



事業収益におけるテールリスクの定量化： モンテカルロシミュレーションを用いた簡便法[☆]

中 岡 孝 剛

要旨 金融危機などのテールイベントに対するリスクエクスポージャーを評価することは事業継続の観点から重要である。しかし、事業活動において、企業が直面するテールリスクを定量的に把握することは難しく、モデルの開発が進んでいない。本稿では、アーニングス・アット・リスク (EaR) の概念を用いて、企業が事業収益において直面するテールリスクの簡便的な定量化方法を紹介する。この方法は複数のリスクドライバーの導入などモデルの精緻化あるいは拡張が可能であり、実務的にも応用が可能なものである。

キーワード アーニングス・アット・リスク (EaR), テールリスク, モンテカルロシミュレーション

原稿受理日 2019年2月5日

Abstract Measuring the risk exposure to tail-events like the global financial crisis that was happened in 2008 has become a vital role for the principle of business continuity. However, it is not easy to quantitatively perceive the tail risk that firms may face in their businesses. In this paper, I provide a simple model which allows us to measure the tail risk by applying the concept of “Earnings at Risk (EaR)”. This model can be ameliorated or expanded to include multiple risk-drivers, and applicable to the practical analysis.

Key words Earnings at Risk (EaR), Tail Risk, Monte Carlo Simulation

☆ 本研究は JSPS 科研費若手研究 B (課題番号: 16K17187) の助成を受けて実施された研究成果の一部である。また、本研究は SMBC 日興証券株式会社との共同研究を基礎としている。執筆にあたり、長掛良介氏 (元 SMBC 日興証券) から有益なコメントを頂いた。また、福田祐夫氏 (Evercore Japan) との議論が本研究に取り組む大きな動機となっている。記して感謝申し上げます。もちろん、残された誤りについてはすべて筆者が責任を負うものである。

1. はじめに

ヘッジファンド LTCM (Long Term Capital Management, 1994-1999) は、ロシア危機の発生によって1998年8月にわずか1か月で約17億ドルもの損失を計上した。LTCM のリスク管理モデルでは、800兆年に1度生じるか生じないかという天文学的な確率で生じたイベントであった⁽¹⁾。よく知られているように、LTCM は翌月の1998年9月に連銀主導による救済によって事実上破綻したが、この一連の出来事は単に巨大ヘッジファンドの破綻という悲劇だけではなかった。LTCM にはノーベル経済学賞を受賞したロバート・マートンとマイロン・ショールズ (ともに1997年に受賞) がパートナーして参画していたため、LTCM の破綻は学術界にも衝撃を与えた⁽²⁾。LTCM 破綻の事件は、発生する確率は極めて小さいが、生じるとその影響が大きいようなリスク、いわゆる“テールリスク (Tail Risk)”を管理することの難しさを物語っている。

2011年の東日本大震災以降、テールリスクという表現自体はメディアでも頻繁に用いられており、概念の普及が進んでいる。しかし、その定義は曖昧であることが多い。本稿では以下のようにテールリスクを定義する。

$$\text{テールリスク} = \text{発生確率} \times \text{損失額} \quad (1)$$

希にしか発生しない損失イベントは、確率分布の裾部分 (Tail) で生じることから、テールイベント (Tail Event) と呼ばれ、その損失イベントから生じる期待損失額をテールリスクと定義している。資産価格の変動で評価されるファイナンス理論一般のリスクの概念とは異なることに注意が必要である。すなわち、アップサイドへの変動は考慮せず、損失局面へのダウンサイドの変動のみをとらえたリスクの概念である。テールリスクの定義上、損失額が巨大であっても、発生確率が極めて小さいため、“期待値としての”テールリスクはそれほど大きくならない。それ故に、テールリスクは軽視されやすい。しかし、事業継続の原則 (Principles for Business Continuity) に従うならば、期待値ではなく、あ

(1) Jorion (2000) で試算された値を引用している。同 (2000) の試算では、収益が正規分布に従っていると仮定しており、標準偏差を206万ドル (LTCM の想定) とすると、約17億ドルの損失は、標準偏差の8.3倍も離れたイベントであるという結果を報告している。

(2) LTCM の沿革や運用手法、そして破綻処理等については藤井 (2013) の5章が詳しい。本稿でも藤井 (2013) を参考としている。

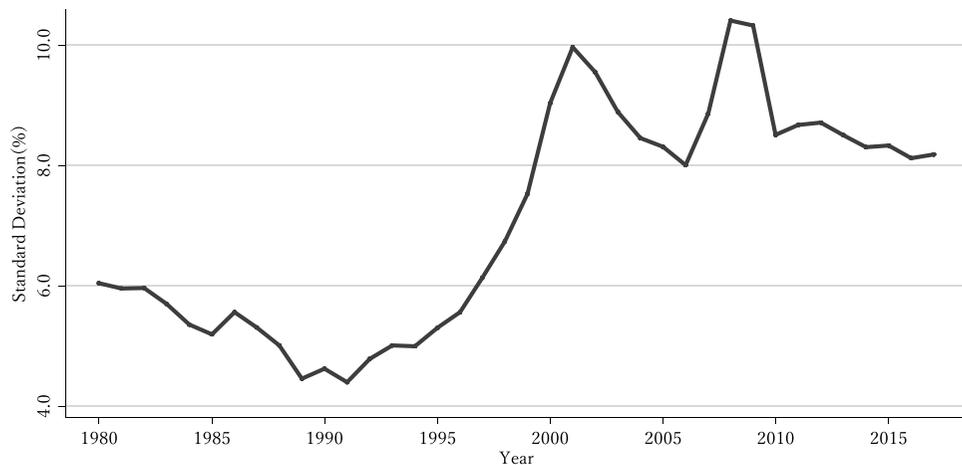
事業収益におけるテールリスクの定量化：モンテカルロシミュレーションを用いた簡便法（中岡）
る発生確率のもとで生じる損失額の大きさを注視し、必要な資本を強化するなどのリスク
マネジメントを実施すべきである。

一方で、テールリスクの発生確率の構造、すなわち確率分布を経験的に知ることができ
ないため、発生確率を正確に評価することは難しい⁽³⁾。LTCM が発生確率にどのような前
提（正規分布やt分布など）を置いていたかは定かではないが、1997年に収益性の向上を
図るため、レバレッジを28倍まで高めていることから、テールリスクの発生確率を誤って
過少に想定していた可能性がある。

