

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 23 日現在

機関番号：54102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350444

研究課題名(和文) 我が国における海上交通環境の功罪に関する実証的研究：イスタンブル周辺海域との比較

研究課題名(英文) An empirical study on merits and demerits of maritime traffic environment in Japan: comparison with the surrounding waters around Istanbul

研究代表者

瀬田 広明 (Seta, Hiroaki)

鳥羽商船高等専門学校・その他部局等・准教授

研究者番号：20311037

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：VTSセンターは船舶輻輳海域に設置されており、ここではVTSオペレータにより海上交通の安全管理が行われている。本研究では伊勢湾とイスタンブルのVTSセンターを対象としてVHF無線電話通信の内容を分析して比較した。その結果、海域の特性によって通信内容が変化すると共に、通信頻度は航行隻数に概ね比例傾向にあることを証明した。

管制方法の観点から見た功罪では、イスタンブルで行われているセクター方式は、オペレータの責任と負担が増大する反面、スムーズな情報提供が可能である。一方、伊勢湾VTSセンターのエリア方式では、オペレータ間の情報共有に時間が掛かる反面、危険を避けるためのバックアップ体制が確立している。

研究成果の概要(英文)：VTS centers are established adjacent to high-density marine traffic areas around the world, and operators carry out the safety management of marine traffic. This research analyzed and compared the content of VHF radio communication from marine communication monitoring systems from VTS centers in Ise Bay and Istanbul.

The communicative contents, which depend on the sea area's properties, and frequencies of communications, which were in proportion to the number of navigational vessels, are proved by this study.

Judging from the merits and demerits of operation systems, sector systems, which have been used at the Istanbul VTS center, can offer information smoothly, while the responsibilities and the load of VTS operators must have increased. On the other hand, the system used by Ise Bay VTS center can avoid dangerous situations in advance, while communication problems between operators are difficult to solve.

研究分野：海上交通工学

キーワード：海上交通環境 Vessel Traffic Services

1. 研究開始当初の背景

操船における【操船者 - 船舶 - 環境】の三者は互いの連環の中で一つのシステムを構成しており、操船者は行為の主体、船舶は客体、環境はこの行為への影響要因として位置付けられている。

環境に着目すれば、まず、人と船を取り巻き、船の運動や操船者の行動判断に影響を及ぼす環境の種類は、図1に示すような階層構造で表される。「操船環境」とは、風、潮流、波などの自然外乱、浅瀬や陸岸などの自然的な地形、護岸、防波堤、ブイなどの人為的に建設、設置された施設のように、自船行動の操船を物理的に制約するものをいう。「交通環境」とは、自船の周囲に存在する他船や、それらの動きにより形成される交通流の条件によって構成され、やはり自船の操船行動に制約を与えるものをいう。「情報環境」とは、操船者に情報を与えるものを指し、これには法律や規則などのように操船者の操船行動を律するものや、海上交通に関する情報の提供と航行管制などを行う海上交通センター、船体内部で操船者に情報提供するAIS、電子海図等の航海計器。そして、船舶の外部から得ることのできる潮流信号所や接岸速度計など、船橋にいる操船者の操船行動の判断を支援する操船支援情報がある。

