

Structural Equation Modeling  
- Latent Growth Curve Analysis

# 結構方程模式

## 潛在成長曲線分析 吳明隆 著

- 介紹處理縱貫性資料或重複量測資料的統計方法，「潛在成長曲線分析」法。
- 從使用者觀察出發，以實務角度論述，循序漸進，配合圖表及文字解析，兼顧理論與實務操作方法。
- 以各種範例詳細說明潛在成長曲線分析的原理、並完整的解釋報表結果。
- 對閱讀者而言，是一本「看得懂、學得會、易上手、能使用」的書籍。

研究&方法

Structural Equation Modeling  
- Latent Growth Curve Analysis

# 結構方程模式 潛在成長曲線分析

吳明隆 著

五南圖書出版公司 印行

國家圖書館出版品預行編目資料

結構方程模式：潛在成長曲線分析 / 吳明隆著. -- 初版. -- 臺北市：五南, 2013.05

面；公分

ISBN 978-957-11-7044-2(平裝)

1.社會科學 2.統計方法 3.電腦程式

501.28

102004100



1H80

## 結構方程模式：潛在成長曲線分析

作者—吳明隆(60.2)

發行人—楊榮川

總編輯—王翠華

主編—張毓芬

責任編輯—侯家嵐

文字校對—陳欣欣

封面設計—陳卿璋

排版設計—上驊實業有限公司

出版者—五南圖書出版股份有限公司

地址：106 台北市大安區和平東路二段 339 號 4 樓

電話：(02)2705-5066

傳真：(02)2706-6100

網址：<http://www.wunan.com.tw>

電子郵件：[wunan@wunan.com.tw](mailto:wunan@wunan.com.tw)

劃撥帳號：01068953

戶名：五南圖書出版股份有限公司

台中市駐區辦公室／台中市中區中山路 6 號

電話：(04)2223-0891

傳真：(04)2223-3549

高雄市駐區辦公室／高雄市新興區中山一路 290 號

電話：(07)2358-702

傳真：(07)2350-236

法律顧問 林勝安律師事務所 林勝安律師

出版日期：2013 年 5 月初版一刷

定價 新臺幣 680 元

# Preface

傳統縱貫性資料或重複量測資料的統計分析，常用者為變異數分析 (ANOVA)、共變數分析 (ANCOVA)、多變量共變數分析 (MANCOVA) 及自我迴歸法等，這些方法都偏向於總體性資料的分析，統計分析的程序有其基本統計假定的限制。另一個可以處理縱貫性資料或重複量測資料的統計方法，稱為「潛在成長曲線分析」法 (Latent Growth Curve Analysis；簡稱 LGM 或 LGC)，藉由成長曲線模式的檢定可以瞭解，受試者潛在特質成長變化的軌跡為何種型態，發展型態是線性模式或非線性模式。

潛在成長曲線分析可以探究潛在特質的起始狀態行為，以及跨時間點軌跡發展的成長變化率，此層次為總體層次的分析，類似於階層迴歸分析層次 1 的分析模型。此外，潛在成長曲線分析也可進行個體層次的探究（層次 2 的分析模型），探究的問題為受試者在起始狀態 (initial status/initial level)，是否具有顯著的個體間差異存在，跨時間點軌跡發展的成長變化率 (rate of growth change) 是否也有顯著的個體間差異存在。傳統的變異數分析法或迴歸分析只能比較群組層次的差異，即只能進行總體結果的分析（描述個體整體發展軌跡），無法進行個體層次改變差異的分析（個體間跨時間發展變化的差異），如果研究者改用潛在成長模式，則可以克服以上的困境。

雖然階層線性模式 (HLM) 與結構方程模式都可以處理縱貫性資料，但 HLM 資料結構本身通常都有巢套 (nested) 關係，如學生巢套於班級群之中、病患巢套於醫院群之中、教師巢套於學校組織之中、員工巢套於企業組織之中，從實務資料分析的觀點而言，HLM 程序與 SEM 程序都可以處理複雜縱貫性資料，但二種分析程序法不能互相取代，二者分析程序都有最適用的資料結構。

潛在成長曲線分析也可納入預測變項（或共變項），預測變項可以為時間不變性的外因變項（如受試者性別、智力等），或時間變動性的外因變項（如壓力、焦慮等），外因變項可以為外因觀察變項或外因潛在變項。由於潛在成長曲線分析為結構方程模式的一個特例，因而也可進行多群組分析，所以對於縱貫性的資料而言，如果研究者要探究的是潛在特質成長變化的情況，採用潛在成長曲線分析甚為適合。