歴史的にみると、テールリスクへの対応は金融機関で盛んに実施されており、VaR
（Value at Risk）のような定量的な手法が代表的である。VaR は発生確率として5%や
1%の信頼水準を想定し、一定期間の間に保有資産の価値がテールイベントでどの程度毀
損するかを推定する手法である。要求される自己資本比率は、BIS規制等によって定めら
れているが、VaRなどのリスク管理モデルによって、テールリスクに対する耐性を確認す
ることが一般的に行われている。

近年、事業会社においても、ERM（Enterprise Risk Management）の概念が普及し
ており、リスク管理に対する意識が高まっている。ERMは経営上生じる様々なリスク
（金融リスク、評判リスク、オペレーショナルリスク、環境リスクなど）に対して部門ご
とに対応するのではなく、全社的に統合したリスク管理を行うことで、より効率的なリス

図1 ROAのボラティリティの推移



注：データは日経NEEDS Financial Questから取得しており、サンプルの対象は金融業と保険業を
除く全上場会社である。また、ROAは、税引き前当期利益/総資産で計算している。

(3) 冪乗分布や極値分布等を想定することもある。

図2 我が国における株価推移とテールイベントとの関係



注1：筆者が作成。

注2：株価指数は MSCI Japan を用いており、1985年1月1日時点を示している。

事業収益におけるテールリスクの定量化：モンテカルロシミュレーションを用いた簡便法（中岡）

ク管理体制の構築を目指す取り組みのことである。専門の部署や委員会を設置して積極的に取り組む企業が増加している⁽⁴⁾。

しかし、ERM を積極的に取り組んでいるか否かにかかわらず、2008年のグローバル金融危機あるいはリーマンショックの発生、2011年3月に発生した東日本大震災ならびに福島原発事故、そしてそれに続く欧州債務危機といった立て続けに生じたテールイベントは、事業会社にテールリスクをいかに管理するかという難題に取り組む契機になったと考えられる。

事実、図1で示しているように、業績指標である ROA のボラティリティ（標準偏差）を時系列で観察すると、1995年前後から上昇しており、さらに掲載はしていないが、ROA のクロスセクションの分布を確認すると、ダウンサイドへのリスクが高くなっていることが示されている。また、図1に加えて、図2では具体的なテールイベントを定性的な判断から時系列で示した。明らかにメディア等で伝えられている“100年に1度生じる出来事”だとは言えず、テールイベントは頻繁に生じていることが見て取れる。

本稿は、事業会社を対象に、簡単なシミュレーションによって ROA（税引き前当期利益/総資産）の確率分布を生成し、テールリスクの大きさを EaR（Earnings at Risk）の概念によって定量化することを目的としている。EaR は利益のボラティリティからある信頼水準で発生する一定期間の最大損失額のことであり、VaR の概念をフローである利益に応用したものである。

本稿の構成は以下のとおりである。第2節ではリスクと不確実性の違いについて整理し、本稿が対象とするリスクの概念を明確にする。第3節では EaR によるテールリスクの定量化方法を説明し、電気機器産業に属する企業を事例にして、EaR のシミュレーション結果を考察する。そして第4節で今後の課題とまとめを行う。

2. リスクと不確実性

本節では、EaR によるテールリスクのシミュレーション分析を説明する前に、本稿で取り扱うリスクの概念について整理したい。リスクは不確実性と混同されることが多い。両者は将来時点での出来事の可能性があるいは不確かさについての概念であるという点で共通している。しかし、テールリスクを分析する本稿の結果を解釈する上では、両者を明確に

(4) マーシュ・ジャパン（2012）の日本企業を対象としたサーベイ調査によると、アンケートに回答した160社中123社（77%）が ERM のための委員会を設置していると回答している。

識別しておく必要がある。両者の識別については、Knight (1921) による議論が参考なる。以下は Knight (1921) の引用である。

—risk and uncertainty, is that in the former the distribution of the outcome in a group of instances is known (either through calculation a priori or from statistics of past experience), while in the case of uncertainty this is not true, the reason being in general that it is impossible to form a group of instances, because the situation dealt with is in a high degree unique.—”

Frank, H. Knight (1921) “Risk, Uncertainty and Profit” p.233

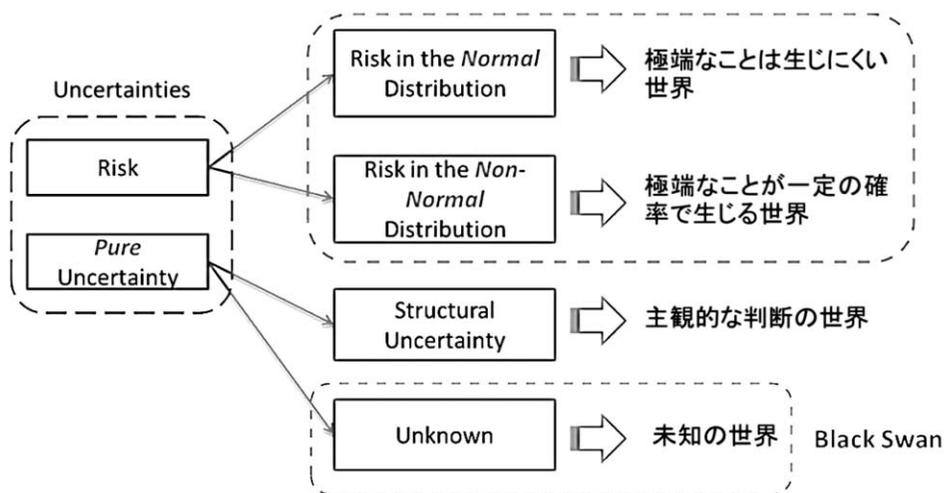
すなわち、リスクは、対象とする事象に関し、数学上の理論による確率分布、あるいは過去の経験から蓄積されたデータによる統計的な確率分布が既知である。一方で、不確実性においては理論あるいは統計的な方法によって確率分布を知ることができない⁵⁾。繰り返しになるが、両者は将来時点の不確かさを表現しているが、前者は確率の測定が可能な事象に対して定義され、後者は確率の測定が不可能な事象に対して定義される (Knight (1921) は後者を真の不確実性と呼んでいる)。したがって、分析者が定量的に扱えるのはリスクであり、不確実性については、シナリオ分析やストレステスト等で扱うしかない。

