

企業の環境活動における収益性の関係解析と改善案の自動生成

児玉 実優¹ 酒井 浩之¹ 永並 健吾¹ 高野 海斗² 中川 慧²

¹成蹊大学 ²野村アセットマネジメント株式会社
dm226204@cc.seikei.ac.jp, {h-sakai, kengo-enami}@st.seikei.ac.jp,
{k-takano, k-nakagawa}@nomura-am.co.jp

概要

本研究では、環境活動について方針の記述のみの企業と実行まで記述がある企業とで業績に影響を与えるのか調べた。エネルギーや大気への排出など環境活動に関する記述項目はいくつかある。方針を記述している項目において、実行までを記述している項目数が多い企業の方が少ない企業よりも業績が良い傾向があることが分かった。しかし、実行している項目はなく方針のみの企業の業績も高い傾向であった。また、経済産業省、環境省が、ESG 関連情報を階層1:上位方針、階層2:実行、階層3:PDCA の3つの階層に応じて一貫したストーリーとして説明を行うことを求めている。このことから、数少ない階層3:PDCA までの記述がある企業の文を学習データとし、階層2で止まっている企業に対して、環境活動についての文章の改善案を ChatGPT を用いて精度良く自動生成した。

1 はじめに

近年、グリーンウォッシングが問題となっている。グリーンウォッシングとは、企業が環境に対して積極的な姿勢を示しているかのように見せかけて宣伝する行為である。消費者や社会が環境に配慮した製品を求めている中で、真の環境保護に貢献している企業とそうでない企業を見分けることは重要である。

企業が毎年発行する統合報告書には、環境活動に関する記述が多くある。経済産業省や環境省は、環境活動に関する情報を階層1:上位方針、階層2:実行、階層3:PDCA という3つの階層に応じて一貫したストーリーでの説明を求めている。統合報告書の環境活動に関する記述において、階層1:上位方針の記述しかない企業はグリーンウォッシングに値する可能性がある。グリーンウォッシングが収益性に与える影響を検証することで、企業が正当な環境活動等に取り組む際のコストあるいはプレミアム

が明確になる。そこで、階層2までの記述がある企業とない企業に分類を行い、階層1までの企業と階層2の企業において実際に業績に影響が出るか、収益性との関係を調べた。

また、階層2までしか記述がない企業が階層3になるための改善案の自動生成を行う。自動生成された文章をそのまま掲載することはできないが、生成された文章からどのような取り組みが必要であるかが分かるようになり、今後の企業の ESG 戦略を決めるうえでの参考になることが期待できる。

2 関連研究

グリーンウォッシングの問題について根本の研究[1]では、企業のサステナブルな活動において明確な定義がなされていないため、グリーンウォッシングが発生して、方針と実行との間で乖離が生じて投資家に影響がでていると指摘している。張の研究[2]では、企業のグリーンウォッシング活動は ESG 評価が企業価値に与える正の影響より負の影響を与えることが大きいと分析している。この結果から、現在の資本市場が ESG 開示情報だけでなく実際の環境パフォーマンスにも注目しグリーンウォッシング活動を行なっている企業を見抜いていると考察している。そこで、本研究では、ESG 開示情報の差が業績に影響を与えるのか調べる。北島らの研究[3]では、企業のトップメッセージと収益性の関係を解析している。つまり企業が発信するトップメッセージの方針や実行に関する文章が業績に影響を与えるか調査している。この研究では、収益性に影響を与えている要素をはっきりとは確認できていない。北島らは、業績に影響を与える要因がトップメッセージであると仮説を立てたのに対して、本研究では、環境活動に関する記述内容の差が業績に影響を与えるのか調べる。

