

AIS 非搭載船舶を含む船舶通航量の推定について

正会員 伊藤 博子* 正会員 石村 恵以子*
 正会員 柚井 智洋* 正会員 工藤 潤一*

On Estimation of Ship Traffic Amount that includes non-AIS Ships

by Hiroko Itoh, *Member* Eiko Ishimura, *Member*
 Tomohiro Yuzui, *Member* Junichi Kudou, *Member*

Key Words: Ship traffic observation, traffic volume, AIS, ARPA

1. 緒言

沿岸域の海洋利用が数多く計画されている昨今、従来の船舶交通と新しい海上施設が安全に共存するためには、衝突リスクなどの予測に応じた安全対策が必要である。船速が安定する沿岸域において船舶の衝突リスクについて考える場合、既報¹⁾に議論したように、特定の領域を通航する船舶の数がその大きさに対する支配的な要素となる。特定の領域を通航する船舶の数は、海域における通航状況の調査によって得ることができる。広域での観測は長らく難しい作業であったが、近年の船舶自動識別装置 (AIS) 義務化の流れを受けて、国内では 500 総トン以上の大きな船舶について比較的簡単に行えるようになった。しかしながら、義務のない小さな船舶は依然として同装置の搭載が少ないのが実情である。

ここでは、安全対策の求められている海域について、AIS 非搭載船舶を含む船舶通航の実態を把握するため、AIS 航跡の観測結果と、船舶に搭載されたレーダ装置を用いた観測結果とを併せることで通航している船舶数の概略を推定する手法を開発し、実船によるレーダ観測結果を適用して通航量の推定を行った。

2. 対象海域と観測期間

対象海域は、浮体式洋上風力ウィンドファームの立地する福島県沖とした。船舶に搭載されたレーダ装置からの観測は、福島県水産試験場のご協力により、漁業調査船こたか丸が同海域付近を航行する際に行った。データは、2013 年 12 月 24 日から 2014 年 2 月 25 日にかけて航海の状況に合わせて間欠的に収録した。また、AIS 航跡データは、同期間を含むよう 2013 年 12 月 21 日から 2014 年 2 月 28 日の分を用い、北緯 36.5 度~38.5 度、東経 141.0 度~142.0 度の範囲を使用した。Fig. 1 にレーダ・ARPA 装置による観測点と AIS 航跡データの分析範囲を示す。

3. AIS で観測した周辺の交通流

3.1 AIS を用いた交通流の観測

対象海域において、緯線に平行な仮想ゲートを緯度にして 1 分 (1/60 度) 毎に設置して、これを横切る船舶を AIS 航跡データにより計数する方法で通航量を計数し、

* 独立行政法人 海上技術安全研究所

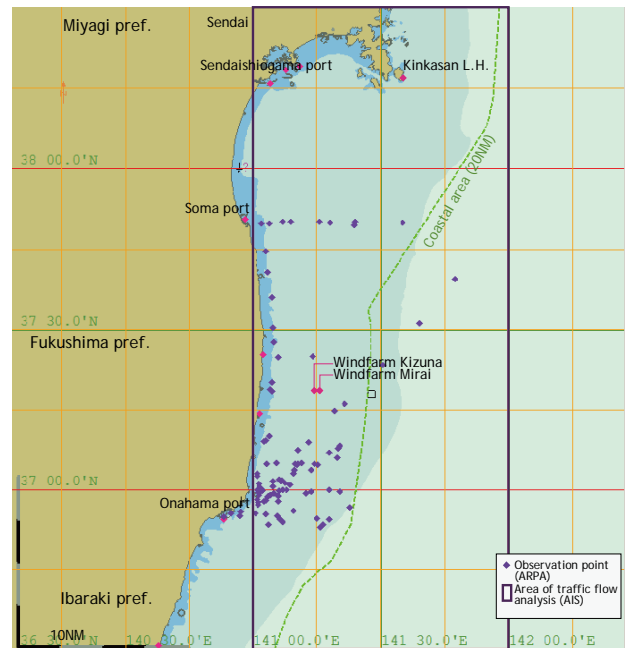


Fig. 1 Target area off Fukushima prefecture.