本書從使用者觀察出發，從實務的角度論述，循序漸進，配合圖表及文字解析，兼顧理論與實務操作方法，以各種範例詳細說明潛在成長曲線分析的原理、並完整的解釋報表結果，對於閱讀者而言，是一本「看得懂、學得會、易上手、能使用」的書籍。

本書的撰寫過程雖然十分用心，但恐有能力不及或論述未周詳之處，這些疏漏或錯誤的內容，盼請讀者、各方先進或專家學者不吝斧正。

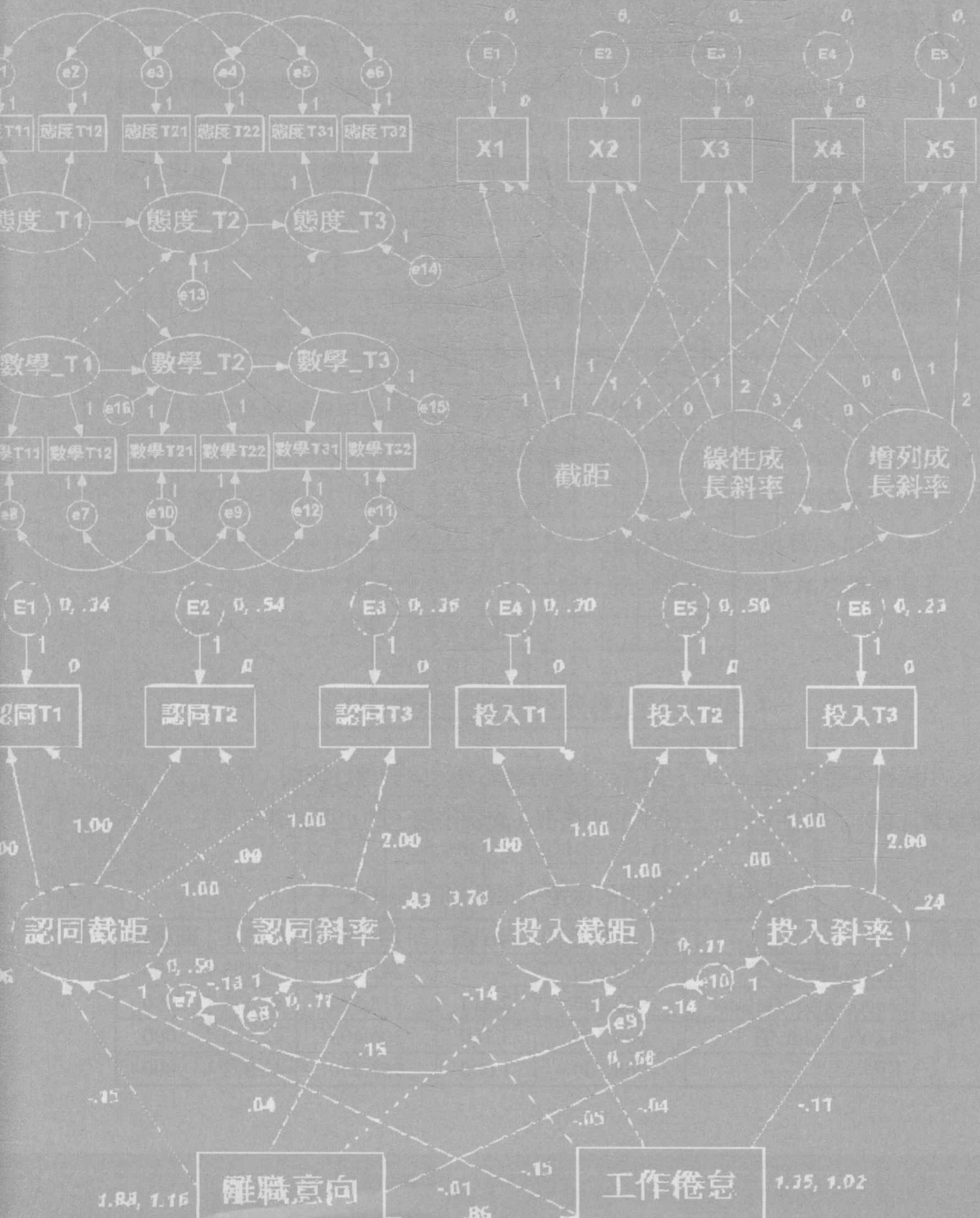
吳明隆 謹識  
于高雄師大

## Contents

|        |                |     |
|--------|----------------|-----|
| 第 1 章  | 重複量數與趨勢分析      | 1   |
| 第 2 章  | 潛在成長模式的意涵      | 23  |
| 第 3 章  | LGM 徑路圖的繪製與編輯  | 67  |
| 第 4 章  | LGM 線性模式的型態    | 105 |
| 第 5 章  | 成長曲線模式         | 121 |
| 第 6 章  | 不同斜率因子的設定      | 139 |
| 第 7 章  | 非直線成長模式        | 183 |
| 第 8 章  | LGM 的應用實例      | 213 |
| 第 9 章  | 雙領域成長模式        | 253 |
| 第 10 章 | 多群組與多指標 LGM 分析 | 305 |
| 第 11 章 | LGM 相關的議題      | 361 |
| 第 12 章 | LGM 模型與 HLM 模型 | 431 |
|        | 主要參考文獻         | 477 |

# 1

## 重複量數與趨勢分析



Repeated measures and trend analysis

重複量數的平均數差異檢定一般可採用相依樣本變異數分析，SPSS 統計軟體可用「一般線性模式」進行平均數的差異檢定，也可進行數據資料趨勢分析的顯著性考驗。

## 一 直線趨勢

直線趨勢 (linear trend) 指的數值的變化呈直線式發展，發展的軌跡可能為「/」或「\」，二種圖示不同的變化的情形，前者是增加或上升的發展，後者是減少或下降的發展，如果成長發展趨勢變化不大，軌跡圖示可能為水平直線「—」。變化的趨勢若是呈現非直線的關係，可能的發展趨勢為二次趨勢 (quadratic trend)、三次趨勢 (cubic trend)，四次以上趨勢。

十位受試者的在五個不同時間點重複量測的數據如下：

| 受試者 | Y1 | Y2 | Y3 | Y4 | Y5 |
|-----|----|----|----|----|----|
