

國立成功大學 109 年度行政業務研究發展計畫



成功大學校園地震災害對策計畫之研究

期末報告

計畫名稱：成功大學校園地震災害對策計畫之研究

執行單位：總務處

計畫主持人：胡振揚專門委員

共同主持人：總務處事務組陳榮杰簡任秘書、李克勤技士

營繕組陳君達技正

研究助理：林敬軒先生

中華民國 110 年 3 月 11 日



成功大學校園地震災害對策計畫之研究

摘要

本校鄰近後甲里斷層及中洲構造，未來 50 年發生規模 6 以上之地震潛勢，為全台灣最高。鑒於大學建築物密集、人群集中，如何保障校園內人身安全及重要的教學研究資源，重新檢視並完備本校地震防災計畫刻不容緩。

本研究乃蒐集國內外大學之防災計畫及機制資料，歸納整理出大學地震防災計畫的 5 大目標：1. 確保學校組成人員之人身安全；2. 防止校園及周邊地區發生二次災害(如火災、有毒物質洩漏等)；3. 確保大學教學活動及研究工作之延續；4. 保護校內貴重資產及資料；5. 提供周邊社區協助，並據此檢視本校地震防災之現況，進行分析以查找缺失並進行修正。

經分析之後提出具體建議事項，包括地震災害發生時之各項應變作為、災害應變中心之整合、災害應變流程之修正及其他有利於災後應變之事項，並研訂「家具及研究設備耐震安全手冊」，提供本校各單位作為辦公及研究設備防震固定之參考；也特別為本校神經中樞計網中心提供「機房耐震固定建議」，希望本校經過強震之後還得以確保資訊流的暢通。

關鍵詞： 地震潛勢、防災計畫、耐震固定

目錄

壹、 緒論.....	1
1.1 計畫緣起.....	1
1.2 目標及免責.....	2
1.3 災害規劃架構.....	3
貳、 震前準備工作.....	6
2.1 校園建築物及家具耐震安全檢查.....	6
2.2 家具及研究設備耐震固定建議.....	9
2.3 震後行動手冊.....	9
2.4 防災訓練.....	10
2.5 資源整備.....	11
2.6 資訊保存.....	12
參、 緊急應變機制.....	14
3.1 災害應變中心之組成.....	14
3.2 災害應變啟動時機.....	17
3.3 災害應變流程.....	18
3.4 緊急宣言.....	20
肆、 震後應變.....	21
4.1 避難疏散.....	21
4.2 建築物危險度評估.....	28
4.3 師生安全回報.....	30
4.4 返家困難者安置.....	32
伍、 結論.....	33
5.1 其他單位震後應對規劃建議.....	33
5.2 校外支援及社區協助.....	35

5.3 落實本研究成果之推動及擴大建議.....	35
參考資料.....	37
附錄一 總務處震後行動手冊(範例).....	39
附錄二 成功大學震後建築物初步危險評估表.....	43
附錄三 成功大學震後建築物初步評估告示單.....	43
附錄四 成功大學安全確認調查表.....	43
附錄五 國立成功大學家具及研究設備耐震安全手冊.....	43
附錄六 國立成功大學計算機與網路中心機房耐震固定建議.....	43
附錄七 國立成功大學地震發生時應變流程(詳細版本).....	43

表目錄

表 1-1 各單位對應之防災工作計畫	4
表 2-1 建築物及室內家具安全檢查表	7
表 2-2 成大地震防災訓練說明	10
表 2-3 資料備份目錄說明	13
表 3-1 成功大學地震災害應變中心分組	14
表 4-1 校園緊急疏散地點規劃	21
表 4-2 臨時收容場所及容納人數	32

圖目錄

圖 1-1 大學遭受強烈地震災害規劃架構	4
圖 2-1 校園建築物安全自主性調查流程圖	6
圖 2-2 資訊保存架構圖	13
圖 2-3 紙本資料存放照片	13
圖 3-1 災害應變中心設置地點位置圖	16
圖 3-2 災害應變中心啟動流程	17
圖 3-3 校園應變流程圖	18
圖 4-1 新型緊急求救系統	22
圖 4-2 光復校區疏散地點及逃生圖	23
圖 4-3 成功校區疏散地點及逃生圖	24
圖 4-4 自強校區及航太系館周遭疏散地點及逃生圖	25
圖 4-5 勝利校區疏散地點及逃生圖	26
圖 4-6 力行、成杏、敬業校區疏散地點及逃生圖	27
圖 4-7 校園建築物危險度評估流程圖	28
圖 4-8 安全回報系統運作機制	30
圖 4-9 安全回報平台預設形式	31

壹、 緒論

1.1 計畫緣起

臺灣南部為目前地震潛勢較高之區域，近年來發生多起強震災害，如 2016 年美濃地震，臺南市遭受震度 5 級之強烈振動。同時本校所在位置為臺南市中心，鄰近臺南火車站，作為一所融入都市之大學，人流密集，與都市互動密切。根據教育部統計，本校在校學生 21456 人(以 108 年計)，教職員工共 3990 人(成大統計)，主要建築物共有 248 棟(成大總務處營繕組提供)，分別位於光復、成功、自強、敬業、成杏、力行、安南及歸仁校區。

本校目前以校安中心、防護團做為主要防災執行單位，並根據相關法令研擬《國立成功大學校園災害防救計畫》，災害防救計畫包含各式災害，並由校安中心負責規劃各項災害適用之災後應變計畫。同時，近年來成大總務處與周邊單位如香格里拉飯店簽訂協議，於災害發生時，雙方互相提供支援場所，以達迅速應變之效率，此協議主要互相提供容納 1000 人之避難場所(香格里拉提供 B2 遠東廳、成大提供成功廳)，及後續應變工作所需之對外通訊設備(有線電話、網路支援)。

再者，本校附設之成大醫院亦為災後主要人員救援、周邊社區支援之重要單位，為確保其災後之各項應變作業得以順利進行，亦需於平日設置完善防災計畫。

針對以上各項校園特點及現況，本計畫將進一步對於地震災害，增加及修改目前計畫中之不足，以完善整體地震防災應變機制。計畫內容將以總務處之權責進行規劃建議，並提出其他單位未來之建議應變工作及推動方向。

1.2 目標及免責

本校針對地震災害後之校園運作及相關應變任務之主要目標有五點：

1. 確保學校組成人員之人身安全，包含學生、教職員工、來訪者
2. 防止校園及周邊地區發生二次災害(如火災、有毒物質洩漏等)
3. 確保大學教學活動及研究工作之延續
4. 保護校內貴重資產及資料
5. 提供周邊社區協助

為達此目標，將根據本校總務處之權責策定防災計畫，將防災計畫之內容分為震前準備、緊急應變機制及震後應對三大項目。

地震防災計畫適用範圍以成大主要校區、歸仁校區、安南校區及斗六校區發生大規模地震災害時適用，於平時研擬校園防震計畫，並根據社會變動、業務執行需求，視需要檢討、修正，並於每年防災訓練時執行全面性模擬。

而由於防災計畫內容所規範不一定與震後狀況相同，震後之應變工作不應完全侷限於此防災計畫，應變人員應以維護校園安全及時救災之原則臨機應變。而針對震前預防性事項，應變成員於平日應依計畫所要求，確實檢查校內各系所單位之耐震安全。

1.3 災害規劃架構

本計畫之基本假設為本校校園遭受如 1999 年 921 地震暨南大學之情況，使校內運作中斷，並可能發生建築物崩塌、師生受困，及研究資源流失導致教學研究工作延宕。災害基本設定及規劃架構如圖 1-1 所示，以校園受災狀況及在校成員兩大方面為應變主要考慮項目。圖 1-1 之規劃架構中，假設於地震發生後校園建築物遭受損壞，如：結構損壞以致崩塌、室內設備傾倒影響逃生路線、電梯因振動運作失靈，無法正常使用，而因此有人員受困於屋內。再者，室內家具及實驗設備損壞而造成教育研究資源損失、計算機網路中心系統損壞而使校園資訊停擺，此類型為校園硬體層面常見之混亂。

在校成員可能於地震發生後因驚慌失措而造成校園混亂，教職員工可能因此延誤應變工作；同時大量學生家長於震後聯繫校方欲了解學生狀況，或由於學生並未妥善疏散而失去聯繫等，此為人事層面之損害。

校園遭受各方面損害，以致後續影響學校運作、造成經濟及教育損失等狀況，此為震後造成之長遠影響。同時本架構亦根據各項災害之設定，將後續校內各單位須執行之應變工作進行設想，主要以震後短時間(震後數小時至數日)之緊急應變及長遠而言(數週)之復原工作為主。

此架構之各項設想事件適用範圍以成大於臺南市區之主要校區發生大規模地震災害時為主，於平時研擬校園防震計畫，並根據社會變動、業務執行需求，視需要檢討、修正，並於每年防災訓練時執行全面性模擬。

校園遭受強烈地震災害規劃架構

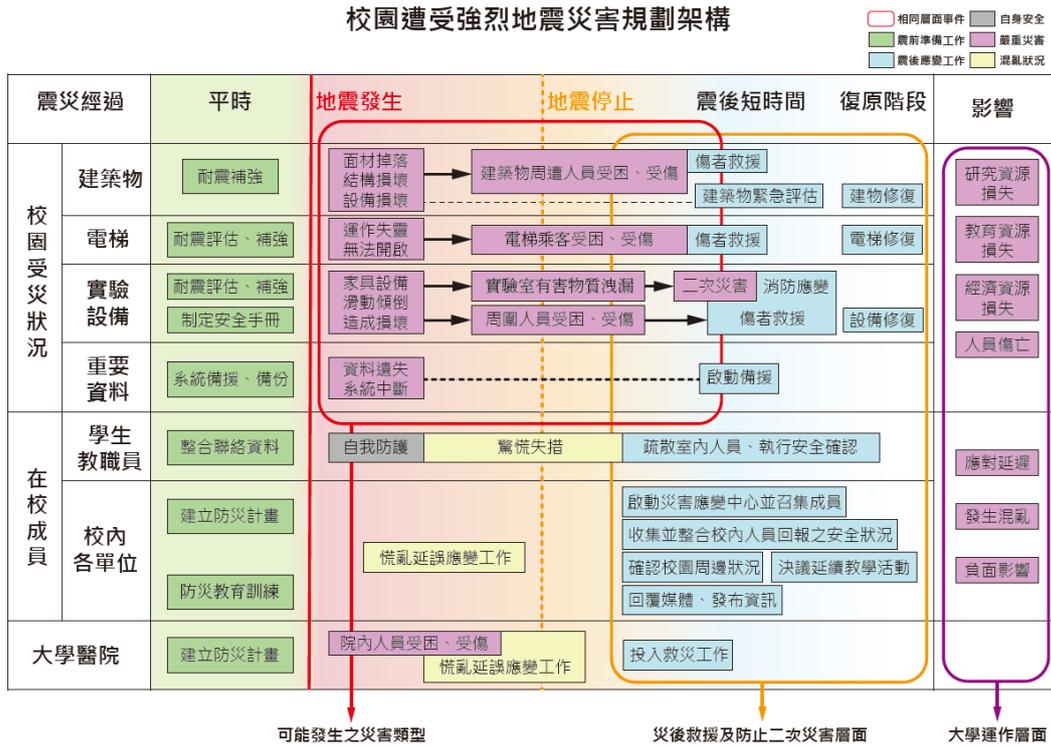


圖 1-1 大學遭受強烈地震災害規劃架構

校園防災工作主要由災害應變中心執行，並由各單位分組進行，表 1-1 為各單位對應之各項工作，本計畫之建議事項主要以總務處各組織應變工作進行規劃，其他單位之應變事項則提出建議方向及方法，以供各單位參考。

表 1-1 各單位對應之防災工作計畫

類別	應變工作項目	執行單位	說明
震前準備	建築物耐震安全檢查	總務處營繕組 各系所單位建築物負責人	平日執行各項建築物耐震安全評估、補強
	室內空間安全	環境保護暨安全衛生中心、校內各單位	檢查家具設備耐震安全
	震後行動手冊	校內各單位	規劃各單位震後行動手冊
	防災訓練	總務處	每年規劃執行防災訓練
	資源整備	各系所單位	準備相關防災備品

	校外單位協助	總務處、計網中心	災後協助單位、系統備援
緊急 應變 機制	第一時間收集 災況	總務處、各處室主管	收集短時間內受災狀況
	召集應變成員	校長、總務長	聯絡應變成員到校集合
	發布緊急宣言	校長(或應變中心指揮官)	告知校內成員啟動應變
	管理應變中心	校長、副校長、主秘 各處室主管	決定災害應變中心各項工 作及運作方式
震後 應對	避難疏散引導	各授課教師、系辦人員、校 安中心	引導學生至指定場所避難
	建築物初步評 估	建築物負責人、營繕組	震後第一時間安全檢查
	師生安全回報	授課教師、系辦人員	疏散地點學生點名(紙本)
		計網中心	成立安全回報平台(網路)
		學務處	統計師生安全狀況
	臨時安置	秘書室	成立並管理臨時安置空間
	教學活動延續	教務處應變人員	提供教學活動替代方案
	外籍生協助	國際事務處應變人員	協助外籍生災後應變
	教職員協助	人事室應變成員	協助教職員災後應變
	資訊發布	新聞中心	對外發布相關資訊
學生心輔	學務處心輔組	學生災後心理輔導	

貳、震前準備工作

地震發生前，校園應針對地震影響擬定各項措施，包含災害應變機制、建築物耐震評估及補強、學校資料系統備援及室內空間安全之評估等，即為「震前準備」工作。以下將分小節詳述各項準備工作之具體內容。

2.1 校園建築物及家具耐震安全檢查

除定時實施耐震檢查及補強外，以建築物之負責人為原則，於每學期開始前進行該建築物及室內空間之安全維護檢查，記錄評估結果，回報總務處建檔，並立即改善不合格項目，校園建築物安全調查流程如圖 2-1 所示。

依圖 2-1 之流程，建築物負責人得依表 2-1 所列之各項目進行檢查，主要分為建築物主體及室內空間兩大類。檢查項目基本不需具備專業領域範疇，建築物使用者以目視方式調查建築物及周邊之明顯損害狀況並記錄。

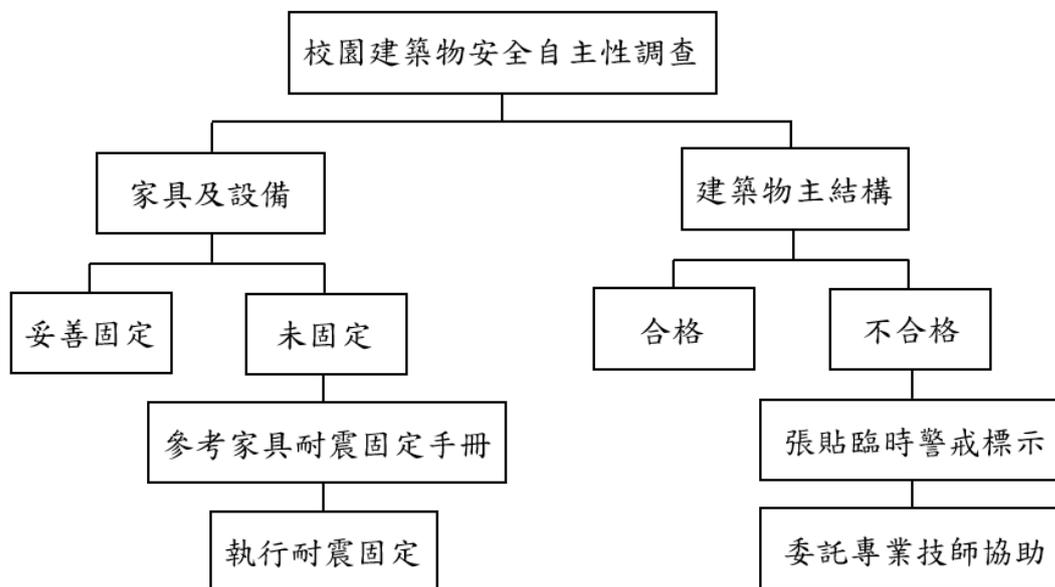


圖 2-1 校園建築物安全自主性調查流程圖

表 2-1 建築物及室內家具安全檢查表

檢查人：		檢查日期：			
檢查建築物名稱：					
項目	檢視注意要點	檢查結果		完成改善日期	改善內容
		安全	不安全		
門	大門門鎖操作使用正常				
	樓梯門、鐵捲門使用正常				
	教室門鎖使用正常				
	倉庫門鎖使用正常				
窗	窗戶(木窗及鋁窗)使用正常				
牆	外牆無外磚剝落及裂縫現象				
	內牆無出現裂縫現象				
	圍牆無傾斜、裂縫現象				
天花板	梁無傾斜龜裂現象				
	天花板無龜裂現象				
	天花板材質良好無損				
地下室	封閉不必要之地下室開口				
走廊	走廊地面平坦無裂縫凹洞				
	校舍增建廊階銜接處密實				
屋頂	屋頂使用無影響校舍安全				
	屋頂無裂縫、倒塌情形				
	屋頂四周圍籬、欄杆正常				

樓梯	樓梯扶手無斷裂破損				
	樓梯地面無裂縫產生				
	樓梯間裝置照明設備正常				
柱	柱無傾斜、龜裂現象				
	柱與地面、天花板間無裂縫				
欄杆	金屬質欄杆無斷裂、鏽蝕現象				
	水泥欄杆無裂縫、傾斜現象				
	木質欄杆無腐爛現象				
家具	室內家具無損壞、傾斜				
	家具配置無阻礙逃生路線				
	大型家具已實施耐震固定				
研究設備	研究室設備無損壞、傾斜				
	設備配置無阻礙逃生路線				
	大型設備已實施耐震固定				

2.2 家具及研究設備耐震固定建議

本計畫同時提供《國立成功大學家具及研究設備耐震安全手冊》(附錄五)，依 2.1 節耐震安全檢查之結果，可由各系所參考《國立成功大學家具及研究設備耐震安全手冊》內容所建議之固定方式，將建築物室內空間家具、研究設備執行耐震固定。