加えて、図3で示しているように、リスクと不確実性はそれぞれ2つに分類される。リスクは極端なことが生じにくい、具体的には確率分布に正規分布を仮定したものと、極端なことが一定の確率で生じる正規分布を仮定できないものに分類される。後者においては、例えば、損失方向に分布の裾野が長いようなロングテールな確率分布などが考えられる。いずれにおいても、分布のテール部分で生じるのがテールリスクであるが、後者の方がテールイベントの生じる確率が高く、その損失額も大きいのが特徴である (図4を参照されたい)。

不確実性については、構造的不確実性 (Structural Uncertainty) と未知 (Unknown) の2つに分けられる。構造的な不確実性は主観的な判断によって、確率を見積もれる事象に対して定義される。例えば、競合他社の戦略的な投資については、主観的な判断に基づき、

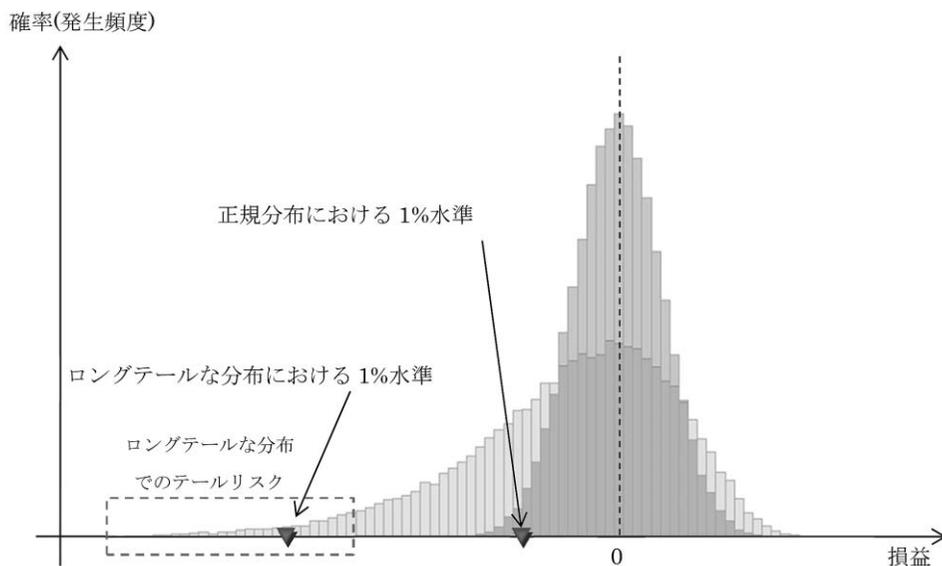
(5) 例えば、六面体のサイコロを振ることを考えるとわかりやすい。純正な六面体のサイコロの確率分布は理論的に確率 $1/6$ の一様分布である (理論的確率)。あるいは、歪みがある場合でも何度もサイコロを振り、観察しデータを蓄積することで、確率分布を求めることができる (統計的確率)。したがって、これらは Knight (1921) の定義によるとリスクとして取り扱われる。一方、何面体のサイコロかわからない場合や毎回異なるサイコロを振る可能性がある場合には、理論的にも統計的にも確率分布を知ることができない。すなわち、これらは不確実性として取り扱われる。

図3 リスクと不確実性の分類



注：Doff（2008）を参考に筆者が作成。

図4 正規分布と非正規分布におけるテールリスクの比較



注：筆者作成。同じの平均値と標準偏差を持つ正規分布と対数正規分布を比較している。

実際に投資を実施する確率を見積もることができるため、構造的な不確実性であるということが出来る。

最後に、未知は未だかつて経験したことがなく、主観的であっても尤もらしい確率を与

えることができないような事象のことである。いわゆるブラックスワンである。例えば、9.11同時多発テロなどがそれにあたる。不確実性については、確率分布を信頼できる形で仮定できないため、定量的な分析では対応することはできない。分析者が定量的に分析できるのは、信頼できる形で確率分布を仮定できるリスクのほうである。

3. —EaR によるテールリスクの定量化—シミュレーション分析—

3.1 シミュレーションの実施方法

EaR のシミュレーションでは、税引き前当期利益を①営業利益、②営業外収益と特別利益の合計値、そして③営業外費用と特別損失の合計値の項に分解し、総資産で除することで以下のように企業 i の ROA を定義する。

$$ROA_i = BE_i + EG_i - EL_i \quad (2)$$

ここで、 BE 、 EG 、そして EL はそれぞれ上記の①、②、そして③を総資産で除したものである。さらに、 BE は正規分布、 EG と EL は対数正規分布に従うという仮定を置き、確率分布を特定化する^⑥。これらの仮定の妥当性は補論1で検証しているので参照して頂きたい。

確率分布として仮定した正規分布と対数正規分布は分布を形作るパラメーターとして平均値と標準偏差を持つという分析上扱いやすい特徴を持つ。これらのパラメーターをヒストリカルデータから抽出し、2万回のモンテカルロシミュレーションを実施することで、ROA の予測値である $Est ROA$ を取得する。得られた $Est ROA$ の分布は正規分布と対数正規分布が合成されたものになるが、事前にどのような確率分布が形成されるかはわからない。

また、以下の(3)式のように直近の総資産額をに掛けることで、税引き前当期利益の予測値を取得する。

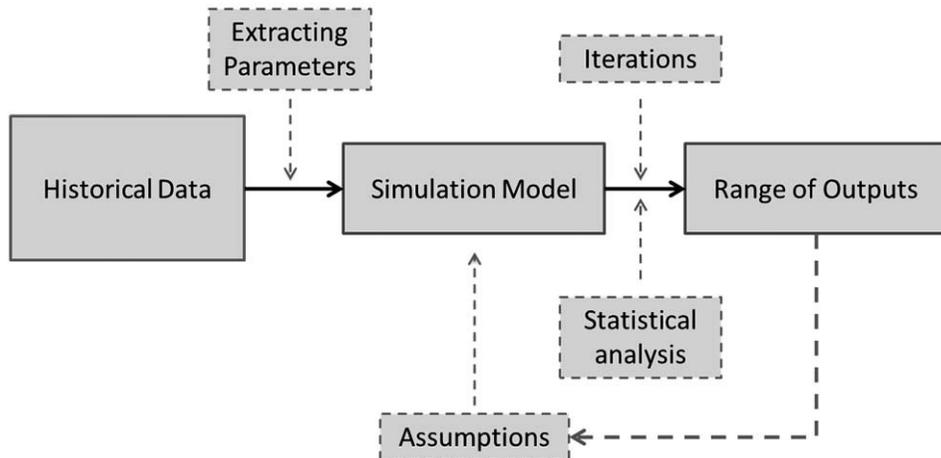
$$Est Earnings_i = Est ROA_i \times Total Asset_i \quad (3)$$

