



2023「中技社科技獎學金」

2023 CTCI Foundation Science and Technology Scholarship

研究獎學金 Research Scholarship

應用能值分析建立評估微水力發電於都市集水區水－能源－生態系統共生之發展 Development of Micro-Hydropower Generation in Urban Watersheds through Application of Emergy Analysis for Water-Energy-Ecology Nexus

許耀文，施上粟

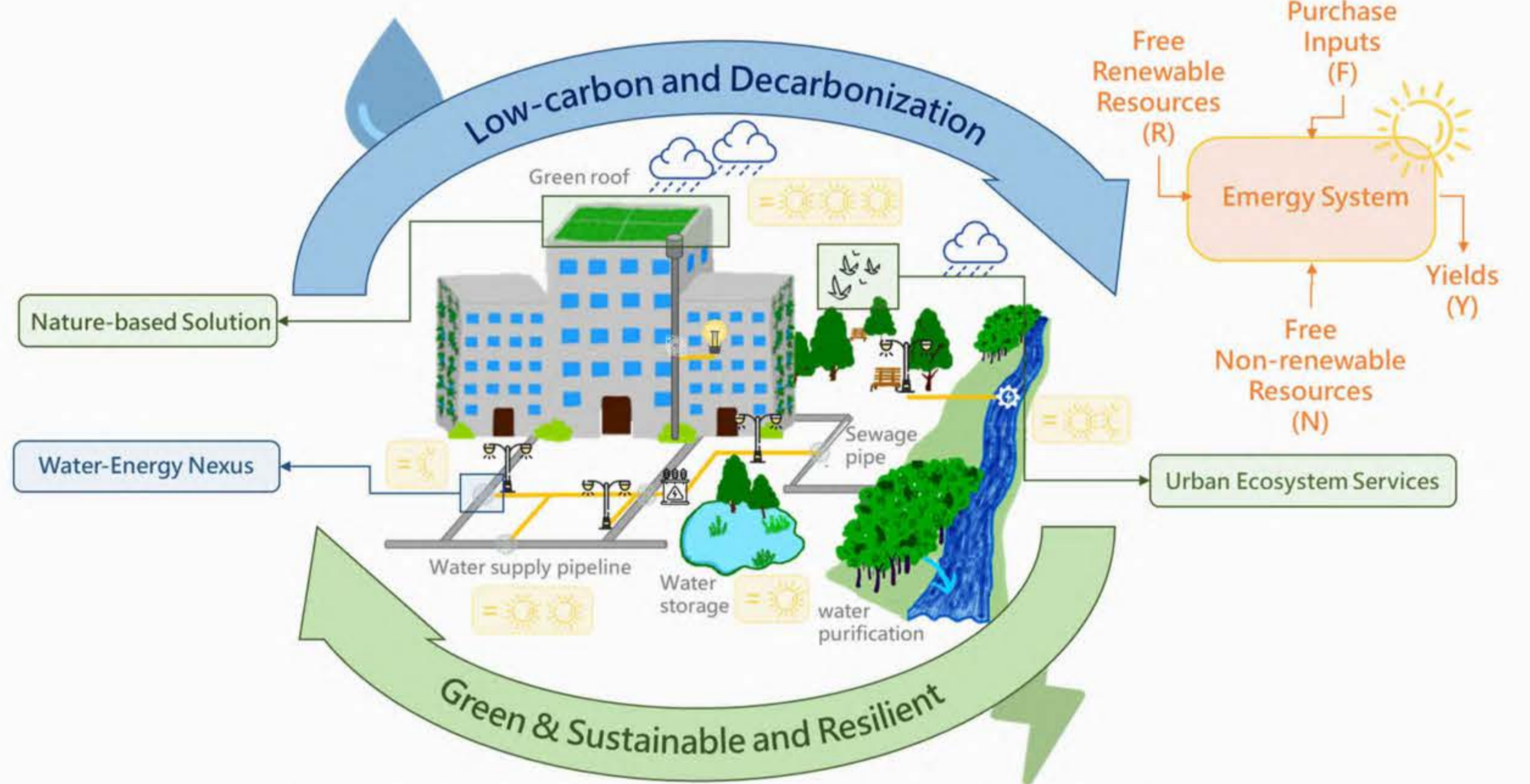
國立臺灣大學 土木工程學系 水利工程組 博士班二年級



研究背景與重點

