



一橋大学イノベーション研究センター

東京都国立市中2-1
<http://www.iir.hit-u.ac.jp>

本ケースの著作権は、筆者もしくは一橋大学イノベーション研究センターに帰属しています。本ケースに含まれる情報を、個人利用の範囲を超えて転載、もしくはコピーを行う場合には、一橋大学イノベーション研究センターによる事前の承諾が必要となりますので、以下までご連絡ください。

【連絡先】一橋大学イノベーション研究センター研究支援室
TEL: 042-580-8423 e-mail: chosa@iir.hit-u.ac.jp

気候変動問題対応に係るサステナビリティ経営の産業別動向分析

2022年5月12日

一橋大学イノベーション研究センター

市川類

概要

気候変動問題への関心の高まりの中、近年、世界各国において、2050年までのカーボンニュートラルの実現の目標が宣言され、その実現に向けて、政府のみならず、多くの企業が取り組みを進めている。このカーボンニュートラルの実現は、原則として、化石燃料の利用を廃止することを意味することから、化石燃料産業を中心に多くの事業構造転換が求められることになる。このような中、各産業は、カーボンニュートラルの実現に向けて、どのような取組を行い、また、産業別の取組の差異はどのようなものなのであろうか。

このような問題意識の下、本ワーキングペーパーでは、気候変動問題への対応／カーボンニュートラルの実現に向けた各産業別のサステナビリティ経営に係る対応の現状について、評価、考察を行う。具体的には、まずは、カーボンニュートラルに係るサステナビリティ経営の特徴を明確化した上で、カーボンニュートラルによる事業構造転換などのリスクの程度の観点から、化石燃料産業など4つの産業に分類し、それぞれの産業におけるイノベーションにおける取組方向を整理する。その上で、東証一部上場企業を対象に分析することにより、化石燃料産業などカーボンニュートラルによって影響を大きく受ける産業においては、消費者型産業など必ずしもそうでない産業と比較して、むしろ情報公開などカーボンニュートラル対応に積極的に取組んでいる状況にあることなどを明らかにする。

目次

概要	1
1. 問題意識	2
2. 気候変動問題対応としてのサステナビリティ経営	3
(1) 気候変動問題／カーボンニュートラルへの対応の特徴	3
(2) カーボンニュートラルに係るサステナビリティ経営のリスク面と機会面	3
3. 気候変動問題対応に係る産業別のサステナビリティ経営	6
(1) 気候変動問題／カーボンニュートラルが各産業に与える影響	6
(2) デジタル技術の活用（GXとDXとの関係）	9
4. 気候変動問題対応に係る産業別の取組動向の分析研究	11
(1) 既存研究と問題意識	11
(2) 産業別取組動向に係る分析の枠組み	11
(3) 分析結果と考察	13
5. 今後の課題	15

1. 問題意識

<問題意識>

気候変動問題への関心の高まりの中、近年、世界各国において、2050年までのカーボンニュートラルの実現の目標が宣言され、その実現に向けて、政府のみならず、多くの企業が取り組みを進めている。このカーボンニュートラルの実現とは、CO2回収などの場合を除き、原則として、化石燃料の利用を廃止することを意味する。このため、化石燃料産業を中心に多くの関連産業において、根本的な事業構造転換が求められることになる。カーボンニュートラルが、産業革命としての意味合いを有する所以である。

このような中、企業においては、気候変動問題対応に係るサステナビリティ経営に取り組むべく、近年、企業ガバナンスの一環として制度化されつつある、気候変動問題の対応に係る情報公開や目標設定などの取組に参加しつつ、イノベーションや事業構造改革に取り組んでいる。それでは、カーボンニュートラルの実現に向けて、各産業は、具体的にどのようなイノベーションや事業構造改革に取り組み、また、これらの制度の活用を通じた産業別の取組の差異はどのようなものなのであろうか。

このような問題意識の下、本ワーキングペーパーでは、特に気候変動問題／カーボンニュートラル対応に関するサステナビリティ経営の特徴を明確化した上で、その業界毎の事業再構築やイノベーション上の課題を整理するとともに、実際の産業ごとの取組の現状を分析し、各産業別にどのような影響を与えているかを把握することを目的とする。

<本ワーキングペーパーの構成>

具体的には、まず、次章においては、気候変動問題の特徴は、世界で共通した目標が設定され、世界各国政府が取り組んでいることを挙げた上で、そのサステナビリティ経営の特徴を、通常の経営におけるイノベーションと比較して整理する。具体的には、気候変動に係るサステナビリティ経営においては、特に化石燃料産業などに関し、既存事業の破壊という「リスク」の回避という側面に大きく直面することになり、そのために、イノベーションを通じた事業構造転換も含めた取組が求められるという状況にあること、また、「機会」としてのイノベーションに関しては、多数の企業・産業が参入し、概ね同じ方向のイノベーションに同時に取り組む傾向になるため、協調が進展する一方、過剰な競争（レッドオーシャン）となる可能性があることを明らかにする。

次に、第三章においては、そのような認識のもと、化石燃料産業、運輸関連産業、重化学等製造関連産業、その他製造・サービス産業の4分類に分け、気候変動問題（カーボンニュートラル実現）に向けた企業経営に係る取組（SX）としてのイノベーション（機会）の側面とリスクの側面での方向性に整理し、産業によって取組状況が異なることを示す。また、併せて、デジタル技術が気候変動問題への対応に対して果たす役割について、整理する。

第四章においては、実態に係る分析研究として、東証一部（当時）の上場企業を対象に、気候変動問題に係る情報公開であるTCFDと目標設定であるSBTiに参加している企業の割合から、その特徴を分析する。その結果、化石燃料産業など、事業構造転換を求められる産業においては、むしろ気候変動情報の公開には積極的に対応するものの、目標の設定には困難を抱えている状況にあるのに対し、比較的影響の少ない消費者向け製品・サービスを提供する企業の方が、目標設定などには前向きに対応を示していること等を明らかにする。その後、第五章において、今後の課題について記す。

2. 気候変動問題対応としてのサステナビリティ経営

(1) 気候変動問題／カーボンニュートラルへの対応の特徴

気候変動問題は、サステナビリティ経営の観点からみると、企業経営にとって対応すべき環境・社会課題の一つである。ただし、近年の世界中における気候変動問題への関心の高まりの中で、気候変動問題は、サステナビリティ経営における中核的課題になりつつあるとともに、気候変動問題への対応をきっかけに、サステナビリティ経営自体への関心も高まってきているとも言える。

