出國報告(出國類別：開會)

金融市場風險管理

服務機關：臺灣銀行風險管理部

姓名職稱：蕭孟妮 高級辦事員

派赴國家/地區：新加坡

出國期間：113 年 5 月 15 日至 113 年 5 月 18 日

報告日期：113 年 6 月 20 日

摘要

職本次參加新加坡 PI ETA Consulting Company 舉辦「金融市場風險管理課程」，期間自 113 年 5 月 16 日至 5 月 17 日，地點為 100 Orchard Road. Singapore 238840(Concorde Hotel Singapore, Singapore)。

課程內容主要分為債券價格及金融市場風險介紹，其中「債券價格」包括債券利率計算(Interest Calculation Methods)、債券價格及殖利率(Bond Price and Yeilds)、存續期間及債券凸性(Duration and Convexity)；「金融市場風險介紹」包括風險值介紹(VaR)、風險值信賴水準與期間(VaR Confidence levels and Horizons)、回溯測試(Back Testing)、壓力測試(Stress Testing)、條件風險值(CVaR)。

最後謹將此次參加課程之研習目的、研習課程主題、研習課程概述、心得及建議臚列於本文內。

目次

壹、 研習目的

依據我國金融監督管理委員會訂定「銀行資本適足性及資本等級管理辦法」及「銀行自有資本與風險性資產之計算方法說明」規定，商業銀行計提市場風險所需資本之方法有「標準法(Standard Approach，簡稱 SA)」及「內部模型法(Internal Model Approach，簡稱 IMA)」等二種，其中內部模型法係以「風險值(Value at Risk，簡稱 VaR)」為基礎，應逐日計算並採用 99%之單尾信賴水準。

擬藉由本次參加新加坡 PI ETA Consulting Company 舉辦之「金融市場風險管理課程(Financial Market Risk Management)」，增進本行風險管理人員對市場風險及風險值之專業知識，本次風險管理培訓課程期間自 113 年 5 月 16 日至 5 月 17 日，共計 2 日。

PI ETA Consulting Company 為全球專業金融風險管理顧問公司之一，培訓課程中，除了豐富的市場風險課程內容外，講師親切且深入淺出的講解方式，亦令人印象深刻且有所啟發，十分榮幸能參與本次海外培訓課程，職獲益良多，亦感謝新加坡 PI ETA Consulting Company 在培訓課程期間之安排與各項課程。

貳、 研習課程主題

本次講師為 Dr. Jeffrey C.K. Lim，擁有英國劍橋大學博士學歷，係 PI ETA Consulting Company 董事總經理(Managing Director)及新南威爾斯大學亞洲分校教授，本次「金融市場風險管理課程(Financial Market Risk Management)」研習課程主題如下：

日期	主題
113/5/16(四)	一、 債券價格 (一) 利息計算(Interest Calculation Methods) (二) 債券價格及殖利率(Bond Price and Yeilds) (三) 存續期間及債券凸性(Duration and Convexity)
113/5/17(五)	二、 金融市場風險介紹 (一) 風險值介紹(VaR) (二) 風險值信賴水準與期間(VaR Confidence levels and Horizons) (三) 回溯測試(Back Testing) (四) 壓力測試(Stress Testing) (五) 條件風險值(Conditional VaR)

參、 訓練課程概述

一、 債券價格(Bond Mathematics)

(一) 利息計算(Interest Calculation Methods)

放款人可利用借出資金獲得利息，通常以本金百分比計算，以下介紹利息之計算公式。

1、 單利(Simple Interest)

$$\mathrm{I} = P * r * T,$$

利息於貸款到期後支付，其中 I 為利息、P 為本金、r 為年利率、T 為貸款期間(以年為單位)。

2、 複利(Compound Interest)

本金產生之利息得併入本金繼續累積，依計息頻率分為間斷複利及連續複利。

(1) 間斷複利

$$\mathrm{I} = P * \left(1 + \frac{r}{m}\right)^{m*T} - P,$$

其中 m 為一年內計息次數，每日(Daily)、每月(Monthly)、每季(Quarterly)、每半年(Semi-Annually)、每年(Annually)之頻率計息，m 分別為 365、12、4、2、1。

