



2025 國防水下關鍵技術研討會

## 水下噪音地圖技術介紹

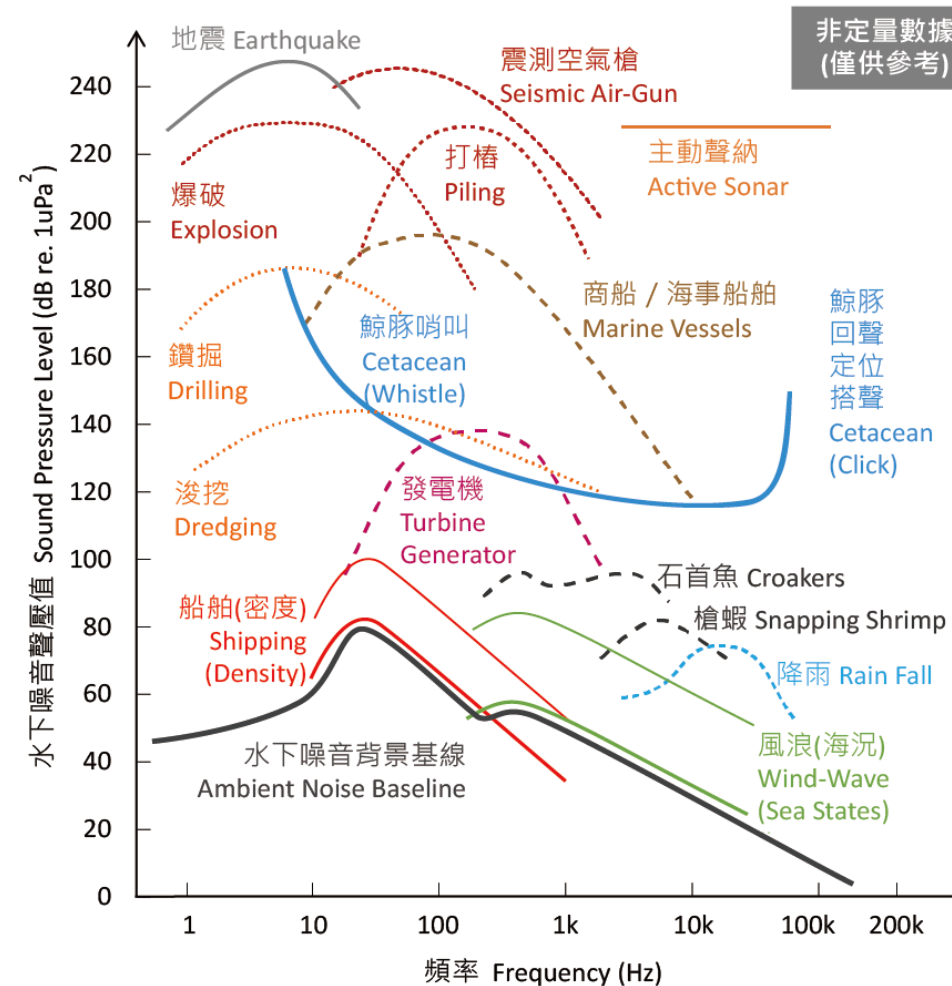
Briefing of VARUN for Underwater Noise Map

知洋科技股份有限公司

總經理 湛翔智

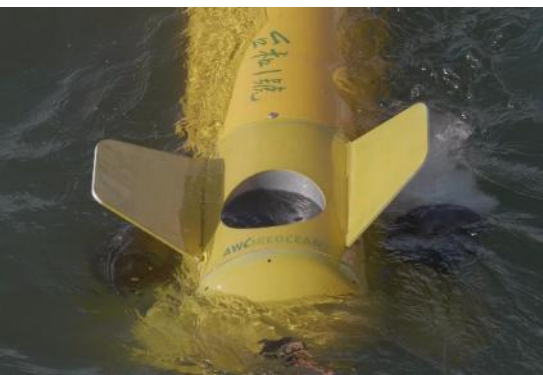
# 大綱

- 知洋科技公司簡介
- 水下噪音學理概述
- 水下噪音模擬方法
- 水下噪音地圖應用
- 海洋環境噪音預測
- 聲納偵測效能預估





# 公司簡介



知洋科技股份有限公司成立於2015年  
海洋物聯網及系統整合製造技術先鋒

- 海洋設備製造整合商
- 水下技術服務與諮詢
- 海洋調查培訓和監測
- 特殊船舶規劃及監造

# 掌握關鍵技術



## 系統整合

### 海洋物聯網科技

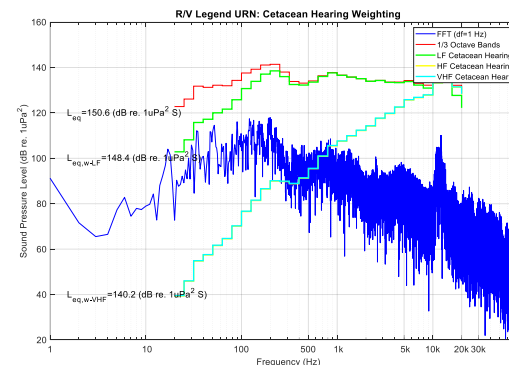
各式水下感測器、聲納、光學設備、電力系統、數據傳輸、機械手臂、推進器



## 水密技術

### 設計、製造及組裝

工程塑膠、鋁合金、不銹鋼、鈦合金等材料



## 軟體開發

### 使用者介面設計

人機操控介面、使用者介面、數據顯示介面、數值模式計算



## 水下作業

### 儀器布放、載具操作

海洋儀器設備、水下噪音計、水下載具、浮標系統、水下錨碇系統

# 海洋設備產品發展圖

## 水下載具產品 ROV

SBIR研發  
計畫補助



小型觀測級  
(水深100公尺)

2024年

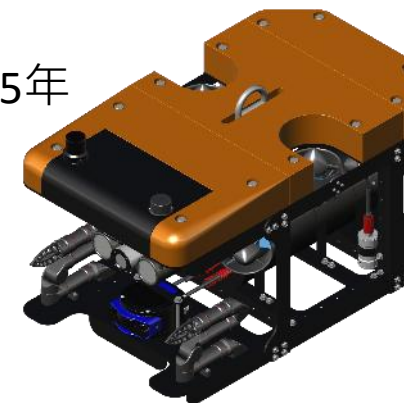


主題式研發  
計畫補助

亞太首家MCM ROV製造商

特殊作業型 台和1號 DELPHIN  
(水深300公尺)

2025年



輕型工作級 克畢 KRABY  
(水深300公尺)

## 水下噪音產品

完整技術製造商

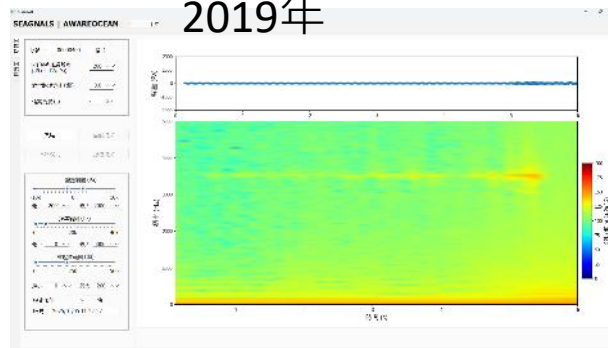
2017年



SBIR研發  
計畫補助

智聲噪音計 SEAGNALS

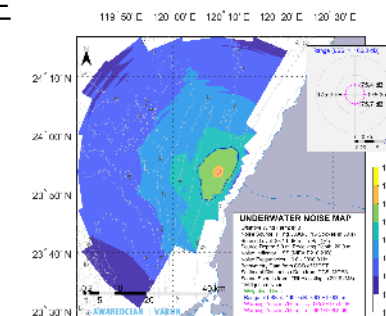
2019年



水下噪音分析軟體 AUSPECT

2021年

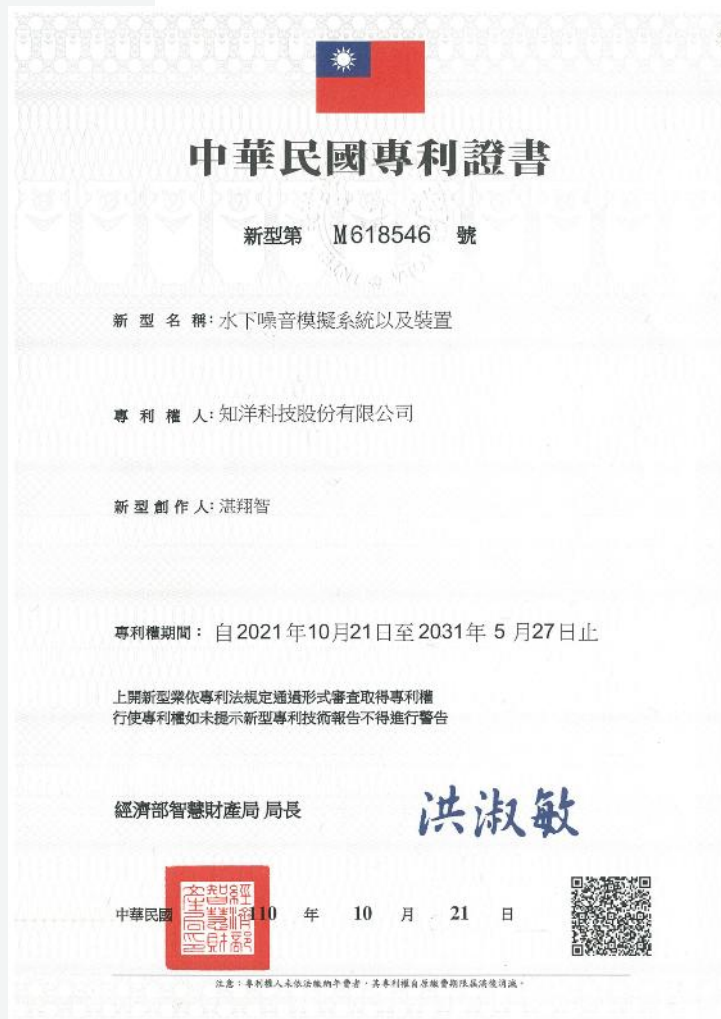
SBIR研發  
計畫補助



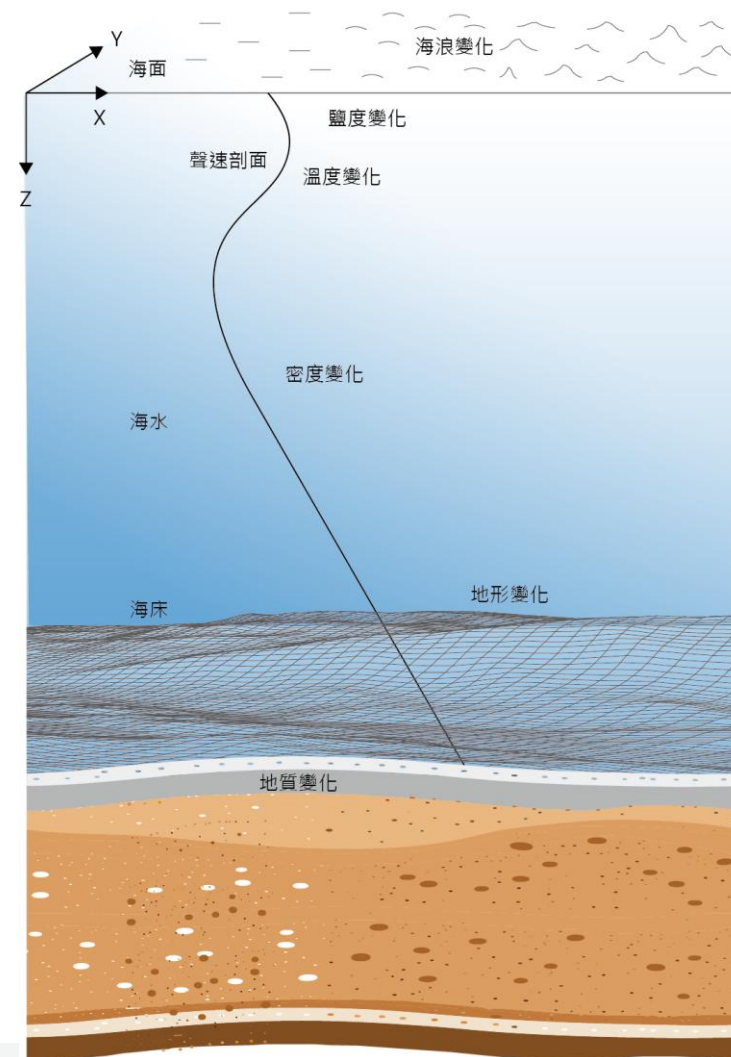
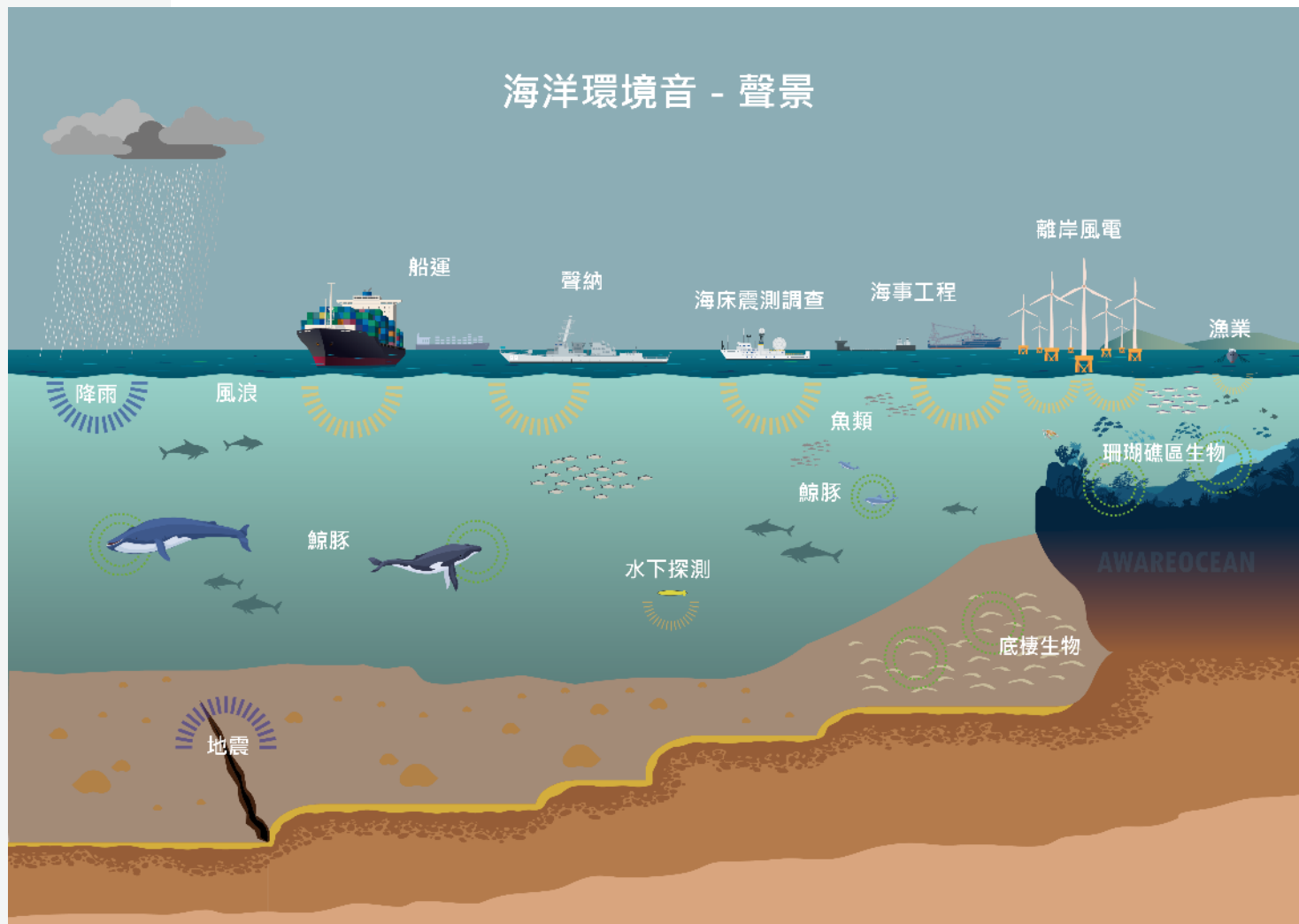
水下噪音地圖 VARUN



