■大会特集査読付き論文

企業の気候変動リスクとインプライド資本コストに関する実証研究

浅野礼美子
（岐阜聖徳学園大学）
佐々木隆文
（中央大学）

要　旨

本研究は，日本企業を対象に，気候変動リスクがインプライド資本コストに与える影響について検証を行った。その結果，気候変動リスクが高い企業においてインプライド資本コストが高い傾向を確認した。特に，その傾向は，温室効果ガス排出強度において顕著にあらわれていた。更に，気候変動に関する GoogleTrends 検索数を使った分析では，温室効果ガス排出強度と関心度が相乗的に企業のインプライド資本コストに影響を与えていることを明らかにしている。

キーワード：気候変動リスク，インプライド資本コスト，温室効果ガス排出強度，GoogleTrends

1　はじめに

パリ協定の発効された 2016 年 11 月以来，気候変動リスクと脱炭素への各国の取り組みが進展し，企業は脱炭素に向けた事業と気候変動対策を促す方向にある [1)]。対処すべき気候変動リスクは，気候変動に関する政府間パネル（Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC）や CDP の報告書で捉えることができる [2)]。例えば，IPCC（2014）によると，人為的起源の二酸化炭素などの温室効果ガス（Greenhouse Gas：GHG）排出が気候変動リスクであるという [3)]。また，IPCC（2022）は，「世界の人口の約半分が現在，少なくとも 1 年の一部期間，気候駆動要因及び非気候駆動要因に起因する深刻な水不足に陥っている」と水不足も重大なリスクとしている [4)]。更に，CDP（2022）では，世界の淡水需要は将来的に大きく増加することが見込まれる一方で，気候変動に伴う降雨パターンの変化や氷河の後退による淡水利用可能量の減少が懸念されると報告する [5)]。これらの企業に及ぶリスクに関して，Stroebel and Wurgler（2021）によるアンケート調査では，今後５年の重要なリスクは低炭素経済への移行に伴う規制活動などの移行リスクである一方で，今後 30 年の上位リスクは海面上昇，山火事，および地球へのその他の物理的変化からの直接的なリスクといった物理的リスクとしている [6)]。以上のように複数の報告で気候変動リスクによる影響が近年では看過できない問題としての指摘されるようになってきた。

気候変動リスクと株価との関係についての実証研究をみると，企業の気候変動リスクとインプライド資本コストおよび事後的な株式リターンとの間に正の関係を見いだしたものがある。例えば，Chava（2014）では，石炭や石油から多額の利益を得ている企業やこれらの化石燃料の消費が大きい企

業は高いインプライド資本コストになることを明らかにした。炭素強度（総 GHG 排出量÷売上高）とインプライド資本コストとの関係を分析した Kim et al.（2015）は，炭素強度と株式資本コストとの間にある正の関連を明らかにし，炭素強度の高い企業に投資家がより高い株式資本コストを要求すると示唆する。これに関して，Bui et al.（2020）のように，高い排出強度は資本コストにおける追加プレミアムの誘因になるものの，このプレミアムは広範な炭素ディスクロージャーによって適切にコントロールされるという見方もある。事後的な株式リターンとの関係について，Bolton and Kacperczyk（2021）は，2015 年のパリ協定採択後，投資家の炭素排出に関するリスク認識と炭素排出を制限するための規制介入が高まると，カーボンリスク・プレミアムが上昇する可能性に言及している [7]。加えて，Bolton and Kacperczyk（2023）は 77 カ国の 14,400 社を対象に炭素移行リスクを考慮し，炭素移行リスクに関する市場ベースのプレミアムを推定すると，全てのセクターと殆どの国で炭素排出量の水準と増加率の高い企業で株式リターンが高い傾向にあった [8]。ただ，これらの研究には，（i）スケール調整されていない排出量に依存した特定の研究デザインの選択であること，および（ii）企業が開示した炭素排出量とベンダーによって推定された炭素排出量は体系的に異ならないという仮定に依存している（Aswani et al., 2024）という点に留意が必要である。

更には，投資家の株式へのリスクプレミアムを求める傾向は，投資家の気候変動リスクへの関心度とそのリスクへの織り込み具合によって変化することが示されている。Choi et al.（2020），Choi et al.（2023）によると，気候変動リスクへの関心が高まると，高炭素排出企業の株式リターンに与える影響が変化するという。これに関して，日本企業を対象にした伊藤（2023）では，CO_2 排出量の情報が十分に織り込まれると，高炭素排出企業の株式リターンが高くなることを示唆する。同様に，Huynh et al.（2020）において，干ばつリスクが企業の株式資本コストを高め，その影響は干ばつの期間と強度によって高まることを明らかにした。これらの示唆によれば，気候変動リスクへの危機意識や関心度とそのリスクへの投資家の織り込み具合によって，リスクプレミアムの傾向は変わる。

以上を踏まえると，炭素排出と水資源にかかわる気候変動リスクが高い企業に対して，投資家がリスクプレミアムを求めることで，高いインプライド資本コストにつながっている可能性がある。また，気候変動に関する気候変動リスク指標と関心度が相乗的に企業のインプライド資本コストに影響を与えていると考えられる。

しかしながら，先進国の中でも化石燃料への依存度が高い日本企業を対象に気候変動リスクとインプライド資本コストとの関係や，気候リスクと関心度が相乗的にインプライド資本コストに与える影響を明らかにするための分析は数少ない。そこで，本研究は先行研究の示唆を踏まえ，日本における企業の炭素排出と水資源に関する気候変動リスク指標を使って，気候変動リスクがインプライド資本コストに与える影響について検証する。また，気候変動リスクへの関心度の影響も考慮し，日本企業を対象に気候変動リスクとインプライド資本コストとの関係について明らかにするための検証も行う。

本分析の目的は，日本企業を対象に，2007 年度から 2019 年度までの広範なデータを使って，炭素排出と水資源にかかわる複数の気候変動リスク指標がインプライド資本コストに与える影響について明らかにすることである。この検証の独立変数として，GHG 排出量，総エネルギー投入量，水資源投入量，総排水量から導いた気候変動リスク指標を使用する。従属変数には，El Ghoul et al.（2011），El Ghoul et al.（2018），Breuer et al.（2018），Gupta（2018）に倣い，CT（2001）モデル（Claus and Thomas モデル），GLS（2001）モデル（Gebhardt et al. モデル），OJ モデル（2005）（Ohlson and Juettner-Nauroth モデル），ES（2004）モデル（修正 PEG レシオ）により算出したインプライド資本コ

ストの平均値を用いる。更には，GoogleTrends の検索データを使って，気候変動リスク指標と気候変動への関心度が相乗効果として企業のインプライド資本コストに影響を与えているかについて検証する。その中で，気候変動リスク指標と気候変動への関心度が相互に影響し合いながら相乗効果としてインプライド資本コストに与える影響を探る。

13 年間のデータを使ったパネルデータ分析の結果，気候変動リスクが高い企業ではインプライド資本コストが高くなるという可能性を支持するものとなっている。とりわけ，その傾向は，GHG 排出強度において顕著にあらわれていた。加えて，GoogleTrends の検索データを使った検証では，GHG 排出強度と猛暑というキーワードとの交差項のパラメータが統計的有意にプラスとなっていた。この結果から，気候変動リスクへの意識が高まる時期には，気候変動リスクと資本コストとの関係が強まることで，気候変動リスクが高い企業において株式資本コストが高くなると考えられる。

本研究の貢献は，主に，次の 3 つの点をあげることができる。

貢献 1 は，化石燃料への依存度が高い日本企業を対象にインプライド資本コストの気候変動リスクによる影響と気候変動リスクへの関心度の影響を示したことである。この分析に関連した先行研究の El Ghoul et al.（2018）は，2002 年から 2011 年の期間で 30 か国の企業を対象にした分析から企業の環境パフォーマンスの改善によって資本コストが低下することを示した。だが，日本企業を単独で取り上げた研究ではなく，分析期間も 2011 年までに限られている。日本では，海外から輸入される石油・石炭・天然ガス（LNG）など化石燃料に大きく依存し，東日本震災以降の火力発電への依存度が高まっている [9]。2015 年 7 月には，東日本大震災後初のエネルギー基本計画（「第 4 次エネルギー基本計画（2014 年 6 月）」）を踏まえ，安全性を大前提に，「長期エネルギー需給見通し（エネルギーミックス）」が策定されたという経緯もある [10]。また，日本では欧州や米国に比べると環境・社会・ガバナンス（ESG）投資の普及が遅く，欧州や米国を対象にした先行研究における関係が見いだせるかは定かでない [11]。つまり，これらの特有の事情を抱えた日本企業を対象に，先行研究に照らしたインプライド資本コストの気候変動リスクによる影響と気候変動リスクへの関心度の影響も考慮して分析した本研究に意義がある [12]。

貢献２は，本分析で複数の気候変動リスク変数を使用したことである。本研究では，気候変動リスク変数について，炭素関連として GHG 排出量と総エネルギー投入量，水関連として水資源投入量と総排水量を使用する。このうち企業の炭素関連に焦点を当てたファイナンス分野の研究には，Kim et al.（2015），Bui et al.（2020），Bolton and Kacperczyk（2021）（2023）などがある。また，Huynh et al.（2020），Krüger et al.（2020）などは，水資源に注目して分析を行っている。ここで紹介した先行研究のいずれも，炭素もしくは水資源の一方を分析の対象にしている。そこで，本研究は，企業の炭素変数と水変数の双方を取り上げて分析を行った。その結果，複数の気候変動リスク指標のうち，GHG 排出強度の高い日本企業でインプライド資本コストが高い傾向を確認した。

