

# 中小企業に対する債権回収率の実証分析\*

伊藤 有希<sup>†</sup> 山下 智志<sup>‡</sup>

## 概 要

信用保証協会の求償債権の回収データを用いて回収率の分析を行った。バーゼルⅡ実施のため個別企業の債権回収率の計量方法を確立することが金融機関にとって急務となっているが、データの機密性から債権回収率の性質について公開された分析結果がほとんどない。

本研究では、資本市場で取引されない銀行貸付債権の回収率の要因を分析した。具体的には、担保の有無などの債権ごとに付随する契約やデフォルト以前の企業の財務データや業種などの要因が回収率に与える影響を調べた。また、デフォルト直前の財務データだけでなく一期前の財務データを用いることで、デフォルト直前の財務データの変化と回収率の関係を調べた。分析に用いた計量モデルは、2項ロジットモデル、順序ロジットモデルである。また、本研究では新たに回収率と代位弁済からの経過時間との関係を分析した。

この結果、海外の先行研究で見られるように日本の債権回収率も双峰分布に従うことが確認された。さらに、貸し渋り対策として打ち出された金融安定化特別保証制度で貸付された債権は回収率が低いことが示された。

キーワード：債権回収率, 信用リスク, 信用保証協会, 銀行貸付, 金融安定化特別保証.

---

\*本稿について多くの有益なコメント、アドバイスを頂いた学習院大学 経済学部 福地純一郎教授、一橋大学 経済研究所 小西葉子講師、金融庁 金融研究研修センター 矢野浩一研究官に感謝致します。本稿で用いた貴重なデータを提供して頂いた全国保証協会連合会、データの収集加工に協力いただいた有限責任中間法人 CRD 協会に深く感謝致します。当然ながら、有りうべき誤謬は執筆者のみに帰するものである。なお、本稿は執筆者の個人的な見解であり、金融庁及び金融研究研修センターの公式見解を示すものではない。

<sup>†</sup>一橋大学 経済学研究科 博士課程、金融庁 金融研究研修センター 専門研究員；ed061001@srv.cc.hit-u.ac.jp

<sup>‡</sup>大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 統計数理研究所 准教授、金融庁 金融研究研修センター 特別研究員；yamasita@ism.ac.jp

# 1 はじめに

## 1.1 回収率モデル

信用リスクの計量化モデルの伝統的なアプローチは Merton (1974)、Black and Cox (1976) などに代表されるようにデフォルト確率 (PD: Probability of Default) の推定を目的としていた。しかし、信用リスク全体の推定精度は、デフォルト確率だけでなく、回収率 (もしくはデフォルト時損失率 (LGD: Loss Given Default))<sup>1</sup> やデフォルト時エクスポージャー (EAD: Exposure At Default) の三つのパラメータを正確に推定できるかにかかっている。バーゼル II において、金融機関の必要自己資本を求めるためにはこの三つのパラメータを必要としている。特に内部格付モデルの先進的アプローチを選択した場合、デフォルト確率だけでなく回収率およびデフォルト時エクスポージャーを推定するためのモデルを、金融機関が作成しなければならない。このような社会的背景をもとに、近年になって回収率に関する分析や、推定のためのモデル構築を扱う研究がなされてきた。

回収率を扱う研究を分類すると、ひとつは実際の回収データを用いた実証分析である。これはデフォルト企業の債権回収に関するデータを収集し、回収率に与える要因、回収率の分布などを分析するものである。もうひとつは回収率の決定要因をモデル化し、将来の回収率を予測する研究である。回収率の予測モデルは、デフォルト確率の予測モデルに準拠しており、構造型モデル、誘導型モデル、統計型モデルに分類される。

構造型モデルは Merton (1974) によって提唱され、企業価値がある確率過程に従って変動し、ある一定の値 (債務額とすることが多い) を下回るとデフォルトすると仮定される。構造モデルの中で最も基本となる Merton モデルにおいては、満期時点の企業価値が債務額面を下回ったときは企業価値が回収金額に相当し、債権者にとっての債権回収額は企業価値を原資産とするプットオプションの価値と同様の数学的記述が可能である。Merton モデルの発展型として複数の満期を扱った Geske (1977) などがあり、この場合も回収率を計算することができる。また Guha and Sbuelz (2002)、Guha and Sbuelz (2004)、山下・吉羽 (2007) らの研究で見られるように担保や優先劣後構造、追加融資などの要因も組み込むことが可能である。

しかし、Merton モデルの場合、満期以外の時点でのデフォルトは認めておらず、実用性に欠ける。そのため、Black and Cox (1976)、Longstaff and Schwartz (1995)、Giesecke (2006) などの満期以外の時点においてもデフォルトの可能性を認めたモデルが提案されている。このモデルを初到達時刻モデル (First Passage Time Model) という。初到達時刻モデルでは、デフォルトは企業価値が一定の値を下回った瞬間にデフォルトが起こる。伝統的な初到達時刻モデルにおいて、回収率は外生変数として与えられ、モデルの目的は主にデフォルト確率の算定に向けられていた。初到達時刻モデルによって回収率を計算する場合、Zhou (2001) のように企業価値がジャンプ拡散過程に従って変動する、あるいは、敦賀・山下 (2007) のようにデフォルト境界が不確実もしくは情報が無いとするなどの追加の仮定が必要となる。

誘導モデルは Jarrow and Turnbull (1995)、Madan and Unal (1998)、Duffie and Singleton (1999) が代表的な研究であり、現在存続している企業の社債や銀行貸付のリスクプレミアムが、デフォルト確率 (正確にはハザードレート) と回収率によって決定されていると仮定する

<sup>1</sup> 回収率 = 1 - LGD で定義される。

分析方法である<sup>2</sup>。もともとは社債の理論価格であるが、社債価格を既知とした場合にハザードレートと回収率の一方がわかればもう一方もわかるという構造を成している。そのため回収率を推定するためにはハザードレートあるいは他の条件を外生的に与える必要がある。Jarrow (2001) や山下・木原 (2004) は社債と株式の誘導モデルを連立することによって回収率を推定している。

統計モデルは過去の回収実績と回収率を決定すると考えられる要因のデータを収集し、回収率を要因の関数で記述する。要因の候補となる変数は、一般的な財務データの他に、貸付条件（担保や優先順位）などが考えられる。また共通変数としてマクロ変数も考えられる。ただし、回収率データや回収率の要因となるデータは、一般的に機密性が高く公開されたデータベースはほとんどない。このことが統計モデルの研究成果が少ない原因となっている。特に日本においては回収実績データを元にした分析はほとんど見られない。これは回収率に関する統計モデルの研究がないというだけでなく、日本における回収率の決定要因についても未だ研究が進んでいないことを意味する<sup>3</sup>。

構造モデルや誘導モデルは過去の債権回収データからではなく、市場で取引される株価や社債価格などから回収率を推定できるものが多い。しかし、本研究で分析した中小企業のように公開された資本市場で株式や債券の取引がほとんど行われない場合はこれらのモデルをそのまま適用することは難しい。統計モデルであれば、株価や社債価格が存在しなくとも金融機関が保有している貸付データベースから回収率を推定することは可能である。このため実務的に有意義なアプローチであり、バーゼルⅡにおいても内部格付モデルの回収率推定の主要なモデルになっている<sup>4</sup>。

## 1.2 回収率に関する実証分析

この節では、銀行貸付の回収率に関する実証分析を行った先行研究について述べる。データの入手が困難であるため、資本市場での取引されるデフォルト社債などの回収率の実証分析に比べて、市場で取引されない銀行貸付の回収率に関する実証分析は少ない。主な先行研究の概要などは表1、表2にまとめた。

Asarnow and Edwards (1995) は、アメリカのシティバンクの回収率を分析し、回収率が（分布の両端に標本が集中しているという意味で）双峰分布に従っていることを示した。また、債権額と回収率に負の相関が見られるが統計的に有意とはならないと述べている。

Hurt and Felsovalyi (1998) は、ラテンアメリカの各国のシティバンクのデータを用いて回収率を分析し、Asarnow and Edwards (1995) と同様に回収率が双峰分布に従っていることを示した。彼らは、債権額が大きいほど回収率が小さくなる傾向があると述べている。

Araten, Jacobs and Varshney (2004) は、アメリカのJPモルガン・チェース銀行の回収率を分析した。他の先行研究と同様に回収率が双峰分布に従うことを示した。担保付きの債権は無担保債権に比べて回収率が高いと述べている。さらに、業種は回収率に対して有意に影響を与えないという結果を示した。また、集計データを用いてデフォルト率の高い年にデ

<sup>2</sup>一般的な誘導モデルは、この他にも金利の期間構造が要因となっている。

<sup>3</sup>Frye (2000) など海外では回収率の分布型や要因についてモデル化した分析が存在する。また日本においても格付の集計データに対する統計型回収率モデルとして、安道・山下 (2005) がある。

<sup>4</sup>Basel Committee on Banking Supervision (2006) によると内部格付モデルにおいては、基本的に過去7年間の実績データを使用することを義務づけている。

フォルトした債権は回収率が低くなることを示した。

Franks, de Servigny and Davydenko (2004) はイギリス、フランス、ドイツの10の銀行の回収率のデータを用いて分析した。回収率は各国とも双峰分布に従っていると述べている。債権額および企業規模(売上)に関しては回収率と相関性が見られなかった。銀行と企業の取引期間が長いと回収率が大きくなる傾向が見られた。GDPの成長率については、ドイツとフランスでは回収率に対して負の相関があることを示した。さらに影響の与え方は担保の種類によって異なるが、担保が回収率に大きな影響を与えることを示した。

Dermine and de Carvalho (2006) はポルトガルの最大の銀行である Banco Comercial Português のデータを用いて回収率の分析を行った。彼らは被説明変数を回収率とおき log-log 関数を用いて GLM 推定を行っている。その結果、担保が回収率を大きく、債権額の大きさが回収率を小さくするという傾向が見られた。また、業種によって回収率と関係性が存在するということが示された。Franks et al. (2004) の結果と異なり銀行との取引の長さや GDP の成長率と回収率の関係は有意にならなかった。彼らの研究でも回収率は双峰分布に従っている。

以上の先行研究をふまえ、本研究では信用保証制度の求償債権回収の実績データセットをもとに回収率の決定要因について調べる。統計モデルを用いた回収率推定について簡単な手法を紹介し、モデルから要因を推定する。以下、2節において信用保証制度について紹介し、3節では信用保証協会の回収実績データの基本的性質について述べる。4節では代位弁済が発生してからの経過時間が回収率に与える影響について考察する。5節は回収実行の有無や回収率の程度を統計モデルによって分析し、選択された変数やパラメータの値から回収率の決定要因について説明する。6節はまとめと残された課題を提示している。

先行研究	対象	観測期間	回収率	債権数	双峰分布
Asarnow and Edwards (1995)	USA	70-93	65.2	831	yes
Hurt and Felsovalyi (1998)	LA	70-96	68.2	1149	yes
Araten et al. (2004)	USA	82-99	60.2	3761	yes
Franks et al. (2004)	UK	84-03	75.0	1418	yes
Franks et al. (2004)	FRA	84-03	52.9	586	yes
Franks et al. (2004)	GER	84-03	61.4	276	yes
Dermine and Carvalho (2006)	POR	95-00	71.0	374	yes

表 1: 先行研究の概要<sup>5</sup>

<sup>5</sup>Grunert and Weber (2007) の table 1 を加筆修正したものである。対象の LA はラテンアメリカ、POR はポルトガルを示す。また、回収率の定義などが各研究で異なるため、回収率の大きさを比較する際は注意が必要である。

<sup>6</sup>先行研究で示された回収率の大きさと決定要因との関係を示した。Araten et al. (2004) と Franks et al. (2004) の GDP の成長とデフォルト水準に関しては、個別債権ではなく、集計データを用いた分析である。デフォルト水準とは、ある年の母集団全体の企業の実績デフォルト確率を表す (Araten et al. (2004) の場合は Moody's All-Corporate デフォルト率を用いている)。

	正の相関	無相関	負の相関
企業の規模		Franks et al. (2004)	
債権額		Asarnow and Edwards (1995) Franks et al. (2004)	Hurt and Felsovalyi (1998) Dermine and Carvalho (2006)
銀行との取引の長さ	Franks et al. (2004)	Dermine and Carvalho (2006)	
担保が付随する	Araten et al. (2004) Dermine and Carvalho (2006)		
GDP の成長		Dermine and Carvalho (2006)	Franks et al. (2004)
デフォルト水準			Araten et al. (2004)

	相関有り	無相関
業種	Dermine and Carvalho (2006)	Araten et al. (2004) Franks et al. (2004)
担保の種類	Franks et al. (2004)	

