Faculty of Economics
THAMMASAT UNIVERSITY

การเสนอประเด็นศึกษาด้านวิศวกรรมทางการเงิน

สัญญาสวอปด้านเครดิตเพื่อบริหารความเสี่ยงจากการบิดพลิ้วของคู่สัญญา

ดร.ศุภชัย ศรีสุชาติ

คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Topics

- Reason and Necessary for Credit Risk Management
- Methods for Managing Credit Risk
- Credit Derivatives
- Credit Default Swap
- Benefit, Usage, and Advantage
- Pricing Models
- Credit Risk Management Procedure

Methods for Managing Credit Risk

- Reason
  - Relate to Many Financial Crisis
  - Need of Market / Financial Institution
- Methods
  - Asset Diversification
  - Loan Sale
  - Securitization
  - Credit Derivatives

Credit Derivatives

- **General Feature**
  - Risk Transferring
  - Trigger Events (Default Events)
  - Credit Spread
  - Cannot Protect Counter Party Risk from Derivative Seller and Operational Risk
- **Type of Derivatives**
  - Credit Default Swaps (CDS)
  - Total Rate of Return Swaps (TROR)
  - Credit Spread Derivatives
    - Options, Futures, Forwards, Swaps
  - Synthetic Structure
    - Collateralized Debt Obligation – CDO
    - Credit Linked Note - CLN

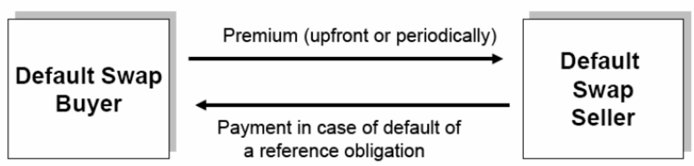
Trigger or Credit Event

- From ISDA define "Default Event"
  - Bankruptcy
  - Failure to Pay
  - Obligation Acceleration
  - Obligation Default
  - Repudiation and Moratorium
  - Restructuring

Credit Default Swaps

- General Features
  - Equivalent to Put Option
  - Payment: Physical Payment or Cash Settlement
  - Buyer Receive: N x [P - (RR - AI)]

ภาพที่ 9.1 การทำงานของสัญญาสวอปด้านเครดิต



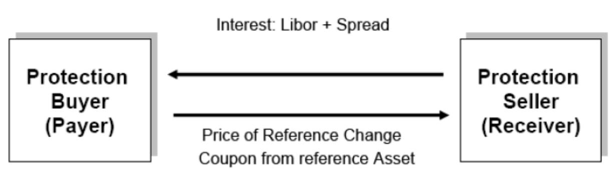
Credit Default Swaps

- Specific Features
  - Binary or Digit Default Swaps
  - Basket Credit Default Swaps
    - 1st to default = CDS
    - N to default
  - Cancelable Credit Default Swaps
  - Contingent Default Swaps
  - Leveraged Default Swaps

Total Rate Of Return Swaps (TROR)

- General Feature
  - Receiver (Protection Seller): Long Asset
  - Payer (protection Buyer): Short Asset
  - TROR = Long CDS + Short Risk Free Asset

ภาพที่ 9.2 การทำงานของ TROR



- Cost of holding Asset VS TROR

Credit Spread Product

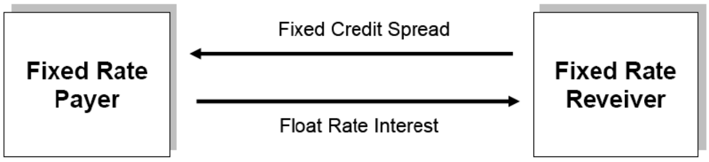
- Credit Spread
  - Spread = Yield of Risky – Yield of Risk Free
- Option
  - Put = D x N x Max [Spread_T–Strike Spread, 0]
  - Call = D x N x Max [Strike Spread-Spread_T, 0]
  - D = Duration of Reference Asset
  - Cannot Protect Market Risk

Credit Spread Product

- Forward
  - F(t) =D x N x [Strike Spread-Spread_t]
- Futures
  - Similar as Forward
  - Formal Market → System
  - No Premium ← Mid Price Market

Credit Spread Products

- Swaps
  - Different from TROR
  - Trade only Spread + Floating Rate



ภาพที่ 9.3 กลไกการทำงานของสัญญาสวอปของส่วนต่างเครดิต

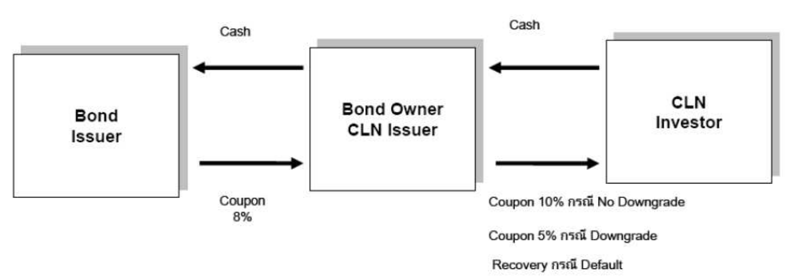
Synthetic Product

- Feature
  - Combine with Many Kinds of Assets or Derivatives
  - Level of Payment (Tranches)
  - Specific Purpose Vehicle (SPV)
- Type
  - Credit Linked Notes (CLN)
  - Collateralized Debt Obligation (CDO)
  - Others

Structured Product (CLN)

- Benefit
  - Issuer: Risk Transferring
  - Buyer: Yield Enhancement

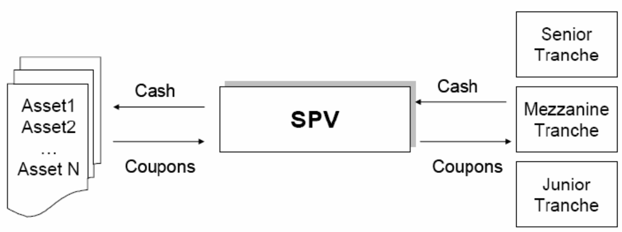
ภาพ 9.4 ภาพแสดงกลไกการทำงานของ CLN



Structured Product (CDO)

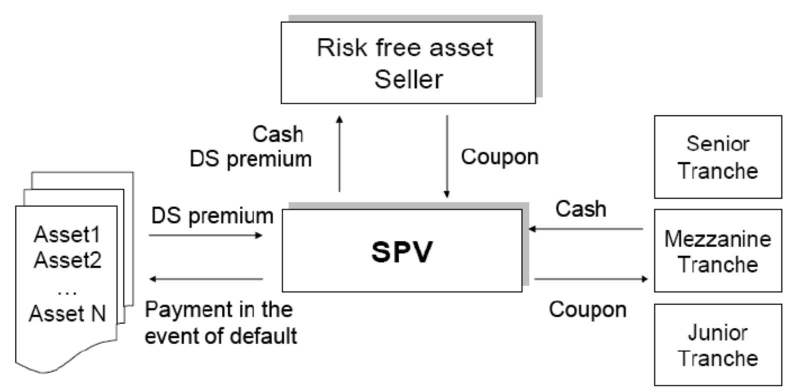
- Tranches Management is a Key Factor
- Benefit
  - SPV: Arbitrage Profit
  - Investor: Yield Enhancement

ภาพที่ 9.5 กลไกการทำงานของ CDO



Structured Product (Synthetic CDO)

