

## 波羅的海綜合運價指數與經濟趨勢之關係

### Relationship Between the Baltic Dry Index and Economic Trend

巫正雄\*、翁國祐\*\*、陳志立\*\*\*

#### 摘要

海運市場與世界經濟息息相關。由於國際物流與商品製程的現象，所以不定期海運的指標具有領先世界經濟趨勢，然其趨勢為何？此引發本文的研究動機。首先，在海運統計與市場評論(SSMR)收集到六項評估經濟指標並對它們進行成對相關分析；進而挑選出具有代表性且有意義的兩項指標，即不定期海運的波羅的海綜合運價指數(BDI)及世界經濟指標的國際貨幣基金(IMF)，兩者進行交錯相關分析以尋求最適宜的趨勢。統計結果顯示：不定期海運與世界經濟係為同步。

關鍵詞：波羅的海綜合運價指數、成對相關分析、交錯相關分析。

#### ABSTRACT

There is a close relationship between shipping market and world economic. In general, there exists a phenomenon which illustrates the international logistic and merchandise production process; therefore, tramp shipping index is ahead of world economic trend. But what is the trend during the period becomes the motivation of this paper. In shipping statistics and market review (SSMR), there are six indices for evaluation. First of all, aimed at the six indices, the paired correlation analysis for them will be conducted and then, two meaningful and representative indices, the Baltic Dry Index (BDI) of tramp shipping and the International Monetary Fund (IMF) of the world

---

\* 巫正雄 Zheng-Xiong Wu，國立臺灣海洋大學商船學系碩士。

\*\* 翁國祐 Guo-Yu Weng，國立臺灣大學土木工程學系博士班研究生。

\*\*\* 陳志立 Chih-Li Chen，國立臺灣海洋大學商船學系助理教授，國立臺灣大學工學博士。Email: clchen@mail.ntou.edu.tw

economic index, are chosen for cross correlation analysis. It is shown that BDI and IMF have the same tendency.

Keywords: BDI, Paired correlation analysis, Cross correlation analysis.

## 壹、緒論

海運市場景氣與世界經濟的波動有密切關係。為瞭解海運市場及世界經濟之變動，相關單位提供各項的指標數值(簡稱指數)；在德國的海運經濟與物流研究中心(Institute of Shipping Economic and Logistics, ISL)出版的海運統計與市場評論(Shipping Statistics and Market Review, SSMR)中，收錄了不定期(tramp)及定期(liner)的海運市場運價指數以及世界經濟指數。其中，不定期海運係有波羅的海綜合運價指數(the Baltic Dry Index, BDI)、勞氏不定期海運經濟指數(Lloyd's Shipping Economist tramp trip charter indices, LSE)及海事研究運價指數(Maritime Research freight Indices, MRI)等；定期海運則有漢堡指數(Hamburg Index)以及哈珀彼得森指數(HARPEX index, HARPEX)；而常見的世界經濟指數為國際貨幣基金(International Monetary Fund, IMF)與漢堡世界經濟資料庫(Hamburgische Welt-Wirtschafts-Archiv, HWWA)等[1]。

不定期海運有三項指數，定期海運有兩項指數，世界經濟則有兩項指數，它們的相關程度為何？各類別的代表性指數為何？再者，不定期海運承運貨物係為原油、煤炭、鐵礦砂及穀類等原物料；定期海運則是商業成品，因此，一般認為，由於國際物流與商品製程之事實，據此，不定期海運的指數具有領先世界經濟趨勢。然而是否存在經濟趨勢，即領先或落後的關係？又該趨勢時間為何？引發本論文之研究動機。

本研究將採用統計學的成對相關分析(paired correlation analysis)瞭解成對指數的相關程度，選出高度相關的指數，考量其意義及慣用性挑選出各類別的代表性指數；針對不定期海運的 BDI 及世界經濟的 IMF，先檢視其圖形似乎有趨勢差異，再進行時間序列(time series)的交錯相關分析(cross correlation analysis)以尋求最適宜的趨勢。

本研究後續章節安排如下，除緒論外，第二章說明海運市場的各项指數，在第三章進行統計相關分析，成對相關分析係瞭解各指數之相關程度；而交錯相關分析可瞭解 BDI 與 IMF 兩者領先或落後的趨勢時間。最後則提出本文之結論。

## 貳、海運的各項指數說明

### 2.1 不定期海運指數

不定期海運的指數中，BDI 考量不同船型及其論時傭船營運路線之價格的加權平均；LSE 考量不同載重噸之加權平均，MRI 則考慮不同貨種及其論時傭船時期之加權平均。

