



JAREFE

The Japanese Association of Real Estate Financial Engineering

日本不動産金融工学学会

URL <http://www.jarefe.com>

JAREFE Preprint

JP2021-01

二酸化炭素と企業財務

Carbon Emissions and Corporate Finance

著者 1 石島博 Hiroshi ISHIJIMA
中央大学大学院法務研究科
Chuo Law School, Chuo University

著者 2 伊藤隆敏 Takatoshi ITO
コロンビア大学国際関係・公共政策大学院
School of International and Public Affairs, Columbia University

著者 3 前田章 Akira MAEDA
東京大学大学院総合文化研究科
Graduate School of Arts and Sciences, University of Tokyo

著者 4 真鍋友則 Tomonori MANABE
Sansan 株式会社 DSOC
Data Strategy & Operation Center, Sansan, Inc.

Keyword: 気候変動 (Climate Change)、二酸化炭素排出量 (Carbon Emissions)、脱炭素 (Decarbonization)、ESG 投資 (ESG Investing)、企業財務 (Corporate Finance)

Received: September 23, 2021



JAREFE Preprintは、クリエイティブ・コモンズ 表示 - 非営利 - 改変禁止 4.0 国際ライセンス <<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.ja>> の下に公開しています。

Except where otherwise noted <<https://creativecommons.org/policies#license>>, JAREFE Preprint on this site is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International license <<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>>.

二酸化炭素と企業財務

石島博(中央大学) 伊藤隆敏(コロンビア大学) 前田章(東京大学) 真鍋友則(Sansan)

概要

本論文では、日本企業が排出する二酸化炭素について、*ONTAI*と*SCOPE3*という2種類の開示・報告があることを、それぞれの導入背景とともに整理する。次に、2種類の開示・報告に沿った二酸化炭素排出量データのそれぞれについて、要約統計量を示し、産業別・企業別のランキングを作成する。その上で詳細に分析を行ったところ、日本企業による二酸化炭素排出量やその報告の有無は、大きな有形固定資産と時価総額を有する大企業という企業属性によって有意に特徴づけられることが分かった。

1. イントロダクション

本論文では、脱炭素社会へ向けた取り組みが世界的に加速する中で着目されている、日本企業が排出する二酸化炭素について、利用可能なデータを実証分析の観点より整理する。その上で、日本企業が排出する二酸化炭素の基本的な統計量を把握するとともに、コーポレート・ファイナンスの主要変数による特徴づけを行う。

脱炭素社会へ向けた取り組みが世界的に加速している。気候変動の主たる関心であり、その主な原因とされるのが、二酸化炭素排出による地球温暖化である。地球温暖化の要因とされるのは7種類より構成される温室効果ガス(GHG: greenhouse gas)であるが、その約3/4は二酸化炭素であり、かつ、それ以外のGHGも二酸化炭素に換算して把握されている。そこで、二酸化炭素の排出量を削減することにより、地球温暖化を抑止する取り組みが、世界全体で急速に進展している。地球温暖化抑止のために、二酸化炭素排出を削減する取り組みを脱炭素(decarbonization)という。脱炭素は、世界全体で取り組まなければ地球温暖化抑止の効果が期待できない。そこで、国連を中心として、地球温暖化抑止に資すべく、脱炭素の枠組みを議論する国際会議であるCOPが1995年より開催されてきた。COP(Conference of the Parties, United Nations Framework Convention on Climate Change)では、これまで3つの重要な採択がされている。表1に示すように、京都議定書(1997.12, COP3)、カンクン合意(2010.11-12, COP16)、パリ協定(2015.11-12, COP21)である。とりわけ、直近のパリ協定は、SDGsやESG投資といった、サステナブルな社会や投資へ向けた世界的な潮流に乗り、大きなインパクトをもたらしている。

一連の COP での議論や採択の科学的根拠となっているのが、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)である。パリ協定は 2016 年 11 月 14 日に発効し、各国が脱炭素の目標を裁量的に定めていたものの、2018 年の IPCC の報告書により状況が一変した。「2050 年までに二酸化炭素排出量をネットでゼロとすれば、地球温暖化が工業化以前と比べ 1.5°C の上昇に抑えられる」とするいわゆる「1.5°C 特別報告書」が、IPCC により発表されたのである(IPCC, 2018)。世界各国の様々な思惑もある中、脱炭素のための国際的な取り組みであるパリ協定(COP21)に関して、日米は野心的な目標を掲げるようになった。日本では、2030 年までの二酸化炭素削減目標(2013 年度比)について、安倍晋三政権では 26%としていたのに、菅義偉政権では 46%に引き上げた。米国でも、ドナルド・トランプ政権では IPCC 特別報告書に疑問を呈しパリ協定を離脱したものの、ジョー・バイデン政権となり再署名した。これに伴い、米国では、2030 年までの二酸化炭素削減目標(2005 年度比)について、当初の 26-28%から、バイデン政権では 50-52%へと大幅に引き上げた。さらに、IPCC 特別報告書に沿うように、日米両国とも、2050 年でのカーボンニュートラル、すなわち正味二酸化炭素排出量ゼロ(いわゆる、ネット・ゼロ)を目標に掲げたのである。

こうした国家レベルの脱炭素への急進的な取り組みに呼応して、企業レベルの脱炭素への取り組みも加速している。図 1 に示すように、日本で排出される二酸化炭素の約 80%が、企業を中心とした事業者からである。ここで、企業に関する脱炭素の動向を簡単に整理しよう。パリ協定が採択された COP21 と同じ時期に、G20 の要請を受けた金融安定理事会(FSB)が 2015 年 12 月に、「気候関連財務情報開示タスクフォース(TCFD: Task Force on Climate-related Financial Disclosures)」を設置した。TCFD の委員長は、Michael Bloomberg である。TCFD は、2017 年 6 月に最終報告書を公表し、企業等に対し、気候変動関連リスク及び機会に関する項目を開示することを推奨した(TCFD, 2017)。その開示項目として、GHG プロトコルに基づく 3 種類の GHG 排出量、いわゆる SCOPE1,2,3 を含めたのである(Figure 4, TCFD 2017)。TCFD による GHG 排出量の開示推奨が、企業に対する強力な規律付けとなったのは、PRI(国連が提唱した責任投資原則)の署名ネットワークや、ESG を重視したインベストメントチェーンが、圧倒的な速度と浸透力で国際的に構築されたため、強く効果的なガバナンスとして機能したためであろう。例えば、世界最大の資産運用会社である BlackRock の会長兼 CEO である Larry Fink は、投資先企業に対する書簡の中で、気候変動リスクを考慮した金融の再形成(reshape)を訴えかけ(Fink, 2020)、ネット・ゼロ経済に合致するためのプランの開示を求めている(Fink, 2021)。世界最大の年金基金である日本の GPIF(年金積立金管理運用独立行政法人)においても、二酸化炭素排出量を考慮した S&P/JPX カーボン・エフィシエント指数を採用し、これに連動した運用を開始している(GPIF, 2018)。

機関投資家という大株主がネット・ゼロを目的とした投資を開始している以上、企業も迅速かつ誠実に、ネット・ゼロに貢献しうるビジネスを行い、二酸化炭素排出量を含めた環境情報を開示・報告することが、最優先課題の一つとなっている。すなわち、企業のビジネスが、どれだけ環境に負荷をかけているのかという環境情報を、適切に開示・報告することが求められている。また、企業のビジネスに関連する気候変動リスクを特定し、収益や費用にどれだけの影響をもたらすのか、といった見積を開示・報告する必要もある。さらには、ネット・ゼロに適合するビジネスへ向け、躊躇なく大きく転換する経営戦略も必須のシグナリングとなる。そうした戦略が不在であれば、2050年のネット・ゼロ経済を構成する企業とはなり得ないからである。例えば、本田は、2040年までに、ICE(内燃機関)から完全脱却し、EV(電気自動車)/FCV(燃料電池自動車)への完全移行を宣言した(本田, 2021)。但し、気候変動リスクへの対応は、企業のビジネスを根本から大きく転換し得るため、これに伴う移行リスクとも密接な関係があることにも注意すべきであろう。

気候変動に柔軟に対応し得る企業経営の構築において、環境情報の開示・報告の重要性や喫緊性は、日ごとに増すばかりであるが、問題点も大きく二つ挙げられる。第一に、環境情報の開示・報告には統一基準は存在しない問題点が挙げられる。統一基準は存在しないものの、環境情報の開示・報告の代表的な基準として、SASB(Sustainability Accounting Standards Board)やGRI(Global Reporting Initiative)などが挙げられる。前者と後者は自己の役割をそれぞれ、「財務的に重要なサステナビリティ情報の開示の指針を与えること」、後者は「サステナビリティ報告の基準となること」と宣言している。下線を引いたように、環境情報の公表について、前者は開示、後者は報告と異なる用語を用いている。一方で、両者に共通するキーワードがサステナビリティである。但し、企業が開示・報告する環境情報をサステナビリティと呼んでいるのかと言えば、そうとも断言できない。例えば伊藤忠では、CSRレポート(2006-2015)、サステナビリティレポート(2016-18)、ESGレポート(2019-20)と名称を変えながらも同一ウェブページで公開されている一連のレポートにて、環境情報を開示・報告している。このように現状では、企業の環境情報の開示・報告について、多くの機関が様々な基準を提案している。一方、企業においても、環境情報の開示・報告の有無や方法について、その裁量に委ねられているのである。

第二に、環境情報はいわゆる非財務情報であり、会計基準に従って開示される財務情報とどのように関係するのか明確ではないという問題点も挙げられる。企業情報は、貸借対照表や損益計算書などから構成される財務諸表を通じて提供される金額表示のある財務情報と、金額表示のない非財務情報に分類される(永野, 2014)。さらに、日本の財務情報には次の3種類がある：決算短信(簡易な内容で、東京証券取引所等の上場規則が根拠)、計算書類(中間的な内容で、会社法などが根拠)、有価証券報告書(詳細な内容で、金融商品取引法が根拠)。このように、財務情報は開示・報告の内容や根拠が明確である。そして、財務情報を利用し

て行う、経営分析や企業価値評価等の理論や分析方法もコーポレート・ファイナンスという学問体系として確立している。一方で、非財務情報に関する理論や方法は確立されているとは言えない状況にある。すなわち、非財務情報が、財務情報や証券価格とどのような関係を有するのかについては学術と実務の双方で確立したアプローチや理論があるとは言えず、手探りの実証分析を積み重ねていく途上にある。さらに、非財務情報のうち気候変動に関するもの、とりわけ二酸化炭素排出量が、どのように企業の財務や証券価格に影響を与えているのかを分析した研究は極めて少ない。