貢献３は，投資家の気候変動リスクへの関心の高まりも考慮して検証したことである。これに関連した研究に，Choi et al.（2020），Choi et al.（2023），Ilhan et al.（2021），Pástor et al.（2021）（2022），伊藤（2021），Acharya et al.（2022）などがある [13]。これらの先行研究を手掛かりに，本分析では，GoogleTrends で気候変動に関わる「猛暑」と「水不足」いう新たなキーワードを使って検証を試みた。その結果，GHG 排出強度と「猛暑」への気候変動の関心度（検索人気度）が相互に影響し合いながら相乗効果として企業のインプライド資本コストに影響を与えていた。すなわち，気候変動リスクへの関心が高い時期には炭素プレミアムが高くなるという実務的インプリケーションをもたらしている。

本稿の構成は以下の通りである。第 2 節で先行研究と仮説を提示し，第 3 節では実証分析で用いる

データと分析方法を説明し，第 4 節では検証結果を提示する。第 5 節で結論を述べる。

2　先行研究と仮説

企業の気候変動リスクがインプライド資本コストに与える影響についての議論は，①気候変動による企業の株式資本コストに与える影響（リスク・チャネル）と，②気候変動リスクが高い企業への投資家の関心度についての問題に大別できる。

2.1　気候変動リスクの株式資本コストへの影響

先行研究によると，気候変動リスクの株式資本コストへの影響は，投資家の気候変動リスクへの認識によって異なるという見方がある。その議論では，投資家が企業の気候変動リスクを認識する段階から，株式資本コストが高まる可能性へと展開している。

まず，この議論に関連した Sharfman and Fernando（2008）は，企業の環境リスクマネジメントにより，潜在的な訴訟やコンプライアンスコストへの要求を減らし，企業リスクを少なくすることで，資本コストの低下につながると説く。また，企業リスクの観点に立った Starks（2009）では，ESG 要因が，規制リスク，サプライチェーンリスク，製品および技術リスク，訴訟リスク，評判リスク，物理的リスクなどの企業の潜在的なリスクに影響を与えていると指摘する。とりわけ，環境保全対応を怠った場合，Bénabou and Tirole（2010）は，将来の訴訟，消費者のボイコット，環境の浄化費用といった偶発債務を生むと警告を発する。

加えて，気候変動リスクの株式資本コストに与える影響は Investor base に起因し，グリーン投資家が増加すると，リスク・シェアリングに影響が及ぶという懸念につながっている。具体的には，一部の投資家から投資対象とされない企業の株式を保有している投資家はリスク分散が非効率になるため，市場リスクのみならず，個別リスクに対してもリスクプレミアムを求める（Merton, 1987）という見解[14]である。これに沿った Heinkel et al.（2001）では，グリーン投資家の数が増えると，結果としてグリーン投資家以外の投資家において気候変動リスクが高い企業への株式保有比率が高まり，リスク分散が欠如することを示した。この観点に立てば，グリーン投資家が増加すると，気候変動リスクが高い企業の株式を保有する投資家においてリスク分散が非効率になる。

これに関連し，株式需要の減少によってリスク・シェアリングが欠如すると，リスクプレミアムは高まるというエビデンスもある。Hong and Kacperczyk（2009）は，タバコ，ギャンブルなど一般に非社会規範的と言われるビジネスを行っている企業は，年金基金など投資に規範を求められる投資家の株式ポートフォリオへの組入比率が低く，そのような需要の低さから高いリスクプレミアムにつながると指摘する[15]。同じように，Derwall et al.（2011）でも，価値志向の投資家のように非社会規範的株式への投資を回避する場合，非社会規範的株式に高いリスクプレミアムを要求すると見解を示す。それらに合致した El Ghoul et al.（2011）の検証も，米国の sin stocks の中で，タバコおよび原子力産業に関連する企業は資本コストが有意に高い傾向にあった。また，Chava（2014）も，機関投資家の保有比率の低い環境問題を抱える企業では株式資本コストが高く，有害化学物質，大量の排出物，気候変動への懸念などの環境スクリーンによって投資対象から除外され，そうでない企業と比較して，投資家から求められる期待リターンが非常に高いことを明らかにしている。これらの見方では，投資家層の相対的な規模に着目し，規範的な投資家が増えると，気候変動リスクが大きい企業の株式において資

本コストが高まることを示している。

中でも，長期的視点に立った規範的な機関投資家は，気候変動リスクやGHG排出量に高い関心を示し，企業に対して気候リスク・環境リスクに関する情報開示や管理に取り組むよう導いていく能力を備え，企業の気候変動リスクを減らすうえで重要な役割を担っている可能性がある[16]。具体的には，責任投資原則（PRI）に署名した機関投資家や，Climate Action +100に取り組む機関投資家である[17]。それらの機関投資家には，企業の気候変動リスクに関する投資プロセスの導入，エンゲージメント，および開示要求に応えることが求められている[18]。このような機関投資家の役割に着目したOikonomou et al.（2019）は，機関投資家のオーナーレベルと環境などの企業の社会的パフォーマンス（CSP）との関係について投資家の異質性から検証を試み，長期的な機関投資家の重要性を強調した。機関投資家の役割としては，主に企業財務に影響を及ぼす重要な企業の社会的責任（CSR）問題の改善を促し，ネガティブなCSR問題（環境規制の違反など）を減少させることが期待されている（Chen et al., 2020）。

加えて，Cohen et al.（2023）によれば，機関投資家が企業の気候情報開示を促すことで，企業における情報開示の向上と炭素排出量の削減につながるという。更には，機関投資家は気候リスク（特に規制リスク）を重要なリスクと認識し，気候リスクを管理するためにより幅広いツールを使用し，気候リスクへの考慮をポートフォリオ決定の投資プロセスに組み入れているという示唆（Krüger et al., 2020）もある。中でも，機関投資家が企業の株式を多く保有している場合，エンゲージメントを行う可能性が高く，環境と社会（ES）のエンゲージメントはより重要な役割を果たすことが期待できる（Dimson et al., 2015）[19]。際立った動きでは，気候リスクへの対処の重要性を評価するユニバーサルオーナーなどの機関投資家がポートフォリオの価値に悪影響を与える気候外部性を懸念し，環境株主提案（ESP）を行う事例もある（Berkman et al., 2024）。これらの示唆によると，機関投資家の保有率が高い企業では，機関投資家によるエンゲージメントやESPによって，GHG排出量の減少につながっている。

更なる影響として，企業における環境パフォーマンスの改善は株式資本コストを低下させる一方で，環境対策を怠る企業では高い株式資本コストになるという見解がある。Gupta（2018）は，企業の気候変動リスクに関わる環境パフォーマンスが改善することで，インプライド資本コストの低下につながったことを示す。企業の環境責任に焦点を絞ったEl Ghoul et al.（2018）の検証では，環境パフォーマンスの改善によって，adverse events（例えば，環境スキャンダル，訴訟など）の発生確率と影響を低減させる効果や，株式資本コストが低下する傾向を明らかにした。同じように，Breuer et al.（2018）の研究も，投資家保護水準の高い国でCSR活動（特に環境対策）の高い（低い）企業は，株式資本コストが低く（高く）なるという関係を見いだした。また，Pedersen et al.（2021）が指摘するように，ESGの株式リターンに及ぼす影響はESG情報の織り込み具合と投資家のESG選好によって異なり，特に高いESG志向の投資家はリターンを犠牲にしているという見方もある[20]。これらの観点に立つと，企業の気候変動リスクへの適応はインプライド資本コストの低下につながるが，企業の気候変動リスクを高める行動はインプライド資本コストを高めるといえる。

以上を鑑みると，気候変動リスクが高い企業では投資家から高リスクと認識されることによって，株式資本コストが高くなっている可能性がある。このことから次の仮説を設定する。

仮説1：気候変動リスクが高い企業では，インプライド資本コストは高くなる。

2.2　気候変動リスクが高い企業への投資家の関心度

企業の資本コストは気候変動リスクに係わる出来事や投資家の関心度によって変わる可能性がある。こうした議論に関連し，2011 年の東日本震災時に発生した事故後の変化を捉えた Bonetti et al.（2024）の研究では，資本コストに与える影響は将来の規制コストよりも福島原発災害後のエネルギー供給不足に関する投資家の疑念が高まることによって引き起こされるとしている。また，企業の移行リスクという観点に立ち，Bolton and Kacperczyk（2021）は，「CO_2 排出量は化石燃料エネルギー使用と結び付いているため，株式リターンは化石燃料エネルギー価格や商品価格リスクによって影響を受ける。最近では，CO_2 排出量が極端に高い企業において，その排出量を制限するため，カーボンプライシングリスクやその他の規制当局の介入にさらされる可能性がある。その際には，化石燃料エネルギーに最も依存している企業は，低コストの再生可能エネルギーによる技術リスクも負うことになる」と指摘する。この視座に立つと，企業の株式リターンは，化石燃料エネルギー価格，商品価格リスク，カーボンプライシングリスク，その他の規制当局介入，技術リスクに結び付いた CO_2 排出量による影響を受けるといえる。

