

整合 AHP 與 IPA 探究國軍節能減碳之策略

林耕宇 方紀鑫 張承浩

陸軍軍官學校管理科學系

摘要

我國推動「2050 淨零碳排」的目標著重於能源轉型和減碳路徑的規劃，國軍官兵應在不影響國防安全的前提下落實相關政策與作法之推行。本研究以各層級與屬性之學術、軍事、部隊單位人員為研究對象，透過層級分析法發掘推動國軍節能減碳最重要關鍵因素，並以重要績效度分析法建構二維矩陣，探究每項因素的重要程度與執行成效。研究結果發現，在「推動節能減碳」準則最重要的是「戰備需求管制」；在「綠建築節能」準則最重要的是「節能安全建材」；在「資源有效利用」準則最重要的是「垃圾分類措施」，以上分別是三大準則中最為重要的關鍵因素。最後，發掘每個因素的屬性差異，進而擬定推動國軍節能減碳之策略，提升整體節能減碳之成效。

關鍵詞：層級分析法、重要度績效分析法、節能減碳策略

壹、緒論

近年氣候逐年升溫，四季亦不再明顯，不復冬季之寒。若氣候持續惡化，將會對環境與生態造成嚴重威脅。現代大氣中的溫室氣體主要包括二氧化碳、甲烷、氧化亞氮以及其他各種氟化物，由於人為活動的影響，人類釋放的二氧化碳使大氣中的濃度不斷增加，全球平均氣溫高於一百多年前[1-2]。若二氧化碳濃度持續攀升，估計氣溫將繼續升高，進而加速地球暖化的速度[3]。隨著全球暖化衝擊的日益嚴重，北極海和南極冰原的大規模融化將導致海平面上升，進而威脅沿海城市和島國。此外，氣候變化還可能加劇乾旱和極端天氣，影響世界各地。溫室氣體排放是造成此現況的主要原因之一。因此，各國正在努力減少排放量，台灣也需要採取行動應對氣候變遷的挑戰[4-5]。

當前，各國陸續公佈了實現淨零碳排的「碳中和」目標，並採取相關措施以實

現此願景。「2050 淨零碳排」已成為全球主流性議題，它是一個複雜而重要的焦點，跨越國家、區域、政治、經濟和種族，也是不可抗拒的環保正義和世界趨勢。台灣也正在朝向實現「2050 淨零碳排」的願景邁進，著重於能源轉型和減碳路徑的全面規劃，將氣候挑戰轉化為機會[6-9]。國軍作為國家團隊的一份子，國軍官兵應在不影響國防安全的前提下，積極推動綠能政策、響應節能減碳等環保行動，建立正確的環保意識，配合政府進行相關政策，共同從產業、環境、行政到國家安全等多個方面努力，履行對環境保護的義務。然而，國軍目前推動節能減碳的作法是什麼？最關鍵的作法是什麼？是否有落實執行達到成效？有哪些推動節能減碳的策略？這些都是值得探討的議題。因此，本研究整合層級分析法（Analytic Hierarchy Process, AHP）與重要績效度分

析法 (Importance-Performance Analysis, IPA)，旨在發掘推動國軍節能減碳的最重要關鍵因素，進一步提出相關執行策略。

層級分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 是一種常見的多準則決策分析方法，可以幫助管理者分析並遴選最合適的方案。AHP 透過將問題分解成多個層次，進而分析各個因素之間的相對權重與優先順序，以進行較佳判斷和決策[10]。重要績效度分析法 (Importance-Performance Analysis, IPA) 是一種藉由「重要 (Importance)」和「表現 (Performance)」，將特定評估項目進行相對位置比較的技术[11]。因為 IPA 強調快速且簡便的使用方式，並直接提供管理者有用的資訊，因此它成為一種受歡迎的管理工具。透過 IPA，使用者可以評估項目的優點和缺點，並將其重要性與表現程度的平均值，繪製成二維矩陣，進而提出因應對策。

貳、文獻探討

一、層級分析法

層級分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 是由 Thomas L. Saaty 提出，可應用於存在多個評估準則的決策問題中，尤其適用於不確定的情況。其主要目的是將複雜的問題系統化，並根據不同層面進行層級分解，接著透過量化的計算方式，找到系統中的脈絡，再進行綜合評估。AHP 利用樹狀層級結構，將複雜的決策問題分為數個簡單的問題，在此過程中，每個問題都可以進行獨立分析，只要是用於最終決策的問題都包含於此，架構如圖 1。一旦建立了這個層級結構，即可對每一個項目的相對重要性進行權重數值的評估，以建構成對比較矩陣。該矩陣可求出特徵值與特徵向量，該項特徵向量代表每一層級中各項目的優先權，能為決策者提供充分的資訊並組織有關決策的標準、條件、分析與權重。