こうした気候ファイナンス分野の研究状況にあって、Bolton and Kacperczyk (2021a,b)は当分野の嚆矢となっている。彼らの論文の主たる目的は、米国や世界各国の株式市場において、二酸化炭素排出量が株価に与える影響を精緻に分析することにあった。その前提となる分析として、二酸化炭素排出量と主要な財務変数との関係を分析している。その中で、二酸化炭素排出量は、有形固定資産や財務レバレッジの大きさに特徴づけられること、そうした特徴を持つのは大手製造業であることを明らかにしている。但し、Bolton and Kacperczyk (2021a,b)は、日本企業の二酸化炭素排出量に焦点をあてて、財務変数や証券価格の詳細な分析を行っているわけではない。

そこで、本研究は、これまで述べてきた背景と問題意識の下、日本企業が排出する二酸化炭素について、以下の観点より明らかにすることを目的とする。

1. 日本企業が開示・報告する二酸化炭素排出量には、どのような種類があるのか、どれだけの期間と頻度で利用可能なのかを明らかにする。
2. 日本企業の二酸化炭素排出量の基本統計量、及びランキングを作成する。
3. 日本企業の二酸化炭素排出量と、主要な企業財務変数との相関を分析し、二酸化炭素排出量を企業財務の観点より特徴づける。

本論文は以下のように構成される。第2節では、日本企業が排出する二酸化炭素について、2種類の開示・報告があることを、それぞれの導入背景とともに整理する。第3節では、日本企業が排出する二酸化炭素について、その開示・報告の有無や排出量自体を、財務指標や市場指標といった企業の属性によって特徴付ける。第4節で結論を述べる。

2. 二酸化炭素

二酸化炭素(CO₂)は、7種類ある温室効果ガス(GHG: greenhouse gas)の一つであり、そのうち最大の 3/4 超の割合を占め、その多くが企業等の事業者から排出されている。二酸化炭素排出量といういわゆる非財務情報は、日本企業を対象とした実証分析において利用された研究は少ないため以下に整理する。

日本企業を対象とする場合、二酸化炭素や、二酸化炭素に換算して把握する温室効果ガスのデータに関して、*ONTAI*と*SCOPE3*という、2種類の報告(*REPORT*)がある。本論文では、2種類の温室効果ガス排出量(二酸化炭素換算)について、「東洋経済 CSR データベース・環境編」に収録されているものを用いている。当データベースに収録される2種類の温室効果ガス排出量は、2013年を起点とする年次データであり、企業に対するアンケート調査を通じて収集・整備したものである。

1. 「*ONTAI*」と表記する二酸化炭素排出量

- 環境省ガイドラインに沿った、環境保全効果に関する環境パフォーマンス指標の一つとして、二酸化炭素を含む7種類の温室効果ガス排出量が、二酸化炭素排出量(t-CO₂e)に換算して報告される。
- 温対法を根拠とした環境省の制度に基づく報告義務があり、罰則もある(2.1節)。
- 日本国内のビジネスから排出される温室効果ガス(二酸化炭素換算)に限定すれば、*ONTAI* ≈ *SCOPE1* + *SCOPE2* である(2.3節)。

2. 「*SCOPE3*」と表記する二酸化炭素排出量

- 対象企業のサプライチェーンの上流と下流において、間接的に排出される二酸化炭素である。
- TCFD(FSBのタスクフォース)が、世界中の企業に開示を推奨している。経産省も国内企業に対して本開示を奨励しているものの、背景となる法律や罰則はない。

どちらも企業の活動に起因して排出する温室効果ガス排出量であるが、これらが報告されるに至った経緯や、背景となる法律の有無が異なる。そこで、以下では、*ONTAI*と*SCOPE3*という2種類の温室効果ガス排出量について、(a)正確性、(b)対象企業数、(c)対象となるビジネス、(d)時系列の長さ、(e)入手先、という5つの観点より、それぞれの特徴や注意点といった概要をまとめる。その上で、両者の包含関係について把握する。2種類の温室効果ガス排出量に関する正確な知識を得ることにより、精緻な実証分析を行うことができる。

2.1. *ONTAI* の概要

*ONTAI*は「地球温暖化対策の推進に関する法律(温対法: 1998年10月9日公布、2005年改正)」を根拠として、環境省の「温室効果ガス排出量 算定・報告・公表制度」に基づいて報告されている。

温対法に基づく本制度は、京都議定書における約束を日本国内にて実効あるものとするべく設けられたという経緯がある。本議定書の正式名称は「気候変動に関する国際連合枠組条約の京都議定書」であり、1997年12月11日に地球温暖化防止京都会議(COP3)にて採択され、2005年2月16日に効力が発生している。これに対応すべく、2005年に温対法が改正され本制度が創設された。

さて本制度は、2006年4月1日から、温室効果ガスを多量に排出する者(特定排出者)¹に、自らの温室効果ガスの排出量を算定し、国に報告することを義務付けている(環境省「温室効果ガス排出量 算定・報告・公表制度概要」より)。特定排出者より事業所轄大臣に報告後、環境大臣と経済産業大臣に通知され、国民に公表・開示される。

そもそも、温室効果ガスとは、二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素、三フッ化窒素、代替フロン等3ガス(HFC: ハイドロフルオロカーボン、PFC: パーフルオロカーボン、SF₆: 六ふっ化硫黄)の7種類のガスのことをいう。温室効果ガス排出量は、事業活動に伴う温室効果ガスの種類別排出量を合計し、それを地球温暖化係数に基づいて二酸化炭素排出量に換算した後、総合計を「t-CO₂e」単位で記載する。ただし、二酸化炭素以外の温室効果ガス排出量が僅少である場合には、二酸化炭素排出量のみを報告することができる。以下に、5つの観点より、ONTAIの概要をまとめる。

- (a) 正確性: 本報告は、法的な義務であり、「報告義務があるにもかかわらず、報告を怠ったり、虚偽の報告を行った場合には、20万円以下の過料が課される」という罰則があるため、正確性が担保される。
- (b) 対象企業数: 東洋経済 CSR データベースに、ONTAIに関するデータが収録されている企業数は611(2019年)である。
- (c) 対象ビジネス: 政省令に掲げられた国内の事業活動が対象である。したがって、海外に所在する事業所及び海外の別法人は報告の対象外である。
- (d) 時系列の長さと同頻度: ONTAIの報告の根拠である温対法は2006年に施行されたため、2006年以降の時系列データが存在する。二酸化炭素排出量の観測頻度は年次である。
- (e) 入手先:
 - ・ 環境省「温室効果ガス排出量 算定・報告・公表制度」ウェブサイト(2006-2017年の温室効果ガス排出量の年次データが無償公開)
 - ・ 東洋経済 CSR データベース・環境編(2013-2019年の温室効果ガス排出量の年次データが有償提供)

¹ 報告義務のある特定排出者は、温室効果ガスの種類に応じて定義される。温室効果ガスのうちエネルギー起源二酸化炭素については、特定事業所排出者(全ての事業所のエネルギー使用量合計が1500kl/年以上となる事業者)と特定輸送排出者に報告義務がある。それ以外の温室効果ガスについては、特定事業所排出者(全ての事業所の排出量合計が二酸化炭素換算で3000t以上、かつ事業者全体で常時使用する従業員の数が21人以上)に報告義務がある。ここで、それ以外の温室効果ガスとは、セメントや電気炉による粗鋼の製造等で排出される非エネルギー起源二酸化炭素や、石炭採掘、原油の試掘・生産・精製、家畜の飼養・排泄物管理、稲作等で排出されるメタンなどである。

2.2. SCOPE3 の概要

SCOPE3は、「温室効果ガスプロトコル(GHG Protocol: 以下、GHG プロトコル)」に基づいた報告である。

GHG プロトコルは、「世界資源研究所(World Resources Institute)」と「持続可能な開発のための世界経済人会議(WBCSD: World Business Council for Sustainable Development)」が作成したものである。GHG プロトコルは、2001年9月に初版が出版され、2004年3月に改訂版が出版され、2015年に更新されている。

このGHG プロトコルが注目されたのは、「気候関連財務情報開示タスクフォース(TCFD: Task Force on Climate-related Financial Disclosures)」が、2017年6月に最終報告書を公表し、企業等に対し、気候変動関連リスク及び機会に関する項目を開示することを推奨したためである。TCFDとは、G20の要請を受けた金融安定理事会(FSB)により、気候関連の情報開示及び金融機関の対応をどのように行うかを検討するため、2015年12月に設立されたタスクフォースである(委員長はMichael Bloomberg)。なお、TCFDに基づいて報告される温室効果ガス排出量には、SCOPE1,2,3の3種類がある(Figure 4, TCFD 2017)。以下に、5つの観点より、SCOPE3の概要をまとめる。

- (a) 正確性: SCOPE3排出量は、細心の注意を払って統計分析を行う必要がある。その理由は2つある。第1に、環境省『環境報告ガイドライン(2018年版)』にて、「スコープ3排出量については、各事業者で算定方法の違いが大きいため、特に算定方法を併せて記載することが望まれる」と述べられており、SCOPE3は算定方法が、事業所ごとに、年度ごとに、変化する可能性がある。第2に、東洋経済CSRデータベース・環境編でも、「スコープ3は15のカテゴリーに分かれておりますが、部分的な集計の場合でも「1.集計している」をお選びいただくと結構です。」と述べられている(本論文の付録に転載)。よって、年度ごとに、担当者ごとに、当アンケート調査への回答が変化する可能性がある。まとめると、SCOPE3による排出量報告には、企業ごとに裁量があり、恣意性があることに注意する。
- (b) 対象企業数: 東洋経済CSRデータベースに、SCOPE3に関するデータが収録されている企業数は365(2019年)である。
- (c) 対象ビジネス:
 - SCOPE1: 企業が行うビジネスから「直接排出される温室効果ガス」
 - SCOPE2: 企業が行うビジネスで利用する電力・熱・蒸気の消費により「間接排出される温室効果ガス」
 - SCOPE3: 企業が行うビジネスの「サプライチェーンより排出される温室効果ガス」
- (d) 時系列の長さや頻度: GHG プロトコルは、初版が2001年9月、改訂版が2004年3月に出版されたものの、SCOPE3が導入されたのは2011年9月、SCOPE2が導入されたのは2015年である。また、GHG プロトコルに基づく温室効果ガス排出量の開示が、TCFDにより勧告されたのは、2017年6月に公表された最終報告書においてである。したが

って、*SCOPE3*データの起点は2011年9月以降であると考えられるところ、Bolton and Kacperczyk (2021b)で利用されている GHG プロトコルに基づく*SCOPE1,2,3*のデータは、2005-2018年となっている。一方、本論文で用いる東洋経済 CSR データベース・環境編には、日本企業に対するアンケート調査により収集・整備された*SCOPE3*データが、2013年以降収録されている。

(e) 入手先:

- 東洋経済 CSR データベース・環境編: 本データベースは、日本企業の環境に対する取り組みを、アンケート調査を通じて、最も古くから収集・整備しており、最も代表的データベースである(2013-2019年の温室効果ガス排出量の年次データが有償提供)。また、本データベースの発行主体である東洋経済は、日本において、経済分野の代表的な出版社の一つである。
- TRUCOST(トゥルーコスト): Bolton and Kacperczyk (2021a)で利用されている、二酸化炭素排出量のデータ(p.5, Para. 2)は、「TRUCOST (トゥルーコスト)」社がアーカイブする、3種類の二酸化炭素排出量データ*SCOPE1,2,3*である。日本企業に関する二酸化炭素排出量のアーカイブも存在するようである。
- CDP: その他、日本企業に関する二酸化炭素排出量のアーカイブとして、例えば、CDP(英国 NGO)による「CDP 気候変動レポート 2019: 日本版」がある。CDP は、2006-2008年は150社、2009-2010年は500社、2011年以降はFTSE ジャパンインデックスに該当する企業を基本として選定した500社(ジャパン 500)を中心としたアンケート調査による温室効果ガス排出量を収集している。CDP 気候変動レポート 2019には各企業の*SCOPE1*と*SCOPE2*による排出量と、*SCOPE3*について回答したカテゴリーの数に関する一覧が掲載されている。

2.3. ONTAI と *SCOPE1,2,3* の包含関係

表 2 に、ONTAI と *SCOPE1,2,3* の包含関係を示す。これより、日本国内のビジネスから排出される温室効果ガス(二酸化炭素換算)に限定すれば、式(1)に示すように、ONTAIは、近似的に*SCOPE1*と*SCOPE2*の合計である、と解釈できる。

$$ONTAI \approx SCOPE1 + SCOPE2 \quad (1)$$

但し、より正確には、*SCOPE1*と*SCOPE2*の合計に、*SCOPE3*の一部を加えたものが、近似的にONTAIとなる。

2.4. 二酸化炭素排出量の表記と変換

企業*i*による時点*t*における二酸化炭素排出量を次のように定義する。

$$CO2_{i,t} := CO2_{i,t}(REPORT, TRANSFORM) \quad (2)$$

日本の企業の二酸化炭素排出量に関して、2種類のREPORTがあり、それぞれ次のように表記する：温対法を根拠とする報告をONTAIと書く。一方、TCFDが開示を推奨する、温室効果ガスプロトコル(GHG Protocol)による報告をGHG_PROTOCOLと書く。この2種類の報告をまとめてREPORT \in {ONTAI, GHG_PROTOCOL}と書く。

さらに、温室効果ガスプロトコルでは、3種類の二酸化炭素排出量が定義されており、これをGHG_PROTOCOL \in {SCOPE1, SCOPE2, SCOPE3}と書く。

本研究では、日本において最長のデータ長と最大の企業カバレッジを有する東洋経済新報社のCSRテキスト・データベースの環境編に収録されている二酸化炭素排出量を用いている。本データベースにおいて収録されているのは、ONTAI、およびGHG_PROTOCOLのSCOPE3である。

二酸化炭素排出量に統計分析を行う際に注意すべきは、ONTAIとGHG_PROTOCOLとの包含関係である。表2より、SCOPE1とSCOPE2のほぼすべてをカバーするのが、ONTAIである。すなわち、本研究で利用するONTAIとSCOPE3は、日本企業が国内のビジネスで排出する二酸化炭素をほぼカバーしていると考えることができる。

また、二酸化炭素排出量をそのまま利用するのではなく、TRANSFORM \in {LOG, CHG}という2種類の変換を施している。第1の変換では、二酸化炭素排出量に自然対数を施している。

$$CO2_{i,t}(\cdot, LOG) := \ln(CO2_{i,t}) \quad (3)$$

第2の変換では、二酸化炭素排出量の変化率を利用する。

$$CO2_{i,t}(\cdot, CHG) := (CO2_{i,t} - CO2_{i,t-1}) / CO2_{i,t-1} \quad (4)$$

以上の定義を一例としてまとめれば、 $CO2_{i,t}(SCOPE3, CHG)$ は、時点 t における企業 i に関する、SCOPE3による二酸化炭素排出量の変化率(より正確には、時点 $t-1$ から時点 t への変化率)を表す。

2.5. 二酸化炭素排出量データの補正

本研究で用いる日本企業の二酸化炭素排出量データ(東洋経済新報社CSRテキスト・データベースの環境編)について、目視したところ、明らかな異常値が含まれていることが分かった。そこで、データ補正を以下のように行った。

- 桁数の異常など単位の誤記等に基づくと思われる明らかな異常値に関しては、目視で修正を行った。
- 排出量の年次の変化率の分布から、ONTAIについては $9 \cdot IRQ$ 、SCOPE3については $3 \cdot IRQ$ 以上の変化率を示している場合、その前後で非連続的な変化が生じた(企業の合併や算定方法の著しい変化など)と見なして、それ以前のデータを削除して扱った。

上記のデータ補正の前後における、二酸化炭素排出量の変化率の要約統計量を表 3 に示す。まず、データ補正前の二酸化炭素排出量のパーセント変化率について、ONTAIとSCOPE3を比較する。最小値(min)、25 パーセンタイル値(Q0.25)、中央値(median)については、両者の差異は少ない。しかし、最大値(max)や 75 パーセンタイル値(Q0.75)については、両者の値が一桁異なり、後者SCOPE3が前者ONTAIに比べて圧倒的に大きな値を取っている。それが両者の平均(mean)や標準偏差(sd)の大きな差にも反映されている。

一方、データ補正後の二酸化炭素排出量の変化率について、ONTAIとSCOPE3を比較すると、上述のような両者の差異は大きく軽減されている。このことから、SCOPE3については、企業の裁量に委ねられている算定方法・報告カテゴリの変更や単純な誤記載など、何らかの要因に起因して、各企業の二酸化炭素排出量の時系列データには、大きな変化が含まれている可能性があることに注意すべきである。本研究では、データ補正後の二酸化炭素排出量を利用した分析を実施する。

2.6. 二酸化炭素排出量とその報告企業数の時系列推移

図 2 に示すデータ補正後の二酸化炭素排出量の時系列推移を、表 3 の二酸化炭素排出量の変化率の要約統計量と比較してみよう。データ補正後の二酸化炭素排出量の変化率の特徴として、分析対象企業の二酸化炭素の排出量は、ONTAIとSCOPE3ともに、平均値としては 1~2%の増加傾向にある。しかし、図 2 によれば、これは 2013 年から 2015 年の増加傾向に起因するものである。2016 年から 2019 年においては、減少または増減なしの傾向へと変化している。その傾向の変化は、全期間を対象としたの中央値にも反映されており、ONTAIは 1%の減少、SCOPE3は増減なしという傾向が見られた。すなわち、分析対象としている日本企業は、二酸化炭素の排出量削減に取り組んでいることがデータからも裏付けられたことになる。

データ補正の前後において、ONTAIとSCOPE3によって二酸化炭素排出量を報告した企業数の時系列推移を、表 4 に示す。データ補正後の時系列推移に着目すると、2013 年から 2019 年の 7 年間に於いて、ONTAIの報告企業数は 468 から 611 へと 1.3 倍に、SCOPE3の報告企業数は 94 から 365 へと 3.9 倍に増加しており、特に、後者の増加率は著しい。また、時間が進むにつれて、データ補正の必要がある企業数が大きく減少していることが分かる。特に直近の 2019 年では、データ補正がされていない。すなわち、各企業が二酸化炭素排出量をより精査して報告している状況を、データからも読み取ることができる。

一方で、本研究の分析対象企業は、日本の株式市場への上場企業のうち、ほんの一部であることにも注意する。2019 年における上場企業数は 3706 社(市場第一部、同二部、マザーズ、JASDAQ スタンダード、同グロース、外国会社、PRO の合計)であるから、ONTAIとSCOPE3の報告企業数はそれぞれ、株式市場の 16%と 10%をカバーしているにすぎない。

2.7. 二酸化炭素排出量のランキング

ONTAIとSCOPE3による二酸化炭素排出量のそれぞれについて、産業別と企業別のランキングを示す。

ONTAIのランキング

ONTAIによる二酸化炭素排出量の産業別と企業別のランキングをそれぞれ、[図 4](#)と[図 5](#)に示す。まず、産業別のランキングを[図 4](#)で見してみる。2013-2019 年度まで、上位 5 つの産業は不変である。「電気・ガス業」がランキング 1 位であり、排出量がダントツに多い。次いで「鉄鋼」がランキング 2 位であり、電気・ガス業の半分程度の排出量である。「化学」がランキング 3 位であり、鉄鋼の半分程度の排出量である。そして、「海運業」、「石油・石炭製品」が後に続く。これらがONTAI排出量ランキング、上位 5 つの産業である。「電気機器」のランキングは、2013-17 年は 6 位であったが、2018 年には 7 位、2019 年には 9 位と順位を下げ、産業間の相対的な排出量を削減している。ランキング 7 位から 10 位までの順位について、「パルプ・紙」、「ガラス・土石製品」、「非鉄金属」、「空輸業」といった 4 つの産業が、2013-2019 年の間、順位を入れ替えつつも、占め続けている。

次に、企業別のランキングを[図 5](#)で見してみる。産業別ランキングの第 1 位と 2 位である、「鉄鋼」や「電気・ガス業」を構成する企業が、企業別のランキングでも上位 10 社の大部分を占めていることが分かる。

以上、ONTAIによる二酸化炭素排出量ランキングについてまとめると、「電気・ガス業」と「鉄鋼」という 2 つの産業とその構成企業が上位を占めていることが分かった。

SCOPE3のランキング

SCOPE3による二酸化炭素排出量の産業別と企業別のランキングをそれぞれ、[図 6](#)と[図 7](#)に示す。まず、産業別のランキングを[図 6](#)で見してみる。どの年度でも、「輸送用機器」がランキング 1 位であり、特に、直近の 2017-19 年度の排出量はダントツである。次いで、「電気機器」がランキング 2 位である(但し、2017-18 年度のみ 3 位)。年度により異なるが、概ねランキング 2 位か 3 位であるのが「石油・石炭製品」である。ランキング 4 位から 10 位までに常に名を連ねる産業が「機械」、「化学」、「電気・ガス業」、「ゴム製品」、「建設業」である。

次に、企業別のランキングを[図 7](#)で見してみる。産業別ランキング 1 位から 3 位である「輸送用機器」、「電気機器」、「石油・石炭製品」を構成する企業が、企業別のランキングでも上位 10 社の大部分を占めていることが分かる。

以上、SCOPE3による二酸化炭素排出量ランキングについてまとめると、「輸送用機器」、「電気機器」、「石油・石炭製品」という 3 つの産業とその構成企業が上位を占めていることが分かった。

3. 二酸化炭素排出量と企業属性

二酸化炭素排出量は、企業属性によってどのように特徴づけられるのか？本節では、企業の財務指標と市場指標によって二酸化炭素排出量の特徴を分析する。

3.1. 企業属性のデータ

本論文では、Bolton and Kacperczyk (2021a, b)に倣って、企業属性として、表 5 に示す 9 つの変数を採用することとした。各変数について、月次データを、2013 年 10 月から 2019 年 12 月までの 75 か月分、金融データソリューションズ社より取得した。