表 2: 先行研究概要 2 (回収率と決定要因との関係)<sup>6</sup>

## 2 信用保証制度

この節では信用保証制度の概要と信用保証協会の回収行動の特徴について述べる。さらに、本研究の分析対象期間に存在した金融安定化特別保証制度について述べる。

### 2.1 信用保証制度の概要

信用保証協会に関する資料としては江口 (2005) が詳しい。信用保証制度とは、中小企業が銀行等の金融機関から事業資金の融資を受ける際に信用保証協会が保証人となって借入を容易にし、中小企業の育成を支援する制度である。信用保証を受けた中小企業がデフォルト状態に陥ると、信用保証協会は中小企業の金融機関からの借入の元本と利子分を立て替えて払う<sup>7</sup>。これを代位弁済と呼ぶ。代位弁済発生以降は、信用保証協会が中小企業に対して代位弁済額を債権として持ち(求償債権と呼ぶ)デフォルトした中小企業に対して回収を行う。本研究では、求償債権の回収データを用いて代位弁済額がどの程度回収されているかについて分析した。

### 2.2 信用保証協会の回収の特徴

信用保証協会の回収は一般の金融機関の回収とは異なり、以下で述べるように 1. 債権放棄をしない、2. 回収期間が長い、3. デフォルトから回収を実行するまでに時間差が存在する、4. すべてワークアウト回収となるといった特徴がある。

各信用保証協会は、中小企業に対する信用保証を承諾する際に中小企業金融公庫と保険契約を結ぶ。もし、中小企業がクレジットイベントを起こし代位弁済が発生すると、中小企業金融公庫は代位弁済額の 70% から 90% (保険契約時に定められた保証率) を各保証協会に支払う。求償債権を回収すると各信用保証協会は中小企業金融公庫から支払われた保証率に応じて按分納付しなければならない。これを信用保険制度と呼ぶ。信用保険制度は、各信用保証協会が債権放棄しない要因となっている。

<sup>7</sup>2000 年までは、元金の一部分のみを保証する部分保証制度はなく元金の 100% を保証している。

民間金融機関と違い信用保証協会は税制上、回収の見込みのない債権に関して損金決済して節税するメリットがない。また、信用保証協会の主な業務が保証と回収である。このため回収期間が、民間金融機関よりも長いという特徴がある。

代位弁済は金融機関から代位弁済の請求があった後に行われる。さらに、代位弁済を実行した後に求償債権を回収することになるので、実際に中小企業がデフォルトを起こした時点と回収開始時点とは時間差が生じる。

また、信用保証協会は外部のサービサー（回収代行業）を使用しない。関連会社である保証協会債権回収株式会社のサービサーを利用するが、債権を売却してしまうのではなく回収業務を委託する（保証協会債権回収株式会社が回収を行う都度、回収金額が納付される）。よって、回収はすべてワークアウト回収<sup>8</sup>となる。

### 2.3 金融安定化特別保証制度

金融安定化特別保証制度とは、1998年10月（小渕政権時）より実施された中小企業に対する貸し渋り対策で、この制度により信用保証枠を20兆円増やした。この制度を用いた信用保証承諾の際の審査が甘く、モラルハザードを引き起こしていたという指摘がある。今回の分析で、図3、図4、図5などでも分かるようにこの制度を利用して代位弁済を起こした債権の回収率は低いことが示された。

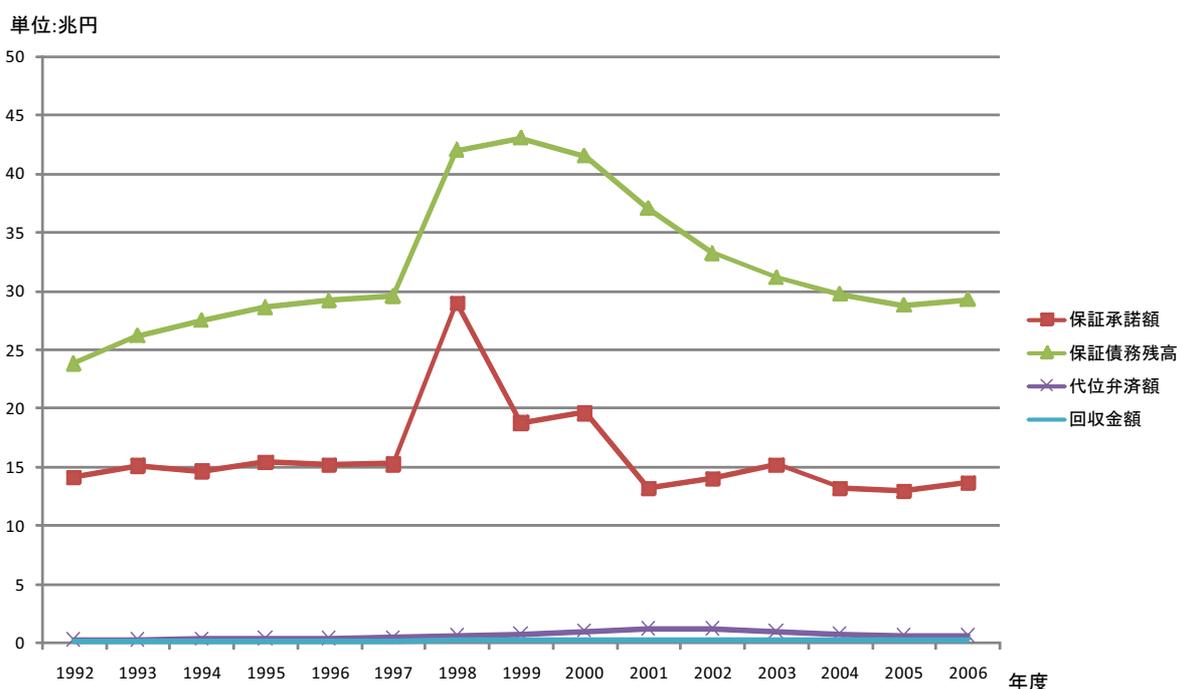


図1: 信用保証実績の推移<sup>9</sup>

<sup>8</sup>ワークアウト回収とは実際に債務者に取立などを行う債権回収を意味する。これに対して、取立などを行わずデフォルト債権を市場等で売却し精算することをマーケット回収と呼ぶ。

<sup>9</sup>図1および図2で用いたデータは社団法人全国信用保証協会連合会 HP (<http://www.zenshinhoren.or.jp/>) より入手した。時間単位は年度である。また、回収金額は1969年度からのすべての求償債権についての回収金額である。

<sup>10</sup>代位弁済率は代位弁済額 / 信用保証残高である。

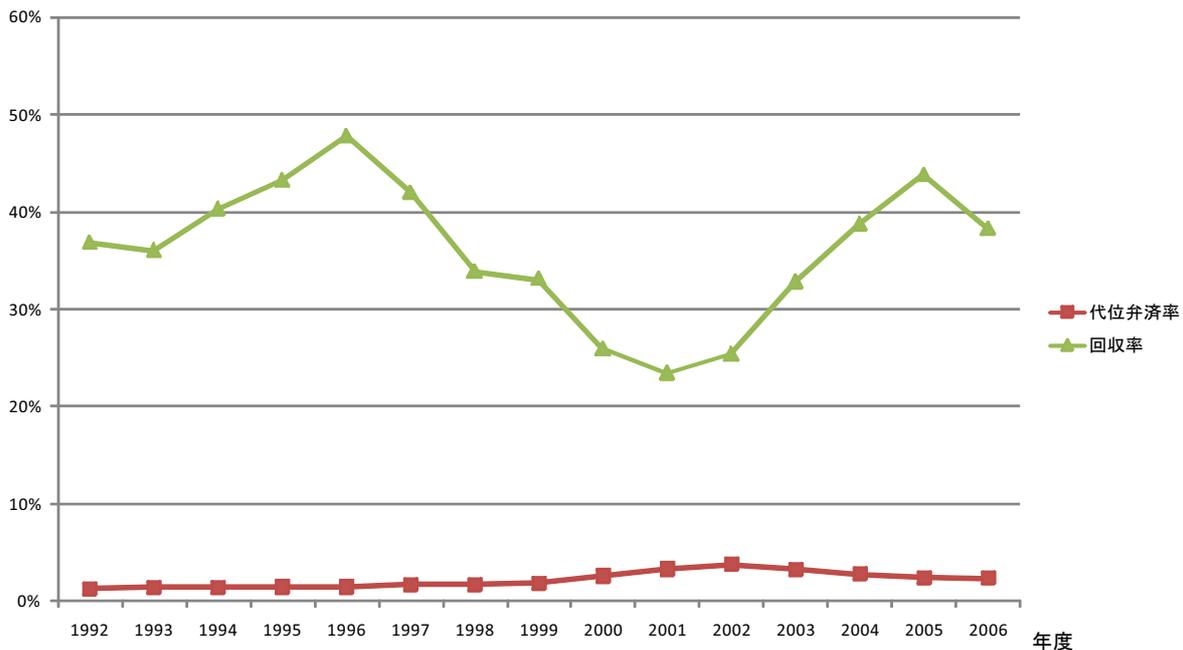


図 2: 回収率と代位弁済率の推移<sup>10</sup>

### 3 回収データ

本節では、代位弁済企業に対する債権回収に関するデータの特徴について述べる。さらに、本研究で用いたデータセットの基本的な情報について述べる。

#### 3.1 変数と時点

代位弁済が発生した企業を分析する場合、各債権について代位弁済より前、代位弁済時点、代位弁済より後の時点で得られる変数が異なる。このような問題はデフォルト企業を分析する際に一般に起こりうる。

代位弁済を行う前は各企業とも通常の企業活動を行っていると考えられ、財務データや従業員数など企業固有のデータを入手することができる。また、金融機関からの借入や信用保証契約に関する変数（担保や金融安定化特別保証制度の適用の有無など）もこの時点に存在する。代位弁済時点で得られる変数としては、代位弁済時点での企業の状態、代位弁済に至った理由、代位弁済額などが挙げられる。代位弁済以降に得られる変数は、回収日時、回収金額、回収方法などがある。代位弁済以降も企業が営業を続けている場合は財務データなどが存在するはずであるが、今回のデータセットには代位弁済後の企業の状態に関する情報は含まれていない。

#### 3.2 データの対象

本研究のデータセットには、1つの企業に対して複数の債権が存在する場合がある。さらに、各債権に対して時間の経過とともに複数回の回収が行われる場合がある。そのため変数は企業ごと、債権ごと、回収ごとに変化するものがある。例えば、企業の売上債権回転

期間といった財務データは企業1つに対して1つしかデータがない。しかし、担保の有無などのデータは債権ごとに存在する。また、回収金額は回収が行われるごとにデータセットに記載される。

### 3.3 データセットの基本的情報

本研究で用いたデータセットは全国信用保証協会連合会より入手した。本研究では、3つの信用保証協会のデータを用いて分析を行った。以下では分析に用いた信用保証協会をそれぞれ保証協会A、保証協会B、保証協会Cと呼ぶことにする<sup>11</sup>。2000年に代位弁済を行った企業のうち、代位弁済時点から18ヶ月以内（決算から財務諸表の公開までに最大3ヶ月のずれが生じるため）の財務データが入手可能であり、さらに一期前の財務データも入手可能であった企業について分析を行った。また、回収に関しては代位弁済発生から24ヶ月経過した時点で観測打ち切りを行った。本研究で用いたデータの概要は、表3、表4の通り。

	保証協会 A	保証協会 B	保証協会 C
企業数	191	485	209
債権数	472	1486	645
回収回数	2601	10818	2243
完済債権数	52	141	52
完済債権率	11.02%	9.49%	8.06%
回収実行債権数	354	1210	396
ポートフォリオ回収実行率	75.00%	81.43%	61.40%
代位弁済額(円)	4,246,182,062	34,208,543,975	7,608,757,883
回収金額(円)	1,048,186,027	8,986,802,033	1,268,310,310
ポートフォリオ累積回収率	24.69%	26.27%	16.67%

表 3: 分析に使用したデータの基本統計量<sup>12</sup>

### 3.4 代位弁済額と回収率

表5は代位弁済額と代位弁済から24ヶ月経過後の累積回収率の相関係数をまとめたものである。担保(土地)があるかないかという条件で債権を分類したとき、債権ごとの代位弁済額と回収率に負の相関があることが示された。これはHurt and Felsovalyi (1998)やDermine and Carvalho (2006)の先行研究と同様に代位弁済額(一般の融資の場合、貸付額にあたる)が大きいほど回収率が低いという結果となった。ただし、担保の有無で分類しなかった場合は、代位弁済額と回収率はほぼ無相関という結果となった。これはAsarnow and Edwards (1995)、Franks et al. (2004)の結果と同じである。このことと表4から、担保の有無が回収率に大きな影響を与えるといえる。