# 水下噪音地圖技術之專利及獲獎肯定



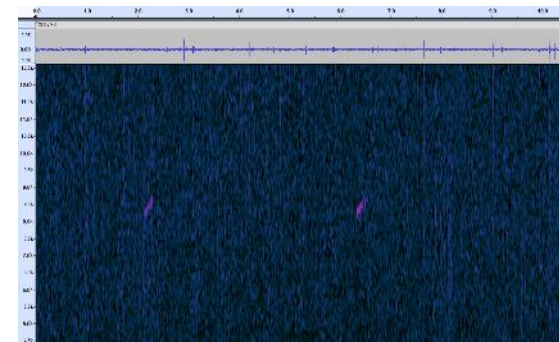
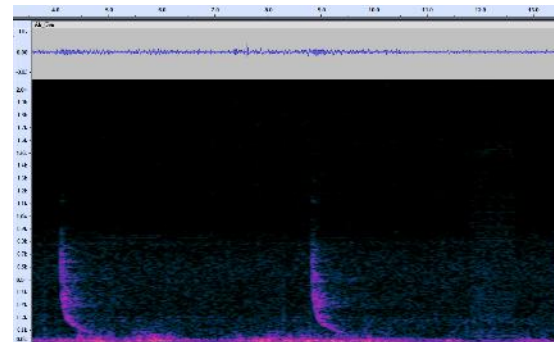
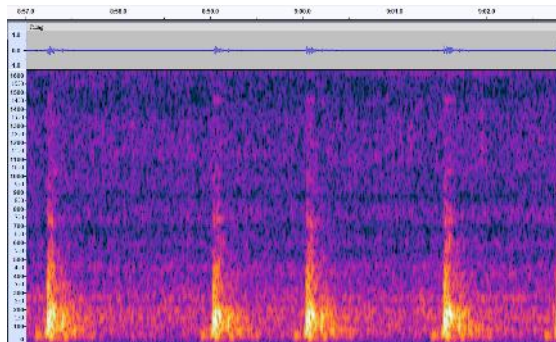
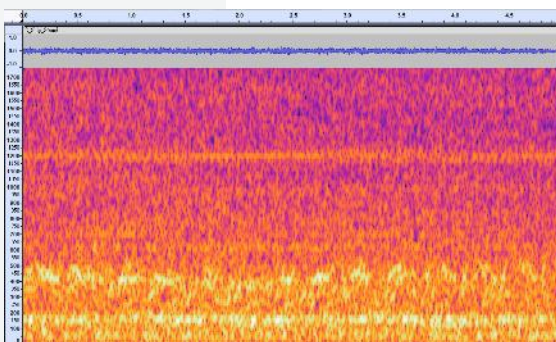
# 水下噪音來源及海洋波導環境





# 人為產生水下噪音

鯨聲鯨視



船舶



白海豚



打樁



震測(空氣槍)



聲納

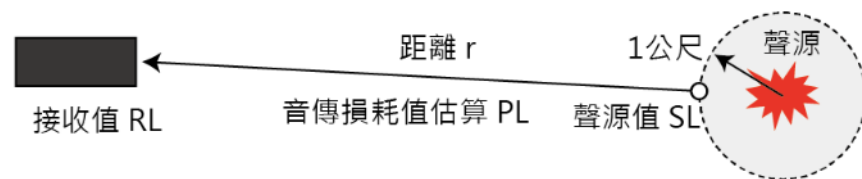




# 水下噪音模擬計算及地圖網格

## 水下噪音聲壓(曝)值計算 $RL = SL - PL$

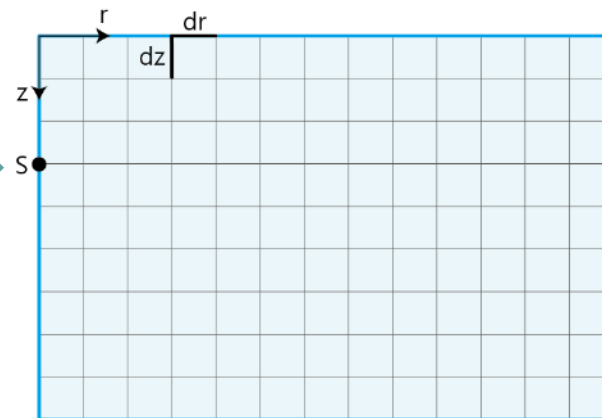
- 水下噪音聲源計算與音傳損耗計算互為獨立
- 水下噪音聲源之變動幅度大於音傳損耗變化



## 水下噪音值變動函數 $L(f, x, y, z)$ $L(f, r, z)$

- 水下噪音變動性屬於時間與空間函數

假設點聲源  
聲源值驗證



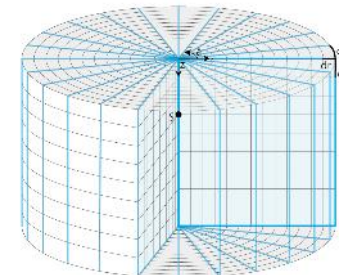
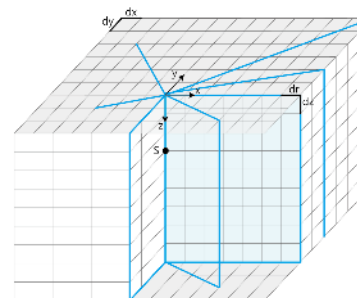
## 多點聲壓疊合計算 $p^2 = p^2(\pi_1) + p^2(\pi_2) + \dots$

- 假設無相位調和性(Incoherence)

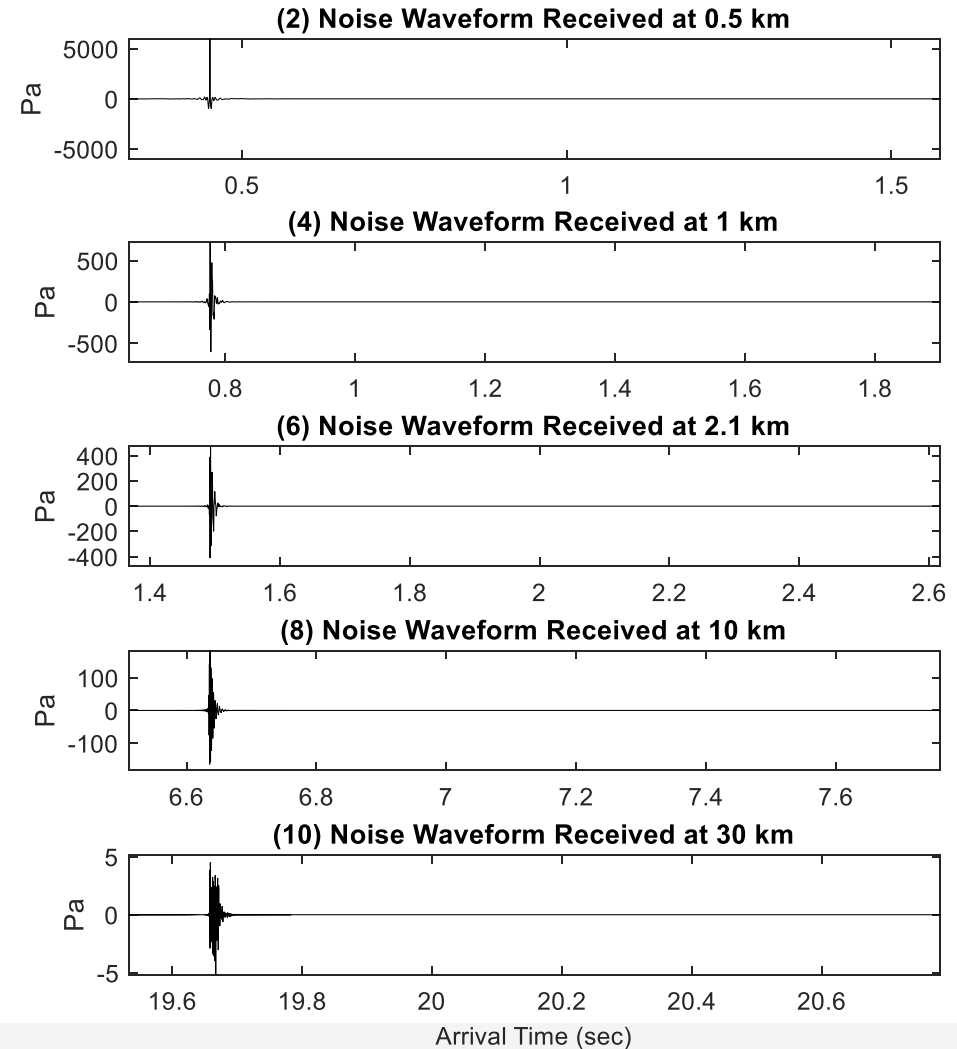
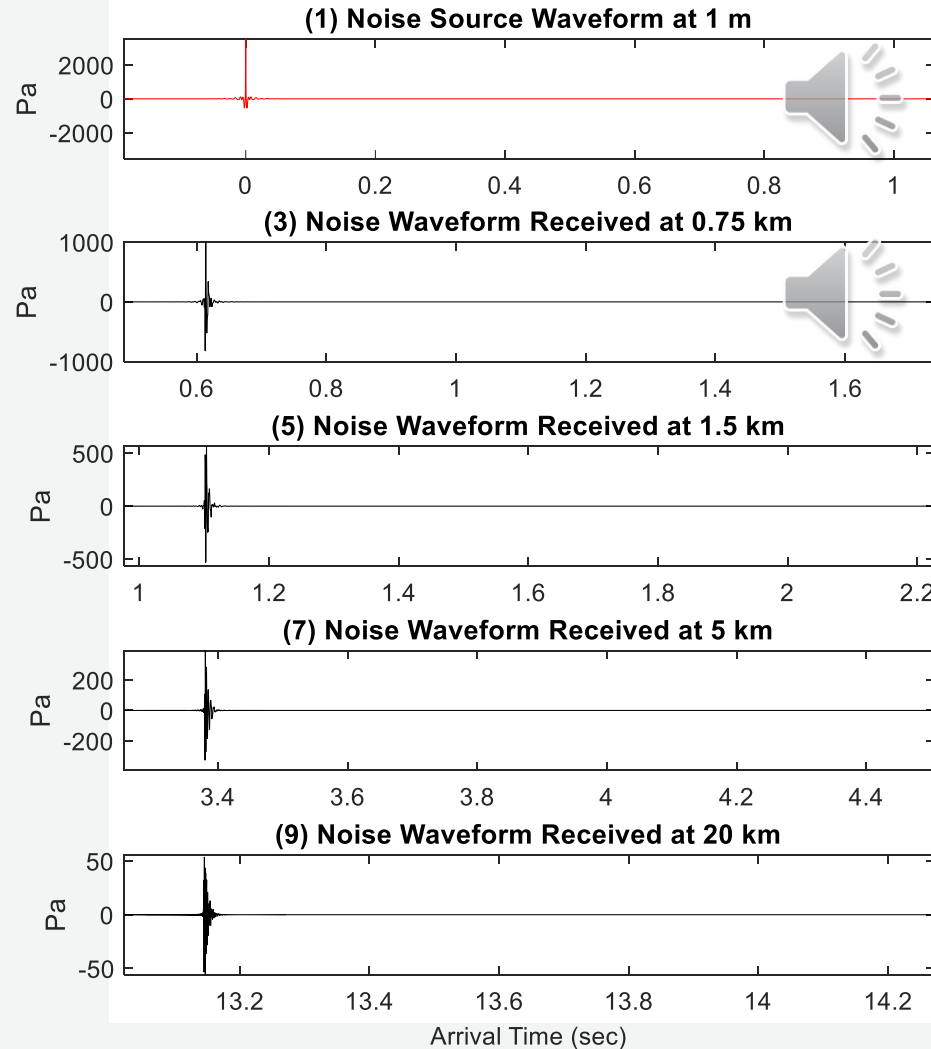
## 多頻聲壓疊合計算

$$p_s = \sum_{i=1}^{i=n} p_i$$

忽略聲波  
水平折射



# 脈衝波模擬波形與音檔



# 水下噪音虛擬實境軟體—VARUN

## 水下噪音聲源 (打樁/風機/船舶)

風浪噪音強度  
(海況/風速)

船舶噪音強度  
(密度/船速)

船舶密度資料  
(交通部航港局AIS)

打樁  
(功率/時長/次數)

風機運轉  
(額定功率)

