

國立政治大學經濟學系

碩士論文

指導教授：王信實 博士

整體經驗模態分解在台灣期貨市場與選舉預測市場的應用

*Applications of Ensemble Empirical Mode Decomposition to Future
and Election Prediction Markets in Taiwan*

研究生：鄭緯暄 撰

中華民國一〇一年七月

謝辭

本文能夠順利完成，首先要感謝我的指導老師 王信實博士，在撰寫論文的過程中，不斷地引導我與督促我，直到順利完成論文的寫作。此外，恩師在教學的同時，還協助同學們到業界企業參訪，對學生的關心視如己出，令人敬佩。

研究所兩年的期間，感謝同窗好友的互助與照顧，不論開心或難過，都很慶幸能夠認識有趣的你們，讓我能夠有趣地度過碩士求學生活。另外，我要感謝在政治大學社區學習發展中心的主管學姊 宥儒以及教務處課務組 雙燕姐與其他同仁們的照顧，讓我在打工的期間都是充滿熱情與動力。

我還要謝謝新店行道會 T1 的小組長 安恬姊，謝謝你總是為我祝福禱告，挪去我不安的心，還有教會的弟兄姊妹們，與你們相處總是有家的感覺，讓我感受到上帝 祂對我的不離不棄。

另外，還要感謝兩位口試委員 童振源博士與林繼文博士，童教授提供了我論文撰寫時，所需要的研究資料，而林教授在口試時提供了我撰寫論文所需注意的事項以及一些建議，都讓我獲益不淺。

最後，我要感謝我的父母、姊姊與其他親朋好友們，因為有你們的支持，讓我安心的去面對一切挑戰與順利完成學業。

鄭緯暄 謹致

摘要

金融市場常常受到政治、經濟與社會環境等因素所影響，所得到價格為眾多變數交互作用的結果，包含了許多雜訊。本文引進一套數據處理方法「整體經驗模態分解」(Ensemble Empirical Mode Decomposition, EEMD)來分析「期貨市場」以及「預測市場」。第一個實證利用 EEMD 處理台股期貨，分析對台股指數的解釋能力，並同時與原始台股期貨預測台股指數，比較預測結果；第二個實證利用 EEMD 來分析預測市場，判別是否能有效的消除雜訊，準確預測選舉結果。

第一個實證結果發現，EEMD 能有效地過濾期貨市場的雜訊，另外，在最後到期日前十二天或者是前九天，以週期為 6.5 日經 EEMD 處理的台股期貨對台股指數的預測較原始台股期貨預測準確；第二個實證結果指出，直接利用 EEMD 處理預測市場得到的長期趨勢「剩餘訊號」(Residue)來預測選舉並無優於原始預測市場，主因為預測市場參與者不只在乎長期趨勢，亦在乎短期事件的衝擊，故直接利用剩餘訊號預測選舉結果會有所失真，而將剩餘訊號由低頻率之「本質模態函數」(Intrinsic Modes Function, IMF)合併至週期為 6 日與 12 日的 IMF，得到了 EEMD 週趨勢價格，分成選前一天和選前十天的資料並與原始預測市場以及民調預測做比較，從不同的準則來看，發現以 EEMD 週趨勢價格來做選舉預測，準確度較原始預測市場與民調預測的結果更好。根據中選會 2012 年初選前對選罷法做成的解釋，未來事件交易所在選前十日亦須停止交易，我們可將 EEMD 運用在日後的選舉預測，把預測市場的合約價格以 EEMD 處理，應可提高選舉預測的準確度。

關鍵詞：本質模態函數、預測市場、價格發現、整體經驗模態分解、濾波、雜訊

Abstract

The financial markets are usually affected by political, economic and social environment factors, and thus the volatilities of asset prices in these markets are subject to a lot of noises and shocks. To filter out noises and quantify shocks, this paper applies a data processing method, Ensemble Empirical Mode Decomposition (EEMD), and demonstrates its improved prediction to the futures and election prediction markets.

While the first empirical application shows that the EEMD effectively filters out the noises in the futures market, the second one indicates that the Taiwanese election prediction using EEMD “residue” is not as accurate as that by original data from the prediction market. The reason why the residue cannot serve as a good predictor is that the market participants consider not only the long-term trend, but also shocks, especially those right before the elections. We then attempt to predict the election outcomes by the week trend series processed by EEMD. The prediction by the week EEMD trend series turns out to be more accurate than that by the poll and original prediction market. Based on this study, we can apply the EEMD to the next election prediction and improve its accuracy.

Keywords: IMF, Prediction Market, Price Discovery, EEMD, Filter, Noise

目錄

謝辭	I
摘要	II
ABSTRACT	III
圖目錄	VI
表目錄	VII
專有名詞中英對照說明	X
第一章 緒論	1
第一節 研究動機與目的	1
第二節 本文架構	2
第二章 文獻回顧	4
第一節 EEMD 之理論	4
第二節 期貨市場與價格發現之功能	6
第三節 預測市場之理論	11
第三章 研究方法與流程	15
第一節 EEMD 之數據處理	15
第二節 期貨市場對台股指數之解釋能力分析	19
第三節 預測市場之選舉結果預測分析	21
第四節 研究流程	26
第四章 EEMD 在期貨市場的應用	28
第一節 研究對象與資料處理	28

第二節	EEMD 處理之台股期貨對台股指數的解釋能力分析	33
第三節	小結	38
第五章	EEMD 在預測市場的應用	39
第一節	研究對象與資料處理	39
第二節	當選人預測分析	40
第三節	得票率預測分析	46
第四節	小結	51
第六章	結論與建議	53
第一節	結論	53
第二節	建議	54
參考文獻		55
附錄		61



圖目錄

圖 3-1	EEMD 分解之流程圖	18
圖 3-2	研究流程—EEMD 在期貨市場的應用	26
圖 3-3	研究流程—EEMD 在預測市場的應用	27
圖 4-1	台灣股票指數期貨之 EEMD 分解結果	29
圖 4-2	台股指數、期貨與 EEMD 處理台股期貨之時間序列(至 2012/3/21)	31
圖 4-3	台股指數、期貨與 EEMD 處理台股期貨之時間序列(至 2012/3/20)	31
圖 4-4	台股指數、期貨與 EEMD 處理台股期貨之時間序列(至 2012/3/12)	32
圖 4-5	台股指數、期貨與 EEMD 處理台股期貨之時間序列(至 2012/3/9)	32



表目錄

表 2-1	造成期貨市場具有價格發現之因素	11
表 2-2	預測市場與民意調查之比較	14
表 3-1	四項衡量過預測工具解釋能力之準則	20
表 3-2	選舉當選人預測與事件結果矩陣	21
表 3-3	選舉當選人預測之五項準確度衡量比率	23
表 4-1	EEMD 分解台股期貨各分量之平均週期	30
表 4-2	EEMD 處理台股期貨對台股指數之解釋能力(至最後結算日).....	33
表 4-3	EEMD 處理台股期貨對台股指數之解釋能力(至結算日前一日).....	34
表 4-4	EEMD 處理台股期貨對台股指數之解釋能力(至結算日前九日).....	34
表 4-5	EEMD 處理台股期貨對台股指數之解釋能力(至結算日前十二日).....	35
表 4-6	EEMD 處理台股期貨與台股期貨對台股指數之預測結果	37
表 5-1	本研究採用之當選人預測選舉合約概況	39
表 5-2	本研究採用之得票率預測選舉合約概況	39
表 5-3	選前一日預測市場與 EEMD 處理後預測市場之預測與事件結果矩陣	41
表 5-4	選前十日預測市場與 EEMD 處理後預測市場之預測與事件結果矩陣	41
表 5-5	選前一日之五率分析結果	42
表 5-6	選前十日之五率分析結果	42
表 5-7	以是否接近真實結果比較選舉預測工具(選前一日)之優劣	44
表 5-8	以是否接近真實結果比較選舉預測工具(選前十日)之優劣	44

表 5-9	以歐基里德距離比較選舉預測工具(選前一日)之優劣	45
表 5-10	以歐基里德距離比較選舉預測工具(選前十日)之優劣	45
表 5-11	以是否接近真實得票率比較選舉預測工具(選前一日)之優劣	47
表 5-12	以是否接近真實得票率比較選舉預測工具(選前十日)之優劣	47
表 5-13	選前一日候選人得票率預測平均標準化準確度比較	48
表 5-14	選前十日候選人得票率預測平均標準化準確度比較	48
表 5-15	以歐基里德距離比較選舉預測工具(選前一日)之優劣	49
表 5-16	以歐基里德距離比較選舉預測工具(選前十日)之優劣	50
表 5-17	EEMD 在預測市場的應用之實證結果彙整	52
表 A-1	2008 年總統大選當選人預測各分量之平均週期	61
表 A-2	2008 年總統大選選前十天當選人預測各分量之平均週期	61
表 A-3	2010 年五都市長選舉當選人預測各分量之平均週期	62
表 A-4	2010 年五都市長選舉選前十天當選人預測各分量之平均週期	63
表 A-5	2008 年總統大選得票率預測各分量之平均週期	64
表 A-6	2010 年五都市長選舉得票率預測各分量之平均週期	64
表 A-7	2008 年總統大選選前十天得票率預測各分量之平均週期	65
表 A-8	2010 年五都市長選舉選前十天得票率預測各分量之平均週期	65
表 A-9	2008 年總統大選當選人預測與選舉結果	66
表 A-10	2010 年五都大選當選人預測與選舉結果	66
表 A-11	2008 年總統大選選前十天當選人預測與選舉結果	67
表 A-12	2010 年五都大選選前十天當選人預測與選舉結果	67

表 A-13	選前一天 EEMD 與預測市場當選人預測之歐氏距離	68
表 A-14	選前十天 EEMD 與預測市場當選人預測之歐氏距離	68
表 A-15	2008 年總統大選得票率預測與真實得票率	69
表 A-16	2010 年五都大選得票率預測與真實得票率	69
表 A-17	2008 年總統大選選前十天得票率預測與真實得票率	70
表 A-18	2010 年五都大選選前十天得票率預測與真實得票率	70
表 A-19	2008 年總統大選選前十天得票率預測與真實得票率	71
表 A-20	2010 年五都大選選前十天得票率預測與真實得票率	71
表 A-21	選前一天 EEMD 與預測市場得票率預測之歐氏距離	72
表 A-22	選前十天 EEMD 與預測市場得票率預測之歐氏距離	72
表 A-23	選前十天 EEMD 與民調得票率預測之歐氏距離	73



專有名詞中英對照說明

CR	Correctness Rate	: 正確率
DAX	Deutscher Aktienindex	: 德國 DAX 指數
DJIA	Dow Jones Industrial Average	: 美國道瓊工業指數
DS	Directional Symmetry	: 方向對稱性
EEMD	Ensemble Empirical Mode Decomposition	: 整體經驗模態分解
EMD	Empirical Mode Decomposition	: 經驗模態分解
FAR	False Alarm Rate	: 假警報率
FFT	Fast Fourier Transform	: 快速傅立葉轉換
FT	Fourier Transform	: 傅立葉轉換
HHT	Hilbert-Huang Transform	: 希爾伯特黃轉換
HR	Hit Rate	: 命中率
IMF	Intrinsic Modes Function	: 本質模態函數
KOSPI	The Korea Composite Stock Price Index	: 韓國 KOSPI 股價指數
KS	Kuipers Score	: 貴氏比率差
MAE	Mean Absolute Error	: 平均絕對誤差
MAPE	Mean Absolute Percentage Error	: 平均絕對百分比誤差
MMI	Major Market Index	: 主要市場指數
NCC	Normalized Cross-Correlation	: 標準化互相關
OSE	Osaka Securities Exchange	: 日本大阪證券交易所
PM	Prediction Market	: 預測市場
Poll	Poll	: 民意調查
PR	Precision Rate	: 精準率
R	Correlation Coefficient	: 相關係數

RMSE	Root Mean Squared Error	: 均方根誤差
S&P500	Standard & Poor's 500	: 美國標準普爾 500 指數
SGX	Singapore Exchange	: 新加坡交易所
TiMSCI	MSCI Taiwan Index	: 台灣摩根史坦利股價指數
TSE	Tokyo Stock Exchange	: 日本東京證券交易所
VLA	Value Line Average	: 價值線指數
WT	Wavelet Transform	: 小波轉換
WTI	West Texas Intermediate	: 西德州中級原油



第一章 緒論

第一節 研究動機與目的

時間序列(time series)是指將某一現象所發生的數量變化，依時間的先後順序排列，以表示資料隨著時間而變動。時間序列分成定態(stationary)時間序列與非定態(non-stationary)時間序列，但是大部分的財經資料是屬於非定態，而非定態時間序列的特色就是平均數、變異數與相關係數會隨著時間而改變。許多的計量方法都是在定態的假設上發展出來的，因此對於非定態財經資料的適用性有待深入探討。(Box, 2008)

傳統訊號處理方法多半是以「傅立葉轉換」(Fourier Transform, FT)進行發展，傅立葉轉換可將訊號分解成幾個不同頻率的三角函數，轉換至頻率域中分析，雖然在頻率域有較高的分辨率，但缺點仍是要求原始資料要符合線性與定態。(Chen, 1979)

為了改善傅立葉分析的部分缺點，Morlet and Grossmann (1984)提出了「小波轉換」(Wavelet Transform, WT)，小波轉換能將時間—頻率局部化，適合處理突變的訊號，但是仍有缺點存在，若原始資料若不是定態，容易產生多餘的雜波。

但真實世界中很多非線性與非定態的訊號，如股票價格等，因此對於數據的處理，有改進的必要。近年來，許多學者對一種稱為「整體經驗模態分解」(Ensemble Empirical Mode Decomposition, EEMD)的資料處理方法進行研究，並將此方法應用在生物醫療訊號處理、全球定位系統(GPS)、程序控制、語音訊號、影像處理、電力系統、地震訊號等問題上，研究的結果都指出這套資料處理方法有不錯的表現。(吳順德，2009)

然而，過去 EEMD 鮮少使用在財經議題上，本文利用 EEMD 來分析「期貨市場」以及「預測市場」，EEMD 最大的特色是將原始資料分解成數個「本質模

態函數」(Intrinsic Modes Function, IMF)，利用不同的 IMF 辨別出不同的涵義。而在期貨市場與預測市場的研究，可採用多種變數與資料進行分析，但為了使 EEMD 的應用更有效率，有別於過去的研究，本文嘗試利用較少的資訊對未來做預測，因此，之後的兩個實證僅針對價格做分析。第一個實證以 EEMD 來分析期貨市場，研究經 EEMD 處理過後的期貨價格，是否仍然保留原始期貨價格發現的能力？並同時與原始台股期貨預測台股指數，比較預測結果；第二個實證利用 EEMD 來分析預測市場，以台灣 2008 年總統大選與 2010 年五都市長選舉合約作分析，判別是否能有效的消除雜訊，準確預測選舉結果。

另外，本文的兩個實證分析，台股期貨與選舉預測雖然運作方式皆利用期貨機制對未來的結果作預測，但兩種資料在本質上有所不同，例如台股期貨的預測標的為最後結算日的台股指數現貨價格，而在這之前，每日亦有台股指數價格作為參考，可以與台股期貨價格作對應，直至最後結算日；然而，選舉預測市場的預測標的為選舉當日的選舉結果，我們將選舉結果視為最後結算價，因此，現貨價格則只有選舉當日一筆。有鑑於資料本質的差異，本文 EEMD 相關應用的兩個實證將採取不同的準則來分析。

第二節 本文架構

本文主要是利用資料處理方法 EEMD 來處理期貨市場與預測市場的的時間序列資料，希望藉由 EEMD 來過濾兩市場的短期雜訊以及衡量此一方法的適用性。本文總共分成六章。第一章緒論說明本研究之研究動機與目的。第二章文獻回顧分別探討 EEMD 數據分析與預測市場的基礎理論等。第三章研究方法則介紹本文的研究方法、研究流程以及相關理論與公式的計算方法。第四章為本文的第一個實證分析，將 EEMD 應用在期貨市場上，嘗試利用 EEMD 處理後台股期貨，分析對台股指數的解釋能力，並同時與原始台股期貨對台股指數做預測，

比較兩者的準確度；第五章為本文的第二個實證分析，將 EEMD 應用在預測市場上，並與原始預測市場以及民意調查的預測能力做比較。最後一章節為結論與建議，歸納出本研究之結論，並對未來相關研究方向提出建議。



第二章 文獻回顧

第一節 EEMD 之理論

「希爾伯特黃轉換」(Hilbert-Huang Transform, HHT)是 Huang et al. (1998)提出來的資料¹處理方法，特別用於非線性(non-linear)與非定態(non-stationary)時間序列，而 HHT 的處理過程，需要透過「經驗模態分解」(Empirical Mode Decomposition, EMD)來進行，我們可以解釋成 EMD 是要進 HHT 處理的一個分解過程。EMD 的主要核心是將原始資料分解成有限個「本質模態函數」(Intrinsic Modes Function, IMF)與一個剩餘訊號(Residue)的加總，而導出的每一個 IMF 會介於一個狹窄範圍的尺度(scale)內，根據不同的尺度，我們可以辨別出不同 IMF 的涵義。由於大部分觀察到的資料，是眾多變數交互作用後的結果，透過 EMD 的分解，不僅可以發現資料的特色，也有助於理解資料的基本特性。

EMD起初運用在海浪的研究，之後也成功地運用在許多領域，如地震工程、地球物理探測、衛星資料分析、結構損害偵測、血壓變化和心律不整、潮汐、波浪場以及約翰霍普金斯公共衛生學院用它來測量登革熱的擴散等各項研究。

由於EMD是一種數據處理方法，因此在過去的研究中，EMD也常與其他資料處理方法如小波轉換、傅立葉轉換做比較。畢德成(2000)曾利用HHT分析921集集大地震的地震資料，進一步研究每個IMF的特性，並比較HHT與快速傅立葉轉換(Fast Fourier Transform, FFT)兩種方法之間的差異，而作者在實證的結論中指出HHT有較佳的表現。

Huang et al. (2003)曾經利用EMD分析財務市場的多變性，是最早將EMD運用在財經資料的研究，強調IMF的成分可以當作過濾作用(filtering)，並同時與小波轉換和傅立葉轉換做比較，認為HHT提供了更好的頻率解析。

