

環境因素不確定性對製造彈性 能力之影響關係研究 —以台灣資訊產業為例

The Impact of Environmental Factor Uncertainties
on Manufacturing Flexibility Capabilities: An
Empirical Study in Taiwan Computer Industry

張世佳 *Shih-Chia Chang*

國立台北商專

National Taipei College of Business

林能白 *Neng-Pai Lin*

台灣大學

National Taiwan University

摘 要

在顧客對產品需求快速變移、產品技術迅速創新及市場競爭日趨激烈之環境下，積極提昇製造彈性能力已成為廠商因應環境急劇變動的重要策略之一；基於製造彈性能力係廠商因應各種環境因素高度不確定性的重要方法之一，因此探討環境因素不確定性對製造彈性能力的影響性為本文之研究議題。本文以國內 87 家製造廠商之資料，利用因素分析及複迴歸模式進行實證，研究結論顯示不同環境因素之不確定性對新產品彈性、產量彈性及產品範疇彈性具不同的影響關係。

關鍵詞：製造彈性、新產品彈性、產量彈性、產品範疇彈性

Abstract

In the face of uncertain product demand, prompt product innovation and fierce market competition, increasing manufacturing flexibility capabilities is a critical issue for firms to quickly response the environmental variabilities. To explore the impact of environmental uncertainty factors on manufacturing flexibility capabilities is the research issue. Besides, this study uses factor analysis and multiple regressive model to testify the hypothesises based on data collected from 87 manufacturing firms. Our research findings are as follows: The different factors of environmental uncertainty have the different effect on new product flexibility, volume flexibility, and product range flexibility.

Keywords : Manufacturing Flexibility, New Product Flexibility, Volume Flexibility, Product range Flexibility

壹、研究動機

在面對市場高度不確定的環境下，廠商為了能迅速反應市場的變動性，積極地提昇其製造彈性能力，已成為決策者的重要製造策略之一(Jordan and Graves,1995)；1970 年代之製造文獻極力推崇專精工廠(focused factory)優點，建議廠商應集中於較狹窄產品線之生產，才能獲得競爭優勢(Skinner, 1974)；但基於企業在面臨市場顧客需求、競爭情況或產品技術變動等環境因素之高度不確定下，近年來製造文獻則普遍地認為廠商競爭優勢的新來源之一，在於製造部門擁有良好的製造彈性能力(De Meyer et al., 1989; Gerwin,1993)。

雖然製造彈性能力係廠商因應環境不確定性的重要製造策略之一，但檢視過去研究製造彈性能力與環境不確定性關係議題之文獻中，大部分的文獻較偏向於概念性文章或個案研究方式，如 Newman et al. (1993)、Gerwin (1993)和 Gupta and Goyal (1989)等之作品；而少部分屬於實證研究之文獻，則往往未能深入剖析廠商為了因應不同的環境因素不確定性時，所應提昇或具備之特定製造彈性構面優勢，致使研究成果較不易作為管理者決策之依據，如 Swamidass and Newell (1987)之作品。

Swamidass and Newell (1987)以實證方式探討環境不確定性－製造策略－事業績效之因果關係，係屬較引人注目之研究成果，該文獻將製造彈性能力視為

製造策略的變數之一，並研究製造彈性能力與環境不確定性之關係，該文獻係分別各以單一之綜合性指標，來衡量廠商之製造彈性能力及環境不確定性，其研究結果顯示環境不確定性愈高時，廠商之製造彈性能力愈佳。但基於廠商所面臨之不確定性環境係由各種不同因素所構成，如顧客需求、競爭對手、技術或供應商不確定性等，而且製造彈性具多元構面(multi-dimensional)之內涵，如產品彈性、產量彈性等；因此 Swamidass and Newell (1987)之研究分別以單一之綜合性衡量指標來衡量環境不確定性和製造彈性能力，並探討彼此關係之研究成果，可能較難以作為管理者為了因應不同環境因素不確定性時，所需強化特定製造彈性構面優勢的決策參考。

基於此，本研究將以資訊產業上、下游產品供應鏈中，生產個人電腦(含筆記型電腦)、監視器、主機板及印刷電路板產品製造廠商為研究對象，透過實證方式深入剖析環境因素不確定性對製造彈性構面之影響關係；其中，環境因素包括：市場顧客需求不確定性、原物料與零件供應不確定性、競爭情況不確定性及產品技術不確定性，而製造彈性能力構面則包括：新產品彈性、產量彈性及產品範疇彈性。而本文與過去研究製造彈性能力與環境不確定關係相關議題的文獻不同之處在於：1.以往學者們提出環境不確定性對製造彈性能力具重要影響性之論點，大都根植於個案研究或個人工作經驗心得所發表之概念性文獻，然而本文以廠商實證資料為基礎，探討環境因素不確定性對製造彈性能力影響關係之研究結果，將可作為該概念性論點正確與否之較具體佐證；2.本文同時從新產品彈性、產量彈性及產品範疇彈性等三種本質不同之製造彈性能力，來探討其與不同環境因素之關係，較過去文獻分別以籠統性之製造彈性及環境不確定性單一綜合性指標，來進行兩者關係之研究，對管理決策者更具實用性；3.本文分別針對新產品彈性、產量彈性及產品範疇彈性所作之釐清與定義，並發展客觀之衡量指標，而比以往較多數製造彈性能力相關議題之研究文獻中，以高階主管主觀認知之指標來衡量製造彈性能力，更具客觀性。

貳、研究理論與架構

一、製造彈性之定義與衡量

「彈性」係指廠商迅速且有效反應環境變化的能力(Mandelbaum, 1978)，Upton (1994)則認為製造彈性係製造系統為了因應企業環境之變化，在耗費較少時間或成本下所能改變的能力。Sethi and Sethi (1990)及 Gerwin (1993)指出製

造彈性係多元構面能力，學者們常因所採觀點之不同，而對製造彈性能力賦予不同之構面命名與定義。Chen et al. (1992)及 Upton (1994)則將以往學者們所列舉之製造彈性構面區分為兩大類，一為外部導向之製造彈性，包括產品範疇(range)彈性、新產品(new product)彈性及產量彈性，認為這些製造彈性構面直接反應市場之環境變動，且較易為顧客所感受與認知，因此對競爭優勢較具直接影響性；另一則為內部導向之製造彈性，包括零件(component)彈性、途程(routing)彈性及機器彈性等，並認為該些彈性構面較不易為顧客所直接感受與認知，並間接透過外部導向之製造彈性的中介關係，而對競爭優勢具影響性。

基於本文主要在探討環境因素不確定性對製造彈性能力之影響關係，因此以外部導向之製造彈性構面：新產品彈性、產量彈性及產品範疇彈性進行研究；至於新產品彈性、產量彈性及產品範疇彈性之定義及衡量方式分述如下。

