

# 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

行政院國家科學委員會

2007 年 11 月 21 日

# 簡報內容

---

- 一、國內外現況檢視
- 二、海洋能科技發展策略與藍圖
- 三、海洋能科技研發及產業架構
- 四、行動方案及討論題綱

# 一、國內外現況檢視

# 國內外發展現況摘要

## ● 波浪能、溫差發電、潮汐 / 潮流能及洋流能

— 海洋能源科技發展之主流項目。都已進入原型機實現階段，惟效率

仍有待提升，裝置及發電成本仍高，較大規模的商業運轉應在2015

年以後。

## ● 波浪能源

— 總量最大，歐盟正積極發展波浪發電技術，各式原型裝置尚未定於

一尊，待最佳系統成形後，產業化進程將大幅加速，有可能成為繼風力發電之後的下一個再生能源明星產業。

## ● 溫差發電

— 受限於大口徑冷水管技術，難以大型化，效率也仍有待提升  
(目前

約3~5%)，近年漸生研發活力，惟隨著深層冷海水多目標利用技

# 國內外發展現況摘要 (續)

## ● 潮汐 / 潮流能

- 目前海洋能技術中最成熟者就是潮汐發電技術，已商轉電廠目前以法國 240 MW 潮汐電廠裝置容量最大，韓國及中國亦在持續開發裝置容量更大的商轉電廠。
- 一般潮汐發電之潮差至少達 5 公尺以上才會被考慮開發，台灣的平均潮差約在 3 至 4 公尺左右，顯然較無開發潛力。

## ● 洋流能

- 在海流穩定之淺水海域具有高度開發價值，國際上已進入 pilot plant 試運轉階段，目前以英國 1.2 MW 的海流發電試驗廠規模最大。
- 目前國際上研發之海流發電設備，主要針對潮流 (tidal current)，且都設計在淺水環境，水深約 50 公尺以內。對於台灣海流潛能較高之

# 台灣海洋再生能源之評估

- 台電歷年針對台灣海洋能開發進行多項評估之研究案。據台電的估計，其預估蘊藏量、可開發量及成本如下：

海洋能	天然條件	預估範圍	預估蘊藏量 (MW)	可開發量 (MW)	預估發電成本 (元/度)
海洋溫差發電	台灣東部沿岸	離岸 30 公里內	30,000	3,000	15-23
波浪能	全台 1448 公里海岸線	全台 沿岸地區	10,000	100	10-18
潮汐能	臺灣西部沿岸	台中彰化 西海岸	1,000	10	-
洋流能	台灣東部外海 黑潮流域	台灣東部 沿岸	3,000	300	-

資料來源： “海洋能源的魅力”，科學發展 383 期，2004 年 11 月  
 “海洋溫差發電利用計畫”，中興工程顧問公司，2002 年

“核四進水口防波堤設置之波浪發電研究”，1995 年

# 深層海水多目標利用效益分析

溫差發電多目標利用開發，經評估後整體綜合效益如下：

項目	規模	年成本(仟元)	年效益(仟元)	年淨效益(仟元)
溫差發電	1 MW	136,415	9,679	<b>-126,736</b>
水產養殖	10 公頃	111,925	271,314	<b>159,389</b>
冷凍空調	1,000 Rt	10,315	10,643	<b>328</b>
冷室栽培	1 公頃	13,809	17,685	<b>3,876</b>
觀光休閒		(間接效益)		<b>4,200</b>
綜合效益				<b>41,057</b>

資料來源：「台灣東部海洋溫差多目標利用之經濟分析」，  
經濟部能源委員會(能源局)，2002

年

# 台灣海洋能源發展潛力比較

海洋能源	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	△	△	◎	△	○
☆ 波浪	△	○	◎	△	○
☆ 溫差	△	○	◎	○	○
洋流	◎	△	◎	◎	△

◎ 高      ○ 中      △ 低

- 以現實面效益考量，短期內較容易發展的海洋能源主要為波浪發電與溫差發電等能源；潮汐能穩定性與衍生性經濟效益則較低。
- 中、短期在其他海洋能源供應電力有限情況下，儲量大的天然氣水合物亦是替代化石燃料的次佳選擇。
- 長期從能源供應充足、穩定、潔淨環保等角度看，仍是以洋流發電為最終發展標的。

# 國內海洋能源利用技術檢視

- **潮汐發電**
  - 因缺乏圍築潮池優良地形，發展潛力受限。
- **黑潮流發電**
  - 經台灣東岸提供穩定持續的能源
  - 400 米水深仍是洋流發電工程技術上頗大的挑戰，產業化路程應尚遠。
- **海洋溫差發電**
  - 台灣東岸最適於發展，但因大型化困難，發電成本不符效益，而未能繼續發展，反而是海洋深層水產業於近年急速發展。因此，**海洋溫差發電**應以整合海洋深層水多目標利用方式開發為主。
- **波浪發電**
  - 促進海洋空間利用、提供離岸風力電廠靜穩海域及觀光遊憩等衍生效益
  - 目前研發投入雖尚少，但四面環海，海岸線綿長，應具發展潛力。無論從內需或未來全球廣大市場著眼，**波能發電**都可預期是最早可能產業化的海洋能源。
  - 發電效率的提升及因應颱風應是關鍵的技術挑戰。

# 國內海洋能源基盤技術發展摘要

---

## 觀測技術：

- 目前海洋能源總量估計方法仍屬粗略。
- 長期觀測基盤架構與潛能調查精算技術尚待建立。

## 施工技術：

- 海洋能源科技研發經費投入佔再生能源研發經費比例明顯偏低。
- 海洋能源相關（包括離岸風力發電、天然氣水合物探採）  
海域 / 水下工程規劃與施工技術仍待加強。

## 二、海洋能科技發展策略 與藍圖

# 海洋能源科技發展策略

- **海洋能源預期將是未來再生能源的主要來源**
  - 能量密度低，但總量大。
  - 發電成本雖仍偏高，預期約需到 2030 年，方能與離岸風力發電成本相近，惟若複合式或多用途應用技術成熟，效益提升。
- **波能利用技術持續蓬勃發展中**
  - 在歐盟，已有實測中以及即將商轉的系統。能源轉換效率約達 10-15%，雖仍有待提升，設備成本亦偏高，距技術全面成熟階段尚有一段距離。但從歐盟的發展觀察，波浪發電是最有可能成為繼風力發電之後的下一個再生能源明星產業。
- **產業化考量**
  - 考量工程技術及營運成本，台灣海洋能源在波浪能、及溫差能整

# 海洋能源科技發展策略 (續)

## • 波能發電產業發展考量

- 國際研發中的波能轉換機制形式多樣，尚未定於一尊  
(point absorber, attenuator, terminator, oscillating water column, overtopping)
- 安置場所有岸基、近岸及離岸等方式，
- 台灣應及早培育波能利用科技的研發能量，建置研發與測試平台，於 2015 年完成此一架構。

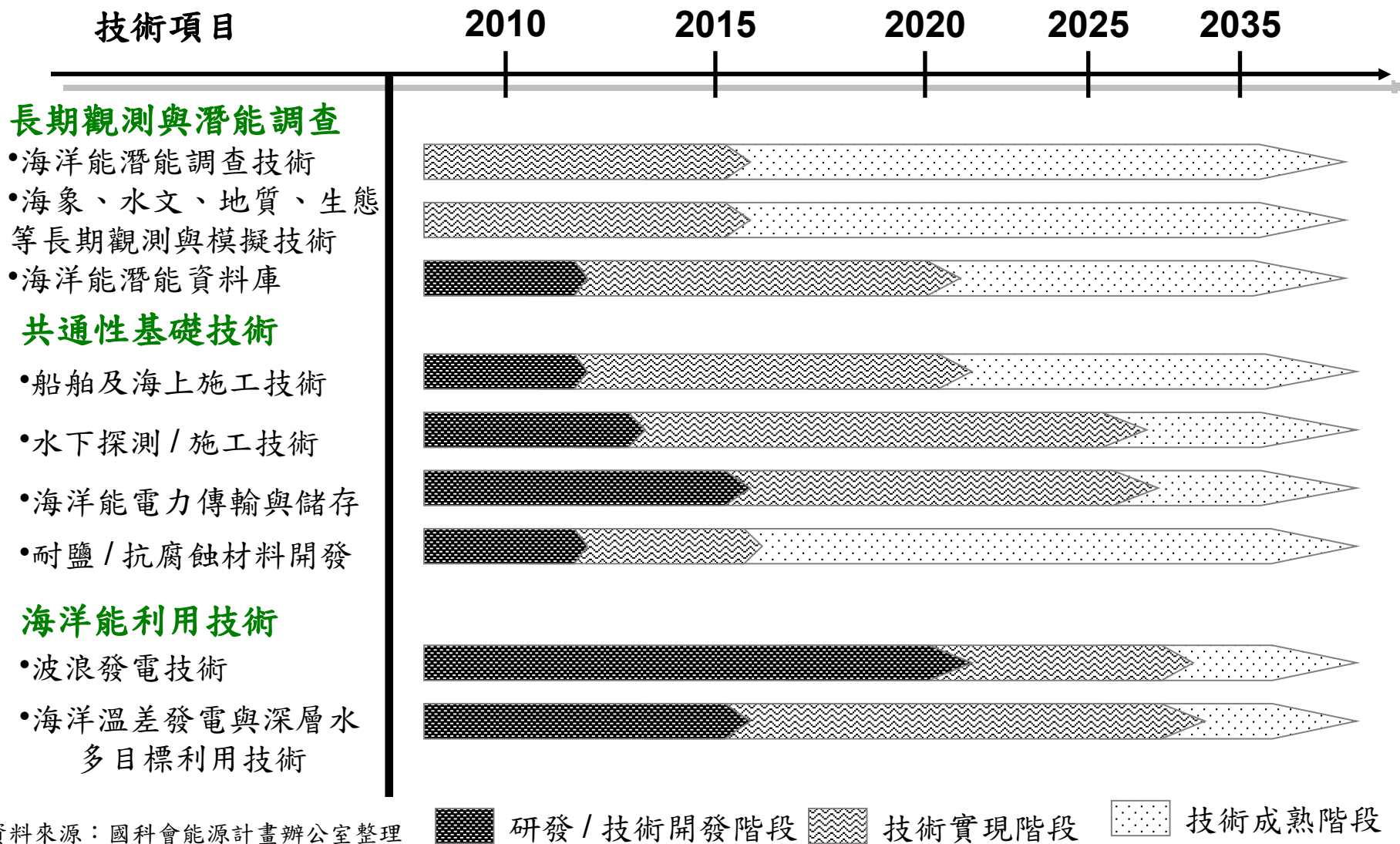
## • 溫差發電

- 效率仍低，不足以形成效益，但是朝向深層海水多目標利用，發展高附加價值產業，則有其利基。因此，溫差發電應朝向以海水為工作流體的開迴路式 (Open Cycle OTEC) 系統發展，並強化深層水多目標利用技術研發。

## • 海洋工程

- 海洋能源關連的共通性基礎技術以及海洋能源環境觀測、

# 台灣海洋能技術發展藍圖

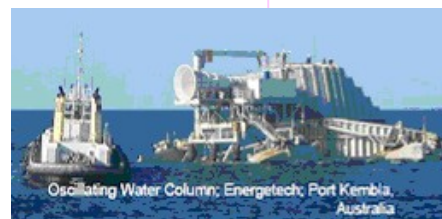
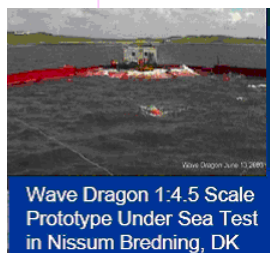
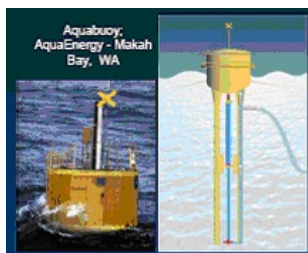


