

國立交通大學

National Chiao Tung University

出國報告（出國類別：☒ A類、考察、訪問  
☐ B類、出國短期研究  
☐ C類、國際會議）

## 2015 年防災與水環境中心參訪荷蘭 三角洲學院(Deltares)報告

服務機關：防災與水環境研究中心系所

姓名職稱：楊錦釧 主任等 7 人

派赴國家：荷蘭與瑞士

出國期間：2015/06/23~07/8

報告日期：2015/08/19

## 摘要

交大防災與水環境研究中心訪問荷蘭三角洲學院(Deltares)與瑞士顧問公司(Ernst-Basler + Partner AG)參訪團(以下稱本參訪團)，本次出國進行參訪日期為民國 104 年 6 月 27 日至 7 月 8 日，共為期 12 天，參與人員包括：本中心楊錦釧教授、王克陸教授、謝筱齡教授、王鵬堯博士、許永佳博士、張胤隆博士、陳弘恩博士，北科大張哲豪教授與國網中心連和政博士，楊錦釧教授因受邀參加台夫特科技大學 (UT-DELFT)學生之口試，特於 6 月 23 日前往。

本次參訪目的為針對(1)去年度合作的工作項目群進行討論與檢討，(2)針對未來合作計畫的項目群進行細部討論，(3)針對展望 2020(H2020)計畫書之內容進行細部討論，以及(4)對未來潛在合作對象進行拜訪。

去年度的合作成果發表與檢討外，本中心在此次訪問期間與荷蘭三角洲學院(Deltares)達成幾項合作計劃之共識：2015-2016 年度共同執行研究計劃，包括：

- 三維(3Di)在台灣都市防災之應用
- 公開徵求歐盟科研架構(FP7)計畫海岸韌性增加策略-工具包(RISC-KIT)的共同研究
- 展望 2020(H2020)計畫書共同撰寫與申請
- 依據本次簽署之合作備忘錄籌備亞太共同研究中心

本中心發展跨領域防災技術已逾 17 年，並受到國內政府單位與國外學術單位高度的肯定；本次參訪除了計畫的合作外，本參訪團亦爭取籌備亞太共同研究中心，以利亞太地區之防災技術推廣。

目次

一、目的.....1

二、過程.....1

6月23日.....2

6月24日.....2

6月25日.....2

6月26日.....3

6月27日.....3

6月28日.....4

6月29日.....4

6月30日.....5

7月1日.....8

7月2日.....8

7月3日.....11

7月4日.....11

7月5日.....13

7月6日.....13

7月7日.....14

三、心得及建議.....15

# 本文

## 一、目的

本次參訪目的為針對(1)去年度合作的工作項目進行討論與檢討，(2)針對未來合作計畫的項目進行細部討論，(3)針對展望 2020(H2020)計畫書之內容進行細部討論，以及(4)對未來潛在合作對象進行拜訪。

## 二、過程

交大防災與水環境研究中心訪問荷蘭三角洲學院(Deltares)與瑞士顧問公司(Ernst-Basler + Partner AG)參訪團(以下稱本參訪團)，本次出國進行參訪日期為民國 104 年 6 月 27 日至 7 月 8 日，共為期 12 天，參與人員包括：本中心楊錦釧教授、王克陸教授、謝筱齡教授、王鵬堯博士、許永佳博士、張胤隆博士、陳弘恩博士，北科大張哲豪教授與國網中心連和政博士，楊錦釧教授受邀參加台夫特科技大學(UT-DELFT)學生之口試，特於 6 月 23 日提前出發至荷蘭。表 1 為本次參訪行程彙整，詳細參訪內容詳述如下。

