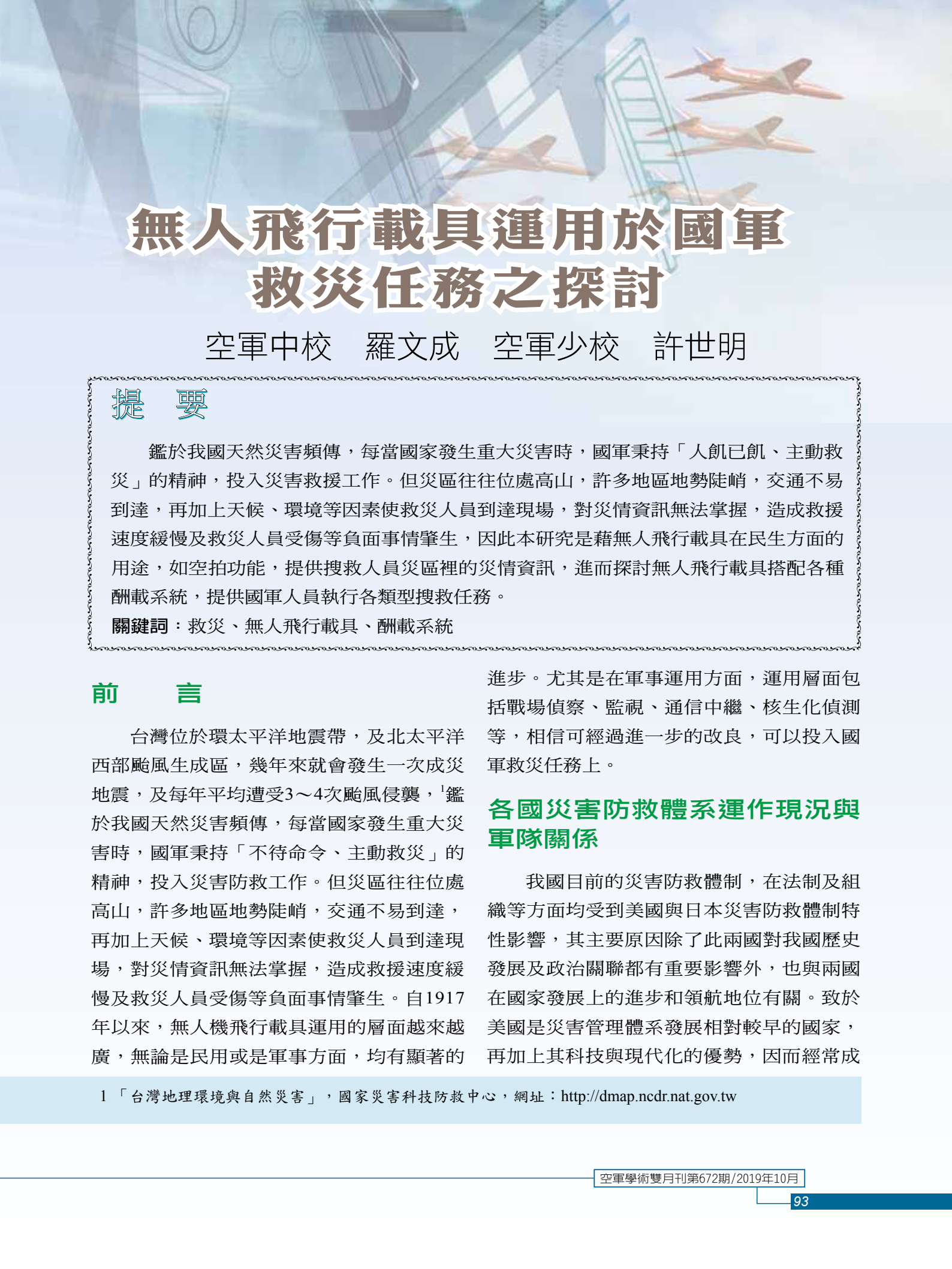




無人飛行載具運用於國軍救災任務之探討

空軍中校 羅文成 空軍少校 許世明

提 要

鑑於我國天然災害頻傳，每當國家發生重大災害時，國軍秉持「人飢已飢、主動救災」的精神，投入災害救援工作。但災區往往位處高山，許多地區地勢陡峭，交通不易到達，再加上天候、環境等因素使救災人員到達現場，對災情資訊無法掌握，造成救援速度緩慢及救災人員受傷等負面事情肇生，因此本研究是藉無人飛行載具在民生方面的用途，如空拍功能，提供搜救人員災區裡的災情資訊，進而探討無人飛行載具搭配各種酬載系統，提供國軍人員執行各類型搜救任務。

關鍵詞：救災、無人飛行載具、酬載系統

前 言

台灣位於環太平洋地震帶，及北太平洋西部颱風生成區，幾年來就會發生一次成災地震，及每年平均遭受3~4次颱風侵襲，¹鑑於我國天然災害頻傳，每當國家發生重大災害時，國軍秉持「不待命令、主動救災」的精神，投入災害防救工作。但災區往往位處高山，許多地區地勢陡峭，交通不易到達，再加上天候、環境等因素使救災人員到達現場，對災情資訊無法掌握，造成救援速度緩慢及救災人員受傷等負面事情肇生。自1917年以來，無人機飛行載具運用的層面越來越廣，無論是民用或是軍事方面，均有顯著的

進步。尤其是在軍事運用方面，運用層面包括戰場偵察、監視、通信中繼、核生化偵測等，相信可經過進一步的改良，可以投入國軍救災任務上。

各國災害防救體系運作現況與軍隊關係

我國目前的災害防救體制，在法制及組織等方面均受到美國與日本災害防救體制特性影響，其主要原因除了此兩國對我國歷史發展及政治關聯都有重要影響外，也與兩國在國家發展上的進步和領航地位有關。致於美國是災害管理體系發展相對較早的國家，再加上其科技與現代化的優勢，因而經常成

1 「台灣地理環境與自然災害」，國家災害科技防救中心，網址：<http://dmap.ncdr.nat.gov.tw>

為其他國家的學習對象；另日本與我國同屬海島型國家且位於環太平洋地震帶，對於天然災害發生種類雷同，探討其災防體系運作現況值得我國參考。而中國大陸近年來經濟起飛，相關防災觀念進度快速，可藉探討災防體系運作現況，與我現況相互比較。