(2) 連續複利(Continuous Compounding)

一年內複利無限多次，m 為無限大，利率公式如下：

$$\lim_{\mathrm{m}\to\infty}\left(1 + \frac{\mathrm{r}}{\mathrm{m}}\right)^{\mathrm{m*T}} = e^{r*T},$$

利息計算公式可表達如下：

$$\mathrm{I} = P * e^{r*T} - P$$

（二） 債券價格及殖利率(Bond Price and Yeilds)

債券係由政府或企業發行之金融工具，債券發行者給付債券持有人利息，主要分為以下兩種類型。

1、 附息債券(Coupon Bond)

依照約定期間支付利息之債券。大多數附息債券皆有設定到期日並於到期時支付票面金額，但現在亦有發行者發行無到期日永久領息之永續型債券。

假設持有一檔債券，其於每期期末支付現金流C_i(利息或本金)，共計m期，i=1,⋯,m，則債券現值(P)可表示如下：

$$\mathrm{P}=\sum_{i=1}^{m}\frac{C_i}{(1+Y_P)^i}\ ,$$

其中$(1+Y_p)^i$為第 i 期之折現因子，Y_p為債券內部報酬率(非年化)，欲求得年化殖利率Y，可透過以下計算：

$$\mathrm{Y}=\frac{Y_P}{\left({}^{T}/_{m}\right)}$$

其中T為債券年期，因此納入年化殖利率Y之債券現值(P)可表達如下：

$$\mathrm{P}=\sum_{i=1}^{m}\frac{C_i}{\left[1+\left({}^{T}/_{m}\right)*\mathrm{Y}\right]^i}\ ,$$

2、 零息債券(Zero Coupon Bond)

於到期日返還票面金額且不給付利息之債券。債券現值(P)可表示如下：

$$\mathrm{P}=\frac{C}{(1+Y_P)}$$

納入年化殖利率Y之債券現值(P)可表達如下：

$$\mathrm{P}=\frac{C}{(1+Y)^T}$$

（三） 存續期間及債券凸性(Duration and Convexity)

1、 泰勒展開式(Taylor's Formula)

泰勒展開式將函數以多項式表示，認為f(x)為 n 次多項式函數，公式可表示如下：

$$\mathrm{f(x)} = \mathrm{f}(x_0) + \frac{\mathrm{df}}{dx}(x_0)(\mathrm{x} - x_0) + \frac{1}{2!}\frac{\mathrm{d}^2 f}{dx^2}(x_0)(\mathrm{x} - x_0)^2 + \cdots$$

$$+ \frac{1}{(n-1)!}\frac{\mathrm{d}^{(n-1)} f}{dx^{(n-1)}}(x_0)(\mathrm{x} - x_0)^{(n-1)} + R_n \quad ,$$

其中$R_n = \int_{x_0}^{x} \frac{(x-t)^{(n-1)}}{(n-1)!}\frac{d^n f}{dt^n}(t) d_t$，若對f(x)做一階微分並忽略高階的微小誤差，公式可表示如下：

$$\Delta \mathrm{f(x)} \approx \frac{\mathrm{df}}{dx}(x_0)(\Delta x_0) + \frac{1}{2}\frac{\mathrm{d}^2 f}{dx^2}(x_0)(\Delta x_0)^2$$

（1）附息債券

對附息債券價格做 Y 的一階及二階微分，可得到下列公式：

$$\mathrm{P} = \sum_{i=1}^{m} \frac{C_i}{\left[1+\left(T/m\right)*\mathrm{Y}\right]^{i}} \quad ,$$

$$\text{一階微分：} \frac{\mathrm{dP}}{dY}(Y) = -\left(\frac{T}{m}\right) \sum_{i=1}^{m} \frac{i*C_i}{\left[1+\left(T/m\right)*\mathrm{Y}\right]^{(i+1)}} \quad ,$$

$$\text{二階微分：} \frac{d^2 P}{dY^2}(Y) = \left(\frac{T}{m}\right)^2 \sum_{i=1}^{m} \frac{i*(i+1)*C_i}{\left[1+\left(T/m\right)*\mathrm{Y}\right]^{(i+2)}}$$