# 台灣海洋波能利用技術近程發展藍圖

技術項目

2008 2010 2012 2014 2016 2018

現有波能利用技術綜合評估



波能發電系統技術研發

系統效能測試平台（實驗室）

波能利用測試場選址與觀測系統建置

波能利用測試場建置

人才培育與國際合作

（以能量轉換效率  
> 15% 為目標）

系統擇優進行驗證  
、改良與精進

# 海洋溫差發電多目標利用技術近程發展藍圖

技術項目

2008

2010

2012

2014

2016

2018

現有 OC-OTEC 技術綜合評估

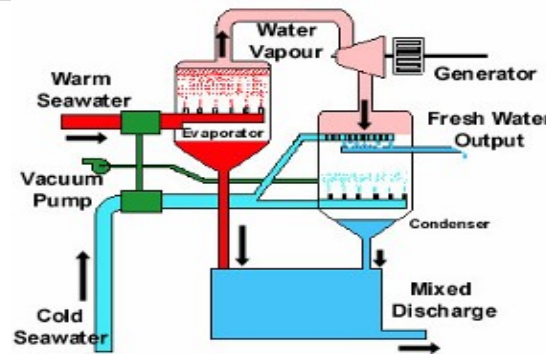
OC-OTEC 發電系統技術研發

DOWA 多目標利用技術研發

高附加價值產業育成與輔導

人才培育與國際合作

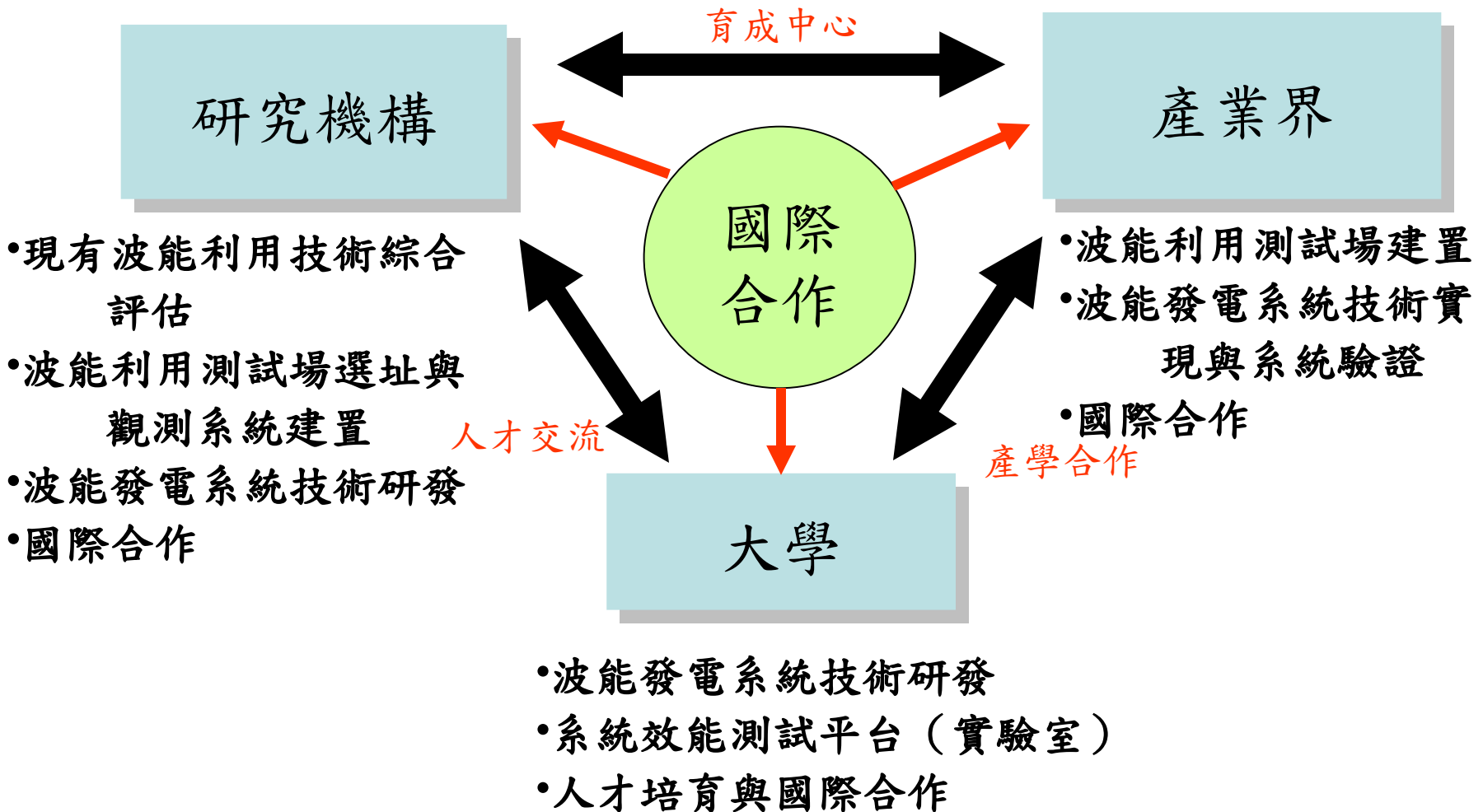
(以海水為工作流體，可多目標利用的開迴路溫差發電系統為目標)



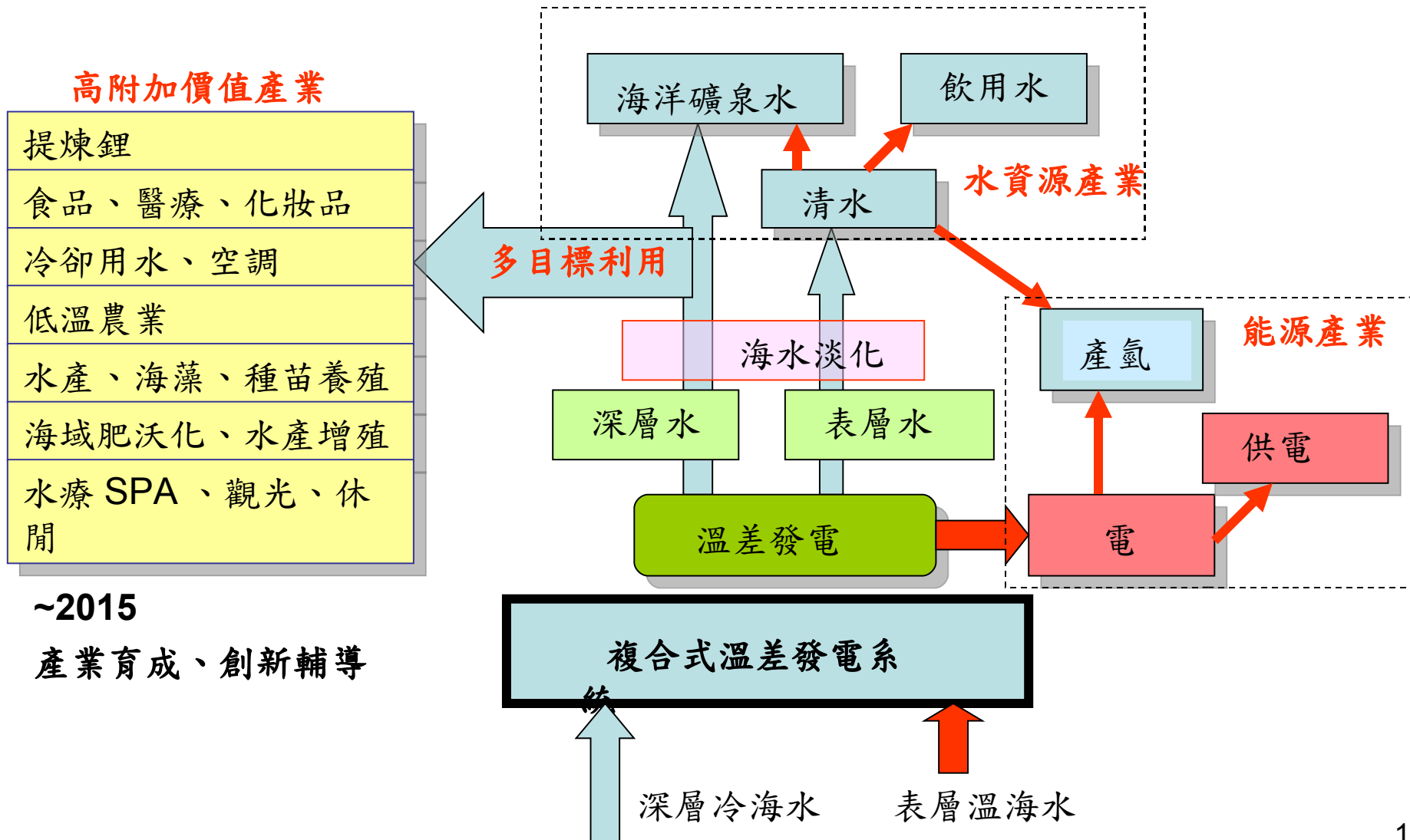
複合式溫差發電示範系統規劃

# 三、海洋能科技研發及 產業架構

# 台灣海洋波能利用技術研發架構



# 台灣海洋溫差發電多目標利用產業架構



# 台電「複合式溫差發電應用研究」計畫構想 (2007~2010)



## 四、行動方案及討論題綱

# 行動方案

## • 因應內需為主並競逐未來的全球海洋能源市場

- 增加投入基礎研究與技術開發資源，培育波能利用科技的研發能量，建置研發與測試平台；
- 2015 年完成科研架構，**包含人才延攬與培育，以及推動國際合作**，並在 2016 年開始擇優進行系統驗證。
- **研發深層水多目標利用技術，以產業育成、創新輔導，提升產業附加價值為主要目標，於 2015 年完成相關關鍵技術。**

## • 長期觀測與潛能調查

- 應於 2015 年具備足夠的海洋能潛能調查技術，以及海象、水文、地質、生態等長期觀測與模擬技術；
- 2020 年完成海洋能潛能資料庫的建立。

## • 共通性基礎技術

- 應於 2020 年具備足夠的海上施工技術；
- 2025 年具備足夠的水下探測 / 施工技術及海洋能電力傳輸 / 儲存技術。
- 2015 年前持續投入耐鹽 / 抗腐蝕的海洋用材料的開發。
- 研發深層水多目標利用技術，以產業育成、創新輔導為主要目標。

# 行動方案（波能發電科技發展）

目標：建立波能發電科技研發能量，建置研發與測試平台。

時程	項目	作法
2008~2015	人才培育與國際合作	促進大學、研究機構組成波能發電科技研發團隊，並促成與歐、美、日之合作。
2008~2010	現有波能利用技術綜合評估	系統性的探討現有波能利用技術與專利地圖，充分掌握各技術之優勢與缺點。
2008~2015	波能發電系統技術研發	產學研合作，從創新與前瞻的角度，研發自主的波能發電系統技術。
2008~2010	系統效能測試平台（實驗室）建置	從大學現有實驗室，擇優擴充建置波能發電系統效能測試平台。
2010~2012	波能利用測試場選址與觀測系統建置	測試場選址，並建置完整的海域環境長期觀測系統，以充分掌握波浪特性。
2012~2015	波能利用測試場建置	為下一階段進行系統擇優驗證、改良與精進做準備，建置波能發電系統測試場

