

# 基礎研 レポート

## 脱炭素と株主資本コスト

### カーボンニュートラルの実現に向けた取り組みに対する評価

金融研究部 主任研究員 高岡 和佳子  
(03)3512-1851 takaoka@nli-research.co.jp

#### 1—はじめに

##### 1 | カーボンニュートラルの実現に向けた取り組み

2020年10月に当時の内閣総理大臣が所信表明演説で「2050年カーボンニュートラル」の実現を目指すと言明してから、3年以上経過した。個人を対象とした各種調査<sup>1</sup>によると、カーボンニュートラルという言葉の認知度は高い。過半数の人がカーボンニュートラルという言葉を知っており、およそ75%の人がカーボンニュートラル（脱炭素社会）の実現に向けた取り組みが必要だと考えている。当然、カーボンニュートラルに積極的に取り組む企業も増えている。日経リサーチの調査（回答社数886社）<sup>2</sup>によると、カーボンニュートラル宣言をしている企業の割合は53.2%で前年の31.6%から大幅に増加している。カーボンニュートラル宣言はしていなくてもカーボンゼロを目標に掲げている企業を含めると63.2%で、やはり前年の42.4%から大幅に増加している。

企業がカーボンニュートラルに積極的に取り組むようになったきっかけの一つとして、2020年12月の経済産業省による「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」（以下、グリーン成長戦略）の公表が考えられる。グリーン成長戦略では、温暖化への対応を「成長の機会」と捉えて、予算、税制、金融 規制改革・標準化等の政策を総動員し、イノベーションに向けた企業の前向きな挑戦を全力で後押しする。また、電力部門の脱炭素化がグリーン成長戦略の大前提であり、2050年に向けて成長が期待できる14の重点分野のうち4つがエネルギー関連産業である。

グリーン成長戦略において重要な役割を担う電力業界は、グリーン成長戦略以前から温暖化への対応に取り組んでいる。2015年7月には、政府による「2030年度のエネルギー需給構造の見通しや温室効果ガス削減目標案を受け、電気事業連合会等が合同で、「電気事業における低炭素社会実行計画」を策定している。計画では2030年度に国全体で排出係数<sup>3</sup>0.37kg-CO<sub>2</sub>/kWh程度を目標に掲げ、2021

<sup>1</sup> 電通「カーボンニュートラルに関する生活者調査」（2023年5月30日）及び  
博報堂「第三回 生活者の脱炭素意識&アクション調査」（2022年12月16日）参照

<sup>2</sup> 日経リサーチ「日経SDGs経営調査について」（2023年5月12日）

<sup>3</sup> 単位電力当たりのCO<sub>2</sub>排出量（CO<sub>2</sub>以外の温室効果ガスについては、地球の温暖化をもたらす程度のCO<sub>2</sub>との比に応じて調整）

年度まで順調に排出係数を引き下げている。また、「2050年カーボンニュートラル宣言」や第6次エネルギー基本計画で示された「2030年度におけるエネルギー需給の見通し」等を受け2022年6月に「カーボンニュートラル行動計画」（旧電気事業における低炭素社会実行計画、2021年に改称）を見直している。新しい計画では、政府が示す野心的な「2030年度におけるエネルギー需給の見通し」に基づく国全体の排出係数実現を目指すこととしている。なお、政府の見通しが実現した場合の国全体の排出係数は0.25kg-CO<sub>2</sub>/kWh程度である。

## 2 | 研究の目的と流れ

電力業界として目標を掲げているが、各社の排出係数には開きがあり、また2030年までの再生可能エネルギー導入目標も異なる。そこで、電力会社間の取り組みの差を投資家がどのように評価しているのかを確認したい。評価の尺度として株主資本コストを用いるが、株主資本コストは直接観測することができないので、2章では株主資本コストの推計方法を検討し、今回の研究の目的に適した方法を提案する。そして、3章で推計した株主資本コストと各社の脱炭素に向けた取り組みとの関係性を評価する。