本研究では安全な操船を達成するために必要となる「情報環境」に着目して、海上交通環境の功罪を検証し、航行管制や周辺施設の整備に役立たせようとするものである。

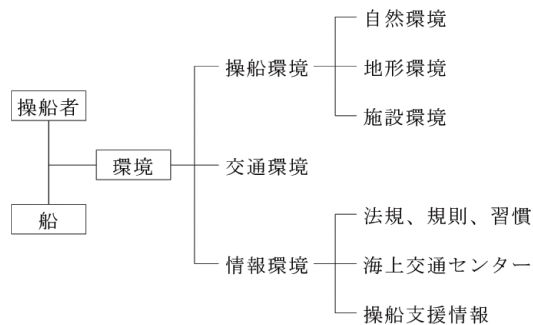


図1 船と操船者を取り巻く環境の種類

2. 研究の目的

1948年にイギリスのリバプールにおいて海難事故防止を目的として船舶航行支援 (Vessel Traffic service : VTS) が世界で初めて実施され、その後、ヨーロッパからアメリカ大陸に向けて普及し、1980年代には世界各地へと広がり、海上交通の安全確保に寄与している。2010年のSTCW条約マニラ改正では、船長及び一等航海士の最低限の能力基準にVTSの利用に関する項目が追加された。併せて、VTSオペレータに対してもIMO/IALAガイドラインに準拠した知識、技能の習得と運用、技能認定等の条件が追加された。しかしながら、国や海域によって操船環境や交通環境、VTSの運用体制などが異なるため、オペレータが船舶に対して行う情報

提供の時期や頻度、それらの判断基準や具体的内容などについては、各VTSセンターやオペレータに委ねられている。

そこで、本研究では、船舶輻輳海域に設置されている海上交通センターによる船舶通航業務 (Vessel Traffic Services : VTS) が海上交通の安全性に対して、どのように寄与しているのかを国内外のVTSで比較するため、伊勢湾海上交通センター(以下、伊勢湾VTSCとする。)とイスタンブルVTSセンター(以下、イスタンブルVTSCとする。)を調査対象として設定し、その功罪を検証することを目的とする。

3. 研究の方法

海上交通環境の評価を実施するためには、対象海域における交通流や通信の実態を把握することが必要不可欠である。そのため、本研究ではこれまでに構築した海上交通観測システムを用いた。このシステムは本校を基地局とし、評価対象海域(日本沿岸主要海域およびイスタンブル周辺海域)の船舶動静情報(AIS情報)およびVHF無線電話の音声情報をリアルタイムで取得、保存、蓄積しているものである。本研究では、これらの情報を分析することとし、両VTSセンターの無線通信の運用実態を比較するため、VTSセンターと船舶との間で行われた無線通信の内容から4つの事項(使用言語の割合、通信時間、通信内容、通信開始位置)について調査、検討を行う。表1には、通信内容を比較するための調査条件を示している。分析に必要な情報は、鳥羽商船高専とイスタンブル工科大学海事学部内に設置されている船舶通信モニタリングシステムで取得しているものを用いた。伊勢湾ではVTSと船舶間の通信を行う際、13chおよび22chを使用するため、これらを調査対象チャンネルとした。イスタンブルVTSCでは、VHFのチャンネルが各セクターに1つずつ割り当てられており、調査対象海域をセクターカドゥキョイと設定したため、ここに割り当てられている13chを調査対象チャンネルとした。

また、VTSセンターの実態を把握するため、各VTSセンターを訪問しヒアリング調査を実施した。

表1 通信内容の取得方法

	伊勢湾	イスタンブル
録音海域	伊良湖水道及び周辺海域	イスタンブル海峡セクターカドゥキョイ
録音ch	13, 22ch	13ch
録音期間	2015年2月6日～2015年2月8日	2015年9月1日～2015年9月3日
録音場所	鳥羽商船高専	イスタンブル工科大学海事学部
空中線高	30m	50m

4. 研究成果

(1) VTS センターの比較

表2は伊勢湾VTSCとイスタンブルVTSCを比較したものである。伊勢湾VTSCでは管轄海域を2名のオペレータで担当しており、互いに情報を共有しながら航行船舶に対して情報提供を行っている。一方のイスタンブルでは、管轄海域を4つに分割したセクター方式が採用されている。1つのセクターを1名のオペレータが担当し、業務中はセクター内の責任及び権限はそのVTSオペレータ個人に委ねられている。精神的な負担軽減や体調管理も含め、規則で十分に休息を取ることを求めている。また、通航管理のための船舶からの情報入手方法にも相違があり、伊勢湾VTSCでは前日までに届け出る事前通報と指定された通報ラインに達したときに行う位置通報の2つが規定され、後者を行うことで航行船舶の通航順を定めて海上交通を管理している。一方、イスタンブルVTSCにも2種類の通報システムがあるが、それぞれ複数回の通報を要する。TUBRAPは事前通報に該当するもので、トルコ海峡に入る前に行うSP1レポートおよびSP2レポート、イスタンブル海峡およびチャナッカレ海峡への入峡時等に行うCall Pointレポート、セクターを横断する際に通報するPositionレポートがある。MARRAPはマルマラ海内で行われるもので、TSSへ入る場合やTSSから出る際に行われるものであるが、いずれも船舶を特定するためのものである。