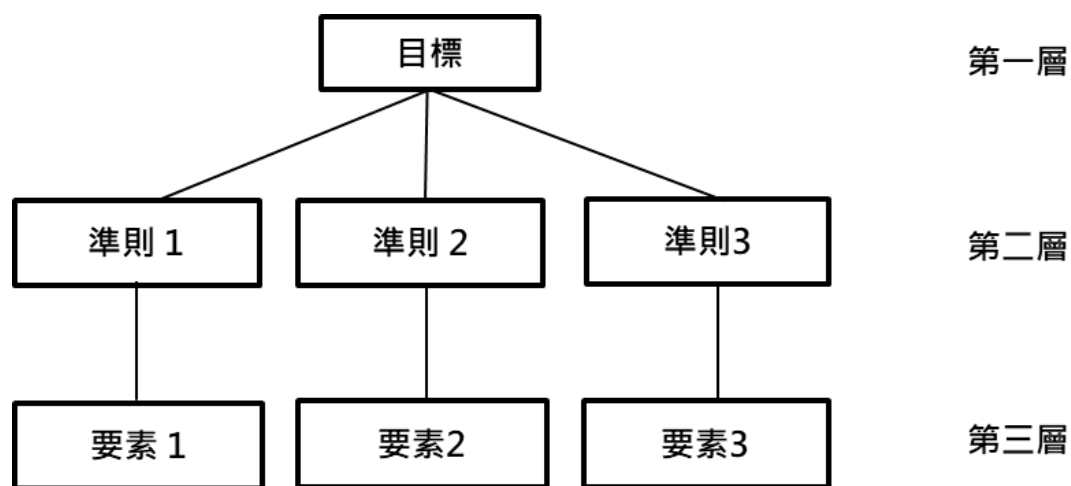


圖 1 樹狀層級架構

AHP 的第一步是描述問題，然後判斷影響要素，進而建立一個層次的架構，同時設計問卷的題項。接著，依據問卷收集的數據，發現各層級之間決策屬性的相對重要性，以此建立成對比較矩陣。經由計

算矩陣的特徵值和特徵向量後，需要進行層級結構一致性檢定的回饋修正，以確認各指標的權重，最終選擇出最適合的決策方案。AHP 使用一致性檢定為確管理決策者在成對比較時能夠保持前後一致。並

透過一致性指標 (Consistency Index, C.I.) 來評估其判斷。此外，一致性檢定也被用於整個層級結構的評估，由於各層級重要性不同，因此需要測試整個結構的一致性。一致性比率 (Consistency Ratio, C.R.) 則是用來衡量比較矩陣整體一致性的指

標，C.R. 的值需小於 0.1 才能保證一致性達到可接受的水平，並視為有效填答。C.R. 是一致性指標 (C.I.) 和隨機指標 (Random Index, R.I.) 的比值，隨機指標各階數詳如表 1 所示[10]。

表 1 隨機指標表

階數	1	2	3	4	5	6	7
R.I.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32

資料來源：Saaty (1980)

二、重要績效度分析法

重要績效度分析 (Importance Performance Analysis, IPA) 是由 Martilla 和 James 在 1977 年提出的方法[13]。在此方法中，表現值指的是對對方行為或感受的認知滿意度，而重視度則指母體對於提出的作為或理論的期望程度[14]。IPA 的僅需計算出各階層項目的表現值和重視度的平均值。接著，以平面上的直角座標系來表示，其中 X 軸代表表現值，Y 軸代表重視度，以計算出的平均值為座標系的原點，進而建立一個二維直角座標系。此座標系可分為 A、B、C、D 四個象限，其中 A 象限表示優先改進，B 象限表示繼續保持，C 象限表示後續改進，D 象限表示過度表現，詳述如下。

(一) 象限 A：改善重點區。

高重視度、低表現值。落在這個象限中，決策管理者認為這些項目對受測者非常重要，然而受測者的表現卻不佳。因此，必須優先考量改善受測者品質，提升整體品質，以達到最大的成效，進而提升團隊績效。

(二) 象限 B：繼續保持區。

高重視度、高表現值。落在這個象限中的

技能被決策管理者認為對受測者非常重要，且受測者在此方面的表現已經表現優秀，因此為維持目前良好表現，只需繼續保持相同的能力即可。

(三) 象限 C：不必理會區。

低重視度、低表現值。落在這個象限中的技能，決策管理者認為這項因素對受測者來說不太重要。因此，此技能的發展可以視為後續改進的項目，即當象限 A 的技能項目改善後，才考慮增加這個象限技能的訓練，透過後續改進，可提高受測者在該技能領域的表現。