施工船  
(安裝船/鋪纜船)

## 水下音傳計算 (RAM程式碼)

RAM參數  
(RAM手冊1983)

海水聲速資料  
(GDEM-V/ITRI Hi2019)

海底地形資料  
(國科會海洋學門資料庫ODB)

海床沉積資料  
(經濟部地礦中心)

海床地音參數  
(Hamilton, 1980)

RAM美國海軍實驗室開發  
程式碼由華盛頓大學公開

## 水下聲壓疊合 (振幅/相位)

多頻率聲壓  
10 ~ 2,000 Hz

多聲源聲壓

動物聽力加權  
(鯨豚/魚類)

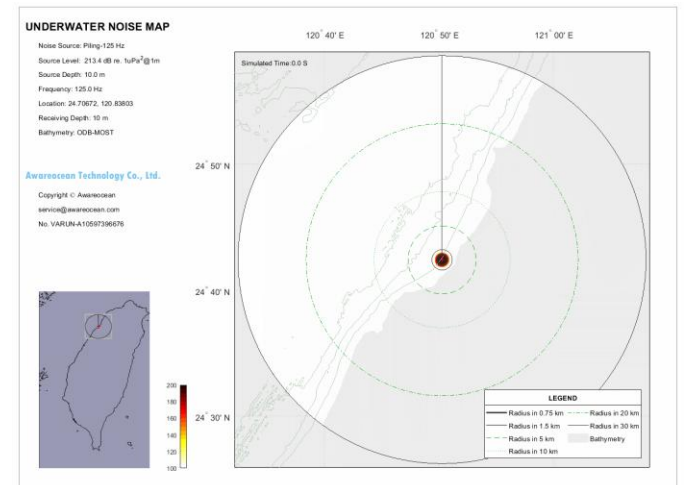
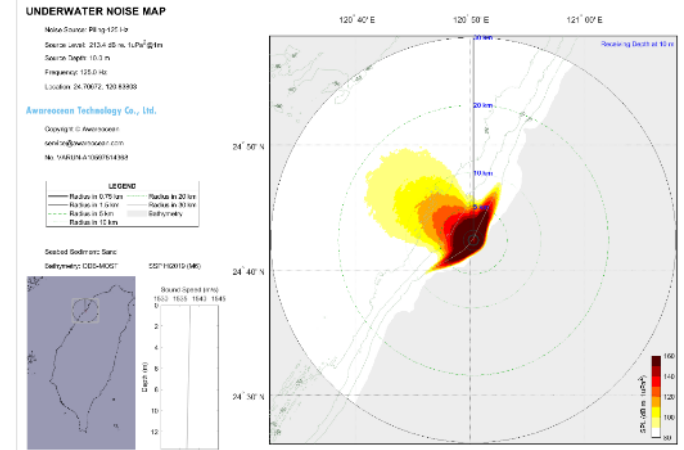
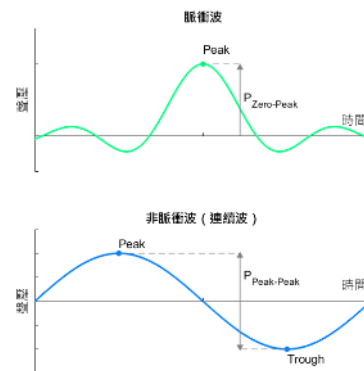
減噪衰減計算  
(氣泡/減噪網/阻尼)

## 水下噪音接收 (網格/水深)

水下噪音聲波

水下聲曝值

水下聲壓值



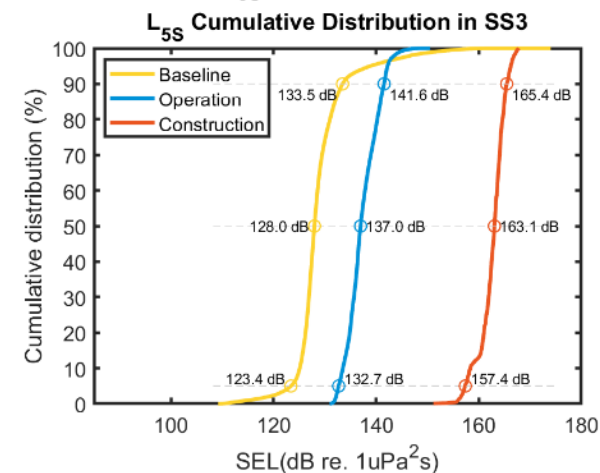
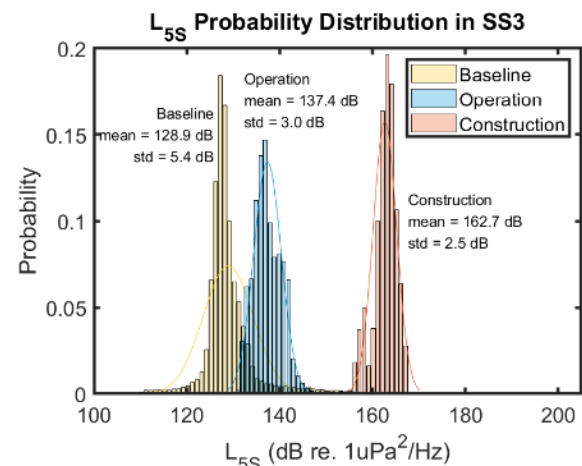
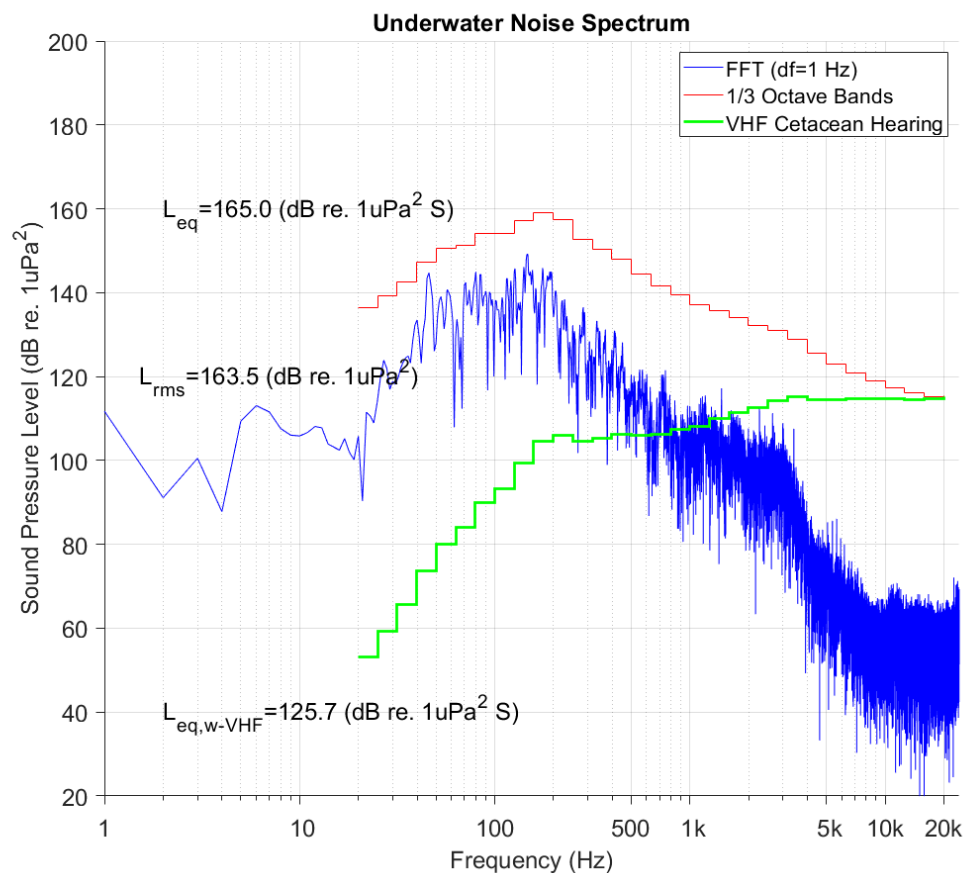
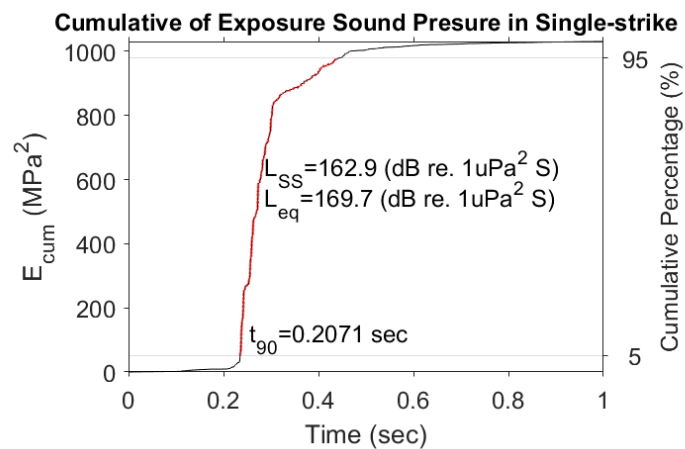
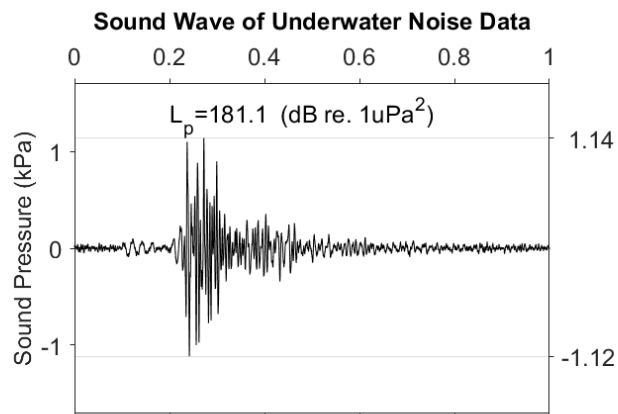


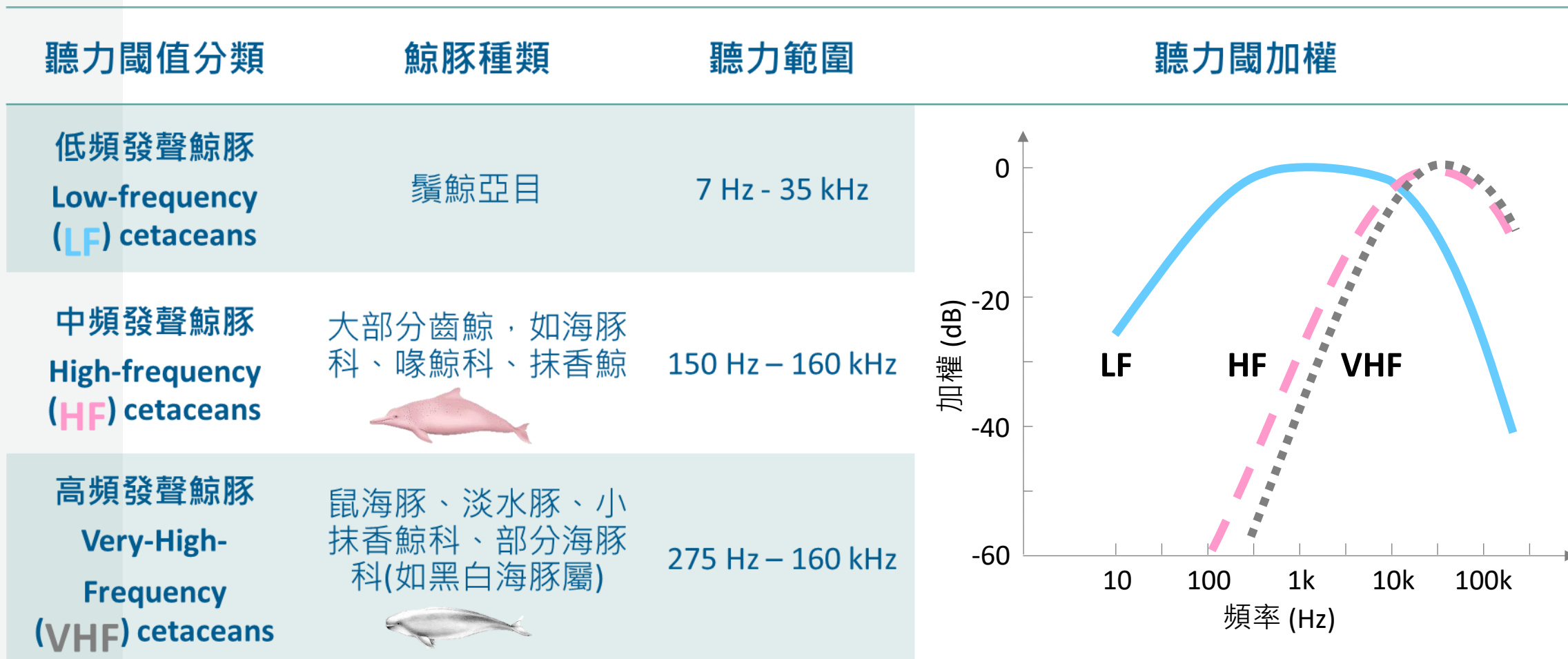
# 鯨聲鯨視必修課

鯨豚生態調查與水下噪音監測評估工具書

湛翔智 魏瑞昌 著







資料來源：Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects. (2019)；知洋科技公司整理



水下噪音曝露 管制閾值 (不超過)	永久性聽力損傷 PTS			暫時性聽力損傷 TTS		
	脈衝噪音 (打樁)		非脈衝噪音 (船舶、風機)	脈衝噪音(打樁)		非脈衝噪音 (船舶、風機)
	Lss 或 Lcum (聽力加權)	Lpeak (未加權)	Leq (聽力加權)	Lss 或 Lcum (聽力加權)	Lpeak (未加權)	Leq (聽力加權)
鯨豚物種						
VHF超高頻發聲鯨豚 (如露脊鼠海豚)	155	202	173	140 	196	153
HF高頻發聲鯨豚 (如台灣白海豚、 瓶鼻海豚、小虎鯨)	185	230	198	170 	224	178
LF低頻發聲鯨豚 (如鬚鯨)	183	219	199	168	213	179

