

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

總計畫(1/3)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC91-2611-E-002-017-

執行期間：91 年 08 月 01 日至 92 年 07 月 31 日

執行單位：國立臺灣大學工程科學及海洋工程學系暨研究所

計畫主持人：李雅榮

計畫參與人員：褚柏寬、羅光閔

報告類型：精簡報告

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 92 年 5 月 27 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 ☐ 成果報告 ☒ 期中

中進度
報告

潛艦關鍵技術之基礎研究－總計畫(1/3)

計畫類別：☐ 個別型計畫 ☒ 整合型計畫

計畫編號：NSC 91－2611－E－002－017

執行期間：91 年 8 月 1 日至 92 年 7 月 31 日

計畫主持人：李雅榮

共同主持人：

計畫參與人員：褚柏寬、羅光閔

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)：☒ 精簡報告 ☐ 完整報告

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

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

☐ 涉及專利或其他智慧財產權，☐ 一年 ☐ 二年後可公

開查詢

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 92 年 5 月 23 日

行政院國家科學委員會補助整合型專題研究計畫期中進度報告

潛艦關鍵技術之基礎研究－總計畫(1/3)

計劃編號：NSC 91-2611-E-002-017

主持人：李雅榮 (國立台灣大學工程科學及海洋工程學系)

研究人員：楮柏寬、羅光閔

摘要

台灣四面臨海，航運之發展、海洋之開發，尤其是海防之鞏固，潛艇或潛艦是不可或缺之海中工具，亦是國人長期以來極欲獲得之武器。唯潛艦系統較水面船艦複雜許多，所涉及之科技層次亦較高，需有高科技之基礎及統合能力始能開發出高性能潛艦，世界上亦僅美、蘇、德、日、荷等先進國家具有這方面的能力。國內雖有造船工業基礎，也已建造出不少水面船艦，近年來亦積極從事水下技術之開發，並配合中科院從事潛體運動性能之研究，但對潛艦之研發，由於人力與基礎研究均不足，至目前為止尚無具體結果，但以台灣之現況，對潛艦之需求確實極為迫切。針對於此，本計畫乃結合國內學術界，以分工合作之方式進行潛艦先期研究開發工作，擬以台大工程科學及海洋工程系之現有基礎為基準，整合相關之人力及專長，對各專題進行關鍵技術之研發，並培育相關人才，以奠定國內自行發展高性能潛艦之基礎，並促使參與人員在相關研究領域上均有學術上之突破，達成國科會整合型專題研究計畫之目標。

關鍵字：潛艦、整合

Abstract

It is well known that the economic development of Taiwan strongly depends on the import-export trade. Our country has to keep the naval powers strong enough to protect the harbors and routes of merchant vessels. In addition, the seabed has become of everincreasing in a worldwhere the reserves of the ~~non~~renewable natural resources are diminishing on the earthland areas. The need for the economical exploitation of the resources of the seafloor has led to the expansion of offshore exploration. Submarines and submersibles are the best systems to perform underwater task in the field of surveying, inspection, repair, salvage and military. Each submarine should be design to operate in the sea environment safely and satisfactorily. In recent years, we have designed and built a lbof surface vessels, including the naval battle ships. The systems of submarine are much more complex than those of surface vessel. In the world, only few countries, not including Taiwan, have the capacity to design

and build submarines. Up to now, Taiwan Government still can not purchase submarines from other countries. Therefore, developing the key technologies of high performance submarines by ourselves is a very important and necessary task.

Keywords: Submarine, Integrated

一、計畫架構

在考量執行單位現有資源與能力下，將整個研究計畫分為四部分來執行，分別針對高性能潛艦的結構、阻力推進、操縱控制及匿蹤系統等四個較重要領域之關鍵性技術進行研發，並進行各專長領域之整合，期能藉此計畫之執行，深度探討此一長久未被開發之領域。此四個分項計畫主持人如圖 1 所示：

