

出國報告（出國類別：考察）

赴以色列參加 Watec 2017 Israel 水科技展覽會，並考察水科技新創公司降漏技術業務及發展報告書

服務機關：經濟部台灣自來水公司

姓名職稱：

丘宗仁	台灣自來水股份有限公司	處長
林清鑫	台灣自來水股份有限公司	副總工程師
吳界明	台灣自來水股份有限公司	組長
陳永彬	台灣自來水股份有限公司	組長
廖偉欽	台灣自來水股份有限公司	工程員

派赴國家：以色列

出國日期：106年9月8至16日

報告日期：106年12月

摘要

水是人類不可或缺的重要資源。本次的參訪行程參訪了水科技的有關單位及公司，對於水科技發展的經驗做了有效的交流。此行目的主要是以色列駐台北經濟文化辦事處邀請下參加 2017 年水科技展，參觀以色列水資源設施和管理。在訪問期間，並考察水科技新創公司技術及發展，為本公司未來的水管理工作提供參考。

透過這次的參訪可以深刻體認到，這波人工智慧浪潮正在席捲而來。透過其達到自動化和最佳化，在效率上能有很大的提升，而意外錯誤的發生也會變少。本公司具有國營事業和公司的雙重角色，以公司而言，則能增加收益，減少支出；以國家而言，產生的正面效果將是總體水資源利用率的提升，其產生的外部效果可讓全體國民受惠。

目次

摘要	1
目次	2
目的	3
行程表	4
過程	5
簡介	5
9月10日	5
Hagihon(水公司)	5
UET(水處理公司)	8
Sorek(污水處理廠)	9
9月11日	10
TaKaDu(大數據軟體廠商)	10
9月12日(水科技展)	12
9月13日	14
Shafdan(污水處理廠)	14
Sorek(海水淡化廠)	14
9月14日	15
ARAD(水量計製造廠商)	15
SupPlant(節水農業)	16
Fluence MABR(污水處理場)	18
心得及建議	19

目的

以色列約有 70%的國土被沙漠覆蓋。年降雨量不足 435 毫米，約為世界平均降水量的 40%。在這種嚴峻的條件下，如何利用現代技術，加強技術利用有限的水資源，研究和開發不僅是一個技術問題，也是攸關國家人民的生存，以色列的水技術產業發展迅速，智慧管網、海水淡化、廢水處理和滴灌設施等世界一流技術的開發，有效地利用有限的水資源。

此行目的主要是以色列駐台北經濟文化辦事處邀請下參加 2017 年水科技展，參觀以色列水資源設施和管理。在訪問期間，並考察水科技新創公司技術及發展，為本公司未來的水管理工作提供參考。

表 1：以色列參觀行程表

日期	行程	內容
9/8(五)~9/9(六)	去程	臺灣(桃園) ->以色列(特拉維夫)
9/10(日)	耶路撒冷自來水公司(HaGihon)	自來水輸水及漏水自動監測及智慧水管理
	UET 水處理公司	無化學添加水處理
	耶路撒冷 Sorek 廢污水處理場	廢污水處理
9/11(一)	Takadu 智慧水網研討會	Takadu 智慧水系統
9/12(二)	參加以色列 2017 水科技展 (2017 Israel WATEC Exhibition)	以色列各參展水科技相關公司
9/13(三)	Shafdan 污水處理廠	污水處理廠回收補注地下水及供應灌溉用水
	Sorek 海水淡化廠	全球最大海水淡化廠
9/14(四)	Arad Group 水表公司	智慧水表生產作業
	SupPlant 公司現場設施	監測農業生長環境，即時及自動管理供水系統
	Fluence 公司現場設施	廢污水回收處理供應農業用水再利用
9/15(五)~9/16(六)	回程	以色列(特拉維夫)->臺灣(桃園)

過程

簡介

以色列位於亞洲和歐洲與非洲之間的中東地區。西接埃及，東接約旦，北接敘利亞。它位於地中海的東海岸，總面積 22,000 平方公里，人口約 830 萬人，約有 70% 的國土被沙漠覆蓋。北部和山區年平均降雨量約 500-700 毫米，南部沙漠只有 30 毫米。全國年降雨量不足 435 毫米，約為世界平均降水量的 40%。

近年來，以色列積極推廣節水，循環利用和智能水管理等技術，充分利用每一滴水，成功擺脫水資源短缺的困境。目前，以色列不僅使該國的水資源豐富，而且還提供了鄰國的多餘水供應，而在以色列，自來水的漏水率只有 5%，廢水回收率高達 86%，水技術已成為世界領先的技術國家。

此行目的主要是以色列駐台北經濟文化辦事處邀請下參加 2017 年水科學技術展，參觀以色列水資源設施和管理。在訪問期間，並考察水科技新創公司技術及發展，為本公司未來的水管理工作提供參考。

9 月 10 日

Hagihon

Hagihon 有限公司是以色列最大的市政供水和污水處理事業，Hagihon 成立於 1996 年，由 3 個直轄市擁有，最大股東是耶路撒冷市。Hagihon 由以色列水和污水管理局是所規範管理。Hagihon 提供水和廢水服務，在耶路撒冷和鄰近地區約有一百萬用戶，每年營收大約是 140 萬美元。

Hagihon 公司之名源於這條在猶太歷史上頗具戰略地位的基訓河（Gihon），其隨著耶路

撒冷地區人口不斷增長，耶路撒冷的供水、污水處理也不斷經歷著技術的更新和方法的現代化公司。Hagihon 服務耶路撒冷這座很小的城市，約 100 萬人口中，有將近 70 萬以色列猶太居民，其它為巴基斯坦人，其中猶太人口的五分之一為正統猶太教居民，每週五安息日到來前用水量相當大。由於宗教的關係，造成不同城區的用水習慣有很大差異。

