

出國報告（出國類別：其他）

參加 BIS 瑞士舉辦之
「 Strategic Asset Allocation Workshop 」
出國報告

服務機關：中央銀行

姓名職稱：蔡佳昕 四等專員

派赴國家/地區：瑞士/Beatenberg

出國期間：112 年 8 月 12 日至 20 日

報告日期：112 年 11 月 14 日

目錄

壹、前言.....	1
貳、近期國際間外匯存底管理趨勢.....	2
一、多數央行持有外匯存底係為防範未然.....	2
二、外匯存底營運首要考量仍為安全性.....	2
三、多數央行受訪者縮短存續期間配置.....	3
四、先進經濟體與新興市場對綠色債券與 Repos 交易投資存在差異.....	3
五、存款及債券傳統工具仍為各國主要投資配置.....	4
參、建構殖利率曲線模型.....	5
一、債券殖利率之拆解：利率水準(level)、斜率(slope)及曲度(curvature).....	5
二、BIS 之 Shadow Short Rate 模型與意涵.....	7
三、利用殖利率因子與經濟指標建立連結，產生時間序列預測.....	9
肆、以次佳化投資組合分析建構資產配置.....	10
一、平均數變異數最適化投資組合往往與決策者期望不符.....	10
二、在效率前緣下方尋找次佳的投資組合.....	11
三、定義次佳化投資組合目標區域.....	12
四、以量化方法建構次佳化投資組合.....	13
五、次佳化投資組合分析小結.....	18
伍、心得與建議.....	19
一、資產配置情境演練有助經理人了解多元決策的形成.....	19
二、金融市場瞬息萬變，藉由團隊合作即時掌握市場脈動.....	19
三、關注風險管理與資訊科技對於投資管理的幫助.....	20
陸：參考資料.....	21

壹、前言

職奉派於 8 月 12 日至 8 月 20 日赴瑞士 Beatenberg 參加 BIS 舉辦之「Strategic Asset Allocation Workshop」，計有 45 國派員與會，其中多為央行代表，NY Fed、ECB 以及日本 MoF 等主要經濟體皆有派員出席，與會人員分別來自外匯存底投資運用、經濟分析或風險管理部門，具有多元的背景組成。

研討會講師群均為 BIS 資深專員，渠等具有紮實的投資管理專業背景，且因持續與各國央行外匯存底投資管理人員保持互動，對於國際間外匯存底管理趨勢的變化亦相當熟悉。

本次授課內容重點在於學習一套資產配置的系統化方法，並搭配 BIS 的分析軟體 BAAM (BIS Asset Allocation Module)來模擬資產配置。最後，講師提供情境案例，讓學員模擬資產配置並進行簡報，BIS 講師群扮演決策者角色進行評析，引導學員觀摩和評估不同資產配置之方式與效益。

本報告僅聚焦於部分課程主題，內容分為三大部分：

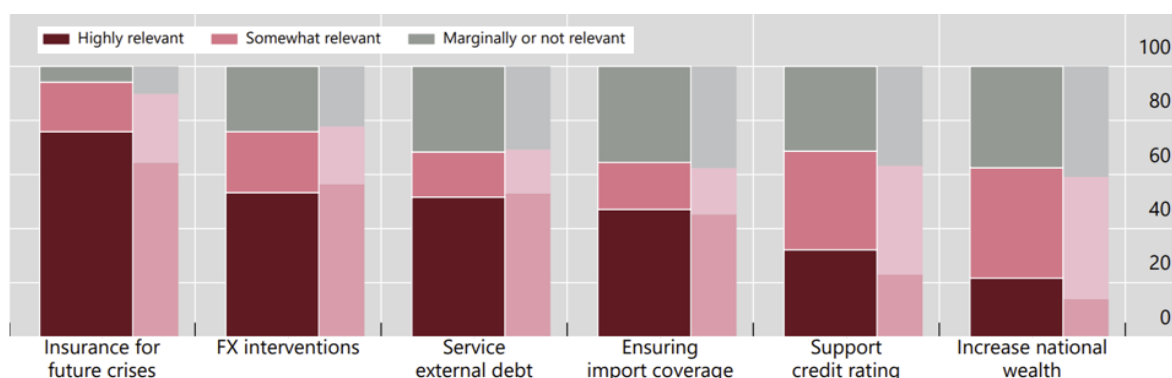
1. 概述近期國際間外匯存底管理趨勢；
2. 介紹殖利率曲線模型之建置，以及 BIS 從中衍生之 Shadow Short Rate 模型與其意涵；
3. 說明在面臨實務限制下，資產管理經理人如何以次佳化投資組合分析來建構資產配置。

貳、近期國際間外匯存底管理趨勢

一、多數央行持有外匯存底係為防範未然

2022年BIS國際外匯存底投資管理實務問卷調查顯示，多數央行受訪者認同持有大量外匯存底係為預防未來不確定風險，其次為穩定匯率，各國央行對於預防不確定風險的關注程度也較2020年上升(見圖1)。