この気候変動問題は、環境問題の一つとして位置づけられ、外部経済性によって生じる問題の典型例であり、その中でも、いわゆる「地球環境問題」の最も世界の関心の高い課題とされる。これは、気候変動問題は、地球規模そして人類全体の将来に大きな影響を与える環境問題であるとともに、世界経済の基盤となっているエネルギー分野の抜本的な改革が求められるという意味で、世界における経済・産業構造改革上においても重要な課題であると位置づけられるためである。カーボンニュートラルが、産業革命であるとも呼ばれる所以である。

そのような気候変動問題の地球規模のインパクトの大きさがゆえに、サステナビリティ経営の観点から見た場合、気候変動問題は、以下の2点が特徴的であるといえる。

- 世界で共通した目標と方向の認識：この気候変動問題に関しては、概ね1990年代以降、気候変動枠組条約の下で、締約国会議（COP）が毎年開催されるなど、国際的に多くの議論がなされている。その結果、各国・地域による温度差はあるにせよ、今後の対応の方向に係る基本的な認識は世界で概ね共通したものとなっており、その方向性は世界全体で共有されている。その典型例が、2015年のパリ協定、2018年のIPCC特別報告書を踏まえた世界各国で設定されているカーボンニュートラル目標である。
- 世界各国での政府の関与：このような中、世界各国において、国によってその内容や程度は異なるものの、当該目標に向けて政府による関与（規制、支援など）の意向を示している。具体的には、世界各国の政府が、カーボンニュートラル宣言を行い、国としての目標を設定するとともに、その実現に向けた規制などのロードマップや、研究開発・実証事業などの推進に取り組んでいる。特に、政府による規制に向けた動きは、企業にとって将来的な大きなリスクになるものであり、経営に与えるインパクトは大きい。

(2) カーボンニュートラルに係るサステナビリティ経営のリスク面と機会面

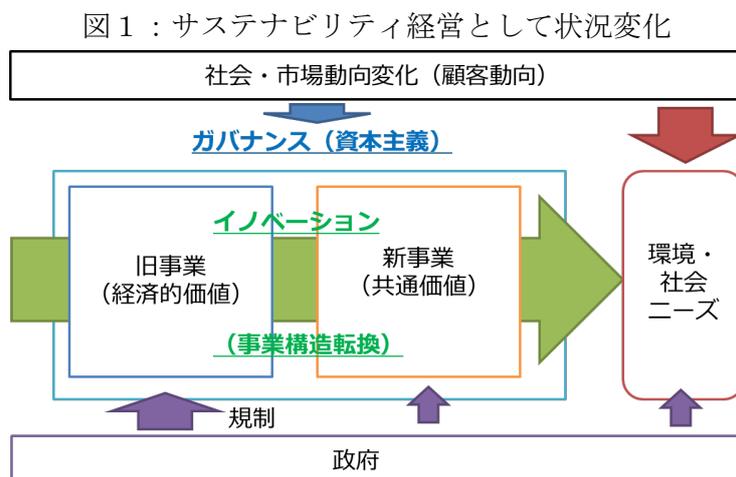
<サステナビリティ経営におけるリスク面と機会面>

その上で、サステナビリティ経営には、イノベーションとしての「創造的破壊」に係る二つの側面がある。一つは、イノベーションによる「機会」を通じて、環境・社会に配慮した

新たな製品・サービスの提供（主に **CSV** の側面）という側面であり、もう一つは、環境・社会において問題があるとされる事業に係る「リスク」への対応（主に **ESG** の側面）という側面である。

その際、気候変動問題に係るサステナビリティ経営においては、通常のアノベーションの場合と比較して、大きな違いがある。すなわち、通常のアノベーションの場合は、まずはアノベーション＝新産業の創出が生じてから、それによって市場メカニズムを通じて、旧産業・ビジネスが駆逐される＝リスクが生じるという順序がある。これに対し、気候変動問題においては、まずは、政府規制も含めた既存産業等に対する破壊としてのリスクがあり、その上で、それを社会的に円滑に実現するために、新たな産業を起こすアノベーションが求められるという順序になっているように見受けられる。

このため、気候変動問題においては、企業にとっては、リスクという側面に大きく直面することになり、特に化石燃料に関連する産業を中心に、政府規制等により既存産業の破壊というリスク面への対応が大きな課題となる。



このような認識のもと、以下において、気候変動問題に係るサステナビリティ経営におけるリスク的 (**ESG** 的) 視点とアノベーション的 (**CSV** 的) 視点からの特徴について、政府関与の特徴も含めて記述する。

<リスク面での影響 (ガバナンスと政府規制)>

リスク面においては、**ESG** 投資を通じた機関投資家によるガバナンスに加えて、政府における規制の可能性の高まりは、企業において、少なくとも長期的な観点から、経済合理的な判断の下で、撤退あるいは事業構造改革に向けて準備することが合理的な戦略となる。

具体的には、まず、機関投資家等との関係では、気候変動問題は情報公開などのガバナンス改革が先進的に進展している分野であり、企業は、そのガバナンスを通じて、リスク回避の観点も含めた **ESG** 投資の観点から評価を受けることになる。この結果、企業においては、環境・社会的な問題を抱えているような事業に関しては、投資家からは、撤退や事業構造改革などの圧力を受けることになる¹。

¹ その際、特に、気候変動問題の場合、将来の方向について概ね社会全体で共有されているため、投資家と企業との間で、Principal Agent の問題が比較的存在せず、投資家から容易にリスクのある事業から撤退あるいは事業構造改革を行うよう圧力が係る可能性がある。

また、政府による規制の動きが重要になる。特に、化石関連事業など企業における環境・社会問題を抱えているような事業に対して、撤退あるいは事業構造改革などのより強い圧力を受けることになる。特に気候変動問題においては、既に多くの国で 2050 年までのカーボンニュートラルの実現を宣言しており、これを実現するために、政府は、そのための各種研究開発・導入支援措置に積極的に取り組む一方で、石炭火力の廃止から始まり、ガソリン自動車の販売禁止措置、炭素税などの経済的措置などの各種規制措置の検討を進めている。

