

出國報告（出國類別：考察）

2016 日本智慧漁業觀摩參訪

服務機關：行政院農業委員會水產試驗所
行政院農業委員會科技處
行政院農業委員會漁業署

姓名職稱：陳君如 所長
林志遠 組長
湯惟真 技正
邱文毓 科長

派赴國家：日本

出國期間：2016 年 11 月 14 日至 11 月 19 日

報告日期：2017 年 2 月 13 日

摘要

日本做為全球漁業大國，在智慧化漁業應用的推動上已有多年豐富的經驗成果，尤以生態環境智慧監測、海域空間資訊、養殖與加工自動化機械化之運作應用技術、以及產銷智慧物流等尤其為專精。

本次由行政院農業委員會科技處、漁業署及水產試驗所共組日本智慧漁業觀摩研習團，自 105 年 11 月 14 日至 11 月 19 日，前往日本九州地區之學術單位及中央與地方政府水產試驗單位進行學術交流，參訪重點包括長崎大學水產學部及環東中國海環境資源研究中心之鮪旗魚空間資訊分析、衛星遙測漁場、離岸風機場域漁業栽培增殖計畫等相關研究；國立研究開發法人水產研究教育機構—西海區水產研究所之黑鮪繁殖與循環水養殖設施；長崎縣總合水產試驗場之赤潮爆發預報、省工清污機器人、自動化加工設備等智慧、節能技術；鹿兒島縣水產技術開發中心之衛星資料自動傳輸系統、赤潮自動監測系統、渡輪自動記錄海況資訊系統等。

此外，行程中亦安排參訪日本民間單位以掌握漁業智慧化應用發展動向，除觀摩長崎魚市場之漁獲拍賣、自動化運搬、鮮魚冷藏、活魚儲運及智慧物流等漁獲產銷物流流程外，亦參觀黑瀨水產株式會社之海上青甘鰲箱網養殖區、船上省工機具、HACCP 水產加工廠漁獲自動加工處理及冷凍包裝，另赴鹿兒島水族館觀摩其先進的後場自動化管理系統。

從參訪單位中，可知日本已投入相當人力與經費從事水產及海洋研究，包括國家級、地方級及大專校院等單位，國家級研究機構較著重於基礎研究，地方級則較著重應用研究以解決當地之產業問題。反觀我國政府在中央單位之水產科技投入研發規模較為不足，亦無地方性研究單位可承接下游技術或協助進行技術推廣，是為必須加以重視的課題。另我國養殖漁業經營個體較小，不若日本企業化設施養殖的普遍，現階段我國在發展智慧化設施養殖(4.0)的同時，宜針對傳統魚塭養殖(1.0)，另行規劃依養殖品項分階段扶植至設施化或機械化(2.0)或再升級為自動化(3.0)的產業升級方式。而日本工業研發能力強盛、產業規模大，漁業產業所需之自動化、機械化生產設備普遍，為加速我國漁業智慧化自動化發展，可考慮直接引進日本或其他歐美國家已開發之設備，以減少國內開發所需時程與人力經費。

總觀本次觀摩對研習日本在智慧漁業生產與管理上之發展趨勢、技術開發、創新研發、研究進展及產業資訊，均皆可作為未來推動國內智慧漁業之參考與助益。

目次表

摘要-----	1
壹、 目的-----	3
貳、 行程-----	5
參、 觀摩研習內容-----	7
肆、 心得及建議-----	26

壹、目的

全球人口於 2012 年已超過 70 億人，預估 2050 年將達 75-105 億人，使得全球糧食需求面臨極大的壓力，加以全球氣候變遷、極端氣候變化與人為環境汙染等因素，更增加全球農業經營的風險性及糧食生產的不穩定性。縱然近年臺灣農業產值上升，但糧食自給率低約 32%，同時在全球氣候環境與市場變化不穩定因素日趨嚴重的困境下，糧食供應短缺與價格上升恐無可避免；再者臺灣逐漸邁向高齡社會，尤以農漁村更受到人口老化及少子化之衝擊，農漁業從業人口大幅短缺，更面臨重大生產力危機，必須從生產技術及制度結構上加以改變與提昇。

另依據 FAO 於 2014 年發行之「世界漁業及水產養殖狀況」(SOFIA) 年報資料顯示，1990 年以來，天然漁業漁撈量約停滯在 9,000 萬公噸左右；2015 年後，人工養殖將成為水產蛋白質的主要來源，並估計 2030 年全球漁產供應量近三分之二將源自水產養殖。然而，近年來由於天災、污染、土地及水資源有限、藥物殘留影響水產品食安問題，加上中國及東南亞的市場低價競爭、養殖成本的提高、海洋捕撈資源量降低以及產銷失調等因素，導致臺灣漁業整體產值發展相對停滯。因此，為提升產業生產力與國際競爭力，除加強外銷貿易能力外，如何提升生產技術、降低成本與建構安全食物供應鏈為當務之急。其中，應急迫解決者為從業人口老化、養殖經驗無法大規模傳承與複製、魚苗繁殖存活率低、水質生態無法即時掌控、生物性餌料產生病害、產銷供需平衡、水產品認證、提升水產品整體附加價值等問題。簡言之，除生產技術外，相關之漁業生產管理及產業經營發展亦為關鍵。

近年來，全球開始邁向第四次工業革命(工業 4.0)，帶動各國生產製造朝向物聯化、數位化、精準化、可大數據化、可預測化、可調適化、可人機協同化發展，世界各國無一不積極推動建構之智能化製造、生產、運銷系統，以快速反應或預測市場需求；而產業鏈垂直與水平整合之物聯化、智慧化、數位化，亦為全球產業競爭之關鍵。此外，全球各國為減緩就業人口數下降之衝擊，逐步推動網實整合、數位智慧製造，以促進產業轉型創新，藉以因應即將到來的人口危機及更加嚴峻之產業國際競爭。而世界主要先進國家為提升農漁業生產力與競爭力，亦開始導入 4.0 元素，逐步運用資通訊創新科技，將物聯網、雲端技術、大數據等智慧科技投入設施農漁業領域。

政府自 2014 年起開始推動生產力 4.0 專案計畫，開始執行包含農業 4.0 之各項先期計畫，至 2016 年配合行政院「五加二創新產業旗艦計畫」及數位經濟發展，農委會

也持續延伸執行智慧農業 4.0 的政策額度研究計畫，期能轉型及厚植國內農漁產業之國際競爭力。臺灣海洋及氣候環境相近於日本，且日本已在農漁業的產銷數位化、生產機械自動化及物聯智慧化的推動上已有多年經驗及成果。因此，本次由行政院農業委員會（簡稱農委會）科技處、漁業署及水產試驗所（簡稱水試所）成員共組日本智慧漁業觀摩參訪團赴日本九州進行考察，行程安排參訪日本長崎大學、國立研究開發法人水產研究教育機構—西海區研究所、長崎縣總合水產試驗場、鹿兒島縣水產技術開發中心等學術與試驗單位進行實務交流，以掌握其海洋與養殖漁業生態環境之智慧監測與空間資訊等研發重點；並至長崎魚市場、黑瀨水產株式會社等民間單位，觀摩日本所開發之養殖與魚市場各項自動化省工機具應用案例，以了解漁業智慧化系統之關鍵技術。

