

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

由材料創新與市場趨勢探討磁氣冷凍材料之未來發展

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2213-E-216-002-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：中華大學工業工程管理研究所

計畫主持人：蔣德煊

計畫參與人員：洪寶蓮、鄭人維、許文達

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 11 月 2 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告
 期中進度報告

由材料創新與市場趨勢探討磁氣冷凍材料之未來發展

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 92-2213-E-216-002

執行期間：2003 年 08 月 01 日至 2004 年 07 月 31 日

計畫主持人：蔣德煊

共同主持人：無

計畫參與人員：洪寶蓮、鄭人維、許文達

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：中華大學工業工程管理研究所

中 華 民 國 2004 年 10 月 31 日

摘要

環保意識日益高漲及企業資源有限之環境下，絕大多數之冷凍空調相關產業仍持續使用將受管制之冷媒，面對冷媒技術突破之關鍵時刻，產業界倘若未能及時對此議題提出因應措施，將面臨綠色消費市場及社會責任等壓力，甚至將遭受淘汰之可能。因此，開發新型替代冷媒技術係冷凍空調產業當前之技術發展趨勢及重要課題。本研究透過日本、台灣地區之冷凍空調協會、冷凍空調產業、學術研究單位及環保相關單位等不同領域之專家學者，運用層級分析法（Analytic Hierarchy Process）建構乙套新替代冷媒技術發展之評估指標體系。日本東北大學研發團隊成功開發出磁氣冷凍材料，係屬於創新型材料，除具環保優勢外，更具省能源特性，因此本研究依所建構新替代冷媒技術發展之評估指標體系為基礎，藉由系統性之統計分析法從技術特性、環境保護及社會法規等三大構面，探討磁氣冷凍材料之市場發展趨勢。

研究結果顯示相關研發單位於開發新替代冷媒時，須考量技術本身之特性與經濟效益外，應特別強調生態環境之保護，其中須將新替代冷媒是否對人體健康產生不良之影響、是否會產生毒性、臭氧層破壞潛力、全球暖化潛力等指標列入開發考量之要點，同時配適總體環境層面，著眼於產業法規之指標，將有助新替代冷媒商品化之推動，減縮開發時程，進而節約企業之有限資源。當推動新替代冷媒之技術發展時，若能兼顧上述諸多關鍵指標，將促進產業昇級，強化企業未來之競爭優勢。

此外，針對磁氣冷凍材料之市場發展趨勢研究發現，除了參酌國際社會法規政策，落實環保理念外，亦需不斷朝強化磁氣冷凍材料特性之核心技術能力為主軸，持續強化材料特性、環境保護及社會法規等構面中各項關鍵要素，方能使磁氣冷凍材料朝全方位之發展；並以持續強化磁氣冷凍之材料特性為根本，為磁氣冷凍材料之政策性發展策略指標；再者，集中有限資源於強化或發展各項最具影響力之關鍵因素，同時兼顧各方學者專家之專業知識，才能更迅速且更有效率地開拓磁氣冷凍材料之發展潛力，進而達成即時上市之目的，磁氣冷凍材料之未來發展將指日可期。

關鍵詞：新替代冷媒技術、發展指標、層級分析法、磁氣冷凍材料、市場發展趨勢、統計分析

ABSTRACT

With the awareness of environmental protection, refrigerants used by the past refrigeration and air condition industries may be banned. If the industries can't search the overall solution, they must face the pressure of environmental protection and social conscience. Therefore, under the awareness of global environmental protection, to search for and develop innovative technology of alternative refrigerant is currently the industries' important task. This study attempts to construct indicator system of new alternative refrigerant technological development through experts and scholars of different territories in Japan and Taiwan by using Analytic Hierarchy Process. Tohoku University's R&D Team in Japan developed magnetic refrigerants with attributes of energy saving and environmental protection successfully. This study uses systematic statistical analysis on the three faces of

technology attributes: environmental protection, socioeconomic interaction, and governmental enactment to study the development of the potential for magnetic refrigerants in the future markets.

The results of this study indicated that to develop new alternative refrigerant technology must to considerate technological attributes and economic benefits, and furthermore to strengthen safe and environmental indicators of ecological environmental protection and industrial laws and regulations is more important.

