

信用評分轉置矩陣之應用 — 探討企業信用評分轉移特性與 相關景氣循環敏感度分析

張雅媚 / 金融聯合徵信中心風險分析部

聯徵中心企業信用評分產品「J20企業信用評分—不含負責人資訊」、「J21企業信用評分—含負責人資訊」¹於去年5月上線提供會員機構查詢使用，因此會員透過查詢產品J20、J21，可即時捕捉其本身授信客戶之信用好壞狀況，另外，中心亦已分別於去(99)年6月、9月、12月發表該產品模型驗證與監控結果，讓各會員機構對上述產品整體受評企業單期分布狀況與其模型之配適能力有持續性的瞭解。唯銀行除了藉由查詢J20、J21產品，得知企業授信客戶現在之信用評分狀況，同樣重要地，則是關注該受查企業其未來可能之評分移動情形，當然，受查企業未來信用好壞，取決於其自身未來營運狀況、財務運用情形或投資借貸狀況等，然若能先透過多數企業的經驗法則，對企業評分變動情形有初步的認知，對銀行在進行授信戶違約風險管理亦有幫助，因此，本文希望藉由企業評分轉置矩陣，分析在不同時期之企業信用評分變動狀況，觀察各評分等級從本期至下一期之移動比例，了解各等級企業至下一期好壞變動情形。

另一方面，當會員機構在使用企業信用評分產品時，對於其模型穩定性之認識亦很重要，聯徵中心評分模型係屬較易隨景氣循環影響而立即反應其評分結果者？亦或模型考量因子已能含跨景氣循環週期，對於經濟因素變動，較不會改變其評分結果者？對於信用評分使用者在應用上，有不同之意義，因此，本文亦利用企業評分轉置矩陣特性進行穩定性分析，即是去探討本中心模型較偏向於透視循環觀點(Through-the-Cycle, TTC)或單時點觀點(Point-in-Time, PIT)。

¹ 聯徵中心企業信用評分產品（J20、J21）係利用本中心所蒐集跨銀行別資料，例如：企業信用資訊、企業基本屬性資訊、企業財務資訊等，將眾多龐雜信用相關資訊利用統計量化方法，篩選出影響企業可否依約還款之重要因素，並依此些因素評估並給予企業評分，對企業信用風險進行排序，而其中J21產品除上述資訊外，另包含對企業信用風險亦有一定影響程度之企業負責人資訊。

評分轉置矩陣建置原則

由於聯徵中心目前線上提供查詢之企業評分產品J20與J21皆為評分型式，欲進行轉置矩陣分析前，須先將產品從評分型式轉換成評等狀態，本文利用與外部評等機構S&P之評等違約率對照方式，將聯徵中心企業評分為7個等級，第1等級為信用風險最低之企業，反之，第7等級為風險最高之企業，另外，在進行分等時，為避免單一評等之暴險比例過於集中，每一等級之暴險金額占整體暴險之比例不超過30%，且各等級樣本比例分布情形，以中間評等之樣本數較多，極端等級樣本較少，而在進行轉置矩陣分析時，下一期之評等分類中，除了有評分之等級，另外包含違約等級(DEF)與無企業評分等級(NO_SC)。

而有關轉置矩陣兩期相距時間長短之選取，建構轉置矩陣係在本期有信用評分之樣本下，觀察樣本移動至下一期之變動情形，其觀察之時間長度，可依研究者本身需求選擇1個月、3個月、1年期、2年期等各種期間，然期間長度之選取，若時間過短，則可能本期與下一期之間變動不大，若觀察時間過長，則相反地，在本期時點與下期時點之間，企業變動資訊皆無法觀察到，且可供研究之樣本隨著時間越長亦愈來愈少，在考量可供觀察樣本數多寡與資訊涵蓋度下，本文以1年為觀察期。

評分轉置矩陣分析

一般而言，探討評分轉置矩陣之分布狀態，主要為觀察其評分等級所對應之違約率排序是否合理，觀察本期各等級受評戶轉移至下

一期等級之樣本分布狀態是否如一般所認知，兩期評等變動是否以維持原等級之樣本占多數，而評等上升者或下降者僅占部份樣本等相關重點；本節將會在近期模型驗證與監控時點下，觀察上述相關轉置矩陣樣本分配特性。

此處以模型驗證與監控時點2009年6月為評分轉置矩陣觀察之本期，瞭解該些企業至下一期，即2010年6月之評分等級變動情形，表一、表二分別為J20與J21之1年期評分等級轉置矩陣，首先觀察違約等級(DEF)，當本期評等愈差，其下一期落入違約等級之比例愈大，表示本期評分愈低，其下一期違約機率愈高，代表本中心評分具有風險排序效果。

另謹就轉置矩陣對角線各比例進行比較，對角線比例代表兩時點下各等級維持於同一等之比例，觀察結果可發現等級較好之企業，其下期仍維持同一等級之比例較大，而等級較差之企業，其下期維持同一等級之比例較小，例如表一中，在2009年6月為第1等級之企業，有64.78%之企業於2010年6月仍維持於第1等級，然在第5等級之企業，僅33.82%之企業維持於同等級，顯示信用較好之企業，其信用狀況較穩定，下一期仍維持其優良信用狀況之機率較大。另若橫向觀察等級轉移情形，各等級皆在對角線之比例最大，若以泛對角線觀察(即表中灰色區域)，J20產品中，泛對角線所占比例最高可達87.46%，而J21最高可達87.14%，表示企業在下一年度評分等級變動，無轉移等級或鄰近轉移等級之機率最大，而在非對角線部分，隨著下一期轉移等級愈多，其比例愈小，亦表示本中心評分等級之變動尚屬合理。