殊更，気候変動リスクに伴う株式リターンへの影響は，気候変動リスクへの危機意識や関心が高まると顕著にあらわれる傾向がある。Choi et al.（2020）では，Google の検索ボリュームから関心度をはかり，特定都市の猛暑月に，その都市の“ 地球温暖化 ”に関するトピックの Google 検索数が増え，猛暑時期には高炭素排出企業は低炭素排出企業よりも低いリターンの傾向にあった。また，Choi et al.（2023）も，気候変動に対する関心が高まると，株式市場において高炭素排出企業への影響が強まることを示している。日本企業を対象にした伊藤（2021）では，売上高あたり二酸化炭素排出量の回帰係数の t 値が 2020 年 9 月以降に急上昇し，その翌月 2020 年 10 月以降に，Google Trend で「脱炭素」や「カーボンニュートラル」などのキーワードの検索人気度が急上昇していた[21)]。同様に，Ilhan et al.（2021）の Google 検索データを使った分析で，注目度の低い（気候変動のネガティブ・ニュースが少ない）時期と注目度の高い（気候変動のネガティブ・ニュースが多い）時期に，炭素強度がオプション価格に与える影響は変わることを示した。特に，Ilhan et al.（2021）は，炭素リスクの高い企業で気候変動に対する国民の関心が急上昇する時期にダウンサイド・テール・リスクへのプロテクション・コストが増大していたが，気候変動に懐疑的なトランプ大統領の当選後に低下することを明らかにした。また，Pástor et al.（2022）では，気候変動に関するニュースが増え，気候リスクへの関心が高まる過程で，MSCI の環境レーティングの高いグリーン企業が環境レーティングの低いブラウン企業をアウトパフォームすることを示している。ただ，伊藤（2023）によると，日本においてグリーン企業の株価リターンが高いのは，CO_2 排出量の情報がリスクプレミアムに十分に織り込まれていない時で，これが織り込まれると，逆にブラウン企業の株価リターンの方が高くなるという傾向にあった。この傾向は，水リスクに注目した Huynh et al.（2020）でもみられ，PDSI（Palmer Drought Severity Index）による分析の結果，干ばつの影響を受けた企業の株式資本コストが高いこと，干ばつの期間と強度によってリスクプレミアムが一層高くなっていた。すなわち，投資家の危機意識や関心が高まり，気候変動リスクの情報を株式リスクプレミアムに十分に織り込むようになると，気候変動リスクが高い企業において株式資本コストが高くなると考えられる。

以上を踏まえて次の仮説を設定する。

仮説２：気候変動リスクへの意識が高まる時期には気候変動リスクと資本コストとの関係が強まる。

3　データと分析方法

本研究の対象は一般事業会社のうち日本の東証上場企業で，資本コストの主な説明変数が揃うサンプルを使用している[22)]。これらを対象に，2007 年度（2008 年 3 月期）～ 2019 年度（2020 年 3 月期）の 13 年間のパネルデータを使い，企業の気候変動リスクとインプライド資本コストとの関係についての分析を行う。気候変動リスク指標とインプライド資本コストとの関係は，次のモデルで推定した。

$$K_{AVGit}=\beta_0+\beta_1 CCRI_{it\text{-}1}+\beta_2 BETA_{it\text{-}1}+\beta_3 SIZE_{it\text{-}1}+\beta_4 BM_{it\text{-}1}+\beta_5 LEV_{it\text{-}1}+\beta_6 BIAS_{it\text{-}1} +\beta_7 EPSSD_{it\text{-}1}+industry_j\,,\ year_t+\varepsilon_{it} \quad (1)$$

ここで，添え字の t は時間，i は企業，j は業種を表す。KAVG はインプライド資本コストの平均値，CCRI は気候変動リスク指標，BETA はベータ，SIZE は企業規模，BM は簿価時価比率，LEV は財務レバレッジ，BIAS はアナリスト予想バイアス，EPSSD はアナリス予想の標準偏差，industry は産業ダミー，year は年ダミーである。

株式の資本コストについては，我々の関心としては気候変動リスク指標が投資家の要求するリスクプレミアムに及ぼす影響にあるため，実現したリターンではなくインプライドリターンを用いる。インプライド資本コストの推定については，GLS（2001）モデル，CT（2001）モデル，OJ（2005）モデル，Easton（2004）の修正 PEG レシオを用いた。本研究では，データ数の制約およびより多くのサンプル数が揃うことを考慮し，主に GLS（2001）モデルと Easton（2004）の修正 PEG レシオから導いたインプライド資本コストの平均値（icc_avg2）を従属変数として用いる。加えて，頑健性テストにおいて，GLS（2001）モデル，CT（2001）モデル，OJ（2005）モデル，Easton（2004）の修正 PEG レシオから導いたインプライド資本コストの平均値（icc_avg4）による分析も行う。資本コストを推計する際，赤字企業は除外している。

独立変数に用いた環境パフォーマンスは物量単位で測定された環境会計データで，環境省（2005）『環境会計ガイドライン』の基準・定義に準拠した東洋経済新報社の『CSR 企業総覧』から取得した GHG 排出量，総エネルギー投入量，水資源投入量，総排水量を用いる[23)]。このうち，総エネルギー投入量と水資源投入量を事業活動へのインプットに関する環境保全効果，GHG 排出量と総排水量を事業活動からのアウトプットに関する環境保全効果として捉えた。GHG 排出量については，日本企業では温対法に基づいて事業所単位で GHG 排出量を算出し，これを基に（連結ベースによる集計が望まれている）環境会計で排出量を開示している企業が多いと思われるが，近年は GHG プロトコルに従って算出する企業も増えていると考えられる。両者は Scope1・2 をベースとしてマーケット基準での Scope 2 排出量算出も認めている点で共通している[24)]。環境パフォーマンス指標の算出方法は Kim et al.（2015）に倣い，各数量を売上高で割って算出した強度（ghg_ems, energy_use, water_use, water_ems）を気候変動リスク指標として用いる[25)]。

また，GHG 排出量については，Bolton and Kacperczyk（2021）（2023）と同様に，自然対数値を使用して GHG 排出量の水準（ln ghg_ems）も考慮して検証する。併せて，水資源投入量についても自然対数値を使って水資源投入量の水準（ln water_use）に考慮した検証も行う。ただし，Aswani et al.（2024）の見解において，Bolton and Kacperczyk（2021）で使用している排出量そのものや，その変化率は代理変数として適切ではない可能性があるという指摘があるため，その点に留意する必要がある。よって，本研究においても，排出量や投入量そのものを用いた分析結果への解釈を慎重に扱うも

のとする。

更に，Choi et al.（2020），Ilhan et al.（2021）に倣い，GoogleTrends の検索データを使って，気候変動リスク指標と気候変動への関心度が相乗効果として企業のインプライド資本コストに影響を与えているか次の推計式で検証する。

$$K_{AVGit}=\beta_0+\beta_1 CCRI_{it\text{-}1}+\beta_2 BETA_{it\text{-}1}+\beta_3 SIZE_{it\text{-}1}+\beta_4 BM_{it\text{-}1}+\beta_5 LEV_{it\text{-}1}+\beta_6 BIAS_{it\text{-}1} +\beta_7 EPSSD_{it\text{-}1}+\beta_8 CCRI_{it\text{-}1} \times Trends_{it\text{-}1}+industry_j, year_t+\varepsilon_{it} \quad (2)$$

ここで，添え字の t は時間，i は企業，j は業種を表す。KAVG はインプライド資本コストの平均値，CCRI は気候変動リスク指標，BETA はベータ，SIZE は企業規模，BM は簿価時価比率，LEV は財務レバレッジ，BIAS はアナリスト予想バイアス，EPSSD はアナリス予想の標準偏差，Trends は気候変動への関心度，industry は産業ダミー，year は年ダミーである[26)]。

気候変動への関心度については，日本語で“猛暑”と“水不足”というキーワードで検索数を用いる。このデータを使った検証では，年度毎に集計した値を 100 で割った値を使用する[27)]。このように，炭素リスク指標・水リスク指標と気候変動リスクにかかわる関心度の交差項を使い，気候変動リスクへの関心度と企業の炭素リスク・水リスク指標が相互に影響し合いながら相乗効果としてインプライド資本コストに与える影響への分析を行う。

表１は，本検証で使用する各変数の定義である。コントロール変数は，ベータ（BETA：60 ケ月リターンから計算），規模（SIZE：総資産の対数），株式簿価時価比率（BM: 純資産簿価÷株式時価総額），財務レバレッジ（LEV：有利子負債÷総資産），アナリスト予想バイアス（BIAS:（前年度 EPS の直前予想値 - 実績値）÷前期 BPS），アナリス予想の標準偏差（EPSSD: EPS 予想の標準偏差÷前期 BPS），産業ダミー，年ダミーを用いる。財務データについては日経 Financial QUEST，リターンデータは金融データソリューションズ，インプライド資本コストの算出で使った予測データと株価は Refinitiv 社の Datastream に収録されている IBES データから取得した。産業ダミーは，日経 Financial QUEST で取得可能な 33 業種分類を使用している。

なお，外れ値の影響を抑えるため，従属変数，企業属性に関するコントロール変数ともに上下１％でウィンソライズしている。推定では，市場が気候変動リスクの情報を織り込んだと考えられるタイミングを考慮して，ｔ年 3 月期のコントロール変数に対し，ｔ年 3 月期データを掲載している CSR 企業総覧データ（ｔ年発売），ｔ＋１年 1 月末の株価，利益予想データを使っている。これらは年度ベースで算出し，例えば，2007 年度の場合，2008 年 3 月の財務データ，2008 年 12 月発売の『CSR 企業総覧』（2009 年版：2008 年 7 月調査，2008 年 3 月期），2009 年 1 月末の株価ベースの資本コストを使用して算出した。なお，本分析では多くの企業の CSR 情報を掲載している『CSR 企業総覧』のデータが利用可能になる時期を考慮して，1 月末の株価ベースで資本コストを算出している。

表２は，2007 年度～ 2019 年度の 13 年間のパネルデータを使った分析で用いた各変数の記述統計をまとめたものである。平均値，中央値，および分位点をみると，排出量・投入量の強度（ghg_ems, energy_use, water_use, water_ems）と GHG 排出量（ln_ghg_ems）の分布は，右に裾を引いている一方で，水資源投入量（ln_ water_use）の分布は，左に裾を引いていた。