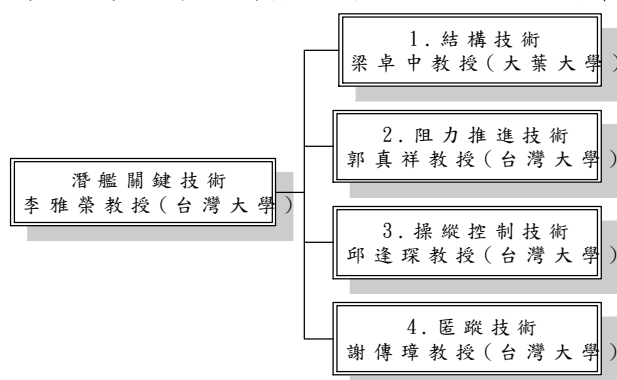


圖 1 分項領域架構圖

總計畫執行資料協調與整合工作，而各領域間之分析資料及結果討論亦密切相關，如圖二 2 所示。

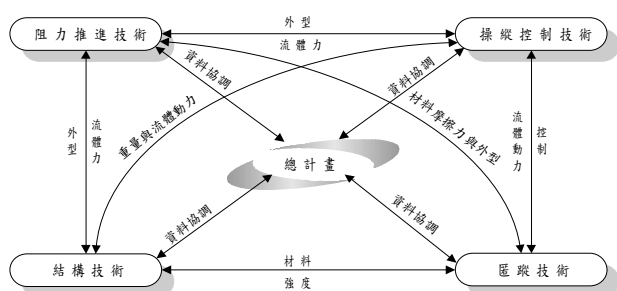


圖 2 總計畫與各分項領域關係圖

二、計畫執行概況

本研究計畫自民國 91 年 8 月 1 日開始執行，即定期邀集所有子計畫執行人員舉行大型成果研討 (三個月一次)，用以控制計畫進度，進行資料交換與協調，並藉著討論以收集思廣益之效。期間也舉行多次跨領域小型會議。最後於 92 年 5 月 2 日舉辦年度成果彙整會議，5 月 7 日至國科會進行年度成果報告，充分發揮總計畫之整合協調功能。

本計畫於各次會議皆邀請聯合船舶設計發展中心人員參與研討，計畫執行人員並於 3 月 20 日至淡水聯設中心，由聯設中心作潛艦相關研究簡報，其內容涵蓋潛艦艦體結構、艦體非破壞檢測、水下通信、潛艦用柴油機、潛艦壓縮空氣系統、潛艦操控性能之模擬等主題，確實落實潛艦技術交流。

在資料共享方面，總計畫蒐集了德國 HDW 船廠所製 209-1400 型潛艦之基本資料，以此作為目標潛艦，供各領域、各子計畫分析。209 型潛艦採單殼結構，壓力殼之材料為 HY-80 高張力鋼，操作潛深可達 250 公尺，潛航最大航速 23 節，主要武器為 8 具 533mm 魚雷發射管，攜帶魚雷 14 枚，部分型號的 209 型潛艦更具有發射反艦導彈的能力。209 型潛艦可靠性高，維修工作量少，僅配備 30 多名艇員，而且噸位小，造價低，造型流線，單軸螺槳與優良的耐震設計，皆經本計畫評估為初步仿製之良好目標。其一般佈置圖如圖 3 所示，表 1 為主要規格。

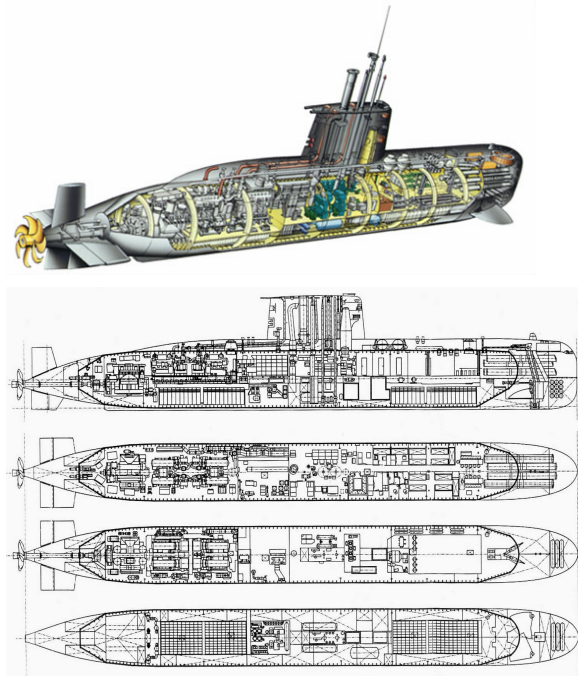


圖 3 德國 209-1400 型潛艦一般佈置圖

長度(m)	62.0
壓力殼直徑(m)	6.2
浮航排水量(ton)	1,454
潛航排水量(ton)	1,586
主機馬力(kW)	2,800
潛航極速(knot)	23.0