藉由本次參訪，藉由與日本智慧漁業應用研發政府單位或民間單位的交流，可汲取日本推動智慧漁業的成功經驗，以掌握產業之智能化系統與省工機具應在漁業推動上的關鍵技術與概念，作為我國政府單位推動次世代智慧漁業技術及協助國內養殖產業轉型的借鏡與重要參考。

貳、行程

日期	行程	參訪考察內容
11/14	去程	桃園機場→福岡機場→長崎縣長崎市
	長崎大學(長崎縣)	拜訪長崎大學及其水產學部，進行水產資源研究考察與交流
11/15	長崎大學環東中國海環境資源研究中心	考察長崎大學環東中國海環境資源研究中心進行之鮪旗魚空間資訊分析、衛星遙測漁場、離岸風機場域漁業栽培增殖計畫等相關研究
	日本水產研究教育機構之西海區水產研究所	參訪西海區水產研究所之循環水黑鮪繁育設施
	長崎縣總合水產試驗場	參訪長崎縣總合水產試驗場之赤潮爆發預報、省工清污機器人、自動化加工設備等智慧省工技術
11/16	長崎縣長崎魚市場	觀摩長崎魚市場之漁獲拍賣、省工機具、自動化運搬、鮮魚冷藏、活魚儲運等漁獲產銷物流流程
	前往志布志市(鹿兒島縣)	自長崎縣前往鹿兒島縣志布志市
11/17	前往串間市(宮崎縣)	自鹿兒島縣志布志市前往宮崎縣串間市
	黑瀨水產株式會社	參訪黑瀨水產株式會社(宮崎縣串間市)瞭解公司營運模式，並觀摩海上青甘鮭箱網養殖、船上省工機具、HACCP 工廠漁獲自動化處理及包裝
	前往鹿兒島市(鹿兒島縣)	自串間市前往鹿兒島市
11/18	鹿兒島縣水產技術開發中心(鹿兒島縣指宿市)	參訪鹿兒島縣水產技術開發中心，觀摩該中心衛星資料自動傳輸系統、赤潮自動監測系統、利用渡輪自動記錄海況資訊系統等相關應用系統
	鹿兒島水族館(鹿兒島市)	觀摩鹿兒島水族館之後場自動管理系統
11/19	返程	鹿兒島市→福岡機場→大阪關西機場→桃園機場

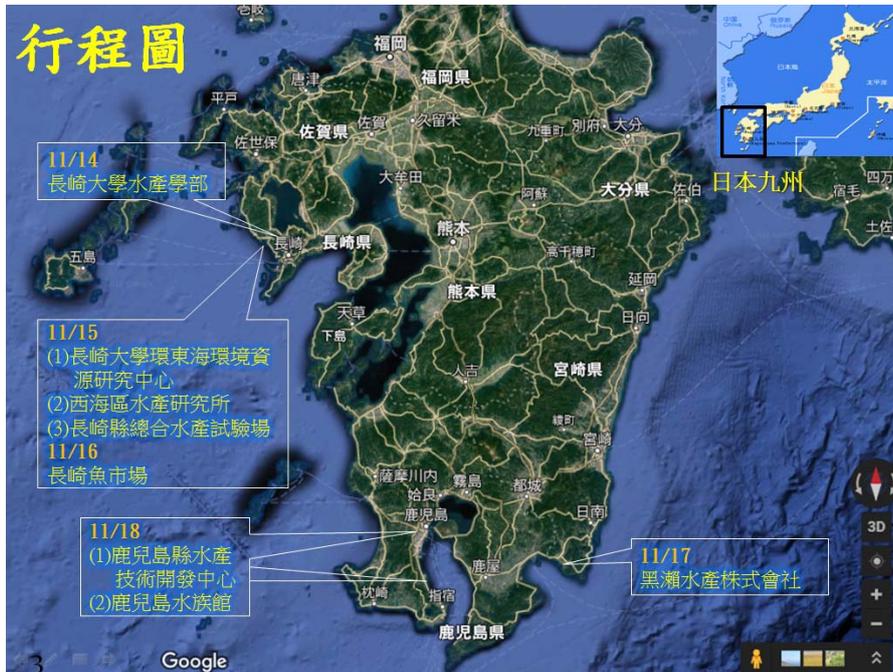


圖 I、2016 日本智慧漁業觀摩參訪行程圖

參、觀摩研習內容

一、長崎大學及水產學部

接待人：片峰茂校長、福永博俊副校長、萩原篤志院長、西山雅也副院長、武田重信副學部長、河邊玲教授、阪倉良孝教授

長崎大學的基本理念為整合其在熱帶及傳染性疾病、放射學及海洋環境生物資源等領域之專長，並與食品資源和環境等領域結合，成為國際知名的教育和研究單位，以進一步推動個別化和國際化之教育和研究，其中長崎大學水產學部(圖 1-1)及漁業學院更作為日本西部漁業和海洋科學的教育和研究中心。水產學部現今研究方向除了維持水產資源生產外，同時更朝向保護海洋環境，不僅將海洋生物資源作為食物資源更運用其他有效資源管理之整合性科學，更為保護海洋中有價值的基因資源及更運用其成為水產科學的關鍵研究項目。

2012 年 6 月水試所與長崎大學間在臺灣首次簽署雙方間之學術交流協議後，雙方的學術訪問和資訊交流甚為活躍，不僅在研究上有良好成果，在文化上也擴大了交流。因此，藉本次智慧漁業參訪行程之便，陳所長君如代表水試所與長崎大學在日方處簽訂延續 5 年之協議(圖 1-2)，期望未來雙方有更多的研究合作。



來源：<http://www.nagasaki-u.ac.jp/>

圖 1-1 長崎大學水產學部(參考圖片)



圖 1-2 水試所與長崎大學簽署學術交流協議(延續)

本日利用有限時間，快速走訪水產學部各研究室，包括環境荷爾蒙研究、藻類研究及河豚毒研究等之研究設施與方法，例如：(1)益生菌與藻種培育智慧環控溫室(圖 1-3)：以溫溼、照度與恆溫可控制溫室，進行多項益生菌與藻種之培育與環境差異比較分析並保種全球餌料用藻類約 50 種及浮游動物約 130 種。(2)潮間帶彈塗魚棲所 3D 建模分析(圖 1-4)：利用棲地隧道灌膠方式，進行同尺寸之 3D 空間模型重建與生態行為特性分析。(3)全日本河豚毒檢驗中心。