(四) 象限 D：資源過多區。

低重視度、高表現值。落在此象限中的項目，為決策管理者認為該因素對受測者而言不是非常重要，但受測者卻表現優異，因此，可以將投入的資源和時間轉移到優先改進的項目上，以提高整體品質。

每個屬性根據其表現值和重視度在 IPA 座標平面上所在的象限，發掘相對應的特定點來表示。因此，每個評估項目都會分佈在 A、B、C、D 四個象限中的其中一個，此資訊可供管理者作為改善或下決策的重要參考，詳見圖 2。

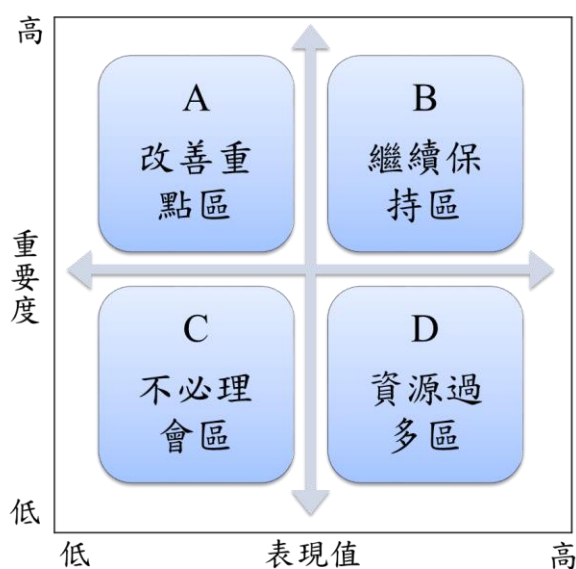


圖 2 重要度績效分析

IPA 已經被廣泛應用於各領域的研究，例如：Hawes & Rao 在行銷研究中，分析了顧客對產品或服務顯著屬性的態度[15]。Matzler 等人的研究指出，透過 IPA 分析結果，可實施修正程序的排程，協助企業改善服務的重點，提升顧客滿意度[16]；Chen 等人使用 IPA 來優化船舶操作員訓練[17]；Tang 等人則使用 IPA 來改善機場服務品質[18]。此外，IPA 還被廣泛應用於金融、餐飲、房地產、教育和醫療等行業[19-21]。由此可知，IPA 是一種分析技術，可供管理者使用，以評估公司在市場中的競爭地位、識別改善經營的機會並制定公司策略方向[22]。因此，本研究將運用 IPA 探究國軍節能減碳之策略。

三、國軍節能減碳評估模式

為遵循國家環保政策，推動節能減碳措施，國防部訂定國軍推動節能減碳綱要計畫[23]。計畫的首要目標是從日常生活中開始，讓國軍官兵實踐節約能源的相關作法，並在確保國防安全和軍事作業不受影響的前提下，促進永續節能發展。為

有效推動節能減碳，國軍可以透過莒光園地、青年日報、奮鬥月刊或網際網路等媒介加強環保意識的宣導等教育訓練[24]；並對軍事相關設施、交通運輸的油料、用水及用電進行管制和檢測維護[25]；在採購產品時結合任務特性，並儘量採用符合綠色消費或具環保標章的產品[26]；此外，在符合國家能源及環保政策前提下，依年度整體作戰、演習及訓練需求修訂相關計畫並管制執行，達成節能減碳的目標[23]。在綠建築節能方面，國軍可以進行營區植栽綠化，種植大樹花草以減少碳排放並美化環境[27]；並在產品選用計畫中優先選用符合節能與環保標章等的產品與建材[28]；另外，設計室內採光通風系統，引入自然之太陽光線和風，以減少照明、冷氣和電扇的使用，達到節能和防疫的目的[29]。為使資源有效利用，應強化國軍環保意識，貫徹節能減碳十大措施，包括控制冷氣溫度、隨手關燈、選用節能省水產品、減少開車等措施，以提高營區內的節能減碳意識[27]。紙類運用方面，將可

回收的紙類分類收集，儘量使用二級紙作為一般用紙，並鼓勵採用雙面影印、少用多層包裝用品，以及減少使用紙杯和衛生紙等措施[30]。垃圾分類部分，強制分類各種一般垃圾和可回收垃圾，以減少垃圾在焚化爐燃燒的碳排放，並提高回收再利用的效率[31]。

綜上所述，本研究透過AHP歸納出國

軍節能減碳之相關評估因素，包含教育訓練、能源管制、綠色採購、戰備需求管制、營區植栽綠化、節能安全建材、室內採光通風、強化環保意識、紙類再利用、垃圾分類措施等10項，再將因素區分為「節能減碳推動、綠建築節能、資源有效利用」三大評估準則作為發展研究問卷之基礎，評估準則與要素詳如表2。