| S01 | 1  | 5  | 8  | 6  | 15 |
| S02 | 2  | 5  | 7  | 9  | 15 |
| S03 | 3  | 4  | 11 | 14 | 17 |
| S04 | 1  | 10 | 8  | 12 | 14 |
| S05 | 1  | 9  | 10 | 15 | 15 |
| S06 | 3  | 4  | 11 | 10 | 16 |
| S07 | 4  | 10 | 11 | 13 | 13 |
| S08 | 5  | 9  | 10 | 14 | 11 |
| S09 | 3  | 2  | 8  | 13 | 15 |
| S10 | 3  | 2  | 8  | 15 | 20 |

相依樣本變異數分析執行步驟為：執行功能列「一般線性模式 (G)」/「重複量數 (R)」程序，再設定因子的水準數 (範例中因子的水準數有五個)。

受試者內效應項的檢定：測量 MEASURE\_1

| 來源   |                    | 型 III 平方和 | 自由度   | 平均平方和   | F 檢定   | 顯著性  |
|------|--------------------|-----------|-------|---------|--------|------|
| TIME | 假設為球形              | 968.200   | 4     | 242.050 | 42.673 | .000 |
|      | Greenhouse-Geisser | 968.200   | 2.313 | 418.588 | 42.673 | .000 |
|      | Huynh-Feldt 值      | 968.200   | 3.160 | 306.403 | 42.673 | .000 |
|      | 下限                 | 968.200   | 1.000 | 968.200 | 42.673 | .000 |



重複量數（相依樣本）單因子變異數分析結果，資料結構符合球面性假定的  $F$  值統計量為 42.673 ( $p < .001$ )，達統計顯著水準；違反球面性假定的  $F$  值校正統計量為 42.673 ( $p < .001$ )，達統計顯著水準，表示重複量數五個時間點測得的平均數間有顯著不同，至少有一個配對組平均數的差異值不等於 0。表中資料結構若違反球面性假定，提供三種校正  $F$  值統計量：Greenhouse-Geisser 檢定統計量、Huynh-Feldt 檢定統計量、下限值檢定統計量，就多數資料結構而言，這三種校正統計量的數據差異不大。

