

令和 4 年 6 月 16 日現在

機関番号：32689

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2021

課題番号：18K12873

研究課題名（和文）地銀統合データベースを用いた実務利用可能な高精度LGD推定モデルの開発

研究課題名（英文）Development of a Practically Usable Highly Accurate LGD Estimation Model Using the Integrated Database of Regional Banks

研究代表者

田上 悠太（Tanoue, Yuta）

早稲田大学・商学大学院（ビジネス・ファイナンス研究センター）・助教

研究者番号：60805050

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：国際的な金融システムの健全性の強化を目的にしたバーゼル規制は、銀行に対して様々なリスクを推定し、それに備えた自己資本を積み立てることを義務付けている。本研究では銀行債権の信用リスク、特にLGD推定の推定精度向上のための研究を行った。その結果、LGD推定における非線形モデルの有用性を確認した。また、転移学習、マクロ経済変数、業歴の有効性に関する検証を行った。さらに、膨大な量の説明変数が含まれるLGD推定における変数選択方法に関する研究も行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

1. 海外においては様々なLGD研究は行われてきたが、これまでは日本においてはほとんどLGD研究が行われてこなかった。特に地方銀行の債権のLGD研究は殆ど行われておらず、日本の債権のLGD推定の要因分析に関して検証が十分に行われてこなかった背景がある。本研究は様々な要因の分析が初めて行われた研究である。また、機械学習モデルや転移学習等、信用リスクの分野においてこれまであまり用いられてこなかった方法に関して検証したことに意義があると考えられる。これらの成果を応用することで日本、海外問わず、研究者や実務家がより推定精度の高いLGD推定モデルの開発が可能となり、リスク管理の高度化に資すると考えられる。

研究成果の概要（英文）：The Basel accords, which aim to strengthen the soundness of the international financial system, require banks to estimate various risks and accumulate capital to cover them. This study was conducted to improve the estimation accuracy of credit risk of bank claims, especially LGD estimation. The results of this study confirm the usefulness of nonlinear models in LGD estimation. We also tested the effectiveness of transfer learning, macroeconomic variables, and business history. We also conducted research on variable selection methods in LGD estimation, which involves a large number of explanatory variables.

研究分野：信用リスク

キーワード：信用リスク ファイナンス デフォルト時損失率 金融リスク Loss given default 変数選択

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

IFRS9(国際財務報告基準)では健全な信用リスク管理のために予想信用損失会計が導入され、その精緻な推定が求められている。また、国際的な金融システムの健全性の強化を目的にしたバーゼル規制は、銀行に対して様々なリスクを推定し、それに備えた自己資本を積み立てることを義務付けている。信用リスク(銀行の貸付債権から生じる損失)は銀行の抱えるリスクの大部分を占めており、その正確な推定が求められる。近年、信用リスク研究の中でも特にLGD(デフォルト時損失率)という、「貸出に占める損失の割合(=1-回収率)」の推定が重要になっている。

LGD分析、高精度な推定の研究において、以下の点に注目する必要がある。

データベース不足による分析結果の一般性の欠如 LGD分析用の公開データベースはなく、先行研究では、1つの銀行のデータを用いて分析を行っている。そのため、分析が銀行固有になってしまう問題がある。また、国により貸出に関して制度、慣習に大きな違いがあることが指摘されており、申請者はこれまでの研究で特に日本には信用保証制度など固有の制度がLGDに大きな影響を与えていることを明らかにした。そのため、1つの銀行のデータの分析では特定の国固有の分析結果となる問題がある。一般性のある分析結果が求められている。

機械学習モデルなどの非線形モデル 近年大規模な比較分析によって、LGDと説明変数間に非線形関係があることが示唆されており、機械学習モデルなどを用いた非線形モデルの有用性が指摘されている。

債権データにはLGD=0、つまり100%回収が行われるデータが非常に多い特徴がある。特に、日本では、債務者の担保、保証が多く、LGD=0データが海外に比べて多いこともわかっている。この特徴を考慮することでLGD推定精度の向上が可能となると考えられる。

LGD推定には、財務、担保、保証、マクロ経済、業種変数など大量の説明変数を用いる。実際にモデルを構築するにあたっては、これらの中から重要となるものを発見、選択する必要がある。更に、LGD推定精度向上のための変数の分析、推定精度の向上のための要因の分析が必要となる。こういった要因がLGD推定において有効であるのか検証する必要がある。

2. 研究の目的

本研究では、上記のデータベース不足による分析結果の一般性の欠如、機械学習モデルなどの非線形モデル、LGD=0データが多い(特に日本のLGDでは重要) LGD=0、つまり100%回収が行われるデータが非常に多い特徴、変数選択の重要性、LGDの推定精度向上の要因分析を行うことが目的である。