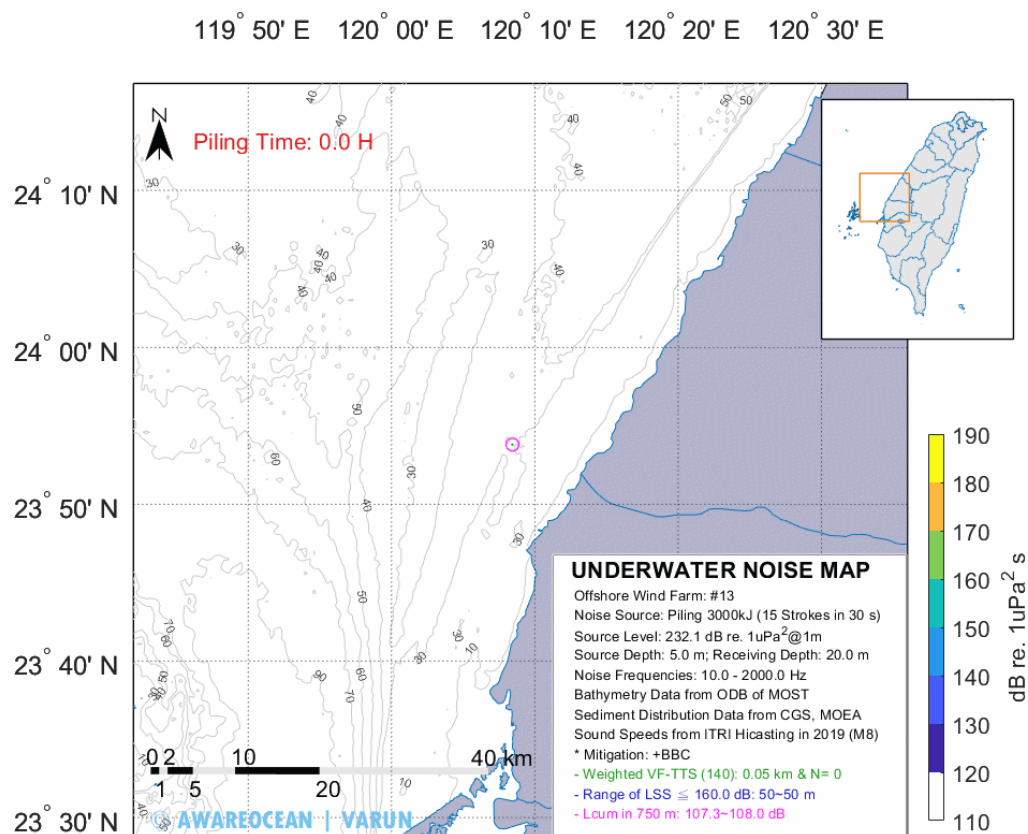
資料來源：Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects. (2019)；知洋科技公司整理

## 減噪後超高頻(VHF)鯨豚聽力加權計算累積聲壓

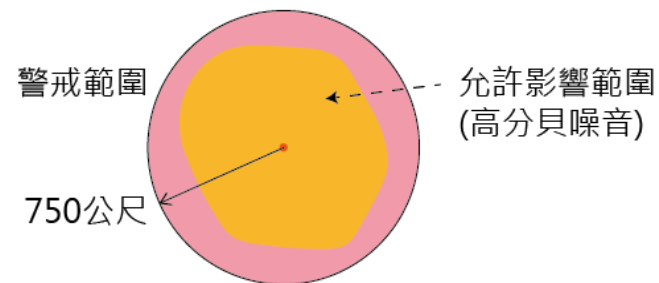
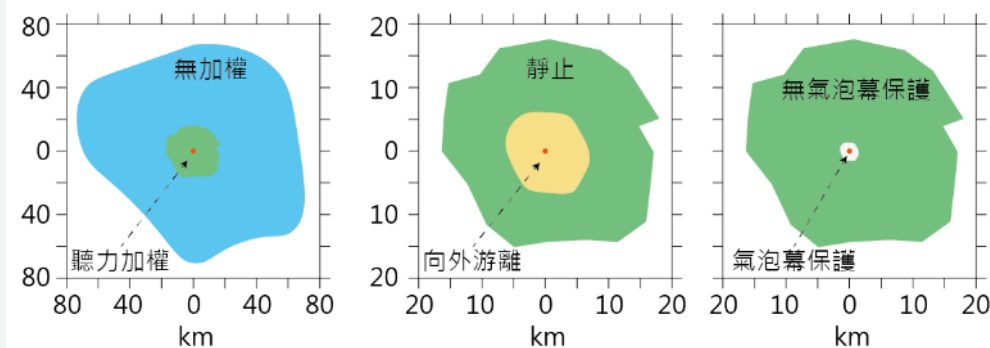
- 超高頻鯨豚(露脊鼠海豚)對噪音曝露管制(聽力加權)暫時聽力損傷(TTS)閾值 $L_{cum,w-VHF}$  140 dB re.  $1\mu Pa^2 s$
- 打樁累計2.5小時發生TTS警戒範圍已超過750公尺  
打樁累計4小時7,200次撞擊造成TTS距離達2.2公里
- 打樁撞擊次數越多(打樁時間越長而不限制)則鯨豚發生TTS的範圍和風險越大

### 評估鯨豚游離發生TTS範圍 假設游離速度為1.5 m/s

打樁時間 (小時)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
打樁撞擊 次數	0	900	1,800	2,700	3,600	4,500	5,400	6,300	7,200
聽力損傷 範圍(公尺)	0	<50	<50	<50	350	800	1.1k	1.7k	2.2k
鯨豚游離 距離(公里)	0	2.7	5.4	8.1	10.0	13.5	16.2	18.9	21.6

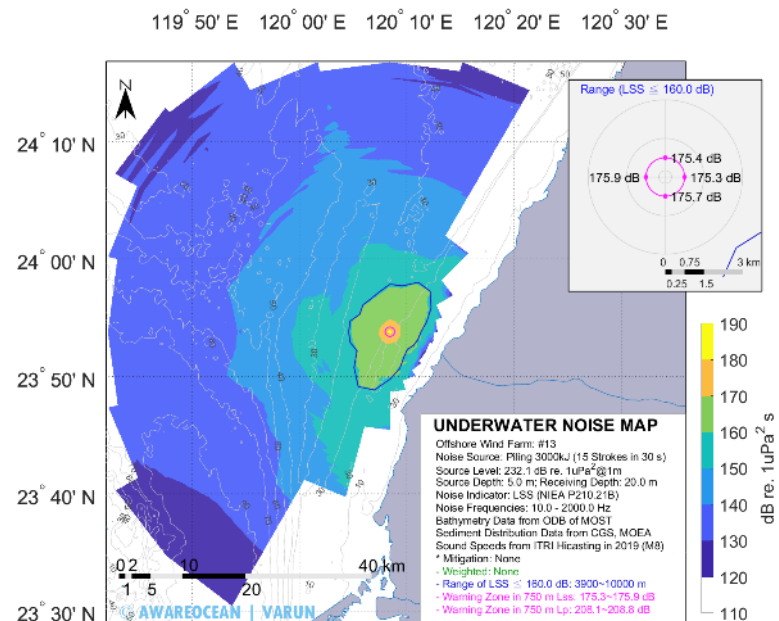


打樁噪音 脈衝波分析法 倍頻濾波 倍頻頻譜 百分位計算 聲源推估 音傳計算 聲曝計算 警戒範圍 水下噪音 影響評估 風險管理 減輕措施 累積影響地圖

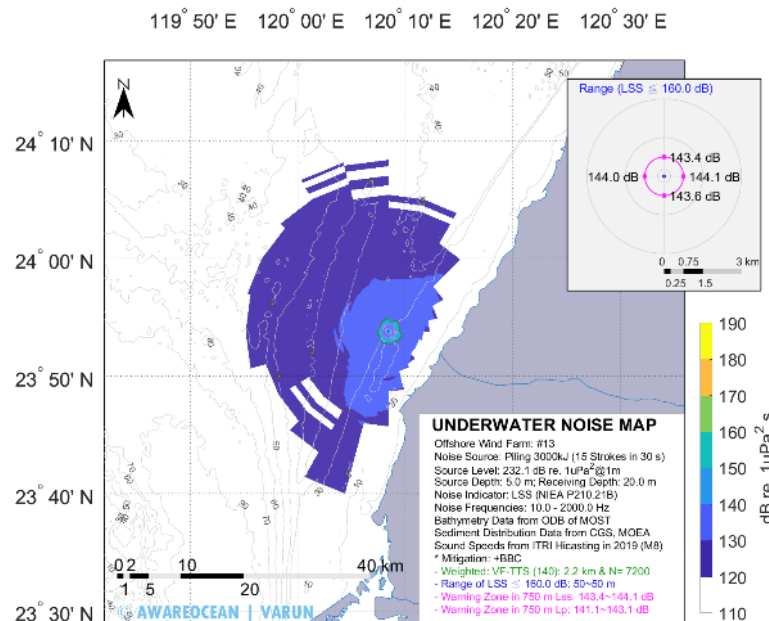


警戒範圍只有  
半徑750公尺  
是否足夠？

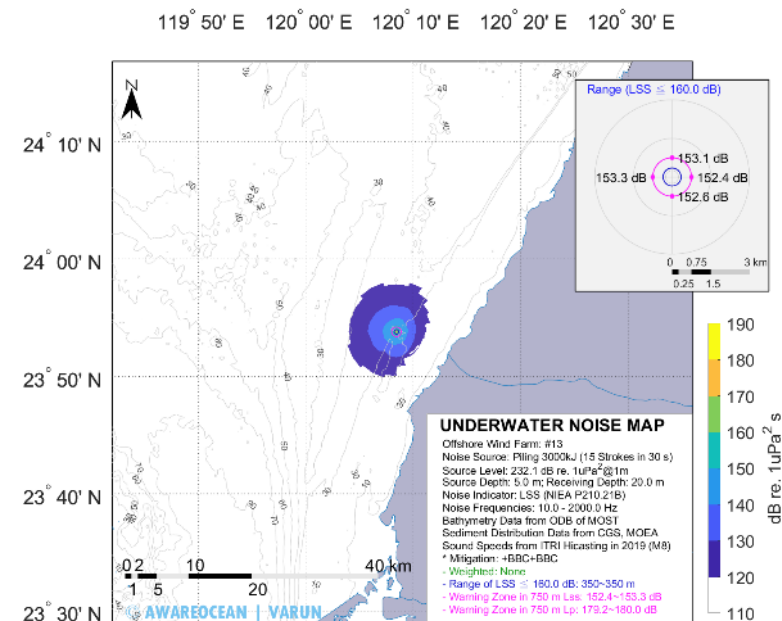
### 最嚴重影響範圍(無減噪；無加權)



