

# 知識經濟指標模型之跨群分析

陳智凱\*

## 摘要

近來各主要研究機構與國家，紛紛建構知識經濟衡量指標。然而不同衡量單位之指標建構有時差異頗大，本研究旨在建構一套衡量知識經濟特質之總體模型，本文將指標分為五大構面：企業經營環境、創新系統、人力資源發展、資訊通訊科技、績效指標等。首先利用探索性因素分析（EFA）簡化龐雜指標，隨後進行二階驗證性因素分析（SCFA），並且利用跨群因素恆等性分析，檢驗跨群因素結構之穩定性，同時估計跨群平均數結構模型之差異情形。總體而言，本文主要發現及重要結論如下：總體知識經濟構念模型之影響力排序，分別為資訊通訊科技、企業經營環境，人力資源系統、創新系統、績效指標。至於跨群因素恆等性檢定，透過相同因素結構模型，測量高低知識群是一個可以接受的方式；而在跨群平均數結構檢定方面，增加平均數及截距向量之後，整體模型適合度反而提高，並且未改變原來 CFA 之模型結構。

**關鍵詞：**知識經濟、線性結構模型、因素恆等性、平均數結構檢定

---

\*東吳大學 國際貿易系助理教授

電子郵件：chihkai@trade.gov.tw

收稿日期：2004.11.30

修改日期：2005.4.28

接受日期：2005.5.2

# Cross Group Analysis of Knowledge-Based Economy Model

Chih-Kai Chen\*

## Abstract

Knowledge-Based Economy (KBE) was recently important issue of global competition. But numerous world KBE Scorecards (i.e., APEC, OECD and World Bank) still retained differences in terms of country ranking. The purpose of this study was to apply confirmatory factor analysis to decompose variations in KBE assessment into three sources, Likewise, to investigate the construct model of KBE. The data was 2002 World Development Indicators CD-Rom published by World Bank. Our approach was based on exploratory factor analysis, second order CFA and cross-group invariance test. Finally, our study concluded that, in order to construct the model of KBE, one need to look into the essentiality of information infrastructure, environment factors, education and human resources, innovation system factors together. The cross group factor invariance analysis and mean structure test. It was found that the factor structure of higher KBE cluster was similar to the lower KBE cluster, but better than in average performance.

**Key Words :** Knowledge-Based Economy (KBE)、LISREL、Factorial Invariance、  
Mean Structure Test

---

\* Assistant professor, Department of International Business, Soochow University

## 壹、前言

根據 OECD (1996) 研究報告指出，過去十年，隨著資訊通訊科技 (ICT) 持續創新應用，知識已經取代傳統要素土地、資本，成爲一國經濟成長之主要動力。特別是美國以「新經濟」發展模式，締造史上最長的經濟擴張時期之後，各國政府莫不紛紛師法美國，積極研擬知識經濟發展策略，提高國家競爭力。鑑此，近來各主要國際研究機構與國家，爲了瞭解一國之知識經濟發展程度，紛紛建構不同的知識經濟衡量指標進行國際評比。例如，經濟發展暨合作組織 (OECD) 之《科技、技術與產業計分表：知識經濟標竿》(OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 1999: Benchmarking Knowledge-Based Economies)，亞太經濟合作會議 (APEC) 之《邁向知識經濟》(Towards Knowledge-Based Economy, 2000)、世界銀行 (World Bank, WB) 之《知識評價衡量指標》(Knowledge Assessment Measurement 2002, KAM) 等。然而，不同衡量單位之指標建構有時差異頗大，本研究於是衍生了下列研究動機：

- (一) 如何有效綜合各研究機構指標，建構一套衡量知識經濟之總體構念模型？  
上揭模型應該包含哪些因素構面？
- (二) 同國家樣本之跨群因素結構是否具備恆等性特質？
- (三) 倘若上揭跨群因素恆等性特質具備，不同樣本之跨群平均數結構差異爲何？何種樣本群體之平均數較高，跨群之間相關係數結構有何差異？

## 貳、文獻回顧

### 一、知識經濟定義與理論發展

根據 OECD (1996) 定義：「知識經濟 (Knowledge-Based Economy, KBE) 意指直接建立在知識與資訊之創造、流通與利用之經濟活動與體制」。隨著知識經濟活動與體制重要性日益提昇，Cowan and Gert (2000) 認爲「知識經濟」定義與內涵，應由建構知識經濟基礎 (Knowledge-Based Economy, KBE)，轉爲透過知識驅動 (Knowledge-Driven Economy, KDE) 經濟成長、累積財富與促進

就業。因此不論是「新經濟」(New Economy)、「資訊經濟」(Information Economy)及「數位經濟」(Digital Economy)皆屬於廣義的知識經濟概念，涵蓋範圍從高科技產業擴至所有產業部門，並且逐步朝向知識密集趨勢發展。另外「知識經濟」之重要特質，包括正向回饋(Positive Feedback)、要素報酬遞增，以及「適者生存、贏者全拿」，至於其內涵範疇包括：開放的經貿環境、嶄新的企業經營理念、健全的總體經濟政策、前瞻的教育人力資源、以及聚焦的資訊基礎建設等等。

依據上揭知識經濟之定義與內涵，傳統經濟理論模型必須予以調整修正。例如，總體經濟生產函數  $Y=f(L, K, A, N)$ ，其中  $L$  代表勞動投入， $K$  代表資本投入， $A$  代表生產技術， $N$  代表制度。由於傳統農業經濟之資本累積速度緩慢，生產技術未見重大進步，加上政治與產權制度也未明顯變革，因此勞力始終扮演著經濟發展的關鍵角色。例如 Marthlus (1958) 揭舉的《人口論》(*the Principle of Population*) 經濟成長模型，就是假定資本、技術與制度固定不變，技術進步只會增加經濟社會人口數量，但是無法增加人民的工資或福利水準，此一理論明確的反應出農業社會之經濟特質。不過隨後經濟學鼻祖 Adam Smith (1776) 在其《國富論》(*Wealth of Nations*) 中揭示，技術進步(代表知識累積)對於促進經濟成長深具貢獻。而另一位經濟學大師 Ricardo，雖未明確的提出一個經濟成長理論，不過同樣抱持著類似的看法，意即生產技術的迅速發展，嶄新的自然資源發現，以及勞動的熟練程度增加，都是促進經濟成長的重要關鍵要素。

緊接著，18 世紀工業革命之後，人口在經濟成長中的重要性逐漸衰退，機器設備扮演的角色蛻變躍升，經濟成長關鍵變數由勞力轉為資本。例如 Solow (1956) 提出「新古典成長理論」(Neo-Classical Growth Theory)，說明各國經濟成長終將趨於穩定狀態，而所得所得成長率最終僅受技術進步的影響。上揭模型驗證了工業社會的重要變數是資本累積。而技術進步對於經濟成長之重要性雖被突顯，但仍被視為外生變數。隨後 Romer (1990) 等人形成了「新成長

理論」(New-Growth Theory)或「內生成長理論」(Endogenous Growth Theory)，上揭經濟模型聚焦在知識與技術進步，主要論點包括：技術進步不應視為外生，並且具有規模報酬遞增特質；人力資本 (Human Capital) 存量越高研發能力越強；技術進步以新知識型態呈現，這些新知識具有非敵對性 (non-rivalry) 特質。不過新成長理論雖然掌握了知識經濟之創新特質，但是卻未能完整刻畫知識經濟之內在本質。

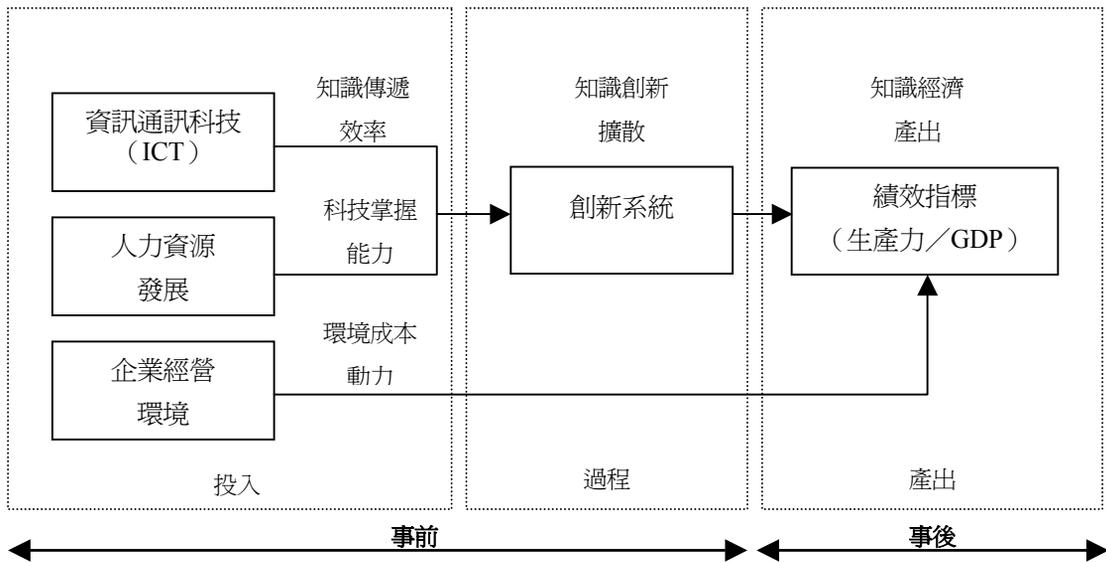


圖 1 知識經濟之理論模型

總體而言，知識經濟相對於傳統經濟具有極大差異，倘若根據 OECD 等國家的發展經驗，我們在探討知識經濟指標時，可以從投入、產出以及衝擊與影響層面切入，同樣地，也可以將上揭投入、過程與產出分類，歸納為「事前」(ex ante) 與「事後」(ex post) 觀點，事前觀點意即從可能的影響因素加以探討，事後觀點意即從績效 (performance) 與結果 (result) 出發，清楚掌握一國之最終競爭優勢。事後績效與結果相較於事前原因，在分析上更容易掌握與觀察。不過若要探討形成過程或針對未來進行預測，從事前影響要素進行分析顯然較佳；若是期望對於當前發展現況作出精確衡量，透過績效結果進行分析

