

パネルデータ分析を用いた日経 225 における ESG KPI と企業価値の関係の検証

慶應義塾大学 経済学部 長倉大輔研究会

池戸 崇彦 ・ 手塚 雄大 ・ 富塚 悠吏 ・ 渡邊 一輝

要約

近年、世界的に投資家や企業等を含む社会全体で ESG に対する注目度が高まっている。会計学者の柳良平は ESG データを含めた企業の非財務情報を PBR という企業価値の指標を用いて説明している。そして ESG と企業価値の関係をモデル化し、実証、結果を開示、投資家たちに訴求することで市場における日本企業に対する評価を高めることができると予想し、ESG と企業価値を同期化するフレームワークとして柳モデルを開発した。柳モデルを用いた実証研究は様々に存在するが、現状、柳モデルに基づいて ESG と企業価値の関係を分析している研究は課題も多く、今回は日本企業において「ESG 指標が企業価値に影響を及ぼすのか」、また「影響を及ぼすのだとしたら日本企業全般に共通して企業価値に対して強い影響を持つと考えられる ESGKPI はあるのか」を調査するため、柳モデルに基づいて日経 225 社を対象とし、特に先行研究から企業価値に対する影響が高いと予想される ESG 関連データを用いて定量的な分析を行いそれぞれの指標について企業価値への影響を考察した。その結果、それぞれの ESGKPI を「ESGKPI が改善されると PBR が上昇するもの」「有意だが ESGKPI を改善すると PBR は低下してしまうもの」「PBR に影響がないとされるもの」の分類することができた。

キーワード： ESG 投資、企業価値、PBR、パネルデータ、固定効果モデル

目次

1	はじめに	1
2	今日の ESG 指標と企業価値について	2
2.1	ESG 投資	2
2.2	企業価値の指標について	2
3	先行研究	3
3.1	柳モデル	3
3.2	データ選考の参考にした先行研究	5
3.3	目的	5
4	分析	6
4.1.1	使用した ESGKPI	6
4.1.2	使用したデータのフォーマット	10
4.2	分析手法	10
5	結果	13
5.1	使用したサンプルのサイズ	13
5.2	分析結果	15
5.2.1	統計的分析結果	15
5.2.2	単回帰分析における散布図	29
6	考察	31
6.1	原材料使用量について	31
6.2	従業員退職率について	31
6.3	女性従業員離職率について	31
6.4	社員研修時間数について	31
6.5	BESG 社員研修時間数合計項目スコアについて	31
6.6	特許/商標/著作権について	32
6.7	廃棄物総量について	32

6.8	排水量・排水量合計について	32
6.9	従業員数 - CSR について	32
6.10	紙消費量について	32
6.11	育児休暇定着率について	33
6.12	CO2 スコープ 1&2 ロケーションベースについて	33
6.13	窒素酸化物排出量について	33
6.14	売上高当り GHG(CO2)総排出原単位について	33
6.15	新人職女性比率について	34
6.16	1 従業員当り研修費用・従業員の平均研修時間数について	34
6.17	休業災害度数率(全従業員)・休業災害度数率(従業員)について	34
6.18	社外監査役数について	35
6.19	障がい者従業員比率について	35
6.20	女性執行役員比率について	35
6.21	営業利益について	36
6.22	硫黄酸化物排出量について	36
6.23	報酬対象役員人数について	37
6.24	女性中間その他管理職比率について	37
6.25	電力使用量について	38
7	終わりに	39
7.1	今回の研究から得られる示唆	39
7.2	今後の課題	39
7.3	謝辞	39
8	参考文献	40

1 はじめに

近年、世界的に投資家や企業等を含む社会全体で ESG に対する注目度が高まっている。ESG とは E(Environment : 環境)、S(Society : 社会)、G(Governance : ガバナンス)と三つの単語の頭文字をつなげたものである。日本においても欧米諸国に後れを取っているものの、ESG 投資の規模は年々増加しており、世界的な潮流を受け多くの日本企業が ESG を重視した経営方針を打ち出している。バルーク・レブ 教授は著書「会計の再生」(2018)において 50 年代では損益計算書の利益と貸借対照表の株主資本によって時価総額のうち約 90 %を説明することができたが 2013 年には時価総額のうち約 50 %しか会計数値によって説明することができなくなったと指摘している。つまり、現在企業価値を測る上で財務情報のみによって説明できる部分は半分程度であり、正確な結果を得るには財務情報のみでなく ESG 関連データなどの非財務情報も含めて総合的に判断する必要があるということになる。柳 (2021) はこの非財務情報を PBR(Price Book-value Ratio)という企業価値の指標を用いて説明している。PBR とは別名、株価純資産倍率とも呼ばれ、株価を 1 株当たり純資産で割ることで導くことができる。柳は PBR が 1 倍であるならば企業価値が会計上の価値である純資産と同等であることを示し、PBR が 1 倍を超えたのなら財務情報以外の要因によって市場における価値が見出されていると予想した。さらに柳は PBR が一倍を超えた部分は ESG を含む非財務情報によってほとんどが説明できると仮定し非財務情報と企業価値の関係をモデル化している。しかし、日本の状況に目を向けると米国や英国における PBR が 2009 年から 2020 年において 1.5 倍以上の数値を出しているのに対して日本は同期間において 1 倍付近で停滞している。この状況に対して柳は非財務情報を重視したとき日本企業は過小評価されているとし、それは日本企業の ESG への取り組みが市場に伝わっていないことが原因であると考えた。そのため、柳は ESG と企業価値の関係をモデル化し、実証、結果を開示、投資家たちに訴求することで市場における日本企業に対する評価を高めることができると予想し、ESG と企業価値を同期化するフレームワークとして柳モデルを開発している。以上の通り ESG 関連データを含む非財務情報を定量的に分析することは投資家にとっても日本企業にとっても非常に有意義なことである。仮に日本企業全般に共通して企業価値に強い影響を持つ ESG 指標を知ることができれば経営者にとっても投資家にとっても有意義な情報となる。しかし、現状柳モデルに基づいて ESG と企業価値の関係を分析している研究は特定の業種や ESG の中でも特定の分野に絞って行われたものがほとんどである。そのため我々は日本企業において ESG 指標が企業価値に影響を及ぼすのか、また影響を及ぼすのだとしたら日本企業全般に共通して企業価値に対して強い影響を持つと考えられる ESGKPI(Key Performance Indicator)はあるのかという目的のもと、我々は先述の柳モデルに基づいて日経 225 社を対象とし、特に企業価値に対する影響が高いと予想される 38 個の ESG 関連データを用いて定量的な分析を行いそれぞれの指標について企業価値への影響を考察した。

2 今日の ESG 指標と企業価値について

2.1 ESG 投資

ここでは ESG 投資に対する基本的な考え方を記述する。まず、ESG とは E(Environment: 環境)、S(Society: 社会)、G(Governance: ガバナンス)と三つの単語の頭文字をつなげたものである。ESG 投資とは企業のこれらの分野に対する取り組みが企業の長期的な価値創造に寄与すると考え、そうした取り組みに積極的な企業を選んで投資行動を行うことである。実際に注目される企業行動の幅は広く、廃棄物総量や二酸化炭素排出量といった直観的に理解しやすい評価指標から、その企業のサプライヤーとなる企業の取り組みまで評価の対象となる。たとえば、評価の対象となる企業 A が児童労働を行っていないとしても、企業 A が使用する原料を製造する企業 B において児童労働が行われている場合、企業 A の ESG 評価も下がるのである。このように、幅広い取り組みにおいて企業の ESG への取り組みを評価する。

ここで注意すべきなのは、投資家たちが社会的責任において自身の利益を度外視して投資を行っているわけではないということである。1990 年代には企業の社会的責任に基づいて投資を行う SRI を実践する機関投資家が現れた。このころにはたしかに、投資家自身の利益よりも社会的責任を重視した投資行動が行われていた。しかし 2006 年に国連責任投資原則が発表されると、そこでは企業の ESG 分野への取り組みが企業価値に影響を与えるという見解が示された。つまり、ESG 分野への取り組みに積極的な企業に投資することこそが、投資者の利益につながると考えられるようになったのである。このことを踏まえて世界全体で ESG 投資は増加しており、世界全体での ESG 投資残高は 2012 年の 13.3 兆ドルから 2014 年の 21.4 兆ドルへ 2 年間で 60.9%もの増加を見せている。

2.2 企業価値の指標について

企業価値については評価が難しいが、今回は PBR という指標を利用する。PBR とは

$$PBR = \frac{\text{株価}}{\text{一株当たりの純資産}}$$

で計算される指標である。ここでいう純資産とは会計上の純資産のことであり、資本金・資本剰余金・自己株式・利益剰余金などが含まれる。この式から考えると、PBR は市場の上での企業価値のうち、企業の保有資本で説明できないものがどれだけあるかを説明していると考えることができる。「はじめに」で述べた柳モデルの PBR 仮説はこの差に企業の非財務情報が反映されているとする考え方であり、この仮説にのっとれば、我々が今回考えた企業価値は PBR を用いることで定量的に扱えると考えた。

3 先行研究

3.1 柳モデル

柳は「Intrinsic Value モデル」(柳(2009))、「IIRC-PBR モデル」(柳(2015))、「残余利益モデル」(Ohlson(2001))を統合し「非財務資本とエクイティ・スプレッドの同期化モデル(柳モデル)」(柳(2021))を開発し ESG と企業価値を同期化する概念フレームワークとして提案した。Intrinsic Value モデルは従来のモデルでは会計上のコストとして計上されていた基礎開発費を企業価値に正の影響を与える要因として扱う、というように財務資本と非財務資本との価値関連性を説明するモデルである。このモデルでは PBR が 1 を超過している部分を市場付加価値として定義している。市場付加価値は「組織の価値」、「人の価値」、「顧客の価値」、「ESG・CSR の価値」で構成される非財務資本関連の要因によって創出されるとした。IIRC-PBR モデルは非財務資本が PBR の 1 超過部分に反映されるという PBR 仮説の元、2013 年に IIRC(International Integrated Reporting Council)が公表した統合報告のフレームワークに則り市場付加価値が「知的資本」「人的資本」「製造資本」「社会・関係資本」「自然資本」の五つの資本から成り立つとして、これらに財務資本を加えた六つの資本の関係性をモデル化したものである。残余利益モデルとは会社の当期純利益から株主の期待収益を引くことで算出される残余利益を企業を評価する指標とするモデルのことである。残余利益モデルに従えば PBR 1 超過部分を自己資本利益率 ROE (Return On Equity) から株主資本コストを引くことで求められるエクイティ・スプレッドの金額流列の現在価値の総和で表すことができる。数式で表すと以下ようになる。

$$\text{株主価値}_t = BV_t + \sum_{t=1}^{\infty} \left(\frac{\text{当期利益}_t - CoE \times BV_{t-1}}{(1 + CoE)^t} \right)$$

*BV:株主資本簿価 *CoE=株主資本コスト

これらの3つのモデルを統合したものが「非財務資本とエクイティ・スプレッドの同期化モデル(柳モデル)」である。PBR は ROE と株価収益率 PER(Price Earnings Ratio)の乗数として求めることもでき、PER の逆数は株主資本コストに収束されることが知られている。この前提のもと ESG が改善されると市場におけるリスクが低減され、成長期待が増大することで株主資本コストが減少し結果として長期的に PER 及びエクイティ・スプレッドの予想を高めることにつながる。このようにエクイティ・スプレッドによる価値創造と ESG を含む非財務資本の価値は市場付加価値という観点から長期的に整合性を持つ。このように柳モデルでは市場付加価値を通じてエクイティ・スプレッドと非財務資本が相互補完的であるのだと捉える。ここから ESG 経営と、ROE や資本コストを重視した経営がトレードオフの関係ではなく同期しているということが分かる。また、研究開発投資費用が将来の ROE 及び株価に対して長期的に遅延浸透して正の相関を持つ遅延浸潤効果が認められている。(柳・目野・吉野(2016))柳モデルを用いて分析を行っている複数の先行研究が存在する。個別企業を対象とした研究として柳(2019)は「一企業の ESG の KPI が一企業の企業価値に

影響を及ぼしていることを統計学的有意差を持って実証研究することができるのか」というテーマで分析を行っている。柳モデルを用いてエーザイの統合報告書から ESG の KPI88 個に対して連結 PBR と単体 PBR のそれぞれにつき実数ベースと両辺自然対数を取った対数変換モデルで分析を行った。分析モデルはそれぞれ以下の様になっている。

$$\cdot \text{重回帰分析} : PBR_t = \alpha + \beta_1 \cdot ROE_t + \beta_2 \cdot (ESG KPI_{t-d}) + \varepsilon$$

$$\cdot \text{重回帰分析 (対数変換)} : \ln(PBR_t) = \alpha + \beta_1 \cdot \ln(ROE_t) + \beta_2 \cdot \ln(ESG KPI_{t-d}) + \gamma$$

ここにおいて i は個人を表す ($i = 1, 2, \dots, n$)、 t は観測時点を表す ($t = 1, 2, \dots, T$)。ここにおける n, T は指標により異なる。また d はとは遅延期間のことを指す。ここでこの遅延期間について説明する。柳モデルでは ESG は事後的に・遅延的に企業価値に影響するという「遅延浸潤効果仮説」の立場をとる。結果の第一次抽出条件には自由度調整済み決定係数 (R^2) が 0.5 以上、エーザイの ESG の KPI に係る相関係数の P 値 (有意確率) : 0.1 以下という基準を設定している。第一次分析の結果では実数ベース、対数ベースに大差はないが対数変換モデルの方が有意な結果が多く得られた。第一次分析の結果に基づき重要性の原則から連結 PBR を被説明変数とする重回帰分析で、「観測数 10 以上で、P 値 5% 未満、 t 値 2 以上、 R^2 0.5 以上」を統計的に優位な水準として第二次分析を行っている。第二次分析の結果、特に IIRC の 5 つの非財務資本の中では人的資本の KPI が最も多く PBR に有意な相関が見られた。同研究からエーザイという個別企業において非財務資本は企業価値に影響を及ぼしていることが理解できた。柳はこの結果を柳モデルの有効性を示唆しているものと捉えている。加えて柳・杉森(2021)では柳モデルとエーザイでの回帰分析を日本企業全体にも適用することができるかどうかを検証するため TOPIX100 構成銘柄に採用された日本企業を対象に実証を行っている。分析対象として 2000 年度から 2019 年度の 20 年分のデータを収集し 8 割以上の年度で実証分析に使用するすべてのデータがそろふこと、IIRC-PBR モデル (柳(2021)) に従い PBR が 1 倍であるデータを対象に、TOPIX100 の企業のうち 49 社に絞り込んで分析を行っている。分析では説明変数を人件費若しくは研究開発費、被説明変数を PBR に設定し分析モデルはエーザイの回帰分析(柳(2021))で用いた 2 ファクターモデルを使用した。回帰式は以下のものを使用している。

$$\text{パネルデータ重回帰分析} : \ln(PBR_{i,t}) = \alpha + \beta_1 \cdot \ln(ROE_{i,t}) + \beta_2 \cdot \ln(ESG KPI_{i,(t-d)}) + \mu_{i,t}$$

