

IT サービス企業の株価レジリエンスに関する分析

学習院大学 経済学部
日本経済研究センター

白田由香利
佐倉 環

要旨

IT サービス企業の時価総額の伸びが著しい。COVID-19の勃発によりデジタル需要が高まり、その特需によりIT サービス企業の株価は大いに上昇した。しかし、2022年3月、米国連邦準備制度理事会（FRB）による連邦公開市場委員会（FOMC）においてゼロ金利が2年ぶりに解除されて以降、度々の利上げにより、IT サービス企業は株価を下げた。本稿では、時価総額の成長率の主たる要因をAIによる回帰分析によって探求する。IT サービス企業はデジタルサービス、デジタル商品を販売するため、製造業とは主たる要因は大きく異なることが判明した。製造業においては、売上高成長率と在庫回転率などが主たる要因であるが、デジタル商品には在庫は必要ない。よって主たる成長要因は売上高成長率となる。回帰分析結果をSHAPによって解釈したところ、被説明変数の時価総額成長率と売上高成長率SHAP値の相関係数は0.92と非常に高いものであった。

1. 始めに

DX(デジタルトランスフォーメーション)の加速により、(A) コンピュータプログラミング、コンサルティング関連企業、及び、(B) 情報サービス活動企業の時価総額が著しく増加している。業種のなかで最も成長が顕著な分野と言える。上記(A)の代表的企業としては、米国のIBM及びACCENTURE、インドのTata Consultancy Services (TCS)及びINFOSYS、ドイツのSAPなどがある。上記(B)の代表的企業としてはGoogle (Alphabet Inc.)、Facebook (Meta Platforms, Inc.)、Amazon Web Services (AWS)、Microsoftなどがある。両業種を総括して、IT サービス企業と以下呼ぶことにする。

本稿では、(1) COVID-19と、(2) 2022年の米国連邦準備制度理事会（FRB）による利上げに対するこれらIT サービス企業の株価の回復力を分析する。IT サービス企業はCOVID-19に関しては時価総額増加の傾向であり、利上げに対しては下落の傾向であったので、本稿の分析は、COVID-19によって増加した後、FRB利上げで下落した後の回復力の分析、となる。企業にはこうした、顕著な成長の後の暴落の際、即時に柔軟に対応できる回復力が重要と考える。分析の対象は、株価及び時価総額の変動である。分析期間は、COVID-19の開始直前の2019年12月から始め、FRBの利上げの影響が沈静化する2023年12月までの4年間とする。手法として、AIによる回帰分析を使い、その分析結果の解釈としてXAI (eXplainable AI: 説明可能な

AI) 手法として広く普及している SHAP を用いる。

2. データ

この節では分析の目的を踏まえて、データの期間と内容をどのように選定したかについて説明する。

2.1 分析対象期間

2020年初頭に COVID-19は勃発した。そして2020年から2021年を通じて継続するパンデミックに対応する期間が続く。製造業などでは、この期間、ロックダウン、ビジネスの混乱などの負の影響が大きく株価が暴落する企業が多かった。しかし、**コンピュータプログラミング、コンサルティングおよび関連企業**においては、パンデミックによってデジタル化とリモートワークへの移行が加速したことで一般的に売上が増加した。特に、クラウドサービス、サイバーセキュリティ、IT インフラストラクチャー、ソフトウェア開発などの分野で活動する企業は、売上を成長させ、株価を増加させた。一方、**情報サービス業界**においてもパンデミックはビジネスモデルのデジタル化を促進し、オンライン広告、クラウドベースのサービス、データ分析、Eコマースプラットフォームなどの分野で需要が増加し、売り上げが増加した。両業種に共通する要因として、**パンデミックによる、多くの企業や消費者のデジタル技術への依存の増加**がある。結果として、IT サービス企業が提供するサービスやソリューションへの需要が向上した。この需要の増加は、売上成長率を押し上げ、株価増大の重要な要因となった。ただし、これらの業種内でも企業によっては異なる結果を示したはずである。例えば、企業の運営効率、市場戦略、技術革新の能力、財務の健全性などの違いが考えられる。また、株価は投資家の期待や外部環境の変化にも影響されるため、売上高成長率だけで全てを説明することはできない。