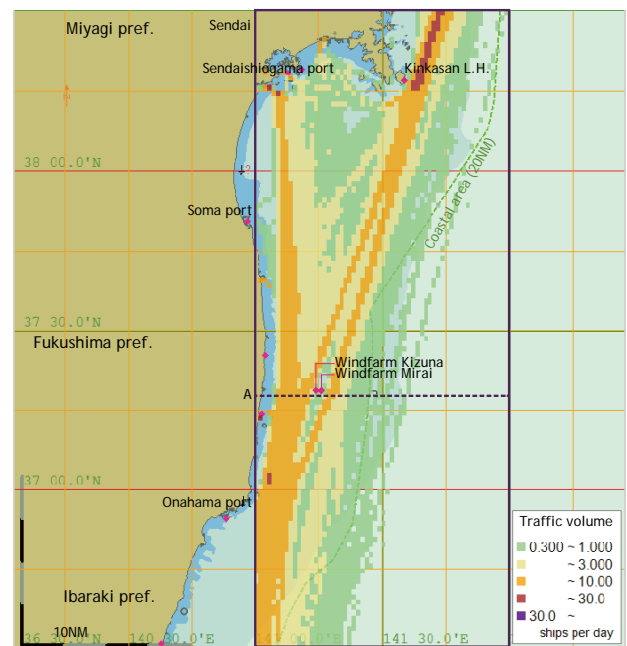


Fig. 2 Traffic volume map by AIS data.

Fig. 2 を得た。なお、ゲートの長さは各緯度において経度にして 1 分の長さとなるように設定した。

図から分かるように、通航の流れは北の仙台方面と北東の金華山沖方面の二方向から成り、その傾向は既報²⁾の時と変わらないが、ウィンドファームの設置により通航の動きが生じた点は異なっていた。

3.2 交通量の時間変動

次に、Fig. 2 内に示すように北緯 37.3 度に設置した仮想ゲート群 A (以下 A 線と呼ぶ) を航過する船舶の数量およびその経時変動について考える。本章では、AIS で観測される船舶 (以下 AIS 船と呼ぶ) を分析対象とした。

(1) 日変動

日あたりの通航船舶数の北航 (N/B)、南航 (S/B)、全体の推移を Fig. 3 に示す。システムの都合で 1 月 18 日~22 日のデータが全てまたは一部欠損していたため、以下の分析はこの 5 日間を除く 65 日間について行った。

期間中、通航数は概ね 50 から 90 隻程度で推移し、南北両方向がほぼ二分しているものの、日によって大きく変動することがある。また、平均通航数は全体で 68.7 隻、北航が 33.9 隻、南航が 34.8 隻であった。

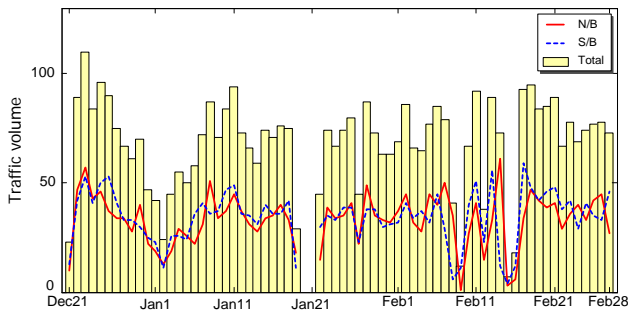


Fig. 3 Daily traffic volume of Fukushima area. (2013.12.21 - 2014.2.28).

(2) 時変動

A 線における南北別 1 時間ごとの観測値を Fig. 4 に示す。丸印は平均値を、箱は上から第 1 四分位、中央値、第 3 四分位を、ひげは四分位の 1.5 倍以内の最大、最小値を、プラス記号は外れ値を表している。