①株価リターン(配当込みの月次株価収益率: RET)、①規模(時価総額の対数値: LOGSIZE)、②PBR の逆数(株主資本について簿価を時価総額で割ったもの: B/M)、③資本構成(総資産を自己資本で割ったもの: LEVERAGE)、④モメンタム効果(直近 12 か月間の配当込み月次リターンの平均: MOM)、⑤資本支出(資本支出 CapEX を総資産で割ったもの: INVESTA)、⑥有形固定資産の規模(有形固定資産の対数値: LOGPPE)、⑦ベータ(過去 1 年間の日次データを利用して計算したベータ: BETA)、⑧ボラティリティ(過去 1 年間の配当込み月次リターンから求めた標準偏差: VOLAT)、といった 9 変数である。

これら 9 変数を分類すれば、財務指標として③⑤⑥、市場指標として①④⑦⑧、マルチプルズ(株価倍率)として②を取り上げていることになる。

3.2. 二酸化炭素排出量を報告する企業の属性

まず、ONTAIやSCOPE3により、二酸化炭素排出量の報告をしている企業と、株式市場に上場しているすべての企業について、財務指標と市場指標の観点から比較することとする。まず、要約統計量を表 6、及び図 3 に示す。

3.2.1. 二酸化炭素排出量の報告有無を特徴づける企業属性

二酸化炭素排出量の報告の有無は、どのような企業属性によって特徴づけられるのか？これを回帰分析によって明らかにする。被説明変数として「二酸化炭素排出量報告の有無」という 2 値を、説明変数として企業の財務・市場指標(表 5)を、それぞれ採用したロジスティック重回帰分析を行った。結果を表 7 に示す。ONTAIとSCOPE3のどちらの報告についても、二酸化炭素排出を報告する企業を、有意に特徴づける共通の企業属性は次の 4 変数である。

- 時価総額(LOGSIZE)が大きい。
- 有形固定資産(LOGPPE)が大きい。
- 設備投資(INVEST/A)が少ない。
- ベータ(BETA)が大きく、より 1 に近い(図 3 の BETA も参照のこと)。

つまり、時価総額、有形固定資産が大きく、ベータも 1 に近く、かつ、設備投資をためらっ

ている企業は、二酸化炭素の報告をしている可能性が高い。

さらに、*ONTAI*による二酸化炭素排出を報告する企業を有意に特徴づけるのは、次の2変数である。

- PBRの逆数(BM)が大きい、つまりPBRが小さなバリュー株。
- ボラティリティ(VOLAT)が小さい。

つまり、バリュー株であってボラティリティが小さい企業は、*ONTAI*による二酸化炭素排出を報告している可能性が高い。

一方、*SCOPE3*による二酸化炭素排出を報告する企業を、有意に特徴づけるのは次の変数である。

- MOMが小さく、直近12か月の株価リターンが小さい。

つまり、直近12か月の株価が負け組である企業は、*SCOPE3*による二酸化炭素排出を報告している可能性が高い。

以上より、二酸化炭素排出量を報告するのは、大きな有形固定資産を有するが、設備投資に消極的な大企業であることが分かる。また、そうした企業の株式について、そのベータは市場ベンチマークと連動し、かつ低ボラティリティといった振る舞いをするようになった。

3.2.2. 二酸化炭素排出量を特徴づける企業属性

二酸化炭素排出量は、どのような企業属性によって特徴づけられるのであろうか？変数間の相関と回帰分析によって明らかにする。まず、変数間の相関を表8に示す。

次いで、被説明変数として「二酸化炭素排出量」という非負の実数値を、説明変数として企業の財務指標と市場指標を採用した重回帰分析を行った。結果を表9に示す。

*ONTAI*と*SCOPE3*のどちらの報告についても、時価総額(LOGSIZE)と有形固定資産(LOGPPE)が大きいほど、企業が排出する二酸化炭素排出は有意に多くなる。

また、*ONTAI*による報告については、PBRの逆数(B/M)が大きなバリュー株であるほど、ボラティリティが大きいほど、そして設備投資が多いほど、企業が排出する二酸化炭素は多くなる。まとめると、*ONTAI*による二酸化炭素排出量は、以下の5つの変数が多いほど、有意に多くなる事が分かる。

- 時価総額(LOGSIZE)
- 有形固定資産(LOGPPE)
- 設備投資額(INVEST/A)
- PBRの逆数(B/M、バリュー株)

- ボラティリティ(VOLAT)

また、自由度調整済み決定係数(adjusted R2)も 77%と高く、また定数は有意ではない。このことから、上記の 5 つの変数による線形回帰モデルにより、*ONTAI*による二酸化炭素排出量を説明し得る可能性が高いといえよう。

次に、*SCOPE3*による報告については、PBR の逆数(B/M)、負債(LEVERAGE)、モメンタム(MOM)、設備投資(INVEST/A)が大きな値を取るほど、企業が排出する二酸化炭素は少なくなる。まとめると、*SCOPE3*による二酸化炭素排出量は、以下の 2 つの変数が多いほど、有意に多くなることが分かる。

- 時価総額(LOGSIZE)
- 有形固定資産(LOGPPE)

一方、*SCOPE3*による二酸化炭素排出量は、以下の 4 つの変数が大きい値を取るほど、有意に少なくなることが分かる。

- 負債(LEVERAGE)が多い
- 設備投資額(INVEST/A)が多い
- PBR の逆数(B/M)が大きくバリューストック
- モメンタム(MOM)が大きく直近 12 か月の株価リターンの勝ち組

但し、*SCOPE3*排出量の推定においては、自由度調整済み決定係数(adjusted R2)が 53%程度であり、定数も有意なマイナス値として推定されている。これは、本分析で採用した企業属性以外にも、*SCOPE3*排出量を説明する変数が存在し、その値が大きいほど*SCOPE3*排出量を押し下げる可能性を示唆する。

まとめると、*ONTAI*、*SCOPE3*による排出量はどちらも、大きな有形固定資産を持つ大企業といった属性によって特徴付けることができる。一方で、設備投資額や PBR の逆数が大きな値を取るほど、*ONTAI*排出量は多くなるが、*SCOPE3*排出量は逆に少なくなるのが分かった。但し、*ONTAI*排出量は本研究のモデルの当てはまりが良く上手く説明できているといえるが、*SCOPE3*排出量については、より当てはまりの良いモデルや変数の選択が必要であることが示唆された。

4. 結論

本論文では、日本企業が排出する二酸化炭素について、*ONTAI*と*SCOPE3*という 2 種類の開示・報告があることを、それぞれの導入背景とともに整理した。その上で、2 種類の開示・報告に沿った二酸化炭素排出量データのそれぞれについて、要約統計量を示し、産業別・企業別のランキングを作成した。その結果、*ONTAI*については「電気・ガス業」と「鉄鋼」、*SCOPE3*については「輸送用機器」と「電気機器」と「石油・石炭製品」といった産業が、日本の二酸化炭素排出量ランキングの上位を占めていることが分かった。また、日本企業に

よる *ONTAI* と *SCOPE3* による二酸化炭素排出量は減少傾向にあることが確認された。

日本では、二酸化炭素の排出量を報告している企業はまだ少なく、*ONTAI* と *SCOPE3* の報告企業数はそれぞれ、株式市場の 16% と 10% をカバーしているに過ぎないことが確認できた。そうした状況下で、二酸化炭素の排出量を報告している企業は次のように特徴づけられる。財務の特徴として、大きな有形固定資産を有するものの、設備投資をためらっている大企業である。市場における特徴として、時価総額が大きく、ベータは 1 に近く市場ベンチマークと連動していることが分かった。

さらに、日本の企業の二酸化炭素排出量は、大きな有形固定資産を持つ大企業という属性により有意に特徴づけられることが示された。一方で、設備投資額や PBR の逆数が大きな値を取るほど、*ONTAI* 排出量は多くなるが、*SCOPE3* 排出量は逆に少なくなることも示された。さらに、*ONTAI* 排出量は本研究が利用したモデルと属性で上手く説明できるが、*SCOPE3* 排出量についてはより良いモデルと属性の選択の余地があることが示唆された。

付録

二酸化炭素排出量データに関する注記

本論文で利用する東洋経済 CSR データベース・環境編に収録されている、2種類の二酸化炭素排出量データである、ONTAIとSCOPE3(本論文の第2節)に関して、アンケート調査対象企業の担当者に向けた東洋経済による「記入例」と「ご回答の手引き」がある。東洋経済・第16回CSR調査(2020年8月31日回答締切)を例に取り転載する。本論文の分析において特に重要なマテリアリティと考えられる記載については赤字下線を付している。

(URL: <http://www.toyokeizai.net/csr/research/No16-2020.html>)

「記入例 3.環境編」

(URL: http://www.toyokeizai.net/csr/pdf/2020/ExCSR3_2020.pdf)

Q5 環境会計の主要な費目別金額・数量をご記入ください(金額・数量として把握されているものだけで結構です)

- 環境保全コスト
事業エリア内コスト, 上・下流コスト, 管理活動コスト, 研究開発コスト, 社会活動コスト, 環境損傷対応コスト, 合計 (2018,2019年のそれぞれの項目について、投資額(百万円), 費用額(百万円)を回答)
- 環境保全効果に関する環境パフォーマンス指標
総エネルギー投入量(GJ), 特定管理対象物質投入量(t)*, 水資源投入量(m³), 温室効果ガス排出量(t-CO₂), 特定化学物質排出量・移動量(t), 廃棄物等総排出量(t), 総排水量(m³), NOX(t), SOX(t) (2018,2019年のそれぞれの項目について回答)
- 環境保全対策に伴う経済効果(実質効果)
費用削減額, 収益額(リサイクルなど), 合計(2018,2019年のそれぞれの項目について、投資額(百万円), 費用額(百万円)を回答)
- スコープ3による温室効果ガス排出量の集計状況について(1つ選択)
1.集計している, 2.集計していない, 3.今後予定, 4.その他()
- スコープ3による温室効果ガス排出量(t-CO₂)
2018,2019年のそれぞれの項目について回答

「ご回答の手引き 3.環境編」 p.2 Q5

(URL: http://www.toyokeizai.net/csr/pdf/2020/GuideCSR3_2020.pdf)

環境保全コスト、環境保全効果に関する環境パフォーマンス指標、環境保全対策に伴う経済効果(実質効果)の各項目の基準・定義については、環境省のガイドラインに準拠します。また、それぞれの費目・単位について、御社の開示形式と異なる場合は、表上、費目・単位をご修正のうえ、ご記入ください。別紙にて添付いただく形でも結構です。

