

112-004-3514
IOT-111-SBA105

探討海上自主水面船舶(MASS)之 安全管理現況與未來發展



交通部運輸研究所

中華民國 112 年 4 月

112-004-3514
IOT-111-SBA105

探討海上自主水面船舶(MASS)之 安全管理現況與未來發展

著者：鄭信鴻、葉祖宏、賴靜慧、黃茂信

交通部運輸研究所

中華民國 112 年 4 月

國家圖書館出版品預行編目資料

探討海上自主水面船舶(MASS)之安全管理現況與未來發展/
鄭信鴻, 葉祖宏, 賴靜慧, 黃茂信著. -- 初版. -- 臺北
市 : 交通部運輸研究所, 民 112. 04
面 ; 公分
ISBN 978-986-531-493-4(平裝)

1. CST: 船舶 2. CST: 自動控制 3. CST: 航運管理

557.43

112005677

探討海上自主水面船舶(MASS)之安全管理現況與未來發展

著 者：鄭信鴻、葉祖宏、賴靜慧、黃茂信

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：105004 臺北市松山區敦化北路 240 號

網 址：www.iot.gov.tw (中文版>數位典藏>本所出版品)

電 話：(02)2349-6789

出版年月：中華民國 112 年 4 月

印 刷 者：全凱數位資訊有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 73 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定 價：180 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸資訊組 • 電話：(02)2349-6789

國家書店松江門市：104472 臺北市中山區松江路 209 號 • 電話：(02)2518-0207

五南文化廣場：400002 臺中市中區中山路 6 號 • 電話：(04)2226-0330

GPN：1011200386

ISBN：978-986-531-493-4 (平裝)

著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

交通部運輸研究所自行研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：探討海上自主水面船舶(MASS)之安全管理現況與未來發展			
國際標準書號 (或叢刊號) ISBN 978-986-531-493-4(平裝)	政府出版品統一編號 1011200386	運輸研究所出版品編號 112-004-3514	計畫編號 111-SBA105
本所主辦單位：運輸安全組 主管：葉祖宏 計畫主持人：葉祖宏 研究人員：鄭信鴻、賴靜慧、黃茂信 聯絡電話：02-23496854 傳真號碼：02-25450429			研究期間 自 111 年 1 月 至 111 年 12 月
關鍵詞：自主船、船舶安全			
<p>摘要：</p> <p>有鑑於數位及資訊科技之進步，加速了海上運輸領域的自動化船舶及自主化船舶的發展，儘管聯合國已定義了海上自主水面船舶(Maritime Autonomous Surface Ships, MASS)的名稱、發展方向及監管範圍界定等，但有關於涉及船舶事故之人為因素及海事安全之潛在威脅及風險影響，相關文獻的討論仍非常有限。本計畫利用文獻回顧、錯誤樹分析及專家座談會模式，探討海上自主水面船舶(以下簡稱自主船)之安全管理，以及可能涉及的潛在風險。</p> <p>經由本計畫可知，國際海事組織(IMO)進行了自主船「定義」、「等級」及「監管範圍(RSE)」項目等重要工作，並視自主船新風險為實現的主要挑戰。爰此，為了克服這些挑戰，本計畫提出「發展自主船航政監管準則或規範」、「研擬自主船安全管理之因應策略」、「提升發展自主船工作之安全管理規模」及「研擬自主船安全管理行動方案」等四點建議，俾供我國發展自主船安全管理之參考及應用。</p>			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
112 年 4 月	100	180	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS

TITLE: A Study of Present Safety Management of MASS and Its Future Development.			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-531-493-4(pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1011200386	IOT SERIAL NUMBER 112-004-3514	PROJECT NUMBER 111-SBA105
DIVISION: Safety Division DIVISION DIRECTOR: Yeh Tsu-Hurng PRINCIPAL INVESTIGATOR: Yeh Tsu-Hurng PROJECT STAFF: Hsin-Hung Cheng, Ching-Huei Lai, Mao-Hsing Hung. PHONE: (02)23496854 FAX: (02)25450429			PROJECT PERIOD FROM January 2022 TO December 2022
KEY WORDS: Maritime Autonomous Surface Ships, Marine Safety			
<p>ABSTRACT:</p> <p>Thanks to the advancements in communication, information, and technology, the development of automated and Maritime Autonomous Surface Ships (MASS) has greatly improved in maritime transportation. Although the United Nations has defined the name, development direction, and regulatory scope of Maritime Autonomous Surface Ships (MASS), discussions on human factors in ship accidents and potential threats and risks to maritime safety in the relevant literature remain very limited. This project employs a literature review, fault tree analysis, and expert panel discussions to explore the safety management of maritime autonomous surface ships (hereinafter referred to as autonomous ships) and the potential risks involved.</p> <p>Through this project, it is found that the International Maritime Organization (IMO) has undertaken important tasks such as defining, categorizing, and determining the regulatory scope (RSE) of autonomous ships, and considers new risks associated with autonomous ships as the main challenges to be addressed. In response, to overcome these challenges, this project proposes four suggestions: "developing regulatory guidelines or standards for autonomous ship administration," "formulating response strategies for autonomous ship safety management," "enhancing the safety management scale for developing autonomous ships," and "developing an action plan for autonomous ship safety management" to provide reference and application for our country's development of autonomous ship safety management.</p>			
DATE OF PUBLICATION April 2023		NUMBER OF PAGES 100	PRICE 180
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目 錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
目 錄.....	III
圖 目 錄.....	V
表 目 錄.....	VI
第一章 緒論.....	1
第二章 國際組織發展自主船安全管理之現況.....	7
2.1 國際海事組織(IMO).....	7
2.2 歐盟(EU).....	14
2.3 小結.....	17
第三章 涉及船舶安全管理之影響與威脅.....	19
3.1 船舶安全管理之風險與威脅.....	19
3.2 來自自主船安全管理之風險.....	20
3.3 小結.....	23
第四章 國際自主船安全管理之發展案例.....	25
4.1 英國.....	25
4.2 挪威.....	31
4.3 小結.....	38
第五章 我國發展自主船安全管理之重要性.....	41
5.1 我國自主船管理之發展現況.....	41
5.2 我國與國際自主船安全管理之發展差異.....	44
5.3 自主船安全管理之發展範例.....	47
5.4 自主船安全管理之風險對策.....	51
5.5 專家座談會之建議.....	53
5.6 小結.....	55

第六章 結論與建議.....	57
6.1 結論.....	57
6.2 建議.....	59
參考文獻.....	61
附錄 1 專家學者座談會會議紀錄.....	65
附錄 2 專家學者座談會簡報.....	73

圖目錄

圖 1、研究流程圖	4
圖 2、國際海事組織(IMO)發展自動化船舶的歷程	9
圖 3、國際海事組織(IMO)對 MASS 的 4 個自主化程度等級	10
圖 4、歐盟海上無人航行智慧型網路計畫(MUNIN)	16
圖 5、傳統船舶既有的風險	19
圖 6、英國海事協會(Maritime UK)發布「自主船舶系統產業行為及操作」	28
圖 7、2016 年勞斯萊斯提出「下一世代的遙控及自主船舶」白皮書.....	30
圖 8、挪威自主船舶論壇「商船自主級別的定義報告」	32
圖 9、挪威船級社(DNV GL)所開發之 ReVolt 船舶	34
圖 10、挪威船級社(DNV GL)發布「MASS 具體案例的風險及監管問題之 研究」	36
圖 11、雅拉比克蘭號(Yara Birkeland)	38
圖 12、財團法人船舶暨海洋產業研發中心(SOIC)之愛河沙盒與實證運行計 畫	43
圖 13、我國與英國、挪威在自主船發展之差異	47
圖 14、自主船與傳統船在擁擠海域發生碰撞設定情境分析	49

表 目 錄

表 1、 英國與挪威發展與自主船安全管理相關之工作.....	45
--------------------------------	----

第一章 緒論

1.1 研究背景與目的

依據交通部 2020 版運輸政策白皮書運輸安全分冊，策略 1 整合海運安全法規制度並與國際接軌法治化，所提行動方案「整合我國整體航行安全規範及制度」，以及策略 4 善用智慧科技發展智慧航安，所提行動方案「掌握國際無人化技術船舶發展動態」，交通部航港局刻正研擬船舶自動化及商港智慧化，本計畫先行蒐整國內、外船舶自動化航行安全管理發展文獻資料，以探討未來船舶航行安全發展規範、制度及管理趨勢，支援我國海運安全之施政。

有鑑於 2018 年國際海事組織(International Maritime Organization, IMO)海事安全委員會(Maritime Safety Committee, MSC)第 99 次會議已正式宣布進行評估、研究與制定相關國際公約規範，以解決海上自主水面船舶(Maritime Autonomous Surface Ships, MASS)所涉及的安全及環保等問題。然而，我國在相關媒體、演講、報章雜誌或相關文獻亦常使用無人船(unmanned)、自駕船(autonomous ship)、智能船(smart)等名詞做為 MASS 之中文稱呼。因此，為增加讀者後續的閱讀性，本計畫將以海事安全委員會(MSC)第 99 次會議之結論，以「海上自主水面船舶」為主要中文稱呼，並以「自主船」做為前述簡稱。爰此，本計畫為蒐集現階段國際海事組織(IMO)、歐盟(European Union, EU)及國際先進國家等自主船安全管理與人員安全之發展情形，初步將瞭解國際海事組織(IMO)等對於相關公約之管理發展及現況。例如：IMO 對自主船定義了 4 個自動化程度等級，並在第一等級「具有自動化流程和自動化決策支持的船舶」中，國際海事組織(IMO)如何就「海上人命安全公約(International Convention for the Safety of Life at Sea, SOLAS)」、「防止船舶污染國際公約(International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, MARPOL)」及「國際海上避碰規則(Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea, COLREGS)」等重要公約，評估該公約等與自主船彼此之間

的發展影響，以及國際先進海事國家如何評估自主船之主要安全管理工作與執行項目，來提升船舶航行安全等，已成為發展自主船成效的關鍵工作。

此外，本計畫亦將探討歐盟會員國發展自主船相關海事安全監管現況及技術之發展。例如，歐盟「海上智慧無人駕駛航行網絡計畫(Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks, MUNIN)[1]」，是由歐盟委員會下設置的共同資助型計畫。該計畫從技術、經濟和法律三個方面，探討在公海運行之自主船以進行可行性評估，並瞭解不同自主化程度等級的船舶於不同海域，可能需要面臨不同情況的監督與規範。因此，若能預先探究歐盟 MUNIN 之主要工作內容、評估模式及運作發展等資訊，則有需要對於歐盟 MUNIN 及若干先進國家之應用情形做一深入瞭解，從中獲取相關資訊。尤其是瞭解英國、挪威等國家在發展的自主船技術的自主決策和導航系統的安全管理，將有助於研析「整合我國整體航行安全規範及制度」，以降低人員操作失誤的風險。

本計畫以一(111)年為期，探討現階段國內自主船之安全管理與發展現況，蒐集國外有關未來船舶航行安全發展規範、制度及管理發展趨勢，並彙整探討其應用現況，以藉由瞭解國外對於未來自主船之發展及相關應用，彙析及探討未來我國發展自主船之安全管理模式及科技發展方向，以支援我國海運安全之施政目標，另本計畫亦可作為後續本所未來研究工作之基礎。

1.2 研究範圍與內容

本計畫為蒐集現階段聯合國(IMO)、歐盟(EU)及國際先進國家發展船舶自動化安全管理之發展情形，初步瞭解國際海事組織(IMO)如何就「海上人命安全公約(SOLAS)」、「防止船舶污染國際公約(MARPOL)」及「國際海上避碰規則(COLREGS)」等重要公約，瞭解該公約與 MASS 彼此之間的發展與影響。例如：目前在國際海事組織(IMO)中的「海上人命安全公約(SOLAS)」，有關涉及到人命安全、船舶設備安全及航行安全等相關條款內容，如何對這些條款進行評估，以確認是否適用於具有不同自動化或自主化自動化程度的船舶。包括：瞭解「海上人命安全公約(SOLAS)」 regulation V/14 船員配額(Ship's

manning): 「締約國政府應承允從海上人命安全觀點為出發點，各自為其國籍船舶維持、或於必要時採取各項措施，以使所有船舶均配備足夠且有能力之船員。」之未來主要管理與發展機制，以及有關歐盟會員國及其他先進國家，如何支援國際海事組織(IMO)發展自主船之主要工作內容與執行項目來提升船舶航行安全，以此做為本計畫探討對象及範圍。

1.3 研究方法與流程

本計畫透過文獻回顧、資料蒐集與專家學者訪談方式，研析國際海事組織(IMO)、歐盟(EU)與國際先進國家等，相關自主船之主要安全管理方向與執行項目等現況及發展，以瞭解國際上對於自主船之安全規範與管理模式，並比較國內自主船安全管理與技術發展之差異。因此，本計畫將深入瞭解聯合國、歐盟及國際先進國家對於自主船的發展進程，並檢視未來我國船舶自動化及商港智慧化上的實務作業模式，以提出對於我國自主船之效率性和安全管理的改善及建議。另以船上、岸上安全管理發展角度來探討我國自主船作業於海上安全管理之模式，例如：「初探瞭解歐盟會員國發展自主船相關海事安全監管現況」及「初探瞭解國際先進國家所需相關海事安全管理及技術之發展。」等。

研究流程圖如下頁之圖 1 所示：

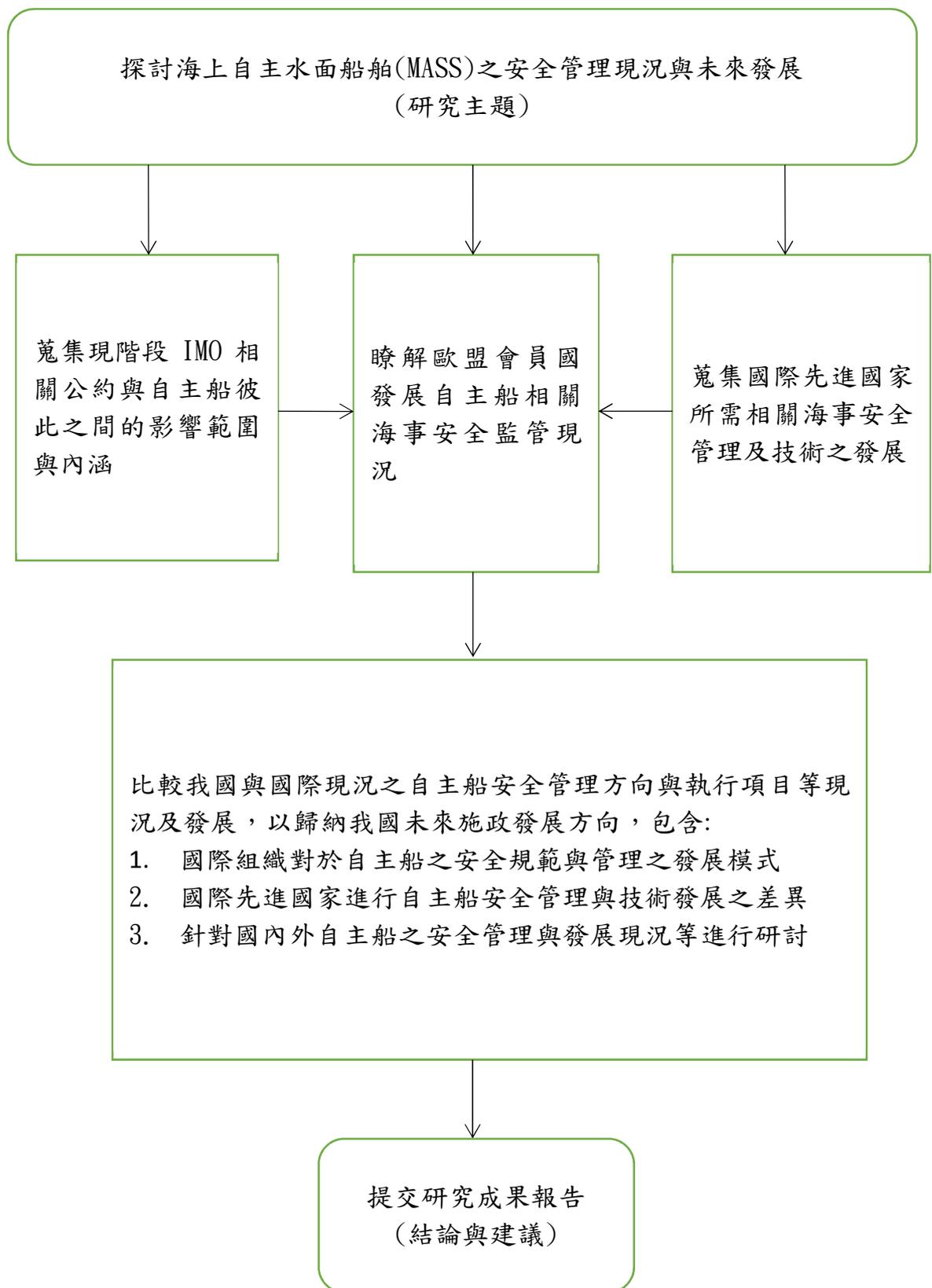


圖 1、研究流程圖

1.4 研究報告架構

本計畫各章架構與主要內容概述如下：

第一章 緒論

說明本計畫背景、目的、範圍、研究內容及方法等。

第二章 國際組織發展自主船安全管理之現況

回顧國際海事組織(IMO)及歐盟(EU)在自主船發展歷程與內容。其內容包括「國際海事組織發展自主船舶的議題」、「自主船安全監管工作」與「歐盟(EU)發展自主船之重點項目」等內容，以及掌握國際海事組織(IMO)在自主船之實際作法。

第三章 涉及船舶安全管理之影響與威脅

蒐集國際先進國家探討傳統船舶既有的風險與潛在威脅，並探究自主船安全管理議題時所衍生出的新風險，以做為研析我國發展自主船安全管理策略之參考基礎。

第四章 國際自主船安全管理之發展案例

探討英國、挪威在自主船安全管理之發展歷程及策略項目，內容包括檢視以航政監理為主的自主船發展情況、泛官方機關(如驗船協會等)的自主船工作內容，及以民間企業為主的企業發展模式等 3 個面向來進行探討。

第五章 我國發展自主船安全管理之重要性

探討我國在自主船工作上之發展現況，並比較我國與國際自主船安全管理之發展差異。另就自主船安全管理策略上，提出以錯誤樹分析(Fault tree analysis, FTA)方式之案例探討，以凸顯我國發展自主船安全管理的重要性。

第六章 結論與建議

蒐集國際自主船相關發展與實際運作模式，並比較及分析我國在自主船安全管理上之現況與未來應用方向。其中，提出 7 項結論及 4 項建議，目的係強化我國對於自主船安全管理能力與制度建置，以做為我國航政機關推動自主船政策之參據。

第二章 國際組織發展自主船安全管理之現況

本章節說明國際海事組織(IMO)及歐盟(EU)在發展自主船之歷程、工作內容及自主船安全監管內容等。

2.1 國際海事組織(IMO)

(一) 國際海事組織(IMO)發展自主船工作之歷程

海上運輸一直是許多國家拓展外交、貿易及文化交流的重要交通模式。隨著人們越來越依賴海上運輸活動，並逐漸體認海上安全的重要性。1948年，國際各國齊聚於瑞士日內瓦(Geneva)商討國際海事事務及發展方向之際，於會議中通過及成立「政府間海事協商組織(Inter-Governmental Maritime Consultative Organization, IMCO)」，另於1982年正式更名為「國際海事組織(International Maritime Organization, IMO)」。

依國際海事組織(IMO)成立之公約宗旨第一條(Article 1(a))，「為各國政府於影響國際貿易與航運的各類技術問題上，提供有關政府監管和實踐發展的合作機制；鼓勵和促進海上安全、航行效率和防止及控制船舶造成海洋污染等事物上之最高採行標準。」可知，國際海事組織(IMO)自成立以來，一直致力於發展國際公約，以確保該組織所提倡之「清潔海洋上的安全、保安和高效航運(Safe, Secure and Efficient Shipping on Clean Oceans)」口號，其中亦包含海事安全委員會(MSC)範圍內所訂公約。值得一提的是，這些公約一直以來都是以「船上設有船員的情形」為主要公約制定考量。例如，1965年開始實施「國際海上人命安全公約(SOLAS)」後，過程中已歷經多次修正，目的乃為持續確保船員工作安全、強化港口設施、船舶航行與確保締約國政府實施的安全活動，並陸續增修許多有關於人員安全條文的內容[2-5]。但隨著近年來半導體及資訊科技的快速發展，以及智

慧科技的興起，包括人工智慧、大數據及物聯網等的出現，全球正興起無人化技術的議題[6-9]，並帶動陸、海、空運輸業的大革命。

回顧無人化技術的興起，國際海事組織(IMO)早在1964年就以「船舶自動化(Automation in Ships)」為題，進行討論船舶自動化的報告及文件(IMCO Doc MSC VIII/11)。但是，受限於當時技術無法突破的因素，此議題的討論及發展並不順利。直到近年來新興科技的快速發展後，船舶自動化、無人化技術議題才又逐漸獲得國際先進國家及國際海事組織(IMO)的重視。有關近年來國際海事組織(IMO)發展自動化船舶的議題簡要說明如下(如圖2所示):