(一)新產品彈性係指製造系統迅速推出新產品的能力(Suarez et al., 1996)，若新產品的推出愈迅速，則新產品彈性能力愈高；本研究之新產品彈性與 Jaikumar (1986)和 Sethi and Sethi (1990)「產品彈性」係屬同義詞；而與 Gerwin (1993)之「變換彈性」(changeover flexibility)和 Boyer and Leong (1996)之「製程彈性」皆屬同義詞。其中，Jaikumar (1986)和 Gerwin (1993)係以廠商每年推出新產品機種的數目，做為新產品彈性能力之衡量指標；Suarez et al.(1996)則以新產品從設計到上市所需的研發時間做為衡量指標；而 Boyer and Leong (1996)以汽車業為研究對象時，則以廠商每年推出汽車新款式數目，作為新產品彈性能力之衡量指標。

(二)有關產量彈性之定義方面，Toni and Tochia (1998)認為過去學者們主要從「幅度」(scope)和「機動性」(mobility)之兩種觀點來加以定義。

1.採幅度觀點之學者們定義產量彈性能力為製造系統提供不同產量水準的可變動幅度，若提供的產量水準可變動的幅度愈大，則產量彈性能力愈高，如 Browne et al. (1984)、Gustavsson (1984)和 Gerwin (1987)等之作品即採此定義觀點；其中 Browne et al. (1984)建議以製造系統所能生產零件的最大批量和最小批量的差距值，作為產量彈性能力之衡量指標；Gerwin (1987)則以特定時段內產量變動之平均值除以產能限制之比率作為衡量指標。

2.採機動性觀點之學者們定義產量彈性能力為製造系統進行不同產量

水準調整的迅速性，若不同產量水準調整所需耗費的換線時間愈短，則產量彈性能力愈高，若所需耗費的換線時間愈長，則產量彈性能力愈低；如 Slack (1987)和 Son and Park (1987)等之作品即採此定義觀點；其中 Son and Park (1987)則以特定時段內之總生產量除以成品與零件儲存成本及缺貨成本的比值，做為產量彈性能力的衡量指標。

此外，Suarez et al. (1996)則同時從幅度與機動性之觀點來定義產量彈性，並以連續三年中每年單月最大產量與最小產量差距之平均變動量除以產品單位成本及不良率之比值，作為產量彈性能力之衡量指標；本研究基於產量彈性能力衡量之完整性考量，亦同時從幅度與機動性之觀點，來衡量產量彈性能力。

- (三)產品範疇彈性係指製造系統在特定的時段內生產不同產品種類或機種(model)的能力(Dixon, 1992; Chen et al., 1992; Gerwin, 1993; Suarez et al., 1996)，若提供的產品種類或機種愈多，則產品範疇彈性能力愈大；本研究之產品範疇彈性與 Sethi and Sethi (1990)之「生產彈性」、Sanchez (1995)之「產品彈性」及 Upton (1997)之「製程範疇彈性」(process range flexibility)皆屬同義詞。Sethi and Sethi (1990)以特定時間內，製造系統生產不同零件尺寸的種類數目，作為本研究產品範疇彈性能力之衡量指標；而 Upton (1997)以造紙業為研究對象，探討本研究產品範疇彈性能力之決定因素時，則以廠商每年生產的紙張規格中，最大磅數與最小磅數之差異性，做為產品範疇彈性能力之衡量指標；而 Sanchez (1995)建議以廠商特定時間內在市場上擁有的產品種類或機種的數目，作為產品範疇彈性能力之衡量指標。

二、製造彈性能力與環境不確定性之關係

Zelenovich (1982)認為廠商發展製造彈性能力主要係為了因應環境之不確定性或變動性；Mascarenhas (1981)亦指出製造彈性係廠商為了克服環境之不穩定性所發展的能力；而 Correa (1994)則認為廠商係基於因應環境不確定性與產品快速變動之必要性，而發展製造彈性能力；根據上述學者們之論點，很顯然地製造彈性能力對於廠商如何有效因應環境之變化以獲得競爭優勢，係扮演著重要之影響角色。

Gerwin (1993)認為製造彈性係多元構面之能力，廠商應針對不同的環境因素或特性，採取適當之製造彈性構面予以因應。Gupta and Goyal (1989)認為過

去大多數的研究文獻皆採適應性(adaptation)之觀點，探討環境不確定性與製造彈性能力之關係，也就是環境不確定性對製造彈性能力具單向之因果影響關係；因此本文係採適應性之觀點，來探討環境不確定性對製造彈性能力之影響關係，本文之研究架構如圖 1。根據圖 1 之研究架構，本文將從市場顧客需求不確定性、競爭情況不確定性、原物料和零件供應不確定性及產品技術不確定性等環境因素，探討其對新產品彈性、產量彈性及產品範疇彈性之影響關係，並建構研究假設如下。

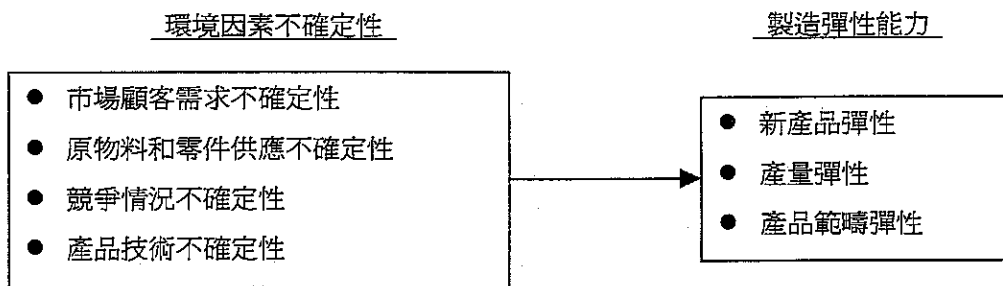


圖 1 研究架構

(一)市場顧客需求不確定性與製造彈性能力之關係

Chen et al. (1992)指出廠商為了有效因應市場中，顧客對產品特性(feature)偏好快速變動的不確定性環境，將提昇其迅速發展新產品之彈性能力，以期能較競爭對手更早期將新產品導入新目標市場，而得以掌握市場先機；因此市場顧客需求不確定性對新產品彈性具正面影響作用。其次，Gerwin (1993)認為廠商為了有效克服顧客對於品質特性偏好快速更迭的不確定環境因素，將強化其製造系統具備生產多樣化產品機種之彈性能力，而能於市場上提供顧客在品質特性方面更多的組合選擇性(options)；換言之，市場顧客需求不確定性對產品範疇彈性具正面影響作用。此外，Sethi and Sethi (1990)認為製造系統具備迅速調整不同產能水準的產量彈性能力，係廠商有效克服市場需求量高度不確定性的重要方法之一。基於上述學者們之論述，本研究提出下列假設：