圖1 各國央行持有外匯存底之動機



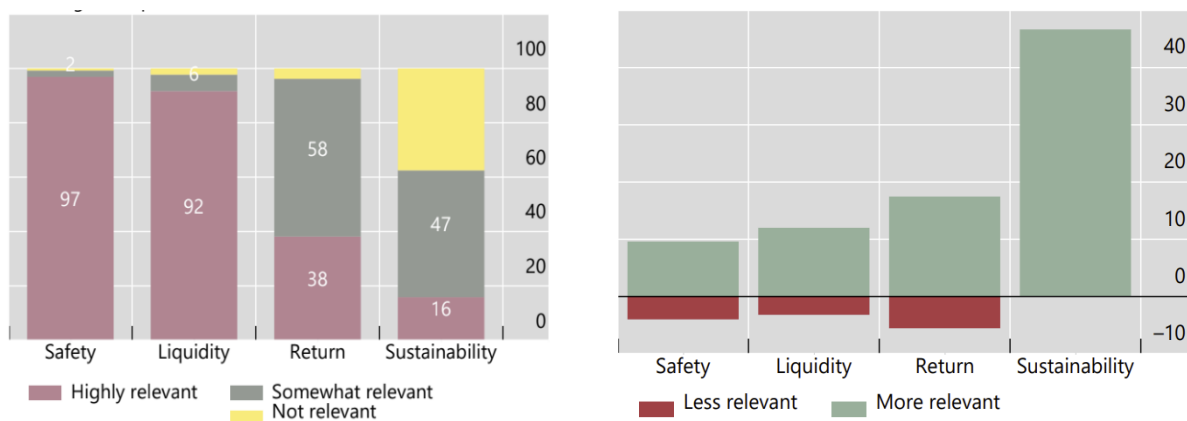
資料來源：BIS

註：2022年資料以寬柱狀體呈現，2020年資料以細柱狀體呈現

二、外匯存底營運首要考量仍為安全性

各國央行普遍認為安全性為外匯存底營運的首要目標，其次為流動性與收益性，永續性則為最後考量(圖2左)，惟自2020年來永續性的重要性已明顯上升(圖2右)。

圖2 各國央行外匯存底營運目標



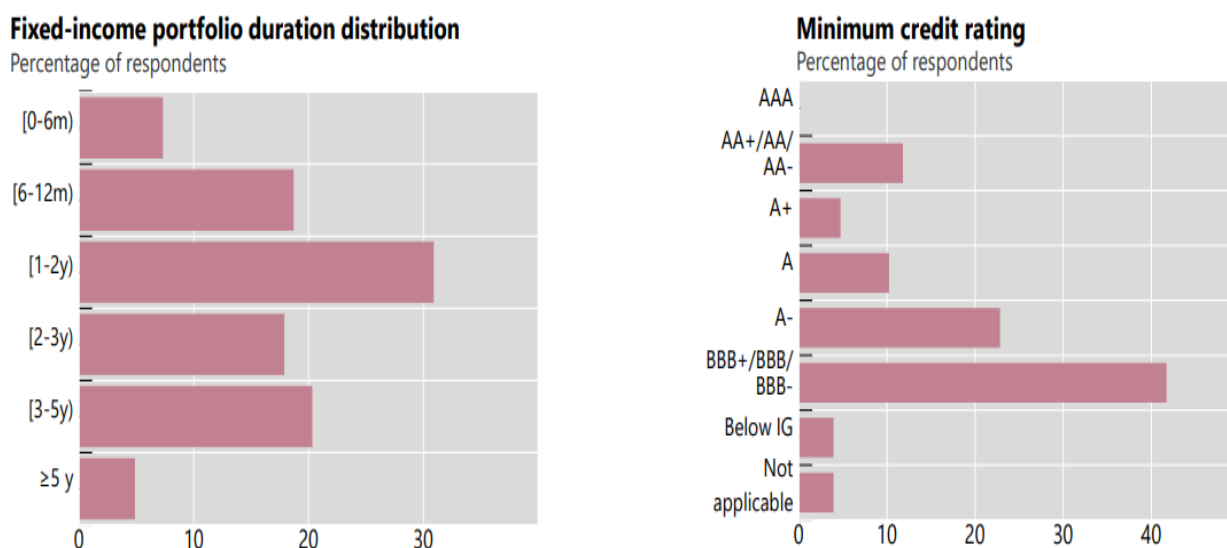
資料來源：BIS

三、多數央行受訪者縮短存續期間配置

2022年BIS問卷調查指出，在主要央行皆大幅升息背景下，多數央行受訪者偏好低存續期間的投資配置，近6成受訪者投資組合的存續期間在2年以下(圖3左)。

投資門檻方面，多數央行受訪者將投資標的最低信評門檻設定於BBB+/BBB/BBB-，此與2020年調查結果相同(圖3右)。

圖 3 各國投資組合存續期間與投資門檻設定

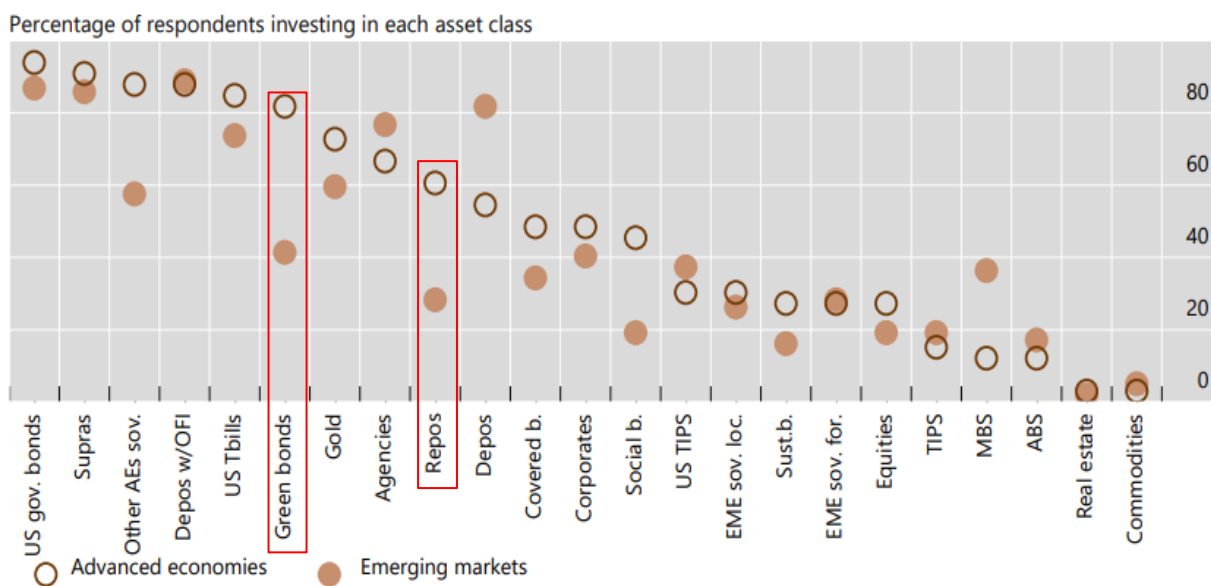


資料來源：BIS

四、先進經濟體與新興市場對綠色債券與 Repos 交易投資存在差異

圖4呈現先進經濟體與新興市場國家受訪央行對於各種投資工具的使用情形，圖中可見兩個群體在綠色債券及Repos交易方面存在較明顯差異：有8成先進經濟體央行受訪者表示已投資綠色債券，新興市場國家央行受訪者則僅有4成已投資綠色債券；有6成先進經濟體央行受訪者表示已投資Repos交易，新興市場國家央行受訪者則未達3成。

圖 4 先進經濟體與新興市場對個別資產投資情形比較

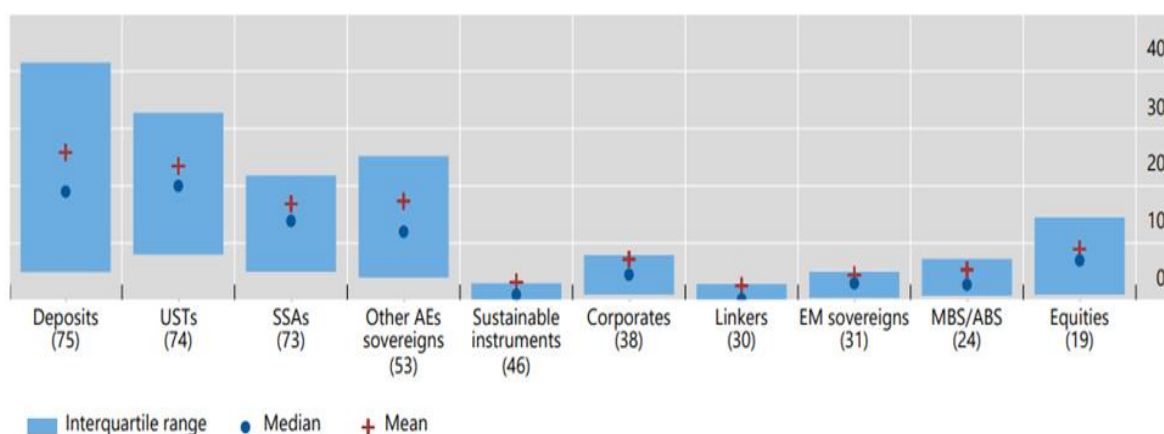


資料來源：BIS

五、存款及債券傳統工具仍為各國主要投資配置

2022年BIS問卷調查顯示，多數央行資金存放於存款及投資美國公債¹，且對該類資產投資權重較高；使用權益證券、公司債及MBS投資工具的央行數量仍相對較少，前述3項資產的平均投資權重分別為8.7%、4.5%及2.7%，占比亦較低（見圖5）。

