

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別：其他)

## Credit Suisse 債券投資管理研討會 心得報告書

服務機關：中央銀行

出國人姓名：官佳璿

出國地點：瑞士蘇黎世

出國期間：101/09/16 至 101/09/20

報告日期：102 年 12 月 18 日

## 目錄

壹、前言.....	3
貳、實質利率、預期通膨率與風險溢酬.....	5
參、估計通膨風險溢酬.....	8
肆、估計利率風險溢酬.....	12
伍、結語.....	17

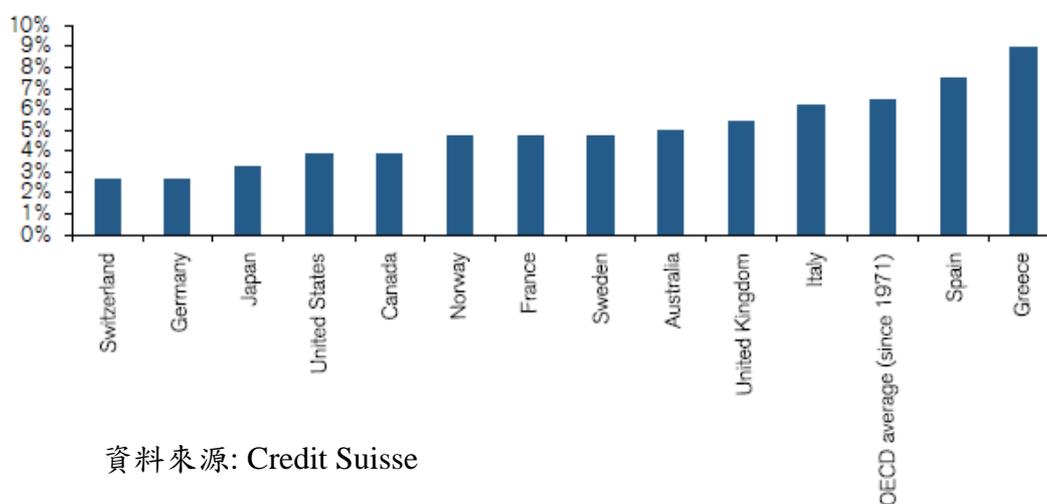
## 壹、前言

職於 102 年 9 月 16 日至 9 月 20 日參加 Credit Suisse 所舉辦之債券投資管理研討會，研討會內容包含低利率環境之固定收益投資機會、主權國家風險分析、固定收益投資組合績效分析、抗通膨債券、公司債之信用風險管理、衍生性金融商品交易變革等議題。

Credit Suisse 認為 2008 年金融海嘯以來，主要央行實施寬鬆貨幣政策挽救經濟衰退，並避免陷入通縮困境。由於美歐需求不振及薪資成長緩慢，目前寬鬆貨幣政策未引發通膨風險，然而隨美國失業率降低，房市及就業情況好轉，通膨風險可能逐漸顯現。圖一為 1956 年以來已開發國家之平均通膨率，除了瑞士及德國達到平均通膨率低於 3%，美國及加拿大通膨率接近 4%，法國及英國通膨率超過 4%，通膨風險波動率高且偏於正向。

(圖一) 已開發國家之平均通膨率

**Average inflation rate since 1956**



資料來源: Credit Suisse

抗通膨債券收益率為實質利率，投資人通常將名目公債收益率與抗通膨債券收益率之差距 breakeven inflation rate 視為市場隱含之預期通膨率，然而 breakeven inflation rate 包含預期通膨率及風險溢酬，如何將風險溢酬分離以較精確衡量預期通膨率為一重要研究議題，本文整理 Fed 相關研究文獻，使用不同模型及樣本資料萃取預期通膨率及風險溢酬，並探討其實證結果。