表一 J20之1年期轉置矩陣(時點：2009年06月~2010年06月)

等級 (本期)	等級 (下一期)								
	1	2	3	4	5	6	7	DEF	NO_SC
1	64.78%	20.52%	5.19%	0.80%	0.07%	0.07%	0.00%	0.02%	8.54%
2	10.21%	58.63%	18.61%	2.21%	0.34%	0.21%	0.03%	0.08%	9.67%
3	1.32%	15.77%	57.00%	12.69%	1.91%	0.54%	0.13%	0.14%	10.51%
4	0.21%	2.54%	20.84%	45.35%	10.11%	2.98%	0.50%	0.58%	16.90%
5	0.04%	0.57%	4.79%	27.79%	33.82%	12.50%	1.76%	1.30%	17.43%
6	0.02%	0.25%	1.31%	9.93%	27.75%	38.84%	9.00%	2.50%	10.40%
7	0.00%	0.06%	0.62%	2.69%	7.62%	32.76%	36.30%	11.71%	8.24%

*DEF：違約等級，NO_SC：無企業評分等級

表二 J21之1年期轉置矩陣(時點：2009年06月~2010年06月)

等級 (本期)	等級 (下一期)								
	1	2	3	4	5	6	7	DEF	NO_SC
1	63.79%	21.52%	4.82%	0.75%	0.14%	0.00%	0.00%	0.02%	8.96%
2	11.23%	58.51%	17.40%	1.84%	0.50%	0.08%	0.03%	0.06%	10.37%
3	1.42%	15.68%	54.62%	11.07%	2.93%	0.40%	0.12%	0.14%	13.62%
4	0.35%	3.09%	25.73%	39.88%	12.72%	2.30%	0.44%	0.59%	14.90%
5	0.08%	0.80%	8.51%	25.40%	37.69%	10.04%	2.41%	1.43%	13.66%
6	0.01%	0.13%	2.22%	10.84%	29.65%	31.40%	9.39%	3.84%	12.54%
7	0.00%	0.20%	0.60%	4.27%	13.05%	26.19%	28.55%	14.31%	12.82%

*DEF：違約等級，NO_SC：無企業評分等級

然若更進一步觀察本期評等較差之等級(等級5~7)，其在下一期評等上升一級者之比例亦高，例如：在表一中，本期為第6等，而下一期為第5等者，轉移比例為27.75%，但本期為第6等，而下一期維持原評等比例僅

38.84%，另下期評等下降者比例為9.00%，表示從本期至下期，有多數企業其評等上升，經分析原因，係上升一等級者其新業務被查詢家數²下降幅度大，尤其在評等較差之等級，如表三，在本期為等級6，兩期維持同等級者，

2 新業務被查詢家數為本中心評分模型重要變數之一，當企業被以新業務名義查詢，且以該查詢理由查詢之銀行家數越多，表示企業可能頻繁地向銀行申貸，資金需求較為緊迫，因此當該變數被查詢家數越多，信用風險較高。

其新業務被查詢家數兩期相差平均值為0.13，表示該群企業平均下期之新業務被查詢總家數為增加0.13家，但在下期評等上升一等級者，其新業務被查詢家數兩期相差平均值為-2.04，表示該群企業平均下期之新業務被查詢總家數為減少2.04家，此些企業因新業務被查詢總家數減少，所以企業信用評分增加，因而評等上升。

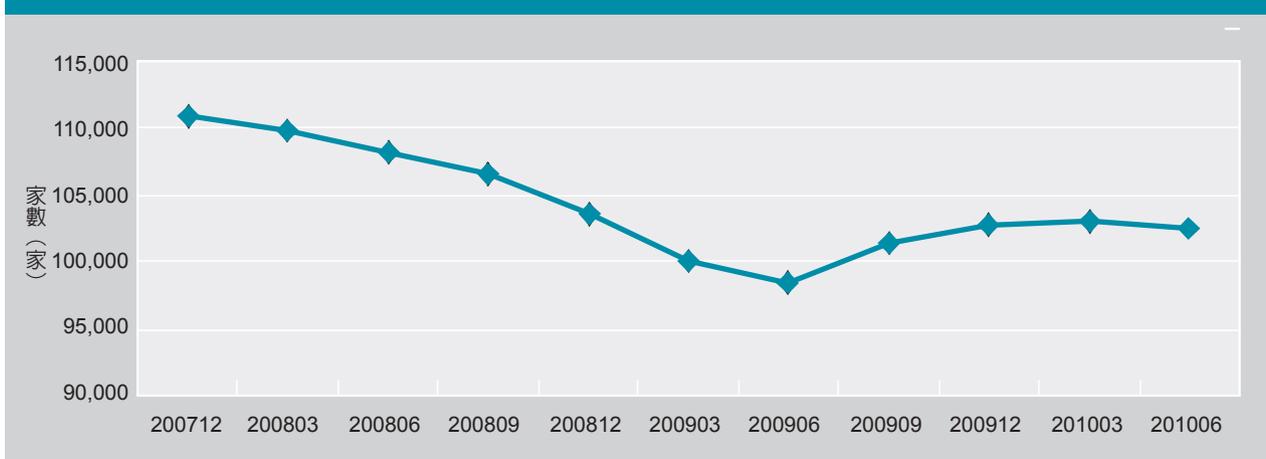
以整體表三觀察，不管是兩期維持原等級者或下期評等上升一等級者，多數等級下，

其新業務被查詢家數是下降的，而被查詢家數下降之原因，若觀察聯徵中心近期企業評分家數趨勢圖，如圖一，企業評分家數(聯徵中心評分對象主要為有與銀行授信往來的正常公司戶)從金融海嘯尚未發生前，2007年12月約11萬家，至現今2010年6月約10萬2千家，可知銀行放款趨於保守，授信市場逐漸緊縮，即使近期授信市場已略有增長，但僅回復原下跌幅度約30%，其增長幅度尚未完全回到金融海嘯發生之前，而反映在新業務被查詢家數上，