結果較為明確。本研究因此融合上揭「投入／過程／產出」以及「事前／事後」二種概念，將知識經濟之理論模型，彙總如上圖 1。

## 二、知識經濟衡量單位與比較

長期以來，經濟學家始終爭辯如何確切衡量一國的經濟表現，事實上，二次世界大戰迄今，全球普遍採行的傳統經濟衡量指標，例如 GNP 及 GDP，由於無法兼顧環保與社會文化等因素，因此遭致諸多點評。反觀「知識經濟」之定義與內涵，除了異於傳統經濟之衡量方式之外，同時還具備了下列特質：第一、缺乏將知識創造轉為知識產出之要素投入函數；第二、傳統所得帳中並未錄入知識帳目；第三、缺乏系統性知識計價資料；第四、知識創造未必增加知識存量累積，特別是迄今缺乏知識計算單位；因此，知識經濟之衡量指標不僅無法套用傳統經濟指標，資料蒐集與數據量化更是一大挑戰。

不過，自 OECD（1999）正式發表《科技、技術和產業計分表：知識經濟標竿》以來，各國依序發展契合自己之知識經濟衡量指標。迄今發表過之研究單位包括：經濟發展暨合作組織（OECD）、亞太經濟合作會議（APEC）、世界銀行（WB）、美國前瞻政策研究所、英國國家競爭力委員會、歐洲共同體委員會、新加坡貿工部、澳洲知識經濟單位、澳洲產業分析單位、澳洲工業科學資源部、紐西蘭經濟發展部門、美國國家科學學院、國際資料公司、歐洲分析指標資料、波特與史坦、台灣資策會、政治大學等，至於各單位發布之知識經濟衡量指標，比較如表 1。

表1 各國知識經濟衡量指標比較

發表機構/年度	指標內涵	指標範疇
經濟發展暨合作組織 (OECD) 1999年	知識投入、知識存量與流量、知識產出、知識網路、知識學習	3大項， 28中項指標
亞太經濟合作會議 (APEC) 2000年	創新體系、資訊科技基礎建設、人力資源發展、企業經營環境	4大項， 24細項指標
世界銀行 (WB) 2002年	企業經營環境、創新系統、人力資源系統、資訊科技基礎系統、績效指標	14項標準版， 69項完整版
美國前瞻政策研究所 1999年	產業與就業結構變化、全球化、動態性與競爭性、資訊技術革命、技術創新能力	5大項， 17細項指標
英國國家競爭力委員會 2000年	人力資源、科技與技術創新、資訊與通訊應用、企業經營環境	4大項， 41細項指標
歐盟委員會 2000年	人力資源、知識創造、知識擴散與應用、創新財務產出與市場	4大項， 16細項指標
澳洲工業科學資源部 2000年	結構轉變；知識產出（包括人力資本及科學技術）；知識擴散（包括知識網路、資訊通訊技術、網際網路與電子商務）	5大項 22細項指標
新加坡貿工部 2000年	企業環境、資訊科技、創新系統、人力資源發展	4大項， 15細項指標
國際資料公司 1999年	電腦、資訊、網際網路、社會	4大項， 23細項指標
Porter & Stern 1999年	創新基礎建設、產業聚落特殊創新環境、聯結品質	3大項 10細項指標
台灣資訊工業策進會 1999年	資訊力基礎能力、資訊力應用能力、資訊力規範程度	3大項 12中項指標
政治大學 2001年	知識資本、創新能力、資訊科技應用、知識社會基礎建設	4大項 18項建議指標

資料來源：本研究

### 三、知識經濟衡量指標之彙總

由於各國廣泛探討知識經濟之衡量方式，某些知識或資訊指標已被逐步建構出來，然而，由於缺乏對於知識經濟之一致性定義，因此發展出來之方法及指標不盡相同。例如，OECD 揭舉五項知識經濟關鍵指標，包括投入衡量（R&D 投入）、產出衡量（高科技產出）、流量及存量衡量（R&D 人力）、網路建構衡量（公私部門合作）、國家學習能力衡量（教育統計）等；APEC 則是依循 OECD 類似模式，不過涵括更多企業環境指標，包括政府透明度、經濟開放程度等；美國前瞻政策研究所則是採取些微差異指標，除了一般性指標之外，更涵括創

投及新創事業等知識經濟動態、創新與速度等特質。至於 WB 則是擴大成爲五大構面，細項衡量變數涵蓋層面與範疇更深且廣。

表 2 各國知識經濟衡量指標彙總

企業經營環境	創新系統	人力資源發展	資訊通訊科技	績效指標
1、本形成總額/GDP (W)	1、科技評估指標 (W.UK)	1、人識字率 (W.D)	1、每千人電話數 (W.A.O)	1、均 GDP 成長比率 (W.PS)
2、中央政府總預算赤字/GDP (W)	2、FDI/GDP (W.A)	2、中等教育之入學比率 (W.A.O.EU.ST.D)	2、每千人行動電話數目 (W.A.O.ST.D)	2、人力發展指標 (W.A.UK)
3、貿易/GDP (W)	3、專利與授權費用投入 (W)	3、大學教育之入學比率 (W.D)	3、每千人電腦數 (W.A.ST.D)	3、性別發展指標 (W)
4、關稅/非關稅障礙 (W)	4、R&D 總支出 /GNI (W.A.O.EU.ST.D.PS)	4、小學師生比 (W)	4、每千人電視數 (W)	4、貧窮指標 (W)
5、財產權 (W)	5、大學科技工程入學比 (W)	5、出生率 (W)	5、每千人收音機數 (W)	5、複合 ICRG 風險比率 (W)
6、法令規章 (W)	6、R&D 研究人數 (W.A.O.D.PS)	6、人們適應新挑戰彈性 (W)	6、每千人日報數 (W.A)	6、總體勞動失業率 (W.A.UK)
7、良好智財產保護制度 (W.PS)	7、製造業貿易 /GDP (W)	7、教育公共支出 /GDP (W.D.PS)	7、通訊投資/GDP (W)	7、生產力成長 (每位受雇者 GDP 變動率) (W.ST)
8、銀行健全 (W.A.UK)	8、企業與大學研究合作 (W.A.O.EU.PS.D)	8、專業技術工作者佔總勞動率 (W.A.O.US.EU.S.T.PS)	8、全球 MIPS 電腦處理能力排名% (W)	8、知識型產業出口比率 (UK)
9、充足完備的金融制度 (W)	9、管理者之企業家精神 (W.UK)	9、8 年級數學成績 (W)	9、千人網路主機數 (W.A.O.ST.D)	9、產業結構 (UK)
10、法令與監督 (W)	10、千人科技期刊發表數量 (W)	10、8 年級科學成績 (W)	10、國際通訊成本每 3 分鐘撥打至美國 (W.O.D)	
11、當地競爭環境 (W.A.PS)	11、新創事業容易度 (W.EU.ST)	11、本國文化對於外國之開放程度 (W)	11、資訊社會指標 (W)	
12、財產權保護 (W)	12、創投資金可用度 (W.O.EU.PS.US)	12、員工訓練程度 (W.U.S.D)	12、電子化政府 (W)	
13、法令框架 (W)	13、每百萬人 USPTO 專利數 (W.U.S.EU.ST.D)	13、當地商業學校獲取管理教育容易程度 (W)	13、ICT 支出/GDP (W.O.EU.ST)	
14、政府效能 (W.A)	14、高科技出口/總體製造業出口 (W.A.EU)	14、優質教育人才沒有移民海外 (W)	14、上網人數佔總人口數 比率 (A.US.EU.D)	
15、表達與問責 (W)	15、企業 R&D 支出 (W.A.O.US.EU.D.PS)	15、大學教育符合競爭經濟需求 (W)	15、企業部門之附加價值 (O)	
16、政治穩定度 (W)	16、政府 R&D 支出 (EU)	16、每年自然科學畢業生人數 (A)	16、實質附加價值成長率 (O)	
17、貪污控制 (W)	17、服務出口/GDP (A)	17、管理者與員工關係 (W)	17、ICT 密度 (O)	
18、出版自由 (W)	18、知識密集產業附加價值/GDP (A.UK)		18、電腦硬體價格 (O.D)	
19、國際化程度 (A)	19、跨企業技術聯盟 (D.EU.US)		19、電子商務營收情形 (A)	
1. 貿易投資開放程度 (PS)	20、新創獨立中小製造業 (EU)			
2. 勞動市場 (UK)	21、新產品市場佔有率 (EU)			
3. 生活品質 (UK)				
4. 企業的透明度 (A)				

註：指標代碼分別爲：W 代表世界銀行；O 代表 OECD；A 代表 APEC；US 代表美國前瞻政策研究所；UK 代表英國國家競爭力委員會；EU 代表歐盟委員會；D 代表澳洲工業科學資源部；ST 代表新加坡貿工部；PS 代表 Porter & Stern。

無論如何，雖然各國提出之衡量指標彼此不同，不過經由本研究整理之後，發現各國指標之大項構面內涵趨近。以三大主要研究機構之衡量指標為例。OECD（1996）推出之知識經濟衡量指標，雖然從知識之產生、傳輸與擴散角度三方面切入，不過大致可以分為創新系統、人力資源發展、及資訊通訊系統三大項。至於 WB 則分為企業經營環境、創新體系、人力資源發展、資訊通訊科技五大項。至於 APEC 則是以知識之取得、創造、流通及使用為緯，結合 WB 之指標構面為經，建構出知識經濟之總體衡量指標。本研究爰參酌上揭各國不同指標構面，彙總如表 2。

## 參、研究方法

本研究透過理論及相關文獻回顧，首先將「知識經濟指標」模型分為五大構面：企業經營環境、創新系統、人力資源發展、資訊通訊科技、績效指標等。研究方式主要依據世界銀行（World Bank）出版之《2002 年世界發展指標光碟》作為資料基礎，這份資料含括全球 207 個國家之社經統計。不過基於資料之全面性、一致性及完整性，只鎖定其中 100 個主要國家。首先利用 SPSS V 10.0 統計軟體，簡化彙總後之總體知識經濟指標，詳如表 3。上揭彙總指標係根據表 2，並參酌圖 1 知識經濟理論模型，剔除重疊性以及過於抽象無法量化與取得完整統計資料之指標，提出表 3，指標分為五大類 68 細項。其次透過探索性因素分析（EFA），提出本研究期望檢驗之特定結構模型。利用 LISREL 8.20 及 PRELIS 2.30 進行二階驗證性因素分析（SCFA），建構完整的結構方程模型（SEM）。緊接著，透過 SPSS V 10.0 之集群分析，區分 100 個樣本國家為二個群體（高知識群／低知識群），透過 SEM 的跨群因素恆等性分析，檢驗跨群因素結構之穩定性，並且估計跨群平均數結構模型之差異情形。