當我們來到 Hagihon 水處理廠時，一進門就能看到宣傳標語「最佳實踐」（BestPractice）。Hagihon 公司視「最佳實踐」為先進科技與優良管理的結合。Hagihon 公司共有三座主要的污水處理設備，分別為位於耶路撒冷西部山澗的 Sorek 污水處理廠、HomatShmuel 污水處理廠和位於東耶路撒冷地區的 NebiMusa 污水處理廠。其中 Sorek 污水處理廠處理過的污水主要用於農業灌溉；而 HomatShmuel 污水處理廠處理的污水，做為耶路撒冷的市政公園澆灌綠地；NebiMusa 污水處理廠為處理巴勒斯坦居民的生活污水。

Hagihon 為以色列水技術創新提供平台，Hagihon 不僅積極地為耶路撒冷大都市提供用水需求，而且支持相關水技術的發展，使未來水務公司更加具高效率。以色列擁有許多創新的水務技術公司，Hagihon 為水務技術公司提供了「充分的試鍊場」，讓公司能在真正的市政水網環境中測試他們的技術。Hagihon 已經與 Takadu 和 Stream Control 等公司進行過試點，Hagihon 也非常重視與本土以色列創新技術公司的技術合作，如與 StreamControl 合作的動態水壓控制技術、採用 TAKADU 公司技術進行的獨立計量區域測算、AquariusSpectrum 公司的聲學管道洩漏測試技術、Curapipe 公司的無開挖自動漏水維修技術等。Hagihon 目前正與 Aquarius Spectrum 公司進行水網的聲學洩漏檢測技術合作。

由於耶路撒冷正統猶太教居民占了五分之一，因為在週五開始的安習日需要用到大量的水量，大約是平常白天的 20 倍，用水量相當驚人，為了解決這個週而復始的用水挑戰，Hagihon 採用了 StreamControl 公司提供的動態水壓控制方法，檢測供水管線內的水流量並根據該城區的用水規律即時的調控水壓。Hagihon 認為通過計算出一個城市的獨立計量區域

(DMA)，可以把一個千萬人口的城市，例如北京和上海，分成很多個小區域。Hagihon 的供水、污水處理設備等經驗都是可以複製的，相當於將一個千萬人口的大城市裡切成很多像耶路撒冷的小城市，這樣的經驗也可以做為台水公司的借鑒經驗。

Hagihon 投入許多心力在智慧水網上。他們將智慧水事業定義在四個方面，如圖 1 所示：

1. 智慧經濟 - 基於統計基礎的客戶服務及收集系統，基於行為經濟學方法對顧客進行量身打造及調整。
2. 智慧服務 - 提供全面的、易得的和有效的服務。
3. 智慧規劃 - 基於總體規劃+ GIS 資產管理，執行管線資產進行維護。
4. 智慧監控 - 實施創新技術和實現接近即時監控和處理的方法。

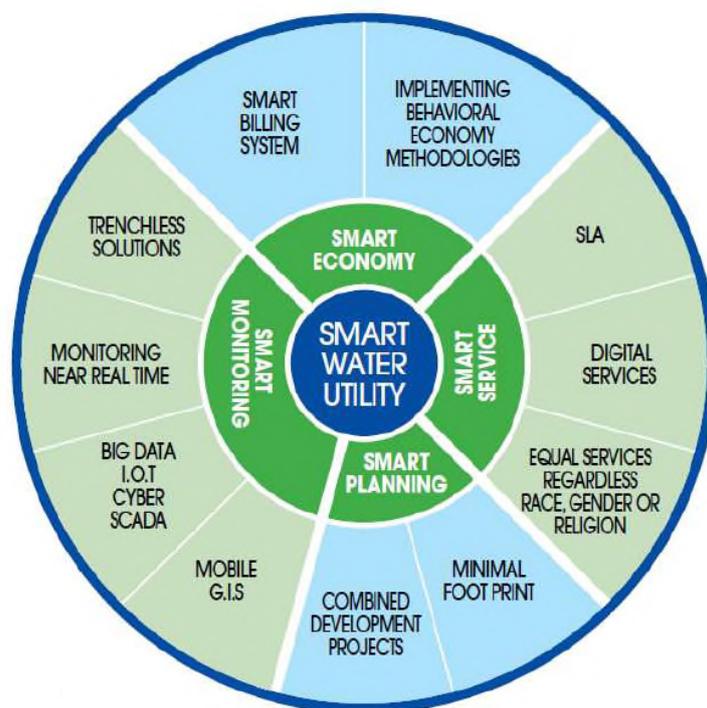


圖 1：智慧水網關聯圖

在即時監控中，Hagihon 使用了 TaKaDu 的系統，該系統是由過去資料，根據資料科學的方法，運算出現在監測值如供水量、壓力所應該要有的正常值，若偏離正常值的時間及數

量超過一定的閾值，則系統會通知使用者可能有異常。在 Alert 點通知使用者可能有漏水，在 Reported 點使用者進行了第一次的修漏，而在 Second Leak Repaired 點進行第二次修漏後，正常值和實際值回到接近重合的樣態，顯示程式判斷漏水已經修好(如圖 2 所示)。

