

一、緒論

1.1 研究背景

中國大陸實施改革開放以來，經濟崛起的速度令人相當驚嘆。1991 年至 2006 年間，中國大陸經濟成長率年平均為 16.6%。即使在亞洲金融風暴期間，成長率仍達到 7%。最近十年間，中國大陸的經濟成長率在世界各國中名列前茅，並被稱為帶動全球成長的引擎。

中國大陸的經濟發展成就可從兩個面向來觀察。第一，國內生產總值的快速增長。中國大陸的國內生產總值於 2000 年已位居全球第六位，2005 及 2006 年上升為全球第四位，僅次於美國，日本，德國。第二，對外貿易大幅擴增。2000 年，中國大陸貿易總額在世界排名第八名，2006 年更超越法國、英國、日本成為全球第三，僅次於美國、德國。

根據國內生產總值的構成要素，進出口貿易、投資以及消費被成為中國大陸經濟成長的「三駕馬車」，他們共同發揮對經濟增長的優勢。其中又以進出口貿易表現最為突出，位居世界主要位次。

中國大陸幅員廣闊，僅僅從經濟總量並不足以描述它的真實經濟發展水平，在經濟成長快速的背面存在著區域發展不均的問題。在 2001~2006 年間，東部地區佔全國 GDP 的比重平均高達 45%，遠超過東北地區 25%，中部地區 19%，西部地區 11%。因此，中國大陸經濟發展主要來自於東部地區的貢獻，區域間的經濟發展存在嚴重的差異。而這種彼此間經濟社會不平衡的區域發展現象，長久以來一直是大陸經濟以及社會發展過程中的重大困境。因此如何縮小區域間的經濟發展差距，是目前中國大陸關心的重要課題。

1.2 研究動機

過去的學者對於探討影響中國大陸經濟發展因素，多以計量模型分析。然而計量經濟模型具有嚴謹的理論基礎，在應用時需要檢定多項統計假設，例如傳統迴歸模型必須符合誤差項具有獨立性、變異數齊一以及屬於常態分配的假設，而後兩者需配合大量的數據資料才能符合其假設條件，若資料數不足就無法進行統計推論分析。

灰色系統理論是對部分已經知道的信息開發並提取有用的資訊，實現對系統運

行的行為，演化規律的正確描述以及有效監控。灰色系統模型對實驗的數據沒有什麼太大的限制以及特殊的要求，因此應用的領域十分寬廣。而本研究的樣本資料屬於小樣本，且只採用出口、進口、投資、消費四個變數來探討與 GDP 的關聯性，剛好適用於灰色理論系統資訊不完全的特徵，針對區域內的發展問題，以灰色系統理論做一個新的嘗試與突破。

1.3 研究目的

本篇研究依照地理位置將中國大陸分成東北、東部、中部、西部四個區域分別探討其內部經濟發展情形，其優點有二。首先，我們針對中國大陸各區都納入探討，因此符合了整體性；其次，切入各區探討，可避免總體的資料不完全代表微觀經濟的情況，並且針對各區域不同的資源特色以及發展情況，提出經濟發展的方向，更能達到協調區域發展的作用。本篇研究目的有三：

1. 透過整體灰關聯分析法分析各區域 GDP、出口、進口、投資、消費間之關聯情形。
2. 透過灰階建模來探討各區域之經濟變數與 GDP 成長的協調性；並透過灰預測建立時間響應函數，透過誤差檢視模型在 GDP 預測的精準度。
3. 從宏觀的角度，以出口為例，探討各省的關連情形，找出中國大陸出口的引擎省份。並針對大陸出口的特色，探討造成各省份關聯度大小的原因。

1.4 研究流程



圖 1 研究流程圖

本研究在第一章說明研究動機與目的，接著在第二章就與本研究相關的文獻進行說明，可分為影響中國大陸經濟成長的因素之相關文獻以及灰色理論應用相關之文獻兩個部份，再根據過去文獻以及中國統計年鑑實際可得之資料選取研究變數，並在實證方法一節詳細說明各變數之定義及其在本研究中所使用之代號。

第三章為研究方法的說明，就灰色理論六大領域中本研究所使用的部分（灰關聯分析、灰建模與灰預測三大部分）做詳細說明，涵蓋各領域的基本模型、假設及計算公式，以確立本研究建模依據。

第四章實證分析，先說明資料來源以及數據處理。首先針對中國大陸四大地區國內生產總值、出口、進口、投資、消費這五大變數進行整體性的灰關聯結果。簡要說明因地區別不同因而各變數的關連度也有差異。接著利用灰建模觀念建立GM(1,5)模型，考慮出口、進口、投資以及消費四大變數於經濟成長的發展協調關係。接著以GM(1,5)模型為基礎，進行國內生產總值的灰預測，並且評估模型預測的準確度。最後，從宏觀的角度，以出口為例分析各省的關聯情形，找出中國大陸出口的引擎所在。

最後綜合上述研究結果進行討論與評估，說明灰色系統理論在分區域經濟議題的適用性，並說明研究結論以及研究限制，及提出後續研究之建議。

二、文獻回顧

2.1 影響中國大陸經濟發展的因素

中國大陸的經濟發展在改革後得到了高度的成就，投資、消費、進出口貿易被稱作中國大陸經濟的「三駕馬車」，他們共同影響著經濟的趨勢。許多學者針對投資、消費、進出口貿易與國內生產總值間做實証分析，檢驗這些因素與經濟穩定成長的關係。

Eduardo and Jonathan (1996) 比較中國大陸改革前後經濟增長之要素，發現每單位資本產出、每單位勞動產出都有明顯的增加；全要素生產率(TFP)在改革前為負成長，改革後為成長率達到 3.8%的正成長，說明全要素生產率對於中國大陸經濟成長推動的重要性。

Morgan (2000) 從人口學的觀點認為改革過後經濟成長的原因來自於衛生環境的改善，因此勞動力人口大幅增加；另一方面，勞動力轉移使城鄉差距縮小也是其重要的因素。

林毅夫、李永軍 (2003) 透過迴歸模型探討淨出口、投資、消費對經濟成長的貢獻率，更進一步針對出口，分析其對進口、投資、消費的影響力，同時考慮了出口對經濟成長的直接以及間接影響力。

唐永華、吳平勇 (2006) 指出：長期下 GDP 與投資、消費、出口、進口間彼此存在長期穩定的均衡關係。而出口、投資、消費皆會明顯促進 GDP 的增長，進口對 GDP 增長作用不明顯。然而進口對出口具有單向的因果關係，通過進口一些原料、中間產品直接為出口服務，因此進口可以對出口造成影響間接達到經濟成長。

鄧彥 (2006) 以多元線性迴歸指出投資、消費、進出口貿易都會對經濟成長造成顯著增長，但消費需求對經濟增長的貢獻度最大。

徐光耀(2007)透過分析進口貿易與中國國內生產總值增長的關係，肯定了進口貿易對中國國內生產總值增長的推動作用。

馬正兵 (2007) 認為：中國經濟衝擊主要來自於內部需求的影響，但出口衝擊對經濟成長的影響逐年上升，因此必須發揮出口最為經濟成長平穩器的作用。

而中國大陸幅員廣闊，僅僅從一個經濟總量以及平均水平，並不足以描述它的真實經濟發展水平，光是區域之間以及省級之間就有很大的差距。因此眾多學者分別以

各省的角度來探討對外貿易與經濟增長的關係，如附表 1。

2.2 灰色系統理論簡介

灰色系統理論最早是由鄧聚龍 (Deng, 1982) 教授所提出，這個理論主要是針對不明確性及資訊不完整性之系統模型，透過系統關聯分析、模式建立、預測及決策等方法來探討、分析系統的狀況。灰色系統研究的項目有以下 6 項：

1. 灰色生成 (Grey Generating)

灰色生成即為補充訊息的數據處理，是一種以數找數的規律方法，在一些雜亂無章的數據中，設法數據的規律性。換句話說，我們可以利用灰色生成的方式降低數據中的隨機性，並提升其規律性。

在灰色理論常用的生成方法有：

(1) 灰色關聯生成 (Grey Relational Generating Operation ; GRGO): 將數據依實際情形在不失真之下所做的數據處理。

(2) 累加生成 (Accumulated Generating Operation ; AGO): 將數據依次累加。

(3) 逆累加生成 (Inverse Accumulated Generating Operation ; IAGO): 累加生成的逆運算。

2. 灰色關聯分析 (Grey Relational Analysis)

這是灰色系統理論分析中分析離散序列間相關程度的一種測度方法。傳統上的統計迴歸是處理變數與變數之間關係的數學方法，對統計迴歸而言，有以下限制：

(1) 變數與變數之間必須存在相互影響的關係。

(2) 要求大量的數據。

(3) 數據分布必須為典型的：例如常態分布。

(4) 變化因素不能太多。

因此在某些場合中可能無法很容易求出答案。而灰關聯分析具有少數據及多因素分析的特性，剛好可以彌補統計迴歸上的缺點。

3. 灰色建模 (Grey Model Construction)