Furthermore, the outcome of studying the development of the potential for magnetic refrigerants shows that the prospect of magnetic refrigerants' potential markets can be predicted, but in addition to strengthening the central technology of magnetic refrigerants, more research and development emphasizing on the industrial environment, government regulations, society systems, and ecology protection is also necessary.

Keywords: New Alternative Refrigerant Technology, Developed Indicator, Analytic Hierarchy Process, Magnetic Refrigerants, Market Development Potential, Statistic Analysis.

報告內容

近年來，人類追求經濟利益之同時，對地球環境與生態體系卻造成嚴重之衝擊，世界各國自 1972 年起陸續成立環保組織、制訂環保公約，藉由國際貿易制裁之手段，遏止生態環境持續遭受破壞。使用於冷凍空調及家電產業之相關設備中之冷媒，如氟氯碳化合物 (CFC_S)、氟氯碳化合物 (HCFC_S)、氫氟碳化合物 (HFC_S) 等，囿於上述傳統冷媒之使用結果，將對地球生態環境或人體健康造成影響，皆被列為蒙特婁議定書與京都議定書等國際性公約所明令頒布管制及限用時程之物質，對國內外冷凍空調相關業界造成相當之衝擊。

再者，全球競爭白熱化及環保意識日益高漲，如何持續提升產業競爭力，確保企業永續之發展，已成為國內外冷凍空調相關產業所面臨之挑戰。加上，冷凍空調相關產品對於人類生活之需求與重要性隨科技之演進與日俱增，此際亦帶動了冷凍空調新興市場之崛起，此股潮流勢必帶來龐大之商機。倘若業者無法及時對現況之環境保護趨勢有所因應，同時維護地球生態環境之平衡，並兼顧企業之永續經營發展，勢必將在政經環境與國際化潮流之壓力下，面臨競爭力衰退及遭受市場淘汰之可能。因此，面臨綠色環保潮流之壓力與冷凍空調產業龐大之市場商機下，加速開發具有發展潛力之新替代冷媒技術，係冷凍空調及家電相關產業當前之技術發展趨勢及重要之課題。為避免產業界盲目投入開發與採用新替代冷媒技術，導致錯誤投資，耗費大量人力與物資成本。因此，引發本研究探討新替代冷媒技術之未來發展趨勢的動機。

此外，磁氣冷凍材料係屬環保及省能源之創新材料，除了具備替代冷媒物質之特性外，亦具備商品化開發價值之潛力。此材料歷經無數之開發，最近甫經日本學者專家研發成功並舉證出具有商品化之實用價值。磁氣冷凍材料的出現不僅為環保替代冷媒開闢出另一新興技術，也為冷凍材料相關產業開創出新的紀元。然商品化產品之市場潛力迄今仍屬未知，因此引發本研究探究磁氣冷凍材料之市場發展趨勢之動機。

本研究主要分為二階段，茲將二階段之研究過程結果說明於後。

階段一之研究過程與結果：

階段一之目的係研擬影響新替代冷媒技術發展之因素指標，進而構建乙套預測新替代冷媒技術發展之層級架構，然在整個層級架構之擬定上，並無相關或類似之研究，因此本研究透過相關專業文獻之探討，同時在客觀環境的限制下與少數國內外相關專家學者進行訪談，針對決策問題之特性加以分析，界定本研究決策問題之範圍，並以日本、台灣地區之冷凍空調協會、冷凍空調產業、學術研究單位及環保相關單位等持有不同領域專業知識與豐富經驗之專家學者作為本研究之決策群體，利用腦力激盪法（Brainstorming, BS）研擬本研究預測新替代冷媒技術發展之評估層面及指標，確立本研究之層級架構後，運用層級分析法分析指標間之相對重要程度，並進行描述性統計分析，探討各個專家群體對指標之偏好結構與共識程度，最後，探討新替代冷媒技術之未來發展趨勢。

彙整歸納本研究實證分析之結果，反映出評估新替代冷媒技術之發展，以技術特性、生態保護、經濟效益與總體環境等四大層面為重點考量，共包含 26 項之評估指標。此階段主要以環保相關單位、學術研究單位、冷凍空調產業及冷凍空調協會等不同領域之專家學者為決策群體，根據本研究分析不同專業領域專家群體對於指標間之偏好結果與共識程度顯示，專家們對於新替代冷媒技術發展指標之看法均具一致性，然各專家群體對各指標之偏好排序雖稍有差異，唯皆認同健康不良性與毒性指標係影響新替代冷媒技術未來發展之最重要指標。上述之結果亦充分反映出技術或產品倘若對人體健康造成不良之影響，將致使消費者對該產品產生抗拒心理，為有效消弭消費者心中之疑慮，新替代冷媒技術未來發展之同時，唯有著重健康不良性與毒性等指標之雙重發展，係新替代冷媒技術未來商品化過程中之首要任務。