1. 2017年6月，國際海事組織(IMO)在海事安全委員會第98屆會議(MSC 98)上，由英國、丹麥等9國提出船舶自動化研究議題，並於該次會議中提出了「海上自主水面船舶(Maritime Autonomous Surface Ships, MASS)」的概念及名詞。另在本次會議中也啟動MASS監管範圍界定工作(Regulatory Scoping Exercise, RSE)。
2. 2018年5月，海事安全委員會第99屆會議(MSC 99)中，成立了MASS通信協調小組，以監管在該會議上達成的框架和方法可行性，並提出法規彙整及臨時術語。
3. 2018年10月，海事安全委員會第100屆會議(MSC 100)將海上自主水面船舶(MASS)界定為具有4種不同等級的船舶，並以IMO為MASS的倡導者和組織者，並於後續應發布相關公約、標準和指導性意見，此作業被國際各國認定為最高指導原則。
4. 2019年6月，海事安全委員會第101屆會議(MSC101)批准MSC.1/Circ.1604之「MASS試航暫行指南(Interim Guidelines for Mass Trials)」通函。
5. 2021年5月，海事安全委員會第103屆會議(MSC 103)審議通過自主船法規彙整第二階段工作報告，並繼續開展MASS術語的訂定，另制定優先級及概念性的術語。

6. 2022年4月，海事安全委員會第105會議(MSC 105)決議預計在2024年實施非強制性(Non-mandatory)自主船規範(MASS Code)，並於2028年同步實施強制性(Mandatory)自主船規範。



圖 2、國際海事組織(IMO)發展自動化船舶的歷程

由以上發展過程可知，國際海事組織(IMO)已就自主船工作奠定了多項重要工作的基礎。例如，定義「海上自主水面船舶(MASS)」一詞、啟動 MASS 監管範圍界定工作(RSE)，及批准 MASS 試航暫行指南(Interim Guidelines for Mass Trials)等重要工作。

從國際海事組織(IMO)定義了自主船的名稱及概念之後，所帶來的重要影響及優點是，世界各國對討論自主船的範圍越來越清楚、所討論的議題越來越明確、解決的方法越來越具體，以及探討的細節項目也越來越有共識。因此，有關自主船 4 個自主化等級(如圖 3 所示)說明如下[10]:

第一自主等級：為配備自動化流程和決策支持的船舶：船員在船上操

作和控制船上系統和功能；有些操作可能是自動化的，有時可無人監督，但船上有船員隨時準備好進行接管控制權。

第二自主等級：為有船員在船上的遠程控制船舶：船舶是受異地遠程控制和操作；船上有船員可接管控制權及操作船上系統和功能。

第三自主等級：為無船員在船上的遠程控制船舶：船舶是受異地遠程控制和操作；船上無船員。

第四自主等級：為全自主船：船舶的作業系統能夠自主決策並採取行動。

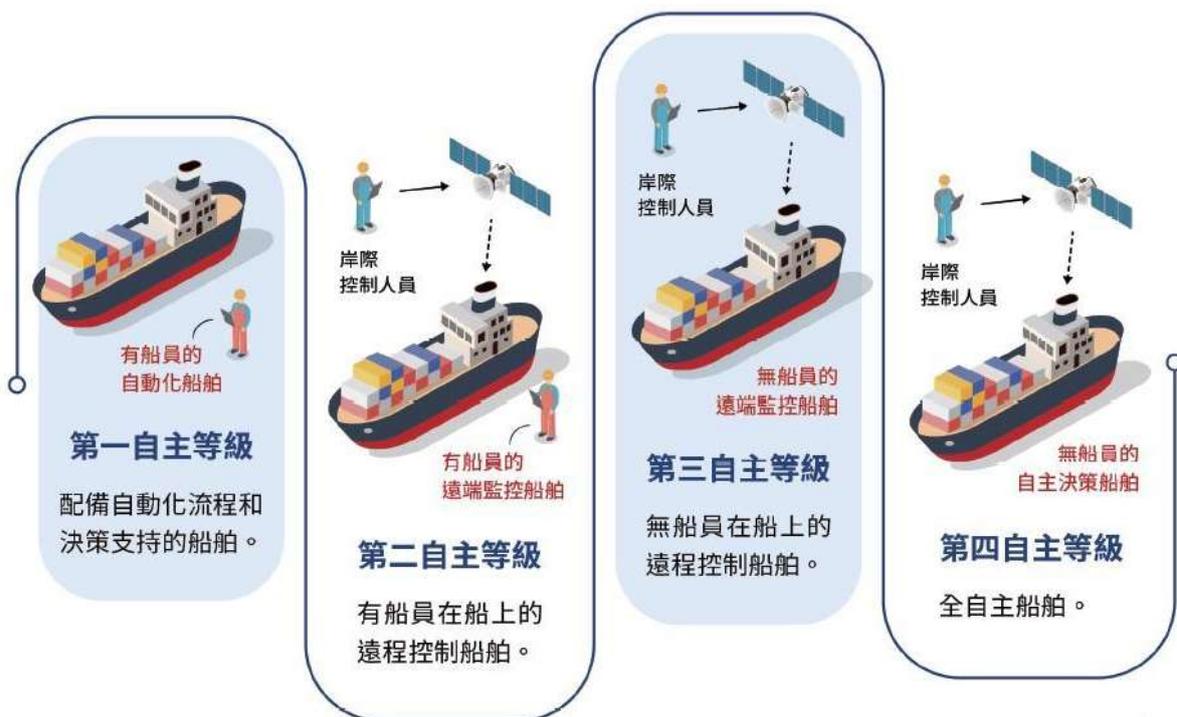


圖 3、國際海事組織(IMO)對 MASS 的 4 個自主化程度等級

資料來源: 翻攝自網路 <https://www.scimonth.com.tw/archives/5943>

回顧過去國際海事組織(IMO)在尚未定義自主船的自主等級之前，世界各先進國家為取得自主船發展之領先地位，早已積極著手自行進行定義自主船之自主程度。例如，2016 年勞氏船級社(Lloyd's

Register)提出 6 種 (level 0 - level 5)、勞斯萊斯(Rolls-Royce)提出 5 種 (level 0 - level 4)、2017 年挪威自主船論壇(Norwegian Forum for Autonomous Ships, NFAS)提出 6 種 (Decision Support – Fully Autonomous)、2018 年英國海洋工業聯盟(UK Marine Industries Alliance)提出 6 種(level 0 - level 5)、2019 年法國驗船機構 (Bureau Veritas, BV)提出 5 種(level 0 - level 4)船舶自動化等級，及 2020 年挪威船級社(Det Norske Veritas Germanischer Lloyd, DNV GL) 提出 4 種(A0 - A4)船舶自動化等級。從以上各國定義的自主船等級的內容上可知，世界各國對於發展自主船的目標及態度極積極，並且也勾勒出對自主船發展的世代優先順序，並從各國重視的觀點來看，皆已視自主船發展為該國下一代重要發展的項目。

(二) 國際海事組織(IMO)之自主船安全監管工作

從國際海事組織(IMO)發展自主船的方向而言，航行於公海為關鍵工作項目，及最終發展里程碑。雖然目前有許多國家已經進行了自主船的航行，並完成長程航行試驗及商業運轉航程，如挪威。但就目前為止，這些航行行為僅侷限於該國領海或內水領域內完成，對於公海航行的限制，仍受限於國際公約的規範。因此，攸關國際海事組織(IMO)規範內的「監管範圍之界定行動 (RSE)」項目，一直都是受到各國發展自主船過程中最受高度注目的議題。例如，自 2017 年海事安全委員會第 98 會議(MSC 98)通過「監管範圍之界定行動 (RSE)」時，後續有關自主船航行規範、法規依據及操作指引等，如何規範在國際海事組織(IMO)公約中？另有關「海上人命安全公約(SOLAS)」、「防止船舶污染國際公約(MARPOL)」及「國際海上避碰規則(COLREGS)」等重要公約，該如何評估該公約等與自主船彼此之間的發展影響，這些都是急欲解決的問題。

隨著國際先進國家及國際海事組織(IMO)對自主船發展的重視程度下，於 2018 年 10 月海事安全委員會第 100 會議(MSC 100)，除了

進一步界定4種不同自主化等級的自主船外，更在RSE工作中評估MSC職權內有關大量IMO公約文書，並確定適用於自主船範圍，且避免自主船運行的條款；或應用自主船且不阻止自主船操作及不需要任何操作之情形；或應用於自主船且不妨礙自主船操作。從前述情形可發現，有關自主船與國際公約之間的規範或作法，可能需要進行修正或澄清，以及釐清可能產生的差距；或不適用於自主船操作的情形。

其中，屬於RSE範圍內的自主船發展已在2021年5月海事安全委員會第103會議(MSC 103)，及2021年7月法律委員會(Legal Committee)後確定。RSE的評估完成代表了自主船發展又邁進非常重要一步，並為發展自主船奠定了航行於公海的基礎，以確保監管與技術能夠同步發展。其中，在RSE評估工作中有關安全條約部分包括，SOLAS公約和SOLAS內容有關傷亡調查、增強調查計劃(Enhanced Survey Programme, ESP)、消防安全系統(Fire Safety Systems, FSS)、火災測試程序(Fire Test Procedures, FTP)、散裝化學品(Bulk Chemical, IBC)、氣體運輸船(Gas Carrier, IGC)強制執行的各種法規)；固體散貨(Solid Bulk Cargoes, IMSBC)；危險貨物(Dangerous Goods, IMDG)；輻照核燃料運輸(Carriage of Irradiated Nuclear Fuel, INF)；國際安全管理(International Safety Management, ISM)；船舶和港口設施安全(Ship and Port Facility Security, ISPS)；認可組織(Recognized Organizations, RO)；碰撞規則(collision regulations, COLREG)；載重線公約(Load Lines Convention)；安全容器公約(Convention on Safe Containers, CSC)；STCW公約；STCW-F公約；1979年搜尋與援救公約(Search and Rescue)；噸位測量公約(Tonnage 1969)和貨物積載和系固安全操作規則(Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing, CSS)和IMO儀器實施規則(IMO Instruments Implementation Code, III Code)等。

除此之外，RSE還評估MASS用字和定義的發展工作，包括澄清

在自主船Degree 3（遙控船）和Degree 4（完全自主船）中的「船長(Master)」、「船員(Crew)」或「負責人(Responsible Person)」含義。雖然，在RSE的工作項目中確定了一些應優先處理的問題以及範圍，並且思考了不同自主船等級所應考慮的問題及方向。但是，有鑑於RSE涉及評估層面太廣，內容除了涉及公約、管理及技術問題外，還涉及港埠經營、航行環境及海事保險等。因此，如要完整的規範自主船相關法規，未來仍有許多工作需要努力。另國際海事組織(IMO)雖在海事安全委員會第103會議(MSC 103)完成「監管範圍之界定行動 (RSE)」工作，而後續有關國際海事組織(IMO)各委員會職權範圍內的公約等，亦需持續不斷地進行監管範圍界定工作，以減少監管與公約的隔閡。

值得一提的是，對於許多人關心RSE在後續自主船航行規範、法規依據及操作指引等工作方面，如何規範在國際海事組織(IMO)公約中？又對於與「海上人命安全公約(SOLAS)」、「防止船舶污染國際公約(MARPOL)」及「國際海上避碰規則(COLREGS)」等重要公約而言，如何評估該公約與自主船彼此之間的發展影響？就此挑戰來說，國際海事組織(IMO)已有相關揭示在未來眾多涉及複雜的國際公約執行情形下，已確定制定單一公約以涵蓋各公約的限制。例如，2022年4月，海事安全委員會第105會議(MSC 105)決議預計在2024年實施非強制性(Non-mandatory)自主船規範(MASS Code)；並於2028年同步實施強制性(Mandatory)自主船規範，額外制定一個符合自主船的單一公約則是未來國際發展的方向，並簡化了前述所提有關公約與自主船彼此之間的發展影響等過去持續難解的疑問。

爰此，從定義「海上自主水面船舶(MASS)」及確定了自主船之4種不同自主化等級之後，往後的國際海事組織(IMO)所進行的「監管範圍之界定行動 (RSE)」、「MASS 試航暫行指南」，乃至於預計在2028年後實施非強制性(Non-mandatory)及強制性(Mandatory)自主船規範等工作，皆立下了許多自主船航行於公海、進行商業運轉

等重要的里程碑，亦為往後的自主船提供安全、可靠、無害環境、高效和可持續的航運環境。

2.2 歐盟(EU)

(一) 歐盟(EU)發展自主船之重要工作

歐盟(European Union, EU)是歐洲許多國家共同建立的政治及經濟聯盟。其中，歐盟為確保海上安全、保安及避免船舶造成汙染，建立了一個持續促進海上交通與運輸效率的管理單位，即「歐盟海事局(European Maritime Safety Agency, EMSA)」。該單位整合了歐盟27國及非會員之歐洲國家，如英國、挪威及冰島等國，就有關自主船在公海航行的技術、經濟和法律方面等進行相關重要評估，以利未來能主導船舶海上無人航行之工作。

歐盟為了能夠主導未來海上無人化技術工作，歐盟執委會(European Commission)在2007年於該會議第7框架計劃下(Seventh Framework Programme)，就已經探討有關無人化船舶的相關議題，並在2012年3月啟動世界第一個海上無人化技術船舶計畫--「海上無人航行智慧型網路計畫 (Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks, MUNIN)」(如圖4所示)。由歐盟所提MUNIN之具體目的是，期待能藉由此計畫進一步瞭解出船舶自動化所需之操控相關因素，尤其是能夠釐清出從有船員駕駛到無船員駕駛之自動化船舶相關發展過程中涉及相關重要的議題。因此，該計畫一直到2015年結束為期3年多的計畫工作，而從該計畫的最終手冊(Research in Maritime Autonomous Systems Project Results and Technology Potentials)成果中可得知，船舶無人化的相關可行性已被驗證，其簡要說明如下：

1. 自主船配備了模塊化控制系統和資訊技術，以實現無線監控和控

制，並包括先進的決策支持系統和遠程自主操作的能力。其中包括，先端感測系統、深海導航系統、遠端控制系統、主機監控系統、交互維護系統、能源效率系統及岸際控制系統等。

2. 基於航運成本分析，由新建MUNIN概念散裝雜貨船進行的財務分析工作。在MUNIN概念散裝雜貨船與傳統載人散裝雜貨船相比，MUNIN概念散裝雜貨船在某些情況下具有商業可行性。
3. 具備船舶安全能力，基於對MUNIN概念散裝雜貨船碰撞和沉沒情景的分析，在傳統載人散裝雜貨船相比，碰撞和沉沒風險降低了約 10 倍。
4. 自主船並不會構成不可逾越的法律障礙。只要有合理的確定性，自主船在所有功能上至少可以像有人船一樣安全地運行，主要關注的是船長和配員之間的問題。
5. 無人化船舶可以像無人汽車駕駛、無人地鐵系統及無人航空器一樣在全球許多城市運行。藉由MUNIN計畫的評估結果可證實，無人化船舶已被認為是一種可發展的無人化運輸的工具。
6. 自主運輸的好處是具備航行安全的可行性及經濟性，另對於海洋環境的友善性也可同時兼顧。
7. 無人駕駛可以做為提供更安全和更具成本效益的運輸工具。因此，本計畫已經制定了一系列自主船關鍵設計特徵及元素，以供未來進行相關造船工作。

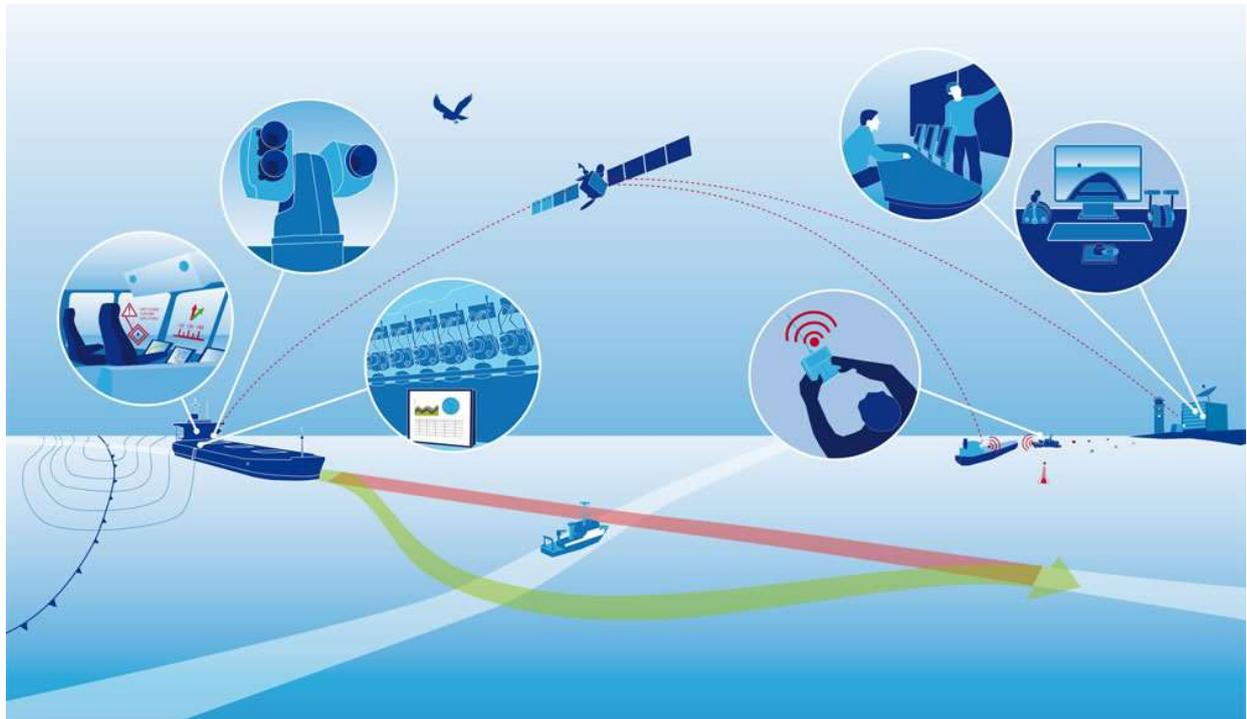


圖 4、歐盟海上無人航行智慧型網路計畫(MUNIN)

資料來源:翻攝自 <http://www.unmanned-ship.org/munin/about/>

由此可知，歐盟已就自主船在公海航行的技術、經濟和法律方面等進行相關廣泛的評估，而這些工作亦作為日後進行相關自主船相關研究及可行性之基礎。另一方面，MUNIN也於2012年發布自主船「定性評估(Qualitative Assessment)」報告文件，內容含括:「主要風險識別(Identification of Main Risks)」、「船旗國對自主船舶的觀點(Flag States View on Autonomous Ships)」及「外部利益相關者的諮詢(External Stakeholder Consultation)」等部分，這是一份最早對自主船進行風險管控的書面報告文件。例如，依據人(Human)、船(Material)、環境(Environ)三部分來進行風險傷害、潛在威脅及損害嚴重度等情形。

然而，隨著MUNIN計畫於2015年結束，但歐盟並未停止自主船相關發展工作。例如，一項名為SAFEMASS有關自主船行航行安全議題的研究案於2019年展開。該研究案係歐盟海事局(EMSA)委託挪

威船級社(DNV. GL)，根據不同程度的自主船所帶來的新風險及監管差異，並提供該會員國及歐洲各國能獲得發展自主船工作實質上的意義。該報告共分為2個部分。第一部分是針對位於A3-B1級別的自主和控制船舶於運行時，涉及有關減少船員配額，及長時間進行無人於船橋當值時之相關新興風險，此外，該部分還包含進行審查A3-B1類別相關的監管挑戰。第2部分則是探討A2-B0自主和控制級別和遠程操作的無人船相關新風險。從該計畫還可看出，這兩部分研究都包括危害識別(Hazard Identification, HAZID)、故障樹分析(FTA) 和一組風險控制選項 (Risk Control Options, RCO) 和措施 (Risk Control Measures, RCM)。儘管如此，從歐盟自2007年以來發展自主船的過程中可知，歐盟不但著手進行自主船在公海航行的技術、經濟和法律方面的努力工作，更就自主船在公海航行的新風險、威脅級措施等亦進行相關盤點工作，以落實確保海上安全、保安及避免船舶造成汙染，並建立了一個持續促進海上交通與運輸效率的海洋環境。

2.3 小結

國際海事組織(IMO)早在1964年就以「船舶自動化(Automation in Ships)」為題，進行討論船舶自動化的報告及文件(IMCO Doc MSC VIII/11)。但受限於當時技術無法突破的因素，此議題並未廣泛地發展。但隨著科技的進步，歐盟(EU)在2007年歐盟執委會第7框架計劃下，也進行探討有關無人化船舶的相關議題，並在2012年3月啟動世界第一個自主船計畫--「海上無人航行智慧型網路計畫 (MUNIN)」。

由於自主船議題逐漸獲得國際重視，國際海事組織(IMO)後續則進行了「自主船定義」、「自主船4個等級」及「監管範圍之界定行動 (RSE)」項目等重要工作，尤其是RSE工作涉及有關自主船航行規範、法規依據及操作指引等更是攸關複雜的面向。例如，RSE如何規範在國際海事組織(IMO)公約等的問題。本計畫推斷，未來國際海事組織(IMO)將為自主船制定單一公約或規範。

而這規範預計將在2024年實施非強制性(Non-mandatory)自主船規範(MASS Code)，及2028年同步實施強制性(Mandatory)自主船規範等陸續運作。

