

航運業在全球氣候變遷下 提升綠色競爭力之研究

◎ 關鍵詞：綠色航運(Green Shipping)、氣候變遷(Climate Change)、
溫室氣體(Greenhouse Gas)、環境保護(Environmental Protection)

陽明海運股份有限公司／人力資源部／協理／楊正行



摘要 ABSTRACT

近年來環境問題的挑戰受到全球的重視，環保已逐漸成為全球課題。能源(Energy)與環境(Environment)已被認為是人類未來五十年將面臨的前十大問題之兩項，全球綠色新政(Global Green New Deal)已成顯學。

地球四分之三是海洋，海洋是人類未來最重要的生活與活動的空間。全球約百分之七十五的貨物是靠水運來運送，水運的功能已不僅是經貿運輸的功能而已，更有環境保護的意義。近年來全球化的影響力擴大，地球村概念的興起，航運已是其中不可或缺的一員，航運公司如何在全球貨物運輸鏈中扮演最重要一員已是產業的共識，尤其進入重視永續環境的綠色航運時代，航運綠色競爭力儼然成為海運產業的前瞻議題。

本文以探索性研究的方式，從國際海運環保規範與當前航運界實施綠色環保的方向，探討綠色航運之發展及其未來面臨之挑戰，同時也從商業競爭角度對航商提升綠色航運競爭力的策略進行初步探討。

壹、緒論

1970年的第一個世界地球日及1972年斯德哥爾摩環境與發展會議，喚醒人類重新思考環境的問題。1997年京都議定書(Kyoto Protocol)制定之後，環境議題對當今的商業活動愈來愈重要，全球暖化以及氣候變遷的威脅，對人類健康的衝擊，生物多樣化的改變以及社會大眾、政治人物與隨之而來的立法機關之壓力等，都是重要的催化力量。由於大氣層擴散，加上航運從事全球性國際運輸，使得航運對環境的影響受到關切。從過去歷史統計資料來看，航運產業對防制環境污染是有正面積極的

貢獻，以每延噸公里計，航運至今仍是具有能源效率的運輸工具。由於海運貿易會持續成長，船舶的空氣排放量也會隨之增加，自然會受到關注。

基本上，環境議題有三個特徵，第一是由於經濟的發展需要能源來支撐，全球百分之八十的初級能源是來自地底，所以具有不可避免性；其次是對環境議題需要一再評估，可能因此需要調整現在的流程與作法，所以它是有代價的；第三是環境議題通常對某一方有利，但可能對其他方不利，所以環境議題常常是對立的。

地球四分之三是海洋，海洋是人類未來最重要的生活與活動的空間。航運的價值無可取代，依聯合國國際海事組織(IMO: International Maritime Organization)統計，世界百分之九十的貿易是靠海運承運，也是促進全球經濟與永續發展的根本，但海運同時也是最安全、能源使用效率最高、與環境最友善的運輸工具。近年來全球化的影響力擴大，地球村概念的興起，航運已是其中不可或缺的一員，航運公司如何在全球貨物運輸鏈中扮演最重要的一員已是產業的共識。

綠色供應鏈已被應用在商業交易的條件。綠色供應鏈廣義上指的是要求供應商之產品或服務應符合環境相關的管理，亦即將環保原則納入供應鏈管理機制。如IKEA提出以環境為訴求的採購方案、績效或評估過程，讓所有或大部分的供應商遵循。另有一些企業則研訂對環境有害物質的種類並列出清單，要求供應商使用的原料、包裝或污染排放中不得含有清單所列物質，此一指標性規定已演變為全球性環保要求，也逐漸成為產業的基本技術門檻。海運亦是顧客供應鏈的一環，也開始面對相同的要求與規範。