這是利用生成過的數據建立一階灰差分 (difference) 方程與灰擬微分方程的模式，稱為灰色建模，一般可以分為以下幾種：

(1) GM(1,1): 表示一階微分，輸入變數只有一個，一般做預測用。

(2) GM(1,N): 表示一階微分，輸入變數有 N 個，一般做多變量關聯分析用。

(3) GM(0,N): GM(1,N)的特例，表示零階微分，輸入變數則為 N 個，一般做多變量關聯分析用。是屬於靜態因子的分析。

4. 灰色預測 (Grey Prediction)

灰色預測是以 GM (1,1) 模型為基礎對現有數據進行的預測方法，實際上是找出某一數列中間各個元素的未來動態狀況，主要的優點為所需的數據不用太多以及數學基礎相當簡單。

5. 灰色決策 (Grey Decision Making)

對某一事件，因為考慮的對策不同而有不同的效果，為了解決此一問題，將對策與 GM 模型所做的決策稱為灰色決策。

6. 灰色控制 (Grey Control)

在傳統的控制上，一般是利用輸出及輸入鍵的數據，做成轉移函數，在求出所需的增益值，或者利用狀態空間法求出輸入與輸出之間的動態關係。而灰色控制則是透過系統行為數據，尋求行為發展的規律，以預測未來的行為。當預測值得到後，將此一預測值回授到系統進行控制的一種法則。

2.3 灰色關聯度分析文獻探討

鄧聚龍提出傳統灰關聯度，但是傳統灰色關聯度的只能做排序之用，無法確立定量化的性質。因此溫坤禮 (2000) 提出修飾型的灰色關聯度，使得傳統的定性化灰色關聯度變成量化的灰色關聯度。灰色關聯度分析應用廣泛，其中以中國大陸為背景的有以下研究：

陳莉、劉光輝 (2004) 利用灰色關聯分析安徽省農業總產值及投入因子的實證研究，農林漁牧的基本建設投資為與 GDP 成長的關聯度最大的因子。

呂永霞、呂永成、續境秦(2006)利用灰色關聯分析法找出影響人口增長關鍵因素的重要因子為女性人口、城鄉人口、年齡結構、性別結構以及人口自然增長率。並排出關聯序，找出關聯程度最大的因子為女性人口。為中國大陸人口發展與控制提供一個有效的管理決策方法。

周建安 (2006) 以灰色理論分析產業結構和就業結構的關聯程度，得到產業結構與第三產業的就業狀況最為緊密，因此應該大力發展第三產業以及擴大第三產業就

業。提供一個有效人力資源運用和調整就業結構的方向。

付靜 (2007) 利用灰色關聯度分析進行跨國的研究，欲了解與中日貿易發展關聯度大的經濟發展指標，結果得出人均 GDP、對日出口額、利用外資額與中日貿易關聯度較強。

2.4 灰色預測文獻探討

鄧聚龍 (1999) 提出灰預測的模型，以 GM(1,1) 為基礎模型對現在數據進行的預測方法。GM(1,1) 模型的變數為一個，而 GM(1,N) 為 N 個變數，一般為多變量的關聯分析。根據灰預測的探討文獻有以下：

Lin and Hsu (2002) 利用 GM(1,1) 預測台灣地區八種非酒精飲品的銷售量，且平均準確度皆達到 95% 以上，說明此種預測方法精準度高。

胡靜、陳銀蓉 (2005) 先以灰關聯度找出與城市擴張增長相關性高的因素，再利用 GM(1,7) 模型討論這些作用因素對城市規模增長的發展趨勢。

Hsu and Hsu (2006) 利用 GM(1,1) 模型去預測台灣地區專業醫療人員，模型準確度達到 92.36%，並且從預測值發現台灣地區的專業醫療人員存在超額需求的狀況。

徐巍、黃民生 (2007) 以灰色關聯度說明福建省交通運輸系統與經濟發展存在高度相關性；並且透過 GM(1,5) 模型分析交通運輸系統與經濟發展關係的適應程度。最後建立時間響應模型預測出模型的擬合值之相對誤差小，其模型的精確性高。

此外，有些學者不僅利用灰色模型進行預測，更加入其他計量模型對同一筆數據做分析，進而從預測值的誤差大小，比較模型的精準度。

Hung (2007) 分別利用迴歸方程式以及 GM(1,1) 的模型去預測中國大陸來台訪客數，比較兩種預測方法的誤差，結果發現兩種結果的平均誤差都在 20% 以內，雖然迴歸模型的誤差小些，但仍可說明 GM(1,1) 的模型預測具有準確性。

Chen, Yan and Kung (2008) 利用 GM(1,1) 預測台灣市場 2006~2007 年四季 3G 手機的使用人數，並與傳統迴歸的模型做比較，發現以 GM(1,1) 預測值的平均絕對誤差小於迴歸模型，說明在小樣本中，灰預測的精準度較高。

三、研究方法

3.1 灰色關聯度

本研究採用的是溫坤禮 (2000) 的整體性灰關聯度，主要計算方式如下：

$$\Gamma_{ij} = \Gamma(x_i, x_j) = 1 - \frac{\Delta_{\min} + \Delta_{\max}}{\Delta_{ij} + \Delta_{\max}} \quad (3-1)$$

其中 $\bar{\Delta}_{ij} = \left(\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n [\Delta_{ij}(k)] \right)$

在求出所有的灰關聯度後，可以利用特徵值方式(eigenvector method)加以排序。

其步驟如下所述：如果將各個序列

$$\begin{aligned} x_0 &= (x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(k)) \\ x_1 &= (x_1(1), x_1(2), \dots, x_1(k)) \\ x_2 &= (x_2(1), x_2(2), \dots, x_2(k)) \\ &\vdots \\ x_m &= (x_m(1), x_m(2), \dots, x_m(k)) \end{aligned} \quad (3-2)$$

依次以每一個序列為標準序列，其他為比較序列，將所有的灰關聯度算出後再經由整理，可以得到一個 $m \times m$ 的矩陣，此一矩陣即上述『灰關聯矩陣 R』。

$$R_{m \times m} = \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} & \cdots & \gamma_{1m} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} & \cdots & \gamma_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \gamma_{m1} & \gamma_{m2} & \cdots & \gamma_{mm} \end{bmatrix} \quad (3-3)$$

3.2 灰色建模

根據灰色系統理論定義，GM(1,N)表示一階微分，輸入變數為 N 個，包括一個主行為變數以及 N-1 個影響主行為的因子。而模型的灰微分方程式為 3-4 式。

$$\frac{dy^{(1)}}{dt} + ay^{(1)} = \sum_{i=1}^{N-1} b_i x_i^{(1)}(k) \quad (3-4)$$

其中 $-a$ 為 GM(1,N)的發展係數，及 b_i 為驅動係數

$y^{(1)}(k)$:標準序列， $x_i^{(1)}(k)$ 為比較序列

$$y^{(1)} = \left(\sum_{k=1}^1 y^{(0)}(k), \sum_{k=1}^2 y^{(0)}(k), \dots, \sum_{k=1}^n y^{(0)}(k) \right)$$

序列 $y^{(0)}(k)$ 為系統的主要行為變量， $x_i^{(0)}(k) i=1,2,\dots,N-1$ ，

$x_1^{(0)}(k), x_2^{(0)}(k), \dots, x_{N-1}^{(0)}(k)$ 為影響主行為的因子，則可以利用 GM(1,N) 模型做分析，步驟為：

1. 建立原始序列

$$\begin{aligned} y^{(0)} &= \{y^{(0)}(1), y^{(0)}(2), \dots, y^{(0)}(k)\} \\ x_1^{(0)} &= \{x_1^{(0)}(1), x_1^{(0)}(2), \dots, x_1^{(0)}(k)\} \\ x_2^{(0)} &= \{x_{21}^{(0)}(1), x_2^{(0)}(2), \dots, x_2^{(0)}(k)\} \quad k=1,2,3,\dots,n \\ &\dots\dots\dots \\ x_{N-1}^{(0)} &= \{x_{N-1}^{(0)}(1), x_{N-1}^{(0)}(2), \dots, x_{N-1}^{(0)}(k)\} \end{aligned} \quad (3-5)$$

2. 建立 AGO 序列

$$\begin{aligned} y^{(1)} &= \{y^{(1)}(1), y^{(1)}(2), \dots, y^{(1)}(k)\} \\ x_1^{(1)} &= \{x_1^{(1)}(1), x_1^{(1)}(2), \dots, x_1^{(1)}(k)\} \\ x_2^{(1)} &= \{x_{21}^{(1)}(1), x_2^{(1)}(2), \dots, x_2^{(1)}(k)\} \quad k=1,2,3,\dots,n \\ &\dots\dots\dots \\ x_{N-1}^{(1)} &= \{x_{N-1}^{(1)}(1), x_{N-1}^{(1)}(2), \dots, x_{N-1}^{(1)}(k)\} \end{aligned} \quad (3-6)$$