【図表1】主なカーボンニュートラル実現に向けた取り組み

年度	月	世界	日本	電力業界	排出係数 kg-CO <sub>2</sub> /kWh
1997	12	京都議定書の採択 (COP3)			
1998	10		地球温暖化対策の推進に関する法律公布		
2002	6		京都議定書を締結 地球温暖化対策推進法の改正 (1)		
2004	2	京都議定書の発効			
2005	6		地球温暖化対策推進法の改正 (2)		
2006	6		地球温暖化対策推進法の改正 (3)		
2008	6		地球温暖化対策推進法の改正 (4)		
2013	5		地球温暖化対策推進法の改正 (5)		
2014	4		第4次エネルギー基本計画決定		0.552
2015	7		温室効果ガスを2030年度に2013年度比で26%削減するとの目標を柱とする約束草案を国連に提出 長期エネルギー需給見通し (2030年度のエネルギー需給構造の見通し) 公表	電気事業者連合会等が「電気事業における低炭素社会実行計画」を策定し、2030年度に排出係数0.37kg-CO <sub>2</sub> /kWh程度 (使用端) を目指す	0.531
	12	パリ協定採択 (COP21)		電気事業低炭素社会協議会の設立	
2016	5		地球温暖化対策推進法の改正 (6)		0.516
	11	パリ協定発効			
2017					0.496
2018	7		第5次エネルギー基本計画決定		0.463
2019	6		「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」が閣議決定		0.444
	10			「低炭素社会の実現に向けた我が国の電気事業者の貢献について」を策定	
2020	10		「2050年カーボンニュートラル」の宣言		0.441
	12		「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」策定		
2021	6		地球温暖化対策推進法の改正 (7)		0.435
	10		第6次エネルギー基本計画決定	「低炭素社会の実現に向けた我が国の電気事業者の貢献について」を一部見直し、「2050年カーボンニュートラルの実現に向けた我が国の電気事業者の貢献について」へ改称	
2022	6		地球温暖化対策推進法の改正 (8)	「電気事業における低炭素社会実行計画 (現カーボンニュートラル行動計画)」の内容を一部見直し、第6次エネルギー基本計画内で示された「2030年度におけるエネルギー需給の見通し」に基づく国全体の排出係数実現を目指す (0.25kg-CO <sub>2</sub> /kWh程度(使用端))	

## 2—株主資本コストの推計方法

### 1 | CAPMに基づく株主資本コスト

上場企業別の株主資本コストを推計する方法の代表例として、CAPM (Capital Asset Pricing Model: 資本資産評価モデル) を用いた推計方法がある。CAPM とは、リスクとリターンの市場均衡関係を表すモデルで、個別株式の期待リターン  $E[r]$  は、以下で与えられる。

$$E[r] = \beta (E[r_M] - r_f) + r_f \quad (\text{式1})$$

ここで、 $E[r_M]$  は市場ポートフォリオの期待リターン、 $\beta$  (ベータ) は市場ポートフォリオのリターン変動に対して個別株式のリターンがどれくらい連動して動くかを示す尺度 (以下、感応度)、 $r_f$  はリスクのない資産を保有した場合に得られるリターンで一般的にリスクフリーレートと言われる。市場ポートフォリオとは、分散効果が最大限に発揮され、リスク当たりのリターン (リスクフリーレート控除後) が理論上最も高いポートフォリオのことである。一般的に市場ポートフォリオは TOPIX 等の市場を代表するインデックスで代用し、リスクフリーレートは短資や国債の利回りを用いる。

$E[r_M]$  及び  $\beta$  は、個別株式とインデックスのリターン及び短資や 10 年国債の利回りの過去データを用いて推計する。推計した変数と直近のリスクフリーレートを (式1) に当てはめることで得られる  $E[r]$  は株主が期待するリターンなので、株主資本コストと同水準と解釈できる。但し、過去データを用いて必要な変数を推計するので、将来が過去とは大きく異なると見込まれる場合は、将来の不確実性を十分織り込んだ真の株主資本コストから大きく乖離する可能性がある。