(6) 追加的な仮定として、 BE と、 EG と EL は相関するという仮定を置いてシミュレーションを実施している。一般的に、通常の業務から発生する利益である営業利益とイレギュラーに発生する特別利益や特別損失は何らかの形で関係していると考えられる。これらの仮定が妥当でないような分析対象では、無相関であるという仮定のもとでシミュレーションを実施すればよい。

事業収益におけるテールリスクの定量化：モンテカルロシミュレーションを用いた簡便法（中岡）

そして、得られた *Est Earnings* をもとに 1%分位点と 5%分位点を計算し、それぞれを信頼水準 1%と信頼水準 5%の EaR と定義する⁷⁾。以下の図 5 は、シミュレーションの実施プロセスを示している。

図 5 シミュレーションの実施プロセス



注：筆者が作成。

3.2 シミュレーション結果—電気機器産業 4 社の事例—

本稿では事例研究として、電気機器産業に属する富士通、日立製作所、パナソニック、シャープの 4 社についてシミュレーション分析を実施する。前掲の 3 で示しているように、我が国企業は度重なるテールイベントに直面している。一般的に、このようなテールイベントへの対応が遅れたと言われている電気機器産業において、どのようなシミュレーション結果が得られるかは興味深い検証課題である。加えて、補論 2 では総合商社産業に属する企業のシミュレーション結果を掲載している。総合商社は比較的柔軟に事業ポートフォリオを組み替えており（商材のトレーディング事業から投資事業への転換）、事業ポートフォリオの変更がテールリスクにどのような影響を与えているかを確認することも興味深い。

また、本稿のシミュレーションでは、利用するパラメーターの特性の変化を考慮して、アジア通貨危機以前（1980年 3 月決算～1997年 3 月決算）と以降（1998年 3 月決算～2014年 3 月決算）に分けてシミュレーションを実施する。この分割はパラメーターの構造変化を統計的な検証で確認したものではなく、あくまでも便宜的な処置であることに注意され

(7) この他にも、四分位範囲（75%分位点－25%分位点で算出される）を用いて分布の胴体部分を定義することも可能である。

たい。もちろん、他の分割期間についても適用することが可能である。

まず4社のパフォーマンスを概観したい。以下の表1は各社の *BE*, *EG*, そして *EL* の記述統計量を示しており、図6は *ROA* の推移を示している。表1を見ると、*BE* については各社とも1997年のアジア通貨危機以前において平均値が高くなっている。

また、ボラティリティ（標準偏差）についてもシャープを除く3社で高い。この結果に対する一つの解釈として、これら4社は多角化戦略によって事業ポートフォリオのボラティリティを低下させたことが挙げられる。一方、*EL* については、日立を除く3社において、アジア通貨危機以降で平均値が高くなっており、ボラティリティは4社全てにおいて3倍程度高くなっている。すなわち、これら4社は突発的なテールリスクに直面してきたと考えられる。

加えて、図6から明らかなように、1997年のアジア通貨危機以降、インパクトの大きさに違いはあるが、各社ともにテールリスクを経験していることが見て取れる。2002年頃のITバブルの崩壊では、シャープを除く3社の *ROA* がマイナスに転じており、特に半導体事業の不振の影響を強く受けた富士通の減少幅が大きい。そして、2008年のリーマンショック時には4社ともマイナスに転じている。

最後に、比較的最近の東日本大震災と欧州通貨危機が生じた2011年から2013年の期間では、日立製作所を除く3社の *ROA* がマイナスに転じている。よく知られているように、リーマンショック以降、日立製作所は家電事業からインフラ事業に軸足を変更することで、業績の回復を達成している⁽⁸⁾。一方、この期間においてシャープは家電事業の深刻な不振によって経営難に陥っている。

以下の図7は各社のシミュレーション結果を示している。各社ともアジア金融危機以前の税引き前当期純利益の分布と比較すると、アジア金融危機後は分布が左にシフトし、マイナス方向へ分布のテールが長くなっているのがわかる。また、パナソニックを除く3社についてはアジア金融危機後に分布がより平坦になっており、ばらつきも上昇している。シャープのシミュレーション結果でこの傾向は強く表れている。一方、パナソニックのシミュレーション結果は特徴的な分布を示している。アジア金融危機後の分布はより尖がった形状をしており、シンメトリックな分布のばらつきは減少しているが、マイナス方向へ分布のテールが極端に長くなっており、テールリスクが拡大していることがわかる。