同時，針對計算機與網路中心電腦機房之現況，本計畫亦提出相關建議，詳細固定方式可參閱《國立成功大學計算機與網路中心機房耐震固定建議》(附錄六)。其中由於緊急發電機為重要設備，為避免強震後外電停供且緊急發電機因損壞而無法運作，建議各系所亦參照其內發電機之耐震固定建議，針對系所建築物之發電機進行耐震安全補強。

上述之各項檢查工作及耐震固定，本研究建議以成功大學總務處及環境保護暨安全衛生中心(實驗室協助)協助推動整體補強及檢查作業，督導各建築物負責人每年定期檢查，以提升建築物耐震安全強度。

2.3 震後行動手冊

以總務處之震後應變工作為原則，震後行動手冊將各項應變工作進行規劃，將總務長、營繕組、事務組及資產保管組震後作為應變中心成員之主要工作明列，可參閱附錄一《總務處震後行動手冊》之範例，各單位得依自身業務範疇及本計畫之規劃範例進行規劃。

2.4 防災訓練

校園應於每年實施兩次地震防災訓練，將災害應變中心之啟動機制，及安全回報系統一同納入進行。可於每年第二學期初(2月至3月)首先進行，先針對各單位應變人員之應變流程、校內成員安全確認方式等制度層面之演練，以針對各授課教師對於學生之引導疏散為主，於每年初提出各項改進建議或新增相關事項。於年底9月21日實施全校性地震防災訓練，同時檢視修正及新增項目是否適用。表 2-2 列出建議兩次防災訓練重點內容。

表 2-2 成大地震防災訓練說明

時間	2月至3月初	9月21日
防災訓練內容	災害應變流程演練、安全回報系統發送及回報率測試、防災制度新增及修改	全校性防災訓練，包含地震發生後自我保護之防災意識、疏散路線、全校性廣播及所有應變工作分配
對象	應變中心成員及校內各單位	校內所有組成人員

2.5 資源整備

為提升校園自救能力，整備校園應變資源及備品，如相關通訊器材、救災工具、備糧、水、電力設備等，並定期檢查，汰換超過使用期限之資源。

通訊器材、救災工具等應變工作所需物品，須放置於災害應變中心設置地點，主要包含個人防護器具、檢修搶修工具、急救器材、安全管制工具等，提供災後各種任務所需，同時總務處須於震後立即確認備品數量，及時妥善分配予各應變小組。

備糧、水、電力為人員所需之「維生」要素，震後若受困於建築物內，即時取得備糧及飲用水可延長生存時間。校內各建築物應於室內空間存放一定量之備糧及飲用水，同時配給手電筒、急救器材供受困者使用；高樓建築物電梯內，亦可配置少量備品，供電梯震後失靈無法運作時受困於電梯內使用者緊急所需。針對計中等網路系統資源運作中心，為確保雲端資料不受地震影響，需有備用電力，同時備用電力系統亦需完成耐震評估及補強，長遠而言，校園需尋找其他地點(遠離臺南市)做為系統備援地，如目前本校各單位與國立暨南大學設有系統備援。

另一方面，考量震後停電、網路癱瘓等情形，如須於震後緊急採購可能只剩現金交易方式，本校各單位可與相關廠商簽訂開口合約(預約式契約)，平時先簽訂足夠數量備品之購買契約，震後較可於短時間內取得相關協助。

而針對校內震後危險區域，本校亦須事先準備相關告示牌及三角錐、封鎖線等物品，以供震後使用。

2.6 資訊保存

校園各行政單位業務上所保存之資訊檔案繁多，考量震後如有建築物或資訊設備之損害，應有一標準流程以異地備援來保存資訊檔案，確保資訊之完整性，於震後能迅速的回復原有資訊系統及資訊檔案。以總務處資訊保存為例，已建立一套資訊保存的標準流程如下：

- 一、承辦人員工作電子設備（桌上電腦、手提電腦、IPAD），除個人備份外，另可提供一份備份在外接儲存設備中。
- 二、各組建立資訊保存架構(如圖 2-2)，資料統一儲存在檔案伺服器 (File Server, 簡稱 FS) 中。
- 三、各組先規劃 FS 中之目錄結構及資料說明(如表 2-3)，以便承辦人備份依據，並可有利於檔案之搜尋。
- 四、各組由專人除將 FS 自行備份一份在外接儲存設備外，另設立雲端同步備份（雲端服務，由計網中心取得）：
 - 1、mybox(提供單位 100GB、教職員 50GB 空間容量)
 - 2、G-suite(Google 雲端空間無限制容量，目前僅提供校內個人用戶)之雲端帳號。
- 五、各組專人每半年針對機密性之資料進行 FS 資料雲端備份時，需將檔案加密以確保資訊安全，解密方式由各組組長彙整後製作二份書面資料，以密件方式送交總務處存放。
- 六、有關備份作業說明、資訊系統之帳密、解密書面資料及保存之目錄結構資料說明，以紙本資料密件方式製作二份，異地存放於光復校區總務處及文書組成功校區庫房(三系館鋼構區資訊系東側 3F-A1308，紙本資料存放照片如圖 2-3)，於震後能有相關文件協助資料回復。

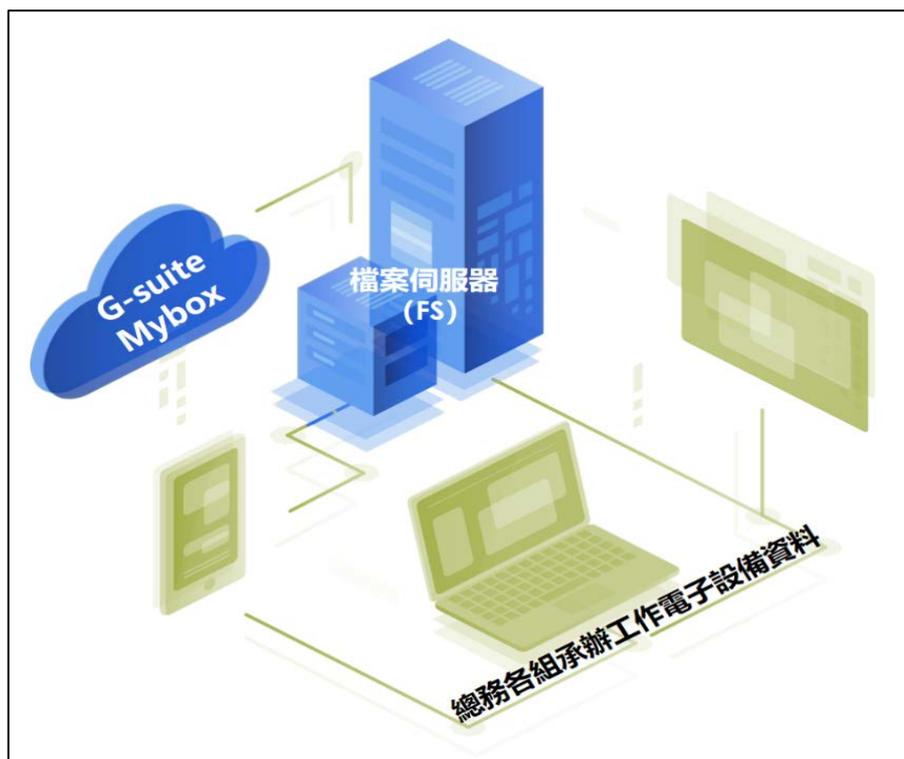


圖 2-2 資訊保存架構圖

表 2-3 資料備份目錄說明

總務處_____組資料備份目錄說明

目錄名稱	目錄說明
1. 不動產管理	存放不動產管理相關資料。
1.1 建物及空間管理	存放建物及空間管理。
1.1.1 光復校區	存放光復校區建物及空間管理，包含建物照片、使用執照...等。

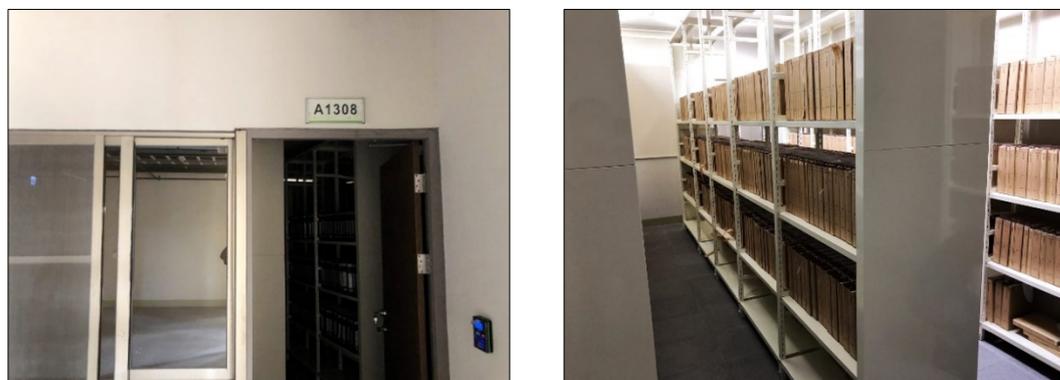


圖 2-3 紙本資料存放照片

參、 緊急應變機制

為使校園於地震發生後能快速執行緊急應變工作，宜將災害應變機制以及災害應變中心各小組所擔負任務明確規劃，於適當時機召集應變小組成員，並設置災害應變中心於適當地點，進行校園災情分析及救援復建工作。

3.1 災害應變中心之組成

災害應變中心由校內單位組成，負責執行應變程序及後續救援及復原工作。本計畫將目前本校校安中心及依教育部《高等中學以上防護團編組教育演習及服勤辦法》規定所編組之校園防護團進行整合，作為本校災害應變中心之分組，分組內容如表 3-1 所示。

表 3-1 成功大學地震災害應變中心分組

分組	任務	整合單位	成員
指揮班	一、災害發生時判斷是否成立災害應變中心	校安中心指揮組	校長及副校長
	二、決定災害應變中心之營運管理、相關規範及對應方式、是否召開會議	防護團團部	主任秘書、總務長、學務長、教務長
資訊班	一、設置相關網站以促進共享各項資訊 二、確認校園人員安全及活動狀況，回報調查結果 三、支援災害應變中心整合對外資訊	校安中心 作業管制組	軍訓室、計中

支援班	一、統整校園學生、教職員工安全工作 二、支援災害應變中心各項應變工作 三、協助建築物安全評估 四、校園必要物資調配	校安中心事件處理小組、行政支援組	各處室主管及組成人員計中 各組組長
		防護團消防班、供應班、救護班	
設施及調整班	一、維持及管理災害應變中心設點處之用水用電 二、協助校內各單位之聯繫、資訊共享 三、掌握災後應變人員之行動及適時調度	校安中心輔導組	輔導組、秘書室、總務處
		防護團工程班、防護班	
對外交涉班	一、與校外單位交流及傳送必要資訊 二、對外發布校內應變工作進度及資訊	校安中心新聞組	新聞中心

藉由應變中心之專業分組，能使應變工作執行快速，而由於指揮官之職責在於校園災害評估判定及決策，主要由校長擔任，當地震發生校長不在學校無法指揮時，須有一替補順序，尋求代理職位。本研究規劃之替補順序為下：

1. 校長
2. 副校長
3. 主任秘書
4. 各處室一級主管(總務處、學務處、教務處)

再者，災害應變中心之設置地點，以雲平大樓為主要設置地點，而考慮雲平大樓無法使用時，則以校內新建之建築物共同教室為主要替代地點，如三系館鋼構區、理學大樓等。三地點位置圖如圖 3-1 所示。



圖 3-1 災害應變中心設置地點位置圖

3.2 災害應變啟動時機

地震發生後校園成員之首要目標為自我保護及防止二次災害發生，並將校園受災狀況盡可能回報校方。校方後續藉由災情統計進行校園災害評估判定，並依據災損輕重啟動災害應變程序。

地震之震度大小可作為災害應變中心之啟動準則，以中央氣象局 2020 年新制之地震震度分級，當於臺南市東區所測得之地震震度大於 6 弱時，災害應變機制宜自動啟動，總務處收集校園資訊，並由總務長連繫校長說明校園狀況後，召集各單位之應變成員。

然而有些情況雖地震震度小於 6 弱，但仍會對校園造成重大災害，此時則可由總務處先派遣人員進行災害評估，必要時亦可啟動災害應對機制。圖 3-2 為災害應變中心之啟動流程。

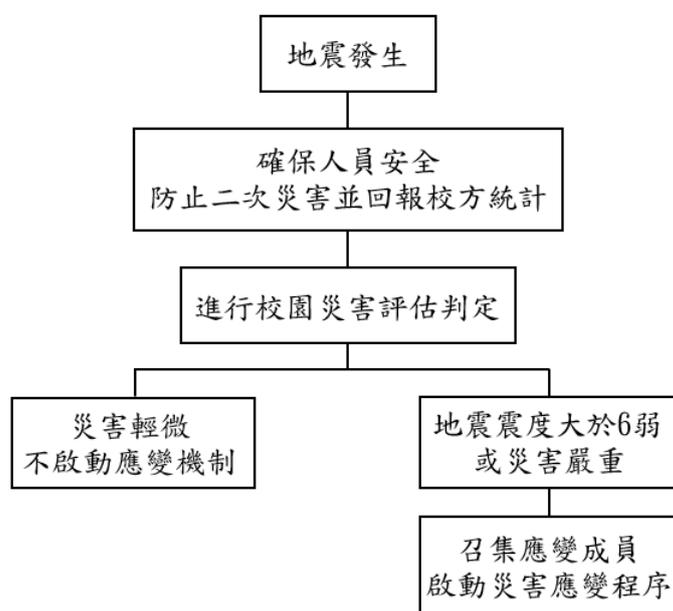


圖 3-2 災害應變中心啟動流程

災害應對機制啟動之判定標準在於地震震度，校園須於震後第一時間取得地震震度等基本資料，主要建議途徑為「國家地震研究中心複合式地震速報服務」。

此服務為國震中心近年提供免費測試之服務，經各監測站回傳之資料，告警單位可依需求由大至小，涵蓋鄉、鎮、市、區等三級行政區。由於其屬於即時資訊，可於地震發生時最大震度到達之前發送通知，並透過校園架設程式介面(API)建立連線接收資訊。由於該服務將發送全國測站資訊至使用者接收端，故須由使用者自行過濾所需接收訊號。以本校目前校區涵蓋範圍，除校本部外尚包含歸仁、安南及斗六校區，因此建議校安中心及計網中心得依此服務，建立本校接收端，並設定及時接收臺南市東區、歸仁區、安南區及斗六市內測站之資訊。

3.3 災害應變流程

校園進入緊急應變程序後，校方須於第一時間將校園災害狀況回報教育部校安中心。校內應變程序可根據地震發生之時間區分為「工作日」及「非工作日」兩類，圖 3-3 為應變流程圖。

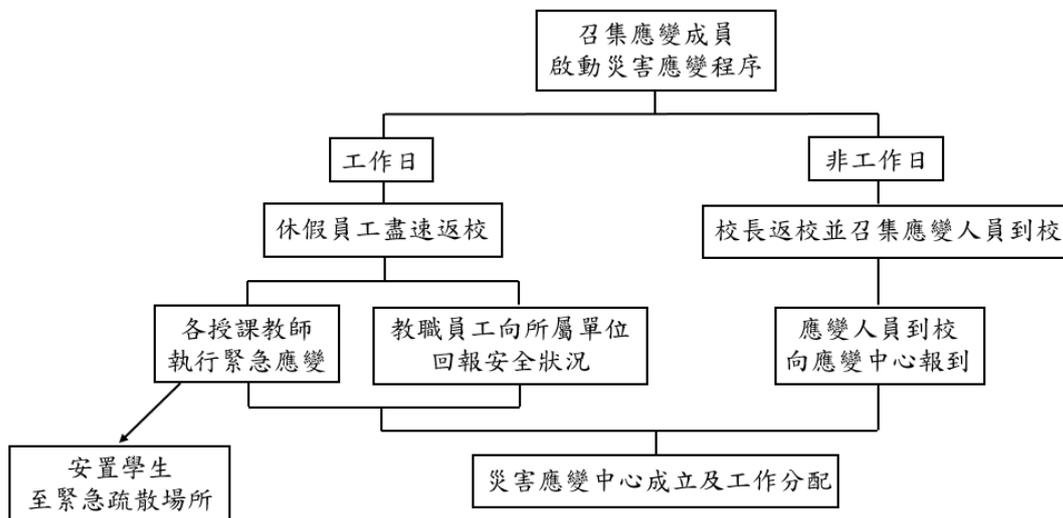


圖 3-3 校園應變流程圖

當地震發生於工作日(平常上課日)時，由於學生、教職員工大多位於校內，由指揮班(總務處)啟動災害應變程序後，直接聯繫各單位進行成員召集，同時通

知休假教職員工立即返校。位於校外之教職員工，得依所在地之受災狀況、交通狀況進行評估，若無法順利返校，可先以手機、網路等方式主動回報校方自身安全狀況，並盡快以可行方式返校。

對於校內師生，地震發生於平常上課日時，以本校防救計畫中規劃之原辦法係由導師進行緊急應變動作，但學生由於課程差異大，平時上課位置不定，導師並不一定了解學生地震當下所處位置，無法落實協助工作。故本計畫將其改為「發生災害時各授課教師」協助班上學生進行緊急應變，同時由授課教師引導學生至指定疏散場所避難；教職員工則於地震發生後，主動回報系辦或所屬單位安全狀況，由該單位協助統整並回報災害應變中心之指揮班。

若地震發生於假日或平日晚間，由於校內仍有多數研究生，首先須由各研究室負責人(視各研究室人員配置決定由老師或者博士生擔任)優先確認各研究室成員之安全，並即時主動回報予所屬教研單位，同時由校長及總務處人員返校查看校園狀況，並對災害進行評估，若達成立災害應變中心成立標準時，始聯繫應變中心成員返校集合，後續程序則與工作日時相同。