1. 波羅的海綜合運價指數(BDI)：BDI 為波羅的海交易中心(the Baltic Exchange)提供船東、經紀人及傭船人在散裝船論時傭船過程中，簽訂契約時之參考。自 2009 年 7 月 1 日起，BDI 考量不同船型之論時傭船營運路線之運價的加權平均；不同船型係指波羅的海海岬型船指數(Baltic Capesize Index, BCI)、波羅的海巴拿馬極限型船指數(Baltic Panamax Index, BPI)、波羅的海超輕便極限型船指數(Baltic Supramax Index, BSI)及波羅的海新輕便型船指數(Baltic Handy Size Index, BHSI)等四項。其計算公式如下：

$$BDI = \frac{0.113473601 \times (BCI \text{ TCavg} + BPI \text{ TCavg} + BSI \text{ TCavg} + BHSI \text{ TCavg})}{4}$$

其中，BCI TCavg、BPI TCavg、BSI TCavg 及 BHSI TCavg 指的是不同船型之論時傭船加權平均指數；其以選定之營運路線的論時傭船運價加權計算，它們的計算公式分述如下：

$$BCI \text{ TCavg} = C8 \times 25\% + C9 \times 25\% + C10 \times 25\% + C11 \times 25\%$$

$$BPI \text{ TCavg} = P1A \times 25\% + P2A \times 25\% + P3A \times 25\% + P4A \times 25\%$$

$$BSI \text{ TCavg} = S1A \times 12.5\% + S1 \times 12.5\% + S2 \times 25\% + S3 \times 25\% + S4A \times 12.5\% + S4B \times 12.5\%$$

$$BHSI \text{ TCavg} = HS1 \times 12.5\% + HS2 \times 12.5\% + HS3 \times 12.5\% + HS4 \times 12.5\% + HS5 \times 25\% + HS6 \times 25\%$$

以 BCI TCavg 為例，BCI 現行組成路線中，屬於論時傭船運價的有 C8 至 C11。因此，其係以四條路線的論時傭船運價加權平均計算。上述計算公式及其內容詳見文獻之說明[2]。

2. 勞氏不定期海運經濟指數(LSE)：係由四個載重噸指數(dwt index)加權組成；而載重

噸指數區間分別為[20000, 34999)、[35000, 49,999)、[50000, 84,999)及超過 85000 噸 [1]。

3. 海事研究運價指數(MRI)：係依貨物類別及其三個論時備船時期加權組成；貨物類別區分為糧食及其他兩類；而備船時期分別為一至二個月、二至六個月及超過六個月 [1]。

## 2.2 定期海運指數

定期海運的指數中，漢堡指數及 HARPEX 均考慮具吊桿型(gearred)及不具吊桿型(gearless)之貨櫃船的不同船型指數。

1. 漢堡指數：具吊桿型及不具吊桿型均依載運貨櫃數(TEU)做分類，前者區分為 [200, 299)、[300, 500)、[600, 799)、[700, 799)、[1000, 1260)及[1600, 1999)等六項；後者則區分為[200, 299)、[300, 500)及[2000, 2299)等三項。
2. 哈珀彼得森指數(HARPEX)：具吊桿型區分為 1100TEU、1700TEU 及 2500TEU 等三項；不具吊桿型區分為 700TEU、2800TEU、3500TEU、4250TEU 及 6500TEU 等五項。

海運統計與市場評論(SSMR)提供 HARPEX 指數但未提供漢堡指數之綜合指數[1]。

## 參、統計相關分析

### 3.1 資料蒐集

本研究蒐集海運統計與市場評論(SSMR)所收錄 2008 年 1 月至 2011 年 2 月期間，共 38 期的 BDI、LSE、MRI、HARPEX、IMF 及 HWWA 等六項指數原始資料如表 1 所示。由於 SSMR 提到：「在 2010 年的船舶供給遠大於貨物需求，導致 BDI 下降。」據此，選取 2008 年 1 月至 2010 年 6 月間，市場嚴重失衡前六項指標的 30 期數據，其敘述統計量如表 2 所示，可發現六項指數有明顯不同。