表 3 總體知識經濟衡量指標

企業經營環境	創新系統	人力資源發展	資訊通訊科技	績效指標
1、本形成總額/GDP	1、科技評估指標	1、人識字率	1、每千人電話數	1、平均 GDP 成長比率
2、中央政府總預算赤字/GDP	2、FDI/GDP	2、中等教育之入學比率	2、每千人行動電話數目	2、人力發展指標
3、貿易/GDP	3、專利與授權費用投入	3、大學教育之入學比率	3、每千人電腦數	3、性別發展指標
4、關稅/非關稅障礙	4、R&D總支出/GNI	4、小學師生比率	4、每千人電視數	4、貧窮指標
5、財產權	5、大學科技工程入學比	5、出生率	5、每千人收音機數	5、複合 ICRG 風險比率
6、法令規章	6、R&D 研究人數	6、人們適應新挑戰彈性	6、每千人日報數	6、總體勞動失業率
7、良好智財產保護制度	7、製造業貿易/GDP	7、教育之公共支出/GDP	7、通訊投資/GDP	7、生產力成長（每位受雇者 GDP 變動率）
8、銀行健全	8、企業與大學研究合作	8、專業技術工作者佔總勞動率	8、全球 MIPS 電腦處理能力排名%	
9、充足完備的金融制度	9、管理者之企業家精神	9、8 年級數學成績	9、人網路主機數	
10、法令與監督	10、千人科技期刊發表數量	10、8 年級科學成績	10、國際通訊成本每 3 分鐘撥打至美國	
11、地競爭環境	11、新創事業容易度	11、本國文化對於外國之開放程度	11、社會指標	
12、財產權保護	12、創投資金可用度	12、員工訓練程度	12、電子化政府	
13、法令框架	13、每百萬人 USPTO 專利核准數	13、當地商業學校獲取管理教育容易程度	13、ICT 支出/GDP	
14、政府效能	14、高科技出口/總體製造業出口	14、質教育人才沒有移民海外		
15、表達與問責	15、私人部門之 R&D 支出	15、大學教育符合競爭經濟需求		
16、政治穩定度				
17、貪污控制				
18、出版自由				

註：上揭指標共分為五大類68細項指標。

## 一、探索性因素分析（EFA）

首先，透過此一研究方法，簡化表 3 龐雜的指標內容，搜尋指標背後可能存在之因素結構，確立哪些因素對於知識經濟最具關鍵影響力。在進行探索性因素分析之前，利用 Cronbach（1951）設計之  $\alpha$  係數，檢測分項及總體指標之信度水準。隨後採用巴氏球形檢定（Bartlett's Test of Sphericity）確定各指標之間具有共同變異，倘若檢定統計  $\chi^2$  值大於查表，或是 P 值小於顯著水準，表示可以進行後續的因素分析。另外利用 KMO 係數（Kaiser-Meyer-Olkin）檢定指標之適合度，倘若 KMO 係數值愈大（小於.5 不宜）表示愈適合進行因素分析。最後，依據各構念間之變異數與共變數資料，進行驗證性因素分析（CFA）及總體模型檢定考驗。

## 二、二階驗證性因素分析（SCFA）

其次，利用 LISREL 二階驗證性因素分析，建立「知識經濟指標」之分項及總體構念模型，同時利用因素負荷量排序確認分項之影響力。二階驗證性因素分析模型，詳如下圖 2。

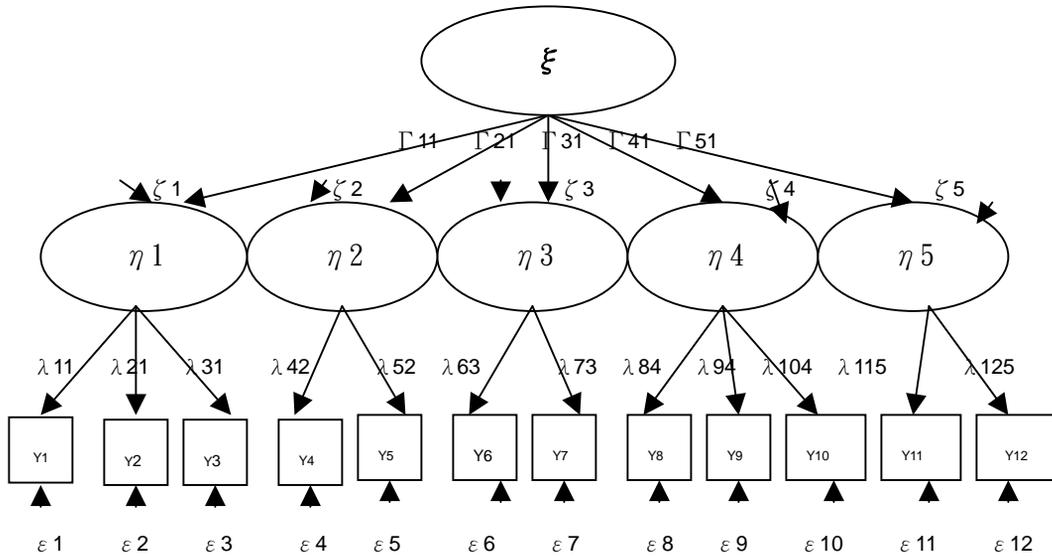


圖 2 二階驗證性因素分析模型

由於 LISREL 採用最大概似法（Maximum Likelihood . ML）估計參數，對於多變項常態分配假設有嚴格要求（Joreskog & Sorbom.1993），因此本研究在進行模式適配度考驗之前，先以 PRELIS 2.30 進行多變項常態分配假設考驗。最後，依據上揭研究結果，提出「知識經濟指標」之分項及總體構念模型。有關二階驗證性因素分析之數學式如下：

$$\eta = \Gamma \xi + \zeta; Y = \Lambda_y \eta + \varepsilon, \text{ 其中,}$$

Y：觀察變數（萃取後因素數目 p）組成之向量，階為  $p \times 1$

$\eta$ ：潛在變數（5 種特質 / 1 階因素）組成之向量，階為  $5 \times 1$

$\Lambda_y$ ：觀察變數（萃取後因素數目 p）對 1 階因素負荷量  $\lambda$  組成之矩陣，階為  $p \times 5$

$\varepsilon$ ：觀察變數（萃取後因素數目 p）之隨機誤差  $\varepsilon$  組成之向量，階為  $p \times 1$

$\xi$ ：知識經濟指標之潛在變數（2 階因素），階為  $1 \times 1$

$\Gamma$ ：結構式中  $\xi$  自變數之係數組成之向量，階為  $5 \times 1$

$\zeta$ ：1 階因素之隨機誤差項  $\zeta$  組成之向量，階為  $5 \times 1$

$\text{Cov}(\xi) = \Psi_{1 \times 1}$ ：知識經濟指標之潛在變數的標準化變異數，即為純數 1， $\eta$  為  $Y$  之衡量變數， $\xi$  本身無觀測變數， $\eta$  為其衡量變數。

### 三、跨群因素恆等性分析

緊接著，利用因素恆等性（factorial invariance）檢驗跨群因素結構之穩定性。所謂恆等性意指跨群母體之潛在變數及測量變數，必須同時具備一致性表現。因此，本研究首先利用 SPSS 10.0 階層式集群分析（hierarchical cluster analysis）模型，將 100 個國家分為二個集群，集群一稱為「高知識群」，包括美國、芬蘭、日本等 40 個國家；集群二稱為「低知識群」，包括南非、白俄羅斯、菲律賓、土耳其、印度等 60 個國家，集群分類詳如表 4。

表 4 高低知識集群分類彙總

合計：100 個國家	
<b>集群一 高知識密集國家 40個</b>	
瑞典、美國、芬蘭、荷蘭、澳大利亞、新加坡、英國、加拿大、挪威、德國、以色列、日本、紐西蘭、愛爾蘭、瑞士、法國、香港、匈牙利、比利時、韓國、義大利、丹麥、西班牙、捷克、台灣、智利、斯洛伐克、馬來西亞、愛沙尼亞、拉脫維亞、波蘭、立陶宛、阿根廷、巴西、哥斯大黎加、墨西哥、俄羅斯、泰國、中國、哥倫比亞	
<b>集群二 低知識密集國家 60個</b>	
白俄羅斯、哈薩克、烏克蘭、南非、約旦、菲律賓、越南、多明尼加、保加利亞、突尼西亞、祕魯、羅馬尼亞、巴拉圭、土耳其、烏拉圭、玻利維亞、阿拉伯聯合大公國、薩爾瓦多、斯里蘭卡、科威特、黎巴嫩、厄瓜多爾、尼加拉瓜、印度、辛巴威、巴基斯坦、奈及利亞、孟加拉、印尼、烏茲別克斯坦、巴貝多、牙買加、阿爾及利亞、巴林、吉布地、埃及、伊朗、摩洛哥、阿曼、卡達、沙烏地阿拉伯、敘利亞、葉門、波黎那、喀麥隆、象牙海岸、厄立特里亞、衣索比亞、迦納、肯亞、馬達加斯加、茅利塔尼亞、模里西斯、莫三比克、那米比亞、坦尚尼亞、烏干達、尼泊爾、蒙古、貝南	

其次，利用 SEM 模型檢驗不同知識群之因素恆等性。分析步驟分為二階段，第一階段，根據知識經濟指標之總體構念模型，進行全體樣本及分群樣本 CFA 檢定，確認上揭不同 CFA 模型適合度彼此契合。第二階段，利用逐步設限巢狀模型 (nested model)，檢驗各種恆等性假設之下的模型適合度變化。各種假設模型之比較與分析如下：

模型一：基準模型 (baseline model)，意即兩個樣本之間無任何恆等性假設，因素結構被假設相等。基準模型是兩個獨立無關但結構相同之 CFA 模型組合，其  $\chi^2$  值為上述個別樣本之估計總和。

模型二：因素負荷量恆等模型，意即兩個樣本之  $\Lambda_y$  矩陣被假設相等。

模型三：因素負荷量與測量殘差變異恆等模型，意即兩個樣本之  $\Lambda_y$  矩陣與  $\Theta_\epsilon$  矩陣被假設相等。

模型四：因素負荷量、測量殘差變異、因素變異數與共變數恆等模型。意即兩個樣本之  $\Lambda_y$  矩陣、 $\Theta_\epsilon$  矩陣與  $\Psi$  被假設相等。