表 2 國軍節能減碳之評估準則與要素

評估準則	評估要素	定義
推動節能減碳	教育訓練	透過網路及媒體針對節能減碳相關議題進行宣導與教育
	能源管制	對水、油、電的使用進行控管及檢測維護
	綠色採購	採購環保標章商品
	戰備需求管制	軍事作戰訓練之能源需求管制
綠建築節能	營區植栽綠化	營區內圍種植綠色植物
	節能安全建材	建築選用安全係數高及節能效果良好之建材
	室內採光通風	引進自然光及自然風，減少人工光源及空調使用
資源有效利用	強化環保意識	加強節能減碳措施的實踐
	紙類再次利用	使用雙面用紙、再生紙，二級紙類可使用於考卷複印等，而非直接回收
	垃圾分類措施	垃圾各項回收分類，降低垃圾量

參、研究方法

一、研究架構

本研究基於 AHP 建構出層級式研究架構，旨在探究國軍在推動節能減碳策略與相關影響因素。在此架構中，第一層目標為確定國軍節能減碳策略的關鍵因素；第二層區分為三大評估準則，即推動節能減碳、綠建築節能和資源有效運用；第三層則針對每個評估要素的特性，列出教育訓練等 10 項評估要素。層級架構詳見圖 3。

二、研究對象與問卷設計

本研究使用 AHP 問卷調查法，研究對象涵蓋國軍各層級和單位屬性的官士兵。期藉由各屬性單位的學術、軍事、部隊人員，呈現每個構面與要素的實際重要性與優先順序，並進一步調查受測者對於國軍推動節能減碳各項因素執行成效的認知程度。在問卷回收後，本研究透過 Super Decisions 決策分析軟體與 Excel 統計軟體進行數據分析。

在問卷設計中，受測者會針對所有影響國軍節能減碳的評估準則與要素實施兩兩比較，以瞭解受測者對各項因素的重要性認知。AHP 使用評估尺度作為指標因素間的成對比較，該尺度基本劃分為五個等級，包括同等重要、稍微重要、較為重要、極為重要、絕對重要，並賦予名目尺度 1、3、5、7、9 等五個衡量值，並設有四個尺

度介於五個基本尺度之間，並賦予 2、4、6、8 等四個衡量值，共計九個尺度，以量化重要性的差異程度。另外，國軍推動節能減碳各項因素執行成效的認知程度則是以李克特五點量表設計。層級分析法的評估尺度、定義和詳細說明請參見表 3，問卷範例詳見表 4。

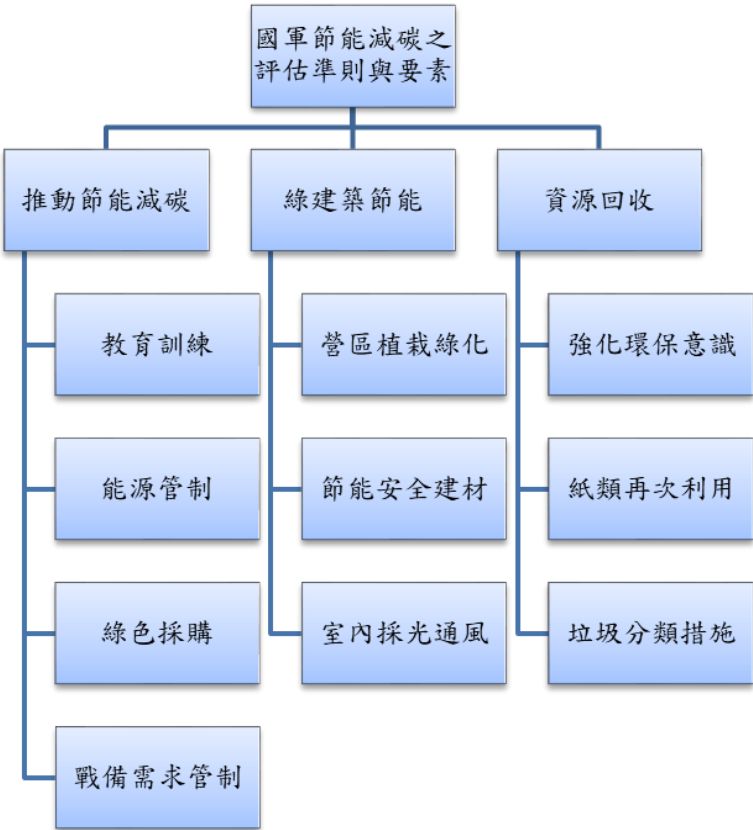


圖 3 國軍節能減碳策略之層級架構

表 3 層級分析法評估尺度、定義與說明

評估尺度	定義	說明
1	同等重要	重要性同等
3	稍微重要	偏好某一要素
5	較為重要	強烈偏好某一要素
7	極為重要	非常強烈偏好某一要素
9	絕對重要	絕對偏好某一要素
2、4、6、8	相鄰尺度之中間值	介於兩種判斷之間