災後校內各單位資訊一致性會影響整體工作效率。於災害應變中心成立後，建議災害應變中心須於每日晚間統整當日工作進度，並向災害應變中心所有成員共同彙報，並以對外交涉班統一對外進行報告說明。再者，考慮災害應變中心設置地點(以雲平大樓為主要地點)之基本用電需求中斷情形發生時，應於雲平大樓存放無須用電之紀錄工具，如白板、電池供電之錄音設備等，以備不時之需。

3.4 緊急宣言

校園啟動災害應變程序時，須由災害應變中心之主要指揮官對校內師生、職員工及外界各單位發表聲明，以協助校內師生及校外單位瞭解校園當下狀況，本計畫暫擬之緊急宣言如下文：

「鑒於強震之發生，成功大學由各行政單位之回報狀況進行災後評估後，認為地震災害足以影響校園運作，為此召集各單位應變人員，於本校光復校區雲平大樓，由校長擔任總指揮官，此刻立即成立災害應變中心。此後校園之救災工作及活動，以災害應變中心之指揮班命令為最高原則。災害應變中心基於緊急狀態所需，可能會調整一些行政程序，主要以確認校內學生、教職員工安全為災害應變中心第一任務，並盡速確認校內各建築物是否安全，恢復校園必要之供水及供電。災害應變中心在救災工作告一段落前皆會盡力與各單位密切聯繫，此刻校園教職員工務必共同全心投入救災工作，盡早恢復成功大學的正常營運。」

其中底線部分依 3.1 節中所規畫之替補順序，以當時災害應變中心設置之地點及指揮官進行更動。此宣言公告後，校園正式進入緊急應變程序。

肆、震後應變

地震發生後短時間內為掌握校園受災狀況，同時維持校園正常運作所執行之各項工作，為「震後應變」。短時間之主要應變工作項目有避難疏散引導、建築物安全評估、師生安全回報、安置返家困難師生，經上述各項作業完成後，校方得以評估校園內是否可以繼續教學研究活動，及規劃各項復原工作。

4.1 避難疏散

可根據本校近期更新之新型緊急求救系統(圖 4-1)設置處作為依據規畫避難疏散地點，本計畫根據校本部各校區現況平面配置圖進行規劃，如表 4-1 所示。

表 4-1 校園緊急疏散地點規劃

校區	主要疏散地點
光復校區	光操、榕園、雲平大道、唯農大樓及雲平大樓間廣場
成功校區	總圖廣場、資訊大樓廣場、校史館廣場、各系所前人行道
自強校區	自強運動場、自強校區系館前草皮、航太系館後草皮
勝利校區	勝後停車場、未來館前廣場
成杏校區	醫學院大門前廣場
力行校區	停車場、力行校區入口
敬業校區	各宿舍前空地

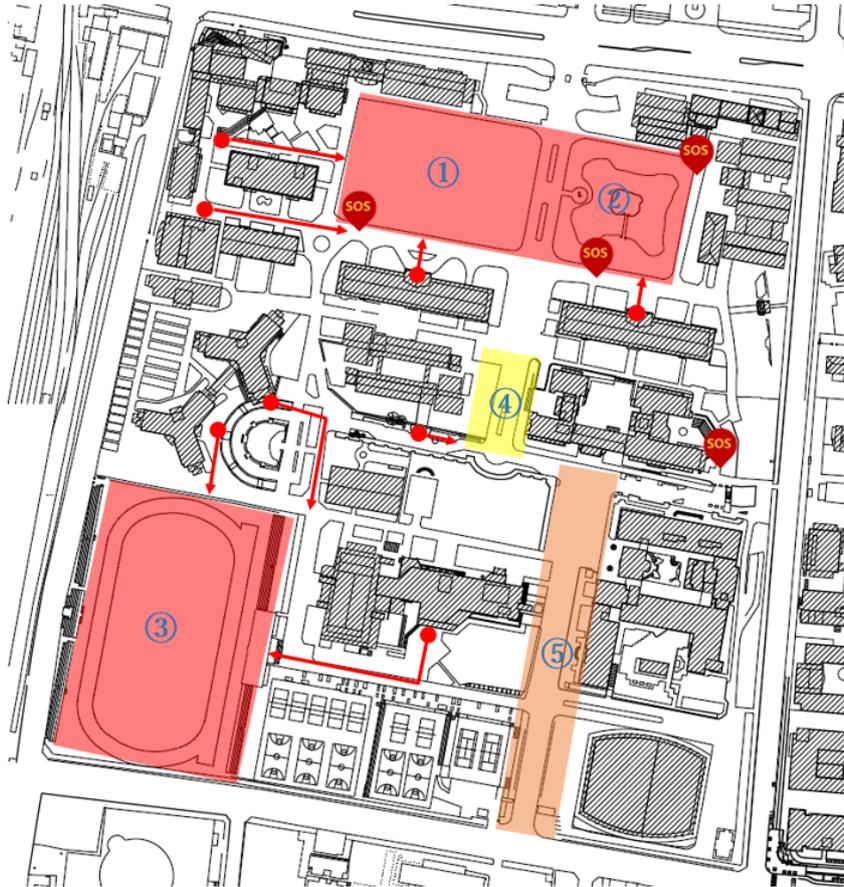
疏散場所須保持空曠平整，同時確保未有二次災害發生方可使用，並由授課教師依震後情況引導學生至指定場所避難，同時執行學生人數清點，確認是否有傷者，並將調查結果立即回報所屬系所，循行政程序向上回報。同時，各大型避難場所(紅色標記)須由應變中心派遣人員到場指揮，以利整體避難作業順利進行。



圖 4-1 新型緊急求救系統

圖 4-2 至圖 4-6 以各校區為分界，規劃各校區之臨時疏散地點。各校區以疏散場所之規模，可分為三種等級：大型疏散場所作為後續疏散集合點名及災害應變中心視需要設置據點使用(紅色標記)，而中型疏散場所則為多系所短時間共同使用之區域(橘色標記)，小型疏散場所則以單位系所為主(黃色標記)，以各建築物之出入口附近為主。於中型及小型之疏散場所避難人員待人員到齊後，得依應變成員指示或授課教師協助引導至大型疏散場所集合點名，以利後續統計作業之進行。

同時，考量震災嚴重時交通中斷，校園與外界無法以車輛進行物資運輸時，需有直升機停機空地以利物資調配。為此，將校園內大型疏散空間作為主要考量地點，規劃光復校區光復操場、自強校區自強運動場作為停機使用，同時依據其地理位置，將靠近成大附屬醫院之自強運動場做為主要醫療救援，光復校區則作為物資調配使用。



①榕園
規設學院/耐震大樓/空中大學



②成功湖
修齊大樓/中文系館/歷史系館



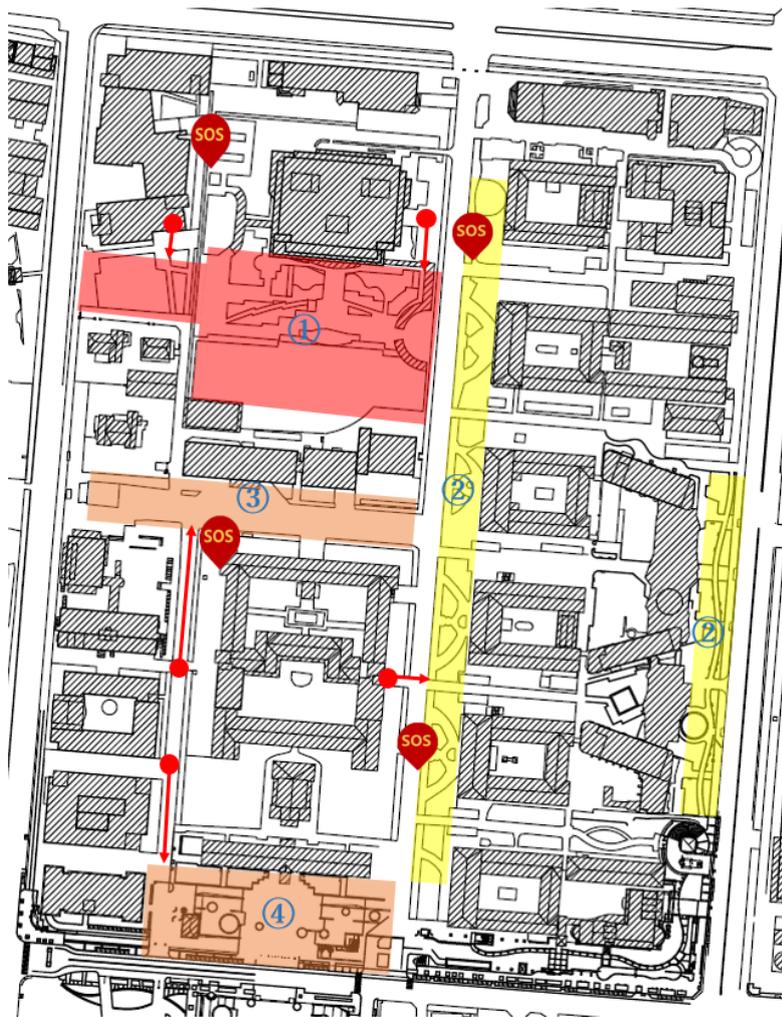
③光復操場
光復宿舍/學生活動中心/唯農



⑤雲平大道
雲平大樓/管理學院/中正堂

④唯農雲平間步道 唯農大樓/雲平大樓 SOS 緊急求救系統

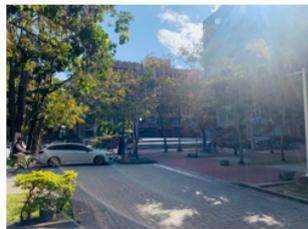
圖 4-2 光復校區疏散地點及逃生圖



①總圖周遭廣場
測量系/數學系/圖書館/理學大樓



②工學院大道
工院大道各系館



③計網中心前大道
計網中心/理學院/測量系/數學系

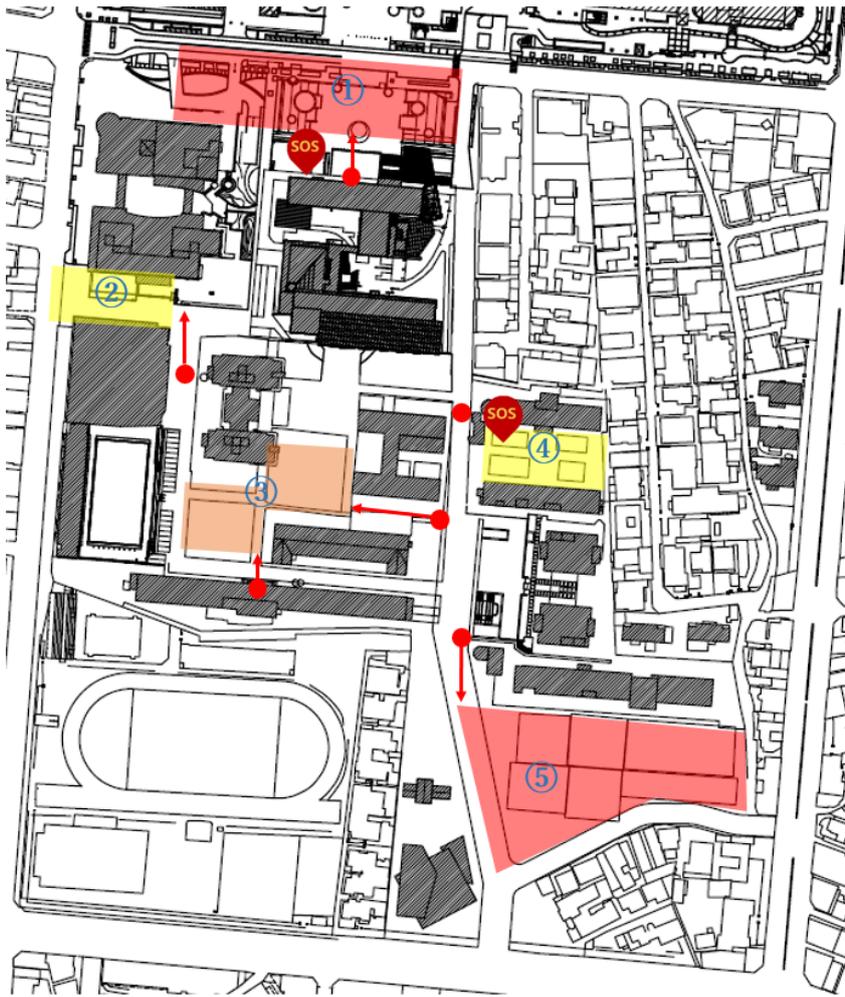


④博物館前廣場
SOS 緊急求救系統

圖 4-3 成功校區疏散地點及逃生圖



圖 4-4 自強校區及航太系館周遭疏散地點及逃生圖



①K館前廣場
K館/成大會館/勝六



②近勝利路小廣場
運動中心/成大會館商園/勝六



③勝一前廣場 勝一
④勝二勝三中庭
勝二/勝三



⑤勝後停車場
勝八/勝九
SOS 緊急求救系統

圖 4-5 勝利校區疏散地點及逃生圖



圖 4-6 力行、成杏、敬業校區疏散地點及逃生圖

4.2 建築物危險度評估

災後需對建築物進行初步評估，檢視是否可以正常使用，圖 4-7 為建議之校園建築物危險度評估流程圖。震後第一時間主要由建築物負責人或在場之系辦人員、行政人員進行初步評估，此階段之建築物評估並未包含專業項目，以評估者主觀檢視建築物外觀、主結構是否有明顯損壞，評估方式以本計畫規劃之「成功大學震後建築物初步危險評估表」(附錄二)進行。當建築物負責人或系辦人員不在時，負責評估人選則以下列優先順序依序替補：

1. 建築物負責人
2. 各系所系辦人員、各單位主管
3. 在場授課教師
4. 在場學生

第一時間在場者之評估結果須交回災害應變中心，並由災害應變中心派遣成員(營繕組應變人員)至有安全疑慮之建築物進行二次評估，並張貼紅黃綠三標告示建築物是否安全，爾後再委託市政府提供後續詳細評估。

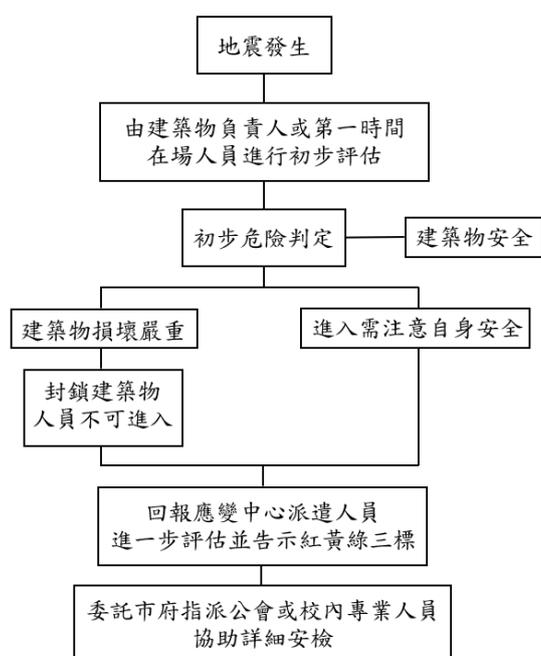


圖 4-7 校園建築物危險度評估流程圖

此流程中之紅黃綠三標告示為本校營繕組應變人員依初評結果使用，而非專業性質評估結果，告示標記中須包含建築物檢查者姓名及聯絡方式、建築物受損說明及負責人聯絡電話等資訊，可參考本計畫研擬之「國立成功大學震後建築物初步評估告示單」(附錄三)，紅標為危險禁止進入，黃標為建築物進入時須注意自身安全，綠標則為建築物安全無虞。

而建築物經總務處營繕組應變人員評估後，如進入有危險者，宜由總務處營繕組人員於警示單上提供相關說明，同時建請使用單位人員現場進行管制，防止師生擅自進入危險建築物內。若遇師生急需進入黃標建築物取物之情形，則須由單位人員對進入人員進行登記以確認身分，以利後續作業進行。

此外，建築物內之電梯可能於震後停止運作，災害應變中心須聯繫相關專業人員提供協助救出受困人員；另一方面，可於電梯內備有少量水以供受困人員使用。

而針對有害物質存放處、實驗室，則需由環安衛中心協助確認是否有物質洩漏等二次災害之發生，尤以經常存放有毒物品之系館為優先檢查對象。

待校內所有建築物完成初步評估後(營繕組應變成員完成三標警示張貼)，應變中心成員應派相關人士說明校內建築物初步評估狀況予校內成員，同時發布檢查結果於本校網站，以告知校內各室內空間之安全狀況，並於每日更新，同時公告後續預計執行之工作項目(如委託市政府派遣相關專業人員等)。

4.3 師生安全回報

震後確認校內學生、教職員工之安全為應變工作之首要目標，4.1 節所規劃之疏散場所，可由授課教師對學生進行點名，本計畫建議之點名回報方式以紙本「成功大學學生安全狀況調查表」(附錄四)進行，待授課教師或應變人員於疏散地點點名完成後，交回災害應變中心進行統計，同時調派人員前往需支援之地點。

除此之外，應以網路平台型式建立校園安全回報平台並行。以現有之成功入口作為主要資訊集合系統，並於震後由計算機與網路中心主動發送安全回報簡訊、電子郵件至師生手機或信箱，信內提供連結(URL)，校內師生可於手機直接回報自身安全狀況。安全回報系統運作機制之主要構想如圖 4-8 所示。平時建立完善校園成員聯絡資訊，並於震後收集各方回報結果，用於災害應變中心會議討論及檢討作為是否延續教學活動等議題之判斷依據，亦可用於回覆學生家長詢問；校內師生則可藉由平台獲取校園災況資訊，並隨時上傳回報自身所見之各種突發事件。

