

# 氣候變遷下的航運趨勢<sup>▲</sup>

陳彥宏\*

自事其心者，哀樂不易施乎前，知其不可奈何而安之若命，德之至也。

《莊子·人間世》

致虛極，守靜篤。萬物並作，吾以觀復。夫物芸芸，各復歸其根。歸根曰靜，是謂復命。復命曰常，知常曰明。不知常，妄作凶。知常容，容乃公，公乃王，王乃天，天乃道，道乃久，沒身不殆。

《老子》第 16 章

## 一、 前言

交通部航港局在 2021.11.10 舉辦的「前瞻航運論壇」主題三「全球綠色航運與智慧船舶發展趨勢」中有三個子題，分別是：(1)IMO 海運減排政策之挑戰與因應；(2)航運產業因應海運減排政策之現況與展望；(3)智慧船舶技術發展及法規調適之現況與趨勢。

這三個子題，基本上都是大題目。

一個是氣候變遷下的人、船、港、環境所必須面臨的改變與適應；

一個是科技創新下的人、船、港、環境所必須採納的新物與生活；

一個是有限空間下的人、船、港、環境所必須接受的侷限與改變。

偏偏上面講的必須「面臨」、「採納」與「接受」，以及其所涉的「人」、「船」、「港」、「環境」等議題，不僅是彼此間環環相扣，而是錯綜複雜甚而是相生相剋的。

---

<sup>▲</sup> 本文為交通部航港局在 2021.11.10 舉辦的「110 年度前瞻航運論壇」主題三：全球綠色航運與智慧船舶發展趨勢」引言的核心內容。文中有關 COP 26、MEPC 77 等會議結論與發展已另於 2021.12.06 航港局「國際海事公約研議因應工作小組第 2 次小組會議」中有專題報告，本文不做補述。

\* 陳彥宏 Solomon Chen。台灣海事安全與保安研究會理事長，國立高雄科技大學國際海事公約研究中心執行長，英國威爾斯大學海洋事務與國際運輸學博士。曾專職任教於國立臺灣海洋大學、澳大利亞海事學院(Australian Maritime College)、國立高雄海洋科技大學，客座於澳大利亞海事學院、上海交通大學凱原法學院、廈門大學南海研究院。Email: solomon@safetysea.org

更令人憂慮的是，這是一個和我們生活息息相關，無人能躲閃且必須是「知其不可奈何而安之若命」的議題。

特別是，UN 在 2021.09.24 召開圓桌會議討論「SDG 7 與淨零排放(SDG7 and Net-Zero Emissions)<sup>1</sup>」，2021.09.27~29，IMO-UNEP-Norway 共同召開「零排與低排碳創新論壇(Zero-and Low-Emission Innovation Forum)<sup>2</sup>」，而且就在今天這場「前瞻航運論壇」會議同樣的時間點也正好是第 26 屆聯合國氣候變化大會(COP26, 2021.10.31~11.12)召開的時間<sup>3</sup>。

這個 COP26 會議，當然是環繞著氣候變遷的議題轉，保護海洋環境與生物多樣性的議題也不會少<sup>4</sup>，至於會生出什麼新決議，著實難以預料。但肯定的是「淨零碳排放(net-zero carbon emission)」，巴黎協議 1.5°C 的目標是不會被挑戰的，碳稅、碳交易以及找出更多財務資源來幫助全球，特別是協助 LDC、SIDS<sup>5</sup>國家應付氣候變遷都將是重大的議題。至於找不找得到財源？以及有責任及有錢的國家願不願意出錢？這將又是另一個政治角力故事。

更肯定的是，COP26 不但會左右相隔十日後召開的 IMO MEPC 77 (2021.11.22)的會議決議<sup>6</sup>，更將形成對 IMO 與航運產業的直接壓力，至少 IMO 2023 的 decarbonisation

---

<sup>1</sup> SDG 7 可負擔的潔淨能源(Affordable and clean energy)。UN Web TV: Mobilizing Multistakeholder Action Towards SDG7 and Net-Zero Emissions through Energy Compacts - Roundtable Discussion at Special Multi-Stakeholder Event Segment, 2021.09.24, <https://media.un.org/en/asset/k1v/k1v7wzmm39>。

<sup>2</sup> The IMO-UNEP-Norway Zero-and Low-Emission Innovation Forum is a three-day online/virtual global platform aimed at championing innovation to accelerate the transition of the marine sector towards a zero- and low-emission future。三天的議程分別是：New Technologies and their deployment、Models of innovation、Roadmap towards innovation that fosters deployment。  
<https://media.un.org/en/asset/k1w/k1w003pcro>

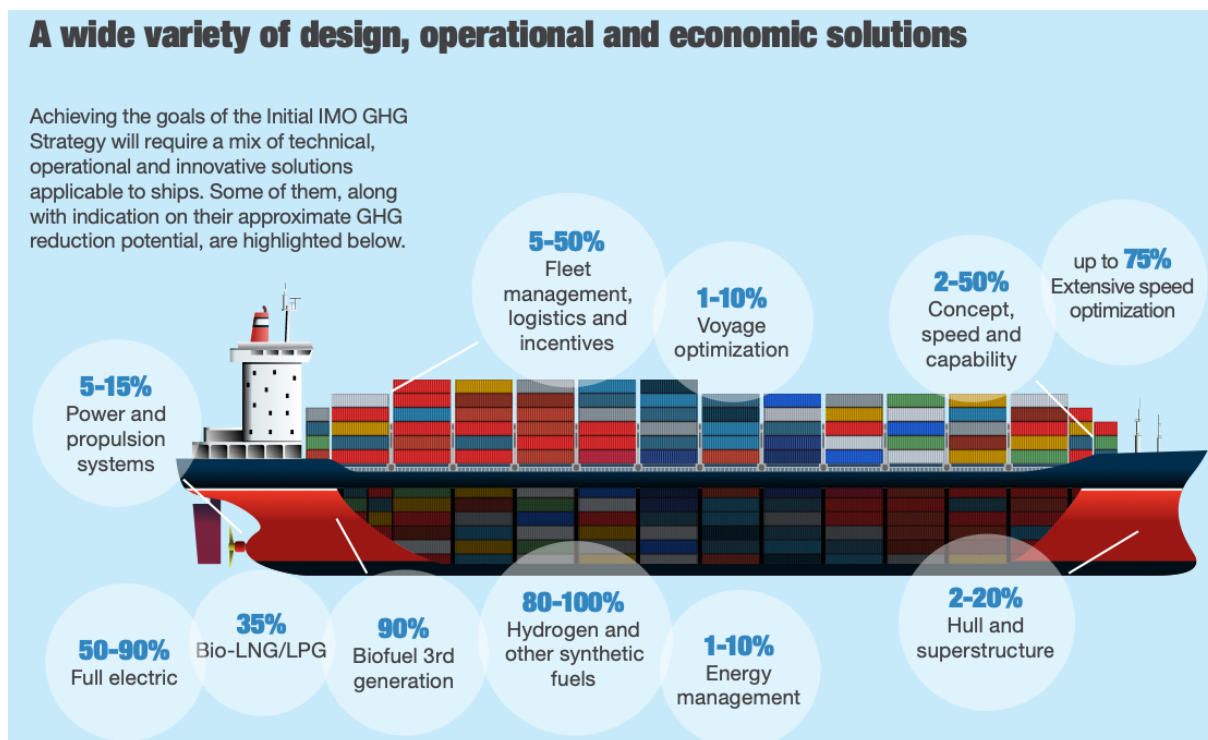
<sup>3</sup> 第 26 屆聯合國氣候變化大會(The COP 26 UN Climate Change Conference, COP26, Glasgow Climate Change Conference, )將於 2021 年 10 月 31 日至 11 月 12 日在蘇格蘭格拉斯哥舉行，由英國與義大利政府合作舉辦。本次會議共合併三個國際公約締約國會議，包括：《聯合國氣候變化框架公約》(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)第 26 次締約國會議、《京都議定書》(Kyoto Protocol)第 16 次締約國會議(CMP16)以及《巴黎協定》(Paris Agreement)第三次締約國會議(CMA3)。科學技術諮詢會議(SBSTA 52-55)與附屬履行機構會議(SBI 52-55)也在本次會議中同時召開。  
<https://unfccc.int/process-and-meetings/conferences/glasgow-climate-change-conference>

<sup>4</sup> COP 26: Managing Biofouling - A Win-Win Solution to Help Curb Climate Change and Preserve Ocean Biodiversity, 2021.11.04, <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/IMO-at-COP-26.aspx>。

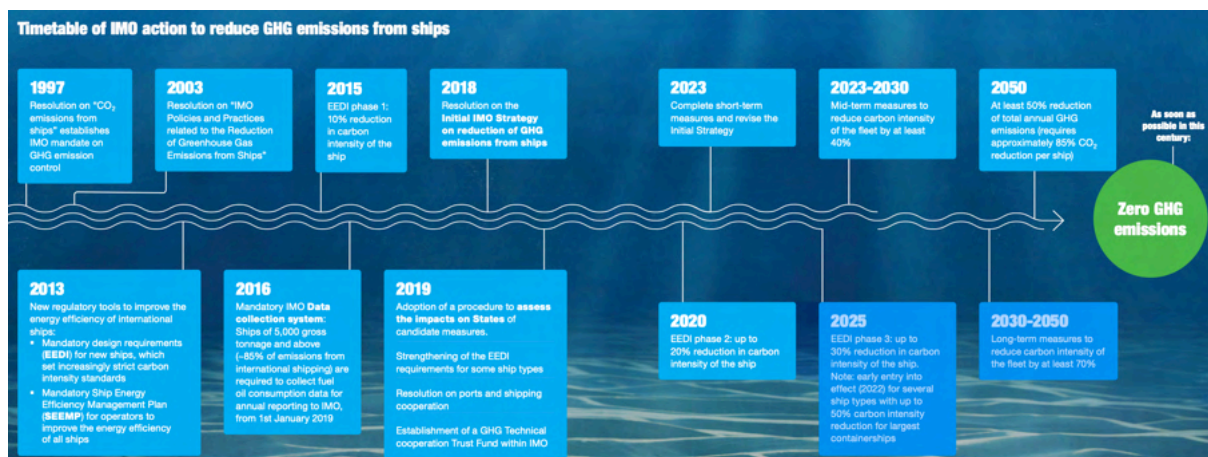
<sup>5</sup> The 48 Parties defined as Least Developed Countries (LDC) by the UN regularly work together in the wider UN system. The Small Island Developing States (SIDS) is a coalition of some 40 low-lying islands, most of which are members of the G-77 that are particularly vulnerable to sea-level rise.。  
<https://unfccc.int/process-and-meetings/parties-non-party-stakeholders/parties/party-groupings>。

<sup>6</sup> Shipping has seven months to show decarbonisation progress, 2021.04.01, <https://lloydslist.maritimeintelligence.informa.com/LL1136228/Shipping-has-seven-months-to-show->

strategy, targets and regulations 只會愈來愈嚴<sup>7</sup>，想遊走縫隙的，幻想一下就可以，不會成真的。



資料來源：<https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Reducing-greenhouse-gas-emissions-from-ships.aspx>



資料來源：<https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Reducing-greenhouse-gas-emissions-from-ships.aspx>

decarbonisation-progress。

<sup>7</sup> DNV Webinar on Alternative Fuels Online Conference, (2021.10.20) , <https://www.dnv.com/maritime/webinars-and-videos/on-demand-webinars/>。

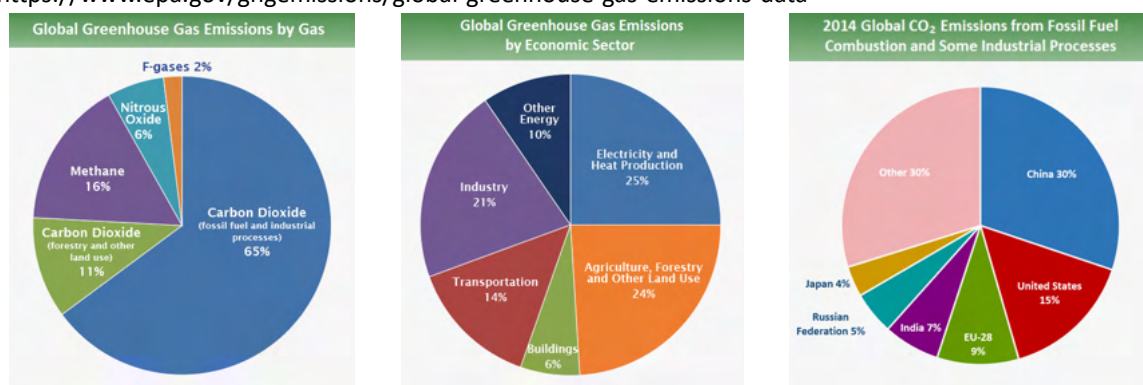
## 二、 立場

比較敏感的，從 MEPC 76 (2021.06.10)與 MEPC 77 (2021.11.22)我們重複一直看到很關鍵的字，如：GHG、EEDI、CII 等。從 MSC 103 (2021.05.05)與 MSC 104 (2021.10.04)我們也看到了如：E-navigation、MASS、GBS 等關鍵字。但總的來說，千舉萬變，其道不過是「脫碳(Decarbonization)<sup>8</sup>、數位(Digitalization)、創新(Innovation)」三者而已。

但是別忘了 IMO 的 MEPC 管很寬，與脫碳有關減少 GHG 的空氣議題，從 2011 通過的 Resolution MEPC.203(62)船舶能效指數(EEDI)、船舶能效管理計畫(SEEMP)，到 2016 通過 Resolution MEPC.278(70)強制收集油耗數據(DSC)，到 2021 MEPC 76 通過的船舶能效指數(EEXI)、碳強度指標評級(CII rating)<sup>9</sup>。這些都只是 MARPOL VI 而已，MARPOL 還有 I, II, III, VI, V 一樣很重要，甚至撿海洋垃圾的問題也不斷的被提起<sup>10</sup>。

MSC 也管很寬，除了創新科技下的 Maritime Autonomous Surface Ships (MASS)、Goal-Based New Ship Construction Standards (GBS)議題，MSC 還有其他問題愈來愈大的安全(Safety)議題與甚至躍上聯合國安理會辯論的保安(Security)議題<sup>11</sup>。

<sup>8</sup> GHG 當然不止於脫碳，但因碳占比最高，故以脫碳代之。嚴格說的 GHG 包含：Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>)、Methane (CH<sub>4</sub>)、Nitrous oxide (N<sub>2</sub>O)、Fluorinated gases (氟化氣體 F-gases)等。  
<https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>。