もちろん、カーボンニュートラルの実現のための政府による各種規制措置は、既存産業への影響も大きく、雇用や国民経済の影響も大きいことから、その早期導入については強い慎重論が出され、容易には結論がでないことも想定される。特に、代替となるような環境に優しい技術体系に基づく事業（再生可能エネルギーなど）が、現行の技術体系に基づく事業（化石燃料産業）と比較して高コストである場合には、慎重になることが想定される。

このような規制に向けた政府による宣言に関し、ポーターの環境規制とイノベーションに係る論文（1995）²において指摘されているとおり、一般的には、長期的ではあるものの明確でかつ厳しいゴールの設定は、企業に対してリスクを認識させるとともに、イノベーションの推進に対する強いインセンティブをもたらすことになる。このような視点から考えると、カーボンニュートラルの実現のために政府規制としての厳しく高いゴールの設定は、その予測可能性が高い限り、特に化石燃料に関連する産業にとっては、自らのこれまでの既存産業に係るリスクを強く認識させるものであり、抜本的な事業構造改革・産業構造転換に取り組もうというインセンティブを与えることになる。そのため、合理的な判断として、その対応のためのイノベーションを含めた長期的戦略を策定・実施せざるを得ない状況になる。

<機会としてのイノベーション（競争と協調）>

もともと、サステナビリティ経営においては、各企業は、環境・社会問題への関心の高まりに対応する社会ニーズの変化に対応し、積極的なイノベーションに取り組むことになる。

その際、カーボンニュートラルに向けた企業によるイノベーションに係る取組は、一般的なイノベーションの場合と比較して、異なる様相を示すことになる。具体的には、一般的なイノベーションの場合、企業の独自のニーズ把握とそれに対応するアイデアに基づくものとなるのに対し、カーボンニュートラルに係るイノベーションの場合は、再生可能エネルギーの推進、水素社会の構築、CCUS・カーボンリサイクルの推進など、概ね大きな方向としては、既に社会的に共有されている方向に取り組むことになる。

このため、一般的なイノベーションの場合は、企業独自の戦略として、関連企業等とのネットワークを構築し、イノベーションを実現すべく取り組む傾向があるのに対し、カーボンニュートラルに係るイノベーションの場合は、多数の企業・産業が参入し、概ね同じ方向のイノベーションに同時に取り組む傾向になる。このため、必要に応じ、関連企業とのコンソーシアム的な連携が進みやすい一方で、イノベーション競争が激化し、その結果、いわゆるレッドオーシャンになる可能性がある。

また、更に、気候変動問題対応においては、その産業革命としての性質の中で、世界各国の政府が、新産業育成あるいは既存産業の構造転換の促進の観点から、積極的に研究開発や

² Michael E. Porter and Claas van der Linde, “Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship”, *Journal of Economic Perspectives* — Volume 9, Number 4 — Fall 1995 — Pages 97–118
<https://pubs.aeaweb.org/doi/pdfplus/10.1257/jep.9.4.97>

導入普及などの支援策を講じることになる。その結果、世界各国で見た場合には、世界各国政府間でのイノベーション促進競争になる傾向がある。

図 2：カーボンニュートラルのイノベーションの特徴

	一般的なイノベーション	カーボンニュートラルに向けたイノベーション
特徴	企業独自の方向 (ただし、流行りはある)	社会的に共有された方向(再エネ、水素など) (ただし、独自の取組もある)
政府の関与	弱い関与(一般的に)	強い関与(規制、政府支援)
既存市場との関係(創造的破壊)	イノベーションにより、将来的に破壊される可能性	破壊されることを見据えた上での、イノベーションへの取組
新市場、関連企業	多くは独自での市場開拓(先行者利益、独占) 独自で関連企業を開拓(独自ネットワーク)	多数の企業による競合市場(レッドオーシャンの可能性) 多くの関連企業の取組との連携(コンソーシアム、標準化)
ガバナンス(投資家との関係)	Principal Agentの関係 企業に多くの知見がある	非Principal Agentの関係 投資家も方向性の多くを理解

3. 気候変動問題対応に係る産業別のサステナビリティ経営

(1) 気候変動問題／カーボンニュートラルが各産業に与える影響

<化石燃料依存の観点からの産業の分類>

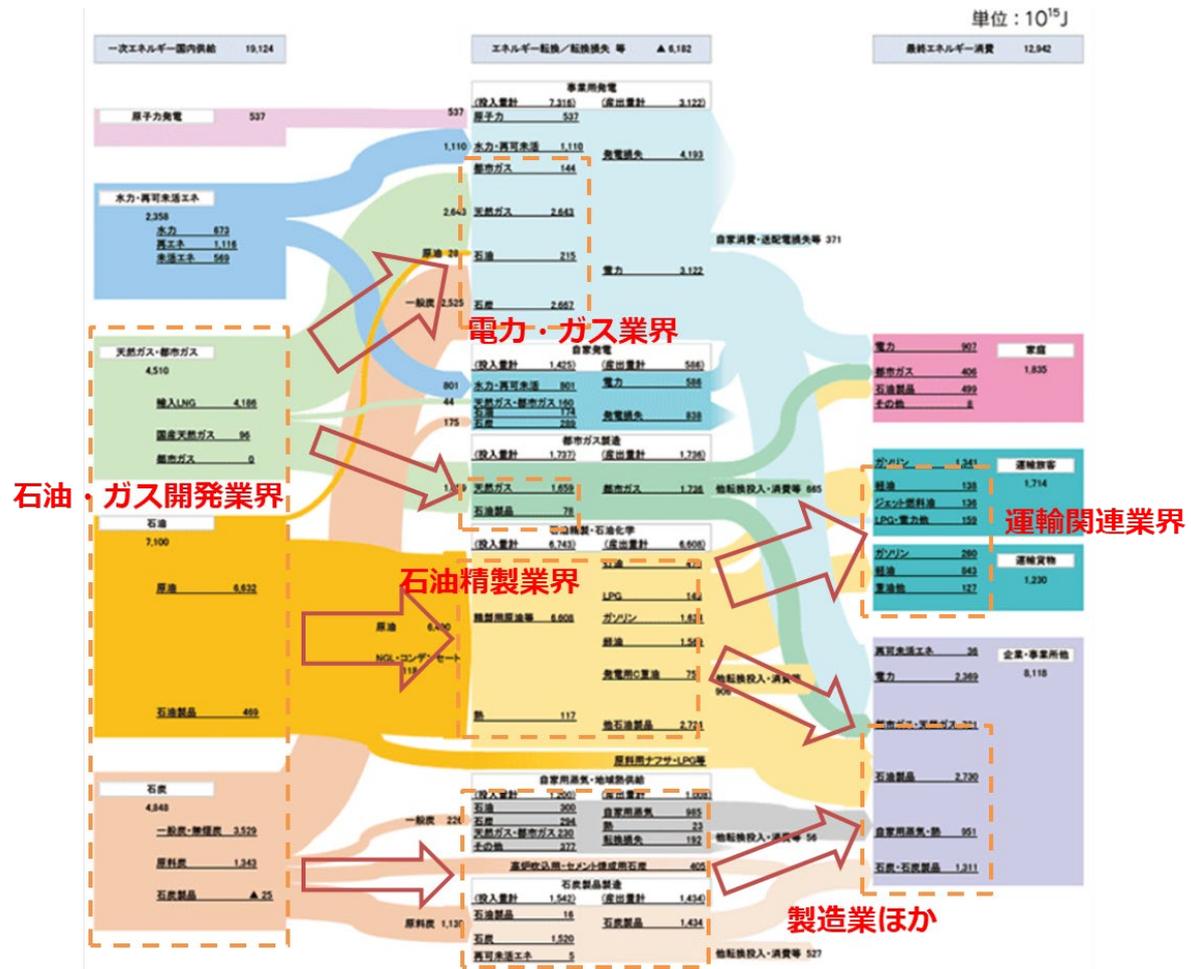
上述のとおり、カーボンニュートラルの実現に向けて、各企業は、サステナビリティ経営(SX)として、イノベーションを通じた事業構造改革に取り組むことになるが、その際、各産業は、どのようなリスクを抱え、どのようなイノベーションに取り組むことになるのであろうか。

