

投稿類別：海事類

篇名：

臺灣海洋能源開發—洋流發電，讓黑潮變黑金！

作者：

陳品瑞。新北市立新北高級工業職業學校。資料處理科二年乙班

指導老師：

吳枚錦老師

姚雅芳老師

壹●前言

黑潮是全球洋流系統的重要一環，更是緊鄰臺灣的重要洋流，而四面環海的臺灣，土地僅有三萬六千平方公里，對於海洋有相當的依賴性，雖然上帝沒有給臺灣大片的土地，卻賜予四面遼闊的海洋寶藏，黑潮與臺灣的環境、氣候、漁業等等有著密不可分的關係，也深深影響臺灣人們的生活，活在臺灣的我們，唯有探索黑潮、研究黑潮、了解黑潮進而利用黑潮，才能夠掌握有效的資源，並藉著海洋讓我們達到「立足臺灣、放眼天下的」的境界。

早期，臺灣的經濟奇蹟曾經譽滿全球，但這種以經濟發展為導向的思維，以經慢慢消耗很多臺灣的無形資產，又留下許多工業污染，所以現今的臺灣更因該好好利用海洋能源。目前臺灣雖尚未有利用黑潮發電的先例，但科學界早已經有計畫和研究怎樣突破障礙，整合各項資源，利用新的技術來印證之前的想法和發現新的理論，以尖端科技去克服先天的自然環境，來達成利用黑潮發電的新創舉。

一、研究目的：

- (一)了解黑潮所帶來的推動力，並如何克服自然環境因素以達到發展電能之可行性。
- (二)探討黑潮(洋流)發電與其他海洋能發電之比較，以及改進方式。
- (三)黑潮所帶來的電力，是否可以取代會產生放射線污染的核能電廠。