表三 J20兩期新業務被查詢家數相差平均值(下期家數-前期家數)

等級(本期)	兩期評等相同者	下期評等上升一等級者
1	-0.22	
2	-0.03	-1.02
3	-0.10	-0.93
4	-0.04	-1.29
5	0.09	-1.39
6	0.13	-2.04
7	-0.10	-2.89

圖一 各時點企業評分家數趨勢圖



*聯徵中心評分對象主要為有與銀行授信往來的正常公司戶。

推測銀行對於放款審查等相關動作仍維持保守，因而新業務被查詢家數仍維持下降。而由本文轉置矩陣觀察之趨勢，本期評等較差之等級，評等上升一級者之比例較高，表示分數上升者多，且由表四，分析本期(200906)與下期(201006)之當時點下違約率(非一般聯徵中心所使用之違約率定義係考慮未來一年企業違約情形)，發現違約率呈現下降之狀態，可推估金融海嘯發生後，如前述，銀行對於放款較為審慎，因此新業務被查詢家數下降，企業評分上升，同樣地，銀行放款審慎，反映在授信對象上，銀行僅較偏向放款給信用品質較好之客戶，因而違約率反而降低，若將其對應到近

期之企業評分與違約率趨勢上，分別觀察近期企業之違約率(圖二)與企業評分分布狀況(圖三、圖四)，可發現近期之企業評分趨勢為逐期升高，而相對應地，全體之違約率逐期下降，其結果與轉置矩陣時點觀察之結果相互呼應。

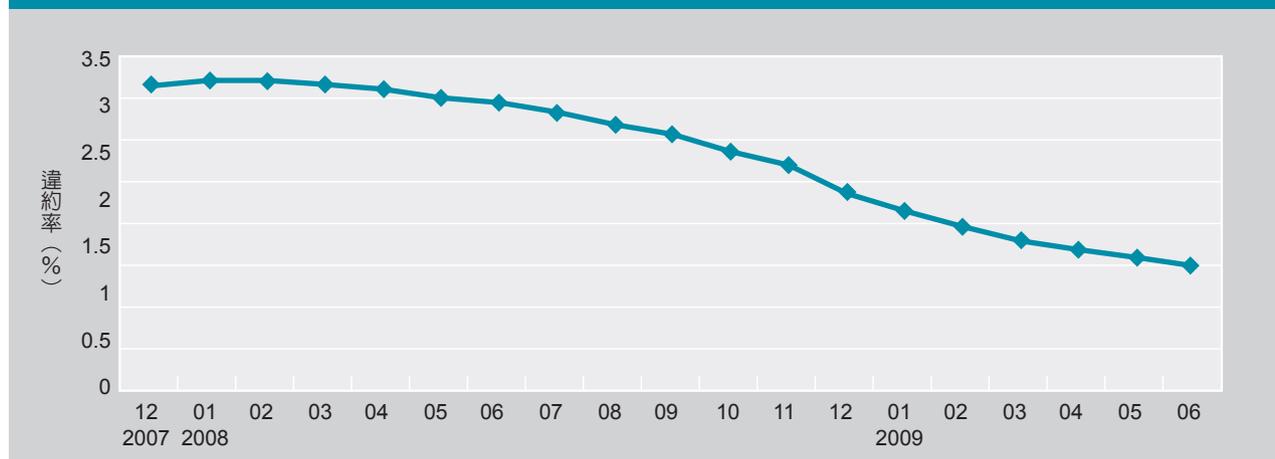
轉置矩陣穩定性分析

另外進一步觀察上述評分轉置矩陣之穩定性，瞭解聯徵中心模型評分等級屬於易變動者或是屬於長期穩定型者，若將上述之J20、J21評分轉置矩陣與外部評等機構S&P(2009 Global Corporate Transition Rates)³ 1年期轉