更に、個別株式の期待リターンが、市場ポートフォリオの期待リターンと市場ポートフォリオに対する感応度及びリスクフリーレートだけで表現できるのは、以下のような考えに基づく。個別株式の投資に伴うリスクのうち、市場ポートフォリオに連動する部分は分散投資しても完全に消去することができないので、リスクに見合ったリターンが期待できる。一方、それ以外のリスクは分散投資によって完全に消去可能なので、リスクに見合ったリターンは 0 になるという考えである。しかし、しばしば株式時価総額の規模による有意なリターンの差 (小型株効果) 等、CAPM の想定を上回るリターンが観測される。これは、市場ポートフォリオに連動する部分以外にも、リターンにつながるリスクがある可能性を意味する。つまり、CAPM によって推計した株主資本コストが真の株主資本コストから大きく乖離する可能性があるとも言える。

### 2 | 残余利益モデルに基づく株主資本コスト

代表的な株価評価モデルの一つである残余利益モデルを用いて、個別株式の株主資本コスト  $rd$  を推計することもできる。残余利益モデルは、現在の株主資本に、将来生み出される利益から資本コストに応じた利益を控除した額を現在価値に換算して合算した値を株式の価値とするモデルだが、単純化すると以下のような関係式を導くことができる。

$$PBR = 1 + (ROE - rd) / (rd - g) \quad (\text{式2})$$

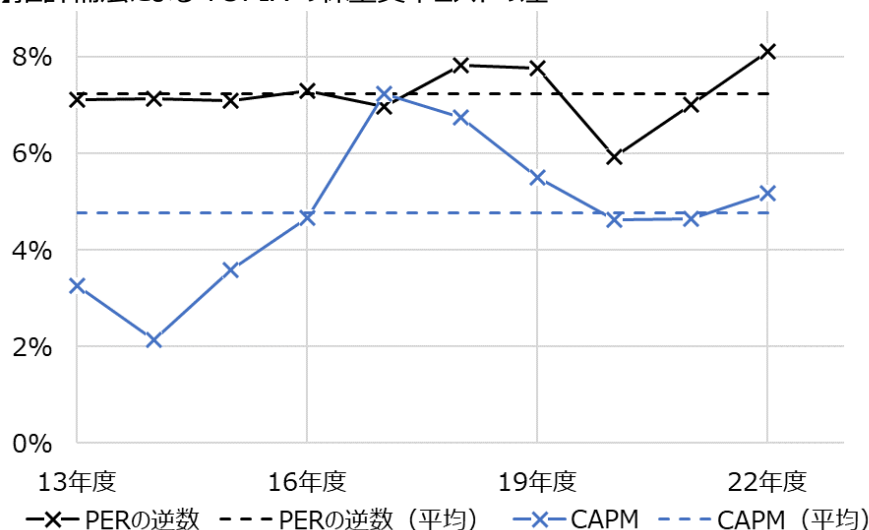
ここで、PBR と ROE はそれぞれ個別株式の株価純資産倍率と自己資本利益率であり、 $g$  が期待利益成長率である。PBR と ROE は線形関係なので、ROE の異なる複数時点の PBR と ROE のデータがあれば、容易に線形の関係式を推計できる。加えて、 $ROE = rd$  ならば (式 2) の右辺第 2 項は 0 となり、PBR は 1 になるはずである。このため、推計した関係式を用いて  $PBR = 1$  になる ROE を逆算することで株主資本コストを推計することができる。さらに、期待利益成長率は株主資本コストに比べて十分小さいと考えられるので期待利益成長率が 0 % と仮定すると、以下のシンプルな関係が得られる。つまり、株主資本コストは株価収益率 ( $PER = PBR / ROE$ ) の逆数 (益利回り) となる。

$$PBR = ROE / rd \quad (式 3)$$

(式 2) と (式 3) のいずれを用いて推計しても、将来が過去とは大きく異なると見込まれる場合でも真の株主資本コストから大きく乖離する可能性は低いと考えられる。なぜならば、投資家の合理的な取引の結果形成された株価には過去ではなく将来のリスクとリターンが反映されているはずであり、その株価を基準に推計しているからだ。