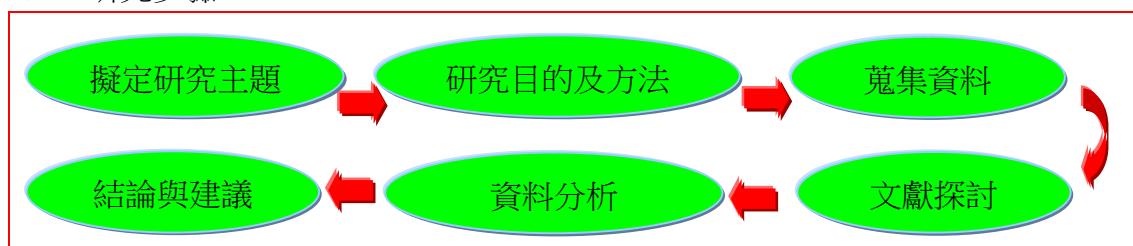
二、研究範圍與限制

本研究因時間、人力、經費、地點等因素，故僅以介紹臺灣利用海洋能發電的相關資訊及內容為研究對象與範圍。

三、研究方法：

文獻分析法：透過相關期刊、書籍、論文及網路上公開資訊等管道蒐尋資料，進行探究與分析，並了解臺灣利用海洋發展電能之技術。

四、研究步驟



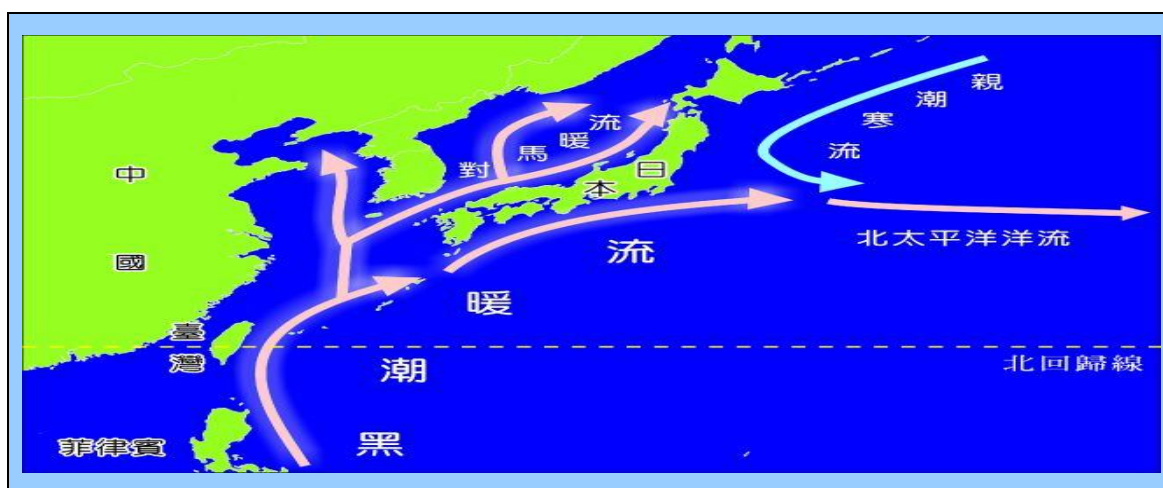
圖一研究步驟圖

貳●正文

一、甚麼是黑潮

黑潮（Kuroshio）又名台灣海流，向北流至台灣南端附近時，分成兩股。主流延臺灣東北而上，在蘇澳海脊阻隔，流經彭佳嶼後彎曲朝東北向流去，流速達 1m/sec，有時高達 2m/s，一般而言夏季流速較快。黑潮主流之寬度約為 110~150 公里，最大流速範圍為 0.6~1.5m/s，但隨區域與季節而有所不同，最強之流速出現在接近臺灣海岸處，流速向東緩慢降低，在主流右側常有一反向向南之洋流或渦流存在。「黑潮主流由海面向下可至 600 公尺深，在此深度之流速仍達 0.1~0.2m/sec，臺灣東部近岸流速超過 0.3m/sec 之黑潮流亦可延至 200 公尺深。」（廖建明、許文泰，2010）

黑潮流經臺灣附近，由於受海底地形的影響，在臺灣東南沿海及東北外海的海域引起湧昇流現象。湧昇流會把二、三百公尺深的中層海水帶到表層來，中層海水含較豐富的營養鹽，這些高養份的海水使浮游生物繁殖旺盛，引來魚群，例如有鮪魚、鰹魚、旗魚、鬼頭刀等等。臺灣北部的彭佳嶼就是湧昇流區，是台灣重要的魚場之一，南方澳一帶的漁船經常在此海域作業，對台灣漁業發展有重大之影響。除了以上之敘述外，簡單來說就是從赤道發源一路向北前進，經過菲律賓到達臺灣的東部，最後流到日本外海和從北極南下的親潮寒流交會，因黑潮的水流強勁而穩定，水溫溫暖、水質清澈，較少浮游植物，陽光幾乎完全透射入海而很少反射，因此海面顏色黝黑而得名。（詳見圖二：黑潮示意圖）