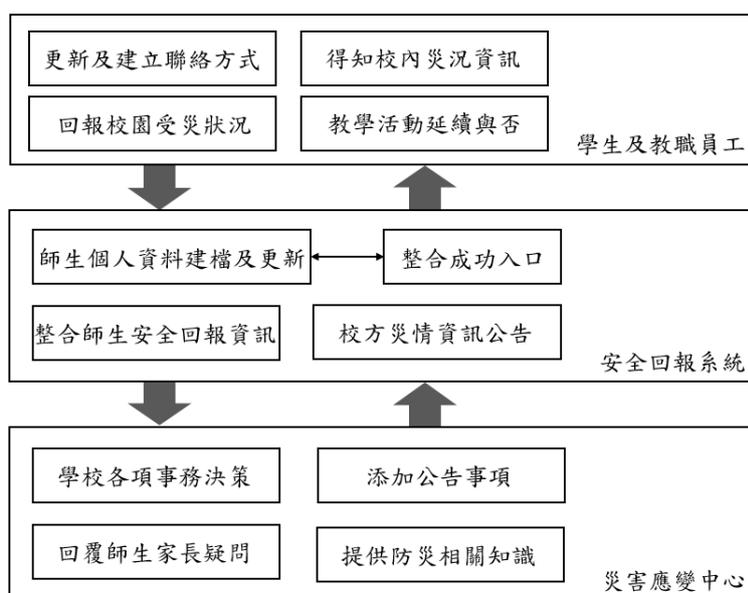


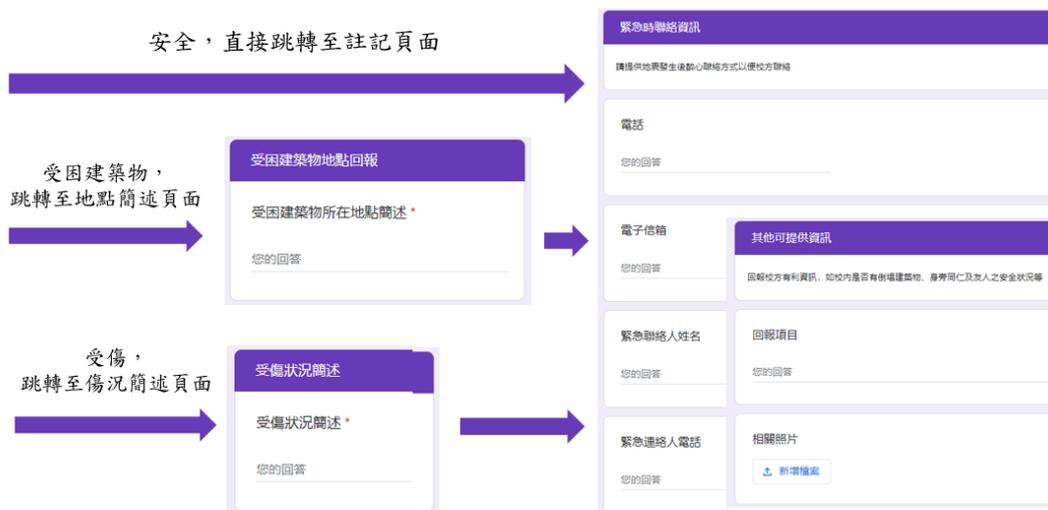
圖 4-8 安全回報系統運作機制

安全回報系統目的為短時間資訊交流，故回報平台應以簡潔明瞭之方式，減少打字回覆項目，使師生於震後緊急時刻迅速回報，並可於後方註記選填性質之災害回報觸及身旁同學、同事之安全狀況，及是否於近日變更聯絡資訊。本計畫建議之網路版安全回報調查表之預設形式如圖 4-9 所示。



STEP 1：由連結進入安全回報平台，並以成功入口帳號登入

STEP 2：選擇自身安全程度並根據選擇跳轉至相對應頁面



STEP 3：根據安全程度之選擇跳轉至相對應頁面進一步填寫

STEP 4：選擇性填寫是否有更新聯絡資訊及災情回報項目

圖 4-9 安全回報平台預設形式

4.4 返家困難者安置

目前成大學生 2 萬餘人大部分為外縣市就讀學生，除大學一年級新生及部分學生於本校學生宿舍外，大多於學校周邊租屋居住。本校為臺南市政府指定之緊急避難收容所，依相關規定須提供臨時安置場所供需求者使用，主要規劃為中正堂及成功廳兩處，於校內師生安置足夠之前提下，可能需依需求開放部分校區收容附近居民。

故本計畫亦針對校內各處規劃臨時安置空間供校內成員使用，如表 4-2 所示，基本規劃可容納約 2600 餘人，約為全校總人數之 11%。此一數據亦可用於規劃校內備品數量之依據，準備足夠安置人數之相關備品以供緊急使用。

再者，亦須準備帳篷等相關戶外安置可能使用之物品，以備各安置場所突發狀況或毀損而無法使用。

表 4-2 臨時收容場所及容納人數

校區	場所	面積(m ²)	估計容納人數(人)
光復校區	中正堂	2128	532
	一活多功能廳	440	110
	一活展覽室	417	104
成功校區	圖書館活動空間	514	128
敬業校區	敬業新 K 館	471	117
勝利校區	芸青軒(以空間計算)	每空間約可容納 7 人	270(30 間含 D24)
	健身中心	3261	815
自強校區	自強校區各系館穿堂	2235	558
總計			2634

伍、 結論

第肆章之各項震後應對工作主要針對總務處之權責進行規劃，相關應變工作大多由總務處各單位進行。而校園整體之應變工作尚包含許多其他相關事項，如教學活動延續、外籍生協助、校內師生協助及周邊社區支援等議題(詳細的災害應變流程可參考附錄七)。本章將提出建議各單位未來之規劃方向及應對作法，以供相關單位參考。另外對於本計畫研究成果，如何分階段依循行政系統逐步推動，以落實於本校各單位，亦提出初步之建議，作為本校未來進行更完備之地震防災計畫之參考。

5.1 其他單位震後應對規劃建議

1. 教學活動延續

災後本校教務處、學務處須根據校內震損狀況，如建築物損壞數量、師生安全狀況，是否停水停電等狀況及網路是否正常運作，決議教學活動是否暫停或如何進行。本計畫建議震後校方以下列幾種方式作為教學活動延續之途徑：

(1) 線上教學

基本教學方式為利用線上教學，但考量震後可能因網路斷訊或停電等情況，可能須有其他應對措施，如提供預錄光碟或隨身碟等資源。

(2) 戶外場地租借

如遇網路問題而無法使用網路資源時，可向校外機關協議洽借臨時場地作為教學使用，以此方式亦可由校方與校外機關事先協議提供場地互助。

(3) 搭設臨時帳棚

於校內大型室外空間，待疏散作業結束後，扣除可能須作為直升機停機使用之地點後，可搭設臨時帳棚作為教室使用，平日白天作為教學空間，晚間可提供恐懼進入室內之避難人員臨時居住使用。

(4) 入學及畢業協助

協助即將入學生延後入學，及畢業生離校時間延長等方式，同時對於影響日數之學雜費減免等方式進行配套，以保障學生權利。

2. 協助外籍生

以國際事務處為主要負責單位，提供外籍生震後各項協助。可由災害應變中心根據國際事務處應變成員之需求，設置相關據點提供協助。主要協助項目至少有：

(1) 地震災害知識宣導

針對母國未有地震災害之外籍生，於平日提供地震防災知識講座，建立自我保護意識及心理準備，並根據不同國家提供不同語言之防災宣導手冊。

(2) 災後各項協助

災後欲返國之外籍生，本校根據交通狀況、通訊狀況提供合適方法，若遇返國困難者，提供臨時安置空間及協助聯絡外籍生家屬說明狀況。此外，亦須協助外籍生入學、畢業等相關事宜，並派遣雙語人員協助溝通，以確保資訊正確傳達。

3. 協助學生及教職員

(1) 災後心輔及志工

有鑑於成大已有相關服務，可於震後針對校園內驚慌及有需求之師生提供適當心輔，以利後續救災工作之進行。

同時，本校可招募校內學生組成志工團體，協助校內外各項救災服務，提升社區整體災後應變效率，同時藉由學生親自投入災害應變工作之方式，培養校園成員防災意識。

(2) 教職員家屬協助

教職員因返家困難，抑或親屬需災害救助時，校方可藉由人事室提供協助，根據需求提供部分安置地點。地震後許多職員需要回到校內執行公務，但他們自己家中也很需要有人協助家務善後或家人照顧。這些工作的人力來源可由同事的

家屬支援，但平時需舉辦依一些同事家庭間的聯誼交流，以促進彼此熟悉程度，以便災時可做互助工作。若於教學活動繼續後，也可設置相關單位協助有小孩之教職員日間托兒服務，以因應震損校外托兒所可能停業之情況。

5.2 校外支援及社區協助

本校宜與外校可協助救災單位及早簽訂相關開口合約，以提供災後各項資源之有效取得，以本校目前現況，與香格里拉大飯店簽訂之互助合約可提供約 1000 人使用之避難場所。

此外，鄰近大學(非災區)亦可提供本校人力及資源協助，故與高雄地區、嘉義地區等通勤時間短之大學組成互助團體，震後可以提升應變工作執行效率。而計網中心之成大系統資源、雲端資料之備援，則建議尋找遠離本校同震區之大學，如目前建立系統備援之國立暨南大學。

同時，本校作為城市大學，災後必要時應主動提供周邊社區救災協助。其中以本校附屬醫院之醫療救災可為臺南市區主要救災協助機構，故本校附屬醫院應於平日做好各項耐震措施(此部分可參閱 2.2 節之建議)，必要時建立適用於醫院之防災計畫。

5.3 落實本研究成果之推動及擴大建議

本研究目前以本校校本部之各校區為主要規劃區域，建議後續地震防災計畫得新增規劃本校附屬醫院、歸仁校區、安南校區及斗六校區等地區之應變工作具體內容，完善校園抗震韌性。另外，本研究係以總務處為主要單位進行防災計畫之研擬，往後本校須針對校內各單位之工作範疇及權責，進一步研擬適用於各自之防災計畫，並平行整合各單位間之溝通、資訊。

本計畫成果已實際運用者，包括研訂「家具及研究設備耐震安全手冊」，已貼掛於總務處網頁，並作為本校各單位購置 1000 萬元以上儀器設備進行「維運

及環境空間評估檢核表」之參考；也提供計網中心「機房耐震固定建議」，以確保強震之後得以繼續正常運作，維持本校對內對外的資訊通暢無礙。另外，總務處的資訊保存，已建立一套標準流程，也可提供其他單位參考辦理。

為具體落實並擴大本研究成果，可透過本校校園安全工作小組，與秘書室、學務處等單位共同研議具體措施及相關資源設備之配套，建議各主要行政單位，除可以參考本報告的內容，如家具固定及資料備份，也要發展相對應的震災對策，亦請各單位思考與業務相關可能需要的震災對策，並由學校推動各系、所、院、中心擬定自己的防震計畫，另請計網中心發展震後的師生安全回報系統。

為方便閱讀，也會製作懶人包，針對教師、系所辦、全校不同對象進行重點式宣導。而未來校內新購置的家具宜選擇有耐震固定設計者，也逐年檢討就家具的耐震傾倒性保護措施。就校園防震演練方面，也將擬訂未來執行的相關細節。

參考資料

- [1] Seville Erica, Chris Hawker, and Jacqui Lyttle. *Resilience tested: A year and a half of ten thousand aftershocks*. University of Canterbury, 2012.
- [2] 東北大学, 「311 から記録と記憶をつないで、次代へ、世界へ」, 日本宮城県仙台市東北大学, 2013。
- [3] 飛田 潤, 「大学における大規模地震災害への備え」, 第33回大学等環境安全協議会研修会, 愛知県名古屋市名古屋大学, 2015。
- [4] University of Alaska Anchorage Office of Emergency Management. *Emergency Operations Plan*. University of Alaska Anchorage, 2018.
- [5] 「国立大学法人東北大学本部事務機構防災・業務継続計画（略称：本部BCP）」, 日本宮城県仙台市国立東北大学, 2018。
- [6] 「受創嚴重 暨南大學何去何從？」：
<https://www.businesstoday.com.tw/article/category/80409/post/199910280041/%E5%8F%97%E5%89%B5%E5%9A%B4%E9%87%8D%E3%80%80%E6%9A%A8%E5%8D%97%E5%A4%A7%E5%AD%B8%E4%BD%95%E5%8E%BB%E4%BD%95%E5%BE%9E%EF%BC%9F%20P.108>, 臺灣。(最後瀏覽：2020年6月15日)
- [7] 吳偉特, 「與土木系的緣份及福份」：
http://www.ntuce-newsletter.tw/vol.55/T3_1b.html, 臺灣。(最後瀏覽：2020年6月15日)
- [8] 名古屋大学災害対策室, 「名古屋大学家具安全対策ガイドラインに基づくマニュアル」, 愛知県名古屋市名古屋大学, 2013。

- [9] 東北大学災害対策室，「東北大学教育研究用機器等の転倒防止ガイドライン」，日本宮城県仙台市東北大学，2012。
- [10] 「家具類の転倒・落下・移動防止対策 ハンドブック」，東京消防庁，2015。
- [11] 「高級中等以上学校防護團編組教育演習及服勤辦法」，中華民國法規，2005。
- [12] 「建立都市疏散地點需求推估方法之研究」，內政部建築研究所，2007。
- [13] 林敬軒，「大學校園地震防災計畫之研究-以成功大學為例」，國立成功大學建築研究所碩士論文，2020。

附錄一 總務處震後行動手冊(範例)

本手冊之內容適用於總務處應變人員之災後應變工作，包含成立應變中心前後之各項任務及注意事項。總務處於災後以營繕組、事務組及資產保管組作為災害應變中心之應變成員，若災後因突發狀況導致手冊中工作事項無法進行時，總務長得因現場狀況適時調整或添加後記事項，總務處之應變人員以總務長震後之各項調度為主要依據執行。

一、 總務長震後應變工作

適用對象：總務長	
事項分類	應對方式
成立災害應變中心前：自我安全防護及災害評估	
地震發生當下	確保自身安全
	若處於室內，確保所在地點逃生路線暢通，並協助周遭傷者及受困者
	確認是否有二次災害主動通報校方
	評估地震災害是否需啟動應變機制
地震震度大於 6 弱或災損嚴重	啟動災害應變機制，並聯絡校長
	聯絡事務組確認各單位成員安全狀況
	聯絡各單位召集應變中心成員
	確認通訊設備、水電是否正常運作
	確認災害應變中心設置場所是否安全
成立災害應變中心後：向應變中心指揮班報告校園狀況	
災害應變中心所屬班	指揮班

通訊設備異常	派遣事務組應變成員口頭傳達資訊及連絡 相關單位協助
校園對外交通受阻、師生無法返 家	啟動校內臨時安置場所，並派遣事務組人 員至現場維護安全
校園震後安全評估	與營繕組應變人員取得建築物安全資訊
	派遣營繕組應變成員至危險建築物查看
	派遣資產保管組確認重要資產是否受影響
災害應變中心營運	參與應變中心會議
	統整回報項目並告知各單位
	應變工作人員調度及安排
註記事項	

二、 總務處營繕組應變人員應變工作

適用對象：總務處營繕組組長	
事項分類	應對方式
成立災害應變中心前：自我安全防護及災況收集	
地震發生當下	確保自身安全
	若處於室內，確保所在地點逃生路線暢通，並協助周遭傷者及受困者
	確認是否有二次災害主動通報總務長
地震震度大於 6 弱 或災損嚴重	與總務長取得聯繫並回報本組安全狀況
	蒐集周遭災況及記錄
	聯絡及召集建築物評估人員
成立災害應變中心後：向總務長回報自身安全及校園狀況	
災害應變中心所屬班	支援班及設施調整班
建築物安全檢查	收集各單位回報之建築物初步安全檢查結果並回報總務長
	安排人員至危險建築物進一步安檢及張貼警示單，確認欲封鎖之校園空間
	若災情嚴重，協助聯繫市政府取得工會協助
通訊設備異常	應變人員收集及回報災害應變中心各單位之通訊設備狀況
室內家具、設備	統計災後各單位設備損壞狀況，發生重大災情者回報災害應變中心以派遣人員到場協助
供水供電異常	指揮應變中心成員協助啟動備用電源及連絡相關單位
註記事項	

三、 總務處事務組應變人員應變工作

適用對象：總務處事務組組長	
事項分類	應對方式
成立災害應變中心前：自我安全防護及災況收集	
地震發生當下	確保自身安全
	若處於室內，確保所在地點逃生路線暢通，並協助周遭傷者及受困者
	確認是否有二次災害主動通報總務長
地震震度大於 6 弱 或災損嚴重	與總務長取得聯繫並回報本組安全狀況
	收及災害應變中心成員安全狀況
	蒐集周遭災況及記錄
成立災害應變中心後：向總務長回報自身安全及校園狀況	
災害應變中心所屬班	支援班
確認教職員工之安全	收集教職員工安全狀況並回報指揮班
校園安全管理	收集校園災況並回報災害應變中心
	封鎖校園危險區域
校園對外交通受阻、 師生無法返家	啟動校內臨時居住場所，並至現場維護安全
	回報災害應變中心臺南市區之交通狀況
註記事項	

附錄二 成功大學震後建築物初步危險評估表

壹、基本資料	
建物名稱：	
所在校區：	
建築物所屬單位：	
評估人姓名：	評估人連絡電話：
所屬單位：	
用途： <input type="checkbox"/> 教學 <input type="checkbox"/> 行政 <input type="checkbox"/> 公共空間 <input type="checkbox"/> 其他：	
規模：地上____層；地下____層	
結構： <input type="checkbox"/> 鋼筋混凝土 <input type="checkbox"/> 鋼骨 <input type="checkbox"/> 磚造 <input type="checkbox"/> 其他：	

