

気候関連財務情報開示タスクフォースへの取り組みが 株式市場に及ぼす影響

足立 光生

概要

急激な気候変動が社会に大きな影響を与える現在、企業にも気候変動への対応の一つとして、リスクと機会に関する積極的な情報開示が求められている。こうした企業の情報開示にとって、TCFD（Task Force on Climate-related Financial Disclosures、気候関連財務情報開示タスクフォース）最終提言の影響は大きい。また、企業が当提言の趣旨に沿って、的確な情報開示に取り組むためには、政府をはじめ各種機関による支援体制も必要とされよう。さらに、的確な支援体制のもとで、企業が移行リスク（Transition Risks）と物理的リスク（Physical Risks）に積極的に取り組むことが、該当企業の株式市場における市場リスク低減につながることも想定される。そこで本稿では2つの事例を対象として、株式市場における変動をHL比率（High Low Ratio）から推測することで、企業のTCFD最終提言に沿った情報開示への取り組みとそのリスク低減効果について検証する。最初に、環境省主催のTCFDに関する支援事業の事例を取り上げ、参加が決定した企業の株式市場を対象として予備的な検証を行う。次に、国土交通省による不動産分野におけるガイダンスの公表事例を対象として、TCFD最終提言に沿った情報開示への取り組みが不動産分野の企業の株式市場に及ぼす影響を検証する。具体的にはこのような取り組みがHL比率のレジーム

転換を誘引した可能性について、マルコフ・スイッチング・モデルの事後確率を抽出して検証を試みた。検証の結果としては、企業のTCFD最終提言に沿った情報開示への積極的な取り組み姿勢が市場リスク低減効果につながる可能性を示唆するものとなった。

はじめに¹

2015年の国連サミットにおけるSDGs（Sustainable Development Goals、持続可能な開発目標）採択以降、企業はサステナブル経営とりわけESG（Environment, Social, Governance）経営への対応を迫られてきた。企業のESG経営の取り組みといっても、投資機関から提示されるESG項目に追従することだけでは不十分であり、自社のビジネスモデルの特徴を認識したうえでPorter & Kramer（2011）等が提示したCSV（Creating Shared Value）を積極的に追求していく必要がある。

さらに近年、気候変動（climate change）が経済社会に与える影響が以前よりも増して深刻化している。そうしたなか、ESGのなかでもとりわけE（環境）に関する項目への注目度が増している。従来、企業はその活動が環境に及ぼす影響を考慮しながら、サステナブル経営を追求してきた。ただし、日々深刻化する気候変動によって、企業にとってその影響を強く認識す

¹ 本研究について、日本学術振興会・科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金・基盤研究（C）、課題番号20K01896「持続可能な社会を真に実現するESG経営—新たな評価フレームワークの構築と提言—」）の助成を受けた。また、本稿における統計的検証ならびにそれに伴う図表作成に用いたデータに関してはすべて株式会社QUICKから提供いただいたものであり、この場を借りて深く感謝申し上げます。本件データに関して、一切の権利はQUICKおよび情報の提供元にあり、第三者の利用ならびにデータの改変・複製等は一切禁じられている。また、本稿において万が一何らかの間違いがある場合は筆者の責任である。

る必要がさらに高まっている。たとえば気候変動によって、ビジネス遂行上企業の抱える各種資産が座礁資産（stranded assets）化することで企業価値低下につながる事が考えられる。また、その場合には、該当企業が発行する証券についても同様に座礁資産化する可能性が高い。

このような状況において、企業にとって投資情報としての的確な情報開示が求められている。企業は情報開示について、これまでもサステナビリティ報告書の作成を通じて取り組んできた。たとえば SASB（Sustainability Accounting Standards Board、サステナブル会計基準審議会）による SASB スタンダードや、GRI（Global Reporting Initiative）による GRI スタンダード²等がそうした報告書作成に寄与してきた。また、ESG における企業の情報開示に関してはたとえば英国の NGO である CDP（前身は Carbon Disclosure Project）の活動にも注目する必要がある。CDP は大企業に情報開示を求めて質問状を送り、その回答を評価して結果を公開する等の役割を果たしてきた³。

そうしたなか、本稿が着目するのは、気候関連財務情報開示タスクフォース（Task Force on Climate-related Financial Disclosures、以下 TCFD）である。TCFD が 2017 年 6 月に公表した最終報告書では、気候関連財務情報を開示するにあたって、気候変動関連のリスクを移行リスク（Transition Risks）と物理的リスク（Physical Risks）に分類⁴したうえで、企業に対して Governance（ガバナンス）、Strategy（戦略）、Risk Management（リスク管理）、Metrics and Targets（指標と目標）の開示を求める（URL1）。ただし、移行リスクと物理的リスクは企業にとって弊害ということだけではない。とりわけ移行リスクにおいては（新たなビジネスモデルを生み出す等の）機会でもあるという TCFD 最終提言の意図に十分留意する必要がある。

さらに気候関連財務情報を開示する過程において、TCFD 最終提言が企業に要求するものも多い。その一例として、シナリオ分析（scenario

analysis）が挙げられる。あくまでも TCFD 最終提言がシナリオ分析に求めているのは、分析を通じて得た知見を今後の企業運営に活かすことであり、正確な未来予測を求めているわけではない。また、こうした提言以前にも同様の分析に取り組んでいる業界もある。たとえば金融機関においては、2008 年のリーマンショックをきっかけとして、様々な状況に応じたストレステスト等が要求された経緯もある。すなわち多くの企業にとって、シナリオ分析を講じること自体が難しいというわけではない。

ただし、従来のサステナビリティ報告書の作成においても（たとえば SASB スタンダードや GRI スタンダードから）シナリオ分析が要求されたわけではなく、定性分析においても定量分析においても、TCFD 最終提言の要求水準に戸惑う企業が多いのも事実であろう。そこで、企業にとって TCFD 最終提言の意向を汲み、的確なディスクロージャーにつなげるためには、政府ならびにその関連機関からの十分なサポート体制も必要とされる。企業は、政府等から適切なガイダンス等を受けることによって、認識不足や独善を避けることが可能になり、TCFD 最終提言に沿った的確な情報開示を可能とすることが予想される。

ところで、このような TCFD 最終提言の意向を汲もうとする企業の取り組みは、企業の外部からどのように評価されるのであろうか。そもそも TCFD 最終提言の出発点は、企業が脱炭素社会に向けて、移行リスクと物理的リスクを認識することにあった。TCFD 最終提言に沿った情報開示への取り組みによって移行リスクと物理的リスクを低減していくことについては、実際のところ長期にわたって検証する必要があるものの、より短期間にその効果を判別できる評価フレームワークも必要と考える。本稿では、TCFD 最終提言に沿った情報開示に取り組む企業あるいは業界のリスク低減効果を、株式市場から直接観測できるリスク指標に置き換えて検証を試みる。

² 2016 年に現行の GRI スタンダードがスタートした。

³ 気候変動の視点から資産運用機関への評価の取り組みを行う他の NGO として、AODP（Asset Owner Disclosure Project）が挙げられる。

⁴ 移行リスクは、政策と法規制上のリスク（Policy and Legal Risks）、技術リスク（Technology Risk）、市場リスク（Market Risk）、評判リスク（Reputation Risk）に分類できる。一方、物理的リスクには急性的リスク（Acute Risk）と慢性的リスク（Chronic Risk）に分類できる（URL1）。