（2）零息債券

對零息債券價格做 Y 的一階及二階微分，可得到下列公式：

$$\mathrm{P} = \frac{C}{(1+Y)^T}$$

$$\text{一階微分：} \frac{\mathrm{dP}}{dY}(Y) = -\frac{T*C}{(1+Y)^{(T+1)}}$$

$$\text{二階微分：} \frac{d^2 P}{dY^2}(Y) = \frac{T*(T+1)*C}{(1+Y)^{(T+2)}}$$

2、 債券存續期間(Bond Duration)

實務上常用的存續期間計算方式有兩種，一種是修正存續期間（Modified Duration），衡量利率變化對債券價格的影響程度；另一種是馬考雷存續期間（Macaulay Duration），衡量投資者必須持有債券直到債券現金流的現值等於為債券支付金額的加權平均時間。

(1) 附息債券

應用泰勒展開式至附息債券價格並忽略高階項，公式可表示如下：

$$\Delta \mathrm{P(Y)} \approx \frac{\mathrm{dP}}{dY}(Y_0) * (\Delta Y) \quad ,$$

$$\rightarrow \Delta \mathrm{P(Y)} \approx -\left(\frac{T}{m}\right) \sum_{i=1}^{m} \frac{i * C_i}{\left[1+\left({}^{T}/_{m}\right) * \mathrm{Y}\right]^{(i+1)}} * (\Delta Y) \quad ,$$

$$\rightarrow \Delta \mathrm{P(Y)} \approx -\frac{\left(\frac{T}{m}\right) \sum_{i=1}^{m} \frac{i * C_i}{\left[1+\left({}^{T}/_{m}\right) * \mathrm{Y}\right]^{(i+1)}}}{P} * P * (\Delta Y) \quad ,$$

$$\rightarrow \Delta \mathrm{P(Y)} \approx -D^* * P * (\Delta Y) \quad ,$$

$$\text{其中}\mathrm{D}^* = \frac{\left(\frac{T}{m}\right) \sum_{i=1}^{m} \frac{i * C_i}{\left[1+\left({}^{T}/_{m}\right) * \mathrm{Y}\right]^{(i+1)}}}{P} \quad ,$$

D^*為附息債券之修正存續期間(Modified Duration)，馬考雷存續期間（Macaulay Duration）可採用修正存續期間推導如下：

$$\mathrm{D}^* = \frac{\left(\frac{T}{m}\right) \sum_{i=1}^{m} \frac{i * C_i}{\left[1+\left({}^{T}/_{m}\right) * \mathrm{Y}\right]^{(i+1)}}}{P}$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^{m} \frac{i * \left(\frac{T}{m}\right) * C_i}{\left[1+\left({}^{T}/_{m}\right) * \mathrm{Y}\right]^{i}}}{\left[1+\left(\frac{T}{m}\right) * Y\right] \sum_{i=1}^{m} \frac{C_i}{\left[1+\left({}^{T}/_{m}\right) * \mathrm{Y}\right]^{i}}}$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^{m} i * \left(\frac{T}{m}\right) * W_i}{\left[1+\left(\frac{T}{m}\right) * Y\right] \sum_{i=1}^{m} W_i}$$

$$= \frac{1}{\left[1+\left(\frac{T}{m}\right)*Y\right]} * \frac{\sum_{i=1}^{m} t_i * W_i}{\sum_{i=1}^{m} W_i}$$

$$= \frac{1}{\left[1+\left(\frac{T}{m}\right)*Y\right]} * D,$$

其中$W_i = \frac{C_i}{\left[1+\left(T/_m\right)*\mathrm{Y}\right]^i}$，$D = \sum_{i=1}^{m} t_i * \left(\frac{W_i}{\sum_{i=1}^{m} W_i}\right)$，$D$為馬考雷存續期間（Macaulay Duration）。