次に、シミュレーションによって算出された4社の *EaR* を確認したい。前述(1)式で示

(8) 大阪市にある通天閣の広告を「日立プラズマテレビ」から「日立エレベーター」に変更したことが象徴的である（2011年10月15日の日本経済新聞朝刊12頁）。

事業収益におけるテールリスクの定量化：モンテカルロシミュレーションを用いた簡便法（中岡）

表 1 記述統計表—電気機器産業 4 社—

1980/03～1997/03

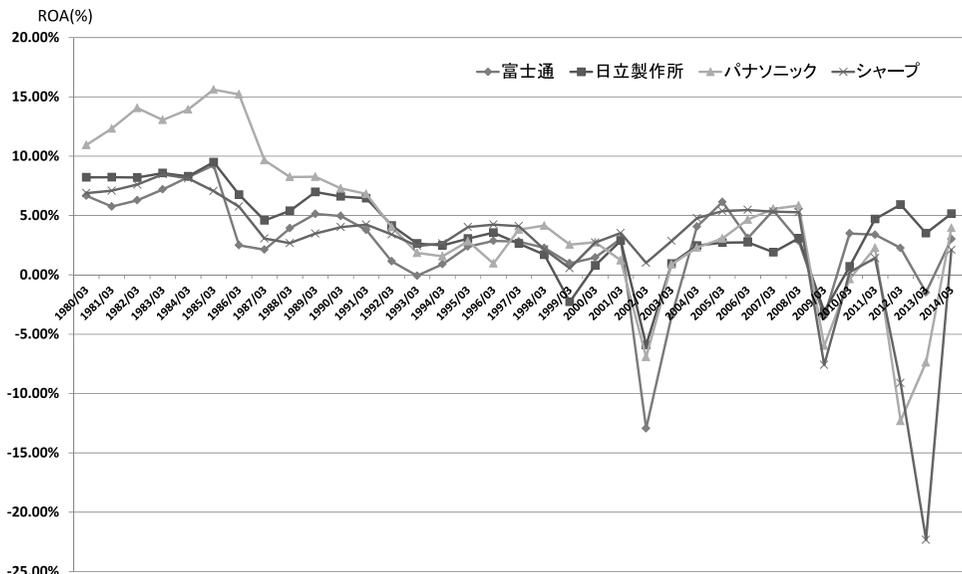
	平均値			標準偏差			最小値			中央値			最大値		
	BE	EG	EL	BE	EG	EL									
富士通	5.62%	1.52%	2.93%	2.54%	0.41%	0.63%	1.59%	1.02%	2.12%	4.89%	1.41%	2.79%	10.16%	2.77%	4.58%
日立製作所	5.61%	2.03%	1.73%	2.25%	0.64%	0.54%	2.39%	0.88%	0.97%	5.94%	2.19%	1.73%	8.81%	3.16%	2.87%
パナソニック	7.52%	2.45%	1.61%	4.05%	1.07%	0.49%	2.12%	0.73%	1.12%	6.22%	2.90%	1.49%	13.90%	3.81%	3.16%
シャープ	3.88%	3.53%	2.45%	1.52%	1.42%	1.04%	1.17%	1.27%	0.88%	4.01%	3.68%	2.07%	6.43%	5.91%	4.52%

1998/03～2014/03

	平均値			標準偏差			最小値			中央値			最大値		
	BE	EG	EL	BE	EG	EL	BE	EG	EL	BE	EG	EL	BE	EG	EL
富士通	3.44%	2.88%	5.14%	1.61%	2.86%	3.34%	-1.62%	0.65%	1.96%	3.69%	1.80%	3.85%	5.36%	10.84%	12.50%
日立製作所	2.42%	0.99%	1.76%	1.67%	0.67%	1.29%	-1.18%	0.20%	0.69%	2.26%	0.87%	1.26%	4.84%	2.62%	5.09%
パナソニック	3.00%	1.36%	3.99%	2.28%	0.54%	3.92%	-2.56%	0.24%	0.72%	2.63%	1.35%	2.49%	6.98%	2.29%	13.94%
シャープ	3.06%	1.25%	4.08%	3.64%	0.23%	3.73%	-7.01%	0.83%	1.86%	3.75%	1.29%	2.68%	6.39%	1.85%	16.27%

注：BE=営業利益/総資産，EG=(営業外収益+特別利益)/総資産，EL=(営業外費用+特別損失)/総資産で計算される。

図 6 ROA の推移—電気機器産業 4 社—



注：ROA は税引き前当期利益/総資産として計算している。

注：パナソニックは1987年以前は決算月が11月であったため、翌年3月の決算としてデータを扱い、他の企業との整合性を図っている。

したように、EaR はテールリスクの損失額である。図 7 をみると、信頼水準 1%EaR で富士通が約4,412億円（信頼水準 5%EaR は約2,492億円），日立製作所が約7,181億円（同約3,670億円），パナソニックが約9,578億円（同約4,919億円），そしてシャープが約4,897億円（同約2,706億円）となっている。

自己資本との対比によって財務状態への影響度合いをみると、富士通のバッファ率

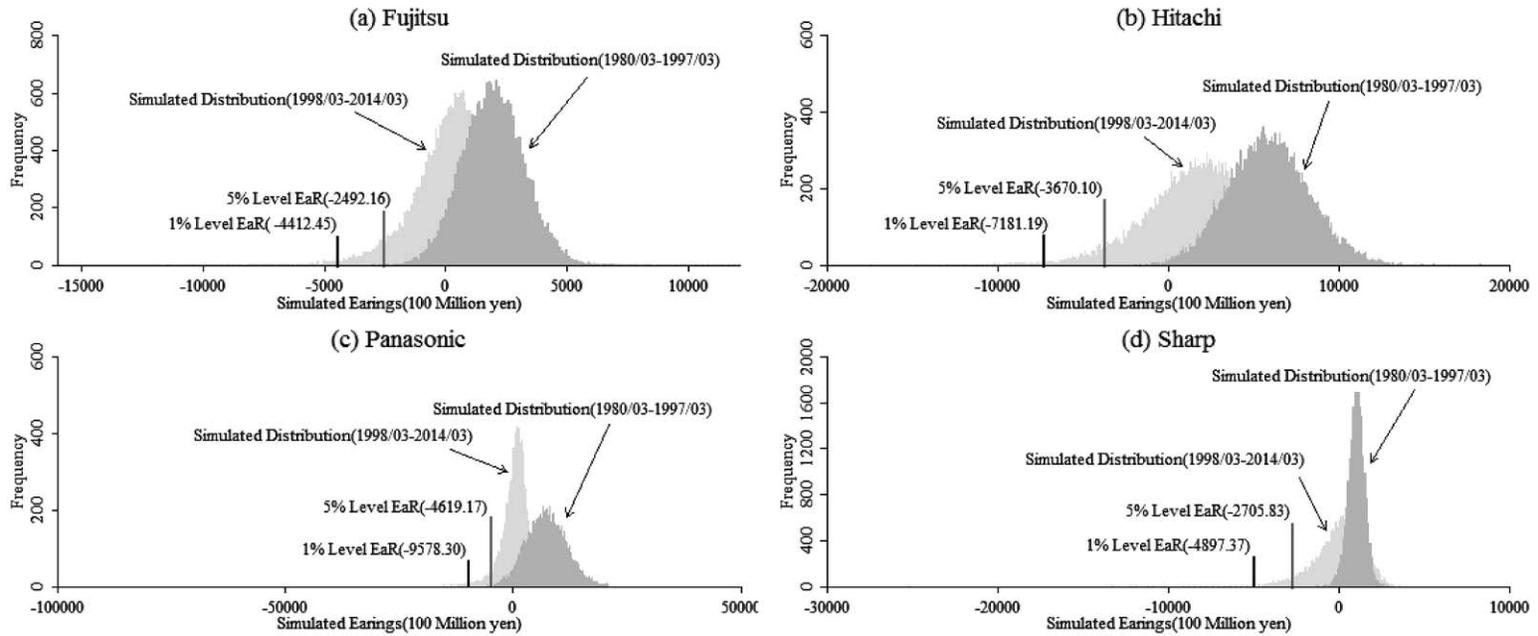
($1 - (\text{EaR} / \text{自己資本})$)は信頼水準1% EaR で23% (2014年3月期時点の自己資本:約5,732億円)であり、現状の自己資本水準では十分な緩衝剤にならず、そのインパクトは甚大である^⑨。一方、日立製作所のバッファ率は信頼水準1% EaR で73% (同:約2兆6,512億円)となり、自己資本水準で十分に損失を吸収でき、インパクトはそれほど大きくない。

