3 分析方法

本研究では、AISから得られる船舶識別コード(MMSIコード)船舶の位置、対地速度、受信時

刻を用いて分析を行った。

定期フェリーの出港時刻は、船がボラード(係船柱)から離れた時刻、入港時刻はボラード(係船柱)に固定された時刻をいうが、AISデータからは正確な時刻がわからない。そのため、各港湾から少し離れた海上にポイントを設置し、その点を通過した時刻をそれぞれ出港・入港時刻とした。

4. 分析結果

4.1 出港時刻の分布

近畿・東北～北海道間(A航路～F航路)の2013年4月から2014年3月までのデータを用いて、月別の運航実態の分析を実施した。表-1は、月別の出港時刻の標準偏差及び全航海における出港時刻(時:分)の最頻値(時間区切り1分)と各航海の出港時刻との差を月別に平均したもの(以下、 Δt_{dep})を示している。 Δt_{dep} を用いる理由は、本分析では3.3節に示したとおり、各港湾から離れたポイントの通過時刻を出港・入港時刻としている。そのためダイヤ上の予定出港時刻とはズレが生じるためである。4月～9月まではどの航路でも標準偏差が小さく、10分前後に収まっていた。 Δt_{dep} の値も小さく、安定的に出港ができていたことが伺える。10月はA、B航路において30分近い標準偏差となっており、11月～12月では、

表-1 出港時刻のばらつきと Δt_{dep}

		A航路		B航路		C航路	
		標準偏差	Δt_{dep} (分)	標準偏差	Δt_{dep} (分)	標準偏差	Δt_{dep} (分)
出港時刻	2013年4月	0:05:16	3.8	0:03:35	3.8	0:04:46	0.9
	2013年5月	0:08:38	2.4	0:04:00	2.6	0:03:59	1.6
	2013年6月	0:03:25	0.1	0:02:07	1.0	0:03:02	0.9
	2013年7月	0:03:26	0.3	0:03:12	1.8	0:04:05	2.4
	2013年8月	0:13:34	7.6	0:09:16	6.4	0:04:24	3.8
	2013年9月	0:12:14	10.2	0:11:17	12.3	0:03:08	1.9
	2013年10月	0:32:21	15.3	0:23:29	14.9	0:11:07	4.7
	2013年11月	1:39:24	28.5	1:27:42	23.4	0:09:38	3.1
	2013年12月	4:02:33	130.9	3:51:07	100.6	1:18:17	22.9
	2014年1月	0:08:01	2.1	0:11:32	8.7	3:09:58	79.5
	2014年2月	0:30:54	20.4	0:43:00	31.3	0:16:38	12.8
	2014年3月	0:12:23	7.0	0:16:38	7.7	0:14:56	12.0
年間航海数		274		270		304	
		D航路		E航路		F航路	
		標準偏差	Δt_{dep} (分)	標準偏差	Δt_{dep} (分)	標準偏差	Δt_{dep} (分)
出港時刻	2013年4月	0:08:10	1.7	0:03:55	0.6	0:05:02	1.9
	2013年5月	0:03:30	-2.1	0:04:16	0.5	0:03:57	1.8
	2013年6月	0:05:29	-1.1	0:04:56	-0.5	0:02:58	0.6
	2013年7月	0:05:19	-0.6	0:03:09	-0.9	0:04:13	1.4
	2013年8月	0:10:26	8.4	0:04:29	0.4	0:04:50	3.4
	2013年9月	0:15:36	9.5	0:05:30	1.3	0:03:43	0.9
	2013年10月	0:27:42	16.4	0:07:48	1.4	0:12:47	4.4
	2013年11月	0:26:03	5.8	0:06:20	-4.5	0:28:09	7.7
	2013年12月	1:37:17	28.3	1:23:51	10.5	1:30:25	21.6
	2014年1月	0:41:09	10.6	0:03:33	75.2	0:06:32	-5.9
	2014年2月	0:05:45	3.3	0:05:17	4.3	0:04:46	-9.5
	2014年3月	0:06:08	3.4	0:03:10	3.4	0:07:07	-6.6
年間航海数		304		301		302	