圖 1-3 參觀益生菌與藻種培育智慧環控溫室



圖 1-4 潮間帶彈塗魚(左圖)(參考圖片)及其棲所 3D 建模分析(右圖)

二、長崎大學環東中國海環境資源研究中心

接待人：阪倉良孝教授、河邊玲教授

長崎大學環東中國海環境資源研究中心(圖 2-1)於 2005 年 4 月在漁業學院海洋資源教育與研究中心重組後成立。該研究中心主要從生物生態、生理、海洋和環境科學的跨學科領域的方式，積極全面性調查海洋生物學及海洋環境，並探討陸地和大氣對海洋環境的影響。負責進行附近水域(如東海，有明海和大村灣等)之生物學、生態系統及環境之研究，透過與國內外各研究機構之合作，進行安全和生產性利用海洋生物資源的基本性及應用性研究，來「確保 21 世紀持續性糧食資源之可用性」，解決海洋生物資源的安全及生產利用的問題，對海洋環境進行保護和恢復。該中心位於長崎國際漁業區，該區另有西海區水產研究所及長崎縣總合水產試驗場，3 個機構之間具有密切的研究合作關係。

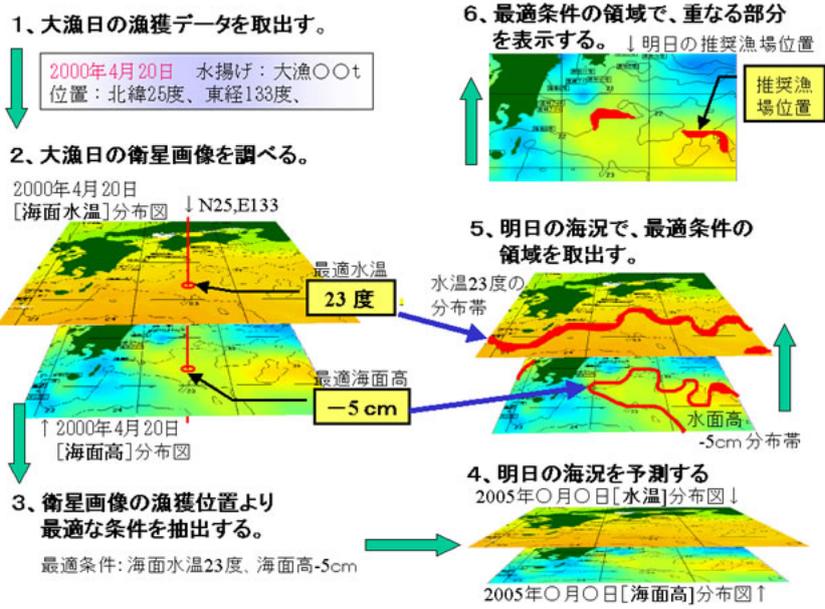


圖 2-1 長崎大學環東中國海環境資源研究中心

本次參訪該中心許多研究，例如：(1)海洋鮪旗魚空間資訊分析系統(圖 2-2)：利用衛星通訊微型電子標識儀與資料自動接收系統判讀魚類資源空間與時間之生態習性。(2)衛星遙測漁場(圖 2-3)：利用衛星遙測水溫、海高、風場、鹽度、海洋葉綠素分布等資訊，結合對象魚種，進行東海及沿近海域之漁場結構分析與智慧判讀。(3)海洋健診新觀念(圖 2-4)-結合生態系安定檢查(生物組成、棲息場、生息環境)及物質循環檢查(基礎生產力、海水交換、底質堆積分解、底棲生物)，進行海洋的一次性健康診斷。(4)藻場建置復育自動監測系統(圖 2-5)：於藻場復育區設置感應器量測光照、溶氧及葉綠素濃度，以瞭解環境因子與藻場關係。當藻類多時，海流流速強反而會造成藻場中營養鹽缺少，反之流速慢之營養鹽較不缺。



圖 2-2 海洋鮪旗魚標識空間資訊分析系統



来源：http://www-mri.fish.nagasaki-u.ac.jp/

圖 2-3 衛星遙測漁場(参考圖片)

健康診断(一次検査)の検査項目	
生態系の安定性 検査項目	物質循環の円滑さ 検査項目
生物組成	基礎生産
魚種別漁獲量	透明度
海岸生物分布	赤潮
藻場、干潟面積	負荷・海水交換
人工海岸割合	負荷滞留濃度
有害物質	潮位振幅
生息環境	底質環境
底層溶存酸素	堆積・分解
	除去
	底生系魚介類

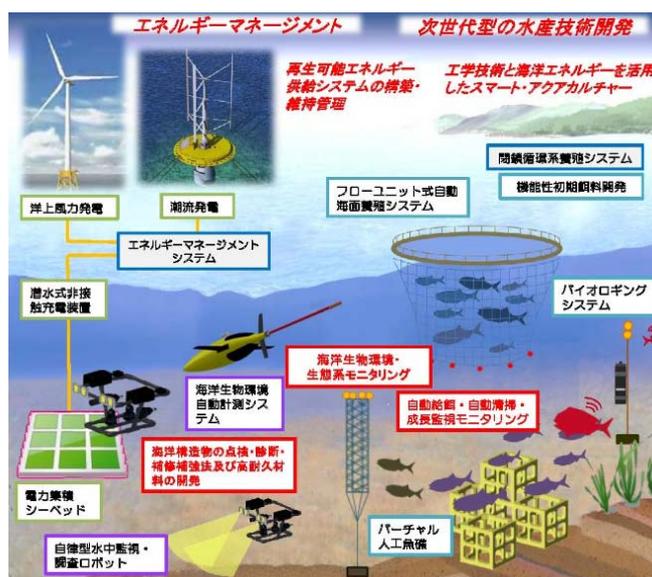
圖 2-4 一次性海洋健診検査項目



圖 2-5 藻場建置復育自動監測系統

此外，由河邊玲教授簡報介紹該中心 2017 年起將另新主導因應日本 311 大地震後之能源政策調整，與其他科研機構工學及水產跨領域合作進行一項結合大型漂浮式離岸風機場域之漁業栽培增殖計畫(圖 2-6)。目前電力公司在長崎五島列島地區外海水深達 100 公尺處已架設數具漂浮式(水深因素難以架設固定式)風力發電機組，因面臨當地漁民反對，因此政府行政機關擬委託長崎大學結合工學及水產領域成立創新未來機構，項下由海洋能源利用研究部門、海洋能源開發研究部門及該中心所共同組成，並與其他產官學進行合作。本項研究利用工學結附機構、人工藻場造成、魚苗放流培育、環境水質自動監測、魚類標識水下追蹤定位、風機電力水下照明補充光照等結合自動化系統與觀測機制，以提高漁業生產力及產值，並降低漁民之反對聲音。