貳、大規模損壞，以下情形若符合一項，即判定建築物無法使用，不必進入室內進行第參點評估作業	
建築物整體崩塌或樓層落階	
建築物基礎裸露、破壞	
建築物整體傾斜	
其他重大損壞：	

參、建築物損壞通報項目		
損壞狀況	有	無
建築物主要出入口門鎖損壞或無法開啟		
建築物外部磁磚、窗戶等掉落		
建築物梁、柱損壞，牆壁剝落		
建築物樓梯、電梯損壞無法行走		
建築物內部有墜落物及傾倒物		
建築物內管線破裂、有毒氣體外洩		
其他：		

肆、備註

評估結果	<input type="checkbox"/> 完好且安全 <input type="checkbox"/> 進入須注意 <input type="checkbox"/> 危險不可使用
------	---

說明

1. 本建築物危險評估表示用於成功大學校內各建築物，並於評估完畢後將此表回報災害應變中心，應變中心人員將派遣專業人員至該建築物進一步安檢並張貼紅黃綠三標告示單(表 1)。

表 1 應變中心張貼之建築物三級告示

顏色	標示	說明
紅	危險，禁止進入	建築物嚴重毀損，禁止進入
黃	進入須注意安全	內部可能有掉落物，進入須注意自身安全
綠	安全	建築物檢查後安全無虞

2. 本評估表於地震發生後，由建築物之主要負責人進行填報，若遇建築物負責人不在場情況，得依序以系辦人員、系所在場授課教師、在場校內人員之順位進行填報。如遇無人評估時，亦可直接聯絡相關單位(見第 4 點)尋求協助。
3. 建築物評估完成後為危險不可進入之建築物，後續將由校方委託台南市建築師公會派遣專業人員進一步執行安檢作業，並協助復原工作，為維護自身安全，切勿再次進入建築物內。
4. 協助人員聯絡電話：
災害應變中心：(06)2757575
校安中心：(06)2757575 分機號碼：50700
總務處：(06)2757575 分機號碼：50500
營繕組：(06)2757575 分機號碼：50620

危險

評估人員：

建築物名稱：

建築物負責人：

連絡電話：

說明：

須注意

評估人員：

建築物名稱：

建築物負責人：

連絡電話：

說明：

安全

建築物經災害應變中心成員評估後，結構無損害，室內空間完整，得安全使用。

評估人員：

建築物名稱：

建築物負責人：

連絡電話：

備註：

附錄四 成功大學安全確認調查表

壹、基本資料			
調查人姓名		所屬校區	
所在避難位置	<input type="checkbox"/> 光復操場 <input type="checkbox"/> 榕園 <input type="checkbox"/> 雲平廣場 <input type="checkbox"/> 總圖前廣場 <input type="checkbox"/> 校史館前廣場 <input type="checkbox"/> 自強操場 <input type="checkbox"/> 航太系後草皮 <input type="checkbox"/> 力行校區綠園 <input type="checkbox"/> 力行校區後停車場 <input type="checkbox"/> 成杏校區前空間 <input type="checkbox"/> 勝後停車場 <input type="checkbox"/> K 館前廣場 <input type="checkbox"/> 其他：		
避難學生人數		教職員人數	
受傷人數		死亡人數	

貳、通報個案			
學生姓名	所屬科系	安全狀況	備註
		<input type="checkbox"/> 受傷 <input type="checkbox"/> 死亡 <input type="checkbox"/> 失蹤	
		<input type="checkbox"/> 受傷 <input type="checkbox"/> 死亡 <input type="checkbox"/> 失蹤	
		<input type="checkbox"/> 受傷 <input type="checkbox"/> 死亡 <input type="checkbox"/> 失蹤	
		<input type="checkbox"/> 受傷 <input type="checkbox"/> 死亡 <input type="checkbox"/> 失蹤	
		<input type="checkbox"/> 受傷 <input type="checkbox"/> 死亡 <input type="checkbox"/> 失蹤	
		<input type="checkbox"/> 受傷 <input type="checkbox"/> 死亡 <input type="checkbox"/> 失蹤	
		<input type="checkbox"/> 受傷 <input type="checkbox"/> 死亡 <input type="checkbox"/> 失蹤	
		<input type="checkbox"/> 受傷 <input type="checkbox"/> 死亡 <input type="checkbox"/> 失蹤	
		<input type="checkbox"/> 受傷 <input type="checkbox"/> 死亡 <input type="checkbox"/> 失蹤	

參、其他通報事項(所在場地狀況、交通狀況、是否有安全問題)

附錄五

國立成功大學

家具及研究設備耐震安全手冊

目錄

一、主旨.....	1
二、主要任務.....	1
三、固定元件介紹.....	2
四、家具固定簡易評估.....	5
五、室內空間安全對策.....	8
六、一般家具固定說明.....	10
七、研究設備地震對策.....	15
八、實驗設備固定說明.....	16
附件一：辦公室空間安全及防止家具傾倒工法參考.....	23
參考資料.....	24

表目錄

表 1 常見家具固定元件說明.....	3
表 2 牆壁種類及對應構件說明.....	4
表 3 家具重量估算.....	5
表 4 家具固定方式建議.....	5
表 5 校內常見家具類型對照表.....	10
表 6 研究設備分類及建議作法.....	15
表 7 校內常見實驗設備類型.....	16

圖目錄

圖 1 家具設備耐震安全流程圖.....	1
圖 2 家具滑動及傾倒說明.....	2
圖 3 鄰牆家具選用構件強度估算.....	6
圖 4 非鄰牆家具選用構件強度估算.....	7
圖 5 室內安全空間配置概念.....	8
圖 6 優良空間配置建議.....	9
圖 7 常見大型家具範例.....	10
圖 8 開放式棚架、書櫃注意要點.....	11
圖 9 開關櫥櫃及具抽屜家具注意要點.....	12
圖 10 冰箱固定說明及握環示意圖.....	12
圖 11 移動型設備固定說明.....	13
圖 12 連結上下堆疊家具之各種方法.....	13
圖 13 制震器款式參考.....	15
圖 14 東日本大震災受災案例.....	17
圖 15 東日本大震災受災案例.....	18
圖 16 東日本大震災受災案例.....	19

一、主旨

為確保在地震發生後，成功大學建築物之室內安全(包含室內家具、研究設備之耐震固定)，用以降低二次災害為目的而制定本手冊。

關於此議題，現況校內僅重視相關固定措施的有無，但卻無可量化之客觀標準規定。因此即便安裝時有相關業者協助，但於地震來臨時仍可能面臨固定失效之虞。故總務處將針對校內各建築物地震發生時之室內環境安全，參考國內外作法，制定參考方案，於本冊中分章說明家具固定的建議方式及注意事項。

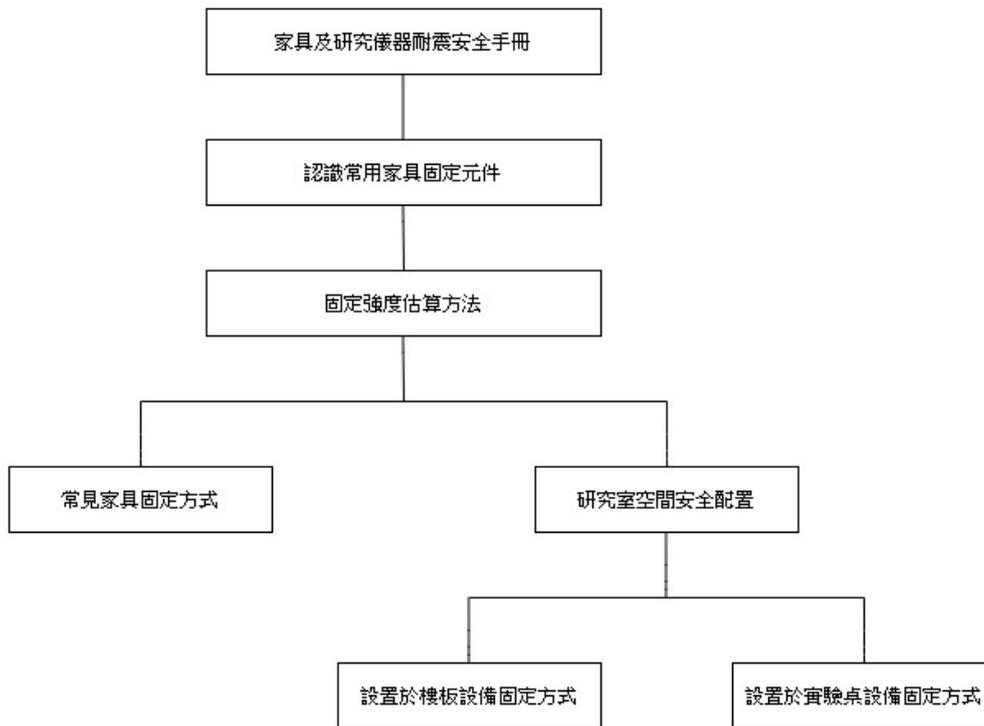


圖 1 家具設備耐震安全流程圖(作者自行繪製)

二、主要任務

- (1) 本校各處室管理單位，必須確認權責空間內家具及研究設備的固定狀況，若有不完備之疑慮，可以本手冊建議之作法固定各設備物。
- (2) 總務處及各單位職員應熟知本手冊之基礎知識及相關作法，並適時更新及調整。
- (3) 本校所有成員在使用室內空間時，必須妥善收納危險物品，以減輕地震當下室內受災狀況。
- (4) 各處室管理單位必須利用本手冊規定及建議事項，定期檢查上述固定措施有無遭受損壞或移除。

三、固定元件介紹

本章介紹家具地震時行為反應及幾種家具固定元件，並於後章詳述其各種家具適用的固定方式。地震發生後，質量引致之慣性力會使家具滑動或傾倒，詳細說明如圖 2 所示：

假設遭遇一地震力，加速度為 A ，家具高度 H 、深度 L ，家具重量為 W ：

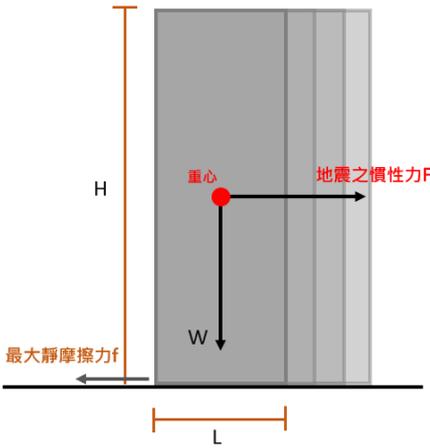
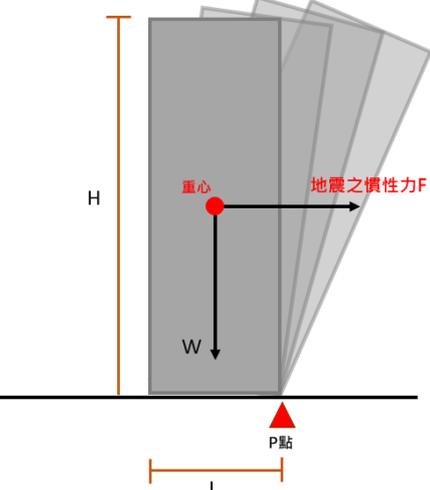
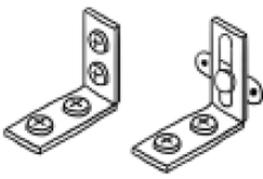
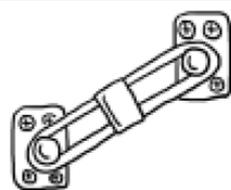
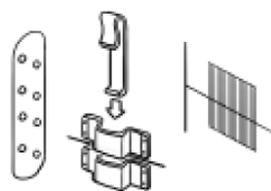
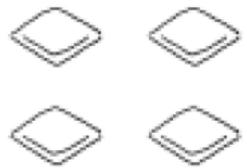
<p>(1)滑動</p> 	<p>地震之慣性力F與家具自重有關：</p> $F = ma = \frac{W}{g} \times A$ <p>當此慣性力超過家具及地板間的最大靜摩擦力時，即開始滑動：</p> $\frac{W}{g} A > f$ <p>而此摩擦力大小與地板材質及家具自重有關：</p> $f = \mu N = \mu \times W$ <p>開始滑動後，自重大的家具由於慣性力大，位移距離也會相對較大。</p>
<p>(2)傾倒</p> 	<p>另一方面，若摩擦力相對較大，雖不易造成滑動，但卻會使家具傾倒。此慣性力對家具之支點P而言造成一順時針力矩：</p> $M = F \times \frac{H}{2} = \frac{W}{g} A \times \frac{H}{2}$ <p>當此順時針力矩大於家具自重所提供之逆時針力矩時，即會傾倒：</p> $\frac{W}{g} A \times \frac{H}{2} > W \times \frac{L}{2}$

圖 2 家具滑動及傾倒說明(作者自行繪製)

由圖 2 可知，質量越大之家具，所造成之慣性力越大，低矮型家具克服摩擦力滑動後會造成較大的位移；而家具是否傾倒，則與家具尺寸有密切關係，重心越高或越細長的家具有較高風險在地震時傾倒。因此，將家具適切固定，能增加家具抵抗慣性力之能力，降低滑動、傾倒的風險。

根據日本東北大學¹、名古屋大學²及東京都消防廳³對於家具設備防傾倒對策資料，列舉出常見元件名稱、用途如表 1 所示，其中最為常見的構件為 L 型角鋼，容易於市面上取得。但不同家具設備的差異，可能會降低預期效果，故亦可結合多種不同的固定方式，以獲得最佳的耐震強度。

表 1 常見家具固定元件說明(圖片來源：日本東京都消防廳,2015)

名稱	安裝方式	常見外觀
L 型角鋼	利用螺絲或螺栓將家具固定於牆壁或地板	
金屬扣環	將鎖扣分別固定於家具及牆壁後，再以金屬扣環連接	
鎖鍊/束帶	將鎖扣分別固定於家具及牆壁後，再以金屬鍊或束帶連接	
分離式家具連接構件	連結垂直擺放的家具，防止上部家具掉落或傾倒	
凝膠墊片	將小型家具或設備固定於桌面或地板時可使用	

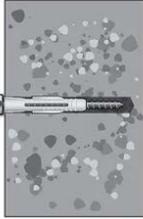
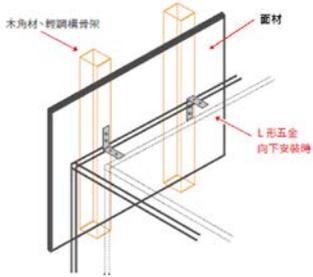
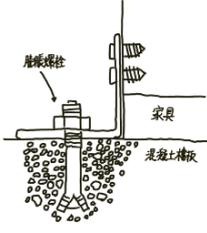
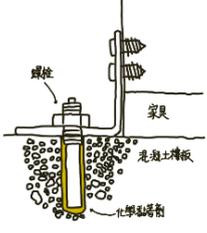
¹ 東北大學,教育研究用機器等の転倒防止ガイドライン。

² 名古屋大学(2013),家具安全対策ガイドラインに基づくマニュアル。

³ 東京都消防廳(2015),家具類の転倒・落下・移動防止対策 ハンドブック。

另外，根據各種不同的牆壁及地板類型，須選用不同的螺絲或螺栓，表 2 整理校內常見牆壁種類及一般常用之相關螺絲及螺栓：

表 2 牆壁種類及對應構件說明(圖片來源：東京都消防廳、IKEA、作者自繪)

	種類	選用螺絲/ 螺栓	說明	示意圖
壁 體	鋼筋混凝土牆 磚牆	膨脹螺栓	預先在牆體標註後鑽孔，再鎖入螺栓，若牆體為空心牆，建議選用栓扣螺絲	
	輕隔間牆 石膏板牆 木板牆	自攻螺絲 (用於骨材)	固定於牆體背面骨架上時，應使用足夠長度與間距之螺絲，並確定鎖固至螺絲頭埋入面材	
		中空壁虎 (用於板材)	固定於牆體之板材上時，建議選用適用於板材之中空壁虎	
樓 板	鋼筋混凝土樓板	膨脹螺栓	預先在混凝土牆鑽孔後，再打入螺栓	
		化學螺栓	預先在混凝土牆鑽孔後，打入化學黏著劑，將螺桿膠結固定於鑽孔中	

地板安裝注意事項：

若建築物於地板鋪設磁磚或相關裝潢材料，宜避開裝潢材料進行鑽孔，防止其開裂。

四、家具固定簡易評估

本章針對本校系館、研究室內常見家具，諸如儲物櫃、書櫃等，且處於未固定狀態者，提供相關簡易評估方法。在固定之前，可通過簡易計算，了解必須選用何種強度之構件進行固定，以下將逐點說明。

(1) 重量估算

首先必須考慮家具實際使用下之總重量(即家具本身重量及裝載物總重之合)。例如：一般書架須假設為所有架上皆放置書本，若還有其他比書重之相關負載物也必須以實際情形做假設。

若難以估計實際值，可根據不同高度家具，以每 90cm 寬單位，參考表 3 之建議。

表 3 家具重量估算(名古屋大學家具安全對策)

家具高度(cm)	每 90cm 寬重(kg)
210	240
240	300
250	380

註：家具高度小於 210cm 者，保守以 210cm 之估計值做為參考。

(2) 固定方式評估

針對不同重之家具，可參考表 4 建議固定方式：

表 4 家具固定方式建議(名古屋大學家具安全對策)

家具總重量	地板類型	鄰牆	固定方式
200kg 以下	凝土地板	Y	可只固定於牆壁
		N	固定於地板二處
	高架地板	Y	固定於牆壁
		N	固定於高架地板下方凝土地板
超過 200kg	凝土地板	Y	需固定於牆壁及地板
		N	固定於地板四處
	高架地板	Y	於牆壁上下共兩處固定
		N	不固定於高架地板上