表四 企業違約率

時點	違約率
本期(200906)	3.02%
下期(201006)	1.30%

圖二 各時點評分企業違約率趨勢圖

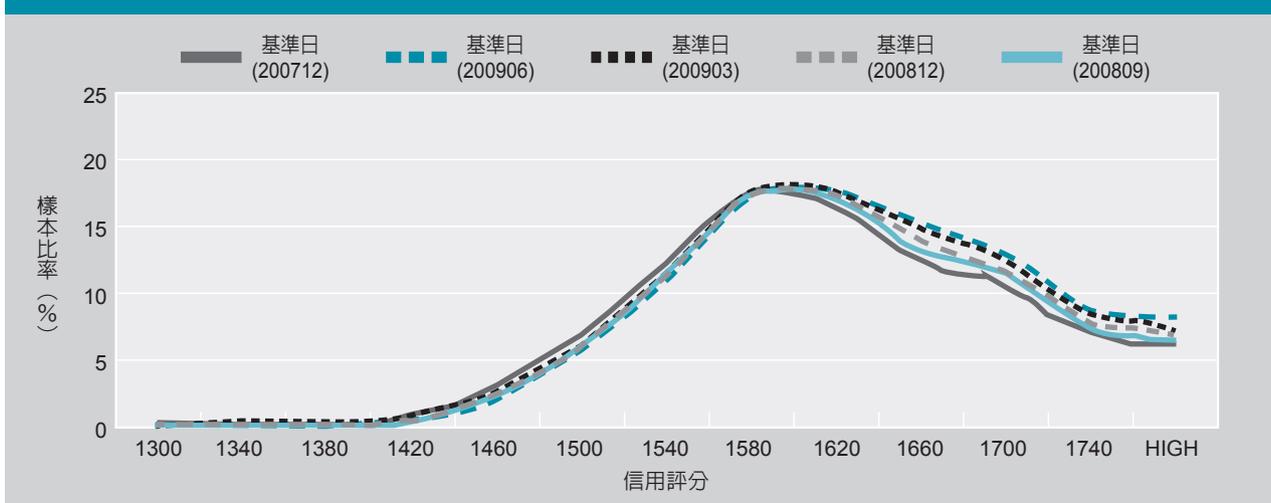


3 資料來源：Default, Transition, and Recovery: 2009 Annual Global Corporate Default Study And Rating Transitions。

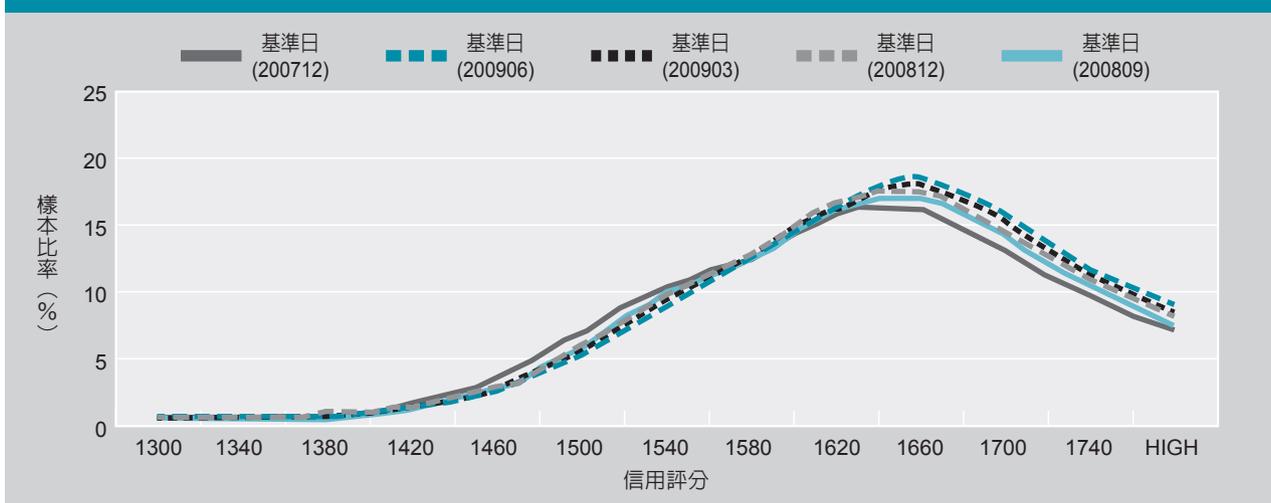
置矩陣先進行轉移比例高低比較，如圖五，會發現本中心對角線之轉移比例不若外部評等機構高，評分等級似較易隨著時間發生變動，而以下研究將以動性矩陣之平均奇異值 (Average of the singular values of the mobility matrix)

M_{svd}^4 來觀察比較轉置矩陣變動程度，首先將欲觀察之矩陣 (例：J20轉置矩陣) 與單位矩陣 (identity matrix) 相減求得動性矩陣，即表示該觀察矩陣與完全無變動之轉置矩陣 (對角線皆為1，非對角線為0) 相差情形，並利

圖三 企業評分樣本之信用評分分佈圖 (J20)



圖四 企業評分樣本之信用評分分佈圖 (J21)



4 動性矩陣之平均奇異值理論請參考Yusuf Jafry and Til Schuermann (2003)。

用其算出動性矩陣之平均奇異值 M_{svd} ，如表五之結果，聯徵中心企業評分模型其 M_{svd} 值皆在0.470以上，而外部評等機構S&P其 M_{svd} 值僅為0.154，由此可知，不管是J20或J21，其 M_{svd} 值皆高於外部評等機構，表示相較於S&P，聯徵中心企業評分等級較易隨時間經過產生評分變動。