ภาพที่ 9.6 กลไกการทำงานของ Synthetic CDO



Key Benefit of Credit Derivatives

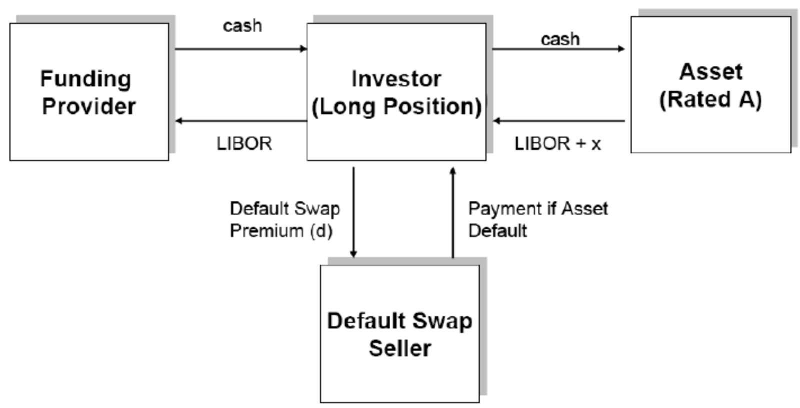
- Hedging
- Yield Enhancement
  - Example: Covered Credit Spread Collar
- Arbitrage
- Cost Reduction
- Convenience
- Regulatory Capital Relief

Pricing

- Simple or Traditional Model
  - Asset Swaps Equivalence
  - Arbitrage Condition
  - Hedging Condition
  - Binomial Model
- Structural Model
  - Merton (1974)
  - Black & Cox (1976)
  - Others
- Reduced Form Model

Asset Swaps Equivalence

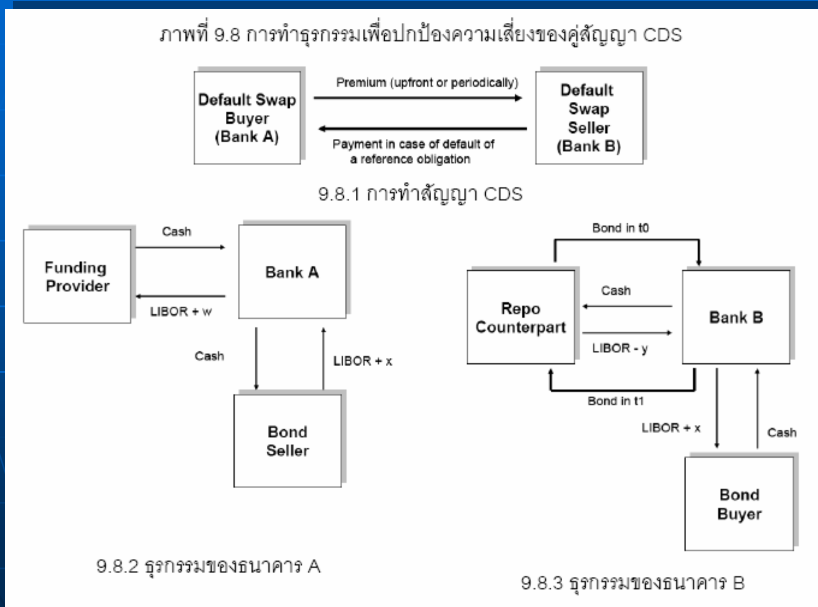
ภาพที่ 9.7 การใช้ Asset Swap เพื่อเทียบเคียงกับ CDS



Arbitrage Condition

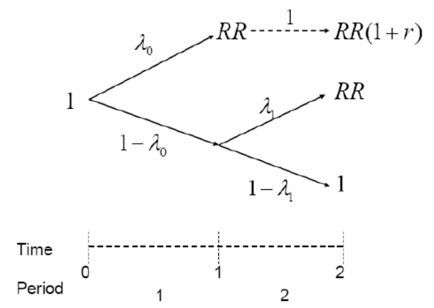
- Long Risk Free = Long Risky + Long CDS
- Return on Risk Free =
  Return on Risky – CDS Premium
- CDS Premium =
  Return on Risky – Return on Risk Free

Hedging Condition

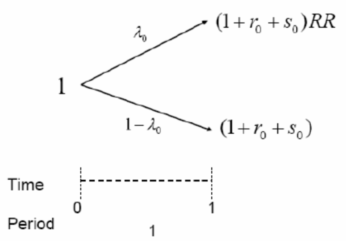


Binomial Model

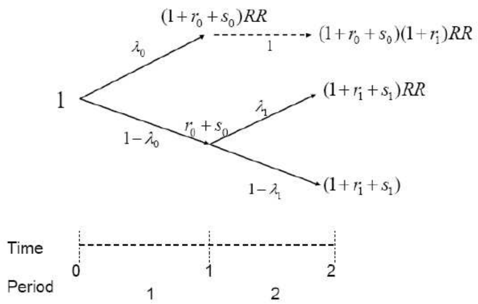
ภาพที่ 9.9 สถานการณ์ตามตัวแบบ Binomial เพื่อใช้ประเมินความน่าจะเป็นของการบิดพลิ้ว



ภาพที่ 9.10 กระแสเงินในการลงทุนหนึ่งงวดเวลาสำหรับสินทรัพย์ที่มีความเสี่ยง



ภาพที่ 9.11 กระแสเงินในการลงทุนสองงวดเวลาสำหรับสินทรัพย์ที่มีความเสี่ยง



$$\lambda_0 = \frac{s_0}{(1+r_0+s_0)(1-RR)}$$

$$1 = \frac{\lambda_0(1+r_0+s_0)RR + (1-\lambda_0)(1+r_0+s_0)}{(1+r_0)}$$

Two Periods Model

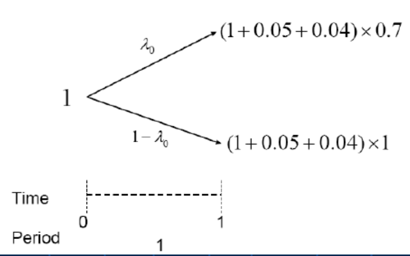
$$\lambda_1 = \frac{\left(\frac{(1+r_0)(1+r_1) - \lambda_0(1+r_0+s_0)(1+r_1)RR}{(1-\lambda_0)}\right) - (r_0+s_0)(1+r_1) - 1 - r_1 - s_1}{(1+r_1+s_1)RR - 1 - r_1 - s_1}$$

<u>ตัวอย่างที่ 9.1</u> กำหนดอัตราดอกเบี้ยที่ปราศจากความเสี่ยงเท่ากับ ร้อยละ 5 ต่อปี และ CDS ที่มีอายุ 1 ปี มีค่าพรีเมียมที่ร้อยละ 4 โดยมีอัตรารับชำระเท่ากับ 0.7 คำนวณค่าความน่าจะเป็นที่เกิดการบิดพลิ้ว ณ สิ้นปีที่ 1 ซึ่งแผนภาพต้นไม้ของกระแสเงินแสดงในภาพที่ 9.10 การคำนวณค่าของความน่าจะเป็นที่เกิดการบิดพลิ้ว ประยุกต์ตามสมการที่ 9.8 จะเท่ากับ

$$\lambda_0 = \frac{s_0}{(1+r_0+s_0)(1-RR)} = \frac{0.04}{(1+0.05+0.04)(1-0.7)} = 0.1223$$