特に、化石燃料に関連する産業(特に、座礁資産³を有すると言われるような産業)においては、上述の通り、単にイノベーションを通じた新たなビジネスの創出という前向きな対応(機会)というよりは、既存ビジネスが破壊されるなど事業継続に大きな影響を受ける可能性(リスク)が大きいと、それに対応した事業転換のためのイノベーションに取り組まざるを得ないという側面が強くなる。一方で、相対的に化石燃料を直接利用していない産業では、場合によっては、カーボンニュートラルをむしろ前向きな機会としてとらえ、積極的に事業拡大に向けて取り組むような企業もあると考えられる。

このような産業別の影響の度合いを理解するため、以下において、化石燃料への依存の観点から、化石燃料産業(A)、運輸関連産業(B)、重化学系製造関連産業(C)と、それ以外の製造・サービス産業(D)に分類し、それぞれの産業への影響について、概略を記述する。

³一般的には、「市場環境や社会環境が激変することにより、価値が大きく毀損する資産」のこと。
<https://sustainablejapan.jp/2016/05/22/strandedasset/18377>

図3：我が国のエネルギーバランス・フロー概要（2018年度）⁴



＜各産業に与える影響（考察）＞

A) 化石燃料産業（鉱業、電力・ガス業、石炭石油製品業）

まずは、化石燃料を直接事業として利用している産業（以下、化石燃料産業）としては、石油・天然ガス開発業界（鉱業）に加え、そのエネルギーの大半を化石燃料（主に石炭、天然ガス）に依存している電力業界及びガス業界（電力・ガス業）、また、石油そのものを加工する石油精製業界（石炭石油製品業）が挙げられる。これらの産業においては、社会全体のカーボンニュートラルの実現に向けて、そもそもの既存の事業が失われることになるため、抜本的な事業改革が求められることになる。

このような中、各業界においては、カーボンニュートラルの方向に沿って期待される新たな事業に取り組むべくイノベーションに取り組むことになる。具体的には、化石燃料業界（石油ガス開発業界、電力・ガス業界、石油精製業界など）においては、多くはCCUSに加えて、再生可能エネルギーや水素関連事業に取り組むことになる⁵。

⁴ 出典：資源エネルギー庁「令和2年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書2021）」
<https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2021/html/2-1-1.html>

⁵ 例えば、石油開発企業であるINPEXは「～2050 ネットゼロカーボン社会に向けて～」として、①上流事業のCO2削減（CCUS）、②水素事業の展開、③再生可能エネルギーの強化と重点化、④カーボンリサイクルの推進と新開や事業の開拓、⑤森林保全の推進の5つの事業の柱を立てている。
https://www.inpex.co.jp/company/business_development_strategy.html

B) 運輸関連産業（運輸機器製造業、運輸産業業）

運輸関連業は、その動力源として、多くがガソリン、軽油、ジェットエンジンなどの石油製品を利用している。このため、自動車業界、飛行機・船舶製造業界など運輸関連機器製造業界においては、カーボンニュートラルにより、これまでの石油製品駆動の運輸関連機器が否定されることになることから、そのものの抜本的な製品改革を行うためのイノベーション（電動車、水素タービン、バイオ燃料利用など）が求められる。また、陸運（貨物運送業界など⁶）、空運、海運などの運輸業界においても、その中核的な設備である運輸関連機器について、既存の石油製品駆動のものからカーボンニュートラル対応したものに抜本的に構成を見直すことが求められる。

C) 重化学等製造関連産業（化石燃料利用産業）

製造業を初めとして、建設業、農業などの「モノ」を生産・加工する多くの産業においては、その生産・加工工程において、熱源あるいは動力源として、直接化石燃料を使うことも少なくない。特に、石油化学業界はもちろんのこと、鉄鋼業界やセメント業界においては、その製品製造にあたって、直接、化石燃料を熱源あるいは材料として利用している。また、建設業、農業においても、建設機器や農業機械・温室用暖房なども含め多くの石油製品を直接利用している。

これらの産業においては、カーボンニュートラル対応として、これまでの化石燃料に依存した熱源・動力源やその加工プロセスの見直しのためのイノベーションに取り組むことが必要となる。一方、一部重化学工業では、カーボンリサイクルが新たなビジネスとして期待される部分もある。

D) その他の製造・サービス産業（消費者系製造業、情報・サービス系産業など）

一方で、これらの産業を含め、ほぼ全ての産業においては、業務用も含めて、多くの電力を利用するとともに、営業用などの自動車等を利用している。このため、これらについては、再生可能エネルギーの購入や電動自動車への転換が求められるほか、さらに、省エネルギー・エネルギー効率化に向けた取組が求められることになる。ただし、上述の三つの産業と比較すると、既存ビジネスに与える影響は相対的に少ないと言える。