2022年3月、FRB はインフレ鎮静化のため利上げを開始した。これらの金融政策の変更により IT サービス企業の株価は暴落した。2022年後半以降は利上げ後の調整期間である。利上げによる株価暴落という初期反応に続いて、株価がどのように回復、安定したかが観察可能となる。回復期は長期に渡るため、**データ期間は、2019年12月末日から2023年12月末日とした**。株価変動パターンを詳細に分析するには時系列データクラスタリングが適している [1], [2], [3]。しかし、我々にとっての IT サービス企業という業種の初めての分析としては、概括的に時価総額の伸び率をターゲット変数とする回帰分析を行うことが適切と考えた。回帰分析の詳細は次節で説明する。

IT サービス企業の株価レジリエンスに関する分析（白田・佐倉）



図 1：代表的 IT サービス企業の 5 年間の株価変動

2.2 代表的企業の株価変動

図1に代表的ITサービス企業の株価変動を示す（データはMicrosoft BingのMSN Moneyより2024/1/27に採取）。ALPHABETの株価変動を見ると、2019年12月末日から2021年12月末日（図中縦線の位置）までは増加し、その後FRBの利上げの影響により減少期に入る。しかし2022年12月周辺で底値をつけた後、増加に転じ、2023年12月には、ほぼ2021年12月の水準に戻している。

METAの株価変動も、同様に、2021年12月までは増加、2022年はFRB利上げにより減少、2023年は増加というパターンが見られる。インドのTCSもFRBの利上げの影響を受けるが、ALPHABET及びMETAに比較して、利上げによる影響が小さく、増加に転じる時期が少し早い。この要因として世界中のGCC（グローバル・キャパビリティ・センター）がインドに集中してきたことがあげられる [4], [5]。GCCは、ITサービス、研究開発の世界的戦略を立案するセンターである。本稿の分析においてもインドITサービス企業に注目していく。

2.3 時価総額と規模

本稿の分析では、時価総額の成長率を被説明変数とする回帰分析を行う。株価ではなく時価総額を変数とした理由は、時価総額は株価分割の際も連続する値をとるからである。図2に時価増額の成長率と2019年12月末日の時価総額（単位は1000USD）の関係を示した。成長率は、**2023年12月末日の時価総額 ÷ 2019年12月末日の時価総額**で計算した値である。以降のデータは、すべてORBISから検索した結果である。ORBISは企業情報を提供するデータベースの一つでBureau van Dijk（ビューロー・バン・ダイク）が提供する。図2の赤い水平軸は、時価総額の成長率2倍を示している。2倍以上の成長をしたITサービス企業は、期間の始めである2019年には、その時価総額は小さいことが分かる。一般に、**規模が大きい大企業がさらに大きく成長することには困難が伴う。よって時価総額成長率が非常に高い企業は、初期の時価総額規模が小さい企業であることが多い**、と言える。図2からもそれは読み取れる。成長率が2倍を超える企業は10社あるが、ALPHABETを除いて、9社すべてが1000億USD以下の企業であったことが分かる。さらに成長率が5倍以上の企業を探すと、その数は2社であり、その2社の2019年12月時点での時価総額は非常に小さかったことが分かる。

回帰分析の被説明変数を時価総額成長率とする場合、初期段階で時価総額が非常に小さい企業は成長率が非常に高くなる可能性がある。そのため、他の規模の企業と合算して分析すると、目的としない、小規模企業の成長要因を分析してしまう。よって、分析対象は2019年12月末日時点の時価総額が100億USD以上の企業にした。回帰分析に使える企業は、必要とするデータが全て得られた企業のみのものである。よって、回帰分析で使った企業データ数は図2のデータ数よりも小さく、32社となった。