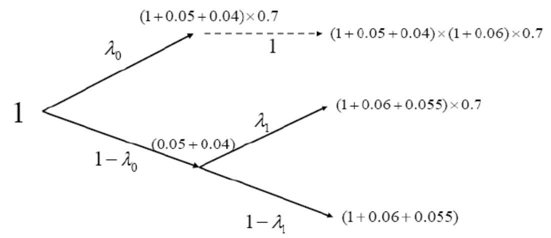
ค่าความน่าจะเป็นที่ได้นี้เป็นความน่าจะเป็นที่เกิดการบิดพลิ้วที่มีการประเมินบนสถานการณ์ที่เป็นกลางต่อความเสี่ยง

ภาพที่ 9.12 สถานการณ์จากตัวอย่างที่ 9.1



จากตัวอย่างนี้ หากต้องการประเมินต่อ โดยทราบว่าค่าพรีเมียมของ CDS ในงวดที่ 2 อยู่ที่ร้อยละ 5.5 และอัตราดอกเบี้ยที่ปราศจากความเสี่ยงเท่ากับร้อยละ 6 คำนวณค่าความน่าจะเป็นที่เกิดการบิดพลิ้วในงวดที่ 2 (แสดงเส้นทางตามภาพที่ 9.13)

ภาพที่ 9.13 สถานการณ์จากตัวอย่างที่ 9.1



การประเมินความน่าจะเป็นที่เกิดการบิดพลิ้วในงวดที่ 2 โดยการแทนค่าตัวแปรต่างๆลงในความสัมพันธ์

$$\lambda_1 = \frac{\left(\frac{(1+r_0)(1+r_1)-\lambda_0(1+r_0+s_0)(1+r_1)RR}{(1-\lambda_0)}\right)-(r_0+s_0)(1+r_1)-1-r_1-s_1}{(1+r_1+s_1)RR-1-r_1-s_1}$$

จะได้ค่า $\lambda_1 = 0.1644$

Structural Model

- Feature
  - Probability of Default
  - Firm Value Model:
    - Default if Value of asset < Value of Debt
  - First Time Passage Model:
    - Default if Asset < Boundary of Asset (k)
- Model
  - Merton (1974)
  - Black & Cox (1976)
  - Kim, Ramaswamy & Sundaresen (1993)
  - Longstaff & Schwartz (1995)

Merton (1974)

- Apply Black-Scholes

$$E_0 = V_0 N(d_1) - De^{-rT} N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{V_0}{De^{-rT}}\right) + \frac{1}{2}\sigma_V^2 T}{\sigma_V \sqrt{T}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma_V \sqrt{T}$$

- Probability to Exercise $N(d_2)$

- Probability to Not Exercise $N(-d_2)$
- This Implies to the case "Out of Money"
- Or "Value of Debt > Value of Asset"
- Problem
  - Default can occur only one day → Maturity Date
  - Volatility of Asset is difficult finding

→Proxy Variable $E_0 = \dfrac{N(d_1)V_0\sigma_V}{\sigma_E}$

Black & Cox (1976)

- First Time Passage Model
- Default Boundary $V_d = ke^{-\gamma(T-t)}$
- Formula

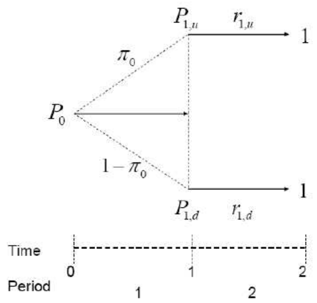
$$
\begin{aligned}
B = {} & Pe^{-rT}[N(z_1) - y^{2\theta-2}N(z_2)] + \\
& Ve^{-aT}[N(z_3) + y^{2\theta}N(z_4) + y^{\theta+\xi}e^{aT}N(z_5) + y^{\theta-\xi}e^{aT}N(z_6) - y^{\theta-\eta}N(z_7) - y^{\theta-\eta}N(z_8)]
\end{aligned}
$$

- See Appendix

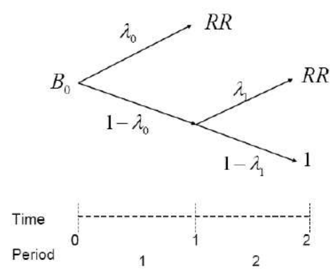
Reduced Form (Intensity Model)

- Feature
  - No Concern on Economic Variable → No Link to Debt and Asset Structure
  - Debt Movement → Default Probability
  - Survival Analysis
- Model
  - Jarrow & Turnbull (1995)
  - Jarrow, Lando, & Turnbull (1997)

Jarrow and Turnbull (1995)



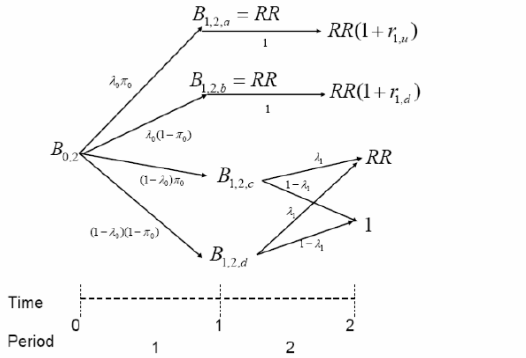
ภาพที่ 9.12



ภาพที่ 9.13

Jarrow and Turnbull (1995)

ภาพที่ 9.14 พฤติกรรมการเคลื่อนไหวของกระแสเงินตามตัวแบบ Jarrow และ Turnbull (1995)



ตัวอย่าง 9.3 กำหนดอัตราดอกเบี้ยที่ปราศจากความเสี่ยงเท่ากับร้อยละ 5 ต่อปี หุ้นกู้ที่ปราศจากความเสี่ยงในงวดที่ 1 และ 2 มีราคาเท่ากับ 99 และ 98 ตามลำดับ และหุ้นกู้ที่มีความเสี่ยงมีราคา ณ งวดที่ 2 เท่ากับ 91 ถ้าอัตรารับชำระเท่ากับ 0.7 และความน่าจะเป็นที่จะเกิดการบิดพลิ้วในงวดที่ 1 เท่ากับ0.06 คำนวณค่าความน่าจะเป็นที่เกิดการบิดพลิ้ว ณ งวดที่ 2 ตามตัวแบบของ Jarrow – Turnbull จะได้เท่ากับ

$$\lambda_1 = \frac{\dfrac{B_{0,2} - P_{0,1}\lambda_0 RR}{P_{0,2}(1-\lambda_0)} - 1}{RR - 1} = \frac{\dfrac{91 - 99 \times 0.06 \times 0.7}{98(1-0.06)} - 1}{0.7 - 1} = 0.1910$$

Jarrow, Lando, & Turnbull (1997)

- Martingale and No Arbitrage
- Transition Matrix

$$\Lambda = \begin{pmatrix} \lambda_{1,1} & \lambda_{1,2} & \lambda_{1,3} & \cdots & \lambda_{1,D} \\ \lambda_{2,1} & \lambda_{2,2} & \lambda_{2,3} & & \lambda_{2,D} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ \lambda_{D-1,1} & \lambda_{D-1,2} & \lambda_{D-1,3} & & \lambda_{D-1,D} \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 1 \end{pmatrix}$$