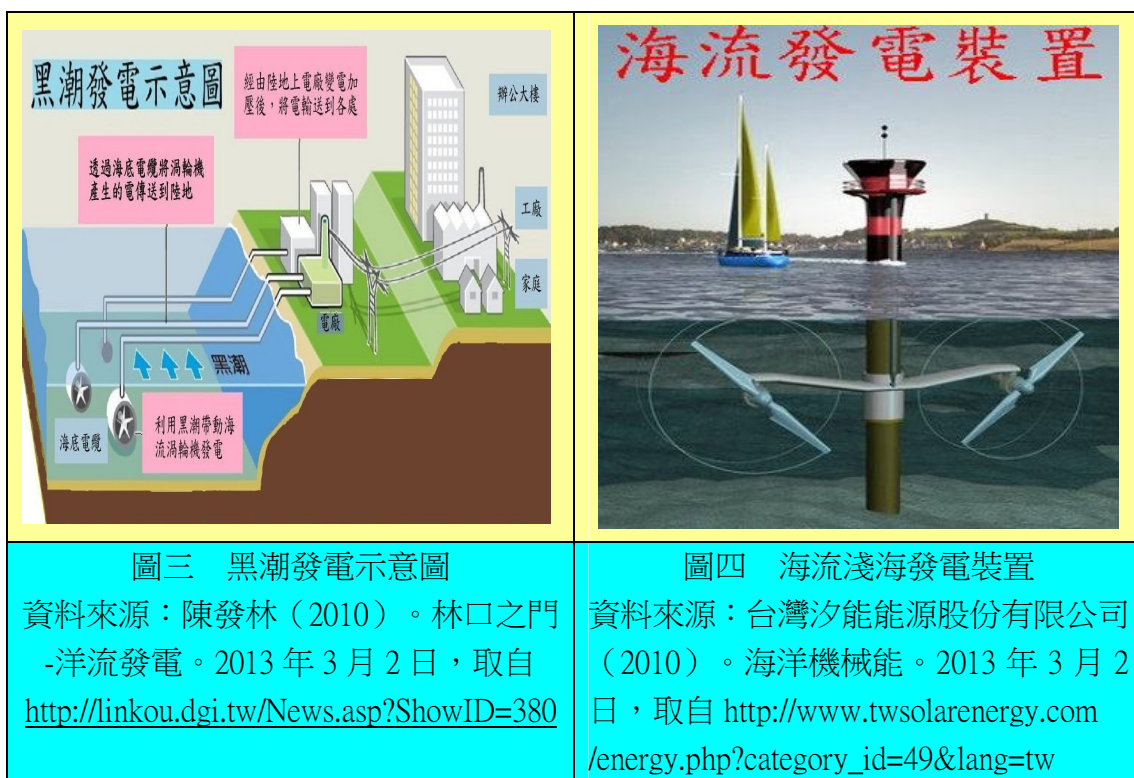
圖二：黑潮示意圖

資料來源：白偉權（2009）。辭條：黑潮（Kuroshio）。全人教育百寶箱。2013年3月1日，取自<http://hep.ccic.ntnu.edu.tw/browse2.php?s=230>

二、黑潮發電

黑潮是世界上第二大的洋流，它的表面流速高達每秒 1.5 公尺，也就是說，即使是靜止的船，停泊在黑潮上；只要一天，它就可以向北漂流 130 公里。黑潮的寬達到 150 公里，深度則有 600 公尺；比世界最大的亞馬遜河還多了 360 倍的水量，這是近乎無窮能量的來源，這也就是為什麼可以利用其特性來發展電力的原因了。

