

從風險觀點探討確定提撥與確定給付 計畫之制度轉換選擇權*

李翎竹

財團法人國家實驗研究院
科技政策研究與資訊中心副研究員

李志宏

國立政治大學
財務管理學系教授

在近來許多國家的公、民營退休體系由過去以確定給付制改為確定提撥制，爲了降低在確定提撥制下的退休金投資風險，在美國的佛羅里達州之公務人員退休體系中，存在著可供個人選擇是否轉換到確定給付制的機制。在本文的模擬中發現，當風險趨避程度越高則轉換至確定給付制的機率越高，轉換到確定給付制的高峰期會出現在開始工作的初期與屆臨退休之際等兩段期間。隨著工作期間的延長，個人轉換到確定給付制的機率越低，但仍可有效地提升退休金的所得替代率與達到降低退休金下方風險的效果，在加入退休制度初期不得轉換的限制之後，則會降低轉換到確定給付制的機率。

關鍵字：退休基金、制度轉換選擇權、蒙地卡羅模擬、資產配置

壹、緒論

在近二十年來世界許多國家的公、民營退休體系的改革中，將過去以確定給付 (defined benefit) 爲主流的退休體系逐漸改為確定提撥制 (defined

* 作者感謝三位匿名評審委員與編輯委員的寶貴建議，以使本文更加完善；本文寫作期間承蒙政治大學劉玉珍教授、王儷玲教授、中央大學張傳章教授、淡江大學繆震宇教授與實踐大學陳麗如教授所惠予之指教與協助，本文若有任何疏誤則爲作者之責。

contribution)。在我國的勞工退休體系亦趕上這波退休金改革的風潮，自2005年7月1日開始實施的勞退新制，由過去的確定給付制改爲具有確定提撥特色的個人帳戶制。對於勞工而言，確定提撥制和過去確定給付制不同之處，在於承擔退休金投資風險的責任將由雇主轉由個人承擔。爲了降低在確定提撥制下的退休金投資風險，在美國的佛羅里達州之公務人員退休體系中，存在著可供個人選擇是否轉換到確定給付制的機制。在我國勞退新制中，不僅由政府提供投資收益率不得低於當地銀行二年定期存款利率的保證，並輔以「年金保險制」供勞工選擇，允許勞工在退休前可在個人帳戶制與年金保險制進行轉換。因此若能提供具有確定給付制形式的定額年金保險，則勞退新制的轉換機制將可賦予勞工一個由確定提撥制轉回到確定給付制的選擇權（王儷玲等，2007: 1-30），故在本文中之確定給付制爲一具確定給付制形式的定額保險年金。

在確定提撥制下，勞工與雇主定期依薪資一定比例提撥到個人帳戶中作爲退休準備，由勞工承擔退休金的投資風險與購買力風險，通常勞工有決定資產配置的權利，以建構符合本身偏好的資產配置；在確定給付制下，勞工的退休所得則是依薪資水準與工作年資決定退休金請領的金額，因此在確定給付制下勞工較不需承擔投資不當與退休金購買力受到通膨侵蝕的風險，當然也沒有選擇資產配置的權利。由於確定給付相對於確定提撥制的風險較低，且兩制度下退休金預期報酬率的差異可能隨著資產配置而有所不同，透過此一制度轉換選擇權的機制，可使勞工依據本身的財務狀況、退休計畫提供之風險報酬與個人偏好等因素決定是否轉換到確定給付制。因此在本研究中旨在探討資產配置、風險偏好與財務狀況等因素對於個人轉換決策與轉換時點的影響，以瞭解退休人口對制度選擇權需求與制度轉換選擇權對於退休所得與風險的影響。

事實上，我們亦可將附有制度轉換選擇權的退休制度視爲混合確定提撥與確定給付制的退休制度，在過去的研究所提出的方法主要是透過分別提撥特定比例於確定給付制與確定提撥制，以探討在確定給付制下納入確定提撥制的效益（Feldstein and Rangelova, 2001: 1116-1125; Nataraj and Shoven, 2003: 348-353）。就概念上來說，分別提撥特定比例於確定給付制與

確定提撥制，可以說是一個橫斷面（cross-sectional）的風險分散，藉由將風險分散於兩套制度，以降低風險的集中程度；¹ 提供確定提撥與確定給付制度轉換選擇權的退休制度，使得個人可以考慮退休金的累積狀況，決定分別參與確定提撥與確定給付制期間的長度，以降低完全對單一制度的仰賴程度而達到降低退休金風險的目的，因此制度轉換選擇權可說是以時間縱斷面風險分散的退休制度。因此對於個人而言，若能對轉換決策的運作有更清楚的認識，將可藉著適當的轉換決策降低退休金的投資風險或是提升投資收益；對於政府而言，可透過對個人轉換行為的預期瞭解此一轉換機制對於個人退休金風險的影響；對於金融機構而言，可就由瞭解不同背景個人對轉換選擇權的需求，以提供適時及適當的年金商品供退休計畫參加人選擇與轉換。

在制度轉換選擇權對退休所得的影響方面，Milevsky and Promislow (2004: 381-404) 探討佛羅里達州退休制度賦予勞工可以從確定提撥制轉回到確定給付制選擇權所產生的財務價值，其研究發現制度轉換選擇權約可增加勞工 30% 的財富，但對於較年長的員工而言轉換選擇權所產生的經濟效益較低。Lachance, Mitchell and Smetters (2003: 1-16) 發現制度選擇權可以增加個人退休收入達 100%，但 Milevsky and Promislow 指出 Lachance, Mitchell and Smetters 的結論應來自於確定給付制與確定提撥制原先制度成本的差異所致而非可中途轉換的制度選擇權所造成，使中途選擇權產生價值的因素應來自於確定給付制所提供的內部報酬率與確定提撥制投資報酬率的差異所造成。在國內林苡辰（2004）以勞工退休金條例草案中賦予勞工可在制度施行後五年內可選擇個人帳戶制或是附加年金制的權利為研究對象，探討此一制度選擇權對於勞工的價值，發現由於附加年金制所規劃的年金給

1 由於確定給付制資金來源為雇主與工作中勞工所提撥，因此可能面臨雇主之前提撥準備不足，或當期工作中勞工與雇主的提撥金額不足以支付而調整給付水準或提高提撥率，使得確定給付制可能存在政治風險（political risk），例如我國公務人員退撫基金或美國的社會保險制度（social security system）當前所面臨的挑戰。因此 Feldstein and Ranguelova (2001) 與 Nataraj and Shoven (2003) 利用實際與預期的數據模擬未來情境，說明在確定給付與確定提撥制並行的情況下，可避免將退休金的風險完全集中於確定提撥制下的投資風險或確定給付制下的政治風險，使個人退休金的風險分散於兩套制度之中，進而降低退休金給付水準的整體風險。

付水準過高，使得個人帳戶制可轉換為附加年金制的選擇權價值頗高，而這現象也是導因於附加年金制的制度成本過高所致。陳芬苓與張森林（2006: 1-30）指出給付水準過高的附加年金制將造成財政失衡的問題，在政治因素的考量下，調降附加年金給付率將相當困難，此時將不可避免地發生代間移轉財富（inter-generation transfer）的問題。因此在制度設計之初，若能建立合理的確定給付與確定提撥的轉換條件或是透過市場機制，將有助於代際間的公平性。

由於現行勞工退休金制度已將附加年金制修改為由保險公司提供符合勞退新制規範下的年金保險商品，以避免由政府提供附加年金制度可能造成的代間財富移轉的問題。若保險公司所提供的年金商品具有確定給付制的屬性，則在勞退新制下的勞工便可選擇是否從確定提撥制轉換到確定給付制。王儷玲等（2007: 1-30）應用 Milevsky and Promislow 的模型探討我國個人帳戶制與年金保險制勞工的轉換時點與轉換價值，文中指出在考量年金保險的附加費用率後，若年金保險制的預定利率高於個人帳戶制，則個人可選擇適當的轉換時點增加退休所得。

由於在 Milevsky and Promislow（2004: 381-404）的模型中假設個人是從財富極大化的角度且利用靜態模型探討如何權衡確定給付制與確定提撥制之報酬率後，決定出適當轉換時點，但在該模型中並無考慮個人風險感受對其轉換決策的影響及轉換決策對退休所得不確定性的影響。因為退休計畫參加人在決定是否轉換到確定給付制時，除了著眼於確定給付計畫提供較高的內部報酬率之外，確定給付制的另一重要功能在於提供避免投資風險的管道。尤其是在個人風險趨避程度較高時，只要個人帳戶的投資風險高於確定給付制，其轉入確定給付制的可能性就相當高。

