

令和 6 年 6 月 10 日現在

機関番号：32511

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K01819

研究課題名（和文）多変量解析を用いた無形資産価格を見積もるソフトウェアの開発

研究課題名（英文）Development of Software for Estimating the Price of Intangible Assets Using Multivariate Analysis

研究代表者

吉岡 剛志（YOSHIOKA, Tsuyoshi）

帝京平成大学・人文社会学部・准教授

研究者番号：20580426

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,900,000 円

研究成果の概要（和文）：本研究は、企業の無形資産を多変量解析と機械学習を用いて見積もる方法を開発し、ソフトウェアとして実装したものである。東京証券取引所プライム市場に上場する企業の財務データを基に無形固定資産の予測モデルを構築し、生成AIを用いて合成データを作成することでモデルの精度と汎用性を向上させた。結果として、未計上の無形固定資産が存在する可能性が高い企業や業種を特定し、企業価値の正確な反映に寄与する新しい評価手法を提案した。これにより、投資家や経営者がより正確な意思決定を行うための情報を提供し、企業の財務報告の透明性と信頼性を高めることが期待される。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義は、無形資産の評価において従来の評価手法を補完する新しい方法を開発し、生成AIを活用して合成データを作成することで、モデルの精度と汎用性を向上させた点にある。これにより、従来の評価手法と併用することで、より正確で客観的な無形資産評価が可能となり、学術的に重要な貢献を果たしている。社会的意義としては、企業価値の正確な評価が投資家や経営者にとって重要な情報を提供し、より適切な意思決定を支援する点が挙げられる。特に、無形資産の存在が企業の財務報告に適切に反映されることで、財務報告の透明性と信頼性が向上し、経済全体の健全性にも寄与することが期待される。

研究成果の概要（英文）：This research developed a method to estimate a company's intangible assets using multivariate analysis and machine learning, and implemented it as software. Based on the financial data of companies listed on the Tokyo Stock Exchange Prime Market, a predictive model for intangible fixed assets was constructed. By using generative AI to create synthetic data, the accuracy and generalizability of the model were enhanced. As a result, companies and industries with a high probability of unrecorded intangible fixed assets were identified, proposing a new evaluation method that contributes to an accurate reflection of corporate value. This is expected to provide investors and managers with information for more accurate decision-making and enhance the transparency and reliability of corporate financial reporting.

研究分野：データサイエンス

キーワード：無形資産評価 多変量解析 機械学習 回帰モデル 財務分析 企業価値評価

### 1. 研究開始当初の背景

本研究課題の申請時における背景として、企業の無形資産が企業価値の重要な要素であるにも関わらず、財務諸表においてその価値が正確に反映されていない現状があった。具体的には、ブランド価値、知的財産、顧客関係、研究開発成果などの無形資産は、企業の競争力や市場評価に大きな影響を与えるにも関わらず、その評価が難しく、財務諸表では過小評価されていることが多い。従来の評価手法は、会計基準のみに基づくものであり、真の企業価値を反映しきれない要因となっていた。さらに、デジタルトランスフォーメーションの進展に伴い、無形資産の比重がますます増大しており、特に IT 関連企業やサービス業では、無形資産が企業全体の価値の大部分を占めることが多くなっている。しかしながら、こうした企業においても、財務諸表での無形資産の適切な評価・計上が難しく、投資家やステークホルダーに対する情報提供の質が問われている。

これらの課題に対応するために、本研究では、多変量解析と機械学習を用いて、無形資産の客観的かつ精度の高い評価手法を開発することを目指した。この新しい手法により、従来の主観的評価を補完し、企業価値をより正確に反映させることで、投資家や経営者がより適切な意思決定を行うための基盤を提供することが期待された。これにより、企業の財務報告の透明性と信頼性が向上し、経済全体の健全性にも寄与することが期待される。

### 2. 研究の目的

本研究課題の研究目的は、企業の無形資産を多変量解析と機械学習を用いて正確に見積もる方法を開発し、その手法をソフトウェアとして実装することである。企業の財務諸表において無形資産が正確に評価されていない現状を改善し、企業価値の正確な反映を目指すものである。

具体的には、東京証券取引所に上場する企業の財務データを収集し、無形資産の予測モデルを構築する。これには、多変量解析を用いて無形資産の評価要素を特定し、機械学習アルゴリズムを適用して、これらの要素を基に無形資産の価値を予測するモデルを開発する。これにより、企業ごとに異なる無形資産の特性を反映した、より精度の高い評価が可能となる。