<sup>9</sup> 關於 GHG，EU 方面還有 EU Fit for 55、EU ETS (Emission trading system)、FuelEU (On-shore power, Carbon Intensity)、AFID (Alt. Fuels Infrastructure Deployment)、RED II (Renewable Energy Directive)、ETD (EU Energy Taxation Directive)、Taxonomy (EU list of sustainable industries)等。

<sup>10</sup> GESAMP Working Group 43 on Sea-Based Sources of Marine Litter。2021.09.23 GESAMP webinar to present the report of WG 43。 <https://www.fao.org/responsible-fishing/marking-of-fishing-gear/gesamp-wg-sea-based-sources-marine-litter/en/>。 <https://www.youtube.com/watch?v=kEyTiqYcW6s>

<sup>11</sup> IMO 的海事保安議題「Maintenance of International Peace and Security: Maritime Security - Security Council, VTC Open Debate」在 2021.08.09 直接躍上聯合國安理會的舞台，會中聯合國毒品和犯罪問

而且與 MSC、MEPC 環環相扣的是不僅限於 STCW 的「船員」議題，而是所有與「人 (Human Element)」有關的議題。

話說即便是「無人船」也是要「有人」設計建造與操作，即便是「無人」的船，也要和其它「有人」的船和港「溝通」與「互動」，套上《金剛經》的邏輯語言「所謂無人即非無人其名無人」再妥切也不過<sup>12</sup>。

也因此，MSC、MEPC 下的 HTW、III、NCSR、PPR、SDC、SSE、CCE 無一不重要，更遑論同等級的 Legal Committee、Technical Cooperation Committee、Facilitation Committee，復更遑論上階的 Assembly 與 Council。

### 三、務實

政治、冒險、強權、擴權與大國博弈先擺一邊，回歸主題，海運的本質是「人與物」從甲地到乙地的需求，運送的工具「船」則是科技與工藝的結果。運送「行為」與「工具」直接務實牽涉的就是經濟、效益與利益。

至於「環保」，在工業革命前，這個世間，本來就很環保，就連咱們部分人的祖先從唐山過黑水溝偷渡到台灣，船太輕，用的是壓艙石，用完還可以雕刻成神明或做成建材<sup>13</sup>。16 世紀，荷蘭人、阿拉伯人開船到福建，用的是更環保的牡蠣殼當壓艙，用完變成泉州「蚵殼厝」的「蚝宅」，用超過五百年還沒壞<sup>14</sup>。

然後，現在的聰明人，很「經濟」、「效益」的想出來用海水當壓艙，然後再來把壓艙海水中的生物，從甲地搬到乙地，讓他們很幸福的找不到天敵的繁衍與破壞另一地的生態、污染環境。然後，IMO 再來為此生一個壓艙水(BWMC, 2004)<sup>15</sup>公約、章程、指南、程序書、證書，又要船東不甘不願地買個貴貴的壓艙水處理系統，買來又不知道要裝在已經很窄的船上空間的哪個地方？管路也不知道要怎麼跑？然後又要船員假裝真

---

題辦公室(UNODC)還直接以 Maritime Crime 稱之。<https://media.un.org/en/asset/k1d/k1dw6hz1mp>

<sup>12</sup> 大家就想想台灣的智慧航安系統還有「彰化航道」、「西北航道」的 VTSS 是要怎麼有「智慧」的和無人船溝通就好。

<sup>13</sup> <http://bankofculture.com/archives/1647>。

<sup>14</sup> <https://kknews.cc/history/j6rl4ve.html>。

<sup>15</sup> International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments, 2004，<https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Implementing-the-BWM-Convention.aspx>。

的都有守規矩乖乖寫日誌不要亂排，免得超過七千多種的一堆入侵物種(Invasive species)<sup>16</sup>四處跑，就像是美國螯蝦變成中國小龍蝦<sup>17</sup>、就像是中國的大閘蟹跑到不吃大閘蟹的德國的易北河一樣<sup>18</sup>，如果跑來台灣的溪河不知道會不會好一點？

當然，古時候的人也不會在船體或水下結構物上塗上一堆有毒化學物質來讓海生物無法附著，但也順便讓那些有毒物質隨著船體或水下結構物慢慢釋放到海洋之中，然後再進入食物鏈，然後我們再來煩惱吃下肚的東西不健康？然後 IMO 又再為此生一個控制船舶有害防污底系統國際公約(AFS Convention, 2001)<sup>19</sup>。

《史記·淮陰侯傳》「智者千慮，必有一失」、《六祖法寶壇經》「下下人有上上智，上上人有沒意智」，這裡面可以衍生針貶的這些聰明的上上人，大概就是《箴言 28:26》裡面說的「心中自是的便是愚昧人。」

回過頭來講工業革命，隨著蒸汽機的改良，生出了燒「煤」的蒸汽船取代了「帆船」，然後燒「油」的「內燃機」船逐步取代燒煤又笨重的「外燃機」蒸汽機船。就這樣一路燒到現在，突然發現地球上這六萬多艘船就佔了全球 GHG 排放量的 3%<sup>20,21,22</sup>，也是個討論全球暖化時該受譴責與該負責的對象，最後的想法就是，未來是不是該來改用替代能源(alternative energy)<sup>23</sup>或是再生能源(Renewable Energy)？或是找出來永續能源

<sup>16</sup> Biological invasions through ballast water discharge: Marine Ecological Systems Under Threat, 20200216, <https://archive.ceylontoday.lk/print-more/52176>。

<sup>17</sup> <https://zh.wikipedia.org/wiki/克氏原螯蝦>。

<sup>18</sup> <https://www.dw.com/zh/中国大闸蟹泛滥德国易北河/a-16212366>。

<sup>19</sup> [https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-on-the-Control-of-Harmful-Anti-fouling-Systems-on-Ships-\(AFS\).aspx](https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-on-the-Control-of-Harmful-Anti-fouling-Systems-on-Ships-(AFS).aspx)。

<sup>20</sup> The greenhouse gas (GHG) emissions – including carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), methane (CH<sub>4</sub>) and nitrous oxide (N<sub>2</sub>O), expressed in CO<sub>2</sub>e – of total shipping (international, domestic and fishing) have increased from 977 million tonnes in 2012 to 1,076 million tonnes in 2018 (9.6% increase). The share of shipping emissions in global anthropogenic emissions has increased from 2.76% in 2012 to 2.89% in 2018. ◦ Fourth IMO GHG Study 2020, Full Report, Published in 2021.

<sup>21</sup> <https://www.transportenvironment.org/challenges/ships/greenhouse-gases/>。

<sup>22</sup> China, the largest contributor, was responsible for 28% of these emissions, followed by the United States (14%), the European Union as a whole (10%), India (7%), Russia (5%), Japan (3%), Korea (2%), Canada (2%), Indonesia (2%), and Iran (2%).  
<https://worldpopulationreview.com/country-rankings/greenhouse-gas-emissions-by-country>.

<sup>23</sup> 2021.02.09-10 IMO 舉辦了「Symposium on alternative low-carbon and zero-carbon fuels」，<https://www.imo.org/en/About/Events/Pages/Symposium-alternative-low-carbon-and-zero-carbon-fuels.aspx>，[https://youtu.be/S\\_suOQkfcuU](https://youtu.be/S_suOQkfcuU)，<https://youtu.be/FLQZgby49ZE>。

(Sustainable energy)或是生質燃料(Biofuel)？或是再次回到風帆時代？反正就是不要再燒會排放很多碳、很多硫(S)還有很多污染物質的「油」<sup>24</sup>。



資料來源：<https://www.wartsila.com/insights/webinar/decarbonising-shipping-week>

**FUTURE FUELS PROPERTIES**

With the introduction of renewable fuels for shipping, the lower volumetric energy shall even have a higher impact on vessel design, discharge/hold storage, cargo volume and passenger spaces.

	Marine Gas Oil (MGO)	Methane (LNG)	Ammonia (LNH3)	Methanol (CH3OH)	Hydrogen (LH2)
Boiling temperature	-	-162°C	-33°C	65°C	-252°C
Density at boiling temperature (at 15°C)	890 kg/m <sup>3</sup>	450 kg/m <sup>3</sup>	680 kg/m <sup>3</sup>	748 kg/m <sup>3</sup>	71 kg/m <sup>3</sup>
Flammability limits in air by volume	-	5-15%	15-28%	7-36%	4-75%
Auto ignition temperature	-	595°C	651°C	470°C	585°C
Lower heating value	42.7 MJ/kg	49.6 MJ/kg	22.5 MJ/kg	19.9 MJ/kg	120 MJ/kg
Energy per m3	38003 MJ	22320 MJ	15300 MJ	14885 MJ	8520 MJ
kWh per m3	10556 kWh	6200 kWh	4250 kWh	4135 kWh	2367 kWh

資料來源：The wind of opportunity in the Asian market - Integrated marine solutions for offshore wind vessels, <https://www.wartsila.com/>, 2021.09.28

可是燒天然氣(Methane)(甲烷)CH<sub>4</sub>、甲醇(Methanol)CH<sub>3</sub>OH (MeOH)裡面還是會有 C；燒氨氣(Ammonia) NH<sub>3</sub> 就會有 NO<sub>x</sub>；這三個都還沒有很 Green。燒氫氣(Hydrogen) H<sub>2</sub> 最好，但是目前為止氫的能源效益還是要讓人打個問號<sup>25</sup>。

總的來說，讓人「安心、心安」在船舶上使用的技術距離感覺還很遙遠，沒到位，或者說是離真正到位還有一段路<sup>26</sup>，而且上面這些多樣的替代能源在使用上也還要擔心低溫、有毒、易燃、爆炸、高壓等風險屬性<sup>27</sup>。另外，「太陽能板」和「電池」的回收技



<sup>24</sup> Fuel-based and energy-based emission 包括：CO<sub>2</sub>、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、CO、N<sub>2</sub>O、NMVOC、Black carbon (BC)等。Fourth IMO GHG Study 2020 Annexes。

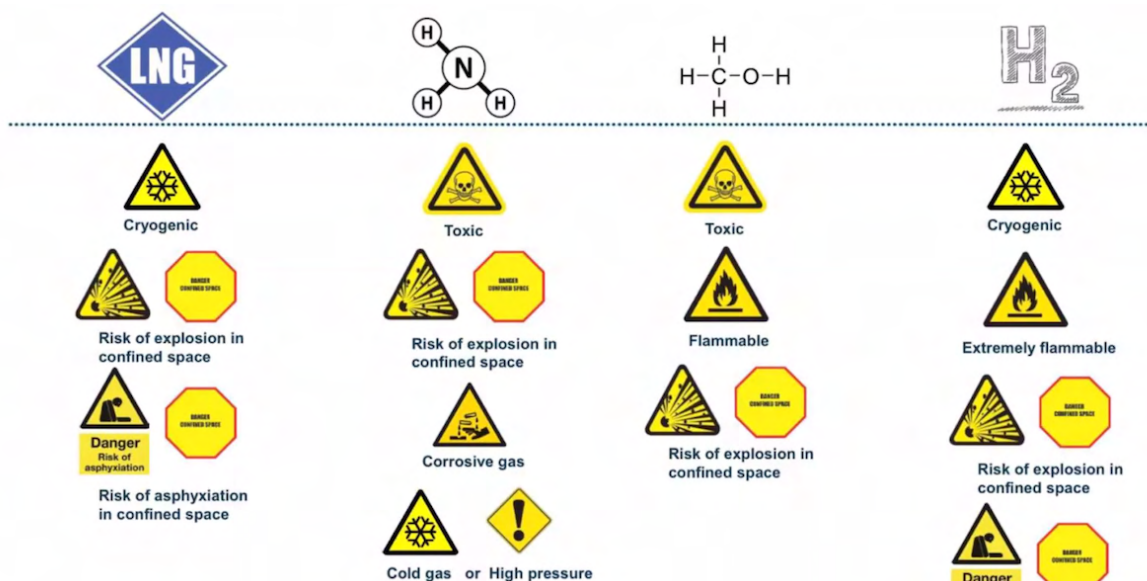
<sup>25</sup> Is green hydrogen the answer to the climate crisis? | DW Documentary，2021.11.03，<https://youtu.be/4sn0ecqZgog>。



<sup>26</sup> Onboard: External hazards collisions, grounding etc., The risk frequency and consequence increases, Scaling effects, Containerized swappable solutions, Lack of H2 experience in maritime unlike LNG/ Ammonia, Crew competence. Handbook for Hydrogen-fuelled Vessels, MarHySafe JDP Phase 1, 1st Edition (2021-06)。

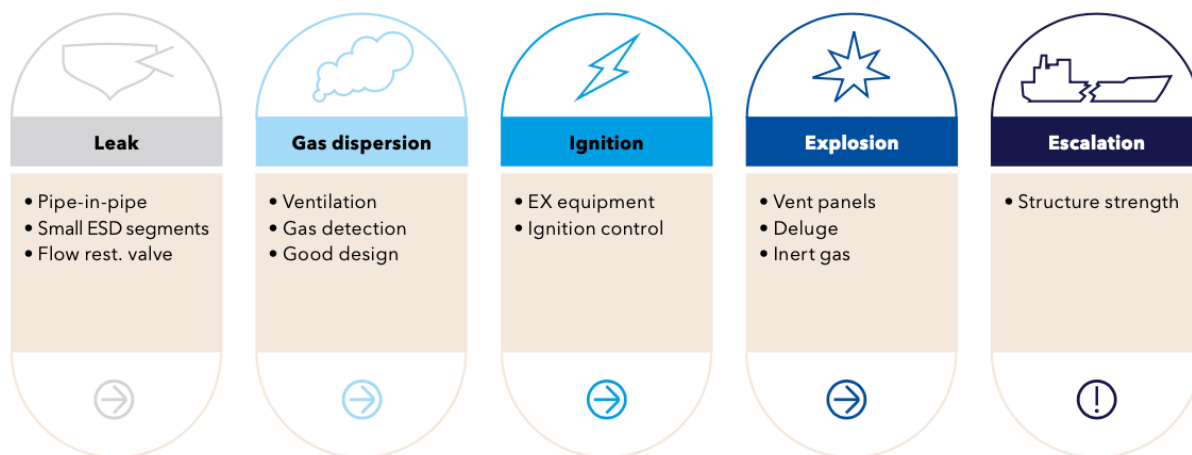
<sup>27</sup> 在 Wärtsilä 的 2021.09.20~23 的 Decarbonising Shipping Week webinars 中提問了「Which alternative