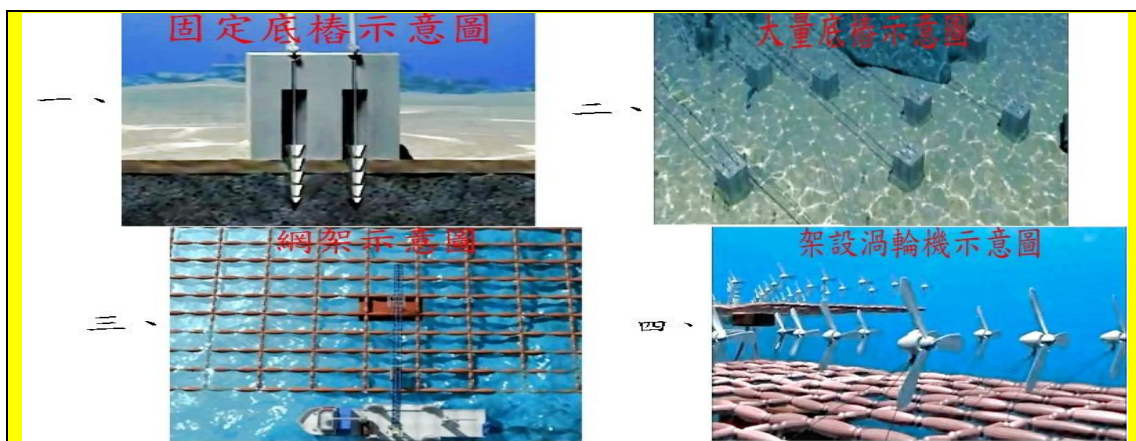
黑潮海流發電是利用海流推動渦輪發電機，一般而言海流平均流速 2m/s 即具備開發的價值，其主要原理均在海流流經處設置截流涵洞的沉箱，並在其中設置一座渦輪發電機，另可視發電需要增加多個機組。然而海流流經多處較深海域，對於海流發電機組的結構設計、建置與維護方式等深海工程執行上更增添難度與成本，將是海流能發展最大的挑戰，目前海流發電裝置多屬設計為淺海發電，而台灣地區可供開發海流發電應用之海流就屬黑潮了；「根據經濟部能源局研究，黑潮平均流速達 1m/s，初步估計東部黑潮流域具有 GW 級的發電潛能。」(陳金德，2007) (詳見圖三：黑潮發電示意圖~詳見圖四：海流發電裝置示意圖)



那我們該怎麼利用它來發電呢？臺灣是個海島型的國家，而東部海域長年都有強大而穩定的黑潮北上。據工研院估計，在綠島及蘇澳外海黑潮的流速，最快每秒約一·五公尺；「初估綠島附近的黑潮能發電的量，規模相當於三座核能發電廠的發電量。」(曾玉萍，2012)而臺灣是全世界最適合開發黑潮的地方，因為黑潮經過台灣時，離陸地最近，水流也最穩定，只要在黑潮區域架設渦輪機，就

可以產生大量的電力，但是有一些難以克服的障礙，以前洋流渦輪都是用三條纜繩固定在海底的底樁，因為臺灣花東沿岸海域的海底很深難以將機架固定裝置渦輪而且只要一根纜繩斷裂整組渦輪都會被沖走。

而現在我們有了全新的技術，在一定的範圍之內打上大量的底樁，連結到同一組網架上，在將渦輪機裝設在這組網架上，除了可以大幅降低成本之外，也可以將海流的拉力平均分散到數百條纜繩上，整組系統會更加穩固，即使其中的一兩條纜繩斷裂，也不會讓整組系統完全毀壞，預估在不遠的將來，從綠島到台東的海域一直延伸到花蓮這段短短的距離裡，如果我們能成功利用洋流來發電，則可以發出大約三座核能電廠的發電量，如果未來黑潮能足以商業運轉，臺灣不僅可以停火力發電，就連核能發電也可以逐漸退役。（詳見圖五：海底架設發電機組步驟圖）



圖五：海底架設發電機組步驟圖

圖片資料來源：聖工坊—黑潮發電原理（唐從聖）（2012）。2013年3月3日，取自：聖工坊有限公司 http://www.sunartscience.com/live_12_01.html

三、臺灣海洋發電之發展前景

臺灣是美輪美奐的好地方，四面環海擁有豐富的海洋資源，且具備了發展海洋能技術極佳天然環境，依據 2007 年 SRB 會議指出，臺灣的波浪能與海洋溫差能蘊藏量最多，可開發量則以海洋溫差能與海流能為最多，以下將分項簡述國內海洋能概況。

（一）潮汐能

臺灣沿海潮差最大發生在金馬外島地區，約可達 5m，新竹至彰化平均約 3.5m，其他約在 2m 以下，仍不及理想經濟潮差的 6~8m。

（二）波浪能

臺灣周圍海域受東北季風影響，北部及東部波能均較大，因此東北角海域、鵝鑾鼻外海、花蓮外海，以及澎湖西北海域，均具有波浪發電之潛能，其中僅東北角海域及澎湖西北海域兩場址離岸較近，建造成本較低；另波浪發電具有防波、促進海洋空間利用、觀光遊憩等衍生效益。