在 Lachance, Mitchell and Smetters（2003: 1-16）曾評估雇主提供制度選擇權所需的成本，但在該文中卻忽略了退休制度風險對個人轉換決策的影響，如此可能導致估計成本的誤差。且在 Lachance, Mitchell and Smetters（2003: 1-16）一文中假設個人在進行轉換時並無考慮未來存在更佳轉換時點的可能，由於制度轉換選擇權可在退休前任一時點執行轉換，因此其性質類似美式選擇權，而在美式選擇權當中提前執行決策將是影響美式選擇權

價值重要的一環，因此 Lachance, Mitchell and Smetters (2003: 1-16) 一文中所預測出的轉換時點可能早於最佳的轉換時點，而低估了最佳轉換時點的價值，因此在本文中採 Longstaff and Schwartz (2001: 113-147) 所提出的 LSM (Least-Squares Method) 估計法，以將未來是否存在更佳轉換時點的因素，納入提前執行制度轉換選擇權決策，以彌補在 Lachance, Mitchell and Smetters 一文中可能的缺失。

在過去的研究主要從退休制度所提供的投資報酬率與個人的工作年資等因素探討制度轉換選擇權的決策，但影響個人決策的因素除了這些有形的條件之外，另一個重要的因素即是個人對於投資風險的感受。已有相當多的研究指出個人風險趨避 (risk aversion) 會影響其資產配置的決定，從過去的實證證據可知，風險趨避是影響個人決策的重要因素，因此當個人在風險趨避越高時，可能對於確定給付制度有較大的需求，且由於不同資產配置下的報酬率與風險程度並不相同，亦會使個人在不同資產配置時，對轉換到確定給付制的需求並不相同。然而在過去制度轉換選擇權的研究中並未考慮個人風險趨避及資產配置對制度轉換決策的可能影響，因此若能瞭解個人偏好與資產選擇特徵的差異性對轉換到確定給付制的決策，將能更正確的掌握個人對於確定給付制的需求與時點，也有助於我國年金保險設計時的參考。

在本文的模擬中發現，當風險趨避程度越高則轉換至確定給付制的機率越高，尤其是在高風險與低單位風險價格的投資組合，轉換到確定給付制的高峰期會出現在開始工作的初期與屆臨退休之際等兩段期間，當投資組合單位風險報酬越低，則第二次轉換高峰期出現的時點也相對較早。隨著工作期間的延長，個人轉換到確定給付制的機率越低，由於長期的時間風險分散與提撥期間的增長，可有效地提升退休金的所得替代率與達到降低退休金下方風險的效果，因此就從增加退休金累積與降低退休金下方風險的角度而言，延後退休年齡與增加可領取退休金之工作年資對於降低退休金下方風險與基金累積皆有相當的助益。在加入退休制度初期不得轉換的限制之後，當限制轉換的期間越長，則整體的轉換機率下降，限制轉換期間長短對接近退休時之轉換機率的影響並不大，其主要影響在於初期限制轉換會延緩期初轉換高峰期的出現使得整體轉換機率下降，當投資組合之報酬率高於確定給付制之

內部報酬率且其單位風險報酬較低時，藉由初期限制轉換的規範將能提升平均的退休所得水準。

在後續的第貳節中將介紹的是，在我國現行勞退新制下，確定提撥與確定給付轉換選擇權與個人轉換與否的決策法則；第參節為本文之研究設計，包含投資組合價格變動與個人偏好等設計；第肆節則為模擬結果分析；最後則為結論。

貳、確定提撥與確定給付制度轉換選擇權

在佛羅里達州公務人員退休體系中提供個人在選擇確定提撥制後可選擇換回確定給付制的制度轉換選擇權，在該州退休體系中若原先參加確定提撥制的個人要轉換到確定給付制，則需支付特定的轉換價格才可轉回到確定給付制。若轉換價格高於個人帳戶所累積的退休金，則退休計畫參加人需要補足個人帳戶與轉換價格差額；反之若轉換價格可能高於個人帳戶所累積的退休金，則退休計畫參加人享個人帳戶與轉換價格差額的收益。²

一、轉換價格的決定

在本文中所模擬的制度選擇權是指參加確定提撥計畫的個人擁有可以在特定時點選擇回到確定給付制的權利，但當期選擇轉入確定給付制後便不可回到確定提撥制，且其轉到確定給付制前需先繳交其先前未參與確定給付計畫的應計提撥準備，其應計提撥準備的計算如下：

$$P(t) = \sum_{t=1}^{t^*} \text{Salary}_0 * (1+g)^{\frac{t}{12}} * \text{Contrib} * (1+r_{DB})^{\frac{t^*-t}{12}} \quad (1)$$

2 在我國新施行的勞退新制亦含括確定提撥與確定給付制度轉換選擇權的精神於其中，提供個人帳戶與年金保險以供選擇。為賦予勞工視收益優劣狀況選擇不同退休金制度，實施年金保險之事業單位，勞工得變更原選擇適用之退休金制度，改為參加個人退休金專戶或年金保險，對於選擇個人帳戶制的個人也可選擇是否將專戶內的本金及收益移轉至年金保險作為年金保險之保單價值準備金。因此這和過去勞工退休金草案中個人直接在個人帳戶與附加年金制轉換，勞工不需負擔額外成本的作法不同。

$P(t)$ ：轉入確定給付制所需補繳的應計提撥額； $Salary_t$ ：進入職場後第 t 個月的薪資水準； g ：薪資成長率； r_{DB} ：確定給付制所提供的內部報酬率；³ $Contri$ ：退休金提撥率，在本文假設為 6%； t^* ：由確定提撥制轉換至確定給付制的時點。

二、確定給付制與確定提撥制之預期收益

若個人轉換到確定給付時，其轉換價格取決個人預期可領到的退休金減去未來預期提撥的本利和，因此對於制度選擇權的提供者而言，在確定給付制所提供之的內部報酬率與其基金運用投資報酬率相當的情況下，個人轉到確定給付制並不會造成其在提撥成本之外的負擔，但對於個人而言則可根據其偏好與當時的退休金累積水準決定是否轉換以提高其個人效用。

而其轉換到確定給付制所支付轉換價格的資金來源，本文假設來自其先前於確定提撥制所累積的資金，並假設若個人帳戶累積資金高於確定給付制，則高於轉換價格的部分，可以確定給付制所提供的內部報酬率購買確定給付的給付基數，並於退休時領取該筆差額所產生的本利和；若個人帳戶累積的資金不足以支付轉換到確定給付制的轉換價格，則可依確定給付制提供之內部報酬率融通這部分之差額，⁴ 並於領取老年給付時償還當初的借貸本利和。個人轉換到確定給付制其可領取的退休金包含原先確定給付的部份 ($DB(T)$) 與轉換時個人帳戶累積金額與轉換價格差額 ($[DC(t^*) - P(t^*)](1 + r_{DB})^{T-t^*}$)，若其選擇留在確定給付制，則其可領取之退休金為個人帳戶累積至退休時的餘額 ($DC(T)$)。

3 要推算確定給付制內部報酬率，可由確定給付的給付水準與個人於工作期間所提撥之退休金，反推確定給付制的內部報酬率；同理，若要計算年金保險所提供之內部報酬率，則需考慮年金給付水準與工作期間繳交之保費，當中包含附加費用率、預定利率等因素所共同決定。

4 相較於佛羅里達企業退休金計畫要求個人在轉換時需支付轉換價格的規定，可能發生個人認為轉換到確定給付制是較有利的選擇，但因個人帳戶累積的金額不足以支付轉換價格而作罷。因此在本文中放寬支付轉換價格的規定，允許個人在退休帳戶資金不足以支付轉換價格時可向確定給付制度提供者預支未來的退休金以支付轉換價格，以避免融資因素造成個人進行效用極大化選擇時的限制。

	轉換到確定給付制	留在確定提撥制
退休金收益	$DB(T) + [DC(t^*) - P(t^*)](1 + r_{DB})^{T-t^*}$	$DC(T)$

三、轉換決策

在 Lachance, Mitchell and Smetters (2003: 1-16) 的文章中，假設個人是否執行制度轉換選擇權建立在兩個前提之下，一是個人若轉到確定給付制後的效用高於確定提撥制，則其會立即轉換到確定給付制，二是個人無法評估未來存在更佳轉換時點的可能。由於該文章假設個人無法預期未來更佳轉換時點存在的可能性，導致該文所預測的個人轉換時點可能早於實際的最佳轉換時點，故沿用該文的轉換決策可能較不適合。為考慮未來可能存在更佳轉換時點對轉換決策的影響，本文 Longstaff and Schwartz (2001: 113-147) 所提出的 LSM (Least-Squares Method) 的估計法，以將未來是否存在更佳轉換時點的因素，納入提前執行制度轉換選擇權與否的決策。