ここで、TOPIX を例に、CAPM に基づく方法で求めた株主資本コストと PER の逆数を比較する (図表 2)<sup>4</sup>。まず、総じて CAPM に基づく方法で求めた株主資本コストは、将来のリスクとリターンに対する投資家の将来への期待や見通しが反映されている PER の逆数より低い傾向がある。また、CAPM に基づく方法で求めた株主資本コストは、推計に用いたデータ期間の株式市況の影響が大きいいため、推計結果は PER の逆数の方が安定している。

【図表 2】推計補法による TOPIX の株主資本コストの差



(資料) Bloomberg 及び Thomson Reuters Datastream から取得したデータを加工

<sup>4</sup> CAPM は推計対象年度内の月末毎に、過去 15 年間の月次データ (TOPIX リターン及び短資の利回り) とその時点の単利の利回りを用いて推計し、その平均値を採用。PER の逆数も推計対象年度内の月末毎に算出した値の平均値を採用

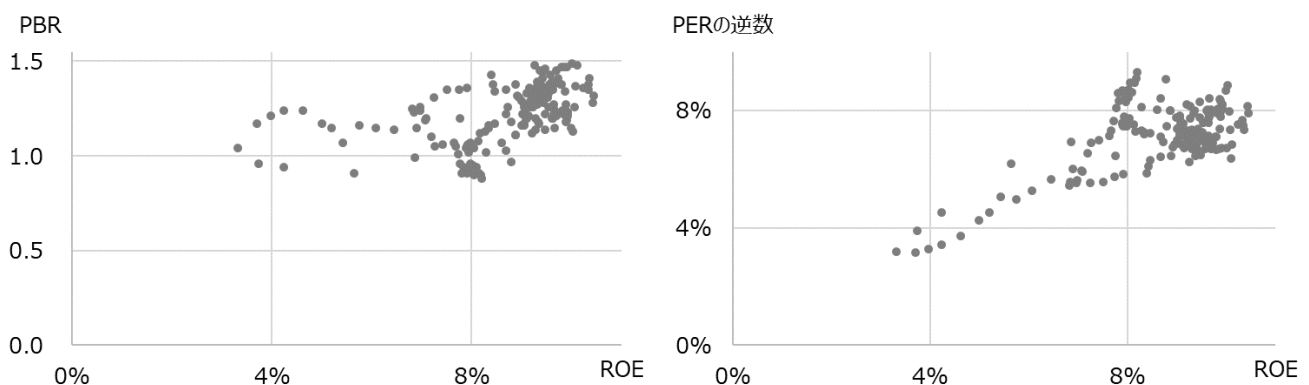
PERの逆数は比較的安定しているが、2020年度の推計値は全期間の平均値から最も乖離し、他に比べて低い水準になっている。そこで、2020年度が相対的に低くなる理由を考えたい。(式2)と(式3)はいずれにおいても、PBRとROEは線形関係にあるはずだが、TOPIXを例に、過去のPBRとROE(予想)の関係をプロットすると、湾曲していることが分かる(図表3の左)。

湾曲している理由として、株式の価値の評価における二つの基準が関係していると考えられる。一つは会社が継続することを前提に将来生み出す利益をもとに株式の価値を評価する基準で、これに基づく価値を継続価値と呼ぶ。将来の利益を現在価値に換算する残余利益モデルは、継続価値を求めるモデルである。もう一つは会社を解散して清算する場合の価値を株式の価値とする基準で、これに基づく価値を清算価値と呼ぶ。清算価値は過去の経済活動の結果と言える。継続価値と清算価値の大小関係は、今後、株主資本コストに見合った利益が期待できるか否かに依存し、株主資本コストに見合った利益が期待できないと継続価値は清算価値を下回る。通常は、事業継続を前提とした継続価値が重視されるが、会社の解散を決めるのは株主(株主総会による決議)なので、株主資本コストに見合った利益が将来期待できず、継続価値が清算価値を下回るような場合は、継続価値だけではなく清算価値も意識した価格で株式が売買されると考えられる。