3. 寫出標準形式

根據 GM(1,N) 的形式，將 AGO 後的數據組合成

$$y^{(0)}(k) + az^{(1)}(k) = \sum_{i=1}^{N-1} b_i x_i^{(1)}(k) \quad (3-7)$$

其中 $z^{(1)}(k) = 0.5y^{(1)}(k) + 0.5y^{(1)}(k-1), k \geq 2$

4. 求解

利用 (3-7) 式，代入各個生成後的數值，可以得到

$$\begin{aligned} y^{(0)}(2) + az^{(1)}(2) &= b_1 x_1^{(1)}(2) + \dots + b_{N-1} x_{N-1}^{(1)}(2) \\ y^{(0)}(3) + az^{(1)}(3) &= b_1 x_1^{(1)}(3) + \dots + b_{N-1} x_{N-1}^{(1)}(3) \\ &\dots\dots\dots \\ y^{(0)}(n) + az^{(1)}(n) &= b_1 x_1^{(1)}(n) + \dots + b_{N-1} x_{N-1}^{(1)}(n) \end{aligned} \quad (3-8)$$

再將上述的方程組轉成矩陣的形式

$$\begin{bmatrix} y^{(0)}(2) \\ y^{(0)}(3) \\ \vdots \\ y^{(0)}(n) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -z^{(1)}(2) & x_1^{(1)}(2) & \dots & x_{N-1}^{(1)}(2) \\ -z^{(1)}(3) & x_1^{(1)}(3) & \dots & x_{N-1}^{(1)}(3) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ -z^{(1)}(n) & x_1^{(1)}(n) & \dots & x_{N-1}^{(1)}(n) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_2 \\ \vdots \\ b_{N-1} \end{bmatrix} \quad (3-9)$$

根據最小平方方法則，解出 $\hat{a} = (B^T B)^{-1} B^T Y_{N-1}$ ，其中

$$Y_{N-1} = \begin{bmatrix} y^{(0)}(2) \\ y^{(0)}(3) \\ \vdots \\ y^{(0)}(n) \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} -z^{(1)}(2) & x_1^{(1)}(2) & \dots & x_{N-1}^{(1)}(2) \\ -z^{(1)}(3) & x_1^{(1)}(3) & \dots & x_{N-1}^{(1)}(3) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ -z^{(1)}(n) & x_1^{(1)}(n) & \dots & x_{N-1}^{(1)}(n) \end{bmatrix} \quad \hat{a} = \begin{bmatrix} a \\ b_2 \\ \vdots \\ b_{N-1} \end{bmatrix}$$

求出主行為因子和各個子因子之間的關係，作為系統的輸出與輸入的綜合研究，此外，也可以了解系統中各個環節的發展變化。

本文將透過灰色建模 GM(1,5) 來研究國內生產總值 y 與出口 x_1 、進口 x_2 、固定資產投資 x_3 、消費品零售總額 x_4 之間的發展協調關係。主要對模型中的系統發展係數 $-a$ 以及系統驅動係數（協調發展係數） b_i 做定量分析。若 $a < 0$ ，表示系統主行為變量 $\{y^{(0)}(t)\}$ 在時間點 t 與前一個時間點 $t-1$ 處相比滿足 $\{y^{(0)}(t)\} > \{y^{(0)}(t-1)\} > 0$ ，則系統主行為變量在 t 處數量上有所持續發展，稱為該系統具有自我發展能力，反之若 $a > 0$ ，則此系統無自我發展能力；若 $b_i > 0$ ，則表示該系統作用變量 x_i 對系統行為變量 y 起正向推動作用；若對於 $i=1,2,\dots,N-1$ ， $b_i > 0$ ， x_i 均對 y 起正向推動作用，則表示系統的作用變量 x_i 和行為變量 y 在結構上是協調的；反之，若 $b_i < 0$ ，表示該因素對 y 的正向推動尚未明顯，若全部的 $b_i < 0$ ，則此系統的 x_i 與 y 在結構上是很不協調的。

3.3 灰色預測

利用灰色建模求得的參數 a 、 b ，進一步建立 GM(1,N) 的時間響應函數(Wen,2004):

$$\hat{y}^{(1)}(k) = \left[y^{(0)}(1) - \sum_{i=1}^{N-1} \frac{b_i}{a} x_i^{(1)}(k) \right] e^{-a(k-1)} + \sum_{i=1}^{N-1} \frac{b_i}{a} x_i^{(1)}(k) \quad k=2,3,\dots,n \quad (3-10)$$

3-10 式可得到第 k 期之累加生成預測值，接著透過累減生成得到第 k 期之預測值。

$$\hat{y}(k) = \hat{y}^{(1)}(k) - \hat{y}^{(1)}(k-1) \quad (3-11)$$

3.4 預測能力精準度檢驗

利用平均絕對誤差百分比 (Mean Absolute Percent Error ; MAPE) 來檢驗預測值的可信度。

$$\text{MAPE} = \frac{1}{T} \sum \frac{|\text{實際值} - \text{預測值}|}{\text{實際值}} \times 100\% \quad (3-12)$$

T=預測期數

MAPE 值越接近 0 表示估計效果越好。此外 Lewis (1982) 為 MAPE 訂定相關評估標準如下：

< 10%	預測能力極優
10%~20%	預測能力優良
20%~50%	預測能力合理
> 50%	預測不準確



四、實證分析

4.1 資料來源與變數定義

資料來自《中國統計年鑑》，分析樣本期間為 2001 年至 2006 年，樣本個數來自於中國大陸 31 個省級行政單位，資料為年度統計結果，觀察在這 6 年之國內生產總值 y 與出口 x_1 、進口 x_2 、全社會固定資產投資 x_3 、社會消費品零售總額 x_4 之間的關聯性。研究變數的定義以及說明於表 1。

表 1 研究變數及其定義

變數	代號	定義
國內生產總值 (億元)	y	按市場價格計算的一個國家所有常住單位在一定時期內生產活動的最終成果。
出口 (萬美元)	x_1	採用商品經營單位所在地出口額的定義：在所在地海關註冊登記有出口經營權的企業實際出口額。
進口 (萬美元)	x_2	採用商品經營單位所在地進口額的定義：在所在地海關註冊登記有進口經營權的企業實際進口額。
全社會固定資產投資 (億元)	x_3	是以貨幣形式表現，在一定時期內全社會建造和購置固定資產的工作量以及與此有關的費用總稱。該指標是反映固定資產投資規模、結構和發展速度的綜合性指標，也是觀察工程進度和考核投資效果的重要依據。
消費品零售總額 (億元)	x_4	指批發和零售業、餐飲業、新聞出版業、郵政業和其他服務業等，售予城鄉居民用於生活消費的商品和社會集團用於公共消費的商品之總量。

資料來源：中國統計年鑑 (2007)

4.1.1 區域劃分

2005 年中國大陸國務院發展研究中心提出了「四大板塊八大經濟區」方案：將全國劃分為東部、中部、西部、東北四大板塊，並將這四大板塊劃分為八大綜合經濟區，即東部板塊劃分為北部沿海、東部沿海、南部沿海三個綜合經濟區；中部板塊劃分為黃河中游、長江中游兩個綜合經濟區；西部板塊劃分為大西南、大西北兩個綜合經濟區，東北板塊即東北綜合經濟區。

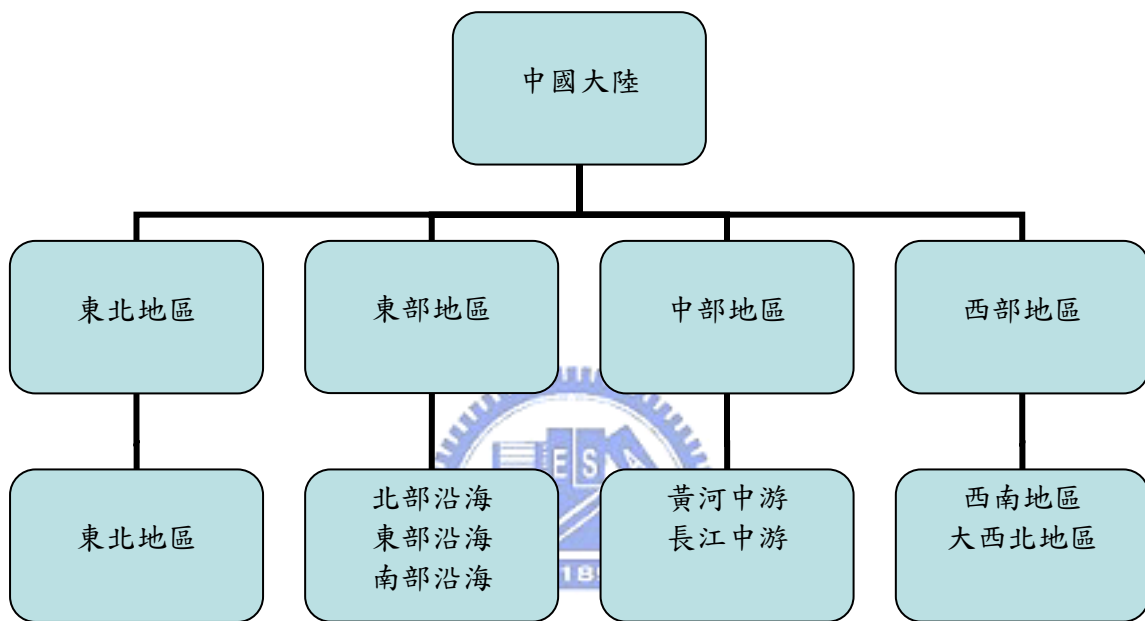


圖 2 中國大陸經濟分區

資料來源：中國經濟網

- (一) 東北地區：遼寧、吉林、黑龍江
- (二) 北部沿海地區：北京、天津、河北、山東
- (三) 東部沿海地區：上海、江蘇、浙江
- (四) 南部沿海地區：福建、廣東、海南
- (五) 黃河中游地區：陝西、山西、河南、內蒙古
- (六) 長江中游地區：湖北、湖南、江西、安徽
- (七) 西南地區：雲南、貴州、四川、重慶、廣西
- (八) 大西北地區：甘肅、青海、寧夏、西藏、新疆