表3は、VTSオペレータに対するヒアリング結果をまとめたものである。


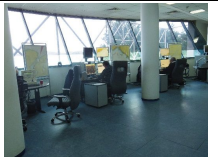
表2 伊勢湾とイスタンブルのVTSCの特徴

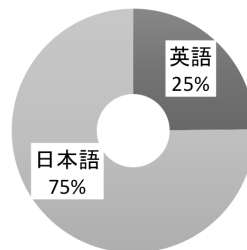
	伊勢湾 VTSC	イスタンブル VTSC
管轄海域	伊良湖水道航路及びその周辺海域	4セクター(マルマラ、カドゥキョイ、カンデリ、ターケリ)
管轄面積	約500km ²	約1000km ²
当直人数	4~5人(2人/全管制海域)	9人(1人/セクター)
就労時間	2直制(9~16時、16~9時)	12時間勤務(6~18時、18~6時)
就労資格	海上保安官+研修	国際航路の船長経験1年以上+研修
位置通報	事前通報と位置通報	TUBRAPとMARRAP
通報業務	海上法規に基づいた情報提供	状況判断から助言、許可

(2) 使用言語の割合

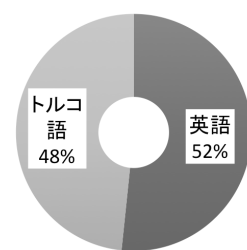
図2は無線通信に用いられた言語の割合を海域別に比較したものである。通信回数は調査期間内に伊勢湾で576回、イスタンブル海

表3 ヒアリング結果

	伊勢湾 VTSC	イスタンブル VTSC
注意していること	<ul style="list-style-type: none"> 大型船の航行スケジュール等を確認して、船舶が安全に通航できるように心掛けている。 モニタだけでなく目視でも管轄範囲の船舶の動静を確認する。特に非AIS搭載船や操業漁船の動静には注意している。 	<ul style="list-style-type: none"> 船舶航行スケジュールを確認しながらモニタを見て船舶の動静を確認する。 管轄セクター内で不審な動きをする船舶を見つけたらすぐに確認を取る。 セクター内の様子は常に確認しておく。 通信に対して即答を心掛けている。
ミスを防ぐ方法	<ul style="list-style-type: none"> 通信から得た情報は船舶管理モニタに入力して情報を共有する。 常に2卓開局しているのでオペレータ同士、口頭などで情報を共有してミスを防いでいる。 故障等に対応できるように予備のオペレータ卓が常に用意されている。 	<ul style="list-style-type: none"> 判断ミスを防ぐために、現状確認の通信を行っている。 航行時間を共有するための船舶管理モニタが各セクター卓に備え付けられている。 一つのセクターに船舶が集中した場合はオペレータの統括者が手助けする。
困ること	<ul style="list-style-type: none"> AISを搭載していない船舶への動静確認が困難。 VHF非搭載船とコミュニケーションがとれない。 	<ul style="list-style-type: none"> 一人ワッチなので容易にオペレータ卓から離れられない。 通信が集中すると対応が難しい。
内部の様子		



サンプル数(576件) 伊勢湾



サンプル数(2296件) セクターカドゥキョイ

図2 使用言語の割合

峡では2296回の通信が行われていた。イスタンブルでは母国語より英語での通信が多いことがわかった。また、AIS情報を用いて当日通航した船舶の船籍について調査した

結果、セクターカドゥキョイを航行したトルコ籍船の割合は32%であり、伊勢湾を航行した日本籍船の割合は66%であった。使用言語の割合と母国籍船の割合の関係から、水先人が乗船した場合には、VTS センターとの通信を母国語で行っていることが推察され、母国語の使用割合が母国船籍の割合を上回ったと予想できる。