本稿の構成は以下のとおりである。第1節では、近年の気候変動について触れるとともにTCFD最終提言と国内機関の対応状況に触れる。第2節では、省庁によるTCFD最終提言に沿った情報開示への取り組み支援の事例として、環境省主催の気候リスク・機会のシナリオ分析支援事業への参加企業決定に関する事例を扱う。そして、支援事業へ参加が決定した企業の株式市場に着目し、該当企業にまつわるリスク低減について株式市場の変動幅減少から検証を試みる。第3節では、そうしたリスク低減効果の検証についてより長期的な視点から検証するための事例選択とリサーチ・デザインについて論じる。それをふまえて第4節では、明確な転換点を指定せずに構造変化を表現するマルコフ・スイッチング・モデルを用いて、その事後確率を抽出し、市場のレジーム(Regime)転換に着目した検証を行う。

1. 気候関連財務情報開示タスクフォースへの対応

1.1 気候変動リスクとTCFD

1990年台後半にアジア通貨危機等の深刻な金融危機が発生したことを受けて、1999年2月のG7でFSF(Financial Stability Forum、金融安定化フォーラム)が発足した。さらに、FSFは2008年のリーマンショック等をふまえ、2009年にFSB(Financial Stability Board、金融安定理事会)へと進化する。FSBのメンバーが主要中央銀行や監督当局だけでなく、各国の財務省、IMF、BIS、OECD、世界銀行、あるいは主要な基準策定主体者から構成されていることから、アジア通貨危機やリーマンショック等といった金融危機への事後的対処がいかにか大変であり、そのためにも有事の事態に早急に対処することが金融システムの維持に必要であったかがわかる。現代においても金融・資本市場

で有事の事態が発生する可能性は当然否定できないものの、2015年にFSB傘下で設立されたTCFDは、これまでとは性質の異なる課題を提示している。それが気候変動とそれに伴うリスクである。

気候変動については以下の3点に留意する必要がある。第1に、気候変動は、これまでの有事の事態ではとらえきれなかったリスクを顕現させる可能性がある。第2に、気候変動に関して金融・資本市場で大きな危機が生じる場合には、事後的に対応しようとしてももはや制御不能である。第3に、上述したようにTCFD最終提言のメッセージは、気候変動をリスクとしてだけでなく、新しい機会としてもとらえる。

このように気候変動は、これまでの金融危機に関する経験則で対処できないことは疑いの余地がない。

1.2 気候変動と社会的対応

気候変動の分析に際して、何よりも基礎となるのがIPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change、気候変動に関する政府間パネル)⁵の気候変動シナリオである。

2013年に発表されたIPCCの第5次評価報告書では気候変動に関してRCP(Representative Concentration Pathways: 代表的濃度経路)シナリオが示されている。シナリオには、地球温暖化を誘引する放射強制力別に、RCP2.6シナリオ、RCP4.5シナリオ、RCP6.0シナリオ、RCP8.5シナリオの4つがある。そして、IPCCの第5次評価報告書によれば、気温の基本上昇は21世紀末にRCP2.6シナリオでは0.3~1.7℃、RCP4.5シナリオでは1.1~2.6℃、RCP6.0シナリオでは1.4~3.1℃、RCP8.5シナリオでは2.6~4.8℃の範囲に入る可能性が高いとしている。さらにまた、平均気温の上昇とともに、世界規模で水河の体積等が減少し、海面が上昇する可能性についても分析が行われている⁶(URL2)。

⁵ 1988年にUNEP(United Nations Environment Programme、国連環境計画)とWMO(World Meteorological Organization、世界気象機関)によって設立された機関。2007年に第4次評価報告書を発表し、ノーベル平和賞を受賞した。

⁶ ちなみに次のIPCC第6次評価報告書は2022年に公表予定であるが、自然科学分野における作業部会(IPCC Working Group I)からの報告等が2021年夏に公表されている。当報告によれば、温室効果ガスの排出が温暖化の原因であり、今後20年間の前例のない気温上昇が予測されている(URL3)。

このような気候変動については深刻かつ差し迫った危機であり、社会全体での対応が必要とされる。たとえば、わが国におけるプログラムとして、2015年12月から文部科学省は「気候変動適応技術社会実装プログラム」(Social Implementation Program on Climate Change Adaptation Technology, SI-CAT)を実施し、気候変動への適応策を社会実装するフレームワーク構築を推進した(2019年に終了)。ここにも様々な領域で重要な研究成果もでており(たとえばMasutomi et al. (2019)等)、こうした成果に関してさらなる社会還元が望まれる。

1.3 国内のTCFD支援体制

TCFD最終提言に沿った情報開示への支援体制は国内においても整備されつつある。このような支援体制については各省庁の施策と併せてTCFDコンソーシアム⁷の活動にも注目すべきである。TCFDコンソーシアムは2019年5月、伊藤レポートでも知られる伊藤邦雄氏を中心とする5人の発起人によって設立された。TCFDコンソーシアムは、2020年7月に「気候関連財務情報開示に関するガイダンス2.0(TCFDガイダンス2.0)」を公表するとともに、10月には「TCFDサミット2020」を開催し、企業の気候関連財務情報開示への対応の後押しをしている。

また、取引所や中央銀行がTCFD最終提言に沿った情報開示を促進する場合も考えられる。たとえば2021年6月11日に東京証券取引所は、コーポレートガバナンス・コードの改訂に係る有価証券上場規程の一部改正を行った。改定に関しては取締役会の機能発揮、企業の中核人材における多様性の確保とともに、サステナビリティを巡る課題への取り組みがその趣旨であった。そこでは、上場企業に対するTCFDと同様の取り組みに基づく情報開示が提示された⁸(URL4)。このようなコーポレートガバナンス・コードの改訂は、今後上場予定の企業に

においても大きな影響力を与えられられる。

さらに、日本銀行に関してもTCFDを重視している。たとえば、2021年7月16日の日本銀行総裁記者会見によれば、気候変動関連開示の内容については、(今後金融機関との対話を通じて更に検討していくものの)TCFD最終提言に基づく開示が最も有力な候補という見解を示している(URL5)。

2. 予備的検証

企業のTCFD最終提言に沿った情報開示への取り組みは実際にどのような効果を生むのだろうか。最初に、次節以降の予備的検証として、企業へのTCFD対応支援に関する最近の事例について紹介し、視覚的な検証を行う。

2.1 事例の選択

2021年7月20日、環境省は「令和3年度TCFDに沿った気候リスク・機会のシナリオ分析支援事業参加企業決定について」を発表した。環境省が2021年6月17日から7月13日まで「TCFDに沿った気候リスク・機会のシナリオ分析支援事業」の参加企業を募集したところ、事業への参加に関して42件の応募があり、選考の結果、7社⁹が支援事業の参加企業として決定し、翌日の21日にはMicrosoft Teamsで合同説明会(TCFDに沿った気候リスク・機会のシナリオ分析に関する内容)が行われたことが報じられている(URL6)。これらの企業が合同説明会を契機に、TCFD最終提言に沿った情報開示への取り組みをさらに加速していくことが予想される。

一般的に、TCFD最終提言に沿った情報開示に取り組む企業は、移行リスクと物理的リスクを強く認識して情報開示に取り組むことになる。このような取り組みが及ぼす企業価値への影響は、そもそも長期にわたって検証する必要