¹ 本文提到的資料兩字表示的是數據或者是訊號。

吳順德(2009)亦利用EMD與小波轉換分析心電圖訊號，進行生醫訊號(biomedical signals)物理意義的探討與雜訊過濾效果的比較，實證結果發現，對於心電圖訊號分解的問題，EMD比小波轉換更能保留原來心電圖訊號的完整性。而羅飛雪(2010)在GPS動態變形監測的應用卻有不同的結果，說明當數據頻率較大時，則小波轉換的結果較佳。

然而，EMD存在一些缺點，特別是模態混合(mode mixing)問題，模態混合指的是同一個IMF包含不同尺度的振盪模態或者是指相同尺度的振盪模態分布在不同的IMF中。為了改善模態混合，Wu and Huang (2004)修正了原本的EMD，提出改良式的EMD，稱為「整體經驗模態分解」(Ensemble EMD, EEMD)，可大幅降低模態混合的可能性，改善原始EMD的缺點。但Chen et al. (2009)利用人造訊號研究EEMD的濾波能力與限制，研究結果指出EEMD在兩訊號振幅差異很大而且頻率很接近時，無法完全解決模態混合的問題。

陳振雄(2010)則利用模擬訊號進行濾波分解，結果指出對於無雜訊的訊號而言，使用EMD的濾波效果良好；而當原始訊號受到雜訊干擾時，則必須使用EEMD來改進濾波效果，但其過程也較費時。

Wu and Huang (2004)從西德州中級(West Texas Intermediate, WTI)原油數據發現，透過EEMD的分解，原油的長期趨勢可以被世界的經濟成長所解釋，低頻率的IMFs可以看出國際重大事件對原油價格的影響，而高頻率的IMFs則可視為供需失衡所造成的短期波動。Sun and Sheng (2010)亦利用EEMD分解中國股價指數期貨，得到了長期單調遞減的趨勢，表示EEMD的處理可視為濾波器，更容易看出股價指數期貨價格的長期趨勢，此外，不同時間尺度的趨勢，可視為一種交易指標。

Wu (2007)的研究認為實際應用長期趨勢時，應以EMD分解後的剩餘訊號或者為剩餘訊號加上最後一個IMF作為長期趨勢，但在某些情況之下，IMF會被過度的分解出來，因此將剩餘訊號與最後幾個低頻率的IMF相加之後，仍然可

以滿足長期趨勢的定義。

另外，對於 EMD 分解過程之終止條件(stopping criterion)的研究，江鴻鑫與夏榮生(2005)認為以標準中誤差作為終止條件會影響篩選過程中 IMF 分解的次數，進而改變趨勢面，造成資訊的誤判，因此提出標準化互相關(Normalized Cross-Correlation, NCC)作為分解過程中的終止條件，結果指出此技術能有效的抑制分解次數，確保內建模態函數趨於收斂。

雖然EEMD已經被廣泛的應用在許多領域上，但主要還是在自然科學和工程的研究，而且EEMD部分數學理論基礎尚未被證實，所以EEMD是直覺的、經驗的資料分析工具。

在本文中的兩個實證，皆以 EEMD 方法為研究基礎，第一個實證分析期貨市場，利用 EEMD 處理得到台股期貨，分析對台股指數的解釋能力，並同時與原始台股期貨預測台股指數，判斷何者對台股指數具有較佳的預測能力；第二個實證將利用 EEMD 分析預測市場的時間序列資料。在下一節，我們將簡單地介紹期貨市場，並探討期貨市場價格發現的功能深入的探討與回顧相關的文獻。

第二節 期貨市場與價格發現之功能

期貨(Future)，是一種跨越時間的交易方式，交易雙方透過簽訂合約，同意在未來約定的時間、價格與其他交易條件，交收約定數量的現貨，通常期貨集中在期貨交易所，以標準化合約進行買賣，目的要讓不同地區的交易者可在同一個平臺上方便撮合交易。期貨是一種衍生金融商品，按現貨標的物的種類，期貨又分為商品期貨與金融期貨兩大種類。一般而言，期貨市場具有下列四大功能：避險、投機、套利以及價格發現，而在本文的研究，著重於期貨市場價格發現功能的分析，欲了解經由 EEMD 處理過後之期貨價格，能否保存原始期貨市場的功能，並同時與原始台股期貨預測台股指數，比較預測結果。另外，期貨參與者

有避險者、套利者與投機者三者：避險者透過買賣期貨，可規避現貨價格波動帶來的風險；套利者藉由期貨價格失衡，透過低買高賣的程序，獲得無風險的套利報酬；而投機者則透過期貨，承擔現貨價格波動風險，伺機在價格波動中獲得利潤。

股票指數期貨是指以股票價格指數作為標的物的金融期貨合約。在交易時，股票指數期貨合約的價值是用指數的點數乘以事先規定的單位金額來加以計算的，如台股期貨規定每點代表新台幣 200 元，小型台股期貨規定每點代表新台幣 50 元等。股票指數合約交易一般以 3 月、6 月、9 月、12 月中三個接續季月，以最後交易日的指數收盤價進行結算。由於股票指數期貨交易的標的是股票指數，以股票指數的變動為標準、以現金結算，故交易雙方都沒有現實的股票，買賣的只是股票指數期貨合約，交易者在任何時候都可以自由買進賣出。

在完全無障礙且理性的市場中，現貨和期貨的價格應該同時反應新資訊，表示價格的調整會同時完成，不會存在領先—落後的關係。實際上，市場結構如交易成本等因素的不同，會對資訊的傳遞造成影響，使得不同市場在資訊的傳遞速度不會相同，價格調整速度較快的市場即具有價格發現特性，就是所謂的領先—落後關係。

「價格發現」的探討最初是關注在現貨市場與期貨市場的比較，Garbabe and Siller (1982)分析現貨市場與期貨市場，發現大約 75% 的新資訊會先反映在期貨的價格上。而對於「價格發現」的定義，以學術界的定義大致有以下幾篇的說明，Schreiber and Schwartz (1986)定義「價格發現」是均衡價格搜尋的過程，為證券交易的重要功能；Hasbrouck (1995)認為「價格發現」是金融市場吸收新資訊與調整至均衡價格的過程；Black (1976a)及 Grossman (1989)視該過程為資訊傳遞，一旦交易者收到新的資訊，會透過交易，並將其反應在價格上，這就是「價格發現」過程；謝文良(2002)亦指出「價格發現」是交易資訊反應在證券價格的過程。若價格發現過程順暢，則以現貨台灣股價指數為交易標的台股期貨，在同一時間

下兩者應有相同的價格表現，價格變動具有同時性。

Herbst et al. (1987)認為當投資者預期未來市場變動時，在期貨市場交易會比現貨市場交易要來得容易，因此會選擇先進入期貨市場，進而導致期貨市場可能具有領先效果。Herbst et al. (1987)以 1982 年 2 月 24 日至 1982 年 9 月 18 日，標準普爾 500 (Standard & Poor's 500 Index, S&P500)指數與價值線(Value Line Average, VLA)指數之現貨與期貨日內資料為研究對象，利用光譜分析與交叉相關分析來探討現貨與期貨兩者之間的領先—落後關係。實證研究發現，在資料尚未差分前，價值線股價指數期貨領先現貨為 16 分鐘，S&P500 股價指數期貨領先現貨為 8 分鐘；在資料差分後，兩種契約的股價指數期貨領先股價指數現貨的時間雖有縮短，但股價指數期貨領先股價指數現貨的關係仍然沒有改變。

Booth et al. (1999)研究德國 DAX 指數(Deutscher Aktienindex, DAX)中，不同金融商品間的價格發現關係，包括指數現貨、指數期貨和指數選擇權，並分析日內資料。結果表示，價格發現能力依序為：指數期貨、指數現貨、指數選擇權，而主要反應資訊的市場為現貨和期貨市場。

Kawaller and Koch (1987)以 S&P500 股價指數與指數期貨為研究對象，實證結果發現，S&P500 股價指數與指數期貨會互相影響，兩者價格的變動具一致性；此外，S&P500 指數期貨領先現貨價格約 20 至 45 分鐘，而 S&P500 股價指數對期貨價格的影響卻不到 1 分鐘。

Stoll and Whaley (1990)以 1984 年 7 月至 1987 年 3 月的 S&P500 及主要市場指數(Major Market Index, MMI)，研究現貨與期貨之間的關聯性，結果指出期貨領先現貨大約 5 分鐘。Min and Najand (1999)分析韓國股價指數(The Korea Composite Stock Price Index, KOPSI)與期貨市場之間，報酬的領先—落後關係，發現期貨市場的報酬領先現貨市場約為 30 分鐘。

Chan (1992)延伸 Stoll and Whaley (1990)的研究，以 1984 年 8 月至 1985 年 6 月與 1987 年 1 月至 1987 年 9 月的資料，採用 Granger 因果關係檢定，結果發現

當大多數的股價呈同方向變動時，期貨會有更高的程度領先現貨。

Iihara et al. (1996)以 1989 年 3 月至 1991 年 2 月的日本東京證券交易所(Tokyo Stock Exchange, TSE)和大阪證券交易所(Osaka Securities Exchange, OSE)的股票指數現貨與期貨加以分析，探討現貨與期貨報酬的領先關係，同樣也得到了只是期貨領先指數現貨的現象。

Fleming et al. (1996)提出交易成本假說(trading cost hypothesis)，認為指數期貨的交易成本比指數現貨交易成本要低，投資人會選擇在交易成本較低的期貨市場交易，以便獲取較高的報酬，原因在於低交易成本有利於投資人進行即時交易，而低交易成本的市場也將因為投資人的投入而承載更多資訊，進一步提升市場價格發現能力，因此，交易成本較低的市場，將最先反應市場上的新資訊，說明了期貨市場領先現貨市場的原因。

Tse (1999)以道瓊工業指數(Dow Jones Industrial Average, DJIA)的指數現貨和指數期貨進行價格發現能力的分析，實證指出期貨市場價格發現的效果較佳，作者認為原因可能是期貨市場相較於現貨市場具有高財務槓桿、低交易成本和沒有放空限制等因素所造成。

Chatrath et al. (2002)以 S&P500 指數現貨與期貨日內為研究對象，探討現貨與期貨之間的領先—落後關係，結果指出，在上漲市場中，期貨報酬領先現貨報酬，且現貨市場對期貨市場沒有回饋性，但是在下跌市場中，現貨市場卻對期貨市場有回饋性；另外，作者亦發現現貨與期貨兩市場之間的領先—落後關係，在高度波動期間會更明顯。

Chan et al. (2002)指出期貨的高槓桿特性是影響投資人參與期貨市場的原因之一，因此資金不足或信心強烈的投資人會選擇在指數期貨市場中進行交易，造成期貨市場會領先現貨市場的現象。

Roope and Zurbrugg (2002)以新加坡期交所(Singapore Exchange, SGX)發行的台灣摩根史坦利股價指數(MSCI Taiwan Index)期貨為研究對象，發現與台灣期

交所發行的台股期貨比較，新加坡期交所發行的 TiMSCI 期貨，有較佳的價格發現能力。作者認為，雖然台股現貨的市場在台灣，為母國市場，應具有資訊領先的優勢，但是新加坡市場雖位居國外，享有稅賦、低交易成本和低交易限制的優勢，加上外資法人大多以美金作為交易貨幣，因此在價格發現能力優於台股期貨，此結論同樣也驗證了交易成本假說，對價格發現能力具有一定影響。

除了上述國外對期貨市場價格發現的研究，國內的研究亦有期貨市場價格發現的探討，詹錦宏與蔡建安(2005)同樣也針對台股指數現貨、台股期貨以及新加坡摩台股期貨，兩兩之間進行關聯性分析，結果發現，不同的組合方式皆存在互為因果的回饋關係；另外，新加坡摩台股期貨在稅賦、交易成本和部位限制等優勢強過台股期貨的母國優勢，使得摩台股期貨的價格變動領先台股期貨的價格變動。

施雅菁(2003)探討現貨市場、台股期貨與小型台股期貨三個市場之間的相關性，發現三者具有共整合的性質，台股期貨的價格發現能力優於小型台股期貨，而小型台股期貨與現貨的價格發現能力大致相同，表示台股期貨的確有優於現貨的價格發現能力。

根據過去的研究指出，期貨具有價格發現的原因大致有交易成本的高低、法規的限制、高財務槓桿的特性、漲跌停板的限制、市場成交速度的差異等，將這些原因整理如表 2-所示。

由本節內容可以對期貨市場有些基本的認知，從文獻的回顧，對期貨市場具有價格發現的功能有更深入的了解。接下來的下一節，我們將對預測市場做個介紹以及文獻上的回顧。

表 2-1 造成期貨市場具有價格發現之因素

影響因素	理由
交易成本的高低	交易成本是影響投資者決定在何者市場進行交易的重要因素，因此在其他條件不變之下，投資者會選擇交易成本較低的市場進行交易，使得其獲得的利潤極大。
法規的限制	若現貨市場存在放空限制時，當投資人預期市場下跌卻無法放空現貨時，就會轉往限制較少的期貨市場交易，進而造成市場間資訊傳遞的落差。
高財務槓桿的特性	若市場具有高槓桿的特性，投資者會傾向在以小搏大的市場交易，以賺取高額的報酬。
漲跌停板的限制	因為漲、跌停板限制較小的市場，對於資訊的反應效率較好，價格能在短時間內快速反應。
市場成交速度的差異	市場的成交速度代表了市場流動性，若成交的速度較快，表示有較好的流動性，資產價格對於資訊的反應可以迅速地調整到適當的價位，若市場的流動性不佳，一旦資訊出現時，資產的價格可能因為無法立即成交，以至於無法在價格上對資訊做出適當的反應。

資料來源：本研究整理。

第三節 預測市場之理論

「預測市場」(Prediction Market, PM)是買賣未來事件合約的交易平台，運作方式類似期貨市場，每一位參與者根據市場上的價格走勢以及對事件結果的判斷來做買賣，每個合約皆預先設定預測的事件、清算標準以及合約到期日，合約到期時，由該事件的是、否發生或如何發生來決定清算價格，藉由這個機制，我

們可以整合不同面向的資訊來預測未來事件的結果。

在預測市場中，理性的參與者不會只根據自己的個人偏好在預測市場中交易，而會以對全部人整體偏好的判斷為依據在預測市場中交易，這個方法是鼓勵參與者透過交易的機制直接表達對母體的預測。因此在交易的期間，參與者可以在價格變化中猜測其他參與者的想法，而進一步修正自己原本的交易策略。

預測市場的研究正在發展中，不同領域的實證研究仍在進行，根據現有的文獻可以得到以下幾點特色，Snowberg et al. (2006)的研究指出，預測市場可以快速地彙整不同面向的資訊，且價格會隨著交易者獲得的資訊不同而快速反應；參與者提供的資訊會影響到財富(真實財富或虛擬財富)的增減；Camerer (1998)和Rhode and Strumpf (2007)都曾進行價格干預的實驗，結果指出企圖擾亂市場價格通常只會造成短暫的影響。

Kou and Sobel (2004)比較預測市場與民意調查的選舉預測能力，結果發現，預測市場價格的各個時間點價格減去真實得票率的期望值為零，而且市場價格的變異數亦小於民意調查的變異數；此外，Berg et al. (2008)分析美國 1988 年至 2004 年，共 5 次的總統大選，發現多數的時候，預測市場的預測能力大於民意調查。而其他的文獻也都表示預測市場有比較好的表現。

對於預測市場與專家意見的預測比較，Green et al. (2007)對預測市場與德菲法(Delphi Method)進行比較，認為兩種方法各有利弊，最大的差異為預測市場的可以連續反映新訊息，立即整合不同面向的資訊，而德菲法卻只能作一次性的彙整意見。

國內預測市場的研究也有不少，童振源等人(2009)利用預測市場機制來分析台灣三次選舉預測結果，顯示出預測市場在 2006 年北高市長選舉、2008 年立法委員選舉及 2008 年總統大選皆能準確預測當選結果，且預測準確度亦高過同時進行的民意調查。但文中最後也指出預測市場與民意調查的方法與好壞皆不相同，若能結合兩者的特色來研究選舉會有更大的益處。

童振源等人(2011)利用兩種類型合約「當選人預測」與「得票率預測」分析 2009 年縣市長選舉，發現當選人預測合約的合約價格對當選比率有正向影響，可表示為當選機率，並利用五項準確度比率分析預測市場與民意調查，指出預測市場有較佳的預測準確度；從得票率預測合約發現，預測市場在選前 20 日之後的準確度便高於民意調查，且預測準確度隨者到期日的接近而逐漸增加。

同時，在童振源等人(2011)另一篇分析當選人預測的研究發現，選舉預測的準確性不會受到選舉、政黨、地區或得票率比例而有所影響，能夠影響與否當選的因素只有合約價格，與先前的研究相互呼應。

另外，針對預測市場的交易貨幣(真實貨幣或是虛擬貨幣)是否會影響預測準確性，有不同的看法，Servan-Schreiber et al. (2004)的研究認為兩種交易貨幣不影響準確性，但 Rosenbloom and Notz (2006)的研究發現真實貨幣的預測準確性較佳。由於交易貨幣種類對預測準確性的影響不在本文討論之範圍，故本文所運用到預測市場的研究，皆以交易貨幣之種類不影響預測準確性為前提。

綜合過去的文獻可知，預測市場重視的是未來的結果，透過參與者的市場交易行為加總出一個勝負分配，並透過不斷交易來增進預測的準確性，預測市場在國外常用於選舉預測。相對於預測市場，民意調查關心的是目前選民偏好的分布，雖然目前的態度會決定未來的投票行為，但兩者在本質上並不相同，但民意調查可能成為預測市場的資訊來源。

民意調查是透過隨機抽樣，選出能夠代表母體的樣本，詢問對某些問題的態度，並以此樣本推估母體具有同樣態度的機率，並將抽樣誤差控制在一定的範圍內。民意調查最大的優點是可以用調查資料來進行相關分析，因為民意調查通常會詢問受訪者的個人背景，因此可以藉由瞭解個人背景分析如何影響其行為。但是，民意調查有些缺點存在，對受訪者而言，回答問題耗費時間，而且沒有參與誘因，通常會有一定的拒答率。此外，受訪者的答案是否真實，也是重要的問題。以現代社會而言，透過電話進行訪談，因為接聽者的身份通常不反映母體，樣本