分析を行った全ての航路において1時間以上の標準偏差となっていた。特に12月は、E航路を除いて Δt_{dep} の値が1年間で最も大きい値となった。1月ではC、D航路において標準偏差が高くなっており、2月はA、B航路において高くなっていた。3月になると全体的に標準偏差が小さくなる傾向が見られた。そのため、日本海航路の出港時刻では、冬期である11月～2月にばらつきが生じやすく、出港が遅れる可能性が高いことが示された。

4.2 入港時刻の分布

表-2は、近畿・東北～北海道間（A航路～F航路）の入港時刻の標準偏差及び全航海における入港時刻（時：分）の最頻値（時間区切り1分）と各航海の入港時刻との差を月別に平均したもの（以下、 Δt_{arr} ）を示している。入港時刻においても、出港時刻と同様な傾向が見られ、4月～9月まではどの航路でも標準偏差が小さくなった。10月は、B、F航路において標準偏差が30分程度と高くなっているが、 Δt_{arr} を見ると10分前後の値となっている。11月～12月は、A、B航路において標準偏差及び Δt_{arr} が極端に大きくなった。12月は、全航路において両値ともに大きな値を示し、12月は遅れる可能性が高いことを示している。1月においても、B、C、D航路の標準偏差が高い状態が続いていた。2月～3月では、12月ほどではないが一部の航路において標準偏差が30分程度

表-2 入港時刻のばらつきと Δt_{arr}

		A航路		B航路		C航路	
		標準偏差	Δt_{arr} (分)	標準偏差	Δt_{arr} (分)	標準偏差	Δt_{arr} (分)
入港時刻	2013年4月	0:05:02	4.4	0:21:41	1.3	0:08:43	-6.9
	2013年5月	0:09:30	2.9	0:05:57	4.8	0:08:54	-7.7
	2013年6月	0:02:29	0.8	0:04:17	3.1	0:02:58	-3.2
	2013年7月	0:03:28	0.4	0:05:35	3.7	0:09:33	-10.6
	2013年8月	0:09:36	-0.4	0:06:10	-3.1	0:17:18	-20.0
	2013年9月	0:05:30	-0.6	0:08:37	3.2	0:15:55	-11.6
	2013年10月	0:21:21	8.5	0:29:10	10.6	0:19:39	-7.3
	2013年11月	4:52:19	49.5	4:35:17	68.3	0:19:02	-2.7
	2013年12月	5:32:36	128.9	6:30:11	151.5	3:14:16	22.7
	2014年1月	0:12:31	9.8	0:44:17	29.5	3:42:55	75.5
	2014年2月	0:37:38	34.0	0:27:34	22.8	0:15:21	6.4
	2014年3月	0:28:59	14.1	0:10:22	15.6	0:20:18	7.9
	年間航海数	274		270		304	
		D航路		E航路		F航路	
		標準偏差	Δt_{arr} (分)	標準偏差	Δt_{arr} (分)	標準偏差	Δt_{arr} (分)
入港時刻	2013年4月	0:04:54	-4.0	0:07:12	-8.6	0:04:14	-0.9
	2013年5月	0:05:35	-4.6	0:07:45	-2.9	0:03:46	-1.4
	2013年6月	0:04:51	-4.7	0:05:39	-4.8	0:03:30	-1.6
	2013年7月	0:05:16	-3.5	0:08:51	-9.9	0:04:34	-1.8
	2013年8月	0:05:00	-2.8	0:10:14	-13.6	0:03:48	-1.3
	2013年9月	0:05:21	-2.3	0:07:05	-4.3	0:04:28	-2.5
	2013年10月	0:12:10	1.2	0:09:30	-5.3	0:29:04	5.3
	2013年11月	0:30:31	2.8	0:07:31	-5.5	0:38:21	11.1
	2013年12月	1:33:48	28.5	1:22:55	15.6	1:35:23	31.6
	2014年1月	1:48:46	15.1	0:11:26	74.1	0:22:02	47.5
	2014年2月	0:09:35	-8.3	0:16:15	2.3	0:09:05	0.2
	2014年3月	0:09:17	-6.8	0:12:37	-2.5	0:07:27	0.2
	年間航海数	304		301		302	

