

リスクを考慮した資産運用の確率論的 DCF 法の展開

武蔵工業大学 正会員 ○星谷 勝

1. 開発の必要性

一般企業および電力、水道といったライフライン経営は、資産を基にしてそこから生み出す収益を利益の源泉としている。資産は地震などの自然災害により被害を受けると、復旧費用に加えて営業停止による損失を被り、被害の程度によっては社会的信用度が低下し、事業そのものが深刻な打撃を受けることになる。収益は将来実現する収入が予想収入から乖離する変動リスクを受け、損失は自然現象に起因する純粋リスクを受ける。そこで、変動リスクと純粋リスクを定量的に扱い、かつ資産の生み出す収益（プラス面）と、事業遂行に伴う諸費用および自然災害による損失（マイナス面）を考慮した現在価値法の開発が求められる。

2. 研究目的

現状では、純粋リスクを考慮することに関して、DCF 法は未整備であり純粋リスクがどの程度資産価値を低下させるかは明らかにされていない。たとえば、地震リスクを考えた場合、耐震投資の時期や地震保険などの支出時期が多岐にわたるようなときには現在価値に割り引いた上でキャッシュフローへ加算しなければならない。本研究は、社会資本または企業の視点から資産を維持管理し、且つ適切に運用するための手段・方法を可能とし、定量的にリスクを評価できる確率論的 DCF 法を開発することにある。

3. 基本 DCF モデル

資産が生み出す将来 n 年間における収益および事業遂行に必要な管理費、公租公課、損害保険料などの必要経費、 n 年後の資産残存価値（売却益）、地震などに代表される自然災害に伴う損失等を現在価値に割り引いた後、それらを合算した総額が資産現在価値 $Y^{(n)}$ である。現時点での資産額を n とすれば、正味資産現在価値（Net Present Value, NPV） $Z^{(n)}$ の基本モデルを次式で与える。

$$Z^{(n)} = -n + Y^{(n)} = -n + Y_c^{(n)} - Y_s^{(n)} \quad (1)$$

式（1）は、資産現在価値 $Y^{(n)}$ から現時点での資産額 n を引いたものであり、条件： $Z^{(n)} \geq 0$ は、投資家に関心を持ち、且つ経営者にとっては重要な資産運用の判断基準となる。

$$Y_c^{(n)} = \sum_{i=1}^n (C_i - q_i) d_i + n_n d_n \quad (2)$$

$$Y_s^{(n)} = \sum_{i=1}^n S_i d_i \quad (3)$$

ここで、 $Y_c^{(n)}$ は n 年間の収益の現在価値である。 C_i は i 年度の収益、 q_i は管理費、公租公課、損害保険料などの必要経費、 d_i は現在価値への割引因子である。また n_n は最終年度 n における資産残存価値である。一方、 $Y_s^{(n)}$ は n 年間の地震損失額である。 S_i は i 年度の地震損失額である。ここでは、大文字の C_i と S_i は不確定性を考慮して確率変数としている。勿論、他の変数を確率変数として扱っても問題なく、式（1）は一般性のある基本モデルと考えられる。割引因子は次式で与える。

$$d_i = d_i(r) = (1 + r)^{-i} \quad (4)$$

ここで、 r は割引率である。

以上より、 $Y_c^{(n)}$ と $Y_s^{(n)}$ が確率変数となるから、正味資産現在価値 $Z^{(n)}$ も確率変数であり、 n および r に従属する関数とみなせる。 $Z^{(n)}$ の確率分布特性を求めることが出来れば、資産管理およびリスクマネジメントにおけるリスクを評価できるので、意思決定に有用な情報を提供できる^{1),4),5)}。

キーワード 現在資産価値評価法、リスク・資産価値曲線、リスク・リターン曲線、LCC、知的財産権

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷玉堤 1-28-1 武蔵工業大学 工学部 都市基盤工学科 TEL03-3703-3111（代表）