※特定管理対象物質：環境への負荷の低減など、環境への影響の観点から管理されている物質のことです。

※特定化学物質：環境中への排出・移動を未然に防止する観点から管理されている化学物質のことです。「特定の管理対象物質」のうち、「大気汚染防止法」、「PCB 特別措置法」、「ダイオキシン法」、「PRTR 制度」等の法令等の適用を受ける化学物質が対象となります。

スコープ 3 は、企業の温室効果ガス排出量(GHG)の算定範囲の 1 つで、サプライチェーン全体を示します。このスコープ 3 による温室効果ガス排出量の集計状況についてお答えください。スコープ 3 は 15 のカテゴリに分かれておりますが、部分的な集計の場合でも「1. 集計している」をお選びいただいても結構です。ただし、その場合は、注記でその旨をお書きください。

図表

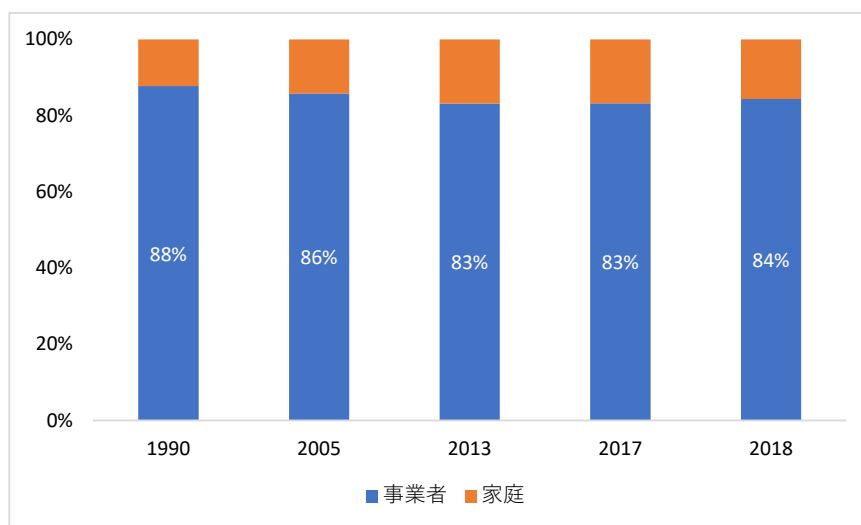


図 1 事業と家庭から排出される二酸化炭素の割合の推移(エネルギー起源, 電気・熱配分後). 出典: 環境省 2018 年度の温室効果ガス排出量(確報値, 概要, 表 2, 2020.4).

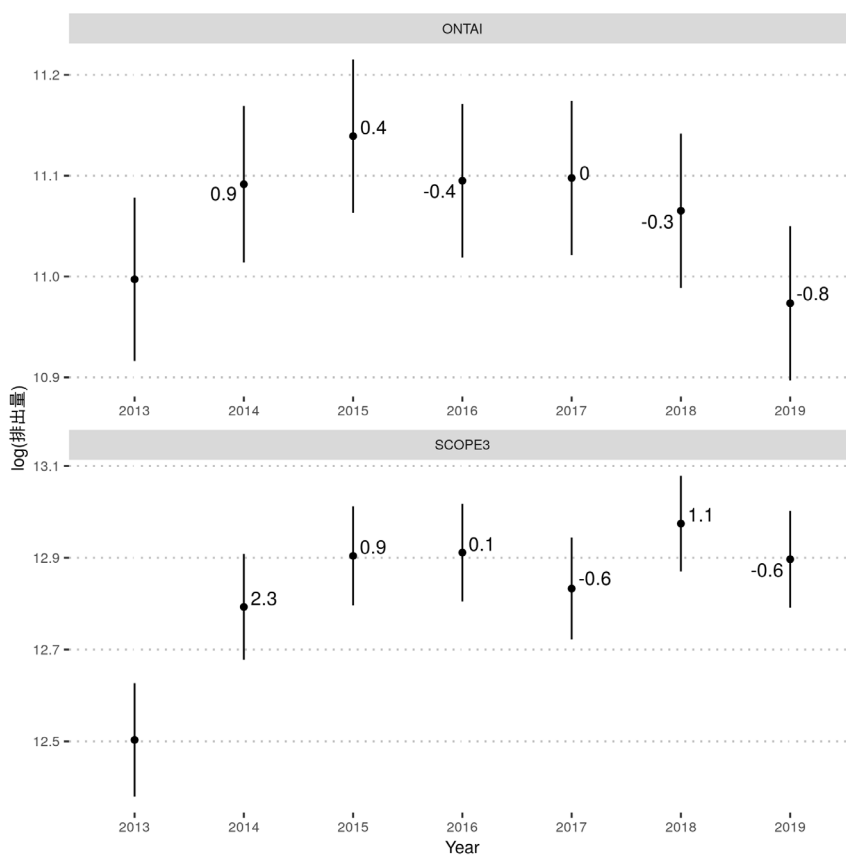


図 2 二酸化炭素排出量(自然対数値)の時系列推移. 上段にONTAI, 下段にSCOPE3による二酸化炭素排出量を示す.

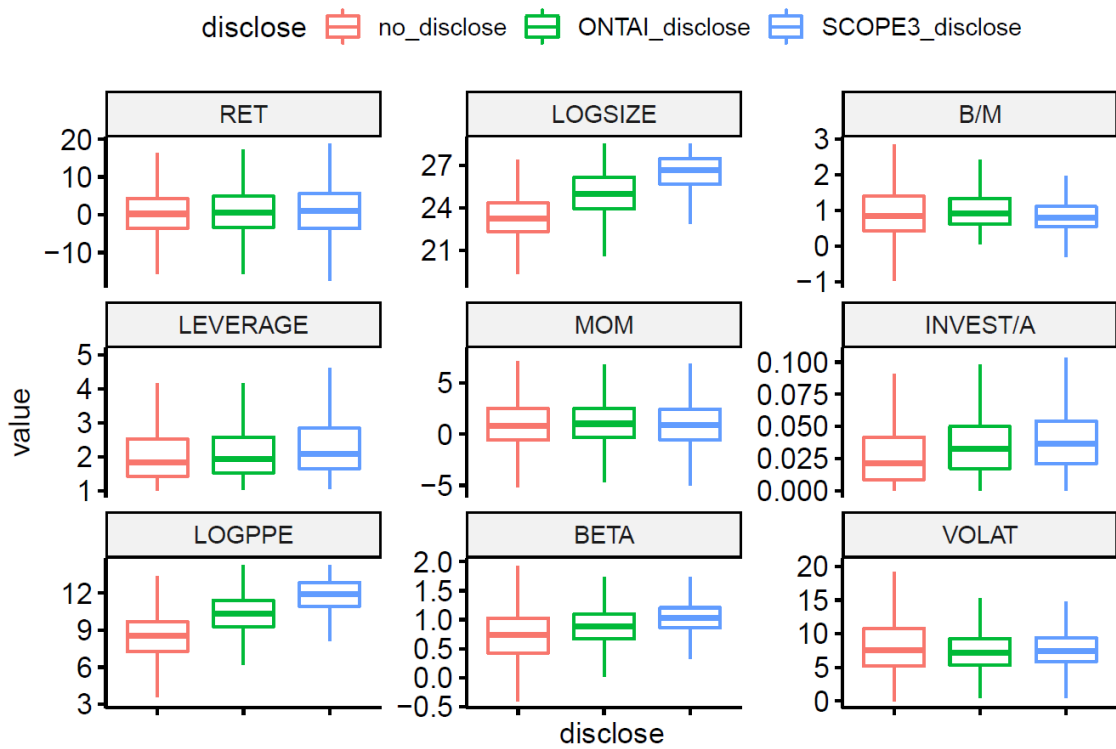


図 3 全上場企業(赤), ONTAI による二酸化炭素排出量報告企業(緑), SCOPE3 による二酸化炭素排出量報告企業(青)の財務指標と市場指標を視覚化したもの。

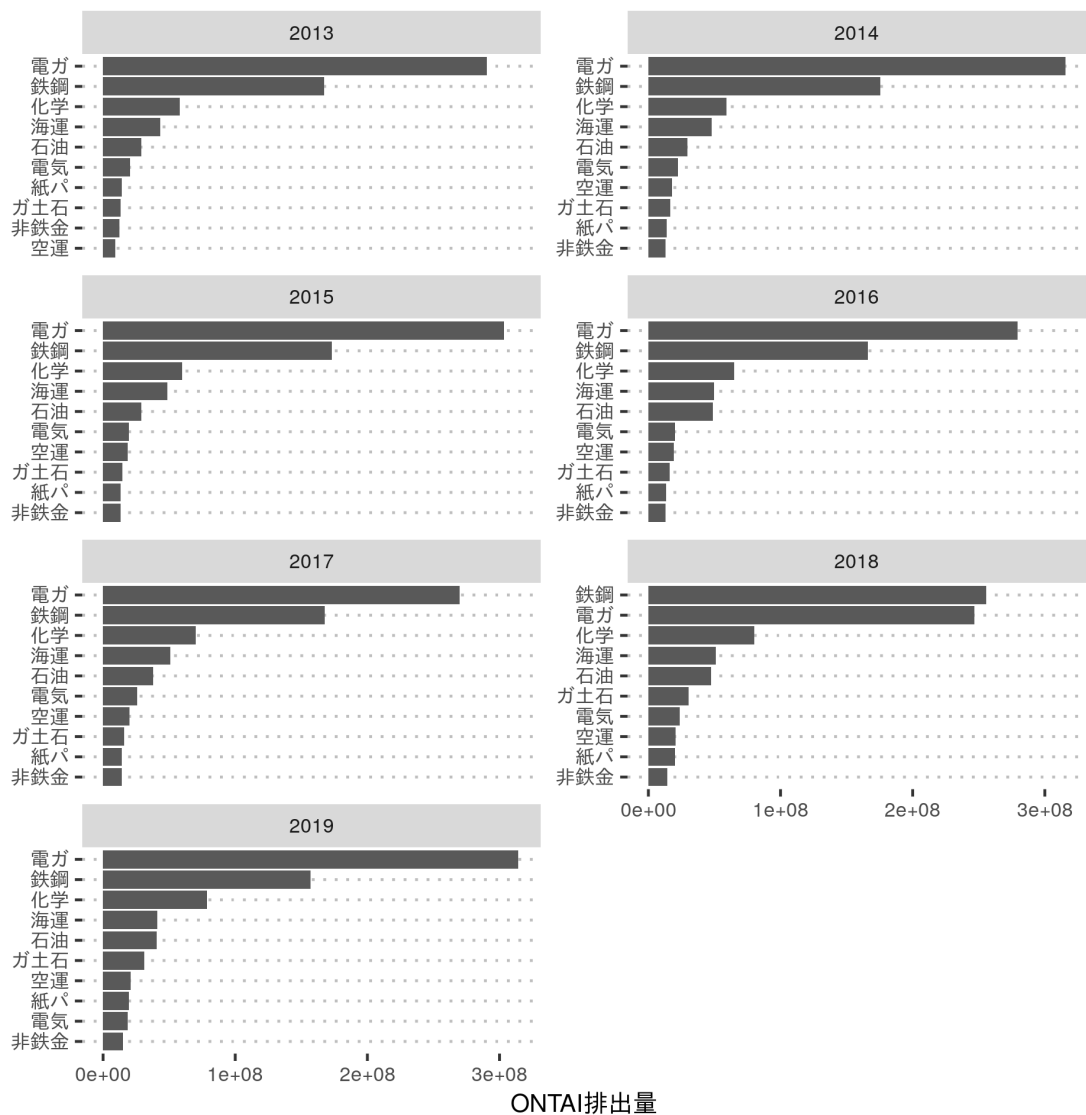


図 4 ONTAI による二酸化炭素排出量の「産業別」ランキング。図中、産業分類(東証業種別株価指数の 33 業種)として、以下の略称を用いている。電ガ：電気・ガス業，海運：海運業，石油：石油・石炭製品，ガ土石：ガラス・土石製品，空輸：空輸業，紙パ：パルプ・紙，電気：電気機器，非鉄金：非鉄金属。