由於個人在投資選擇、確定給付制的內部報酬率與提撥率等情況下對於風險與報酬的感受可能有所不同，本文藉此觀察在不同的情境下對轉換決策的影響。而個人決定是否執行制度選擇權的評估方法如下：

$$\text{Max}\{U_t [BB(t^*)], U_t [DC(t^*)]\}$$

Where

$$U_t [BB(t^*)] = E [u(DB(T) + [DC(t^*) - P(t^*)](1 + r_{DB})^{T-t^*}) | F_t] \quad (2)$$

and

$$U_t [DC(t^*)] = E [u(DC(T)) | F_t].$$

$U_t [BB(t^*)]$ ：在 t^* 時點選擇轉入確定給付制可獲得的預期效用，其退休所得為確定給付制可領取的總額 ($DB(T)$) 加上個人帳戶制扣除轉入確定給付制的應計提撥準備後的本利和 ($[DC(t^*) - P(t^*)](1 + r_{DB})^{T-t^*}$)； $U_t [DC(t^*)]$ ：在 t^* 時點選擇留在確定提撥制可獲得的預期效用。

其在時間點 t 會比較轉入確定給付制或留在確定提撥制的預期效用何者

較高。轉入確定給付制的效用則取決於在確定給付制可領取的退休給付與目前個人帳戶制累積之退休金扣除應計提撥準備後，依確定給付制所提供之內部報酬率可領取的本利和。留在確定提撥制的預期效用取決於目前資產配置的預期風險與收益，因此當個人在不同資產配置中對於是否轉入的確定給付的決策亦會有所不同。

參、研究設計

在本節中依序說明本文對於退休計畫參與者的工作條件、個人效用函數、投資組合與價格行為等影響個人轉換決策重要參數設定。

一、退休計畫參加者

假設勞工自三十歲起開始工作於六十五歲退休（工作三十五年），⁵ 進入職場的起始月薪為\$35,000，⁶ 在勞工退休新制的雇主提撥率加上員工自願提撥的部分至少要大於勞工薪資的6%，因此本文假設退休金提撥率為6%。參考民國80-92年之平均名目薪資成長率為3.84%，假設個人名目薪資成長率3%。由於過去模擬研究常將模型中不確定的參數假設其變動過程依循幾何布朗運動（Pennachi, 1999; Lachance, Mitchell and Smetters, 2003: 1-16），

5 根據勞委會統計青年勞工初入職場平均年齡約21歲，平均退休年齡約為56歲，本文假設勞工在職場上的工作期間為35年（自30歲至65歲）與勞委會統計結果相當。為考量勞工工作期間長短對退休所得的影響，在本文的表7亦模擬在工作期間為25年與45年下之退休所得情境。

6 理論上勞工的起始薪資應以初任工作者的平均薪資，搭配勞工每年的調薪幅度較為合理，但實際上的資料卻缺乏勞工每年調薪幅度的統計，僅有整體勞工名目薪資成長率的統計數據。在此情況下，若以初任人員的薪資作為模擬起始值，輔以整體勞工名目薪資所得成長率，以模擬勞工工作期間的工作所得將會產生低估的情形。因為個人工作所得的調整除了隨著整體勞工名目薪資成長率變動之外，亦會隨著工作經驗與職位的調整而有所調整。為使估計的結果較能反映勞工在工作期間的勞動所得，本文參考勞委會95年的勞動薪資調查（內政部統計處，2010），該報告顯示該年度的受雇人員平均經常性月薪資水準為36,067，因此本文選擇以35,000元作為起始月薪，並參考民國80-92年之平均名目薪資成長率3.84%，假設個人名目薪資成長率3%。

因此在本文研究中亦參考過去文獻的作法，假設薪資與各資產之價格均依循此一變動過程。

二、個人偏好的設定

確定提撥制與確定給付制對個人而言最大的差別，在於確定提撥制有投資風險但確定給付制則否。因此本文認為個人的風險態度是選擇退休制度的重要因素。因此本文應用 Pulley (1981: 361-373) 的 mean-variance 效用函數以引入個人風險趨避的特徵，而非假設個人風險中立。本文所選擇的效用函數為傳統 mean-variance 效用函數，Meyer (1987: 421-430) 一文曾證明 mean-variance 型態的效用函數可符合 Arrow-Pratt 所建構的風險趨避衡量定義。Markowitz (1952: 77-91) 亦以 mean-variance 型態效用函數推導出重要的投資組合理論，並以此理論獲得 1990 年諾貝爾獎殊榮，且 mean-variance 型態效用函數實已被眾多文獻所援引，故此型態之效用函數應具有代表性。

本文採用 mean-variance 形式的效用函數原因在於，本文採 Longstaff and Schwartz (2001: 113-147) 所提出的 LSM (Least-Squares Method) 的估計法，以修正 Lachance, Mitchell and Smetters (2003: 1-16) 過去文獻可能的缺失。然過去 LSM 估計法主要適用在選擇權價值計算之用，因此皆是在風險中立所進行。因此本文將效用函數代入以應用 LSM 估計法，mean-variance 形式的效用函數的特色在於可簡易地表達個人留在選擇確定提撥制時，風險所帶來的負面效用及投資風險會隨時間增加的現象，相較於 LSM 估計法對效用函數的假設，只要增加一個風險維度的參數，即可表達個人風險趨避的行為，故本文採用 mean-variance 形式效用函數的重要原因在於此種效用函數形式可與 LSM 估計法作良好的結合。在本文中假設個人效用函數包含報酬與風險 (mean-variance) 等兩個維度，假設退休計畫參加人效用函數的型式為：

$$EU = \sum_{t=t}^T W_t * (1 + r_i)^{T-t} - \alpha * W_t * \sigma_i * (T - t) \quad (3)$$

W_t 為目前在確定提撥制個人帳戶中所累積的財富數量或未來之預期提撥金額； α ：風險趨避係數； r_i 為第 i 組投資組合之預期年報酬率； σ_i 為第 i 組投資組合之預期年波動度； T 為從開始到退休所經歷的期間長度； t 為自開始工作至目前的工作期間長度。

個人在確定提撥制下的預期效用會隨著時間改變，為當時的財富水準加上預期未來提撥金額，與投資組合預期報酬率與風險所共同決定其預期效用水準為 $EU = \sum_{t=t}^T W_t * (1 + r_i)^{T-t} - \alpha * W_t * \sigma_i * (T - t)$ ；其轉換到確定給付制的其效用水準為 $EU = DB + (DC_t - P_t) * (1 + r_{DB})^{T-t}$ 。

三、預期退休所得替代率評估

預期退休所得替代率是衡量退休後的所得購買力相較於退休前所得之購買力的比值。而退休後所得購買力的決定取決於工作期間至退休時累積的退休金、退休後的預期投資報酬率、退休後預期生存餘命與物價變動率是影響退休後所得替代率的主要因素，因此在給定個人退休後的預期餘命、利率與物價變動率之後，可衡量出目前所累積的退休金水準可提供多少程度的退休所得替代率。在本文中假設退休後的預期利率為 6%、物價變動率為 2.03% (以 1988 至 2005 年間物價指數所估算出)，根據民國 95 年內政部台灣地區人口統計資料顯示 65 歲的平均餘命為 18.61 年 (行政院勞工委員會, 2006)，考量未來醫學進步對人口壽命的延長的可能假設退休餘命為 20 年。⁷ 我們亦可將退休所得替代率的計算方式表達如下：

$$\text{replacement ratio} = \frac{W_T}{\sum_{s=T+1}^{T+y} \text{Salary}_T * \left(\frac{1 + \text{inf}}{1 + i} \right)^{s-T}} \quad (4)$$

replacement ratio：退休所得替代率； W_T ：退休時 (T) 退休金累積的財富水準； Salary_T ：退休時的薪資水準； y ：退休後預期生存餘命 (年)；*inf*：預期通貨膨脹率 (年)； i ：預期利率 (年)； S ：進入職場後經過的時間 (年)。

7 由於本文旨在探討個人工作期間的退休金的制度設計與投資選擇，因此在本文中假設退休後的投資報酬率與確定給付制的預期報酬率相同，預期通貨膨脹率則是以 1988 至 2005 年間物價指數所估算出。95 年內政部台灣地區人口統計資料顯示 65 歲的平均餘命為 18.61 年，本文考量未來醫學進步對人口壽命的延長的可能，採較保守的退休餘命估計。

四、確定給付之預定利率與確定提撥之投資組合選擇

在確定給付制的預定報酬率的假設方面，本文參考過去政府管理勞退基金的投資報酬率（自民國 1987-2003 年之勞退基金平均收益率為 6.44%），因此以 6% 以作為政府或民間提供確定給付制的預定利率，但由於過去政府採取的資產配置屬於較保守的資產配置，近年來諸多研究指出政府退休金管理提高國際投資與高收益證券的必要性，因此本文亦另外模擬在投資報酬率提高下，確定給付制的預定利率調高為 8% 與 10% 的情境，以觀察確定給付制所提供之預定利率對退休計畫參加人之轉換決策與退休所得之影響。

在確定提撥制投資報酬率的假設方面，根據目前勞工退休基金規劃未來退休金之運用，將來會視市場發展狀況並參考國外制度，研議逐漸開放由勞工自行決定運用方式。因此在文中假設個人可選擇退休金投資標的情況下進行模擬，⁸ 資產種類包括貨幣市場、本國股市、本國債市、國際投資部分包含已開發國家股市（developed country）、發展中國家股市（emerging country）與國際債市等五類，並分別以台銀兩年期定存利率、⁹ 台灣證券交易所加權指數、MSCI World Index、¹⁰ MSCI Emerging Markets Index¹¹ 與

8 本文是以對稱產生隨機參數的方式模擬一萬次各資產在三十年間的變動過程。

9 由於我國債券市場的次級流動性較為不足，且現有資料期間較短（自 1995 年起）所估計出的係數較不適合作為長期模擬的參考基礎。且現行國內債券佔退休基金的比重並不高，因此在本文中未將債券納入投資組合之中。

10 The MSCI World Index 是衡量已開發國家股市表現的指數，其計算方式依照各市場的市值所計算出的加權平均報酬率，自 2005 年 5 月 MSCI World Index 共包含以下二十三個國家的股市：Australia, Austria, Belgium, Canada, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Hong Kong, Ireland, Italy, Japan, Netherlands, New Zealand, Norway, Portugal, Singapore, Spain, Sweden, Switzerland, the United Kingdom and the United States.