此方式的即時監控警報法是分區計量管網為基礎，所以提供的警報也是對於特定分區，得到警報之後，若要再找漏則需要再以檢漏方式尋找。此方法可以大幅增加檢漏的效率，也就是本來在一個極大範圍中，需要耗費的人力物力成本非常大，經由計算可縮小檢測漏的範圍，提升檢測漏的效率。



圖 2：TAKADU 『智慧水網雲端管理系統』事件警示及修復圖

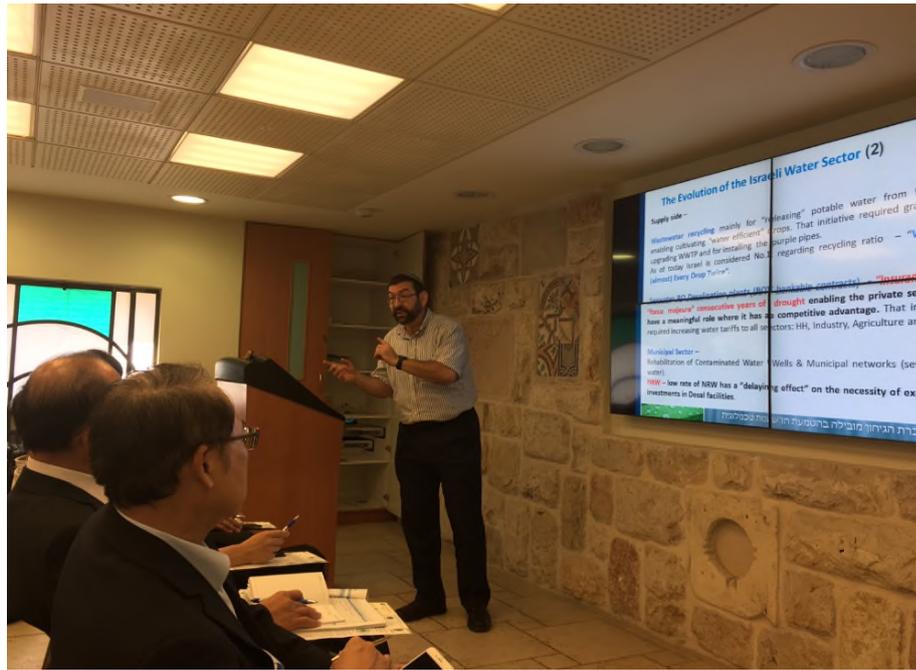


圖 3：Hagihon 管理階層說明該公司相關技術

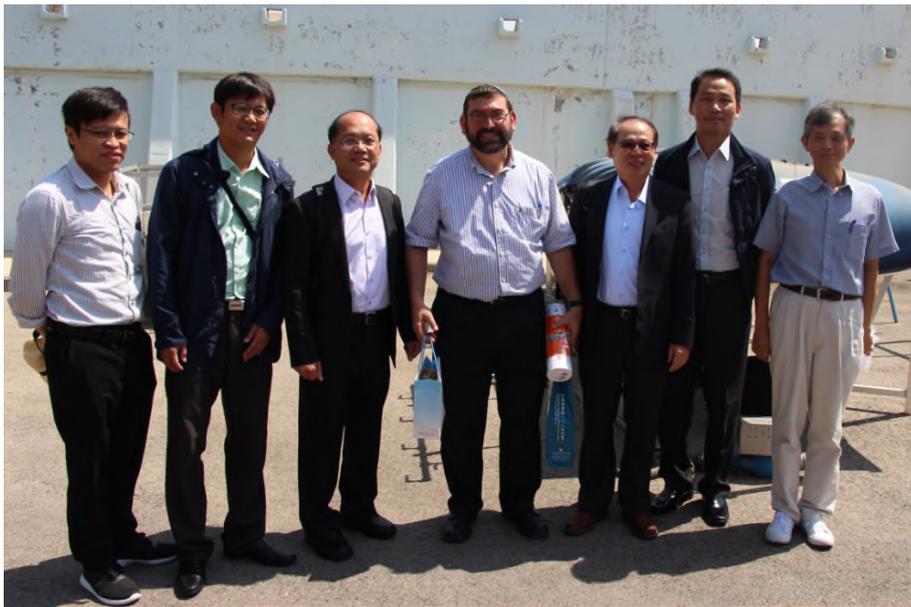


圖 4：台水公司贈送紀念禮物予 Hagihon 人員

UET

參訪位於耶路撒冷 Mamila 購物區冷卻塔的 UET 水質預處理系統。 UET 公司全名為 UNIVERSAL ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY。公司主要從事水處理業務，重點是不添加化學藥劑水處理技術，這項技術已獲得多項專利，並獲得美國 EPA，ANAB 和 RONET 的認可。

此次訪問位於耶路撒冷 Mamila 購物區冷卻塔的 UET 水質預處理系統。水處理技術的特點是減少冷卻系統管道的運行過程積垢和堵塞，可有效提高冷卻系統的性能，從而達到節水的環保效益並在冷卻系統中節能。UET 人員講解了冷卻系統前處理設備過濾情況，運行過程中只需要清洗預處理設備，可以大大降低冷卻系統相關的管道結垢情況並提高冷卻系統效率。



圖 5：UET 前處理設備(濾除石灰垢成分)



圖 6：參訪團與 UET 技師合影

Sorek(汙水處理廠)

參觀耶路撒冷的 Sorek 汙水處理廠，目前 HaGihon 運營著三座汙水處理廠，其中最大的是 Sorek 汙水處理廠，每天處理約 8 萬噸汙水。主要收集耶路撒冷冷卻區的家庭和工業廢水。廢水經活性汙泥處理過程去除大量固體，經膜法汙水處理後，除附近灌溉農田附近供水外，其餘放到河中後下游河流灌溉用水。

