

110-014-7C36
MOTC-IOT-109-H2CA002b

臺中港海洋雷達波流 觀測及特性分析



交通部運輸研究所
中華民國 110 年 2 月

GPN: 1011000199

定價 200 元

110-014-7C36
MOTC-IOT-109-H2CA002b

臺中港海洋雷達波流 觀測及特性分析

著者：李政達、林受勳、羅冠顯、陳子健、蘇青和

交通部運輸研究所

中華民國 110 年 2 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

臺中港海洋雷達波流觀測及特性分析 / 李政達,
林受勳, 羅冠顯, 陳子健, 蘇青和著. -- 初
版. -- 臺北市 : 交通部運輸研究所, 民
110. 02
面 ; 公分
ISBN 978-986-531-277-0(平裝)

1. 海洋氣象

444.94

110001180

臺中港海洋雷達波流觀測及特性分析

著 者：李政達、林受勳、羅冠顯、陳子健、蘇青和

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：105004 台北市松山區敦化北路 240 號

網 址：www.iot.gov.tw (中文版>數位典藏>本所出版品)

電 話：(04)2658-7200

出版年月：中華民國 110 年 2 月

印刷者：

版(刷)次冊數：初版一刷 60 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定 價：200 元

展售處：

交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(02)2349-6789

國家書店松江門市：104472 臺北市中山區松江路 209 號•電話(02)2518-0207

五南文化廣場：400002 臺中市中山路 6 號•電話：(04)2226-0330

GPN：1011000199 ISBN：978-986-531-277-0(平裝)

著作財產權人：中華民國(代表機關：交通部運輸研究所)

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部份內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

交通部運輸研究所自行研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：臺中港海洋雷達波流觀測及特性分析			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-531-277-0(平裝)	政府出版品統一編號 1011000199	運輸研究所出版品編號 110-014-7C36	計畫編號 MOTC-IOT-109-H2CA002b
主辦單位：港灣技術研究中心 主管：蔡立宏 計畫主持人：李政達 研究人員：林受勳、羅冠顯、陳子健、蘇青和 聯絡電話：(04)2658-7127 傳真號碼：(04)2656-0661			研究期間 自 109 年 01 月 至 109 年 12 月
關鍵詞：離岸風電、陣列雷達、海象觀測			
<p>摘要：</p> <p>為了提供船舶航行與進出港區之海象資訊參考，交通部運輸研究所港灣技術研究中心以臺中港線性陣列海洋雷達進行港區與鄰近海域之海象調查。本研究以 Barrick, D.E.於美國國家海洋暨大氣總署(NOAA)發表之研究成果為基礎，利用雷達產生的電磁波於海水表面所發生的共振與都卜勒頻偏現象，觀測海象波浪波高與週期的時序列變化趨勢，並與底碇式水下觀測儀器之觀測結果具有一致性。</p> <p>研究成果針對海域之波浪與海流等資料進行長期的資料蒐集、分析與建檔，可以提供交通部航港局及臺灣港務股份有限公司船舶進出臺中港管理應用，災害發生時能適時提供海面資訊，做為處置對策及預防措施之參考，有助於離岸風電海下工程技術發展。</p>			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
110 年 2 月	201	200	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

**PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS**

TITLE: Observation and Characteristic Analysis of Ocean Radar Wave-Current in Taichung Harbour			
ISBN(OR ISSN) 978-986-531-277-0(pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1011000199	IOT SERIAL NUMBER 110-014-7C36	PROJECT NUMBER MOTC-IOT-109- H2CA002b
DIVISION: Harbor & Marine Technology Center DIVISION DIRECTOR: Li-Hung Tsai PRINCIPAL INVESTIGATOR: Cheng-Da Lee PROJECT STAFF: Shou-Shiun Lin, Guan-Sian Luo, Tzu-Chien Chen, Ching-Ho Su PHONE: 886-4-2658-7127 FAX: 886-4-2656-0661			PROJECT PERIOD FROM January 2020 TO December 2020
KEY WORDS: Offshore Wind Farm; Phase Array Radar; Marine Monitoring			
ABSTRACT: <p style="text-indent: 40px;">In order to provide references for ships sailing in and out of the port area, the Harbor & Marine Technology Center of the Institute of Transportation, Ministry of Transportation and Communications conducted a survey of meteo-oceanographic in the port area and adjacent waters with the Taichung Harbor's phase-array marine radar. This study used the research results of the technical report of Barrick, D. E. published during his study period at the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) in USA as the base, and utilized the resonance and Doppler frequency deviation of electromagnetic waves generated by radar on the surface of the sea, to observe that the time-series fluctuation trends of the wave height and wave cycle are consistent with the observation results by the bottom-hatch underwater observation instrument.</p> <p style="text-indent: 40px;">Based on the long-term data collection, analysis and filing of the wave and current data in the sea area, the research results can be applied to the management of ships entering and leaving the Taichung Harbor by the Maritime and Port Bureau of the Ministry of Transportation and Communications and the branch of Taiwan International Ports Corporation, and timely provide the sea surface information in case of disasters which can be used as a reference for the countermeasure and preventive measure, and contribute to the development of undersea engineering technology for offshore wind farms.</p>			
DATE OF PUBLICATION February 2021	NUMBER OF PAGES 201	PRICE 200	
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目 錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
目錄.....	III
圖目錄.....	V
表目錄.....	IX
第一章 緒論.....	1-1
1.1 計畫背景.....	1-1
1.2 計畫範圍與對象.....	1-3
1.3 研究目的與工作項目.....	1-5
1.4 研究架構.....	1-5
1.5 預期成果.....	1-6
第二章 研究方法與雷達比較探討.....	2-1
2.1 雷達海象觀測原理.....	2-1
2.2 臺中港線性陣列雷達.....	2-3
2.3 雷達電磁理論.....	2-5
2.3.1 徑向流流速(V).....	2-8
2.3.2 海浪波高(H)與週期(T).....	2-9
2.3.3 研究進行步驟.....	2-11
2.4 全向性雷達與指向性雷達分析比較.....	2-12
2.4.1 全向性雷達.....	2-13
2.4.2 指向性雷達.....	2-13
2.4.3 雷達分析比較.....	2-14
第三章 雷達操作與軟硬體精進	3-1
3.1 訊號處理與窗函數.....	3-1
3.1.1 漢明窗(Hamming window).....	3-1
3.1.2 漢寧窗(Hann window).....	3-3
3.1.3 布萊克曼-哈里斯窗(Blackman-Harris window).....	3-4
3.2 第一階極限法(ImageFOL Method).....	3-5
3.2.1 都卜勒距離譜(DR)預處理.....	3-6
3.2.2 導入控制分水嶺分割(MCWS)的方法.....	3-8

3.2.3 圖像處理技術.....	3-9
3.3 雷達電力系統改善措施.....	3-12
3.4 臺中港南側觀測站設置計畫.....	3-15
3.4.1 南側觀測站現勘.....	3-16
3.4.2 南側高頻陣列雷達系統的設計.....	3-17
3.4.3 南側觀測站安裝規劃.....	3-21
3.4.4 南側觀測站建置效益.....	3-25
第四章 雷達觀測成果探討與比較.....	4-1
4.1 雷達觀測成果比對與精進探討.....	4-1
4.1.1 應用第一階極限法處理結果之比對情形.....	4-1
4.1.2 雷達觀測成果比對.....	4-12
4.2 雷達整合平台與即時可視化界面.....	4-18
4.3 雷達風場觀測的可行性探討.....	4-21
第五章 結論與建議.....	5-1
5.1 結論.....	5-1
5.2 建議.....	5-2
5.3 成果效益與後續應用情形.....	5-3
參考文獻.....	參-1
附件	
附件一 期末報告審查意見處理情形表.....	附 1-1
附件二 期末報告簡報資料.....	附 2-2
附件三 專家學者座談會議紀錄.....	附 3-3
附件四 工作會議紀錄.....	附 4-1
附件五 徑向流分析.....	附 5-1
附件六 波高觀測原始值.....	附 6-1

圖 目 錄

圖 1.1 海洋風電場開發(福爾摩沙 1 號).....	1-2
圖 1.2 海鼎離岸風力發電場(福爾摩沙 4 號).....	1-2
圖 1.3 本所港研中心港灣環境資訊服務	1-3
圖 1.4 臺中港線性陣列雷達海洋	1-4
圖 1.5 計畫範圍示意圖	1-5
圖 2.1 訊號分類圖	2-2
圖 2.2 雷達外觀 機房(左上)、接收天線(右上)、發射天線(下圖)	2-3
圖 2.3 雷達平面位置與觀測範圍	2-4
圖 2.4 臺中港天線觀測的 I/Q 訊號序列圖	2-5
圖 2.5 週期震盪的雷達回波強度圖	2-5
圖 2.6 雷達都卜勒譜	2-6
圖 2.7 雷達都卜勒距離譜(I).....	2-6
圖 2.8 都卜勒距離譜(II).....	2-7
圖 2.9 都卜勒距離譜(III)	2-7
圖 2.10 都卜勒距離譜第一階峰	2-8
圖 2.11 臺中港海域內流場圖(方向解析度為 8°).....	2-9
圖 2.12 雷達權重與頻率正規化圖(Barrick, D.E.).....	2-10
圖 2.13 研究進行步驟	2-11
圖 2.14 國際電信聯盟統計高頻雷達分佈與資料共享站點	2-12
圖 2.15 海洋動態應用雷達(CODAR)分佈情形	2-13
圖 2.16 陣列雷達接收天線線陣列示意圖	2-14
圖 2.17 二雷達系統(CODAR 與 LERA)觀測範圍	2-15
圖 2.18 CODAR 系統與 LERA 系統都卜勒圖譜比較	2-16
圖 3.1 漢明窗	3-2
圖 3.2 短時頻譜加漢明窗處理的案例	3-2
圖 3.3 漢寧窗	3-3

圖 3.4 漢明窗與漢寧窗函數比較圖	3-4
圖 3.5 布萊克曼-哈里斯窗	3-5
圖 3.6 都卜勒能量譜第一階峰	3-6
圖 3.7 第一階極限法處理流程	3-6
圖 3.8 都卜勒距離譜(DR)預處理(前).....	3-7
圖 3.9 都卜勒距離譜(DR)預處理(後).....	3-7
圖 3.10 路徑三角不等式所構成的圓盤結構	3-8
圖 3.11 導入控制分水嶺分割方法	3-9
圖 3.12 取得第一階極限法輪廓	3-10
圖 3.13 濾除噪訊與保留 SNR 大於 SNR_min 輪廓	3-10
圖 3.14 隔離邊界與正規化圖譜重疊	3-11
圖 3.15 隔離邊界與都卜勒能譜套疊	3-11
圖 3.16 電線斷裂的維修情形	3-12
圖 3.17 預鑄 U 型溝斷面與尺寸圖	3-12
圖 3.18 溝蓋板斷面與尺寸圖	3-13
圖 3.19 解除門禁管制	3-13
圖 3.20 北防沙堤管溝開挖	3-14
圖 3.21 施工測量之丈量情形	3-14
圖 3.22 排水溝鋪設	3-14
圖 3.23 用電纜線鋪設與水電復舊	3-15
圖 3.24 臺中港南側觀測站現勘情況	3-16
圖 3.25 南側觀測站位置	3-16
圖 3.26 南北側觀測站位置及射線方向	3-17
圖 3.27 雷達鋸齒波訊號	3-19
圖 3.28 訊號調製流程	3-19
圖 3.29 雷達系統發射架構	3-20
圖 3.30 低噪訊號放大器	3-20
圖 3.31 雷達整合與設備架構示意圖	3-21

圖 3.32 觀測機房安裝示意圖	3-22
圖 3.33 雷達系統安裝規劃平面佈置圖	3-22
圖 3.34 雷達接收天線於南防波堤安裝示意圖	3-24
圖 4.1 英國雷達分析軟體(SeaView).....	4-1
圖 4.2 雷達觀測 108 年 1 月 25 日~108 年 1 月 30 日 H_s 比對	4-2
圖 4.3 雷達觀測 108 年 2 月 26 日~108 年 3 月 10 日 H_s 比對	4-3
圖 4.4 雷達觀測 108 年 3 月 23 日~108 年 4 月 22 日 H_s 比對	4-4
圖 4.5 雷達觀測 108 年 7 月 3 日~108 年 7 月 28 日 H_s 比對	4-4
圖 4.6 雷達波場 H_s 相關係數圖	4-5
圖 4.7 雷達觀測 108 年 1 月 25 日~108 年 1 月 30 日平均週期比對	4-6
圖 4.8 雷達觀測 108 年 2 月 26 日~108 年 3 月 10 日平均週期比對	4-7
圖 4.9 雷達觀測 108 年 3 月 23 日~108 年 4 月 22 日平均週期比對	4-8
圖 4.10 雷達觀測 108 年 7 月 3 日~108 年 7 月 28 日平均週期比對	4-9
圖 4.11 雷達波場平均週期相關係數圖(左圖為 T_{m01} ，右圖為 T_m).....	4-10
圖 4.12 雷達觀測 108 年 1 月 25 日~108 年 1 月 30 日尖峰週期比對	4-11
圖 4.13 雷達觀測 108 年 2 月 26 日~108 年 3 月 10 日尖峰週期比對	4-11
圖 4.14 雷達觀測 108 年 3 月 23 日~108 年 4 月 22 日尖峰週期比對	4-11
圖 4.15 雷達觀測 108 年 7 月 3 日~108 年 7 月 28 日尖峰週期比對	4-12
圖 4.16 雷達觀測 109 年 4 月 20 日~109 年 4 月 26 日有義波高比對	4-13
圖 4.17 雷達觀測 109 年 4 月 20 日~109 年 4 月 26 日平均週期比對	4-13
圖 4.18 雷達觀測 109 年 4 月 20 日~109 年 4 月 26 日尖峰週期比對	4-14
圖 4.19 雷達觀測 109 年 5 月 20 日~109 年 6 月 29 日有義波高比對	4-14
圖 4.20 雷達觀測 109 年 5 月 20 日~109 年 6 月 29 日平均週期比對	4-15
圖 4.21 雷達觀測 109 年 5 月 20 日~109 年 6 月 29 日尖峰週期比對	4-15
圖 4.22 雷達觀測 109 年 4 月 20 日~109 年 6 月 29 日有義波高比對	4-16
圖 4.23 雷達觀測 109 年 4 月 20 日~109 年 6 月 29 日平均週期比對	4-16
圖 4.24 雷達觀測 109 年 4 月 20 日~109 年 6 月 29 日尖峰週期比對	4-16
圖 4.25 鸚鵡颱風路徑圖	4-17

圖 4.26 整合性監控平台	4-18
圖 4.27 雷達運作處理之都卜勒頻譜	4-19
圖 4.28 可視化介面檢索資料類型(5 大類資訊圖).....	4-20
圖 4.29 可視化介面架構	4-21
圖 4.30 有義波高(H_s)風速估算與實際風速量測之散佈情形	4-22
圖 4.31 方向不確定性消除圖 Huang et al.(2004)	4-23
圖 4.32 方向因子模型圖	4-23
圖 4.33 雷達觀測 108 年 2 月 26 日~108 年 3 月 10 日估計 U_{10} 比對	4-24
圖 4.34 雷達觀測 108 年 3 月 23 日~108 年 4 月 17 日估計 U_{10} 比對	4-24
圖 4.35 雷達觀測 108 年 7 月 3 日~108 年 8 月 12 日估計 U_{10} 比對	4-25
圖 4.36 雷達觀測 108 年 1 月 24 日~108 年 1 月 30 日風向比對	4-26
圖 4.37 雷達觀測 108 年 2 月 26 日~108 年 3 月 10 日風向比對	4-26

表 目 錄

表 1-1 海洋雷達座標位置	1-4
表 2-1 臺中港線性陣列雷達基本資料	2-4
表 2-2 下龜殼站(TUTL)雷達基本資料.....	2-15
表 2-3 本研究北側雷達站與下龜殼站雷達站基本資料比較	2-16
表 3-1 南站雷達設備系統規格說明	3-17
表 3-2 南側觀測站預估工作表	3-23
表 4-1 雷達觀測 108 年 1 月 25 日~108 年 1 月 30 日的序位比較	4-2
表 4-2 雷達觀測 108 年 2 月 26 日~108 年 3 月 10 日的序位比較	4-3
表 4-3 雷達觀測 108 年 3 月 23 日~108 年 4 月 22 日的序位比較	4-3
表 4-4 雷達觀測 108 年 7 月 3 日~108 年 7 月 28 日的序位比較	4-4
表 4-5 雷達觀測 108 年 1 月 25 日~108 年 1 月 30 日的序位比較	4-6
表 4-6 雷達觀測 108 年 2 月 26 日~108 年 3 月 10 日的序位比較	4-7
表 4-7 雷達觀測 108 年 3 月 23 日~108 年 4 月 22 日的序位比較	4-8
表 4-8 雷達觀測 108 年 7 月 3 日~108 年 7 月 28 日的序位比較	4-9
表 4-9 雷達觀測於 5 月份散點因子與平均誤差百分比	4-18

第一章 緒論

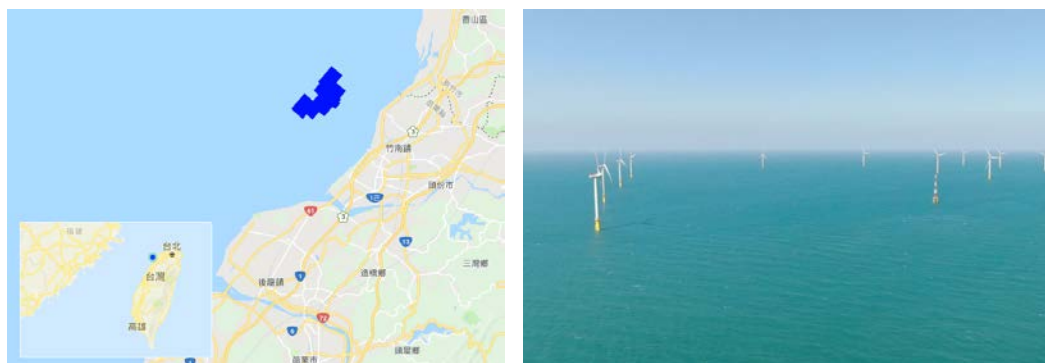
1.1 計畫背景

雷達自發明以來，便廣泛應用於無線電探測、軍事定位與氣象觀測等用途，隨著微電子技術發展成熟，雷達應用不斷精進，加上遙測技術亦不斷提升，各式雷達相繼問世，並普遍應用於包括波浪、海流、風等海氣象觀測。

為因應國家能源政策轉型，行政院 101 年 2 月推動執行「千架海陸風力機」計畫，未來國家能源發展之重點策略，基於交通部掌管陸海空交通安全及維持航行安全之必要，需配合離岸風電政策發展，爰在臺中港北淤沙區建置海洋雷達與投入技術研究，調查臺中港區鄰近周邊海域海氣象，所觀測之海氣象資料訊息，可做為船舶進出港區以及船難救災協助之參考。交通部運輸研究所港灣技術研究中心(下稱：本所港研中心)奉行政院核定執行「離岸風電海下工程技術研發計畫(下稱：離岸風電計畫)」四年期計畫，計畫期程自 106 年起至 109 年止，離岸風電計畫第二年已於臺中港北淤沙區完成高頻單陣列雷達觀測系統建置，雷達站迄今已運作 2 年，是全臺灣目前唯一運行中的陣列雷達系統，本所港研中心發展雷達遙測技術，依據美國 Barrick, D.E.在國家海洋暨大氣總署(NOAA)研究期間發表之技術基礎，研發本土化雷達處理技術，利用變頻雷達波與海浪發生共振訊號的特性，間接量測出波高、波浪週期與徑向流速，經比對於臺中港北堤外海底碇式水下觀測儀器的波浪與海流觀測結果，時序列漲落趨勢與觀測趨勢具有一致性的結果。

依據經濟部能源局能源統計月報，臺灣風力發電設置現況，截至 109 年 08 月 26 日已經完成福爾摩沙 1 號(海洋風電場)開發，如圖 1.1，總裝置容量為 128MW(2 支 4MW，20 支 6MW)於 108 年 10 月 9 日完工，目前已持續商轉。福爾摩沙 1 號風場地點，位於「苗栗縣竹南鎮」外海，距離海岸最近 2 公里，最遠 6 公里，水深約 15~30 公尺，開發

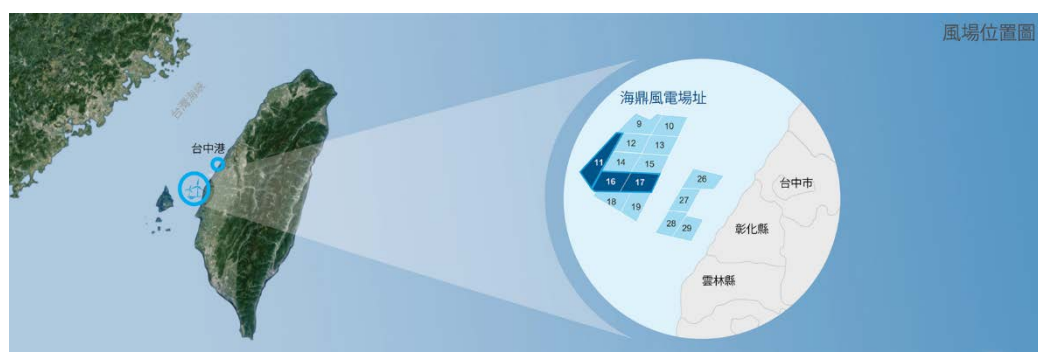
面積 10.27 平方公里，是臺灣示範風場位置，亦是臺灣離岸風電史重要的里程碑。



資料來源：上緯投控開發 FOWI

圖 1.1 海洋風電場開發(福爾摩沙 1 號)

後續上緯新能源福爾摩沙 2 號（海能離岸風力發電場）位於苗栗，總裝置容量 376MW(預計 47 支 8MW)目前正在建置水下基礎，尚未有任何今年度會完工的消息，預計於 110 年完工。福爾摩沙 3 號（海鼎離岸風力發電場），總裝置容量 2GW，目前通過環評並準備第 3 階段區塊電網容量申請，尚未獲分配的裝置容量，故仍無任何動工消息，但預計 114 年後營運。福爾摩沙 4 號（海鼎離岸風力發電場），圖 1.2，苗栗外海開發總裝置容量 4.4GW，上緯新能源 109 年 9 月 22 日已送交環保署申請環境影響評估。



資料來源：科技新報 109/9/24

圖 1.2 海鼎離岸風力發電場(福爾摩沙 4 號)

台灣電力公司(以下簡稱台電)今(109)年離岸風電開發現況，第一期離岸風場於 5 月海上動工，彰化芳苑外海 7.2~8.7 公里處，總裝置容

量 109.2MW(預計 21 支，每支 5.2MW)，海域工程已於今年 3 月開工，目前正辦理基樁、套筒桁架施工，預估今年完成第一支風機安裝。允能風力發電廠位於雲林，距海岸約 8~17 公里，水深 7 至 35 米，總裝置容量 640MW (預計 80 支 8MW)，總開發面積為 82 平方公里，第一座風機預計於今(109)年第四季度開始發電，計畫預計於 110 年 12 月完工。

在過去的 40 年中高頻雷達技術已被廣泛應用於沿海科學和工程界，用於海洋安全、沿海地區管理、漏油偵測、海嘯預警與海洋可再生能源開發等，現階段已經可以靈活安裝與進行系統調整，因此，應用日益廣泛，就本研究而言對海洋安全已有初步掌握，所得觀測資料亦可回饋臺中港務分公司未來擴港需求之設計規劃使用，如圖 1.3 本所港研中心港環資訊服務，另外交通部願景建構安全交通環境，本研究將探討臺中港港區與鄰近周邊海域的海象變化，作為船隻進出港口船舶航行安全相關資訊使用。



圖 1.3 本所港研中心港灣環境資訊服務

1.2 計畫範圍與對象

本研究引進美國夏威夷大學的雷達系統，該系統係由夏威夷大學無線電海洋學實驗室(radlab)開發的雷達，提供通用相控陣高頻都卜勒雷達建構服務，依照無線電波頻率能夠將數公里遠的海流與波浪性質

傳遞回來，目前與美國夏威夷合作的國家有義大利(2002年至2004年)、菲律賓(2008年至今)、臺灣(2018年至今)、墨西哥(2005年至今)，臺中港線性陣列雷達海洋現況，如圖 1.4。



圖 1.4 臺中港線性陣列雷達海洋

本所港研中心建置的陣列雷達以臺中港為對象，確切而言係以離岸風電基地母港臺中港及鄰近周邊海域之海象觀測為主，計畫研究範圍為 40 公里 120 度範圍之扇形區域，涵蓋臺中港船舶進出口，如圖 1.5，故雷達佈設於臺中港北淤沙區，該區屬於港埠低密度開發區域，雷達主要發射裝置及處理系統設置於機房(座標：東經 120°31'25.82"，北緯 24°18' 39.28")，收發射天線(座標：東經 120°31'22.66"，北緯 24°18'33.95")，如表 1-1，佈設於現地擋沙牆上，所發展海洋雷達遙測技術與海氣象觀測成果，可做為航港單位及臺中港務分公司航行管理與港灣發展之參考，或與氣象局及其他研究單位交流合作。

表 1-1 海洋雷達座標位置

點位	地點名稱	經度(°E)			緯度(°N)		
		度	分	秒	度	分	秒
1	機房	120	31	25.82	24	18	39.28
2	天線	120	31	22.66	24	18	33.95

註：本雷達站可視距離約為 40 公里，可視幅度以發射天線向外海為中心線左右各 60 度之夾角面(即 120 度扇形範圍內)

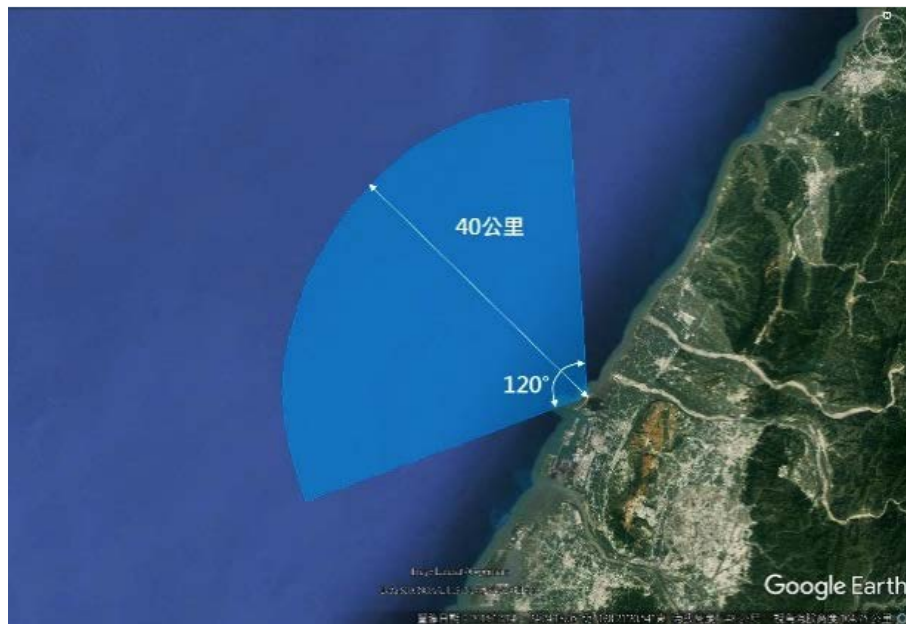


圖 1.5 計畫範圍示意圖

1.3 研究目的與工作項目

本研究目的延續 108 年研究成果，發展雷達遙測技術，改善網路與電力系統，提高資料蒐集率，優化訊號分析，提高訊號處理效能，並探討風場觀測的可行性，研究項目如下：

- (一)文獻回顧海洋雷達應用在風、波浪與流場分析之研究成果。
- (二)辦理雷達站電力改善定期護工作。
- (三)進行各季節海氣象觀測特性分析。
- (四)精進雷達分析技術，改善海氣象觀測資料之精確度。
- (五)研究雷達分析技術應用於風場觀測的可行性。

1.4 研究架構

本研究第一章緒論先就研究背景回顧，將本所港研中心海氣象調查背景與離岸風電發展現況進行概述、再闡述研究範圍、研究目的與研究方法，第二章講述本研究方法與雷達比較探討，說明雷達觀測原理與

電磁理論，概述本研究雷達站基本資料，研究步驟與全向性與指向性雷達分析比較。第三章探討本研究雷達操作與軟硬體精進措施，軟體層面精進包含：訊號處理與窗函數選擇以及本研究重點的第一階極限法(FOL)，導入控制分水嶺分割方法與圖像處理技術改善觀測品質，硬體措施辦理電力系統改善與規劃臺中港雷達南站設置計畫等要點說明，第四章探討雷達精進後之觀測成果比較探討，概述本研究的雷達整合平台與即時可視化介面，以及本研究另一個研究重點，進行風場觀測的可行性評估，最後於第五章提出本研究的結論與建議。

1.5 預期成果

波浪與海流一直以來是航運、港務、海事工程所重視的重要參數，本研究主要以基地母港與鄰近海域之海象調查為目標，發展雷達遙測，利用線性陣列雷達來分析與探討臺中港鄰近海域之海氣象特性，可針對目標海域之波浪、海流、風等海氣象資料進行長期的資料蒐集、分析與建檔，對於設計波浪的推算作為制定港灣規劃之標準，或者為確認港內振盪的原因改善港區靜穩度，增加船隻安全可靠泊的空間，亦或者面對災害發生時，能適時提供處置對策或預防措施將對相關單位有所幫助。本研究成果預期改善雷達觀測系統，穩定網路環境與電力系統，優化雷達遙測分析技術，提高觀測的準確性，辦理年度觀測工作，並更新海氣象觀測資料庫，發展海洋雷達遙測與超視距海象觀測，改善時域調查之限制。海象觀測研究成果，可提供比 108 年演算相關性更好的海象資料(徑向)予交通部航港局及臺中港務分公司，做為管理船舶進出臺中基地港參考，以及本所辦理後續相關研究探討使用、提供制定港灣規劃之標準，或面對災害發生時能適時提供處置對策及預防措施，本研究經驗亦可提供海洋委員會國家海洋研究院、國家實驗研究院台灣海洋科技研究中心等相關單位於海氣象觀測與航安分析技術參考應用。

第二章 研究方法與雷達比較探討

本研究雷達特性可在海水與大氣介面間進行傳遞，該介面能量衰減率甚小，可沿著海水表面隨著彎曲的地球表面傳播電磁波，藉此可獲取數平方公里海面的海洋狀態參數分布，探測各項海洋動力學參數，包括：海面風速、波高、流速等。本章節將就雷達海象觀測原理討論，說明研究步驟及指向性雷達與全向性差雷達的差別比較，除此之外討論往昔研究與彼此間關聯。

2.1 雷達海象觀測原理

本研究所採用雷達系統為線性陣列高頻雷達(Linear Phased Array High Frequency Radar)，其陣列之意係指雷達天線排列方式，一般常見的陣列包含：線陣列與方陣列，二者都是常見的陣列型式，高頻之意係指雷達波發射時的頻率，簡要分類包含：高頻(HF)、甚高頻(VHF)、超高頻(UHF)、微波(Micro wave)與毫米波(Millimeter wave)等，如圖 2.1 所示，不同的頻率引致不同物體將產生反射現象，就像各種顏色的物體經由可見光照射時，反射物體無法吸收波長的光線，再由人類眼睛接收所見，本研究以高頻雷達進行觀測，與物體反射可見光模式類似，當雷達波正好為波浪波長的 2 倍時，雷達回波將攜回海面的共振訊號，因此，可以利用此特性與演算法，求解海面之海氣象特性。

依據美國 Barrick, D.E.於國家海洋暨大氣總署(NOAA)研究期間發表之技術基礎，發展布拉格散射機制的公式與分析或半經驗方法，該方法不僅同時適用於單基或雙基雷達站情況，成功測量海流、風場及表面波，在 Barrick 研究中表面波理論是基於非線性流體動力和水波電磁方程的攝動理論展開而發展。該文獻已提出許多理論，描述 HF 雷達散射回波的特徵，比如海面雷達回波的都卜勒頻譜 Barrick, D.E. (1972b, 1971b)提出第一階與第二階的理論，透過計算背景雜訊時，將使用背景散射定律(Background scatter theory)，雷達散射面積(rad/s)等於每單位頻寬分之海表面平均雷達橫截面積，該理論於參數上具有限的收斂半徑，

當雷達空間波數與表面振幅的乘積等於 1 時，該理論將失去效用，基此，存在飽和極限，高頻雷達可獲得最大 H_s (有義波高)，有義波高受到 2 倍雷達空間波數倒數的限制，因此，在極端情況下，當波高大於飽和值時，雷達量測有義波高的結果將被低估，原則上計算背景雜訊並加以濾除，後續應用布拉格能量大於平均能量，以確認都卜勒頻譜的平均能量與布拉格波範圍，最後利用第一階與第二階的邊界條件與權重方程式，在第二階訊噪比要大於 3dB 的情況下，再利用 Barrick, D.E. (1977) 所提出的權重係數，估計波高與估計的平均週期。定位入射角(Direction of arrival)，理論上接收天線量測的雷達回波來自四面八方，所接收到的訊號，包含海面初級回波與陸地結構及地表起伏的多重反射，因此，僅藉由單一天線並無法分析出訊號來源的實際方向，但如接收天線排列成線陣列的型式，就能透過海面回波訊號抵達各接收天線的不同時間，分析彼此訊號間的相位差。波束成形(Beam forming)演算技術便是利用蒐集各接收天線所的回波訊號與相位差關係，解算來自不同方向之訊號成分，配合數學三角函數關係與計算相位差資訊，反算出訊號的方向資訊，藉以達成辨識方位特徵的目的。

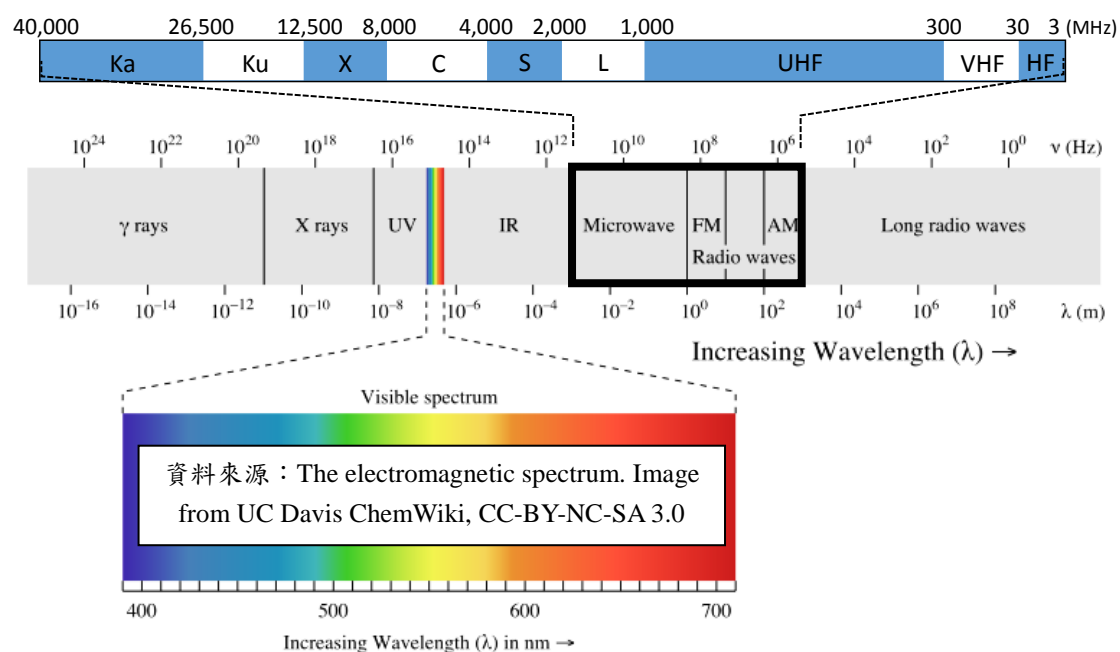


圖 2.1 訊號分類圖

根據漢堡大學海洋研究所於 2000 年高頻雷達物理局限性與現況發展研究，觀測距離取決於雷達發射頻率影響，且雷達地波隨距離伴隨高度衰減，故海流與波浪觀測信號要求不同，總括而言，頻率越低觀測範圍越遠，如發射頻率 6.75MHz~55MHz 間，觀測距離為 200km~15km；另外空間解析度現況，頻寬範圍決定空間解析度，如頻寬 20KHz~600KHz 間，空間解析度為 7.5km~250m。

2.2 臺中港線性陣列雷達

本研究雷達採用美國夏威夷大學研製的 LERA(Least-Expensive Radar, 簡稱 LERA)系統，設置地點位於臺中港北淤沙區，該區屬於港埠低密度開發區域，外觀設備有雷達機房、天線模組設於 6m 高擋沙牆頂部，具有發射天線 4 支與接收天線 16 支，如圖 2.2 所示。



圖 2.2 雷達外觀 機房(左上)、接收天線(右上)、發射天線(下圖)

臺中港線性陣列雷達所設定線性調頻發射週期為 0.2166 秒，最小線性調頻取樣數量 8,192 筆，觀測時距為 29.12mins (約為 30min 每筆)，每小時可發布 2 筆觀測資料，觀測範圍呈現扇形 120°，最遠觀測距離可達 40km，方向解析度為 8°，空間解析度為 500m，有關臺中港線性陣列雷達基本資料參考，如表 2.1 所示，雷達平面位置與觀測範圍，如圖 2.3 所示。

表 2-1 臺中港線性陣列雷達基本資料

雷達參數	參數值	單位
觀測時距	30	min
雷達頻率	27.75	MHz
頻寬	300	KHz
發射天線數量	4	支
接收天線數量	16	支
方位角	296	度
觀測距離	40	KM
空間解析度	500	m
方位解析度	8	度
線性調頻發射週期	0.2166	sec
A/DC 取樣頻率	740	Hz
線性調頻取樣數量	1,280	個
小線性調頻數量	8,192	個



圖 2.3 雷達平面位置與觀測範圍

2.3 雷達電磁理論

本研究將雷達原始資料紀錄成複數形式之 I/Q 資料。I/Q 資料是 RF 通訊系統中常見的調變型態，適合作為頻率調製、混頻與解碼，回波強度與相位等訊息可以透過 I/Q 函數來求得，I 表示電磁場的實部，Q 表示電磁場的虛部，如圖 2.4 所示。

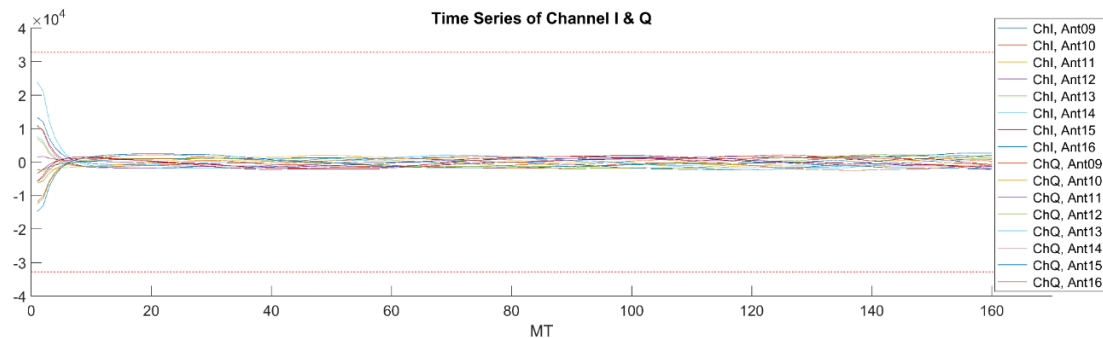


圖 2.4 臺中港天線觀測的 I/Q 訊號序列圖

每個啁啾(Chirp)訊號時間長 0.2166 秒，經過 A/DC 以 740Hz 頻率取樣，可以取出 160 個時序離散樣本，經過傅立葉轉換後可以由傅立葉係數計算相應距離元的振幅與相位，資料處理後將 8,192 個啁啾合併，可以得到受波浪影響造成 I/Q 隨時間週期震盪的雷達回波強度圖，如圖 2.5 所示。

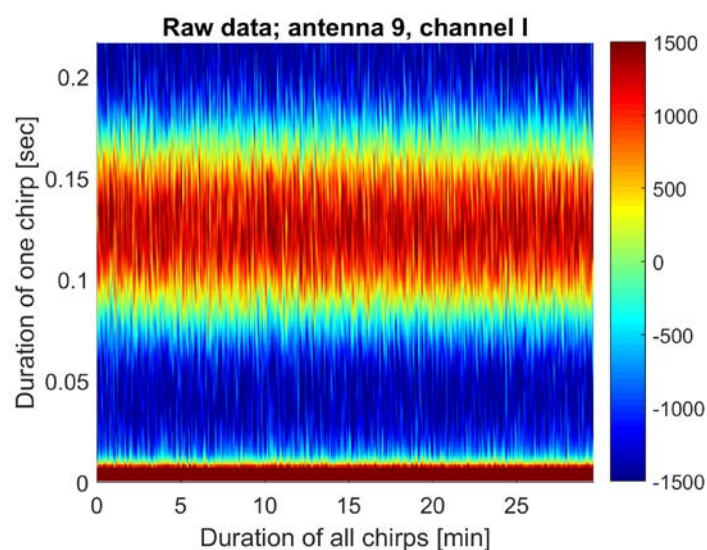


圖 2.5 週期震盪的雷達回波強度圖

圖 2.5 縱軸經傅立葉轉換，原縱軸時間將轉換為頻率，由頻率值可運算回推各距離元位置，縱軸值可轉換為距離，得出都卜勒譜(此時橫軸仍為時間)，如圖 2.6 所示，該譜表示各個不同都卜勒頻偏下的回波強度。

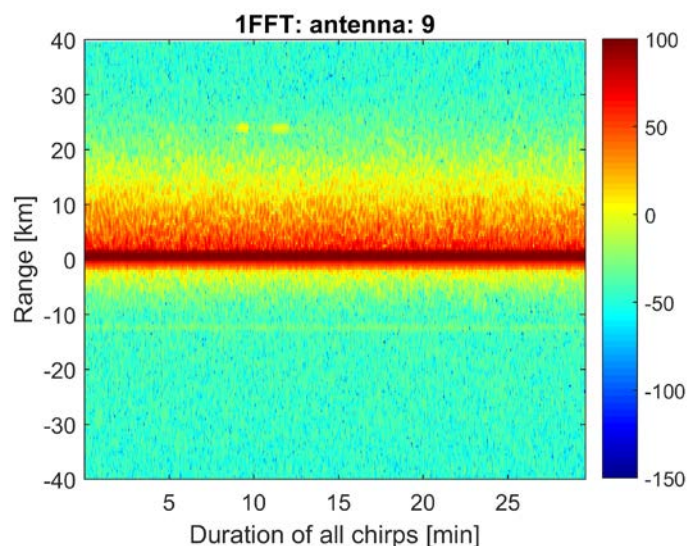


圖 2.6 雷達都卜勒譜

圖 2.6 橫軸經傅立葉轉換，原橫軸的時間將轉換為頻率，縱軸的距離值保持不變，即可繪製雷達觀測中，最主要的都卜勒距離譜圖(I)，如圖 2.7 所示。

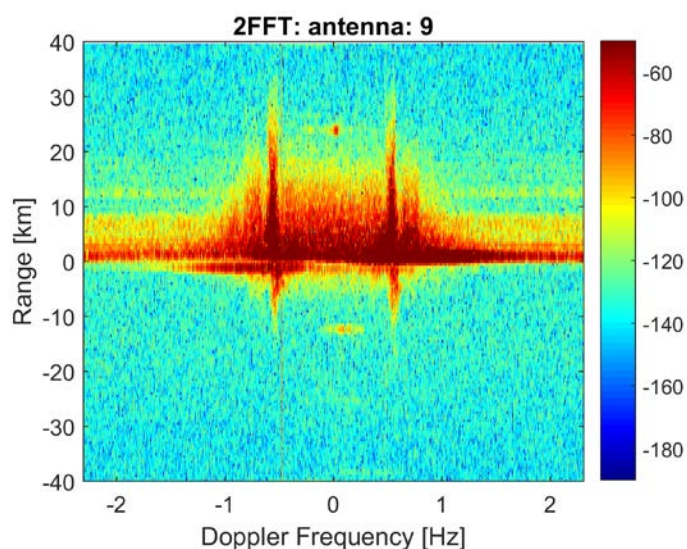


圖 2.7 雷達都卜勒距離譜(I)

但由於本研究採用之線性陣列雷達為指向性雷達，圖 2.7 之都卜勒距離譜(I)距離為負數的部份，表示訊號在天線的後方，因此，不具有物理的意義，將予以剔除，如圖 2.8 為都卜勒距離譜(II)，同方位 16 組不同天線的都卜勒距離譜(III)，如圖 2.9 所示。

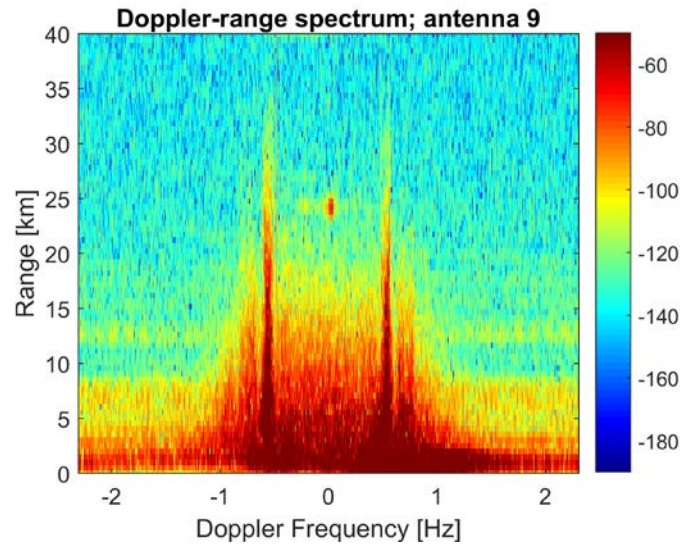


圖 2.8 都卜勒距離譜(II)

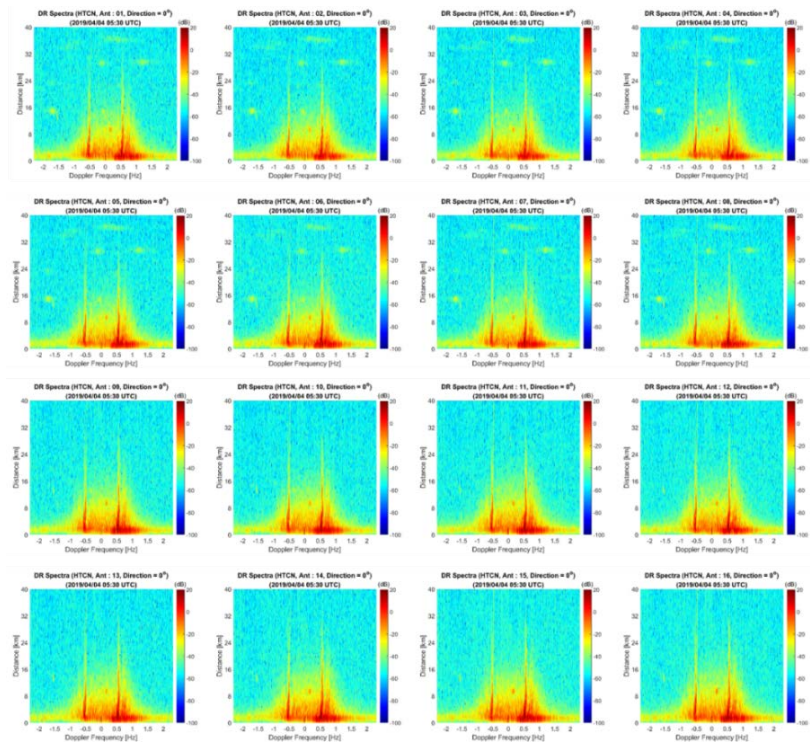


圖 2.9 都卜勒距離譜(III)

2.3.1 徑向流流速(V)

海面雷達回波的共振訊號於都卜勒距離譜發生頻率位移的效應，簡稱為頻偏，因布拉格共振波所造成的連續性頻移，此現象全都紀錄在都卜勒距離譜。由於都卜勒距離譜為三維圖譜，此處取出正規化頻率與強度關係譜，如圖 2.10 所示，再以都卜勒距離譜第一階峰頻偏值 $\Delta f_{current}$ ，配合海面波浪波長(λ_{rwave})等於雷達波長(λ_{radar})的二分之一，如公式(2.1)，與電磁波速度公式結合運算，計算可得出海面徑向流速度 $V_{radar\ current}$ ，表示為公式(2.2)所示。

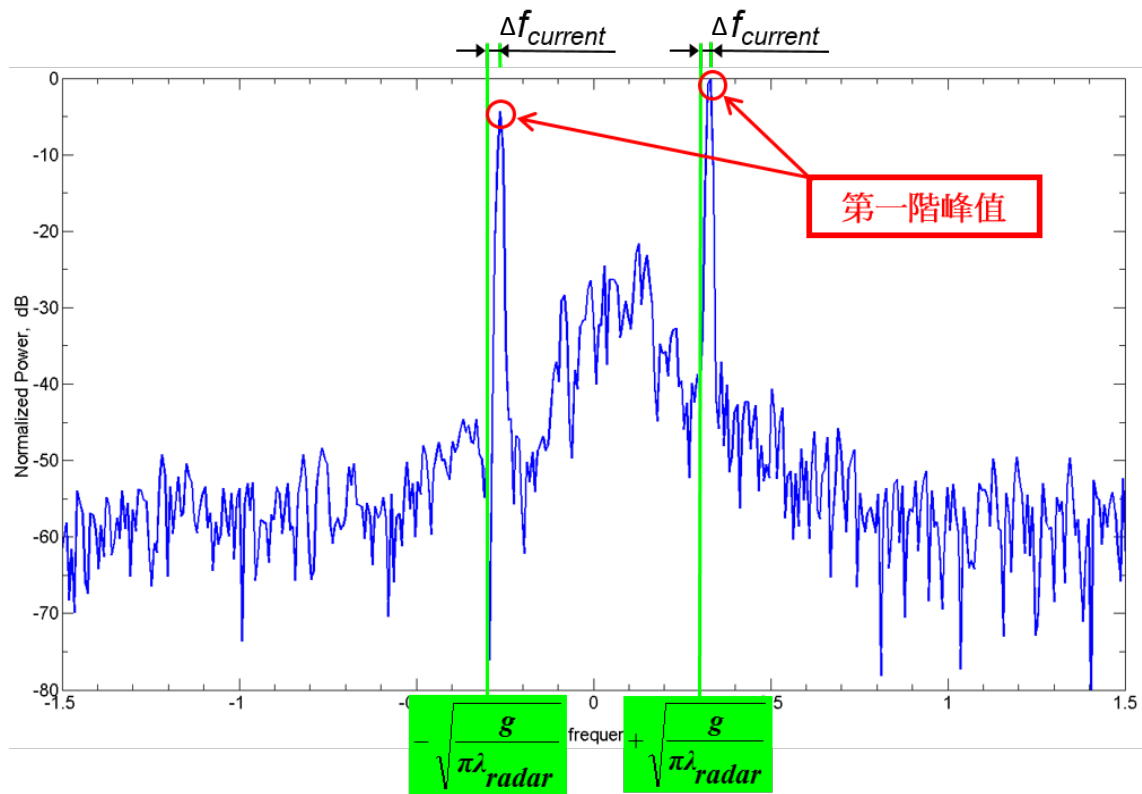


圖 2.10 都卜勒距離譜第一階峰

$$\lambda_{wave} = \frac{\lambda_{radar}}{2} \dots \dots \dots (2.1)$$

$$V_{radar\ current} = \Delta f_{current} \frac{\lambda_{radar}}{2} \dots \dots \dots (2.2)$$

再利用高頻雷達蒐集都卜勒距離譜的距離關係，可以分析出雷達每個距離元(element of range)位置的徑向流流速，整個海域依序求解各

距離元的徑向速度，並標示在雷達範圍圖內，即可求出臺中港海域內流場圖，如圖 2.11 所示。

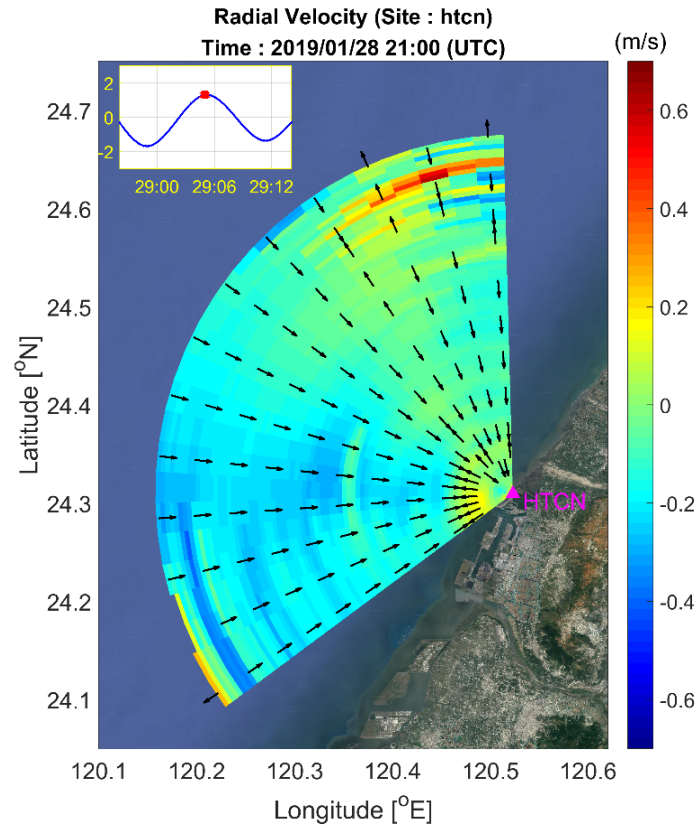


圖 2.11 臺中港海域內流場圖(方向解析度為 8°)

2.3.2 海浪波高(H)與週期(T)

Barrick, D.E. (1972b, 1971b)提出許多海面雷達回波的都卜勒頻譜之第一階與第二階的理論，如公式(2.3)、與公式(2.4)，計算背景雜訊的時候將使用背景散射定律(Background scatter theory)，雷達散射面積(rad/s)等於每單位頻寬分之海表面平均雷達橫截面積，原則上計算背景雜訊並加以濾除，後續應用布拉格能量大於平均能量，以確認都卜勒頻譜的平均能量與布拉格波範圍。依據 Barrick, D.E.的解釋，第一階峰總能量定義為都卜勒頻譜中兩個第一階峰的總能量，第二階總能量是加權的第二階能量的積分，最後使用 Barrick, D.E.建議的第一階與第二階的邊界條件與權重方程式，在第二階訊噪比要大於 3dB 的情況下，再

利用 Barrick, D.E. (1977)所提出公式(2.5)、與公式(2.6)與權重係數，雷達權重與頻率正規化，如圖 2.12 所示，求出估計波高與估計的平均週期，其中參數 K_0 雷達波的波數、 $w(\nu)$ 雷達波於電磁和流體動力的散射效應總耦合情況下的權重係數、 ω 海面波浪的週波率、 ω_B 雷達布拉格週波率、 T_m 平均週期、 σ^1 第一階都卜勒譜、 σ^2 第二階都卜勒譜。

◆ 第一階都卜勒頻譜 $\sigma^{(1)}$ ：

$$\sigma^{(1)}(\omega) = 2^6 \pi k_0^4 \sum_{m=\pm 1} S(-2mk_0) \delta(\omega - m\omega_B) \dots \dots \dots (2.3)$$

◆ 第二階都卜勒頻譜 $\sigma^{(2)}$ ：

$$\sigma^{(2)}(\omega) = 2^6 \pi k_0^4 \sum_{m_1, m_2=\pm 1} \iint_{-\infty}^{+\infty} |\Gamma|^2 S(m_1 k_1) S(m_2 k_2) \delta(\omega - m_1 \sqrt{gk_1} - m_2 \sqrt{gk_2}) dp dq \dots \dots \dots (2.4)$$

◆ Barrick, D.E. (1977)：

$$H_s = 4h_{rms} = 4 \times \left[\frac{2}{K_0^2} \frac{\int_{-\infty}^{\infty} \sigma^{(2)}(\omega) w^{-1}(\nu) d\omega}{\int_{-\infty}^{\infty} \sigma^{(1)}(\omega) d\omega} \right]^{1/2} \dots \dots \dots (2.5)$$

$$\frac{\omega_B T_m}{2\pi} = \frac{\int_{0.1}^{1.0} \sigma^{(2)}(\omega) w^{-1}(\nu) d\nu}{\int_{0.1}^{1.0} |\nu - 1| \sigma^{(2)}(\omega) w^{-1}(\nu) d\nu} \dots \dots \dots (2.6)$$

備註： $\left(\frac{k_0^2}{8}\right) w(\nu) = |\Gamma_T|^2$

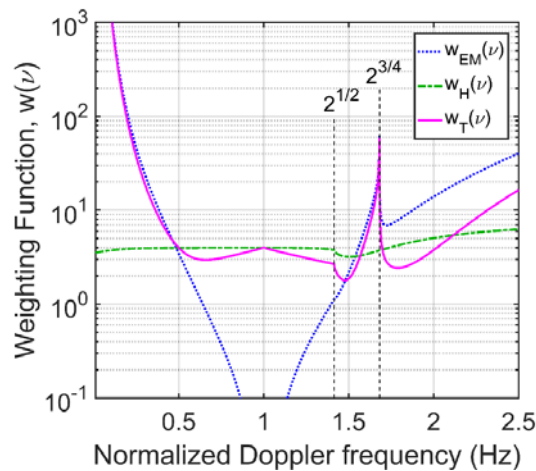


圖 2.12 雷達權重與頻率正規化圖(Barrick, D.E.)