受試者內對比的檢定：測量 MEASURE\_1

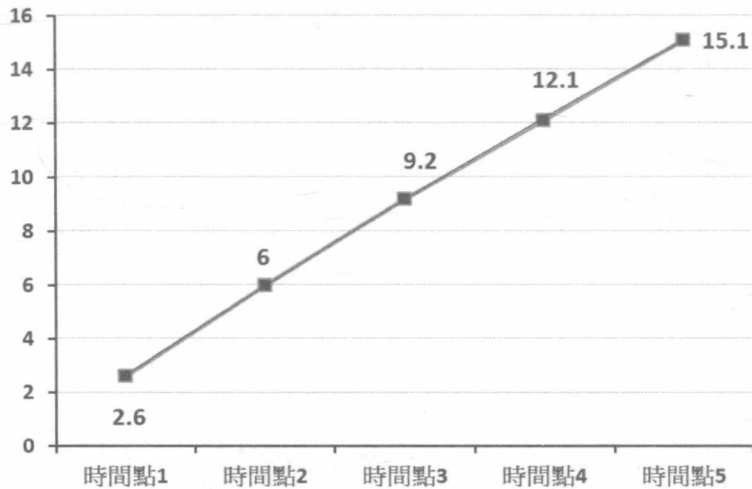
| 來源   | TIME | 型 III 平方和 | 自由度 | 平均平方和   | $F$ 檢定  | 顯著性  |
|------|------|-----------|-----|---------|---------|------|
| TIME | 線性   | 967.210   | 1   | 967.210 | 135.823 | .000 |
|      | 二次方  | .864      | 1   | .864    | .156    | .702 |
|      | 三次方  | .090      | 1   | .090    | .016    | .901 |
|      | 階數 4 | .036      | 1   | .036    | .008    | .931 |

五個時間點測得平均數的趨勢發展，線性趨勢的  $F$  值統計量為 135.823，顯著性  $p < .001$ ，達統計顯著水準，表示五個時間點平均數的趨勢發展顯著呈線性關係，二次方趨勢發展的  $F$  值統計量為 .156 ( $p = .702 > .05$ )、三次方趨勢發展的  $F$  值統計量為 .016 ( $p = .901 > .05$ )、四次方趨勢發展的  $F$  值統計量為 .008 ( $p = .931 > .05$ )，均未達統計顯著水準，表示五個時間點測得的平均數趨勢發展顯著不為二次方趨勢、三次方趨勢、四次方趨勢。

估計的邊際平均數：測量 MEASURE\_1

| TIME | 平均數    | 標準誤   | 95% 信賴區間 |        |
|------|--------|-------|----------|--------|
|      |        |       | 下限       | 上限     |
| 1    | 2.600  | .427  | 1.634    | 3.566  |
| 2    | 6.000  | 1.011 | 3.713    | 8.287  |
| 3    | 9.200  | .490  | 8.092    | 10.308 |
| 4    | 12.100 | .924  | 10.009   | 14.191 |
| 5    | 15.100 | .752  | 13.399   | 16.801 |

五個時間點測得的平均數分別為 2.60、6.00、9.20、12.10、15.10，將五次重複的數值繪製成圖示如下。



從五次時間點測得的數據圖示可以看出，重複量測趨勢發展成直線趨勢（linear trend），平均值的高低隨著時間點而逐一增加，若以心理學的練習次數及學習成就的關係而言，學習成就隨著練習次數的增多而增加，變化比率是上升的。

二十位受試者在五個時間點測得的數據如下：

| 受試者 | Y1 | Y2 | Y3 | Y4 | Y5 | 受試者 | Y1 | Y2 | Y3 | Y4 | Y5 |
|-----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|
| S01 | 27 | 20 | 17 | 9  | 7  | S11 | 50 | 44 | 36 | 20 | 17 |
| S02 | 37 | 38 | 31 | 22 | 23 | S12 | 31 | 26 | 16 | 11 | 5  |
| S03 | 45 | 41 | 26 | 17 | 13 | S13 | 43 | 34 | 29 | 22 | 17 |
| S04 | 31 | 29 | 22 | 13 | 11 | S14 | 36 | 32 | 25 | 17 | 4  |
| S05 | 38 | 37 | 28 | 21 | 16 | S15 | 37 | 32 | 26 | 25 | 23 |
| S06 | 29 | 22 | 16 | 12 | 7  | S16 | 41 | 33 | 26 | 22 | 20 |
| S07 | 43 | 37 | 30 | 26 | 22 | S17 | 26 | 24 | 17 | 11 | 7  |
| S08 | 48 | 41 | 32 | 22 | 26 | S18 | 19 | 13 | 7  | 4  | 0  |
| S09 | 47 | 42 | 27 | 20 | 12 | S19 | 33 | 26 | 20 | 17 | 14 |
| S10 | 33 | 28 | 21 | 17 | 11 | S20 | 32 | 28 | 15 | 8  | 5  |

