

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 18 日現在

機関番号：32682

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23530449

研究課題名(和文)ニューラルネットワークモデルによる説明力と構造的リスクの最適化手法に関する研究

研究課題名(英文)On the method of optimization of structural risk using non-linear model

研究代表者

萩原 統宏 (Hagiwara, Motohiro)

明治大学・商学部・教授

研究者番号：40314348

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)：女性が経済分野においても存分にその力を発揮する機会を得ることは、公平・公正といった理念に根ざした社会的な要請であることは言うまでもないが、他方で、少子高齢化が急速に進む中、社会を支えることが競争優位に結びつくという質的な側面からも期待されている。また、国際的にも、いわゆるリーマンショック後、女性の活躍を今後の経済成長の原動力と捉えた取り組みや議論が官民を問わず広がりを見せている。そのような中、本研究は、少子高齢化による労働力減少と女性活用の可能性に着目し、女性ファクターが株価パフォーマンス(超過収益率)と企業パフォーマンスに影響を与えるかを定量的に検証、分析した。

研究成果の概要(英文)：In the midst of globalization, a declining birth rate, and an aging population, it has long been recognized in Japan that the female workforce needs to be better utilized in the Japanese labor market. Among developed countries, Japan lags in terms of the utilizing its female workforce. Various interrelated factors including the custom of lifetime employment, long working hours for full-time employees, lack of measures to support work-childcare balance, discrimination against female employees in the workplace, and a lack of job market awareness among working women are responsible for this lag in female workforce participation. However, if female workforce participation can enhance corporate earnings and competitiveness (a growing need in the current economic environment), then actively promoting the utilization of the female workforce may help companies improve their performance.

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：経営学

キーワード：リスクマネジメント 株式評価

1. 研究開始当初の背景

2007年7月から米国の企業年金の運用利回りが急低下している。この原因として、信用力の低い個人向け住宅融資(サブプライムローン)問題をきっかけとした米国株安やその影響を受けたEU株ならびに日本株の下落があげられている。サブプライムローンを証券化した商品である金融商品が世界中に転売された結果、ローンの焦げ付きがもたらす悪影響が米国のみならず全世界的に影響をもたらしている。証券化されたサブプライムローンの格付が、当初投資適格水準にあると Moody's Investors Service (Moody's) や Standard and Poor's (S&P) により格付されていたが、信用収縮が起きてから格下げを連続して行ったこれら格付機関への非難が続出した。このことに対して、同年8月31日、ブッシュ大統領はボルグソン財務長官が率いる「金融市場に関する作業部会」に対して、サブプライムローンの証券化の実態と証券化商品の格付基準を調べるように指示した。さらに9月11日付け日経新聞によれば、日米欧アジア約20カ国・地域の証券規制当局が格付機関の実態調査を始める予定であり、各当局が参加して9月中にワシントンで開く証券監督者国際機関(IOSCO)の会議に日本を含む世界の主要格付機関を招へいし、証券化商品の格付の方法やその体制をヒヤリングするというものである。

格付をめぐる問題は今回が初めてではなく、過去幾度となく格付の方法や判断基準について問題にあげられてきた。たとえば、1980年代の中南米諸国やメキシコの債務超過、債務不履行時に、米国銀行の経営危機が表面化した時に、格付が急激に下がり、米国銀行は、一斉にMoody'sやS&P等の格付機関を非難した。このとき米国銀行は、この経営危機を不良債権の償却並びに行員の大量解雇を伴う大規模なリストラにより克服し、さらに同時期の米国証券市場の空前の活況により、高収益企業として見事に立ち直った。しかしながら2001年12月に米国のエネルギー関連企業のエンロン社が破綻した際に、債券市場におけるエンロン社債券の取引価格はジャンク債のレベルまで急速に下落していったにもかかわらず、SECの公認格付機関であるMoody'sやS&Pは、エンロン社が破産を申請する直前まで格付を投機的等級に下げなかった。同様に2002年7月に通信関連企業のワールドコムが破産申請を行う直前まで格付を下げなかったことで、信用リスク判断に格付の変更がいつ行けなかったと市場からみなされた結果、格付機関に対する信頼は揺らぎ始めており、格付機関を見る目が厳しくなっている。この状況下で、前述のサブプライムローンの格下げを連続して行うという問題が2007年に発生したのである。