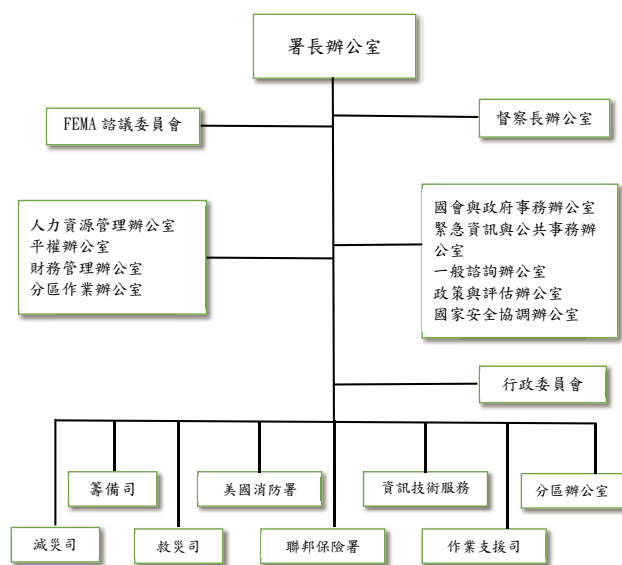
一、美國

(一)災害防救體制

美國自建國以來，自然災害一直是美國政府最感困擾的問題，其衝擊更超過經濟衰退或恐怖攻擊事件等人為因素所造成之損失。美國自20世紀以來，為了災害應變所通過之特別立法，就超過100次，直至2002年通過「國土安全法」，此法案涵蓋天然、人為及恐怖攻擊等災害的處置作為，是由單一部會「聯邦緊急事務管理署(FEMA)」管理全部的災害(如圖一)。並依循「整合性緊急管理體系」，也就是減災、整備、應變與復原重建等階段執行災害防救工作，因此災害防救體制依聯邦政府或地方政府區分為聯邦、州、郡三級制。²

(二)災害防救與軍隊關係

依據美國災害防救體系與流程，當地方政府無法執行災害處理時，應向州政府申請支援，州政府派遣國民兵協助執行災害救援、人員搶救、救災物資運送、公共設施維護與災後復原工作。當災害嚴重到州政府無法處理時，責請總統宣布該災害為全國緊急



圖一 聯邦緊急災變管理總署組織架構圖

資料來源：施邦竹，〈從美、日災害防救體系之角度檢視我國災害防救體系〉《台灣：研考雙月刊》，2005》，頁63。

事件或重大災害，動用聯邦政府資源，包括聯邦政府軍隊支援救災，從上述可知，美國軍事單位支援災害救援區分為二個部分，第一為各州政府國民兵，其次聯邦政府軍隊。

二、日本

(一)災害防救體制

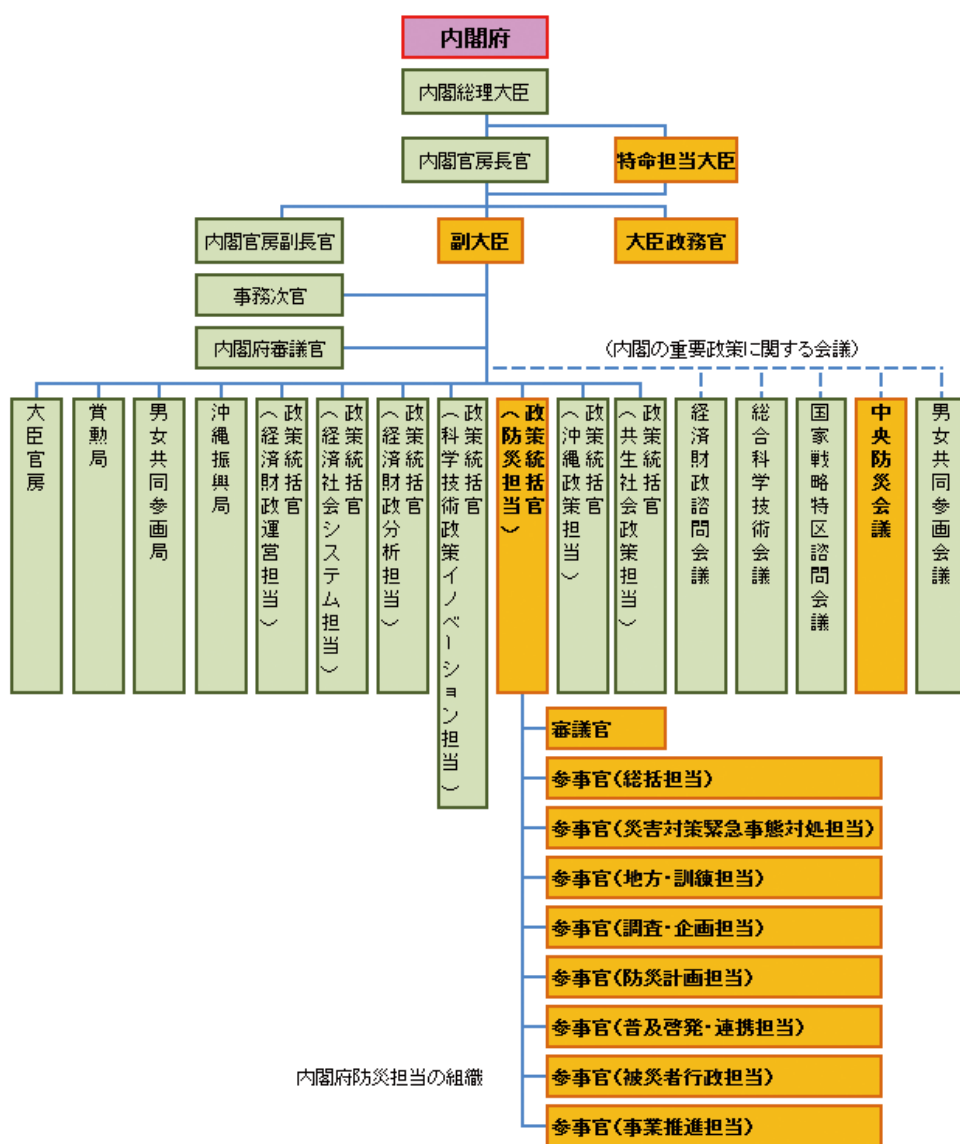
日本近年來因為社會結構快速變化，城鎮高度都市化及人口結構高齡化等，使得天然災害發生時帶來複合性的災情，日本災害救援母法為「災害對策基本法」，將日本防災體系區分為中央、地方的都道府縣和市村町等單位組成，各層級分設災害防救會議辦理防災事宜；另日本有關防災之最高處理機