3. 研究の方法

日本の銀行債権のLGDはLGD=0が多いという特徴がある。この特徴は、ヨーロッパやアメリカなど海外の先行研究でも確認されているが、日本の銀行債権におけるこの特徴は海外のLGDの場合に比べて、強い傾向である。そこで、本研究ではこの点を反映できるようなLGD推定モデルの開発を試みる。具体的には被説明変数であるLGDを直接推定するのではなく、複数のモデルを組み合わせることでLGD=0という特徴を捉えることが可能なLGD推定モデルを用いることを検討している。

先行の研究によってLGDと財務変数等の債務者情報の関係は線形の関係ではないことが示唆されている。近年広く、データ解析の分野で用いられている、機械学習分野の手法には様々なものがある。これらの手法は従来用いられてきた統計学分野の予測モデルに比べて、柔軟性が高い特徴がある。そのため、従来用いられてきた統計学分野の予測モデルでは十分に捉えられなかった説明変数と被説明変数の非線形関係を捉える能力が高いと指摘されている。そこで、LGD推定の方法として一般的に用いられる一般可線形回帰モデルに加えて、機械学習分野で用いられる様々な方法を応用することで、LGD推定に適したモデルの特定を試みる。

転移学習はある特定の学習課題に対して、それに類似した学習課題での学習成果を応用する方法である。機械学習、人工知能分野で用いられる手法であり、デフォルト予測問題など金融分野を含め様々な分野で成果が報告されている。LGD推定において、転移学習が推定精度向上に資するのかの確認を行う。

変数選択方法の開発と有効な説明変数の発見に関する研究。膨大な説明変数の中から、有効な説明変数の選択方法を開発し、有効な説明変数を見出す。統合データベースは先行研究で用いられているデータベースに比べて、より多くの膨大な説明変数を含んでいる。そこで、説明変数の選択方法に関して、膨大な蓄積がある統計学(ビックデータのスパースモデリング)の知見を用いて、説明変数の選択に関する理論研究、基準、選択方法を解明する。

マクロ経済状態がLGDに与える影響について解明する。債務者の経営状態が債権の返済に影響

響を与えることは明らかである。また、債務者の経営状態は債務者の売上など経営成績のみによって影響を受けるのではなく、マクロ経済状況によって影響を受けると考えられる。海外では LGD とマクロ経済状態の関係に関する研究があるが、データベースの長さが短く、十分な研究が行われていない。そのため、マクロ経済状態が LGD に与える影響については十分な研究が行われていない。また、日本においては、データベースの不足によって、マクロ経済の状況と LGD の関係については分析結果は全く存在しない。10 年以上分の観測期間が長い統合データベースを用いて、マクロ経済が LGD に与える影響、関係について分析する。

4. 研究成果

上述のとおり、日本の銀行債権の LGD は $LGD=0$ が多いという特徴がある。この特徴は、ヨーロッパやアメリカなど海外の先行研究でも確認されているが、日本の銀行債権におけるこの特徴は海外の LGD の場合に比べて、強い傾向である。LGD = 0 の特徴をつかむために、2 段階 LGD 推定モデルを適用した。2 段階 LGD 推定モデルは、まず $LGD = 0$ 、 $LGD > 0$ の 2 分岐を行い、その後 $LGD > 0$ の場合に LGD の回帰を行うモデルである。LGD = 0、 $LGD > 0$ の分岐、 $LGD > 0$ の場合の回帰モデルとして様々なモデルの適用が考えられる。

ロジスティック回帰等の統計モデルと機械学習分野で用いられている分類モデルによる推定精度の比較を行った。機械学習モデルで用いられている分類モデルとしては、様々なモデルがあるが、分類木ベースの集団学習モデル、サポートベクターマシンによる推定精度の比較を行った。その結果、分類木ベースの集団学習モデルによる推定精度が最も高いことを確認した。機械学習モデルを 2 分類モデルとして採用することで、説明変数と被説明変数の非線形性を捉えることが可能になり、推定精度が向上すると考えられる。LGD > 0 の場合の回帰モデルに関しても、線形回帰モデルに比べロジスティック変換を行った機械学習モデルを用いることで推定精度が向上することを確認した。