註：高架地板為電腦教室或機房常用埋設管線用途之地板，如本校計算機與網路中心機房。由於高架地板非屬建築物主結構，抗震能力不明，建議在固定重要機櫃設備時直接固定於下方凝土地板，或洽廠商是否有特殊固定方式。

(3) 構件強度簡易估算

根據不同的家具擺放位置，可以簡易估算固定構件所需的強度，以下就鄰牆及不鄰牆兩種方式，舉例進行簡易估算。

首先以常見鄰牆擺放之書櫃為例，如圖 3 所示，簡易估算固定於牆壁時所需的螺栓抗拉力強度。

假設遭遇一地震力，其加速度為 $1 G$ ，書櫃高度為 $2.4 m$ ，深度為 $0.4 m$ ，可由此條件利用表 3 估算，每 $90cm$ 寬約為 $300 kgf$ 。

利用力學原理的彎矩平衡估算出左側牆壁構件的抗拉力：

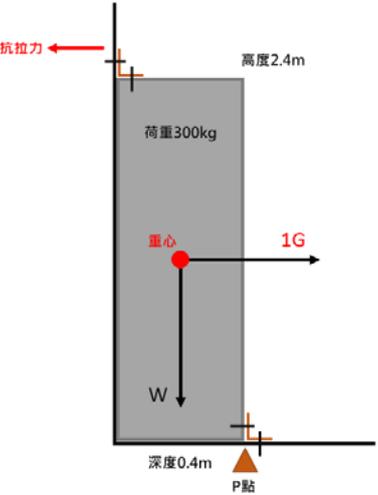
	<p>以 P 點為支點計算彎矩平衡。</p> <p>順時針力矩由地震造成之慣性力提供，力臂為書櫃高度一半(由重心計算)：</p> $300 \text{ kgf} \times 1.2 \text{ m} = 360 \text{ kgf} \cdot \text{m}$ <p>逆時針力矩則由書櫃荷重(寬度之一半)及頂部構件抗拉力(力臂為書櫃高度)提供，在此假設抗拉力為 X：</p> $300 \text{ kgf} \times 0.2 \text{ m} + X \text{ kgf} \times 2.4 \text{ m}$
<p>由彎矩平衡可得知，為避免書櫃因為地震力而傾倒，逆時針力矩必須大於順時針力矩，即：</p> $300 \text{ kgf} \times 0.2 \text{ m} + X \text{ kgf} \times 2.4 \text{ m} > 360 \text{ kgf} \cdot \text{m}$ <p>由此式可計算出：</p> $X > 125 \text{ kgf}$ <p>即以一個高 $2.4 m$、深 $0.4 m$、之書櫃而言，每 $90 cm$ 寬必須選用抗拉強度達 $160 kgf$ 的固定構件(實際情形可選用兩個抗拉強度為 $80 kgf$ 的固定構件)，才能達到預期的耐震效果。</p>	

圖 3 鄰牆家具選用構件強度估算(作者自行繪製)

註：對於固定構件的抗剪強度部分，市面上常見用於固定家具之金屬構件皆有足夠的抗剪強度，在進行簡易估算時可先不考慮。

若家具不鄰牆，如圖 4 所示，則計算固定於地板之螺栓抗拉力強度，建議須在地板四處進行固定。

由於一般建議避免過重家具不鄰牆擺放，故再以輕型家具為假設條件：高度 2.0 m、深度 0.5 m 之小型書櫃，重量為 200 kg，地震加速度與前項假設相同為 1 G 之情況為例進行計算：

<p>高度 2.0m 荷重 200kg 重心 1G W 深度 0.5m P 點 抗拉力</p>	<p>以 A 點為支點計算彎矩平衡。</p> <p>順時針力矩由地震力提供，力臂為書櫃高度一半(由重心計算)：</p> $200 \text{ kg} \times 1 \text{ G} \times 1.0 \text{ m} = 200 \text{ kgf} \cdot \text{m}$ <p>逆時針力矩則由書櫃荷重(寬度之一半)及構件抗拉力(力臂為書櫃深度)提供，地板一邊共有 2 處配置固定構件，在此假設單處抗拉力為 X：</p> $200 \text{ kgf} \times 0.25 \text{ m} + 2 \times X \text{ kgf} \times 0.5 \text{ m}$
<p>由彎矩平衡可得知，為避免書櫃因為地震力而傾倒，逆時針力矩必須大於順時針力矩，即：</p> $200 \text{ kgf} \times 0.25 \text{ m} + 2 \times X \text{ kgf} \times 0.5 \text{ m} > 200 \text{ kgf} \cdot \text{m}$ <p>由此式可計算出：</p> $X > 150 \text{ kgf}$ <p>即以一個高 2.0 m、深 0.5 m 之書櫃而言，必須選用抗拉強度 150 kgf 的固定構件，並固定家具角落 4 處，才能達到預期的耐震效果</p>	

圖 4 非鄰牆家具選用構件強度估算(作者自行繪製)

五、室內空間安全對策

本章首先探討室內空間安全配置原則，除確保使用者在室內不會因家具傾倒發生生命危險，同時也要暢通逃生路線，以便在地震停止後，屋內人員能於最短時間內快速移動至室外避難。

(1) 室內安全空間的建立

校園建築室內家具、設備物眾多，也常堆疊許多實驗試體、資料等物品，較為凌亂，容易在地震時發生二次災害，造成人員傷亡，故建議各實驗室、辦公室能建立一室內安全空間，該空間內保持空曠，作為一個無掉落物及無大型家具的臨時避難空間。當地震警報響起後，室內人員得以迅速移動至該安全區域並壓低身體暫時避難，待地震結束後再移動至室外(圖 5)。

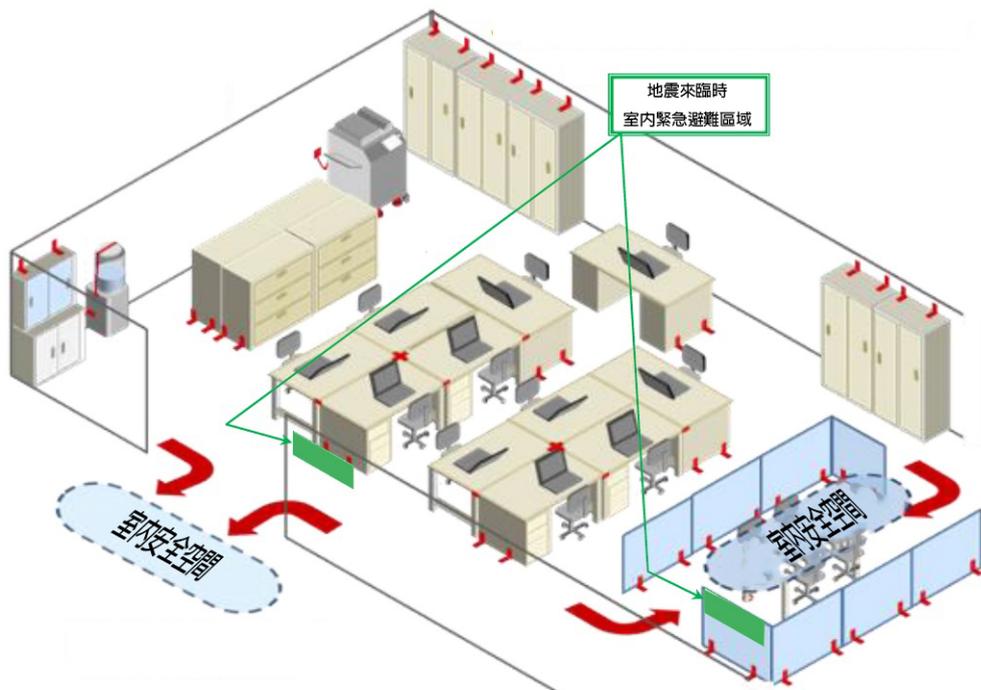


圖 5 室內安全空間配置概念(圖片來源：東京都消防廳)

(2) 家具配置建議

平常使用頻繁之工作空間周邊，背後不宜擺設高大之家具避免倒下傷人，宜使用高度較低之家具，一般建議不超過使用者身高，同時也盡量不要在家具上方堆疊物品。

再者，逃生路線及出入口周遭不宜放置易傾倒及移動之家具，以防止地震發生後阻斷逃生路線(圖 6)。

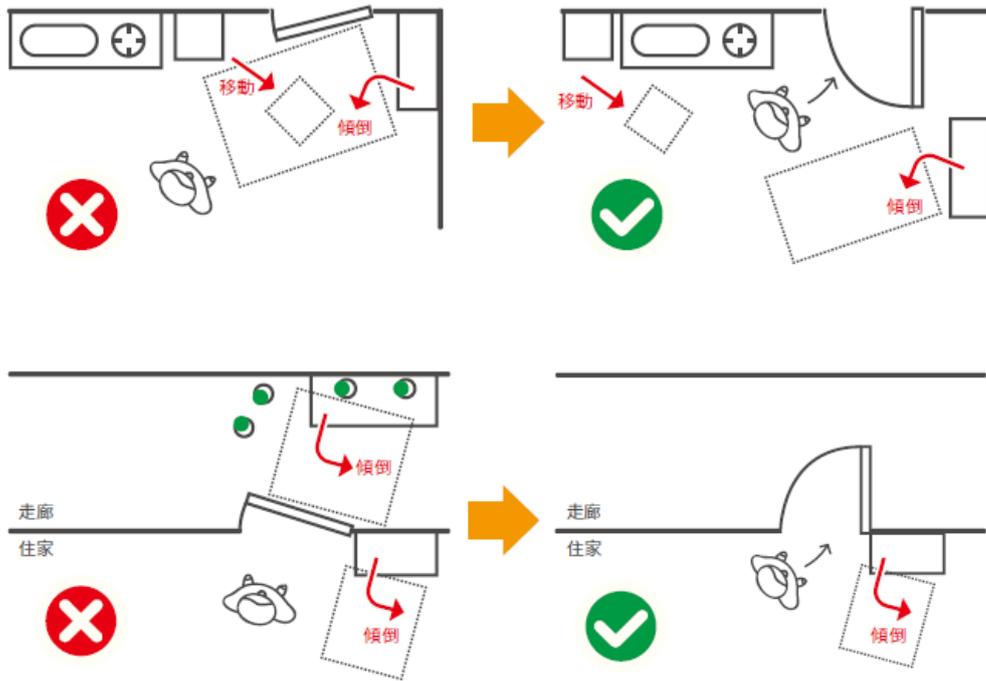


圖 6 空間配置建議(圖片來源：東京都消防廳)

六、一般家具固定說明

本章針對各種不同的家具，基於前幾章之固定元件、方法各別說明，並於附件一將所有重點事項彙整於圖片說明，使用者可翻閱參考。

表 5 列出校內常見家具類型，可利用項目查找各系所常見家具類別。

表 5 校內常見家具類型對照表

項目	家具類型	常見地點
1	鄰牆大型家具	各研究室、辦公室
2	無鄰牆大型家具	各研究室、辦公室
3	開放式棚架、書櫃	圖書館、檔案室
	可開關櫥櫃及具抽屜家具	各研究室、辦公室
	家用冰箱	各研究室、辦公室
	上下堆疊之家具	各研究室、辦公室

1.大型家具固定說明

此類家具由前章所建議固定於牆壁及地板，根據牆壁及地板種類分別選取適當之固定方式進行。



圖 7 常見大型家具範例(圖片來源：日本東北大學)

(1) 固定於地板

一般建築物大多是混凝土樓板，固定於地板時可以選用 L 形角鋼及膨脹螺栓進行作業。

(2) 固定於牆壁

根據常見的幾種牆壁類型，分別選取合適之固定方法固定於牆壁，圖 7 案例固定於輕隔間牆，可參考第三章所述之固定方法。

2.無牆壁可固定之大型家具固定說明

當面臨此種狀況，建議使用 L 形角鋼及螺栓固定於地面 4 個位置。若認為強度仍不夠，亦可以在儲物櫃的四邊用束帶固定其頂部和底部。

3.其他家具固定建議

(1) 開放式棚架、移動書櫃

常見使用場所如圖書館、資料儲存室。盡量固定於牆、地板及天花板，並於上方以桿件互相結合。而書架各橫面則建議貼止滑材料、在邊角提升些微高度或裝設擋桿以此防止書本或物品墜落(圖 8)。

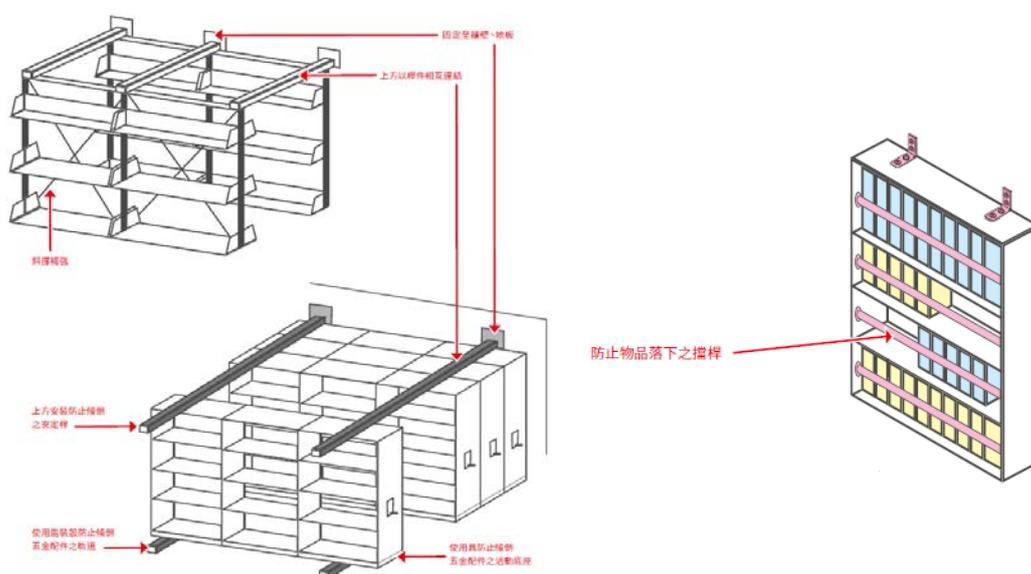


圖 8 開放式棚架、書櫃注意要點(圖片來源：東京都消防廳)

(2) 可開關櫥櫃及含抽屜之家具

可開關型櫥櫃除了將其固定於牆壁或地板，也建議加裝防止門扇自動打開的器具。可使用黏著性材料或金屬扣件，亦有相關電子感應式扣件可供使用。

具抽屜之家具在反覆振動時有可能滑出，而滑出之抽屜內物品亦容易使整個家具重心改變而傾倒，盡可能不要收納重物或選擇附有防脫出設計之家具。另外配置收納物時，宜遵照下重上輕之原則配置，避免重心偏向上部。

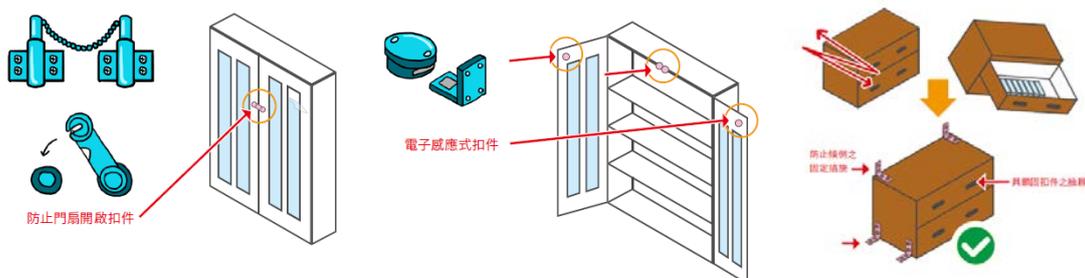


圖 9 開關櫥櫃及具抽屜家具注意要點(圖片來源：東京都消防廳)

(3) 辦公桌

將辦公室內相互並排辦公桌互相聯結起來，能減少因振動碰撞而移動或傾倒的風險，而辦公桌上諸如電腦、設備等物品也須利用墊片將其固定在桌上。在連結的同時將桌子與地板進行固定，或選用摩擦係數較高之地板材料，如鋪設地毯，防滑墊等防止地板過滑而產生大幅度位移(詳細圖說可參考附件一)。

(4) 冰箱

某些日系冰箱背側頂部時常配置握環(圖 10)，方便搬運人員移動，而在固定對策上也可利用該握環進行。於冰箱頂部，利用束帶繞過握環固定於牆面上，同時可以將冰箱底部固定角伸出並鎖定防止滑動。

另外，於選購冰箱時，也建議選購含有握環之冰箱，於日後進行固定時就為方便。

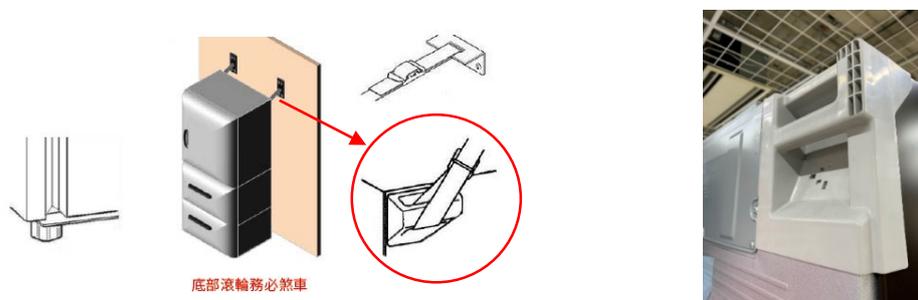


圖 10 冰箱固定說明及握環示意圖(圖片來源：東京都消防廳、作者自攝)

(5) 移動型設備

移動型設備(飲水機、影印機)由於體型及重量較大且常配有輪子，因此不移動時，須於輪子處加鎖固定防止滑動，並在經常擺放位置利用束帶固定於牆壁。

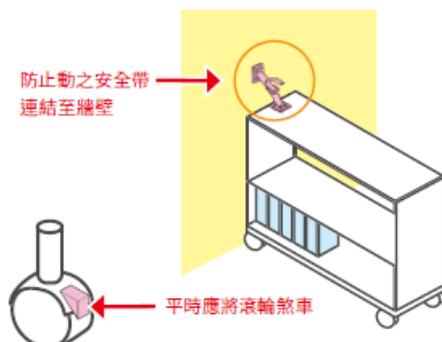


圖 11 移動型設備固定說明(圖片來源：東京都消防廳)