在之後討論時間中，我參訪團表示近年我國為達到未來 2025 年非核家園目標，除大力發展陸上屋頂型、地面型太陽光電之外，亦規劃臺灣海峽離岸風機以增加綠能發電量，目前並已建置 2 處示範區共 4 組風機機組，但遭遇與日方相同之漁民反對聲浪問題，希望透過近年水試所一項旗艦計畫研究以科學化數據呈現風機場域與藻場復育及貝類養殖共存之漁場增殖助益。雙方對於各項觀測技術及生物生態漁場等各方面議題均廣泛交換意見，例如該中心所提透過產卵研究及其他漁場改造吸引魚群，或許為我國可學習之方式。最後雙方並同意就本項議題，未來可經由雙方簽署之學術合作協議管道，進一步進行相互參訪、資料交流與學術探討。



來源：<http://www.nagasaki-u.ac.jp/>

圖 2-6 大型漂浮式離岸風機場域之漁業栽培增殖計畫

三、 國立研究開發法人水產研究教育機構—西海區水產研究所

接待人：渡部俊廣所長、岡雅一博士

2016 年日本水產總合研究中心與水產大學合併為國立研究開發法人—水產研究教育機構（簡稱水研機構；FRA），除原水產總合研究中心研究開發業務及水產大學人才育成業務仍將維持外，更期待發揮相輔相成之效果。隸屬於國立研究開發法人—水產研究教育機構之西海區水產研究所(圖 3-1)，目前致力於海洋珊瑚礁資源開發評估、亞熱帶水域的海洋漁業及養殖業發展等相關研究，主要分為幾個研究範疇，包括 (1)東海、九州沿岸、日本海西部海域等之重要經濟物種之種群評估、資源量及漁場研究；(2)赤潮監測技術：海藻類品質評估與鑑定、溶氧濃度預測；(3)發展黑鮪穩定取卵技術：種魚人工飼料研發、計畫性產卵、人工調控環境(水溫、光照)種魚蓄養環境；(4)黃海、東海及日本海岸的巨型水母之跨國聯合監測。

渡部俊廣所長首先表示希望透過臺日之間科學諮商會議，未來能更緊密進行交流與合作，之後由岡雅一博士進行黑鮪繁殖研究介紹(本技術係屬機密，全程無法攝錄影)。西海區水產研究所於 2014 年首次完成於人工調控環境(水溫、光照)下約 30 尾的 3 歲太平洋黑鮪室內水槽產卵試驗(取自奄美大島野外箱網完全養殖之 2 歲種苗)，可成功計畫性誘引黑鮪產卵並取得受精卵，並於 2016 年成功重覆 3 歲魚產卵試驗，突破日本週邊海域海水溫度不利黑鮪的產卵環境限制，成功建立黑鮪計畫性採卵模式。



圖 3-1 西海區水產研究所

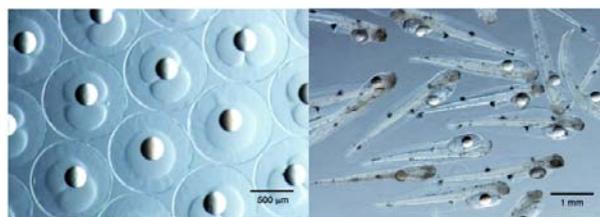
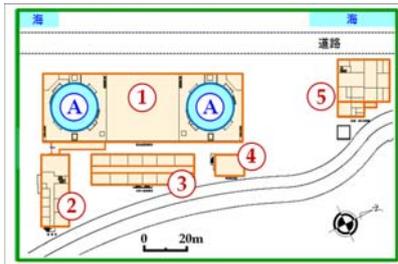


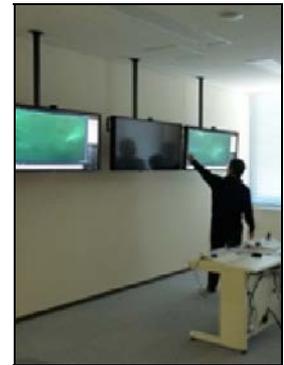
圖 3-2 繁殖黑鮪之受精卵及魚苗

日本太平洋黑鮪完全養殖試驗是由近畿大學於 2012 年首先以海面箱網養殖方式完成，並已系統化提供種苗受精卵，但箱網養殖會受到諸多環境影響導致受精卵數量不穩定，另外產卵期過長亦受颱風影響。因此，2014 年起該中心改以全室內設施系統(圖 3-3a)及具水中多角度 CCD 影像記錄回播系統之資料影像控制中心(圖 3-3b)進行黑鮪養殖可避免受颱風影響、可控制環境因子以調節生殖期程，並

可方便蒐集受精卵。本行實際觀摩其黑鮪種魚繁養殖具 水溫、水質、光照等自動環境監測之水槽與魚卵自動收集設施(圖 3-4)、(圖 3-5)、維生循環過濾系統等。該 20m 直徑、6m 深、容積 1880 立方公尺水槽之海水是取自於 800 公尺外之海灣，採封閉循環方式進行養殖，以便進行水溫控制，冬天因海水溫度較低為 13.5°C~17.5°C，水槽需加熱使水溫保持在 23°C~25°C，夏天則因海水溫高，需降溫至 26°C 以下；水槽內海水全天候進行循環過濾(每天 12 次)，每天海水替換率約 5~10%，並以水溫及光照控制產卵時間。



①親魚產卵試驗棟、②まぐろ研究棟、
③生物ろ過濾棟、④機械設備棟、
⑤排水処理設備棟



來源：<http://snf.fra.affrc.go.jp/>

圖 3-3a 封閉式室內循環水黑鮪養殖設施
(A 為種魚池) 及池中實際影像(參考圖片)

圖 3-3b 控制中心
(參考圖片)

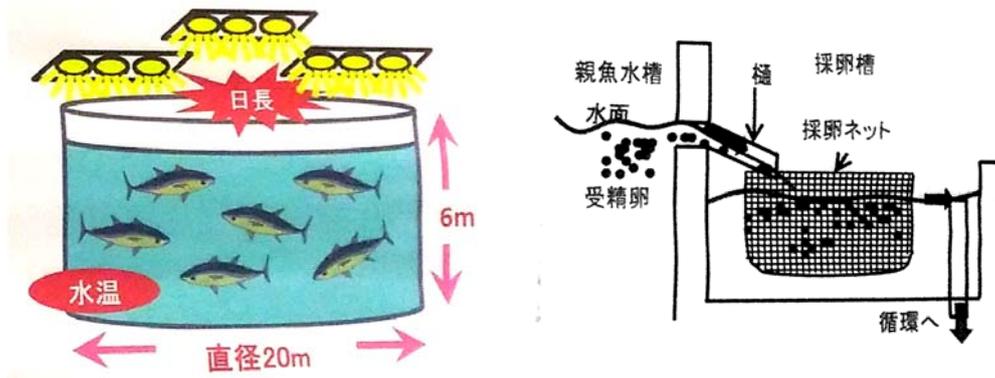


圖 3-4 黑鮪繁殖種魚池結構及受精卵自動收集機制示意圖

開放參觀之水槽共有 28 尾種魚(另一未開放參觀水槽有 32 尾種魚),每尾重量約 30 公斤、1.2 公尺長,本池重複採卵試驗經蓄養之 3 歲魚,於 2016 年 5 月至 8 月成功產卵,確立以水溫及光照因子可控制黑鮪產卵時間之方法。目前黑鮪受精卵孵化率 90% 以上,有 1~3% 可存活至 2 mm,後續的育成率約 40~60%,而種魚年損耗率約 40%(主要為撞壁而死亡),此外每尾黑鮪注射電子標籤並剪鰭進行受