また、パナソニックのバッファ率は信頼水準1% EaR で38% (同:約1兆5,481億円)となり、富士通同様そのインパクトは甚大である。最後に、シャープは信頼水準1%のEaRが発生した場合、深刻な状態に陥り、バッファ率は信頼水準1% EaR で-151% (同:約1,952億円)となり、債務超過に陥る可能性がある。

次に、事業規模を調整したテールリスクの大きさを比較するために、シミュレーションで得られたROAの分布を比較したい。以下の図8は、シミュレーションで得られたROAの分布を比較しやすいように箱髭図で表現したものである。図8から明らかなように、4社それぞれで分布形状が異なり、テールリスクの発生構造が異なっていることがわかる。すなわち、富士通と日立製作所は比較的シンメトリックな分布においてテールリスクに晒されているのに対し、パナソニックとシャープはマイナス方向にテールが長い分布においてテールリスクに晒されている。

⑨ 自己資本は純資産から新株予約権と少数株主持ち分を差し引いたものを利用している。

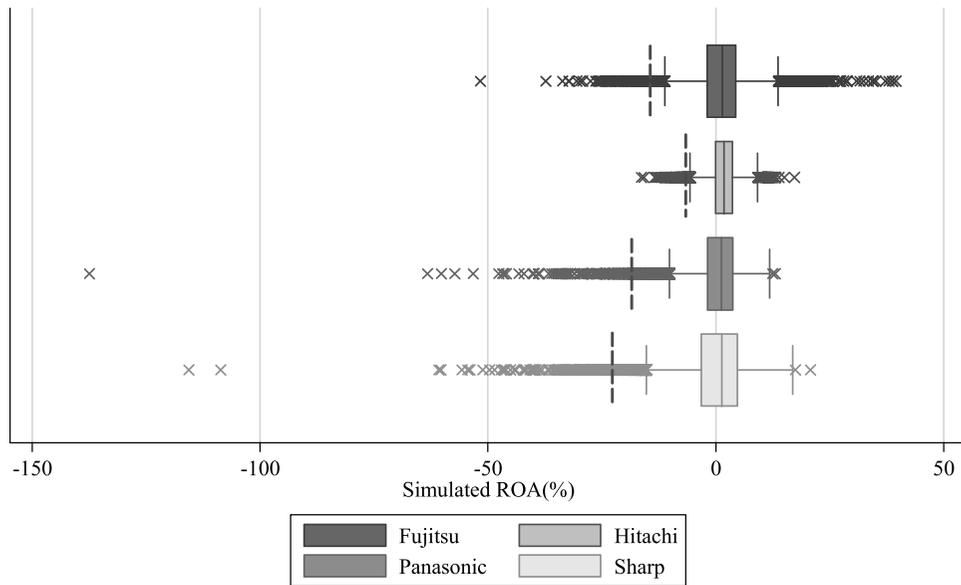
図7 電気機器産業4社のシミュレーション結果—税引き前当期利益の分布—



注1：縦軸は度数、横軸はシミュレーションで得られた税引き前当期利益（単位：億円）である。

注2：5%Level EaRは信頼水準5%のEaRを示しており、1%Level EaRは信頼水準1%のEaRを示している。また、図中で表示されているEaRはアジア通貨危機後（1998/03～2014/03まで）のシミュレーションで得られた税引き前当期利益に基づいて算出している。

図8 シミュレーションで得られた ROA の分布比較—1998/03~2014/03までの推定—



注1：箱髭図における髭の両端は、閾値を表しており、この閾値から外れるサンプルについてはプロットで表現されている。25%点と75%点の ROA を $ROA_{[25]}$ 、 $ROA_{[75]}$ それぞれとすると、上限の閾値 U は $U = ROA_{[75]} + 1.5 (ROA_{[75]} - ROA_{[25]})$ で求められ、下限の閾値 L は $L = ROA_{[25]} - 1.5 (ROA_{[75]} - ROA_{[25]})$ で求められる。

注2：赤の破線は ROA の 1% 分位点を示している。したがって、信頼水準 1% の EaR を直近の総資産額で除した値に相当する。

4. まとめと課題

本稿では、一般事業会社における EaR の推定をモンテカルロシミュレーションによって定量化する簡便な手法を紹介した。具体的には、ROA（税引き前当期利益/総資産）を①ベースとなる利益率（営業利益/総資産）、②本業外の利益率（（営業外収益+特別利益）/総資産）、③本業外の損失率（（営業外費用+特別損失）/総資産）分解し、それぞれに確率分布を仮定することで、将来1年間に発生する税引き前当期利益の分布を予測している。仮定する確率分布のパラメーター（平均値と標準偏差）は、過去のデータから取得しており、本稿ではアジア通貨危機以前（1980年3月期~1997年3月期）と以降（1998年3月期~2014年3月期）でパラメーターの特性が変化していると仮定して、シミュレーションを分割して実施している。

電機機器産業に属する富士通、日立製作所、パナソニック、シャープの4社を用いた事

事業収益におけるテールリスクの定量化：モンテカルロシミュレーションを用いた簡便法（中岡）

例では、より直近のアジア通貨危機以降のシミュレーション結果において、信頼水準1%のEaRならびに信頼水準5%のEaRの損失額が大きく、テールリスクが拡大していることが示唆されている。一方で、企業によってテールリスクの発生構造が異なり、富士通と日立製作所は、比較的シンメトリックな分布においてテールリスクが発生し、一方、パナソニックとシャープは、ロングテールな分布においてテールリスクが発生することが示されている。

本稿で紹介したシミュレーション分析は、非常にシンプルな方法であるが、電気機器産業に属する4社を用いた事例では、リーズナブルな結果を得ており、現状の事業ポートフォリオを所与として、損益のばらつきを俯瞰し、テールリスクの規模を把握するには有用であると考えられる。

