

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

荒谷 太郎¹・佐藤 圭二²

¹正会員 (独) 海上技術安全研究所 運航・物流系 (〒105-0001 東京都三鷹市新川6-38-1)
E-mail:aratani@nmri.go.jp

²非会員 (独) 海上技術安全研究所 運航・物流系 (〒105-0001 東京都三鷹市新川6-38-1)
E-mail:sato-k@nmri.go.jp

わが国では物流のモーダルシフトが重要な政策課題となっている。近年、フェリー・RORO船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船での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。例えば、トラック（高速道路）であれば、過去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船における過去の運航状況は、必ずしも整理されておらず、航路別に遅れの特徴も異なっているものと考えられる。そこで本研究では、1年分の沿岸AISデータを用いて長距離フェリーの運航の実態を把握した。その結果、近畿～九州間を結ぶフェリーの定時性が高いことが明らかとなった。

Key Words: Coastal shipping, Ferry and RORO ship, Automatic identification system

1. はじめに

わが国では物流のモーダルシフトが重要な政策課題となっている。平成25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ーダルシフトの推進が挙げられている。近年、フェリー・RORO船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船での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。例えば、トラック（高速道路）であれば、過去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はかわからないのが現状である。

そこで本研究では、フェリー・RORO船の遅延状況の実態を、沿岸AISデータを用いて明らかにすることとする。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、フェリー・RORO船の遅延状況の実態把握を行

い、航路別の遅延状況の分析を行うこととする。

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といえる。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、フェリー船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。高嶋ら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データを用いて統計分析を行っている。小葉・牧野ら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く、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ようとしている研究が少ないのが現状である。

3. 分析対象と分析方法

(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以上の長距離を航行しているフェリーは2014年現在14航路⁶⁾と、多くはない。これら300km以上を航行するフェリーは、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、近畿と九州を結ぶ定期フェリーを対象とした。この理由として、近畿と九州を結ぶ航路は、高速道路とほぼ並行しており、モーダルシフトされやすい航路と考えられるからである。また、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が、フェリーのサービス向上として重要であると考えたからである。

(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・航行状態、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⁷⁾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) 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。

通常フェリーやRORO船の場合、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言うが、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

(1) 出港時刻の分布

航路別 (A航路～S航路) に2013年4月から2014年3月までのデータ分析を実施した。なお、航路が同じでも曜日によりダイヤが異なる場合は、別の航路として扱っている。図1は、I航路に関する出港時間の分布を示している。なお運航会社が特定されないように最頻値を0にとり、その時点からの1分ごとのずれを示している。この航路では、標準偏差が8分38秒であり、ほぼ定時に出港する確率が高いことがうかがえる。一方、対象とした期間での最大の遅れは、99分であった。表1は、航路別の基本統計量を示している。表1をみると、出港時刻は、B航路を除いて標準誤差が5分以内となっている。95%信頼区間もB航路を除けば、10分以内とほぼ高い確率で定時

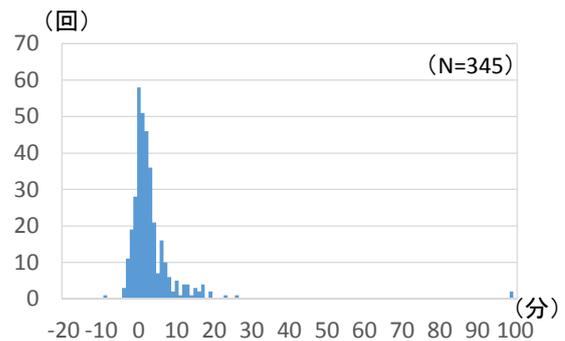


図-1 I航路における出港時刻の分布

表-1 航路別の出港時刻のばらつき

	標本数 (航海数)	標準誤差	標準偏差	信頼区間 (95.0%)
A航路	244	0:03:50	0:59:58	0:07:34
B航路	50	0:21:43	2:33:35	0:43:39
C航路	48	0:00:33	0:03:49	0:01:07
D航路	244	0:01:30	0:23:22	0:02:57
E航路	50	0:00:45	0:05:17	0:01:30
F航路	48	0:00:48	0:05:31	0:01:36
G航路	293	0:01:27	0:24:48	0:02:51
H航路	51	0:03:32	0:25:14	0:07:06
I航路	345	0:01:48	0:33:18	0:03:32
J航路	345	0:00:28	0:08:38	0:00:55
K航路	362	0:00:16	0:04:56	0:00:31
L航路	344	0:00:18	0:05:25	0:00:34
M航路	359	0:00:12	0:03:38	0:00:23
N航路	177	0:00:45	0:09:57	0:01:29
O航路	197	0:00:29	0:06:53	0:00:58
P航路	158	0:00:20	0:04:08	0:00:39
Q航路	175	0:00:11	0:02:30	0:00:22
R航路	197	0:00:16	0:03:44	0:00:31
S航路	156	0:00:17	0:03:27	0:00:33