(2) 零息債券

應用泰勒展開式至零息債券價格並忽略高階項，公式可表示如下：

$$\Delta\mathrm{P(Y)} \approx \frac{\mathrm{dP}}{dY}(Y_0) * (\Delta Y) \quad ,$$

$$\rightarrow \Delta\mathrm{P(Y)} \approx -\frac{T*C}{(1+Y)^{(T+1)}} * (\Delta Y) \quad ,$$

$$\rightarrow \Delta\mathrm{P(Y)} \approx -\frac{\frac{T*C}{(1+Y)^{(T+1)}}}{P} * P * (\Delta Y) \quad ,$$

$$\rightarrow \Delta\mathrm{P(Y)} \approx -D^* * P * (\Delta Y) \quad ,$$

$$\text{其中}\mathrm{D}^* = \frac{\frac{T*C}{(1+Y)^{(T+1)}}}{P} \quad ,$$

D^*為零息債券之修正存續期間(Modified Duration)，馬考雷存續期間（Macaulay Duration）可採用修正存續期間推導如下：

$$\mathrm{D}^* = \frac{\frac{T*C}{(1+Y)^{(T+1)}}}{P} = \frac{\frac{T*C}{(1+Y)^{(T+1)}}}{\frac{C}{(1+Y)^T}} = \frac{T}{(1+Y)} = \frac{1}{[1+Y]} * D,$$

其中$D = T$，D為馬考雷存續期間（Macaulay Duration），零息債券之馬考雷存續期間(D)相等於該債券之到期期間(T)。

3、 債券凸性(Bond Convexity)

(1) 附息債券

應用泰勒展開式至零息債券價格，其二階項公式如下：

$$\frac{d^2P}{dY^2}(Y)=\left(\frac{T}{m}\right)^2\sum_{i=1}^{m}\frac{i*(i+1)*C_i}{\left[1+\left({}^{T}/_{m}\right)*\mathrm{Y}\right]^{(i+2)}}$$

$$\rightarrow\frac{d^2P}{dY^2}(Y)=\frac{\left(\frac{T}{m}\right)^2\sum_{i=1}^{m}\frac{i*(i+1)*C_i}{\left[1+\left({}^{T}/_{m}\right)*\mathrm{Y}\right]^{(i+2)}}}{P}*P=\emptyset*P \quad ,$$

其中$\emptyset$為附息債券凸性，代入$\mathrm{P}=\sum_{i=1}^{m}\frac{C_i}{\left[1+\left({}^{T}/_{m}\right)*\mathrm{Y}\right]^{i}}$：

$$\emptyset=\frac{\left(\frac{T}{m}\right)^2\sum_{i=1}^{m}\frac{i*(i+1)*C_i}{\left[1+\left({}^{T}/_{m}\right)*\mathrm{Y}\right]^{(i+2)}}}{\sum_{i=1}^{m}\frac{C_i}{\left[1+\left({}^{T}/_{m}\right)*\mathrm{Y}\right]^{i}}}$$

$$=\frac{1}{\left[1+\left({}^{T}/_{m}\right)*\mathrm{Y}\right]^{2}}*\frac{\left(\frac{T}{m}\right)^2\sum_{i=1}^{m}\frac{i*(i+1)*C_i}{\left[1+\left({}^{T}/_{m}\right)*\mathrm{Y}\right]^{i}}}{\sum_{i=1}^{m}\frac{C_i}{\left[1+\left({}^{T}/_{m}\right)*\mathrm{Y}\right]^{i}}} \quad ,$$