## 貳、實質利率、預期通膨率與風險溢酬

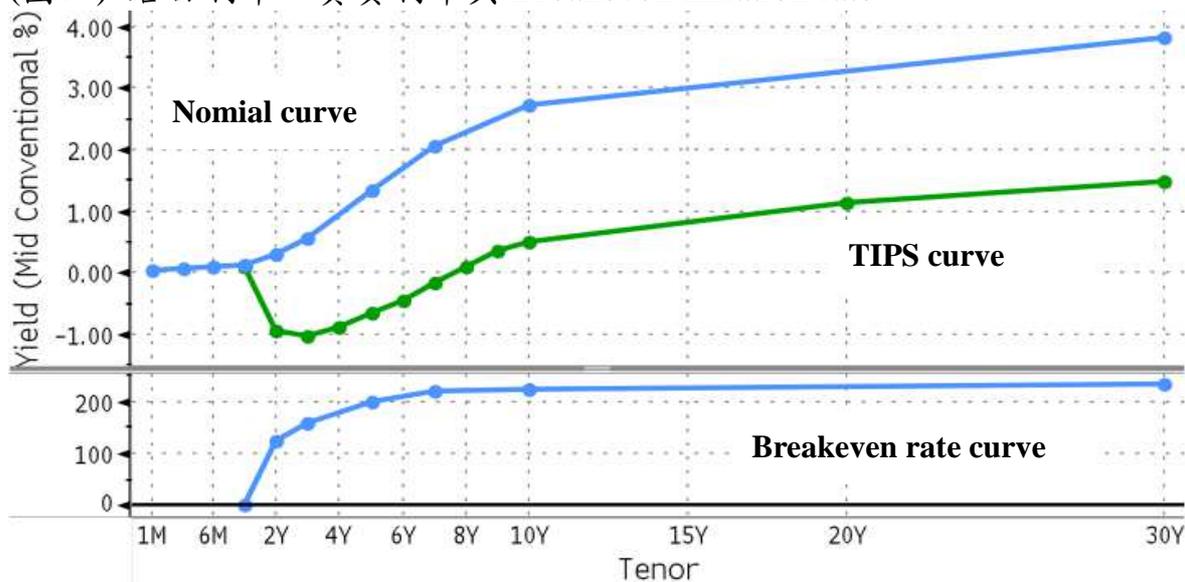
名目利率包含實質利率及預期通膨率，實質利率為遞延消費之補貼，預期通膨率為預期購買力損失之補貼，三者之關聯可由 Fisher equation 建立：

$$(1+i_t) = (1+\pi_t)(1+r_t) \quad \Longrightarrow \quad i_t \cong \pi_t + r_t$$

$i_t$  為名目利率， $\pi_t$  為預期通膨率， $r_t$  為實質利率。

實質利率需透過觀察抗通膨債券市場交易而得，名目公債利率與抗通膨債券利率之差距為 breakeven inflation rate，也就是讓投資人對名目公債及抗通膨債券無差異偏好的損益兩平通膨率。若實際發生通膨率高於 breakeven inflation rate，則持有抗通膨債券優於名目公債。圖二為美國名目公債、抗通膨 TIPS 債券殖利率曲線及 breakeven inflation rate 曲線。

(圖二) 名目利率、實質利率與 Breakeven inflation rate



預期通膨率的資料來源有訪談調查及市場金融產品交易報價。由專業

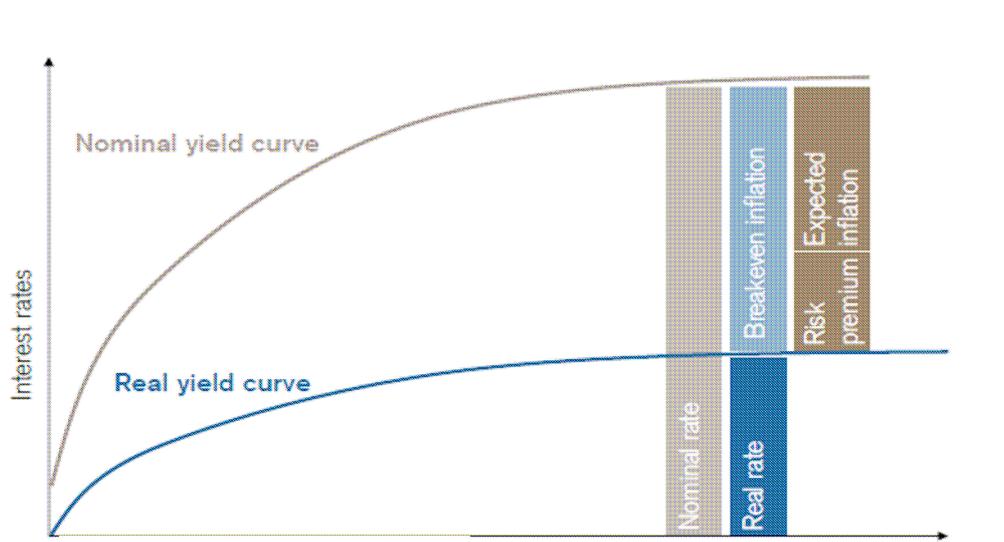
機構訪談調查取得之預期通膨率通常為季資料或月資料，雖具有可信度，但發布頻率偏低，若金融市場發生重要事件，不易觀察預期通膨率是否受事件影響而改變。抗通膨債券市場之 breakeven inflation rate 可及時反映最新資訊，預期通膨率之期間自短期至長期均可取得，為投資人慣用的預期通膨指標。breakeven inflation rate 除了來自抗通膨債券收益率，亦可由 inflation swap 報價取得。