に近い時刻に出港していることがわかる。一方、A航路、B航路、H航路は、19航路の中で比較的ばらつきが大きくなっている。B航路、H航路は休日のみ設定されている航路であり、平日のダイヤと比較して、余裕をもったダイヤ設定になっている。ばらつきの要因は、天候による遅れ、利用者の遅れ、整備上の遅れなど様々考えられるが、この2航路については、ある程度出港遅延したとしても、航海中の回復運転により遅れが取り戻しやすいためばらついたと考えられる。

(2) 入港時刻の分布

表2は、航路別の入港時刻の基本統計量を示している。入港時刻の標準誤差は、B航路、E航路を除いて5分以内となっている。B航路においては、出港時刻のばらつきが影響しているものと考えられるが、E航路においては出港時刻のばらつきが小さい。そのため、航海時間のば

表-2 航路別の入港時刻のばらつき

	標本数 (航海数)	標準誤差	標準偏差	信頼区間 (95.0%)
A航路	244	0:01:45	0:27:13	0:03:26
B航路	50	0:11:52	1:23:53	0:23:50
C航路	48	0:01:46	0:12:12	0:03:32
D航路	244	0:02:15	0:35:12	0:04:26
E航路	50	0:05:43	0:40:23	0:11:29
F航路	48	0:00:28	0:03:11	0:00:55
G航路	293	0:02:13	0:38:04	0:04:23
H航路	51	0:04:04	0:29:05	0:08:11
I航路	345	0:01:31	0:28:18	0:03:00
J航路	345	0:00:31	0:09:40	0:01:01
K航路	362	0:00:40	0:12:32	0:01:18
L航路	344	0:00:31	0:09:37	0:01:01
M航路	359	0:00:43	0:13:25	0:01:24
N航路	177	0:00:18	0:04:01	0:00:36
O航路	197	0:00:23	0:05:24	0:00:46
P航路	158	0:00:53	0:11:08	0:01:45
Q航路	175	0:00:21	0:04:39	0:00:42
R航路	197	0:00:31	0:07:15	0:01:01
S航路	156	0:03:55	0:48:59	0:07:45

表-3 航路別の航海時間のばらつき

	標本数 (航海数)	標準誤差	標準偏差	信頼区間 (95.0%)
A航路	244	0:02:04	0:32:13	0:04:04
B航路	50	0:14:40	1:43:45	0:29:29
C航路	48	0:01:52	0:12:59	0:03:46
D航路	244	0:02:36	0:40:39	0:05:08
E航路	50	0:05:50	0:41:14	0:11:43
F航路	48	0:00:56	0:06:31	0:01:54
G航路	293	0:03:20	0:57:00	0:06:33
H航路	51	0:57:37	6:51:25	1:55:43
I航路	345	0:02:45	0:51:02	0:05:24
J航路	345	0:00:26	0:08:00	0:00:51
K航路	362	0:00:46	0:14:27	0:01:30
L航路	344	0:00:35	0:10:53	0:01:09
M航路	359	0:00:43	0:13:32	0:01:24
N航路	177	0:00:40	0:08:48	0:01:18
O航路	197	0:00:38	0:08:51	0:01:15
P航路	158	0:00:43	0:09:00	0:01:25
Q航路	175	0:00:25	0:05:31	0:00:49
R航路	197	0:00:33	0:07:43	0:01:05
S航路	156	0:03:47	0:47:10	0:07:28

らつきが影響しているものと考えられる。S航路の同様に、出港時刻のばらつきが小さく、入港時刻のばらつきが大きくなっている。そのため航海時間のばらつきが影響しているものと考えられる。95%信頼区間は、B航路、E航路を除けば、10分以内とほぼ高い確率で定時に入港しており、フェリーの定時性の高さが伺える結果となった。

(3) 航海時間の分布

表3は、航路別の航海時間のばらつきを表にしたものである。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において、航海時間のばらつきも大きい傾向がみられる。つまり、これらの航路では、出港が遅れた際などでは、ある程度回復運転をしていることが考えられる。

(4) 月別の違い

(1)-(3)において、1年間のフェリーの運航に関する状況について見てきた。(4)では、月別に出発時刻、到着時刻、航海時間のばらつきの違いについてみることにする。表4、表5はA航路、G航路の月別の標準偏差を示している。A航路では、6月、10月、12月、1月において、到着時刻の標準偏差が40分以上となっている。6月、10月、12月は、出発時刻のばらつきが小さく、到着時刻・航海時間のばらつきが大きくなっている。つまり定時に出港しているが、航海中の気象海象の影響により到着時刻のばらつきが大きくなっているものと考えられる。G航路では、10月、3月において、到着時刻のばらつきが大きく、航海時間のばらつきも大きくなっている。A航路・G航路ともに、10月の到着時刻に大きなばらつきがみられる。特に航海数をみても、両航路とも他の月より4回程度少なくなっている。これは、10月に台風等が来たため海象が悪く、遅延が生じたものと考えられる。