圖 5 整體受訪者對個別資產的配置



資料來源：BIS

註：每項投資工具下方括號內數字表示，有投資該項目受訪者的合計數。

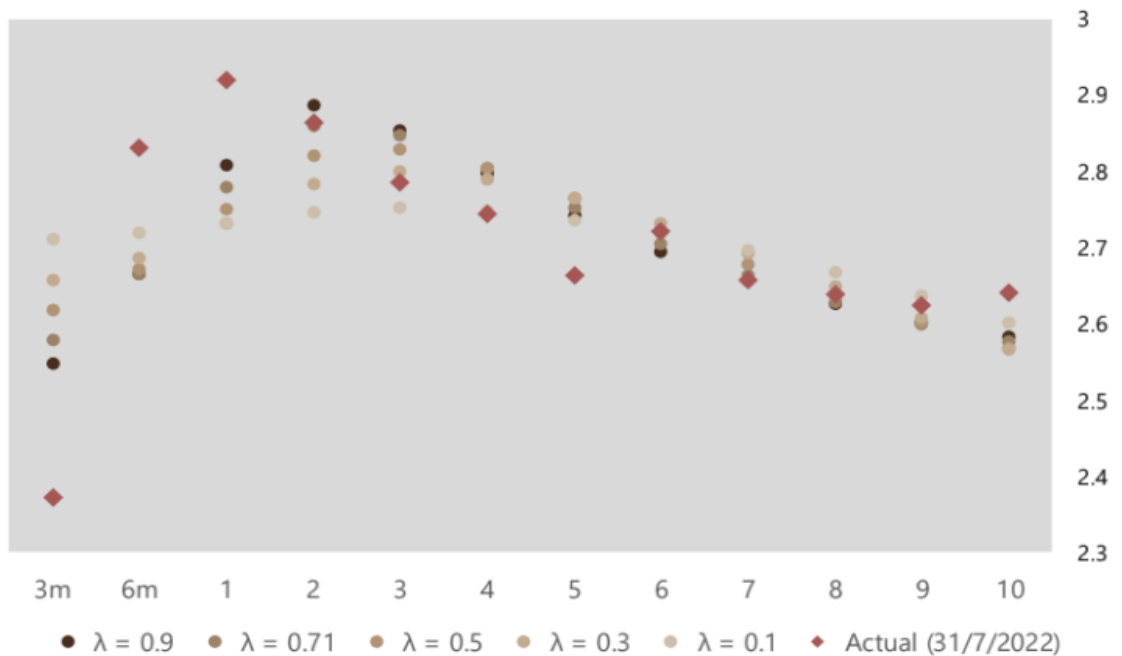
¹ 包含 T-Bills、T-Notes 及 T-Bonds。

定殖利率曲線的彎曲型態，有駝峰及凹陷兩種型態。

(六) $\left(\frac{1 - e^{-\lambda\tau}}{\lambda\tau}\right)$ 、 $\left(\frac{1 - e^{-\lambda t}}{\lambda\tau} - e^{-\lambda\tau}\right)$ 為 factor loading 項，其中 λ 為衰退因子，

影響殖利率曲線收斂速度。當 λ 值越小，收斂速度較快，意味著短期和中期影響力較早開始衰退，所形成的殖利率曲線形狀較平緩，對長天期殖利率配適較佳，反之，短期和中期影響力衰退較慢，對短天期殖利率配適較佳(見圖 7)。

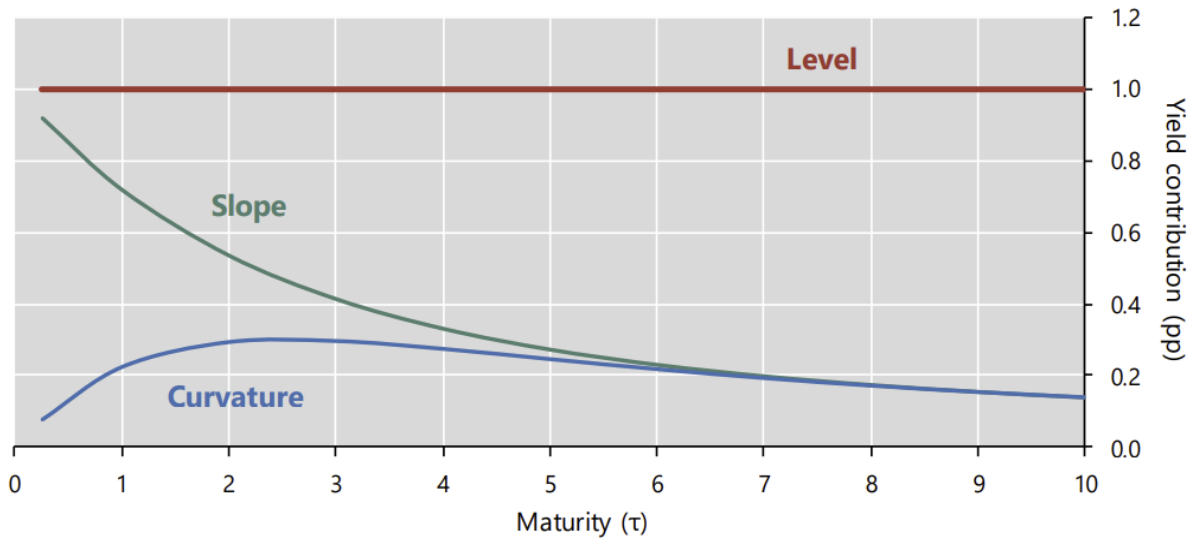
圖 7 λ 值對於不同天期殖利率配適的影響效果



資料來源：BIS

圖8呈現三個因子對應不同到期年限的動態變化，從中可以觀察到當債券到期日越長，對應的斜率與曲度會越趨近於0。

圖 8 N-S 模型三個因子對應不同到期年限之關聯



Source: Reserve Management Advisory Services.
For illustrative purposes. Assumes $\lambda=0.71$.

資料來源：BIS

綜結N-S模型的優點在於，僅利用簡單且少量的參數(水平移動、斜率變化及曲度變化)來拆解殖利率曲線，並探討各種因素對於短期、中期和長期利率結構的影響，以及對於趨勢變動的預測。

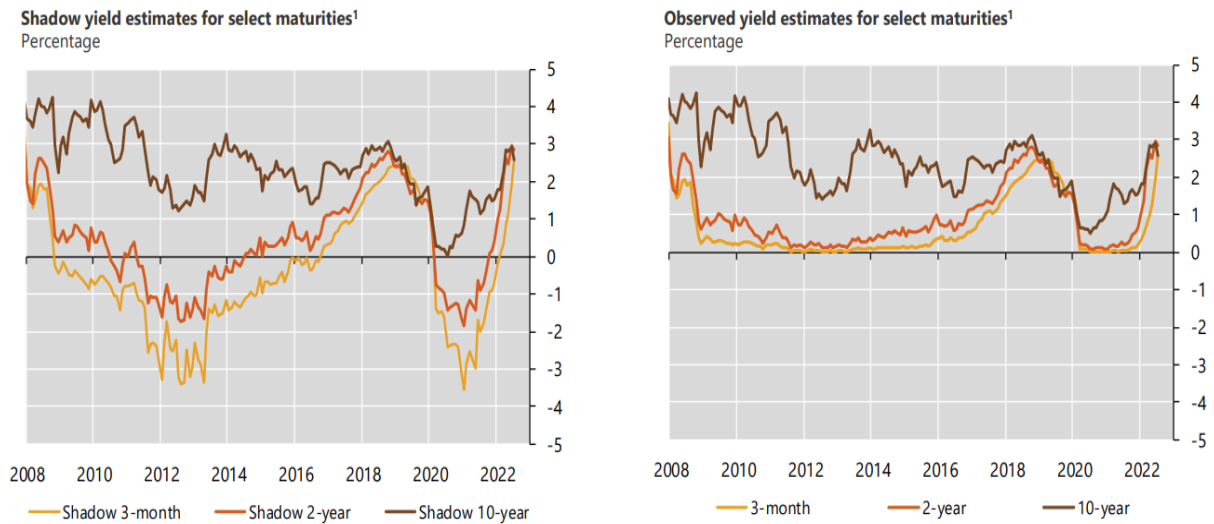
二、 BIS 之 Shadow Short Rate 模型與意涵

BIS講師指出，當央行採取緊縮貨幣政策，調降名目利率至接近有效下限(effective lower bound, ELB)，又稱零利率底線時，將導致許多經濟模型失效，為使殖利率曲線預估更具經濟意涵，BIS調整N-S模型參數設定，從中衍生出Shadow Short Rate模型(以下簡稱SSR模型)。

