

令和 4 年 6 月 4 日現在

機関番号：32612

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19H04100

研究課題名（和文）途上国農家金融排除解消の為に衛星データとモバイルデータによる信用評価算出システム

研究課題名（英文）Credit Scoring System to Resolve Financial Exclusion of Small-Scale Farmers in Developing Countries by Mobile and Satellite Data

研究代表者

神武 直彦（Kohtake, Naohiko）

慶應義塾大学・システムデザイン・マネジメント研究科（日吉）・教授

研究者番号：20549836

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,500,000円

研究成果の概要（和文）：発展途上国における小規模農家の金融排除の原因である信用情報欠落の解消のために、衛星データと地上データの統合による、新規アプリケーションとしての社会実装可能なデータ駆動型の農地評価及び信用評価の手法を構築した。具体的に、（1）衛星データとモバイルデータを統合した借用履歴に代わる小規模農家の信用評価モデルを機械学習により構築し、その妥当性を確認した。（2）衛星データを駆使した客観的な農作物収量予測及び小規模農家からの収集データ・情報の信頼性検証をはじめとした収穫量予測の評価手法を確立した。（3）信用評価者の要求事項に基づいた社会実装可能なアプリケーションとして信用評価モデルの運用方法を提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果は、発展途上国の小規模農家のモバイルデータと衛星データ、またそれらの組み合わせによる新たな非金融データの指標を開発するとともに、機械学習によるデータ駆動型の小規模農家の信用評価の手法構築を通して学術的に寄与するものである。借用履歴に代わる信用評価の仕組みによって、機関側は想定される程度よりも低いリスクで小規模農家に対しての資金供給を行うことができ、小規模農家は金融へのアクセスが改善される。その結果、農村地域でも資金循環が改善し、投入資源の増加、ひいては農業の収量の増加を通じて貧困から離脱する農家が増えることで地域の発展に繋がる。本研究は、こうした未来の実現にも寄与するものである。

研究成果の概要（英文）：This research targets establishing an alternative credit scoring which can be used to support lending decisions to extend credit services to small-scale farmers in a developing country. Suitable data, credit score analysis models, and scoring results were evaluated. Appropriate credit scoring factors were designed, factoring in the socio-economic context of the farmers concerned which were established through field work observation and interviews. Data relating to farm activities and farmer characteristics, collected by a mobile application, was applied to the development of algorithms to predict the designed credit scoring factors. Additional sources of data such as open geospatial data sources were also be considered to improve model performance as needed. Geospatial analysis and machine learning were the main analysis methods used. The former was used to analyze location data. Meanwhile, various machine learning algorithms were applied and compared to identify the most fitting.

研究分野：システムズエンジニアリング

キーワード：信用評価 衛星データ モバイルデータ 機械学習 途上国農家

1. 研究開始当初の背景

アメリカ合衆国国際開発庁 (USAID) の推計によると、小規模農家の資金需要に対して 4,300 億米ドルの不足が発生している [1]。この資金不足の重要な要因として、金融排除 (financial exclusion) と言われる、公式の金融サービスに対しての小規模農家のような低所得層のアクセス制限がある。金融排除は安全で信頼のおける金融サービスへのアクセスの欠如として知られており、多くの農村部の小規模農家において見られる、教育水準の低さや資金不足などといった要因が関係し、借用履歴の欠如や不足といった結果につながる [2]。世界銀行によると世界人口のうち 17 億人が金融サービスを確保できていないことが推計されており、そのうちの半数は最低所得層の人々である [3]。

金融排除は、例えば公的な収入を示す文書を所持していないことや、金融機関への物理的距離が離れていること、その他の信用情報を収集する際に妨げとなる要因といった様々な原因によって起こると言われている [4]。借用履歴は金融機関において資金を必要とする農家に対する貸付のリスクを評価する際に必要となる。したがって、借用履歴を保有しない農村部の農家にとって金融機関から貸付を得ることが困難になる。このことが、資金不足による農業への投入資源の不足につながり、低収入につながる。特に農業活動に収益の大部分を依存している小規模農家にとってはこの影響は大きい。投入資源の不足による低い生産性や金融アクセスの制限によって、小規模農家の継続した経済的貢献や食糧確保に対する貢献はより困難なものになっている。