図表2及び図表3の結果とは、湾曲している理由に対する上述の解釈とも整合的である。図表2の結果によると、TOPIXに対する投資家が想定する株主資本コストは7%~8%程度であり、図表3の左の図ではROEが7%~8%程度を超え、株主資本コスト以上の利益が期待できる領域では残余利益モデルが示す通りPBRとROEは右肩上がりの線形関係にあるが、下回る領域では線形関係でなくほぼ水平になるからである。

では、継続価値だけではなく清算価値も意識した価格で株式が売買されるような状況において、継続価値である(式2)や(式3)を用いて株主資本コストを推計するとどうなるだろうか。そこで、TOPIXを例に、過去のPERの逆数(継続価値の評価式を用いて推計した株主資本コスト)とROE(予想)の関係をプロットしたものが図表3の右である。継続価値が清算価値を下回り、継続価値だけではなく清算価値も意識した価格で株式が売買されるような状況において、継続価値の評価式を用いて

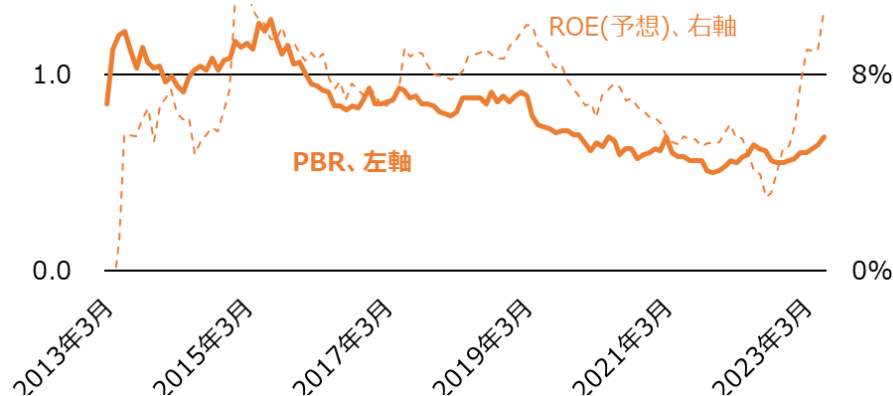
【図表3】TOPIXのROE(予想)とPBR及びPERの逆数の関係(2008年3月末~2023年6月末)



(資料) Bloomberg 及び Thomson Reuters Datastream から取得したデータを加工



【図表4】TOPIX-33 電気・ガス業インデックスのPBRの推移



(資料) Bloomberg 及び Thomson Reuters Datastream から取得したデータを加工

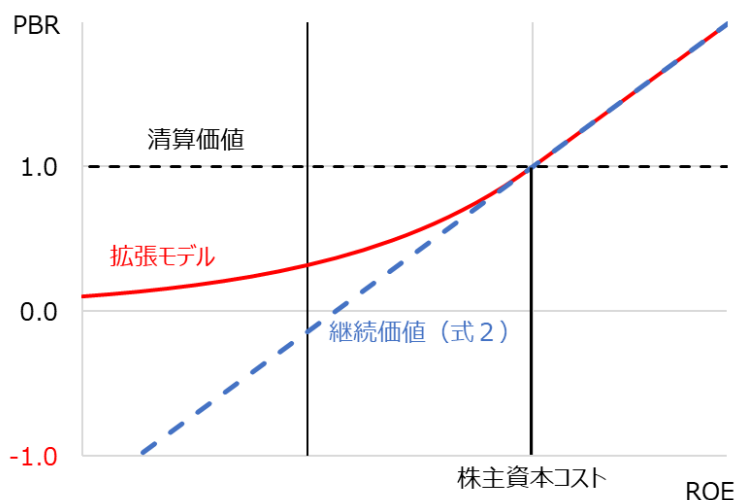
株主資本コストを推計すると、過小評価につながる可能性がある。そして、ROE が株主資本コストを下回れば回るほど、その影響は大きくなると考えられる。つまり、株主資本コストに見合った利益が期待できない状況では、(式2) と (式3) を用いて推計した株主資本コストは、真の株主資本コストから大きく乖離する可能性が高い。

