様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　４ 年　６ 月 １２ 日現在

機関番号：３２６０１
研究種目：若手研究
研究期間：2018～2021
課題番号：１８Ｋ１２８１８

研究課題名（和文）事業性を反映した企業評価の理論モデル構築と有用性の実証

研究課題名（英文）Credit risk modeling incorporating business potential and business risk

研究代表者
山中　卓（Yamanaka, Suguru）

青山学院大学・理工学部・准教授

研究者番号：９０８０４５２６

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）：本研究では、金融機関が企業に対して資金供給を判断する際に行う信用リスク評価の手法として、対象企業の事業性を考慮する方法を提示した。まず理論面の成果として、従来の信用リスク評価の理論モデルである構造型信用リスク評価モデルと事業性をとらえる受注情報を結びつけ、新たに受注ベースの構造型信用リスク評価の枠組みを提示した。その下で具体的な評価モデルを構築し、その有用性を示した。また、金融機関にとって情報の取得可能性が高い銀行口座情報を利用した信用リスク評価モデルも構築し、その有効性を実証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義
企業の取引関係が倒産に与える影響を明示的に表現する形で、信用リスク評価理論の拡張を実現した。理論的な枠組みだけでなく具体的な評価モデルを構築したことは、実務利用に資する評価手法の原型を示したという点で意義があったと言える。また、実企業の評価事例を通して、金融実務において従来よりも即時性の高い融資先支援等が実現し得ることを示した。

研究成果の概要（英文）：In this study, we present a method for assessing corporate credit risk that takes both business potential and business risk into account. First, as a theoretical result, a new framework for purchase-order-based structural credit risk assessment was proposed by combining the structural credit risk assessment model, which is a conventional theoretical model for credit risk assessment, and purchase-order information, which captures business potential and risk. We then developed a practical evaluation model based on this framework and demonstrated its usefulness with numerical examples. We also developed a credit risk assessment model using bank account information, which is highly accessible to financial institutions, and demonstrated its effectiveness.

研究分野：金融工学

キーワード：金融リスク管理　信用リスク　事業性評価

※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

本邦の経済活性化や生産性向上のためには、事業内容が良く今後の成長が見込める成長企業への資金供給を円滑に実施することが必要である。すなわち、金融機関が資金供給を判断する際に行う信用リスク評価において、従来の財務情報を重視する観点だけでなく、企業の事業の成長性・安定性といった「事業性」を考慮することが社会的に求められている。

２．研究の目的

本研究では従来の信用リスク評価の理論的枠組みを拡張した形で、事業性を考慮した信用リスク評価の枠組みを提示することを目指す。さらに、具体的なモデルの構築を行うとともに、その有用性を実証分析によって明らかかする。特に、事業性を端的に表す情報である受注情報を活用した信用リスク評価モデルを提示する。