3 環境活動に関する文の分類

3.1 手法概要

Step1: ESG 投資における環境活動に関する単語リストを作成

Step2: 各企業の統合報告書から単語リストの単語を含んでいる文章を抽出して学習データを生成

Step3: Step 2 で生成した学習データを用いて BERT で作成した学習モデルを用いて、上位方針文と実行文、その他に分類

3.2 環境活動に関する単語リスト

統合報告書は企業によって記述項目や内容が異なる。実行したことの記述までである項目と上位方針の記述のみの項目、どちらの記述もない項目など企業によって異なる。そのため、環境活動に関する GRI スタンダード[4]の記述項目である 8 項目において、企業ごとに上位方針の記述数と実行したことの記述数を抽出した。そして、上位方針が記述されている項目数を分母として、実行文まで記述がある項目を分子として比率を求めた。比率によって業績に差がでるか算出していく。

統合報告書から各項目の記述文を抽出する際に、環境活動の単語リストを作成したⁱ。単語リストに含まれている単語を使用している文章を各項目の記述文として抽出した。

3.3 階層に分類

菅原らの手法[6]によって各企業の統合報告書から ESG 関連文として識別された文を対象とし、重要単語リストの単語を含んでいる文を環境活動に関する文として抽出する。抽出された文に対して、BERT[7]で作成した学習モデルを用いて、上位方針文と実行文、PDCA 文、その他に分類を行う。学習モデル作成のために企業の有価証券報告書から環境活動に関する文を児玉らの研究[5]をもとに抽出する。まず、ESG 開示標準である GRI スタンダードを用いて重要語の選定を行なう。今回は環境活動に関する重要語を含む文を 4,494 企業の有価証券報告書から抽出した。抽出された文を人手にて 3 つの階

ⁱ 環境活動の重要単語リストは児玉らの研究[5]で用いられた重要単語をもとに作成した。付録 A に重要語リストを示す。

層に分類し、学習データを作成した。分類した階層 1: 上位方針, 階層 2: 実行, 階層 3: PDCA とそれ以外の文を学習データとし、BERT を用いて学習モデルを作成して分類を行う。分類の評価として、表 1 に三菱重工業、味の素、セイコーエプソンの 3 つの企業での統合報告書の環境活動に関する文を階層に分類した再現率と適合率を示すⁱⁱ。

表 1 環境活動に関する文の分類の再現率と適合率

企業名		1:上位方針	2:実行
三菱重工業	再現率	84.2%	53.8%
	適合率	76.2%	100.0%
味の素	再現率	100.0%	83.3%
	適合率	90.0%	83.3%
セイコーエプソン	再現率	68.6%	77.8%
	適合率	68.6%	87.5%

4 環境活動と収益性の関係解析

4.1 各企業の年度毎の業績

業績の変化を調べるために、3.3 で使用した企業の年度毎の ROE と ROA、レバレッジ、利益率、回転率を求める。ROA は企業の資産効率を評価する指標であり、企業が保有する資産から得られる利益を示す。

$$ROA = \text{純利益} / \text{総資産}$$

ROE は企業の株主に対する収益性を示す指標であり、株主資本から得られる利益を株主資本と比較する。

$$ROE = \text{純利益} / \text{株式資本}$$

レバレッジは企業の借入資金の活用度合いを示す指標であり、借入金を資産に対して比較する。

$$\text{レバレッジ} = \text{借入資金} / \text{総資産}$$

計算に必要な値は企業が作成する決算書である PL(損益計算書) と BS (貸借対照表) から用いた。PL から純利益と売上高、BS から純資産と総資産を使用した。BS の値については、統合報告書が発行された年度とその前年度の値から平均値を使用した。また、会計基準が日本式のデータを使用した。

ⁱⁱ 3:PDCA についてはテストデータに記述がないため値はなしとする。

4.2 収益性の関係解析

分類された文を環境活動の単語リストの8項目に分ける。企業の統合報告書ごとに上位方針が記述されている項目数を分母として、実行文まで記述がある項目を分子として比率を求める。

$$X = \frac{\text{実行の記述がある項目数}}{\text{方針の記述がある項目数}}$$

4.1 で求めた ROE, ROA, レバレッジ, 利益率, 回転率について、環境活動についての記述項目の比率ごとの平均を以下の表2に示す。

比率 X が高い方が、環境活動において実行まで取り組んでいる企業である。X=0 は記述が「方針のみ」であり、X=1 は全ての項目で記述が「方針も実行もあり」であることを示す。一般的に ROE は 8%以上、ROA は 4%以上が好ましいとされている。ROE と ROA の大きな違いとしては、ROE は株主資本に対する収益性ということである。レバレッジは、低いと企業として成長速度が遅くなるが高すぎてもリスクが高まる。利益率と回転率は高ければ高い程よい。