⁷ TCFDコンソーシアムには経済産業省・金融庁・環境省がオブザーバーとして参加している。

⁸ コーポレートガバナンス・コードの「原則3-1 情報開示の充実」の補充原則において、「プライム市場上場会社は(略)TCFDまたはそれと同等の枠組みに基づく開示の質と量の充実を進めるべき」としている(URL4)。

⁹ SCSK株式会社(証券コード9719)、グンゼ株式会社(証券コード3002)、西日本鉄道株式会社(証券コード9031)、日本製紙グループ(証券コード3863)、富士石油株式会社(証券コード5017)、マルハニチロ株式会社(証券コード1333)、株式会社UACJ(証券コード5741)の7社となる。

がある。ただし、ここでは該当企業が企業リスクを減少させる可能性について短期のデータを用いて検証を行う。具体的には、該当企業の株式市場に着目し、投資家の市場リスク低減効果について簡単な検証を行うものとする。

2.2 HL 比率の比較

TCFD 支援事業への参加において、該当企業の市場リスクはどのように変化したのだろうか。市場リスクの検証については、かりに個別株オプションが発行されていれば、そのインプライドボラティリティ (Implied Volatility) を求めることで把握できよう。ただし、たとえ該当企業の個別株オプションが取引されていたとしても、オプション取引の流動性等を鑑みれば、的確なデータを入手することは一般的に難しい。

そこで、インプライドボラティリティの替わりとなる簡易なアプローチとして、本稿では HL 比率 (High Low Ratio) に着目する。HL 比率とは、四本値の高値から安値の差をとり、終値で割ったものである。たとえば日足の四本値から得られた HL 比率を確認することで、日中の変動を直感的に理解することが可能である¹⁰。

そこで支援事業の参加が決定した企業について、各銘柄の日足における HL 比率を HL_{9719} 、

HL_{3002} 、 HL_{9031} 、 HL_{3863} 、 HL_{5017} 、 HL_{1333} 、 HL_{5741} とする。そして 2021 年 7 月 20 日から取引日ベースで 180 日を遡り (すなわち 2020 年 10 月 27 日から 2021 年 7 月 20 日までを採取期間として)、サンプルを採取した ($HL_{9719}_{(180)}$ 、 $HL_{3002}_{(180)}$ 、 $HL_{9031}_{(180)}$ 、 $HL_{3863}_{(180)}$ 、 $HL_{5017}_{(180)}$ 、 $HL_{1333}_{(180)}$ 、 $HL_{5741}_{(180)}$)。また、支援事業への参加決定翌日 2021 年 7 月 21 日から、HL 比率のその後の短期的な動向を確認するために、7 月 29 日までの 5 日間 (取引日ベース) のサンプルを採取した ($HL_{9719}_{(5)}$ 、 $HL_{3002}_{(5)}$ 、 $HL_{9031}_{(5)}$ 、 $HL_{3863}_{(5)}$ 、 $HL_{5017}_{(5)}$ 、 $HL_{1333}_{(5)}$ 、 $HL_{5741}_{(5)}$)。これらのサンプルに関する基本情報は図表 1 のとおりである。

図表 1 においては、7 銘柄それぞれにつき 180 日間の平均値と、TCFD に沿った気候リスク・機会のシナリオ分析支援事業参加企業決定後の 5 日間のサンプルの平均値を計算した (図表 1 下部分)。過去 180 日間と参加決定後 5 日間との平均値の差を比較すると、7 銘柄全てにおいて HL 比率が減少している。ここから企業が TCFD に沿った気候リスク・機会のシナリオ分析支援事業に参加するという行動によって、株式市場での価格変動幅を減らすことになり、市場リスクの低減につながる可能性がうかがえる。

図表 1 HL 比率の基本情報

	$HL_{9719}_{(180)}$	$HL_{3002}_{(180)}$	$HL_{9031}_{(180)}$	$HL_{3863}_{(180)}$	$HL_{5017}_{(180)}$	$HL_{1333}_{(180)}$	$HL_{5741}_{(180)}$
	採取期間: 2020/10/27~2021/7/20						サンプル数: 180
平均	0.020967002	0.018635664	0.020768208	0.020686493	0.030793694	0.016444748	0.029910044
SD	0.008222907	0.008729734	0.007552025	0.008823646	0.018615912	0.006875284	0.012560023
尖度	2.230022688	9.006856201	0.038507319	3.821110396	23.62427356	3.224082501	3.664613419
歪度	1.083668677	2.1261011	0.854077178	1.617369148	3.752851525	1.470893565	1.54557696
	$HL_{9719}_{(5)}$	$HL_{3002}_{(5)}$	$HL_{9031}_{(5)}$	$HL_{3863}_{(5)}$	$HL_{5017}_{(5)}$	$HL_{1333}_{(5)}$	$HL_{5741}_{(5)}$
	採取期間: 2021/7/21~2021/7/29						サンプル数: 5
平均	0.01328007	0.014357888	0.018519627	0.015456602	0.022569322	0.015879954	0.024717175
SD	0.001806324	0.004159184	0.00732997	0.004327931	0.007494644	0.004842597	0.008818222
(支援事業への参加決定後 5 日間と 180 日間との平均差)							
	-0.007686932	-0.004277776	-0.002248581	-0.005229892	-0.008224372	-0.000564795	-0.005192869

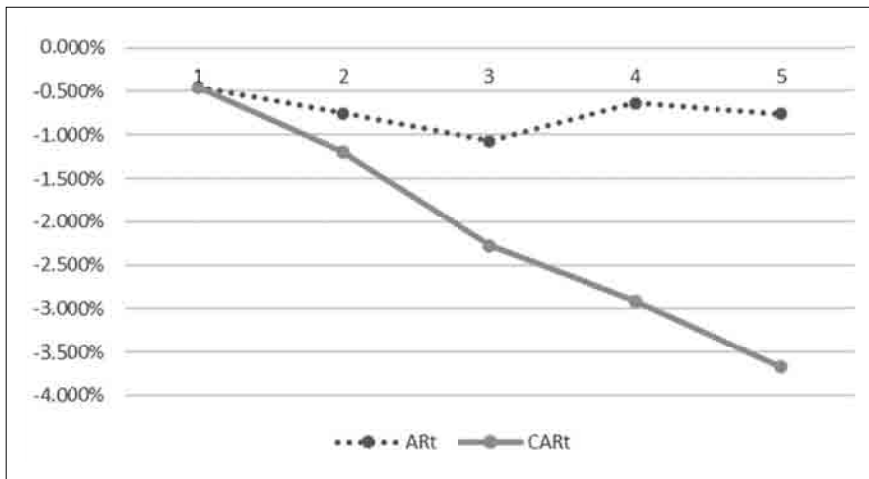
¹⁰ HL 比率が高ければ日中の変動が大きく、該当市場の市場リスクが高いものと想定する。一方、HL 比率が低ければ日中の変動が小さく、該当市場の市場リスクが低いものと想定する。