資料來源：Saaty (1980)

表 4 層級分析法問卷範例

下列評估準則中，對於「國軍節能減碳策略」而言，其相對重要性如何？										
左邊準則	絕對重要 9 8	極為重要 7 6	較為重要 5 4	稍微重要 3 2	同等重要 1	稍微重要 2 3	較為重要 4 5	極為重要 6 7	絕對重要 8 9	右邊準則
推動節能減碳	☐ ☐	☐ ☐	☐ ☐	☐ ☐	☐	☐ ☐	☐ ☐	☐ ☐	☐ ☐	綠建築節能
推動節能減碳	☐ ☐	☐ ☐	☐ ☐	☐ ☐	☐	☐ ☐	☐ ☐	☐ ☐	☐ ☐	資源有效利用
綠建築節能	☐ ☐	☐ ☐	☐ ☐	☐ ☐	☐	☐ ☐	☐ ☐	☐ ☐	☐ ☐	資源有效利用

肆、分析結果

一、AHP 問卷分析結果

本研究採取立意抽樣方式，研究對象涵蓋高司單位（國防部、司令部）校級軍官、軍事院校教師、軍事教官與學生、國軍醫院，以及基層單位（實兵部隊）官兵共計 15 人進行層級分析法問卷調查。完成問卷回收後，需要進行資料整理和分析，以獲得國軍推動節能減碳相關評估準則和要素的相對權重分配。為確保相對權重的可靠性，所得到的各層級成對比較矩陣需要進行一致性檢定。若檢測結果中 $CR > 0.1$ ，表示該填答意見存在一定程度的不一致，需予以排除。為瞭解每位受測者對問卷所涉及範疇的認知，若單一構面兩兩相比的檢測結果 $CR \leq 0.1$ ，則視為有效問卷，並將數據納入統計分析計算權重。並不因某些構面的 $CR > 0.1$ 而將全部視為無效，以免否定其他有效構面之意見。最後，利用算術平均數，將所有受測者的有效數值進行統計分析，以求得最終的權重分配結果[32]。

表 5 為受測國軍官兵生對評估準則與要素之相對權重與優先順序的認知程度。

整體而言，最重要的評估準則為資源有效利用（權重值 0.361），推動節能減碳（權重值 0.343）次之，綠建築節能（權重值 0.296）相對較不重要；評估要素則以垃圾分類措施（權重值 0.147）最重要、節能安全建材（權重值 0.119）次之、強化環保意識（權重值 0.117）第三，第四是戰備需求管制（權重值 0.116），綠色採購（權重值 0.057）則最不重要。由分析結果得知，國軍推動節能減碳的關鍵因素為「垃圾分類措施」。

二、IPA 分析結果

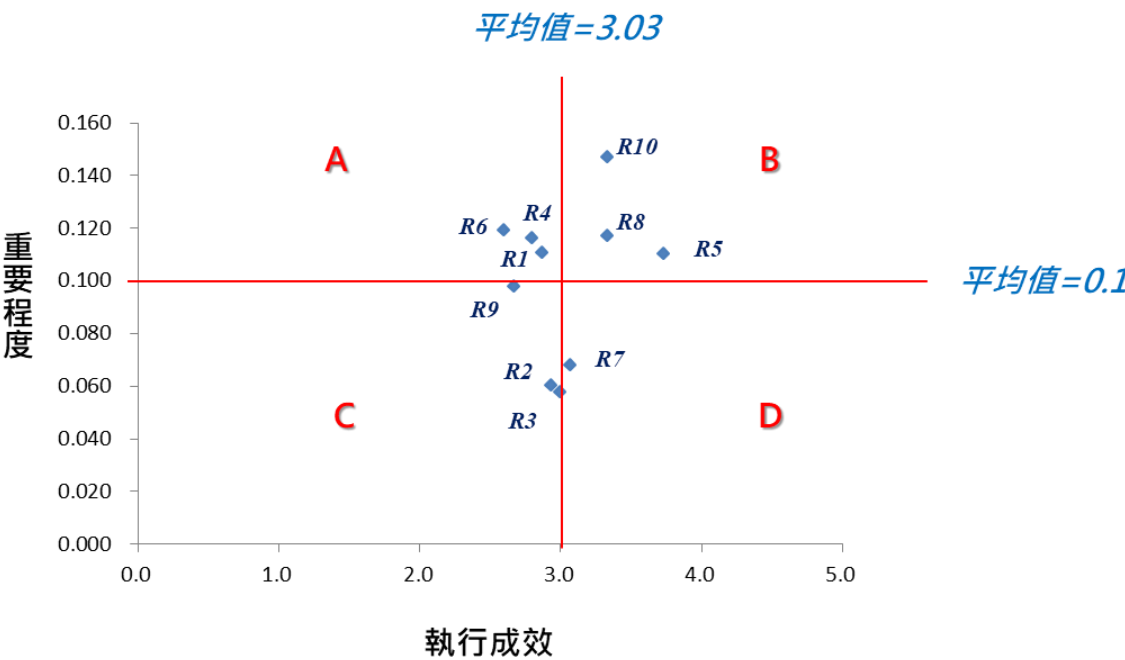
為瞭解每位受測者針對國軍推動減能減碳時所需實施的各項要素的重要性認知，並同時探究各項要素的執行成效，藉由國軍節能減碳策略之重要程度與執行成效，透過重要度績效分析建構出二維策略矩陣，研究結果發現：落在象限 A（改善重點區）的要素計有 R1、R4、R6 等 3 項，此一象限的項目對於執行的成效上須作積極的管制以及要求。落在象限 B（繼續保持區）的要素計有 R5、R8、R10 等 3 項，此一象限的項目屬於平時執行之效