(三) 海洋溫差能

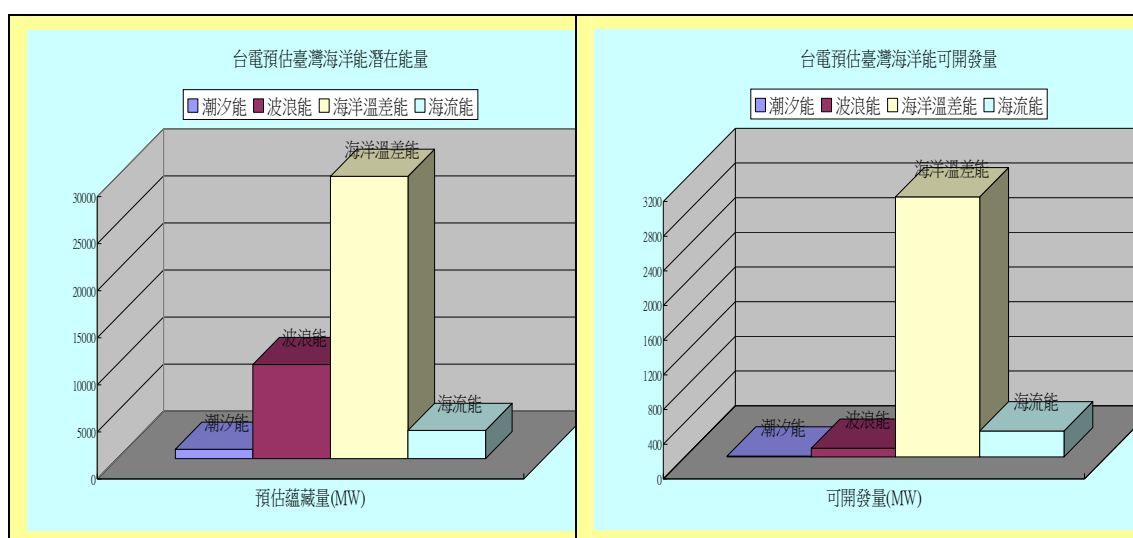
花蓮及台東離岸較近，為開發可能性較高之場址，加上近年政府及民間企業（世易水泥、台肥、光隆）已在東海岸布放海洋深層水管，可搭配開放深層海水多目標利用發電廠。不過其深海冷水管之鋪設與維護成本極高、能量儲存技術與工程技術難度高、發電效率低、冷水管大型化技術問題，以及生物附著等問題亟待克服。

(四) 海流能

主要在於黑潮儲量大且流速與向穩定，發電時數應能接近滿載，黑潮在亞洲由菲律賓，經臺灣的東部到達琉球、四國、本州。黑潮寬度 110~150 公里，流速約在 0.6~1.6m/s，台灣電力公司估計黑潮能量在 3GW 以上，不過黑潮所流經區域水深達 400m，其設備與施工成本仍偏高。

(五) 臺灣海洋潛在能量表

以下是在產業科技策略會議（SRB, Strategy Review Board）中，依據台灣電力公司提出在臺灣附近海洋地區所做的潛在能量調查。（詳見圖六、七及表一）



圖六 台電預估臺灣海洋能潛在能量

圖七 台電預估臺灣海洋能可開發量

資料來源：蘇達貞（2004）。海洋能源的魅力。科學發展，383，28-33。2013年3月6日，取自<http://web1.nsc.gov.tw/ct.aspx?xItem=8120&ctNode=40>