此外，此階段所構建乙套評估新替代冷媒技術發展之指標體系中，顯示新替代冷媒技術之未來發展必須兼顧技術特性、生態保護、經濟效益與總體環境等四大層面，其中以生態保護層面最為重要，顯示出於全球環境保護意識日益加溫下，生態保護層面係新替代冷技術未來發展之重要趨勢，其次為技術特性、經濟效益與總體環境；而指標間的相對重要性中，顯示新替代冷媒技術之未來發展，首先必需注重對健康之不良性與毒性指標，此二大指標係屬安全指標，新替代冷媒技術發展若無法達到此二指標之安全範圍，將無法被市場所接受。其次為臭氧層破壞潛力與全球暖化潛力，係屬環保指標，亦為全球環境保護團體於蒙特婁議定書與京都議定書所管制規範之二大指標。此外，產業法規限制新替代冷媒技術發展之程度排名第五，遠較其它指標來得重要，顯示產業法規可能遏止新替代冷媒技術之發展，因此，新替代冷媒技術之發展亦應依循產業法規之脈動，才能充分發揮新替代冷媒技術之市場潛力。

綜觀上述之結果，新替代冷媒技術未來之發展倘若能以技術特性、生態保護、經濟效益與總體環境等四層面為發展之基礎，並以各項重要性指標為未來發展之重心，充分發揮各項重要性指標之應有潛能，將使新替代冷媒技術能朝向多元化之發展，進而開發出更具替代性之創新環保冷媒技術，有效提升其未來市場優勢。

最後，針對階段一之結論，提出以下建議：

一、評估新替代冷媒之層級架構

過去文獻中，皆無針對新替代冷媒技術之發展，提出相關構面與準則之探討與分析研究。本研究僅利用相關文獻之探討，並與少數對冷媒具專業知識與豐富經驗

之專家學者，運用多準則評估方法之層級分析法構建評估新替代冷媒技術發展之層級結構，因此在層級結構之完備上或有不足之處，建議後續研究者能結合其它縱深橫廣面之研究方法，例如模糊層級分析法、模糊德菲層級分析法及灰關聯層級分析法等等，進行比較分析，並針對上述缺失進行改進，促使新替代冷媒技術發展指標體系更臻完備。

二、新替代冷媒之方案評估

後續專家學者可針對市場已開發成功之替代冷媒，參酌本研究所建構預測新替代冷媒技術發展之指標體系，進行替代冷媒之方案評估，提供業界篩選或擷取最具競爭優勢之新替代冷媒技術進行商品化，掌握及時上市時機，俾助企業之永續經營及未來發展。

三、新替代冷媒之開發

針對本研究之成果建議相關研發單位積極投入開發新替代冷媒時，能兼顧技術特性、生態保護、經濟效益與總體環境等四大層面，同時兼顧本研究所研擬之指標，使開發出之新替代冷媒技術更具市場之競爭力。

四、新替代冷媒之技術移轉

建議相關研發單位及產業進行冷媒技術移轉時，可參考本研究所構建之層級架構與指標相對重要程度，做為冷媒鑑價之參考依據。

階段二之研究過程與結果：

階段二係研究磁氣冷凍材料之未來市場潛力，探討影響磁氣冷凍材料未來市場潛力之關鍵因素的發展程度；再則探討磁氣冷凍材料於未來發展同時，材料特性、環境保護、社會法規等構面及其各項關鍵因素，是否影響磁氣冷凍材料發展潛力；並探討磁氣冷凍材料未來發展潛力於材料特性、環境保護及社會法規三大構面中，分別受哪些最具影響力之關鍵因素所影響；且探討材料特性、環境保護、社會法規等構面及磁氣冷凍材料發展潛力之間關聯性；最後探討不同領域及不同部門之學者專家，對於材料特性、環境保護及社會法規等構面之看法是否具顯著性差異。彙整歸納實證分析之結果，提出以下五點結論：