図3、図4、図5は担保の有無でプロットを分類したとき、若干であるが右下がりの傾向がみられ、図からも回収率と代位弁済額に小さいながらも負の相関があることが分かる。

<sup>11</sup>全国に52の保証協会がある。保証協会は、おおよそ都道府県ごとに設立されているが市単位で設立されている例もある。

<sup>12</sup>回収金額は代位弁済発生から24ヶ月後で打ち切った。回収実行債権数とは1円以上の回収が行えた債券の数である。

<sup>13</sup>回収金額は代位弁済発生から24ヶ月後で打ち切った。

	債権の区分	通常	金融安定化特別保証	合計	変数
保証協会 A	担保なし	16.53%	7.97%	12.69%	平均
		32.14%	19.76%	27.58%	標準偏差
		205	167	372	標本数
保証協会 A	担保あり	65.34%	20.98%	64.45%	平均
		44.66%	29.14%	44.74%	標準偏差
		98	2	100	標本数
	合計	32.31%	8.13%	23.65%	平均
		43.14%	19.82%	38.32%	標準偏差
		303	169	472	標本数
保証協会 B	担保なし	19.71%	7.25%	13.63%	平均
		32.39%	18.12%	27.13%	標準偏差
		493	469	962	標本数
保証協会 B	担保あり	44.54%	64.79%	45.42%	平均
		38.87%	38.25%	39.02%	標準偏差
		501	23	524	標本数
	合計	32.22%	9.94%	24.84%	平均
		37.88%	22.94%	35.26%	標準偏差
		994	492	1486	標本数
保証協会 C	担保なし	16.35%	3.35%	9.21%	平均
		30.99%	9.19%	22.80%	標準偏差
		178	217	395	標本数
保証協会 C	担保あり	38.46%	18.44%	33.81%	平均
		43.52%	32.15%	41.97%	標準偏差
		192	58	250	標本数
	合計	27.82%	6.53%	18.74%	平均
		39.54%	17.88%	33.80%	標準偏差
		370	275	645	標本数

表 4: 回収率と担保、金融安定化特別保証制度の関係<sup>13</sup>

	債権の区分	回収率と債権ごと代位弁済額の相関係数	p 値	標本数
保証協会 A	担保（土地）なし	-0.147	0.005	372
	担保（土地）有り	-0.121	0.229	100
	通常の融資	-0.002	0.977	169
	金融安定化特別保証	0.085	0.139	303
保証協会 B	担保（土地）なし	-0.168	0.000	962
	担保（土地）有り	-0.219	0.000	524
	通常の融資	-0.017	0.584	994
	金融安定化特別保証	0.103	0.023	492
保証協会 C	担保（土地）なし	-0.112	0.027	395
	担保（土地）有り	-0.130	0.040	250
	通常の融資	0.026	0.616	370
	金融安定化特別保証	-0.017	0.778	275

表 5: 代位弁済額と回収率の関係<sup>14</sup>

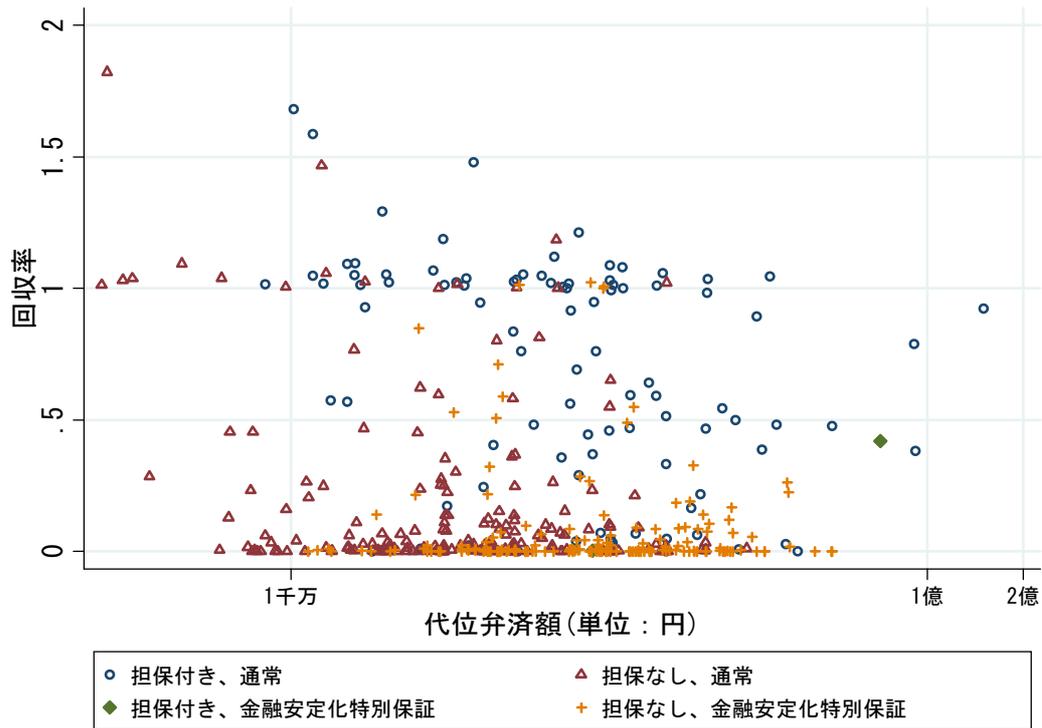


図 3: 保証協会 A : 担保と金融安定化特別保証と 24 ヶ月後累積回収率

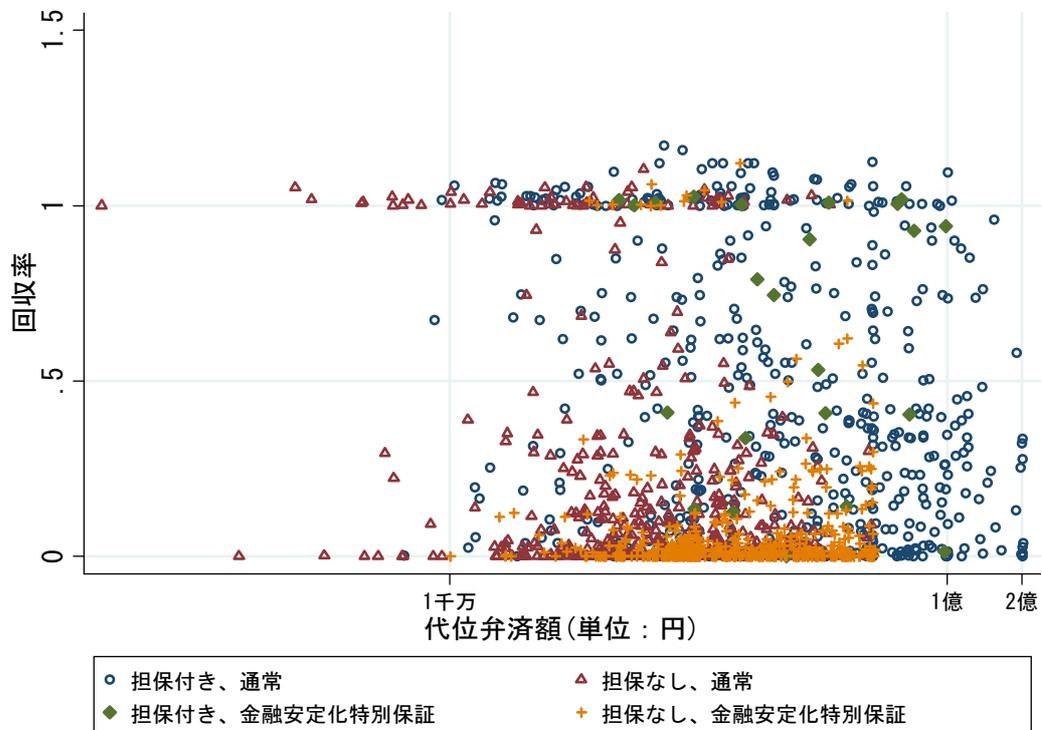


図 4: 保証協会 B : 担保と金融安定化特別保証と 24 ヶ月後累積回収率

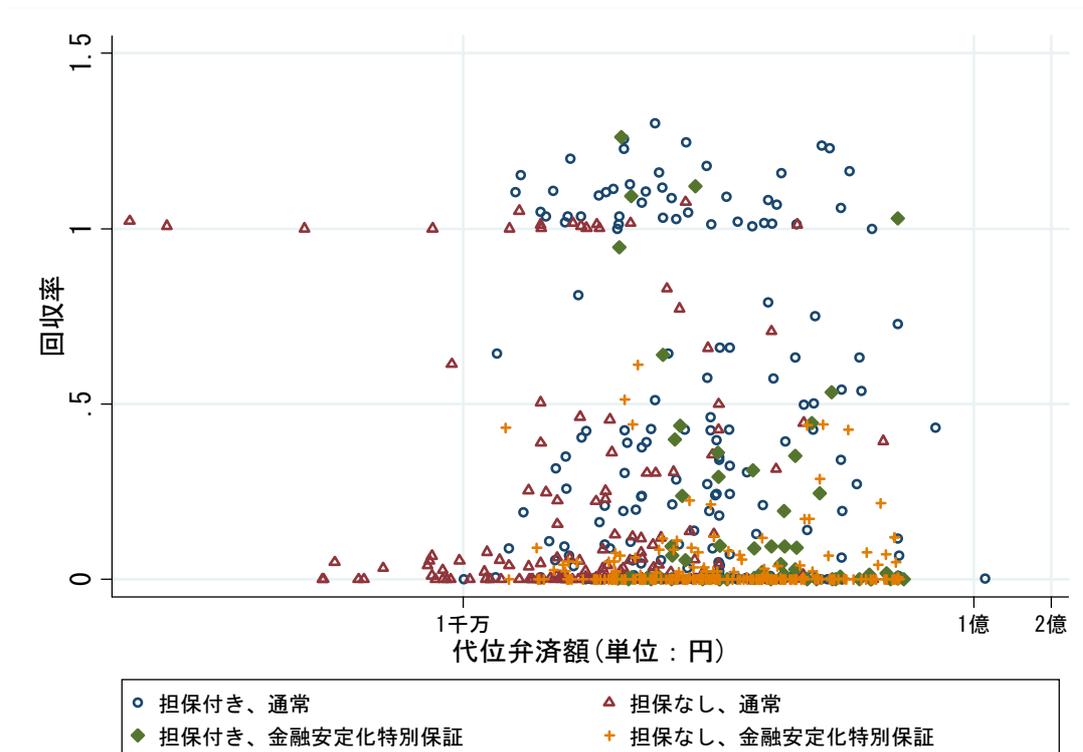


図5: 保証協会C: 担保と金融安定化特別保証と24ヶ月後累積回収率

## 4 経過時間と回収率の関係

### 4.1 経過時間の重要性

一般的に債権の回収は一定の時間をかけて行われる。回収が終了する時点は様々であり、デフォルトから数ヶ月で終了する場合もあれば、数十年の時間を要するケースも存在する。回収終了時点は回収率を考える上で大きな不確定要素となる。

図6、図7、図8に保証協会Aの個別債権の累積回収率と経過時間の関係を示した<sup>15</sup>。ここでは代位弁済額の規模によって三分類している。これを見ると、短期間に債権回収を行いその後全く回収が行われない債権や、月賦払いなどによって回収率が漸増している債権、不定期に回収が行われている債権、全期間を通して回収が全くない債権があることが分かる。

このことは、代位弁済からある一定の時間経過後に回収率を観測したとしても、それが真の回収率（最終的な回収率の確定値）ではない可能性があることを示している。観測時点を代位弁済からあまり経過していない時点におけば、観測される回収率は時間に関して打ち切られているため真の回収率を過小推定している。逆に観測時点を代位弁済時点から大きく離すとすれば、観測される回収率と真の回収率の差異は少なくなる。しかし、回収終了時点が10年を超える債権も散見されることを考えれば、観測期間をバイアスのかからないほど遠い時点におくのは非現実的である。このような理由から観測される回収率と経

<sup>14</sup> $p$  値はピアソンの相関係数の有意性検定の結果である。

<sup>15</sup>図6で100%を大きく越える回収率となる債権が存在するのは、信用保証を受けるための信用保証を分割で払っている間に代位弁済などが起こした企業に対して、信用保証料の未納分も含めて回収を行っているためである。

過時間の関係を分析する必要がある。

本節では3節で紹介したデータについて、代位弁済発生時からの経過時間と回収率の関係について集計、分析を行う。観測の頻度は月次とし、データの制約から24ヶ月で回収の観測を打ち切った。以下、代位弁済からある時点までの時間を「経過時間(単位:月)」と呼ぶことにする。