環保已是全球顯學，能源(Energy)與環境(Environment)是人類未來五十年將面臨的前十大問題之兩項。2009年聯合國環境規劃署(UNEP)提出「全球綠色新政」(Global Green New Deal)的概念，呼籲全球領袖於投資方面，轉向能夠創造更多就業機會的環境計畫，藉以修復支撐全球經濟的自然生態系統，以解決氣候變遷與經濟衰退的雙重危機。而國際能源總署(IEA)在2009年亦呼籲主要經濟體發展「潔淨能源新政」(Clean Energy New Deal)，除結合短期的振興經濟方案外，強調必須對能源安全與氣候變遷採取長期措施。我國的綠色能源政策是節能社會、低碳經濟，前者是要發展潔淨能源，後者則指積極節約能源。交通部亦將「推動綠色環保運輸，符合節能減碳」納入當前施政重點。

海運是航行全球，不僅需注意國內綠色經濟的發展，尤應重視國際環保法規的發展。未來，航運產業將進入重視永續環境的綠色航運時代，航運綠色競爭力儼然成為海運產業新時代的前瞻議題。



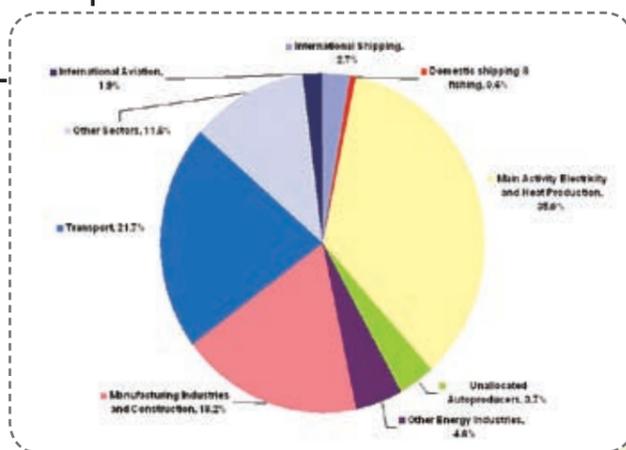


圖1 全球溫室氣體排放 資料來源：IMO (2009)

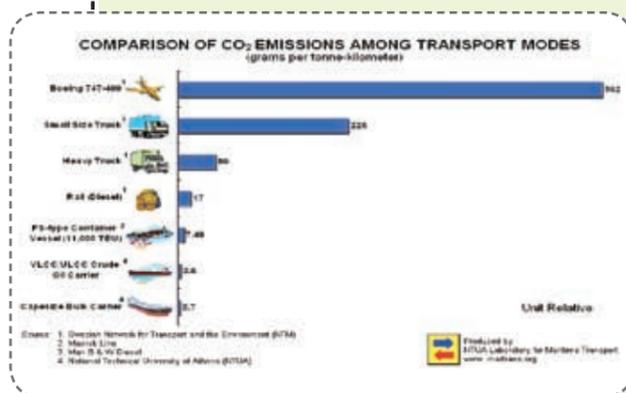


圖2 運具排碳比較 資料來源：Eivind S Vagstad (2009)

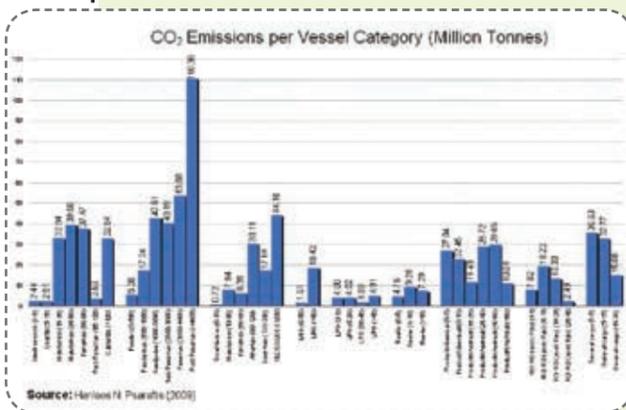


圖3 船舶排碳比較 資料來源：Hari Iaos N. Psaraftis (2009)