# 行動方案（海洋溫差發電多目標利用技術發展）

目標：研發開迴路溫差發電 (OC-OTEC) 系統技術，及深層水利用

時程	之高附加價值產業技術。	作法
2008~2015	人才培育與國際合作	促進大學、研究機構組成研發團隊，並促成與歐、美、日之合作。
2008~2010	現有 OC-OTEC 技術綜合評估	系統性的探討現有開迴路溫差發電技術（OC-OTEC）與專利地圖，充分掌握各技術之優勢與缺點。
2008~2015	OC-OTEC 發電系統技術研發	產學研合作，從創新與前瞻的角度，研發自主的 OC-OTEC 溫差發電系統技術
2008~2012	DOWA 多目標利用技術研發	產學研合作就食品、醫療、化妝品、冷海水空調、低溫農業、水產、海藻、種苗養殖、海域肥沃化、水療 SPA 等深層水利用技術進行研發與創新。
2010~2015	高附加價值產業育成與輔導	藉由技術移轉，促進前述高附加價值產業的育成與輔導。

## 討論題綱

### • 建立產業能量與厚實研發基礎之方案

- 以國際合作導入技術，以培育波能利用科技的研發能量，建置研發與測試平台，因應內需並競逐未來的全球波能發電產業市場為目標，整合產學研，積極延攬、培育人才，預計於 2015 年完成此架構。
- 執行此一目標、策略與方向，資金龐大、期程較長、如何有效切入？

### • 多目標利用技術進行研發與創新

- 溫差發電效率仍低，大型化又面臨技術瓶頸，不足以形成效益
- 小口徑汲取深層水之技術已成熟，飲用水產業也已成形。  
為育成及輔導深層海水多目標利用之高附加價值產業發展，預計至 2015 年應持續進行深層海水多目標利用技術之研發與創新。

此一目標、策略與方向是否妥適？

# 附件一

## 海洋能源科技之國際發展現況

全球海洋能源總量與目前全球發電總量有相同的量級。  
其中，以波浪能與溫差能總量較為可觀。

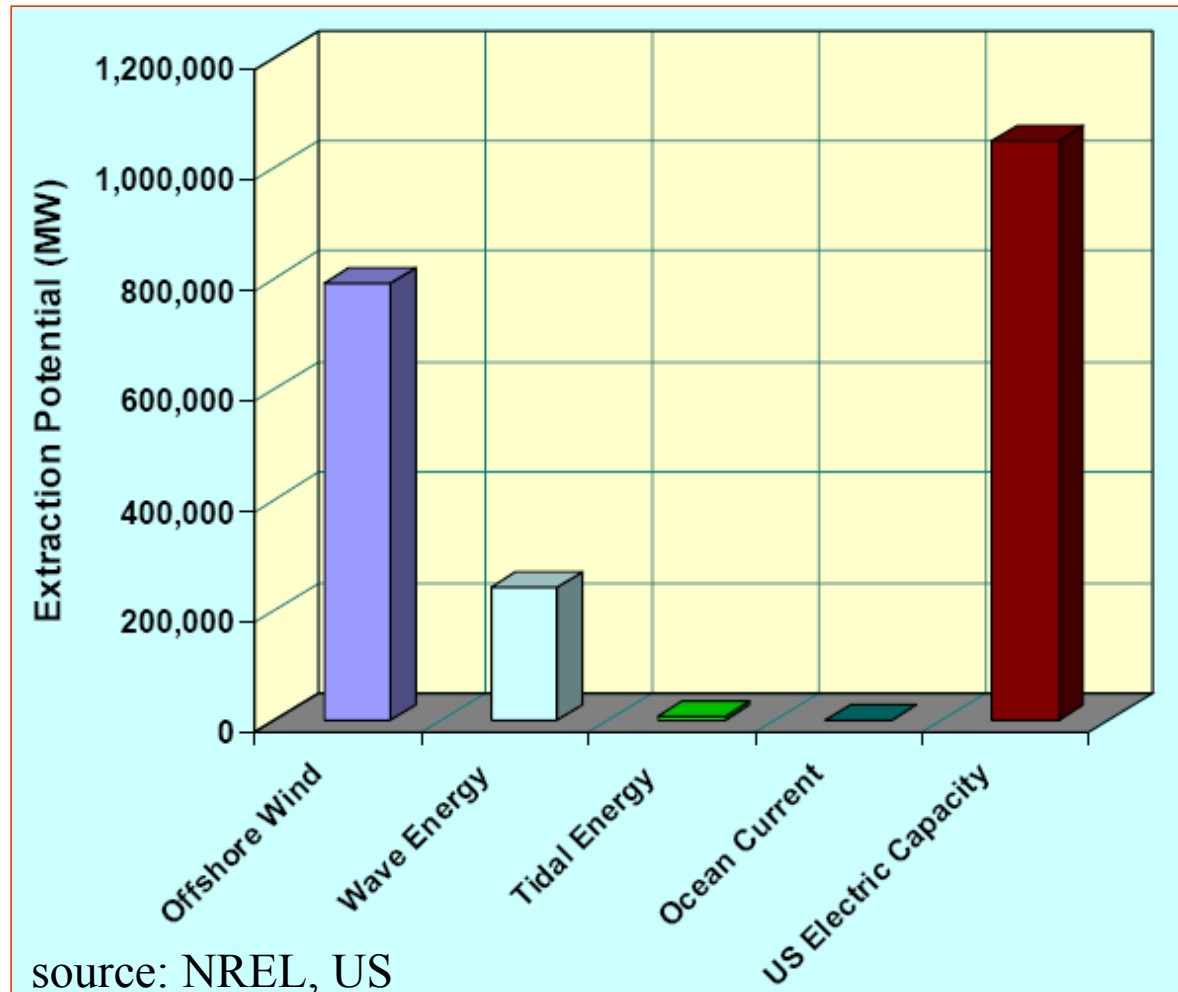
### Available Global Ocean Energy Resource

FORM OF OCEAN ENERGY	ESTIMATED GLOBAL RESOURCES* (TWh/YEAR)	PRESENT GLOBAL ELECTRICITY PRODUCTION (TWh/YEAR) +
Tides	300 +	17,400
Waves	80,000	
Tidal (Marine) Current	800 +	
Thermal Gradient	10,000	
Salinity Gradient	2,000	

\* Policy Report, IEA-OES, 2006 + IEA Statistics for 2004  
source: [www.iea-oceans.org](http://www.iea-oceans.org)

美國海域波浪能源總量也顯著高於潮汐、潮流能及洋流能

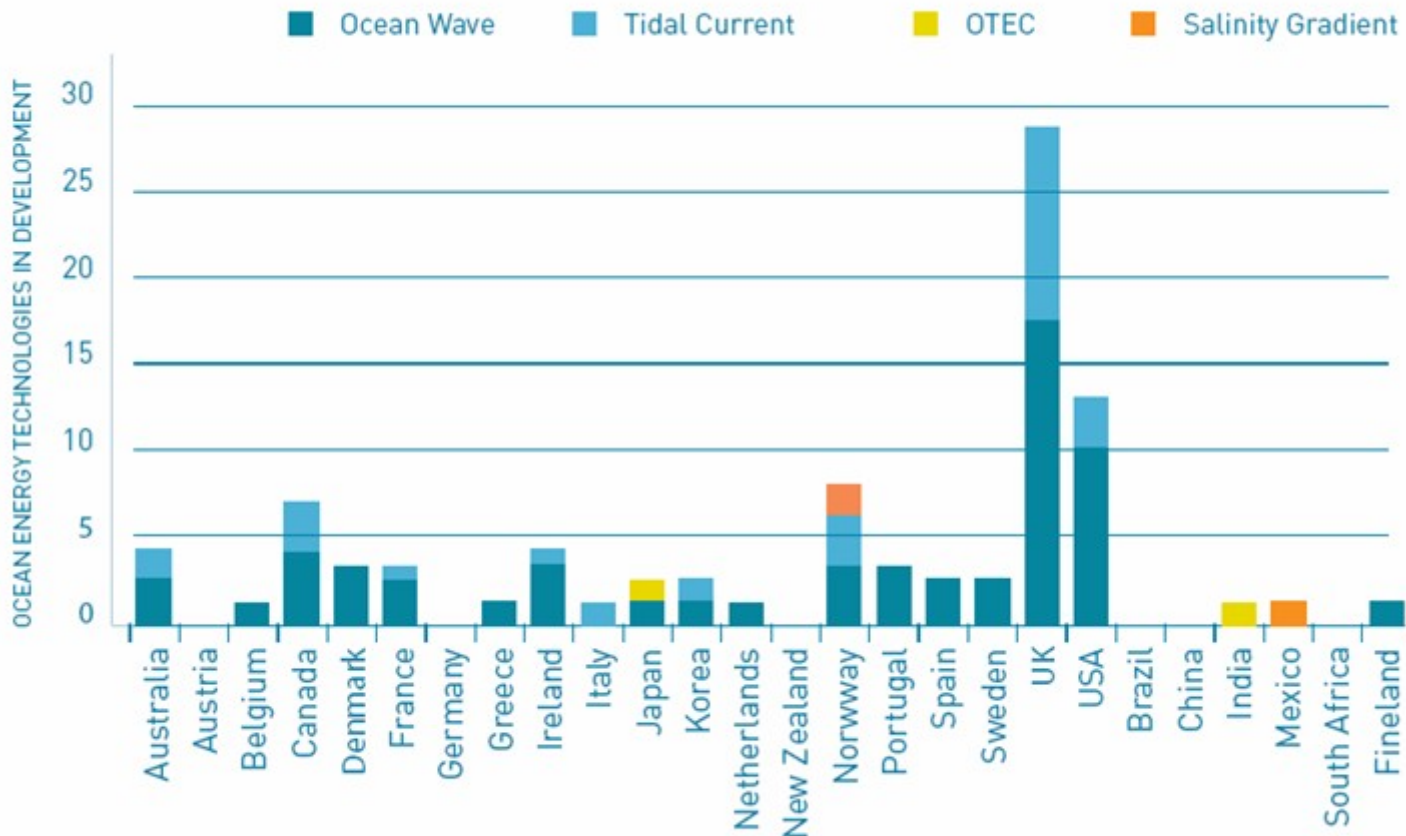
### US Ocean Energy Extraction Potential