(3) 通信時間と通信回数および通信内容

表4はVTS センターと船舶との通信における1日の平均通信回数と1回あたりの平均通信時間を示している。セクターカドゥキョイでは比較的短時間の通信が数多く実施され、伊勢湾 VTSC では通信回数が少ないものの1回あたりの平均通信時間が長くなっていることがわかった。通信内容から、幾つかの理由が判明した。1つは情報の収集、提供方法が異なっている点である。伊勢湾 VTSC では位置通報を行った際に、海上交通に関連する情報（例えば、操業情報など）を付加して操船者に提供していたためである。また、伊勢湾の位置通報では船名やコールサイン、行き先確認などを通報ラインで行うが、イスタンブル VTSC ではセクターマルマラもしくはセクターターケリにおいて、TUBRAP の位置通報（SP2 レポート）を一度行うことで、イスタンブル VTSC が管轄する4つのセクター内でデータの共有が成されている。しかし、VTS オペレータへの引継ぎや再確認の意味を踏まえ、Position レポートや Call Point レポートを行う必要があり、船名の呼出しと要件のみの通信が多く、通信時間が短くなっていた。表5にはVTS センターと船舶間で行われた主な通信内容の割合を示している。

いずれも接近する船舶の情報や他船の動向など共通する内容を確認することができた。しかし、イスタンブル VTSC では、入峡や追い越し可否の確認といった自船動静確認や、通航待ちの船舶が行う投揚錨通報など、

表4 海域別の通信回数と平均通信時間

	伊勢湾	セクターカドゥキョイ
通信回数	192 回/日	765 回/日
通信時間	約 60 秒/回	約 20 秒/回

表5 各海域における主な通信内容の割合

伊勢湾 サンプル数(576 件)		セクターカドゥキョイ サンプル数(2296 件)	
位置通報 (操業情報を含)	37%	位置通報	12%
変更通報 (水先人乗降の 情報を含)	30%	投揚錨通報	19%
動静確認	29%	入峡時間	10%
AIS 訂正	4%	自船動静確認	25%
		他船動静確認	19%
		チャンネル変更	14%
		その他	1%

伊勢湾 VTSC では殆ど行われていない通航管理の通信が行われていることもわかった。なお、伊勢湾 VTSC では、操業情報を位置通報の通信時に併せて行っていたため、表5の表記に位置通報（操業情報含む）として処理している。

また、今回の調査において、伊勢湾 VTSC では操船者から VTS オペレータに対して操船に関する判断を委ねるような通信内容は確認できなかった。一方、イスタンブル VTSC では、オペレータが船舶に対して追い越しの許可や待機指示を与える通信を複数回確認することができた。トルコ海峡内では原則追い越し行為は禁止されているが、オペレータの許可があれば追い越し可能となる。このような VTS オペレータの判断により追い越しをかける船舶などが発生した際、オペレータは当該船舶と見合い関係が悪くなるすべての船舶に対して他船の航行情報を提供しており、表4においてイスタンブル VTSC との通信回数が多くなっている一因であった。さらに、セクターカドゥキョイでは、基本的に13ch のみで通信を行うため、混信する場面があり、VTS オペレータが船舶からの通信に円滑に対応できない時間帯があることを観取した。

(4) 通信開始位置

図3は伊勢湾およびイスタンブル海峡において、VHF 無線電話による通信が開始された際の対象船舶の位置と通信内容の種類を示している。

図3(a)は伊勢湾での状況を示しており、位置情報を菱形、変更通報を星形、他船の動静に関する情報を丸、水先人乗降に関する情報を三角の印で表している。ここでの通信は主要航路全域で行われていることがわかる。また、セクターの設定が無い場合、VTS オペレータは広範囲を担当することが免れず、複数のオペレータを配置し、連携しながら運用ミスが発生しないよう業務にあたる必要がある。しかし、広範囲を管轄することで、航路出入り口付近のような危険海域で船舶が集中する状況に陥らないように早い段階から通航調整を行うことが可能となり、結果として海域全体の安全が確保されていると推し測ることができる。