果顯著，且重要程度高於其他項目，應繼續保持，避免這些重要項目的執行成果衰敗。象限 C(不必理會區)的要素計有 R2、R3、R9 等 3 項，此一象限的項目應等到其他較為重要之項目達到執行目標後再開始執行。象限 D(資源過多區)的要素僅有 R7 此 1 項，此一象限的項目雖然具備

較佳的執行成效，但對於節能減碳的重要程度和其他較為重要的其他項目相比之下，顯得沒那麼重要，可先行完成其他較為重要但成效不彰之任務。國軍節能減碳的執行成效與重要程度之二維策略矩陣，詳如圖 4 所示。

表 5 評估準則與要素相對權重

評估準則與要素		平均權重	排序	加權後權重	加權後排序
推動節能減碳 0.343	教育訓練	0.321	2	0.11	5
	能源管制	0.174	3	0.06	9
	綠色採購	0.167	4	0.057	10
	戰備需求管制	0.338	1	0.116	4
綠建築節能 0.296	營區植栽綠化	0.371	2	0.11	6
	節能安全建材	0.401	1	0.119	2
	室內採光通風	0.228	3	0.068	8
資源有效利用 0.361	強化環保意識	0.324	2	0.117	3
	紙類再次利用	0.270	3	0.097	7
	垃圾分類措施	0.406	1	0.147	1



R1教育訓練	R2能源管制	R3綠色採購	R4戰備需求管制	R5營區植栽綠化
R6節能安全建材	R7室內採光通風	R8強化環保意識	R9紙類再次利用	R10垃圾分類措施

圖 4 國軍節能減碳之二維矩陣策略

伍、結論與建議

依據研究結果可以得知，針對節能減碳造成影響的項目因素共有三大項評估準則及十項評估要素；以下針對「推動節能減碳」、「綠建築節能」與「資源有效利用」等三大構面與相關要素加以討論，並提出總結與建議。

在「推動節能減碳」的各項評估要素中，最具影響力的要素為「戰備需求管制」(加權排序第 4 名)，而且執行成效落在象限 A，意即問卷填答之受測者認為在戰備需求上可能會因為作戰訓練，導致資源使用或浪費的過多，亦或是在演訓任務過後官兵在極度疲憊的情形之下草率結束，導致資源無故耗損或大肆揮霍等情事；而在「推動節能減碳」的各項評估要素中，最不具影響力的要素為「綠色採購」(加權排序第 10 名)，執行成效落在象限 C，表示除了特定幕僚或少數從事採購業務人員外，大部分的官兵平時並不會接觸到相關業務，且國軍所需要的東西不全然都會有綠色標籤，因此，此項要素較不是那麼重要。

在「綠建築節能」的各項評估要素中，最具影響力的要素為「節能安全建材」(加權排序第 2 名)，而執行成效落在象限 A，因為在建材的選擇上已研發出許多的環保材料以用於建築，而近年來又適逢兵營舍的翻新整修工程，剛好可選用節能材料用以作為翻新整修之材料，國軍需優先配合國家淨零碳排的政策採用之。

在「資源有效利用」的各項評估要素中，最具影響力的要素為「垃圾分類措施」(加權排序第 1 名)，執行成效落在象限 B；因為在國軍體系人員數眾多，因此垃圾製造量也多，故無論是在平時的連隊、餐廳、操課訓練場地等地點，在垃圾分類這方面若是處置完善，可以幫助自然環境減少大