2 施邦築，2005年12月。〈從美、日災害防救體系之角度檢視我國災害防救體系〉，《研考雙月刊》第二十九卷第六期，頁59-60

3 施邦築，2005年12月。〈從美、日災害防救體系之角度檢視我國災害防救體系〉，《研考雙月刊》第二十九卷第六期，頁62-65。

(二)災害防救與軍隊關係

日本自衛隊災害支援方式有三種，分述如下：



圖二 日本內閣府防災組織架構圖

資料來源：日本內閣府防災情報網站，〈<http://www.bousai.go.jp/taisaku/soshiki2/soshiki2.html>〉（探索日期：2018年10月25日）

當發生重大天然災害時，自衛隊可自行依災情狀況，不需經過申請，自行派遣部隊執行救災工作。

3.地區災害派支 援

在自衛隊辦公廳、營區以及其他防衛省的建築物內或在其鄰近地區發生災害時，自衛隊長官能夠要求部隊支援救災。

三、中國大陸

(一)災害防救體制

中國是一個日益成長茁壯的強大國家，天然災害發生機率與危害性具有較大的不均衡性，基於此項特性所衍生出來的災害管理模式，當然也不容易歸納出像西方先進國家的統一災害管理模式。中國在以往的救災體系下，

各層級政府救災責任並沒有明確律定，沒有一個統一的專責機構，直到1994年「中國21世紀議程白皮書」發布後，⁴陸續核定中央層級的相關法規、辦法，將災害防救工作區分為預防、準備、反應及恢復等4個階段。根據「救災法」規範，把目前具有救災功能的各部門進行整合，組成級別較高的管理機構-國家減災委員會(如圖三)，負責擬定相關救災工作和社會救濟之政策、方向、規章及監督。

(二)災害防救與軍隊關係

中共自始就將軍隊納為災害防救中重要角色，突發事件應對法第8條第2項，明定解放軍及武警部隊有關負責人應加入各級政府突發事件應急指揮部機構。因此，中共軍隊參與救災的單位除解放軍還包括武警。

四、我國

(一)災害防救體制

我國災防體系是歷經五十多年的努力，災防法由擬定到正式公佈施行；政府



圖三 中共國家減災委員會組織架構圖

資料來源：中共國家減災網，〈<http://www.jianzai.gov.cn//DRpublish/jggj/0001000800010001-1.html>〉(探索日期：2018年11月15日)

4 「中國21世紀議程白皮書」，華人百科，網址：<https://www.itsfun.com.tw/>

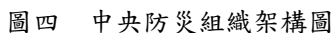
(二)災害防救與軍隊關係

依現行災防法第34條規定：「當中央災防業務主管機關、直轄市政府和縣(市)政府，面對災害發生時仍無法有效處理，可申請由國軍支援。但當國家發生重大災害

救災用無人飛行載具之探討

(一)無人飛行載具簡介

無人飛行載具早在20世紀初期出現，1914年一戰中有人研發一種不用人員駕駛，而是用無線電操控的小型飛機。世界第一架無人飛行載具誕生於1917年，而無人飛行載具真正投入作戰開始於越南戰爭，主要用在戰場偵察。無人飛行載具(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)是指無需人員在飛機駕駛艙內



5 趙鋼、黃德清，2010年12月。《災害防救管理》。頁207、211、216。

駕駛，而是藉由遙控系統或自動飛行控制系統，並且配賦各種任務酬載系統，能使人員在位於高度危險性的環境中進行航拍、通信中繼、戰場監控及軍事攻擊行動等各種任務的無人飛行載具；無人飛行載具主要分成三個部分，依序為機體平台、地面控制站與通信鏈路。

(二)救災用無人飛行載具定義

無人飛行載具依使用方式不同而有不同的功用，如運用在戰場偵蒐、監測、戰場損害評估及戰鬥支援等用途之無人飛行載具，筆者定義為軍事用無人飛行載具；而運用在災害防救、災害評估、災害資料蒐集及災害警報等用途之無人飛行載具，筆者定義為救災用無人飛行載具。⁶

救災用無人飛行載具，是運用無人飛行載具之拍攝技術發展逐漸成熟，加上自動導航技術的提升及穩定的航拍影像設備，使得救災用無人飛行載具可以更安全、更自動化的方式取得高解析度的航拍影像。救災用無人飛行載具相較於飛機與衛星，具有快速、靈敏度高與不受雲層影響的優點。因此，發生重大災害時，進入災區執行災情資料蒐集及救援任務，進而達到減少災後勘查所耗費的時間與人力。

二、救災用無人飛行載具之應用趨勢

(一)結構類型與搜救裝備

1.救災用無人飛行載具按飛機機體結構可分成定翼型、旋翼型等兩種，其主要功能摘要如後：

(1)定翼型

定翼型UAV的外觀與一般飛機類似，以大面積主翼在高速飛行時所產生的升力來支撐機體，其動力模式可分為螺旋槳式及噴射式兩種，定翼型UAV(以中翔二號為例)優點具有較佳續航力、飛行範圍廣、穩定性高及較高的酬載量等功能，缺點為空域申請流程繁複及起降需要跑道(如圖五)。

(2)旋翼型

旋翼型UAV依用途區分為多軸式與單軸式等兩種，其功能說明摘述如後：

A.多軸式旋翼型UAV

多軸式旋翼機UAV在中央機體外圍均勻分布4、6、8具垂直螺旋槳。多軸式旋翼機(以經緯航太6軸為例)使用螺旋槳產生的推力支撐機體，因此具備垂直起降、空中定點停懸、操作方便及體積較小等優點，適合於地形起伏大、障礙物多之地區飛行，同時具備風速限制較低及酬載量小等缺點(如圖六)。



圖五 定翼型UA

資料來源：熊治民，〈商用無人飛行載具應用發展趨勢〉《電工通訊》，2016，頁2。

6 張庭榮、何淑枝、李良輝，2014年4月。〈無人飛行載具於自然災害之防救災應用〉，《水保技術》，頁1。



圖六 多軸式旋翼型UAV

資料來源：熊治民，〈商用無人飛行載具應用發展趨勢〉《電工通訊，2016》，頁2。

B.單軸式旋翼型UAV

單軸式旋翼型UAV(以經緯航太智農無人機為例)，優點為不受地形空間限制，不需跑道就能起飛，直接垂直起降、空中定點停懸、操控方便、體積較大。缺點為飛行時間短及酬載量小(如圖七)。

綜上所述，其三類型相關優缺點比較表及性能比較表(如附表一、二)。



圖七 單軸式旋翼型UAV

資料來源：每日頭條新聞網，〈<https://kknews.cc/military/opyboo6.html>〉(探索日期：2018年12月4日)

