

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

「亞洲海域國際聲學實驗」總計畫

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC90-2611-E-002-040

執行期間：90 年 8 月 1 日至 91 年 7 月 31 日

計畫主持人：陳琪芳

共同主持人：中山大學劉金源、中山大學魏瑞昌、海軍官校宋馭民、成功大學涂季平

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：國立台灣大學工程科學及海洋工程學系

中 華 民 國 九 十 一 年 十 二 月 二 十 五 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

「亞洲海域國際聲學實驗」總計畫

計畫編號：NSC90-2611-E-002-040

執行期限：90 年 8 月 1 日至 91 年 7 月 31 日

主持人：陳琪芳 國立台灣大學工程科學及海洋工程學系

共同主持人：中山大學劉金源、中山大學魏瑞昌、海軍官校宋馭民、成功大學涂季平

一、中文摘要

本整合計畫之研究總目標為從事海洋聲音傳播、背景噪音、散射及混響理論與實驗研究。參予亞洲海域國際聲學實驗，藉由資料分享獲得海域聲學實驗數據，進行數據分析及理論驗證。由美國 ONR(Office of Naval Research)策劃並推動的「亞洲海域國際聲學實驗」(Asian Seas International Acoustics Experiment, 簡稱 ASIAEX)參與的國家包括美國、中國大陸、台灣、韓國、新加坡等環太平洋國家，於 2001 年 5 月至 6 月，在中國東海(East China Sea)與中國南海(South China Sea)進行聲波傳播(propagation)、散射(scattering)、混響(reverberation)、地聲反算(geoacoustic inversion)等實驗，規模之大，前所未有。國科會於八十八年度及八十九年度支持一兩年期之特約研究計畫(亞洲國際海域聲學實驗研究計畫(1/2)(2/2)，由台大海洋所唐存勇教授擔任主持人，今年五月之海上實驗已圓滿完成。國科會工程處支持。本整合計畫繼續參與此國際研究計畫，進行實驗數據分析、聲學模式建立、及補齊海洋地質資料之蒐集。

關鍵詞：海洋傳播、背景噪音、散射

二、緣由與目的

本整合計畫之研究總目標為從事海洋聲音傳播、背景噪音、散射及混響理論與實驗研究。參予亞洲海域國際聲學實驗，藉由資料分享獲得海域聲學實驗數據，進行數據分析及理論驗證。水下聲學(underwater acoustics)牽涉範圍十分廣泛，而傳播(propagation)、散射與混響(scattering and reverberation)為重要研究課題。在學

理上，兩者因理論架構、切入觀點、實驗設計、儀器需求不盡相同，不過，在整個海洋聲學架構下，彼此之間又可相互支

援。因此，在研究課題具有獨立性、整體又可相互支援的情況下，為有效率執行計畫，本計畫可分成兩個研究重點進行整合研究，即是以聲波經過大陸棚裂(continental shelf break)傳播為研究重點，另外則是以散射與混響研究為主。由美國 ONR(Office of Naval Research)策劃並推動的「亞洲海域國際聲學實驗」(Asian Seas International Acoustics Experiment, 簡稱 ASIAEX)，歷經多年的籌劃，目前正積極的展開。此一國際型計畫參與的國家包括美國、中國大陸、台灣、韓國、新加坡等環太平洋國家，於 2001 年 5 月至 6 月，在中國東海(East

China Sea)與中國南海(South China Sea)進行聲波傳播(propagation)、散射(scattering)、混響(reverberation)、地聲反算(geoacoustic inversion)等實驗，規模之大，前所未有。其實驗地點已屬台灣附近海域(參見圖一)，且聲學在海洋的應用涉及國防需求，因此，國科會於八十八年度及八十九年度支持一兩年期之特約研究計劃(亞洲國際海域聲學實驗研究計劃(1/2)(2/2)，由台大海洋所唐存勇教授擔任主持人，陳琪芳、劉金源及呂維理三位教授為共同主持人，魏瑞昌及宋馭民教授為協同主持人，楊穎堅博士為博士後研究)，今年五月之海上實驗已圓滿完成。本整合計劃即接續此特約計劃，繼續參與此國際實驗研究，進行實驗數據分析、聲學模式建立、及補齊海洋地質資料之蒐集。希望藉此國際合作之機會，汲取經驗，提昇國內水聲研究的水準。對於實驗資料的分析與應用，或依我國自身需求，持續進行研究，並掌握台灣附近海域之聲學資料。因此，參與 ASIAEX 有助於催化國內海洋聲學之研究，並朝建立研究能量的目標前進。

聲波在海洋中傳播、散射、混響之研究，需要海洋環境之基本資料，包括海洋底部(地形、地質)、水文資料(聲速、密度)、海洋動態因子(海流、內波)等，因此本整合計劃也包括海洋地形、底質聲學性質及海洋底部深層結構之測量。本整合計劃有七個子計劃，12 位研究學者，其分工架構如圖二所示；由於聲音散射與混響為聲音傳播之多重路徑、介面效應及介質之非均勻度效應的研究，聲音傳播及散射與混響兩個主題之關係密切；並且聲音在海中的各種現象與海洋環境息息相關，所需之六大環境輸入資料為

(1)水文資料，(2)精確水深資料(Bathymetric charts)，(3)測深儀(12KHz 或 3.5KHz)記錄(Echo Sounder Records)，(4)沉積物採樣及其聲學性質，(5)震測反射記錄(Acoustic

Reflection Profile Records)，(6)大角度反射、折射量測(Wide-Angle Reflection and Refraction Measurements)。雖然實驗地點之地形已有初步測量，海底精密地形及底質的資訊仍缺，故本年度原規劃之子計劃中亦有包括地形、底質之測量。此資訊可提供其他子計劃使用，可惜地質部份未獲通過，下年度希望能再提相關之計劃。上述六項環境資料除了第一項水文資料將於

今年五月實驗進行時，與聲訊一起蒐集外，第(4)項資料將由子計劃六負責、第(5-6)項資料將由子計劃四負責。子計劃一為研究海洋內波對音傳能量分布之影響與子計劃四(研究及建立利用音傳能量分布變化反算海洋聲速之變化，亦即內波之變化)互為正算及反算模式之關係；同時又與子計劃七(研究內波與聲波相互作用-著重混響散射效應)可作成果交流。子計劃五針對背景噪音部份研究。子計劃七發展海床及海面散射與混響理論，也將考慮南海水層因內波引起之非均勻度之體迴響。聲訊分析分別由子計劃二及三針對聲源定位、聲訊反算聲速分布進行分析；其實驗數據結果分別與子計劃一、子計劃四及子計劃七之理論結果比較驗證。以上個別子計劃之縱橫關係之陳述表現本整合型計劃之必要性，整合後之應用為聲納音響效能分析及利用聲波作海洋內部觀測。圖二為聲納音響效能分析之架構，子計劃一、四及七為被動音響分析模式及迴響之部分，而子計劃二及三、五則為現場量測資料處理。

本計劃以台大造船及海洋工程之副教授陳琪芳總計劃主持人，對外為主要聯絡人，中山大學海下技術研究所劉金源教授、魏瑞昌教授、海軍官校宋馭民教授、成大涂季平教授為總計劃共同主持人。

本計劃整合之預期效益有四方面：(1)建立利用聲波作海洋內部觀測之技術，(2)提供聲納音響效能分析之基本技術，(3)本計劃為國內從事水下聲學研究之學者在國

科會海工學門第一次提出整合構想。彼此之間皆認識多年,也分別有共同工作之經驗與默契,如此整合將可促進海洋聲學研究人力之凝聚與研究團隊之建立,及(4)參與國際聲學實驗,可學習聲學實驗之設計、執行,聲音訊號分析、海洋音測學的理论模型及獲得海洋聲音訊號等。

三、各分項子計畫之內容

本年度總計畫下包括七項子計畫,其內容摘要如下:

(一)南海北部陸棚邊緣的內波特性和其對海洋音傳的影響

主 持 人: 宋馭民

共同主持人: 呂維理、楊穎堅

研究單位: 海軍軍官學校海洋科學系

摘 要:

『亞洲海域國際聲學實驗』(Asian Seas International Acoustic EXperiment, ASIAEX)之密集觀測期(Intensive Observation Period, IOP)已於 90 年 4 至 5 月順利完成,共進行 8 個觀測航次,分別是海研一號(Ocean Researcher 1, OR1)之 609 航次(楊穎堅領隊)、610 航次(王胃領隊)、611 航次(楊穎堅領隊),海研三號(Ocean Researcher 3, OR3)之 699 航次(魏瑞昌領隊)、700 航次(王兆章領隊)、701 航次(魏瑞昌領隊),水試一號(Fish Researcher 1, FR1)之施放航次(唐存勇領隊)、回收航次(唐存勇領隊)。本計畫之楊穎堅參與了海研一號之 609 與 611 航次,宋馭民參與了海研三號之 700 航次,呂維理參與了水試一號回收航次。

(二)基於高階頻譜分析之類神經網路應用於水紋訊號辨識及聲源定位之研究

主 持 人: 涂季平

研究單位: 成功大學造船及船舶機械系

摘 要:

水下聲紋辨識及定位係利用被動式聲納(Passive sonar)或水下拾音器(Hydrophone)等裝置收取的水下音頻訊號,水下音響訊號受水下環境之各種折射、反射、衰減的影響,具時變的特性加上受各種噪音影響,使得處理上較為複雜與困難。

因此最佳的情形是將訊號中主要特徵能清楚的反應,而將雜訊減小甚至完全消除,以往對於水下音響訊號是以傅立葉轉換為基礎之頻譜分析作為訊號分析工具,然其對於水下音響訊號分析方面受到下列因素影響:

對於訊號擷取部份:為提高量測訊號之辨識程度,調整放大器增益值的同時也將雜訊放大,需藉由多次平均(無論是時域或頻域)而得到訊號高辨識率,然而仍受限於量測儀器中訊雜比是否合宜(避免增益過大而失真,增益過小而訊雜比降低)及平均後雜訊仍然存在,影響訊號分析。

訊號具有時變特性:頻譜分析方式對於水中音響訊號缺乏在時間上之描述,對於暫態訊號(transient)缺乏描述能力。

頻譜無法表示對於其中各頻率之間關係。

本計畫針對上述限制,利用高階頻譜

(higher order spectra)分析將訊號中雜訊自然移除,及其統計方式增加訊號之訊雜比之特性,以各頻率之間相位關係找出頻率之間關係。進行訊號辨識及定位分析。

(三)海洋音測學之訊號處理研究

主 持 人: 魏瑞昌

共同主持人: 馬幼俠

研究單位: 中山大學海下技術研究所

摘 要:

海洋音測學(Ocean Acoustic Tomography)是亞洲海域國際聲學實驗(Asian Seas International Acoustic Experiment, ASIAEX)計畫，在南中國海(South China Sea)域的主要研究課題。海洋音測學之所以成為進來水下聲學的研究重點，主要因為水下聲速與海洋的水溫、鹽度、及壓力（密度）間有直接的函數關係，而海洋音測學即是利用聲波的傳播及反算方法，來遙測中、大尺度的海洋結構，這也就所謂的 反算問題 (Inverse Problem)。早期海洋音測學僅被應用於深海，但近年來淺海甚至近海岸的音測學則成為研究重點，此次的南中國海位處於大陸棚斜坡（水深：70~400 m），亦屬於淺海的聲學環境。過去深海音測學成功的主要關鍵，來自精確的聲波到達時間(Arrival Time)估算，但由於淺海的強烈邊界（海面與海床）效應，導致經由多重路徑抵達水下麥克風的訊號，其尖峰會在時間軸上堆疊，變得十分難以辨識，更遑論個別到達時間的確認。單一全向性(Omni-directional)水下麥克風固然無法解析此類的訊號，即使具方向性的水下麥克風陣列(Hydrophone Array)，也必須研發相關訊號處理技術，才足以提供可堪分析的時間序列數據。在過去聲納系統為改善其訊號的訊雜比(Signal-to-Noise Ratio)，以提高目標的偵測能力，最常使用的技術即為是波束形成(Beamforming)，也就是所謂的空間濾波(Spatial Filtering)技術。此傳統方法固然有助於本研究之訊號解析，但固定的濾波模式，在面對真實海洋中訊號的空間與時間變動性，卻有相當大的限制，尤其在淺海聲學環境中，濾波解析度的要求更高。本計畫將以適應性方法(Adaptive Method)來提高空間濾波的解析度，比較的技术將包括最小差異(Minimum Variance)法、特徵結構分解