臺灣目前河道與灌溉圳道的微水力發電技術發展已近乎成熟。然而，都市集水區內亦存在可觀的水力發電能源仍尚待開發。近年來，除了都市的能源需求大幅增加外，降雨型態受到氣候變遷影響，造成旱澇的頻率增加。水與能源具雙向互動關係，舉例而言，用於產生能源的設施所需的水可加以利用；而用水亦可用於發電。在此基礎下，都市集水區將可跳脫傳統的集中式發電，而可以更小的產電與用電單位，以分散式發電建構微電網，進一步將能源自產自用。微水力發電的經濟面與環境面影響皆為建設時考慮的要點，但過往多以個別評估為主。也就是說，各潛力場域發電容量、效率與電網規劃等經濟面評估與其對於生態系統影響的環境面評估分別進行，兩者間缺乏整合，標準亦不相同。

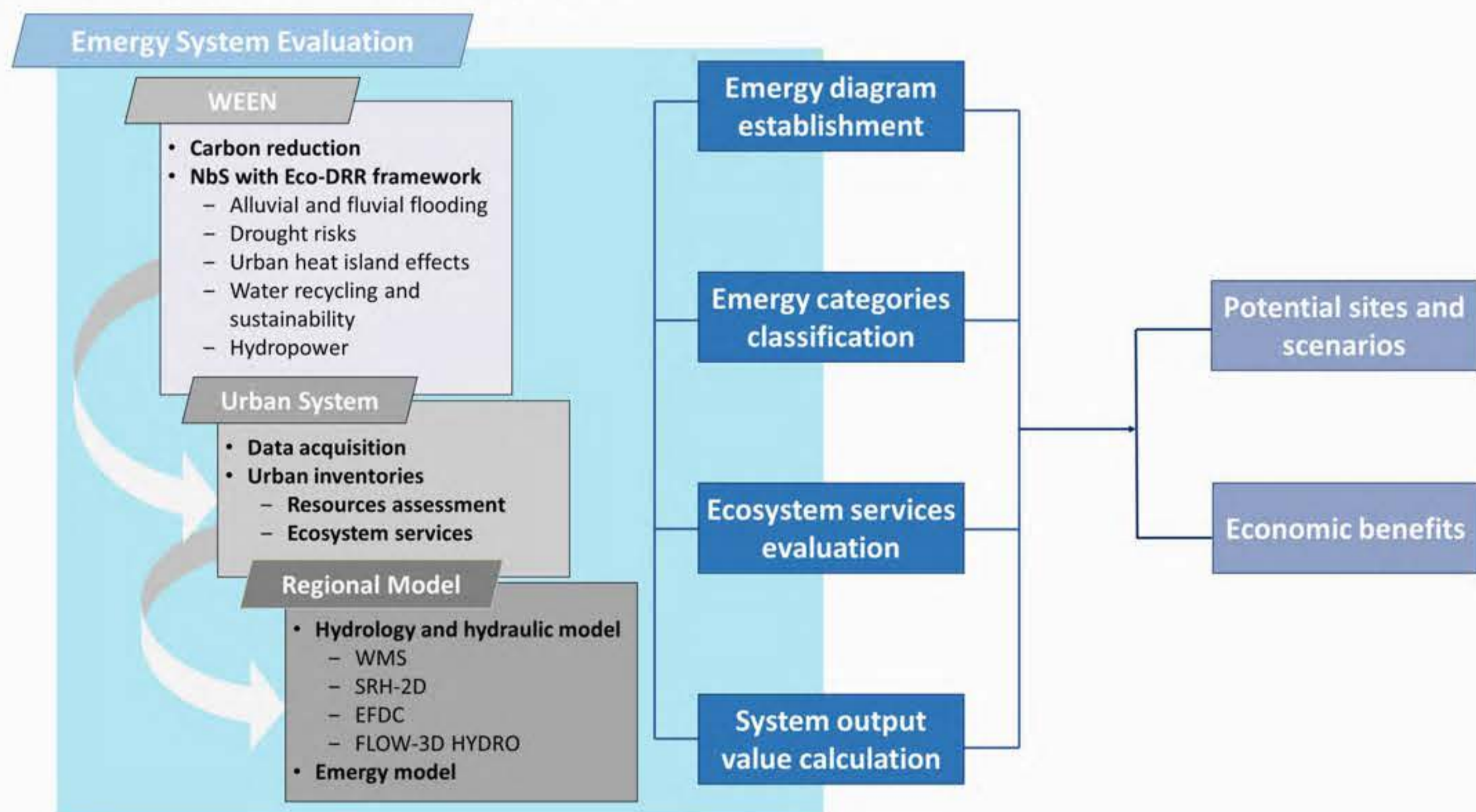
本研究以能值分析理論建立都市集水區共生模型，並將水與能源間的互動加入生態系統之概念(WEEN)，建立臺灣都市集水區內微水力發電效益分析，從規劃層面找出微水力發電在都市集水區中，能源發展、社會經濟、生態棲地保護等層面之間的權衡解。



