

「船舶自動化に関する基礎的ケーススタディ」

学生会員○山崎 諒（大島商船高専） 正会員 岩崎 寛希（大島商船高専）

要旨

これからは新しい船舶運航形態として完全自動化船の台頭が進むとされている。そのような情勢の中、完全自動化船の前段階となる有人船と無人船の組み合わせの運航体制を念頭におき、本研究ではそれを実現する上での問題点や、その解決策を示したい。

キーワード：航路・航海援助施設、自動化船、コンピュータシミュレーション、船舶間通信

1. はじめに

国土交通省は2017年に官民学が協力して「自律型自動航行船プロジェクト」を立ち上げ、2025年には陸上からの船上機器の直接的操作が可能な「フェーズII自動運航船」を実現するとしている。⁽¹⁾ このことは「イノベーション技術は自動車から…」と言われて久しいが、それを「船から…」と巻き返す意義とともに、国際海上輸送での競争に競り勝つための方策でもありと考えてよい。

コスト削減を考え、「極めて少人数で運航する」とした同プロジェクト案が紹介されているが、アデン湾やマラッカ海峡に出没する海賊対策を考えた上での「自動航行技術」でなければならないとも考える。

そこで本研究では真に実現可能でかつ安全性を担保できる「自動航行技術」を提案したい。またその提案を実行するため航行技術を試行錯誤しながらケーススタディで確認し、提言することを目的とする。

2. 供試船と想定海域

供試船や想定海域の選定に当たっては、

- 1) 航路が豪州向けの南北航路で、船舶交通が輻輳しにくいこと。
- 2) 積荷自体が、海賊に狙われにくいこと。

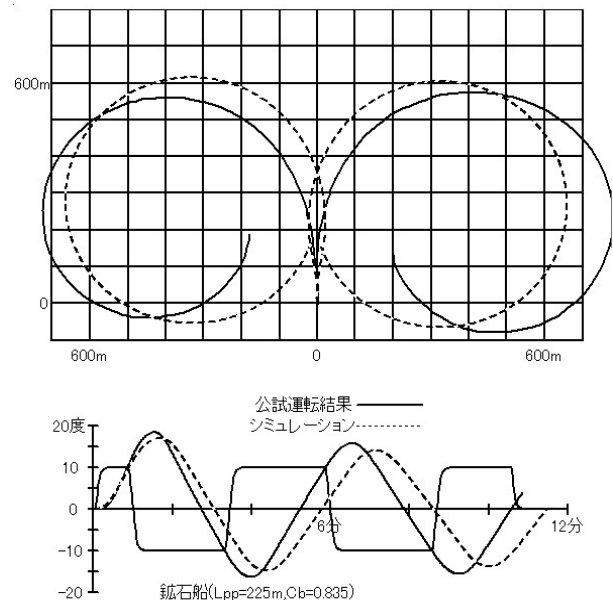
これらを考慮し、今回「ドライバルク船」を供試船として豪州航路を選択した。（表1参照）

ドライバルク船のモデル化に当たり、主要目は当該船の値を用い、方形係数 C_b の近いモデル船の流体力微係数をチューニングして公試運転結果（旋回及びジグザグテスト）に合致するよう作成した。⁽²⁾（図1参照）なお、速力に関しては巡航速力15.7ktに加え、海賊の出現海域用に18ktに加速できるようにしている。⁽³⁾

表1 供試船としての条件

想定海域	日本～豪州間 約3700海里
船種	鉱石船
速力	15.7kt及び18kt
船体運動モデル	MMGモデル
運行体制	・先行船はフルメンバー ・後続船は無人 ・船間距離は2000m (1500m)
船舶モデル間通信	無線LAN通信

図1 公試運転結果との比較



3. 運航体制と航法

供試船と同型の2隻を縦列に配置し、先行船（マスター）と後続船（スレーブ）とする。なお、この2隻間の距離は、マスターがクラッシュアスターンしても追突せず、安全に停止する距離として2000m

(18kt では 1500m) とした。

次にマスターにはフルメンバーが乗船し、スレーブは無人として不測の事態に備える。

またスレーブを無人としたことでの人件費削減は豪州間往復 4 週間で 500 万円強と試算できる。(表 2 参照)

表 2 フィリピンクルーの 1 ヶ月あたりの人件費⁽⁴⁾

ドル円相場 107.66 日本-オーストラリア 往復 4週間

フィリピンクルー	\$/Month		\$	円
Capt	6170	1	6170	664262.2
C/E	5811	1	5811	625612.3
1/O & 1/E	4067	2	8134	875706.4
2/O & 2/E	2479	2	4958	533778.3
3/O & 3/E	2136	2	4272	459923.5
Bsn & No.1	1554	2	3108	334607.3
Qm & Oilar	1429	6	8574	923076.8
Ck & 甲板員	1096	6	6576	707972.2
計		22	47603	5124939