表 1 參訪行程彙整

|        |                                      |
|--------|--------------------------------------|
| 6 月 23 | 楊錦釧教授前往荷蘭                            |
| 6 月 24 | 拜會台夫特科技大學 (UT-DELFT) 參觀水利相關實驗及設備     |
| 6 月 25 | 論文口試細節討論                             |
| 6 月 26 | 參加 Alwin 的口試                         |
| 6 月 27 | 開會細節討論與參訪團員會合                        |
| 6 月 28 | 內部會議                                 |
| 6 月 29 | 荷蘭三角洲學院(Deltares)開會                  |
| 6 月 30 | 荷蘭三角洲學院(Deltares)開會                  |
| 7 月 1  | 工程參觀                                 |
| 7 月 2  | 工程參觀                                 |
| 7 月 3  | 前往瑞士與內部會議                            |
| 7 月 4  | 內部會議與崩坍地現勘                           |
| 7 月 5  | 崩坍地現勘與內部會議                           |
| 7 月 6  | 與瑞士顧問公司(Ernst-Basler + Partner AG)開會 |
| 7 月 7  | 搭機返回台灣                               |
| 7 月 8  | 返回台灣                                 |

以下為 6 月 23 日至 7 月 8 日之逐日詳細行程：

6月23日

本日楊錦釧教授獨自搭乘 BR75 班機自台灣桃園機場出發(08:40)，當日 19:25 抵達荷蘭史基輔機場，並前往台夫特之下榻飯店。

#### 6月24日 拜會台夫特科技大學 (UT-DELFT) 參觀水利相關實驗及設備

台夫特科技大學(UT-DELFT)與荷蘭三角洲學院(Deltares)的合作關係相當密切，荷蘭三角洲學院(Deltares)負責實務的分析及相關領域科技的整合，台夫特科技大學(UT-DELFT)負責較屬理論科學及前瞻科技研發。照片 1 與照片 2 中可看出相關水利的基礎試驗水槽頗具規模，資料量測及擷取系統的建置與光電及資訊科技的發展同步，對科學研究，提供一個完善的試驗環境，因此對研發的深度及效率助益良多。這也是為何台夫特科技大學(UT-DELFT)在水利工程領域可成為國際上的領先者。



照片 1 試驗水槽

照片 2 量測儀器

#### 6月25日 論文口試細節討論

與指導的研究生 Alwin Commandeur 討論論文的細節及簡報的內容安

排。

## 6月26日參加 Alwin 的口試

台夫特科技大學(UT-DELFT)取得碩士學位的期程至少三年（其中包括半年的業界的實習），基礎理論培育及實務的訓練皆相當紮實。論文主題為水庫異重流研究-以石門水庫為應用例，其中石門水庫異重流之模型建置為其在台期間(2014/11-2015/2)完成建置與初步測試，其餘模擬案例（例如，阿姆坪與大灣坪排砂隧道的虛擬案例模擬）為其回國後的後續工作。口試委員包括：J.C. (Han) Winterwerp，C.J. (Kees) Sloff，M.M. (Martine) Rutten，J.C. Yang(楊錦釧教授)等四人。



照片 3 Alwin 準備論文口試



照片 4 口試後合照

## 6月27日

本日楊錦釧教授與荷蘭三角洲學院(Deltares)的重要代表 Herman 見面，針對 6/29-30 日的開會細節先進行溝通，例如，三維(3Di)的合作發展藍圖與展望 2020(H2020)計畫等。其中，三維(3Di)雙方共識為在台灣成立亞太服務中心，並著手草擬合作備忘錄(MOU)。

本日其餘參訪團員自台灣上午 08:40 搭乘 BR75 班機，當日 19:25 抵達

荷蘭史基輔機場，並前往台夫特之下榻飯店。

## 6月28日

本日於荷蘭台夫特下榻飯店進行內部會議，首先由張胤隆博士對於此次出國行程安排與工作人員分配進行簡單說明，說明結束後本參訪團隊對於隔日簡報以及各項議題負責人分配進行討論，因隔日展望 2020(H2020)討論會議與荷蘭三角洲學院(Deltares)合作簡報會議同時舉行，此次內部會議分派楊錦釧主任與張胤隆博士隔日趕赴展望 2020(H2020)會議，6月30日會議則由張哲豪教授與張胤隆博士赴展望 2020(H2020)會議討論。本次內部會議亦討論往後與荷蘭三維(3Di)合作項目內容與合作模式，將向荷蘭方提出在台設立共同研究單位（亞太服務中心的構想），以利未來相關合作計畫執行。