α は ROE でも人件費・開発研究費でも説明できない PBR の上昇の影響要素、 β_1 は ROE と PBR の関係性の強さを示す値、 β_2 は ESGKPI と PBR の関係性の強さを示す値、 $\mu_{i,t}$ は回帰式で推定される PBR と実際の PBR との差分、 i は分析対象となる企業、 t は分析対象となる年度である。人件費と研究開発費に対して年度をずらした変数を作成し遅延浸潤効果について回帰分析を行っている。ここにおける d は遅延期間である。結果として TOPIX100 企業を対象としたとき人件費では 6 年から 9 年遅延して研究開発費では 6 年から 12 年遅延して PBR を高める効果を持つことが分かった。柳(2023)はこの結果から柳モデルを日本企業全般に適用することができることの証明につながるとしている。この研究は TOPIX100 企業と幅広く対象を取っているが、テーマが「柳モデルは日本企業全般に適用

できるか」ということであるため ESGKPI が人件費と研究開発費の 2 つに絞られている。

3.2 データ選考の参考にした先行研究

ESG に関連するデータは余りに多く、その全てを使用して分析を行うことは困難である。そのため我々は企業価値に与える影響が大きいと考えられる 38 個の変数に絞って分析を行った。データの選択に際してアビームコンサルティング株式会社が発表した「企業価値を向上させる ESG 指標 TOP30 〜ESG を起点としたデータドリブン変革の実現に向けて〜」（2022 年 6 月 20 日）及び保科学世著「データドリブン経営改革」（2022 年 8 月）を参考にした。アビームコンサルティング発表の ESG 指標 TOP 30 では先述の柳モデルを用いて企業価値に有意な相関がある ESG 関連指標の上位 30 種類を紹介している。しかし、これはアビームコンサルティングが過去に分析を行った日本企業数十社のデータから算出したものであり、日本の大企業を網羅できているとは言えない。そのため、業種や経営方針などサンプルとして偏りがある可能性がある。データドリブン経営改革では AI やビッグデータを用いた経営の必要性が説明されておりその中で筆者らは日経 225 社を対象に 2009 年から 2020 年のデータを使い ESG 指標及び財務指標、合計 467 の指標が時価総額にどのような影響を与えているか構造方程式モデリングを用いて因果関係を可視化している。その結果得られた企業価値に対する影響が強い ESG 指標 TOP 30 を紹介している。しかし、この研究では被説明変数を時価総額としている。柳モデルに基づけば PBR1 超過部分が市場付加価値とされているため被説明変数を PBR とし、ESG が株主資本コストの減少を通じてエクイティスプレッドと同期することで市場付加価値に影響するとした方がより ESG による企業価値の上昇のプロセスを反映出来ているといえる。また、柳モデルでは遅延浸潤効果（柳・目野・吉野(2016)）が仮定されており ESGKPI の改善から PBR の上昇までには一定の期間を要するとされているのに対して、この研究ではその効果を踏まえているかが明示されておらず、同年次内での分析にとどまっている可能性がある。

3.3 目的

これら先行研究を踏まえ日本企業において ESG 指標が企業価値に影響を及ぼすのかまた影響を及ぼすのだとしたら日本企業全般に共通して企業価値に対して強い影響を持つと考えられる ESGKPI はあるのかという目的のもと日経 225 社を対象に過去 7 年の 38 個の ESGKPI を説明変数、PBR を被説明変数として柳モデルに基づいた重回帰分析を行った。

4 分析

4.1 使用したデータ

4.1.1 使用した ESGKPI

今回は日経 225 に選定されている日本企業 225 社を対象に分析を行った。これは業種等の偏りが出ないことを意図したものである。また ESGKPI はアビームコンサルティング株式会社が発表した「企業価値を向上させる ESG 指標 TOP30 ～ESG を起点としたデータドリブン変革の実現に向けて～」(2022 年 6 月 20 日) 及び保科学世著「データドリブン経営改革」(2022 年 8 月) を参考にした。ここで示された「企業価値を向上させる ESG 指標」のうち、Bloomberg Professional にデータがある指標を今回の分析では使用した。また今回は連続データを対象にし、二値データはスコープ外とした。以下が「先行研究で示された指標」と「Bloomberg Professional 内で登録されている指標」の対応である。

表 1 先行研究で示された指標と Bloomberg Professional 内で登録されている指標の対応

		先行研究で示された指標	Bloomberg Professional 内で登録されている指標
使用した ESG 指標	「企業価値を向上させる ESG 指標 TOP30」による	原材料使用量	原材料使用量
		キャリア採用数 (男性)	中途採用/中途採用者数(会社発表値)
		キャリア採用数 (女性)	中途採用/中途採用者数(会社発表値)
		退職者数/離職者数 (女性)	従業員退職率/離職率/離職率(会社発表値)/女性従業員離職率
		新規管理職登用数	—
		総研修時間	社員研修時間数/BESG 社員研修時間数合計項目スコア
		登録特許件数	特許/商標/著作権/特許権・商標権・著作権/注記(会社発表値)
		労働災害度数率	総災害度数率(従業員)
		産業廃棄物排出量	廃棄物総量
		リサイクル率	リサイクル比率
		工場・ミュージアム・ショールームなどの見学来場者数	—
		排水量	排水量/排水量合計
		社員数	従業員数 - CSR
		紙消費量	紙消費量
		子の看護休暇取得者数	—
		CO2 排出量-スコープ 2	CO2 スコープ 1&2 ロケーションベース
		育児休暇取得者数 (女性)	育児休暇定着率

		育児短時間勤務利用者数	—
		グリーン調達率	—
		NOx 排出量	窒素酸化物排出量
		CO2 排出量原単位	売上高当り GHG(CO2)総排出原単位
		退職者数/離職者数（男性）	—
		女性採用比率	新人職女性比率
		海外トレーニー制度利用者数	—
		従業員一人あたり研修費用	1 従業員当り研修費用
		従業員一人あたり研修時間	従業員の平均研修時間数
		休業災害度数率	休業災害度数率(全従業員)／休業災害度数率(従業員)
		社外監査役人数	社外監査役数
		電気消費量	電力使用量
		障がい者雇用率	障がい者従業員比率
	「データドリブン経営改革」による	女性役員比率	女性執行役員比率
		営業利益	営業利益
		ROE	* 1
		女性役員人数	—
		コミュニティ投資の取り組み	—
		女性管理職（部長職以上）比率	女性中間その他管理職比率
		LGBT に対する何らかの取り組み	—
		プロボの支援の取り組み	—
		在宅勤務制度	—
		LGBT に対する基本方針	—
		BOP ビジネスへの取り組み	—
		保育設備手当	—
		平均年間給与	従業員平均給与 注記(会社発表値)
		社会貢献担当部署の有無	—
		社会貢献活動支出額総額	—
		内部通報・告発の件数	BESG 内部告発者保護方針項目スコア
		30 歳平均賃金	—
		ステークホルダーエンゲージメントの内容を CSR レポートで報告	—
		CSR 調達に関する調達先監査評価の有無	—
		従業員の満足度調査の実施	—

	マテリアリティの設定	—
	ストックオプション制度	—
	事業活動による生物多様性への影響	—
	SOx 排出量	硫黄酸化物排出量
	産休取得者数	—
	従業員数	従業員数 - CSR
	事業継続管理の構築	—
	エコマーク商品の比率	エコマーク製品%
	生物多様性の保全プロジェクトへの支出額	—
	男性役員比率	—

* 「—」は「対応するデータが Bloomberg Professional に存在しない」あるいは「二値データ」であることを示す

* 1 ROE は、今回のモデルにおいて、「制御変数」として用いられる

次に表 2 で「Bloomberg Professional 内で登録されている指標」として示されたものをに並べる。指標の中には、多くの「0」のデータを含むため、0.1などを足してから対数化したものもある。

表 2 本研究で対象にした ESGKPI

ID	指標	備考
X01	原材料使用量	
X02	中途採用	日経 225 の企業ではデータの登録がないためスコープ外
X03	中途採用者数(会社発表値)	日経 225 の企業ではデータの登録がないためスコープ外
X04	従業員退職率	
X05	離職率	日経 225 の企業ではデータの登録がないためスコープ外
X06	離職率(会社発表値)	日経 225 の企業ではデータの登録がないためスコープ外
X07	女性従業員離職率	
X08	社員研修時間数	
X09	BESG 社員研修時間数合計項目スコア	
X10	特許/商標/著作権	0 のデータを 1 つ除いた
X11	特許権・商標権・著作権/注記(会社発表値)	日経 225 の企業ではデータの登録がないためスコープ外
X12	総災害度数率(従業員)	
X13	廃棄物総量	
X14	リサイクル比率	日経 225 の企業ではデータの登録がないためスコープ外

X15	排水量	
X16	排水量合計	
X17	従業員数 - CSR	
X18	紙消費量	
X19	育児休暇定着率	
X20	CO2 スコープ 1&2 ロケーションベース	
X21	窒素酸化物排出量	対数化の際には 0.1 を足してから処理を行った
X22	売上高当り GHG(CO2)総排出原単位	
X23	新人職女性比率	
X24	1 従業員当り研修費用	
X25	従業員の平均研修時間数	
X26	休業災害度数率(全従業員)	対数化の際には 0.1 を足してから処理を行った
X27	休業災害度数率(従業員)	0 のデータを 10 つ除いた
X28	社外監査役数	
X29	障がい者従業員比率	
X30	女性執行役員比率	対数化の際には 0.01 を足してから処理を行った
X31	営業利益	対数化の際には 2721 を足してから処理を行った
X32	BESG 内部告発者保護方針項目スコア	データが二値データ (0 か 10) になっていたためスコープ外
X33	硫黄酸化物排出量	対数化の際には 0.01 を足してから処理を行った
X34	エコラベル製品%	日経 225 の企業ではデータの登録がないためスコープ外
X35	報酬対象役員人数	
X36	従業員平均給与 注記(会社発表値)	日経 225 の企業ではデータの登録がないためスコープ外
X37	女性中間その他管理職比率	
X38	電力使用量	

表 2 においてグレー字になっているものは、Bloomberg Professional に「指標」としての登録はあるものの、実際にはデータが登録されていなかったため、今回の研究ではスコープ外としたものである。また備考欄には実際の分析の際に加えた操作が記載してある。またこれ以降「XXnn」との記載がある場合は「Xnn」の対数化したものであることを表すものとする（例：XX01 は X01 を対数変換したもの）。また Y は「PBR」、Z は「ROE」を表すものとする。

4.1.2 使用したデータのフォーマット

今回は、データのフォーマットとして「パネルデータ」を使用した。パネルデータを用いることによって、個体間の異質性をコントロールすることが容易になる上、分析に用いるデータを増やすことにも繋がり、分析の精度を上げることもできる。

4.2 分析手法

今回はモデルとして「柳モデル」という非財務と PBR の関係性を明らかにする分析モデルを使うことにする。今回は柳・杉森（2023）を参考にそのモデルについて述べる。まず柳モデルは前述の通り、PBR1 倍超の部分の市場付加価値（MVA）に、ESG 等の価値を含む非財務資本が反映され、その部分が将来のエクイティ・スプレッドの関数でもあり、現在の非財務資本が将来の財務資本になるという仮説に基づいている。この仮説を認めた上で、今回はモデルを構築することにする。

以下が今回用いる回帰モデルの式である。

$$\ln(PBR_{i,t}) = \alpha_i + \beta_1 \ln(ROE_{i,t}) + \beta_2 \ln(ESGKPI_{i,t-d}) + u_{i,t}$$

この式においてまず t は年次を指している。そして $PBR_{t,i}$ は企業 i の t 期の PBR、 $ROE_{i,t}$ は企業 i の t 期の ROE、 $ESGKPI_{t-d}$ は $t-d$ 期の ESGKPI を指す。ここで ROE を説明変数として加えているのは、ROE が上昇することによって自ずと PBR が上昇してしまうためその影響をコントロールすることを目的としている。ここにおける t とは遅延期間のことを指す。柳モデルでは ESGKPI の改善から PBR の上昇までには一定の期間を要するとする。今回は入手したデータを踏まえ、0～4 年の期差分析を行うこととする。よって t は 0 から 4 をとるものとする。 α_i は「ROE でも ESG でも説明できない、PBR 上昇の影響要素」、 β_1 は「 ROE_i の偏回帰係数」、 β_2 は「 $ESGKPI_{i-t}$ の偏回帰係数」を指す。また u_{i-t} は「誤差項」、すなわち「回帰式で推定される PBR と実際の PBR との差分」を表している。今回は PBR_i 、 ROE_i 、 $ESGKPI_{i-t}$ の全ての変数に対して対数化を行った。この対数化の処理は柳（2021）等では示されている柳モデルを参考にした。

さらに今回は分析に際し、パネルデータを用いた。なぜパネルデータを用いたかという点については、4.1.2 を参照されたい。

今回の研究ではこのモデルを用いて検証を行うが、ESG 指標データの持つ特性によって、統計手法を 3 つの中から使い分けた。

まず、今回得られたパネルデータに対して、 F 検定を行う。これによって個別効果があるのかどうかを調べることになる。個別効果とは「個体間の異質性による効果」のことを指し、今回でいえば、「企業間の異質性による効果」ということになる。もし個別効果が存在するとすれば、その効果をコントロールすることによって初めて、ESG 指標や ROE が PBR に与える影響を観測することが可能になる。ただし、そもそも個別効果が存在しない場合にはこれを考慮する必要がない。そこで今回は F 検定によりその判断をすることになる。 F 検定

を行い「帰無仮説：個別効果なし」を検定し、棄却されない場合は Pooled OLS にて分析を行い、棄却される場合には固定効果モデル・ランダム効果モデルを用いることとする。

ここで固定効果モデル・ランダム効果モデルについて詳述する。以下は中西(2015)と村上(2011)を参考に記述する。まず固定効果モデルとランダム効果モデルには「①観察されない個人の異質性をランダムと見なすか」「②観察されない個人の異質性と説明変数の間に相関があることを認めるか」「③時間によって変わらない変数を分析に含めることができるかどうか」の3つの違いがある。

以下にそれぞれのモデルを今回の検証の形に合わせて叙述する。まず固定効果モデルについて、以下のように表される。

$$\ln(PBR_{it}) = \alpha_i + \beta_1 \ln(ROE_{it}) + \beta_2 \ln(ESGKPI_{i,t-d}) + u_{i,t} \quad (1)$$

ここにおいて i は個人を表す ($i = 1, 2, \dots, n$)、 t は観測時点を表す ($t = 1, 2, \dots, T$)。ここにおける n, T は指標により異なる。また d はとは遅延期間のことを指す ($d = 0, 1, 2, 3, 4$)。これは前述の遅延浸潤効果を踏まえたものである。さらに α_i は観測されない個人の異質性を指し、ここではこれをランダムと見なすことはしない。つまりここにおいては、誤差項を「観察されない個人の異質性 α_i 」と「その他の誤差項 $u_{i,t-d}$ 」に分けて考える。ここで、各個人 i について個人ごとに平均をとる。

$$\overline{\ln(PBR_{it})} = \frac{\sum_{t=1}^T \ln(PBR_{it})}{T}, \quad \overline{\ln(ROE_{it})} = \frac{\sum_{t=1}^T \ln(ROE_{it})}{T}, \quad \overline{\ln(ESGKPI_{i,t-d})} = \frac{\sum_{t=1}^T \ln(ESGKPI_{i,t-d})}{T},$$

$$\overline{u_{i,t-d}} = \frac{\sum_{t=1}^T u_{i,t-d}}{T}$$

平均の求め方は以上の手順で行い、これらを用いて以下の式を得る。

$$\overline{\ln(PBR_{it})} = \alpha_i + \beta_1 \overline{\ln(ROE_{it})} + \beta_2 \overline{\ln(ESGKPI_{i,t-d})} + \overline{u_{i,t}} \quad (2)$$