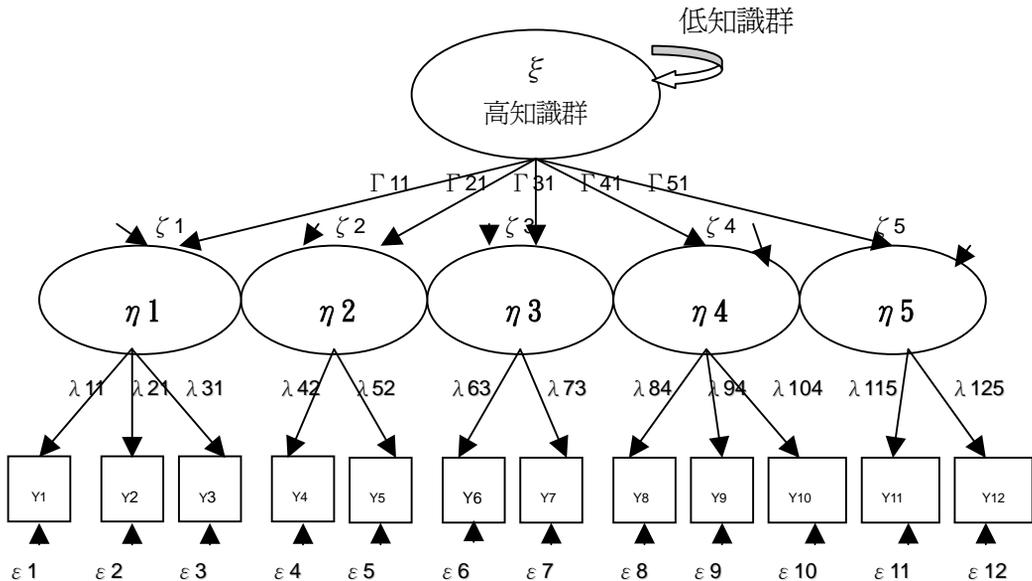


圖 3 跨群因素恆等性分析模型

本研究利用上揭四個模型，進行不同層次跨群因素恆等性分析，一旦模型參數設定恆等愈多，意即跨群因素恆等性愈強。由於上揭模型被估計參數逐步遞減，因此自由度逐步遞增， $\chi^2$  同樣呈現遞增現象，本研究利用  $\chi^2$  差異檢定，據此決定新增設限是否具備顯著影響，未達顯著影響之  $\chi^2$  差異檢定，代表檢定之跨群因素恆等性存在，至於跨群因素恆等性模型詳如圖 3。

#### 四、跨群平均數結構分析

倘若上揭跨群因素恆等性存在，本研究利用跨群平均數結構模型，鎖定高知識群為基準，輸入各觀察變數之平均數值，估計低知識群之潛在變數平均數高低，利用顯著性檢定跨群潛在變數平均數是否具有顯著差異。同前說明，因素恆等性存在多元不同層次，當用於潛在變數平均數估計時，跨群因素結構於因素負荷量與殘差兩項矩陣，必須具備因素恆等性特質，意即兩個樣本之  $\Lambda_y$  矩陣與  $\Theta_\varepsilon$  矩陣被假設為等同 (Joreskog & Sorbom, 1993)，意即跨群因素恆等性分析中，模型三必須優於基準模型。因此，本研究將以模型三為基礎進行平均數結構檢定。至於平均數結構之 SEM 分析特質，在於共變數結構分析基礎之上，加入了平均數結構估計，其模型數學式略以：

$$\eta = \alpha + \beta\eta + \Gamma\xi + \zeta$$

$$Y = \tau_y + \Lambda_y\eta + \varepsilon, \text{ 其中}$$

$\alpha$ ：潛在變數（5 種特質／1 階因素）之截距矩陣，階為 5x1

$\tau_y$ ：觀察變數 Y（萃取後因素數目 p）之截距矩陣，階為 px1

Y：觀察變數（萃取後因素數目 p）組成之向量，階為 px1

$\eta$ ：潛在變數組成之向量，階為 5x1

$\Lambda_y$ ：觀察變數（萃取後因素數目 p）對 1 階因素負荷量  $\lambda$  組成之矩陣，階為 px5

$\varepsilon$ ：觀察變數（萃取後因素數目 p）之隨機誤差  $\varepsilon$  組成之向量，階為 px1

$\xi$ ：知識經濟指標之潛在變數（2 階因素），階為 1 x1

$\Gamma$ ：結構式中  $\xi$  自變數之係數組成之向量，階為 5x1

$\zeta$ ：1 階因素之隨機誤差項  $\zeta$  組成之向量，階為  $5 \times 1$

上揭方程式比傳統 SEM 模型增加了二個截距向量  $\alpha$  與  $\tau_y$ ，他們反應了觀察變數分數水準差異造成之影響。另外當 SEM 模型當中加入截距設定，適合度函數計算必須反應樣本平均數矩陣影響，並且考慮到跨群樣本數之差異。至於特定集群之適合度函數  $F_g$  如下：

$$F_g = (s_g - \sigma_g)' W_g^{-1} (s_g - \sigma_g) + (z_g - \mu_g)' V_g^{-1} (z_g - \mu_g)$$

$$F = \sum_{g=1}^G (N_g / N) F_g$$

其中， $z_g$  為各樣本平均數向量； $\mu_g$  為各群母體平均數。

## 肆、研究結果

同前說明在因素分析之前，本研究先就樣本進行 Cronbach  $\alpha$  係數檢定，結果詳如表 5，100 個樣本國家之分項及總體構面  $\alpha$  係數值，依序為 .9211、.8767、.8254、.7602、.4844、.9508，顯示除了「績效指標」構面信度略低之外，其餘構面之  $\alpha$  係數值皆達 .7 以上，代表信度頗佳。另外在巴氏球形檢定 (Bartlett's Test of Sphericity) 及 KMO 係數值方面，結果詳如表 6，分項之 KMO 值分別為 .742、.723、.739、.813、.553 皆大於 .5，顯示相當適合進行因素分析。至於本研究其他實證結果如下。

表 5 知識經濟指標之信度檢定表

檢定項目	企業經營 環境	創新系統	人力資源 發展	資訊通訊 科技	績效指標	總體指標
No. Of Items	18	15	15	13	7	68
Alpha ( $\alpha$ )	.9211	.8767	.8254	.7602	.4844	.9508

表 6 KMO &amp; Bartlett's Test

檢定項目	企業經營	創新系統	人力資源	資訊通訊	績效指標
	環境		發展	科技	
KMO Measure of Sampling Adequacy	.742	.723	.739	.813	.553
$\chi^2$	476.444	429.820	469.699	658.150	56.435
Bartlett's Test Df	153	105	109	91	21
Sig	.000	.000	.000	.000	.000

## 一、知識經濟指標之分項構念效度分析

### (一) 企業經營環境

本構面因素分析採用主軸法 (Method of Principal Axes) 萃取潛在因素。因素萃取以選取特徵值大於 1 者為主，旋轉方式為正交轉軸之最大變異法 (Varimax)。表 7 為「企業經營環境」之總變異累積解釋表 (Total Variance Explained)，各因素萃取之累積總變異量可達 77.684%。另外，依據表 8 轉軸後因素負荷矩陣 (Rotated Component Matrix)，18 項「企業經營環境」指標總計萃取出 2 項主要因素，各因素變異量及其轉軸後之命名，分別為「經營環境框架」及「資本形成及貿易」。

表7 總變異累積解釋表

因素	起始特徵值			轉軸後累積變異量		
	Total	% Of Variance	Cumulative %	Total	% Of Variance	Cumulative %
經營環境框架	12.108	67.265	67.265	11.526	64.032	64.032
資本形成及貿易	1.875	10.419	77.684	2.457	13.653	77.684

表8 轉軸後負荷矩陣

研究變項	「企業經營環境」因素	
	經營環境框架	資本形成及貿易
E14 政府效能	.959	.160
E12 財產權保護	.944	
E13 法令框架	.942	.204
E5 財產權	.926	.227
E18 出版自由	.911	
E15 表達與問責	.902	.223
E7 良好智財權保護	.881	.265
E16 政治穩定度	.871	
E17 貪污控制	.832	.187
E10 法令與監督	.798	.235
E11 當地競爭環境	.793	.510
E4 關稅/非關稅障礙	.770	-.348
E6 法令規章	.752	
E8 銀行健全程度	.741	.521
E9 充足的金融制度	.713	.489
E2 中央政府總預算赤字/GDP	.708	
E3 貿易/GDP	.205	.813
E1 資本形成總額/GDP	-.279	.749

本構面採用驗證性因素分析建構之構念模型，詳如圖 4，包括：第一、「資本形成及貿易」由 2 項指標構成－貿易佔 GDP 比重、資本形成總額佔 GDP 比重，此一結構對於「企業經營環境」係數值為.71。第二、「經營環境框架」由

關稅與非關稅障礙、法令規章、良好智財權保護、當地競爭環境、政府效能、貪污控制及出版自由等 16 指標構成，此一結構對於「企業經營環境」係數值為.71。總體而言，上揭二項分項構面均達顯著水準。