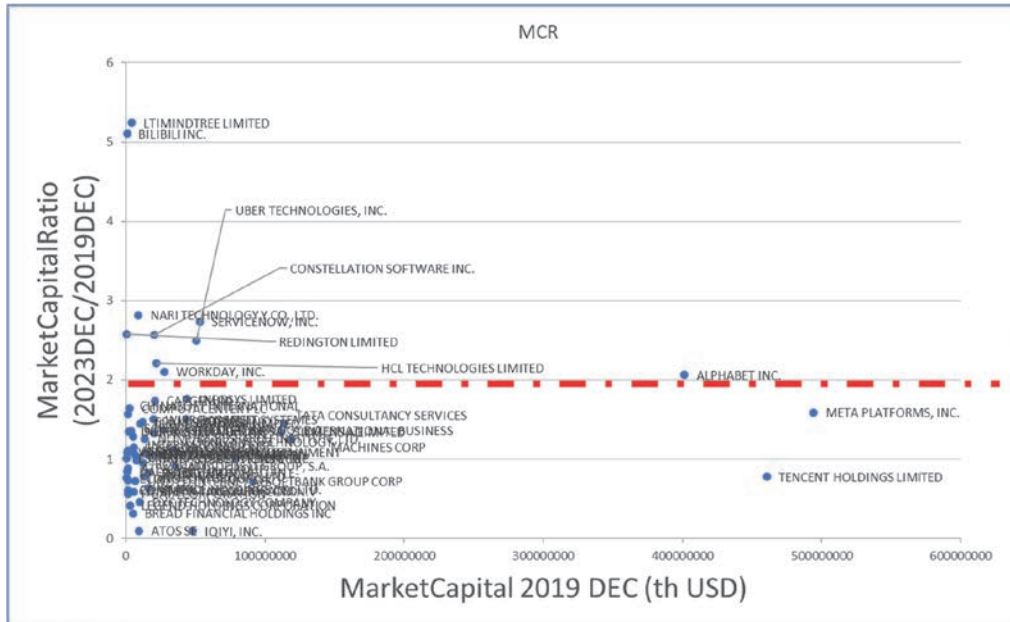


図2：時価総額成長率と2019年12月末日の時価総額の関係

2.4 説明変数の選択

次に回帰分析に用いる説明変数について述べる。被説明変数は、時価総額成長率である。製造業では、サプライチェーンマネジメントに関係する、在庫回転率及び有形固定資産回転率が株価回復の重要な要因であることは我々のチームの既存研究から分かっている [6], [7]。しかし、IT サービス企業に在庫の概念はないので、これは当てはまらない。重要な要因は、新しい技術と商品の開発であると考え。急速に拡大したデジタル需要に対応する新規商品開発スキルである。この指標として利用可能な経営指標として、売上高成長率、を用いることとする。研究開発費も可能であれば分析に使いたいが、研究開発費データが取れる企業数は少ない。また、定義が売上高などに比較して曖昧である。よって、研究開発費は説明変数に入れていない。

売上高営業利益率は、説明変数に入れた。他社にない高い技術を駆使した商品およびサービスを提供できれば、需要は高まり、価格をあげても需要はあまり減少せず、結果として利益率が增加すると考えられるからである。次にROE（自己資本利益率）も説明変数に含めた。ROEは企業が株主の資本をどれだけ効率的に利益に変えているかを示す指標だからである。ROEが高い企業は投資家の期待が高まり株価上昇の傾向がある。

その他、有形固定資産額を説明変数に含めた。IT サービス企業の有形固定資産とは、オフィスビルディングや土地、コンピューター機器などのハードウェアを指す。人的資源は含まれない。インドのTCSは、タタ財閥のもつ資産を活用可能である。財閥系のIT サービス企業及び、既に大規模な有形固定資産を保持する企業は、経済的不確実性が非常に高かったパンデミックや利上げの時期にも、資金調達で窮することなく、内部からの資金生成能力が高いため、この

ような不確実性に対して他社に比較して強い耐性を持つ可能性があったのではないかと考えたからである。有形固定資産の効率的活用のレベルの指標であれば、有形固定資産回転率、であるが、本目的では、資産自体のスケールの影響を分析したいので、資産回転率ではなく有形固定資産額そのもの、とした。