處理廠利用微生物和細菌分離有機物，分離後的物質用於生產甲烷氣體，用於該廢水回收裝置設置的發電設備發電，可滿足 70%的廢水處理廠電力需求，即只有 30%的電力將由外部電力供應。另外，廢棄汙水處理廠有機物的回收利用將作為農用肥料，充分實現節能減碳，循環經濟，綠色設計的理念。



圖 7：Sorek 廠技師講解汙泥處理



圖 8：Sorek 污水處理廠內甲烷貯留設備

9 月 11 日

TaKaDu

本日為參加 Takadu 智慧水網研討會。TaKaDu 是綜合事件管理解決方案的全球軟體供應商，能夠進行偵測、分析和管理事件以如洩漏，突發，故障資產問題，也就是將原始數據轉化為知識，以提高運營效率和減少漏水。

Takadu 的服務模式為於 Amazon 雲端提供服務，將自來水事業的 sensor 資料即時傳入，經過以機器學習演算法處理智慧水網回傳資料，提供可能漏水區域之信息。其方法為基於分區計量管網，以機器學習演算法計算發現漏水事件，圖 9 為演算法所推測出的預警曲線。

此方式的即時監控警報法是分區計量管網為基礎，所以提供的警報也是對於特定分區，得到警報之後，若要再找漏則需要再以檢漏方式尋找。此方法可以大幅增加檢漏的效率，也就是本來在一個極大範圍中，需要耗費的人力物力成本非常大，經由計算可縮小檢測漏的範

圍，提升檢測漏的效率。以色列 TAKADU 智慧水網雲端管理系統結合 SCADA 監控資料，操作人員回饋事件及 GIS 資訊，加上特別假日之用水行為，經由大數據分析步驟進而找出有疑似漏水的小區，如圖 10 所示。

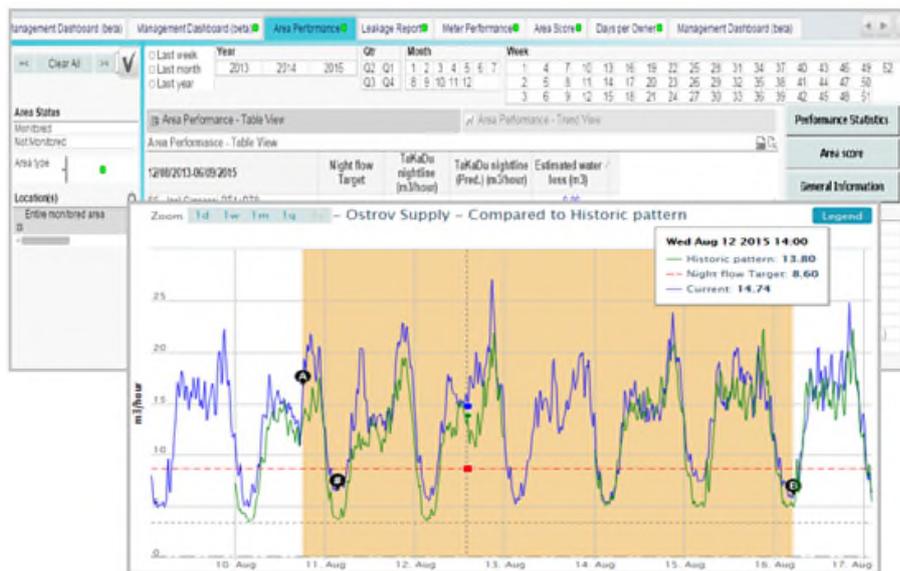


圖 9：Takadu 『智慧水網雲端管理系統』事件預警圖



圖 10：Takadu 『智慧水網雲端管理系統』

TAKADU 智慧水網是以數據分析來輔助維運實體層之各項元件，如管線、泵、蓄水池、閘栓等各種無法直接以數據資料代表的各種部件，智慧水網管理系統可以充分利用將各

種分散的儀表資料，轉化成為一個具凝聚力的“管網覆蓋”，進而實現智慧水網管理作業，如圖 11 所示為相關階層示意圖。



圖 11：智慧水網階層示意圖

智慧水網系統可從收集數據中找出即時告警事件，並藉由長期的事件資料的累積提供各種決策支援資訊，相關能力詳見圖 12。



圖 12：智慧水網告警事件功能示意圖

從原始資料進入系統之後，經過前處理與補償各種現實環境下的資料缺失，再利用數據分析技巧，找出最合適的預測值，從實際的數據與各種預測的比對，尋找可能需要注意的問

題，以產出操作人應該注意的事件。現場維運就可以根據這些的事件，啟動內部程序處理、驗證並解決問題，TaKaDu 運行簡介詳見圖 13 所示。

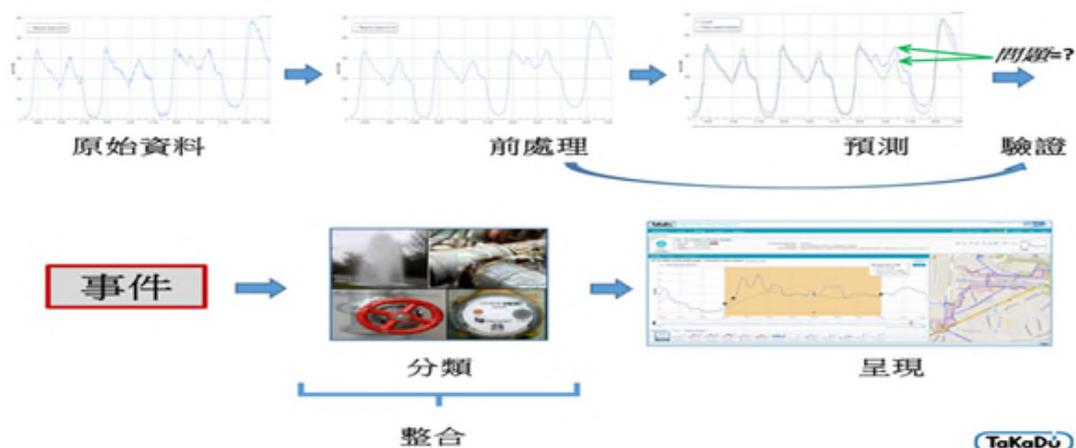


圖 13 :