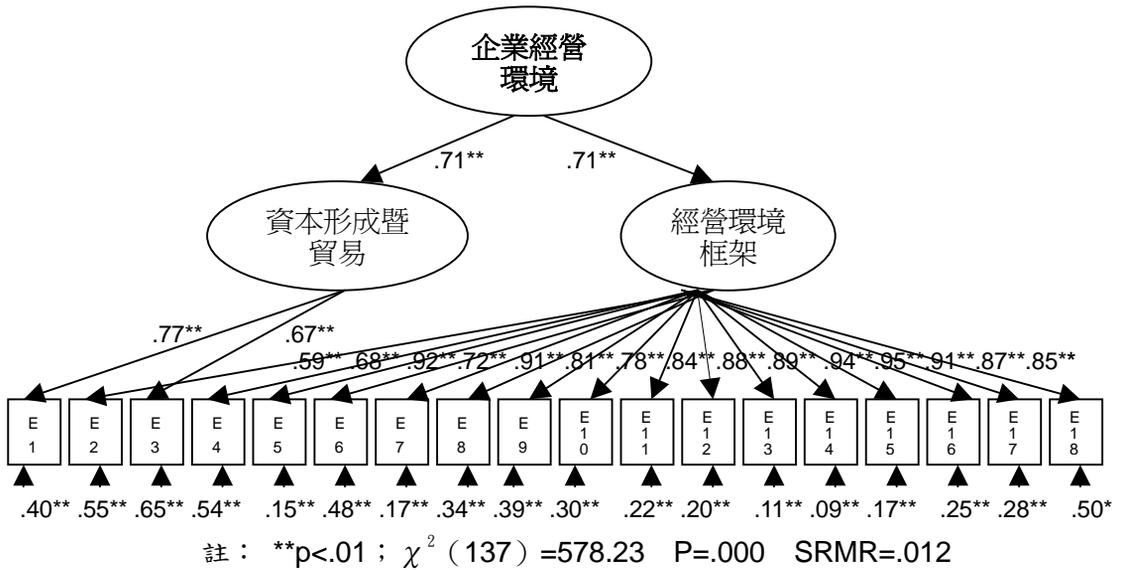


圖 4 企業經營環境構念模型

## (二) 創新系統

本構面因素分析採用主軸法萃取潛在因素。因素萃取以選取特徵值大於 1 者為主，旋轉方式為正交轉軸之最大變異法。表 9 為「創新系統」之總變異累積解釋表，各因素萃取之累積總變異量達到 75.857%。另外，表 11 轉軸後因素負荷矩陣顯示，15 項指標總計萃取出 3 項主要因素，各因素變異量及其轉軸後之命名，分別為「創新投入」、「海外投資」、「創新精神」。

表 9 總變異累積解釋表

因素	起始特徵值			轉軸後累積變異量		
	Total	% Of	Cumulative	Total	% Of	Cumulative
		Variance	%		Variance	%
創新投入	7.579	50.525	50.525	7.374	49.161	49.161
海外投資	2.359	15.726	66.251	2.033	13.555	62.715
創新精神	1.441	9.606	75.857	1.971	13.142	75.857

表 10 轉軸後負荷矩陣

研究變項	「創新系統」因素		
	創新投入	海外投資	創新精神
I8 企業與大學研究合作	.917		
I1 科技評估指標	.913		.144
I12 創投資金可用度	.908		.122
I13 每百萬人之USPTO專利核准數	.892		.202
I10 每千人科技期刊發表數	.891	-.226	-.131
I4 R&D總支出/GNI	.874		.243
I5 大學科技工程入學比	.870	-.169	
I15 私部門R&D支出	.860		.356
I11 新創事業容易度	.597	.391	
I3 專利與授權費用投入	.573	-.215	.536
I14 高科技出口/總體製造業出口		.883	.278
I7 製造業貿易/GDP	-.130	.735	-.412
I2 FDI/GDP		.620	-.526
I6 R&D研究人數	.226		.776
I9 管理者之企業家精神	.520	.103	.527

本構面採用驗證性因素分析建構之構念模型，詳如圖 5。包括：第一、「創新投入」由 12 項指標構成—包括科技評估指標、專利與授權費用投入、研發總支出費用、大學科技工程入學比率、企業與大學研究合作、新創事業容易度、創投資金可用度等等。此一結構對於「創新系統」係數值為.63。第二、「海外投資」由海外直接投資佔 GDP 比重、製造業貿易佔 GDP 比重、高科技出口佔總體製造業出口等 3 指標構成，此一結構對於「企業經營環境」係數值為負.27，援引相關國際企業理論，隨著產品生命週期（Product Life Cycle, PLC）循環，當本國的創新競爭能力趨緩、交易成本（Transactional Cost）提高，都有可能導致廠商進行海外直接投資（Foreign Direct Investment），因此海外直接投資與創新系統呈現負相關。第三、「創新精神」由研究人數及管理者之企業家精神 2 指標構成，此一結構對於「創新系統」係數值為.76。總體而言，上揭三項分項構面均達顯著水準。至於優先排序分別為「創新精神」、「創新投入」、「海外投資」。

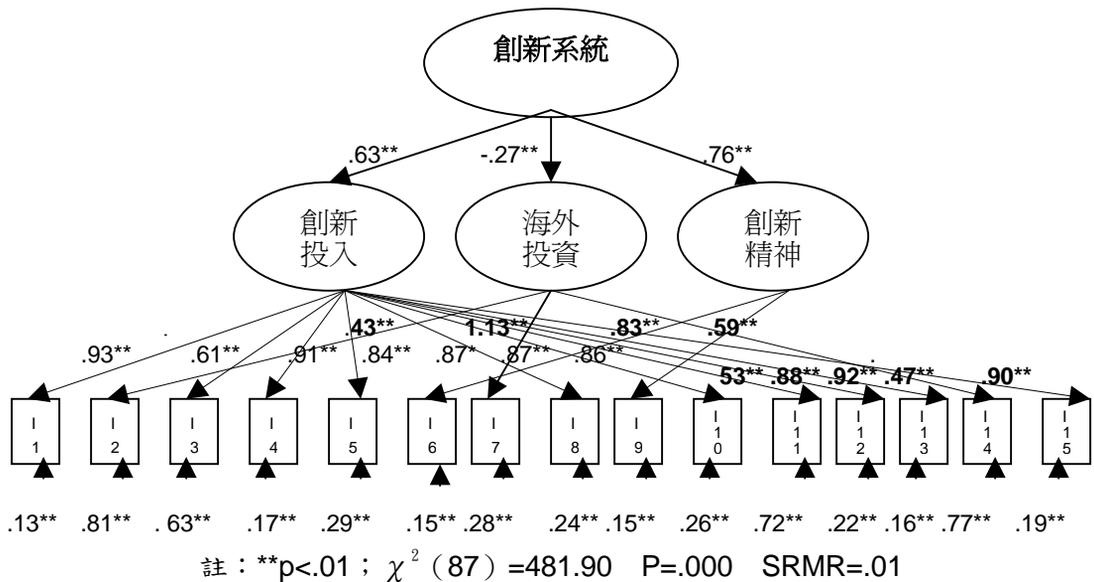


圖 5 創新系統構念模型

## (三) 人力資源發展

本構面因素萃取方式同上。表 11 為「人力資源發展」之總變異累積解釋表，各因素萃取之累積總變異量達到 78.989%。另外，表 12 轉軸後因素負荷矩陣顯示，15 項指標總計萃取出 4 項主要因素，各因素變異量及其轉軸後之命名，分別為「教育投資」、「開放競爭」、「科專水準」、「人力結構」。

表 11 總變異累積解釋表

因素	起始特徵值			轉軸後累積變異量		
	Total	% Of Variance	Cumulative %	Total	% Of Variance	Cumulative %
教育投資	6.232	41.548	41.548	3.507	23.381	23.381
開放競爭	3.047	20.311	61.860	3.342	22.281	45.662
科專水準	1.548	10.322	72.181	2.685	17.897	63.559
人力結構	1.021	6.808	78.989	2.315	15.430	78.989

表 12 轉軸後負荷矩陣

研究變項	「人力資源發展」因素			
	教育投資	開放競爭	科專水準	人力結構
H7 教育之公共支出/GDP	.872			.120
H1 成人識字率	.804		.153	.178
H2 中等教育入學率	.779		.210	.178
H3 大學教育入學率	.771	.325	.309	-.104
H6 人們適應新挑戰彈性		.934		-.185
H13 當地學校獲得管理教育容易度	.372	.828		.246
H11 本國文化對於外國之開放程度	.161	.793	-.177	.284
H15 大學教育符合競爭經濟需求		.786		.422

研究變項	「人力資源發展」因素			
	教育投資	開放競爭	科專水準	人力結構
H9 八年級數學成績	.152	-.206	.951	
H10 八年級科學成績	.281	-.121	.910	.203
H8 專業技術工作者總體勞動比率	.507	.430	.549	.312
H12 員工訓練程度	.365	.291	.518	.486
H14 優質教育人才沒有移民海外			.184	.804
H5 出生率	.329	.282		.755
H4 小學師生比率	-.351	-.130	-.370	-.523

本構面採用驗證性因素分析建構之構念模型，詳如圖 6。包括：第一、「教育投資」由 4 項指標構成—成人識字率、中等教育人學率、大學教育人學率、教育之公共支出佔 GDP 比重等。此一結構對於「人力資源系統」係數值為.62。第二、「人力結構」由小學師生比率、出生率、優質教育人才沒有移民海外等 3 指標構成，其中除了小學師生比率愈高，「人力結構」基礎條件愈佳係數值為正。後 2 項指標之係數值均為負數，以出生率為例，實證資料顯示落後國家之出生率相對較高，展現該落後國家之人力結構素質較低；至於優質教育人才減少移民海外數量，代表該國人力結構環境愈健全，能夠保有優秀人才服務國內。至於此一結構對於「人力資源發展」係數值為負.74。第三、「科專水準」由專業技術工作者佔總勞動比率、八年級數學成績、八年級科學成績、員工訓練程度等 4 項指標構成，此一結構對於「人力資源發展」係數值為.49。第四、「開放競爭」由人們適應新挑戰彈性、本國文化對於外國之開放程度、當地商業學校獲取管理教育容易程度、大學教育符合競爭經濟需求等 4 指標構成，此一結構對於「人力資源發展」係數值為.51。總體而言，4 項分項構面均達顯著水準，至於優先排序分別為「教育投資」、「開放競爭」、「科專水準」、「人力結構」。