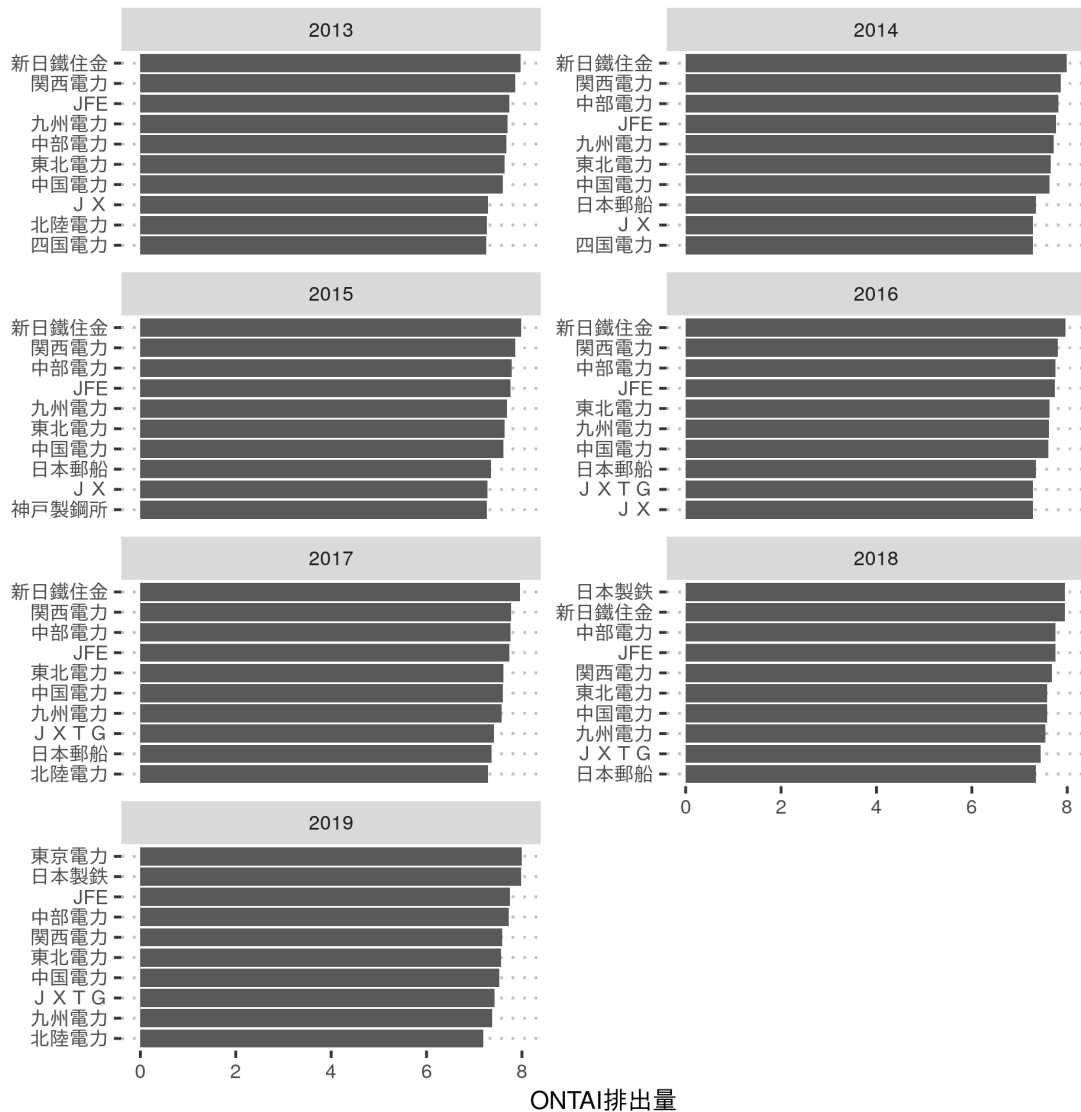


図 5 ONTAI による二酸化炭素排出量の「企業別」ランキング。企業名は各年度において存在したものをそのまま表示している。

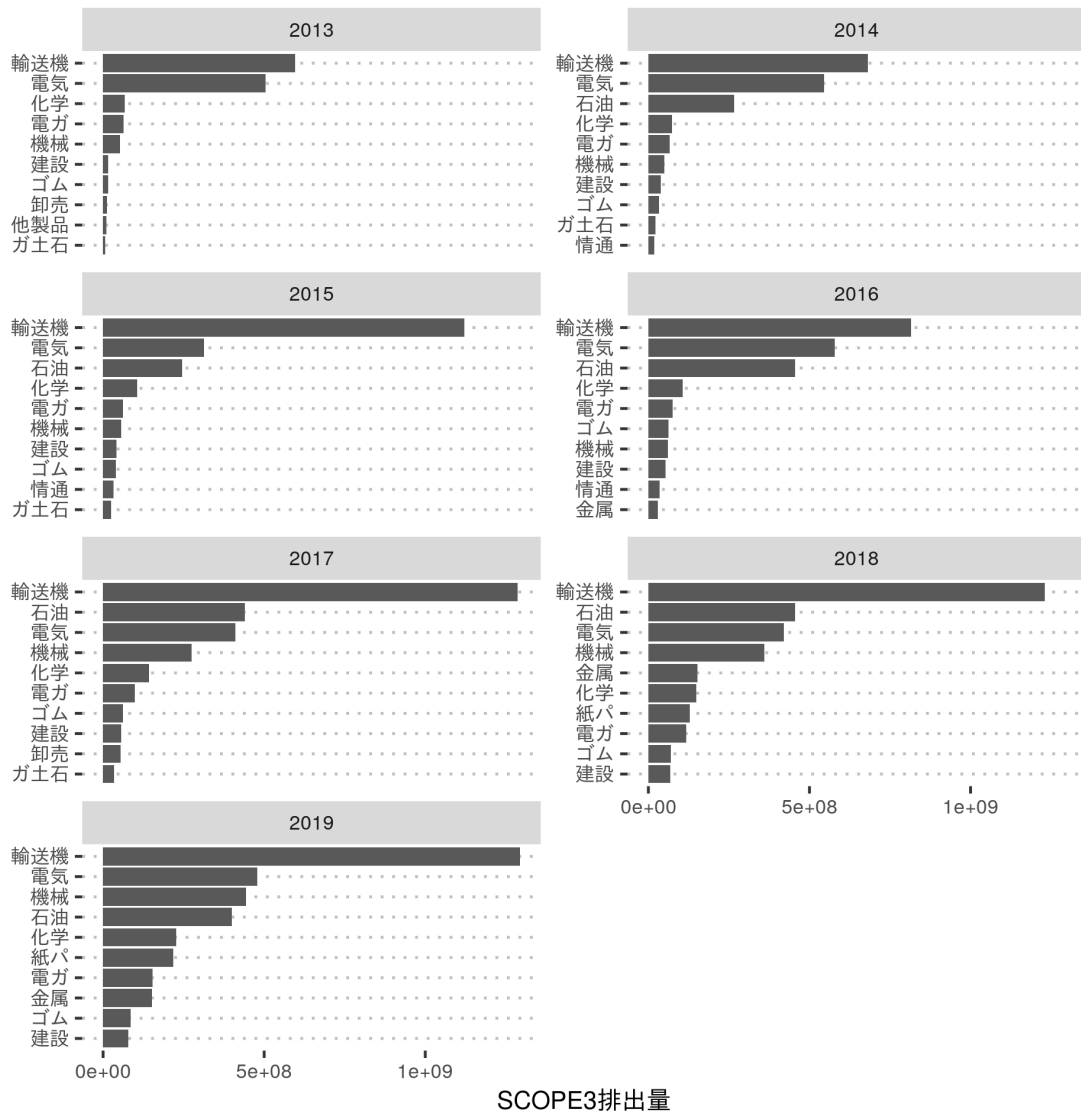


図 6 SCOPE3 による二酸化炭素排出量の「産業別」ランキング。図中、産業分類(東証業種別株価指数の 33 業種)として、以下の略称を用いている。輸送機：輸送用機器，電気：電気機器，石油：石油・石炭製品，紙パ：パルプ・紙，電ガ：電気・ガス業，金属：金属製品，ゴム：ゴム製品，建設：建設業，卸売：卸売業，ガ土石：ガラス・土石製品，情通：情報・通信業，他製品：その他製品。