4.1.2 資料處理

研究資料樣本期間來自《中國統計年鑑》2001~2006年，總共31個省份之六年資料。分析之前，先進行數據的處理，以2001年為基期，針對這五年的資料進行平減。使這六年的數據資料皆以2001年之物價水準進行衡量，採取國內生產總值平減指數(GDP deflator)。採取此指數進行平減的意義在於，該指數包含的範圍最為廣泛，不只包含全部物質產品和涵蓋計入GDP之服務產品，包括進出口商品，因此該指數最能反映價格總水平的變化。國內生產總值平減指數的計算是以某一基期的一級價格來估算出國內的生產總值，再用現期價格估算出本國國內生產總值，然後用後者除以前者，如以下式子：

$$\text{國內生產總值平減指數} = \frac{\text{按當期價格計算的國內生產總值}}{\text{按基期價格計算的國內生產總值}}$$

根據中國統計年鑑公佈之國內生產總值，我們計算出2001~2006年(以2001年當基期)之每年GDP平減指數如附表2。將各年度以貨幣單位計算的資料皆除以以2001年為基期之各年GDP平減指數後，整理出的資料便可轉換為以2001年為基期的實質變數。

因為五個變數的數據單位皆調整以人民幣計價，進出口幣值的兌換匯率於附表3。因此處理過後的數據滿足可比性，可以直接進行灰關聯度分析。

4.1.3 敘述性統計

觀察各經濟變數2001~2006年的發展情形，以平減後的實值變數做為分析的數據。

(1) 國內生產總值

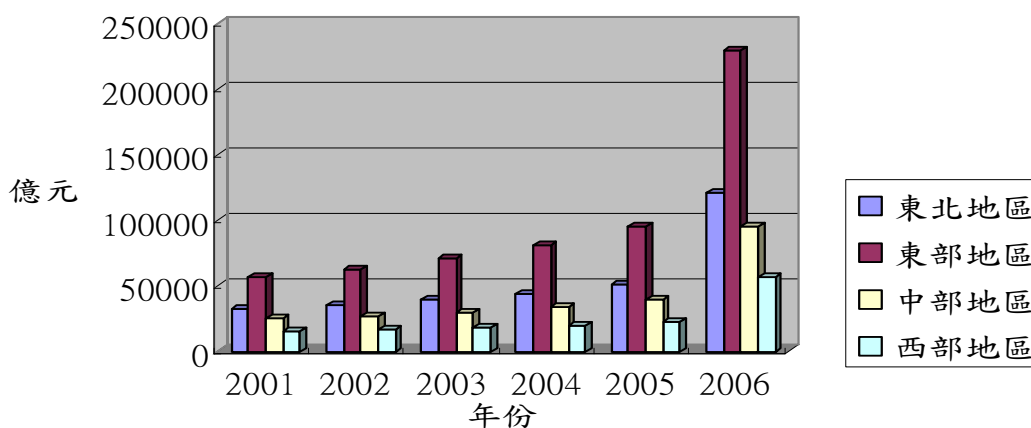


圖3 中國大陸各區域GDP發展情形

從圖3可以很明顯看到東部地區的GDP一直位居四大地區之首，且平均占全國GDP比重為45.17%，其次為東北地區24.59%，而中西部地區各占19%、12%。說明中國大陸經濟發展之貢獻多來自於東部地區，區域不平衡的現象由此可見。在2006年各區域的GDP都有大幅增長，代表中國大陸十五計畫使全國得到了實質的經濟增長。

(2) 進出口

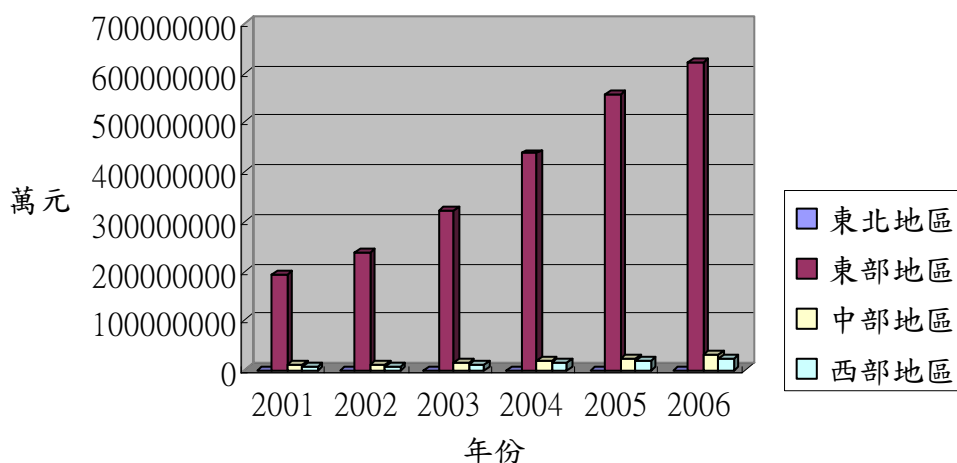


圖4 中國大陸各區域出口發展情形

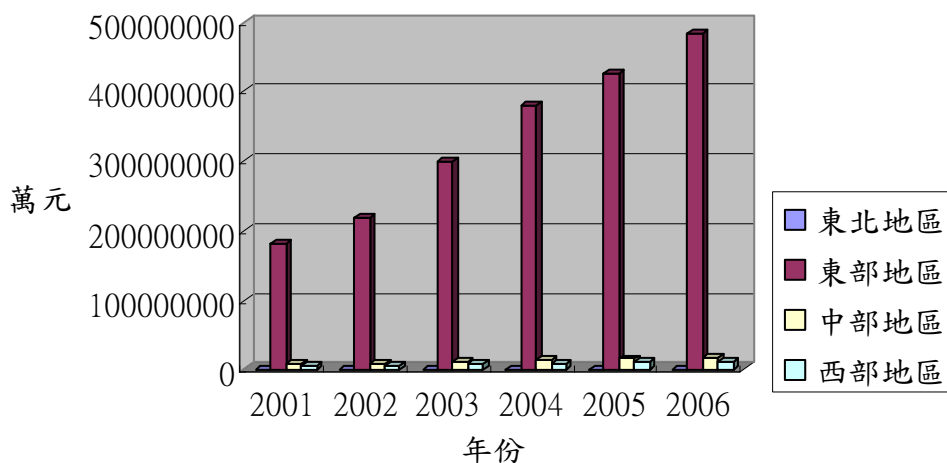


圖5 中國大陸各區域進口發展情形

從圖4以及圖5很明顯看到中國大陸進出口的貢獻主要來自於東部地區，此區因為位居沿海，對外開放的程度很高。尤其近幾年來中國大陸被稱為世界工廠，發揮此區勞動資源之優勢，其中東部地區之進出口情形遠優於其他地區。

(3) 全社會固定資產投資

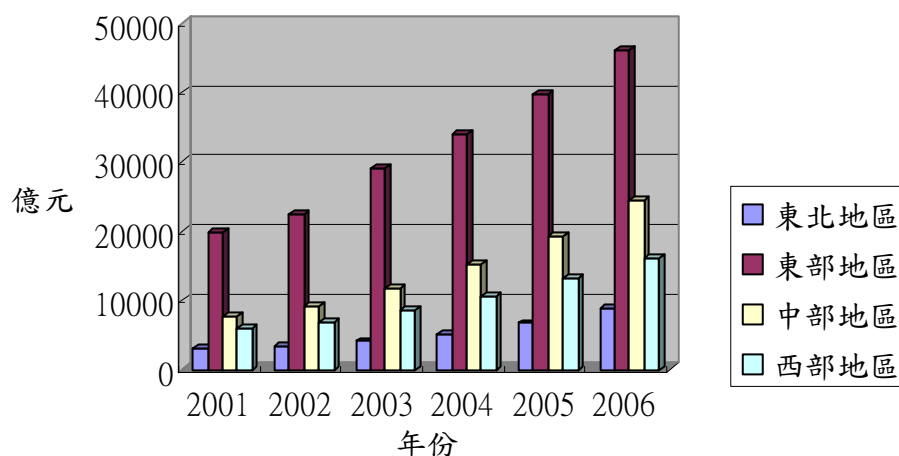


圖6 中國大陸各區域投資發展情形

固定資產投資情形東部地區仍然得到較大的資源比重，此外可以看到中西部地區的固定資產投資在這幾年有明顯的增長，說明西部開發戰略於此區在基礎建設上，例如：能源、交通、通信等有實質的投資。東北地區之固定資產投資呈現弱勢，甚至低於中西部地區。