**海洋能源技術發展：**目前以波浪能及潮流能利用技術研發最為普遍、蓬勃，而溫差能利用技術只在日本、印度發展

○

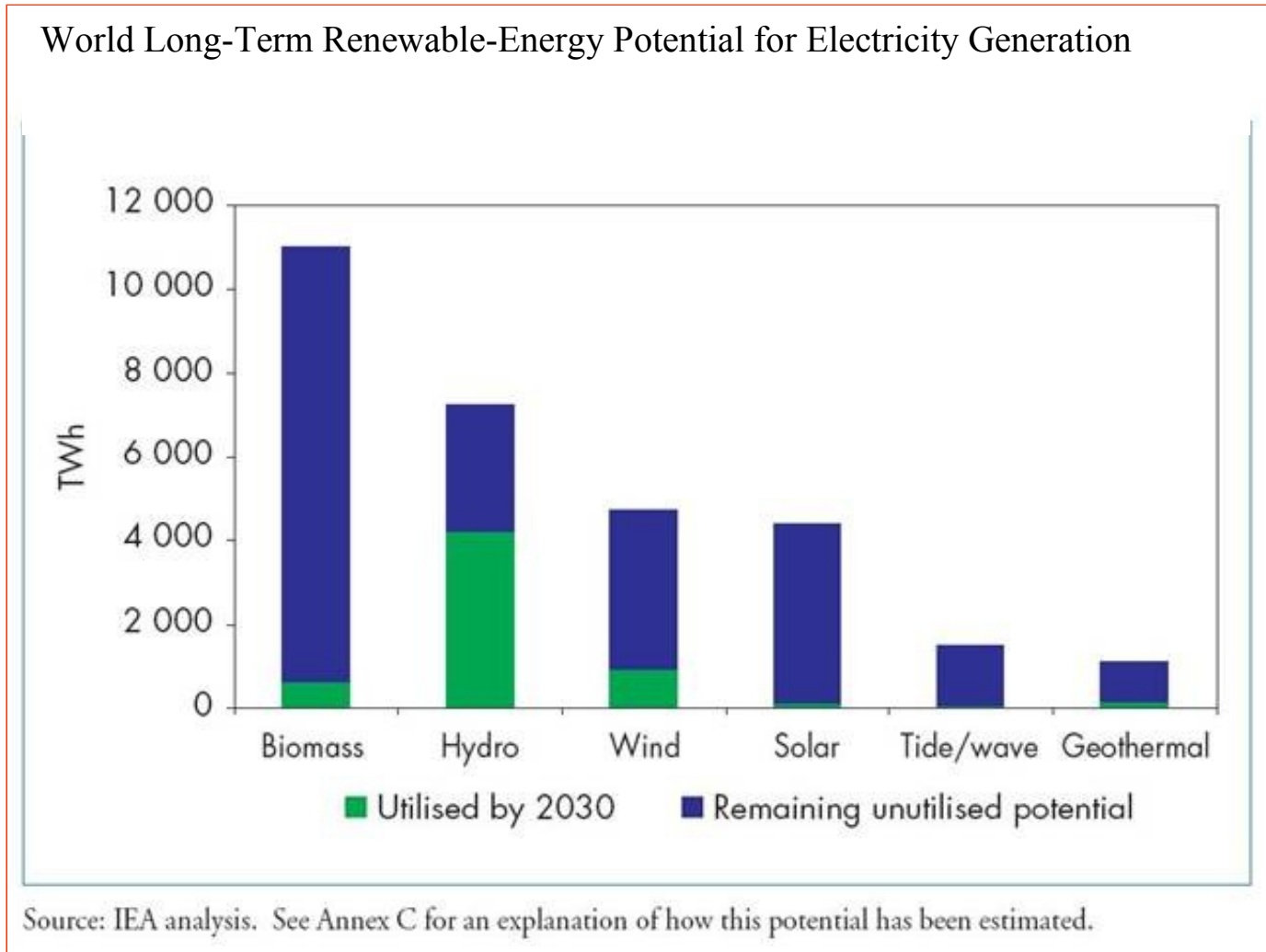
DISTRIBUTION OF CONVERSION TECHNOLOGIES BEING DEVELOPED WORLDWIDE



[Ref: Policy Report, IEA-OES, 2006]

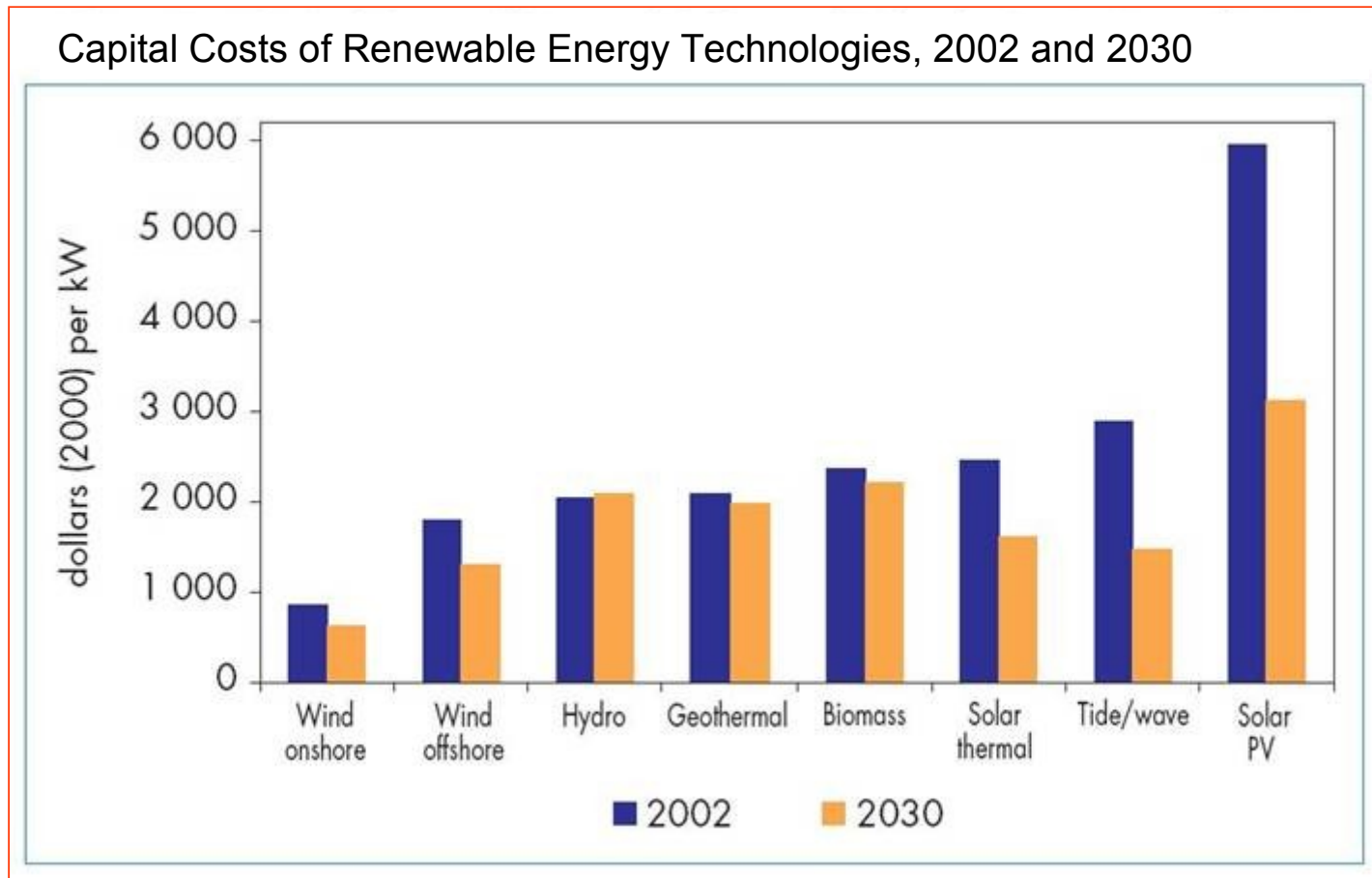
Source: [www.iea-oceans.org](http://www.iea-oceans.org)

# 發電總量：相對於風能發電，波能及潮汐、潮流發電 總量預估至 2030 年仍低



source: Renewables in Global Energy Supply, IEA, January 2007

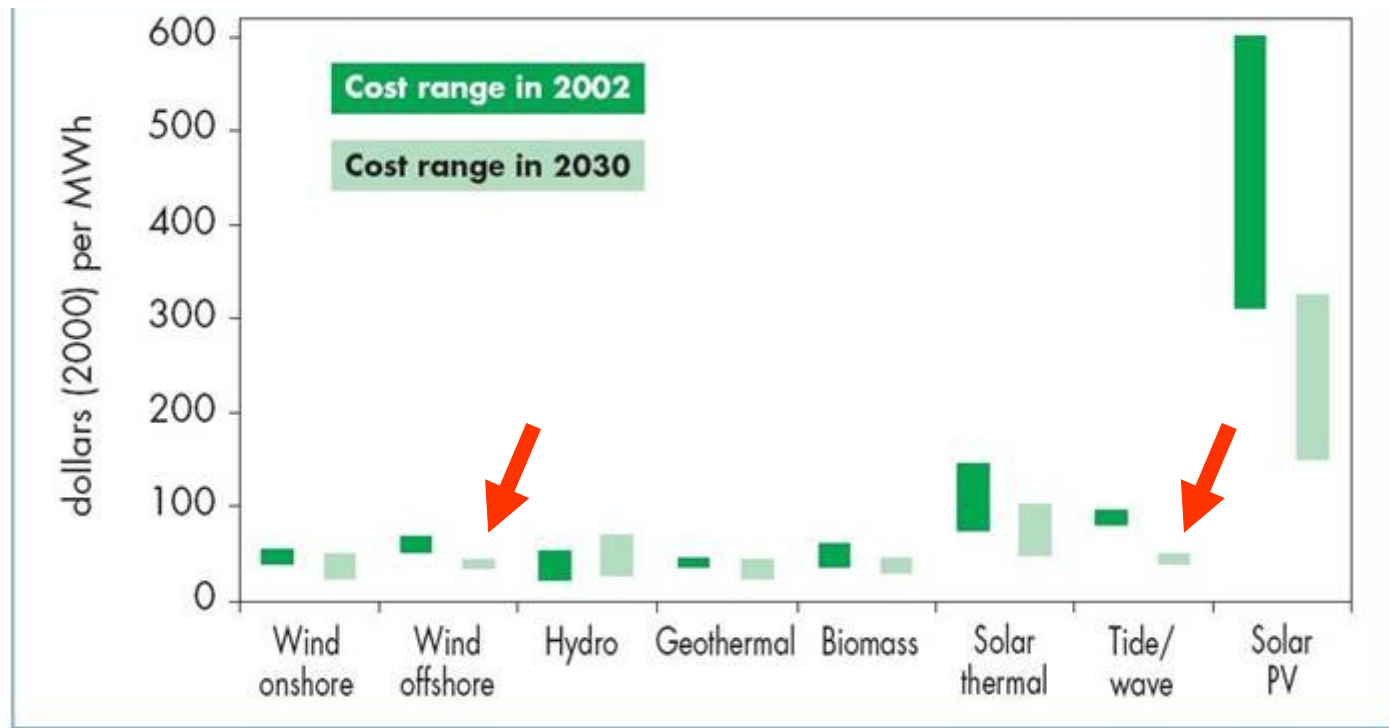
**設備固定成本：**目前波能及潮汐、潮流能發電之固定成本仍顯著高於離岸風能發電，也高於太陽熱能。但 2030 年預估會趨近於離岸風能發電，且低於太陽熱能。