圖 13：TaKaDu 資料處理(事件產出)流程圖

運用所收集的歷史資料，系統可以產出兩種預測值：

歷史預測值：基於小區/儀表的歷史資料

管網預測值：基於相似的小區

只要以上至少有一種預測值存在，系統即可以根據預測值的比對產生管網事件。只要有完好的預測值，系統即針對目前水網數據的比對，產出各種事件。系統所出的事件型態區分如表 2 所示：

表 2：事件型態及其意義

事件型態	意義
流量增加	小區供水量的不正常增加
使用率	很可能由於實際使用量增加而導致的流量增加
洩漏	很可能由於漏水而導致的流量增加
流量趨勢	夜間流量長期緩慢增長(數週/月)，且無法以全網變化說明此增長。它很可能表示一個逐漸增加的漏水

流量減少	小區流量減少之異常，可能源自於關閉水源、漏水修復、不正常連通或是實際用水量的減少
小區連通	兩個鄰近小區，一個增加、一個減低，且時間、量級相當
需量增加	每日需量最低/平均值相較於上一週比對的增加
壓力增加	異常增加壓力值。可能是由於一個 PRV 故障或額外的泵送，嚴重時可能導致爆管
壓力降低	異常的壓力降低。可能是由於發生爆管、設備故障或操作設定的變更，可能會損害供水的穩定
壓力高於限值	壓力高於水網路允許的高限值
壓力低於限值	壓力低於水網路需要的低限值
壓力逐步增大	在給定時間區段中觀察到的值的顯著增加
壓力逐步減小	在給定時間區段中觀察到的值的顯著降低
PRV 故障	每日幅度的逐漸增加。可以表示一個正要發生故障的 PRV(減壓閥)
水量計故障	水量計讀數為固定數值，或為異常高的數值
水壓計故障	水壓計讀數為固定數值，或在合理壓力之外的數值
水位計故障	水位計讀數為固定數值，或在合理水位之外的數值
負	小區供水值為負值，可能表示水量計方向錯誤，或故障的儀表
無資料	對各種儀表均有效，表示由於無電源(電池)、傳輸故障等現象

管網事件發生後，由操作人員於收到通知後檢視該事件，並對應小區現場情況，分析事件的可能原因，決定是否需要現場訪視做進一步的判別、進而通知維護廠商進場工作、現場檢修漏等工作。系統並會於工作完成前持續追蹤此事件的解決進展並製作紀錄，並對特定類別的事件，確認工作完成。如此完成完整的事件生命週期管理，流程詳見如圖 14 所示。

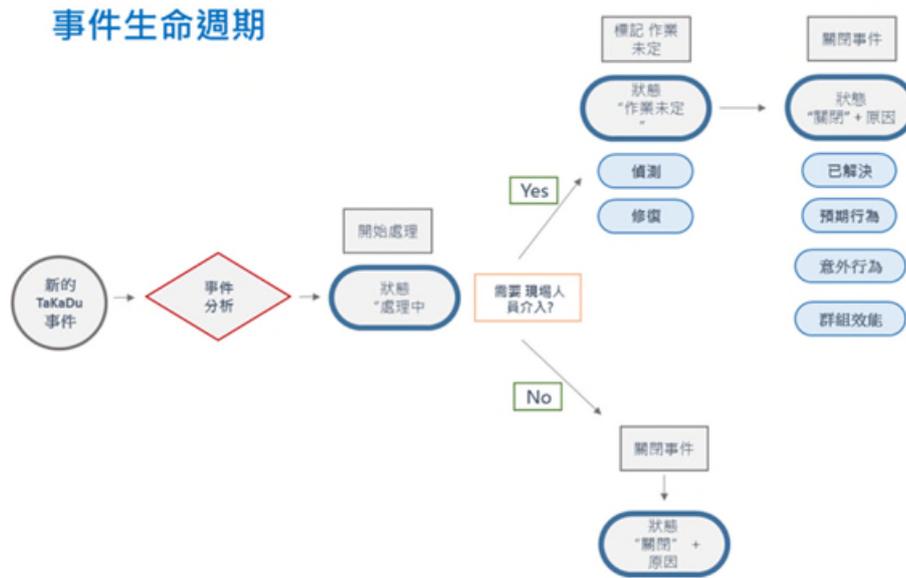


圖 14：事件生命週期管理流程

系統依照事件發生的持續時間與量級來決定，應該是屬於哪一種分類。系統會持續關注事件的變化，並依照事件數據的演變適當的調整事件分類，或者當監測數值回歸正常時，自動關閉該事件。事件的分類變化方式，詳見圖 15 所示。