2.3 ARとCARによる視覚的検証

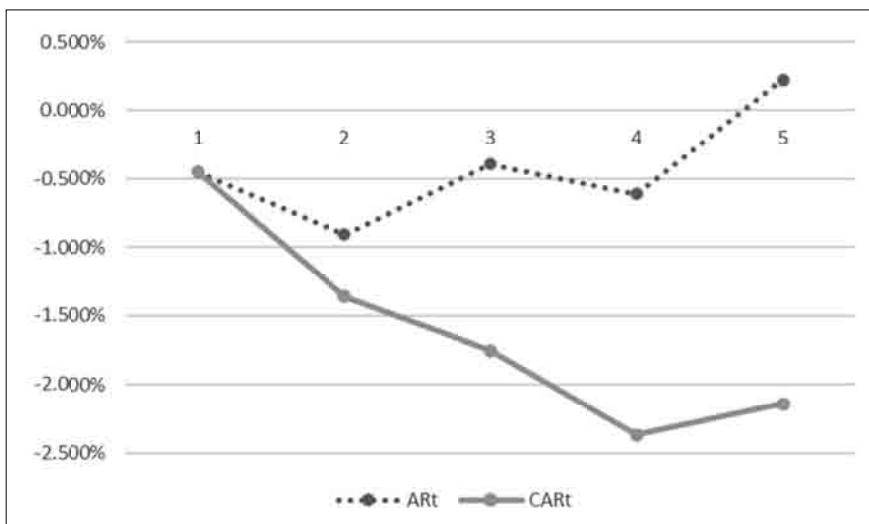
また、企業にとって気候リスク・機会のシナリオ分析支援事業への参加を一つのイベントと見なして、時間経過に伴うインパクトの推移について検証する。ここでも日中の変動幅を市場リスクと見立てて、参加決定翌日を含む5日間のHL比率を視覚的に検証する。

最初に、各銘柄*i* ($i = 9719, 3002, 9031, 3863, 5017, 1333, 5741$) において、サンプル取得期間前と同様の180日間におけるHL比率の平

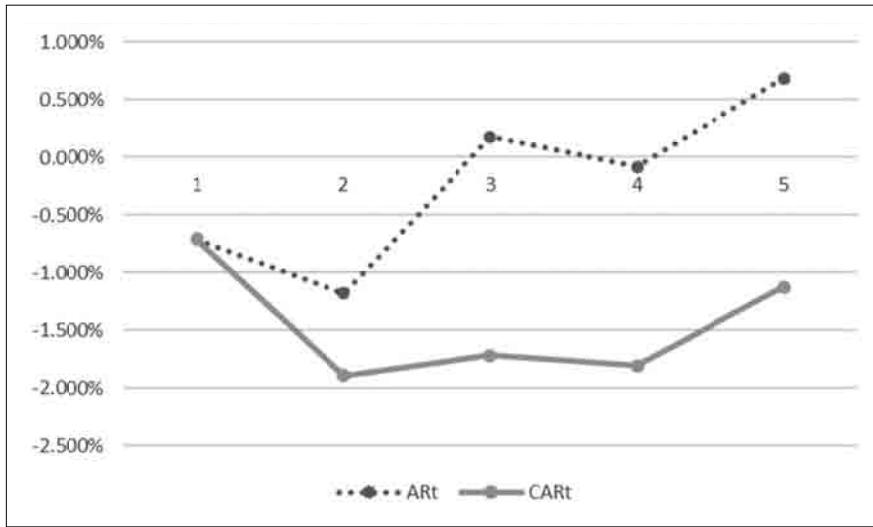
均值 \hat{M}_i を取得する。次に、 t 日(ただし $1 \leq t \leq 5$)におけるHL比率を HL_{it} として、HL比率の超過部分AR(Abnormal Return)を $AR_{it} = HL_{it} - \hat{M}_i$ として計算する(\widehat{AR}_{9719t} 、 \widehat{AR}_{3002t} 、 \widehat{AR}_{9031t} 、 \widehat{AR}_{3863t} 、 \widehat{AR}_{5017t} 、 \widehat{AR}_{1333t} 、 \widehat{AR}_{5741t})。また、CAR(Cumulative Abnormal Return)を $CAR_{it} = \sum_{1}^t AR_{it}$ ($1 \leq t \leq 5$)として計算した(\widehat{CAR}_{9719t} 、 \widehat{CAR}_{3002t} 、 \widehat{CAR}_{9031t} 、 \widehat{CAR}_{3863t} 、 \widehat{CAR}_{5017t} 、 \widehat{CAR}_{1333t} 、 \widehat{CAR}_{5741t})。これらの形状をプロットしてインパクトの推移を簡単に検証してみる。



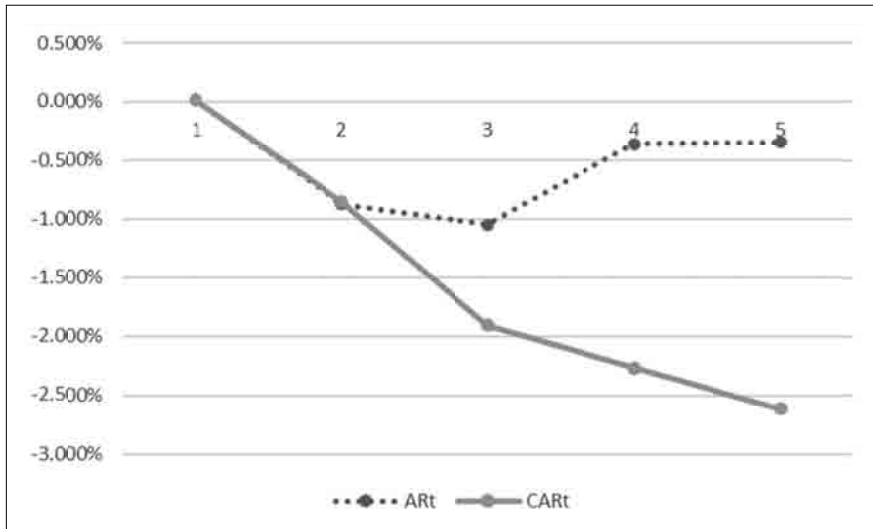
図表2 \widehat{AR}_{9719t} ならびに \widehat{CAR}_{9719t}



図表3 \widehat{AR}_{3002t} ならびに \widehat{CAR}_{3002t}



図表4 \widehat{AR}_{9031t} ならびに \widehat{CAR}_{9031t}



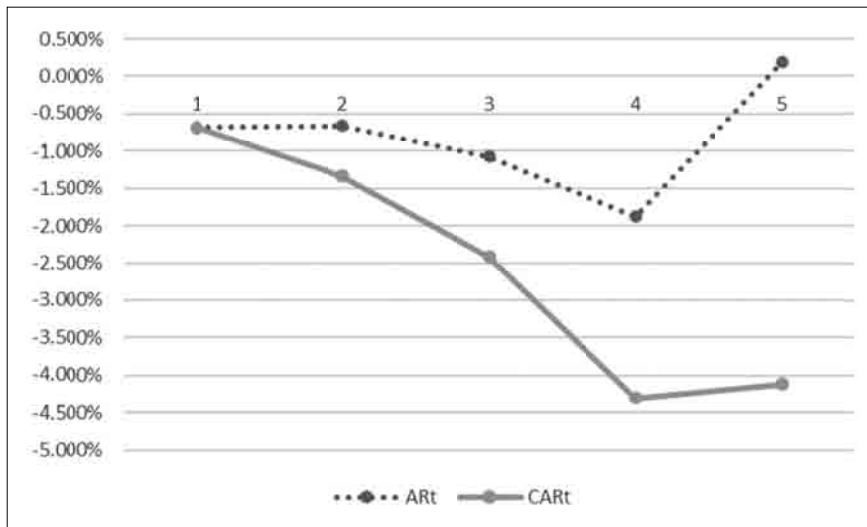
図表5 \widehat{AR}_{3863t} ならびに \widehat{CAR}_{3863t}