(Eigenstructure Decomposition)法、及多重訊號分類 (Multiple Signal Classification)法等。此外匹配聲場處理(Matched Field Processing)技術，亦是近來此領域的研究重點，本計畫將以ASIAEX的垂直及水平水下麥克風陣列所收集的聲場資料，實際驗證分別針對聲線(Ray)及模態(Mode)的處理模式。

(四)三維模組反算聲速分布之模式建立

主 持 人： 陳琪芳

共同主持人：魏瑞昌

研究單位： 台灣大學工程科學與海洋工程學系

摘 要：

海洋聲學主要研究在複雜的海洋環境中，聲波如何產生、傳播、與散射等問題，而所謂的海洋環境並不單指巨大的海洋水體，更包括海床及海空的界面。因此海洋環境隨時間或空間的結構變化，將影響聲波在海洋中的特性。海洋聲學研究的重要性主要因為聲音為探測海洋環境的最有效工具，海洋音測(Ocean Acoustic Tomography, 或作海洋聲學斷層掃描量測)即是利用聲波來監測、探索、及量測海洋環境的應用技術。本計畫之研究目標即為建立海洋音測技術，藉由聲波模組分析反算聲速分布，進而反算海水溫度分布，可與實際海溫測量比對，可為海洋內波或海洋水團監測之工具。

(五) 利用多音束測深系統探測南海 ASIAEX 實驗區海底地形及海底地形統計模式建立之研究

主 持 人： 薛憲文

研究單位： 中山大學海洋環境暨工程學系

摘 要：

本計畫之主要目的在於利用多音束測深系統在 ASIAEX 南海實驗區，進行全覆蓋式(full coverage)水深測量，藉以瞭解該區域海底地形之粗糙度(seafloor roughness)，進而研究建立海底地形統計模式及底質之分佈狀況。吾人將海底視為二維隨機場(2D random field)，利用多音束測深系統之沿測線(along track)及垂直測線(cross track)之原始觀測水深(raw water depth)，以 Goff-Jordan 之海底地形反算統計理論為基礎 [J. Geophys. Res. 93, No. B11, pp. 13589-13608, 1988]，建立符合 ASIAEX 南海實驗區海域地形之參數化統計模式(parametrized statistical model)，一但成功完成此統計模式之建構後，亦可將此建構方式類推至台灣附近之海底地形統計模式。本研究計畫為描繪海底地形的創新方法。雖然將海床視之為隨機場並不是海洋地質學家的一般考量，但是對於研究粗糙海床的聲波散射(acoustic scattering)卻是十分必要，因為在探討水中聲音遇到海底地形之散射問題時，常需要將粗糙海床面以統計模式來描述，來配合水中聲學理論。另外聲波散射場亦是反應海床地質與地形特性之動力因素，因此，散射場亦為海洋地質學家提供了探究海床性質的另一途徑。在建立參數化統計模式之前階段，將以多音束測深系統所掃描之海底地形，以訊號處理的方式，計算空間之自相關特性(auto-covariance statistics)，並據實際水深資料研究適合於掃描區域之參數化空間相關函數(spatial correlation function)及能譜函數(power spectrum)；而後階段，再利用數值反算方法估算模式化參數，以及做地形的合成模擬，並做分析與比較。本計畫結果除了發展統計模式外，更重要的乃在藉由模式合成地形過程當中，外差至尺度小於聲學儀器所能解析的範圍以外，這對海洋聲學家研究散射問題，或是海洋地質學家研究斷層現象，有甚大的幫

助。另外由於目前多音束測深系統多配有回波反射強度(backscatter strength)資料，亦可利用此影像配合海底地形資料來進行地質分類(classification of seafloor geology)。

(六)南海波導環境中水聲散射與迴響之分析

主 持 人：劉金源

研究單位：中山大學海下技術研究所

摘 要：

本研究子題之目的在於分析南海 ASIAEX 實驗區之波導環境中，聲波之散射(scattering)與迴響(reverberation)性質。本研究考量造成散射與迴響之海洋環境因素包括：海床粗糙界面、海底底質、與海洋內波。因此，整個問題的關鍵在於探討海洋波導中，粗糙界面散射(rough surface scattering)與體積散射(volume scattering)的問題。

本計畫將依南海 ASIAEX 實驗區之環境特性，建構海洋聲學環境。在模式化過程當中，將視實際海洋環境，以水平層化~(horizontal stratification)~或距離變化(range dependent)之模式，作為探究隨機散射與迴響問題的基礎。相關的理論包括由 Liu, Schmidt, Kuperman 等所發展有關海洋震-聲環境(seismo-acoustic)中，聲波自粗糙界面散射的問題【例如，Jin-Yuan Liu, Henrik Schmidt, and W.A. Kuperman, J. Acoust. Soc. Am., 93, 753-769 (1993); Jin-Yuan Liu and Jeffrey L. Krolik, J. Acoust. Soc. Am., 95, 2876-2886 (1994)】，以及 Flatte, Tapper, Wolf 等學者所建立有關淺海環境中，內波對聲波傳播的影響【例如，S.M. Flatte and F.D. Tappert, J. Acoust. Soc. Am., 58, 1151-1159 (1975); W. Munk and F. Zachariasen, J. Acoust. Soc. Am., 59, 818-838 (1976); Dirk Tielburger, S. Finette, and S. Wolf, J. Acoust. Soc. Am., 101, 789-808 (1997)】。本計畫所欲分析的聲場參數包括散射聲強分佈與空間相關係數。

(七)南中國海環境噪音分析

主 持 人：陳企韶

共同主持人：魏瑞昌

研究單位：永達技術學院

摘 要：

對亞洲海域聲學實驗 (ASIAEX) 於南中國海棚緣在 2000 年先導期實驗及 2001 年密集觀測期(Intensive Observation Period, IOP)以垂直與水平音響陣列所接收的環境噪音記錄，運用統計方法進行頻譜分析與相關係數計算，以獲得環境噪音在時、空的分布特性，並對同期海洋觀測資料計算溫（鹽）度結構、層次深度、與高低頻流場的統計物理量，研究南中國海北部陸棚邊緣的環境物理因子變化與環境噪音變化的相關性，進一步了解該海域環境噪音的形成機制。未來並可利用上述的分析研究結果，導入海洋音傳數值模式來模擬海洋音傳，將計算所得的音傳損耗結果與觀測資料作一比較分析，並可預測聲納效能計算。

四、參考文獻

- 楊穎堅，唐存勇，張明輝，2001: 南海北部陸棚邊緣的內孤立子，第八屆三軍官校基礎學術研討會, 89-100.
- 楊穎堅，唐存勇，張明輝，2001: 東沙島附近海域之內孤立子運動，第二十三屆海洋工程研討會，即將刊行.
- 宋馭民，呂維理，楊穎堅，2001: 亞洲海域國際聲學實驗簡介，海軍軍官，投稿中.
- Yang, Y. J., and W. L. Lu, 2001: Preliminary results of shipboard and island observations during ASIAEX 2001 IOP in South China Sea. *Asian*

Seas International Acoustics Experiment (ASIAEX) analysis workshop, Maui, Hawaii, USA.

- Tang, T. Y., Y. J. Yang, and Y. R. Liu, 2001: Environmental moorings report, Part I, during ASIAEX 2001 IOP in South China Sea. *Asian Seas International Acoustics Experiment (ASIAEX) analysis workshop*, Maui, Hawaii, USA.
- Ramp, S. R., C.-S. Chiu, J. Lynch, T. Duda, T. Y. Tang, Y. J. Yang, and N. R. Pettigrew, 2001: Moored Observations on internal solitons in the northeastern South China Sea. 2002 Ocean Sciences Meeting, submitted.

五、本年度完成之工作項目：

1. 90 年 10 月 07 日舉辦季研究會。並編纂 ASIAEX2001 簡訊。
2. 90 年 10 月 18 日於海軍官校舉辦研究會(會議報告參見附件一)。
3. 90 年十月三十一日至十一月二日參加 ASIAEX 初步資料分析會議(會議報告參見附件二)。
4. 90 年 11 月 26 日舉辦下年度計畫規劃會議。
5. 90 年 12 月 11 日參加國科會工程處海工學門整合型計畫構想簡報審查會議，提報 91-92 年度亞洲海域國際聲學實驗整合型計畫，並獲審查通過。
6. 90 年 4 月邀請 ASIAEX 美方聲學總主持人 James F. Lynch 來台訪問並指導聲訊分析，並舉辦季研究會(會議報告參見附件三)。
7. 撰寫成果報告。

亞洲海域國際聲學實驗

陳琪芳

國立台灣大學造船及海洋工程學系

摘要

本整合計劃之研究總目標為從事海洋聲音傳播、散射及混響理論與實驗研究。參予亞洲海域國際聲學實驗，藉由資料分享獲得海域聲學實驗數據，進行數據分析及理論驗證。水下聲學(*underwater acoustics*)牽涉範圍十分廣泛，而傳播(*propagation*)、散射與混響(*scattering and reverberation*)為重要研究課題。在學理上，兩者因理論架構、切入觀點、實驗設計、儀器需求不盡相同，不過，在整個海洋聲學架構下，彼此之間又可相互支援。因此，在研究課題具有獨立性、整體又可相互支援的情況下，為有效率執行計畫，本計畫可分成兩個研究重點進行整合研究，即是以聲波經過大陸棚裂(*continental shelf break*)傳播為研究重點，另外則是以散射與混響研究為主。

關鍵字：水下聲學，傳播，散射，混響

由美國 ONR(Office of Naval Research)策劃並推動的「亞洲海域國際聲學實驗」(Asian Seas International Acoustics Experiment, 簡稱 ASIAEX)，歷經多年的籌劃，目前正積極的展開。此一國際型計畫參與的國家包括美國、加拿大、蘇俄、中國大陸、台灣、韓國、新加坡等環太平洋國家，預定於 2001 年 5 月至 6 月，在中國東海(East China Sea)與中國南海(South China Sea)進行聲波傳播(*propagation*)、散射(*scattering*)、混響(*reverberation*)、地聲反算(*geoacoustic inversion*)等實驗，規模之大，前所未有。其實驗地點已屬台灣附近海域(參見圖一)，且聲學在海洋的應用涉及國防需求，因此，國科會於八十八年度及八十九年度支持一兩年期之特約研究計畫(亞洲國際海域聲學實驗研究計畫(1/2)(2/2))，由台大海洋所唐存勇教授擔任主持人，陳琪芳、劉金源及呂維理三位教授為共同主持人，魏瑞昌及宋馭民教授為協同主持人，楊穎堅博士為博士後研究，今年五月之海上實驗已圓滿完成。本整合計劃即接續此特約計畫，繼續參與此國際實驗研究，進行實驗數據分析、聲學模式建立、及補齊海洋地質資料之蒐集。希望藉此國際合作之機會，汲取經驗，提昇國內水聲研究的水準。對於實驗資料的分析與應用，或依我國自身需求，持續進行研究，並掌握台灣附近海域之聲學資料。因此，參與 ASIAEX 有助於催化國內海洋聲學之研究，並朝建立研究能量的目標前進。