### 氣泡幕減噪打樁累計(超高頻鯨豚聽力加權)

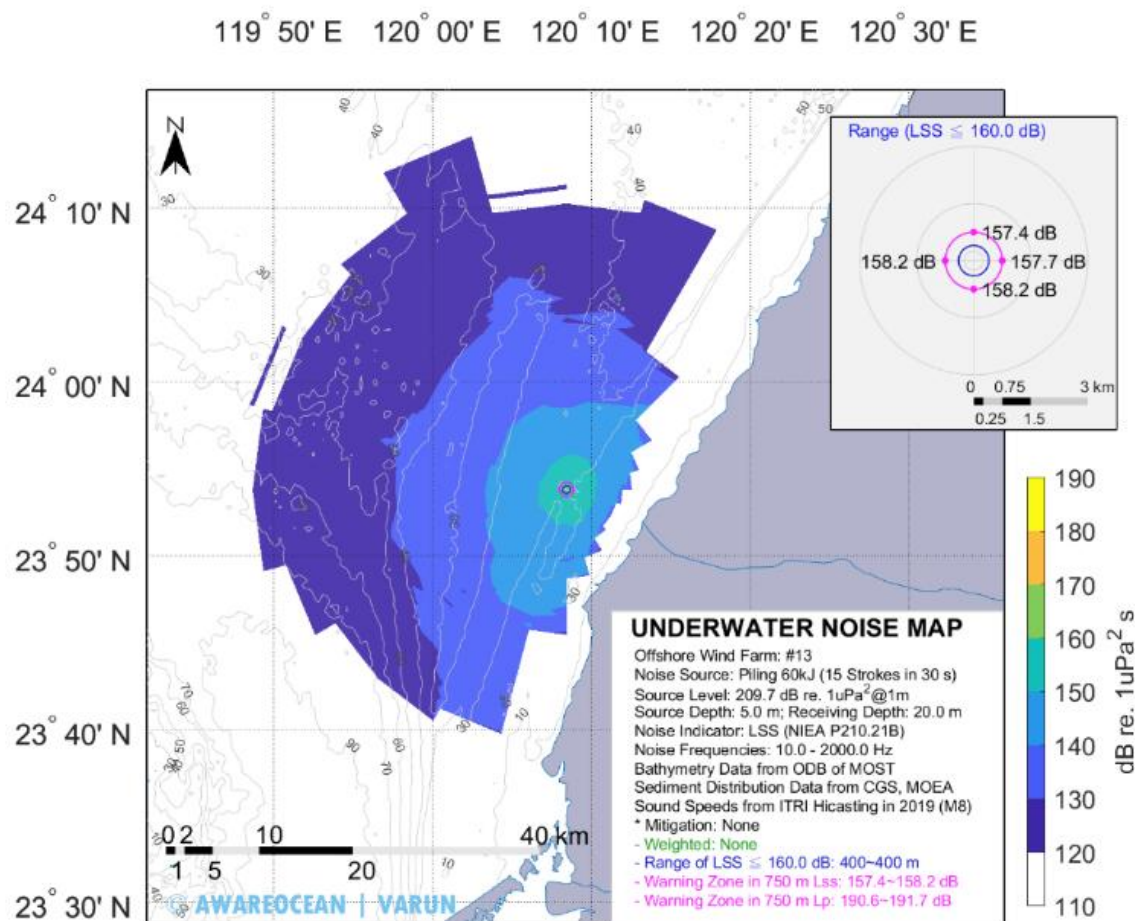


### 氣泡幕減噪效果(無加權/監測值預估)

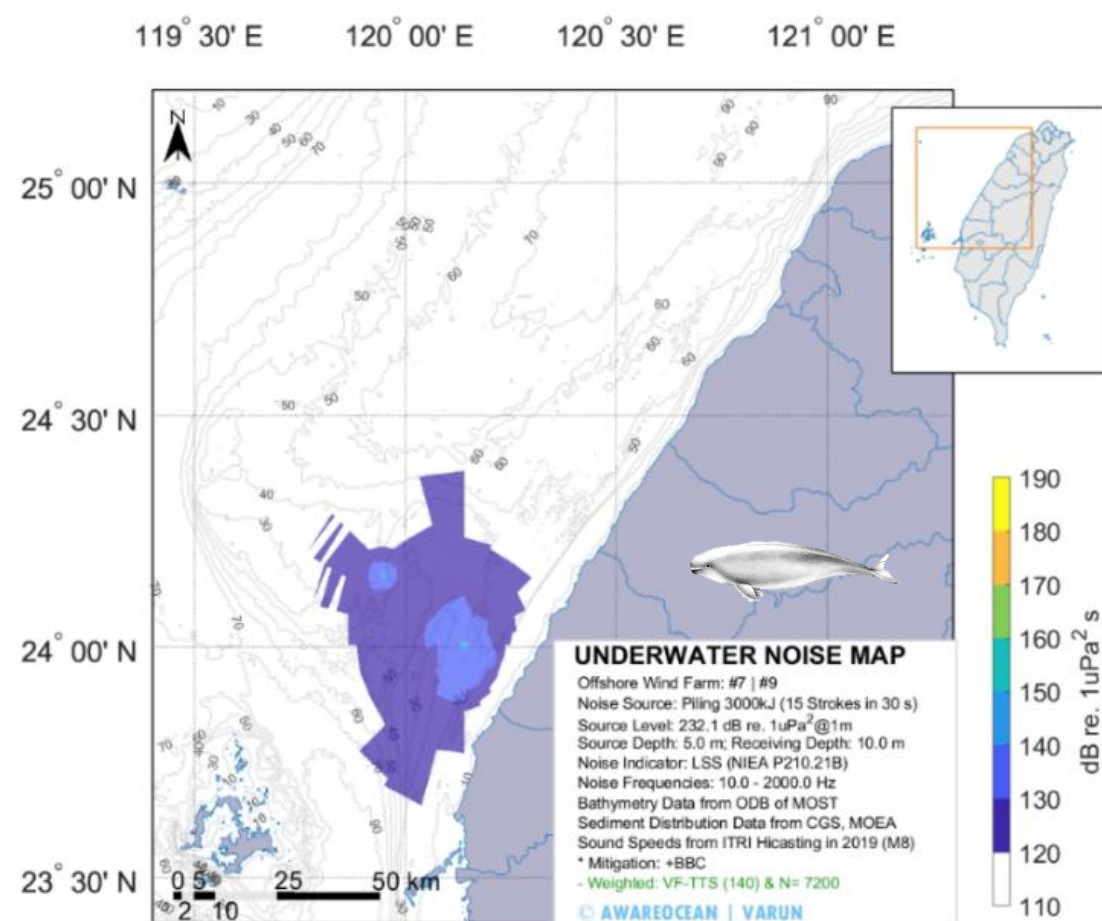




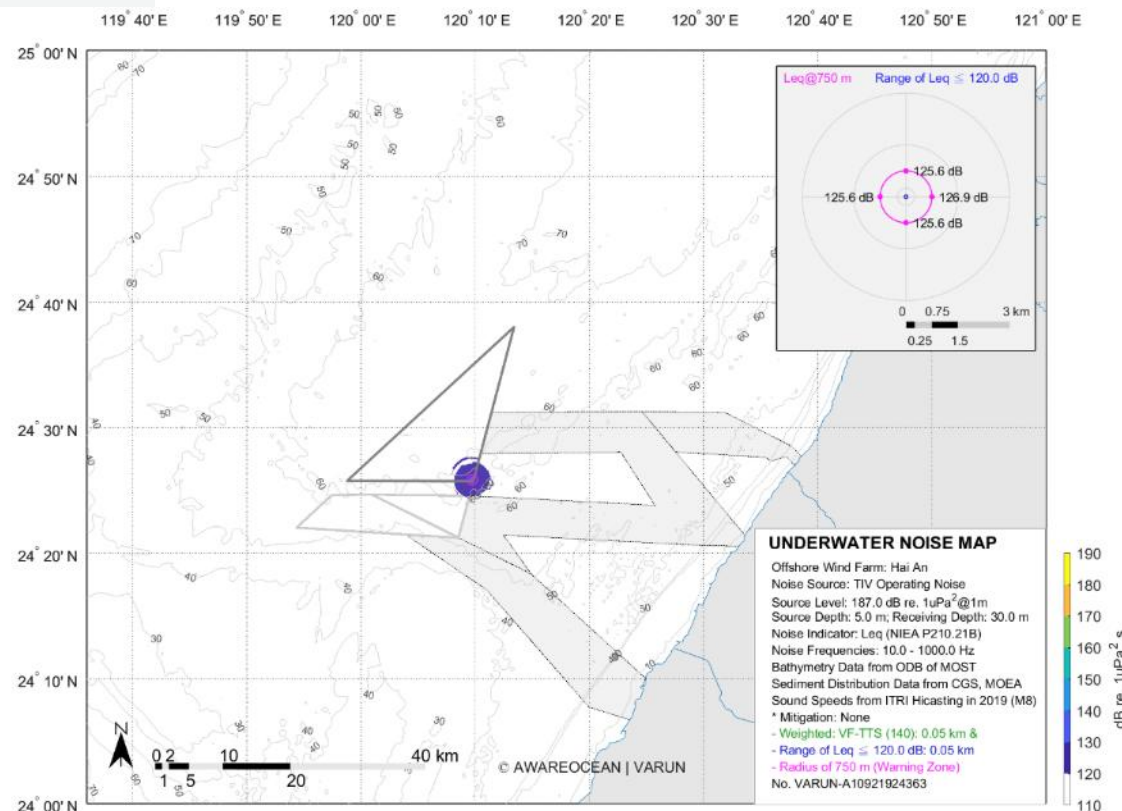
## 打樁緩啟動且減噪失效時最大影響範圍



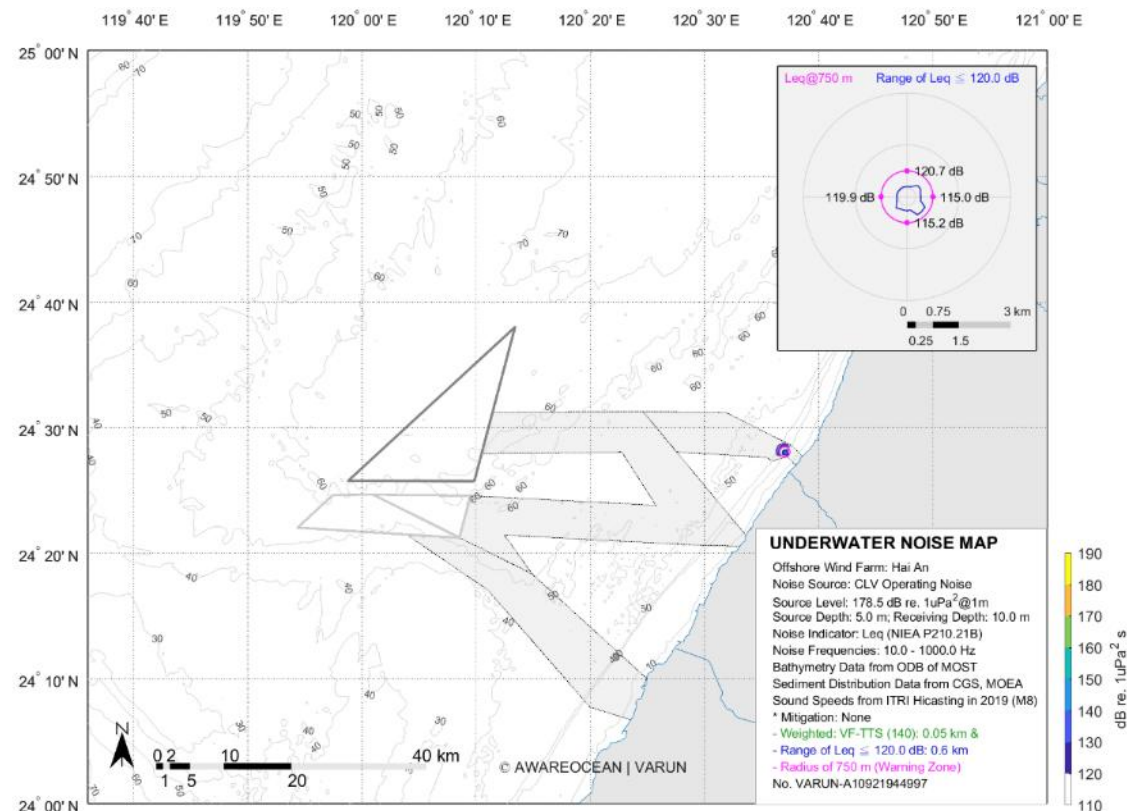
## 同時2處打樁噪音對超高頻鯨豚累積影響範圍



## 離岸風機安裝船噪音對超高頻鯨豚影響評估



## 離岸風場鋪纜船噪音對超高頻鯨豚影響評估



來源：離岸風場開發單位委託報告並已公開於環境部環境影響評估書件查詢系統中

AIS  
船跡

船舶通過CPA時間

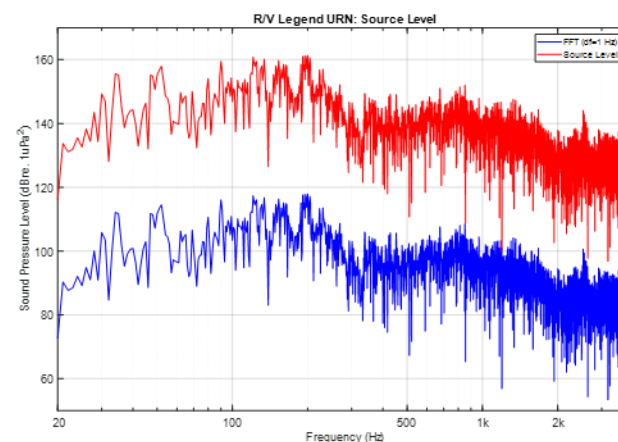
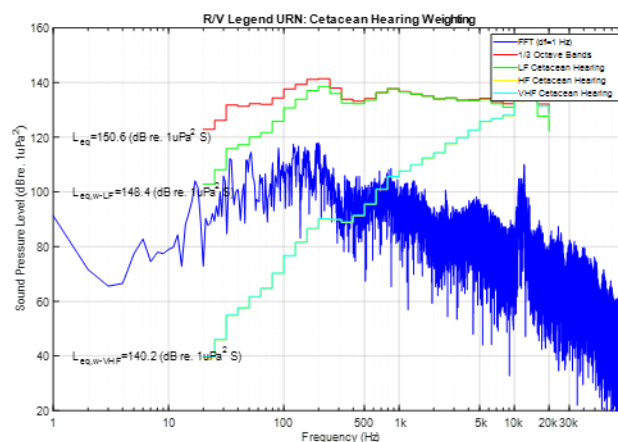
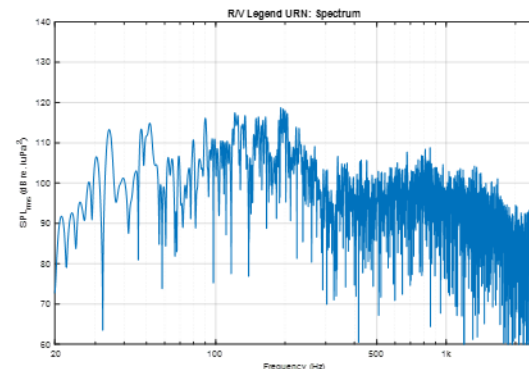
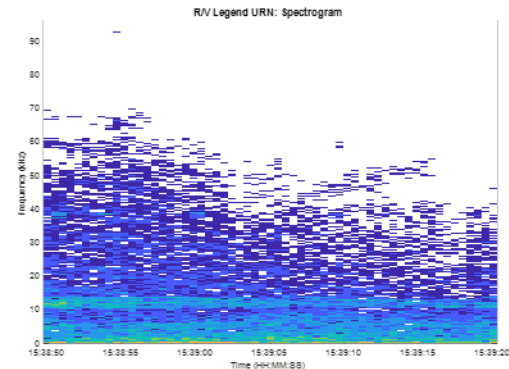
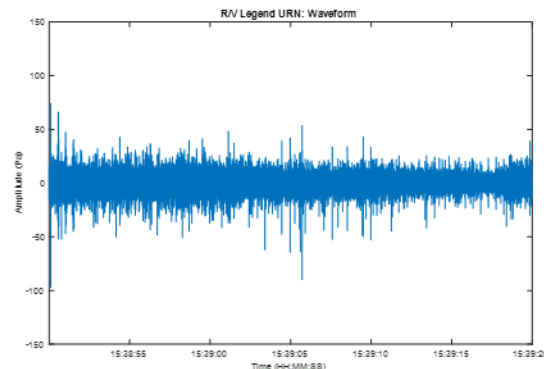
擷取聲波數據