この新しい評価手法は、従来の会計学の観点からの評価を補完し、企業価値をより正確に反映させることを目的としている。これにより、投資家や経営者がより適切な意思決定を行うための基盤を提供し、企業の財務報告の透明性と信頼性を向上させることが期待される。特に、無形資産が企業の競争力や市場評価に与える影響を正確に把握することで、経済全体の健全性にも寄与することを目指した。

最終的には、この手法を実装したソフトウェアを通じて、広範な企業が無形資産の正確な評価を行えるようにし、財務報告の質を向上させることを目指した。この成果は、企業の持続可能な成長と市場の透明性向上に寄与するものである。

### 3. 研究の方法

本研究課題の研究は、最終的に以下のステップに基づいて進められた。

#### (1) データの収集と前処理

東京証券取引所プライム市場に上場する企業の財務データ（貸借対照表、損益計算書、キャッシュフロー計算書に含まれるデータ）を収集する。さらに、収集したデータを用いて、データクリーニング、正規化、特徴量選択等の前処理を行う。

#### (2) モデル構築

前処理が完了したデータを用いて、無形資産の予測モデルを構築する。

- ✓ アルゴリズム選定：複数の機械学習アルゴリズム（例：線形回帰、ランダムフォレスト回帰など）を試行し、最適なアルゴリズムを選定。
- ✓ モデルの訓練：選定したアルゴリズムを用いてモデルを訓練し、データセットをトレーニングセットとテストセットに分割してモデルの精度を検証。
- ✓ ハイパーパラメータのチューニング：グリッドサーチやランダムサーチを用いて、モデルのハイパーパラメータを最適化。

#### (3) 生成 AI を用いた合成データ作成

生成 AI 技術を用いて、収集したデータの特徴を模倣した合成データを作成する。これにより、データセットの多様性と量を増やし、モデルの汎用性と精度を向上させる。

- ✓ 合成データ生成：深層学習の技術を用いて、実データに似た合成データを生成する。
- ✓ 合成データ評価：合成データの品質を評価し、実データとの一致度を確認する。

#### (4) モデルの検証と評価

構築したモデルと合成データを用いて、無形資産の予測精度を評価する。

- ✓ 交差検証：クロスバリデーションを用いてモデルの精度を評価し、過学習を防止。
- ✓ 性能評価：決定係数を用いてモデルの性能を評価。
- ✓ SHAP 値による解釈：SHAP (SHapley Additive exPlanations) を用いて、各特徴量が予測に与える影響を解釈し、モデルの透明性を高める。

#### (5) ソフトウェアの開発と実装

最終的に、上記のプロセスで得られたモデルをソフトウェアとして実装する。

#### 4. 研究成果

本研究課題の成果について発表した3本の論文に基づき、主な成果、得られた成果の国内外における位置づけとインパクト、今後の展望について記述する。

##### (1) 主な成果

論文1: YOSHIOKA, T. (2022). A method to extract companies likely to have intangible assets that are not recorded on their balance sheets. *Journal of Management Science*, 11, 7-14.

本研究成果では、企業の財務諸表に計上されていない無形資産が存在する確率が高い企業を特定する方法を提案した。日経225の電気機器業界に属する企業の財務データを用い、機械学習を利用した無形資産予測モデルを構築した。具体的には、財務諸表の各項目を特徴量とし、無形資産の評価値をターゲット変数として使用した。線形回帰を用いた予測モデルの性能をホールドアウト法で評価し、高い決定係数を示した。最終的に、構築したモデルを用いて企業の無形資産の評価値を推定し、推定値と財務諸表に計上された値を比較することで、計上されていない無形資産が存在する可能性が高い企業を特定する手法を提案した。

論文2: YOSHIOKA, T. (2023). Using machine learning to identify industries with a relatively high probability of having unrecorded intangible fixed assets. *Journal of Management Science*, 12, 9-20.