聲波在海洋中傳播、散射、混響之研究，需要海洋環境之基本資料，包括海洋底部(地形、地質)、水文資料(聲速、密度)、海洋動態因子(海流、內波)等，因此本整合計劃也包括海洋地形、底質聲學性質及海洋底部深層結構之測量。本整合計劃有八個子計畫，13 位研究學者，其分工架構如圖二所示；由於聲音散射與混響為聲音傳播之多重路徑、介面效應及介質之非均勻度效應的研究，聲音傳播及散射與混響兩個主題之關係密切；並且聲音在海中的各種現象與海洋環境息息相關，所需之六大環境輸入資料為(1)水文資料，(2)精確水深資料(Bathymetric charts)，(3)測深儀(12KHz 或 3.5KHz)記錄(Echo Sounder Records)，(4)沉積物採樣及其聲學性質，(5)震測反射記錄(Acoustic Reflection Profile Records)，(6)大角度反射、折射量測(Wide-Angle Reflection and Refraction Measurements)。雖然實驗地點之地形已有初步測量，海底精密地形及底質的資訊仍缺，故子計畫中亦有包括地形、底質之測量。此資訊可提供其他子計畫使用。上述六項環境資料除了第一項水文資料將於今年五月實驗進行時，與聲訊一起蒐集外，第(2-3)項資料將由子計畫六負責，第(4)項資料將由子計畫五負責，第(5-6)項資料將由子計畫四負責。子計畫一為研究海洋內波對音傳能量分布之影響與子計畫四(研究

及建立利用音傳能量分布變化反算海洋聲速之變化，亦即內波之變化)互為正算及反算模式之關係；同時又與子計畫九(研究內波與聲波相互作用-著重混響散射效應)可作成果交流。子計畫七發展海床及海面散射與混響理論，也將考慮南海水層因內波引起之非均勻度之體迴響，與子計畫八(研究內波與聲波相互作用-著重混響散射效應)的實驗水槽研究結果可結合。聲訊分析分別由子計畫二及三針對聲源定位、聲訊反算聲速分布進行分析；其實驗數據結果分別與子計畫一、子計畫四及子計畫七之理論結果比較驗證。以上個別子計畫之縱橫關係之陳述表現本整合型計畫之必要性，整合後之應用為聲納音響效能分析及利用聲波作海洋內部觀測。圖二為聲納音響效能分析之架構，子計畫一、四、七及八為被動音響分析模式及迴響之部分，子計畫四-六則屬海洋地理資訊範疇，而子計畫二及三則為現場量測資料處理。

本計劃以台大造船及海洋工程之副教授陳琪芳總計劃主持人，對外為主要聯絡人，中山大學海下技術研究所劉金源教授為總計劃共同主持人，將分別主領音傳與散射及混響主題。

研究人力為：

涂季平(成功大學造船及船舶機械系教授，專長：水下聲學)

魏瑞昌(中山大學海下技術研究所助理教授，專長：水下聲學、聲訊分析)

呂維理(海軍軍官校應用科學系副教授，專長：物理)

宋馭民(海軍軍官校海洋科學系副教授，專長：海洋物理、聲學)

楊穎堅(海軍軍官校應用科學系助理教授，專長：海洋物理)

馬幼俠(中正大學地震研究教授，專長：水下聲學)

陳琪芳(台灣大學造船及海洋工程學系副教授，專長：水下聲學)

劉家瑄(台灣大學海洋研究所，專長：地球物理，海洋震測)

許榮中(中山大學海洋環境工程學系教授暫兼海下技術研究所所長，專長：海岸工程、重力內波)

葉真(中央大學物理系教授，專長：水聲散射)

劉金源(中山大學海下技術研究所副教授，專長：海洋聲學、聲波散射與混響)

薛憲文(中山大學海洋環境及工程學系副教授，專長：海洋資訊系統、地形分析)

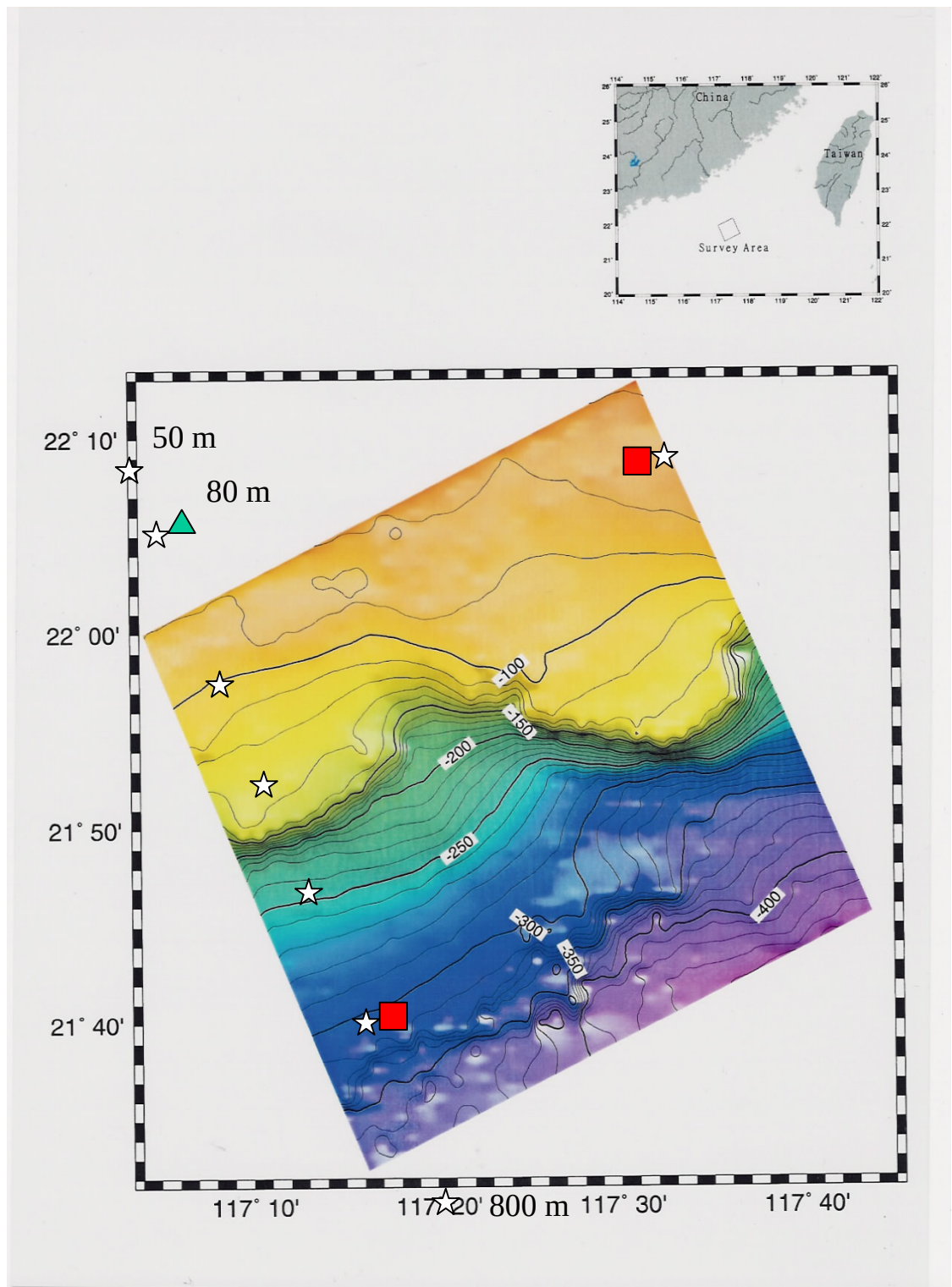
田文敏(中山大學海洋環境及工程學系副教授，專長：海洋地質、底床性質分析)

儀器共用，資料共享，每季聚會討論及報告研究進度為本計劃資源整合之原則。本計劃為跨校之合作

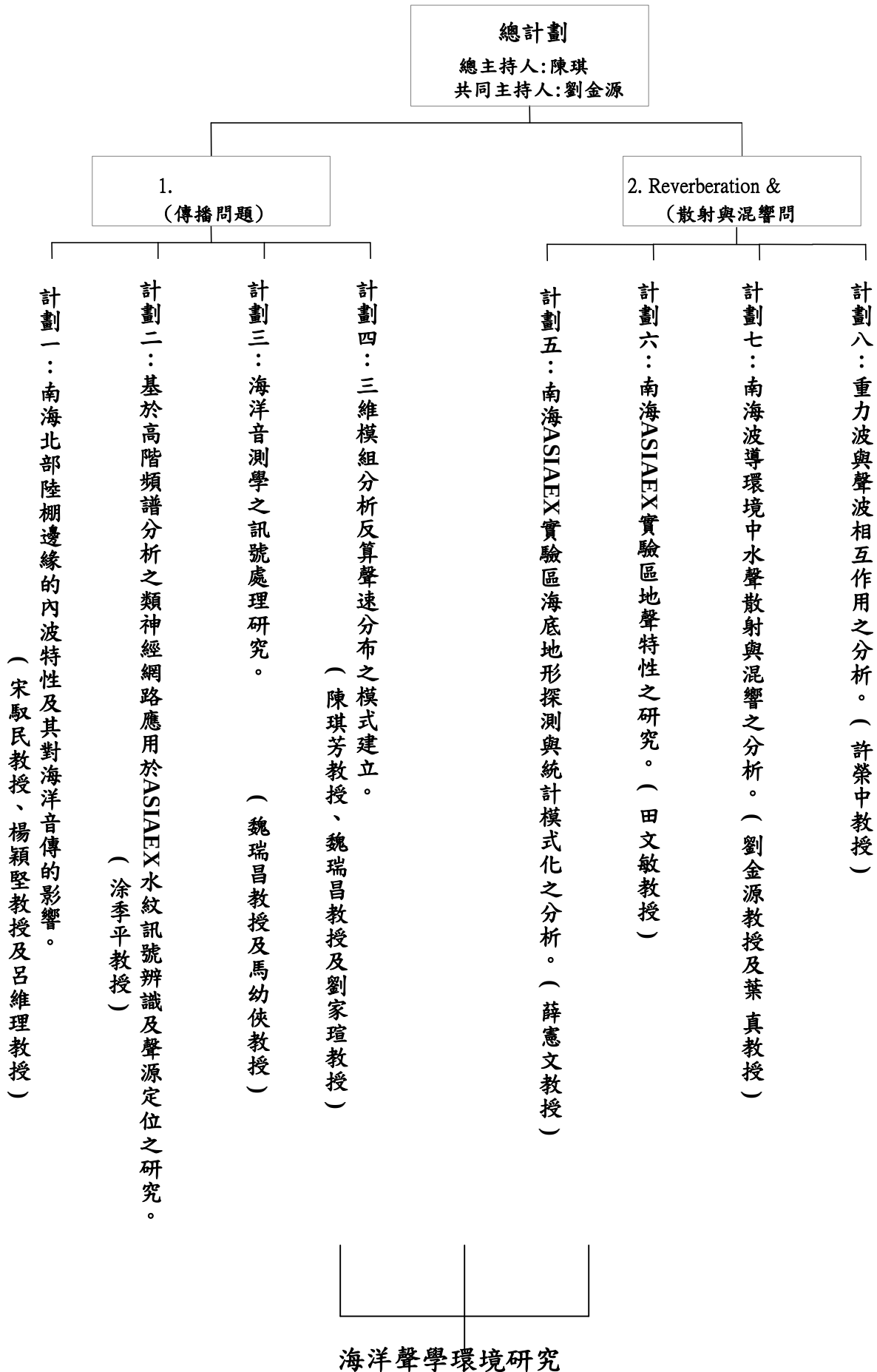
計劃,包括台大造船及海工系、台大海洋所、中山大學海下所、海環系、成功大學造船及船舶機械系、海軍官校、中央大學物理系、中正大學地震所,八個單位,十五位教授學者。本計劃整合之預期效益有四方面:(1)建立利用聲波作海洋內部觀測之技術,(2)提供聲納音響效能分析之基本技術,(3)本計劃為國內從事水下