表一 定翼型與旋翼型 UAV優缺點比較表

種類	定翼式	單軸旋翼式	多軸旋翼式
優點	1.續航力佳 2.飛行範圍廣 3.穩定性高 4.酬載量高	1.垂直起降 2.靈活控制 3.空中定點停懸	1.垂直起降 2.操作方便 3.空中定點停懸
缺點	1.空域申請流程繁複 2.起降需要跑道	在整體機構設計上會較為複雜	1.抗風能力弱 2.軸載量小

資料來源：本研究整理

表二 定翼型與旋翼型 UAV性能比較表

種類	定翼式	單軸旋翼式	多軸旋翼式
酬載重量	51Kg	15Kg	2.5Kg
最大速度	180Km/h	0.9Km/h	0.12Km/h
滯空時間	10小時	1小時	20分鐘
機體尺寸	5.3m*8.7m*1.6m	1.69m*0.5m*0.7m	1.1m*1.1m*0.5m
最高飛行高度	4572m	3000m	500m

資料來源：本研究整理

2.救災用無人飛行載具，可依不同救災需求搭配不同的搜救酬載系統因應⁷，相關搜救酬載系統功能摘述如後：

(1)即時影像系統

是一種透過網路進行即時影像訊號傳遞系統，其由數位攝影機(4K畫質以上鏡頭)、影像擷取卡、4GHz無線射頻晶片(怕干擾)及NAS(Network Video System)儲存模式組成，可將蒐整到的影像利用無線傳輸技術，即時傳送到監控中心螢幕上供使用者運用，傳輸最遠距離達1,500公尺，⁸因此無人飛行載具搭載即時影像傳輸設備可針對重大災害現場進

7 楊民德、蔡慧萍，2018年6月。〈無人飛行載具發展現況與未來趨勢〉，《土木水利》第四十五卷第三期，頁1

8 〈多軸無人飛行器硬體技術解密—無線控制與視訊傳輸〉<http://www.eettaiwan.com/ART>，(檢索日期：108年2月25日)。

行災情影像傳輸作業，供災害應變指揮官可掌握最新災情狀況。

(2)影像偵測系統

分為光學(含紅外線)影像偵測及微波影像偵測兩大類，相關功能摘述如後：

A.光學影像偵測

具有高解析度與易解讀等優點，但穿透性差，執行偵測任務時易被雲遮蓋等缺點。

B.微波影像偵測(合成孔徑雷達)：

具有長距離、全天候、穿透性強與大面積取像之優點，適合我國經常被雲遮蓋之地理特性需求，可有效支援災情勘查、災害救援、科學研究、資源調查、及國土監測。因此，無人機搭載合成孔徑雷達可針對颱風或大雨過後的山區土石進行監測，避免山崩或土石流產生。

(3)紅外線熱像儀

紅外線熱像儀功能為偵測物體因本身之分子運動而產生的紅外線輻射熱，藉而判斷物體的位置。任何物體只要本身溫度在絕對零度(約-273度)以上都會產生紅外線輻射，人體亦是天然的紅外線輻射源。但是人體的紅外線輻射源特性不同於周圍環境的紅外線輻射源特性，紅外線熱像儀就是利用人體與周圍環境之間的差別，以成像的方式將搜索的目標與周圍的背景分開，使操作者便於分辨。無人飛行載具搭載熱影像鏡頭可針對地震、土石流等災害發生時，進行人員搜索任

務。

(4)乾粉滅火裝置

係指乾粉滅火器，無人飛行載具搭載乾粉滅火裝置可針對高樓或小型的山林火災進行滅火作業，如中國大陸利用「消防型UAV」進行高樓滅火作業(如圖八)。

(5)救災物資(設備)投放系統

救災物資(設備)投放系統是利用無人飛行載具掛載救災物資(設備)，當無人飛行載具抵達災區時，發現救援目標後，⁹將救災設備投放至災區支援第一線救援，亦可掛載救災物資進行投放。

(6)移動式通信平台

移動式通信平台依其需求可搭載不同的機載通信設備，如無線電中繼器、¹⁰行動通信基地台等。¹¹機載通信設備必須要滿足小型化、輕量化及低功耗的要求。無人飛行載具



圖八 消防型UAV

資料來源：中國新聞網，〈<https://www.xuehua.us/2018/08/10/>〉，(檢索日期：2018年12月24日)。

9 Google專利CN104554657A，〈一種利用無人機投放救援設備的方法〉<http://patents.google.com/patent>，(檢索日期：108年1月12日)。

10 無線電中繼器，《台灣無線電俱樂部》〈<http://www.radio.club.tw/>〉，(檢索日期：2019年2月25日)。

11 行動通信基地台，《電信服務》〈<https://www.kocpc.com.tw/archives>〉，(檢索日期：2019年2月25日)。

搭載移動式通信平台可針對颱風或大雨過後且通信及道路中斷的山區，實施通信中繼的功用。

(7)氣象偵測設備

氣象偵測設備組成為氣壓、溫度、濕度、風向、風速等各式感測器，可藉無人飛行載具搭載氣象偵測設備可針對易發生災害的地區(如山區、低窪地區)進行氣象監控，可在颱風或豪雨來臨前，提早進行撤離作業，避免肇生大量傷亡。

(8)核輻射偵測器

根據核輻射在液體、氣體或固體等狀態中引起之電離效應、發光現象、物理或化學變化進行核輻射偵測的元件稱為核輻射探測器。因此，可藉無人飛行載具搭載探測器，獲得的訊息能直接或間接地確定核輻射的類別、能量、強弱程度及核壽命等參數。

(二)應用範圍

1.颱風

可運用救災用無人飛行載具航拍技術於颱風過後勘災外，亦可運用救災型無人機搭載合成孔徑雷達可針對颱風過後的山區土石進行監測，同時亦可運用救災型無人飛行載具搭載救災物資投放設備及移動式通信基地台，於受困災區且道路及通信中斷等地區，進行救災物資投放及通信中繼等作用。

2.水災

水災發生後如於短時間內無法立即消退，救災用無人飛行載具可運用其機動性航拍功用，於水災發生後，立即抵達災區進行拍攝，以供救災人員參考運用。亦可運用救災型無人飛行載具搭載救災物資投放設備，

對水災受困民眾進行救災物資投放。

3.地震

地震發生時的直接影響，包括房屋的倒塌、鐵軌彎曲、路面出現裂縫、部分橋樑倒塌，地下管道破裂、土石流及部分地區地面下陷等景象。將造成人民生命財產的損傷；救災人員可運用救災用無人飛行載具航拍功能，先進行災情勘查，讓救災人員瞭解災害受損情況，再搭載紅外線熱像儀針對倒塌房屋及土石流淹沒地區，進行人員搜索任務。