そのため、借用履歴に代わる情報を元に小規模農家に対する資金提供の判断を支援する為の信用評価の仕組みを構築することができれば資金不足解消の大きな助けとなる。実際には、借用履歴のない借用者の 3 人に 2 人はリスクの低い借用者であることが言われており [5]、金融機関側にとっても想定される程度よりも低いリスクで小規模農家に対しての資金供給を行うことができる。借用履歴に代わる信用評価の仕組みによって小規模農家の金融アクセスが改善することにより、資金循環が改善し、投入資源の増加、ひいては農業の収量の増加を通じて貧困から離脱する農家を増やすことで地域の発展にも資することが期待できる。

<引用文献>

- [1] United States Agency for International Development. Guide to the use of digital financial services in agriculture. United States Agency for International Development, 2016.
- [2] Grandolini G.M. Five challenges prevent financial access for people in developing countries. World Bank, 15 10 2015.
- [3] Demirgu-Kunt A. et al. The global finindex database. World Bank Group, USA, 2017.
- [4] World Bank Group. Financial inclusion. World Bank Group, 20 04 2018.
- [5] Feinstein J. Alternative data and fair lending. LexisNexis, 2013.

2. 研究の目的

本研究は、発展途上国における小規模農家の金融排除の原因である信用情報欠落の解消を目的とし、非金融データである衛星データとモバイルデータを活用してデータ駆動型の農家評価及び農地評価そして、信用評価を行う「信用評価算出システム」を構築し、その有効性の評価を行う。本研究では、既に事前調査やデータ利活用の試行を実施しているカンボジア北部・シェムリアップ州を主な対象地域とする。具体的な研究目的は以下の 3 つである。

近年公開かつ無償化され、質・量共に向上しつつある地球観測衛星による衛星データから農地面積や栽培作物、栽培状況などを把握し、急速に普及が進むスマートフォンなどのモバイルデバイスによるモバイルデータからそれぞれの農家の家族構成や行動履歴、収穫高などを把握し、それらのデータを用いることで、給与明細や借用履歴といった信用情報に代わる小規模農家の信用評価を算出する信用評価算出システムを構築し、その有効性を評価すること。

対象地域の小規模農家及び現地金融機関を対象とした現地調査やワークショップを起点とした需要分析とそれによる目標設定、要求抽出、アーキテクチャ設計、プロトタイプによる評価といったシステムズアプローチを用いることによる社会実装を念頭においたシステム構築を行うこと。

本システムの構築にあたっては、信用情報に代わる小規模農家の信用評価モデルを機械学習などによって設計し、対象地域での空間的・時間的広がりのある衛星データやモバイルデータを用いることで収穫高予測や信用評価を行い、その検証と持続的なモデル更新の仕組みを実現すること。

3. 研究の方法

これまでに我々はカンボジア北部・シェムリアップ州において、スマートフォンアプリケーションを介して農業に関するデータを扱う AGRIBUDDY 社と連携し、農家から直接収集したモバイルデータを活用し、農村部の農家への貸付を計画する金融機関の貸付判断を支援するための信用履歴などの信用情報に代わる農家の信用評価モデルとして、行動履歴及び農地から農作物収量を予測するモデルを機械学習によって構築し、予測精度の評価を行った[6]。また、信用情報に代わるリスク評価モデルを構築するために、農作物の収量の低減に関わるリスク要因を現地農家への聴取や要求分析を通じて収集し、収集された要因と期待される行動を行っているか否か、一定以上の農作物収量を得られるか否かについて予測を行う機械学習モデルを構築した。また、評価モデルの要素のうち、行動に関わる評価を詐欺・不正のリスク (Fraud score) と報告や接触の頻度 (Interaction score) に分割し、収量 (Revenue score) と併せた3要素によって信用情報に代わる信頼性評価指標として設計を行った[7]。しかしながら、これら指標を社会実装する際には実際に、指標による評価を元に貸付を行なった結果、実際に返済があるのかどうか、あるいはどの程度予測されたリスクと返済が一致するのかどうかについて検証を行う必要がある。また、農家から収集される情報の信頼性評価の手段を現地調査に依存した場合、大規模かつ広範囲に収集される情報の信頼性を担保することが難しく、報告された情報をより広範囲に客観的に評価する手法を構築することが必要となる。一方、地球観測衛星による衛星データは実際に農地評価にも用いられており、近年の普及も相まって、発展途上国においても比較的容易にデータを入手することが可能である[8]。これらのことを踏まえ、(2)で挙げた3つの研究目的に関して、具体的に以下のことを明らかにする。