聲學研究之學者在國科會海工學門第一次提出整合構想。彼此之間皆認識多年,也分別有共同工作之經驗與默契,如此整合將可促進海洋聲學研究人力之凝聚與研究團隊之建立,及(4)參與國際聲學實驗,可學習聲學實驗之設計、執行,聲音訊號分析、海洋音測學的理论模型及獲得海洋聲音訊號等。

圖一: ASIAEX SCS 實驗區



圖二：計劃分工架構



亞洲海域國際聲學實驗研討會
Asian Seas International Acoustics Experiment MAUI
Workshop
會議報告

陳琪芳
台灣大學造船及海洋工程學系
涂季平
成功大學造船及船舶機械學系
劉金源 魏瑞昌 王兆璋
中山大學海下技術研究所
呂維理 楊穎堅
海軍官校應用科學系

中華民國九十年十一月三日

亞洲海域國際聲學實驗研討會會議報告
(Asian Seas International Acoustics Experiment Workshop)

主辦單位：美國海軍海洋研究室(Office of Naval Research, US Navy)
會議地點：美國夏威夷州 MAUI 島的 Kaanapali 市 Hytt Hotel
會議日期：民國九十年十月三十一日至十一月二日

提要

國科會工程處海工學門支持水中聲學整合計畫參與亞洲國際聲學實驗。本次會議主題為南海與東海實驗報告及數據初步分析報告；茲簡要提列以下數點，報告會議收穫及本整合計畫參與數據分析與計算模式發展之進行：

1. 本次會議主要了解今年四月至六月東海及南海海洋量測與聲學實驗初步結果報告，並進一步規劃聲學與海洋水文數據分析。我方將與美方合作分析數據。
2. 。

一、前言

亞洲海域國際聲學實驗 (以下簡稱為 ASIAEX) 為美方主導推動的海洋聲學計畫；美方為了該計畫的推動，自 1995 年初以來總計舉辦八次相關研討會議並於 1996 年 6 月，與中國科學院合作在黃海進行過一次工作；有關本次會議之前的實驗發展歷程已於前次 KONA 會議報告中詳述(附件一)，無庸贅述。本報告僅就參加 MAUI 會議心得整理之。

本次會議於 10/31~11/2 在 Kaanapali, Maui, Hawaii 舉行，與會者多數為美國學者，亞洲國家的代表包括日本一人，韓國三人，新加坡二人，我國九人，物理海洋方面為台大海洋所唐存勇教授，王甯教授；聲學整合計畫主持人台大造船及海洋工程系陳琪芳教授、成功大學涂季平教授、中山大學海下技術研究所劉金源教授、魏瑞昌教授、王兆璋教授及海軍官校楊穎堅教授、呂維理教授。中國大陸代表因無法取得官方護照無法成行。

本次會議目的，主要在審視今年四月實驗結果，並且進一步規劃人員整合及與不同國家之合作。會議於十月三十一日早上八點整，在夏威夷州 Maui 島上 Kaanapali 市的 Hyatt Hotel 開始舉行，經過二天半的研討和報告(會議議程如附件二)，於十一月二日下午三時圓滿閉幕。參加人員約有五十位，名單列於附件三。

二、會議進行情形

十月三十一日上午九點由會議主席 Dr. Steve Ramp 宣佈會議正式開始，並由 ONR 海洋聲學計畫審議人 Dr. Jeff Simmons 致歡迎詞。

二天半的會議分為六個主題循序進行；南海海洋量測、南海聲音量測、底床性質、東海量測、分組討論(東海及南海)、及未來會議、論文規劃。

一、南海海洋量測

0900-1000AM

一開始由美方計畫總負責人 Jeffrey Simmen (ONR) 主持大會宣布開會，他認為此次的國際合作聲學實驗計畫非常成功，並得到豐碩的成果。其中又以南中國海(SCS)的實驗，可說是歷年來美國與各國合作計劃中最成功的一次。當中包括量測儀器能夠充分的回收而且資料非常完整，足以提供研究人員作各種分析之用。

接著由南中國海計畫主持人 Steve Ramp (NPS) 及東中國海 (ECS) 計畫主持人 Peter Dahl (WHOI) 分別對於二組研究計畫中所蒐集到的照片做介紹，讓大家對於整個海上實驗的過程有一全面性的了解，且使大家體會到實驗的成功是非常不容易的，其中包括國家與國家之間的聯絡及協調工作、各種實驗儀器的準備與運輸(從美國到台灣)、各種後勤支援、港口的各項準備及協調、各艘研究船的準備與航期航程確定、參與人員的前期中期完成期的各種準備。因此南中國海實驗的成功是非常不容易而且幾乎是運氣非常好。相較於南中國海，東海的實驗結果就比較不豐富，也算是整個國際亞洲聲學研究計畫美中不足之處。

此次研討會的目的是要將此一龐大的實驗結果經由以下四點的討論，使未來研究工作能夠順利進行：(1)由各個參與不同現場實驗的 PI 作各個實驗結果的初步報告，讓所有參與研究的人員(包含後續 data analysis 及 modeling 的人)都能夠對於整個所獲得的實驗 data 有一全面性了解。(2)討論及分配各個研究主題由哪些人參與分析。此次研討會為邀請性質，所有被邀請參與的人都可以分享現場實驗的 data，但是在進行個人研究的時候，必須獲得實驗量測 PI 的同意，方可使用各項 data。而 PI 有 2 年的資料所有權，一但超過 2 年，所有人都可以對量測結果作 data analysis。(3)此次研究結果將於 IEEE transaction on oceanography engineering 出一本專輯報告，討論將要寫哪些文章以及哪些作者將會被 include。(4)討論未來工作方向以及未來合作工作。

1000-1020AM

由中華民國海軍官校楊穎堅助理教授及呂維理副教授共同報告第一個題目：“Shipboard underway temperature salinity ADCP and meteorology data from the OR1 cruises”。主要報告此次南海實驗台灣參與此次的研究過程中所蒐集到的海洋溫度、鹽度及相關氣象資料，並分析在亞洲聲學計畫實驗期程中南中國海的海流及氣象狀態。主要結論有：在 ASIAEX 實驗進行(2001 年 4 月到 2001 年 6 月)過程中；(1)區域季風由東北季風轉變到西南季風。(2)區域海水表面溫度逐漸變暖。(3)風場旋度逐漸增加。(4)颱風環流影響過程中(5 月 10 日至 5 月 14 日)大氣溫度及表面水溫降低。(5)颱風環流過後大陸棚海底溫度上升。(6)大陸棚海水鹽度降低可能是因大陸沿岸海水入侵區域所致。(7)大陸棚附近上層水厚度大於下層水厚度。(8)大陸棚附近發現 mode 2 運動現象。(9)Kuroshio Branch Current、branch of SCS Current 及 shelf water 主導此次研究區域的海流系統。

1020-1040AM

由中華民國台灣大學王胃教授報告：“Large-scale SEASOAR surveys in the NE SCS”。報告觀測期間以 SEASOAR 量測到 NSCS(南中國海北部)的海水溫度、鹽度及密度場分布情形，主要結論有：(1)南中國海北部海流主要為氣旋式環流(cyclonic circulation, CC)。(2)此一氣旋式環流會因為冬天東北季風的減弱而逐漸向北方及西北方延伸。(3)在 ASIAEX 計畫現場量測期間，區域流場主要是氣旋式環流。(4)密度分布場及等密度線梯度朝向西南方的現象看，可能是造成南中國海北部在春季產生高強度內波的主要原因。另外亦報告有關以雷達觀測到的各種形式內波的圖片。大體而言，王教授所報告的海洋環境資料對於聲學研究現場的海洋環境提供很重要的參考。

1100-1120AM

由麻省理工學院(MIT)樹洞實驗室(WHOI) Glen Gawarkiewicz 博士報告：“Small-scale SEASOAR surveys in the ASIAEX region”。內容主要說明其個人於 ASIAEX 觀測區域執行的小尺度 SEASOAR 量測的結果。亦對內波的觀測結果特別加以說明。

1120-1140

由美國海軍研究實驗室(NRL) Steve Wolf 代替 Marschall Orr 報告：“Acoustic flow

visualization, radar and CTD measurement along the primary acoustics propagation paths”。內容描述 ASIAEX 所量測到的聲學、雷達及 CTD 的量測的綜合結果，並以各種圖形顯示之。其中亦特別提到有關 soliton 的現象觀測。

1140-1200

由美國國家戈達航太中心(NGSFC) Tony Liu 報告：“Synthetic aperture radar (SAR) imagery in the SCS”。主要敘述聲學實驗計畫過程中拍攝到的 SAR 衛星影像，並依據影像計算 soliton 的尺度。衛星影像的結果亦可與海洋現場實驗量測結果相互比較。

1400-1420

由美國麻省理工學院 MIT 樹洞實驗室(WHOI) Mike Caruso 報告：“Ocean color and SST imagery from the ASIAEX SCS region”。以衛星照片水色分析，了解海面水溫。

1420-1440

由中華民國台灣大學唐存勇教授報告：“Environmental moorings, part I”。討論從 environment mooring 所發現的 soliton 行為。

1440-1500

由美國海軍研究院(NPS) Steve Ramp 報告：“Environmental moorings, part II”。認為目前獲得的資料顯示 soliton 的行為非常複雜，需要更進一步的統計分析，並將所有有關 soliton 的資料整合。

1500-1520

由美國麻省理工學院 MIT 樹洞實驗室(WHOI) Tim Duda 報告：“Results from the LOCO moorings in the SCS”。內容主要描述其所佈放的 LOCO mooring 量測到的海洋環境資料。

二、 南海水聲量測 South China Sea Acoustics Session (Oct. 31, 3:40pm~5:00pm)

3:40pm-4:00pm

Jim Lynch, Woods Hole Oceanographic Institution (WHOI)

“Overview of SCS Acoustics Moorings”

對整個南中國海聲學錨碇做介紹，其中聲源部份計有：224、300、400、500 Hz 等固定聲源，另拖曳式聲源 J-15（由海研三號操作）則涵蓋 50 到 600 Hz 的頻寬，此外燈泡聲源（Light Bulb Source；亦由海研三號佈放）則主要提供接收陣列定位之用。在接收陣列方面，由於 NRL 之陣列因故無法下水，此次僅佈放 WHOI/NPS 的水平及垂直陣列（HLA/VLA），其水平及垂直方向各有 32 及 16 個水下麥克風，在 3225 Hz 取樣頻率下，成功地收集到超過 600 GB 的聲學資料。由於實驗地點的內波（Internal Wave）頻繁且振幅大，在量測期間接收陣列有移動的現象，噪音值也同時增加，必須在訊號處理時

加以注意。WHOI 亦將此次南海實驗撰寫成一份詳盡的報告 "Preliminary Acoustic and Oceanographic Observations from the ASIAEX 2001 South China Sea Experiment"，相當具有參考價值。

4:00pm-4:20pm

Chin-Sang Chiu, Naval Postgraduate School (NPS)

"Sound Speed Fluctuation Statistics in the SCS"

以統計的方法探討，在南海實驗期間海水聲速分佈的變化，初步結果發現孤立子 (Soliton) 及內潮 (Internal Tide) 對變動的影響最大。除了聲速改變對聲波傳播的影響外，南海區域的海床地形的複雜，亦將構成進行反算問題時的挑戰，地形甚至底質所扮演的角色，值得未來持續探討。此外實驗期間亦有西馬隆 (Cimaron) 颱風通過，其對聲學環境及環境噪音的影響，也是難得的研究課題。

Ching-Sang Chiu's questions:

1. What role does the bottom play?
2. Are joint water-column and bottom inversion required in order to estimate the bottom parameters adequately?
3. What fluctuation of acoustic signals are induced by the sound speed fluctuations?
4. Ambient Noise variations due to Typhoon
5. How different were the propagation conditions between 2000 and 2001?
6. How do the internal tides and waves affect sound propagation across and along the shore? (mode/ray)
7. Does the acoustic field exhibit important frequency and depth selective behavior?