受試者內效應項的檢定：測量 MEASURE\_1

| 來源   |                    | 型 III 平方和 | 自由度   | 平均平方和    | F 檢定    | 顯著性  |
|------|--------------------|-----------|-------|----------|---------|------|
| TIEM | 假設為球形              | 7568.940  | 4     | 1892.235 | 197.146 | .000 |
|      | Greenhouse-Geisser | 7568.940  | 1.886 | 4012.945 | 197.146 | .000 |
|      | Huynh-Feldt 值      | 7568.940  | 2.087 | 3626.101 | 197.146 | .000 |
|      | 下限                 | 7568.940  | 1.000 | 7568.940 | 197.146 | .000 |

重複量數（相依樣本）單因子變異數分析結果，資料結構符合球面性假定的  $F$  值統計量為 197.146 ( $p < .001$ )，達統計顯著水準；違反球面性假定的  $F$  值校正統計量為 197.146 ( $p < .01$ )，達統計顯著水準，表示重複量數五個時間點測得的平均數間有顯著不同，至少有一個配對組平均數的差異值不等於 0，至於是那幾對配對組平均數差異值顯著不為 0，要進一步進行事後比較，相對的，相依樣本整體檢定的變異數  $F$  值如果未達 .05 顯著水準，表示所有配對組平均數的差異值均顯著等於 0，此時，不用再進行事後比較。

受試者內對比的檢定：測量 MEASURE\_1

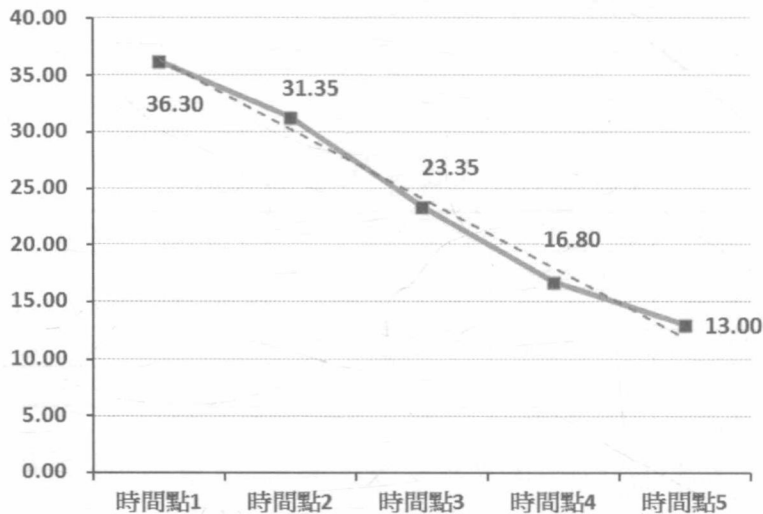
| 來源   | TIEM | 型 III 平方和 | 自由度 | 平均平方和    | F 檢定    | 顯著性  |
|------|------|-----------|-----|----------|---------|------|
| TIEM | 線性   | 7478.645  | 1   | 7478.645 | 291.862 | .000 |
|      | 二次方  | 20.089    | 1   | 20.089   | 3.947   | .062 |
|      | 三次方  | 67.280    | 1   | 67.280   | 13.217  | .002 |
|      | 階數 4 | 2.926     | 1   | 2.926    | 1.130   | .301 |

五個時間點測得平均數的趨勢發展，線性趨勢的  $F$  值統計量為 291.862，顯著性  $p < .001$ ；三次方趨勢發展的  $F$  值統計量為 13.217 ( $p = .002 < .01$ )，均達統計顯著水準，表示五個時間點平均數的趨勢發展顯著呈線性關係，但也呈顯著的三次方趨勢。二次方趨勢發展檢定的  $F$  值統計量為 3.947 ( $p = .062 > .05$ )、四次方趨勢發展檢定的  $F$  值統計量為 1.130 ( $p = .301 > .05$ )，均未達統計顯著水準，表示五個時間點測得的平均數趨勢發展顯著不為二次方趨勢、四次方趨勢。