4.火災

火災依燃燒方式不同分為天災和人禍，由物體自行燃燒而造成的火災稱為天災，如森林火災；另因人為疏忽而引發或蓄意縱火稱為人禍，如住宅區火災。對於小型的森林火災及高樓型的火災，可利用無人飛行載具搭載航拍設備進行勘災，知道火場範圍後再由搭載乾粉滅火裝置之無人飛行載具(具耐熱材質)進行滅火作業。

5.山(船)難

救災人員可運用救災用無人飛行載具航拍功能，先進行山(船)難勘查，讓救災人員瞭解山(船)難受困人員情況及位置，可運用救援設備(醫療用品、救生圈/衣)及救災物資投放功能，先行給予初步照料，再由救災直升機進行人員救援作業。

6.空難

空難係指航空器因為人為或非人為因素導致事故出現，造成人員受到嚴重傷害甚至死亡，救災人員先運用救災用無人飛行載具航拍功能，先進行空難勘查，讓救災人員瞭解空難災害情況及位置，再搭載紅外線熱像



軍事科技－無人載具

儀針對空難地點，進行人員搜索任務，再由救難人員進行救援作業。

(三)使用限制

1.操控人員培訓不易

無人飛行載具因機載系統複雜，操作人員培訓不易，一般合格的操作人員需訓練2年時間，才能獨自操作飛行。

2.故障維護不易

無人飛行載具系統或機件發生故障時，無法自行實施故障排除，須返回基地維修及接替工作，過程中容易發生摔機事件。

3.易受天候影響

無人飛行載具操作人員除了要隨時監控無人機的飛行狀態外，還要隨時的因應天候狀況改變飛行方向，避免無人機遭受天候干擾，影響任務遂行。

4.受限民用航空法規範

政府於108年4月3日立法通過「民用航空法」修正案，增訂「遙控無人機」管理規章要求250公克以上的無人機必須辦理註冊，並將註冊碼標註在機身明顯處；無人機操作手必須經過合格鑑測後，由民航局發給操作許可證後才能從事無人機操作。

三、各國救災用無人飛行載具運用現況¹²

(一)美國

美國政府在卡崔娜颶風侵襲後，運用短航程無人機對各地區淹水災情，進行空拍(如圖九)，提供搜救部隊災情資訊，另美國在日本三一地震福島核能發電廠爆炸後，也立即派遣無人飛行載具(全球之鷹)支援日本，



圖九 美國卡崔娜颶風災後空拍畫面

資料來源：大紀元新聞網，〈<http://www.epochtimes.com/b5/5/9/3/n1039863.htm>〉(探索日期：2018年12月26日)

實施高空航拍(如圖十)，針對汙染區實施拍攝、監控，提供調查人員瞭解核電站反應堆情況。

(二)日本

日本九州熊本縣於2016年4月14日至16日內兩遭強烈地震侵襲，造成42人死亡。山泥傾瀉加上道路崩塌，令搜救人員難以抵達災區，日本政府於是派出空拍機勘災(如圖十一)，提供搜救部隊最新災情、各地區建築



圖十 日本福島核災後空拍畫面

資料來源：蘋果新聞網，〈<https://tw.appledaily.com/new/realtime/20180701/1370/>〉(探索日期：2018年12月26日)

12 〈民用航空法－遙控無人機〉<http://www.rootlaw.com.tw>，(檢索日期：108年3月4日)。



圖十一 日本熊本地震災後空拍畫面

資料來源：日經中文網，〈<https://dronesplayer.com/uav-new>〉(探索日期：2018年12月26日)

物倒塌情況、道路情況及環境安全，作為人員在災區作業之依據，有效執行搜救任務。

(三)中國大陸

2013年4月20日中國大陸四川省雅安地區發生芮氏7級的大地震，造成當地嚴重災情，中國首次將無人飛行載具投入到救災的行列中，使無人飛行載具擔負起災情空拍工作(如圖十二)，提供搜救部隊最新災情、各地區建築物倒塌情況、道路情況及環境安全成為國家和人民對災情掌控的中堅力量。

(四)我國

內政部國土測繪中心，利用無人飛行載具針對莫拉克颱風實施災區調查(如圖十三)，以無人機迅速、機動性高及能在低雲下作業等特點，發揮即時影像傳輸之特性，將所拍攝之影像資訊在後製處理過後，可針對區域地形進行分析，能有效提供相關調查人員獲得災害初期影像資料，了解土石流情況，地形初勘情況，使搜救人員能有效掌握災情狀況及提升搜救作業時效。

無人飛行載具於國軍救災任務之運用



圖十二 四川雅安地震災後空拍畫面

資料來源：新唐人新聞網，〈<https://www.ntdtv.com/b5/2008/05/16/a141967.html>〉(探索日期：2018年12月26日)



圖十三 莫拉克風災災後空拍畫面

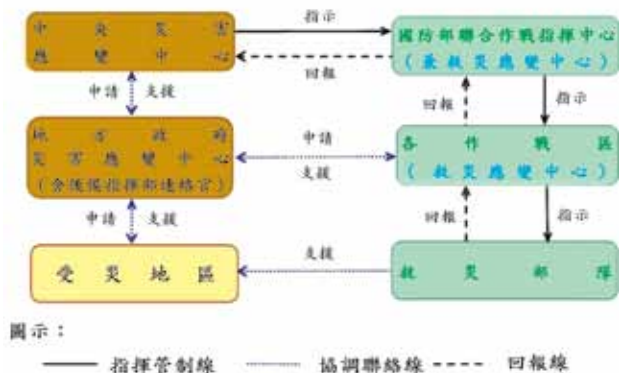
資料來源：三立新聞網，〈<https://www.setn.com/News.aspx?NewsID=261121>〉(探索日期：2018年12月26日)

一、國軍現行救災任務運作情況

(一)支援救災機制

國軍擔負著保衛國土安全與人民福祉的重責大任，不僅必須面對外部的軍事威脅，亦承擔災害防救的使命，且於莫拉克風災過後，前總統馬英九先生公開宣示「災害防救」為國軍中心任務之一，現階段國軍執行救災任務時，出動時機區分為主動支援及一般行政支援等兩項(如圖十四)，¹³其內容摘要