4:20pm-4:40pm

Steve Wolf, Naval Research Laboratory (NRL)

"Acoustic Signal Propagation at 300 and 500 Hz along the 120 m Isobath"

南海實驗期間最大的內波現象，發生在 5 月 4 到 8 號之間，內波群 (Package) 由呂宋海峽 (Luzon Strait) 產生 (對照衛星照片)，入侵實驗海域。此一環境變動，除了海研三號上的雷達可清楚觀察外，透過對 HLA 上 47 及 48 頻道的 500 Hz 交互相關 (Cross-Correlation) 計算，亦可得到證實。此外陣列受內波衝擊而移動，也造成量測系統的噪音值增加。

4:40pm-5:00pm

John Potter, National University of Singapore (NUS)

"PANDA Moorings"

PANDA (Pop-up Ambient Noise Data Acquisition system) 是由新加坡大學熱帶海洋科學研究所 (Tropical Marine Science Institute)，所發展的輕型、自錄式環境噪音量測系統，此次共佈放 4 組。但由於其定時釋放的設計，回收時僅成功尋獲 1 組，但其提供的長期環境噪音資料 (特別是颱風期間)，亦是彌足珍貴。同時 PANDA 的資料，也可提供在固定聲源與接收陣列之間，聲波傳遞變化的重要參考。

三、 底床性質

- Steve Schock : [ASIAEX-schock.ppt](#)
 - ✧ The cross-track bathymetry presents an abrupt drop along the tracks for both along and cross slope tracks. The source is very close to the drop.
 - ✧ The sediments are most sand type induced by the low? Absorption.
 - ✧ The fish hit a reef? So the measurement has to be terminated at around 170degree20min. The source is about 170degree17min.
- Lou Bartek: (can not make it due to back injury, Katy? Spoke for him)
 - ✧ There are incisions randomly around with no sediment deposit.
 - ✧ The data was obtained in ECS in April 2000 on board Reville.
 - ✧ This area is very complicated.
 - ✧ Sea Level change and depositional system.
 - ✧ 1765 km of high resolution seismic and chirp sonar data were acquired.
 - ✧ Seafloor relief is minimal except at less than 10 locations in the SW portion of study area where small canyons were discovered.
 - ✧ An extensive but thin veneer (2-4m) of acoustically transparent sediment overlies most of the study area (a few areas lack the veneer)
 - ✧ Beneath the veneer the entire study area appears to be dissected by channel incisions ranging between 10-25 msec in depth
 - ✧ The incisions overlie laterally extensive unit(ranging between 25-75 msec in thickness) containing closely spaced, low to moderate frequency, parallel and extremely laterally continuous reflections.
 - ✧ Links between process-response relationships in modern environments establish depositional models that relate vertical successions to lateral distribution of sediment types on continental margins.
 - ✧ Sea level change in response to glacial volume creates sequences bound by high amplitude reflections.
 - ✧ The orientation of the shelf edge varies from on interval to another creating relief on high amplitude sequence bounding reflections that may underlie relatively flat seafloor in the vicinity of the shelf edge.
 - ✧ Relief created by variation orientation of the shelf edge and slope failure, from one interval to another, under relatively flat seafloor will require detailed surveys

for control on backscatter from high amplitude sequence bounding reflections for volume experiment.

- Peter Dahl
 - ✧ Surface wave.
- Sik Huh
 - ✧ MSCL (multi-Sensor core logger).
 - ✧ Report should be sent out by the end of November.

四、東海量測

- D.J. Tang :
 - ✧ What is the scattering mechanism at mid-frequency (- 3kHz)?
 - ✧ Conductivity System.
 - ✧ Rough Seafloor, caused by biological process
 - ✧ HAARI Source and 32 Element Array
 - ✧ Extract reflection coefficients from ambient noise data
 - ✧ Distinguishing seabed volume and roughness scattering using vertical array measurements
 - ✧ Needed: core analysis results including sound speed and density and attenuation coefficients
 - ✧ Papers in preparation:
- Peter Dahl
 - ✧ Mid-to-high frequency surface and bottom boundary interaction.
 - ✧ 8-16kHz, 4-20 kHz, 1-4kHz source
 - ✧ key parameter :
- Jixun Zhou
 - ✧ .
- Jim Miller
 - ✧ Shot tomography.
- Bill Hodgekiss
 - ✧ Geoacoustic inversion for ECS (use GA)
 - ✧ Sound speed profile (downward refraction)
 - ✧ Ambient Noise from Trawlers
 - ✧ Low/Mid-Frequency Source Transmissions (J-15)

- CW 95,195,295,395Hz.
-
- ✧ ITC 2015 source (for higher frequency)
 - 1.6,2.4,3.5 ,4.4kHz
- ✧ Mid-frequency source transmission
 - 805,850 and 905 Hz
- Jixun Zhou
 - ✧ Internal Wave Observation for ECS
 - ✧ Zhen-He Zhang
 - inversion of reflection loss by TL data
 - inversion of bottom scattering coefficient by reverberation data

五、 分組討論

● 東海組

本次會議主要的目的，在於報告各個實驗的初步結果、討論資料分享、規劃資料分析群組、以及成果發表等問題。由於分組討論過程中，我與王兆璋教授（中山大學海下技術研究所）參與東海群組之討論，在此，就東海群組之分組討論，作一簡單說明。

整體而言，東海的實驗項目包括：

- 海床的散射 (D. Tang/APL, Peter Dahl/APL)
- 水聲混響 (Jixun Zhou/GT, 未能與會的中國學者)
- 海床的地聲性質 (Steve Shock/FAU, Lou Bartek/UNC, Sik Huh/KORDI, Jim Miller/URI, W Tien/NSYSU)
- 地聲性質反算 (Bill Hodgkiss/SIO)

在整個東海 ASIAEX 進行過程當中，我國除了田文敏教授（中山大學海洋環境及工程學系）與 Sik Huh 及 Jim Miller 等，在同一 ORII 船次當中，一起執行 coring 的工作外，並無進行其他實驗，因此，參與程度不是很高。雖然如此，在經過討論之後，各個計畫主持人仍然願意遵守整個 ASIAEX 資料分享的 policy，提供未參與實驗的人，必要的分析資料。

東海群組討論的重點在於列出可能完成論文之主題。與會人員經過熱烈的討論後，總共列出大約十六篇可能完成的論文及參與人員。由於主持該組討論的 Dr. Peter Dahl (APL/Univ. Washington) 目前仍然在整理當中，因此，我已請他在整理完畢之後，將完整的 list 電傳過來。值得一提的，王教授與我在討論過程當中，加入了兩個主題的資料分析，包括：

- 與 D. Tang 及 Peter Dahl 一起分析海床反射與散射的資料
- 與 SIO 一起分析東海混響資料的分析

另外，我亦提及我國同仁也有興趣參與 Bill Hodgkiss 有關地聲性質反算的分

析。由於整個討論仍是以原則性的方式探討，因此，應該有很彈性的合作空間。

整體而言，這一次的國際實驗，我國在聲學方面，沒有國科會支援，同時也起步太晚，因此，無法自行設計與執行實驗，這是最可惜的地方。現在能做的，即是透過可能合作的管道，一起參與資料分析。

● 南海組

Geology – schock + bartek

- NRL TOWs J15 / Inversion
 - ✧ WHOI Chiu, Lynch
 - ✧ Chi-Fang
- Bathymetry survey (Ruey-Chang Wei)
- Historical core data

Physical Oceanography –

- IW and solitons
 - ✧ generation
 - ✧ propagation
 - ✧ transformation
 - ✧ dissipation
 - ✧ DATA moorings (1999-2001), seasoar, SAR/SPOT ship radar, HF acoustics, Towed CTD, ORI acoustics, shipboard ADCP, OR3 echosounder
 - ✧ PEOPLE : TANG DUDA LYNCH , ORR, CHIU, CHEN, YANG, TOO, LU, POTTER, PETTIGREW
 - ✧ Transition & dissipation – Duda, Orr, Chiu, Tang, Wang
 - ✧ Propagation – Lynch, Duda, Potter, Ramp, Chiu, Liu, Chen, Too, Lu
 - ✧ Generation – Ramp, Liu, Tang,
- Inter-annual variation
 - ✧ Timing / intensity of Monsoons early / late
 - ✧ SCSMEX – Historical results
 - ✧ TS / Fronts or no
 - ✧ DATA : Historical data / Tang' system 3 yrs current, 5 yrs temp., 2 seasoars, 1998 CTD surveys, island wind and sea level, buoy wind met, 2 yrs. Scatterometer (Singapore)
 - ✧ Wang, Gaw, Yang, Ramp, Tang, Caruso
- Meso-scale variation
 - ✧ *Kuroshio intrusions
 - ✧ *SCSWC (SCS warm current)
 - ✧ *impact / response to tropical cyclones
 - ✧ DATA : moorings, seasoar surveys, TOPEX/Poseidon [1993 –present], 2 yrs. Scatterometer (Singapore)

- ✧ Wang, Chapman, Pettirew, Tang, Yang, Ramp, Ko
- P. Tides (Local and Luzon strait)
 - ✧ BC (BaroClinic)
 - ✧ BT (BaroTropic)
 - ✧ **DATA : island sea level , bottom pressure [3], moored time series, Luzon St. mooring (April, 2000, 2 weeks) C-m ,**
 - ✧ Gaw, Duda, Irish, Wang, Bearddsley, Chern

FUTURE project wish list

- ✧ More G&G line
- ✧ Simultaneous bottom pressure & T-chains at generation region and continental SH/ SL
- ✧ More bottom cores along transmission paths

P.O modeling

- ✧ Genration of Mode 2 solitons – Liu
- ✧ Chapman, Ko, Prellier – Kuroshio intrusion vs. Large-scale forcing

Acoustics:

1. Coherence : f, t, vertical, horizontal, spatial
NRL, Potter, Chen, Wei, , Duda, Chiu, and Lynch, Koneko
2. Fluctuation STATs (A, phase, time)
Too, and #1
3. Frequency Dep. Of Prop, scatter
Same #1
4. ambient noise
group
5. Mathched Field Processing
NRL, Too, Chen
6. Adaptive beamforming
NRL, WI, CHIU, LYNCH,
7. Inverse problem
Potter, Chen, Chiu, Nick, Kaneko, Lynch, ECS group
8. Uncertainty / Prediction
Potter, Finette, Chen, Duda, Chiu, Lynch, Lu
9. 3D acoustics
Finette, Chen
10. ambient noise
group
11. Propagation Loss

- Potter, Chiu, Lynch, Chen,
12. intensity fluctuation statistics
 13. contract 2000 and 2001
 14. scholte wave
 15. Propagation Loss
 16. Bottom scattering
 17. Sensor tracking

PO Liasons

Mooring – Steve R., Tim D., David T.
Sea Soar – Glen G.
Satel – Mike, Tony, Donato(NRL)
HF – NRL, NTU
TOWYO – NRL

Model –

IW – Liu
Meso – Ko
G&G – Schock&Bartek
Bathymetry – Wei
Acoustics Data – WHOI
PANDA

六、 及未來會議、論文規劃

1. 研究成果發表：今年之環境調查與聲學特性計算將在 IEEE. J. of Ocean Engineering 以特別專刊發表。
2. DATA Management：以 John Potter 之 ASIAEX 為主要網站，與各實驗之網站如 NTU 海洋資料、WHOI 海洋資料網站連線。國際合作方面應在一個月內預備資料交換之時程，作正式資料交換。但以聲學資料而言，資料處理無法如此快速，則需明確告知實際能夠完成之時程。