Inflation swap 是以通膨指數為標的交換契約，交易雙方同意在特定期間交換以固定 inflation swap rate 及實際累積之通膨指數比率所計算的現金流量。Inflation receiver 支付 swap rate，收取實際累積之通膨率，取得通膨保護。Inflation payer 則收取 swap rate，提供通膨保護，因此 swap rate 可反映投資人預期的 breakeven 通膨率。Inflation swap 之功能與抗通膨債券相近，提供通膨風險之避險或交易工具，但市場流動性不及抗通膨債券。

Breakeven inflation rate 並非單純之預期值，其組成包含預期通膨率及風險溢酬(如圖三所示)，風險溢酬的來源因子包涵利率、通膨、及流動性等，這些風險溢酬可能影響對真實通膨預期率的判斷。要從 breakeven rate 市場資料分離風險溢酬，萃取單純的預期通膨率觀察值，需要模擬名目利率及實殖利率的模型系統，以下兩小節整理 Federal Reserve Bank of San Francisco 及 Federal Reserve Bank of Cleveland 所發表之兩篇研究文獻。前者為 Christensen、Lopez and Rudebusch (2010)，其研究方法為建立連續

時間之名目利率及實質利率聯立模型，由美國公債及 TIPS 債券殖利率估計預期通膨率及通膨風險溢酬。後者為 Haubirch、Pennacchi and Ritchken (2011)，其研究方法為建立離散時間之名目利率、實質利率及預期通膨率聯立模型，由美國公債殖利率、inflation swap rate、專業機構調查之預期通膨率等資料估計預期通膨率、利率風險溢酬及通膨風險溢酬。

(圖三) Expected inflation and risk premium



資料來源: Credit Suisse

## 參、估計通膨風險溢酬

### 一、模型簡介

Christensen、Lopez and Rudebusch (2010)以利率水準因子 level、斜率因子 slope 及曲度因子 curvature 之利率模型為基礎，發展名目利率及實質利率的四因子聯立模型。作者假設影響名目及實質利率變化之狀態變數有名目利率水準因子  $L_t^N$ 、名目與實質利率共同斜率因子  $S_t$ 、名目與實質利率共同曲度 e 因子  $C_t$  及實質利率因子  $L_t^R$ 。

名目即期利率由水準因子  $L_t^N$  及共同斜率因子  $S_t$  決定。

$$i_t = L_t^N + S_t$$

實質即期利率由水準因子  $L_t^R$  及共同斜率因子  $S_t$  決定。

$$r_t = L_t^R + \alpha^R S_t$$

作者假設四因子利率模型在風險中立情境的隨機微分方程式如下。

$$\begin{pmatrix} dL_t^N \\ dS_t \\ dC_t \\ dL_t^R \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} K_{11} & 0 & 0 & K_{14} \\ K_{21} & K_{22} & K_{23} & 0 \\ 0 & 0 & K_{33} & 0 \\ K_{41} & K_{42} & 0 & K_{44} \end{pmatrix} \left[ \begin{pmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \theta_3 \\ \theta_4 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} L_t^N \\ S_t \\ C_t \\ L_t^R \end{pmatrix} \right] dt$$

$$+ \sum^J \begin{pmatrix} dw_t^{L^N} \\ dw_t^S \\ dw_t^C \\ dw_t^{L^R} \end{pmatrix}$$

給定上述假設，名目零息公債殖利率可表示為名目利率水準因子  $L_t^N$ 、

共同斜率因子  $S_t$ 、共同曲度因子  $C_t$  之組合。

$$y_t^N(\tau) = L_t^N + \left( \frac{1 - e^{-\lambda\tau}}{\lambda\tau} \right) S_t + \left( \frac{1 - e^{-\lambda\tau}}{\lambda\tau} - e^{-\lambda\tau} \right) C_t + \frac{A^R(\tau)}{\tau}$$

實質零息公債殖利率可表示為實質利率水準因子  $L_t^R$ 、共同斜率因子  $S_t$ 、共同曲度因子  $C_t$  之組合。

$$y_t^R(\tau) = L_t^R + \left( \frac{1 - e^{-\lambda\tau}}{\lambda\tau} \right) S_t + \alpha^R \left( \frac{1 - e^{-\lambda\tau}}{\lambda\tau} - e^{-\lambda\tau} \right) C_t + \frac{A^R(\tau)}{\tau}$$