格付は格付機関毎の情報商品であり、財務情報や経営指標等の定量データのみでなく、格付を取得しようとする企業より直接入手

する定性データを加味し、格付機関毎の意見であるとそれぞれの格付機関から公式に表明されている。Kaplan & Urwitz(1979)がまとめた先行研究によれば、財務指標を定量データとした場合における格付の決定構造における説明力は60~80%程度であり、格付機関毎に異なる定性データに基づく判断の影響を明らかにすることができない。我が国においても新美(1995)によれば、定量データのみを分析した結果ではその説明力は約70%程度であり、残りの30%については、格付機関がどのように定性データを判断しているかは明らかにされていない。

「格付の決定構造」についての先行研究では、格付を従属変数として、発行企業の財務データあるいは財務指標を独立変数とする統計モデルを使って解析しているものが一般的であった。West(1970)あるいは、この領域における先行研究をまとめOLS(最小二乗法)を用いて説明力を上げようとした前述のKaplan and Urwitz(1979)がこの研究領域における先駆的な論文である。Kaplan and Urwitzのモデルは、Palepu, et.al.(1996)が検証したところ、1993年のデータを用いてもなお適合性を有していたと報告されている。

格付の決定構造の分析に財務データを用いた先行研究としては、前述の他にAltman(1968)、West(1973)などがある。またEderington(1985)、Smith and Lawrence(1995)、Nickell, Perraudin and Varotto (2000)のように、順序プロビットあるいはロジット・モデルを適用して、格付取得確率を推定するものから、倒産確率と格付取得確率を同時に推定するより複雑なモデルまで多数報告されている。また企業や銀行の信用リスク分析を試みたものとしてCyert and Thompson(1968)、Carty and Fons(1993)などがあり、また銀行の抱える実際のデータを用いた分析としてDel Angel et al.(1998)、Barkman(1981)、Betancourt(1999)などがある。さらにパネルデータを用いて分析したものにBlume, Lim and Mackinlay(1998)がある。

我が国における格付の決定構造の研究では、安川・椿(1998)が、パネルデータを用いて、日本公社債研究所の格付を分析し、格付の期間効果が少ないこと、各企業の財務内容の悪化に追いついておらず、総じて格付のランクが高いことを見いだした。仁科(2000)においては、S&Pの格付を有する日米両国企業の格付を分析し、S&Pは日米で同じ尺度で格付の付与を行っていないこと、日本企業はディスクロージャーの透明性の低さより格付の一貫性の低さ、ならびに高格付企業はやや過大評価され、低格付企業はやや過小評価されていることを見いだした。さらに安川(2005)は、Moody'sのデータを用いてパネルにより、格付の決定要因が同一の企業中においても期間によって変化していることを確認している。その他の研究として、新見(1998)は、段階的判別分析により日系格付機関と米国系

格付機関の決定要因の相違を分析している。さらに中山、森平(1998)は、Ordered Probit Modelにより、JBRIとMoody'sの格付の決定要因における相違を分析している。しかしながら定量データのみでは説明力が60%~80%であり、定性データによると思われる部分については、未だに説明できていない。

各格付機関とも、公開されている財務データである定量データに、インタビュー等により得られた定性データを加味して格付ランクを決めているため、「格付は個々の格付機関の意見であり、そのために各格付機関の付与する格付のランクが異なる」と表明している。しかし格付は、企業の信用リスクを図る尺度として銀行などの機関投資家を始めとする投資家に広く利用されており、また社債を発行する場合には必ず格付を取得しなければならないと制度面より義務づけられている。このように格付機関毎の意見を商品としている格付が、公的な扱いを受けていることが問題である。つまり、公的情報と受けとられる格付情報に、投資家が入手しきれない定性的情報が重要な要素として含まれていることが問題である。さらに勝田(2004)の実証結果のように、同一企業に対する各格付機関の付与する格付に統計的有意差が生じていることは、格付を利用する投資家あるいは資金調達を行う企業に混乱を生じさせやすい。そこで定量的データのみを用いる分析により格付の決定構造が明確になれば、投資家にとってより一層判断がしやすいと考える。先行研究においても、定量データを用いた研究が行われているのは、公正性の面からの要請である。