これまでに構築した信用評価モデルの精度向上を目的とした、追加データの収集及びモデルの再構築を行う。これまでのモデル構築には主にモバイルデータを用いていたが、利害関係者からの要求分析をもとにしたモバイルデータの拡充に加えて、衛星データを組み入れた機械学習モデルの構築を行う。そして、構築したモデルから出力される結果を基に、実際の評価手法を検討する。具体的には、信用評価にあたっての重点要素を考慮した、出力結果のスコア化を行い、客観的な信用評価ができるようにする。加えて、構築したモデルの評価結果と実際の借用者の貸付資金の返済実績を照らし合わせ、信用評価モデルの信頼性を検証する。

衛星データを用いて、農家より報告されるモバイルデータの信頼性検証の手法を設計する。モバイルデータの信頼性の検証だけではなく、衛星データを活用した農地監視活動を通して情報精度の改善効果を得ることを目的に、検証の頻度、範囲及び結果の評価や活用手法についても検討を行う。情報精度の改善効果については対象地域を選定し、実証実験も行う予定である。

上記で得られた結果をもとに実際に社会実装するための信用評価モデルの運用方法の検討を行う。具体的にはカンボジア現地金融機関で実際に信用評価を行なっている担当者への聞き取り調査や定常的な対話を通じて要求事項を取りまとめ、評価担当者にとって効果的に情報を提供可能なユーザーインターフェースも設計する。また、小規模農家や低所得者層に対する資金需要と供給の流れを俯瞰的視点で分析を行い、提案する信用評価モデルの運用方法を利害関係者間における情報や資金の循環が可視化されたシステムとして設計する。

<引用文献>

- [6] Simumba N., Okami S., Kohtake N., Credit decision tool using mobile application data for microfinance in agriculture. IEEE International Conference on Big Data (BIG DATA), 2017.
- [7] Simumba N., Okami S., Kodaka A., Kohtake N. Alternative scoring factor using non-financial data for credit decisions in agricultural microfinance. IEEE International Symposium on Systems Engineering (ISSE), 2018.
- [8] Brown M.E. Remote sensing in agriculture and food security assessment. Procedia Environmental Sciences. 2015; 29: 307 11.

4 . 研究成果

本報告書は、カンボジア農村部の小規模農家を評価するために、代替データを用いた与信判断システムの開発過程を概説したものである。本システムは、農家の社会経済的特性を考慮した小規模農家の信用リスク評価のために、Agribuddyの代替データ、衛星データソース、オープンな地理空間データソースを使用しています。この報告書の目的は、これまでの作業を記録し、このようなシステムの実装を導くことです。