AR_{it} と CAR_{it} においては各銘柄の市場動向が反映され、多様な結果となった。たとえば当支援事業参加決定によって AR_{it} が下がり続けた銘柄もあれば、 AR_{it} が一時的に下がった後に上昇した銘柄もある。

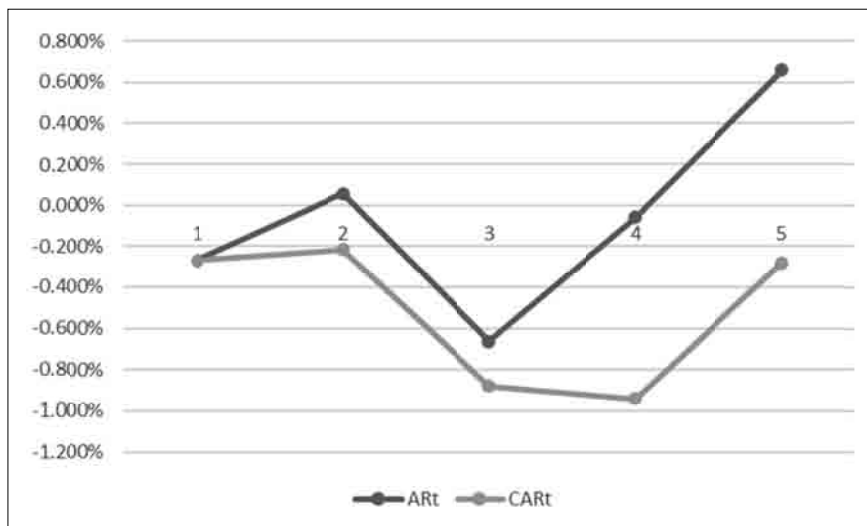
たとえば \widehat{AR}_{9719t} と \widehat{CAR}_{9719t} については AR_{it} が継続的に低下しており、HL比率は下げ止まりを見せない。このパターンは、 \widehat{AR}_{3863t} と \widehat{CAR}_{3863t} にも同様にみられる。また、HL比率

がいったん下がったものの、下げ止まりを見せたパターンとしては \widehat{AR}_{3002t} と \widehat{CAR}_{3002t} 、ならびに \widehat{AR}_{5017t} と \widehat{CAR}_{5017t} がある。これらのパターンについては、支援事業参加決定がもたらした効果も特定できる可能性が高い。

その他、当初はイベントの効果を感じさせるものの、その後HL比率の方向性が定まらないパターンとして、 \widehat{AR}_{9031t} と \widehat{CAR}_{9031t} 、 \widehat{AR}_{1333t} と \widehat{CAR}_{1333t} 、 \widehat{AR}_{5741t} と \widehat{CAR}_{5741t} が挙げられる。



図表6 \widehat{AR}_{5017t} ならびに \widehat{CAR}_{5017t}



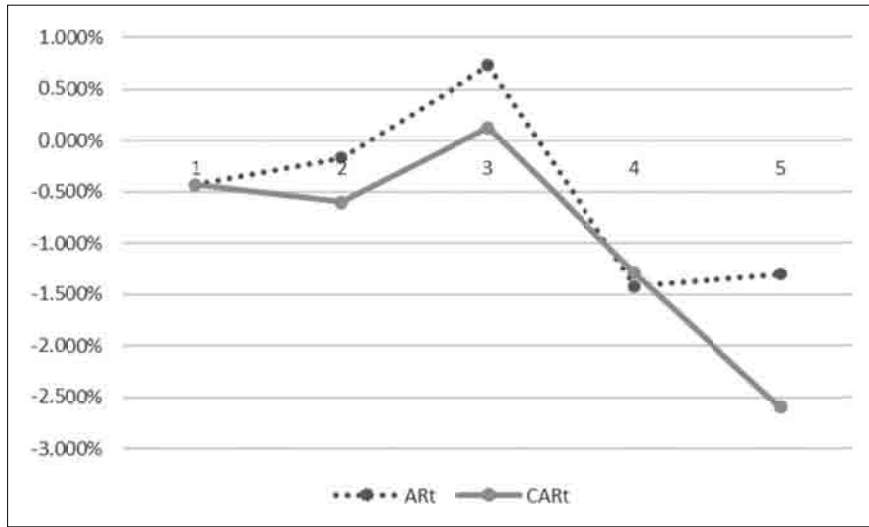
図表7 \widehat{AR}_{1333t} ならびに \widehat{CAR}_{1333t}

これらについては、個別銘柄のニュースや市場特性等についても検証する余地があるといえよう。

以上の結果から、総じて気候リスク・機会のシナリオ分析支援事業への参加決定が該当銘柄の変動幅減少に影響を与えたことは否定できない。

日中のHL比率が低減したことについては、他の市場要因も考慮に入れる必要があるため、

市場リスクが減少したと一概にはいえない。ただし、このような視覚的な検証結果については、「企業がTCFD最終提言に沿った情報開示へ積極的に取り組む姿勢を表明することで、該当企業銘柄への投資に安心感を与える」というイメージと統合的なものであり、企業のリスク低減効果について無視できない結果といえよう。



図表8 \widehat{AR}_{5741t} ならびに \widehat{CAR}_{5741t}

3. 事例選択とリサーチ・デザイン

3.1 事例選択

前節の検証結果では、TCFD 最終提言に沿った情報開示への企業の取り組み姿勢が市場リスクを低減させる可能性を指摘した。そのような検証については長期的な視点から、また対象銘柄を増やした上で多様なサンプルを用いて検証することが望ましい。ただし、TCFD 最終提言に沿った情報開示への企業の取り組みはまだ始まったばかりであり、個別銘柄のサンプル採取には限界がある。また、個別銘柄については前節で見たように、個別の市場特性等についても考慮する必要がある。

そのため、本稿では業種別ガイダンスの導入とその業種全般に対する効果に着目する。そもそもTCFD 最終提言に沿った情報開示に対する企業の支援体制は、全業種一律の支援体制よりも業種特有の事情に対応できる個別対応体制が望ましい¹¹。たとえば、わが国でも2018年12月に経済産業省が「気候関連財務情報開示に関するガイダンス (TCFD ガイダンス)」を発表した際に、自動車、鉄鋼、化学、電機・電子、エネルギー業種を対象とした業種別ガイダンス

を発表している (URL7)。

また、2020年7月にTCFD コンソーシアムは先述のTCFD ガイダンスを改訂し、「気候関連財務情報開示に関するガイダンス 2.0 (TCFD ガイダンス 2.0)」を公表している。TCFD ガイダンス 2.0においては食品、銀行、生命保険、損害保険の業種を追加している (URL8)。

以上から、本節では業種別ガイダンスに関するリスク低減効果の検証を試みる。そしてその一事例として2021年3月の国土交通省の事例に着目する。2021年3月30日、国土交通省は不動産分野における「気候関連財務情報開示タスクフォースの提言」対応のためのガイダンスを公表した。