11 The MSCI Emerging Markets Index 是衡量新興國家股市表現的指數，其計算方式依照各市場的市值所計算出的加權平均報酬率，自 2005 年 5 月 MSCI Emerging Markets Index 共包含以下二十六個國家的股市：Argentina, Brazil, Chile, China, Colombia, Czech Republic, Egypt, Hungary, India, Indonesia, Israel, Jordan, Korea, Malaysia, Mexico, Morocco, Pakistan, Peru, Philippines, Poland, Russia, South Africa, Taiwan, Thailand, Turkey and Venezuela.

Citigroup World Government Bond Index¹² 做為衡量資產報酬率的代理變數，並有不得放空各資產的限制 (short-selling constraints)。為了評估各投資組合下退休資產的累積效果，我們需估計各資產自 1988 年 1 月至 2005 年 12 月的月資料估計隨機變動過程 (stochastic process) 的參數。在本文中參照 Feldstein and Ranguelova (2001: 1116-1125) 對資產報酬率的變化過程的設定，假設資產價格的變動依循幾何布朗運動 (geometric Brownian motion)：¹³

$$dS_{k,t+1} = \mu_k * S_{k,t} * dt + \sigma_k * S_{k,t} * dW_t \quad (5)$$

$dS_{k,t+1}$ ：第 k 個資產在第 $t+1$ 期的價格變量； $S_{k,t+1}$ ：第 k 個資產在第 t 期的價格； μ_k ：第 k 個資產年報酬率平均水準； σ_k ：第 k 個資產的年報酬率波動度； dW_t 則為標準的 Wiener process。

Agnew et al. (2003: 193-215) 曾以 401(k) 參加人的投資行為進行研究，發現多數的個人進行資產配置時的股市投資比重相當極端，有 48% 的個人從不投資股市、22% 的個人投資股市的比重為 100%，¹⁴ 因此本文根據 Agnew 等的研究發現，設定本文第一、三、五、六與八組投資組合，以表達積極型投資人可能產生的投資組合。然而在一般退休基金研究所建議或是較常用以模擬的股市債市投資比例分別為 60% 與 40% (Feldstein and Ranguelova, 2001: 1116-1125; Nataraj and Shoven, 2003: 348-353; Feldstein, 2005: 1-2)，因此本文根據前述研究設定本文第二、四與七組投資組合。在本文中所假設的資產配置主要是參考過去文獻之發現分成兩種主要類別，一種是只投資單一資產例如股市或債市，另一類則是以股債市投資比例分別為 60% 與 40% 的比例進行資產配置，以表達個人的不同資產配置選擇對退休金累積的

12 The Citigroup World Government Bond Index 旨在衡量已開發國家政府公債的報酬率，其計算方式是以各國公債市值加權所計算出的報酬率，其中包含 USA, Japan, Germany, the UK, France and Canada 等國家。

13 本文曾檢驗研究中所選擇之資產報酬率是否存在均數復歸特性 (mean-reversion)，結果發現均數復歸的特性並不明顯，因此本文以一般化的幾何布朗運動做為資產價格變動過程的假設。

14 在該研究中發現已婚、收入與職位較高及較年輕的世代投資股市的比重較高。

影響，及表達選擇不同的資產配置與現行勞退基金資產配置對退休金累積的影響。

在 Karlsson and Norden (2004: 1-17) 的研究中發現過去的研究中發現通常較年老、較不富裕的個人、公務人員或是並沒有持有其他風險性資產的個人會較偏好本國的股票，為表達資產配置時的本國偏見 (home-country bias) 對於退休所得的影響，因此本文在第二、四、七與八組投資組合給予本國投資較高的投資權重，其中第七與第八組投資組合的投資人為極端的具有本國偏見的投資人。

整體而言，本研究在投資組合的假設主要是以資產配置比例與是否進行國際投資等因素設定八組投資組合，由於個人轉換決策與投資組合所提供之單位風險報酬 (Sharpe ratio) 攸關，因此在後續投資組合的排序依此指標由高至低排序。本文對各投資組合資產配置比例設定的理由與各投資組合的特徵分別如下：第一組投資組合為僅投資國際市場，股市的部分投資在已開發國家與發展中國家的比例分別為 40% 與 20%，債市則投資於已開發國家債市 40%，報酬在投資於兩種以上資產的組合中為最高；第二組投資組合將股市的 60% 與債市的 40%，平均的分配給各股、債市；第三組為僅投資已開發國家的公債，其投資報酬率高於本國定存低於各股市指數，風險程度也介於股市與本國定存之間僅投資已開發國家股市，其報酬率與風險程度皆居三個可選擇的股市投資之末，但高於已開發國家公債與本國定存；第四組僅股市的部分平均分配於本國股市、已開發國家股市與發展中國家股市，債市的部分皆投資國內定存；第五組投資組合為僅投資發展中國家股市，其報酬率為各投資組合之冠，但風險僅低於單純投資本國股市；第六組投資組合，僅投資已開發國家股市，其報酬率與風險程度皆居三個可選擇的股市投資之末，但高於已開發國家公債與本國定存；第七組投資組合為僅投資國內市場並投資本國股市 60%、本國定存 40%，風險在投資於兩種以上資產的組合中為最高，報酬率則僅次於僅投資新興國家股市與已開發國家債市的組合；第八組投資組合僅僅投資國內股市和我國部分投資人將資金集中於本國股市的情形相似，但風險為八組投資組合中最高，歷史報酬率僅次於發展中國家的股價指數。

在 Agnew et al. (2003: 193-215) 的研究中發現只有 7% 的人每年的交易次數超過一次，超過 87% 的個人每年的交易次數為零，因此該研究認為個人調整投資組合的頻率甚低。故假設個人中途不重新調整資產配置，因此在本文中個人的退休金總額為其每年薪資所提撥的退休金依前述資產配置比例投入各資產後所累積結果之加總。

在投資組合的選擇方面，為比較資產選擇對於退休所得的影響，本文以下列八組投資組合進行比較：

表 1 模擬投資組合之資產配置

投組別	1	2	3	4	5	6	7	8
報酬率(%)	11.01	11.16	9.36	10.4	16.84	9.74	10.8	14.29
波動度(%)	2.01	2.56	1.79	2.59	9.2	3.94	7.57	21.04
單位風險報酬率 (Sharpe ratio)	5.48	4.36	5.23	4.02	1.83	2.47	1.43	0.68
資產配置比重(%)								
本國定存	0	20	0	40	0	0	40	0
本國股市	0	20	0	20	0	0	60	100
已開發國家股市	40	20	0	20	0	100	0	0
新興市場股市	20	20	0	20	100	0	0	0
已開發國家公債	40	20	100	0	0	0	0	0
相關係數	本國定存	本國股市	已開發 國家股市	新興市場股市	已開發 國家公債			
本國定存	1.00	-0.03	0.03	0.01	0.13			
本國股市	-0.03	1.00	0.35	0.67	-0.30			
已開發國家股市	0.03	0.35	1.00	0.43	0.46			
新興市場股市	0.01	0.67	0.43	1.00	-0.13			
已開發國家公債	0.13	-0.30	0.46	-0.13	1.00			