表 1 六項指數之原始資料

| n  | Date    | BDI   | LSE  | MRI    | HARPEX | IMF   | HWWA  |
|----|---------|-------|------|--------|--------|-------|-------|
| 1  | 2008/01 | 7170  | 1018 | 812.3  | 1361.0 | 151.8 | 107.4 |
| 2  | 2008/02 | 6874  | 908  | 259.2  | 1435.3 | 162.3 | 113.5 |
| 3  | 2008/03 | 8063  | 1221 | 810.1  | 1404.3 | 168.4 | 121.3 |
| 4  | 2008/04 | 8287  | 1080 | 794.8  | 1349.4 | 167.4 | 126.4 |
| 5  | 2008/05 | 10844 | 1544 | 1055.4 | 1336.2 | 166.0 | 139.3 |
| 6  | 2008/06 | 10245 | 1250 | 1008.5 | 1247.0 | 168.4 | 148.0 |
| 7  | 2008/07 | 8936  | 1036 | 868.1  | 1212.6 | 168.8 | 150.3 |
| 8  | 2008/08 | 7403  | 976  | 715.9  | 1115.4 | 158.1 | 131.8 |
| 9  | 2008/09 | 4975  | 657  | 550.4  | 1032.8 | 149.3 | 117.0 |
| 10 | 2008/10 | 1808  | 267  | 312.9  | 886.6  | 124.9 | 87.0  |
| 11 | 2008/11 | 819   | 117  | 191.9  | 690.6  | 115.2 | 69.4  |
| 12 | 2008/12 | 743   | 121  | 180.9  | 586.3  | 108.5 | 58.1  |
| 13 | 2009/01 | 905   | 154  | 193.3  | 532.2  | 113.0 | 60.6  |
| 14 | 2009/02 | 1816  | 227  | 259.2  | 475.6  | 111.0 | 58.5  |
| 15 | 2009/03 | 1958  | 296  | 304.5  | 406.9  | 110.3 | 61.6  |
| 16 | 2009/04 | 1659  | 277  | 254.4  | 388.9  | 114.3 | 65.4  |
| 17 | 2009/05 | 2540  | 358  | 305.8  | 365.2  | 121.2 | 73.2  |
| 18 | 2009/06 | 3823  | 479  | 410.2  | 349.7  | 124.9 | 82.2  |
| 19 | 2009/07 | 3362  | 426  | 387.9  | 346.6  | 124.4 | 78.6  |
| 20 | 2009/08 | 2685  | 413  | 377.3  | 344.8  | 129.7 | 85.8  |
| 21 | 2009/09 | 2358  | 385  | 324.7  | 343.6  | 127.6 | 82.5  |
| 22 | 2009/10 | 2746  | 416  | 356.8  | 336.7  | 129.3 | 88.1  |
| 23 | 2009/11 | 3941  | 529  | 456.6  | 324.0  | 134.0 | 92.0  |
| 24 | 2009/12 | 3572  | 575  | 423.2  | 320.3  | 138.3 | 90.9  |
| 25 | 2010/01 | 3168  | 523  | 407.6  | 283.4  | 141.3 | 94.3  |
| 26 | 2010/02 | 2678  | 476  | 398.1  | 285.0  | 139.5 | 90.9  |
| 27 | 2010/03 | 3207  | 514  | 446.6  | 333.5  | 142.8 | 95.5  |
| 28 | 2010/04 | 3043  | 430  | 429.8  | 414.7  | 149.8 | 103.3 |
| 29 | 2010/05 | 3838  | 568  | 463.0  | 492.5  | 143.4 | 95.1  |
| 30 | 2010/06 | 3088  | 503  | 415.4  | 657.4  | 139.8 | 93.9  |
| 31 | 2010/07 | 1910  | 413  | 319.0  | 705.9  | 146.3 | 95.7  |
| 32 | 2010/08 | 2432  | 411  | 356.5  | 742.3  | 153.3 | 97.5  |
| 33 | 2010/09 | 2719  | 455  | 380.5  | 763.1  | 163.9 | 98.8  |
| 34 | 2010/10 | 2693  | 414  | 362.5  | 686.8  | 172.7 | 104.3 |
| 35 | 2010/11 | 2321  | 391  | 336.4  | 613.5  | 177.5 | 107.8 |
| 36 | 2010/12 | 2031  | 358  | 315.5  | 672.2  | 187.3 | 114.3 |
| 37 | 2011/01 | 1401  | 281  | 276.0  | 726.8  | 196.3 | 118.7 |
| 38 | 2011/02 | 1181  | 280  | 236.7  | 828.3  | 204.1 | 124.1 |