Source: Renewables in Global Energy Supply, IEA, January 2007

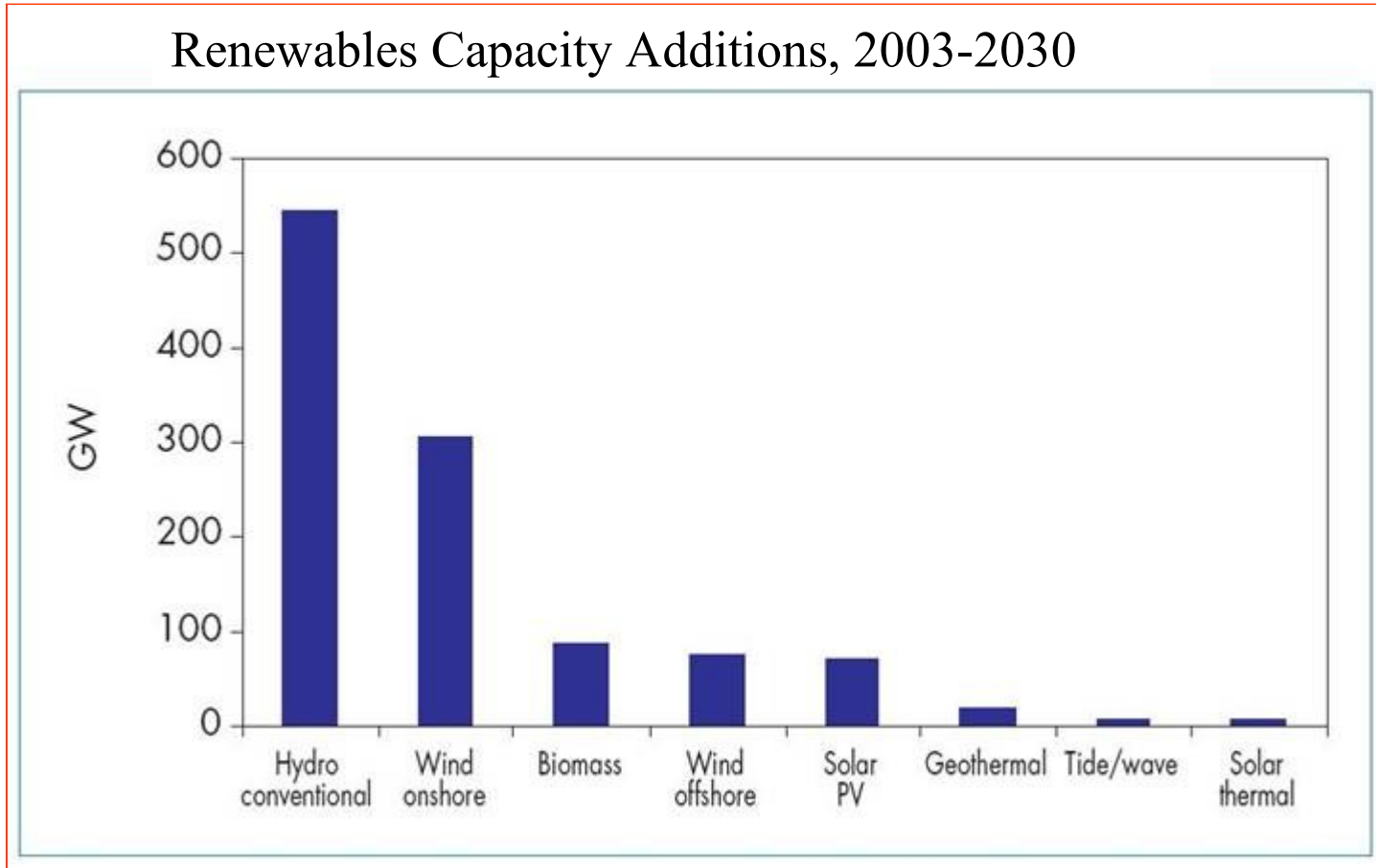
**單位發電成本：**目前波能及潮汐、潮流能單位發電成本也仍顯著高於離岸風能，但 2030 年預估只會略高於離岸風能，且低於太陽熱能。

Electricity-Generation Costs of Renewable Energy Technologies, 2002 and 2030



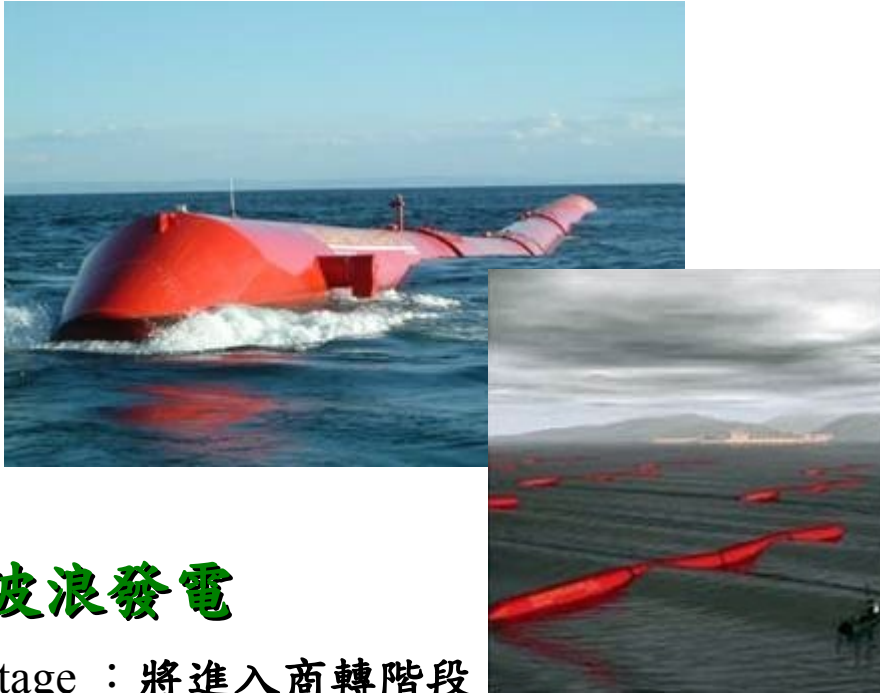
Source: Renewables in Global Energy Supply, IEA, January 2007

**裝置容量成長**：預估 2003-2030 年間波能及潮汐、潮流能發電容量仍遠低於離岸風能，約只與太陽熱能相近。



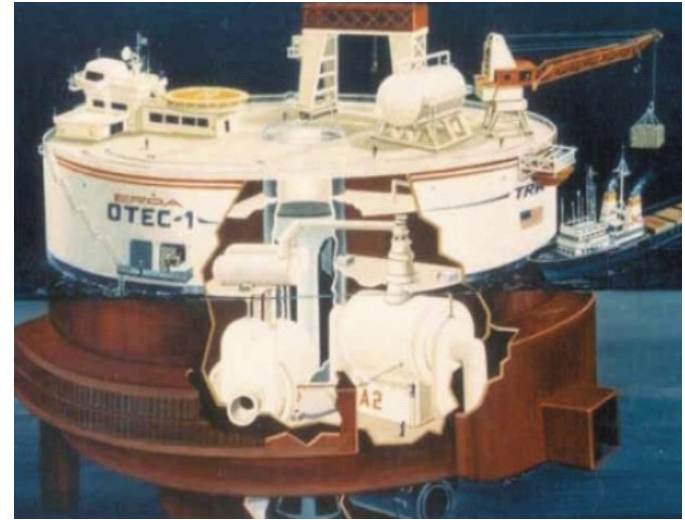
source: Renewables in Global Energy Supply, IEA, January 2007

# 海洋能發電技術現況 - I



## 波浪發電

stage : 將進入商轉階段  
輸出 : 3MW/ 四部、30MW/km<sup>2</sup>  
現況 : 英國有 pilot plant  
特色 : 不適合作為基載電力，但有防波、促進海洋空間利用、觀光遊憩等周邊效益



## 海洋溫差發電

stage : 已進入商業化階段，  
印度 OTEC 電廠最大  
輸出 : 1 MW/ 電廠 (發電輸出 0.5 MW)  
特色 : 不適合作為基載電力，且裝置容量較難擴大，各國近三十年來已投入大量研究，但多數試驗場均已停止運轉。大型化困難是技術瓶頸。

# 海洋能發電現況 - II



## 潮汐發電

stage：已商業化

現況：法國、中國、俄國及加拿大的  
潮汐發電廠容量計 263MW

特色：不適合作為基載電力，且發電  
週期未能配合需求



## 洋流發電

stage：將進入商業化階段

現況：英國西南部 8MW 洋流電廠將可  
提供 5000 戶住家電力使用，加拿  
大亦將進行洋流發電併網示範計畫

特色：能量密度高，洋流穩定區域較適  
合作為基載電力，惟目前技術僅適  
用於淺海域。

# 歐盟海洋能源發展

## • 歐盟整體發展目標

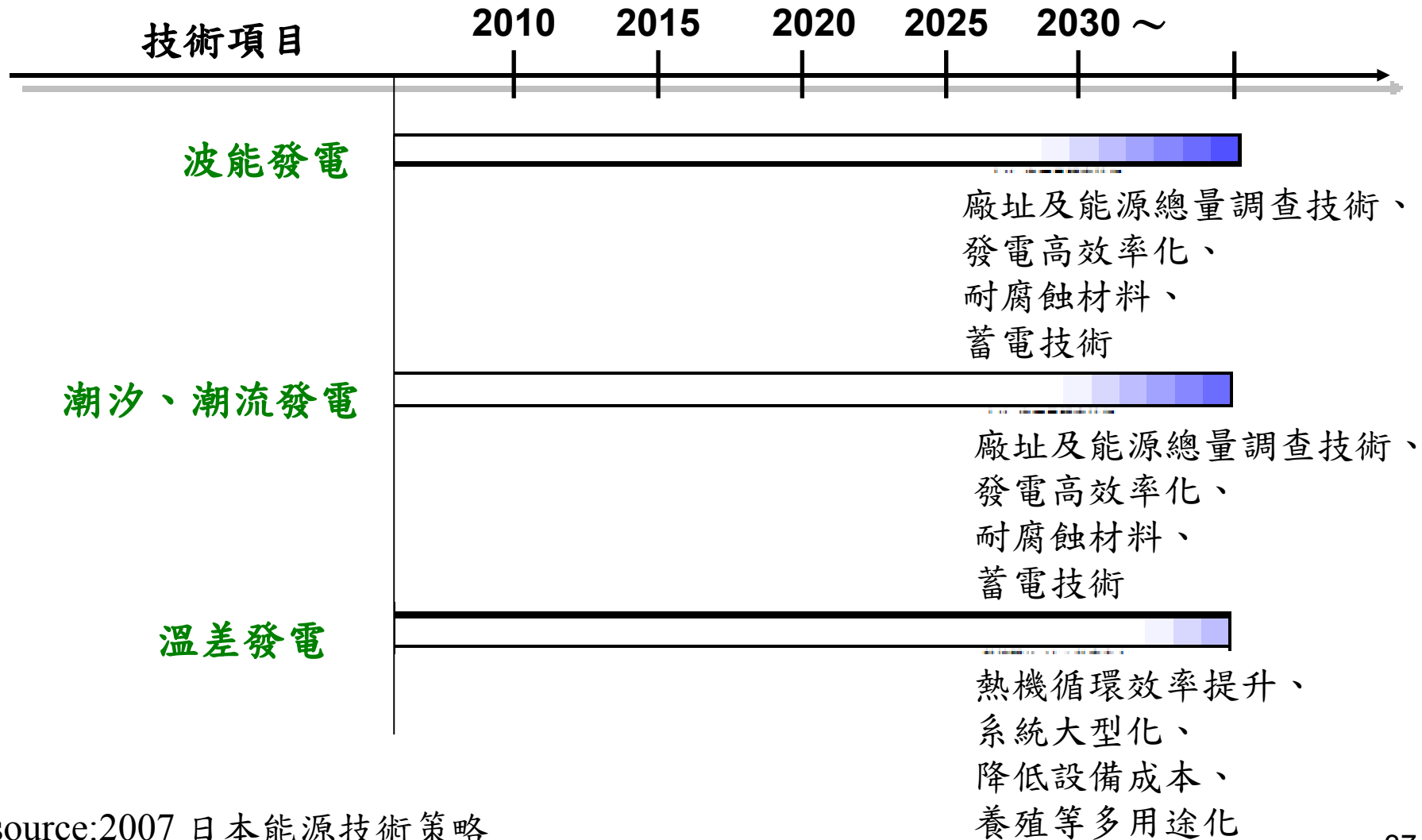
在大幅研發投入及大規模投資在海洋能科技的前提下，預估：

1. 海洋能源以波浪能、潮汐 / 潮流能及洋流能為主。
2. 2020 年前，可裝設達 10 ~ 14 GW 之裝置容量。
3. 2050 年達到 50 GW 。