## 6月29日(主要議程)

交大防災與水環境研究中心代表團於29日上午九點半拜訪研究夥伴荷蘭三角洲學院(Deltares)。

首先針對去年度合作的工作項目進行討論。29日上午議程首先由去年度的執行工作包括水理模擬(D-Flow FM)軟體的中央處理器(CPU)程式編碼改寫為圖型處理器(GPU)程式編碼。以及地層下陷與地下水資源在未來合作上的討論，會議中 Hans van Meerten 提出他們在印尼雅加達的相關經驗（照片 5），並決定提供相關的軟體與資料，以便未來提送國科會計畫書的撰寫依據。

29日下午第一個議題為歐盟科研架構(FP7)計畫海岸韌性增加策略-工具包(RISC-KIT)之討論，本中心許永佳博士先簡介台灣臨海區域的淹水潛勢，而後 Ap van Dongeren 介紹歐洲海岸韌性增加策略-工具包(RISC-KIT)計畫的相關進度，並建議可以濁水溪流域及其鄰近海岸分析洪水與海浪對臨海區域的洪水風險分析。在泥沙傳輸方面，國網中心連和政博士分享其模擬排砂隧道的三維數值模擬以及其發現與困難，另有 Alwin Commandeur 分享其在交通大學交換時期所做的研究(台夫特 3 維(Delft3D)在石門水庫泥砂傳輸之模擬)。最後並討論未來與交大的合作方向，包括交換學生，以及計畫共

同執行等。



照片 5 Hans van Meerten 介紹印尼雅加達的地層下陷相關研究

### 6 月 29 日(展望 2020(H2020) proposal 議程)

繼上午與荷蘭三角洲學院(Deltares)之會議後，本參訪團成員楊錦釧教授以及張胤隆助理研究員於下午 14:00 趕赴另一間會議室，與來自歐盟各國代表共同討論參與歐盟展望 2020(H2020)計畫之推動事宜，與會成員包含荷蘭三角洲學院(Deltares)研究中心、皇家氣象局(KNMI)與危機管理公司(Crisisplan)、英國歐洲中期天氣預報中心(ECMWF)氣象預報組織以及挪威氣象局等單位代表。由於該計畫尚屬內部整合提送計畫書階段，在保密協議下不便透露計畫細節，故以下僅簡述開會過程，不涉及內容。

會議開始首先由荷蘭三角洲學院(Deltares)之資深研究員 Karin de Bruijn 博士說明計畫之整體概念與架構，本計畫共包含 9 個子計畫，參與單位眾多，在說明與討論完計畫整體概念後，由楊錦釧教授簡報本團隊在計畫中所欲貢獻之工作以及可獲得之成果。

### 6 月 30 日

30 日上午議程首先討論洪水預警系統(FEWS)在台灣的應用情形與雙方經驗分享，最後提出相關的未來合作計畫。隨後討論三維(3Di)軟體在台灣的應用情況（照片 6 與照片 7），目前合作團隊已在台南市三爺溪建立 10 米數值地形模型資料(DEM)之三維(3Di)模型，並預計在 8 月底建立 1 米數值地形模型資料(DEM)之三維(3Di)模型，目前相關合作進行相當順利，因此為推廣三維(3Di)在台灣之應用，三維(3Di)委員會特別與本團隊簽訂合作備忘錄