估計的邊際平均數：測量 MEASURE\_1

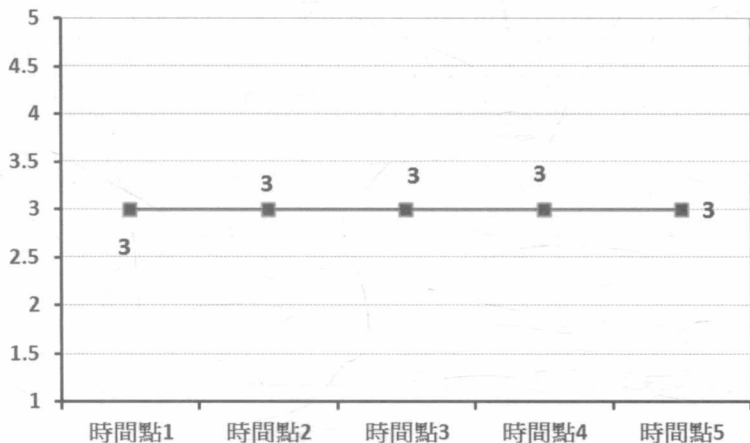
| TIEM | 平均數    | 標準誤   | 95% 信賴區間 |        |
|------|--------|-------|----------|--------|
|      |        |       | 下限       | 上限     |
| 1    | 36.300 | 1.830 | 32.470   | 40.130 |
| 2    | 31.350 | 1.829 | 27.523   | 35.177 |
| 3    | 23.350 | 1.600 | 20.002   | 26.698 |
| 4    | 16.800 | 1.362 | 13.949   | 19.651 |
| 5    | 13.000 | 1.651 | 9.544    | 16.456 |

五個時間點測得的平均數分別為 36.30、31.35、23.35、16.80、13.00，將五次重複量測的數值以圖示繪製如下，若以線性趨勢及三次方趨勢的軌跡圖來看，範例資料較符合線性發展軌跡。



從趨勢發展圖來看，整個發展變化雖有二個明顯的折點（彎曲點），二個折彎點在時間點 2 與時間點 4，但彎曲幅度的情況很小，從趨勢發展的檢定統計量  $F$  值而言，平均數值的變化情況可以適用直線趨勢及三次趨勢，但從直線圖的變化來看，五個時間點測得的數值變化較接近直線趨勢。此直線趨勢顯示的測量值隨時間點而下降或減少，以學生電腦焦慮的感受而言，若是時間點的間距為一星期，表示學生的電腦焦慮感受每星期均在下降，下降的趨勢變化接近線性關係。

另一種常見的趨勢變化是重複量測的數值彼此間的差異值均顯著等於 0，即二個時間點測得的數據是相同的，此種重複量測的數值可以下列圖示表示：



上列圖示的變化雖然也為一條直線，但直線並沒有上升或下降（其斜率係數為 0），此種變化發展並沒有任何軌跡，所以是一種「無趨勢」（no trend）的類型，此種成長變化的變化率的參數值為 0。

## 二 | 二次趨勢

二次趨勢（quadratic trend）指的重複量測的發展趨勢有一個彎曲點，常見的標準圖示如「U」型或「倒 U」型，二次趨勢的圖示稱為二次曲線發展變化。十位受試者在五次時間點測得的數據如下：

| 受試者 | Y1 | Y2 | Y3 | Y4 | Y5 | 受試者 | Y1 | Y2 | Y3 | Y4 | Y5 |
|-----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|
| S01 | 4  | 11 | 9  | 8  | 4  | S06 | 3  | 12 | 9  | 6  | 8  |
| S02 | 5  | 8  | 11 | 7  | 5  | S07 | 2  | 10 | 12 | 8  | 9  |
| S03 | 5  | 9  | 7  | 4  | 4  | S08 | 1  | 11 | 9  | 9  | 10 |
| S04 | 4  | 15 | 11 | 10 | 5  | S09 | 4  | 15 | 8  | 11 | 9  |
| S05 | 5  | 12 | 10 | 7  | 5  | S10 | 7  | 14 | 14 | 13 | 7  |

受試者內效應項的檢定：測量 MEASURE\_1

| 來源   |                    | 型 III 平方和 | 自由度   | 平均平方和   | F 檢定   | 顯著性  |
|------|--------------------|-----------|-------|---------|--------|------|
| TIEM | 假設為球形              | 356.680   | 4     | 89.170  | 24.371 | .000 |
|      | Greenhouse-Geisser | 356.680   | 2.973 | 119.988 | 24.371 | .000 |
|      | Huynh-Feldt 值      | 356.680   | 4.000 | 89.170  | 24.371 | .000 |
|      | 下限                 | 356.680   | 1.000 | 356.680 | 24.371 | .001 |

重複量數（相依樣本）單因子變異數分析結果，資料結構符合球面性假定的  $F$  值統計量為 24.371（顯著性  $p < .001$ ），達統計顯著水準；違反球面性假定的  $F$  值校正統計量為 24.371（顯著性  $p < .01$ ），達統計顯著水準，表示重複量數五個時間點測得的平均數間有顯著不同，至少有一個配對組平均數的差異值不等於 0，至於是那幾個時間點間的平均數有顯著差異，須進行事後比較方能得知。