使用，但目前並無統一或大多數接受的定義與內涵。經濟部對綠色產業的定義：『產業在生產過程中，基於環保考量，透過科技，以綠色生產機制力求資源使用上的節約以及污染減少的產業，即可稱其為綠色產業。』本文參考經濟部的說法，將綠色航運定義為『航運在生產或營運的過程中，基於環保考量，透過科技或操作管理，以更為潔淨的生產或營運機制（Cleaner Production or Operations），力求資源使用上的節約以及污染的減少，即可稱其為綠色航運。』與綠色航運直接有關的關係人，有航商、船員、港口、政府公部門、國際組織、驗船機構以及一般社會。

二、航運與環境的關係

地球四分之三是海洋，海洋是人類未來最重要的生活與活動的空間。依IMO的報告，全球約百分之七十五的貨物是靠水運來運送，所以海洋是世界貿易最重要的運輸通道，海運也就成為全球國際運輸最重要的運輸方式，可說是世界經濟的引擎。海運更具有運量大以及相對低成本的優勢。

除貿易運輸的功能外，海運更有環境保護的意義。依IMO的研究，國際海運排放的溫室氣體(GHG: Greenhouse Gas)約占全球的2.7%，如圖1。若與其他運輸方式比較，海運是最具碳效率(Carbon-efficient)的運輸方式，如圖2；若比較各種海運運具的二氧化碳排放量，則以貨櫃船排放二氧化碳的比重最高，如圖3。

三、綠色航運的推動回顧

海運一向重視環境保護，而國際關切的焦點會因不同時代的背景而有所不同，IMO制定的相關法規與法令過去偏重在海上人命安全、防止污染，現在則是集中在溫室效應，特別在如

何減少二氧化碳等溫室氣體的排放以及有毒材料或塗料的禁止使用。當前國際簽訂的主要環保公約，如表1所示。

表1 全球主要國際環保公約

公約	簽訂/通過日期	生效日期	目標
蒙特婁議定書	1987年9月	1989年1月	管制CFS,明定CFS和海龍的削減時程
巴爾塞公約	1989年3月		禁止有害廢棄物越境移動及規範在國內處理的原則
生物多樣性公約	1992年6月	1993年12月	確保各國採取有效行動遏阻對物種、生物自然生長環境及生態系統的破壞
氣候變遷框架公約	1992年6月	1994年3月	公約強調對應氣候變遷是世界各國責任，但因各國發展狀況不同，容許各國負有不同責任
京都議定書	1997年12月		減少溫室氣體排放，管制38個已開發國家及歐盟的溫室氣體排放
鹿特丹公約	1998年9月	2003年	締約國在輸出受禁用與限制使用之化學品與農藥前，必須先通知進口國並獲得預先同意始得輸出
斯德哥爾摩公約	2001年5月		針對12項長效性有機污染物採取國際管制行動

資料來源：廖珮瑜(2004)

(一) 全球溫室氣體排放管制議題的進展

第一階段：聯合國氣候變遷框架公約(UNFCCC: the United Nations Framework Convention on Climate Change)的制定，主要在穩定溫室氣體的大氣層，避免地球氣候系統對人類產生危害。

第二階段：1997年京都議定書制定，希望已開發國家承諾2008-2012年總排放量低於1990年水準的52%，但一些國家至今遲未簽署，海運及空運亦未列入適用範圍。

第三階段：2007年巴厘島會議，採用巴厘島行動計畫，以符合氣候變化的具體調整。

第四階段：2009年哥本哈根會議，希望對後京都議定書時代，自2012年起可以有巨幅的減少，可惜因歧見大而未有具體共識。

(二) IMO在海運管制全球溫室氣體排放的進展

IMO對此議題的準備已超過十年以上，其歷年重大進展如下：

- 1991年達成A.719(17) 決議：體認到需要建立船舶防止空氣污染的政策
- 1997年MARPOL會議第8項決議：有關船舶二氧化碳排放的決議
- 2000年IMO完成船舶溫室氣體排放的研究
- 2003年理事會A.963(23)決議，有關IMO減少船舶溫室氣體排放的政策與作法
- 2004年制訂『國際船舶壓艙水及沈積物控管公約』(International Convention for the Control and Management of Ships Ballast Water and Sediments, 簡稱BWM)，減少壓艙水的排放引發病原體破壞海洋生態。