(已於 8/3 簽署完成)，預期兩年內在台灣建立亞太水情計算服務中心(內容包括水情與其他災害)。

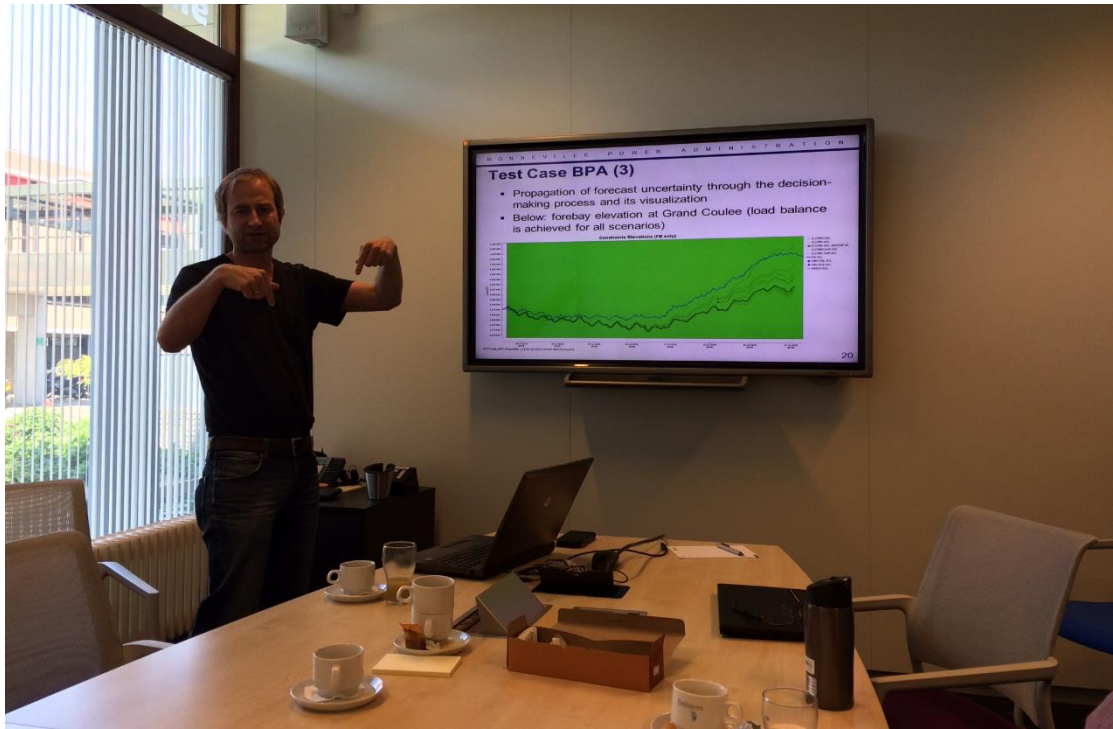
30 日下午議程包括閘門即時控制(real time control)的研究（照片 8），代表團並帶回相關資訊回台研讀。最後，代表團與荷蘭三角洲學院(Deltares)重要幹部(照片 9)根據兩日來的相關討論整理會議記錄。



照片 6 Laurene Bouaziz 介紹三維(3Di)之台南市三爺溪之淹水模式



照片 7 Ruben Dahm 示範操作三維(3Di)之台南市三爺溪之淹水模式



照片 8 Dirk Schwanenberg 介紹閘門即時控制之相關理論



照片 9 兩日會議之議題綜合討論

## 6 月 30 日(展望 2020(H2020)部分)

展望 2020(H2020)計畫之討論會議於 6 月 30 日上午 09:00 再度展開，由於楊錦釧教授必須參與三維(3Di)討論事宜，因此展望 2020(H2020)上午之討論會議由張哲豪副教授與張胤隆助理研究員代表參加，而 29 日已針對計畫

整體概念進行討論，故本日上午以子計畫為單位採小組討論方式，參與相同子計畫之成員進行面對面細談。本團隊與荷蘭三角洲學院(Deltares)、西班牙阿達薩(ADASA)以及希臘維米特(WeMet)等單位代表討論降雨引致災害之預報技術，商議彼此可支援與銜接之項目。在小組討論後，本日下午主要討論計畫構想書提送進度之規劃，並確認各子計畫之主要負責單位。



照片 10 荷蘭國家水管理中心

## 7月1日與7月2日

結束與荷蘭三角洲學院(Deltares)以及展望 2020(H2020)計畫各單位代表之會議後，荷蘭三角洲學院(Deltares)於7月1日與2日安排兩天之工程參觀，茲簡述主要參觀地點如下。