火力発電企業の大手企業である JERA（東電・中電の子会社）は、「JERA ゼロエミッション 2050」として、再生可能エネルギー（海上での大規模風力発電）、ゼロエミッション火力（石炭火力発電×アンモニア、LNG 火力発電×水素）に取り組むとしている。

<https://www.jera.co.jp/corporate/zeroemission/>

ガス会社大手である東京ガスは、「CO2 ネット・ゼロに向けた当社の役割の拡大」として、ガス体エネルギーの脱炭素化技術開発、再エネ拡大、海外における削減効果の取組、CCUS 技術の活用、カーボンニュートラル LNG などに取り組むとしている。

https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/2050_gas_jigyo/pdf/007_03_00.pdf

石油精製大手である ENEOS ホールディングスは、「2040 年自社排出分のカーボンニュートラルを目指して」として、水素（燃料電池自動車向け水素ステーションの整備、CO2 フリー水素の製造・貯蔵・輸送等の技術開発）、再生可能エネルギー（メガソーラー、洋上風力プロジェクト）、CO2-EOR（石油増進回収法）、金属のリサイクルなど、幅広いイノベーションを推進するとしている。

http://www.keidanren.or.jp/journal/times/2020/1022_14.html

⁶ なお、陸運業界で重要な位置を占める鉄道業界は、その多くが、化石燃料ではなく、電力にも依存しているが、一方で、多くの鉄道業界が、セキュリティの観点も含めて（化石燃料による）自家発電設備を有している。

一方、機械製造業などにおいては、自動車業界などだけではなく、建築用機器、ボイラー、発電機を初め、従来型のエネルギー転換機器の製造から、再生可能エネルギー用の発電機や水素関連設備（発電などを含む）への事業構造転換が求められるとともに、それは新たなビジネス機会となる。また、デジタル技術系の産業においても、自らのサーバ等の省エネが求められる一方で、デジタルを利用した省エネ技術は新たなビジネス機会となる可能性がある。

図4：カーボンニュートラルに係る各業界のイノベーションの取組の方向

業界	業界とイノベーションの方向	関係業界との連携	備考（事業改革規模）
化石燃料関係業（エネルギー転換業）	石油開発業界：石油・天然ガス⇒再エネ発電・水素 石油精製業界：石油製品⇒再エネ発電・水素・蓄電 電力業界：火力発電⇒再エネ発電 ガス業界：天然ガス⇒メタネーション	再エネ発電機器、水素関連機器など各種機器メーカーとの連携	根本的な事業の見直しが必要。
運輸関連業（機器製造、運輸サービス）	輸送機器製造業界（自動車業界）：ガソリン自動車⇒電動自動車 運輸業界：電動自動車の利用 航空機・船舶業界（製造業、利用業）：化石燃料駆動⇒水素エンジン駆動、電動駆動など	自動車業界は、部品業界との連携 運輸業界は、自動車業界との連携	輸送機器製造業界は、抜本的な製品見直しが必要。 輸送業界は、輸送機器の構成の見直しが必要。
製造業、農業、建設業など（化石燃料利用産業）	石油化学業界：カーボンリサイクル 鉄鋼・非鉄：水素還元、リサイクル電炉 セメント：CO2固定化、カーボンリサイクル 農業・建設：農業・建設機器の電動化等	各種機器メーカーとの連携	生産工程の抜本的な見直しが必要。
その他製造・サービス業界（全業種）	再エネ電力の購入、輸送・運輸の効率的利用 デジタルによるエネルギー効率化の推進		比較的影響は少ない。

（2）デジタル技術の活用（GX と DX との関係）

もともと、サステナビリティ経営とは、環境・社会分野においてイノベーションを起こすことにより、ビジネスを可能とするものであり、特に、環境分野でのイノベーションについては、いわゆるグリーンイノベーション（あるいはグリーントランスフォーメーション：GX）とも呼ばれる。

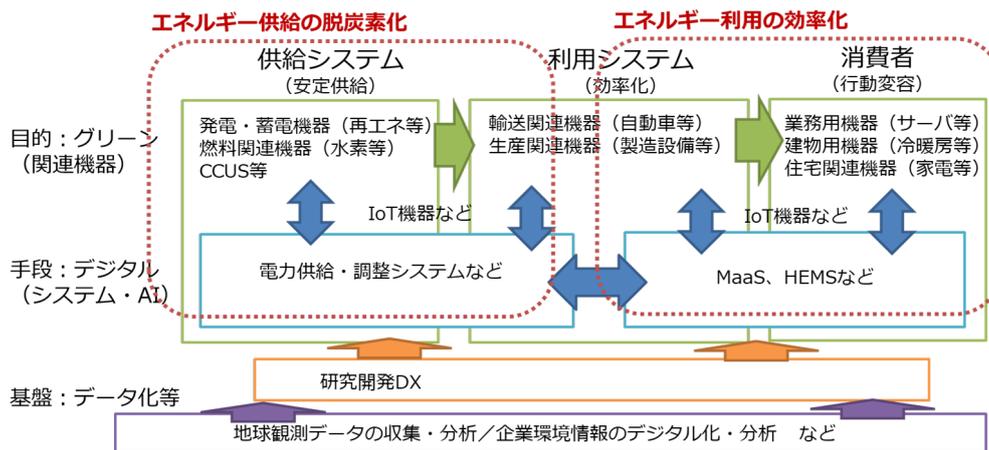
そのような中、上述の産業別のイノベーションに係る取組に関し、近年注目を浴びているデジタル技術の活用による取組（DX：デジタルトランスフォーメーション）は、どのような貢献を果たすのであろうか。

まずは、基本的に、「グリーン」はイノベーションの目的であるのに対し「デジタル」はイノベーションの手段である。また、「デジタル」は、イノベーションを実現するための技術の一部であり、「デジタル」技術以外の技術を「ハードウェア技術」と定義すると、GXとは、デジタル技術とハードウェア技術の組合せによって実現するものと整理される。したがって、GXのうち、特に、デジタル技術に大きく依存するものが、デジタル技術によるGXへの貢献であると言える。

その際、一般的には、デジタル技術は、特に、ハードウェア技術で構成されるエネルギーシステムの全体の調整能力の向上を通じて「グリーン」に大きく資するものとなる。具体的に、カーボンニュートラルを目的としたグリーンイノベーション（GX）におけるデジタル技術の貢献については、以下の通り整理できる。