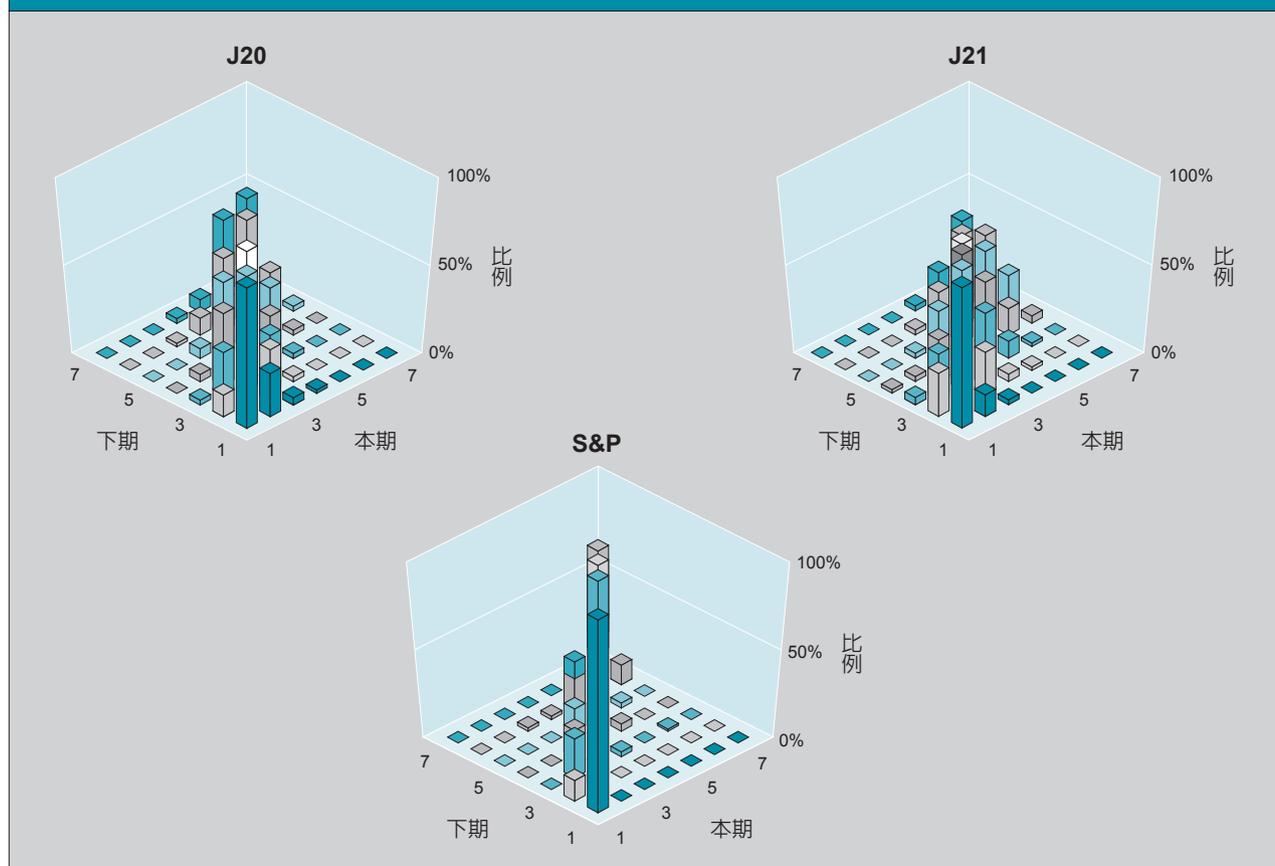
透視循環觀點 (Through-the-Cycle, TTC) 或單時點觀點 (Point-in-Time, PIT) 評分模型

在信用評分模型之應用上，評等哲理 (Rating philosophy) 主要在關注企業評等對於景氣循環之敏感程度，就如同前段中所

表五 動性矩陣平均奇異值 M_{svd} 比較

模型		M_{svd}
JCIC	J20	0.470
	J21	0.499
S&P		0.154

圖五 聯徵中心與S&P轉置矩陣比較圖



提，各評等機構之評分等級可能隨時間經過而發生轉移之程度不同，亦即評分模型依其反映景氣循環因素影響程度可分為透視循環觀點 (TTC) 與單時點觀點 (PIT) 兩種型式模型。

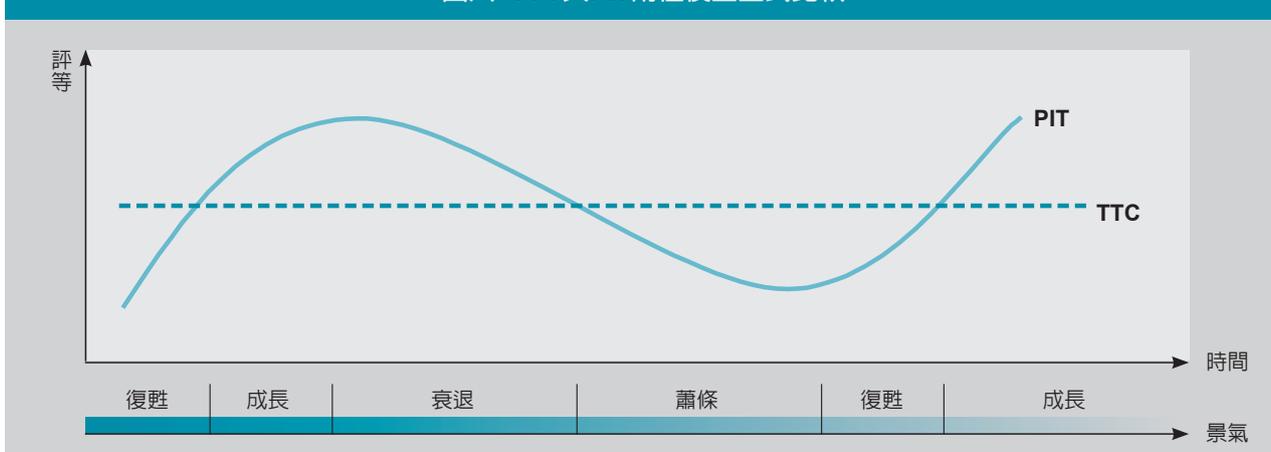
在透視循環觀點 (TTC) 型式中，不管是經濟狀態、產業景氣、財務狀況等信用風險相關影響因素，其模型建置時係已考量該些因素長期變動循環狀態，因此在不同之景氣循環情境下，TTC觀點型式之模型其受評者評分受景氣波動影響變動不大，除非發生永久重大經濟影響或者受評企業借貸行為、銀行放款政策與過程已與過去不同，否則TTC觀點型式之評分評等並不易調整，模型轉置矩陣不會有太大之轉移，亦即TTC型式模型對於企業恆久性之改變將反應其評等，而對於企業短暫性之改變，評等將不隨之變動，因此可知TTC型式模型之特性，其主要係希望該模型評等對未來長期企業違約與否之區隔力皆維持一定之水準，而並非僅針對某一特定時點之解釋力達到最好。