總結來說 Barrick, D.E. (1972b, 1971b)提出的理論，如公式(2.3)與公式(2.4)的第一階與第二階公式，皆是利用電磁、流體動力和數學理論，以及雷達散射效應的半經驗公式處理電磁波訊號，其中數學上以狄拉克 δ 函數，在整個定義域上的積分等於 1 條件下，將除零以外的點轉化為零，故函數可以當作於原點處無限高，但總面積為 1 的尖峰，物理上完美描述理想化點電荷的密度，因此，狄拉克 δ 函數的常態分佈特別適用於處理雷達訊號，1977 年 Barrick, D.E.再提出均方根波高演算法，進行海浪波高計算。

2.3.3 研究進行步驟

本研究採用 4 支發射天線朝臺中港外海發射指向性訊號，16 支接收天線蒐集雷達回波資料，並進行 IQ 訊號分析與數據參數處理，透過縱軸與橫軸的傅立葉轉換，進一步分析都卜勒距離譜的成分譜，再利用都卜勒頻偏估算徑向流速度，計算流程如圖 2.13 所示。

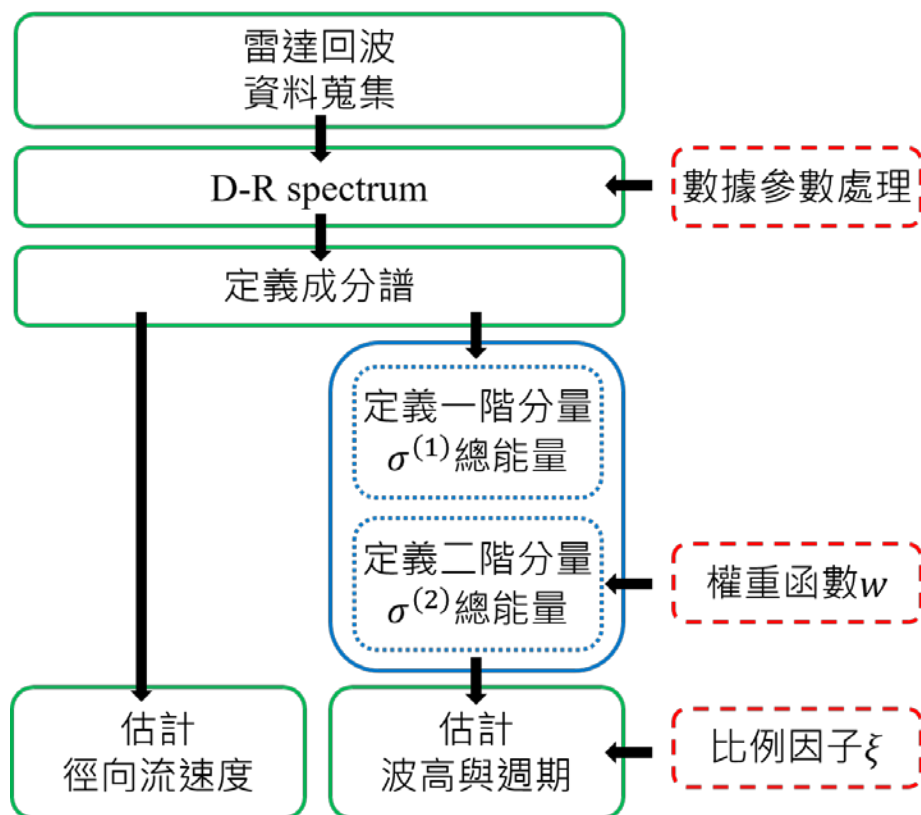


圖 2.13 研究進行步驟

另外由都卜勒距離譜的成分譜中，計算電磁理論的第一階分量的總能量與第二階分量的總能量，配合權重函數、比例因子與均方根波高演算法，估算波浪波高與週期。

2.4 全向性雷達與指向性雷達分析比較

根據全球高頻雷達網站(The Global High Frequency Radar Network) 2019 年 5 月 14 日所刊登科學技術報告(Technology Report Article)，尖端的遙感技術正促進海洋監測模式轉變，國際電信聯盟 (ITU) 經統計區域內組織的高頻雷達(HFR)估計已超過 400 個雷達裝置分佈於全球，運行中的雷達設備估計近 150 個裝置，綠色站點顯示正通過全球網絡共享雷達數據的雷達站，大部分於加拿大、美國東岸、墨西哥與歐洲地區，紅色站點則表示當前尚未共享雷達數據的雷達站，大部分位於東亞地區與印度地區，因此，國際上利用高頻雷達進行作業化海氣象觀測，已是十分普及，如圖 2.14 所示。

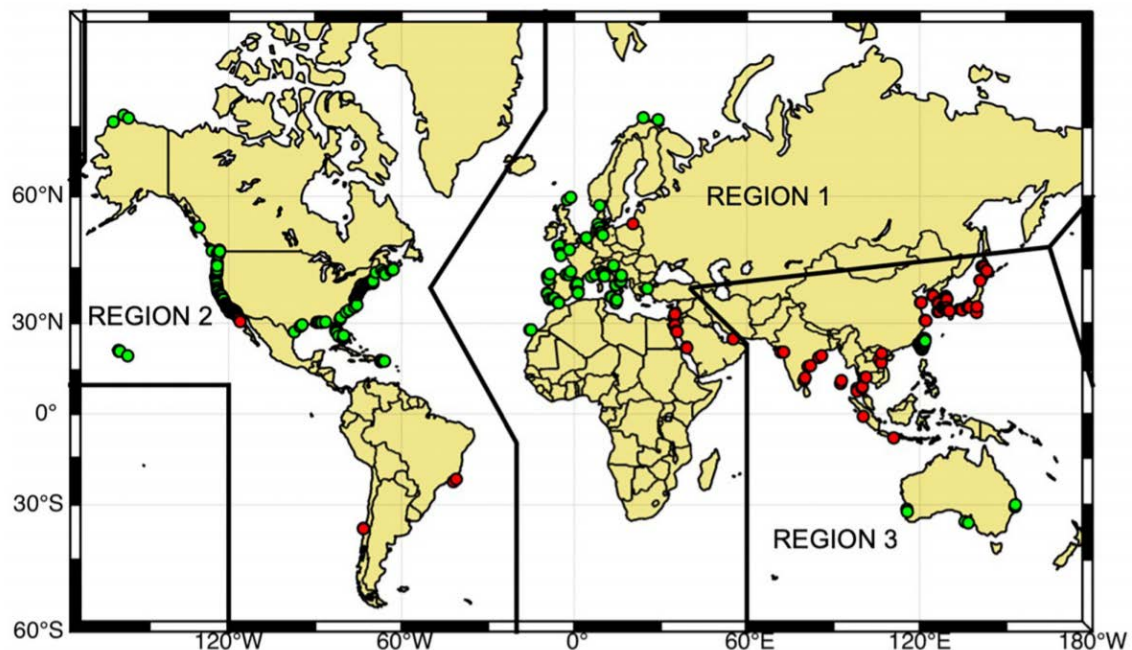


圖 2.14 國際電信聯盟統計高頻雷達分佈與資料共享站點

通常沿海高頻雷達的無線電頻帶約落在 3~50 MHz 中運行(屬於 HF 和 UHF 無線電波)，當系統發射和接收耦合海面的地波，每小時可

獲取 1~2 次徑向流。由於在 HF 雷達有很長的無線電波長(約 10m~100m)，方位角的確定與使用高頻雷達種類有關，綜括分為兩組方法，一組是方向搜索(Direction-finding)及另一組為種波束形成 (Beam-forming) 或稱為相控陣。

2.4.1 全向性雷達

全向性雷達又稱測向雷達，比較有名的是美國沿海海洋動態應用雷達 (CODAR) SeaSonde (Barrick 和 Lipa, 1985) 其應用分佈情形，如圖 2.15 所示，利用 3 組共位天線，同步接收四周圍的回波能量，並自一組天線中求取出都卜勒自譜(Self spectra)與 2 組天線之交錯譜 (Cross spectra)，再以方向分辨技術為 MUSIC (Multiple Signal Classification)演算法計算方位。

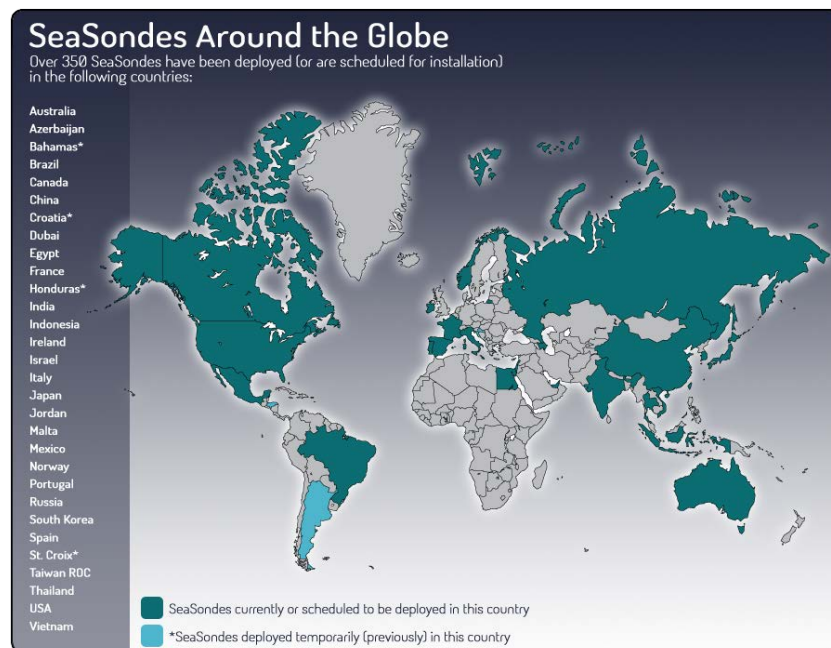


圖 2.15 海洋動態應用雷達(CODAR)分佈情形

2.4.2 指向性雷達

指向性波束成形雷達通過天線陣列調整接收信號的幅度和相位確定方位 (de Paolo 與 Terrill, 2007)，陣列雷達包括：海面海流雷達

(OSCR)、Pisces HF radar (Wyatt 等人, 2006), WERA (Helzel 等人, 2007) 和 LERA (Flament 等人, 2016) 其佈置示意, 如圖 2.16 所示。



圖 2.16 指向性陣列雷達接收天線陣列示意圖

2.4.3 雷達分析比較

由前小節已充分了解全向性雷達與指向性雷達型式的差別, 也就是不同機構使用的方法及運算原理不同, 因此, 後續演算方法便有所差異。本研究經分析國家實驗研究院海洋科學研究中心(下稱: TORI)下龜殼站資料, 選擇 CORDA(全向性)與 LERA(指向性)同時運行時間作為比較, 比較 109 年 1 月 27 日與 109 年 1 月 29 日二日的觀測資料, 藉以探討 CORDA 系統全向性觀測與 LERA 指向性觀測的差別, 如圖 2.17 所示, 紅色三角形與藍色三角形分別表示兩個高頻雷達系統的位置, 其中紅色雷達站是 CODAR(下龜殼站: TUTL, 中心頻率: 4.58 MHz), 下龜殼站(TUTL)雷達基本資料, 如表 2-2 所示, 而藍色雷達站是本所港研中心建置的 LERA 臺中港單基式陣列雷達(北站: HTCEN), 本研究北側雷達站與下龜殼站雷達站基本資料比較, 如表 2-3 所示, 圖 2.17 黃色區域為 CODAR 範圍, 黑點和數字#為臺中港綠燈風速儀的位置和名稱, 紫紅色三角形為本所港研中心設置於港口外底碇式波流儀 AWAC, 綜上所述選定 AWAC 方位, 且雷達回波半徑為 16.7km 處進行比較分

析；如圖 2.18 比較結果所示，該 2 雷達站觀測之示性波高 0.83m 與示性波高 1.97m 情況，該都卜勒普雖圖譜形狀存些許差異，但具起伏趨勢有一致性的結果，符合理論上的期望，第二個結果發現 LERA 都卜勒距離譜中，可輕易識別出第二階分量，但 CODAR 都卜勒距離譜中，難以發現第二階分量的蹤跡，也就解釋 CODAR 系統對於波浪高度測量難以量測的原因，除此之外，由於 CODAR 系統比 LERA 系統有著更顯著第一階分量，因此，能更精確的量測表面流速度。

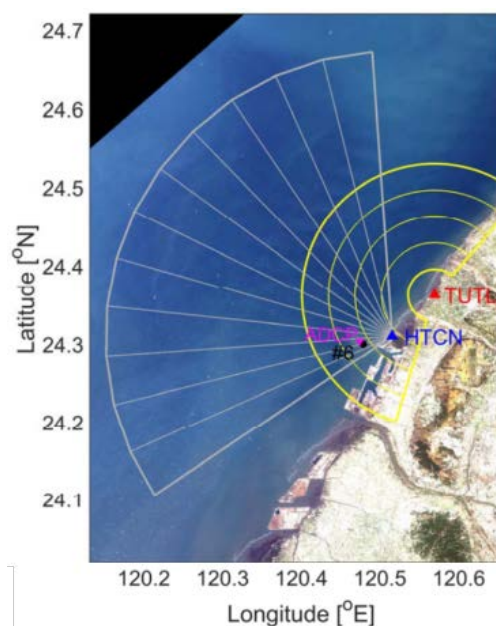


圖 2.17 二雷達系統(CODAR 與 LERA)觀測範圍

表 2-2 下龜殼站(TUTL)雷達基本資料

雷達參數	參數值	單位
觀測時距	30	min
雷達頻率	4.58	MHz
頻寬	40	KHz
方位角	197~41	度
觀測距離	150	KM
空間解析度	3.7	KM
方位解析度	5	度
傳輸功率	50	Watts
小線性調頻數量	1,280	個

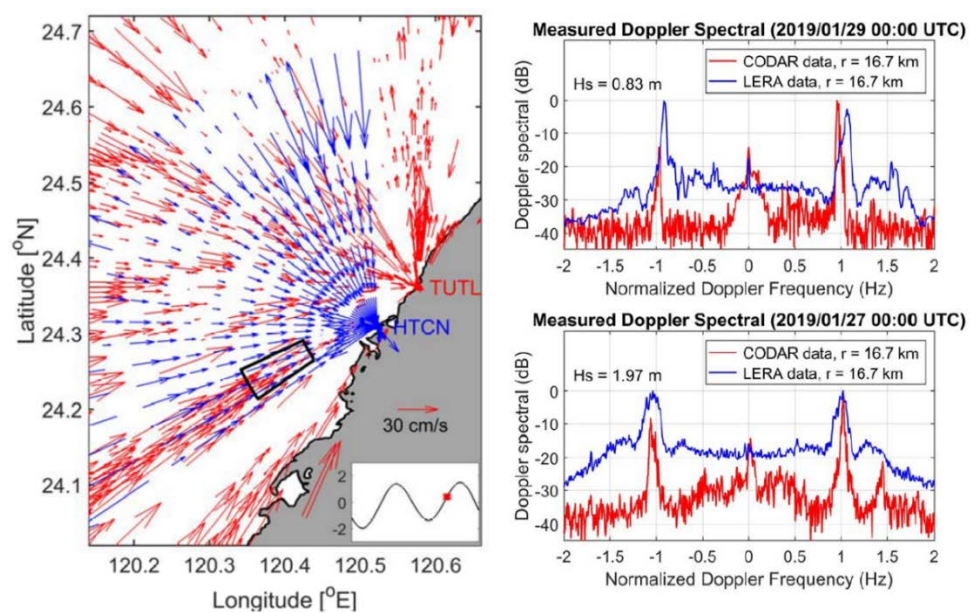


圖 2.18 CODAR 系統與 LERA 系統都卜勒圖譜比較

表 2-3 本研究北側雷達站與下龜殼站雷達站基本資料比較

	北側雷達站(HTCN)		下龜殼站(TUTL)	
雷達參數	參數值	單位	參數值	單位
觀測時距	30	min	30	min
雷達頻率	27.75	MHz	4.58	MHz
頻寬	300	KHz	40	KHz
方位角	296	度	197~41	度
觀測距離	40	KM	150	KM
空間解析度	500	m	3.7	KM
方位解析度	8	度	5	度
傳輸功率	10	Watts	50	Watts
小線性調頻數量	8,192	個	1,280	個

第三章 雷達操作與軟硬體精進

本章節延續前 2.3 節討論雷達電磁理論在軟硬體方面的精進作為，說明包括：訊號處理與窗函數的原理、導入 FOL 控制分水嶺方法、雷達電力系統改善與臺中港南側觀測站設置計畫等措施。

3.1 訊號處理與窗函數

處理紀錄的雷達訊號常見的工具為快速傅立葉轉換(Fast Fourier transform, 簡稱：FFT)，它是一種線性積分變換的方法，實務上應用於信號於時間域(time domain, 簡稱：時域)或空間域(space domain)的訊號處理，當時域與頻率域之間變換時，引致於物理與工程現象新的解釋觀點，而產生許多應用，例如：聲學、光學、熱力學、電磁學、海洋學與通訊等領域之探討，由於電磁波訊號受長距離傳輸、天候狀況、周邊的自旋體(比如風機、冷氣壓縮機風扇)影響，皆易使雷達的訊號品質降低，訊號品質可視訊號與雜訊功率比值(signal-to-noise ratio, 簡稱：SNR 值或 S/N 值)決定，SNR 值越大表示訊號品質越好，因此，總括來說如果在理想不受干擾環境中，理論上 FFT 可將複雜的週期函數轉變為一系列簡單的正弦與餘弦波的集合，得出清晰的頻譜與相位譜，並得以解算與分析海象觀測等問題，然而實際進行 FFT 訊號分析時，訊號的自然衰減與外在干擾，導致頻譜的關鍵特徵變得複雜且難以辨識，故通過訊號加窗的方法可增加信號的清晰度，並使圖譜更加平滑，根據訊號的不同，可以選擇不同類型的窗函數(window function)，爰此要理解窗函數對訊號頻率產生的影響，就需了解窗函數的特性。

3.1.1 漢明窗(Hamming window)

漢明窗又稱為升餘弦窗，由時域角度說明加窗原理，便是利用各種窗函數做為調製訊號的工具，換句話說是以來源訊號做為載波，並將其進行振幅調製，能消去高頻的干擾和圖譜的能量損失，增加主要訊號的幅寬，減少最近的次要訊號，使訊號平滑化，增加特徵可辨識程度，適

用於對主要頻率精度要求較高情況，建議選擇漢明窗做為平滑窗，如圖 3.1 所示。舉一個短時傅立葉轉換(STFT)的短時頻譜案例，在未進行加窗函數處理的圖譜，訊號顫動難辨如圖 3.2 上圖所示，對於主要頻率的位置難以進行確認，但透過漢明窗函數的處理，隨著窗函數的長度增加，可以觀察到處理後的圖，其譜型逐漸平滑，如圖 3.2 下圖所示，這即是訊號加窗處理之功用。

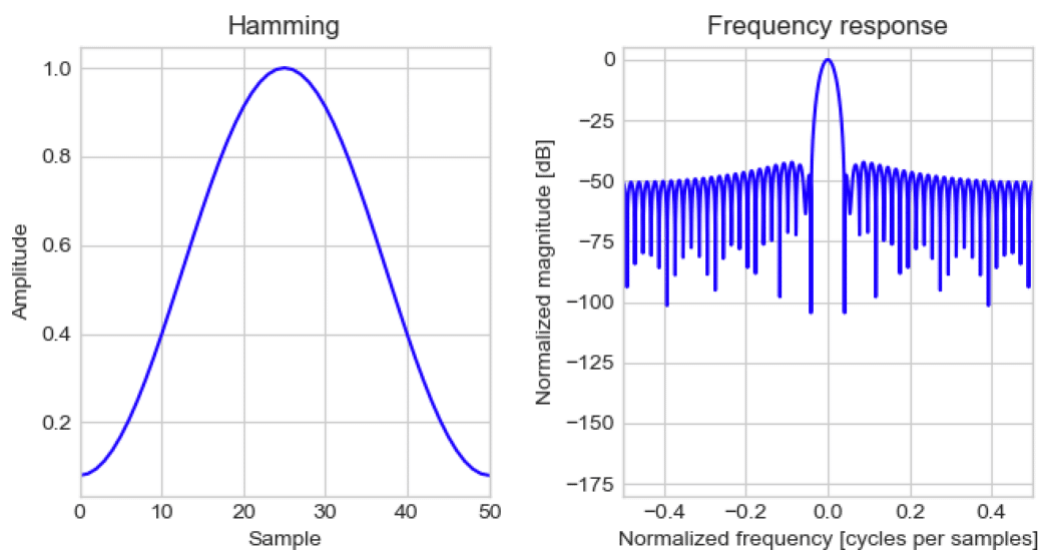


圖 3.1 漢明窗(資料來源：gaussianwaves.com)

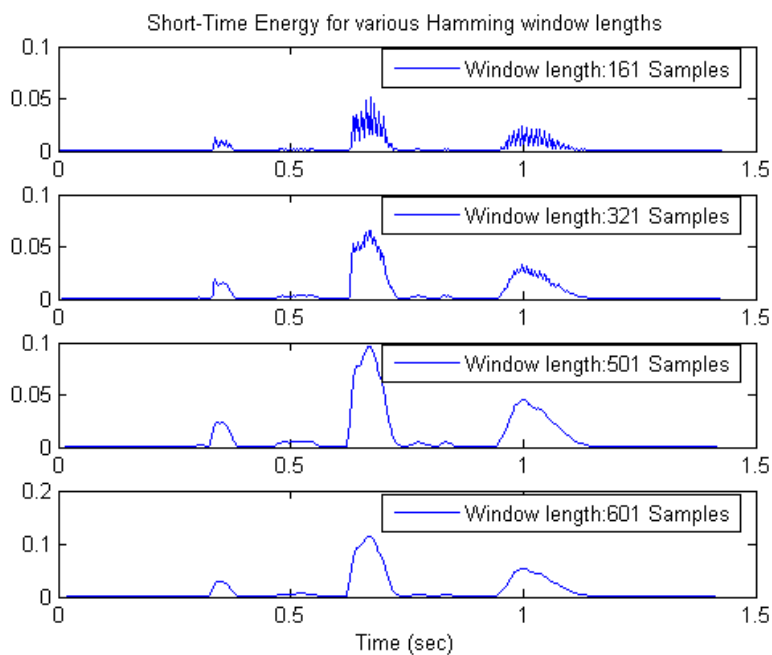


圖 3.2 短時頻譜加漢明窗處理的案例(資料來源：MATLAB helping)

3.1.2 漢寧窗(Hann window)

漢寧窗又稱為進階升餘弦窗，同樣能消去高頻的干擾和圖譜的能量損失，強化主要訊號的幅寬與平滑訊號，增加特徵可辨識程度，根據美商國家儀器公司提出的「Understanding FFTs and Windowing 指南」建議，於未知訊號型態時，幾乎 95% 的研究人員都使用漢寧窗進行資料平滑化，原則上都可得出滿意的結果，如圖 3.3 所示。

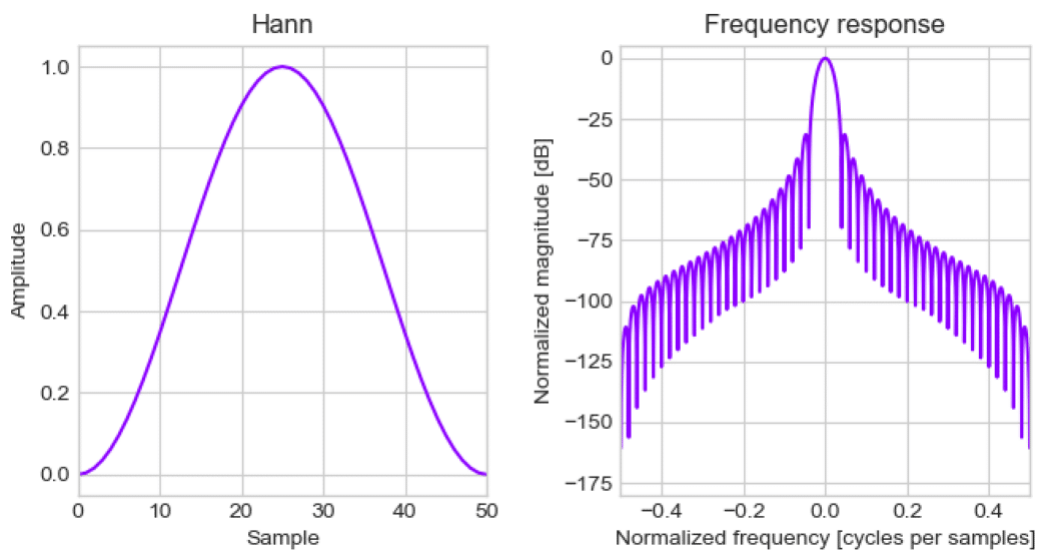


圖 3.3 漢寧窗(資料來源：gaussianwaves.com)

一般而言，加窗函數形狀都具有由中央向兩側逐漸下降的趨勢，從主要訊號的幅寬來看，兩種加窗處理結果一致，但次要訊號下降速度，漢寧窗的與漢明窗相比，有更大幅度的下降，因此，如訊號本質已含有頻率干擾較高的成份，且該分量頻率較遠離主頻率位置時，建議選擇次要訊號下降率較高的窗函數，有關窗函數下降幅度的比較，可由漢明窗與漢寧窗 2 函數比較更深入了解，如圖 3.4 所示。換句話說，某些情況當能量過高掩蓋某些頻率分量無法被辨識，再透過漢寧加窗函數處理時，快速下降趨勢能凸顯以某些頻率分量，以致於能清晰地被觀察到。

另外，值得被觀察的是主要訊號旁的次要訊號，於圖 3.4 漢明窗函數的旁側訊號有明顯的塌陷(相較於漢明窗函數)，這樣先降後升的現象，會使主要訊號更加明顯，但旁側訊號不明顯的下降趨勢，容易隱藏其他重要分量頻率。

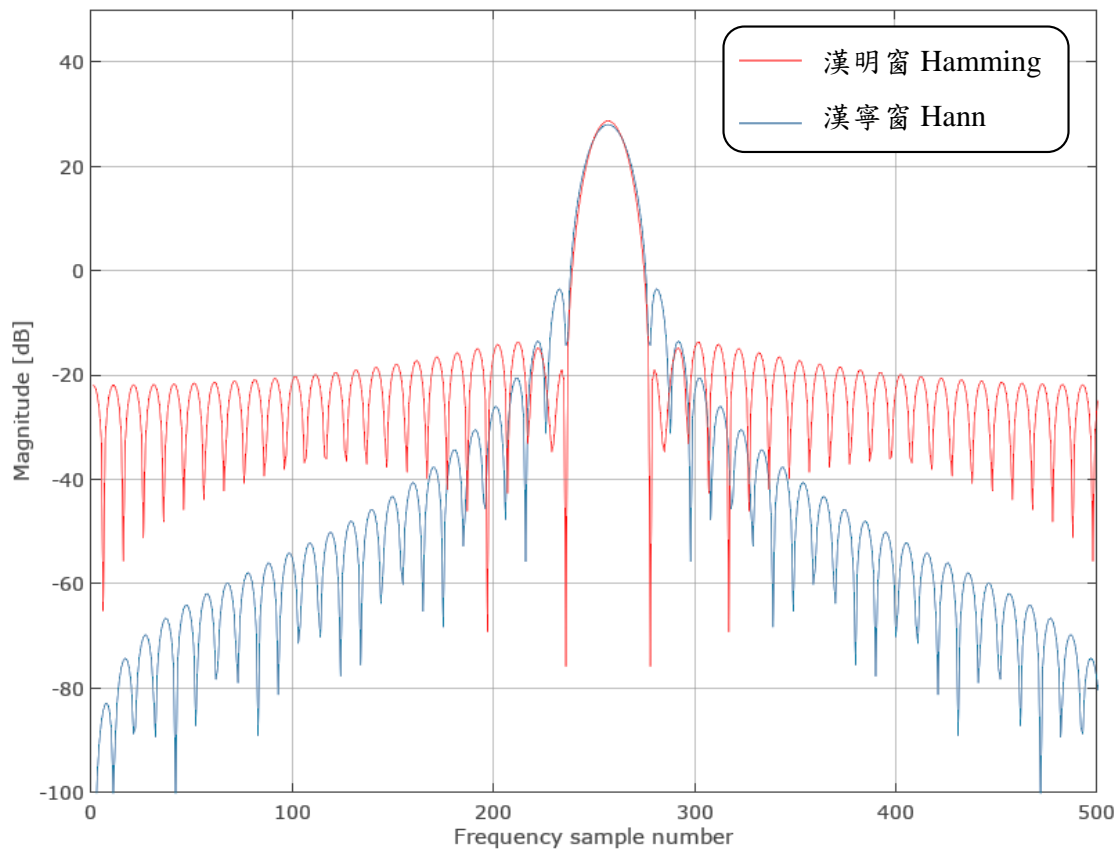


圖 3.4 漢明窗與漢寧窗函數比較圖

3.1.3 布萊克曼-哈里斯窗(Blackman-Harris window)

布萊克曼-哈里斯窗為廣義漢明窗函數的成員之一，又稱為第二階升餘弦窗，常用來檢測兩個頻率相近，但幅度不同的信號，擁有升餘弦窗強化主要信號的幅寬，降低次要信號的共同特點。與前二者相較下布萊克曼-哈里斯窗等效噪聲帶寬要比漢寧窗更大，雖然頻率識別度較低，但幅值識別程度最高，總括來說，布萊克曼-哈里斯窗算是綜合前二者信號處理的優點，次要信號的抑制型態類似漢明窗，次要信號下降趨勢則類似漢寧窗，其缺點為計算量與前二窗函數相比，計算過程較為繁瑣，因此，加窗運算時間較長，如圖 3.5 所示，綜合上述的優點，本研究於進行雷達 IQ 信號與都卜勒譜前處理時，採用布萊克曼-哈里斯加窗函數，在兼顧各項優缺點情況，該信號處理與平滑化過程成效顯著。

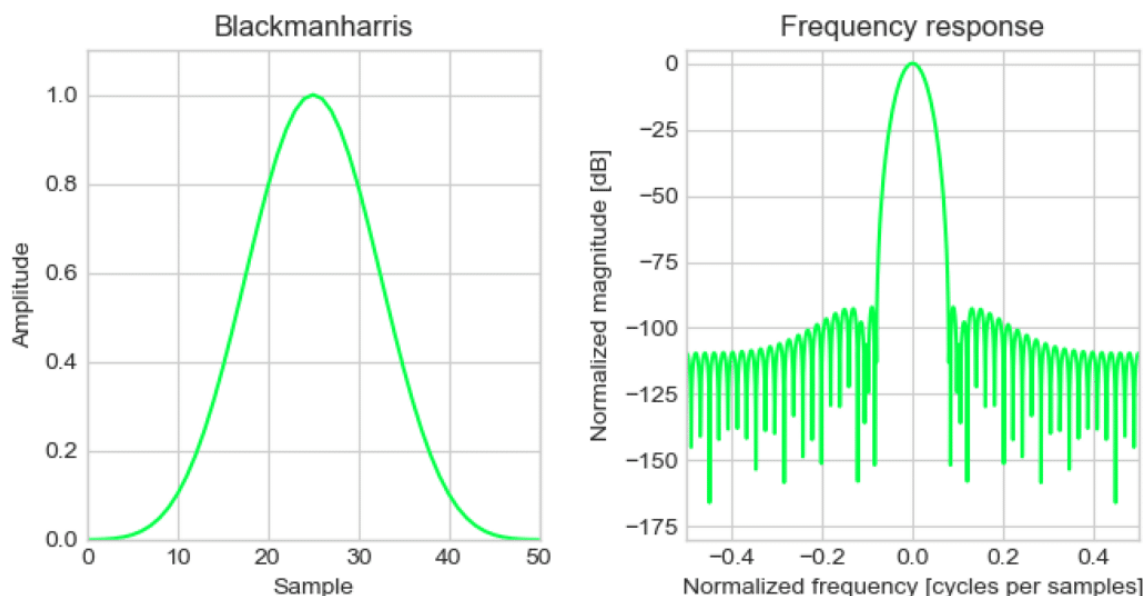


圖 3.5 布萊克曼-哈里斯窗(資料來源：gaussianwaves.com)

3.2 第一階極限法(ImageFOL Method)

為得到理想的觀測成果，相關高頻雷達訊號處理研究已歷經 40 多年的發展，雷達訊號之處理取決於每位研究人員對訊號的把持，因此，學術上存在許多不同的見解與方法，相同資料經由不同方式的分析，卻會得到截然不同的結果，故如何正確地將布拉格共振波造成的回波散射能譜(此稱為都卜勒距離譜第一階峰)，以及將更複雜的雙散射引起的回波散射能譜(此稱為都卜勒距離譜第二階峰)進行分離，實為重要的研究課題，舉例來說，常見的都卜勒能量譜第一階峰(如圖 3.6 所示)原始資料經平滑化處理後，已可忽略顫抖的雜訊，但由於能譜為連續不斷的跳動序列，雖經窗函數使之平滑後，仍然難以辨識，故文獻 (Barrick 1972；Lipa 等人 2006；Paduan 等人 1999) 建議分析第一階峰時，需滿足低頻雷達(約 4~6MHz)、低速與低表面重力波條件，但在高頻雷達(約 20~50MHz)、波浪與海流變化複雜的地點或受電離層回波與風機干擾，上述低頻雷達的分析方法，套用於高頻雷達時會使誤差增加，並導致失敗，因此，本研究採用圖像處理技術，做為替代的分析方法，稱為第一階極限法，該方法步驟需進行三個流程(如圖 3.7)，第一部分係將都卜勒距離譜(DR)預處理，第二部分使用標記控制分水嶺的分割

(Marker-Controlled Watershed Segmentation 簡稱 MCWS)，第三部分利用圖像處理技術，具體實施與說明如下。

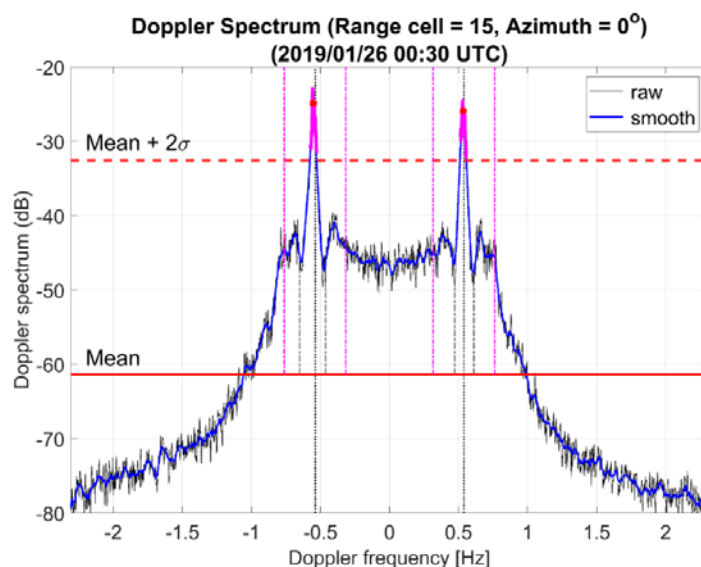


圖 3.6 都卜勒能量譜第一階峰

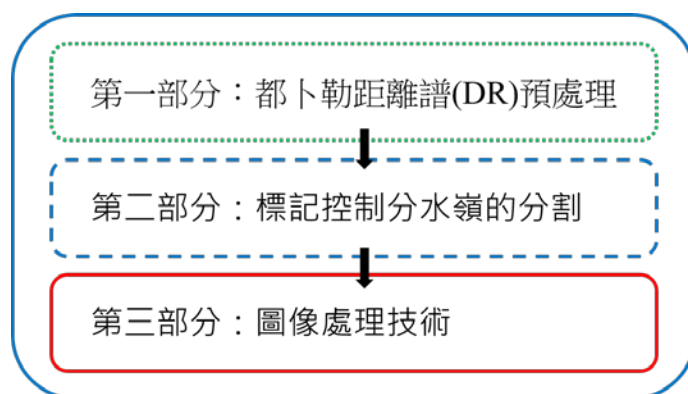


圖 3.7 第一階極限法處理流程

3.2.1 都卜勒距離譜(DR)預處理

圖譜資料預處理原則，會先預估控制參數，移除中心區域最高能量部分，接著計算最大都卜勒頻譜、均譜值、噪聲水平等，並將通過布拉格共振範圍內之高噪聲，進行平滑化處理，再使都卜勒距離譜正規化，具體方法係將雷達散射面積(Radar Cross-Section，簡稱 RCS)扣減平均 RCS 之差值，再除以最大雷達散射面積(Max RCS)減去平均雷達散射面積(Mean RCS)之差值，使縱軸噪聲轉為 0~1 的正規化值，以計算超出

範圍外之雷達散射面積的能量，以上簡要處理方法的說明，係為第二階段使用 MCWS 技術預為準備，圖 3.8 係尚未進行預處理的都卜勒距離譜，圖 3.9 為進行預處理後扣除中心最大能量並將噪聲進行正規化的圖形。

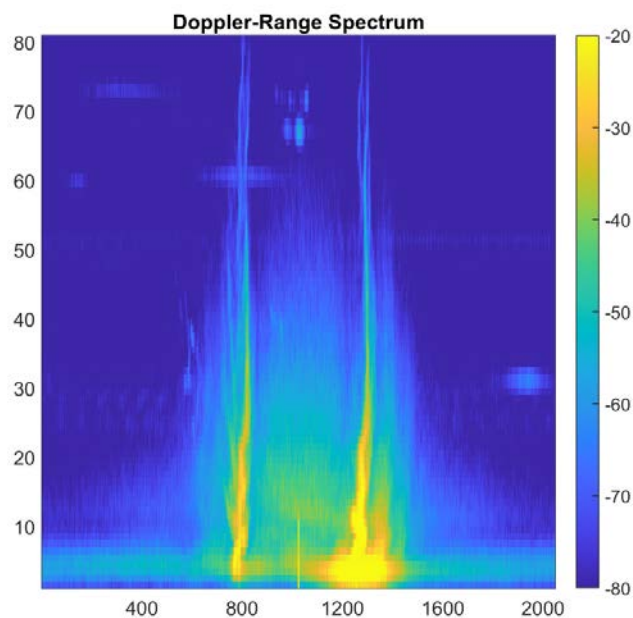


圖 3.8 都卜勒距離譜(DR)預處理(前)

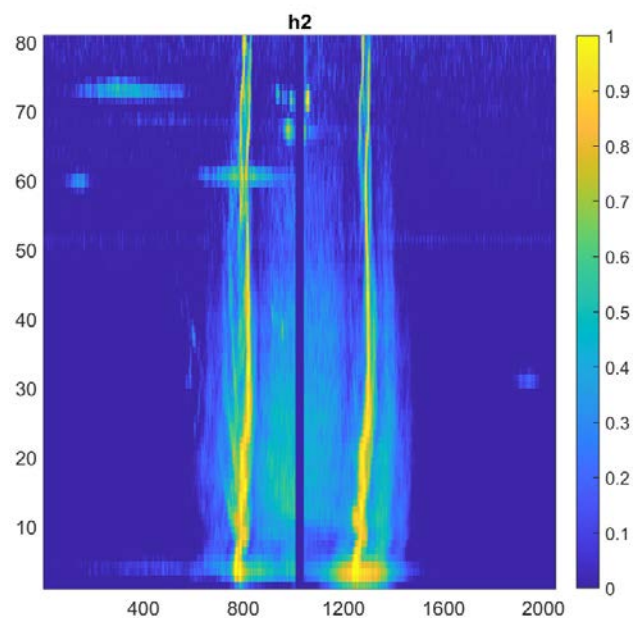


圖 3.9 都卜勒距離譜(DR)預處理(後)

3.2.2 導入控制分水嶺分割(MCWS)的方法

第一階極限法的基礎係以標記控制分水嶺分割，做為能譜處理的選擇方法，標記控制分水嶺的分割應用係針對具有一定工作頻率範圍與特徵的高頻雷達數據，特別於複雜波浪與海流變化條件下，同樣具有不錯的辨識成果，概念上採用圖像形態學進行濾波，前處理圖像，再進行圖像的耦合，並出標記出控制分水嶺，因此，確定邊界之前，需要引導與識別影像的核心區域，藉此可以突顯主體或影像背景裡變化最小的區域。舉例來說，將淺色變化最小的區域如大於門檻面積就可以影像將進行邊界的標記，並應用相同標準來檢驗相鄰影像周圍的邊界，門檻(係指圓形的結構體)面積的大小係正確使用 MCWS 技術的關鍵參數，相關的文獻 Beucher(1993)研究分水嶺變換應用於影像分割，Meyer(1994)研究三角不等式所形成的圓形結構體(如圖 3.10 所示)與分水嶺線分割效果，實務於醫學影像辨識成熟使用，故 MCWS 方法已演變為 MATLAB 影像處理的內建工具，

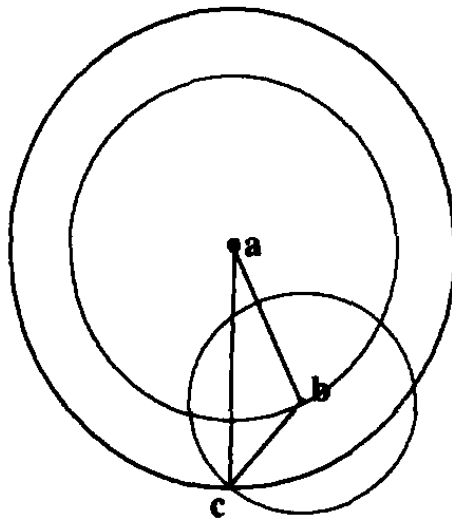


圖 3.10 路徑三角不等式所構成的圓盤結構(資料來源：Meyer 1994)

第二部分使用門檻刻度 N 使 MCWS 能夠靈活適應各種噪聲和信號條件，較強的風浪條件應使用較窄的門檻刻度，而對於無浪，強海流條件應使用較寬的門檻刻度，再某些條件下第二階峰能量更靠近第一階峰區域，因此，需要一個較小的門檻刻度，以進行分割，這樣的調整

刻度，透過噪聲係數對門檻刻度控制比例，藉此控制 MCWS 閾值，噪聲係數定義為平均二階能量和基礎噪聲之間的差；再透過 I/DN 飽和 RCS 能量的最高百分比進行運算，將彩色圖像轉換為灰階，再計算分割函數，隨後計算前後景每個像素點的標記，並予修正分割函數，最後進行分割函數的分水嶺變換，界定控制分水嶺，並進行影像分割，總結來說，本方法對於都卜勒能譜，有著更仔細的處理，MCWS 技術協助將圖譜第一階峰的圖像邊界進行更精準地分離，如圖 3.11 所示，紅色實線辨識使用影像處理進行分水嶺分割後的圖像。

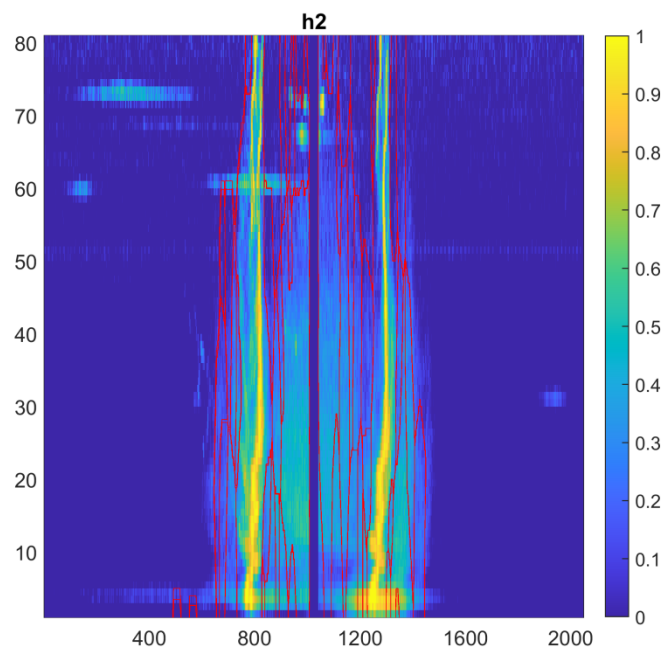


圖 3.11 導入控制分水嶺分割方法

3.2.3 圖像處理技術

第三部分隔離布拉格區域附近與交叉的控制分水嶺，取得 ImageFOL 區域的輪廓，如圖 3.12 所示，移除影像 SNR 小於 SNR_min 部份，保留 SNR 大於 SNR_min 部份，如圖 3.13 所示，最後檢查隔離邊界分割數值，如無異常情形再進行隔離邊界與正規化圖譜重疊，如圖 3.14 所示，並觀察其與 MCWS 技術的分水嶺之間的差異，如無異常情形再使隔離邊界與都卜勒能譜套疊，如圖 3.15 所示。

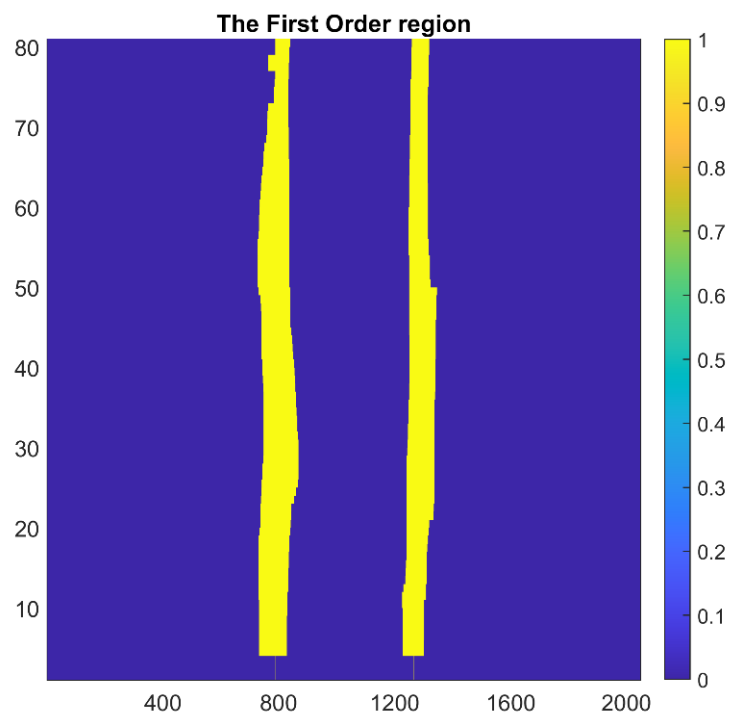


圖 3.12 取得第一階極限法輪廓

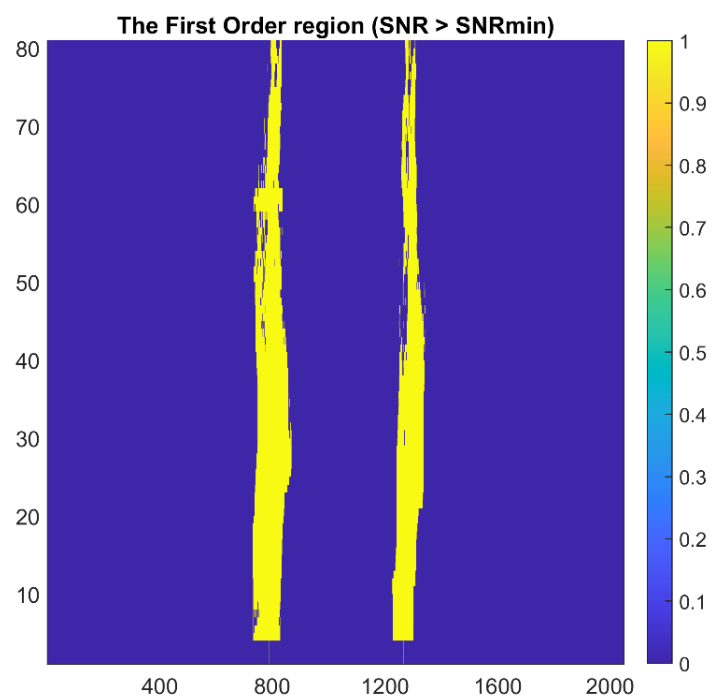


圖 3.13 濾除噪訊與保留 SNR 大於 SNR_min 輪廓

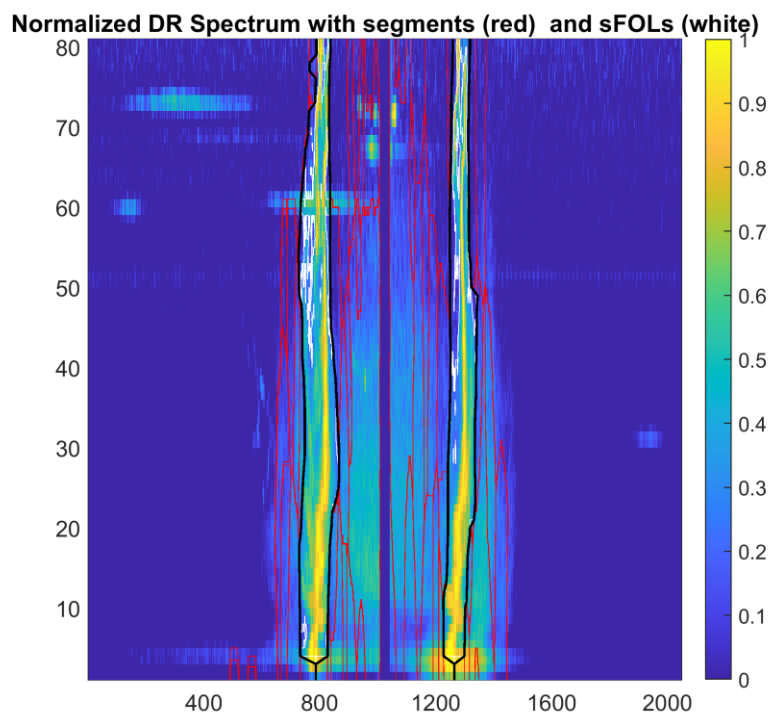


圖 3.14 隔離邊界與正規化圖譜重疊

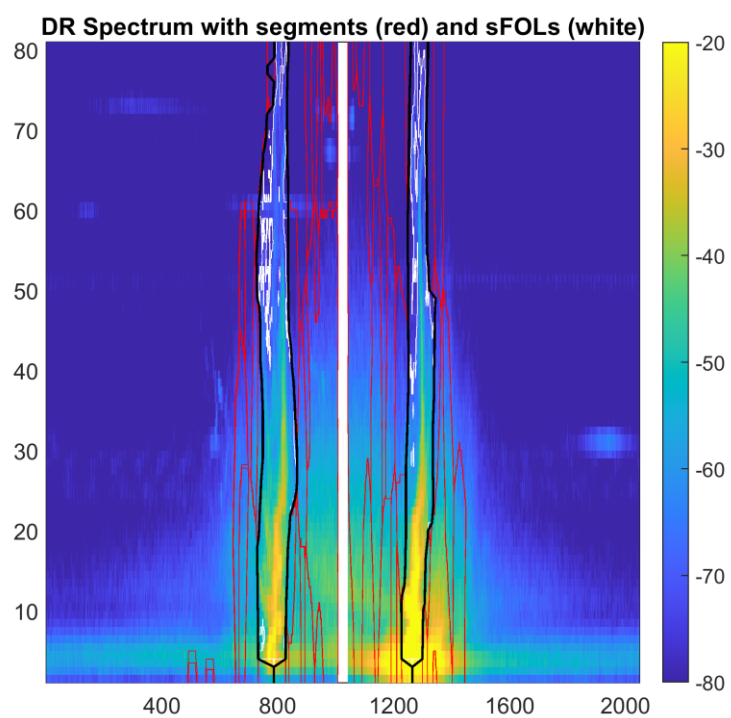


圖 3.15 隔離邊界與都卜勒能譜套疊

3.3 雷達電力系統改善措施

本所港研中心雷達系統自從建置完成以來，一直存在電力不穩定的問題，雖然當初設計規劃已將用電線路埋設置地表 50cm 以下進行保護，但由於北淤沙區受東北季風影響，導致風沙淤積路面阻礙交通，因此，臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司每年度安排業務辦理清理路面，另外 106 號碼頭整建工程的營建廢棄物，今(109)年初重機械頻繁進出北淤沙區進行開挖與整地，以致於電力線路被挖斷，中斷雷達的運作，如圖 3.16 所示，為了徹底解決此問題，爰辦理本項工作，首先改善需進行土方開挖覆土挖掘 50cm~100cm 深，埋設千分之 2 洩水坡度的預鑄 U 型溝保護電纜線，如圖 3.17 所示，總增設路徑長 250m，覆蓋 8cm 厚蓋板，如圖 3.18 所示，最後全管路再以直徑 19mm 管路保護電線。



圖 3.16 電線斷裂的維修情形

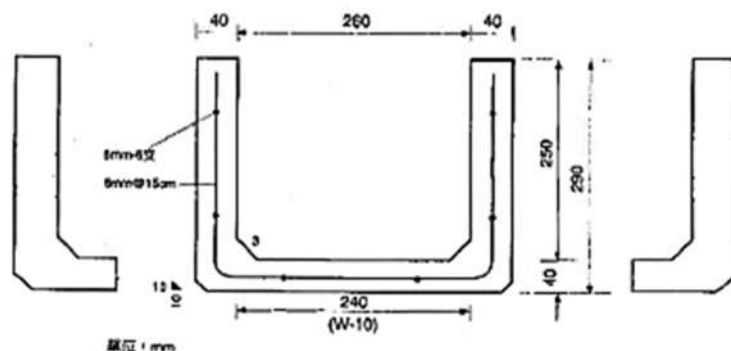


圖 3.17 預鑄 U 型溝斷面與尺寸圖

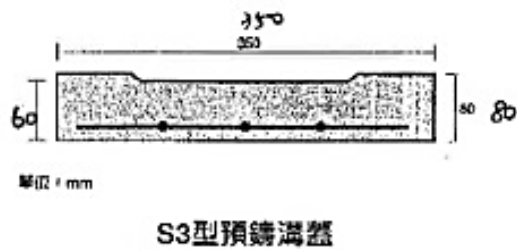


圖 3.18 溝蓋板斷面與尺寸圖

本所港研中心於施工期間向臺灣港務股份有限公司臺中港分公司申請解除港區門禁管制，並以 45 噸吊車將 10 噸消波吊離，並以 PC200 開挖機進行管溝挖掘，挖掘長度約 250 公尺，經研究人員實際丈量複測洩水坡度後進行預鑄 U 型管溝埋設工作，階段性工作完成後，再辦理電纜線鋪設，每段電纜線需穿入 19mm PVC 管路進行二次保護，最後完成溝蓋鋪設與覆土方回填，相關工作照片如圖 3.19～圖 3.23 所示，電力改善完成後，雷達站電力更加穩定。



圖 3.19 解除門禁管制



圖 3.20 北防沙堤管溝開挖



圖 3.21 施工測量之丈量情形



圖 3.22 排水溝鋪設

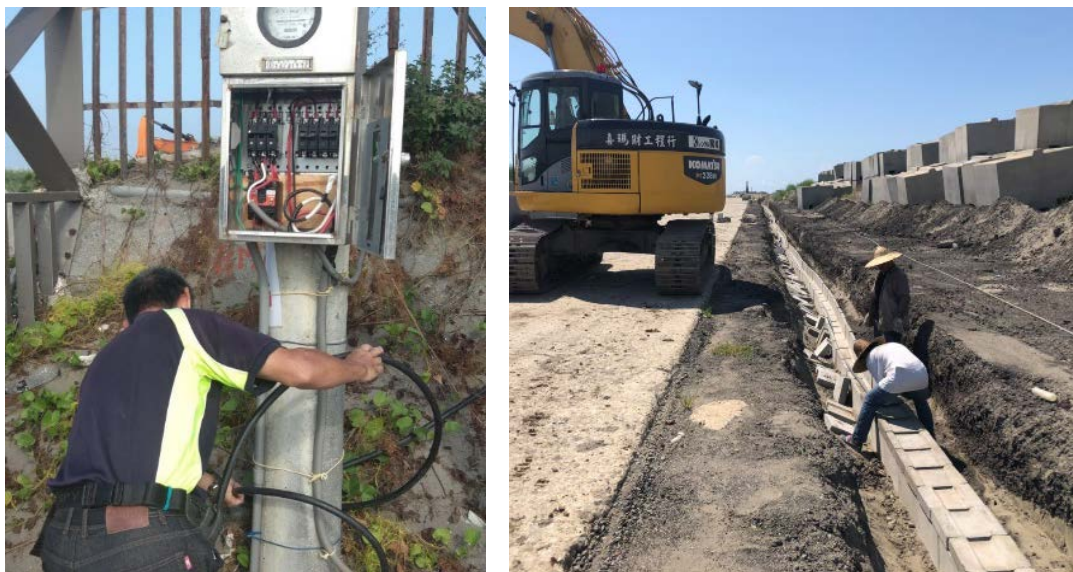


圖 3.23 用電纜線鋪設與水電復舊

3.4 臺中港南側觀測站設置計畫

隨著港區發展、港區進出口與周邊海域交通安全，以及海上新能源設施興起，海上交通流量增大，以由近岸逐漸向外海擴大，隨著雷達系統的不斷進步，雷達遙測能提供更穩定系統服務，當前對於獲得準確的觀測目標已變得越來越重要，為同時兼顧港埠經營利益、研究與開發服務，僅靠本所海洋雷達站的北側單基雷達已完全無法滿足需求，現階段所獲取的徑向觀測資料對於流場的描述，仍存在空間上的限制，尚無法完整分析海流流向與風向；去(108)年本所「整合 AIS 與海洋陣列雷達系統之航安應用評估」研究報告已建立高頻陣列雷達訊號辨識船舶演算法之研發基礎，惟囿於臺中港僅設置單基雷達，產生盲區及衍生解析度不足等問題，尚有改進空間，研究報告亦建議未來於經費許可情況下，可於臺中港南側增設第 2 雷達站。

有關南站雷達系統規格，規劃中的兩個線性陣列海洋雷達觀測站相距為 9.39km，可於 40km 的範圍內可提供解析度高的海流量測，顯示在網格內的示性波高(Hs)資料將達 20km 範圍，示性波高(Hs)量測的參考範圍於 0.4~8m 之間，準確度誤差約為正負 10%，提高觀測準確性，解決空間方向的問題。本研究開始籌設臺中港雷達南站，預計系統

設置完成後，雷達電磁訊號將能完整涵蓋港區使用範圍，取得更完整的海域資料，提供更多的應用服務。

3.4.1 南側觀測站現勘

臺中港地理位置北至大甲溪，南至大肚溪，為國內十大建設之一的重要設施，臺中港港區腹地遼闊，港區面積廣大達 11,285 公頃，其中水域面積 8,382 公頃，陸域面積 2,903 公頃，北側觀測站已經於 107 年於北淤沙區設置完成，南側觀測站經與美國夏威夷教授 Pierre Flament 現勘，如圖 3.24 所示，選定臺中港區內之台灣電力公司臺中 LNG 接收站旁海堤，南側站與台電 LNG 接收站位置，如圖 3.25 所示，兩站距離為 9.39 公里，北側與南側觀測站位置及射線方向，如圖 3.26 所示。