術也還在想，「風能」也不是真的那麼 Green<sup>28</sup>；用「核能」又怕會比氣候變遷更快的絕子絕孫。



資料來源：Environmental Regulations: Shipowners' & Managers' Dilemma, Indian Maritime University, 2021.10.06

**Chain of events and associated measures to prevent or mitigate consequence. Prevention has the best effect when applied early in the chain.**



資料來源：Handbook for Hydrogen-fuelled Vessels, MarHySafe JDP Phase 1, 1st Edition (2021-06)

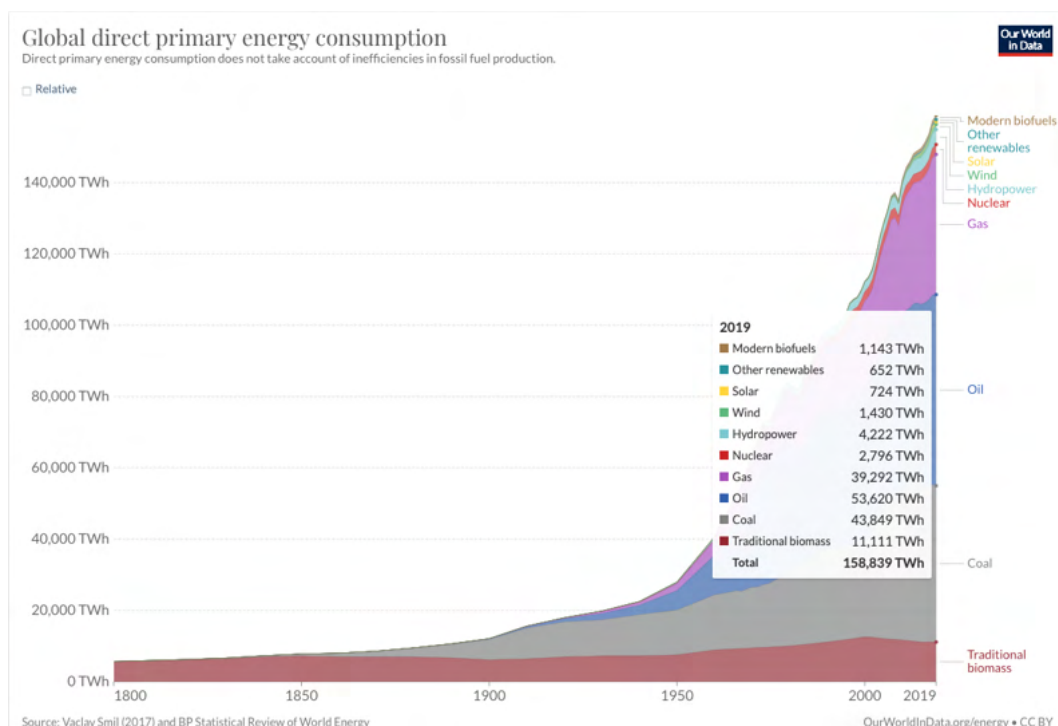
再說這些替代能源(Renewable, Modern Biofuels)相對顯得杯水車薪微不足道，對於氣候與環境變遷與 GHG 的減排，實如滄海一粟。事實上，2015 年通過聯合國巴黎協議

fuel will you select in the next 5 years?」的複選結果是：LNG/Bio-LNG/e-LNG (63%), Methanol/ e-Methanol (47%), Ammonia/Ammonia mix (45%), Hydrogen/Hydrogen mix (35%)。  
<https://www.wartsila.com/insights/webinar/decarbonising-shiping-week>

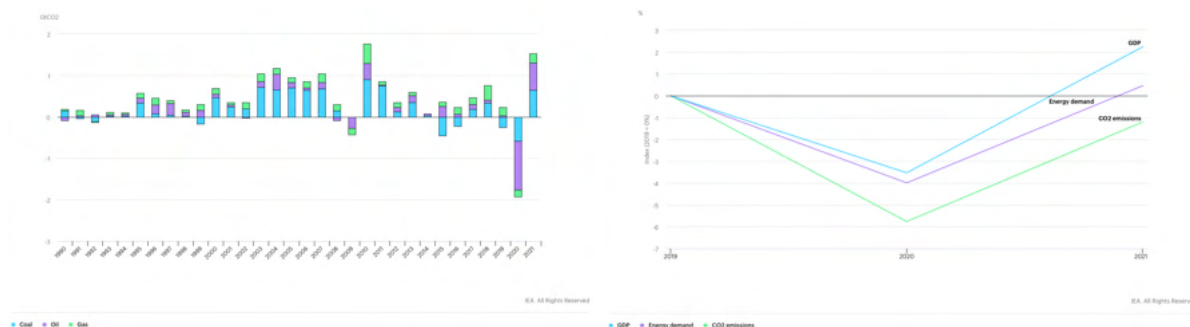
<sup>28</sup> 風能(Wind Energy)的風葉與機具也多有不可回收成分，未來在除役(Decommissioning)或更換(Replacement)時，和目前太陽能板和電池的回收一樣，都會產生很多對環境有害物質。



(Paris Agreement)後，2016~2019 年間減排的國家僅有 64 個，持續增排的國家有 150 個，與 2011-2015 相比擬，全球每年增加 240 million tons 的 CO<sub>2</sub> 排放量，倒是來了個武漢肺炎(COVID-19 pandemic)，2020 年一口氣降低了 2.6 billion tons 的 CO<sub>2</sub> 排放量，等同比 2019 年低了 7 %<sup>29</sup>。



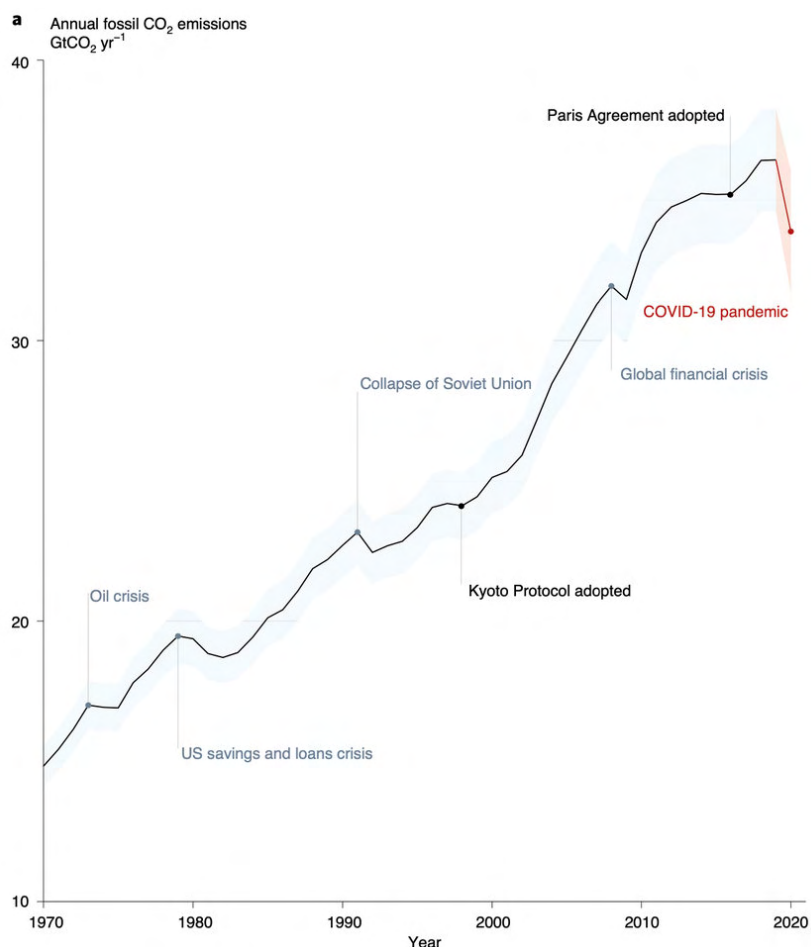
資料來源：https://ourworldindata.org/grapher/global-primary-energy?time=earliest..2019&country=~OWID\_WRL, 2021.10.06



- Change in CO<sub>2</sub> emissions by fuel, 1990-2021
- Evolution of global GDP, total primary energy demand and energy related CO<sub>2</sub> emissions, relative to 2019

資料來源：https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2021, 2021.04.19

<sup>29</sup> 替代能源 5.5%、核能 1.89%、化石燃料 92.6%。https://ourworldindata.org/grapher/global-primary-energy?country=~OWID\_WRL。



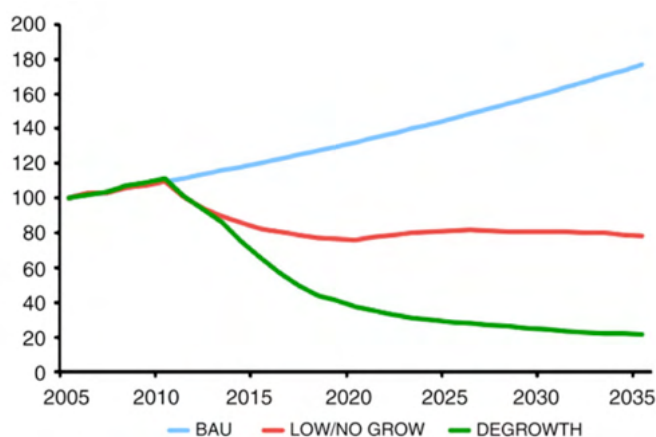
資料來源：Le Quéré et al. 2021, Nature Climate Change, Fossil CO<sub>2</sub> emissions in the post-COVID-19 era, <https://www.nature.com/articles/s41558-021-01001-0>, 2021.03.01

雖然可以引曰之「勿以善小而不為」，我們肯定所有替代能源的減排作為，但如果以整救地球的角度，似乎 **The Economics of Degrowth** 的(非增長、去增長、逆增長的經濟改革)理論才是相對具體的解決之道<sup>30</sup>。不然就是更積極地找出可以把碳抓回來的 **Negative Emissions Technologies (NETs)**的好方法<sup>31, 32</sup>。

<sup>30</sup> Peter A. Victor, Growth, degrowth and climate change: A scenario analysis, *Ecological Economics*, Volume 84, 2012, Pages 206-212, °

<sup>31</sup> William Nicolle, Four negative emission technologies (NETs) that could get us to Net Zero, <https://policyexchange.org.uk/four-negative-emission-technologies-nets-that-could-get-us-to-net-zero/>, Dec 3, 2020 ° (1)Direct Air Capture with Carbon Storage (DACCS) ; (2)Enhanced weathering ; (3)Biochar 、(4)Bio-energy with carbon, capture and storage (BECCS) °

<sup>32</sup> Akshat Rathi, The ultimate guide to negative-emission technologies, <https://qz.com/1416481/the-ultimate-guide-to-negative-emission-technologies/>, Oct , 2018 ° (1)Afforestation and reforestation ; (2)Bioenergy with carbon capture and storage (BECCS) ; (3)Direct air capture 、(4)Soil carbon 、(5)Biochar 、(6)Enhanced weathering °



資料來源：Greenhouse gas emissions, Peter A. Victor, Growth, degrowth and climate change: A scenario analysis

- Fig. shows greenhouse gas emissions continue to rise in the **business as usual** scenario, **exceeding** the 2005 level by **77%** in 2035.
- In the **low/no growth** scenario they are **56%** less than the business as usual scenario in 2035, and **22%** less than in 2005.
- In the **degrowth** scenario greenhouse gas emissions are **88%** less than in the business as usual level in 2035 and **78%** below the 2005 level.

反正結論是，配合聯合國巴黎協議(Paris Agreement)<sup>33</sup>下氣候變遷的指令大旗，IMO<sup>34</sup>終於、終於、終於出手懇求「締約國」嘗試努力一下，即便是裝，也要裝作有在配合。至於沒有締約的，還有有締約但還沒有內國法化的，還有像我們台灣這種想締約人家都不給我們機會締約的，法理上，暫時也可以不必裝作有在配合。

畢竟對以做生意為主的「航運」界來說，「經濟」、「效益」的意思就是在船方、貨方、資金、保險、科技、商機、法規等等綜合考慮下「苟有利於我焉」的考驗。特別是需要船舶大改裝時，在景氣好的時候，船隊賺錢賺到沒時間休息，哪來可以擠出一點船期縫隙去改裝；景氣不好時，都已經虧到勒緊褲帶想賣船變現跑路了，又哪來閒錢去改裝。<sup>35</sup>(這個註釋要看)

<sup>33</sup> 1992 年聯合國氣候公約(UN Framework Convention On Climate Change)沒有強制減量責任；1997 年京都議定書(Kyoto Protocol)僅規範已開發國家減碳目標；2015 年巴黎協定(Paris Agreement)締約方未來將致力推動減碳政策，將本世紀全球氣溫升幅控制不超過攝氏 2 度，並訂定更具雄心的攝氏 1.5 度目標。其主要內容包括所有締約國須提出國家自訂貢獻(Nationally Determined Contributions, NDCs)的承諾，並且每五年將檢討各國對減排的貢獻；並透過提供氣候融資，協助開發中國家適應氣候變遷。◦ <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>。

<sup>34</sup> 作為 UN 下的附屬機構，IMO 在 2021.09.14 「Cutting shipping's GHG emissions - IMO's role」在 Youtube 發布的影片中，承認 IMO 已經被批評是「too low and too slow」、「far behind」，但 IMO 承諾將迎頭趕上。IMOHQ, <https://youtu.be/hOexcriuPxl>。

<sup>35</sup> 有關船舶改裝的議題講的是：

- (1) 船買都買、造都造了，然後來了個公約說這個不行，那個不行，只有改裝增添設備才行，公部門和 IMO 想的是安全環保與效率，製造商想的是發明創新與營利，航商想的是花錢消災與麻煩，畢竟都是大工程，這又不像果粉在換 iPhone 那麼簡單。
- (2) 2004 年的國際船舶壓載水和沉積物控制與管理公約(International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments, BWMC 2004)要求的壓艙水處理設備(Ballast Water Treatment Systems, BWMS)的大限是 2024.09，到現在還有上萬艘船沒搞。