- 2005年MEPC Circ.471文件，船舶自願參加二氧化碳排放指數試驗之期中指導原則
- 2005年MEPC 第55次會議，制定工作計畫，以辨別並發展達成國際海運限制或減少二氧化碳排放的機制
- 2007年MEPC 第56次會議，制定更新2000年IMO船舶溫室氣體排放研究的時間表與參考條款
- 2008年MEPC第57次會議，制定執行IMO船舶溫室氣體排放政策的基本原則
- 2008年六月，在奧斯陸舉行船舶溫室氣體排放工作小組聯席會議

四、綠色航運的實務進展

國際航運航行於世界各地，對環境的衝擊亦是全球性的，節能減碳已是世界趨勢，碳足跡(Carbon Footprint)也成為產業界熱門話題。所謂碳足跡，意即衡量來自產品生命週期各階段之溫室氣體的排放量總和。因應全球暖化與永續發展議題，許多國際企業已開始提出落實溫室氣體管理的承諾，包括戴爾、惠普、摩托羅拉、諾基亞與沃爾瑪，均要求供應商提供產品或零組件的排碳量。舉例，沃爾瑪預定在2014年起，要求上架產品需配合提供產品生命週期的排碳放數據。預期未來也會適用到海運，在歐盟，停泊歐盟港口的所有船隻，自2010年1月1日起，規定燃油含硫量最高限制每單位不得超過0.1%。上半年為執行緩衝期，之後掛靠歐盟港口船舶，如不遵守該規定低硫燃油標準將被處罰。為達到這一標準，船舶鍋爐燃油轉換裝置將有必要進行改裝。而且到2050年二氧化碳排放將減少50-80%，航運業有必要開發新的解決方案。

(一)技術的措施

- 透過對新的船舶二氧化碳設計指數，

引擎與艙殼的設計，改善燃油消耗，

- 更有效率的推進器
- 岸邊發電
- 風力發電
- 其它替代燃料，發展潔淨能源

(二)操作的措施

- 加強能源管理
- 船舶減速
- 改善航線設計，航路最佳化
- 增進船隊管理
- 修訂二氧化碳操作指數以及相關指導
- 船舶燃油效率作業的最佳作業指導

(三)市場的措施

- 碳稅
- 排放交易系統(ETS: Emission Trading System)

(四)研究發展

(1) 碳足跡的計算

航運是國際供應鏈的一環，配合產品走向綠色產品的發展，未來參與綠色航運的執行情況會被要求揭露，能提升資訊的透明度。航商已開始發展網上碳排的計算，方便顧客直接查詢，同時也可作為以碳排量為指標的航線設計及改善的參考。舉例說，假如貨物來自香港，重量為10噸，須運往西雅圖港，航程碳排放量為838公斤。

(2) 新一代環保船的設計研究

船廠開始投資新一代環保船「綠色船舶」的創新科技上，期望能開發最大能源效益和最小環境損害的船舶。有關研究將針對船殼與管理系統，以及技術實踐兩大範疇，專注探討改善能源效益

的方法，例如水阻特性、優化船首形狀和螺旋槳舵節能措施等。經濟和法律方面的考慮是開發環保船舶設計的主因，在不久將來，環保因素對商船設計的影響將會明顯加深，船舶營運模式和廢棄途徑亦將改變。

(3) 溫室氣體封存技術

收集、運輸及儲存二氧化碳是解決溫室氣體排放的方案之一，是利用捕捉技術，收集燃煤電廠所排放的90%二氧化碳，由運輸二氧化碳的油輪，運輸二氧化碳至儲存的地點。將取得的二氧化碳，儲存在天然氣已開發用盡的離岸石油及天然氣田。