まとめると回帰に用いる説明変数は以下のようになる。

1. **売上高成長率**：新規サービス提供スキル
2. **売上高利益率**：高い技術のサービス提供スキル
3. **ROE**：企業が株主の資本から利益への効率性
4. **有形固定資産額**：内部からの資金生成スキル

雇用人材について考察する。IT サービス企業の場合、技術的なスキルや専門知識を持つ人材は特に重要であり、企業の競争力や革新能力に大きく影響する。それはインドにおける給料の値上げ問題に顕著に表れている [8]。企業における専門知識をもつ人的資源の価値を正確に測定することは、財務指標では困難である。間接的な方法として、従業員満足度、従業員離職率、トレーニングと開発への投資、従業員一人当たりの生産性などが考えられる。インドでは、社内トレーニングが盛んに行われている [9]。社内トレーニングに係る投資額などが取得できた暁には、それらの効果を分析したいと考える。将来的には、社内教育への投資及び、技術者の人件費などの指標を用いて、時価総額成長率を分析したい。

3. 分析手法とその解釈手法

本節では、回帰分析の手法について説明する。回帰分析のアルゴリズムは XGBoost [10] [11], [12] を用いた。本稿の回帰分析における被説明変数と説明変数は以下である。

被説明変数：時価総額の成長率

$(2023\text{年}12\text{月末日の時価総額}) \div (2019\text{年}12\text{月末日の時価総額})$

説明変数は以下の 4 変数で、2019年度から2023年度の 5 個の年次データの平均をとる。

- **売上高成長率 (SGR)**：新規サービス提供スキル
 $\{(2023\text{年}12\text{月末日の時価総額}) \div (2019\text{年}12\text{月末日の時価総額})\}^{(0.25)}$
幾何平均として 4 乗根を求め、1 年あたりの成長率を求める。
- **売上高利益率 (ProfitRate)**：高い技術のサービス提供スキル
- **ROE**：企業が株主の資本から利益への効率性
- **有形固定資産額 (FA)**：内部からの資金生成スキル

回帰分析は、企業の規模によって以下の制約をつけ、小規模な企業を除いた33社とした。

- 2019年12月末日時点の時価総額が100億 USD 以上

回帰分析の結果の解釈として XAI ツールの SHAP を用いた。SHAP についての有用性の説明は、テキスト [13], [14], [15] [16], [17] 及び教材ビデオ [18], [19], SHAP を使った

経営分析の論文 [20], [21] を参照して頂きたい。一言で言うと、SHAP は、被説明変数の平均からの偏差を、そのデータの特性を考慮して、各説明変数の貢献に応じて分割した値である。この事例でいえば、一つの企業に関する SHAP 値は 4 個求められ、その合計が近似的にその企業の被説明変数（時価総額成長率）の平均からの偏差に近い値を取る。