圖9右呈現以N-S模型配適3個月、2年及10年期美國公債殖利率曲線的連續走勢，如右圖所示，當Fed實施大規模QE期間(2008-2015年及2020年COVID疫情期間)，致短期政策名目利率貼近零利率底線，以N-S配適之殖利率曲線亦呈現相同結果，3個月以及2年期美債殖利率貼近零利率底線。

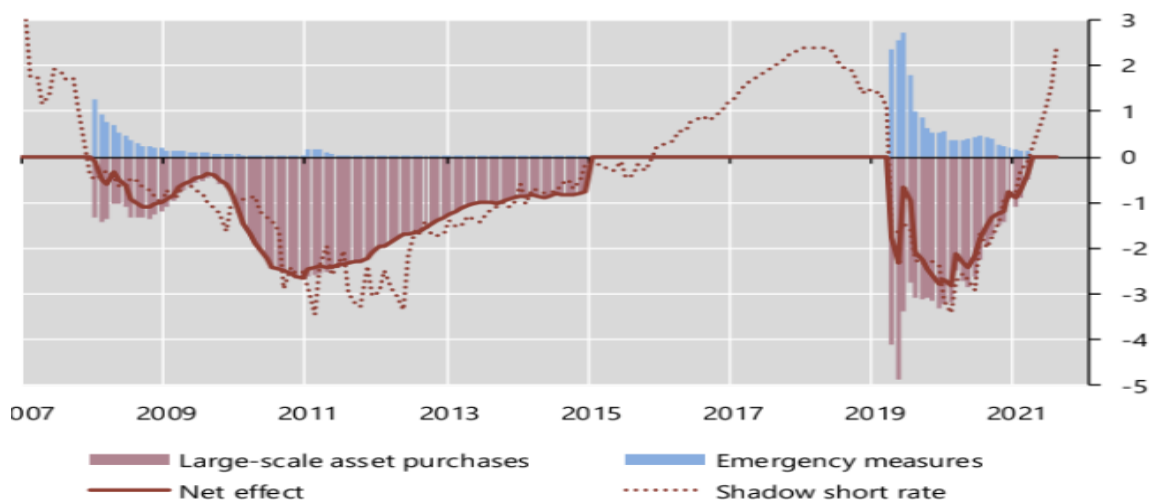
而圖9左則係以SSR模型配適相同期限的殖利率曲線，SSR模型特點在於，容許短期(3個月及2年)債券的殖利率進入負利率領域，隱含美國QE實質上具有負利率效果(見圖10)。至於N-S與SSR模型對10年期美債殖利率配適結果差異不大。

圖 9 Shadow Short Rate 模型與 N-S 模型配適殖利率曲線結果



資料來源：BIS

圖10 以Shadow Short Rate模型衡量Fed大規模QE對於短期利率的影響

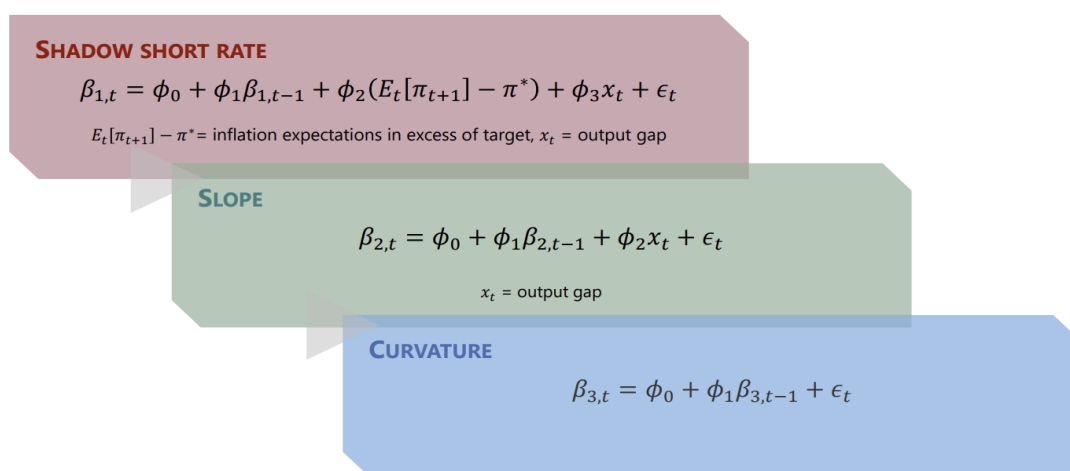


資料來源：BIS

三、 利用殖利率因子與經濟指標建立連結，產生時間序列預測

為建立殖利率因子的動態預測，BIS講師假設通膨與經濟成長係影響長期利率水準(β_1)的關鍵經濟變數，故對 β_1 建立時間序列預測時將Modified Taylor法則及產出缺口變數納入，而考量景氣循環變動亦會對斜率(β_2)造成影響，故對 β_2 建立時間序列模型時納入產出缺口變數，模型設定見圖11。

圖 11 加入總經指標考量的因子時間序列預測



資料來源：BIS

肆、以次佳化投資組合分析建構資產配置

馬可維茲提出效率前緣曲線理論，運用平均數變異數最適化 (Mean-Variance Optimal，以下簡稱MVO) 分散投資組合風險，為投資組合量化分析方法的先驅，但其理論存在若干缺陷：一、參數(預期報酬率)設定出現微小變動會導致截然不同的投資組合配置；二、配置集中於特定資產類別，從而產生幾乎沒有分散效果的投資組合；三、DeMiguel等人(2009)研究指出，即使是等權重(Naïve)配置的投資組合，其績效也可以優於MVO投資組合。

為解決MVO缺陷，本次研討會亦介紹繼MVO法後發展出的等權重投資組合(Naïve)、最大分散投資組合(Max Diversification portfolio)以及風險平價投資組合(Risk Parity portfolio)等資產配置方法。

儘管本次研討會主要內容涵蓋大量有關資產配置的量化方法，但BIS講師指出，實務上投資組合量化工具係用於輔助而非取代管理者的最終決策，研討會以次佳化投資組合分析(near-optimal portfolios analysis，以下簡稱NOP)說明前述觀點，以下扼要介紹該方法。