### (1)荷蘭國家水管理中心

荷蘭國家水管理中心(Water Management Centre)坐落於弗萊福蘭(Flevoland)省的萊利斯塔德(Lelystad)市，該市亦為弗萊福蘭(Flevoland)省的首府。該中心掌管荷蘭全國之即時水情與預報資訊，包含渠道與湖泊水位、洪災風險與水質等，照片 10 為中心內其中一間辦公室，顯示辦公室內擺放多組呈列不同資訊之螢幕，如前所述，這些資訊包含尺度較廣之全歐洲現況與預報氣象以及小尺度之全國水情資訊，各種水情資訊除了包含歷史與現況之觀測資料外，亦有模式分析計算之預報值，若預報值顯示可能會有災害發生，則中心亦會啟動相應之機制，向有關單位提供高可靠度之資料以及危機

處理建議。

該中心之模式分析預報主由荷蘭三角洲學院(Deltares)提供技術服務，並以防洪預警(FEWS)為預報平台之核心，每天不間斷地進行水情預報，且該資訊展示與預報系統於荷蘭其他地區亦有即時同步備援設施，亦即一但該中心系統失效，備援系統亦可即時補上持續運做。

## (2)阿夫魯戴克(Afsluitdijk)大堤

阿夫魯戴克(Afsluitdijk)大堤之位置如圖 1 所示，該堤防建造於 1930 年，全長 32 公里，堤寬 90 公尺，平均高程 7.25 公尺，其建造目的主要包含防洪與交通等兩項。在防洪方面，該堤防可防止當外海瓦登海(Wadden Sea)海水位高漲時可能引發之海水倒灌與溢淹，而在交通方面，該堤防連結北方菲士蘭(Friesland)省蘇黎世(Zurich)村與南方北荷蘭(North Holland)省的丹歐弗(Den Oever)，大幅減少兩地間之通車時間。

照片 11 為阿夫魯戴克(Afsluitdijk)大堤之現況照，圖中右側為屬鹹水之瓦登海(Wadden Sea)，而左側則為淡水之艾瑟爾 (Ijsselmeer)湖，艾瑟爾(Ijsselmeer)湖是因阿夫魯戴克(Afsluitdijk)大堤興建後而形成之人工湖，其水位由抽水站所控制。



圖 1 阿夫魯戴克(Afsluitdijk)大堤位置圖



圖 11 阿夫魯戴克(Afsluitdijk)大堤現況

### (3) 沃達蒸汽泵站(ir. D.F. Woudagemaal)

沃達蒸汽泵站(ir. D.F. Woudagemaal)位於菲士蘭(Friesland)省之萊米爾(Lemmer)附近，如圖 2 所示，該抽水站建造於 1920 年，是目前世界上現存最大之蒸氣動力抽水站。菲士蘭(Friesland)省(圖 4 粉色區塊)內有大小不一眾多湖泊，當地俗稱滯洪池(boezem)，亦即滯洪池，而各湖泊間皆有人工渠道加以串連，沃達蒸汽泵站(ir. D.F. Woudagemaal)建造之目的即為控制省內湖泊之水位，在大雨期間將水抽放至艾瑟爾(IJsselmeer)湖內，以避免菲士蘭(Friesland)省內發生水災。

沃達蒸汽泵站(ir. D.F. Woudagemaal)內共有八座抽水機組，如照片 12 所示，全部運轉時其最大抽水量可達每分鐘 4,000 立方公尺，1967 年最大抽水量達每分鐘 6,000 立方公尺之高地蒸汽泵站(J.L. Hooglandgemaal)完成後，沃達蒸汽泵站(ir. D.F. Woudagemaal)改做為備援角色，亦即在極端降雨高地蒸汽泵站(J.L. Hooglandgemaal)不堪負荷時才會啟動沃達蒸汽泵站(ir. D.F. Woudagemaal)。王鵬堯博士因國內要務，因此提前至今日行程結束後，自荷蘭返回台灣。



