臺大管理論叢 2008/12
第19卷 第1期 187-212

委外保固契約下維修代理商服務時間之最適化研究

Service Time Optimization Model for Outsourcing Warranty Repair

陳彥年／東南科技大學企業管理系副教授
Yen-Nien Chen, Associate Professor, Department of Business Administration, TungNan University

蔣明晃／國立臺灣大學商學研究所教授
David M. Chiang, Professor, Graduate Institute of Business Administration, National Taiwan University

Received 2007/4, Final revision received 2007/7

摘要

本研究在考量維修代理商有利可圖情況下，探討品牌商主導情形下維修代理商以品牌商所定的最高可接受維修服務時間與最低可接受服務水準為準據，制定最佳的維修服務時間，並透過模式求解，輔以敏感度分析來瞭解服務水準協議中重要參數改變對於最佳維修服務時間與利潤之影響。

研究結果顯示：(1) 若品牌商制定的最高可接受維修服務時間大於最佳維修服務時間，則維修代理商會重新擬定最佳維修服務時間以使本身利潤最大化；(2) 若品牌商願意用相對較高的獎勵措施來鼓勵維修代理商縮短其維修服務時間，且品牌商要求最低可接受服務水準較寬鬆的話，則維修代理商的最佳維修服務時間會愈短，利潤會愈高；(3) 在商品失效率和維修服務率同時變化且相等時，兩者與利潤呈正向關係，但對最佳維修服務時間決策沒有顯著影響。

【關鍵字】售後維修服務、服務水準協議、非線性規劃

Abstract

This study intends to derive an optimal repair service time under these constraints of maximum acceptable repair service time and minimum acceptable repair service level set by branders when branders have strongly bargaining power. Finally, the sensitivity analysis of parameters on optimal repair service time and corresponding profit are also performed.

Our results show that (1) service providers need to reset maximal acceptable repair service time of customers to maximize its profit if repair service time constraint set by branders is longer than optimal repair service time. (2) optimal repair service time of service providers is shorter and profit is higher if the minimum acceptable repair service level set by branders is looser given that the brander provides incentive mechanism to encourage service providers to shorten its repair service time. (3) when failure rate and repair service rate are the same, both will be positively correlated to profit, but no significant implication is explored between both rates and optimal repair service time.

【Keywords】post-sale service, service level agreement, nonlinear programming

臺灣大學學術期刊資料庫

壹、緒論

在消費者意識覺醒、品牌商 (或製造商) 之間高度競爭和技術快速被複製的環境下，以銷售商品獲取長期高額利潤情形已愈來愈困難，因此，品牌商必須運用差異化方式來增加利潤，例如，售後服務 (Murthy, Solem, & Roren, 2004)。隨著售後服務受到品牌商與消費者的重視，使得不良品退換貨服務、新品換貨服務、快速送達服務、維修服務、廢棄品回收服務和再生服務等逆向物流活動更形重要，其中尤以維修服務是品牌商勝出關鍵的重要活動之一 (Amini, Retzlaff-Roberts, & Bienstock, 2005; 高余杰，2006)。品牌商在提供維修服務予消費者時，為了提升維修服務品質的一致性與降低成本支出，近期則發展為委外至第三方維修代理商 (服務提供者) 負責，以使自己專注於本身的核心競爭能力上。

品牌商決定將維修服務委外時，為了確保維修代理商能提供高度服務水準、允諾服務成本節省和建立長期合作關係，會與其簽定維修服務契約 (實務現況大多為服務水準協議)，且於契約內容中載明財務獎勵與懲罰、最低可接受服務水準、最高可接受維修服務時間、合理的維修服務價格、保障維修代理商微薄利潤、與商品保固年限，例如，美國電子公用事業在服務水準協議中，明定服務提供者必須在十分鐘內處理好要求的比率至少 90% 以上 (Bahl, 2004)，另外，美林在服務水準協議中詳述不同服務水準的績效獎金和賠償金 (Johnson, 2006)。在如此的維修服務契約內容下，維修代理商除了必須努力提升服務水準使獎勵金額增加、懲罰金額降低，進而增加本身的利潤，亦必須達到品牌商要求的最低可接受服務水準，以獲得持續地提供維修服務之機會。

目前在企業實務應用上，品牌商與維修代理商在簽定服務水準協議時，常見的方式是品牌商擬定服務水準協議內容，再以此內容規範要求維修代理商達成。因此，維修代理商在面臨此種服務水準協議內容規範下，如何才能使本身利潤最大化已成為當前研究的重要課題。以國內手機市場為例，聯強國際首推「大哥大兩年保固」，使其站穩通訊商品第一大代理商的地位，促使其他代理商 (神腦通訊、東訊公司) 跟進「兩年保固」政策，這樣的「兩年保固」逐漸成為手機保固之基本要求，因此，接著聯強國際提出「30 分鐘快速完修」的方案，希望與其他代理商有所區隔，以形成新的競爭優勢來源。從這樣的例子得知，維修代理商可在符合服務水準協議內容規範下發展延伸商品保固年限與縮短維修服務時間等兩種策略，以使本身利潤最大化。由於延伸商品保固年限已成為基本要求，所以現今維修代理商最迫切的一個重要課題是在符合服務水準協議內容規範下如何制定最佳的維修服務時間，以使維修服務時間成為新的競爭優勢來源。

維修代理商除了從制定最佳維修服務時間提升企業績效外，也可從降低維修服務成本著手，亦即考量使用何種維修服務策略進行失效商品維修服務，目前學術上常

臺灣大學學術期刊資料庫

探討的維修服務策略多為小修策略 (Nguyen & Murthy, 1984; Jack & Murthy, 2004)、置換與小修混合策略 (Biedenweg, 1981; Nguyen & Murthy, 1986; Jack & Van der Duyn Schouten, 2000; Jack & Murthy, 2001; Sheu & Yu, 2005)、小修與大修混合策略 (Jack & Murthy, 2004) 等，且過去關於維修服務策略文獻探討大多偏重於製造商本身負責失效商品維修服務之相關議題，例如，製造商期望保固成本、保固時間、小修次數，但卻很少探討委外保固維修契約下品牌商與維修代理商兩者間互動之相關議題。另外，目前企業實務現況的委外保固維修服務下維修代理商多以小修維修服務策略、置換與小修混合維修服務策略為主，其中又以小修策略最常見，因此，本研究擬探討委外保固契約下維修代理商採用小修維修服務策略進行失效商品維修服務之議題。

綜合前述，本研究目的在於探討品牌商主導情形下維修代理商應以品牌商在服務水準協議內容中所制定的最高可接受維修服務時間與最低可接受服務水準為準據，以小修維修服務策略為基礎擬定最佳維修服務時間來進行失效商品維修服務，以使本身利潤最大化。並希望透過敏感度分析來瞭解服務水準協議中重要參數 (如最低可接受服務水準、商品失效率和維修服務率) 改變對於最佳維修服務時間與利潤之影響。基此，本研究將先描述委外保固維修、服務水準協議、維修服務策略、維修服務水準、維修服務時間與小修理論之相關文獻，接著說明品牌商主導情形下維修代理商維修服務時間模式構建過程與求解、情境模擬與敏感度分析，最後提出本研究結論、建議與未來研究方向。

貳、文獻探討

以下文獻探討將分成五部份說明，第一部份描述委外保固維修相關文獻，第二部份敘述服務水準協議、服務水準與服務時間相關文獻，第三部份描述與整理以往文獻所提及的維修服務策略，第四部份則提及本研究所使用的小修理論，最後在文獻小結部份中提出本研究與其他相關議題或領域差異之處。

一、委外保固維修

目前委外相關文獻提及的主要內容為委外的定義 (Browne & Allen, 2001; Hong, Chin, & Liu, 2004)、委外活動內容 (Quinn, 2000; Vaidyanathan, 2005)、為何委外的理由 (Leahy, Murphy, & Poist, 1995; Quinn, 2000)、委外的評估準則 (Menon, McGinnis, & Ackerman, 1998) 與成功關鍵因素 (Lynch, 2004)。至於保固文獻則大多環繞於保固政策 (Blischke & Murthy, 1994)、保固成本 (Nguyen & Murthy, 1984)、保固時間與商品售價 (Clickman & Berger, 1976) 與修理成本 (Karmarkar, 1978)。在維修上文獻常提及的內容為維修的定義、維修在不同狀況下的最佳化模式、維修技術、維修排程、維修績效評估 (Neely, 1999)，以及維修資訊系統與維修政策等 (Garg & Deshmukh, 2006)。此三類

