

出國報告（出國類別：訪問）

113 年度海洋環境技術交流參訪計畫 出國報告

服務機關：海洋委員會海洋保育署

姓名職稱：李筱霞 組長

陳鴻文 科長

楊蕙禎 科長

陳語謙 科員

派赴國家/地區：日本/東京及北海道

出國期間： 113 年 04 月 07 日至 04 月 13 日

報告日期： 113 年 05 月 10 日

目次

摘要.....	4
壹、 目的.....	5
貳、 過程.....	6
一、 參訪團員名單.....	6
二、 訪問行程.....	7
三、 工作紀要.....	9
(一) 拜會環境省(MoE).....	9
1. 環境省出席人員.....	9
2. 針對塑膠污染(包含微型塑膠)之管理政策及現況說明.....	10
3. 海底二氧化碳封存的許可證制度及日本 CCS 相關趨勢.....	11
4. 雙方交流.....	12
5. 拜訪照片.....	14
(二) 拜會及參訪東京大學.....	15
1. 東京大學出席人員.....	15
2. 日本浮動式離岸風電的發展(鈴木英之教授).....	16
3. 海洋再生能源設施對環境影響的研究(多部田茂教授).....	17
4. 日本對於探捕捉及封存動態及挑戰(佐藤徹教授).....	17
5. 模擬沿海、近海開發的波浪及洋流(高木健教授).....	18
6. 沿海洋流觀測與帆船隊(小平翼博士).....	19
7. 雙方交流.....	19
8. 議題探討及校園參訪照片.....	20
(三) 拜會國立研究開發法人海洋研究開發機構(JAMSTEC).....	21
1. JAMSTEC 出席人員.....	22
2. 日本政府深海劃設海洋保護區及 30x30 (藤倉克則專案副總監).....	22
3. 2021 年 8 月北太平洋西部海底火山噴發浮石擴散預測(張育綾副主任)(以視訊連線方式進行說明).....	24

4. 雙方交流	24
5. 議題探討及拜訪照片	25
(四) 拜會日本 ENEOS 石油公司.....	26
1. ENEOS 出席人員	26
2. 公司介紹成立沿革及營業項目(環境安全部推進組經理富田賢一).....	27
3. 重大溢油事件影響	27
4. 緊急應變能量	28
5. 雙方交流	28
6. 議題探討及拜訪照片	29
(五) 拜會日本碳補捉與封存調查株式會社(JCCS).....	30
1. JCCS 出席人員.....	30
2. 公司成立時間及目前接受委託專案(國際部長澤田嘉弘).....	30
3. 雙方交流	32
4. 議題探討及拜訪照片	34
參、 心得及建議	35
一、 心得.....	35
二、 建議.....	35
(一) 持續強化及建置海洋污染緊急應變能量.....	35
(二) 建立臺日產官學之聯繫管道.....	36
肆、 附件清單.....	37
附件一、環境省相關會議資料	
附件二、東京大學相關會議資料	
附件三、國立研究開發法人海洋研究開發機構相關會議資料	
附件四、日本 ENEOS 石油公司相關會議資料	
附件五、日本 CCS 調查株式會社相關會議資料	

圖目錄

圖 1 環境省人員名片	10
圖 2 環境省海岸垃圾補助計畫補貼流程	11
圖 3 環境省交流活動照片	14
圖 4 東京大學人員名片	15
圖 5 東京大學交流活動照片	21
圖 6 JAMSTEC 人員名片	22
圖 7 水下監測裝置(Lander)	23
圖 8 JAMSTEC 交流活動照片	26
圖 9 ENEOS 人員名片	27
圖 10 ENEOS 交流活動照片	30
圖 11 JCCS 人員名片	30
圖 12 苫小牧 CCS 示範模型看板說明	31
圖 13 苫小牧 CCS 示範工廠全貌	32
圖 14 JCCS 交流活動照片	34

表目錄

表 1 臺日海洋保育相關議題交流活動出國人員名單	6
表 2 訪問整體行程表.....	7

摘要

海洋委員會海洋保育署(以下簡稱海保署)借鏡日本在海洋污染防治、海洋污染應變、海洋廢棄物治理及運作方式，本次拜訪單位包括環境省、東京大學大學院新領域創成科學研究科海洋環境工程系、國立研究開發法人海洋研究開發機構、日本 ENEOS 石油公司、日本 CCS 調查株式会社及其 CCS 示範試驗中心，進行雙方經驗交流並建立互動及夥伴關係，透過拜訪及參觀來了解日本在海岸的廢棄物治理及法令規範，碳捕捉與封存許可證制度相關規定及未來趨勢、在海洋監測、海域生態系調查及洋流觀察、深海調查及相關模擬研究結果等，而透過海洋研究、教育、推廣及資訊公開、商業化及法律化等方式，讓更多企業、民眾認識海洋生態環境保護(育)及國家減碳的目標及未來趨勢。透過本次參訪也期待未來臺日雙方能有更多的互動或是彼此參加辦理會議、論壇、研討會、工作坊等合作交流機會。

壹、 目的

為了解日本對於海洋污染防治、海洋污染應變、海洋廢棄物治理的應對方式，透過人員實地拜訪環境省(Ministry of Environment, MoE)、東京大學大學院新領域創成科學研究科海洋環境工程系、國立研究開發法人海洋研究開發機構(Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, JAMSTEC)、日本 ENEOS 石油公司及日本 CCS 調查株式会社(Japan Carbon dioxide Capture and Storage Co., Ltd., JCCS)及其 CCS 示範試驗中心等單位，分享彼此工作經歷並建立緊密的夥伴關係，期本署與日本海洋管理、研究相關防救機關（構）、民間組織能建立合作及交流管道，俾未來作為規劃設計海洋相關政策時的參考。

貳、 過程

一、 參訪團員名單

本次參訪由本署派 4 員，國立高雄科技大學派 5 員，共計 9 員前往日本進行交流活動。

表 1 臺日海洋保育相關議題交流活動出國人員名單

編號	姓名	職稱	機關名稱/單位
1	李筱霞	組長	海洋委員會海洋保育署海洋環境管理組
2	陳鴻文	科長	海洋委員會海洋保育署海洋環境管理組
3	楊蕙禎	科長	海洋委員會海洋保育署綜合規劃組
4	陳語謙	科員	海洋委員會海洋保育署海洋環境管理組
5	陳政任	特聘教授	國立高雄科技大學環境與安全衛生工程系 特聘教授兼南區毒災應變諮詢中心主任
6	蔡宗岳	副教授	國立高雄科技大學環境與安全衛生工程系 副教授
7	許昺奇	教授	國立高雄科技大學環境與安全衛生工程系 教授兼環境健康與生物科技研究中心主任
8	楊惠甯	資深專案經理	國立高雄科技大學南區毒災應變諮詢中心
9	劉綦	專案副理	國立高雄科技大學南區毒災應變諮詢中心

二、 訪問行程

出國期間自 113 年 4 月 7 日至 113 年 4 月 13 日，為期 7 天 6 夜之行程，參訪地點包括環境省、東京大學、JAMSTEC、日本 ENEOS 石油公司及日本 CCS 調查株式会社及其 CCS 示範試驗中心。

表 2 訪問整體行程表

天數	日期	地點	行程概述
第 1 日	4 月 7 日 (星期日)	臺灣桃園機場→ 抵達日本東京成 田國際機場	去程。
第 2 日	4 月 8 日 (星期一)	拜會環境省 (MoE)	由環境省說明微型塑膠未來政策及現況。2015 年針對沿岸、潮間帶微型塑膠調查，近期針對河川，同時透過文字及 BAR CODE 瞭解日本海岸的廢棄寶特瓶多受哪些國家影響，及針對日本現行碳捕捉與封存 (Carbon capture and storage, CCS) 許可證制度相關趨勢。
		參訪東京大學	由東京大學說明目前日本浮動式離岸風電的發展、海洋再生能源設施對環境影響的研究、日本對於碳捕捉及封存(Carbon capture and storage, CCS)動態及挑戰、模擬沿海、近海開發的波浪及洋流，及沿海洋流觀測與帆船隊。本署則由綜規組楊蕙禎科長簡單介紹海洋保育署及近期重要政策，包含去年海污法修法、海洋廢棄物治理、海洋保護區網絡、重要海域生態系調查、藍碳生態系調查，以及關鍵物種調查，