像 TaKaDu 這樣的智慧新創公司在以色列和全世界蓬勃發展，可歸功於近年來機器學習和深度學習技術的快速發展，使得許多產業都能因為此技術，得到效率上極大的提升。以智慧水管理為例，本來需要人力不斷監控，以及許多年的訓練培育出來的富經驗人力，在某些情境下其實可以由資料的輸入及機器學習的分析，讓此些經驗變成自動化的程式。和傳統規則基礎程式不同的是，這些應用往往是非常複雜，例如很難將漏水的所有規則寫入程式裡面，但透過機器學習演算法，可以從中自動找出規則，進而自動發現異常及通知使用者，圖 16 為本次參訪行程中台水成員參加當日 TAKADU 研討會合影。

事件流程

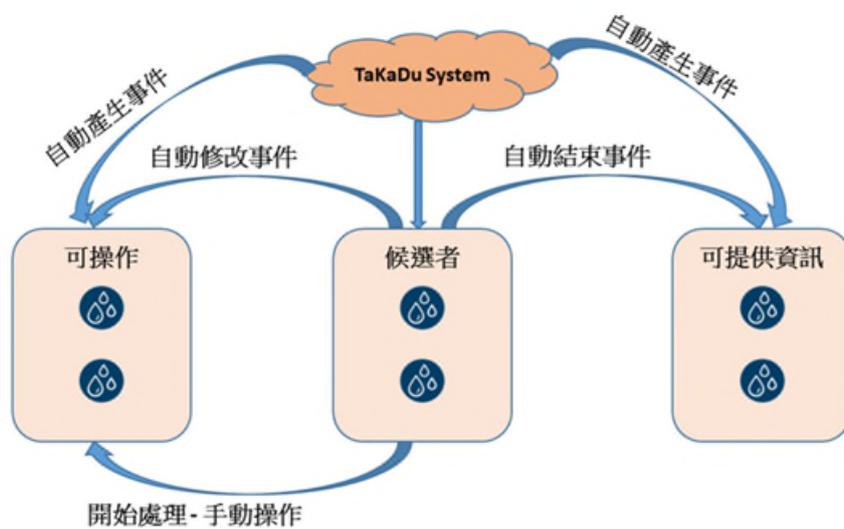


圖 15：事件變化流程



圖 16：台水成員於 2017 TAKADU 研討會合影

9月12日

此日行程主要參加 2017 年以色列國際水科技展，這是每兩年由以色列政府舉辦的特拉維夫水技術展，今年有 100 多家參展商水技術展，包括現場展示的創新設備產品以及專業人員講解。如 Kando 透過數據監測及分析，提供了在水污染發生時，迅速地分析污染物的成分，以及猜測他的來源。RealiteQ 是將 IoT 技術應用在自來水的公司，建立雲端即時偵測的系統，能即時監控及對各種狀況做反應。Water-Gen 也展示了收集大氣中的微小水分子，並分析技術獲得飲用水，每千瓦時可生產 4 升飲用水。前一日參訪的 Takadu 也在此會場展出。另一家 Aquarius Spectrum 公司開發智能水網雲管理系統，可以通過數據分析和大數據學習，檢測供水管網的壓力和流量數據，整合地理資訊系統，除了檢測洩漏位置，而且預測未來可能出現的洩漏點，以幫助管理者提前發現問題並及早維護。在突然漏水的情況下，監測系統還以異常的控制和故障恢復的形式，以軟體即時服務的形式提供即時警報，以提供智能自動檢測，通知和管理水網絡中的供水事件。

而 Utilis 則是以衛星影像偵測漏水，透過微波影像可得知各區域的含水情形，透過程式分析使得測漏團隊能掌握更有可能的漏水區域，提高檢漏的效率。其優點是幾乎前置準備工作很少，只要擁有衛星影像就可以進行大範圍的分析，演算法也可估計漏水的大小，再以國際網路基礎的 GIS 呈現其結果。Utilis 也將機器學習演算法置入其系統中，以增加其準確性，其流程如圖 17 所示，。

Utilis提供全面的、準確的、非破壞性的遠端解決方案，此解決方案可偵測世界上任何飲用水網絡中的漏水點，且可覆蓋各種地形，包括平原、丘陵、山丘、人口稀少地區、或是人口密集的高樓。透過自高空拍攝地面影像轉換成地下管道中的坐標，Utilis能使水公司顯著提高效率，並有效降低成本。Utilis解決方案的主要優點：

- 節約成本，包括減少檢測設備、工作時間，採集數據、碳足跡等成本。
- 有助於節省大量的水資源，透過高效解決方案確保工作的優先順序和進行即時監測。

• 擁有精確度高、可遠端操作、自動化等優點，其解決方案無需事先準備或特定的網絡設置，亦不需專業培訓。

Utilis創新的解決方案以捕捉大面積的光譜航空圖像為基礎（通常來自衛星安裝的傳感器）。為了處理這些圖像，Utilis運用內部開發演算法，透過基本的物理參數，如地質、氣象和水文參數進行演算。在計算和調整扭曲因素後，系統將顯示漏水位於管道和街道圖上的位置。惟台灣屬於多雨氣候，土壤含水量高，是否適用有待評估驗證。