表３は，インプライド資本コストと気候変動リスク指標との相関行列を示している。各変数間の相関係数は，いずれも正の値になっている。中でも，2 つのインプライド資本コストの平均値（icc_avg2）と 4 つのインプライド資本コストの平均値（icc_avg4）の相関係数は 0.912 と強い正の相関を示す。気候変動リスク指標については，GHG 排出強度（ghg_ems）と総エネルギー投入強度（energy_

表１　変数の定義

変　数		定　義
従属変数		
icc_avg2		2つのインプライド資本コストモデル（GLS, MPEG）の平均値
icc_avg4		4つのインプライド資本コストモデル（GLS, CT, OJ, MPEG）の平均値
独立変数		
CCRI	ghg_ems	温室効果ガス排出強度，温室効果ガス排出量 / 売上高
	energy_use	総エネルギー投入強度，総エネルギー投入量 / 売上高
	water_use	水資源投入強度，水資源投入量 / 売上高
	water_ems	総排水強度，総排水量 / 売上高
	ln ghg_ems	温室効果ガス排出水準，温室効果ガス排出量の自然対数
	ln water_use	水資源投入水準，水資源投入量の自然対数
	sec_ghg_ems	温室効果ガス排出強度の業種平均値
	e_ghg_ems	温室効果ガス排出強度の業種平均で説明されない残差
	sec_energy_use	総エネルギー投入強度の業種平均値
	e_energy_use	総エネルギー投入強度の業種平均で説明されない残差
	sec_water_use	水資源投入強度の業種平均値
	e_water_use	水資源投入強度の業種平均で説明されない残差
	sec_water_ems	総排水強度の業種平均値
	e_water_ems	総排水強度の業種平均で説明されない残差
BETA		ベータ（60ケ月のリターンから計算）
SIZE		企業規模（総資産の対数）
BM		簿価時価比率＝純資産簿価÷株式時価総額
LEV		財務レバレッジ＝有利子負債÷総資産
BIAS		アナリスト予想バイアス＝（前年度EPSの直前予想値－実績値）÷前期BPS
EPSSD		アナリスト予想の標準偏差＝EPS予想の標準偏差÷前期BPS
industry		産業ダミー（33業種分類）
year		年ダミー
交差項		
各気候変動リスク指標×猛暑		各気候変動リスク指標とGoogleTrendsで“猛暑”というキーワードで検索した検索数（前年2月からの12ケ月平均値）との交差項
各気候変動リスク指標×水不足		各気候変動リスク指標とGoogleTrendsで“水不足”というキーワードで検索した検索数（前年2月からの12ケ月平均値）との交差項

表２　記述統計量

	N	Mean	SD	Min	p25	Median	p75	Max
icc avg2	2714	9.351	2.898	4.073	7.248	8.931	10.983	19.050
icc avg4	1881	9.158	2.645	4.223	7.257	8.849	10.684	17.200
ghg ems	2714	1.357	3.650	0.001	0.104	0.235	0.654	22.690
energy use	2458	0.018	0.040	0.000	0.002	0.005	0.012	0.269
water use	2495	0.024	0.068	0.000	0.001	0.003	0.011	0.455
water ems	2231	0.024	0.069	0.000	0.001	0.002	0.009	0.420
ln water use	2486	7.363	2.578	−0.538	5.784	7.502	9.120	13.332
ln ghg ems	2712	11.904	2.162	6.265	10.436	11.881	13.200	17.615
BETA	2714	0.996	0.403	0.060	0.710	1.005	1.280	1.950
SIZE	2714	13.344	1.206	9.592	12.432	13.233	14.257	15.798
BM	2714	0.891	0.468	0.114	0.564	0.816	1.101	3.937
LEV	2714	0.196	0.146	0.000	0.072	0.181	0.290	0.680
BIAS	2487	1.221	2.614	−4.365	−0.097	0.726	1.824	16.223
EPSSD	2591	0.673	0.562	0.012	0.326	0.532	0.828	5.370
Trends	2714	0.078	0.036	0.013	0.051	0.073	0.093	0.154

各変数の定義は，表1参照。
従属変数，企業属性に関するコントロール変数ともに上下1％でウィンソライズしている。

表３　相関係数（インプライド資本コストと気候変動リスク指標）

Variables	icc_avg2	icc_avg4	ghg_ems	energy_use	water_use	water_ems	ln_water_use	ln_ghg_ems
icc_avg2	1							
icc_avg4	0.912	1						
ghg_ems	0.242	0.218	1					
energy_use	0.250	0.224	0.895	1				
water_use	0.197	0.200	0.302	0.317	1			
water_ems	0.220	0.232	0.314	0.328	0.866	1		
ln_water_use	0.192	0.221	0.261	0.288	0.563	0.517	1	
ln_ghg_ems	0.308	0.326	0.596	0.577	0.401	0.397	0.736	1

各変数の定義は，表１参照。

use）の相関係数 0.895，水資源投入強度（water_use）と総排水強度（water_ems）の相関係数 0.866 において強い正の相関がみられる。また，水資源投入量（ln_ water_use）と GHG 排出量（ln_ghg_ems）の相関係数も 0.736 と強い正の相関にあった。

4　検証結果

4.1　２つの資本コスト平均の気候変動リスクによる影響

表４は，2007 年度～ 2019 年度の 13 年間のパネルデータを使い，企業の炭素排出と水資源に関する気候変動リスク指標を用いて，２つのインプライド資本コストの平均値（icc_avg2：GLS（2001）モデルと Easton（2004）の修正 PEG レシオから導いたインプライド資本コストの平均値）に与える影響について回帰分析を行った結果をまとめたものである。まずコントロール変数に関する結果をみると，BETA の係数は予想通りプラスで，統計的に有意である。これは高い BETA の推定値をもつ企業ほど利益変動が高く，ビジネスリスクが大きい傾向を示唆する。SIZE の係数はマイナスで，統計的に有意であり，企業規模が大きいほどリスクプレミアムを低下させる傾向にあった。BM は，統計的に有意に係数がプラスで，株式簿価時価比率が高い企業ほどリスクプレミアムが高い傾向になっていた。LEV の係数はプラスで，統計的に有意であり，MM 理論から示唆されるように財務レバレッジが株式資本コストを高める傾向が確認できる。以上のように，これらのリスクプレミアムに関するコントロール変数の符号については，よく当てはまっている。

次に，気候変動リスク指標をみると，GHG 排出強度（ghg_ems）の係数はプラスで，有意水準 1％で統計的に有意であった。また，総エネルギー投入強度（energy_use），水資源投入強度（water_use），総排水強度（water_ems）のパラメータのいずれにおいても係数はプラスとなり，有意水準 5％で統計的に有意であった。加えて，GHG 排出量（ln_ghg_ems）もプラスの係数で，有意水準 1％で統計的に有意にある。これらの結果は，GHG 排出・総エネルギー投入強度と水資源投入・総排水強度の高い企業，および炭素排出量の多い企業ほど，株式資本コストが高くなる可能性を示唆している。

4.2　２つの資本コスト平均の気候変動への関心による影響

表５は，気候変動リスク指標に気候変動への関心度（「猛暑」と「水不足」の検索数）を加えた交差項が２つのインプライド資本コストモデルの平均値（icc_avg2）に与える影響について回帰分析を行っ

表４　気候変動リスク指標と2つのインプライド資本コスト平均（交差項なし）

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	icc_avg2	icc_avg2	icc_avg2	icc_avg2	icc_avg2	icc_avg2
ghg_ems	0.053***					
	(2.59)					
energy_use		4.425**				
		(2.45)				
water_use			3.240**			
			(2.39)			
water_ems				3.090**		
				(2.56)		
ln_ghg_ems					0.171***	
					(3.82)	
ln_water_use						0.041
						(1.18)
BETA	1.077***	1.057***	1.145***	1.231***	1.080***	1.170***
	(5.71)	(5.37)	(6.09)	(5.99)	(5.79)	(5.91)
SIZE	−0.107**	−0.109*	−0.119**	−0.140**	−0.288***	−0.146**
	(1.97)	(1.93)	(2.10)	(2.19)	(4.16)	(2.05)
BM	2.798***	2.747***	2.851***	2.738***	2.776***	2.874***
	(18.08)	(16.85)	(17.78)	(15.83)	(17.98)	(17.69)
LEV	3.359***	3.465***	3.315***	3.477***	3.184***	3.504***
	(5.78)	(5.54)	(5.83)	(5.90)	(5.65)	(6.13)
BIAS	0.137***	0.141***	0.146***	0.133***	0.134***	0.140***
	(7.37)	(6.96)	(7.44)	(6.67)	(7.33)	(7.16)
EPSSD	0.713***	0.720***	0.772***	0.766***	0.719***	0.759***
	(5.97)	(5.58)	(6.11)	(5.50)	(6.08)	(6.02)
Industry dummies	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Year dummies	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Adjusted R^2	0.50	0.50	0.51	0.50	0.50	0.51
N	2,411	2,206	2,229	2,000	2,409	2,221

各変数の定義は，表１参照。上段の数値が回帰係数，下段括弧内の数字は企業毎にクラスターされた標準誤差に基づくｔ値。
*，**，*** は，回帰係数がそれぞれ 10%，5%，1%有意であることを示す。

た結果である。まず，リスクプレミアムに関するコントロール変数の符号については，表４と同様に，よく当てはまっている。気候変動リスク指標についてみると，総エネルギー投入強度（energy_use）×猛暑の交差項は統計的に有意ではないものの，GHG 排出強度（ghg_ems）×猛暑といった交差項のパラメータは有意水準 5%でプラスになっている。この結果から，GHG 排出強度（ghg_ems）と猛暑への関心度は，相乗的にインプライド資本コスト（icc_avg2）に影響を与えているという傾向が分かる。更に，GHG 排出量（ln_ghg_ems）×猛暑といった交差項のパラメータも有意水準 10%でプラスであった。これらの結果から，GHG 排出強度と関心度ならびに GHG 排出量と関心度は，相乗的にインプライド資本コストに影響を与えている可能性がある。