## • 各會員國現況

1. 葡萄牙目前大規模的離岸波能利用計畫，具有 2 MW 之能力。
2. 英國規劃的波浪能網路（ wave hub ），具有 15 MW 之容量。
3. Canarian 發電計畫（ The Canarian Power Plan, PECAN ）預期可於  
2015 年達到 50 MW 之裝置容量目標。
4. 愛爾蘭政府 2007 年三月的能源白皮書中，設定海洋能的目標為  
2020 年 500 MW 裝置容量目標。

# 日本海洋能源利用技術發展路程圖



source:2007 日本能源技術策略

# 台灣海洋能源潛勢及發展現況

---

- 潮汐發電
- 波浪發電
- 溫差發電
- 洋流發電—黑潮洋流

# 潮汐發電

- 資源概況

- 1 m 以上潮差即可發電，台灣沿海潮差最大發生在金馬外島地區，約可達 5 m，新竹至彰化平均約 3.5 m，其他約在 2 m 以下，仍不及理想經濟潮差的 6~8 m。
- 目前預估蘊藏量 100 萬瓩，可開發蘊藏量 1 萬瓩。

- 發展限制

- 只在低潮或滿潮時發電，若恰為離峰用電時間，反而產生電力過剩，且裝置閒置時間每日高達 18 小時。
- 西海岸多為平直沙岸，缺乏圍築潮池優良地形，西部海域離島的岩岸較具發展潛力。

# 波浪發電

## • 資源概況

- 2005 年工研院蒐集各測站資料並估算波浪能量：東北角龍洞的波能最高，達  $11.56 \text{ kW/m}$ ，其次為東吉島、國光平台與成功測站，均達  $9 \text{ kW/m}$  以上。
- 全台預估蘊藏量 1,000 萬瓩，可開發蘊藏量 10 萬瓩。
- 波浪發電另有防波、促進海洋空間利用、觀光遊憩等衍生效益。

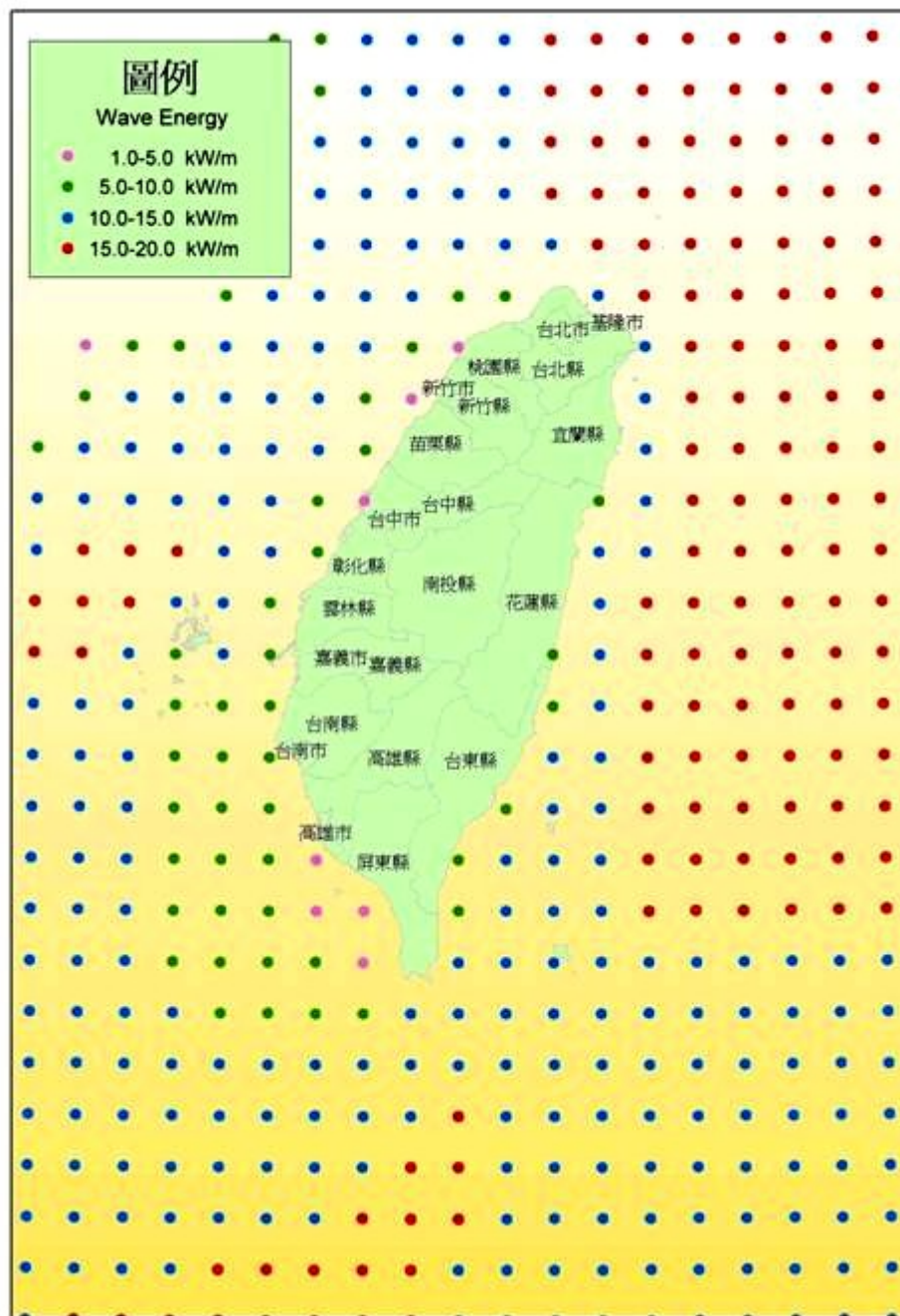
## • 發展限制

- 自然限制：波浪毀損及海水侵蝕機械設備等問題
- 工程限制：發電裝置分水力式與氣壓式兩類，轉換電力過程的損失較大，且成本仍高。

## 台灣四周海域波能分布圖

資料來源：工研院 (2006) 蒐集  
中央氣象局波浪模式推估台灣  
四周海域波浪潛能

➡ **說明：**台灣周圍海域受東北季風影響，北部及東部波能均較大。以目前波浪發電技術，波浪能量大於 10 kW/m 以上已具開發價值。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。



# 溫差發電

## •資源概況

- 預估蘊藏量 3,000 萬瓩
- 可開發蘊藏量 300 萬瓩
- 台灣適合發展溫差發電  
之可能廠址：  
和平、樟原、金崙

圖片資料來源：

中興工程顧問公司，2002。『海洋溫差發電關鍵技術與概念設計  
可行性及建議最適國內採用之評估報告』。

委辦單位：經濟部能委會 [ 現能源局 ]。



# 溫差發電

---

- 發展條件

- 海水溫差在 **20 °C** 以上的區域，極適合發展溫差發電。

- 發展限制

- 自然限制：地震、海嘯、颱風的破壞。
  - 工程限制：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，以及冷水管大型化技術問題及生物附著問題。

# 溫差發電

## • 發展概況

- 1979 夏威夷大學評定台灣環境極適合發展 OTEC 。
- 2002 年經濟部能委會委託中興工程顧問公司執行海洋溫差發電關鍵技術與概念設計可行性研究。
- 近年政府及民間企業（世易水泥、台肥、光隆）已在東海岸佈放海洋深層水管。
- 經濟部委託工研院在 2006 年建立小型 OTEC 實驗設備。

## • 未來展望

- 雖然過高的成本可透過機組設施多功能目標（**深層海水利用**）來分擔，或利用附屬半自然發電方式（回收利用其他發電廠之溫排水）降低成本與工程難度，但事前規劃仍需進一步做成本效益分析以確定機組系統運轉之經濟效益。
- 避開大型冷水管技術瓶頸，**游牧式溫差發電**有其遠景。