一方社債を発行するあるいは銀行から借入れを行い資金調達する企業にとっては、格付の高低が社債のクーポン・レートあるいは借入金利の高低に影響を及ぼすため、少しでも高い格付の取得が必要となる。企業がどの格付機関に格付の付与を依頼するのが有利であるかを判断する場合に、格付機関毎の格付付与の特性を分析することに定量的データを利用して判断できれば、格付機関の選択が容易に行える。

2. 研究の目的

今回我々は新たな手法としてニューラル・ネットワークを用いて分析する。ニューラル・ネットワークを用いて格付を分析した先行研究としては、Dutta and Shekhar(1988)がS&Pの格付を用いて分析を行ったが、格付企業数がわずか47社分であり、回帰分析との比較を行ったが、統計的に有意な差はなく、格付の決定構造の決定にニューラル・ネットワークが利用できるのではないかという、道を開いたのみである。次にSurkan and Singleton(1990)が、Moody'sの格付を用いて分析をおこなった。彼らは、Moody'sの格付のAaaからA3までの上から7ランクの格付を用いて、多重判別分析(MDA; Multiple

Discriminant Analysis)との比較を行い、ニューラル・ネットワークは多重判別分析より勝っていると結論づけた。さらにMaher and Sen(1997)は、Moody'sの格付を用いて、分析をおこなった。彼らは、ニューラル・ネットワークがロジスティクス回帰よりもよりいっそうフィットすることを見いだした。

我が国におけるニューラル・ネットワークを用いた先行研究としては、小笠原(2004)が決定木手法とニューラル・ネットワークにより信用力の高い企業と低い企業のカテゴリを分類し、両者を比較し、ニューラル・ネットワークのほうが決定木手法より分析精度が高いことを実証している。また時永・李(1993)、辰巳(1998)や田辺ら(2007)はニューラル・ネットワークを使った新たな格付方法を提唱している。格付の決定構造の分析については、先行研究にもあるように決定木分析やニューラル・ネットワークといったノンパラメトリックな手法が、新たな格付手法として提唱されている。しかし金融庁が指定している、指定格付機関の格付についての分析を行っておらず、ニューラル・ネットワークが実際にたえるものであるかどうかの検証をおこなっていない。

そこで本稿における目的は、金融庁の指定格付機関が付与する格付の決定構造の分析手法としてニューラル・ネットワークが十分機能するものであるのか、つまり定量データである財務データを説明変数としてニューラル・ネットワークによる分析を行うことで、先行研究でおこなわれた種々の分析手法より高い説明力を持つのかを検証すること。さらに分析手法として安定したものであるのかを検証するために、2001年より2005年の5年連続期間を取り安定性を検証する。対象とする格付機関は、金融庁の指定格付機関のうち、Fitch Ratingsは日本での格付件数が少ないため除外し、日系の格付投資情報センター(R&I)および日本格付研究所(JCR)、米系のムーディーズ・ジャパン(Moody's)およびスタンダード・アンド・プアーズ(S&P)の4格付機関を対象としている。

3. 研究の方法

データは、東証上場企業で2005年から2010年までの毎3月末にS&P、ムーディーズ、JCR、R&Iの全てから長期社債格付けを与えられている企業である。標本数は表1の通りである。