### 3 | 当研究における株主資本コストの推計方法

当研究の目的は、株主資本コストを尺度に用いて、電力会社間のカーボンニュートラルに対する取り組みの差を投資家がどのように評価しているのかを確認することである。グリーン成長戦略において重要な役割を担う電力業界は、将来が過去とは大きく異なると見込まれるため、CAPM を用いて株主資本コストを推定することは不適切である。一方、2015 年度頃から電力会社の PBR が常態的に 1 を下回り、2019 年度頃からは ROE (予想) の減少に呼応して一層下落している (図表4)。理論上 PBR が 1 となる株価が清算価値なので、継続価値が清算価値を下回り、継続価値だけではなく清算価値も意識した価格で株式が売買され得る状況である。このため、継続価値の評価式である (式2) や (式3) を用いて推計した株主資本コストも不適切で、過小評価になる可能性高い。

そこで、PBR が 1 を下回る状況下では、清算価値も意識した価格付けが行われていることを前提に、

【図表5】電力会社の株主資本コスト推計に用いる拡張モデルのイメージ



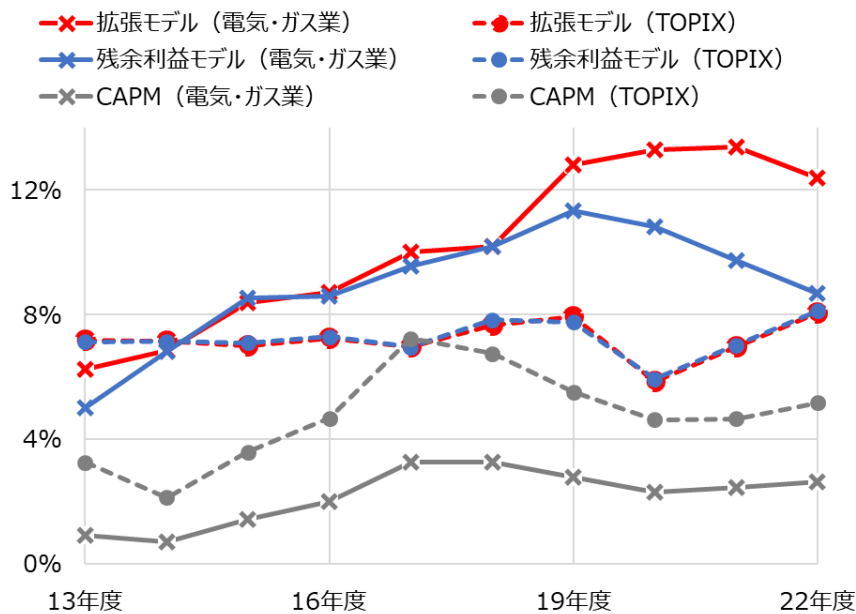
(式2) を拡張したモデル (以下、拡張モデル) を用いて電力会社の株主資本コストの推計を試みる (図表5)。ROE が株主資本コストを上回る領域では拡張モデルは (式2) と全く同じだが、株主資本コストを下回る領域では、PBR と ROE との間に (式2) とは異なる関係式 (以下、補助式) を用いる。なお、補助式は、以下の3つの条件を満たすよう設定した。

- (1) 株主資本コストと ROE が一致する時、補助式と (式2) は、水準・傾きともに一致する。
- (2) 補助式は ROE に対して単調増加である。
- (3) いかなる ROE に対しても、PBR は 0 を上回る (株価は負の値にならないため)。

TOPIX 及び TOPIX-33 電気・ガス業インデックスを例に、CAPM に基づく方法で求めた株主資本コスト、残余利益モデルを用いて推計した株主資本コスト、さらに拡張モデルを用いて推計した株主資本コストを比較する (図表6)<sup>5</sup>。