4.3　頑健性テスト

ここまでの結果の頑健性を確かめるため，まず気候変動リスク指標に気候変動への関心度を加えた交差項が４つのインプライド資本コストの平均値（icc_avg4）に与える影響についての回帰分析を行う。次に，先行研究で指摘されている金融危機・福島原発事故・パリ協定による影響を視野に入れて検証する。この検証では，本研究で主な従属変数としている２つのインプライド資本コストの平均値

表５　気候変動リスク指標と2つのインプライド資本コスト平均（交差項あり）

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	icc_avg2	icc_avg2	icc_avg2	icc_avg2	icc_avg2	icc_avg2
ghg_ems	−0.014					
	(0.35)					
ghg_ems ×猛暑	0.877**					
	(2.43)					
energy_use		1.169				
		(0.32)				
energy_use ×猛暑		41.601				
		(0.98)				
water_use			4.221***			
			(2.79)			
water_use ×水不足			−8.892			
			(1.02)			
water_ems				3.916**		
				(2.42)		
water_ems ×水不足				−7.730		
				(0.64)		
ln_ghg_ems					0.094	
					(1.39)	
ln_ghg_ems ×猛暑					1.006*	
					(1.85)	
ln_water_use						0.035
						(0.77)
ln_water ×水不足						0.055
						(0.21)
BETA	1.054***	1.050***	1.144***	1.230***	1.069***	1.170***
	(5.57)	(5.34)	(6.08)	(5.98)	(5.71)	(5.90)
SIZE	−0.108**	−0.111*	−0.119**	−0.140**	−0.289***	−0.146**
	(1.99)	(1.95)	(2.10)	(2.19)	(4.17)	(2.05)
BM	2.790***	2.741***	2.852***	2.739***	2.769***	2.875***
	(18.13)	(16.80)	(17.80)	(15.84)	(17.96)	(17.69)
LEV	3.364***	3.473***	3.320***	3.487***	3.179***	3.503***
	(5.80)	(5.56)	(5.84)	(5.91)	(5.63)	(6.13)
BIAS	0.136***	0.141***	0.145***	0.132***	0.133***	0.140***
	(7.25)	(6.89)	(7.42)	(6.65)	(7.25)	(7.15)
EPSSD	0.714***	0.720***	0.771***	0.764***	0.723***	0.760***
	(6.02)	(5.60)	(6.11)	(5.49)	(6.07)	(6.03)
Industry dummies	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Year dummies	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Adjusted R^2	0.50	0.50	0.51	0.50	0.50	0.51
N	2,411	2,206	2,229	2,000	2,409	2,221

各変数の定義は，表１参照。上段の数値が回帰係数，下段括弧内の数字は企業毎にクラスターされた標準誤差に基づくｔ値。
*，**，*** は，回帰係数がそれぞれ 10%，5%，1%有意であることを示す。

（icc_avg2）を使用する。また，気候変動リスクのインプライド資本コスト（icc_avg2）への影響について，業種の違いを考慮した回帰分析を行う。最後に，内生性の問題に対処するため，操作変数を用いた２段階最小二乗法の推定を実施する。

4.3.1　４つの資本コスト平均の気候変動への関心による影響

表６は，気候変動リスク指標に気候変動への関心度（「猛暑」と「水不足」の検索数）を加えた交差項が４つのインプライド資本コストの平均値（icc_avg4）に与える影響について回帰分析を行った結果

である。CT モデル，OJ モデルに必要な長期予想データが取得できる企業が限られることから，サンプル数は表 5 に比べ大きく減少している。総エネルギー投入強度（energy_use）×猛暑の交差項は統計的に有意ではないものの，GHG 排出強度（ghg_ems）×猛暑の交差項は，有意水準 10％でプラスになっている。これらの結果は，2 つのインプライド資本コストの平均値（icc_avg2）に与える影響についての回帰分析の傾向とは若干異なっているものの，GHG 排出強度と猛暑への関心度については，依然として相乗的にインプライド資本コスト（icc_avg4）に影響を与えているという傾向になっていた。

表６　気候変動リスク指標と4つのインプライド資本コスト平均（交差項あり）

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	icc_avg4	icc_avg4	icc_avg4	icc_avg4	icc_avg4	icc_avg4
ghg_ems	−0.018					
	(0.47)					
ghg_ems ×猛暑	0.487*					
	(1.70)					
energy_use		1.013				
		(0.30)				
energy_use ×猛暑		5.186				
		(0.17)				
water_use			2.809**			
			(2.26)			
water_use ×水不足			−2.232			
			(2.26)			
water_ems				2.039*		
				(1.73)		
water_ems ×水不足				3.132		
				(0.33)		
ln_ghg_ems					0.194***	
					(2.70)	
ln_ghg_ems ×猛暑					0.303	
					(0.57)	
ln_water_use						0.046
						(1.00)
ln_water ×水不足						0.093
						(0.36)
BETA	1.271***	1.324***	1.338***	1.488***	1.200***	1.344***
	(5.90)	(5.84)	(6.34)	(6.58)	(5.79)	(6.13)
SIZE	−0.108*	−0.106	−0.102	−0.116*	−0.339***	−0.147*
	(1.75)	(1.65)	(1.62)	(1.75)	(4.09)	(1.82)
BM	2.168***	2.110***	2.229***	2.033***	2.106***	2.248***
	(11.88)	(10.75)	(12.01)	(9.67)	(11.85)	(12.09)
LEV	4.356***	4.407***	4.066***	4.234***	3.827***	4.148***
	(6.72)	(6.32)	(6.52)	(6.66)	(6.20)	(6.74)
BIAS	0.121***	0.135***	0.139***	0.130***	0.123***	0.134***
	(5.00)	(5.04)	(5.37)	(5.28)	(5.17)	(5.12)
EPSSD	0.789***	0.797***	0.874***	0.863***	0.801***	0.864***
	(5.97)	(6.30)	(7.58)	(7.01)	(6.19)	(7.43)
Industry dummies	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Year dummies	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Adjusted R^2	0.55	0.54	0.56	0.55	0.55	0.56
N	1,797	1,659	1,687	1,538	1,795	1,683

各変数の定義は，表 1 参照。上段の数値が回帰係数，下段括弧内の数字は企業毎にクラスターされた標準誤差に基づく t 値。
*，**，*** は，回帰係数がそれぞれ 10%，5%，1%有意であることを示す。

4.3.2　金融危機・福島原発事故・パリ協定効果

先行研究には，金融危機，福島原発事故，パリ協定といった出来事を機に，その後の気候変動リスクに伴うリスクプレミアムや投資家行動が変わるという視点もある。このうち，金融危機について，Lin et al.（2017）により，2008 年から 2009 年の金融危機下で，金融危機に直面すると，投資家は CSR の保険機能を重視し，CSR に優れた企業を一層評価することが示されている。また，2011 年の東日本震災時に起きた福島原発事故に注目した Bonetti et al.（2024）の検証においては，震災後，環境への取り組み情報を公開している企業は，公開していない企業に比べて低い資本コストにあった。パリ協定後の変化については，Bolton and Kacperczyk（2023）で，パリ協定以降に炭素排出量の水準に伴うカーボンプレミアムが厳格な気候変動対策にある国ほど高いことが示された。これらの先行研究を鑑みると，金融危機，福島原発事故，パリ協定といった出来事を機に，気候変動リスクのインプライド資本コストに与える影響が変わる可能性がある。そこで，本研究においても，各出来事の発生がインプライド資本コストに与える影響を考慮した検証を行う。

この金融危機・福島原発事故・パリ協定による影響を考慮した検証では，GHG 排出強度（ghg_ems）と 2007 年度･2008 年度に 1 となる金融危機ダミー変数の交差項（Fincrisis），GHG 排出強度（ghg_ems）と 2011 年度のみ 1 となる福島原発事故ダミー変数の交差項（Fukushima），GHG 排出強度（ghg_ems）と 2014 年度以降 1 となるパリ協定ダミー変数の交差項（Paris）を使い，それらがインプライド資本コストに与える影響への検証を行う。

表 7 は，金融危機・福島原発事故・パリ協定による影響を考慮した検証の結果である。GHG 排出強度（ghg_ems）と金融危機ダミー変数の交差項では，有意水準 10％でマイナスとなっていた。また，GHG 排出強度（ghg_ems）と福島原発事故ダミー変数の交差項ではマイナス，GHG 排出強度（ghg_ems）とパリ協定ダミー変数の交差項ではプラスの符号で，いずれも統計的に有意な結果は得られていない。これらの結果では，一致した傾向がみられず，金融危機・福島原発事故・パリ協定によって一律に GHG 排出量と資本コストとの関係性が変わるとは言い難い。表 5 の結果と併せて考えると，気候変動リスクが株式資本コストに及ぼす影響はこれらのイベントにより一律に高まるのではなく，気候変動リスクへの意識が高まる時期に高くなる可能性を示唆している。

4.3.3　業種効果と個別効果

業種効果に着目した Ilhan et al.（2021）は，企業の炭素強度が気候変動政策の不確実性にさらされているという市場の認識は，業種の違いによって変わることを明らかにしている。このことを鑑みて，本研究でも業種による影響を考慮した検証を行う。

そこで，本検証では，33 業種分類を使って，Ilhan et al.（2021）に倣い，業種平均値と業種平均で説明されない残差を定義し，気候変動リスク指標がインプライド資本コスト（icc_avg2）に及ぼす影響について，業種要因か固有要因のどちらに起因するかを探る。