表2 環境活動に関する記述比率と収益性の関係

記述比率	ROE	ROA	レバレッジ	利益率	回転率	企業数
方針も実行もなし	7.15	2.33	10.47	8.24	0.55	40
X=0	8.96	3.17	6.98	5.89	0.77	28
0<X≤0.25	0.82	1.11	5.11	3.34	0.81	9
0.25<X≤0.5	4.51	2.60	2.59	3.65	0.83	39
0.5<X≤0.75	8.11	3.54	3.16	4.54	0.90	48
0.75<X<1.0	9.81	4.62	3.08	6.01	0.87	25
X=1	7.12	3.13	3.47	4.95	0.85	88

5 考察

表2より、方針しか記述していない企業の ROE 値が実行までしている企業より高い。企業が環境活動に取り組むと収益性が下がる原因はいくつか考えられる。1.コスト増加: 環境に配慮した取り組みは追加のコストを伴う。再生可能エネルギーの導入や環境に優しい製品の開発など、環境に対する取り組みには投資が必要である。これにより、初期の段階ではコストがかかり、業績に悪影響を与える場合がある。2.競争力の低下: 環境に配慮した取り組み

は、他社より価格が高くなったり、効率性が低下したりすることがある。これにより競争力が低下し、市場でのシェアを失う可能性がある。3.市場の反応: 消費者の意識が環境に対して高まっている一方で、価格や品質に対する要求も高まっている。環境活動に取り組むことで価格が上昇し、それに見合った品質や価値を提供できない場合、消費者からの支持を得られない。4.制度や規制の変化: 環境に対する法規制が変化する。これにより、企業は新たな基準に合わせるための適合コストがかかる。これが業績に悪影響を与える。

これらのことから、方針の記述しかなく実行していない企業の ROE, ROA が高くなったと考えられる。これらの企業はグリーンウォッシングを行なっている可能性がある。ただし、先ほどあげた要因がすべての企業に当てはまるわけではない。一部の企業は環境活動に取り組むことで新たな市場を開拓し、ブランド価値や消費者からの支持を獲得することに成功している。また、環境活動を通じてコスト削減や効率改善を達成し、逆に業績向上につながるケースもある。表の赤色の値をみると、環境活動についての記述項目の比率に従って ROE と ROA は上がっていることが分かる。実行まで記述している項目が多い企業の方が、実行まで記述している項目が少ない企業よりも業績は良くなると分かる。

各項目の文章数を比較すると、項目 302:エネルギーに関する記述が最も多く、関心が高い項目であることが分かる。そこで、エネルギーに関する記述の有無が業績に関係があるか調べた。エネルギーに関する上位方針の記述と実行の記述のありなしと業績の関係を表3にまとめた。

表3 エネルギーに関する記述と収益性の関係

記述	ROE	ROA	レバレッジ	利益率	回転率	企業数
方針も実行もなし	6.28	2.04	9.11	6.91	0.61	47
方針のみ	3.31	2.18	4.40	3.81	0.80	36
実行のみ	8.74	3.83	4.22	6.96	0.89	40
方針も実行もあり	7.92	3.42	3.51	4.74	0.84	154

上位方針のみを記述している企業よりも、実際にその方針を実行している企業の方が、業績における複数の指標でより良い結果を示している。これは、単に方針を宣言するだけでなく、実際にその方針を