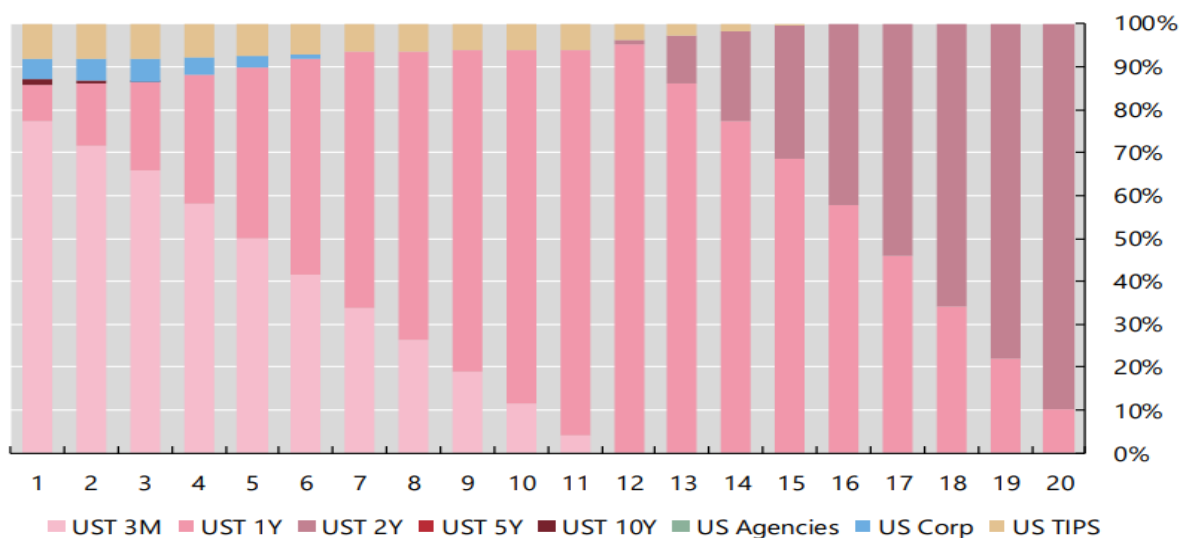
一、平均數變異數最適化投資組合往往與決策者期望不符

BIS以案例示範當外匯存底管理者設定若干投資偏好與限制時，以MVO法建構的投資組合可能無法滿足決策者期望。

在模擬案例中，投資組合主要投資幣別為美元，風險承受度為可容忍波動，投資週期為5年；對個別資產設定以下投資權重限制：美國抗通膨債券(Treasury inflation-protected securities，以下簡稱US TIPS)最高投資權重為10%，美國投資等級公司債(investment grade corporate bonds，簡稱US IG Corp)最高投資權重為30%。

以MVO分析法產生之效率前緣投資組合如圖12。

圖 12 以 MVO 法產生之投資配置



資料來源：BIS

MVO法資產配置結果評析：

- (一) 多數候選投資組合配置 **US TIPS**，權重亦可接近 10%投資上限。
- (二) **US IG Corp** 配置的權重偏低，且明顯遠低於 30%投資上限。
- (三) 缺乏美國政府機構債券(**US Agency Bonds**，簡稱 **US Agencies**)的配置。
- (四) 大多數候選投資組合的存續期間偏低，高度集中於 3 個月或 1 年期的短期債券(淡紅色的柱狀體)。

以上結果凸顯MVO資產配置方法的若干缺失，即配置可能過度集中於特定資產，排擠目標資產的配置，甚至剔除目標資產。

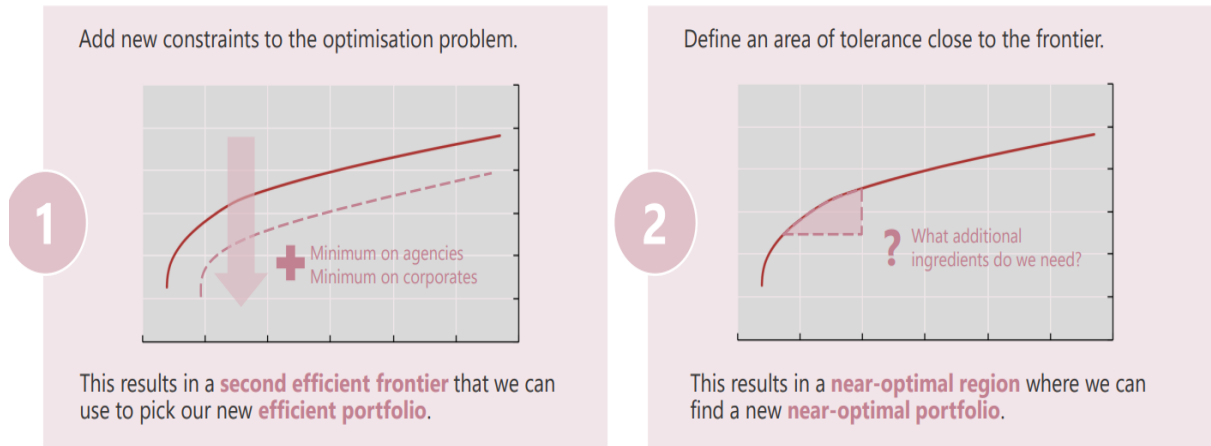
二、 在效率前緣下方尋找次佳的投資組合

為尋求能滿足管理者需求的資產配置，BIS提出2種解決方案，第1種方法係對原限制進行調整，例如將先前案例當中對US TIPS及US IG Corp的投資限制，由投資上限修改成投資下限，則原本的效率前緣曲線會整段下移，產生一全新的效率前緣(見圖13左)。

第2種方式係在效率前緣下方的鄰近區域，尋找次佳資產配置組合(見圖13右)。而

BIS更推薦採用第2種做法。

圖 13 替代 MVO 法的解決方案



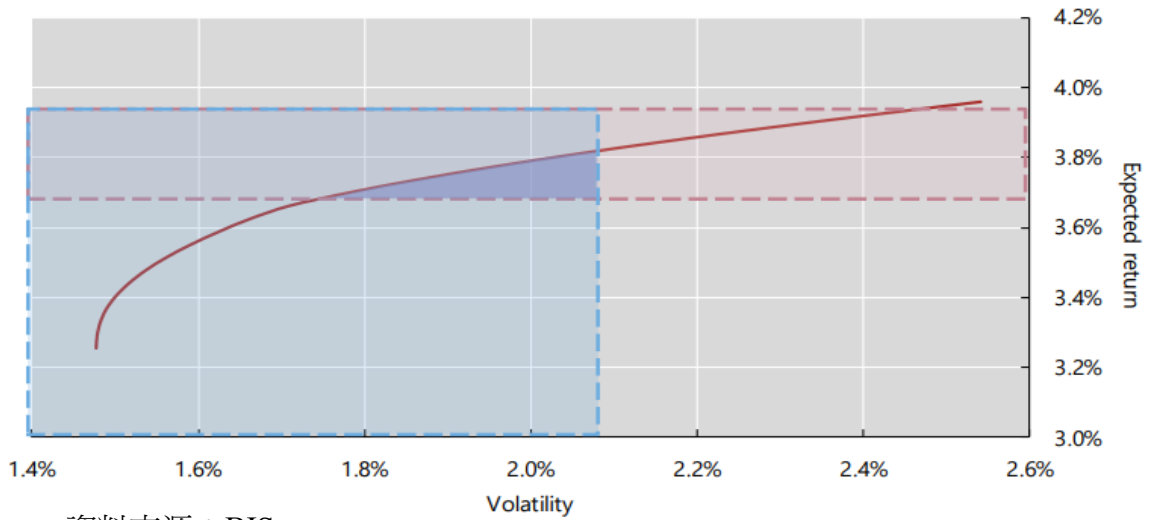
資料來源：BIS

三、 定義次佳化投資組合目標區域

所謂NOP (Near-optimal portfolios)，係在效率前緣下方設定目標區域，並藉由量化方法從中求得符合需求的投資配置。

首要步驟為定義NOP的目標區間，由決策者依據管理目標與風險偏好，來設定可容忍的資產預期報酬與風險波動區間。舉例來說，假設管理者的目標報酬率為3.8%，容許報酬率上下波動0.1%，則預期報酬率區間為3.7%~3.9%(見圖14紅色水平區域)，至於風險的設定，可採用風險波動區間或是最大可容忍風險(圖14藍色垂直區域)。