当ガイダンスにおいては不動産分野の企業に対して、海外企業の実際の開示事例を紹介した上で、シナリオ分析についての実施方法や、具体的な開示サンプル等を記載している。不動産分野の企業においては今後の情報開示を策定する上で重要な内容であり、今後のTCFD 最終提言に沿った情報開示対応が加速化する可能性も高い。さらに、このガイダンスの内容は2021年3月にいきなり公表されたものではない点にも留意すべきであろう。実際、国土交通省は2020年6月より4回にわたってESG-

¹¹ TCFD 最終提言においては、「戦略」については金融グループ、非金融グループの2分類であり、「指標・目標」については非金融グループがエネルギー、運輸、素材・建築物、農業・食料・林業製品の4分類としている (URL1)。

TCFD 実務者ワーキンググループを開設しており、その成果がまとめられたものと考えることがふさわしい。すなわちこの事例を検証する際には、2021年3月以降の影響と同時に、2020年6月以降の影響も考慮に入れる必要がある。

3.2 データとトレンドの検証

今回の検証の対象としては、ガイダンスの対象業種となった不動産に関しての業種別株価指数「TOPIX-17 不動産」を採用する。本節でも2節と同様、簡易なボラティリティの代替措置として HL 比率を採用する。今回の HL 比率については長期にわたる効果を考えるため、月足の四本値の高値から安値の差をとり、終値で割って求める（こうした「TOPIX-17 不動産」の HL 比率を HL_{17A} とする）。

また、検証が長期にわたるため、世の中全体の株式市況の変化も考慮に入れる必要がある。そのため同じサンプル期間において東証株価指数 TOPIX を対象とし、「TOPIX-17 不動産」と同様にデータを採取したうえで HL 比率を採用する（TOPIX の月次 HL 比率を HL_{TPX} とする）。

データ採取期間については2016年6月1日から2021年6月30日までの5年間として、月次データを61系列採取し、それぞれの HL 比率を $\overline{HL_{17A}}$ 、 $\overline{HL_{TPX}}$ とおく。これらの HL 比率の基礎統計データは図表9のとおりである。

ここで該当期間の HL 比率を確認すると、2020年2月から3月の動きに特徴がある。これは2020年のコロナショックに伴い、「TOPIX-17 不動産」の急激な下落に基づく

ものである。同様に市場の変動幅も広がり、 HL_{17A} も急激に増加する。 HL_{17A} は、2020年1月には0.039319905であったが、2020年2月には0.205850027、そして2020年3月には0.360515389となる。すなわち3月の HL 比率は1月の HL 比率の9倍以上にも達するという極端な増加率であった。このようなことから、2020年4月以降「TOPIX-17 不動産」の HL 比率のトレンドが変わったことが予想される。これは以降の検証においても重要であるため、先にトレンドの変化について検証を行う。

トレンド転換の検証には、Hodrick-Prescott フィルタ (Hodrick and Prescott (1997)) を使用する。Hodrick-Prescott フィルタは対象とする時系列を HL_t とした場合、

$$HL_t = Tr_t + Cy_t \quad (1)$$

HL_t をトレンド成分 Tr_t とサイクル部分 Cy_t に分解する。Hodrick-Prescott フィルタの λ は、月次の時系列であるため14400として、

$$14400 \sum_t (\Delta Tr_t - \Delta Tr_{t-1})^2 + \sum_t (Cy_t)^2 \quad (2)$$

を最小にする \overline{Tr}_t を推計する。 HL_{17A} については、2016年6月から2021年6月までの61系列におけるトレンドとして $\overline{Tr}_t(17A, 61)$ 、2020年4月から2021年6月までの15系列におけるトレンドとして $\overline{Tr}_t(17A, 15)$ を抽出した。同様に、 HL_{TPX} についても2016年6月から2021年6月までの61系列におけるトレンドとして $\overline{Tr}_t(TPX, 61)$ 、2020年4月から2021年6月までの15系列におけるトレンドとして $\overline{Tr}_t(TPX, 15)$ を抽出した（図表10）。

Hodrick-Prescott フィルタから、 $\overline{Tr}_t(17A, 61)$ ならびに、 $\overline{Tr}_t(TPX, 61)$ を確認すると、2020年4月からのトレンド転換をはっきりと確認でき

図表9 指標に関する HL 比率の基本統計

	$\overline{HL_{17A}}$	$\overline{HL_{TPX}}$
採取期間： 2016年6月～2021年6月		サンプル数：61
平均	0.082609392	0.06045897
SD	0.052614469	0.0378524
尖度	12.23274656	4.420405528
歪度	2.798293398	2.005776668

るわけではない。ただし、2020年4月からのトレンドを抽出した $\bar{T}r_i(17A, 15)$ と $\bar{T}r_i(TPX, 15)$ によれば、 $\bar{T}r_i(17A, 15)$ の勾配が $\bar{T}r_i(TPX, 15)$ の勾配よりも急であることがわかる。以上のことからコロナショックを境に「TOPIX-17不動産」のHL比率のトレンドが転換したと考えられる。この点については以降の検証でも十分に考慮する必要がある。

3.3 モデル選択

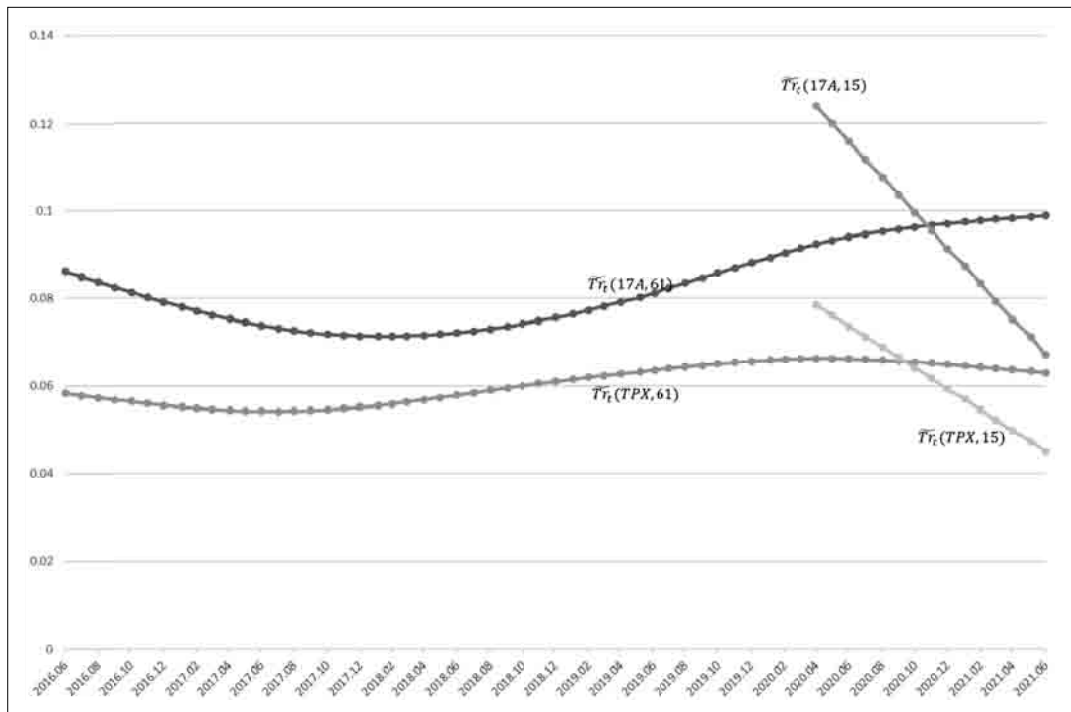
以上の検証をふまえて2021年3月のTCFD対応のためのガイダンス公表が株式市場に与えた影響について考察する。また先述のように、その際に2020年6月からのESG-TCFD実務者ワーキンググループ開催の影響をふまえる必要もある。