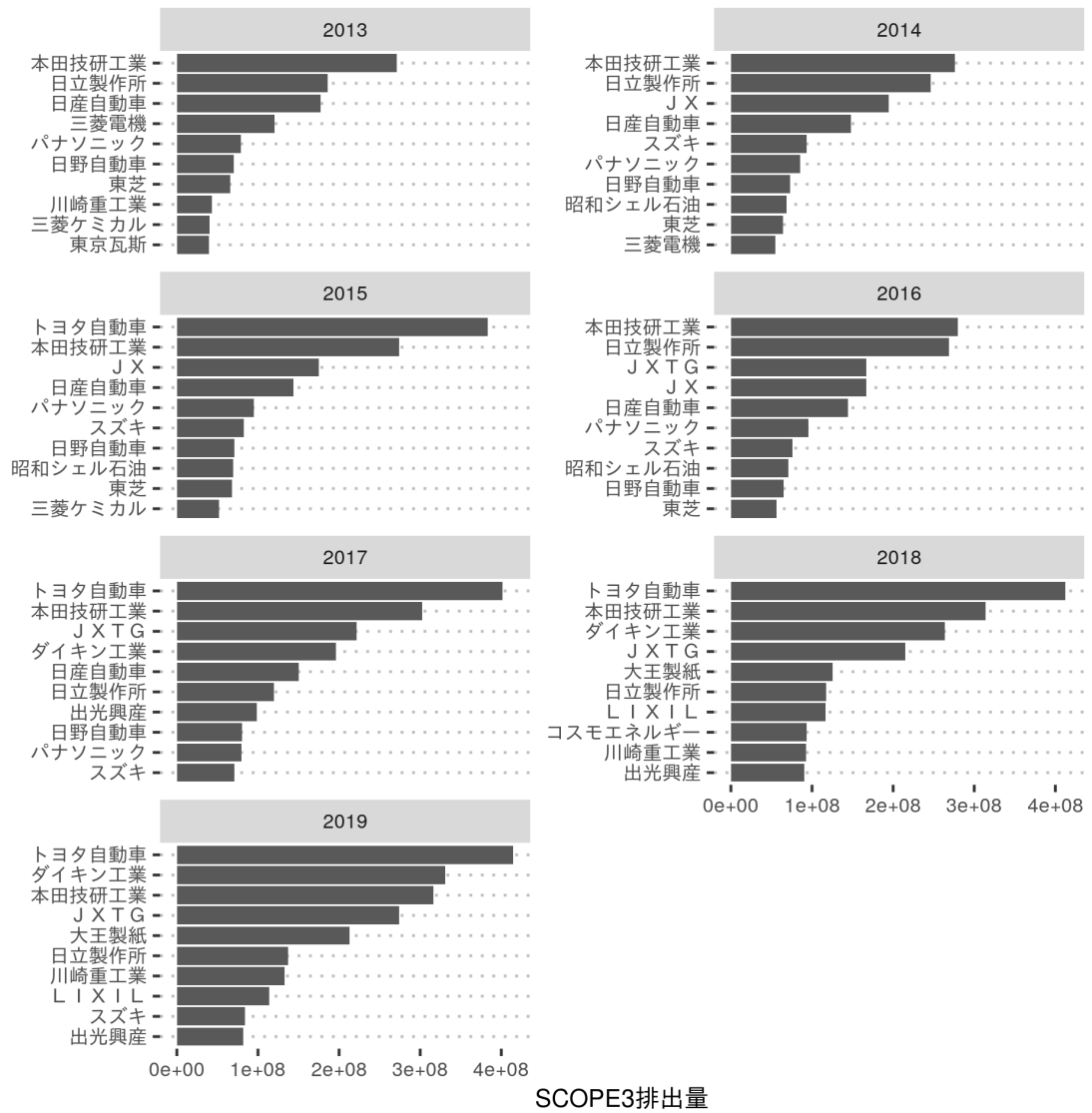


図 7 SCOPE3 による二酸化炭素排出量の「企業別」ランキング。企業名は各年度において存在したものをそのまま表示している。

表 1 経済3大国の温室効果ガスに関する直近排出量と削減取組状況。国際連合・気候変動枠組条約(UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change)の締約国会議(COP: Conference of the Parties)における削減目標と達成状況を、第1期: 2008-2012年, 第2期: 2013-2020年, 第3期: 2020-2030年に分けてまとめた。表中「直近 GHG 排出量*」について、上段は排出量 Mton CO₂eq, 世界に占める割合(%), 2005-2015年の増加率(%). なお, 直近の GHG 排出量ランキングは次の通り: 1. China (27%), 2. United States (13%), 3. EU28 (9%), 4. India (7%), 5. Russia(5%), 6. Japan (3%), 7. Brazil (3%), 8. Germany(2%), 9. Indonesia (2%), 10. Iran (2%).

	日本	アメリカ	中国
第1期: 2008-2012年 京都議定書(COP3,1997) (発効:2005.2.16)	2008-2012年までに、 1990年比GHGを6%削減 目標達成: GHG削減-8.4%	2008-2012年までに、 1990年比GHGを7%削減 2001.3、脱退(ブッシュ)	-
第2期: 2013-2020年 カンクン合意(COP16,2010) (発効せず)	-	-	-
第3期: 2020-2030年 パリ協定(COP21,2015) (発効:2016.11.4)	2020-2030年までに、 2013年比GHGを26%削減 (2005年比GHGを25.4%削減)	2020-2025年までに、 2005年比GHGを26-28%削減 2019.11.4、離脱(トランプ)	2030年までに、 2005年比CO ₂ を60-65%削減 National carbon trading scheme (Delayed: FT, 2020.6.5)
	・2020.10.26、2050年までにゼロ(国会203・総理所信表明演説)	・2021.2.19、再署名(バイデン) ・2021.4.22、2030年までに、 2005年比GHGを50-52%削減(バイデン)	
直近GHG排出量* (2015年)	1,359.55 2.77% -3.52%	6,444.40 13.12% -9.2%	13,067.69 26.61% 60.61%

表 2 GHG Protocol による GHG の分類. 分類ごとの例と, その日本の温対法での取り扱い (環境省, 2018, p.気-11).

分類	定義	例	温対法での取り扱い
Scope 1	燃料の燃焼や工業プロセス等から直接的に排出される GHG 排出量	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自社にてボイラーによる熱の生成時に、天然ガスの燃焼によって排出される GHG ・ 製品等を自社トラックで輸送する際に、軽油の燃焼によって排出される GHG ・ 自社にてセメント製造時に、原料として使用された石灰石から排出される GHG 	<ul style="list-style-type: none"> ○対象：特定事業所排出者は、算定・報告対象 ○対象：特定輸送排出者の内、自社輸送手段からの排出は算定・報告対象 ○対象：特定事業所排出者は、算定・報告対象 (非エネルギー起源 CO2)
Scope 2	他社から供給された電気、熱・蒸気の使用に伴い、間接的に排出される GHG 排出量	<ul style="list-style-type: none"> ・ 電力会社から供給される電力の発電に伴う GHG 排出 ・ 地域熱供給等から供給される熱の生成に伴う GHG 排出 	<ul style="list-style-type: none"> ○対象：特定事業所排出者及び特定輸送排出者は、算定・報告対象 ○対象：特定事業所排出者は、算定・報告対象
Scope 3	その他の間接的な GHG 排出量	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調達した原材料や容器・包装が製造されるまでの GHG 排出 (カテゴリ-1) ・ 調達した原材料や容器・包装が自社まで運ばれる際に排出される GHG (カテゴリ-4) ・ 自社が販売した製品が使用者によって廃棄された際の廃棄物の輸送と処理に伴う GHG 排出 (カテゴリ12) 	<ul style="list-style-type: none"> ×対象外：算定・報告対象外 ○対象：特定輸送排出者の内、自社輸送手段からの排出は算定・報告対象 ×対象外：廃棄物の輸送からの排出は算定・報告対象外 ×対象外：販売した製品の焼却にともなう排出は算定・報告対象外

表 3 二酸化炭素排出量の変化率に関する要約統計量。データ補正を行った前後のものをそれぞれ示す。

変数	n	mean	sd	min	Q0.25	median	Q0.75	max
ONTAI 変化率(前)	3,077	0.33	13.56	-0.87	-0.05	-0.01	0.05	729.55
SCOPE3 変化率(前)	1,566	24.74	250.11	-0.99	-0.05	0.02	0.18	5,798.38
ONTAI 変化率(後)	2,954	0.01	0.13	-0.87	-0.05	-0.01	0.04	0.87
SCOPE3 変化率(後)	1,116	0.02	0.20	-0.71	-0.06	0.005	0.09	0.85

表 4 ONTAIとSCOPE3に基づき二酸化炭素排出量を報告した企業数の時系列推移。データ補正を行った前後のものをそれぞれ示す。

年版	修正前 ONTAI 企業数	修正後 ONTAI 企業数	修正前 SCOPE3 企業数	修正後 SCOPE3 企業数
1 2013	502	468	189	94
2 2014	522	493	231	142
3 2015	528	501	267	175
4 2016	544	524	297	215
5 2017	560	549	321	261
6 2018	589	587	345	310
7 2019	611	611	365	365

表 5 企業属性を特徴づける 9 つの変数.

RET (i,t)	前月末最終営業日を(t-1)、当月末最終営業日をtとするとき、[t-1, t]の期間における企業iの配当込み収益率(%)。
LOGSIZE (i,t)	t月末における企業iの時価総額(評価株価×発行済株式数)の自然対数値(円単位の時価総額をそのまま対数化)。
B/M (i,t)	t月末における企業iのPBRの逆数(自己資本を時価総額で割ったもの)。自己資本は、t月末時点で公表されている直近実績自己資本(本決算、連結優先)を採用。
LEVERAGE (i,t)	t月末における企業iの貸借対照表上のレバレッジ=総資産/自己資本。総資産と自己資本は、t月末時点で公表されている直近実績総資産(本決算、連結優先)と、直近実績自己資本(本決算、連結優先)を採用。自己資本がNULL or 0以下、あるいは総資産がNULL or 0の場合のレバレッジはNULL。
MOM (i,t)	企業iのt月における直近12カ月間の月次配当込みリターン(RET)の平均値(%)。計算に使用するリターンは、[t-12月, t-1月]までの12ヶ月間。直近12ヶ月の月次リターンが揃っていない企業のMOMはNULL。
INVEST/A (i,t)	<p>企業iの資本支出(capital expenditure)を総資産で割ったもの。資本支出は、2000年3月期以降のキャッシュフロー計算書から、業態別に以下の項目を抜粋。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・一般事業会社、証券→「有形および無形固定資産の増減額」 ・銀行、損保、生保→「動産不動産の増減額」 <p>総資産と資本支出は、t月末時点で公表されている直近実績総資産(本決算、連結優先)と、直近実績資本支出(本決算、連結優先)を採用。資本支出は「支出=プラス」として計算。資本支出がマイナスの場合もある(支出よりも売却による収入の方が多い場合)。資本支出がNULL or 0以下、あるいは総資産がNULL or 0の場合のINVEST/AはNULL。</p>
LOGPPE (i,t)	<p>t月における企業iのPPE(property, plant, and equipment = 有形固定資産)の自然対数値(百万円単位の有形固定資産をそのまま対数化)。</p> <p>有形固定資産は、t月末時点で公表されている直近実績有形固定資産(本決算、連結優先)を採用。有形固定資産は、業態別に以下の項目を抜粋。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・一般事業会社、証券→「有形固定資産合計」 ・銀行、損保、生保→「動産不動産合計」
BETA (i,t)	t月における企業iのベータ(t月末時点における過去1年間の日次データを利用して計算したもの)。市場のリターンは、Fama-French3ファクターモデルの日次マーケットリターン(金融含む)を使用。ベータ計算時の回帰の被説明変数は、リスクフリーリターン除きの日次配当込みリターン。日次で直近12ヶ月間の配当込みリターンが揃っていない企業のBETAはNULL。
VOLAT (i,t)	t月において企業iの過去12カ月の月次配当込みリターン(RET)から算出した標準偏差(%) (年率換算はしていない)。直近12ヶ月の月次配当込みリターンが揃っていない企業のVOLATはNULL。

表 6 表 5 に示す変数の要約統計量. 上段の表は全上場企業を対象としたもの, 中段の表は ONTAIによる二酸化炭素排出量報告企業を対象としたもの, 下段の表はSCOPE3による二酸化炭素排出量報告企業を対象としたもの.