H_{1a}：市場顧客需求不確定性對新產品彈性具顯著正向影響作用。

H_{1b}：市場顧客需求不確定性對產量彈性具顯著正向影響作用。

H_{1c}：市場顧客需求不確定性對產品範疇彈性具顯著正向影響作用。

(二)原物料和零件供應不確定性與製造彈性能力之關係

Dixon(1992)認為廠商具備在市場上推出多樣化產品機種之彈性能力時，較有利於克服原物料和零件在品質或交期方面之供應不穩定性，所造成市場競爭力之負面效應；當供應商所供應特定之原物料或零件在品質或交期方面出現不穩定時，基於提供顧客更多選擇性之原則下，廠商若具備在市場上推出多樣化產品機種之彈性能力時，將不致於因特定產品機種之原物料或零件在品質或交期出現不確定性時，而由於僅在市場上推出單一機種或極少數之產品機種，而影響市場之整體績效表現；簡言之，原物料和零件供應不確定性對產品範疇彈性具正向影響作用。

Krajewski and Ritzman (1996, p.308)認為廠商將傾向於建立較大的產能緩衝量(cushions)，俾有利於進行不同產量水準的彈性調整，以吸納供應商在品質或交期不穩定所造成之供應缺口；換言之，原物料和零件供應不確定性對產量彈性具正向影響關係。根據上述學者們之觀點，本研究提出下列假設：

H_{2a}：原物料和零件供應不確定性對產品範疇彈性具顯著正向影響作用。

H_{2b}：原物料和零件供應不確定性對產量彈性具顯著正向影響作用。

(三)競爭情況不確定性與製造彈性能力之關係

Ward et al. (1995)認為廠商在面對競爭對手市場策略高度變動的不確定時，應提昇其製造系統生產更多樣化產品機種之彈性能力，俾能同時在各種區隔市場擁有不同之產品機種，而不致於因競爭對手針對特定區隔市場進行策略調整時，而影響其競爭優勢；因此競爭情況不確定性對產品範疇彈性具正向影響關係。

Chen et al. (1992)指出廠商在面對競爭對手不斷加入或退出市場之激烈情況下，廠商為了鞏固市場佔有率而不致為新競爭對手所侵蝕的有效方法之一，就是強化其製造系統迅速推出新產品機種之彈性能力。又根據 Kerin et al. (1992)之觀點，廠商具備迅速發展新產品彈性能力時，由於較同業其他競爭對手更早期推出新產品，則可藉由先驅(first mover)優勢，以有效降低因競爭對手所採市場策略或訂價策略高度變動之不確定性情況所帶來之負面效應；換言之，競爭情況不確定性對新產品彈性具正向影響作用。整合上述學者們之論點，本研究提出下列假設：

H_{3a}：競爭情況不確定性對新產品彈性具顯著正向影響作用。

H_{3b}：競爭情況不確定性對產品範疇彈性具顯著正向影響作用。

(四)產品技術不確定性與製造彈性能力之關係

Gerwin (1993)及 Lieberman and Montgomery (1988)認為產業之產品技術快速創新所引發之不確定性增加時，將造成市場上現有產品機種之不斷替換與更新，因此廠商應具備引用新技術以迅速推出新產品之彈性能力，才能有效掌握因新技術出現所帶來新產品市場之先制機會；因此，產品技術不確定性對新產品彈性具正面影響性。其次，由於產品技術快速創新所引發之不確定性增加時，將不斷出現新的市場機會，而 Kekre and Srinivasam (1990)建議廠商應強化於市場上推出多樣化產品機種之彈性能力，以儘可能的全面佔據因新產品技術快速變動而不斷出現之各種新市場機會；換言之，產品技術不確定性對產品範疇彈性具正面影響作用。

Chen et al. (1992)指出產品技術快速創新之環境變動性增加時，將引發顧客對於市場上提供多樣化產品要求及顧客化生產之需求，而 Feitzinger and Lee (1997)則認為廠商應致力於提供製造系統迅速調整不同產量水準的彈性能力時，才能因應提供多樣化及顧客化生產之市場需求；亦即產品技術不確定性對產量彈性具正向影響作用。基於上述學者們之觀點，本研究提出下列假設：

H_{4a}：產品技術不確定性對新產品彈性具顯著正向影響作用。

H_{4b}：產品技術不確定性對產量彈性具顯著正向影響作用。

H_{4c}：產品技術不確定性對產品範疇彈性具顯著正向影響作用。

參、研究方法

一、樣本

(一)研究產業與廠商之選定原則

本研究主要在探討環境因素不確定性對製造彈性能力之影響關係，因此所擇定之研究產業內的廠商宜具備下列特性：1.所擇定之廠商所面臨的環境變動性高，且對製造彈性能力的需求較為殷切；2.所擇定之產業為國

內的重要製造業；3.所擇定之廠商家數不宜太少。基於滿足上述研究產業內廠商特性之考量，本研究選擇資訊產業上、下游產品供應鏈中，生產個人電腦、主機板、監視器及印刷電路板之製造廠商為實證對象。

根據 Esposito and Mastroianni (1998)及 Robinson (1996)的觀點指出，由於資訊產品技術的急劇變革與創新，連帶地引發資訊產品生命週期的縮短與消費者偏好迅速的轉移，造成資訊業廠商所面臨的產業環境變動性與不確定性較傳統產業如機械業、化工業為高；而 Malhotra et al. (1996)則認為資訊產業之廠商在面臨技術與市場環境因素高度變動的環境下，強化其於市場上迅速推出新產品機種之彈性能力，以期能掌握技術變革與市場需求趨勢，將是競爭的重要手段之一；同時，Feitzinger and Lee (1997)亦指出，在面臨顧客需求迅速變化及產品生命週期大幅縮短的變動環境下，廠商競爭優勢的新來源之一在於製造部門具備迅速、高品質且低成本生產多樣化產品之彈性能力。而本文選擇個人電腦、主機板、監視器及印刷電路板製造商為實證對象，主要係因為該四種廠商皆屬於資訊產業上、下游產品供應廠商，因此頗能符合本文之研究廠商宜具備所面臨環境變動高，且對製造彈性能力需求殷切之特性。

又根據經濟部民國 83 年所公佈之「十大新興工業之發展策略及措施」中，個人電腦、主機板、監視器及印刷電路板產品皆列舉於十大新興工業之列，因此該四種產品之製造商，屬於國內重要製造業仍屬不爭之事實。此外，根據資策會民國 88 年發行之「資訊工業年鑑」資料顯示，自 1995 年起台灣已成為全球第三大資訊產品生產國，僅次於美國及日本；而就 1998 年台灣的資訊硬體業的總產值中，個人電腦(含筆記型電腦)產品約佔 44%，監視器產品約佔 22.3%，主機板產品約佔 12.8%；換言之，個人電腦、監視器及主機板製造商之產值約佔資訊硬體產值的 79.1%；很顯然地，該三種資訊產品製造商在台灣資訊硬體產業佔重要的地位。

就 1998 年之全球市場佔有率而言，國內筆記型電腦、桌上型電腦、監視器及主機板產品之市場佔有率分別為 40%、17%、58%及 61%，可見該三種資訊產品製造商在全球市場亦佔有重要的影響性。而在印刷電路板方面，資策會民國 88 年發行之「資訊工業年鑑」資料亦顯示，我國 1998 年印刷電路板產值為新台幣 946 億元，全球市場佔有率約為 10%，規模位居全球第三位，僅次於日本及美國，因此國內印刷電路板廠商在國際上亦擁有良好的競爭優勢。綜合上述而言，本研究所擇定之個人電腦、主機板、