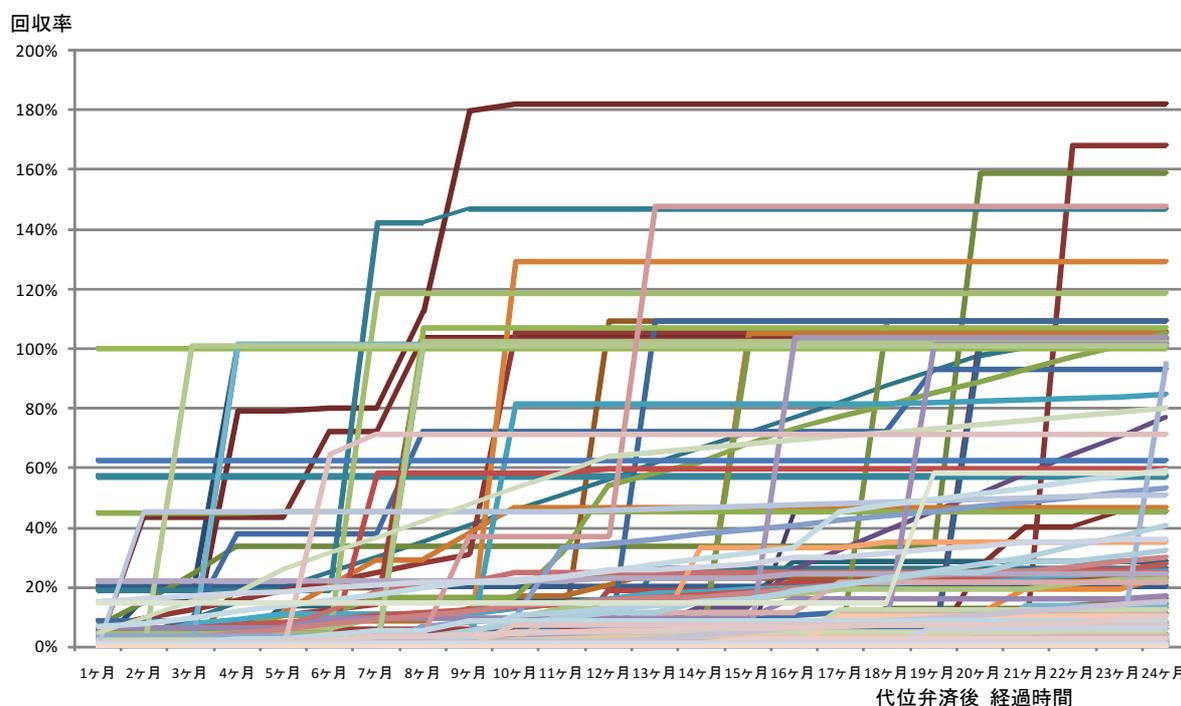


図6: 保証協会A: 個別累積回収率(代位弁済額が500万円以下の216件)

## 4.2 限界回収率

債権*i*に対する時点*t*(単位:月)の回収金額(限界回収金額)を $X_{i,t}$ とする。本研究では、回収の際のコストなどを考慮しない。回収が行えなかった月は $X_{i,t} = 0$ とする。よって、 $X_{i,t} \geq 0$ である。債権*i*の代位弁済から*t*ヶ月経過後の限界回収率 $MRR_{i,t}$ を以下のように定義する。

$$MRR_{i,t} = \frac{X_{i,t}}{B_i}$$

ただし、 $B_i$ は債権*i*に対する代位弁済額である。

図9および図10は、保証協会Cで2000年に代位弁済した企業について、債権ごとの限界回収率のヒストグラムの時間変化を表している。経過時間1ヶ月のときに、限界回収率が0である確率が一番低い。つまり、代位弁済直後は支払いを行っている債権が多いことが分かる。さらに、経過時間が短いうちは限界回収率が大きい債権(つまり、一括で代位弁済額のかなりの割合を返済する債権)が散見されるが、経過時間が長くなるにつれ、限界回収率が大きい債権は見られなくなる。

<sup>16</sup>縦棒は各区間で経過時間は短い方から順に左から並べている。

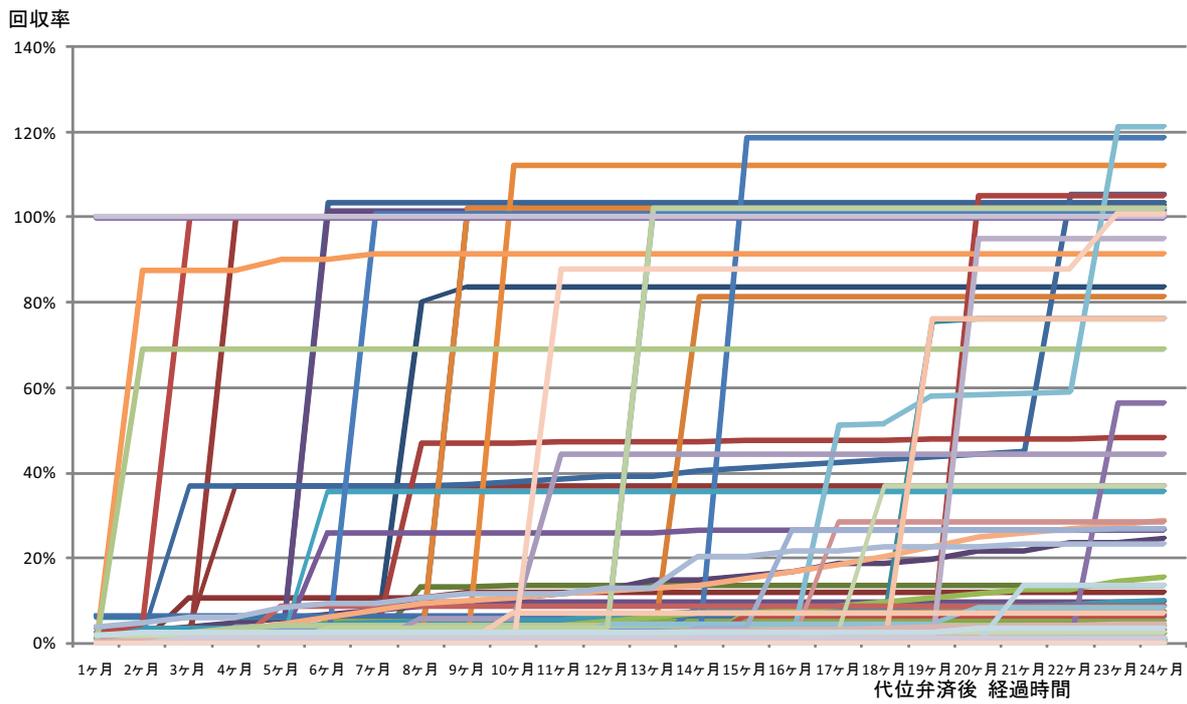


図 7: 保証協会 A: 個別累積回収率( 代位弁済額が 500 万円より大きく 1000 万円以下の 120 件 )

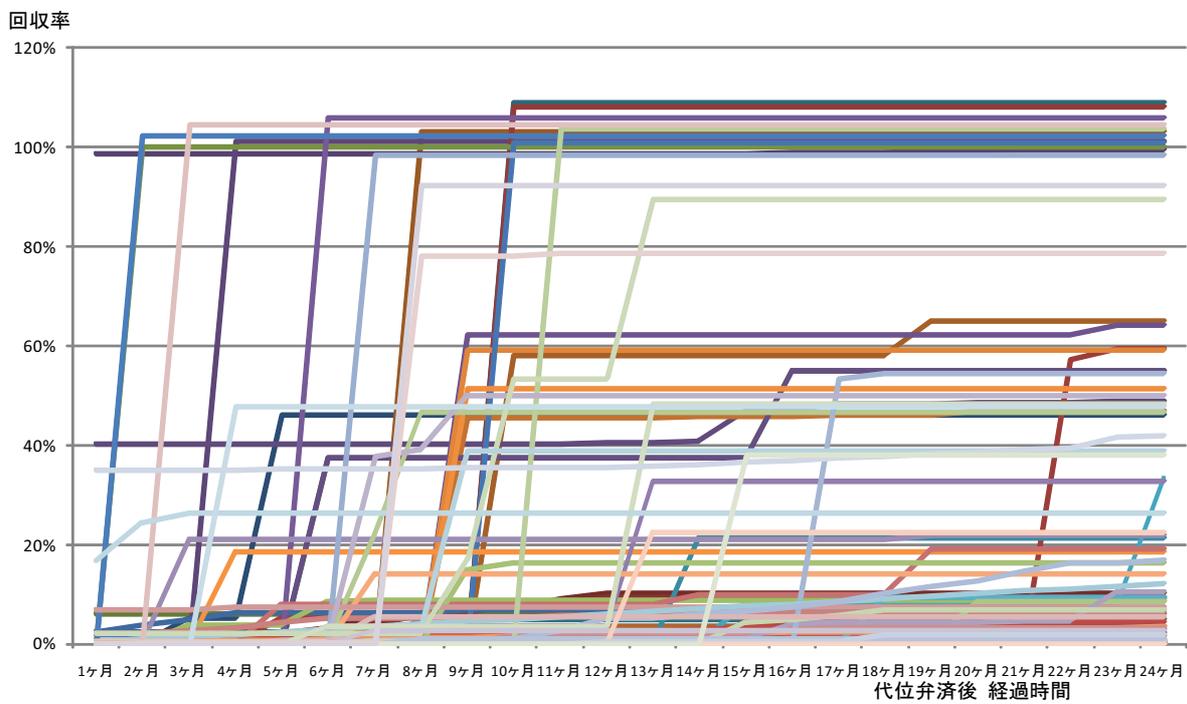


図 8: 保証協会 A: 個別累積回収率 ( 代位弁済額が 1000 万円より大きい 136 件 )

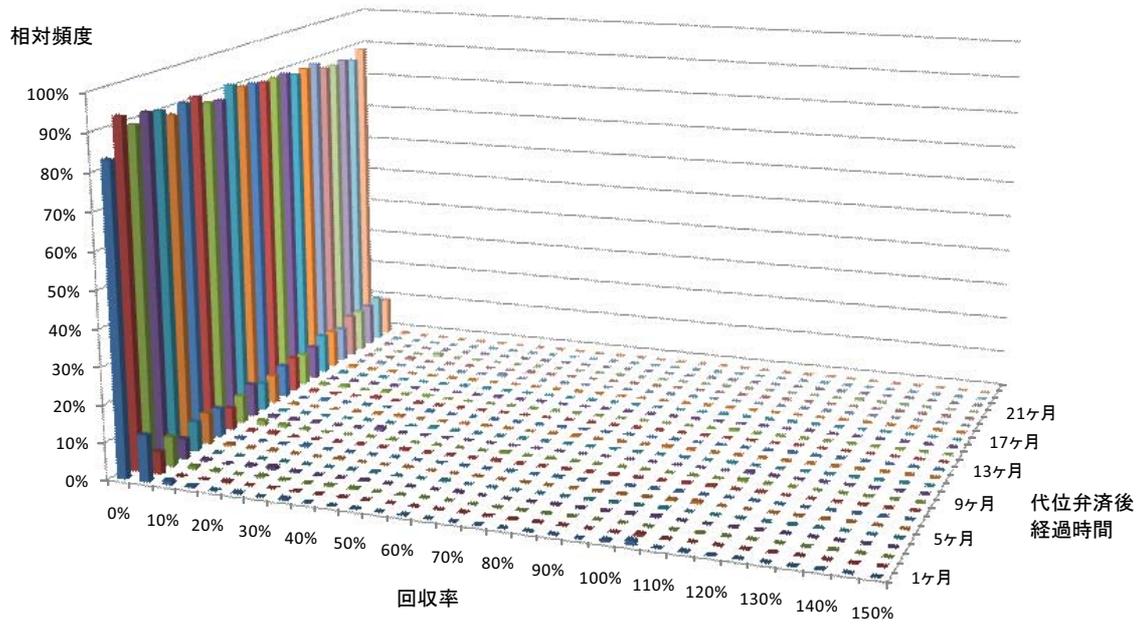


図 9: 保証協会 C : 限界回収率

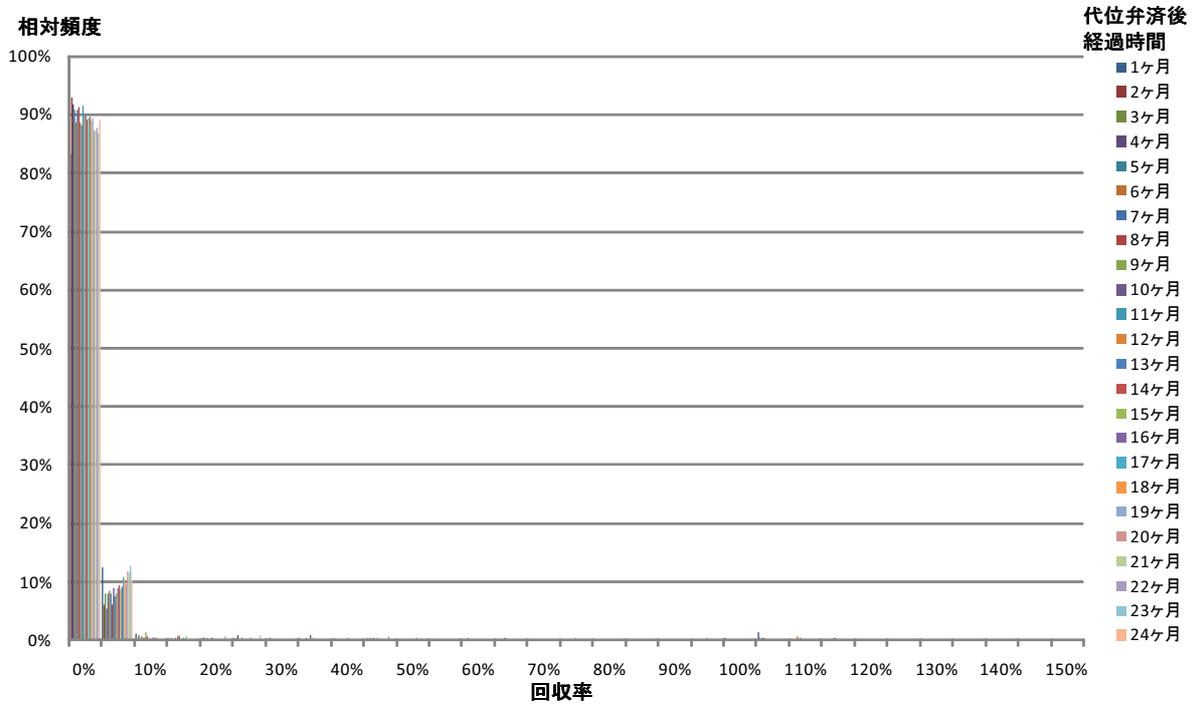


図 10: 保証協会 C : 限界回収率<sup>16</sup>

### 4.3 累積回収率

債権  $i$  に対する代位弁済額を  $B_i > 0$  とすると、 $T$  ヶ月経過後累積回収率  $CRR_{i,T}$  は以下のように定義される。

$$CRR_{i,T} = \frac{\sum_{t=1}^T X_{i,t}}{B_i}$$

$X_{i,t} \geq 0$  であったので、 $CRR_{i,T} \geq 0$  となる。債務者が求償債務（代位弁済額 + 代位弁済額に対する損害金）<sup>17</sup>を完済するためには損害金分も支払わなければならないため  $CRR_{i,T}$  は 1 以上の場合もある。損害金の利率が連続複利であると仮定すると、

$$0 \leq CRR_{i,T} \leq B_i e^{rT}$$

という関係式が成り立つ。ただし、 $r > 0$  は代位弁済に対する損害金の利率である。この関係式は、累積回収率の上限が経過時間  $T$  の関数であることを意味する<sup>18</sup>。回収率の上限が時間とともに変化することが回収率の分析を複雑にしている一つの要因である。