となった。10月以降は多くの航路で入港時刻のばらつき及び Δt_{arr} が高い値となり、入港遅れしやすい期間であるといえる。

4.3 航海時間の分布と欠航率

表-3は、航海時間のばらつき及び各月毎の欠航率を示している。ここで、欠航率は各月の運航予定便数に対する欠航便の割合を示しており、フェリーのドック期間についても、物流事業者にとっては年間や月間において輸送計画の変更が伴う可能性があるため欠航として含めている。

まず航海時間では、出港時刻および入港時刻のばらつきが大きい航路及び月において、航海時間のばらつきも大きい傾向がみられた。特にA、B航路については11月～12月は、計画航海時間約21時間に対して1時間～2時間近くの標準偏差を示し、安定した航海が難しいことがわかる。また、同期間のC、E、F航路の標準偏差は大きくても23分程度であり、ある程度安定した航海ができていたものと考えられる。

次に欠航率ではA、B航路の4月～5月の値が高くなっているが、これはフェリーのドック期間と重なり、隔日運航となっているためである。C、D、E、F航路においては、ドック期間は2月～3月であるが、欠航の影響は少なくなっている。これは他の航路のフェリーを該当航路に当てているためである。

4月～10月までは、ドックの影響を除けば全航

表-3 航海時間のばらつきと欠航率

		A航路		B航路		C航路	
		標準偏差	欠航率	標準偏差	欠航率	標準偏差	欠航率
航海時間	2013年4月	0:05:39	46.7%	0:20:04	50.0%	0:08:18	3.8%
	2013年5月	0:07:07	22.6%	0:06:57	22.6%	0:10:36	0.0%
	2013年6月	0:04:36	6.7%	0:04:33	6.7%	0:04:46	0.0%
	2013年7月	0:04:52	9.7%	0:05:50	9.7%	0:10:48	3.7%
	2013年8月	0:15:40	0.0%	0:12:39	0.0%	0:15:51	0.0%
	2013年9月	0:12:55	3.3%	0:12:39	3.3%	0:15:45	0.0%
	2013年10月	0:26:59	9.7%	0:20:44	9.7%	0:15:25	0.0%
	2013年11月	1:00:18	20.0%	1:42:50	23.3%	0:12:19	7.7%
	2013年12月	1:56:56	22.6%	1:47:51	25.8%	0:22:02	3.8%
	2014年1月	0:08:10	71.0%	0:48:51	64.5%	0:22:58	18.5%
	2014年2月	0:32:14	60.7%	0:24:49	64.3%	0:11:32	0.0%
	2014年3月	0:21:24	29.0%	0:11:16	35.5%	0:15:53	0.0%
	計画航海時間	20:40		21:30		10:20	
	年間航海数	274		270		304	
		D航路		E航路		F航路	
		標準偏差	欠航率	標準偏差	欠航率	標準偏差	欠航率
航海時間	2013年4月	0:09:47	0.0%	0:08:57	0.0%	0:07:18	3.8%
	2013年5月	0:07:00	0.0%	0:10:12	0.0%	0:06:18	0.0%
	2013年6月	0:05:23	0.0%	0:07:47	0.0%	0:05:06	0.0%
	2013年7月	0:08:01	0.0%	0:10:13	0.0%	0:07:25	3.7%
	2013年8月	0:10:59	0.0%	0:11:27	0.0%	0:07:33	0.0%
	2013年9月	0:15:47	0.0%	0:06:50	0.0%	0:05:46	0.0%
	2013年10月	0:26:37	0.0%	0:12:23	0.0%	0:21:51	0.0%
	2013年11月	0:12:06	7.7%	0:09:17	7.7%	0:18:41	7.7%
	2013年12月	0:53:34	7.7%	0:12:42	7.7%	0:16:25	3.8%
	2014年1月	1:08:45	11.1%	0:12:44	29.6%	0:19:20	22.2%
	2014年2月	0:10:46	0.0%	0:15:08	0.0%	0:07:33	0.0%
	2014年3月	0:08:42	7.7%	0:12:20	0.0%	0:07:42	3.8%
	計画航海時間	12:15		6:20		6:30	
	年間航海数	304		301		302	