- Current Share

$$S_t = \begin{pmatrix} s_{t,A} \\ s_{t,B} \\ \vdots \\ s_{t,D-1} \end{pmatrix}$$

- Present Value $B_{t,T} = E_t\left\{e^{-(r_{t,T}+s_{t,T})T}\right\}$
- At Rated A

$$B_{0,i} = e^{-(r_{01,i}+s_{01,i})} \equiv e^{-r_{01,i}}\begin{pmatrix}1 & 1 & \cdots & RR\end{pmatrix}\begin{pmatrix}\lambda_{iA}\\ \lambda_{iB}\\ \vdots\\ \lambda_{iD}\end{pmatrix}$$

- Transformation of Transition Matrix

$$\eta_i = \left\{1-\left(\frac{e^{r_{t,T}}}{e^{r_{t,T}+s_{t,T}}}\right)^T\right\}\frac{1}{(1-RR)\lambda_{i,D}}$$

- Transformation Factor $\begin{pmatrix}1-\eta_i(1-\lambda_{iA})\\ \eta_i\lambda_{iB}\\ \vdots\\ \eta_i\lambda_{iD}\end{pmatrix}$
- Risk neutral Transition Matrix

$$\Lambda_m = \begin{pmatrix}1-\eta_1(1-\lambda_{1,1}) & \eta_1\lambda_{1,2} & \eta_1\lambda_{1,3} & \cdots & \eta_1\lambda_{1,D}\\ \eta_2\lambda_{2,1} & 1-\eta_2(1-\lambda_{2,2}) & \eta_2\lambda_{2,3} & & \eta_2\lambda_{2,D}\\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots\\ \eta_{D-1}\lambda_{D-1,1} & \eta_{D-1}\lambda_{D-1,2} & \eta_{D-1}\lambda_{D-1,3} & & 1-\eta_{D-1}(1-\lambda_{D-1,D})\\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 1\end{pmatrix}$$

- More than One Period

$$\Lambda_{t\to t+k} = \Lambda_{t\to t+1}\Lambda_{t+1\to t+2}\cdots\Lambda_{t+k-1\to t+k}$$

Transition Matrix (Example)

ตารางที่ B.4 Asia Pacific excluding Japan Australia and New Zealand: One-Year Average Rating Transition Rates 1990 – 1H2007

หน่วย: ร้อยละ

Rating From	Asia Pacific excluding Japan Australia and New Zealand: One-Year Average Rating Transition Rates 1990 – 1H2007								
	Rating to								
	Aaa	Aa	A	Baa	Ba	B	Caa-C	Default	WR
Aaa	60.8	19.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.6
Aa	1.5	79.4	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2
A	0.0	2.2	82.9	4.2	4.2	0.2	0.0	0.0	6.4
Baa	0.0	0.0	11.0	71.0	6.5	2.0	0.9	0.3	8.3
Ba	0.0	0.0	0.0	12.5	71.9	4.6	3.1	1.0	6.9
B	0.0	0.0	0.0	0.0	22.0	55.3	8.1	7.9	6.6
Caa-C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.3	62.6	17.3	7.9

<u>ตัวอย่าง 9.4</u> ค่า Transition matrix ของตราสารหนี้ คือ $\Lambda = \begin{array}{c} \\ A \\ B \\ C \\ D \end{array}\begin{pmatrix} A & B & C & D \\ 0.80 & 0.12 & 0.05 & 0.03 \\ 0 & 0.72 & 0.12 & 0.16 \\ 0 & 0.10 & 0.60 & 0.30 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ และ ส่วนต่างเครดิตในงวดที่ 1 ของตราสารหนี้ในแต่ละอันดับเครดิต คือ $S_1 = \begin{pmatrix} 0.010 \\ 0.015 \\ 0.025 \end{pmatrix}$ อัตราดอกเบี้ยที่ปราศจากความเสี่ยงร้อยละ 2 และอัตราการรับชำระเท่ากับร้อยละ 40 คำนวณค่ามูลค่าหุ้นกู้ที่มีความเสี่ยงเมื่อมีมูลค่าที่ตรา 1 หน่วย ซึ่งหุ้นกู้นี้ปัจจุบันอยู่ที่อันดับ B

$$\eta_A = \left\{1-\left(\frac{e^{r_{t,T}}}{e^{r_{t,T}+s_{t,T}}}\right)^T\right\}\frac{1}{(1-RR)\lambda_{1,D}} = \left\{1-\left(\frac{e^{0.02}}{e^{0.02+0.01}}\right)^1\right\}\frac{1}{(1-0.4)\times 0.03} = 0.5528$$

$$\eta_B = \left\{1-\left(\frac{e^{0.02}}{e^{0.02+0.015}}\right)^1\right\}\frac{1}{(1-0.4)\times 0.16} = 0.1550$$

$$\eta_C = \left\{1-\left(\frac{e^{0.02}}{e^{0.02+0.025}}\right)^1\right\}\frac{1}{(1-0.4)\times 0.3} = 0.1372$$

ทำให้ได้ค่า transition matrix ที่เป็นกลางต่อความเสี่ยง คือ

$$\Lambda = \begin{array}{c} \\ A \\ B \\ C \\ D \end{array} \begin{pmatrix} A & B & C & D \\ 0.8894 & 0.0663 & 0.0276 & 0.0166 \\ 0 & 0.9566 & 0.0186 & 0.0093 \\ 0 & 0.0137 & 0.9451 & 0.0412 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

และสามารถนำไปประเมินราคาของหุ้นกู้ที่มีความเสี่ยงเท่ากับ

$$B_{0,i} = e^{-(0.02+0.015)} \equiv e^{-0.02}\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 0.4 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 0.0000 \\ 0.9566 \\ 0.0186 \\ 0.0093 \end{pmatrix} = 0.9656$$

Credit Risk Management Procedure

- Identifying Risk Level
- Credit at Risk (CaR)
  - Single Credit Asset
  - Portfolio of Credit Assets
- Mechanism of CDS for Risk Management
- Advanced Models
  - Criteria
  - Models

Credit at Risk (CaR)

- Formula $$CaR = N\alpha\sigma\sqrt{z}$$
- Problems
  - No Daily Data (Credit Change)
  - Distribution of Credit Change or Return on Credit → Identify Alpha
  - Volatility
  - Specific with Current Credit Rating
  - Others

<u>ตัวอย่างที่ 9.5</u> สมมติให้การประเมิน CaR ของสินทรัพย์หนึ่งมีข้อมูลที่สำคัญ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเครดิตของสินทรัพย์อ้างอิงเท่ากับ ร้อยละ 5 ต่อปี เงินต้นมูลค่า 1,000,000 บาท และมีการกระจายตัวแบบ log normal ที่มีค่าพารามิเตอร์ $\mu = 0$ ด้วยระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คำนวณค่า CaR ภายใต้กรอบเวลา 1 ปี