監視器及印刷電路板廠商在國內資訊產業之產值比重及全球市場佔有率方面之表現，實頗能切合所擇定產業內之廠商宜為國內重要製造業之特性需求。

此外，本研究根據中華徵信所民國 87 年出版之「台灣地區大型企業排名」擇取前 1000 大企業(民國 86 年之年營業額超過 7.8 億者)中，生產個人電腦(含筆記型電腦)、主機板、監視器及印刷電路板之製造商為抽樣個體，計 296 家，尚能符合所抽樣廠商家數不宜太少之特性需求。而本研究擇取排名在前 1000 大企業為抽樣個體的主要目的，在於適當的控制廠商規模，以儘可能降低由於廠商規模差異太大，所造成本研究製造彈性能力衡量變數的比較基準差距過大，而影響研究成果之正確性。

(二)抽樣方法

本研究以策略事業單位(strategic business unit; SBU)為問卷抽樣個體，而策略事業單位應具備三個特性：1.它必須是一單獨的事業體；或它隸屬於一相關事業的集合體，但卻可與該集合體中的其他單位分別獨立規劃；2.它本身有自己的競爭者；3.它必須有一位專責的經理人。為了符合上述策略事業單位之特性，本研究所擇定之抽樣廠商係由兩個部分所組成：一部分係屬於生產個人電腦、主機板、監視器或印刷電路板單一產品之製造廠商，由於該些廠商係單獨之事業體，並擁有專責之總經理及市場競爭對手，因此符合策略事業單位之特性；另一部分為個人電腦、主機板、監視器或印刷電路板事業部，亦即其所隸屬之集團公司尚擁有其他事業部，如 IC 事業部，由於該些事業部之廠商，可與公司的其他事業部分別獨立規劃，並配置有專責之總經理，於市場上亦有對應之競爭對手，因此亦能符合策略事業單位之特性。

本研究係以封閉型問卷進行調查，而問卷資料之收集則透過兩種方式取得，一則透過與抽樣廠商製造部門決策主管(如製造部副總經理、製造部經理、製造部主任)之實地訪答而得，計收回 21 份問卷；另一則利用郵寄方式，計發出 275 份問卷，而回收 70 份問卷，回收率為 25.5%，其中 4 份為無效問卷，因此透過郵寄方式所獲得之可使用問卷數計 66 份；總之，透過實地訪答與郵寄方式取得之有效樣本數計 87 份。

在該 87 家抽樣廠商中，屬於個人電腦製造廠商者計 25 家(佔全體樣本數之 28.7%)，主機板製造廠商計 27 份(佔 31.0%)，監視器製造廠商計 18

份(佔 20.7%)及印刷電路板製造廠商 17 份(佔 19.6%)。就該 87 家抽樣廠商民國 86 年營業額之分佈情形如下:介於 7.8~10 億(含)者佔 12.6%,介於 10~20 億(含)者佔 37.9%,介於 20~50 億(含)者佔 29.9%,介於 50~100 億(含)者佔 13.8%,超過 100 億者佔 5.8%;就成立歷史而言,公司設立年資低於 5 年(含)者佔 12.6%,介於 5~10 年(含)者佔 25.3%,介於 10~15 年(含)者佔 35.6%,超過 15 年以上者佔 26.5%。

二、變數之衡量

根據前圖 1 研究架構,本研究之變數衡量包括:製造彈性能力及環境因素不確定性兩部分,本節將針對該兩部分之變數衡量進行說明。

(一)製造彈性能力之衡量

本研究之製造彈性能力包括:新產品彈性、產量彈性及產品範疇彈性三個構面;而根據前文之定義,本研究對該三個製造彈性構面之衡量方式如下。

1.新產品彈性之衡量

$$NP = \sum_i \sum_j NP_{ij}$$

此處:NP 為新產品彈性;NP_{ij} 為廠商在特定年度內所推出新產品機種的數目,i=1,2;j=1,2, ...n;其中 i=1 代表民國 86 年度,i=2 代表民國 87 年度,j 代表各種不同之新產品機種。

根據新產品彈性之定義,係指廠商迅速推出新產品機種的能力,而 Jaikumar (1986)及 Boyer and Leong (1996)之研究建議以廠商一年內所推出新產品機種之數目,作為新產品彈性能力之衡量指標;因此本研究係由抽樣廠商於問卷上,分別填寫其在民國 86 年及 87 年於市場上所推出之新產品機種數目,並予以加總,以取得該兩年內新產品彈性能力之表現值。

2.產量彈性之衡量

如前所述,本研究整合「幅度」及「機動性」之兩種不同觀點來建立產量彈性之衡量指標;首先就產量彈性之幅度觀點而言,產量幅度係指製造系統所提供不同產量水準的可變動幅度或範圍,其衡量方式如下。

$$VR = \frac{\max_{i,\ell} \{ V_{i\ell} \} - \min_{i,\ell} \{ V_{i\ell} \}}{\left(\sum_{\ell=1}^{12} \sum_{i=1}^2 V_{i\ell} \right) \div 24}$$

此處：VR 為產量幅度； $V_{i\ell}$ 為特定年度內產品之單月生產量， $i = 1, 2$ ； $\ell = 1, 2 \dots 12$ ；其中， $i = 1$ 代表民國 86 年度， $i = 2$ 代表民國 87 年度， ℓ 代表各月份。

該公式中，除以民國 86 年到 87 年月平均生產量之目的，主要在於消除抽樣之廠商彼此間可能因生產規模差異太大，而造成產量幅度衡量之偏差；例如 A 廠商與 B 廠商在民國 87 年到 87 年期間單月最高與單月最低生產量之差距皆為 10 單位時，若 A 廠商之平均月生產量為 1000 單位，高於 B 廠商之平均月生產量 100 單位時，則顯然 B 廠商在產量幅度之表現較佳於 A 廠商。

另一方面，就產量彈性之機動性觀點而言，產量機動性係指製造系統在進行不同產量水準的調整時，所需耗費的裝置(set-up)時間或人工成本，若所耗費的裝置時間或人工成本愈少，則產量機動性愈高；因此本研究整合幅度及機動性兩個要素，而對產量彈性能力之衡量方式如下。

$$VF = \frac{VR}{\left(\sum_{i=1}^2 AC_i \right) \div 2}$$

此處：VF 為產量彈性能力； AC_i 為特定年度單位產品之平均人工費用， $i = 1, 2$ ；其中， $i = 1$ 代表民國 86 年度， $i = 2$ 代表民國 87 年度。

3. 產品範疇彈性之衡量

$$PM = \sum_i \sum_k PM_{ik}$$

此處：PM 為產品範疇彈性； PM_{ik} 為廠商在特定年度內於市場上所擁有的產品機種數目， $i = 1, 2$ ； $k = 1, 2, \dots, m$ ；其中 $i = 1$ 代表民國 86 年度， $i = 2$ 代表民國 87 年度， k 代表各種不同之產品機種。