天數	日期	地點	行程概述
			以符合海洋保育署潔淨海洋、健康棲地及永續資源願景。
第 3 日	4 月 9 日 (星期二)	拜會國立研究開發法人海洋研究開發機構 (JAMSTEC)	由 JAMSTEC 藤倉克則專案副總監介紹昆明-蒙特婁生物多樣性框架，日本推動現況及 2021 年 8 月北太平洋西部海底火山噴發浮石擴散預測。本署則由綜規組楊蕙禎科長簡單介紹海洋保育署及近期重要政策，包含去年海污法修法、海洋廢棄物治理、海洋保護區網絡、重要海域生態系調查、藍碳生態系調查，以及關鍵物種調查，以符合海洋保育署潔淨海洋、健康棲地及永續資源願景。
第 4 日	4 月 10 日 (星期三)	拜會日本 ENEOS 石油公司	由 ENEOS 公司介紹成立沿革、營業項目、重大溢油事件影響及相關法規規定資材備便量能。本署則由綜規組楊蕙禎科長簡單介紹海洋保育署及近期重要政策，包含去年海污法修法、海洋廢棄物治理、海洋保護區網絡、重要海域生態系調查、藍碳生態系調查，以及關鍵物種調查，以符合海洋保育署潔淨海洋、健康棲地及永續資源願景。
第 5 日	4 月 11 日 (星期四)	東京成田機場→ 抵達北海道新千歲國際機場	東京至北海道路程。
第 6 日	4 月 12 日	拜會日本 CCS 調	由國際部長澤田嘉弘介紹 JCCS 公司，包

天數	日期	地點	行程概述
	(星期五)	查 株 式 會 社 (JCCS)及其 CCS 示範試驗中心	括成立時間、受委託之專案、二氧化碳來源及封存，以及碳捕捉與封存(Carbon capture and storage,CCS)示範計畫執行成果。
第 7 日	4 月 13 日 (星期六)	北海道新千歲機場 → 臺灣桃園機場	返程。

三、工作紀要

(一) 拜會環境省(MoE)

由環境省說明微型塑膠未來政策及現況。2015 年針對沿岸、潮間帶微型塑膠調查，最近針對河川，同時透過文字及 BAR CODE 瞭解日本海岸的廢棄寶特瓶多受哪些國家影響，及針對日本現行碳捕捉與封存 (Carbon capture and storage, CCS) 許可證制度相關趨勢。相關會議資料如[附錄一](#)所示。

其出席人員及針對上開議題說明如下：

1. 環境省出席人員

本次出席人員為環境省水及大氣環境局海洋環境課，包括藤井好太郎 室長、長谷代子 室長佐輔、堀野上貴章 課長佐輔、藤岡勝之 主查及瀨戶內大樹 主查。

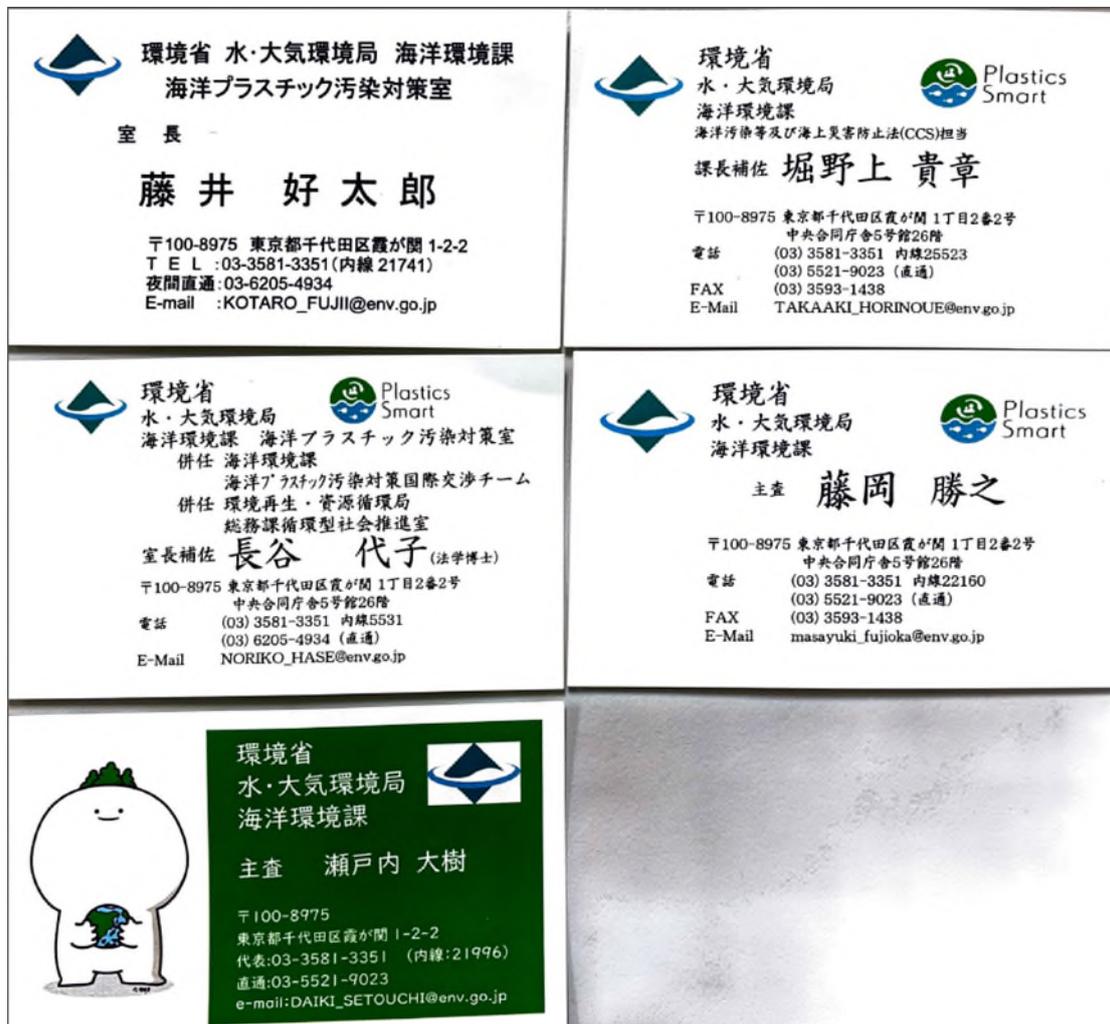


圖 1 環境省人員名片

2. 針對塑膠污染(包含微型塑膠)之管理政策及現況說明

日本環境省訂有海岸海洋垃圾收集相關法規，在資源回收方面亦訂有綠色生產及消費者端相關法律，實際執行由地方自治體推動，因地方自治體位處第一線，最為直接，地方自治團體須提出海岸清除計畫或調查計畫，由中央政府補助經費。環境省主要調查海灘、潮間帶、大陸棚及海底塑膠微粒，研究塑膠微粒對生物系及生物體的影響；塑膠微粒對水生生物的影響亦由環境省執行，對人體影響則由厚生省執行。