代入$t_i=i*\frac{T}{m}$ 及 $W_i=\frac{C_i}{\left[1+\left({}^{T}/_{m}\right)*\mathrm{Y}\right]^{i}}$：

$$\emptyset=\frac{1}{\left[1+\left({}^{T}/_{m}\right)*\mathrm{Y}\right]^{2}}*\frac{\sum_{i=1}^{m}\frac{t_i*\left(t_i+\frac{T}{m}\right)*C_i}{\left[1+\left({}^{T}/_{m}\right)*\mathrm{Y}\right]^{i}}}{\sum_{i=1}^{m}\frac{C_i}{\left[1+\left({}^{T}/_{m}\right)*\mathrm{Y}\right]^{i}}}=\frac{1}{\left[1+\left({}^{T}/_{m}\right)*\mathrm{Y}\right]^{2}}*\frac{\sum_{i=1}^{m}t_i*\left(t_i+\frac{T}{m}\right)*W_i}{\sum_{i=1}^{m}W_i}$$

(2) 零息債券

應用泰勒展開式至零息債券價格，其二階項公式如下：

$$\frac{d^2P}{dY^2}(Y)=\frac{T*(T+1)*C}{(1+Y)^{(T+2)}}$$

$$\rightarrow\frac{d^2P}{dY^2}(Y)=\frac{\frac{T*(T+1)*C}{(1+Y)^{(T+2)}}}{P}*P=\emptyset*P \quad ,$$

其中$\emptyset$為零息債券凸性，代入$\mathrm{P}=\frac{C}{(1+Y)^T}$：

$$\emptyset=\frac{\frac{T*(T+1)*C}{(1+Y)^{(T+2)}}}{\frac{C}{(1+Y)^T}}=\frac{T*(T+1)}{(1+Y)^2}$$

4、 投資組合之存續期間及凸性(Portfolio Duration and Convexity)

假設一投資組合擁有 M 檔債券，則市場價格P_P之公式如下：

$$P_P = \sum_{i=1}^{M} \alpha_i * P_i \quad ,$$

其中α_i為債券 i 之投資部位，P_i為債券 i 之市場價格，加上已知導數(修正存續期間D*及凸性∅)可得到以下公式：

$$D_P^* * P_P = \sum_{i=1}^{M} \alpha_i * D_i^* * P_i \quad ,$$

$$\emptyset_P * P_P = \sum_{i=1}^{M} \alpha_i * \emptyset_i * P_i \quad ,$$

從上述公式可推導出投資組合之修正存續期間D_P^*及凸性$\emptyset_P$，再代入$P_P = \sum_{i=1}^{M} \alpha_i * P_i$ 及 $W_i = \alpha_i * P_i$：

$$D_P^* = \frac{\sum_{i=1}^{M} \alpha_i * D_i^* * P_i}{P_P} = \frac{\sum_{i=1}^{M} \alpha_i * D_i^* * P_i}{\sum_{i=1}^{M} \alpha_i * P_i} = \frac{\sum_{i=1}^{M} D_i^* * W_i}{\sum_{i=1}^{M} W_i}$$

$$\emptyset_P = \frac{\sum_{i=1}^{M} \alpha_i * \emptyset_i * P_i}{P_P} = \frac{\sum_{i=1}^{M} \alpha_i * \emptyset_i * P_i}{\sum_{i=1}^{M} \alpha_i * P_i} = \frac{\sum_{i=1}^{M} \emptyset_i * W_i}{\sum_{i=1}^{M} W_i}$$

由此可知，投資組合之修正存續期間(D_P^*)為組合中各債券修正存續期間(D_i^*)之加權平均；投資組合之凸性($\emptyset_P$)為組合中各債券凸性($\emptyset_i$)之加權平均。

二、 金融市場風險介紹(Introduction To Financial Market Risk)

(一) 風險值介紹(VaR)

風險值(Value-at-Risk，VaR)係衡量市場風險的一種方法，在特定期間及特定機率下，評估投資組合可能產生的最大損失。例如，在 95%信賴水準下之單日風險值為 1 百萬美元，代表有 95%機率投資組合之單日最大可能損失不超過 1 百萬美元。

風險值有以下優點：衡量整體風險的標準化指標(Risk Comparability)、計算資本適足(Determination of Capital Adequacy)、績效衡量(Performance Measurement)。