歐盟同樣注重海上交通與運輸效率，尤其是歐盟(EU)所提MUNIN計畫則是世界第一個自主船國際級計畫工作。該計畫目的是期待能藉由此計畫進一步瞭解出船舶自動化所需之操控相關因素，並能夠釐清出從有船員駕駛到無船員駕駛之自動化船舶相關發展過程中涉及相關重要的議題。因此，無論自主船技術如何發展，國際海事組織(IMO)及歐盟(EU)所著手進行相關自主船相關研究及可行性工作，將是影響未來自主船發展的關鍵因素。

第三章 涉及船舶安全管理之影響與威脅

本章節說明一般傳統船舶之相關風險與潛在威脅，並探究發展自主船安全管理議題時所衍生出之新風險，以做為本計畫後續研析風險評估的方向。

3.1 船舶安全管理之風險與威脅

自人類發明船舶以來，人一直都是船舶發展過程中扮演最重要的角色。因為有人在船上緣故，使船舶發展出許多種不同的運輸形式，例如，舟筏、帆船、蒸汽機船和柴油機船等。然而，儘管不同船舶形式在海上航行時，仍然有許多不可避免的風險。例如，挪威學者Rodseth [11]曾提出傳統船舶既有的風險可分為五種有(如圖5所示):

1. 與其他船舶互動時所產生的風險。
2. 人為錯誤判斷下所導致的碰撞風險。
3. 在能見度極低的氣候中所導致的碰撞、擱淺等風險。
4. 推進系統失效的風險。
5. 在惡劣天氣下使船員難以操作之風險。



圖 5、傳統船舶既有的風險

縱使Rodseth已提出的傳統船舶既有風險種類，但仍有許多相關領域的研究學者關心船舶其他既有的風險。例如，在擁擠海域航行所導致的船舶碰撞風險；船員訓練不足所導致的海上事故風險；船舶設備複雜所導致的操作判斷的風險等。由以上可知，不論船舶的既有風險如何衍生，不同的船舶將產生不同的風險[12]。換句話說，船舶本身就存在既有的潛在威脅，只要稍加一不留意，就可能造成嚴重的後果。

有鑑於傳統船舶的既有風險已被許多研究者提出，但討論自主船所生的風險研究仍相當有限。從許多發展自主船研究過程來看，發展自主船的主要目的仍是為了提高船舶營運的安全及可靠。同時，也是提升海上運輸效率的模式，以減少海運堵塞及營運成本的問題。但是，仍有一大部分人認為，自主船仍是為了解決人為因素所造成的海事案件問題。例如，Rothblum [13]提出海上事故有75-96%以上歸咎於人員「直接」及「間接」的因素所造成。因此，發展自主船項目則可能減少船員因工作量過大、違規、疲勞，甚至溝通不良、船員自信心過高等因素所造成海上事故機率。然而，本計畫也從Aziz等人[14]研究上得知，解決一些問題後，亦可能產生出其他新的問題。例如，當減少船上的人數或船上完全無人之後，船舶通過擁擠海域的風險就更高了；船舶的既有安全航行設備又該如何規範等。因此，不論是傳統船或者是自主船的新風險如何，有關於航行風險的問題，仍有一連串的因素有待探討。

3.2 來自自主船安全管理之風險

因發展自主船工作所衍生出新風險情形雖仍有待探討。但從相關探討自主船安全管理議題的研究內容可知，自主船所面臨的風險大致可分為以下6種情況：

1. 人為錯誤

發展自主船的目的之一，是減少因人為因素所產生的海事案件。因此，相關自主船操船輔助系統、設備等必須負起傳統有人在船上工作的職責及條件。

例如，對於來自大量的操船程式、推進動力及電力供給等複雜的自主船設計而言，若船上或岸上監控人員之教育及訓練能力不足，將無法有效維持自主船在海上運行的順利。抑或是，因遠端控制人員無法有效判斷實際船舶之海象、水文及周遭海域情況，因而導致人員判斷錯誤等，這相關的人為錯誤將有違實現自主船發展的初衷。

2. 法規限制

國際海事組織(IMO)如何就「海上人命安全公約(SOLAS)」、「防止船舶污染國際公約(MARPOL)」及「國際海上避碰規則(COLREGS)」等重要公約，評估該公約等與自主船彼此之間的發展影響，將是發展自主船的關鍵因素。以目前國際先進國家的發展來看，僅有挪威於2021年已將自主船實現商業化。但該國的商業行為仍處於領海及內水之內，還無法航行於公海之中。這其中最大的原因仍是國際公約的限制程度及範圍。可以想見的是，不論未來國際公約的規範內容為何，自主船將隨國際公約呈現另一個嶄新的風貌，這其中的不確定因素亦將決定自主船的發展方向。

3. 海域及天候的限制

航行於擁擠海域所帶來的風險或潛在威脅，一直是傳統船與自主船必須面對的既有難題。從擁擠海域的解釋來看，一般係指港口、峽灣、運河及錨泊地等，這些海域除了船舶眾多以外，周圍岸際堤防、突堤、離岸堤、護岸及胸牆等仍是造成船舶碰撞、擱淺或觸礁等風險。另有關於惡劣氣候的風險部分，隨著地球暖化、溫室效益、氣候變遷及南北極融冰等影響，海象變化情形日益嚴重，連帶的產生海域強風暴雨、颱風頻繁、海嘯警報及朝夕差異過大等風險。因此，如何克服、避免或減少海域及天候的影響，將來都會是自主船所需面對的風險。

4. 船舶系統的可靠度

一般傳統船舶系統大致可以分為船體系統、動力系統、電力系統及電子儀控系統等四大類。其中，船體系統係指船艙、船殼及救生設備等；動力系統係

指主機系統、輔機系統及推進系統等；電力系統指發電系統、電網系統及電機系統；電子儀控系統則是導航系統、通訊系統及信號系統等。就自主船而言，上述這些系統已隨著自主化程度的演進，系統將變為更精緻、更準確及更可靠。但自主船系統有著比傳統船更需強化的系統，例如，感測船體周圍環境系統中的紅外線感測器、光達感測器或雷達感測器等。此外，自主船未來在公海上航行或在擁擠海域中交會其他船隻的過程時，AIS及GPS系統需肩負起自主船能否順利通過或在可控制的程度下完成航行的條件，而完成這些條件必須建立在各種系統間能相互配合的情況下完成。因此，如何整合自主船相關系統，系統之間如何支援，這都將是自主船發展過程中的重點。

5. 網路及通訊的攻擊

網路及通訊攻擊已是自主船發展過程中，逐漸受到重視的一個船舶新風險。一般傳統船中雖然已有網路通訊及通訊系統，但在傳統船航行於公海上的普遍情況而言，網路及通訊不至於產生船舶損失這樣重大的風險。例如，傳統船上的網路及通訊系統，可以聯繫海域周圍之鄰船，以利進行船舶避碰及避讓等行為。但就自主船而言，若自主船上於無人航行的情況下，在失去網路及通訊的條件下，船舶勢必失去控制。若有網路駭客刻意攻擊，以致達成奪船、竊取貨物或破壞船體的情況下，將對船舶、船東或船舶設計商等造成嚴重的損失。因此，自主船遭受網路駭客攻擊已不可與傳統船同日而語。當務之急是，設法要求網路設計商提升對抗網路風險的能力，以避免網路攻擊自主船並降低發生重大船舶事故的情形。

6. 設備的損壞，導致失去動力

為確保船舶能夠安全的航行，擁有可靠的船舶系統及設備是不可或缺的條之一。一般而言，船舶於海上航行時，最忌諱的一件事情即是「船舶失去動力(Loss of control)」。而造成船舶失去動力的前提有：船舶失火爆炸(Fire/Explosion)、碰撞(Collisions)、碰觸(Contact)、擱淺 (Grounding)、翻覆/傾側(Capsize/Listin)g及浸水沉沒 (Flooding/foundering)等。對於自主船而言，也同樣面臨前述所提發生風險，例如，自主船感測器失效，無法有效偵測船體四周

圍的環境變化；自主船電力系統失效，導致船舶失去動力；船舶資訊、通信系統失效無法有效控制船舶等。由此可知，自主船之設備損壞時的嚴重程度則不亞於一般傳統船。在自主船的未來發展過程中，仍需要克服更多的風險及潛在威脅。

由以上可知，自主船的風險來除了來自於既有船舶的風險之外(如，惡劣海域及天候的風險等)，對於因應無人在船上工作的情況下，自主船也產生了許多新的風險(如，增加感測船體周圍環境系統失效的風險等)。但也有許多風險將隨著自主船的發展而消失，例如，船員在船上工作時所產生的工作傷害等。因此，儘管自主船預料將成為新一代海上運輸的發展趨勢，但自主船的風險性、可靠性及安全性等，仍被視為實現自主船的障礙與挑戰。

3.3 小結

船舶在海上航行時總有不可避免的風險。總括這些風險有人為因素及環境因素等。例如，因人為錯誤判斷所導致的碰撞風險；在能見度極低的氣候中所導致的擱淺風險等。儘管這些風險仍尚未完全避免的情況下，自主船航行已是勢在必行的發展趨勢。因此，自主船的新風險也格外令人關注。然而在相關文獻的揭露之下，自主船的風險與一般傳統船的風險有著相似之處。例如，自主船與傳統船同樣面臨「因人為錯誤判斷所導致的碰撞風險」，以及「在能見度極低的氣候中所導致的碰撞、擱淺等風險」。因此，未來若需處理自主船的新風險時，先行參考處理傳統船風險的方式，仍不失為一個釐清自主船風險的方向。

有鑑於傳統船的既有風險已被許多研究者提出，但討論自主船所生的風險研究仍相當有限。另對於自主船仍將衍生出新穎性風險而言，例如，網路及通訊的攻擊等，一直是許多研究者所關心的議題。但無論新穎性風險將如何的衍生，持續探討、發掘、降低自主船風險性等工作，將被視為實現自主船的主要工作。

第四章 國際自主船安全管理之發展案例

本章節蒐集英國及挪威自主船研發較先進國家之航政監理機關、泛官方機關(如驗船協會等)，及以民間企業為主的自主船發展情況，研析如後。

4.1 英國

英國是發展自主船較為積極的國家之一。從所多發展自主船活動上，都可以看得到英國政府部門與民間企業相繼發展的成果。有關政府部門及民間企業發展簡述如下：

(一)英國海事與海岸警衛署(MCA)自主船發展情況

英國海事與海岸警衛署(Maritime and Coastguard Agency, MCA)係英國海事監理業務的主要官方單位，負責英國、國際海事法和安全政策，並制定有關海事事務的立法和指南，並就船員、船舶及英國周圍海域相關事務提供發展願景及工作規劃。2018年，英國海事與海岸警衛署(MCA)結合民間企業界、學術界等三方面，成立「海事自主化監理實驗室(Maritime Autonomy Regulation Lab, MARLab)」，目的是為英國自主船和智慧航運發展項目成立監管機構的基金組織，以幫助航運業提供創新的技術。除此之外，該實驗室也著手開發一系列工作項目，以瞭解英國政府是否需要增訂及修改相關法規，並在此過程中意識到發展障礙，以努力協助英國政府克服這些障礙。

有鑑於海事自主化監理實驗室(MARLab)已於2020年9月完成階段性任務。因此，英國海事與海岸警衛署(MCA)亦與英國船舶登記處(The UK Ship Register, UKSR)於同(2020)年合作成立「海事未來技術(Maritime Future Technologies, MFT)」，以通過相關試驗項目和支援企業、進行監管變革、推動減排及發展自主創新技術等。在這一系列任務中最吸引引人注目的是，建立一艘結合當今科技並引用具歷史意義的「自主船五月花號(Mayflower Autonomous Ship)」，仿效400年英國人自普利茅斯(Plymouth, UK)前往美國時所進行的歷史

航行。該船也是世界上第一艘船長超過15公尺、完全不需要船員的自主船舶，並由最先進的風能和太陽能技術提供動力。雖然在 2021 年 6 月 的首航中因機械故障而無法完成航行，但隨後在2022年4月再自英國普利茅斯(Plymouth, UK)到美國麻州普利茅斯(Plymouth, MA, USA)港途中又發生機械故障，並只好轉往加拿大哈利法克斯港(Halifax Harbour, CA)，最後於2022年6月5日完成歷經約5,600公里的橫渡大西洋之旅。

從前述所提海事自主化監理實驗室(MARLab)及海事未來技術(MFT)的發展可知，英國海事與海岸警衛署(MCA)對此兩計畫皆進行了實船實驗、工程、通訊及導航工作等的著墨較深，並為後續監管革新及管理變革立下基礎。例如，英國海事與海岸警衛署(MCA)為深化自主船從業人員未來的發展，結合英國 SeaBot XR公司以及Fugro公司，於2021年成立MASSPeople國際培訓標準工作組，目的係保障自主船技術人員職涯發展，並在勞動力不斷變化的需求，提供從業人員新的能力標準及建議。尤其是，MASSPeople納入「航海人員訓練、發證及當值標準國際公約(International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, STCW)」研究範圍，探討船員未來所應具備之新能力及標準，另就營運商未來所需具備之營運資格提出建議，以善盡英國海事與海岸警衛署(MCA)對於船員、船舶及英國周圍海域相關事務提供發展願景及工作規劃。

(二)泛官方機關的自主船發展情況

從英國發展自主船工作中，屬英國勞氏驗船協會(Lloyd's Register, UK)最早提出自主船發展之具體工作。由1760年成立至今的英國勞氏驗船協會是世界上最大、最著名，且歷史最悠久之船級協會之一。並且，勞氏驗船協會也是歐洲第一個制定自主船航行指南。早在歐盟於2015年結束MUNIN計畫之後，英國就已經意識到自主船未來航行的發展，因此於 2017年2月，勞氏驗船協會發布「無人駕駛船舶系統規範(LR Code for Unmanned Marine Systems, UMS)」，目的在於提供船舶建造商、供應商等相關造船業務手續、申請及保證的過程，以幫助自主船舶製造商根據既定框架設計、建造等，以達到與船旗國和當地監

管機構可接受的認證水準。該規範共分為9個章節，分別為一般規則(General)、船體結構(Structure)、船舶穩度(Stability)、控制系統(Control Systems)、電子系統(Electrical Systems)、導航系統(Navigation Systems)、推進系統(Propulsion and Manoeuvring)、防火系統(Fire)和輔助系統(Auxiliary Systems)等。值得一提的是，由Fugro公司所建造的SEA-KIT船舶，於2021年6月獲得英國勞氏驗船協會的無人駕駛船舶系統規範(UMS)認證，成為英國第一艘實現無人駕駛系統的認證船舶。另一方面，中國則早在2015年便提出「智能船舶規範」，並於2017年為自行研發的大智輪(Great Intelligence) 認證，以成為全球首艘通過驗船協會認證的智慧化船舶。就我國方面，2021年我國財團法人中國驗船中心(CR Classification Society)則於2018年發布「海上自主水面船舶準則 (Guidelines for Maritime Autonomous Surface Ship)」。由此可知，從發展自主船的過程中可知，藉由相關規範來獲得實船試驗，並予以成功航行。但對於航行操作環境、操作安全及操作管理等工作而言，則成了另一項發展的重點。

英國海事協會(Maritime UK)是英國發展自主船工作中另一個重要的單位。由英國海事協會成立的「英國海事自治系統監管工作組(Maritime UK Autonomous Systems Regulatory Working Group)」，於2021年11月發布「自主船舶系統產業行為及操作準則(BEING A RESPONSIBLE INDUSTRY - Maritime Autonomous Ship Systems (MASS) UK Industry Conduct Principles and Code of Practice)」(如圖6所示)，目的是規範英國海事自治系統監管工作組所制定的最新產業操作準則，並分為產業行為準則(以取代了 2016 年發布的先前行為準則)及操作準則等兩部分。

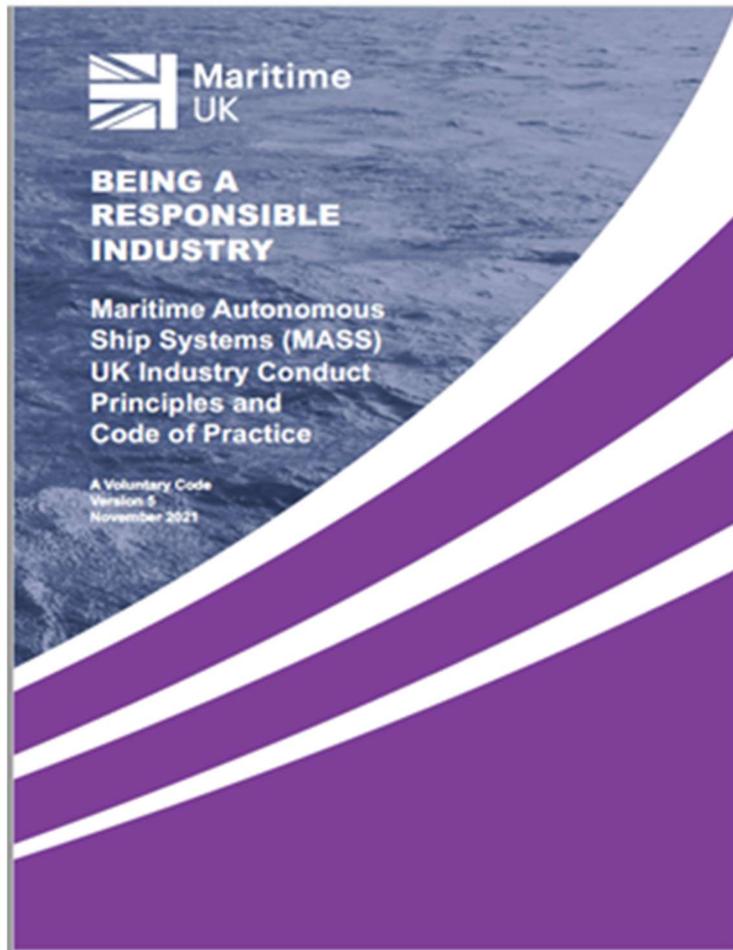


圖6、英國海事協會(Maritime UK)發布「自主船舶系統產業行為及操作」
資料來源: <https://www.maritimeuk.org/>

從第一部分(Part 1)產業行為準則來看，該準則為自主船相關企業、公司、組織以及個人等規範相關合乎道德及誠信相關的工作要求，並且適當進行監管作業，以發揮個人在此行業的責任及企業聲譽。例如，在該部分之第4項「健康及安全(Health and Safety)」項目中提及，因自主船企業的活動和運營可能對員工、承包商和其他在岸上或海上工作人員健康及安全產生影響。因此，該企業有責任確保降低相關事故發生的可能性，並遵守相關安全規則和程序的最基本要求。此外，企業內的每個人都應對工作場所的安全負起責任，除必須熟悉並遵守每家公司的健康安全政策以及當地法令要求外，亦應考量到人員在工作場所和日常運營環境中的風險和危害。

第二部分(Part 2)操作準則部分，該準則根據船舶用途、大小、速度，以及對其他船舶及運輸過程的潛在危險，定義了自主船不同等級的船舶。定義這些等級船舶的目的，是為了區分這些自主船應用上造成大多數海上使用者造成的危害。原因是依據其大小、速度，和其他相關因素，以及可能對自主船、有人駕駛船舶等，該準則可以清楚掌握到這些因素對其他海上使用者造成的相當危害程度，而這些危害係依據海上避碰規則國際公約(COLREGs)或國際載重線公約(Load Line Convention)中包含的現有危害類別，在準則中相關危害因素也盡可能與這些公約所定義危害範圍趨於一致性為原則。

(三)以勞斯萊斯(Roll-Royce)民間企業為主的「先進自主水域貨運航行應用(The Advanced Autonomous Waterborne Applications, AAWA)」計畫

就民間發展而言，一間英國著名豪華汽車製造商，同時也跨足民用航空、國防航空、海洋、核能和電力系統等高性能動力系統的市場領導者-勞斯萊斯(Roll-Royce)，於2016年提出「先進自主水域貨運航行應用(AAWA)」。該計畫召集許多頂尖大學、船舶設計師、設備製造商和船級社等，致力且務實解決阻礙自主船發展之有關經濟、社會、法律、監管和技術問題，並為下一代先進船舶提供解決方案、訂定規範和初步船舶設計。

由於自主船發展涉及的層面、因素影響較為廣泛，並且有賴更多實船試驗來印證許多無法立即解決之疑慮。因此，由勞斯萊斯所領導的AAWA計畫，於2016年提出「下一世代的遙控及自主船舶(Remote and Autonomous Ships – The next steps)」白皮書(如圖7所示)。該白皮書主要概述了AAWA對遠程和自主航運將如何現實的願景規劃，並就海洋感知技術、自主航行、法規影響、安全及保全發展，以及市場對船舶的定義等，提出了許多重要的發展規劃。最後，這些重要規劃工作也同時獲得了許多船東和運營商的支持。例如，根據2011年英國倫敦海運諮詢機構Drewry提出一份報告，該報告顯示對於散裝雜貨船舶而言，該船船員成本平均佔船舶運營總成本約31-36%，該報告也因此獲得許多船東和營運商的關注。此外，在海洋感知工作項目上，在英國Korpo港及Houtskär港之間的航線上，由一艘長約65公尺的Stella雙頭渡輪(Double-ended

Ferry)上測試了傳感器陣列(Sensor Arrays)項目。這是一間英國散裝貨輪公司 ESL Shipping Ltd配合AAWA計畫所進行的一項實船試驗，目的是在幫助探索遠程和自主船舶對短途海運貨運部門作業的影響。由此可知，該白皮書所提相關工作項目具有實船試驗的可行性及參考價值。