表1 標本数

2005	2006	2007	2008	2009	2010
32	34	30	31	31	17

各格付機関のサイトから公表されている5年間の実際の累積デフォルト確率(5YDP)と各デフォルト確率に対応するZ値は表2に示されている。

表2 5年累積デフォルト率の実績値およびZ値

	S&P		Moody's	
	5Y DP	Z-value	5Y DP	Z-value
AAA	0.10%	-3.09023	0.00%	-6.0000
AA	0.30%	-2.74778	0.00%	-6.0000
A	0.60%	-2.51214	0.29%	-2.75888
BBB	3.00%	-1.88079	0.69%	-2.46243
BB	11.30%	-1.21073	3.91%	-1.76123
B	25.40%	-0.66196	8.64%	-1.36326
CCC or lower	50.90%	0.022562	100.00%	6.0000
	JCR		R&I	
	5Y DP	Z-value	5YDP	Z-value
AAA	0.00%	-6.0000	0.00%	-6.0000
AA	0.00%	-6.0000	0.04%	-3.35279
A	0.23%	-2.83379	0.65%	-2.48377
BBB	1.01%	-2.32261	1.12%	-2.28352
BB	9.65%	-1.30175	7.60%	-1.4325
B	36.59%	-0.34273	22.73%	-0.74777
CCC or lower	100.00%	6.0000		

このZ値はこの研究におけるANNの出力変数、そして、入力変数は、Zスコアモデル(Altman(1968))によって提示された財務変数を用いる。まず、現在および、将来の収益性の代理変数としてEarnings/Total Assets(RE/TA)、EBITDA/Total Assets(EBTD/TA)、およびEquity/Total Liabilities(MV/TL)を採用し、Net Sales/Total Assets(NS/TA)を、会社の資金効率の代理変数として採用した。Zスコアモデルが選択されている理由は、実務界において非常によく知られており、明確な財務的含意を与えるからであるが、今後、より新しいモデルによって、同様の分析が発展することが期待される。

4. 研究成果

(1)信用危機前後の格付構造の頑健性

格付構造のANNモデルの説明力は、実際のZ値(表2)、そして、推定のZ値とのAICとBICに基づく時間的相関によって測定される。ANNモデルは、モデル学習期間(信用危機前)からランダムに選択されたデータ部分集合

を使用することで推定され、検証期間(信用危機、2008~2010)におけるZ値がそのモデルによって予測され、相関が検証される。これによって、平均した説明力の減少を確認することによって、格付構造の変化を確認できる。

表3 信用危機下の格付構造の変化(上欄:相関の差の平均値(t値) 中欄:AIC 下欄:BIC)

	学習期間 2005~2007			
	2005~2007	2008	2009	2010
S&P	0.98	0.74 (14.63)	0.65 (27.75)	0.89 (9.32)
	-141.33	50.57	66.35	26.22
	-133.18	51.34	67.12	20.93
Moody's	0.91	0.81 (5.25)	0.49 (14.21)	0.64 (1.69)
	164.38	94.89	125.46	78.80
	172.54	116.81	117.77	75.62
JCR	0.98	0.30 (12.04)	0.54 (15.95)	0.27 (12.29)
	138.59	160.50	143.33	99.03
	146.74	161.27	144.10	93.74
R&I	0.98	0.63 (10.42)	0.50 (16.54)	0.80 (8.75)
	-154.78	44.57	52.07	30.37
	-146.63	45.34	52.84	30.37

(2)感応度分析

格付構造の変化をより詳細に分析するために、感度分析を行う。表4は毎年後にすべてのデータによって見積もられていたそれぞれの入力変数の係数の平均値を示している。係数の平均値の著しい変化は格付けの構造の時間的非継続性とそれぞれの変数のウェイトの変化を示唆する。

表 4 感応度分析 (学習期間 = 2005~2007
 検証期間=2008, 2009, 2010)