精卵親源鑑定分析(DNA)，以確定產卵種魚個體。使用本封閉系統與開放式相比可節省 5 倍以上之能源消耗，且目前以魷魚、鯖魚多配方飼料及餵食量控制以進行養殖，避免餵單一物種導致營養不良，岡雅一博士並建議臺灣進行黃鰭鮪養殖應先就控制環境著手。

陪同前往之長崎大學學者亦提供以下意見：(1)研究顯示黑鮪養殖須重視蛋白質攝取，但黑鮪對於固態飼料接受度低，日本飼料公司日清公司已開發相關黑鮪飼料，而目前以 50 公斤規格之魚體較具經濟效益；(2)以往黑鮪仔稚魚在水槽內死亡率達 90% 以上主要因為夜間仔稚魚降低活動力而沉降至池底，因池底殘餌導致溶氧不足而死亡，目前近畿大學利用流動式水槽將存活率提升至 10~20%，而本研究所則是利用 24 小時不間斷光照提升活動力方式，使存活率提高至 40~60%。

最後，此行參訪及接待人員之合照如圖 3-5。



圖 3-5 參訪及接待人員於西海區水產研究所合照

四、長崎縣總合水產試驗場

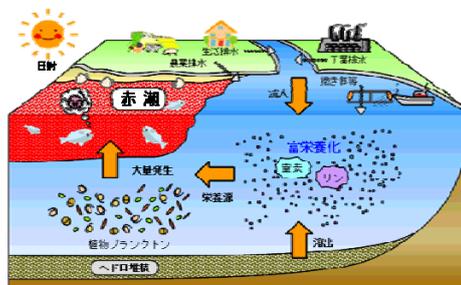
接待人：長鳴寬治次長、柳村智彥場長、松村史朗室長

長崎縣水產試驗場(圖 4-1)1997 年於長崎漁港關平區海岸設立一新的漁業實驗站 Gakari，目前該場包括主大樓水產品加工發展指導中心、水產養殖技術發展指導中心、大規模育苗生產技術開發中心、入水量之機具，以及食品建築物等設施。另有兩艘研究船 99 噸的「鶴丸」和 19 噸的「Yumetobi」，以及一艘進行飼養管理的工作船 4.6 噸的「Asazuru II」。日本水產研究事務有其分工方式，在中央單位(如各海區水產研究所)主要進行基礎研究，地方性水產試驗場則依據中央制定之政策進行技術開發，或者將中央單位之研究成果延伸至民間產業界運用，例如黑鮪種魚繁殖由中央單位進行，魚苗中間育成由地方執行。

該場因轄區經常性河川富營養鹽物質進入河口域致海水優養化為赤潮毒藻爆發(圖 4-2)，對於青甘鰲箱網養殖之影響相當大，因此在近岸赤潮預報方面著力極深，目前多以業者主動協助採樣方式，送至該場鑑定藻種與分析其光合作用活性，並進行赤潮爆發之預測預警程序。



圖 4-1 長崎縣綜合水產試驗場



來源：<http://npo-jwg.com/>

圖 4-2 赤潮爆發預報(參考圖片)

此行另至該場養殖區參觀各項室內設施，養殖區部份除一般室內設施化及自動監測化之養殖系統外，特別介紹池底影像循跡之省工清污機器人(圖 4-3)，該自走性機器人是在魚池放水清池時，利用池底事先圖形式繪製好的軌跡，經機內影像辨識系統偵測及控制移動，以達到清污之目的。

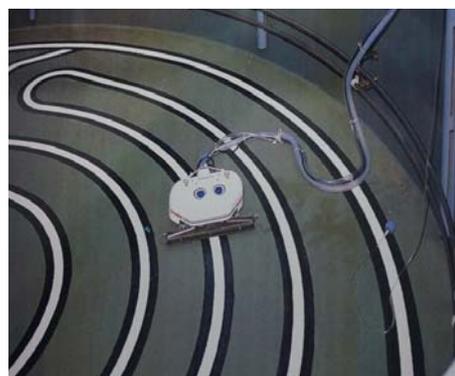


圖 4-3 池底省工清污機器人

緊接著至加工廠區參觀多項全自動或半自動加工設備，包括去皮及魚肉採取機、絞肉機、真空冷卻機、冷燻機、煙燻機、冷風乾燥機等，其中較特殊者為去皮及魚肉採取機(圖 4-4)、液態酒精介質凍結機(圖 4-5)，前者從魚肉中間剔除魚骨部分，魚皮也可整片分離，擷取魚肉部分；後者可將水產品包裝後放入液態酒精介質中，約 3~4 小時可完全凍結至攝氏零下 30 度，機器造價約 300 萬日元。最後

全體至場外漁港內參觀該場特許設置之青甘鱆、油斑之箱網養殖設施(圖 4-6)及自動投餌與監測裝置(圖 4-7)。



圖 4-4 加工設備-去皮及魚肉採取機



圖 4-5 加工設備-液態酒精介質凍結機



圖 4-6 青甘鱆、油斑之箱網養殖設施



圖 4-7 自動投餌與監測裝置

五、長崎縣地方卸売市場長崎魚市場

接待人員：片山耕次長

長崎魚市場(圖 5-1)為日本全國第二大魚市場(僅次於北海道)，九州地區由於海岸線長且地形及海洋環境複雜，促使作業漁法及魚種具多樣性，在此處交易之魚種最多有 250 種。魚市場總面積共 22 萬平方公尺，分為東西兩棟拍賣地，長約 600 公尺，每天清晨 5 時依作業漁具區分 5 個區域同時拍賣。該場由長崎魚市株式會社經營，其中 90% 股份為漁民所有，目前每日約有 2,500 人參與工作，另約有 80 家公司、350 位競標人競標魚貨。該市場並逐步進行設備改善，已有部分拍賣區域整建為封閉式，以便在低溫封閉之環境進行魚貨拍賣，避免魚貨品質不佳或是受到其他汙染。