▲ 能值系統分析應用於都市集水區水－能源－生態系統共生發展之概念模型。

研究成果

本研究已確立研究缺口並建立研究架構，藉由系統生態學與水文水理分析的結合，嘗試構築都市集水區水－能源－生態系統的共生關係，評估集水區微水力發電發展的潛域規劃。本研究目前以臺北市南港區山水綠生態公園做為都市集水區微水力發電發展之示範樣點之一，建立園區之水文模式，及其內小型排水渠道的水理模式，首要由「水」的層面切入，做為微水力發電能值系統的輸入之一。



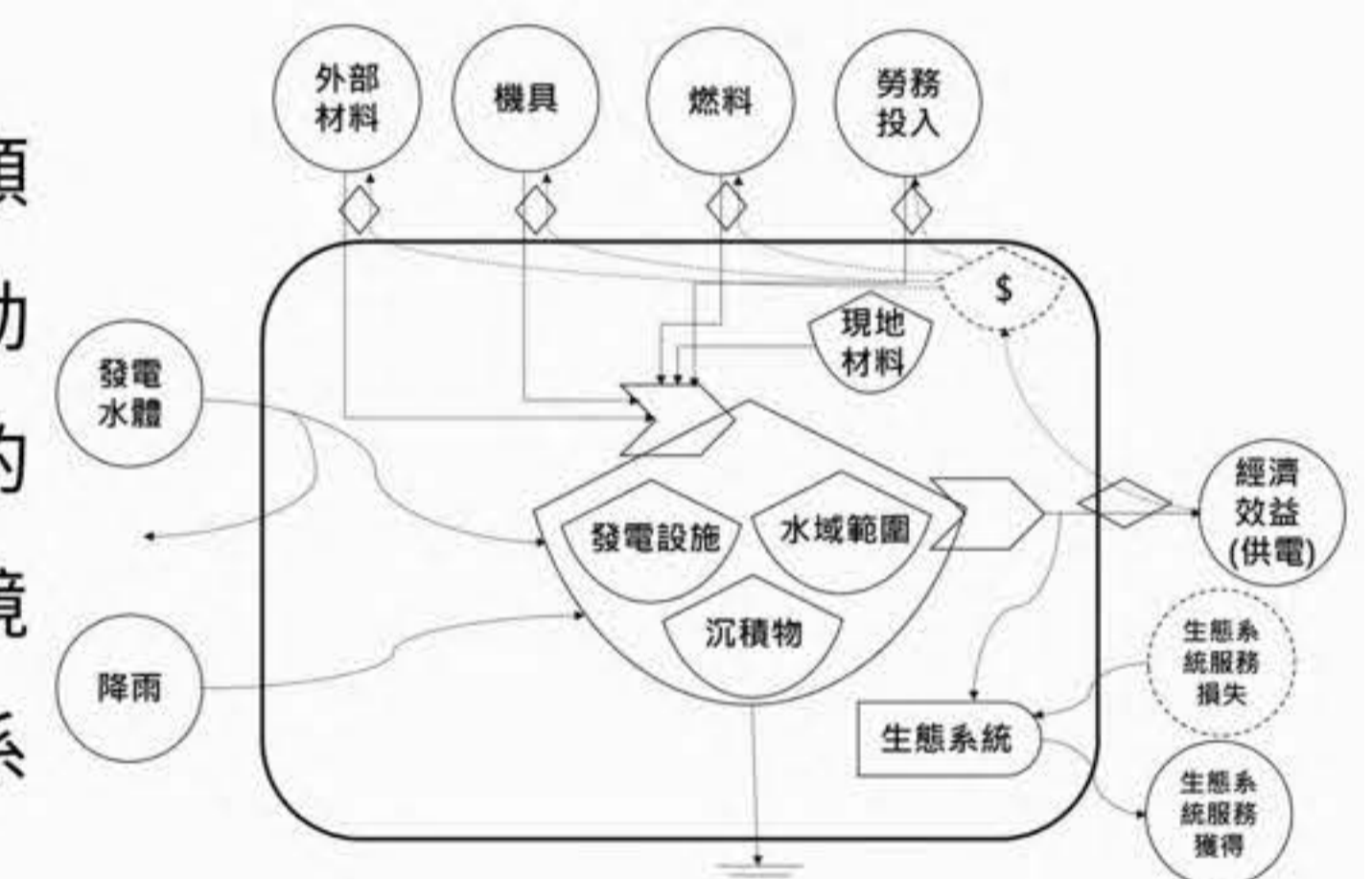
▲ 都市集水區能值WEEN模型建立流程與目標。

研究生活與獲獎心得

非常感謝中技社給了我這個機會，也感謝評審委員的青睞，能夠在競爭激烈的獎學金競賽脫穎而出，支持著我能夠持續在研究之路邁進。謝謝施上粟老師從我大學時期就在我的研究生涯陪伴著我，也在我下定決心攻讀博士時給了我很大的支持與鼓勵。謝謝從研究室每一屆的大家，從研究室創立到現在，每位同學都曾經與我共度一段互相砥礪的研究生活。謝謝家人在背後一直給著我堅持下去的力量。攻讀博士對我來說的終極目標為期盼未來自己能夠成為教授，除了持續鑽研研究外，更能將自己在這段時間所得所學，傳授給學子們。