(4) 社會消費品零售總額

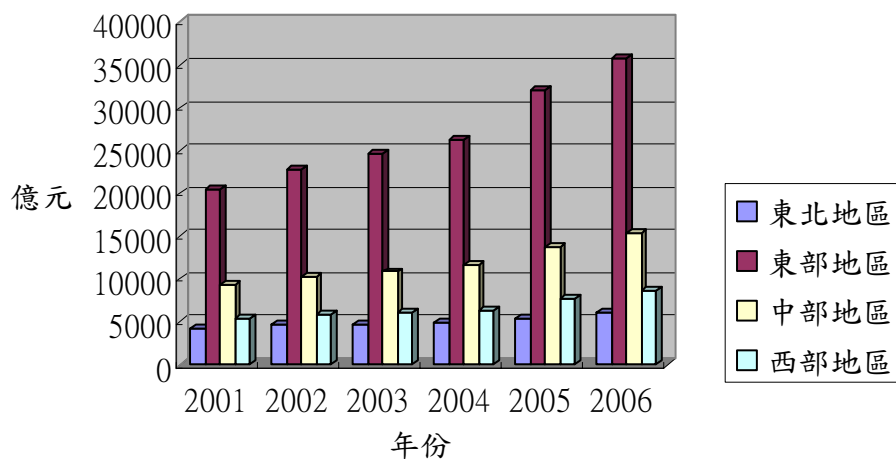


圖7 中國大陸各區域消費發展情形

相較於其他變數，這五年來消費呈現停滯的狀態，除了東部地區有稍許幅度的成長，其他地區的消費能力並無太大幅度的增長，說明東北、中西部的內需消費能力與這幾年的經濟並沒有達到一致的成長。

4.2 各區域經濟變數之灰色關聯分析

處理過後的數據，均滿足序列的可比性，因此可以直接灰關聯分析。我們運用 MATLAB 灰色關聯度工具箱 (溫坤禮, 2006) 的整體性灰關聯，整體性灰關聯度的優點是每一個序列都可以成為標準序列。將欲探討的國內生產總額、出口、進口、固定資產投資、消費品零售總額五個變數各六年的資料數據，匯入 MATLAB 後，便可得到一 5×5 的灰關聯度矩陣。

4.2.1 東北地區

表 2 東北地區經濟變數之灰關聯度

	GDP (y)	出口 (x ₁)	進口 (x ₂)	投資 (x ₃)	消費 (x ₄)
GDP (y)	1.0000				
出口 (x ₁)	0.6994	1.0000			
進口 (x ₂)	0.7015	0.9901	1.0000		
投資 (x ₃)	0.7143	0.8982	0.8883	1.0000	
消費 (x ₄)	0.7288	0.9130	0.9037	0.9922	1.0000

東北地區各變數的灰關聯係數於表 2。

國內生產總值和出口、進口、固定資產投資以及消費的灰關聯度都很高，且灰關聯度相差不大，表示這些變數與國民生產總值的變動方向是一致的且與經濟成長的關聯度都非常相關。

出口與進口達到 0.99 的關聯性，主要因素來自於東北地區貿易最發達的遼寧省以出口鋼鐵、機電產品、紡織服裝、輕工等加工貿易為主，因此也產生了大量的中間產品進口。而進出口關係密切的另一項因素來自於黑龍江省與俄國的雙邊互補的貿易商品結構，黑龍江省從俄國的進口商品多為短缺且需求量大的資源型商品，而對俄出口商品主要是輕紡產品以及服裝類產品。彼此利用資源優勢進行貿易使進出口關聯度高。

固定資產投資與消費灰關聯度高 (0.99) 說明這兩個變數變動的方向很一致。主要來自於這幾年來外商 (港澳台) 的在東北地區的投資轉向集中在製造業，主要集中在通信設備、金屬製品、非金屬礦物製品、紡織服裝領域。而這些產品，又因為近幾年來內需的崛起，提供給國人消費居多。

4.2.2 東部地區

表 3 東部地區經濟變數之灰關聯度

	GDP (y)	出口 (x ₁)	進口 (x ₂)	投資 (x ₃)	消費 (x ₄)
GDP (y)	1.0000				
出口 (x ₁)	0.7299	1.0000			
進口 (x ₂)	0.7325	0.9771	1.0000		
投資 (x ₃)	0.7207	0.9525	0.9740	1.0000	
消費 (x ₄)	0.7282	0.9494	0.9696	0.9940	1.0000

東部地區各變數之灰關聯係數於表 3。東部地區的國內生產總值與出口、進口、投資、消費間的關聯性是四個區域中最大的。說明在此區，這些變數與經濟的成長有很大的代表性。

東部地區因為在地理條件和資源稟賦上具有優勢，經濟成長也為四大地區之首。因此進出口貿易、引進外資以及人民的消費水準遠遠優於其他地區。而出口、進口、投資、消費四個變數間的相互關聯性也很高，表示這些變數彼此間可能存在著互相依存的關係：東部地區對於進口的商品吸收能力較強，消費能力較高，因此進口和消費有高度的關聯性。另一方面，東部地區利用外商的情形也最發達，外商投資佔進出口總額很高，因此投資與進出口也存在一定程度的關聯性。



4.2.3 中部地區

表 4 中部地區經濟變數之灰關聯度

	GDP (y)	出口 (x ₁)	進口 (x ₂)	投資 (x ₃)	消費 (x ₄)
GDP (y)	1.0000				
出口 (x ₁)	0.5726	1.0000			
進口 (x ₂)	0.5764	0.9853	1.0000		
投資 (x ₃)	0.6284	0.6465	0.6368	1.0000	
消費 (x ₄)	0.5858	0.6882	0.6770	0.9056	1.0000

中部地區各變數之灰關聯係數於表 4。相較於其他地區，國民生產總額與其他變數的關聯性最低，表示出口、進口、投資、消費有可能在此地區變數與經濟成長的變動程度較不一致。

出口和進口的灰關聯度達到 0.98。證明此地的進出口關聯性很強。有可能是因為進口的機電零件經過本地的加工製造後，又大部分輸出，因此進出口與內需市場的

消費關聯性不大。

投資與消費的在中部地區的關聯性較高，可能由於中部地區的產業型態由傳統紡織業加工逐漸轉型到技術資本密集的機電產品以及高新技術產品，由於產業結構從勞動密集型產業升級至資本密集型產業，經濟改善後，人民消費的水準也漸漸提高。

4.2.4 西部地區

表 5 西部地區經濟變數之灰關聯度

	GDP (y)	出口 (x ₁)	進口 (x ₂)	投資 (x ₃)	消費 (x ₄)
GDP (y)	1.0000				
出口 (x ₁)	0.6971	1.0000			
進口 (x ₂)	0.6974	0.9922	1.0000		
投資 (x ₃)	0.7275	0.8252	0.8179	1.0000	
消費 (x ₄)	0.7256	0.8971	0.8898	0.9405	1.0000

西部地區之灰關聯係數於表 5。國內生產總值與出口、進口、投資、消費四個變數也有高度的關聯性。其中以投資和消費在對國內生產總值的關聯序中較大，說明在這個區域投資和消費對於觀察經濟成長的力量比進出口來的好。

出口和進口的灰關聯程度很高。表示進出口貿易在這個區域的發展呈現平衡且一致的情形。而投資與出口、進口、消費的關聯性也很強，說明了自從中國大陸實施西部大開發這五年來，透過對西部地區的投資，使西部的對外發展取得了明顯成效。同樣的交通、水利、能源、通信等重大基礎設施建設取得了實質性進展，例如青藏鐵路增加內地的對外開放。因為這些固定資產的投資同時提升了對外出口能力以及改善消費的情形，因此三者之間皆存在較高的關聯性。

4.3 各區域經濟發展的協調分析

以 GM(1,N) 模型做基礎，研究整個經濟發展系統內部因素的動態變化情形。以國內生產總值 y 當做系統的行為變數，討論的影響變數有四個，分別為出口 x₁、進口 x₂、固定資產投資 x₃、消費品零售總額 x₄，選取樣本期間為 2001~2006 年，共 6 期 (k=6)，以 GM (1,5) 建立模型，應用 MATLAB 電腦工具箱 (溫坤禮，2000) 建立灰微分方程式，藉由係數判斷模型的自身發展能力以及協調程度。並且進一步利用時間響應函數，算出此模型在 2002~2006 年國內生產總值的預測值，計算平均絕對誤差

百分比 (MAPE) 判斷模型的精準度。

4.3.1 東北地區

以東北地區的國內生產總值 y ，出口 x_1 、進口 x_2 、固定資產投資 x_3 、消費 x_4 的 GM(1,5) 模型之灰微分方程式：

$$\frac{dy^{(1)}}{dt} - 0.1106y^{(1)} = -0.0803x_1 + 0.0018x_2 + 37.7904x_3 - 0.0041x_4$$