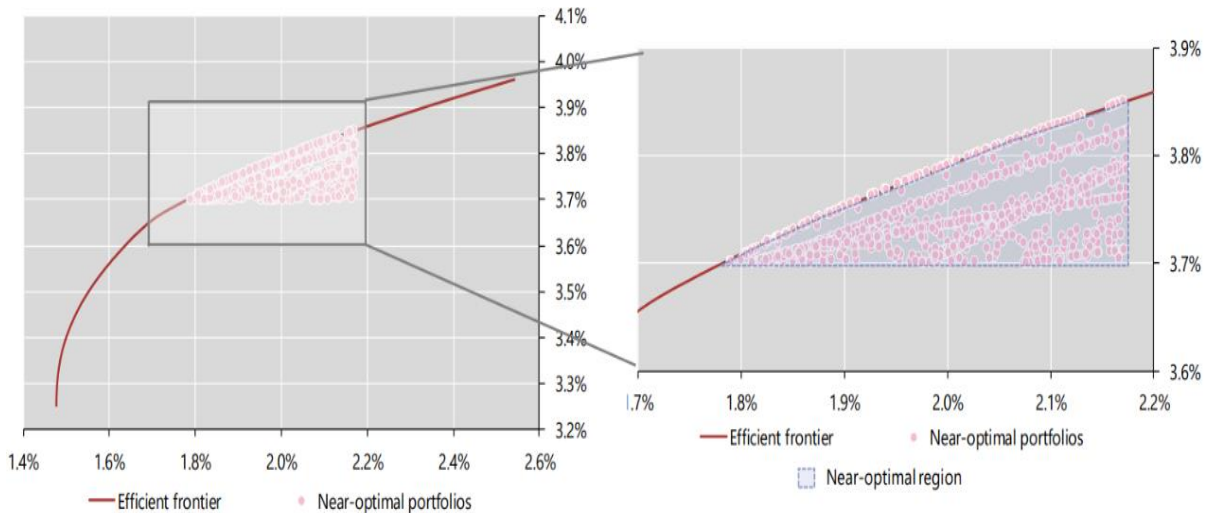
圖 14 定義次佳化資產配置的目標區間



資料來源：BIS

如圖14所示，紅色水平區間(報酬)、藍色垂直區間(風險)以及效率前緣下方三者重疊處，形成一個類似直角三角形區域，此處即為NOP的目標區域，其內充滿許多候選NOP，其示意圖見圖15。

圖 15 NOP 示意圖



資料來源：BIS

四、以量化方法建構次佳化投資組合

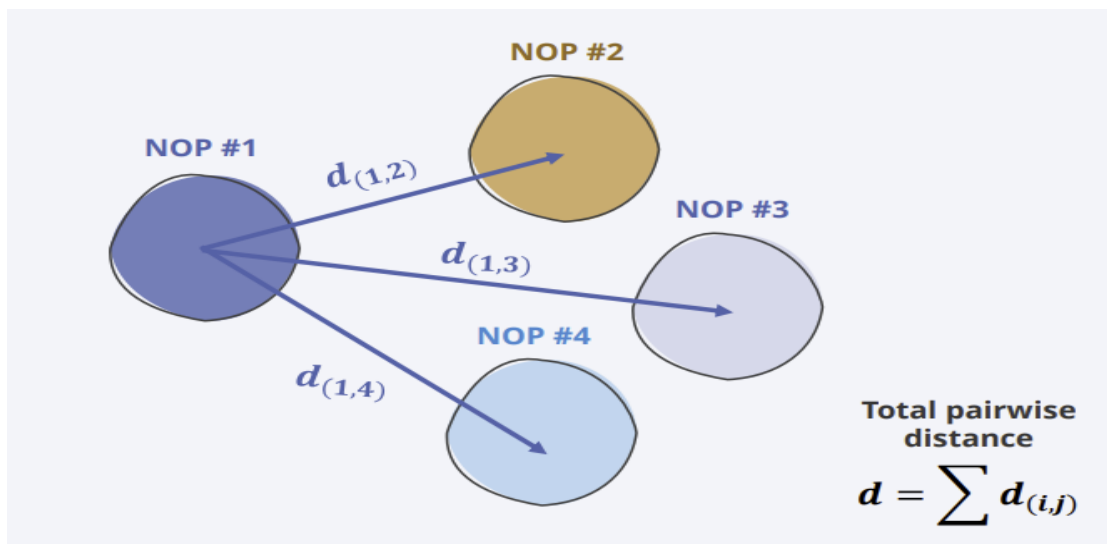
當管理者面臨數以千計的次佳化投資組合(見圖15)，如何從中萃取所需是一門學問，BIS指出，此決策關鍵在於選出一批風險分散特性最多元化的候選者，其示範以

Maximising pairwise distance(資產配置差異最大化)及Clustering(分群)2種模型來建構NOP投資組合，2種模型方法與結果簡述如下。

(一) Maximising pairwise distance

此方法核心在於透過量化計算，求得一批權重配置差異達到最大程度的資產配置組合，其原理示意詳見圖16。

圖16 Maximising pairwise distance示意圖



資料來源：BIS

圖16中可見，Maximising pairwise distance關鍵在於讓每個NOP的特徵值相互配對，讓圖中所有的d值加總後為最大，而d值的計算，本處係採用相關距離(correlation distance)來計算²，其數學公式表達如下：

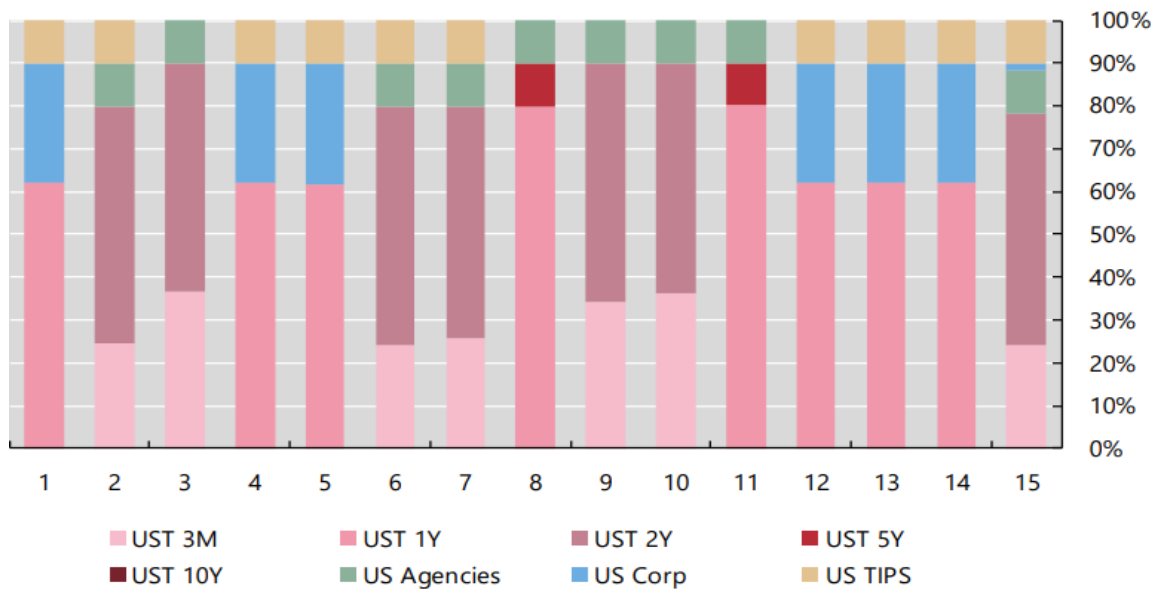
$$d_{(i,j)} = 1 - \frac{(w_i - \bar{w}_i)(w_j - \bar{w}_j)^T}{\sqrt{(w_i - \bar{w}_i)(w_i - \bar{w}_i)^T} \sqrt{(w_j - \bar{w}_j)(w_j - \bar{w}_j)^T}}$$