- カーボンニュートラル社会の実現に必要なイノベーションに係る中核となる技術的課題は、エネルギー供給の脱炭素化である。その中でも、特に、再生可能エネルギー技術等の発電技術、蓄電・水素関連などのエネルギー転換技術と、CCUSなどCO2回収・再利用技術などのハードウェア技術の確立が徹底的に重要となる。その上で、このように特に再生可能エネルギーで発電した電力を、需要側に対して安定的に供給するためには、多数の発電機器・蓄電機器間での調整するためには、デジタル技術の活用による新たな分散型の電力安定供給ネットワークの構築が不可欠となる。このネットワークシステムに係るデジタル技術への期待は非常に高い。
- また、カーボンニュートラルの社会の実現にあたっては、併せて、エネルギー利用の効率化（省エネルギー）も求められる。その際、デジタル技術は、サプライチェーンにわたっての効率化を可能とすることから、エネルギー分野、運輸部門、製造分野を含む全ての業種におけるエネルギー効率化・省エネに大きな役割を果たす。そのような意味で、デジタル技術は、サーキュラーエコノミーの推進とは非常に相性が良いと言える。また、このような各種利用機器に係るデジタルネットワークは、上記の新たな分散型電力ネットワークと連携することにより、更なる効率化や新たなビジネスの創出につなげることが可能となる。さらに、デジタル技術は、テレワークなどを通じた国民のライフスタイルの変容を通じて、省エネルギーにも寄与することも可能となる。
- なお、それ以外の基盤的な分野として、デジタル技術は、上述のハードウェア技術などに係る研究開発プロセスの効率化（研究開発DX）にも有効である。また、気候変動に係る地球観測データや企業における環境関連データなどの各種データの収集・整理に役に立つものとなる。

図5：グリーンイノベーションとDX



このような視点で見ると、全般的には、特にA) 化石燃料産業、B) 運輸関連産業、C) 重化学等製造関連産業では、デジタル技術も重要であるが、ハードウェア技術のイノベーションが圧倒的に必要とされる産業であると言える。一方、D) その他の製造・サービス業では、相対的に省エネルギーに係る期待が高いことから、デジタル技術を利用したエネルギー効率化に係るイノベーションが重要な役割を果たす可能性が高いと考えられる。

4. 気候変動問題対応に係る産業別の取組動向の分析研究

(1) 既存研究と問題意識

サステナビリティ経営に係る企業の取組状況については、これまで、ランキングの試行などに係る分析研究事例がある。例えば、日経新聞は、伊藤の監修のもと、2019年に、持続的に高収益を上げられると評価できる企業として、2019年に「日経 ROESG ランキング」を発表している。この結果によると、消費者向けの事業を手掛ける企業が上位に目立っているとしている⁷。

もちろん、消費者向け事業を行う企業においては、顧客としての消費者に直結しているもので、評判も含めて、前向きに取り組んでいるという可能性はある。しかしながら、例えば、化石燃料に関連する企業は、その対応が容易でないという業種であるがゆえにそもそも ESG 評価が低く評価される可能性もある。このため、ランキングが低いことをもって、気候変動問題などの ESG に積極的に取り組んでいないと評価することは必ずしも正しくないと考えられる。

なお、ESG に取り組むことが、ROE 上昇に資するののかという視点から、ESG スコアと ROE スコアの相関関係について、いくつか研究がなされている⁸。ただし、仮に相関関係があったとしても、そもそも ESG については、一般的に長期的な観点からの取組であり、理論的にもすぐに経済的な観点からメリットが生じるものでは必ずしもないことを踏まえると、むしろ、経営的に余裕のある ROE の高い企業が、ESG に積極的に取り組んでいるという可能性があることに留意することが必要であろう。

(2) 産業別取組動向に係る分析の枠組み

それでは、実際に、日本において、どのような産業が、この気候変動経営に関心を持ち、積極的に取り組んでいるのであろうか。

以下においては、気候変動問題への取組として、特に、機関投資家からの圧力を受ける可能性の高い日本の大企業として、東証一部（当時）の参加企業を対象とし、TCFD 及び SBTi に係る取組に参加している企業の産業別割合について、産業別の気候変動問題に係る

⁷ 日本経済新聞「ROESG 世界トップ 100 社、消費者向けが上位に 企業の持続性重視へ新指標」2019年8月12日

<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO48387630Y9A800C1000000/>

日本経済新聞「ESG×収益力、欧米企業が先行 持続性重視へ新指標」2019年8月12日

<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO48482550R10C19A8MM8000/>

第二回ランキング（2020年版）2021年3～4月

https://note.com/mae_daichi/n/ae4b28c0e5eba

⁸ 例えば、伊藤は、日経 ROESG ランキングの対象企業のうち 260 社を対象にした研究で、ESG スコアが低い水準である場合には、ROE の係数はプラスにはならず、ESG スコアが一定水準以上でプラスに有意になることを確認している。そのように考えると、ROE 水準が高くとともに、ESG スコアが低い場合には、PBR（株式時価総額／純資産）に結びつかないケースがあるとしている。

No.9183

取組状況に係る分析を行う。このうち、TCFDは、主として投資家のために気候変動問題に係る取組状況の情報公開を行う取組であるのに対し、SBtiは、1.5度目標に即して、気候変動問題に係る目標を設定する取組である。

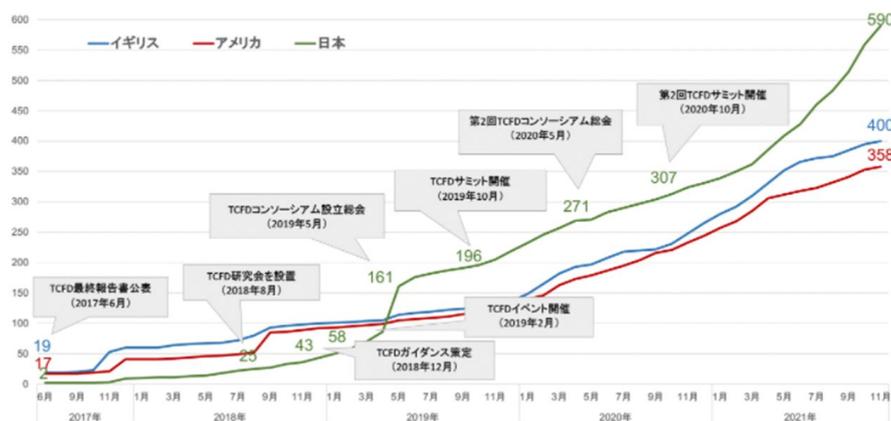
1) TCFD（気候関連財務情報開示タスクフォース（Task Force on Climate-related Financial Disclosures））

