

AIS (船舶自動識別装置) データを用いた海上輸送行動の推計

柴崎隆一
SHIBASAKI, Ryuichi

東京大学大学院工学系研究科准教授

1—AISデータの概要と特徴

AIS (Automatic Identification System: 船舶自動識別装置) は、船舶の衝突回避と運航の安全性の確保を目的として、国際航海に従事する300総トン数以上の全ての船舶、全ての旅客船、国際航海に従事しない500総トン以上の貨物船に対して、2004年より国際海事機関 (IMO) により搭載が義務づけられている装置である。IMO番号、船長や船幅などの静的情報、位置座標、対地進路、対地速度、時刻などの動的情報、喫水や目的地などの航海関連情報を、VHF帯電波により、AISを搭載している船舶同士や地上局で受信することができる (通信間隔2~10秒程度)。

近年では、小型衛星技術の発展等により、衛星により全世界の船舶に関するAIS情報を包括的かつ精度高く把握し提供するサービスが複数の企業から提供されており、海上輸送におけるビッグデータとして、様々な分野での活用が期待されている (なお、AISデータを用いた研究のレビューについては、Tu et al.¹⁾やYang et al.²⁾を参照されたい)。しかし、AISデータには貨物に関する情報 (積載率、品目、積卸港等) が含まれていないことから、物流や海運経済の分析に利用する場合には何らかの形でこれらを推計することが必要となる。また、AIS情報のうち喫水や目的地などの航海関連情報は、船員により手動で入力されているため、入力ミスやデータ欠損が発生したり、数値変化のタイミングが実際の船舶の動きより遅れたりすることがある。

そこで、AISデータにより入手可能な外形的な船舶の種類 (船種) に基づき、たとえばLNG船や原油タンカーについては、貨物の中身が容易に想定でき、積卸港も比較的限定されることから、AISやロイズデータ (寄港地情報だけを抽出した船舶動静データ) から国際貨物輸送量を推計する研究が行われている (LNG推計の代表例はShibasaki et al.³⁾、原油タンカーについてはAdland et al.⁴⁾があげられる)。一方で、ドライバルク船は、様々なドライバルク貨物 (鉄鉱石、石炭、穀物の三大バルク貨物、および肥料や鉄鋼などのマイナーバルク貨物) の輸送に世界中で広く利用されていることから、品目や積卸港の推計がより難しい課題となっているものの、民間企業の中には、既に、独自の港湾データベースを整備するなどして、輸送品目に関する情報を提供するものもある。

このようなAIS等の船舶動静データを活用した詳細な海上

貨物輸送量の推計が進めば、リアルタイム/短期的将来の海運市況予測や港湾貨物需要予測、船舶需要の将来予測や配船の最適化、きめ細やかな環境影響評価など、様々な分野への応用が期待される。本稿では、AISデータを用いた海上貨物輸送の詳細分析の例として、2編の研究論文を紹介する。

2—喫水データによる輸送量の推定

Jia et al.⁵⁾は、彼らが別途入手した輸送実績データ (2012年、7,647サンプル) を用いて、AISから入手可能な喫水データに基づくドライバルク船の各航海の輸送実績の推計手法を検討している。ここで、AISで入手可能な船腹量は満載時の輸送容量を表す載貨重量トン (DWT) であることから、輸送実績は、船舶諸元 (船長、船幅、最大喫水または輸送時喫水、および以上3つの変数で計算される直方体の容積と船舶の実際の容積の差異を表す方形係数) から算出される満載時・輸送時それぞれの排水トン、および満載時排水トンとDWTの差で表される軽荷重量トン (空載時の排水量、LWT) を用いると、以下の式で表される。

$$\begin{aligned} \text{輸送量} &= \text{輸送時排水トン} - \text{LWT} \\ &= \text{輸送時排水トン} - (\text{満載時排水トン} - \text{DWT}) \end{aligned}$$

一方で、前述のように、AISの喫水情報は手動入力であり、位置や速度といった動的情報のように100%信頼できるものではない。また、上記の計算に含まれる方形係数も、実際は個別の船舶や喫水に応じて異なる。そこで、Jia et al.⁵⁾では、上記の計算に含まれていた最大喫水や輸送時喫水、船舶諸元等に加え、各輸送における輸出入国や品目もダミー変数として含む重回帰モデルによる、輸送量の推計も行っている。そして、様々な変数の組み合わせによる複数の重回帰モデルの輸送量の推計結果や、上記の計算式に基づき推計した輸送量を実績値と比較し、最終的に、上記計算式に基づき推計された輸送量に加えてDWTも別途説明変数に含めた重回帰モデル (論文中のモデル8) が、実績をもっとも近似する結果 (重回帰係数: 0.949) であったと結論付けている。すなわち、AISから得られる喫水データを用いて、上記計算式に基づき推計した輸送量は、喫水情報等にいくらかの誤差を含むことから、重回帰モデルの説明変数として間接的に利用することが望ましいということが示唆された。

3—海上輸送契約のタイミング

Prochazka et al.⁶⁾は、原油タンカーを対象に、AISデータおよび備船契約 (fixture) に関するClarksonデータ (2013年1月から2016年7月までの2,710サンプル) を組み合わせて、輸送契約の成立が輸出港に入港するどのくらい前のタイミングで行われているかについて分析した。