圖 5-1 長崎魚市場

此行參訪目的除了解拍賣流程、競標方式(圖 5-2)、漁獲生物組成(圖 5-3)外，市場內附屬拍賣標商之據點及其鮮魚冷藏方式與活魚處理方式亦為考察項目。例如在箱網養殖專屬之活魚拍賣及處理區域(圖 5-4)，其箱網活魚主要來自五島列島，經活魚運搬船將漁獲物運搬至魚市場附近箱網蓄養 3 至 4 天後即進入市場拍賣。拍賣後對於高價活魚先以鐵線穿入破壞魚的延腦及脊椎之神經，防止魚體掙扎以保存鮮度，但若是鹿兒島地區之箱網漁獲，則是直接以機械將魚頭扭斷處理。



圖 5-2 長崎魚市場拍賣競標流程



圖 5-3 漁獲之多樣性



圖 5-4 長崎魚市場活魚拍賣區

另本次參訪主要重點為觀摩場區內之各式大小型省工作業機具之應用，小型機具部份如非汽油無座艙蓋之三輪電動魚貨搬運機(圖 5-5)、電動堆高機(圖 5-6)、電子磅秤等。此外碼頭岸邊漁船漁獲起魚用大型組成機具部份共有四大類，分別為：(1)大型雜魚用幫浦機與可支架懸掛移動之大管徑(約 30cm)吸魚膠管 (圖 5-7)。(2)沿近海小型漁船已裝箱魚貨用之具底輪可移動、中央支撐、兩側具配電動輸送帶之大型斜臂(約 8~10m 長)支架(圖 5-8)，可調整角度以接至魚艙及市場內其他電動輸送帶。(3)大型拖網船用長距離(約可達 50m~100m)連續組成電動輸送帶(圖 5-9)，一邊具電動垂直轉梯帶起魚箱(可多艘漁船同時深入魚艙使用)，輸送裝箱魚貨至另一邊市場處理區內進行人工選箱、裝運。(4)鯖鱒圍網冰藏漁獲用選魚機、輸送帶及電子磅稱裝置等組成之大型省工省時機具(圖 5-10)，主要是針對大宗魚獲物進行分級處理，可自動選別鱒魚為 7 級，目前每座造價超過 1 億日圓。



圖 5-5 三輪電動魚貨搬運機



圖 5-6 電動堆高機

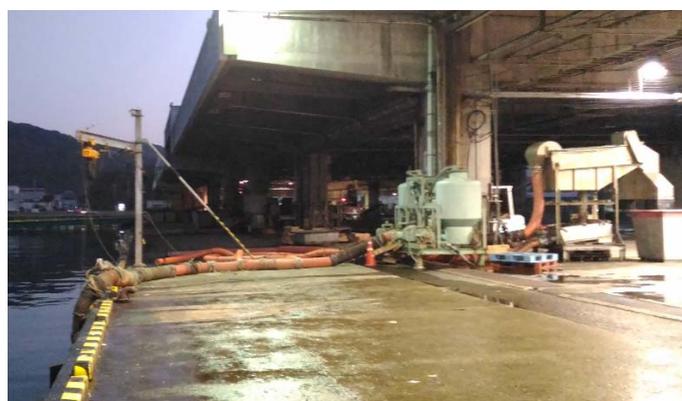


圖 5-7 大型雜魚用幫浦機(左圖)與
可支架懸掛移動之大管徑吸魚膠管(右圖)



圖 5-8 沿近海小型漁船用之電動輸送帶(左)與斜臂支架(右)。



圖 5-9 大型拖網船用長距離電動輸送帶

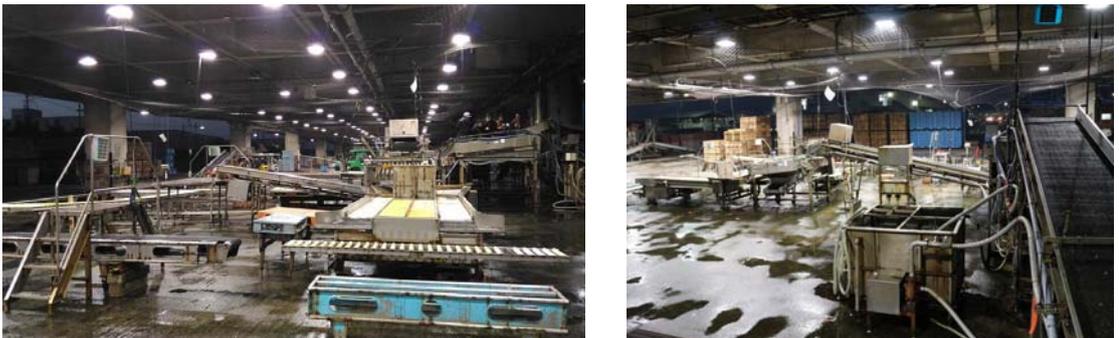


圖 5-10 大型鯖鮭圍網冰藏漁獲用 7 級選別機與輸送帶之組成機具

六、 黑瀨水產株式會社

接待人員：原隆常務取締役

黑瀨水產隸屬日水集團，於 2004 年 1 月 8 日成立，資本門約 5 億日圓，以沉降式箱網進行青甘鮭養殖，年產量 150 萬尾，該社同仁多取得潛水、操作起重機、電工等相關證照。該社目前有黑瀨水產串間本社(圖 6-1)、延岡支社、內之浦事務所及穎娃種苗生產中心，含本次參訪的串間本社總部，在黑瀨漁場共 20 組箱網養殖設施、每組 20 個共 400 個沉降式箱網(長 10m、寬 10m、深 8m)設施進行青甘鮭養殖，並由 34 個 30 噸水泥塊進行固定。其餘漁場分布於宮崎縣與鹿兒島縣等沿

岸海域(圖 6-2)，各自有不同任務。



來源：<http://kurosui.jp/>

圖 6-1 黑瀨水產串間本社(參考圖片)



圖 6-2 黑瀨水產所屬漁場分布

串間漁場之每個箱網(圖 6-3)約養殖 5000 尾青甘鰺，海況條件較差時則會調整為 2000 尾，約 2.5 年青甘鰺收成後之箱網會收取至岸上進行清除工作(圖 6-4)，目前投餵由母公司日水公司提供可履歷追蹤之飼料，每日投餵量約重量 3%，換肉效率約 2.8~3.0%。聽取簡報及簡短討論後，全體隨船出海至餵飼專用船上，觀摩其箱網人工接管打氣上浮後之雙管機械自動計量投餌機操作(圖 6-5)、過程以水下 CCD 全程監控攝餌狀況。此外該公司具漁獲起網運搬專用船(圖 6-6)則配備大型機械手臂，以省工及加速起網作業。運搬船收魚後，立即以船上配置的自動去鰓及頸脊破壞機械裝置進行放血及冰藏處理，並全程量測溫度，以確保符合歐盟規範。