ภายใต้การกระจายตัวแบบ log normal ด้วยระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จะได้ค่า α ที่สอดคล้องกับระดับความเชื่อมั่นนี้ คือ 4.175 ซึ่งการหาค่านี้สามารถทำได้โดยใช้โปรแกรมทางสถิติหรือตารางค่าสถิติ ซึ่ง CaR ที่ได้จะเท่ากับ $1,000,000 \times 4.175 \times 0.05 \times \sqrt{1} = 208,750$ หมายความว่า ภายใต้ระยะเวลา 1 ปี ด้วยระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สินทรัพย์นี้จะไม่ขาดทุนอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของเครดิตเกินกว่า 208,750 บาท ด้วยการประเมินในลักษณะเดียวกันนี้ สามารถใช้เพื่อประเมิน CaR ที่มีช่วงเวลาการลงทุนที่มากกว่าหรือน้อยกว่า 1 ปี โดยการปรับหน่วยของเวลา เช่น หากต้องการประเมินที่ 2 ปี ค่า z จะเท่ากับ 2 เป็นต้น

- Portfolio CaR $CaR(P) = N\alpha\sigma_c(P)\sqrt{z}$
- Standard Deviation $\sigma_c(P) = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\rho_{ij}\sigma_i\sigma_j\beta_i\beta_j}$

ตัวอย่างที่ 9.6 กลุ่มสินทรัพย์ประกอบด้วยหลักทรัพย์ 2 ตัว ซึ่งมีข้อมูลที่สำคัญตามตาราง ต้องการประเมินค่า CaR ภายใต้ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95

ข้อมูล	สินทรัพย์ A	สินทรัพย์ B
ราคา (Price)	93	95
Delta (δ)	1.7	2.8
Gamma (Γ)	0.2	0.3
σ	0.04	0.05
Unit of Share (S)	13,000	20,000
ρ_{AB}	0.25	

ในขั้นตอนแรกต้องคำนวณค่า β ของแต่ละสินทรัพย์ซึ่งเท่ากับ $\beta_i = (S \times q)(\delta_c + \Gamma_c)$ ส่งผลให้ $\beta_A = (93 \times 13{,}000)(1.7 + 0.2) = 2{,}297{,}100$ และ $\beta_B = (95 \times 20{,}000)(2.8 + 0.3) = 5{,}890{,}000$

ประเมินค่า $\sigma_c(P) = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\rho_{ij}\sigma_i\sigma_j\beta_i\beta_j} = \sqrt{108{,}702{,}838{,}456} = 329{,}701$ และเมื่อนำมาคำนวณค่า CaR สำหรับกลุ่มสินทรัพย์นี้เท่ากับ 1,376,502 บาท นั่นคือ ด้วยระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 กลุ่มสินทรัพย์นี้จะไม่ขาดทุนมากไปกว่า 1,376,502 บาทต่อปี

Example for Portfolio CaR

<u>ตัวอย่างที่ 9.7</u> สมมติให้ตัวแปรมีค่าตามตัวอย่างที่ 9.6 ในกรณีที่สถาบันการเงินปกป้องความเสี่ยงโดยการใช้ CDS ของสินทรัพย์ A จะทำให้ ค่า β_A มีการปรับด้วยน้ำหนักของความเสี่ยงที่คงเหลือ ในกรณีนี้ค่าความเสี่ยงที่ถูกหักล้างไปได้เท่ากับ 0.8 ของค่า β_A ดังนั้นค่าความเสี่ยงของสินทรัพย์ A ที่ลดเหลืออยู่จะเท่ากับ $\beta_A = 0.2 \times (93 \times 13,000)(1.7 + 0.2) = 459,420$ ส่งผลให้ค่า CaR มีค่า 1,294,651 บาท ในกรณีที่มีการทำการปกป้องความเสี่ยงด้วย CDS ของสินทรัพย์ B ผลที่เกิดขึ้นจะทำให้ค่า CaR ลดเหลือเพียง 514,651 บาท ผลกระทบที่สูงเกิดจากการที่ในกลุ่มสินทรัพย์นี้มีสัดส่วนของการลงทุนที่สูงในสินทรัพย์ B ดังนั้นการปกป้องความเสี่ยงที่สินทรัพย์ B จึงทำให้ค่าความเสี่ยงที่วัดได้มีค่าลดลงมาก หากสถาบันการเงินนี้ทำการปกป้องความเสี่ยงโดยการใช้ TROR บนสินทรัพย์ B จะยิ่งทำให้ค่า CaR ลดลงเหลือเพียง 383,616 บาท

Advanced Model

- Models
  - KMV’s Portfolio Manager
  - JP Morgan’s Credit Metrics
  - Kamakura’s Risk Manager
  - CSFP’s Actuarial Based Credit (Credit Risk+)
  - McKinsey’s Econometric Based Portfolio View
- Criteria
  - Type
  - Input Variables
  - Distribution of Credit
  - Top Down or Bottom Up
  - Macro Variable


Thank You
Supachai Srisuchart
Faculty of Economics, Thammasat University
Email: ssrisuchart@econ.tu.ac.th

Appendix

มูลค่าของหุ้นกู้ที่มีความเสี่ยงตามตัวแบบของ Black **และ** Cox (1976)[1] สามารถแสดงได้ตามสมการ 9.12ดังนี้

$$B = Pe^{-rT}[N(z_1) - y^{2\theta-2}N(z_2)] +$$
$$Ve^{-aT}[N(z_3) + y^{2\theta}N(z_4) + y^{\theta+\xi}e^{aT}N(z_5) + y^{\theta-\xi}e^{aT}N(z_6) - y^{\theta-\eta}N(z_7) - y^{\theta-\eta}N(z_8)] \tag{9.12}$$

เมื่อ

P คือ มูลค่าของหนี้สินที่ต้องชำระคืนในวันครบกำหนดชำระ

$y = ke^{-\gamma T}/V$ เป็นระดับสินทรัพย์ที่แสดงถึงการบิดพลิ้ว โดยมีค่า k และ γ เป็นค่าคงที่ที่ถูกกำหนดขึ้น

V เป็นมูลค่าของสินทรัพย์

$\theta = (r - a - \gamma + 0.5\sigma^2)/\sigma^2$

a เป็นเงินปันผลในลักษณะทบต้นแบบต่อเนื่อง

σ เป็นค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราผลตอบแทนของบริษัท

$\delta = (r - a - \gamma - 0.5\sigma^2)^2 + 2\sigma^2(r - \gamma)$

$\xi = \sqrt{\delta}/\sigma^2$

$\eta = \sqrt{\delta - 2\sigma^2 a}/\sigma^2$

$z_1 = [\ln V - \ln P + (r - a - 0.5\sigma^2)T]/\sqrt{\sigma^2 T}$

$z_2 = [\ln V - \ln P + 2\ln y + (r - a - 0.5\sigma^2)T]/\sqrt{\sigma^2 T}$

$z_3 = [\ln P - \ln V - (r - a - 0.5\sigma^2)T]/\sqrt{\sigma^2 T}$

$z_4 = [\ln V - \ln P + 2\ln y + (r - a + 0.5\sigma^2)T]/\sqrt{\sigma^2 T}$

$z_5 = [\ln y + \xi\sigma^2 T]/\sqrt{\sigma^2 T}$

$z_6 = [\ln y - \xi\sigma^2 T]/\sqrt{\sigma^2 T}$

$z_7 = [\ln y + \eta\sigma^2 T]/\sqrt{\sigma^2 T}$

$z_8 = [\ln y - \eta\sigma^2 T]/\sqrt{\sigma^2 T}$

---

[1] ตาม Black และ Cox (1976) การกำหนดตัวแปรเวลาเมื่อครบกำหนดชำระหนี้จะใช้สัญลักษณ์ $T - t$ ซึ่งเทียบเคียงได้กับสัญลักษณ์ T ตามสมการที่ 9.12 เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณ

การกำหนดราคากลุ่ม Structure Models แบบอื่นๆ

ในการกำหนดราคา CDS โดยใช้กลุ่ม Structure Model ยังมีตัวแบบอื่นที่มีความซับซ้อนโดยมีการกำหนดให้พฤติกรรมของ First – Time Passage มีลักษณะที่ต่างกันออกไป เช่น ตัวแบบของ Kim, Ramaswamy และ Sundaresen (1993) ที่มีการระบุค่าขอบของระดับสินทรัพย์ที่จะเกิดการบิดพลิ้วได้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากกว่าตัวแบบของ Black และ Cox (1976) โดยให้อัตราดอกเบี้ยมีการเคลื่อนไหวตามตัวแบบ Cox – Ingersoll – Ross นอกจากนี้การกำหนดค่าพารามิเตอร์ของค่าขอบนั้นเป็นลักษณะ Endogenous กับอัตราดอกเบี้ยที่หุ้นกู้จะจ่าย (Coupon Rate) แต่ไม่ขึ้นกับเวลา ซึ่งมีค่าเท่ากับ $\frac{1}{cr}$ เมื่อ c คือ coupon rate และ r คือ อัตราดอกเบี้ย การประเมินมูลค่าของตัวแบบ Kim, Ramaswamy และ Sundaresen (1993) จะดำเนินการโดยใช้สมการที่ 9.13

$$B = \frac{1}{2}\sigma_1^2 V^2 \frac{\partial^2 B}{\partial V^2} + \rho\sigma_1\sigma_2\sqrt{r}V\frac{\partial^2 V}{\partial r \partial V} + \frac{1}{2}\sigma_2^2 r \frac{\partial^2 B}{\partial r^2} + a(b-r)\frac{1}{2}\sigma_1^2 V^2 \frac{\partial B}{\partial r} + (r-\gamma)V\frac{\partial B}{\partial V} - rB + c \tag{9.13}$$

เมื่อ r คือ อัตราดอกเบี้ยที่พฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราดอกเบี้ย $dr = a(b-r)dt + \sigma_1\sqrt{r}dz_1$ ค่า a คือ mean reversion factor ค่า b คือ ค่าเฉลี่ยของอัตราดอกเบี้ยในระยะยาว ค่า σ_1 คือ ความผันผวนที่วัดโดยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราดอกเบี้ย มี dz_1 เป็นตัวแปรเชิงสุ่มตามการกระจายตัวแบบ Wiener ซึ่งเท่ากับ $\varepsilon\sqrt{dt}$ เมื่อ ε เป็นตัวแปรสุ่มจากการกระจายตัวแบบปกติ และ dt คือระยะเวลาที่เป็นหน่วยอ้างอิง ตัวแบบของ Kim, Ramaswamy และ Sundaresen (1993) กำหนดขอบเขตที่เป็นเกณฑ์ของการบิดพลิ้ว คือ $\frac{1}{c\gamma}$ เมื่อ c คืออัตราคูปอง และ γ คือกระแสเงินออกของกิจการ ซึ่งตามตัวแบบนี้การกำหนดขอบเขตจะมีลักษณะที่เกิดจากตัวแปรภายในกิจการ (endogenous variable) แต่ไม่ขึ้นกับเวลา

มูลค่าของการรับชำระในกรณีที่เกิดการบิดพลิ้วคำนวณโดยตรงจากมูลค่าของหนี้สิน (D) และมูลค่าสินทรัพย์ (V) ว่ามูลค่าใดจะมีมูลค่าที่ต่ำกว่า ซึ่ง $RR_T = Min(V, D)$ และประเมิน ณ วันที่ครบกำหนดไถ่ถอน และในกรณีที่ประเมินก่อนถึงวันครบกำหนดไถ่ถอน ($t < T$) การกำหนดมูลค่ารับชำระจะเท่ากับ $RR_{t<T} = Min(wP, V)$ เมื่อ w เป็นค่าคงที่ที่กำหนดขึ้นเพื่อแทนอัตราการรับชำระ และ P คือราคาของสินทรัพย์หรือหุ้นกู้ที่ปราศจากความเสี่ยง อย่างไรก็ตามแม้ว่าตัวแบบนี้จะมีความสมเหตุสมผลและมีความแม่นยำมากขึ้นในการประเมินราคาของ CDS มากกว่าตัวแบบของ Merton

หรือ Black - Cox แต่การคำนวณทำได้ยากเนื่องจากไม่มีสมการขั้นสุดท้ายที่เป็นรูปแบบที่ตายตัว การประเมินจะต้องใช้การหาค่าอนุพันธ์ขั้นที่หนึ่งและขั้นที่สองของตัวแปรมูลค่าสินทรัพย์และหุ้นกู้ตามพฤติกรรมการเคลื่อนไหวที่ถูกกำหนด

ตัวแบบที่ถูกพัฒนาตามมาในกลุ่ม Structural Model คือ ตัวแบบของ Longstaff และ Schwartz (1995) ที่ประยุกต์ใช้พฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราดอกเบี้ยตามตัวแบบของ Vasicek และมีการกำหนดค่าขอบขั้นต่ำของสินทรัพย์และอัตราการได้รับชำระคืน การกำหนดขอบเขตของระดับสินทรัพย์ที่จะเกิดการบิดพลิ้วให้คงที่เท่ากับ k และพฤติกรรมของอัตราดอกเบี้ยจะใช้ตัวแบบของ Vasicek ที่เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย ซึ่งกำหนดให้พฤติกรรมของอัตราดอกเบี้ย คือ $dr = a(b-r)dt + \eta\sigma_1 dz_1$ เมื่อ r คืออัตราดอกเบี้ยที่ปราศจากความเสี่ยง และการเปลี่ยนแปลงของอัตราดอกเบี้ย คือ dr ค่า a คือ mean reversion factor ค่า b คือ ค่าเฉลี่ยของอัตราดอกเบี้ยในระยะยาว ค่า σ_1 คือ ความผันผวนที่วัดโดยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราดอกเบี้ย มี dz_1 เป็นตัวแปรเชิงสุ่มตามการกระจายตัวแบบ Wiener ซึ่งเท่ากับ $\varepsilon\sqrt{dt}$ เมื่อ ε เป็นตัวแปรสุ่มจากการกระจายตัวแบบปกติ

ตามเงื่อนไขของสมการเพื่อประเมินหุ้นกู้ที่ไม่มีการจ่ายคูปองที่มีรูปแบบตายตัวของตัวแบบ Vasicek สามารถพัฒนาการคำนวณราคาของหุ้นกู้ที่มีความเสี่ยงได้ โดยใช้ความสัมพันธ์ คือ $B(V,k.r,T) = P(r,T) - wP(r,T)Q(V,k,r,T)$ เมื่อ $B(V,k.r,T)$ คือราคาของหุ้นกู้ที่มีความเสี่ยง ค่า k แสดงถึงขอบเขตระดับของสินทรัพย์ที่จะก่อให้เกิดการบิดพลิ้ว ซึ่งหาก $V < k$ แล้วแสดงว่ามีเหตุการณ์บิดพลิ้วเกิดขึ้น P คือราคาของหุ้นกู้ที่ปราศจากความเสี่ยงที่มีอายุคงเหลือเท่ากับ T ซึ่งเท่ากับหุ้นกู้ที่มีความเสี่ยง และ w คืออัตราการสูญเสีย หรือ เท่ากับ $1-RR$ เมื่อ RR คืออัตราการรับ