表 1 德國 209-1400 型潛艦主要規格

三、各子計畫執行成果簡述

茲將各子計畫目前研究成果簡述如下。

結構技術領域部分共有三個子計畫，如圖 4 所示。

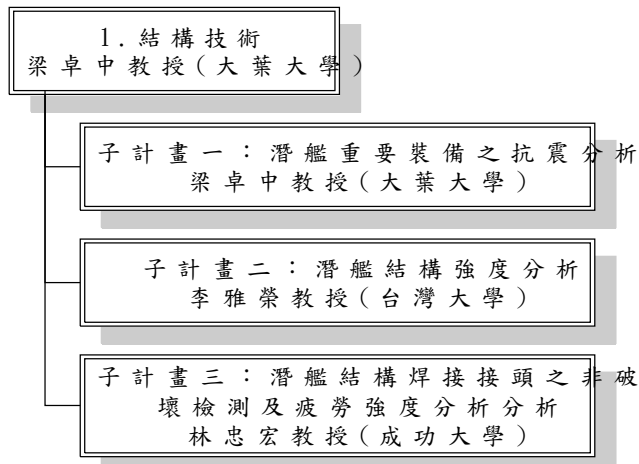


圖 4 結構技術領域架構圖

子計畫一本年度重點在於水下爆震負荷分析，其成果如下：1.完成水下爆炸震波峰值壓力、氣泡脈衝壓力、氣泡最大半徑及發生時間之半理論半經驗公式之驗證。可提供正確之爆震參數計算。圖 5 即為使用 MSC/Dytran 計算之氣泡半徑。2.完成自由液面水柱高度之數值模擬，可初步了解水下爆炸過程中水柱之形成。3.龍骨爆震因子（KSF）與水下爆震總能量之意義相同，在相同之 KSF 之下，爆炸離潛艦越近，爆震波峰值壓力越高，則越容易進入塑性範圍。

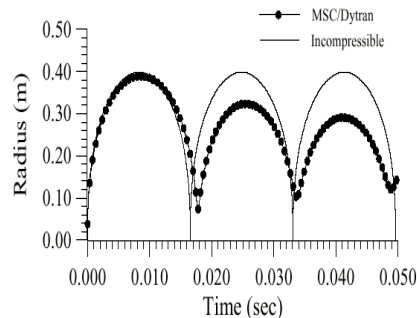


圖 5 水下爆炸時氣泡半徑歷時之比較

子計畫二本年度重點為深水壓力下潛艦壓力殼結構之應力分析及挫曲強度探討，其成果如下：1.確立 209-1400 型潛艇之外型與結構尺寸，並建立 ANSYS 有限元素模型。2.執行靜力下之線性及非線性分析，其中包含了塑性考量。圖 6 即為具有開孔與魚雷管之潛艦壓力殼於水深 570.8m 下，考慮材料非線性分析得到的應力圖。3.肋骨之有效幅度預估。4.不同肋骨尺寸模型之分析。

子計畫三本年度成果如下：1.完成裂縫尺寸搜尋與判讀系統，其量測誤差甚小。2.完成應力集中下表面裂縫進展實驗，圖 7 為具有圓形凹槽之試驗片進行疲勞試驗，得到在應力集中狀態下之表面裂縫進展過程。