Breakeven inflation rate 定義為名目與實質零息公債殖利率之差距，並可分解為預期通膨率  $\pi_t^e$  與通膨風險溢酬  $\phi_t$ 。

$$BEI_t(\tau) \equiv y_t^N(\tau) - y_t^R(\tau) = \pi_t^e(\tau) + \phi_t(\tau)$$

預期通膨率  $\pi_t^e$  可表示為

$$\pi_t^e(\tau) = -\frac{1}{\tau} \ln E_t^P \left[ \frac{Q_t}{Q_{t+\tau}} \right] = -\frac{1}{\tau} \ln E_t^P \left[ \exp\left(-\int_t^{t+\tau} (r_s^N - r_s^R) ds\right) \right]$$

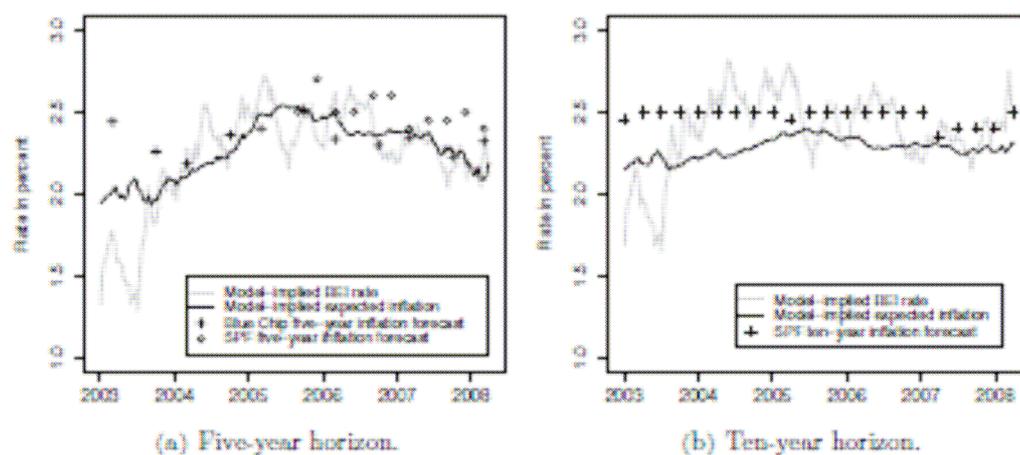
其中通膨率  $Q_t = \frac{M_t^R}{M_t^N}$  為名目利率折現因子與實質利率折現因子之比

率。通膨風險溢酬  $\phi_t$  決定於實質利率與通膨率之相關性，當兩者為正相關，消費者的邊際效益高且通膨率上升時，通膨風險溢酬為正。

$$\phi_t(\tau) = -\frac{1}{\tau} \ln \left( 1 + \frac{\text{COV}_t^P \left[ \frac{M_{t+\tau}^R}{M_t^R}, \frac{Q_t}{Q_{t+\tau}} \right]}{E_t^P \left[ \frac{M_{t+\tau}^R}{M_t^R} \right] \times E_t^R \left[ \frac{Q_t}{Q_{t+\tau}} \right]} \right)$$

## 二、實證研究結果

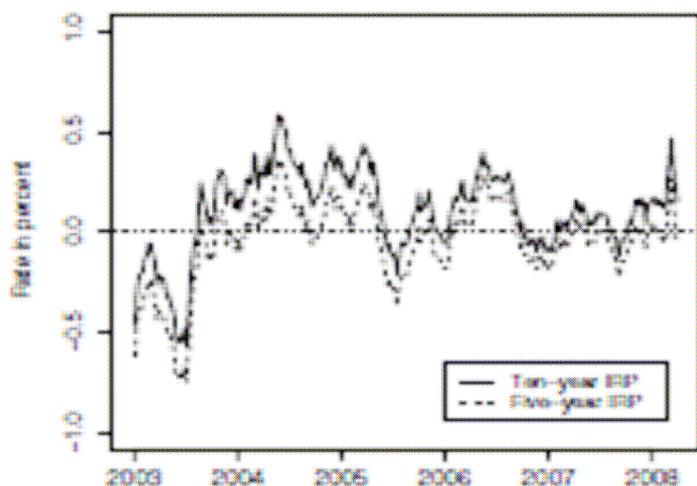
作者使用 2003 年到 2008 年之美國名目公債利率及 TIPS 債券實質利率為資料，估計前述四因子利率模型。圖四顯示模型計算之 5 年期及 10 年期預期通膨率(黑色實線)，並與專業機構調查之預期通膨率比較<sup>1</sup>(+及○資料點)。2003 年到 2008 年期間，5 年期預期通膨率在 1.93% 至 2.54% 區間，10 年期預期通膨率在 2.15% 至 2.40% 區間，長期預期通膨率維持穩定。而專業機構調查之預期通膨率數據高於模型估計數據，但趨勢相近。(圖四) CLR(2010)模型之 5 年期及 10 年期預期通膨率