通常會較為偏差。除此之外，如果想要透過民意調查進行預測，通常需要耗費大量的時間、人力與財力，而且不能時常進行。

而預測市場有以下的優點：交易者就是訊息蒐集者，不會有拒答的問題，因此預測價格在某種程度上可以表示為事件發生的機率；預測市場幾乎全年無休，在世界各地皆可進行交易，直到事件發生的前一日，而民意調查卻難以達到這樣的狀況。將預測市場與民意調查的比較整理至表 2-2：

表 2-2 預測市場與民意調查之比較

	預測市場	民意調查
參與對象	主動參與	隨機抽樣
意見表示期間	連續直至事件結束	一次性
意見表示方式	互動式	獨立性
意見表示內容	預測事件的發生機率	表達個人偏好
參與者權重	依投資金額的比重決定	平等
參與誘因	等比例的經濟報酬	沒有
說實話誘因	經濟誘因的獎懲機制	缺乏獎懲機制
意見彙整結果	以價格訊號反應參與者之共識 變化與趨勢變化	靜態一次性分析，且結果只能 反映過去的民意
預測準確度	準確	普通
執行方式	需設立電子交易市場	須採用大規模訪談或問卷調查

資料來源：童振源等人(2009)。

本文將在第二個實證研究中，結合預測市場與 EEMD 來預測選舉結果，希望能透過 EEMD 過濾短期內價格波動的干擾，修正預測市場的合約價格，使得預測選舉結果有更佳的準確度。

第三章 研究方法與流程

第一節 EEMD 之數據處理

本文中的兩個實證，皆採用 EEMD 方法來處理時間序列資料，第一個實證利用 EEMD 處理台股指數期貨；第二個實證將利用 EEMD 分析預測市場的時間序列資料，因此在本節，我們對 EEMD 的運算流程有更進一步的解釋。EEMD 可將原始資料分解成數個分量 IMF 與一個剩餘訊號的加總，此方法最大的優點是能處理非線性與非定態時間序列，改善了傳統時間序列工具的缺點，而根據 Huang et al. (1998) 定義，每一個 IMF 必須符合以下二個條件：

1. 在整條時間序列中，極值的個數和與過零點(zero-crossing)的個數必須相等，或者最多只差一個。
2. 在任何的時間上，由極大值形成的上包絡線(envelope)以及極小值所形成的下包絡線，定義出來的均值包絡線(mean envelope)的平均值必須為零。

上述兩個條件是為了滿足順時頻率(instantaneous frequency)不會因波形不對稱而產生沒必要的震盪。然而大部分的資料不並滿足IMF的基本條件，因此處理非線性與非定態時間序列時，還要滿足三個條件：

1. 原始資料至少要有一個極大值與一個極小值。
2. 局部特徵時間尺度是定義為兩個極值之間時間差。
3. 若原始資料沒有極值但有包含反曲點，則可將原始資料做微分將極值找出。

根據 Huang et al. (1998) 的定義，利用 EMD 將原始資料分解成多個 IMF 的過程稱為篩檢(sifting)。而本研究以改良過的 EEMD 作為研究基礎，分析台灣期貨市場與預測市場，因此，假設原始資料為 $x(t)$ ，我們將 EEMD 的計算流程說明如下：

1. 根據 Wu and Huang (2004)的研究，加入白噪音(white noise)能顯著地改善 EMD 模態混合的缺點，因此我們將白噪音² ε_j 加入至原始資料，得到新的數列 $x_j(t) = x(t) + \varepsilon_j$ 。
2. 分別找出時間序列 $x_j(t)$ 的所有局部極大值和局部極小值。
3. 利用立方雲線(cubic spline)³分別連接局部極大值(local maxima)與局部極小值(local minima)得到上包絡線 $e_{max}(t)$ 與下包絡線 $e_{min}(t)$ ，使得所有的原始資料 $x_j(t)$ 會被包含在上、下包絡線之間。
4. 利用上、下包絡線定義出均值包絡線， $m_1(t) = (e_{min}(t) + e_{max}(t))/2$ 。
5. 取出分量， $d_1(t) = x_j(t) - m_1(t)$ ，若 $d_1(t)$ 不滿足 IMF 的定義，則重複步驟(2)至(5)，直到 $d_{1k}(t)$ 滿足 IMF 的定義⁴；若 $d_1(t)$ 滿足 IMF 的定義，則 $IMF_1 = d_1(t)$ 。
6. 得到 IMF_1 之後，將 $x_j(t)$ 減去 IMF_1 ，得到第一個剩餘訊號 $residue_1 = x_j(t) - IMF_1$ 。
7. 將 $residue_1$ 視為原始資料，重複步驟(1)至(5)，得到 IMF_2 ，再由步驟(6)得到第二個剩餘訊號。
8. 依照步驟(1)至(7)，可得到 n 個 IMF，同時篩檢過程滿足停止準則 (stopping criterion)，得到最終的剩餘訊號 $Residue_n$ 。

因此，將原始資料經過 EEMD 處理後，可得到數個 IMF 分量與剩餘訊號，由於每次篩檢的過程中皆加入了白噪音，因此原始資料會近似於數個 IMF 分量與一個剩餘訊號的加總，故原始資料表示為下式：

² 假設簡單迴歸方程式為： $Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + \mu_t$ ，其中 $\mu_t = \rho \mu_{t-1} + \varepsilon_t, t = 2, 3, \dots, T$ ，式中的 ρ 為未知參數，且 $-1 < \rho < 1$ ； μ_t 是隨機變數，稱作白噪音，期望值為 0，變異數為固定常數。另外，對所有 $t \neq s$ ， $Cov(\mu_t, \mu_s) = E(\mu_t \mu_s) = 0$ ，且 $(\mu_t \varepsilon_{t-1}) = 0$ 。在時間序列分析中，此過程稱為隨機過程(stochastic process)。(黃台心，2009)

³ 此方法為數值分析中的一種非線性插補法(interpolation)，將平面中的點與點之間以立方曲線的方式連接在一起，而不是直接將點與點作連線，可以解決線性插補法中，斜率不連續的缺點。

⁴ 舉例來說， $d_1(t)$ 不滿足 IMF 的定義時，回到步驟(2)，將 $d_1(t)$ 視為原始資料，此時 $m_{11}(t) = (d_{1min}(t) + d_{1max}(t))/2$ ，則 $d_{11}(t) = d_1(t) - m_{11}(t)$ ，再檢查 $d_{11}(t)$ 是否滿足 IMF 的定義，若 $d_{11}(t)$ 是 IMF，則 $IMF_1 = d_{11}(t)$ ，若不是 IMF，再將 $d_{11}(t)$ 視為原始資料，重複步驟(2)至(5)，假設進行 k 次才符合 IMF 的定義，則 $IMF_1 = d_{1k}(t)$ 。

$$x(t) \approx \sum_{j=1}^n IMF_j + Residue_n$$

至於要加入振幅多大的白噪音，這與原始資料有關，Wu and Huang (2004) 建議為原始資料標準差的 0.2 左右，但還是得依資料本身的頻率而定，若資料主要為低頻成份，則白噪音振幅可以大一些；若資料主要為高頻成份，則白噪音振幅可降低。

其中篩檢過程的目的主要有兩個：第一、是要消除不規律的畸形波。第二、使得波形更對稱，必須重複進行多次才能達到上述兩個效果，但是若篩選次數過多，一些不對稱的波形仍然會存在，也會破壞IMF的物理特性，為了避免篩選次數過多而影響IMF的物理意義，必須決定篩檢的停止準則，Huang提出了幾個停止準則：

1. S數準則(S number criterion)：自訂連續S次的篩選，當極值的數目與過零點的個數相同時，停止篩選動作，S值介於3到5之間被證實為最佳的停止準則。
2. 篩檢直到剩餘訊號為單調函數(monotonic function)，沒有任何IMF可再被分解出來。
3. 利用連續兩次篩選結果的分量標準差(standard deviation, SD)作為停止準則，當標準差小於預先設定的值即可停止，通常為0.2至0.3之間。公式表示如下：

$$SD = \sum_{t=0}^T \left[\frac{(d_{(j-1)}(t) - d_j(t))^2}{d^2_{(j-1)}(t)} \right]$$

4. 篩選數目必須少於 $\log_2 N$ ，其中N為原始資料點數。

不同停止準則的內容過去也有不少文獻在討論，如Flandrin (2004)、Wu and Huang (2004)與吳順德(2009)，但內容都偏向數學特性的討論，而停止準則採用並無一定的標準，只是為了保存IMF的物理特性，必須決定停止準則，因此，在

本文中，EEMD的運算以第四項作為篩檢的停止準則。為了更了解EEMD的處理過程，我們將EEMD的分解流程繪製如圖3-1所示：

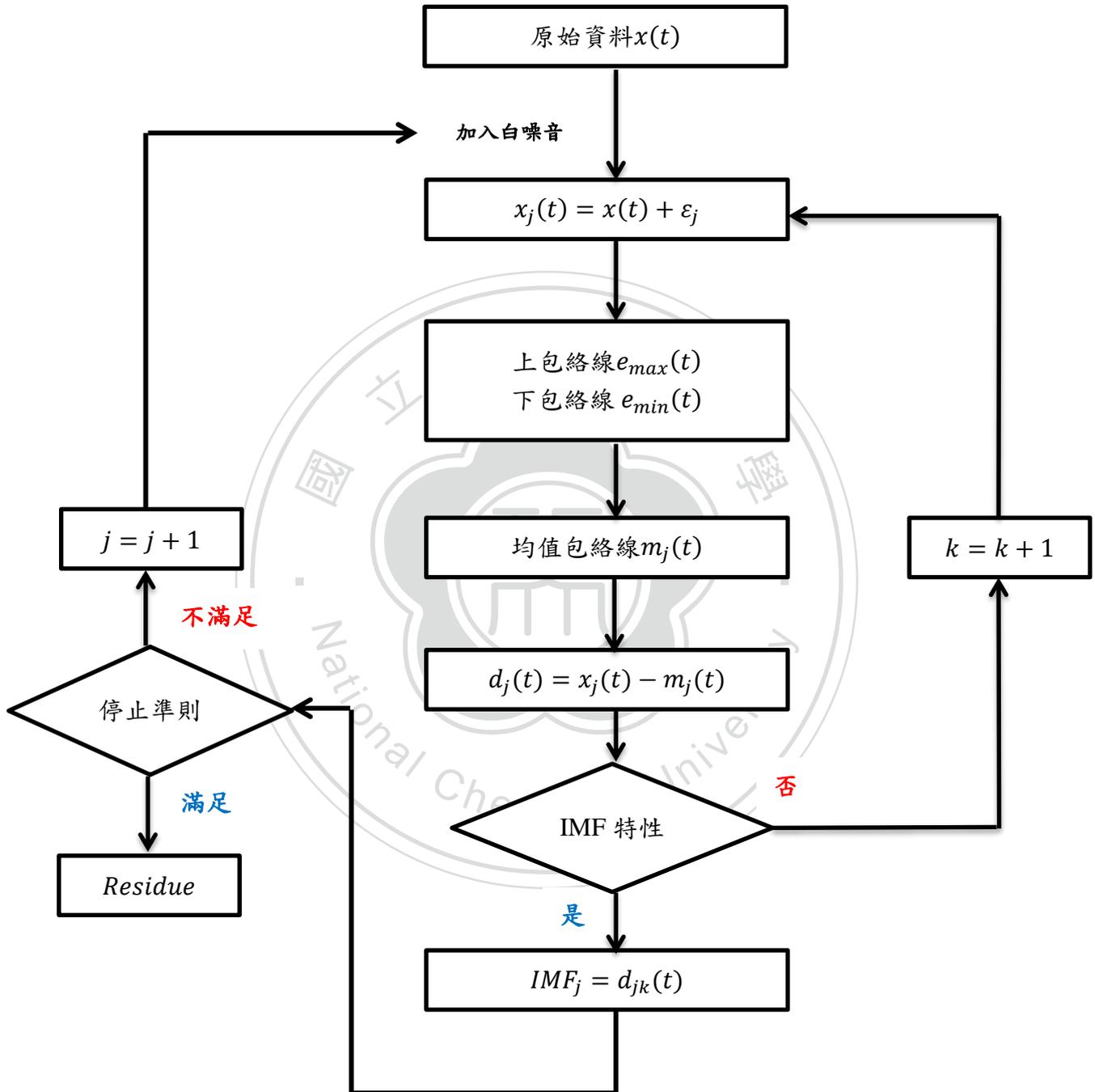


圖 3-1 EEMD 分解之流程圖

第二節 期貨市場對台股指數之解釋能力分析

本文第一個實證分析過程，將採用均方根誤差(Root Mean Squared Error, RMSE)、平均絕對百分比誤差(Mean Absolute Percentage Error, MAPE)、方向對稱性(Directional Symmetry, DS)與相關係數(Correlation coefficient, R)四項準則來衡量經 EEMD 分解之台股期貨對台股指數的解釋能力。四項準則介紹如下：

(一) 均方根誤差：

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \hat{x}_i)^2}{n}}$$

其中 x_i 為台股指數， \hat{x}_i 為 EEMD 處理後台股期貨， n 為樣本數。用來衡量處理後台股期貨對於台股指數之誤差，其值愈低，誤差較小；反之，則誤差較大。

(二) 平均絕對百分比誤差：

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|x_i - \hat{x}_i|}{x_i}$$

同樣也是用來衡量處理後台股期貨對於台股指數之誤差，但此項指標是以百分比衡量，介於 0% 至 100% 之間，其值愈低，誤差較小；反之，則誤差較大。

(三) 方向對稱性：

$$DS = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n d_i, d_i = \begin{cases} 1, & (x_i - x_{i-1})(\hat{x}_i - \hat{x}_{i-1}) \geq 0 \\ 0, & otherwise \end{cases}$$

由於台股指數若上升，照理說 EEMD 處理後台股期貨要上升，本式用來衡量處理後台股期貨對於台股指數的變動方向是否一致，其值愈高，變動方向較一致；反之，則變動方向較不一致。

(四) 相關係數：

$$R = \frac{Cov(x_i, \hat{x}_i)}{\sigma_x \sigma_{\hat{x}}}$$

其中 σ_x 與 $\sigma_{\hat{x}}$ 分別為台股指數與 EEMD 處理後台股期貨的標準差， $Cov(x_i, \hat{x}_i)$ 為台股指數與 EEMD 處理後台股期貨的共變異數。有較高的相關性時，用處理後台股期貨來解釋台股指數會有較好的表現，本式用來衡量處理後台股期貨與台股指數之間的相關性，其值愈高，相關性較高；反之，則相關性較低。

將上述四項準則整理如表 3-1 示：

表 3-1 四項衡量過預測工具解釋能力之準則

準則	意義	公式	判斷方式
RMSE	衡量處理後台股期貨對於台股指數之誤差	$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x}_i)^2}{n}}$	該值愈低表示誤差較小
MAPE	衡量處理後台股期貨對於台股指數之誤差	$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \frac{ x_i - \hat{x}_i }{x_i}$	該值愈低表示誤差較小
DS	衡量處理後台股期貨與台股指數之變動方向是否一致	$DS = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n d_i, d_i = \begin{cases} 1, & (x_i - x_{i-1})(\hat{x}_i - \hat{x}_{i-1}) \geq 0 \\ 0, & otherwise \end{cases}$	該值愈高表示變動方向較一致
R	衡量處理後台股期貨與台股指數之間的相關性	$R = \frac{Cov(x_i, \hat{x}_i)}{\sigma_x \sigma_{\hat{x}}}$	該值愈高表示相關性較高

資料來源：本研究整理。

第三節 預測市場之選舉結果預測分析

本文第二個實證分析過程，依據童振源等人(2011)的研究方法，分成「當選人預測」與「得票率預測」來分析經 EEMD 處理過後的預測市場，是否比原始預測市場有較佳的預測能力，而在「得票率預測」的分析，亦將民意調查納進來討論，同時探討三種選舉預測工具的準確度。本節分成二個部份來介紹如何衡量「當選人預測」準確度與「得票率預測」準確度。

一、當選人預測分析

對於不同選舉預測工具在當選人預測準確度的衡量，本研究嘗試以「合約價格與五率分析」和「歐基里德距離」(Euclidean distance)來討論。

首先，以合約價格與五項比率是來原始預測市場與 EEMD 處理過後資料評估當選人預測準確度，計算五項比率之前，須先將預測與事件結果可分成四類，第一類為「命中」(Hits)類：表示預測會發生，結果事件發生；第二類為「假警報」(False Alarms)類：表示預測會發生，結果事件卻沒有發生；第三類為「錯失」(Misses)類：表示預測不會發生，結果事件卻發生；第四類為「正確拒絕」(Correct Rejections)類：表示預測不會發生，結果事件的確沒有發生。我們將這四類整理如下表 3-2 所示：

表 3-2 選舉當選人預測與事件結果矩陣

		事件結果	
		發生	沒有發生
預測	會發生	命中 (a)	假警報 (b)
	不會發生	錯失 (c)	正確拒絕 (d)

資料來源：童振源等人(2011)。

由以上分類，即可比較經 EEMD 處理過後之預測市場資料與原始預測市場資料，對於選舉當選人預測的正確率(Correctness rate, CR)、精準率(Precision rate, PR)、命中率(Hit rate, HR)、假警報率(False alarm rate, FAR) 與貴氏比率差(Kuipers score, KS)五項準確度比率，其中，正確率分析的是預測工具正確預測事件發生或未發生佔所有預測事件的比例；精準率分析的是預測工具預測事件發生，最後確實有發生的比例；命中率分析的是預測工具想要預測的事件發生，而預測工具正確預測事件發生的比例；假警報率分析的是預測工具想要預測的事件沒有發生，但預測工具誤判會發生的比例；而貴氏比率差分析的是預測工具的預測，是否能更容易達成命中目標或者是更不易發出假警報的比例。由這五項準確度比率，就可判斷原始預測市場與 EEMD 處理過後預測市場的準確率之優劣，我們將這五項衡量準確度之比率整理如表 3-3 所示。(童振源，2011；Granger and Pesaran, 2000；Granger and Machina, 2006；Pesaran and Skouras, 2002；Yang, Pierce, and Carbonell, 1998)