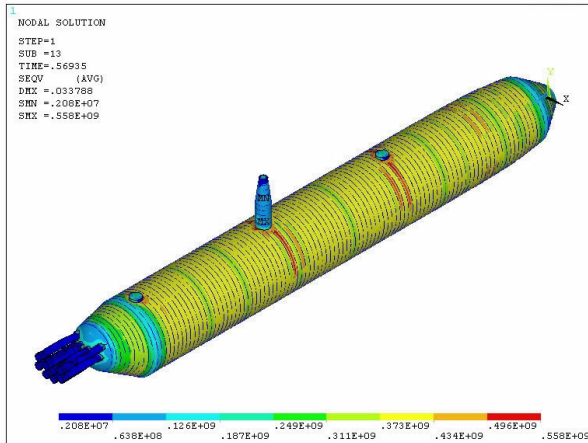


圖 6 壓力殼塑性分析應力圖

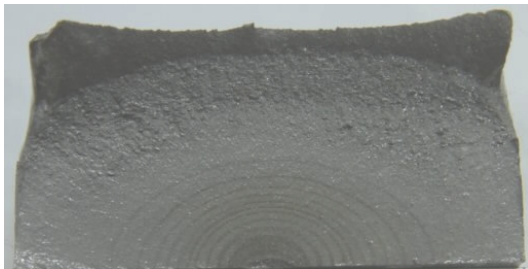


圖 7 圓形凹槽試驗片表面裂縫進展過程

阻力推進技術領域部分共有三個子計畫，如圖 8 所示。

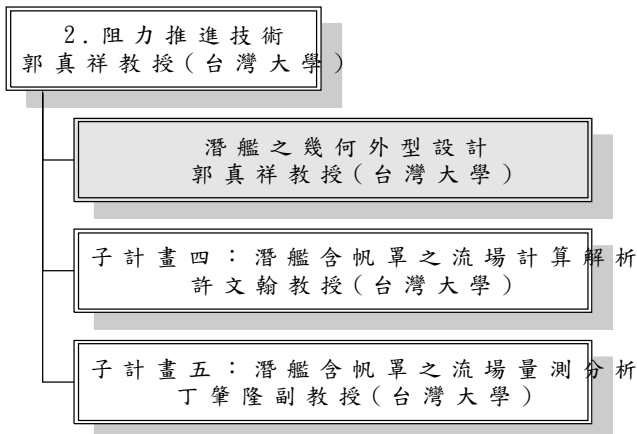


圖 8 阻力推進技術領域架構圖

其中郭真祥教授由於年度計畫配額已滿，故本年度名義上並無「潛艦幾何外型設計」計畫，但為求整體計畫之完整，此一子計畫仍依進度進行，期於第二年度歸隊。此部分已完成 209 潛艦之外行仿製如圖 9。另外，對於潛艦帆罩外型也作一深入探討，並完成潛艦用七葉高歪斜螺槳仿製。

子計畫四本年度成果如下：1. 建立複雜潛艦之網格。2. 建立潛艦紊流模型。3. 建立有限體積方法之數值模型。其流場計算解析結果如圖 10 所示。

子計畫五本年度成果如下：1. 建立量測及影像辨識系統(PIV)。2. 簡單流場測試。本計畫採購 Photron Fastcam Super 10K 之高速攝影機，在解析度 512*480