圖7、2016年勞斯萊斯提出「下一世代的遙控及自主船舶」白皮書
資料來源: <http://www.rolls-royce.com/~media/Files/R/Rolls-Royce/documents/customers/marine/ship-intel/aawa-whitepaper-210616.pdf>

此外，對於該白皮書如何實現遠程和自主航運的願景規劃方面，有鑑於該議題涉及相關船舶風險等，因此，該議題一直都是許多船東、製造商及相關研究較關注的焦點。經瞭解該白皮書內容後發現，全書共分為5個章節，除第一章說明該書背景之外，其餘4個章節分別就技術、法規、安全及保安，以及市場定義等提出完善的概念。另外，就第4章安全及保安方面，該章節主要就自

主商船操作簡介、自主船是否安全議題、安全的條件、風險區域、船舶管理的短長程建議、風險意識及建議等提出詳細的說明。例如，在該白皮書「Building Risk Understanding for the Future」章節表示，在AAWA項目的未來工作階段中，安全和安保問題的主要重點在：透過系統的風險識別和評估，並注重於設計和操作的交互和過程；網絡安全保證；透過分析和模擬驗證自主導航算法，包括障礙物檢測和避免碰撞，並確保每個相對應軟體及安全能交互支援；以及以用戶為中心的岸際設計及驗證等工作將作為未來發展重點。

由此可知，不論是以英國海事與海岸警衛署(MCA)為主的自主船發展情況，或者是具公部門性質單位的自主船發展情況可知，英國政府已通力結合民間企業界、學術界等三方面，就自主船有關的船員、船舶、相關企業及周圍海域相關事務等提供發展規劃，並且也積極維護自主船發展過程中的安全議題，以使自主船能在廣泛、周延的規劃下穩健地發展。

4.2 挪威

挪威是世界海運強國之一。挪威為了維持世界海運領導地位，長年以來不斷透過科技研發、深化海運專業及人才培育方面，力圖保持海運發展的領先。爰此，在傳統優勢及兼具歷史的使命下，挪威也在政府與民間企業的通力合作下，已完成許多自主船發展的工作，簡要說明如下：

(一)以挪威海事局(Norwegian Maritime Administration, NMA)及挪威海岸管理局(Norwegian Coastal Administration, NCA)為首的自主船發展情況

挪威位於北歐斯堪地那維亞半島(Den skandinaviske halvøy)西部地區，境內高原、山地及冰河等約占全國2/3左右，且海岸線曲折，共有2.1萬公里，是一個不適合開發陸運運輸為主的國家。也因為如此，挪威政府積極利用天然優勢，建構以海運運輸為主體的運輸系統。其中，發展自主船便是本世紀中最為重要的任務及目的之一。

「挪威自主船舶論壇(The Norwegian Forum for Autonomous Ships, NFAS)」

是由挪威海事局(NMA)、挪威海岸管理局(NCA)、挪威工業聯合會(The Federation of Norwegian Industries),和MARINTEK (2017年後為SINTEF Ocean) 於2016年10月奧斯陸(Oslo)成立(如圖8所示)。該論壇成立目的為:

1. 作為加強會員、研究人員、管理當局和其他對自主船舶感興趣之合作平臺。
2. 為挪威開發和使用自主船舶的共同戰略做出貢獻。其中，包括研究和創新戰略、規則、原則以及國家測試設施。
3. 基於利益組織為目標，獲取利用自主船舶領導海運發展的共同話語主導權。
4. 加強挪威利益團體在自主船舶領域的國際影響力。



Definition of autonomy levels for merchant ships



圖8、挪威自主船舶論壇「商船自主級別的定義報告」
資料來源: 挪威自主船舶論壇(NFAS)

由以上可知，挪威自主船舶論壇(NFAS)除了致力發展該國自主船、國際運輸中的船舶工作之外，也尋求國際合作及建立許多國際協議的機會。此外，從挪威自主船舶論壇(NFAS)網址(<https://nfas.autonomous-ship.org/why-autonomous/>)中，亦可瞭解挪威自主船舶論壇(NFAS)對於自主船的重要性，並引述Rødseth, Ø. J. (2018)對於發展自主船的重要性。這其中包括：

1. 改善工作條件(Improved working conditions)。
2. 降低損害相關的成本(Lower damage-related costs)。
3. 降低船員成本(Reduced crew costs)。
4. 慢速經濟航行(Slow steaming)。
5. 降低結構成本(Lower structural costs)。
6. 新船設計(New ship designs)。
7. 更好的環保性能(Better environmental performance)。

值得一提的是，從上述發展的重要性而言，挪威自主船舶論壇(NFAS)也意識到自主船風險尚未被明確定義，未來將投資更多有關安全運營方面的建設工作。例如，新傳感器(Sensors)在內的先進ICT (Info-Comm Technology)系統可能會是進一步增加成本的關鍵因素。另一方面是解決監管框架的問題。從挪威自主船舶論壇(NFAS)的發展上也可發現，若自主船舶在國家水域、甚至公海上航行時，最困難的工作在於當今各國法規及國際公約的規範下，自主船要航向公海的目標將是修改相關法規，而這些法規必須要仰賴各國的共識才得以克服阻礙。因此，挪威海事局(NMA)及挪威海岸管理局(NCA)在2016年選定特隆赫姆峽灣(The Trondheim fjord)為世界上第一個自主船指定試驗區。在這一個海域試驗的優點，是該海域的航運量較低、完整開放水域、且安靜的海港及狹灣，亦是一個可以進行多種自主船試驗任務的全新測試安全海域。附帶一提，若將來我國在選擇海址進行自主船試驗時，可以參考特隆赫姆峽灣的特殊海域特性作為我國自主船試驗區。

(二)泛官方機關的自主船發展情況

除了以挪威海事局(NMA)及挪威海岸管理局(NCA)為首的自主船發展單位外，挪威船級社(DNV GL)也是挪威發展自主船項目中，積極扮演著關鍵的角色。例如，挪威船級社(DNV GL)於2016年加入以勞斯萊斯(Roll-Royce)為主導的「先進自主水域貨運航行應用(AAWA)」，並且在該計畫中負責研究商業自主船相關的駕駛議題，也從技術開發到安全、法律和經濟方面，以及社會接受自主船程度研究方面，瞭解自主船舶系統帶來的潛在風險，以便設定的目標訂定新標準。隨後，也啟動船舶自動化和自主控制的項目。例如，開發船長60公尺的ReVolt項目(如圖9所示)。這是一艘完全由電池供電推進，並無需船員就能自主運行的全電力自主船。據瞭解，該船發展目標是以6節的航速航行、航程100海浬、載貨量為100個20英尺貨櫃。並與傳統柴油船相比，估計ReVolt可使用30年，並可節省高達 3,400 萬美元以上，約每年可節省超過100萬美元。從該目標以及結合挪威船級社(DNV GL)的本業發展而言，挪威船級社(DNV GL)也仿效英國勞氏驗船協會作法，於2017年發布「無人駕駛船舶系統規範(UMS)」，為自主船未來發展奠定良好的基礎。



圖9、挪威船級社(DNV GL)所開發之ReVolt船舶
資料來源：翻攝自網路DNV GL網站。

因此，挪威船級社(DNV GL)則於2018年9月公布「自主和遠端遙控船舶指南(DNV-CG-0264 Autonomous and Remotely Operated Ships)」，該指南共分為7章，分別為一般規則(General)、主要原則(Main Principles)、資格及審查流程(Qualification and Approval Process)、導航功能(Navigation Functions)、船舶工程功能(Vessel Engineering Functions)、遠端控制中心(Remote Control Centres)、通訊功能(Communication Functions)。值得一提的是，從該指南中可發現，該指南係遵循IMO MSC.1/Circ.1455指南中，關於批准IMO各種文書中相關規定的替代和等效規定為原則。換句話說，該指南係參照IMO「海上人命安全公約(SOLAS)」、「防止船舶污染國際公約(MARPOL)」及「國際海上避碰規則(COLREGS)」等許多規定而制定的自主船指南，而指南中的規範則是採用替代或等效方案來滿足現行IMO規範，以便使自主船舶能夠既滿足IMO決議案對船舶航行安全要求外，又能符合IMO公約中的條文規範。

除此之外，挪威船級社(DNV GL)也針對自主船監管工作方面做了些努力。於2020年3月挪威船級社(DNV GL)在歐盟的支持下發布了「MASS具體案例的風險及監管問題之研究(SAFEMASS Study of the Risks and Regulatory Issues of Specific Cases of MASS)」(如圖10所示)，目的是為歐盟會員國和IMO會員國等，提供經由識別不同程度的自主船實施所帶來的新風險和監管差距。該報告共分為「安全自主船第1部分(SAFEMASS Part 1)」、「安全自主船第2部分(SAFEMASS Part 2)」及「安全自主船摘要報告(SAFEMASS Summary Report)」。

「安全自主船第1部分(SAFEMASS Part 1)」主要探討，為解決低船舶配員和較長時間在三種不同類型的船舶(以A3-B1級別的自主和控制航行)上使用無人艦橋相關的新興風險。該研究包括危害識別(Hazard Identification, HAZID)、故障樹分析(FTA)、監管挑戰審查以及一組推薦的風險控制選項(Risk Control Options, RCO)和措施(Risk Control Measures, RCM)。「安全自主船第2部分(SAFEMASS Part 2)」則是同第1部分工作內容，唯一的差別在於解決A2-B0自主和控制級別設計和遠程操作的三艘類似無人船相關的新興風險。其中，A3-B1級別船舶係指具有A3(共分4級)級自主和合格操作員的船舶；A2-B0級別船舶係指具有A2(共分4級)級自主和合格操作員的船舶。由此可知，挪威船級社

(DNV GL)不僅研究純自主船技術方面的規範，另提供了影響自主船與社會(指工作條件等)間，涉及法律、安全管理策略等相關的貢獻。



圖10、挪威船級社(DNV GL)發布「MASS具體案例的風險及監管問題之研究」
資料來源: <https://www.emsa.europa.eu/publications/item/3892-safemass-study-of-the-risks-and-regulatory-issues-of-specific-cases-of-mass.html>

(三)挪威康斯伯格海事公司(Kongsberg Maritime)

挪威康斯伯格公司(Kongsberg Gruppen)是歐洲科技領域的領先者。旗下設有康斯伯格海事公司(Kongsberg Maritime)、康斯伯格國防及航太公司(Kongsberg Defence & Aerospace)及康斯伯格數位公司(Kongsberg Digital)，是一間專注開發先進技術，亦為在海運企業、合作夥伴和國家提供一個綜合解決方案的民間企業。其中，康斯伯格海事公司(Kongsberg Maritime)更是歐洲先進科技、設備及海事諮詢的供應商。例如，曾販售德國海軍可變螺距螺槳(Controllable Pitch Propeller Systems)系統、為蘇格蘭提供可伸縮鰭式穩定器(Retractable Fin Stabilisers)，及智慧船舶動態支援系統(An Intelligent and

Dynamic Decision Support System for Optimizing a range of Vessel Operation.)等，並發展無人化船舶混合動力、搜尋系統、船體結構及網路通訊等關鍵技術。值得一提的是，該公司於2019年4月完全收購英國勞斯萊斯(Roll-Royce)海事部門，將勞斯萊斯(Roll-Royce)過去參與的「先進自主水域貨運航行應用(AAWA)」計畫，及「下一世代的遙控及自主船舶(Remote and Autonomous Ships – The next steps)」白皮書等相關內涵等，完全納入康斯伯格海事公司(Kongsberg Maritime)內，並積極成為一間具有發展海事技術實力的世界級企業。

(四)挪威雅拉國際公司(Yara International)

挪威雅拉國際公司(Yara International)是一間以販售農業化肥為主體的民間企業。該公司成立的願景是以確保世界糧食得以供應無虞、克服經濟障礙、實現沒有飢餓的世界，並以保護地球為使命下，積極實現一個零排碳的食品經濟供應鏈。有鑑於本計畫先前所提，挪威境內多為高原、山地及冰河等，又海岸線非常曲折，是一個不適合開發陸運運輸的典型國家。因此，雅拉國際公司(Yara International)為減少每年可減少挪威境內40,000輛柴油卡車所運載化肥所排放的NO_x(氮氧化物)和CO₂(二氧化碳)，決定與康斯伯格海事公司(Kongsberg Maritime)於2017年合作開發世界上第一艘自主(Autonomous)、零排放(Zero Emission)的貨櫃船---雅拉比克蘭號(Yara Birkeland)。此外，並由康斯伯格海事公司(Kongsberg Maritime)和威爾森通運公司(Wilhelmsen)的合資企業Masterly公司進行遠程操控及管理。據資料顯示，雅拉比克蘭號船長80公尺、深12公尺米、橫梁14.8公尺，並以6.7 Mwh電池驅動兩個方位角推進器，以運載120個20英尺貨櫃，另以6節航速航行(最大可能的速度為10節)(如圖11所示)。

在雅拉比克蘭號技術方面，完全由康斯伯格海事公司(Kongsberg Maritime)提供遠程和自主操作所需的感測器和積體電路設計，以及電力推進、電池和控制系統等。該船自2017年開始規劃、試驗、下水、航行到2021年11月19日開始商轉的過程中，已受到國際高度關注。雖然該船仍處於遠端無人遙控(船上無人)，但該公司已規劃在商轉2年後逐漸完成全自主航行，以實現世界第一艘全自主電動推力貨櫃船舶(An Autonomous, All-Electric Container Ship)。



圖11、雅拉比克蘭號(Yara Birkeland)

資料來源：翻攝自網路 <https://www.yara.com/news-and-media/media-library/image-library/>

4.3 小結

英國海事與海岸警衛署(MCA)於2018年結合民間企業界、學術界等三方面，成立「海事自主化監理實驗室(MARLab)」，以幫助航運業提供創新的自主船技術。後續亦成立「海事自主化監理實驗室(MARLab)」及成立「海事未來技術 (MFT)」，以進行支援企業、進行監管變革、推動減排及發展自主創新技術等工作。此外，2017年2月，勞氏驗船協會發布「無人駕駛船舶系統規範 (UMS)」，並提供船舶建造商、供應商等相關造船業務手續、申請及保證的過程，以幫助自主船舶製造商根據既定框架設計、建造等，能達到與船旗國和當地監管機構可接受的認證水準。另一個重要工作則是英國海事協會成立的「英國海事自治系統監管工作組」，於2021年11月發布「自主船舶系統產業行為及

操作準則」，為英國海事自治系統監管工作組制定最新產業操作準則，並分為產業行為準則及操作準則等兩部分。就民間發展而言，勞斯萊斯(Roll-Royce)提出「先進自主水域貨運航行應用(AAWA)」計畫，務實解決阻礙自主船發展之有關經濟、社會、法律、監管和技術問題，並為下一代先進船舶提供解決方案、製定規範和初步船舶設計。更重要的是，勞斯萊斯所領導的AAWA計畫，於2016年提出「下一世代的遙控及自主船舶」白皮書，目的就海洋感知技術、自主航行、法規影響、安全及保全發展，以及市場對船舶的定義等，提出了許多重要的發展規劃，更有意義的是，這些重要規劃工作也同時獲得了許多船東和運營商的支持。

挪威為了成為自主船發展的領導者，以挪威海事局(NMA)及挪威海岸管理局(NCA)為首發展該國自主船工作。例如，以挪威海事局(NMA)、挪威海岸管理局(NCA)、挪威工業聯合會和SINTEF Ocean成立「挪威自主船舶論壇(NFAS)」，以致力發展該國自主船、國際運輸中的船舶工作之外，也尋求國際合作及建立許多國際合作和協議的機會。此外，挪威船級社(DNV GL)亦於2016年加入以勞斯萊斯(Roll-Royce)為主導的「先進自主水域貨運航行應用(AAWA)」，並且在該計畫中負責研究商業自主船的相關駕駛議題，並於2018年9月公布「自主和遠端遙控船舶指南(DNV-CG-0264 Autonomous and Remotely Operated Ships)」，並提供了影響自主船與社會（指工作條件等）間，涉及法律、安全管理策略等研究成果。另一方面，挪威康斯伯格海事公司(Kongsberg Maritime)及挪威雅拉國際公司(Yara International)於2021年實現自主船商轉，並以世界第一艘全自主電動推力貨櫃船舶(An Autonomous, All-Electric Container ship)進行自主船商業應用。

第五章 我國發展自主船安全管理之重要性

本章節說明我國發展自主船之現況，並比較我國與國際先進國家在自主船安全管理之發展差異，以凸顯我國發展自主船安全管理的重要性。

5.1 我國自主船管理之發展現況

我國於107年11月30日經立法院三讀通過「無人載具科技創新實驗條例」，目的是透過立法來鼓勵我國相關企業能投入資源於無人載具的創新應用。同時，在陸、海、空等領域應用方面，亦期望透過監理沙盒所營造的法規彈性空間，使無人載具創新應用的服務範疇、科技研發、創新想法、載具實驗與法規管理等能與時俱進。該條例主管機關目前由經濟部負責，主要參照美國、日本、新加坡等國針對無人載具發展所樹立實驗條例及規範。其中，與自駕(主)船相關方面，目前係由「財團法人船舶暨海洋產業研發中心(The Ship and Ocean Industries R&D Center, SOIC)」(以下簡稱船舶中心)負責主導[15]。

船舶中心結合財團法人工業技術研究院(以下簡稱工研院)、國家中山科學研究院(以下簡稱中科院)及財團法人資訊工業策進會(以下簡稱資策會)及相關產、官、學、研等單位於2019年1月成立「自動駕駛船舶產業聯盟」，目的是期望透過國內研究單位之跨域合作，發展自主船所需之船舶控制系統、全影像辨識系統、遠程無線通訊系統及自主船避碰系統等關鍵技術。到目前為止，我國已有兩件通過經濟部核准所進行的自主船實驗計畫，分別由「高雄市輪船股份有限公司」及「大鵬灣觀光遊艇股份有限公司」申請實船試驗。其中，相關技術支援仍由船舶中心協助提供，茲該計畫之實船試驗情形如下[16]:

1. 109年2月3日由高雄市輪船股份有限公司申請進行「太陽能船於高雄愛河河道自主航行實驗計畫」，該計畫進行自駕船(太陽能船舶)自主航行實驗。
2. 111年7月22日由大鵬灣觀光遊艇股份有限公司申請進行「高雄愛河至駁二臨海自駕船觀光服務實驗計畫」，該計畫進行7艘自駕船(約12公

尺太陽能船舶)觀光服務實驗。

經瞭解，上述兩項實驗計畫主要排除我國船員法第75-3條：「遊艇及動力小船應配置合格駕駛及助手，始得航行。但船舶總噸位未滿五或總噸位五以上之乘客定額未滿十二人者，得不設助手。」；第84-7條之第1項「遊艇或動力小船所有人違反第七十五條之三規定擅自開航者，處新臺幣八千元以上四萬元以下罰鍰，並命其立即改善；未改善者，處違法船舶三十日以下之停航；一年內違反三次者，處違法船舶六個月以下之停航。」，及第84-7條之第2項「遊艇或動力小船所有人有包庇、唆使或以其他非正當方法使遊艇、動力小船駕駛或助手偷渡人口者，處新臺幣三萬元以上十五萬元以下罰鍰，並處違法船舶三十日以下之停航；一年內違反三次者，處違法船舶六個月以下之停航。」等3條船員法。從上述做法看來，現階段的發展自主船之困難點之一，仍在於法規的監理層面限制。然而，因為現行無人載具條例與現行法規抵觸，未來如果能先就沙盒實驗累積豐富經驗後，並逐步檢討相關監理規範，相信必能為我國奠定自主船的穩固發展基礎。

此外，從船舶中心於111年8月30日交通部航港局舉辦之座談會所提出之簡報(如圖12所示)可知，日前在高雄愛河進行的「愛河循環線」實船計畫，未來將擴展到「點對點接駁」，以配合高雄市政府規劃需求所增設接駁點位，擴大愛河營運服務的範圍，也進一步實現我國自主船商轉目標。

愛河沙盒與實證運行計畫

財團法人船舶暨海洋產業研發中心
SOIC Ship and Ocean Industries R&D Center



圖12、財團法人船舶暨海洋產業研發中心(SOIC)之愛河沙盒與實證運行計畫
資料來源:船舶中心(SOIC) 於111年8月30日交通部航港局簡報

我國另外一個發展自主船的重要里程碑為財團法人中國驗船中心 (CR Classification Society)於2018年12月公布之「海上自主水面船舶準則(Guidelines for Maritime Autonomous Surface Ship)」。該準則依照國際海事組織(IMO)MASS之4個等級而設計，並共分為9章，以提供國內航商依據該準則規定向該中心申請自主船認證。其該準則內容分別為通則(General)、船舶結構(Structure)、船舶穩度(Stability)、船舶控制系統(Control System)、船舶電力系統(Electrical systems)、導航系統(Navigation Systems)、推進與操控系統(Propulsion and Manoeuvring)、消防系統(Fire)及輔助系統(Auxiliary Systems)等。此外，該中心另於2020年2月發布「智能船準則(Guidelines for Smart Ships 2020)」。經比較「海上自主水面船舶準則」與「智能船準則」發現，智能船準則較不強調船舶

的自主程度，而是希望藉由感測器、通信技術、物聯網及網路通信等技術應用到全船的操船面向。另對於該準則定義之智能船舶的功能包括，智能導航、智能船體、智能機械、智能能效管理、智能貨物管理、智能整合平臺、遠程控制及自主操作等重要部分，以朝向輔助決策過程到自主操作過程之間的發展趨勢。