表4 ChatGPT の few-shot learning により生成された改善案の評価

	テストデータ [Plan and Do]	生成された改善案 [Check and Action]
評価： ○	今後も、生産革新を含めた GHG 排出量削減施策を中心に、各地域における最適な電力を選択していきます。年度比で 19%削減するという目標に向け、各拠点で省エネ活動を推進しました。	各拠点における省エネ活動の実施状況を継続的にモニタリングし、エネルギー消費の最適化のための改善策を導入してまいります。また、再生可能エネルギーの導入や省エネルギー設備の導入など、より効果的な GHG 削減策を検討していきます。
評価： ×	事業方針は「ものづくりからリサイクルまで、金属を通じた循環型社会への貢献」です。製錬部門では E-Scrap のリサイクルに注 \$2F12 しています。	リサイクル活動においては、リサイクル工程における環境負荷の低減を目指すため、エネルギー効率の向上や二次資源の効果的な利用を促進します。また、リサイクル製品の品質改善と技術革新にも取り組むとともに、調達段階から廃棄物の削減や再利用を考慮したサプライチェーンの構築にも重点を置いて取り組んでまいります。

具体的な行動に移すことが業績に影響を与えることを示唆している。また、企業の業績に影響を与えるだけでなく、投資家や市場からの評価にも影響を及ぼす可能性がある。環境方針を持つだけでなく、それを実際に実行に移すことが業績にプラスの影響を与える。企業が持続可能な成長と社会的責任を両立させるためには、方針の策定と実行の両面での取り組みが重要であると言える。

6 環境活動の改善案の自動生成

4 節における収益性の関係解析により、環境活動に関する記述が多い方が業績における複数の指標でより良い結果を示している。しかし、3 節において環境活動に関する文の分類を行うと、階層 1（方針）、階層 2（実行）までの記述がある企業は多いが、階層 3（PDCA）までの記述がある企業は少ない。そこで、階層 2 までの記述の企業に対して、ChatGPT の few-shot learning を用いて環境活動についての改善案生成を行なった。まず階層 1 から階層 3 までが一貫したストーリーで記述出来ている企業に該当した 8 文章を用いて学習データを作成する。学習データでは、階層 1 と 2 をつなげた文章に [Plan and Do] タグを付与した。その次に階層 3 の文章に [Check and Action] タグを付与する。[Plan and Do] の文章から [Check and Action] の文章を生成するように ChatGPT のプロンプトを生成する。プロンプトの一部を付録 C に示す。

ChatGPT の few-shot learning により生成された改善案の評価した結果を表 4 に示す。表 4 において改善案として適さない理由としては、Check（評価）がないからである。11 のテストデータにおいて改

善案として適していた文章は 8 文章であり精度が高いことが分かる。

7 おわりに

本研究では、階層 1：上位方針の記述のみの企業と階層 2：実行まで記述がある企業とで業績に影響を与えるか調べた。実行している項目はなく方針のみの企業の業績は高い傾向であったが、環境活動に取り組まなければ良いという訳ではない。実行を記述している項目がある企業で比べると、環境活動への方針を策定するだけではなく、それを実際に実行に移している企業の方が収益性は良い傾向があることが分かった。今後、企業が持続可能な成長と社会的責任を両立させるためには、方針の策定と実行の両面での取り組みが重要であると考えられる。

また、数少ない階層 3：PDCA までの記述がある企業の文を学習データとし、階層 2 で止まっている企業に対して、環境活動についての文章の改善案を ChatGPT を用いて精度良く自動生成した。

企業の ESG 活動は計画して実行しただけでなく、その結果を評価分析してさらに改善し、成果を達成することが重要である。ESG 活動に取り組みながら、経営効率を向上させて、収益性を高めることが今後の企業経営に求められている。持続可能な企業経営の実現に貢献できるよう今後も AI 研究を活用していきたい。