五、模擬之操作步驟

步驟一：退休所得模擬

根據各資產的月歷史資料求算模擬其未來價格波動所需的平均數與波動

表 2 本文模擬設定與參考依據

參數名稱	本文設定	參考來源
工作期間 長度	以 35 年為主，亦模擬 25 年與 45 年等兩種情境。	勞委會統計青年勞工初入職場平均年齡約 21 歲，平均退休年齡約為 56 歲，本文假設勞工在職場上的工作期間為 35 年(自 30 歲至 65 歲)與勞委會統計結果相當。
起始月薪	35,000 元	勞委會 95 年的勞動薪資調查，該年度的受雇人員平均經常性月薪資水準為 36,067。
名目薪資 成長率	3%	民國 80-92 年之平均名目薪資成長率為 3.84%
確定給付制 的預期利率	以 6% 為主，考量近年來因政府積極進行退休金管理而提高投資報酬率的可能性，確定給付制的預定利率調高為 8% 與 10% 的情境。	參考過去政府管理勞退基金的投資報酬率(自民國 1987-2003 年之勞退基金平均收益率為 6.44%)。
退休餘命	考量未來醫學進步可能延長壽命，假設退休餘命為 20 年。	民國 95 年內政部人口統計資料顯示 65 歲的平均餘命為 18.61 年。
退休後的 預期利率	6%	參考過去政府管理勞退基金的投資報酬率(自民國 1987-2003 年之勞退基金平均收益率為 6.44%)。
物價變動率	2.03%	1988 至 2005 年間物價指數平均數為 2.03%。
確定提撥制 投資報酬率	五種主要金融投資標的，並依據投資人偏好設定八種情境。	以台銀兩年定期存利率、台灣證券交易所加權指數、MSCI World Index、MSCI Emerging Markets Index 與 Citigroup World Government Bond Index 做為衡量資產報酬率的代理變數，並有不得放空各資產的限制。

參考來源：內政部統計處 (2010)，行政院勞工委員會 (2006)。

度，並計算各資產的共變數矩陣。利用 Cholesky 分解法 (Cholesky decomposition)，將投資組合價值風險來源的變異數—共變異數矩陣 (variance-covariance matrix) 分解，再由分解後的矩陣，轉換還原模擬所得之相互獨立序列間的相關性，以將各資產變動之間的相關性計入模擬的過程中，並應用

相反變異法 (Antithetic Variate Approach),¹⁵ 產生一萬次的模擬數據, 以產生 8 組資產配置在確定提撥制下之退休所得。根據前述之模擬結果, 可計算每一條模擬路徑中, 每一時點轉換到確定給付可領取之退休所得。

步驟二：轉換為效用水準

若我們假設個人每年考慮一次是否轉換到確定給付制, 在確定提撥制下的預期效用, 則為當時的財富水準加上預期未來提撥金額, 與投資組合預期報酬率與風險所共同決定, 其預期效用水準為

$$EU = \sum_{t=t}^T W_t * (1 + r_i)^{T-t} - \alpha * W_t * \sigma_i * (T - t);$$

而轉換到確定給付制的效用水準為 $EU = DB + (DC_t - P_t) * (1 + r_{DB})^{T-t}$ 。

W_t 為目前在確定提撥制個人帳戶中所累積的財富數量或未來之預期提撥金額; α : 風險趨避係數; r_i 為第 i 組投資組合之年報酬率; σ_i 為第 i 組投資組合之年波動度; T 為從開始到退休所經歷的期間長度; t 為自開始工作至目前的工作期間長度; DB 為退休時可從確定給付制所領取之退休金; r_{DB} 為確定給付制的內部報酬率。

步驟三：考慮未來可能存在更佳轉換價值之時點 (Least Square Method)

在此我們應用 Longstaff and Schwartz (2001: 113-147) 所提出的 LSM (Least-Squares Method) 的估計法, 以將未來是否存在更佳轉換時點的因素, 納入提前執行制度轉換選擇權與否的決策。LSM 的主要關鍵點, 在於其利用簡單迴歸方式, 從退休時點以倒推的程序, 有效確認從參加退休計畫到退休這段期間, 繼續保有轉換選擇權的條件期望價值 (conditional expected holding value)。林忠機等 (2005: 87-120) 指出使用最簡單的基本方程式: 狀態變數及其次方項, 即可精確的用 LSM 方法算出美式選擇權的價格, 因此

15 為提升蒙地卡羅的模擬結果的正確性, 相反變異法 (Antithetic Variate Approach) 是常被採用的方法, 用以符合標準常態分配一階動差的特性, 並藉此降低模擬之變異, 此一方法是分別計算二組隨機變數, 一組是直接抽取亂數來計算, 另一組則是將前一組所抽取之亂數加上負號來計算, 以產生一萬次的模擬數據。

本文亦沿用此迴歸方程式，求解繼續保有制度轉換選擇權的預期效用。一旦各個時間點、不同路徑繼續保有制度選擇權的預期效用確認出之後，我們可以直接比較各個時間點，選擇權的「提前轉換」與「繼續留在確定提撥制」的預期效用，進而作出是否提前轉換的決策，在本文中假設退休計畫參加者每年會重新考慮是否轉換到確定給付制。由於確定給付制的預期收益是確定的，因此可確定轉換到確定給付制的效用水準，但是繼續持有制度轉換選擇權的預期效用，則是取決於下一期之預期效用並扣除留在確定提撥之風險所產生的負效用。茲將本文與 LSM 方法美式選擇權評價之比較，列於表 3。

表 3 本文使用模型與 LSM 方法之比較

	本 文	Longstaff and Schwartz
標的	是否轉換到確定給付制	是否提前執行美式賣權
效用函數	$EU = \sum_{t=t}^T W_t * (1 + r_i)^{T-t} - \alpha * W_t * \sigma_i * (T - t)$	財富極大
前期與本期執行之差別	承擔投資風險的負效用	無風險利率
是否提前執行(轉換)的可能時點	當確定給付制的效用高於確定提撥制	選擇權為價內(標的物價格低於執行價)
轉換決策	考量未來轉換可能後，留在確定提撥的預期效用仍低於確定給付時，則轉換到確定給付。	考量未來執行可能的預期現金流量現值，若低於立刻執行產生的現金流量，則提前執行。

步驟四：退休所得的決定

在計算出每條模擬路徑與轉換時點的「提前轉換」與「繼續留在確定提撥制」的預期效用之後，當提前轉換的效用水準高於繼續留在確定提撥制的效用水準，則轉換到確定給付制，此時退休所得水準受到確定給付的給付水準、確定提撥之個人帳戶累積金額和確定給付應計提撥之差額與確定給付制之內部報酬率所共同決定。若在該次模擬中，並沒有出現「提前轉換」之效用高於「繼續留在確定提撥制」預期效用的情形，則該次模擬的退休所得即

為留在確定提撥制的退休所得。根據一萬次的模擬結果，我們可得到在有制度轉換選擇權下之退休所得的風險與分布 (distribution)，以瞭解制度轉換選擇權對於退休所得的可能影響。

由於確定提撥制的退休金給付存在投資風險，當投資績效不彰可能造成退休所得替代率不足的風險。因此本文在分析退休給付水準時，為觀察退休金投資績效較差時的退休所得替代率，故本文的退休金下方風險係指退休所得的 10 分數與 5 分數 (亦即由低至高排序第 1,000 與第 500 的退休所得水準)，以退休所得在最壞 10% 與 5% 時的所得替代率作為退休金下方風險的衡量指標。

肆、模擬結果分析

在本文中的制度選擇權，參考佛羅里達州的確定提撥與確定給付制度選擇權的作法，以避免兩套制度因制度提撥成本不同造成的差異，因此在本文中的確定給付與確定提撥制度是建立在相同的提撥率下進行比較。在本文中以提撥率為 6%、確定給付制的內部報酬率為 8% 與風險趨避係數為 0.5 為基礎，並依序調整風險趨避程度，以觀察不同風險趨避程度對個人轉換決策與對退休所得的可能影響。由於在 Milevsky and Promislow (2004: 381-404) 的模型中確定給付制所提供之內部報酬率將是影響個人轉換決策與否的重要參數，因此在本文假設確定給付制所提供之內部報酬率為 6%、8% 與 10% 等三種情況進行比較，以瞭解確定給付制的內部報酬率對個人轉換決策與退休所得的影響。然而工作期間長度與退休金決策之間的關係亦是過去常被專注的議題 (Lachance et al., 2003: 1-16; Milevsky and Promislow, 2004: 381-404)，因此本文亦考慮工作期間長度與轉換決策之關連。此外，當確定給付制所提供之內部報酬率低於參加確定提撥之投資報酬率時，退休計畫參加者仍可能因為風險趨避或是投資組合風險較高等因素，而較早轉入確定給付制，這意味著需放棄較高的投資收益轉入確定給付制，因此本文嘗試將具有美式選擇權特色的制度轉換選擇權，改成具有百慕達選擇權特徵的制度轉換選擇權，限制退休計畫參加人在加入確定提撥制一段期間之後才可轉換至確

定給付制，以期達到增加退休金資產累積的可能。

在本節的分析中依序探討在不同風險趨避程度、不同確定給付制之內部報酬率、工作期間長度與加入限制轉換期間的可能影響，以瞭解資產選擇的差異對於退休所得替代率與轉換決策的影響，最後並以無制度選擇權情況（純粹的個人帳戶制）的所得替代率進行比較，以瞭解有無制度轉換選擇權對退休所得的影響。