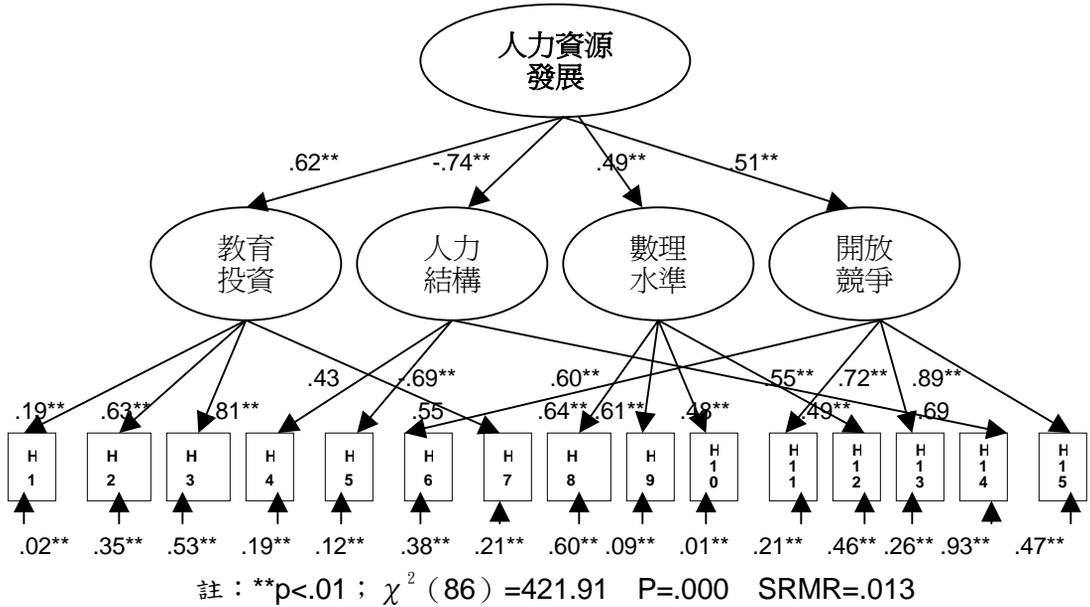


圖 6 人力資源系統構念模型

(四) 資訊通訊科技

本構面因素分析採用主軸法萃取潛在因素。因素萃取以選取特徵值大於 1 者為主，旋轉方式為正交轉軸之最大變異法。表 13 為「資訊通訊科技」之總變異累積解釋表，各因素萃取之累積總變異量達到 86.475%。另外，表 15 轉軸後因素負荷矩陣顯示，13 項指標總計萃取出 4 項主要因素，各因素變異量及其轉軸後之命名，分別為「資訊基礎」、「MIPS 能力」、「通訊投資」。

表 13 總變異累積解釋表

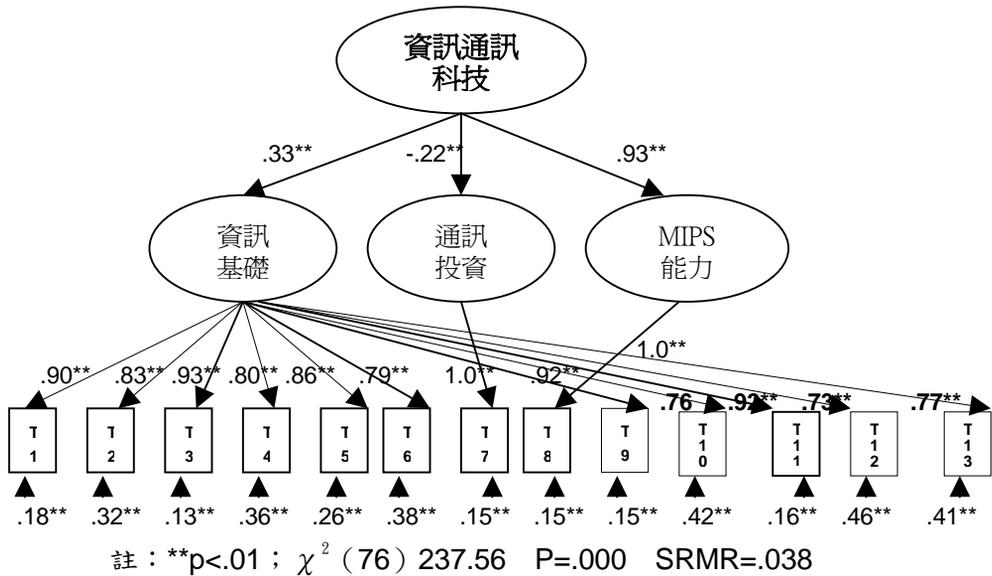
因素	起始特徵值			轉軸後累積變異量		
	Total	% Of Variance	Cumulative %	Total	% Of Variance	Cumulative %
資訊基礎	9.709	69.352	69.352	9.035	64.538	64.538
MIPS能力	1.366	9.755	79.107	1.773	12.665	77.202
通訊投資	1.032	7.368	86.475	1.298	9.272	86.475

表 14 轉軸後負荷矩陣

研究變項	「資訊通訊科技」因素		
	資訊基礎	MIPS能力	通訊投資
T3 每千人電腦數	.948	.232	
T1 每千人電話數	.935	.193	
T2 每千人行動電話數	.931		
T11 資訊社會指標	.920	-.267	
T9 每千人網路主機數	.915	.332	
T6 每千人日報數	.881		
T12 電子化政府	.806		.172
T5 每千人收音機數	.804	.443	.132
T4 每千人電視數	.791	.380	-.251
T10 國際通訊成本	-.747	-.399	-.151
T13 ICT支出/GDP	.699	.306	.517
T8 全球MIPS電腦處理能力		.933	-.125
T7 通訊投資/GDP	-.120	-.150	.925

本構面採用二階驗證性因素分析建構之構念模型，詳如圖 7。包括：第一、「資訊基礎」由 13 項指標構成—包括每千人電腦數、每千人電話數、每千人行動電話數、資訊社會指標、每千人電視數、每千人日報數、每千人收音機數、每千人網路主機數、國際通訊成本、電子化政府、ICT 支出佔 GDP 比率等。其中除了國際通訊成本與此一分項構面呈現負相關之外，其餘皆呈正相關，此一結構對於「資訊通訊科技」係數值為.33。第二、「MIPS」由全球 MIPS 電腦處理能力（millions of instructions per second, MIPS）單項指標構成，此一結構對於「資訊通訊科技」係數值為.93。第三、「通訊投資」由通訊投資佔 GDP 比重單項指標構成，此一結構對於「資訊通訊科技」係數值為負.22，此一結果與直

觀經驗相反，詳閱實證統計資料，相關排名落後之國家分別是瑞典、美國、芬蘭、挪威、加拿大等，均是資訊通訊投資相對先進之國家，本研究認為此一結果可以解讀成上述國家之通訊基礎架構已趨完善，因此佔 GDP 投資比重，相對於其他後進國家投資成長較低，而實證資料顯示，排名領先之國家包括印度、中國、印尼及馬來西亞等，事實上，上述國家近來均大量投資於資訊基礎建設。因此本研究認為，通訊投資佔 GDP 比重此一指標，倘若排除了跨期投資等時間落差因素，對於「資訊通訊科技」之影響，仍應呈現正向關係。總體而言，上揭 3 個分項構面均達顯著水準。



### (五) 績效指標

本構面因素分析採用主軸法萃取潛在因素。因素萃取以選取特徵值大於 1 者為主，旋轉方式為正交轉軸之最大變異法。表 15 為「績效指標」之總變異累積解釋表，各因素萃取之累積總變異量達到 73.202%。另外，表 16 轉軸後因素負荷矩陣顯示，7 項指標總計萃取出 2 項主要因素，各因素變異量及其轉軸後之命名，分別為「人力發展」、「就業生產」。

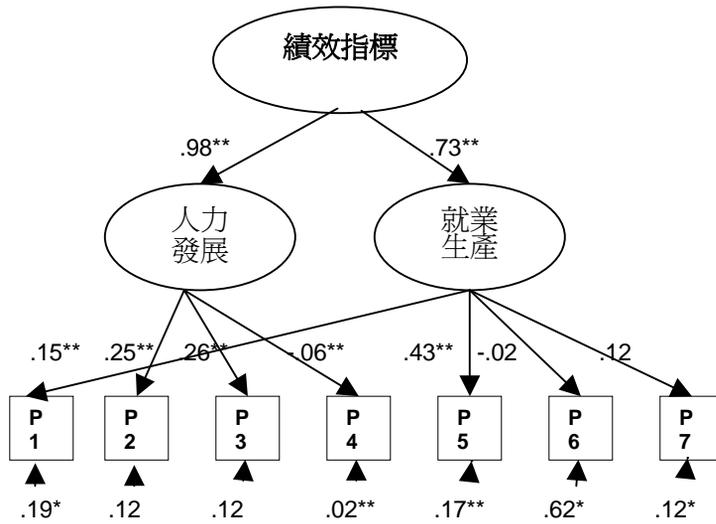
表 15 總變異累積解釋表

因素	起始特徵值			轉軸後累積變異量		
	Total	% Of Variance	Cumulative %	Total	% Of Variance	Cumulative %
人力發展	3.584	51.204	51.204	3.258	46.547	46.547
就業生產	1.540	21.997	73.202	1.866	26.655	73.202

表 16 轉軸後負荷矩陣

研究變項	「績效指標」因素	
	人力發展	就業生產
P3 性別發展指標	.987	
P2 人力發展指標	.987	.103
P4 貧窮指標	-.960	-.130
P6 總體勞動失業率	.121	-.799
P1 平均GCP成長率		.760
P5 複合ICRG風險率	.572	.696
P7 生產力成長	.206	.362

本構面採用二階驗證性因素分析建構之構念模型，詳如圖 8。包括：第一、「人力發展」由 3 項指標構成—包括人力發展指標、性別發展指標、貧窮指標等。其中除了貧窮指標與此一分項構面呈現負相關之外，其餘皆呈正相關，此一結構對於「績效指標」係數值為.98。第二、「就業生產」由平均 GDP 成長率、複合 ICRG 風險率（international country risk guide, ICRG）、總體勞動失業率、生產力成長等 4 指標構成，其中除了總體勞動失業率與比一分項構面呈現負相關之外，其餘皆呈正相關，此一結構對於「績效指標」係數值為.73。總體而言，上揭 2 個分項構面均達顯著水準。



註：\* $p < .05$ ；\*\* $p < .01$ ； $\chi^2(14) = 141.59$   $P = .000$   $SRMR = .03$

圖 8 績效指標構念模型

## 二、知識經濟指標之總體構念效度分析

本構面採用二階因素分析建構知識經濟總體構念模型，詳如圖 9。構面內容包括：第一、「企業經營環境」由 2 項指標組成，重要影響力依序為經營環境框架指標，其次是資本形成及貿易指標，2 項指標均達到 .05 顯著水準。本構面對於知識經濟總體構念之係數值為 .89。第二、「創新系統」由 3 項指標構成，重要影響力依序為創新精神、創新投入、海外投資，此一構面與知識經濟總體構念之係數值為 .74。第三、「人力資源發展」重要性依序為教育投資、開放競爭、科專水準、人力結構等 4 項指標，此一構面對於知識經濟之總體構念係數值為 .77。第四、「資訊通訊科技」重要性依序為資訊基礎、MIPS 能力、通訊投資等，3 項指標均達 .05 顯著水準，此一構面對於知識經濟之總體構念係數值為 .98。第五、「績效指標」重要性依序為人力發展、就業生產等，2 項指標均達到 .05 顯著水準，此一構面對於知識經濟之總體構念之係數值為 .61。