國軍兵力支援地方政府災害處理作業流程



圖十四 國軍支援救災機制流程圖

資料來源：後備指揮部，〈<https://afrc.mnd.gov.tw/afrcweb/Unit.aspx?ID=1&MenuID=576&ListID>〉(探索日期：2018年12月26日)

如后：

1.主要支援

當國家發生重大災害時，有危及國人生命財產安全者當國家，發生重大災害時，有危及國人生命財產安全者。

2.一般行政支援

人員疏散、安置災民、輸送救援物資、清理公共環境、搶通道路橋樑、執行消毒防疫、清理校園、協助河道疏濬、協助警察進行社會秩序維護、巨石爆破等，地方政府依需求向中央災害應變中心申請，國防部依令責派適當部隊支援。

(二)支援項目

執行災害防救指揮責任以陸軍軍團指揮部(作戰區)為主，組成「救災責任區」除指揮其本身編制與編配之部隊外，並統一管制

運用作戰區內之三軍部隊，其支援項目包括搜索救援、災民疏散撤離及收容安置、緊急醫療、環境衛生消毒、開設救災前進指揮所等。

二、救災用無人飛行載具於國軍救災任務之運用

(一)運用構想

1.搜救酬載系統之運用

筆者依前述之搜救酬載系統的功能特性、結構，並結合搭配之無人飛行載具的機載特性、飛行高度與滯空時間等相關因素進行分析比較，以利使用者能依後續搜救任務之需要，運用相關搜救酬載系統，以發揮1加1大於2之效果其相關分析比較表(如附表三)。

(1)高空層(1,000公尺以上)運用

即時影像、影像偵測、救災物資(設備)投放等搜救酬載系統，因考量搜救裝備本身體積龐大、具有一定重量、且需要一定飛行高度才能執行任務，因此其搭配之無人飛行載具須為載重量大及可執行高空層飛行之定翼型或單軸旋翼式UAV。

(2)中空層(100公尺至1,000公尺)運用

乾粉滅火裝備因考量搜救裝備本身體積及重量因素，故選用可執行中空層飛行之單軸旋翼式UAV。

(3)中、低空層(1,000公尺以下)運用

移動式通信平台、氣象偵測設備、核輻射偵測器等搜救酬載系統，因考量搜救裝備

13 陳家鈞、賀志豪，2014年1月。〈精進國軍災害救援效能之研究〉，《黃埔學報》第六十六期，頁214頁。

表三 搜救載具與搭配之UAV分析比較表

搜 救 酬 載 系 統 種 類	搭 配 U A V	飛 行 高 度	滯 空 時 間
即時影像系統	單軸旋翼式／定翼式	1000~1500m	1~5小時
影像偵測系統	單軸旋翼式／定翼式	1000~1500m	1~5小時
紅外線熱像儀	多軸旋翼式	10 m以下	20分鐘
乾粉滅火裝備	單軸旋翼式	300m以下	1小時
救災物資(設備)投放系統	單軸旋翼式／定翼式	1000~1500m	1~5小時
移動式通信平台	單軸／多軸旋翼式	500~1000m	20分鐘~1小時
氣象偵測設備	單軸／多軸旋翼式	500~1000m	20分鐘~1小時
核輻射偵測器	單軸／多軸旋翼式	500~1000m	20分鐘~1小時

資料來源：本研究整理

本身設備傳輸距離限制，故選用可執行中、低空層飛行之單/多軸旋翼式UAV。

(4)低空層(100公尺以下)運用

紅外線熱像儀因考量搜救裝備本身偵測高度限制故選用可執行，低空層飛行之多軸旋翼式UAV。

2.模組化整合

筆者為增加救災用無人飛行載具工作效能，將搜救載具依使用類型、功能及搭配之UAV等項目，以嵌入式結構進行改裝，形成隨插隨用的模組化設計，以縮短搜救載具轉換時間，增加救災人員搜救作業進度，如即時影像及影像偵測等搜救載具可整合成影像模組、氣象偵測設備及核輻射偵測器可整合成偵測模組、其相關整合分類(如附表四)

3.複合式編隊

救災用無人飛行載具可依災害類別、天候狀況、現場環境及裝備妥善等情況，於執行單一搜救任務時派遣不同功能的救災用UAV，形成救災UAV複合式編隊，以彌補單

一搜救酬載系統功能不足，形成互補效果，其相關運用方式(如附表五)

4.救災UAV之編組規劃

為因應我國繁重的災害防救任務，筆者規劃由定翼型、單軸式及多軸式等三型

表四 搜救酬載系統模組化整合分類表

整合模組種類	搭配搜救酬載系統	搭 配 U A V
影像模組	即時影像	單軸旋翼式／定翼式
	影像偵測	單軸旋翼式／定翼式
偵測模組	氣象偵測設備	單軸／多軸旋翼式
	核輻射偵測器	單軸／多軸旋翼式

資料來源：本研究整理

表五 救災UAV複合式編隊分類表

災害種類	需使用之搜救模組／酬載	用 途	任 務 空 層
颱風	影像模組	即時影像傳輸 災區土石監測	高空層
	偵測模組	災區氣象偵測	中、低空層
	救災物資投放系統	救災物資運送	高空層
	移動式通信平台	災區通訊中繼	中、低空層
	紅外線熱像儀	災後生命探測	低空層
水災	影像模組	即時影像傳輸	高空層
	救災裝備投放系統	救災裝備運送	高空層
地震	影像模組	即時影像傳輸	高空層
	紅外線熱像儀	災後生命探測	低空層
火災	乾粉滅火裝備	災區滅火	中空層
山難	影像模組	即時影像傳輸	高空層
	救災物資投放系統	救災物資運送	高空層
船難	影像模組	即時影像傳輸	高空層
	救災裝備投放系統	救災裝備運送	高空層
空難	影像模組	即時影像傳輸	高空層
	紅外線熱像儀	災後生命探測	低空層
核災	影像模組	即時影像傳輸	高空層
	偵測模組	災區核輻射偵測	中、低空層

資料來源：本研究整理



UAV(含操控系統)及相關各式搜救酬載系統，組成救災UAV混合編隊，執行高、中、低空層各式救災任務，平時執行人員操作訓練、裝備保養及系統測試，救災時依災害類別派遣相對應之UAV，並搭載相關搜救酬載系統，分3批執行搜救任務，首先由1批救災UAV先執行搜救任務、再由1批救災UAV在旁待命準備接手、另1批剛完成任務之救災UAV回操控站進行整補作業。