ชำระ และ $Q=\sum_{i=1}^{n}\left(N(\alpha_i)-\sum_{j=1}^{i-1}q_jN(\beta_{i,j})\right)$ เมื่อ $N(.)$ คือความน่าจะเป็นสะสมจากการแจกแจงปกติ ซึ่งค่า Q นี้อาจพิจารณาได้ว่าเป็นความน่าจะเป็นทั้งหมดที่จะเกิดการบิดพลิ้ว[1]

จากเงื่อนไขนี้อาจตีความว่า ราคาของหุ้นกู้ที่มีความเสี่ยงเทียบเคียงได้เท่ากับราคาของหุ้นกู้ที่ปราศจากความเสี่ยงที่มีคุณสมบัติอื่นๆเหมือนกันปรับลดด้วยส่วนชดเชยความเสี่ยง และส่วนชดเชยความเสี่ยงนี้เท่ากับความน่าจะเป็นที่เกิดการบิดพลิ้วคูณด้วยมูลค่าความเสียหายที่คาดว่าจะเกิดขึ้นเมื่อเกิดเหตุการณ์บิดพลิ้ว นอกจากนี้ในงานศึกษาของ Longstaff และ Schwartz (1995) ยังพบว่าส่วนต่างของเครดิตจะมีค่าที่ลดลงเมื่ออัตราผลตอบแทนที่ปราศจากความเสี่ยงมีค่าที่สูงขึ้น[2] โดยเหตุผลประการสำคัญ คือ การเพิ่มขึ้นของอัตราผลตอบแทนที่ปราศจากความเสี่ยงส่งผลต่อค่าเฉลี่ยของอัตราผลตอบแทนในระยะยาว ทำให้มูลค่าของสินทรัพย์สูงขึ้นและความน่าจะเกิดการบิดพลิ้วลดลง ดังนั้นส่วนต่างของเครดิตจึงลดลง และผลกระทบนี้จะเกิดมากในกรณีที่สินทรัพย์อ้างอิงเป็นของกิจการที่มีคุณภาพเครดิตที่ต่ำ จุดอ่อนประการสำคัญของตัวแบบ Longstaff และ Schwartz (1995) คือ การที่ต้องประมาณการค่าพารามิเตอร์หลายจำนวนและตามเงื่อนไขสมมติฐานของ Vasicek ไม่ได้ป้องกันการเกิดการทำกำไรแบบ arbitrage

ตัวแบบของ Briys และ de Varenne (1997) มีการพัฒนาเพิ่มเติม เพราะตัวแบบเดิมอย่าง Black และ Cox (1976) Longstaff และ Schwartz (1995) และ Kim, Ramaswamy และ

---

[1] สำหรับการหาค่า $\alpha_i=\dfrac{-\ln X-M\left(\frac{iT}{n},T\right)}{\sqrt{S\left(\frac{iT}{n}\right)}}$ และ $\beta_{ij}=\dfrac{M\left(\frac{jT}{n},T\right)-M\left(\frac{iT}{n},T\right)}{\sqrt{S\left(\frac{iT}{n}\right)-S\left(\frac{iT}{n}\right)}}$ เมื่อ

$$M(t,T)=\left(\frac{a-\rho\sigma\eta}{b}-\frac{\eta^2}{b^2}-\frac{\sigma^2}{2}\right)t+\left(\frac{\rho\sigma\eta}{b^2}+\frac{\eta^2}{2b^3}\right)e^{-bT+(bt-1)}+\left(\frac{r}{b}-\frac{a}{b^2}+\frac{\eta^2}{b^3}\right)\left(1-e^{-bt}\right)$$
$$-\left(\frac{\eta^2}{2b^3}\right)e^{-bT}(1-e^{-bt})$$

$$S(t)=\left(\frac{\rho\sigma\eta}{b}+\frac{\eta^2}{b^2}+\sigma^2\right)t-\left(\frac{\rho\sigma\eta}{b^2}+\frac{2\eta^2}{b^3}\right)\left(1-e^{-bt}\right)+\left(\frac{2\eta^2}{b^3}\right)\left(1-e^{-2bt}\right)$$

[2] Longstaff และ Schwartz (1995) ศึกษาโครงสร้างความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างส่วนต่างของเครดิตกับอัตราผลตอบแทนที่ปราศจาความเสี่ยง โดยใช้รูปแบบ $\Delta s=a+b\Delta y+cI+\varepsilon$ เมื่อ s คือส่วนต่างของเครดิต y เป็นผลตอบแทนจากการลงทุนใน T-bill เป็นระยะเวลา 30 วัน และ I เป็นผลตอบแทนการลงทุนในหุ้นทุนของบริษัท ซึ่งสัญลักษณ์ Δ เป็นการพิจารณาผลต่างข้ามเวลา ดังนั้นการศึกษาจึงมีลักษณะของการเปรียบเทียบแนวโน้มของส่วนต่างนี้ในลักษณะต่างเวลา

Sundaresen (1993) ไม่ได้มีข้อป้องกันว่าผู้ถือหุ้นกู้สามารถรับเงินได้มากกว่ามูลค่าสินทรัพย์ในกรณีที่เกิดการล้มละลาย และไม่ได้มีการพิจารณาส่วนของผู้ถือหุ้น ซึ่งอาจทำให้ผู้ถือหุ้นกู้ได้รับมูลค่าชำระคืนที่สูงกว่าความเป็นจริง ดังนั้นในตัวแบบ Briys และ de Varenne (1997) จึงมีการกำหนดขอบเขตให้กับมูลค่าชำระคืน ที่ทำให้การเรียกร้องของผู้ถือหุ้นกู้อยู่บนพื้นฐานความเป็นจริงที่ต้องมีการเรียกร้องสินทรัพย์จากผู้ถือหุ้นทุนและไม่สามารถเรียกร้องได้เกินมูลค่าสินทรัพย์ของกิจการ