表 3-3 選舉當選人預測之五項準確度衡量比率

比率	意義	公式	範圍	判斷方式
CR	正確預測該事件發生或未發生佔全部事件的比例	$\frac{a+d}{a+b+c+d}$	0 至 1	該值愈高表示該預測工具愈準確
PR	預測該事件發生，最後真正發生的比例	$\frac{a}{a+b}$	0 至 1	該值愈高表示該預測工具愈準確
HR	預測該事件發生，而正確預測發生的比例	$\frac{a}{a+c}$	0 至 1	該值愈高表示該預測工具愈準確
FAR	預測該事件沒有發生，而誤判會發生的比例	$\frac{b}{b+d}$	0 至 1	該值愈低表示該預測工具愈準確
KS	定義為命中率減去假警報率	$\frac{a}{a+c} - \frac{b}{b+d}$	-1 至 1	該值愈高表示該預測工具愈準確

資料來源：童振源等人(2011)、Granger and Pesaran (2000)、Granger and Machina (2006)、Pesaran and Skouras (2002)、Yang、Pierce and Carbonell (1998)。

另外，為了更精準的比較不同當選人預測工具的優劣，將進一步計算歐幾里德距離(Enclidean distance)，亦稱歐氏距離，假設 n 維空間中存在 $x = (x_1, \dots, x_n)$ 和 $y = (y_1, \dots, y_n)$ 兩點，歐氏距離定義為幾何空間中兩點之間的真實距離：

$$d(x, y) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \dots + (x_n - y_n)^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

將每一次選舉視為一個 n 維空間中，若該選區中有兩位候選人，則視為二維空間；若該選區中有三位候選人，則視為三維空間，若該選區中有 n 位候選人，

則視為 n 維空間，以此類推。在選舉當選人結果預測合約中，兩點分別為選舉預測工具的「預測值」(合約價格)與「實際結果」(0 或者是 100)，歐氏距離即為兩者的「絕對誤差」。在介紹完當選人預測準確度衡量的方法之後，接著要介紹得票率預測準確度衡量的方法。

二、得票率預測分析

對於不同選舉預測工具在得票率預測準確度的衡量，本研究嘗試以「標準化準確度」和「歐基里德距離」來討論。

首先，以準確度分析來分析得票率預測準確度，由於準確度無法直接求得，我們必須先計算出誤差，然後再反求，因此將準確度定義為：1 減去該選區各候選人得票率預測的平均絕對誤差(Mean Absolute Error, MAE)。如此一來，就可以評估不同選舉預測工具在得票率預測的準確度，由於在預測市場上，同一選區不同候選人的合約價格總和不一定為 100，無法保證準確率介於 0 至 1 之間，因此本研究採用童振源等人(2011)設計之標準化準確度衡量原始預測市場與 EEMD 處理過後預測市場的得票率預測準確率，即可確保標準化準確度介於 0 至 1 之間，其公式計算如下：

$$Accuracy^{Normalization}_j = 1 - MAE^{Normalization}_j, \quad j = PM, PM \text{ with EEMD}$$

$$MAE^{Normalization}_j = \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n \left| \bar{p}^{WA}_{ij} - \frac{P^S_{ij}}{100} \right| \right]$$

$$\bar{p}^{WA}_{ij} = \frac{P^{WA}_{ij}}{100}$$

其中， \bar{p}^{WA}_{ij} 為 j 方法中第 i 個合約的標準化加權平均價格， P^{WA}_{ij} 為 j 方法中第 i 個合約的加權平均價格， P^S_{ij} 為 j 方法中第 i 個合約的清算價格， n 為該單一選區的候選人合約個數。

至於民意調查的得票率準確度分析，則是將未表態的部分依照每位候選人的支持比例分配給每位候選人，因此在標準化過後，同一選區內不同候選人的民調

支持度總和將會為 1，其公式計算如下：

$$Accuracy^{Normalization}_{Poll} = 1 - MAE^{Normalization}_{Poll}$$

$$MAE^{Normalization}_{Poll} = \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n |\widehat{VS}^{Poll}_i - VS^{Actual}_i| \right]$$

$$\widehat{VS}^{Poll}_i = VS^{Poll}_i + VS^{NA}_i \left(\frac{VS^{Poll}_i}{\sum_{i=1}^n VS^{Poll}_i} \right)$$

其中， \widehat{VS}^{Poll}_i 為第 i 個候選人的標準化民調預測得票率， VS^{Poll}_i 為第 i 個候選人的民調預測得票率， VS^{NA}_i 為第 i 個候選人民調未表態的比例， VS^{Actual}_i 第 i 個候選人的真實得票率， n 為該單一選區的候選人合約個數。

同樣地，為了更精準的比較不同得票率預測工具的優劣，將進一步計算歐氏距離，在選舉得票率預測合約中，空間中的兩點則分別為選舉預測工具的「預測值」（合約價格）與「真實得票率」（範圍為 0 至 100 之間）⁵，歐氏距離即為兩者之間的「絕對誤差」。

本節對不同選舉預測工具在當選人預測與得票率預測兩種選舉合約的準確度衡量準則做詳盡的介紹後，在本章的下一節，將簡易的說明 EEMD 在期貨市場與預測市場兩個實證分析的研究流程。

⁵ 為方便計算，此處真實得票率的單位為%，因此數值介於 0 至 100 之間。

第四節 研究流程

實證一、EEMD 在期貨市場的應用

首先，將台股期貨分成最後結算日、前一日、前九日與前十二日四組日資料，並以 EEMD 分解，再藉由四項準則來比較經 EEMD 處理後台股期貨對台股指數的解釋能力；另外，將同時與台股期貨對最後結算日之台股指數收盤價做預測，判斷經 EEMD 處理過後的台股期貨與原始台股期貨對台股指數的預測準確性，最後，得到研究的實證結論。

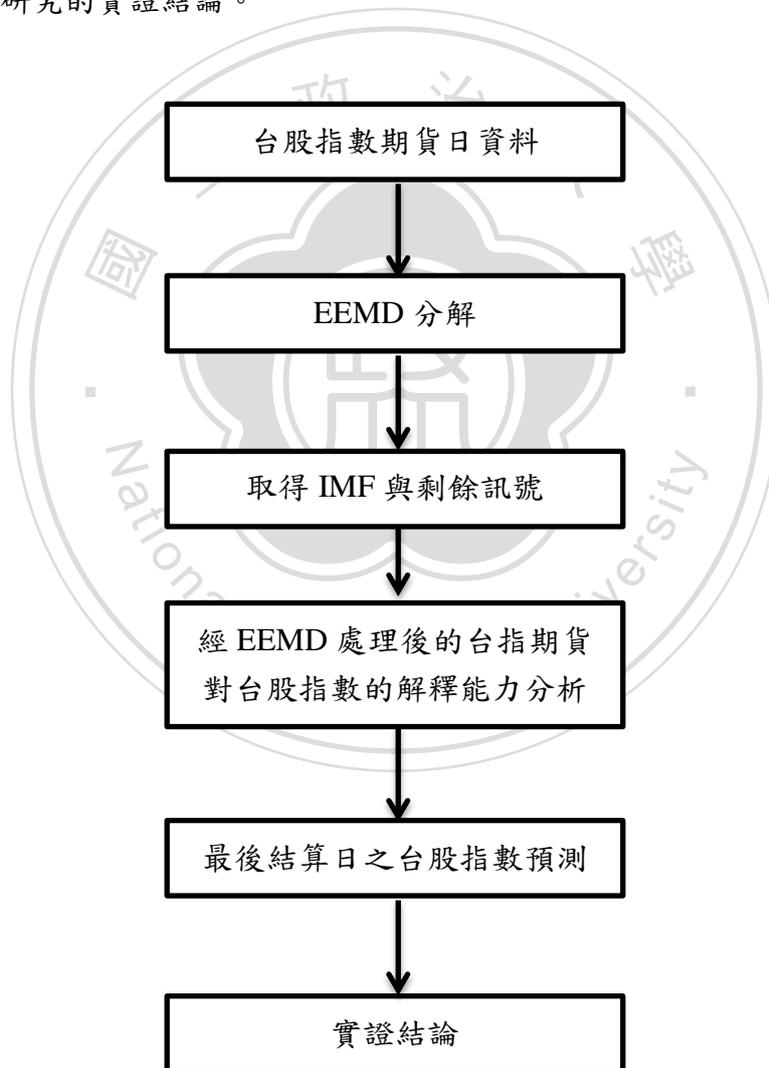


圖 3-2 研究流程—EEMD 在期貨市場的應用

實證二、EEMD 在預測市場的應用

首先，將未來事件交易所各選舉合約價格分成選前一日與選前十日兩種資料，並以 EEMD 分解，再依據童振源等人(2011)的研究方法，分別對「當選人預測」與「得票率預測」兩種類型資料，比較原始預測市場與 EEMD 處理後預測市場的預測準確度，另外，在得票率預測的分析，同時將民意調查預測納入討論。當選人預測準確度衡量則分成「合約價格與五率分析」和「歐基里德距離」討論；而得票率預測準確度衡量則以「標準化準確度」與「歐基里德距離」探討，最後得到研究的實證結論。

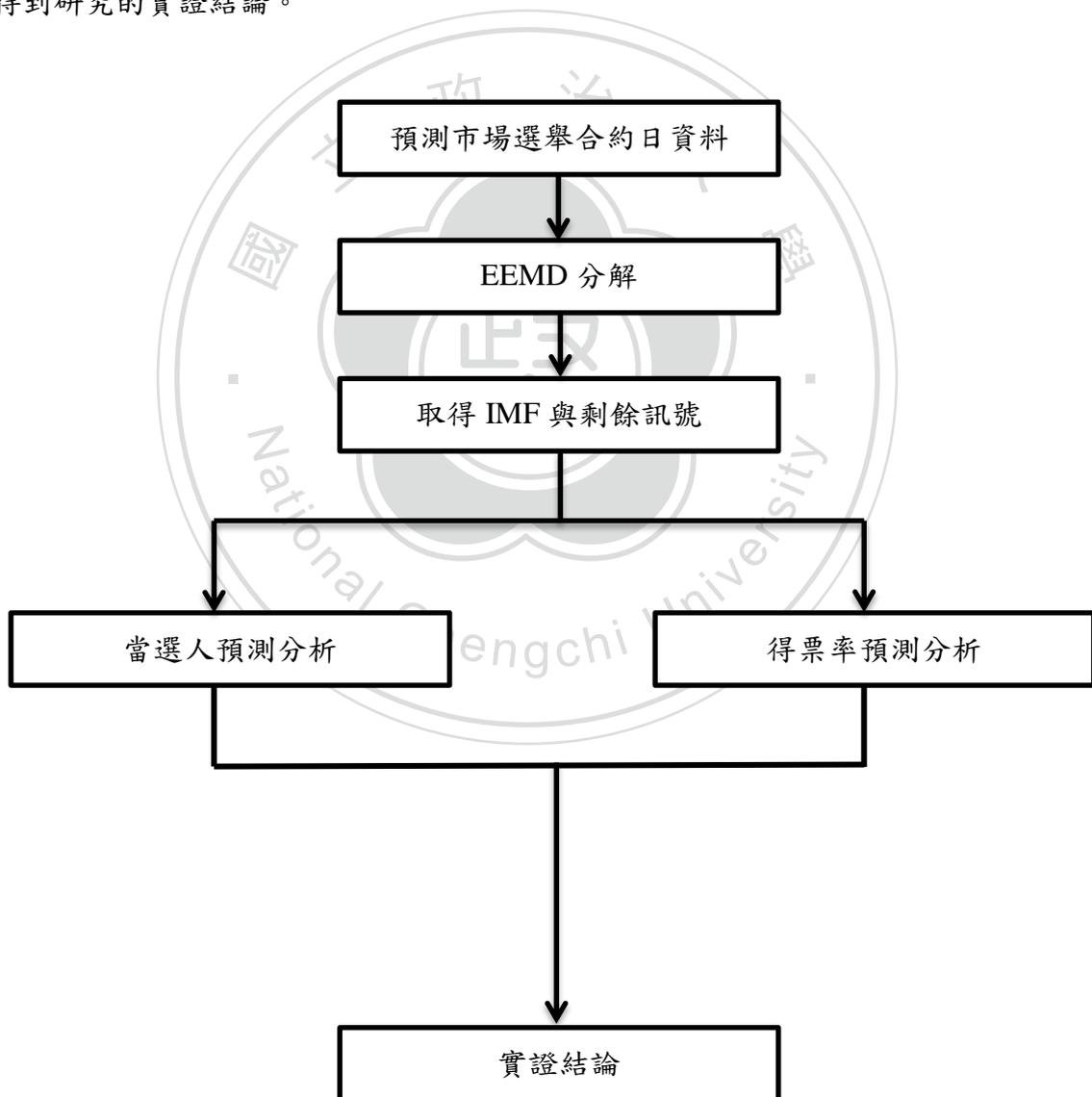


圖 3-3 研究流程—EEMD 在預測市場的應用

第四章 EEMD 在期貨市場的應用

第一節 研究對象與資料處理

根據過去的研究指出，期貨價格的走勢會領先現貨價格，具有價格發現的能力，也就是說，投資者可以利用台股期貨有價格發現的能力來對台股指數做預測。本章節嘗試以 EEMD 分解台灣股票指數期貨，想要知道經過 EEMD 的處理得到長期趨勢以及不同週期之台股期貨，能否保留原始期貨的特性，對台股指數仍然有價格發現的能力？並同時與原始台股期貨預測台股指數，比較預測結果。本章節的實證資料，以 2011 年 4 月 21 日至 2012 年 3 月 21 日台灣加權股價指數與台股指數期貨收盤價日資料為研究對象，其中，台股指數期貨的最後交易日與最後結算日皆為 2012 年 3 月 21 日。

首先，將以四項準則來衡量經 EEMD 處理後台股期貨對台股指數的解釋能力。另外，同時將 EEMD 處理後台股期貨與原始台股期貨預測最後結算日的台股指數收盤價，比較其準確度，為了與下一章預測市場的實證資料做比較，我們將台股期貨分成 2011 年 4 月 21 日至 2012 年 3 月 9 日、2011 年 4 月 21 日至 2012 年 3 月 12 日、2011 年 4 月 21 日至 2012 年 3 月 20 日與 2011 年 4 月 21 日至 2012 年 3 月 21 日四組資料，再以 EEMD 處理，目的是要比較最後結算日、前一日、前九日與前十二日經 EEMD 處理後台股期貨與原始台股期貨對 2012 年 3 月 21 日台股指數收盤價的預測能力。將上述資料經 EEMD 分解後，得到 IMF1、IMF2、IMF3、IMF4、IMF5、IMF6 與剩餘訊號。圖形如圖 4-1⁶所示，從圖中可看出，經 EEMD 分解可得到不同週期與頻率的 IMF，而最後的剩餘訊號會變得更光滑，可大致看出原始資料台股期貨的長期趨勢，表示 EEMD 的確有過濾雜訊功用。

⁶ 由於以上四組台股期貨資料經 EEMD 處理過的圖形相似，因此僅將 2011 年 4 月 21 日至 2012 年 3 月 21 日處理過後的圖形繪製出來。

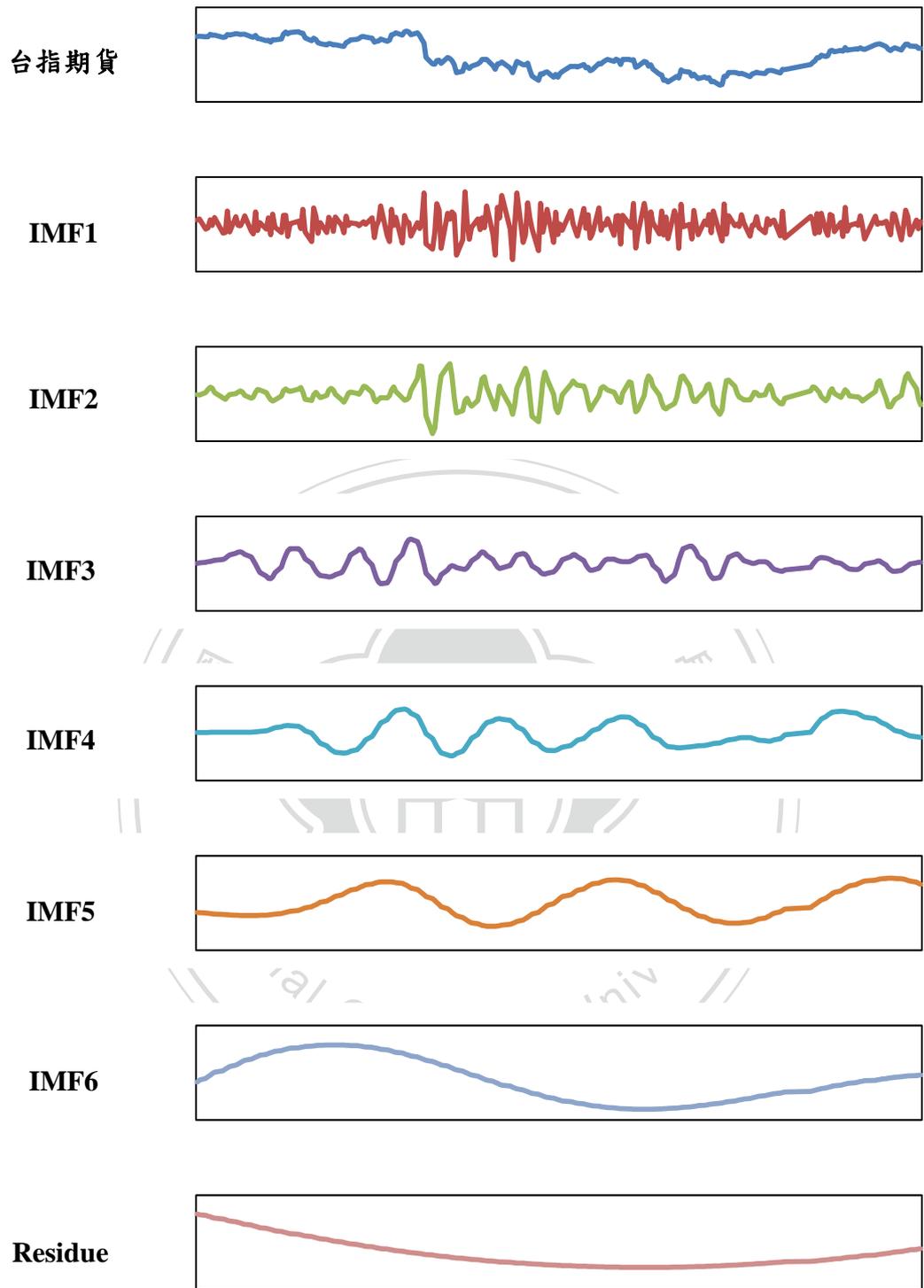


圖 4-1 台灣股票指數期貨之 EEMD 分解結果

為了找出不同週期的台股期貨，必須先計算出各分量 IMF 的平均週期，而平均週期的是以總資料個數除以極大值個數計算求得。(林建中，2010；Huang,

2003；Zang, 2008)。分別將最後結算日⁷、前一日、前九日與前十二日四組台股期貨資料經 EEMD 分解後的各分量平均週期計算得到表 4-1：

表 4-1 EEMD 分解台股期貨各分量之平均週期

(單位：日)