(二)運用方式

1.有預警災害

有預警災害為颱風或豪(大)雨侵襲前的準備及侵襲後造成之風災、水災、土石流、道路中斷等災害，筆者認為救災UAV在有預警災害運用方式有三種模式，相關情況摘述如後：

(1)災前預防

A.颱風強度偵測

在颱風或豪(大)雨來臨之前，派遣搭載氣象偵測器低成本不用回收的單/多軸旋翼式UAV進入雲層，實施颱風或豪(大)雨之強度、動向及雲雨分布情況的偵測，然後利用所得到的資訊，先期完成颱風或豪(大)雨預警登入地區之部署。

B.侵襲區偵巡

運用定翼型UAV搭載即時影像系統及利用GPS導控偵巡路線實施登入地區偵巡，檢視該地區防災作為是否需要加強。

C.連絡官派遣

派遣UAV連絡官，先期進駐颱風或豪(大)雨登入地區前進指揮所待命，協調相關管制作為，並適時提供現場指揮官該區域最

新颱風或豪(大)雨偵測資訊。

(2)災中監控

颱風或豪(大)雨侵襲時，派遣低成本不用回收之定翼型UAV搭載影像模組(合成孔徑雷達)，實施山區土壤含水量監測，利用合成孔徑雷達偵測到高解析度之雷達影像資料，研判山區土壤含水量是否超出平常標準，有發生土石流危險時，立即通知中央災害應變中心實施該地區人員撤離作業。

(3)災後救援

首先由中央災害應變中心接獲地方災害應變中心通報災情，再由單軸或定翼型UAV搭載影像模組進行災區偵巡、勘查災情，並將資訊傳回中央災害應變中心運用，再依空拍影像判斷出土石流淹沒區、道路中斷區及通信中斷區等，然後派遣相關救災部隊及UAV進行救援工作。

2.無預警災害

無預警災害區分為自然災害與人為災害兩種，筆者認為救災用UAV於無預警災害之運用方式為災後救援工作，相關情況摘述如後：

(1)自然災害災後救援工作

自然災害為地震所造成大樓倒塌、交通中斷、山崩、海嘯、核電廠事故與因天候乾旱造成的森林火災。因此，如地震造成的自然災害，可由單軸式或定翼型UAV搭配影像模組進行災區偵巡、勘查災情，並將資訊傳回前進指揮所供指揮官運用，再由救災UAV搭配各式搜救酬載系統，進行災區生命探測、救災物資投放、核輻射偵測等作業。另天候乾旱造成的森林火災可在火勢尚未擴大

時，由單軸式UAV搭配乾粉滅火裝置進行滅火作業。

(2)人為災害災後救援工作

人為災害為因人員意外事故造成的山難與船難等災害，可由單軸或定翼型UAV搭載影像模組進行災區偵巡、勘查災情，並將資訊傳回前進指揮所供指揮官運用，再依空拍影像判斷出山難或船難發生地點，再由空勤總隊及相關部隊等進行人員救援任務。

三、建議作為

(一)律定各軍種救災任務類型與範圍

1.海軍

以現用定翼型UAV銳鳶無人機為主，負責高空層即時影像傳輸、災區土石監測及救災物資運送等任務，部署位置平時以空軍屏東基地海上戰術偵搜大隊為主、救災時則機動部署至災區附近空軍基地執行任務。

2.陸軍

以軍備局研發的多軸式旋翼型UAV為主(如圖十五)，負責低空層災區氣象偵測、災後生命探測、災區通訊中繼及災區核輻射偵測等任務，部署位置以陸軍工兵單位為主。

3.空軍

以民間企業經緯航太單軸式旋翼型UAV(智農無人機)為主，負責中空層災區滅火、災區氣象偵測、災區通訊中繼及災區核輻射偵測等任務，部署位置以空軍各基地為主。

(二)與民間業者簽訂搜救契約

民間於多軸式或單軸式旋翼機UAV發



圖十五 軍備局研發多軸式UAV

資料來源：蘋果新聞網，〈<https://tw.news.appledaily.com/politics/realtime/20150813/669273/>〉(探索日期：2019年3月25日)

展較軍方快速，且運用方面也較軍方多元，因此，國軍可依各作戰區為主體向該作戰區既有的民間業者簽訂搜救契約，當國家發生重大災害時，徵用民間設備投入災害防救任務，一方面可彌補軍方資源的不足、另一方面可激勵國軍發展出更先進的設備。

(三)發展多功能之UAV

在科技發展日新月異，多軸式旋翼型UAV除了可運用原有的影像模組進行即時影像傳輸及自動導航技術進行慣性導航任務外，還可運用智慧型手機結合多功能定位系統進行即時操作作業，及無線充電技術，¹⁴進行無線遠程充電功能，實現多功能合一的無人飛行載具，除了可減少多軸式旋翼型UAV人力維護成本外，還可提高操控性與其在災害防救的運用效能。

(四)訂定標準作業程序

訓練一位合格的救災無人飛行載具操作

14 〈無線充電〉，《T客邦》〈<https://www.techbang.com/posts/wireless>〉，(檢索日期：2019年3月26日)。



手需要相當漫長的時間，尤其必須在高壓的環境下執行任務，操作手受到的壓力勢必比一般的軍事人員還大，一不小心就會造成裝備受損影響搜救進度。因此，訂定各型救災UAV操作標準作業程序，以提供操作手執行搜救任務的依循，進而可運用平時教育訓練時機，加強人員訓練強度與力度，亦可結合年度民安演習時機，實施軍警消聯合搜救演練，以提升救災工作效率。

結 論

救災工作就是與時間賽跑的任務，也是跟死神搶時間的工作，每個搜救人員都背負著家屬的期望與待救者的希望而進行搜救任務。不管是民間單位、政府單位還是國軍的搜救團隊，都是抱持著同樣的信念。因此研究「無人飛行載具於國軍救災任務之運用」之後，整理出以下四的論點：

一、國軍與災害防救體系的關係

美、日、中等國的防災作為，基本上遵循著「減災」、「整備」、「應變」及「復原」四個階段推動防災業務。我國現行的災害防救體系亦依循上述四項原則來規劃整個災害防救架構。而軍隊在美、日、中與我國政府災害防救體系中扮演舉足輕重的角色。國軍基於協助災害防救之法定職責，支援地方政府遂行災害防救任務，於平時利用無人飛行載具監控地區內災害潛勢區及掌握救災資源，在有預警災害發生時，依「救災就是作戰」的精神，以「超前部屬、預置兵力、隨時防救」的指導，完成各項災防整備；在無預警的意外災害發生時，統一指揮三軍部