pixels 下，可以達到 1000 frames/sec 的拍攝速度，在拍攝之後進行影像辨識分析，可以決定出粒子軌跡，為流場量測建立了一重要工具。

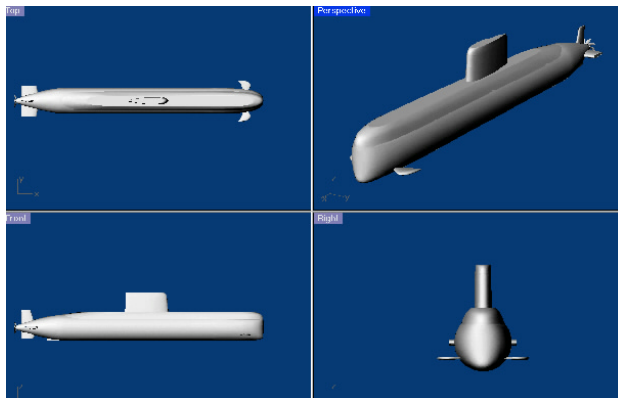


圖 9 德國 209-1400 型潛艦外型仿製

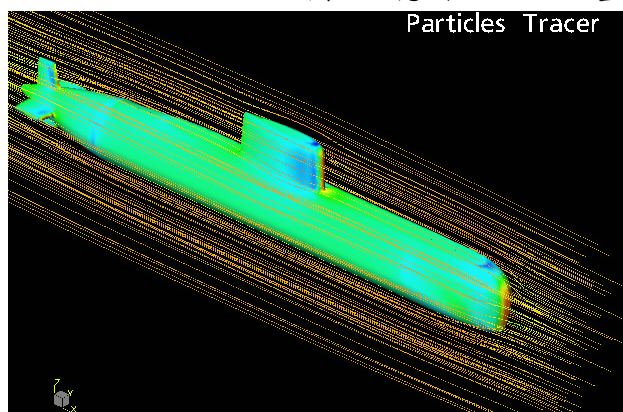


圖 10 潛艦流場計算流體軌跡

操縱控制技術領域部分共有二個子計畫，如圖 11 所示。

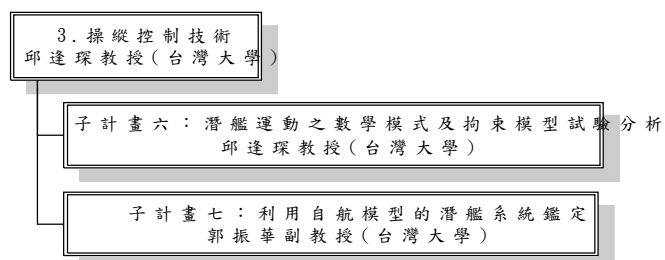


圖 11 操縱控制技術領域架構圖

子計畫六本年度目標在建立包含帆罩、艏艉翼，舵且螺槳作動下的潛艦操縱運動之數學模式及其相關流體動力係數之拘束模型驗分析方法，以掌握潛艦操控性能。成果如下：1.完成依 MMG 原則建構之潛艦操縱運動數學模式。2.拘束試驗用潛艦模型之初步規劃已大致完成，目前正與廠商洽談設計與製作細節。圖 12 即為潛艦模型拘束試驗設計圖。

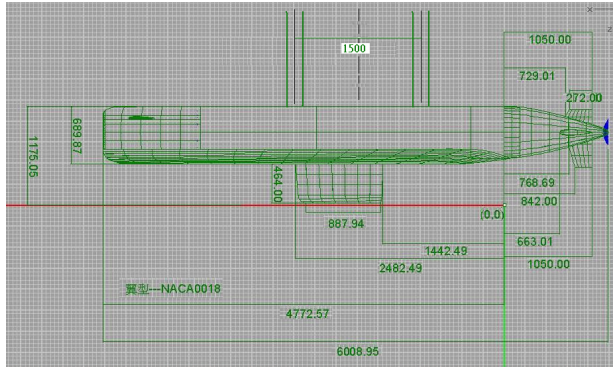


圖 12 潛艦模型拘束試驗設計圖

子計畫七本年度成果如下：1.取得潛艦外形數據及螺槳設計資訊，建立自航模型之外型、操控系統、外形及支架製作、控制面及致動機構設計及製作，並著手規劃自航模型系統(圖 13)及系統鑑定之實驗程序。2.在流體動力係數估測方面已建立非線性估測器為主之估測架構，並正進行此架構參數收斂性之分析及模擬測試。

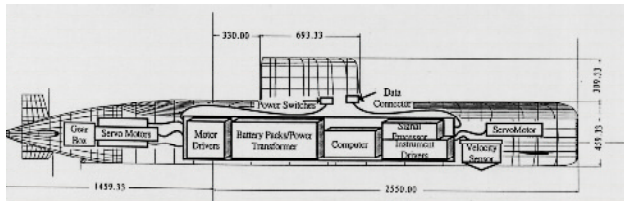


圖 13 潛艦自航船模設計

匿蹤技術領域部分共有二個子計畫，如圖 14 所示。

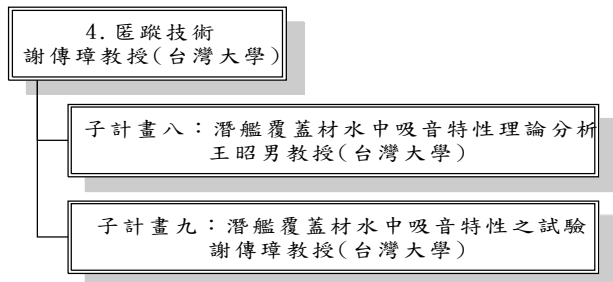


圖 14 匿蹤技術領域架構圖

子計畫八本年度完成成果如下：1.收集空氣與水為介質之多孔材相關資料。2.推導 Biot 理論應用於水中吸音材分析。3.建立多孔材、彈性固體之聲波傳播之傳輸矩陣。空氣中多孔吸音材表面音響阻抗之驗證如圖 15。