表一：臺灣海洋能發展潛力比較

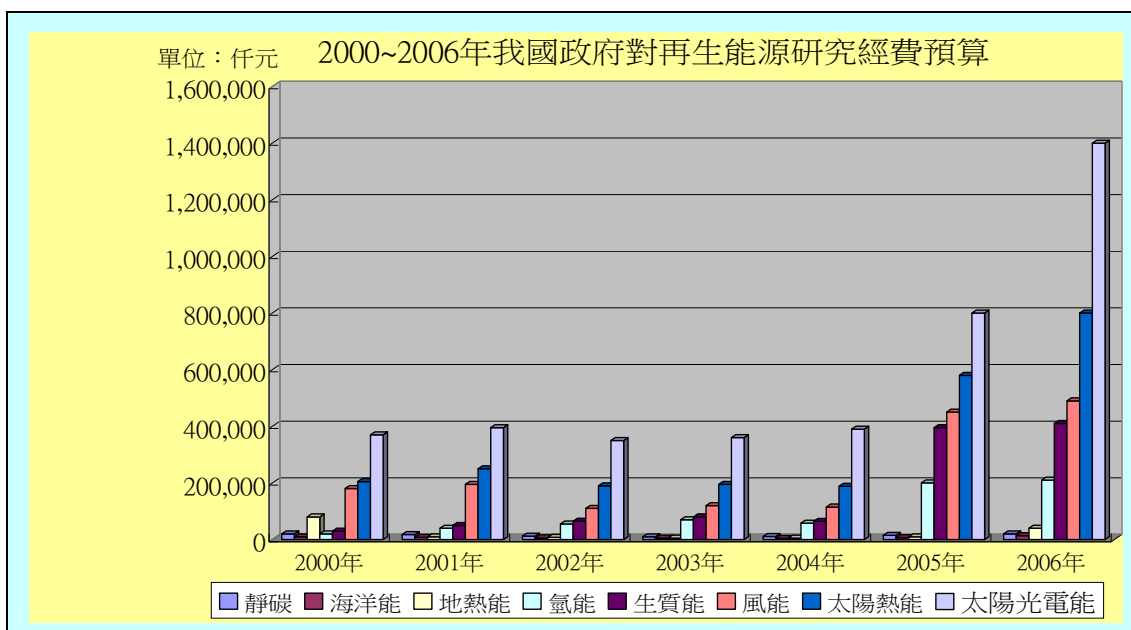
海洋能	最大能量/ 蘊藏量	衍生性 經濟效益	潔淨永 續	能源安全/ 穩定	成本競爭性/ 技術成熟度
潮汐能	△	△	◎	△	○
波浪能	△	—	◎	△	○
海洋溫差能	△	○	◎	○	○
海流能	◎	△	◎	◎	△

注：◎：高；○：中；△：低。

資料來源：行政院國家科學委員會(2007)。行政院2007年產業科技策略會議—前瞻能源科技。行政院科技會報，議題三：1.2海洋能科技。2013年3月10日，取自http://www.bost.ey.gov.tw/News_Content.aspx?n=FD0CD0AE1B7596F11&sms=8470D4E99B0FB08E&s=43204B3234435146

四、臺灣海洋發電現況與可行性

臺灣近年來不光是政府單位也有民間企業都紛紛投入了再生能源的產業中，其中又以太陽能為最發光發熱，不過同屬再生能源一環的海洋能卻沒有獲得相關組織投入研發，觀察我國政府在海洋能經費投入，所占比例少之又少，大多數經費都花在太陽能產業、風能或是生質能與氫能產業。(詳見圖八，2000~2006年我國政府對再生能源研究經費預算)



圖八：2000~2006年我國政府對再生能源研究經費預算

資料來源：（行政院 2007 年產業科技策略會議—前瞻能源科技—海洋能源科技。行政院科技會報，議題三：1.2 海洋能科技。2013 年 3 月 10 日，取自 http://www.bost.ey.gov.tw/News_Content.aspx?n=FDCD0AE1B7596F11&sms=8470D4E99B0FB08E&s=43204B3234435146）