五、國內航商案例

本文以我國的陽明海運為例，略加探討其推動節能減碳的作法與策略。陽明海運是國內第二大航商，其節能減碳是持續性，有環境政策宣言，各項標的都訂有具體的目標，再利用KPI(Key Performance Indicator)進行控管，全員投入參與：

- 與降低成本的目標結合；
- 集中在船舶的操作管理；
- 節能減碳基本數據庫的建立以及法規鑑別與程序書的制訂；
- 擴及供應商的適用。

本公司訂2010年大力推動「航運綠色競爭力」，要從船舶、貨櫃、貨櫃場、辦公場所及公益活動五大面向扎根，提高綠色競爭力，正式將環境因素納入企業的競爭策略。譬如，船舶設計將考慮提升流線型，減少阻力與耗油，進港時接岸電，不燒油，或是距離港口20海哩內，就減速到12節，減少二氧化碳排放。貨櫃油漆也要符合環保規範。高雄港第六貨櫃中心

將申請綠建築，且南部日照充足，將廣泛利用太陽能；貨櫃場進行綠化，採用太陽能燈、風力發電燈。辦公大樓內減少用紙及電，以及舉辦社會公益活動，例如淨化海灘等。本公司也採用降低航速的策略，使用硫含量不超過0.1%的燃油，以及使用新的潤滑方法降低汽缸油耗等措施。同時本公司已使用冷靠港，即使用岸電運行照明、採暖、空調系統、熱水和其他船上耗電設備，這種稱為AMP(Alternative Marine Powered)的技術已經在美西港口實施。

基本上，本公司實施環境保護認為是企業社會責任的一環，有政策的鋪陳，而且透過政策公開的宣示，ISO的認證，KPI的控管，全員實施，因此，本公司已因推動環境保護的成效，連續數年得到企業社會責任獎的肯定，領先國內其他同業。實施的措施主要著重在環境管理績效的提昇，對新技術的研發應用與投資才剛起步。總的來說，本公司有足夠的能力可以配合當前環保法規法令與國際公約的規範來執行。針對未來國際環保的要求，對照當前世界已開始起步投資研發新的科技或能源，未來在綠色航運方面會有很大的發展空間。

參、推動綠色航運的未來挑戰

一、綠色航運面對外部環境的不確定性

海運業現時約占全球人為碳排放量的2.7 ~ 3%，未在京都議定書的規範範圍之內，在哥本哈根舉行的聯合國氣候變化大會上，也未能對海運業的碳排放規範作出具體建議。不過，業內已經預期適應全新碳排規管措施是在所難免，只是規管方式未定。

(一)對制定海運業明確減排計畫的機構歸屬問題

IMO在哥本哈根出席聯合國氣候變

化大會時，堅持由該組織親自規劃管理海運業碳排放，並宣傳有關提高海運業環保意識的各項計劃，以及各項以市場運作模式為本(MBIs: Market Based Instruments)的減排措施，當中包括碳排放權交易和成立溫室氣體保價基金。

不過，環保團體指責，海運業此前未有納入在《京都議定書》規管之中，而IMO多年來一直未有積極推動環保概念，質疑其未有能力有效遏止業界減排。另外，《聯合國氣候變化框架公約》成員早前曾制定計劃書，內容旨在由有關公約為海運業界制定減排規範和徵稅準則，而非由IMO擔當主導，屆時兩者在業界環保事務上的職能或會出現重疊，業界甚至可能被雙重徵稅。

歐委會有意自行規範歐盟的海運減排規範，因而要求IMO須在2010年底前公布明確的解決方案，否則將自行進行規範。海運團體如歐洲共同體船東協會(ECSA)則支持由IMO帶領制定減排方案，雖然傾向贊成將MBIs列入減排辦法，但成員船東對有關措施的實行方法存在分歧。馬士基(Maersk)也表明希望讓IMO能儘快推出針對全球航運業的碳排放規則。不同掛旗船舶的待遇亦應均等，否則部分船東可能轉掛待遇較優厚的船旗。