対象となるのは不動産関連銘柄の月次HL比率であるが、わが国の株式市況全般の影響も考慮に入れるため、「TOPIX-17不動産」の月次

HL比率である HL_{17A} を被説明変数、TOPIXの月次HL比率である HL_{TPX} を説明変数としてモデル化することが望ましい。

また、モデル化の前に HL_{17A} と HL_{TPX} の2つの過程における単位根の有無を確認する。単位根検定としては61系列のデータ \overline{HL}_{17A} 、 \overline{HL}_{TPX} それぞれに対して、Dickey and Fuller (1979) によるDF test (Dickey-Fuller test) ならびに ADF test (Augmented Dickey-Fuller test) を行うとともに、Phillips-Perron test (Phillips and Perron (1988)) も併せて行う。

かりに単位根検定の結果、定常過程であることが判断できたら、構造変化について明確な区切りを指定せずに検証するモデルを導入する。そうしたモデルとして、たとえば構造変化という視点に関して、レジーム (Regime) 転換を採用するマルコフ・スイッチング・モデル (Markov Switching Model) が挙げられる¹²。マルコフ・スイッチング・モデルを適用することで、モデルから事後確率を抽出し、2021年3



図表 10 Hodrick-Prescott フィルタ

¹² マルコフ・スイッチング・モデルについては、たとえば Hamilton (1989) 等を参照せよ。

月から（そして2020年6月からの）レジーム転換の有無を視覚的に検証する。

4. マルコフ・スイッチング・モデルによる検証

2節では、企業のTCFDシナリオ分析支援事業への参加決定を一つのイベントとみなし、参加決定企業のHL比率の平均をその前後で確認するとともにARやCARの形状も確認した。ただし、今回の事例検証に関して国土交通省がガイダンスを公表したのは2021年3月であるものの、実際には2020年6月からESG-TCFD実務者ワーキンググループが開かれてきたことを考慮に入れて、別の検証方法が必要である。そこで、推計において転換点を明示することなく、長期的な構造とその変化を検証するために前節で触れたマルコフ・スイッチング・モデルを用いる。また、その際には前節でもHodrick-Prescottフィルタを使って検証したように、2020年2月から3月のコロナショックの影響も考慮に入れる必要がある。

4.1 単位根検定

最初に、 $\overline{HL_{17A}}$ と $\overline{HL_{TPX}}$ に対して単位根検定を行った（図表11）。

DF test、ADF test、そしてPhillips-Perron testを行った結果、概して帰無仮説を有意に棄却している。また、Phillips-Perron testではいずれも1%水準で帰無仮説を棄却したため、 HL_{17A} 、 HL_{TPX} について、以降ではマルコフ・スイッチング・モデルで推定を行う。

4.2 マルコフ・スイッチング・モデルの構築

本稿のマルコフ・スイッチング・モデルにおいては、観測不可能な2個のレジーム（ $S_t = 1$ ならびに $S_t = 2$ ）があることを想定する。

各レジームは以下のとおりである。

レジーム1（ $S_t = 1$ ）

$$HL_{17A_t} = \alpha_1 + \beta_1 HL_{TPX_t} + \varepsilon_{1t},$$

$$\varepsilon_{1t} \sim (0, \sigma_1^2) \quad (3)$$

レジーム2（ $S_t = 2$ ）

$$HL_{17A_t} = \alpha_2 + \beta_2 HL_{TPX_t} + \varepsilon_{2t},$$

$$\varepsilon_{2t} \sim (0, \sigma_2^2) \quad (4)$$

とする。ここに2状態のマルコフ推移確率行列

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & 1-p_{22} \\ 1-p_{11} & p_{22} \end{bmatrix}$$

を用いる。

マルコフ・スイッチング・モデルの2つのレジームに関する推定結果は図表12となった。

また、2状態のマルコフ推移確率行列は

$$P = \begin{bmatrix} 0.93262714 & 0.01498068 \\ 0.06737286 & 0.98501932 \end{bmatrix}$$

と推定された。レ

ジーム1における β_1 の推定結果は1.5921であり、レジーム2における β_2 の推定結果は0.6461である。このようにレジーム1とレジーム2ともにブル型であるが、レジーム1はレジーム2と比較してHL比率に強い影響力を持つことがわかる。すなわち、相対的にはレジーム1がHL比率の上昇に寄与し、レジーム2がHL比率の低下に寄与すると考える。

図表 11 単位根検定

	$\overline{HL_{17A}}$	$\overline{HL_{TPX}}$
	(サンプル数 61)	(サンプル数 61)
DF test	-5.2973 ***	-5.7617 ***
ADF test (lag=1)	-5.4574 ***	-4.5632 ***
ADF test (lag=2)	-3.2961 *	-4.1097 **
Phillips-Perron Test (lag=3)	-35.245 ***	-41.924 ***

注：***は0.1%水準、**は1%水準、*は5%水準で統計的に有意であることを示している

図表 12 HL 比率におけるマルコフ・スイッチング・モデル推定

推定期間 (月次) 2016年6月~2021年6月 (サンプル数 61)			
推移確率			
	推定係数		
p_{11}	0.93262714		
p_{22}	0.98501932		
レジーム 1			
($S_t = 1$)	推定係数	SE	t 値
	α_1 -0.0037	0.0144	-0.2569
	β_1 1.5921	0.162	9.8278 ***
			($R^2 = 0.8535$)
レジーム 2			
($S_t = 2$)	推定係数	SE	t 値
	α_1 0.0348	0.0068	5.1176 ***
	β_1 0.6461	0.1047	6.171 ***
			($R^2 = 0.473$)

4.3 事後確率の検証

マルコフ・スイッチング・モデルより各レジームにおける事後確率を抽出すると図表 13 のとおりである。

ちなみに前節において Hodrick-Prescott フィルタで検証したように、2020年2月から3月にかけてのコロナショックはレジームが完全に転換してしまうほど大きなレジームチェンジであったことが再確認できる¹³。

それでは、2021年3月の不動産分野における「気候関連財務情報開示タスクフォースの提言」対応のためのガイダンス公表のインパクトについて、(2020年6月から ESG-TCFD 実務者ワーキンググループ開催もふまえて) について事後確率の変化を確認する。

図表 13 の①の枠を見ると、2020年6月からはこの時期にレジーム 2 が上昇 (HL 比率が低下) する傾向が顕著になっている。この傾向は 2020年11月にいったん落ち込むものの、その後も事後確率が回復している。このようなことから、大きなレジームの転換とまではいえないが、ESG-TCFD 実務者ワーキンググループ開