(1)式と(2)式を用いて、 α_i を削除すると、

$$\begin{aligned} & (\ln(PBR_{it}) - \overline{\ln(PBR_{it})}) \\ &= \beta_1 (\ln(ROE_{it}) - \overline{\ln(ROE_{it})}) + \beta_2 (\ln(ESGKPI_{i,t-d}) \\ & \quad - \overline{\ln(ESGKPI_{i,t-d})}) + (u_{i,t} - \overline{u_{i,t}}) \end{aligned} \quad (3)$$

が得られる。この操作によって α_i を消去することができた。 α_i とはそもそも「観測されない個人の異質性」であった。これは ROE や ESGKPI と相関する可能性があり、「説明変数と誤差項が無相関である」という古典的仮定が崩れてしまうことにつながる。すると最小二乗推定量が「不偏かつ最小分散」ではなくなってしまう。よってこの操作によって、 α_i を消去した上で導かれた(3)式を最小二乗法によって推定する。また全ての個人について時間が経過しても不変の変数は多重共線性が発生してしまうため、2 つ以上含めることはできないが、(3)式ではそれを除くことにもつながっている。

次にランダム効果モデルについて考える。ランダム効果モデルは以下の式で表せる。

$$\ln(PBR_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(ROE_{it}) + \beta_2 \ln(ESGKPI_{i,t-d}) + \alpha_i + u_{i,t} \quad (4)$$

ここにおいて i は個人を表す ($i = 1, 2, \dots, n$)、 t は観測時点を表す ($t = 1, 2, \dots, T$)。ここにおける n, T は指標により異なる。また d はとは遅延期間のことを指す ($d = 0, 1, 2, 3, 4$)。これは前述の遅延浸潤効果を踏まえたものである。さらに α_i は観測されない個人の異質性を指す。ランダム効果モデルでは、先ほどの固定効果モデルとは異なり、 α_i をランダム変数と見なす。また α_i が $\ln(ROE_{i,t})$ や $\ln(ESGKPI_{i,t-d})$ と相関がないことも仮定する。ここで(4)式を書き換えて以下の(5)式を得ることができる。

$$\ln(PBR_{i,t}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(ROE_{i,t}) + \beta_2 \ln(ESGKPI_{i,t-d}) + v_i \quad (5)$$

この(5)式の誤差項 $v_i (= \alpha_i + u_{i,t})$ において、同じ個人では α_i が共通に含まれるので「誤差項同士が無相関」「誤差項の分散が一定」という古典的仮定を満たさない。よってランダム効果モデルにおいては一般化最小二乗法で推定を行うことで、不偏かつ効率的な推定を行うことができる。ただこのモデルにおいては個人の誤差項 α_i が説明変数と相関すると、「誤差項と説明変数が無相関」という古典的仮定が崩れるため、推定値が一致性を持たなくなってしまう。これがランダム効果モデルの大きな欠点である。

表3 固定効果モデル・ランダム効果モデルの特徴

	固定効果 α_i が説明変数と相関する	固定効果 α_i が説明変数と無相関
ランダム効果 モデル	一致性すらない	効率的
固定効果 モデル	一致性あり	効率的でない

以上の表は、固定効果モデル・ランダム効果モデルがそれぞれ、固定効果 α_i が説明変数と相関する・無相関の時にそれぞれどのような特徴であるかをまとめたものである。これに基づきいずれのモデルが望ましいかをハウスマン検定で判断する。

ハウスマン検定においては「個人の誤差 α_i は説明変数と無相関」という帰無仮説をおく。変量効果のパラメータと固定効果のパラメータの差を検定統計量として、 χ^2 分布と比較する。両者に差があれば、十分に検定統計量が大きいことになり、帰無仮説は棄却される。すると、 α_i と説明変数が相関するため、固定効果モデルを採択することとなる。

以上が今回の研究における分析手法である。前述の通り、 F 検定を行い、棄却されない場合は Pooled OLS、棄却された場合はハウスマン検定を行い、棄却されれば固定効果モデル、棄却されなければ変量効果モデルで得られた結果を採択することにする。理論上は F 検定で棄却されなかった場合、「固定効果モデル・変量効果モデルで得られた結果」と「Pooled OLS で得られた結果」には大きな違いは生じないはずである。それを確認する目的でも、今回はそれぞれの変数に対して、Pooled OLS・固定効果モデル・変量効果モデルの全てのモデルの分析を行うこととする。

さらに ROE の影響を踏まえない、単回帰分析を行い、散布図も描写することで全体的な

傾向を把握し、外れ値等が無いかの大局的な分析も加えることとする。その際に用いるモデルは以下のようになる。

$$\ln(PBR_t) = \alpha + \beta \ln(ESGKPI_{t-d}) + \gamma_t$$

i は年次を指している。そして PBR_t は t 期のPBR、 $ESGKPI_{t-d}$ は $t-d$ 期のESGKPIを指す。ここにおける t とは遅延期間のことを指す。これは遅延浸潤効果を踏まえたものである。よって t は0から4をとるものとする。 α は「ESGで説明できない、PBR上昇の影響要素」、 β は「 $ESGKPI_{t-d}$ の回帰係数」を指す。また γ_t は「誤差項」、すなわち「回帰式で推定されるPBRと実際のPBRとの差分」を表している。今回は PBR_t 、 $ESGKPI_{t-d}$ の全ての変数に対して対数化を行った。

5 結果

5.1 使用したサンプルのサイズ

以下が使用したサンプルのサイズを示した表である。以下のサイズは「ラグなし」の分析におけるサンプルサイズである。ラグをつけた分析の際には期差を取るため、これより小さいサンプルサイズでの分析となる。例えば、「XX01」の「プール」の「N」とは「同一年次のPBR・ROE・KSGKPI (XX01) が全て揃っているセットの数」の数のことを指す。またとは1企業内で「同一年次のPBR・ROE・KSGKPI (XX01) が全て揃っているセットの数」がいくつあるかを示したものであり、「1-7」であれば1セットしかない企業もあれば、7セットしかない企業もあるということである。また n は分析で使用した企業数のことを指す。

表4 分析に使用したデータのサンプルサイズ

XX01	単回帰	N	394	XX17	単回帰	N	1514	XX27	単回帰	N	412
	プール	N	369		プール	N	1400		プール	N	392
	固定効果・	N	369		固定効果・	N	1400		固定効果・	N	392
	変量効果	T	1-7		変量効果	T	2-7		変量効果	T	1-7
		n	73			n	224			n	79
XX04	単回帰	N	204	XX18	単回帰	N	256	XX28	単回帰	N	1049
	プール	N	193		プール	N	236		プール	N	976
	固定効果・	N	193		固定効果・	N	236		固定効果・	N	976
	変量効果	T	1-7		変量効果	T	1-7		変量効果	T	1-7
		n	53			n	55			n	175
XX07	単回帰	N	72	XX19	単回帰	N	53	XX29	単回帰	N	372
	プール	N	70		プール	N	52		プール	N	337
	固定効果・	N	70		固定効果・	N	52		固定効果・	N	337

	変量効果	T	1-5		変量効果	T	1-5		変量効果	T	1-7
		n	25			n	22			n	81
XX08	単回帰	N	189	XX20	単回帰	n	1001	XX0	単回帰	N	1379
	プール	N	173		プール	n	921		プール	N	1244
	固定効果・	N	173		固定効果・	N	921		固定効果・	N	1244
	変量効果	T	1-7		変量効果	T	1-7		変量効果	T	1-7
		n	55			n	185			n	215
XX09	単回帰	N	24	XX21	単回帰	N	615	XX31	単回帰	N	1563
	プール	N	21		プール	N	575		プール	N	1442
	固定効果・	N	21		固定効果・	N	575		固定効果・	N	1442
	変量効果	T	2-6		変量効果	T	1-7		変量効果	T	2-7
		n	6			n	106			n	224
XX10	単回帰	N	203	XX22	単回帰	N	1311	XX33	単回帰	N	597
	プール	N	194		プール	N	1213		プール	N	561
	固定効果・	N	194		固定効果・	N	1213		固定効果・	N	561
	変量効果	T	1-7		変量効果	T	1-7		変量効果	T	1-7
		n	39			n	218			n	104
XX12	単回帰	N	241	XX23	単回帰	N	44	XX35	単回帰	N	946
	プール	N	232		プール	N	43		プール	N	900
	固定効果・	N	232		固定効果・	N	43		固定効果・	N	900
	変量効果	T	1-7		変量効果	T	1-4		変量効果	T	1-7
		n	49			n	16			n	174
XX13	単回帰	N	506	XX24	単回帰	N	175	XX37	単回帰	N	583
	プール	N	985		プール	N	166		プール	N	539
	固定効果・	N	985		固定効果・	N	166		固定効果・	N	539
	変量効果	T	1-7		変量効果	T	1-7		変量効果	T	1-7
		n	174			n	45			n	122
XX15	単回帰	N	74	XX25	単回帰	N	174	XX38	単回帰	N	977
	プール	N	70		プール	N	175		プール	N	906
	固定効果・	N	70		固定効果・	N	175		固定効果・	N	906
	変量効果	T	1-7		変量効果	T	1-7		変量効果	T	1-7
		n	23			n	56			n	176
XX16	単回帰	N	830	XX26	単回帰	N	65				
	プール	N	777		プール	N	59				
	固定効果・	N	777		固定効果・	N	59				

変量効果	T	1-7	変量効果	T	1-7
	n	143		n	15

5.2 分析結果

5.2.1 統計的分析結果

以下の表 4 が今回の研究の中で行った分析結果である。それぞれの ESGKPI に対して、「単回帰分析」「Pooled OLS」「固定効果モデル推定」「変量効果モデル推定」を行った。表 5 では Pooled OLS の分析を「プール」と表示している。それぞれの推定における係数の値と P 値を掲載している。また同時にモデル選択の際に使用する「F 検定」「ハウスマン検定」の結果も掲載している。前述したが、X は「ESGKPI」、Z は「ROE」のことを指す。

「単回帰」であれば

$$\ln(PBR_t) = \alpha + \beta \ln(ESGKPI_{t-d}) + \gamma_t$$

の β を「係数」、ここにおける P 値を「P 値」として掲載している。

「プール（ここでは Pooled OLS のこと）」であれば

$$\ln(PBR_{i,t}) = \alpha_i + \beta_1 \ln(ROE_{i,t}) + \beta_2 \ln(ESGKPI_{i,t-d}) + u_{i,t}$$

の β_1 、 β_2 を「係数」、ここにおける P 値を「P 値」として掲載している。

「固定効果（ここでは固定効果モデルのこと）」であれば

$$\ln(PBR_{i,t}) = \alpha_i + \beta_1 \ln(ROE_{i,t}) + \beta_2 \ln(ESGKPI_{i,t-d}) + u_{i,t} \quad (1)$$

の β_1 、 β_2 を「係数」、ここにおける P 値を「P 値」として掲載している。

「変量効果（ここでは変量効果モデルのこと）」であれば

$$\ln(PBR_{i,t}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(ROE_{i,t}) + \beta_2 \ln(ESGKPI_{i,t-d}) + v_i \quad (5)$$

の β_1 、 β_2 を「係数」、ここにおける P 値を「P 値」として掲載している。

,

表 5 統計的分析結果

			ラグ					
			なし	1 年	2 年	3 年	4 年	
XX01	単 回 帰	係数	-0.03381	-0.04388	-0.04728	-0.05282	-0.0462	
		P 値	0.00453 **	0.000291 ***	0.000296 ***	0.000575 ***	0.00758 **	
	プ ール	Z	係数	0.39436	0.42739	0.37645	0.37024	0.33967
			P 値	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	6.49e-13 ***	5.3e-09 ***
		X	係数	-0.03936	-0.04168	-0.04039	-0.04424	-0.04773
			P 値	0.000116 ***	0.000102 ***	0.000654 ***	0.00154 **	0.00365 **
	固 定 効 果	Z	係数	0.124695	0.128307	0.0496743	0.024475	-0.049249
			P 値	1.829e-07 ***	8.416e-07 ***	0.04473 *	0.4203	0.184
		X	係数	-0.010555	-0.02258	-0.0043157	0.011734	-0.242954
			P 値	0.000116 ***	0.000102 ***	0.000654 ***	0.00154 **	0.00365 **

				P 値	0.5751	0.3429	0.84952	0.6899	0.1514
				F 検定	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16
変 量 効 果	Z	係数		0.16159	0.16999	0.090449	0.083857	0.016347	
		P 値		7.171e-12 ***	4.405e-11 ***	0.000346 ***	0.006595 **	0.653357	
	X	係数		-0.031845	-0.045597	-0.041077	-0.041751	-0.060315	
		P 値		0.02081 *	0.002586 **	0.007641 **	0.020146 *	0.008996 **	
	ハウスマン検定				< 2.2e-16	< 2.2e-16	3.80E-09	< 2.2e-16	< 2.2e-16
XX04	単 回 帰	係数		1.86E-01	0.18807	0.2066	0.19443	0.14572	
		P 値		0.0262 *	0.0383 *	0.050 *	0.106	0.326	
	ブ リ ル	Z	係数		0.51437	0.54368	0.54113	0.49268	0.44138
			P 値		1.60e-12 ***	5.10e-12 ***	3.22e-10 ***	2.98e-07 ***	7.28e-05 ***
		X	係数		0.17031	0.17668	0.21082	0.16145	0.09803
			P 値		0.0266 *	0.0269 *	0.0215 *	0.130318	0.4516
	固 定 効 果	Z	係数		0.119881	0.1	0.071739	0.048308	0.0279239
			P 値		0.0007652 ***	0.00286 **	0.05594	0.20116	0.51
		X	係数		-0.118996	0.062305	0.027902	-0.221825	0.0095667
			P 値		0.1458714	0.40255	0.78454	0.05439	0.948
	F 検定				< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16
	変 量 効 果	Z	係数		0.153523	0.130839	0.114646	0.080277	0.066555
			P 値		1.272e-05 ***	0.0001184 ***	0.003038 **	0.04791 *	0.1315
		X	係数		-0.01323	0.089813	0.11765	-0.060713	0.097548
			P 値		0.8558	0.1971442	0.200518	0.5566	0.4282
ハウスマン検定				0.05617	0.01614	0.7226	0.01212	0.1551	
XX07	単 回 帰	係数		-0.2215	-0.24249	-0.2721	-0.3007	-0.3825	
		P 値		0.00757 **	0.00540 **	0.00665 **	0.0168 *	0.0881	
	ブ リ ル	Z	係数		0.92814	0.98652	0.75935	1.10296	1.1651
			P 値		4.46e-15 ***	1.96e-14 ***	8.39e-08 ***	1.72e-07 ***	3.53e-06 ***
		X	係数		-0.07183	-0.04477	-0.02079	0.09754	-0.1667
			P 値		0.184	0.446	0.81069	0.37429	0.2881
	固 定 効 果	Z	係数		0.174754	0.087994	0.0839302	0.275512	0.159857
			P 値		0.03269 *	0.3011	0.3825	0.02708 *	0.1066
		X	係数		0.023652	0.015071	-0.0025871	-0.039592	0.058971
			P 値		0.71623	0.8123	0.9719	0.56074	0.2702
	F 検定				6.20E-14	1.31E-15	1.25E-13	7.15E-11	2.51E-09
変 量 効 果	Z	係数		0.38267	0.318891	0.216379	0.42526	0.3342671	