受試者內對比的檢定：測量 MEASURE\_1

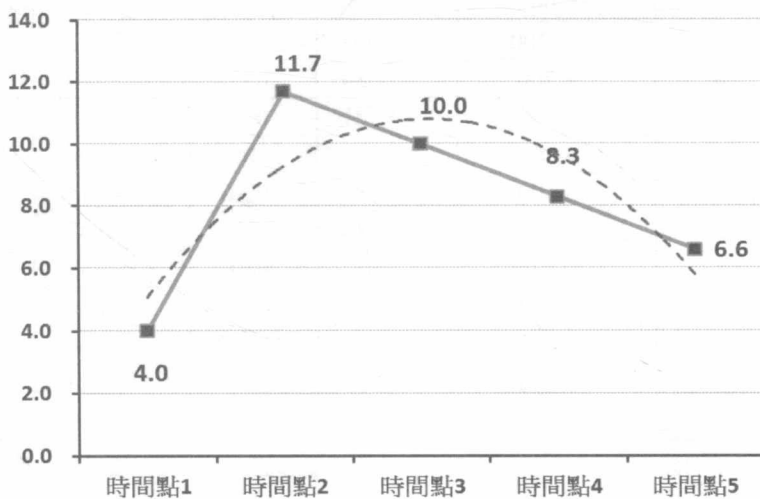
| 來源   | TIEM | 型 III 平方和 | 自由度 | 平均平方和   | F 檢定    | 顯著性  |
|------|------|-----------|-----|---------|---------|------|
| TIEM | 線性   | 3.240     | 1   | 3.240   | .568    | .470 |
|      | 二次方  | 252.457   | 1   | 252.457 | 100.791 | .000 |
|      | 三次方  | 88.360    | 1   | 88.360  | 37.797  | .000 |
|      | 階數 4 | 12.623    | 1   | 12.623  | 3.089   | .113 |

五個時間點測得平均數的趨勢發展，線性趨勢的  $F$  值統計量為 .568（顯著性  $p = .470 > .05$ ），四次方趨勢發展的  $F$  值統計量為 3.089（ $p = .113 > .05$ ），均未達統計顯著水準，表示五個時間點測得的平均數趨勢發展顯著不是直線趨勢、四次方趨勢軌跡。二次方趨勢發展檢定的  $F$  值統計量為 100.791（ $p < .001$ ）、三次方趨勢發展檢定的  $F$  值統計量為 37.797（ $p < .001$ ），均達統計顯著水準，表示五個時間點平均數的趨勢發展顯著為二次方趨勢、三次方趨勢。

估計的邊際平均數：測量 MEASURE\_1

| TIEM | 平均數    | 標準誤  | 95% 信賴區間 |        |
|------|--------|------|----------|--------|
|      |        |      | 下限       | 上限     |
| 1    | 4.000  | .537 | 2.784    | 5.216  |
| 2    | 11.700 | .761 | 9.979    | 13.421 |
| 3    | 10.000 | .650 | 8.530    | 11.470 |
| 4    | 8.300  | .817 | 6.451    | 10.149 |
| 5    | 6.600  | .718 | 4.976    | 8.224  |

五個時間點測得的平均數分別為 4.0、11.7、10.0、8.3、6.6，將五次重複測得的數值以圖示繪製如下。



從趨勢發展圖來看，整個發展變化有一個明顯的折點（彎曲點），從趨勢發展的檢定統計量  $F$  值而言，平均數值的變化情況可以適用二次趨勢及三次趨勢，但從直線圖的變化來看，五個時間點測得的數值變化較接近二次趨勢。二次曲線發展中，以時間點 1 測得的數值最低，時間點 2 測得的數值最高，從時間點 3（第三次測量）後，測量的數值再依次遞減。