5.2 我國與國際自主船安全管理之發展差異

有鑑於國際海事組織(IMO)、歐盟(EU)、英國及挪威等國致力發展自主船的應用發展而言，已知自主船所涉及的安全管理工作，皆發布許多重要的準則、指引、研究或報告等。而我國為與國際接軌，亦發展出許多重要法規條例，並結合相關產官學研相關機構成立自主船發展組織，及發布自主船技術指引及認證規範等工作。因此，本節將就我國發展現況與國際先進國家作一簡要比較，以釐清我國與該兩國的發展差異。然而，為聚焦於本計畫所探討之「自主船之安全管理」之現況，本計畫簡要進行6項發展項目。表示內容如表1所示。有關比較說明如下：

1. 項次1部分：從英國與挪威所主導自主船的工作中可發現，兩國皆以航政監理機關做為主要自主船政策主導者，並且由航政監理機關結合地方企業、泛官方機關(如驗船協會等)進行自主船的發展。就我國方面，我國目前由經濟部就陸、海、空等領域主導無人載具政策。有關自主船相關工作，目前由委由船舶中心負責。
2. 項次2部分：英國過去由勞斯萊斯(Roll-Royce)海事部門做為民間企業的指標者，另挪威為成為自主船領先者，除有世界一流企業康斯伯格海事公司(Kongsberg Maritime)及雅拉國際公司(Yara International)外，康斯伯格海事公司更收購勞斯萊斯(Roll-Royce)海事部門，以成為國際自主船領先者。因此，經比較英國、挪威及我國在民間企業的企圖心發現，我國雖有高雄市輪船股份有限公司及大鵬灣觀光遊艇股份有限

公司進行實船試驗，若如能吸引更多資通訊知名企業加入，我國發展自主船腳步將有機會加速。

表 1、英國與挪威發展與自主船安全管理相關之工作

項次	自主船發展項目	英國	挪威
1	由國家單位為首的自主船政策主導者	海事與海岸警衛署 (MCA)	挪威海事局(NMA)及海岸管理局(NCA)
2	民間發展自主船項目之重要組織	勞斯萊斯(Roll-Royce) 海事部門(2019年4月被康斯伯格海事公司收購)	康斯伯格海事公司 (Kongsberg Maritime)及雅拉國際公司(Yara International)
3	成立相關研究自主船監管政策之主要單位	海事自主化監理實驗室 (MARLab) (2020年9月結束)及海事未來技術 (MFT)	挪威自主船舶論壇(NFAS)
4	實船試驗範例	自主船五月花號 (Mayflower Autonomous Ship)	雅拉比克蘭號(Yara Birkeland)
5	發展自主船舶技術規範	勞氏驗船協會「無人駕駛船舶系統規範(LR Code for Unmanned Marine Systems, UMS)」	挪威船級社「自主和遠端遙控船舶指南(DNV-CG-0264 Autonomous and Remotely Operated Ships)」
6	出版自主船監管準則或報告之重要研究	英國海事協會(Maritime UK)發布「自主船舶系統產業行為及操作準則(BEING A RESPONSIBLE INDUSTRY - Maritime Autonomous Ship Systems (MASS) UK Industry Conduct Principles and Code of Practice)」	挪威船級社(DNV GL)發布「MASS具體案例的風險及監管問題之研究(SAFEMASS Study of the Risks and Regulatory Issues of Specific Cases of MASS)」

3. 項次 3 部分：英國與挪威兩國皆各自成立研究自主船監管政策單位。例如，英國在成立海事自主化監理實驗室(MARLab)後，賡續成立海事未來技術 (MFT)，以進一步利用自船技術來彌補法規監理不足的部分。挪威也藉由挪威自主船舶論壇(NFAS)作為國際合作的平臺，結合歐洲數十國為自主船研究提供討論和技術合作媒介。而我國也在船舶中心的主導下成立「自動駕駛船舶產業聯盟」，以進一步研擬我國產官學研之未來自主船發展目標。
4. 項次 4 部分：英國有完成大西洋航程的自主船五月花號(Mayflower Autonomous Ship)，挪威有刻正商轉的雅拉比克蘭號(Yara Birkeland)。我國在此方面有船舶中心分別在 109 年 2 月由高雄市輪船股份有限公司進行太陽能自駕船航行實驗，及 111 年 7 月由大鵬灣觀光遊艇股份有限公司申請進行太陽能自駕船 7 艘觀光服務實驗。
5. 項次 5 部分：英國由勞氏驗船協會發布「無人駕駛船舶系統規範(LR Code for Unmanned Marine Systems, UMS)」，挪威由挪威船級社公布「自主和遠端遙控船舶指南(DNV-CG-0264 Autonomous and Remotely Operated Ships)」。我國亦有中國驗船中心於 2018 年 12 月公布之「海上自主水面船舶準則(Guidelines for Maritime Autonomous Surface Ship)」。
6. 項次 6 部分：英國與挪威兩國相繼出版自主船安全監管準則或報告之重要研究。例如，英國海事協會(Maritime UK) 發布「自主船舶系統產業行為及操作準則(BEING A RESPONSIBLE INDUSTRY - Maritime Autonomous Ship Systems (MASS) UK Industry Conduct Principles and Code of Practice)」，挪威船級社(DNV GL)發布「MASS 具體案例的風險及監管問題之研究(SAFEMASS Study of the Risks and Regulatory Issues of Specific Cases of MASS)」。

整體而言，我國在上述 6 項比較中，除項次 6 尚未有具體的成果外，其餘項目雖具備，但就規模、分工、主導層級等而言，與該兩國有些程度上的差異

(如圖 13 所示)。例如，就分工及主導層級而言，英國由航政監理機關專責主導自主船發展。發展規模以民間企業為例，過去有勞斯萊斯(Roll-Royce)海事部門進行開發。值得一提的是，就我國而言，我國未有對於自主船安全監管準則或報告等提出相關規範及方向。由於此等內容多涉及安全監管、風險分析、發現潛在威脅等重要工作，對於極力發展自主船相關領域的我國而言，應再加強此面向相關研發工作。

我國與英國、挪威發展與自主船安全管理相關之工作				
項次	自主船發展項目	英國 	挪威 	我國 
1	由國家單位為首的自主船政策主導者	海事與海岸警衛署(MCA)	挪威海事局(NMA)及海岸管理局(NCA)	107年「無人載具科技創新實驗條例」由經濟部負責。
2	民間發展自主船項目之重要組織	勞斯萊斯(Roll-Royce) 海事部門(2019年4月被康斯伯格海事公司收購)	康斯伯格海事公司(Kongsberg Maritime)及雅拉國際公司(Yara International)	「財團法人船舶暨海洋產業研發中心(SOIC)」負責主導自主船發展。
3	成立相關研究自主船監管政策之主要單位	海事自主化監理實驗室(MARLab) (2020年9月結束)及海事未來技術 (MFT)	挪威自主船舶論壇(NFAS)	2019年1月成立「自動駕駛船舶產業聯盟」。
4	實船試驗範例	自主船五月花號(Mayflower Autonomous Ship)_完成航行大西洋航程。	雅拉比克蘭號(Yara Birkeland)_目前已商轉。	109年2月由高雄市輪船股份有限公司進行太陽能自駕船航行實驗。 111年7月由大鵬灣觀光遊艇股份有限公司申請進行太陽能自駕船7艘觀光服務實驗。
5	發展自主船舶技術規範	勞氏驗船協會「無人駕駛船舶系統規範(LR Code for Unmanned Marine Systems, UMS)」	挪威船級社「自主和遠端遙控船舶指南(DNV-CG-0264 Autonomous and remotely operated ships)」	中國驗船中心(CR Classification Society)發布2018年12月公布之「海上自主水面船舶準則(Guidelines for Maritime Autonomous Surface Ship)」。
6	出版自主船監管準則或報告之重要研究	英國海事協會(Maritime UK)發布「自主船舶系統產業行為及操作準則(BEING A RESPONSIBLE INDUSTRY - Maritime Autonomous Ship Systems (MASS) UK Industry Conduct Principles and Code of Practice)」	挪威船級社(DNV GL)發布「MASS具體案例的風險及監管問題之研究(SAFEMASS Study of the risks and regulatory issues of specific cases of MASS)」	

圖 13、我國與英國、挪威在自主船發展之差異

5.3 自主船安全管理之發展範例

從前述一節所討論的比較結果可發現，我國在發展自主船的規模、分工及主導層級等而言仍與國際有顯著差異。唯一較為缺乏自主船的是對我國船員、

船舶、航行環境及安全管理之風險評估方面的工作。然而，有鑑於國外發展實船試驗的工作中，可從中累積許多自主船實務經驗，而在我國雖在此部分較為缺乏，但是為了因應未來自主船實現後，仍須具備一套有效的安全管理模式。因此，本節嘗試以情境模式，協助讀者從中理解自主船安全管理中的重要項目及脈絡。目的是希望藉由自主船海事案件的發生為例，從中理解自主船管理的相關風險及威脅，以及自主船管理的脈絡及邏輯方式，以釐清建立自主船管理的重要性。本計畫主要係利用管理方法中較常見的錯誤樹分析 (FTA)，試圖以由上往下的演繹式分析方法，結合布林代數邏輯串接相關事件，以分析系統中較為根本的錯誤原因。

【情境說明】

20xx 年 3 月 27 日 1255 時，由基隆港(Keelung port)開往韓國釜山港(Busanhang Port)的我國籍自主船 D2 等級之散裝貨輪(有人在船，經由驗船中心認證)(以下簡稱 MASS 船)，與由韓國瑞山港(Daesan Port)駛往基隆港途中的巴拿馬籍韓遠鹿特丹號貨櫃輪(M/V HMM ROTTERDAM)(以下簡稱傳統船)，在臺灣基隆港外 25.185212 N，121.739649E 處，發生自主船與傳統船碰撞事故。並經交通部航港局進行事故調查結果之一為：「MASS 船在通過擁擠海域處時佔用到西向航路時，MASS 船駕駛台僅有一名具有船副資格船員值班，瞭望人員嚴重不足，一直到船舶發生碰撞的前 10 秒內，該船值班船員也都未察覺到傳統船在側。因此，MASS 船在未採取正規瞭望、提早採取與傳統船的避讓處置，為導致兩船發生碰撞事故的主要原因之一。」

從上述的情境說明中，導致 MASS 船碰撞到傳統船的原因不只是「未遵守瞭望規定」，其他原因還包括：「船員過度依賴自主船系統」、「船員不熟悉系統操作」、「船員過度自信」及「船員在值班時的安全文化差異」等。而本計畫利用這些原因，配合錯誤樹分析(FTA)管理方法，進行由上而下的演繹式分析。有鑑於導致海事事故發生原因眾多複雜，且本計畫分析目的在於強調說明自主船安全管理的重要性。因此，本計畫僅就「未遵守瞭望規定」為例進行以下說明，如圖 14 所示：

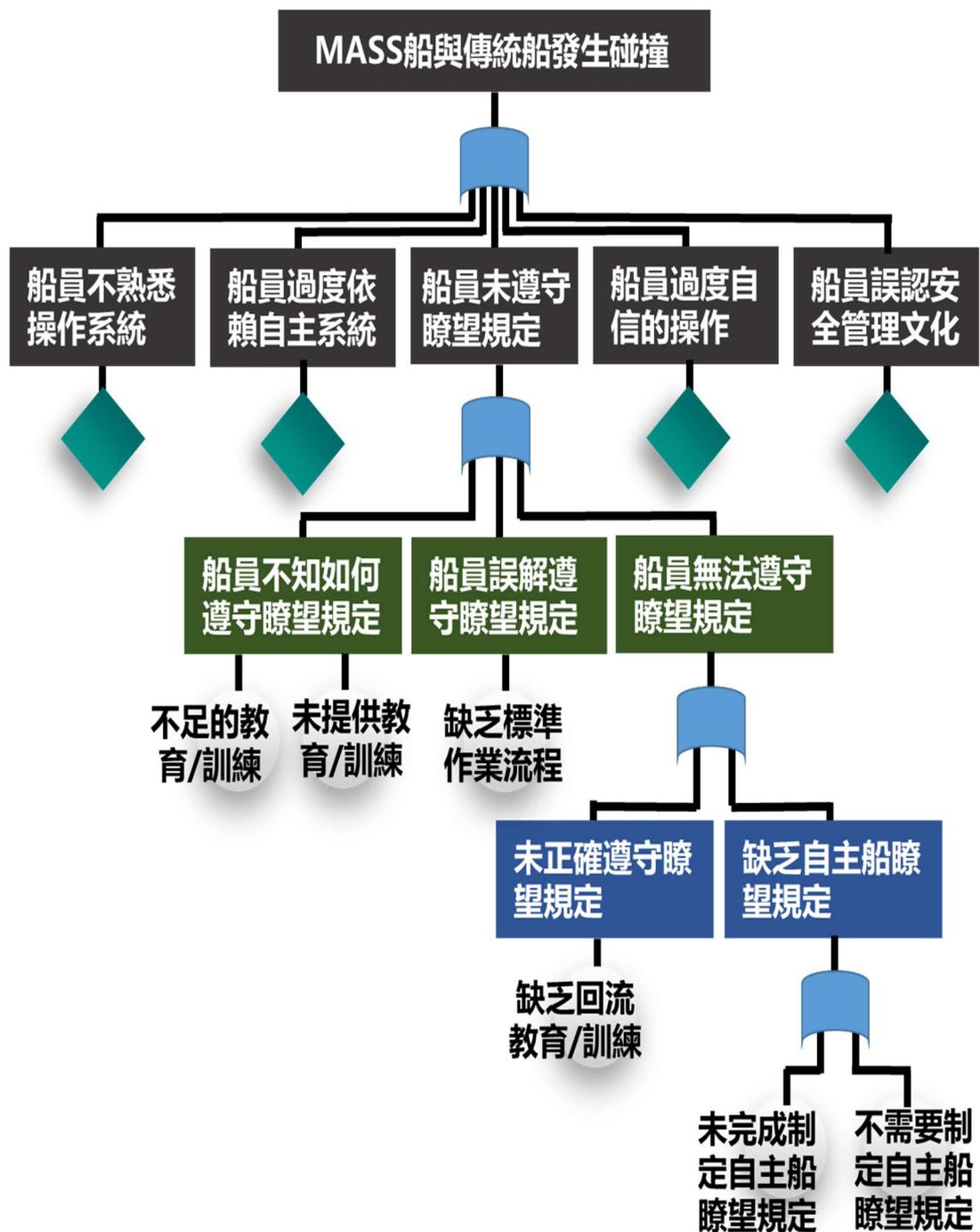


圖 14、自主船與傳統船在擁擠海域發生碰撞設定情境分析

從以上的案例可預測，自主船與傳統船在擁擠海域發生碰撞的機會，將可能在不久的未來中發生。此議題除了延續傳統船與傳統船既有的碰撞風險外，

未來自主船在擁擠海域航行將有可能與傳統船發生類似碰撞事故。爰此，本計畫因關注到此問題將在未來發生，便研析說明類似情境，以凸顯自主船安全管理的重要性。例如，從本情境中可發現，在具有等級 D2 的 MASS 船中所發生的碰撞事故，經錯誤樹的分析下，大致上可以歸類幾項重要工作，其說明如下：

1. 在船員不知道該如何遵守 MASS 瞭望規定中，應該提供船員在 MASS 船舶瞭望的訓練及教育，以及提供足夠的資訊，以避免可能因為船員過度依賴自主船系統的因素中導致船舶碰撞。
2. MASS 船的船員也可能因為誤解 MASS 船舶的瞭望規定，而導致自主船發生傳與船的碰撞，甚至發生在外海擱淺的事件。因此，提供完整、可執行的標準作業流程亦是可行的方案。
3. 在船員無法遵守 MASS 船瞭望規定的因素下，MASS 船員也應該有再教育及再訓練的培育機制，並提供相關參考範例，以避免類似情形發生。此外，也應該制定有效的 MASS 法規規定，以提供船員有正確的瞭望工作態度。

由以上可知，在尚未有標準的 MASS 船舶瞭望規定之下，制定自主船安全管理標準作業似乎成為一份刻不容緩的工作。此外，從分析中發現，如果不制訂相關 MASS 船舶瞭望規定等，未來發生事故的機會將持續存在。另一方面，從本計畫的情境分析模式也發現，相關的分析工作還尚未結束。未來仍有許多工作仍必須持續進行。例如，除針對人員因素外，往後還有船舶因素、環境因素、法規因素的管理因素，彼此環環相扣、不易切離[17]。但不論如何，從以上的分析中可體認到自主船安全管理的重要性。雖然曾有人質疑這樣的情形將無法在近 3 年、甚至 5 年內發生。但隨著聯合國國際海事組織(IMO)將在 2024 年實施非強制性(Non-mandatory)自主船規範(MASS Code)，及 2028 年同步實施強制性(Mandatory)自主船規範等工作下，我國未來在面對 MASS Code 前，應於即刻做好相關準備，為往後的自主船提供安全、可靠、無害環境、高效和可持續的航運環境。

5.4 自主船安全管理之風險對策

有鑑於發展自主船安全管理工作刻不容緩，相關新興風險又將逐漸衍生，因此，接踵而來的問題便是，如何針對這些問題而提出因應對策。從許多研究顯示，為確保自主船的航行得以安全，以及降低潛在的航行風險，最重要的工作莫過於提出適合的解決對策[18]。然而，本計畫認為在我國尚未發展出一套適合我國的自主船安全管理準則或標準規範之前提下，目前仍有許多工作可進行。此外，對於提出解決對策而言，一般可從船員、船舶、環境、管理或法規等不同研究領域中取得思索方向。因此，為初步討論自主船的風險範圍，本計畫將對於前述所提對策進行以下之說明。

1. 具有可靠的軟硬體設施

自主船航行需仰賴高科技船載系統。一般而言，除網路、對外通訊系統外，完成自主船航行須從自主導航系統、船舶監控系統及電力推進系統等三部分同時進行。因自主導航系統涉及 AIS、GPS、電子海圖、氣象及水文資訊系統等，更中要的是還必須包含人工智慧系統、大數據及船聯網等功能[19]，以及船舶監控系統之船舶雷達、紅外線及光達偵測系統。除此之外，包含機艙系統監控、監視設備健康狀態等，亦是船舶監控系統的發展重點。另對於電力推進系統而言，則包含電力供給系統、船舶推進系統及電力監控系統等。爰此，綜括以上三部分之相互依賴性極高，並要求彼此之間須保持極高的運作準確性及即時性等，如欲獲得以上極高要求的船載設備系統，並應付在擁擠海域、惡劣天氣中的自主船航行時，則有賴許多船舶軟硬體設計公司，致力於發展高度優化的自主船船載系統。

2. 完善的網路防範措施

儘管發展自主船船載系統仍有許多工作需持續努力，但在自主船尚未普遍航行於公海前，網路問題也是一個新衍生的重要因素。其中涉及控制不穩定的船舶人工智慧系統、無人職守船橋或機艙控制室的失控風險等。而為了要具體解決這些問題，除了進行衛星通訊、衛星網路對自主船岸際與船際相互管理

的影響外，著手針對在公海上航行的船舶通訊科技也非常重要。例如，隨著應用衛星網路的普及率越高的情況下，提升網路管理及效能，並加強自主船使用衛星網際網路的監管手段及強度，也是刻不容緩的工作要項之一[20]。如此，才得以有效減低自主船遭受網路駭客之攻擊，避免導致船舶遭受奪船、破壞及竊取財物之風險。

3. 擁擠海域航行的管理方法

擁擠海域航行是傳統船與自主船共有的風險性問題。事實上，這個風險是無法避免的。從擁擠海域的角度探討自主船所定義的四個自主等級來看，未來自主船與傳統船將同時出現在同一片海域上進行航行作業[21]。例如，可以想像到的是，在一片擁擠海域上，各種不同類型船舶在交織穿梭的過程中，如何能夠確保船舶航行安全並降低風險是一個極大的挑戰。很顯然的是，像這樣混合航行的研究，目前仍未受到廣泛的討論。在許多先進國家對於這一方面的探討也相對稀少。因此，為了有效因應這類的問題，未來仍需具備有效的管理方式、船舶規格及法律規範等，才可能在混合航行中確保各類船舶的航行安全。

4. 加強船員的專業訓練

提升船員教育及訓練一直都是海事運輸中最關鍵的工作。儘管自主船以無人、自駕等字眼屏除了船員在船上工作的目標，但「人」仍是自主船發展的重點。從許多研究上可知，自主船的發展雖然減少了船員，但也可能造就了更高水準的船員，並為海運環境造就更多就業機會。因此，在未來船員教育方面，船員除具備航海教育背景外，亦須提升熟知資訊相關的知識廣度和深度，並且對於國際公約和相關法規面的訓練及教育要求亦會更加嚴格。因此，為自主船操船的人員制定專門培訓課程將會成為一種趨勢。由此可知，為避免因人員錯誤而導致的海事案件，又必須避免自主船因無人所衍生的新風險之際，自主船從業人員所需知識結構勢必產生了極大的改變。

5. 具備處理傳統船的既有風險

從 Rodseth 所提出船舶既有的 5 種風險，以及國際海事組織(IMO)「監管範圍之界定行動 (RSE)」、歐盟海事局(EMSA)委託挪威船級社(DNV. GL)進行的 SAFEMASS，甚至於相關研究學者所提出的傳統船舶及自主船舶的既有風險而言，儘管這些研究工作已清楚且完整定義自主船涉及的風險範圍，但這些問題仍實難獲得完全解決。其最主的關鍵問題在於自主船事故數極少，例如，自主船遭受碰撞、擱淺、沉沒或觸礁的關鍵資料。事實上，這些問題其實仍來自於傳統船舶的既有問題，只是當自主船發展後，這些問題本質可能由船上的船員轉移到岸際操控中心的控制人員。因此，未來自主船如欲具備處理相關風險，首要任務應當廣泛進行自主船事故模擬資料，並利用傳統船舶事故資料進行分析、研判及提出對策以減少自主船既有的風險。