臺灣大學學術期刊資料庫

文獻研究雖然相當地多，但多偏向個別單項的研究，對於結合兩類之文獻研究則較少，Murthy 與 Asgharizadeh (1999) 首先利用競賽理論模式決定委外代理人最佳的價格結構、服務顧客數與服務通路數，Martin (1997) 從產業觀點討論委外維修不同的研究議題，諸如選擇適宜的維修合約、決定合約者能力、合約投資組合管理、與設計合約者的維修功能等議題，並且具體指出在研究這些議題時，不同學科 (例如，管理會計、作業管理、電腦科學、社會科學)的內容是可相互結合運用的。至於結合三類的研究文獻 (即委外保固維修) 則非常稀少。

目前委外保固維修研究議題大多從委外者 (品牌商或製造商) 角度探討之。Buczkowski、Hartmann 與 Kulkarni (2005) 探討委外情境下具優先權之保固維修，此優先權是商品項目具有較高的持有成本優先維修，而委外者必須支付予服務提供者必要的持有成本。Opp、Adan、Kulkarni 與 Swaminathan (2003) 從製造商觀點探討委外保固維修在靜態配置下，如何將維修服務需求分派予不同的維修商，以使商譽成本與維修成本之總維修服務成本達到最小化，此處的靜態配置係指製造商於保固期開始之前預先決定某固定數量商品維修指派予某第三方維修商，研究結果顯示製造商應該將維修服務需求配置予產能最大維修商，並依序配置之。Opp、Glazebrook 與 Kulkarni (2005) 進一步探討動態配置 (製造商依據不同維修商的產能現況，決定由哪個維修商提供維修服務) 情境，研究結果獲得動態配置較靜態配置在總維修服務成本具有顯著的減少。

二、服務水準協議

服務水準協議在目前企業的應用上多數均屬委外服務契約，只有少數是針對企業內部 (Oblicore, 2004)，而品牌商或製造商決定委外維修時，會與維修代理商簽定維修服務契約，此契約一般為服務水準協議。而一份良好設計與執行的服務水準協議是有助於加強企業夥伴關係，因為它可使服務供應者與提供者皆蒙其利，可惜的是到目前為止，有關服務水準協議相關的研究文獻仍偏少，Beaumont (2006) 提出服務水準協議的研究方法論、分類、與提供服務、服務報償、績效目標和衡量績效方法、懲罰與獎勵計算等之定義，其中懲罰計算分成兩部份：(1) 二元元素 (Binary Element)，即服務績效若低於 99% 則會懲罰；(2) 線性元素 (Linear Element) 或非線性元素 (Nonlinear Element)，即懲罰金額會隨著低於績效 (Under Performance) 呈線性或非線性的增加，另外，獎勵金額計算在概念上亦同於懲罰金額，Johnson (2005) 提出成功執行服務水準協議的關鍵性十大步驟，Yallof 與 Morgan (2003)則提出完整的服務水準協議內容 (清楚地定義服務期望、詳述績效衡量方式、未符合服務期望的財務懲罰和超越服務期望的財務獎勵、詳細陳述服務範圍和價格、建立持續品質改善目標)，這些研究對服務水準協議的設計與執行，以及往後有關於服務水準協議的學術研究者皆

臺灣大學圖書館 博碩士論文

有所助益。

由於服務水準協議設計與實行目的是為了使消費者、品牌商與維修代理商在服務過程中分別獲得滿意、聲譽與利潤，所以服務水準協議內容中對於服務水準定義的明確性就顯得特別重要。目前來說，服務水準的定義是隨著產業特性與 (或) 研究領域不同而有所差異，Sobel (2004)、Bashyam 與 Fu (1998) 皆認為服務水準是手中庫存滿足需求的比率，此觀點是從存貨數量角度定義服務水準；另外，也有從服務時間角度定義服務水準，例如，聯強國際「手機 30 分鐘快速完修」、震旦通訊「現場及時維修服務」、與美國電子公用事業「十分鐘內處理好」等，而服務時間的範疇或種類，文獻上常提及的是交貨時間、維修時間 (Repair Time 或 Maintenance Time)、回應時間、作業時間，甚至涵蓋等候時間，所以服務提供者必須將服務時間範疇事先告知顧客，以免造成認知上差異而影響顧客服務水準的評估。

三、維修服務策略

目前有關維修服務策略之文獻，探討主要維修服務策略包括有小修策略、置換與小修混合策略、小修與大修混合策略等。所謂置換與小修混合策略是商品剛購買的一段時間內，任何失效皆以置換一個新的處理，而其餘的保固時間內，失效皆以小修處理之 (Biedenweg, 1981; Nguyen & Murthy, 1986; Jack & Van der Duyn Schouten, 2000; Sheu & Yu, 2005)。小修策略則是只要商品在保固期間內失效，皆以小修處理之 (Nguyen & Murthy, 1984; Jack & Murthy, 2004)。而小修與大修混合策略則表示商品在保固期間內，第次之前失效均以小修處理，等到第次失效則以大修 (Overhaul) 處理，大修之後的失效皆以小修處理之 (Jack & Murthy, 2004)。Jack 與 Murthy (2001) 提出另一種形式的置換與小修混合策略，將維修服務方式依保固時間區分為三個部份：第一部份採用小修，第二部份最多採用一次置換，其餘小修，第三部份則採用小修。而維修服務策略的應用在於降低保固成本與增加顧客的滿意度，Jack 與 Murthy (2004) 提出製造商可運用小修策略、小修與大修混合策略增加顧客滿意度，且利用一些解法獲得上述維修服務策略之最佳參數。

四、小修理論

小修理論最初由 Barlow 與 Hunter (1960) 提出，他們假設商品修理後的失效率和未故障前的失效率相同，一般適用於多元件商品的修理。而小修特性為一個非齊次卜松過程 (Nakagawa & Kowada, 1983)，且可分解成有限個獨立非齊次卜松過程 (Block, Borges, & Savits, 1988)。而商品期望小修次數為 $E\left[N(t)\right] = \int_0^t r(s)\,ds = -\ln \bar{F}(t)$，$N(t)$ 為時間 $[0,t]$ 的商品失效次數，$r(s)$ 為失效率，$\bar{F}(t) = 1 - F(t)$，$F(t)$ 為失效時間的累積

臺灣大學學術期刊資料庫

分配函數。

五、文獻小結

從上述文獻回顧得知，雖然委外維修市場規模的日益擴大，但委外保固維修服務水準協議之相關議題研究仍少，所以本研究擬以此為研究方向探討這類的議題。根據 Blumberg (1999) 的調查顯示通訊商品的維修服務高達 2,201 百萬美元，且預測 2000 年之後的成長率逐年可達 23.2%。此外，通訊商品在國內外維修環境中，消費者關切的是商品失效且送至維修服務中心後，需要多久時間才能修復且可正常使用，而品牌商關切的是維修代理商所提供服務水準和支付予維修代理商的成本，至於維修代理商關切的是利潤與持續地提供服務之機會 (Misra, 2004)。所以本研究擬以手機為研究對象，探討在委外保固維修環境、維修代理商面對品牌商主導情境下維修服務時間最佳化之議題，此研究議題與以往相關研究議題有何差異之處，見表 1。

表 1 本研究議題與以往相關研究議題差異之處

作者年代	研究對象	研究目的	研究方法
Hill、Hays 與 Naveh (2000)	製造商或配銷商	決定最佳交貨時間保證，以使本身每期期望利潤最大化。	無限制式的非線性規劃期望利潤模式。
Opp et al. (2003)	製造商	在靜態配置下，如何將維修服務需求分派於不同維修商，使商譽成本與維修成本之總維修服務成本達到最小化。	有限母體等候系統之具有限制式的整數規劃期望成本模式。
Opp et al. (2005)	製造商	動態配置是否較靜態配置在總維修服務成本較低。	無限制式的長期平均成本模式，使用動態規劃政策改善與懷特的 Restless Bandit 方法模擬之。
本研究	維修代理商	維修代理商面對品牌商主導情形下如何制定最佳維修服務時間以使本身期望利潤最大化，且分析服務水準協議中重要參數改變對於最佳維修服務時間與利潤之影響。	具有限制式的非線性規劃期望利潤模式與敏感度分析方法。

參、品牌商主導情形下維修代理商之小修維修服務策略

一、問題描述

目前台灣通訊商品手機在銷售予消費者時，皆會提供免費維修服務的保固契約，因此，消費者在購買商品後，一旦發生失效 (例如功能失效) 狀況時，可按照保固契約條件向品牌商要求免費維修服務。現行的保固維修服務體系之運作，大多是由品牌商委託專業維修商或代理商之維修部門進行服務，少數是由品牌商本身設立維修服