成對比較摘要表

測量：MEASURE\_1

| (I) TIME | (J) TIME | 平均差異 (I-J) | 標準誤差  | 顯著性 <sup>a</sup> | 差異的 95% 信賴區間 <sup>a</sup> |        |
|----------|----------|------------|-------|------------------|---------------------------|--------|
|          |          |            |       |                  | 下界                        | 上界     |
| 1        | 2        | -7.700*    | .857  | .000             | -9.639                    | -5.761 |
|          | 3        | -6.000*    | .699  | .000             | -7.582                    | -4.418 |
|          | 4        | -4.300*    | .883  | .001             | -6.296                    | -2.304 |
|          | 5        | -2.600*    | 1.127 | .047             | -5.150                    | -.050  |
| 2        | 1        | 7.700*     | .857  | .000             | 5.761                     | 9.639  |
|          | 3        | 1.700      | .907  | .094             | -.353                     | 3.753  |
|          | 4        | 3.400*     | .581  | .000             | 2.085                     | 4.715  |
|          | 5        | 5.100*     | .912  | .000             | 3.036                     | 7.164  |
| 3        | 1        | 6.000*     | .699  | .000             | 4.418                     | 7.582  |
|          | 2        | -1.700     | .907  | .094             | -3.753                    | .353   |
|          | 4        | 1.700*     | .684  | .035             | .153                      | 3.247  |
|          | 5        | 3.400*     | .921  | .005             | 1.316                     | 5.484  |
| 4        | 1        | 4.300*     | .883  | .001             | 2.304                     | 6.296  |
|          | 2        | -3.400*    | .581  | .000             | -4.715                    | -2.085 |
|          | 3        | -1.700*    | .684  | .035             | -3.247                    | -.153  |
|          | 5        | 1.700      | .857  | .079             | -.239                     | 3.639  |
| 5        | 1        | 2.600*     | 1.127 | .047             | .050                      | 5.150  |
|          | 2        | -5.100*    | .912  | .000             | -7.164                    | -3.036 |
|          | 3        | -3.400*    | .921  | .005             | -5.484                    | -1.316 |
|          | 4        | -1.700     | .857  | .079             | -3.639                    | .239   |

根據估計的邊緣平均數而定；\* 平均差異在 .05 水準是顯著的。a. 調整多重比較：最低顯著差異（等於未調整值）。

從成對比較摘要表可以得知那二個時間點測得數據的平均數間有顯著差異：

1. 「時間點 2 測量的平均數」均顯著高於「時間點 1 測量的平均數」、「時間點 4 測量的平均數」、「時間點 5 測量的平均數」。
2. 「時間點 3 測量的平均數」均顯著高於「時間點 4 測量的平均數」及「時間點 5 測量的平均數」。
3. 「時間點 4 測量的平均數」、「時間點 5 測量的平均數」分別高於「時間點 1 測量的平均數」。



以二十位受試者的範例資料為例，重複量測五個時間點測得數據的相關矩陣如下表：

|     | Y1      | Y2      | Y3      | Y4      | Y5    |
|-----|---------|---------|---------|---------|-------|
| Y1  | 1       |         |         |         |       |
| Y2  | .954*** | 1       |         |         |       |
| Y3  | .906*** | .925*** | 1       |         |       |
| Y4  | .796*** | .785*** | .887*** | 1       |       |
| Y5  | .710*** | .702*** | .822*** | .893*** | 1     |
| 平均數 | 36.30   | 31.35   | 23.35   | 16.80   | 13.00 |
| 標準差 | 8.183   | 8.177   | 7.154   | 6.092   | 7.384 |

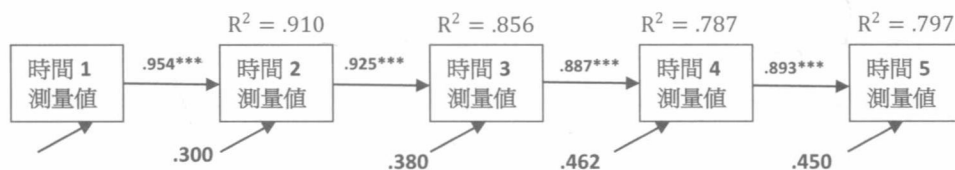
從相關係數摘要表可以看出，相鄰時間點測得的數據彼此間皆有顯著高度正相關。

重複量數也可採用「簡單自我迴歸模式」(simple auto-regression model)來解釋各時間點的變化，簡單自我迴歸模式圖如下，從模式圖可以得知，簡單自我迴歸模型乃是以時間點  $t$  的觀察變項為解釋變項(自變項)，而以時間點  $t + 1$  測得觀察變項為結果變項(依變項)。



上述簡單自我迴歸模型只考慮二個相鄰時間點間變項間的關係。

五個時間點測得的數據，簡單自我迴歸考驗模型圖如下：



重複量數的縱貫性資料採用相依樣本變異數分析，可以進行受試者在各時間點測得之平均數間的差異檢定，整體檢定的  $F$  值統計量如果達到統計顯著水準，