根據 Sanchez (1995) 的研究建議，廠商每年在市場上所提供不同產品機種之數目，可作為產品範疇彈性之衡量指標；因此本研究係由抽樣廠商於問卷上，分別填寫民國 86 年及 87 年於市場內所擁有的各種產品機種數目，再予以加總，以取得該兩年內產品範疇彈性能力之表現值。

(二)環境不確定性之衡量

根據前圖 1 之研究架構，影響製造彈性能力之環境因素包括：市場顧客需求不確定性、原物料和零件供應不確定性、競爭情況不確定性及產品技術不確定性等構面。而有關環境不確定性之衡量究竟採主觀認知或客觀數據，學術上一直存在著爭議，然而 Miles et al. (1974)、Downey and Slocum (1975)及 Tosi et al. (1973)皆認為唯有透過高階主管的主觀認知或感受環境之不確定性，才能充份展現在策略的規劃與執行上。事實上，在策略領域的許多文獻如 Lawrence and Lorsch (1969)、Duncan (1972)、Swamidess and Newell (1987)及 Miller (1993)皆以高階主管的主觀認知來衡量環境不確定性，因此本研究係以高階主管之主觀認知來衡量環境因素不確定性。

此外，由於 Miller (1993)所發展之環境不確定性衡量問項，係整合許多學者衡量環境不確定性之問卷內容，並歷經多年測試與修正而得，應具有相當程度之信度與效度；基於此，本研究主要係參考 Miller(1993)之問卷內容，分別從市場顧客需求、原物料和零件供應、競爭情況及產品技術等環境因素之不確定性而發展衡量變項；並以 Likert 之七點尺度評量，由抽樣廠商副總經理級以上高階主管主觀認知該公司最近兩年來對於環境因素衡量變項的可預測程度，來衡量環境因素不確定性。

三、分析方法

本研究的資料分析大致分為兩階段，第一階段首先針對環境變數進行因素分析(factor analysis)，以萃取環境因素構面；其次，對每一萃取之環境因素下所歸屬的環境變數不確定性評估值予以加總平均，將所獲得之平均值作為下一步複迴歸分析之輸入資料。此外，由於本研究係以生產個人電腦、主機板、監視器及印刷電路板之製造廠商為實證對象，而基於產品特性不同，其製造彈性能力之比較基準亦將有所差異，因此本研究將分別針對製造上述四種不同產品之抽樣廠商群所獲得的新產品彈性、產品範疇彈性及產量彈性衡量值予以標準化後，再作為進行下一階段複迴歸分析之輸入資料，以儘量消除因產品特性不同其製造彈性能力比較基準具差異性，所可能造成研究結果的偏差。

第二階段本研究係以複迴歸分析驗證前圖 1 之研究架構；但進行複迴歸分析之前，有必要先進行誤差值(residuals)分配為常態及自變數不具過高複共線性(multicollinearity)之檢定與評估，以確保本研究資料適合進行複迴歸分析；有關誤差值分配為常態之檢定方面，本研究以 Shapiro-Wilk 統計量進行誤差值常

態檢定，檢定結果顯示各組複迴歸模式之誤差值皆具常態分配。

此外，本研究使用兩種方式以評估自變數間之複共線性程度，由於本研究之環境因素在複迴歸模式為自變數，因此本研究先進行 Pearson 相關分析，以確認環境因素構面彼此間是否具有過高之複共線性。其次，本研究以 Neter et al. (1983, p.391-392)所提之變異膨脹係數(variance inflation factor ; VIF)來加以評估；Neter et al. (1983, p.391-392)認為若 VIF 值小於 10，則可判定自變數間之複共線性程度不致於對複迴歸模式之最小平方估計值(least square estimates)有不當之影響性。

肆、研究結果與討論

一、環境因素之萃取

本節主要在於針對環境變數進行因素分析，以萃取具代表性之環境因素構面，本研究利用主成份分析法(principle components)從十六個環境變數中，萃取出四個特徵值(eigenvalues)大於 1 之代表性環境因素構面後，再採用最大變異法(varimax)進行轉軸分析後，以得到之轉軸因素類型(rotated pattern)，來判定該十六個環境變數在四個萃取之代表性環境因素構面的歸屬，並予以命名，實證結果如表 1。本研究萃取之四個環境因素構面的可解釋總變異量為 57.86%；且該四個環境因素構面之 Cronbach's α 值分別為 0.6808、0.7169、0.6025 及 0.6560，而根據 Jones and Janes (1979)和 Nunnally (1978)建議 α 值若高於 0.6，可視為具有合理之信度；因此本研究所萃取環境因素構面之信度具合理性。

然而在因素分析的過程中，由於「公司產品真實使用者變動的可預測性」(E_4)、「公司產品生命週期的可預測性」(E_6)、「公司產品品質競爭水準變動的可預測性」(E_7)、及「目標市場佔有率變動的可預測性」(E_{12})等變數之因素負荷量皆未超過 0.5，因此未歸入四個環境因素構面中，有關該四個環境因素構面之命名過程說明如下。

- (一)環境因素 1(F_1)：本因素係由「顧客在產品特性偏好變動的可預測性」(E_2)、「顧客基於品質、價格因素的考量下，公司產品被競爭對手產品取代的可預測性」(E_3)、「產品需求量變動的可預測性」(E_{10})等三項與市場顧客需求有關之環境變數所構成，故命名為「市場顧客需求不確定性」。

(二)環境因素 2(F₂)：本因素係由「供應商為配合公司之需求而提昇品質水準的可預測性」(E₉)、「供應商為配合公司之需求而提昇未來產能水準的可預測性」(E₁₁)、「供應商所供應原物料或零件交期變動的可預測性」(E₁₃)和「供應商所供應原料或零件品質水準變動的可預測性」(E₁₆)等四項與供應商提供原料或零件不確定性之環境變數所構成，故命名為「原物料與零件供應不確定性」。

(三)環境因素 3(F₃)：本因素係由「競爭對手產品價格變動的可預測性」(E₂)、「競爭對手市場策略變動的可預測性」(E₃)及「競爭對手進入或退出目標市場變動的可預測性」(E₁₀)等三項與競爭情況變動不確定性有關之環境變數所構成，故命名為「競爭情況不確定性」。

(四)環境因素 4(F₄)：本因素係由「公司產品所使用之核心技術未來變動的可預測性」(E₁)及「公司產品所使用之附屬支援性技術未來變動的可預測性」(E₁₄)等兩項與產品技術變動不確定性有關之環境變數所構成，故命名為「產品技術不確定性」。