(6) 上下堆疊之家具

若有家具上下堆疊配置，應予以連結為一體，在將整體如前述方式固定於牆壁或地板，以避免上部家具因為振動而掉落。

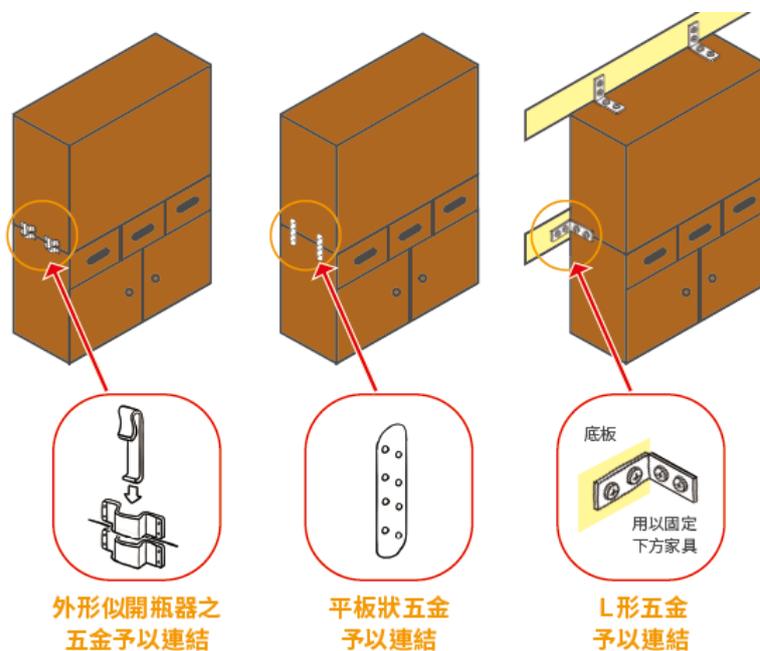


圖 12 連結上下堆疊家具之各種方法(圖片來源：東京都消防廳)

除上述固定方法外，若本校欲選購新家具，建議可選購耐震家具，目前坊間有許多商家提供此類耐震家具可供參考。

(7)上下堆疊之家具

近年來，有許多家具或設備通過黏著進行固定，如台灣較常見的矽利康，因其施工方便，他日需搬移時，用利刃切開容易，固可用以固定家具及設備。本手冊就矽利康的家具固定方法，根據本校建築系研究所姚昭智老師研究室研究⁴之建議施作步驟如下：

1.確認接口表面乾燥、無灰塵汙染

要使矽利康與接著面間之具有良好的黏著力，關鍵在於材料表面是否整潔乾淨。故在施作之前，須將牆面上髒污、防水劑、其他表面處理劑完全清除，若於牆體接著面上貼附了裝潢材，也建議將其拆除，以達到最佳黏著效果。

2.採用遮蔽膠帶

在欲施打處附近以膠帶封邊，以避免多餘的矽利康汙染四周表面，確保矽利康施打整齊平整。

3.使用打膠槍(或打膠器)連續打膠

施打矽利康時須連續不斷擠入注滿至整個接口內，確保接合處有足夠的黏著力。

4.封膠整平

施打矽利康後，需在其結皮前(通常約 10-20 分鐘)馬上進行整平動作，讓膠能夠擠壓填滿空隙，並使表面光滑平整，但須注意不可使用水、酒精等會干擾膠固化之液體。

5.除去遮蔽膠帶等待固化

整平工作完成後，於 15 分鐘內去除遮蔽膠帶，待其完全固化即完成施作。

其他注意事項

在膠未完全固化前，切記勿移動所黏合之部件，亦建議在基材表面溫度不高，如傍晚時施作，溫差變化較小可減少固化所需之時間。

另外，黏著劑在正常使用情況下使用壽命大約是 10 年，考量到環境及人為因素，必須定期檢查和更換。

⁴ 麥理民(2006), 設備物柔性固定抗震工法之研究。國立成功大學碩士論文。

七、研究設備地震對策

本校實驗室眾多，其內實驗設備的尺寸，重量，形狀和安裝狀態各不相同，本章將針對研究設備的耐震措施進行說明。

研究設備之固定方法基本上與家具相同，惟有幾項特殊設備必須注意。表 6 按重量將研究設備分為大，中，小三種類型分別提供固定建議：

表 6 研究設備分類及建議作法(名古屋大學家具安全對策)

類型	重量	說明
小型	重量小於 10kgf	沒有重大危險性者，可使用市售的通用固定器具進行固定。
中型	10kgf 以上未滿 100kgf	需進行強度估算，固定時不局限於主結構部分。
大型	大於 100kgf	需進行強度估算，建議直接固定於建築物主結構上，如樓板、牆等處

註：強度估算可參考第四章家具之估算方法進行估算，亦或連絡相關廠商詢問是否有建議固定方法。

除了參考上述分類，仍須考慮到實驗設備的危險性、重要性和價值等，例如災難發生時危險性高或較為昂貴的小型設備，仍需進行強度估算並考慮更安全的固定方法；另一方面，由於空間配置必須將大型設備固定到輕隔間牆或高架地板上時，也必須遵循第二章所述之建議予以進行。

除了利用元件固定於牆壁及地板，針對特殊或小型設備亦有其他方式可供參考：

(1) 加裝制震器(Stopper)

具有隔振功能的設備可能會因為前述耐震固定而喪失原設定之隔振機能。在這種情況下，可安裝在地震期間限制移動量的制震器，如下圖之範例。

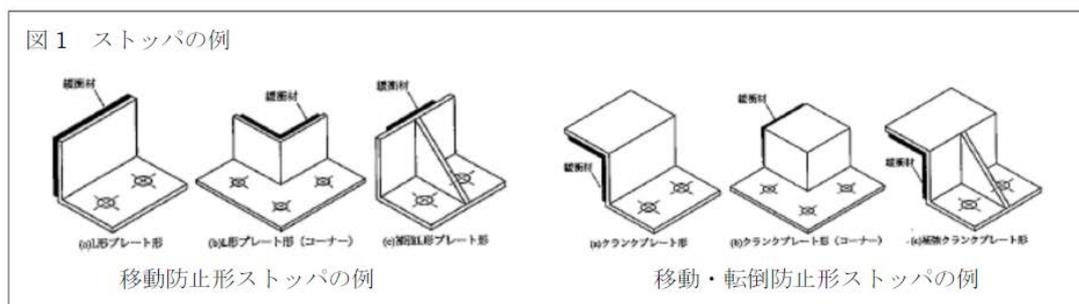


圖 13 制震器款式參考(圖片來源：日本東北大學)

八、實驗設備固定說明

本章將介紹相關實驗設備固定案例，主要參考日本東北大學在 311 強震後的改善方法，提供固定實例。

表 7 列出校內常見實驗設備類型，可利用項目查找各系所常見家具類別。

表 7 校內常見實驗設備類型

項目	設備設置處	實驗設備類型	常見地點
1	地板上	實驗桌	各研究室 機房 實驗室 器材室
		抽風櫃	
		大型冷凍庫、冰箱	
		具輪軸大型設備	
		具隔振台大型設備	
		儲氣瓶	
		中型設備	
		小型設備及小型醫療器材	
2	實驗桌上	中型設備	各研究室
		小型設備	

1. 地板上的實驗設備

(1) 實驗桌

一般實驗室使用的實驗桌較大，且不易移動，而重量越重的設備在地震時所受之地震力也會隨之增大更易滑動，故建議各實驗室先檢核現有固定方式是否足夠，若有不足，則可參閱第三章固定於混凝土樓板之方法進行固定。



圖 14 東日本大震災受災案例(圖片來源：日本東北大學)

固定範例	說明
	<p>最常見之作法，利用 L 型角鋼固定於地板。</p>
	<p>治具固定： 設備內存放易滑出之設備時，可在開口處加裝治具，確保內部其他設備不會滑出</p>
	<p>實驗台及管路之固定： 將管路固定於實驗台側面，可利用束帶或是金屬構件進行。</p>

(2) 抽風櫃

抽風櫃有時會選用上下分離式設計，可能在地震後使上部掉落造成設備損壞，須檢視是否需要連接上下部家具以確保安全。



圖 15 東日本大震災受災案例(圖片來源：日本東北大學)

範例照片	說明
	使用鍊條固定： 通風櫃通常較高，不易於後側固定於牆壁，在防止傾倒的對策上，建議可利用鍊條圍繞在其外部束制其行為。
	除上述防止傾倒建議，仍須使用較大的 L 型角鋼固定於地板提高整體安定性。此外，在一些門扇處可以利用鎖具鎖住，防止因振動開啟造成氣體流出。

(3) 大型冷凍庫、冰箱

實驗室的冰箱與一般家用冰箱不同，體積龐大且大多無握環設計，且其可能為了搬運方便在下方設置滾輪，須考慮其可能滑動。



圖 16 東日本大震災受災案例(圖片來源：日本東北大學)

範例照片	說明
	<p>中小型冷凍庫可使用鏈條牆壁固定</p>
	<p>大型冰箱可使用具有彈性之束帶固定，保有些許移動空間，並確保繩帶不會斷裂。 ※較大型的冰箱必須用到兩條。</p>

(4) 具有輪軸的大型設備

裝有腳輪的大型設備可能在地震中產生移動，並與設備和牆壁碰撞造成危險，但又考慮固定避免滑動也會使傾倒的風險會增加，因此在固定之餘有必要考慮防止傾倒的措施。

範例照片	說明
	在輪軸處加裝束制其行為的構件，能使輪軸只在一定的範圍內移動。

(5) 隔振台等大型設備

隔振台須確保原本可小量移動的功能，故不能將其直接固定於地板，建議利用特殊治具如制震器，限制其移動但仍保有容許移動的空間。

範例照片	說明
	在底部裝設制震器，允許設備有小量移動的間隙。

(6) 儲氣瓶

地震時儲氣瓶可能會因為傾倒使氣體外洩，造成爆炸等危險物質外漏，建議在收納時避免相互碰撞。

範例照片	說明
	可將儲氣瓶個別用鏈條在上下兩處鎖固後，再一同放置於收納處，防止地震時互相碰撞。

(7) 中小型實驗設備

中小型設備在地震時造成損傷較小，可選擇較為簡單的方式進行。

範例照片	說明
	中小型設備可訂製框架，整體也較為美觀。
	利用 L 型角鋼固定於地板

(9) 常移動之設備物

平時工作時常需移動之設備，如醫療設備等，無法長期固定於定點，此類設備建議於不使用時固定於收納處，防止其滑動或傾倒。

範例照片	說明
	常移動的設備。除了更換配備止滑塞的輪軸外，也在不使用時，可利用鍊條固定於牆壁以免傾倒及滑動。

2. 實驗台上之設備

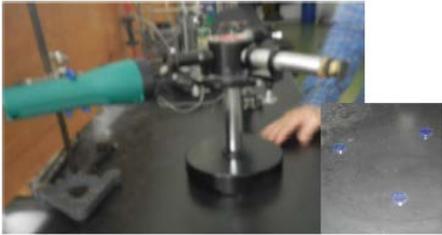
實驗桌上的設備有可能墜落，建議將其與實驗桌固定在一起後，整體再固定於地板或牆壁。

(1) 中型設備

範例照片	說明
	若是位於鄰牆側的中型設備，除了固定於實驗桌之外，也建議固定於牆壁上下各 2 處共 4 處。 (需注意若是隔間牆必須固定至內部骨材上)
	若設備較大，可利用如圖中之 U 形構件圍繞整個設備的方法固定於實驗桌上。

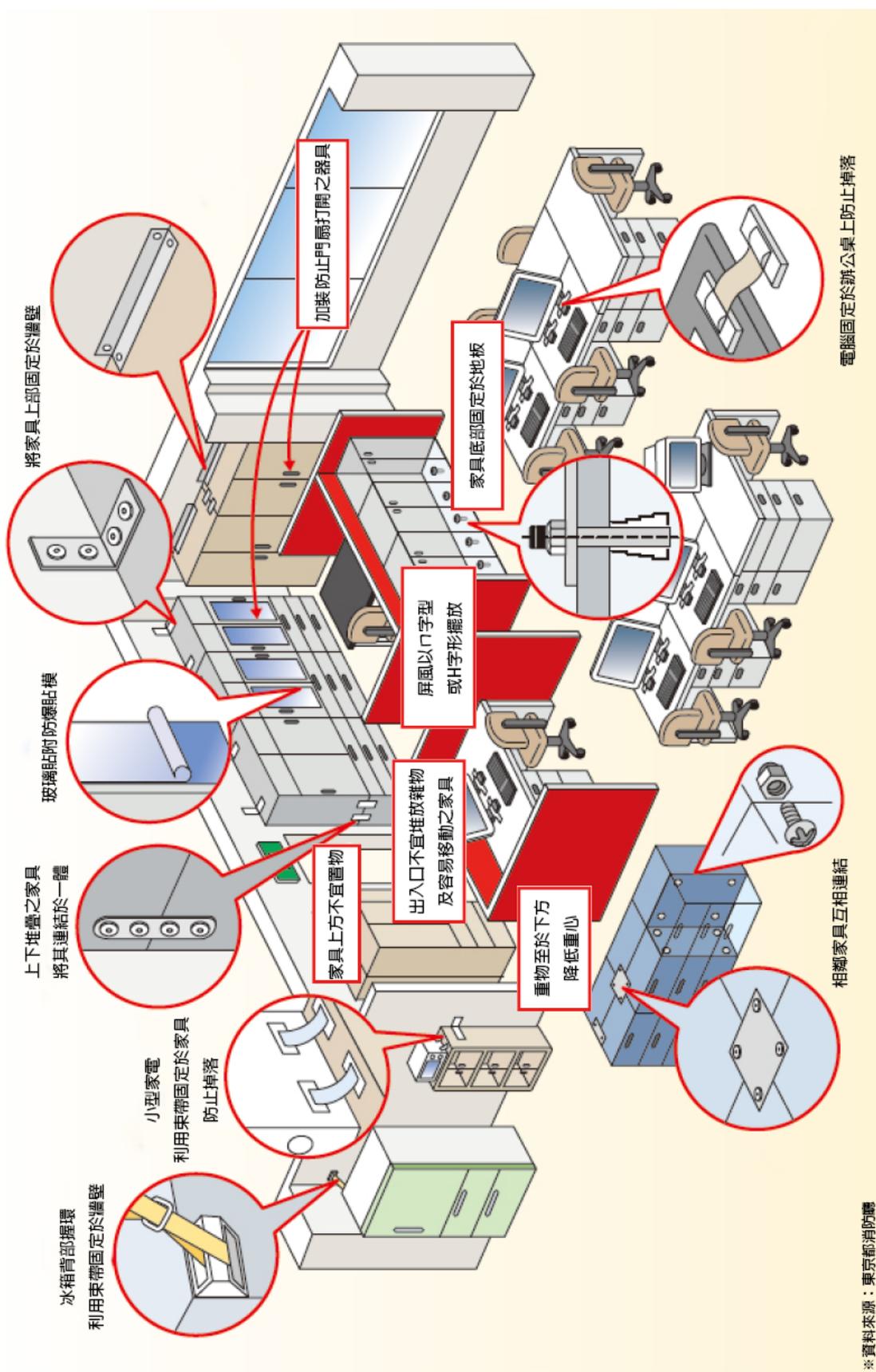
(2) 小型設備

較為小型的設備可選用黏著方法固定較為簡便。

範例照片	說明
	利用凝膠墊片進行固定，須注意此類設備之底座必須光滑平整，若底座為網格狀若有突起，則效果不佳。
	也可利用束帶將可能會移動的設備固定於實驗桌，也較方便拆卸。

附件一：辦公室空間安全及防止家具傾倒工法參考

辦公室空間安全及防止家具傾倒工法參考



※ 資料來源：東京都消防廳

參考資料

- [1] 麥理民(2006)。設備物柔性固定抗震工法之研究。國立成功大學碩士論文，台南，台灣。
- [2] 名古屋大学(2013)。名古屋大学家具安全対策ガイドラインに基づくマニュアル。
- [3] 東京消防庁(2015)。家具類の転倒・落下・移動防止対策ハンドブック。
- [4] 東北大学。東北大学教育研究用機器等の転倒防止ガイドライン。
- [5] 内政部建築研究所。住宅空間大型室内家具與電器之震災安全防护對策。<https://www.abri.gov.tw/tw/download/dl/196/1>(2020/03/05)
- [6] IKEA。確保家具安全。
<https://www.ikea.com.tw/zh/customerservice/about-product/secure-it>(2020/03/05)

附錄六

國立成功大學

計算機與網路中心機房耐震固定建議

目錄

一、主旨	1
二、計網中心現況說明	2
三、耐震固定補強建議	5
參考資料	10

表目錄

表 1 機房現況說明	3
表 2 連結構件說明	6
表 3 常見固定元件說明	7

圖目錄

圖 1 計網中心設備耐震固定建議流程圖	1
圖 2 計網中心一樓電腦機房平面配置圖	2
圖 3 機櫃專用底座示意圖	5
圖 4 底座施工及安裝範例	5
圖 5 固定方式參考	6
圖 6 利用鎖鏈固定於牆壁案例參考	7
圖 7 發電機配備之隔振器(紅圈處)	8
圖 8 電池外移架高示意圖	8
圖 9 不鏽鋼金屬固定參考案例	9
圖 10 油槽底座預鑽孔	9