図 11、図 12 は債権ごとの累積回収率のヒストグラムが経過時間とともにどのように変化するかを表したグラフである。図 11、図 12 では、経過時間とともに債権ごとの累積回収率の分布が変化していることが分かる。

図 13 を見ると累積回収率 0% の付近と累積回収率 100% の付近で標本が集中し、本研究でも回収率が双峰分布に従っていること示された。また、Hartigan and Hartigan (1985) の dip 検定を行っても、有意水準 1% で各協会の「24 ヶ月経過後累積回収率が単峰分布に従う」という帰無仮説は棄却された（保証協会 A、保証協会 B、保証協会 C の回収率の dip 検定統計量はそれぞれ 0.0375、0.0435、0.0278 である）。回収率の分布が双峰分布に従うということは、1.2 節で述べた海外での先行研究の結果と一致する。

<sup>17</sup>代位弁済発生時にはもともとの金融機関に対する借入について、元本とそれに対する利子を代位弁済してもらっている。代位弁済発生以降は、代位弁済総額に対して年率 14.6% で損害金が発生する。

<sup>18</sup>ただし、本研究で用いたデータセットによると信用保証料の未納分などの支払いもあるため損害金の利率以上の返済を行っている債権も存在した。

<sup>19</sup>縦棒は各区間で経過時間は短い方から順に左から並べている。

<sup>20</sup>縦棒は各区間で保証協会 A・保証協会 B・保証協会 C の順に左から並べている。

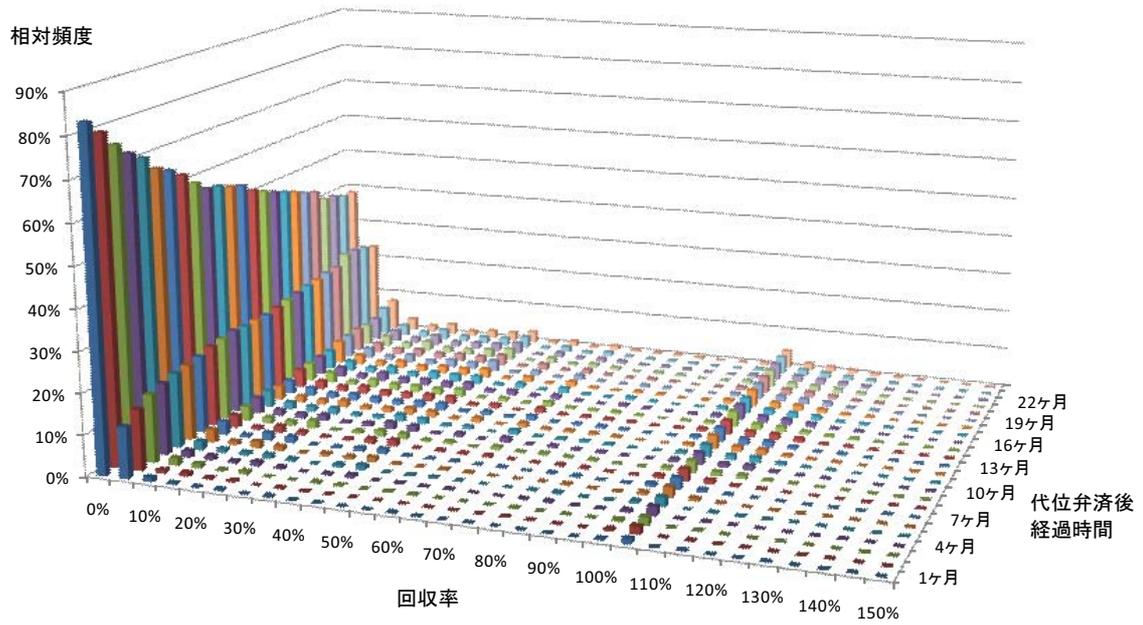


図 11: 保証協会 C : 累積回収率

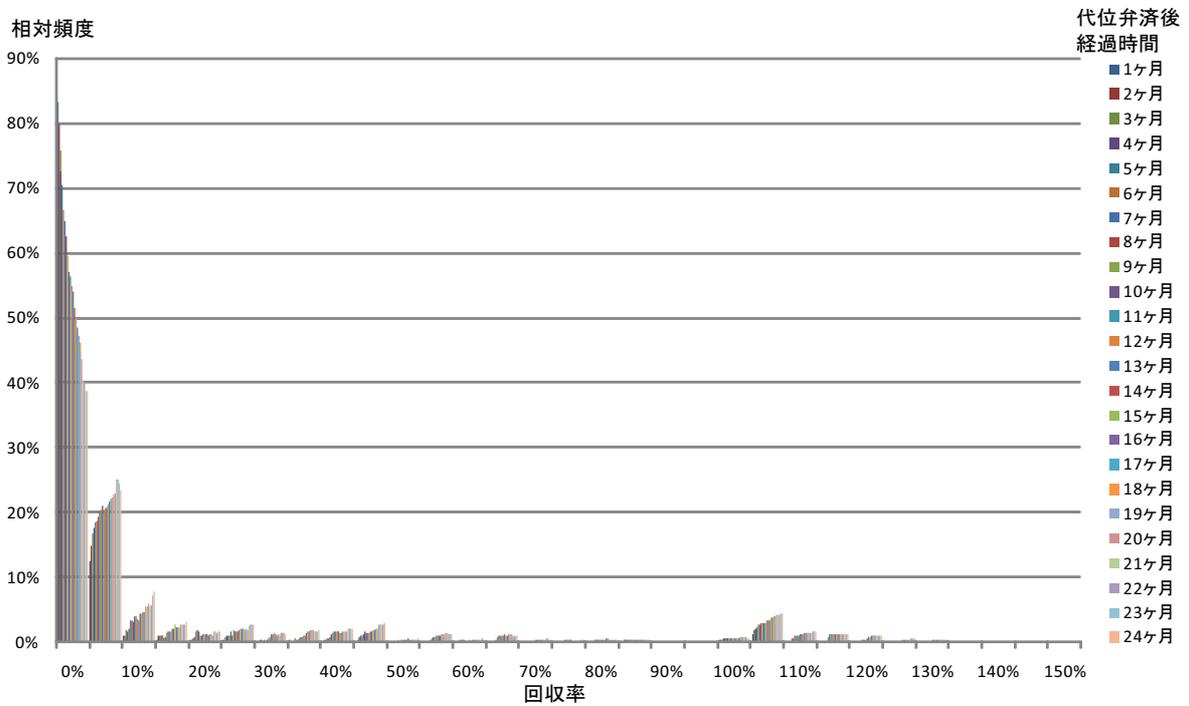


図 12: 保証協会 C : 累積回収率<sup>19</sup>

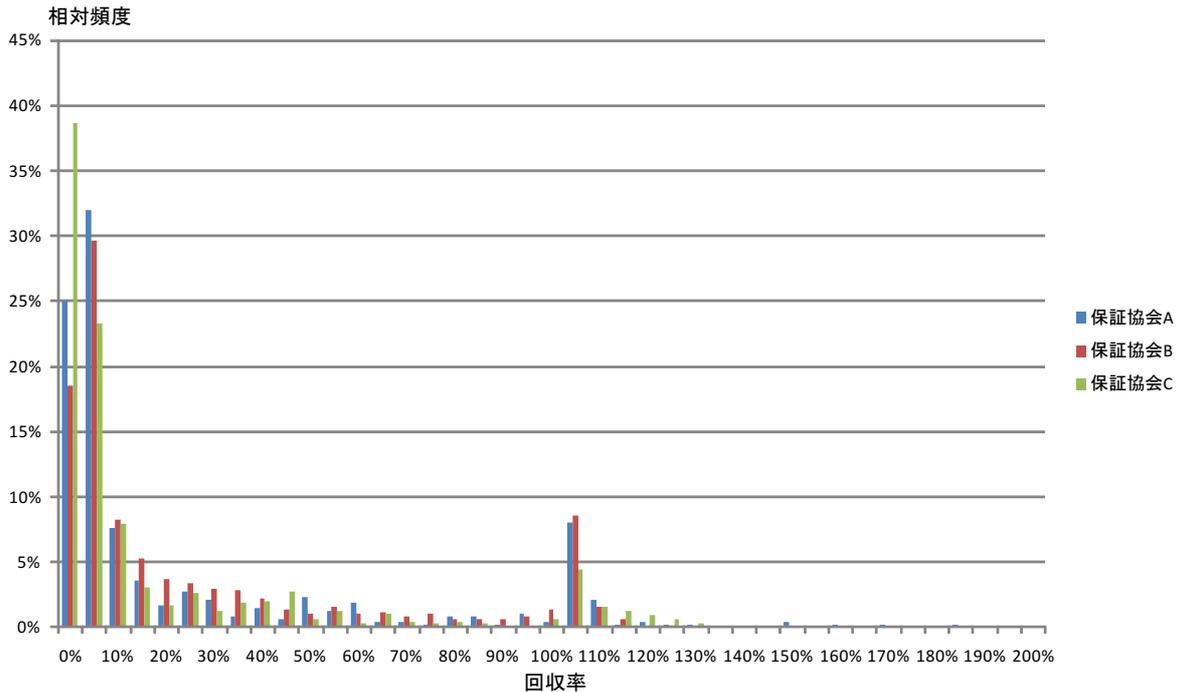


図 13: 保証協会 A・保証協会 B・保証協会 C：代位弁済から 24 ヶ月経過後の累積回収率<sup>20</sup>

#### 4.4 ポートフォリオ回収実行率とポートフォリオ累積回収率

この節では、求償債権ポートフォリオ全体について回収に関する指標を定義する。以下のように、 $T$  ヶ月経過後ポートフォリオ回収実行率  $PRER_T$  を定義する。

$$PRER_T = \frac{\text{代位弁済から } T \text{ ヶ月経過後に累積回収率が正の値である債権数}}{N}$$

ただし、 $N$  はポートフォリオ全体の債権総数である。代位弁済から  $T$  ヶ月経過するまでに 1 円以上の回収が行われた債権数のポートフォリオ全体の債権数に対する比率である。図 14 はポートフォリオ回収実行率と経過時間との関係を表したものである。時間とともにポートフォリオ回収実行率は増加していることが分かる。また、ポートフォリオ回収実行率関数はおおよそ凹関数であり、時間に関して徐々に逡減している。

以下のように  $T$  ヶ月経過後ポートフォリオ累積回収率  $PRR_T$  を定義する。

$$PRR_T = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T X_{i,t}}{\sum_{i=1}^N B_i} = \sum_{i=1}^N w_i CRR_i$$

ただし、 $B_i$  は債権  $i$  に対する代位弁済額、 $w_i = \frac{B_i}{\sum_{i=1}^N B_i}$  はポートフォリオ全体の代位弁済額に対する個別債権の代位弁済額の比率である。 $PRR$  はポートフォリオ全体の代位弁済額に対する、 $T$  ヶ月経過後のポートフォリオ全体の債権の回収額の比率を意味する。図 15 はポートフォリオ累積回収率と経過時間との関係を表したものである。時間とともにポートフォリオ累積回収率は増加していることが分かる。また、ポートフォリオ累積回収率関数はおおよそ凹関数であり、時間に関して徐々に逡減している。