量的垃圾焚化數量以及掩埋造成的空氣及環境汙染，並且資源回收可以再利用，經過加工後可以再變成其他有用的物品，國軍在這方面亦能落實執行；而在「資源有效利用」的各項評估要素中，最不具影響力的要素為「紙類再次利用」(加權排序第 7 名)，執行成效落在象限 C；因國軍已推行電子公文與電子公布欄，關於公文資料需要簽核、公布、存查等均朝向電子化以減少紙張的使用，但仍有許多文件資料必須使用一級紙張，不得使用二級紙張則是不可避免的，故此項要素較不是那麼具有影響力，執行成效也不是這麼顯著。

最後，本研究提出以下實務上的建議。一、應該維持垃圾分類措施，持續在垃圾的分類上派遣人力進行管制措施，並不定期在各單位常使用的相關地點實施督導，除了可以讓各場地保持乾淨整潔，亦可藉此減少垃圾的焚化及掩埋數量，並使資源回收的再利用能達最大化。二、應該向各單位以及處置的相關幕僚提醒在接續有要翻新整修的兵營舍或欲添置的辦公用品選用節能安全建材，減少不必要的資源浪費以及能源的節省。三、應該重視強化環保意識，在國軍官、士、兵以及學生方面，由於長期缺少關於環保意識的培養，故而即使有垃圾分類的管制措施，但若沒有真正擁有環保意識，依然是治標不治本，就算在所屬單位有成守規定，一旦離開了派遣人員之管制下，仍會有抱存僥倖的心態，趁無人注意隨意丟棄垃圾，失去節能減碳的初衷。事實上，若每個人從小到個人層面的隨手關燈、關水等不浪費能源的行為，大到遵從國家政策，形成全民節能減碳的共識，都是須持續努力的方向，以期將氣候變遷的危機轉化為機會，在 2050 年達成淨零碳排的願景。

最後，在未來的研究方向上，本研究因為研究對象僅限制於現役的官、士、兵、學生，因此研究範圍仍有些不足之處。建議未來可以廣泛徵求各專家學者或不同領域的代表意見，建構更精確的節能減碳評估模式；研究範圍亦可擴大至國外的軍隊作為研究對象，進行互相驗證研究結果，

提供國軍管理者未來制定政策實施方針時的參考依據。

作者貢獻

概念化，林耕宇、方紀鑫、張承浩；研究方法，林耕宇；數據分析，林耕宇；問卷發放與輸入，方紀鑫、張承浩；草稿撰擬，方紀鑫、張承浩；寫作與編輯，林耕宇。所有作者均同意本文以此版本投稿。

參考文獻：

- [1] IPCC, "Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change" Cambridge University Press, <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>, 2021.
- [2] United Nations Environment Programme, "The Emissions Gap Report 2019" <https://wedocs.unep.org/>, 2019.
- [3] NOAA, "Global Climate Report - Annual 2020." <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/202013>, 2021.
- [4] IPCC, "Global warming of 1.5°C" <https://www.ipcc.ch/sr15/>, 2018.
- [5] NASA, "Global Climate Change: Vital Signs of the Planet." <https://climate.nasa.gov/>, 2023.
- [6] 黃彥翔, "迎接淨零碳排新時代，打造企業永續競爭力" 臺灣經濟研究月刊，45(4)：pp.66-73, 2022.
- [7] 林茂文, "臺灣 2050 淨零排放路徑及策略之綜析" 石油季刊，58(2)：pp.1-39, 2022.
- [8] 游良堯, "世界主要國家淨零排放政策推動做法與借鏡" 臺灣經濟研究月刊，45(4)：pp.19-27, 2022.
- [9] 徐瑋成, "台灣淨零轉型與能源發展之課題與挑戰" 臺灣經濟研究月刊，45(4)：pp.35-42, 2022.
- [10] Saaty, T. L., "The Analytic Hierarchy Process", McGraw-Hill, New York, USA, 1980.
- [11] Wu, H. H., & Shieh, J. I., "The development of a confidence interval-based importance-performance analysis by considering variability in analyzing service quality." Expert Systems with Applications, 36(3), pp.7040-7044, 2009.
- [12] Tarrant, M. A. & Smith, E. K., "The use of a modified importance of outdoor recreation settings, Management Leisure", 7, pp. 69-82, 2002.
- [13] Martilla, J. A. & James, J. C., "Importance-Performance Analysis", Journal of Marketing, Vol. 41, No. 1, pp. 77-79, 1977.
- [14] Magal, S.R. & Levenburg, N.M., "Using importance-performance analysis to evaluate e-business