係數向量為： $a = -0.1106$ 、 $b_1 = -0.0803$ 、 $b_2 = 0.0018$ 、 $b_3 = 37.7904$ 、 $b_4 = -0.0041$ 。

從模型係數來看， $a < 0$ ，表示國內生產總值在出口、進口、投資、消費這四個變數組成的系統有一定的自身發展能力，而 $b_2 > 0$ 、 $b_3 > 0$ ，代表進口 x_2 、固定資產投資 x_3 對於推動國內生產總值的發展具有一定的權級作用。且 b_3 係數大，說明固定資產投資在東北地區經濟發展的權重很高。而 $b_1 < 0$ 、 $b_4 < 0$ ，說明出口 x_1 、消費零售總額 x_4 在推動國內生產總值的作用上不明顯。

接著我們將 a 、 b_i 代入時間響應函數，得到如下方程式：

$$\hat{y}^{(1)}(k) = \left[y^{(0)}(1) - \sum_{i=1}^n \frac{b_i}{-0.1106} x_i^{(1)}(k) \right] e^{0.1106(k-1)} + \sum_{i=1}^n \frac{b_i}{-0.1106} x_i^{(1)}(k)$$

$$K=2,3,\dots,6 \quad N=1,2,3,4$$

其中 $y^{(0)}(1)=10626.56$ ， $x_i^{(1)}(k)$ 為各序列的累加生成值，將數據代入時間響應函數，再經過逆累加生成 (IAGO)，就可以得到東北地區 2002~2006 國內生產總值的預測值。

於表 6 各預測期數的相對誤差來看 2003~2005 年的絕對誤差都維持在 10% 以下，表示此模型在這段期間的預測較準確，但是在 2002 年與 2006 年的準確度小於 0，可能是 2005 年之前東北地區的經濟成長都維持在 8%~9% 的成長，但在 2006 年卻達到 155.62% 的成長，因此才會產生誤差。然而 MAPE=104%，顯示此模型應用於東北地區的預測能力不準確。

表 6 四大地區 GM(1,5) 模型灰預測之 MAPE

	2002	2003	2004	2005	2006	MAPE
東北地區	111.21%	5.68%	2.79%	4.03%	399.58%	104.66%
東部地區	21.81%	0.32%	1.96%	3.20%	2.35%	5.93%
中部地區	10.63%	12.55%	5.62%	2.67%	1.75%	6.65%
西部地區	16.26%	5.63%	0.50%	0.80%	0.94%	4.83%

4.3.2 東部地區

以東部地區的國內生產總值 y ，出口 x_1 、進口 x_2 、固定資產投資 x_3 、消費 x_4 的 GM(1,5)模型之灰微分方程式：

$$\frac{dy^{(1)}}{dt} + 3.1258y^{(1)} = 0.0003x_1 - 0.0011x_2 + 6.6329x_3 + 1.4391x_4$$

係數向量為 $a = 3.1258$ 、 $b_1 = 0.0003$ 、 $b_2 = -0.0011$ 、 $b_3 = 6.6329$ 、 $b_4 = 1.4391$ 。

從模型係數來看， $a > 0$ ，說明國內生產總值在出口、進口、投資、消費這四個變數組成的系統自身缺乏發展能力， $b_1 > 0$ 、 $b_3 > 0$ 、 $b_4 > 0$ ，說明了出口 x_1 、固定資產投資 x_3 、消費品零售總額 x_4 對於國民生產總值的成長具有推動的作用。 b_3 係數最大，表示固定資產投資在東部地區經濟推動的重要性很高。而 $b_2 < 0$ 表示進口 x_2 推動國內生產總值的成長作用不明顯。從整體來看，除了 b_2 之外，其他係數都大於 0，因此東部地區的國民生產總值在這個結構中基本上還算協調。

接著我們將 a 、 b_i 代入時間響應函數，得到如下方程式：

$$\hat{y}^{(1)}(k) = \left[y^{(0)}(1) - \sum_{i=1}^n \frac{b_i}{3.1258} x_i^{(1)}(k) \right] e^{-3.1258(k-1)} + \sum_{i=1}^n \frac{b_i}{3.1258} x_i^{(1)}(k)$$

$$K=2,3,\dots,6 \quad N=1,2,3,4$$

其中 $y^{(0)}(1) = 50194.74$ ， $x_i^{(1)}(k)$ 為各序列的累加生成值，將數據代入時間響應函數，再經過逆累加生成(IAGO)，就可以得到東部地區 2002~2006 國內生產總值的預測值。

由表 6， $MAPE = 5.93\%$ ($< 10\%$)，預測能力屬於極優，因此模型在東部地區的預測效果很好。

4.3.3 中部地區

中部地區的國內生產總值 y ，出口 x_1 、進口 x_2 、固定資產投資 x_3 、消費 x_4 的 GM(1,5)模型如下：

$$\frac{dy^{(1)}}{dt} + 1.6838y^{(1)} = 0.0078x_1 + 0.0007x_2 - 0.8863x_3 + 3.5319x_4$$

係數向量為 $a = 1.6838$ 、 $b_1 = 0.0078$ 、 $b_2 = 0.0007$ 、 $b_3 = -0.8863$ 、 $b_4 = 3.5319$ 。

從模型係數來看， $a > 0$ ，這說明國內生產總值在出口、進口、投資、消費這四個變數組成的系統自身缺乏發展能力， $b_1 > 0$ 、 $b_2 > 0$ 、 $b_4 > 0$ ，說明了出口 x_1 、進口

x_2 、消費品零售總額 x_4 對於國民生產總值的成長具有推動的作用。 b_4 的係數最大，表示消費此因素在中部地區推動經濟發展的重要性很高。而 $b_3 < 0$ 表示固定資產投資 x_3 推動國內生產總值的成長作用不明顯。從整體來看，除了 b_3 之外，其他係數都大於 0，因此中部地區的國民生產總值在這個結構中基本上還算協調。

接著我們將 a 、 b_i 代入時間響應函數，得到如下方程式：

$$\hat{y}^{(1)}(k) = \left[y^{(0)}(1) - \sum_{i=1}^n \frac{b_i}{1.6838} x_i^{(1)}(k) \right] e^{-1.6838(k-1)} + \sum_{i=1}^n \frac{b_i}{1.6838} x_i^{(1)}(k)$$

$$K=2,3,\dots,6 \quad N=1,2,3,4$$

其中 $y^{(0)}(1)=20095.7$ ， $x_i^{(1)}(k)$ 為各序列的累加生成值，將數據代入時間響應函數，再經過逆累加生成(IAGO)，就可以得到中部地區 2002~2006 國內生產總值的預測值。

由表 6，中部地區 MAPE=6.65%(<10%)，預測能力屬於極優，且絕對誤差隨著時間逐漸遞減，由此可知此模型應用在中部地區的精準度較高，模型預測較準確。

4.3.4 西部地區

西部地區的國內生產總值 y 、出口 x_1 、進口 x_2 、固定資產投資 x_3 、消費 x_4 的 GM(1,5) 模型如下：

$$\frac{dy^{(1)}}{dt} + 2.3502y^{(1)} = 0.0061x_1 + 0.0106x_2 - 1.7494x_3 + 2.8323x_4$$

係數向量為 $a = 2.3502$ 、 $b_1 = 0.0061$ 、 $b_2 = 0.0106$ 、 $b_3 = -1.7494$ 、 $b_4 = 2.8323$ 。

從模型係數來看， $a > 0$ ，這說明國內生產總值在出口、進口、投資、消費這四個變數組成的系統自身缺乏發展能力， $b_1 > 0$ 、 $b_2 > 0$ 、 $b_4 > 0$ ，說明了出口 x_1 、進口 x_2 、消費品零售總額 x_4 對於國民生產總值的成長具有推動的作用。 b_4 係數最大，消費此因素在西部地區推動經濟發展的重要性很高。而 $b_3 < 0$ 表示固定資產投資 x_3 推動國內生產總值的成長作用不明顯。從整體來看，除了 b_3 之外，其他係數都大於 0，因此西部地區的國民生產總值在這個結構中基本上還算協調。

接著我們將 a 、 b_i 代入時間響應函數，得到如下方程式：

$$\hat{y}^{(1)}(k) = \left[y^{(0)}(1) - \sum_{i=1}^n \frac{b_i}{2.3502} x_i^{(1)}(k) \right] e^{-2.3502(k-1)} + \sum_{i=1}^n \frac{b_i}{2.3502} x_i^{(1)}(k)$$

$$K=2,3,\dots,6 \quad N=1,2,3,4$$

其中 $y^{(0)}(1)=11671.44$ ， $x_i^{(1)}(k)$ 為各序列的累加生成值，將數據代入時間響應函數，再經過逆累加生成(IAGO)，就可以得到西部地區 2002~2006 國內生產總值的預測值。