圖 3.24 臺中港南側觀測站現勘情況



圖 3.25 南側觀測站位置(資料來源：臺中港務分公司網站)



圖 3.26 南北側觀測站位置及射線方向(資料來源：臺中港務分公司網站)

3.4.2 南側高頻陣列雷達系統的設計

本研究所同樣使用的系統是由美國夏威夷大學研製開發的低成本高頻雷達系統(Least-Expensive Radar, 簡稱 LERA)，該系統主要為放置雷達發射設備、發射與接收的電子設備和資料擷取、資料處理伺服器電腦等，如表 3-1 所示。

表 3-1 南站雷達設備系統規格說明

項次	標的名稱及說明	規格說明
1	發射機模組	Power supply Low pass filters 50W amplifier System case
2	接收機模組	OCXO and A/D converter 16 sets receiving filters 16 sets LNA boards receiving antenna System case
3	Cable ₁ : CFD600	CFD600 : This low loss 50 Ohm coax cable is designed UV Resistant Polyethylene (PE) Jacket. The center conductor of this transmission line is copper clad aluminum.
4	Cable ₂ : RG213	RG213 : Premium noncontaminating black PVC, Bare copper braid shield, and Solid polyethylene (PE).
5	Linux embedded PC	Linux embedded computer : It's with 32 GB of RAM and 2 TB of hard disk, under the Linux operating system.
6	標規15英呎儲藏貨櫃	內含隔熱設備、太陽能板6片(輸出電壓18V/定格出力100W/峰值電流3A以上)、太陽能板固定架(配合15英呎貨櫃)

南側觀測站雷達設備系統架構包含：衛星定位系統(GLONASS)、恆溫控制晶體振盪器(OCXO)、頻率調製器(Direct Digital Synthesizer, DSS)、固態電子發大器(Pulsed Power Amplifier, PA)、低雜訊放大器(Low

Noise Amplifier, LNA)、混頻器(Mixer)、類比數位訊號轉換器(Analog Digital Converter, ADC)與嵌入式控制系統(embedded controller)。

一、衛星定位系統(GLONAS)

時間是計算距離與速度的重要參數，本系統採用與北側觀測站相同的俄羅斯全球導航定位系統(Global Navigation Satellite System, 簡稱 GLONASS)的時間，作為雷達系統通用時間的參考，俄羅斯起初是為了國防安全而發展 GLONASS 系統，目前共有 24 顆衛星運行，主要分佈於高緯度且與中低緯度衛星相互配合完成全球定位工作，許多消費性電子(如手機)與設備都已使用 GLONASS 系統，由於已於民間普遍使用，本雷達沿用此定位系統；除此之外，歐盟太空總署的加利略衛星定位系統(Galileo)、中華人民共和國的北斗衛星導航系統(BDS)、美國全球定位系統(GPS)等亦可選擇。

二、振盪器(OCXO)

振盪器主要係為系統運行提供精準的時脈而裝設，振盪器種類眾多，本系統所使用振盪器為恆溫控制晶體振盪器(OCXO)，係因晶體溫控穩定之原故，該振盪器時脈準確，因此，量測出來的頻率最為準確，誤差最小。振盪器穩定度是依據頻率變化與中心頻率的比值進行探討，石英晶體振盪器，於沒有附加任何控制，便可提供穩定的晶體諧振，工作環境溫度在 -55°C 至 $+125^{\circ}\text{C}$ 變化之間，穩定度約在 $\pm 25\text{ppm}$ 之間，溫度補償晶體振盪器，採用溫度補償單元(內含溫度感測元件)，可將穩定度控制在 $\pm 0.5\text{ppm}$ 之間，恆溫控制晶體振盪器，具有升溫烤控制裝置，可將振盪器晶體加熱至更高溫度並保持穩定，恆溫環境使時脈穩定度可以達到 0.001ppm ，故本研究選用穩定度最高的恆溫控制振盪器(OCXO)。

三、頻率調製器(DSS)

由於波浪與海流具方向性與大小，因此本系統需採用鋸齒波(Sawtooth wave)之線性調頻連續雷達波(LFMCW)作為雷達的發射來源，如圖 3.27 所示，才能藉由收集回波能量觀測海面參數的方向與大小，

故雷達設備需要一組頻率調製器，以進行線性頻率的調整。舉例來說，本雷達北側觀測站中心發射頻率(F_r)是 27.75MHz，頻寬(B_w)300KHz，發射頻率介於 27.6MHz~27.90MHz 之間，每段鋸齒波為 0.21666 秒，稱之為 1 個啁啾(chirp)稱，每次發射 8192 個啁啾(chiros)，總共發射 1774.878 秒(相當於 29.58 分鐘)，其中每個鋸齒波有 1280 個取樣數。由於頻寬(BW)設定 300KHz 的原故，爰此空間解析度等於電磁波速度($C=30$ 萬 km/s)除以 2 倍的頻寬(BW)，故每個距離元空間解析度為 500m。

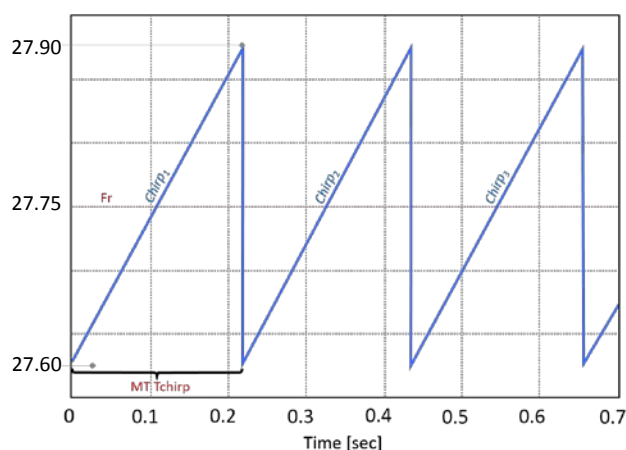


圖 3.27 雷達鋸齒波訊號

DDS 的作用在於調製訊號，其原理係利用正弦函數(sin)、餘弦函數(cos)正交信號，進行混頻、倍頻、分頻與帶通濾波等方式合成訊號，依據參考頻率之訊號進行數位調變或改變相位等；換句話說，經數學運算使數位訊號產生類比波形，再將調製的訊後經由數位類比轉換器進行轉換輸出，最後通過低通濾波器輸出為複數型式的 IQ 信號，即刻完成頻率調製，如圖 3.28 所示。本雷達採用 DTacq 公司（蘇格蘭）型號 RAD-CELF 的頻率調製器。

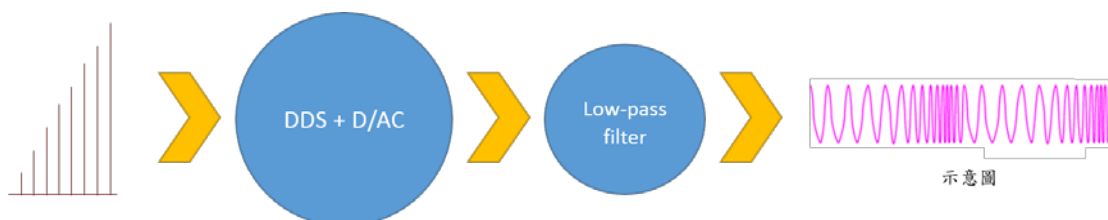


圖 3.28 訊號調製流程

四、訊號放大器(PA)

訊號放大器(Pulsed power amplifier，簡稱 PA)，功用就是將調製的訊號作頻率放大的動作，早期功率放大都是以真空管透過集中電流產生訊號放大的效果，現在同樣的工作都改以半導體進行控制，本雷達採用 Tomco Technologies 公司(澳大利亞)生產型號 BTM00250-AlphaSA，AB 類 MOSFET 訊號放大器，IQ 訊號經放大器處置後便可透過發射天線將訊號送出，雷達系統發射端之簡易架構，如圖 3.29 所示。

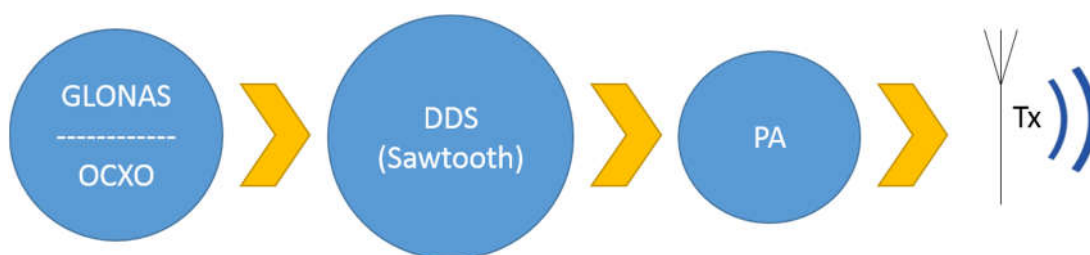


圖 3.29 雷達系統發射架構

五、低噪放大器(LNA)

部份的訊號經海水吸收與海面散射，接收天線接收海面的反射訊號而減弱，且在通過同軸電纜傳遞將會有一定程度的衰減，故接收(Rx)天線設計末端安裝低噪放大器(Low noise amplifier，簡稱 LNA)，將訊號源進行適當放大，如圖 3.30 所示為本雷達系統所用的訊號放大器。



圖 3.30 低噪訊號放大器

六、混頻器(Mixer)

混頻器在電子學中是一種非線性電路，本雷達混頻器(complex Mixer)為一雙平衡混頻器，作用上利用 16 個零差接收器與天線組形成通道網絡，並將發射 IQ 訊號與回波 IQ 訊號予之調製，常用於微波收發器、相位陣列式天線。

七、類比數位訊號轉換器(ADC)

本南站雷達預計採用 D-Tacq Solutions 公司（蘇格蘭）型號 ACQ-435ELF-16 的類比數位訊號轉換器，適用於多組數同步通道，可將混頻後的類比訊號轉換為數位訊號，以利後續取樣分析。

八、嵌入式控制系統(embedded processor)

本南站雷預計達採用 D-Tacq Solutions 公司（蘇格蘭）型號 ACQ-1001Q 的嵌入式處理器，支援在 Linux 作業系統下運行，訊號處理完畢後可送至用戶進行後續處理，綜合以上元件，並加以串連組裝後系統，如圖 3.31 所示，有關 UH-HFRS 雷達使用手冊，如附件一。

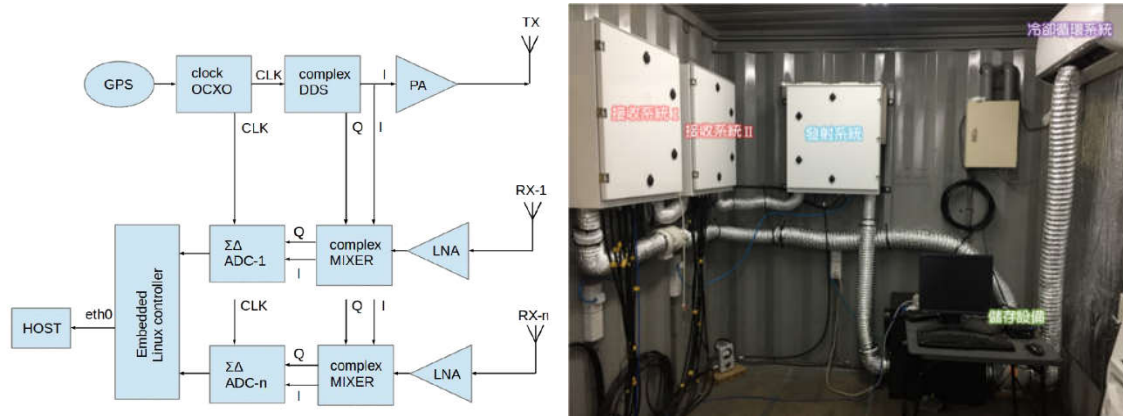


圖 3.31 雷達整合與設備架構示意圖

3.4.3 南側觀測站安裝規劃

南站計畫安裝於臺中港台電 LNG 接收站附近，設置機房、發射天線和接收天線等項目，由於貨櫃屋需要放置在至少 20 公分以上的地面，故本研究規劃於南防波堤上安裝觀測機房，機房選擇標準 15 呎貨櫃，並將相關設備放置其中，如圖 3.32 所示，機房包含放置雷達發射、接收的電子設備和資料擷取、資料處理的伺服器電腦等。選擇此處優點除距離北站已具足夠遠的距離，另一個優點係周遭附近有電桿可接用分電表，使系統具備穩定的交流電源和通訊網路，另外，線陣列安裝需要一個龐大的空間需要解決，因此，雷達發射天線(Tx)計畫架設 4 支天線於南堤防波堤，發射陣列需與接收線陣列保持平行，雷達接收天線(Rx)

計畫架設 16 支天線，Rx 天線間距 5m 亦設置於南堤防波堤，平面佈置圖如圖 3.33 所示。



圖 3.32 觀測機房安裝示意圖



圖 3.33 雷達系統安裝規劃平面佈置圖

接收線陣列建議安裝於大約平行的海岸線，Rx 電纜線需要加以保護，以防止陽光直射，因為陽光直射會導致加熱不均造成不同的相位偏移。同時也會減少波束形成過程的角度精度。如果用於非永久安裝的電

纜線時可以埋在地下，同時應考慮到鋪設電纜可能會引起強烈的機械應力並可能損壞電纜線，另外將天線安裝於防波堤上需注意，天線安裝時必需與地面隔離，南側觀測站預定工作規劃，如表 3-2 所示，接收天線於防波堤上安裝，如圖 3.34 所示。

表 3-2 南側觀測站預定工作規劃

工作項次 (安排)	工作項目	備註
01	標記貨櫃屋場址的位置	5m 捲尺
02	為貨櫃屋建立簡單基礎與固定	保持貨櫃屋距離地面 20 公分以上。
03	將貨櫃屋放置在已建立的基礎	能承載 3 噸的堆高機/吊車
04	標記所有接收和 4 個發射天線的位置	2m 三腳架、標記棒、錘子和 20m 捲尺，需 3 名人員工作 4 小時
05	如果需要決定電纜導溝的路線	準備更多標記棒，以標記通道位置
06	用導向繩安裝天線桿	需 2 到 3 名人員工作 6 小時
07	用徑向方位安裝天線線圈，並檢查調整	需 1 名人員工作 8 小時
08	電纜鋪設（如果需要配管或包覆時）	需 3 名人員工作 6 小時
09	連接電源線和連接電話	
10	打開系統組件的包裝和安裝機櫃	需 2 名人員工作 4 小時
11	開啟系統電源和設定 LERA 控制系統	需 1 名人員工作 1 小時
12	執行內部校正(1024~8192 取樣點)	需 1 名人員工作 1 小時
13	在戶外 Rx 電纜線的末端連接校正盒，執行校正。進行校正工作。	需 1 名人員工作 1 小時
14	連接所有 Rx 天線	需 1 名人員工作 2 小時
15	連接 Tx 陣列天線，一次只有一個 Tx 信號輸出（功率放大器不連接）。執行校正和檢查直接路徑信號	需 2 名人員工作 1 小時
16	連接功率放大器，將衰減器開關開啟，並開始測試校正。調整 PA 功率到綠色為止	需 1 名人員工作 1 小時
17	停止測試校準和執行校正以檢查直接路徑信號。如果需要的話降低功率。	需 1 名人員工作 1 小時
18	填寫檢查表	需 1 名人員工作 1 小時
19	密封所有戶外的同軸連接器	需 1 名人員工作 2 小時
20	執行訊號收集以檢查 SORT 波譜	需 1 名人員工作 1 小時
21	執行檢查使 LERA 控制參數與場址地形吻合	需 1 名人員工作 5 小時
22	設定程序檔案和使系統持續紀錄	需 1 名人員工作 8 小時

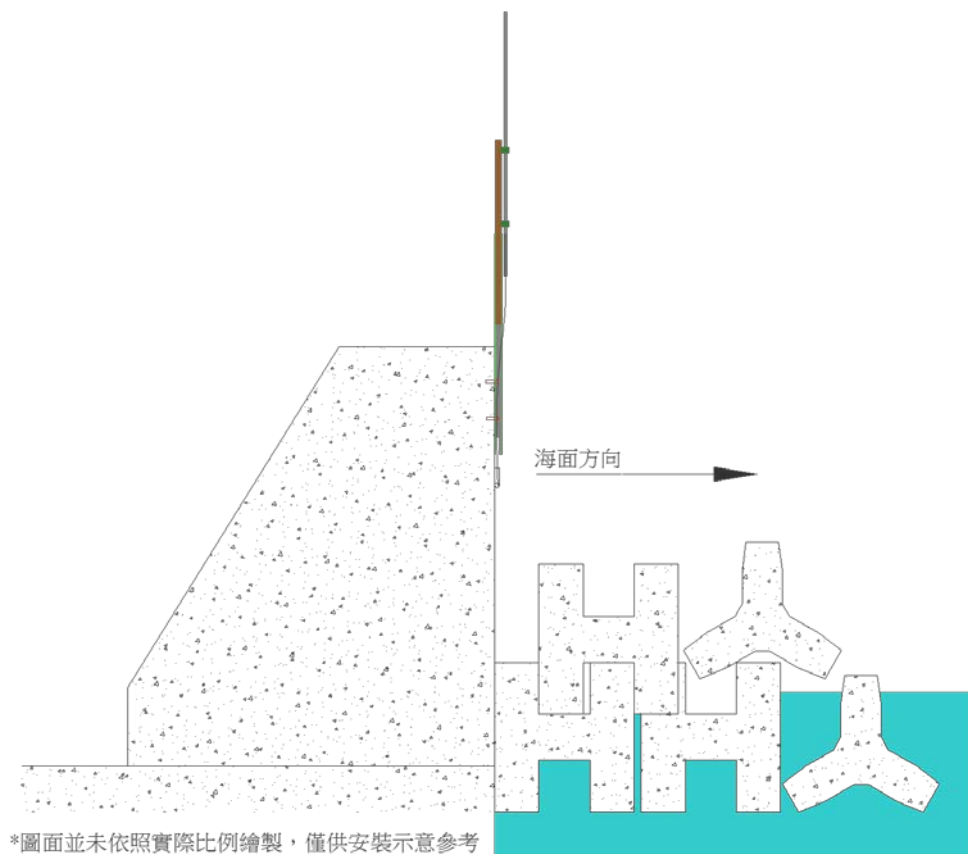


圖 3.34 雷達接收天線於南防波堤安裝示意圖

3.4.4 南側觀測站建置效益

由於單基陣列雷達觀測空間海域，僅能瞭解逕向方位的波浪、海流與風場，因此，描述空間方位係無法由單跡雷達站觀測完成，故本研究計畫組建南側觀測站以彌補北側觀測站的不足，不僅有增加海域觀測範圍的優點，對於單基雷達發射中心方位的左右兩側盲區，能利用南側觀測站加以克服，最重要與北側觀測站聯合演算出波浪、海流與風場的資料，後續能與數值模擬結果比對等。

雙基陣列雷達站能解決硬體限制問題，穩定觀測品質，實質提高海域的掌握程度，完整涵蓋臺中港港區範圍，不僅能協助臺中港務分公司興建外廓防波堤，提供海氣象觀測資料；對於未來雷達技術的發展，創造更多應用的可行性，比如船舶的航向與雷達發射的方向平行，陣列雷達系統便難以偵測到船舶，雙基雷達站能彌補單基雷達站與船舶角度

的問題，進而改善單基雷達對於雷達船舶追蹤調查。由於兩站距離越遠海域的涵蓋範圍越大，因此，原廠建議兩雷達站間距至少需要 12 公里，惟現場地勘查後需評估腹地空間、土地使用許可、現場環境受風面與波浪的影響，故選定目前距離北側雷達站約 9 公里的預定地，做為架站的標準，因此，架站除滿足最低使用限度的需求，必須同時兼顧各方面條件的平衡，以克服所遭遇的困難。

第四章 雷達觀測成果探討與比較

本章節將就臺中港北側觀測站的資料與本所港研中心建置於臺中港鄰近海域的底碇式波流儀器(AWAC)與綠燈塔風速計比較進行綜合討論，第 4.1 節說明本年度的觀測成果與討論優化訊號分析後的結果，第 4.2 節介紹本研究之整合性即時監視平台，第 4.3 節再介紹探討風場觀測的可行性的成果。

4.1 雷達觀測成果比對與精進探討

4.1.1 應用第一階極限法處理結果之比對情形

本所港研中心於 108 年度利用 Barrick, D.E.理論檢索雷達回波頻譜，得出海面波浪流觀測值，為利本小節探討比較，簡稱為 108 年方法(2019 method)或去年研究方法。而本(109)年度利用第一階極限法，導入控制分水嶺分割與圖像處理技術，結合 Barrick, D.E.理論，重新檢索雷達回波頻譜，得出海面波浪流觀測值，簡稱為 109 年方法(2020 method)或本研究方法。另外，為增加結果比較的客觀性，本研究以英國 Seaview Sensing Ltd.之雷達分析技術進行後端處理，又稱之為英國 SeaView，圖 4.1 為 SeaView 分析軟體，以及臺中港北堤外海的 AWAC 實測資料比對。



圖 4.1 英國雷達分析軟體(SeaView)

本研究觀測時段介於 108 年 1 月 25 日至 108 年 1 月 30 日期間之結果比對，不論採用 108 年方法、109 年方法或英國 SeaView 進行分析，其波高時序列漲落趨勢有一致性結果；進一步探討相關性，本研究

方法或英國 SeaView 的相關性係數皆達到 0.97，108 年研究方法相關性係數為 0.95，以均方根誤差來評估，本研究方法的 RMSE 為 0.2 最小，其次是 108 年研究方法的 RMSE(root-mean-square error)為 0.29，最差是英國 SeaView 的 RMSE 為 0.31，最後探討散點因子，本研究方法的 SI 為 0.1 最小，其次是 108 年方法的 SI 為 0.14，最差是英國 SeaView 的 RMSE 為 0.158，如以序位法評估，顯示本研究方法為最優，如表 4-1 與圖 4.2 所示。

表 4-1 雷達觀測 108 年 1 月 25 日~108 年 1 月 30 日的序位比較

波高 Hs	相關係數	RMSE	散點因子	序位總合	最優
108 年方法	0.95/(2)	0.29/(2)	0.14/(2)	6	
本研究方法	0.97/(1)	0.2/(1)	0.1/(1)	3	V
英國 SeaView	0.97/(1)	0.31/(3)	0.158/(3)	7	

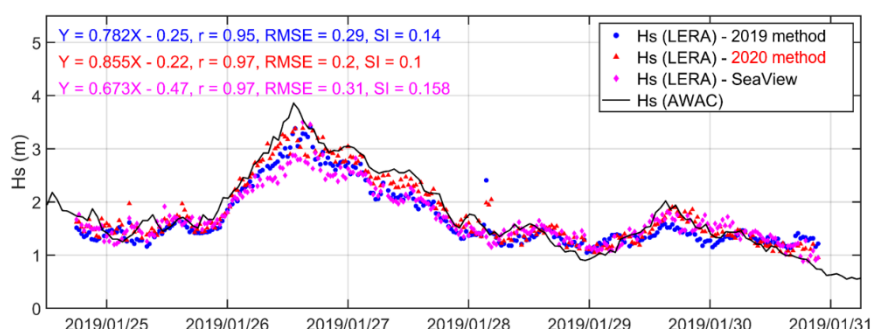


圖 4.2 雷達觀測 108 年 1 月 25 日~108 年 1 月 30 日 Hs 比對

本研究觀測時段介於 108 年 2 月 26 日至 108 年 3 月 10 日期間之結果比對，不論採用 108 年方法、109 年方法或英國 SeaView 進行分析，其波高時序列漲落趨勢有一致性結果；進一步探討相關性，本研究方法相關性係數為 0.91 最高，其次是英國 SeaView 的相關性係數為 0.82，108 年研究方法的相關性係數為 0.78 最差，以均方根誤差來評估，本研究方法的 RMSE 為 0.24 最小，其次是英國 SeaView 的 RMSE 為 0.33，最差是 108 年研究方法的 RMSE 為 0.34，最後探討散點因子，本研究方法的 SI 為 0.13 最小，其次是 108 年方法與英國 SeaView 的 SI，二者皆為 0.195，如以序位法評估，顯示本研究方法為最優，如表 4-2 與圖 4.3 所示。

表 4-2 雷達觀測 108 年 2 月 26 日~108 年 3 月 10 日的序位比較

波高 Hs	相關係數	RMSE	散點因子	序位總合	最優
108 年方法	0.78/(3)	0.34/(3)	0.195/(2)	8	
本研究方法	0.91/(1)	0.24/(1)	0.13/(1)	3	V
英國 SeaView	0.82/(2)	0.33/(2)	0.195/(2)	6	

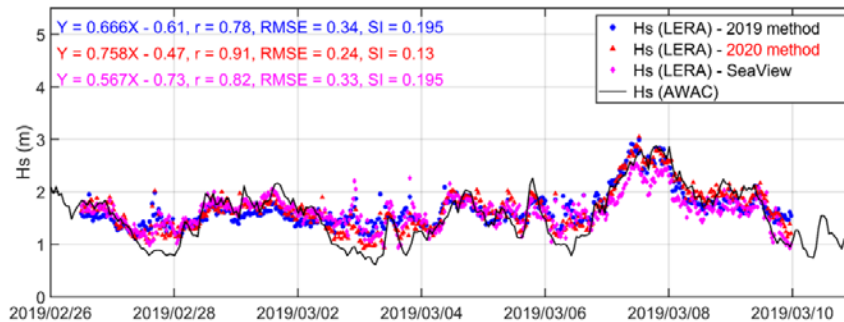


圖 4.3 雷達觀測 108 年 2 月 26 日~108 年 3 月 10 日 H_s比對

觀測時段介於 108 年 3 月 23 日至 108 年 4 月 22 日期間之結果比對，不論採用 108 年方法、109 年方法或英國 SeaView 進行分析，其波高時序列漲落趨勢有一致性結果；進一步探討相關性，本研究方法相關性係數為 0.93 最高，其次是英國 SeaView 的相關性係數為 0.92，108 年研究方法相關性係數為 0.88，以均方根誤差來評估，本研究方法的 RMSE 為 0.33 最小，其次是英國 SeaView 的 RMSE 為 0.34，最差是 108 年研究方法的 RMSE 為 0.46，最後探討散點因子，英國 SeaView 的 SI 為 0.255 最小，其次是本研究方法的 SI 為 0.27，最差是 108 年方法的 SI 為 0.391，如以序位法評估，顯示本研究方法為最優，如表 4-3 與圖 4.4 所示。

表 4-3 雷達觀測 108 年 3 月 23 日~108 年 4 月 22 日的序位比較

波高 Hs	相關係數	RMSE	散點因子	序位總合	最優
108 年方法	0.88/(3)	0.46/(3)	0.391/(3)	9	
本研究方法	0.93/(1)	0.33/(1)	0.27/(2)	4	V
英國 SeaView	0.92/(2)	0.34/(2)	0.255/(1)	5	

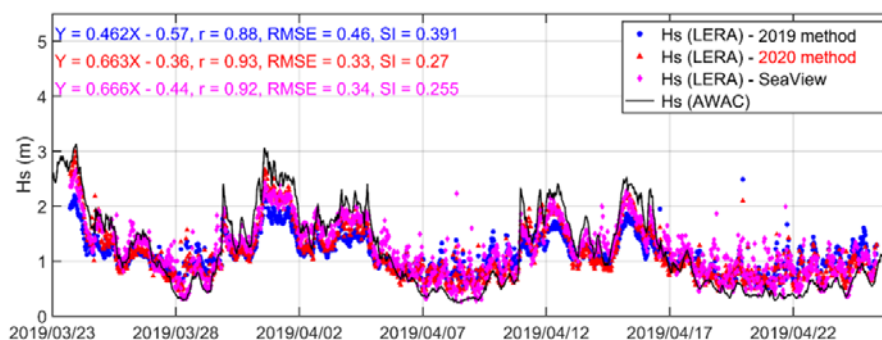


圖 4.4 雷達觀測 108 年 3 月 23 日~108 年 4 月 22 日 H_s 比對

觀測時段介於 108 年 7 月 3 日至 108 年 7 月 28 日期間之結果比對，不論採用 108 年方法、109 年方法或英國 SeaView 進行分析，其波高時序列漲落趨勢有一致性結果；進一步探討相關性，本研究方法的相關性係數為 0.7 最高，其次英國 SeaView 的相關性係數為 0.62，108 年方法相關性係數為 0.55 最差，以均方根誤差來評估，本研究方法的 RMSE 為 0.43 最小，其次是 108 年方法的 RMSE 為 0.5，最差是英國 SeaView 的 RMSE 為 0.52，最後探討散點因子，本研究方法的 SI 為 0.25 最小，其次英國 SeaView 的 SI 為 0.276，最差為 108 年方法的 SI 為 0.284，如以序位法評估，顯示本研究方法為最優，如表 4-4 與圖 4.5 所示。

表 4-4 雷達觀測 108 年 7 月 3 日~108 年 7 月 28 日的序位比較

波高 H_s	相關係數	RMSE	散點因子	序位總合	最優
108 年方法	0.55/(3)	0.5/(3)	0.284/(3)	9	
本研究方法	0.7/(1)	0.43/(1)	0.25/(1)	3	V
英國 SeaView	0.62/(2)	0.52/(2)	0.276/(2)	6	

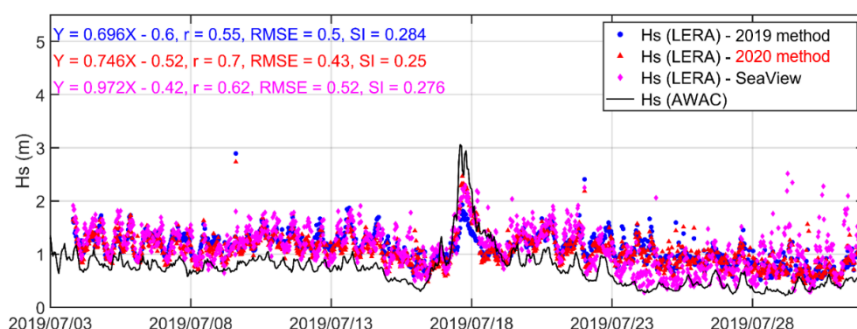


圖 4.5 雷達觀測 108 年 7 月 3 日~108 年 7 月 28 日 H_s 比對

由此可知雷達訊號檢索波浪高度，於四種觀測時段序列比較時，不論觀測時段為何，本研究方法的成果與實測資料相比最為吻合，相關性介於 0.7~0.97 之間，屬於高度相關。再以 108 年 7 月 3 日~108 年 7 月 28 日觀測時段為例，計算各距離元的相關係數，並映射與套繪雷達範圍圖內，可以明顯見到雷達中央區域(紅色)相關性最高，其相關係數介於 0.9~1 之間，兩側邊緣(轉為黃綠色)相關性係數介於 0.4~0.6 之間，量測準確程度與雷達發射天線所發射之電磁波形狀相符，中央量測精準確並向兩側遞減，如圖 4.6(左)所示；在英國 SeaView 雷達映射相關係數圖部分，明顯可見觀測區域範圍較本研究雷達分析集中，但觀測範圍偏小，如圖 4.6(右)所示。此外本研究方法均方根 RMSE 誤差介於 0.2~0.43 之間，為其他研究處理方式中誤差最小的，散點因子 SI 本研究方法僅介於 0.1~0.27，為於 4 種觀測時段序列比較時，偏差最小之處理方式，綜上所述，本研究方法觀測的不僅較為集中，且量測誤差較小，相關性最高，應證使用第一階極限法之圖像處理結果，能更有效的抑制雷達的誤差，改善海氣象觀測品質。

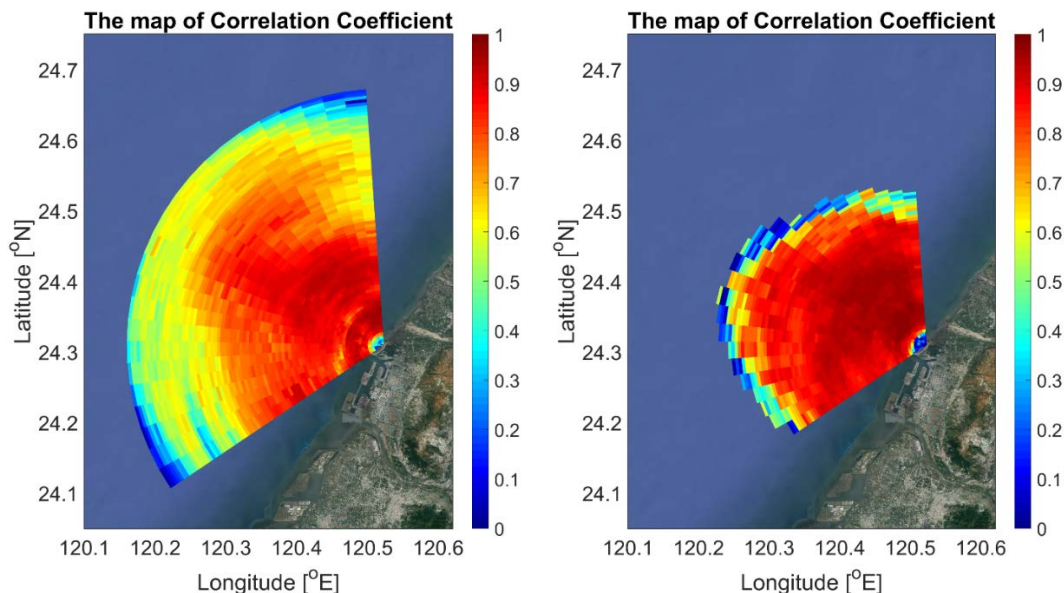


圖 4.6 雷達波場 H_s 相關係數圖(左圖為本研究，右圖為 SeaView)

觀測時段介於 108 年 1 月 25 日至 108 年 1 月 30 日期間之平均週期觀測結果比對，本研究方法 T_{m01} 、 T_{m02} 與英國 SeaView 的 T_m 進行分析比較， T_{m01} 相關係數為 0.86 最高， T_m 相關係數為 0.79 次之， T_{m02} 相

關係數為 0.78 最差，以均方根誤差來評估， T_{m02} 均方根誤差為 0.31 最小(RMSE 最小最優)、 T_{m01} 均方根誤差為 0.42 次之， T_m 均方根誤差為 0.95 最大(RMSE 最大最差)；散點因子方面，本研究方法 T_{m01} 散點因子為 0.047 最小，數值越小資料越不分散，顯示觀測品質越好， T_m 散點因子為 0.063 次之， T_{m02} 散點因子為 0.067 為最大，數值越大資料越分散，顯示觀測品質越差，如以序位法評估，以序位總合為最低的為最優選方案，顯示本研究方法平均週期的 T_{m01} 與實測值更加吻合，具有更高度的相關性，如表 4-5 與圖 4.7 所示。

表 4-5 雷達觀測 108 年 1 月 25 日~108 年 1 月 30 日的序位比較

平均週期	相關係數	RMSE	散點因子	序位總合	最優
T_{m01}	0.86/(1)	0.42/(2)	0.047/(1)	4	V
T_{m02}	0.78/(3)	0.31/(1)	0.067/(3)	7	
T_m (UK)	0.79/(2)	0.95/(3)	0.063/(2)	7	

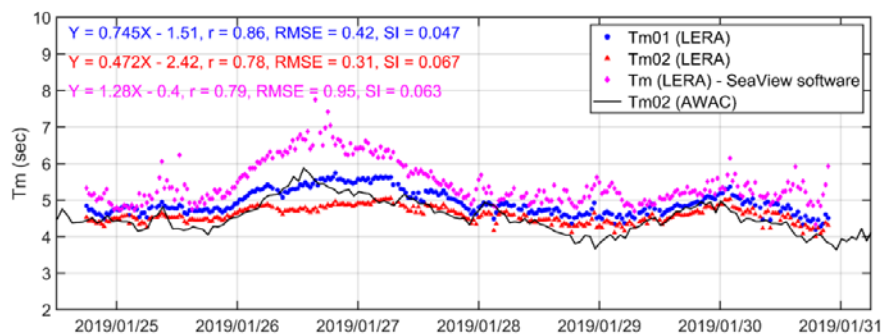


圖 4.7 雷達觀測 108 年 1 月 25 日~108 年 1 月 30 日平均週期比對

觀測時段介於 108 年 2 月 26 日至 108 年 3 月 10 日期間之平均週期觀測結果比對，本研究方法 T_{m01} 、 T_{m02} 與英國 SeaView 的 T_m 進行分析比較， T_{m01} 與 T_{m02} 相關係數同為 0.67 屬於中度相關，並列第 1，英國 SeaView 相關性次之， T_m 相關係數為 0.27 屬於低度相關。以均方根誤差來評估， T_{m02} 均方根誤差為 0.35 最小(RMSE 最小最優)、 T_{m01} 均方根誤差為 0.5 次之， T_m 均方根誤差為 1.24 最大(RMSE 最大最差)。散點因子方面，本研究方法 T_{m01} 散點因子為 0.066 最小，數值越小資料越不分散，顯示觀測品質越好， T_{m02} 散點因子為 0.073 為次之， T_m 散點因子為 0.104 最大，數值越大資料越分散，顯示觀測品質越差，如以序位法評

估，序位總合最低者為最優選方案，顯示本研究方法平均週期的 T_{m01} 與 T_{m02} 與實測值皆為吻合，但 T_{m02} 具有更少的均方根誤差，因此， T_{m02} 為最優，如表 4-6 與圖 4.8 所示。經探討英國 T_m 觀測時序列與實測資料相關性僅 0.27，時序列周邊呈現數十筆無線電噪聲干擾的影響，導致部分時段數據劇烈跳動(由均方根誤差與散點因子可觀察)，因而產生數據偏大的趨勢，導致相關性下降。

表 4-6 雷達觀測 108 年 2 月 26 日~108 年 3 月 10 日的序位比較

平均週期	相關係數	RMSE	散點因子	序位總合	最優
T_{m01}	0.67/(1)	0.5/(2)	0.066/(1)	4	
T_{m02}	0.67/(1)	0.35/(1)	0.073/(2)	4	V
T_m (UK)	0.27/(2)	1.24/(3)	0.104/(3)	8	

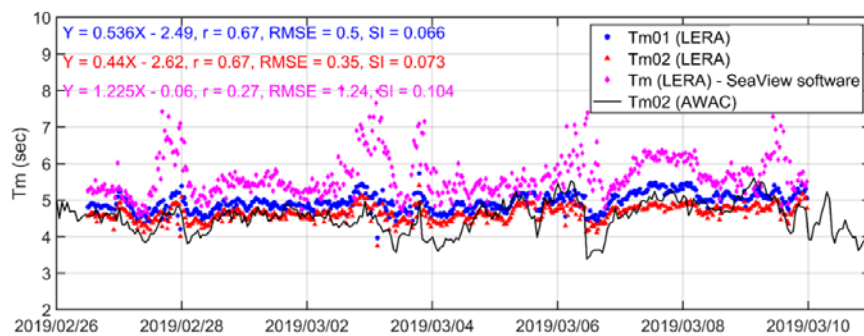


圖 4.8 雷達觀測 108 年 2 月 26 日~108 年 3 月 10 日平均週期比對

觀測時段介於 108 年 3 月 23 日至 108 年 4 月 22 日期間之平均週期觀測結果比對，本研究方法 T_{m01} 、 T_{m02} 與英國 SeaView 的 T_m 進行分析比較，本研究方法 T_{m01} 相關係數為 0.55 為最高， T_{m02} 相關係數為 0.53 次之，英國 T_m 相關係數 0.39 最差。以均方根誤差來評估，不論本研究方法 T_{m01} 、 T_{m02} 與英國 T_m 的均方根誤差均大於 1，其中以 T_{m02} 均方根誤差為 1.09 為最小(RMSE 最小最優)、 T_{m01} 均方根誤差為 1.26 次之，英國 T_m 均方根誤差為 2.67 最大(RMSE 最大最差)。散點因子方面，本研究 T_{m01} 散點因子為 0.177 最小，數值越小資料越不分散，顯示觀測品質越好， T_{m02} 散點因子為 0.188 為次之，最差是英國 T_m 散點因子為 0.291 最大，數值越大資料越分散，顯示觀測品質越差，如以序位法評估，以序位總合為最低的為最優選方案，顯示本研究平均週期 T_{m02} 與實測值

最為吻合，如表 4-7 與圖 4.9 所示。經探討英國 T_m 觀測時序列與實測資料相關性僅 0.39，惟 T_m 時序列周邊受無線電噪聲干擾的嚴重，導致數據除呈現劇烈起伏外，且部分數據亦呈現反向趨勢(由均方根誤差與散點因子可觀察)，因而使數據偏大，故如能消除誤差，觀測相關性應能再予提升。

表 4-7 雷達觀測 108 年 3 月 23 日~108 年 4 月 22 日的序位比較

平均週期	相關係數	RMSE	散點因子	序位總合	最優
T_{m01}	0.53/(2)	1.26/(2)	0.177/(1)	5	
T_{m02}	0.55/(1)	1.09/(1)	0.188/(2)	4	V
T_m (UK)	0.39/(3)	2.67/(3)	0.291/(3)	9	

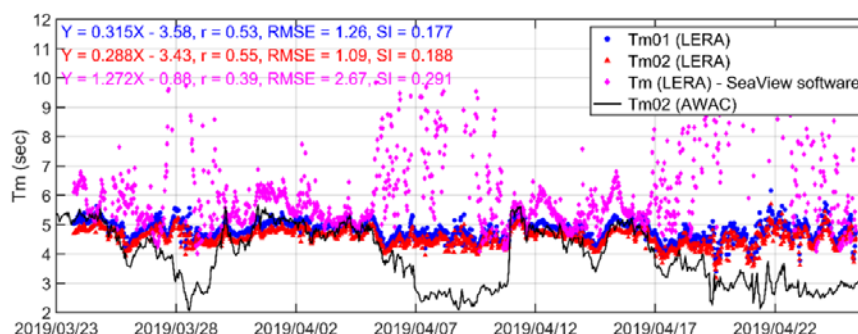


圖 4.9 雷達觀測 108 年 3 月 23 日~108 年 4 月 22 日平均週期比對

觀測時段介於 108 年 7 月 3 日~108 年 7 月 28 日期間之平均週期觀測結果比對，本研究方法 T_{m01} 、 T_{m02} 與英國 SeaView 的 T_m 進行分析比較，相關性三者皆呈現低度相關， T_{m02} 與 T_m 相關係數同為 0.3，其次為 T_{m01} 相關係數 0.28。以均方根誤差來評估，不論本研究方法 T_{m01} 、 T_{m02} 與英國 T_m 的均方根誤差均大於 1，其中英國 SeaView 均方根誤差更是大於 3， T_{m02} 均方根誤差為 1.67 為最小(RMSE 最小最優)、 T_{m01} 均方根誤差為 1.94 次之，英國 SeaView 均方根誤差為 3.88 最大(RMSE 最大最差)。散點因子方面， T_{m01} 散點因子為 0.134 最小，數值越小資料越分散，顯示觀測品質越好， T_{m02} 散點因子為 0.137 為次之，散點因子最大是 T_m 為 0.249，數值越大資料越分散，顯示觀測品質越差，如以序位法評估，以序位總合為最低的為最優選方案，顯示本研究方法平均週期的 T_{m02} 為低度相關中與實測值最為吻合的，如表 4-8 與圖 4.10 所示。

經探討英國 T_m 觀測時序列、 T_{m02} 與實測資料相關性僅 0.3，惟 T_m 時序列周邊受難以計數之無線電噪聲干擾的影響，使量測數據偏高，因而使數據均方根誤差變大與散點因子亦增加。

表 4-8 雷達觀測 108 年 7 月 3 日～108 年 7 月 28 日的序位比較

平均週期	相關係數	RMSE	散點因子	序位總合	最優
T_{m01}	0.28/(2)	1.94/(2)	0.134/(1)	5	
T_{m02}	0.3/(1)	1.67/(1)	0.137/(2)	4	V
T_m (UK)	0.3/(1)	3.88/(3)	0.249/(3)	7	

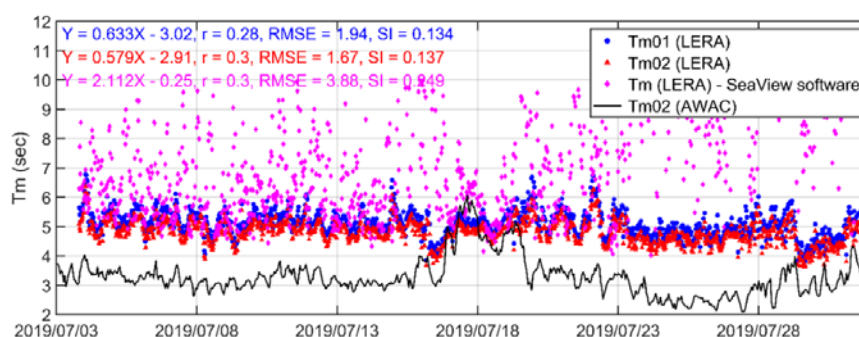


圖 4.10 雷達觀測 108 年 7 月 3 日～108 年 7 月 28 日平均週期比對

由此可知雷達訊號檢索平均週期，於 4 種觀測時段序列比較時，主要以 T_{m02} 平均週期的觀測值最好，該成果與實測資料相比最為吻合，相關性介於 0.3～0.86 之間。本研究再以 108 年 7 月 3 日～108 年 7 月 28 日觀測時段為例，計算各距離元的相關係數，並映射與套繪雷達範圍圖內，顯見雷達中央區域(紅黃綠色)相關性最高(相關係數介於 0.3～0.86 之間)，兩側邊緣(轉為藍色)相關性係數介於 0.1～0.3 之間，量測準確程度與天線場形相符，中央量測精準確並向兩側遞減，如圖 4.11(左) T_{m01} 所示；在英國 SeaView 雷達映射相關係數圖部分，明顯可見觀測區域範圍較本研究方法雷達觀測較為集中，但觀測範圍偏小，如圖 4.11(右) T_m 所示。

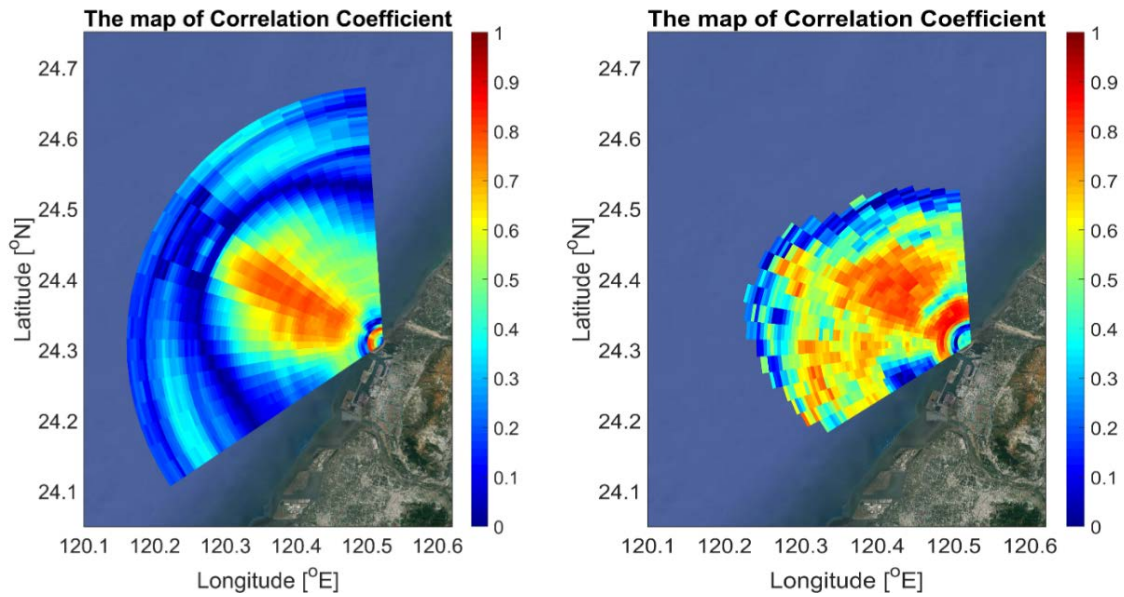


圖 4.11 雷達波場平均週期相關係數圖(左圖為 T_{m01} ，右圖為 T_m)

觀測時段介於 108 年 1 月 25 日至 108 年 1 月 30 日期間之尖峰週期觀測結果比對，尖峰週期代表波浪發生最大能量的時間，針對波浪尖峰週期將以本研究與英國 SeaView 的尖峰週期進行分析比較，本研究尖峰週期相關性 0.73，均方根誤差為 1.03，散點因子為 0.107，如圖 4.12 所示，優於英國 SeaView 尖峰週期相關性 0.4，均方根誤差為 2.43 資料過度離散，散點因子為 0.145。

觀測時段介於 108 年 2 月 26 日至 108 年 3 月 10 日期間之尖峰週期觀測結果比對，本研究方法尖峰週期相關性 0.5，均方根誤差為 1.09，散點因子為 0.114，如圖 4.13 所示，優於英國 SeaView 尖峰週期相關性 0.19 毫無相關性，均方根誤差為 2.97 資料過度離散，散點因子為 0.134。

觀測時段介於 108 年 3 月 23 日至 108 年 4 月 22 日期間之尖峰週期觀測結果比對，本研究方法尖峰週期相關性 0.41，均方根誤差為 1.47，散點因子為 0.246，如圖 4.14 所示，優於英國 SeaView 尖峰週期相關性 0.16 毫無相關性，均方根誤差為 3.17 資料過度離散，散點因子為 0.226 偏大。

觀測時段介於 108 年年 7 月 3 日至 108 年 7 月 28 日期間之尖峰週期觀測結果比對，本研究方法尖峰週期相關性 0.23，均方根誤差為 2.15，

散點因子為 0.264，如圖 4.15 所示，優於英國 SeaView 尖峰週期相關性 0.07 毫無相關性，均方根誤差為 4.49 資料過度離散，散點因子為 0.292 偏大。

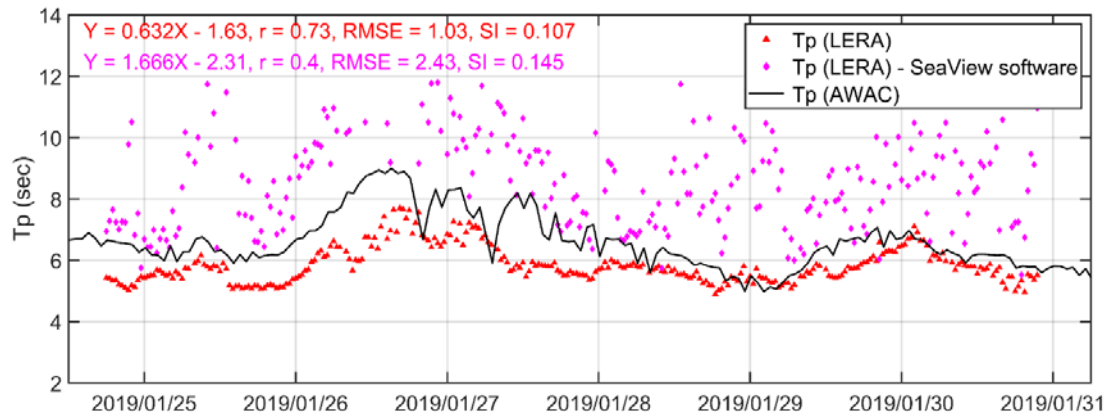


圖 4.12 雷達觀測 108 年 1 月 25 日～108 年 1 月 30 日尖峰週期比對

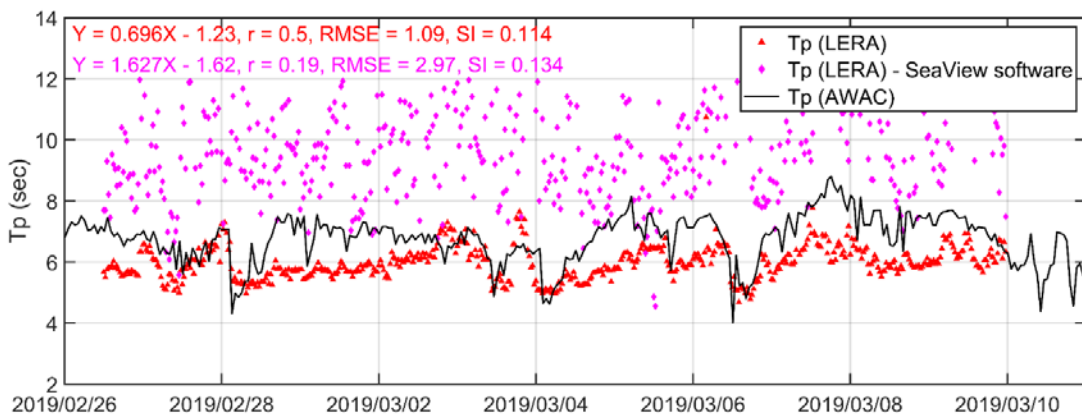


圖 4.13 雷達觀測 108 年 2 月 26 日～108 年 3 月 10 日尖峰週期比對

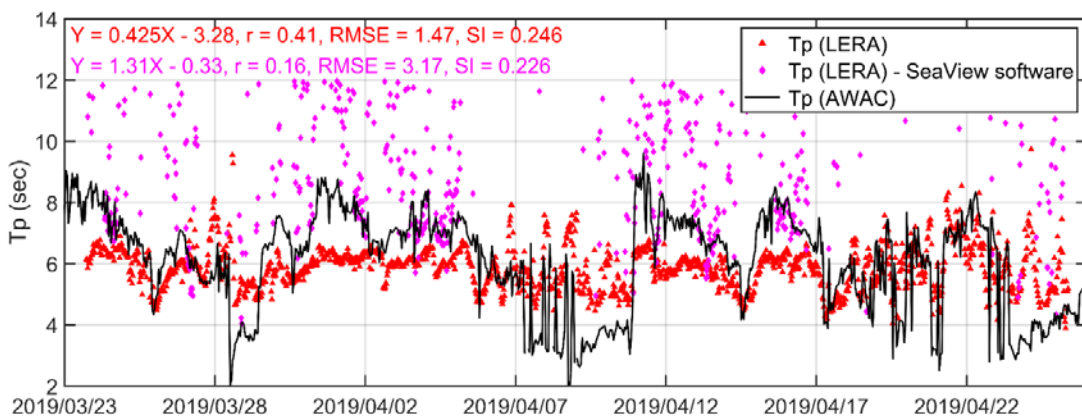


圖 4.14 雷達觀測 108 年 3 月 23 日～108 年 4 月 22 日尖峰週期比對

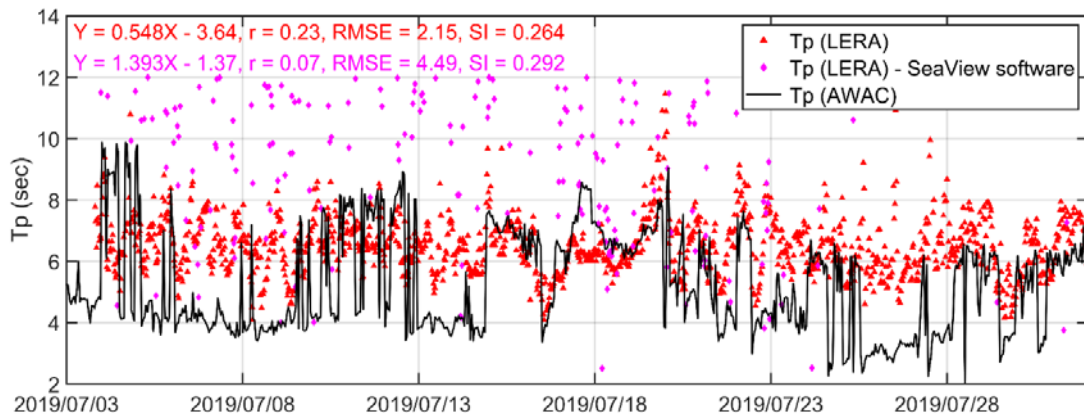


圖 4.15 雷達觀測 108 年 7 月 3 日～108 年 7 月 28 日尖峰週期比對

由此可知雷達訊號檢索尖峰週期，於 4 種觀測時段序列比較時，不論觀測時段為何，本研究方法尖峰週期成果與實測資料相比相關性，該相關係數介於 0.23～0.73 之間，也就是尖峰週期量測並沒有預期中的改善，尖峰週期相關性不論是本研究方法檢索分析或採用英國 SeaView 分析的觀測值均偏低，尚有改進的空間。

綜合以上應用第一階極限法處理波浪觀測的結果，於有義波高(H_s)、平均週期(T_{m01} 與 T_{m02})與尖峰週期(T_p)之相關性部分，有義波高是觀測目標高度相關者約 0.7～0.97 之間，平均週期觀測表現亦可，惟獨相關性為高中度相關約 0.3～0.86 之間，尖峰週期較差約 0.23～0.73 之間，相關性為中低度相關，本研究方法觀測的波浪週期，經研究顯示雷達尖峰週期相較於 AWAC 尖峰週期尚有估計不足的部分，二者相關性呈現低度相關。在研究平均週期由於 T_{m01} 為一次矩平均週期， T_{m02} 為二次矩平均週期的關係上，與實測平均週期相比呈現中低度相關性，惟 T_{m02} 存在著更好的相關性

4.1.2 雷達觀測成果比對

本小節討論以第一階極限法導入控制分水嶺分割與圖像處理技術結合 Barrick, D.E.理論，分析今(109)年度所蒐集的雷達回波頻譜，得出海面波浪觀測值，並與臺中港北堤外海實測資料加以比對，觀測時段介於 109 年 4 月 20 日至 109 年 4 月 25 日期間，雷達觀測波浪有義波高

(H_s)與實測資料結果比對，相關性為0.87 高度相關，均方根誤差為0.54，偏誤為0.389，散點因子為0.468，如圖4.16所示。

同觀測時段之平均週期與實測資料結果比對， T_{m01} 相關性為0.78 高度相關，均方根誤差為1.28，偏誤為1.172，散點因子為1.172，而 T_{m02} 相關性為0.74 高度相關，均方根誤差為0.92，偏誤為0.76，散點因子為0.762，如圖4.17所示，由於 T_{m02} 的散點因子小於 T_{m01} ，顯示於存在觀測誤差情形下， T_{m02} 誤差較 T_{m01} 小，此與二者均方根誤差一致(RMSE： $T_{m02} < T_{m01}$)， T_{m02} 與實測資料更為吻合；惟同觀測時段之尖峰週期與實測資料結果比對， T_p 相關性為0.21 低度相關，均方根誤差為1.38，偏誤為0.385，散點因子為0.82，如圖4.18所示，比較圖4.17與圖4.18， T_p 偏誤值最小，因此，雷達資料與實測更為吻合。