圖 2 沃達蒸汽泵站(ir. D.F. Woudagemaal)位置圖



照片 12 沃達蒸汽泵站(ir. D.F. Woudagemaal)機組

7月3日與7月4日

本日上午 9 時 35 分搭乘荷蘭航空(KLM)至瑞士蘇黎世機場，抵達時間上午 11 時 10 分，並轉搭乘火車前往格林瓦德(Grindelwald)，抵達下塌旅館下午 15 時 20 分，於抵達旅館稍事休息後，本參訪團隊隨即於當地時間 16 時至 18 時，以及 7 月 4 日上午 9 時至 12 時在旅館進行荷蘭展望 2020(H2020)

合作事項檢討會議，會議事項包含：

- (4)經由荷蘭 6 月 29 與 30 日展望 2020(H2020)討論會議後得到結論，荷蘭三角洲學院(Deltares)希望本中心(DPWE)研究團隊將研究議題鎖定坡地崩塌預測(Landslide forecasting)，因此，本次內部會議討論後將研究議題範圍限縮執行坡地崩塌預測，而不延伸執行崩塌後災損與應變之研究。
- (5)本次會議討論對於定量降水預報(QPF)資料事先進行不確定性分析可行性，應用崩塌二維模式可針對不同雨型製作降雨門檻值曲線，因此，討論降雨預測(rainfall forecasting)不確定性分析後鎖定特定雨型製作降雨門檻值曲線是否可行。
- (6)討論本團隊與荷蘭三角洲學院(Deltares)、西班牙阿達薩(ADASA)以及希臘維米特(WeMet)等單位代表可支援與銜接之項目，坡地崩塌於歐洲奧地利與義大利為常見之災害型態，歐洲各國亦對崩塌災害發生位置與發生雨量均具有長時間調查與監測，因此會議中討論所執行之子計畫與總計畫可銜接相關內容。



照片 13 阿爾卑斯山脈格林德瓦周邊崩塌地

7 月 4 日下午 13 時至下午 19 時勘查瑞士境內阿爾卑斯山脈，瑞士阿爾卑斯山系將北歐與地中海分開至橫貫南歐，有一些穿過阿爾卑斯山的重要通道就位於瑞士境內，對這些通道的控制是整個瑞士歷史中的重要內容。阿爾

卑斯山平均海拔 1700 米，約占瑞士面積的三分之二。本次現勘了解歐洲瑞士、法國與荷蘭主要水源萊茵河上游問題，萊茵河主要集水區為阿爾卑斯山脈，水源來自於高山上融雪水與局部降雨，於融雪水時期，大量雪水可能造成地表沖蝕與崩塌如照片 13，此次現勘除了解問題，亦從觀察了解萊茵河上游崩塌與沖蝕除對周邊道路與住戶造成安全危害，產生的土砂亦對萊茵河水質造成明顯影響。對於河川動床泥砂運移問題，歐洲多國如法國與荷蘭均有發展動床數值模式，過去亦有多年研究萊茵河底床與水質之變化，動床與水質問題研究內容均已高度成熟值得本國借鏡。

## 7月5日

本日上午 9 時搭乘鐵路至蘇黎世，於下午 14 時 20 分抵達蘇黎世旅館，於抵達旅館稍事休息後，本參訪團隊隨即於當地時間 15:00 在旅館進行荷蘭合作事項檢討會議，會議事項包含：

- (1)圖型處理器(GPU)計算合作議題：討論經由荷蘭三角洲學院(Deltares)修改水理模擬(D-Flow FM)程式對改變編輯器(compiler)後所產生問題是否具有幫助，會議中達成結論，先行整理相關問題報告，待回國後寄信由荷蘭方面判斷本合作議題未來繼續執行之可行性。
- (2)討論三維(3Di)在台設置研究中心相關細節，因荷蘭方面未曾在亞太區域設置研究中心，可能產生多項問題須待釐清，如研究中心定位與伺服器運作模式等相關問題，此次會議後將問題整理寄信詢問荷蘭三角洲學院(Deltares)。
- (3)荷蘭台夫特科技大學 (UT-DELFT)已有交換學生至交通大學執行研究石門水庫異重
- (4)流研究，雙方亦從此合作項目獲得水庫異重流模擬研究大幅進展，並獲得肯定，荷蘭方亦希望能繼續執行，此次內部會議討論未來交通大學派出交換學生至荷蘭方面學習之可行性。