² 若欲將資料依據相似性質分類時，可採用計算樣本之間的距離作為替代估算，故此處可將d值理解成差異的程度。至於計算距離的方式眾多，BIS 研討會示範相關距離及歐式距離 2 種方法。

上述公式的 W_i 與 W_j 為 i 、 j 資產的權重向量， d 為兩個投資組合之間的距離，若距離為零，表示這兩個投資組合具相同風險特性，反之，若兩個投資組合之間的距離不為零，表示彼此風險特性存在差異。

圖17呈現以Maximising pairwise distance法模擬的資產配置結果。

圖17 Maximising pairwise distance法模擬之投資組合



資料來源：BIS

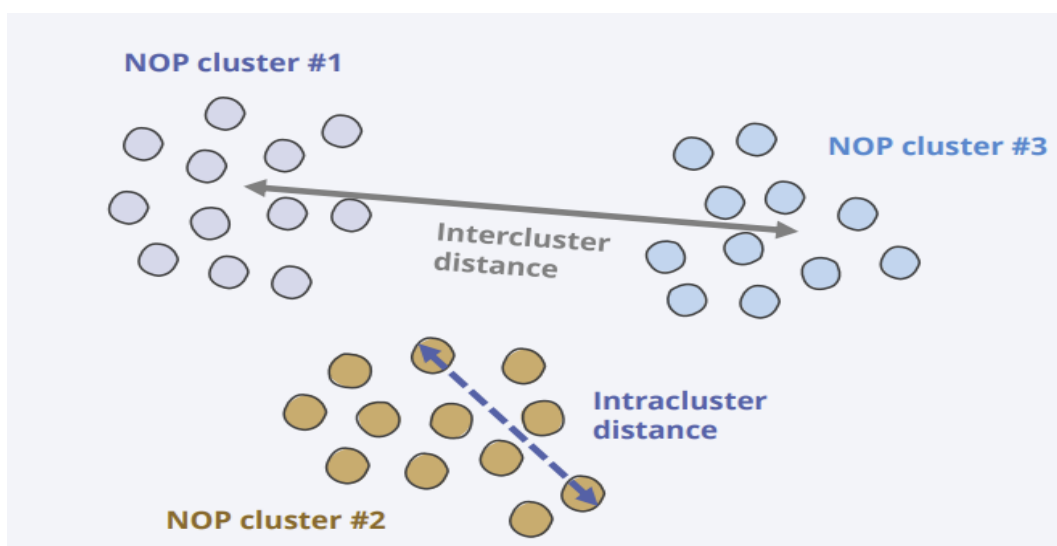
以Maximising pairwise distance法建構資產配置結果評析：

1. 在MVO法**US IG Corp**配置較低(見圖12)，圖17呈現**US IG Corp**配置獲得顯著提升且可接近10%投資上限。
2. 在MVO法缺乏**US Agencies**配置(見圖12)，在圖17中可觀察到**US Agencies**被列入配置。
3. 在MVO法大多數的投資組合集中配置3個月或1年期美國公債(見圖12)，圖17呈現短天期債券配置比重降低，且**5年期美國公債**被納入配置。
4. 編號 15 似為一組能滿足綜合條件的 NOP。
5. 此方法亦有缺點，即仍有少數組合配置同質性高，例如圖17中編號1、4、5以及12~14的組合。

(二) Clustering

Clustering法係藉由資產的特徵變數將多種資產進行分群，核心精神在於物以類聚，同時帶有淡化資料離群值影響統計結果的優點；有若干種執行分群的方法，但大致上都包含兩個要點：衡量不同群組間的距離，以及群組內元素與該群組中心點的距離，本方法示意圖如圖18。

圖18 Clustering法示意圖



資料來源：BIS

BIS採用K-medoids模型示範Clustering法，其步驟如下：

1. 先決定要把N個資料點劃分到K個類組。
2. 劃分規則為，首先隨機選定K個樣本點作為聚類中心，接著將其餘每個資料點都與選定的k個聚類中心計算其歐式距離³（Euclidean Distance），Euclidean Distance數學公式表達示如下：

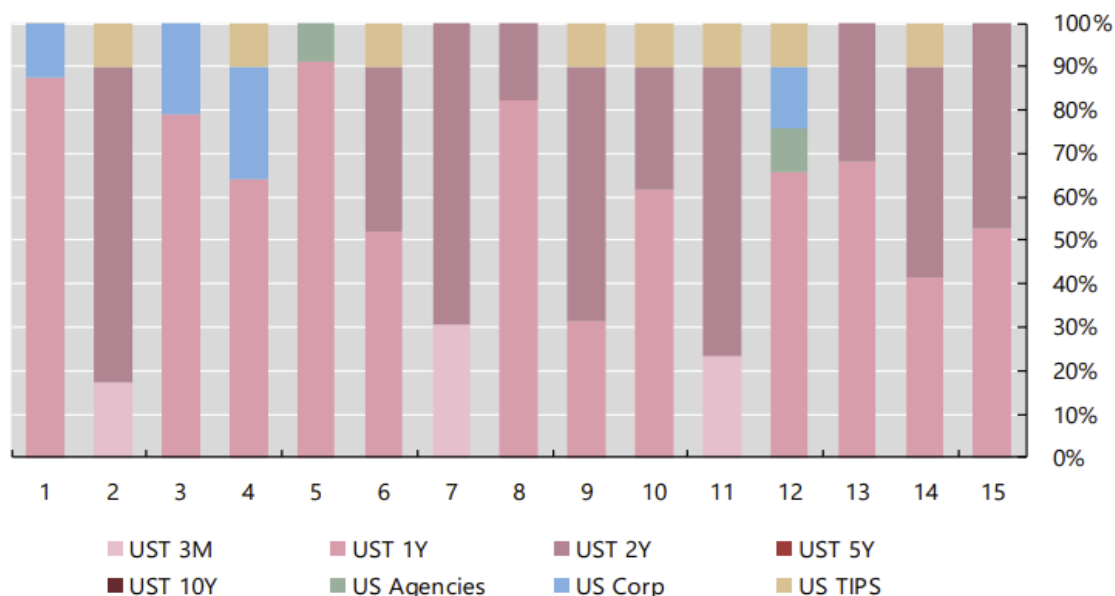
$$d_{(i,j)} = \sqrt{(w_i - \bar{w}_j) (w_i - \bar{w}_j)^T}$$