一、各項影響磁氣冷凍材料未來發展潛力之關鍵因素平均得分偏向高發展程度趨勢

研究發現各項影響磁氣冷凍材料未來發展前潛力之關鍵因素平均得分，皆呈現偏向高發展程度之趨勢。因此，為順應世界性環保潮流，未來於磁氣冷凍材料的應用發展上，必須兼顧材料特性、環境保護及社會法規等構面中各項關鍵之因素，除了加強磁氣冷凍材料特性之核心技術能力為主軸外，持續強調維持環境保護為方針，並依循社會法規制度為磁氣冷凍材料之政策性發展策略，方能充分發揮磁氣冷凍材料的開發優勢，進而提升未來磁氣冷凍材料商品化應用之市場潛力。

二、材料特性、環境保護、社會法規構面及各項關鍵因素對磁氣冷凍材料之未來發展潛力具顯著影響力

材料特性、環境保護、社會法規等構面及其各項關鍵因素，經單一樣本T檢定結果顯示材料特性構面、環境保護構面、社會法規構面及各項關鍵因素對磁氣冷凍材料之未來發展潛力具有顯著影響力。因此，材料特性、環境保護、社會法規等觀點，勢必成為磁氣冷凍材料未來發展之主軸，唯有持續強化材料特性、環境保護及社會法規等構面中各項關鍵要素，使磁氣冷凍材料朝向全方位之發展，將是拓展磁

氣冷凍材料未來發展潛力之重要參考方策。

三、磁氣冷凍材料發展過程中，分別影響材料特性、環境保護及社會法規等構面最具影響力之關鍵因素

材料特性、環境保護及社會法規等構面中各項關鍵要素，分別經逐步迴歸分析後，分析結果呈現出影響材料特性構面最具影響力之關鍵要素係「冷氣機效率比值」、「省能源特性」及「性能係數」等三項；影響環境保護構面最具影響力之關鍵要素係「全球暖化潛力」、「臭氧層破壞潛力」、「廢棄磁氣冷凍材料再利用特性」及「廢棄資源易處理特性」等四項；影響社會法規構面最具影響力之關鍵要素係「環認證制度」、「特定物質排放量及管理改善法」及「臭氧層保護法」等三項。因此，爾後磁氣冷凍材料於未來開發應用之同時，倘若能集中有限資源於強化或發展上述各項最具影響力之關鍵性因素，才能更迅速且更有效率地開拓磁氣冷凍材料之未來發展潛力，進而達成即時上市之目的。

四、材料特性、環境保護、社會法規構面及磁氣冷凍材料未來發展潛力間呈現顯著正相關

磁氣冷凍材料未來發展潛力、材料特性、環境保護及社會法規構面之間，經由相關分析後，結果顯示磁氣冷凍材料係屬於新環保替代冷媒，其優質之材料特性，不僅令地球之生態環境得以受到保護，並且能達成社會法規所期許之終極目標，因此，倘若能參酌國際社會法規之規範及政策，有效落實環境保護之理念，並以持續強化磁氣冷凍之材料特性，將是促使磁氣冷凍材料擴展其未來發展潛力之一有效途徑與方策。

五、不同領域及部門之學者專家間對於材料特性、環境保護及社會法規等構面之看法有所異同

不同領域及不同部門別之學者專家對材料特性、環境保護及社會法規等構面之看法，經由單因子變異數分析後，結果顯示各個不同部門別之學者專家的觀點誠屬一致，皆認同以塑造磁氣冷凍材料之優質材料特性為首要要務，合乎環境保護之要求，且達成國際社會法規所期許之目標及政策。

相對於不同部門別學者專家之分析結果，各個不同領域之學者專家對材料特性、環境保護及社會法規等構面之看法，則呈現存有些許之歧見，以環保單位與學術研究單位間的觀點較為雷同，且環保單位與學術研究單位對於材料特性、環境保護及社會法規等構面之重視程度皆大於產業界，推測其主要原因可能係環保單位與學術研究單位之研發經費較為充裕，大多來自國家型之專案補助，開創新材料之視野較具宏觀且易受世界潮流所驅使，除了考量磁氣冷凍材料之技術特性外，亦著重於生態保護與社會規範之均衡發展。反之，與產業界間之顯著差異，也許係產業界較偏重實務之應用導向，往往為了及時將新產品量產上市，遊走法律灰色地帶，爭取上市時機，而疏於維持及保護生態環境之考量。