綜合現今國際技術發展和國內海洋能之潛能分佈狀況，國內海洋能發展應以海流發電、波浪發電和海洋溫差發電為主，潮汐發電可暫不納入。前三項海洋能源中，波浪發電在國際上已有發展成熟的產品，近期可能朝引進測試方式為目標，遠程則著重在開發開發自有技術；海洋溫差發電雖未有正式商轉之電廠，然而其技術門檻並不高，由於在國內其發電效率低，需大型化且具有經濟效益。另外，可以配合深層海水多目標利用，增加其經濟價值；海流發電雖然技術困難度高，但由於臺灣海域的海流能源蘊藏量豐富，發電效率較海洋溫差發電高兼且穩定，仍應視為未來前瞻技術的發展。

以下為推動臺灣海洋能源發展，應朝三個方向進行：（詳見表二）

（一）臺灣海洋能分佈調查評估

以科研計畫推動海洋資料長期觀測與進行數值模擬技術，評估我國海洋能發電潛能分佈狀況，研擬發展策略與重點技術研發方向。

（二）海洋能源利用技術研發與引進

國際上仍未成熟或是逐漸成熟的技術，如海流發電，未來可委託國內大型研究機構進行研發或與國外共同研發，以取得專利及關鍵元件設計技術。

（三）海洋能發電組建、營運、維護技術建立

藉由先導型海洋能源發電示範廠，推動輔導我國海洋能發電產業，並輔導國內業者進行策略聯盟，由國外培訓建立我國海洋工程、海洋能發電機組營運及維護之中下游技術。

表二：臺灣海洋發電能開發時程表，以 2007 年開始

目前	短（近）程			中程	遠程
2007	2008	2009	2010	2015	~2025
海流發電技術 • 潛能初步分析 • 先期可行性研究	海流發電技術 • 黑潮潛能評估 • 海渦輪機組技術			海流發電開發 • 原型機開發與測試 • MW 級示範電廠建置	

		• 商業規模電廠之開發
波浪發電技術 • 潛能評估技術 • 發電量評估技術	波浪發電技術 • 潛能調查技術 • 安全評估技術	波浪發電技術 • 陣列式發電量分析 • 波浪發電系統開發 • 商業規模電廠之開發
溫差發電技術 • 500W 實驗系統 設計及建置	溫差發電技術 • 複合式溫差發電技術 • 發電效能提升 • 生物附著防治技術	溫差發電開發 • 百 kW 級系統開發與測試 • 遊牧式溫差發電技術

資料來源：陳金德（2007）。2007年能源科技研究發展白皮書。臺北市：經濟部能源局。

五、國內外發展競爭力分析：

根據商業概論 I 策略擬定，將優勢（S）、劣勢（W）、機會（O）、威脅（T）利用矩陣的方式進行交叉分析。「它是將對企業內、外部各方面條件進行綜合評估，進而分析企業的優劣勢及面臨的機會和威脅。」（旗立財經研究室，2010）

臺灣海洋能源開發推動 SWOT 分析：

優勢（S）	劣勢（W）
<ul style="list-style-type: none"> ● 海流： 黑潮流經臺灣週邊，海流速度及流量大，在蘇澳外海、花蓮外海、綠島及蘭嶼年平均流速在 1.2m/s 以上，具有 GW 級的潛力發電裝置容量。 ● 波浪： 臺灣東北部有較大之波能，離岸地區可達 10kW/m 以上。 ● 潮汐： 金門、馬祖潮能差可達 5m，接近經濟性理想潮差發電之條件。 ● 溫差發電： 1. 臺灣東部及南部海域海水表層與 500 米水深之溫差可達 20 度以上，具有 30GW 之潛能蘊藏量，可發電裝置容量約數 GW。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 海流： 1. 合適開發之場址水深均大於 100m，且離岸距離在 20 公里上。 2. 缺乏長期之觀測資料。 ● 潮汐： 離島地區無天然峽灣可供建壩；臺灣本島的平均潮差小且海岸地形不適合開發。 ● 波浪： 颱風多，岸基型設備易損壞；離岸式則技術門檻較高。 ● 溫差發電： 1. 溫差發電之效率有待提升。 2. 颱風波浪對冷水管有極大之破壞。 ● 國內關於海洋發展電能的基礎研究還待更好的突破。 ● 國內進行海洋能源利用須面對嚴峻