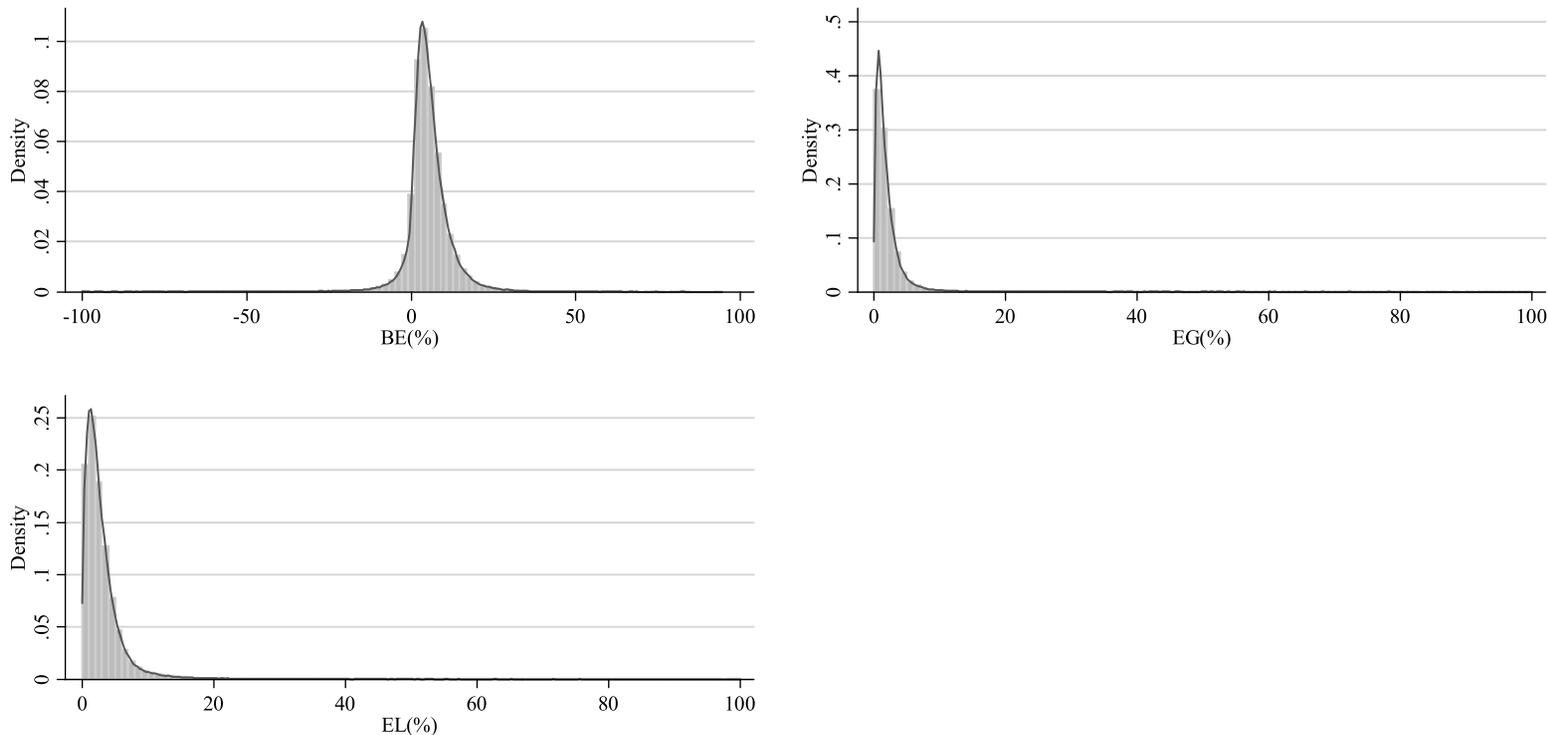
最後に、本稿で紹介したシミュレーション手法の応用と課題について述べておきたい。本稿では、詳しく説明しなかったが、M&Aによる分散化効果や事業ポートフォリオの変更によってEaRがどの程度軽減されるかといった応用分析が可能である。これらの分析には詳細なデータが必要であるが、経営戦略に直結するより踏み込んだ分析となる。

また、本稿では非常にシンプルなシミュレーション方法を紹介したが、為替変動や競争圧力等のリスクドライバーを想定し、より現実的な想定のもとでシミュレーションを実施することも考えられる。しかし、リスクドライバーを考慮したシミュレーションを実施するためには、損益とリスクドライバーとの関係に適切な関数形を与えることと、リスクドライバーの確率分布を特定化することの2点が必要になり、これらの作業には関連する先行研究の整理と追加的な定量分析が要求される。リスクドライバーを導入したシミュレーションについては今後の課題としたい。

補論1 仮定した分布の妥当性

以下の図Aは、1980年3月決算から2014年3月期決算までの全上場企業（金融保険業を除く）を対象に BE , EG , EL の分布（より厳密には確率密度関数）を確認したものである。 BE については、やや歪みを持った分布になっており、左右対称な正規分布とは若干の相違がある。一方、 EG と EL については、対数正規分布に似た分布を持つことが確認できる。