爾後磁氣冷凍材料於未來商品化應用之發展，倘若能兼顧各方學者專家之專業知識，平衡其中歧見，磁氣冷凍材料之未來發展潛力將指日可待。

最後根據階段二之結論提出下列三點具體建議事項以供參考：

一、鑑於磁氣冷凍材料為一創新型替代冷媒之新材料，鮮為人們所熟知，因此，本文以探索性研究預測方式，作系統性之實證分析。期盼提供後續研究學者專家能有更大

視野空間，以不同之分析手法或不同之理論基礎，對磁氣冷凍材料之發展，作出更縱深橫廣面之研究，促使磁氣冷凍材料之未來發展更上一層樓造福社會。

- 二、往昔產業界為將新產品迅速推出上市，對冷媒物質之使用觀點較偏重於實務運用甚至遊走法規邊緣，鮮少均衡考量生態環境之維護，而磁氣冷凍材料係人類為彌補已遭破壞之生態環境下之開發產物，建議冷凍空調相關業者，於未來推動磁氣冷凍材料商品化應用發展之同時，除了考量整體冷凍之作動效率外，更需將環保性指標併入考量，才能更有效開創出新型之環保冷凍空調產品，以確保地球生態攸生不息。
- 三、未來磁氣冷凍材料商品化應用之發展，除了須兼顧各項重要之關鍵因素為發展之重心外，建議更須顧及平衡不同學者專家之間所擁有專業知識之異同處，方能有助於磁氣冷凍材料商品化之推動，並達成縮短商品化之開發期間，節約成本開銷，將企業資源作最有效益之運用。

發表著作

1. 蔣德煊，洪寶蓮，2004，5月，新替代冷媒技術發展趨勢之研究，大葉大學，第五屆電子化企業經營管理理論暨實務研討會。
2. 蔣德煊，洪寶蓮，鄭人維，2004，5月，磁氣冷凍材料市場發展趨勢之研究，大葉大學，第五屆電子化企業經營管理理論暨實務研討會。
3. 洪寶蓮，2004，新替代冷媒技術發展趨勢之研究，中華大學科技管理研究所碩士論文。
4. 鄭人維，2004，磁氣冷凍材料未來發展潛力之研究，中華大學科技管理研究所碩士論文。

參考文獻

1. 王茂榮（2001），「台灣區冷凍空調產品電子交易市集之規劃研究」，交通大學科技管理所碩士論文。
2. 方素惠（2003），「如何進行腦力激盪」，EMBA 文摘，第二百零七期，第 126-131 頁。
3. 牛頓雜誌（1994），「認識臭氧危機」，牛頓雜誌，第一百二十九期。
4. 李吉祥（1998），「日本臭氧層保護對策」，蒙特婁議定書資訊速報，第二十八期。
5. 吳漢雄，鄧聚龍，溫坤禮（1996），「灰色分析入門」，高立圖書公司。
6. 林隆儀譯（1982），J. Geoffrey Rawlinson 著，「創造性思考與腦力激盪法」，清華管理科學圖書中心，臺北市，第 1 版。
7. 胡耀祖（1998），「中華民國 CFC 與 HCFC 冷媒替代發展現況」，蒙特婁議定書資訊速報，第二十期。
8. 許守平（1998），「冷凍空調原理與工程」，台北：全華科技圖書股份有限公司。
9. 陳星豪（1996），「高速鐵路形式評估準則集方法之研究---模糊與灰色決策理論之應用」，成功大學交通管理學系碩士論文。
10. 陳詠林（1998），「臭氧層保護技術國際研討會摘要」，蒙特婁議定書資訊速報，第二十二期。
11. 陳光榮（2000），「建構台灣的國際綠色形象」，經濟情勢暨評論季刊，第六卷，第二期，<http://www.moea.gov.tw/~ecobook/season/8909/q6-2-a6.htm>。
12. 張慶暉（1997），「自然冷媒應用介紹」，蒙特婁議定書資訊速報，第十期。
13. 張紹勳（2001），「研究方法」，滄海書局。
14. 連錦杰（1982），「冷凍原理」，台北：五洲出版社。
15. 黃正忠（2001），「企業永續發展之國際現況與趨勢」，社團法人中華民國企業永續發展協會論壇。
16. 賀力行、林淑萍、蔡明春（2002），「統計學觀念、理論與方法」，前程圖書。
17. 楊平吉譯（1992），大貫章著，「腦力激盪法會議術」，臺華工商圖出版公司，臺北市，初版。
18. 楊孝榮、李明政、趙碧華（1993），「社會統計學」，黎明文化事業股份有限公司，台北市。
19. 楊斐喬（2003），「SNAP Program 替代品表列名單」，蒙特婁議定書資訊速報，第八十八期。
20. 廖建順譯（2002），「2002 年全球壓縮機市場趨勢分析—冷媒課題」，譯自 JARN“Trends of Room/Packaged Air Conditioners in the World”Serial No. 400-S, May 25, 2002, p. 33, 57, 58, 61-64, 66, 67，工研院能資所，冷凍空調&熱交換，第四十八期。
21. 劉中哲（2000），「氟冷媒（R-717）介紹」，蒙特婁議定書資訊速報，第四十九期。
22. 劉中哲（2001），「冷媒於冷凍空調系統之應用介紹」，HCFC 替代冷媒技術研討會，高雄：經濟部工業局主辦。