來源：<http://kurosui.jp/>

圖 6-3 串間漁場箱網設施(參考圖片)



來源：<http://kurosui.jp/>

圖 6-4 箱網結構(參考圖片)



圖 6-5 餵飼專用船上之雙管機械自動計量
投餌機



來源：<http://kurosui.jp/>

圖 6-6 漁獲運搬船上大型起網手臂與去
鰓省工機械裝置(參考圖片)

收成後之青甘鱈漁獲(圖 6-7)在漁港的專用碼頭冰藏裝箱後以堆高機運送至近處具衛生滅菌及具 HACCP 管制點之加工廠區，全程以生產線輸送帶方式進行去頭(圖 6-8)、除內臟、切片(圖 6-9)、真空包裝(圖 6-10)、貼標籤、電子重量計測記錄機(圖 6-11)、裝箱(圖 6-12)等一系列流程，其中特別觀摩去皮去脊椎兩片分切機(圖 6-9)之操作。該加工廠每天最多可處理 2 萬尾青甘鱈，並設有檢驗室(圖 6-13)以確保產品的衛生品質。



圖 6-7 青甘鱈魚貨搬運



圖 6-8 去頭除內臟



圖 6-9 去皮去脊椎兩片分切機



圖 6-10 真空包裝、貼標籤



圖 6-11 電子重量計測記錄機



圖 6-12 裝箱



圖 6-13 加工廠附設檢驗室

原隆先生進一步說明日本養殖無相關加工及衛生規範，該廠為符合歐盟衛生標準，因而在加工流程上設置許多規範；而相關自動化設備為日本已有之商業產品，在相關食品展上皆有展示；另該公司每月約 90% 生產量是以量販店及中盤商為販售對象方式於國內銷售(配送時間 2 至 3 天，溫度 5°C~10°C)，僅有 6 萬尾是出口至香港及歐盟(各 3 萬尾)；雖然銷售量會受魚價變動影響，但已有長期固定合作客戶因此影響較小，且該公司也認為客製化產品對於實際銷售量並無助益。

此外，該公司針對魚病之因應，選擇當魚苗在 30 至 300 公克之間即會逐尾以人工施打四合一複合式疫苗(細菌及病毒疫苗)，每次最多可打 5~7 萬尾，目前尚有 2~3 種疫苗正待母公司所屬日水研究所之魚病專家進行開發。另在箱網養殖過程中亦會配合潛水觀察魚體發病狀況，提供當地魚病專家開立處方簽，後以口服方式添加在飼料中餵食。此外，魚苗培育時並未使用 SPF 設施，主要是以強紫外線進行魚苗蓄養海水之滅菌。

七、鹿兒島縣水產技術開發中心

接待人員：小湊幸彥副所長、東博文指導員、(鹿兒島縣環境技術協會)清水建司

鹿兒島縣水產技術開發中心(圖 7-1)亦屬於地方性水產試驗單位，依據中央制

定之政策進行技術開發，或者將中央單位之研究成果延伸至民間產業界運用。該中心於平成 16 年將 3 個單位進行整併而成，目前該中心場址面積約等同 1 個東京巨蛋，每日由外海 900 公尺處取水 2 萬公噸，岸上設施包括行政大樓、研究室、陸上飼育實驗棟、貝類種苗生產研究棟、魚類種苗生產研究棟、飼料培育研究棟，另有海面飼育設施以及 1 艘黑潮研究船。鹿兒島縣漁獲量 13 萬公噸，養殖佔 38%，海洋漁業佔 62%，然而整體漁業產值中養殖業產值佔 68%，主要養植物種有紅甘鰻、青甘鰻、鰻魚（前述魚種皆位居全國第一）及黑鮪（位居第二）。目前日本水產業面臨之問題與我國大致相同，即漁業資源減少、魚價低迷、油價高、漁業從業人員高齡化、藻場減少、安全水產物的生產不足等。為解決前述問題該中心目前研究重點著重於栽培漁業推動、提供漁海況速報、養殖技術的開發、有效的資源管理及利用措施、創造藻場技術開發，並免費開放加工廠設備提供業者檢測水產品、開設相關漁業體驗營等。



來源：<http://www.kaiyoeng.com>

圖 7-1 鹿兒島縣水產技術開發中心

此行主要參訪重點為提供放流魚苗之豹鱈種苗及紅甘鰻種苗生產(圖 7-2)，該場於 10 月前進行豹鱈種苗生產，以提供放流魚苗，清池後再進行青甘鰻種苗生產工作。關於黑鮪仔稚魚養殖之餌料部份，在孵化後至第 5 天以輪蟲為食，5~15 天則以條石鯛仔稚魚為食，15 天之後則以仔稚魚加上人工飼料為主，期間並不使用橈腳類。該場過去曾使用嘉蠟及石鯛仔稚魚為餌料，但考量條石鯛產卵時間(6 月至 8 月)與黑鮪相近且可大量生產，因此目前均以石鯛仔稚魚為主。



圖 7-2 種苗與仔稚魚生產設施(豹繪、紅甘鰲及條石鯛)

另參觀該中心資訊中心之漁海況預報系統與設備，其一是使用 TeraScan 衛星資料系統(圖 7-3)進行海面水溫影像之自動處理與發布作業(圖 7-4)，其二介紹在九州各離島間渡輪下裝設水溫感測器及 ADCP 海流計，並利用 3G/4G 基地台訊號即時傳送至資料庫及發布提供漁民作業判斷及分析黑潮流軸之變動(圖 7-5)。此外，赤潮監控上會以船舶定期進行採水，當發現異常情況時則會加強採水頻度，而箱網養殖業者在發現異常情況時亦會提供該中心資訊以供警示。