綜合言之，影響知識經濟總體指標之重要排序，分別為「資訊通訊科技」、「企業經營環境」、「人力資源發展」、「創新系統」，最後為「績效指標」，所有構面均達 .05 顯著水準。

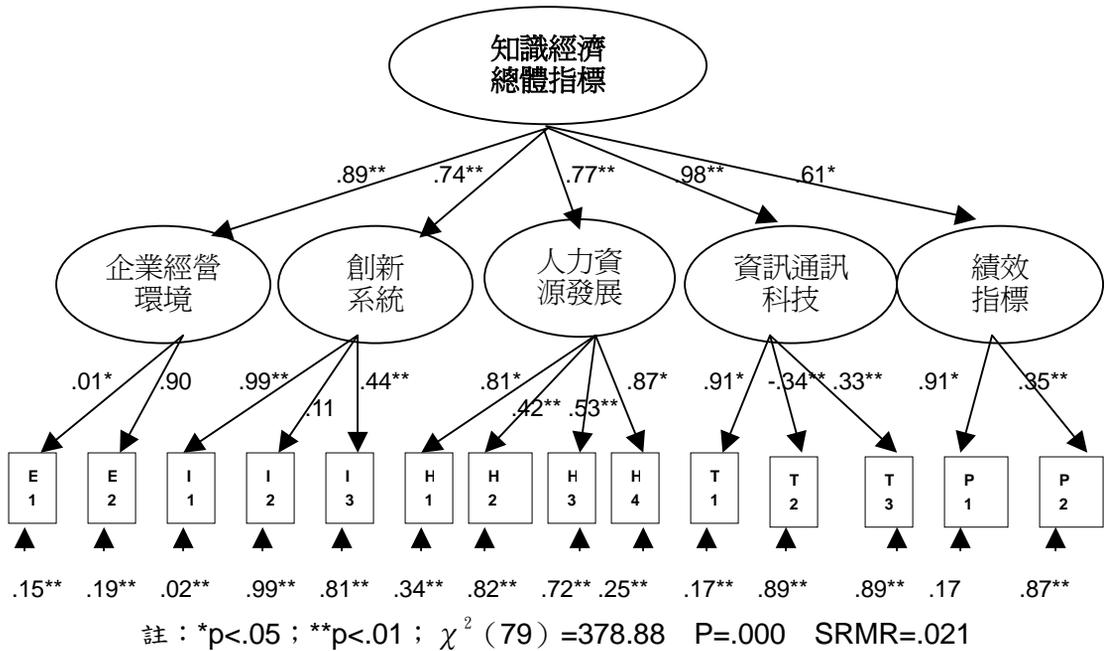


圖 9 知識經濟指標之總體構念模型

### 三、知識經濟指標之跨群因素恆等性分析

緊接著，在跨群因素恆等性檢定方面，表 17 資料顯示，第一階段之三個模型 CFA 分析具有相同自由度，代表模型設定與因素結構完全相等。然而高知識群之模型適合度似乎較為理想， $\chi^2$  值較小，若從 RMSEA、NNFI、CFI 指數整合評估，三者差異不大，顯示全體及分群樣本模型契合情形還算一致。因此，可以進行第二階段模型估計。第二階段之模型一為基準模型，代表跨群間沒有任何等同設定，因此表 17 之高低知識群個別  $\chi^2$  相加，即等於第二階段模型一之  $\chi^2$  值。

至於第二階段，從表 17 資料顯示模型一至模型四，所有的 CFA 模型適合度指標都十分接近。不過，第二階段模型隨著恆等限制增加，被估計之參數愈來愈少，因此自由度愈來愈大， $\chi^2$  也逐漸遞增。顯示恆等限制加入導致模型估計產生負面影響。因為恆等限制之各模型皆屬巢狀模型，因此模型間之適合度差異可以利用  $\chi^2$  值加以檢定。

首先，模型一係由兩個獨立 CFA 模型整併於同一 CFA 分析當中，其性質

即在於檢定共變矩陣是否等同，卡方值檢驗結果拒絕了此一假設，意即可以繼續進行深入恆等性評估，檢視因素效度之不穩定因素因子何在。

緊接著，比較模型二與模型一之卡方差異，增加因素負荷量恆等限制之後，模型適合度提高 ( $\Delta\chi^2=19.65$ ,  $\Delta df=14$ ,  $p>.05$ )，顯示兩個樣本之因素負荷量參數並無明顯差異。至於比較模型三與模型二，同樣獲得不顯著的卡方差異值 ( $\Delta\chi^2=23.98$ ,  $\Delta df=14$ ,  $p>.05$ )，顯示增加殘差變異量的恆等假設，模型適合度一樣顯著提高。至於比較模型四與模型三 ( $\Delta\chi^2=32.38$ ,  $\Delta df=2$ ,  $p<.05$ ) 則出現了顯著的卡方差異值，顯示增加因素間相關恆等假設，模型適合度出現下降現象，不過總體而言跨群間之因素恆等性存在。另外從實務面來看，上揭結果代表透過相同因素結構模型，測量高低知識群是一個可行方式。因此，本研究藉由估計高低知識群之變項平均數，利用顯著性檢定跨群之間的潛在變項平均數是否具有顯著差異，至於相關研究結果詳如下節說明。

表 17 跨群 CFA 模型適合度評估摘要

模型	$\chi^2$	DF	NCP	SRMR	NNFI	CFI	GFI
階段一							
全體樣本	379.88	76	302.88	.20	.51	.59	.65
高知識群	340.40	76	150.94	.23	.34	.45	.49
低知識群	410.37	76	424.83	.19	.13	.27	.49
階段二							
模型一	750.77 (P=.000)	152	598.77	.16	.21	.34	.48
模型二	770.42 (P=.000)	166 $\Delta=14$	604.42	.22	.25	.32	.49
	$\Delta=19.65$						
模型三	804.40 (P=.000)	180 $\Delta=14$	624.40	.24	.25	.26	.48
	$\Delta=23.98$						
模型四	837.78 (P=.000)	182 $\Delta=2$	655.78	.24	.25	.25	.47
	$\Delta=32.38$						

\*差異值計算以後項模型減去前項模型數值，例如： $23.98=804.40-770.42$

#### 四、知識經濟指標之跨群平均數結構分析

由於平均數結構檢驗係基於因素恆等性存在情況之下，來進行觀察變項截距之估計與潛在變數平均數估計，因此，基準模型應為無平均數結構設定之恆等模型，如同表 17 模型三，至於替代模型則是加入觀察變項截距之平均數結構 CFA 模型，由表 18 資料顯示，兩個 CFA 模型之適合度指標十分接近，而兩者之卡方值 ( $\Delta\chi^2=3.80$ ， $\Delta df=9$ ， $p>.05$ ) 差異量未達顯著水準，意即增加平均數與截距參數模型之適合度反而提昇。然而值得注意的是，由於增加截距與平均數參數並未改變 CFA 模型之結構，僅增加自由參數數目，因此卡方值差異量單純反應了 SEM 技術複雜度提高後之影響，而與假設模型與實際觀察數據之適合度無關。

表 18 平均數結構 CFA 模型適合度估計值 (一)

模型	$\chi^2$	DF	NCP	SRMR	NNFI	CFI	GFI
基準模型	804.40	180	625.40	.24	.25	.26	.48
	(P=.000)						
平均數模型	808.20	189	619.20	.24	.29	.27	.48
	(P=.000)	$\Delta=9$					
	$\Delta=3.80$						

另外，從表 18 資料可以看出，平均數結構之 CFA 分析並不影響 CFA 模型本身之各項參數（包括因素負荷量、殘差變異量與相關係數）之估計。本節在檢定時採用跨樣本完全標準化解（common metric completely standardized solution），如此才能符合兩個樣本具有跨群等同性之基本假設，由於跨群之間因素負荷量與殘差具有等同性，因此兩個樣本之終解在  $\Lambda_y$  矩陣、 $\Theta_\epsilon$  矩陣均為等同。

依據表 19 資料顯示，五項因素構面之平均數跨群差異，低知識群國家之因素得分均較高知識群為低。其中平均數差距排序，第一、企業經營環境 10.55 分，第二、創新系統 7.92 分，第三、資訊通訊科技 5.60 分，第四、人力資源發

展 2.50 分，第五、績效指標 2.30 分，上揭五項因素均達統計顯著水準。至於因素相關係數方面，則顯示高知識群與低知識群之因素相關明顯不同。

表 19 平均數結構 CFA 模型適合度估計值 (二)

因素項目		因素負荷量 $\lambda$	殘差 $\delta$	截距 $\tau$	因素平均數 $\alpha$	顯著性考驗 t
企業 經營環境	E1	.04	1.00	.13	-10.55	-8.25**
	E2	.90	.23	10.62		
創新系統	I1	.64	.57	8.71	-7.92	-5.55**
	I2	-.24	.96	-1.77		
	I3	.24	.97	.49		
人力 資源發展	H1	.77	.35	3.06	-2.50	-6.79**
	H2	.37	.93	.47		
	H3	.55	.72	1.30		
	H4	.80	.40	1.81		
資訊 通訊科技	T1	.95	.10	7.62	-5.60	-9.11**
	T2	-.46	.92	-.06		
	T3	.02	1.00	.03		
績效指標	P1	.91	.37	2.01	-2.30	-5.17**
	P2	.18	.93	.91		
構面／群集		高知識群		低知識群		
企業經營環境		1.00		1.00		
創新系統		.47	1.00	.71	1.00	
人力資源發展		.45	.47	1.00	.62	.79
資訊通訊科技		.61	.38	.41	1.00	.55
績效指標		.61	.21	.52	.63	1.00
					.32	.51
					.27	.42
						1.00

\*\*p<.01

## 伍、結論與建議

本研究依據彙總後之知識經濟指標為基礎，首先利用探索性因素分析進行指標簡化，隨後利用二階驗證性因素分析，提出整合性知識經濟指標之結構方程模型。並且利用跨群因素恆等性分析，檢驗跨群因素結構之穩定性，以及估計跨群平均數結構模型之差異情形，總體而言，本研究之主要發現及重要結論如下：