一方、図3(b)はセクターカドゥキョイ周辺の状況を示しており、位置情報を菱形、他船情報を丸、錨泊情報を三角、入港情報を星型、そして、他チャンネルへの変更通報を四角の印で表している。ここでの通信は、管轄対象海域内またはその近傍で行われていることがわかる。錨地付近では投揚錨通信や入峡予定時刻に関する通信が多く、イスタンブル海峡入り口付近および海峡の南口に位置するラウンドアバウト方式の航行分離帯付近では、入峡前の位置通報や他船の動静に関する通信が多いことが確認できた。また、ヒアリング結果からイスタンブルの VTS オペレー

タ

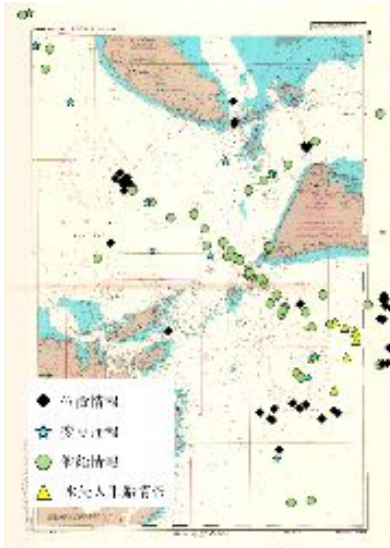


図 5(a) 伊勢湾 (海図 W1051 使用)

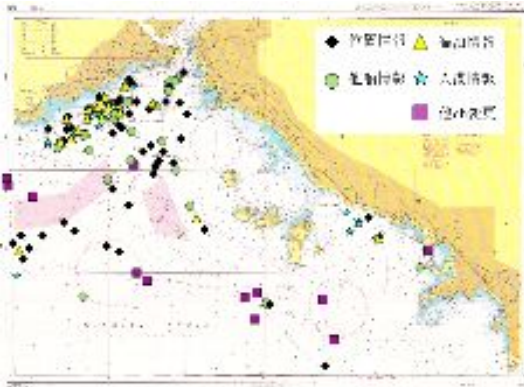


図 5(b) カドゥキョイ (英国版海図 1015 使用)

は、セクター内に存在する船舶へのサービスに専念し、当該海域を航行する船舶の動静を全て把握することが求められる反面、オペレータに判断を委ねられた場合には、瞬時に適切な判断を下すことが示されており、このような通信が行われた際には、周囲の船舶へのフォローも必要に応じて実施していることが認められた。

以上のことから、船舶通信モニタリングシステムで取得した情報を用いて、伊勢湾とイスタンブル海峡における VHF 無線電話通信の内容を調査し、VTS の現状比較を行った。その結果、管轄する海域の特性や VTS センターの運用体制など、種々の要因により、通信実態が異なることが確認できた。

分析結果について整理すると、海域特性の面から見れば、双方の調査海域での共通事項は、狭水道の入り口付近は位置通報や入航時間の確認、他船動静情報に関する通信が増加している点と、通信回数と通航隻数に相関がある点である。これらの共通点に関しては経験則からある程度容易に想像することができる。また、伊勢湾では伊良湖水道航路付近において他船針路に関する情報提供の頻度が多くなされており、地形的制約により通航

可能時刻が決定づけられるイスタンブル海峡では、時間調整のために行っている錨泊に関する通信や通航可能時間の確認などに関する通信が際立っていた。また、イスタンブル VTSC 管轄内は TSS が設定されているため、漁船は航路内を航行する船舶を避けなければならない。伊勢湾のように漁船と一般航行船舶が航路内で競合することが無いという特徴がある。つまり、伊勢湾では一般航行船舶と漁船との関係を視野に入れて対応しなければならない。その意味において、この漁船への対応という点において、イスタンブルと伊勢湾の VTS オペレータの負担度が大きく異なるであろうと言える。