80XX	X	P 値	3.228e-06 ***	0.0003294 ***	0.01542 *	0.0003225 ***	0.006044 **	
		係数	-0.043239	-0.061854	-0.043189	-0.047629	-0.0036372	
		P 値	0.45006	0.3009215	0.51321	0.4815838	0.958362	
	ハウスマン検定		0.0002207	0.002316	1.83E-05	0.3201	0.05946	
	単 回 帰	係数	0.03193	0.03048	0.02262	0.02246	0.04138	
		P 値	0.203	0.286	0.503	0.575	0.345	
	ブ リ ル	Z	係数	0.55053	0.58022	0.541641	0.496877	0.42977
			P 値	5.03e-13 ***	2.82e-12 ***	2.42e-08 ***	6.95e-06 ***	4.76e-05 ***
		X	係数	0.02327	0.01029	0.003079	-0.004284	0.01437
			P 値	0.302	0.677626	0.91934	0.9078	0.7058
	固 定 効 果	Z	係数	0.148398	0.151659	0.060626	0.041409	0.09092
			P 値	0.0003462 ***	0.001078 **	0.21739	0.5153	0.33101
		X	係数	0.013793	-0.018383	0.125022	0.083922	0.195041
			P 値	0.6253317	0.683366	0.03209 *	0.4243	0.09095 .
	F 検定		< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	3.04E-11	6.05E-06	
	変 量 効 果	Z	係数	0.192567	0.205937	0.125607	0.13736	0.241396
			P 値	1.486e-06 ***	5.913e-06 ***	0.01551 *	0.04309 *	0.002493 **
		X	係数	0.027669	0.01708	0.063409	0.006657	0.037645
			P 値	0.25447	0.5874	0.10983	0.90091	0.492001
	ハウスマン検定		< 2.2e-16	6.35E-13	0.005543	0.002667	0.0001162	
60XX	単 回 帰	係数	0.2491	0.2853	0.32	0.4016	0.4207	
		P 値	0.0674	0.0305 *	0.0249 *	0.031 *	0.0407 *	
	ブ リ ル	Z	係数	0.9611	0.73143	0.7656	0.8254	0.4958
			P 値	0.00374 **	0.000757 ***	0.00893 **	0.0260 *	0.218
		X	係数	0.1416	0.26421	0.2624	0.2397	0.3282
			P 値	0.23095	0.014815 *	0.03322 *	0.1183	0.101
	固 定 効 果	Z	係数	0.254265	0.136345	-0.0047372	-0.022352	-0.02309
			P 値	0.17246	0.5262	0.9786	0.9168	0.8219
		X	係数	-0.182801	-0.032871	0.1703807	0.379428	0.960178
			P 値	0.02104 *	0.7751	0.1238	0.3272	0.1576
	F 検定		2.18E-08	5.33E-05	0.0001715	0.008574	0.02342	
	変 量 効 果	Z	係数	0.28126	0.30643	0.102417	0.2555	0.029317
			P 値	0.13028	0.07501	0.54926	0.31745	0.8641
		X	係数	-0.16729	0.04209	0.187623	0.34028	0.45009
			P 値	0.02393 *	0.67635	0.06002 .	0.08147 .	0.05402

ハウスマン検定			0.5937	0.2938	< 2.2e-16	0.2327	0.4638	
XX10	単 回 帰	係数	0.0394	0.04405	0.05289	0.04662	0.02282	
		P 値	0.040939 *	0.04006 *	0.0315 *	0.1078	0.4973	
	ブ ー ル	Z	係数	0.31143	0.30845	0.28297	0.26078	0.21223
			P 値	1.08e-07 ***	2.93e-06 ***	9.27e-05 ***	0.00147 **	0.0222 *
		X	係数	0.02049	0.03136	0.03848	0.02677	0.01179
			P 値	0.2683	0.1284	0.1122	0.35486	0.7332
	固 定 効 果	Z	係数	0.112584	0.073129	0.037817	0.002952	-0.03932
			P 値	0.0008006 ***	0.03278 *	0.2838	0.93756	0.3728
		X	係数	-0.053544	-0.061783	-0.035273	-0.078394	-0.079005
			P 値	0.0701364 .	0.04427 *	0.3387	0.08119	0.1487
	F 検定		< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	
	変 量 効 果	Z	係数	0.140357	0.106181	0.0645084	0.02141	-0.014523
			P 値	1.54e-05 ***	0.00133 **	0.05765 .	0.570601	0.739975
		X	係数	-0.024956	-0.019613	-0.0007597	-0.027657	-0.031184
			P 値	0.297	0.42851	0.97887	0.402862	0.409791
ハウスマン検定		< 2.2e-16	0.02138	0.0002561	0.0001937	1.04E-07		
XX12	単 回 帰	係数	-0.11734	-0.11286	-0.11081	-0.10325	-0.12223	
		P 値	0.000668 ***	0.00265 **	0.0126 *	0.0521	0.0625	
	ブ ー ル	Z	係数	0.50331	0.51679	0.54797	0.55387	0.51334
			P 値	7.28e-16 ***	1.11e-13 ***	1.63e-12 ***	4.93e-09 ***	4.84e-06 ***
		X	係数	-0.09651	-0.08733	-0.07883	-0.07669	-0.10191
			P 値	0.00145 **	0.00895 **	0.042 *	0.109	0.0837 .
	固 定 効 果	Z	係数	0.115093	0.063187	0.0030859	-0.036675	-0.046814
			P 値	0.0004512 ***	0.06939	0.9297	0.3621	0.3228
		X	係数	-0.052927	0.010307	0.0410306	0.049423	0.097218
			P 値	0.1351917	0.79096	0.3587	0.4682	0.1468
	F 検定		< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	
	変 量 効 果	Z	係数	0.146913	0.100405	0.0467418	0.0081555	-0.013215
			P 値	9.406e-06 ***	0.00505 **	0.2116	0.8481	0.7943
		X	係数	-0.071569	-0.025468	-0.0036246	-0.011351	0.021198
			P 値	0.02604 *	0.47479	0.9303	0.84	0.7211
	ハウスマン検定		0.00437	0.05971	0.3325	0.02303	0.8909	
XX13	単 回 帰	係数	-0.082783	-0.09166	-0.09658	-0.10476	-0.11054	
		P 値	<2e-16 ***	<2e-16 ***	<2e-16 ***	3.06e-16 ***	8.89e-14 ***	

XX15	プール	Z	係数	0.43179	0.435438	-0.28378	0.37812	0.32595
			P 値	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	0.000426 ***	< 2e-16 ***	2.93e-15 ***
		X	係数	-0.07836	-0.08153	0.38639	-0.08545	-0.09319
			P 値	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	3.22e-12 ***	1.84e-10 ***
	固定効果	Z	係数	0.125741	0.123703	0.0688376	0.044517	-0.022404
			P 値	1.572e-15 ***	1.897e-14 ***	1.129e-05 ***	0.01459 *	0.2771
		X	係数	-0.026858	-0.023843	-0.0067803	-0.0045818	-0.057724
			P 値	0.1967	0.2523	0.7467	0.8474	0.1695
	F 検定			< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16
	変量効果	Z	係数	0.155846	0.152539	0.096095	0.078538	0.016032
			P 値	< 2.2e-16 ***	< 2.2e-16 ***	1.387e-09 ***	2.022e-05 ***	0.4394
		X	係数	-0.06005	-0.061971	-0.055325	-0.059529	-0.099598
			P 値	7.231e-06 ***	7.934e-06 ***	0.0001405 ***	0.000224 ***	6.113e-07 ***
	ハウスマン検定			< 2.2e-16	< 2.2e-16	5.98E-12	< 2.2e-16	< 2.2e-16
XX16	単 回 帰		係数	-0.03662	-0.04914	-0.07404	-0.10873	-0.11672
			P 値	0.13	0.050 *	0.012 *	0.00846 **	0.0187 *
	プール	Z	係数	0.607654	0.553244	0.51378	0.5072	0.49692
			P 値	8.60e-10 ***	2.04e-07 ***	7.9e-07 ***	2.12e-05 ***	0.000120 ***
		X	係数	-0.002539	-0.003858	-0.0151	-0.0262	-0.02326
			P 値	0.901	0.867	0.534	0.407	0.528514
	固定効果	Z	係数	0.210036	0.281184	0.192234	0.1795939	0.050553
			P 値	0.01157 *	0.003954 **	0.02854 *	0.0932 .	0.7437
		X	係数	0.034699	0.03746	-0.105643	0.0015896	0.068217
			P 値	0.65955	0.64859	0.14029	0.984	0.3749
	F 検定			4.61E-10	6.38E-08	3.69E-06	4.32E-05	0.0006838
	変量効果	Z	係数	0.3603331	0.37254646	0.266776	0.267879	0.301022
			P 値	7.446e-06 ***	1.884e-05 ***	0.0006308 ***	0.004627 **	0.01334 *
		X	係数	-0.0081398	-0.00014197	-0.046484	-0.041561	-0.018752
			P 値	0.796701	0.996609	0.1556081	0.369981	0.70867
	ハウスマン検定			< 2.2e-16	0.004365	0.005014	0.03932	0.01756
単 回 帰		係数	-0.092863	-0.09794	-0.10488	-0.11081	-0.11661	
		P 値	<2e-16 ***	<2e-16 ***	<2e-16 ***	4.71e-16 ***	9.42e-13 ***	
	プール	Z	係数	0.38247	0.386829	0.37046	0.35994	0.30872
			P 値	<2e-16 ***	<2e-16 ***	<2e-16 ***	< 2e-16 ***	5.48e-11 ***
	X	係数	-0.08425	-0.087518	-0.09362	-0.09466	-0.1022	

			P 値	<2e-16 ***	<2e-16 ***	<2e-16 ***	4.89e-13 ***	2.90e-10 ***	
固定効果	Z	係数	0.136823	0.124971	0.066815	0.0233	-0.040706		
		P 値	1.674e-14 ***	1.662e-11 ***	0.000198 ***	0.2477	0.08837 .		
	X	係数	-0.007287	-0.033286	-0.013586	-0.023927	-0.090652		
		P 値	0.7335	0.1151	0.54192	0.3958	0.03805 *		
F 検定			< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16		
変量効果	Z	係数	0.160758	0.148323	0.094345	0.055977	-0.0018515		
		P 値	< 2.2e-16 ***	4.693e-16 ***	2.127e-07 ***	0.006424 **	0.9387		
	X	係数	-0.054638	-0.062641	-0.069011	-0.08001	-0.1116793		
		P 値	6.001e-05 ***	8.636e-06 ***	3.145e-06 ***	3.693e-06 ***	8.550e-08 ***		
ハウスマン検定			< 2.2e-16	< 2.2e-16	9.03E-09	4.56E-11	< 2.2e-16		
XX17	単 回 帰	係数	-0.10499	-0.1111	-0.11256	-0.1159	-0.11139		
		P 値	2.13e-11 ***	7.02e-11 ***	2.64e-09 ***	9.09e-08 ***	6.11e-06 ***		
	ブ ー ル	Z	係数	0.45107	0.46043	0.4327	0.43191	0.39241	
			P 値	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	
		X	係数	-0.08714	-0.08969	-0.0892	-0.09796	-0.10007	
			P 値	1.49e-09 ***	1.39e-08 ***	5.42e-07 ***	1.97e-06 ***	2.3e-05 ***	
	固 定 効 果	Z	係数	0.130355	0.119672	0.076084	0.055466	-0.0034686	
			P 値	<2e-16 ***	< 2.2e-16 ***	2.798e-08 ***	0.0002807 ***	0.8443	
		X	係数	-0.093182	-0.267146	-0.167647	-0.314126	-0.5704573	
			P 値	0.159	0.0002024 ***	0.02894 *	0.0007940 ***	6.51e-07 ***	
	F 検定			< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	
	変 量 効 果	Z	係数	0.152428	0.143939	0.098216	0.078974	0.023155	
			P 値	< 2.2e-16 ***	< 2.2e-16 ***	1.284e-12 ***	3.320e-07 ***	0.1986	
		X	係数	-0.096361	-0.128461	-0.115758	-0.141239	-0.158576	
			P 値	0.000695 ***	2.056e-05 ***	0.0002816 ***	4.465e-05 ***	1.778e-05 ***	
	ハウスマン検定			< 2.2e-16	< 2.2e-16	1.27E-14	2.65E-13	3.33E-12	
	XX18	単 回 帰	係数	-0.07685	-0.07598	-0.07452	-0.07605	-0.07407	
			P 値	4.58e-06 ***	2.63e-05 ***	0.000219 ***	0.00132 **	0.00713 **	
		ブ ー ル	Z	係数	0.45605	0.43122	0.44392	0.43602	0.38931
				P 値	1.02e-13 ***	9.49e-12 ***	1.05e-11 ***	4.91e-09 ***	1e-05 ***
			X	係数	-0.05516	-0.06567	-0.06516	-0.06286	-0.06813
				P 値	0.000521 ***	0.000149 ***	0.00062 ***	0.00401 **	0.011189 *
		固 定 効 果	Z	係数	0.153744	0.117043	0.1194426	0.115315	0.043777
				P 値	1.434e-09 ***	8.424e-06 ***	4.811e-05 ***	0.0007047 ***	0.3499