臺灣大學學術期刊資料庫

務站負責維修服務，例如諾基亞在台北、高雄和台中等地設立行動電話館，提供消費者該品牌手機產品維修服務。由於現行實務情況之維修服務大多委外，所以本研究將針對品牌商委託維修代理商部份進行探討，而品牌商自營維修服務中心之情形，則不在本研究的研究範圍之內。見圖1 之現今通訊產業手機商品維修服務模式。

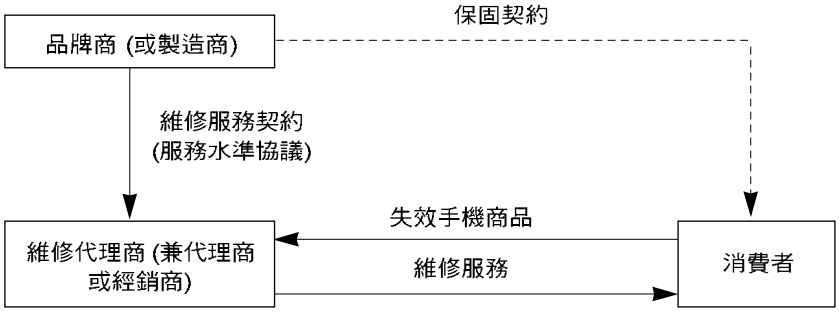


圖 1 現今通訊產業手機商品維修服務模式

現今品牌商 (例如，三星、新力、易利信) 委外維修代理商 (例如，聯強、神腦、東訊、矽魁) 進行維修服務時，手機商品的委外維修大多由品牌商先行擬定服務水準協議內容 (例如，維修服務時間、維修服務水準、獎勵措施等)，再以此內容要求維修代理商達成，此為品牌商主導之情境。目前維修代理商在實行維修服務時，皆以品牌商所規定的維修服務時間為準據，制定維修服務時間，但是這樣的作法對於本身一定最有利嗎？亦即是否有其他作法 (例如，重新制定維修服務時間) 可使維修代理商更加有利？此為第一個研究問題。至於本研究的第二個研究問題，在於分析服務水準協議中重要參數改變對於維修代理商的最佳維修服務時間與利潤有何影響？

二、模式構建與求解

為了回答上述的兩個研究問題，所以本研究擬建構模式並進行求解，以提供這些研究問題的答案，因此，本研究假設以企業最常見之維修服務策略--小修策略為唯一策略來構建模式與求解。茲將本研究的情境說明如下：

由於本研究探討的是品牌商主導的情境，所以有關維修服務時間制定是由品牌商先行制定 (此為階段一)，再由維修代理商制定 (此為階段二)。但品牌商與維修代理商又是如何制定呢？品牌商會依據市場上相同商品的競爭品牌與顧客最高可接受維修服務時間為基準制定維修服務時間，而維修代理商會以滿足品牌商要求的最低可接受服務水準與品牌商制定的最高可接受維修服務時間之兩大限制 (此為本模式的限制式) 下，擬定最佳的維修服務時間 (此為本模式的決策變數)，以使本身利潤最大化 (此為本模式的目標函數)，如表 2。

臺灣大學學術期刊資料庫

表 2 本研究所提品牌商主導情境下小修策略之維修服務模式

模式			
決策變數	維修服務時間，t_m		
維修服務策略	小修策略，即時間 $[0,T]$ 皆採取小修，T 為品牌商設定之保固時間		
維修服務時間制定方式 (兩階段制定維修服務時間)	階段一 (品牌商制定維修服務時間)	1. 品牌商依據顧客最高可接受維修服務時間制定維修服務時間 2. 品牌商制定最低可接受服務水準 3. 品牌商制定獎勵措施	
	階段二 (維修代理商制定維修服務時間)	目標函數	極大化維修代理商期望利潤
		限制式	1. 維修代理商的期望服務水準 $\geq$ 品牌商要求的最低可接受服務水準 2. 維修代理商制定維修服務時間 $\leq$ 品牌商制定最高可接受維修服務時間

(一) 一般化模式建構過程

由於本研究的情境為品牌商主導情形，因此，品牌商會在服務水準協議內容中制定最高可接受維修服務時間 (t_b)、最低可接受服務水準 ($S_{\min}$)、每次維修服務價格 (p_a)、高於最低可接受服務水準之獎勵金額 I_s (t_m)、每次維修服務不滿意的商譽懲罰成本 (c_p)、與商品的保固時間 (T)。而維修代理商會依據品牌商提供的服務水準協議內容來制定最佳維修服務時間 (t_m^*) 與每次維修服務成本 (c_r) 來進行失效商品維修服務，以使本身利潤最大化。基於上面情境與實務的運作，因此，本研究的基本假設為：(1) 維修服務滿意或不滿意與商品保固時間內失效次數的關係為相互獨立，(2) 品牌商所提供的獎勵措施為鼓勵維修代理商縮短其維修服務時間以獲取更高的獎勵金額，所以假設獎勵金額隨著維修服務時間縮短而提高，(3) 維修代理商在進行失效商品維修服務時，不考慮到產能因素，(4) 高於最低可接受服務水準與獎勵金額間為線性關係 (Beaumont, 2006)，(5) 每次維修服務價格、最低可接受服務水準與最高可接受維修服務時間為固定數值。

基此，維修代理商在實行手機商品維修服務時，收入來源為維修服務收入與高於最低可接受服務水準的績效獎金，而支付成本為維修服務成本與維修服務不滿意的商譽懲罰成本。維修服務收入是手機商品在保固期間內期望的失效次數和每次維修服務價格相乘之值 (式 1)，其中式 1 的 N (T) 為商品在保固時間內失效次數。高於最低可接受服務水準的績效獎金是以高於最低可接受服務水準的百分比與每百分之一的獎勵金額相乘之值 (式 2)。維修服務成本是手機商品在保固期間內期望的失效次數和每次維修服務成本相乘之值 (式 3)，而有關維修服務不滿意的商譽懲罰成本之條款設置

逢甲大學學術期刊資料庫

則需要更加嚴格，因為一次的維修失敗，輕者只損失一位顧客，重者則損失商譽，所以本研究對於此懲罰成本的計算是以期望的不滿意次數乘以每次維修服務不滿意的商譽懲罰成本而得 (式 4)，其中式 4 的指標隨機變數 (Indicator Random Variable) U_i 為商品第 i 次失效下的維修服務滿意或不滿意，如果維修服務滿意設為 0，不滿意設為 1。結合上述的式 1、式 2、式 3 與式 4，可獲得維修代理商的期望利潤為式 5。

$$\underbrace{E[N(T)]\times p_a}_{(1)}+\underbrace{(E[S]-S_{\min})\times I_s(t_m)}_{(2)}-\underbrace{E[N(T)]\times c_r}_{(3)}-\underbrace{E\left[\sum_{i=1}^{N(T)}U_i\right]\times c_p}_{(4)} \tag{5}$$

從式 5 與表 2 的限制式，可整理成一般化的數學模式，如下所示。

$$\begin{aligned} Max\quad & E[N(T)]\times p_a+(E[S]-S_{\min})\times I_s(t_m)-E[N(T)]\times c_r-E\left[\sum_{i=1}^{N(T)}U_i\right]\times c_p \\ \text{s. t.}\quad & \\ & E[S]\geq S_{\min} \\ & 0\leq t_m\leq t_b \end{aligned} \tag{6}$$

上述的一般化數學模式中的期望失效次數、期望服務水準和期望不滿意次數可進一步透過下列方式推導。首先，依據 Barlow 與 Hunter (1960) 提出失效商品採用小修策略進行維修服務時，時間 t 內的期望小修次數為 $E[N(t)]=-1n\,\bar{F}(t)$，其中 $\bar{F}(t)=1-F(t)$，$F(t)$ 為時間 t 的失效累積分配函數，所以可以得出商品在保固時間內的期望小修次數為 $E[N(T)]=-1n\,\bar{F}(T)$。