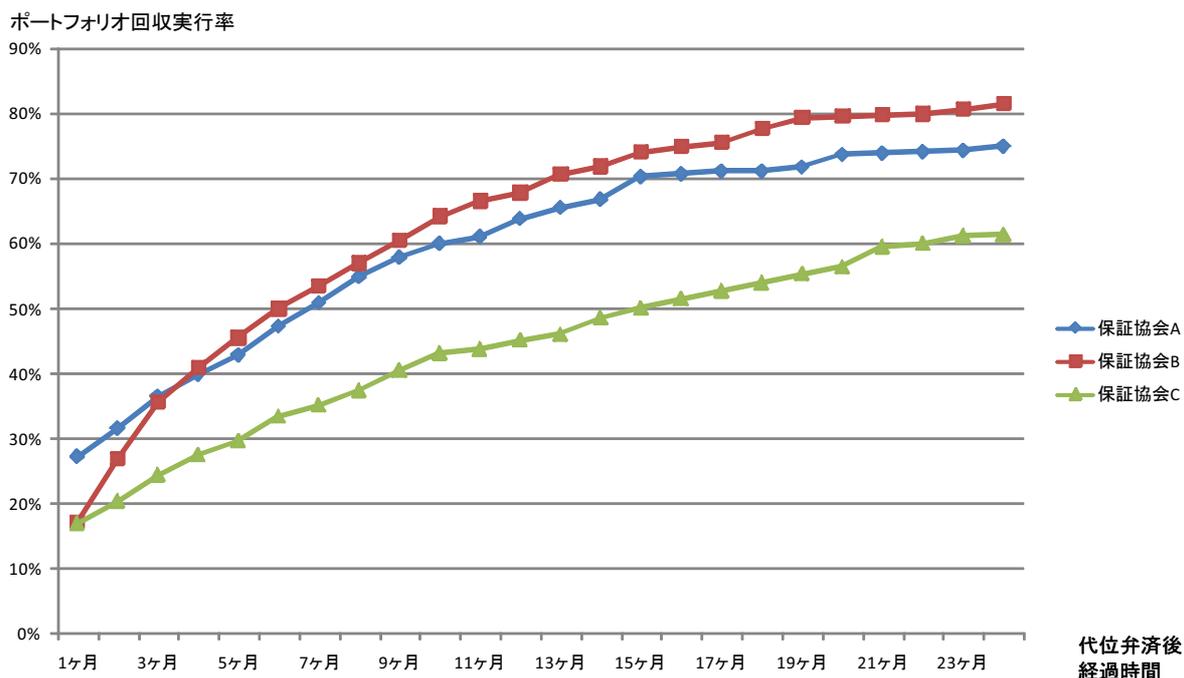


図 14: 保証協会 A・保証協会 B・保証協会 C : ポートフォリオ回収実行率

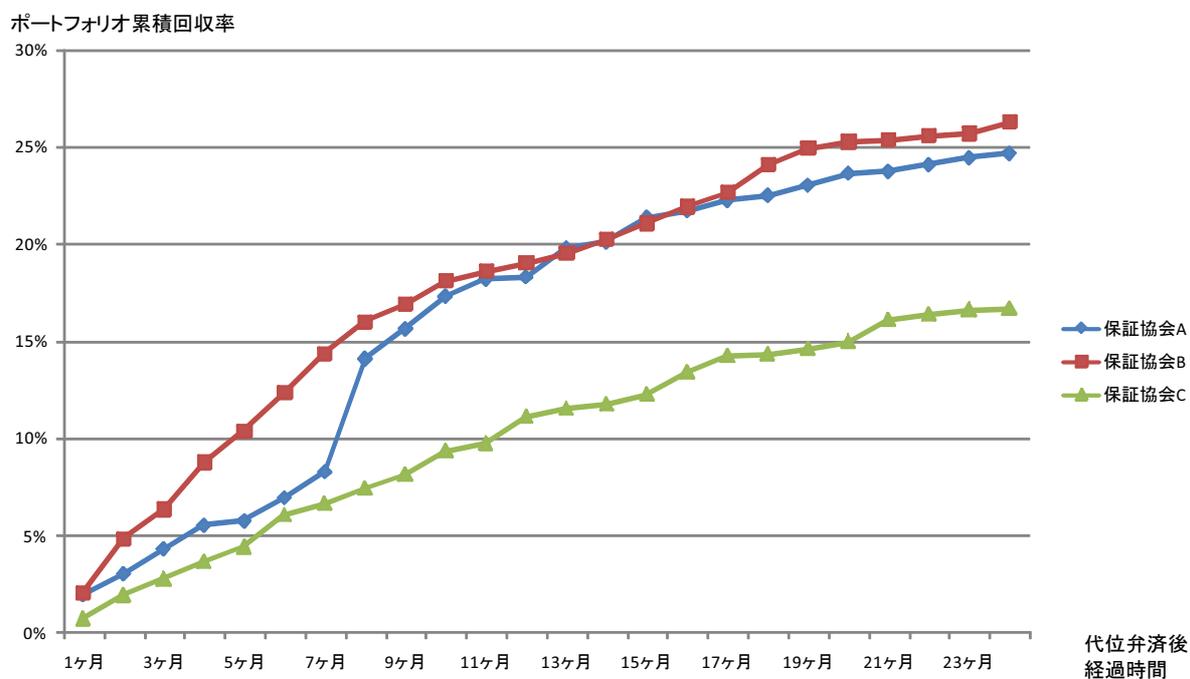


図 15: 保証協会 A・保証協会 B・保証協会 C : ポートフォリオ累積回収率

## 5 実証分析

回収率とデフォルト以前の企業の財務データなどの関連を調べるために、被説明変数をどのように設定するかが問題となる。被説明変数の候補としては、回収の達成ポイントと回収の程度が考えられる。

被説明変数を回収の達成ポイント（一度でも回収が行われたかどうか、回収率 100%となったかどうか、元本に加えて損害金も返済して完済したかどうか）とすることで、回収の達成ポイントに達した債権と達していない債権の違いを分析することができる。

また、被説明変数に回収の程度（回収率そのままを用いる、あるいは回収率を順序カテゴリ化したもの）を用いることで、回収率の差がどのような要因で決定されているかを分析することができる。

本研究では、回収が一度でも行われたかどうか（回収実行性）を被説明変数として、全く回収を行えなかった債権とそうでない債権との違いを 2 項ロジットモデルで分析した。また、回収の程度を順序カテゴリ化して順序ロジットモデルで分析した。2 項ロジットモデルの概要と当てはまり具合の評価については付録 A にまとめた。

### 5.1 回収実行性

#### 5.1.1 推定モデル

保証協会 A、保証協会 B、保証協会 C が 2000 年度に代位弁済した債権について、代位弁済発生から 24 ヶ月後の回収実行性（回収が全く出来ない債権かそうでないか）を被説明変数とし 2 項ロジットモデルで分析した。回収実行性は以下のように定義される。

$$y_i = \begin{cases} 0 & \text{if } CRR_{i,24} = 0 \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases}$$

説明変数には、企業の代位弁済直近の財務指標、代位弁済直近の財務データの変化率、業種、貸付に付随する契約などを用いた。用いた説明変数は、表 6 にまとめた。

企業の代位弁済直近の財務指標としては、安全性、収益性、効率性、変化率、規模を代表する財務データを用いた。安全性に関する財務指標としては「手元流動性」、「固定長期適合率」、「借入金依存度」、「当座比率」を用いた。収益性に関する財務指標としては「総資本営業利益率」を用いた。効率性に関する財務指標としては「売上債権回転期間」を用いた。変化率としては「経常利益の対前年度変化率」、「負債合計の対前年度変化率」を用いた。規模に関する指標としては「従業員数」を用いた。なお、財務データに関しては明らかに誤入力と見られる外れ値が存在したので、各変数についてデータから標本  $x_i$  を一つ取り除いて残ったデータの標本平均  $\hat{\mu}_{x_i}$  と標本分散  $\hat{\sigma}_{x_i}$  を計算し  $x_i > \hat{\mu}_{x_i} + 3\hat{\sigma}_{x_i}$  あるいは  $x_i < \hat{\mu}_{x_i} - 3\hat{\sigma}_{x_i}$  となった場合は  $x_i$  を異常値として処理した。

企業の業種を「卸売業ダミー」、「建設業ダミー」、「製造業ダミー」、「小売業ダミー」、「飲食店ダミー」、「その他サービス業」、「不動産業ダミー」のように分類した。

貸付契約に付随する変数が「担保（土地）ダミー」、「金融安定化特別保証ダミー」である。「都市銀行ダミー」、「地方銀行ダミー」、「第 2 地方銀行ダミー」、「信用金庫ダミー」、「信用組合ダミー」、「商工中金ダミー」は貸し手の金融機関を表す変数である。

説明変数の選択は、符号条件と有意性（10%）で選んだ。

指標	財務指標	計算方法
安全性	手元流動性	(現金預金 + 有価証券その他流動資産合計)/売上高
	固定長期適合率	固定資産合計/(資本合計 + 固定負債合計)
	借入金依存度	(長短借入金合計 + 長短借入金合計 + 受取手形割引高)/資産合計
	当座比率	(現金預金 + 有価証券その他流動資産合計 + 売掛金 + 受取手形)/流動負債合計
収益性	総資本営業利益率	営業利益/資産合計
効率性	売上債権回転期間	(売掛金 + 受取手形)/売上高
変化率	負債合計の対前年度変化率	負債合計 / 一期前の負債合計
	経常利益の対前年度変化率	経常利益 / 一期前の経常利益
規模	期末従業員数	期末従業員の人数

表 6: 説明変数（財務データ）<sup>21</sup>

ダミー変数	計算方法
卸売業ダミー	卸売業 = 1 その他 = 0
建設業ダミー	建設業 = 1 その他 = 0
製造業ダミー	製造業 = 1 その他 = 0
小売業ダミー	小売業 = 1 その他 = 0
飲食店ダミー	飲食店 = 1 その他 = 0
その他サービス業ダミー	その他サービス業 = 1 その他 = 0
不動産業ダミー	卸売業 = 1 その他 = 0
都市銀行ダミー	都市銀行 = 1 その他 = 0
地方銀行ダミー	地方銀行 = 1 その他 = 0
第2地方銀行ダミー	第2地方銀行 = 1 その他 = 0
信用金庫ダミー	信用金庫 = 1 その他 = 0
信用組合ダミー	信用組合 = 1 その他 = 0
商工中金ダミー	商工中金 = 1 その他 = 0
金融安定化特別保証ダミー	金融安定化特別保証制度での貸付 = 1 その他 = 0
担保（土地）ダミー	担保（土地）あり = 1 その他 = 0

表 7: 説明変数（ダミー変数）

### 5.1.2 推定結果

保証協会 C のデータセットに関する分析結果を表 8、表 9 に表し ROC (Receiver Operating Characteristic) カーブを図 16 に示した。保証協会 A、保証協会 B の結果については付録 B.1 節に記載した。分割表、ROC カーブの意義については付録 A 節を参照。

説明変数としては、債権に付随する変数である担保（土地）と金融安定化特別保証が有意となった。担保（土地）がついている債権は回収実行性が大きくなる傾向を示した。また、金融安定化特別保証制度で貸付られた債権は回収率実行性が小さくなる傾向を示した。また、負債合計の対前年度変化率が大きくなる（つまり代位弁済直近で負債が大きくなる）ほど回収実行性が低いことが示された。これは、3 節で示した集計結果に準じた傾向である。

また、財務指標としては負債に関するものが有意となった。当座比率や売上債権回転期

<sup>21</sup>特に断りのない限り代位弁済直近の財務データを用いた。一期前とは代位弁済直近からさらに 1 年前の財務データを意味する。

間が回収実行性を大きくする傾向があるので、とくに短期間で現金化できる資産や短期的な負債の大きさが回収率に影響を与えるといえる。

また、業種としては保証協会 A、保証協会 B で卸売業が回収実行率を大きくする傾向が見られた。これは、卸売業が現金化しやすい資産を保有している可能性が高いことによると考えられる。保証協会 C でのみ建設業と第二地銀が回収率を低くする傾向が見られた。

モデルの当てはまり具合であるが各信用保証協会のデータとも McFadden の疑似決定係数が 0.1 程度、的中率が 70% 程度となった。ROC カーブは、凹関数となっており今回のモデルが回収実行性に対して説明力を持つこと示している。また、ROC カーブの下側の領域の面積が 0.7 以上あるのでモデルの有効性が確認された。ただ、この当てはまり具合が実務上十分であるかどうかは一概には言えない。

変数名	係数	標準誤差	z 値	p 値
金融安定化特別保証ダミー	-0.571	0.185	-3.08	0.002
担保(土地)ダミー	1.282	0.213	6.01	0.000
経常利益の対前年度変化率	-0.010	0.005	-2.14	0.033
負債合計の対前年度変化率	-0.284	0.162	-1.76	0.079
当座比率	0.268	0.120	2.22	0.026
従業員数	-0.038	0.008	-4.91	0.000
建設業ダミー	-0.404	0.187	-2.16	0.031
第二地銀ダミー	-0.509	0.195	-2.61	0.009
定数項	1.165	0.291	4.00	0.000

標本数	632	LR(8)	118.013
Log likelihood	-363.427	Prob > LR	0.000
AIC	744.854	McFadden's $R^2$	0.140
的中率	68.67%	McFadden's $R^2_{adj}$	0.118