(1) 代替データによる従来と異なる信用評価方法の提案

借用履歴などの金融データの不足と、個別データ収集の妨げとなる長い物理的移動距離のために、金融排除された人々に対して金融機関が信用評価を行うことは困難である。代替データの活用かつその収集を現地から補完して行うことは、これらの課題を克服し、金融サービスの享受が困難な人々の信用へのアクセスを実現する可能性を持っている。先行研究では、携帯電話を代替データソースとする検討がされているが、本研究ではそれに加え、衛星データと地理空間データを統合し、財務データが不足している小規模農家の信用評価の実効性向上に寄与した。空間集計などの空間的・時間的な分析手法を用いて前述の3つの異種データを統合し、データセットとして統合した。具体的には、図1に示す農地の大きさや気象水文データ、水路と農地間の距離、土地被覆など収量予測に関する公共空間データセットと、対象者のコミュニケーションや農地の滞在頻度などの農作業への取り組みに関するデータセットである。これらのデータセットを用いて、ロジスティック回帰からアンサンブル学習など複数の方法で機械学習を行い、実際の返済データに基づいた性能指標に基づいた制度評価を行った。その結果、3つのデータソースを組み合わせた場合、携帯電話単独のデータよりも分類の平均精度が18%向上した。これらの改善により、代替データ利用による誤判定が減少し、金融機関のコスト削減につながることを示された。このように代替データを組み合わせることで、金融排除の直面している人々への信用供与を強化するとともに、金融包摂の拡大につながることを期待される。

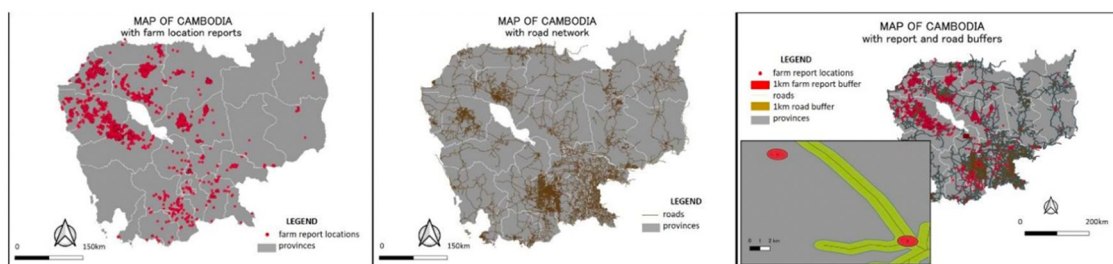


図1 公共空間データの作成：(a) 携帯電話データの位置情報、(b) 公共空間データからの道路網、(c) 空間解析による距離の算出

(2) 信用評価に用いる機械学習で扱う要素の検討指針

機械学習で扱う要素の選択（特徴選択）は、信用評価のプロセスにおいて非常に重要であり、予測力の低い無関係な変数を除去することが可能となる。従来の信用評価技術では、スコアリング精度のような単一の統計的尺度を向上させることに基づいて特徴を選択する個別のプロセスとして扱われているが、最近の研究では、利益のような意味のあるビジネスパラメータに焦点が当てられている。このように、特徴の選択プロセスでは複数の要因が重要となるため、それに応じるために多目的最適化手法による性能検討が必要とされている。しかし、多目的最適化手法の性能比較は、テスト問題や具体的な実装によって異なることが知られているため一義に決定することはできない。そのため本研究では、最適化アルゴリズム（NSBGOA：hybrid non-dominated sorting binary Grasshopper Optimization Algorithm）を採用し、クレジットスコアリングの多目的特徴選択に関する性能を、この領域で主に採用されている2つのベンチマークアルゴリズムと比較した。さらに、利益を最大化する基本分類器を変更した場合のアルゴリズム性能への影響を判断するために、さらなる比較を行った。実験では、使用した基本分類器のうち、ニューラルネットワーク分類器が利益ベースの指標を最も改善し、母集団内の平均特徴数を最も小さくすることが示された。さらに、NSBGOAアルゴリズムは、すべての基本分類器において、比較的小さな計算時間の増加を与える一方で、解の平均目的値を最も高くすることができた。基本分類器が多目的最適化の結果に大きな影響を与えることが明らかになったことで、信用評価で使用する基本分類器については目的に応じて慎重に検討する必要があることが示された。