由表 6 得知 $MAPE=4.83\%(<10\%)$ ，說明預測能力極優，並且後來三年的絕對誤差都小於 1%，表示模型在後期預測的精準度佳。

由以上四個區域的模型可以知道，除了東北地區，其他地區的 $MAPE$ 都在 10% 以內，表示此 $GM(1,5)$ 模型應用在預測國內生產總值達到良好的精準度。然而東北地區的國內生產總值自身具有成長的能力，東部、中部、以及西部地區則缺乏成長的發展能力。東北以及東部地區之投資的係數最大，因此投資為這兩個區域推動經濟成長權重最大的因子；同理，推動中西部經濟成長權重最大的因子為消費。說明各區域對於經濟增長分配資源之優先順序可從權重較大的因子著手。

4.3.5 多元迴歸模型

過去學者在研究 GDP 成長多數採用計量的方法，此節以多元迴歸方法，建立模型與灰預測相互比較。利用 SPSS 軟體建立多元迴歸模型，應變數為國內生產總值 y ，自變數為出口 x_1 、進口 x_2 、投資 x_3 、消費 x_4 。首先透過共線性檢定，檢驗自變數之間的相依程度。結果於附表 4。

合理的 VIF 值應小於 10，由此研究的 VIF 值得知各個變數間的相依程度都很高，因此若進行迴歸分析，係數的標準誤差會很高，可能造成假性迴歸。因此這也說明何以灰色系統理論可以用來分析共線性程度高的總體變數資料。

4.4 各省份之出口灰關聯分析

從各經濟變數的灰關聯度以及 $GM(1,5)$ 模型，我們可以得知出口的確與國內生產總額具有高度相關，並且有推動經濟成長的作用。接下來以宏觀的角度，以出口為例，分析省級之間的相關情形。

利用 MATLAB 灰色理論的電腦工具箱，將原始資料代入溫坤禮之整體性灰關聯模型，得到一 31×31 之矩陣於附表 6。

附錄代表的是各省間之出口灰關聯度，而灰關聯度超過 0.9 之省份個數情形整理於表 7。可以發現遼寧省與其他省份出口灰關聯度達到 0.9 以上的個數是最多的，其中這些省份大部份為中西部各省，說明遼寧省為中國大陸中西部出口的引擎。中部、

西部的內陸省份的出口也有彼此很密切的關聯。雖然東部沿海地區的省份與其他地區之出口關聯度較低，但是福建、上海、浙江、廣東、江蘇等沿海省份彼此間卻存在高度的出口灰關聯度。因此，我們從貿易區域、貿易方式、出口產品推論可能造成出口灰關聯度差異的原因。

表 7 出口灰關聯度之省份整理

與其他省份灰關聯度大於 0.9 之省份個數	省份
26	遼寧
25	河北
24	天津、黑龍江、四川、河南
23	山西、吉林、安徽、江西、湖北、湖南、廣西、重慶、雲南、陝西、新疆
22	內蒙古、海南、貴州、甘肅、青海、寧夏
21	西藏
8	北京
5	福建
4	山東
1	上海、浙江
0	廣東、江蘇

(1) 貿易區域

中國大陸的對外貿易對象，主要的出口國家為日本、美國、及歐洲等一些已開發國家，而東部地區，也就是沿海的省份對外出口的模式大致上和全中國大陸的發展模式相同，對外貿易對象也都為比較先進的國家。至於中部西部等內陸的省份，其出口的國家不只以上的先進國家，還包含了俄羅斯、北韓、印度、尼泊爾、巴西、非洲等市場，引此中西部的對外貿易市場較分散也較多元化。

(2) 貿易方式

西部省份位於內陸，基於地理因素，因此貿易方式為邊境外向型經濟。例如雲南的對外出口國家多為緬甸、泰國、馬來西亞、印尼等，由邊境貿易帶動對東南亞的貿易；而遼寧、吉林、黑龍江則與韓國、俄羅斯為鄰，與東北亞區域經濟合作密切，因此這三個省份的灰關聯也高度相關。至於沿海地區利用外資的比重較大，因此屬於外商出口導向。然而遼寧與大部分的省份灰關聯度都很高的原因是遼寧位於沿海，又

與韓國、俄羅斯為鄰，因此貿易方式兼具外商導向型以及邊境貿易型之雙重特色。

(3) 出口產品結構

中西部地區發揮比較優勢原則，多為勞動密集型的輕工業，因此出口的多為原料、零件、中間產品等附加價值低的產品，貿易型態為資源輸出型。至於沿海地區由於優先得到發展，因此資本累積的速度比中西部快，因此主要生產資本密集型的工業，例如：汽車工業、石化產業。再加上科技園區的建立，生產高附加價值的電子儀器、通信設備等，貿易型態為技術輸出型。



五、結論

過去學者在探討經濟成長模式多用傳統迴歸分析做探討，然而進行傳統迴歸前，必須符合誤差項具獨立性，變異性齊一以及常態分配等三大假設，而後兩者需要大量歷史資料才能符合其假設條件，如果資料不足就無法進行統計推論。相對以灰色理論 GM(1,N)模型只須少量的數據便可進行預測探討，本文的資料範圍為 2001~2006 年的年資料，屬於小樣本，因此以灰色理論作為本篇文章的研究方法。

本文主要將中國大陸分區探討經濟變數與 GDP 的發展情形，得到結論如下：

- (1) 灰關聯分析與相關係數(附表 5)兩種方法得出的相關數值呈現高度相關，且由相關係數得知這四個區域的出口、進口、投資以及消費皆對 GDP 有正向作用。然而，利用灰關聯度進行區域探討時，具有鑑別度，東北和東部地區在經濟變數對 GDP 的關聯度上，皆高於中西部地區。可能與中西部地區進出口貿易對外開放不足、投資不發達以及消費市場力量薄弱，因此經濟成長較不發達有關。
- (2) 透過 GM(1,5)的模型可以得知只有東北地區的 GDP 有自我發展的傾向。然而只有進口與投資對此區的經濟成長發揮明顯的推動力，且模型預測的準確度不夠，表示東北地區的經濟成長尚未穩健，或是存在其他更大的影響因子。東部地區只有進口對經濟成長的推動力不明顯。中西部在 GM(1,5)模型最為相近是由於發展水平以及資源利用情況很類似，因此這兩區對經濟成長的明顯推動力皆為出口、進口以及消費。在模型準確度上，東部和中西部都達到 90% 以上的水準，因此以灰預測進行這三個區域的經濟發展是可行的。
- (3) 東北以及東部地區之投資的係數最大，因此投資為這兩個區域推動經濟成長權重最大的因子；同理，推動中西部經濟成長權重最大的因子為消費。說明各區域對於經濟增長分配資源之優先順序可從權重較大的因子著手。
- (4) 在各省出口的灰關聯中，得到全中國大陸中西部的出口引擎在於遼寧省。更透過貿易區域、方式與產品結構的特色，分析各省之間存在關聯程度不一的情形。得知在出口的關聯程度上，中西部關聯度較高，是由於邊境貿易、對外出口國家多為東南亞各國、產品結構以資源輸出型為主。而東南部沿海的出口貿易自成一格，屬於外商出口導向、出口國多為歐美、資本輸出型貿易。因為以上這些貿易特色的差距，才會造成貿易發達的東南部沿海省份與中西部省份在出口關聯度上

偏低的情形。

- (5) 因此欲縮小地區間的差距，就必須從各區域的特色以及構成經濟成長的因素著手：東北振興計畫的核心應在於促進工業結構的優化升級，按照增強自主創新能力，建設新型產業基地的基本思路，明確了建設先進裝備製造業基地、加快發展高技術產業、優化發展能源工業、提升基礎原材料產業和加快發展特色輕工業等任務。東部地區資金密集度高，應將重點投入在高新技術產品的開發上，着力於自行研發；並且進行產業升級，使東部沿海地區以服務性的第三產業為主。在東部地區的產業升級後，中部地區就可承接東部原有的加工貿易產業，善用此地能源豐富的優勢，達到經濟成長。西部地區以西部大開發計畫作為主軸，透過對外開放、體制改革以及當地基礎建設的投資，如西電東送、西氣東輸，改變西部地區能源生產與消費不平衡的矛盾；青藏鐵路的建設加強了中部與西部的經濟交流，帶動西部增長。

本論文對經濟增長的因素探討時，只從進出口貿易、投資、消費四個變數分析。其中進出口貿易採用商品經營所在地之定義，忽略了本地生產製造的產品輸往他地出口的情形。且由於資料受限，投資變數也只考量全社會固定資產，未將FDI納入考量，往後研究可將二者合併同時考慮。此外，除了國民收入項之四個總體變數，更可加入微觀的變數例如人力資本或是勞動力轉移等，分析是否也會同樣對經濟成長造成明顯的推動力。