(二)相關國際規範標準與實務面差距的問題

根據歐盟委員會頒布法令，從2010年1月1日起，所有停靠歐盟港口的船舶，其燃油含硫量最高限制不得超過0.1%。因此，計劃在歐盟港口停靠船舶，在船上必須備有足夠符合該項新標

準燃油，為達到這一標準，船舶鍋爐燃油轉換裝置將有必要進行改裝。歐盟此項規定，也產生一個極為現實問題，很多船公司提出，即使他們願意加含硫量不超過0.1%燃油，目前，合適油源在歐盟港口卻難以找到。國際海運為全球運行，判斷具體的碳排放量是否位於某國的領海，在執行技術上也須克服。

(三)新技術的開發與應用之經濟效益問題

第二代環保船或綠色船舶，以及使用清潔能源等新技術的研發正積極進行，但仍處初期開發階段，未來除會受到開發技術進展的影響外，也會面臨一些實用性、成本效益、甚至社會支持的問題。

對於外界未來可能規管海運業的環保措施，航運界也呼籲社會不能忽視海運業的重要性，漠視業界實際的營運環境，否則最終將傷害航運業體系的永續發展。譬如，燃油稅或碳稅的相關措施將直接影響航運業，要使之行之有效，必須設立獎勵機制，獎勵業界改善船舶的環保設計，並鼓勵其在有關領域進一步投資。

(四)執行能量的問題

因應綠色航運的新經營環境，未來對IMO、航商以及負責教育訓練輔導認證的驗船機構都是新的挑戰。對IMO而言，如何制定綠色航運相關的標準，有高透明度、高公信力是重點。對航運界而言，遵守國際規範僅是必備的條件，未來如何藉此提升市場競爭力，除持續船員在船舶安全、保全的訓練外，未來尤其要加強對航色航運的教育訓練，而

是否有足夠訓練有素的船員亦是考驗。

驗船機構除一直在做的ISO品質管理系統外，則需對船舶的節能減碳提出新的解決方案。航運界對船舶的回收(Recycling)一向重視，未來的涵蓋層面則須更全面性，從船舶的設計、建造、營運、維修保養、甚至拆解都有要規範，並需有完整的記錄，亦即所謂的船舶綠色護照(Green Passport)。船舶綠色護照，顧名思義就是必須登載船舶從建造，使用，維修等等所有階段，已經使用所有的潛在危害性物質的資訊，並隨著船舶持續保存，直到船隻退役，船東必須隨船交給負責拆船的業者為止，以便建立船舶資源回收的制度，不但如此，未來船舶從設計、建造到解體，都應該建立資源回收，減量使用危害物質的觀念。未來相關的制度將進行法制化，勢在必行。

二、航商提升綠色航運競爭力的策略初探

航運業為了因應這股綠色的環保浪潮，紛紛採取一些對環境友善的做法，有些僅僅消極地服從法令規範及顧客要求；有些則是能夠在這樣的環境壓力下，積極地實施其環境管理政策，戰略上是要成為業界的綠色領導者，甚至能夠開創綠色商機。

面對未來新的國際規範，航運公司面臨那些外部的挑戰，以及對內應如何提升綠色航運的競爭力，應有一套長遠的計畫。永續發展，是一條無可替代的道路。追求永續已讓競爭情勢開始迫使企業改變對產品、技術與流程、商業模式的思考方式，尤其在經濟危機時期，更是如此。Ram Nidumolu等人認為綠色創新力是驅動永續發展的關鍵程式，並發展出邁向永續的五個階段，圖4。



圖4 邁向永續的五個階段

資料來源: 整理自Ram Nidumolu, C.K. Prahalad and M.R. Rangaswami (2009)