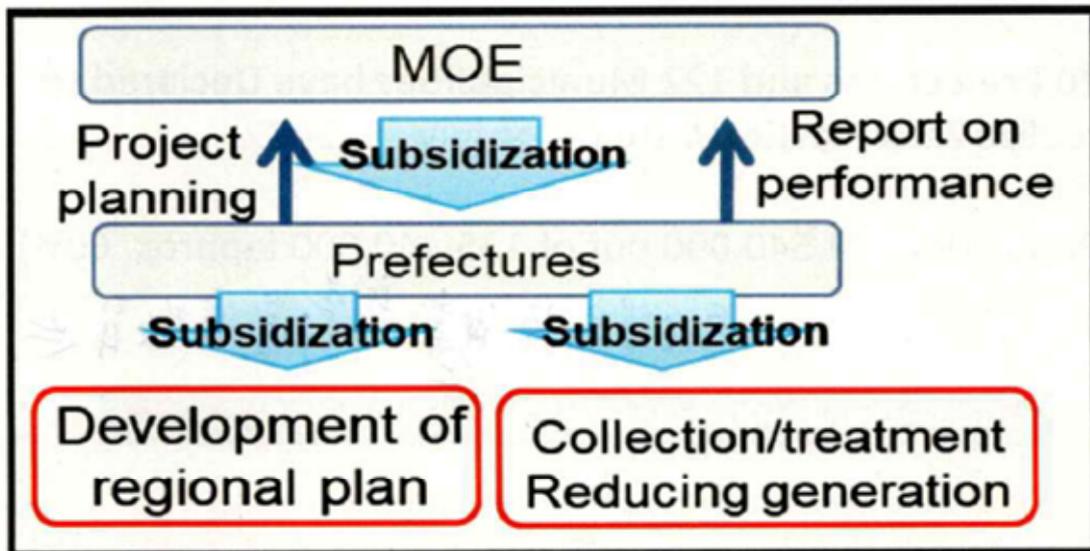


圖 2 環境省海岸垃圾補助計畫補貼流程

日本環境省調查塑膠微粒相關觀察資料將置於海洋為塑膠資料平台 (Atlas of Ocean Microplastics, AOMI)，網址 <https://aomi.env.go.jp/>，分享給各國相關資料，預計 5 月開放，臺灣也可使用；在遙測技術部分，使用最多為無人機觀測，未來開發固定照相機或衛星來監控，及辦理更多相關研討會，並在 G20 架構上與各國合作。

3. 海底二氧化碳封存的許可證制度及日本 CCS 相關趨勢

根據倫敦議定書有 55 個締約方(日本非屬締約國)，2009 年修正議定書內容關於二氧化碳封存海底需經三分之二締約方批准才生效，締約方可申請出口二氧化碳。日本透過防止海洋污染和海上災害防救法落實倫敦議定書內容。而高濃度之二氧化碳 (CO₂) 才能排放至海洋，且這個許可須由環境省核准才能允許，因此目前為環境省主導日本 CCS 碳中和政策，並說明未來技術將商業化，但後續工作則轉到經濟產業省主辦。

有關二氧化碳處置許可證需由環境部長核發，另對於二氧化碳處置許可標準及流程需符合 1.地質結構應對海洋環境無負面影響。2.不能影響處置區域環境。3.除海底處置外無其他適當處置方式。4.申請人應具備持續處置監測的技術和財務能力。

其中許可制度之程序 1.申請文件提交(需公開徵求意見 1 個月)。2.發放處置許可。3.二氧化碳處理、儲存及監測(許可期限最長 5 年)。另針對監控有三階段，包含定期監測、預防性監測及緊急監測。

目前苦小牧 CCS 計畫自 2016 年 4 月許可自 2021 年 3 月總注入噸數為 30 萬噸，分別注入兩個海洋地質層深度，分別為 1,000~1,200 m 及 2,400-3,000 m，主要監測二氧化碳分壓 ($p\text{CO}_2$) 及溶氧 (DO)，監測值以 95%信賴區間為界限質，低於界限值僅需進行第一階段的監控，如果高於界限值就須進行第二階段的監控，監測皆由政府部門執行。

日本碳中和目標主要從潔淨能源到碳捕捉及封存技術來達到 2050 年碳中和的要求，但由於可能部分企業會無法達到此目標，因此日本政府推行 CCS 技術示範計畫來推展成商業模式並法律化，目前已訂定相關法律，還在國會審查當中，後續工作則會交由經濟產業省執行，許可制度還是由環境省審查。

4. 雙方交流

- 本署詢問環境省有關海洋環境調查年度預算及系統性調查規劃、日本研發塑膠微粒及海洋廢棄物清除技術現與設備現況，是否制訂船舶生活垃圾紀錄簿、邀請日方未來雙方常態性辦理產官學研討會、油污染應變處理單位、日本 CCS 未來政策方向、二氧化碳海洋處置有無規範、監測界線值如何訂定及規範及後續監測由政府部門辦理是否徵收費用？
- 環境省回應摘要如下：
 - (1) 每年編列 2 億日幣執行塑膠微粒及海洋垃圾調查，調查內容由 12 位專家針對前年結果提出建議。
 - (2) 船舶管理為國土交通省業務，有規範船上產生的垃圾不得丟棄，燃燒垃圾要紀錄燃燒量；環境省的廢棄物管理法非單純海洋廢棄物管理。日本漁業管理部門在法律上禁止漁民丟棄垃圾，經發現即勸導，年輕一代漁民對環境較為關心，多以強化宣導為主。

- (3) 塑膠微粒目前日本政府沒有投資相關技術，但有鼓勵企業推動綠色生產，減少排放到海洋，另國土交通省有掃除船可以清除海洋廢棄物。
- (4) 一般事故由海上保安廳聯絡及通知相關單位或委外處理，主要由船主負責；大型事故由中央部會內閣長官統籌處理。
- (5) CCS 政策初始由環境省主導，後續交由經濟產業省主辦，惟海域工程達一定規模以上皆需環評審查，未來開發單位申請相關工程案件環評審查，將透過專家學者組成的委員會審查，仍會遵循環評審查程序，以及相關監測。
- (6) 目前已有針對二氧化碳處置法規草案，送議會審議中，後續會提供資料給貴署參考。
- (7) 有關監測界線值以海水標準之平均值 95% 信賴區間，至於規範係由專家會議決定。
- (8) 後續監測向申請人徵收費用成立基金，由基金支付後續監測費用。
- (9) 針對塑膠微粒回收申請資料及調查指南進行資料提供參考：針對河川、湖泊為塑膠調查指南、海洋表面微塑膠監測方法指南資料、一般水底沉積物海洋處置申請指南、一般水底沉積物入海許可申請文件準備指南等資料檔案下載網址如下

- 河川：

<https://www.env.go.jp/content/900543325.pdf> (日文)

https://www.env.go.jp/en/water/marine_litter/guidelines/Guidelines_for_River_Microplastic_Monitoring_Methods_Marge.pdf (英文)

https://www.env.go.jp/en/water/marine_litter/guidelines/Guidelines_for_River_Microplastic_Monitoring_Methods_Marge.pdf (英文)

- 海洋：

<https://www.env.go.jp/press/files/jp/114043.pdf> (英文のみ)

(その背景の説明など：https://www.env.go.jp/page_00929.html)

https://www.env.go.jp/page_00929.html)

- 一般水底土砂の海洋投入処分申請の進め方に係る指針：

<https://www.env.go.jp/content/900542453.pdf> (日文)

- 一般水底土砂の海洋投入処分許可申請書類等作成の手引：

<https://www.env.go.jp/content/900543726.pdf> (日文)