其次，在文獻探討中曾經提到服務水準可從服務時間與存貨數量角度來定義，因為委外維修環境的消費者或品牌商較重視是維修服務時間，所以本研究是以維修服務時間來定義服務水準，其定義為 $S=1-\dfrac{\sum_{i=1}^{N(T)}U_i}{N(T)}$，另外，因為商品在未來保固期間內失效次數具不確定性且為間斷隨機變數，所以本研究在服務水準的訂定上採用長期平均 (期望) 的方式，此乃引用 Bashyam 與 Fu (1998) 與 Choi (2003) 長期平均服務水準訂定方式之概念。且本研究進一步合理假設 U_i 與 $N(T)$ 的關係為相互獨立，所以從引理一與定理一可證明服務水準期望值 $E[S]=1-E[U]$。

引理一 若 U_i 和 $N(T)$ 相互獨立，則 $E\left[\dfrac{\sum_{i=1}^{N(T)}U_i}{N(T)}\right]=E[U]$。

臺灣大學學術期刊資料庫

定理一　令，$S=1-\frac{\sum_{i=1}^{N(T)}U_i}{N(T)}$，則$E[S]=1-E[U]$。

引理一與定理一的詳細證明請參見附錄。

商品在保固時間內失效 $N(T)$ 次數下，維修代理商在實行失效商品維修服務時，實際維修服務時間超過本身制定的最佳維修服務時間之顧客平均不滿意次數可表為 $E\left[\sum_{i=1}^{N(T)}U_i\right]$。另外，合理假設第 i 次維修服務不滿意指標隨機變數 U_i 與商品在保固時間內失效次數 $N(T)$ 的關係為相互獨立，所以從下面定理二可證明$E\left[\sum_{i=1}^{N(T)}U_i\right]=E[N(T)]E[U]$。

定理二　若 U_i 和 $N(T)$ 相互獨立，則 $E\left[\sum_{i=1}^{N(T)}U_i\right]=E[N(T)]E[U]$ 。

定理二的詳細證明請參見附錄。

結合 Barlow 與 Hunter (1960) 的期望失效次數、定理一的期望服務水準、與定理二的期望不滿意次數推導與整理，可進一步將上述的一般化數學模式 (6) 整理成下列形式。

$$Max \quad -\ln\overline{F}(T)\times p_a+(1-E[U]-S_{\min})\times I_s(t_m)+\ln\overline{F}(T)\times c_r+\ln\overline{F}(T)\times E[U]\times c_p$$

s. t.

$$\begin{aligned}&1-E[U]\geq S_{\min}\\&0\leq t_m\leq t_b\end{aligned}\tag{7}$$

(二) 以失效時間與維修服務時間機率密度函數呈指數分配為例

由於上述建構的一般化數學模式，無法得到一個可運用的閉鎖解 (Closed Form)，所以本研究須對失效時間與維修服務時間機率密度函數進行假設以回答本研究的兩個研究問題。基於商品常常因為設計、製造與組裝程序的問題而導致銷售後的早期失效 (即浴缸曲線之早夭期) 情況 (Sheu & Yu, 2005)，且商品在失效後一般會實施維修服務以改善商品品質，因此，商品會隨著使用時間推移，其失效機率會愈來愈小 (Proschan, 2000)，例如噴射飛機的空調系統、手機、電腦等，相同地，維修服務機率亦會愈來愈小。基此，本研究則假設商品失效時間與維修服務時間的機率密度函數皆呈指數分配，並試圖建立一個數學模式以回答本研究的兩個研究問題。

因為假設商品失效時間的機率密度函數呈指數分配，所以上述的一般化數學模式的期望小修次數可進一步簡化為 $E\ [N(T)] = -1n\ \overline{F}(T) = \lambda_f\ T$ (Ross, 1993) (8)，其中

臺灣大學學術 開放資料庫

λ_f 為單位時間失效率。

接著，因為維修服務時間的機率密度函數亦假設為指數分配，所以上述的一般化數學模式的一次服務不滿意期望值 (即維修服務一次，平均有多少次使得顧客不滿意) 可進一步推導為 $E[U]=e^{-\lambda_s t_m}$，其中 λ_s 為單位時間維修服務率。

定理三　假如維修服務時間呈指數分配，則一次服務不滿意期望值 $E[U]=e^{-\lambda_s t_m}$。

定理三的詳細推導過程請參見附錄。

從 (8) 與定理三、及基於前面的基本假設 (2)，本研究設定高於品牌商要求的最低可接受服務水準時之獎勵金額為一個指數分配，即 $I_s(t_m)=Ae^{-\lambda_s t_m}$，因此，可進一步將上述的一般化數學模式轉化成下列的非線性規劃模式。

$$Max \quad \lambda_f Tp_a + (1-e^{-\lambda_s t_m} - S_{\min})Ae^{-\lambda_s t_m} - \lambda_f Tc_r - \lambda_f Te^{-\lambda_s t_m} c_p$$

s. t.

$$\begin{aligned} & 1-e^{-\lambda_s t_m} \geq S_{\min} \\ & 0 \leq t_m \leq t_b \end{aligned} \tag{9}$$

從本非線性規劃模式之目標函數可知 t_m 愈大，$1-e^{-\lambda_s t_m}-S_{\min}$ 和 $-\lambda_f Te^{-\lambda_s t_m} c_p$ 愈大，而 $e^{-\lambda_s t_m}$ 愈小，所以本非線性規劃模式完全符合抵換 (Tradeoff) 之概念及實務上的涵義。

(三) 求解過程

此非線性規劃模式之解，可建構一個演算法 (Algorithm) 解得最佳維修服務時間 t_m^*，此演算法共有三個步驟，說明於下。

步驟一　確認目標函數的特性。

因為 t_m 愈大，$1-e^{-\lambda_s t_m}-S_{\min}$ 和 $-\lambda_f Te^{-\lambda_s t_m} c_p$ 愈大，而 $e^{-\lambda_s t_m}$ 愈小，且又因為此目標函數為期望利潤，所以目標函數可以證明為一個 Quasi-concave。

步驟二　透過限制式，尋找目標函數的上限 (Upper Bound) 與下限 (Lower Bound)。

由下面的推導可以得出本非線性規劃模式之目標函數下限為，而上限為 $t_m = \dfrac{-\ln(1-S_{\min})}{\lambda_s}$，而為上限為 t_b。

證明：$1-e^{-\lambda_s t_m} \geq S_{\min}$，即 $t_m \geq \dfrac{-\ln(1-S_{\min})}{\lambda_s}$

因為 $1-S_{\min} \geq 0$、$t_b \geq t_m$，所以 t_m $\dfrac{-\ln(1-S_{\min})}{\lambda_s}$ 為下限，而 t_b 為上限。

步驟三　利用極大值定理，求解最佳維修服務時間 t_m^*，以使目標函數極大化。

臺灣大學學術期刊資料庫

令 $f(t_m)=\lambda_f Tp_a+(1-e^{-\lambda_s t_m}-S_{\min})Ae^{-\lambda_s t_m}-\lambda_f Tc_r-\lambda_f Te^{-\lambda_s t_m}c_p$ 則 $f(t_m)$ 的一階微分為 $\frac{df(t_m)}{dt_m}=\lambda_s e^{-\lambda_s t_m}(2Ae^{-\lambda_s t_m}-A+AS_{\min}+\lambda_f Tc_p)$

接著令 $\frac{df(t_m)}{dt_m}=0$ ，則可求得一解為 $t_m=\frac{-\ln(\frac{A-AS_{\min}-\lambda_f Tc_p}{2A})}{\lambda_s}$ ，但是 t_m 必須為正值，所以 $A>\frac{\lambda_f Tc_p}{1-S_{\min}}$ ，另一解為 $t_m=\infty$ ，因為 $0\le t_m\le t_b$ ，所以 $t_m=\infty$ 不是此非線性規劃模式之解

且因為 $\left.\frac{df(t_m)}{dt_m}\right|_{t_m=\frac{-\ln(1-S_{\min})}{\lambda_s}}=\lambda_s(1-S_{\min})(A-AS_{\min}+\lambda_f Tc_p)>0$ 、

$\left.\frac{df(t_m)}{dt_m}\right|_{t_m=\frac{-2\ln(\frac{A-AS_{\min}-\lambda_f Tc_p}{2A})}{\lambda_s}}=\frac{1}{4A^2}\lambda_s(A-AS_{\min}-\lambda_f Tc_p)^3(\frac{-A-AS_{\min}-\lambda_f Tc_p}{2A})<0$

、與 $\left.\frac{d^2f(t_m)}{dt_m^2}\right|_{t_m=\frac{-\ln(\frac{A-AS_{\min}-\lambda_f Tc_p}{2A})}{\lambda_s}}=-\frac{\lambda_s}{2A}(A-AS_{\min}-\lambda_f Tc_p)^2<0$ ，故得到