一、風險趨避對轉換決策的影響

在工作期間為三十五年，確定給付制提供之內部報酬率為 8% 的情況下，整體而言在相同投資組合選擇的情況下，從表 4 的結果可知，當風險趨避程度越高則轉換至確定給付制的機率越高，尤其是在高風險與低單位風險價格的投資組合，例如投資組合 6、投資組合 7 與投資組合 8，風險趨避對轉換決策的影響較為明顯；較不受風險趨避程度改變而影響轉換決策的投資組合通常是單位風險較高的投資組合或是投資報酬率較高的投資組合，例如投資組合 1、投資組合 2 與投資組合 5。較值得注意的是，風險趨避的程度對於退休金下方風險的影響並不明顯（僅第六組投資組合有較明顯的差異），這是因為風險趨避程度對轉換決策之差別主要反映在屆臨退休之際，此時藉由轉換到確定給付制，以降低退休金下方風險的效果較小。顯示在有提供制度轉換選擇權的情況下，藉由增加個人的風險意識（趨避）雖可增加個人轉換到確定給付制的機率，但不一定會有降低整體退休金風險的效果。

二、轉換時點的特徵

在本文中假設確定提撥之個人從第二年起才可選擇轉換到確定給付制，在表 5 中以工作期間為三十五年，確定給付制提供之內部報酬率為 8%，風險趨避係數為 0.5 的退休計畫參加人為例，我們可以發現制度轉換的高峰期出現在制度開辦之初與接近退休等兩個時點。¹⁶ 從效用函數型式可知退休計畫

16 此一現象普遍存在於不同風險趨避與工作條件下的個人，但當投資組合風險越高，屆臨退休的轉換高峰期越早出現。

表 4 風險趨避程度對轉換機率與退休所得替代率之影響

本表在確定給付提供之內部報酬率為 8%、薪資成長率為 3%、預期餘命為 20 年、通貨膨脹率為 2.03% 的假設下，應用蒙地卡羅模擬一萬次，工作期間為 35 年，風險趨避係數 (RA) 分別為 0.1、0.5 與 1 等三種情況。50per：退休所得之所得替代率的 50 分位數；30per：退休所得之所得替代率的 30 分位數；10per：退休所得之所得替代率的 10 分位數；5per：退休所得之所得替代率的 5 分位數；TransProb：轉換到確定給付制的機率。各投資組合的定義：1：40% 已開發國家股市、20% 發展中國家股市、40% 已開發國家政府公債；2：20% 本國定存、20% 本國股市、20% 已開發國家股市、20% 發展中國家股市、20% 已開發國家政府公債；3：已開發國家政府公債；4：40% 本國定存、20% 本國股市、20% 已開發國家股市、20% 發展中國家股市；5：發展中國家股市；6：已開發國家股市；7：40% 本國定存、60% 本國股市；8：本國股市。
單位：(%)

	1	2	3	4	5	6	7	8
單位風險報酬率 (Sharpe ratio)	5.48	4.36	5.23	4.02	1.83	2.47	1.43	0.68
RA = 0.1								
50per	66.57	58.90	50.15	54.04	119.89	44.90	24.92	22.97
30per	47.25	40.31	38.15	37.05	61.06	30.63	16.40	9.25
10per	31.60	26.30	25.94	23.99	23.13	17.62	11.77	2.24
5per	26.69	22.25	21.54	20.12	14.73	13.49	10.31	0.49
Transprob	11.41	9.86	80.16	38.88	1.72	68.38	72.72	52.63
RA = 0.5								
50per	66.54	58.91	50.21	56.13	119.88	46.30	25.39	38.41
30per	47.14	40.26	37.88	38.39	61.21	30.65	16.42	9.72
10per	31.64	26.32	25.87	24.03	23.38	17.53	11.76	2.22
5per	26.70	22.12	21.60	19.95	14.73	13.57	10.25	0.49
Transprob	11.77	10.19	86.61	41.66	1.78	93.01	99.13	96.99
RA = 1								
50per	69.24	67.14	50.20	137.46	123.44	46.16	25.32	37.01
30per	51.03	45.64	37.88	41.04	74.57	30.66	16.42	9.71
10per	34.38	26.65	25.88	24.03	34.15	17.53	11.77	2.22
5per	27.98	22.19	21.61	19.95	17.19	13.57	10.25	0.49
Transprob	16.43	18.77	100.00	88.62	17.42	95.08	99.14	97.73

參加人是否轉換到確定給付制取決於確定提撥制所提供報酬高於確定給付制的金額與在確定提撥制下所需承擔的投資風險，因此在制度初期當其所選擇之投資組合的風險較高且單位風險報酬較低（例如投資組合 6、投資組合 7 與投資組合 8）或是投資組合所提供的投資報酬率較低（如投資組合 3），則個

表 5 在各年度轉換到確定給付制之機率

本表風險趨避係數 (RA) 為 0.5 情況下，應用蒙地卡羅模擬一萬次，在加入退休計畫後每年轉換至確定給付制之機率，其餘假設與各投資組合的定義同表 2。

單位：(%)

年數	1	2	3	4	5	6	7	8
2	11.70	9.94	81.63	39.56	1.46	69.66	72.43	51.98
3	0.05	0.04	0.00	0.03	0.06	0.15	0.07	0.11
4	0.00	0.04	0.00	0.01	0.03	0.01	0.01	0.09
5	0.00	0.03	0.00	0.00	0.02	0.00	0.06	0.07
6	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.03	0.02
7	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.05	0.06
8	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.05
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06	0.07
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
12	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.04	0.05
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.04
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.06
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
16	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	0.04	0.07
17	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.03
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.10
20	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.12
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.12
22	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.14
23	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.02	0.02	0.21
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.08	0.28
25	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.06	0.25	0.36
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.45	0.70
27	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.37	0.95	1.32
28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	1.10	1.51	2.85
29	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.47	2.50	6.53
30	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	4.60	4.37	21.51
31	0.00	0.00	0.12	0.02	0.01	5.70	8.27	9.97
32	0.00	0.00	0.33	0.20	0.04	5.92	7.68	0.00
33	0.01	0.01	1.24	0.53	0.01	2.71	0.00	0.00
34	0.01	0.00	3.28	1.22	0.04	0.05	0.00	0.00
加總	11.77	10.19	86.61	41.66	1.78	93.01	99.13	96.99

人在制度初期轉換到確定給付制的機率較高。

對於持有高風險且單位風險報酬較低的投資組合，若初期沒有轉換到確定給付制，其選擇留在確定提撥制的目的，則是希望藉由留在確定提撥制以獲取較高的投資報酬，但隨著退休時點的接近，較高投資報酬率的複利效果降低，因此風險所帶來的負面效用逐漸大於報酬帶來的正效用，因此隨著退休時點的接近逐漸出現第二波轉換到確定給付制的風潮，當投資組合單位風險報酬越低（例如投資組合 6、投資組合 7 與投資組合 8），此一現象就更為明顯，且第二次轉換高峰期出現的時點也相對較早。

三、確定給付制之內部報酬率對轉換決策的影響

從表 6 的模擬結果可發現，大致而言，當確定給付所提供的內部報酬率越高，則退休計畫參加人轉換到確定給付制的機率越高，且對退休所得之下方所得替代率亦有提升的效果。以退休所得之 10 分位數為例，當確定給付制所提供的內部報酬率從 6% 上升到 10%，則以投資組合 1 下方所得替代率從 29.71% 提升到 35.41% 最為明顯，以投資組合 8 從 2.16% 上升至 2.29% 最為不明顯，大致而言確定給付制提供之內部報酬率越高，對單位風險報酬之投資組合下方風險的也越為明顯；但提升確定給付制之內部報酬率，似乎對於提升選擇低風險報酬投資組合個人之下方退休所得替代率的效果較為有限。

若進一步區分可以發現對於單位風險價格較低的投資組合而言（例如投資組合 6 與投資組合 7），當確定給付制所提供的內部報酬率從 6% 提升至 8%，則轉換機率即有顯著的增加；對於持有單位風險報酬較高投資組合之個人而言（例如投資組合 1 與投資組合 2），則是在確定給付制所提供之內部報酬率從 8% 上升至 10%，轉換機率才有明顯的增加。對於報酬率較高的投資組合（例如投資組合 5）則確定給付制所提供的內部報酬率對其轉換決策的影響較小。

從模擬結果可大致地瞭解到，當確定給付制所提供的內部報酬率低於市場投資工具報酬率甚多時，則提高確定給付制的內部報酬率將會吸引持有單位風險報酬率較低投資組合的個人轉換到確定給付制，如僅選擇國內投資工具（投資組合 7）或是僅選擇單一投資工具的個人（投資組合 6）。當確定給