図A BE , EG , EL の分布

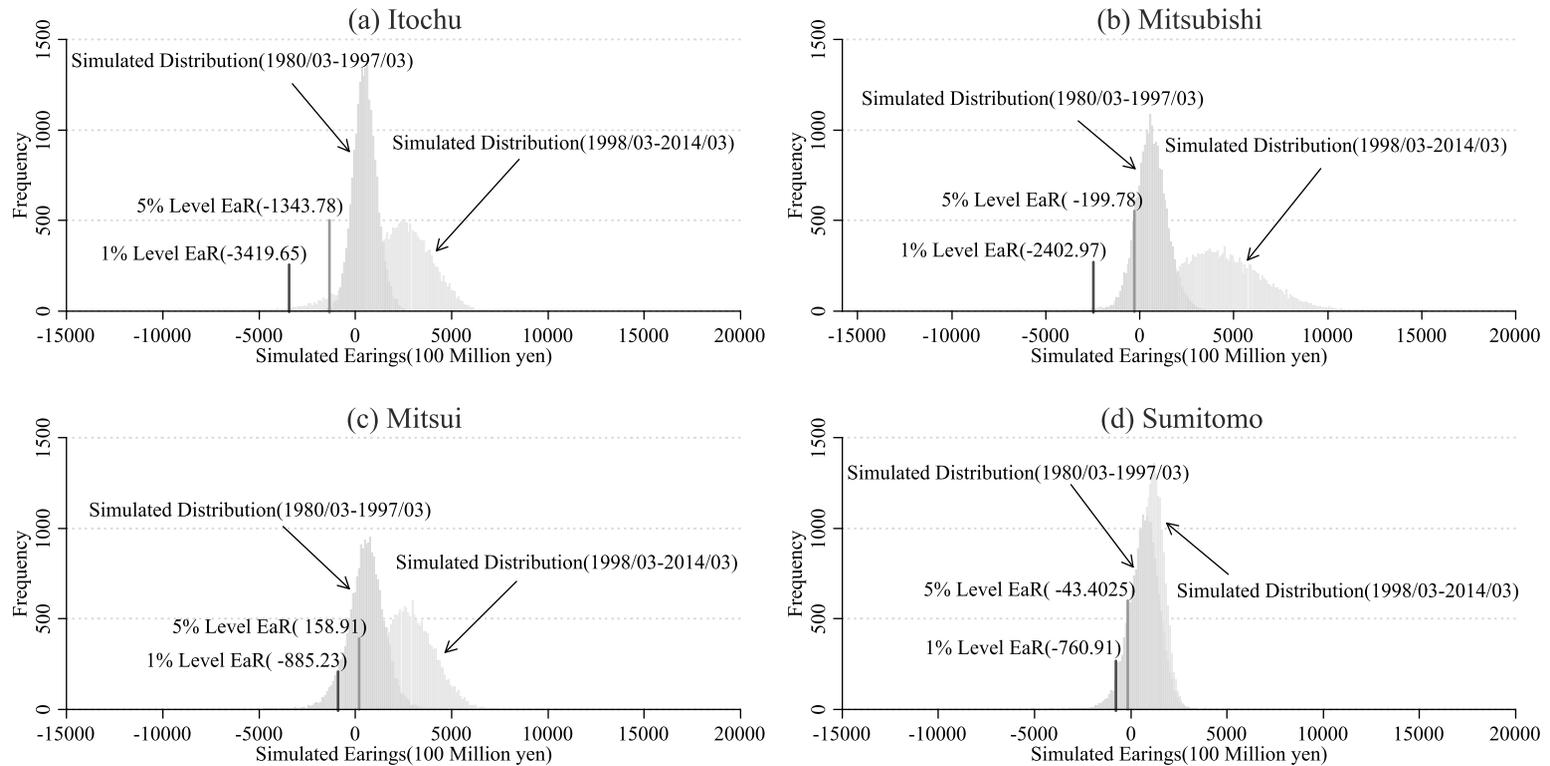


注1：1980年3月期決算から2014年3月期決算までの全上場企業（金融業と保険業を除く）を対象としている。

注2： BE =営業利益/総資産， EG =(営業外収益+特別利益)/総資産， EL =(営業外費用+特別損失)/総資産で計算される。

補論2 総合商社の分析

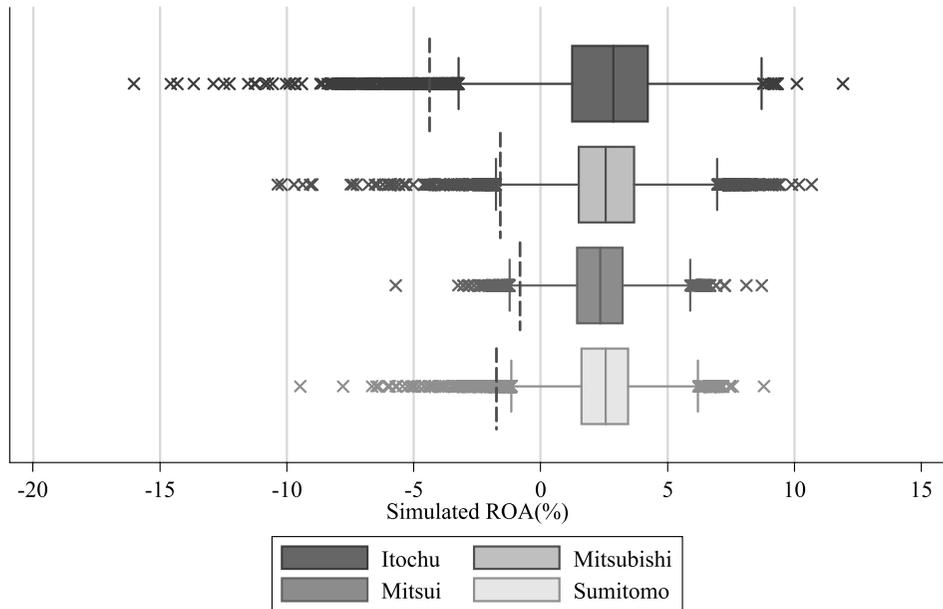
図A 総合商社4社のシミュレーション結果—税引き前当期利益の分布—



注1：縦軸は度数、横軸はシミュレーションで得られた税引き前当期利益（単位：億円）である。

注2：5%Level EaRは信頼水準5%のEaRを示しており、1%Level EaRは信頼水準1%のEaRを示している。また、図中で表示されているEaRはアジア通貨危機後（1998/03～2014/03まで）のシミュレーションで得られた税引き前当期利益に基づいて算出している。

図B シミュレーションで得られた ROA の分布比較—1998/03～2014/03までの推定—



注1：箱髭図における髭の両端は、閾値を表しており、この閾値から外れるサンプルについてはプロットで表現されている。25%点と75%点の ROA をそれぞれ $ROA_{[25]}$ 、 $ROA_{[75]}$ とすると、上限の閾値 U は $U = ROA_{[75]} + 1.5 (ROA_{[75]} - ROA_{[25]})$ で求められ、下限の閾値 L は $L = ROA_{[25]} - 1.5 (ROA_{[75]} - ROA_{[25]})$ で求められる。

注2：赤の破線は ROA の 1%分位点を示している。したがって、信頼水準 1% の EaR を直近の総資産額で除した値に相当する。

参 考 文 献

- マーシュ・ジャパン（2012）『リスクファイナンスサーベイ 分析レポート』マーシュ・ジャパン。
- 藤井健司（2013）『金融リスク管理を変えた10大事件』金融財政事情研究会
- Doff, R., (2008) “Defining and measuring business risk in an economic-capital framework,”
The Journal of Risk Finance, Vol.9, pp.317-333.
- Jorion, P. (2000) “Risk Management Lessons from Long-Term Capital Management,” *Euro-
pean Financial Management*, Vol.6, pp.277-300.
- Knight, F. H. (1921) *Risk, Uncertainty, and Profit*. Hart, Schaffner & Marx, New York.