計算聲壓資料

計算聲紋頻譜

水下麥克風

CPA距離

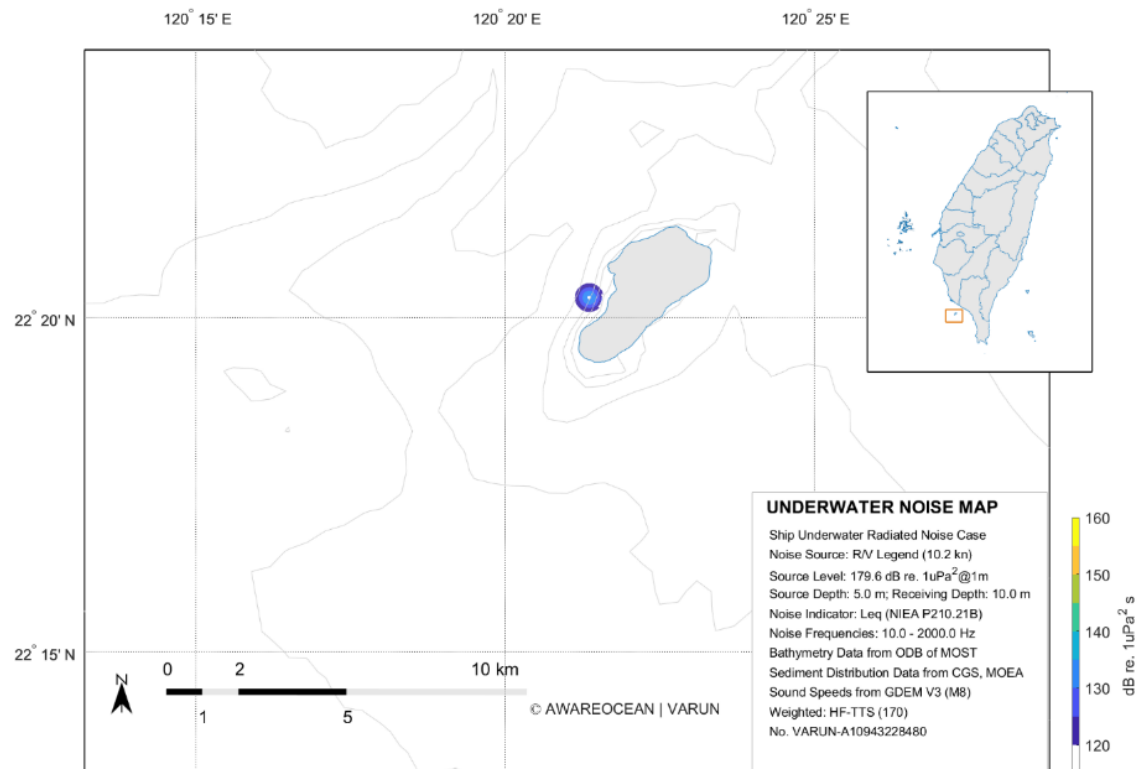


鯨豚聽力加權頻譜

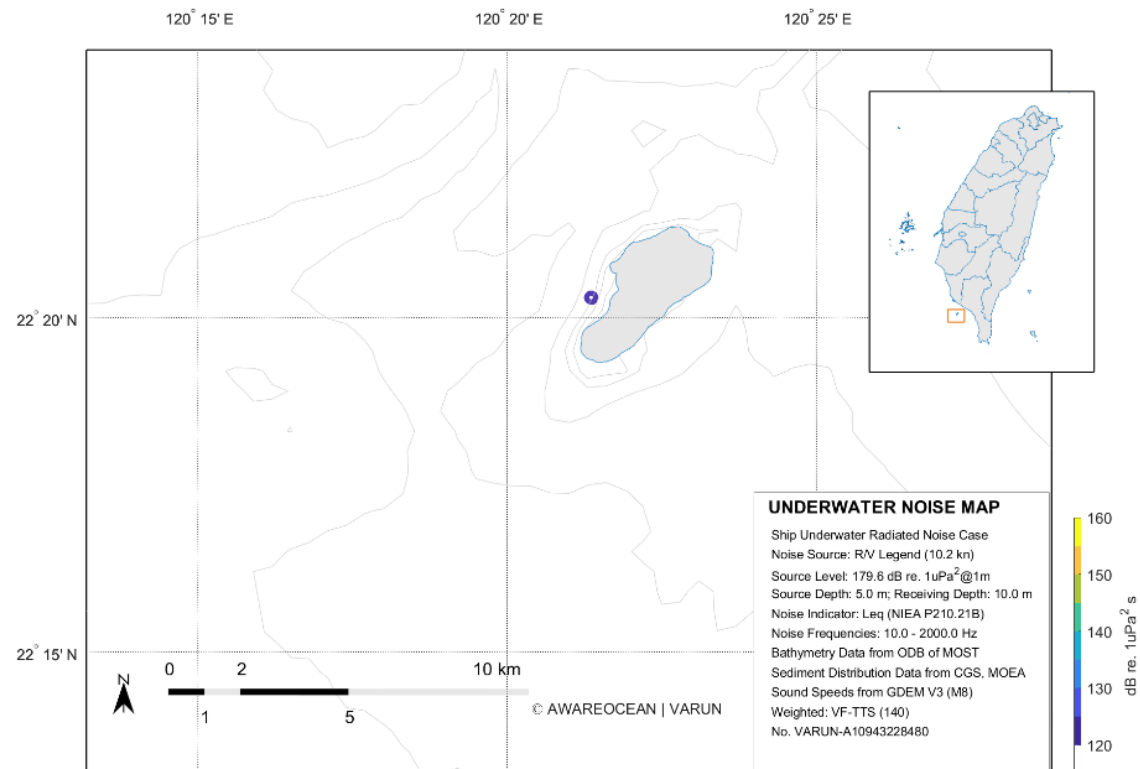
船舶水下噪音聲源



## 航速10.2節排放水下噪音對高頻鯨豚影響



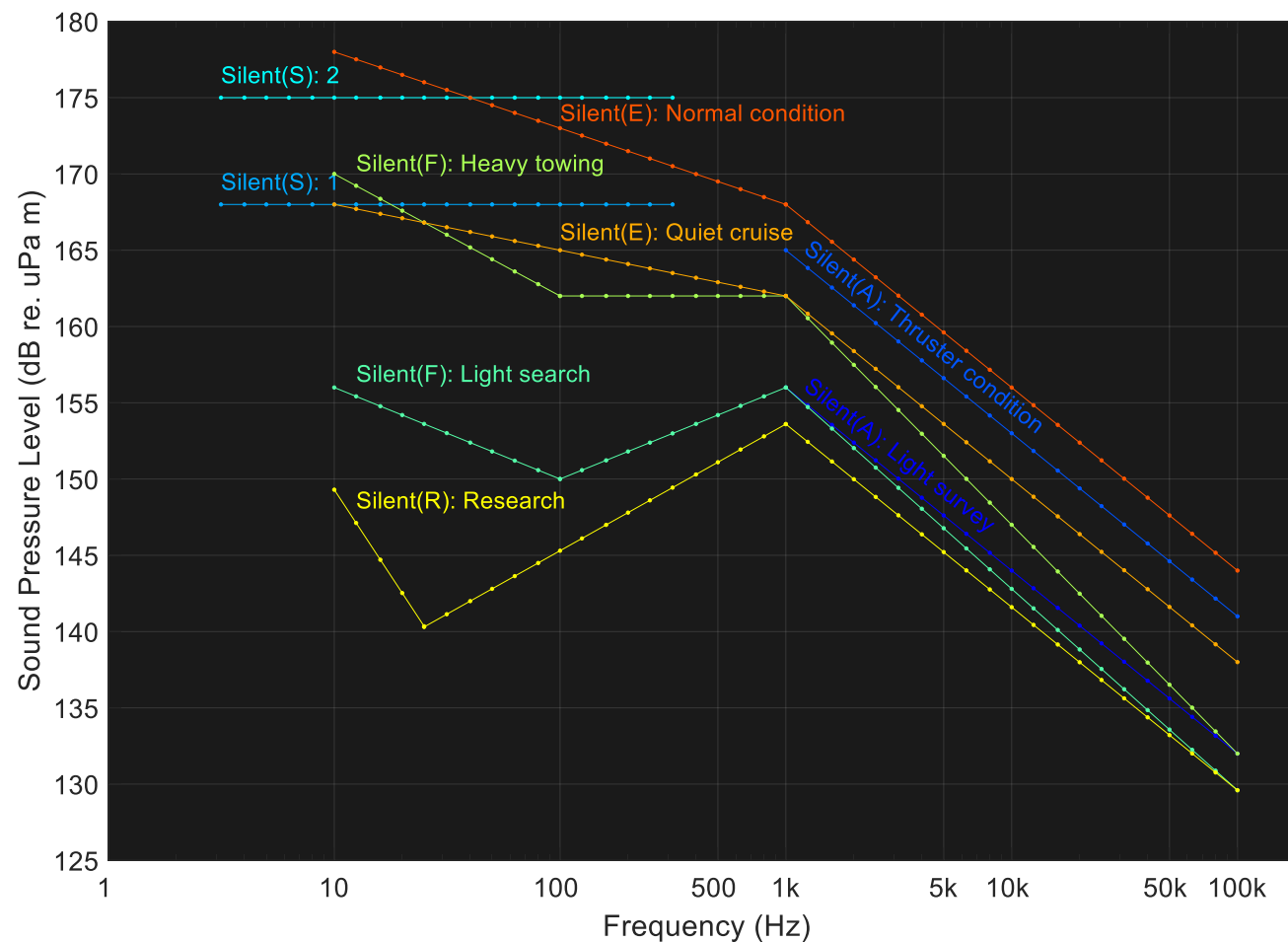
## 航速10.2節排放水下噪音對超高頻鯨豚影響



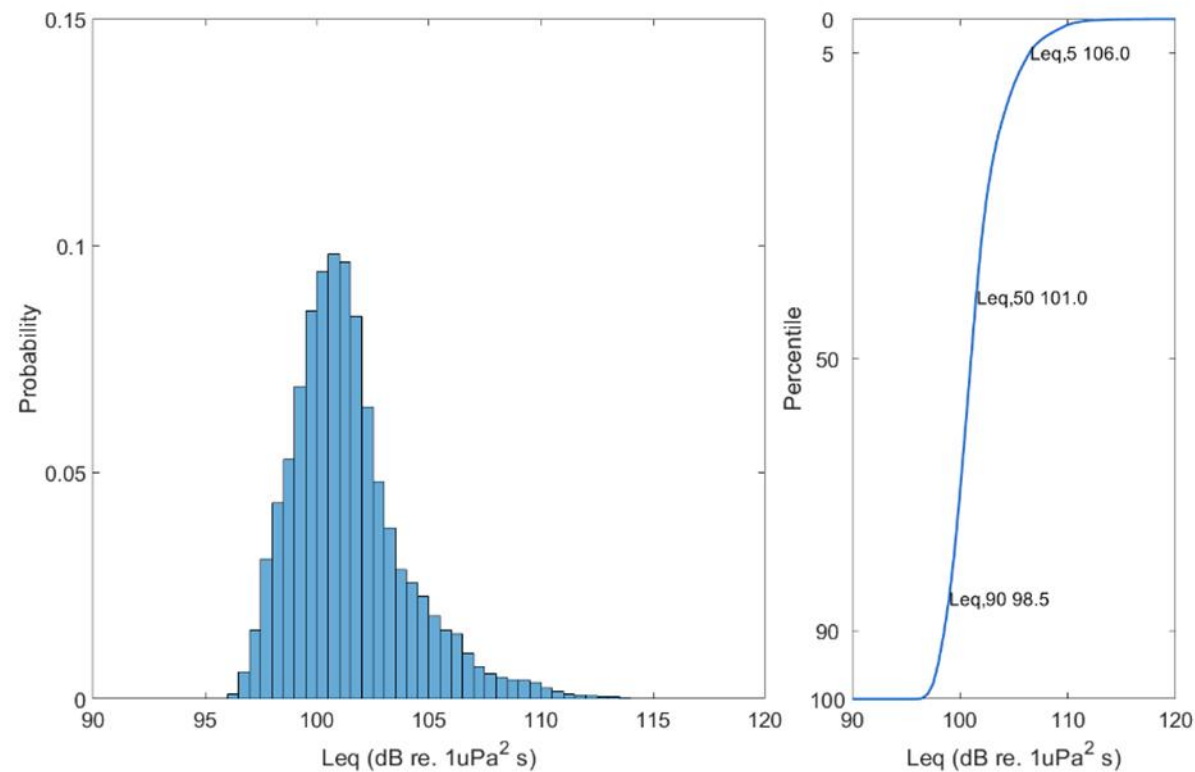
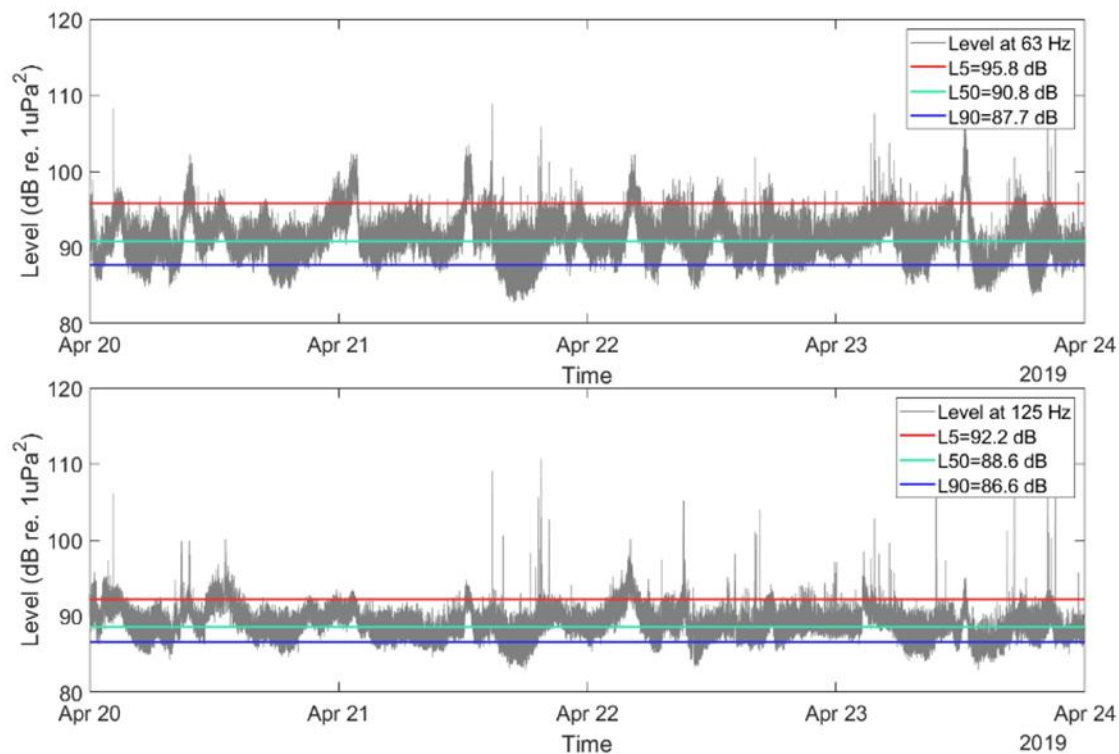