# 游牧式 OTEC

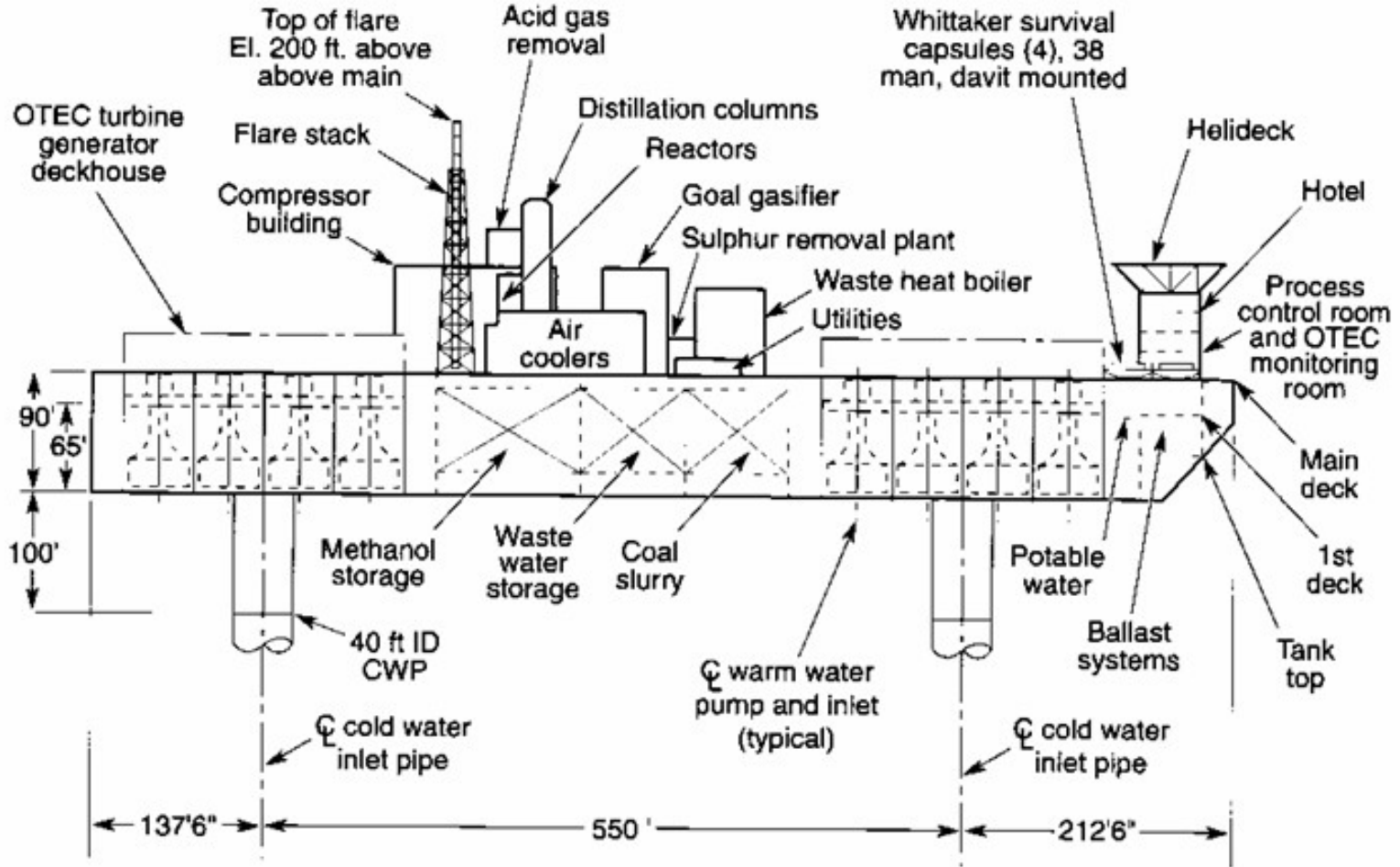
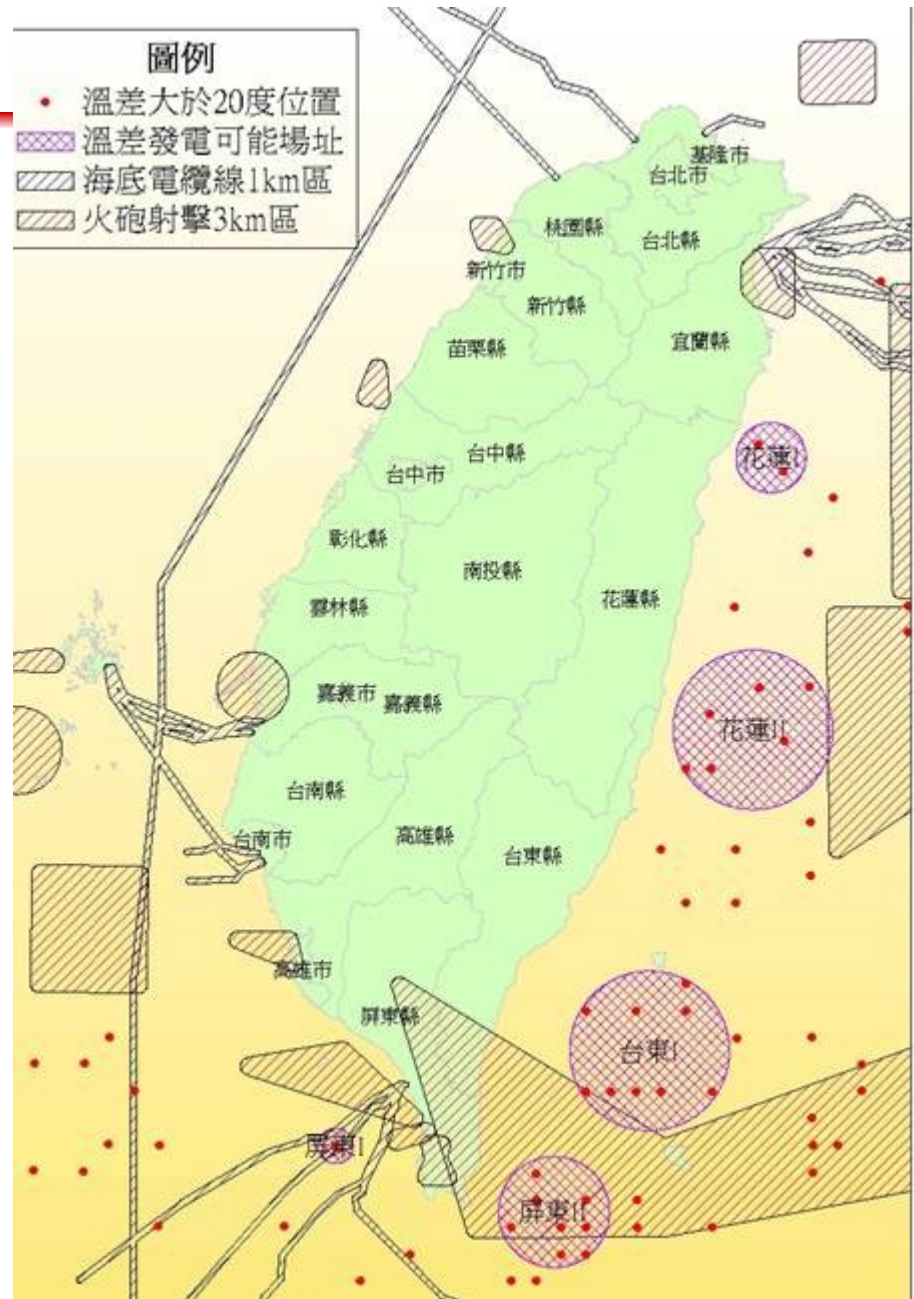


FIG. 6-40. Profile of OTEC methanol plantship (BARDI, 1982).

160MW 溫差發電甲醇船廠構想設計側視圖 (摘自 Avery and Wu, 1994)

## • 溫差發電廠址

花蓮 | 及 台東 | 離  
岸較近，開發可能  
性較高是最佳場址



圖片來源：能源局參酌國家  
海洋科學研究中心資料繪製

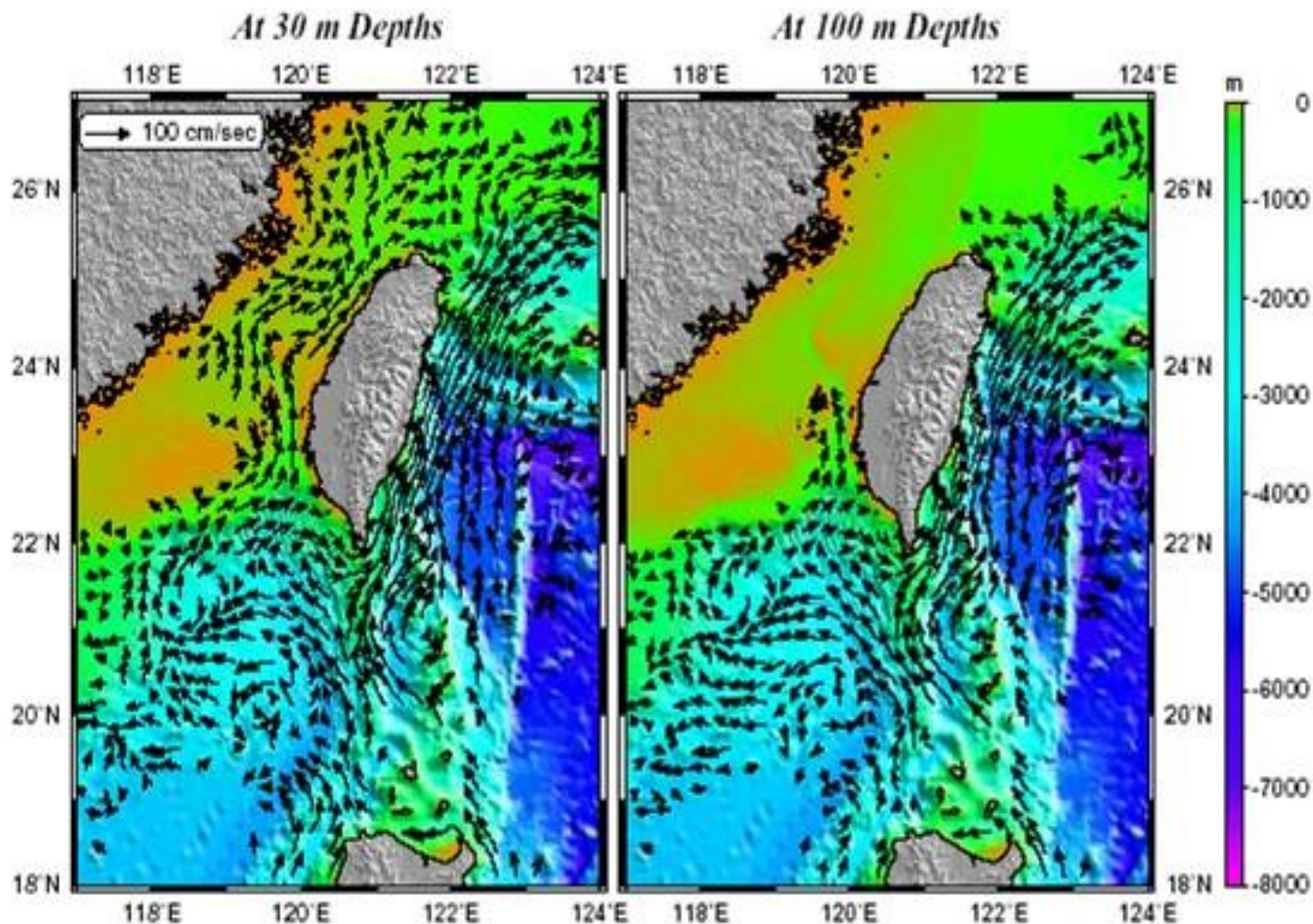
# 台電「複合式溫差發電應用研究」計畫 (2007~2010)



# 洋流發電

## ➡ 資源概況

1. 黑潮在亞洲由菲律賓賓，經台灣的東部，到達琉球、四國、本州。
2. 黑潮寬度 110~150 公里，流心流速約在 0.3~1.6m/s，平均流速達 0.9 m/s。
3. 台灣電力公司估計黑潮能量 3GW 以上。



# 洋流發電

---

- **發展限制**

- 自然限制：地震、海嘯、颱風之工程干擾與破壞  
必須在水下施工。
- 工程限制：工程技術上仍待重大突破  
基座、固定錨鏈與傳輸電纜等設施成本過高。

- **未來展望**

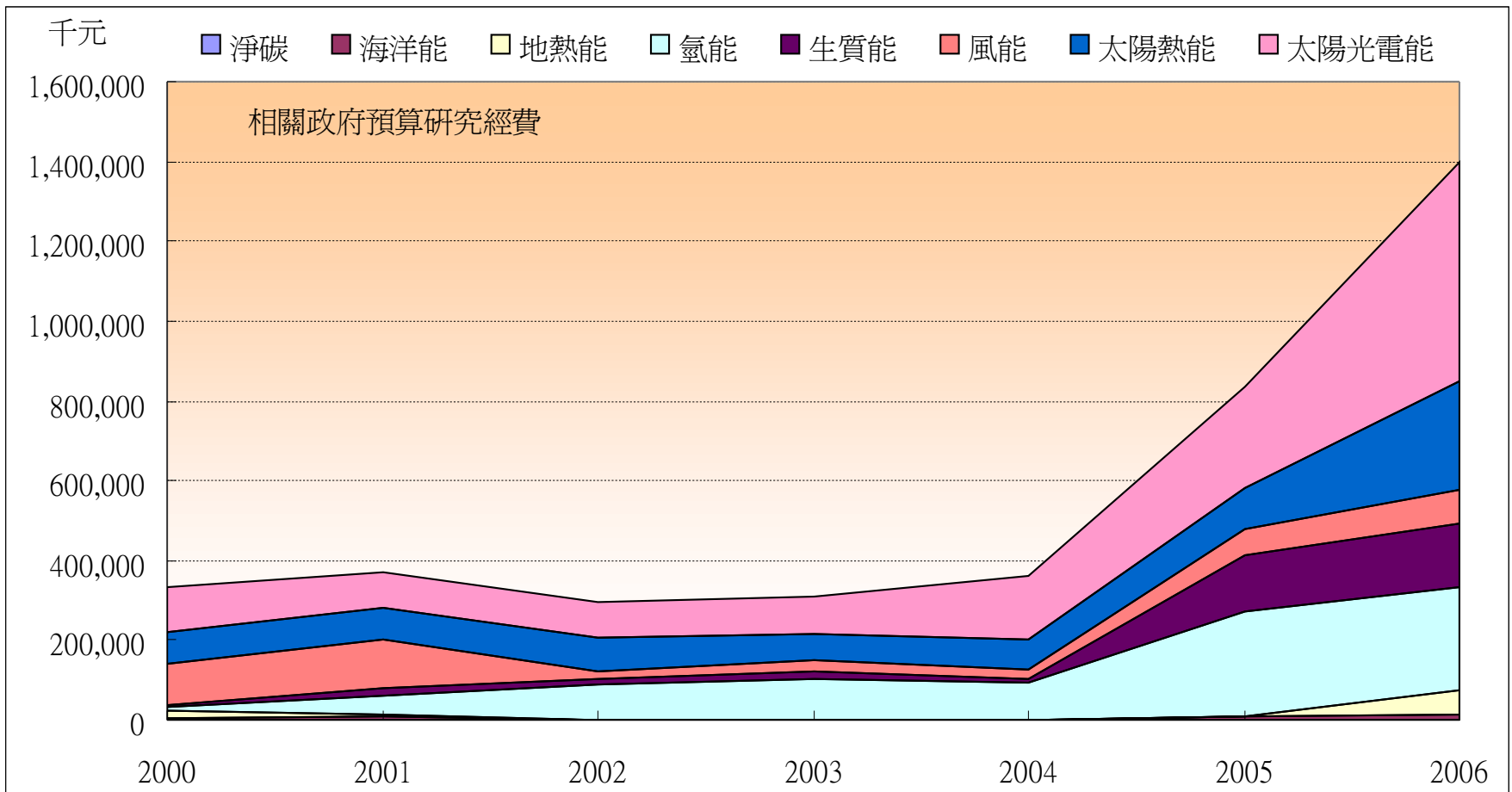
- 黑潮儲量大且流速與流向穩定，發電時數應能接近滿載。
- 綠島附近有海域深度在 400 米以內之相當面積，於此深度之水下工程技術歐美雖已發展成熟，但設備與施工成本仍偏高。短期可先從關鍵技術研發與驗證著手，中、長期朝向原型機試驗及先導型電廠發展。