路 10%以下の欠航率で推移している。しかし 11 月以降になると急激に欠航率が高くなり、A、B 航路では、1 月～2 月の欠航率は 50%を超えている。そのため 11 月以降は遅れる可能性に加えて欠航する可能性も高いことがいえる。

4.4 運航状況の考察

4.1 節～4.3 節において、4 月～9 月までのフェリーの定時性は高いが、10 月以降は出港時刻および入港時刻のばらつきが大きくなり、定時性が低くなることがわかった。そのため、現在運航しているフェリーがどのような運航を行っているのかを、定時性の高かった 6 月及び定時性の低かった 12 月の A、B 航路のデータを用いて考察を行った。

図-2 は、6 月の A、B 航路における AIS データを 5 分おきに抽出し、横軸に航海時間、縦軸に

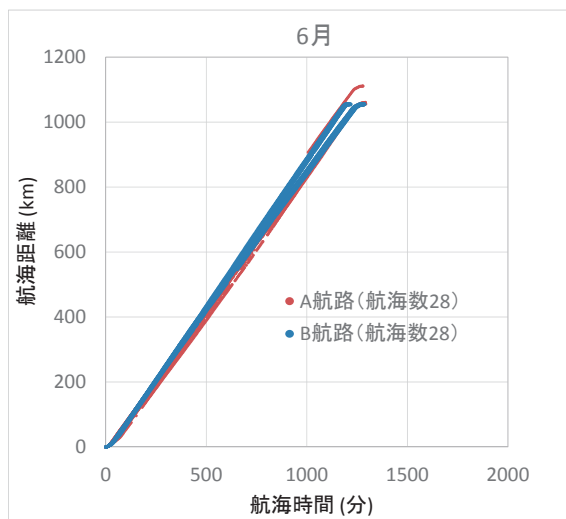


図-2 A・B 航路の 6 月の運航状況

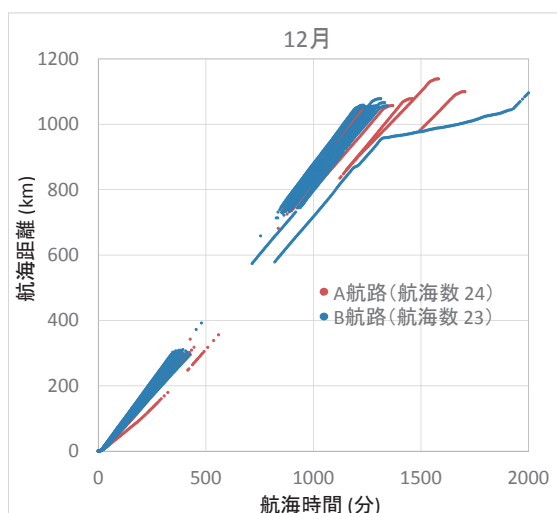


図-3 A・B 航路の 12 月の運航状況

航海距離をとりプロットしたものである。4.1 節～4.3 節に示したように、6 月のフェリーの定時性は高く、ほぼ毎日同じ航海を行っていることがわかる。航海時間は 1300 分未満で行っている航海が多かった。図-3 は、12 月の A、B 航路における AIS データを 5 分おきに抽出したものである。図-2 とは明らかに異なり、航海時間が延び 1300 分以上の航海が多くなっていた。また、一部の日では、傾きが異なっている。これは 6 月と比較して航海速度が遅いことを示しているが、航海途中にて減速が発生していることはあまりみられず、航海全体の速度が低下していることが明らかとなった。全国港湾海洋波浪情報網⁹⁾ (ナウファス) による秋田県沖の 2013 年 6 月と 2013 年 12 月の波浪データを確認すると、6 月では平均波約 0.4m、最高波約 1.03m であるのに対し、12 月は平均波約 1.6m、最高波約 4.0m である。つまり 12 月は波高が高く速度が出しづらい状況にあったことが考えられる。図-3 において、500 分～700 分あたりでプロットできていない点が存在している。これは AIS の受信可能できない海域を航海しているためである。つまり、12 月は 6 月より陸地の外側の海域を航海していることを意味している。12 月の遅れは、出港時刻の遅れに加えて航海速度が遅く、航海距離も 6 月と異なることが影響しているものと考えられる。

5. まとめと今後の課題