在單時點觀點 (PIT) 型式中，其建置模型

考量之因素皆為受評者現行之近期信用風險影響因子，因此一旦其現行之考量因素改變，則會立即反應在PIT型式之模型中，所以當經濟因素產生變動，對受評者之短期信用狀況產生影響，亦會立即反應在受評者之評分評等上，模型轉置矩陣會有較頻繁的轉移情形，因此與TTC型式模型不同的是當受評企業發生短暫性之改變，PIT型式之模型評等會立即反應其狀況好壞，亦可知PIT型式模型之特性，其主要係追求該模型評等對未來短期時點內之企業好壞解釋力達到最好。

上述兩種型式模型差別可見圖六，PIT型式模型隨著整體經濟景氣循環變動，受評企業評等亦隨之反應，然TTC型式模型則不會隨景氣波動改變其評等，兩種型式模型之特性不盡相同，使用者在應用上，則可視使用之目的，擇其合適之模型予以使用，當使用目的在於授信戶之信用狀態監控或授信帳戶之管理，則可使用較偏向PIT型式模型，能立即瞭解目前授信客戶變動情形，方能對授信戶信用好壞變化

圖六 TTC與PIT兩種模型型式比較



有即時性之處理，若使用者之目的在於經濟資本計提、監理之角度，則可使用較不受景氣循環影響、較穩定之TTC型式模型。

以轉置矩陣之變動衡量聯徵中心評分模型對於景氣循環敏感程度

於前面之章節中，本文僅在單一期模型驗證與監控時點下，利用動性矩陣之平均奇異值 M_{svd} 觀察轉置矩陣之穩定性，而此節本中心將連續觀察多期轉置矩陣，分析本中心之轉置矩陣以長期來觀察穩定性如何，是否皆易受經濟因素影響，即是否為單時點觀點(PIT)型式模型，另外，這裡觀察矩陣變動情形所採用之計算方式，亦不再採用 M_{svd} 值，而是使用評等移動方向性(Direction)與評等移動速度(Speed)⁵兩指標，此兩指標之計算邏輯，較易讓使用者理解其意義與內涵，亦較符合衡量兩矩陣移動程度之經濟直覺，且指標計算上較為便捷。

其中，評等移動方向性即為觀察該評分轉置矩陣整體是偏向評等上升或偏向評等下降之趨勢，計算轉置矩陣中，評等上升者轉移比例之加總與評等下降者轉移比例之加總，再計算前述兩者之差距並取其平均，因此當Direction值為正時，表示整體轉置矩陣是偏向評等上升之趨勢，且其值愈大表示評等上升之程度愈明顯，反之，當Direction值為負時，則為偏向評等下降之趨勢，且其值負的愈多，表示評等下

降之程度愈明顯，因此將利用該指標來觀察，隨著時間經過，不同的景氣狀態下，對於轉置矩陣之移動趨勢與移動程度是否有明顯的影響，該指標定義如下：

$$Direction = \frac{\sum_{i=1}^N \left(\sum_{j<i} P_{ij} - \sum_{j>i} P_{ij} \right)}{N}$$

其中N為評等級距個數， P_{ij} 表示從第i評等轉移至第j評等之比例。

另外，評等移動速度則是觀察矩陣移動的幅度，當從本期到下期評等移動愈遠，則其移動比例之權重(即 $|i-j|$)越大，計算該矩陣之加權平均移動比例，因此當兩期評等移動幅度愈遠，則其評等移動速度愈大，其定義如下：

$$Speed = \frac{\sum_{i=1}^{N+1} \sum_{j=1}^{N+1} |i-j| P_{ij}}{N^2}$$

其中第N+1等表示違約等級。

本節觀察之資料，係為本中心轉置矩陣，時間點為2006年~2009年，共4個年度，另外以同年度S&P之轉置矩陣(Global Corporate Transition Rates)為比較對象，通常其被視為偏透視循環觀點(TTC)之型式。而在進行兩者轉置矩陣之評等移動方向性(Direction)與評等移動速度(Speed)比較之前，此處先在圖七中列示本中心與S&P轉置矩陣中，各主要等級(等級3~5)其4個年度下之對角線比例圖，由圖可知本中心轉置矩陣之對角線比例在各年度皆低於S&P之結果，且不同年度間，比例波

