

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

Agenda

はじめに	3
使用したデータ	5
統計分析の手法	6
分析結果・考察	11

はじめに (1/2)

近年注目されているESGについて、「ESGと企業価値」の領域における実証研究のためのフレームワーク等が開発されている

近年のESGの潮流

- 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
- 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**

ESGと企業価値

- 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**
 - 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

柳の論説

- 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することができる**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
 - 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
- **日本はのPBRは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。
- 柳は市場における日本企業に対する評価を高めるために、**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**

「ESGと企業価値の関係」を分析している研究はいくつか存在するが、問題点も孕むため、その解決を含んだ分析を目指す



投資家

「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」とは？

柳モデル等に基づいて「ESGと企業価値の関係」を分析している研究がいくつか行われた

これまでの研究の問題点

各研究	企業数	指標の広さ	遅延効果
1 柳による エーザイの研究	データが1社のみを対象にしている、 日本企業全体への影響がわからない		
2 柳 (2023)		テーマが人件費と研究開発費の 2つに絞られている	
3 データドリブン 経営改革			遅延効果が踏まえているかが 読み取れない

今回は日経225社を対象とし、最終的に29個のESG指標を選定した

データソース・サンプルサイズ

- Bloomberg Professional内のデータを使用
- 日経225社を対象とした
 - 業種等の偏りを防ぐため
- 1社において1つの指標につき最大7年分のデータが存在
 - 企業によっては欠損データが存在する場合もある

使用したESG指標

- 今回は「先行研究にて既に企業価値と関係があるとされたESG指標」を用いた
 - 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～」
 - 保科学世著「データドリブン経営改革」内の企業価値に対する影響が強いESG指標TOP30



「可視化」と「AI予測」が
勝ち筋へ導く！
* 日本経済新聞社監修
* データドリブン経営TOP30
* ESGの活用事例集
保科学世の
経営改革方法

指標の選定におけるポイント

先行研究に記載された指標60個

「二値データ」「Bloomberg内に登録のない指標」
を除いた指標38個

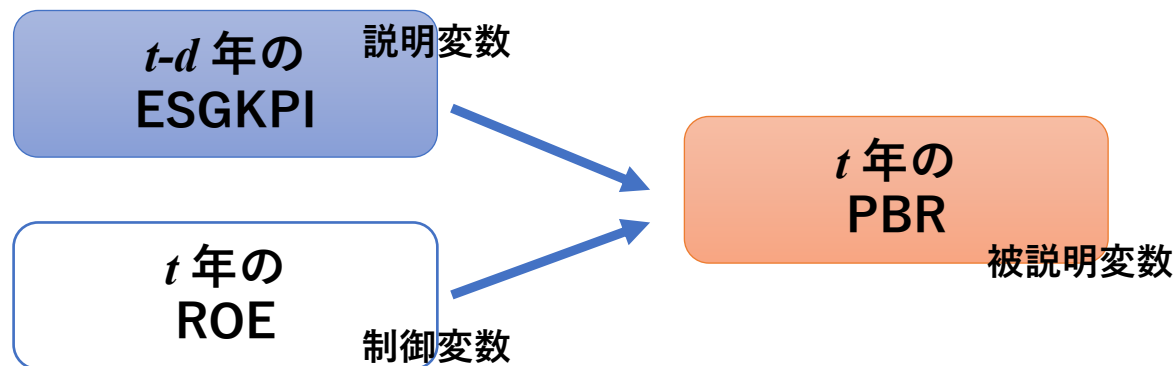
「指標としては登録があるが中身の
データが存在しない指標」
を除いた29個

今回は緑枠内の指標を用いた

今回はパネルデータに対し、遅延効果を認めた上で、企業の個別効果についても取り除く分析を行った

遅延効果について

- 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（遅延効果）
- 分析では0年前～4年前のESGKPIを説明変数、当年のPBRを被説明変数とする行う