圖五顯示模型計算之 5 年期(虛線)及 10 年期(實線)通膨風險溢酬，通膨風險溢酬變動區間為 $\pm 50$ bp。通膨風險溢酬在 2004 年及 2006 年為正值。與其他文獻研究結果相較，Grishchenko and Huang(2012)估計 2004 年到 2008 年之 10 年期通膨風險溢酬在 14bp 到 19bp 區間，Hordahl and Tristani (2008)估計 10 年期通膨風險溢酬變動區間為亦為 $\pm 50$ bp。

<sup>1</sup> 專業機構調查資料來自 Blue Chip Economic Indicators (BCEI)對 50 位金融機構及研究單位經濟學家之調查以及 Federal Reserve Bank of Philadelphia 所做之 Survey of Professional Forecasts (SPF)調查

(圖五) CLR(2010)模型之 5 年期及 10 年期通膨風險溢酬



Campbell、Shiller and Viceira(2009)實證研究發現 TIPS 債券報酬率與美股報酬率為負相關時，通膨風險溢酬為負，若以 breakeven inflation rate 作為預期通膨指標，可能低估預期通膨率。圖六為 10 年期 TIPS 債券殖利率與美股 S&P500 指數走勢，兩者報酬率於 2013 年為負相關(債券殖利率與美股指數呈正相關)，breakeven inflation rate 可能低估預期通膨率。

(圖六) 10 年期 TIPS 債券殖利率與 S&P500 指數走勢



## 肆、估計利率風險溢酬

### 一、模型簡介

Haubirch、Pennacchi and Ritchken (2011) 建構以短期實質利率、預期通膨率及通膨率中間趨勢(inflation's central tendency)為狀態變數之利率模型，用以分析實質利率、預期通膨率及相關風險溢酬之變化。實證資料包含 1982 年至 2010 年之美國名目公債利率、專業機構調查之預期通膨率<sup>2</sup>、美國 CPI 數據及 inflation swap 報價。

Haubirch、Pennacchi and Ritchken (2011)之利率模型以 Fisher equation 為基礎。

$$i_t = \pi_t + r_t - \phi_1 h_{1,t}^2$$

$i_t$  為名目利率， $\pi_t$  為預期通膨率， $r_t$  為實質利率， $h_t$  為波動率狀態變數。

該模型進一步規範名目利率、預期通膨率及波動率狀態變數如下：

$$\pi_{t+\Delta t} - \pi_t = [\alpha_t + a_1 r_t + a_2 \pi_t] \Delta t + \sqrt{\Delta t} \sum_{j=1}^2 \beta_j h_j \varepsilon_{j,t+\Delta t}$$

$$r_{t+\Delta t} - r_t = [b_0 + b_1 r_t + b_2 \pi_t] \Delta t + \sqrt{\Delta t} \sum_{j=1}^3 \gamma_j h_{j,t} \varepsilon_{j,t+\Delta t}$$

$$\alpha_{t+\Delta t} - \alpha_t = [c_0 + c_1 \alpha_t] \Delta t + \sqrt{\Delta t} \sum_{j=1}^4 \rho_j h_{j,t} \varepsilon_{j,t+\Delta t}$$

$$h_{j,t+\Delta t}^2 - h_{j,t}^2 = [d_{j0} + d_{j1} h_{jjt}^2] \Delta t + d_{j2} \Delta t (\varepsilon_{j,t+\Delta t} - d_{j3} h_{j,t})^2$$

其中  $\alpha_t$  為通膨率中間趨勢變數，決定預期通膨率  $\pi_t$  變化路徑。

### 二、實證研究結果

---

<sup>2</sup> Haubirch、Pennacchi and Ritchken (2011)之通膨預期資料來源為 Blue Chip Economic Indicators (BCEI) 調查以及 Federal Reserve Bank of Philadelphia 所做之 Survey of Professional Forecasts (SPF) 調查。