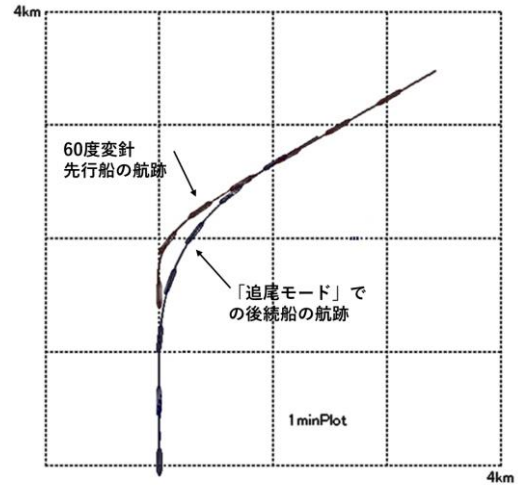
さらに、その際、2 隻の間では無線 LAN 通信によって、互いの針路、速力、舵角、プロペラ回転数、船位(垂直、水平方向座標[m])を毎秒ごとにこれら運航諸元を共有しあっているものとする。

ここで、もしマスターの前方に障害物が存在する場合や、通常変針した場合のスレーブの追従方式として「追尾モード」と「シンクロモード」の 2 モードを考える。

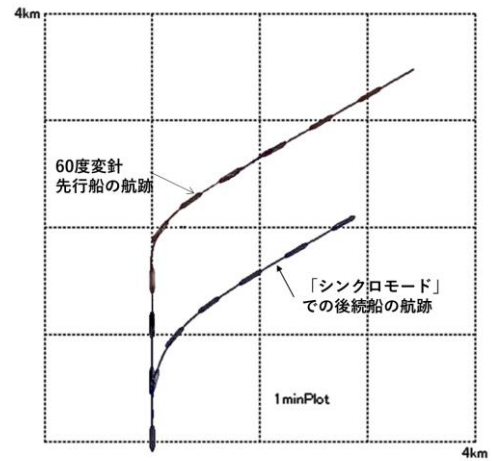
「追尾モード」は常にマスターの船尾にスレーブが向首する方法で、「シンクロモード」はマスターの船首方向にスレーブを向首する方法である。2 つのモードでマスターが 60 度変針した場合の 2 船の航跡を図 2 に示す。先行船の航跡は 2 モード共通となるが、後続船の航跡は 2 モードによって異なってくる。

「追尾モード」の長所は、最終的には必ず、スレーブはマスターの後方で縦列に戻るという点である。短所は、スレーブはほぼマスターの変針航跡をたどるが、タイムラグがあり、マスターが障害物を避け得ても、スレーブはそうならない。つまりマスターはそのことを承知の上で早めに避航しなければならない。また 2 船間の距離が 3 割ほど接近してしまう。

「シンクロモード」の長所は、マスターに対しスレーブは、わずかながらタイムラグはあるものの、同様に変針するため前方の障害物は避航できる。短所は一旦 2 船の団体行動は崩れ、しかも水平位置にしてスレーブはマスターに遅れをとって変針が終わる。



a) 追尾モード



b) シンクロモード

図 2 2 つの追尾モード

4. 2 つの追尾方法の改善

4.1 「追尾モードの改善」

追尾モードにおける最大の問題点はマスターとスレーブ間の距離が変針のたびに接近してしまう点にある。また、それは変針角の大小によっても変化する。その場合の解決策としては、

1) 船尾追従の際の目標点を、船尾から数船長分だけ後方とする。これによりスレーブはマスターの航跡に近い変針となり、変針後の 2 船間の距離接近が改善される。ただし、マスター船の船尾からいかほどぐらい後方かを目指すかは、変針角によって異なる。

2) プロペラ回転数の調整

追尾モードで 2 船間の距離が減少してしまう原因は、スレーブがマスターの針路に対してショートカットする針路をとってしまうことにある。(図 2 参

照) よってスレーブの速力をプログラムで適切に調整すること必要となる。また、スレーブより早期に変針を終えたマスターの速力回復によって、スレーブが置き去りにされ、距離が開く。これらの場合、2船間の距離を保つために、マスター、スレーブが相互に速力調整する必要もある。

4.2 「シンクロモードの改善」

シンクロモードにおける問題点は変針終了後、

一直線上に整列しない点である。解決策として、

1) 「シンクロモード」を用いて避航や変針を行った後は、「追尾モード」で一直線上の隊列に戻す、とすればよい。しかしこの際には

2) 4.1 2)の記述のように追尾目標を2船間距離によって調整し、必要に応じてマスター、スレーブともに速力調整を行う必要があると考える。

5. 今後の課題

「シンクロモード」での変針後、再びマスターと一直線上に整列させるための方法を模索する。また一度の変針ではわずかな誤差でも、変針を重ねる度に2船間の距離が離れ、あるいは接近してしまうことが考えられる。また、遭遇する様々な状況において適切な変針、避航方法を提示したいと考える。

さらに、制御方法確立後は供試船3隻におけるケーススタディを行う。2隻間における制御方法が3隻間においても機能するのか確認したい。

また、操船者にかかる負担や船舶間通信に必要な設備や能力、主機回転数の調整可能とするための設備等を検討する必要がある。

参考文献

- (1) <https://mlit.go.jp/common/001215815.pdf>
国土交通省
- (2) 日本造船学会：第3回操縦性シンポジウム
テキスト,1981 日本造船学会
- (3) <https://mlit.go.jp/common/001097262.pdf>
「第2章 安定的な国際海上の確保」
国土交通省
- (4) IBF 協約 全日本海員組合
<http://www.jsu.or.jp/member/yougo/>