TCFDは、G20の要請を受け、各国の金融関連省庁及び中央銀行からなる金融安定理事会（FSB）により設立された。TCFDは、2017年6月に最終報告書を公表し、企業等に対して、気候変動関連リスク及び機会に関する①ガバナンス、②戦略、③リスク管理、④指標と目標について開示することを推奨した。⁹

このような動きを踏まえ、日本では、経産省が、2018年8月から、グリーンファイナンスと企業の情報開示のあり方に関するTCFD研究会¹⁰を開催し、2018年12月にTCFDガイダンスを公表¹¹した。また、2019年5月に、5名の発起人の呼びかけにより、TCFDコンソーシアムが設立された（経済産業省・金融庁・環境省はオブザーバーとして参加）¹²。上記ガイダンスについては、同コンソーシアムが引き継ぎ、2020年7月には、TCFDガイダンス2.0及び事例集を公表している。

TCFDは、気候変動に関する財務情報開示を積極的に進めていくという趣旨に賛同する機関等を公表しており、世界全体では、金融機関をはじめとする2,785の企業・機関が、日本では601の企業・機関が賛同の意を示している（2021年11月30日時点）¹³。特に、TCFDガイダンスが発表され、TCFDコンソーシアムが設立された2019年前半に大きく増加したほか、近年、引き続き急速に拡大している。

図6：上位3か国（日米英）のTCFD賛同機関数の推移¹⁴



⁹（参考）環境省による概要ペーパー

http://www.env.go.jp/press/02_TCFDgaiyousiryoku.pdf

¹⁰ https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/green_finance/index.html

¹¹ 経済産業省「TCFDガイダンスの策定とTCFDへの署名を行いました！」2018年12月25日

<https://www.meti.go.jp/press/2018/12/20181225012/20181225012.html>

¹² https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/tcfd_consortium.html

¹³ https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/disclosure.html

（TCFDの業種分類によると、通信サービス11社、消費者裁量43社、生活必需品41社、エネルギー12社、ヘルスケア19社、産業126社、情報技術47社、材料64社、不動産22社、運輸14社、電力ガス13社、金融141社、その他機関48団体（政府8機関）

¹⁴ 出典：TCFDコンソーシアムホームページ

<https://tcfd-consortium.jp/about>

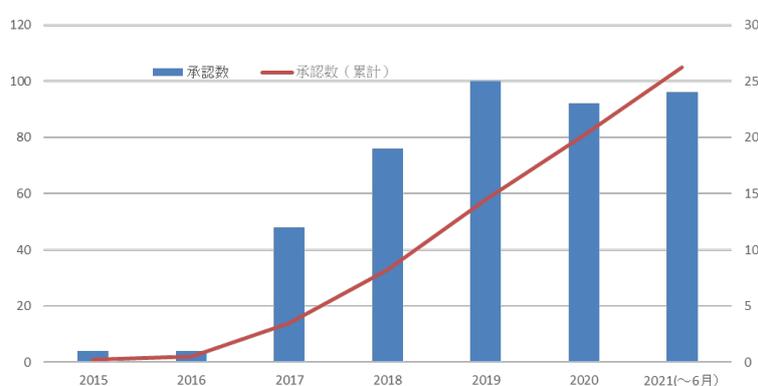
なお、これらのTCFDに参加している日本企業のうち、TCFDコンソーシアムに参加している企業は466社（2021年11月25日時点）であり、このうち、東証一部に参加している企業数は317社である。なお、この317社以外に、非上場の投資・金融会社（外資系企業を含む）、投資コンサルティング会社や、中小・中堅規模の再エネ関連企業などが多く参加している。

2) SBTi (Science Based Targets イニシアティブ) :

SBTiは、WWF、CDP¹⁵、WRI（世界資源研究所）、国連グローバル・コンパクトにより、2015年に設立された共同イニシアティブであり、1.5度目標に向けて科学的知見と整合した削減目標を設定することを推進する取組である。

SBTiのもとで、意欲的な削減目標を設定することにコミットした企業は、2020年10月時点で、世界で1000社を超えており、そのうち、日本企業では、SBTiから承認を受けた企業は105社、既にコミット済みの企業は28社であり、合計133社である（2021年6月現在）¹⁶。概ね、2017年以降、承認を受けた企業が増加しているが、特に2021年に入ってから急増している。なお、SBTi参加企業（コミット済みの企業を含む）133社のうち、東証一部企業は106社である。

図7：SBTiから承認を取得済みの日本企業数の推移¹⁷



(3) 分析結果と考察

これらのTCFD、SBTiの参加企業のうち、東証一部（当時）の上場企業（全体2184社、2021年11月30日現在）¹⁸を対象とし、各業界を、化石燃料産業、運輸関連産業、製造・建設・農業関連産業、サービス業、金融業に大括り化して、それぞれの業界におけるTCFD、SBTiへの参加割合を計算すると、図8の通り。なお、大括り化する前の、各産業での参加割合（詳細）は図9の通り。

¹⁵ 旧カーボン・ディスクロージャー・プロジェクト

¹⁶ <https://www.wwf.or.jp/activities/basicinfo/409.html>

¹⁷ 以下より作成。

<https://www.wwf.or.jp/activities/basicinfo/409.html>

¹⁸ <https://www.jpx.co.jp/listing/co/index.html>

図8：東証一部上場企業における TCFD、SBTi 参加企業の割合

	東証一部	TCFD	SBTi
参加企業数		466	133
うち東証一部上場企業数	2185	317 (14.5%)	106 (4.9%)
化石燃料関連産業	37	18 (46.0%)	0 (0%)
運輸関連産業	112	32 (28.6%)	4 (3.6%)
製造・建設・農業関連産業	961	159 (16.5%)	79 (8.2%)
サービス業	963	59 (6.1%)	20 (2.1%)
金融業	112	49 (43.8%)	3 (2.7%)

(注1) 東証一部は、2021年11月末現在。TCFDは、コンソーシアム参加日本企業（2021年11月末現在）、SBTiは、承認済み・コミット済み日本企業（2021年6月現在）。