		S&P				
		WC/TA	RE/TA	EBTD/TA	MV/TL	NS/TA
2005		0.0855	-0.4416	-0.0615	-0.3454	-0.0659
2006		-0.0515	-0.0045	-0.2392	0.0576	-0.1496
2007		-0.3855	-0.1766	-0.0605	-0.1133	-0.2358
2005-07		-0.0704	-0.1479	-0.4624	-1.1939	-0.2835
2008	(t 値)	-0.3680 (-0.06)	-0.2062 (-0.15)	-0.3752 (-0.11)	0.2482 (0.29)	-0.0807 (0.10)
2009	(t 値)	0.3472 (0.26)	-0.2524 (-0.21)	-0.1403 (0.12)	-0.2741 (-0.17)	0.0890 (-0.20)
2010	(t 値)	-0.0680 (-0.01)	-0.2178 (-0.18)	-0.2659 (0.02)	0.0734 (0.16)	-0.0119 (0.20)
		JCR				
		WC/TA	RE/TA	EBTD/TA	MV/TL	NS/TA
2005		-0.3665	-0.2477	-0.5465	-0.2476	-0.2519
2006		-0.0925	-0.4186	-0.2031	-0.2677	0.1769
2007		-1.1233	-0.1582	-0.4796	-0.8288	0.5515
2005-07		-0.1076	-0.4261	-0.0887	0.2465	0.0771
2008	(t 値)	-0.9031 (-0.58)	0.0469 (0.12)	-0.2342 (-0.11)	-0.1685 (-0.17)	0.3039 (0.22)
2009	(t 値)	-0.7149 (-0.43)	-0.5166 (-0.23)	0.0044 (0.03)	-0.3235 (-0.32)	-0.0666 (-0.08)
2010	(t 値)	-0.8916 (-0.45)	-1.2259 (-0.63)	0.8318 (0.57)	-1.1481 (-0.25)	0.7755 (0.44)
		Moody's				
		WC/TA	RE/TA	EBTD/TA	MV/TL	NS/TA
2005		-0.5786	-0.1055	-0.8248	0.0948	-0.2009
2006		0.6112	0.2565	-0.1092	0.2159	0.6959
2007		-0.2745	-0.0331	-0.4999	-0.1322	0.6267
2005-07		-0.2321	-0.2596	-0.4670	1.3233	0.1515
2008	(t 値)	0.0275 (0.24)	-0.2220 (-0.05)	-0.4979 (-0.36)	-0.0632 (-0.12)	0.2671 (0.20)
2009	(t 値)	-0.0985 (0.00)	-0.3547 (-0.29)	-0.2656 (-0.09)	-0.1370 (-0.22)	1.0266 (0.78)
2010	(t 値)	0.1245 (0.27)	-0.5461 (-0.41)	-0.8394 (-0.42)	0.5862 (-0.04)	0.3652 (0.25)
		R&I				
		WC/TA	RE/TA	EBTD/TA	MV/TL	NS/TA
2005		0.0351	-0.6838	-0.5549	0.1738	-0.2363
2006		-0.2796	-0.0629	-0.6270	0.5071	0.3314
2007		-0.0351	0.1372	-0.3961	-0.2569	0.4451
2005-07		-0.2339	-0.4035	-0.4083	0.5743	0.7663
2008	(t 値)	-0.7199 (-0.40)	-0.1762 (-0.07)	-0.2788 (-0.05)	-0.3915 (-0.36)	-0.0272 (-0.22)
2009	(t 値)	-0.2757 (-0.07)	0.0017 (0.08)	-0.0239 (0.11)	-0.8594 (-0.70)	-0.0270 (-0.22)
2010	(t 値)	-0.7219 (-0.27)	-0.8740 (-0.26)	0.4542 (0.21)	-0.9861 (-0.26)	0.2189 (-0.28)

(3)結論

この研究は、ANN に基づいて、BNP パリバ
 ショックから始まるクレジット危機下の格
 付構造の変遷の詳細を確認した。結果として、
 危機(2005-2007)の前のすべての格付機関の
 格付けの構造はクレジット危機(2008)の下で
 説明力を失い、その構造が大きく変化したこ
 とが確認された。ムーディーズのみ、2010年
 までに説明力を回復した一方、S&P、JCR、
 R&I については回復したとは言えない。すべ
 ての格付機関の格付構造を説明する5つの変
 数の係数が、著しい変化を経験したのではな
 く、現在の収益性と将来の収益性に関するウ
 ェイトにおいて変化を経験した。このような
 事実は、格付機関の選択に伴うリスクの重要
 性を示唆している。