ตัวแบบอื่น ๆ ในกลุ่ม Reduced-Form Models หรือ Intensity Models

ตัวแบบอื่นๆในกลุ่ม Reduced Form ที่มีการพัฒนาโดยใช้แนวคิดของ Jarrow - Turnbull (1995) และ Jarrow – Lando – Turnbull (1997) เป็นพื้นฐาน ได้แก่ ตัวแบบของ Duffie – Singleton (1999) ตัวแบบของ Das – Sundaram (2000) ตัวแบบของ Hull – White (2000 และ 2001) เป็นต้น ซึ่งแต่ละตัวแบบมีการพัฒนาโดยการปรับพฤติกรรมการเคลื่อนตัว อัตราการรับชำระ หรือการคำนวณความน่าจะเป็นที่จะเกิดการบิดพลิ้วให้มีความแม่นยำและสะท้อนพฤติกรรมที่แท้จริงของกระบวนการเกิดการบิดพลิ้ว ในกรณีของ Duffie – Singleton (1999) ได้มีการกำหนดและพิสูจน์ว่าค่า swap spread จะมีค่าเท่ากับ $\lambda_{t,T}(1-RR)$ ซึ่งค่านี้จะมีการปรับตัวตามความน่าจะเป็นที่ขึ้นกับเวลาคงเหลือจนถึงวันไถ่ถอน และอาจมีการปรับด้วยส่วนชดเชยสภาพคล่อง (Liquidity Premium เป็น) $s_{t,T} = \lambda_{t,T}(1-RR) + l$ เมื่อ l เป็นส่วนชดเชยสภาพคล่อง รวมถึงสามารถประเมินราคาหุ้นกู้ในกรณีที่มีอัตรา swap spread ในหลายอัตราและในหลายช่วงเวลา[1] นอกจากนี้ในตัวแบบยังมีการกำหนดอัตรารับชำระตลาด (Recovery market value: RMV) ซึ่งเป็นการกำหนดให้เท่ากับ $E_d(RMV_{d+1}) = RR_d E_d(B_{d+1})$ เมื่อ d คือเวลาในขณะที่เกิดการบิดพลิ้วซึ่งการคาดการณ์นี้เป็นลักษณะของการคาดการณ์ในกรณีที่เกิดการบิดพลิ้ว ซึ่งแตกต่างจากตัวแบบเดิมที่กำหนดให้อัตราการรับชำระมีค่าคงที่ที่กำหนดขึ้นหรือให้เพียงข้อมูลในอดีต

ตัวแบบของ Das – Sundaram (2000) ได้มีการกำหนดอัตรารับชำระตลาดเช่นเดียวกับตัวแบบของ Duffie – Singleton (1999) คือมีการประเมินด้วยมูลค่าของหุ้นกู้ที่มีความเสี่ยง ณ วันที่เกิดการบิดพลิ้ว และพิจารณาเส้นทางการเคลื่อนตัวของอัตราดอกเบี้ยในสี่เส้นทาง โดยมีการกำหนดด้วยความน่าจะเป็นที่จะเกิดด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของอัตราดอกเบี้ยที่ปราศจากความเสี่ยงและ swap spread ในการกำหนดค่า RR ของตัวแบบนี้จะมีการปรับด้วยค่าชดเชยความเสี่ยง ($\eta_{t,T}$) และค่า RR นี้ไม่ได้มีลักษณะเป็นตัวแปรจากภายนอก ซึ่งสามารถคำนวณจาก $RR = \frac{1}{\lambda_a} e^{-(s_{t,T}-\eta_{t,T})\Delta t} - 1 + \lambda_a$ เมื่อ λ_a เป็น ความน่าจะเป็นที่เกิดการบิดพลิ้วจากข้อมูลในอดีต และค่าชดเชยความเสี่ยง ($\eta_{t,T}$) จะเป็นค่าที่กำหนดจากอัตราส่วนที่คงที่ของ swap spread และค่าความน่าจะเป็นที่เกิดการบิดพลิ้วในโลกที่เป็นกลางต่อความเสี่ยง คือ $\lambda = \lambda_a \left[\frac{1-e^{-(s_{t,T})\Delta t}}{1-e^{-(s_{t,T}-\eta_{t,T})\Delta T}} \right]$

---

[1] การประเมินทำโดยการใช้ความสัมพันธ์ $B_{t,t+\Gamma} = E_t \left[e^{\sum_{j=0}^{\Gamma-1}(r_{t+j}+s_{t+j})} N_{t+\Gamma} \right]$ เมื่อ Γ เป็นระยะเวลาจนครบกำหนดไถ่ถอน และ N เป็นมูลค่าที่ตรา

ในกรณีของตัวแบบ Hull – White (2000) ได้มีการกำหนดอัตราค้างชำระ (accrued interest) เข้าไว้รวมเพิ่มเติมในอัตรารับชำระเป็น ($RR + RR_a$) และในการประเมินค่าโดยการใช้ระยะเวลาในลักษณะของตัวแปรต่อเนื่อง (continuous variable) ซึ่งการกำหนดค่าตัวแปรต่างๆนั้นอยู่ในรูปของปฏิยานุพันธ์ของฟังก์ชันเวลา ซึ่งค่าสวอปพรีเมียมที่คำนวณได้จากตัวแบบของ Hull – White (2000) จะมีค่าเท่ากับ $s = \dfrac{\int_0^T \left[1-(RR+RR_a)\right]\lambda_t e^{-rt}dt}{\int_0^T \lambda_t(u_t + g_t)dt + \left[1-\int_0^T \lambda_t dt\right]u_T}$ เมื่อ u เป็นมูลค่าปัจจุบันของสวอปพรีเมียมสำหรับเงิน 1 หน่วย ณ เวลาที่ t และ g เป็นมูลค่าปัจจุบันของสวอปพรีเมียมค้างจ่าย ณ เวลา t และ T เป็นเวลาที่สวอปจะครบกำหนด

จากทั้งสามตัวแบบเป็นการเสนอถึงตัวแบบอื่นๆที่มีการพัฒนาให้มีความละเอียดมากขึ้น สำหรับตัวแบบในกลุ่ม Reduced From อื่นๆ ได้แก่ Hull – White (2001) Duffie – Lando (2001) และ Jarrow – Yildirim (2002) ซึ่งผู้อ่านสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากงานศึกษาหรือการเปรียบเทียบงานศึกษาที่ผู้เขียนได้ระบุไว้ในบรรณานุกรม

ตารางที่ 9.1 การเปรียบเทียบตัวแบบความเสี่ยงที่นิยมใช้ในปัจจุบัน

เกณฑ์	KMV	JP Morgan	Kamakura	CSFP	McKinsey
รูปแบบ	พื้นฐานจาก ตัวแบบ Merton	พื้นฐานจาก ตัวแบบ Merton และใช้Structure /Reduced Form	พื้นฐานจากตัวแบบ Merton และใช้ Reduced Form	Actuarial	เศรษฐมิติ
ตัวแปรหลัก	สินทรัพย์ของกิจการ	การเปลี่ยนแปลงเครดิต	Bond Spread	ปัจจัยเสี่ยง	ตัวแปรเศรษฐกิจมหภาค
การกระจายตัว	Log-normal และ มูลค่าสินทรัพย์ในอดีต	การเปลี่ยนแปลงเครดิตใน อดีต	Binomial สำหรับ Bond Spread และ Poission สำหรับ ภาพรวม	Gamma สำหรับ ปัจจัยเสี่ยง และ Poission สำหรับ ภาพรวม	Normal สำหรับตัวแปร เศรษฐกิจมหภาคและ Logit สำหรับภาพรวม
ความสัมพันธ์ร่วม	Asset - Equity	Asset – Equity ในอันดับ เครดิตเดียวกัน	Default Rate กับ RR ในอันดับเครดิตเดียวกัน	Default Rate ใน กลุ่มอุตสาหกรรม เดียวกัน	ตัวแปรเศรษฐกิจมหภาคกับ ประเทศ หรือ กลุ่ม อุตสาหกรรมเดียวกัน
ตัวแบบสามารถรวมการลด คุณภาพของเครดิต	ใช่	ใช่	ใช่	ไม่	ใช่
การใช้ตัวแปรเศรษฐกิจมห ภาค	นำมาใช้ได้	นำมาใช้ได้	นำมาใช้ได้	ไม่ใช้	ใช้
แนวคิด Bottom - Up หรือ Top – Down	Bottom - Up	Bottom - Up	Bottom - Up	Top – Down	Bottom - Up

ที่มา Meissner (2005)