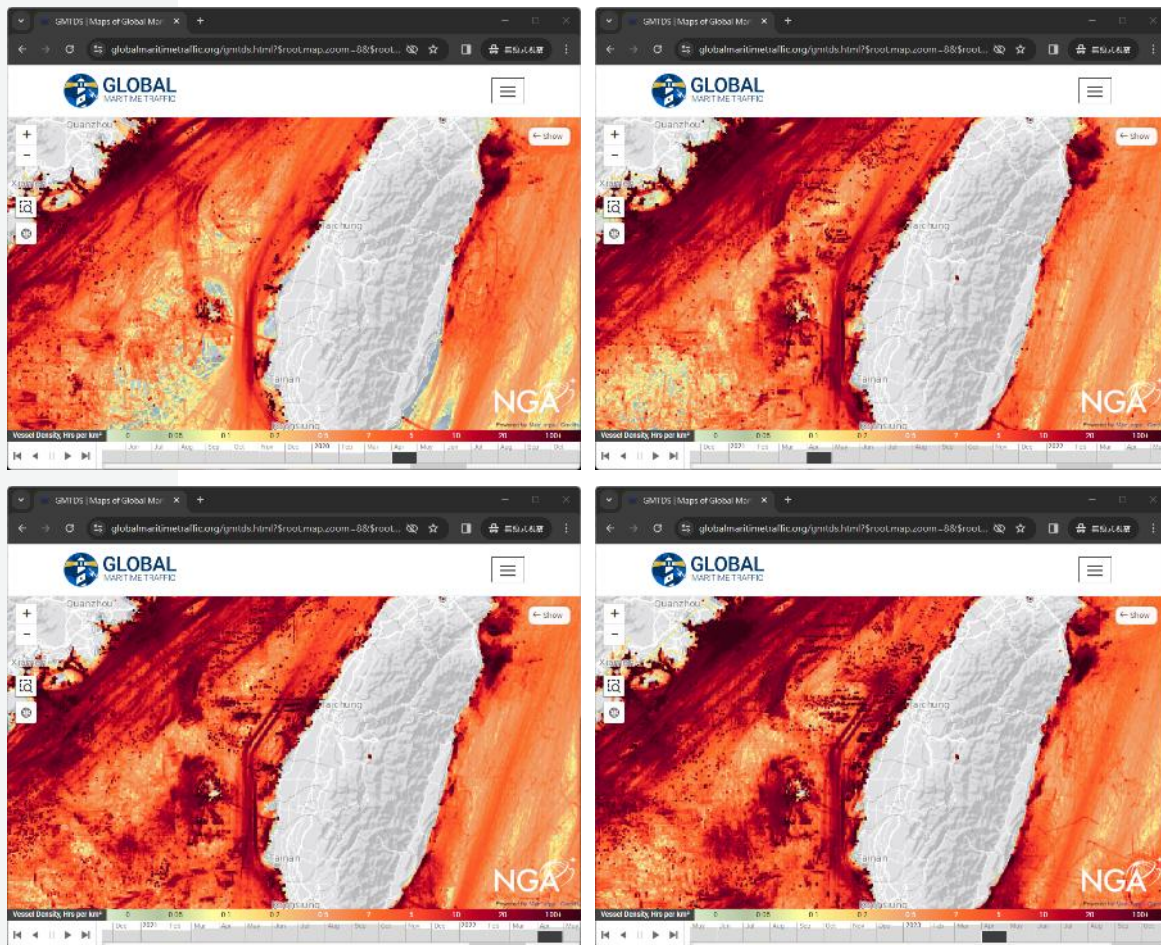
Class notation	Qualifier <sup>1)</sup>	Purpose	Main application
<b>Silent</b>	<b>A</b>	Acoustic 聲納探測	Vessels using hydro-acoustic equipment.
	<b>S</b>	Seismic 震測船	Vessels engaged in seismic research activities.
	<b>F</b>	Fishery 漁船	Vessels performing fishery activity.
	<b>R</b>	Research 研究船	Vessels engaged in research or other noise critical operations.
	<b>E</b>	Environmental 環境保護	All vessel types.
<sup>1)</sup> Qualifiers may be selected independently of vessel type.			

資料來源：DNV-RU-SHIP Pt.6 Ch.7. (2022)

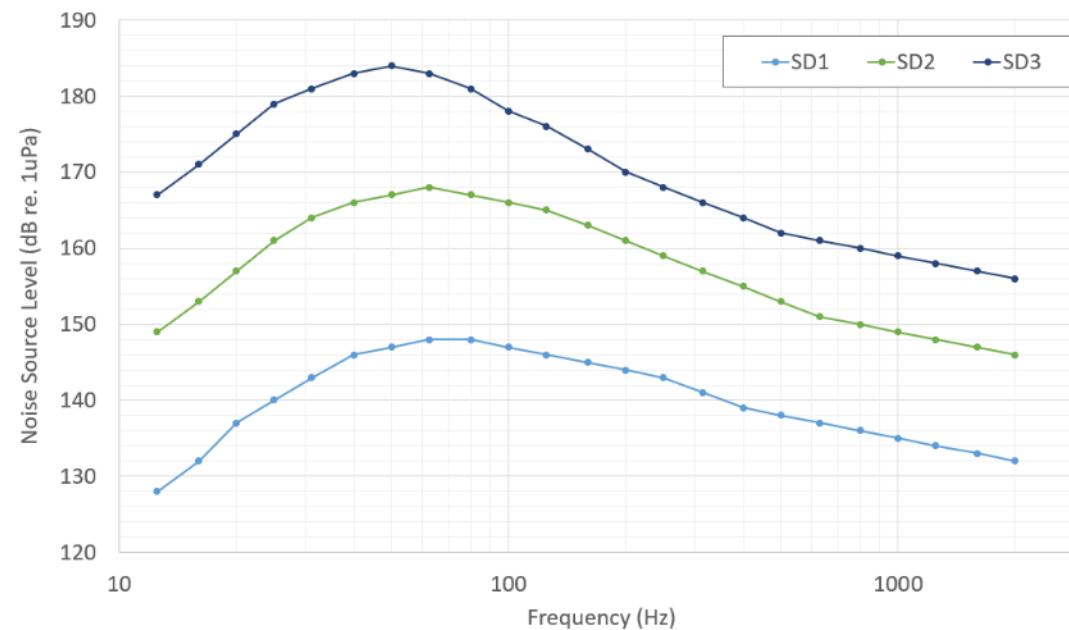


環境噪音 連續波分析法 帶通濾波 聲壓計算 百分位計算 基線估算 船舶密度 海況分級 水下噪音地圖 音傳計算 聲源推估





<https://globalmaritimetraffic.org/>



- 船舶聲源位準代表網格密度 $0.1 \times 0.1$ 度
- 船舶密度漸增應由水下噪音測量值修正



環境噪音

連續波  
分析法

帶通濾波

聲壓計算

百分位  
計算

基線估算

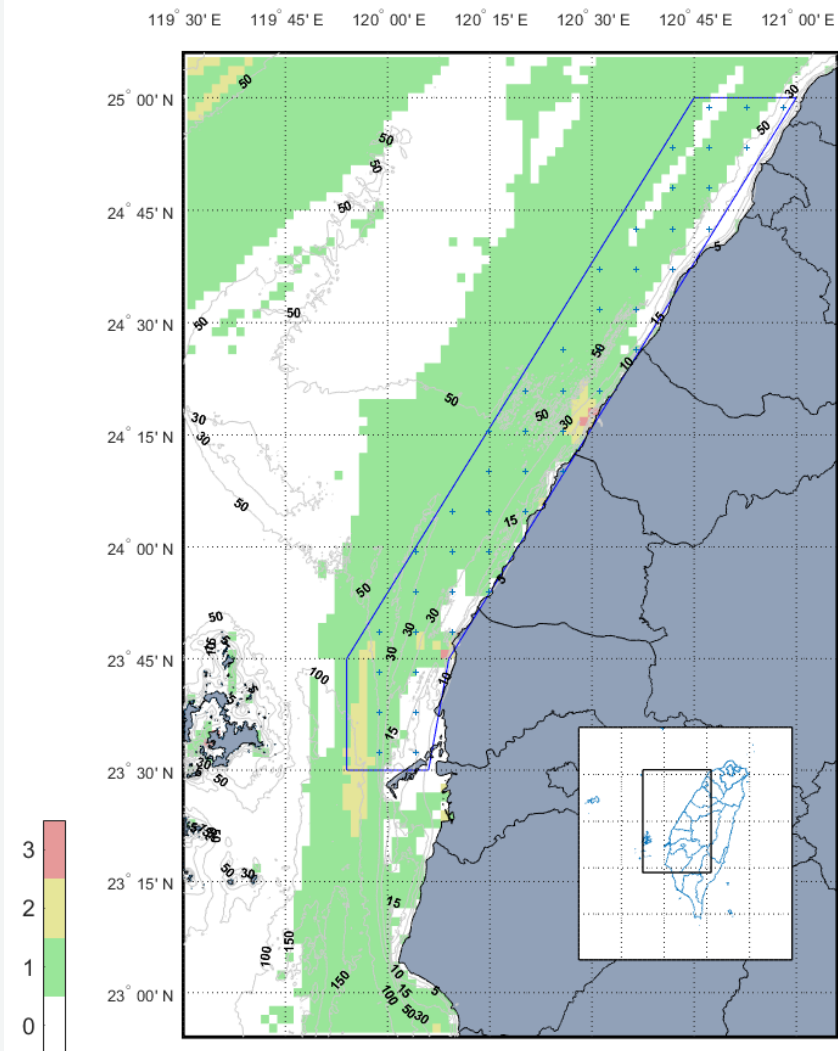
船舶密度

海況分級

水下噪音  
地圖

音傳計算

聲源推估

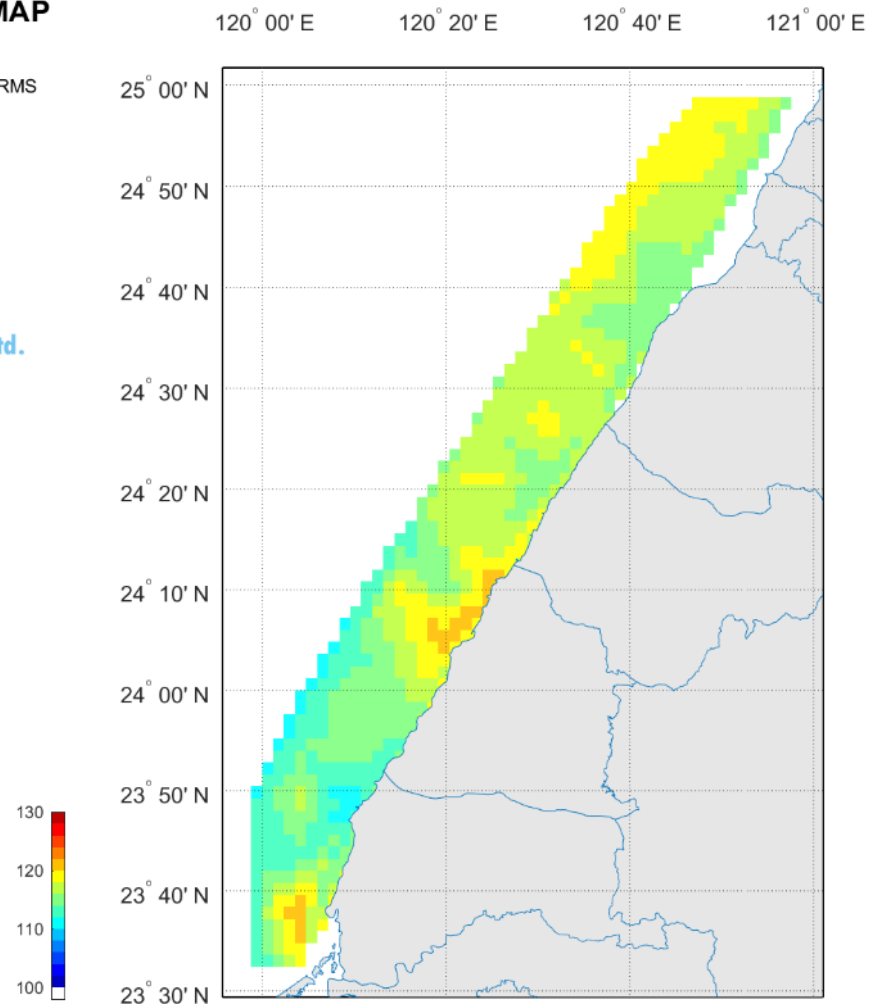
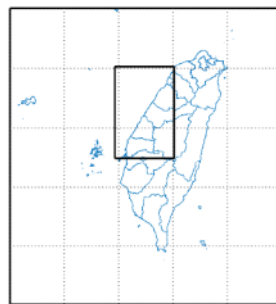


### UNDERWATER NOISE MAP

Noise Source: Shipping (AIS)  
 Source Level: Shipping Density (0-3) RMS  
 Source Depth: 5.0 m  
 Frequency: 10.0 - 2000.0 Hz  
 Location: Taiwan Strait  
 Receiving Depth: 2 m  
 Bathymetry: ODB-MOST  
 Sound Speed: SSP Hi2019

Awareocean Technology Co., Ltd.