23. 鄧振源, 曾國雄 (1989), 「層級分析法(AHP)的內涵特性與應用」, 中國統計學報, 第二十七卷, 第六期, 第 13707-13786 頁。
24. 鄧振源 (2002), 「計畫評估—方法與應用」, 基隆: 海洋大學運籌規劃與管理中心。
25. 鄧聚龍 (1999), 「灰色系統理論與應用」, 台北: 高立圖書有限公司。
26. 蔡勳雄、喻南華、郭博堯 (2001), 「全球臭氧層保護趨勢及我國管制措施建議」, 國政研究報告, 財團法人國家政策研究基金會, <http://www.npf.org.tw/PUBLICATION/SD/090/SD-R-090-042.htm>
27. 賴晏苓 (1996), 「SNAP program 替代品表列名單(一)—冷媒(上)」, 蒙特婁議定書資訊速報, 第三期。
28. 聯合報 (2002), 「台灣沈淪的速度比地球快」, 2002 年 8 月 27 日, 第 2 版。
29. 王鑫 (1999), 「地球環境教育與永續發展教育」, 環境教育季刊, 第 37 期, 第 87-103 頁。
30. 邢浩然 (2001), 「英國因應京都議定書之國家預測報告書」, 工業污染防治報導, 第 135 期。
31. 吳仁彰 (1993), 「氟氯碳化物的消除」, 科學月刊, 第 285 期。
32. 林振源、顏貽乙 (1998), 「HC 冷媒特性與應用情形」, 中國冷凍空調雜誌, 第 38 期。
33. 柳中明、劉銘龍 (1997), 「全球變遷對我國之衝擊評析與因應建言」, 全球變遷通訊, 第十四期, 第 9-22 頁。
34. 張鈺炯 (1998), 「CO₂ 自然冷媒的應用發展現況」, 中國冷凍空調雜誌, 第 38 期。
35. 張紹勳、林秀娟 (1995), 「spss for windows 統計分析上、下冊」, 松崗電腦圖書。
36. 陳順宇 (2000), 「迴歸分析」, 華泰書局。
37. 陳詠林 (2002), 「臭氧層保護技術國際研討會摘要」, 蒙特婁議定書資訊速報, 第 22 期。
38. 陳秋齡 (1992), 「CFC 冷媒替代技術特性」, 冷凍空調技術雙月刊, 第 43 期, 第 46-48 頁。
39. 陳雄文 (1990), 「我國因應氣候變化綱要公約策略與展望」, 工業污染防治季刊, 第 73 期。
40. 國政基金會永續發展組 (1990), 「氣候變化綱要公約第六次締約國大會概況摘要報告」, 國政基金會。
41. 喻南華 (2001), 「HCFC 化學品管制現況及我國用量分析」, HCFC 替代冷媒技術研討會, 經濟部工業局, 高雄。
42. 劉中哲 (2001), 「歐美超市冷凍設備冷媒替代趨勢」, 工研院能源與資源研究所出版。
43. 賴晏苓 (1999), 「蒙特婁議定書最新管制動態」, 工業污染防治報導, 第 117 期。
44. 蘇金佳 (1995), 「冷凍與空調」, 國立編譯館。
45. 顧洋 (1996), 「國內產業面臨 ISO14000 環境管理標準之因應策略」, 工業污染防治報導, 第 60 期。
46. ASHRAE (2001), "Contents-2001 Fundamentals Basic Materials-Refrigerants", ASHRAE.
47. Barreau M. and J. Blanc (1999), "Present European environmentally friendly CFC & HCFC substitutes for refrigeration and air condition applications," The Twentieth International Congress of Refrigeration. Sydney.
48. Brandt E. (1993), "The Eradication of CFCs", Chemical Engineering, Vol.100, No.2, pp. 25-26.
49. Buckley, J. J. (1985), "Fchical uzzy Hierarchical Analysis", Fuzzy Sets and Systems, Vol. 17, No. 3, pp. 233-247.
50. European Chemical News (1991), "HCFC-123 Tox-Test Results Could Delay CFC Phase-out", European Chemical News.
51. Fujita, A., S. Fujieda, K. Fukamichi, Y. Yamazaki, and Y. Iijima (2002), "Itinerant-electron metamagnetic transition and large magnetocaloric effects in La (FexSi1-x) 13Hy compounds", Grant-Aid for science research.
52. Keeney, R. and H. Raiffa (1976), Decision with Multiple Objectives: Preference and Value Tradeoffs, Wiley and Sons, New York.
53. MacCrimmon, K. R.(1969), Improving the System Design and Evaluation Process by the Use of Trade-off Information: An Application to Northeast Corridor Transportation Planning, RM-5877-Dot, The Rand Corporation, Santa Cal.
54. Nunnally, J. (1978), Psychometric Theory, New York: McGraw-Hill.
55. Saaty, T. L. (1980), The Analytic Hierarchy Process: planning, priority setting, resource allocation, New York: McGraw-Hill,.
56. Walpole, R. E., R. H. Myers, and S. L. Myers (1998), Probability and Statistics, 6th ed., New Jersey: Prentice Hall International Editions.
57. <http://refrigerant.itri.org.tw/>
58. Berry, M. A. and D. A. Rondinelli (1998), "Proactive corporate environmental management: a new industrial revolution," Academy of Management Executive, Vol. 12, No. 2, pp.38-50.
59. Bredesen, A. M., K. Aflekt, J. Pettersen, A. Hafner, P. Neksa, and G. Skaugen (1998), "Studies on CO₂ Heat Exchanger and Heat Transfer", The CO₂ Technologies in Refrigeration, Heat Pump, and air-Conditioning Systems Conference, Norway, pp. 13-14.