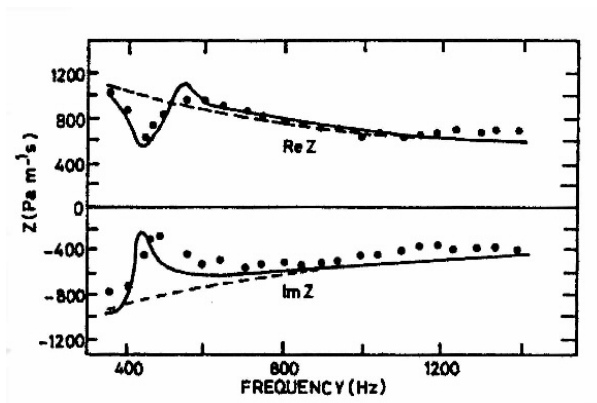


圖 15(a) 文獻之實驗數據●，彈性理論計算—，剛性結構體理論計算----

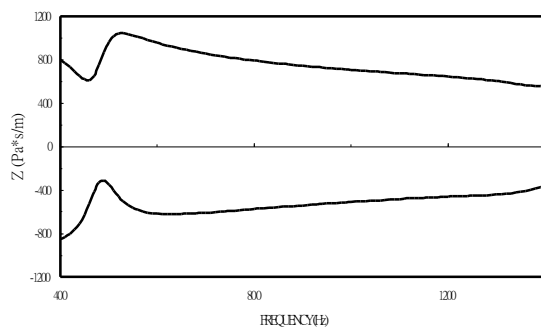


圖 15(b) 本計之表面音響阻抗分析結果

子計畫九本年度主要工作為設計及製作駐波管。成果如下：1.以相位平移概念推導平面波之反射係數。2.駐波管設計製作完成(圖 16)。3.實驗儀器及數據處理程式已完成。

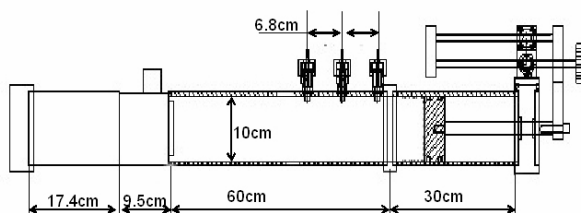


圖 16(a) 駐波管設計圖

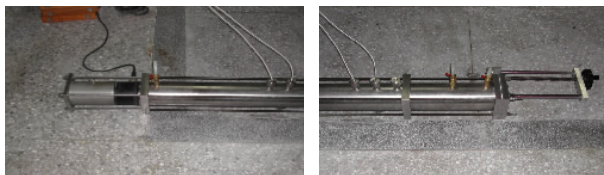


圖 16(b) 駐波管(左：音鼓，右：背板)

四、結語

潛艦關鍵技術之研究為潛艦自製之基礎，而潛艦自製能力為台灣國防工業自主之指標。本計畫有賴所有研究人員的投入，迄今已完成預期進度之 90%以上，成果至為豐碩，除了將來可提供業界應用外，並立下國內大規模潛艦研究的先端。目前除了以台大工程科學及海洋工程學系為主的研究團隊外，也包含成功大學、大葉大學的研究人員，未來當研究進行至成熟階段，海洋大學、聯合船舶設計發展中心、中國造船公司等相關單位亦將進入團隊中參與更多的細部研發。

本計畫下年度仍依既定研究計畫進度進行。在阻力推進技術領域中，「潛艦幾何外型」計畫的加入將使計畫整體更具完整性，因此下年度有 10 個子計畫同步進行。以實驗為主的子計畫也將因第一年的儀器購置、設定，模型製作已初步完成，下年度將有會更充實的成果呈現。