七、 會後心得

1. 以往之規劃會議我國只有海洋學者參與，本會議為聲學學者第一次參予，本人認為聲學學者參與有二方面的收穫(1)直接參予聲學合作，在未來實驗與分析上可有實質參予與合作。(2)由於與會之聲學學者皆為一時之選，無論在會議上參予規劃、或聲學研究討論學習上皆有莫大收益。

附件三

James F. Lynch 教授訪台報告 (民國九十一年四月十五日至二十六日)

台大造船及海洋工程系

陳琪芳

民國九十一年六月十五日

目錄.....	錯誤! 尚未定義書籤。
一 活動經過.....	24
二、內容摘要.....	25
三、檢討及建議.....	29
附錄一:2002 年中山大學水下聲學講習會 – 魏瑞昌.....	31
附錄二:Dr. Lynch’s visit by G.-P. James Too, National Cheng Kung University	46
附錄三:海軍官校參加 Dr. Lynch 之『亞洲海域國際聲學實驗』聲學數據分析系 列講座.....	48
附錄四:海軍海洋測量局對 Lynch 博士訪台心得.....	50

一 活動經過

Lynch 博士訪台期間於中山大學舉行水聲系列講座與擔任台灣大學造船及海洋工程學系舉辦之 Post Underwater Technology 2002 (UT'02) Workshop 及第四屆水下技術研討會特約講員(詳細行程如下表)

日期	訪問行程	地點
4/15	抵台	台北
4/17	水聲系列講座(一): Low Frequency Shallow Water Acoustics, Dr. Jim Lynch	中山大學海下技術研究所
4/18	水聲系列講座(二): The Effects of Coastal Oceanography and Geology on Horizontal Array Coherence, Dr. Jim Lynch 水聲系列講座(三): Acoustic Data and Processing from the HOI/NPS HLA/VLA for the 2001 ASIAEX South China Sea Experiment, Mr. Arthur Newhall	中山大學海下技術研究所
4/19	專題四：Spatial and Temporal Variations in Acoustic Propagation, Dr. Jim Lynch “ASIAEX 研究合作成果及聯合論文發表討論”	中山大學海下技術研究所
4/20-21	休息及觀光	
4/22	Post Underwater Technology 2002 (UT'02) Workshop	台灣大學造船及海洋工程學系
4/23	Post Underwater Technology 2002 (UT'02) Workshop 講員 講題: Preliminary Results From the 2001 ASIAEX South China Sea Experiment	台灣大學造船及海洋工程學系
4/24	第四屆水下技術研討會大會講員 講題: An overview of acoustic fluctuation results from the summer 1996 Shelfbreak PRIMER Experiment	台灣大學造船及海洋工程學系
4/25	ASIAEX 水聲訊號分析技術指導	台灣大學造船及海洋工程學系
4/26	“Coastal Oceanography and Acoustics” 專題演講	台灣大學海洋研究所
4/27	離台	

Lynch 博士訪台二週，四月十七日至十九日在中山大學之水聲專題講座，十分精彩叫座。附錄一至四為主辦人魏瑞昌教授及出席講座的成大涂季平教授、海軍官校及海測局代表的報告。由於 James Lynch 博士為水下聲學領域資深研究學者，擔任 IEEE J. of Oceanic Engineering 的執行編輯，同時他並擔任「亞洲海

域國際聲學實驗」(Asian Seas International Acoustics Experiment, 簡稱 ASIAEX) 美國方面聲學計劃的總主持人。本次邀請 Lynch 博士的主要目的為協助我方參與亞洲海域國際聲學實驗計畫之各主持人分析所蒐集之聲學數據。Lynch 博士在聲訊分析及聲學模式研究成就不凡，並且本實驗乃是他所規劃，因此邀請他來訪問講學，對於參予「亞洲海域國際聲學實驗」整合計畫的各位學者十分有幫助。由會議報告及出席熱絡情況可看出已達成上述目的。

四月二十二日至二十三日及四月二十四日由本系主辦 Post UT workshop 及第四屆水下技術研討會，邀請 Lynch 博士擔任大會講員。Post UT workshop 共有十二場邀請演講，內容包括海下技術領域最新研究課題及發展。由於 IEEE OES(Ocean Engineering Society) 台北分會(Taipei Chapter)於此大會成立，因此 OES 會長、副會長及秘書長也與會恭賀，日本教授五人及國內從事海下技術專家學者也全程參與，場面十分熱絡。Lynch 博士於會中報告亞洲聲學實驗之初步成果，也強調我國的貢獻與表達繼續合作之強烈意願。

第四屆水下技術研討會 Lynch 博士報告 1996 於美東大陸棚界 PRIMER 實驗之結果。

二、內容摘要

● Post UT workshop 演講摘要

“Preliminary Results From the 2001 ASIAEX South China Sea Experiment”

James F. Lynch

Woods Hole Oceanographic Institution

In this talk, I will describe the 2001 ASIAEX (Asian Seas International Acoustics Experiment) South China Sea experiment that was performed in April-May, 2001 off the southern coast of the Peoples Republic of China. This experiment was a combined acoustics/physical oceanography/marine geology effort that endeavored to measure basic acoustic propagation and scattering processes in a well-supported manner. As part of the experiment, a combination vertical/horizontal autonomous receiving array was deployed in 124m of water, where it listened for three weeks to a combination of moored and towed acoustic sources, which spanned a bandwidth from 50-600 Hz. These acoustic measurements were supported by geological measurements that included a bathymetric survey, a chirp sonar survey of the sub-bottom properties, and a number of cores. The physical oceanographic support for the acoustics was especially strong, as the physical oceanography itself was an object of intense study. Numerous along-shelf and across-shelf moorings bore temperature, salinity, pressure and current sensors to help quantify the oceanography, and a high-resolution Sea Soar hydrography survey provided a 3-D picture of the overall oceanography in

the experimental area. Satellite SAR and AVHRR images, along with altimetry, provided a larger scale view of the ocean variability, which was dominated by an especially active non-linear internal wave field.

Though there are many acoustic variables of interest, our initial interest in this data centers about horizontal array coherence issues, as this is the first data set we have obtained that has a horizontal array coupled with extensive environmental support, so that one may look directly at the environmental dependencies of array coherence. The frequency dependence, time variability, and along-shelf vs. across-shelf variation of the coherence are of particular interest, and I will show our latest results in these topics.

In closing, it must be mentioned that ASIAEX was a multinational, multidisciplinary, and multi-institutional effort, and the results shown here are the products of the hard labor of many talented and dedicated people from many countries. The author would also like to gratefully acknowledge the research ship support by Taiwan and the generous financial support of ASIAEX by the US Office of Naval Research.

- **第四屆水下技術研討會演講論文**

An overview of acoustic fluctuation results from the summer 1996 New England Shelfbreak PRIMER Experiment

**James Lynch*, Andrew Fredricks*, John Colosi*, Glen Gawarkiewicz*, Brian Sperry+,
Arthur Newhall* and Ching-sang Chiu#**

* Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, MA 02543

+ Science Applications International Corporation, McLean, VA 22102

Naval Postgraduate School, Monterey, CA 93943

The New England Shelfbreak PRIMER experiment was actually a series of three seasonal experiments (spring and summer, 1996 and winter, 1997) aimed at understanding how the oceanographic variability one encounters in a continental shelfbreak region affects acoustic propagation and scattering at low frequencies (50-600 Hz). This is a typical scenario for shallow water propagation, and is of interest for naval purposes, marine mammal studies, and ocean bottom characterization.

In this brief paper, we will give an overview of some of the results that we have obtained from the analyses of the summer PRIMER data, and also the directions of future efforts. Our emphasis will be on the variability seen in the data, both in travel time (or similarly, phase) and amplitude, and how this acoustic variability can be correlated to the oceanographic or bottom features that the sound encounters.

From our previous experience in the SWARM (Shallow Water Acoustic Random Medium) experiment [Apel et al, 1997], we knew that the dominant oceanographic processes that we

would encounter in PRIMER experiment were the shelfbreak front, the external forcing by the nearby Gulf Stream, and the nonlinear internal waves (internal tides and solitons), whereas the dominant bottom feature would be the sharp slope of the shelfbreak. With these considerations in mind, we designed our sampling schemes. In Figure 1, the top panel shows the region where the experiment was performed, the New England shelfbreak just south of Martha's Vineyard, MA, and the bottom panel shows a blowup of the "intense study" area of the experiment. In this bottom panel of Figure 1, the individual measurements made at the PRIMER site are highlighted. The three that most concern us here are: 1) the fixed acoustic sources and receivers (labeled "tomography array"), 2) the gray shaded area (labeled "Sea Soar domain"), and 3) the blue line (labeled "T-chain line plus ADCP"). These were the key measurements in observing: 1) the acoustic fluctuations, 2) the frontal and eddy structure, and 3) the internal wave field, respectively. For discussion of the other measurements made in PRIMER, we refer the reader to the references by Lynch and Sperry [Lynch et al, 1997 and Sperry, 1999].

The acoustic transmissions we will examine here are 400 Hz center frequency, 100 Hz bandwidth signals that were sent every fifteen minutes over an eleven day period. In detail, the pulses were 511 digit, phase encoded, pseudorandom sequences of 5.11 seconds duration, that were repeated continually over four minutes, then breaking to recommence at the next fifteen minute cycle. The two 400 Hz sources that functioned properly were on the southwest and southeast corners of our intensive study region, and were located ~10m off the bottom in ~300m water depth.

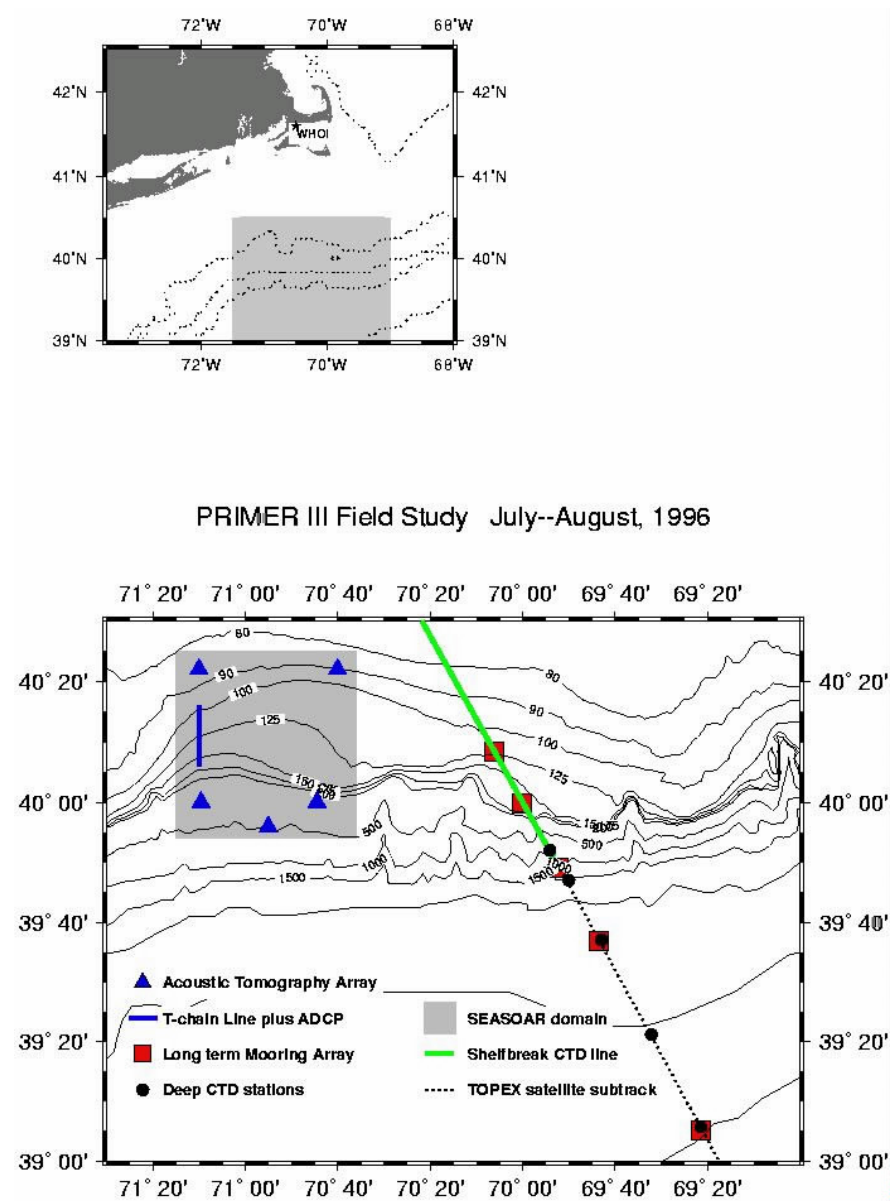


Figure 1. Summer 1996 PRIMER field study. The top panel shows the general region, and the bottom panel shows the individual measurements.