惟風險值無法得知最糟情境下將損失多少，因此需定期以最糟情境對投資組合做壓力測試，並計算可能損失。

以下介紹幾種衡量風險值之方法：

1、 採用歷史資料

認為過去的市場價格變動可用來預測未來的市場價格變動。

（1）完全評價法(Full Valuation)

本法採用市場實際歷史資料去評價投資組合，並在給定的信賴水準下求得風險值。可反應各種市場情境下投資組合之實際損益，惟若投資組合之市場資料過於龐大，計算風險值將耗費許多時間。

（2）Delta-Gamma 近似法(Delta-Gamma Approach)

本法以線性關係衡量非線性商品之風險，透過一階及二階泰勒展開式來描述非線性商品之 Delta 及 Gamma，適用於市場資料少且可透過 Delta-Gamma 近似法準確評價之投資組合。

優點為計算較容易，投資組合內之工具僅需計算一次 Delta、Theta、Gamma，即可計算風險值，較完全評價法計算效率高，缺點為評估期間若太長，估計誤差會顯著擴大。

假設選擇權價格為 f，根據 Ito’s Lemma，選擇權價格變動之篇微分公式如下：

$$\mathrm{df} = \frac{\partial f}{\partial S} dS + \frac{\partial f}{\partial t} dt + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 f}{\partial S^2}\sigma^2(S,t)dt$$

$$\rightarrow \mathrm{df} = \Delta * dS + \theta * dt + \frac{1}{2}\Gamma * \sigma^2 dt \quad ,$$

其中$\Delta(\mathrm{delta}) = \frac{\partial f}{\partial s}$，$\theta(\mathrm{theta}) = \frac{\partial f}{\partial t}$，$\Gamma(\mathrm{gamma}) = \frac{\partial^2 f}{\partial S^2}$。

假設有一投資組合價格為 P，則投資組合價格變動之公式如下：

$$\rightarrow \mathrm{dP} = \Delta_P * dS + \theta_P * dt + \frac{1}{2}\Gamma_P * \sigma^2 dt \quad ,$$

其中$\Delta_P = \sum_{Portfolio} \Delta$，$\theta_P = \sum_{Portfolio} \theta$，$\Delta_P = \sum_{Portfolio} \Gamma$。

（3）共變異數法(Delta-Normal Approach)

本法認為投資組合之各投資工具可分解其風險至數項風險因子之線性組合，且各風險因子之變動符合常態分配，亦隱含投資組合價格變動(Δ_P)符合常態分配。

假設一投資組合擁有 M 檔投資工具，可被分解至 N 項風險因子R_j，$\mathrm{j} = 1, \ldots, \mathrm{n}$，$\Delta R_j \sim \mathrm{N}(\mu_i, \sigma_i^2)$，投資工具 i 的評價變動公式如下：

$$\Delta V_i = \sum_{j=1}^{N} X_{ij} \Delta R_j$$

$$\rightarrow \sum_{i=1}^{M} \Delta V_i = \sum_{i=1}^{M} \sum_{j=1}^{N} X_{ij} \Delta R_j$$

$$\rightarrow \Delta P = \sum_{j=1}^{N} \left(\sum_{i=1}^{M} X_{ij}\right) \Delta R_j = \sum_{j=1}^{N} Y_j \Delta R_j \quad ,$$

其中$Y_j = \sum_{i=1}^{M} X_{ij}$，$X_{ij}$為真實常數。

考量各投資產品間共變異數或相關性之沖銷程度，透過個別風險因子變動之線性組合計算整體投資組合價格變動，公式如下：

$$Var(\Delta P) = \sum_{j=1}^{N} Y_j \Delta R_j$$

$$= (Y_1 \ldots Y_N) \begin{bmatrix} Var(\Delta R_1) & \cdots & Cov(\Delta R_1, \Delta R_N) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ Cov(\Delta R_1, \Delta R_N) & \cdots & Var(\Delta R_N) \end{bmatrix} \begin{pmatrix} Y_1 \\ \vdots \\ Y_N \end{pmatrix}$$