表 6 確定給付制提供之內部報酬率對轉換機率與退休所得替代率之影響

本表在確定給付制提供之內部報酬率 (r_{DB}) 為 6%、8% 與 10%、薪資成長率為 3%、預期壽命為 20 年、通貨膨脹率為 2.03% 的假設下，應用蒙地卡羅模擬一萬次，工作期間為 35 年，風險趨避係數 (RA) 為 0.5 的情況下。50per：退休所得之所得替代率的 50 分位數；30per：退休所得之所得替代率的 30 分位數；10per：退休所得之所得替代率的 10 分位數；5per：退休所得之所得替代率的 5 分位數；各投資組合的定義：1：40% 已開發國家股市、20% 發展中國家股市、40% 已開發國家政府公債；2：20% 本國定存、20% 本國股市、20% 已開發國家股市、20% 發展中國家股市、20% 已開發國家政府公債；3：已開發國家政府公債；4：40% 本國定存、20% 本國股市、20% 已開發國家股市、20% 發展中國家股市；5：發展中國家股市；6：已開發國家股市；7：40% 本國定存、60% 本國股市；8：本國股市。單位(%)

投資組合	1	2	3	4	5	6	7	8
單位風險報酬率 (Sharpe ratio)	5.48	4.36	5.23	4.02	1.83	2.47	1.43	0.68
$r_{DB}=6\%$								
50per	66.42	58.62	43.95	51.90	119.83	40.75	26.53	28.90
30per	46.67	39.75	34.56	34.20	61.06	28.49	15.84	9.28
10per	29.71	25.25	24.66	22.23	23.35	17.01	11.35	2.16
5per	24.63	21.29	20.71	19.03	15.10	13.00	9.96	0.46
Transprob	2.51	3.63	30.10	16.70	1.46	38.20	69.20	93.70
$r_{DB}=8\%$								
50per	66.54	58.91	50.21	56.13	119.88	46.30	25.39	38.41
30per	47.14	40.26	37.88	38.39	61.21	30.65	16.42	9.72
10per	31.64	26.32	25.87	24.03	23.38	17.53	11.76	2.22
5per	26.70	22.12	21.60	19.95	14.73	13.57	10.25	0.49
Transprob	11.77	10.19	86.61	41.66	1.78	93.01	99.13	96.99
$r_{DB}=10\%$								
50per	83.42	71.88	52.07	63.02	119.90	47.39	26.85	31.36
30per	55.90	45.10	39.30	40.50	62.77	31.73	17.54	9.77
10per	35.41	27.96	26.86	24.92	24.36	18.17	12.51	2.29
5per	28.84	23.13	22.41	20.67	16.27	14.07	10.89	0.50
Transprob	85.11	80.15	100.00	96.62	3.11	100.00	98.88	97.55

付制所提供的報酬率與市場投資工具之報酬率較為接近，若進一步提升確定給付制的內部報酬率才會使得確定給付制對退休計畫參加者較有吸引力。

四、工作期間長度對轉換決策的影響

從表 7 的結果可以發現，隨著工作期間的延長，個人轉換到確定給付制

表 7 工作期間長度對轉換機率與退休所得之影響

本表在確定給付制提供之內部報酬率 8%、薪資成長率為 3%、預期餘命為 20 年、通貨膨脹率為 2.03% 的假設下，應用蒙地卡羅模擬一萬次，工作期間 (T) 分別為 25 年、35 年與 45 年，風險趨避係數 (RA) 為 0.5 的情況下。50per：退休所得之所得替代率的 50 分位數；30per：退休所得之所得替代率的 30 分位數；10per：退休所得之所得替代率的 10 分位數；5per：退休所得之所得替代率的 5 分位數；各投資組合的定義：1：40% 已開發國家股市、20% 發展中國家股市、40% 已開發國家政府公債；2：20% 本國定存、20% 本國股市、20% 已開發國家股市、20% 發展中國家股市、20% 已開發國家政府公債；3：已開發國家政府公債；4：40% 本國定存、20% 本國股市、20% 已開發國家股市、20% 發展中國家股市；5：發展中國家股市；6：已開發國家股市；7：40% 本國定存、60% 本國股市；8：本國股市。單位(%)

投資組合	1	2	3	4	5	6	7	8
單位風險報酬率 (Sharpe ratio)	5.48	4.36	5.23	4.02	1.83	2.47	1.43	0.68
T = 25								
50per	32.61	28.99	25.64	27.86	44.67	24.27	17.26	17.68
30per	25.41	21.74	20.51	20.23	26.15	17.31	11.71	7.46
10per	18.03	15.14	14.86	13.98	12.52	11.00	8.37	2.31
5per	15.30	13.08	12.69	12.06	8.99	8.94	7.38	1.10
Transprob	62.98	47.38	99.90	80.07	8.02	99.30	99.48	98.11
T = 35								
50per	66.54	58.91	50.21	56.13	119.88	46.30	25.39	38.41
30per	47.14	40.26	37.88	38.39	61.21	30.65	16.42	9.72
10per	31.64	26.32	25.87	24.03	23.38	17.53	11.76	2.22
5per	26.70	22.12	21.60	19.95	14.73	13.57	10.25	0.49
Transprob	11.77	10.19	86.61	41.66	1.78	93.01	99.13	96.99
T = 45								
50per	145.24	125.97	103.65	116.35	302.57	250.92	39.21	73.84
30per	93.98	76.45	75.44	67.40	135.71	59.65	22.56	11.86
10per	54.45	43.98	42.25	39.22	43.90	26.41	16.27	1.84
5per	42.19	35.26	34.37	32.09	25.34	19.58	13.42	-2.37
Transprob	0.66	1.26	47.34	12.73	0.52	85.34	98.39	96.14

的機率越低。對於工作期間較短的個人而言，儘管確定提撥制提供了較高的投資報酬率，但因為其資產累積的期間較短，因此其轉換到確定給付制所需付出機會成本相對較低，因此相較於工作期間較長的個人而言，工作期間較短的退休計畫參加人轉換到確定給付制的機率也就相對較高。此外，從模擬的結果我們可以發現，工作期間的延長對於退休所得下方風險有顯著的提升

效果，儘管工作期間較長的個人其轉換到確定給付制的機率較低，但由於長期的時間風險分散與提撥期間的增長，可有效地提升退休金的所得替代率與達到降低退休金下方風險的效果，因此就從增加退休金累積與降低退休金下方風險的角度而言，延後退休年齡與增加可領取退休金之工作年資對於降低退休金下方風險與基金累積皆有相當的助益。

五、限制轉換期間之影響

從前面的模擬可知，在加入退休計畫初期會出現第一波轉換的高峰期，但在投資組合報酬高於確定給付制所提供之內部報酬率的情況下，過早轉入確定給付制反而會降低未來領取之退休所得，因此本文嘗試觀察若限制在進入退休制度初期不得轉換至確定給付制，對退休所得的可能影響。為比較限制轉換期間長度的影響，在本文中比較沒有限制轉換、前五年不得轉換與前十五年不得轉換等三種情形進行比較。

從表 8 的結果可發現，在加入退休制度初期不得轉換的限制之後，我們可發現到限制轉換主要的影響有二，一是限制轉換對整體到確定給付制之轉換機率的影響，以及限制轉換對退休所得的影響。在轉換機率方面，我們可發現當限制轉換的期間越長，則整體的轉換機率有下降的趨勢，尤其是以高風險投資組合的投資組合 8 最為明顯，比較無限制轉換與前 15 年不得轉換的結果可發現，轉換機率從 96.99% 下降到 92%。從表 5 的模擬結果可知，轉換高峰期會出現在加入制度之初與退出制度之時，當我們進一步觀察限制轉換期間長短對各時點轉換機率之影響時發現，限制轉換期間長短對接近退休時之轉換機率的影響並不大，初期限制轉換主要影響在於，延緩期初轉換高峰期的出現，使得整體轉換機率下降。

在所得替代率的方面，我們可發現引入限制初期不得轉換之規範後，對投資組合 3、投資組合 6 與投資組合 7 的退休所得影響較大，而這三組投資組合相對於其他投資組合的報酬率較低，所以在制度初期轉換到確定給付的機率較高且整體的轉換機率也較高，因此若能藉由限制其在制度初期不得轉換到確定給付制，將能提升其退休所得。