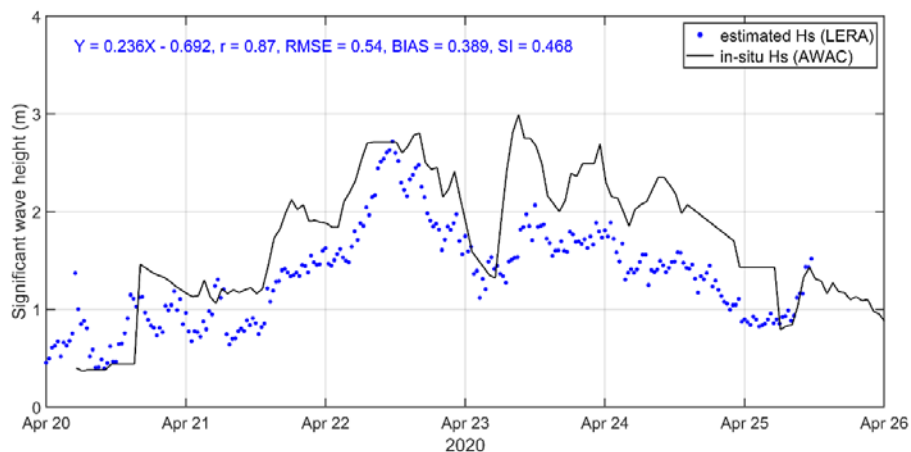


圖 4.16 雷達觀測 109 年 4 月 20 日～109 年 4 月 26 日有義波高比對

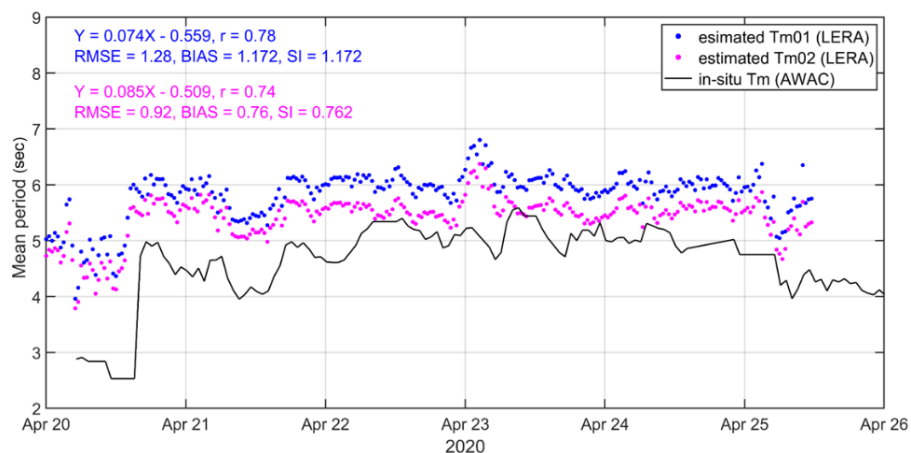


圖 4.17 雷達觀測 109 年 4 月 20 日～109 年 4 月 26 日平均週期比對

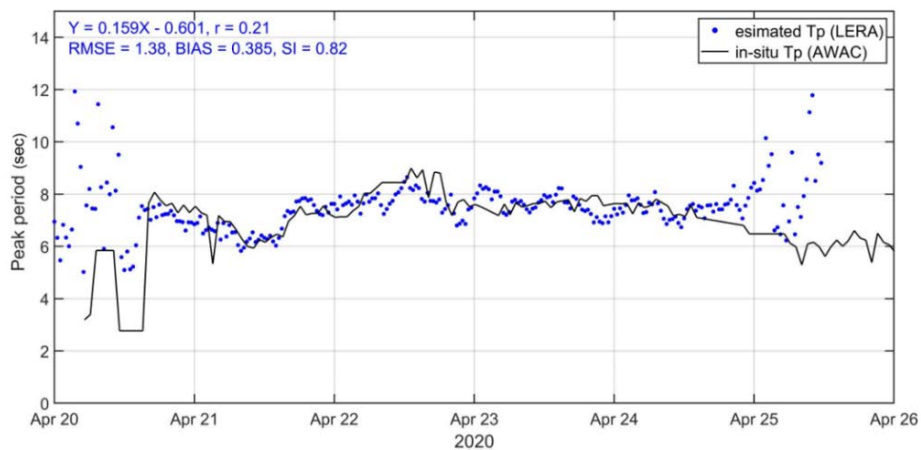


圖 4.18 雷達觀測 109 年 4 月 20 日~109 年 4 月 26 日尖峰週期比對

觀測時段介於 109 年 5 月 20 日至 109 年 6 月 29 日期間，雷達觀測波浪有義波高(H_s)與實測資料結果比對，相關性為 0.55 中度相關，均方根誤差為 0.34，偏誤為 0.389，散點因子為 0.274，如圖 4.19 所示。

同觀測時段之平均週期與實測資料結果比對， T_{m01} 相關性為 0.02 微弱相關幾乎可稱之為無相關，均方根誤差為 3.08，偏誤為 2.869，散點因子為 2.869，而 T_{m02} 相關性為 0.08 微弱相關，均方根誤差為 2.48，偏誤為 2.301，散點因子為 2.301，如圖 4.20 所示；惟同觀測時段之尖峰週期與實測資料結果比對， T_p 相關性為 0.01 微弱相關，均方根誤差為 5.99，偏誤為 5.058，散點因子為 5.084，如圖 4.21 所示。

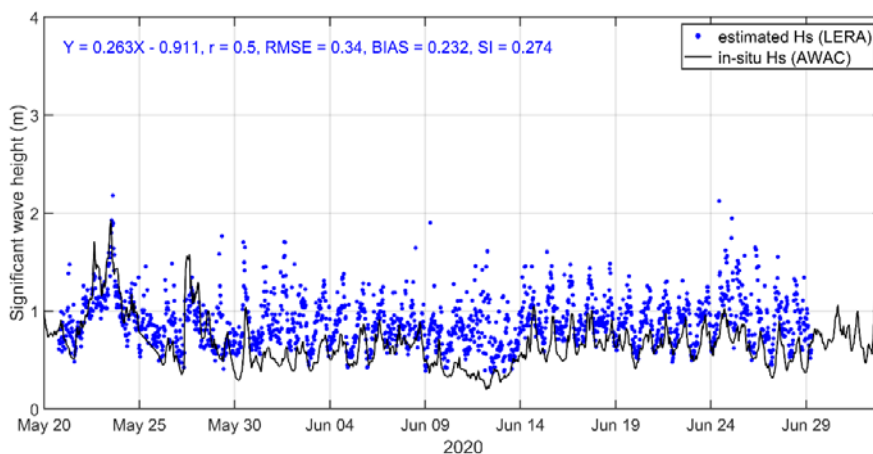


圖 4.19 雷達觀測 109 年 5 月 20 日~109 年 6 月 29 日有義波高比對

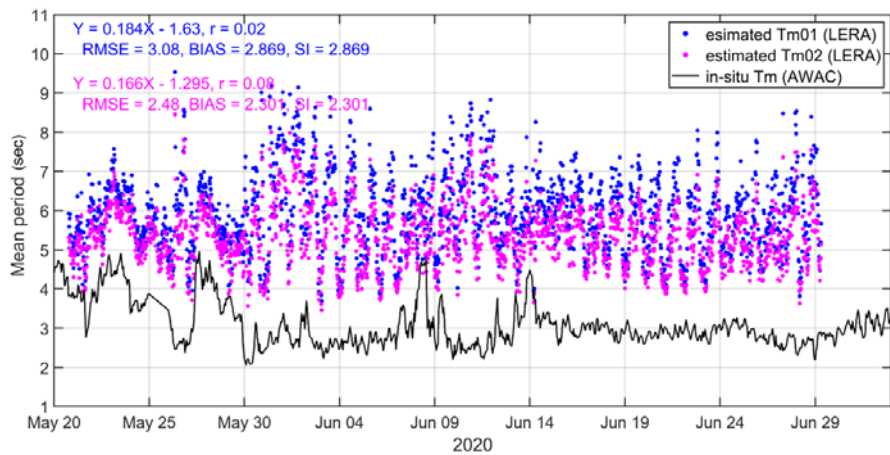


圖 4.20 雷達觀測 109 年 5 月 20 日~109 年 6 月 29 日平均週期比對

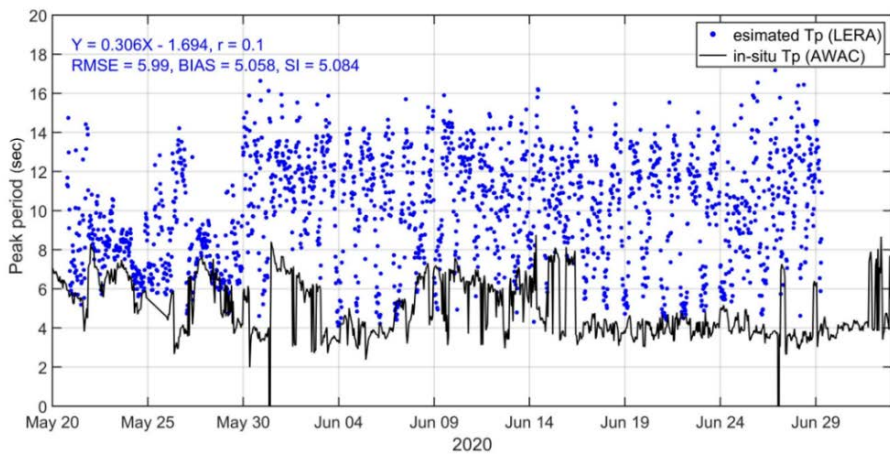


圖 4.21 雷達觀測 109 年 5 月 20 日~109 年 6 月 29 日尖峰週期比對

觀測時段介於 109 年 4 月 20 日至 109 年 6 月 29 日期間，雷達觀測波浪有義波高(H_s)與實測資料結果比對，相關性為 0.74 中度相關，均方根誤差為 0.36，偏誤為 0.166，散點因子為 0.295，如圖 4.22 所示。

同觀測時段之平均週期與實測資料結果比對， T_{m01} 相關性為 0 呈現無相關狀態，均方根誤差為 2.94，偏誤為 2.689，散點因子為 2.689，而 T_{m02} 相關性為 0.11 微弱相關，均方根誤差為 2.36，偏誤為 2.137，散點因子為 2.138，如圖 4.23 所示；惟同觀測時段之尖峰週期與實測資料結果比對， T_p 相關性為 0.2 微弱相關，均方根誤差為 5.68，偏誤為 4.561，散點因子為 4.63，如圖 4.24 所示。

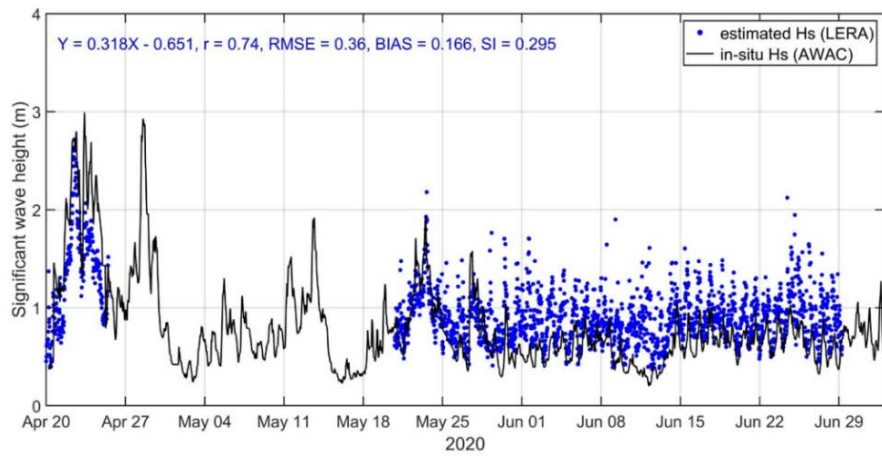


圖 4.22 雷達觀測 109 年 4 月 20 日~109 年 6 月 29 日有義波高比對

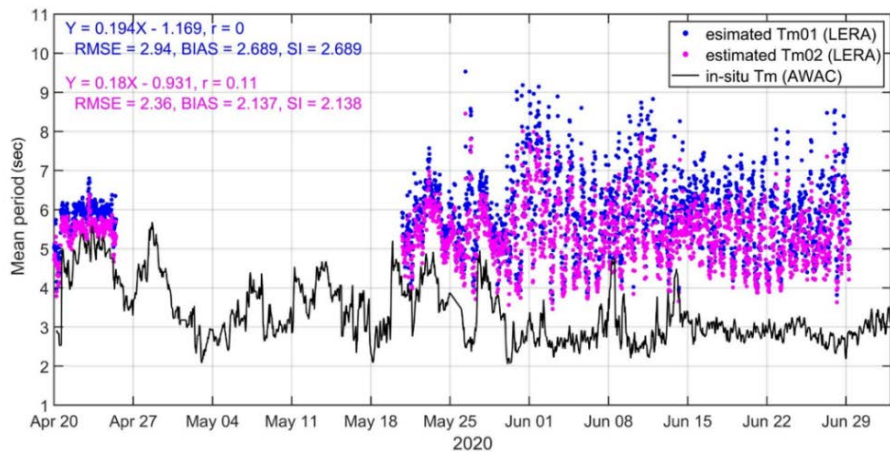


圖 4.23 雷達觀測 109 年 4 月 20 日~109 年 6 月 29 日平均週期比對

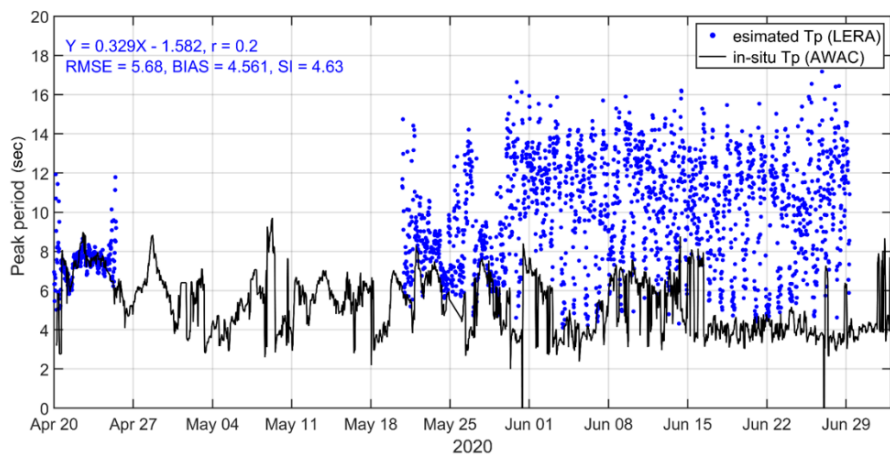


圖 4.24 雷達觀測 109 年 4 月 20 日~109 年 6 月 29 日尖峰週期比對

本研究 4 月份雷達觀測分析有義波高相關係數尚達 0.87，相關性仍呈現高度相關，平均週期於 0.74~0.78 亦屬高度相關範圍之間，5 月份雷達觀測有義波高、平均週期與尖峰週期相關性驟降至中度相關，甚至無相關，從事件面分析由 109 年 6 月 12 日至 109 年 6 月 14 日期間，經歷鸚鵡輕度颱風侵擾，如圖 4.25 所示，由菲律賓生成，行經南海至廣州，實測 AWAC 觀測值出現平均週期 5sec，尖峰週期 8sec，有義波高約 1.5m 的海浪，由於颱風強度較小且距離遙遠臺中港甚遠，對雷達干擾程度有限，因此，排除颱風影響；如果由雷達觀測資料進行探討，可以發現 5、6 月份除相關性降低以外，各項數據包括：均方根誤差、偏誤與散點因子皆偏大，由於散點因子為均方根誤差與平均誤差的正規化型式，故散點因子有誤差百分比的意義，如表 4-9 所示，由此可知除有義波高誤差百分比為 27.4% 以外，其餘觀測目標誤差百分比為 200% 以上，綜合上述判斷，本研究雷達設備異常，需進行檢修排除。

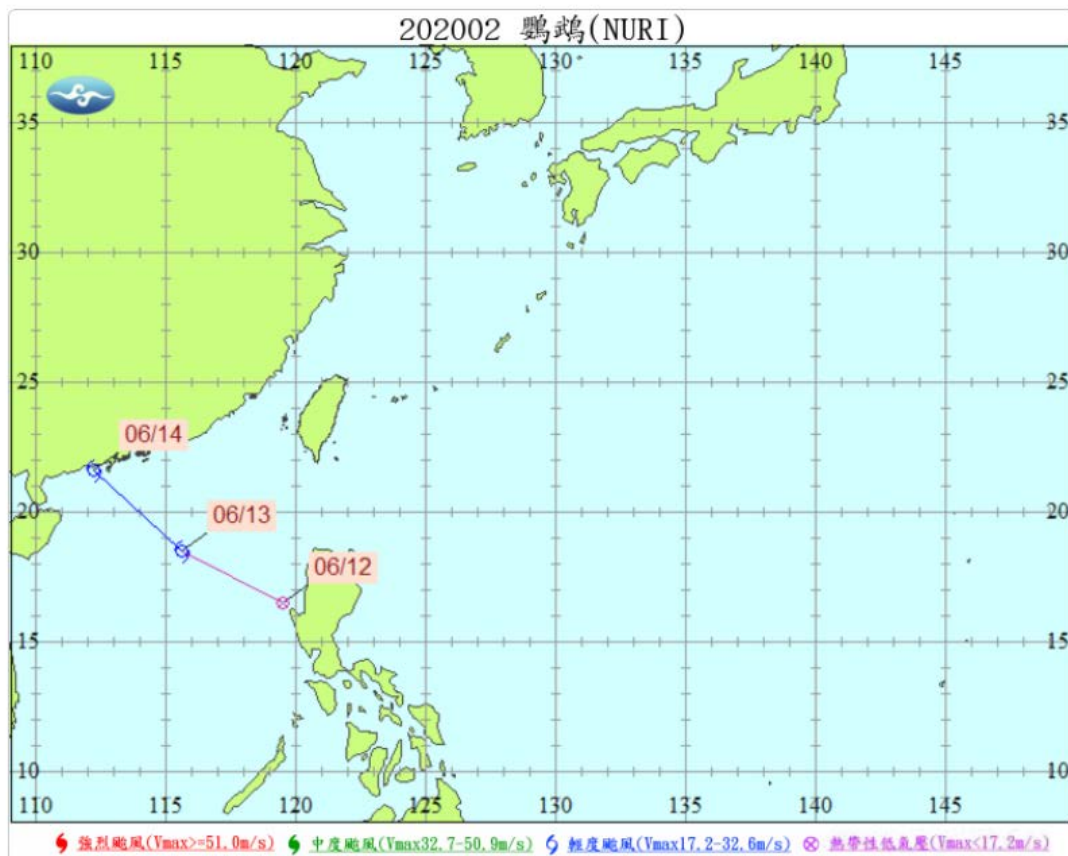


圖 4.25 鸚鵡颱風路徑圖

表 4-9 雷達觀測於 5 月份散點因子與平均誤差百分比

109.5.20-6.29	SI	平均誤差百分比(%)
H_s	0.274	27.4%
T_{m01}	2.869	286.9%
T_{m02}	2.301	230.1%
T_p	5.084	508.4%

4.2 雷達整合平台與即時可視化界面

本年度將觀測研究成果進行整合，建立都卜勒距離譜顯示介面，與雷達射線方向之徑向流速度顯示，並陳列波浪觀測的時序列，並將整合性資料架構成為一個觀測平台，如圖 4.26 所示，提供研究人員掌握雷達觀測設備運作的狀況，與即時查詢海氣象服務，平台架構如下。

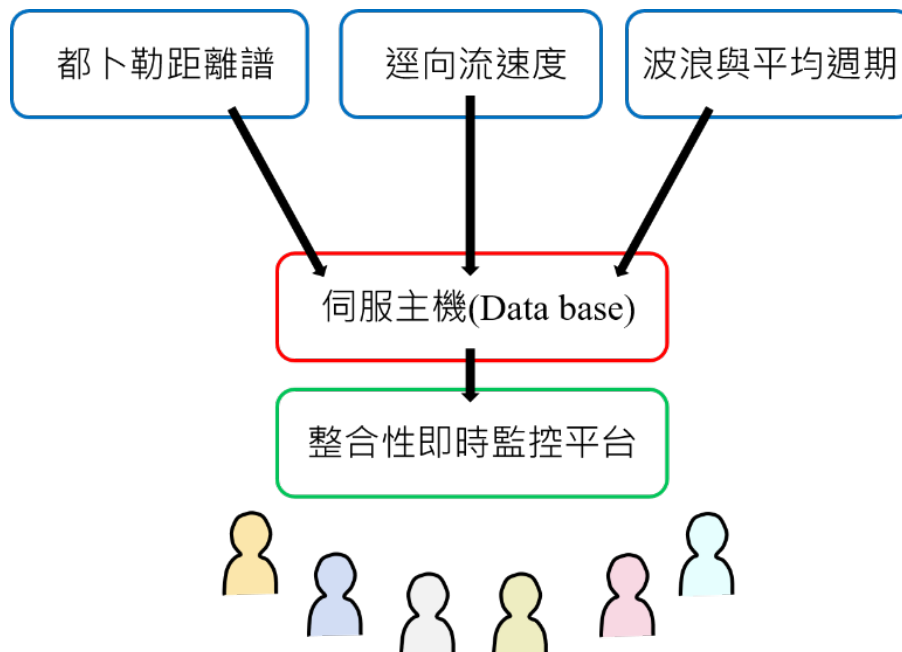


圖 4.26 整合性監控平台

由於雷達原始資料係電磁訊號主體，本身無法直接使用，經過數度轉換與處理，以及演算法計算後，始能得到估計的海氣象資料，因此，平台架構與功能取決於對雷達訊號的提取能力，就目前階段，使用者已

能檢索 5 大類資訊(都卜勒距離譜、徑向海流、波浪高度與波浪週期與風速)，雷達系統不僅達成建置目標，技術層面亦予突破，為利後續應用推廣，基於人類對圖像辨識比識別文字更為敏銳之理念，本研究規劃架設雷達整合性監控平台與可視化介面，方便使用者即時判斷海氣象狀況與掌握雷達系統運作狀況，如圖 4.27 所示。

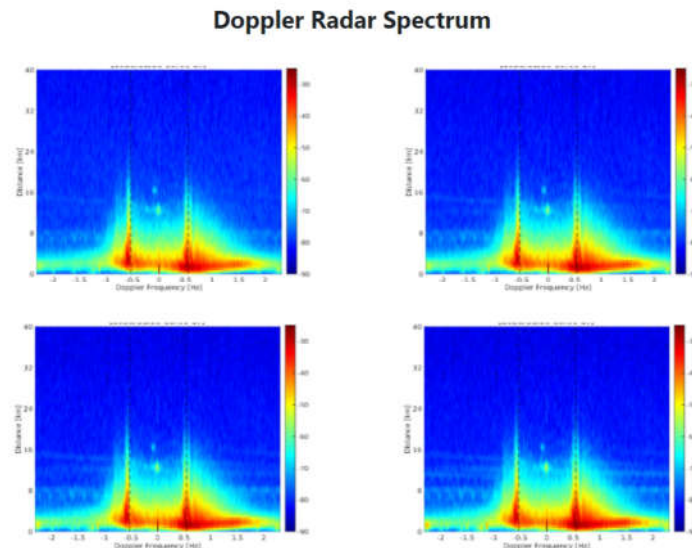
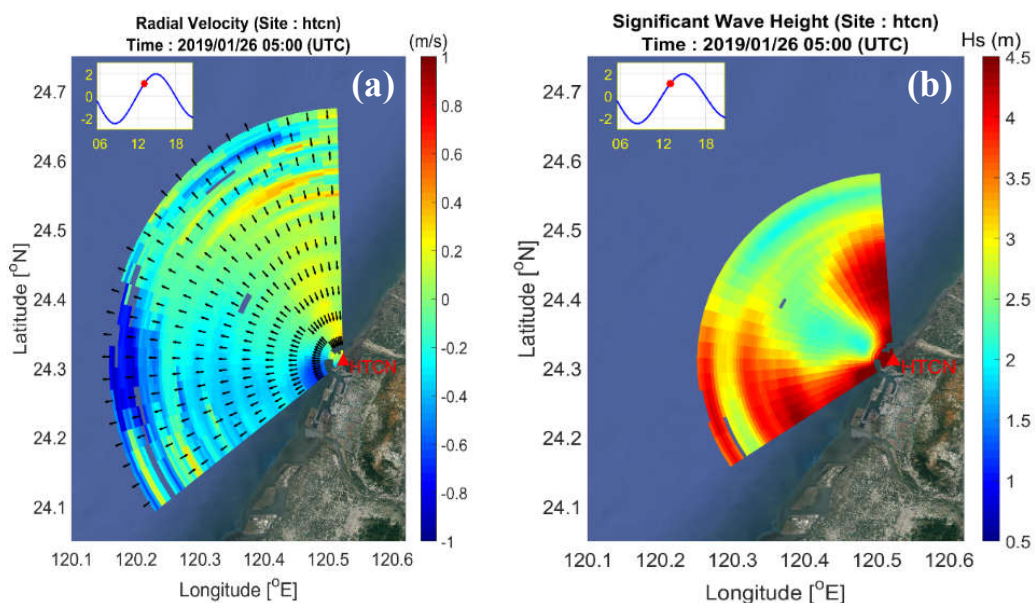
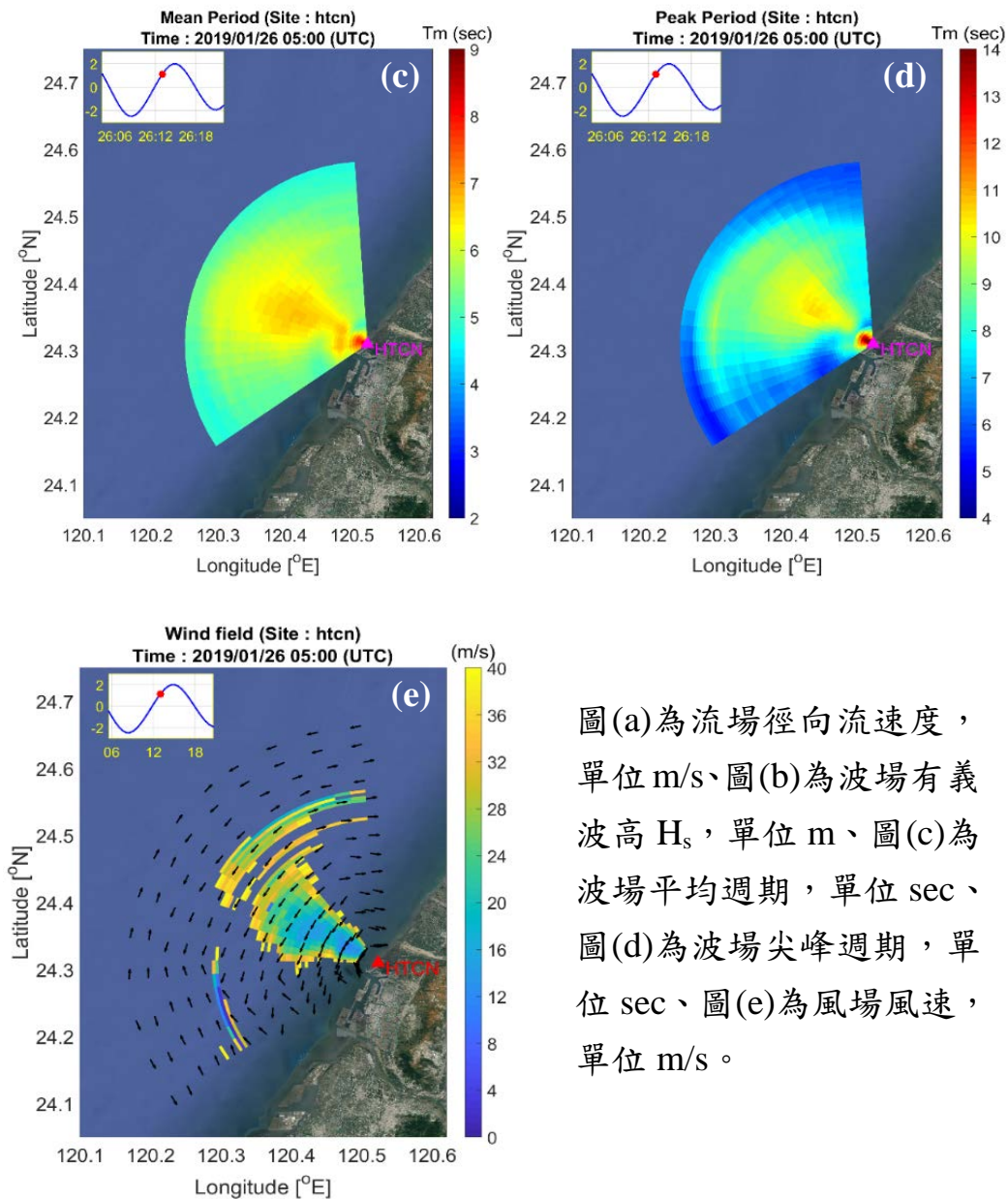


圖 4.27 雷達運作處理之都卜勒頻譜

依照可視化介面，目前能檢索都卜勒距離譜、徑向海流、波浪高度與波浪週期與風速等雷達觀測資料映射圖，如圖 4.28 所示。





圖(a)為流場徑向流速度，單位 m/s、圖(b)為波場有義波高 H_s ，單位 m、圖(c)為波場平均週期，單位 sec、圖(d)為波場尖峰週期，單位 sec、圖(e)為風場風速，單位 m/s。

圖 4.28 可視化介面檢索資料類型(5 大類資訊圖)

根據本所經驗與評估，本研究雷達站為單站系統，因此，於方向描述上僅考慮徑向，概念上不是接近雷達就是遠離雷達，若採用流矢圖難以呈現流向，最佳的方式係採用雷達映射圖呈現徑向流，在波浪有義波高、平均週期與尖峰週期呈現上，波浪等參數可以根據都卜勒頻譜第二階峰分量總功率除以加權函數與第一階特徵的總能量估算，且每 30 分鐘觀測 1 筆數據，故採用時序列方式最為直觀，如圖 4.29 所示。

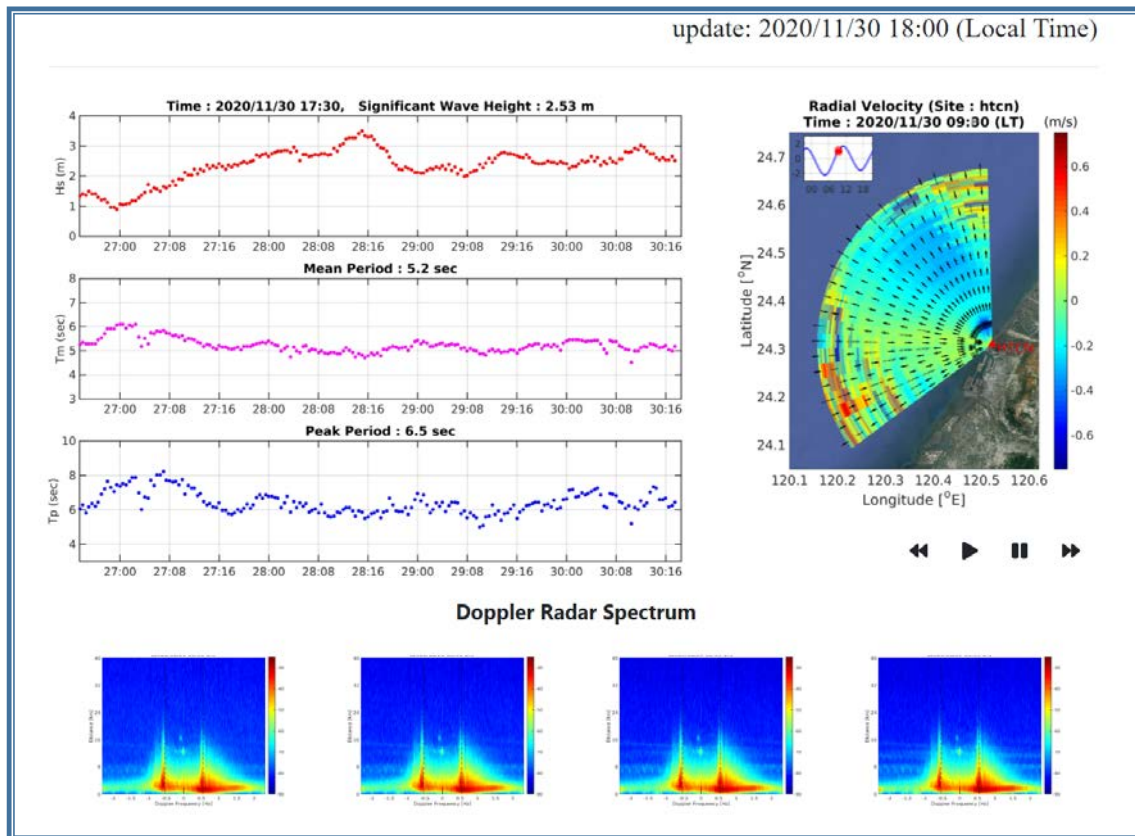


圖 4.29 可視化介面架構

4.3 雷達風場觀測的可行性探討

風浪的成長主要由風速、風吹距(指順風方向吹送的距離，又稱 Fetch)以及吹風延時(指風吹送的時間，又稱 Duration) 3 項控制因子決定，波浪在發展過程，不斷的與吹風交換能量並累積能量至成熟，波浪亦由波連逐漸增大，逐漸演變成而成，因此，風浪間必然存在某種特定關係，根據 Dexter and Theodorides (1982)所提出建議波高可以利用尖峰週期推算風速，其中尖峰週期部分能利用 Hasselmann 等人(1973)所定義的 1.25 倍 T_{m01} 估算，故採用前人歸納之波高與尖峰週期或波高與平均週期的關係式進行研究。

$$U_{10} = 9.11 \times 10^{-3} \left(\frac{H_s^2}{g T_p^3} \right) \dots \dots \dots \text{Dexter and Theodorides, (1982)}$$

由本研究分析結果可知雷達風速觀測尚存觀測誤差與偏誤，短期之內無法改善，原此先將實測波浪的有義波高(H_s)值帶入風速關係式計

算散佈情形，如圖 4.30 所示，經評估波浪與風速相關性，3 種計算方式相關性趨勢介於 0.74~0.93 之間，符合高度相關標準，均方根誤差介於 2.19~4.275 之間，散點因子則介於 0.202~0.374 之間。

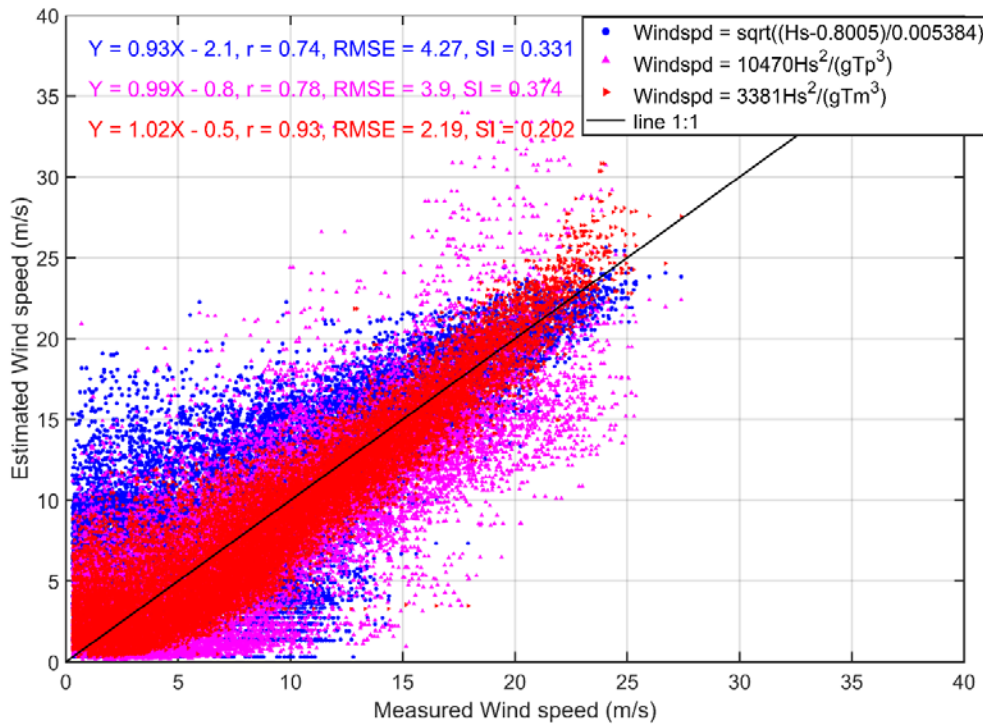


圖 4.30 有義波高(H_s)風速估算與實際風速量測之散佈情形

針對單基雷達的風向評估，Huang et al.(2004)假設於小區域海面中，表面風向是均勻分佈或風向於空間變化緩慢，以實現穩定海況條件，表示兩個間隔相近的無線電散射點之間，風向是連續的狀況，因此，相鄰小區域中實際風向的差值和，應為零或接近零。

天線 A~D 四個相鄰的雷達波束方向，每個單元存在兩個可能的風向，依據 Huang et al.(2004)方向不確定性消除圖，如圖 4.31 所示，舉例來說，小區域海面天線 A，可能風向分別標記為 φ_{A1} 和 φ_{A2} ，天線 B 風向分別標記為 φ_{B1} 和 φ_{B2} ，天線 C 風向分別標記為 φ_{C1} 和 φ_{C2} ，天線 D 風向分別標記為 φ_{D1} 和 φ_{D2} 。由此，可知天線 B 與其兩個相鄰小區的風向差異和，可定義如下。

$$\Delta\varphi_{ijk} = |\varphi_{Bi} - \varphi_{Aj}| + |\varphi_{Bi} - \varphi_{Ck}| \quad i, j, k = 1, 2, 1, \dots \text{Huang et al. (2004)}$$

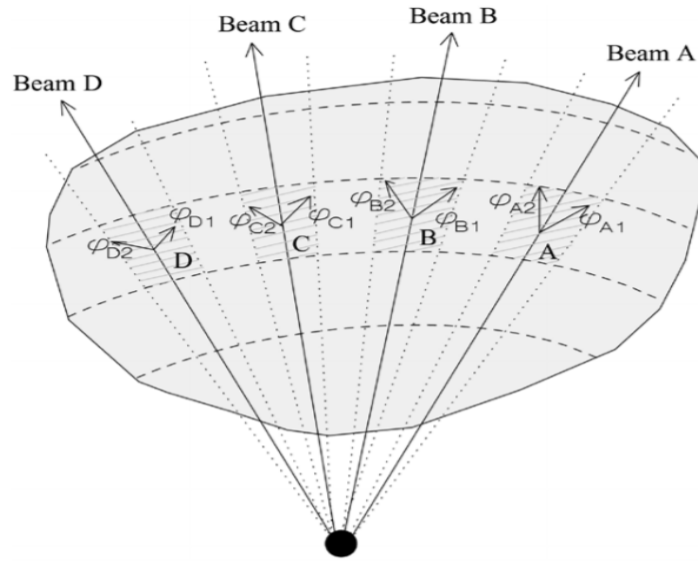


圖 4.31 方向不確定性消除圖 Huang et al.(2004)

本研究利用方向擴散函數與 Longuet-Higgins et. al (1963) 所提出方向因子模型，如圖 4.32 所示，並配合擴展參數 s 和方向模糊度的計算結果，結合方向擴散函數可以求出方向。

$$r = 10 \log_{10} \left(\frac{\sigma_1(\omega_B)}{\sigma_1(-\omega_B)} \right) = 10 \log_{10} \left(\frac{G(\pi + \theta_N - \alpha_w)}{G(0 + \theta_N - \alpha_w)} \right)$$

$$\text{簡化成：} r = 10 \log_{10} \left(\tan^{2s} \frac{|\theta_w|}{2} \right)$$

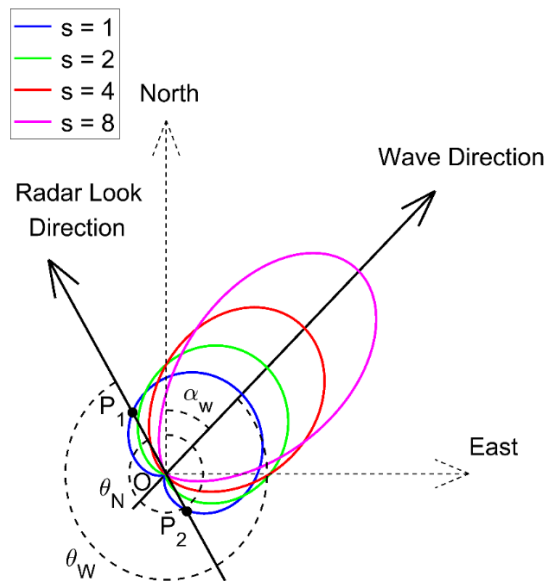


圖 4.32 方向因子模型圖

風速量值結果分析，觀測時段介於 108 年 2 月 26 日至 108 年 3 月 10 日間，雷達估計 U_{10} 風速與臺中港綠燈塔觀測結果比對，本研究 U_{10} 與實測結果相關性 0.68，均方根誤差為 4.43，偏誤為 2.389，散點因子為 0.323，如圖 4.33 所示。

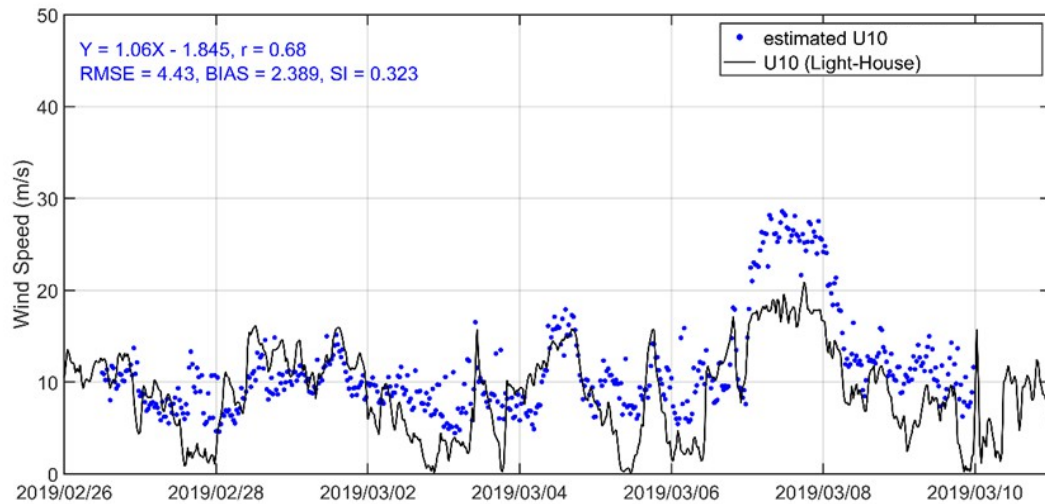


圖 4.33 雷達觀測 108 年 2 月 26 日~108 年 3 月 10 日估計 U_{10} 比對

觀測時段介於 108 年 3 月 23 日至 108 年 4 月 17 日間，雷達估計 U_{10} 風速與臺中港綠燈塔觀測結果比對，本研究 U_{10} 與實測結果相關性 0.63，均方根誤差為 3.87，偏誤為 0.487，散點因子為 0.443，如圖 4.34 所示。

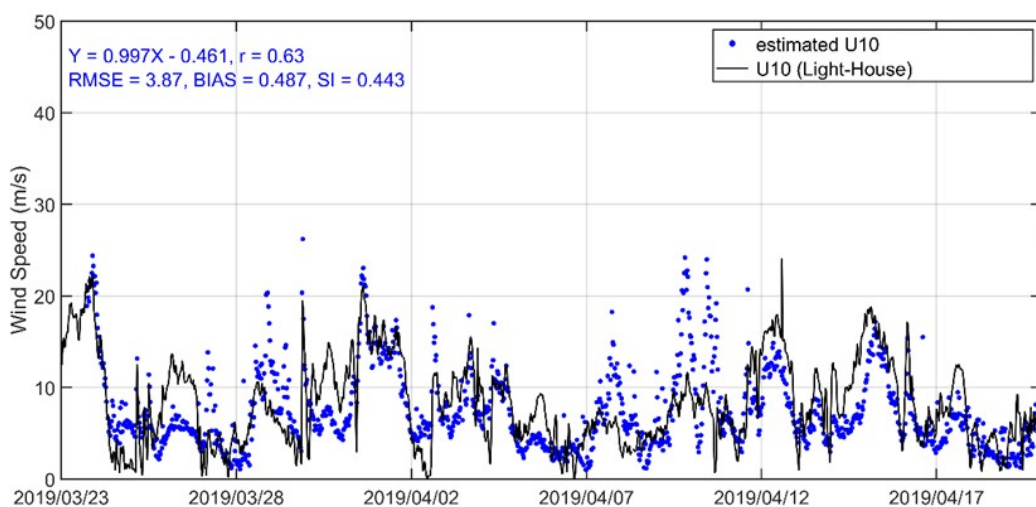


圖 4.34 雷達觀測 108 年 3 月 23 日~108 年 4 月 17 日估計 U_{10} 比對

觀測時段介於 108 年 7 月 3 日至 108 年 8 月 12 日間，雷達估計 U_{10} 風速與臺中港綠燈塔觀測結果比對，本研究 U_{10} 與實測結果相關性 0.6，均方根誤差為 4.71，偏誤為 0.76，散點因子為 0.471，如圖 4.35 所示。

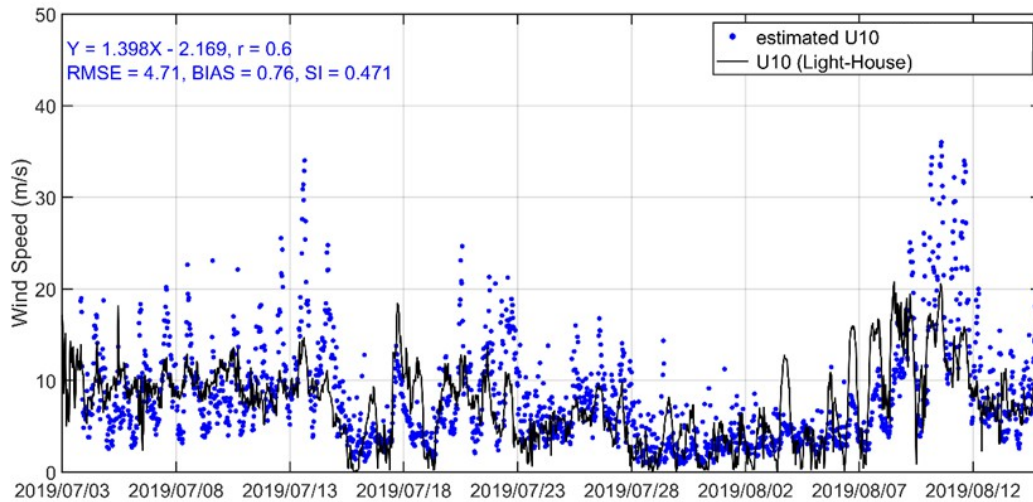


圖 4.35 雷達觀測 108 年 7 月 3 日～108 年 8 月 12 日估計 U_{10} 比對

風向結果分析，觀測時段介於 108 年 1 月 24 日至 108 年 1 月 30 日間，本研究雷達估計 U_{10} 風向與英國 SeaView 及臺中港綠燈塔觀測結果分析比對，本研究 U_{10} 與實測風向結果相關性 0.19，均方根誤差為 36.08，偏誤為 30.673，散點因子為 0.016；英國 SeaView 與實測風向結果相關性 0.15，均方根誤差為 51.95，偏誤為 29.247，散點因子為 0.023，如圖 4.36 所示。

觀測時段介於 108 年 2 月 26 日至 108 年 3 月 10 日間，本研究雷達估計 U_{10} 風向與英國 SeaView 及臺中港綠燈塔觀測結果分析比對，本研究 U_{10} 與實測風向結果相關性 0.31，均方根誤差為 41.33，偏誤為 22.434，散點因子為 0.013；英國 SeaView 與實測風向結果相關性 0.25，均方根誤差為 53.88，偏誤為 24.554，散點因子為 0.016，如圖 4.37 所示。

綜合上述兩個觀測時段結果，本研究風速量值相關性介於 0.6～0.68 之間，已具有中度相關性，顯示風速大小確實可以由陣列雷達進

行量測，但風向推估方面，雷達觀測風向與臺中綠燈塔風速站實測值比較，相關性過低，偏向為低度相關 0.19~0.32，均方根誤差 36.08~41.33 之間，偏誤介於 22.4343~30.67 之間過大，顯示再方向處理尚有量測不確定度，處理分析過程仍有精進的空間。

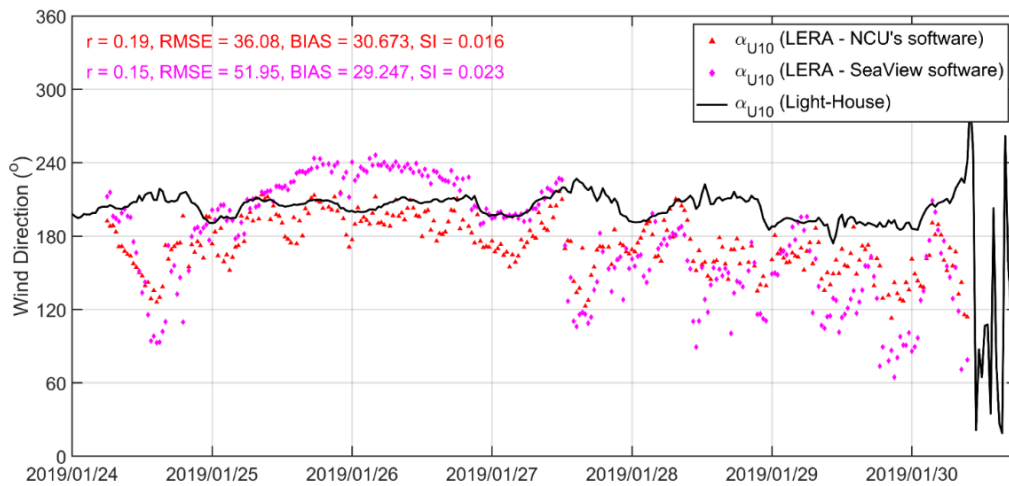


圖 4.36 雷達觀測 108 年 1 月 24 日~108 年 1 月 30 日風向比對

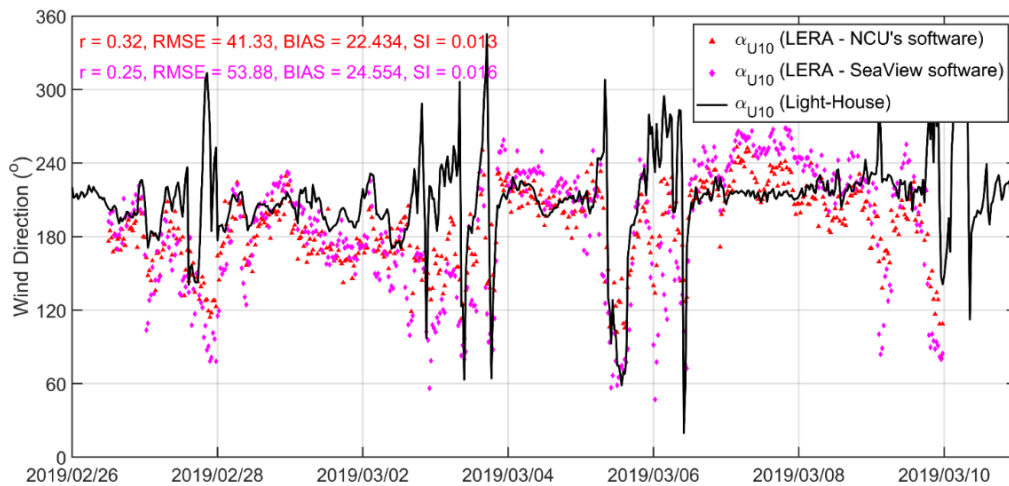


圖 4.37 雷達觀測 108 年 2 月 26 日~108 年 3 月 10 日風向比對

第五章 結論與建議

本研究所應用之雷達係臺灣目前唯一運行中的高頻線陣列雷達，以預組裝基地港與鄰近海域之海象調查為目標，發展雷達精進遙測技術，並以海面波浪與海流之雷達訊號進行多重處理，並將所得海象資料進行蒐集、分析與建檔，本研究結果希冀輔助交通部航港局及臺中港務分公司，提供更完整的服務，做為各單位管理船舶進出港區的參考依據，亦提供港灣設施施工條件之參考標準，以及各單位面對災害發生時，能適時掌握海氣象現況，做為決策應用。

5.1 結論

本研究雷達與海科中心(CODAR)雷達訊號相比，本研究雷達訊號清楚可見圖譜包含二個峰值，分別為第一階峰值與第二階峰值，然而海科中心雷達卻僅見一個峰值，探究其原因，兩個觀測站皆屬於臺中港附近的雷達站，位置相近且同時觀測同一海域，觀測現象理當相同，探討原因係採用雷達型式不同，本研究雷達是指向性線陣列雷達，反觀海科中心雷達為全向性雷達，由此可知全向性雷達圖譜的單峰值同時包含第一階與第二階能量，相較於指向性雷達之無明顯的界線可以區分第二階峰，因此，難以計算第二階能量總和與計算出波浪數值，故對於波浪觀測較不擅長。

本研究應用窗函數與第一階極限法，處理雷達訊號以及都卜勒頻譜，有助於改善波浪觀測的結果，對於去(108)年觀測時段之有義波高(H_s)、平均週期(T_{m01} 與 T_{m02})與尖峰週期(T_p)之相關性部分，有義波高觀測相關性高達 0.97，已非常接近完全相關，平均週期 T_{m02} 觀測相關性高達 0.86 且尖峰週期觀測相關性高達 0.73，二者皆屬於高度相關者。另外，以雷達觀測區域分析，中央區域(紅色)相關性最高，其相關係數介於 0.9~1 之間，兩側邊緣(轉為黃綠色)相關性係數介於 0.4~0.6 之間，量測準確程度與天線場形相符，中央量測精準確並向兩側遞減，且

本研究雷達可處理範圍較英國 SeaView 可處理運算面積還大，且量測誤差更小。

本研究量測波高、週期的時序列漲落趨勢與實測結果，具有一致性，109 年 4 月份雷達觀測分析，有義波高相關係數尚達 0.87，相關性仍呈現高度相關，平均週期介於 0.74~0.78，亦屬高度相關範圍，惟 5、6 月份觀測資料相關性降低以外，且各項誤差數據包括均方根誤差、偏誤與散點因子皆偏大，判定本雷達設備異常需進行檢修排除，後續將於系統檢修完畢後，再次進行分析比對。

本研究觀測的波浪週期，尖峰週期代表主要波浪能量的週期，而平均週期代表波浪於整體能量分佈上的週期，經研究顯示雷達尖峰週期相較於 AWAC 尖峰週期，尚有估計不足的部分，二者相關性呈現低度相關。在研究 T_{m01} (一次矩平均週期)和 T_{m02} (二次矩平均週期)的關係上，該二者相較於 AWAC 的平均週期，雖皆呈現中低度相關性，但週期搖擺起伏趨勢與實際 AWAC 的平均週期擺盪趨勢相同，特別是 T_{m02} 存在著更好的相關性，理論上 T_{m02} 對於高頻能量的成份波較為敏感，若於觀測現場有顯著的的高頻能量，可以選擇 T_{m02} 做為參考，若頻譜噪動含有不規則觀測雜訊或不明的偽波浪能量，則建議使用 T_{m01} 做為主要參考依據。

本研究風速量值量測成果顯示，本研究雷達風速量測與臺中港綠燈塔實測值比較，其相關性介於 0.6~0.68 之間，已具有中度相關性，顯示風速大小確實可以由陣列雷達進行量測，但風向推估方面，雷達觀測風向與臺中綠燈塔風速站實測值比較，相關性過低介於 0.19~0.32 之間，偏向為低度相關，且均方根誤差(RMSE: 36.08~41.33)與偏誤(BIAS: 22.4343~30.67)誤差過大，顯示風向處理尚有量測不確定度，處理分析技術仍有進步改善空間。

5.2 建議

雷達觀測波浪與海流參數觀測，取決於雷達第一階與第二階分量分量值的計算，雜訊是影像訊號計算結果的重要因素，因此，本研究

特別重視控制雷達訊號與數據品質的把控，建議設置數據資料控制平台，並利用數據品質的控制之反演方法與資料平台，針對雷達回波訊號進行處理改善。另外，本研究發展的雷達可視化介面，未來還有改善空間，後續建議能與船舶自動辨識系統(AIS)進行加值整合，提供公私部門於臺中港周遭海域航行參考，於海上事故發生時，有助於監控港區與鄰近區域航行船舶與協助救援或海難分析資訊。

本研究已針對單基雷達風速觀測進行探討，現況雖然尚無實現空間解析，但今(109)年度已掌握風向計算與都卜勒能量譜左右第一階峰差值相關，且規劃中的南側觀測站雷達預計於明(110)年上半年完成，後續風向及各項既有觀測目標品質改善，將於雙基雷達站完成後，持續辦理研究，建議將雷達整合平台改善，與可視化界面精進升級納入，達成即時雷達訊號處理作業化，與表面波高、平均週期、流速、流向、風速與風向之觀測目標。

5.3 成果效益與後續應用情形

- 一、本研究雷達系統觀測的結果，目前已取得精確度較高的資訊有逕向流流速與波高資料，可以做為管理船舶進出港區之海氣象資訊參考使用，並做為船舶航行的輔助資訊；其餘觀測項目：波浪週期、風速與船舶動態，尚有改進空間，將俟南側觀測站建置完畢後，精進演算法改善至合理狀態，再提供予交通部航港局及臺中港港務分公司等公務部門參考及後續研究使用。
- 二、本雷達系統未來可朝向雙基雷達遙測作業化發展，取得完整的海面觀測資料，本研究之關鍵技術、處理分析方法與經驗，可以與行政院海洋委員會國家海洋研究院、國家實驗研究院台灣海洋科技研究中心相互交流，研究成果可以提供各單位參考。
- 三、本研究已利用雷達遙測港區外海況的調查成果，完成「離岸風電海下工程技術發展」階段性任務，未來將延續辦理「臺灣綠色能源港智慧環境監測技術研發(110-113)」研究，進行應用雷達技術於海象觀測作業化之校修與維運服務，以促進關鍵技術升級。

參考文獻

1. 林昆毅、陳少華、楊文昌、梁恩昱、高家俊，「高頻雷達測流系統之建置與天線場型測量之實例探討」，2012，第三十四屆海洋工程研討會論文集，763~768 頁。
2. 吳立中、湯世燦、黃清哲、高家俊，「SeaSonde 高頻雷達測流演算法之研究」，2012，第三十四屆海洋工程研討會論文集，757~762 頁。
3. 董東璟、蔡政翰、陳盈智、顏志偉、馬名軍，2014，應用岸基微波雷達量測近海流空間分布，航測及遙測學刊，第 18 卷，第 3 期，193~204 頁。
4. 余昭明、吳季莊、李昶瑋、林昆毅、徐堂家、陳少華、陳思樺、黃郁軒、楊雅兆、詹瑞文、廖建明、賴堅戊，「103 年度台灣四周海域表層海流觀測年報」，2014，國家實驗研究中心台灣海洋科技中心。
5. 吳立中、莊士賢、邱永芳、陳禹儒，「MUSIC 演算法應用於高頻雷達線性陣列天線訊號解算之研究」，2016，天氣分析與預報研討會，A5-13 頁。
6. 劉明鑫、張家穎，「海洋雷達應用於海象觀測之探討-應用案例探討」，2018，交通部運輸研究所。
7. 黃郁軒、賴堅戊、吳立中、黃清哲、黃清哲，「集成式高頻雷達波浪與風向量測性能初探」，2018，第四十屆海洋工程研討會論文集，367~372 頁。
8. 蔡立宏、羅冠顯、衛紀淮、劉明鑫，「107 年國際商港風波潮流觀測與特性分析」，2018，交通部運輸研究所。
9. 蔡立宏、蔣敏玲、廖慶堂、羅冠顯、衛紀淮、李政達、劉明鑫、林受勳，「2018 年 12 港域海氣象觀測資料年報」，2018，交通部運輸研究所。
10. 錢樺、賴堅戊、蕭傑諭、蘇青和、黃茂信、許義宏，「整合 AIS 與海洋陣列雷達系統之航安應用評估」，2019，交通部運輸研究所。
11. Duy-Toan Dao、Hwa Chien、蘇青和、黃茂信、許義宏，「Assessment of phase array HF radar for ocean surface wave monitoring in the Taiwan Strait」，2019，第四十一屆海洋工程研討會論文集，352~356 頁。

12. Barrick D. E., (1971) Dependence of second-order Dopplersidebands in HF sea echo upon sea state. Antennas and Propagation Society International Symposium, Vol. 9, IEEE, pp.194-197.
13. Barrick, D. E. (1973) FM/CW radar signals and digital processing. NOAA Technical report, ERL 283-WPL 26.
14. Weber, B. L. and Barrick, D. E. (1977) On the nonlinear theory for gravity waves on the ocean's surface. Part I: Derivations. J. Phys. Oceanog. Vol.7, pp.3-10.
15. Barrick D. E., (1977) Extraction of wave parameters from measured HF radar sea-echo Doppler spectra. Radio Science, Vol. 12, No. 3, pp. 415-424.
16. Lipa, B. (1977) Derivation of directional ocean-wave spectra by in-tegral inversion of second-order radar echos. Radio Science, Vol. 12 , No. 3, pp.425-434.
17. Lipa B. and D. Barrick et al.(1980) Methods for the extraction of long-period ocean wave parameters from narrow beam HF radar sea echo. Radio Sci. Vol.15, Issue 4, pp.843-853.
18. Fernand Meyer(1994) Topographic distance and watershed lines. Signal Processing. Vol.38, pp.113-125.
19. K.-W. Gurgel (2000) HF radars: Physical limitations and recent developments. pp.9-10.
20. Yuki haru Hisaki(2005) Ocean wave directional spectra estimation from an HF ocean radar with a single antenna array: Observation. Journal of Geophysical Research. Vol.110, pp.268–286.
21. Yuki haru Hisaki (2011) Ocean wave directional spectra estimation from an HF ocean radar with a single antenna array: Observation. Journal of Geophysical Research, Vol. 110, C11004, pp.1-14.
22. Wyatt L. R., J.J. Green and A. Middleditch, (2011) HF radar data quality requirements for wave measurement. Coastal Engineering. Vol.58, Issue 4, pp.327-336.
23. Anthony Kirincich (2017) Improved detection of the first-order region for direction-Finding HF radars using image processing techniques. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology. Vol.34, pp.1679-1691.