採用下表標準常態分配分位數，計算風險值之公式如下：

標準常態分配							
信賴水準	99.99%	99.90%	99.00%	97.50%	95.00%	90.00%	50.00%
分位數	-3.1750	-3.0900	-2.3260	-1.9600	-1.6450	-1.2820	0.0000

$$VaR = Quantile * \sqrt{Var(\Delta P)}$$

$$\rightarrow VaR_{10day} = VaR_{1day} * \sqrt{10}$$

本法優點為計算簡單，但缺點為忽略市場實際報酬有厚尾情況，可能造成風險值低估。

2、 蒙地卡羅法(Monte Carlo Methods)：

本法採用隨機數產生器模擬市場因子價格之變動，通常假設其變動符合常態分配，以大幅簡化計算過程。

惟各市場因子係獨立產生，與現實中各市場因子間存在相關性之情形不同，因此採用 Cholesky 分解法，給定相關係數矩陣，將 n 項獨立產生之隨機變數轉換為 n 項有相關性之隨機變數。

$$V_{Cor} = L * V_{Ind}$$

Cholesky 分解法：任一對稱之 n*n 正定矩陣 M 可分解為下三角矩陣 L(Lower Triangular Matrix)及其轉置矩陣，亦可分解為上三角矩陣 U(Upper Triangular Matrix)及其轉置矩陣。

對稱矩陣(Symmetric Definite)：n 階矩陣M，等同其轉置矩陣 M^T 。

正定矩陣(Positive Definite)：n 階矩陣M，對任何非零向量 X，皆符合$X^T MX > 0$，其中X^T為X之轉置。

（二） 風險值信賴水準與期間(VaR Confidence levels and Horizons)

1、 風險值信賴水準(VaR Confidence levels)

風險值信賴水準為給定一定期間下，最大可能損失不超過估計風險值之機率水準。當信賴水準越大，風險值愈大，代表投資組合損失超過風險值的機率越低。

假設有間公司單日損益符合常態分配(平均數為μ、標準差為σ)，風險值分位數公式如下：

$$Var_{ND} = \mu + Quantile_{SND} * \sigma \quad ,$$

其中$Quantile_{SND}$為標準常態分配之分位數。

2、 風險值期間(VaR Horizons)

風險值期間重點在計算風險值考慮的估計期間，通常設定為單日；單日風險值適用於交易桌或業務單位之投資活動係以日為基準影響公司損益，若係以週為基準影響公司損益，則單週風險值會較為適用。

有關風險值期間的選定，將由決定風險值報告適當性之管理階層或風險管理經理做最終決定。例如：假設有一投資組合僅持有債券，並預期持有這些債券六個月至一年，比起單日風險值期間，其較為適用單月風險值期間。

若個別單日損益為互相獨立，可透過一因子$\sqrt{t}$調整單日風險值(VaR_{1day})，並用來估計 t 期間風險值($VaR_{t-period}$)：

$$VaR_{t-period} = VaR_{1day} * \sqrt{t} \quad ,$$

惟上述公式並不適用於估計個別單日損益非互相獨立之情形。

(三) 回溯測試(Back Testing)

有關風險值數值最常被詢問的是其準確性，即所使用之風險值模型是否準確，回答此問題之唯一方法為回顧過去產生之風險值，並與實際歷史資料比較，此稱為回溯測試。

例如，回顧過去 100 個交易日期間，此期間會紀錄 100 個 95%信心水準之單日風險值數值，表示此 100 個交易日中會有 5 個交易日損失超過風險值；若損失超過風險值日數超過 5 個，代表風險值模型需要重新評估。

除檢視風險值模型是否有好好運作外，建議應運用回溯測試於公司之所有風險管理實務。

(四) 壓力測試(Stress Testing)