$t_m^*=\frac{-\ln(\frac{A-AS_{\min}-\lambda_f Tc_p}{2A})}{\lambda_s}$ 為目標函數之極大值，但若

$\frac{-\ln(1-S_{\min})}{\lambda_s}\le t_b<\frac{-\ln(\frac{A-AS_{\min}-\lambda_f Tc_p}{2A})}{\lambda_s}$ ，則此時 $t_m^*=t_b$

因此，綜合前述分析與整理後，得到

$$t_m^*=\begin{cases}\frac{-\ln(\frac{A-AS_{\min}-\lambda_f Tc_p}{2A})}{\lambda_s}, \text{如果 } t_b\ge\frac{-\ln(\frac{A-AS_{\min}-\lambda_f Tc_p}{2A})}{\lambda_s}\\ t_b, \text{如果 } \frac{-\ln(1-S_{\min})}{\lambda_s}\le t_b<\frac{-\ln(\frac{A-AS_{\min}-\lambda_f Tc_p}{2A})}{\lambda_s}\end{cases} \quad (10)$$

臺灣大學學術期刊資料庫

(四)管理意涵

從上述的最佳維修服務時間 t_m^*，可獲得品牌商在制定不同最高可接受維修服務時間範圍下，維修代理商的最佳維修服務時間、維修服務時間決策與期望利潤之關係，請參見表 3，此內容可提供維修代理商在從事制定最佳維修服務時間之決策準則，其準則為：(1) 若品牌商制定的最高可接受維修服務時間大於等於 $\frac{-\ln(\frac{A-AS_{\min}-\lambda_f Tc_p}{2A})}{\lambda_s}$ 時，維修代理商必須重新擬定最佳維修服務時間 $t_m^* = \frac{-\ln(\frac{A-AS_{\min}-\lambda_f Tc_p}{2A})}{\lambda_s}$，才能使本身利潤達到最大化，且維修代理商必須控制每次維修服務成本低於每次維修服務價格，才絕對有利潤，(2) 若品牌商制定的最高可接受維修服務時間介於 $\frac{-\ln(1-S_{\min})}{\lambda_s}$ 與 $\frac{-\ln(\frac{A-AS_{\min}-\lambda_f Tc_p}{2A})}{\lambda_s}$ 之間時，維修代理商可直接以品牌商要求的維修服務時間為準據以進行失效商品維修服務，(3) 若品牌商制定的最高可接受維修服務時間不在上述範圍，即 $t_b < \frac{-\ln(1-S_{\min})}{\lambda_s}$，則維修代理商不應接受如此的服務水準協議，否則會使自己無法達到品牌商要求的最低可接受服務水準而付出相當大的慘痛代價。

表 3 維修代理商有關最佳維修服務時間之決策準則

品牌商	維修代理商		
制定最高可接受維修服務時間範圍	最佳維修服務時間	期望利潤	決策
$t_b \geq \frac{-\ln(\frac{A-AS_{\min}-\lambda_f Tc_p}{2A})}{\lambda_s}$	$t_m^* = \frac{-\ln(\frac{A-AS_{\min}-\lambda_f Tc_p}{2A})}{\lambda_s}$	$\lambda_f T(p_a - c_r) + \frac{1}{4A}(A - AS_{\min} - \lambda_f Tc_p)^2$	本身重新擬定最佳維修服務時間
$\frac{-\ln(1-S_{\min})}{\lambda_s} \leq t_b < \frac{-\ln(\frac{A-AS_{\min}-\lambda_f Tc_p}{2A})}{\lambda_s}$	$t_m^* = t_b$	$\lambda_f T(p_a - c_r) + e^{-\lambda_s t_b}(A - Ae^{-\lambda_s t_b} - AS_{\min} - \lambda_f Tc_p)$	依品牌商制定最高可接受維修服務時間為準據

臺灣大學學術期刊資料庫

(五) 數值分析

為了使本研究模式能更加易於被瞭解，以下以二組數據先進行最佳解的求解後，再透過數值分析方式驗證之。第一組數據包含最低可接受服務水準為 0.9 (Bahl, 2004)、手機商品的保固時間為一年、最高可接受維修服務時間則以聯強提出的「30 分鐘快速完修」方案為基準而制定為 70 分鐘、手機商品失效率則假設一年約為五萬次 (每分鐘為 0.095 次)、維修服務率則假設與失效率相等，至於每次維修服務價格、每次維修服務不滿意的商譽懲罰成本與每次維修服務成本之數據則以關係制定，分別為 $1.2、$1.0 與 $0.8，而獎勵金額係數為，因此運用式 10 可獲得每次最佳維修服務時間約為 38.82 分鐘，其求解過程列式於下。

因為 $$\frac{-\ln\left(\frac{A-AS_{\min}-\lambda_f Tc_p}{2A}\right)}{\lambda_s}=\frac{-\ln\left(\frac{10^6-10^6\times0.9-0.095\times525600\times1.0}{2\times10^6}\right)}{0.095}=38.82<70$$

所以 t_m^*＝38.82

第二組數據與第一組數據的差異為最低可接受服務水準為 0.8 與最高可接受維修服務時間為 25 分鐘，其餘皆相同，因此運用式 10 可獲得每次最佳維修服務時間為 25 分鐘，其求解過程列式於下。

因為 $$\frac{-\ln\left(\frac{A-AS_{\min}-\lambda_f Tc_p}{2A}\right)}{\lambda_s}=\frac{-\ln\left(\frac{10^6-10^6\times0.8-0.095\times525600\times1.0}{2\times10^6}\right)}{0.095}=27.26>25$$

所以 t_m^*＝25

至於上述二組數據的數值分析結果，如圖 2 所示。從圖 2 可知維修服務時間開始增加時，維修代理商的期望利潤會隨著增加，但維修服務時間增大到某一數值時，維修代理商的期望利潤反呈下降，直到趨近於某一固定數值為止，因此，模式的圖形呈 Quasi-concave，一定具有極大值。另外，圖 2 中的上圖表示維修代理商最高總利潤下的最佳維修服務時間低於品牌商制定的最高可接受維修服務時間，因此，維修代理商可重新擬定最佳維修服務時間，以使本身總利潤最大化，故維修代理商的最佳維修服務時間為每次 39 分鐘，而圖 2 中的下圖則表示維修代理商最高總利潤下的最佳維修服務時間 (每次 27 分鐘) 未能符合品牌商制定的最高可接受維修服務時間，因此，維修代理商須以品牌商制定的最高可接受維修服務時間為準據進行失效商品的維修服務，故維修代理商的最佳維修服務時間為每次 25 分鐘，但維修代理商在此情況下的總利潤會比最佳維修服務時間下的總利潤為差。

臺灣大學學術期刊資料庫

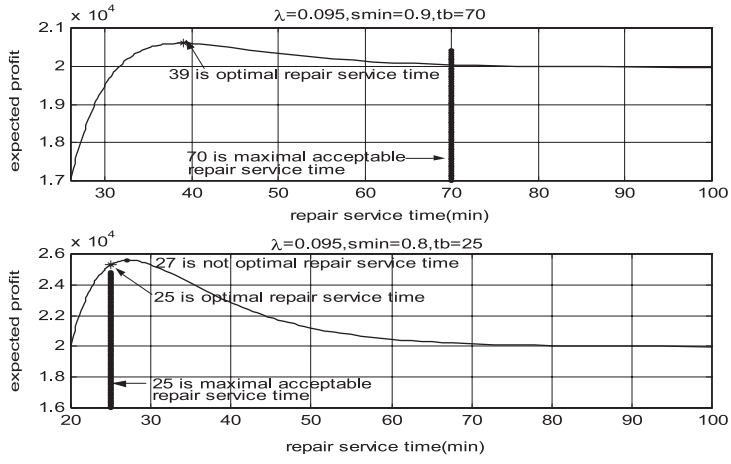


圖 2 維修代理商實施小修策略進行失效商品維修服務之最佳維修服務時間

三、敏感度分析

基於前述研究內容已找出維修代理商最佳維修服務時間與利潤的關係。接著進行敏感度分析來瞭解服務水準協議中重要參數改變對於維修代理商制定最佳維修服務時間與其利潤的影響，由於最低可接受服務水準、維修服務率、商品失效率在實務研究上相對重要，因此本研究的實驗設計如表 4，共有 60 種組合例子可做敏感度分析，表 4 中的 0.19 表示一年內商品約失效或維修服務十萬次，0.057 表示一年內商品約失效或維修服務三萬次，0.05 表示一年內商品約維修服務二萬六千次。