由前述的因應對策來看，雖然無法完全降低自主船所帶來的潛在風險，但仍有許多研究機構、先進國家及相關文獻都提出設法維持自主船安全航行的目的。說明理由其實很簡單，但卻不容易達成。例如，從法規限制所帶來的風險來看，目前除了極少數先進國家有辦法將自主船成功航行於公海上、港區內或海氣象不穩定的區域外，其餘國家目前都還未能取得自主船航行的重大突破。縱使這些先進國家對已成功進行實船航行試驗或商轉，但國際公約仍然限制了這些先進國家將自主船航行在公海上的目標。因此，國際海事組織(IMO)如何就「海上人命安全公約(SOLAS)」、「防止船舶污染國際公約(MARPOL)」及「國際海上避碰規則(COLREGS)」等重要公約，做出重要的修改決定，以實現自主船航行於公海上的目標，將是國際海事組織(IMO)重要的工作。就本計畫認為，我國除持續掌握國際公約之際，進行檢視我國法規影響，則成為一項重要工作[22]。另著手強化船舶通訊、網路資訊及感測元件系統等技術方面，將有助於將我國自主船舶技術推升至國際水準。

5.5 專家座談會之建議

本計畫為進一步探討海上自主水面船舶(MASS)之安全管理現況與未來發展之研究方向、議題及需求，於 111 年 11 月 4 日辦理專家學者座談會(如附錄

1), 簡述當日會議重點如下：

1. 在未來自主船發展過程中，MASS Degree 1 自主程度方面的船舶，將附加越來越多相關科技設施，但對與船員數目是否會越少仍有待商榷。
2. 因自主船的發展涉及許多國際公約，且影響法規種類極為複雜。因此，預料未來自主船的規範發展將朝向制定單一的 MASS CODE 為主。但 MASS CODE 會如何規範，則是未來要持續掌握的重點。
3. 國際先進國家都極為積極發展自主船，目的乃是希望取得海運技術的領先地位。但反觀我國發展自主船的定位在哪裡？這也值得我們仔細思考。
4. 因自主船的應用非常廣泛，但如何聚焦我國優先發展的方向等則可能為當務之急。因此，未來本計畫如能提供我國優先發展自主船的重點方向，則會有顯著的貢獻。
5. 因自主船可發展的議題、應用非常多。因此，應思考未來我國優先發展的方向則較為迫切。此外，未來我國發展自主船時，可先就離島船舶做為優先發展對象。另有關於未來他國自主船航行至我國海域時，我國的管理因應對策為何？也是未來值得研究的重點。

綜述以上 5 點結論可知，我國未來發展自主船工作項目中應可歸納下列 2 點說明：

1. 自主船的發展將可能在未來的海運環境中實現，而我國即將面對第一個的現實是面臨附加越來越多相關科技設施的 MASS Degree 1 自主程度方面的船舶。而這些自主船在駛向我國港區或海域時，我國則應提早有相關航政監理規範，並且應提早進行風險評估工作，以確保我國海域之船舶安全。由此可知，提早進行規劃我國自主船舶安全管理規範是重中之重的工作。
2. 有關自主船涉及繁雜的國際公約議題而言，國際海事組織已確定在 2024 年實施非強制性(Non-mandatory)自主船規範(MASS Code)，及 2028 年同步實施強制性(Mandatory)自主船規範。此作法將有助於各國政府降低思索「海

上人命安全公約(SOLAS)」、「防止船舶污染國際公約(MARPOL)」及「國際海上避碰規則(COLREGS)」等重要公約對於發展自主船的限制。並且因自主船規範(MASS Code)將統一進行規範，未來我國在發展自主船的定位上，應儘快思索我國未來自主船發展工作內容，以朝向更穩健、更有效率及更安全的自主船發展方向進行。

5.6 小結

1. 我國目前發展自主船的主導單位係由船舶中心(SOIC)負責，並在「無人載具科技創新實驗條例」下已進行兩項實船試驗計畫。此外，我國驗船中心(CR)亦依據國際海事組織(IMO)之 4 個自主化船舶等級設計內容，於 2018 年公布「海上自主水面船舶準則(Guidelines for Maritime Autonomous Surface Ship)」。該中心另於 2020 年 2 月發布「智能船準則(Guidelines for Smart Ships 2020)」，目的係以利用感測器、通信技術、物聯網及網路通信等技術逐步應用到全船的應用，以朝輔助決策到自主操作的方向發展。
2. 經我國與英國、挪威兩國比較而言，我國除了在「出版自主船監管準則或報告之重要研究」項目中較卻乏之外，其餘如「實船試驗範例」或「發展自主船舶技術規範」等都已著手相關工作。惟就規模、分工、主導層級等而言，與該兩國有些程度上的差異。值得一提的是，從英國、挪威兩國已就自主船監管準則或報告出版了相關文件之後，顯見，英挪兩國除了發展自主船之技術、經濟議題外，有關安全管理、風險評估及因應策略等亦認為是另一件非常重要的工作。因此，我國如何在發展自主船工作的過程中，能同時兼顧發展科技、實船試驗、風險評估及安全管理等工作，將是一件重中之重的工作。
3. 本計畫已藉由情境模式，協助從中理解自主船安全管理中的重要項目及脈絡，以釐清建立自主船管理的重要性。本計畫參考管理方法中較常見的錯誤樹分析(FTA)，試圖以由上往下的演繹式分析方法，結合布林代數邏輯串接相關事件，以分析系統中較為根本的錯誤原因。經發現，藉由錯誤樹

由上而下的分析過程，制定自主船安全管理標準作業則是一件刻不容緩的工作。例如，除針對人員因素外，後續有關船舶因素、環境因素、法規因素的管理因素等，彼此環環相扣、不易切離。由此可知，從以上的分析結論中皆可體認到發展自主船安全管理的重要性。

4. 經參考國內外相關文獻及國內外發展現況時發現，本計畫認為在我國尚未發展出一套適合我國的自主船安全管理準則或標準規範的前提下，未來仍有許多工作可以進行思考。例如，依船員、船舶、環境、管理或法規等不同研究領域之衍生相關新興風險可思考「具有可靠的軟硬體設施」、「完善的網路防範措施」、「擁擠海域航行的管理方法」、「加強船員的專業訓練」及「具備處理傳統船的既有風險」等，自主船安全管理工作之方向。
5. 經本計畫辦理之專家座談會之建議可知，對於未來 MASS Degree 1 等級的自主船駛向我國港區或海域之前，我國則應提早有相關航政監理規範，並且應提早進行風險評估工作，以確保我國海域之船舶航行得以安全。此外，為因應國際海事組織(IMO)於 2024 年實施非強制性(Non-mandatory)自主船規範(MASS Code)，及 2028 年同步實施強制性(Mandatory)自主船規範下，未來我國在發展自主船的定位上，應儘快思索我國未來自主船發展工作內容，以期朝向更穩健、更有效率及更安全的自主船發展方向進行。

第六章 結論與建議

本章節綜整國際自主船發展情形，並以國際海事組織(IMO)、歐盟(EU)及國際先進國家發展自主船之實際運作情形為基礎，說明我國在自主船安全管理上的未來應用及方向，主要結論及建議如下。

6.1 結論

- (一) 國際海事組織(IMO)於1964年即討論船舶自動化議題，隨後歐盟(EU)於2007年也進行探討有關無人化船舶的相關議題，並在2012年啟動世界第一個自主船計畫--「海上無人航行智慧型網路計畫(MUNIN)」。此外由於自主船議題逐漸獲得國際海事組織(IMO)、歐盟(EU)及國際先進國家的高度重視，後續國際海事組織(IMO)則進行了「自主船定義」、「自主船4個等級」及「監管範圍之界定行動 (RSE)」項目等重要工作。尤其是RSE工作涉及有關自主船航行準則、法規規範及操作指引等複雜面向，爰國際海事組織(IMO)及歐盟(EU)也已進行相關監管工作。因此不論自主船技術如何發展，國際海事組織(IMO)及歐盟(EU)所著手進行自主船相關研究及可行性評估工作，將是影響各國未來發展自主船安全管理的關鍵因素。
- (二) 自主船在海上航行一直有著不可避免的風險，雖然在此風險尚未完全避免的情況下，自主船航行仍是勢在必行的國際發展趨勢。因此，發展自主船所衍生的新風險，與一般傳統船的既有風險之間的影響就格外令人關注。例如，自主船與傳統船同樣面臨「人為錯誤判斷下所導致的碰撞風險」及「在能見度極低的氣候中所導致的碰撞、擱淺等風險」等。但無論新穎性風險將如何衍生或避免，持續探討、發掘、降低自主船風險性等工作，將被視為實現自主船的主要挑戰。
- (三) 英國海事與海岸警衛署(MCA)於2018年結合產業界、學術界進行自主船發展工作，以支援企業、進行監管變革、推動減排及發展自主

創新技術等工作。另勞氏驗船協會發布「無人駕駛船舶系統規範(UMS)」之目的，係提供船舶建造商、供應商等相關造船業務手續、申請及保證的參考，並幫助自主船舶製造商根據既定框架設計、建造等，以達到與船旗國和當地監管機構可接受的認證水準。另英國為了務實進行自治系統監管工作，亦於2021年發布「自主船舶系統產業行為及操作準則」，為英國海事自治系統監管工作組制定的產業操作準則。

- (四) 挪威海事局(NMA)及挪威海岸管理局(NCA)為扶植挪威自主船產業，以成立「挪威自主船舶論壇(NFAS)」方式，來發展自主船相關工作，並且也藉由該平臺來尋求國際合作及建立國際協議的機會。此外，挪威為提供自主船與社會(指工作條件等)間所涉及法律、安全管理策略等相關的貢獻，於2016年加入以勞斯萊斯(Roll-Royce)為主的「先進自主水域貨運航行應用(AAWA)」計畫中，負責研究商業自主船駕駛的議題。隨後，於2018年完成並公布「自主和遠端遙控船舶指南(DNV-CG-0264 Autonomous and Remotely Operated Ships)」，為自主船商業應用提供具體的航行安全參考規範。
- (五) 我國目前自主船發展工作以船舶中心(SOIC)為首，並在「無人載具科技創新實驗條例」下已進行兩項實船試驗計畫。另我國驗船中心(CR)於2018年公布「海上自主水面船舶準則(Guidelines for Maritime Autonomous Surface Ship)」，及2020年發布「智能船準則(Guidelines for Smart Ships 2020)」，目的係進一步實現我國自主船商轉目標。此外，經我國與英國、挪威兩國比較可知，我國如何在發展自主船的過程中，能同時兼顧發展科技、實船試驗、風險評估及安全管理等，則是一件重中之重的作品。
- (六) 本計畫利用錯誤樹分析(FTA)法來釐清建立自主船管理的重要性。經發現，除了針對人員因素來進行安全管理外，其他有關船舶因素、環境因素、法規因素及管理因素等，彼此影響環環相扣、不易個別

處理。爰此，利用錯誤樹分析(FTA)是一種可供擬訂未來自主船安全管理方法重要的方法之一。

- (七) 在我國尚未發展出一套適合我國的自主船安全管理準則或標準規範的前提下，我國未來可思考船員、船舶、環境、管理或法規等不同研究領域所衍生之相關新興風險面向。尤其是，經本計畫辦理之專家座談會所取得之建議可知，提早進行相關自主船之航政監理規範，並著手自主船風險評估工作，以及思索未來我國在發展自主船的定位，皆是一系列非常急迫的工作項目。

6.2 建議

- (一) 發展我國自主船航政監管準則或相關規範

經本計畫比較我國、英國及挪威在自主船安全管理工作中發現，挪威船級社(DNV GL)早在2020年發布「MASS具體案例的風險及監管問題之研究」，英國海事協會(Maritime UK)亦於2021年發布「自主船舶系統產業行為及操作準則」。該兩國皆一致認為，提供經由識別不同程度的自主船所帶來的新風險和監管差距等建議，將有助於自主船發展朝向更穩健、更有效率及更安全的方向進行。爰此，建議我國航政監理機關及中國驗船中心等，參考該兩國所公布之新風險及監管問題等工作方向及精神，著手盤點我國發展自主船之風險影響及衝擊等工作，以即早瞭解自主船未來航行安全的風險範圍及影響程度。

- (二) 研擬我國自主船安全管理之因應策略

儘管相關研究已探討自主船之風險、潛在威脅等因素，並也有相關文獻研擬如何降低自主船所涉及的風險程度，惟自主船之風險、潛在威脅仍難獲得完全的釐清。因此，為能減少自主船航行於我國海域時所衍生之新風險及新威脅，建議首要任務應廣泛蒐集自主船所涉及船員、船舶、航行環境、國際法規之風險管理議題，同時考量我國發展情勢、條件及策略方向，提出我國安全管理之因應對策，以協助我

國航政監理能逐步勾勒出我國自主船未來發展之工作項目及內涵。

(三) 提升我國發展自主船工作之安全管理規模

從英國、挪威所主導的自主船發展工作可見，兩國皆以航政監理機關做為主要自主船政策主導者，並且由航政監理機關結合地方企業、泛官方機關(如驗船協會等)進行自主船的技術、經濟及管理發展。就我國而言，目前係由經濟部就陸、海、空等領域主導無人載具政策，並委由船舶中心負責發展自主船工作。經比較英國及挪威可知，我國產業規模、政企分工、自主船主導層級等，皆與該兩國存有發展規模上的差異，且該工作涉及複雜的權責分工。因此，在國際自主船快速發展的情況下，建議我國可先廣泛結合民間國際級企業加入自主船開發，以蓬勃我國自主船產業鏈，後續將可再探討相關政府主導層級、政企分工等議題，以使我國與國際自主船發展與時俱進。

(四) 提早研擬自主船安全管理行動方案

經本計畫辦理之專家座談會的建議可知，與會專家認為未來自主船將會駛向我國港區或領海，我國應提早訂定相關航政監理規範，並且應提早進行風險評估工作，以確保我國海域之船舶航行安全。此外，有鑑於國際海事組織(IMO)已確定在2024年實施非強制性(Non-mandatory)自主船規範(MASS Code)，及2028年同步實施強制性(Mandatory)自主船規範之際，未來我國在發展自主船所扮演的角色，以及航政監理機關如何確保自主船航行安全等將是重要的工作。因此，建議航政監理機關依國際自主船發展趨勢，逐步研提我國自主船安全管理行動方案，並依發展議題之輕重緩急，研析未來發展項目之優先順序。

參考文獻

1. MUNIN. 2016. Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks.
2. 張開國、葉祖宏、陳希敬、鄭信鴻、方福樑、徐國裕、張文哲、歐陽寬、林彥宏，「載客船舶航行作業相關危險情況資料調查蒐集服務」，交通部運輸研究所，8月，2020。
3. 張開國、葉祖宏、陳希敬、鄭信鴻、翁順泰、徐國裕、方福樑、歐陽寬、林彥宏，「規劃我國籍載客船舶航行安全風險管理輔導教材與實船示範計畫」，交通部運輸研究所，10月，2020。
4. 李選士、鍾政棋、王榮昌、曾維國、林文晟、葉祖宏、賴靜慧、鄭信鴻、吳熙仁、黃茂信，我國海事安全資料蒐集與應用之研究，交通部運輸研究所，5月，2022。
5. 張開國、陳彥宏、林彬、葉祖宏、洪憲忠、許華智、鄭信鴻，「海運安全調查機制之檢討與分析」，交通部運輸研究所，11月，2019。
6. 交通部航港局，「海運智慧駕駛法規先期可行性分析案」，MOTC 110-MPB11050209，2021。
7. 蘇青和、許義宏、黃茂信、鄭信鴻、陳子健，船舶監控預警系統之應用(1/2)交通量及事故熱點分析著，交通部運輸研究所，12月，2020。
8. 黃茂信、李俊穎、林受勳、陳子健、鄭信鴻，船舶監控預警系統之應用(2/2)-交通量及事故熱點分析應用模組開發，交通部運輸研究所，3月，2022。
9. 鄭信鴻、葉祖宏、賴靜慧、吳熙仁、黃茂信，國際海事安全科技平臺之發展初探，交通部運輸研究所運輸研究專輯，第34卷，第1期，pp. 63-91，2022。
10. 鄭信鴻，嶄新的海運發展趨勢，一窺自主船的技術與特點，科技報導，489(9)，2022。

11. Rodseth, O. J., and Burmeister, H. C. 2015. "Risk assessment for an unmanned merchant ship." *TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation* 9(3): 357-364.
12. 鄭信鴻、張開國、葉祖宏、吳熙仁、賴靜慧、黃茂信、許義宏，國內外海事安全資料內涵及應用初探，交通部運輸研究所，8月，2021。
13. Rothblum, A. M. 2000. "Human error and marine safety. In National Safety Council Congress and Expo." Orlando, FL (Vol. 7).
14. Aziz, A., Ahmed, S., Khan, F., Stack, C., and Lind, A. 2019. "Operational risk assessment model for marine vessels." *Reliability Engineering & System Safety* 185: 348-361.
15. 經濟部技術處，「智慧船舶自主航行與智能電控實證運行開發計畫」，MOST 109-EC-17-A-23-1012，2020。
16. 船舶暨海洋產業研發中心，「太陽能船於高雄愛河河道自主航行實驗/高雄愛河至駁二鄰海自駕船觀光服務實驗計畫」，無人載具科技創新實驗成果分享研討會，11月，2021。
17. Cheng, H.-H., and Ouyang, K. 2020. "Development of a Strategic Policy for Unmanned Autonomous Ships: A Study on Taiwan." *Maritime Policy & Management*.
18. Bueger, C. 2015. "What is maritime security?." *Mar. Policy* 53, 159-164.
19. Abduljabbar, R., Dia, H., Liyanage, S., and Bagloee, S. 2019. "Applications of artificial intelligence in transport: An overview." *Sustainability* 11(1): 189-199.
20. Ouyang, K., and Cheng, H.-H. 2019. "Guidelines of an Unmanned Autonomous Vessel for Seaworthiness." *The International Journal of Organizational Innovation* 12(2): 155-166.
21. Sharma, A., and Kim, T. E. 2022. "Exploring technical and non-technical competencies of navigators for autonomous shipping." *Maritime Policy & Management* 49(6): 831-849.

22. Lin, W.-C., and Cheng, H.-H. 2020. "Improving maritime safety through enhancing marine process management: the application of Balanced Scorecard." *Management Decision* 59(3): 604-615.