	至最後結算日	至結算日前一日	至結算日前九日	至結算日前十二日
IMF1	2.63	2.78	2.67	2.66
IMF2	6.54	6.71	6.53	6.5
IMF3	12.72	13.41	13.06	13
IMF4	25.54	28.5	24.67	24.56
IMF5	229	228	222	221
IMF6	229	228	222	221
Reside	229	228	222	221

資料來源：本研究整理。

從表 4-1 可知，IMF2、IMF3 與 IMF4 的平均週期大約為 6.5 日、13 日與 26 日⁸，將四組處理過後台股期貨的剩餘訊號分別由低頻率 IMF 往高頻率合併 IMF2、IMF3 與 IMF4 後，得到了週期約為 6.5 日⁹、13 日與 26 日的台股期貨。接著將台股指數、台股期貨以及經 EEMD 處理過後的台股期貨繪在同一平面上如圖 4-2 至圖 4-5 所示。而在本章的下一節，將分析這三種不同週期的 EEMD 價格與台股期貨對台股現貨的解釋能力。

⁷ 最後結算日、結算日前一日、結算日前九日與結算日前十二日表示的意思為：距離事件發生之前的預測日，例如：結算日前十二日表示距離最後結算日十二日之前，以不同預測工具預測結果的日子。之後在第四章表格中，所出現的至最後結算日、至結算日前一日、至結算日前九日與至結算日前十二日，皆表示此意義。

⁸ 根據表 4-1 所計算出來之 IMF2、IMF3 與 IMF4 的平均週期為 6.57 日、13.05 日與 25.82 日。

⁹ 週期為 y 日的台股期貨表示的意思為：將 EEMD 處理後的 Residue，由低頻率合併至高頻率且平均週期為 y 日的 IMF，此時所得到的新序列即為週期為 y 日的台股指數，本文第四章在表格出現的週期為 6.5 日、13 日與 26 日的台股指數，皆表示此意義。

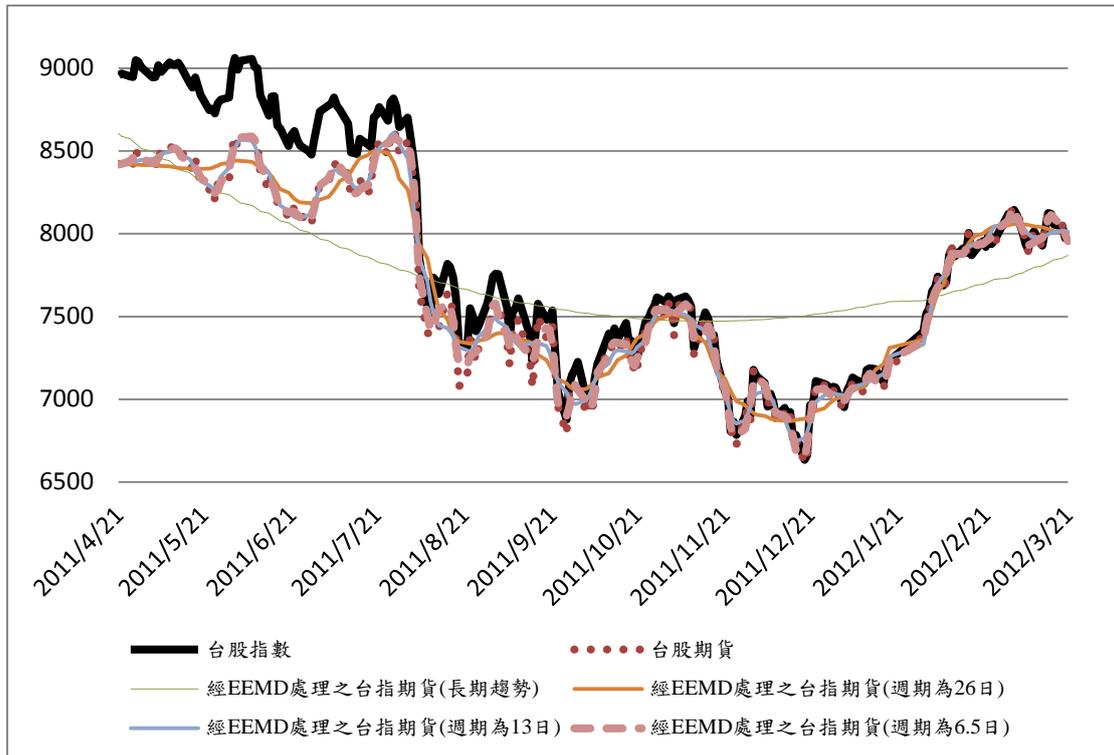


圖 4-2 台股指數、期貨與 EEMD 處理台股期貨之時間序列(至 2012/3/21)

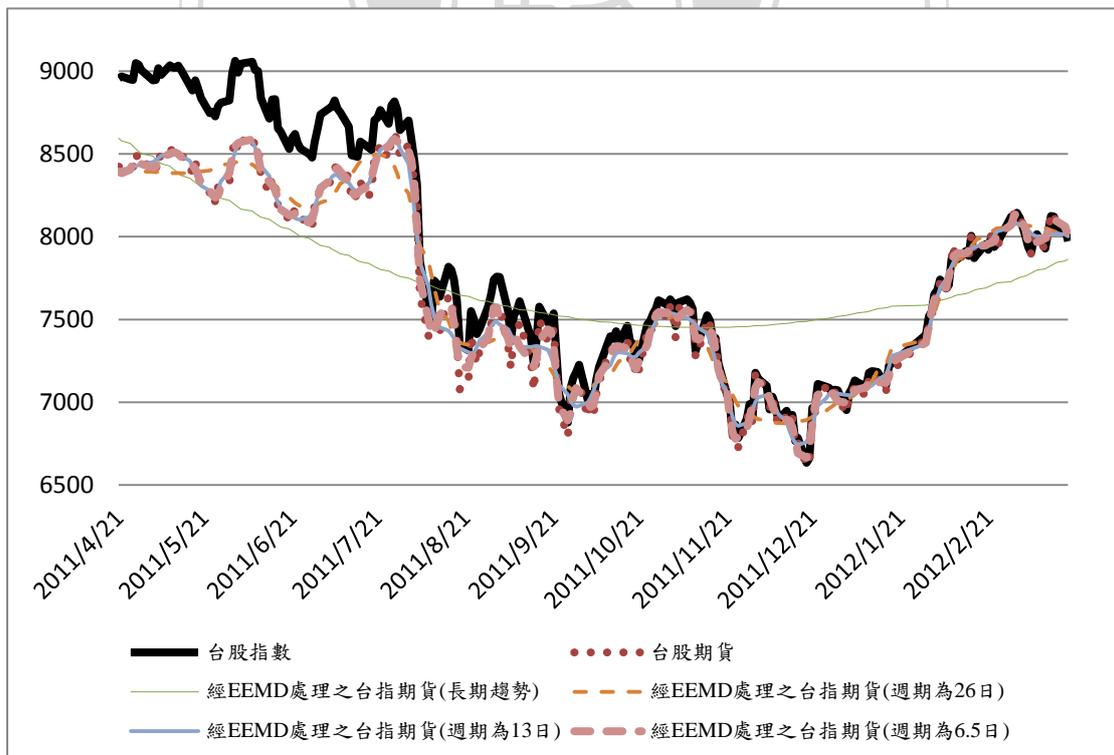


圖 4-3 台股指數、期貨與 EEMD 處理台股期貨之時間序列(至 2012/3/20)

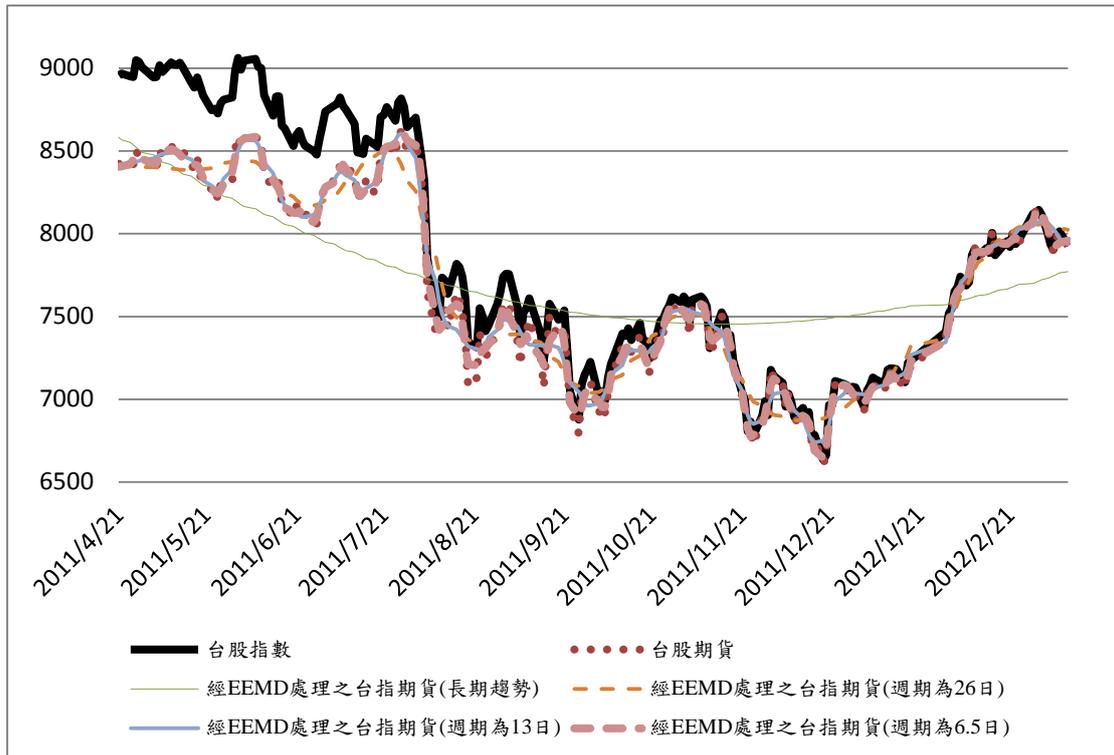


圖 4-4 台股指數、期貨與 EEMD 處理台股期貨之時間序列(至 2012/3/12)

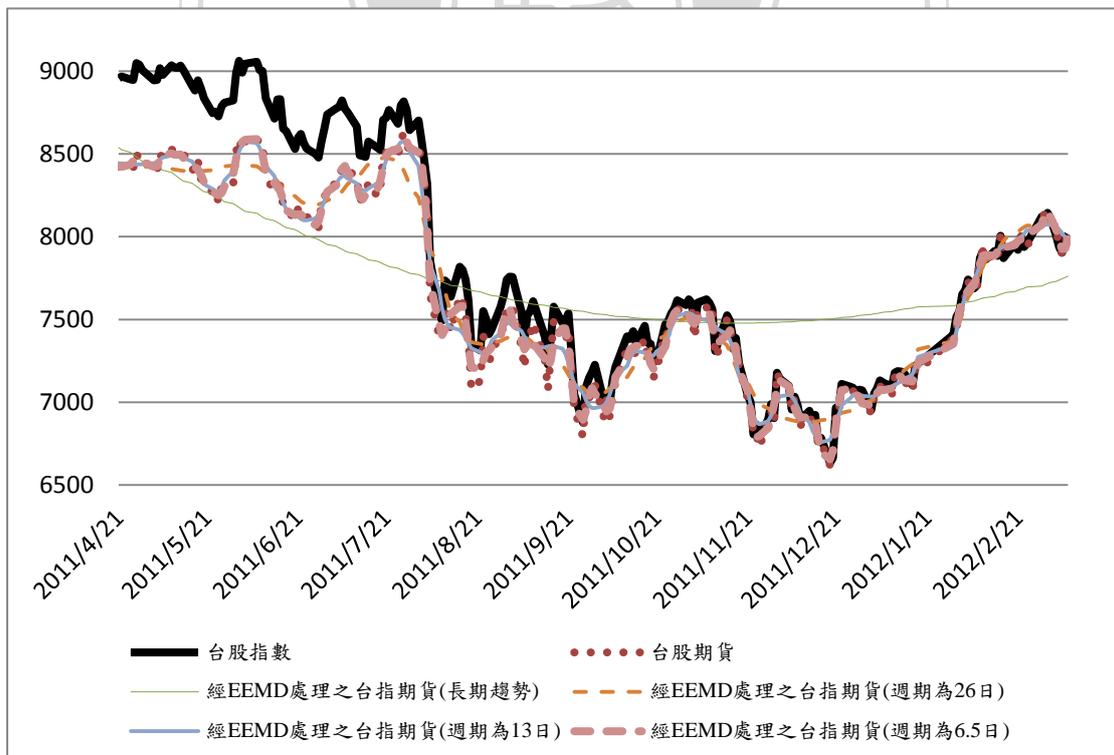


圖 4-5 台股指數、期貨與 EEMD 處理台股期貨之時間序列(至 2012/3/9)

第二節 EEMD 處理之台股期貨對台股指數的解釋能力分析

本節將採用均方根誤差、平均絕對百分比誤差、方向對稱性與相關係數四項準則來衡量經 EEMD 分解之台股期貨對台股指數的解釋能力。根據表 3-1 之公式，計算出最後結算日、前一日、前九日與前十二日四組 EEMD 分解後各個週期台股期貨的均方根誤差、平均絕對百分比誤差、方向對稱性與相關係數，並整理得到表 4-2 至表 4-5。

表 4-2 EEMD 處理台股期貨對台股指數之解釋能力(至最後結算日)

	RMSE	MAPE	DS	R
台股期貨	255.10	2.08%	89.04%	0.9811
EEMD 處理之台股期貨 (長期趨勢)	472.13	4.94%	51.53%	0.8179
EEMD 處理之台股期貨 (週期為 26 日)	283.97	2.61%	58.52%	0.8370
EEMD 處理之台股期貨 (週期為 13 日)	266.83	2.38%	62.01%	0.9910
EEMD 處理之台股期貨 (週期為 6.5 日)	258.28	2.18%	73.80%	0.9801

說明：RMSE 與 MAPE 愈低愈好，而 DS 與 R 愈高愈好。

資料來源：本研究整理。

表 4-3 EEMD 處理台股期貨對台股指數之解釋能力(至結算日前一日)

	RMSE	MAPE	DS	R
台股期貨	255.66	2.09%	89.04%	0.9813
EEMD 處理之台股期貨 (長期趨勢)	477.37	4.96%	51.32%	0.8185
EEMD 處理之台股期貨 (週期為 26 日)	287.90	2.64%	57.46%	0.8341
EEMD 處理之台股期貨 (週期為 13 日)	268.07	2.39%	62.72%	0.9903
EEMD 處理之台股期貨 (週期為 6.5 日)	260.08	2.20%	73.68%	0.9798

資料來源：本研究整理。

表 4-4 EEMD 處理台股期貨對台股指數之解釋能力(至結算日前九日)

	RMSE	MAPE	DS	R
台股期貨	259.09	2.14%	88.74%	0.9832
EEMD 處理之台股期貨 (長期趨勢)	483.85	5.06%	52.25%	0.8173
EEMD 處理之台股期貨 (週期為 26 日)	292.44	2.70%	59.01%	0.8352
EEMD 處理之台股期貨 (週期為 13 日)	272.93	2.45%	63.51%	0.9905
EEMD 處理之台股期貨 (週期為 6.5 日)	264.45	2.26%	74.32%	0.9816

資料來源：本研究整理。

表 4-5 EEMD 處理台股期貨對台股指數之解釋能力(至結算日前十二日)

	RMSE	MAPE	DS	R
台股期貨	259.67	2.15%	88.69%	0.9835
EEMD 處理之台股期貨 (長期趨勢)	492.67	5.18%	52.04%	0.8193
EEMD 處理之台股期貨 (週期為 26 日)	289.57	2.69%	58.82%	0.8409
EEMD 處理之台股期貨 (週期為 13 日)	273.10	2.46%	63.35%	0.9910
EEMD 處理之台股期貨 (週期為 6.5 日)	264.14	2.26%	74.21%	0.9827

資料來源：本研究整理。

由表 4-2 至表 4-5 的結果可知，四組台股期貨資料經由 EEMD 分解得到的長期趨勢的相關係數分別為 0.8179、0.8185、0.8352 與 0.8193，可解釋台股指數的大部分變動，週期較短台股期貨與台股指數則有較高的相關性，而週期為 13 日的台股期貨與台股指數的相關性甚至高過原始台股期貨與台股指數的相關係數；若由方向對稱性的衡量準則可知，週期較短台股期貨與台股指數兩者之間的變動方向較一致，表示週期愈短台股期貨，愈能捕捉到台股指數的劇烈變化；若從均方根誤差的衡量來看，由 EEMD 分解得到的長期趨勢的均方根誤差接近 500，但週期愈短則均方根誤差會隨之降低，週期為 26 日的台股期貨均方根誤差就已降至 290 左右，而週期為 6.5 日的台股期貨均方根誤差約為 260，快要接近原始台股期貨的均方根誤差；若以平均絕對百分比誤差來看，與均方根誤差的衡量有相似的結果，由 EEMD 分解得到的長期趨勢的平均絕對百分比誤差約為 5%，週期為 26 日的台股期貨平均絕對百分比誤差就已降至 2.7% 左右，而週期為 6.5

日的台股期貨平均絕對百分比誤差約為 2.2%，幾乎要接近原始台股期貨的平均絕對百分比誤差。

最後，比較四組台股期貨資料，經由 EEMD 處理後不同週期之台股期貨與原始台股期貨預測最後結算日 2012 年 3 月 21 日台股指數收盤價的預測能力，結果發現，2012 年 3 月 21 日台股指數收盤價為 7981.94，若預測工具預測至最後結算日與前一日 2012 年 3 月 20 日，則原始台股期貨的預測值分別為 7980 與 7984，最接近最後結算日的台股指數收盤價；若預測工具預測至前九日 2012 年 3 月 12 日與前十二日 2012 年 3 月 9 日，則以週期為 6.5 日的台股期貨預測的結果分別為 7958.50 與 7987.60，較原始台股期貨的結果 7980 更接近最後結算日的台股指數收盤價。將結果整理如表 4-6 所示：