表 4 最低可接受服務水準、維修服務率與商品失效率之實驗設計

因子符號	因子描述	因子水準數目	因子水準數值
S_{min}	最低可接受服務水準	3	0.9,0.8,0.7
λ_s	維修服務率	5	0.19,0.133,0.095,0.057,0.05
λ_f	商品失效率	4	0.19,0.133,0.095,0.057

(一) 最低可接受服務水準變化

從圖 3 與表 5 可知品牌商要求最低可接受服務水準愈寬鬆，則維修代理商的最佳維修服務時間會愈短，利潤會愈高。因此，在品牌商主導情形下，若品牌商願意用相對較高的獎勵措施來鼓勵維修代理商縮短其維修服務時間，且品牌商要求最低可接受服務水準較寬鬆的話，則維修代理商會積極制定愈短的最佳維修服務時間來提高本身利潤。

臺灣大學學術期刊資料庫

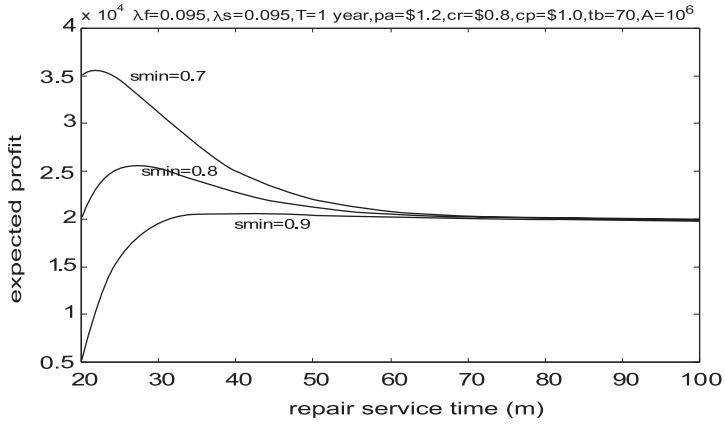


圖 3 品牌商要求最低可接受服務水準之敏感度分析

表 5 品牌商要求最低可接受服務水準之敏感度分析 ($\lambda_f = 0.095$，$\lambda_s = 0.095$，$T = 365\times24\times60$，$p_a = \$1.2$，$c_r = \$0.8$，$c_p = \$1.0$，$A=10^6$，$t_b = 70$)

$S_{min} = 0.9$		$S_{min} = 0.8$		$S_{min} = 0.7$	
t_m	期望利潤	t_m	期望利潤	t_m	期望利潤
0	-929959.20	0	-829959.20	0	-729959.20
10	-110232.46	10	-71558.36	10	-32884.26
20	5090.62	20	20047.49	20	35004.35
21	8283.01	21	21884.38	21	35485.74
22	10867.05	22	23235.77	22	**35604.48
23	12953.09	23	24200.86	23	35448.64
26	17053.19	26	25511.68	26	33970.16
27	17907.42	27	**25599.34	27	33291.26
28	18582.21	28	25577.03	28	32571.85
30	19522.98	30	25307.41	30	31091.84
38	20595.42	38	23300.61	38	26005.79
39	**20599.31	39	23059.33	39	25519.35
40	20592.40	40	22829.48	40	25066.56
50	20331.12	50	21196.29	50	22061.46
60	20129.13	60	20463.72	60	20798.32
70	20035.91	70	20165.31	70	20294.71
**：最佳的數值					

臺灣大學學術期刊資料庫

(二) 維修服務率變化

從圖 4 與表 6 得知在品牌商制定的最高可接受維修服務時間高於最佳維修服務時間 (即維修代理商可重新擬定最佳維修服務時間) 情形下，維修代理商提供的維修服務率相較於商品失效率若愈大則最佳維修服務時間會愈短，而維修服務率相較於商品失效率若愈小則最佳維修服務時間會愈長，但最佳維修服務時間的利潤則略呈輕微地變化。因此，維修代理商可採取高的維修服務率策略，以犧牲少許的利潤換得愈短的最佳維修服務時間，進一步獲得繼續提供維修服務之機會。另外，維修代理商必須避免採用低的維修服務率策略，否則可能會因較長的最佳維修服務時間而失去繼續提供維修服務之機會。另外，若品牌商制定的最高可接受維修服務時間為每次 40 分鐘的話，此時每分鐘 0.05 次與 0.057 次維修服務率下的最佳維修服務時間皆為每次 40 分鐘 (即維修代理商以品牌商要求的最高可接受維修服務時間為準據)，使得維修代理商的利潤相對於可重新擬定最佳維修服務時間下的利潤低很多，所以維修代理商必須採取較高維修服務率，例如每分鐘 0.095 次，以使本身利潤最大化。基此，維修代理商必須選擇具有重新擬定最佳維修服務時間下之維修服務率才可使利潤達最大化。

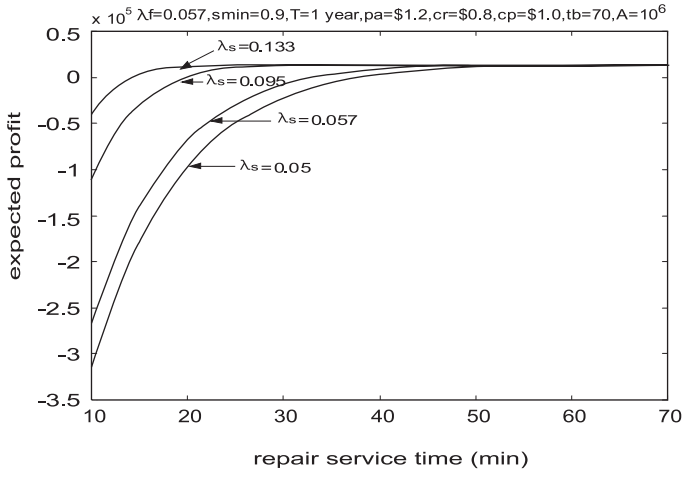


圖 4 維修服務率之敏感度分析

臺灣大學學術期刊資料庫

表 6 維修服務率之敏感度分析 ($\lambda_f = 0.057$，$S_{min} = 0.9$，$T = 365\times24\times60$，$p_a = \$1.2$，$c_r = \$0.8$，$c_p = \$1.0$，$A = 10^6$，$t_b = 70$)

$\lambda_s = 0.05$		$\lambda_s = 0.057$		$\lambda_s = 0.095$		$\lambda_s = 0.133$	
t_m	期望利潤	t_m	期望利潤	t_m	期望利潤	t_m	期望利潤
0	-917975.52	0	-917975.52	0	-917975.52	0	-917975.52
10	-313413.86	10	-268225.48	10	-110497.28	10	-39440.34
20	-97585.03	20	-67900.14	20	88.81	20	11990.15
24	-57638.38	24	-35011.97	24	8685.68	24	13173.27
25	-50034.29	25	-29015.23	25	9846.79	25	**13209.20
26	-43201.55	26	-23716.30	26	10753.47	26	13197.66
30	-22175.17	30	-8060.77	30	12689.17	30	12937.17
34	-8594.28	34	1335.37	34	13189.52	34	12626.73
35	-6042.43	35	3010.47	35	**13209.20	35	12559.52
36	-3762.37	36	4475.84	36	13204.78	36	12497.68
40	3147.03	40	8685.68	40	13050.09	40	12302.43
50	10995.03	50	12689.17	50	12514.79	50	12072.63
58	12809.99	58	13207.41	58	12250.70	58	12014.75
59	12910.15	59	**13209.95	59	12227.85	59	12010.90
60	12992.05	60	13204.78	60	12206.83	60	12007.53
66	13206.63	66	13071.26	66	12112.63	66	11994.44
67	**13210.10	67	13039.26	67	12101.24	67	11993.11
68	13207.39	68	13005.99	68	12090.83	68	11991.93
70	13186.84	70	12937.17	70	12072.63	70	11990.01
**：最佳的數值							

(三) 商品失效率與維修服務率同時變化

在商品失效率與維修服務率同時變化且相等時，兩者若愈大，則維修代理商的利潤會愈大，但最佳維修服務時間則不一定，所以商品失效率和維修服務率兩者與利潤呈正向關係，與最佳維修服務時間不存在特定的方向關係，見圖 5 與表 7。因此，當品牌商銷售具有保固的商品予消費者後，若商品在保固時間內的故障次數愈高時，維修代理商若提供對等於故障次數之維修服務能力，則利潤會愈高，亦即維修代理商若預期商品故障情形較嚴重時，可能必須相對提高產能因應之，以使本身的利潤提高。