4. SHAP による結果の解釈

本節では、回帰分析を行い、その回帰モデルを用いて計算された SHAP の結果について述べる。

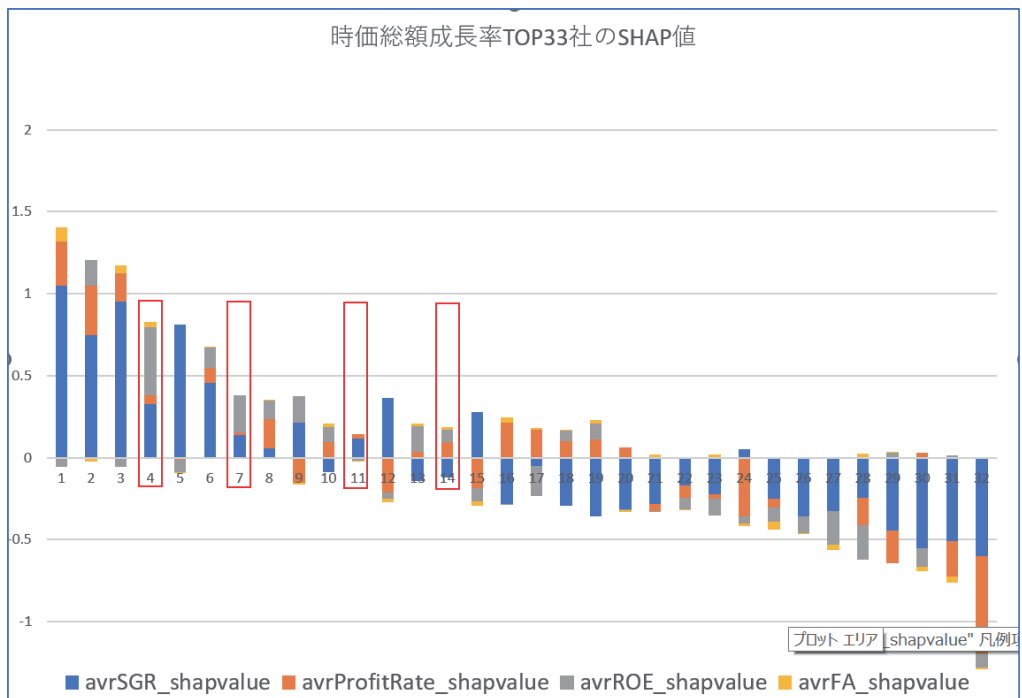


図3：2019年時価総額 TOP33企業の SHAP 結果

図3に回帰の結果割られた SHAP の積み上げ棒グラフを示す。横軸は企業を表し、全部で 33社ある。時価総額成長率の平均は1.4であった。図3のグラフの縦軸は、時価総額成長率の平均からの偏差である。ほぼ半数の企業が正の偏差値を取っている、よって、負の偏差値の企業もほぼ半数であることが分かる。

各説明変数の SHAP 値と被説明変数値との相関係数を求めると、表1のようになる。

表 1：各説明変数の SHAP 値と被説明変数値との相関係数

	avrSGR_shapvalue	avrProfitRate_shapvalue	avrROE_shapvalue	avrFA_shapvalue	MCR
avrSGR_shapvalue	1.00				
avrProfitRate_shapvalue	0.40	1.00			
avrROE_shapvalue	0.22	0.25	1.00		
avrFA_shapvalue	0.39	0.48	0.19	1.00	
MCR	0.92	0.67	0.46	0.52	1.00

SHAP の結果を見ると、時価総額成長率（MCR）に最も関連が高い説明変数は売上高成長率（SGR）で0.92であった。以下、売上高利益率が0.67、有形固定資産額が0.52と続く。最も関連が低かった説明変数は ROE で0.46であった。SHAP 値間の相関を見ると、最も高い相関係数でも0.48であり、相関がない、と言える。

表 2：説明変数と被説明変数間の相関係数

	avrSGR	avrProfitRate	avrROE	avrFA	MC2023DEC	MC2019DEC	MCR
avrSGR	1.00						
avrProfitRate	-0.22	1.00					
avrROE	-0.21	0.82	1.00				
avrFA	-0.01	0.34	0.16	1.00			
MC2023DEC	0.16	0.44	0.18	0.85	1.00		
MC2019DEC	0.08	0.51	0.18	0.71	0.92	1.00	
MCR	0.42	-0.01	0.17	0.07	0.24	0.03	1.00

表 2 に、各データの説明変数と被説明変数間の相関係数を示す。被説明変数の時価総額成長率（MCR）と最も相関が高い変数は、平均 SGR であった。しかし、0.42であり高い相関とは言えない。他の説明変数と被説明変数の相関は、-0.01、0.17、0.07とさらに低く、相関なし、と言える。2019年時価総額と2023年時価総額の間には0.92と高い相関があった。これは2019年に時価総額の高い企業は2023年にも時価総額が高い、という正の相関を示している。ROE 平均値と売上高利益率平均値の相関が0.82と高い。これは、ROE が、株主の資本から利益への効率性を表す指標なので、納得がいく。

表 1 と表 2 を比較すると、被説明変数値と生の説明変数値の間に相関がないが、説明変数の SHAP 値との相関を取ると、高い相関が現れることが分かる。これは一般的な SHAP の性質である。ここまでの結論として、SHAP による分析から時価総額成長率に最も影響を与える説明変数は売上高成長率（SGR）であり、ついで売上高利益率である、と言える。