能值模型

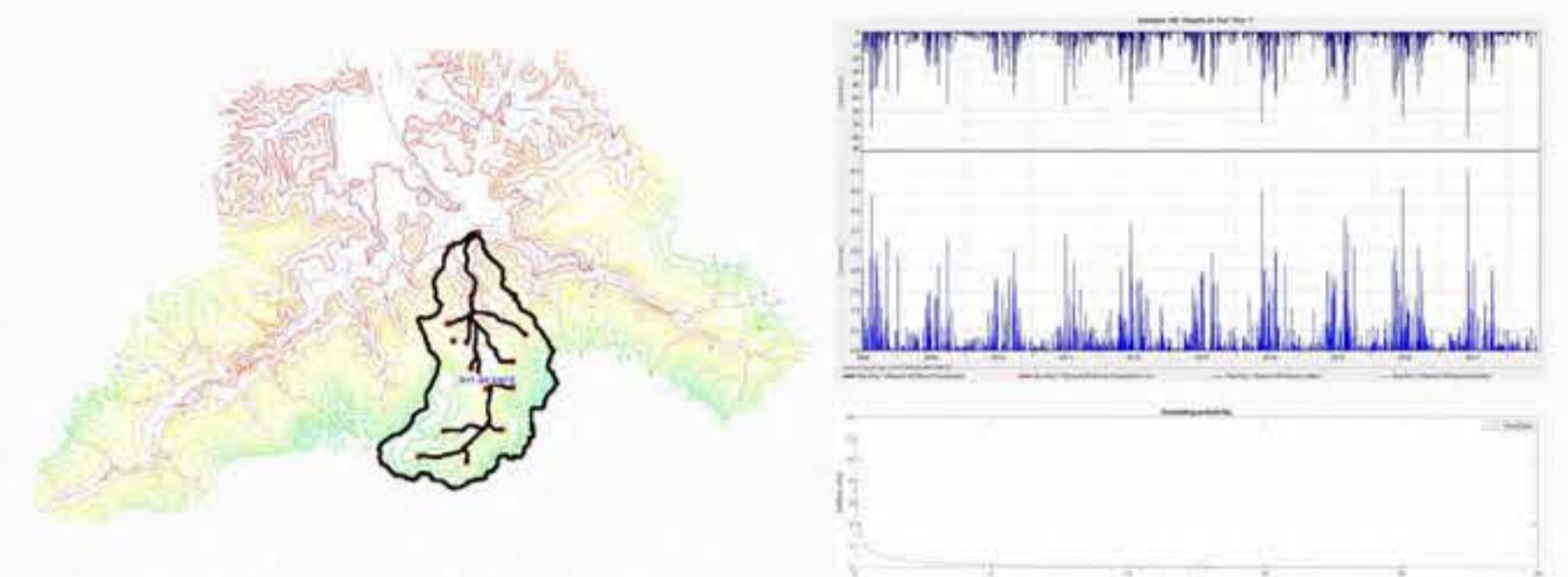
藉由能值的表示，能夠將各種能量類別轉換為共同類別，並加以運算分析。各種能量類別於系統中的流動與相互作用，可以能量系統語言表示。除了系統內的既有資源投入與產出，本研究將著重於從各類的環境角度切入，以量化生態系統服務的能值，強化生態系統在共生系統扮演的角色。



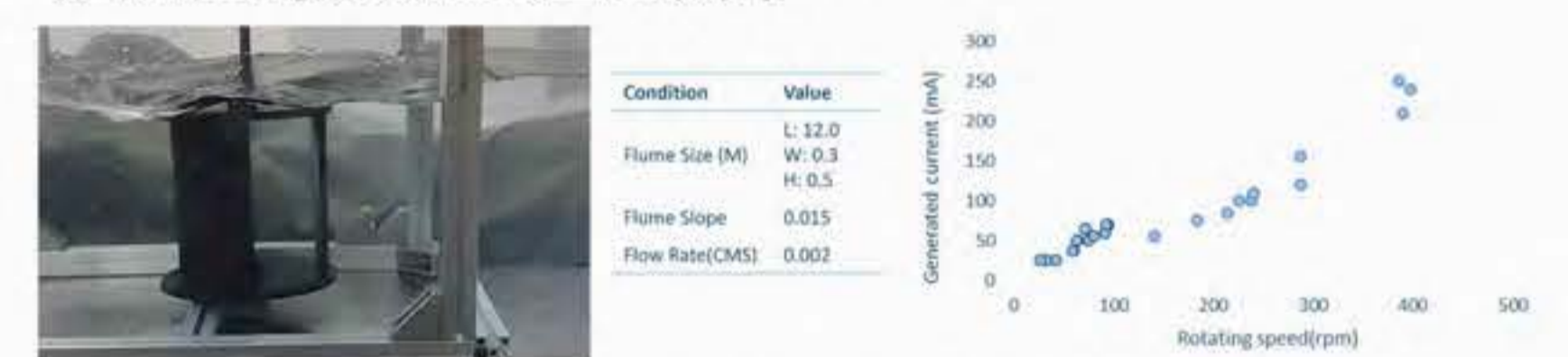
▲ 都市集水區能值系統流動圖。

能值系統投入與產出計算

藉由文獻參照、統計資料收集、場域範圍規劃等可推估不可再生資源與系統外投入的能值。而可再生資源如降雨、流動水提供的動能，以及主效益的水力發電、共效益的灌溉、供水、生態系統服務供給與損失等系統產出，可藉由規劃場域的集水區模型與基於此建立的水文水理模式成果等推估其能值。



▲ (左) 都市集水區模型建立；(右) 集水區降雨一逕流歷線與流量超越機率。



▲ 自設計水輪機水槽測試與發電量變化。