本研究成果では、日経225に属する全ての業種の企業の財務データを収集し、複数のアルゴリズムを比較して無形資産の価値を予測するモデルを、自動機械学習を用いて構築した。最適なアルゴリズムとして勾配ブースティング回帰を選定し、ベイズ最適化でハイパーパラメータを調整した結果、高い精度を持つモデルを構築することに成功した。次に、構築したモデルの性能を決定係数、予測誤差プロット、学習曲線を用いて評価し、モデルが受容可能な性能レベルを満たしていることを確認した。モデルの予測値と財務諸表に計上された無形資産の価値の乖離率を計算し、計上されていない無形資産が存在する可能性が高い企業を特定した。また、業界ごとに乖離率の平均値を算出し、未計上の無形資産が存在する可能性が高い業種を特定することに成功した。

論文3: YOSHIOKA, T. (2024). Valuation of intangible fixed assets using generative artificial intelligence and machine learning. *Journal of Management Science*, 13, 27-36.

本研究成果では、東京証券取引所プライム市場に上場する企業の財務データを使用して、無形資産の評価モデルを構築した。複数の機械学習アルゴリズムを試行し、その予測精度を比較した。モデルの構築にあたっては、初めに生成AIを活用して実データから合成データを生成した。生成された合成データが実データと統計的に一致していることを確認し、この合成データを用いてモデルを構築することで、モデルの精度と汎用性を向上させることに成功した。さらに、SHAP (SHapley Additive exPlanations) を用いてモデルの解釈性を向上させ、日経225データを使用した先行研究の結果とは異なり、より広範なデータセットを用いることで新たな知見を提供することに成功した。

##### (2) 国内外における位置づけとインパクト

これらの研究は、無形資産の評価に関する新しいアプローチを提供し、従来の評価手法の限界を補完するものである。無形資産は、企業の競争力や市場価値においてますます重要な役割を果たしており、その正確な評価は投資家や経営者にとって極めて重要である。従来の評価手法は評価者の主観も少なからず入るが、本研究で提案した手法は、機械学習を活用することで、客観的かつ高精度な評価を可能にした。特に、無形資産が財務諸表に計上されていない可能性が高い企業や業種を特定する手法は、財務報告の透明性と信頼性を向上させるだけでなく、投資家に対して企業の真の価値を示すための重要なツールとなる。これにより、企業の評価がより正確になり、資本市場における情報の非対称性が緩和されることが期待される。この手法は、他の分野でも広く応用可能であり、無形資産評価の標準化と普及に寄与することが期待され、無形資産の評価手法に関する新しい基準を提供するものである。

##### (3) 今後の展望

今後の研究では、より大規模なデータセットを用いてモデルを訓練し、無形資産の評価手法の汎用性を向上させることが重要である。さらに、XAI (Explainable AI) 技術を用いてモデルの解釈性を高めることにより、無形資産の評価に影響を与える主要な要因を明らかにすることが求められる。これにより、無形資産の評価プロセスが透明化され、信頼性が向上する。また、財務報告の透明性と信頼性をさらに向上させるために、開発した評価手法を実務に適用し、広範な企業での利用を目指すことが重要である。これにより、企業の財務報告がより正確になり、投資家やステークホルダーに対してより適切な情報を提供することができる。最後に、未計上の無形資産が企業価値に与える影響を詳細に分析し、その経済的なインパクトを評価することも重要である。この研究の成果が市場や金融業界に与える影響を明らかにすることで、無形資産評価の重要性がさらに認識されることが期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3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 YOSHIOKA Tsuyoshi	4. 巻 13
2. 論文標題 Valuation of Intangible Fixed Assets Using Generative Artificial Intelligence and Machine Learning	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Management Science	6. 最初と最後の頁 27-36
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.57548/jms.13.0_27	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 YOSHIOKA Tsuyoshi	4. 巻 12
2. 論文標題 Using Machine Learning to Identify Industries with a Relatively High Probability of Having Unrecorded Intangible Fixed Assets	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Management Science	6. 最初と最後の頁 9-20
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.57548/jms.12.0_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 YOSHIOKA Tsuyoshi	4. 巻 11
2. 論文標題 A Method to Extract Companies Likely to Have Intangible Assets That Are Not Recorded on Their Balance Sheets	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Management Science	6. 最初と最後の頁 7-14
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.57548/jms.11.0_7	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 -

〔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 吉岡剛志	
2. 発表標題 機械学習を用いた無形固定資産評価の試みとその可能性	
3. 学会等名 日本ビジネス・マネジメント学会 第17回全国研究発表大会	
4. 発表年 2022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
---------	---------