(注2) 各産業分類は、以下の通り。

- ・「化石燃料産業」：鉱業、石油・石炭製品、電力・ガス業
- ・「運輸関連産業」：輸送用機器、陸運業、海運業、空運業（※倉庫・運輸関連業は含まず）
- ・「製造・建設・農業換算産業」：製造業（石油・石炭製品、輸送用機器を除く）、建設業、水産・農林業
- ・「サービス業」：情報・通信業、卸売業、小売業、倉庫・運輸関連業、その他金融業、不動産業、サービス業
- ・「金融業」：銀行業、証券・商品先物取引業、保険業（※その他金融業は含まず）

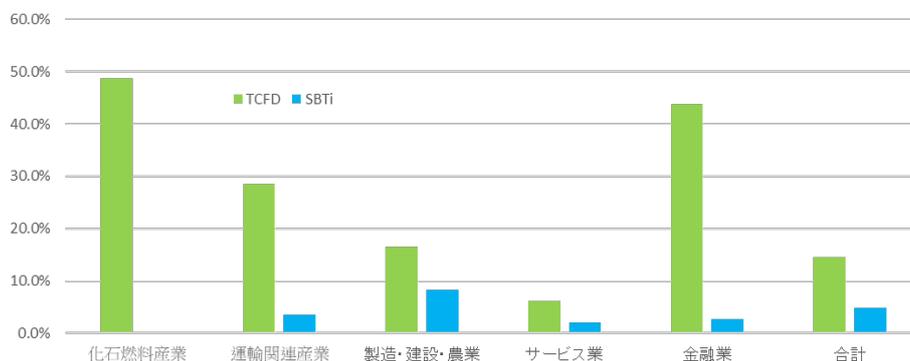
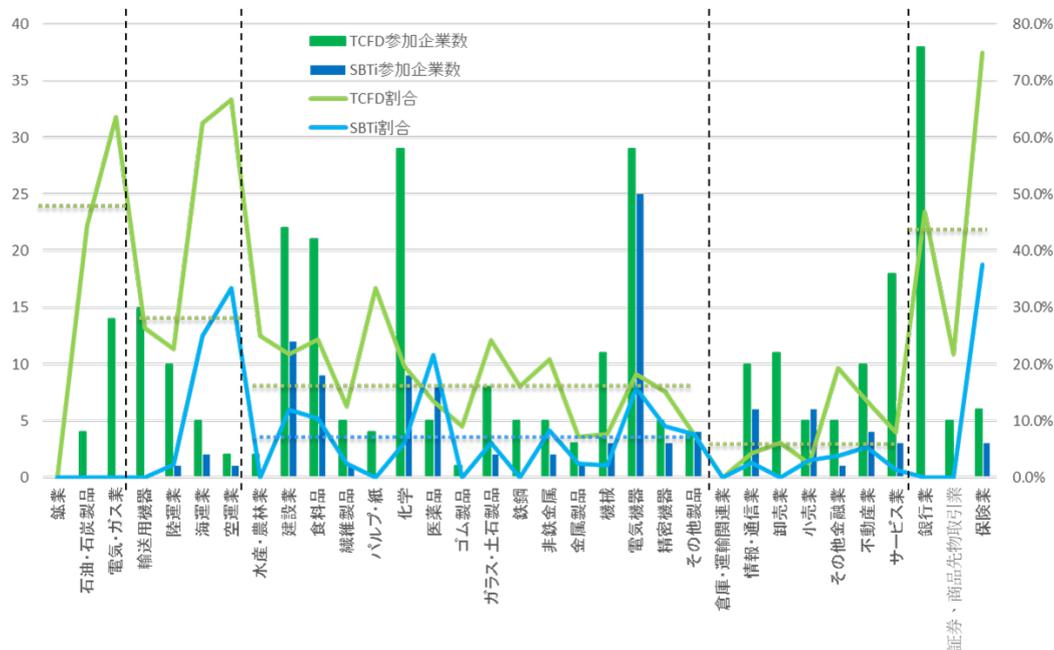


図9：東証一部上場企業における TCFD、SBTi 参加企業数とその割合（詳細）



この結果から、まず、情報公開の取組である TCFD に関しては、製造・建設・農業関連産業やサービス業などの消費者向けを含む産業というよりは、むしろ化石燃料関連産業や運輸関連産業の参加割合がかなり高いことが見て取れる。一方、目標をコミットする取組である SBTi に関しては、化石燃料関連産業は、現時点ではほぼ参加しておらず、運輸関連産業の参加も低い。これは、少なくとも現時点では、気候変動問題（カーボンニュートラルの問題）による影響が大きな産業ほど、危機感を有し、そのため気候変動関連の情報開示に積極的に取り組んでいるものの、目標設定にまでは踏み込めていないということが推測される。

なお、TCFD への参加に関しては、化石燃料関連産業では特に電力・ガス業が、また、運輸関連業界では海運業、空運業が、高い割合を示している。その理由としては、一般的に、東証上場企業の中でも特に大規模の企業の方が、外部からの投融資の必要性も含めて、TCFD への参加に積極的な傾向にあり、電気・ガス業や海運・運輸業は、大企業が比較的多いことも一因である可能性もある。

また、製造・建設・農業関連産業が、サービス業などと比較して、相対的に SBTi への参加割合が高いのは、サプライチェーンの中で目標設定を求められる部品企業などが少なくないためではないかと推測される。実際に、個別の業界で言うと、特に電気機器に係る企業が、企業数でも割合でもかなり高くなっている。

なお、金融業は、自ら投融資する立場でもあり、その立場から TCFD への参加割合が非常に高くなっているものと考えられる。実際に、一方での金融業における SBTi への参加比率は、他のサービス業の参加割合とほぼ同じレベルになっている。

また、TCFD への参加については、経産省を初め政府が各業界団体を通じて積極的に参加を働きかけていることも考えられ、それが業界の参加率の差異に影響を与えている可能性もある。

5. 今後の課題

本ワーキングペーパーにおいては、気候変動問題／カーボンニュートラル問題に係るサステナビリティ経営として、各産業別の取組の方向について考察を行うとともに、その取組状況の実態／影響について、TCFD、SBTi への参加数の観点から簡単な分析評価を行った。

今後は、例えば、企業における売上高割合・エネルギー消費量などと企業の取組状況との関係なども興味深いと考えられる。また、イノベーションに向けた取組として、例えば、気候変動問題に係る研究開発投資が、業界別にどのような傾向となっているかについても、興味深いと考えられる。

(以上)