表 8 は，業種による影響を考慮した検証を行った結果である。各気候変動リスク指標の業種平均値を使った GHG 排出強度業種平均（sec_ghg_ems），総エネルギー投入強度業種平均（sec_energy_use），水資源投入強度業種平均（sec_water_use），総排水強度業種平均（sec_water_ems）のパラメータはプラスであったものの，いずれも統計的に有意ではない。だが，GHG 排出強度の業種平均値で説明されない残差（e_ghg_ems）のパラメータについては，プラスの係数で，有意水準 10％で統計的に有意にあった。この検証結果をみると，GHG 排出強度のインプライド資本コストへの影響については，Ilhan et al.（2021）の傾向とは異なり，業種要因より固有要因が大きいことを示していた。業種

表７　金融危機・福島原発事故・パリ協定効果

	(1)	(2)	(3)
	icc_avg2	icc_avg2	icc_avg2
ghg_ems	0.064***		
	(3.09)		
ghg_ems ×金融危機	−0.075*		
	(1.84)		
ghg_ems		0.057***	
		(2.82)	
ghg_ems ×福島原発事故		−0.039	
		(1.60)	
ghg_ems			0.026
			(0.71)
ghg_ems ×パリ協定			0.052
			(1.18)
BETA	1.061***	1.068***	1.054***
	(5.60)	(5.64)	(5.52)
SIZE	−0.109**	−0.107**	−0.109**
	(1.99)	(1.97)	(2.00)
BM	2.781***	2.795***	2.775***
	(17.84)	(18.05)	(17.84)
LEV	3.353***	3.356***	3.363***
	(5.80)	(5.78)	(5.80)
BIAS	0.137***	0.137***	0.138***
	(7.41)	(7.37)	(7.49)
EPSSD	0.711***	0.710***	0.707***
	(5.98)	(5.96)	(5.96)
Industry dummies	Yes	Yes	Yes
Year dummies	Yes	Yes	Yes
Adjusted R^2	0.50	0.50	0.50
N	2,411	2,411	2,411

各変数の定義は、表１参照。上段の数値が回帰係数、下段括弧内の数字は企業毎にクラスターされた標準誤差に基づくｔ値。*、**、*** は、回帰係数がそれぞれ 10%、5%、1%有意であることを示す。

分類方法の違いによる影響もあろうが，本検証の結果は業種効果よりも個々の企業における温暖化対策への取り組みを市場は評価していることを示唆している。

4.3.4　内生性への対処：２段階最小二乗法（2SLS）

最後に，インプライド資本コストが気候変動リスク指標の原因になっているという逆の因果関係や欠落変数の問題に対処するための検証を行う。逆の因果関係についての問題は，インプライド資本コストの高い企業が気候変動リスクへの対応に積極的でない場合に生じると想定される。また，外部から判明しにくい企業の特性（経営者の志向，組織風土など）による欠落変数が気候変動リスク指標とインプライド資本コストの双方に影響を与えている可能性もある。そこで，内生性の問題に対処するため，GHG 排出強度（ghg_ems）に着目し，インプライド資本コスト（icc_avg2）に影響に与える影響についての２段階最小二乗法（2SLS）による推定を行う。この検証では，El Ghoul et al.（2018）を参考に，操作変数は，GHG 排出強度（ghg_ems）の最初に収録された年の値（f_ghg_ems），GHG 排出強度（ghg_ems）の最初に収録された年の値（f_ghg_ems）と猛暑への関心度の交差項に加えて，ROA（利益 / 総資産）の黒字フラグ（黒字＝ 1，黒字以外＝ 0）の変数（roa_flg）を用いる。操作変数の頑健性は，Sargan

表８　業種効果と個別効果

	(1)	(2)	(3)	(4)
	icc_avg2	icc_avg2	icc_avg2	icc_avg2
sec_ghg_ems	0.014			
	(0.55)			
e_ghg_ems	0.038*			
	(1.66)			
sec_energy_use		1.001		
		(0.42)		
e_energy_use		3.543		
		(1.57)		
sec_water_use			0.415	
			(0.26)	
e_water_use			2.045	
			(1.08)	
sec_water_ems				1.269
				(0.71)
e_water_ems				1.686
				(1.16)
BETA	1.186***	1.179***	1.194***	1.220***
	(6.89)	(6.55)	(7.11)	(6.93)
SIZE	−0.014	−0.017	−0.005	−0.009
	(0.24)	(0.27)	(0.09)	(0.14)
BM	2.983***	2.938***	3.028***	2.869***
	(17.53)	(16.58)	(17.40)	(16.20)
LEV	2.774***	2.799***	2.980***	3.097***
	(4.36)	(4.15)	(4.84)	(5.13)
BIAS	0.153***	0.156***	0.159***	0.149***
	(7.98)	(7.46)	(7.60)	(6.89)
EPSSD	0.838***	0.824***	0.877***	0.858***
	(6.46)	(5.92)	(6.37)	(5.92)
Year dummies	Yes	Yes	Yes	Yes
Adjusted R^2	0.46	0.46	0.47	0.46
N	2,411	2,206	2,229	2,000

各変数の定義は、表１参照。上段の数値が回帰係数、下段括弧内の数字は企業毎にクラスターされた標準誤差に基づくｔ値。*、**、*** は、回帰係数がそれぞれ 10%、5%、1%有意であることを示す。

の過剰識別検定を使用して確認する。

表９は，2SLS による推定結果である。Sargan の過剰識別検定では，我々の操作変数が残差に相関していないことを示す。表 9 の 3 列目に見られるように，GHG 排出強度（ghg_ems）と猛暑への関心度が相乗的にインプライド資本コスト（icc_avg2）に影響を与えているという傾向を引き続き確認することができている。

５　まとめ

本研究は，日本における企業の炭素排出と水資源に関する気候変動リスク指標を使って，気候変動リスクがインプライド資本コストに与える影響についての検証を行った。その結果，GHG 排出強度の高い企業ほど株式資本コストが高くなる傾向にあった。また，GoogleTrends 検索数を使った検証でも，GHG 排出強度と気候変動リスクへの関心度が相乗的に企業のインプライド資本コストに影響を与えていた。その一方，金融危機・福島原発事故・パリ協定による影響を考慮した検証の結果では一致した傾向はみられず，気候変動リスクと株式資本コストとの関係はこれらのイベントにより一律に

表９　内生性への対処：2段階最小二乗法（2SLS）

	(1) First stage ghg_ems	(2) First stage ghg_ems ×猛暑	(3) Second stage icc_avg2
f_ghg_ems	0.9330***	−0.0004	
	(50.710)	(−0.233)	
f_ghg_ems ×猛暑	−0.8210***	0.8600***	
	(−4.122)	(51.310)	
roa_flg	0.0243	−0.0007	
	(0.072)	(−0.025)	
ghg_ems			0.009
			(0.328)
ghg_ems ×猛暑			0.697**
			(2.204)
BETA	0.1680*	0.0127	1.069***
	(1.710)	(1.536)	(7.417)
SIZE	0.0192	0.0029	−0.095**
	(0.675)	(1.196)	(−2.270)
BM	0.2320***	0.0192***	2.737***
	(3.055)	(3.002)	(24.512)
LEV	1.3890***	0.1020***	3.320***
	(5.093)	(4.462)	(8.227)
BIAS	0.0090	0.0010	0.137***
	(0.743)	(0.948)	(7.906)
EPSSD	−0.0247	−0.0007	0.710***
	(−0.421)	(−0.140)	(8.281)
Industry dummies	Yes	Yes	Yes
Year dummies	Yes	Yes	Yes
Constant	−1.284**	−0.111**	3.154***
	(−2.085)	(−2.145)	(4.256)
Observations		2,303	2,303
F-stat for weak identification	2520.85	2943.66	
Sargan stat			0.259
Prob > Sargan			0.611

各変数の定義は，表１参照。上段の数値が回帰係数，下段括弧内の数字は企業毎にクラスターされた標準誤差に基づくｔ値。*，**，*** は，回帰係数がそれぞれ 10%，5%，1%有意であることを示す。

変わるのではなく，気候変動リスクへの関心度に依存することを示唆している。また，業種要因より固有要因が大きいことを示し，業種効果よりも個々の企業における温暖化対策への取り組みを市場は評価していた。更に，内生性の問題に対処した検証で GHG 排出強度と猛暑への関心度が相乗的にインプライド資本コストに影響を与えているという傾向を引き続き確認できた。すなわち，これらの結果は，GHG 排出強度の高い企業においてインプライド資本コストが高くなる可能性，および気候変動リスクへの意識が高まる時期にインプライド資本コストが高くなる可能性を示唆している。

以上の結果は，総じて，投資家が炭素排出に関わる気候変動リスクのエクスポージャーに対して高い報酬を要求するという先行研究の解釈に一致している。そのことから，投資家はインプット（総エネルギー投入など）よりもアウトプットに関する環境保全効果に相当する炭素削減の企業努力をインプライド資本コストに反映させていると考えられる。また，そうした傾向は，気候変動への関心が高まると顕著であった。すなわち，気候変動リスクへの意識が高まる時期には，気候変動リスクと資本コストとの関係が強まることで，気候変動リスクの高い企業の株式資本コストが高くなるという示唆をもつ。

低炭素経済への移行に伴う規制が強化されれば，先行研究で示唆されるように，企業の移行リスクは一層高まる。とりわけ，高炭素生産システムから低炭素生産システムへの移行は，炭素排出強度の高い企業や排出量の多い企業の移行リスクを高めることになる。この時，投資家が炭素リスクを株式評価で考慮していれば，それらをリスクプレミアムに織り込んで株式リターンを求めることになるだろう。また，その評価が炭素リスクに対する投資家の認識によって変化している場合，本研究でも示唆されたように，気候変動リスクへの関心が高い時期には，炭素プレミアムが高くなると考えられる。以上を踏まえ，今後，投資家タイプ別の気候変動リスクとインプライド資本コストとの関係についての分析，産業・セクター別に気候変動リスク指標（炭素変数，水変数など）の特性を捉えた分析が課題といえる。また，日本の実情に照らして引き続き企業経営や株式市場で水資源に関する気候変動リスクが考慮されているかの検証も必要であろう。