表 1 環境因素構面之命名

環境變數	因素負荷量				變異之解釋量		Cronbach's α 值	環境因素構面之命名
	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	個別	累積		
E ₂	0.8225	0.0447	0.0053	0.0036	12.43 %	12.43 %	0.6808	市場顧客需求不確定性
E ₃	0.6844	-0.2673	-0.1526	0.3465				
E ₁₀	0.7701	0.3058	0.0595	-0.1041				
E ₉	0.1540	0.7988	-0.0235	-0.1794	20.75 %	33.18 %	0.7169	原物料與零件供應不確定性
E ₁₁	-0.0697	0.6590	0.0789	0.0047				
E ₁₃	0.1400	0.6468	-0.0867	-0.2914				
E ₁₆	0.3061	0.5790	0.1974	-0.1061				
E ₅	-0.0776	-0.3026	0.7675	0.1225	13.08 %	46.26 %	0.6025	競爭情況不確定性
E ₈	0.1013	0.1207	0.8108	-0.0579				
E ₁₅	0.2077	0.4997	0.5446	-0.1317				
E ₁	0.0382	0.0437	0.0236	0.7231	11.60 %	57.86 %	0.6560	產品技術不確定性
E ₁₄	0.0408	-0.0264	0.1236	0.8242				
E ₄	0.0814	-0.6074	-0.0136	-0.3675				
E ₆	0.1852	-0.1507	-0.6668	-0.2988				
E ₇	0.0698	-0.5723	0.0169	-0.1838				
E ₁₂	0.0354	0.4992	0.0911	0.3175				

二、環境因素不確定性對製造彈性能力之影響關係分析

本節係以環境因素：市場顧客需求不確定性、原物料與零件供應不確定性、競爭情況不確定性及產品技術不確定性為自變數，而分別以新產品彈性、產量彈性及產品範疇彈性為依變數，進行複迴歸分析，來驗證研究假設；然而在進行複迴歸分析前，實有必要針對所萃取之四個環境因素構面進行 Pearson 相關分析，以確認環境因素構面彼此間不致於因具有過高之複共線性，而對複迴歸分析結果造成偏差影響；表 2 係環境因素構面彼此間之 Pearson 相關矩陣，根據相關矩陣顯示環境因素構面彼此之相關性皆未達 $\alpha = 0.05$ 之顯著水準，足見其複共線性不高。此外，實證結果亦顯示複迴歸模式中，市場顧客需求不確定性、原物料與零件供應不確定性、競爭情況不確定性及產品技術不確定性自變數之膨脹變異係數 VIF 值分別為 1.0765、1.0601、1.0290 及 1.0234 皆小於 10，而根據 Neter et al. (1983, p.391-392)之建議，可判定自變數間的複共線性程度，對本研究複迴歸分析結果將不致造成不當之影響。

表 2 環境因素構面之 Pearson 相關分析

環境因素構面	DU	SU	CU	TU
DU：市場顧客需求不確定性	1.0000 (0.0)	0.1856 (0.0852)	0.1719 (0.1114)	-0.0818 (0.4513)
SU：原物料與零件供應不確定性	0.1856 (0.0852)	1.0000 (0.0)	0.0429 (0.6935)	0.1086 (0.3168)
CU：競爭情況不確定性	0.1719 (0.1114)	0.0429 (0.6935)	1.0000 (0.0)	0.0676 (0.5338)
TU：產品技術不確定性	-0.0818 (0.4513)	0.1086 (0.3168)	0.0676 (0.5338)	1.0000 (0.0)

至於以新產品彈性、產量彈性及產品範疇彈性為依變數，四個環境因素不確定性為自變數進行複迴歸分析，所得之實證結果彙整如表 3；根據表 3 顯示該三組複迴歸模式之 ANOVA 檢定 P 值分為為 0.0168、0.0322 及 0.0194，而 R² 值分別為 0.1402、0.1235 及 0.1365。

首先，就環境因素不確定性對新產品彈性之影響關係方面，根據表 3 之實證結果顯示，對新產品彈性具顯著正向影響關係之不確定性環境因素包括：市

場顧客需求不確定性、競爭情況不確定性及產品技術不確定性，分別支持研究假設 H_{1a} 、 H_{3a} 及 H_{4a} 。其中，競爭情況不確定性係影響新產品彈性的環境因素中，較具顯著影響性者(迴歸係數值 $b=0.2155$ ， $\alpha<0.05$)；而根據前環境變數之因素分析，競爭情況不確定性環境因素係由「競爭對手產品價格變動的可預測程度」、「競爭對手市場策略變動的可預測程度」及「競爭對手進入或退出目標市場的可預測程度」所構成，因此廠商面對競爭對手在產品價格、市場策略或進入與退出市場的環境不確定性愈高時，將提昇其迅速推出新產品機種的彈性能力，以期藉由較同業其他競爭對手更早推出新產品機種之手段來掌握先驅(first mover)優勢，而能有效降低或因應競爭對手不確定性所帶來之負面效應。

其次，就市場顧客需求不確定性對新產品彈性具顯著正向影響性(迴歸係數值 $b=0.2095$ ， $\alpha<0.1$)而言，根據前環境變數之因素分析，市場顧客需求不確定性係由「顧客在產品特性偏好變動的可預測程度」和「公司產品被競爭對手產品取代的可預測程度」所構成，因此實證結果顯示當廠商在面對顧客對產品特性偏好變動及公司產品被競爭對手取代的不確定性增加時，將強化其迅速推出新產品機種之彈性能力，以期能有效反應顧客對產品特性偏好之快速變動。

此外，就產品技術不確定性對新產品彈性具顯著正向影響作用(迴歸係數值 $b=0.2028$ ， $\alpha<0.1$)而言，實證結果顯示公司在面臨產業內主產品核心技術或附屬性支援技術的不確定性愈高時，廠商將致力於提昇其迅速開發新產品之彈性能力，藉以反應並掌握因新技術出現變化所帶來新產品市場的先制(preemption)機會；本研究結果驗證了 Lieberman and Montgomery(1988)之觀點，廠商具備迅速開發新產品之彈性能力時，將使其能較同業其他競爭對手，在產品生命週期之較早期階段進入市場，以有效掌握因技術創新變動所帶來新市場之先制優勢。

就環境因素不確定性對產量彈性之影響關係方面，根據表 3 之實證結果顯示，當廠商面臨市場顧客需求不確定性愈高時，則其產量彈性能力顯著愈佳(迴歸係數值 $b=0.2652$ ， $\alpha<0.05$)，支持研究假設 H_{1b} 。此實證結果驗證了 Sethi and Sethi (1990)之觀點，製造部門若具備迅速調整不同產能水準之彈性能力時，才能有效因應市場需求量急劇變化之不確定性環境因素。此外，實證結果亦顯示當廠商面臨供應商所供應之原物料和零件在品質或交期之不確定性愈高時，則其產量彈性能力顯著愈佳(迴歸係數值 $b=0.1909$ ， $\alpha<0.1$)，支持研究假設 H_{2b} 。很明顯地，當供應商在交期或品質方面產生高度之不確定性時，廠商傾向於建立較大之產能緩衝量(cushions)，以吸納供應商所供應原物料與零件因品質不良

或交期延遲所產生之供應缺口；而較大之產能緩衝量，將直接反應在廠商迅速調整不同產能水準之產量彈性能力表現上。因此為了有效因應供應商所供應之原物料和零件在品質與交期之不確定性，建議廠商宜強化其製造系統迅速調整不同產量水準之彈性能力。