表 8 限制轉換期間對轉換機率與退休所得之影響

在確定給付制提供之年內部報酬率為 8%、薪資年成長率為 3%、預期餘命為 20 年、年通貨膨脹率為 2.03% 的假設下，應用蒙地卡羅模擬一萬次，工作期間為 35 年，風險趨避係數 (RA) 為 0.5 的情況，限制轉換期間 (CS) 分別為 0，加入退休制度前 5 年與前十五年等三種情況。50per：退休所得之所得替代率的 50 分位數；30per：退休所得之所得替代率的 30 分位數；10per：退休所得之所得替代率的 10 分位數；5per：退休所得之所得替代率的 5 分位數；TransProb：轉換到確定給付制的機率。各投資組合的定義：1：40% 已開發國家股市、20% 發展中國家股市、40% 已開發國家政府公債；2：20% 本國定存、20% 本國股市、20% 已開發國家股市、20% 發展中國家股市、20% 已開發國家政府公債；3：已開發國家政府公債；4：40% 本國定存、20% 本國股市、20% 已開發國家股市、20% 發展中國家股市；5：發展中國家股市；6：已開發國家股市；7：40% 本國定存、60% 本國股市；8：本國股市。單位：(%)

投資組合	1	2	3	4	5	6	7	8
單位風險報酬率 (Sharpe ratio)	5.48	4.36	5.23	4.02	1.83	2.47	1.43	0.68
CS=0								
50per	66.54	58.91	50.21	56.13	119.88	46.30	25.39	38.41
30per	47.14	40.26	37.88	38.39	61.21	30.65	16.42	9.72
10per	31.64	26.32	25.87	24.03	23.38	17.53	11.76	2.22
5per	26.70	22.12	21.60	19.95	14.73	13.57	10.25	0.49
Transprob	11.77	10.19	86.61	41.66	1.78	93.01	99.13	96.99
CS=5								
50per	66.57	58.65	111.14	69.59	119.83	117.95	56.83	46.58
30per	47.60	39.92	88.72	54.16	61.06	71.09	21.60	12.28
10per	30.99	25.35	34.52	36.90	23.49	23.04	15.61	3.38
5per	25.93	21.23	28.27	31.09	14.92	17.68	13.77	1.09
Transprob	1.70	0.85	84.10	29.10	0.70	91.50	98.90	94.80
CS=15								
50per	66.53	58.79	111.14	69.21	119.84	117.56	55.72	40.85
30per	47.53	39.97	91.78	54.81	61.18	77.54	35.42	14.41
10per	31.08	25.30	62.73	39.22	23.46	39.01	27.50	8.22
5per	26.15	21.13	48.83	35.17	14.81	30.38	23.81	1.16
Transprob	1.61	0.56	84.10	28.70	0.52	91.40	98.70	92.00

伍、結論

相較之下，過去的文獻 (Lachance et al., 2003: 1-16; Milevsky and

Promislow, 2004: 381-404) 著重於制度轉換選擇權對個人財富的累積效果及制度間因制度成本不同所帶來的套利機會，本文所關注之重點則在於存在制度轉換選擇下，對個人退休所得下方風險的保障效果與制度轉換選擇權執行的高峰期，以使讀者能了解到加入確定 y 給付制之制度選擇權後，對退休給付下方風險的貢獻及年金保險之目標客群。

在本文的模擬中發現，當風險趨避程度越高則轉換至確定給付制的機率越高，尤其是在高風險與低單位風險價格的投資組合，轉換到確定給付制的高峰期會出現在開始工作的初期與屆臨退休之際等兩段期間，當投資組合單位風險報酬越低，則第二次轉換高峰期出現的時點也相對較早。隨著工作期間的延長，個人轉換到確定給付制的機率越低，由於長期的時間風險分散與提撥期間的增長，可有效地提升退休金的所得替代率與達到降低退休金下方風險的效果，因此就從增加退休金累積與降低退休金下方風險的角度而言，延後退休年齡與增加可領取退休金之工作年資對於降低退休金下方風險與基金累積皆有相當的助益。在加入退休制度初期不得轉換的限制之後，當限制轉換的期間越長，則整體的轉換機率下降，限制轉換期間長短對接近退休時之轉換機率的影響並不大，初期限制轉換的主要影響在於延緩期初轉換高峰期的出現，使得整體轉換機率下降，當投資組合之報酬率高於確定給付制之內部報酬率且其單位風險報酬較低時，藉由初期的限制轉換規範，將能提升其平均的退休所得水準。

對於個人而言，透過本文分析將可瞭解資產配置、轉換時點與個人偏好對於轉換決策與自身退休風險的影響。當個人持有國際投資且兼具股債市的資產配置，執行制度轉換選擇權的機率不高，顯示投資組合風險對轉換決策的影響，似乎大於個人的風險趨避與工作期間長度等因素。對於政府而言，工作期間的延長與限制初期不得轉換到確定給付制，在部分情況下可提升退休所得，因此在未來的政策規劃上或可鼓勵延長工作年齡與限制轉換到確定給付制的期間。對於金融機構而言，透過本文的分析可瞭解個人風險偏好、資產配置、確定給付制之內部報酬率與工作期間長度等因素，皆會影響退休計畫參加者轉換到確定給付制的需求，透過本文的模擬將有助於金融機構瞭解勞工對於確定給付需求的程度與時點，以降低搜尋顧客的成本。

參考資料

內政部統計處

2010 〈我國生命表〉。內政部統計年報，2010年1月14日，取自 <http://www.moi.gov.tw/stat/life.aspx>

王儷玲、楊曉文、黃泓智、李永琮

2007 〈勞退新制下個人帳戶制與年金保險制最適轉換時點與轉換價值分析〉，《財務金融學刊》15(1): 1-30。

行政院勞工委員會

2006 〈受雇員工人數、平均每人月薪資〉。勞動統計調查，2008年1月31日，取自 <http://statdb.cla.gov.tw/html/svy95/9502003.XLS>

林忠機、張傳章、陳依仁

2005 〈天然資源專案投資計畫之評價—動態選擇權模擬法〉，《證券市場發展季刊》17(4): 87-120。

林苡辰

2004 「勞工退休金條例草案之轉換選擇權的評價與分析」，國立中央大學財務管理研究所碩士論文。

陳芬苓、張森林

2006 〈附加年金制的遠期契約價值與政策意涵分析〉，《證券市場發展季刊》18(1): 1-30。

Agnew, Julie, Pierluigi Balduzzi, and Annika Sunden

2003 “Portfolio Choice and Trading in Large 401(K) Plan,” *American Economic Review* 93(1): 193-215.

Feldstein, Martin

2005 “Reducing the Risk of Investment-Based Social Security Reform,” *NBER Working Paper Series*, No. 11084: 1-2.

Feldstein, Martin and Elena Rangelova

2001 “Individual Risk in an Investment-Based Social Security System,” *American Economic Review* 91(4): 1116-1125.

Karlsson, Anders and Lars L. Norden

2004 “Home Sweet Home: Home Bias and International Diversification among Individual Investors,” *EFA 2004 Maastricht Meetings Paper*, No. 3363: 1-17.

Lachance, Marie-Eve, Olivia S. Mitchell, and Kent Smetters

2003 “Guaranteeing Defined Contribution Pensions: The Option to Buy Back a Defined Benefit Promise,” *The Journal of Risk and Insurance* 70(1): 1-16.

Longstaff, F. A. and E. S. Schwartz

2001 “Valuing American Options by Simulation: A Simple Least-Squares Approach,” *The Review of Financial Studies* 14(1): 113-147.

Markowitz, H. M.

1952 “Portfolio Selection,” *The Journal of Finance* 7(1): 77-91.

Meyer, Jack

1987 “Two-Moment Decision Models and Expected Utility Maximization,” *Amer-*

ican Economic Review 77(3): 421-430.

Milevsky, Moshe A. and S. David Promislow

2004 "Florida's Pension Election: From DB to DC and Back," *The Journal of Risk and Insurance* 71(3): 381-404.

Nataraj, Sita and John B. Shoven

2003 "Comparing the Risks of Social Security with and without Individual Accounts," *American Economic Review* 93(2): 348-353.

Pennachi, G. G.

1999 "The Value of Guarantees on Pension Fund Returns," *Journal of Risk and Insurance* 66: 219-237.

Pulley, Lawrence B.

1981 "A General Mean-Variance Approximation to Expected Utility for Short Holding Periods," *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 16(3): 361-373.

The Switch Option between Defined Contribution and Defined Benefit

Ling-chu Lee

Associate Researcher

Science & Technology Policy Research and Information Center

National Applied Research Laboratories

Jie-haun Lee

Professor

Department of Finance

National Chengchi University

ABSTRACT

Around the world, defined contribution (DC) plans have been the primary trend in pension reform in both the public and private sectors. In an attempt to decrease the investment risk associated with DC plans, public employees are provided with an option to buy back the DB plan in the State of Florida in the U.S.A. From the simulation results, we find that the higher the level of risk aversion, the higher the probability to buy back the DB plan. During the employee's early years of service and as the employees near retirement, the probability of exercising the option is the highest. The probability of exercising the option decreases as the years of service increase; the option also increases the pension replacement rate and decreases the downside risk of the pension. The probability of exercising the option is lower when the option to buy back the DB plan is prohibited during the employee's early years of service.

Key Words: pension fund, switching option, Monte-Carlo simulation, asset allocation