三、檢討及建議

Jim Lynch 博士訪台二週期間所作之專題演講共計六場，12 小時。除了專題演講外，與國內參與亞洲國際聲學實驗計畫之研究人員就數據分析、研究課題合作及論文發表進行討論與意見交換，並且有具體結論。亞洲國際聲學實驗計畫將實驗初步結果在 IEEE Journal of Ocean Engineering 特別專刊發表，此專刊之客座編輯為台大海洋研究所唐存勇教授，Lynch 博士規劃 15 篇論文，其中五篇分別邀請唐教授、中山大學魏瑞昌教授及本人為作者，論文題目詳列如下：

“An overview of the ASIAEX SCS 2000-2001 field experiments.” Lynch, Ramp, Simmen, Chiu, Tang, Gawarkiewicz, Orr. Invited overview paper.

“Acoustic ambient noise measurements in the ASIAEX SCS experiment” R.C. Wei, J. Lynch.

“Array hydrophone localization in the ASIAEX SCS experiment” Wolf, Lynch, R.C. Wei.

“3-D acoustics effects in the ASIAEX SCS experiment” C-F. Chen, Finette.

“An overview of the G&G at the ASIAEX SCS site during the 2000-2001 field experiments.” Bartek, Miller, Wei.

至於其他研究人員也按照個人意願參與其他論文課題之研究。

總而言之，Lynch 博士來訪完全達到預計目標，

(1) 對於參予「亞洲海域國際聲學實驗」整合計畫的各位學者十分有幫助

由各計畫主持人的報告(附錄一至四)可見 Lynch 博士毫無保留地將其所學傾囊相授，其程式工程師 Arthur Newhall 之數據分析程式也全部轉交給我們並且親自講解回答。目前我們對數據分析已完全能上手，並且因趕年底 JOE 特刊之論文發表，數據分析正如火如荼般進行。

(2) 促進我國之海下技術與水中聲學之研究發展

Lynch 博士在 IEEE Post UT workshop 中報告亞洲國際聲學實驗初步結果，並強調我國之貢獻，讓與會國際及國內學者對此計畫及實驗結果印象深刻。會後本人即被邀請於今年十月 IEEE OES 會議發表亞洲國際聲學實驗數據分析結果，可見 Lynch 博士來訪確實可幫助我國水中聲學研究的國際地位。

此次 Lynch 博士來訪停留二週，與我們的規劃及經費申請一致，可惜國科會只核准一週的經費。從本報告中可看到 Lynch 博士來訪絕對值得二週的經費資助。縱然如此，本人仍感謝國科會對邀請 Lynch 博士訪台之支持，未來將繼續邀請國際水聲資深專家訪台，俾能促進我國之海下技術與水中聲學之研究發展。

附錄一:2002 年中山大學水下聲學講習會 – 魏瑞昌

2002 Underwater Acoustics Workshop at NSYSU

活動經過

此次「2002 年中山大學水下聲學講習會」由國科會補助，邀請美國 WHOI (Woods Hole Oceanographic Institute) 水下聲學領域資深研究學者 Dr. James Lynch 擔任主要講員，並配合其資深同事 Mr. Arthur Newhall，共舉行了三天 4 場的水下聲學講座，其詳細課程時間如附表一。

這 4 場講座主要針對「亞洲海域國際聲學實驗計畫」(ASIAEX) 之理論模型架構、數據分析處理、及初步成果等，做詳盡的介紹。此次講習可說是自 2001 年 ASIAEX 實驗部分完成後，國內第一次的主要淺海聲學學術交流，因此與會人士除了國內 ASIAEX 計畫的參與研究人員，更吸引了南部主要聲學研究機構與學校，其中包括了：台灣大學、中山大學、成功大學、永達技術學院、海軍官校、海洋量測局、中科院萬象館等。每場講座平均參與人數將近 50 名，其簽到記錄如附件一。此次講習除了演講之外，更於每場結束之後，保留充分討論時間，讓與會人士能有廣泛與深入的意見交換，並配搭電腦實際演練，充分達到經驗交換的效果。

內容摘要

專題一：Low Frequency Shallow Water Acoustics, Dr. Jim Lynch (附件二)

過去數十年淺海聲學在低頻訊號的探討，一直是 WHOI 的主要研究領域，最近則更著重於近岸海洋物理變化對聲學訊號的影響。主要研究課題包括：(1) 淺海海洋物理對淺海低頻聲學的效應；(2) 聲場中相位與旅行時間的變動；(3) 聲場中振幅與聲音強度的變動；(4) 環境噪音研究；(5) 聲學訊號的空間、時間、頻率相關性；(6) 三維聲學效應；(7) 匹配聲場處理及聲源定位；(8) 海水與底床反算問題；(9) 聲場預估；(10) 近岸海水密度與溫度互補效應對聲學的影響。

專題二：The Effects of Coastal Oceanography and Geology on Horizontal Array Coherence, Dr. Jim Lynch (附件三)

在這個演講中，Dr. Lynch 由兩個觀點探討水平聲學陣列的相關性。首先，他介紹過去深海常用的「模態相位結構函數」(Modal Phase Structure Function)，及其在淺海運用的理論基礎及數值模擬。其次，Dr. Lynch 則由過去的實驗結果，特別是 Carey 的歷史資料，討論相關性的意涵。然後，他也論及過去在中大西洋灣的 PRIMER 實驗中，由聲學數據求得的近岸海洋相關特徵長度。最後則介紹 ASIAEX 在南中國海的量測，所得到的水平陣列相關計算結果。

專題三：Acoustic Data and Processing from the HOI/NPS HLA/VLA for the 2001 ASIAEX South China Sea Experiment, Mr. Arthur Newhall (附件四)

首先回顧 2001 年 ASIAEX 南海聲學實驗過程，並討論聲學數據及其處理方法。ASIAEX 實驗期間，為確定水下麥克風陣列的位置，及水平陣列的位移情況，則使用燈泡受水壓爆炸作為聲源，以長基線技術來進行確認。此次報告的初步結果，為 WHOI/NPS 垂直與水平聲學陣列上，所接收的 224 Hz 及 400 Hz 訊號。這些聲源都經過偽隨機相位編碼，經脈衝壓縮後，則可求得每個水下麥克風，在實驗期間經多重路徑傳遞下，聲源訊號的到達時間結構。最後，

Mr. Newhall 則報告了水下麥克風間的時間及空間相關性結果。

專題四：Spatial and Temporal Variations in Acoustic Propagation, Dr. Jim Lynch (附件五)

進一步討論專題一中的兩個研究課題：(1)聲場中的相位及旅行時間變動；(2)聲場中的振幅及聲強變動。經由過去 4 個大型聲學實驗計畫，這兩個課題得到充分的探討，這些實驗包括：白令海北極洋流實驗、淺海聲學隨機介質實驗(SWARM, Shallow Water Acoustic Random Medium)、新英格蘭大陸棚裂的 PRIMER 實驗、及最近的 ASIAEX 南海聲學實驗。由實驗結果可發現，聲學的變動與海洋環境的激振函數，具有強烈與直接的關係。

檢討及建議

此次「2002 年中山大學水下聲學講習會」原本只邀請了國內參與 ASIAEX 計畫之研究人員參加，不料各界熱烈反應超乎預期，才擴大了邀請的範圍，也促成了難得的水中聲學研討盛會。中山大學海下技術研究所此次在有限的時間、人力、及經費下，勉力負起承辦的責任，難免在宣傳、邀請、場地安排、人員接待等工作力有未逮，也造成一些不便及疏失，要向與會專家學者致歉。但相信有此經驗後，海下所未來當更有信心承接相關的學術交流活動，為國內海下技術的提升略盡一番心力。

此次的講習會中，國內外研究人員間有良好且頻繁的互動，相信可加速我國在 ASIAEX 的研究進展。由此結果也可看出，國際型的學術研究計畫應持續邀請相關知名學者來台，不但可提供第一手的經驗交換，也可刺激國內的研究動機，增加更多的相關研究人口。而國科會在補助此類型的講習會時，除應嚴格把關審查受邀者資格外，是否能考慮在經費上有更多的支持？如此一來，不但邀請單位無後顧之憂，也不失對受邀學者的禮遇，且能事半功倍地提昇國內的學術水準。

表一：「2002 年中山大學水下聲學講習會」講座時間表

日期	時間	演講人	專 題 演 講 題 目
4/17(三)	上午 9:30~12:00	Dr. Jim Lynch	I. Low Frequency Shallow Water Acoustics
4/18(四)	上午 9:30~12:00	Dr. Jim Lynch	II. The Effects of Coastal Oceanography and Geology on Horizontal Array Coherence
4/18(四)	下午 14:00~16:00	Mr. Arthur Newhall	III. Acoustic Data and Processing from the HOI/NPS HLA/VLA for the 2001 ASIAEX South China Sea Experiment
4/19(五)	上午 9:30~12:00	Dr. Jim Lynch	IV. Spatial and Temporal Variations in Acoustic Propagation

附件一：「2002 年中山大學水下聲學講習會」簽到表(1)

2002
Underwater Acoustics Workshop at NSYSU

Low Frequency Shallow Water Acoustics

(I)

2002.04.17

簽到表

單 位	姓 名
萬象館	梁多亮
"	蔡東傑
永達	連仕超
海軍軍校	王維明
海軍	莫以善
中科院	朱元元
成大	許子平
科院	傅大明
萬象館	劉傑中
萬象館	甘金春
"	胡家浩
"	林武慶
中山水下所	謝志日斗
"	李泉霖
"	蔡瑞璜
"	朱蒙銳
"	陳 尊
"	鍾新化
"	王 偉

附件一：「2002 年中山大學水下聲學講習會」簽到表(2)

2002
Underwater Acoustics Workshop at NSYSU

Low Frequency Shallow Water Acoustics
(I)

2002.04.17

簽到表

單 位	姓 名
中山海上所	蔣奇廟
"	陳勇平
"	吳勇宏
"	薛炳彰
"	吳振茂
"	郭瑞台
"	連新育
吳大造船	林穎聰
"	林文斐
"	鄧毅文
	羅建希
	王少鴻
海測局	溫國航
	程騰華
海上所	黃金良
海生所	徐佳倫
成大水利	許世成
成大水利	田宗漢
台大造船	王大綱

附件一：「2002 年中山大學水下聲學講習會」簽到表(3)

2002
Underwater Acoustics Workshop at NSYSU

Low Frequency Shallow Water Acoustics
(I)