24. Guiomar Lopez and Daniel C. Conley (2019) Comparison of HF radar fields of directional wave spectra against in situ measurements at multiple Locations. Journal of Marine Science and Engineering. Vol.7, Issue 8, pp.1-17.
25. Yingwei Tian et al.(2020) Wave height field extraction from first-order doppler spectra of a dual-frequency wide-beam high-frequency surface wave radar. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. Vol.58, pp.1017-1029.

附錄一

期末報告審查意見處理情形表

交通部運輸研究所合作研究

期末報告審查意見處理情形表

計畫編號：MOTC-IOT-109-H2CA002b

計畫名稱：臺中港海洋雷達波流觀測及特性分析

審查日期：109年12月7日

參與審查人員 及其所提之意見	自辦研究承辦科 處理情形
莊士賢委員：	
1.本計畫從系統安裝至今，在如此短時間即能自行開發分析軟體，並達成高品質料的作業效能，實屬不易，然報告的名稱包含流的觀測及特性分析，建議此部分應再強化。	感謝委員肯定與建議，有關流的觀測及特性分析以予以補充，由於本(109)年完成雷達電力系統改善後，北側雷達站共蒐集10,744，年度蒐集率達61.28%，資料龐大故以附件形式補充，請參閱附件五；未來將於雷達系統之分析作業化後，使波場流場監測資料與本中心已有監測架構整合，以提供外界更完整資訊。
2.第2.3.1與第2.3.2小節(P.2-8~P.2-10)的公式是最核心的分析理論，建議公式中各變數的定義應明確交代與說明。其中圖2.10標示 $f_{current}$ 應改為 $\Delta f_{current}$ 。	感謝委員指正，圖2.10顯示應為都卜勒距離譜第一階峰頻偏值 $\Delta f_{current}$ ，對此，已於圖中修正完成，請參閱P2-8；此外，有關第2.3.1與第2.3.2小節最核心分析理論公式的參數，亦已補充於P.2-8與P.2-10，請委員參閱。
3.圖3.9(P.3-7)的圖名建議修改，因其能譜已作處理。且圖中之雷達能譜的X軸與Y軸為何？圖中的中心區域(零頻處)似乎已移除，這樣會影響後續分析結果，例如平均RCS值，建議可參考CODAR系統的作法-DC removal程序。此外能譜的正規化是RCS減法平均RCS，故會產生正負值，但最後結果確是0~1，請補充完整說明的程序。	感謝委員指正，關於圖3.9的圖名有誤已做修正，並將圖名調整成為更亦閱讀理解的名稱，雷達能譜的X軸為第幾個檔案數(No. files)，Y軸左邊是範圍(range)，單位為Km，Y軸右邊是距離，單位為dB。本研究中心區域(零頻處)於預處理過程去除，為除去部份能量很高(dB)的部份，係為得到修正後RCS值，後續再使用控制分水嶺的方式進行分割處理。另外補充說明：本研究最大RCS減法平均RCS不會產生正負值，因為 $\text{Max RCS} > \text{Mean RCS}$ ，故本項差值為正值，文章內容已酌修P.3-6。
4.第3.4節(P.3-15)倒數第二行提及Hs的量測範圍為0.2~2.2m，請確認2.2m是否太低？	感謝委員指正，依據文獻記載雷達中心頻率12.3MHz，波高理論量測的參考範圍於0.4~8m之間，因此，第3.4小節記載的量測範圍確實過低，將予修正，請委員參考P.3-15；另觀測範圍遠近與雷達海面背向散射的訊號，以及演算時採用的微擾法有關，故實際的觀測範圍仍以現況為主。

5.第4.1.1節將本雷達系統採用不同方法解算之波高與週期進行比較，並與AWAC之相對觀測值作誤差分析，建議另外補充相關性的迴歸分析，例如AWAC觀測值為橫軸，不同分析方法解算的相對變數當縱軸，如此可突顯本系統在波浪較小時有高估；波浪大時有低估的趨勢。	本雷達系統採用不同方法解算之波高與週期進行比較，係為確認與實測AWAC之相對觀測值誤差，另外，委員建議相關性的迴歸分析方法，例如AWAC觀測值為橫軸，不同分析方法解算的相對變數當縱軸，後續研究將予以納入，以藉此探討本雷達系統波浪觀測時是否有高估情況。
6.圖3.30只有圖名而缺圖，請補充。	感謝委員指正，關於報告書圖3.30有圖名卻缺圖，經檢查為印刷時發生的列印錯誤，後續印製報告時將特別留意是否持續發生。
7.圖4.7～圖4.10顯示雷達觀測的平均週期皆大於4秒，一旦浪小時(例如03/28～03/29、4/7～4/11之波高小於0.5m時)，平均週期降至4秒以下，雷達與AWAC之觀測週期之相關係數會相當低，這可能是本系統的觀測限制(圖4.20似乎印證此趨勢)，或是系統仍有改善空間，應有所說明。P.3-15雖提及Hs的量測範圍可低至0.2m，但目前的觀測資料分析顯示，Hs小於0.5m時平均週期就已無法有效求得。	感謝委員指正，本觀測研究於平均週期降至4秒以下，發生雷達與AWAC之觀測週期之相關係數低，原因之一為受限硬體系統的限制，惟本雷達系統已是當初建置時規劃設計的，現階段尚無法於短期內改善，感謝委員建議，本研究後續將審慎考量有無改善空間，以臻完善。
鄭智文委員：	
1.報告資料豐富，架構完整，值得肯定。	感謝委員肯定，將持續觀測臺中港海域，以取得更完整的研究成果。
2.未來本計畫後續持續研究發展，若有可靠度高之風、波、潮、流等即時資訊，建議亦可應用在浮式風機，對於浮式風機對抗波浪及強風時所設計之主動控制系統應有助益。	感謝委員肯定，對於浮式風機未來必將成為趨勢之一，如能使浮式風機對抗波浪及強風時之主動控制系統提升，係樂見的雙贏局面。
3.報告內P.1-2頁預計104年後…，應有誤。	感謝委員指正，經查為誤植，福爾摩沙3號預計於2025年營運，故應為114年，已於第一章緒論P.1-2頁修正內容。
4.雷達回波可攜回海面之共振資訊(P.2-1)，其如何克服海面上雨、風、霧等大氣介面之影響？	本雷達回波為3-30MHz頻帶的電磁波訊號，HF Radar雖稱為高頻雷達，但使用頻率卻是電磁波中的低頻訊號，具有較強的抗噪能力，故能於惡劣天候(雨、風、霧等大氣介面)條件下觀測海面。
5.單基雷達在流速方面是否僅能得到徑向資訊？是否可以藉由臺中港南觀測站之設置，獲得垂直徑向之完整流速資訊？	基於單基雷達於空間觀測上的限制，暫時僅能獲取徑向流速資訊，為達成全流速觀測的目標，本所始推動臺中港南觀測站設置計畫，取得更高品質的觀測成果。
6.臺中港南觀測站之設置是否應考量雷擊之防範？另設置地點應考量未來臺中港LNG外防	感謝委員建議，以防雷擊環境觀點，南側觀測站確實不如北側觀測站，未來雷擊防範確實是非常

波堤施工及台電LNG港型與港區配置之影響。	重要，未來南站設置將考慮避雷設施或雷擊防止設施，以避免雷擊造成損壞；另有關設置地點與其他工程施工影響，將密切與各單位保持聯繫，並會勘確認影響範圍，以降低發生機率。
7.報告內P.3-19電磁波速度C=30km/s應有誤。	感謝委員指正，光速為 3×10^8 m/s，經換算為30萬km/s，漏值「萬」字，已於第三章雷達操作與軟體精進 P.3-19頁修正內容。
8.觀測時間可否四季各選擇一具代表性之時段來作比較，另比較準則除採序位之外，可否考慮以實際4段時段之數值加總比較？	本研究觀測時段的比較，原則以四季中各選擇一具代表性之時段，做為分析的基礎，惟今年電力系統始改善完成，四季各代表時段如遭遇系統異常等待修復，將造成資料缺少，而尚存的原始資料經演算未必取得代表性的成果，因此，分析時段以實際情況進行選擇；另比較準則方面，委員建議的方式後續倘再深入分析，將採行實際4段時段之數值加總探討。
9.P.4-5圖4-5在波峰處具一定之趨勢且精確度較高，但除波峰之外其他時段，雷顯示結果高估，建議應再考量分析公式或窗函數之修正，可更具實際應用價值。	本研究於週期演算發生的偏誤行為係造成波峰處具一定之趨勢且精確度較高，但除波峰之外其他時段，結果呈現高估，對此，確實有此趨勢狀況，委員建議分析公式或窗函數之修正，本研究將予檢討改進，以提升本研究實際應用的價值。
10.圖4-9雷達觀測時段之平均週期顯示相關性差異甚大，無法完整顯示實測平均週期較低之部分，是否為經過窗函數過濾後之結果，建議可再調整及探討。	感謝委員建議，本研究至原始IQ訊號開始使用窗函數處理，經反覆演算後平均週期(Tm)相關性偏低，確實無法顯示週期的真實狀況，因此，關於委員建議後續窗函數濾調整及分析探討，後續研究將持續精進檢討，以求得更好的觀測成果。
11.表4-5至表4-8顯示雷達觀測平均週期在不同月份之相關係數差異甚大，其是否與實測值太小，雷達觀測結果無法過濾出此較低數值有關？或許建議可以考慮在不同數值大小，以程式判斷自動分階段使用不同之窗函數及演算公式。	感謝委員建議，本研究雷達平均週期觀測於短週期部分與實測結果差異甚大，關鍵於受限雷達硬體的限制，實測值為採用本所臺中港建置的底碇式觀測設備，週期量測穩定可靠，因此，產生觀測上的差異。但關於門檻值的應用實為本研究的另一個重點，該如何建立不同情境階段，自動判斷使用合適的演算方式，亦是很重要的研究工作。
12.圖4-12至圖4-15顯示各觀測時段之尖峰週期以英國sea view軟體之分析結果其離散性甚高，已不具任何趨勢，是否涉及參數調整或設定？	關於英國Sea View各觀測時段之尖峰週期，在本研究分析結果甚於離散，軟體參數的設定，以流速分析為主調整，故於觀測波浪時產生偏差，若欲於特性分析增加流與波浪觀測的品質，需調整與修正適合的參數。
13.圖4-18雷達觀測尖峰週期結果，在左右兩側時段之分析數據明顯偏高，其係以時段來分	感謝委員指正，圖4-17與圖4-18分析時段相同，左右兩側時段之分析數據明顯偏高，僅發生在波

析，不同時段之分析結果是否均應具一致之離散性？	浪的尖峰週期(圖4-18)，平均週期(圖4-17)並未有明顯偏高，應可推論尖峰週期。
14.報告內圖形及表格之呈現，建議具同一觀測資料例如有義波高、流速、尖峰週期、平均週期等，尖峰週期之不同觀測時段圖表，建議可以放在一起呈現比較。	感謝委員建議，有關報告內圖形及表格之呈現，未來將朝具同一觀測資料例如有義波高、流速、尖峰週期、平均週期等，尖峰週期之不同觀測時段圖表呈現，以臻完善。
15.計畫內單基雷達具4支相距一定距離之天線，這4支天線所發射之雷達波在收回時應具一定之相位差或距離差，未來若計畫持續、演算軟體持續演進，是否可藉由這微小之距離或相位差所收集到不同相位差之雷達波，而推導出與徑向具一定夾角之流速，以獲得完整方位之流速資訊。	感謝委員建議，相控陣雷達的發射天線控制雷達波為一固定場型，再利用接收天線接收訊號的相位差或距離差，以微擾法進行演算，利用發射天線的相位差或距離差演算尚未考慮，未來可納入後續研究討論。
16.肯定報告內藉由雷達波之收集演算進行即時風速之推算，未來若計畫持續、演算軟體持續精進，以大數據分析或軟體自動識別，自動定義甚多之假設條件及邊界條件，可再精進風速之推算結果。	感謝委員肯定本研究成果，對於今(109)年風速研究所設定的目標已經達成，本研究已確認風速與波浪具有一定程度的相關性，風速量測確屬可行，惟如委員所述，演算尚待改進處甚多，後續大數據改善以及軟體辨識演算方式改善都需要持續努力，以提高風速推算之結果。
17.第5.3節成果效益與後續應用情形提到本研究雷達系統觀測的結果可以作為管理船舶進出港區之海氣象資訊，建議可明確提出現階段可以提供哪些精確度較高之資訊，例如波高、流速、週期等，哪些資訊未來再有精進空間之後可以再行提供。	感謝委員建議，目前能取得精確度較高的資訊有徑向流流速與波高資料，其餘觀測項目：波浪週期、風速與船舶動態，尚有改進空間，將俟南側觀測站建置完畢後，精進演算法改善至合理狀態再予提供，已於第五章結論與建議緒論P.5-3頁修正內容。
林雅雯委員：	
1.本研究108年用 Barrick, D.E.理論檢索雷達回波頻譜，得出海面波浪流觀測值，今年增加第一階極限法、導入控制分水嶺分割法、圖像處理技術，重新檢索雷達回波頻譜，108年1月、2月、3月、7月波高分析結果均為今年研究方法較佳，平均週期以Tm02較優，建立觀測平台，成果豐碩，值得肯定。	感謝委員肯定，未來將於雷達系統之分析作業化後，延伸研究深度，使波場流場監測資料與本中心已有監測架構整合，並持續優化觀測品質，以提供外界更完整資訊。
2.簡報新增內容建議新增於報告內。	感謝委員建議，已於本報告內增加簡報資料。
3.與CODAR下龜殼站之雷達資料比對建議補充說明。	本研究報告下龜殼站雷達基本資料已於第2.4.3小節增加表2-2與表2-3，請委員參閱P.2-16~2.17之修正內容，感謝委員建議。

<p>4.目前的線性陣列雷達設置於臺中港北淤沙區，有北堤外海的AWAC來檢核比對資料正確性，針對南側觀測站是否一樣以北堤外海的AWAC或中央氣象局烏溪出海口測波站、北淤沙區雷達及CODAR下龜殼站雷達進行資料檢核比對？</p>	<p>本計畫雷達北側觀測站目前以AWAC來檢核比對資料，未來南側觀測站建立後，亦會進行其他觀測儀器的校正比對，委員建議採用之中央氣象局於烏溪出海口設置的測波站距離雷達南側觀測站較為接近，應為可採行的方法之一，將納入未來評估探討。</p>
<p>5.由109年5、6月雷達回波資料與實測資料比對，發現雷達設備異常需進行檢修排除，雷達設備有沒有異常通知功能，數據與實測資料比對是否可程式化處理，一段時間之相關性繪圖顯示於觀測平台，相關性設門檻值以提醒研究人員注意；或者與CODAR下龜殼站雷達資料比對察覺資料正確性。</p>	<p>感謝委員建議，有關雷達設備異常需進行檢修排除目前沒有異常通知功能，主要研判係由研究人員掌握每日原始檔回傳情況，判斷設備運作情形(未來亦可考量與其他站點進行比較，設立相關性設門檻值，做為異常警告的標準)；另有關資料程式化處理目標，本所將於明(110)年辦理「應用雷達技術於海象觀測作業化之校修與維運」資訊服務，實現自動化流程。</p>
<p>6.雷達觀測站設置條件為何？南側觀測站增加設置後之效益建議補充（觀測範圍、觀測盲區、建立波場及風場資料、與數值模擬結果比對等）。</p>	<p>感謝委員建議，有關雷達觀測站設置條件與建置後效益內容，已新增第3.4.4小節敘明補充，請委員參閱P.3-25。</p>
<p>蘇青和委員：</p>	
<p>1.本年度波浪觀測為重點，全年每月與波流儀或浮標之比對成果，建議完整納入報告，比對重點為Hs與Tm。比對除歷線圖比較，建議增加相關圖(相同係數)與誤差分析等(製表)</p>	<p>感謝委員建議，關於全年4月~6月原始波浪資料已補充於本研究報告附件六，新增與完整納入Hs、Tm、H_{1/3}、H_{max}、T_p，另係數相關圖與誤差分析表外，將於後續研究中新增加入。</p>
<p>2.海流觀測應分月與CODAR的觀測資料比對。</p>	<p>感謝委員建議，有關本計畫雷達與CODAR雷達之海流觀測比較，僅比較2種雷達運作型態與觀測特性，故採日觀測為基準比較。</p>
<p>3.波浪雷達觀測其通用範圍可做一說明。</p>	<p>感謝委員建議，關於波浪雷達觀測其通用範圍說明，已根據K.-W. Gurgel (2000)補充說明於P.2-3第2.1小節雷達海象觀測原理。</p>

附錄二

期末報告簡報資料

應中港之海象觀測與特性分析探討

李政達¹ 林受勳² 羅冠顯³ 陳子健⁴ 蘇青和⁵ 蔡立宏⁶

報告人：李政達

中華民國109年12月7日

一、研究背景說明(1/4)

行政院針對目前風力發電的態度…

風力發電4年推動計畫

106至109年

累計創造
投資額

新台幣1,000億元

就業機會

1,700個/年

發電量

38億度/年

減碳

約200萬公噸/年

114年風力發電裝置容量 **6.9GW**

交通部運輸研究所港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

一、研究背景說明(2/4)

2025年以前取得併網資格的風場及其併網容量

單位：MW

年份	示範風場	潛力場址	區塊開發預計每年 TGW
2017	海洋 8		
2018			
2019	海洋 120		
2020	海能 378, 允能 360, 台電 1期 110		
2021	麗威 350, 允能 348, 大彰化東南 605, 大彰化西南 295, 彰芳 100		
2022			
2023	彰芳 452		
2024	中能 300, 台電 2期 300, 海龍 2號 300, 西島 48		
2025	大彰化西南 337, 大彰化西北 583, 海龍 2號 232, 海龍 3號 512		
2026			
2027			
2028			
2029			
2030			

柱：第三階段

FM01

1

允能 640MW

(預計80每支8MW)

2

台電

109.2MW

(預計21支每支5.2MW)

3

允能

109.2MW

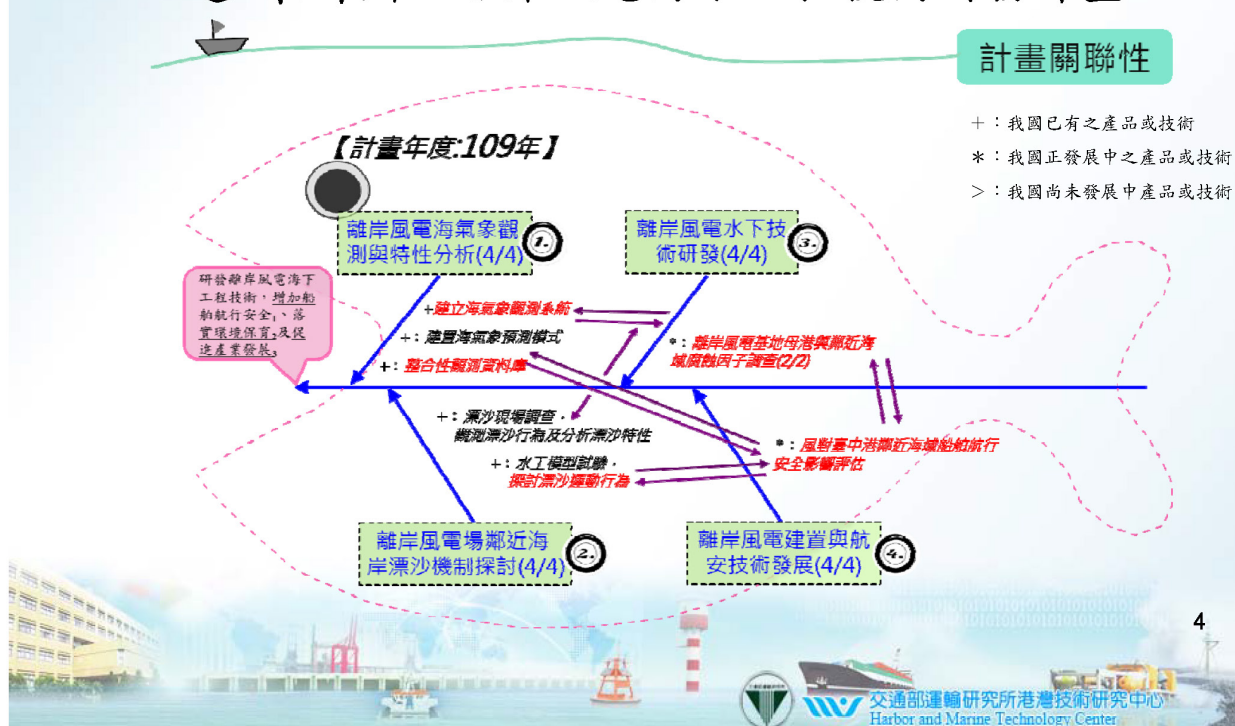
(預計21支每支5.2MW)

示範風場
潛力場址

等深線 -50m

環境資訊中心
Environmental Information Center

運研所辦理離岸風電海下工程技術研發計畫…



一、研究背景說明(4/4)

研究の臺中港海象觀測與特性分析探討

- 1.發展單基陣列雷達技術
- 2.研究方法與雷達比較探討
- 3.雷達操作與軟硬體精進
- 4.雷達觀測成果探討與比較
- 5.結論與建議



二、研究範圍

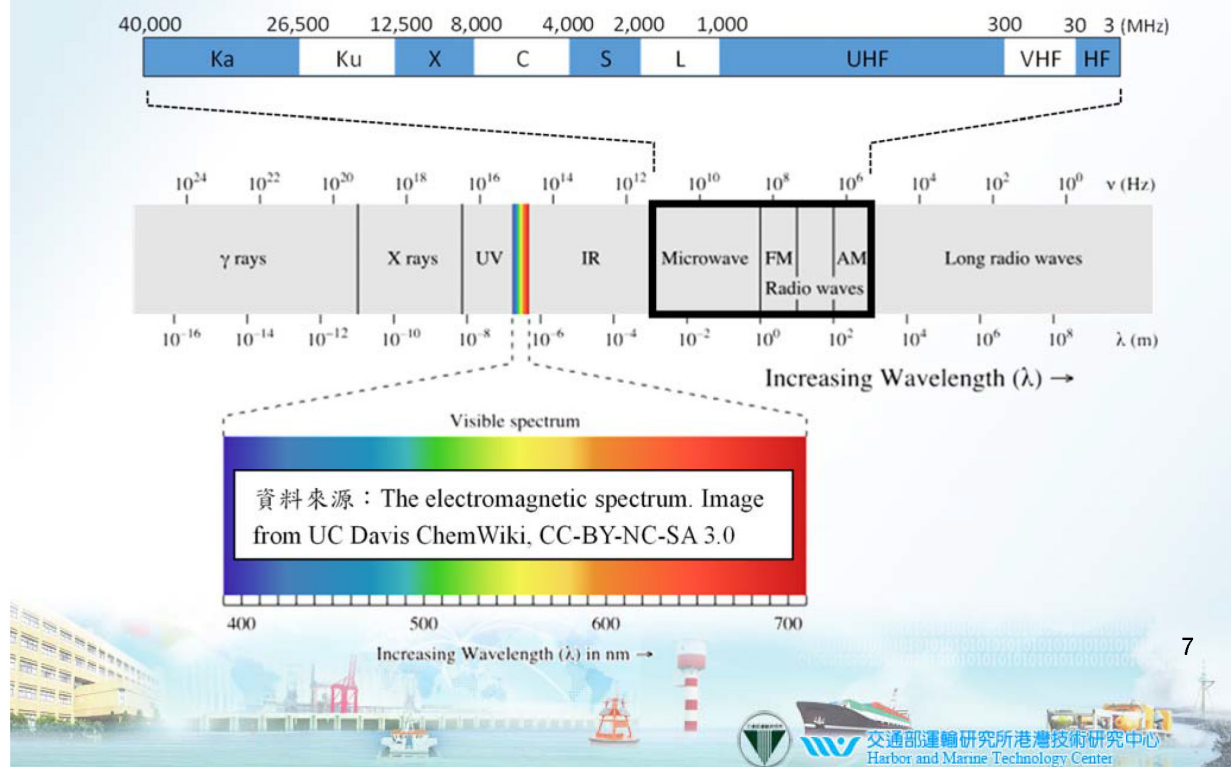
研究範圍以離岸風電基地母港臺中港及鄰近海域之海象觀測為主，計畫範圍約40公里120度以內之扇形區域。



點位	地點名稱	經度(°E)			緯度(°N)		
		度	分	秒	度	分	秒
1	機房	120	31	25.82	24	18	39.28
2	天線	120	31	22.66	24	18	33.95



二、研究範圍



7

三、研究設備

雷達頻率(MHz)	27.75
發射天線數量(支)	4
接收天線數量(支)	16
量測時間(分鐘)	30
主要向(度)	296
最大範圍(公里)	40
解析度(度)	8
啁啾數長度(秒)	0.21666
頻寬(KHz)	300
取樣頻率(Hz)	740
最小啁啾數量	8192

LER, 美國夏威夷大學研製



8

三、研究設備



LERA, 美國夏威夷大學研製

9

三、研究設備

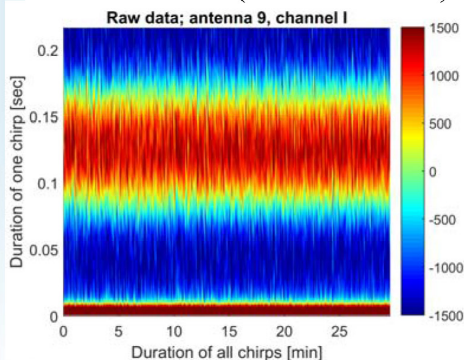


LERA, 美國夏威夷大學研製

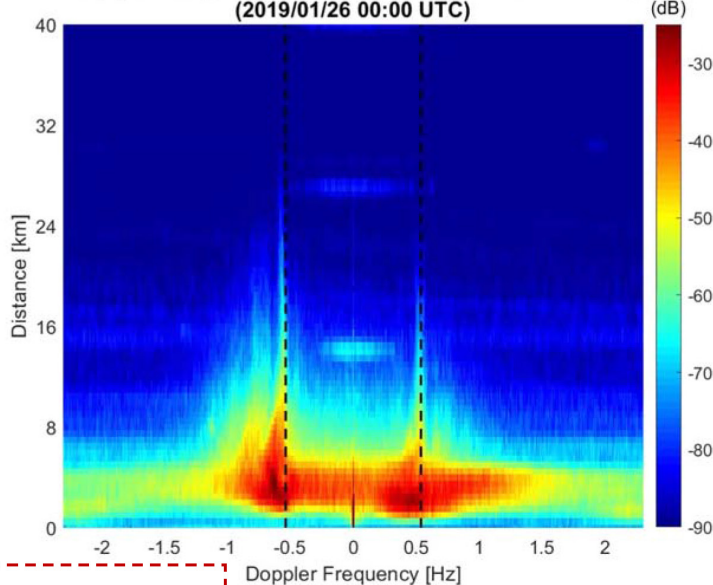
10

三、研究方法(訊號處理架構)

Raw Data (16 antennas)



Doppler-Range Spectrum (Site : htcn, Direction = -60°)
(2019/01/26 00:00 UTC)



訊號分析過程

IQ訊號 + Blackmanharris窗函數 + The 1st FFT

The 1st FFT + Blackmanharris窗函數 + The 2nd FFT

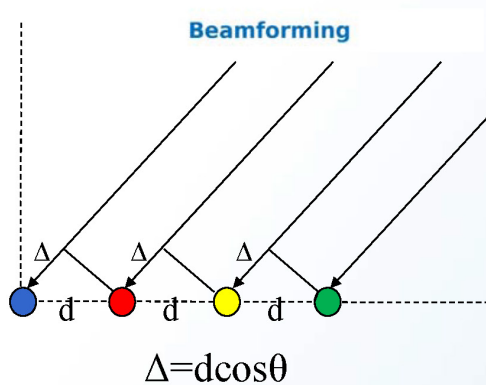
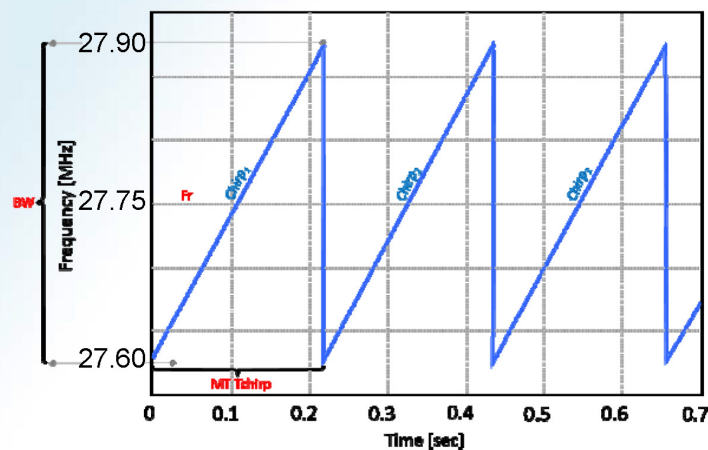
The 2nd FFT + Hamming窗函數 + Beamforming波束成形

11



交通部運輸研究所港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

三、研究方法(訊號處理架構)

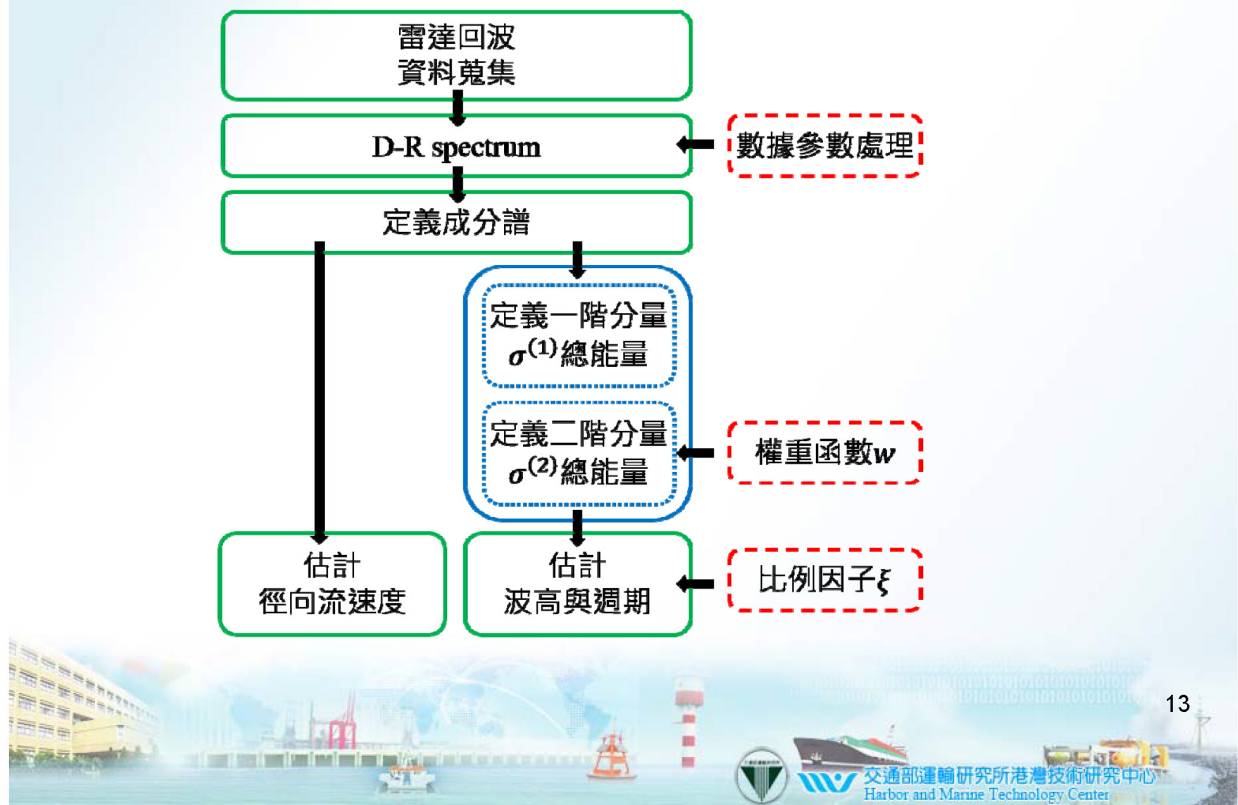


12

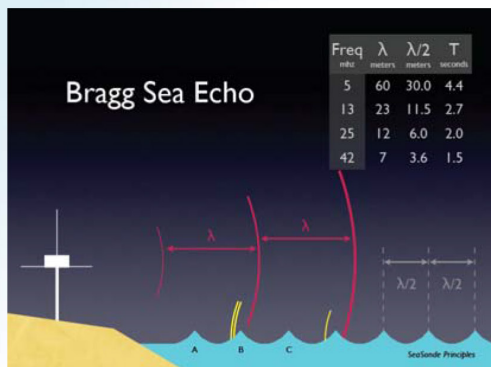


交通部運輸研究所港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

三、研究方法(訊號處理架構)



四、雷達訊號演算原理



<http://radarhf.ismar.cnr.it/HFRadarTech.html>

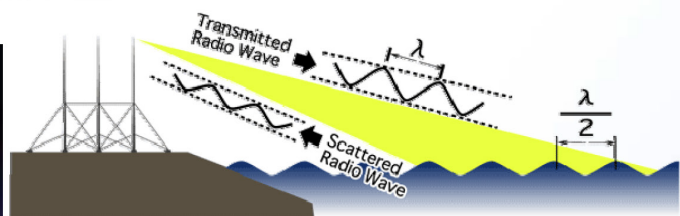
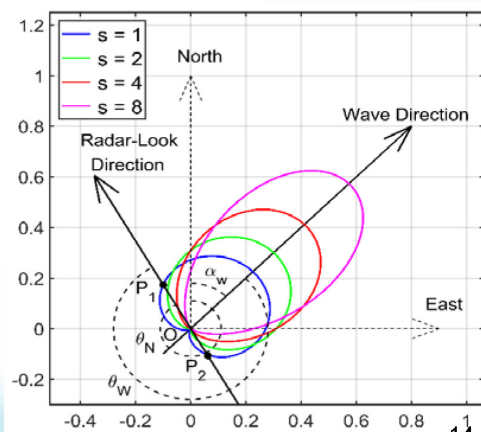


Figure 1

<http://okinawa.nict.go.jp/EN/LROR/index1.html>



$$\sigma^{(1)}(\omega) = 2^6 \pi k_0^4 \sum_{m=\pm 1} S(-2m\mathbf{k}_0) \delta(\omega - m\omega_B) \quad (1)$$

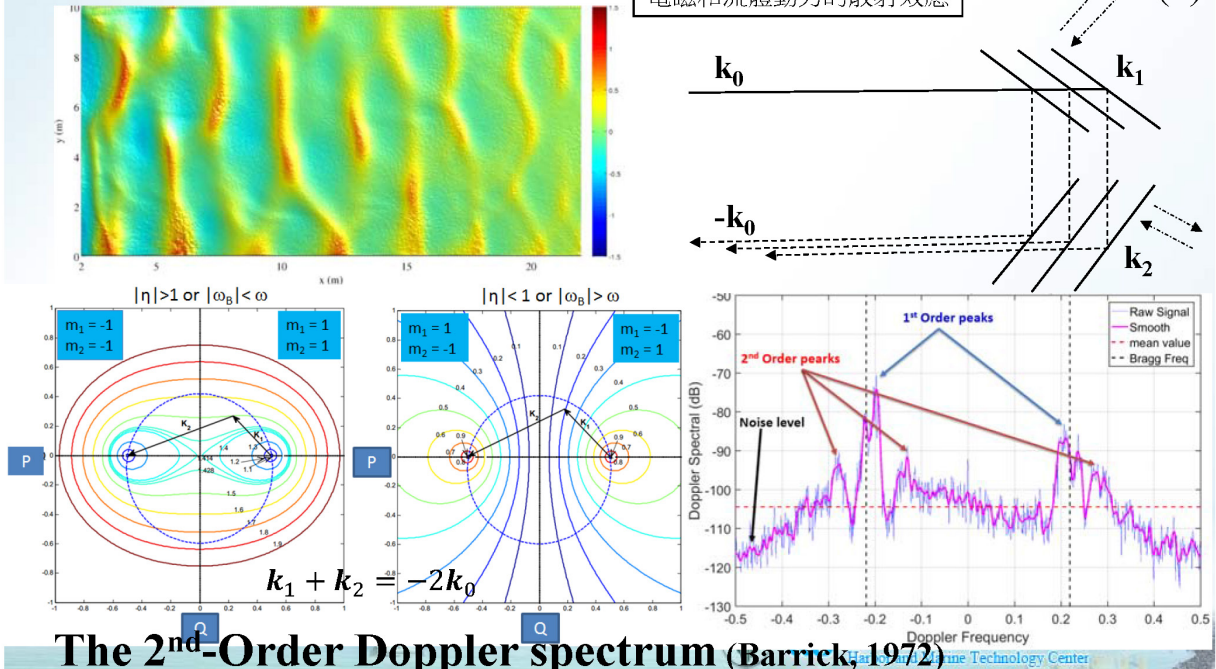
The 1st-Order Doppler spectrum (Barrick, 1972)



四、雷達訊號演算原理

$$\sigma^{(2)}(\omega) = 2^6 \pi k_0^4 \sum_{m_1, m_2 = \pm 1} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} |\Gamma|^2 S(m_1 k_1) S(m_2 k_2) \delta(\omega - m_1 \sqrt{g k_1} - m_2 \sqrt{g k_2}) dp dq \quad (2)$$

電磁和流體動力的散射效應

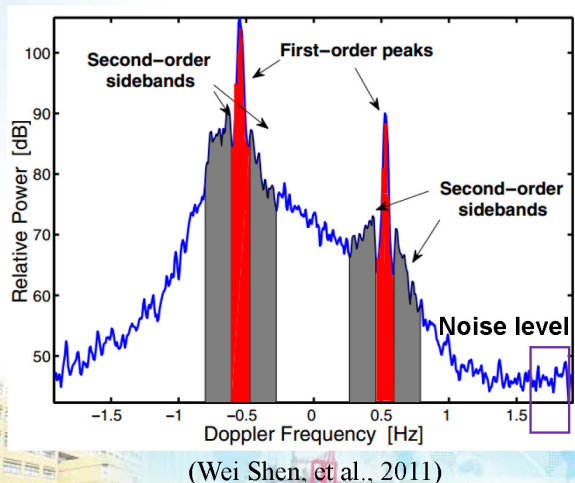


The 2nd-Order Doppler spectrum (Barrick, 1972)

四、雷達訊號演算原理

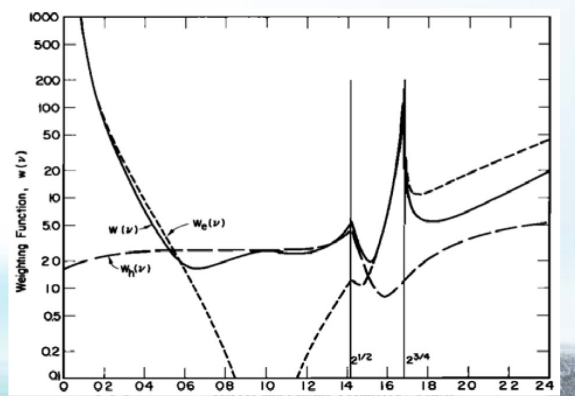
$$k_0 h_{rms} = \left[2 \frac{\int_{-\infty}^{\infty} \sigma^{(2)}(\omega) / w(\eta) d\omega}{\int_{-\infty}^{\infty} \sigma^{(1)}(\omega) d\omega} \right]^{1/2} \quad (3)$$

$$\frac{\omega_B T_m}{2\pi} = \frac{\int_{0,1}^{1,\infty} \sigma^{(2)}(\omega) / w(\eta) d\eta}{\int_{0,1}^{1,\infty} |\eta - 1| \sigma^{(2)}(\omega) / w(\eta) d\eta} \quad (4) \quad (\text{Barrick, D.E., 1977})$$



權重函數, $w(\eta)$, 被 Barrick, 1977 定義如下

$$w(\eta) = \left(\frac{8}{k_0^2} \right) |\Gamma|^2$$



四、雷達訊號演算原理

(Barrick, D.E. 1977)

$$H_S = 4h_{rms} = 4 \left(\frac{2}{k_0^2} \frac{\int_{-\infty}^{\infty} \sigma^{(2)}(f_D)/w(\eta) df_D}{\int_{-\infty}^{\infty} \sigma^{(1)}(f_D) df_D} \right)^{1/2}$$

(wave theory)

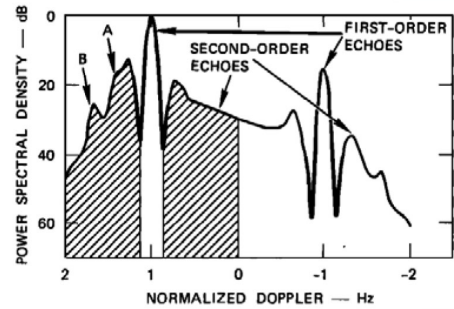
$$H_S = \left(\int_0^{\infty} S(f) df \right)^{1/2}$$

$$\longrightarrow \int_0^{\infty} S(f) df = \frac{\alpha(f)}{k_0^2 [\sigma^{(1)}(-f_B) + \sigma^{(1)}(f_B)]} \int_{-\infty}^{\infty} \sigma^{(2)}(f_D)/w(\eta) df_D \quad (5)$$

$$\text{where } \int_{-\infty}^{\infty} \sigma^{(2)}(f_D)/w(\eta) df_D = \int_{-\infty}^{-f_B-\Delta f} \sigma_w^{(2)}(f_D) df_D + \int_{-f_B+\Delta f}^0 \sigma_w^{(2)}(f_D) df_D + \int_0^{f_B-\Delta f} \sigma_w^{(2)}(f_D) df_D + \int_{f_B+\Delta f}^{\infty} \sigma_w^{(2)}(f_D) df_D \quad (6)$$

波浪頻率 f , 而雷達都卜勒偏移時的頻率 f_D , 發生共振布拉格頻率 f_B , 因此可以定義波浪頻率 $f = |f_D - f_B|$ (Zaid et al. 2019)

加權二階譜



(Macesca, J.W and Georges, T.M, 1980)



四、雷達訊號演算原理

+ (Dexter and Theodorides, 1982): 風速可以被有義波高與尖峰週期所估計

$$U_{10} = 9.11 \times 10^{-3} \left(\frac{H_S^2}{gT_p^3} \right) \quad (9)$$

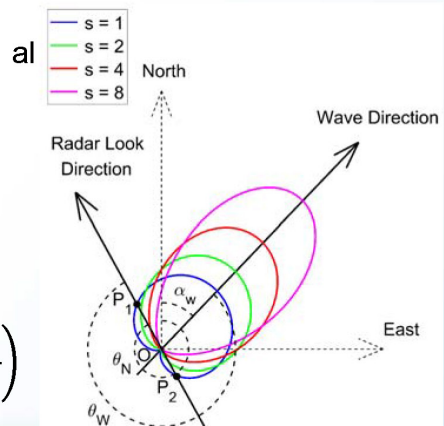
(Hasselmann et al., 1973), 尖峰週期又可以表示為 1.25 倍平均週期 $T_p \approx 1.25T_{m01}$

+ 本研究利用方向擴散函數與 Longuet-Higgins et. al (1963) 所提出方向因子模型, $\sigma^{(1)}$.

$$\begin{cases} \sigma^{(1)}(-\omega_B) = 2^6 \pi k_0^4 F(2k_0) G \left(\frac{\theta_N - \alpha_w}{2} \right) \\ \sigma^{(1)}(+\omega_B) = 2^6 \pi k_0^4 F(-2k_0) G \left(\frac{\pi + \theta_N - \alpha_w}{2} \right) \end{cases}$$

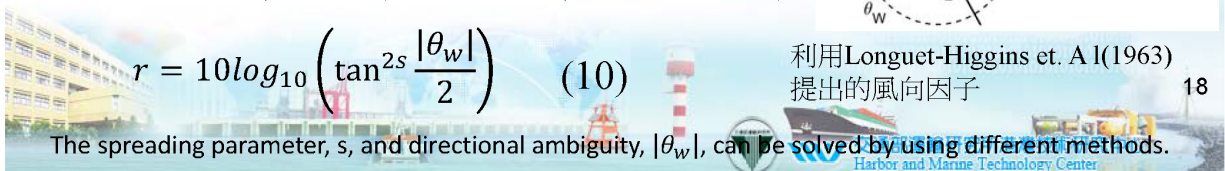
$$r = 10 \log_{10} \left(\frac{\sigma_1(\omega_B)}{\sigma_1(-\omega_B)} \right) = 10 \log_{10} \left(\frac{G(\pi + \theta_N - \alpha_w)}{G(0 + \theta_N - \alpha_w)} \right)$$

$$r = 10 \log_{10} \left(\tan^{2s} \frac{|\theta_w|}{2} \right) \quad (10)$$



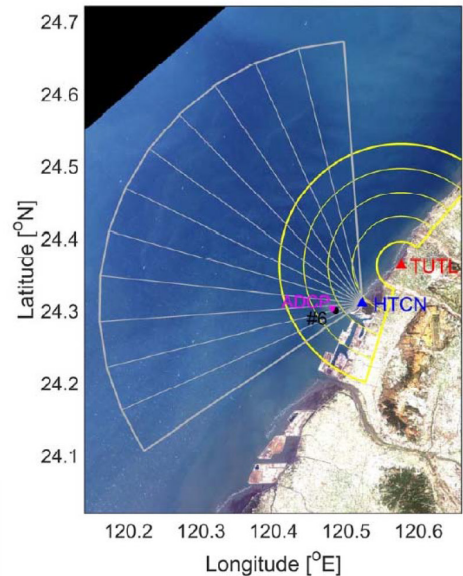
利用 Longuet-Higgins et. al (1963) 提出的風向因子

The spreading parameter, s , and directional ambiguity, $|\theta_w|$, can be solved by using different methods.