附錄 1 專家學者座談會會議紀錄

交通部運輸研究所

運輸安全組自行研究計畫專家學者座談會

會議紀錄

一、會議時間：111 年 11 月 4 日上午 9 時 30 分

二、會議地點：本所 10 樓會議室

三、主持人：葉組長祖宏

紀錄：李晴瑄

四、出席單位及人員：(如簽到表)

五、主席致詞及業務單位簡報：(略)

六、各單位意見：

第一案：自動駕駛車輛道路行駛安全管理之國際發展初探(2/2)：

道路行駛安全管理方式探討

(1) 劉嘉洪 委員

- (1) 有關檢核表之協助檢視部分，請釐清係自主做為或受交通部指派。
- (2) 建議於檢核表中增加檢視有無訂定疏運目標之項目，例如高速公路壅塞程度。
- (3) 建議於檢核表中增加檢視評估疏運目標是否達成之項目，例如使用者感受符合預期。

(2) 曾平毅 委員

檢核表為本研究重要產出，建議可說明檢核結果在檢討會議中被採納的情形。

(3) 劉欣憲 委員

- (1) 本研究之檢核表可於先期審議會議中協助檢視，有其必要性。

(2) 有關檢核項目部分：

- i. 有關供需研判部分，建議可針對車旅次及人旅次加以區分。
- ii. 有關公共安全及緊急應變部分，公路單位於日常作業中均依規定辦理，若納入疏運單位檢視之資料中，則將使資料量大增。
- iii. 旅宿業之訂房率及住房率可有效提供區域道路交通量多寡之初判，建議可納入檢核項目之參考。

(4) 王自雄 委員

- (1) 旅宿業之訂房率及住房率可納入觀光局及公路總局檢核項目之參考。
- (2) 疏運計畫中部分疏運單位有訂定疏運目標，例如高速公路之比較壅塞時段路段占整體比例是否較前一年有改善。

(5) 葉組長祖宏

- (1) 旅宿業之訂房率及住房率可納入觀光局及公路總局檢核項目之參考。
- (2) 疏運計畫中部分疏運單位有訂定疏運目標，例如高速公路之比較壅塞時段路段占整體比例是否較前一年有改善。

第二案：運輸安全組業務決策支援系統規劃(1/2)-需求分析

1. 劉嘉洪 委員

- (1) 貴組鐵道、海運都各只有 1 個人擔負業務，鄭信鴻博士業務量非常重。
- (2) 個別組內是否有必要建立自己的決策支援系統？是否會與全所或其他組系統有所重疊或資源重複投入，建議應該要釐清關聯。

2. 曾平毅 委員

- (1) 本計畫已經納入運安組主要業務、立法院及社會關注議題，整體方向與全面性應可滿足業務需求，惟後續系統建置階段，各項功能是否需要進一步協調各組需求？建議可再考量。

(2) 建議可以納入近年研究報告，例如目前院頒即將進入第 14 期，在政策回顧部分建議可以納入前幾期方案；各組對於歷史報告需求可能不一樣，對於回顧歷史資料的年期部分，建議宜有想法，例如運安組與運計組的年期可能不同。

3. 劉欣憲 委員

(1) 本案涉及層面相當廣，就像一個運安組的維基百科，由大家共同編輯，再來就是運安組的搜尋引擎，讓大家好找歷史資料，對於業務推動應有幫助。

(2) 若未來朝向全所以較充足預算資源建置大規模系統的方向推動，建議可以評估納入輿情蒐集相關功能，考量近年輿情主要都在社群網路，或可導入網路爬文技術；若未來預算資源較為有限，建議或可採搜尋引擎的方式處理。

(3) 公路總局、道安會建置之相關系統都有透過儀表板快速呈現資料，建議可以參考。另國外網站資訊建議可透過我的最愛功能、訂閱等功能，建立自動更新機制，並在適當地方展現更新訊息，讓同仁可快速掌握新知。

4. 王自雄 委員

(1) 輿情回應是業務推動相當重要的工作，以資策會經驗，有每天必須及時回應的輿情，也有長期各項計畫的連結與整理，以及在計畫結束之後持續洽業主介接相關系統與持續更新資料。

(2) 我們單位對於平日 QA 集，係透過先建立約 1000~1500 字的摘要，再於其中用超連結方式，延伸建立相關內容、文件的連結，補充較詳細內容，另外再加上資料集，此作法提供貴組做後續系統建立的參考。

第三案：探討海上自主水面船舶(MASS)之安全管理現況與未來發展

1. 劉嘉洪 委員

(1) 有鑑於海事案件多出自於人為因素，本人認為未來 MASS 在發展過程中，於 MASS Degree 1 自主程度方面的船舶，將附加越來越多相關科技設施，但船員數目是否會越少仍有待商榷。

- (2) 因 MASS 的發展涉及許多國際公約，本局過去也曾請資策會進行盤點工作，最後得知 MASS 影響法規種類極為複雜。因此，誠如簡報所言，國際海事組織 IMO 於 MSC 105 次會議上決議發展 MASS CODE，以對 MASS 進行統一的規範。但 MASS CODE 會如何規範，則是未來要持續掌握的重點。
- (3) 依據相關國際海運趨勢發現，國際各先進海事國家都極為積極發展 MASS，目的乃是希望取得海運的領先地位。但反觀我國發展 MASS 的定位在哪裡？這也值得我們現在好好思考。

2. 曾平毅 委員

- (1) 因自主船的應用非常廣泛，但如何在本研究中聚焦我國應優先發展的方向等則可能為當務之急。因此，本人認為此自辦研究結論，如能提供我國優先發展 MASS 的重點，則將會有顯著的貢獻。

3. 王自雄 委員

- (1) 有鑑於 MASS 可發展的議題非常多，應用也比較廣泛。因此，思考未來我國優先發展的方向則較為迫切。本人認為未來我國發展 MASS 時，可就離島船舶做為優先發展對象。此外，有關於未來他國自主船航行至我國海域時，我國的管理因應對策為何？也是未來值得研究的重點。

第四案：強化民間交通安全組織教育宣導功能之初探

1. 曾平毅 委員

- (1) 交通安全教育宣導組織除了簡報中所提應具備的功能外，還需有誘因。短期可朝向委託辦理的方式，由交通部補助經費請組織辦理教育宣導相關工作。
- (2) 辦理交通安全月應提升至行政院層級，交通部道安會目前辦理教育及宣導的人力較少宜充實，組織的層級也應提升，以凸顯重視交通安全的決心。

2. 劉欣憲 委員

- (1) 經濟部有補助社區發展協會，平時辦理如節能活動，期末辦理競賽。交通安全教育宣導工作可參考此模式，從社區

發展協會執行，讓該協會申請經費舉辦教育訓練，中央統一提供講師來源與教材使用，或是讓社區透過競賽活動爭取獎金及榮譽感。

- (2) 道安活動要定期舉辦讓民眾習慣，「活動」辦久了會變成「運動」，因此簡報所提到的宣導缺少常態性與週期性，可以持續在某些大型活動中舉辦，或是交通安全月中落實，最好結合路跑、自行車、健走等觀光活動來固定露出。

3. 王自雄 委員

- (1) 宣導活動要設計好的內容，瞭解管道、媒介，以由下而上的方式掌握特定議題，及預期達到的成效。
- (3) 從民眾對交通安全關心的議題中挑出最優先的，可提供未來教育宣導的方向。

4. 劉嘉洪 委員

- (1) 以經費補助非政府組織辦理教育宣導相關工作是最可能的方式，民間具有創意及執行力。
- (2) 可鼓勵財團法人、汽車公司基於社會責任辦理相關交通安全宣導活動。另外交通安全教育要向下紮根，從幼稚園開始教育持續到國小國中高中。

第五案：兒童及少年道路交通事故傷害特性分析

1. 劉嘉洪 委員

- (1) 本報告突顯國內的兒少交通事故與國際相比較為嚴重，建議本所有後續相關延伸的研究或計畫。

2. 曾平毅 委員

- (1) 建議先解釋或先定義好基本資料，如在報告開頭先定義清楚兒童為 0~12 歲，少年為 12~18 歲。
- (2) 有些資料應分兒童及少年兩部分來統計再加總，在探討上比較有意義，因就事故傷害特性來講，兒少是當事人的狀況也值得探索，我們比較關心他的不當行為或錯誤行為所造成的傷害，但是如果是乘客的話肇事就跟他比較沒關係，十大肇因第一名一定是未依規定讓車，因為車也不是他開的，可能是對方或家長開的，在解釋資料時要再注意一下。

- (3) 警察歸類第一當事人的原則除了責重外，傷輕為第二大原則，而通常第一當事人被認為是責任重大者，假設沒去做事故肇因確實的研判或重建之前，在看警政署事故資料檔常認為第一當事人就是主要肇因者，但在一些行人或兒少事故時可能是傷害比較輕者也為第一當事人。

3. 王自雄 委員

- (1) 若結合前一份研究報告的議題(「強化民間交通安全組織教育宣導功能之初探」)來看，報告內的數據資料所內涵的意義可進一步去開展，例如國小兒童身高，身高本身是客觀的，但從不同的運具去看身高會有不同的意義，像小客車或休旅車的倒車、車前不慎輾壓家中兒童的事件，是否可藉由兒童身高資料數據來研議相關的一些道安宣導或訓練的依據。
- (2) 開車或騎車冒險行為，要透過什麼樣管道來宣導或導正這樣的情況，可與前一份研究報告(「強化民間交通安全組織教育宣導功能之初探」)互相參閱，增加兩報告間的關聯性。
- (3) 在聯合國兒童權利公約(CRC)之下，兒童道路安全已被納入議程，若以行政院或交通部預為因應未來議題的角度來看，本報告的議題應為未來的重要議題之一。

七、 會議結論

針對本次會議 111 年自行研究計畫案所報告五案，請本組同仁組就出席委員所提意見，納入未來研究考量。

八、 散會(12 時 23 分)

運輸安全組自行研究計畫專家學者座談會
會議簽到單

一、時間：111年11月4日(星期五)上午9時30分

二、地點：本所10樓會議室

三、主持人：本所運輸安全組葉祖宏組長

葉祖宏

記錄：李晴瑄

四、出席委員及單位：

單 位	職 稱	出席簽名
交通部航港局船舶組劉組長嘉洪	組長	劉嘉洪
中央警察大學交通學系曾教授平毅	教授	曾平毅
逢甲大學運輸與物流學系劉教授欣憲	教授	劉欣憲
資策會科技法律研究所數位创新中心王主任自雄	主任	王自雄
運輸研究所		陳永志 李晴瑄 賴靜慧 孔銘 王聖偉 黃坤 喻世祥 鄭信業

附錄 2 專家學者座談會簡報



探討海上自主水面船舶(MASS)之安全管理現況與未來發展

交通部運輸研究所 運輸安全組 鄭信鴻
專家學者座談會議 111.11.4

Copyright © 2022 Hsin-Hung Cheng (IOT, MOTC). All rights reserved.

計畫緣起-

《Koinonia：交通就是感動—2020運輸政策白皮書》

○運輸安全分冊-



○肆、海運安全現況與對策

- 海運安全背景
- 海運安全課題
- 海運安全展望

✓政策一、國際海運安全機制內國法化，以強化本國海運安全管理。

✓政策二、海運安全資料庫智慧化，以營造海運便捷及安全環境。

✓策略1、整合海運安全法規制度並與國際接軌法治化。行動方案：整合我國整體航空安全規範及制度。

✓策略4、善用智慧科技並提昇安全效能。行動方案：掌握國際無人化技術船舶發展動態。



2019.12.18 林前部長主持《Koinonia：交通就是感動—2020運輸政策白皮書》新書發表會

Copyright © 2022 Hsin-Hung Cheng (IOT, MOTC). All rights reserved.

2

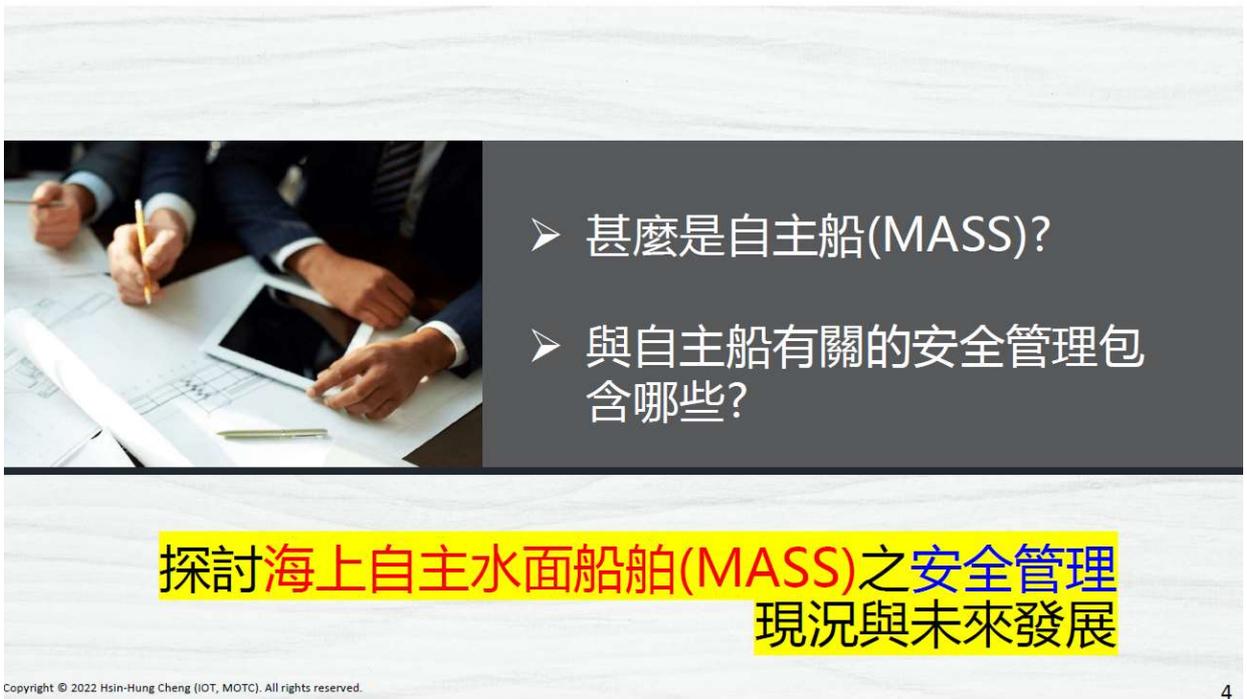


大綱

- 01 背景說明
- 02 國外自主船安全管理發展
- 03 我國自主船發展現況及方向
- 04 討論

Copyright © 2022 Hsin-Hung Cheng (IOT, MOTC). All rights reserved.

3



- 甚麼是自主船(MASS)?
- 與自主船有關的安全管理包含哪些?

探討海上自主水面船舶(MASS)之安全管理現況與未來發展

Copyright © 2022 Hsin-Hung Cheng (IOT, MOTC). All rights reserved.

4

01

S H I P

沒有人的船叫什麼船？ 為甚麼要叫自主船？

Copyright © 2022 Hsin-Hung Cheng (IOT, MOTC). All rights reserved.

01



What does unmanned mean?

Unmanned, Smart, Intelligent and Autonomous

無人船 (Unmanned ships) ?

Ex: Unmanned vehicles/ships such as spacecraft do not have any people in them and operate automatically or are controlled from a distance.

Source: <https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/unmanned>

智能船 (Smart ships) ?

Ex: The term Smart Shipping refers to the largely autonomous operation of inland vessels or seagoing ships. It covers not only on-board technologies, but also the design of ports and waterways so that, using data collected by sensors, a ship can manoeuvre autonomously or prompt the crew to take action.

source: <https://www.government.nl/topics/maritime-transport-and-seaports/smart-shipping-comprehensive-automation-in-the-maritime-sector>

Copyright © 2022 Hsin-Hung Cheng (IOT, MOTC). All rights reserved.



智慧船 (Intelligent ships) ?

Ex: Intelligent ships refer to the use of sensors, communications, the Internet of things, such as the Internet technology, automatic perception and obtain the ship itself, the marine environment, logistics, port and other information and data, and based on computer technology, automatic control technology and data ... Source: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-31749-2_34

自動船 (Automatic ships) ?

Ex: More and more shipping functions, from sophisticated navigation systems and dynamic positioning (DP) technology to propulsion control and simple alarm and monitoring systems, are ticking away without any human input.

Source: <https://www.ship-technology.com/analysis/feature111251/>

自主船/自駕船 (Autonomous ship) ?

Ex: autonomous ship are crewless vessels that transport either containers or bulk cargo over navigable waters with little or no human interaction.

Source: https://en.wikipedia.org/wiki/Autonomous_cargo_ship

6

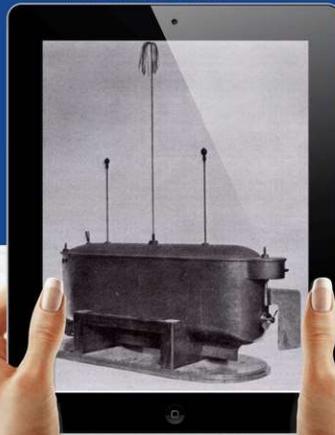
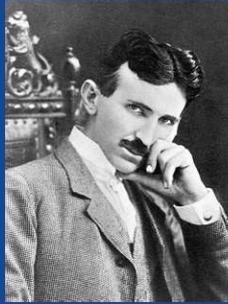
01

The world's first unmanned ship

Nikola Tesla, 1898.

Nikola Tesla

the famed pioneer of electrical technology who rivaled even Thomas Edison, designed and displayed a working drone in 1898 — nearly 16 years before World War I — that he saw as a weapon that would end all wars.



Copyright © 2022 Hsin-Hung Cheng (IOT, MOTC). All rights reserved.

7

01

國際海事組織之MASS發展過程

IMO's MASS development process

2017 MSC 98

June

提出“海上自主水面船舶”(Maritime Autonomous Surface Ships, MASS)的概念及一詞。

2018 MSC 100

December

定義MASS 4個等級。

2021 MSC 103

May

完成評估監管範圍框架(RSE)。

2018 MSC 99

May

定義“海上自主水面船舶”(MASS)的一詞。評估監管範圍框架(RSE)之方法及可行性。

2019 MSC 101

June

批准MSC.1/Circ.1604《MASS試航暫行指南》(INTERIM GUIDELINES FOR MASS TRIALS)通函。

2022 MSC 105

April

研擬 MASS CODE 預定計畫及期程

Copyright © 2022 Hsin-Hung Cheng (IOT, MOTC). All rights reserved.

8

01



Maritime Autonomous Surface Ships (MASS)

IMO MSC 99



Maritime Autonomous Surface Ships (MASS)

For the purpose of the regulatory scoping exercise, "Maritime Autonomous Surface Ship (MASS)" is defined as a ship which, to a varying degree, can operate independently of human interaction. (By IMO MSC 99)



MASS

基於監管範圍界定之目的，被定義為在不同程度上可以獨立於人機交互操作的船舶。

Copyright © 2022 Hsin-Hung Cheng (IOT, MOTC). All rights reserved.

9

01



IMO MSC Identifies Ship Automation

4 Degrees of ship automation.

- Degree one: Ship with automated processes and decision support: Seafarers are on board to operate and control shipboard systems and functions. Some operations may be automated and at times be unsupervised but with seafarers on board ready to take control.
- Degree two: Remotely controlled ship with seafarers on board: The ship is controlled and operated from another location. Seafarers are available on board to take control and to operate the shipboard systems and functions.
- Degree three: Remotely controlled ship without seafarers on board: The ship is controlled and operated from another location. There are no seafarers on board.
- Degree four: Fully autonomous ship: The operating system of the ship is able to make decisions and determine actions by itself.

(By IMO MSC 100)



Source: 鄭信鴻(2022)嶄新的海運發展趨勢—從自主船的科技與特點

(123P)

Copyright © 2022 Hsin-Hung Cheng (IOT, MOTC). All rights reserved.

10

01  MASS in Chinese
From CR CLASSIFICATION SOCIETY.



財團法人中國驗船中心
CR CLASSIFICATION SOCIETY

 海上自主水面船舶 = 自主船
Maritime Autonomous Surface Ship = Autonomous ship

Copyright © 2022 Hsin-Hung Cheng (IOT, MOTC). All rights reserved.

 財團法人驗船中心
CR CLASSIFICATION SOCIETY

GUIDELINES FOR MARITIME AUTONOMOUS SURFACE SHIP

CR CLASSIFICATION SOCIETY

December 2018

海上自主水面船舶準則
Guidelines for Maritime Autonomous Surface Ship
(by DEC. 2018)

11

01

S H I P

與自主船有關的
安全管理包含哪些?

Copyright © 2022 Hsin-Hung Cheng (IOT, MOTC). All rights reserved.

01



What is ship management?

A Review of Supply Chain Risk Management in Agribusiness Industry



Ship management is an essential aspect of the shipping industry across the globe. It deals with the process of managing a fleet or even a single vessel. It is done by firms which use other companies' vessels or those belonging to independent owners.

船舶管理是全球航運業一個重要部分。它涉及管理船隊及一艘船的過程，並且由其他公司或屬於獨立船東來完成。

https://mjsml.com.au/assets/images/services/ship_management.png
Copyright © 2022 Hsin-Hung Cheng (IOT, MOTC). All rights reserved.

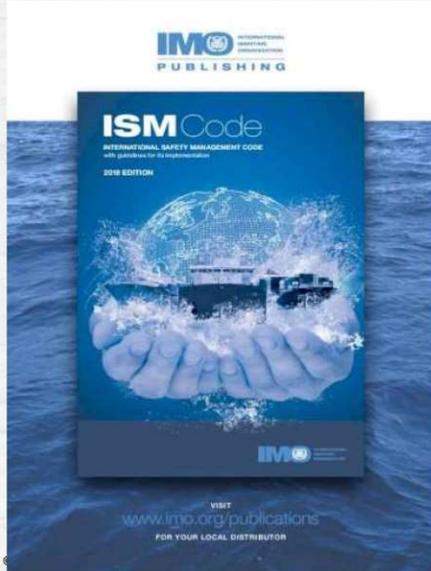


01



What is ISM & ISPS?

The International Safety Management (ISM) Code & the International Ship and Port Facility Security (ISPS) Code

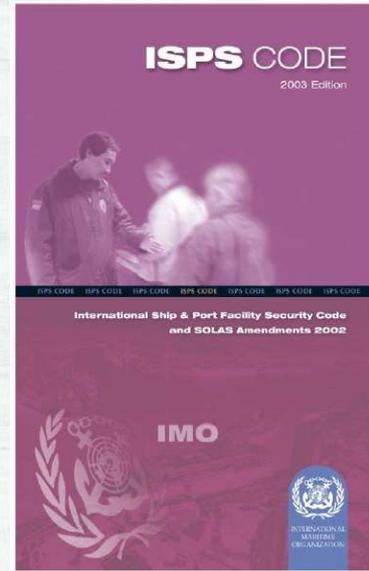


IS M

是為船舶的安全管理和操作以及防止污染提供國際標準。該規則基於一般原則和目標，包括評估對一家公司的船舶、人員和環境的所有已識別風險並建立適當的保障措施。

IS PS

2004年7月1日，經修訂的1974年國際海上人命安全公約（SOLAS）採用了新的海上保安監管制度，即關於加強海上保安的特別措施的第XI-2章，其中包括國際船舶和港口設施安全（ISPS）代碼。



Copyright ©

01



What else is the risk of MASS?

Manager? Engineer?



MASS Safety Management



Copyright © 2022 Hsin-Hung Cheng (IOT, MOTC). All rights reserved.

16

01



5 unacceptable hazards in the initial ship

Risk in the ship



Rodseth et. al (2015)



5種傳統船舶既有的風險



Risk 1

與其他船舶互動時產生的風險。
Interaction with other ships.



Risk 2

人為錯誤判斷下所導致的碰撞風險。
Errors in detection and classification of small to medium size objects are critical.



Risk 3

在能見度極低的氣候中所導致的碰撞擱淺等風險。
Failure in object detection, particularly in low visibility, can cause powered collisions.



Risk 4

推進系統失效的風險。
Propulsion system breakdown.



Risk 5

在惡劣天氣下使船員難以操作之風險。
Very heavy weather may make it difficult to manoeuvre ship safely.