XX19	X	係数	-0.025736	-0.014516	0.0085582	-0.211239	-0.011164	
		P 値	0.5598	0.5948	0.7647	0.0399945 *	0.7743	
	F 検定		< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	
	変量効果	Z	係数	0.170132	0.133036	0.142662	0.145407	0.086575
			P 値	3.306e-12 ***	2.986e-07 ***	6.71e-07 ***	7.837e-06 ***	0.05439 .
		X	係数	-0.049711	-0.041	-0.026587	-0.079664	-0.040595
			P 値	0.03344 *	0.05478 .	0.23254	0.01859 *	0.14488
	ハウスマン検定		0.001212	0.0667	4.27E-05	< 2.2e-16	0.0008922	
	単 回 帰	係数	-0.05225	-0.05505	0.01422	-0.09525	-0.1223	
		P 値	0.788	0.775	0.936	0.582	0.489	
	プ ー ル	Z	係数	1.0563	0.91069	0.7662	1.207	1.2055
			P 値	1.75e-10 ***	4.13e-09 ***	4.77e-06 ***	6.77e-08 ***	1.28e-05 ***
		X	係数	-0.1071	-0.06896	-0.08944	-0.182	-0.1874
			P 値	0.4094	0.6139	0.5252	0.09393 .	0.08062 .
	固 定 効 果	Z	係数	0.14151	0.040926	0.345652	0.21679	-0.094946
			P 値	0.245	0.7507	0.04319 *	0.2822	0.6392
		X	係数	0.40729	0.348799	-0.081683	-0.15184	-1.026306
			P 値	0.5044	0.5978	0.85993	0.7282	0.1583
F 検定		5.388E-10	1.58E-10	1.63E-11	9.07E-07	0.0005465		
変 量 効 果	Z	係数	0.373601	0.279757	0.38386	0.55499	0.49983	
		P 値	0.001871 **	0.01714 *	0.001799 **	0.001106 **	0.01658 *	
	X	係数	-0.079766	-0.082036	-0.04795	-0.10395	-0.11894	
		P 値	0.560284	0.57037	0.73009	0.394851	0.42585	
ハウスマン検定		< 2.2e-16	5.39E-06	0.9337	< 2.2e-16	0.003335		
単 回 帰	係数	-0.1118	-0.11756	-0.12449	-0.13019	-0.1225		
	P 値	<2e-16 ***	<2e-16 ***	<2e-16 ***	<2e-16 ***	2.96e-14 ***		
プ ー ル	Z	係数	0.387971	0.40083	0.36322	0.358	0.30516	
		P 値	<2e-16 ***	<2e-16 ***	<2e-16 ***	<2e-16 ***	1.44e-14 ***	
	X	係数	-0.105766	-0.11066	-0.11785	-0.1225	-0.12548	
		P 値	<2e-16 ***	<2e-16 ***	<2e-16 ***	<2e-16 ***	1.17e-14 ***	
固 定 効 果	Z	係数	0.135332	0.115583	0.073829	0.05906637	-0.019268	
		P 値	<2e-16 ***	4.227e-12 ***	7.874e-06 ***	0.001958 **	0.3808	
	X	係数	0.027418	0.015125	-0.024785	-0.00032277	-0.10416	
		P 値	0.2739	0.5783	0.4087	0.995723	0.201	
F 検定		< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16		
XX20	X	係数	-0.025736	-0.014516	0.0085582	-0.211239	-0.011164	
		P 値	0.5598	0.5948	0.7647	0.0399945 *	0.7743	
	F 検定		< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	
	変 量 効 果	Z	係数	0.170132	0.133036	0.142662	0.145407	0.086575
			P 値	3.306e-12 ***	2.986e-07 ***	6.71e-07 ***	7.837e-06 ***	0.05439 .
		X	係数	-0.049711	-0.041	-0.026587	-0.079664	-0.040595
			P 値	0.03344 *	0.05478 .	0.23254	0.01859 *	0.14488
	ハウスマン検定		0.001212	0.0667	4.27E-05	< 2.2e-16	0.0008922	
	単 回 帰	係数	-0.05225	-0.05505	0.01422	-0.09525	-0.1223	
		P 値	0.788	0.775	0.936	0.582	0.489	
	プ ー ル	Z	係数	1.0563	0.91069	0.7662	1.207	1.2055
			P 値	1.75e-10 ***	4.13e-09 ***	4.77e-06 ***	6.77e-08 ***	1.28e-05 ***
		X	係数	-0.1071	-0.06896	-0.08944	-0.182	-0.1874
			P 値	0.4094	0.6139	0.5252	0.09393 .	0.08062 .
	固 定 効 果	Z	係数	0.14151	0.040926	0.345652	0.21679	-0.094946
			P 値	0.245	0.7507	0.04319 *	0.2822	0.6392
		X	係数	0.40729	0.348799	-0.081683	-0.15184	-1.026306
			P 値	0.5044	0.5978	0.85993	0.7282	0.1583
F 検定		5.388E-10	1.58E-10	1.63E-11	9.07E-07	0.0005465		
変 量 効 果	Z	係数	0.373601	0.279757	0.38386	0.55499	0.49983	
		P 値	0.001871 **	0.01714 *	0.001799 **	0.001106 **	0.01658 *	
	X	係数	-0.079766	-0.082036	-0.04795	-0.10395	-0.11894	
		P 値	0.560284	0.57037	0.73009	0.394851	0.42585	
ハウスマン検定		< 2.2e-16	5.39E-06	0.9337	< 2.2e-16	0.003335		
単 回 帰	係数	-0.1118	-0.11756	-0.12449	-0.13019	-0.1225		
	P 値	<2e-16 ***	<2e-16 ***	<2e-16 ***	<2e-16 ***	2.96e-14 ***		
プ ー ル	Z	係数	0.387971	0.40083	0.36322	0.358	0.30516	
		P 値	<2e-16 ***	<2e-16 ***	<2e-16 ***	<2e-16 ***	1.44e-14 ***	
	X	係数	-0.105766	-0.11066	-0.11785	-0.1225	-0.12548	
		P 値	<2e-16 ***	<2e-16 ***	<2e-16 ***	<2e-16 ***	1.17e-14 ***	
固 定 効 果	Z	係数	0.135332	0.115583	0.073829	0.05906637	-0.019268	
		P 値	<2e-16 ***	4.227e-12 ***	7.874e-06 ***	0.001958 **	0.3808	
	X	係数	0.027418	0.015125	-0.024785	-0.00032277	-0.10416	
		P 値	0.2739	0.5783	0.4087	0.995723	0.201	
F 検定		< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16		

XX21	変量効果	Z	係数	0.163202	0.145884	0.103391	0.091375	0.02383
			P 値	< 2.2e-16 ***	< 2.2e-16 ***	3.261e-10 ***	1.473e-06 ***	0.2736
		X	係数	-0.057827	-0.068967	-0.093991	-0.116537	-0.1271
			P 値	0.0002402 ***	2.826e-05 ***	1.173e-07 ***	5.474e-08 ***	4.021e-08 ***
	ハウスマン検定			7.29E-11	3.36E-13	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16
	単 回 帰		係数	-0.15252	-0.1597	-0.16373	-0.16949	-0.1652
			P 値	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	<2e-16 ***	<2e-16 ***	<2e-16 ***
	ブ ー ル	Z	係数	0.32515	0.34314	0.32443	0.35416	0.33461
			P 値	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	1.60e-12 ***
		X	係数	-0.14767	-0.15884	-0.16376	-0.17186	-0.17444
			P 値	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***
	固 定 効 果	Z	係数	0.136437	0.130582	0.083447	0.058954	-0.027349
			P 値	3.53e-14 ***	3.848e-12 ***	1.739e-05 ***	0.005982 **	0.2877
		X	係数	0.048657	0.048936	0.008373	0.02252	0.044871
			P 値	0.1027	0.1175	0.8196	0.617227	0.6358
	F 検定			< 2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16
変 量 効 果	Z	係数	0.159013	0.158953	0.114356	0.09528	0.023739	
		P 値	< 2e-16 ***	< 2.2e-16 ***	4.332e-09 ***	1.395e-05 ***	0.368	
	X	係数	-0.083602	-0.093122	-0.11633	-0.127316	-0.153205	
		P 値	4.217e-06 ***	1.484e-06 ***	2.453e-08 ***	3.400e-08 ***	1.361e-08 ***	
ハウスマン検定			0.001017	0.0004224	0.01957	0.01446	3.02E-13	
単 回 帰		係数	-0.10161	-0.10854	-0.11087	-0.11099	-0.10329	
		P 値	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	<2e-16 ***	6.5e-14 ***	9.84e-10 ***	
XX22	ブ ー ル	Z	係数	0.40296	0.40379	0.39128	0.38189	0.31316
			P 値	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***
		X	係数	-0.08223	-0.08784	-0.09288	-0.09325	-0.09435
			P 値	2.4e-15 ***	1.7e-15 ***	6.6e-14 ***	9.65e-11 ***	3.11e-08 ***
	固 定 効 果	Z	係数	0.127736	0.112437	0.0758307	0.0628662	-0.015453
			P 値	< 2e-16 ***	6.969e-15 ***	1.895e-07 ***	0.0001627 ***	0.41406
		X	係数	0.057585	0.043313	-0.0025236	0.0039652	0.126813
			P 値	0.01521 *	0.09446 .	0.9296	0.9118154	0.01058 *
	F 検定			< 2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16
	変 量 効 果	Z	係数	0.149062	0.139904	0.106348	0.092864	0.019664
P 値			< 2e-16 ***	< 2.2e-16 ***	4.100e-13 ***	2.755e-08 ***	0.308131	
X		係数	-0.038328	-0.051388	-0.07849	-0.082437	-0.070464	

XX23	単 回 帰	P 値	0.017772 *	0.002523 **	1.675e-05 ***	5.800e-05 ***	0.002858 **
		ハウスマン検定	6.12E-06	2.57E-08	9.29E-10	< 2.2e-16	1.85E-12
	ブ ー ル	係数	-0.7155	-0.8236	-0.9663	-0.9385	-0.8752
		P 値	0.0185 *	0.00821 **	0.00103 **	0.00527 **	0.0633 .
	固 定 効 果	Z 係数	0.9751	0.9348	0.7009	1.3283	1.357
		Z P 値	6.09e-08 ***	4.88e-07 ***	0.000304 ***	8.66e-08 ***	0.000212 ***
	変 量 効 果	X 係数	-0.1172	-0.3017	-0.3547	0.2868	0.3549
		X P 値	0.604	0.209	0.214426	0.26147	0.351879
	F 検定	Z 係数	0.11037	0.088011	0.270487	0.39907	0.064705
		Z P 値	0.3622	0.3649	0.07647 .	0.02465 *	0.7829
	変 量 効 果	X 係数	-0.16693	0.404105	0.070859	0.10739	-0.390968
		X P 値	0.5858	0.1115	0.76723	0.57464	0.3535
	F 検定	Z 係数	0.30584	0.2366	0.34197	0.708703	0.52199
		Z P 値	0.0137 *	0.0225 *	0.004512 **	1.396e-06 ***	0.03441 *
	変 量 効 果	X 係数	-0.3443	-0.0389	-0.10139	-0.035633	-0.38984
		X P 値	0.1781	0.8684	0.620189	0.8475	0.27562
	F 検定	ハウスマン検定	0.0006121	5.81E-08	0.08642	0.01413	0.9712
		係数	0.04247	0.05483	0.04549	0.03896	0.06077
	単 回 帰	P 値	0.155	0.0748 .	0.183	0.313	0.19
		係数	0.63953	0.67553	0.65836	0.6254	0.7119
	ブ ー ル	Z P 値	9.08e-16 ***	1.29e-15 ***	4.74e-12 ***	8.33e-09 ***	3.83e-09 ***
		X 係数	0.02284	0.03102	0.02785	0.02366	0.02156
	固 定 効 果	X P 値	0.357	0.208	0.318	0.456475	0.508503
		Z 係数	0.177778	0.153702	0.066787	0.068077	0.265174
XX24	変 量 効 果	Z P 値	4.262e-06 ***	0.0008092 ***	0.17799	0.20052	0.03835 *
		X 係数	-0.022004	-0.051836	-0.07817	-0.087828	0.038742
	F 検定	X P 値	0.1163	0.1723345	0.05697 .	0.05639 .	0.30473
		ハウスマン検定	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	3.79E-09
	単 回 帰	Z 係数	0.209473	0.2118151	0.143014	0.141437	0.434556
		Z P 値	2.058e-08 ***	4.158e-06 ***	0.007934 **	0.0148 *	3.361e-07 ***
	ブ ー ル	X 係数	-0.017544	-0.0045112	-0.014722	-0.019129	0.044265
		X P 値	0.2155	0.887	0.674751	0.6116	0.133574
	固 定 効 果	ハウスマン検定	3.41E-08	0.002691	0.8286	0.6768	0.1154
		係数	0.05447	0.06016	0.0588	0.06868	0.09457
XX25	単 回 帰	係数	0.05447	0.06016	0.0588	0.06868	0.09457

			P 値	0.0869 .	0.121	0.221	0.237	0.1377
XX26	ブール	Z	係数	0.54693	0.57849	0.53841	0.49496	0.42717
			P 値	2.80e-13 ***	2.47e-12 ***	2.65e-08 ***	7.60e-06 ***	5.64e-05 ***
		X	係数	0.05042	0.04321	0.03337	0.01553	0.02296
			P 値	0.0781 .	0.203	0.455	0.782	0.699179
	固定効果	Z	係数	0.1354063	0.1513028	0.059973	0.040631	0.0909
			P 値	0.001114 **	0.001117 **	0.21768	0.5222	0.33318
		X	係数	-0.0061223	0.0032815	0.140691	0.090868	0.181886
			P 値	0.817012	0.942263	0.01554 *	0.3685	0.09794 .
F 検定			< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	2.85E-11	6.42E-06	
XX27	変量効果	Z	係数	0.1835204	0.207441	0.124134	0.13496	0.236272
			P 値	5.729e-06 ***	5.094e-06 ***	0.01516 *	0.04571 *	0.002464 **
		X	係数	0.0097239	0.033721	0.106295	0.057208	0.109895
			P 値	0.69545	0.349237	0.02693 *	0.41775	0.130256
	ハウスマン検定			< 2.2e-16	8.21E-15	0.002122	0.001373	0.001191
	単回帰		係数	-0.07011	-0.01198	0.03264	0.244	0.4896
			P 値	0.616	0.939	0.855	0.217	0.0429 *
		ブール	Z	係数	0.3375	0.24173	0.2092	0.15468
P 値				0.000115 ***	0.0104 *	0.0524 .	0.218	0.571
X			係数	-0.2472	-0.204	-0.148	0.01767	0.34303
			P 値	0.054056 .	0.1874	0.404	0.932	0.242
固定効果		Z	係数	0.087845	0.021975	0.021566	0.041357	-0.0077303
			P 値	0.04624 *	0.6363	0.698	0.4818	0.91
		X	係数	-0.194455	-0.093626	0.172339	-0.271606	0.0555824
			P 値	0.14453	0.556	0.4151	0.3892	0.8682
F 検定			4.02E-15	1.61E-14	9.54E-10	2.31E-07	0.0001013	
変量効果		Z	係数	0.104	0.035201	0.036491	0.049612	0.012457
	P 値		0.01579 *	0.4422	0.5026	0.3724	0.8547	
	X	係数	-0.17111	-0.113535	0.056287	-0.194891	0.174366	
		P 値	0.12663	0.4171	0.7436	0.3762	0.5139	
ハウスマン検定			0.02934	0.02781	0.09622	0.7304	0.4935	
単回帰		係数	0.1286	0.14327	0.14751	0.16268	0.16189	
		P 値	9.22e-07 ***	3.50e-07 ***	4.90e-06 ***	3.72e-05 ***	0.000987 ***	
	ブール	Z	係数	0.3799	0.39118	0.40967	0.3868	0.34998
			P 値	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	9.64e-12 ***	2.22e-07 ***