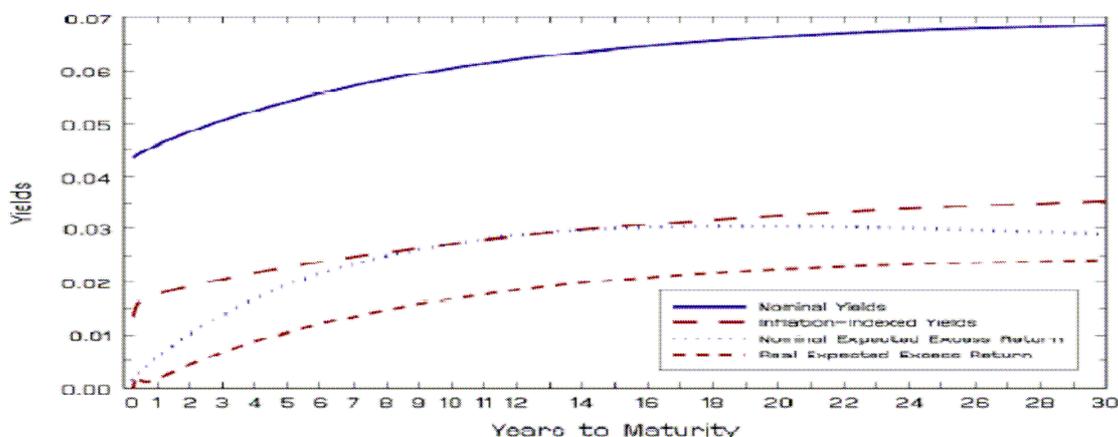
(一) 當模型之所有變數處於穩定狀態時，名目利率曲線之斜率為正，不同期間殖利率對 1 個月短期名目利率之利差如表一：

表一

模型	5 年期	10 年期	20 年期	30 年期
對 1 個月利率之利差 (模型隱含之 1 個月名目利率水準約 4.5%)	114bp	177bp	236bp	257bp

圖七顯示穩定狀態下之名目及實質利率曲線、名目及實質利率風險溢酬。由圖七可看出，若債券期間短於 10 年，名目利率風險溢酬隨期間延長而上升。但債券期間若長於 20 年，名目利率風險溢酬隨期間延長而略下降<sup>3</sup>。

(圖七) HPR (2011)模型估計之利率曲線及利率風險溢酬



(二) 由圖七可看出穩定狀態之實質利率曲線亦為正斜率，但較名目利率曲線平緩，不同期間殖利率對 1 個月短期實質利率之利差如(表二)：

<sup>3</sup> Haubirch、Pennacchi and Ritchken (2011)指出其估計之名目利率風險溢酬雖在長天期部份為下降，但該模型實證結果未拒絕廣義之 Expectation Hypothesis with time varying risk premia。

表二

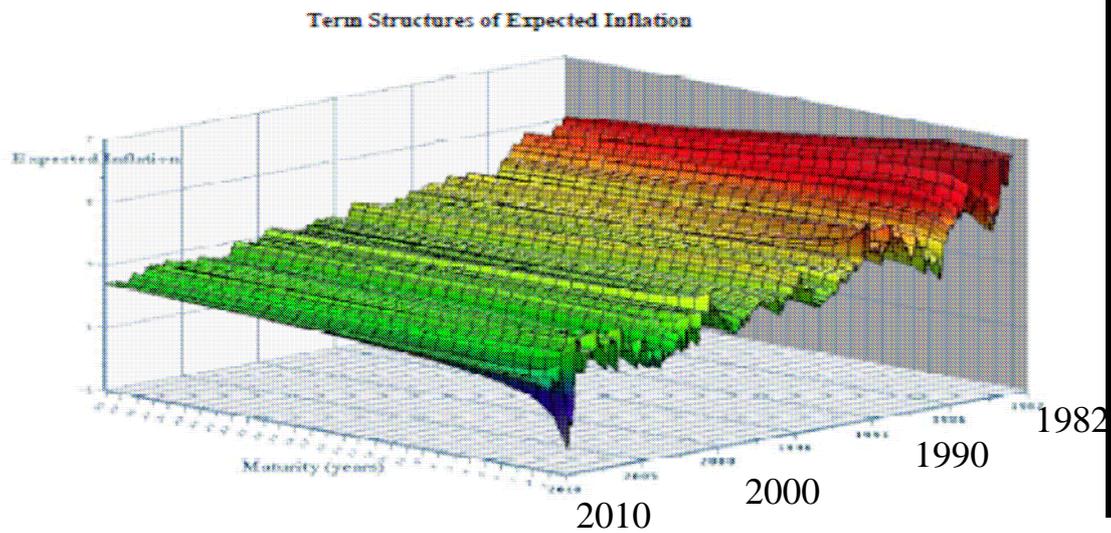
模型	5 年期	10 年期	20 年期	30 年期
對 1 個月利率之利差 (模型隱含之 1 個月實質利率水準約 1.76%)	52bp	96bp	149bp	177bp