【補論】

論文の補論は，日本経営財務研究学会の公式ホームページに掲載している。

【付記】

本稿の草稿に対して，本誌編集委員長の阿萬弘行氏（関西学院大学）と匿名のレフェリーから有益なコメントを頂いた。日本経営財務研究学会第47回全国大会では白須洋子氏（青山学院大学），日本ファイナンス学会第22回年次大会では寺山恵氏（S&Pダウ・ジョーンズ・インデックス社），一橋大学国際カンファレンスではOmrane Guedhami氏（University of South Carolina）から貴重なご助言を頂きました。ここに記して感謝申し上げます。なお，本稿における誤りは筆者の責任です。

【注】

1） COP21までの国際交渉の経緯，COP21の結果，今後の対応については，環境省地球環境局国際地球温暖化対策室「COP21の成果と今後」（https://www.env.go.jp/earth/ondanka/cop21_paris/paris_conv-c.pdf），「パリ協定を踏まえたわが国のエネルギー・温暖化の対策・政策の方向性について」（https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-h170727.pdf）で詳しく紹介されている。

2） 参照：経済産業省　資源エネルギー庁「気候変動対策を科学的に！「IPCC」ってどんな組織？」（https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/ipcc.html）

3） IPCC（2014）の報告では，「人為起源の温室効果ガスの排出は，工業化以降増加しており，これは主に経済成長と人口増加からもたらされている。そして，今やその排出量は史上最高となった。このような排出によって，二酸化炭素，メタン，一酸化二窒素の大気中濃度は，少なくとも過去80万年間で前例のない水準にまで増加した。」としている。

4） 参照：環境省の砂漠化対策「砂漠化する地球－その現状と日本の役割- 砂漠化の原因」（https://www.env.go.jp/nature/shinrin/sabaku/index_1_3.html）

5） CDP（2022）では，日本企業は水リスクへの認識・管理・情報開示の水準が高いと報告している。

6） Ilhan et al.（2023）は様々なタイプの気候リスクのうち，物理的リスクに関する懸念が最も重要であるとしながら，物理的リスクは一般的に観察が困難で，正しく評価するには企業のエクスポージャーに関する正確な情報が必要である一方で，規制リスクは規制当局に依存する傾向にあるため，その情報は企業外の情報源から入手しやすいという。また，金融安定理事会（FSB）の報告書においても，物理的リスクの情報開示については，広範に評価するためデータの一貫性の不足や定量的データが非常に限られているなどの問題を指摘している。（参照：FSB（2021）“The Availability of Data with Which to Monitor and Assess Climate- Related Risks to Financial Stability”（PLEN202136 Climate data availability （fsb.org））

7） Bolton and Kacperczyk（2021）では，企業の炭素排出尺度として，1）排出量の総レベル，2）排出量の変化，3）排出強度（売上高合計当たりの炭素排出量）といった3つの尺度を用いている。その結果，カーボンプレミアムは

炭素排出量の水準および変化率には関係するが，排出量の強度には関係していなかった。サンプル数が増加することでカーボンプレミアムが生じる可能性にも言及している（543頁）。

8） Trinks et al.（2022）では，2008年から2016年までの50カ国の1,897社のデータを使ったCAPMによる分析から，炭素強度が株式資本コストにプラスの影響を与えていることや，その影響は，高排出セクター，EU諸国，およびカーボンプライシング規制の対象となる企業でより顕著であることを示している。

9） 参照：経済産業省エネルギー庁「第4次エネルギー基本計画（平成26年4月）」
（https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/140411.pdf）
経済産業省 資源エネルギー庁「日本のエネルギー　エネルギーの今を知る10質問」2頁
（https://www.enecho.meti.go.jp/about/pamphlet/pdf/energy_in_japan2022.pdf）
例えば，2021年度の化石燃料への依存度は83.2％（石炭25.4％，石油36.3%，天然ガス21.5%）となっている。

10） 参照：経済産業省 資源エネルギー庁「平成29年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書2018）PDF版」第1部エネルギーをめぐる状況と主な対策　第3章エネルギーをめぐる内外の情勢と課題変化
（https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2018pdf/whitepaper2018pdf_1_3.pdf）

11） 参照： Global Sustainable Investment Alliance “Investment Review 2020 ” p10
（https://www.riacanada.ca/research/global-sustainable-investment-review-2020/）

12） 日本企業を対象にパリ協定採択後の影響を分析した五島・八木（2022）は，Bolton and Kacperczyk（2021）（2023）に倣い，東京株式市場の上場企業を対象にＧＨＧ排出量と株式リターンの関係を分析した結果，排出強度と株式リターンとの間に負の関係があることを提示している。分析結果では，総じて排出強度のSCOPE1において負のプレミアムを観察。ただ，パリ協定採択後の影響をみる分析では，株式リターンとパリ協定採択後ダミー変数×GHG排出量の交差項との間には正の関係を示し，リスクプレミアムが変化している可能性を示唆した。また，用いるデータソースによって，異なる結論が導かれる可能性に言及している。

13） 伊藤（2021） では，企業の二酸化炭素排出量が定率成長型の配当割引モデルから逆算した要求収益率にどの程度影響を与えているかについてクロスセクション推定をしている。

14） Merton（1987）は，他の事情が同じならば（ceteris paribus），会社の投資家層（investor base）の相対的な規模の拡大は，会社の資本コストを低下させ，会社の市場価値を高めると論じている。

15） Hong and Kacperczyk（2009）は，sin企業では，より高い訴訟リスクに直面すると示唆している。

16） Kim et al.（2019） では，長期投資家は企業を監視する高いインセンティブをもち，経営者をより積極的なCSR活動に導くことや，長期投資家が長期的価値最大化を促進するアジェンダに取り組むよう経営者を説得できるという可能性に触れている。Flammer（2021）は，環境パフォーマンスと長期志向の機関投資家との関係に注目する。特に，Azar et al.（2021）は大規模な機関投資家（米国ビッグスリー）が企業に環境パフォーマンスの改善を促すのに効果的であるとしている。

17） 参照：Climate Action +100（https://www.climateaction100.org/）

18） 参照：PRI「アセットオーナー向け気候変動入門ガイド」（https://www.unpri.org/download?ac=11015）

19） 企業がESパフォーマンスを向上させる背景には，それを機関投資家が求めているためであるという見方もある（Dyck et al.，2019）。

20） Pedersen et al.（2021） によると，ESG情報を考慮しない投資家が多く，高ESGが将来の利益を向上させると予測される場合，高スコアのESG株は高い期待リターンをもたらす一方で，ESG情報を織り込む投資家が多くなり，ESGを選好する投資家が増える場合，高スコアESG株のリターンは低く，特に，ESGに意欲的（より高いESG志向）投資家においては，リターンを犠牲にしているという。

21） Acharya et al.（2022）は，資産価格に影響を与えるのはheat（温暖化）であった。

22） 本研究のサンプルは，『CSR企業総覧』や2007年度からのデータの中でより数多くのサンプルを得ることができる東証上場企業の3月決算の一般事業会社のうち，株式の資本コスト（GLSとEastonの平均），GHG排出量，主なコントロール変数（β，size，bm，lev）のデータが揃う企業を対象にしたアンバランスド・パネル・データである。このように主なデータが揃うサンプルで推計していることもあり，本サンプルは特定の業種に偏在している傾向にある。業種別に本サンプルの東証第一部全体に対する企業数シェアをみると，自動車・輸送機，電気・精密，医薬品，電気・ガス，運輸・物流，素材・化学といった業種に偏っている。また，これらの分析対象は大企業が多く，

ある程度業種の偏りがあるため，小型企業や排出量が比較的小さく，排出量データの利用可能な企業が少ない産業への一般化が難しいという本研究の限界に留意が必要である。

23)　参照：環境省（2005）『環境会計ガイドライン2005年版』（https://www.env.go.jp/policy/kaikei/guide2005/guide2005.pdf），環境保全効果（21～30頁）

24)　GHGプロトコルScope 1・2と環境省の基準（SHK制度（温対法に基づくGHG排出量の算定・報告・公表制度））を比較した場合，主な共通点として，対象とするGHGの種類，排出量の算定範囲（活動境界），各活動に伴う排出量の算定式，電力証書・熱証書の使用，バイオマス由来のCO_2排出量，以上の5点が挙げられる（但し，若干の相違がある）。（参照：環境省, 2022「GHGプロトコルと整合した算定への換算方法について（案）」（https://policies.env.go.jp/earth/ghg-santeikohyo/files/study/2022/stdy_20220912_4.pdf））

25)　本分析では，GHG排出量の減少は，気候リスクの対処方法にはダイベストメントよりエンゲージメントの方が適切という先行研究の示唆（Krüger et al., 2020； Shive and Forster, 2020）に沿い，GHG排出量の値が大きく変わったことはエンゲージメントによるものと解釈し，GHG排出量の値が大きく変わったサンプルも削除しないデータを使用して推計を行う。但し，GHG排出量の値がゼロとなった場合，サンプルから除外している。

26)　GHG排出量データはクロスセクショナルな分散の比率が大きく，時系列方向の分散には計測方法の変更が影響する可能性があることから，本検証では企業固定効果は含まず，業種固定効果と年ダミーを加えた推計を行っている。

27)　参照：検索後の数値データは標準化されていて，0～100のスケールで表示されるため，各ポイントは最高点または100で除算され，絶対的な検索数ではない。GoogleTrendsのデータについては，「Googleトレンド：データを理解する」（https://newsinitiative.withgoogle.com/ja-jp/resources/lessons/google-trends-understanding-the-data/）で詳細を知ることができる。本分析では，前年2月からの検索数の12ケ月平均を使用する。

【引用文献】

Acharya, V. V., T. Johnson, S. Sundaresan and T. Tomunen, 2022, Is Physical Climate Risk Priced? Evidence from Regional Variation in Exposure to Heat Stress, National Bureau of Economic Research Working Paper No. 30445, 1-45.