XX28	X	係数	0.09973	0.11836	0.11705	0.12087	0.12959
		P 値	4.19e-05 ***	3.39e-06 ***	5.57e-05 ***	0.000874 ***	0.00465 **
	Z	係数	0.12653	0.0952573	0.0633344	0.024618	-0.027014
		P 値	2.133e-07 ***	6.435e-05 ***	0.008629 **	0.3356	0.3817
	X	係数	-0.019619	-0.0088742	0.0060649	-0.03625	0.012069
		P 値	0.4411	0.7143	0.820462	0.2428	0.7552
	F 検定		< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16
	変量効果	係数	0.146734	0.119218	0.095109	0.0565416	0.01325
		P 値	1.073e-09 ***	6.41e-07 ***	0.0001178 ***	0.03315 *	0.67454
		係数	0.010915	0.020983	0.035626	0.0064477	0.052494
		P 値	0.6426	0.3592	0.1601248	0.82654	0.14377
	ハウスマン検定		1.70E-06	0.002503	0.008736	0.01934	0.02294
XX29	単 回 帰	係数	0.03723	0.02345	0.04939	0.04522	0.03883
		P 値	0.6925	0.8198	0.668	0.729	0.789
	プ ー ル	係数	0.44363	0.43399	0.415761	0.39554	0.34552
		P 値	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	2.48e-15 ***
		係数	-0.0454	-0.03566	-0.003489	0.01108	0.002728
		P 値	0.595	0.71	0.975	0.932	0.98507
	固 定 効 果	係数	0.13822	0.126748	0.096248	0.06682	-0.0031237
		P 値	1.116e-15 ***	1.199e-12 ***	7.259e-08 ***	0.0003881 ***	0.877
		係数	-0.123416	-0.115093	-0.187955	-0.284664	0.0790428
		P 値	0.2968	0.3449	0.1491	0.0386317 *	0.6449
	F 検定		< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	2.20E-16
	変 量 効 果	係数	0.166532	0.151172	0.120558	0.091244	0.029265
		P 値	<2e-16 ***	<2e-16 ***	1.177e-11 ***	1.44e-06 ***	0.1544
		係数	-0.117413	-0.099163	-0.154045	-0.218334	0.02067
		P 値	0.2503	0.3524	0.1786	0.07538 .	0.8862
	ハウスマン検定		< 2.2e-16	2.20E-16	< 2.2e-16	3.55E-14	2.26E-15
XX29	単 回 帰	係数	0.005192	-0.01989	0.16	0.4003	0.438
		P 値	0.973	0.909	0.531	0.217	0.282
	プ ー ル	係数	0.49356	0.51646	0.4743	0.44437	0.3733
		P 値	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	3.71e-14 ***	4.08e-09 ***	3.47e-05 ***
		係数	0.11247	0.06003	0.27661	0.54042	0.5317
		P 値	0.399	0.699	0.236	0.0794 .	0.18834
	固 定 効 果	係数	0.093796	0.116291	0.074532	0.058175	0.0040669
		P 値	0.0000000000000000	0.0000000000000000	0.0000000000000000	0.0000000000000000	0.0000000000000000

XX30		P 値	0.0007554 ***	8.519e-05 ***	0.01073 *	0.1158	0.9154		
		X	係数	-0.117737	-0.192691	-0.145512	0.198513	-0.075056	
			P 値	0.354535	0.197	0.42451	0.3749	0.7562	
	F 検定		< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16		
	変量効果	Z	係数	0.12723	0.15512	0.106632	0.091853	0.031062	
			P 値	4.209e-06 ***	9.599e-08 ***	0.0002795 ***	0.01152 *	0.4134	
		X	係数	-0.058581	-0.180831	-0.149674	0.216901	-0.042281	
			P 値	0.5706	0.1398	0.377756	0.29977	0.8551	
	ハウスマン検定		< 2.2e-16	< 2.2e-16	5.316E-09	2.266E-10	< 2.2e-16		
	単 回 帰		係数	0.011484	0.014292	0.019104	0.018986	0.02794	
			P 値	0.0558 .	0.0292 *	0.0101 *	0.0302 *	0.026479 *	
		ブ ー ル	Z	係数	0.412194	0.44208	0.395473	0.399568	0.38157
				P 値	<2e-16 ***	<2e-16 ***	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	2.85e-15 ***
			X	係数	0.008782	0.01449	0.019139	0.020116	0.02944
				P 値	0.11	0.017 *	0.00612 **	0.0175 *	0.0162 *
		固 定 効果	Z	係数	0.1230713	0.120463	0.077194	0.0547137	0.057933
				P 値	< 2.2e-16 ***	2.849e-16 ***	2.999e-08 ***	0.0006583 ***	0.0300 *
			X	係数	-0.0096916	-0.0055861	-0.003039	-0.008005	-0.0020058
				P 値	0.007392 **	0.1575	0.4829	0.1663582	0.8363
		F 検定		< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	
		変 量 効果	Z	係数	0.1445853	0.1460539	0.09922461	0.0809137	0.1153219
				P 値	< 2e-16 ***	<2e-16 ***	1.48e-12 ***	6.523e-07 ***	6.122e-06 ***
			X	係数	-0.0084955	-0.003953	-0.00081545	-0.0039635	0.0063554
				P 値	0.01951 *	0.319	0.8507	0.485	0.46808
	ハウスマン検定		4.00E-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	5.22E-12	5.98E-16		
XX31		係数	-0.0009073	-0.01264	-0.4312	-0.5656	-0.9099		
		P 値	0.989	0.854	0.0782 .	0.0718 .	0.01176 *		
	ブ ー ル	Z	係数	0.48871	0.48327	0.4544	0.45554	0.41662	
			P 値	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	
		X	係数	-1.19108	-1.05438	-0.74793	-0.92445	-1.20562	
			P 値	6.65e-11 ***	1.72e-06 ***	0.00300 **	0.00224 **	0.000723 ***	
	固 定 効果	Z	係数	0.136462	0.124472	0.076625	0.051719	-0.013746	
			P 値	<2e-16 ***	<2e-16 ***	3.046e-08 ***	0.0007529 ***	0.45167	
		X	係数	-0.165964	-0.283841	0.104268	0.585869	-1.454328	
			P 値	0.4479	0.2243	0.6953	0.1702001	0.02455 *	

			F 検定	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	
変量効果	Z	係数		0.163914	0.148876	0.0998301	0.080007	0.026771	
		P 値		< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	1.108e-12 ***	3.607e-07 ***	0.150612	
	X	係数		-0.384615	-0.406676	0.0011462	0.108202	-1.23737	
		P 値		0.05298 .	0.06216 .	0.9963	0.7565	0.005558 **	
			ハウスマン検定	< 2.2e-16	< 2.2e-16	5.421E-13	1.028E-12	< 2.2e-16	
XX33	単 回 帰	係数		-0.109912	-0.114264	-0.11462	-0.11611	-0.11433	
		P 値		<2e-16 ***	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	4.96e-14 ***	
	ブ ー ル	Z	係数		0.329478	0.349981	0.33002	0.36602	0.34025
			P 値		<2e-16 ***	<2e-16 ***	<2e-16 ***	<2e-16 ***	2.05e-12 ***
		X	係数		-0.10794	-0.115676	-0.1157	-0.11893	-0.12011
			P 値		<2e-16 ***	<2e-16 ***	<2e-16 ***	<2e-16 ***	< 2e-16 ***
	固 定 効 果	Z	係数		0.1379895	0.133365	0.078951	0.057957	-0.027867
			P 値		8.464e-13 ***	3.397e-11 ***	0.0001082 ***	0.008772 **	0.2848
		X	係数		-0.0064129	0.024054	0.03191	0.049027	0.101131
			P 値		0.77	0.2797	0.2120245	0.353755	0.1088
				F 検定	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16
	変量効果	Z	係数		0.157595	0.159176	0.104018	0.09427	0.027418
			P 値		< 2.2e-16 ***	3.870e-15 ***	5.862e-07 ***	2.791e-05 ***	0.3066
		X	係数		-0.075054	-0.069044	-0.069008	-0.101658	-0.10127
P 値				4.719e-08 ***	2.066e-06 ***	1.212e-05 ***	8.079e-08 ***	1.014e-06 ***	
			ハウスマン検定	6.747E-07	0.02906	0.1913	0.000009071	1.164E-08	
XX35	単 回 帰	係数		-0.07917	-0.07263	-0.06963	-0.06642	-0.07986	
		P 値		0.00281 **	0.0172 *	0.0517 .	0.121	0.108	
	ブ ー ル	Z	係数		0.52163	0.56144	0.5441	0.54395	0.49356
			P 値		<2e-16 ***	<2e-16 ***	<2e-16 ***	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***
		X	係数		-0.05601	-0.04579	-0.02358	-0.03364	-0.07907
			P 値		0.0179 *	0.0946 .	0.467	0.396	0.0907 .
	固 定 効 果	Z	係数		0.17653741	0.156905	0.08687	0.022782	-0.025822
			P 値		<2e-16 ***	1.223e-13 ***	4.441e-05 ***	0.3331	0.3796
		X	係数		0.00027755	-0.0066419	0.0072544	0.028101	-0.049419
			P 値		0.9875	0.7363	0.762	0.3164	0.1634
				F 検定	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16
	変量効果	Z	係数		0.202693	0.186419	0.1238733	0.067252	0.031932
			P 値		< 2.2e-16 ***	< 2e-16 ***	6.539e-09 ***	0.005576 **	0.277872

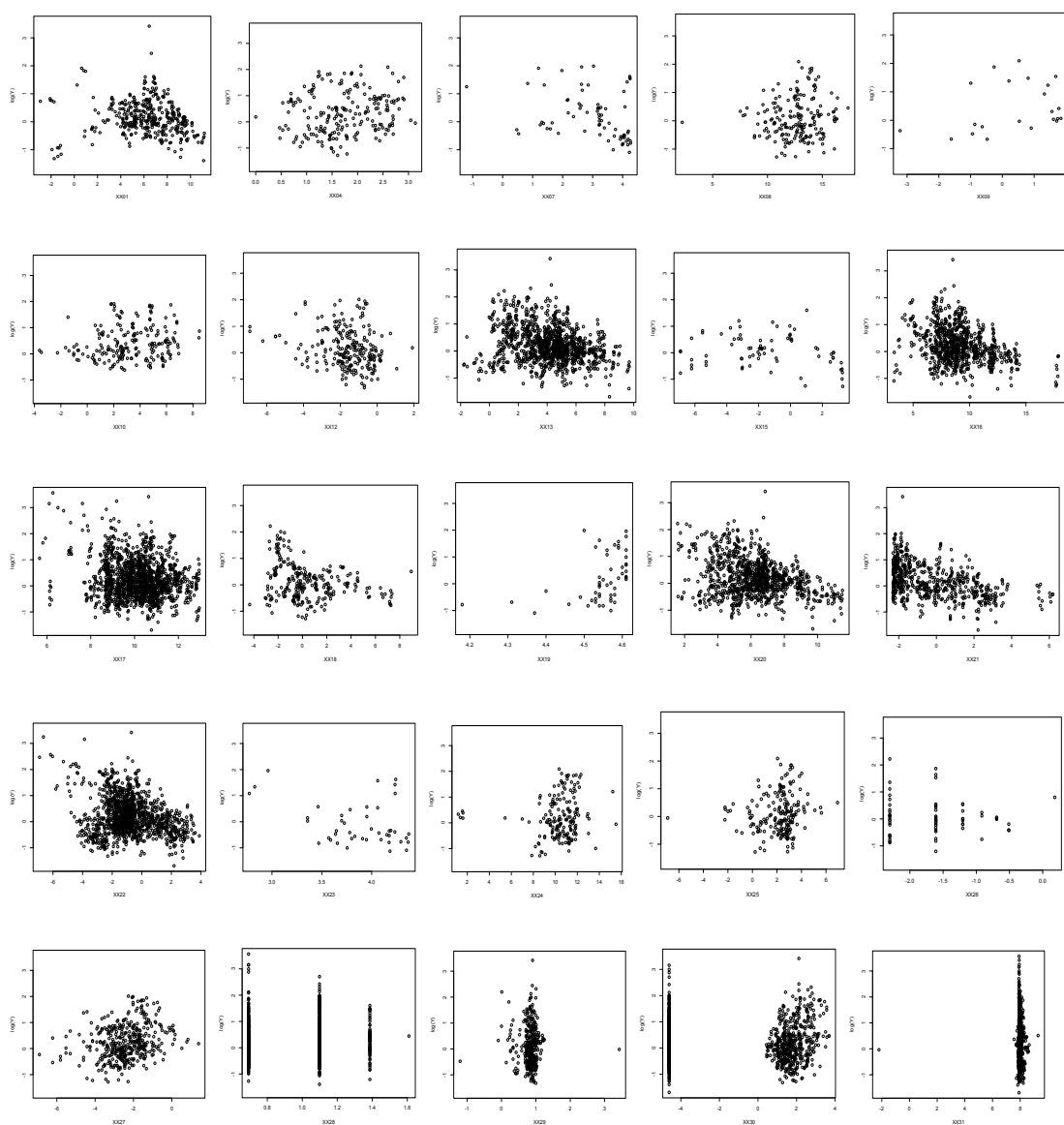
XX37	X	係数	-0.012524	-0.012754	0.0067692	0.01945	-0.062641	
		P 値	0.471162	0.50967	0.7734	0.484451	0.065706 .	
	ハウスマン検定		< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	3.819E-09	< 2.2e-16	
	単 回 帰	係数	0.12082	0.11963	0.13006	0.12378	0.11018	
		P 値	0.00644 **	0.0112 *	0.0142 *	0.0395 *	0.107	
	ブ リ ル	Z	係数	0.60144	0.61403	0.61022	0.59225	0.5294
			P 値	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	5.49e-14 ***
		X	係数	0.16827	0.16353	0.16898	0.13221	0.14402
			P 値	7.53e-06 ***	5.53e-05 ***	0.000251 ***	0.0122 *	0.0231 *
	固 定 効 果	Z	係数	0.152847	0.126766	0.079675	0.084231	0.03942
			P 値	4.85e-11 ***	2.762e-08 ***	0.0005238 ***	0.001559 **	0.19437
		X	係数	-0.152452	-0.233946	-0.087981	-0.131142	-0.383545
			P 値	0.01765 *	0.0006914 ***	0.2903689	0.215498	0.01352 *
	F 検定		< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	
	変 量 効 果	Z	係数	0.202026	0.171441	0.126854	0.134435	0.081306
			P 値	< 2e-16 ***	4.123e-13 ***	2.11e-07 ***	1.322e-06 ***	0.01125 *
		X	係数	0.027395	-0.020839	0.072374	0.063988	0.02212
			P 値	0.58142	0.6968	0.2382	0.369	0.79778
	ハウスマン検定		< 2.2e-16	3.76E-02	0.00005318	0.00001503	0.004355	
XX38	単 回 帰	係数	-0.06455	-0.07318	-0.08212	-0.08343	-0.08073	
		P 値	1.00e-05 ***	2.18e-06 ***	1.83e-06 ***	2.92e-05 ***	0.000429 ***	
	ブ リ ル	Z	係数	0.47641	0.50253	0.46651	0.45711	0.40353
			P 値	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	< 2e-16 ***	4.97e-15 ***
		X	係数	-0.05272	-0.05601	-0.06249	-0.05955	-0.05928
			P 値	5.38e-05 ***	6.95e-05 ***	0.000101 ***	0.00166 **	0.00855 **
	固 定 効 果	Z	係数	0.128303	0.131279	0.080129	0.085851	0.014801
			P 値	4.66e-14 ***	4.179e-13 ***	1.603e-05 ***	7.121e-05 ***	0.57543
		X	係数	-0.049553	-0.075538	-0.018118	-0.035949	-0.094793
			P 値	0.09932 .	0.02032 *	0.5903	0.372	0.07186 .
	F 検定		< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	
	変 量 効 果	Z	係数	0.155524	0.160587	0.114121	0.120476	0.057497
			P 値	< 2e-16 ***	< 2.2e-16 ***	1.013e-09 ***	1.441e-08 ***	0.027589 *
		X	係数	-0.045252	-0.065436	-0.054224	-0.067051	-0.091205
			P 値	0.02012 *	0.002109 **	0.01642 *	0.007836 **	0.001879 **
	ハウスマン検定		< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	