資料來源：海運統計與市場評論(SSMR)[1]；本研究整理

表2. 六項指數之敘述統計量

| 指數     | 平均數       | 標準差        | 個數 |
|--------|-----------|------------|----|
| BDI    | 4218.4667 | 2862.51946 | 30 |
| LSE    | 591.4667  | 368.24099  | 30 |
| MRI    | 472.4933  | 243.36499  | 30 |
| HARPEX | 688.6167  | 418.83722  | 30 |
| IMF    | 138.1233  | 19.57975   | 30 |
| HWWA   | 95.3967   | 26.08677   | 30 |

資料來源：本研究計算整理

### 3.2 成對相關分析

為瞭解六項指數彼此間的相關程度，首先進行 15 組成對指數  $t$  檢定確認其顯著性，並計算成對相關係數。其結果如表 3 所示。

定義  $r$  為成對相關係數，假設檢定設立為  $H_0 : r=0$  對  $H_1 : r \neq 0$ 。經假設檢定其結果為所有成對指數之  $p$  值均小於 0.01(顯著水準)，表示皆拒絕虛無假設，即 15 組成對指數皆具有顯著的線性相關。由於六項指數均屬於連續型數值，故採用皮爾森積差相關分析計算成對相關係數(Pearson's product moment correlation coefficient)。其計算公式如下：

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_x} \sqrt{S_y}} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

式中， $\bar{x}$ 、 $\bar{y}$ ：各為  $x$  與  $y$  的樣本平均數； $n$ ：樣本數； $S_{xy}$ ：共變異數； $\sqrt{S_x}$ 、 $\sqrt{S_y}$ ：各為  $x$  與  $y$  的樣本標準差； $r_{xy}$ ：變數  $x$  與  $y$  的相關係數，其值介於  $[-1, +1]$ 。

若相關係數為 0，代表兩變數無線性相關。若其絕對值小於 0.4，為低度相關；絕對值大於 0.8，則為高度相關；介於兩者之間則為中度相關。

從表 3 中，不定期海運的三項指數，BDI 與 LSE 的相關係數為 0.986，而 BDI 與 MRI 的相關係數為 0.935，表示三項指數雖彼此不同卻高度相關，亦即三者對於不定期海運皆具有其代表性。另外，如前述，BDI 考量不同船型及其論時備船營運路線之價格的加權平均；LSE 係考量不同載重噸之加權平均，MRI 則考慮不同貨種及其論時備船時期之加權平均，故本文選擇較具全面性 BDI 代表不定期海運的指數。

表3. 成對相關分析

|        |      | BDI    | LSE    | MRI    | HARPEX | IMF    | HWWA |
|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|------|
| BDI    | 相關係數 | 1      | -      | -      | -      | -      | -    |
|        | p值   | -      | -      | -      | -      | -      | -    |
| LSE    | 相關係數 | 0.986  | 1      | -      | -      | -      | -    |
|        | p值   | 0.000* | -      | -      | -      | -      | -    |
| MRI    | 相關係數 | 0.935  | 0.934  | 1      | -      | -      | -    |
|        | p值   | 0.000* | 0.000* | -      | -      | -      | -    |
| HARPEX | 相關係數 | 0.814  | 0.795  | 0.701  | 1      | -      | -    |
|        | p值   | 0.000* | 0.000* | 0.000* | -      | -      | -    |
| IMF    | 相關係數 | 0.906  | 0.915  | 0.843  | 0.734  | 1      | -    |
|        | p值   | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | -      | -    |
| HWWA   | 相關係數 | 0.930  | 0.912  | 0.893  | 0.741  | 0.963  | 1    |
|        | p值   | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | -    |

\*：p 值(雙尾)小於顯著水準(0.01)時，即棄卻虛無假設，表示有顯著相關。  
資料來源：本研究計算整理。

代表定期海運的指數為 HARPEX，除與 BDI 相關係數為 0.814 外，與其他四項指數均呈現中度相關。

兩項世界經濟指數之相關係數為 0.963，表示 IMF 與 HWWA 對世界經濟皆具有代表性。然因 IMF 最為常用，本文以 IMF 代表世界經濟指標。

### 3.3 交錯相關分析

至此，不定期海運的 BDI 及世界經濟的 IMF 之相關係數為 0.906，兩者呈現高度相關。然而，彼此之間的經濟趨勢是否存在差異？有賴進一步探討。觀察 2008 年 1 月至 2010 年 6 月間之數據，由於兩指數明顯不同，需先標準化處理以利曲線審視，而標準化公式如下。