5. 拜訪照片



圖 3 環境省交流活動照片

(二) 拜會及參訪東京大學

由東京大學提供該校海洋技術環境學系說明，海洋技術環境學佐藤教授陪同本署及高雄科技大學介紹東京大學校園。另在議題探討方面包括目前日本浮動式離岸風電的發展、日本對於碳捕捉及封存(Carbon capture and storage, CCS)動態及挑戰、模擬沿海、近海開發的波浪及洋流，與沿海洋流觀測與帆船隊。本署則由綜規組楊蕙禎科長簡單介紹海洋保育署及近期重要政策，包含去年海污法修法、海洋廢棄物治理、海洋保護區網絡、重要海域生態系調查、藍碳生態系調查，以及關鍵物種調查，以符合海洋保育署潔淨海洋、健康棲地及永續資源願景。相關會議資料如附錄二所示。

其出席人員及針對上開議題說明如下：

1. 東京大學出席人員

本次出席人員為日本東京大學大學院新領域創成科學研究科之佐藤徹 教授、高木健 教授、鈴木英之 教授、多部田茂 教授，以及小平翼 博士。



圖 4 東京大學人員名片

2. 日本浮動式離岸風電的發展(鈴木英之教授)

- (1) 日本離岸風電及浮式離岸風機發展歷程：因日本地理環境上具備中等風速和颱風頻繁區域，有很大的潛力可以發展固定式及浮動式風機。根據 2020 年日本風力發展協會 (Japan Wind Power Association, JWPA) 評估，近岸水深 50m 以內，預計有 128W 採用固定式風機；424W 的浮動式風機可在水深超過 50m 區域安裝，且也提出風機大型化之必要性。
- (2) 開發成本及開發計畫：原本因離岸風電開發成本過高而暫緩，直到 2011 年福島第一核電廠事故，政府單位開始重視離岸風電開發計畫，由經濟產業省主導「2011 至 2021 年福島計畫」。在 2013 年 2MW 順風號風機營運；2015 年 7MW 油壓號風機營運；2016 年 5MW 順風號風機營運。
- (3) 除了經濟產業省外，2010 至 2016 年間，環境省也主導賦予計畫 (goto project)，後因投入成本過高而取消；另 2014-2024 年產業技術綜合開發機構也執行北九州市計畫 (Kita-Kyushu project)，也因資金短缺暫緩。在技術水準上，東京大學評估，目前日本離岸風電技術多可以商業化。
- (4) 日本政府推動離岸風電開發政策係因應 2050 全球淨零排放政策，企圖建立一個碳中和的社會，期望 2040 年前完成 30 至 45GW 的風電開發商業化。
- (5) 在法規政策上，2018 年推動第五次基本能源計畫 (5th Basic Energy Plan)，主軸為再生能源應成為核心動力來源；第三次海洋基本計畫 (3rd Basic Plan on Ocean) 強調領海利用規則的必要性。2019 年促進利用海域發展海洋再生能源發電設施法 (act on promoting the utilization of sea areas for the development of marine renewable energy power generation facilities)，修改範圍至經濟海域；2022 年第六次基本

能源計畫（6th Basic Energy Plan），目標則為計畫成行，全日本固定式及浮動式離岸風電分為執行區塊、預備區塊、準備區塊，目前預備區塊中有四個場域正在競標中。

- (6) 日本浮動式離岸風電技術的挑戰：曾考慮運用石油平台改造，可惜平台過大且過重，加上過去曾有事故發生，技術上進化為輕型平台，惟仍未克服平台技術經驗不足問題；在海纜及浮桶繫線上的問題，物理方面是淺水中動態反應的張力幅度，以及降低深水區的施工成本；生態部分，則是海纜及繫繩的生物附著影響海纜構造，環境層面則是海水溫度、營養鹽及洋流等課題。鈴木英之教授表示，日本有信心，後續可靠經驗累積來提升技術成熟度。

3. 海洋再生能源設施對環境影響的研究(多部田茂教授)

- (1) 說明研究背景：從食物鏈及棲地變化對離岸風電周邊海洋生物的影響，以日本北海為模型場域，加入物種和功能組、生物量、生產和消費、飲食結構、死亡、船隊和漁獲量等變動因子推估浮游生物群，結果顯示，有風機場域的北海，不論在數量、分佈、種類上都較無風機區域具生物多樣性。再從 2010 年已知的生物量推估到 2030 年，結果顯示大部分物種基本上符合實際分佈，特別是靠近海岸的地方。接著分析風機範圍內的海洋保護區中的珊瑚礁生態系食物鏈，風機周邊出現大量經濟魚類及其捕食者的熱點，多部田教授表示該科學結果，有機會讓風機場域成為其他有效保育措施之區域（Other Effective conservation measures, OECMs）。
- (2) 水下聲學及攝影：監測特定魚種，因才執行兩年，尚不足以推估。在食物鏈上，多部田教授除了物種、浮游生物外，也參與海洋深層水、營養鹽、溫差等項目，主要是生態系與食物鏈是複雜的多重架構，不同的參數會有不同影響。

4. 日本對於探捕捉及封存動態及挑戰(佐藤徹教授)

- (1) 動態：2050 年實現碳中和、商業法、長期路線圖及選定 5 個儲存地及 2 個出口港口。
- (2) 挑戰：放寬管制標準及控制水中二氧化碳濃度。
- (3) 歐盟於 2050 年將德國波昂二氧化碳排放量為零，菅義偉首相於 2020 年 10 月 26 日施政演說中，將於 2050 年實現碳中和，在 COP20(第 20 屆聯合國氣候峰會)日本宣布 2030 年減量 46%，2050 年實現零排放，有關碳捕捉及封存(Carbon capture and storage, CCS)商業法於 2024 年 5 月提交國會，規範經濟部產業省將試鑽權及儲存權授予選定廠商(即採委辦評選方式)，試鑽權及儲存權視為財產，對於儲存作業人員要求必須監控儲存庫溫度及壓力，2030 年啟動 CCS(碳捕捉及封存)，從每年二氧化碳排放量 0.24 公噸降至每年 0.12 公噸。
- (4) 選定(A)苫小牧(B)東北地區西海(C)新瀉東部地區(D)大都會區(E)北九州至西九州區等 5 處儲存地，以及近海馬迴及大洋洲二處出口港口。
- (5) 依據防止海洋污染與海上災害法規定 CCS(碳捕捉及封存)業者需獲得環境省許可，僅限二氧化碳濃度為 99%或以上氣體，並且強制監測海水中之二氧化碳濃度，由於海水中二氧化碳濃度並非恆定， PCO_2 (二氧化碳分壓)及 DO(溶氧)飽和度具有很好的相關性，如果數據超過 95%信賴區間上限，會要求重新進行第二次濃度監測，苫小牧 PCO_2 變化非常大，共花費 5 億日幣再執行調查。

5. 模擬沿海、近海開發的波浪及洋流(高木健教授)

- (1) 資源評估標準：解析度 1 km 為最佳，同時收集太平洋 20 年以上資料，不同評估階段所需的模型(A)評估圖(B)型號(C)觀察(D)驗證(E)技術報告(包含年平均、月變化及潮汐資料等)。
- (2) 日本在海洋開發所面臨挑戰：包括惡劣海況(颱風、炸彈旋風等)、黑潮及黑潮引起之強流。

- (3) 溫差發電選址部分結合可用資源、地理、氣象並考量海洋及社會限制。

6. 沿海洋流觀測與帆船隊(小平翼博士)

- (1) 研究動機：石油及事故造成放射性物質外洩，在討論海洋環境變化時，了解海洋流場與過程是很重要的。
- (2) 將海洋流觀測技術帶入帆船比賽:帆船比賽是奧林匹克運動資訊化程度較高的項目，海洋洋流資訊在資訊戰中具有差異化作用，帆船比賽在半徑 1 公里的圓形區域內進行(空間規劃)，比賽時間 30 分鐘，關鍵在於能否預測這段時間的洋流。
- (3) 影響海洋表層漂流的元素包括：GPS(全球定位系統)感應器、數據通訊及視覺化及水下浮體(包含浮體和錐套)。
- (4) 應用：由生物可分解塑膠製成小型海面漂流器已被廣泛利用，最大限度減少因風壓阻力和波浪效應而產生滑移。另利用多點部屬漂流桿方式重複測量洋流，公民參與持續密集的觀察洋流，總測量次數 834 次，收集洋流資訊，因此造就日本帆船隊最佳成績第七名。