Aswani, J., A. Raghunandan and S. Rajgopal, 2024, Are carbon emissions associated with stock returns?, Review of Finance 28（1）, 75–106.

Azar, J., M. Duro, I. Kadach and G. Ormazabal, 2021, The Big Three and corporate carbon emissions around the world, Journal of Financial Economics 142（2）, 674-696.

Bénabou, R. and J. Tirole, 2010, Individual and Corporate Social Responsibility, Economica 77（305）, 1-19.

Berkman, H., J. Jona, J. Lodge and J. Shemesh, 2024, The value impact of climate and non-climate environmental shareholder proposals, Journal of Corporate Finance 89, 102653.

Bolton, P. and M. Kacperczyk, 2021, Do investors care about carbon risk?, Journal of Financial Economics 142（2）, 517-549.

Bolton, P. and M. Kacperczyk, 2023, Global pricing of carbon-transition risk, The Journal of Finance 78（6）, 3677-3754.

Bonetti, P., C. H. Cho and G. Michelon, 2024, Environmental Disclosure and the Cost of Capital: Evidence from the Fukushima Nuclear Disaster, European Accounting Review 33（5）, 1693-1721.

Breuer, W., T. Müller, D. Rosenbach and A. Salzmann, 2018, Corporate social responsibility, investor protection, and cost of equity: A cross-country comparison, Journal of Banking & Finance 96, 34-55.

Bui, B., O. Moses and M. N. Houqe, 2020, Carbon disclosure, emission intensity and cost of equity capital: Multi-country evidence, Accounting & Finance 60（1）, 47-71.

Chava, S., 2014, Environmental Externalities and Cost of Capital, Management Science 60（9）, 2223-2247.

Chen, T., H. Dong and C. Lin, 2020, Institutional shareholders and corporate social responsibility, Journal of Financial Economics 135（2）, 483-504.

Cohen, S., I. Kadach and G. Ormazabal, 2023, Institutional investors, climate disclosure, and carbon emissions, Journal of Accounting and Economics 76（2-3）, 101640.

Choi, D., Z. Gao and W. Jiang, 2020, Attention to global warming, The Review of Financial Studies 33（3）, 1112-1145.

Choi, D., Z. Gao, W. Jiang and H. Zhang, 2023, Carbon stock devaluation, SSRN Working Paper No. 3589952.

Claus, J. and J. Thomas, 2001, Equity Premia as Low as Three Percent? Evidence from Analysts' Earnings Forecasts for Domestic and International Stock Markets, The Journal of Finance 56（5）, 1629-1666.

Derwall, J., K. Koedijk and J. T. Horst, 2011, A tale of values-driven and profit-seeking social investors, Journal of Banking & Finance 35, 2137-2147.

Dimson, E., O. Karakaş and X. Li, 2015, Active Ownership, The Review of Financial Studies 28（12）, 3225-3268.

Dyck, A., K. V. Lins, L. Roth and H. F. Wagner, 2019, Do institutional investors drive corporate social responsibility? International evidence, Journal of Financial Economics 131（3）, 693-714.

Easton, P. D., 2004, PE Ratios, PEG Ratios, and Estimating the Implied Expected Rate of Return on Equity Capital, The Accounting Review 79（1）, 73-95.

El Ghoul, S., O. Guedhami, C. C. Y. Kwok and D. R. Mishra, 2011, Does Corporate Social Responsibility Affect the Cost of Capital?, Journal of Banking & Finance 35（9）, 2388-2406.

El Ghoul, S., O. Guedhami, H. Kim and K. Park, 2018, Corporate Environmental Responsibility and the Cost of Capital: International Evidence, Journal of Business Ethics 149（2）, 335-361.

Flammer, C., 2021, Corporate green bonds, Journal of Financial Economics 142（2）, 499-516.

Gebhardt, W. R., C. M. C. Lee and B. Swaminathan, 2001, Toward an Implied Cost of Capital, Journal of Accounting Research 39（1）, 135-176.

Gupta, K., 2018, Environmental Sustainability and Implied Cost of Equity: International Evidence, Journal of Business Ethics 147（2）, 343-365.

Heinkel, R., A. Kraus and J. Zechner, 2001, The Effect of Green Investment on Corporate Behavior, Journal of Financial and Quantitative Analysis 36（4）, 431-449.

Hong, H. and M. Kacperczyk, 2009, The price of sin: The effects of social norms on markets, Journal of Financial Economics 93（1）, 15-36.

Huynh, T. D., T. H. Nguyen and C. Truong, 2020, Climate risk: The price of drought, Journal of Corporate Finance 65, 101750.

Ilhan, E., Z. Sautner and G. Vilkov, 2021, Carbon tail risk, The Review of Financial Studies 34（3）, 1540-1571.

Ilhan, E., P. Krüger, Z. Sautner and L. T. Starks, 2023, Climate Risk Disclosure and Institutional Investors, The Review of Financial Studies 36（7）, 2617-2650.

Kim, H. D., T. Kim, Y. Kim and K. Park, 2019, Do long-term institutional investors promote corporate social responsibility activities?, Journal of Banking & Finance 101, 256-269.

Kim, Y. B., H. T. An and J. D. Kim, 2015, The effect of carbon risk on the cost of equity capital, Journal of Cleaner Production 93, 279-287.

Krüger, P., Z. Sautner and L. T. Starks, 2020, The importance of climate risks for institutional investors, The Review of Financial Studies 33（3）, 1067-1111.

Lins, K. V., H. Servaes and A. Tamayo, 2017, Social Capital, Trust, and Firm Performance: The Value of Corporate Social Responsibility during the Financial Crisis, The Journal of Finance 72（4）, 1785-1824.

Merton, R. C., 1987, A Simple Model of Capital Market Equilibrium with Incomplete Information, The Journal of Finance 42（3）, 483-510.

Ohlson, J. A. and B. E. Juettner-Nauroth, 2005, Expected EPS and EPS Growth as Determinants of Value, Review of Accounting Studies 10（2-3）, 349-365.

Oikonomou, I., C. Yin and L. Zhao, 2019, Investment horizon and corporate social performance: The virtuous circle of long-term institutional ownership and responsible firm conduct, The European Journal of Finance 26（1）, 14-40.

Pástor, L., R. F. Stambaugh and L. A. Taylor, 2021, Sustainable investing in equilibrium, Journal of Financial Economics 142（2）, 550-571.

Pástor, L., R. F. Stambaugh and L. A. Taylor, 2022, Dissecting green returns, Journal of Financial Economics 146（2）, 403-424.

Pedersen, L. H., S. Fitzgibbons and L. Pomorski, 2021, Responsible investing: The ESG-efficient frontier, Journal of Financial Economics 142（2）, 572-597.

Sharfman, M. P. and C. S. Fernando, 2008, Environmental risk management and the cost of capital, Strategic Management Journal

29（6）, 569-592.
Shive, S. A. and M. M. Forster, 2020, Corporate governance and pollution externalities of public and private firms, The Review of Financial Studies 33（3）, 1296-1330.
Starks, L. T., 2009, EFA Keynote Speech: Corporate Governance and Corporate Social Responsibility: What Do Investors Care About? What Should Investors Care About?, The Financial Review 44（4）, 461-468.
Stroebel, J. and J. Wurgler, 2021, What do you think about climate finance?, Journal of Financial Economics 142（2）, 487-498.
Trinks, A., G. Ibikunle, M. Mulder and B. Scholtens, 2022, Carbon Intensity and the Cost of Equity Capital, The Energy Journal 43（2）, 181-214.
伊藤敬介, 2021,「脱炭素時代の株式投資」,『証券アナリストジャーナル』第59巻第5号，49-53頁。
伊藤敬介, 2023,「グリーン企業のリターンが高いのはいつか」,『証券アナリストジャーナル』第61巻第3号，46-52頁。
五島圭一・八木厚樹，2022,「東京株式市場におけるカーボンプレミアム」,『証券アナリストジャーナル』第60巻第8号，67-80頁。
カーボン・ディスクロージャー・プロダクト（CDP），2022,『CDP 水セキュリティレポート2022』，CDP（https://cdn.cdp.net/cdp-production/comfy/cms/files/files/000/007/629/original/CDP_Water_Japan_2022_JP-CDP-JPN-0222.pdf）。
気候変動に関する政府間パネル（IPCC）, 2014, Climate Change 2014: Synthesis Report （Glossary of the Summary for Policymakers）（文部科学省・経済産業省・気象庁・環境省訳，『気候変動2014 第５次評価報告書 統合報告書 政策決定者向け要約』，環境省，2014）（https://www.env.go.jp/earth/ipcc/5th/pdf/ar5_syr_spmj.pdf）。
気候変動に関する政府間パネル（IPCC），2022, Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability （Summary for Policymakers）（環境省暫定訳，『第６次評価報告書―第２作業部会の報告「気候変動―影響・適応・脆弱性」政策決定者向け要約』，環境省，2023）（https://www.env.go.jp/content/000138044.pdf）。

（この論文は，投稿原稿を匿名レフェリーによる審査を経て採用したものです。）