表 4-6 EEMD 處理台股期貨與台股期貨對台股指數之預測結果

使用資料	2012/3/9 預測結果	2012/3/12 預測結果	2012/3/20 預測結果	2012/3/21 預測結果	2012/3/21 台股指數收盤價
台股期貨	8005	7921	7984 *	7980 *	7981.94
EEMD 處理之台股期貨(長期趨勢)	7761.12	7770.84	7863.49	7870.55	7981.94
EEMD 處理之台股期貨(週期為 26 日)	8037.34	8023.92	8012.80	8042.80	7981.94
EEMD 處理之台股期貨(週期為 13 日)	7970.97	7938.51	8002.53	8000.57	7981.94
EEMD 處理之台股期貨(週期為 6.5 日)	7987.60 *	7958.50 *	8005.04	8012.50	7981.94

說明：*為在特定時間下，不同預測工具中，擁有最佳的表現。

資料來源：本研究整理。

第三節 小結

由本章的分析結果指出，利用 EEMD 分解台股期貨，能夠有效的過濾掉雜訊，而得到的剩餘訊號可以解釋台股指數大方向的走勢，但對於最後結算日台股指數收盤價的預測，可能沒有太大的幫助，而將剩餘訊號合併 IMF 得到不同週期的台股期貨與原始台股期貨對台股指數預測結果的分析指出，若預測至最後結算日或至結算日前一天，則原始台股期貨的預測能力仍然較佳，若預測至最後結算日前九天或至結算日前十二天，則以週期為 6.5 日的台股期貨對台股指數的預測會優於台股期貨。而在下一個章節，我們將應用 EEMD 來分析台灣選舉預測市場。



第五章 EEMD 在預測市場的應用

第一節 研究對象與資料處理

本章的實證資料，取自於「未來事件交易所」所發行的選舉預測合約，內容包含 2008 年總統大選 2 位候選人與 2010 年五都市長選舉 11 位候選人；本研究同時針對「當選人預測」與「得票率預測」進行探討，因此將兩種類型的合約價格以 EEMD 處理後再進行分析。當選人預測之選舉合約概況如下表 5-1 所示；而得票率預測之選舉合約概況如表 5-2 所示。

表 5-1 本研究採用之當選人預測選舉合約概況

選舉類別	合約個數	開始時間	結束時間
2008 年總統大選	2	2007/11/16	2008/3/21
2010 年五都市長選舉	11	2009/12/13	2010/11/26

資料來源：未來事件交易所。

表 5-2 本研究採用之得票率預測選舉合約概況

選舉類別	合約個數	合約組數	開始時間	結束時間
2008 年總統大選	2	1	2007/11/16	2008/3/21
2010 年五都市長選舉	11	5	2010/10/28	2010/11/26

資料來源：未來事件交易所。

本節主要的研究問題包括：EEMD 分解後得到的長期趨勢剩餘項，是否能利用不同 IMF 的週期找出短、中期的趨勢如週線、雙週線等趨勢線？此時的預測能力是否會高於原始的預測市場以及民意調查？因此，本節分成「當選人預測」

與「得票率預測」兩大類來討論，在當選人預測分析中，分成選前一天¹⁰與選前十天資料比較 EEMD 處理後的價格與原始預測市場價格；在得票率預測分析中，比較選前一天 EEMD 處理後的價格與原始預測市場價格，以及比較選前十天 EEMD 處理後的價格、原始預測市場價格與民意調查，欲了解不同選舉預測工具中，哪一項選舉預測工具的預測結果會比較接近真實選舉結果。

另外，在分析選舉預測工具的優劣之前，必須先利用 EEMD 分解二次選舉選前一日與選前十日的當選人預測與得票率預測合約價格得到各個 IMF 與剩餘訊號，並計算出各個分量的平均週期，整理得到表 A-1¹¹至表 A-8。

由表 A-1 至表 A-8 中的數據可知，IMF1 的平均周期不到 3 日，視為極短期易被干擾的雜訊；而 IMF2 與 IMF3 的平均週期約為 6 日與 12 日，分別將當選人預測與得票率預測的合約價格剩餘訊號，由低頻率的 IMF 往高頻率的 IMF 合併至 IMF2 與 IMF3，則可視為週線與雙週線。接下來的分析，則同時將三種 EEMD 處理後的價格¹²(長期趨勢、週期為 6 日與週期為 12 日)，與預測市場以及民意調查做比較。

第二節 當選人預測分析

在前一節敘述研究對象以及資料來源後，將原始預測市場各合約的價格以 EEMD 分解後得到數個 IMF 與一個剩餘訊號，並得出時間序列的平均週期。本節首先以合約價格與五項比率來評估原始預測市場與 EEMD 處理過後資料的當選人預測準確度，在計算當選人預測準確度之前，須先求出原始預測市場與

¹⁰ 選前 x 日表示的意思為：距離選舉事件發生之前的預測日，例如：選前十日表示距離選舉發生之前十日，以不同選舉預測工具預測選舉結果的日子。之後在第五章表格中，所出現的選前一日與選前十日，皆表示此意義。

¹¹ 本文中出現的表 2-1 至表 5-16 為直接呈現在各個章節的表格，另外，為了避免正文中的表格篇幅過多，而將補充表格放置在本文附錄的表 A-1 至表 A-23。

¹² 本章實證分析中所提到的三種 EEMD 處理後的價格表示的意思分別為：將 EEMD 處理後的 Residue，即為長期趨勢合約價格；另外，將 Residue 由低頻率合併至高頻率且平均週期為 6 日與 12 日的 IMF，此時所得到的兩條新序列，即為週期為 6 日與 12 日的預測市場價格。

EEMD 處理過後資料的預測與事件結果，得到表 5-3 與表 5-4。

表 5-3 選前一日預測市場與 EEMD 處理後預測市場¹³之預測與事件結果矩陣

		事件結果	
		發生	沒有發生
預測	會發生	5 (4) ¹⁴	0 (1)
	不會發生	0 (1)	6 (5)

說明：(.)中的數值表示以 EEMD 處理後合約價格的預測與事件結果。

資料來源：未來事件交易所及本研究整理。

表 5-4 選前十日預測市場與 EEMD 處理後預測市場之預測與事件結果矩陣

		事件結果	
		發生	沒有發生
預測	會發生	4 (4)	1 (1)
	不會發生	1 (1)	5 (5)

說明：(.)中的數值表示以 EEMD 處理後合約價格的預測與事件結果。

資料來源：未來事件交易所及本研究整理。

根據第三章的表 3-2，將選前一日原始預測市場與經 EEMD 處理過後資料在五項比率的表現計算出來，原始預測市場的五率分別為：正確率 100%、精準率 100%、命中率 100%、假警報率 0% 以及貴氏比率差 100%；而 EEMD 處理後的三種合約價格的五率皆分別為：正確率 81.82%、精準率 80%、命中率 80%、假警報率 44.44% 以及貴氏比率差 35.56%，為了方便閱讀，將選前一日的五率分析結果整理得下表 5-5：

¹³ 由於表 5-3 與表 5-4 中的三種 EEMD 處理後合約價格(長期趨勢、週期為 6 日與 12 日)的預測與事件結果相同，因此以同一表格呈現。

¹⁴ (.)中的數值表示以 EEMD 處理後合約價格的預測與事件結果

表 5-5 選前一日之五率分析結果

	CR	PR	HR	FAR	KS
原始預測市場	100%	100%	100%	0%	100%
EEMD(長期趨勢)	81.82%	80%	80%	44.44%	35.56%
EEMD(週期為 6 日)	81.82%	80%	80%	44.44%	35.56%
EEMD(週期為 12 日)	81.82%	80%	80%	44.44%	35.56%

說明：CR、PR、HR 與 KS 愈高愈好，而 FAR 愈低愈好。

資料來源：未來事件交易所及本研究整理。

另外，也將選前十日原始預測市場與經 EEMD 處理過後資料在五項比率的表現計算出來，原始預測市場與 EEMD 處理過後合約價格的五率皆分別為：正確率 81.82%、精準率 80%、命中率 80%、假警報率 44.44% 以及貴氏比率差 35.56%，將選前十日的五率分析結果整理得下表 5-6：

表 5-6 選前十日之五率分析結果

	CR	PR	HR	FAR	KS
原始預測市場	81.82%	80%	80%	44.44%	35.56%
EEMD(長期趨勢)	81.82%	80%	80%	44.44%	35.56%
EEMD(週期為 6 日)	81.82%	80%	80%	44.44%	35.56%
EEMD(週期為 12 日)	81.82%	80%	80%	44.44%	35.56%

說明：CR、PR、HR 與 KS 愈高愈好，而 FAR 愈低愈好。

資料來源：未來事件交易所及本研究整理。

從表 5-5 與表 5-6 的結果發現，選前一日原始預測市場與 EEMD 處理後的預測市場在正確率差異為 18.18%，精準率與命中率的差異為 20%，貴氏比率差的差異高達 64.44%，而選前十日原始預測市場與 EEMD 處理後的預測市場在五項

比率的準確度卻一樣，若從五項比率的分析來看，選前一日原始預測市場的準確度似乎優於經 EEMD 處理過後的資料，造成差異的合約事件為 2010 年台北市長當選人預測合約，原本蘇貞昌的價格高於郝龍斌，在選前一日 11 月 26 日卻發生逆轉的情況，到期日時郝龍斌的價格高於蘇貞昌，表示預測市場預測郝龍斌當選，但經 EEMD 處理過後的資料卻預測蘇貞昌當選，這樣的結果，可以發現預測市場可以擷取到選前一日選舉逆轉的訊息，而週期為 6 日以上的 EEMD 價格可能無法獲得到這樣的資訊，由於本研究資料採用 2008 年總統大選與 2010 年五都市長選舉，總合約個數僅有 13 筆，五項比率的計算會容易受到同一選區內，兩位當選人預測錯誤而造成準確度的大幅下降，樣本數有限的情況下，有必要再嘗試使用其他的準則來比較兩種預測方式之優劣。

在以歐基里德距離比較選舉預測工具之前，我們嘗試以是否接近真實結果比較選舉預測工具的優劣，選舉結果若候選人當選，則為 100，選舉結果若候選人未當選，則為 0，比較經由 EEMD 處理的預測市場與原始預測市場各個的預測結果與真實結果的差距，看不同選舉預測工具的預測結果，何者更接近真實選舉結果，差距愈小則表示愈接近真實結果，而每個當選人預測合約視為一筆資料，若接近真實結果的合約個數愈多，表示在此指標的衡量之下，該選舉預測方法有較好的表現。因此，在當選人預測 13 個選舉合約中，比較選前一日經 EEMD 處理後價格與原始預測市場價格，如表 A-9 與表 A-10 所示，由 EEMD 剩餘訊號的合約價格對選舉結果的預測，僅有 2 個合約比原始預測市場接近真實結果，但由週期為 6 日或者為 12 日所得到的價格，有 9 個合約顯示以 EEMD 週趨勢的合約價格預測選舉比原始預測市場接近真實結果，將結果整理如表 5-7 所示：

表 5-7 以是否接近真實結果比較選舉預測工具(選前一日)之優劣

使用資料	EEMD 較接近真	PM 較接近真實	總合約個數
	實結果個數	結果個數	
EEMD(長期趨勢) vs PM	2	11	13
EEMD(週期為 6 日) vs PM	9	4	13
EEMD(週期為 12 日) vs PM	9	4	13

資料來源：本研究整理。

比較選前十日經 EEMD 處理後價格與原始預測市場價格，如表 A-11 與表 A-12 所示，同樣地，在 13 個選舉合約中，由 EEMD 剩餘訊號的合約價格對選舉結果的預測，僅有 4 個合約比原始預測市場接近真實結果，但由週期為 6 日或者為 12 日所得到的價格，分別有 9 個與 8 個合約的結果顯示以 EEMD 週趨勢的合約價格預測選舉比原始預測市場接近真實結果，將結果整理如表 5-8 所示：

表 5-8 以是否接近真實結果比較選舉預測工具(選前十日)之優劣

使用資料	EEMD 較接近真	PM 較接近真實	總合約個數
	實結果個數	結果個數	
EEMD(長期趨勢) vs PM	4	9	13
EEMD(週期為 6 日) vs PM	9	4	13
EEMD(週期為 12 日) vs PM	8	5	13

資料來源：本研究整理。

另外，為了更精準的比較不同選舉預測工具的優劣，將進一步計算歐幾里德距離，將不同選舉預測工具的歐氏距離計算整理得到表 A-13 與表 A-14。

在當選人預測總共 6 組選舉合約中，比較選前一日經 EEMD 處理後價格與原始預測市場價格，由 EEMD 剩餘訊號的合約價格對選舉結果的預測，僅有 1

組合約的歐氏距離比原始預測市場短，但由週期為 6 日與 12 日的 EEMD 價格皆有 4 組合約的歐氏距離較短，表示選前一日以 EEMD 週趨勢的合約價格預測選舉比原始預測市場還要來得好，將結果整理如表 5-9 所示：

表 5-9 以歐基里德距離比較選舉預測工具(選前一日)之優劣

使用資料	EEMD 之歐氏距	PM 之歐氏距離	總合約組數
	離較短個數	較短個數	
EEMD(長期趨勢) vs PM	1	5	6
EEMD(週期為 6 日) vs PM	4	2	6
EEMD(週期為 12 日) vs PM	4	2	6

資料來源：本研究整理。

比較選前十日經 EEMD 處理後價格與原始預測市場價格，由 EEMD 剩餘訊號的合約價格對選舉結果的預測，僅有 1 組的歐氏距離比原始預測市場短，且週期為 6 日的 EEMD 價格有 3 組的歐氏距離較短，與原始預測市場相同，但週期為 12 日的 EEMD 價格有 4 組合約的歐氏距離較短，表示選前十日以 EEMD 週趨勢的合約價格預測選舉應該約略優於原始預測市場，將結果整理如表 5-10 所示：

表 5-10 以歐基里德距離比較選舉預測工具(選前十日)之優劣

使用資料	EEMD 之歐氏距	PM 之歐氏距離	總合約組數
	離較短個數	較短個數	
EEMD(長期趨勢) vs PM	1	5	6
EEMD(週期為 6 日) vs PM	3	3	6
EEMD(週期為 12 日) vs PM	4	2	6

資料來源：本研究整理。

綜合本節，我們以不同指標分析當選人預測準確度，從五率分析的結果我們發現，原始預測市場在選前一日可以捕捉到選情逆轉的訊息，這是週期 6 日以上的 EEMD 價格可能無法接受到的資訊；而從是否接近真實結果與歐基里德距離兩種指標來看，長期趨勢對當選人的預測效果較差，可能的原因為預測市場參與者不只在乎長期趨勢，也在乎重大事件的影響，若以週期為 6 日與週期為 12 日的 EEMD 價格對當選人的預測會優於原始預測市場。

第三節 得票率預測分析

前一節主要討論原始預測市場與 EEMD 處理過後的預測市場，兩種選舉預測工具的當選人預測準確度，這一節則探討不同預測工具的得票率預測準確度，而民意調查所得到的資訊為對未來候選人得票率的預測，因此同時探討原始預測市場、EEMD 處理後預測市場與民調機構的得票率預測能力，研究的對象同樣為 2008 年總統大選與 2010 年五都市長選舉，總共有 6 組 13 個選舉合約。

首先，我們嘗試以是否接近真實得票率比較選舉預測工具的優劣，比較經由 EEMD 處理的預測市場與原始預測市場各個的預測得票率與真實得票率的差距，差距愈小則表示愈接近真實得票率，而每個得票率預測合約視為一筆資料，若接近真實得票率的合約個數愈多，表示在此指標的衡量之下，該選舉預測方法有較好的表現。在得票率預測總共 13 個選舉合約中，比較選前一日經 EEMD 處理後價格與原始預測市場價格，結果如表 A-15 與表 A-16 所示，由 EEMD 剩餘訊號的合約價格與週期為 6 日的 EEMD 價格，有 7 個合約顯示以 EEMD 週趨勢的合約價格預測選舉比原始預測市場還要接近真實得票率，以週期為 12 日的 EEMD 價格，有 8 個合約顯示以 EEMD 處理後的合約價格預測選舉比原始預測市場還要接近真實得票率，結果如表 5-11 所示：

表 5-11 以是否接近真實得票率比較選舉預測工具(選前一日)之優劣

使用資料	EEMD 較接近	PM 較接近真實	總合約個數
	真實結果	結果	
EEMD(長期趨勢) vs PM	7	6	13
EEMD(6 日) vs PM	7	6	13
EEMD(12 日) vs PM	8	5	13

資料來源：本研究整理。

同時比較選前十日經 EEMD 處理後價格、原始預測市場價格與民調預測，結果如表 A-17 至表 A-20 所示，由 EEMD 剩餘訊號的合約價格與週期為 12 日的價格來預測得票率，有 6 個合約的顯示以 EEMD 處理的合約價格預測得票率較接近真實得票率，優於民調預測結果，但是與原始預測市場的結果相同。若以週期為 6 日的價格與民調相比較，有 7 個合約顯示 EEMD 週趨勢的合約價格較接近真實得票率，優於原始預測市場與民調機構預測，結果如表 5-12 所示：

表 5-12 以是否接近真實得票率比較選舉預測工具(選前十日)之優劣

使用資料	EEMD 較接	PM 較接近	POLL 較接	總合約個數
	近真實結果	真實結果	近真實結果	
EEMD(長期趨勢) vs PM vs Poll	6	6	1	13
EEMD(6 日) vs PM vs Poll	7	5	1	13
EEMD(12 日) vs PM vs Poll	6	6	1	13

說明：本指標分析之民調結果未經過標準化，而計算方式為各家民調之平均。

資料來源：本研究整理。

另外，由標準化準確度之公式可計算出選前一天不同合約組得票率預測的標準化準確度，總共 6 組選舉合約的標準化準確度。利用算術平均數計算出選前一

天 6 組合約的平均標準化準確度整理得到表 5-13，可知三種 EEMD 處理過後的平均標準化準確度分別為 97.30%、97.06%與 97.25%，皆高原始預測市場的 96.95%，表示整體而言，選前一天，由 EEMD 處理過後資料的得票率預測效果可能較佳，結果如表 5-13 所示：