まず、市場ポートフォリオに連動する部分に限りリスクに見合ったリターンが得られるという考えに基づき、過去データを用いて推計する CAPM では、電気・ガス業の株主資本コスト (灰色の実線) は、全期間通して TOPIX の株主資本コスト (灰色の破線) より小さい。一方、投資家が将来のリスクとリターンを考慮して取引した結果である株価を基準に推計すると、2013 年度は電気・ガス業の株主資本コスト (青色・赤色の実線) は TOPIX の株主資本コスト (青色・赤色の破線) より小さいが、2014 年度はほぼ同水準になり、2015 年度以降は、電気・ガス業の株主資本コストが TOPIX の株主資本コストを上回る。なお、2015 年度の早い時期に、経済産業省は 2030 年度のエネルギー需給構造の見通しを

【図表6】推計モデル別、株主資本コストの推移



(資料) Bloomberg 及び Thomson Reuters Datastream から取得したデータを加工

<sup>5</sup> CAPM 及び残余利益モデルを用いた株主資本コストは、図表2と同様の方法で算出。拡張モデルを用いた株主資本コストは、推計対象年度内の月末毎時点の PBR の実績値と、その時点の予想 ROE に対応するモデル上の PBR と乖離の合計が最小となる値を用いた。なお、期待収益率 (g) は 0% とした。

含む「長期エネルギー需給見通し」を公表し、電気事業連合会等は2030年度に排出係数0.37kg-CO2/kWh程度とする目標を掲げる「電気事業における低炭素社会実行計画」を策定している。

次に、残余利益モデルを用いて推計した株主資本コスト（継続価値）と、拡張モデルを用いて推計した株主資本コスト（PBRが1を下回る状況下では、清算価値も考慮）を比較する。TOPIXの場合、概ねPBRが1を超えるため、推計結果に大きな差は生じない（青色の破線及び赤色の破線）。一方、近年PBRが常態的に1を下回る電気・ガス業の株主資本コストは、PBRが一層下落した2019年度以降に大きな差が生じている（青色の実線及び赤色の実線）。残余利益モデルを用いて推計した株主資本コストも2019年度に上昇しているが、上昇は限定的でかつ2019年度をピークに減少している。一方、拡張モデルを用いて推計した株主資本コストは、2019年度に大きく上昇し、僅かだが2021年度まで上昇し続けている。

### 3—個社別推計株主資本コストの上昇と取組の分析

#### 1 | 分析の概要

本章では、大手電力会社を対象に拡張モデルを用いて個社の株主資本コストを推定し、その変化（被説明変数）を各社のカーボンニュートラル実現に向けた取り組み（説明変数）を回帰分析することで、それらの関係性の分析に努める。推計対象年度は、前章の分析で株主資本コストが大きく上昇した2019年度とその後2～3年経過した2021年度と2022年度とした。大手電力会社10社のうち1社は分析対象年度において一株当たり予想利益が把握できない期間があったため、それ以外の9社を対象に、それぞれ3年度分の株主資本コストを推計した。

各社のカーボンニュートラル実現に向けた取り組みとして、将来の取り組み（目標の高さ）と過去の取り組み、及び近年の取り組みの3つの軸で評価する。まず、将来の取り組みの代替変数として、各社の統合報告書等（2020年度）に記載される再生可能エネルギーの新規開発目標（対数変換値）を用いる。次に、過去の取り組みの代替変数として各社の2017年度排出係数（2018年度12月公表）を用い、近年の取り組み結果の代替変数として分析期間における排出係数減少幅を用いた。

#### 2 | 分析結果

まず、株主資本コストを推計した結果、株主資本コストの変化幅は、同じ大手電力会社であっても会社によって大きく異なることが分かった。2019年度と比べてほとんど変化していない会社もあれば、10%以上上昇している会社もあり、カーボンニュートラル実現に向けた取り組みに対する投資家の評価が影響している可能性がある。