図 3 の SHAP 積み上げグラフ上で、4 社のインド IT サービス企業を囲み枠で示した。4 社の SHAP の分布を見ると、11 番目のインド企業は SGR の SHAP 値の比率が高いが、他の 3 社

インド企業は他の企業に比較して、SGRのSHAP値の比率が低く、ROE_SHAPの比率が高いことが分かる。現段階では、何かの原因による傾向であるか定かではないが、このインドITサービス企業の特徴は将来の分析課題としたい。

5. ディスカッション

ITサービス企業の時価総額成長率に影響する要因を回帰分析により探求した。SHAP分析の結果として、最も影響する要素が0.92の売上高成長率、2番目に影響する要素が0.67の売上高営業利益率であった。売上高成長率は、**急速に拡大したデジタル需要に対応する新規商品開発スキルの指標**と解釈した。在庫概念が必要のないITサービス企業にとって、最も重要な要因は、売上高を成長させることであることが本稿の分析から分かった。

2番目に売上高営業利益率が重要である理由は、**他社にない高い技術を駆使した商品およびサービスを提供できれば、需要は高まり、価格をあげても需要はあまり減少せず、結果として利益率が増加するから**、と考えられる。よって、利益率が高いという意味は、高品質のサービス及びコンサルテーションなどを提供できるスキルと解釈した。売上高成長率と売上高営業利益率は、分析前に予想していた要因であった。利益系の説明変数は、売上高営業利益率ともう一つ、ROEがある。分析結果を見ると、ROEと時価総額成長率との相関係数よりも、有形固定資産額との相関係数の方が若干高い値であった。

結論と言えることは、ITサービス企業の時価総額成長率においては、圧倒的に売上高成長率の影響が大きいということである。物理的な商品を扱う製造業と、こうしたデジタルサービスを扱うITサービス企業との差異は、サプライチェーンマネジメントが殆ど必要ないことであろう。新商品開発スキルとは、デジタルに関するイノベティブなサービスや商品を開発することで、その搬送はネットワークやクラウドシステムによって行われ、物理的なロジスティクスは必要ない。SHAPによる結果の解釈からは、デジタルサービスになると製造業よりも一層の革新的商品開発が重要となることが分かった。

6. まとめ

本稿では、(A) コンピュータプログラミング、コンサルティング関連企業、及び、(B) 情報サービス活動企業の時価総額について分析した。COVID-19によりデジタル系の需要が高まり、これらのITサービス企業は株価を伸ばし時価総額を増大させた。しかし、2022年3月からのFRBの利上げは株価を大きく下落させる要因となった。COVID-19及びFRB利上げという大きな変動要因を経て、これらのITサービス企業の時価総額はどのように回復したか、その要因を探ることが本分析の目的であった。回帰分析では、時価総額の2019年12月末日を1として、2023年12月末日の時価総額をインデクス化した値を被説明変数とした。企業数は32社である。説明変数として、売上高成長率、売上高利益率、ROE、有形固定資産額、の4変数を用いた。説明変数のデータは年次データを2019年度から2023年度までの5個取り、その平均を用いた。回帰分析の結果できた回帰モデルをもとにSHAP値を求めた。各説明変数のSHAP値

と被説明変数の相関係数が高い変数が、被説明変数への主たる変動要因と考えた。その結果、売上高成長率が相関係数0.92と非常に高かった。2番目の説明変数は売上高利益率で相関係数は0.67であり、売上高成長率の相関が非常に高いことが分かった。ここから分かることは、デジタルサービスやデジタル商品を扱うこれらの企業では、デジタルに関する新規商品開発が非常に重要であることである。デジタルに関する技術革新は速いため、次々に新商品を高い技術力で生み出していく必要があることが確認できた。

謝辞

本研究は部分的に、学習院大学計算機センター2023年度特別プロジェクト、学習院大学GEMプロジェクト2023年度、科研B、20H01537（代表：白田由香利）の助成によるものである。