$$v' = \frac{v}{\max(v)} \quad (2)$$

式中， $v$ ：指數原始值； $\max(v)$ ：指數中之最大值； $v'$ ：標準化的指數。

由圖 1 可知，在 2008 年 5 月至 2008 年 11 月間，兩項指數標準化曲線的變化趨勢並不完全一致，其中 BDI 曲線由 2008 年 5 月從指數高點開始衰退；IMF 曲線，則於 2008 年 7 月才開始衰退。該期間的變化，BDI 曲線似乎有領先 IMF 的現象；然而，兩條曲線皆在同年 12 月開始向上攀升。從前述曲線的表現上，尚無法判斷其時間趨勢如何？還需進行交錯相關分析。

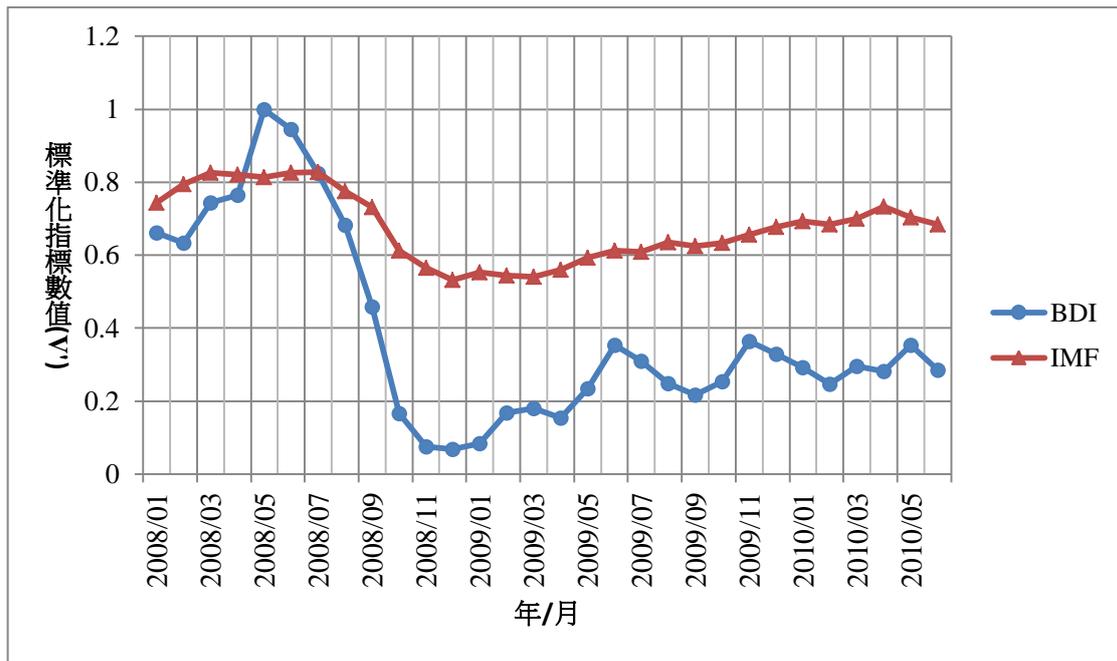


圖 1. 標準化後的 BDI 與 IMF 曲線圖

資料來源：海運統計與市場評論(SSMR)[1]；本研究整理。

本文繼續使用時間序列的交錯相關分析(Cross-correlation analysis)，以判定 BDI 與 IMF 在時間上是否存在領先或落後的關係。交錯相關係數計算公式如下。

$$r_{xy}(k) = \frac{C_{xy}(k)}{S_x S_y} \quad (3a)$$

$$C_{xy}(k) = \begin{cases} \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n-k} (x_t - \bar{x})(y_{t+k} - \bar{y}), k = 0, 1, 2, \dots \\ \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n+k} (y_t - \bar{y})(x_{t-k} - \bar{x}), k = -1, -2, \dots \end{cases} \quad (3b)$$

其中， $C_{xy}(k)$ ：樣本交錯共變數，其計算如式(3b)所示； $S_x$ 、 $S_y$ ：各為  $x$  與  $y$  的樣本標準差； $r_{xy}(k)$ ：落後數(lag number)為  $k$  時，長度為  $n$  的時間序列  $x$  與  $y$  之交錯相關係數。式(3b)中， $\bar{x}$ 、 $\bar{y}$ ：各為時間序列  $\{x_t\}$  與  $\{y_t\}$  的平均數； $k$ ：落後數，若其值為正，表示  $\{x_t\}$  超前  $\{y_t\}$ ；若為負，表示  $\{x_t\}$  落後  $\{y_t\}$ 。