樣本資料顯示，實質利率曲線雖較平緩，然而其斜率變化幅度卻頗大，以 5 年期斜率為例，其四分位數間距為-25bp 至 172bp。

作者指出短期實質利率波動度高於長期實質利率，短期實質利率水準升高時，波動度亦升高。當模型中其他狀態變數趨於穩定時，短期實質利率波動度仍偏高。此項結果與實證資料之 1 個月實質利率的標準差介於 2% 至 9% 相符合。

(三) 圖八為模型估算之預期通膨率期限結構，自 1982 年至 2010 年，各期間之預期通膨率均下降。自 2000 年以來，短期預期通膨率波動幅度較大，長期之預期通膨率維持穩定水準，預期通膨率曲線斜率呈平坦，顯示 Fed 穩定物價政策目標的公信力 (credibility) 提高，對穩定長期預期通膨發揮效果。

(圖八) HPR (2011)模型估計之預期通膨率期限結構



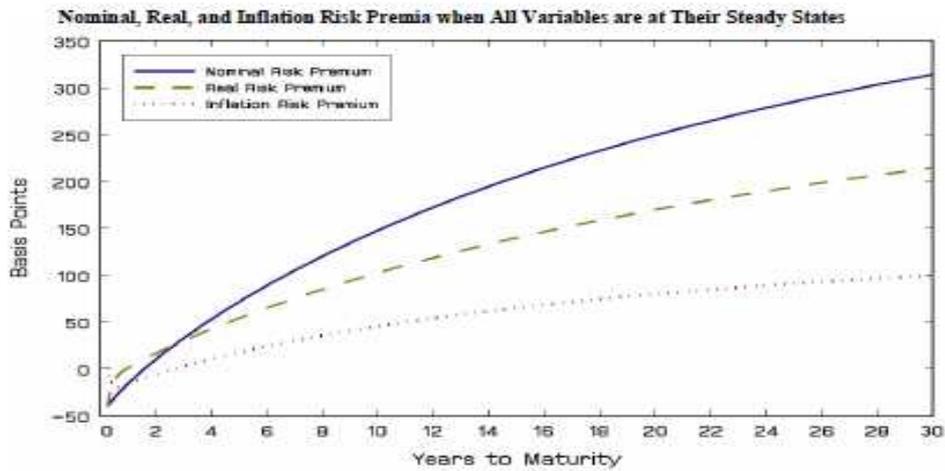
Haubirch、Pennacchi and Ritchken (2011)進一步估算通膨風險溢酬，定義通膨風險溢酬為名目利率風險溢酬與實質利率風險溢酬之差距。作者發現實質利率風險溢酬大於通膨風險溢酬，將其估算結果列為表三。

表三	5 年期	10 年期	20 年期	30 年期
名目利率風險溢酬(bp)	71	147	250	314
實質利率風險溢酬(bp)	54	102	170	214
通膨風險溢酬(bp)	17	45	80	100

圖九顯示各項風險溢酬之期限結構，實線為名目利率風險溢酬，長虛線為實質利率風險溢酬，點虛線為通膨風險溢酬。利率風險溢酬及通膨風險溢酬均隨期間延長而上升，然而實質利率風險溢