7. 雙方交流

- 本署詢問日本東京大學有關選擇浮動式及固定式離岸風機開發場域條件、開發範圍是否有避開環境敏感區域、及臺灣目前也正在發展風機及 OECM 認定標準，日本東京大學研究結果顯示大部分物種基本上都符合其實際分佈，詢問有哪些物種?另外是否具有代表性?本署亦分享及說明有關小型海面漂流器可運用於海洋污染事件發生時，能第一時間掌握污染物流向，作為優先防堵應變之參考等。
- 東京大學回應摘要如下：
 - (1) 水深目前是固定式及浮動式離岸風機的考量基準，日本目前尚未有海域空間規劃，不過相關開發行為及範圍皆會經過最嚴格的环境省

的環評審查作業，其中就包含提到的相關利害關係人。有關環境敏感區域部分，其實目前風機開發範圍內有 30% 位於海洋保護區，但日本民眾較不關切海洋保護區議題。日本的漁民比較沒有這方面問題，漁民如果知道有海纜或設施，都會自主避開。當然開發之前，相關單位都會與漁民溝通，相關設施盡量避開魚群範圍。

- (2) 物種是採普查方式，所有物種資料都分析，沒有針對特定物種。主要是搜集過去資料庫中的各式物種包含魚類，另外珊瑚調查的案子，目前僅有在較南邊的日本，甚至沖繩才比較有機會。

8. 議題探討及校園參訪照片

	
<p>名片交換</p>	<p>東京大學議題討論</p>
	
<p>介紹日本浮動式離岸風電</p>	<p>沿海流觀測說明</p>



圖 5 東京大學交流活動照片

(三) 拜會國立研究開發法人海洋研究開發機構(JAMSTEC)

由 JAMSTEC 藤倉克則專案副總監介紹昆明-蒙特婁生物多樣性框架，全球趨勢 2030 前有 30% 的海域及陸地受到保護(30x30)。日本原在愛知目標下，希望 2020 年前有 20% 海域受到保護，迄今卻僅有將近 14% 的海洋保護區及 2021 年 8 月北太平洋西部海底火山噴發浮石擴散預測。相關會議資料如附錄三所示。

本署則由綜規組楊蕙禎科長簡單介紹海洋保育署及近期重要政策，包含去年海污法修法、海洋廢棄物治理、海洋保護區網絡、重要海域生態系調查、藍碳生態系調查，以及關鍵物種調查，以符合海洋保育署潔淨海洋、健康棲地及永續資源願景。

其出席人員及針對上開議題說明如下：

1. JAMSTEC 出席人員

本次會議出席人員包括河野健 理事、龜井雅彥 部長、杉浦毅 課長、藤倉克則 專案副總監、美山透 主任研究員、飯島瑞枝 研究員，以及張育綾 副主任。



圖 6 JAMSTEC 人員名片

2. 日本政府深海劃設海洋保護區及 30x30 (藤倉克則專案副總監)

(1) 緣起：日本原在愛知目標下，希望 2020 年前有 20% 海域受到保護，迄今卻僅有將近 14% 的海洋保護區。近年來，在近岸海域較無劃設海洋保護區的可能性，所以日本政府開始向深海劃設海洋保護區。因此，機構配合政府政策，在日本專屬經濟海域內的深海區域探索重要海域生態資源。研究機構的科學數據非常重要，不論未來是否要劃設海洋保護區或改認定為保護區外其他有效保育措施之區域

(Other Effective area based Conservation Measures, OECMs)，也因此被賦予很重要的責任。

- (2) 現階段研究：藤倉克則專案副總監說明機構雖有研究船、各式設備，研究資源目前充足，但考量深海調查非常昂貴，普及化調查設備有其必要性，因此開始自行研發。藤倉主任介紹一套可裝設環境DNA(eDNA)、溫鹽深儀(CTD)、水下探測載具(ROV)、水下聲學等裝置，取名為「登陸者(Lander)」，Lander 也可依研究需求拆解組裝。未來設備將商業化，裝置上的設備都可外在購買，除 eDNA 採水是機構自行研發。因 eDNA 採水的水量相當多，深水水壓、洋流等不確定因素很多，因此機構研發一套自動過濾的採水設備，透過減少水量，減少水壓影響因子；且過濾後的水，就可直接進實驗室分析，非常便捷。另外，在水下聲學及攝影方面，目前運用上，發現一種深海魚種，JAMSTEC 也為其命名，目前全世界僅有 7 尾。

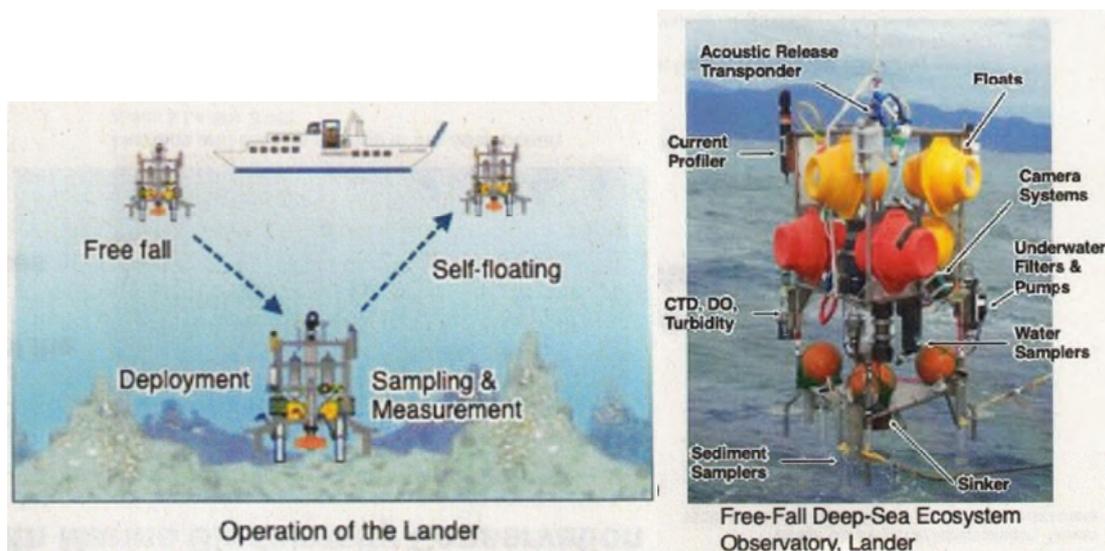


圖 7 水下監測裝置(Lander)

- (3) 本署表示臺灣與日本面臨同樣問題，近岸海洋保護區劃設難度較高，雖長期執行近岸 3 哩 eDNA 採水，未來有機會將會拓展至 12 哩，機構既然可以裝設 eDNA 本署非常樂觀其成，希望有機會與日本合作，

惟稍早報告設施及架構費用，但維護成本不知道多少，且使用年限大概多少？另外，Lander 可否裝置水下噪音設備？

- (4) 藤倉主任表示，維護成本非常低，如稍早所說這些設備都可在外購買，所以維護沒有問題，eDNA 設備未來商業化後，維護也不會是問題。相關設備可以自行組裝及客製化，若有機會也希望可跟臺灣合作。

3. 2021 年 8 月北太平洋西部海底火山噴發浮石擴散預測(張育綾副主任)(以視訊連線方式進行說明)