参考文献

- [1] M. L. De Prado, *Advances in financial machine learning* John Wiley & Sons, 2018.
- [2] M. M. L. de Prado, *Machine learning for asset managers* Cambridge University Press, 2020.
- [3] 白田由香利, “チュートリアル T2: 株価分析のための時系列データクラスタリング入門,” *DEIM2023* 電子情報通信学会, 岐阜長良川国際会議場, 2023.
- [4] 白田由香利, B. Sreekanth, and B. Chakraborty, “インドの IT サービス会社の Shapley 値を用いた 15年間の分析,” *DEIM 2024* 日本データベース学会, pp. in printing, 2024.
- [5] T. Jaiswal, "Why Are IT Stocks Falling? Indian Stock Market," in 5paisa, 2023/09/07. [Online]. Available: <https://www.5paisa.com/blog/why-are-it-stocks-falling>
- [6] Y. Shirota, M. Fujimaki, E. Tsujiura, M. Morita, and J. A. D. Machuca, "A SHAP Value-Based Approach to Stock Price Evaluation of Manufacturing Companies," *2021 4th International Conference on Artificial Intelligence for Industries (AI4I)* IEEE, pp. 75-78, 2021.
- [7] M. Fujimaki, E. Tsujiura, and Y. Shirota, "Automobile Manufacturers Stock Price Recovery Analysis at COVID-19 Outbreak," *PO&M 2022* The Decisions Sciences Institute (DSI) -sponsored P&OM Nara Best Paper Award, Online, 2022.
- [8] S. Sircar and R. Bhatia, "Goldman's Biggest Office Beyond New York Attests to India's Rise," in Bloomberg, 2023/06/14. [Online]. Available: <https://www.bloomberg.com/news/features/2023-06-13/goldman-s-biggest-office-outside-new-york-shows-india-s-business-evolution>
- [9] S. Ghosh, *Indian Economy* PHI Learning Private Limited., 2022.
- [10] XGBoostDevelopers, "XGBoost Documentation (Revision 534c940a.)," 2022. [Online]. Available: <https://xgboost.readthedocs.io/en/stable/>
- [11] M. Hashiguchi, M. Saitou, and Y. Shirota, "Analysis of Key Factors in Corporate Growth by XGBoost--Case Study of Automotive Industries," *IEICE Technical Report IEICE Tech. Rep.*, vol. 119, no. 99, pp. 5-9, 2019.
- [12] J. Xu, K. Matsumura, and Y. Shirota, "Analysis of Key Factors in Corporate Growth by XGboost--Case Study of Electrical Manufacturing Industries," *IEICE Technical Report IEICE Tech. Rep.*, vol. 119, no. 99, pp. 11-14, 2019.
- [13] P. Mishra, *Practical Explainable AI Using Python: Artificial Intelligence Model Explanations Using Python-based Libraries, Extensions, and Frameworks* Springer, 2022.

- [14] 大坪直樹 et al., “XAI (説明可能な AI)—そのとき人工知能はどう考えたのか?”, リックテレコム, 2021.
- [15] L. Gianfagna and A. Di Cecco, *Explainable AI with python* Springer, 2021.
- [16] D. Rothman, *Hands-On Explainable AI (XAI) with Python: Interpret, visualize, explain, and integrate reliable AI for fair, secure, and trustworthy AI apps* Packt Publishing Ltd, 2020.
- [17] A. Thampi, *Interpretable AI: Building explainable machine learning systems* Simon and Schuster, 2022.
- [18] 白田由香利, “最強 DB 講義: 機械学習回帰における Shapley 値の活用法,” in 日本データベース学会, 2023. [Online]. Available: <https://dblectures.comnpass.com/event/274198/>
- [19] 白田由香利, “チュートリアル T2: 機械学習回帰における Shapley 値の理論説明と事例紹介,” *DEIM2022* 電子情報通信学会, オンライン, 2022.
- [20] 求野虎太郎 and 白田由香利, “機械学習回帰における SHAP 値の時系列変化の分析,” *信学技報*, 東京, 2022.
- [21] 藤巻美舞 and 白田由香利, “Shapley 値による株価上昇における重要要素の分析 ~ 電気機器製造企業のケースについての考察 ~,” *信学技報*, vol. 121, no. 125 DE2021-1, pp. 9-12, 2021.