³ 詳註 2。

- 將每個資料點分類至離聚類中心最近的那個聚類，分類完成後，持續更新聚類中心，直到中心點固定不再變動，此目的在於最小化資料樣本點與聚類中心的距離。

圖19呈現以Clustering法模擬的資產配置結果。

圖19 以Clustering法模擬資產配置結果



資料來源：BIS

以Clustering法資產建構資產配置結果評析：

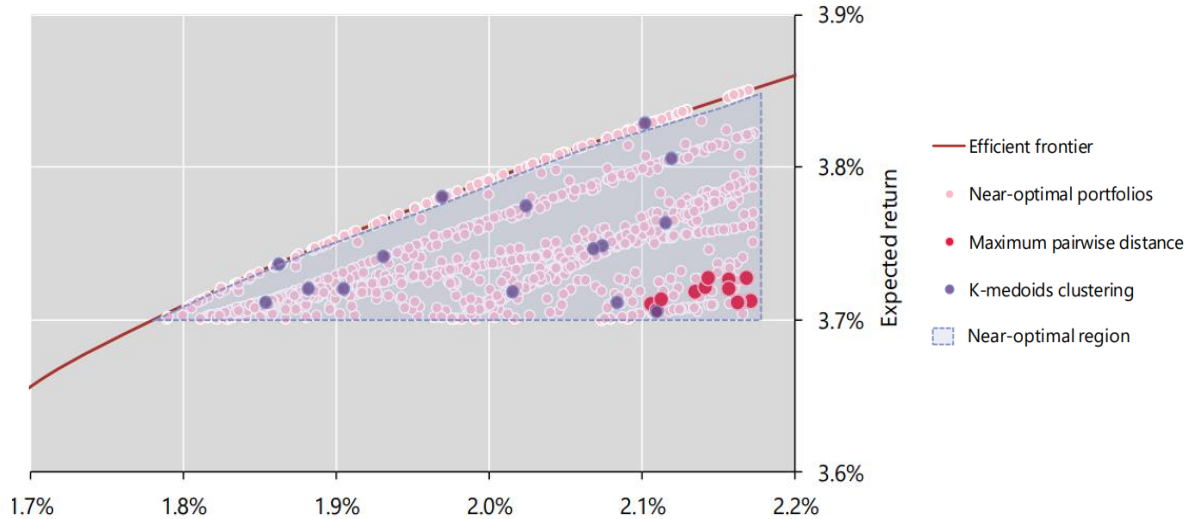
- 圖19呈現**US IG Corp**配置權重獲提升；**US Agencies**亦獲得配置。
- 缺點是缺少5年期或10年期美國公債配置。
- 相較Maximising pairwise distance法會發生少數投資組合具有高同質性，圖19呈現一批沒有重複的候選投資組合，顯示Clustering法產生的投資組合帶來更佳的分散效益。

(三) Maximising pairwise distance 法與 Clustering 法差異視覺化

圖20展示前述兩種NOP方法特性上的差異，以Maximising pairwise distance法產生的候選投資組合在NOP目標區域的分布較為集中，而以K-medoids clustering模型建構的

候選投資組合則散布在NOP目標區域。

圖 20 Maximising pairwise distance 法與 Clustering 法差異



資料來源：BIS

五、次佳化投資組合分析小結

MVO模型以美好的假設，來擇取最有效率(預期報酬最高但風險最低)的投資組合，而真實世界的資產管理人面臨各種實務面的限制，透過前述模擬案例也清楚說明MVO投資組合可能不符管理者期望。

BIS講師指出，投資組合的量化工具係用於輔助管理者進行決策，而非試圖取代管理者，而為使管理者的偏好與限制能貫徹至投資組合，爰其推薦並展示次佳化投資組合分析。

在前述NOP模擬分析中，若退而求其次將報酬與風險的標準放寬，並搭配 Maximising pairwise distance及Clustering量化方法，則可產生一批配置更加分散並能兼顧限制條件的候選投資組合。然而必須注意的是，NOP的選擇沒有標準答案，關鍵在於經理人如何向決策層級或是利害關係人溝通，經理人須提出令人信服的說明與分析，證明其決策相對合理。

伍、心得與建議

一、 資產配置情境演練有助經理人了解多元決策的形成

研討會最後由學員分組模擬資產配置並進行簡報總結。講師請學員在「資產規模」、「對安全性、收益目標、流動性的優先排序」、「管理階層對於資產工具的開放態度」以及「經濟研究團隊的經濟預測工具與預測週期」等條件存在差異的情境下，學員依情境所需模擬資產配置。

倘若選擇資產規模充裕，且資產管理目標是重視收益率，其次是兼顧安全性及流動性的情境，經濟預測週期為未來3年，搭配次佳化投資組合方法模擬資產配置，由於前述設定著重於收益率，故多數候選投資組合的風險值會高於可容忍目標。

BIS講師指出，由於追求收益率的目標會使投資組合對於主權債券和公司債有不同程度的曝險，若董事會對信用風險感到不安，資產管理人必須準備其他替代投資方案；經理人所提出的經濟情境分析，必須支持其資產配置結果；此外，當經濟展望預測期間設定為3年，則亦須思考投資政策框架對應的調整週期，例如每3年進行1次滾動式調整，或是每年進行滾動式調整。

BIS講師補述，其評論並非金科玉律，因為實務上資產配置沒有「標準」答案。其評論著眼於引導學員進行實務面的思考與分析。經由觀摩各組模擬資產配置的成果分享，與BIS講師從旁的評註，有助於瞭解在不同情境下，從事資產配置決策時須關注的焦點。

二、 金融市場瞬息萬變，藉由團隊合作即時掌握市場脈動

金融市場是一個充滿變動和不確定性的環境，管理者要隨時掌握市場的脈動，以便能夠及時做出應對。

Fed為了抑制物價高漲，自2022年3月以來迅速大幅提高利率，此緊縮政策導致美

國10年期和2年期公債殖利率發生深度倒掛現象。而這種倒掛的情況於本年內已經發生兩次大幅收斂，凸顯出市場參與者對未來升降息預期的節奏轉換非常迅速。

金融市場的波動來自於多個因素的交互影響，包括政策面、市場預期、經濟數據以及突發風險事件等等。這些因素交錯在一起，使得金融市場的牽動因素變得非常複雜，同時市場也充斥著龐大的資訊與資料，在這樣的環境下要提升決策品質，須仰賴團隊專業分工以消化訊息負擔。

三、 關注風險管理與資訊科技對於投資管理的幫助

在本次研討會中，有部分學員來自風險管理部門，專職從事開發風險監控模型以及利用量化工具來管理投資部位。此外，課程部分內容亦介紹機器學習在投資組合的運用。可見風險管理與資訊科技方面的專業人才對於投資管理頗有助益，故建議關注風險管理與資訊科技對投資管理的幫助。

陸：參考資料

1. 沈佩璉 (2022), 「機器學習於投資組合報酬率之影響」, 碩士論文, 國立台灣大學。
2. 謝蕙如 (2023), 「參加 2023 年 BIS 舉辦投資組合分析研討會 (Portfolio Analytics Workshop)」, 中央銀行公務出國報告。
3. DeMiguel, V., Garlappi, L. and Uppal, R. (2009). “Optimal versus naïve diversification: How inefficient is the 1/N portfolio strategy?” *The Review of Financial Studies* 22 (5), 1915-1953.
4. Michela Scatigna, Mike McMorrow and Omar Zulaica, “The Strategic Asset Allocation Process With A Factor-Based Approach,” Strategic Asset Allocation Workshop at Swiss Beatenberg, August 2023.
5. Mike McMorrow, “Establishing Macro-Financial Linkages,” Strategic Asset Allocation Workshop at Swiss Beatenberg, August 2023.
6. Omar Zulaica, “Yield Curve Modeling,” Strategic Asset Allocation Workshop at Swiss Beatenberg, August 2023.
7. Omar Zulaica, Mike McMorrow and Michela Scatigna, “Classical optimization Methods,” Strategic Asset Allocation Workshop at Swiss Beatenberg, August 2023.
8. Omar Zulaica, “Portfolio Optimization With Near-Optimal Analysis,” Strategic Asset Allocation Workshop at Swiss Beatenberg, August 2023.