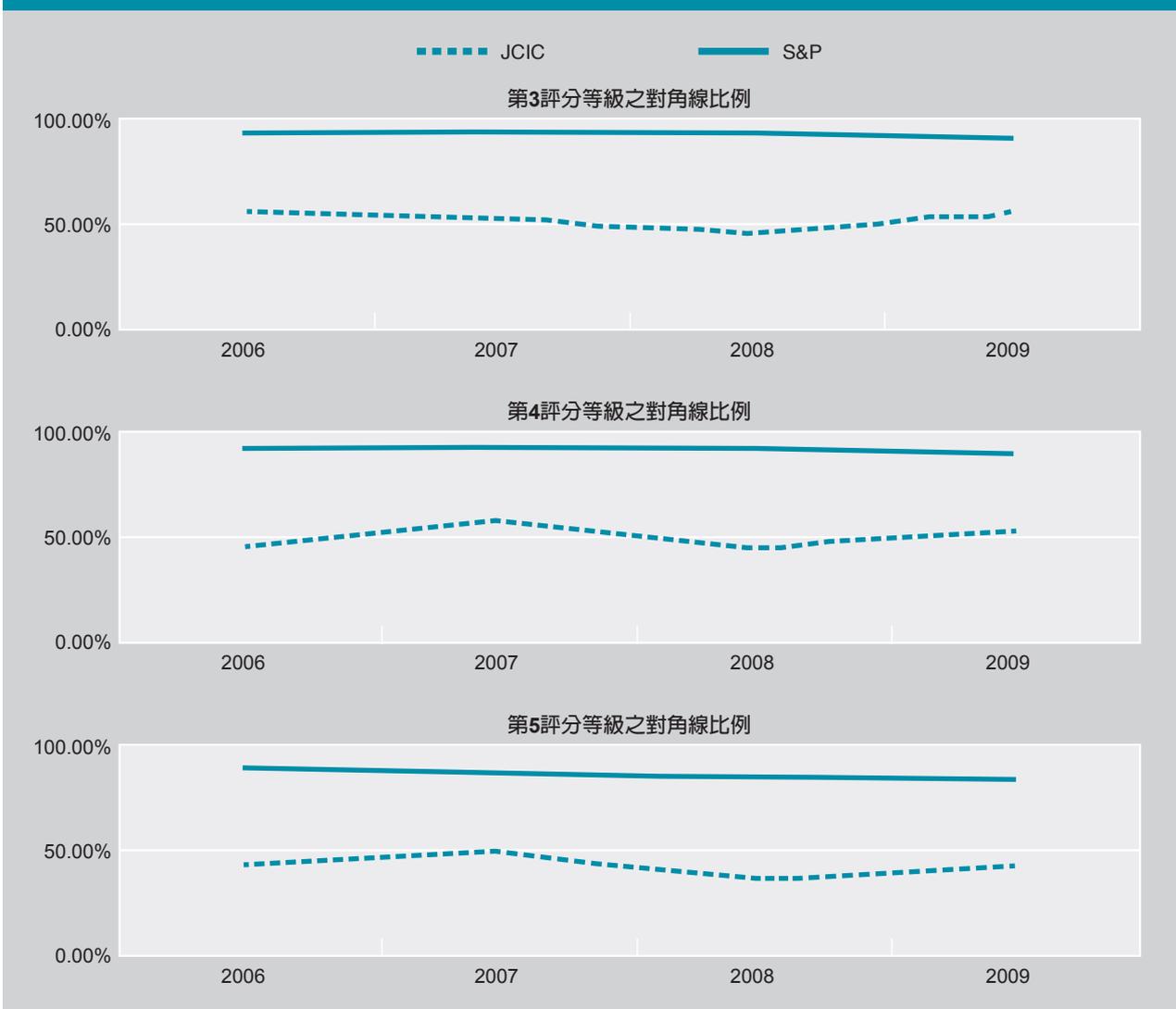
5 評等移動方向性(Direction)與評等移動速度(Speed)詳細說明請參考Andreas Anderssony and Paolo Vanini (2009)。

動較大，因此可初步瞭解，就長期觀察，本中心轉置矩陣兩期維持於同一等級之比例較S&P低，亦即中心之評等轉移較S&P頻繁。

而以下則將以更明確之數量化指標，評等移動方向性 (Direction) 與評等移動速度 (Speed) 兩數值比較雙方之轉置矩陣，如圖八、圖九所示，圖八中，S&P其4年度 Direction 值最大為0.037，最小為-0.071，因此

改變程度為0.108，而本中心之Direction值最大為0.175，最小為0.027，雖其矩陣轉移方向皆偏向評等上升趨勢，但其轉移程度變化大，最大值與最小值相差0.148，改變程度較S&P大，由此可知，中心歷年轉置矩陣之Direction值變動略大，表示中心模型相較於S&P，較易因景氣因素影響其轉置矩陣整體評等向上或向下之趨勢。

圖七 各年度聯徵中心與S&P主要等級對角線比例圖(X軸為年度，Y軸為比例)



另外由圖九觀察雙方之Speed值，S&P之Speed值歷年皆在0.04以下，而中心轉置矩陣Speed值皆在0.08以上，清楚可知本中心歷年轉置矩陣之Speed值皆大於S&P，表示各年度下，本中心評等移動幅度皆較S&P大，顯示本中心轉置矩陣較S&P容易隨著經濟環境不同產生評等變動，綜合上述兩圖之結果可知中心模型相較於S&P，係較偏向於單時點觀點(PIT)型式之模型。