大手電力各社の株主資本コストの変化幅とカーボンニュートラル実現に向けた取り組みの関係を分析した結果は、図表7の通りである。左半分が2年間（2019年度から2021年度）、右半分が3年間（2019年度から2022年度）の株主資本コストの変化幅と、カーボンニュートラル実現に向けた各社の取り組みとの関係を回帰分析により確認した結果である。上段の「○」と「×」は、回帰係数の符号と積極的な取り組みとの整合性を表しており、積極的に取り組んでいるほど株主資本コストの増加幅が小さくなる場合は「○」、そうでない場合は「×」とした。下段の星の数は回帰係数の統計的有意



性を表しており、有意水準が1%、5%、10%、15%を下回る場合に、それぞれ4つ～1つの星を付与している。なお、星の数が多いほど、信頼できる結果である。

まず、回帰係数の符号と積極的な取り組みとの整合性については、3年間の株主資本コストの変化幅を将来の取り組みと近年の取り組みの二つの説明変数を用いて分析した場合を除き、すべて一致している。また、3年間の変化幅に対する分析では回帰係数の統計的有意性も高い。2022年度はロシアによるウクライナ侵攻による影響を受けている可能性があるが、その影響をほとんど受けていない2年間の変化幅に対する分析でも、一定程度の統計的有意性が確認できる。これより、やはりカーボンニュートラル実現に向けた取り組みに対する投資家の評価が、個社別の株主資本コストに影響していると考えられる。

次に、将来の取り組みと過去の取り組みに比べて、近年の取り組みは説明力が弱いことが分かる。カーボンニュートラル実現に向けた各社の取り組みは長期的に取り組むべき課題なので、当たり前の結論ともいえる。

【図表7】株主資本コストの変化と各社の取り組みとの関係

	2年間(2019年度 - 2021年度)							3年間(2019年度 - 2022年度)							
	○ **			○ ***	○		○ *	○ ****			○ ****	○ **		○	
将来の取り組み		○ **			○		○ *		○ ****			○ ****	○ **		○
過去の取り組み			○ **			○	○ **			○ ****			○ **	○ ****	○ **
近年の取り組み				○ **		○	○ *				○	×		○ ***	○
自由度調整済み 決定係数	0.31	0.32	0.09	0.56	0.20	0.30	0.41	0.79	0.76	0.00	0.75	0.85	0.88	0.86	

(資料) Bloomberg や各社 HP から取得したデータを加工

#### 4—最後に

本稿では、グリーン成長戦略において重要な役割を担う電力業界に着目し、カーボンニュートラルの実現に向けた取り組みと投資家による評価の関係性を確認した。投資家による評価の尺度として、株主資本コストを用いたが、残念ながら、株主資本コストは直接観測することができない上、電力業界のPBRは1を大きく下回り、一般的な株式の価値評価において使用される継続価値を前提とした方法で、株主資本コストを推計することは不適切と考えられる。このため、PBRが1を下回る状況下では、清算価値も意識した価格付けが行われていることを前提に、拡張したモデルを用いて株主資本コストを推計した。

これを前提に大手電力会社を対象に、近年の株主資本コストの変化と各社のカーボンニュートラル実現に向けた取り組みとの間の関係性を確認したところ、分析対象企業数も限られるものの、統計的に有意な関係が有り、かつ短期的な成果よりも過去の長期的な取り組み及び将来に向けての目標の高さが投資家に重視されていることが分かった。まだ実現していない長期的な目標の高さが評価されている点は特筆に値する。多くの人がカーボンニュートラルの実現に向けた取り組みが必要だと考えている状況において、グリーン成長戦略において重要な役割を担う電力業界に対する期待の表れであろう。短期的に成果を上げる必要はないが、目標に向けた着実な取り組みに期待したい。

(お願い) 本誌記載のデータは各種の情報源から入手・加工したものであり、その正確性と安全性を保証するものではありません。また、本誌は情報提供が目的であり、記載の意見や予測は、いかなる契約の締結や解約を勧誘するものではありません。