（１）資産現在価値評価と耐震補強判断

式（２）、（３）より、資産現在価値 $Y^{(n)}$ は

$$Y^{(n)} = \sum_{i=1}^n (C_i - q_i) d_i + n_n d_n - \sum_{i=1}^n S_i d_i \quad (5)$$

式（５）に基づき、超過確率 $P(Y^{(n)} \geq Y)$ を算定し縦軸とし、横軸には資産現在価格 $Y^{(n)}$ を取れば、割引率 r をパラメータとしたリスク - 資産価値曲線（R-AV 曲線）を描くことが出来る。この曲線は右下がりの減少関数となるから、ローリスク（超過確率が大）を意思決定の基準に設定すれば、資産価値は低くなり、ハイリスクを受容すれば資産価値は高くなる。あるいは、資産価値を固定すれば、縦軸は割引率 r （債権者から見れば要求収益率、企業からは有利子負債コスト）を確保するリスクを示している。このことから、R-AV 曲線は資産運用に有効な意思決定の基準を与えるものである。

（２）LCC 評価

式（１）の特別解として LCC モデルが得られる。LCC は n 年間の負の総費用であるから式（１）において $C_i = 0$, $n_n = 0$ と置けば、

$$LCC^{(n)} = -n - \sum_{i=1}^n q_i d_i - \sum_{i=1}^n S_i d_i \quad (6)$$

近年、一定の信頼性水準を条件とし、LCC を最小化する多目的最適化問題の研究⁶⁾が盛んであるが、このアプローチは複数の代替案から意思決定者が最良の案を選択することになる。一方、本モデルの式（５）によれば、企業は、リスク評価を踏まえ、耐震補強の水準を選択できると同時に補強をすべきか否かを含め、積極的な意思決定が出来る。また、LCC は期待コストに注目するが、式（５）は、収益というポジティブ量を考慮した、期待値および分散情報を含む確率特性に基づいたリスク評価を可能としている。

（３）知的財産権（特許）

知的財産権の価値評価の必要性が増大している。

式（１）で $Y_s^{(n)} = 0$ 、式（２）で $n_n = 0$ とすれば、

$$Z^{(n)} = -n + Y^{(n)} = -n + \sum_{i=1}^n (C_i - q_i) d_i \quad (7)$$

ここで、 n を開発費、 C_i を年間特許収益とみなせば、特許権残存期間 n 年に基づき知的財産権の正味現在価値 $Z^{(n)}$ を評価することが出来る。また、超過確率 $P(Y^{(n)} \geq Y^* | r)$ を用いてリスクと知的財産権の現在価値を評価できる。

４．結論

提案する DCF 法は、（１）金融、不動産、建設、環境といった各分野で、防災を強く認識し、変動リスクのみならず純粋リスクを考慮して資産価値を評価するものである。また、（２）国際会計基準に適合した資産価値の評価技術は LCC を越えた新たな展開を可能とするものと考えられる。

参考文献

- 1) Hoshiya, M., Nakamura, T. and Mochizuki, T.: Stochastic Asset Pricing with Seismic Hazard Risk, Jour. of EM Div., ASCE to be published in July, 2004.
- 2) 望月智也、中村孝明、木村正彦、星谷勝：損失に対する主観金額を考慮した地震保険の最適化、土木学会論文集、2001年7月。
- 3) 星谷勝、中村孝明：構造物の地震リスクマネジメント、山海堂、2002年4月。
- 4) 中村孝明、星谷勝、望月智也：地震リスクを考慮した確率論的 DCF 法による資産価格とマネジメント、土木学会論文集、2004年1月。
- 5) 中村孝明、福本幸成、安田登、星谷勝：投資家の満足度を考慮した企業の地震保険利用の最適化、Dream Award 2004、優秀論文賞、ダイヤモンド国際経営研究所、後援：日本リスクマネジメント協会、平成16年3月。
- 6) D. Frangopol and Min Liu: Probabilistic lifetime oriented structural design and maintenance concepts: from theory to applications, 2nd Inter. Conf. Lifetime-oriented Design Concepts, Bochum, 1-3 March, 2004. p13-20.