表 5-13 選前一日候選人得票率預測平均標準化準確度比較

	預測市場	EEMD (長期趨勢)	EEMD (6 日)	EEMD (12 日)
標準化準確度	96.95%	97.30%	97.06%	97.25%

資料來源：未來事件交易所及本研究整理。

而計算選前十天 6 組合約的平均標準化準確度的三種 EEMD 處理過後的平均標準化準確度分別為 96.99%、96.97%與 96.95%，高於民意調查的 95.69%，但皆低原始預測市場的 97.53%，表示整體而言，選前十天，由 EEMD 處理過後資料的得票率預測效果可能優於民調預測，劣於原始預測市場。結果如表 5-14 所示：

表 5-14 選前十日候選人得票率預測平均標準化準確度比較

	預測市場	EEMD (長期趨勢)	EEMD (6 日)	EEMD (12 日)	民意調查
標準化準確度	97.53%	96.99%	96.97%	96.95%	95.69%

說明：本指標分析之民調結果已經過標準化，而計算方式為各家民調之平均。

資料來源：未來事件交易所及本研究整理。

由於以平均標準化準確度衡量的得票率預測工具的準確度，不論選前一日或是選前十日，預測市場與 EEMD 處理過後的預測市場準確度差異皆不到一個百分點，因此主觀上認定兩預測工具由此指標衡量的準確度不分軒輊，因此，為了更精準的比較得票率預測工具的優劣，將進一步計算歐幾里德距離，將不同選舉

預測工具的歐氏距離計算整理得到表 A-21 至表 A-23。

在得票率預測 6 組選舉合約中，比較選前一日經 EEMD 處理後價格與原始預測市場價格，EEMD 剩餘訊號的合約價格有 3 組的歐氏距離較短，週期為 6 日的 EEMD 價格有 4 組的歐氏距離較短，週期為 12 日的 EEMD 價格有 3 組合約的歐氏距離較短，表示選前一日以 EEMD 週趨勢的合約價格預測選舉比原始預測市場還要佳，將結果整理如表 5-15 所示：

表 5-15 以歐基里德距離比較選舉預測工具(選前一日)之優劣

使用資料	EEMD 之歐氏	PM 之歐氏距離	總合約組數
	距離較短個數	較短個數	
EEMD(長期趨勢) vs PM	3	3	6
EEMD(6 日) vs PM	4	2	6
EEMD(12 日) vs PM	3	3	6

資料來源：本研究整理。

同時比較選前十日經 EEMD 處理後價格、原始預測市場價格與民調預測，總合約組數為 6 個，EEMD 剩餘訊號的合約價格有 3 組的歐氏距離較短，週期為 6 日的 EEMD 價格有 3 組的歐氏距離較短，與原始預測市場相同，但週期為 12 日的 EEMD 價格有 3 組合約的歐氏距離較短，表示選前十日以 EEMD 週趨勢的合約價格預測選舉應該優於原始預測市場與民調預測，將結果整理如表 5-16 所示：

表 5-16 以歐基里德距離比較選舉預測工具(選前十日)之優劣

使用資料	EEMD 之歐	PM 之歐	POLL 之歐	總合約組數
	氏距離較短 個數	氏距離較 短個數	氏距離較短 個數	
EEMD(長期趨勢) vs PM vs Poll	3	2	1	6
EEMD(6 日) vs PM vs Poll	3	2	1	6
EEMD(12 日) vs PM vs Poll	3	2	1	6

說明：本指標分析之民調結果未經過標準化，而計算方式為各家民調之平均。

資料來源：本研究整理。

綜合本節，我們以不同指標分析得票率預測準確度，從標準化準確度的分析，經由 EEMD 處理的預測市場與原始預測市場的準確度不分上下；而從是否接近真實得票率與歐基里德距離兩種指標來看，週期為 6 日的 EEMD 價格預測得票率準確度會優於原始預測市場。

第四節 小結

本章的研究結果顯示，在當選人預測分析中，利用 EEMD 分解合約價格得到的剩餘訊號來預測選舉當選人，以五率分析或者是歐氏距離來衡量準確度，表現皆不如原始預測市場，而將剩餘訊號由低頻率 IMF 合併之高頻率 IMF 得到週期為 6 日與 12 日的合約價格，除了研究對象的樣本稀少，造成選前一日的五率分析結果重大差異外，直接與真實結果比較或是以歐氏距離衡量，以 EEMD 處理的合約價格準確度都優於原始預測市場；在得票率預測分析中，利用 EEMD 處理預測市場合約價格，不論是以剩餘訊號、週期為 6 日或是 12 日的價格來預測選舉得票率，準確度皆會優於民調機構預測，而且不差於原始預測市場，若以歐氏距離來衡量準確度優劣的話，週期為 6 日的 EEMD 合約價格來預測得票率會有較佳表現。另外，選前十天預測能力的比較，EEMD 處理的合約價格與原始預測市場的準確度皆會較選前一天低，但週期為 6 日或是 12 日的 EEMD 合約價格的準確度仍然會高於原始預測市場。

綜合本章研究，以 EEMD 處理後的長期趨勢來預測選舉結果，並沒有優於原始預測市場，可能原因為預測市場參與者不只在乎長期，也會考慮短期的事件影響，因此以週期為 6 日與 12 日的合約價格來預測當選人或得票率，可改善長期趨勢剩餘訊號忽略短期事件的影響以及原始預測市場可能在極短期內被有心人士的價格干預所造成的失真。而為方便閱讀，將本章結果整理得到表 5-17。

表 5-17 EEMD 在預測市場的應用之實證結果彙整

	當選人預測	得票率預測
選前一日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 從五率分析的結果來看，原始預測市場可以捕捉到選情逆轉的訊息，而週期 6 日以上的 EEMD 價格可能無法接受到此資訊。 2. 從是否接近真實結果與歐基里德距離兩種指標來看，週期為 6 日與 12 日的 EEMD 價格預測當選人會優於原始預測市場。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 從標準化準確度的分析，經由 EEMD 處理的預測市場與原始預測市場的準確度不分上下。 2. 從是否接近真實得票率與歐基里德距離兩種指標來看，週期為 6 日的 EEMD 價格預測得票率會優於原始預測市場。
選前十日	<ol style="list-style-type: none"> 1. 從五率分析的結果來看，經由 EEMD 處理的預測市場與原始預測市場的準確度不分上下。 2. 從是否接近真實結果與歐基里德距離兩種指標來看，週期為 12 日的 EEMD 價格預測當選人會優於原始預測市場。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 從標準化準確度的分析，經由 EEMD 處理的預測市場與原始預測市場的準確度不分上下。 2. 從是否接近真實得票率與歐基里德距離兩種指標來看，週期為 6 日的 EEMD 價格預測得票率會優於原始預測市場。

資料來源：本研究整理。

第六章 結論與建議

第一節 結論

時間序列資料通常伴隨著許多雜訊，而在社會科學中，這些雜訊可能會影響人的決策，例如在金融市場，充斥了許多雜訊，讓一般投資人常隨著好消息起舞、壞消息恐慌而影響投資紀律，儘管這些訊息可能是有心人士的炒作。EEMD 可以將這些雜訊由高頻率到低頻率逐步過濾，得到的剩餘訊號是所有可能干擾因素被移除後的長期趨勢。

本文利用 EEMD 分解台股期貨，由過濾後的結果呈現 EEMD 能有效地過濾期貨市場的雜訊，由四項準則的衡量發現，經由 EEMD 處理後得到的台股期貨的長期趨勢與台股指數的相關係數高達 0.8，可以解釋台股指數大部分的走勢，而隨著平均週期的縮短，EEMD 處理後台股期貨對台股指數的解釋能力會隨之提升。此外，在最後結算日前十二天或前九天之前的台股期貨對台股指數做預測，比較 EEMD 處理過台股期貨與原始台股期貨對台股指數的預測準確性，則以週期為 6.5 日台股期貨對台股指數的預測準確度較台股期貨為佳。

另外，由本文運用 EEMD 分析預測市場的結果可知，以候選人合約價格的長期趨勢預測選舉結果，並不比原始預測市場好，因為預測市場參與者不只在乎長期趨勢，也在乎重大事件的影響，例如 2010 年五都選前一天的槍擊案，以及選前的造勢活動亦會影響到選民投票的行為，但時間序列的長期趨勢卻無太大的變動，故利用剩餘訊號預測選舉結果極可能失真。

為了避免剩餘訊號忽略短期事件或造勢等選舉活動對價格的影響，本研究將剩餘訊號由低頻率 IMF 合併至週期為 6 日與 12 日的 IMF，得到 EEMD 週趨勢的合約價格。從選前一日或者是選前十日的資料來看，EEMD 週趨勢的合約價格與原始預測市場以及民調機構的預測相比，大致上都有較佳的表現。此外，根據

中選會 2012 年初選前對選舉罷免法做成的解釋，未來事件交易所與民意調查在選前十天皆不能對選舉事件合約做交易，也不能發表任何選舉預測。因此，在下次選舉前十天，可先以未來事件交易所上的選舉當選人預測與得票率預測合約價格做 EEMD 分解，得到長期趨勢後，再合併至週期為 6 日與 12 日的 IMF，以取得 EEMD 週趨勢的合約價格，如此一來，應可提高該次選舉預測的準確度。

第二節 建議

本文在第一個實證利用 EEMD 分解四組台股期貨日資料，並以四項準則來衡量經 EEMD 處理後台股期貨對台股指數的解釋能力，以及與原始台股期貨比較對台股指數的預測。如同過去許多不同領域的研究指出，EEMD 能有效地過濾時間序列的雜訊，本研究亦發現 EEMD 在期貨市場亦有良好的去噪能力。未來資產價格如股票價格的相關研究，可整合 EEMD 與財務計量模型，先將原始股價資料經 EEMD 處理，再利用財務計量模型來進行研究分析，希望能讓股價的預測有更好的準確性。

第二個實證利用 EEMD 分解預測市場選舉當選人預測合約價格與得票率預測合約價格，雖然發現將以 EEMD 處理得到的週趨勢價格來預測選舉結果的準確度比原始預測市場與民調預測來得佳，原因為預測市場參與者會同時在乎長期趨勢與短期事件的影響，解決了長期趨勢剩餘訊號忽略了短期事件對選舉的影響，但由於本研究上僅對 EEMD 週趨勢價格的研究僅分析 2008 年總統大選與 2010 年五都市長選舉的資料，若欲找到更嚴謹的研究方法，往後的研究可針對既有的資料，進行樣本內預測，以歸納出 EEMD 的剩餘訊號必須合併至何種週期的 IMF 所得到的預測值為最佳。另外，也可以加入其他的選舉資料，運用更完整的資料，讓 EEMD 在預測市場上有更好的應用。

參考文獻

中文部分

江鴻鑫、夏榮生 (2005)。「標準化互相關應用於經驗模態分解法於之研究」。第三十三屆測量學術發表會論文，頁 23-38。

吳順德、陳思予、陳虹伯(2009)。「經驗模態分解法之研究趨勢探討與問題分析」。《國立台北科技大學學報》，第 42 卷，第 1 期。

吳順德、陳思予、陳虹伯 (2009)。「經驗模態分解法與小波分解法應用於濾除心電訊號之基準線飄移問題之比較」。2009 年資訊技術與產業應用研討會，國立台灣師範大學機電科技學系。

周靖秦、陳秀淋 (2011)。「利用小波轉換分析美國總體指標與道瓊工業指數之關係」。《經濟論文》，第 39 卷，第 3 期，頁 339 -367。

林建中 (2010)。「以經驗模態分解法來分析臺灣股票加權指數與世界經濟大國股票指數之相關性及趨勢研究」。碩士論文，國立台北大學企業管理學系碩士班。

施雅菁 (2003)。「小型台指期貨價格之研究」。碩士論文，私立淡江大學財務金融研究所。

畢德成 (2000)。「希伯特頻譜於地震資料之應用」。碩士論文，國立中央大學土木工程學系碩士班。

陳振雄 (2010)。「應用希爾伯特—黃轉換之訊號濾波研究」，《科學與工程技術期刊》，第 6 卷，第 1 期，頁 75-84。

童振源、周子全、林繼文、林馨怡 (2011)。「2009 年台灣縣市長選舉預測分析」，《選舉研究》，第 18 卷，第 1 期，頁 63-94。

童振源、周子全、林繼文、林馨怡 (2011)。「選舉結果機率之分析—以 2006 年與 2008 年台灣選舉為例」，《台灣民主季刊》，第 8 卷，第 3 期，頁 135-159。

童振源、林馨怡、林繼文、黃光雄、周子全、劉嘉凱、趙文志 (2009)。「台灣選舉預測—預測市場的運用與實證分析」，《選舉研究》，第 16 卷，第 2 期，頁 131-66。

黃台心 (2009)。《計量經濟學》，二版。台北，新陸書局。

詹錦宏、蔡建安 (2005)。「台指期貨與摩台指期貨價格發現功能之研究」，《管理研究學報》。

蔡茹鈴 (2008)。「小波轉換與 HHT 轉換法在金融股價預測之應用」。碩士論文，逢甲大學應用數學系碩士班。

謝文良 (2002)。「價格發現、資訊傳遞、與市場整合—台股期貨市場之研究」，《財務金融研究季刊》，第十卷，第 3 期，頁 1-31。

羅飛雪、戴吾蛟 (2010)。「小波分解與 EMD 在變形監測應用中的比較」，《大地測量與地球動力學》，第 30 卷，第 3 期，頁 137-141。

英文部分

Berg, J., F. Nelson, and T. Rietz (2003). "Accuracy and Forecast Standard Errors of Prediction Markets," Working paper. Tippie College of Business Administration, University of Iowa.

Berg, Joyce, Forrest Nelson, and Thomas Rietz (2008). "Prediction Market Accuracy in the Long Run," *International Journal of Forecasting*, Vol.24, No.2, 285-300.

Black, F. (1976). "Studies of Stock Market Volatility Changes," Proceedings of the American Statistical Association, *Business and Economic Statistics Section*, 177-81.

Booth, G.G., R.W. So and Y. Tse, (1999). "Price Discovery in the German Equity Index Derivatives Markets," *The Journal of Futures Markets*, Vol.19, No.6, 619-643.

- Box, G. E., Jenkins, G. M., & Reinsel, G. C. (2008). *Time series analysis: Forecasting and control*. Hoboken, New Jersey, U.S.A: John Wiley & Sons, Inc.
- Camerer, Colin (1998). "Can Asset Markets be Manipulated? A Field Experiment with Racetrack Betting," *Journal of Political Economy*, Vol.106, No.3, 457-482.
- Chan, K., Y. P. Chung, and W. M. Fong, (2002). "The Informational Role of Stock and Option Volume," *Review of Financial Studies*, Vol.15, No.4, 1049-1075.
- Chan, K.S., (1992). "A Further Analysis of the Lead-Lag Relationship between the Cash Market and Stock Index Futures Market," *The Review of Financial Studies*, Vol.5, No,1, 123-152.
- Chatrath, A., Christie-David, R., Dhanda, K. K. and Koch, T. W. (2002). "Index Futures Leadership, Basis Behavior and Trader Selectivity," *Journal of Futures Markets*, Vol.22, No.7, 649-677.
- Chen, Y. L., S.Y. Tzang, and, S.H. Ou (2009). "The Study on the EEMD Post Processing Method to Analyze Non-Stationary Wave-Induced Pore Pressures in A Fluidized Bed," *Proceedings of 11th Conference on Underwater Technology*, 505-513.
- Fleming, J. and B. Ost diek, and R,E. Whaley, (1996). "Trading Costs and the Relative Rate if Price Discovery in Stock Index Futures Markets." *Journal of Futures Markets*, Vol.16, No.4, 457-488.
- Gallegati, M. (2008). "Wavelet Analysis of Stock Returns and Aggregate Economic Activity," *Computational Statistics and Data Analysis*, Vol.52, No.6, 3061–3074.
- Green, Kesten C., J. Scott Armstrong, and Andreas Graefe (2007). "Methods to Elicit Forecasts from Groups: Delphi and Prediction Markets Compared," *Foresight: The International Journal of Applied Forecasting*, 8, 17-20.
- Grossmann A, Morlet J. (1984). "Decomposition of hardy functions into square

- integrable wavelets of constant shape,” *SIAM J Math. Anal.*, Vol.15, No.4, 723–736.
- Hasbrouck, J. (1995). “One Security, Many markets: Determining the Contributions to Price Discovery,” *Journal of Finance*, Vol.50, No.4, 1175-1199.
- Herbst, A.F., J.P. McCormack, and E.N. West. (1987). “Investigation of a Lead- Lag Relationship between Spot Stock Indices and Their Futures Contracts,” *The Journal of Futures Markets*, Vol.7, No.3, 373-420.
- Huang, N.E., M.C. Wu, S.R. Long, S.S.P. Shen, W. Qu, P. Gloersen, K.L. Fan (2003). “A Confidence Limit for the Empirical Mode Decomposition and the Hilbert Spectral Analysis,” *Proc. R. Soc. Lond. A* 459, 2317-2345.
- Huang, N.E., Wu, M.L., Qu, W.D., Long, S.R., Shen, S.S.P., (2003). “Applications of Hilbert–Huang Transform to Nonstationary Financial Time Series Analysis,” *Applied Stochastic Models in Business and Industry*, Vol.19, No.3, 245–268.
- Huang, N.E., Z. Shen, S.R. Long, M.L. Wu, H.H. Shih, Q. Zheng, N.C. Yen, C.C. Tung, H.H. Liu (1998). “The Empirical Mode Decomposition and Hilbert Spectrum for Nonlinear and Non-stationary Time Series Analysis,” *Proc. R. Soc. Lond. A* 454, 903-995.
- Iihara, Y., K. Kato and T. Tokunaga, (1996). “Intraday Return Dynamics between the Cash and the Futures Markets in Japan,” *Journal of Futures Markets*, Vol.16, No.2, 147-162.
- Kawaller I.G., P.D. Koch and T.W. Koch, (1987). “The Temporal Price Relationship between S&P500 Futures Stock Markets,” *The Journal of Finance*, Vol.42, No.5, 1309-1329.
- Kou, S. G., and Michael E. Sobel (2004). “Forecasting the Vote: A Theoretical Comparison of Election Markets and Public Opinion Polls,” *Political Analysis*, Vol.12, No.3, 277–295.