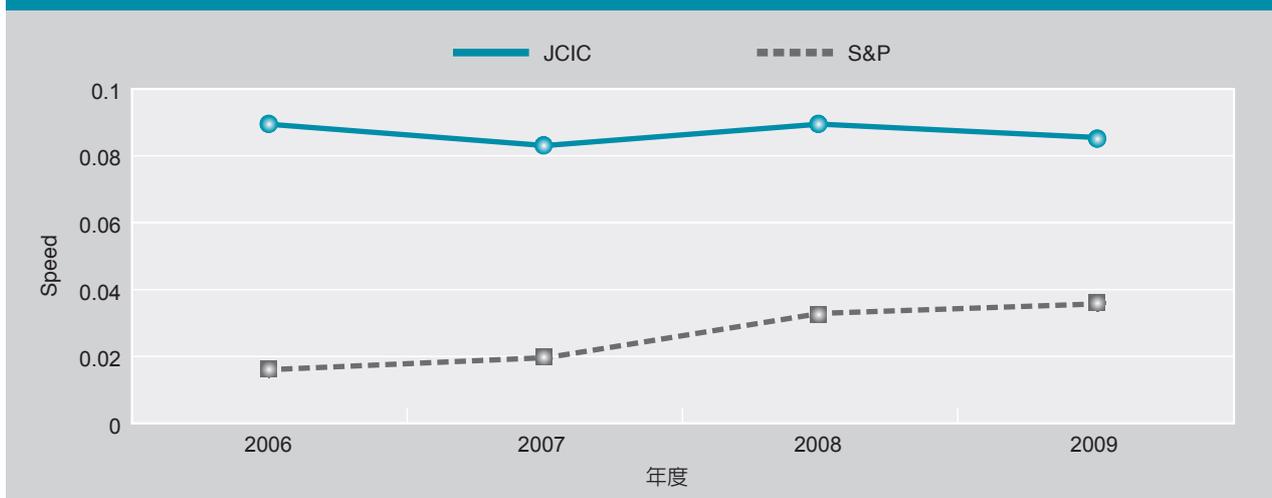
結語

在風險管理議題中，評等轉置矩陣係為重要的角色之一，例如可運用於資產組合管理、資本計提、衍生性金融商品(例：CDO)之定價或信用風險值(Value-at-Risk)之衡量，且外部具權威性之評等機構往往會定期發布其評等轉置資訊，可見其對於風險管理之重要性。本文分析聯徵中心企業信用評分近期驗證與監控

圖八 各年度轉置矩陣之評等移動方向性



圖九 各年度轉置矩陣之評等移動速度



時點之評分轉置矩陣，希望藉由其能表達評等轉移比例之特性，讓使用者在面對一家企業之信用評分時，除了知道其現行信用狀況好壞排序，亦能透過評分等級轉置矩陣，瞭解多數企業其歷史評等的變動狀況，供使用者進行風險管理參考。

聯徵中心建置企業模型所使用參考之變數，其觀察期長達3年，已有一定之時間長度，但就整體景氣循環週期而言，可能涵蓋之時間長短仍稍嫌不足，且本中心模型使用變數包含企業負面行為資料，所以一旦總體經濟發生變化，影響企業還款行為，可立即反應在信用評分上，因此就變數觀察期長短與變數型態而言，其實已可略知本中心模型係較偏向於單時點觀點 (PIT)，但前述之判斷，僅是就變數涵蓋時點與變數型態觀察，然真實的景氣循環週期究竟多長？變數觀察期需多久才算包含景氣循環週期？使用負面行為變數有多麼立即反應在評分上？都是一個待確認的問題，因此本文使用3小節篇幅來討論本中心模型屬PIT或TTC型式，其目的是希望利用多項統計指標，去交叉觀察中心企業評分模型之性質，以較科學之方式瞭解模型屬性，利用量化指標去證實推估結果，且亦使用該些指標進行多年期之觀察，瞭解模型長期之趨勢。

聯徵中心J20、J21線上產品僅提供各受評企業之企業評分與等分數級距下之各級好壞比值、違約率，其觀察重點較著重在提供不同企業之間的信用風險排序與違約率，而本文則是希望透過評分轉置矩陣討論，進一步分析跨期間之企業信用風險移動狀態，因為就資產信用風險管理而言，除了考量其受評戶未來之違約

機率外，另一個值得關注的是其信用好壞的轉移風險，而本文除了利用評分轉置矩陣分析信用風險之轉移特性，並延伸分析本中心模型相較於外部評等機構S&P其對於景氣循環之敏感程度，讓會員機構對於本中心模型有另一面之瞭解，藉此對評分產品能有更適當、妥善之運用，亦希望提供會員機構在對行內企業授信客戶進行評等轉移評估時，一個關於轉置矩陣觀察方式與量化指標的參考，而聯徵中心之轉置矩陣結果，亦可作為會員機構在進行自身行內客戶轉置矩陣分析相互比較對象之一。

參考文獻

1. Andersson, A., & Vanini, P. (2009), Credit Migration Risk Modelling, National Centre of Competence in Research FINRISK Working Paper No. 539.
2. Clay, N. (2010), Credit Scoring in Reserve Allocation, Power Up Profit in the Reset Economy, FICO, Miami, April 13-16, 2010.
3. Jafry, Y., & Schuermann, T. (2003), Metrics for Comparing Credit Migration Matrices, Wharton Financial Institutions Center Working Paper #03-09.
4. Ridders, F., & Thibault, A. (2007), The Optimal Rating Philosophy for the Rating of SMES, Vlerick Leuven Gent Working Paper Series 2007/10.
5. Standard & Poor's, (2009), Default, Transition, and Recovery: 2009 Annual Global Corporate Default Study and Rating Transitions.