Copyright © Awareocean  
 service@awareocean.com  
 No. VARUN-A10599350506



# 海洋環境噪音變動對聲納偵測效能預估影響

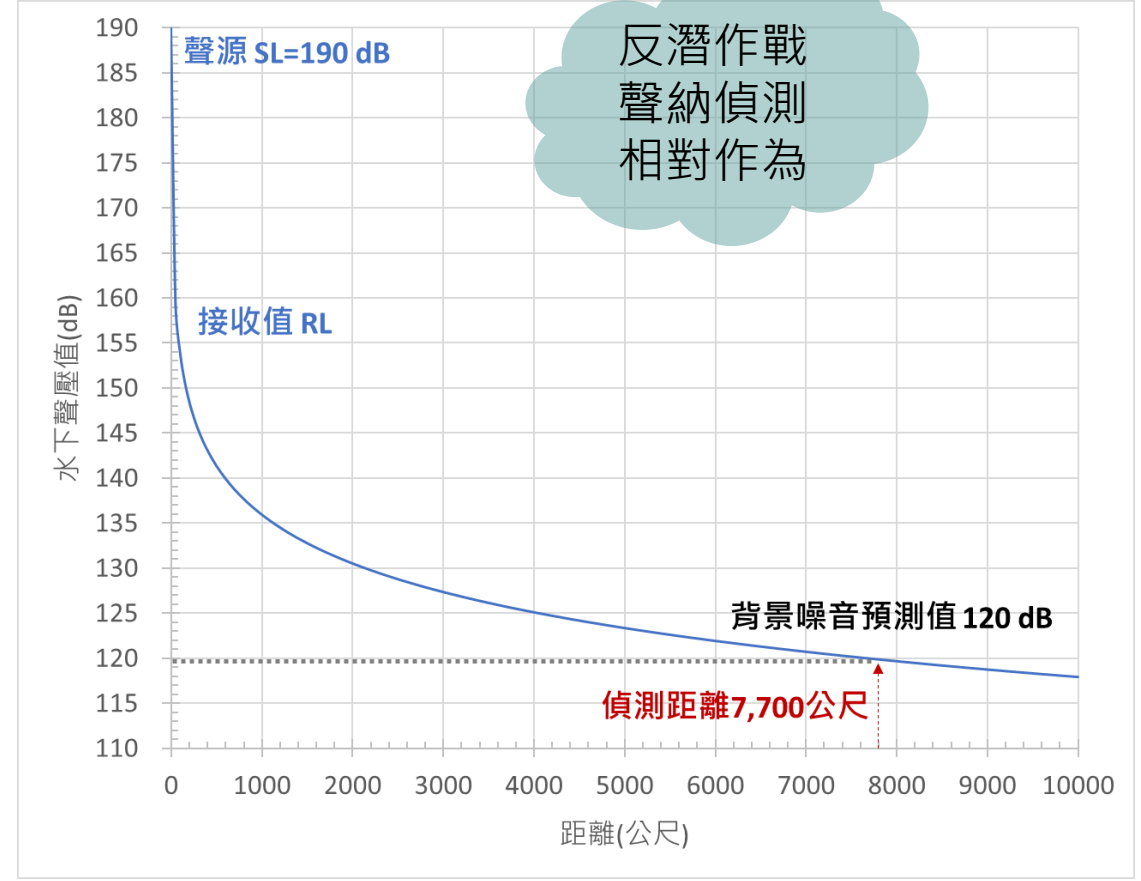
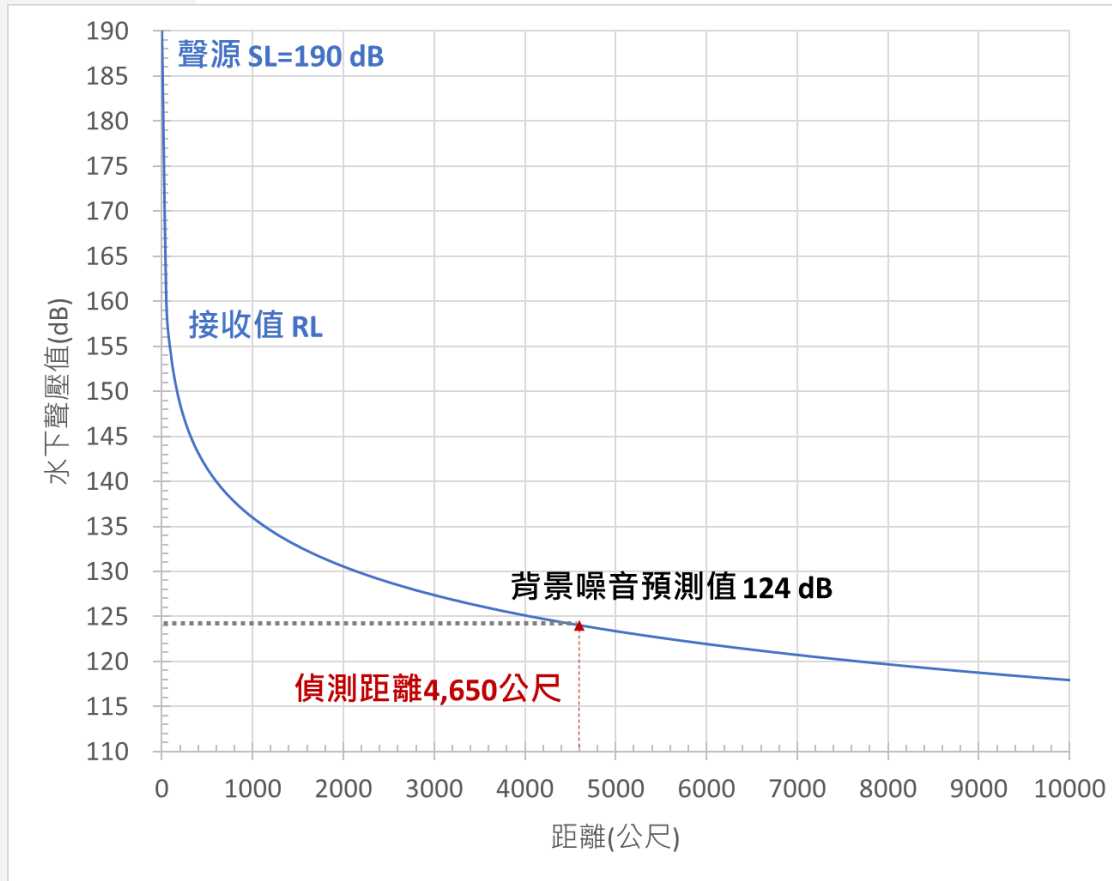
被動聲納之噪音遮蔽條件



聲納偵測最大概似率50%

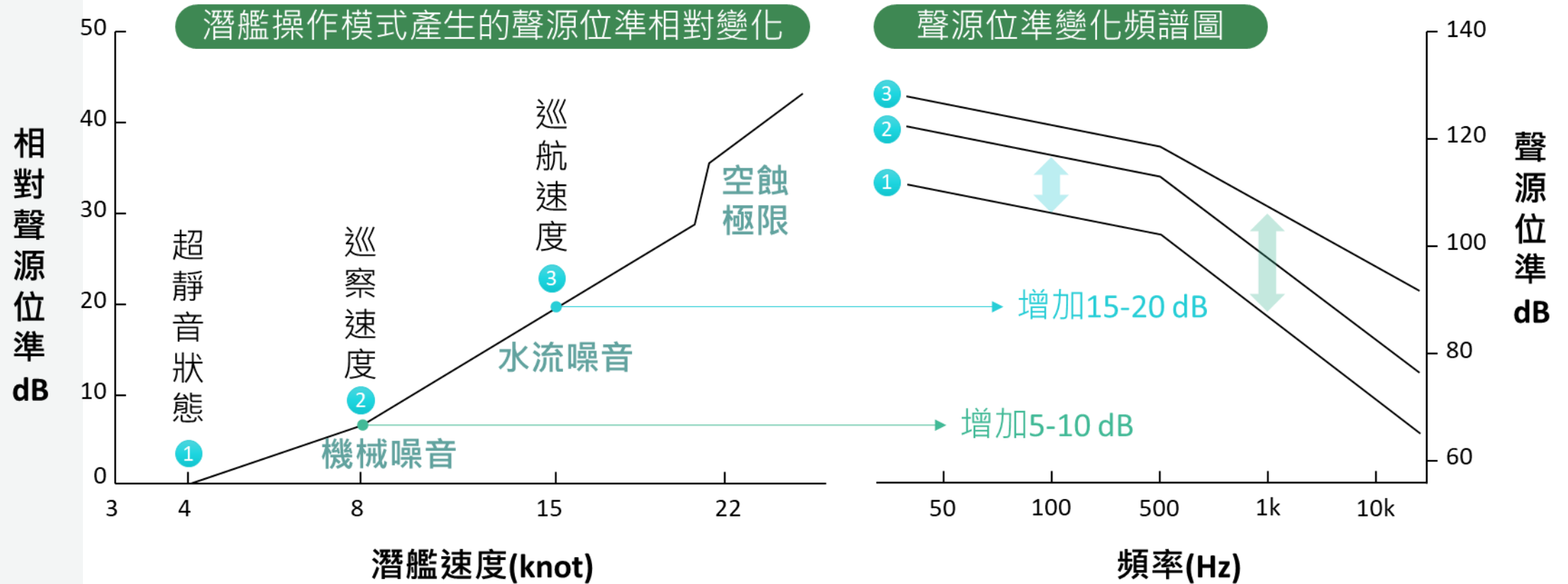


聲納偵測距離概估偏差



# 潛艦加速產生水下(自身)噪音變化之關係

參考數據



# 船舶排放水下噪音管制之國際趨勢

船艦自身  
振動噪音  
監測管制



船舶排放  
水下噪音  
污染防制

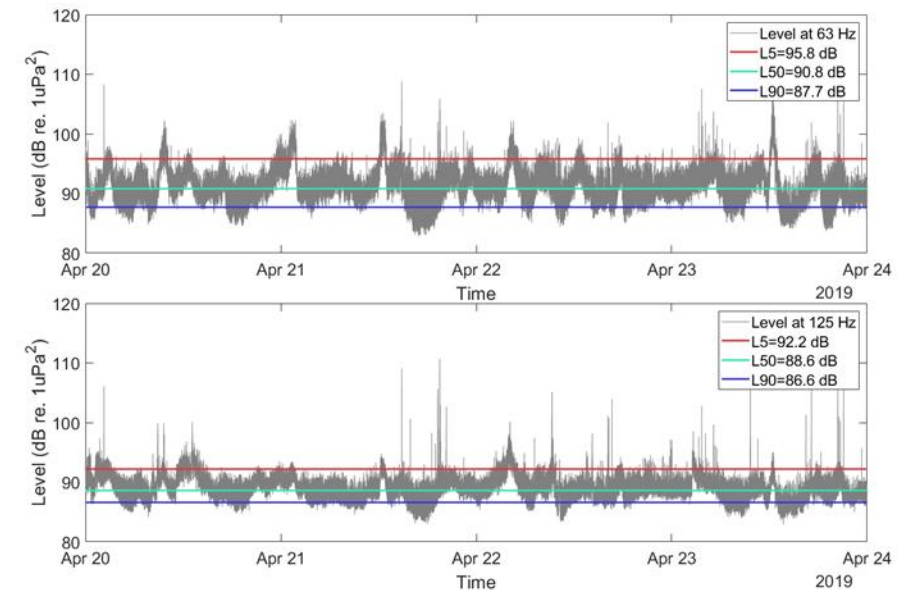
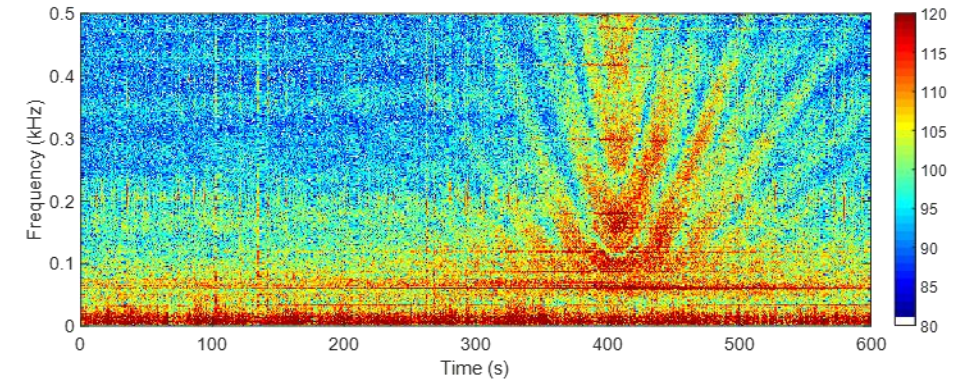
IMO Guideline  
MEPC.1/Circ.906  
(22 August 2023)

國際船級組織之認證

- DNV-GL Silent URN
- ABS 2024
- BV NR614 R02
- ... (至少7家)

歐盟推動MSFD (2008/56/EC)

- 港口租稅優惠獎勵(目前)
- 海域低頻噪音監測與管制





# 海洋空間規劃之水下噪音影響評估

階段	關鍵主題	評估指標
分析 與 評估	1. 水下噪音可質化與量化	列為評估項目
	2. 水下噪音源可描繪在地圖上	噪音來源評估
	3. 水下噪音對影響受體分布可描繪在地圖上	影響受體評估
	4. 水下噪音影響海洋環境可描繪在地圖上	影響路徑評估
	5. 水下噪音屬於累積影響分析範疇	累積影響評估
規劃	6. 規劃目的與目標明確地考慮到水下噪音問題	規劃目標之一
	7. 有具體規劃措施來解決水下噪音問題	規劃措施之一
	8. 各種規劃情境及措施方案有納入水下噪音問題	規劃情境之一
	9. 利害關係人提出更多明確的水下噪音問題與相關措施	有佐證意見
執行 與 監測	10. 有其他水下噪音相關法規可運用在海洋空間規劃與執行	與其他法規統整
	11. 水下噪音及來源屬於海洋保護區監測範圍及特定指標	監測項目之一
	12. 在規劃水域設置水下噪音監測系統，監測結果將作為預定措施與海洋空間規劃之最終效力參考	有設置監測系統

來源：參考歐盟SATURN計畫

# 水下噪音協會 成立大會

2025年4月22日 (二) 10:00 ~ 15:30

台北市內湖區安康路20號2樓(興富發T1)

線上報名參加會議

<https://reurl.cc/XZvrAj>



## 水下噪音協會 第 1 屆第 1 次會員大會暨理監事聯席會議議程

會議名稱	時間	議程說明
2025 年 4 月 22 日 成立大會 ( 第 1 屆第 1 次會 員大會 ) 暨第 1 屆第 1 次理 監事聯席會議 (2F)	10 : 30	會員報到、繳納會費及領取選票與投票
	11 : 00	籌備會主任委員 湛翔智 致詞
	11 : 15	合影
	11 : 20	案由 1 : 114 年度、115 年度(次年度)工作計畫、收支預算表案， 提請會員同意 案由 2 : 章程案，提請會員同意
	12 : 00	辦理第 1 屆第 1 次理事、監事選舉事宜、宣佈當選名單
	12 : 30	理監事聯席會議：6F 環興公司會議室 主席致詞及當選第 1 屆理事及監事介紹
	13 : 10	午餐 (用餐地點： 1F 交誼廳)
	13 : 25	案由 1 : 聘用工作人員(秘書長)案，提請理事通過 案由 2 : 會址及聯絡電話案，提請理事通過 選舉第 1 屆常務理事、理事長及常務監事及宣佈 當選
	13 : 40	第 1 屆理事長致詞
水下噪音 專題演講 (2F)	13 : 50	臨時動議
	14 : 00	主持人：國立中山大學海下科技研究所 魏瑞昌 助理教授
	14 : 10	主題：氣泡幕於水下減噪上的應用 講者：國立成功大學水利及海洋工程學系 黃清哲 名譽教授
	14 : 50	主題：水下噪音協會展望 講者：知洋科技股份有限公司 湛翔智 總經理
	15 : 30	賦歸

## 感謝聆聽 敬請指教

知洋科技股份有限公司

新北市新莊區中正路657-2號3樓

T +886-2-2908-2150

F +886-2-2908-2151

E [service@awareocean.com](mailto:service@awareocean.com)

W [www.awareocean.com](http://www.awareocean.com)