一、本研究依據文獻將知識經濟指標分成五大構面，利用探索因素分析及二階驗證性因素分析，獲致下列結論，影響知識經濟之重要排序，詳如圖 10。至於上揭構面之指標內涵，分別為，第一、「企業經營環境」：可以細分為二項因素，包括經營環境框架及資本形成暨貿易；第二、「創新系統」：可以細分為二項因素，包括創新精神、創新投入；第三、「人力資源發展」：可以細分為四項因素，包括教育投資、開放競爭、科專水準、人力結構；第四、「資訊通訊科技」：可以細分為三項因素，包括 MIPS 能力、資訊基礎、通訊投資；第五、「績效指標」：可以細分為三項因素，包括創價貢獻、人力發展、就業生產。至於跨群因素恆等性檢定結果顯示，不論是全體或分群樣本其模型配適度是一致的，不過高知識群之模型配適度較為理想。另外本研究利用逐步設限之巢狀模型，檢驗各種恆等性假設下之模型配適度變化。研究結果證明，逐步增加因素負荷量恆等性限制，模型配適度反而提高，從實務面來看，代表透過相同因素結構模型，測量高低知識群是一項可以接受的方式。另外本研究檢視跨群平均數結構差異，結果顯示平均數結構之 CFA 分析，並不影響原來 CFA 模型之各項參數（包括因素負荷量、殘差變異量與相關係數）估計。至於五項因素構面之跨群平均數差異，高知識群國家之因素得分均較低知識群為高。平均數差距依序為企業經營環境、資訊通訊科技、創新系統、人力資源發展、績效指標，詳如圖 11。

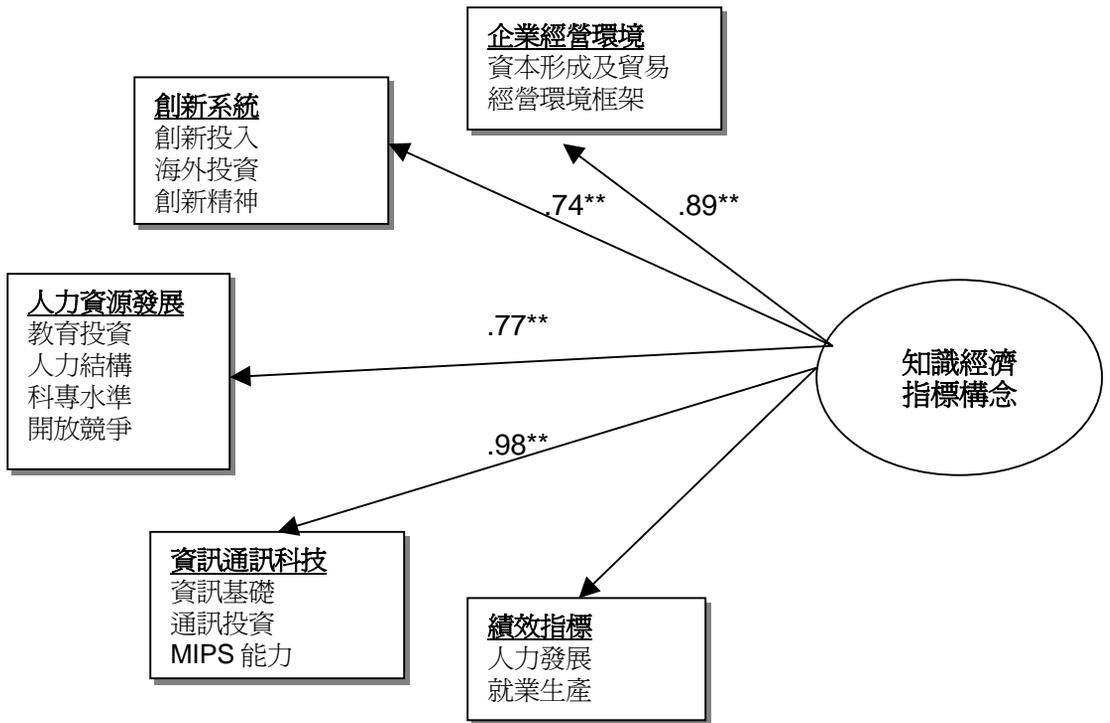


圖10 總體知識經濟指標之構念模型

二、本研究爲了避免資料遺漏值過多導致分析結果偏誤，於是採取較爲嚴格的資料篩選模式，包括表列刪除法及配對刪除法，最終只鎖定其中100個主要國家。不過隨著樣本數目遞減，可能導致統計分析的兩難困境，意即過少的樣本數目可能造成統計結果無法收斂或是不當解值。鑑此本研究建議未來爲有效提昇樣本資料之完整性，或可採行其他統計方法包括取代法，模式基礎取向法、以及虛擬變項法處理遺漏資料，相信可以有效提高分析樣本數目與整體統計有效水準。另外在統計分析工具的運用上，由於LISREL要求樣本數通常大於150以上最爲理想，爲了避免類似樣本不足導致整體模型評估偏誤，未來或可採用其他更適於處理小型樣本之分析工具，例如PLS統計軟體。

三、本研究雖然利用完整的原始資料，透過EFA及CFA進行研究分析。不過整體研究屬於橫斷面（cross-sectional）分析，未來或可就特定群集進行長期深入的縱斷面（longitudinal）分析。相信對於未來掌握知識經濟指標之構念發展，必定具有相當的助益。另外本研究拮取相對完整的WDI資料，綜合APEC、OECD與WB指標作為研究基礎，不過誠如本研究文獻回顧，由於各國及相關機構發展之衡量指標各有擅場，並且目前無任何一套指標體系可以完全涵蓋知識經濟之所有特質，特別是知識經濟本身隨著世界潮流而演變。因此本研究分析上揭指標，旨在建構一套足以捕捉知識經濟發展構面，反應經濟結構變遷之先期指標，以提供各界作為即時調整策略因應之重要參考，未來若要更深入掌握知識經濟之發展脈絡，仍應利用不同的理論與工具持續深入研究。

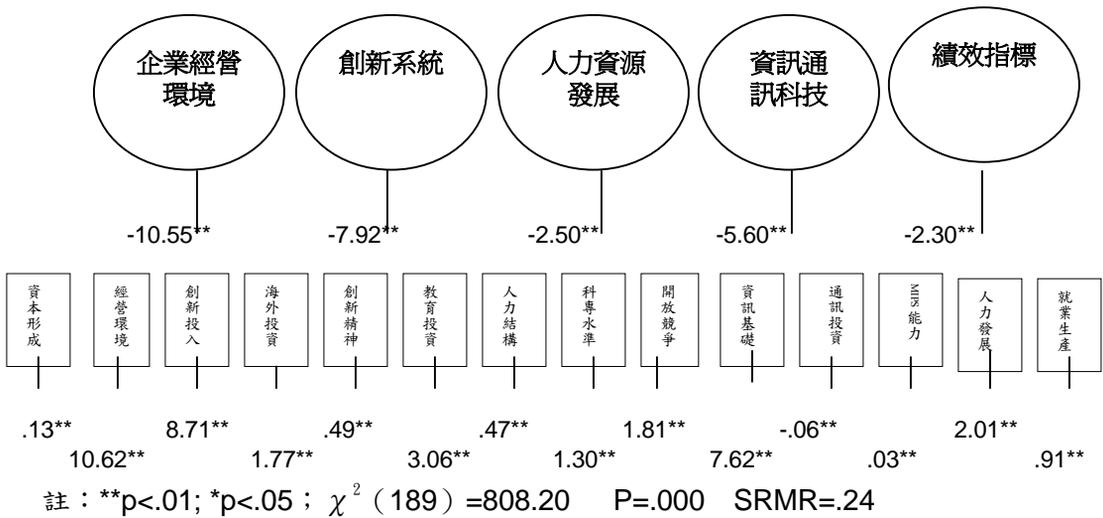


圖 11 跨群平均數結構 CFA 分析各變數平均數圖示

## 參考文獻

- Adam Smith. (1776) . An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations.
- APEC, 2000, Towards Knowledge Based Economy in APEC.
- Australia Department of Industry, Science and Resources-Knowledge-Based Economy Branch. (2000) . Knowledge-Based Activities: Selected Indicators.
- Bagozzi, R. P., & Yi, Y. (1988) . On the evaluation of structural equation models. Academic of Marketing Science, 16 74-94.
- Bagozzi, R. P., Yi, Y., & Phillips, L. W. (1991) . Assessing construct validity in organizational research. Administrative Science Quarterly, 36, 421-458.
- Barney, J. B. & Baysinger, B. (1990) . The organization of Schumpeterian Innovation, in Lawless & Gomez-Mejia (eds) , Strategic management in high technology firms. JAI Press Inc. 3-14.
- Campbell. D. & Fiske. D. W. (1959) . Convergent and discriminant validity by the multitrait-multimethod matrix. Psychological Bulletin, 56, 81~105.
- Commission of the European Communities. (2000) . Innovation in a Knowledge-Driven Economy.
- Edvinsson, Leif & Malone, Michael S. (1999) . Intellectual Property. Rye Field Publishing Company, Inc., USA.
- IMD. (2001) . The World Competitiveness Year Book, 2001.
- International Data Corporation. (1999) . IDC/World Times Information Society Index..
- Joreskog, K. G., & Sorbom, D. (1993) . LISREL 8: Structural equation modeling with the SIMPLIS command language, Chicago: Scientific Software International.

- Lundvall. (1998). Why Study National Systems and National Styles of Innovation?. Technovation, 11 (8), 457-473.
- Malthus, Thomas Robert. (1958). An essay on population, New York, Dutton.
- Ministry of Economic Development, New Zealand, (1999). New Zealand's Competitors in the Knowledge Economy.
- OECD. (1999). OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 1999: Benchmarking Knowledge-Based Economies, Paris.
- Pisano, G. P. (1990). The R&D boundaries of the firm: An empirical analysis. Administrative Science Quarterly, 35 (1), 153-176.
- Porter, Michael E, (1990). The Competitive Advantage of Nations. New York: Free Press
- Romer, P. M. (1990). Endogenous Technological Change. Journal of political Economy, Vol. 98, No. 5, Part 2, 71-102.
- Schumpeter, J.A. (1934). The Theory of Economic Development, Tran. R. Opie, Cambridge, Mass: Harvard University Press
- Singapore Department of Trade and Industry. (2001). Indicators on the New Economy.
- Solow, Robert M. (1956). A contribution to the Theory of Economic Growth. Quarterly, Journal of Economics, 70:1, 65-94.
- U.S. Department of Commerce. (2000). Digital Economy 2000.
- UK Department of Trade & Industry. (2000). UK Competitiveness Indicators: Second Edition.