2. 東南海域高潛能區離岸距離較近。	的颱風及地震等自然環境之考驗。 ● 東部地層有滑動的危險性。
機會 (O)	威脅 (T)
● 海流： 國外海流發電技術逐漸成熟，可考慮技術引進方式。 ● 波浪： 國外海浪發電技術的開發已趨商業利用水準，可考慮技術引進開發波浪能。 ● 溫差發電： 配合深層海水的多目標利用，使溫差發電產生開發契機。	● 無論是海流、潮汐、波浪抑或是溫差發電的開發等等，關鍵技術由早期已投入開發的國家掌握。

資料來源：旗立財經研究室（2010）。商業概論I。臺北市：旗立資訊股份有限公司，表格由研究者彙整。

參●結論

根據以上有關臺灣海洋發展電能之探討和各種文獻報導，以及臺灣利用有關黑潮發電、研究、技術模式等資料的蒐集、整理、研究者提出以下淺見：

雖然我國黑潮具有龐大的潛能，然而，要在這麼深的海域內架設發電機組，海事工程倍增困難。不僅臺灣沒有類似的海洋工程經驗，放眼國際，目前也沒有相關深海海流發電的相關經驗，再加上建置與維護成本及天然風險，都會相對提高，到底能不能化黑潮為金潮，以潮流發電取代核能發電，仍有待時間的考驗！

整體而言，海洋擁有驚人的潛能，但國際上除了潮汐發電之外，溫差、海浪、洋流等發電設備，都尚未達到商業化的階段，更遑論在臺灣的發展。如果不想辜負這個被喻為「未來之源」的海洋能源，臺灣必須儘快累積海洋能源的相關工程經驗，緊追國際腳步一起追浪弄潮，否則，這個老天爺送給臺灣的禮物，恐怕只能眼睜睜地任它消失在海洋的泡沫裡。

肆●引註資料

廖建明、許文泰（2010）。POM海洋數值模式應用於台灣鄰近海域之洋流模擬。臺灣：交通部運輸研究所。

陳金德（2007）。2007年能源科技研究發展白皮書。臺北市：經濟部能源局。

曾玉萍(撰文)(2012)。不要核能，那我們用什麼？。臺北市：大是文化有限公司。

旗立財經研究室(2010)。商業概論I。臺北市：旗立資訊股份有限公司。

白偉權(2009)。辭條：黑潮(Kuroshio)。全人教育百寶箱。2013年3月1日，取自<http://hep.ccic.ntnu.edu.tw/browse2.php?s=230>

陳發林(2010)。林口之門-洋流發電。2013年3月2日，取自<http://linkou.dgi.tw/News.asp?ShowID=380>)

台灣夕能能源股份有限公司(2010)。海洋機械能。2013年3月2日，取自http://www.twsolarenergy.com/energy.php?category_id=49&lang=tw)

聖工坊(2011)。海洋能：黑潮發電原理。2013年3月5日，取自http://www.sunartscience.com/live_12_03.html

蘇達貞(2004)。海洋能源的魅力。科學發展，383，28-33。2013年3月6日，取自<http://web1.nsc.gov.tw/ct.aspx?xItem=8120&ctNode=40>

行政院國家科學委員會(2007)。行政院2007年產業科技策略會議—前瞻能源科技。行政院科技會報，議題三：1.2海洋能科技。2013年3月10日，取自http://www.bost.ey.gov.tw/News_Content.aspx?n=FD0CD0AE1B7596F11&sms=8470D4E99B0FB08E&s=43204B3234435146