60. Cooper, D. R. and C.W. Emory (1995), Business research methods 5th ed., New York: The Free Press.
61. Pande, M., Y. H. Hwang, J. Judge, and R. Radermacher (1996), "An Experimental Evaluation of Flammable and Non-Flammable High Pressure HFC Replacements for R-22", Proceedings of 1996 International Refrigeration Conference. Purdue, pp. 21-27
62. Pinsonneault, A. and K. L. Kraemer (1993), "Survey research methodology in management information system: An assessment", Journal of Management Information System, Vol. 2, pp.75-105.
63. Peter, B., M. Klaus, and L. Dirk (1996), Hydrocarbon Technology, Germany: German Organization for Technical Collaboration.
64. Peter, S. (1996), Refrigerants on the Market for R-22 Substitution, Germany: EFCTC.
65. Powell, R. L. (2002), "CFC phase-out: have we met the challenge", Journal of Fluorine Chemistry, Vol. 114, pp.237-250.
66. Rice, C. K. and D. T. Chen (2000), "Simulation Models of CO2 Transcritical and Conventional Vapor Compression Cycles for Analysis of Refrigerator/Freezer Application", Oak Ridge National Laboratory Final Report.
67. Powell, R. L. (1997), "HFCs influence our health", The Lancet Journal, Vol. 350, No. 9077, pp.556-559
68. UNEP (2002), "The Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer", The 6th meeting of the Conference of the Parties to the Vienna Convention and the 14th Meeting of the Parties to the Montreal Protocol, Montreal.
69. Zurer, P. S. (1993), "Looming Ban on Production of CFCs, Halons Switch to Substitutes", Chemical and Engineering News, Vol. 71, No. 46, pp.12-18.
70. 三浦登、石川義和 (1985), 磁性物理学とその応用, 東京都: 裳華房株式会社。
71. 三浦登 (1991), 磁気と物質, 東京都: 産業図書株式会社。
72. 日刊工業新聞 (2002), 高性能磁性体を開発, 平成 14 年 8 月 20 日, Business & Technology。
73. 日経産業新聞 (2002), 常温『磁気冷凍』新素材を開発, 平成 14 年 8 月 16 日, Business & Technology。
74. 河北新報 (2002), 『磁気』で冷凍高性能新素材, 平成 14 年 8 月 14 日。
75. 深道和明、藤田麻哉 (2002), 磁気冷凍の最近の状況, 東北大学大学院工学研究科, 材料物性学専攻。
76. 溝口正、白鳥紀一 (1986), 固体の磁気的性質, 東京都: 丸善株式会社。
77. 橋本巍洲 (1982), 高温磁気冷凍研究の最近の動向, 低温工学, 第 16 卷, 第 3 号, 第 118 頁。
78. 橋本巍洲、椎野正寿 (1982), 断熱消磁法の冷凍への応用, 日本物理学会誌, 第 36 卷, 第 12 号, 第 876 頁。
79. 橋本巍洲 (1982), 磁気冷凍実用化の力ギ握る磁性体, 日経メカニカル, 第 86 頁。