# 附件二

其他

# 2006 年海洋能源研發經費只佔再生能源的 0.92%

## 台灣 2000 ~ 2006 年再生能源研發經費投入





資料來源：戴昌鳳，『台灣的海洋』。

[http://uwaclab.esoe.ntu.edu.tw/Courses/PO/lectures/PDF/taiwan\\_ocean.pdf](http://uwaclab.esoe.ntu.edu.tw/Courses/PO/lectures/PDF/taiwan_ocean.pdf)<sup>52</sup>

# EXAMPLES OF SELECTIVE CONVERSION TECHNOLOGIES & DEMONSTRATION PROJECTS WORLD-WIDE

## WAVE ENERGY



**Pelamis**  
Floating, articulated device  
Assembling of the first offshore wave farm off Northern Portugal  
(Ocean Power Delivery, UK)



**Wave Dragon**  
Slack-moored overtopping  
Sea testing in Nissum Bredning, Denmark  
(Wave Dragon ApS, Denmark)



**Limpet**  
Shore-based OWC plant  
in Islay, Scotland  
(Wavegen, UK)



**OE Buoy**  
Floating OWC system  
Sea testing in Galway Bay Test Site, Ireland  
(Ocean Energy Ltd, Ireland)



**AWS**  
Submerged device  
Sea testing off Northern Portugal  
(AWS II BV, Netherlands)



**PowerBuoy**  
Free-floating point absorber  
Sea testing in Hawaii  
(Ocean Power Technologies, USA)

## TIDAL CURRENT ENERGY



**The Blue Concept**  
Sea testing in Norwegian Strait of Halsundet, Norway  
(Hammerfest Strøm AS, Norway)



**Kinetic Hydro Power Systems (KHPS)**  
Turbine tested in East River, USA  
(Meridian Power, USA)



**Seaflow**  
Sea testing off Lynmouth, Devon, UK  
(Marine Current Turbines Ltd, UK)



**Submerged Ducted Rim**  
Sea testing at Race Rocks, BC, Canada  
(Clean Current Power Systems Incorporated, Canada)



**Enermar system**  
Sea testing in the Strait of Messina, Italy  
(Ponte di Archimede, Italy)



**Open-Centre Turbine**  
Installation in Orkney, Scotland  
(OpenHydro, Ireland)

## SALINITY GRADIENT



Experimental set-up for membrane development for harnessing salinity gradient energy Osmotic Power  
(Statkraft SF, Norway)

## THERMAL GRADIENT

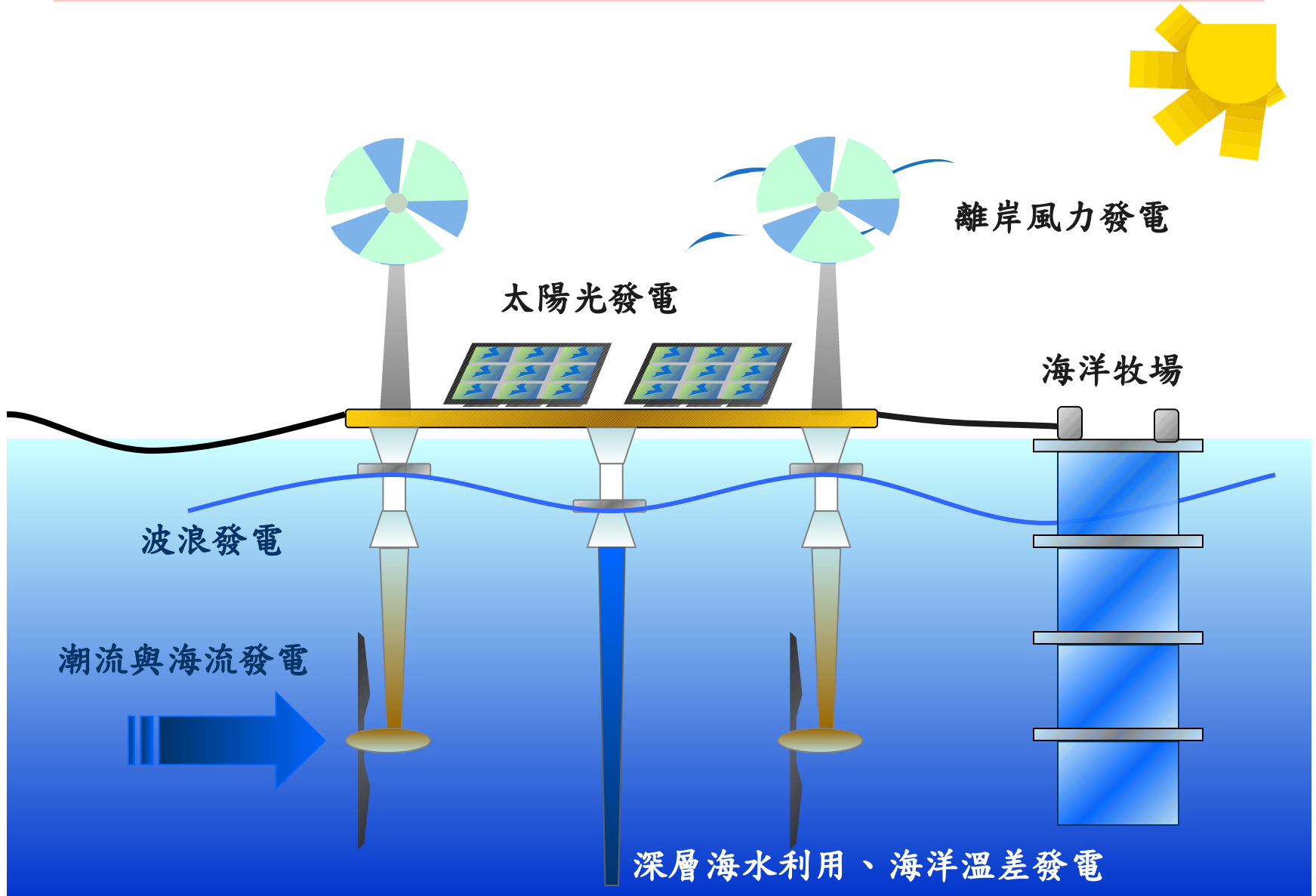


Demonstration of 1 MW OTEC Device  
Thermo-dynamic Rankine cycle  
(Saga University, Japan)

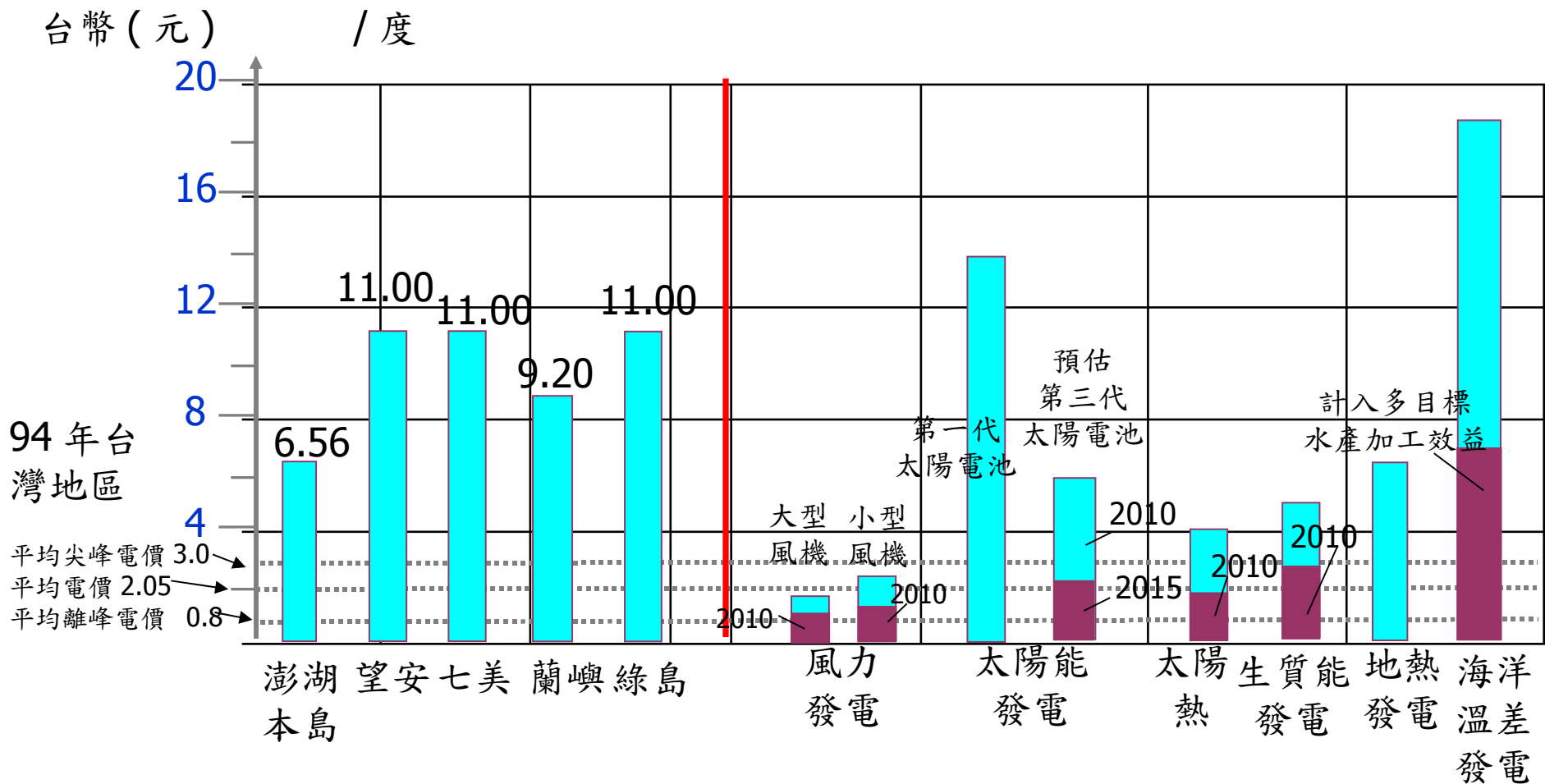


Experimental 30 kW OTEC system  
(Saga University, Japan)

# 大規模海洋能源複合基地



# 我國離島電力成本與再生能源成本比較



資料來源：核能研究所