参考文献

1. 根本直子. ESG 投資を巡る課題. 財務省 : <https://www.mof.go.jp/pri/research/seminar/fy2021/lm20210622.pdf>, 2023-12-22 閲覧.
2. 張博慧. 企業のグリーンウォッシュ活動に関する実証分析 : 慶應義塾大学大学院経営管理研究科修士学位論文, 第 4000 号, 2022.
3. 北島良三, 酒井浩之, 上村龍太郎. 潜在学習による企業トップメッセージと収益性の関係解析: 日本知能情報ファジィ学会誌, vol. 31, no. 2, pp. 636-644, 2019.
4. Global Reporting Initiative, GRI 標準日本語翻訳.(引用日 : 2021 年 12 月 23.)
<https://www.globalreporting.org/how-to-use-the-gri-standards/gri-standards-japanese-translations/> .
5. 児玉実優, 酒井浩之, 永並健吾, 高野海斗, 中川慧. 統合報告書からの ESG 関連情報の自動抽出 : 第 36 回 人工知能学会全国大会, June, 2022.
6. 菅原佑太, 酒井浩之, 永並健吾, 高野海斗, 中川慧. 統合報告書からの企業特有の競争優位性を表した文の抽出: 第 19 回テキストアナリティクス・シンポジウム, pp.13-18, 2022.
7. Jacob Devlin, Ming-Wei Chang, Kenton Lee, Kristina Toutanova. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding : Proceedings of NAACL-HLT 2019, pp. 4171–4186, 2019.

A 環境活動の重要単語リスト

GRI301: 原材料	リサイクル（リサイクル法、リサイクル率、容器包装リサイクル法） 再生利用、再生可能、再資源化、使用原材料、重量、体積
GRI302: エネルギー	エネルギー（エネルギー消費、省エネルギー、エネルギー使用、エネルギー必要量）、燃料、原単位
GRI303: 水と廃水	取水、水使用量、水消費、水資源、水リスク、水質汚染
GRI304: 生物多様性	生物多様性、生息地、IUCN レッドリスト、国内保全種リスト、生態系、希少種
GRI305: 大気への排出	温室効果ガス、オゾン層破壊物質、大気汚染物質、硫黄酸化物、窒素酸化物、CO
GRI306: 排水および廃棄物	排水、廃棄物、化学物質、脱炭素、3R
GRI307: 環境コンプライアンス	環境関連法、環境法、環境事故、環境リスク、環境マネジメント、環境コンプライアンス、環境遵法レビュー、環境負荷
GRI308: サプライヤーの環境面のアセスメント	サプライ（サプライチェーン、サプライヤー）、サステナ（サステナビリティ、サステナブル）、CSR 調達、グリーン調達、グリーン購入

B 環境活動に関する文の分類

階層	文数	例
1: 上位方針	47	循環利用しやすい包装資材の開発 単一素材プラスチック包装資材の開発、循環可能な代替素材での包装資材開発等を行っていきます。
2: 実行	29	アミノ酸バランスを整えることで土壌・水質の環境負荷を低減する動物栄養事業を通じて、生活者の快適な生活および地域・地球との共生を実現しています。
3: PDCA	0	

C 生成したプロンプトの一部

"role": "system", "content": "あなたは企業の経営者です。",

"role": "user", "content": "これから入力する文章は企業の環境活動に関する文章です。文章は2つの文章で構成され、各文章には【Plan and Do】、【Check and Action】のタグがついています。

【Plan and Do】の文は環境活動の上位方針、および、上位方針に従い実際に実行した環境活動の内容、【Check and Action】の文は実際に実行した環境活動を評価し、今後の改善点について述べています。以下に文章の例を示します。

【Plan and Do】 家庭用燃料電池システムにおきましては、商品普及のため量産によるコストダウン技術の確立が最重要課題となっております。これらの課題に対しまして当社は、地球環境への負荷の低減を心がけ、「お客様重視」「製品安全の確保」を基本とした他社にはない商品を開発、製造し、積極的に営業を行ってまいります。また、お客様に安心して使用していただけるようにアフターサービス体制の充実を図ってまいります。これらの方針のもと、環境面におきましては、ISO14001の規格に基づき当社の環境方針を定めて、事業活動の全ての領域で環境に与える影響を認識しております。

【Check and Action】 その上で、環境負荷の低減と汚染の予防に努める活動、商品本体の環境負荷物質の問題について継続的に取り組んでまいります。

【Plan and Do】の文章が与えられたとき、対応する【Check and Action】の文章を作成して下さい。"