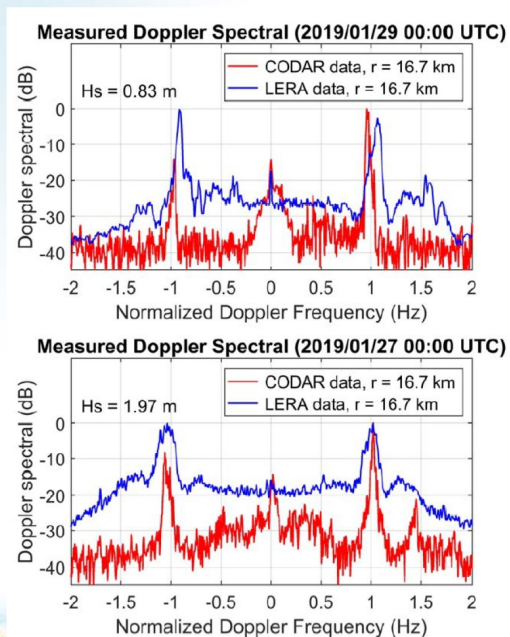


六、雷達比對探討

- 紅色和藍色三角形表示兩個高頻雷達系統的位置，
紅色雷達是CODAR下龜殼站，藍色是LERA美國夏威夷雷達。
- 黃色區域為CODAR範圍。
- 黑點和數字顯示台中港綠燈風速儀的位置和名稱。
- 紫紅色三角形為港研中心AWAC。



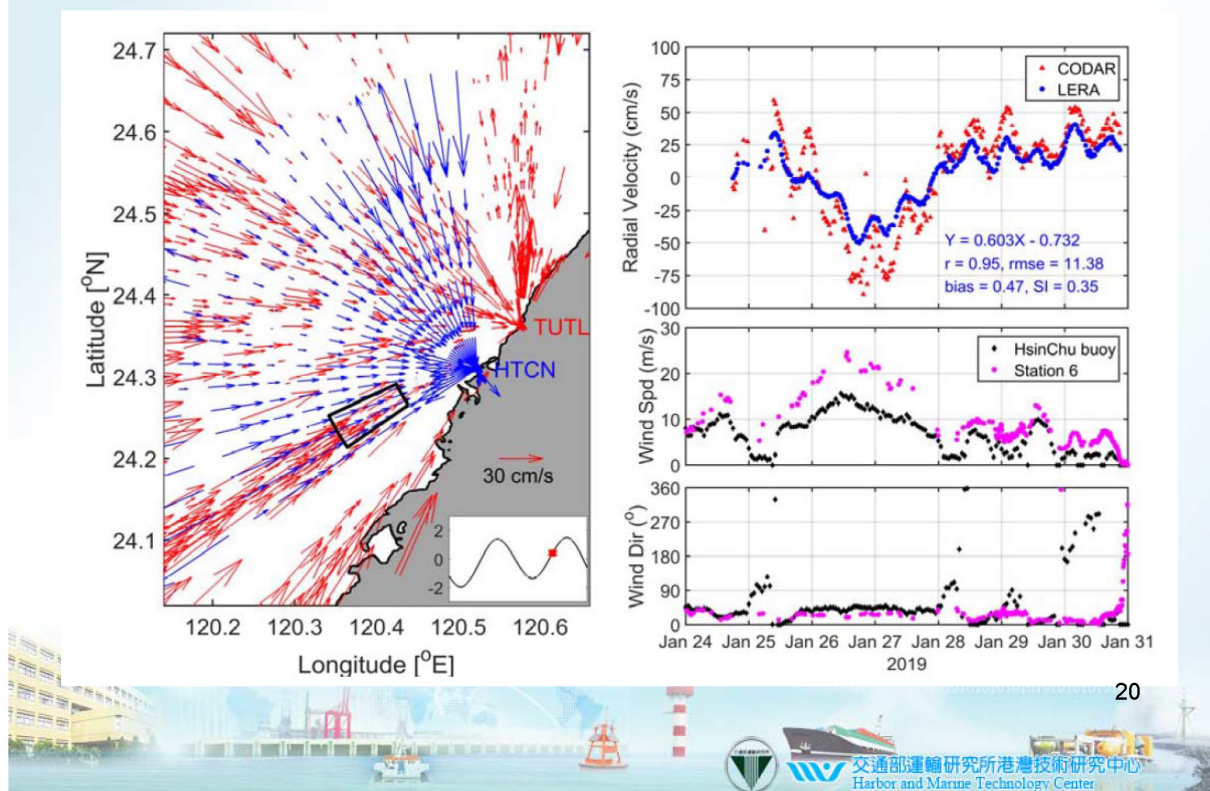
六、雷達比對探討(比對)



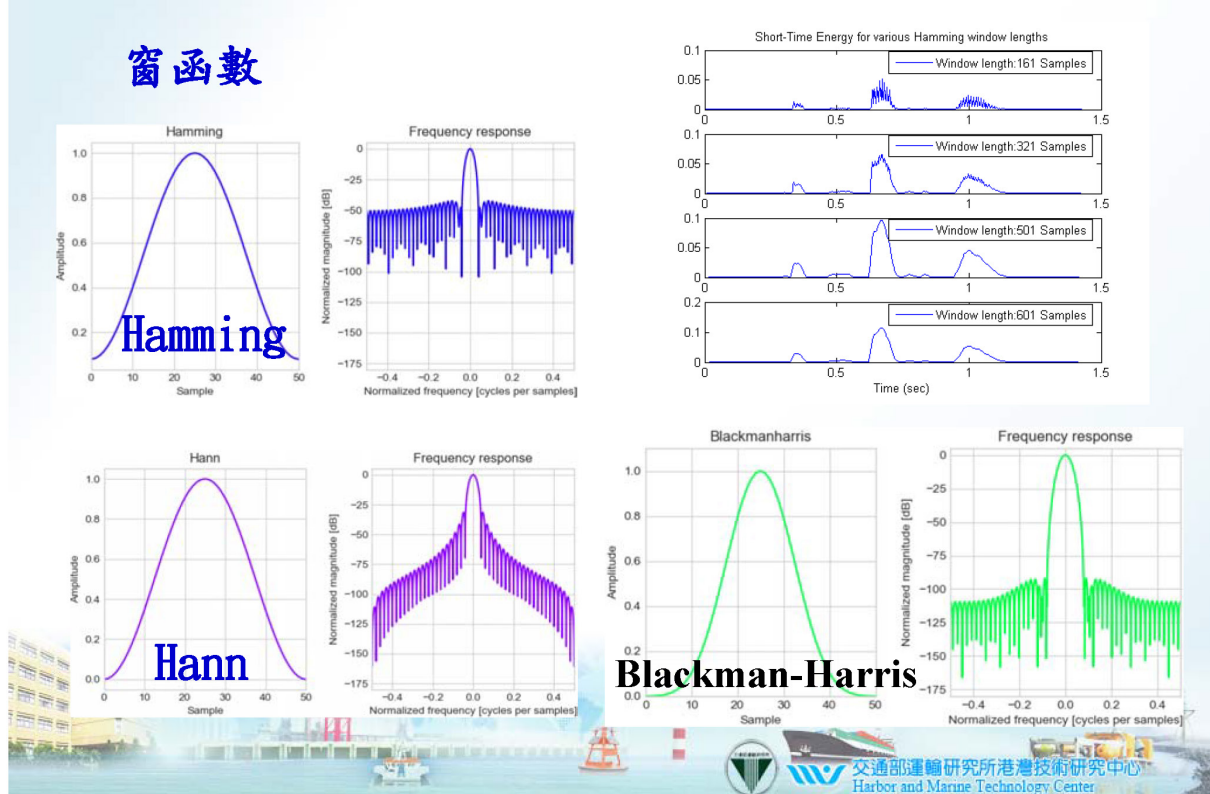
- 示性波高0.83m情況都卜勒普與示性波高1.97m情況都卜勒普，兩個雷達頻譜形狀存在顯著差異，但具有一致性的起伏趨勢，符合理論上的期望。
- 從LERA 都卜勒距離譜中識別出二階分量，CODAR的二階分量中很難發現。
- 在大波浪條件下二階分量更靠近第一峰。



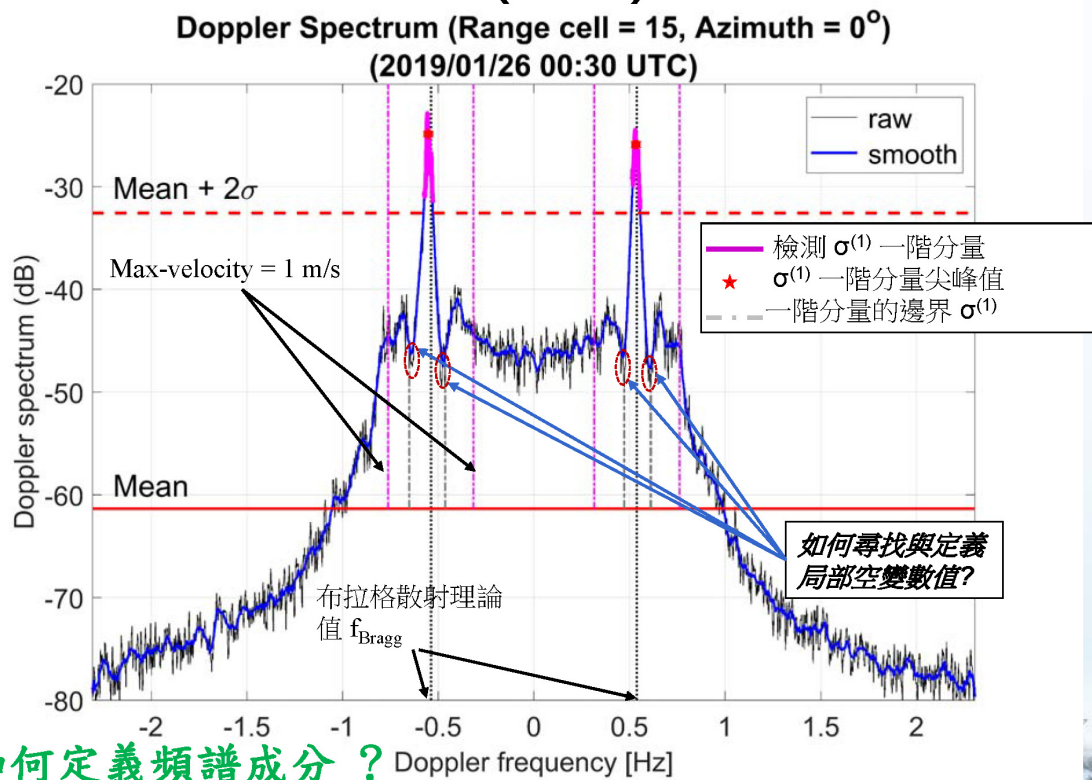
六、雷達比對探討(兩雷達演算值比對)



七、雷達軟硬體精進(軟體)

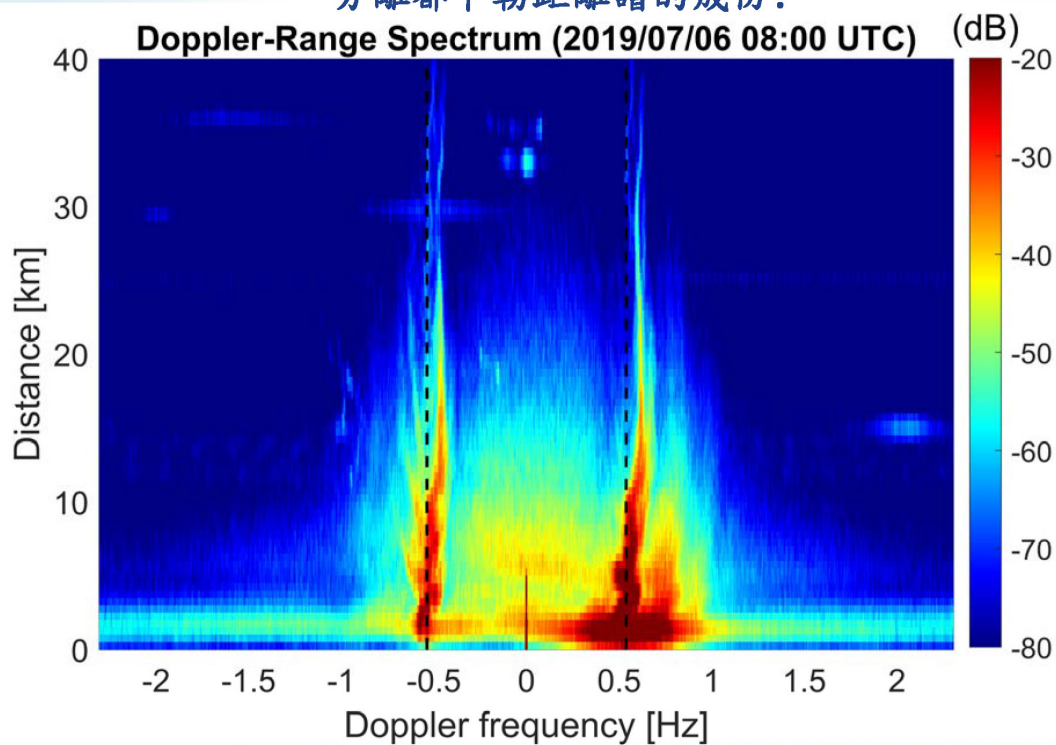


七、雷達軟硬體精進(軟體)



七、雷達軟硬體精進(軟體)

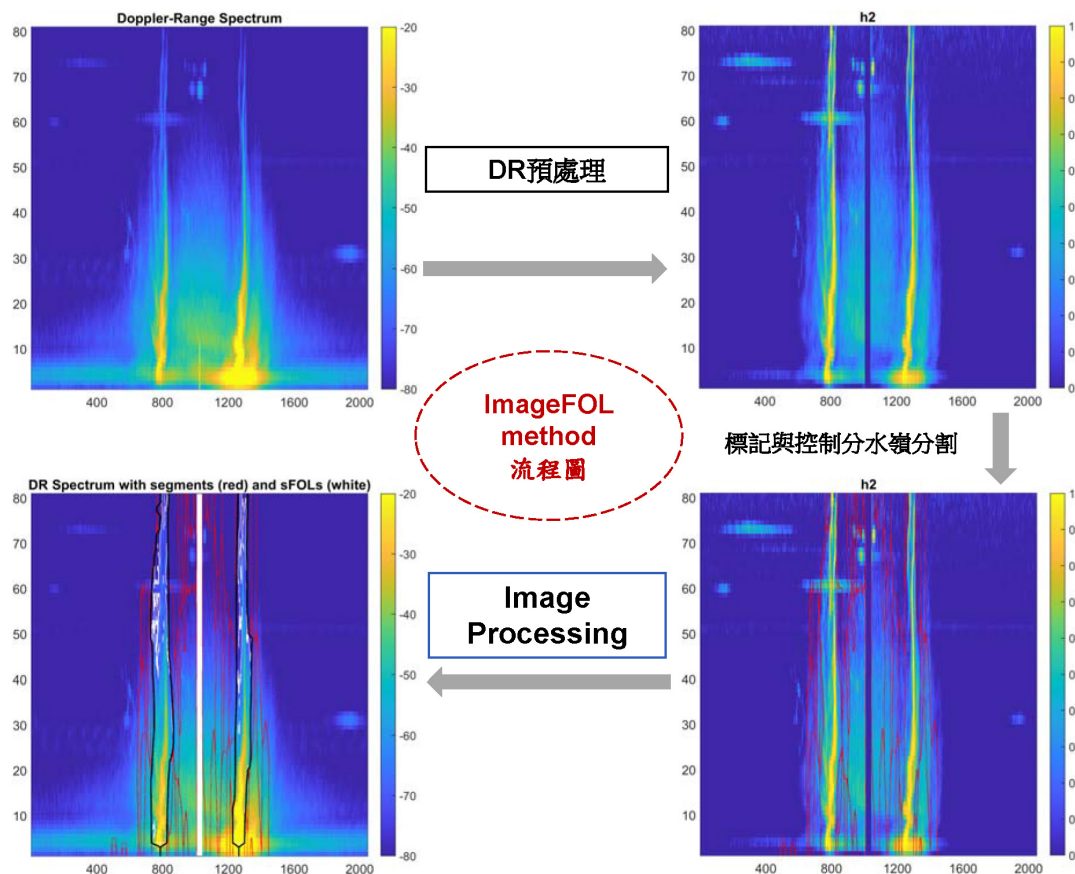
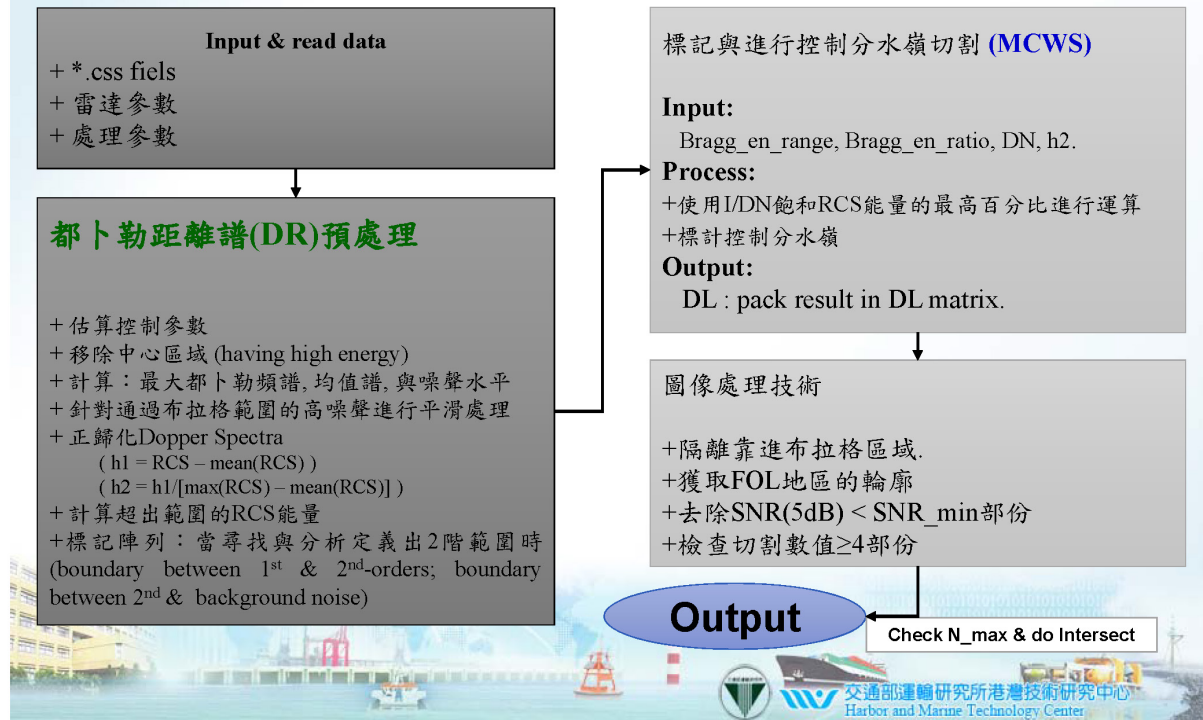
分離都卜勒距離譜的成份?



七、雷達軟硬體精進(軟體)

The ImageFOL method

(Anthony Kirincich, 2017)



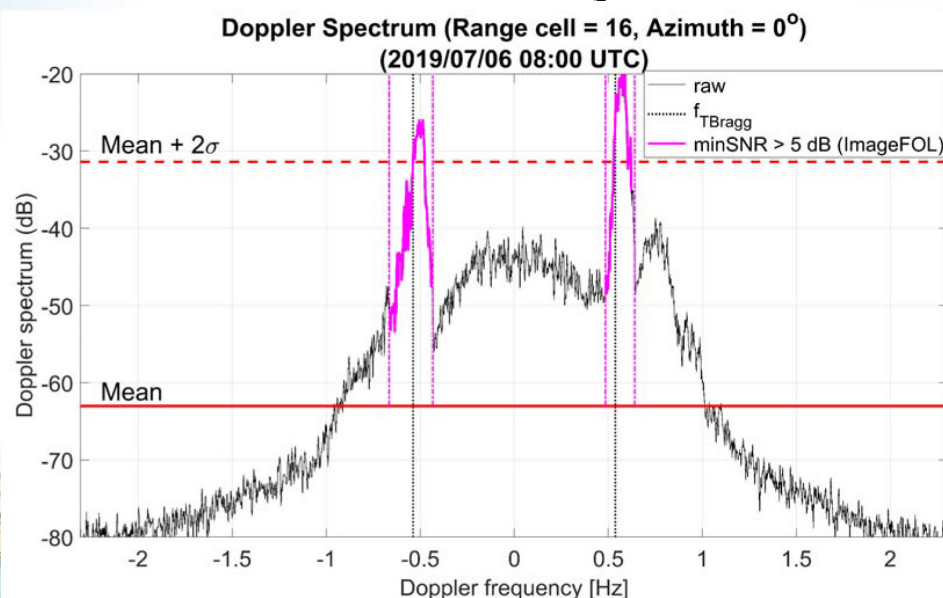
The results of the ImageFOL method

Doppler-Range Spectrum (2019/07/06 08:00 UTC) (dB)

Distance [km]

Doppler frequency [Hz]

The plot shows a color-coded spectrum with a color bar on the right ranging from -80 dB to -20 dB. Two vertical white lines are drawn at approximately -0.5 Hz and 0.5 Hz. A horizontal white line is drawn at approximately 5 km. A black arrow points to the intersection of these lines at -0.5 Hz.



(From AWAC,
Hs = 0.86 m)

27

技術研究中心
y Center

解除門禁



管溝開挖



施工測量

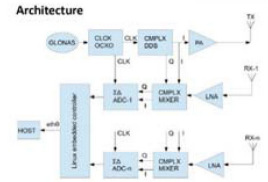


溝蓋保護

七、雷達軟硬體精進(硬體)

2. 臺中港南側觀測站設置計畫 (雷達備品採購)

項次	標的名稱及說明	規格說明
1	發射機模組	Power supply Low pass filters 50W amplifier System case
2	接收機模組	OCXO and A/D converter 16 sets receiving filters 16 sets LNA boards receiving antenna System case
3	Cable, : CF0600	CF0600 : This low loss 50 Ohm coax cable is designed UV Resists this transmission line is copper clad aluminum.
4	Cable, : R6213	R6213 : Premium noncontaminating black PVC. Bare copper br
5	Linux embedded PC	Linux embedded computer : It's with 32 GB of RAM and 2 TB of
6	標規15英尺儲藏貨櫃	內含隔熱設備、太陽能板6片(輸出電壓18V/定格



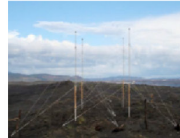
七、雷達軟硬體精進(硬體)

2. 臺中港南側觀測站設置計畫

底圖:臺中港務分公司網站鳥瞰圖



發射天線 4支Tx
中心頻率 27.75MHz



接收天線 16支Rx

南站機房



七、雷達軟硬體精進(硬體)

2. 臺中港南側觀測站設置計畫



底圖:臺中港務分公司網站鳥瞰圖

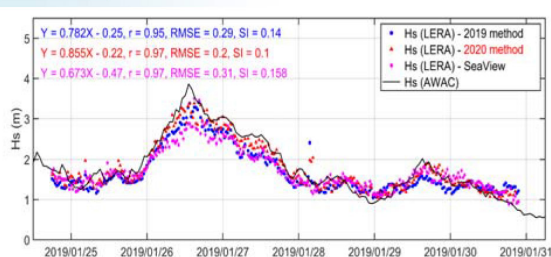


31

八、觀測資料比對(ImageFOL)

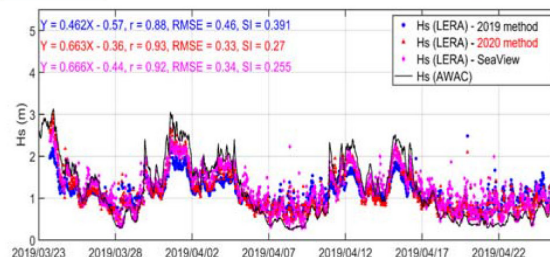
波高

108.1.25~1.30



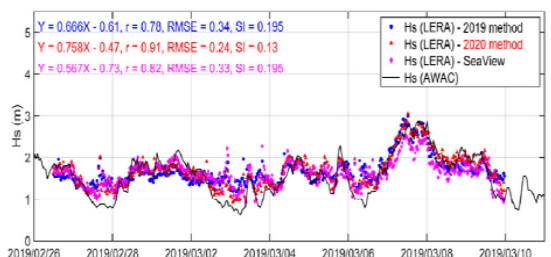
波高

108.3.23~4.24



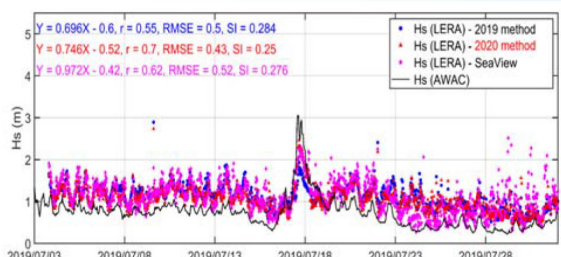
波高

108.2.25~3.11



波高

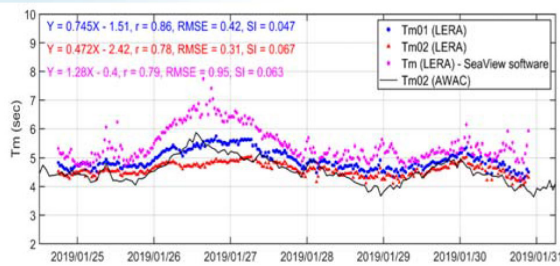
108.7.3~7.28



八、觀測資料比對(ImageFOL)

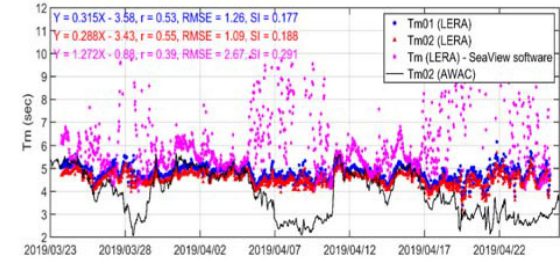
平均週期

108.1.25~1.30



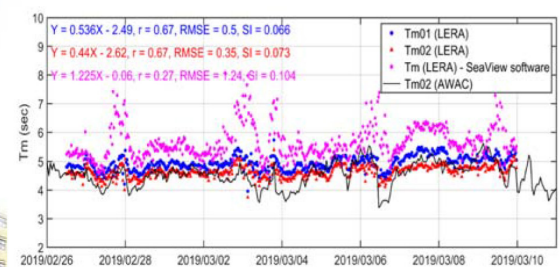
平均週期

108.3.23~4.24



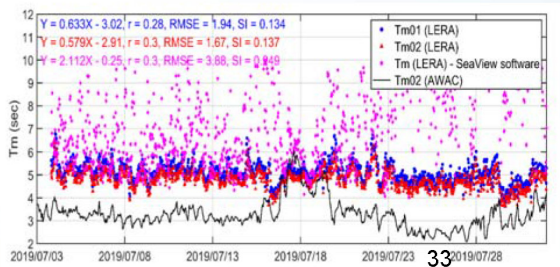
平均週期

108.2.25~3.11



平均週期

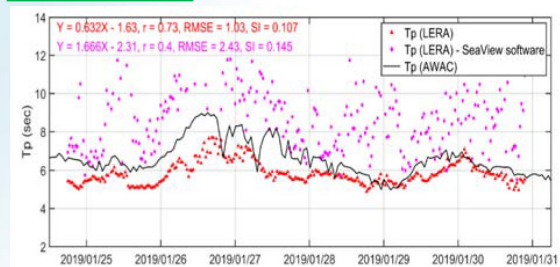
108.7.3~7.28



八、觀測資料比對(ImageFOL)

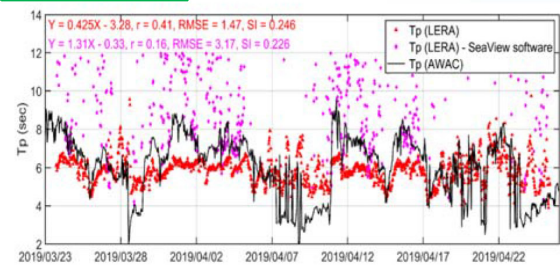
尖峰週期

108.1.25~1.30



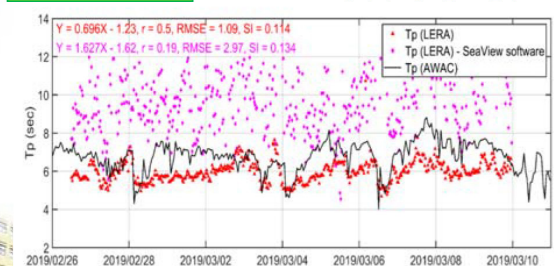
尖峰週期

108.3.23~4.24



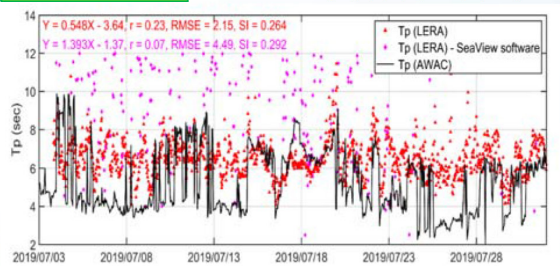
尖峰週期

108.2.25~3.11



尖峰週期

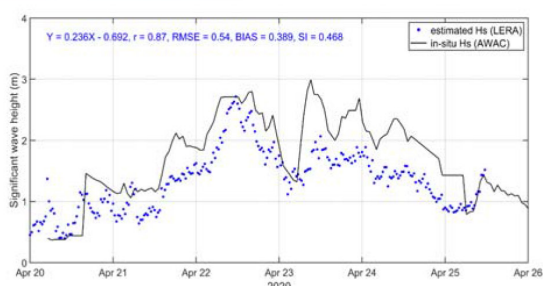
108.7.3~7.28



八、觀測資料比對(109觀測成果比對)

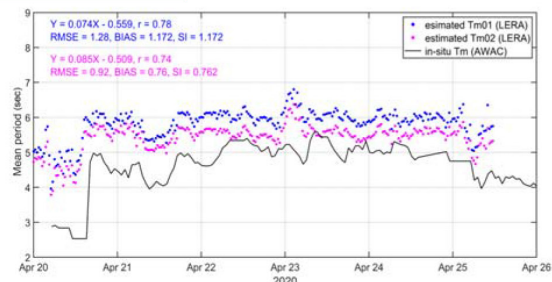
波高

109.4.20~4.26



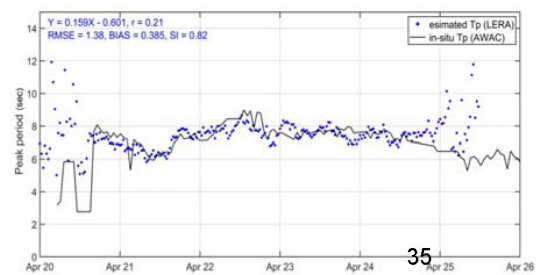
平均週期

109.4.20~4.26



尖峰週期

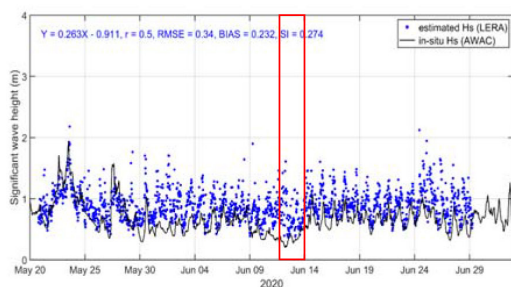
109.4.20~4.26



八、觀測資料比對(109觀測成果比對)

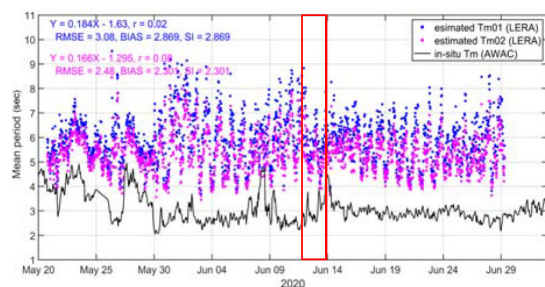
波高

109.5.20~6.29



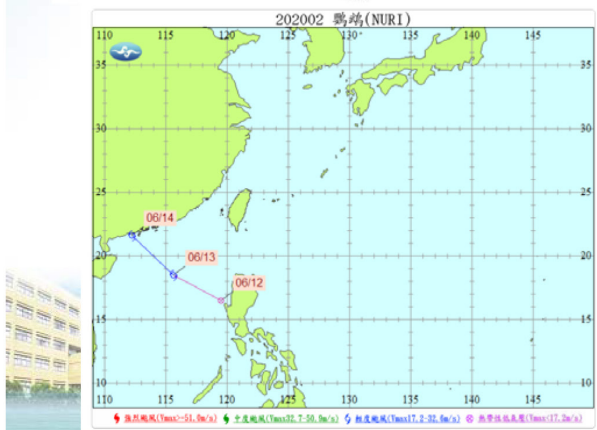
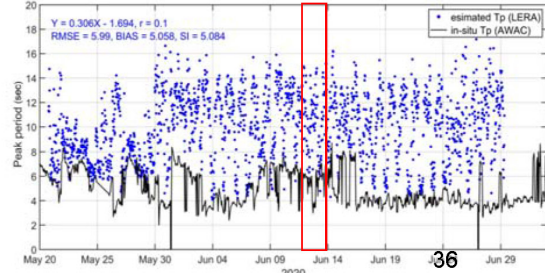
平均週期

109.5.20~6.29

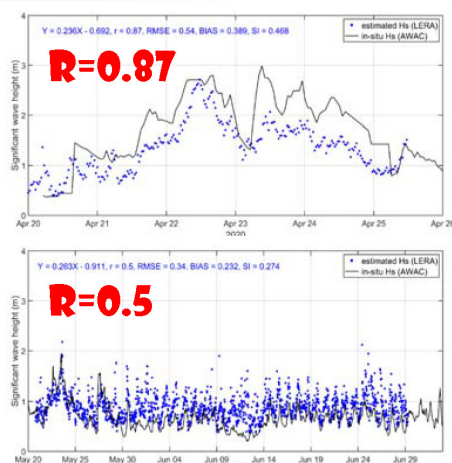


尖峰週期

109.5.20~6.29



八、觀測資料比對(109觀測成果比對)

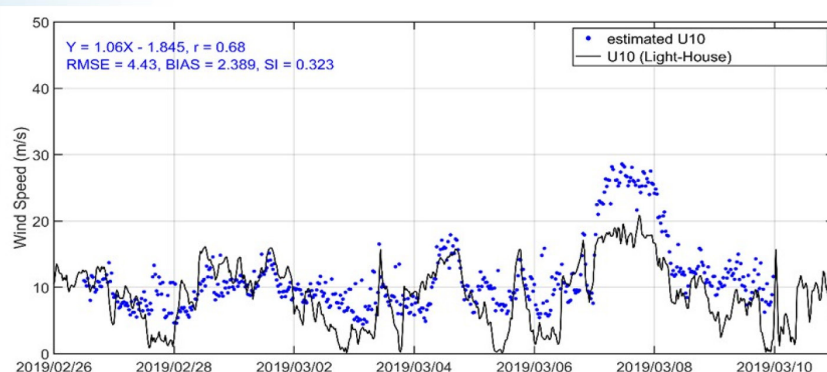


109.5.20-6.29	SI	平均誤差百分比(%)
Hs	0.274	27.4%
Tm01	2.869	286.9%
Tm02	2.301	230.1%
Tp	5.084	508.4%

- 108 1月~7月間有義波高相關係數**0.7~0.97**
- 108 1月~7月間平均週期相關係數**0.3~0.78**
- 109 4月間有義波高相關係數**0.87**
- 109 4月間平均週期相關係數**0.74**

37

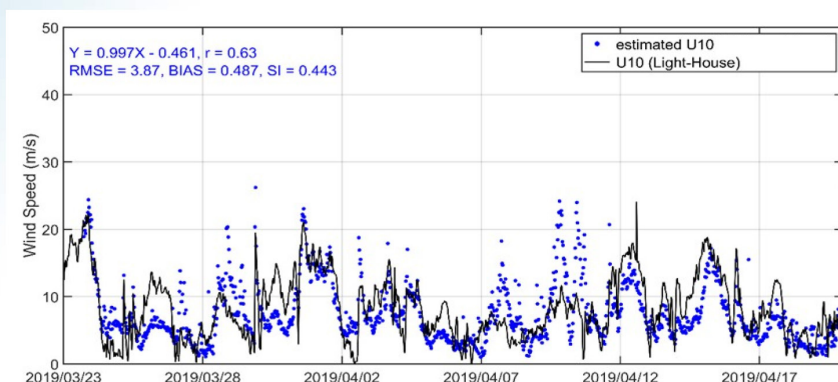
八、觀測資料比對(108年風速成果比對)



觀測時段介於**108年2月26日至108年3月10日間**，雷達估計U10風速與臺中港綠燈塔觀測結果比對，本研究U10與實測結果**相關性0.68**，均方根誤差為4.43，偏誤為2.389，散點因子為0.323。

38

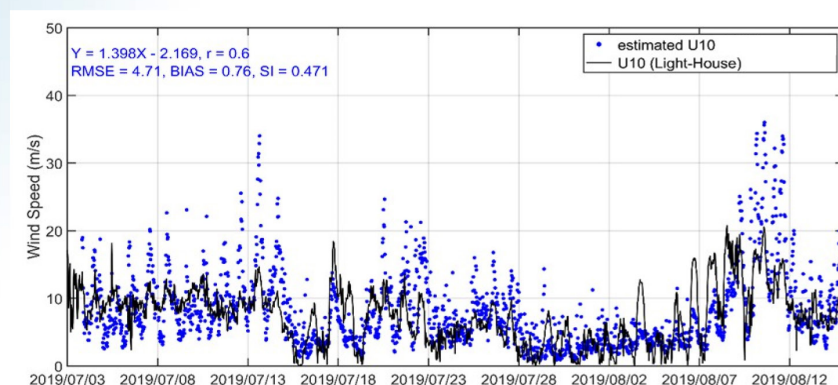
八、觀測資料比對(108年風速成果比對)



觀測時段介於**108年3月23日至108年4月17日間**，雷達估計U10風速與臺中港綠燈塔觀測結果比對，本研究U10與實測結果**相關性0.63**，均方根誤差為3.87，偏誤為0.487，散點因子為0.443。

39

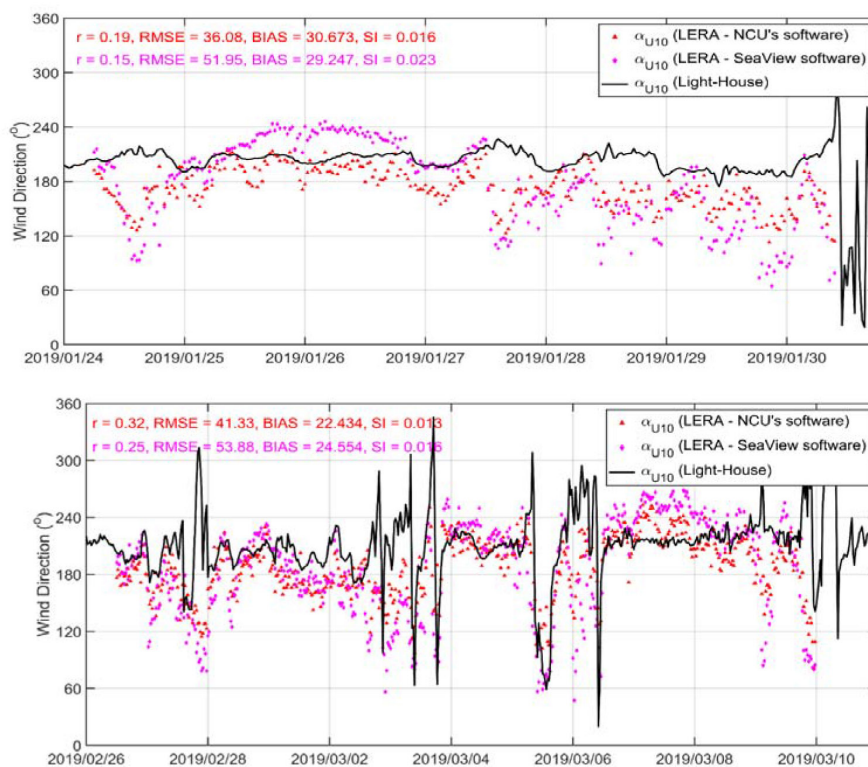
八、觀測資料比對(108年風速成果比對)



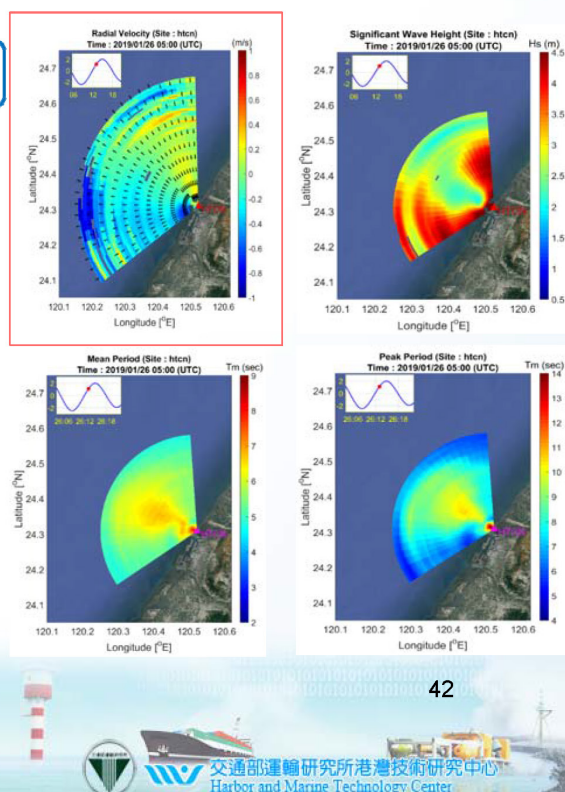
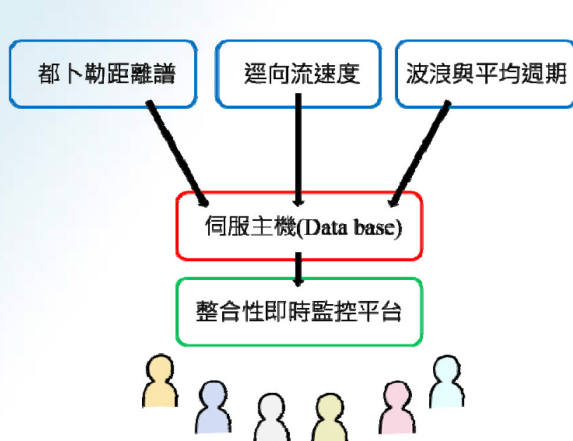
觀測時段介於**108年7月3日至108年8月12日間**，雷達估計U10風速與臺中港綠燈塔觀測結果比對，本研究U10與實測結果**相關性0.6**，均方根誤差為4.71，偏誤為0.76，散點因子為0.471。

40

八、觀測資料比對(108年風向成果比對)

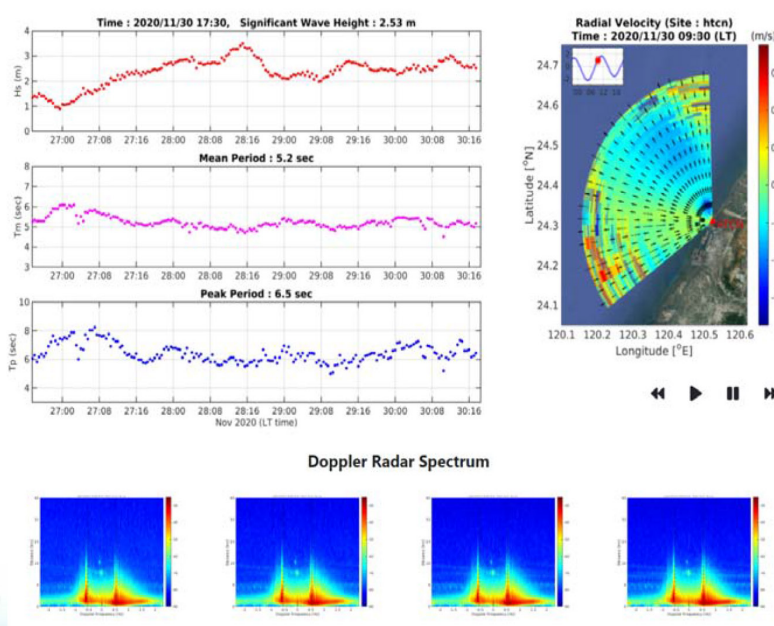


八、觀測資料比對(雷達觀測平台)



八、觀測資料比對(可視化介面)

update: 2020/11/30 18:00 (Local Time)



43

由討論結果發現下列結論

- 以雷達訊號來看指向性的陣列雷達，其都卜勒距離譜更容易識別出二階分量，**全向性雷達之都卜勒距離譜的二階分量中很難發現。**
- 本研究**Window function**與**ImageFOL**處理雷達頻譜，有助於改善波浪觀測的結果，對於108年觀測時段有義波高分析，部分相關性高達0.97非常接近完全相關：

1月份Hs=0.95→0.97

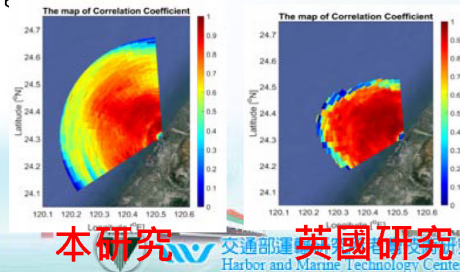
2~3月份Hs=0.78→0.91

3~4月份Hs=0.88→0.93


7月份Hs=0.5→0.7

44

- 本研究平均週期(Tm01與Tm02)與尖峰週期(Tp)之相關性部分，平均週期1月份Tm01相關性0.86且尖峰週期1月份Tp相關性0.73，二者皆屬於高度相關者。
- 本研究以雷達觀測區域mapping相關係數分析，本研究紅色域(介於0.9~1之間)相關性面積大於英國SeaView分析，兩側邊緣轉為黃綠色域相關性轉為中度相關，反觀英國SeaView兩側邊緣已無法分析，目視本研究量測誤差較小。



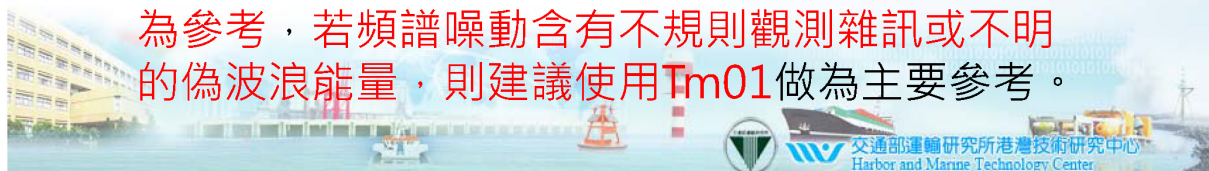
- 本計畫109年4月份雷達觀測分析有義波高相關係數尚達0.87，平均週期於0.74~0.78之間，相關性仍呈現高度相關範圍，惟5、6月份觀測資料相關性降低以外，有義波高相關性降至0.5，平均週期相關性降至0.1，各項誤差數據包括：均方根誤差、偏誤與散點因子皆偏大，判定本雷達設備異常需進行檢修排除。
- 本研究觀測的波浪週期，二者相關性皆呈現低度相關。在研究Tm01(一次矩平均週期)和Tm02(二次矩平均週期)的關係上，該二者相較於AWAC的平均週期雖皆呈現中低度相關性，但週期搖擺起伏趨勢與實際AWAC的平均週期擺盪趨勢相同，特別是Tm02存在著更好的相關性。

- 
- 本研究對於風速量值量測進行研究，研究成果顯示雷達風速量測與臺中港綠燈塔實測值比較，其相關性介於0.6~0.68之間，已具有中度相關性，顯示風速大小確實可以由陣列雷達進行量測。
 - 風向推估方面，雷達遙測風向與臺中綠燈塔風速實測值比較，相關性過低介於0.19~0.32之間，偏向為低度相關，且均方根誤差(RMSE：36.08~41.33)與偏誤(BIAS：22.4343~30.67)誤差過大，顯示方向處理尚有量測不確定度，處理分析技術仍有進步改善空間。



建議後續可以進行繼續研究及分析

- 本海洋雷達站為單站，現僅能獲取徑向資料，無法完整分析海面流向、波向與風向，建議於預組裝基地臺中港增設第2站，如此訊號將能完整涵蓋港區，以取得更完整的資料。
- 就整體季風與颱風波浪推算而言，本雷達在預組裝基地臺中港已具初步可靠之觀測能力，結果可以提供船舶航行於離岸風電鄰近海域或進出港區之海氣象資訊供航行判斷參考，成功應用於離岸風電所在之東部海域。
- 理論上Tm02對於高頻能量的成份波較為敏感，若於觀測現場有顯著的高頻能量可以選擇Tm02做為參考，若頻譜噪動含有不規則觀測雜訊或不明的偽波浪能量，則建議使用Tm01做為主要參考。



建議後續可以進行繼續研究及分析

- 雷達觀測波浪與海流參數觀測取決於雷達一階與二階分量分量值的計算，雜訊是影像訊號計算結果的重要因素，因此本研究特別重視控制雷達訊號與數據品質的把控，建議設置數據資料控制平臺，並利用數據品質的控制的反演方法與資料平臺，針對雷達回波訊號進行處理改善。
- 另外，本研究發展的雷達可視化介面未來還有改善空間，後續建議能與船舶自動辨識系統(AIS)進行加值整合，提供公私部門於臺中港周遭海域航行參考，且於海上事故發生時，有助於監控港區與鄰近區域航行船舶與協助救援或海難分析資訊。

49

建議後續可以進行繼續研究及分析

- 本計畫已針對單基雷達風速觀測進行研究探討，現況雖然尚無實現空間解析，但今年度已掌握風向計算與都卜勒能量譜左右一階峰差值相關，且規劃中的南站雷達預計於明年上半年完成，後續風向及各項既有觀測目標品質改善將於雙基雷達站完成後持續辦理研究，建議將雷達整合平台改善，與可視化界面精進升級納入，達成即時雷達訊號處理作業化，與表面波高、平均週期、流速、流向、風速與風向之觀測目標。
- 本研究已利用線性雷達遙測研究，完成「離岸風電海下工程技術發展」階段性任務，未來將延續辦理「臺灣綠色能源港智慧環境監測技術研發(110-113)」研究，進行應用雷達技術於海象觀測作業化之校修與維運服務，以促進關鍵技術升級。

簡報完畢
敬請指教



附錄三

專家學者座談會議紀錄

交通部運輸研究所港灣技術研究中心會議紀錄

一、會議名稱：109 年度自行研究計畫專家學者座談會議

二、時間：109 年6 月29 日(星期一)上午9 時30 分

三、地點：本所港研中心 2 樓簡報室

四、主持人：蔡立宏主任

紀錄：李政達

五、出（列）席人員：如後附簽到表

六、主席致詞：略。

七、研究單位簡報：略。

八、與會專家學者評論：

（一）議題一：主要商港海象觀測作業、資料檢核與特性分析

1.臺灣港務股份有限公司王錦榮助理副總經理

- (1)簡報 P.5~6「109 年臺灣中南港域海象觀測與特性分析」計畫及「風波潮流觀測」，建議增加澎湖港(龍門、尖山與馬公港)。
- (2)簡報 P.7 海流觀測部分，建議建置水平式 H-ADCP(可量測方向、大小變化的)海流儀，另外港公司未來在各國際商港均陸續會建置水平式海流儀，希望系統間可相互介接。
- (3)簡報 P.25 臺中港海氣象觀測及特性分析與簡報 P.5-6 計畫之關聯性為何？是否重覆？
- (4)港區空汙的監測與分析研究，建議納入未來持續辦理的計畫。

2.交通部航港局陳賓權副局長

- (1)相關港域、商港及港灣海象觀測及特性分析應持續進行，惟建議後續可設計專題研究，如前陣子臺灣海灘線之位移及氣候變遷的觀測、離岸風電等相關議題。
- (2)針對所蒐集海象觀測資訊呈現於港灣環境資訊網上，建議可以新增個人化的設定。
- (3)配合藍色公路 10 年計畫政策，建議納入臺中澎湖航線、甚至未來郵

輪跳島航線；另為便於推廣遊艇活動，也可將環島沿海之海象觀測資訊整合提供遊艇玩家使用。

3. 國立成功大學近海水文中心黃清哲主任

- (1) 港研中心長久以來一直專注於臺灣主要商港之海氣象觀測作業、船舶監控、港灣振盪及海岸漂沙；本次所報告之計畫內容基本上是延續上述議題，對港研中心皆是重要的課題，研究成果對國家航港之發展，應有很大的實用價值。海氣象觀測與氣象局海象測報中心有互補效果。
- (2) 波、潮、流觀測及無線傳輸資料成功率如何？有無後續系統改進之計畫構想？
- (3) 後續資料品管方法可與國家海洋研究院及成大近海水文中心討論，達到一致性的標準。

4. 交通部中央氣象局海象測報中心滕春慈主任

- (1) 觀測系統有無規劃物聯網(智慧化)與即時警示或可以整合由其他應用系統直接使用。
- (2) 資料初期分析，是否可以提供趨勢變遷，以因應氣候變遷造成各種海氣象資料的變化趨勢。
- (3) 資訊網站有無規劃表格式顯示資訊及個人化網站設計。

5. 國立臺灣大學工程科學及海洋工程學系林銘崇前教授

- (1) 簡報內容含蓋彙整全國觀測資料是否確實可行？

6. 本所港研中心簡仲璟前簡任研究員兼科長

- (1) 港研中心歷年來在臺灣各港口鄰近海域進行長期的海氣象觀測調查，此不僅提升港埠營運效能及船舶航行安全，也提供港灣建設及海洋防護於規劃、設計與施工計畫擬定時所需之環境資料。此外，在許多環境影響評估報告書中，也經常引用港研中心之海氣象統計年報資料。因此港研中心所執行的長期海氣象觀測非常具有應用價值。
- (2) 海象觀測建議後續可加強之工作重點包括 1.資料檢核(例如：資料的合理性、相關性及連續性) 2.儀器穩定運作(例如：儀器穩定、資料傳輸...等) 3.資料保存(設置原始資料保管專人) 4.加強對外合作(例如：技術交流，資料共享，資源互補...等) 5.加強特定對象之預警能力。

(二) 議題二：海象及船舶監控預警系統研發及應用

1. 臺灣港務股份有限公司王錦榮助理副總經理

- (1) 目前的趨勢，臺灣朝智慧化、物聯網的演進，建議系統應智慧化、自動化、平臺化整合。
- (2) 簡報 P.23~24 商港強風及陣風特性分析計畫，建議未來可增加 高雄港第四貨櫃中心、洲際二期的監測與分析。

2. 交通部航港局陳賓權副局長

- (1) 航港局透過智慧航安計畫將購置衛星 AIS 資訊，未來可與港研中心進一步合作深化船舶監控預警系統，也建議未來可針對不同商船種類進行 AIS 軌跡分析。
- (2) 針對臺中港強風及陣風特性分析，考量近來臺中港區空氣污染 議題經常發生爭議，建議針對風向對港區空污的影響能加以分析，以提供政策論述參考。

3. 國立成功大學近海水文中心黃清哲主任

(無意見)

4. 交通部中央氣象局海象測報中心滕春慈主任

(無意見)

5. 國立臺灣大學工程科學及海洋工程學系林銘崇前教授

- (1) 簡報內容所稱海象，實為限於風力，不過風力因素確具高度重要性。

6. 本所港研中心簡仲璟前簡任研究員兼科長

- (1) 強風與陣風的定義宜有說明；且觀測方法是否有配合，除季節及颱風個案差異外，建議也考量晝夜的比較。

(三) 議題三：離岸風電區臺中基地母港海象及漂沙特性探討

1. 臺灣港務股份有限公司王錦榮助理副總經理

- (1) 簡報 P.41 離岸風電區鄰近海岸漂沙機制探討計畫，建議應考慮臺中港 LNG 外廓堤興建後對漂沙變化的影響與探討。
- (2) 因應海岸管理法對海岸變遷(侵淤)要有因應對策，建置未來納入布袋港。

2. 交通部航港局陳賓權副局長

- (1) 建議將 LNG 外廓堤納入水工模型試驗，並思考擴大進行高雄港洲際

二期及臺北港的觀測研究。

3. 國立成功大學近海水文中心黃清哲主任

- (1) 海岸漂沙數值模擬所用模式為何？結果與水工模型試驗結果比較下，誤差如何？
- (2) 簡報 P.44，如何利用雷達觀測求出一階及二階海洋表面波。

4. 交通部中央氣象局海象測報中心滕春慈主任

- (1) 臺中港因應離岸風機新增觀測設施，有無規劃推廣至其他國際港。另外，有無針對臺中港開發海氣象預報作業。

5. 國立臺灣大學工程科學及海洋工程學系林銘崇前教授

- (1) 各議題之研究子題及工作內容大致符合執行單位之任務導向。

6. 本所港研中心簡仲璟前簡任研究員兼科長

- (1) 建議在風電場設廠時建置離岸觀測樁，進行海氣象觀測，以利風電廠維護保養工作。
- (2) 離岸風電區鄰近海岸漂沙機制探討(4/4)之計畫目標宜再明確。

(四) 議題四：港灣振盪與防災預警系統應用

1. 臺灣港務股份有限公司王錦榮助理副總經理

(無意見)

2. 交通部航港局陳賓權副局長

- (1) 建議除了蘇澳、花蓮等國際商港外，配合藍色公路對東部臺東、綠島、蘭嶼三角航線的規劃，未來是否也可將臺東富岡港 納入評估，以分析長浪群波對港內客貨船的影響。

3. 國立成功大學近海水文中心黃清哲主任

- (1) 花蓮港長浪預報模式為何？準確度如何？

4. 交通部中央氣象局海象測報中心滕春慈主任

- (1) 因應港口作業發展可加值新增應用如：陣風、漂沙、港灣振盪對外展示、警示的規劃。

5. 國立臺灣大學工程科學及海洋工程學系林銘崇前教授

- (1) 各子計畫之辦理方式及預期成果說明具體。
- (2) 建議針對年度總計畫整體性加以說明。

(3)離岸風電基地港需要規劃處理之課題不少，港內靜穩度亦可能是需要考量的項目之一。

(4)有關長浪引致港灣振盪係多年來普受重視之課題，研究過程中建議強化理論與資料之佐證。

6. 本所港研中心簡仲璟前簡任研究員兼科長

(1)港灣風波潮流模擬及長浪預警之研究(3/4)。花蓮港內穩靜觀測系統除 17 號及 9 號碼頭外，建議在外港區增加 1 站。觀測方法建議每小時觀測 1 次，每次 40 分鐘。(原規劃每小時 3 次，每次 20 分鐘)。

(2)海岸公路浪襲路段水深測量的範圍及次數如何？僅編列 50 萬預算是否充足。

九、主席裁示：專家學者所提意見，請研究單位列入計畫之研究方向及內容修訂辦理。

十、散會：中午 12 時 30 分。

會議簽到表

會議名稱：本所港研中心109年自行研究計畫專家學者座談會議

時間：109年6月29日(星期二)上午9時30分

地點：港灣技術研究中心2樓簡報室

主持人：蔡立光

紀錄：李修穎

單位	簽名
臺灣港務股份有限公司 王錦榮助理副總經理	王錦榮
交通部航港局 陳賓權副局長	陳賓權
國立成功大學近海水文中心 黃清哲主任	黃清哲
交通部中央氣象局海象測報中心 滕春慈主任	滕春慈
國立臺灣大學工程科學及海洋工程學系 林銘崇前教授	林銘崇
港研中心 簡仲璟前簡任研究員兼科長	簡仲璟
本所港研中心第二科蘇科長青和	蘇青和
本所港研中心第三科李科長俊穎	李俊穎
本所港研中心	黃民信 潘子健 林建豪 王銘弘、簡怡創

本所港研中心

衛紀佳

李以達

蔡世清

陳劍琴

陸秀麗

謝佳如

黃子翹

邱瑞平

蔣敏玲

洪維屏

羅冠廷

黎金志

劉淑敏

陳天野

李江輝

顏碩香

劉燦明

附錄四

工作會議紀錄

交通部運輸研究所港灣技術研究中心會議紀錄

一、會議名稱：本所「臺中港海洋雷達波流觀測及特性分析」自行

研究案第 1 次工作會議

二、時間：109 年 5 月 21 日(星期四)下午 4 時

三、地點：本所港研中心三樓會議室

四、主持人：蔡立宏主任

紀錄：李政達

五、出（列）席人員：如後附簽到表

六、討論議題：

（一）工作進度說明：

- 1.完成臺中港海洋雷達波流觀測及特性分析情況。
- 2.說明改善網路與電力系統之工作進度。
- 3.報告處理程式與優化訊號分析進度。
- 4.探討風場觀測的可行性。

（二）針對目前研究方向與執行情形進行討論：

- 1.雷達波流觀測觀測不確定性與量測驗證。
- 2.探討 SMB 模式下深海波示性波高($H_{1/3}$)與風吹距(F)及 U_{10} 關係應用於雷達觀測的可行性。
- 3.探討利用雷達觀測技術呈現波浪淺化變形的結果。

七、結論：

（一）請對網路與電力系統改善工作進一步掌控進度。

（二）有關利用 SMB 法於雷達風場觀測的可行性，請進一步檢討模式下的對應關係，俾利後續技術研發。

八、散會：下午 4 時 30 分。

交通部運輸研究所港灣技術研究中心會議紀錄

一、會議名稱：本所「臺中港海洋雷達波流觀測及特性分析」工作會議

二、時間：109年5月21日(星期四)下午4時

三、地點：港灣技術研究中心3樓會議室

四、主席：蔡主任立宏

紀錄：李依蓮

五、出席單位：

單位	簽名
第一科	柯正龍 賴瑞堯
第二科	蔡立宏 黃宗哲、洪維屏、羅建宏 傅紀弘、林宗火、李煜、許義宏
第三科	李玲娟 蔣政玲 陳鈞堯
其他	

交通部運輸研究所港灣技術研究中心會議紀錄

一、會議名稱：本所「臺中港海洋雷達波流觀測及特性分析工作」

自行研究案第 2 次工作會議

二、時間：109 年 8 月 28 日(星期五)下午 4 時

三、地點：港灣技術研究中心 3 樓會議室

四、主持人：蔡立宏主任

紀錄：李政達

五、出（列）席人員：如後附簽到表

六、討論議題：

(一)工作進度說明：

- 1.辦理雷達站電力系統改善工作(採購編號：IOT-109-H2C006)，已於 8 月 28 日辦理第 1 階段驗收工作。
- 2.已於 8 月 25 日完成雷達站天線破損修復、貨櫃打掃工作與網路 傳輸效能檢測之定期維護保養工作。
- 3.有關精進雷達分析技術部份，目前已完成窗函數(Blackmanharris 及 Hamming)訊號處理的分析，並完成 ImageFOL method 圖像處理技術 分析之研究測試，資料比對工作已將雷達觀測資料與底碇式觀測資料 比對分析至 7 月底份。
- 4.有關風場觀測的可行性探討部份，本研究已利用波浪理論之 SMB method 探討風速與風向之分析，雷達觀測風速初步可行， 惟需更進一步比對結果確認，以提升精度。

(二)針對目前研究方向與執行情形進行討論：

- 1.蔡立宏主任：有關簡報 P.16 目前工作進度(8/27)，波浪理論中頻 譜分析的有義波高係數有誤，建議修正。
- 2.蘇青和科長：雷達波有義波高觀測成果值得參考，惟 4 月 23 日 之後的波高相關性開始降低，建議探討產生誤差之因素，並予 以修正。

七、結論：

(一)持續針對第三、第四季雷達觀測資料進行檢核及分析，相關研究工作進度請於 10 月底以前完成；期末報告初稿內容請與蘇科長滾動檢討報告內容，以臻完善。

(二)請依規劃之期程，進行後續研究工作。

八、散會：下午 16 時 30 分

交通部運輸研究所港灣技術研究中心會議紀錄

一、會議名稱：本所「臺中港海洋雷達波流觀測及特性分析」工作會議

二、時間：109 年 8 月 28 日(星期五)下午 4 時

三、地點：港灣技術研究中心 3 樓會議室

四、主席：蔡主任立宏 蔣立宏

紀錄：李敏達

五、出席單位：

單位	簽名
第一科	賴瑞慈
第二科	李敏達 黃錦 林宜宏 賴 吳金吉 衛紀水 黃冠仁 洪維偉 許義宏 羅冠雄
第三科	蔣麗玲
其他	

附錄五

徑向流分析

徑向流分析

本(109)年完成雷達電力系統改善後，北側雷達站共蒐集 10,744 筆資料(每 1 筆/30 分鐘)，蒐集率為年度目標(17,520 筆)的 61.28%，顯示資料蒐集的穩定度還可以持續精進改善，將於明年度持續提高雷達資料的蒐集程度。