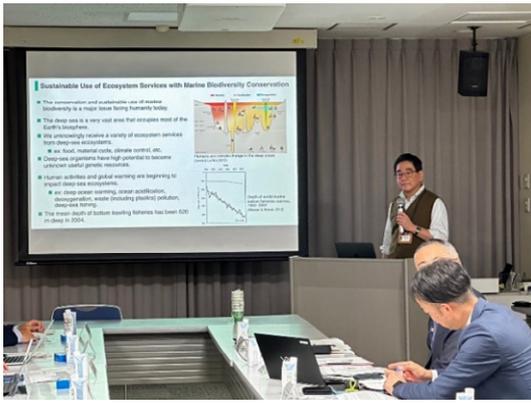
- (1) 研究緣起：2021 年 8 月 13 日至 15 日福德岡野之場發生海底火山噴發，日本海上保安廳也利用無人機觀測，並發現漂浮物(浮石)等，海洋項觀測船(二福丸號)也蒐集福德岡之場西北約 300 公里太平洋上的浮石，衛星觀測到浮石抵達沖繩，平均每秒移動速度為 0.19-0.21m。
- (2) 研究過程：收集 1993-2020 年相關風阻、時間及浮石分散狀況，模擬浮石大部分時間抵達沖繩及台灣，但也有小部分例外。
- (3) 研究結果：經過模擬討論最佳風阻仍是一個未解決的問題，目前與美方進行水箱實驗，已獲得最佳風阻，用於改善數值模擬。

4. 雙方交流

- 本署詢問 JAMSTEC 有關福德岡之場發生海底火山噴發造成浮石，第一時間造成臺灣海域環境問題，另外我們也將模擬應用於海洋油及化學品污染，主要優先掌握污染物流動方向以便及時應處，想請問日方是否有相關油及化學品模擬系統，或是對此專精之專家資訊可提供參考及就教。
- JAMSTEC 回應如下：日方無相關油及化學品模擬系統，也無對油及化學品模擬專精之專家。
- 本署分享在海洋保護區網絡部分，張育綾副主任與東京大學教授，同樣提問臺灣海洋保護區 8.38%怎麼計算的。本署回答因臺灣沒有

公告專屬經濟海域，所以在海洋保護區面積比例上是用 12 哩為分母，如果參考國際網站將所算的臺灣 EEZ 範圍，海洋保護區面積比例恐僅有 1%。另外，本署配合國際 30x30 趨勢，正在研擬 OECM，打算透過 OECM 整合海洋保護區網絡。

5. 議題探討及拜訪照片

	
<p>JAMSTEC 簡報</p>	<p>問題與討論</p>
	
<p>問題回覆</p>	<p>本署介紹</p>
	
<p>會後交流</p>	<p>本署贈送禮品</p>

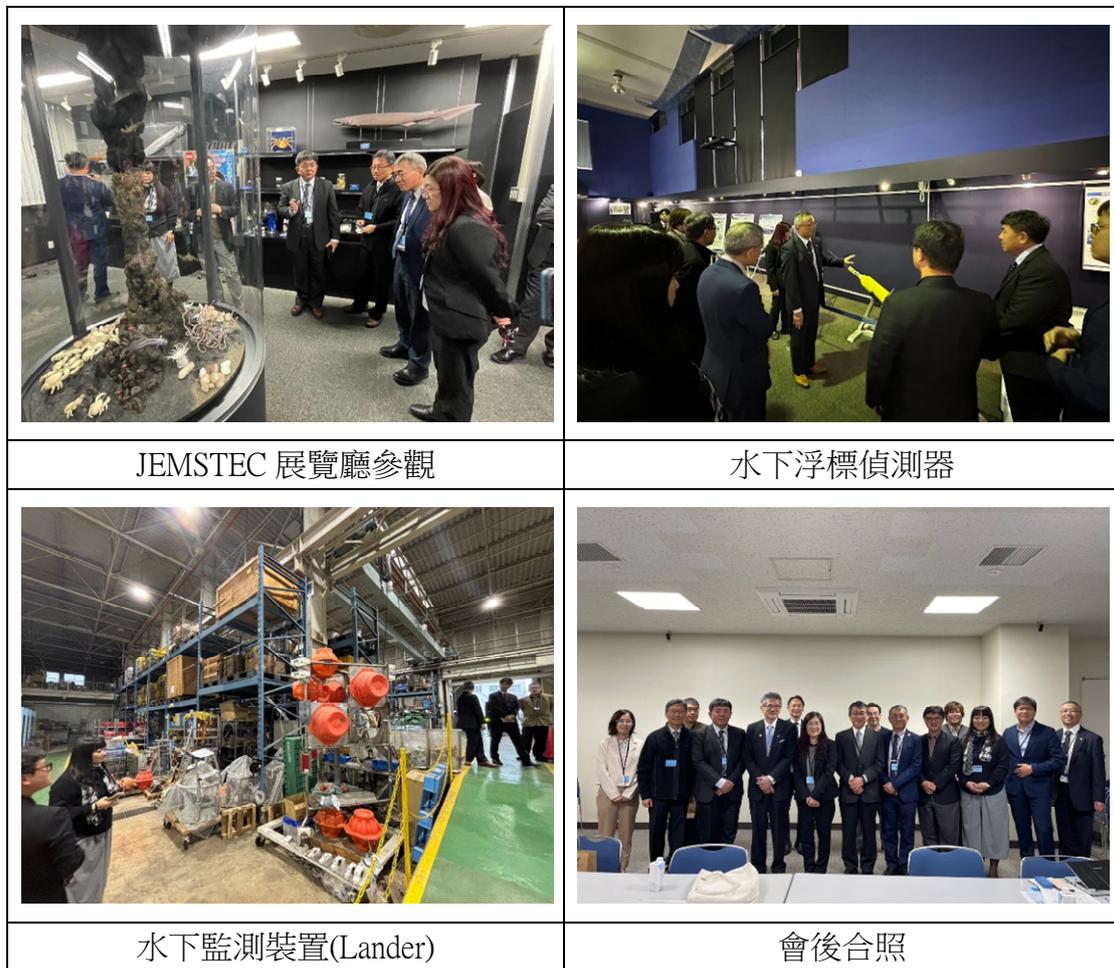


圖 8 JAMSTEC 交流活動照片

(四) 拜會日本 ENEOS 石油公司

由 ENEOS 公司介紹成立沿革、營業項目、重大溢油事件影響及相關法規規定資材儲備量能。本署則由綜規組楊蕙禎科長簡單介紹海洋保育署及近期重要政策，包含去年海污法修法、海洋廢棄物治理、海洋保護區網絡、重要海域生態系調查、藍碳生態系調查，以及關鍵物種調查，以符合海洋保育署潔淨海洋、健康棲地及永續資源願景。相關會議資料如[附錄四](#)所示。