本文參考Ram Nidumolu等人的論點，應用在綠色航運的策略思考，如表2。

(一)第一階段：守法之中發展新商機

推動永續的綠色航運的第一步，通常與因應法規有關。需要遵循的法規相當複雜，環境法規會因國家、地區而異，而非政府組織與產業團體制定的自願性規範，同樣也會令企業感到必須遵守的壓力。企業或許認為，最有利的作法是能拖則拖，只求符合最低的環境標準。但Ram Nidumolu等則認為，遵循最嚴格的法規才是明智之舉，而且應該在強制實施前就採行，讓企業可以更從容地進行相關的實驗，也可能會從中嗅出商機。

(二)第二階段：建立綠色航運的永續價值鏈

一旦公司了解應該跟上法規的步伐，就比較會主動因應環境課題，然後追求更廣泛的提升效率，並將範圍擴及價值鏈，所以，為發展永續營運，企業應分析價值鏈的每個環節。國內的陽明海運即從船舶、貨櫃、櫃場、辦公工作場所、與社會文化活動等層面，建構綠色航運競爭力。雖然僅屬起步，但已開始對綠色航運的推行有全面策略的思考。本公司除建造的第一代環保船，2008至2009年本公司亦拆解12艘船齡超過20年、耗油量大的老舊船舶，並與CKYH聯盟進行船舶減速。新造貨櫃的塗

表2 邁向永續的階段策略思考

階段策略	階段1 守法見商機	階段2 建立永續價值鏈	階段3 設計永續產品服務	階段4 開發新商業模式	階段5 打造下一代 實務平台
核心挑戰	· 讓遵循環保規範成為創新基礎	· 提高整體供應鏈的效率	· 開發永續性產品或是重新設計現有產品，使之更符合環保	· 找出提供並獲取價值的創新方式，改變公司甚至產業競爭的基礎	· 透過永續的角度，質疑目前主導企業的思考邏輯，並以PDCA向前驅動
所需能力	· 有能力可以符合規範標準要求 · 懂得和其他公司合作，推動創新的解決方案	· 碳管理等專業技能，以及生命週期評估 · 有能力重新設計營運方式，以減少能源使用，減少排放與廢棄物 · 有能力確保供應商和代理商的營運符合環保要求	· 有能力可以擴大符合環保的產品、服務的規模 · 有能力得到一般大眾對綠色產品或服務的瞭解、支持與信賴	· 能了解消費者想要什麼，並有解決方案 · 知道合作伙伴如何可以讓產品或服務價值再提升	· 有辦法整合不同產業的商業模式、科技與法規 · 了解資源如何影響企業生態系統與產業
創新商機	· 配合法規，嘗試永續的科技、材料與流程	· 增加使用永續的原料與零組件 · 增加使用清潔能源 · 發掘創新的新用途	· 開發新產品、新服務或新流程	· 研究新技術，大幅改進價值鏈關係 · 打造新的獲利模式	· 建立企業平台，讓顧客與供應商能以完全不同的方式管理能源使用

資料來源: Ram Nidumolu等人 (2009)

漆材料必需符合環保規範，興建中的高雄港第六貨櫃中心BOT案將是台灣第一座綠建築標章的環保貨櫃場，透過績效管理KPI管考各部門節能減碳的目標與執行。另外，舉辦綠色環保的社會文化與活動，宣揚航運業的綠色環保。

(三)第三階段：設計綠色航運的產品、服務或流程

在這個階段，會有為數可觀的顧客偏好或直接要求符合環保的服務與流程，所以必須重新設計現有產品、服務或流程，使之更符合環保，因此，可以預見電子商務的活動需求會再度增加，無紙化的程度也會進一步提高。跨領域的學習會更為風行。

(四)第四階段：開發新的商業模式

這個階段要能找出提供並獲取價值的創新方式，新技術的出現，可以帶來新的機會。所以，了解顧客的需求(Need)，並想出不同的方式加以滿足，同時要能結合供應鏈伙伴的合作關係與能力，這即是差異化的另一種來源。