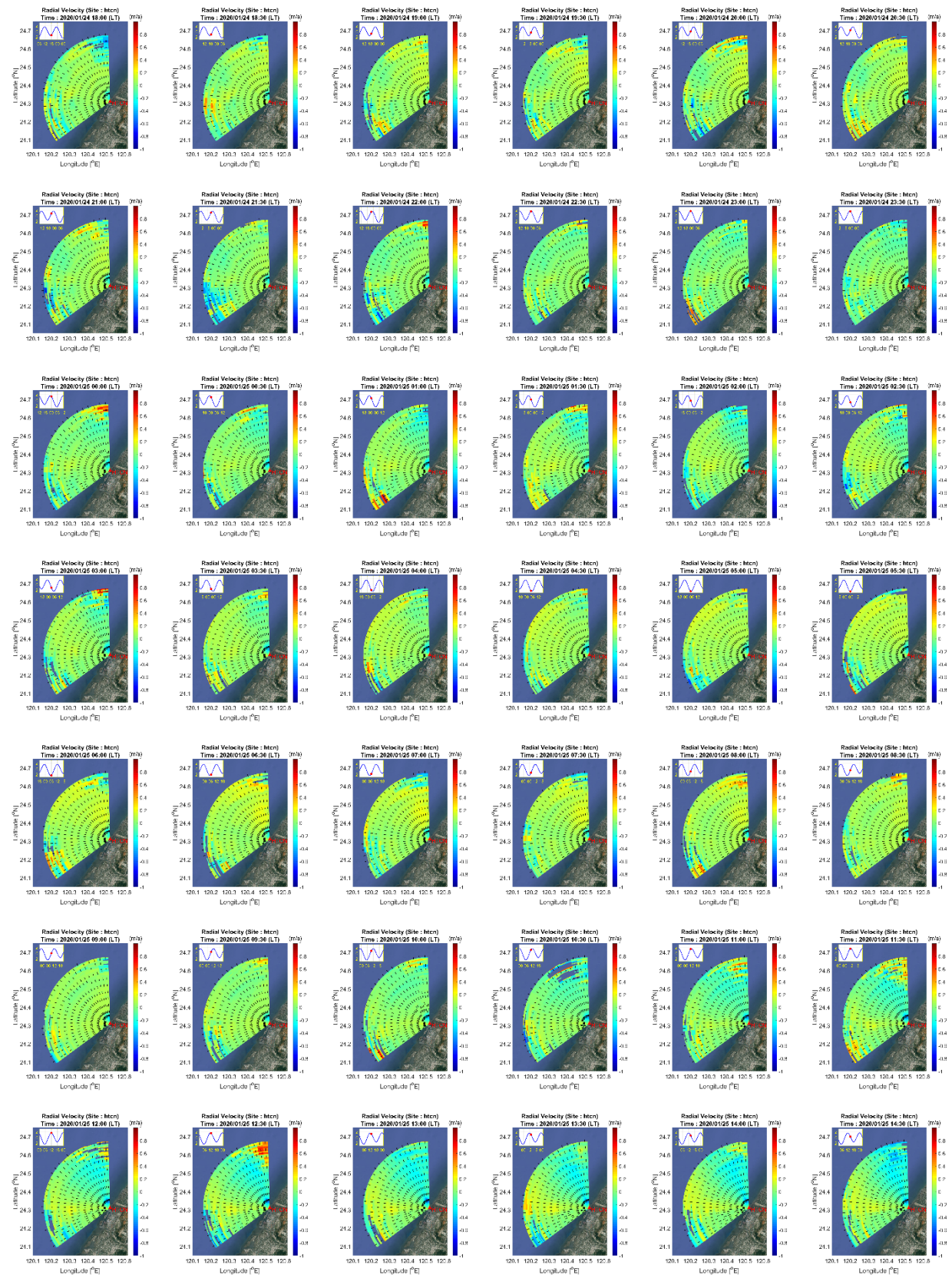


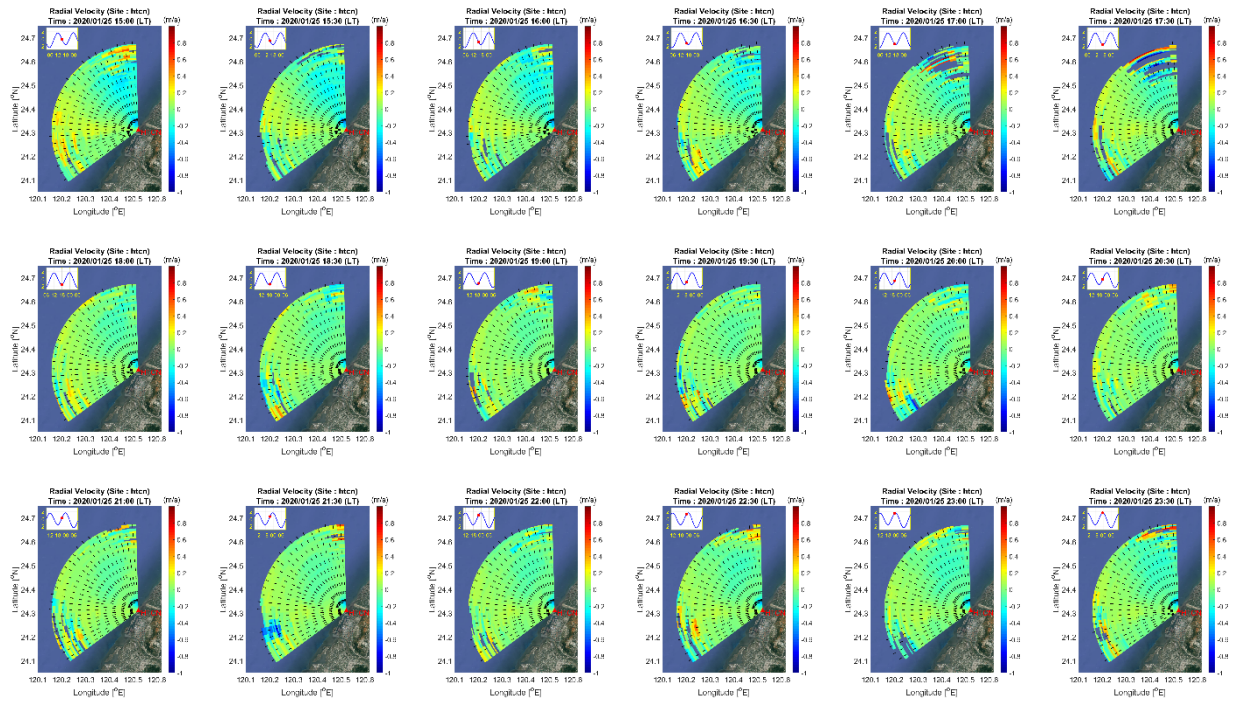












附錄六

波高觀測原始值

波高觀測原始值

(2020/4/19 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
4/19 0:10	0.37	2.76	0.33	0.68	3.31
4/19 1:10	0.34	2.84	0.3	0.51	3.23
4/19 2:10	0.33	2.91	0.29	0.49	3.15
4/19 3:10	0.29	3.13	0.27	0.48	4.26
4/19 4:10	0.34	3.18	0.31	0.74	4.06
4/19 5:10	0.32	3.27	0.30	0.6	3.52
4/19 6:10	0.36	3.25	0.32	0.63	5.82
4/19 7:10	0.34	3.08	0.32	0.64	3.57
4/19 8:10	0.40	2.33	0.35	0.67	5.29
4/19 9:10	0.36	2.43	0.31	0.55	4.55
4/19 10:10	0.38	2.39	0.33	0.59	4.49
4/19 11:10	0.40	2.49	0.35	0.55	4.24
4/19 12:10	0.64	2.50	0.57	0.91	2.92
4/19 13:10	0.76	2.77	0.69	1.26	3.56
4/19 14:10	0.87	2.96	0.80	1.37	3.67
4/19 15:10	0.82	2.93	0.75	1.25	3.74
4/19 16:10	0.83	2.9	0.75	1.32	3.61
4/19 17:10	0.77	2.85	0.71	1.18	3.62
4/19 18:10	0.73	2.85	0.67	1.11	3.68
4/19 19:10	0.61	2.79	0.55	1.07	3.65
4/19 20:10	0.56	2.8	0.52	0.89	3.6
4/19 21:10	0.58	2.7	0.53	0.97	3.57
4/19 22:10	0.52	2.72	0.47	0.87	3.64
4/19 23:10	0.48	2.75	0.44	0.79	3.48

(2020/4/20 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
4/20 0:10	0.41	2.75	0.37	0.71	3.56
4/20 1:10	0.41	2.88	0.37	0.66	3.56
4/20 2:10	0.36	2.89	0.33	0.56	3.48
4/20 3:10	0.37	2.92	0.33	0.65	3.21
4/20 4:10	0.39	2.96	0.36	0.56	3.26
4/20 5:10	0.40	2.88	0.36	0.59	3.20
4/20 6:10	0.37	2.92	0.34	0.66	3.40
4/20 7:10	0.38	2.85	0.34	0.63	5.84
4/20 1:10	0.44	2.53	0.39	0.66	2.78
4/20 16:10	1.46	4.73	1.39	2.17	7.65
4/20 17:10	1.42	4.99	1.36	2.23	8.07
4/20 18:10	1.38	4.91	1.29	2.13	7.77
4/20 19:10	1.35	4.98	1.26	2.12	7.56
4/20 20:10	1.33	4.72	1.28	1.81	7.65
4/20 21:10	1.29	4.60	1.21	2.13	7.28
4/20 22:10	1.24	4.39	1.16	1.74	7.59
4/20 23:10	1.20	4.54	1.14	2.03	7.30

(2020/4/21 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
4/21 0:10	1.17	4.46	1.08	1.78	7.53
4/21 1:10	1.13	4.35	1.07	1.95	7.30
4/21 2:10	1.14	4.51	1.08	1.66	7.19
4/21 3:10	1.30	4.27	1.21	1.97	5.33
4/21 4:10	1.13	4.65	1.04	1.81	7.19
4/21 5:10	1.06	4.66	1.00	1.86	6.95
4/21 6:10	1.21	4.72	1.14	2.31	6.94
4/21 7:10	1.16	4.34	1.09	1.70	6.63
4/21 8:10	1.20	4.12	1.12	2.07	6.29
4/21 9:10	1.17	3.95	1.09	2.03	6.00
4/21 10:10	1.20	4.04	1.12	1.93	5.94
4/21 11:10	1.22	4.18	1.15	2.02	6.25
4/21 12:10	1.16	4.1	1.08	1.88	6.16
4/21 13:10	1.21	4.04	1.14	1.86	6.34
4/21 14:10	1.45	4.1	1.37	2.25	6.48
4/21 15:10	1.73	4.37	1.61	2.67	6.36
4/21 16:10	1.82	4.56	1.76	2.94	6.96
4/21 17:10	1.99	4.93	1.90	3.09	7.18
4/21 18:10	2.12	4.98	2.03	3.20	7.54
4/21 19:10	2.02	4.88	1.95	3.38	7.22
4/21 20:10	2.07	4.97	1.98	3.12	7.27
4/21 21:10	1.90	4.86	1.81	3.03	7.27
4/21 22:10	1.91	4.71	1.79	2.96	7.56
4/21 23:10	1.89	4.71	1.78	2.86	7.24

(2020/4/22 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
4/22 0:10	1.88	4.62	1.78	3.58	7.12
4/22 1:10	1.84	4.61	1.75	3.00	7.13
4/22 2:10	2.03	4.68	2.00	4.12	6.80
4/22 3:10	2.10	4.65	2.05	3.41	7.35
4/22 4:10	2.21	4.79	2.08	3.53	7.52
4/22 5:10	2.32	4.92	2.20	3.61	8.03
4/22 6:10	2.53	5.13	2.42	4.12	8.04
4/22 7:10	2.70	5.21	2.55	4.41	8.24
4/22 8:10	2.71	5.34	2.56	4.30	8.45
4/22 13:10	2.60	5.41	2.45	4.58	8.99
4/22 14:10	2.67	5.27	2.59	4.44	8.63
4/22 15:10	2.78	5.21	2.67	4.46	8.93
4/22 16:10	2.80	5.19	2.66	4.13	7.86
4/22 17:10	2.50	5.03	2.35	3.76	8.85
4/22 18:10	2.43	5.07	2.36	4.23	8.81
4/22 19:10	2.45	5.16	2.32	3.74	7.71
4/22 20:10	2.15	4.87	2.03	3.59	7.18
4/22 21:10	2.23	4.92	2.13	3.63	7.69
4/22 22:10	2.41	5.11	2.25	4.28	7.80
4/22 23:10	2.13	5.1	2.02	3.19	7.53

(2020/4/23 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
4/23 0:10	1.87	5.23	1.77	3.30	7.61
4/23 1:10	1.59	5.23	1.56	2.50	7.51
4/23 4:10	1.35	4.89	1.30	2.13	7.18
4/23 5:10	1.32	4.66	1.25	2.15	7.63
4/23 6:10	1.90	4.80	1.78	2.96	7.22
4/23 7:10	2.44	5.33	2.34	4.33	7.70
4/23 8:10	2.81	5.55	2.76	4.28	7.51
4/23 9:10	2.99	5.6	2.83	4.76	7.57
4/23 10:10	2.75	5.45	2.68	5.00	7.65
4/23 12:10	2.67	5.45	2.54	4.30	7.74
4/23 13:10	2.49	5.23	2.41	3.69	7.49
4/23 14:10	2.16	5.05	2.06	3.54	7.70
4/23 16:10	2.00	4.80	1.97	3.31	7.78
4/23 17:10	2.11	4.71	1.98	3.52	7.32
4/23 18:10	2.39	5.14	2.24	3.73	7.83
4/23 19:10	2.36	5.01	2.25	3.47	7.72
4/23 20:10	2.49	5.19	2.37	3.96	7.94
4/23 21:10	2.56	5.4	2.48	4.00	7.98
4/23 22:10	2.50	5.09	2.41	3.95	7.55
4/23 23:10	2.69	5.33	2.54	3.94	7.60

(2020/4/24 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
4/24 0:10	2.30	5.01	2.23	3.68	7.64
4/24 1:10	2.16	4.98	2.04	3.35	7.63
4/24 2:10	2.14	5.05	2.01	3.16	7.65
4/24 3:10	2.00	5.07	1.92	3.08	7.25
4/24 4:10	1.85	4.95	1.78	3.01	7.67
4/24 5:10	2.02	5.01	1.9	3.26	7.48
4/24 6:10	2.07	4.98	2.00	3.19	7.56
4/24 7:10	2.10	5.31	2.04	3.40	7.81
4/24 9:10	2.35	5.23	2.21	3.80	7.56
4/24 10:10	2.35	5.21	2.25	3.70	7.17
4/24 11:10	2.27	5.15	2.11	3.21	7.24
4/24 12:10	2.18	4.91	2.10	3.73	7.14
4/24 13:10	1.98	4.78	1.90	3.23	7.57
4/24 14:10	2.07	4.86	1.94	4.11	7.11
4/24 22:10	1.70	5.02	1.61	2.72	6.80
4/24 23:10	1.43	4.76	1.33	2.44	6.49

(2020/4/25 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
4/25 6:10	0.79	4.21	0.73	1.17	6.12
4/25 7:10	0.83	4.29	0.77	1.27	5.98
4/25 8:10	0.84	3.96	0.79	1.47	5.29
4/25 9:10	1.04	4.15	0.97	1.77	6.10
4/25 10:10	1.33	4.39	1.26	2.28	6.17
4/25 11:10	1.43	4.48	1.37	2.41	5.99
4/25 12:10	1.31	4.27	1.23	2.08	5.61
4/25 13:10	1.30	4.31	1.24	2.21	5.98
4/25 14:10	1.16	4.11	1.09	2.09	6.25
4/25 15:10	1.27	4.31	1.25	2.26	6.00
4/25 16:10	1.18	4.26	1.12	1.95	6.22
4/25 17:10	1.17	4.32	1.11	1.93	6.60
4/25 18:10	1.10	4.24	1.05	1.68	6.33
4/25 19:10	1.14	4.26	1.06	1.66	6.23
4/25 20:10	1.09	4.12	1.06	1.72	5.39
4/25 21:10	1.10	4.06	1.02	1.80	6.50
4/25 22:10	0.98	4.04	0.90	1.39	6.17
4/25 23:10	0.95	4.13	0.91	1.70	6.06

(2020/4/26 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
4/26 0:10	0.87	4.03	0.83	1.47	5.78
4/26 1:10	0.77	4.01	0.73	1.20	5.65
4/26 2:10	0.71	4.07	0.65	1.09	5.62
4/26 3:10	0.67	3.89	0.63	1.21	5.21
4/26 4:10	0.72	3.53	0.66	1.18	5.52
4/26 5:10	0.84	3.41	0.76	1.29	5.47
4/26 6:10	1.06	3.59	0.99	1.83	4.09
4/26 7:10	1.13	3.64	1.07	1.66	4.77
4/26 8:10	1.21	3.80	1.13	1.94	4.81
4/26 9:10	1.19	3.80	1.11	1.79	5.10
4/26 10:10	1.09	3.64	1.04	1.96	4.95
4/26 11:10	1.11	3.56	1.04	1.80	4.91
4/26 12:10	1.05	3.51	0.98	1.71	4.73
4/26 13:10	1.01	3.44	0.95	1.64	4.69
4/26 14:10	1.00	3.42	0.95	1.77	4.71
4/26 15:10	1.03	3.46	0.99	1.61	4.72
4/26 16:10	1.13	3.52	1.04	1.77	4.97
4/26 17:10	1.08	3.55	1.02	1.70	5.21
4/26 18:10	0.96	3.49	0.90	1.61	5.25
4/26 19:10	1.06	3.63	1.01	1.57	5.18
4/26 20:10	1.02	3.66	0.98	1.76	5.25
4/26 21:10	0.98	3.72	0.92	1.47	5.26
4/26 22:10	0.88	3.53	0.82	1.39	5.12
4/26 23:10	0.87	3.30	0.80	1.46	4.78

(2020/4/27 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
4/27 0:10	0.97	3.64	0.89	1.56	5.23
4/27 1:10	0.98	3.70	0.92	1.51	5.47
4/27 2:10	0.92	3.73	0.87	1.62	5.39
4/27 3:10	0.87	3.72	0.81	1.30	5.49
4/27 4:10	1.03	3.90	0.97	1.86	5.81
4/27 5:10	1.08	3.88	1.03	1.66	5.88
4/27 6:10	1.05	3.83	0.99	1.92	6.00
4/27 7:10	1.06	4.01	1.01	1.74	5.92
4/27 8:10	1.27	4.18	1.17	2.32	6.03
4/27 9:10	1.36	4.47	1.27	2.23	6.17
4/27 10:10	1.37	4.46	1.27	2.37	6.19
4/27 11:10	1.43	4.62	1.38	2.33	6.21
4/27 12:10	1.38	4.53	1.32	2.56	6.00
4/27 13:10	1.42	4.50	1.34	2.42	6.19
4/27 14:10	1.31	4.27	1.25	2.42	6.13
4/27 15:10	1.39	4.44	1.33	2.53	6.15
4/27 16:10	1.33	4.21	1.29	2.61	6.10
4/27 17:10	1.34	4.17	1.27	2.35	5.92
4/27 18:10	1.47	4.21	1.39	2.15	5.88
4/27 19:10	1.61	4.41	1.54	2.46	6.16
4/27 20:10	1.67	4.60	1.66	2.76	6.16
4/27 21:10	1.53	4.50	1.43	2.68	6.36
4/27 22:10	1.49	4.60	1.43	2.20	6.30
4/27 23:10	1.40	4.51	1.34	2.15	6.49

(2020/4/28 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
4/28 0:10	1.35	4.73	1.28	2.06	6.29
4/28 1:10	1.33	4.65	1.26	2.37	6.63
4/28 2:10	1.25	4.24	1.18	1.96	6.32
4/28 3:10	1.23	4.05	1.14	2.16	6.11
4/28 4:10	1.27	4.16	1.21	2.33	6.25
4/28 5:10	1.33	4.16	1.26	2.23	6.46
4/28 6:10	1.64	4.39	1.55	2.64	6.74
4/28 7:10	1.81	4.71	1.71	3.18	7.06
4/28 8:10	1.96	4.85	1.92	3.17	7.41
4/28 9:10	2.39	5.24	2.28	3.94	7.27
4/28 10:10	2.76	5.50	2.67	4.44	7.68
4/28 11:10	2.69	5.22	2.58	4.21	7.95
4/28 12:10	2.79	5.40	2.69	4.49	8.16
4/28 13:10	2.93	5.56	2.8	4.50	8.37
4/28 15:10	2.88	5.49	2.71	4.57	8.81
4/28 16:10	2.85	5.68	2.72	4.86	8.74
4/28 17:10	2.87	5.60	2.77	4.50	8.84
4/28 18:10	2.48	5.48	2.42	3.91	8.54
4/28 19:10	2.40	5.28	2.34	4.11	8.24
4/28 20:10	2.1	5.08	2.03	3.36	7.63
4/28 21:10	1.97	5.10	1.88	3.29	7.88
4/28 22:10	1.95	5.08	1.84	3.20	7.88
4/28 23:10	1.88	5.19	1.85	3.54	7.66

(2020/4/29 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
4/29 0:10	1.96	5.39	1.86	3.54	7.58
4/29 1:10	1.74	5.21	1.67	2.70	7.43
4/29 2:10	1.49	5.14	1.40	2.51	6.85
4/29 3:10	1.38	5.14	1.3	2.17	7.20
4/29 4:10	1.31	5.00	1.25	2.38	7.11
4/29 5:10	1.20	4.72	1.16	2.32	7.05
4/29 6:10	1.15	4.55	1.07	1.81	6.91
4/29 7:10	1.40	4.47	1.31	2.37	7.06
4/29 8:10	1.47	4.53	1.39	2.20	6.51
4/29 9:10	1.49	4.39	1.40	2.44	6.62
4/29 10:10	1.57	4.42	1.50	2.37	6.80
4/29 11:10	1.69	4.49	1.57	2.81	6.52
4/29 12:10	1.58	4.33	1.52	2.42	6.57
4/29 13:10	1.70	4.28	1.56	2.52	6.51
4/29 14:10	1.71	4.43	1.63	3.04	6.31
4/29 15:10	1.56	4.28	1.49	2.55	6.53
4/29 16:10	1.73	4.41	1.66	2.98	6.36
4/29 17:10	1.63	4.41	1.53	2.82	6.12
4/29 18:10	1.60	4.40	1.51	2.69	6.35
4/29 19:10	1.47	4.33	1.40	2.75	6.46
4/29 20:10	1.33	4.51	1.25	2.36	6.47
4/29 21:10	1.26	4.42	1.19	2.34	6.09
4/29 22:10	1.10	4.39	1.04	1.58	6.26
4/29 23:10	0.94	4.21	0.87	1.45	5.60

(2020/4/30 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
4/30 0:10	0.92	4.20	0.87	1.50	5.98
4/30 1:10	0.83	4.05	0.78	1.37	5.87
4/30 2:10	0.76	3.96	0.72	1.24	5.82
4/30 3:10	0.76	4.11	0.71	1.44	5.68
4/30 4:10	0.73	4.02	0.69	1.06	5.71
4/30 5:10	0.71	3.97	0.66	1.27	5.38
4/30 6:10	0.70	3.94	0.65	1.15	5.80
4/30 7:10	0.69	3.88	0.65	1.16	5.48
4/30 8:10	0.71	3.78	0.66	1.19	4.77
4/30 9:10	0.72	3.51	0.68	1.24	4.77
4/30 10:10	0.79	3.50	0.72	1.24	4.97
4/30 11:10	0.76	3.47	0.71	1.35	4.83
4/30 12:10	0.79	3.30	0.72	1.44	5.03
4/30 13:10	0.76	3.22	0.70	1.40	4.87
4/30 14:10	0.85	3.24	0.78	1.22	4.29
4/30 15:10	0.83	3.23	0.76	1.33	3.79
4/30 16:10	0.82	3.24	0.77	1.42	4.46
4/30 17:10	0.85	3.42	0.80	1.52	3.91
4/30 18:10	0.79	3.39	0.74	1.32	4.07
4/30 19:10	0.71	3.45	0.66	1.09	4.38
4/30 20:10	0.64	3.45	0.60	1.22	4.32
4/30 21:10	0.58	3.50	0.55	1.04	4.17
4/30 22:10	0.52	3.53	0.49	0.88	4.01
4/30 23:10	0.52	3.21	0.47	0.90	4.32

(2020/5/1 Raw Data)

[illegible]

(2020/5/2 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
5/2 0:10	0.39	3.29	0.35	0.67	3.98
5/2 1:10	0.35	3.29	0.32	0.56	3.88
5/2 2:10	0.34	3.41	0.31	0.52	5.82
5/2 3:10	0.33	3.08	0.30	0.53	6.46
5/2 4:10	0.32	2.98	0.29	0.59	6.46
5/2 5:10	0.30	3.29	0.28	0.50	5.79
5/2 6:10	0.30	3.48	0.27	0.50	5.81
5/2 7:10	0.33	3.32	0.30	0.55	4.39
5/2 8:10	0.28	3.34	0.26	0.50	5.94
5/2 9:10	0.29	3.55	0.27	0.48	5.26
5/2 10:10	0.30	2.91	0.28	0.45	5.64
5/2 11:10	0.36	2.49	0.32	0.63	5.31
5/2 12:10	0.38	2.45	0.32	0.57	5.66
5/2 13:10	0.40	2.33	0.34	0.59	5.33
5/2 14:10	0.43	2.53	0.38	0.66	5.97
5/2 15:10	0.45	2.63	0.39	0.71	6.48
5/2 16:10	0.46	2.80	0.40	0.78	6.52
5/2 17:10	0.46	2.79	0.41	0.73	4.16
5/2 18:10	0.42	2.78	0.37	0.65	6.55
5/2 19:10	0.37	2.82	0.33	0.54	6.61
5/2 20:10	0.35	3.05	0.31	0.64	6.27
5/2 21:10	0.30	3.04	0.26	0.50	6.38
5/2 22:10	0.26	2.76	0.22	0.45	6.65
5/2 23:10	0.24	2.59	0.20	0.39	6.13

(2020/5/3 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
5/3 0:10	0.25	2.14	0.21	0.41	6.37
5/3 1:10	0.29	2.08	0.23	0.43	7.12
5/3 2:10	0.30	2.16	0.25	0.56	7.10
5/3 3:10	0.30	2.18	0.25	0.49	6.74
5/3 4:10	0.28	2.27	0.24	0.44	6.00
5/3 5:10	0.30	2.42	0.27	0.46	6.27
5/3 6:10	0.31	2.27	0.26	0.43	6.34
5/3 7:10	0.37	2.45	0.32	0.61	2.90
5/3 8:10	0.41	2.37	0.36	0.64	2.82
5/3 9:10	0.48	2.43	0.42	0.85	2.79
5/3 10:10	0.55	2.50	0.49	0.91	2.93
5/3 11:10	0.58	2.56	0.53	0.98	3.21
5/3 12:10	0.61	2.61	0.56	0.94	3.23
5/3 13:10	0.66	2.60	0.61	1.05	3.41
5/3 14:10	0.72	2.76	0.64	1.13	3.33
5/3 15:10	0.71	2.70	0.64	1.11	3.36
5/3 16:10	0.73	2.78	0.68	1.24	3.59
5/3 17:10	0.81	2.85	0.75	1.42	3.58
5/3 18:10	0.80	2.96	0.73	1.34	3.69
5/3 19:10	0.77	2.97	0.73	1.23	3.48
5/3 21:10	0.67	2.91	0.60	1.02	3.58
5/3 22:10	0.67	2.93	0.61	1.08	4.11
5/3 23:10	0.65	2.93	0.60	1.10	4.30

(2020/5/4 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
5/4 0:10	0.68	2.96	0.62	1.17	4.37
5/4 1:10	0.64	2.87	0.59	0.97	4.49
5/4 2:10	0.61	2.81	0.56	0.97	4.30
5/4 3:10	0.55	2.64	0.49	1.02	4.30
5/4 4:10	0.56	2.65	0.50	0.79	4.01
5/4 5:10	0.50	2.72	0.46	0.84	4.17
5/4 6:10	0.44	2.77	0.40	0.80	4.16
5/4 7:10	0.40	2.77	0.36	0.67	4.05
5/4 8:10	0.41	2.68	0.36	0.61	4.28
5/4 9:10	0.41	2.70	0.37	0.73	4.34
5/4 10:10	0.45	2.53	0.40	0.81	4.73
5/4 14:10	0.67	2.72	0.60	1.18	3.17
5/4 15:10	0.65	2.62	0.60	1.02	3.23
5/4 16:10	0.76	2.72	0.68	1.26	3.17
5/4 17:10	0.76	2.80	0.69	1.34	3.54
5/4 18:10	0.73	2.85	0.67	1.20	3.57
5/4 20:10	0.73	2.93	0.67	1.12	3.78
5/4 21:10	0.75	3.00	0.68	1.30	3.46
5/4 22:10	0.69	3.07	0.64	0.99	3.52
5/4 23:10	0.60	2.98	0.55	1.05	3.58

(2020/5/5 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
5/5 0:10	0.57	3.01	0.52	0.98	3.44
5/5 1:10	0.58	3.12	0.53	0.93	4.55
5/5 2:10	0.55	2.91	0.49	0.85	4.46
5/5 3:10	0.55	2.87	0.50	0.82	4.12
5/5 6:10	0.45	2.59	0.40	0.88	3.62
5/5 7:10	0.41	2.52	0.38	0.71	3.52
5/5 8:10	0.42	2.43	0.36	0.63	4.14
5/5 9:10	0.40	2.40	0.36	0.64	3.44
5/5 10:10	0.41	2.43	0.37	0.87	2.92
5/5 11:10	0.57	2.48	0.52	1.09	2.95
5/5 12:10	0.71	2.72	0.67	1.04	3.33
5/5 13:10	0.90	3.01	0.84	1.51	3.92
5/5 14:10	1.14	3.30	1.07	2.13	4.38
5/5 15:10	1.14	3.33	1.04	1.95	4.41
5/5 16:10	1.19	3.35	1.13	1.93	4.57
5/5 17:10	1.30	3.45	1.21	2.41	4.71
5/5 18:10	1.18	3.45	1.10	1.95	4.61
5/5 19:10	1.06	3.35	0.99	1.79	4.41
5/5 20:10	1.01	3.33	0.95	1.53	4.49
5/5 21:10	0.95	3.36	0.88	1.55	4.35
5/5 22:10	0.82	3.25	0.77	1.38	4.30
5/5 23:10	0.74	3.09	0.70	1.15	4.54

(2020/5/6 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
5/6 0:10	0.73	3.05	0.67	1.10	4.25
5/6 1:10	0.72	2.98	0.67	1.11	4.76
5/6 2:10	0.79	3.32	0.73	1.24	4.93
5/6 3:10	0.84	3.43	0.78	1.29	4.78
5/6 4:10	0.79	3.24	0.73	1.21	4.44
5/6 5:10	0.95	3.63	0.90	1.45	5.43
5/6 6:10	0.99	3.71	0.92	1.69	5.13
5/6 7:10	0.88	3.52	0.82	1.42	4.49
5/6 8:10	0.81	3.26	0.77	1.49	5.11
5/6 9:10	0.73	3.03	0.67	1.20	5.43
5/6 10:10	0.80	3.07	0.72	1.21	5.21
5/6 11:10	0.83	3.11	0.77	1.41	5.57
5/6 13:10	0.88	3.23	0.81	1.67	5.61
5/6 14:10	0.85	3.22	0.80	1.32	5.45
5/6 15:10	0.79	3.19	0.74	1.28	5.26
5/6 16:10	0.73	3.15	0.67	1.21	5.15
5/6 17:10	0.73	3.25	0.68	1.43	4.97
5/6 18:10	0.73	3.22	0.67	1.35	5.07
5/6 19:10	0.68	3.28	0.63	1.14	4.92
5/6 20:10	0.65	3.32	0.60	1.05	4.94
5/6 21:10	0.58	3.11	0.53	0.89	5.11
5/6 22:10	0.52	2.89	0.47	0.89	5.26
5/6 23:10	0.44	3.06	0.40	0.67	5.20

(2020/5/7 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
5/7 0:10	0.45	3.48	0.42	0.71	5.33
5/7 1:10	0.53	3.89	0.49	1.05	5.25
5/7 2:10	0.53	3.91	0.50	0.97	5.38
5/7 3:10	0.54	3.63	0.51	0.88	5.42
5/7 4:10	0.58	3.64	0.53	0.86	5.91
5/7 5:10	0.85	3.51	0.76	1.25	5.87
5/7 6:10	0.98	3.93	0.91	1.52	4.52
5/7 7:10	1.12	4.27	1.04	2.02	5.00
5/7 8:10	1.08	4.40	1.00	1.95	4.88
5/7 9:10	0.97	4.24	0.92	1.45	6.56
5/7 10:10	0.89	3.85	0.84	1.47	6.59
5/7 11:10	0.91	4.04	0.82	1.70	6.62
5/7 12:10	0.84	4.00	0.79	1.25	6.54
5/7 14:10	0.96	3.86	0.88	1.43	6.75
5/7 15:10	0.97	4.22	0.89	1.46	6.94
5/7 16:10	0.81	3.97	0.75	1.42	6.76
5/7 17:10	0.79	3.91	0.73	1.27	7.08
5/7 22:10	0.78	3.77	0.73	1.18	6.21
5/7 23:10	0.78	3.72	0.72	1.40	5.78

(2020/5/8 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
5/8 0:10	0.7	3.75	0.65	1.02	5.85
5/8 3:10	0.60	4.03	0.56	0.78	5.92
5/8 4:10	0.56	3.72	0.53	0.86	6.18
5/8 5:10	0.56	4.01	0.52	0.90	6.27
5/8 6:10	0.53	3.83	0.50	0.89	5.56
5/8 7:10	0.56	3.82	0.52	0.93	5.85
5/8 8:10	0.53	4.37	0.52	0.80	5.96
5/8 9:10	0.51	4.16	0.48	0.82	5.95
5/8 10:10	0.48	3.89	0.44	0.80	6.18
5/8 11:10	0.48	3.11	0.44	0.83	5.33
5/8 12:10	0.53	2.98	0.47	1.06	5.77
5/8 13:10	0.54	2.73	0.46	0.76	5.85
5/8 14:10	0.48	2.64	0.42	0.75	5.65
5/8 15:10	0.58	2.65	0.50	0.88	2.61
5/8 16:10	0.64	2.73	0.56	1.11	2.79
5/8 17:10	0.64	2.79	0.57	0.99	6.21
5/8 18:10	0.61	2.77	0.53	0.94	7.06
5/8 19:10	0.63	2.71	0.55	0.98	3.12
5/8 20:10	0.62	2.93	0.54	0.91	9.28
5/8 21:10	0.65	3.00	0.57	1.06	9.00
5/8 22:10	0.65	3.19	0.57	0.91	8.74
5/8 23:10	0.66	3.33	0.57	0.92	7.94

(2020/5/9 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
5/9 0:10	0.63	3.58	0.57	0.96	8.34
5/9 1:10	0.59	3.1	0.51	0.85	8.59
5/9 2:10	0.56	3.59	0.49	0.83	8.94
5/9 3:10	0.49	3.43	0.43	0.77	8.98
5/9 4:10	0.47	3.35	0.41	0.73	9.01
5/9 5:10	0.48	3.28	0.42	0.82	9.62
5/9 6:10	0.48	3.23	0.41	0.74	9.63
5/9 7:10	0.46	2.95	0.4	0.68	9.71
5/9 8:10	0.51	3.06	0.45	1.05	8.09
5/9 9:10	0.54	2.81	0.46	0.98	7.91
5/9 10:10	0.56	2.76	0.48	0.89	8.26
5/9 11:10	0.61	2.81	0.53	0.83	8.18
5/9 12:10	0.62	2.8	0.54	0.87	7.58
5/9 13:10	0.63	2.73	0.56	0.97	2.85
5/9 14:10	0.64	2.82	0.56	0.85	3.2
5/9 15:10	0.68	2.88	0.61	1.19	3.37
5/9 16:10	0.78	2.96	0.69	1.25	3.55
5/9 17:10	0.83	2.92	0.75	1.14	3.78
5/9 18:10	0.83	2.91	0.74	1.33	3.77
5/9 19:10	0.83	2.87	0.75	1.32	3.73
5/9 20:10	0.84	2.95	0.76	1.34	3.74
5/9 21:10	0.86	3.04	0.79	1.42	3.87
5/9 22:10	0.89	3.17	0.81	1.31	3.97
5/9 23:10	0.74	3.16	0.68	1.26	3.74

(2020/5/10 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
5/10 0:10	0.78	3.05	0.73	1.30	4.00
5/10 1:10	0.76	3.06	0.70	1.30	3.82
5/10 2:10	0.71	3.06	0.65	1.15	3.60
5/10 3:10	0.56	3.00	0.51	0.85	4.26
5/10 4:10	0.51	2.86	0.46	0.83	3.69
5/10 5:10	0.49	2.91	0.44	0.76	4.74
5/10 6:10	0.50	2.94	0.45	0.8	4.28
5/10 7:10	0.52	2.93	0.47	0.89	4.38
5/10 8:10	0.58	3.03	0.53	0.86	4.60
5/10 9:10	0.6	3.09	0.55	0.98	4.43
5/10 10:10	0.6	3.02	0.55	1.00	4.75
5/10 11:10	0.63	2.92	0.56	0.92	4.40
5/10 12:10	0.75	2.84	0.68	1.29	4.40
5/10 13:10	0.81	2.96	0.74	1.33	3.19
5/10 14:10	0.83	3.08	0.75	1.35	3.58
5/10 15:10	0.79	3.19	0.71	1.27	7.66
5/10 16:10	0.78	3.20	0.70	1.28	7.58
5/10 17:10	0.78	3.17	0.69	1.19	3.32
5/10 18:10	0.79	3.17	0.71	1.25	5.00
5/10 19:10	0.76	3.08	0.70	1.09	4.02
5/10 20:10	0.76	3.32	0.69	1.30	4.14
5/10 21:10	0.69	3.42	0.64	1.12	4.15
5/10 22:10	0.64	3.51	0.60	1.12	3.99
5/10 23:10	0.58	3.32	0.53	0.97	3.91

(2020/5/11 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
5/11 0:10	0.59	2.85	0.52	1.01	3.77
5/11 1:10	0.59	2.86	0.53	0.92	2.94
5/11 2:10	0.59	2.89	0.52	0.89	3.20
5/11 3:10	0.73	3.16	0.68	1.23	4.11
5/11 4:10	0.99	3.77	0.93	1.56	4.75
5/11 5:10	1.10	4.15	1.02	1.95	5.46
5/11 6:10	1.25	4.54	1.17	1.93	6.18
5/11 7:10	1.11	4.33	1.04	1.69	6.56
5/11 8:10	1.28	4.16	1.22	2.09	6.55
5/11 9:10	1.43	4.29	1.33	2.20	6.68
5/11 10:10	1.41	4.14	1.34	2.32	6.68
5/11 11:10	1.43	4.21	1.38	2.33	6.30
5/11 15:10	1.52	4.26	1.4	2.33	6.51
5/11 16:10	1.34	4.08	1.27	1.99	5.25
5/11 17:10	1.23	4.04	1.15	1.87	6.27
5/11 18:10	1.11	3.97	1.05	1.85	6.20
5/11 19:10	1.18	3.88	1.11	1.83	5.26
5/11 20:10	1.20	4.01	1.12	2.25	5.63
5/11 21:10	1.15	4.11	1.09	1.53	5.68
5/11 22:10	1.09	4.09	1.02	1.61	5.81
5/11 23:10	1.07	4.01	1.01	1.55	6.31

(2020/5/12 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
5/12 0:10	1.00	3.8	0.93	1.51	6.10
5/12 1:10	0.94	3.76	0.89	1.49	5.94
5/12 2:10	0.85	3.61	0.79	1.41	5.45
5/12 3:10	0.79	3.78	0.76	1.21	5.30
5/12 4:10	0.75	3.62	0.68	1.30	5.93
5/12 5:10	0.73	3.83	0.70	1.13	5.86
5/12 6:10	0.75	3.70	0.70	1.34	5.84
5/12 7:10	0.77	3.39	0.72	1.17	5.61
5/12 8:10	0.75	3.34	0.68	1.17	4.27
5/12 9:10	0.76	3.35	0.71	1.22	4.30
5/12 10:10	0.81	3.28	0.74	1.33	4.76
5/12 11:10	0.78	3.31	0.72	1.28	4.58
5/12 12:10	0.84	3.20	0.77	1.32	4.19
5/12 13:10	0.96	3.36	0.89	1.49	4.42
5/12 14:10	1.09	3.52	1.02	1.82	4.64
5/12 15:10	1.21	3.67	1.11	1.77	5.10
5/12 16:10	1.15	3.74	1.07	1.78	5.53
5/12 17:10	1.08	3.66	1.00	1.78	5.54
5/12 18:10	1.03	3.70	0.96	1.54	5.47
5/12 19:10	1.01	3.73	0.95	1.49	5.59
5/12 20:10	0.93	3.57	0.87	1.33	5.84
5/12 21:10	1.03	3.97	0.97	1.76	5.82
5/12 22:10	0.99	3.90	0.93	1.83	5.84
5/12 23:10	1.02	3.78	0.93	1.68	5.32

(2020/5/13 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
5/13 0:10	0.95	3.45	0.90	1.45	5.53
5/13 1:10	1.15	3.77	1.06	1.75	5.33
5/13 2:10	1.14	3.93	1.07	1.84	5.44
5/13 3:10	1.12	4.08	1.07	1.86	5.84
5/13 4:10	1.10	4.28	1.07	1.71	5.87
5/13 5:10	1.14	4.55	1.09	1.77	6.12
5/13 6:10	1.07	4.5	1.02	1.73	6.34
5/13 7:10	1.10	4.52	1.05	1.61	6.31
5/13 8:10	1.06	4.27	0.99	1.66	6.52
5/13 9:10	1.06	4.18	0.99	1.73	6.48
5/13 10:10	1.17	4.24	1.11	1.97	6.32
5/13 11:10	1.54	4.42	1.45	2.53	6.71
5/13 12:10	1.62	4.29	1.56	2.85	6.49
5/13 13:10	1.89	4.54	1.79	3.00	6.59
5/13 14:10	1.91	4.50	1.80	3.19	6.61
5/13 15:10	1.81	4.49	1.71	3.11	6.66
5/13 16:10	1.92	4.69	1.80	3.14	6.71
5/13 17:10	1.74	4.58	1.64	2.68	6.48
5/13 18:10	1.59	4.45	1.50	2.63	7.02
5/13 20:10	1.58	4.49	1.49	2.39	7.03
5/13 21:10	1.37	4.41	1.30	2.13	6.73
5/13 22:10	1.32	4.52	1.24	2.21	6.92
5/13 23:10	1.23	4.59	1.15	2.28	6.77

(2020/5/14 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
5/14 0:10	1.20	4.67	1.16	1.95	7.04
5/14 1:10	1.15	4.68	1.08	1.75	6.65
5/14 2:10	1.03	4.54	0.98	2.03	6.62
5/14 3:10	0.98	4.56	0.91	1.52	6.57
5/14 4:10	0.96	4.42	0.88	1.49	6.57
5/14 5:10	0.95	4.34	0.90	1.61	6.31
5/14 6:10	0.89	4.20	0.84	1.39	6.55
5/14 7:10	0.86	4.04	0.80	1.33	6.00
5/14 8:10	0.85	4.10	0.80	1.22	6.16
5/14 9:10	0.95	4.14	0.89	1.45	5.54
5/14 10:10	0.99	4.11	0.92	1.74	5.86
5/14 11:10	0.90	3.88	0.85	1.50	5.87
5/14 12:10	0.89	3.72	0.82	1.47	6.05
5/14 13:10	0.93	3.78	0.85	1.70	5.82
5/14 14:10	0.93	3.63	0.89	1.47	5.61
5/14 15:10	0.91	3.75	0.85	1.49	5.84
5/14 16:10	0.89	3.83	0.82	1.39	5.77
5/14 17:10	0.82	3.83	0.77	1.42	5.73
5/14 18:10	0.82	3.79	0.77	1.38	5.21
5/14 19:10	0.80	3.80	0.74	1.18	5.51
5/14 20:10	0.74	3.94	0.70	1.31	5.50
5/14 21:10	0.62	3.84	0.59	0.93	5.60
5/14 22:10	0.56	3.90	0.53	1.03	4.82
5/14 23:10	0.52	3.79	0.47	0.87	5.51

(2020/5/15 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
5/15 0:10	0.50	3.98	0.47	0.87	5.28
5/15 1:10	0.46	3.92	0.42	0.72	5.48
5/15 2:10	0.44	4.01	0.43	0.64	5.43
5/15 3:10	0.45	3.93	0.42	0.91	5.02
5/15 4:10	0.40	3.77	0.38	0.73	4.80
5/15 5:10	0.36	3.67	0.34	0.52	4.96
5/15 6:10	0.34	4.08	0.32	0.62	4.92
5/15 10:10	0.33	2.79	0.30	0.49	5.11
5/15 11:10	0.38	2.76	0.34	0.57	5.29
5/15 12:10	0.36	2.77	0.32	0.54	4.72
5/15 13:10	0.34	2.89	0.31	0.53	5.04
5/15 14:10	0.33	3.01	0.29	0.53	5.47
5/15 15:10	0.33	3.40	0.31	0.54	4.98
5/15 16:10	0.33	3.13	0.30	0.56	5.04
5/15 17:10	0.32	3.04	0.29	0.49	5.96
5/15 18:10	0.29	3.30	0.26	0.44	5.54
5/15 19:10	0.29	3.52	0.26	0.50	5.55
5/15 20:10	0.26	3.55	0.24	0.47	6.63
5/15 21:10	0.26	3.33	0.24	0.39	6.68
5/15 22:10	0.26	3.40	0.23	0.49	6.97
5/15 23:10	0.26	3.32	0.23	0.44	5.81

(2020/5/16 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
5/16 0:10	0.24	3.23	0.22	0.34	5.57
5/16 1:10	0.27	3.11	0.24	0.40	5.92
5/16 2:10	0.23	3.37	0.21	0.32	6.59
5/16 3:10	0.23	3.47	0.21	0.45	5.50
5/16 4:10	0.24	3.59	0.22	0.41	6.35
5/16 5:10	0.27	3.59	0.25	0.42	5.30
5/16 6:10	0.30	3.61	0.28	0.48	4.80
5/16 7:10	0.28	3.50	0.26	0.47	4.99
5/16 8:10	0.27	3.87	0.25	0.52	5.43
5/16 9:10	0.27	4.08	0.26	0.43	5.23
5/16 10:10	0.30	3.02	0.26	0.51	5.52
5/16 11:10	0.42	2.69	0.38	0.65	5.92
5/16 12:10	0.44	2.66	0.39	0.66	2.80
5/16 13:10	0.48	2.73	0.42	0.78	2.93
5/16 14:10	0.42	2.76	0.37	0.66	2.96
5/16 15:10	0.38	2.94	0.34	0.62	5.59
5/16 16:10	0.37	3.03	0.34	0.59	5.54
5/16 17:10	0.44	2.35	0.37	0.69	5.33
5/16 18:10	0.34	2.61	0.30	0.56	4.93
5/16 19:10	0.31	2.67	0.27	0.47	5.40
5/16 20:10	0.31	3.15	0.28	0.48	5.20
5/16 21:10	0.27	3.45	0.25	0.43	6.23
5/16 22:10	0.26	3.76	0.25	0.45	5.21
5/16 23:10	0.28	3.54	0.25	0.51	5.68

(2020/5/17 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
5/17 0:10	0.27	3.88	0.25	0.44	5.26
5/17 1:10	0.28	3.87	0.26	0.46	6.59
5/17 2:10	0.29	3.50	0.27	0.47	6.91
5/17 3:10	0.33	3.61	0.30	0.53	5.75
5/17 4:10	0.32	3.81	0.30	0.57	5.89
5/17 5:10	0.33	3.88	0.30	0.52	5.22
5/17 6:10	0.34	3.65	0.32	0.53	5.16
5/17 7:10	0.3	3.76	0.28	0.43	6.51
5/17 8:10	0.29	3.94	0.27	0.42	6.26
5/17 9:10	0.29	3.90	0.27	0.43	5.97
5/17 10:10	0.31	3.46	0.28	0.49	6.50
5/17 11:10	0.34	2.88	0.3	0.52	6.27
5/17 12:10	0.36	3.03	0.32	0.59	6.21
5/17 13:10	0.33	2.95	0.29	0.53	6.24
5/17 14:10	0.33	2.87	0.29	0.49	6.40
5/17 15:10	0.33	3.00	0.29	0.49	6.29
5/17 16:10	0.31	3.11	0.28	0.51	6.02
5/17 17:10	0.3	3.28	0.28	0.51	6.10
5/17 18:10	0.32	3.54	0.30	0.66	5.88
5/17 19:10	0.33	3.63	0.31	0.48	5.84
5/17 20:10	0.31	3.74	0.29	0.54	6.14
5/17 21:10	0.3	2.93	0.27	0.56	5.91
5/17 22:10	0.31	2.55	0.26	0.49	6.27
5/17 23:10	0.34	2.5	0.29	0.59	5.98

(2020/5/18 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
5/18 0:10	0.34	2.32	0.28	0.50	5.94
5/18 1:10	0.34	2.32	0.28	0.56	2.19
5/18 2:10	0.35	2.23	0.30	0.57	6.69
5/18 3:10	0.32	2.10	0.27	0.57	5.56
5/18 4:10	0.37	2.11	0.31	0.75	6.51
5/18 5:10	0.37	2.02	0.31	0.61	6.36
5/18 6:10	0.41	2.23	0.35	0.64	2.96
5/18 7:10	0.47	2.39	0.42	0.71	2.95
5/18 8:10	0.59	2.47	0.52	0.84	3.03
5/18 9:10	0.77	2.75	0.70	1.19	3.58
5/18 10:10	0.69	2.88	0.64	1.07	3.63
5/18 11:10	0.63	3.03	0.58	1.00	3.75
5/18 12:10	0.57	3.02	0.54	1.00	3.78
5/18 13:10	0.60	2.94	0.55	1.00	3.58
5/18 14:10	0.59	2.54	0.53	0.89	3.46
5/18 15:10	0.60	2.47	0.54	0.99	3.35
5/18 16:10	0.76	2.60	0.71	1.19	3.55
5/18 17:10	0.82	2.67	0.74	1.29	3.85
5/18 18:10	0.88	2.88	0.82	1.36	3.83
5/18 19:10	0.85	3.07	0.79	1.36	4.02
5/18 20:10	0.76	3.16	0.71	1.36	3.81
5/18 21:10	0.57	2.79	0.52	0.93	3.63
5/18 22:10	0.49	2.66	0.44	0.79	3.59
5/18 23:10	0.49	2.72	0.43	0.77	3.37

(2020/5/19 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
5/19 0:10	0.49	2.78	0.45	0.83	3.62
5/19 1:10	0.45	2.82	0.41	0.78	3.79
5/19 2:10	0.48	3.03	0.45	0.82	4.30
5/19 3:10	0.57	3.23	0.53	0.84	4.27
5/19 4:10	0.58	3.18	0.54	0.97	4.41
5/19 5:10	0.78	2.78	0.71	1.36	3.71
5/19 6:10	0.77	2.93	0.71	1.26	3.95
5/19 7:10	0.55	2.85	0.52	0.99	4.21
5/19 8:10	0.49	3.10	0.46	0.85	3.86
5/19 9:10	0.52	2.59	0.46	0.81	3.93
5/19 10:10	0.61	2.74	0.55	1.00	3.62
5/19 11:10	0.61	3.03	0.56	1.03	4.15
5/19 12:10	0.67	3.29	0.62	1.24	4.45
5/19 13:10	0.56	3.07	0.51	0.97	4.49
5/19 14:10	0.6	3.26	0.55	0.98	4.32
5/19 15:10	0.58	3.09	0.55	1.09	4.18
5/19 16:10	0.53	2.94	0.47	0.89	5.30
5/19 17:10	0.57	2.68	0.50	1.00	5.08
5/19 18:10	0.86	3.22	0.79	1.29	5.76
5/19 19:10	1.07	4.14	1.01	1.79	6.60
5/19 20:10	1.07	4.59	1.02	1.74	6.40
5/19 21:10	1.14	4.97	1.09	1.70	6.71
5/19 22:10	1.24	5.21	1.16	2.30	6.86
5/19 23:10	1.2	4.65	1.10	1.94	6.89

(2020/5/20 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
5/20 0:10	0.93	4.43	0.87	1.48	7.05
5/20 1:10	0.92	4.59	0.87	1.58	6.97
5/20 2:10	0.82	4.54	0.77	1.19	6.79
5/20 3:10	0.71	4.48	0.69	1.08	7.02
5/20 4:10	0.75	4.62	0.69	1.36	6.91
5/20 5:10	0.73	4.74	0.68	1.20	6.80
5/20 6:10	0.76	4.69	0.73	1.22	6.65
5/20 7:10	0.75	4.63	0.72	1.25	6.44
5/20 8:10	0.78	4.65	0.73	1.27	6.38
5/20 9:10	0.77	4.42	0.74	1.42	6.66
5/20 10:10	0.75	4.65	0.74	1.18	6.32
5/20 11:10	0.74	4.65	0.71	1.21	6.31
5/20 12:10	0.78	4.50	0.74	1.50	6.48
5/20 13:10	0.80	4.08	0.74	1.66	6.03
5/20 14:10	0.76	4.13	0.70	1.31	6.47
5/20 15:10	0.75	4.26	0.70	1.41	6.41
5/20 16:10	0.80	4.31	0.75	1.44	6.28
5/20 17:10	0.85	4.17	0.78	1.28	5.99
5/20 18:10	0.79	3.81	0.75	1.26	5.96
5/20 19:10	0.84	3.86	0.78	1.34	5.91
5/20 20:10	0.85	3.86	0.80	1.50	5.95
5/20 21:10	0.91	3.82	0.85	1.39	5.58
5/20 22:10	0.81	3.79	0.77	1.18	5.69
5/20 23:10	0.87	3.94	0.82	1.53	5.74

(2020/5/21 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
5/21 0:10	0.76	3.88	0.71	1.18	5.82
5/21 1:10	0.71	3.75	0.65	1.24	5.54
5/21 2:10	0.70	3.84	0.65	1.23	5.25
5/21 3:10	0.63	3.80	0.57	0.95	5.94
5/21 4:10	0.65	3.80	0.61	1.12	5.81
5/21 5:10	0.63	3.77	0.61	1.15	5.66
5/21 6:10	0.63	4.11	0.59	0.99	5.67
5/21 7:10	0.63	4.09	0.59	1.08	5.58
5/21 8:10	0.57	3.88	0.54	1.03	5.51
5/21 9:10	0.54	3.95	0.51	0.92	5.49
5/21 10:10	0.53	3.67	0.49	1.00	5.57
5/21 11:10	0.52	3.75	0.49	0.87	5.34
5/21 12:10	0.53	3.70	0.49	0.82	5.57
5/21 13:10	0.51	3.96	0.48	0.84	5.43
5/21 14:10	0.56	2.86	0.50	1.10	5.91
5/21 16:10	0.70	2.77	0.62	1.16	3.82
5/21 17:10	0.82	2.85	0.75	1.40	4.33
5/21 18:10	0.84	2.98	0.76	1.43	4.61
5/21 19:10	0.76	3.06	0.70	1.27	5.02
5/21 20:10	0.76	3.25	0.69	1.20	4.50
5/21 21:10	0.81	3.44	0.73	1.18	7.08
5/21 22:10	0.90	3.68	0.82	1.44	7.28
5/21 23:10	0.86	4.27	0.80	1.39	7.26

(2020/5/22 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
5/22 0:10	0.82	4.00	0.76	1.31	8.30
5/22 1:10	0.85	3.81	0.78	1.37	8.05
5/22 2:10	0.87	4.14	0.79	1.25	7.25
5/22 3:10	0.91	3.96	0.84	1.32	7.97
5/22 4:10	0.96	3.87	0.89	1.59	7.90
5/22 5:10	0.94	3.66	0.86	1.39	7.08
5/22 6:10	0.94	3.64	0.86	1.40	7.13
5/22 7:10	1.01	3.86	0.93	1.50	7.15
5/22 8:10	1.08	4.18	1.00	1.87	6.99
5/22 9:10	1.11	4.36	1.05	1.72	7.02
5/22 10:10	1.14	4.56	1.07	1.86	6.65
5/22 11:10	1.11	4.46	1.05	1.70	6.23
5/22 12:10	1.12	4.13	1.03	1.84	6.14
5/22 13:10	1.24	4.08	1.16	2.03	5.84
5/22 14:10	1.52	4.18	1.45	3.05	6.40
5/22 15:10	1.71	4.37	1.63	2.70	5.75
5/22 16:10	1.54	4.4	1.49	2.55	5.57
5/22 17:10	1.42	4.34	1.34	2.23	6.13
5/22 18:10	1.48	4.40	1.38	2.17	6.46
5/22 19:10	1.46	4.62	1.38	2.35	6.6
5/22 20:10	1.45	4.79	1.36	2.55	6.65
5/22 21:10	1.44	4.89	1.37	2.40	6.96
5/22 22:10	1.33	4.77	1.26	2.15	6.87
5/22 23:10	1.30	4.68	1.25	2.26	6.76

(2020/5/23 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
5/23 0:10	1.15	4.31	1.08	1.89	6.25
5/23 1:10	1.18	4.34	1.11	2.01	6.65
5/23 2:10	1.26	4.35	1.18	2.06	7.03
5/23 3:10	1.29	4.40	1.25	2.02	6.6
5/23 4:10	1.24	4.48	1.18	2.18	6.35
5/23 5:10	1.26	4.35	1.21	1.89	6.49
5/23 6:10	1.46	4.48	1.37	2.15	7.03
5/23 7:10	1.52	4.37	1.45	2.45	6.23
5/23 8:10	1.55	4.61	1.50	2.79	6.97
5/23 9:10	1.64	4.73	1.60	2.86	6.71
5/23 10:10	1.74	4.70	1.65	2.72	7.34
5/23 11:10	1.87	4.78	1.76	2.72	7.11
5/23 12:10	1.93	4.92	1.83	3.27	7.07
5/23 13:10	1.71	4.74	1.63	3.02	7.12
5/23 14:10	1.49	4.50	1.41	2.77	7.22
5/23 15:10	1.51	4.59	1.39	2.35	7.49
5/23 16:10	1.37	4.31	1.29	2.03	7.07
5/23 17:10	1.42	4.33	1.33	2.24	7.26
5/23 18:10	1.43	4.27	1.34	2.19	7.00
5/23 19:10	1.37	4.26	1.33	2.01	7.10
5/23 20:10	1.44	4.10	1.35	2.05	7.09
5/23 21:10	1.38	4.24	1.33	2.02	6.81
5/23 22:10	1.25	4.26	1.16	1.98	6.88
5/23 23:10	1.17	4.12	1.09	1.69	6.62