臺灣大學學術期刊資料庫

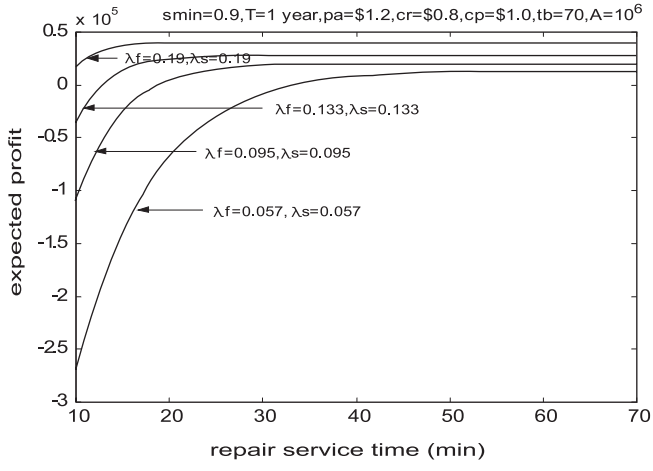


圖 5 商品失效率和維修服務率同時變化且相等下之敏感度分析

表 7 商品失效率和維修服務率同時變化且相等下之敏感度分析 (S_{min} = 0.9，T = 365×24×60，p_a = \$1.2，c_r = \$0.8，c_p = \$1.0，t_b = 70，A =10^6)

$\lambda_f=\lambda_s=0.057$		$\lambda_f=\lambda_s=0.095$		$\lambda_f=\lambda_s=0.133$		$\lambda_f=\lambda_s=0.19$	
t_m	期望利潤	t_m	期望利潤	t_m	期望利潤	t_m	期望利潤
0	-917975.52	0	-929959.20	0	-941942.88	0	-959918.40
10	-268225.48	10	-110232.46	10	-34026.80	10	17595.16
20	-67900.14	20	5090.62	20	25174.27	20	39448.19
30	-8060.77	30	19522.98	30	28176.43	30	39934.85
31	-5238.14	31	19839.50	31	28187.03	31	39938.32
32	-2756.37	32	20079.62	32	**28187.59	32	39940.67
33	-576.68	33	20258.51	33	28181.40	33	39942.27
38	6871.58	38	20595.42	38	28113.28	38	39945.16
39	7842.58	39	**20599.31	39	28098.88	39	39945.31
40	8685.68	40	20592.40	40	28085.22	40	39945.41
50	12689.17	50	20331.12	50	27999.18	50	39945.604577
51	12825.20	51	20304.81	51	27994.73	51	**39945.604586
52	12934.82	52	20279.82	52	27990.78	52	39945.604341
58	13207.41	58	20159.00	58	27975.15	58	39945.601958
59	**13209.95	59	20143.48	59	27973.53	59	39945.601657
60	13204.78	60	20129.13	60	27972.10	60	39945.601397
70	12937.17	70	20035.91	70	27964.63	70	39945.600224

**：最佳的數值

臺灣大學學術期刊資料庫

肆、結論、建議與未來研究方向

一、結論與建議

本研究在考量維修代理商有利可圖情況下，探討品牌商主導情形下維修代理商以品牌商所定的最高可接受維修服務時間與最低可接受服務水準為準據，且以小修維修服務策略為基礎下制定最佳維修服務時間，並透過模式構建與求解，輔以敏感度分析來瞭解服務水準協議中重要參數改變對於最佳維修服務時間與利潤之影響。

基此，本研究設定了一個與實務現況相符的維修服務時間制定之情境，接著，構建了一個非線性規劃模式 (式 9)，最後，提出一個演算法以解得表 3 之最佳維修服務時間決策準則，此決策準則為：若品牌商制定的最高可接受維修服務時間大於最佳維修服務時間，則維修代理商可重新擬定最佳維修服務時間以使本身利潤最大化，若小於最佳維修服務時間的話，則維修代理商可直接以品牌商要求的最高可接受維修服務時間為準據以進行失效商品維修服務。

至於，本研究所做的敏感度分析結果為：(1) 若品牌商願意用相對較高的獎勵措施來鼓勵維修代理商縮短其維修服務時間，且品牌商要求最低可接受服務水準較寬鬆的話，則維修代理商的最佳維修服務時間會愈短，利潤會愈高；(2) 在商品失效率和維修服務率同時變化與相等時，兩者與利潤呈正向關係，但對最佳維修服務時間決策沒有顯著的影響。

綜合前述結論的陳述，對於品牌商的建議為提供較優渥的獎勵措施以鼓勵維修代理商制定愈短的最佳維修服務時間，以使消費者感到維修服務滿意與使其忠誠度提高。而對於維修代理商的建議為提高維修服務能力且重新制定最佳維修服務時間，以獲得繼續提供維修服務的機會與利潤的提高。

二、未來研究方向

到目前為止，本研究的研究議題在學術上文獻尚未被探討，且企業實務上又非常重要，因此，相當地值得未來研究者做進一步的探討，其建議未來研究方向為：(1) 探討品牌商主導情境、維修代理商以置換與小修混合策略進行失效商品維修下最佳維修服務時間之制定；(2) 探討維修代理商在面臨品牌商主導情境下，到底應該採用何種維修服務策略進行失效商品維修服務，才可使本身利潤最大化；(3) 探討品牌商與維修代理商權力對等情境 (未來可能出現的委外維修服務關係之形式) (Ploetner & Ehret, 2006) 下維修代理商的維修服務策略，以使雙方利潤最大化。

臺灣大學學術期刊資料庫

參考文獻

高余杰，2006，考量事前維修服務委託契約下維修商最適化備品供給率模型，國立台灣大學商學研究所未出版之碩士論文。

Amini, M. M., Retzlaff-Roberts, D., & Bienstock, C. C. 2005. Designing a reverse logistics operation for short cycle time repair services. ***International Journal of Production Economics***, 96 (3): 367-380.

Bahl, R. 2004. Outsourcing, reliability, and IT: When will the three meet? ***Public Utilities Fortnightly***, 142 (9): 59-62.

Barlow, R., & Hunter, L. 1960. Optimum preventive maintenance policies. ***Operations Research***, 8 (1): 90-100.

Bashyam, S., & Fu, M. C. 1998. Optimization of (*s*,*S*) inventory systems with random lead times and a service level constraint. ***Management Science***, 44 (12): 243-256.

Beaumont, N. 2006. Service level agreements: An essential aspect of outsourcing. ***The Service Industries Journal***, 26 (4): 381-395.

Biedenweg, F. M. 1981. ***Warranty analysis: Consumer value vs. manufactures cost***. Unpublished Ph. D. Thesis, Stanford University, California, U. S. A.

Blischke, W. R., & Murthy, D. N. P. 1994. ***Warranty cost analysis***. New York, NY: Marcel Dekker.

Block, H. W., Borges, W. S., & Savits, T. H. 1988. A general age replacement model with minimal repair. ***Naval Research Logistics***, 35 (5): 365-372.

Blumberg, D. F. 1999. Strategic examination of reverse logistics & repair service requirements, needs, market size, and opportunities. ***Journal of Business Logistics***, 20 (2): 141-159.

Browne, M., & Allen, J. 2001. Logistics out-sourcing. In A. M. Brewer, K. J. Button, & D. A. Hensher (Eds.), ***Handbook of logistics and supply chain management***: 253-267. Oxford, UK: Pergamon.

Buczkowski, P. S., Hartmann, M. E., & Kulkarni, V. G. 2005. Outsourcing prioritized warranty repairs. ***International Journal of Quality & Reliability Management***, 22 (7): 699-714.

Choi, K. S. 2003. ***Service level guarantee in capacitated supply chains***. Unpublished doctoral dissertation, Georgia Institute of Technology, Atlanta, U. S. A.

Clickman, T. S., & Berger, P. D. 1976. Optimal price and protection period decisions for a product under warranty. ***Management Science***, 22 (12): 1381-1390.

Garg, A., & Deshmukh, S. G. 2006. Maintenance management: Literature review and

臺灣大學學術期刊資料庫

directions. ***Journal of Quality in Maintenance Engineering***, 12 (3): 205-238.

Hill, A. V., Hays, J. M., & Naveh, E. 2000. A model for optimal delivery time guarantees. ***Journal of Service Research***, 2 (3): 254-264.