這就是全球航運界最簡單的經營邏輯。

特別是當全球還有一堆墊底的次標準船(次級船 **substandard ships**)在海上閒晃又還能賺大錢時，一般正常公司的船東會想，反正本來就不是資優生，領不到獎狀，反正也不是後段班，老師即便抄起棍子也還輪不到挨打。更何況，我們有個 **GHG** 排放大戶，中國老大哥擋在前面，似乎避風擋雨，也還可以矇過去。

- (3) IMO Resolution MEPC.280(70), MEPC. 305(73)通過的 2020 限硫令(sulphur 2020 limit)為了將燃油含硫量降到 0.5%，船東只有三條路可走，第一買含硫量低於 0.5%低硫燃油(LSFO)，第二安裝俗稱脫硫塔(Scrubber)的廢棄淨化系統(Exhaust Gas Cleaning System, EGCS)，第三是使用 LNG 或其他替代能源。當然還有第四條路可走，就是趁著這一波航運市場大好，海撈一筆，然後退出航運市場。有關上述第一就是長期的 LSFO 燃油成本增加，第二就是短期的安裝脫硫塔的資本大出血，而且還不知道廠商推的乾、濕(Open-loop, Close loop, Hybrid)哪一款脫硫塔比較好，而且使用脫硫塔也是要額外用電、用水、用化學藥劑，有成本考量的。更別忘了，不管乾、濕，脫完的硫要怎麼處理，2015 年的 MEPC.259(68)也是有規矩要遵循的。
- (4) 至於改用 LNG 或其他替代能源這就講得比唱得好聽了。但這還真的是真理也是釜底抽薪再簡單不過的道理。將心比心，換位思考一下，經費、技術的問題就不再講了，我們講「人」就好。舉個例來說，如果用 LNG 船，船東找到適任的 LNG 船的「船員」嗎？據務實的調查統計，台灣目前算一算才約 20 個。如此看來，改裝 LNG 這一題您怎麼看？直白的說，不同的替代能源船的船員就要有不同的訓練規劃，就以 NYK 的訓練規劃供參如下，如果有注意看，可以看到有些訓練，中華民國台灣還真沒開訓過。

Challenges - Manning /Crew Training & Certification to Comply with IGF Requirements

In No	Issue	Master	Chief Engineer	2nd AB	3rd AB	STW	ETD Rating	CS Off	2nd Off	3rd Off	Rating
1	Self Study Training Module & Plan										✓
2	Self Study Training Module & Plan										✓
3	Self Study Training Module & Plan										✓
4	Self Study Training Module & Plan										✓
5	Self Study Training Module & Plan										✓
6	Self Study Training Module & Plan										✓
7	Self Study Training Module & Plan										✓
8	Self Study Training Module & Plan										✓
9	Self Study Training Module & Plan										✓
10	Self Study Training Module & Plan										✓
11	Self Study Training Module & Plan										✓
12	Self Study Training Module & Plan										✓
13	Self Study Training Module & Plan										✓
14	Self Study Training Module & Plan										✓
15	Self Study Training Module & Plan										✓
16	Self Study Training Module & Plan										✓
17	Self Study Training Module & Plan										✓
18	Self Study Training Module & Plan										✓
19	Self Study Training Module & Plan										✓
20	Self Study Training Module & Plan										✓
21	Self Study Training Module & Plan										✓
22	Self Study Training Module & Plan										✓
23	Self Study Training Module & Plan										✓
24	Self Study Training Module & Plan										✓
25	Self Study Training Module & Plan										✓
26	Self Study Training Module & Plan										✓
27	Self Study Training Module & Plan										✓
28	Self Study Training Module & Plan										✓
29	Self Study Training Module & Plan										✓
30	Self Study Training Module & Plan										✓
31	Self Study Training Module & Plan										✓
32	Self Study Training Module & Plan										✓
33	Self Study Training Module & Plan										✓
34	Self Study Training Module & Plan										✓
35	Self Study Training Module & Plan										✓
36	Self Study Training Module & Plan										✓
37	Self Study Training Module & Plan										✓
38	Self Study Training Module & Plan										✓
39	Self Study Training Module & Plan										✓
40	Self Study Training Module & Plan										✓
41	Self Study Training Module & Plan										✓
42	Self Study Training Module & Plan										✓
43	Self Study Training Module & Plan										✓
44	Self Study Training Module & Plan										✓
45	Self Study Training Module & Plan										✓
46	Self Study Training Module & Plan										✓
47	Self Study Training Module & Plan										✓
48	Self Study Training Module & Plan										✓
49	Self Study Training Module & Plan										✓
50	Self Study Training Module & Plan										✓

5.1 NYK Group's roadmap for GHG reduction

> Methanol: While there is no single solution for low carbon – no carbon marine fuel, NYK's Pathway to Green House Gas Reduction is working on all options of possible alternative drop in fuels along with methanol

> LNG

- 2019: First LNG Bunker Vessel in Japan
- 2020: LNG Bunker Vessel in Japan
- 2020: First LNG Bunker Vessel in Green Shipping
- 2021: LNG Bunker Vessel in Green Shipping
- 2021: First Hybrid Car Carrier
- 2024: LNG Fuelled Capesize Bulk Carrier

> Ammonia

- Projects on A-Tag (Ammonia-fueled Tanker)
- AMAC (Ammonia-fueled Ammonia Gas Carrier)
- A-PSB (Ammonia-fueled Storage Repurposing Barge)
- Future: AFV (Ammonia-fueled Vessel) and (Ammonia bunkering Vessel)

> Bio Fuel

- 2019: Bunkered at Rotterdam and conducted trial Project
- 2021: Bunkered at Singapore conducted trial

- NYK is open for all options of alternative fuels.
- Currently, R&D work is going on for ammonia, hydrogen and CO<sub>2</sub> capture/credit spaces.
- NYK has become a founding member of the Maersk Mc-Kinney Moller Center for Zero Carbon Shipping.

資料來源：Methanol as a ship fuel, DNV Webinar on Alternative Fuels Online Conference, (2021.10.20) - <https://www.dnv.com/maritime/webinars-and-videos/on-demand-webinars/>

- (5) 很顯然的，這次面臨的改裝的標的極有可能是把「主機」改成 Dual-Fuel Engine，問題來了，Hydrogen、Hydrocarbon、Ammonia、Methanol、Biofuels 哪一種 Fuel 都還不知道，就連是固態、液態、氣態也不知道，是要怎麼 Dual？要說 Triple、Multiple 也可以啊！不同的 Fuel 的 injection system 也不同、主機的設計也不同、燃料的存放技術與空間需求也不同，不要搞了半天，弄了一堆空間裝燃料，能裝貨的空間剩少少，那不不在地化就好，還有「運送」的意義嗎？再說，可以吃不同燃料的主機，壽命不知道怎樣？

Powering sustainable shipping by opening clear pathways

MAN Energy Solutions

LNG Ethane Methanol LPG Ammonia

ME-GI 271 engines ME-GA 82 engines ME-GIE 23 engines ME-LGIM 38 engines ME-LGIP 107 engines → 2024

INVEST IN FUTURE PROOF SOLUTIONS

Transition fuels will be needed to cope with the lack of green fuels

BiOLNG technology is mature throughout the value chain. Ramp-up of scale is depended on fuel demand (off-take contracts). Time to see the more – CO<sub>2</sub> emissions are cumulative.

Available shipyard capacity

Today Limited shipyard capacity in a hot market

2020

DUAL-FUEL COMBUSTION ENGINE

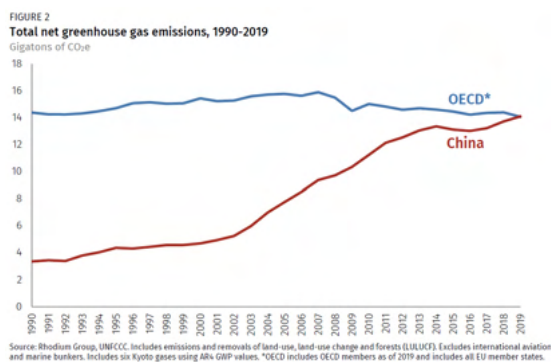
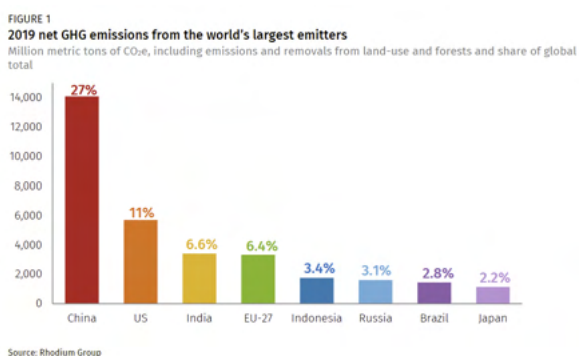
LNG FUEL GAS SUPPLY SYSTEM

BLENDED BIO-SYNTHETIC LNG OR H<sub>2</sub> (10-50 VOL%)

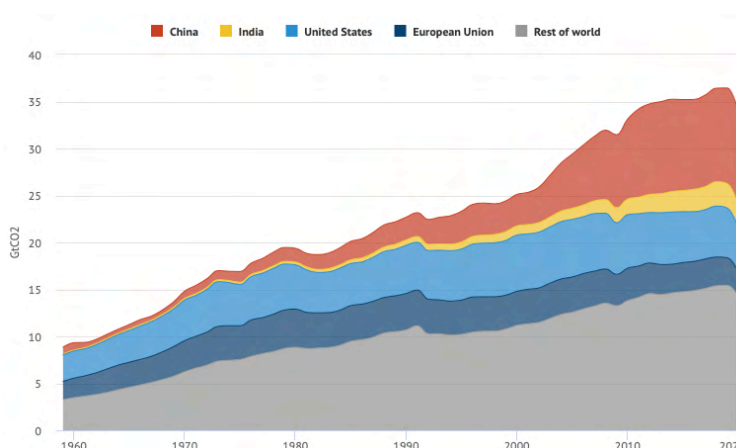
ENSURES FUEL FLEXIBILITY AND IS A FUTURE-PROOF SOLUTION TO 2030

BRINGS YOU EASILY TO 2030 WITHOUT INVESTING IN "LOCKED-IN" TECHNOLOGY

- (6) 最後，如果因應 2050 使用替代能源的新式船舶是一條不得不走的路，那麼現有的船東、現有的船舶，能撐多久算多久，幹嘛再花錢、費神想這個改不改裝，還要擔心改裝完找不到船員的議題？謹守「老二哲學」切莫強出頭，先看看歐洲海事先進國家的各型替代能源船的運作如何，再來挑選建造最合適的，不是比較省事？這個註釋就先講到這裡。



資料來源：China's Greenhouse Gas Emissions Exceeded the Developed World for the First Time in 2019, <https://rhg.com/research/chinas-emissions-surpass-developed-countries/>, 2021.05.06



資料來源：Global CO<sub>2</sub> emissions from fossil fuels by region, 1959-2020, Global Carbon Project: Coronavirus causes 'record fall' in fossil-fuel emissions in 2020, <https://www.carbonbrief.org/global-carbon-project-coronavirus-causes-record-fall-in-fossil-fuel-emissions-in-2020>, 2020.12.11

《論語·雍也》「中庸之為德也，其至矣乎！民鮮久矣。」就只有這時候，我們最能實踐孔子拿中庸作為至高無上道德標準的教誨！不是嗎？

至於有沒有需要新造船因應巴黎協議的 2050 年的期待？

這時，往往冒出來的第一個問題，不是錢在哪裡？

最直白的想法是，我會不會活到 2050 年還在搞這一行？然後下一個問題是「商機」有沒有？然後是如何最經濟有效的達到恰恰好合規(regulatory compliance)就好，然後下一題，才是來找錢，順便找個預計可以活到 2050 還沒有退休的年輕人叫他來做這件事，免得傷腦筋又記不住！

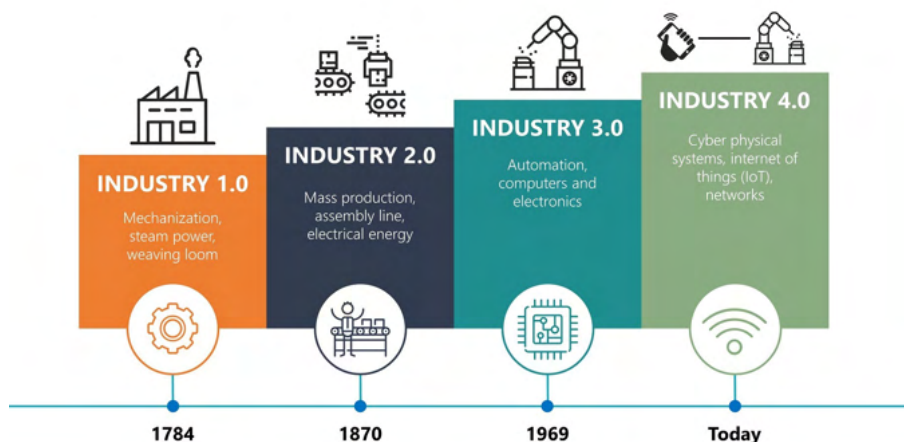
當然，還有另外一個最好的方法就是繼續混到不能混的那一天，然後船就走上《香港公約》<sup>36</sup>這條路就好。

再聲明一次，這樣的稍微酸一下船東，是指全球性觀察的眾數，非指台灣那幾家 Far above average 的優秀船東，請勿玻璃心的隨意對號入座，妄自菲薄，引喻失義，塞忠諫之路。

#### 四、 科技

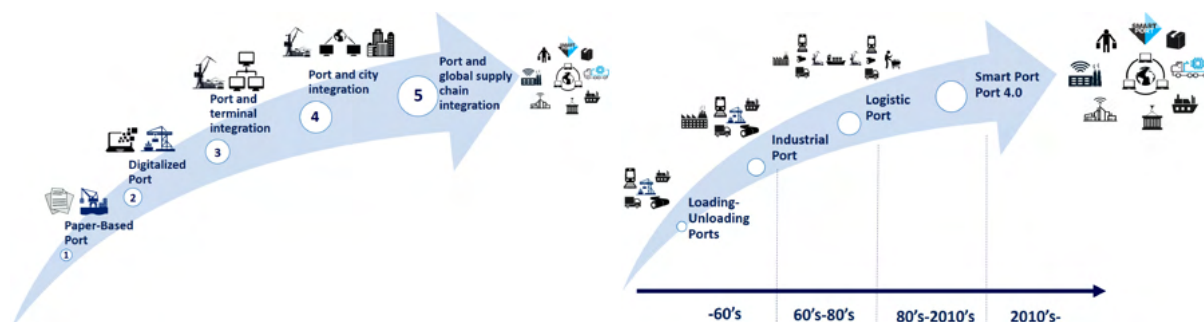
工業革命的大環境下，從機械化、電氣化、資訊化、物聯網(Internet of Things, IoT)，我們正處於工業 4.0 (4<sup>th</sup> industrial revolution, 4IR)透過工業人工智慧技術建立具有適應性、資源效率和人因工程學的智慧型意識的產業世界時代。或許「人、船、港、環境」還「不識廬山真面目」，但每個利害相關方早已「只緣身在此山中」。