隊，於第一時間支援地方政府，迅速投入救援行動，展現國軍「平時能救災、戰時能打戰」的效能。

二、新式救災裝備的運用

「工欲善其事、必先利其器」這句諺語除了可運用在民間商業活動及軍事任務外，還可運用在救災任務上，因此，為提升國軍整體災害防救技能，除了運用現有的救援人力、輸(機)具及設備外，還可運用無人飛行載具輕便性、靈敏度高與可搭配不同功能的軸載系統，執行各類複合性災害救援任務，以進入災區執行高、中、低空層搜救任務與災害狀況資料蒐集，進而達到減少災後勘查所耗費的時間與人力，更可降低搜救人員於災區中的危害，圓滿達成各項救災(難)任務，有效降低人民生命財產損失，大幅減少災害之衝擊。

三、國家政策的支持

在國軍106年國防報告書建軍規劃中提到，將無人飛行載具納為未來建軍發展的方向，同時國外的科技大廠Google、GoPro、亞馬遜等企業皆認為無人機產業是未來明星產業。因此，相信有政府政策的支持及國外科技大廠的背書，中科院、軍備局、工研院等政府部門研發單位與民間航太產業公司，都會積極研發可使酬載系統模組化、快速安裝及智慧化之軍、民合用模式的新式無人飛行載具，以增進救災時搜救效能、戰時聯合情監偵能力及民生航拍效果

四、分擔空中搜救任務

空中搜救是我國救災過程中最迅速、最有效的救援方式，主要的搜救模式都是以救

護直升機進行山難搜尋、水上救溺及海上救難等人命搜救，各種天然災害及重大意外事故等災害搶救之空中救災，災情觀測，救災人員、裝備、物資之運送等空中運輸，及緊急醫療之空中救護、轉診、器官移植的空中救護等任務。但相對於低雲層下的空中救援任務，因直升機受限於能見度、雲幕、風速等因素可能無法執行。因此，無人飛行載具利用本身機動力佳、操控性能優異及穩定性高等特點，能有效突破地形及空間的障礙，是執行低空救災良好、不可或缺利器，足以分擔空中搜救任務，有效提升搜救效能。

參考書目

- 一、「台灣地理環境與自然災害」，國家災害科技防救中心，網址：<http://dmap.ncdr.nat.gov.tw>
- 二、施邦築，2005年12月。〈從美、日災害防救體系之角度檢視我國災害防救體系〉，《研考雙月刊》第二十九卷第六期，頁59-60、62-65
- 三、「中國21世紀議程白皮書」，華人百科，網址：<https://www.itsfun.com.tw/>
- 四、趙鋼、黃德清，2010年12月。《災害防救管理》。頁207、211、216。
- 五、「張庭榮、何淑枝、李良輝，2014年4月。〈無人飛行載具於自然災害之防救災應用〉，《水保技術》，頁1。
- 六、楊民德、蔡慧萍，2018年6月。〈無人飛行載具發展現況與未來趨勢〉，《土木水利》第四十五卷第三期，頁1、2
- 七、多軸無人飛行器硬體技術解密-無線控制與視訊傳輸 <http://www.eettaiwan.com/ART>，(檢索日期：108年2月25日)
- 八、Google專利CN104554657A，〈一種利用無人機投放救援設備的方法〉<http://patents.google.com/patent>，(檢索日期：108年1月12日)。
- 九、無線電中繼器，《台灣無線電俱樂部》〈<http://www.radio.club.tw/>〉，(檢索日期：2019年2月25日)
- 十、行動通信基地台，《電信服務》〈<https://www.kocpc.com.tw/archives>〉，(檢索日期：2019年2月25日)
- 十一、〈民用航空法-遙控無人機〉<http://www.rootlaw.com.tw>，(檢索日期：108年3月4日)
- 十二、陳家鈞、賀志豪，2014年1月。〈精進國軍災害救援效能之研究〉，《黃埔學報》第六十六期，頁214頁
- 十三、〈無線充電〉，《T客邦》〈<https://www.techbang.com/posts/wireless>〉，(檢索日期：2019年3月26日)
- 十四、陳柏蒼，2016年2月。《災害管理與實務》。台灣：五南圖書出版公司，頁85-96
- 十五、黃立信，2011年12月。《國防科技：大學暨在職教育授課參考》。台灣：總政戰局，頁102-106
- 十六、中華民國106國防報告書編撰委員會，2017年12月。《中華民國106年國防報告書》。台灣：國防部，頁74。
- 十七、潘宜輝、張德仁，2012年1月。〈無人飛行載具合成孔徑雷達運用探討〉，



- 《國防雜誌》第二十七期，頁90-91頁
- 十八、黃崙博，2003年6月。〈小型機器人足球系統之即時影像處理〉《淡江大學電機工程學系控制晶片與系統組碩士論文》，頁19-23
- 十九、紅外線熱像儀，《德斯特儀器》，〈<http://www.testoag.com.tw/html>〉，(檢索日期：2018年12月24日)
- 二十、奈米點電池，《Energytrend》〈<https://www.energytrend.com.tw/html>〉，(檢索日期：2019年3月26日)
- 二一、三哩島核災，《聞核色變》〈<http://taes-cd2.taes.tp.edu.tw/nuclear.htm>〉，(檢索日期：2018年9月26日)
- 二二、史丹佛法，《聯邦緊急事務管理局》〈<http://moabase.nstm.gov.tw>〉(檢索日期：2018年9月26日)
- 二三、國家危機管理體系，《日本危機管理研究》〈<http://www.cnki.com>〉，(檢索日期：2018年10月1日)
- 二四、重大災害，《植根法律網法規資

訊》，〈<http://www.rootlaw.com.tw/>〉，(檢索日期：2018年10月26日)

二五、消防無人機，《中國新聞網》，〈<https://www.xuehua.us/2018/08/10/>〉，(檢索日期：2018年12月24日)

二六、石墨烯電池，《每日頭條》，〈<https://kknews.cc/zh-tw/tech/q5ay9or.html>〉，(檢索日期：2019年3月26日)

作者簡介

羅文成中校，空軍官校88年班、國防大學空軍指揮參謀學院103年班；曾任飛行官、攔管官、領航官、訓參官、教官、中隊長；研究領域：基地防衛、模擬訓練系統；現任職於國防大學空軍指揮參謀學院資電作戰組教官。

許世明少校，空軍航空技術學院93年班、空軍指揮參謀學院108年班；曾任通信官、通信主任、通參官、分隊長；研究領域：有(無)線電通信、無人機；現任職於國防大學空軍指揮參謀學院。



日本航空自衛隊KC-767空中加油機(照片提供：張詠翔)