一、主旨

計網中心(以下稱計中)為成功大學(以下稱本校)重要資料保存、資訊運作所在，如在地震發生時造成損壞，會使校內資料遺失，資訊傳達出現障礙，嚴重影響救災及復原工作。

計中設於資訊大樓內，本校近年來針對資訊大樓及理化大樓實施耐震補強評估，並於 105 年完成補強工程，主要以 RC 剪力牆補強工法配合高窗短柱填補為主。在建築物已進行耐震補強之前提下，非結構物部分(如家具、設備等)若能進一步固定，可大幅減低二次災害發生之風險。就本校目前計網中心設備之現況而言，雖有進行耐震固定措施，但由於施工皆在高架地板上進行，高架地板本身耐震力不大，效果有限。

故本文針對計中重要設備如機櫃、發電機等進行耐震評估，藉由實地調查計網中心之現況，針對主要電腦機房內之機櫃、電力設備及箱型冷氣機，以及 B1 發電機室之發電機、油槽進行分析，並參考國內外合適作法，提出更進一步的耐震固定建議(圖 1)。

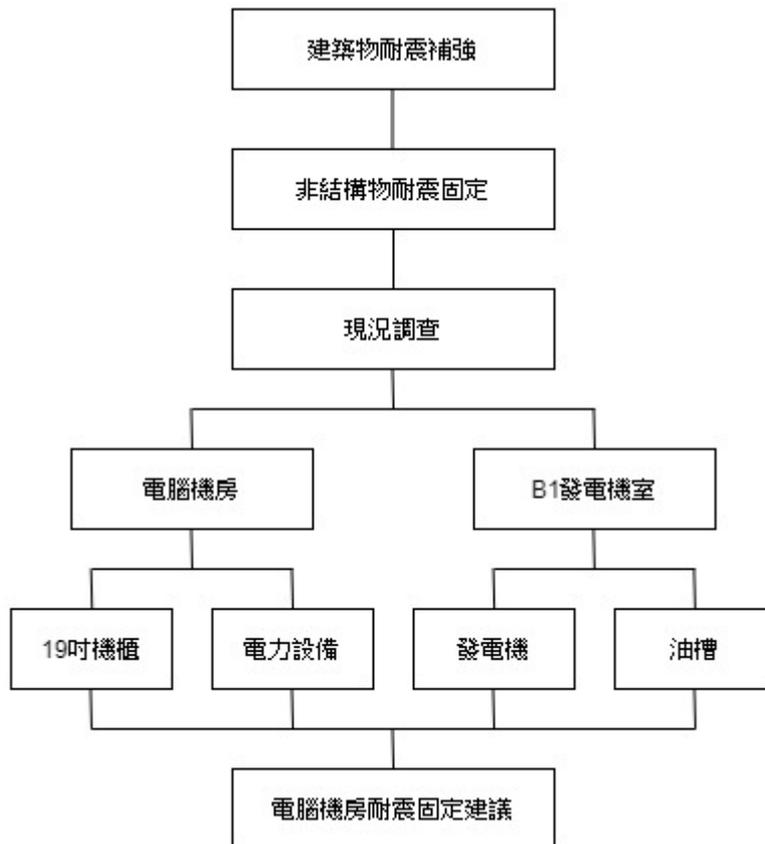
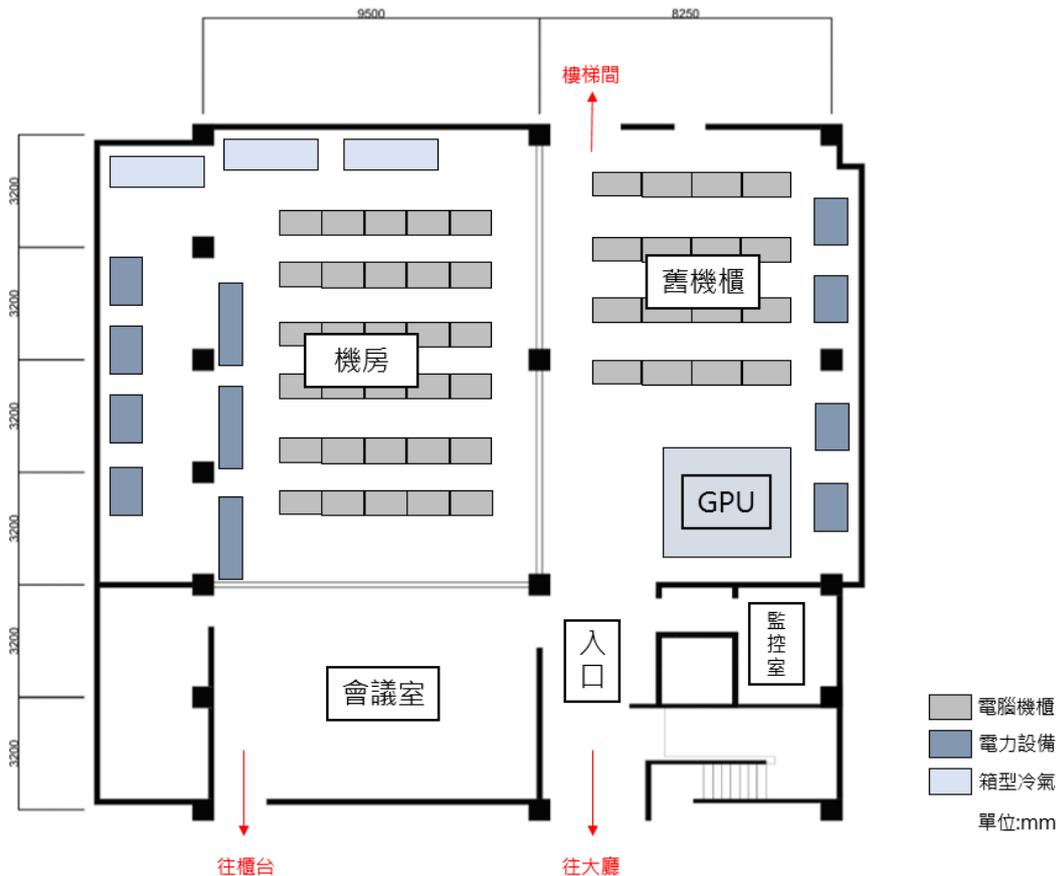


圖 1 計網中心設備耐震固定建議流程圖

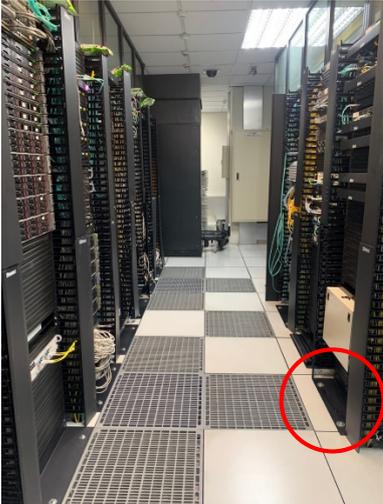
二、計中現況說明

計中電腦機房目前主要配置如圖 2 所示，空間內主要以 19 吋機櫃為主，分新舊兩區，採並列方式設置，機櫃中央為通風散熱管道；機房內鄰牆處配置電源設備及箱型冷氣機。以下將主要針對空間內機櫃、電源設備及箱型冷氣機進行說明。



機房管線眾多，除設置高架地板為基本作法外，也會將管線整理於上方，利用線槽及玻璃隔板整線。由於高架地板及輕鋼架天花板皆非屬結構物，以本校目前之作法來看，地震時可能會因耐震力不足造成機房設備損壞，故有必要使用其他固定措施增加整體耐震效果。表 1 列出目前電腦機房固定方案及存在問題，並針對現況於第三章提供改善方式。

表 1 機房現況說明(圖片來源：作者自攝)

設備	現況照片	固定方式	說明
19 吋機櫃		L 型角鋼固定於高架地板	高架地板不屬於主結構物耐震力不佳，容易在地震後損壞，機櫃可能因為縱向振動造成拉拔失效傾倒。
機櫃上方線槽及玻璃隔板		未進行固定	輕鋼架天花板本身沒有耐震能力，可能在地震時變形摔落，間接影響下方機櫃。
電力設備		高腳抑制輪子滑動	由於此類設備較重，若僅抑制腳輪滑動，可能因地震之慣性力而傾倒。
冷氣機		L 型角鋼固定於下方木架	雖有將其固定於木架上方，但木架整體並未固定於下方高架地板或混凝土樓板，仍有可能連帶木架傾倒。

<p>發電機</p>		<p>設有隔振器，但周圍設備如電池等未有固定措施</p>	<p>電池等小型設備未固定容易因為振動掉落，影響發電機啟動。</p>
<p>油槽</p>		<p>未固定腳座</p>	<p>油槽雖置於槽座內，但仍可能因為傾倒碰撞而損壞。</p>

三、耐震固定補強建議

針對本校計中之現況，本章提出各設備的耐震固定建議。主要對於 19 吋機櫃、電力設備及冷氣機、地下 B1 發電機及油槽分別進行說明。

(1) 19 吋機櫃

市面上所使用之 19 吋機櫃為統一規格，在固定方案上建議使用專用固定底座(圖 3)進行固定。此類專用底座係直接將機櫃下方高架地板卸除並安裝，使機櫃在不接觸高架地板之情況下直接固定於下方混泥土地板。由於高架地板本身非屬結構物一部份，若以現況之方式利用 L 型角鋼固定，可能會造成機櫃由於振動過大而拉拔傾倒。

此種固定方式常見於日本各大學實驗室如東北大學、名古屋大學(圖 4)，須注意此種固定方式需針對機櫃尺寸訂製，本文作者曾洽詢國內相關電信設備公司請求提供設計測試資料，惟該公司無法提供完整測試報告，故建議計中與電信設備公司尋求協助時應主動要求提出耐震測試報告，確認其耐震效果足夠。

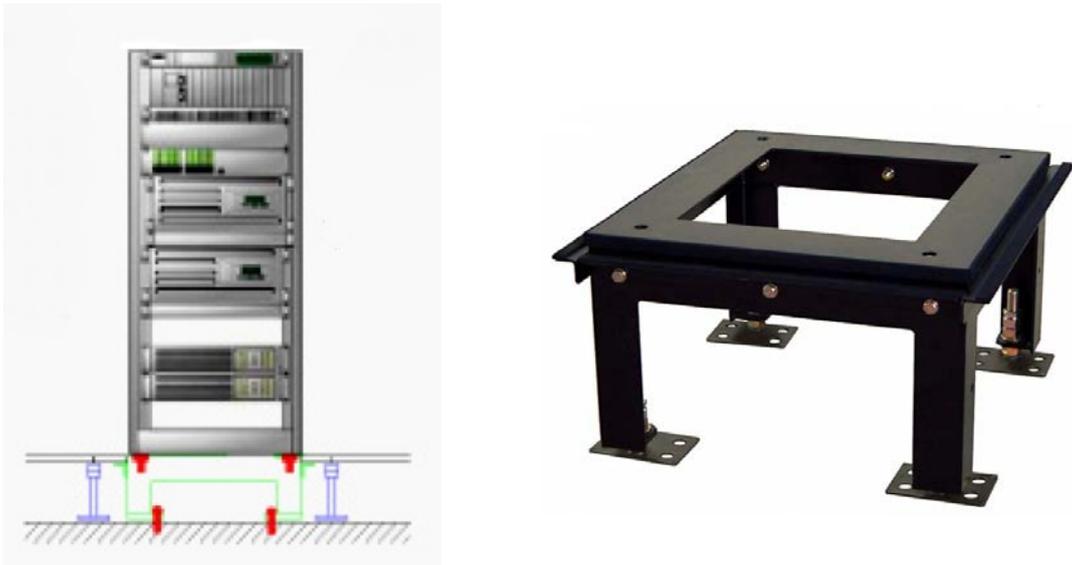


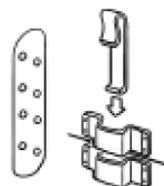
圖 3 機櫃專用底座示意圖(圖片來源：耐震架台 (チャンネルベース) の製作)



圖 4 底座施工及安裝範例(圖片來源：名古屋大學)

另外，機櫃上方線槽及玻璃隔板並未於天花板固定也容易因為振動掉落，由於輕鋼架天花板同高架地板非屬結構物，故建議將上方線槽及玻璃隔板利用連結構件與下方機櫃一同固定，可選用平板五金及扣環等金屬元件如表 2 所示，上下連結後，再將整體固定於下方底座(圖 5)。

表 2 連結構件說明(圖片來源：日本東京都消防廳,2015)

名稱	安裝方式	常見外觀
分離式家具連接構件	連結垂直擺放的家具，防止上方家具設備因振動而摔落	

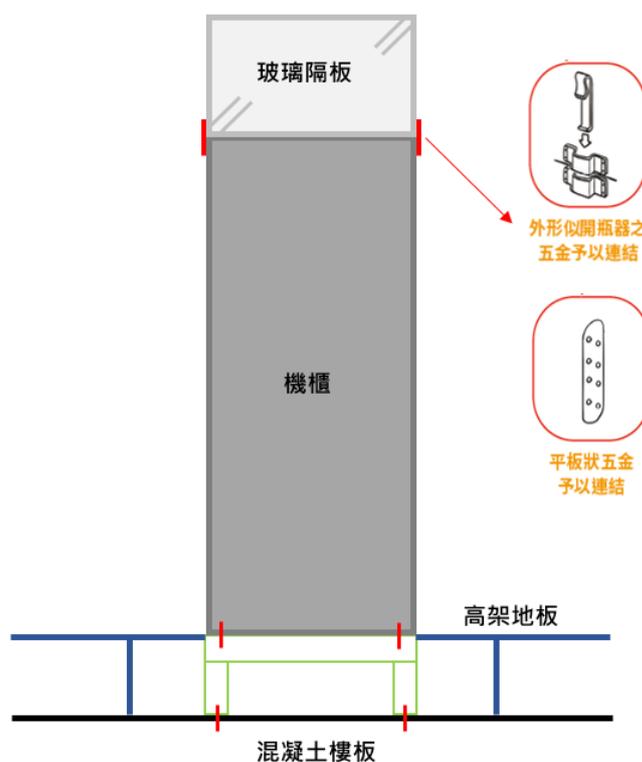
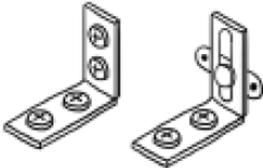
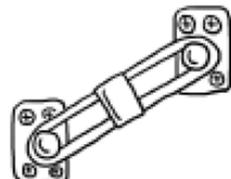


圖 5 固定方式參考(圖片來源：作者自繪、東京都消防廳,2015)

(2) 電源設備及冷氣機

計中電腦機房之電源設備及箱型冷氣機多靠牆設置，由於此類設備平時幾乎不移動，但因自重大故其常配有腳輪方便搬運，在地震時容易使設備滑動而互相撞擊。建議此類設備可將其固定於牆壁，常用之方式如利用鍊條、束帶(表 3)，可依需求選用合適之方法進行固定。

表 3 常見固定元件說明(圖片來源：日本東京都消防廳,2015)

名稱	安裝方式	常見外觀
L 型角鋼	利用螺絲或螺栓將家具固定於牆壁或地板	
金屬扣環	將鎖扣分別固定於家具及牆壁後，再以金屬扣環連接	
鎖鍊/束帶	將鎖扣分別固定於家具及牆壁後，再以金屬鍊或束帶連接	

註：若是含輪軸之設備，固定時建議將腳輪加上煞車，搭配使用鎖鏈或束帶的方式固定。



圖 6 利用鎖鏈固定於牆壁案例參考(圖片來源：名古屋大學)

(3) 發電機及油槽

發電機本身已配備隔振器(圖 7)，但由於電池部分並未固定，可能因為地震振動而掉落，故建議將電池利用專用不鏽鋼架(訂製)外移架高進行固定(圖 8)，以防止其碰撞。若發電機上方有其他小型設備，也須將其一同固定於發電機上，防止其掉落損壞。

現有之油槽部分(圖 9)，其底部腳座鋼板有預鑽孔，但並未鎖固在樓板上，建議利用此孔將四腳固定於地板，為最快速簡單之方法。



圖 7 發電機配備之隔振器(紅圈處)(作者自攝)

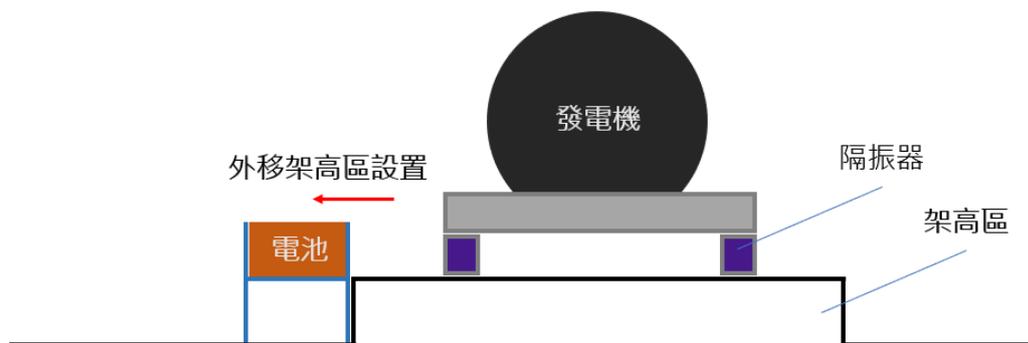


圖 8 電池外移架高示意圖(作者自繪)



圖 9 不鏽鋼金屬固定參考案例(圖片來源：翻攝至網路、名古屋大學)



圖 10 油槽底座預鑽孔(作者自攝)

参考資料

- [1] 名古屋大学(2013)。名古屋大学家具安全対策ガイドラインに基づくマニュアル。
- [2] 東京消防庁(2015)。家具類の転倒・落下・移動防止対策ハンドブック。
- [3] 東北大学。東北大学教育研究用機器等の転倒防止ガイドライン。
- [4] 耐震架台 (チャンネルベース) の製作。
http://www.niccabi.co.jp/products/option/cha/cha_suggestion.pdf(2020/04/05)

附錄七 成功大學地震發生時應變流程