灰關聯分析於中國大陸進行區域間的經濟研究探討的準確度不錯，未來研究者可利用其他計量模型，例如縱橫面資料(panel data)迴歸與灰關聯方法進一步分析比較。

參考文獻

中文文獻

1. 中國統計年鑑 (2002), 中國統計年鑑出版社。
2. 中國統計年鑑 (2003), 中國統計年鑑出版社。
3. 中國統計年鑑 (2004), 中國統計年鑑出版社。
4. 中國統計年鑑 (2005), 中國統計年鑑出版社。
5. 中國統計年鑑 (2006), 中國統計年鑑出版社。
6. 孔慶峰、李秀娥, 「貿易與經濟增長關係的實證研究—以山東省為例」, 《商業經濟與管理》, 第一期, 64-68 頁, 2008。
7. 付靜, 「中日貿易與我國經濟發展的灰色關聯分析」, 《北京工商大學學報》, 第二十二卷, 第四期, 10-12 頁, 2007。
8. 冷眉、費方域, 「上海對外與經濟增長的調整分析」, 《當代財經》, 第十一期, 103-107 頁, 2006。
9. 呂永霞、呂永成、續竟秦, 「中國人口系統結構的灰色關聯分析」, 《廣西科學院學報》, 第二十二卷, 第二期, 112-115 頁, 2006。
10. 李榮富, 「對外貿易與經濟增長關係的動態建模及分析—以安徽省為例」, 《池州學院學報》, 第二十一卷, 第四期, 34-37 頁, 2007。
11. 林毅夫、李永軍, 「出口與中國的經濟增長: 需求導向的分析」, 《經濟學季刊》, 第二卷, 第四期, 779-794, 2003 年。
12. 周建安, 「中國產業結構升級與就業問題的灰色關聯分析」, 《財經理論與實踐》, 第七卷, 第五期, 94-84 頁, 2006。
13. 胡靜、陳銀蓉, 「城市擴張驅動力分析及 GM(1,N) 預測」, 《國土資源科技管理》, 第二十二卷, 第五期, 69-72 頁, 2005。
14. 唐勇華、吳平勇, 「中國經濟對外貿易與經濟增長關係的協調分析」, 《雲南財貿學院學報社會科學版》, 第二十一卷, 第六期, 48-50 頁, 2006。
15. 徐光耀, 「中國進口貿易結構與經濟增長的相關性分析」, 《國際貿易問題》, 第二期, 3-7 頁, 2007。
16. 徐巍、黃民生, 「福建省交通運輸與經濟發展關係的定量分析」, 《福建師範大學

- 學報(哲學社會科學版)》，第六期，115-119 頁，2007。
17. 馬正兵，「需求因素對中國經濟增長的動態衝擊效應研究」，《貴州財經學院學報》，第六期，31-36 頁，2007。
 18. 陳莉;劉光輝，「安徽省農業經濟增長的灰色關聯解析」，《中國農學通報》，第二十卷，第二期，229-231 頁，2004。
 19. 溫坤禮、張偉哲、張政廷，《灰關聯模型方法與應用》，高立圖書有限公司，2000。
 20. 溫坤禮、張簡士琨、葉鎮愷、王建文、林慧珊，《MATLAB 在灰色系統理論的應用》，全華科技圖書股份有限公司，2006。
 21. 賈朝旭，「新疆進出口貿易與經濟增長關係實證研究」，《農村經濟與科技》，第十八卷，第八期，78-79 頁，2007。
 22. 趙立平、李小北、郭鳳蘭，「河北省對外貿易與經濟增長的相關性分析」，《商場現代化》，第四百八十七期，18-19 頁，2006。
 23. 趙甦成，「中國大陸外貿與外資發展模式：省區與區域層面的比較」，《中國大陸研究》，第四十三卷，第八期，69-100 頁，2000。
 24. 劉光鼎、楊玉文、王志丹，「遼寧省外貿對經濟增長作用的實證分析」，《商場現代化》，第五百零二期，64-65 頁，2007。
 25. 蔡昉，林毅夫，《中國經濟》，美商麥格羅·希爾國際股份有限公司，2003。
 26. 鄧彥，「投資、消費、進出口貿易對經濟增長貢獻的實證分析」，《北京工商大學學報》，第二十一卷，第二期，11-15 頁，2006。
 27. 鄧聚龍等，《灰預測模型方法與應用》，高立圖書公司，1999。

英文文獻

1. Chen, H.S., Yan, T.M., Kung, C.Y., "Application of Grey Prediction Theory to Forecast 3G Mobile Phone in Taiwanese Market", Journal of Grey System, 11(1), pp.43-48, 2008.
2. Deng, J.L., "Control Problem of Grey System", System and Control Letters, 5, pp. 288 -294, 1982.
3. Deng, J.L., "Introduction to Grey System Theory," Journal of Grey System, 1(1), pp. 1-24, 1989.

4. Borensztein, E. and Ostry, J.D, "Accounting for China's Growth Performance" , American Economic Review, 86(2), pp. 224-228, 1996.
5. Hung, L.C., "The Study of Grey Forecasting in Replacement for Economic Forecasting Model," Journal of Grey System, 10(1), pp. 1-7 , 2007.
6. Hsu, P.F. and Hsu, M.G., "Accurately Forecasting Supply of and Demand for Taiwanese Healthcare Professionals Using the Grey Theory," Journal of Grey System, 9(1), pp. 35-42, 2006.
7. Hung, Y.P. and Yu, T.M., "The Hybrid Grey Based Models for Temperature Prediction" IEEE Trans on Systems, Man, and Cybernetics, 27(2), pp. 284-292, 1997.
8. Huang, Y.F. , Zheng M.C. and Wu, C.H. "Comparison of various different approaches to demand forecasting", Journal of Grey System, 7(1), pp. 21-28, 2004.
9. Lewis, C. D. "*Industrial and Business Forecasting Method*", London: Butterworth-Heinemann, 1982.
10. Lin, C.T. and Hsu, P.F., "Forecast Advertising Revenue for the Five Largest Media Internet in Taiwan Using Grey Theory, and a Comparison Trends between Taiwan and Japan", Journal of International Marketing & Marketing Research, 27(2), pp. 45-55, 2002
11. Lin, C.T. and Hsu, P.F., "Forecast Non-alcoholic Beverage Sales in Taiwan Using the Grey Theory," Asian Pacific Journal of Marketing and Logistics, 14(4), pp. 3-12, 2002.
12. Lin, G.T., Chen, C.B. and Wu, W.H., "An Alternative Form for Grey Relation Grades by Using Quadratic Loss Function," The 2001 Seminar of Applied Grey System Theory, 2001.
13. Morgan S.L., "Richer and Taller: Stature and Living Standards in China, 1979-1995", China Journal, 44, pp. 1-39, 2000.
14. Wen, K.L., "*Grey Systems: Modeling and Prediction*", Yang's Scientific Research Institute, Arizona, USA, 2004.

附錄

附表 1 中國大陸各省對外貿易與經濟增長關係之文獻整理

作者	探討省份	主要貢獻
劉光鼎、楊玉文、 王志丹 (2007)	遼寧省	遼寧省進口對經濟增長的作用大於出口。作者提議想要發揮出口對經濟增長的作用，應該推進高新技術產業的發展，加強附加價值高的產品出口。
孔慶峰、李秀娥 (2007)	山東省	在長期內，加工貿易與經濟增長存在穩定的正相關關係，但加工貿易對經濟增長的帶動作用小於一般貿易。作者建議加工貿易企業應增加對本地的採購量、扶持內資企業發展加工貿易。
冷眉、費方域 (2006)	上海市	對外貿易進出口、消費、投資與進出口存在穩定的均衡關係，出口與消費分別是經濟增長的因素，而經濟增長則是投資的因素。
趙立平、李小北、 郭鳳蘭 (2007)	河北省	從 1988 到 2004 年間，經濟增長與對外貿易存在線性關係，進出口總額每增加一元，全省生產總值就增加 5.55901 元。作者提議把進口與河北省的產業結構、技術結合起來，增加進口對現實生產力的作用。
李榮富 (2007)	安徽省	安徽省的經濟增長主要是靠出口推動。在長期下進口對經濟增長有減弱作用，短期對經濟增長作用不大。作者提議應該優化出口商品結構，並發展相對需要的進口生產資源。
賈朝旭 (2007)	新疆省	新疆省的出口以及進口對 GDP 增長有很強的帶動力量，因此可以透過深化改革，加深對外開放程度。

附表 2 調整過後之 GDP 平減指數

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
以1990年當基期	202.5%	203.6%	209.0%	223.4%	232.7%	240.2%
以2001年為基期	100%	100.584%	103.211%	110.346%	114.948%	118.6%

附表3 2001~2005年人民幣兌美元匯率

年份	2001	2002	2003	2004	2005	2006
人民幣兌換美元匯率	8.2771	8.2770	8.2770	8.2768	8.1943	7.9734

資料來源：中央銀行網站

附表 4 共線性檢定的 VIF 值

	東北地區	東部地區	中部地區	西部地區
x ₁	376.34	249.44	2325.71	215.43
x ₂	14.76	669.17	144.22	87.56
x ₂	267.77	750.51	7464.92	1139.64
x ₂	51.09	154.81	1043.51	312.98

附表 5 四大區域 GDP 與各變數之相關係數表

	東北地區	東部地區	中部地區	西部地區
GDP (y)	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
出口 (x ₁)	0.8476	0.9947	0.9959	0.9975
進口 (x ₂)	0.7144	0.9840	0.9932	0.9849
投資 (x ₃)	0.8862	0.9939	0.9992	0.9995
消費 (x ₄)	0.8534	0.9962	0.9956	0.9965