## 7月6日

本日代表團前往瑞士顧問公司(Ernst Basler + Partner (EBP))的總部開會：

雙方首先針對各自的中心簡短介紹，而後分別介紹雙方之專長領域，交大代表團介紹地層下陷、洪水預警系統、地下水資源、淹水潛勢分析等；EBP 針對洪水預警、泥砂傳輸模擬、天然災害預警、地下水品質評估等進行詳細介紹。最後雙方針對未來可合作的項目進行討論（照片 14），例如計畫共同執行與開發中國區域之高等工程研究顧問市場等，並預計在今年下半年在台灣共同舉辦座談會，持續討論合作事宜。



照片 14 在瑞士顧問公司開會情形

## 7月7日

本日為此次參訪荷蘭三角洲學院(Deltares)與瑞士顧問公(Ernst-Basler + Partner AG)行程之最後一日，依據此次三邊所進行之簡報與討論，本參訪團成員於住宿旅館進行內部檢討會議，前幾日已討論過後續合作方向與議題，本次會議確認各項合作議題之負責人與設定近程工作時間點，包含會議記錄送達時間，台灣方與荷蘭三角洲學院(Deltares) 三維(3Di)合作備忘錄簽訂期程(7 月)與簽訂內容，以及台灣與瑞士顧問公司(Ernst-Basler + Partner AG)共同舉辦研討會之期程(9 月)與內容。待檢討會議結束後，參訪團隊隨即至蘇黎世機場搭乘荷蘭航空(KLM)下午 14 時 20 分航班至荷蘭阿姆斯特丹，再由荷蘭阿姆斯特丹轉機長榮航空(EVA)航班回國，抵達台灣時間 7 月 8 日晚上 19 時 25 分。

### 三、心得及建議

本次參訪荷蘭三角洲學院(Deltares)交流活動，以共同執行研究計劃為目標的實質交流；本次參訪結果成果豐碩，本中心與荷蘭三角洲學院(Deltares)達成幾項共同目標並同意在以下研究領域合作：

- 三維(3Di)在台灣都市防災之應用
- 歐盟科研架構(FP7)計畫海岸韌性增加策略-工具包(RISC-KIT)的共同研究
- 展望 2020(H2020)計畫書共同撰寫與申請
- 依據本次簽署之合作備忘錄籌備亞太共同研究中心

藉由本中心與荷蘭三角洲學院(Deltares)及三維(3Di)的整合，未來在國際上有相關的合作計劃，將可為本校與本中心帶來研究計劃案。荷蘭三角洲學院(Deltares)在國際水利領域有相當高的知名度與市場，本中心與荷蘭三角洲學院(Deltares)的國際合作，可增加交大的國際知名度、並可共同承攬國際大型研究計劃案、加強亞太地區防災管理教育、並以台灣為據點向外輸出防災管理、防災科技與防災教育。

| 建議事項參採情形<br>(請條列上述「建議」相關事項於下)                            | 出國人建議 |      | 單位主管覆核 |      |     |       |
|----------------------------------------------------------|-------|------|--------|------|-----|-------|
|                                                          | 建議採行  | 建議研議 | 同意立即採行 | 納入研議 | 不採行 | 不採行原因 |
| 本次參訪已達到國際合作的目標，未來隨合作加深，「參訪」及「短期交換」機會增多，建議校方可鼓勵相關活動並增列經費。 | ○     | ✓    |        | ✓    |     |       |
| 2.                                                       |       |      |        |      |     |       |
| 3.                                                       |       |      |        |      |     |       |

連絡人：許永佳  
分機：55584

單位主管（初閱）簽章：