(五)第五階段：透過PDCA(Plan-Do-Check-Action)循環打造下一代的實務平台

這個階段會透過永續的角度，一再反思目前主導企業的思考邏輯，透過PDCA循環有辦法整合不同產業的商業模式、科技與法規，創新的影響力也會延伸到更多的市場領域，人才會成為永續發展的關鍵組成。

肆、結論

經由以上的研究，本文得出以下結論：

一、地球暖化引起的全球氣候變遷(Climate Change)，造成許多重大傷亡與財產損失，使得人類終於體會到環境保護的重要。從1997年的京都議定書以及2009年哥本哈根會議更讓環境與氣候變遷成為全球議題。

二、航運雖然不在京都議定書的規範範圍之內，但多年來在IMO配合環境保護對船舶在航行上制定許多規範，各國亦加以規範並進行港口國管制(Port State Control)，加上航運企業的配合，透過ISO品質系統進行定期稽查，對海上環境保護的增進有一定的成果。

三、船舶是航運經營的核心工具，推動綠色航運的焦點主要集中在船舶，當前的進展可分為藉科技的創新應用以及操作的改善兩方面來進行，另外，也有研議推出碳稅與碳交易的市場機制。至於航商推動綠色航運的進展，基本上都還處於起步階段，國內則由陽明海運率先提出要由五大構面來提升綠色航運競爭力，未來還須推動長遠的計畫。

四、除綠色產品外，國際大廠亦從供應鏈的角度著手，要求擔任國際運輸鏈最重要角色的航商也必須提出執行綠色航運的報告，並涵蓋至供應商，這種將國際法令規範導入商業實務，將會形成新的航運經營模式，也關係到航商未來的競爭力。

參考文獻

1. Eivind S Vagsli(2009), International Shipping and Sustainable Development --- IMO Activities on Reduction of Emissions for Ship, IMO

2. Gijsbert de Jong(2009), Air Emission Control & Energy Efficiency, Bureau Veritas

3. Harilaos N. Psaraftis and Christos A. Knotovas(2009), CO2 Emission Statistics for the World Commercial Fleet, WMU Journal of Maritime Affairs

4. Ram Nidumolu, C.K. Prahalad, M.R. Rangaswami (2009), Why Sustainability is now the Key Driver of Innovation, Harvard Business Review (哈佛商業評論全球繁體中文版), 38-49

5. World Shipping Council(2009), The Liner Shipping Industry and Carbon Emissions Policy, www.worldshipping.org

6. 大公網(2009), 韓2011年禁單殼油輪, www.takungpao.com, 2009.12.7

7. 大公網(2009), 馬士基支持海運行業碳減排, www.takungpao.com, 2009.12.8

8. 大公網(2009), 國際海事組織負減排責任, www.takungpao.com, 2009.12.10

9. 大公網(2009), 歐盟元旦執行船低硫燃油, www.takungpao.com, 2009.12.12

10. 大公網(2009), 丹馬士測碳排管理領先, www.takungpao.com, 2009.12.25

11. 大公網(2009), 韓進推網上減排計算, www.takungpao.com, 2009.12.31

12. 大公網(2009), 歐船東支持IMO帶領減排, www.takungpao.com, 2010.1.1

13. 余麗姿(2009),響應減碳 盧峯海推綠色航運, 經濟日報 (2009.12.14)

14. 黃釋緯(2010), 綠色經濟是永續發展的新未來, 台灣經濟研究月刊, 56-62

15. 陽明海運公司(2008), 環境績效報告書, www.yangming.com.tw

16. 廖珮瑜(2004), 歐盟WEEE & RoHS指令及其他法規介紹, 電子電機產品檢測技術研討會, 高雄

17. 盧峯海(2008), 「綠色環保護照」與世界海運發展策略, 中華企業研究院(演講資料)

18. 盧峯海(2009), 綠色航運競爭力, 交通大學管理學院(課程資料)