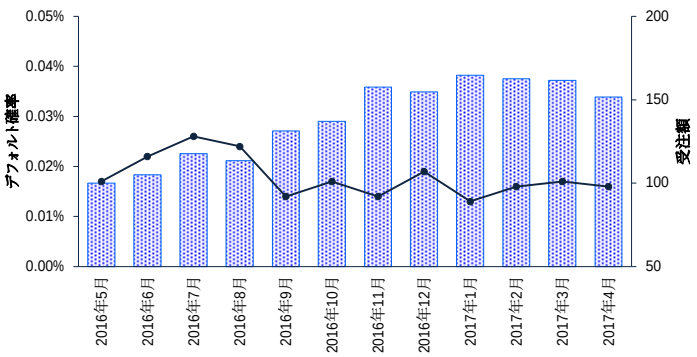
３．研究の方法

本研究では、企業の資産額の水準・変動幅で企業の倒産可能性が決まるという信用力評価の理論モデルである Merton モデルを拡張し、取引情報を評価に反映できる枠組みを示す。そこでは、会計学の知見をふまえながら受注・売上額と損益額の関係を表現し、さらにファイナンス理論における企業価値評価の考え方に従って、損益額の割引現在価値として資産額を与える。こうして、取引情報を反映した企業評価の枠組みを構築する。このような枠組みの下で、具体的なモデル構築を行い、その有用性を実証分析によって確認する。まず、受注・売上額の変動を表現する時系列モデルを構築する。受注額が過去の受注額の推移のみで決まると仮定した事例研究のモデルを拡張し、取引先企業の経営状況や経済状態が受注・売上額へ与える影響も考慮し、取引先企業の業績変化や経済変数も導入する。企業の決算データを利用して、受注・売上額から費用額を算出するコスト関数を推定し、損益額を算出する仕組みを実現する。このように構築したモデルを用いたシミュレーションによって企業の損益変動シナリオを作成する。さらに、損益の割引現在価値として企業の資産額のシナリオを得る。資産額が負債額を下回る確率（債務超過の確率）が目的の信用力の評価値となる。

４．研究成果

(1)受注情報を反映した信用リスク評価モデルの構築

事業性を反映した新たな信用リスク評価手法として受注ベースの構造型モデルを構築した。モデルの枠組みは信用リスク評価の理論モデルとして従来から知られている企業価値ベースおよび利益ベースの構造型モデルを、受注情報を反映できる形に拡張したものである。この枠組みの下で、受注が継続的に発生する企業の信用リスクを評価するモデルを先ず構築した[雑誌論文 7]。それを拡張し、断続的に受注が発生する企業を評価するモデルを提示した[雑誌論文 3]。これらは、受注の増減が企業のデフォルト確率の増減に反映されるという特徴をもつ（右図）。また、信用リスク評価結果を信用スコア値として算出する方法を示した[雑誌論文 8]。



図：受注ベースの構造型信用リスクモデルによるデフォルト確率の評価（雑誌論文 3 の結果をもとに作成）

(2)銀行口座情報を用いた信用リスク評価モデルの構築

取引情報を用いた企業評価手法だけでなく、企業のキャッシュフローを直接的にとらえる銀行口座の入出金情報を信用力評価に利用する方法も提示した。すなわち、入出金情報を利用した信用リスク評価手法をベイズ統計モデリングの手法に基づいて開発した。モデル構築の過程で信用リスク評価に有効な入出金時系列データの特徴量を明らかにした。さらに、企業規模や業歴

の違いを評価手法に反映することが有効であるという結果を得た[雑誌論文 2].

(3)機械学習モデルによる企業評価の提案と有効性検証

機械学習手法を用いて、財務情報から企業評価値を算出する手法について、これまで検討されてこなかった機械学習手法を新たに採用することによる評価精度の向上の有無を検証した。具体的には機械学習の一手法である最小二乗確率的分類器の有用性に注目し、最小二乗確率的分類器による信用格付判別手法を提案した。さらに、提案手法の有用性を本邦の企業データを用いて実証した。その結果、提案手法は従来用いられてきた手法と同程度以上の判別精度を示すことが確認された[学術論文 4]。さらに、企業の財務情報を利用した企業の売上成長の予測可能性をいくつかの機械学習手法に対して検証し、財務情報による売上成長の予測が一定程度可能であることを示す結果を得た[雑誌論文 1]。

(3)企業グループに対する信用リスク評価手法の改良

当初予定していた個別企業の信用リスク評価手法だけでなく、企業グループ全体のリスクを評価する手法についても改良を行った。すなわち、企業グループの信用リスク評価を行うトップダウン型の信用リスク評価モデルにおいて、全体リスクを部分グループ毎のリスク量に振り分ける機能を担う確率的細分化モデルの改善方法を提案した。具体的には、業種毎の業況を表す指標やマクロ経済変数を取り入れた確率的細分化モデルを提案し、その有効性を数値検証によって明らかにした[雑誌論文 5,9]。また、信用イベント発生の伝播性をノンパラメトリックな統計モデルによって分析した。すなわち、Hawkes 過程と呼ばれる点過程モデルのノンパラメトリック推定によって、信用格付変更の連動性の特徴を明らかにした[雑誌論文 6]。