- Lee, D.S. and E. Moretti (2009). "Bayesian Learning and the Pricing of New Information: Evidence from Prediction Markets," *American Economic Review*, Vol.99, No.2, 330-336.
- Mallat S. (1989). "A Theory for Multiresolution Signal Decomposition: the Wavelet Representation," *IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell.*, Vol.11, No.7, 674–693.
- Min, J. H. and M. Najand (1999). "A Further Investigation of the Lead-Lag Relationship between the Spot Market and Stock Index Futures: Early Evidence from Korea", *Journal of Futures Markets*, Vol.19, No.2, 217-232.
- Ramsey ,J.B. (1999). "The Contribution of Wavelets to the Analysis of Economic and Financial Data," *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A* 357, 2593–2606.
- Rhode, Paul W., and Koleman S. Strumpf. (2007). "Manipulating Political Stock Markets: A Field Experiment and a Century of Observational Data," University of Pennsylvania. Mimeo.
- Roope, M., and R. Zurbrugg. (2002). "The Intra-day Price Discovery Process between The Singapore Exchange and Taiwan Futures Exchange," *The Journal of Futures Markets*, Vol.22, No.3, 219-240.
- Rosenbloom, E. S., and William Notz. (2006). "Statistical Tests of Real-Money versus Play-Money Prediction Markets Electronic Markets," *Electronic Markets*, Vol.16, No.1, 63-69.
- Servan-Schreiber, Emile et al. (2004). "Prediction Markets: Does Money Matter?," *Electronic Markets*, Vol.14, No.3, 243-251.
- Snowberg, Erik, Justin Wolfers, and Eric Zitzewitz (2006). "Partisan Impacts on the Stock Market: Evidence from Prediction Markets and the 2004 Election," University of Pennsylvania. Mimeo.
- Stoll, H.R. and R.E. Whaley, (1990). "The Dynamics of Stock Index and Stock Index

Futures Returns,” *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol.25, No.4, 711-742.

Sun, Jingliang and Huanye Sheng (2010). “Applications of Ensemble Empirical Mode Decomposition to Stock-Futures Basis Analysis,” *IEEE International Conference on Information and Financial Engineering*, 396-399.

Tao, Xiong, Yukun Bao, Zhongyi Hu, Rui Zhang, and Jinlong Zhang (2011). “Hybrid Decomposition and Ensemble Framework for Stock Price Forecasting: A Comparative Study,” *Advances in Adaptive Data Analysis*, Vol.3, No.3, 447–482.

Tse, Y., (1999). “Price Discovery and Volatility Spillovers in the DJIA Index and Futures Markets,” *Journal of Futures Markets*, Vol.19, No.8, 911-930.

Tung, Chenyuan, Tzu Chuan Chou, Jih Wen Lin, and Hsin Yi Lin (2011). “Comparing the Forecasting Accuracy of Prediction Markets and Polls for Taiwan's Presidential and Mayoral Elections,” *Journal of Prediction Markets*, Vol.5, No.3, 1-26.

Wu, Z. and N. E. Huang (2009). “Ensemble Empirical Mode Decomposition: A Noise-assisted Data Analysis Method,” *Advances in Adaptive Data Analysis*, Vol.1, 1–41.

Zhang, X., K.K. Lai, and S.Y. Wang (2008). “A New Approach for Crude Oil Price Analysis Based on Empirical Mode Decomposition,” *Energy Economics*, Vol.30, No.3, 905-918.

附錄

表 A-1 2008 年總統大選當選人預測各分量之平均週期

(單位：日)

	IMF1	IMF2	IMF3	IMF4	IMF5	Residue
馬英九	2.70	5.77	11.55	21.17	127	127
謝長廷	2.54	6.68	12.7	21.17	127	127

資料來源：未來事件交易所與本研究整理。

表 A-2 2008 年總統大選選前十天當選人預測各分量之平均週期

(單位：日)

	IMF1	IMF2	IMF3	IMF4	IMF5	Residue
馬英九	2.72	6.16	11.7	19.5	117	117
謝長廷	2.54	6.88	11.7	117	117	117

資料來源：未來事件交易所與本研究整理。

表 A-3 2010 年五都市長選舉當選人預測各分量之平均週期

(單位：日)

		IMF1	IMF2	IMF3	IMF4	IMF5	IMF6	IMF7	Residue
台北市	郝龍斌	2.88	6.12	12.46	24.93	49.86	349	349	349
	蘇貞昌	2.84	6.12	12.46	26.85	58.17	349	349	349
新北市	朱立倫	2.79	5.82	13.42	24.93	58.17	349	349	349
	蔡英文	2.98	6.02	12.03	34.9	49.86	349	349	349
台中市	胡志強	2.93	6.35	12.93	34.9	49.86	349	349	349
	蘇嘉全	2.93	5.72	12.03	34.9	49.86	349	349	349
台南市	郭添財	3.12	6.35	12.46	24.93	58.17	349	349	349
	賴清德	2.96	6.23	12.93	29.08	58.17	349	349	349
高雄市	陳菊	2.84	6.02	12.93	23.27	49.86	349	349	349
	楊秋興	3.39	6.23	12.93	31.73	349	349	349	349
	黃昭順	2.98	6.35	15.17	29.08	49.86	349	349	349

資料來源：未來事件交易所與本研究整理。

表 A-4 2010 年五都市長選舉選前十天當選人預測各分量之平均週期

(單位：日)

		IMF1	IMF2	IMF3	IMF4	IMF5	IMF6	IMF7	Residue
台北市	郝龍斌	2.87	6.05	12.11	24.21	48.43	339	339	339
	蘇貞昌	2.85	6.16	12.56	26.08	56.5	339	339	339
新北市	朱立倫	2.78	5.75	13.56	24.21	56.5	339	339	339
	蔡英文	2.97	6.05	12.11	33.9	48.43	339	339	339
台中市	胡志強	2.92	6.28	12.56	33.9	48.43	339	339	339
	蘇嘉全	2.95	5.65	11.69	33.9	48.43	339	339	339
台南市	郭添財	3.11	6.28	12.56	24.21	56.5	339	339	339
	賴清德	2.95	6.16	13.04	28.25	56.5	339	339	339
高雄市	陳菊	2.85	6.05	13.04	22.6	48.43	339	339	339
	楊秋興	3.39	6.28	12.56	30.82	339	339	339	339
	黃昭順	2.95	6.40	14.74	28.25	48.43	339	339	339

資料來源：未來事件交易所與本研究整理。

表 A-5 2008 年總統大選得票率預測各分量之平均週期

(單位：日)

	IMF1	IMF2	IMF3	IMF4	IMF5	Residue
馬英九	2.54	6.05	10.58	21.17	127	127
謝長廷	2.82	5.29	10.58	18.14	127	127

資料來源：未來事件交易所與本研究整理。

表 A-6 2010 年五都市長選舉得票率預測各分量之平均週期

(單位：日)

		IMF1	IMF2	IMF3	Residue
台北市	郝龍斌	2.5	4.29	30	30
	蘇貞昌	3	30	30	30
新北市	朱立倫	2.5	5	30	30
	蔡英文	2.31	30	30	30
台中市	胡志強	2.5	5	30	30
	蘇嘉全	3	30	30	30
台南市	郭添財	2.14	5	30	30
	賴清德	3.73	5	30	30
高雄市	陳菊	3	30	30	30
	楊秋興	2.31	5	30	30
	黃昭順	2.73	5	30	30

資料來源：未來事件交易所與本研究整理。

表 A-7 2008 年總統大選選前十天得票率預測各分量之平均週期

(單位：日)

	IMF1	IMF2	IMF3	IMF4	IMF5	Residue
馬英九	2.66	5.85	11.7	19.5	117	117
謝長廷	2.72	5.57	10.64	19.5	117	117

資料來源：未來事件交易所與本研究整理。

表 A-8 2010 年五都市長選舉選前十天得票率預測各分量之平均週期

(單位：日)

		IMF1	IMF2	IMF3	Residue
台北市	郝龍斌	2.5	20	20	20
	蘇貞昌	2.5	20	20	20
新北市	朱立倫	2.22	20	20	20
	蔡英文	2.22	20	20	20
台中市	胡志強	2.5	20	20	20
	蘇嘉全	3.33	20	20	20
台南市	郭添財	2.22	20	20	20
	賴清德	2.86	20	20	20
高雄市	陳菊	3.33	20	20	20
	楊秋興	2	20	20	20
	黃昭順	2.5	20	20	20

資料來源：未來事件交易所與本研究整理。

表 A-9 2008 年總統大選當選人預測與選舉結果

(單位：%)

	預測市場	EEMD (長期趨勢)	EEMD (6 日)	EEMD (12 日)	選舉結果
馬英九	85.57	85.15	86.26	86.48	100
謝長廷	16.10	16.01	14.99	14.51	0

資料來源：未來事件交易所與本研究整理。

表 A-10 2010 年五都大選當選人預測與選舉結果

(單位：%)

	預測市場	EEMD (長期趨勢)	EEMD (6 日)	EEMD (12 日)	選舉結果	
台北市	郝龍斌	51.20	46.56	50.79	50.36	100
	蘇貞昌	50.57	53.28	51.03	51.45	0
新北市	朱立倫	53.95	54.61	54.48	56.64	100
	蔡英文	46.48	46.65	45.76	45.16	0
台中市	胡志強	75.29	62.99	73.32	71.05	100
	蘇嘉全	35.70	39.55	34.86	33.84	0
台南市	郭添財	8.08	8.50	7.37	7.13	0
	賴清德	97.87	90.49	96.67	96.00	100
高雄市	陳菊	73.51	66.60	74.09	74.91	100
	楊秋興	26.34	30.61	25.95	25.30	0
	黃昭順	4.19	9.20	3.33	2.95	0

資料來源：未來事件交易所與本研究整理。

表 A-11 2008 年總統大選選前十天當選人預測與選舉結果

(單位：%)

	預測市場	EEMD (長期趨勢)	EEMD (6 日)	EEMD (12 日)	選舉結果
馬英九	85.22	80.60	83.96	83.20	100
謝長廷	14.99	19.21	16.08	16.98	0

資料來源：未來事件交易所與本研究整理。

表 A-12 2010 年五都大選選前十天當選人預測與選舉結果

(單位：%)

	預測市場	EEMD (長期趨勢)	EEMD (6 日)	EEMD (12 日)	選舉結果	
台北市	郝龍斌	49.85	46.65	49.85	49.79	100
	蘇貞昌	50.56	53.13	50.69	50.85	0
新北市	朱立倫	54.79	54.70	55.11	55.26	100
	蔡英文	45.72	46.48	45.62	45.28	0
台中市	胡志強	58.79	63.36	58.96	58.99	100
	蘇嘉全	42.55	39.07	42.15	42.15	0
台南市	郭添財	6.95	8.99	6.50	6.70	0
	賴清德	91.34	89.87	93.03	92.60	100
高雄市	陳菊	68.96	68.92	68.54	68.54	100
	楊秋興	24.00	28.49	23.85	23.37	0
	黃昭順	10.37	9.44	9.98	8.24	0

資料來源：未來事件交易所與本研究整理。

表 A-13 選前一天 EEMD 與預測市場當選人預測之歐氏距離

	EEMD (長期趨勢)	EEMD (6 日)	EEMD (12 日)	預測市場
2008 年總統大選	21.84	20.33	19.83	21.62
2010 年台北市長	75.46	70.89	71.49	70.28
2010 年新北市長	65.09	64.54	62.61	65.43
2010 年台中市長	54.17	43.90	44.53	43.42
2010 年台南市長	12.76	8.09	8.18	8.36
2010 年高雄市長	46.23	36.82	35.75	37.59

資料來源：未來事件交易所與本研究整理。

表 A-14 選前十天 EEMD 與預測市場當選人預測之歐氏距離

	EEMD (長期趨勢)	EEMD (6 日)	EEMD (12 日)	預測市場
2008 年總統大選	27.30	22.71	23.89	21.05
2010 年台北市長	75.29	71.31	71.46	71.21
2010 年新北市長	64.90	64.00	63.65	64.30
2010 年台中市長	53.56	58.83	58.81	59.23
2010 年台南市長	13.54	9.53	9.98	11.10
2010 年高雄市長	42.21	40.72	40.05	40.58

資料來源：未來事件交易所與本研究整理。

表 A-15 2008 年總統大選得票率預測與真實得票率

(單位：%)

	預測市場	EEMD (長期趨勢)	EEMD (6 日)	EEMD (12 日)	真實得票率
馬英九	62.91	63.22	62.85	62.85	58.45
謝長廷	41.99	42.04	41.64	41.80	41.55

資料來源：未來事件交易所與本研究整理。

表 A-16 2010 年五都大選得票率預測與真實得票率

(單位：%)

	預測市場	EEMD (長期趨勢)	EEMD (6 日)	EEMD (12 日)	真實得票率	
台北市	郝龍斌	49.62	49.49	49.81	49.60	55.65
	蘇貞昌	53.30	53.64	53.31	53.45	43.81
新北市	朱立倫	51.39	52.40	51.00	52.59	52.61
	蔡英文	50.08	49.19	49.81	49.20	47.39
台中市	胡志強	51.15	52.04	51.81	52.13	51.12
	蘇嘉全	48.97	49.22	48.77	49.33	48.88
台南市	郭添財	37.63	38.37	38.06	38.10	39.59
	賴清德	65.08	62.73	62.07	62.52	60.41
高雄市	陳菊	55.57	57.00	55.87	57.14	52.80
	楊秋興	23.65	24.40	23.79	24.05	26.68
	黃昭順	15.00	16.27	14.56	15.58	20.52

資料來源：未來事件交易所與本研究整理。

表 A-17 2008 年總統大選選前十天得票率預測與真實得票率

(單位：%)

	預測市場	EEMD (長期趨勢)	EEMD (6 日)	EEMD (12 日)	真實得票率
馬英九	64.01	63.29	64.06	63.70	58.45
謝長廷	41.62	41.62	41.91	41.98	41.55

資料來源：未來事件交易所與本研究整理。

表 A-18 2010 年五都大選選前十天得票率預測與真實得票率

(單位：%)

	預測市場	EEMD (長期趨勢)	EEMD (6 日)	EEMD (12 日)	真實得票率	
台北市	郝龍斌	48.50	48.32	48.28	48.36	55.65
	蘇貞昌	52.32	51.88	52.70	51.98	43.81
新北市	朱立倫	52.23	52.82	52.76	52.80	52.61
	蔡英文	47.87	46.82	47.83	47.06	47.39
台中市	胡志強	50.75	50.79	50.60	50.78	51.12
	蘇嘉全	48.40	40.90	41.69	40.92	48.88
台南市	郭添財	38.87	38.83	38.88	38.76	39.59
	賴清德	63.79	63.35	63.64	63.35	60.41
高雄市	陳菊	57.27	57.45	57.19	57.49	52.80
	楊秋興	24.25	25.83	24.31	24.77	26.68
	黃昭順	19.38	19.08	19.51	19.06	20.52

資料來源：未來事件交易所與本研究整理。

表 A-19 2008 年總統大選選前十天得票率預測與真實得票率

(單位：%)

	TVBS	中國時報	蘋果日報	聯合報	真實得票率
馬英九	53	49	41.30	52	58.45
謝長廷	29	22	19.80	22	41.55

資料來源：童振源與本研究整理。

表 A-20 2010 年五都大選選前十天得票率預測與真實得票率

(單位：%)

		TVBS	中國時報	蘋果日報	自由時報	聯合報	真實得票率
台北市	郝龍斌	49.00	47.30	33.40	36.84	48.00	55.65
	蘇貞昌	39.00	39.60	33.00	37.45	37.00	43.81
新北市	朱立倫	45.00	45.60	33.50	35.82	45.00	52.61
	蔡英文	38.00	41.60	30.40	38.49	37.00	47.39
台中市	胡志強	50.00	47.10	36.30	34.85	49.00	51.12
	蘇嘉全	33.00	40.10	26.50	30.04	31.00	48.88
台南市	郭添財	34.00	23.00	22.00	16.73	24.00	39.59
	賴清德	47.00	47.00	47.00	47.00	47.00	60.41
高雄市	陳菊	41.00	46.00	34.10	45.03	39.00	52.80
	楊秋興	28.00	24.00	18.20	16.76	29.00	26.68
	黃昭順	16.00	13.70	15.30	11.51	16.00	20.52

資料來源：政治大學預測市場研究中心新聞稿與本研究整理。

表 A-21 選前一天 EEMD 與預測市場得票率預測之歐氏距離

	EEMD (長期趨勢)	EEMD (6 日)	EEMD (12 日)	預測市場
2008 年總統大選	4.80	4.40	4.41	4.48
2010 年台北市長	11.60	11.15	11.38	11.24
2010 年新北市長	1.81	2.91	1.81	2.95
2010 年台中市長	0.98	0.70	1.11	0.09
2010 年台南市長	2.62	2.26	2.58	5.06
2010 年高雄市長	6.40	7.30	7.08	6.88

資料來源：未來事件交易所與本研究整理。

表 A-22 選前十天 EEMD 與預測市場得票率預測之歐氏距離

	EEMD (長期趨勢)	EEMD (6 日)	EEMD (12 日)	預測市場
2008 年總統大選	4.84	5.62	5.27	5.56
2010 年台北市長	10.90	11.55	10.95	11.11
2010 年新北市長	0.61	0.46	0.38	0.61
2010 年台中市長	7.99	7.21	7.97	0.61
2010 年台南市長	3.04	3.31	3.05	3.46
2010 年高雄市長	4.94	5.09	5.27	5.21

資料來源：未來事件交易所與本研究整理。

表 A-23 選前十天 EEMD 與民調得票率預測之歐氏距離

	TVBS	中國時報	蘋果日報	自由時報	聯合報
2008 年總統大選	13.68	21.71	27.70	-	20.59
2010 年台北市長	8.21	9.35	24.74	19.86	10.24
2010 年新北市長	12.09	9.09	25.57	19.00	12.88
2010 年台中市長	15.92	9.66	26.84	24.89	18.01
2010 年台南市長	14.53	21.33	22.12	26.50	20.56
2010 年高雄市長	12.70	10.00	21.19	15.49	14.71

資料來源：未來事件交易所與本研究整理。