不信嗎？看一下早已把我們綁架的手機、電腦和各種感應和支付裝置就會相信了。這些所謂「科技」比我們清楚我們曾在哪裡？我們曾幹過什麼事？我們的習性是什麼？



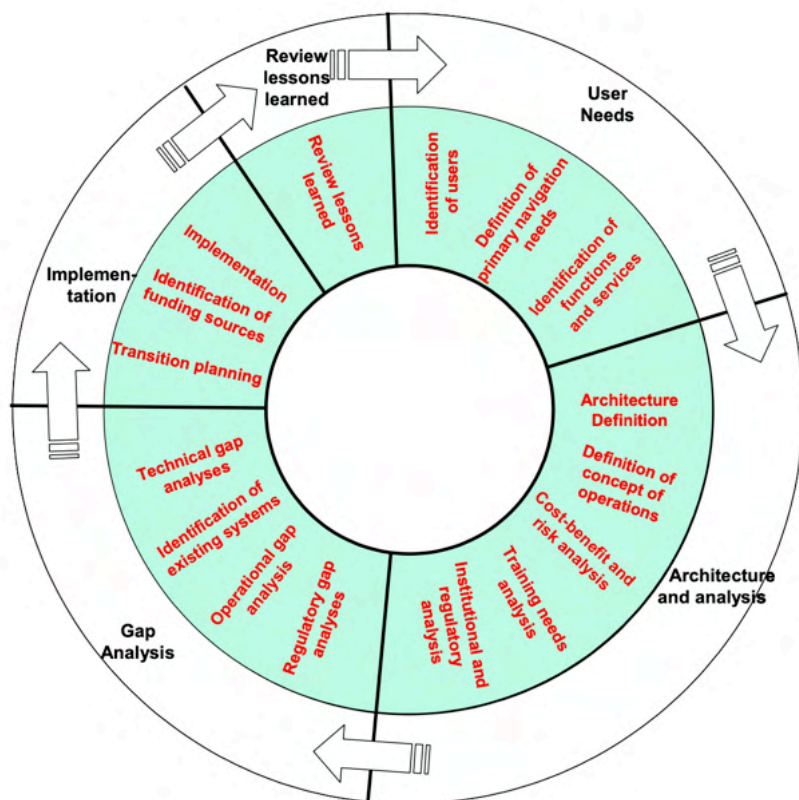
資料來源：<https://www.presentationpoint.com/blog/data-signals-triggers-industry-4-0/>

<sup>36</sup> Hong Kong International Convention for the Safe and Environmentally Sound Recycling of Ships , <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Ship-Recycling.aspx> 。



資料來源：Ignacio de la Peña Zarzuelo, María Jesús Freire Soeane, Beatriz López Bermúdez, Industry 4.0 in the port and maritime industry: A literature review, Journal of Industrial Information Integration, Volume 20, 2020

「人、船、港、環境」，就先拿「船」來看就好，在 2005 年 IMO MSC 81/23/10 導入了 E-navigation<sup>37</sup>，比較近期的發展是。2018 的 MSC.1/Circ.1595<sup>38</sup>與 2019 的 MSC.1/CIRC.1610<sup>39</sup>。

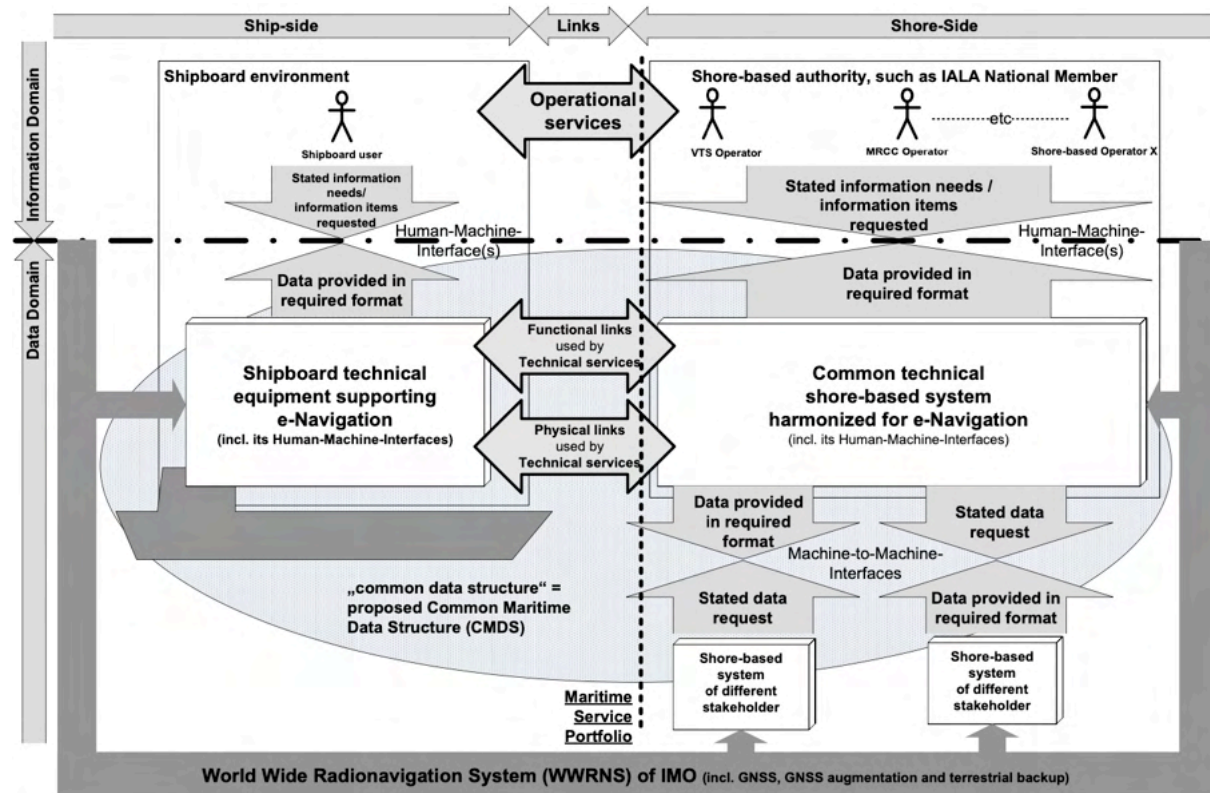


資料來源：Strategy for the development and implementation of e-navigation (MSC 85/26/Add.1, annex 20), 6 January 2009, IMO.

<sup>37</sup> MSC 81/23/10 - WORK PROGRAMME “Development of an E-Navigation strategy”, 19 December 2005 ◦

<sup>38</sup> MSC.1/Circ.1595 - E-navigation strategy implementation plan – update 1, 25 May 2018, IMO ◦

<sup>39</sup> MSC.1/CIRC.1610 – Initial descriptions of maritime services in the context of e-navigation, 14 June 2019, IMO ◦



資料來源：E-navigation strategy implementation plan – Update 1 (MSC.1/Circ.1595), 25 May 2018, IMO.

至於 Maritime Autonomous Surface Ships (MASS)在 IMO 最早的正式文件中是出現在 2017 年的 MSC98/20/2<sup>40</sup>。此後，MASS 就一直是個很「夯」的議題，及至 2021.10.04~08 的 MSC 104 大會的 97 份議程文件就有 6 件標題上有 MASS。2021.05.05~14 的 MSC 103 大會的 94 份議程文件更有 12 件的文件標題上有 MASS。很清楚的，MASS 的科研與海上測試不但未被武漢肺炎有所影響，而且議題還已跨入了 FAL 與 LEG 等會議中。如同 2021.06.03 MSC.1/Circ.1638 中所述<sup>41</sup>，MASS 定義之自動化等級(degrees of autonomy)分為：

- 等級 1：配備有自動化處理與決策支援船舶(Ship with automated processes and decision support)，海員仍於船上對船舶系統及相關功能進行控制。某些功能可以於無人監控下自動化運作，但船員於船舶上仍應於自動駕駛系統發生故障時進行人為介入。
- 等級 2：有船員隨船之遙控控制船(Remotely controlled ship with seafarers on

<sup>40</sup> MSC 98/20/2 - WORK PROGRAMME “Maritime Autonomous Surface Ships Proposal for a regulatory scoping exercise”, 27 February 2017, IMO。

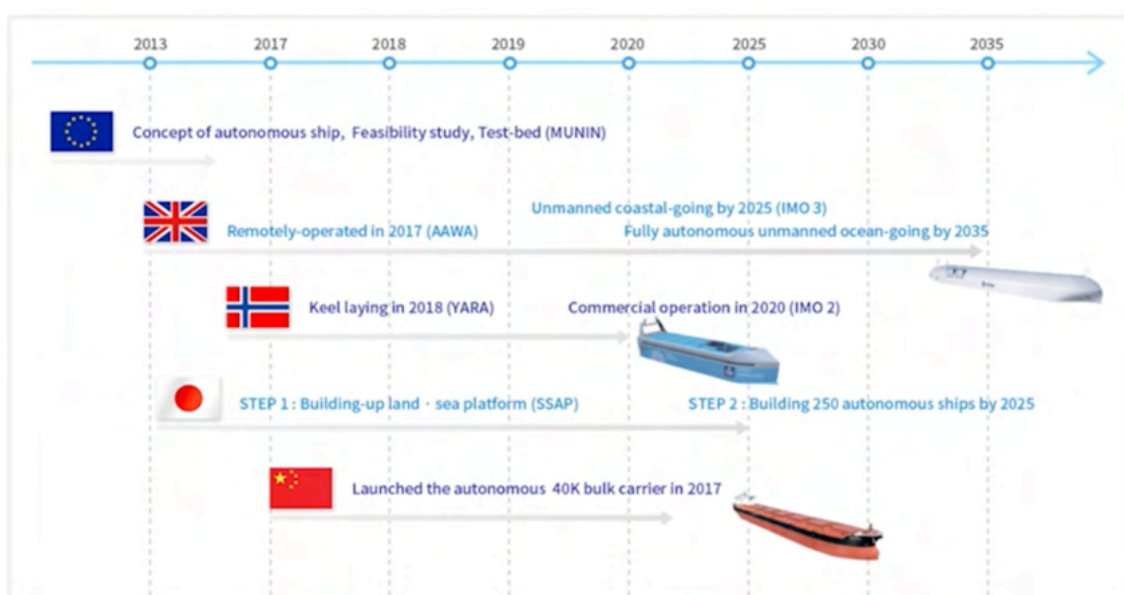
<sup>41</sup> MSC.1/Circ.1638 - Outcome of the regulatory scoping exercise for the use of maritime autonomous surface ships (MASS), 3 June 2021, IMO。



board)。該船舶係由岸上人員控制，惟船上之船員可於必要時介入並接手運作該船舶之自動駕駛系統與功能。

- 等級 3：未有船員隨船之遙控控制船(Remotely controlled ship without seafarers on board)，該船舶由岸上人員控制。
- 等級 4：全自動化船舶(Fully autonomous ship)，船舶之自動駕駛系統可自行做出決策並反應。

不論是從法理、科技甚至誰是船長、誰是船員？可以質疑與挑戰 MASS 的議題很多，看衰這事的人也很多，但是 google 一下，歐盟、挪威、芬蘭、德國、荷蘭、日本、韓國、中國等有關 MASS 的 sea trials 甚至 completes sea trials 的消息，已如過江之鯽，應該更正說已如過新加坡水道之船那麼多。「科技始終來自人性」，4IR 下，我常常告訴自己，天底下只有我想不到的事，至於，我自己想不到、做不到的事，永遠會有一堆人幹得出來、做得出色。最早出現嫦娥奔月的故事是在西漢《淮南子》，雖然只是個傳說，但是至少二千多年後的 1967 年，阿姆斯特壯還真的奔月了。從 2005 的 E-navigation、2017 年的 MASS、2020 & 2021 的 completes sea trials。Degree Four 的 MASS 眼看就快達成，緊接著的是 SOLAS、COLREG、STCW、LL Convention and Protocol、TONNAGE、SAR Convention、FSS Code、IMSBC Code、IMDG Code、IBC Code、IGC Code、CSS Code、Casualty Investigation Code、III Code、Grain Code、INF Code、Intact Stability Code 一系列的法令規章修訂能不能也跟得上腳步？



資料來源：International R&D Progress, Present and Future of Maritime Autonomous Surface Ships, [2020/21 KSP-EBRD Joint Consulting], 7 September 2021, <https://youtu.be/4N9J7nqpGrg>.