* ROEについては柳モデル参照

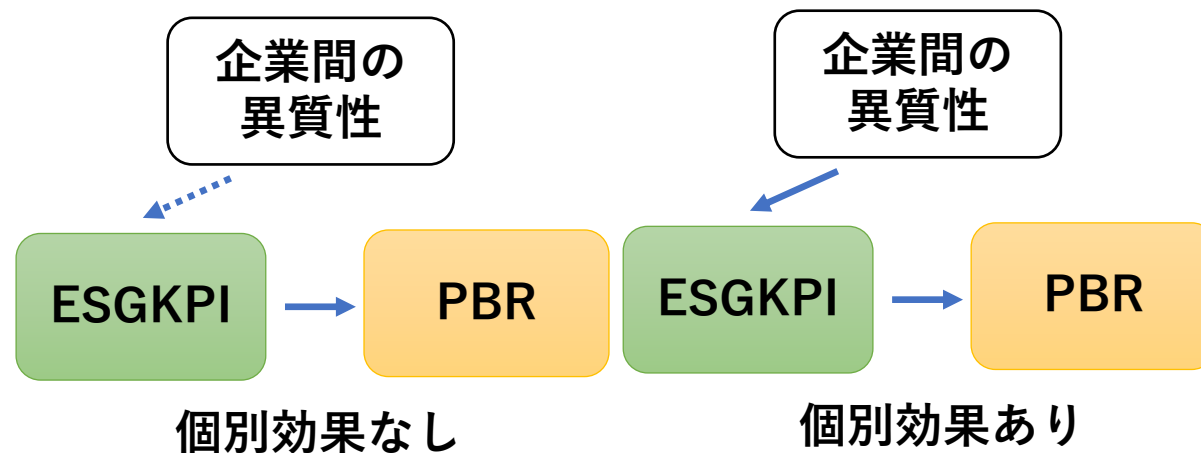
* d は遅延期間を指す

今回はデータの都合上、遅延期間は最大4年とした

* データセットは1企業1指標につき最大7年のためラグが大きくなればなるほどサンプルサイズは小さくなる

個別効果について

- ESGと企業価値の関連を調べる際には「企業間の異質性」に注意する必要がある



- 企業間の異質性による個別効果がある場合には、それを除去した分析を行う必要がある
- 個別効果の有無は**F検定**を用いて判定する
 - 個別効果が認められなかった場合には**Pooled OLS**で分析を行う
- 個別効果が認められた場合には**固定効果モデル・変量効果モデル**にて分析する
 - 固定効果モデル・変量効果モデルを用いるかは**ハウスマン検定**にて判断する

固定効果モデルでは固定効果 α_i が説明変数と相関する際に、それを処理して、推定を行う

固定効果モデルについて

- 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式を最小二乗法によって推定する。
- 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、式ではそれを除くことにもつながっている。

1
それぞれ平均をとる

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

手順

2
差分をとって α_i を削除する

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

変量効果モデルは効率的であるが、固定効果 α_i が説明変数と相関すると一貫性を失う

変量効果モデルについて

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

* 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。

* 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。

* 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。

上記の式を変形して

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

- 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。
- 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、推定値が一貫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。

今回はパネルデータに対し、遅延効果を認めた上で、企業の個別効果についても取り除く分析を行った

固定効果モデルとランダム効果モデルの特徴

モデル	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
固定効果モデル	一致性がある	効率的ではない
変量効果モデル	一致性すらない	効率的である

パネルデータを用いる利点

- 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
- 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

柳モデルを参考に単回帰モデル・Pooled OLSモデル・固定効果モデル・変量効果モデルを設定した

1 単回帰 モデル	$\ln(PBR_t) = \alpha + \beta \ln(ESGKPI_{t-d}) + \gamma_t$
2 Pooled OLS モデル	$\ln(PBR_{i,t}) = \alpha_i + \beta_1 \ln(ROE_{i,t}) + \beta_2 \ln(ESGKPI_{i,t-d}) + u_{i,t}$
3 固定効果 モデル	$\ln(PBR_{i,t}) = \alpha_i + \beta_1 \ln(ROE_{i,t}) + \beta_2 \ln(ESGKPI_{i,t-d}) + u_{i,t}$
4 変量効果 モデル	$\ln(PBR_{i,t}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(ROE_{i,t}) + \beta_2 \ln(ESGKPI_{i,t-d}) + v_i$ <p style="text-align: right;">* 一般化最小二乗法により推定</p>










* i は年次を指している。 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。

* 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 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 $u_{i,t}$ 」に分けて考える。

* $v_i = \alpha_i + u_{i,t}$ であり、ここにおける α_i はランダム変数と見なされる。

* 先行研究にならいここでは対数化処理を行なった。

分析の結果、いくつかの「ESG KPIの改善がPBRに正の影響を与えるもの」「ESG KPIの改善がPBRに負の影響を与えるもの」がわかった

指標		詳細
ESG KPIの改善がPBRに正の影響を与えるもの	社員研修時間数 	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
	電力使用量 	電力使用量が1%減少すると、1年後のPBRが0.076%上昇する
	排水量合計 	排水量合計が1%減少すると、4年後のPBRが0.09%上昇する
	紙消費量 	紙消費量1%減少すると、4年後のPBRが0.21%上昇する
ESG KPIの改善がPBRに負の影響を与えるもの	売上当GHG(CO2)総排出原単位 	売上当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
	女性執行役員比率 	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
	女性中間その他管理職比率 	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
	従業員数 	従業員数が1%増加すると、4年後のPBRが0.57%低下する
	特許/商標/著作権 	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

分析の結果、いくつかの「ESG KPIの改善がPBRに正の影響を与えるもの」「ESG KPIの改善がPBRに負の影響を与えるもの」がわかった

その他の主要な論点

論点	詳細
<p>1 Pooled OLSでは有意だったものが個別効果を除去すると有意ではなくなる</p>	<ul style="list-style-type: none"> 個別効果の除去により有意ではなくなったということは「企業間の異質性」が実際には作用していただけということ ESG KPIの改善が直接的にPBRに正の影響を与えていたわけではない
<p>2 今回対象にしたESG KPIの半数以上が有意でない結果となった</p>	<ul style="list-style-type: none"> 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 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

今後の課題

課題	詳細
<p>1 欠損値の改善</p>	<ul style="list-style-type: none"> 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い 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
<p>2 企業のバリエーション</p>	<ul style="list-style-type: none"> 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