催の影響がレジーム 2 の潮流 (HL 比率の低下傾向) を後押ししていることが読み取れる。

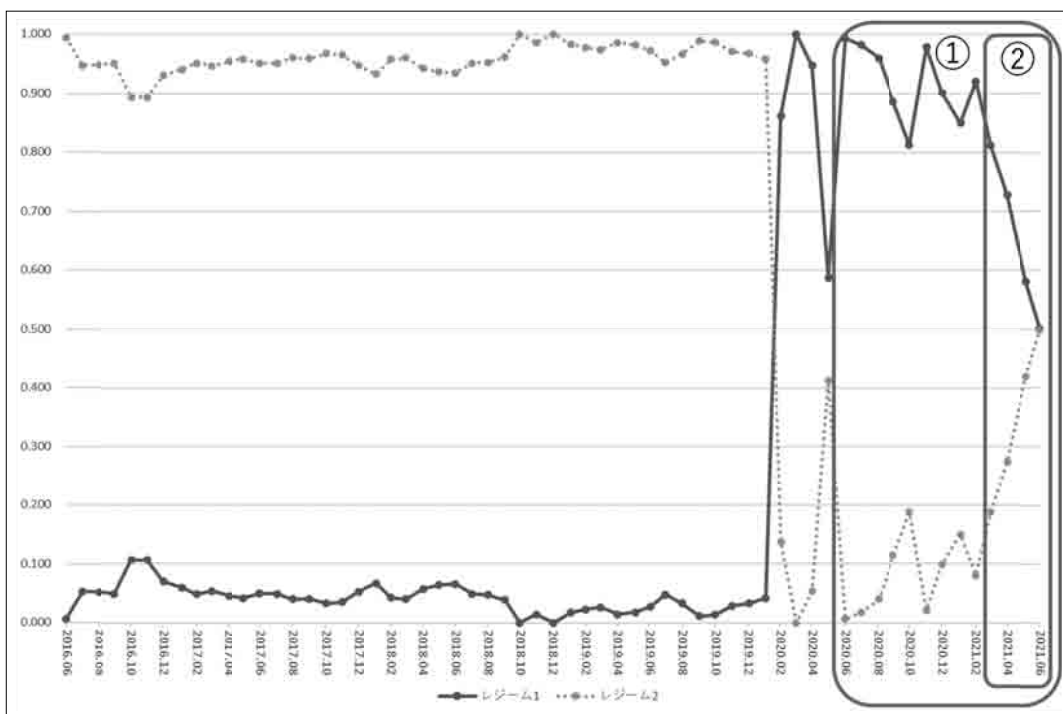
次に、図表 13 の②の枠を見ると、2020年3月からは、レジーム 2 が上昇 (HL 比率が低下) する傾向がさらに強まっていることがわかる。2021年3月の「気候関連財務情報開示タスクフォースの提言」対応のためのガイダンス公表がレジーム 2 に影響を与えているとも考えられる。

以上のマルコフ・スイッチング・モデルを利用した事後確率推移に関する検証結果が示唆していることは、2節の事例における検証結果と共通点が多い。TCFD 最終提言に沿った情報開示への企業の取り組みは、該当業界銘柄の変動幅の低下につながっているといえよう。すなわち企業が TCFD 最終提言に沿った情報開示に向けて積極的に取り組むことは、該当企業株の投資リスクの低減につながる効果が想像できる。

おわりに

気候変動が社会に大きな影響を与えるなか、

¹³ 2020年2月から3月の動きの各レジームの事後確率を確認すると、2020年1月においてはレジーム 1 の事後確率が 0.04175192、レジーム 2 の事後確率が 0.95824810 であったものの、2020年2月においてはレジーム 1 の事後確率が 0.86230810 レジーム 2 の事後確率が 0.13769190 と大きく変化する。ちなみに翌月の 2020年3月にはレジーム 1 の事後確率は 1、レジーム 2 の事後確率は 0 となる。コロナショックは「TOPIX-17 不動産」の日中の変動幅に大きな影響を与えたと考えられる。



図表 13 マルコフ・スイッチング・モデルによる各レジームの事後確率の推移

企業の気候関連財務情報開示の重要性はますます高まっている。いうまでもなく重要なのは開示内容そのものというより、的確な情報開示を目指す企業の姿勢とその過程にある。

ただし、企業が気候関連財務情報開示への取り組み姿勢を強化しても、そうした取り組みが報道されるのは一部の大企業にほかならない。一般的には企業の外部からその取り組み時期やその後の進展状況を確認することは難しい。一方、本稿で扱った2つの事例については多少異なっており、どちらの事例においても該当企業ならびに該当業界の取り組む姿勢が客観的に推測可能であり、今回の検証に至った。本稿の検証結果として、いずれの事例においても、TCFD 最終提言に沿った情報開示に関する取り組みが、該当業界銘柄の市場変動幅の低下につながっていることを示唆する。

2つの事例はどちらも極めて最近の事例であり、検証を行うための時系列の採りが限定されていたことも確かである。それでも、気候関連財務情報開示に向けて企業が取り組む姿勢に関して、定量的な評価フレームワークを構築する

ことが社会に求められていると考える。気候変動が社会にとってますます重大な事項となるなか、今後も企業の気候関連の情報開示、ならびにその評価フレームワークが進展していくことを切に願う。

参考文献

- Dickey, D.A., and Fuller, W. A. (1979) Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74, 427-431.
- Hamilton, J. D. (1989) A new approach to the economic analysis of nonstationary time series and the business cycle. *Econometrica: Journal of the econometric society*, 357-384.
- Hodrick, R., and Prescott, E. (1997) Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation. *Journal of Money, Credit and Banking*, 29 (1), 1-16.
- Masutomi et al. (2019) Rice grain quality degradation and economic loss due to global warming in Japan. *Environmental Research Communications*, 1 (12), 121003.
- Phillips, P.C.B., and Perron, P. (1988) Testing for a Unit Root in Time Series Regression. *Biometrika*, 75, 335-346.
- Porter, M., & Kramer, M. R. (2011) Creating shared value. *Harvard Business Review*, 89, 62-77.
- 1. TCFD (2017) Final Report Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures June 2017. (2017年8月30日閲覧、<https://assets.bbhub.io/company/sites/60/2020/10/FINAL->

- 2017-TCFD-Report-11052018.pdf)
2. IPCC (2013) Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. (2021年7月21日閲覧、https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_SPM_FINAL.pdf)
 3. IPCC (2021) Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. (2021年8月9日閲覧、https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGL_SPM.pdf)
 4. 日本取引所グループ (2021) 「コーポレートガバナンス・コード (2021年6月版)」 (2021年6月21日閲覧、<https://www.jpx.co.jp/news/1020/nlsgeu000005ln9r-att/nlsgeu000005lne9.pdf>)
 5. 日本銀行 (2021) 「総裁記者会見要旨」 (2021年7月21日閲覧、https://www.boj.or.jp/announcements/press/kaiken_2021/kk210719a.pdf)
 6. 環境省 (2021) 「令和3年度TCFDに沿った気候リスク・機会のシナリオ分析支援事業参加企業決定について」 (2021年7月21日閲覧、<http://www.env.go.jp/press/109809.html>)
 7. 経済産業省 (2018) 「気候関連財務情報開示に関するガイダンス (TCFD ガイダンス)」 (2019年3月1日閲覧、<https://www.meti.go.jp/press/2018/12/20181225012/20181225012-2.pdf>)
 8. TCFD コンソーシアム (2020) 「気候関連財務情報開示に関するガイダンス 2.0 (TCFD ガイダンス 2.0)」 (2020年8月5日閲覧、<https://tcfid-consortium.jp/pdf/news/20073103/TCFD%20Guidance%202.0.pdf>)