表 8: 保証協会 C : 回収実行性の推定結果

		観測値		合計
		1	0	
予測値	1	310	122	432
	0	76	124	200
Total		386	246	632

表 9: 保証協会 C : 回収実行性に関する分割表

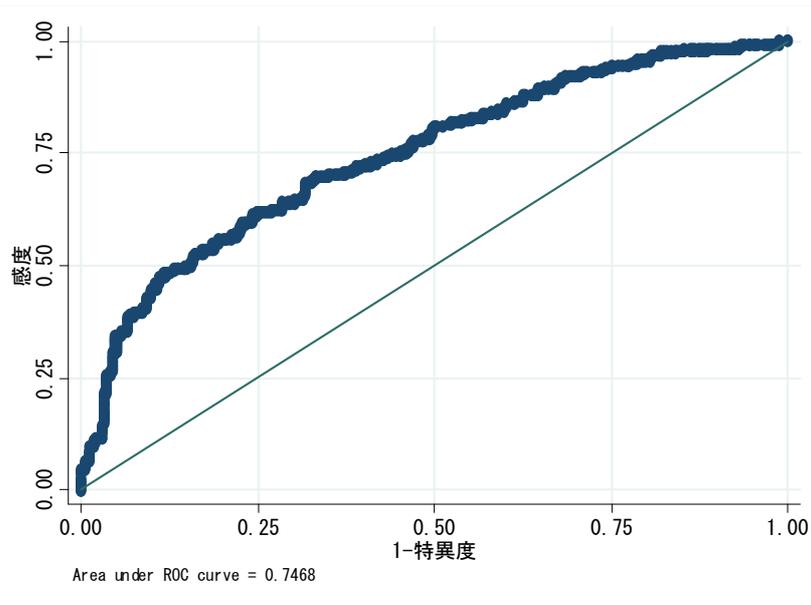


図 16: 保証協会 C : 回収実行性に関する ROC カーブ

## 5.2 回収率の順序カテゴリー化

### 5.2.1 推定モデル

回収率の大きさがどのような要因によって決定されるかを分析するために被説明変数を以下のようにおき、順序ロジットモデルを用いて分析を行った。順序ロジットモデルを用いた理由としては、回収率 0 の標本が多かったことと回収率の上限が時間の関数となっており、回収率 0 と回収率 1 以上をカテゴリー化して推定を行いたかったためである。順序ロジットモデルに関しては Winkelmann and Boes (2006)、Greene (2007)、Cameron and Trivedi (2005) 等が詳しい。

$$y_i = \begin{cases} 0 & \text{if } CRR_{i,24} = 0 \\ 1 & \text{if } 0 < CRR_{i,24} < 0.5 \\ 2 & \text{if } 0.5 \leq CRR_{i,24} < 1 \\ 3 & \text{if } CRR_{i,24} \geq 1 \end{cases}$$

説明変数は 5.1.1 節で示したものをを用いた。説明変数の選択は、符号条件と有意性 (10%) で選んだ。

### 5.2.2 推定結果

保証協会 C の回収率に関する推定結果を表 10 に示し、保証協会 A、保証協会 B の結果は付録 B.2 節に記載する。回収実行性と同様に、金融安定化特別保証を受けた債権は回収率が低くなる傾向が見られ、担保 (土地) がついている債権は回収率が大きくなる傾向が見られた。

変化率に関しては、負債合計の対前年度変化率が回収率を低くするという傾向がみられた。財務指標に関してもやはり、負債に関する指標が有意となった。

業種に関しては、回収実行性を分析した際の結果とは異なり、卸売業は有意とはならなかった。保証協会Cでは、回収実行性の分析と同様に第二地銀の貸付債権の回収率が低い傾向が見られる。

回収実行性を分析したときと同様に McFadden の疑似決定係数が約 0.1 であるので、今回用いたモデルで回収の程度をある程度説明しているといえる。ただし、今回分析に用いた説明変数だけで回収率の程度の多くの部分を説明できたとはいえない。

変数名	係数	標準誤差	z 値	p 値
金融安定化特別保証ダミー	-0.781	0.170	-4.61	0.000
担保(土地)ダミー	1.212	0.182	6.65	0.000
負債合計の対前年度変化率	-0.384	0.157	-2.44	0.015
経常利益の対前年度変化率	-0.006	0.003	-2.43	0.015
従業員数	-0.045	0.009	-5.12	0.000
売上債権回転期間	1.522	0.682	2.23	0.026
第二地銀ダミー	-0.442	0.179	-2.47	0.014
cut1	-1.311	0.277		
cut2	1.348	0.282		
cut3	1.821	0.290		
標本数	624	LR(7)	146.537	
Log likelihood	-609.664	Prob > LR	0.000	
AIC	1239.328	McFadden's $R^2$	0.107	
		McFadden's $R^2_{adj}$	0.093	

表 10: 保証協会 C : 24 ヶ月後回収率カテゴリーの推定結果

## 6 まとめ

### 6.1 まとめ

本研究では、銀行が貸付を行った債権の回収率がどのような要因に影響を受けるのかを分析した。結果、担保および金融安定化特別保証といった債権に付随する契約だけではなく、デフォルト以前の企業の財務データおよび業種が回収率に影響を与えることが分かった。また、代位弁済直前に負債総額が増加した場合、回収率が低下する傾向があることが示された。さらに、日本の債権回収率も海外での先行研究と同様に双峰分布に従うということが示された。

回収実行性、回収の程度ともモデルの精度は十分とは言えない結果となった。今回の推定で用いたモデルで回収率をうまく説明できなかった理由として、担保の価値(立地、土地の形)や保証人の性質といった回収率の決定に大きな影響を与えると考えられる要因がデータセットに含まれなかったことが挙げられる。ただし、回収率はデフォルト確率と違

い、同じ借り手に関する債権でも貸し手によって回収率が違う場合があるなど不確実性が高く、決定的な説明をすること限界があるのかもしれない。このことに関しては今後の研究成果を待ちたい。

## 6.2 今後の課題

回収率の要因分析の最終目的は、精度の高い期待回収率の推定モデルの作成である。そのためには以下のような改良が考えられる。

5節で紹介した順序ロジットモデルによっておおよその期待回収率を知ることができるが、カテゴリーが荒いなどの理由によりまだ実用的とはいえない。また、本研究で回収率が時間の関数であることが明示的に示された。回収率に関してより詳細な分析を行うにはパネル分析やハザード分析、あるいは回収率を割引現在価値にして分析するなどといった回収率の時間変化を考慮したモデルが必要となる。

回収実績の個別データをみると、月賦による支払いや一括払いなど、特徴的な支払パターンが確認された。支払行動を類型化することによって、回収率の推定精度の向上が期待できる。ただし、個々の債権がどのパターンに属するかを判別するロジックに工夫が必要となる。

回収が長期間わたることを考えれば、その間のマクロ環境の変化が回収率に影響を与えていると考えられる。マクロ変数の影響をモデルに組み込むことによって推定精度の向上が期待できるが、そのためには景気サイクルを包含するような長期のデータベースの構築が必要となる。

さらに、本研究ではデータセットの制約から分析ができなかった債権ごとの回収費用、優先劣後構造、担保の詳細な内容、保証人の性質といった実務上重要と考えられる要因を併せて分析することで、今後より精度の高い回収率の推定方法が確立されると期待される。

## 付録 A 計量モデル

この節では、分析に用いた2項ロジットモデルについて説明する。以下の内容は Winkelmann and Boes (2006)、Greene (2007)、Cameron and Trivedi (2005) による。

### 付録 A.1 2項ロジットモデル

被説明変数  $y_i$  が0と1の2値(バイナリー)しかとらない場合、通常のOLS推定を行うと問題が生じる。代表的な問題としては、推定値が区間  $[0, 1]$  の外の値をとる可能性がある問題や、被説明変数が0と1の2値しかないため残差も2値となり、残差が正規分布に従うという通常のOLSの仮定に反する問題などが挙げられる。このため、一般的には2項ロジットモデルや2項プロビットモデルを用いて推定を行う。本研究では2項ロジットモデルを用いて推定を行った。標本  $i$  が1の値をとる確率を  $\pi_i$  とすると2項ロジットモデルは

以下のように表される。

$$\begin{aligned}
\pi_i &\triangleq P\{y_i = 1|x_i\} \\
&= \frac{\exp\{\beta_0 + \beta_1 x_{1,i} + \cdots + \beta_k x_{k,i}\}}{1 + \exp\{\beta_0 + \beta_1 x_{1,i} + \cdots + \beta_k x_{k,i}\}} \\
&= \frac{\exp\{\mathbf{x}_i^\top \boldsymbol{\beta}\}}{1 + \exp\{\mathbf{x}_i^\top \boldsymbol{\beta}\}} \\
&= \Lambda(\mathbf{x}_i^\top \boldsymbol{\beta}) \tag{A1}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
1 - \pi_i &= P\{y_i = 0|x_i\} \\
&= 1 - P\{y_i = 1|x_i\} = 1 - \Lambda(\mathbf{x}_i^\top \boldsymbol{\beta})
\end{aligned}$$

ただし、 $\boldsymbol{\beta} = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k)^\top$ 、 $\mathbf{x}_i = (1, x_{1,i}, \dots, x_{k,i})^\top$  とする。また、 $\Lambda$  はロジスティック分布の確率分布関数とする。このとき、対数尤度関数は以下ようになる。

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}; \mathbf{y}, \mathbf{x}) = \sum_{i=1}^n \left\{ y_i \ln \Lambda(\mathbf{x}_i^\top \boldsymbol{\beta}) + (1 - y_i) \ln (1 - \Lambda(\mathbf{x}_i^\top \boldsymbol{\beta})) \right\}$$

最尤法を用いて  $\hat{\boldsymbol{\beta}}$  を推定する。

## 付録 A.2 2項ロジットモデルの当てはまり具合の評価

### 付録 A.2.1 McFadden の疑似決定係数 $R^2$

2項ロジットモデルの当てはまり具合を評価するために以下の式で表される McFadden の疑似決定係数  $R^2$  を用いた。

$$R^2 \triangleq \frac{\ln L_0 - \ln L_1}{\ln L_0} = 1 - \frac{\ln L_1}{\ln L_0}$$

ただし、 $L_0$  はモデルに含まれる定数項のみを用いて推定した尤度、 $L_1$  はモデルに含まれるすべての変数を用いて推定した尤度を表す。

### 付録 A.2.2 McFadden の自由度調整済み疑似決定係数 $R_{adj}^2$

説明変数を多くすると、決定係数は自動的に大きくなるので説明変数の増加に対してペナルティーを加えた指標が必要となる。本研究では、以下で定義される McFadden の自由度調整済み疑似決定係数  $R_{adj}^2$  を用いた。

$$R_{adj}^2 \triangleq 1 - \frac{\ln L_1 - K}{\ln L_0}$$

ただし、 $K$  はモデルに含まれる説明変数の数である。

### 付録 A.2.3 2項予測に関する分割表と的中率

被説明変数が、成功と失敗の2つ値をとる2項ロジットモデルを考える。ただし、成功の時に1の値をとり失敗の時に0の値をとるとする。このとき2つのタイプの予測の誤りが存在する。 $\Gamma$  を現実には成功しているにもかかわらず、失敗と予測する確率とし、 $\Delta$  を

現実には失敗しているにもかかわらず成功すると予測する誤りとする。 $p$  を成功確率とする。2 項ロジットモデルから予測される成功率は  $\hat{p} = \Lambda(x^\top \beta)$  となる。このとき、任意のカットオフ値を  $c$  とすると予測値  $\hat{y}_i$  を以下のように定義する。

$$\hat{y}_i = \begin{cases} 1 & \text{if } \hat{p} > c \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

また、 $\Gamma$ 、 $\Delta$  は以下のように定式化される。

$$\Gamma(c) = 1 - P(\hat{p} \geq c | y = 1)$$

$$\Delta(c) = P(\hat{p} \geq c | y = 0)$$

以上の内容を表にまとめると表 11 のようになる。ただし、 $\pi$  は (A1) 式で定義したものである。

		観測値	
		成功 (1)	失敗 (0)
予測値	成功 (1)	$\pi(1 - \Gamma)$	$(1 - \pi)\Delta$
	失敗 (0)	$\pi\Gamma$	$(1 - \pi)(1 - \Delta)$

表 11: 2 項予測の分割表

的中率とは、成功すると予測して現実に成功する確率と失敗すると予測して現実に失敗する確率の和である。式で表すと以下ようになる。

$$\pi(1 - \Gamma) + (1 - \pi)(1 - \Delta)$$

#### 付録 A.2.4 ROC カーブ

カットオフ値  $c$  を変化させたときの感度  $1 - \hat{\Gamma}$  と特異度  $\hat{\Delta}$  を調べる。 $g()$  を () 内の事象が起こる相対頻度を計算する関数とすると、感度と特異度は以下のように定義される。

$$1 - \hat{\Gamma}(c) \triangleq g(\hat{p} \geq c | y = 1)$$

$$\hat{\Delta}(c) \triangleq g(\hat{p} \geq c | y = 0)$$

ROC カーブは横軸に感度、縦軸に  $1 - \text{特異度}$  をプロットした図である。

成功と失敗を完全に予測した場合、ROC カーブは  $(0, 0)$ 、 $(0, 1)$ 、 $(1, 1)$  の点を取る。また、全く予測があたらない場合は  $45^\circ$  線となる。モデルの当てはまりの尺度として、ROC カーブの下側の領域の面積 (area under ROC curve) を調べる方法がある。ROC カーブの下側の領域の面積は  $[0.5, 1]$  の値をとり、1 に近い方がモデルの当てはまりがよいとされる。