其出席人員及針對上開議題說明如下：

1. ENEOS 出席人員

本次會議出席人員包括環境安全部吉田孝 副部長、環境安全部推進小組富田賢一 經理、環境安全部推進小組島袋義仁，以及環境安全部推進小組村上順。

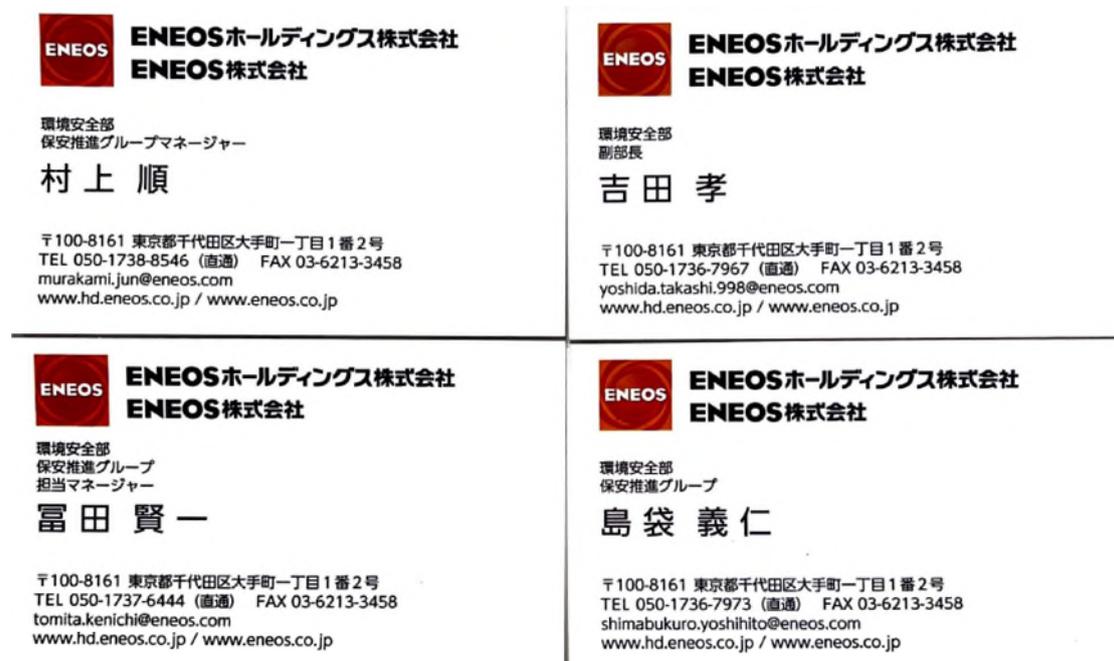


圖 9 ENEOS 人員名片

2. 公司介紹成立沿革及營業項目(環境安全部推進組經理富田賢一)

- (1) 該公司於 1888 年 5 月 10 日成立，資本額為 300 億日圓，目前員工有 8,981 人。
- (2) 主要營業項目為石油產品精煉與銷售、天然氣進口與銷售、石油化學產品製造與銷售、電力與氫氣供應。

3. 重大溢油事件影響

- (1) 1971 年利比亞籍 Juliana 號油輪在日本本州西海岸新瀉瀨淺漏油，因為此一漏油事件，1973 年由相關企業組成石油聯盟(Petroleum Association of Japan, PAJ)與其他產業共同合作。
- (2) 1974 年因水島煉油廠儲槽倒塌外洩，日本政府於 1976 年訂定石油工業區防災法，強制規定設置油污染設備，並且成立海上災害防止中心(Maritime Disaster Prevention, MDPC)。
- (3) 1989 年發生於阿拉斯加威廉王子灣 Exxon Valdez 油輪洩漏，1990 年由經濟產業省訂定重大油污染應變計畫，儲備油污資材設備，並每年召開相關國際研討會。

- (4) 1997 年於福井縣外海，俄羅斯籍 Nakhodka 油輪沉沒導致重油外洩，因此修改災害管理基本法。
- (5) 1997 年於川崎發生巴拿馬籍油輪 Diamond Grace 擱淺油污外洩，此時也開始運用模擬系統，預測油污流動方向加強應變。

4. 緊急應變能量

- (1) 相關法規規定資材整備量能：依據日本石油工業園區防災法，對於典型煉油廠需具備 2,160 公尺攔油索，工作船需搭配可處理 30m³/hr 洩油量之汲油器，另依據國土交通省海洋污染與災害預防法，針對典型石化煉油廠需具備 1,000 公尺以上攔油索及可處理 64m³燃油之油分散劑。
- (2) 另 ENEOS 公司說明，為因應事故污染發生時之緊急應變，ENEOS 公司內部已成立應變小組並定期維護設備，同時進行員工培訓及演練、參加石油聯盟有關國際海事組織 (International Maritime Organization, IMO) LEVEL 3 訓練，及參加海上保安廳排出油防除協議會。

5. 雙方交流

- 本署詢問 ENEOS 公司有關輕質油污染有無處理?其他國家船舶發生海難造成油污染時，ENEOS 公司是否會協助? ENEOS 公司應變指引是否可提供參考?油污資材設備國際研討會可否邀請臺灣參加?公司是否有針對外海船對船油駁作業?MDPC 成立後，當事故發生時，ENEOS 公司與 MDPC 之關係，以及事故發生時，所使用之油污擴散模擬係由哪個單位進行及使用哪套模擬軟體進行模擬，MDPC 受訓費用政府是否有補助，受訓人員是否有要求回訓。
- ENEOS 公司回應如下：
 - (1) 應變部分由 MDPC 負責，公司不是很清楚。

- (2) 其他國家船舶造成油污事件，均由海上保安廳通知，第一時間他們也會先處理，若屬重大污染海上保安廳會通知 MDPC 處理。
- (3) 應變指引係屬公司內部資料，不方便予本署參考提供。
- (4) 油污資材設備國際研討會部分，以往臺灣均有參加，但因疫情改為線上參與。
- (5) 公司目前並無外海船對船油駁作業該項業務。
- (6) 當公司發生油污事故後，第一時間係由公司進行應變作業，若洩漏量達公司無法負荷程度，將通知 MDPC 前往處理。
- (7) 油污染擴散模擬係由 PAJ 負責，該套模擬軟體亦由 PAJ 所開發。
- (8) 受訓費用由公司自行支付，無政府補助；政府無核發執照，所以無需回訓。

6. 議題探討及拜訪照片

	
ENEOS 公司簡報	問題與討論
	
問題回覆	本署介紹



本署贈送禮品

會後合照

圖 10 ENEOS 交流活動照片

(五) 拜會日本碳捕捉與封存調查株式會社(JCCS)

由國際部長澤田嘉弘介紹 JCCS 公司，包括成立時間、受委託之專案、二氧化碳來源及封存，以及 CCS 示範計畫執行成果。相關會議資料如附錄五所示。

其出席人員及針對上開議題說明如下：

1. JCCS 出席人員

本次會議出席人員包括顧問澤田嘉弘 國際部長及國際部田中次郎 擔當部長。

日本CCS調査株式会社
 国際部
 担当部長
 田 中 次 郎
 〒100-0005
 東京都千代田区丸の内一丁目7番12号
 サビアタワー21F
 Tel 03-6268-7387
 E-mail : jiro.tanaka@japanccs.com
 URL : https://www.japanccs.com

日本CCS調査株式会社
 顧問
 国際部長
 澤 田 嘉 弘
 技術士(総合技術監理部門・建設部門)
 〒100-0005
 東京都千代田区丸の内一丁目7番12号
 サビアタワー21F
 Tel 03-6268-7387
 E-mail : yoshihiro.sawada@japanccs.com
 URL : https://www.japanccs.com

圖 11 JCCS 人員名片

2. 公司成立時間及目前接受委託專案(國際部長澤田嘉弘)

(1) JCCS 公司於 2008 年 5 月 26 日成立，股東有 33 家公司，苫小牧 CCS 示範計畫是日本第一個碳捕捉和封存的示範計畫，業務項目包含碳封存和捕捉、研究和開發、可行性研究及示範性研究，截至 2024 年 4 月，員工數有 106 人。

(2) 目前接受委託的專案：

- A. 新能源産業技術綜合開發機構(NEDO)委託，自 2012 年開始執行苫小牧 CCS 示範計畫。
 - B. 新能源産業技術綜合開發機構(NEDO)委託，自 2021 年開始執行二氧化碳船舶運輸研究、開發及示範計畫。
 - C. 環境省委託，透過二氧化碳回收促進循環碳社會模式計畫。
 - D. 經濟産業省及環境省委託，二氧化碳潛力儲存點調查。
- (3) CCS 二氧化碳來源及封存:苫小牧 CCS 示範計畫其二氧化碳來源為煉油廠製氫裝置所產製，組成有 50%為二氧化碳、40%為氫氣、其餘氣體 10%，經 1.4 公里管線傳送到碳封存場，利用酸鹼中和方式進行二氧化碳捕捉和脫附，再注入砂岩及火山岩兩種不同質地，砂岩質地注入深度為水深 1,000-1,200 公尺，火山岩注入深度為水深 2,400-2,800 公尺，整套設施消耗的能源為傳統式的 1/3 或 1/2，並採對海洋環境、魚場較無干擾、影響較小及便宜的岸上注入法。