4IR 下又混雜著 E-navigation 與 MASS 的海事安全(Maritime Safety)政策方針需要的是：(1)海事資訊的大數據資訊平台(Big Data Platform)；(2)健全的船舶安全管理與評核(Management and Assessment)體系；(3)智慧海上交通系統(Smart Transport System)；(4)提升海事安全文化；(5)研發環保(Eco-friendly)的新世代船舶科技；(6)加強國際合作。

前述一開端即提到大數據(Big Data)或稱巨量資料，這些資料有 5V 的特點<sup>42</sup>，但如果這些資料不能有個分享平台(Resource Sharing Platform)<sup>43</sup>，不能有解析探勘(Data Mining)<sup>44</sup>的功能，再多的數據，其實和垃圾也沒有什麼差別。

這些海事安全的大數據至少應包括：(1)含船舶所有人、管理人、代理、保險、P&I 等的船舶完整資料庫與船舶檢查報告；(2)船舶航行與裝卸作業紀錄；(3)海上交通流；(4)船舶事故歷史資料與事故分析或研究；(5)包含環境敏感區的海洋環境與海氣象資料；(6)技術性資訊與報告；(7)適用的國際公約與國內法規規範；(8)船員與相關乘員資料等。

至於在智慧海上交通系統方面的大數據則至少應同時考量並包括：(1)航路與航道的設計、規劃以及改變；(2)港口與堤岸的設計與規劃；(3)泊位與錨地以及外海繫泊浮筒的規劃；(4)禁航區、限航區、海底電纜、海底隧道、跨港橋樑、離岸風場、海事工程建設活動的航行管制；(5)漁業活動與休閒娛樂船舶活動區域的船舶動態掌握；(6)國際航線與國內航線船舶交會風險區的活動警戒；(7)水面與水中航行險阻的排除；(8)郵輪、高速(客)船、渡船、特種船的航行監控等。

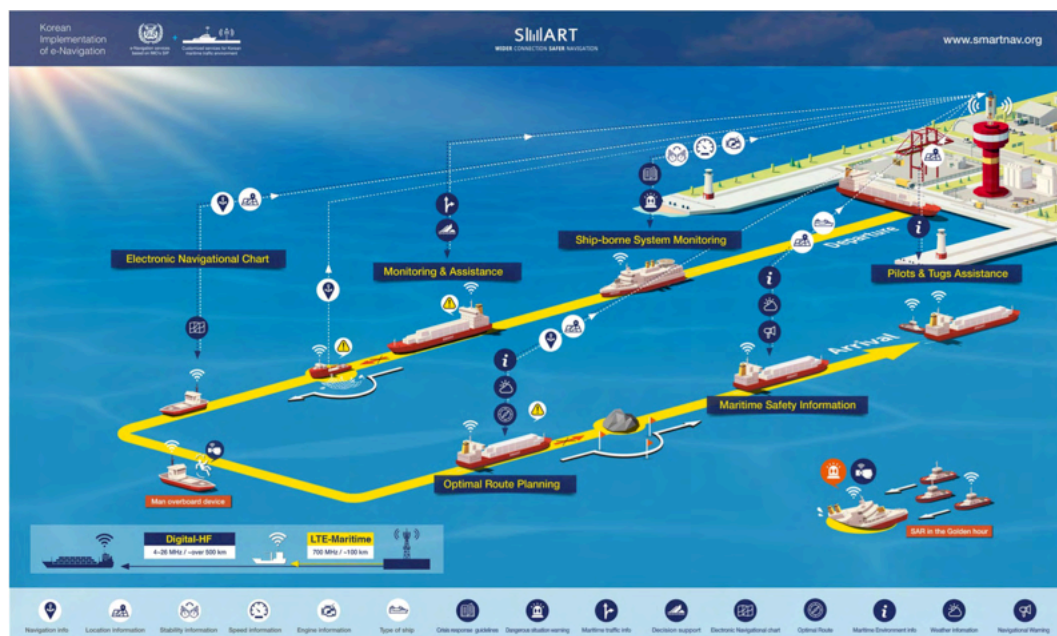
---

<sup>42</sup> 所謂大數據必須包含有 5V 的特點：(1) Volume(大量 big + data)；(2) Variety(多樣：logs, texts, photos, videos, etc)；(3) Velocity(高速：fast collection, fast processing)；(4) Veracity(真實：from ambiguous data to reliable data)；(5) Value(低價：distinguish meaningful data)。

<sup>43</sup> Resource Sharing Definition and Vision,  
<https://www.railslibraries.info/system/files/Anyone/mtg/2018/2018-06-11/146510/Resource%20sharing%20definition%20and%20vision.pdf>。

<sup>44</sup> 資料探勘(data mining)是一個跨學科的電腦科學分支。它是用人工智慧、機器學習、統計學和資料庫的交叉方法在相對較大型的資料集中發現模式的計算過程。資料探勘過程的總體目標是從一個資料集中提取資訊，並將其轉換成可理解的結構，以進一步使用。除了原始分析步驟，它還涉及到資料庫和資料管理方面、資料預處理、模型與推斷方面考量、興趣度度量、複雜度的考慮，以及發現結構、視覺化及線上更新等後處理。

就這樣，隨著 E-navigation 與 MASS，產生了 SMART E-navigation<sup>45</sup>，產生了 GMDRT Concept<sup>46</sup>，產生了 NextGen VTMS<sup>47</sup>。「科技始終來自人性」，接下來呢？我們要駕馭的是「科技」還是「人性」？還是我們反將被駕馭甚或奴役？

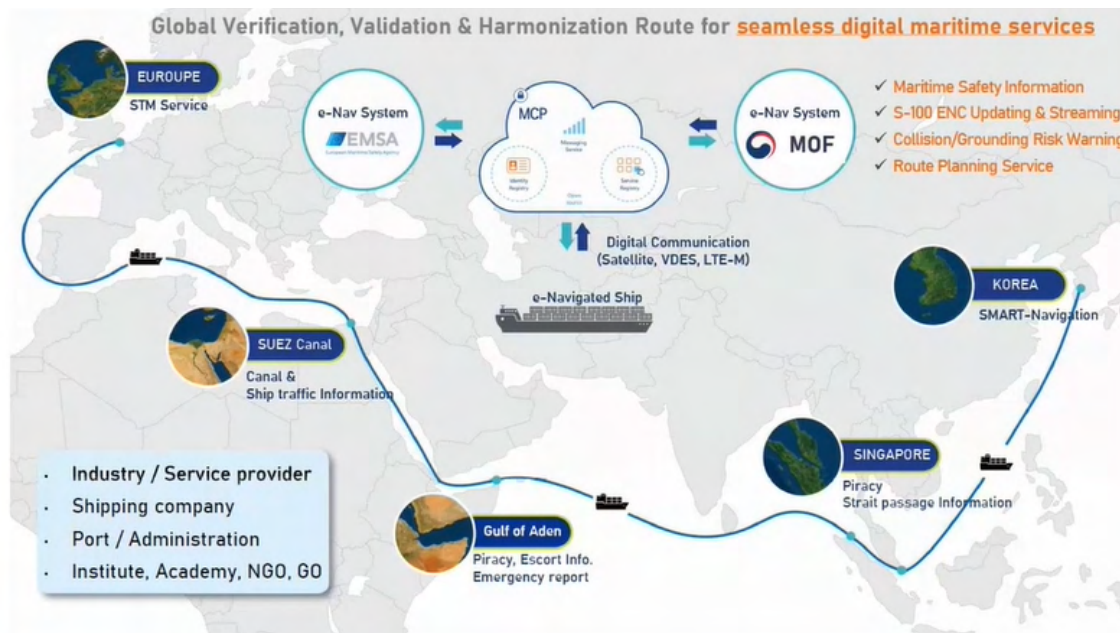


資料來源：SMART-Navigation Project Office, Korea

<sup>45</sup> SMART-Navigation Project ,  
[https://legacy.iho.int/mtg\\_docs/com\\_wg/NIPWG/NIPWG6/NIPWG6\\_2019\\_05.1\\_EN\\_SMART+%20MCP.pdf](https://legacy.iho.int/mtg_docs/com_wg/NIPWG/NIPWG6/NIPWG6_2019_05.1_EN_SMART+%20MCP.pdf)

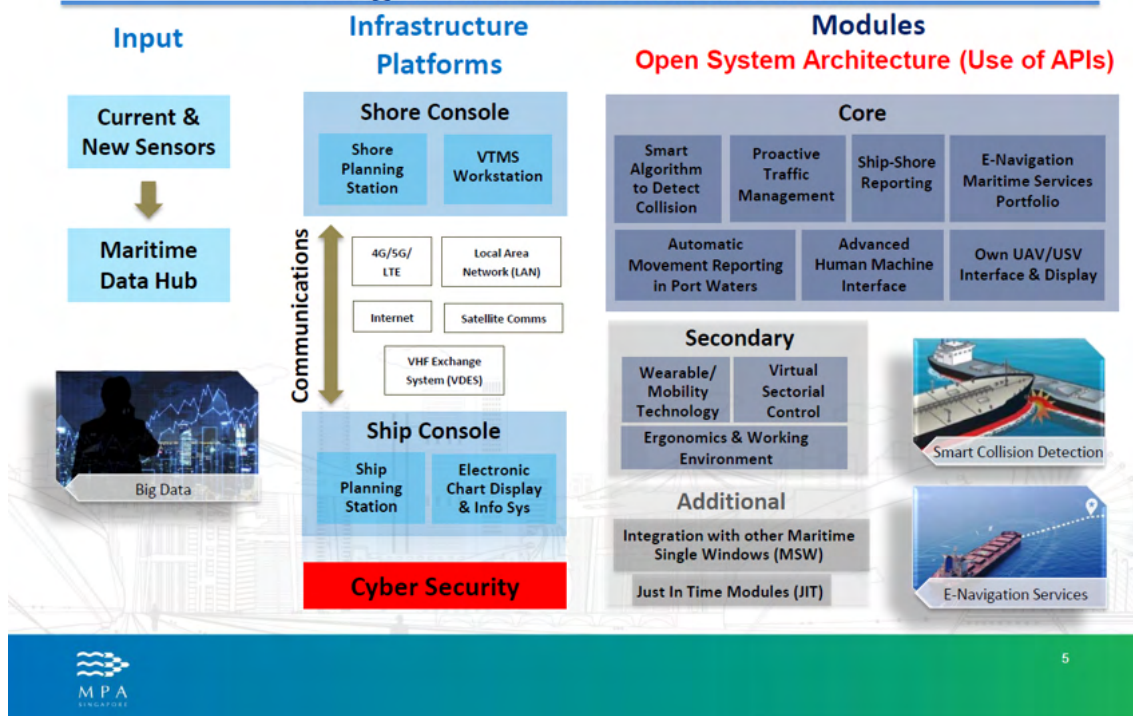
<sup>46</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=WVL7Q4J6KeQ> °

<sup>47</sup> [http://www.cmsoms.com/uploads/2/72/CF4.2.1%20Next%20Generation%20Vessel%20Traffic%20Management%20Services%20\(Singapore\).pdf](http://www.cmsoms.com/uploads/2/72/CF4.2.1%20Next%20Generation%20Vessel%20Traffic%20Management%20Services%20(Singapore).pdf) °



資料來源：: <https://www.youtube.com/watch?v=WVL7Q4J6KeQ>

## Components of Next Gen VTMS Innovation Programme for Collaboration



資料來源：MPA Singapore, Next Generation Vessel Traffic Management System

如果前述在天涯海角跑來跑去的「船」都做不到，那麼相對是靜態，但又有一堆動態的東西在上面活動的「港」應該稍微容易一點吧！

事實上也是這樣的，Eco Friendly, logistics resource sharing and Intelligent unmanned automation Port, unmanned terminal, zero-emission terminal 在現今已及愈來愈普遍了。

環境暫時不看，從科技討論「船」與「港」。現在剩下一個議題，「人」。「侏羅紀公園(Jurassic Park)」裡的名言：「生命會找到自己的出路(Life will find its way out.)」。但是佛經也說：「佛有三不度，即無緣者不度，無信者不度，無願者不度。」

人的問題是這樣，「長江後浪推前浪，前浪死在沙灘上！」4IR、E-navigation、MASS、SMART E-navigation、GMDRT Concept、NextGen VTMS 後的「前浪」船員們還能不能當「適任」船員？這不僅是 STCW 大改寫的問題，「傳道、授業、解惑」的人懂不懂、跟不上得上海事科技更是問題的根源。

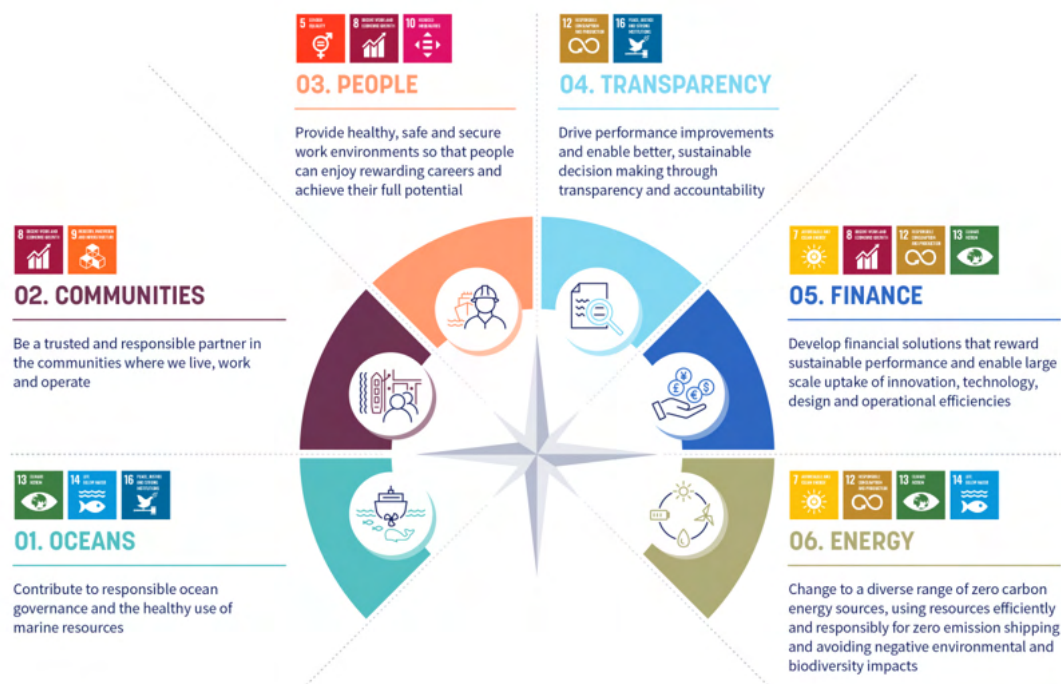
## 五、 瞻前

先把 2050 年的巴黎協議放一邊，我們看近一點的 2030 年聯合國永續發展目標 (SDGs)<sup>48</sup>就好，由 ABN Amro、BP Shipping、Gearbulk、Lloyd's Register 和 Maersk Line 等 15 個航運上下游相關產業領導者共同組成的永續航運倡議(Sustainable Shipping Initiative, SSI)<sup>49</sup>，在他們的永續航運之路(Roadmap to a sustainable shipping industry)是像下面這張圖這樣的：

---

<sup>48</sup> <https://sdgs.un.org/goals>。

<sup>49</sup> <https://www.sustainableshipping.org>。



資料來源：<https://www.sustainableshipping.org/news/financial-stakeholders-are-key-to-shippings-green-transition/>