(2020/5/24 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
5/24 0:10	1.19	3.36	1.11	2.05	6.41
5/24 1:10	1.15	3.51	1.08	1.84	6.71
5/24 2:10	0.95	3.39	0.90	1.45	6.51
5/24 3:10	0.91	3.62	0.83	1.45	6.60
5/24 4:10	0.88	3.57	0.82	1.52	5.98
5/24 5:10	0.88	3.63	0.80	1.24	5.90
5/24 6:10	0.97	3.70	0.92	1.52	6.30
5/24 7:10	1.02	3.71	0.94	1.55	4.75
5/24 8:10	1.05	3.71	0.97	1.58	5.29
5/24 9:10	0.95	3.66	0.89	1.57	5.07
5/24 10:10	0.93	3.44	0.85	1.55	5.32
5/24 11:10	0.94	3.43	0.88	1.41	4.71
5/24 12:10	1.00	3.47	0.9	1.64	4.85
5/24 13:10	1.02	3.44	0.94	1.61	4.93
5/24 14:10	1.17	3.64	1.10	1.91	4.94
5/24 15:10	1.02	3.51	0.95	1.74	4.99
5/24 16:10	0.98	3.58	0.92	1.67	5.53
5/24 17:10	1.08	3.65	1.03	1.93	5.82
5/24 18:10	0.99	3.57	0.92	1.55	5.79
5/24 19:10	0.98	3.68	0.94	1.53	5.87
5/24 20:10	0.99	3.76	0.93	1.65	5.87
5/24 21:10	0.98	3.74	0.92	1.67	5.94
5/24 22:10	0.88	3.86	0.80	1.48	5.54
5/24 23:10	0.79	3.88	0.73	1.23	5.53

(2020/5/25 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
5/25 0:10	0.76	4.24	0.72	1.24	5.96
5/25 1:10	0.62	4.22	0.58	1.03	5.62
5/25 2:10	0.60	4.08	0.57	0.96	5.73
5/25 3:10	0.59	3.92	0.55	1.07	5.59
5/25 4:10	0.57	3.91	0.53	0.82	5.83
5/25 5:10	0.54	3.86	0.49	0.76	6.12
5/25 6:10	0.56	3.61	0.52	0.88	5.29
5/25 7:10	0.65	3.45	0.59	1.07	5.24
5/25 8:10	0.63	3.53	0.58	1.07	6.76
5/25 9:10	0.60	3.75	0.56	0.91	5.53
5/25 10:10	0.59	3.72	0.55	1.03	7.23
5/25 11:10	0.63	3.53	0.57	1.03	4.95
5/25 12:10	0.64	3.35	0.58	1.09	7.00
5/25 13:10	0.63	3.38	0.58	1.06	6.79
5/25 14:10	0.66	3.33	0.60	1.07	4.37
5/25 15:10	0.69	3.23	0.63	1.11	5.01
5/25 16:10	0.73	3.22	0.67	1.08	4.80
5/25 17:10	0.70	3.47	0.64	1.16	4.91
5/25 18:10	0.71	2.84	0.65	1.06	4.33
5/25 19:10	0.64	3.06	0.59	1.05	4.87
5/25 20:10	0.61	3.13	0.55	1.00	4.51
5/25 21:10	0.58	3.63	0.54	1.03	6.94
5/25 22:10	0.59	3.73	0.55	0.89	4.58
5/25 23:10	0.56	3.53	0.52	0.84	4.74

(2020/5/26 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
5/26 0:10	0.56	3.47	0.54	0.94	4.56
5/26 1:10	0.52	3.35	0.48	0.80	4.39
5/26 2:10	0.50	3.25	0.47	0.75	4.73
5/26 3:10	0.51	3.06	0.47	0.90	4.67
5/26 4:10	0.47	2.93	0.42	0.65	5.25
5/26 5:10	0.45	3.01	0.41	0.68	5.52
5/26 6:10	0.45	2.64	0.40	0.64	5.83
5/26 7:10	0.46	2.59	0.40	0.81	5.72
5/26 8:10	0.47	2.48	0.40	0.88	5.91
5/26 9:10	0.57	2.49	0.48	0.82	2.68
5/26 10:10	0.64	2.46	0.56	1.05	2.96
5/26 11:10	0.66	2.54	0.57	1.01	3.14
5/26 12:10	0.73	2.61	0.65	1.19	3.27
5/26 13:10	0.67	2.57	0.60	1.18	2.93
5/26 14:10	0.59	2.68	0.53	0.95	2.98
5/26 15:10	0.64	2.64	0.56	0.96	3.57
5/26 16:10	0.65	2.69	0.58	1.16	3.54
5/26 17:10	0.67	2.59	0.60	0.96	3.98
5/26 18:10	0.70	2.69	0.63	1.09	4.03
5/26 19:10	0.54	2.75	0.48	0.79	4.02
5/26 20:10	0.48	2.68	0.43	0.77	4.17
5/26 21:10	0.55	2.37	0.48	0.92	3.98
5/26 22:10	0.55	2.57	0.48	0.88	3.69
5/26 23:10	0.53	2.71	0.47	0.88	3.98

(2020/5/27 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
5/27 0:10	0.49	2.55	0.44	0.84	3.71
5/27 1:10	0.48	2.63	0.43	0.68	3.88
5/27 2:10	0.44	2.57	0.39	0.68	3.57
5/27 3:10	0.40	2.62	0.35	0.66	6.62
5/27 4:10	0.38	2.78	0.34	0.61	3.61
5/27 5:10	0.35	2.99	0.31	0.62	6.68
5/27 6:10	0.36	2.88	0.32	0.59	6.56
5/27 7:10	0.40	2.97	0.35	0.71	5.43
5/27 8:10	0.40	3.13	0.36	0.67	4.19
5/27 9:10	1.12	3.54	1.05	1.93	4.81
5/27 10:10	1.40	4.18	1.34	2.27	5.78
5/27 11:10	1.52	4.68	1.41	2.52	6.36
5/27 12:10	1.56	4.77	1.51	2.64	6.91
5/27 13:10	1.53	4.64	1.46	2.45	6.83
5/27 14:10	1.53	4.81	1.43	2.47	6.78
5/27 15:10	1.58	4.96	1.48	2.54	7.13
5/27 16:10	1.23	4.62	1.16	1.98	7.48
5/27 17:10	1.32	4.55	1.26	2.12	7.48
5/27 18:10	1.15	4.25	1.08	1.91	7.53
5/27 19:10	1.07	3.98	1.02	1.82	7.57
5/27 20:10	1.19	4.28	1.14	1.89	7.64
5/27 21:10	1.09	4.08	1.03	1.65	7.25
5/27 22:10	1.13	4.30	1.07	1.77	7.26
5/27 23:10	1.20	4.56	1.14	1.91	7.39

(2020/5/28 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
5/28 0:10	1.18	4.40	1.11	2.15	7.18
5/28 1:10	1.26	4.17	1.16	1.89	6.96
5/28 2:10	1.30	4.23	1.23	1.93	7.01
5/28 3:10	1.18	4.57	1.10	1.63	6.93
5/28 4:10	1.04	4.74	0.98	1.79	6.92
5/28 5:10	0.85	4.49	0.80	1.51	6.67
5/28 6:10	0.74	4.15	0.70	1.25	6.74
5/28 7:10	0.72	4.32	0.66	1.16	6.33
5/28 8:10	0.72	4.29	0.66	1.15	6.84
5/28 9:10	0.72	4.22	0.66	1.15	6.68
5/28 10:10	0.74	3.93	0.69	1.22	7.54
5/28 11:10	0.81	4.00	0.76	1.13	5.91
5/28 12:10	0.85	4.04	0.80	1.37	5.28
5/28 13:10	0.96	4.16	0.91	1.51	6.84
5/28 14:10	1.00	3.79	0.93	1.78	6.98
5/28 15:10	1.00	3.72	0.93	1.35	6.44
5/28 16:10	0.96	3.77	0.90	1.55	6.50
5/28 17:10	0.82	3.54	0.75	1.24	6.51
5/28 18:10	0.72	3.35	0.66	1.44	6.64
5/28 19:10	0.66	3.37	0.62	1.10	6.02
5/28 20:10	0.62	3.42	0.57	1.03	4.74
5/28 21:10	0.67	3.38	0.62	1.08	4.68
5/28 22:10	0.72	3.50	0.66	1.28	4.53
5/28 23:10	0.61	3.64	0.57	1.08	4.93

(2020/5/29 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
5/29 0:10	0.67	3.58	0.63	1.03	4.75
5/29 1:10	0.63	3.79	0.58	0.96	6.23
5/29 2:10	0.59	3.75	0.55	1.04	4.59
5/29 3:10	0.56	3.72	0.52	0.85	6.20
5/29 4:10	0.55	3.83	0.52	1.01	5.81
5/29 5:10	0.51	3.80	0.48	0.88	4.59
5/29 6:10	0.51	3.83	0.47	0.88	5.68
5/29 7:10	0.5	3.74	0.46	0.84	4.79
5/29 8:10	0.54	3.61	0.50	0.8	4.81
5/29 9:10	0.48	3.55	0.44	0.76	6.20
5/29 10:10	0.53	3.36	0.49	0.86	4.21
5/29 11:10	0.63	3.31	0.57	1.18	5.38
5/29 12:10	0.69	3.18	0.64	1.25	3.72
5/29 13:10	0.72	3.28	0.65	1.17	3.77
5/29 14:10	0.76	3.25	0.71	1.37	3.96
5/29 15:10	0.79	3.26	0.75	1.35	3.99
5/29 16:10	0.68	3.35	0.63	1.00	4.21
5/29 17:10	0.63	3.36	0.58	0.96	4.51
5/29 18:10	0.57	3.35	0.54	0.92	4.38
5/29 19:10	0.55	3.16	0.5	0.92	4.31
5/29 20:10	0.5	3.36	0.47	0.87	4.22
5/29 21:10	0.47	3.12	0.43	0.80	4.02
5/29 22:10	0.41	2.64	0.37	0.67	4.23
5/29 23:10	0.39	2.42	0.34	0.67	4.16

(2020/5/30 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
5/30 0:10	0.38	2.20	0.32	0.62	5.84
5/30 1:10	0.33	2.15	0.27	0.63	6.01
5/30 2:10	0.32	2.05	0.27	0.61	5.41
5/30 3:10	0.30	2.20	0.25	0.46	5.66
5/30 4:10	0.30	2.21	0.25	0.49	5.32
5/30 5:10	0.29	2.22	0.25	0.43	5.30
5/30 6:10	0.30	2.10	0.25	0.47	6.15
5/30 7:10	0.32	2.08	0.27	0.53	5.87
5/30 8:10	0.37	2.10	0.31	0.55	2.00
5/30 9:10	0.38	2.10	0.32	0.60	3.14
5/30 10:10	0.46	2.13	0.39	0.81	3.70
5/30 11:10	0.57	2.32	0.51	0.93	3.70
5/30 12:10	0.68	2.45	0.62	1.07	3.98
5/30 13:10	1.03	2.82	0.94	1.55	4.06
5/30 14:10	1.04	3.15	0.98	1.79	4.08
5/30 15:10	0.99	3.09	0.93	1.60	3.85
5/30 16:10	0.86	2.76	0.78	1.37	4.01
5/30 17:10	0.83	2.65	0.74	1.32	3.94
5/30 18:10	0.73	2.39	0.66	1.19	3.59
5/30 19:10	0.57	2.62	0.52	0.94	3.45
5/30 20:10	0.50	2.36	0.44	1.05	3.81
5/30 21:10	0.42	2.41	0.37	0.72	3.33
5/30 22:10	0.44	2.34	0.40	0.69	3.31
5/30 23:10	0.49	2.35	0.44	0.74	3.44

(2020/5/31 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
5/31 0:10	0.47	2.42	0.42	0.74	3.42
5/31 1:10	0.51	2.41	0.46	0.85	3.49
5/31 2:10	0.53	2.49	0.47	0.91	3.35
5/31 3:10	0.55	2.47	0.50	0.93	3.45
5/31 4:10	0.49	2.51	0.43	0.74	3.68
5/31 5:10	0.47	2.52	0.42	0.75	3.72
5/31 6:10	0.45	2.63	0.41	0.69	3.53
5/31 7:10	0.44	2.77	0.39	0.79	3.86
5/31 8:10	0.42	2.90	0.37	0.71	4.03
5/31 9:10	0.39	2.92	0.35	0.78	-
5/31 10:10	0.44	2.85	0.39	0.71	3.87
5/31 11:10	0.54	2.65	0.48	0.74	8.42
5/31 12:10	0.58	2.59	0.50	0.80	8.16
5/31 13:10	0.59	2.58	0.51	0.92	8.08
5/31 14:10	0.52	2.64	0.45	0.86	7.76
5/31 15:10	0.59	2.73	0.51	0.91	7.63
5/31 16:10	0.58	2.79	0.51	0.96	7.27
5/31 17:10	0.62	2.77	0.55	0.87	7.34
5/31 18:10	0.63	2.63	0.55	0.91	7.01
5/31 19:10	0.63	2.83	0.55	1.02	6.86
5/31 20:10	0.60	3.02	0.52	1.00	7.03
5/31 21:10	0.53	3.05	0.48	0.78	7.04
5/31 22:10	0.52	3.19	0.46	0.83	7.02
5/31 23:10	0.51	3.15	0.46	0.83	6.88

(2020/6/1 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
6/1 0:10	0.53	3.25	0.47	0.89	7.69
6/1 1:10	0.50	3.39	0.45	0.76	7.62
6/1 2:10	0.52	3.26	0.46	0.78	7.67
6/1 3:10	0.49	3.09	0.43	0.83	7.29
6/1 4:10	0.47	2.94	0.42	0.67	7.05
6/1 5:10	0.48	2.92	0.41	0.78	7.05
6/1 6:10	0.46	3.11	0.41	0.69	6.74
6/1 7:10	0.44	2.9	0.39	0.81	6.97
6/1 8:10	0.44	2.88	0.38	0.83	6.94
6/1 9:10	0.44	2.86	0.38	0.66	6.79
6/1 10:10	0.45	2.70	0.38	0.74	6.75
6/1 11:10	0.45	2.56	0.39	0.69	6.82
6/1 12:10	0.52	2.63	0.45	0.71	7.08
6/1 13:10	0.49	2.49	0.42	0.85	7.01
6/1 14:10	0.53	2.55	0.46	0.83	3.06
6/1 15:10	0.52	2.64	0.45	0.79	7.16
6/1 16:10	0.60	2.60	0.53	0.95	3.28
6/1 17:10	0.64	2.73	0.57	0.97	3.12
6/1 18:10	0.62	2.65	0.54	0.97	3.14
6/1 19:10	0.52	2.72	0.46	0.84	6.72
6/1 20:10	0.48	2.73	0.42	0.77	6.57
6/1 21:10	0.47	2.50	0.42	0.86	6.63
6/1 22:10	0.44	2.79	0.40	0.90	6.84
6/1 23:10	0.42	3.12	0.37	0.98	6.29

(2020/6/2 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
6/2 0:10	0.39	3.37	0.36	0.62	6.34
6/2 1:10	0.40	3.16	0.36	0.64	5.89
6/2 2:10	0.39	3.19	0.35	0.68	6.46
6/2 3:10	0.39	3.35	0.35	0.57	6.35
6/2 4:10	0.42	2.97	0.38	0.6	5.82
6/2 5:10	0.51	3.23	0.47	0.89	5.28
6/2 6:10	0.64	3.70	0.60	1.04	5.61
6/2 7:10	0.63	3.53	0.60	1.22	5.88
6/2 8:10	0.59	3.24	0.55	0.97	6.02
6/2 9:10	0.56	2.97	0.50	0.93	5.87
6/2 10:10	0.57	2.81	0.51	0.87	5.85
6/2 11:10	0.57	2.77	0.51	0.85	5.57
6/2 12:10	0.62	2.77	0.54	0.91	5.95
6/2 13:10	0.67	2.73	0.59	1.04	6.05
6/2 14:10	0.69	2.63	0.60	1.04	2.76
6/2 15:10	0.60	2.59	0.52	1.01	6.24
6/2 16:10	0.58	2.52	0.5	1.09	6.15
6/2 17:10	0.57	2.49	0.5	0.91	2.72
6/2 18:10	0.59	2.62	0.53	1.03	2.91
6/2 19:10	0.51	2.67	0.45	0.83	2.85
6/2 20:10	0.48	2.60	0.43	0.74	6.28
6/2 21:10	0.44	2.48	0.38	0.68	5.83
6/2 22:10	0.40	2.47	0.35	0.57	6.13
6/2 23:10	0.39	2.54	0.35	0.64	6.08

(2020/6/3 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
6/3 0:10	0.39	2.64	0.35	0.66	6.18
6/3 1:10	0.40	2.49	0.35	0.61	5.93
6/3 2:10	0.40	2.46	0.35	0.73	3.10
6/3 3:10	0.46	2.25	0.40	0.65	3.29
6/3 4:10	0.48	2.23	0.42	0.91	3.27
6/3 5:10	0.46	2.41	0.40	0.73	3.65
6/3 6:10	0.46	2.40	0.41	0.74	3.50
6/3 7:10	0.48	2.51	0.44	0.71	3.75
6/3 8:10	0.46	2.36	0.41	0.68	3.91
6/3 9:10	0.50	2.39	0.44	0.81	4.03
6/3 10:10	0.58	2.42	0.52	1.20	2.72
6/3 11:10	0.63	2.61	0.57	0.95	2.94
6/3 12:10	0.67	2.76	0.60	1.57	3.21
6/3 13:10	0.68	2.64	0.64	1.12	3.19
6/3 14:10	0.71	2.56	0.65	1.17	3.36
6/3 15:10	0.69	2.5	0.62	1.11	3.43
6/3 16:10	0.71	2.58	0.64	1.23	3.53
6/3 17:10	0.71	2.64	0.64	1.20	3.46
6/3 18:10	0.76	2.73	0.69	1.35	3.61
6/3 20:10	0.68	2.72	0.62	1.15	3.45
6/3 21:10	0.60	2.63	0.54	1.02	3.40
6/3 22:10	0.53	2.62	0.47	0.79	3.31
6/3 23:10	0.54	2.46	0.48	0.95	3.41

(2020/6/4 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
6/4 0:10	0.50	2.53	0.44	0.90	3.28
6/4 1:10	0.51	2.51	0.47	0.82	3.22
6/4 2:10	0.50	2.66	0.45	0.72	4.18
6/4 3:10	0.54	2.73	0.49	0.86	4.19
6/4 4:10	0.60	2.44	0.54	0.92	4.18
6/4 5:10	0.59	2.69	0.53	1.02	4.24
6/4 6:10	0.55	2.63	0.51	0.88	4.21
6/4 7:10	0.59	2.68	0.52	0.95	4.59
6/4 8:10	0.59	2.68	0.54	1.03	4.67
6/4 9:10	0.60	2.62	0.53	0.91	4.52
6/4 10:10	0.58	2.62	0.52	0.94	4.42
6/4 11:10	0.62	2.73	0.56	1.06	3.12
6/4 13:10	0.77	3.05	0.71	1.42	5.02
6/4 14:10	0.75	2.91	0.69	1.54	4.75
6/4 15:10	0.76	2.81	0.69	1.29	4.55
6/4 16:10	0.64	2.59	0.57	1.03	4.34
6/4 17:10	0.69	2.52	0.61	1.07	4.15
6/4 18:10	0.66	2.60	0.59	0.95	3.6
6/4 19:10	0.68	2.64	0.61	1.26	4.00
6/4 20:10	0.66	2.86	0.60	1.08	3.48
6/4 21:10	0.51	2.67	0.46	0.88	3.41
6/4 22:10	0.47	2.48	0.41	0.72	3.05
6/4 23:10	0.45	2.35	0.40	0.74	3.06

(2020/6/5 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
6/5 0:10	0.46	2.54	0.40	0.72	2.93
6/5 1:10	0.43	2.60	0.38	0.62	4.52
6/5 2:10	0.45	2.58	0.39	0.72	3.12
6/5 4:10	0.46	2.81	0.42	0.69	4.17
6/5 5:10	0.43	2.69	0.39	0.62	4.11
6/5 6:10	0.49	2.64	0.44	0.97	4.36
6/5 7:10	0.48	2.57	0.43	0.81	4.03
6/5 8:10	0.46	2.47	0.40	0.74	4.25
6/5 9:10	0.45	2.38	0.40	0.71	4.32
6/5 10:10	0.47	2.32	0.42	0.82	2.39
6/5 11:10	0.55	2.36	0.48	0.91	2.69
6/5 12:10	0.61	2.51	0.55	1.11	3.02
6/5 13:10	0.70	2.64	0.64	1.11	3.35
6/5 14:10	0.82	2.92	0.76	1.20	3.54
6/5 15:10	0.83	2.92	0.77	1.39	3.57
6/5 16:10	0.79	2.82	0.72	1.26	3.65
6/5 17:10	0.75	2.62	0.69	1.20	3.86
6/5 18:10	0.87	2.74	0.81	1.41	3.75
6/5 19:10	0.86	2.65	0.79	1.48	3.91
6/5 20:10	0.78	2.80	0.73	1.37	3.89
6/5 21:10	0.77	2.91	0.72	1.51	3.81
6/5 22:10	0.66	2.92	0.61	1.23	3.77
6/5 23:10	0.58	2.77	0.52	0.99	3.68

(2020/6/6 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
6/6 0:10	0.51	2.61	0.46	0.81	3.66
6/6 1:10	0.44	2.67	0.40	0.69	3.67
6/6 2:10	0.47	2.66	0.43	0.78	3.48
6/6 3:10	0.49	2.70	0.43	0.85	4.22
6/6 4:10	0.49	2.75	0.45	0.83	4.22
6/6 5:10	0.48	2.65	0.44	0.82	4.11
6/6 6:10	0.53	2.58	0.47	0.86	4.01
6/6 7:10	0.52	2.42	0.46	0.77	3.75
6/6 8:10	0.58	2.53	0.52	1.07	3.67
6/6 9:10	0.77	2.75	0.71	1.18	3.82
6/6 10:10	0.68	2.72	0.64	1.08	3.59
6/6 11:10	0.70	2.68	0.62	1.27	3.44
6/6 12:10	0.73	2.75	0.67	1.50	3.55
6/6 13:10	0.82	2.83	0.75	1.35	3.56
6/6 14:10	0.92	3.01	0.86	1.43	3.75
6/6 15:10	0.87	3.01	0.81	1.37	3.75
6/6 16:10	0.78	2.84	0.71	1.24	4.03
6/6 17:10	0.76	2.66	0.68	1.13	4.03
6/6 18:10	0.70	2.71	0.65	1.13	3.86
6/6 19:10	0.71	2.76	0.66	1.26	4.02
6/6 20:10	0.6	2.84	0.55	0.97	3.81
6/6 21:10	0.64	2.84	0.59	1.12	4.10
6/6 22:10	0.63	2.87	0.58	1.22	4.55
6/6 23:10	0.66	2.46	0.60	1.07	4.90

(2020/6/7 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
6/7 0:10	0.72	2.73	0.65	1.10	5.32
6/7 1:10	0.65	2.82	0.59	1.01	5.41
6/7 2:10	0.65	3.06	0.6	1.24	5.39
6/7 3:10	0.6	3.13	0.55	0.94	5.4
6/7 4:10	0.56	3.29	0.52	0.93	5.54
6/7 5:10	0.62	3.53	0.58	1.10	5.19
6/7 6:10	0.64	3.52	0.60	0.99	5.14
6/7 7:10	0.65	3.44	0.60	1.04	5.03
6/7 8:10	0.64	3.60	0.61	1.09	5.48
6/7 9:10	0.56	3.54	0.52	0.91	4.91
6/7 10:10	0.58	3.48	0.54	1.02	5.35
6/7 11:10	0.58	3.09	0.53	0.98	5.51
6/7 12:10	0.66	2.85	0.59	1.05	5.21
6/7 13:10	0.76	2.97	0.68	1.09	3.81
6/7 14:10	0.70	2.75	0.62	0.99	3.21
6/7 15:10	0.86	2.92	0.79	1.86	3.58
6/7 16:10	0.80	3.10	0.74	1.22	4.22
6/7 17:10	0.67	3.15	0.63	1.01	4.36
6/7 18:10	0.65	3.19	0.6	1.06	4.39
6/7 19:10	0.66	2.87	0.6	1.10	4.54
6/7 20:10	0.73	2.73	0.65	1.12	4.81
6/7 21:10	0.73	3.11	0.66	1.14	5.23
6/7 22:10	0.74	3.39	0.68	1.23	4.68
6/7 23:10	0.66	3.16	0.58	1.03	5.14

(2020/6/8 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
6/8 0:10	0.70	3.74	0.66	1.07	5.83
6/8 1:10	0.66	3.46	0.61	1.07	6.20
6/8 2:10	0.67	3.93	0.62	1.10	6.21
6/8 3:10	0.66	3.99	0.62	0.93	6.66
6/8 4:10	0.66	4.02	0.62	1.05	6.29
6/8 5:10	0.62	4.39	0.59	0.92	6.81
6/8 6:10	0.63	4.60	0.58	1.04	6.80
6/8 7:10	0.64	4.72	0.62	1.10	6.46
6/8 8:10	0.67	4.60	0.65	1.14	6.63
6/8 9:10	0.66	4.23	0.61	1.17	6.38
6/8 10:10	0.66	4.60	0.64	1.07	6.03
6/8 11:10	0.73	4.68	0.69	1.11	5.96
6/8 12:10	0.70	4.60	0.66	1.19	6.88
6/8 13:10	0.70	4.78	0.66	1.05	6.78
6/8 14:10	0.75	3.71	0.69	1.17	7.12
6/8 15:10	0.82	2.98	0.72	1.12	7.12
6/8 16:10	0.78	3.19	0.69	1.42	7.32
6/8 17:10	0.89	3.22	0.80	1.45	6.91
6/8 18:10	0.86	2.79	0.75	1.17	4.14
6/8 19:10	0.78	3.05	0.70	1.28	4.59
6/8 20:10	0.68	3.17	0.62	1.02	4.62
6/8 21:10	0.64	2.99	0.59	1.00	4.38
6/8 22:10	0.53	3.30	0.47	0.92	4.60
6/8 23:10	0.48	3.03	0.44	0.78	6.80

(2020/6/9 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
6/9 0:10	0.49	2.69	0.42	0.90	7.10
6/9 1:10	0.51	2.61	0.45	0.88	7.13
6/9 2:10	0.48	2.44	0.43	0.81	7.20
6/9 3:10	0.45	2.57	0.40	0.71	7.03
6/9 4:10	0.40	2.74	0.37	0.81	7.13
6/9 5:10	0.36	3.51	0.34	0.55	7.12
6/9 6:10	0.39	3.61	0.36	0.64	6.98
6/9 7:10	0.45	3.79	0.40	0.61	6.62
6/9 8:10	0.47	3.87	0.43	0.86	6.32
6/9 9:10	0.43	3.38	0.40	0.80	4.69
6/9 10:10	0.46	3.53	0.43	0.66	6.78
6/9 11:10	0.49	3.31	0.45	0.91	4.36
6/9 12:10	0.46	2.85	0.41	0.77	4.36
6/9 13:10	0.44	2.86	0.39	0.63	6.88
6/9 14:10	0.46	2.77	0.40	1.17	3.82
6/9 15:10	0.55	2.50	0.48	0.83	4.67
6/9 16:10	0.72	2.77	0.65	1.25	3.13
6/9 17:10	0.69	2.69	0.63	1.28	3.54
6/9 18:10	0.53	2.76	0.48	0.97	7.05
6/9 19:10	0.46	2.67	0.41	0.76	6.41
6/9 20:10	0.42	2.48	0.37	0.66	7.00
6/9 21:10	0.41	2.35	0.34	0.62	6.8
6/9 22:10	0.38	2.21	0.33	0.57	6.95

(2020/6/10 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
6/10 0:10	0.35	2.32	0.29	0.52	6.95
6/10 1:10	0.34	2.58	0.30	0.62	6.33
6/10 2:10	0.35	2.32	0.30	0.56	7.59
6/10 4:10	0.33	2.46	0.28	0.53	7.43
6/10 5:10	0.33	2.65	0.29	0.61	7.20
6/10 6:10	0.34	2.70	0.30	0.48	6.82
6/10 7:10	0.35	2.87	0.32	0.66	7.10
6/10 8:10	0.33	2.65	0.29	0.49	7.06
6/10 9:10	0.34	2.34	0.29	0.73	6.48
6/10 10:10	0.36	2.65	0.32	0.78	6.35
6/10 11:10	0.39	2.50	0.33	0.56	6.47
6/10 12:10	0.43	2.45	0.38	0.63	6.55
6/10 13:10	0.48	2.42	0.42	0.77	6.63
6/10 14:10	0.47	2.48	0.40	0.68	5.94
6/10 15:10	0.47	2.36	0.40	0.62	5.76
6/10 16:10	0.47	2.37	0.40	0.76	6.37
6/10 17:10	0.42	2.47	0.36	0.65	6.41
6/10 18:10	0.47	2.48	0.42	0.85	6.38
6/10 19:10	0.53	2.53	0.46	0.92	3.72
6/10 20:10	0.42	2.46	0.37	0.64	6.41
6/10 21:10	0.41	2.46	0.36	0.82	6.21
6/10 22:10	0.40	2.52	0.35	0.64	6.22
6/10 23:10	0.41	2.58	0.36	0.92	6.38

(2020/6/11 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
6/11 0:10	0.41	2.60	0.36	0.64	6.62
6/11 1:10	0.39	2.61	0.35	0.63	6.72
6/11 2:10	0.39	2.44	0.34	0.60	6.12
6/11 3:10	0.4	2.67	0.35	0.58	6.16
6/11 4:10	0.37	2.60	0.32	0.64	6.99
6/11 5:10	0.35	2.55	0.30	0.47	6.79
6/11 6:10	0.33	2.78	0.29	0.55	6.61
6/11 7:10	0.35	2.60	0.31	0.61	6.97
6/11 8:10	0.35	2.56	0.31	0.55	6.39
6/11 9:10	0.32	2.53	0.28	0.48	6.58
6/11 10:10	0.35	2.32	0.30	0.62	6.54
6/11 11:10	0.36	2.24	0.30	0.57	3.12
6/11 12:10	0.34	2.26	0.29	0.57	6.31
6/11 13:10	0.37	2.30	0.32	0.65	3.15
6/11 14:10	0.34	2.21	0.29	0.50	6.27
6/11 15:10	0.33	2.35	0.28	0.57	6.69
6/11 16:10	0.29	2.38	0.25	0.46	6.24
6/11 17:10	0.32	2.44	0.28	0.82	3.89
6/11 18:10	0.35	2.44	0.32	0.81	4.02
6/11 19:10	0.39	2.76	0.35	0.83	4.20
6/11 20:10	0.34	2.89	0.31	0.53	6.28
6/11 21:10	0.30	2.93	0.27	0.51	6.21
6/11 22:10	0.30	2.75	0.26	0.55	5.81
6/11 23:10	0.31	2.87	0.28	0.49	6.03

(2020/6/12 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
6/12 0:10	0.29	2.48	0.26	0.48	6.24
6/12 1:10	0.30	2.36	0.26	0.72	6.20
6/12 2:10	0.28	2.51	0.25	0.45	5.83
6/12 3:10	0.25	2.53	0.21	0.39	5.99
6/12 4:10	0.22	2.81	0.20	0.43	5.97
6/12 5:10	0.20	3.28	0.18	0.33	5.95
6/12 6:10	0.22	3.46	0.20	0.59	4.54
6/12 7:10	0.24	3.78	0.22	0.79	5.91
6/12 8:10	0.21	3.10	0.20	0.44	5.61
6/12 9:10	0.24	3.08	0.22	0.46	5.10
6/12 10:10	0.24	2.78	0.21	0.46	5.31
6/12 11:10	0.31	2.84	0.28	0.60	5.95
6/12 12:10	0.32	2.96	0.29	0.49	5.66
6/12 13:10	0.36	2.86	0.32	0.53	5.13
6/12 14:10	0.37	2.73	0.33	0.60	6.05
6/12 15:10	0.41	2.79	0.37	0.61	4.11
6/12 16:10	0.40	2.70	0.34	0.79	3.54
6/12 17:10	0.38	2.57	0.34	0.73	2.96
6/12 18:10	0.40	2.78	0.36	0.94	3.84
6/12 19:10	0.39	2.87	0.35	1.23	3.67
6/12 20:10	0.37	2.69	0.34	0.71	3.41
6/12 21:10	0.34	2.84	0.30	0.52	3.94
6/12 22:10	0.29	2.71	0.26	0.44	3.43
6/12 23:10	0.27	2.56	0.24	0.39	6.14

(2020/6/13 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
6/13 0:10	0.31	2.56	0.28	0.61	6.56
6/13 1:10	0.30	2.55	0.27	0.58	5.11
6/13 2:10	0.32	2.73	0.29	0.46	5.91
6/13 3:10	0.32	2.88	0.29	0.49	4.34
6/13 4:10	0.35	3.18	0.31	0.56	5.91
6/13 5:10	0.32	3.62	0.29	0.53	5.81
6/13 6:10	0.33	3.91	0.31	0.53	5.71
6/13 7:10	0.33	3.65	0.29	0.54	6.28
6/13 8:10	0.35	3.62	0.32	0.55	6.98
6/13 9:10	0.34	3.25	0.30	0.59	6.70
6/13 10:10	0.37	3.02	0.33	0.64	7.11
6/13 11:10	0.37	3.11	0.34	0.56	6.97
6/13 12:10	0.39	3.18	0.35	0.60	5.69
6/13 13:10	0.46	3.35	0.41	0.74	6.23
6/13 14:10	0.47	3.26	0.43	0.78	6.17
6/13 15:10	0.53	3.29	0.48	0.74	6.30
6/13 16:10	0.51	3.28	0.46	0.86	4.30
6/13 17:10	0.48	3.31	0.44	0.76	5.34
6/13 18:10	0.50	3.65	0.46	0.76	6.21
6/13 19:10	0.49	3.61	0.44	0.92	6.94
6/13 20:10	0.51	4.29	0.47	0.76	6.63
6/13 21:10	0.48	4.27	0.46	0.76	5.69
6/13 22:10	0.55	4.36	0.52	0.82	5.48
6/13 23:10	0.54	4.39	0.50	0.80	5.29

(2020/6/14 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
6/14 0:10	0.54	4.49	0.49	0.77	6.61
6/14 1:10	0.58	4.38	0.54	1.02	6.70
6/14 2:10	0.55	4.37	0.51	1.00	5.06
6/14 3:10	0.52	4.24	0.48	0.85	6.58
6/14 4:10	0.57	3.74	0.53	0.79	5.80
6/14 5:10	0.55	3.97	0.51	0.85	6.29
6/14 6:10	0.50	3.71	0.46	0.86	7.87
6/14 7:10	0.53	3.74	0.49	0.80	5.91
6/14 8:10	0.61	3.11	0.55	0.88	8.76
6/14 9:10	0.74	3.23	0.67	1.20	4.97
6/14 10:10	0.74	3.24	0.68	1.08	4.95
6/14 11:10	0.66	3.35	0.61	1.01	4.95
6/14 12:10	0.58	3.27	0.53	0.89	5.10
6/14 13:10	0.70	3.00	0.62	1.12	4.54
6/14 14:10	0.88	3.20	0.81	1.53	4.39
6/14 15:10	0.92	3.18	0.84	1.55	4.54
6/14 16:10	1.04	3.29	0.93	1.68	4.51
6/14 17:10	1.05	3.41	0.96	1.74	4.34
6/14 18:10	1.01	3.28	0.93	1.48	4.21
6/14 19:10	0.88	3.21	0.81	1.33	4.36
6/14 20:10	0.78	3.30	0.72	1.30	3.81
6/14 21:10	0.72	3.35	0.65	1.46	4.72
6/14 22:10	0.67	3.43	0.61	1.03	5.87
6/14 23:10	0.59	3.37	0.53	0.96	4.56

(2020/6/15 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
6/15 0:10	0.59	3.41	0.54	0.95	7.70
6/15 1:10	0.56	3.13	0.50	0.80	7.63
6/15 2:10	0.57	3.19	0.52	0.92	7.35
6/15 3:10	0.60	3.11	0.54	0.94	7.74
6/15 4:10	0.63	3.13	0.56	0.97	7.46
6/15 5:10	0.60	3.08	0.55	1.20	3.67
6/15 6:10	0.56	3.15	0.50	0.92	7.73
6/15 7:10	0.52	3.16	0.46	0.84	7.36
6/15 8:10	0.48	3.09	0.44	0.74	8.11
6/15 9:10	0.48	3.21	0.43	0.93	8.03
6/15 10:10	0.55	2.79	0.48	0.82	7.81
6/15 11:10	0.58	2.73	0.50	0.90	7.82
6/15 12:10	0.59	2.55	0.51	0.84	7.62
6/15 13:10	0.66	2.68	0.59	1.19	7.55
6/15 14:10	0.66	2.75	0.58	1.15	3.37
6/15 15:10	0.75	2.63	0.66	1.11	3.42
6/15 16:10	0.96	2.79	0.87	1.61	3.73
6/15 17:10	0.92	3.09	0.83	1.49	3.82
6/15 18:10	0.95	3.24	0.85	1.50	3.87
6/15 19:10	0.78	3.16	0.72	1.33	3.62
6/15 20:10	0.72	3.11	0.65	1.21	3.64
6/15 21:10	0.60	3.03	0.54	0.95	3.55
6/15 22:10	0.57	3.14	0.52	0.90	8.15
6/15 23:10	0.55	3.21	0.49	0.85	7.37

(2020/6/16 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
6/16 0:10	0.55	3.35	0.47	0.79	7.53
6/16 1:10	0.54	3.21	0.49	0.90	7.20
6/16 2:10	0.53	3.1	0.47	0.79	7.58
6/16 3:10	0.51	2.91	0.46	0.81	7.24
6/16 5:10	0.49	2.91	0.43	0.92	7.67
6/16 6:10	0.49	2.83	0.42	0.76	7.23
6/16 7:10	0.51	2.99	0.46	0.89	7.46
6/16 8:10	0.50	2.79	0.44	0.84	7.66
6/16 9:10	0.51	2.85	0.46	0.75	7.95
6/16 10:10	0.57	2.78	0.51	0.84	3.65
6/16 11:10	0.70	2.82	0.64	1.01	3.65
6/16 12:10	0.76	2.75	0.67	1.07	3.13
6/16 13:10	0.68	2.80	0.62	0.99	3.35
6/16 14:10	0.75	2.78	0.68	1.19	3.35
6/16 15:10	0.85	2.84	0.78	1.43	3.8
6/16 16:10	0.95	2.90	0.86	1.42	3.73
6/16 17:10	0.98	2.99	0.92	1.69	3.43
6/16 18:10	0.96	3.14	0.88	1.39	3.56
6/16 19:10	0.87	3.13	0.80	1.61	3.57
6/16 20:10	0.70	3.11	0.65	1.16	4.32
6/16 21:10	0.62	3.00	0.56	0.98	4.27
6/16 22:10	0.57	2.94	0.51	1.16	4.14
6/16 23:10	0.55	3.09	0.50	0.81	4.30

(2020/6/17 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
6/17 1:10	0.59	3.11	0.55	0.91	4.35
6/17 2:10	0.64	3.14	0.58	1.01	4.17
6/17 3:10	0.66	3.06	0.60	1.06	3.73
6/17 4:10	0.65	2.95	0.59	0.98	4.10
6/17 5:10	0.68	3.13	0.62	1.02	3.84
6/17 6:10	0.66	3.14	0.60	1.02	4.36
6/17 7:10	0.65	3.14	0.59	1.00	4.72
6/17 8:10	0.66	3.13	0.60	1.12	4.73
6/17 9:10	0.62	2.94	0.55	1.00	4.48
6/17 10:10	0.65	2.83	0.58	1.07	4.77
6/17 11:10	0.78	2.91	0.70	1.28	3.46
6/17 12:10	0.97	3.20	0.89	1.43	3.57
6/17 13:10	0.98	3.26	0.90	1.67	4.06
6/17 14:10	0.97	3.19	0.91	1.67	4.33
6/17 15:10	0.80	2.94	0.74	1.44	4.13
6/17 16:10	0.92	2.94	0.85	1.51	3.97
6/17 17:10	0.94	3.02	0.87	1.60	4.00
6/17 18:10	1.01	3.10	0.93	1.81	4.05
6/17 19:10	0.86	3.12	0.79	1.44	3.85
6/17 20:10	0.78	3.10	0.72	1.20	3.56
6/17 21:10	0.71	3.06	0.66	1.20	3.52
6/17 22:10	0.63	3.02	0.58	1.12	4.46
6/17 23:10	0.64	3.14	0.58	1.06	4.46

(2020/6/18 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
6/18 0:10	0.64	3.14	0.58	1.09	4.40
6/18 1:10	0.66	3.15	0.60	1.06	4.13
6/18 2:10	0.67	3.06	0.62	0.98	3.80
6/18 3:10	0.71	3.02	0.65	1.23	3.94
6/18 4:10	0.71	2.87	0.65	1.18	3.85
6/18 5:10	0.67	2.86	0.61	1.04	4.12
6/18 6:10	0.68	2.97	0.63	1.16	4.23
6/18 7:10	0.62	2.95	0.58	0.92	3.75
6/18 8:10	0.60	3.00	0.55	0.96	3.68
6/18 9:10	0.61	2.83	0.55	0.94	4.28
6/18 10:10	0.59	2.73	0.53	0.93	3.35
6/18 11:10	0.63	2.65	0.56	1.04	4.18
6/18 12:10	0.77	2.92	0.70	1.16	4.34
6/18 13:10	0.69	2.92	0.63	1.01	4.33
6/18 14:10	0.69	2.70	0.62	1.03	4.13
6/18 15:10	0.71	2.64	0.65	1.08	3.88
6/18 16:10	0.77	2.61	0.68	1.07	3.09
6/18 17:10	0.75	2.65	0.68	1.17	3.44
6/18 18:10	0.82	2.72	0.76	1.46	3.32
6/18 19:10	0.92	2.96	0.85	1.54	3.70
6/18 20:10	0.82	2.98	0.77	1.47	3.79
6/18 21:10	0.76	2.96	0.70	1.31	3.72
6/18 22:10	0.67	2.87	0.61	1.04	3.70
6/18 23:10	0.64	2.86	0.58	0.94	3.87

(2020/6/19 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
6/19 0:10	0.62	2.91	0.57	0.96	3.73
6/19 1:10	0.64	3.03	0.58	0.95	3.99
6/19 2:10	0.63	3.12	0.57	1.01	3.99
6/19 3:10	0.69	3.22	0.64	1.15	4.25
6/19 4:10	0.74	3.13	0.68	1.33	4.46
6/19 5:10	0.77	3.07	0.72	1.32	4.53
6/19 6:10	0.67	2.90	0.63	1.15	4.66
6/19 7:10	0.65	2.90	0.60	1.16	4.32
6/19 8:10	0.62	2.76	0.56	1.02	3.64
6/19 9:10	0.59	2.70	0.53	0.90	3.58
6/19 10:10	0.64	2.70	0.58	1.03	3.45
6/19 11:10	0.67	2.77	0.62	1.08	3.27
6/19 12:10	0.72	2.80	0.65	1.21	3.32
6/19 13:10	0.83	2.99	0.77	1.30	3.57
6/19 14:10	0.81	2.93	0.75	1.30	3.45
6/19 15:10	0.80	2.87	0.73	1.13	3.43
6/19 16:10	0.74	2.80	0.68	1.18	4.30
6/19 17:10	0.66	2.63	0.60	1.01	4.34
6/19 18:10	0.65	2.71	0.59	1.01	4.18
6/19 19:10	0.67	2.80	0.62	1.30	3.91
6/19 20:10	0.63	2.81	0.57	0.94	4.16
6/19 21:10	0.52	2.81	0.48	0.88	4.18
6/19 22:10	0.51	2.74	0.45	0.86	4.50
6/19 23:10	0.47	2.60	0.42	0.85	3.05

(2020/6/20 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
6/20 0:10	0.42	2.60	0.37	0.76	3.11
6/20 1:10	0.41	2.62	0.36	0.63	3.03
6/20 2:10	0.43	2.67	0.39	0.72	4.36
6/20 3:10	0.48	2.77	0.43	0.78	4.37
6/20 4:10	0.47	2.81	0.44	0.72	4.16
6/20 5:10	0.53	2.84	0.49	0.84	4.36
6/20 6:10	0.58	2.94	0.52	0.92	4.11
6/20 7:10	0.62	2.91	0.56	1.04	4.32
6/20 8:10	0.62	2.91	0.58	0.98	3.87
6/20 9:10	0.60	2.74	0.54	0.89	4.08
6/20 10:10	0.62	2.72	0.56	0.94	3.58
6/20 11:10	0.70	2.74	0.63	1.24	3.71
6/20 12:10	0.72	2.80	0.67	1.33	3.38
6/20 13:10	0.73	2.82	0.66	1.58	3.67
6/20 14:10	0.77	2.9	0.68	1.34	3.59
6/20 15:10	0.74	2.88	0.68	1.14	3.68
6/20 16:10	0.76	2.83	0.69	1.14	3.89
6/20 17:10	0.68	2.72	0.62	1.08	4.25
6/20 18:10	0.72	2.75	0.65	1.09	3.46
6/20 19:10	0.81	2.88	0.73	1.25	3.99
6/20 20:10	0.79	3.01	0.72	1.31	4.54
6/20 21:10	0.77	3.13	0.69	1.12	3.87
6/20 22:10	0.67	3.01	0.61	1.04	4.03
6/20 23:10	0.60	2.96	0.55	0.86	4.68

(2020/6/21 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
6/21 0:10	0.56	2.85	0.51	0.88	3.69
6/21 1:10	0.59	2.99	0.54	0.97	3.71
6/21 2:10	0.60	3.04	0.55	0.88	3.70
6/21 3:10	0.60	3.02	0.56	0.93	4.03
6/21 4:10	0.64	3.00	0.59	0.94	4.04
6/21 5:10	0.65	2.96	0.58	1.00	4.33
6/21 6:10	0.62	2.86	0.58	0.94	4.72
6/21 7:10	0.64	2.86	0.57	1.15	4.10
6/21 8:10	0.65	2.88	0.60	1.08	4.01
6/21 9:10	0.73	2.79	0.67	1.18	3.75
6/21 10:10	0.64	2.78	0.57	1.09	3.71
6/21 11:10	0.62	2.71	0.56	1.03	3.64
6/21 12:10	0.66	2.71	0.60	1.01	4.64
6/21 13:10	0.70	2.83	0.65	1.26	3.34
6/21 14:10	0.78	2.83	0.72	1.15	3.36
6/21 15:10	0.98	3.11	0.89	1.84	4.54
6/21 16:10	0.85	2.98	0.80	1.39	4.44
6/21 17:10	0.84	2.91	0.77	1.42	4.80
6/21 18:10	0.76	2.84	0.68	1.27	3.91
6/21 19:10	0.66	2.75	0.60	1.08	4.51
6/21 20:10	0.74	2.93	0.68	1.28	4.13
6/21 21:10	0.70	3.06	0.64	1.08	4.36
6/21 22:10	0.63	3.04	0.58	1.01	4.62
6/21 23:10	0.64	2.87	0.58	1.02	4.80

(2020/6/22 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
6/22 0:10	0.55	2.91	0.51	0.85	4.66
6/22 1:10	0.56	2.85	0.51	0.86	4.57
6/22 2:10	0.60	2.94	0.54	0.94	4.4
6/22 3:10	0.61	2.96	0.56	1.02	4.51
6/22 4:10	0.61	3.09	0.56	1.04	4.55
6/22 5:10	0.62	3.22	0.59	1.06	4.58
6/22 6:10	0.65	3.10	0.61	1.05	4.20
6/22 7:10	0.71	2.97	0.65	1.27	4.34
6/22 8:10	0.67	2.92	0.62	0.95	4.14
6/22 9:10	0.71	2.87	0.65	1.10	4.38
6/22 10:10	0.73	2.73	0.66	1.17	4.51
6/22 11:10	0.73	2.72	0.67	1.06	3.34
6/22 12:10	0.77	2.82	0.71	1.22	3.49
6/22 13:10	0.82	2.92	0.76	1.39	3.61
6/22 14:10	0.86	2.99	0.79	1.19	3.87
6/22 15:10	0.87	3.07	0.82	1.54	3.59
6/22 16:10	0.94	3.13	0.86	1.64	3.85
6/22 17:10	0.81	2.87	0.75	1.33	3.89
6/22 18:10	0.72	2.77	0.65	1.07	4.31
6/22 19:10	0.64	2.69	0.58	1.03	3.77
6/22 20:10	0.62	2.68	0.56	0.99	4.32
6/22 21:10	0.64	2.78	0.58	1.12	3.81
6/22 22:10	0.58	2.81	0.53	1.05	4.35
6/22 23:10	0.50	2.82	0.46	0.80	3.69

(2020/6/23 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
6/23 0:10	0.52	2.66	0.47	0.82	3.59
6/23 1:10	0.55	2.76	0.49	1.09	3.47
6/23 2:10	0.49	2.93	0.45	0.84	4.34
6/23 3:10	0.50	2.77	0.45	0.84	3.65
6/23 4:10	0.50	2.83	0.45	0.85	3.67
6/23 5:10	0.54	2.98	0.49	0.98	4.84
6/23 6:10	0.50	2.84	0.45	0.84	4.07
6/23 7:10	0.56	2.72	0.50	1.05	4.31
6/23 8:10	0.57	2.72	0.52	0.93	4.32
6/23 9:10	0.60	2.59	0.55	1.00	3.48
6/23 10:10	0.64	2.60	0.58	1.11	4.04
6/23 11:10	0.65	2.59	0.57	1.00	3.86
6/23 12:10	0.73	2.74	0.67	1.2	3.57
6/23 13:10	0.85	2.95	0.77	1.52	3.71
6/23 14:10	0.81	2.94	0.74	1.33	3.75
6/23 15:10	0.87	3.06	0.82	1.65	4.15
6/23 16:10	0.91	3.08	0.86	1.51	4.32
6/23 17:10	0.96	3.11	0.9	1.64	4.13
6/23 18:10	0.87	3.08	0.81	1.47	3.99
6/23 19:10	0.74	2.85	0.67	1.17	4.18
6/23 20:10	0.77	3.03	0.71	1.29	4.25
6/23 21:10	0.77	3.01	0.72	1.26	4.21
6/23 22:10	0.80	3.05	0.75	1.24	3.99
6/23 23:10	0.65	3.12	0.60	0.94	4.56

(2020/6/24 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
6/24 0:10	0.59	3.08	0.54	0.91	5.00
6/24 1:10	0.64	2.94	0.58	0.95	5.04
6/24 2:10	0.54	3.02	0.49	1.00	4.90
6/24 3:10	0.54	2.99	0.49	0.88	5.06
6/24 4:10	0.66	3.17	0.62	1.14	5.18
6/24 5:10	0.69	3.25	0.63	1.22	4.85
6/24 6:10	0.64	3.19	0.59	1.02	4.83
6/24 7:10	0.69	3.09	0.64	1.04	4.97
6/24 8:10	0.71	3.08	0.66	1.01	4.96
6/24 9:10	0.74	2.96	0.67	1.16	4.62
6/24 10:10	0.71	2.78	0.63	1.10	4.34
6/24 11:10	0.75	2.84	0.70	1.15	3.83
6/24 12:10	0.86	2.99	0.79	1.33	3.87
6/24 13:10	0.91	3.02	0.84	1.52	3.87
6/24 14:10	0.98	3.07	0.9	1.48	3.69
6/24 15:10	0.92	3.09	0.85	1.58	3.98
6/24 16:10	0.99	3.21	0.91	1.50	4.04
6/24 17:10	1.03	3.25	0.98	1.56	4.07
6/24 18:10	0.97	3.18	0.89	1.40	4.31
6/24 19:10	0.98	3.22	0.91	1.63	4.58
6/24 20:10	0.83	3.14	0.76	1.44	4.38
6/24 21:10	0.92	3.29	0.84	1.53	4.45
6/24 22:10	0.82	3.16	0.75	1.28	4.82
6/24 23:10	0.75	3.04	0.70	1.15	4.15

(2020/6/25 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
6/25 0:10	0.72	2.98	0.67	1.28	3.74
6/25 1:10	0.71	2.98	0.65	1.02	3.82
6/25 2:10	0.68	3.01	0.62	1.11	4.09
6/25 3:10	0.68	3.10	0.61	1.09	3.94
6/25 4:10	0.67	3.05	0.62	1.09	3.86
6/25 5:10	0.70	3.04	0.65	1.18	3.86
6/25 6:10	0.72	3.19	0.67	1.29	3.90
6/25 7:10	0.75	3.25	0.72	1.15	4.93
6/25 8:10	0.80	3.20	0.73	1.33	4.96
6/25 9:10	0.82	3.07	0.76	1.22	4.69
6/25 10:10	0.85	3.06	0.77	1.65	4.34
6/25 11:10	0.69	2.76	0.64	1.09	4.68
6/25 12:10	0.79	2.92	0.73	1.28	3.85
6/25 13:10	0.78	2.85	0.73	1.18	3.36
6/25 14:10	0.83	2.89	0.77	1.37	3.43
6/25 15:10	0.87	3.00	0.78	1.48	3.56
6/25 16:10	0.83	2.98	0.76	1.43	3.66
6/25 17:10	0.87	2.99	0.81	1.68	3.71
6/25 18:10	0.86	3.00	0.79	1.48	3.87
6/25 19:10	0.84	2.94	0.77	1.28	3.87
6/25 20:10	0.71	2.83	0.66	1.18	3.74
6/25 21:10	0.59	2.67	0.52	0.99	4.15
6/25 22:10	0.60	2.66	0.54	1.02	3.83
6/25 23:10	0.64	2.74	0.58	1.28	3.71

(2020/6/26 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
6/26 0:10	0.68	2.73	0.61	1.23	3.82
6/26 1:10	0.59	2.77	0.54	0.93	3.72
6/26 2:10	0.56	2.80	0.51	0.83	3.84
6/26 3:10	0.54	2.83	0.49	0.83	3.67
6/26 4:10	0.52	2.77	0.48	0.86	3.96
6/26 5:10	0.53	2.77	0.47	0.80	3.97
6/26 6:10	0.51	2.73	0.46	0.77	4.22
6/26 7:10	0.53	2.87	0.48	1.07	3.99
6/26 8:10	0.52	2.70	0.47	0.89	3.22
6/26 9:10	0.52	2.70	0.47	0.81	3.70
6/26 10:10	0.59	2.74	0.53	1.10	3.73
6/26 11:10	0.59	2.61	0.52	0.91	3.47
6/26 12:10	0.62	2.58	0.57	1.04	3.56
6/26 13:10	0.72	2.63	0.66	1.04	3.49
6/26 14:10	0.80	2.83	0.72	1.25	3.47
6/26 15:10	0.78	2.82	0.70	1.10	3.71
6/26 16:10	0.71	2.85	0.65	1.08	3.69
6/26 17:10	0.69	2.85	0.63	1.18	3.70
6/26 18:10	0.65	2.99	0.60	1.25	3.82
6/26 19:10	0.63	2.81	0.58	1.23	3.83
6/26 20:10	0.52	2.63	0.46	0.85	3.88
6/26 21:10	0.44	2.53	0.39	0.64	3.84
6/26 22:10	0.46	2.82	0.41	0.72	3.72
6/26 23:10	0.42	2.57	0.38	0.61	3.79

(2020/6/27 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
6/27 0:10	0.42	2.56	0.38	0.69	3.48
6/27 1:10	0.45	2.53	0.40	1.14	-
6/27 2:10	0.39	2.55	0.35	0.64	3.73
6/27 3:10	0.34	2.48	0.30	0.52	3.04
6/27 4:10	0.34	2.45	0.29	0.53	6.94
6/27 5:10	0.32	2.63	0.28	0.48	7.28
6/27 6:10	0.32	2.60	0.27	0.49	7.15
6/27 7:10	0.34	2.41	0.29	0.51	7.03
6/27 8:10	0.38	2.52	0.33	0.62	7.03
6/27 9:10	0.41	2.45	0.36	0.67	6.59
6/27 10:10	0.53	2.51	0.46	1.07	2.70
6/27 11:10	0.61	2.53	0.54	0.93	2.65
6/27 12:10	0.69	2.62	0.64	1.19	3.53
6/27 13:10	0.77	2.75	0.69	1.23	3.68
6/27 14:10	0.91	2.82	0.82	1.37	3.59
6/27 15:10	0.80	2.88	0.73	1.18	3.73
6/27 16:10	0.70	2.83	0.64	1.26	3.59
6/27 17:10	0.66	2.78	0.60	1.05	3.34
6/27 18:10	0.64	2.77	0.59	1.03	3.45
6/27 19:10	0.66	2.78	0.60	1.24	3.65
6/27 20:10	0.59	2.85	0.53	0.91	3.57
6/27 21:10	0.51	2.78	0.46	0.79	3.96
6/27 22:10	0.46	2.77	0.41	0.80	3.51
6/27 23:10	0.40	2.53	0.35	0.61	3.56

(2020/6/28 Raw Data)

時間	Hs	Tm	H _{1/3}	H _{max}	Tp
6/28 0:10	0.39	2.34	0.34	0.78	3.34
6/28 1:10	0.43	2.34	0.38	0.68	2.98
6/28 2:10	0.48	2.31	0.40	0.94	3.19
6/28 3:10	0.48	2.41	0.42	0.74	2.91
6/28 4:10	0.50	2.44	0.43	0.76	3.13
6/28 5:10	0.48	2.52	0.42	0.69	3.19
6/28 6:10	0.48	2.49	0.43	0.80	3.43
6/28 7:10	0.49	2.52	0.44	0.84	3.27
6/28 8:10	0.53	2.71	0.48	0.87	3.84
6/28 9:10	0.58	2.71	0.52	0.92	3.59
6/28 10:10	0.57	2.6	0.51	0.83	3.85
6/28 11:10	0.58	2.55	0.51	1.08	3.83
6/28 12:10	0.67	2.61	0.60	1.08	3.55
6/28 13:10	0.68	2.62	0.62	1.02	3.23
6/28 14:10	0.72	2.72	0.67	1.23	3.58
6/28 15:10	0.74	2.79	0.67	1.34	3.50
6/28 16:10	0.63	2.70	0.57	1.08	3.32
6/28 17:10	0.55	2.69	0.50	0.87	3.81
6/28 18:10	0.48	2.74	0.42	0.82	3.38
6/28 19:10	0.42	2.68	0.37	0.63	3.45
6/28 20:10	0.41	2.74	0.36	0.60	3.59
6/28 21:10	0.40	2.73	0.36	0.71	6.20
6/28 22:10	0.37	2.38	0.32	0.58	6.41
6/28 23:10	0.37	2.20	0.31	0.54	6.19