他方の運用体制の面から見れば、セクター方式を採用していない伊勢湾 VTSC では、おおよそ通信可能範囲が管轄海域と捉えられ、この範囲でのサービスが求められることとなる。そのため、管轄海域が広範囲になることから、VTS オペレータを複数人配置し、情報を共有しながらヒューマンエラーを防止するためのバックアップ体制がとられている。セクター方式を取り入れているイスタンブル VTSC では、VTS オペレータは、セクター内に存在する船舶へのサービスに専念すれば良く、個々の船舶への迅速な対応が可能であるが、こちらはヒューマンエラーを防止するために他船との通信を積極的に実施するよう心掛けられていた。

また、VTS オペレータの視点から考察すると、VTS オペレータの能力を超える船舶を扱う状況下では、複数のオペレータを配置することが望まれる。しかし、複数のオペレータが存在すれば意思決定の仕方やその情報共有が煩雑となる欠点が生じる。一方で、1人のオペレータのみで対応する場合の情報提供時期や内容、その判断基準は個々のオペレータの主観的判断に委ねられている。万が一の失敗も許されない VTS オペレータの精神的負担軽減のためにも、また、均一な安全レベルを担保するためにも、客観的判断基準のもとで情報提供を行うことが可能な支援システムの設計が必要といえる。

さらに VTS 利用者から見た場合、VTS センターとの通信は可能な限りの簡素化していることが望まれる。その意味から、基本的にセクター毎に割り当てられたチャンネルのみを聴守し、同チャンネルで通信することは合理的である。日本国内においては 16ch で通信相手呼び出し、指定チャンネルへ移動することが習慣付いているが、無線局運用規則では海岸局の呼出しは 16ch 以外でも可能とされている。日本国内において過去の研究例(6)では 16ch 以外で直接呼び出された例は見当たらなかった。合理的な運用を行うという観点から見ると、セクター方式のように直接指定チャンネルを用いて通信を始めることは好ましいが船舶が管轄する時間帯等は通信の混信が発生しやすいため注意が必要となる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

VHF無線電話通信の内容から見たVTSの運用実態, 瀬田 広明, 大田 大, Yurtoren Cemil, Aydogdu Y. Volkan, 日本航海学会論文集, 第134号, pp.81-87, 査読有, 2016.

伊勢志摩サミット開催時の伊勢湾における海上交通実態, 瀬田 広明, 日本航海学会誌「Navigation」, 第198号, pp.45-48, 査読無, 2016.

Marine Traffic Analysis in Izmit Bay, Volkan Aydogdu, Cemil Yurtoren, Hiroaki Seta, Emre Senol, National Congress of Vessel Traffic Service in Turkey, NO.1, pp.145-150, 査読有, 2014.

〔学会発表〕(計4件)

世界におけるVTSの現況調査, 鈴木 良介, 瀬田 広明, Cemil Yurtoren, 海上交通工学研究会, 2017年3月25日, (株)日本海洋科学(神奈川県・川崎市)

VHF無線電話通信の内容から見たVTSの効果検証, 瀬田 広明, 大田 大, Yurtoren Cemil, Aydogdu Y. Volkan, 日本航海学会講演会, 2015年11月7日, 東京海洋大学(東京都・江東区)

6. 研究組織

(1)研究代表者

瀬田 広明 (SETA, Hiroaki)
鳥羽商船高等専門学校・商船学科・准教授
研究者番号: 20311037

(3)連携研究者

鈴木 治 (SUZUKI, Osamu)
鳥羽商船高等専門学校・商船学科・教授
研究者番号: 20270275

外山 茂浩 (TOYAMA, Shigehiro)
長岡工業高等専門学校・電子制御工学科・教授
研究者番号: 60342507

(4)研究協力者

Cemil, YURTOREN
Istanbul Technical University・Maritime Faculty・Professor