01



MUNIN

Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks

航行安全和配員

法律規範、責任歸屬及工作範圍

法律框架：

在責任方面，最大的問題將涉及將現有船長職責歸屬於參與無人船操作的相關和足夠的人員。

➤ 法律方面：

適用公約要求特定的船員標準（最明顯的例子涉及碰撞法規中的“船員”要求）。

➤ 責任方面：

最大的問題將涉及將現有船長職責歸屬於參與無人船操作的相關和足夠的人員。

➤ 工作範圍：

在 SCC(Shore side control) 運營商和船長之間劃分，或在法律上歸屬於 SCC 中的單個實體。

01



Hazards in MASS operations

6 Hazards in MASS.

人為錯誤 Human error

Although MASS will help reduce human error, Ahvenjärvi (2016) argues that human error or human-task mismatch cannot be totally eliminated because the human element is still involved in the design and remote control.

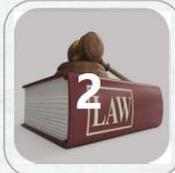


系統失效 System failure

Autonomous systems are based on machine-learning, which requires extensive training to cover most of the potential real-life situations. However, it cannot cover all situations, and the exceptional situations are linked to the most difficult and dangerous system errors because the behaviour of the system is not predictable (Ahvenjärvi, 2016).

自主船與傳統船法規的風險 Interaction with manned vessels and detection of objects

Although Komianos (2018) has stated that MASS can largely reduce the risk of collision and comply with the COLREGs, they also argue that MASS does not satisfy Rule 5 of COLREG, which requires proper look-out by sight and hearing on every ship to assess the situation and the risk of collision.

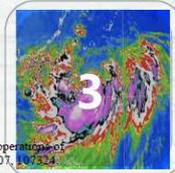


網路攻擊 Cyberattacks

Due to the dependency of autonomous ships on ICT, cyberattacks are considered as a major type of hazards in MASS operations (MUNIN, 2015; Hogg & Ghosh, 2016; Rolls-Royce, 2016; Ghaderi, 2018; Komianos, 2018; Wróbel et al., 2018b, 2020).

海域及天候的限制 Interaction with the physical environment

This hazard category may include heavy weather, low visibility, areas of icing, ice navigation and strong tidal systems (Banda et al, 2015; MUNIN, 2015; Rødseth and Burmeister, 2015; Wróbel et al., 2017, 2018b).



設備故障 Equipment failure

MUNIN (2015) has identified six relevant hazards, including 'fire loss of ship or systems', 'sensor failure - loss of control', 'temporary loss of electricity (e.g. due to black-out) - loss of control', 'failure of the ship's IT structure (e.g. due to fire in the server room) - no control', 'total loss of propulsion', and 'total loss of rudder function'.

Chang, C. H., Koutavas, C., Yu, Q., & Yang, Z. (2021). Risk assessment of the operations of maritime autonomous surface ships. *Reliability Engineering & System Safety*, 207, 107324. Copyright © 2022 Hsin-Hung Cheng (IOT, MOTC). All rights reserved.

19

01



MASS Safety Management

We provide the best way to your business.

Crew 船員



Ship 船舶



Safety 安全



Law & Regulation (法規)

Copyright © 2022 Hsin-Hung Cheng (IOT, MOTC). All rights reserved.

大綱

01

背景說明

02

國外自主船安全管理發展

03

我國自主船發展現況及方向

04

討論

Copyright © 2022 Hsin-Hung Cheng (IOT, MOTC). All rights reserved.

02

UK MASS Management Development & Strategies
Lloyd's Register

- ✓ 海事與海岸警衛署(MCA)為國家發展推手。
- ✓ 勞斯萊斯(Roll-Royce) 海事部門為民間重要組織。
- ✓ 成立海事自主化監理實驗室(MARLab) (2020年9月結束)、海事未來技術 (MFT)。
- ✓ 英國海事協會(Maritime UK) 發布「自主船舶系統產業行為及操作準則(BEING A RESPONSIBLE INDUSTRY - Maritime Autonomous Ship Systems (MASS) UK Industry Conduct Principles and Code of Practice)」

✓ 自主船五月花號(Mayflower Autonomous Ship)

✓ 勞氏驗船協會「無人駕駛船舶系統規範(LR Code for Unmanned Marine Systems, UMS)」p Systems (MASS) UK Industry Conduct Principles and Code of Practice)」

Rolls-Royce

Copyright © 2022 Hsin-Hung Cheng (IOT, MOTC). All rights reserved.



- ✓ 挪威海事局(NMA)及海岸管理局(NCA)聯合主導。
- ✓ 挪威船級社(DNV GL)發布「MASS具體案例的風險及監管問題之研究(SAFEMASS Study of the risks and regulatory issues of specific cases of MASS)」
- ✓ 康斯伯格海事公司(Kongsberg Maritime)及雅拉國際公司(Yara International)實現商轉。
- ✓ 成立跨國平台挪威自主船舶論壇(NFAS)。
- ✓ 雅拉比克蘭號(Yara Birkeland)。
- ✓ 挪威船級社「自主和遠端遙控船舶指南(DNV-CG-0264 Autonomous and remotely operated ships)」



航政監理/航商



1. 英國海事協會(Maritime UK)發布「自主船舶系統產業行為及操作準則(BEING A RESPONSIBLE INDUSTRY - Maritime Autonomous Ship Systems (MASS) UK Industry Conduct Principles and Code of Practice)」目的是規範由英國海事自治系統監管工作組制定的最新產業操作準則，並分為產業行為準則(以取代了2016年發布的先前行為準則)及操作準則等兩部分。
2. 第一部分(Part 1)是為MASS相關企業、公司、組織以及個人等規範相關合乎道德及誠信相關的工作要求，並且適當進行監管作業，以發揮個人在此行業的責任及企業聲譽。
3. 第二部分(Part 2)根據MASS不同等級的船舶用途、大小、速度，以及對其他船舶及運輸過程而定義潛在危險。

航商



1. 該白皮書主要概述了AAWA對遠程和自主航運將如何現實的願景規劃，並就海洋感知技術、自主航行、法規影響、安全及保全發展，以及市場對船舶的定義等，提出了許多重要的發展規劃，並且，這些重要規劃工作以船舶經營者角度獲得船東和運營商的支持。
2. 在海洋感知工作項目上，在英國Korpo港及Houtskär港之間的航線上，由一艘長約65公尺的Stella雙頭渡輪(Double-ended ferry)上測試了傳感器陣列(Sensor arrays)項目。這是一間英國散裝貨輪公司ESL Shipping Ltd配合AAWA計畫所進行的一項實船試驗，目的是正在幫助探索遠程和自主船舶對短途海運貨運部門作業的影響。
3. 該白皮書所提相關工作項目具有實船試驗的可行性及參考價值。

管理策略落地範例

英國2021



8 Navigation Lights, Shapes and Sound Signals

8.1 OBJECTIVE
The objective of this Chapter is to provide guidance on the lights, shapes and sound signals required by MASS.

8.2 SCOPE
8.2.1 It is to be demonstrated that, for a particular MASS, full compliance with the regulations is impracticable then application can be made to the Administration where considered necessary, via the RSO, for consideration of exemptions and reduced arrangements, taking into account the size and nature of the operation of the MASS concerned.

8.3 LIGHTS, SIGNALS & SHAPES
8.3.1 MASS should comply with the requirements of the International Regulations for Preventing Collisions at Sea (IRPS), as amended (COLREGS), with regard to Part C, a MASS which operates only between certain and named, and in restricted waters, is not required to carry navigation lights where it can be demonstrated that the MASS will not be sighted in or near an area of restricted visibility.
8.3.2 Table 8-1 is a summary table of navigation light requirements for MASS. This Table is for guidance only and does not cover all possible scenarios. Reference should be made to the regulations cited in Paragraph 8.3.1 for all applicable requirements.

8.3 LIGHTS

8.3.2 MASS 應符合經修訂的 1972 年國際海上避碰規則 (COLREG) 的要求。關於 C 部分，僅在日出和日落之間以及在有利天氣下運行的 MASS，並不需要攜帶可以證明 MASS 不會在能見度受限的區域內或附近被捕獲的導航燈。

8.3.2 表 8-1 是 MASS 航行燈器具的匯總表。此表僅供參考，並不涵蓋所有可能的操作。對於所有未涵蓋的操作，應參考第 8.3.1 段中所述的規定。

Table 8-1: Navigation Lights

Overall length	Power driven vessels when underway	At Anchor	Not under command	Aground
<7m	All round white, 1 mile + sidelights, 1mile (Note 1)	Required	Not required	Not required (Note 2)
≥7m <12m	All round white + sidelights OR a masthead light, 2 miles; a sidelight, 1 mile; a stern light, 2 miles; a towing light, 2 miles a white, red, green or yellow all-round light, 2 miles. OR (if lights have to be offset from centreline) combined lantern sidelights plus either all round white or masthead and stern light.	Required	two all-round red lights in a vertical line where they can best be seen;	Not required
≥12m <50m	a masthead light, 5 miles; a sidelight, 2 miles; a stern light, 2 miles; a towing light, 2 miles; a white, red, green or yellow all-round light, 2 miles.	Required	two all-round red lights in a vertical line where they can best be seen;	Required (Note 3)
≥50m	a masthead light, 6 miles; a sidelight, 3 miles; a stern light, 3 miles; a white, red, green or yellow all-round light, 3 miles.	Required	two all-round red lights in a vertical line where they can best be seen;	Required (Note 4)

Notes:
1. Vessels not exceeding 7 knots maximum speed should show sidelights if practicable.
2. A vessel of less than 7 metres in length, when at anchor, not in or near a narrow channel, fairway or anchorage, or where other vessels normally navigate, should not be required to exhibit lights or shapes.
3. A vessel of less than 12 metres in length, when aground, should not be required to exhibit the lights or shapes.
4. A vessel at anchor may, and a vessel of 100 metres and more in length should, also use the available working or equivalent lights to illuminate their decks.

Table 8-1: Navigation Lights

Overall length	Power driven vessels when underway	At Anchor	Not under command	Aground
<7m	All round white, 1 mile + sidelights, 1mile (Note 1)	Required	Not required	Not required (Note 2)
≥7m <12m	All round white + sidelights OR a masthead light, 2 miles; a sidelight, 1 mile; a stern light, 2 miles; a towing light, 2 miles a white, red, green or yellow all-round light, 2 miles. OR (if lights have to be offset from centreline) combined lantern sidelights plus either all round white or masthead and stern light.	Required	two all-round red lights in a vertical line where they can best be seen;	Not required
≥12m <50m	a masthead light, 5 miles; a sidelight, 2 miles; a stern light, 2 miles; a towing light, 2 miles; a white, red, green or yellow all-round light, 2 miles.	Required	two all-round red lights in a vertical line where they can best be seen;	Required (Note 3)
≥50m	a masthead light, 6 miles; a sidelight, 3 miles; a stern light, 3 miles; a white, red, green or yellow all-round light, 3 miles.	Required	two all-round red lights in a vertical line where they can best be seen;	Required (Note 4)

Notes:
1. Vessels not exceeding 7 knots maximum speed should show sidelights if practicable.
2. A vessel of less than 7 metres in length, when at anchor, not in or near a narrow channel, fairway or anchorage, or where other vessels normally navigate, should not be required to exhibit lights or shapes.
3. A vessel of less than 12 metres in length, when aground, should not be required to exhibit the lights or shapes.
4. A vessel at anchor may, and a vessel of 100 metres and more in length should, also use the available working or equivalent lights to illuminate their decks.

管理策略落地範例



範例:

1. 長度小於 7 米的船舶，在拋錨時，不在狹窄航道、航道或錨地內或附近，或其他船舶正常航行的地方，不要求顯示燈光或形狀。
2. 長度小於 12 米的船舶，應依情況要求顯示燈光或形狀。
3. 停泊的船舶可以以及長度為 100 米及以上的船舶也應使用可用的工作燈或等效燈來照亮甲板。

策略方向: 研擬我國航路標識之航標安全管理策略或參考英國作法。

DNV-GL
 SAFEMASS
Study of the risks and regulatory issues of specific cases of MASS – Part 1
 European Maritime Safety Agency (EMSA)
 Report No.: 2019-0394, Rev.: 0
 Document No.: 11000296-2
 Date: 2020-03-24

DNV-GL
 SAFEMASS
Study of the risks and regulatory issues of specific cases of MASS – Part 2
 European Maritime Safety Agency (EMSA)
 Report No.: 2019-0805, Rev.: 0
 Document No.: 11000296-2
 Date: 2020-03-24

DNV-GL
 SAFEMASS
Study of the risks and regulatory issues of specific cases of MASS – Summary
 European Maritime Safety Agency (EMSA)
 Report No.: 2020-0276, Rev.: 0
 Document No.: 11000296-3
 Date: 2020-03-25

- 鑑別不同程度的 MASS 新風險和監管差距。
- 解決低船舶配員和較長時間在使用無人船的新興風險。
- 使用科學方法:危害識別 (HAZID)、故障樹分析 (FTA)、監管挑戰審查、及風險控制選項(risk control options, RCO)和措施(RCM)
- 提供影響自主船與社會（指工作條件等）間，涉及法律、安全管理策略等的貢獻。

Copyright © 2022 Hsin-Hung Cheng (IOT, MOTC). All rights reserved. 27

大綱

- 01 背景說明
- 02 國外自主船安全管理發展
- 03 我國自主船發展現況及方向
- 04 討論

Copyright © 2022 Hsin-Hung Cheng (IOT, MOTC). All rights reserved. 2



- ✓ 107年「無人載具科技創新實驗條例」由經濟部負責。
- ✓ 「財團法人船舶暨海洋產業研發中心(SOIC)」負責主導自主船發展。
- ✓ 2019年1月成立「自動駕駛船舶產業聯盟」。
- ✓ 109年2月由高雄市輪船股份有限公司進行太陽能自駕船航行實驗。
- ✓ 111年7月由大鵬灣觀光遊艇股份有限公司申請進行太陽能自駕船7艘觀光服務實驗。
- ✓ 中國驗船中心(CR Classification Society)發布2018年12月公布之「海上自主水面船舶準則(Guidelines for Maritime Autonomous Surface Ship)」。

Copyright © 2022 Hsin-Hung Cheng (IOT, MOTC). All rights reserved.

愛河沙盒與實證運行計畫

財團法人船舶暨海洋產業研發中心
SOIC Ship and Ocean Industries R&D Center



我國與英國、挪威發展與自主船安全管理相關之工作

項次	自主船發展項目	英國	挪威	我國
1	由國家單位為首的自主船政策主導者	海事與海岸警衛署(MCA)	挪威海事局(NMA)及海岸管理局(NCA)	107年「無人載具科技創新實驗條例」由經濟部負責。
2	民間發展自主船項目之重要組織	勞斯萊斯(Roll-Royce) 海事部門(2019年4月被康斯伯格海事公司收購)	康斯伯格海事公司(Kongsberg Maritime) 及雅拉國際公司(Yara International)	「財團法人船舶暨海洋產業研發中心(SOIC)」負責主導自主船發展。
3	成立相關研究自主船監管政策之主要單位	海事自主化監理實驗室(MARLab) (2020年9月結束)及海事未來技術(MFT)	挪威自主船舶論壇(NFAS)	2019年1月成立「自動駕駛船舶產業聯盟」。
4	實船試驗範例	自主船五月花號(Mayflower Autonomous Ship)_完成航行大西洋航程。	雅拉比克蘭號(Yara Birkeland)_目前已商轉。	109年2月由高雄市輪船股份有限公司進行太陽能自駕船航行實驗。 111年7月由大鵬灣觀光遊艇股份有限公司申請進行太陽能自駕船7艘觀光服務實驗。
5	發展自主船舶技術規範	勞氏驗船協會「無人駕駛船舶系統規範(LR Code for Unmanned Marine Systems, UMS)」	挪威船級社「自主和遠端遙控船舶指南(DNV-CG-0264 Autonomous and remotely operated ships)」	中國驗船中心(CR Classification Society)發布2018年12月公布之「海上自主水面船舶準則(Guidelines for Maritime Autonomous Surface Ship)」。
6	出版自主船監管準則或報告之重要研究	英國海事協會(Maritime UK)發布「自主船舶系統產業行為及操作準則(BEING A RESPONSIBLE INDUSTRY - Maritime Autonomous Ship Systems (MASS) UK Industry Conduct Principles and Code of Practice)」	挪威船級社(DNV GL)發布「MASS具體案例的風險及監管問題之研究(SAFEMASS Study of the risks and regulatory issues of specific cases of MASS)」	

交通部運輸研究所參與航港局「我國智慧航安服務升級計畫(113-116)」之一。

研究目的

研析國際船舶自動化之安全管理與發展現況，蒐集先進國家有關船舶自動化科技之發展，並彙整探討其安全管理及國際法規現況，以比較、分析我國與先進國家之管理及執行現況上差異，以為後續政策研擬應用。

研究緣起(Why)

依據交通部2020版運輸政策白皮書運輸安全分冊：

- 策略1整合海運安全法規制度並與國際接軌法治化，所提行動方案「**整合我國整體航行安全規範及制度**」。
- 策略4善用智慧科技發展智慧航安，所提行動方案「**掌握國際無人化技術船舶發展動態**」辦理，
- 在交通部航港局刻正報部「我國智慧航安服務升級計畫(113-116)」之際，本所可就過去蒐整國內、外船舶航行安全管理發展之基礎，協助航港局用以探討未來船舶自動化航行安全發展規範、制度及管理趨勢，並支援我國海運安全之施政。

緣起&目的

Copyright © 2022 Hsin-Hung Cheng (IOT, MOTC). All rights reserved.

31

- ✓ 除參考國外策略外，同時考量我國發展情勢條件及策略方向。
- ✓ 依據前一年度風險評估結果，研析我國安全管理之因應策略。
- ✓ 使航政監理逐步勾勒出我國MASS之未來發展工作。

整體貢獻

- ✓ 研擬我國未來船舶自動化安全管理之航行安全發展與方向。
- ✓ 完成我國航行安全施政方針。
- ✓ 規劃我國發展MASS之願景。

風險評估

- ✓ 全面性盤點我國發展船舶自動化之風險影響及衝擊。
- ✓ 上位思考船員、船舶、航行環境、國際法規之風險管理面向。
- ✓ 使航政監理了解MASS對未來航行安全及風險的範圍及程度。

因應策略

行動方案

- ✓ 提出我國第一部MASS航行安全行動方案。
- ✓ 針對我國航政監理機關各業務性質，研提我國MASS安全管理行動方案。
- ✓ 協助航政監理研析出未來發展項目之優先順序。

Copyright © 2022 Hsin-Hung Cheng (IOT, MOTC). All rights reserved.

32

03

How will it effect your nation?

5 effect

- ✓ 船員工作型態。Ex:岸際、海側等。
- ✓ 船員教育及訓練。Ex:內容、項目及目標等。
- ✓ 船員工作內容之影響。Ex:換班超時等。



- ✓ 航行安全設備。Ex:助導航設施、全球海上遇險系統等。
- ✓ 公海、港區安全環境。Ex:港口設施、接離岸設施等。
- ✓ 船舶海氣象相關因素。Ex:擁擠海域自然影響等。



- ✓ 船舶推進設備。Ex:主機推進型態、輔機設備變化等。
- ✓ 船舶之船員工作環境。Ex:在船船員工作設施及監管設施等。
- ✓ 船舶航行設備。Ex:衛星定位、船舶感測裝置等。



- ✓ 國內外法規規範。Ex:盤點國際法規修法現況與未來發展方向，以及檢視我國法規之現況等。
- ✓ 法規未規範之配套措施。Ex:瞭解各國相關管理配套措施等。



- ✓ 國際安全管理原則與方向。Ex:檢視IMO之安全管理原則與現況等。
- ✓ 國際安全管理項目。Ex:盤點先進國家之安全管理項目及內容等。
- ✓ 瞭解我國安全管理之影響及程度。Ex:瞭解我國相關安全管理不足及影響範圍等。

探討我國船員、船舶、航行環境及安全管理之風險評估

- 1、盤點IMO相關公約與MASS彼此之間之影響範圍與內涵。例如，瞭解國際海事組織(IMO)、歐盟及先進國家之船舶自動化之風險管理及內涵，以評估安全管理中可能潛在威脅及影響。
- 2、研析我國船舶自動化安全管理在航政監理事務上的風險與評估情形，以及就不同等級的船舶自主化程度進行風險辨識與評量，並比較我國與先進國家之管理及執行現況差異。





大綱

01

背景說明

02

國外自主船安全管理發展

03

我國自主船發展現況及方向

04

討論



Copyright © 2022 Hsin-Hung Cheng (IOT, MOTC). All rights reserved.



討論議題:1

自主船安全管理模式:

1. 監管範圍該如何界定?
2. 哪一個範圍應優先進行監管準備工作?

例如:依據現行船舶監管工作, 檢討與船員有關之工作範圍, 並依據國外及IMO發展進行船員工作界定, 如什麼是船員? 船員應該做什麼?



Copyright © 2022 Hsin-Hung Cheng (IOT, MOTC). All rights reserved.



討論議題:2



自主船管理的協力合作模式: 1. 哪些機關該配合? 2. 如何支援航港局之管理需求?



例如:港公司如何在航港局監管作業下,進行有關的自主船停靠泊作業。



Copyright © 2022 Hsin-Hung Cheng (IOT, MOTC). All rights reserved.



簡報完畢 敬請指教



Copyright © 2022 Hsin-Hung Cheng (IOT, MOTC). All rights reserved.