* 網掛けになっている部分は「Pooled OLS」「固定効果モデル」「変量効果モデル」の中で「 F 検定」「ハウスマン検定」をもとに、最もよいモデルとされるものの結果である。

* 有意性の説明：0 ‘***’ 0.001 ‘***’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘.’ 1

5.2.2 単回帰分析における散布図

以下が単回帰分析における散布図の一覧である。X 軸には XXnn がとっており、これらは既に対数変換されたものである。Y 軸に $\log(Y)$ がとってある。



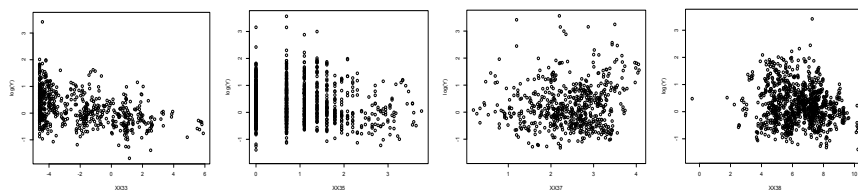


図1 単回帰分析における散布図一覧

5.2.3 分析した ESG KPI の中で PBR に有意に影響を与えるもの

5.2.1 において示した結果の中から PBR に 5%水準で、有意に影響を与えるものを以下に抜粋する。これは F 検定・ハウスマン検定を用いて最適とされたモデルにおける結果である。つまり個別効果が認められた場合にはその影響を除いてある。なお同一 ESGKPI の中で、複数ラグにおいて有意な結果が得られた場合は一番有意なものを掲載することとする。

表 6 分析した ESGKPI の中で PBR に有意に影響を与えるもの

ID	分析結果
08	社員研修時間数が 1%上昇すると、2 年後の PBR が 0.13%上昇する
09	BESG 社員研修時間数合計項目スコアが 1%上昇すると、当年の PBR が 0.17%低下する
10	特許/商標/著作権が 1%増加すると、1 年後の PBR が 0.06%低下する
16	排水量合計が 1%減少すると、4 年後の PBR が 0.09%上昇する
17	従業員数が 1%増加すると、4 年後の PBR が 0.57%低下する
18	紙消費量 1%減少すると、4 年後の PBR が 0.21%上昇する
22	売上高当り GHG(CO2)総排出原単位が 1%増加すると、4 年後の PBR が 0.12%上昇する
23	従業員の平均研修時間数が 1%増加すると、2 年後の PBR が 0.14%上昇する
28	社外監査役数が 1%増加すると、4 年後の PBR が 0.28%低下する
30	女性執行役員比率が 1%増加すると、当年の PBR が 0.0096%低下する
31	営業利益が 1%増加すると、4 年後の PBR が 1.5%低下する
37	女性中間その他管理職比率が 1%増加すると、当年の PBR が 0.15%低下する
38	電力使用量が 1%増加すると、1 年後の PBR が 0.020%上昇する

6 考察

6.1 原材料使用量について

単回帰の係数は負であり、また P 値が有意であった。次にハウスマン検定と F 検定の結果、すべてのラグにおいて P 値が 0.05 より小さいことから、固定効果モデルの結果を参照する。ここではすべてのラグにおいて、P 値が有意でなくなってしまった。これには調査対象とした日経 225 社の性質が反映されている。対象とした企業を製造業などに限らなかったため、通信業や一部のサービス業において原材料使用量が多いにもかかわらず企業価値が高い傾向が現れてしまい、それが全体の結果に反映されたことが考えられる。

6.2 従業員退職率について

こちらは単回帰では有意な結果が出なかった。次にハウスマン検定と F 検定の結果を考えると F 検定の P 値が 0.05 を下回り、ハウスマン検定の P 値が 0.05 を上回ることから変量効果モデルの結果を参照する。ここでは係数が有意ではなかった。従業員数退職率と企業価値に大きな関係がないことが推察される。これは退職が必ずしもネガティブな理由によるものではないためだと考えられる。従業員が働きやすい環境を整備しているような価値のある企業においても、キャリアアップやライフステージの変化によって退職を選択する従業員は相当数存在する。こうした要因により、企業間の差が出にくかったのだろう。

6.3 女性従業員離職率について

単回帰においては係数が負であり、有意な結果が出た。次にハウスマン検定と F 検定の結果を考えると、 F 検定の P 値が 0.05 を上回るため、重回帰分析の結果を参照する。ここでは係数も負であり、有意な結果は出なかった。6.2 での分析結果と同様に、従業員が働きやすい環境を整備しているような価値のある企業においても、キャリアアップやライフステージの変化によって退職を選択する従業員は相当数存在する。こうした要因により、企業間の差が出にくかったのだろう。

6.4 社員研修時間数について

単回帰の結果は有意でなかった。ハウスマン検定と F 検定の結果を参照すると 2 期のラグまでは F 検定の P 値が 0.05 を下回るため個別効果があると判断し、変量効果モデルを参照する。ここでも P 値は有意ではなかった。社員研修はある程度行えばそれ以上の効果は見込めなさそうであるため、妥当な結果だと考えられる。

6.5 BESG 社員研修時間数合計項目スコアについて

単回帰の結果は有意でなかった。ハウスマン検定と F 検定の結果を参照した結果、ラグなしでは変量効果・1 期 3 期 4 期のラグでは重回帰・2 期のラグでは固定効果を参照する。ラグなしでは係数が負で P 値も有意となり、1 期のラグでは係数が正であり P 値も有意と

なり、2期以降では有意性は認められなかった。

6.6 特許/商標/著作権について

単回帰では係数は正であり、結果も有意であった。ハウスマン検定と F 検定の結果を参照し、固定効果の結果を参照する。1期のラグがある場合を除いて係数は負であるものの、P 値が有意ではなかった。機械業などでは特許/商標/著作権の取得が企業価値に大きくつながることが予想される一方で、商社や不動産・金融業ではこれらの取得が何ら影響を与えないことが予想される。こうした背景から、有意性が見られなかったのだろう。

6.7 廃棄物総量について

単回帰では係数が正であり、結果も有意であった。ハウスマン検定と F 検定の結果を参照し、固定効果の結果を参照する。すべてのラグにおいて係数が負であるものの、P 値が有意でなかった。これは廃棄物総量が数年で大きく減らせないことに関係すると考えられる。環境への意識の変化から廃棄物を減らす方針を立てたととしても、大きく廃棄物総量が減少するには 10~20 年かかることが予想される。そのため、4 年までという短いラグでは、廃棄物総量が企業価値に与える影響を数値に反映しきれなかったと考えられる。

6.8 排水量・排水量合計について

単回帰では係数が負であり、結果も有意であった。ハウスマン検定と F 検定の結果を参照し、固定効果の結果を参照する。すべてのラグにおいて係数が負であり、4期のラグがある場合においてのみ P 値も有意であった。6.7における解釈とは異なり、排水量は4年かければ十分に減らすことができるのだと考えられる。一方で、係数が負であることから企業価値にマイナスの影響を与えている。PBRの性質上、ESGを考慮した取り組みが株価に反映されて初めて企業価値として認められる。依然として日本では投資家たちの ESG 分野への関心が低く、排水量を減らしても株価に反映されていない可能性が示唆される。

6.9 従業員数 - CSR について

単回帰では係数が負であり、結果も有意であった。ハウスマン検定と F 検定の結果を参照し、固定効果モデルを参照する。すべてのラグにおいて係数が負であり、1期以降のラグについては P 値も有意であった。従業員数が増えるほど企業価値が低下するという意味になる。一つの解釈として、拡大期の企業が ESG への取り組みに消極的な可能性が考えられる。従業員を積極的に増やす拡大期にある企業では ESG への取り組みよりも自社の利益を優先する可能性があると考えられる。ただし、この結論を導出するだけの情報はそろっておらず、可能性の示唆までにとどまる。

6.10 紙消費量について

単回帰分析による散布図を見ると負の相関が見て取れ、実際に係数は負の値で有意となっている。F 検定、ハウスマン検定の結果より、ハウスマン検定の P 値がわずかに 0.05 を上回った 1 期のラグ以外はすべて固定効果モデルを参照すればよいと分かる。しかし、固定効果モデルでは 3 期のラグのみ係数が負で有意となった。プール回帰の結果を参照するとどれも有意であったことから、紙消費量が多ければ企業価値は下がり、少なければ上がるという結果は単に企業間の業種等の差異から生じるものであると考えられる。また紙の消費を抑えることはコスト削減や事業の効率化につながるため、やはり紙消費量に関する ESG への取り組みが評価されたことで企業価値が上がっていると述べることはできない。

6.11 育児休暇定着率について

単回帰分析による散布図を見ると偏りが大きく、どの分析でもほとんど有意な結果を得ることができなかった。その原因として、変数の性質上、企業間や業種間の違いが大きく、サンプル数もあまり得られなかったことが推測できる。

6.12 CO2 スコープ 1&2 レーションベースについて

単回帰分析による散布図を見ると特に偏りはなく、負の傾向がみられる。係数も負の値で有意となったが、F 検定、ハウスマン検定の結果より固定効果モデルを参照すると有意性はなくなってしまった。プール回帰を参照するとどのラグにおいても係数は負で有意になるため、この結果は建設業や製造業のような直接的、間接的に二酸化炭素の排出に大きくかわる企業とそうでない企業の違いが大きく影響していると考えられ、この ESGKPI によって企業価値に影響を及ぼしていると述べることはできない。二酸化炭素を多く輩出する企業の PBR が低くなった理由としては、そのような企業は業績が安定した大企業が多く市場での評価も安定し、急速な成長もあまり期待されていないことから株価総額が純資産とおりの数になっていると予想できる。しかし、二酸化炭素排出量は日本でも関心が高く広く知られた ESG 指標のため、業種別に分析すれば削減への取り組みが企業価値へ有意に好影響をもたらす可能性は十分考えられる。

6.13 窒素酸化物排出量について

単回帰分析による散布図を見ると特に偏りはなく、負の傾向がみられる。係数も負の値で有意となったが、F 検定、ハウスマン検定の結果より固定効果モデルを参照すると有意性はなくなってしまったが、プール回帰を参照するとどのラグにおいても係数は負で有意になった。これは、CO2 スコープ 1&2 レーションベースと同様に関係がある企業とそうでない企業の差異が大きく、窒素酸化物排出量の削減への取り組みが評価されたことにより企業価値が高くなっていると述べることはできない。

6.14 売上高当り GHG(CO2)総排出原単位について

単回帰分析による散布図を見ると特に偏りはなく、負の傾向がみられる。係数も負の値で有意となったが、F検定、ハウスマン検定の結果より固定効果モデルを参照すると0期、1期、4期において有意となったが、係数は正となり、売上高当り GHG(CO₂)総排出原単位が高ければ企業価値も高くなるという結果になってしまった。しかし、固定効果モデルで有意とならなかった期間のラグを見るとプール回帰では有意となり、0期、1期、4期においてもプール回帰ではより強い有意を示したことから、CO₂ スコープ 1&2 レポートベースや窒素酸化物排出量と同様に企業間の差異は無視できないものだと考えられる。また、固定効果モデルの一部のラグにて正の値で有意になってしまった理由について、GHG(CO₂)排出において今回のような短いラグでの大幅な改善は現実的ではなく、コストをかけてもわずかに減少させることしかできないため、排出の割合が高い企業のほうが低コストで効率的に事業を行えるため、このような結果になった可能性が考えられる。

6.15 新人職女性比率について

単回帰分析による散布図を見るとサンプル数は少ないが、緩やかな負の傾向がみられる。係数をみても有意性の強さにばらつきはあるものの、どれも負の値で有意となった。これだけ見れば、新人職女性比率が高ければ企業価値が下がるという結果になってしまう。しかし、単回帰以外の分析ではどれも有意な結果が得られなかったため、単回帰分析の結果を結論づけることはできない。有意な結果が得られなかった理由としては、やはりサンプル数が少ない点、そして女性社員の働き方に対する企業間の差異が考えられる。

6.16 1 従業員当り研修費用・従業員の平均研修時間数について

どちらも単回帰分析による散布図を見ると偏りが大きく、どのような傾向があるかも判断することができない。係数を見るとどのラグでも正となったが、有意となったのは一部のラグのみだった。F検定、ハウスマン検定を行い、適切な分析を行っても有意な結果はほとんど得ることができなかった。この理由としては、業界、役職によって必要な研修やその費用、期間は異なるため費用や時間で研修の質を図ることができないこと、対象としている企業はどれも大企業で優秀な人材を確保できるため、研修の質によって大きな差は生まれないことがあげられる。

6.17 休業災害度数率(全従業員)・休業災害度数率(従業員)について

それぞれ単回帰分析を行ったところ、休業災害度数率(全従業員)ではほとんど有意にならなかったものの、休業災害度数率(従業員)ではすべて有意になり、いずれの変数も有意なものの変数は正の値になった。休業災害度数率が高ければ企業価値が高くなることになってしまった。しかし、F検定、ハウスマン検定の結果よりすべて個別効果があるとされ、適切な分析を参照したところ、両変数とも有意な結果は得られなかった。また、プール回帰と比較すると、休業災害度数率(全従業員)では0期のラグについてプール回帰で有意となり、ほ

かの期間のものも有意に近づいた。休業災害度数率(従業員)ではすべてプール回帰において有意となった。このことから、両変数による企業価値への影響ではなく、企業間、業種間の差異による影響が強いと考えられる。

6.18 社外監査役数について

単回帰分析による散布図を見ると、変数の性質上、特定の値に偏り傾向が分かりづらいが、変数を見ると有意ではないものの正の値となっている。どの分析においても有意なものはほとんどないという結果になった。その理由としては、社外監査役数は多ければよいというものではなく、会社の規模や業種に応じて適切な人数はそれぞれ異なるという点が考えられる。