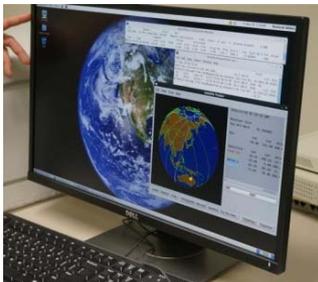


圖 7-3 TeraScan 衛星影像處理系統

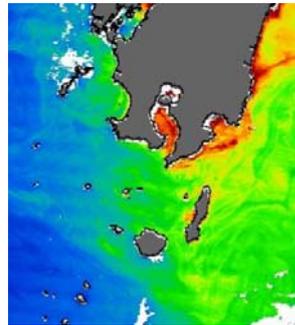


圖 7-4 衛星水溫水色發布

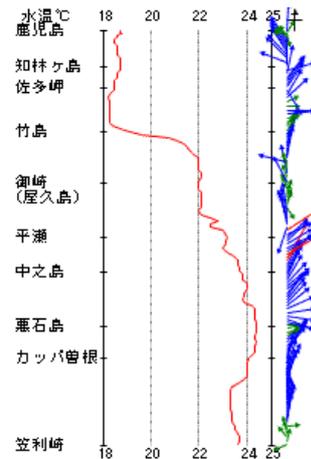


圖 7-5 渡輪水溫海流監測系統

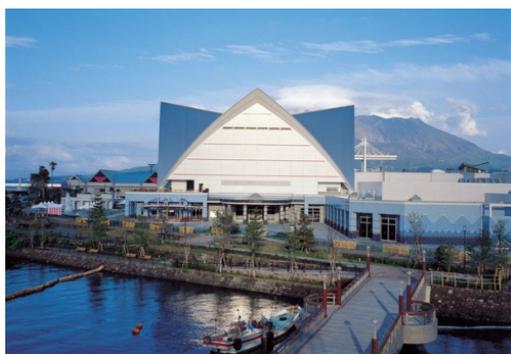
八、鹿兒島水族館

接待人員：久保信隆主幹

鹿兒島海域南北長達 600km，「黑潮」洋流在本處橫越流向太平洋，帶來鯨鯊與鰹魚、鮪魚等多樣性的魚類。此外，從屋久島、種子島一路連接到與論島的「西南群島」各島周圍，擁有非常發達的珊瑚礁環境，聚集了許多色彩豔麗的亞熱帶魚貝類在此棲息。另一方面，水族館正面「錦江灣」中央聳立著櫻島活火山，由大小熔岩形成的轉石帶在周圍海岸由淺灘持續到深水區，形成獨特的海中生物景

觀。錦江灣雖是個內海灣，但深水處的水深達 200m，在水深 90m 海底存在以櫻島海底噴發硫化氫為環境生存的薩摩羽織虫群生。

鹿兒島水族館(圖 8-1)針對其周邊海域、大洋海域(圖 8-2)、珊瑚礁環境展出許多色彩豔麗的特有亞熱帶魚貝類及錦江灣熔岩區之特殊薩摩羽織虫生物。館內另依主題設有「黑潮之海」、「西南群島之海」以及以錦江灣為中心的「鹿兒島之海」等展區。



來源：<http://ioworld.jp/>

圖 8-1 鹿兒島水族館(參考圖片)



圖 8-2 大洋館區

此行主要參訪其大洋館區之多項後台管理系統(圖 8-3)，包括自動化水質檢測與打氣餵飼、智慧燈光照明調節策略等，以及定置網捕獲大型鯨鯊(約 2 年換養一次)之自動運搬設施設備(玻璃纖維運搬船、高空滑軌、大型閘門等)(圖 8-4)。



圖 8-3 大洋館區後台管理系統(包括自動化水質檢測與打氣餵飼、智慧燈光照明調節)



圖 8-4 鯨鯊自動運搬設施設備(玻璃纖維運搬船、高空滑軌、大型閘門)

肆、心得及建議

- 一、由本次參訪交流可知，日本因重視海洋資源研究，因此投入相當經費從事水產及海洋研究，包括國家級（如日本水產研究教育機構—西海區水產研究所）、地方級（如長崎縣綜合水產試驗場、鹿兒島縣水產技術開發中心），以及大專校院（如長崎大學環東中國海環境資源研究中心）等，國家級研究機構較著重於基礎研究，地方級則較著重應用研究，以解決當地之產業問題。我國政府部門部分，僅水試所為國家級研究機構，並由漁業署及科技處補助大專校院、103年甫成立之財團法人農業科技研究院水產科技研究所，進行水產方面研究與成果推廣，其架構較為單純，但經費與人力則顯不足。相較於日本等其他國家，我國重要漁業試驗研究船及設備等之維護費用列入研發計畫經費中而遭逐年刪減，實不利於長期研究。現階段或仍可參考日本方式訂出與學術或其他法人機關之分工研究項目與期程，逐步完成各項目標後將研究成果提供產業運用。
- 二、本次考察亦討論到日本現已將長崎縣列為國家級潮汐發電及離岸風力發電之規劃地，而長崎大學環東中國海環境資源研究中心新設立之「長崎大學海洋未來 Innovation 機構」將負責統合進行跨各級研究機構及跨水產、環境、工業領域，針對離岸風機場域進行藻場復育與漁場造成工作，並進行魚類生物、藻場、海洋環境之關聯分析及聚魚效果等應用研究。該計畫與水試所即將執行之旗艦計畫「農業資源循環暨農能共構之產業創新」之「設置離岸風機場域藻礁創育區」工作有相同概念，可供計畫工作執行之參考，建議未來應與日本加強國際合作交流，並可擴大與該校之交流。
- 三、日本現已領先全球確立黑鮪完全養殖技術，而目前水試所亦投入黃鰭鮪完全養殖技術的研發。水試所現階段之相關研究進展包括活鮪幼魚捕撈技術與箱網改良、種魚培育及繁殖，小型活鮪放養已可提高至 80-90%的活存率，其他如鮪類用生餌研發、標識放流、沉水式箱網及船曳式箱網技術等，均已有初步成果，但仍有部份關鍵技術尚有待確立。本次參訪西海區水產研究所，對於黑鮪養殖設施化構成、環境參數監測控制、餌料種類與繁養殖管理技術等，已獲得極有參考價值之資訊，將有利於水試所未來黃鰭鮪箱網養殖之發展。
- 四、日本因工業研發能力強盛，因此在自動化生產設備上已有一定之水準，本次參觀民間長崎魚市場及黑瀨水產株式會社，對於漁港卸魚、分裝、運搬，及加工

品質追求與工廠自動化設備印象深刻，目前我國業者對於自動化機具仍有高度需求，惟新開發機具仍需一定時程，為加速我國漁業智慧化自動化發展，可考慮直接採用引進國外已開發設備的方式，以減少國內開發所需時程，並建議可進一步收集目前日本水產養殖與漁港作業機具及加工相關設備資訊，以供專家學者創新開發，或者適時原機引進、補助推廣供國內業者參考使用。

五、比較我國相關水產科技研究機關人力及研發經費規模有限，智慧型系統及省工機具較宜聚焦於農漁畜產品重要品項之共通性技術開發，以及著重投入於後臺數據分析及專家判讀平臺之發展。另外，我國業者自主投入研發之能力仍較為薄弱，未來智慧農業 4.0 之推動，則將透過農委會規劃以農業業界科專計畫及業界參與計畫之機制，導引業界投入自動化與智慧化之研發，以改善業者有效提升產能效率與產品品質，促成產業再升級。此外我國養殖漁業無論陸上魚塢或海上箱網養殖不若先進國家所具備的企業化設施養殖，產業經營個體之資金與規模多偏小，未來在尋求資金投入智慧化設施養殖(4.0)的同時，針對絕大多數傳統開放式魚塢養殖，宜優先漸次扶植至設施化或機械化(2.0)，或升級為自動化(3.0)的生產型態。