另一方面，產品技術不確定性對產量彈性不具顯著正面影響作用，則不支持研究假設 H_{4b} 。根據實證結果可知，廠商在面對產品技術未來變動的不確定性愈高時，對於廠商致力於提昇產量彈性能力並不具正面促進作用；換言之，廠商強化產量彈性能力，可能並非因應產品技術不確定性的有效方法之一，或許可透過其他之方法如採技術策略聯盟等，以有效克服產品技術不確定性所帶來之市場衝擊。

就環境因素不確定性對產品範疇彈性之影響關係而言，根據表 3 之實證結果顯示，廠商在面對競爭情況的不確定性愈高時，則其產品範疇彈性能力顯著愈佳(迴歸係數值 $b=0.2115$, $\alpha < 0.05$)，支持研究假設 H_{3b} 。換言之，當廠商面臨競爭對手在產品價格變動或市場策略變動的不確定性增加時，將致力於強化其提供多樣化產品機種之產品範疇彈性能力，俾能同時在不同之區隔市場提供顧客更多產品機種之選擇性，而規避競爭對手因調整產品價格或市場策略而可能造成特定區隔市場顧客流失之負面影響。同時，實證結果亦顯示廠商面對產品技術不確定性愈高時，產品範疇彈性愈佳(迴歸係數值 $b=0.2230$, $\alpha < 0.05$)，則支持研究假設 H_{4c} 。很顯然地，當廠商在面對產業內產品核心技術或附屬性支援技術的變動不確定性增加時，將強化其於市場上推出更多樣化產品機種之彈性能力；本實證結果驗證了 Kekre and Srinivasm (1990)之觀點，當產業之產品技術快速創新時，將不斷的出現新市場機會，而廠商處在產品技術快速創新的不確定環境下，若具備推出多樣化產品機種之彈性能力時，才得以有效掌握與因應技術快速創新所帶來之新市場機會。

另一方面，市場顧客需求不確定性對產品範疇彈性不具顯著正向影響作用，則不支持研究假設 H_{1c} 。此實證結果顯示在面對市場顧客對於產品品質特性偏好快速變動的環境不確定性愈高時，對於廠商強化其生產多樣化產品機種之彈性能力並不具顯著正面促進作用；而產生不支持研究假設 H_{1c} 之可能原因，本研究認為在於廠商縱然擁有於市場上提供多樣化產品機種之彈性能力，但若其所擁有之產品機種皆屬於舊機種，仍將難以滿足顧客對於產品品質特性偏好快速移轉之需求，而無法有效因應市場顧客需求不確定性之環境因素。若又根據前有關市場顧客需求不確定性對新產品彈性具顯著正向影響作用之實證結果

而論，更可瞭解廠商具備迅速推出新產品機種之彈性能力，較其具備提供多樣化產品機種之彈性能力，更能因應與克服市場顧客需求不確定性之環境因素。

此外，原物料與零件供應不確定性對產品範疇彈性能力不具顯著正向影響作用，則不支持研究假設 H_{2a} 。很顯然地，廠商面對供應商所供應原物料與零件在品質、交期方面之不確定性增加時，對其致力於強化提供市場上多樣化產品機種之彈性能力並不具正面促進作用；換言之，廠商擁有產品範疇彈性能力，可能並非其因應供應商所供應原物料與零件在品質、交期方面不確定性的有效方法之一，或許可透過其他之方法如建立更大之產能緩衝或進行向上游垂直整合之策略等，以克服原物料與零件供應之不確定環境因素。

表 3 環境因素不確定性對製造彈性能力影響關係之複迴歸分析

製造彈性能力 環境因素不確定性	R ₁ 複迴歸模式	R ₂ 複迴歸模式	R ₃ 複迴歸模式
	新產品彈性	產量彈性	產品範疇彈性
市場顧客需求不確定性	+* 0.2095 (0.0618)	+** 0.2652 (0.0195)	-0.1525 (0.1653)
原物料與零件供應不確定性	-0.0033 (0.9760)	+* 0.1909 (0.0836)	-0.1253 (0.2437)
競爭情況不確定性	+** 0.2155 (0.0489)	-0.0378 (0.7283)	+** 0.2115 (0.0496)
產品技術不確定性	+* 0.2028 (0.0610)	-0.0226 (0.8337)	+** 0.2230 (0.0369)
樣本數(N)	87	87	87
R ² 值	0.1402	0.1235	0.1365
F 值	3.219	2.782	3.121
ANOVA 值	0.0168**	0.0322**	0.0194**

“+”：顯著正向影響關係

“-”：顯著負向影響關係

空白：無顯著影響關係

表內數值：上為複迴歸係數，下為 P 值。

**P<0.05；*P<0.1

伍、結 論

本研究首先針對環境變數進行因素分析，而所萃取之環境因素包括：市場顧客需求不確定性、原物料與零件供應不確定性、競爭情況不確定性及產品技術不確定性；其次，利用複迴歸分析探討不同的環境因素不確定性對製造彈性能力之影響關係，研究結論指出不同的環境因素不確定性對新產品彈性、產量彈性及產品範疇彈性具不同的影響作用；如市場顧客需求不確定性愈高，則廠商之新產品彈性及產量彈性能力表現愈佳；原物料和零件供應不確定性愈高，則廠商之產量彈性能力表現愈佳。換言之，廠商宜針對不同的環境因素而致力於強化特定製造彈性構面之優勢，才能有效因應環境的變動性。就管理涵意而言，本文之研究成果除了可作為過去大多數學者們所發表有關環境因素不確定性對製造彈性能力具影響性之概念性文章更具體的佐證外，亦有助於資訊產業之管理者為了因應不同環境因素之不確定性，而應強化特定製造彈性構面優勢之決策參考。

雖然本研究成果有助於釐清資訊產業之廠商在面對不同環境因素的不確定性時，所需強化特定製造彈性構面優勢之決策參考，然而廠商應如何正確地從事製造系統之投資或製造管理活動之投入，以提昇製造彈性能力將成為另一重要之研究議題。因此，進一步探討 Gerwin (1993)、Kotha (1995)、Suarez et al. (1996) 及 Upton (1997) 所建議之製造管理活動內容，如增加可程式化生產設備 (programmable production equipment) 之投資比重、推動共用零件 (common components)、訓練多技能員工及維持良好的供應商關係等，對不同製造彈性構面之影響關係，將是本研究未來努力方向之一。

此外，由於本研究係以資訊產業上、下游產品供應鏈中，生產個人電腦、主機板、監視器及印刷電路板製造廠商進行研究，但基於資訊產業與其他非資訊產業特性之具差異性，因此本文之研究結果是否可完全推論於其他之非資訊產業，實有待進一步探究；基於此，針對其他非資訊產業如機械業之廠商進行相同議題之研究，以探討資訊產業與其他非資訊產業是否因產業特性之不同，而造成研究結果之差異性，將是本研究未來另一努力的方向。