## 付録 B 保証協会 A・保証協会 B の推定結果

### 付録 B.1 回収実行性

以下、保証協会 A・保証協会 B の回収実効性の結果を示す。結果の考察に関しては、5.1.2 節でまとめて述べた。

変数名	係数	標準誤差	z 値	p 値
金融安定化特別保証ダミー	-0.461	0.238	-1.94	0.053
担保(土地)ダミー	2.099	0.541	3.88	0.000
負債合計の対前年度変化率	-0.949	0.434	-2.18	0.029
経常利益の対前年度変化率	-0.027	0.012	-2.2	0.028
卸売業ダミー	0.826	0.332	2.49	0.013
定数項	1.999	0.505	3.96	0.000

標本数	453	LR(5)	58.969
Log likelihood	-223.871	Prob > LR	0.000
AIC	459.742	McFadden's $R^2$	0.116
的中率	75.50%	McFadden's $R^2_{adj}$	0.093

表 12: 保証協会 A : 回収実行性の推定結果

		観測値		合計
		1	0	
予測値	1	334	100	434
	0	7	12	19
Total		341	112	453

表 13: 保証協会 A : 回収実行性に関する分割表

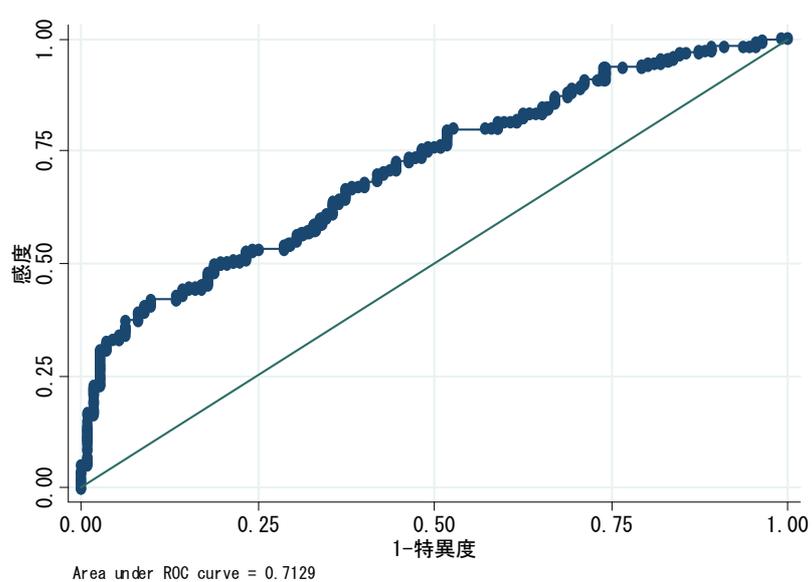


図 17: 保証協会 A : 回収実行性に関する ROC カーブ

変数名	係数	標準誤差	z 値	p 値
金融安定化特別保証ダミー	-0.490	0.157	-3.13	0.002
担保(土地)ダミー	1.474	0.230	6.42	0.000
負債合計の対前年度変化率	-0.879	0.256	-3.44	0.001
固定長期適合率	-0.163	0.051	-3.18	0.001
売上債権回転期間	1.500	0.603	2.49	0.013
卸売業ダミー	0.320	0.190	1.68	0.092
定数項	2.122	0.317	6.69	0.000

標本数	1376	LR(6)	137.063
Log likelihood	-580.591	Prob > LR	0.000
AIC	1175.182	McFadden's $R^2$	0.106
的中率	82.05%	McFadden's $R^2_{adj}$	0.095

表 14: 保証協会 B : 回収実行性の推定結果

	予測値	観測値		合計
		1	0	
	1	1120	239	1359
	0	8	9	17
	Total	1128	248	1376

表 15: 保証協会 B : 回収実行性に関する分割表

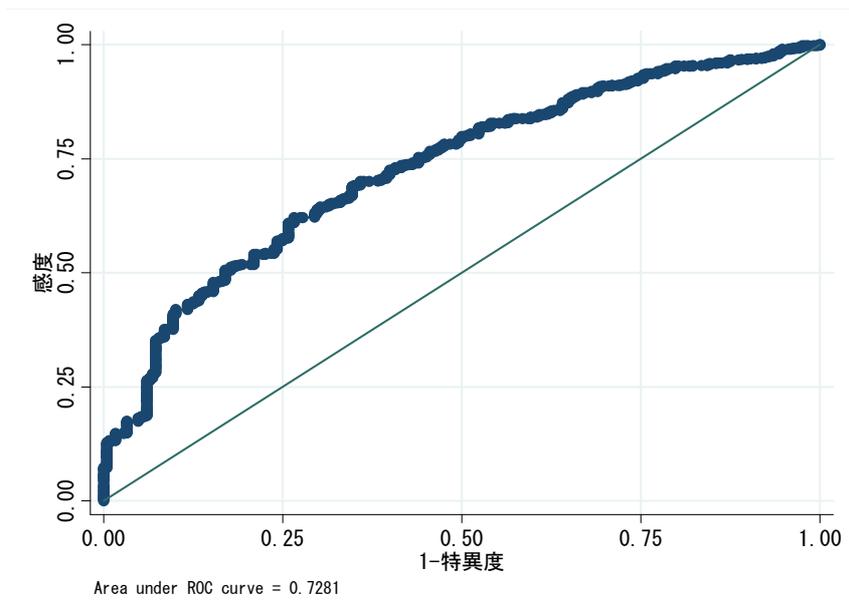


図 18: 保証協会 B : 回収実行性に関する ROC カーブ

## 付録 B.2 回収率の順序カテゴリー化

以下、保証協会 A・保証協会 B の回収の程度に関する実証分析の結果を示す。結果の考察に関しては、5.2.2 節でまとめて述べた。

変数名	係数	標準誤差	z 値	p 値
金融環境特別資金ダミー	-0.558	0.212	-2.63	0.008
担保(土地)ダミー	2.419	0.270	8.94	0.000
負債合計の対前年度変化率	-0.817	0.368	-2.22	0.026
総資本回転率	0.276	0.086	3.20	0.001
cut1	-1.501	0.431		
cut2	1.671	0.439		
cut3	2.455	0.456		
標本数	454	LR(4)	138.116	
Log likelihood	-449.977	Prob > LR	0.000	
AIC	913.953	McFadden's $R^2$	0.133	
		McFadden's $R^2_{adj}$	0.120	

表 16: 保証協会 A : 24 ヶ月後回収率カテゴリーの推定結果

変数名	係数	標準誤差	z 値	p 値
金融安定化特別保証ダミー	-0.591	0.135	-4.37	0.000
担保（土地）ダミー	1.482	0.142	10.46	0.000
負債合計の対前年度変化率	-0.914	0.220	-4.15	0.000
固定長期適合率	-0.133	0.039	-3.39	0.001
売上債権回転期間	0.909	0.405	2.24	0.025
小売業ダミー	-0.747	0.234	-3.19	0.001
飲食業ダミー	-0.739	0.382	-1.93	0.053
cut1	-2.434	0.277		
cut2	0.990	0.270		
cut3	1.707	0.275		
標本数	1376	LR(7)	290.856	
Log likelihood	-1344.558	Prob > LR	0.000	
AIC	2709.117	McFadden's $R^2$	0.098	
		McFadden's $R^2_{adj}$	0.091	

表 17: 保証協会 B : 24 ヶ月後回収率カテゴリーの推定結果

## 参 考 文 献

- Araten, Michel, Michael Jr. Jacobs, and Peeyush Varshney (2004) "Measuring LGD on Commercial Loans: An 18-Year Internal Study," *The RMA Journal*, Vol. 86, No. 8, pp. 96–103.
- Asarnow, E. and D. Edwards (1995) "Measuring Loss on Defaulted Bank Loans: A 24-Year Study," *The Journal of Commercial Lending*, Vol. 77, No. 7, pp. 11–23.
- Basel Committee on Banking Supervision (2006) "Basel II: International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: A Revised Framework - Comprehensive Version."
- Black, Fischer and John C. Cox (1976) "Valuing corporate securities: Some effects in bond indenture provisions," *Journal of Finance*, Vol. 31, No. 2, pp. 351–367.
- Cameron, A. Colin and Pravin K. Trivedi (2005) *Microeconometrics : methods and applications*: Cambridge.
- Dermine, Jean and Cristina Neto de Carvalho (2006) "Bank loan losses-given-default: A case study," *Journal of Banking & Finance*, Vol. 30, pp. 1219–1243.
- Duffie, Darrell and Kenneth J. Singleton (1999) "Modeling term structures of defaultable bonds," *Review of Financial Studies*, Vol. 12, No. 4, pp. 687–720.

- Franks, Julian, Arnaud de Servigny, and Sergei Davydenko (2004) “A Comparative Analysis of the Recovery Process and Recovery Rates for Private Companies in the UK, France and Germany,” Technical report, STANDARD & POORS RISK SOLUTIONS REPORT.
- Frye, Jon (2000) “Depressing Recoveries,” *Risk*, pp. 108–111, November.
- Geske, Robert (1977) “The Valuation of Corporate Liabilities as Compound Options,” *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 12, No. 4, pp. 541–552.
- Giesecke, Kay (2006) “Default and information,” *Journal of Economic Dynamics & Control*, Vol. 30, No. 11, pp. 2281–2303.
- Greene, William H. (2007) *Econometric Analysis*: Prentice Hall, 6th edition.
- Grunert, Jens and Martin Weber (2007) “Recovery Rates of Commercial Lending: Empirical Evidence for German Companies,” Working Paper, SSRN.
- Guha, Rajiv and Alessandro Sbuelz (2002) “Recovery of face value at default: Theory and empirical evidence,” Working Paper, LBS.
- (2004) “Structural RFV: Recovery Form and Defaultable Debt Analysis,” in *Proceedings of C.R.E.D.I.T. 2004, Workshop on Validation of Credit Risk Models, GRETA*.
- Hartigan, P. M. (1985) “Algorithm AS 217: Computation of the Dip Statistic to Test for Unimodality,” *Applied Statistics*, Vol. 34, No. 3, pp. 320–325.
- Hartigan, J. A. and P. M. Hartigan (1985) “The Dip Test of Unimodality,” *The Annals of Statistics*, Vol. 13, No. 1, pp. 70–84.
- Hurt, Lew and Akos Felsovalyi (1998) “Measuring Loss on Latin American Defaulted Bank Loans: A 27-Year Study of 27 Countries,” *Journal of Lending & Credit Risk Management*, Vol. 81, No. 2, pp. 41–46.
- Jarrow, Robert A. (2001) “Default Parameter Estimation Using Market Prices,” *Financial Analysts Journal*, Vol. 57, No. 5, pp. 75–92.
- Jarrow, Robert A. and S. Turnbull (1995) “Pricing Derivatives on Financial Securities Subject to Credit Risk,” *Journal of Finance*, Vol. 50, No. 1, pp. 53–85.
- Long, J. Scott and Jeremy Freese (2003) *Regression models for categorical dependent variables using Stata*: Stata Press, 1st edition.
- Longstaff, Francis A. and Eduardo S. Schwartz (1995) “A Simple Approach to Valuing Risky Fixed and Floating Rate Debt,” *Journal of Finance*, Vol. 50, No. 3, pp. 789–819.
- Madan, Dilip B. and Haluk Unal (1998) “Pricing the Risks of Default,” *Review of Derivatives Research*, Vol. 2, No. 2-3, pp. 121–160.

Merton, Robert C. (1974) “On the Pricing of Corporate Debt: the risk structure of interest rates,” *Journal of Finance*, Vol. 29, No. 2, pp. 449–470.

Winkelmann, Rainer and Stefan Boes (2006) *Analysis of microdata*: Springer.

Zhou, Chunsheng (2001) “The term structure of credit spreads with jump risk,” *Journal of Banking and Finance*, Vol. 25, No. 11, pp. 2015–2040.

安道知寛・山下智志 (2005) 「格付け・財務データを用いた誘導型モデルによるデフォルト確率期間構造・回収率の同時推定」, 金融庁ディスカッションペーパー Vol. 18, 金融庁.

江口浩一郎 (2005) 『信用保証』, 金融財政事情研究会.

敦賀智裕・山下智志 (2007) 「デフォルト境界が不確実な場合の損失率：優先劣後構造を持つ債権への応用」, 『金融研究』, 第 26 巻, 第 2 号, 79–102 頁.

山下智志・木原隆夫 (2004) 「Reduced Form アプローチを用いた PD、LGD 同時推定」, ISM Research Memorandum No.911, 統計数理研究所.

山下智志・吉羽要直 (2007) 「追加融資を考慮した信用リスク：構造モデルによる EL と UL の解析解」, 『金融研究』, 第 26 巻, 第 2 号, 103–136 頁.