計畫成果自評

本研究計畫之執行與原計畫稍有差異，於計畫進行中針對可能之困難點，以更周延之研究過程達到本研究進行之目的。

本研究利用相關文獻之探討，並與少數對冷媒具專業知識與豐富經驗之專家學者，運用多準則評估方法之層級分析法構建評估新替代冷媒技術發展之層級結構，相關研發單位積極投入開發新替代冷媒，或是後續專家學者可針對市場已開發成功之替代冷媒如磁氣冷凍材料，參酌本研究所建構預測新替代冷媒技術發展之指標體系，進行替代冷媒之方案評估，提供業界篩選或擷取最具競爭優勢之新替代冷媒技術進行商品化，掌握及時上市時機，俾助企業之永續經營及未來發展。

可供推廣之研發成果資料表

 可申請專利

 可技術移轉

日期：93年10月31日

國科會補助計畫	計畫名稱：由材料創新與市場趨勢探討磁氣冷凍材料之未來發展 計畫主持人：蔣德煊 計畫編號：NSC 92-2213-E-216-002 學門領域：EG 工業工程
技術/創作名稱	磁氣冷凍材料之未來發展
發明人/創作人	蔣德煊
技術說明	中文： 往昔產業界為將新產品迅速推出上市，對冷媒物質之使用觀點較偏重於實務運用甚至遊走法規邊緣，鮮少均衡考量生態環境之維護，而磁氣冷凍材料係人類為彌補已遭破壞之生態環境下之開發產物，建議冷凍空調相關業者，於未來推動磁氣冷凍材料商品化應用發展之同時，除了須兼顧本研究所提出各項重要之關鍵因素為發展之重心外，建議更須顧及平衡不同學者專家之間所擁有專業知識之異同處，方能有助於磁氣冷凍材料商品化之推動，並達成縮短商品化之開發期間，節約成本開銷，將企業資源作最有效益之運用。
可利用之產業及可開發之產品	本研究針對磁氣冷凍材料為主題，研究發現磁氣冷凍材料具高發展潛力，因此相關冷凍空調產業可以磁氣冷凍材料為主題研究，開發相關冷凍空調產品，達到創新與環保之目的，提昇產業競爭力。
技術特點	本研究係屬調查研究，針對磁氣冷凍材料之市場發展潛力進行探討。
推廣及運用的價值	於環保趨勢下，過去冷凍空調產品中所使用之冷媒皆對環境造成相當程度之威脅，透過本研究發現磁氣冷凍材料確實有其商品化之價值，因此建議相關冷凍空調產業可針對此創新材料進行商品化之開發研究。

1. 每項研發成果請填寫一式二份，一份隨成果報告送繳本會，一份送 貴單位研發成果推廣單位（如技術移轉中心）。
2. 本項研發成果若尚未申請專利，請勿揭露可申請專利之主要內容。
3. 本表若不敷使用，請自行影印使用。