因風險值無法提供最糟情境下之損失，因此須對投資組合作壓力測試以計算最糟情形損失。

可採用近期危機事件並計算投資組合可能出現之最糟情形損失，例如：1987 年黑色星期一股市崩盤(股市下跌 22.60%)、1988 年拉丁美洲危機(一連串拉丁美洲主權國家債券違約)、1995 年日本危機(日本銀行因壞帳過多倒閉)、1994-1995 年墨西哥危機(墨西哥披索貶值 40%)、1997 年亞洲危機(東南亞國家貨幣急劇貶值)、1998 年俄羅斯危機(盧布大幅貶值且國債暫停還款)等。

透過壓力測試，風險管理者將得知公司投資組合之潛在最糟情形損失金額，提前為可能發生之災難事件做準備。

(五) 條件風險值(Conditional Value-at-Risk, C-VaR)

條件風險值係給定信心水準下之預期非預期損失(Expected Unexpected Loss)，亦可稱為平均超額損失(Mean Excess Loss)、期望損失(Expected Shortfall)或尾部(Tail)風險值。

假設一投資組合損益之 100 日觀測值(隨機產生)如下表：

損益範圍	-100 ~-80	-80 ~-60	-60 ~-40	-40 ~-20	-20 ~0	0 ~20	20 ~40	40 ~60	60 ~80	80 ~100
頻率	7	7	10	9	12	13	13	13	6	10

下表為損失前十大觀測值：

損失排序	1	2	3	4	5
觀測值	-99.1624	-95.0278	-94.2016	-93.6374	-93.3609

順序	6	7	8	9	10
觀測值	-93.2509	-92.0203	-90.1925	-88.7400	-87.6633

此例之 95%信心水準之風險值為-93.2509，條件風險值為損失前五大觀測值(-99.1624、-95.0287、-94.2016、-93.6374、-93.3609)之平均數-95.078。

條件風險值可視為超過風險值之損失平均，使我們對最糟情況損失的可能落點更有概念；有研究顯示，條件風險值提供合理緩衝資本空間，為更健全的市場風險衡量方法，且績效較風險值為佳。

肆、 心得及建議

謹將參加此次研習課程之心得與建議臚列如下：

一、此次金融市場風險管理之內容,主要係介紹債券價格及金融市場風險衡量方式，講師以深入淺出的方式說明，亦在課堂中納入大量的問答環節，使與會者得以藉由思考獲得更深刻的認知。

二、現行我國計算資本適足率之市場風險方法有標準法(SA)及內部模型法(IMA)，目前國內銀行皆係採標準法申報市場風險;為強化銀行承擔經濟及金融層面衝擊之能力，金融監督管理委員會預計於 2025 年起適用 BASEL3「市場風險最低資本要求」(以下簡稱新版市場風險),計算方法共有三種:簡易標準法、標準法、內部模型法，本行預計將適用新版市場風險之標準法。

三、新版市場風險標準法需計算敏感性基礎法(SBM)、違約風險計提(DRC)及殘餘風險附加金額(RRAO)，現行市場風險標準法則係區分利率(IR)、權益證券(EQ)、外匯(FX)、商品(COM)等四大風險類別之暴險金額乘上風險權數計提資本，兩者有相當大之差異，如何建置符合執行監理審查功能之資料庫，實為重要課題。

四、除資本計提方式將有所變更外，鑒於新冠疫情後全球通膨嚴重，美國聯準會自 2022 年起採行緊縮性貨幣政策,於短期間內大幅升息,使債券價格下跌、殖利率走揚，甚至有部分銀行不堪債券投資虧損倒閉(如：美國矽谷銀行)；未來市場利率變化將越來越快速，造成投資損益波動加劇，銀行應提升自身市場風險管理能力，保有充足資本以應對更加複雜的風險環境。

伍、 參考資料來源

1. 銀行資本適足性及資本等級管理辦法(金管會銀行局，2019)。

2. 銀行自有資本與風險性資產之計算方法說明及表格(金管會銀行局，2023)。

3. PI ETA Consulting Company 網站(http://www.pi-eta.com/)。

4. PI ETA Consulting Company 訓練講義(2024)。

5. 市場最低資本要求(金管會網站 https://www.banking.gov.tw/ch/index.jsp)。