本研究では、フェリーの運航実態の把握のために沿岸 AIS データを用いて、出入港時刻のばらつきおよび航海時間のばらつきの状況を明らかにした。その結果、4 月～9 月における、近畿・東北～北海道間のフェリーは定時性の高いことがわかった。一方で 10 月以降の冬期の場合は、一度入港が遅れるとスケジュール調整や海象状況の回復待ちなどで出港が遅れ、航海速度も 4 月～9 月と比較して遅い場合が多く、それらの要因が入港遅れにつながっていることがわかった。そのため冬期に日本海側のフェリーを利用する際は、ある程度時間に余裕をもったリードタイム設定などが必要であることがいえる。

今後は、RORO 船などを含めた航路数を増加した分析、年度を跨いだ季節変化における遅延の分析などを行っていく予定である。

参考文献

- 1) 山岸寛：コンテナ利用による複合一貫輸送の展開メガキャリアの物流戦略と顧客満足度，流通ネットワークング No.279, PP24-29, 2013.
- 2) 市川一泰：中国物流 日中間のフェリー・RORO 船の取り組み 通算 1,500 航海を達成した「燕京」号，港湾，Vol.82, No.3, pp. 42-43, 2005.
- 3) 高嶋恭子，加納敏幸，小林充：到着遅延リスクを考慮した内航船の省エネルギー運航について，日本航海学会論文集，No.119, pp.145-151, 2008.
- 4) 小葉武史，若林伸和：輸送の三原則を統合した国際海上輸送創出の研究，大規模 AIS データを用いた統計分析，Navigation (Tokyo) No.175, pp.92-96, 2010.
- 5) 小葉武史，牧野秀成，清水玄彦，塩谷茂明：航海時間の分布を用いたウェザールーチングの長距離的経済評価，日本船舶海洋工学会論文集，Vol.14, pp.159-164, 2012.
- 6) 荒谷太郎，佐藤圭二：沿岸 AIS データを用いた長距離フェリーの遅延に関する分析，土木計画学研究・講演集(CD-ROM) Vol.50, 2014.
- 7) 日本長距離フェリー協会ホームページ，<http://www.jlc-ferry.jp/kouro/index.html>, 2014 年 7 月 7 日確認.
- 8) 第十管区海上保安本部交通部安全課ホームページ，<http://www.kaiho.mlit.go.jp/10kanku/ais-kagoshima/gimusen.html>, 2014 年 7 月 7 日確認.
- 9) 国土交通省港湾局全国港湾海洋波浪情報網ナウファス，http://nowphas.mlit.go.jp/nowphasdata/statistic/sub320_2013e.htm