図から、両方向とも多くの時間帯の平均通航量は 1 時間あたり 1 から 2 隻の間であるが、北航では午前中が僅

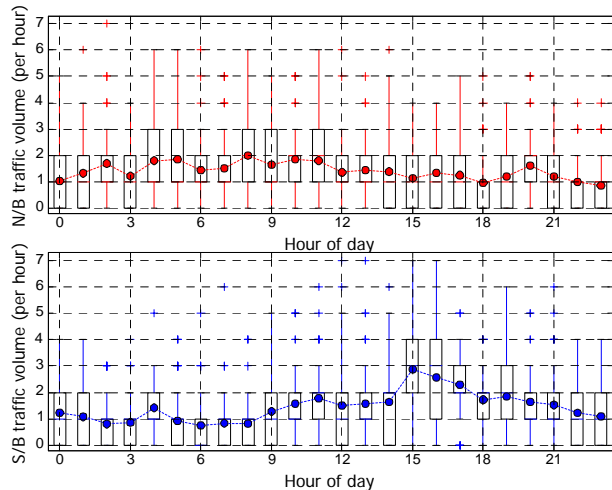


Fig. 4 Hourly traffic volume of Fukushima area. (2013.12.21 - 2014.1.17, 2014.1.18 - 2.28).

かに多く、南航では午後が多くなる傾向がみられる。

両向きとも、上側の外れ値が最大 7、下側は 0 がみられ、日によって通航量が大きく変わることが分かる。

3.3 東西方向の分布

(1) 通航量

A 線上のどの位置を船舶が航過しているか (東西方向の分布) を分析するため、陸側端点から順にゲート番号を振り、各ゲートの対象期間における一日あたりの通航数を集計した。結果を Fig. 5 に示す。

ゲート番号 14 から 15 番にかけては、約 1 キロメートル北方に洋上風力発電装置が設置されている関係からほとんど通航がみられず、またその両脇の 13 番、16 番も通航数が少なくなっている。逆に、その外側に位置する 12 番、17 番ゲートには通航が集中していることが分かる。既報³⁾にて、ゲート 15、16 に通航が集中していたが、これらに対応する船舶が東西の領域を使用したためとみられる。また、ゲート 30 番より東側では通航量は非常に少ないことが分かる。

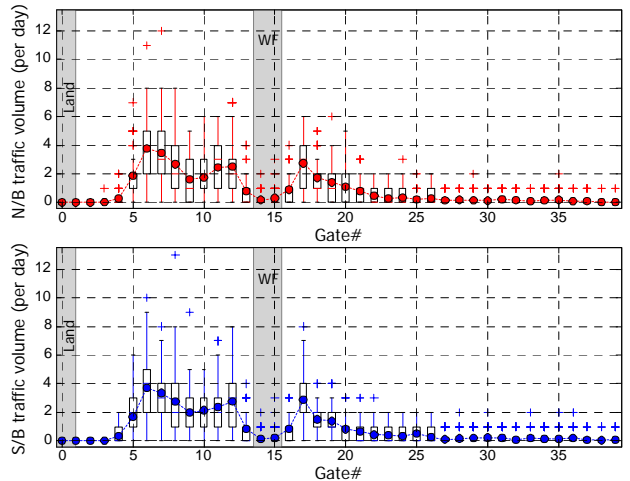


Fig. 5 Lateral traffic distribution of Fukushima area. (2013.12.21 - 2014.1.17, 2014.1.18 - 2.28).

(2) 速度と船長

A 線を航過する船舶の速度と大きさについて分析するため、各ゲートの対象期間における船速と船長の平均値を Fig. 6 にまとめた。ウィンドファームの周辺を除く

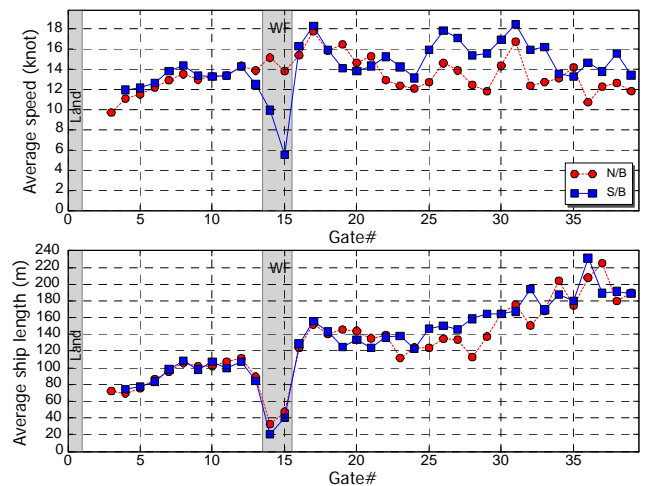


Fig. 6 Speed and length distribution of Fukushima area. (2013.12.21 - 2014.1.17, 2014.1.18 - 2.28).