転移学習はある特定の学習課題に対して、それに類似した学習課題での学習成果を応用する方法である。機械学習、人工知能分野で用いられる手法であり、デフォルト予測問題など金融分野を含め様々な分野で成果が報告されている。LGD 推定問題に転移学習を応用することでモデルの推定精度の向上を試みた。また、転移学習に類似した手法であるファインチューニングも試み、LGD 推定において、いわゆるターゲットドメインのデータ以外を用いることで推定精度が向上するのか研究を行った。転移学習では、まず学習データを用いてディープニューラルネットワークモデルを作成、そのモデルに新しい層を追加したモデルをターゲットドメインのデータで学習する方法を試みた。学習使うデータ、転移先のデータの組み合わせとして、(1) ソースドメインのデータに加えて、ターゲットドメインのデータを加えたデータを学習データとして、ターゲットドメインのデータに対して転移を試みる方法、(2) 学習に使うデータとしてソースドメインのデータのみを学習データとして用いて、ターゲットドメインのデータに対して転移する方法の 2 つを試みた。また、ディープニューラルネットワークモデルを用いるもの他に Bagging をベースにしたモデルによる転移学習も試みた。転移学習のソース、ターゲットの切り分けには、(ア)業種、(イ)銀行、(ウ)貸し出し地域、(エ)与信額、(オ)利益率、(カ)売上規模、(キ)従業員数など様々な基準を用いた。同様に、ディープニューラルネットワークによるファインチューニングも行った。学習による推定精度の向上を、(1) ターゲットドメインだけのデータによるモデル、(2) ターゲットドメイン、ソースドメインの両方のデータを集めたモデルによる結果と比較した。比較の結果、一部の組み合わせに関しては転移学習、ファインチューニングによって推定精度の向上が見られた。しかし、多くの場合には点に学習による推定精度の大きな向上は見られなかった。推定精度の向上が見られたのは、平均的なターゲットドメインのデータに対してである。つまり、ソースドメインと大きな差が見られない場合には推定精度の向上が見られた。推定精度の向上はデータ数の増加によるものであると考えられる。LGD 推定問題においては、新しい転移学習、ファインチューニングによる大きな推定精度の向上は期待できないことが確認できた。

符号制約付き回帰モデルに関する研究を行った。金融データでは、説明変数の向きが明らか、または、求められる方向という場合がある。例えば、担保や保証などの説明変数は回収に対して、正の効果を持つことが期待されるなどである。符号制約付き回帰モデルでは、説明変数の符号(正負)に関して制約を課すスパース回帰のモデルであり、説明変数の選択が可能となることが期待できる。符号制約付き回帰モデルに関して理論的な研究を行った。その結果、符号制約付き回帰のパラメータの収束レートに関しての結果を得た。更に、それらの結果をロジスティック回帰、分位点回帰に用いた場合に関しての理論的な結果も得た。また、シミュレーションを行うことで、既存のスパース回帰モデルとの推定精度に関しての比較を行った。そして、符号制約付き回帰の推定精度が高い場合の条件に付いて確認を行い、効率的に膨大な説明変数の中からモデルに組み込む説明変数を選択する方法に関しての知見を獲得した。

マクロ経済の状況が LGD に与える影響についての分析を行った。マクロ経済の LGD への影響については海外の研究では様々な分析が行われており、国によってまた制度によって影響が異なることが指摘されている。固定効果モデルを用いることで、マクロ経済が LGD に与える影響について分析を行った。分析の結果、デフォルトの時点が LGD に影響を与えることが確認された。

つまり、同様の財務状態の債務者もデフォルトの時点、マクロ経済の状態によって LGD が異なることが示唆されることを確認した。また、債務者の系列情報が LGD に与える影響についても分析を行った。銀行と債務者の取引関係や取引歴によって債務の回収に異なると考えられるためである。特に、債務者と銀行の取引歴は債務者と銀行の結びつきの強さや、また、債務者の社歴と関係が強いファクターであるため、LGD に影響を与えると考えられる。そこで、債務者と銀行の取引歴が LGD に与える影響について分析を行った。その結果、取引歴が LGD に影響を与えることを確認した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Tanoue Yuta, Yamashita Satoshi, Nagahata Hideaki	4. 巻 22
2. 論文標題 Comparison study of two-step LGD estimation model with probability machines	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Risk Management	6. 最初と最後の頁 155 ~ 177
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1057/s41283-020-00059-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Koike Yuta, Tanoue Yuta	4. 巻 11
2. 論文標題 Oracle inequalities for sign constrained generalized linear models	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Econometrics and Statistics	6. 最初と最後の頁 145 ~ 157
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ecosta.2019.02.001	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tanoue Yuta, Yamashita Satoshi	4. 巻 21
2. 論文標題 Loss given default estimation: a two-stage model with classification tree-based boosting and support vector logistic regression	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Risk	6. 最初と最後の頁 19 ~ 37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21314/JOR.2019.405	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 Yuta Tanoue
2. 発表標題 Loss given default estimation for corporation loans: combining a two-stage model with classification tree-based boosting and support vector regression with logistic transformation
3. 学会等名 Waseda International Symposium "Introduction of General Causality to Various Data & its Innovation of the Optimal Inference
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------