圖 17：UTILIS 衛星偵漏流程圖



圖 18：台水成員於 Watec Israel 2017 合影

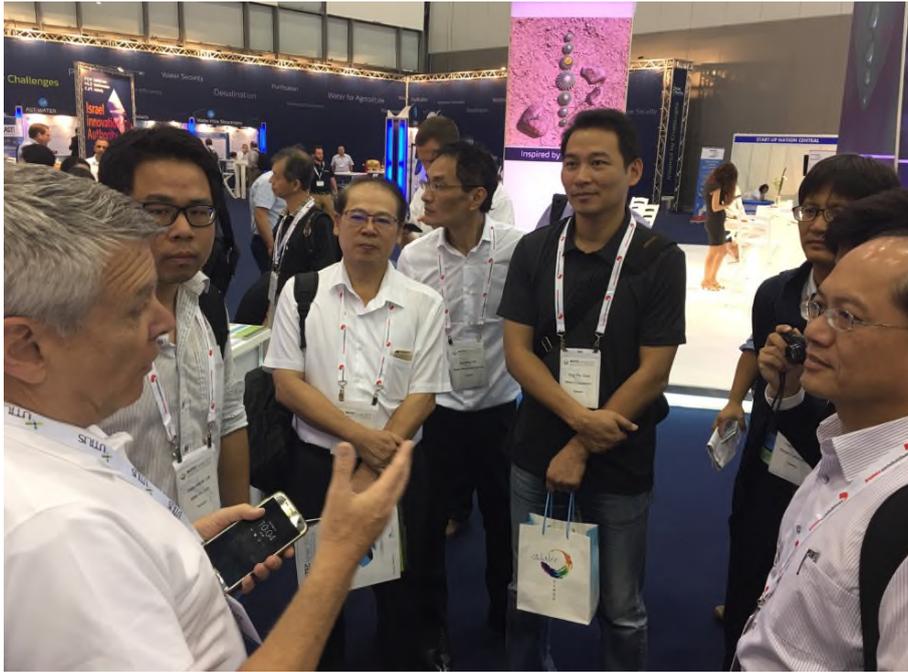


圖 19：UTILIS 技師介紹該公司衛星偵漏技術

9 月 13 日

Shafdan

Shafdan 是以色列最大的污水處理廠，位於特立尼達以南特拉維夫 10 公里，回收鄰近 250 萬人的生活 and 工業污水，水管總長度約 70 公里，Shafdan 有淨化處理一年 1.2 億噸污水的能力，主要用於在南部內蓋夫的農業用水地區。



圖 20：Shafdan 廢污水處理廠

Sorek(海水淡化廠)

Sorek 海水淡化廠，為以色列 IDE 公司以打造之世界最大的海水淡化廠，日處理能力為 624,000 噸的淡水，提供 150 餘萬人飲水供應，佔以色列全國用水量的 20%。採用 BOT 模式處理，25 年特許經營權期限。IDE 公司 Sorek 海水淡化廠預鑄完成施工方法，施工期程短，Sorek 海水淡化廠本身有獨立的發電廠，供應海水淡化過程之用電外，其餘電力將出售給以色列國家電網。Sorek 全廠多採自動化作業，夜間時段整個廠只要有 2 個人留守即可，自動化程度非常高，為走在智慧化及自動化主流趨勢之海水淡化廠。



圖 21：參訪團於 Sorek 前合影

9 月 14 日

ARAD

Arad Group(阿德拉集團)為以色列主要水表生產製造公司，產品包括不同大小口徑之傳統機械式、電子式及智慧型水表，本次參訪除聽取該公司介紹外並參觀其生產線，另該公司在水表組裝完成出廠前，會做一系列功能測試確認後，才會包裝出廠。

圖 22 為臺灣參訪 Arad Group 公司門口合影，參訪當日該公司特升上臺灣國旗表示歡迎，當日 Arad Group 公司進行簡報及創新產品情形，當日亦參觀水量計生產線組裝作業情形，現場參訪得知其生產環境光線及空間動線規劃良好，並多為機械自動化作業流程，作業人員均於冷氣房內作業，水量計完成組裝於出廠前進行精準度測試。

以色列目前採用抄表方式包括人工抄表、集抄、自動讀表(無線傳輸)等，大部分仍為人工抄表，費用約為每年每只水量計 5 美元，少部分採自動讀表(無線傳輸)，其水量計之傳輸模組及通訊費用係內含於水量計售價中，目前採用之無線傳輸自動讀表係利用 RF(Radio Frequency)將表計資料傳送至集中器(Concentrator)以 3G 方式每 15 秒傳送 1 次，目前以色列尚未採用 IoT 傳輸技術。

以色列共有 4 家水量計製造廠商，該國型式認證之水量計型式及使用年限為：多重噴嘴式 6 年、超音波式 5 年、電磁式 2 年，且該國水公司採購水量計並無折價換新標項，此次參訪行程於耶路薩冷發現水量計均為乾式 B 級機械式水量計(如圖 19)，且多不具備自動讀表界面，經了解因該國有效無費水率較低(約為 8%~10%)，故考量成本因素均採 B 級表而非精度較高(且售價較高)的 C 級表。



圖 22：參訪團於 Arad 合影



圖 23：耶路撒冷乾式 B 級機械式水量計



圖 24：耶路撒冷乾式 B 級機械式水量計



圖 25：耶路撒冷乾式 B 級機械式水量計箱(嵌入牆壁)

SupPlant

SupPlant 是以大數據分析提供作物種植策略建議，基於 Growth-Based Irrigation (GBI)，收集並分析作物在各種種植策略下生長速度，如莖直徑增加量等，將給水量、給肥量、濕度、溫度、土壤含水量等因素做為控制因素，分析出最佳策略。其也預計將演算法進階到機器學習，以提升預測準確度。下圖為其大數據灌溉架構圖。可發現其結合氣候及現場資料，建立對 GBI 的最佳方案，可大幅提升種植效率。