以本文為例，如果落後數為  $k$  之交錯相關係數最大，時間序列  $\{x_t\}$  (BDI) 超前  $\{y_t\}$  (IMF) 達  $+k$  期。簡言之，當  $r_{xy}(k)$  交錯相關係數最大，表示 BDI 超前 IMF 一個月。

如表 4 所示，BDI 與 IMF 指數在 2008 年 1 月至 2010 年 6 月間之交錯相關係數之分析結果及標準差。兩指數在趨勢為 0 時，其交錯相關係數最大(0.906)且標準差最小(0.183)，據此，統計結果顯示：BDI 與 IMF 之間不存在有明顯的時間趨勢。

表 4. BDI 與 IMF 之交錯相關係數分析

| 時間序列：BDI( $x_t$ )與 IMF( $y_t$ ) |        |       |
|---------------------------------|--------|-------|
| 2008 年 1 月至 2010 年 6 月          |        |       |
| 資料筆數：各 30 筆                     |        |       |
| 落差                              | 交錯相關係數 | 標準差   |
| -7                              | -0.115 | 0.209 |
| -6                              | 0.010  | 0.204 |
| -5                              | 0.170  | 0.200 |
| -4                              | 0.350  | 0.196 |
| -3                              | 0.529  | 0.192 |
| -2                              | 0.698  | 0.189 |
| -1                              | 0.832  | 0.186 |
| 0                               | 0.906  | 0.183 |
| 1                               | 0.876  | 0.186 |
| 2                               | 0.745  | 0.189 |
| 3                               | 0.541  | 0.192 |
| 4                               | 0.318  | 0.196 |
| 5                               | 0.092  | 0.200 |
| 6                               | -0.109 | 0.204 |
| 7                               | -0.283 | 0.209 |

資料來源：本研究計算整理。

## 肆、結論

本文藉由成對相關分析發現六項指數中，除 HARPEX 外，其餘五項指數之 10 組成對相關係數均屬於高度相關。在不定期海運的三項指數雖不同但高度相關，其意義為三項指數皆具有代表性，然從其組成公式觀察，BDI 較具全面性；在世界經濟的兩項指數雖不同但高度相關，其意義表示兩項指數皆具有代表性，然從常用性而言，IMF 較為適宜；另從圖形檢視，BDI 似乎有領先 IMF 之趨勢，然以時間序列之交錯相關分析發現，在統計觀點上，卻無法證實兩者有經濟趨勢之差異。換言之，不定期海運與世界經濟係為同步。

## 參考文獻

1. Institute of Shipping Economics and Logistics (2000-2010), Shipping Statistics and Market Review - World Bulk Carrier Market, vol. 45-55.
2. The Baltic Exchange (2012), A history of Baltic Indices, Retrieved May 1, 2012, website: <http://www.balticexchange.com>
3. 巫正雄、張徐錫、鄭永福 (2009),「原油價格與波羅地海運價指數之關係-簡單迴歸分析」, 第七屆十校聯盟海運物流學術研討會論文集, 頁 B128-B150。
4. 巫正雄、傅世鎰、鄭永福 (2011),「波羅地海運價指數(BDI)2000~2010-時間序列分析」, 2011 海空物流與行銷研討會論文集, 頁 30-491。
5. 張瀨之、鄭晏晴 (2007),「波羅的海綜合運價指數之組成分子訊息不對稱實證分析: 以 AR-EGARCH 模型分析」, 國立高雄海洋科大學報, No.21, 頁 107-131。
6. 張瀨之、王志敏、周梅菁 (2008),「巴拿馬極限型船運費指數與船價波動因果分析」, 航運季刊, 17(1), 頁 64-79。
7. 張瀨之、劉錫謙 (2010),「時間序列方法探討波羅的海綜合運價指數與運輸類股之研究-以美國與台灣為研究對象」, 台灣銀行季刊, 61(2), 頁 191-207。
8. 鍾政棋、林成蔚、高國軒 (2008),「散裝超輕便極限型船市場與 BSI 指數之預測」, 航運季刊, 17(1), 頁 1-24。
9. 鍾政棋、徐嘉陽、林宥勝 (2009),「散裝波羅地海海岬型船市場與 BCI 指數預測」, 運輸學刊, 21(1), 頁 25-46。