1. **OCEANS**：負責任的海洋治理和健康的海洋資源利用。(SDG 13 氣候行動(Climate action)、SDG 14 保育海洋生態(Life below water)、SDG 16 和平、正義及健全制度(Peace, justice and strong institutions))
  - Establish a system of **global ocean governance** for a **resilient and sustainable blue economy** balancing access to, use and conservation of **marine resources and space**
  - Support development of a system of well- enforced **marine spatial planning** and **marine protected areas**
2. **COMMUNITIES**：信賴、負責的合作夥伴。(SDG 8 合適的工作及經濟成長(Decent work and economic growth)、SDG 9 工業化、創新及基礎建設(Industry, Innovation and Infrastructure))
  - Promote good port **governance principles** with well-defined **standards, transparency** and **accountability**
  - **Engage** and **benefit** the port, coastal and indigenous communities affected by shipping, facilitating **dialogue** among all community actors
  - Build **sustainable** and **resilient port infrastructure** and **operations** to enable **energy efficiency**, improve **air** and **water quality** and promote **circularity**
3. **PEOPLE**：安全、健康、有保障的工作環境。(SDG 5 性別平權：實現性別平等，並賦予

婦女權力、SDG 8 合適的工作及經濟成長(Decent work and economic growth)、SDG 10 減少不平等(Reduced inequality))

- Adopt **labour and human rights standards** across the shipping industry to improve **safety, security, living conditions**, and **fair wages** for people working in shipping
  - Employ best practice in **leadership and employee development** to **attract people** to rewarding shipping careers
  - Embrace **diversity** (including age, disability, ethnicity, gender identity, race, and sexual orientation) and facilitate **equal, diverse** and **inclusive** work environments
4. **TRANSPARENCY**：透過透明、可靠的決策提升更好更永續的成效。(SDG 12 責任消費及生產(Responsible consumption and production)、SDG 16 和平、正義及健全制度(Peace, justice and strong institutions))
- **Monitor** sustainability performance and ensure **continuous improvement** through disclosure frameworks and **rating** schemes that go beyond **compliance**
  - **Maximise shipping customers' leverage** and hold the industry to account by **demanding transparency** and **factoring sustainability performance** into decision making processes
5. **FINANCE**：獎勵永續性的創新、技術、設計、營運績效。(SDG 7 可負擔的潔淨能源(Affordable and clean energy)、SDG 8 合適的工作及經濟成長(Decent work and economic growth)、SDG 12 責任消費及生產(Responsible consumption and production)、SDG 13 氣候行動(Climate action))
- **Reward high sustainability performance** through preferential access to capital and insurance
  - Assign monetary value to environmental resources to promote their **responsible use** and **reduce negative impacts**
6. **ENERGY**：改用零碳能源、有效負責的實現零碳排放以避免對環境和生物多樣性的衝擊。(SDG 7 可負擔的潔淨能源(Affordable and clean energy)<sup>50</sup>、SDG 12 責任消費及生產(Responsible consumption and production)、SDG 13 氣候行動(Climate action)、SDG 14 保育海洋生態(Life below water))
- Align **GHG emissions reductions** in shipping with global climate ambitions

---

<sup>50</sup> UN Web TV: Mobilizing Multistakeholder Action Towards SDG7 and Net-Zero Emissions through Energy Compacts - Roundtable Discussion at Special Multi-Stakeholder Event Segment , 2021.09.24 , <https://media.un.org/en/asset/k1v/k1v7wzmm39> .

- Pioneer improvements in energy efficiency across the entire ship lifecycle, **adopting operational practices and innovative technologies** to achieve supply chain efficiency
- Facilitate a step-change in shipping's energy portfolio, transitioning to **renewable** and other **zero (or low) carbon fuels and technologies**

很顯然的 SSI 的 Roadmap 是架構在環境、社會與治理 (Environmental, Social, and Corporate Governance, ESG)<sup>51</sup>的理念之上。

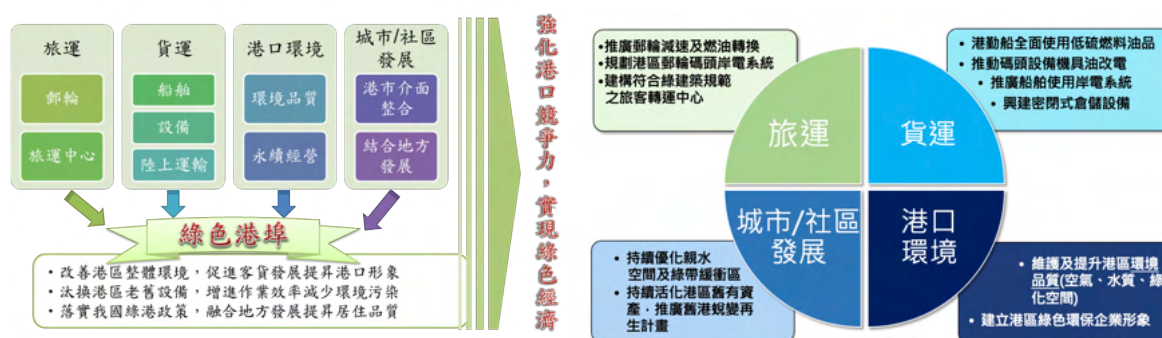
這樣的觀念，如果拿歐洲的永續港口策略與「臺灣港群綠色港口推動計畫執行措施」下已經獲得生態港(EcoPorts)、港口永續(WPSP)、綠色港口(Green Port)認證的台灣港務公司相比，裡面的內容感覺是不太一樣而且是有層次差距的。



Source: Authors, based on Octavio Doerr and Guía para la elaboración de memorias de sostenibilidad en el Sistema Portuario Español, 2008

<sup>51</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Environmental,\\_social\\_and\\_corporate\\_governance](https://en.wikipedia.org/wiki/Environmental,_social_and_corporate_governance)。





當然，在恭喜 2021.06.24 年高雄港很不容易的以 Port of Kaohsiung – Master Plan 2017-2021 勝過 Port of Brisbane – Brisbane International Cruise Terminal (澳洲)及 Port of San Diego – ECONcrete Coastalock Blue Economy Pilot Project (美國)<sup>52</sup>，獲得國際港埠協會(IAPH)之世界港口永續計畫(World Ports Sustainability Program, WPSP)「實體建設(Resilient Physical Infrastructure)」首獎的同時，我們也來仔細看看 WPSP 的涵蓋範圍<sup>53</sup>：

1. 氣候與能源 Climate and Energy



2. 社區與港區對話 Community outreach and port-city dialogue



3. 港埠治理與道德 Governance and Ethics



4. 韌性基礎設施 Resilient Infrastructure



5. 安全與保安 Safety and Security

<sup>52</sup> <https://sustainableworldports.org/iaph-announces-world-ports-sustainability-awards-winners-2/> ◦

<sup>53</sup> <https://sustainableworldports.org/areas-of-interest/> ◦

Relevant UN SDGs :



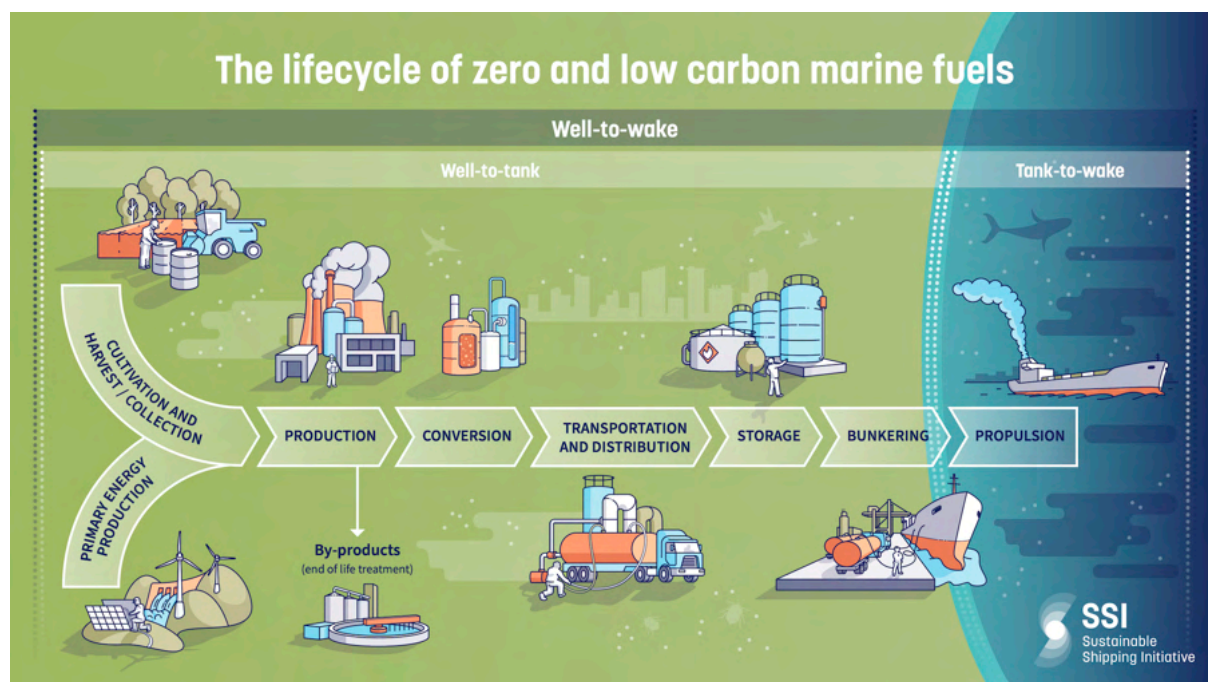
在韌性數位基礎設施項下，高雄港是以「實體建設」獲獎，同獎項下的新加坡(MPA Singapore – Digital Port Ecosystem)是以「數位科技(Resilient Digital Infrastructure)」獲獎。在鼓勵肯定台灣港務公司以及高雄港的努力的同時，我們同時想想 ESG，同時想想 WPSP 的 5 項評分標準，我們有 0.5 項拿了第一名，但相對的來看，我們仍有 4.5 項還有努力空間。

IAPH SUSTAINABILITY AWARDS 分項獲獎如下<sup>54</sup>：

1. RESILIENT DIGITAL INFRASTRUCTURE : MPA Singapore – Digital Port Ecosystem
2. RESILIENT PHYSICAL INFRASTRUCTURE : Port of Kaohsiung – Master Plan 2017-2021
3. CLIMATE AND ENERGY : Port of Rotterdam – Zero Emission Services
4. COMMUNITY OUTREACH & PORT CITY DIALOGUE – SOCIAL DIMENSION : Hamburg Port Authority – homePORT
5. COMMUNITY OUTREACH & PORT CITY DIALOGUE – ENVIRONMENTAL DIMENSION : Port of Açu – Protecting Sea Turtles
6. HEALTH SAFETY AND SECURITY : Port of Açu – Together in the fight against Covid-19
7. GOVERNANCE AND ETHICS : DP World – Global Education Programme

再次回到「脫碳(Decarbonization)、數位(Digitalization)、創新(Innovation)」這三個字就好，「人、船、港、環境」，「牽罟倚索分魚有人有份，大肚分雙份。」先講如下圖 SSI 的替代能源供應鏈好了，號稱 2025 年燃氣發電比要成長到 50%的台灣，到現在 2021 快過完了，還沒有自主管理的 LNG 船，也沒有像樣的替代能源船已經是一件跟不上時代而且令人無法想像的事，但是台灣的港口如果無法為替代能源船到港時添加替代能源燃料，那就將會是影響港口營運的大事。

<sup>54</sup> <https://sustainableworldports.org/iaph-sustainability-awards-2021/>。



資料來源：<https://www.sustainablesipping.org/resources/infographic-the-well-to-wake-lifecycle-of-zero-and-low-carbon-fuels/>

再者，船舶在港口作業，多少要用到燒油的主機、輔機、電機(Main and Auxiliary machinery and equipment, Diesel generators, Boilers, Cargo handling equipment etc.)等等，因此，為了減少碳排放，陸陸續續的很多港口採強制性的要求接岸電(Onshore Power Supply, OPS), Port Efficiency, Port Electrification, Logistic Efficiency<sup>55</sup>，甚至提供電磁性的繫泊輔助裝置，另一頭在IMO的GreenVoyage 2050與Fleet Operation Efficiency, Ship Routing, Slow Steaming, JIT arrival的Voyage Optimisation的策略下<sup>56</sup>，減少船舶在港區的滯留，也就減少船舶對港與市的污染風險。

就這麼接續著，讓港區作業的船與碼頭棧埠與裝卸機具走向綠能，就又更直接的減少碳排放。

這麼簡單的邏輯，背後只有一個小要件，就是要能供應「港區的綠能與岸電」。偏偏這個小要件，在獲得IAPH世界港口永續計畫(WPSP)「實體建設」首獎的高雄港也還沒準備好。不過既已仰仗首獎之威，就如《晉書·杜預列傳》所云：「今兵威已振，譬如破竹，數節之後，皆迎刃而解」，「港區的綠能與岸電」，雖然還沒準備好，但應該也不是什麼大問題。

<sup>55</sup> <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/IMO-Train-the-Trainer-Course.aspx>。

<sup>56</sup> <https://greenvoyage2050.imo.org/wp-content/uploads/2021/01/GIA-just-in-time-hires.pdf>。

## 六、 顧後

負面的議題今天沒討論，但是衝擊很大，也因此值得利用一點點時間標示出來。首先就是網路安全(Cyber Security)<sup>57</sup>。

當然，我們可以很瀟灑的說只要我們歸真反璞，不要用網路，就不會有網路安全的問題。但是前面講的智慧船舶、智慧航安、數位、創新，甚至讓我們生活便利但也綁架我們生活的電腦、手機、晶片卡、識別證，沒有一個不時時暴露在 Cyber Security 的風險中。

2017.06.27 的勒索軟件攻擊(Ransomware attack)造成 Maersk 宣稱 300 百萬美元的損失<sup>58</sup>，但業界也心知肚明 Maersk 絕不止損失 300M。比較諷刺的是，事發前 11 日，2017.06.16 IMO 才在 MSC 98 次大會通過 Resolution MSC.428(98) Maritime cyber risk management in safety management systems。

當 Maersk 事件還在持續發展時的 2017.07.05，IMO 發布 MSC-FAL.1/Circ.3 Guidelines on maritime cyber risk management，駭客送給 IMO 的信息，除了挑釁意味濃厚，又能說什麼<sup>59</sup>，像極了索馬利亞海盜猖獗時，當推出 Best Management Practices 次日，海盜立即再宣告挾持一艘船。後續的調查發現一系列的網路攻擊是來自國家資助的犯罪行為(State-sponsored criminals)，估計對於全球的勒索金額高於 US\$ 10 Bn<sup>60</sup>。