全上場企業

変数	平均	標準偏差	Q0.25	中央値	Q0.75
RET	3.36	15.49	-1.66	1.35	5.61
LOGSIZE	23.91	1.79	22.61	23.66	24.97
B/M	1.03	0.87	0.41	0.83	1.40
LEVERAGE	3.03	6.12	1.46	1.90	2.74
MOM	0.51	2.58	-0.82	0.24	1.49
INVEST/A	0.04	0.04	0.01	0.03	0.05
LOGPPE	8.55	2.60	7.14	8.84	10.19
BETA	0.85	0.51	0.45	0.84	1.21
VOLAT	8.99	6.55	5.27	7.62	10.89

ONTAIによる二酸化炭素排出量報告企業

変数	平均	標準偏差	Q0.25	中央値	Q0.75
RET	1.87	5.38	-1	1.15	3.98
LOGSIZE	25.99	1.78	24.70	26.04	27.27
B/M	1.05	0.68	0.62	0.91	1.31
LEVERAGE	3.27	6	1.62	2.02	2.79
MOM	0.39	1.85	-0.67	0.28	1.31
INVEST/A	0.04	0.03	0.02	0.04	0.06
LOGPPE	11.27	1.82	10.08	11.30	12.52
BETA	1.13	0.46	0.82	1.13	1.47
VOLAT	7.62	3.35	5.39	7.12	9.16

SCOPE3による二酸化炭素排出量報告企業

変数	平均	標準偏差	Q0.25	中央値	Q0.75
RET	1.89	5.17	-0.83	1.14	4.19
LOGSIZE	26.75	1.53	25.71	26.82	27.79
B/M	0.97	0.57	0.58	0.86	1.22
LEVERAGE	3.33	4.77	1.67	2.11	2.96
MOM	0.44	1.81	-0.61	0.36	1.42
INVEST/A	0.04	0.03	0.02	0.04	0.06
LOGPPE	12.02	1.55	11.02	12.04	13.02
BETA	1.19	0.43	0.87	1.18	1.49
VOLAT	7.70	3.26	5.66	7.29	9.07

表 7 二酸化炭素排出量の報告の有無を特徴づける企業の財務・市場指標。報告の有無を企業の財務・市場指標によってロジスティック回帰した結果を示す。

	Dependent Variable:	
	ONTAI の報告有無	SCOPE3 の報告有無
	(1)	(2)
RET	0.005 (0.009)	0.009 (0.013)
LOGSIZE	0.465*** (0.033)	0.561*** (0.055)
B/M	0.133** (0.054)	0.084 (0.098)
LEVERAGE	-0.0004 (0.006)	-0.002 (0.009)
MOM	-0.016 (0.016)	-0.058** (0.024)
INVEST/A	-3.497*** (0.886)	-6.868*** (1.548)
LOGPPE	0.482*** (0.030)	0.584*** (0.052)
BETA	0.246*** (0.091)	0.264* (0.144)
VOLAT	-0.030*** (0.009)	-0.022 (0.015)
Constant	-16.274*** (0.679)	-21.729*** (1.101)
Observations	22,704	22,704
Log Likelihood	-6,240.334	-2,977.989
Akaike Inf. Crit.	12,576.670	6,051.979

Note: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

表 8 *ONTAI*と*SCOPE3*による二酸化炭素排出量, および**表 5**の変数間の相関. *印, **印, ***印はそれぞれ, 推定値が10%有意, 5%有意, 1%であることを示す. $\ln C(ON)$, $\ln C(S3)$: *ONTAI*と*SCOPE3*による二酸化炭素排出量の自然対数値. $\Delta C(ON)$, $\Delta C(S3)$: *ONTAI*と*SCOPE3*による二酸化炭素排出量の変化率. RET: 株価レート・リターン, SIZE: 時価総額の対数値, B/M: PBRの逆数, LEV: レバレッジ, INV: 設備投資額, MOM: モメンタム, VOL: ボラティリティ, PPE: 有形固定資産の対数値, BETA: ベータ.

	$\ln C(ON)$	$\ln C(S3)$	$\Delta C(ON)$	$\Delta C(S3)$	RET	SIZE	B/M	LEV	INV	MOM	VOL	PPE
$\ln C(ON)$												
$\ln C(S3)$	0.20											
$\Delta C(ON)$	-0.07	0.02										
$\Delta C(S3)$	0.02	0.15	0.04									
RET	-0.04	-0.07	-0.03	-0.09								
SIZE	0.21	0.29	-0.01	0.01	-0.05							
B/M	0.12	0.00	-0.03	-0.03	-0.05	-0.19						
LEV	0.06	-0.04	-0.01	0.02	0.00	0.04	0.21					
INV	0.15	0.06	0.08	0.11	0.02	0.07	-0.13	-0.11				
MOM	-0.14	-0.05	0.04	0.01	0.07	0.10	-0.29	-0.09	-0.01			
VOL	-0.03	-0.02	0.09	-0.05	0.26	-0.10	-0.32	-0.03	0.04	0.43		
PPE	0.44	0.40	0.01	0.05	-0.05	0.66	0.31	0.16	0.20	-0.10	-0.34	
BETA	-0.03	0.03	0.13	0.01	-0.06	0.42	-0.08	0.05	0.05	0.00	0.26	0.24

表 9 二酸化炭素排出量を特徴づける企業の財務・市場指標. 二酸化炭素排出量を企業の財務・市場指標によって線形回帰した結果を示す.

	Dependent Variable:	
	CO2(ONTAI, LOG)	CO2(SCOPE3, LOG)
	(1)	(2)
RET	-0.006 (0.008)	0.020 (0.026)
LOGSIZE	0.068** (0.033)	0.561*** (0.121)
B/M	0.106* (0.055)	-0.976*** (0.217)
LEVERAGE	0.009 (0.007)	-0.065** (0.028)
MOM	-0.013 (0.014)	-0.130*** (0.045)
INVEST/A	2.565*** (0.907)	-10.003*** (3.208)
LOGPPE	0.905*** (0.030)	0.806*** (0.113)
BETA	-0.089 (0.079)	-0.411 (0.287)
VOLAT	0.015** (0.007)	-0.019 (0.030)
Constant	-0.716 (0.622)	-9.067*** (2.302)
Observations	3,580	1,514
R ²	0.775	0.542
Adjusted R ²	0.772	0.528
Residual Std. Error	1.144 (df = 3532)	2.322 (df = 1466)
F Statistic	259.502*** (df = 47; 3532)	36.982*** (df = 47; 1466)

Note:

*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

参考文献

- Bolton, P. and M. Kacperczyk (2021a) “Do investors care about carbon risk?”, *Journal of Financial Economics*, Forthcoming. (<https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2021.05.008>)
- Bolton, P. and Kacperczyk, M.T., (2021b) “Global Pricing of Carbon-Transition Risk.” SSRN: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3550233> (Accessed: 2021.9.23)
- CDP (2020) “CDP 気候変動レポート 2019: 日本版,” URL: <https://japan.cdp.net/reports> (Accessed: 2021.9.23)
- Fink, L. (2020) “Larry Fink’s 2020 Letter to CEOs: A Fundamental Reshaping of Finance,” URL: <https://www.blackrock.com/corporate/investor-relations/2020-larry-fink-ceo-letter> (アクセス日: 2021.9.23)
- Fink, L. (2021) “Larry Fink’s 2021 Letter to CEOs,” URL: <https://www.blackrock.com/corporate/investor-relations/larry-fink-ceo-letter> (アクセス日: 2021.9.23)
- IPCC (2018) “Global Warming of 1.5°C: An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C Above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty.” URL: <https://www.ipcc.ch/sr15/> (アクセス日: 2021.9.23)
- TCFD (2017) “Final Report: Recommendations of the Task Force on Climate-Related Financial Disclosures,” URL: <https://www.fsb-tcfd.org/publications/> (アクセス日: 2021.9.23)
- 環境省 (2020) “2018 年度 温室効果ガス排出量 (2020.4 発表、確報値),” 環境省ウェブサイト: 温室効果ガス排出・吸収量等の算定と報告～温室効果ガスインベントリ等関連情報～ 温室効果ガス排出・吸収量算定結果. URL: <https://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg-mrv/emissions/> (Accessed: 2021.9.23)
- 環境省大臣官房環境経済課 (2018) “環境報告ガイドライン 2018 年版,” URL: <http://www.env.go.jp/policy/j-hiroba/kigyo/2018Guidelines20190325.pdf> (Accessed: 2021.9.23)
- 環境省大臣官房環境経済課 (2018) “環境報告のための解説書～環境報告ガイドライン 2018 年版対応～: 参考資料(一括ダウンロード),” H30.6, URL: http://www.env.go.jp/policy/j-hiroba/kigyo/3_sankoushiryou_all_190411.pdf (Accessed: 2021.9.23)
- 環境省総合環境政策局環境計画課 (2017) “温室効果ガス総排出量 算定方法ガイドライン Ver. 1.0,” H29.3 URL: https://www.env.go.jp/policy/local_keikaku/data/guideline.pdf (アクセス日: 2021.9.23)
- 環境省「温室効果ガス排出量 算定・報告・公表制度概要」 URL: <https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/about> (アクセス日: 2021.9.23)

- 永野則雄 (2014) ケースブック 会計学入門 第 4 版, 新世社.
- 日本証券アナリスト協会, 企業価値分析における ESG 要因研究会(宮井博(座長),小崎亜依子,佐々木隆文,寺山恵,米澤康博,杉浦康之) (2010) “報告書 企業価値分析における ESG 要因,” 全 67 ページ, 2010.6. URL: https://www.saa.or.jp/account/account/pdf/report_esg_201006.pdf (アクセス日: 2021.9.23)
- 年金積立金管理運用独立行政法人(GPIF) (2018) “新着情報: グローバル環境株式指数を選定しました,” 2018.9.25, URL: <https://www.gpif.go.jp/topics/%E3%82%B0%E3%83%AD%E3%83%BC%E3%83%90%E3%83%AB%E7%92%B0%E5%A2%83%E6%A0%AA%E5%BC%8F%E6%8C%87%E6%95%B0%E3%82%92%E9%81%B8%E5%AE%9A%E3%81%97%E3%81%BE%E3%81%97%E3%81%9F.pdf> (アクセス日: 2021.9.23)
- 本田技研工業 (2021) “社長就任会見 代表取締役社長 三部敏宏スピーチ概要,” 2021.4.23, URL: <https://www.honda.co.jp/news/2021/c210423.html> (アクセス日: 2021.9.23)
- 宮井博 (2008) “ESG (環境・社会・ガバナンス) 責任投資の進展と年金資産運用への導入,” 一橋大学経済研究所 退職給付ビッグバン研究会(発起人代表・高山憲之), 2008 年度年次総会報告資料. URL: <http://www.ier.hit-u.ac.jp/jprc/> (Accessed: 2021.9.23)