6.19 障がい者従業員比率について

障がい者従業員比率について単回帰分析での散布図を見るとほとんどの企業が1付近に集中しておりPBRとの相関はあまり見られない。多くの企業が1付近に集中しているのは障がい者従業員の数が増えるにつれて従業員数に対して一定の割合で義務付けられていることが原因として考えられる。また、極端に値が大きいものと小さいものと一部外れ値が存在する。F検定の結果を見ると全てのラグにおいて仮説が棄却されており個別効果が存在すると判断できる。ハウスマン検定の結果を参照するとすべてのラグにおいてP値が0.05を下回っているため今回は固定効果モデルを参照する。固定効果モデルでの結果を見ると全てのラグにおいてP値が0.10を超過しており有意な結果は得られなかった。有意な結果が得られなかった要因はラグの幅の小ささやデータの少なさが考えられる。また、柳モデルによるとESG指標の改善は市場での企業に対する評価が株主資本コストの低減を通じて企業価値に影響するというプロセスを取るため、障がい者従業員比率に対する投資家の認知や重要性への理解が不足している可能性も挙げられる。さらに考えられる可能性として、障がい者従業員数は障害者雇用率制度によって義務付けられているため基準を満たしていればよいという風に認識され基準以上の数字に対する評価が得られていない可能性が予想される。加えて、障害者雇用納付金制度が存在し法定雇用率を達成している企業に対して、調整金及び報奨金が支給されているため、この指標は直接的に簿価に影響を及ぼしている。そのため、非財務資本としての影響のみでなく財務資本に対する直接的な正の効果も忘れてはならない。

6.20 女性執行役員比率について

まず散布図を概観すると、女性役員比率が0のところに集中しているデータが多い。そして、右側にはやや右肩あがりの分布が見られる。実際に単回帰分析でも係数は正で、10%有意水準では有意となっている。これはROEを説明変数に加えたPooled OLSでも同じことが言える。ただ、F検定・ハウスマン検定の結果を踏まえ、今回は固定効果モデルを採択

することになる。ここで固定効果モデルの結果を見ると、ラグなしでは、女性役員比率の係数は負であり、これは有意でもある。(ラグありのモデルでは有意ではない)これはつまり、女性役員比率が上がると、PBR は低下するということになる。つまり、個別効果を除くことで、女性執行役員比率は PBR へ良い影響を与えない、それどころか負の影響を与えることになる、ということが示唆される。負の影響に関してはさらなる考察が必要なところであるが、個別効果の影響が大きいということは先行研究でも指摘がある。郭・太田 (2022) は企業規模が女性役員比率に正の影響を与えることが示されている。ここから、冒頭の「単回帰分析」「Pooled OLS」の分析においては「企業の規模」という「個体間の異質性」が影響しているだけだったということが推察される。

しかし、今回は 0.01 を足して対数化するという簡易的な処理により分析を行ったことによる問題も発生していると考えられ、0 の場合を別に考えるモデルなどにより再考察する必要性もある。

6.21 営業利益について

営業利益は財務資本であるため ESG 指標とは言えないが先行研究でも取り扱われていたため比較対象として分析結果を掲載する。営業利益について単回帰分析の散布図を見るとほとんどの企業が対数化された営業利益が 8 付近に集中しているが、これは変数の桁数が大きいため対数化したときにその差が限りなく小さくなってしまったためだと考えられる。その中で一部営業利益において突出して高い数字を持つ外れ値が一つ存在する。F 検定の結果を見ると全てのラグにおいて 0.05 を下回っており個別効果が認められる。ハウスマン検定もまた P 値が全て 0.05 を下回り仮説が棄却されるため固定効果モデルを参照する。固定効果モデルの結果を見たとき 4 期のラグを取って初めて有意な結果を得られており 4 期の遅延浸潤効果が見られる。この時係数は負であるため営業利益と PBR の間に負の相関が見られることが分かる。これは営業利益が大きいような大企業はそうでない企業に比べて市場においての評価が安定している上、これ以上の成長があまり期待されず株価総額が純資産とほとんど等しい数になるからではないかと考察する。また、個別効果が認められている中、固定効果モデルでは 3 期までのラグにおいて有意さが認められていない一方、プール回帰ではすべてのラグにおいて有意差が認められる。これは変数による影響よりも企業間の個別効果による影響が大きいことから起きた現象ではないかと予想する。

6.22 硫黄酸化物排出量について

硫黄酸化物排出量について単回帰分析による散布図を見ると多くの企業が対数で限りなく大きなマイナス、つまり対数化以前で 0 の数字を取っており、残りの企業では緩やかな負の相関が見られる。排出量が 0 の企業は製造業以外の業種であり硫黄酸化物を全く排出していないのだと考えられる。また、大きな外れ値は見られない。F 検定の結果を見ると全てのラグにおいて P 値が 0.05 以下の数字を取っており個別効果が認められる。また、ハ

ウスマン検定では1期,2期のラグにおいて帰無仮説は棄却されず、0期,4期,5期において帰無仮説が棄却されている。固定効果モデルによる結果は全て有意なものとは言えず、プール回帰及び変量効果モデルではすべてのラグにおいて有意性が認められる。ハウスマン検定における結果が安定しない原因はデータの少なさや排出量が0の企業が多くあり、そうでない企業と同時に分析を行ってしまっていることも影響しているのではないかと予想する。全てのラグにおいて有意性が認められたプール回帰及び変量効果モデルではPBRとの負の相関が見られ硫黄酸化物排出量が少ないほどPBRが大きくなるという直感的に理解できる結果が得られた。これはESG指標の改善が企業価値に正の影響を及ぼすという一つ証拠になるのではないだろうか。しかし、排出量が0の企業は恐らく業種としてそもそも硫黄酸化物を排出する可能性のある事業を行っていないことが予想されるため、投資や経営の参考にするためには排出量が0の企業を除外した上での分析を行うべきであると考ええる。

6.23 報酬対象役員人数について

報酬対象役員人数について単回帰分析による散布図を見ると小さい部分では同じ数に企業が集中しており大きくなるにつれ、ばらつきが増えている。これは対数化による影響で数が小さいもの同士の差異が大きくなり、数が大きいもの同士の差異が小さくなるためである。また、対数で0、つまり対数化以前で役員人数が1など役員が少ない企業のほうが全体として多く見られる。また、全体として弱い負の相関が見られる。F検定の結果を見ると全てのラグにおいてP値0.05以下で仮説が棄却され個別効果が認められる。ハウスマン検定の結果ではすべてのラグにおいてP値0.05以下になり仮説が棄却されているため今回は固定効果モデルを参照する。固定効果モデルではすべてのラグにおいて有意性が認められない。しかし、ラグを取るにつれP値の値が小さくなっていることから4期以上の遅延浸潤効果が見られるのではないかと予想する。しかし、ラグによって係数の符号が変わっているためどのような効果が表れるのかは予想できない。帝国データバンクは上場企業2,614社を対象に2008年と2017年での役員数について「減った」「同じ」「増えた」の3つの動向で企業を分け、売上高がどのように変化したかを調査している。この調査から「増えた」企業のうち873社である56.5%が、売上高の伸び率が中央値以上であったことが分かっている。これは、「減った」企業においては37.9%、「同じ」企業においては45.5%であったことから役員数が「増えた」企業が一番売上高を伸ばしたことを示唆している。この調査では9年のラグをとって結果を得ていることから4期以上の遅延浸潤効果が見られるのではないかと考えられる。

6.24 女性中間その他管理職比率について

女性中間その他管理職比率について単回帰分析による散布図を見るとXX37が2から3の辺りに企業が集中していることが分かるが、企業は全体に分布しておりPBRとの相関はあまり見られない。F検定の結果を見ると全てのラグにおいてP値0.05以下で仮説が棄却

され個別効果が認められる。また、ハウスマン検定においてもすべてのラグにおいて P 値 0.05 以下で仮説が棄却されるため今回は固定効果モデルでの結果を参照する。固定効果モデルでの結果を見ると 0 期,1 期,4 期で有意性が認められる。特に 0 期及び 1 期において P 値は非常に低い値を取っている。これは 2022 年に行われた女性活躍推進法に関する制度改革に伴い管理職に占める女性労働者の割合など女性の社会進出に関わる指標の公表義務化が行われたことにより 2022 年及び 2023 年のデータ数が急激に上昇したことにより 2023 年及び 2022 年のデータの影響が強くなったことが要因として考えられる。これに加えて 2023 年 6 月に政府が女性活躍・男女共同参画の重点方針（女性版骨太の方針）の原案を示し、その中で東証プライム市場に上場する企業の女性役員の比率を 2030 年までに 30%以上にする目標を設けるなど 2023 年において女性役員や女性管理職の割合についての重要性が広く認知されるようになったこともまた要因として挙げられるのではないかと考える。この予想に基づいて 0 期,1 期を除いて見てみると 2 期から 4 期において緩やかに P 値が減少している。これは 2023 年における市場の意識の変化とは独立した遅延浸潤効果による影響なのではないかと考える。よって女性中間管理職比率においては 3 期程度の遅延浸潤効果が存在するのではないかと予想する。

6.25 電力使用量について

電力使用量について単回帰分析による散布図を見ると中央値付近に集中しているものの均等なばらつきがあり、相関はあまり見られない。1 つ非常に小さい値をとる外れ値が存在する。F 検定の結果を見ると全てのラグにおいて P 値 0.05 以下で帰無仮説が棄却され個別効果が認められる。またハウスマン検定においても全てのラグで P 値 0.05 以下で帰無仮説が棄却されるため今回は固定効果モデルを参照する。固定効果モデルの結果を見ると 1 期のラグを取った場合を除いて全てのラグで有意性が認められなかった。しかし、プール回帰においては全てのラグにおいて有意性が認められる。これは個別効果、つまり企業間の特質性の影響が大きいことを示している。この個別効果は業種による違いではないかと予想する。例えば資源エネルギー庁が発表した 2017 年度エネルギー消費統計調査を見てみると郵便業における売上高当たり電力利用額(10⁶kWh)が 872,738 円であるのに対してガス業における同指標は 697 円である。このように業種によって電力使用量には大きな幅があり業種ごとに対象企業を分けて分析する必要があるのではないかと考える。

7 終わりに

7.1 今回の研究から得られる示唆

本研究では 29 個の ESG 関連データについて、それぞれ指標の企業価値への影響を、柳モデルをもとに定量的な分析を行いその結果を考察した。すると、各指標を以下の三つのパターンに分類することができた。第一に「有意かつ ESGKPI を改善すると PBR も改善されるもの」である。本研究では最も好ましい結果ではあるが、排水量・排水量合計や紙消費量などわずかな指標でしかこの結果は得られなかった。また、単位の違いにより係数での影響力の比較が難しく、本研究の目的である、どの指標がどれほどの影響力を持つかということを述べることができなかった。第二に「有意だが ESGKPI を改善すると PBR は低下してしまうもの」である。原材料使用量や従業員数、売上高当り GHG(CO2)総排出原単位など一つ目のパターンよりも多くの変数がこれに分類される。そして第三に「有意でないもの」である。今回対象とした指標の半数近くが、有意な結果を得ることができなかった。今回対象とした日経 225 社は様々な業種が混在しており、分析へ影響を及ぼした可能性がある。また、ラグの期間が大きくなるにつれて有意に近づいた指標もあったが、集めることができたデータの都合上短い期間のラグしかとることができなかったことも有意な結果が少なかった理由として考えられる。また、一部のデータや企業については欠損値が多く、その扱いが結果に影響した恐れがある。有意な結果を得られたものから、ESGKPI の改善が PBR への好影響をあまり与えていない、そして日本の市場ではいまだに ESG への関心が薄く、ESG への配慮などの非財務情報が企業価値として評価されていないという現状が示唆される。本論文の冒頭で述べた通り、2013 年には時価総額のうち約 50%しか会計数値によって説明することができず、残りの半分は ESG 関連データなどの非財務情報も含めて総合的に判断する必要があるという指摘があり、他国と比べて日本企業の PBR が低迷しているのはやはり非財務情報が評価されていないからだと考えられる。

7.2 今後の課題

今後の課題として、まず欠損値やデータ不足により有意な結果を得られたものが多くなかったことがあげられる。今回は日本企業全般に共通して企業価値に対して強い影響を持つ ESGKPI をしらべるために日経 225 社を対象としたが、中には欠損値が多い企業もいくつか存在し分析に影響を与えた可能性が高く、より正確に分析を行うために、適切に対象とする企業を選択する必要がある。また、対象とした日経 225 社はいずれも大企業であり、中小企業は含まれていないという点も今後の課題となる。中小企業は大企業と比べて公表している ESG 関連のデータが少なく、期間も短い場合が多いという問題点もあるが、中小企業についても考慮に入れなければ日本企業全般を語ることはできない。

7.3 謝辞

本論文の作成にあたり、指導教官として終始多大なご指導を賜った、慶應義塾大学経済学

部長倉大輔教授に深謝いたします。また、長倉大輔研究会の先輩方もメンターとして様々なご助言をして頂きました。ここに感謝の意を表します。

8 参考文献

アビームコンサルティング株式会社 (2022). 企業価値を向上させる ESG 指標 TOP30〜 ESG を起点としたデータドリブン変革の実現に向けて〜”

Retrieved from https://www.abeam.com/jp/ja/topics/insights/esg_top_thirty (2023 年 11 月 7 日)

郭 玉倩・太田 康広 (2022). 女性役員比率と企業の経営効果について

Retrieved from

https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/download.php/KO40003001-00002022-3958.pdf?file_id=174078 (2023 年 11 月 7 日)

株式会社帝国データバンク (2019). 役員の数と業績はどう関連する？

Retrieved from <https://www.tdb.co.jp/bigdata/nb/0201.html> (2023 年 11 月 7 日)

経済産業省資源エネルギー庁 (2019). 平成 29 年度エネルギー消費統計調査

辻本 巨哉 (2019). 日本における ESG 投資の現状と課題 インベスター・リレーションズ, 13(1), 32-40.

中嶋 幹 (2016) わが国の ESG 投資の現状 月刊資本市場, 373, 44-51.

中西 啓喜 (2015). パネルデータを用いた学力格差の変化についての研究 教育学研究, 82(4), 65-75

日本経済新聞社 (2023). 大企業の女性役員「2030 年に 30%」 政府が新目標

Retrieved from

<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUA0261U0S3A600C2000000/> (2023 年 11 月 7 日)

保科 学世 (2022). データドリブン経営改革 日経 BP 日本経済新聞出版.

ブルークレブフェンダー (2018). 伊藤 邦雄 (監訳) 会計の再生—21 世紀の投資家・経営者のための対話革命 中央経済社.

村上 あかね (2011). 離婚による女性の社会経済的状況の変化 社会学評論, 62(3), 319-335.

柳 良平・目野 博之・吉野 貴晶 (2016). 非財務資本とエクイティ・スプレッドの同期化モデルの考察 月間資本市場, 375, 4-13.

柳 良平 (2021). DIAMOND ハーバード・ビジネス・レビュー編集部 (編) ESG の「見える価値」を企業価値につなげる方法 DIAMOND ハーバード・ビジネス・レビュー論文 ダイアモンド社.

- 柳 良平 (2021). ESG 会計の価値提案と開示 月間資本市場, 428, 36-45.
- 柳 良平・杉森 州平 (2021). ESG の PBR への遅延浸潤効果と統合報告での開示 月間資本市場, 73(2), 112-120.
- 柳 良平 (2023). CFO ポリシー 財務・非財務戦略による価値創造 第三版 中央経済社.
- 柳 良平・小池 広靖 (2023). 『早稲田大学大学院 柳客員教授』非財務資本の価値を数値化し説明すれば日本企業の PBR は 2 倍を超えるはず
Retrieved from
https://www.nomura-am.co.jp/special/esg/library/spreport/trptalk_waseda_graduateschool.html (2023 年 11 月 7 日)