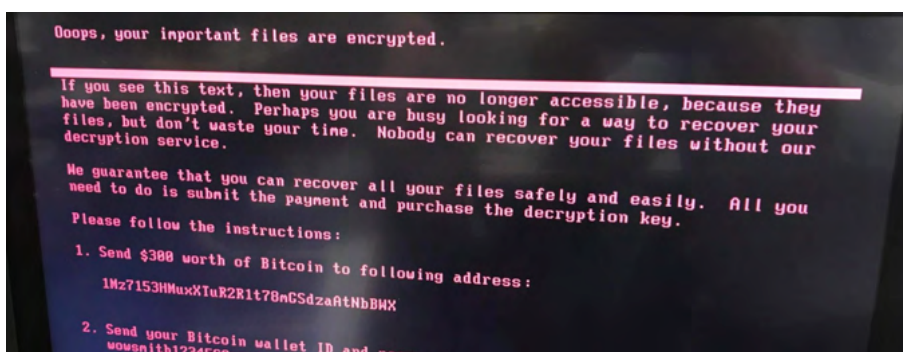
---

<sup>57</sup> 在討論 Cyber security 之前，依據 2021.06 IALA Guideline G1161 Evaluation of Platforms for the Provision of Maritime Services in the Context of e-Navigation 還有(1)資料的認證與授權(Authentication and Authorization)；(2)服務的涵蓋範圍(Service discoverability)；(3)效率、穩健與韌性(Efficiency, robustness and resilience)待考量。

<sup>58</sup> The 2017 MAERSK Cyber Incident，[https://fhi.nl/app/uploads/sites/75/2020/10/201029-FHI\\_Maersk.pdf](https://fhi.nl/app/uploads/sites/75/2020/10/201029-FHI_Maersk.pdf)。

<sup>59</sup> <https://www.imo.org/en/OurWork/Security/Pages/Cyber-security.aspx>。

<sup>60</sup> State-sponsored criminals accused of Maersk IT cyber attack, <https://www.rivieramm.com/news-content-hub/news-content-hub/state-sponsored-criminals-accused-of-maersk-it-system-cyber-attack-61370>。



台諺說：「歹年冬厚瘠人」，其實「瘠人」是不分好年冬、歹年冬的，其次「瘠人」也不認為他們是「瘠人」。他們只是價值觀與眾不同的另一批人<sup>61</sup>。至於價值觀的生成，在我們這個領域就是海事保安(Maritime Security)的議題了。例如：

- 國與國的地緣政治與恐怖主義 State on State Geopolitical Balance v.s. Terrorism (at sea or facilitated by maritime domain)
- 跨國境的走私偷渡與人口運飯 Smuggling, Trafficking, Mass Maritime Migration & Stowaways
- 主權國的海洋資源與貿易保護 Management of Ocean Resources (Fossil fuels, Seafood, Undersea Mining & Biotechnology) and Protection of Trade (Shipping, Ports & Submarine cable communication)
- 海運業的貪腐詐騙與強盜勒索陋習 Corruption, Fraud, Piracy, Extorsion

屏除上面的海事保安議題暫時不論，Maersk 事件後帶動的是 2021.01.01 起 IMO 規定 ISM Code 要包括 Cyber Security 的程序，航運組織間更是出版了 The guidelines on cyber

<sup>61</sup> 有關恐怖主義的經典名句是「One man's terrorist is another man's freedom fighter. (一個人的恐怖分子是另一個人的自由鬥士)」。雖然 1986 年雷根總統曾在全國性的廣播上說「Freedom fighters do not need to terrorize a population into submission.(自由鬥士不需要恐嚇民眾屈服)」。但回顧中華文化的「逼上梁山」、「官逼民反」、「揭竿而起」、「饑寒起盜心」甚至中共國歌的「起來！不願做奴隸的人們！把我們的血肉，築成我們新的長城！」等等詞句，在國與國的地緣政治與恐怖主義的生成歷程中，都有其立足之地。至於溫和的台灣人會不會在「Taiwan's fate is at the mercy of the two superpowers.」、「Taiwan as the world's worrisome hotspot.」的夾擊下產生價值觀的變化，有待後續的觀察。

security onboard ships (V.4)<sup>62</sup>, IACS 也於 2020 出版了 Recommendation on Cyber Resilience<sup>63</sup>, IAPH 也在 2021.09 出版 IAPH Cybersecurity Guidelines for Ports and Port Facilities<sup>64</sup>, 並在 2021.10.04~08 召開的 IMO MSC 104 中請求將之納入 MSC- FAL/Circ.3/Rev.1<sup>65</sup>。但說實在話, 航運界除了祈求神明保佑外, 「愒載等」、「博字運」的成分還是比較高, 畢竟公司 IT 再怎麼厲害, 船、港再怎麼守規, 魔高一丈的專業網路駭客還是讓航商相形無助的(vulnerable)。「世事難料」, 剩下能做的, 就是加買保險(Maritime Cyber Insurance)吧?

另一個負面中比較正面的問題就是守規性(regulatory compliance)的議題。在想守規卻不能守規卻又必須守規下的心情邏輯是這樣的：

1. 因為台灣不是聯合國國際海事組織的成員國, 所以 IMO 所訂的任何公約與法律文件, 台灣自然就不能有成為締約國(contracting party)的機會。
2. 依據程序國際公約必須內國法化, 首先, 引用未具資格引用的適法性; 其次, 引用去哪裡?
3. 如果內國法化後, 如何對外國籍船舶執法?
4. 離岸風電形成的有限空間下的發電與航運安全的競合(發電是好事, 發電把固有航道變成危險水域就不是好事。)(風電有成住壞空, 風電除役解體 (Decommissioning Plan)後續除了環保議題以外的 Logistics 對航運的衝擊?)

## 七、 如果

---

<sup>62</sup> 這些航運組織包括：BIMCO, Chamber of Shipping of America, Digital Containership Association, International Association of Dry Cargo Shipowners (INTERCARGO), InterManager, International Association of Independent Tanker Owners (INTERTANKO), International Chamber of Shipping (ICS), International Union of Marine Insurance (IUMI), Oil Companies International Marine Forum (OCIMF), Superyacht Builders Association (Sybass) and World Shipping Council (WSC)。

<sup>63</sup> <https://www.iacs.org.uk/publications/recommendations/161-180/rec-166-new-corr1/>。

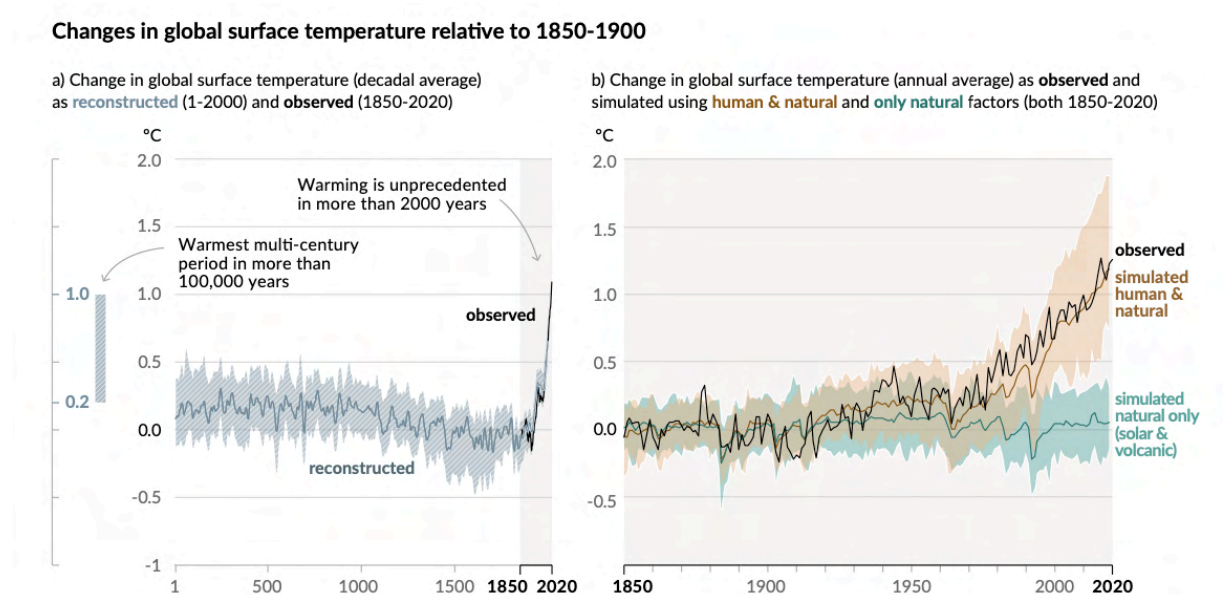
<sup>64</sup> [https://sustainableworldports.org/wp-content/uploads/IAPH-Cybersecurity-Guidelines-version-1\\_0.pdf](https://sustainableworldports.org/wp-content/uploads/IAPH-Cybersecurity-Guidelines-version-1_0.pdf)。

<sup>65</sup> <https://www.intermanager.org/wp/wp-content/uploads/2021/10/IMO-MARITIME-SAFETY-COMMITTEE-104-SESSION-4-8-OCTOBER-2021.pdf>。

如果說寫這篇文章的意義是在提醒大家如果人類沒有正視氣候變遷的問題，那麼天國近了，悔改也來不及了，因為第六次生物大滅絕(sixth mass species extinction, Holocene extinction)即將到來。

如果說這篇文章的意義是在告訴大家，從第二次工業革命以來的一百多年，人類的文明發展對氣候的變化，比過去 100,000 年還大。

如果說這篇文章的意義是在講述，UN 下面的 IMO 是在怎麼打算氣候變遷下的航運該如何走下去？

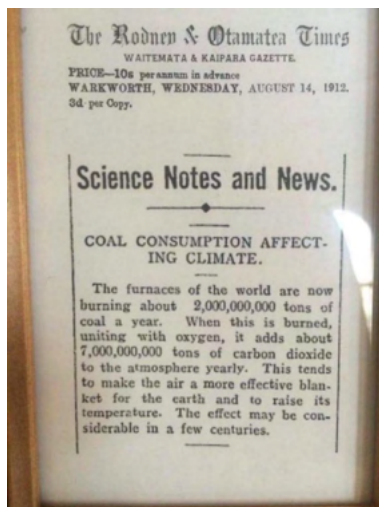


資料來源：本圖引用自期刊「決策者摘要」(Summary of Policymakers, IPCC AR6 WGI)一文中的圖一。左圖顯示地表溫度於西元 1 年~2020 年間的變化，其中 1850 年~2020 年間的快速暖化現象可以說是過去 2000 年史無前例的，在溫度由 0.2 度上升至 1 度的期間更可說是十萬多年以來最熱的幾世紀。右圖是將 1850 年~2020 年間區分為「只有自然因素刺激」(綠色線)和「在人為及自然因素雙重刺激下」(棕色線)兩種所分別觀察到的地表溫度變化。將人為因素考量在內所觀察到的暖化情形顯然比只有自然因素造成的溫度變化來的大得多，而且是越近代影響越大。(IPCC International Panel on Climate Change - Climate Change 2021 - The Physical Science Basis Summary for Policymakers, Working Group I contribution to the WGI Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_SPM.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf), Date of Document: 7 August 2021)

用這樣的文法語法做開頭和結尾，雖然感覺有點太高調？但畢竟 1912.08.14 紐西蘭的 Rodney and Otamatea 時報就曾經以「Coal Consumption Affecting Climate」為新聞標題，憂慮 CO<sub>2</sub> 提高地球溫度的問題<sup>66</sup>，時隔 109 年，咱們勇敢的台灣人還不是活得很快

<sup>66</sup> The text in the article originates from a March 1912 report in the magazine Popular Mechanics titled, "Remarkable Weather of 1911: The Effect of the Combustion of Coal on the Climate – What Scientists Predict for the Future." The same phrasing was published on Aug. 14, 1912, in the New Zealand newspaper Rodney and Otamatea Times, Waitemata and Kaipara Gazette, which is the publication shown in the viral image. Prior to that, it appeared in The Braidwood Dispatch and Mining Journal, an Australian newspaper, on July 17, 1912. , <https://www.usatoday.com/story/news/factcheck/2021/08/13/fact-check-yes-1912-article-linked-burning-coal-climate-change/8124455002/> .

樂，而且生活更幸福。《列子·天瑞》的「杞國有人，憂天地崩墜，身亡所寄，廢寢食者。」大概就是指我這類人吧？



但我思來想去，撇開六次生物大滅絕暫時不想，跑出來的念頭就只有，沒跟上 IMO 腳步的海島台灣，這個國家的航運與港埠是不會有未來的，沒有航運的台灣島國，活在這個島上的人們的未來也是堪慮的。

總的來說，因應氣候變遷，航運界相關的「人、船、港、環境」都面臨了有史以來的最大的挑戰。淨零碳排放(net-zero carbon emission)其實也已經都是現在進行式了。

## Zero-emission short sea shipping – DNV project examples



14 DNV © 20 OCTOBER 2021

資料來源：Hydrogen as ship fuel: Challenges, opportunities and the way ahead, DNV Webinar on Alternative Fuels Online Conference, (2021.10.20)





脫碳(Decarbonization)、數位(Digitalization)、創新(Innovation)、網路安全(Cyber Security)、守規性(Regulatory Compliance)所帶來的挑戰是更自動化甚至無人化的船<sup>67</sup>、替代能源的船、走向更全面電力化岸電化與可提供充電化作業的港、更透明與更效率的資訊化港埠經營與船隊管理，還有走向一個不得不更 ESG 的新世代。

不管是這一波改變改革驅使的壓力是來自法規(Regulatory framework)、公司(Company strategy/shareholders)、社會(Growing social pressure)、客戶(Demand from your customer)、財務(Financing)等等不同政策方向需求或壓力，地球村上的每一個人、台灣島上的每一個人，特別是那些有權、有勢、有籌碼的社會菁英與權貴，都應該要有所體認、有所因應。因為，再不這樣做，這個新世代，真的可能會是最後二、三代了！

---

<sup>67</sup> 在 Wärtsilä 的 2021.09.20~23 的 Decarbonising Shipping Week webinars 中提問了「Which decarbonisation solution will you select to meet 2030 goals?」的複選結果是：Alternative fuel conversions (83%), Propulsion energy saving technologies (74%), Engine efficiency upgrades (66%), Hull efficiency optimisation (51%), Digital Driven operational optimisation (40%)。  
<https://www.wartsila.com/insights/webinar/decarbonising-shipping-week>