- strategies among small businesses.” In Proceedings of the 38th Hawaii International Conference on System Sciences, 176, 2005.
- [15] Hawes, J.M. & Rao, C.P., ”Using importance-performance analysis to develop health care marketing strategies” *Journal of Health Care Marketing*, 5, pp.19-25, 1985.
- [16] Matzler, K., Fuchs, M., & Schubert, A., ”Employee satisfaction: does Kano's model apply?” *Total Quality Management & Business Excellence*, 15(9-10), pp.1179-1198, 2004.
- [17] Chen, H. C., Lu, H. A., & Lee, H. H., ”An assessment of job performance of vessel traffic service operators using an analytic hierarchy process and a grey interval measure.” *Journal of Marine Science and Technology*, 21(5), pp.4, 2021.
- [18] 湯玲郎、翁華鴻、蔡金倉，”運用IPA 模式探討松山國際機場旅客滿意度之研究”，*運輸計劃季刊*，46(3)：pp.293-318, 2017.
- [19] Dolinsky, A. L., ”Considering the competition in strategy development: an extension of importance-performance analysis” *Journal of Health Care Marketing*, 11(1), pp.31-36, 1991.
- [20] Wu, H.H., Shieh, J.I., & Pan, W.R., ”Applying importance-performance analysis to analyze service quality: a case of two coach companies” *Journal of Information and Optimization Sciences*”, 29(6), pp.1203-1214, 2008.
- [21] Wu, H. H., & Shieh, J. I., ”The development of a confidence interval-based importance-performance analysis by considering variability in analyzing service quality.” *Expert Systems with Applications*, 36(3), pp.7040-7044, 2009.
- [22] Myers, J. ”Measuring customer satisfaction: hot buttons and other measurement issues” *American Marketing Association*, Chicago, 2001.
- [23] 國防部，”國軍推動節能減碳綱要計畫”，台灣：台北，2010.
- [24] 洪榮昭、傅惠筠，”大專校院學生節能減碳行為意圖之研究”，*教育心理學報*，44(2)：pp.373-387, 2012.
- [25] 魏明利、陳銘樹、黃芬芬，”醫院推動節約能源措施之研究”，*健康管理學報*，9(2)：pp.153-171, 2011.
- [26] 許珮蒨、王寧沂、鄭維祐、周武雄，”工程碳管理於基樁工程排碳評析及減碳策略應用”，*中興工程*，(155)：pp.35-43, 2022.
- [27] 陳思先，”集體行動觀點下的跨域合作，行動支持度感知及行動成果——以地方政府節能減碳為例”，*公共行政學報*，56：pp.1-39, 2019.
- [28] 杜怡萱、吳蓓倫，”結構平面配置變化對建築結構體建材用量及碳排放量之影響”，*建築學報*，110：pp.49-66, 2019.
- [29] 陳星皓，”低碳趨勢下之智慧化健康建築環境促進策略”，*健康與建築雜誌*，1(3)：pp.10-14, 2014.

- [30] 林坤誼，” 透過生活科技動手實作課程以落實節能減碳教育理念 ”，生活科技教育，44(1)：pp.1-2, 2011.
- [31] 溫富榮，” 一所國小環境教育融入課程之實踐與分享 ”，臺灣教育評論月刊，7(11)：pp.100-106, 2018.
- [32] 張桂琥、林耕宇、林傳智、林育臣，” 陸軍橄欖球員運動傷害之評估：修正式德菲法與模糊層級分析法的應用 ”，臺灣運動心理學報，19(1)：pp.41-57, 2019.

Integrating AHP and IPA to explore strategies for energy conservation and carbon reduction under the military

Keng-Yu Lin Jin-Xin Fang Cheng-Hao Zhang

Department of Management Science, ROC Military Academy

Abstract

The goal of Taiwan's "Net Zero Carbon Emissions by 2050" initiative focuses on the planning of energy transformation and carbon reduction pathways. Military personnel should implement relevant policies and practices without affecting national defense security. This study focuses on unit personnel at different levels and attributes as research subjects. Through the Analytic Hierarchy Process, the most critical factors for promoting energy conservation and carbon reduction in the military are identified. The Importance-Performance Analysis method constructs a two-dimensional matrix to explore the importance and execution effectiveness of each factor. The research results show that "war readiness demand control" is the most important criterion for promoting energy conservation and carbon reduction, "energy-saving and safe building materials" is the most critical factor in the "green building energy-saving" criterion, and "garbage sorting measures" is the most important factor in the "resource efficient utilization" criterion. These are the most important key factors among the three major criteria. Finally, by exploring the differences in attributes of each factor, strategies for promoting energy conservation and carbon reduction in the military are proposed to enhance the overall effectiveness of energy conservation and carbon reduction.

Key words: Analytic Hierarchy Process (AHP), Importance-Performance Analysis (IPA), Energy Conservation and Carbon Reduction Strategy