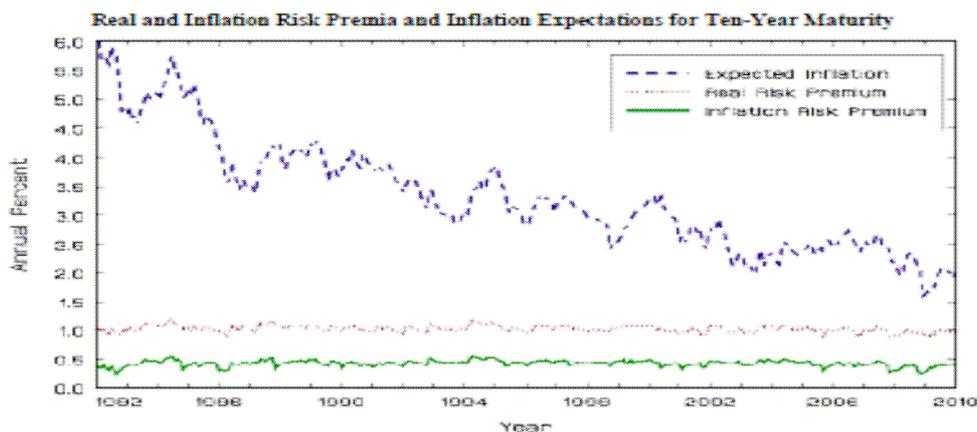
酬上升速度較快，通膨風險溢酬上升速度較緩<sup>4</sup>。

(圖九) HPR (2011)模型估計之利率及通膨風險溢酬期限結構



圖十為模型估計 1982 年到 2010 年的預期通膨率(長虛線)、實質利率風險溢酬(點虛線)及通膨風險溢酬(實線)。2003 年以來預期通膨率之變動範圍在 1.7% 至 2.7% 之間，通膨風險溢酬則維持穩定在 30bp 至 50bp。

(圖十) HPR (2011)模型估計之 10 年期債券風險溢酬



<sup>4</sup>短期通膨風險溢酬為負值，因短期國庫券之流動性較高而壓低名目利率及其風險溢酬，導致估計之通膨風險溢酬為負。

## 伍、結語

本文整理兩篇 Federal Reserve Bank 所發表對預期通膨率及相關風險溢酬之研究文獻，Christensen、Lopez and Rudebusch (2010)及 Haubrich、Pennacchi and Ritchken (2011)研究結果發現：

- (一) 短期預期通膨率波動幅度較大，長期預期通膨率穩定，10 年期預期通膨率約在 2.15% 至 2.45% 區間。
- (二) Christensen、Lopez and Rudebusch (2010)估計 10 年期通膨風險溢酬變動區間為 $\pm 50\text{bp}$ ，當實質利率高且通膨率上升時，通膨風險溢酬為正值。Haubrich、Pennacchi and Ritchken (2011) 估計 10 年期通膨風險溢酬約為 45bp。兩者差異可能來自於前者使用 TIPS 債券實值利率資料，而後者使用 inflation swap rate 資料，而 inflation swap rate 通常高於 TIPS breakeven rate。
- (三) 短期實質利率波動度大於長期實質利率，短期實質利率水準升高時，波動度亦升高。
- (四) 實質利率風險溢酬大於通膨風險溢酬，通膨風險溢酬穩定。
- (五) 利率風險溢酬及通膨風險溢酬均隨債券期間延長而上升，然而實質利率風險溢酬上升速度較通膨風險溢酬快。

由以上研究結果可了解抗通膨債券為適合長期持有(非短期交易)之資產類別，Campbell、Shiller and Viceira(2009)提出抗通膨債券為保守型投

資人可長期持有的安全性資產，其功能無法為其他類型公債如名目公債或短期國庫券所取代。以名目公債而言，惟在央行控制通膨目標的公信力完全有效，breakeven inflation rate 固定不變的情境下，名目公債方可替代抗通膨債券。同理，在實質利率固定不變的情境下，短期國庫券不受通膨風險影響，方可替代抗通膨債券的功能。然而實際上 breakeven inflation rate 及實質利率均非固定不變，因此抗通膨債券對投資組合有不可替代之長期避險功能。

## 參考資料

1. Campbell, J., R. Shiller and L. Viceira, “Understanding Inflation-Indexed Bond Markets”, Brookings Papers on Economic Activity, Spring 2009, pp. 79-120.
2. Christensen, J., J. Lopez and G. Rudebusch, “Inflation Expectations and Risk Premiums in an Arbitrage-Free Model of Nominal and Real Bond Yields”, The Journal of Money, Credit and Banking, Vol 42, No 6, 2010, pp. 143-178.
3. Grishchenko O., J. Huang, “Inflation Risk Premium: Evidence from the TIPS Market”, Finance and Economic Discussion Series, Federal Reserve Board, Washington, D.C., June 2012.
4. Haubrich, J., G. Pennacchi and P. Ritchken, “Inflation Expectations, Real Rates, and Risk Premia: Evidence from Inflation Swaps”, Working Paper 11-07, Federal Reserve Bank of Cleveland, March 2011.
5. Hordahl, P. and O. Tristani, “Inflation Risk Premia in the U.S. and the Euro Area”, Working paper, Bank of International Settlements, 2008
6. Paglia, D. “Inflation Linked Markets and Instruments”, Credit Suisse Fixed Income Seminar, September, 2013