Hong, J., Chin, A. T. H., & Liu, B. 2004. Logistics outsourcing by manufacturers in China: A survey of the industry. ***Transportation Journal***, 43 (1): 17-25.

Jack, N., & Murthy, D. N. P. 2001. A servicing strategy for items sold under warranty. ***Journal of the Operational Research Society***, 52 (11): 1284-1288.

_____. 2004. Warranty servicing strategies to improve customer satisfaction. ***IMA Journal of Management Mathematics***, 15 (2): 111-124.

Jack, N., & Van der Duyn Schouten, F. 2000. Optimal repair-replace strategies for a warranted product. ***International Journal of Production Economics***, 67 (1): 95-100.

Johnson, L. K. 2006. Successful business process outsourcing. ***MIT Sloan Management Review***, 47 (2): 5-6.

Johnson, T. 2005. Ten steps to a winning SLA. ***Journal American Water Works Association***, 97 (11): 80-83.

Karmarkar, U. S. 1978. Future costs of service contracts for consumer durable goods. ***IIE Transactions***, 10 (4): 380-387.

Leahy, S. E., Murphy, P. R., & Poist, R. F. 1995. Determinants of successful logistical relationships: A third-party provider perspective. ***Transportation Journal***, 35 (2): 5-13.

Lynch, C. F. 2004. Why outsource? ***Supply Chain Management Review***, 8 (7): 44-51.

Martin, H. H. 1997. Contracting out maintenance and a plan for future research. ***Journal of Quality in Maintenance Engineering***, 3 (2): 81-90.

Menon, M. K., McGinnis, M. A., & Ackerman, K. B. 1998. Selection criteria for providers of third-party logistics services: An exploratory study. ***Journal of Business Logistics***, 19 (1): 121-137.

Misra, R. B. 2004. Global IT outsourcing: Metrics for success of all parties. ***Journal of Information Technology Cases and Applications***, 6 (3): 21-34.

Murthy, D. N. P., & Asgharizadeh, E. 1999. Optimal decision making in a maintenance service operation. ***European Journal of Operational Research***, 116 (2): 259-273.

Murthy, D. N. P., Solem, O., & Roren, T. 2004. Product warranty logistics: Issues and challenges. ***European Journal of Operational Research***, 156 (1): 110-126.

Nakagawa, T., & Kowada, M. 1983. Analysis of a system with minimal repair and its

臺灣大學學術期刊資料庫

application to replacement policy. ***European Journal of Operational Research***, 12 (2): 176-182.

Neely, A. 1999. The performance measurement revolution: Why now and what next? ***International Journal of Operations and Production Management***, 19 (2): 205-228.

Nguyen, D. G., & Murthy, D. N. P. 1984. A general model for estimating warranty costs for repairable products. ***IIE Transactions***, 16 (4): 379-386.

_____ . 1986. An optimal policy for servicing warranty. ***The Journal of the Operational Research Society***, 37 (11): 1081-1088.

Oblicore. 2004. ***Best practices and trends in service level management and its outsourcing compliance monitoring***. Columbia, SC: Oblicore.

Opp, M., Adan, I., Kulkarni, V. G., & Swaminathan, J. M. 2003. ***Outsourcing warranty repairs: Static allocation***. Working paper, North Carolina University.

Opp, M., Glazebrook, K., & Kulkarni, V. G. 2005. Outsourcing warranty repairs: Dynamic allocation. ***Naval Research Logistics***, 52 (5): 381-398.

Ploetner, O., & Ehret, M. 2006. From relationships to partnerships-new forms of cooperation between buyer and seller. ***Industrial Marketing Management***, 35 (1): 4-9.

Proschan, F. 2000. Theoretical explanation of observed decreasing failure rate. ***Technometrics***, 42 (1): 7-11.

Quinn, J. B. 2000. Outsourcing innovation: The new engine of growth. ***Sloan Management Review***, 41 (4): 13-28.

Ross, S. M. 1993. ***Introduction to probability models*** (5th ed.). San Diego, CA: Academic Press.

Sheu, S. H., & Yu, S. L. 2005. Warranty strategy accounts for bathtub failure rate and random minimal repair cost. ***Computers and Mathematics with Applications***, 49 (7/8): 1233-1242.

Sobel, M. J. 2004. Fill rates of single-stage and multistage supply systems. ***Manufacturing & Service Operations Management***, 6 (1): 41-52.

Vaidyanathan, G. 2005. A framework for evaluating third-party logistics. ***Communications of the ACM***, 48 (1): 89-94.

Yallof, J., & Morgan, C. 2003. Beyond performance standards: How to get the most from your outsourcing relationship. ***Benefits Quarterly***, 19 (3): 17-22.

臺灣大學學術期刊資料庫

附錄

引理一　若 U_i 和 $N(T)$ 相互獨立，則 $E\left[\frac{\sum_{i=1}^{N(T)} U_i}{N(T)}\right] = E[U]$。

證明：$E\left[\frac{\sum_{i=1}^{N(T)} U_i}{N(T)} \middle| N(T)=k\right] = E\left[\frac{\sum_{i=1}^{k} U_i}{k} \middle| N(T)=k\right] = \sum_x x \frac{P\left\{\frac{\sum_{i=1}^{k} U_i}{k} = x, N(T)=k\right\}}{P\{N(T)=k\}}$

$= \sum_x x \frac{P\left\{\frac{\sum_{i=1}^{k} U_i}{k} = x\right\} P\{N(T)=k\}}{P\{N(T)=k\}}$ (U_i 和 $N(T)$ 相互獨立) $= \sum_x x P\left\{\frac{\sum_{i=1}^{k} U_i}{k} = x\right\}$

$= E\left[\frac{\sum_{i=1}^{k} U_i}{k}\right] = \frac{1}{k} E\left[\sum_{i=1}^{k} U_i\right] = E[U]$　，$k \in \mathrm{N}$，N 為自然數

所以獲得 $E\left[\frac{\sum_{i=1}^{N(T)} U_i}{N(T)} \middle| N(T)\right] = E[U]$

因此 $E\left[\frac{\sum_{i=1}^{N(T)} U_i}{N(T)}\right] = E\left[E\left[\frac{\sum_{i=1}^{N(T)} U_i}{N(T)} \middle| N(T)\right]\right] = E[E[U]] = E[U]$

定理一　令 $S = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{N(T)} U_i}{N(T)}$，則 $E[S] = 1 - E[U]$。

證明：因為 $S = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{N(T)} U_i}{N(T)}$，所以 $E[S] = E\left[1 - \frac{\sum_{i=1}^{N(T)} U_i}{N(T)}\right] = 1 - E\left[\frac{\sum_{i=1}^{N(T)} U_i}{N(T)}\right]$

臺灣大學學術期刊資料庫

且因為引理一已證得 $E\left[\frac{\sum_{i=1}^{N(T)}U_i}{N(T)}\right]=E[U]$，故 $E[S]=1-E[U]$。

定理二　若 U_i 和 $N(T)$ 相互獨立，則 $E\left[\sum_{i=1}^{N(T)}U_i\right]=E[N(T)]E[U]$。

證明：$E\left[\sum_{i=1}^{N(T)}U_i|N(T)=k\right]=E\left[\sum_{i=1}^{k}U_i|N(T)=k\right]=\sum_u u\frac{P\left\{\sum_{i=1}^{k}U_i=u,N(T)=k\right\}}{P\{N(T)=k\}}$

$=\sum_u u\frac{P\left\{\sum_{i=1}^{k}U_i=u\right\}P\{N(T)=k\}}{P\{N(T)=k\}}$ (U_i 和 $N(T)$ 相互獨立) $=E\left[\sum_{i=1}^{k}U_i\right]=kE[U]$

所以獲得 $E\left[\sum_{i=1}^{N(T)}U_i|N(T)\right]=N(T)E[U]$

因此 $E\left[\sum_{i=1}^{N(T)}U_i\right]=E\left[E\left[\sum_{i=1}^{N(T)}U_i|N(T)\right]\right]=E[N(T)E[U]]=E[N(T)]E[U]$

定理三　假如維修服務時間呈指數分配，則一次服務不滿意期望值 $E[U]=e^{-\lambda_s t_m}$。

證明：令 $U_i=\begin{cases}1, & \text{如果 } t>t_m\\ 0, & \text{其他}\end{cases}$，$i=1,2,....,N(T)$，且因假設維修服務時間呈指數分配，所以 $E[U]=1\times P(t>t_m)+0\times P(t\le t_m)=P(t>t_m)=e^{-\lambda_s t_m}$。

臺灣大學學術期刊資料庫