入力変数の係数の非有意な変化は、この研
 究で想定されない他の要因の存在を含意し
 ている。今後の課題として、新しいモデルの
 要素に基づく分析により、同様の研究を発展
 できる。例えば、Z-スコアモデルより新しい
 モデル、例えば、Z-スコア+モデルによる発
 展が可能であろう。

多くの政府機関(評価者)が離散的なデー
 タ形式で格付情報を発表する場合に本研究の
 枠組みを汎用できる。それは投資家のより効
 率的な投資、より公正な資産価格形成に貢献
 する可能性があると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者に
 は下線)

[雑誌論文] (計9件)

- ① 「Transition and reversion of Japanese corporate rating structure under the recent credit crises」Motohiro Hagiwara, Yasuhiro Matsushita, Katsuaki Tanaka 『The Journal of Applied Operational Research』, 査読有、Vol5(2), pp.42-47 2013
- ② 「CSR 格付と株式パフォーマンスに関する分析」萩原統宏、山本昌弘、山下洋史、査読有、明大商学論叢 第95巻2号 pp.1-11 2013年
- ③ 「Tests on the transition of rating character around the Lehman Shock」Motohiro Hagiwara 『International Journal of the Japan Association for Management Systems』, 査読有、Vol4(2), pp.1-8 2012
- ④ 「CSR 評価の重みつきファジィ情報路モデル」山下洋史、山本昌弘、萩原統宏、査読有、明大商学論叢 第95巻1号 pp.1-15 2012年
- ⑤ 「On The Time and Cross-Sectional Consistency of Bond Rating Information around the Lehman Shock」Motohiro Hagiwara 『The Bulletin of Institute of Social Sciences Meiji University』, 査読有、Vol5(1), pp.321-340 2012
- ⑥ 「Tests on the change of bond rating tendency

by the Lehman Shock」Motohiro Hagiwara,
『Southern Finance Association 2011 Annual
Meetings, Proceedings』,査読有、2011

- ⑦ 「CSR 評価の一因子ファジイ情報路モデル」山下洋史、山本昌弘、萩原統宏、査読有、明大商学論叢 第 94 巻 1 号 2011 年
- ⑧ 「Did the Lehman Shock have an impact on consistency of rating information?」Motohiro Hagiwara 『Lecture Notes in Management Science』,査読有、Vol3, pp.13-26 2011
- ⑨ 「ニューラル・ネットワークによる格付付与構造の解明のための説明変数の数について」田中克明、勝田英紀、萩原統宏、査読有、経営情報研究 第 18 巻 2 号 pp.25-38 2011 年

[学会発表] (計 5 件)

- ① “Transition and reversion of Japanese corporate rating structure under the recent credit crises” 4th International Conference on Applied Operational Research, Bangkok, Thailand July 25-27, 2012
- ② “On the transition of Japanese corporate rating structure under the recent credit crises” EURO2012, Vilnius, Lithuania 2012/07/08
- ③ “Tests on the change of bond rating tendency by the Lehman Shock” Southern Finance Association 2011/11/17
- ④ “On the Time and Cross-Sectional Consistency of Bond Rating Information Around The Lehman Shock” JAMS/JAIMS International Conference on Business & Information 2011/9/1
- ⑤ “Did the Lehman Shock have an impact on consistency of rating information?” ICAOR'11 International Conference on Applied Operational Research 2011/8/24

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

- 出願状況 (計 0 件)
- 取得状況 (計 0 件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

萩原統宏 (Motohiro Hagiwara)

明治大学・商学部・教授

研究者番号：40314348

(2) 研究分担者

田中克明 (Katsuaki Tanaka)

摂南大学・経営情報学部・教授

研究者番号：20155120