全体として、陸岸より離れると平均船速、平均船長が大きくなるが、25番以東では観測数が少ないため、ばらついている。また、ウィンドファームの東側の17番ゲートでは、全体の傾向よりも高速になっている。これは2011年に警戒区域が設置されていたときに見られた特徴⁴⁾と類似しているが、同様の要因によるものであるかを判断するためには、さらに調査が必要である。

4. ARPAで観測した交通流

4.1 ARPAによる観測とAISによる通航量の比較

本章では、対象海域において漁業調査船（以下、本船という）のレーダ・ARPA装置で観測された通航量により現場付近の船舶総数の把握を行う。

本船の位置が移動する中での観測となるため、正確な通航量を求めることは難しい。そこで、便宜的に以下の方法を用いて推定することとした。

まず、特定の時点における本船の位置をその観測の代表点として抽出し、それから一定の時間が経過するまでの間に代表点近くを航行した船舶の数を計数する。その際に、AISデータが観測される船舶と、ARPAのみが観測される船舶（以下 ARPA 船という）に分けて計数した。一定時間経過後は、改めて本船位置を取得して代表点とし、再び計測を行う。このようにしてある代表点に対して観測された船舶数をその代表点の表す時刻、位置に対応する一観測として扱うこととした。以上の方法で得られた各代表点の ARPA 船と AIS 船の数量を比較する。なお、代表点は毎正時の本船位置を用いることとし、これは Fig. 1 に示した観測点にあたる。一定時間として 60 分を用い、この間観測が続けられた場合をデータとして使用した。計数する船舶は 8 海里以内を航過したものとした。Fig. 7 に代表点を用いた観測方法の概略を示す。

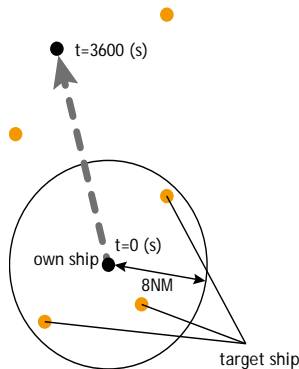


Fig. 7 Target ships for traffic volume analysis by ARPA data.

4.2 ARPA 船と AIS 船の比率の分析

Table 1 に時刻毎にまとめた代表点の数、これに対応する南北方向別 ARPA 船、AIS 船の数を示す。なお、南北以外の方向への通航、あるいは停留する船舶が代表点一つあたり約 1.7 隻みられたが、これらの中には周辺海域で長時間活動する船舶が含まれ、単純に通航数として比較できないことから、本研究では扱わない。観測は全体で 94 件となった。1 観測あたりの平均船舶数を 3 時間ごとにまとめて Fig. 8 に示す。全体の傾向として午前中に北航船が、午後には南航船が多く、この特徴は前章の AIS 航跡データによる分析と一致した。

Table 1 Traffic volume observed by ARPA and AIS.

Hour of day	Observation point num	ARPA (N/B)	ARPA (S/B)	AIS (N/B)	AIS (S/B)
0	1	0	0	1	0
1	1	3	6	4	6
2	2	6	8	7	5
3	1	3	0	2	1
4	1	3	0	3	1
5	1	1	0	2	0
6	2	7	4	8	1
7	2	14	0	13	2
8	1	3	0	9	0
9	11	42	25	37	18
10	11	33	30	39	18
11	8	28	17	23	18
12	14	41	36	42	57
13	10	14	25	17	27
14	7	1	14	4	13
15	4	3	18	4	10
16	4	4	15	5	12
17	3	2	7	4	12
18	2	2	12	3	7
19	2	2	8	4	4
20	2	3	6	3	4
21	2	1	2	2	3
22	1	0	0	0	1
23	1	1	1	1	1
Total	94	217	234	237	221