(3) 代替データを利用した信用評価に対する利害関係者の要求の組み込み

代替データを信用評価に利用する際に新たに重要となる信頼性などの要件は、これまで信用評価プロセスの一部として考慮されてこなかった。しかし、実際には信用評価に利用するデータには価格や、入手容易性、網羅性など様々な観点がトレードオフ関係にあり、これら全てを同時に十分に満たすことは現実的ではない。そのため、本研究では、信用評価プロセスの文脈に応じた利害関係者の要求を取り込むためのアプローチを提案する。全ての要求を同時に最適化する特徴選択プロセスとして、利害関係者の要求から得られた目的関数を用いて、多目的な特徴選択を行うアルゴリズムを提案した。モバイルデータ、公共地理空間データ、衛星データソースから収集した利害関係者の要求と代替データの特徴を用いて、提案アルゴリズムによる実証評価を行い、その性能を既存のアルゴリズムと比較した。この研究から、利害関係者の要求が信用評価のための機械学習の特徴選択プロセスにうまく取り込まれる実現可能性が示唆された。これらの知見は、機械学習の特徴量選択のためのアルゴリズム開発、信用評価のための代替データ利用に関する研究を拡張するものである。

借用履歴などの金融データと、学歴や職業、公共料金支払い履歴などの非金融データを利用した信用評価のスコアリング手法に関する研究はこれまでも数多く実施されているが、これらは社会経済的要素として非金データ取得が比較的容易な中間層、富裕層が主な対象である[9]。開発途上国農村地域では、返済不履行のリスク回避のために金融資産データあるいは担保を十分に有する人々に貸付先が限定されていることが問題であるが、これに対しては、限られたデータセットで信用評価のスコアリング精度を高めるためのデータ分析手法の研究がなされている[10]。信用評価の精度をさらに高めるためには、新たなパラメータとなるデータセットの開発、及びそれらを組み合わせた信用評価の算出手法の構築が必要であるが、既存の信用評価に使用するデータの代替あるいは補完となる新たな非金融データに関しては未だ十分な研究がなされていない。本研究での成果は、これまでに取得整理してきている小規模農家のモバイルデータと衛星データ、またそれらの組み合わせによる新たな非金融データの指標を開発するとともに、機械学習によるデータ駆動型の小規模農家の信用評価の手法を構築に寄与するものである。

<引用文献>

- [9] L. C. Thomas, D. B. Edelman, and J. N. Crook. (2002) Credit Scoring and Its Applications, Philadelphia: Society for Applied and Industrial Mathematics.
- [10] Abdou, Hussein, Tsafack, M. Dongmo, Ntim, Collins & Baker, Rose (2016) Predicting creditworthiness in retail banking with limited scoring data, Knowledge-Based Systems, Vol. 103, pp 89-10

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 0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 Simumba Naomi, Okami Suguru, Kodaka Akira, Kohtake Naohiko	4. 巻 155
2. 論文標題 Multiple objective metaheuristics for feature selection based on stakeholder requirements in credit scoring	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Decision Support Systems	6. 最初と最後の頁 113714 ~ 113714
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.dss.2021.113714	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 Simumba Naomi, Okami Suguru, Kodaka Akira, Kohtake Naohiko	4. 巻 14
2. 論文標題 Comparison of Profit-Based Multi-Objective Approaches for Feature Selection in Credit Scoring	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Algorithms	6. 最初と最後の頁 260 ~ 260
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/a14090260	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 Simumba Naomi, Okami Suguru, Kodaka Akira, Kohtake Naohiko	4. 巻 13
2. 論文標題 Spatiotemporal Integration of Mobile, Satellite, and Public Geospatial Data for Enhanced Credit Scoring	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Symmetry	6. 最初と最後の頁 575 ~ 575
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/sym13040575	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0件

〔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
研究分担者	中島 円 (Nakajima Madoka) (60607802)	慶應義塾大学・システムデザイン・マネジメント研究科(日吉)・特任教授(有期)(研究/教育)(非常勤) (32612)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究分担者	小高 暁 (Kodaka Akira) (60750429)	慶應義塾大学・システムデザイン・マネジメント研究科(日吉)・特任准教授 (32612)	

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