具体的には、ペルシャ湾、西アフリカ、ベネズエラの3つの原油輸出地域ごとに、成約時点の船舶の位置および積荷状態 (実入り: ladenまたは空: empty) をAISデータより取得した (図—1、積荷状態については実喫水と最大喫水から判定)。図には、たとえばA.ペルシャ湾産原油を輸送するタンカーについては、輸入国である東アジアからペルシャ湾に向かうシーレーン上の回送中、特にペルシャ湾内のフジャイラ沖、または東南アジアのシンガポール周辺が多いことが示されている。すなわち、ペルシャ湾産の原油輸送需要はかなり大きいため、契約前に見切り発車で現地へ向かい、現場近くで待機するタンカーが多く、一方で、西アフリカやベネズエラなど他の輸出国へも最短距離で向かうこともできるシンガポール周辺で成約まで待機するタンカーも多いことが明らかとなった。このことは、B.西アフリカ産原油の輸送においても、シンガポール周辺での空タンカーの成約が多いことも整合する (一部はペルシャ湾へ向かうシーレーン上から転向しているが、その場合でも南アジア地域まででの成約が多い)。一方、C.ベネズエラについては、周囲に他に大きな原油生産国が少ないことから、米国へ向かう実入り輸送の期間中に成約することが多い (すなわち、輸送中に成約しない場合は米国周辺で待機せず、中東方

面へ戻るタンカーも多い) ことがわかる。このように、輸出地域の地理的特徴や生産規模によって成約のタイミングが異なることが明らかとなった。

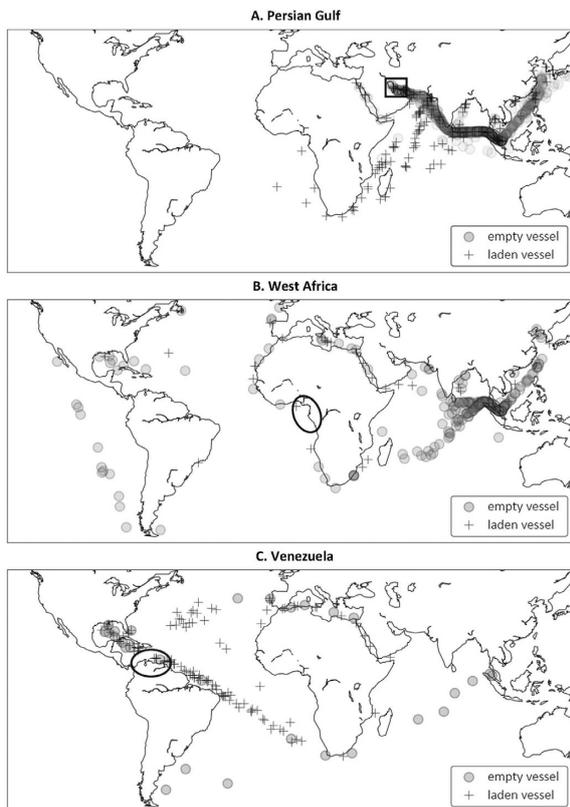
さらにProchazka et al.⁶⁾は、海運市況と成約のタイミングについても検証し、輸出港までの距離とタンカーの運賃指数 (BDTI) には強い正の相関 (0.678) があることも示している。すなわち、好況時ほど、輸送船が決まらず輸出が滞るリスクを荷主が嫌い、早めに成約する傾向があることが明らかとなった。このことを詳細に検討するため、成約時点における輸出港までの距離を被説明変数とし、BDTIだけでなく、月および年別のダミー変数、船齢、DWT、船籍も説明変数とした重回帰モデルおよび分位点回帰モデルを構築した。その結果、BDTIによる正の影響に加え、4～6月は東アジアの製油所がメンテナンスに入り需要が減少する時期のため成約が前倒しとなりやすいことや、船齢が若い方が成約が早いことなども示された。なお、船齢については、従来は新しい船ほど魅力がある (高いサービスレベルが期待できる) と解釈されることが多かったが、著者らは、投資が未回収である新しい船ほど稼働率を高めるプレッシャーが大きいと、早めに成約するのではないかと述べている。以上のように、需給バランスの変化や投資回収へのインセンティブが、成約のタイミングに影響することが明らかとなった。

4—おわりに

本稿では、AISデータを用いた物流・海運経済分野の最近の研究を2編紹介した。1編目は、AISを用いた物流分析において利用が必須といえる喫水データの信頼性についての検討を含むものであり、2編目は、AISデータがなければ検討し得ない、地理的情報に基づく海運経済分析の例であった。衛星の整備による最近のデータ精度の向上を背景に、当該分野の研究はまだ緒に就いたばかりで研究例も少なく、初めにも述べたように広い範囲での応用も期待されるどころであり、今後の研究および実務への応用の進展が期待される。

参考文献

- 1) Tu, E., Zhang, G., Rachmawati, L., Rajabally, E., and Huang, G. B., 2017, Exploiting AIS data for intelligent maritime navigation: A comprehensive survey from data to methodology. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 99, 1–24.
- 2) Yang, D., L. Wu, S. Wang, H. Jia, K. X. Li (2019). How big data enriches maritime research – a critical review of Automatic Identification System (AIS) data applications. *Transport Reviews* 39:6, 755-773.
- 3) Shibasaki, R., K. Kanamoto, T. Suzuki (2020). Estimating global pattern of LNG supply chain: A port-based approach by vessel movement database. *Maritime Policy & Management* 47:2, 143-171.
- 4) Adland, R., H. Jia, S. P. Strandenes (2017). Are AIS-based trade volume estimates reliable? The case of crude oil exports. *Maritime Policy & Management*, 44:5, 657-665.
- 5) Jia, H., V. Prakash, T. Smith (2019). Estimating vessel payloads in bulk shipping using AIS data. *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, 11:1, 25-40.
- 6) Prochazka, V., R. Adland, F.-C. Wolff (2019). Contracting decisions in the crude oil transportation market: Evidence from fixtures matched with AIS data. *Transportation Research* 130A:C, 37-53.



■図—1 原油タンカーの輸送成約時点の航行位置と積荷状況⁶⁾