參考文獻

- Boyer, K.K., and G.K. Leong, 1996. Manufacturing flexibility at the plant level, *Omega*, 24(5) : 495-510.
- Browne, J.D., K. Dubois, Sethi S.P. Rathmill, and K.E. Stecke, 1984. Classification of flexible manufacturing systems, *The FMS Magazine*, 2(2) : 114-117.
- Chen, I.J., R.J. Calantone, and C.H. Chung, 1992. The marketing – manufacturing interface and manufacturing flexibility, *Omega*, 20(4) : 431-443.
- Correa, H.L. 1994. *Linking flexibility, uncertainty and variability in manufacturing systems*, London: Avebury.
- De Meyer, A., J. Naskane, J.G. Miller, and K. Ferdows, 1989. Flexibility: The next competitive battle the manufacturing futures survey, *Strategic Management Journal*, 10 : 135-144.
- Dixon, J.R. 1992. Measuring manufacturing flexibility, An empirical investigation, *European Journal of Operations Research*, 60 : 131-143.
- Downey, H., and J. Slocum, 1975. Uncertainty: Measures, research, and sources of variation, *Academy of Management Journal*, 8 : 562-578.
- Duncan, R.B. 1972. Characteristics of organizational environments and perceived environmental uncertainty, *Administrative Science Quarterly*, 17 : 313-327.
- Esposito, E. and M. Mastroianni 1998. Technological evolution of personal computers and market implications, *Technological forecasting and social change*, 59 : 235-254.
- Feitzinger, E. and H.L. Lee, 1997. Mass customization at Hewlett-Packard: The power of postponement, *Harvard Business Review*, Jan.-Feb. : 116-121.
- Gerwin, D. 1987. An agenda for research on flexibility of manufacturing process, *International Journal of Operations and Production Management*, 7(1) : 38-49.
- Gerwin, D. 1993. Manufacturing flexibility: A strategic perspective, *Management Science*, 39(4) : 395-410.
- Gupta, Y.P., and S. Goyal, 1989. Flexibility of manufacturing systems: Concepts and measurement, *European Journal of Operations Research*, 43 : 119-135.
- Gustavsson, S.O. 1984. Flexibility and productivity in complex process, *International Journal of Production Research*, 22(5) : 801-808.
- Jaikumar, R. 1986. Post-Industrial revolution, *Harvard Business Review*, November-December : 110-118.
- Jones, A.P., and L.R. Janes, 1979. Psychological climate: Dimensions and relationships of individual and aggregated work environmental perceptions, *Organizational Behavior and Human Performance*, 23 : 201-250.

- Jordan, W.C., and S.C. Graves, 1995. Principles on the benefits of manufacturing processes flexibility, *Management Science*, 41(4) : 577-594.
- Kekre, S., and K.S. Srinivasm, 1990. Broader product line: A necessity to achieve success? *Management Science*, 36(10) : 1216-1231.
- Kerin, R.A., R.P. Aaradarajan and R.A., Peterson, 1992. First-Mover advantage: A synthesis, conceptual framework, and research propositions, *Journal of Marketing*, 56 : 33-52.
- Kotha, S. 1995. Mass customization: Implementing the emerging paradigm for competitive advantage, *Strategic Management Journal*, 16 : 21-42.
- Krajewski, L.T., and L.P. Ritzman, 1996. *Operations management strategy and analysis*, New York: Addison-Wesley.
- Lawrence, P.R., and J.W. Lorsch, 1969. *Organization and Environment: Managing Differentiation and Integration*, Illinois: Irwin.
- Lieberman, M.B., and D.B. Montgomery, 1988. First mover advantage, *Strategic Management Journal*, 9 : 41-58.
- Malhotra, M.K., V. Grover, and M. Desilvio, 1996. Reengineering the new product development process: a framework for innovation and flexibility in high technology firms, *Omega*, 24(4) : 425-441.
- Mandelbaum, M. 1978. Flexibility and decision making, *European Journal of Operations Research*, 44(1) : 17-27.
- Mascarenhas, B. 1981. Planning for flexibility, *Long Range Planning*, 14(5) : 573-574.
- Miles, R.E., C.C. Snow, and J. Pfeffer, 1974. Organization-environment: Concepts and issues, *Industrial Relations*, 13 : 244-264.
- Miller, K.D. 1993. Industry and country effects on managers' perceptions of environmental uncertainties, *Journal of International Business Studies*, 21(2) : 311-331.
- Neter, J., W. Wasserman, and M.H. Kutner, 1983. *Applied linear regression models*, Illinois: Irwin.
- Newman, W.R., M. Hanna, and M.J. Maffei, 1993. Dealing with the uncertainties of manufacturing: Flexibility, buffers and integration, *International Journal of Operations and Production Management*, 13(1) : 19-34.
- Nunnally, J.C. 1978. *Psychometric theory*, New York: McGraw-Hill.
- Robinson, G.W. 1996. Technology foresight-the future for IT, *Long Range*, 29(2) : 232-238.
- Sanchez, R. 1995. Strategic flexibility in production competition, *Strategic Management Journal*, 16 : 136-159.
- Sethi, A.K., and S.P. Sethi, 1990. Flexibility in manufacturing: A survey, *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, 2(4): 289-328.

- Skinner, W. 1974. The focused factory, *Harvard Business Review*, May-June : 113-121.
- Slack, N. 1987. The flexibility of manufacturing systems, *International Journal of Operations and Production Management*, 7(4) : 35-45.
- Son, Y.K., and C.S. Park, 1987. Economic measures of productivity quality and flexibility in advanced manufacturing systems, *Journal of Manufacturing Systems*, 6(3) : 193-206.
- Suárez, F.F., M.A., Cusumano, and C.H. Fine, 1996. An empirical study of manufacturing flexibility in printed circuit board assembly, *Operation Research*, 44(1) : 223-240.
- Swamidass, P.M., and W.T. Newell, 1987. Manufacturing strategy, environmental uncertainty and performance: A path analytic model, *Management Science*, 33(4) : 509-524.
- Toni, A.D., and S. Tochia, 1998. Manufacturing flexibility: A literature review, *International Journal of Production Research*, 36(6) : 1587-1617.
- Tosi, H., R. Aldag, and R. Storey, 1973. On the measurement of the environment: An assessment of the lawrence and lorsch environmental uncertainty subscale, *Administrative Science Quarterly*, 18(1) : 27-36.
- Upton, D.M. 1994. The management of manufacturing flexibility, *California Management Review*, 36(2) : 72-89,
- Upton, D.M. 1997. Process range in manufacturing: An empirical study of flexibility, *Management Science*, 43(8) : 1079-1092.
- Ward, P.T., R. Duray, G. Keong, and Chee-Chuong Sum, 1995. Business environment, operations strategy, and performance: An empirical study of Singapore manufacturing, *Journal of Operations Management*, 13 : 99-115.
- Zelenovich, D.M. 1982. Flexibility: A condition for effective production systems, *International Journal of Production Research*, 20(3) : 319-337.