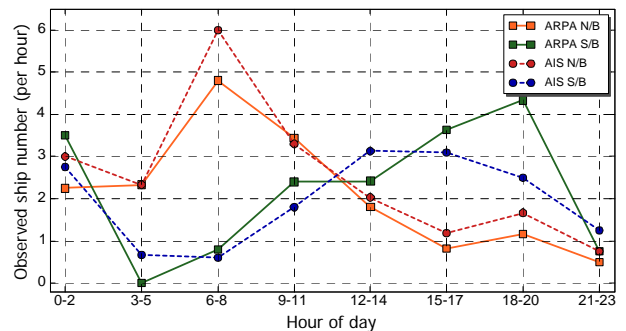


Fig. 8 Average number of observed ships per hour (2013.12.24-2014.2.25).

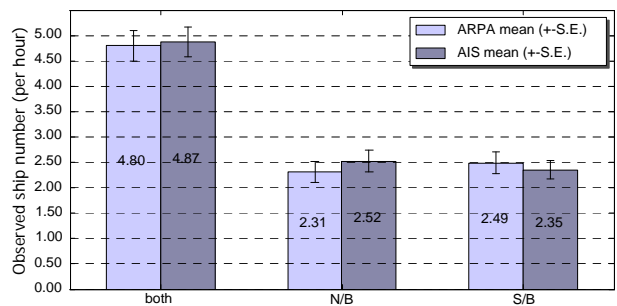


Fig. 9 Number of ships observed by ARPA and AIS (2013.12.24-2014.2.25).

得られた全観測データによる 1 観測あたりの平均船舶数を Fig. 9 に示す。今回の観測では、ARPA 船と AIS 船の数は拮抗しており、両方向あわせた比率では、ARPA 船は AIS 船の約 0.98 倍の隻数が観測された。著者らが 2012 年に実施した仙台沖における調査⁵⁾と比較するとやや大きな数となっているが、調査時期、時刻の相違や偏

り、調査地点の相違、陸岸から近い観測点が多かった影響などが考えられる。

前章の AIS 航跡データによる分析から、船長の小さな船舶が陸岸寄りを航行していることを踏まえ、AIS 搭載義務のない ARPA 船の航行位置が陸岸寄りに偏っているかを調べた。北緯 37.04 度以北、東経 141.10 度以西の陸岸近くの観測点を抽出したところ観測点 17 点が該当し、AIS 船に対する ARPA 船の割合は約 1.17 倍であった。今回の分析では、十分な観測点数が得られなかったが、前章の分析と併せて陸岸寄りに AIS を搭載していない船舶がより多く航行していることが考えられるので、今後さらに調査が必要と考える。

5. 結 言

本研究では、AIS 非搭載船舶を含む船舶通航の実態を把握するため、AIS 航跡データと船舶に搭載されたレーダ装置による観測結果を併せることで、通航している船舶数の概略を推定する方法を考え、実際に福島県沖の海域に適用して推定を行った。

謝 辞

本研究におけるレーダ・ARPA データは、福島県水産試験場のご理解により、こたか丸ならびに関係する皆様のご協力を得て収録された。

本研究の一部は、経済産業省の委託業務「浮体式洋上ウィンドファーム実証研究事業」で得られた研究成果である。

参 考 文 献

- 1) 伊藤博子, 石村恵以子, 工藤潤一, 森有司: AIS 情報を用いた沿海海域における船舶の遭遇頻度の推定, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第 16 号, 2013, pp.309-312.
- 2) 伊藤博子, 石村恵以子, 工藤潤一, 森有司: 沿海海域における衝突海難と海上交通流の分析, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第 18 号, 2014, pp. 447-450.
- 3) 工藤潤一, 伊藤博子, 森有司, 石村恵以子: AIS を用いた航行制限の影響の調査, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第 17 号, 2013, pp.187-190.
- 4) 柳裕一郎, 伊藤博子, 森有司: 警戒区域による船舶への影響, 日本航海学会論文集, 第 127 号, 2012, pp. 157-164.
- 5) 工藤潤一, 伊藤博子, 森有司, 西崎ちひろ: AIS 及び ARPA を用いた海上交通流の取得方法, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第 16 号, 2013, pp.305-307.