圖 12 苫小牧 CCS 示範模型看板說明

- (4) CCS 示範計畫執行成果
- A. 2016 年開始注入，2019 年達到 30 萬噸，2019 年後即未再注入；火山岩質地部分因穿透性差，注入壓力大約 380 磅，只注入 2 次約 98 噸即停止，整體而言火山岩測試為失敗的。
 - B. 因日本為地震好發國家，亦考量地震因素並加以監測，在海底設置 OBC 偵測廊，2018 年北海道地震後，觀測地震前後震動的位置都差不多，且震度 5 級左右均沒有發現損害，顯示

地震對封存不會產生影響。

- C. 苫小牧 CCS 示範計畫以快速回應及專業解釋降低民眾的疑慮，如地震發生後即在網頁發布地震對封存的影響，並開放民眾參觀及盡可能完整揭露訊息，相關資訊亦於市政廳揭露。



圖 13 苫小牧 CCS 示範工廠全貌

3. 雙方交流

➤ 本署詢問

- (1) JCCS 有關苫小牧 CCS 示範計畫注入二氧化碳前後是否執行環境生態相關項目，監測的項目有哪些？是否訂定相關數值？2019 年後未再注入二氧化碳，是進入觀察期階段嗎？如果是，預期觀察時間多久？5 年、10 年還是 15 年？目前執行遭遇困難是什麼？地震是因板塊運動應力累積，斷層破裂後釋放能量而造成，請問對地震監測是為瞭解地震是否影響封存還是擔心封存壓力及相關作業會造成斷層或板塊運動？另日本對各項作業都相當謹慎，是否有曾想定過發生風險時(例如墨西哥灣鑽油井噴發事件)如何應變？
- (2) 詢問有關 CCS 工程是否需要經過環境影響評估審查？陸地封存的可行性？CCS 有無相關補償金？及 CCS 船舶轉運安全疑慮等部分。

➤ JCCS 回應如下：

- (1) 注入前後環境背景及監測項目有海水 pH、海灘海底二氧化碳分壓、前中後觀察底棲及生物種類(並無顯著變化)。
- (2) 目前選擇以 30 萬噸係考量苦小牧 CCS 為示範場址並研究可行性，商業部分需要以 100 萬噸做為評估，觀察時間尚未決定，預計 5 年一次計畫更新，目前場址可繼續注入，對未來是否繼續尚無目標，後續改到經濟產業省，修法改善。
- (3) 很多人對封存會造成地殼變化引起地震有所疑慮，本公司主要關注注入時間的露出，壓力偏高就會停止，2019 年停止注入後就回到注入前的壓力，後續將持續長期觀測。
- (4) 即使很小的鑽井技術，也是受到嚴格的環評規範，加上 CCS 為新的工程技術，相關環評委員特別關心施工後 CO₂ 洩漏對海域環境及生態影響，即使跟委員們強調由於是鑽井封存，安全性較高，CCS 封存技術在國外也很成熟，但因為是日本第一起示範案件，仍花很多時間與委員們溝通，達到環評各項要求。
- (5) 由於目前日本法規規定只能於海洋處置，故僅能封存於海洋深層鹽水層。
- (6) 由於 CCS 亦屬鄰避設施，JCCS 於設廠前與當地民眾透過良好的溝通及說明，且 1 年舉辦 1 場說明會，充分達到資訊揭露，目前暫無補貼當地居民相關補償金。
- (7) 船舶轉運的部分預計於今(113)年開始進行，目前仍在研究及試驗階段，後續將持續關注相關安全問題。

4. 議題探討及拜訪照片

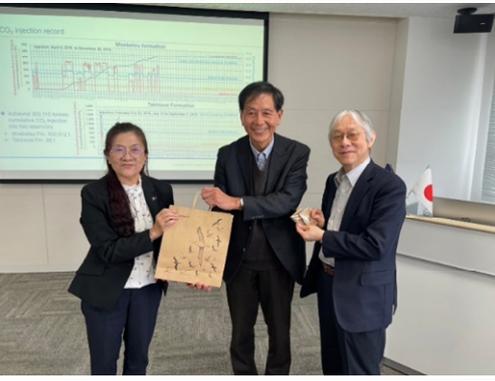
	
<p>JCCS 簡報</p>	<p>問題回覆</p>
	
<p>現地解說(CO₂輸送)</p>	<p>現地解說(CO₂注入)</p>
	
<p>CO₂注入井</p>	<p>海上觀察及工作平台</p>
	
<p>會後合照</p>	<p>本署贈送禮品</p>

圖 14 JCCS 交流活動照片

參、心得及建議

一、心得

此次拜考察拜會日本環境省、東京大學、JAMSTEC、ENEOS 石油公司及 JCCS 等單位，了解了日本在海洋環境保護相關政策及措施，尤其針對海洋保護區的管理與推動政策、海洋環境技術研究計畫及產官學合作模式、深海研究工具設計和 underwater 無人載具、石油供應和海洋污染應變政策制定和應對措施等，這將對我國未來的海洋保護工作提供寶貴的參考，更特別的是因應全球氣候風險及達到我國減碳政策及目標，本次更參觀了日本的碳捕捉與封存示範試驗中心，了解了他們在碳捕捉和封存領域的研究技術和政府合作模式，因為臺灣針對 CCS 之發展技術目前尚在處於先導試驗及觀察階段，不管技術層面、地質調查、海事工程等都仍需持續精進、整合及蒐集。由於臺灣及日本皆為四面環海及地震頻繁之國家，如未來引進及開發海底二氧化碳封存技術及驗證場域計畫時，針對海域及海洋之環境影響評估及風險預測時，務必審慎觀察及估，同時也需建立相關法規、標準制度及觀察期，包括地質探勘、海事工程及環境監測等技術；另一方面，中央機關、地方政府、研究機構、環保團體、產業、民眾等面向，都需多方進行溝通及接受度的調查，並根據後續結果進行訊息公開，並製作相關宣導教材及活動，降低大眾對新技術的疑慮。以目前臺灣現況針對海底碳捕捉及封存技術實屬還有一大段路要走，因此，提出以下二點建議。

二、建議

(一) 持續強化及建置海洋污染緊急應變能量

依據日本石油工業園區防災法、國土交通省海洋污染與災害預防法皆有制定需具備之緊急應變資材及數量，而目前臺灣在重大海洋污染緊急應變計畫中雖已明訂相關船舶、應變資材整備，但針對 HNS 污染之緊急應變器材尚顯不足，因此建議除了持續採購增購應變器材、資材之建置之外，

在培訓方面亦需持續需提升本國海洋緊急應變之能力，除了增加 IMO 油污訓練人力之外(IMO Level 0 至 IMO Level 3)之外，針對 OPRC-HNS Operational Level 及 Manager Level 的人員訓練來提昇本署專業能力，並可積極與國際、民間業者、團體合作建立區域型應變機制來完備海上應變體系。

(二) 建立臺日產官學之聯繫管道

本次考察拜會日本海洋管理、研究相關防救機關(構)、民間組織等單位，進行海洋環境政策、海洋環境調查及管理經驗交流，亦建立了產官學不同單位之聯繫管道。建議在未來舉辦國際研討會、論壇或是工作坊時，可以邀請這次拜會的專家、學者共同參與，期待未來與日本有更多的合作機會。

肆、 附件清單

附件一、環境省相關會議資料

附件二、東京大學相關會議資料

附件三、國立研究開發法人海洋研究開發機構相關會議資料

附件四、日本 ENEOS 石油公司相關會議資料

附件五、日本 CCS 調查株式会社相關會議資料