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕　計9件（うち査読付論文　9件／うち国際共著　0件／うちオープンアクセス　3件）

１．著者名 Saito Miho、Ohsato Takaya、Yamanaka Suguru	４．巻 13
２．論文標題 An empirical evaluation of machine learning performance in corporate sales growth prediction	５．発行年 2021年
３．雑誌名 JSIAM Letters	６．最初と最後の頁 25～28
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14495/jsiaml.13.25	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

１．著者名 Yamanaka Suguru、Yamamoto Rei	４．巻 9
２．論文標題 A bank-account-information-based credit scoring method with Bayesian hierarchical modeling	５．発行年 2022年
３．雑誌名 International Journal of Financial Engineering	６．最初と最後の頁 2150036
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1142/s2424786321500365	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 Yamanaka Suguru、Kinoshita Misaki	４．巻 18
２．論文標題 A structural credit risk model based on purchase order information	５．発行年 2022年
３．雑誌名 The Journal of Credit Risk	６．最初と最後の頁 101～117
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.21314/jcr.2021.016	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 Saito Miho、Yamanaka Suguru	４．巻 13
２．論文標題 Performance evaluation of least-squares probabilistic classifier for corporate credit rating classification problem	５．発行年 2021年
３．雑誌名 JSIAM Letters	６．最初と最後の頁 9～12
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14495/jsiaml.13.9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

1．著者名 Suguru Yamanaka	4．巻 6 (3)
2．論文標題 Random thinning model with a truncated credit quality vulnerability factor: Application to top-down-type credit risk assessment	5．発行年 2019年
3．雑誌名 International Journal of Financial Engineering	6．最初と最後の頁 1950024
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1142/S2424786319500245	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 吉野 諒，佐々木 多希子，山中 卓	4．巻 5
2．論文標題 Hawkes過程モデルのノンパラメトリック推定による信用格付変更リスクの伝播性分析	5．発行年 2020年
3．雑誌名 武蔵野大学数理工学センター紀要	6．最初と最後の頁 pp．105--112．
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

1．著者名 Suguru Yamanaka	4．巻 5
2．論文標題 Credit risk assessment using purchase order information	5．発行年 2018年
3．雑誌名 International Journal of Financial Engineering	6．最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1142/S242478631850041X	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 Suguru Yamanaka	4．巻 11
2．論文標題 Credit scoring method using estimated forward financial statements based on purchase order information	5．発行年 2019年
3．雑誌名 JSIAM Letters	6．最初と最後の頁 33--36
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14495/jsiaml.11.33	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 山中　卓	４．巻 4
２．論文標題 信用リスク評価のための確率的細分化モデルの改良に関する試み	５．発行年 2019年
３．雑誌名 武蔵野大学数理工学センター紀要	６．最初と最後の頁 59-67
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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 －

〔学会発表〕　計6件（うち招待講演　0件／うち国際学会　1件）

１．発表者名 山中　卓
２．発表標題 機械学習による企業の信用力・成長性の判別
３．学会等名 大阪大学MMDS AI・データ利活用研究会 第11回
４．発表年 2020年

１．発表者名 山中　卓
２．発表標題 最小二乗確率的分類器による信用格付判別
３．学会等名 日本応用数理学会2020年度年会
４．発表年 2020年

１．発表者名 山中 卓
２．発表標題 ベイズ統計モデリングによる信用イベントデータ分析
３．学会等名 2019年度龍谷大学武蔵野大学連携シンポジウム
４．発表年 2020年

１．発表者名 斉藤 美穂，山中 卓
２．発表標題 機械学習による企業成長性の判別分析
３．学会等名 日本応用数理学会第16回研究部会連合発表会
４．発表年 2020年

１．発表者名 山中　卓
２．発表標題 受注情報を利用した企業の信用リスク評価
３．学会等名 計量経済学ワークショップ
４．発表年 2018年

１．発表者名 Suguru Yamanaka
２．発表標題 A Structural Credit Risk Model Based on Purchase Order Information
３．学会等名 Quantitative Methods in Finance Conference (QMF2018)（国際学会）
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