(10月の航海数の少なさは、データ欠損であるが、その要因が、欠航であるか、AISの受信不良であるかは確認できていない)

表-4 A航路の月別の標準偏差

	標本数 (航海数)	出発時刻	到着時刻	航海時間
2013年4月	22	0:03:04	0:05:13	0:06:16
2013年5月	23	0:03:15	0:08:23	0:09:19
2013年6月	18	0:03:41	0:50:10	0:50:52
2013年7月	21	0:02:35	0:19:29	0:20:09
2013年8月	22	0:06:49	0:15:00	0:15:04
2013年9月	21	0:04:28	0:08:32	0:07:19
2013年10月	17	0:04:24	0:40:19	0:42:22
2013年11月	21	0:04:04	0:04:02	0:04:48
2013年12月	21	0:06:14	0:43:40	0:44:01
2014年1月	22	3:18:42	0:42:09	1:08:50
2014年2月	17	0:06:17	0:11:55	0:13:36
2014年3月	19	0:04:16	0:22:05	0:21:33

表-5 G 航路の月別の標準偏差

	標本数 (航海数)	出発時刻	到着時刻	航海時間
2013年4月	26	0:05:22	0:10:49	0:12:53
2013年5月	27	0:04:21	0:03:54	0:05:52
2013年6月	21	0:06:12	0:12:53	0:16:43
2013年7月	26	0:03:03	0:04:32	0:05:58
2013年8月	27	0:06:30	0:04:01	0:07:39
2013年9月	25	0:06:20	0:09:04	0:10:55
2013年10月	20	1:32:19	1:36:22	3:07:39
2013年11月	26	0:05:01	0:03:55	0:06:15
2013年12月	26	0:08:03	0:04:48	0:09:15
2014年1月	24	0:03:03	0:03:10	0:04:19
2014年2月	24	0:05:02	0:05:02	0:07:35
2014年3月	21	0:09:01	1:42:53	1:42:44

(5) 運航状況の考察

(1)-(3)において、フェリーの定時性が高いことがわかった。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、1つの船舶・航路に着目し、166航海分のAISデータを用いて考察を行った。

図2は、166航海分のAISデータを5分おきに抽出し、横軸に航海時間、縦軸に航海距離をとりプロットしたものである。(1)-(3)において示したように、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。2013年6月20日および、2013年10月8日は、これらと違い、400分を過ぎたあたりから徐々に遅れが発生していることがわかる。両日は、2013年6月20日は、梅雨前線が九州から本州南岸に停滞しており⁸⁾、また台風4号が北上をしている状況であるため、視界や海象が悪化していたためと考えられる。同様に2013年10月8日においても九州の南側から台風24号が北上しており⁹⁾、天候の悪化があったと考えられる。

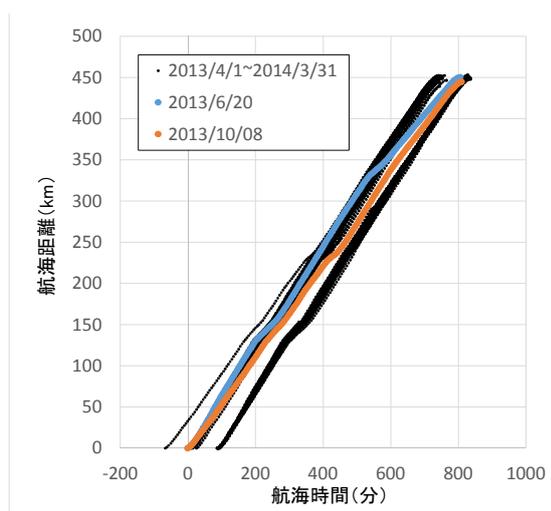


図-2 I航路における出港時刻の分布

5. まとめと今後の課題

本研究では、フェリー・RORO線の遅延状況の実態把握のために沿岸AISデータを用いて、出入港のばらつきの状況および航海時間のばらつきの状況をあきらかにした。その結果、年間通してであるが、フェリーは定時性の高い乗り物であることがわかった。

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、流通ネットワークキング 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) 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.
- 7) 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-kago-shima/gimusen.html>, 2014年7月7日確認.
- 8) 日本気象協会 tenki.jp, 2013年06月20日の天気概況, http://www.tenki.jp/past/2013/06/20/satellite/japan_near/, 2014年7月1日確認.
- 9) 日本気象協会 tenki.jp, 2013年10月8日の天気概況, http://www.tenki.jp/past/2013/06/20/satellite/japan_near/, 2014年7月1日確認.

A STUDY OF LONG DISTANCE FERRY DELAYS USING AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM DATA

Taro ARATANI and Keiji SATO