2002.04.17

簽到表

單 位	姓 名
中山大學	何福生
	洪福全

附件一：「2002 年中山大學水下聲學講習會」簽到表(4)

2002
Underwater Acoustics Workshop at NSYSU

The Effects of Coastal Oceanography and Geology on Horizontal Array Coherence
(II)

2002.04.18

簽到表

單 位	姓 名
義大利	許世盛
高安泰	胡永隆
台大海研所	陳曉強
海下所	朱蒙銳
"	劉志田
"	涂 章
"	蔡晴雅
"	魏 蔚
"	王 宇
"	陳立木
高安泰	梁多泥
"	林國慶
海下所	郭嘉和
"	趙 智
永達	劉錦文
以 大	徐金波
海下所	徐子平
"	吳國宏
"	廖 芳

附件一：「2002 年中山大學水下聲學講習會」簽到表(5)

2002
Underwater Acoustics Workshop at NSYSU

The Effects of Coastal Oceanography and Geology on Horizontal Array Coherence
(II)

2002.04.18

簽到表

單 位	姓 名
中科院	陳安所
台大水所	謝力文
"	王大明
"	楊政偉
"	林文斐
海下所	李雲霖
台大水所	林穎聰
"	彭增文
海下所	吳振民
海下所	楊宗領
海軍官校	莊建育
中科院	許法林
海官	程振武
中科院	李心元
海物所	詹秉
海官	吳立謙
海工系	陳宗遠
海物所	李淑貞
海安系	張玉珊

附件一：「2002 年中山大學水下聲學講習會」簽到表(6)

2002
Underwater Acoustics Workshop at NSYSU

The Effects of Coastal Oceanography and Geology on Horizontal Array Coherence
(II)

2002.04.18

簽到表

單 位	姓 名
海物所	張同安
海測局	紀振俊
,	溫開施
,	程振聲
	鄭金良
海物所	李俊安
,	李俊吉
中山海下所	洪福全

附件一：「2002 年中山大學水下聲學講習會」簽到表(7)

2002
Underwater Acoustics Workshop at NSYSU
Spatial and Temporal Variations in Acoustic Propagation
(IV)
2002.04.19
簽到表

單 位	姓 名
中科院	張東傑
"	甘曉東
"	胡宇亮
	吳多亮
中科院	蔣清田
海下所	馮新海
" " "	何智信
"	劉志丹
	劉新海
"	李立之
海下所	謝三平
	魏瑞昌
中科院	王浩宇
海下所	李永霖
海下所	鄭錦翔
海測局	茹梅俊
台大造船	林文斐
海下所	吳國宏
台大造船	林錦豐

附件一：「2002 年中山大學水下聲學講習會」簽到表(8)

2002
Underwater Acoustics Workshop at NSYSU
Spatial and Temporal Variations in Acoustic Propagation
(IV)

2002.04.19

簽到表

單 位	姓 名
海下所	陳寶柱
台大	王大維
	彭曾來
	謝力文
海下所	吳振武
	楊宗領
	朱蒙航
	洪福全
	薛炳華
中科院	吳漢宇



2002 Underwater Acoustics Workshop at NSYSU

Low Frequency Shallow Water Acoustics

Dr. Jim Lynch

Woods Hole Oceanographic Institution

There has been a very active program in low frequency shallow water (SW) acoustics at the Woods Hole Oceanographic Institution for several decades. In this talk, I will show overview examples from some of our main topics of research over the past decade, with an emphasis on the effects of coastal oceanography upon the acoustic signals. Included in our topics of interest are: 1) what shallow water oceanography is of interest to low frequency shallow water acoustics?, 2) phase and travel time fluctuations in the acoustic field, 3) amplitude/intensity fluctuations in the acoustic field, 4) ambient noise studies, 5) signal coherence (spatial, temporal, frequency), 6) 3-D acoustics effects, 7) matched field processing and source localization, 8) the inverse problem for the water column and the bottom, 9) predictability of the acoustic field, and 10) is acoustic “spiciness” an important effect in shallow water?



**2002
Underwater Acoustics Workshop
at NSYSU**

**The Effects of Coastal Oceanography and
Geology on Horizontal Array Coherence**

Dr. Jim Lynch

Woods Hole Oceanographic Institution

In this talk, I will address horizontal array coherence from two points of view. First, I will discuss theoretical and modeling work that has been pursued using the so called “modal phase structure function,” which is a shallow water analog of an approach used previously in deep water studies. And second, I will look at the implications of experimental studies. Starting with the historical data from Carey, I will then proceed to the coastal ocean feature correlation length data from the Middle Atlantic Bight PRIMER experiment, and finally conclude with the recent direct measurements of horizontal array coherence from the recent ASIAEX South China Sea experiment.



2002 Underwater Acoustics Workshop at NSYSU

Acoustic Data and Processing from the WHOI/NPS HLA/VLA for the 2001 ASIAEX South China Sea Experiment

**Mr. Arthur Newhall
Woods Hole Oceanographic Institution**

A brief overview of the 2001 ASIAEX South China Sea acoustics experiment will be presented. Both the acoustics data and the data processing schemes will be discussed. Array hydrophone localization and measurement of horizontal array motion will be addressed using broadband light bulb implosions and long baseline (LBL) navigation techniques. The presentation will concentrate on signals received at the WHOI/NPS vertical and horizontal line arrays (HLA/VLA) from one 224 Hz and two 400 Hz sources. The pseudo random phase encoded signals from these sources will be pulse compressed to show arrival time structure at each of the phones over multiple days and multiple arrival sequences. Initial spatial and temporal phone-to-phone correlations will be briefly discussed.



2002 Underwater Acoustics Workshop at NSYSU

Spatial and Temporal Variations in Acoustic Propagation

Dr. Jim Lynch

Woods Hole Oceanographic Institution

In this talk, I will discuss in detail some of the studies made over the past decade by WHOI and its collaborators on two of the topics discussed briefly in the first lecture, specifically: 1) phase and travel time fluctuations in the acoustic field, 2) amplitude/intensity fluctuations in the acoustic field. We have studied these topics over the course of four different experiments in the past decade, i.e. the Barents Sea Polar Front experiment, the SWARM (Shallow Water Acoustic Random Medium) experiment, the New England Shelfbreak PRIMER experiment, and the recent ASIAEX South China Sea experiment. The tie between the acoustic fluctuations observed and the environmental forcing functions will be stressed.

附錄二:Dr. Lynch's visit by G.-P. James Too, National Cheng Kung University

5/18/2002

Dr. James Lynch and Mr. Arthur Newhall were invited to come to Taiwan due to the international joint project—ASIAEX(Asian Seas International Acoustics Experiment). This joint project was supported by National Science Council in Taiwan and by Naval Office Research in United States.

The experiment was made around April and May 2001. About 700 Gigabytes data were recorded and were needed to be processed. Dr. Lynch and Mr. Newhall were here to provide technique supports for us that how the data can be retrieved and processed. In addition to the technique support, Dr. Lynch gave a three-day workshop in Koahsium and a couple of presentations in Taipei. I was fortunate to have the opportunity to attend the workshop and to hear the talks.

The three-day workshop was held in National Sun Ye-Shan University. Four topics were presented by Dr. Lynch and Mr. Newhall in the workshop.

- (I) Low Frequency Shallow Water Acoustics (Dr. Lynch)
- (II) The effects of Coastal Oceanography and Geology on Horizontal Array Coherence (Dr. Lynch)
- (III) Acoustic Data and Processing from the WHOI/NPS HLA/VLA for the 2001 ASIAEX South China Sea Experiment (Mr. Newhall)
- (IV) Spatial and Temporal Variation in Acoustic Propagation (Dr. Lynch)

The workshop was so successful that it was about 30~50 attendants each day during the three-day workshop. It is particular useful for acoustic groups in Taiwan to obtain the information how to retrieve the data, where to retrieve the data, and how the data can be processed. Overall, the joint project is progressing in the right direction. We expect, at the end of this year, there will be numerous productions will come out. In addition, this project

will give our country a big step in catching up the research track of underwater acoustics in the world.

附錄三:海軍官校參加 Dr. Lynch 之『亞洲海域國際聲學實驗』聲學數據分析系列講座

一、 參加人員與過程：

1：中山大學部分：

海軍官校呂維理副教授、楊穎堅助理教授、羅建育助理教授、吳力藩教官等四員參與了四月十七日至十九日於中山大學海下技術研究所所舉辦的水聲系列講座，期間並與 Dr. Lynch 座談討論未來論文的寫作方向。

2：台灣大學部分：

海軍官校呂維理副教授、楊穎堅助理教授等二員全程參與了四月廿五日至廿六日於台灣大學造船研究所所舉辦的 ASIAEX 水聲訊號分析技術指導。並現場操作電腦分析程式。

二、 討論內容：

全部的研討過程我們關心的重點有五，分別敘述如下：

1：著重在討論 Soliton 等水文環境變化對於 VLA/HLA Mooring 所產生的影響及其濾除此影響的技巧。

2：討論 M-Sequence 的濾波技巧及其所代表的涵義，並且將其應用在 Panda 的觀測資料。

3：討論科學論文撰寫方向。

4：討論至 ASIAEX 區域補採岩心資料的建議位置及相關的注意事項。

5：請益台灣自行發展 BM-ADAS (Bottom Mount-Acoustic Data Acquire System)的可行性及其相關經驗。

三、 收穫：

1：已經瞭解 Soliton 對於 Mooring System 的影響。在目前的技術下，只能盡量先行分析較靠近底部的麥克風資料，因為其擺動的距離較小。

2：已經成功地將 M-Sequence 應用在 Panda 資料上。由於 Panda Mooring 的設計人：Dr. Potter 並未將 Panda 資料進行 M-Sequence 解碼，故 Dr. Potter 非常樂意的與我們共同合作分析資料。

3：論文撰寫方向將暫定在 Panda 資料的分析與研究。

4：經 Dr. Lynch 的指導，已經確認岩心採樣的測站，預定於五月廿六日至卅日前往採樣。

5：Dr. Lynch 非常鼓勵我們自行發展水下聽音系統。目前錨錠系統與水密系統技術發展已成熟，浮體系統將自行設計與開發，聽音系統與電子電路部分台大海洋所電子儀器室將全力幫忙。此外，Dr. Potter 願意無償的提供數套 Panda Mooring 的 hydrophone 與主機板供我們測試。故我們在發展自己的電子電路系統同時，將會先行利用新加坡的系統進行錨錠系統的設計與測試。此部分工作目前整在尋找資金補助。

附錄四：海軍海洋測量局對 Lynch 博士訪台心得

「亞洲海域國際聲學實驗 ASIAEX」為國內首次參與執行之大型國際聲學實驗，其量測所得的數據，對於如何建立特定海域之海洋環境與聲波特性和之間的關係，有重大助益，從實驗執行到後續資料分析的過程中，整合了國內物理海洋、聲學及訊號處理等領域的專家與學者共同進行合作，海上實驗完成迄今近一年，各單位對於資料之分析、處理上，或多或少有部份瓶頸存在，尤其是各種聲源訊號，經由不同傳遞路徑受海洋環境影響所產生之變化，更是海軍對於反潛作戰環境評估所關心的。

此次 Lynch 博士來訪，承辦單位特別在南部中山大學安排一系列的講座，除指導 ASIAEX 後續研究方向，並針對 ASIAEX 之聲學訊號處理及各單位在資料分析上所遭遇之困難，一一提出詳細說明與解答，同行之 Newhall 先生更進一步提供處理聲學訊號之程式，並針對各單位在程式設計方面遭遇之問題提出解答，經過一週在中山大學之研討，對於南部各單位在後續研究上有莫大的幫助，而承辦單位安排 Lynch 博士在南、北均安排講座之方式，更增加此次 Lynch 博士與 Newhall 先生訪台行程之實質效益。