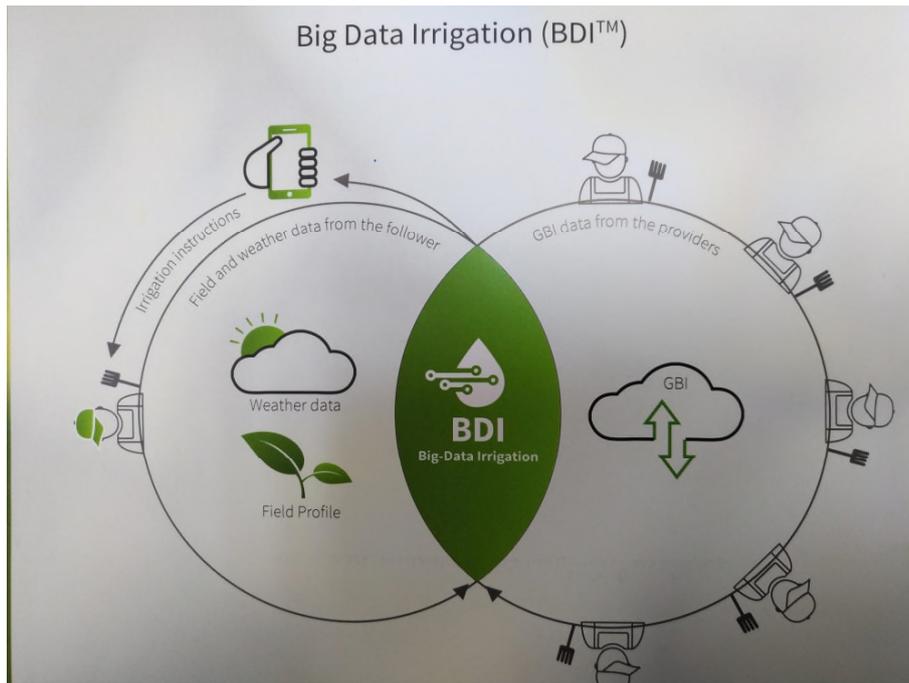


圖 26：大數據灌溉架構圖



圖 27：參訪團於 SupPlant 合影

MABR

參觀此行是由 Fluence 公司運作的小規模的污水處理設施，該廠基於生物膜反應器（MABR，膜加氣生物膜反應器）處理牲畜和生活污水，達到灌溉水質標準後供應鄰近地區

農作物用水。

上述生物膜反應器，是基於被動充氣，即通過膜的氧擴散空氣，在這個過程中，形成表面生物膜，從而減少碳排放及污水的總含氮量，結合了曝氣能量削減、低氣味和低噪音、操作方便、水質適於灌溉、操作簡單、維護成本低、低運行成本的優點，從而可以節約能源。



圖 28：參訪團於 Fluence 公司合影

心得及建議

水是人類不可或缺的重要資源。本次的以色列參訪行程參訪了水科技的有關單位及公司，對於水科技發展的經驗做了有效的交流。近年來科技發展迅速，尤其是人工智慧及機器學習領域的進展，也在這次的參訪中看到其展現。

此行也發現到，許多傳統產業如水事業，也因應這波人工智慧的浪潮，紛紛投入該研發。原因是水相關產業在運作或是測試中，往往都有大量數據產生，若透過良好的機器學習分析演算，常常可以在其中找到提升效率的方法，此時正確地使用這些演算法就非常重要。

在數據蒐集及應用上，這次看到的許多應用都是即時蒐集即時分析即時呈現，資料隨時在產生，如水量計或水壓計等，將其傳送到雲端伺服器，再透過資料分析的方法，其中較進階的則是機器學習和人工智慧演算法，結合其他相關自然及社會條件資料，自動找出其中所潛藏的資訊，如漏水的發生與否，甚至可以再建立抽象等級更高的學習模型如操作最佳化等。以色列在此投入許多的資源研發，足見其對人工智慧在水事業應用的重視。

本公司現已累積各系統所產生的大量資料，可使用大數據及機器學習之方法，將現有大量資料中隱藏的訊息找出，以協助本來無法做到的事情或現有人工作業的改進。例如在自來水漏水問題上，透過大數據及機器學習方法，將有關資料如各出配水量、售水量、壓力、修漏資料及 GIS 等資料，結合機器學習及人工智慧方法，偵測分析異常區域，可輔助現有檢漏作業，在更短時間內找到並修復更多漏水點。

人工智慧的應用不止於此，從自來水設備規劃的角度來看，對未來需求量的預測準確與否將非常重要。因此類需求量受到的影響變數很多，透過機器學習演算法加上累積的大量資料，應有較準確的估計，進而在做供水規劃時能較有效的決定適合的供水量。

另一應用則是管網最佳化及自動化。在智慧管網中，受到各種因素的變化，需要適時的調控各項參數及操作，而此類作業由於複雜度高，往往需要富經驗的人員來提供或決定操作建議，透過大量數據的收集，以及機器學習演算法的分析，可將此種經驗轉換為演算法參數，進而達到節省人力及最佳操作的效果。

總括而言，大數據的應用並不限於上述，只要是資料量充足，而現有解決方法還有提升空間的問題，將有機會透過適合的方法，將問題轉變為機器學習的問題進而提升其效率。

透過這次的參訪可以深刻體認到，這波人工智慧浪潮正在席捲而來。透過其達到自動化和最佳化，在效率上能有很大的提升，而意外錯誤的發生也會變少。本公司具有國營事業和公司的雙重角色，以公司而言，則能增加收益，減少支出；以國家而言，產生的正面效果將是總體水資源利用率的提升，其產生的外部效果可讓全體國民受惠。