



日本の上場株式市場と 気候変動2°C目標との整合性検証

エネルギー生産・技術利用の評価 日本語翻訳版

Hugues Chenet, Klaus Hagedorn, Michael Hayne (2° Investing Initiative)

脇山尚子、清水規子 (IGES)



In partnership with



謝辞

本稿を執筆するにあたって、Martha Mcpherson (2° Investing Initiative)、及び、Jakob Thomae (2° Investing Initiative、フランス国立工芸院 (CNAM)、フランス 環境・エネルギー管理庁 (ADEME))、また、本稿の改善のためのレビューをくださった藤井良広 一般社団法人環境金融研究機構 代表理事、明日香壽川 東北大学東北アジア研究センター教授に、深く御礼申し上げます。さらに、本稿の成果を適切に広報する観点で CDP 事務局ジャパンディレクター・PRI ジャパンヘッド森澤充世氏より貴重なアドバイスを頂きました。

藤井氏、明日香氏、森澤氏は、IGES とともに本稿の構想段階から参加し、研究内容が日本の文脈を踏まえたものとなり、成果が日本国内外で普及されるよう適切な助言を頂きました。今後ともこのような日本のステークホルダーと 2° Investing Initiative との間でこのような協力関係が継続されることを期待します。

また、特にパリ協定と金融セクターとの整合性を測定する方法論に関しては、本稿で使われた方法論を確立した EU の研究プログラムである SEI Metrics、からも多大な貢献がありました。

尚、本稿は、2° Investing Initiative が確立した方法論および入手したデータに基づき分析・執筆した 'Testing the Japanese Listed Equity Market Alignment With the 2° C Climate Goal' に、IGES の研究員が日本の背景を中心に加筆し、全文を IGES が日本語に訳したものである

目次

1	はじめに.....	04
1.1	背景.....	04
1.2	本稿の目的.....	04
2	アプローチと方法論.....	05
2.1	対象期間.....	05
2.2	対象部門.....	05
2.3	2°C シナリオ.....	07
2.4	2°C ベンチマークの構築.....	09
3	結果.....	10
3.1	概観: 2°C ベンチマークと TOPIX.....	10
3.2	電力部門.....	11
3.3	自動車部門.....	16
3.4	化石燃料生産.....	20
4	本分析の限界.....	23
5	結論と提言.....	24

本研究レポートの概要

本稿は、東証株価指数 (TOPIX) 構成銘柄のうち電力、自動車、化石燃料生産部門が、国際エネルギー機関 (IEA) の 2°C シナリオ (以下、「2°C シナリオ」) と整合しているかについて、エネルギーと技術の観点から評価したものである。TOPIX は、日本経済の動向を示す代表的な経済指標として用いられるほか、上場投資信託 (ETF) などの金融商品で利用されている。

分析対象は、TOPIX 構成銘柄のうち、気候変動問題における主要部門である電力、自動車、化石燃料生産部門である。またその整合性の検証は、2016-2021 年の 5 年間に於いて、IEA の 2°C シナリオを達成するために必要な生産と技術利用の参考基準量 (以下、「2°C ベンチマーク」) と、上記 3 部門の企業が計画している生産量・技術利用量との比較により実施した。したがって、2°C ベンチマークに従った「通常の」ポートフォリオは、2°C 目標と整合性のあるポートフォリオを指す。本稿で用いた方法論は 2°C 目標などの高い気候変動政策目標を解釈するためのフレームワークを提供し、また、投資家と企業に関連したパフォーマンス指標を提供するものである。

分析の結果、2016 年 -2021 年の 5 年間で、これら 3 部門のうち TOPIX 構成銘柄である企業が生産・利用を計画しているエネルギーと技術が、2°C 目標に対して不足または超過していることが示された。

- 電力部門：TOPIX 構成銘柄の電力部門における再生可能エネルギーの設備容量は、2°C 目標を達成するために必要な設備容量を下回る。一方、ガス、石炭の設備容量は 2°C 目標を達成するために必要な設備容量を超過する。従って、2021 年の TOPIX 構成銘柄による設備容量は、2°C ベンチマークと整合しない。
- 自動車部門：TOPIX 構成銘柄の自動車部門が生産を予定している車種はガソリン / ディーゼル車 などの内燃機関車 (ICE) に比重を置いており、2°C 目標と整合する生産量を超過している。一方、ハイブリッド、電気自動車といった低炭素車種の生産は 2°C 目標と整合する生産量を下回る。したがって、TOPIX 構成銘柄による自動車生産は、2°C ベンチマークと整合しない。
- 化石燃料生産部門：TOPIX 構成銘柄の化石燃料生産部門は、ガス及び石油製品生産 (石炭生産は含まれない) の比重が大きく、2021 年時点でのガス及び石油製品の生産は 2°C 目標と整合する生産量を超過している。したがって、TOPIX 構成銘柄による化石燃料生産は、2°C ベンチマークと整合しない。

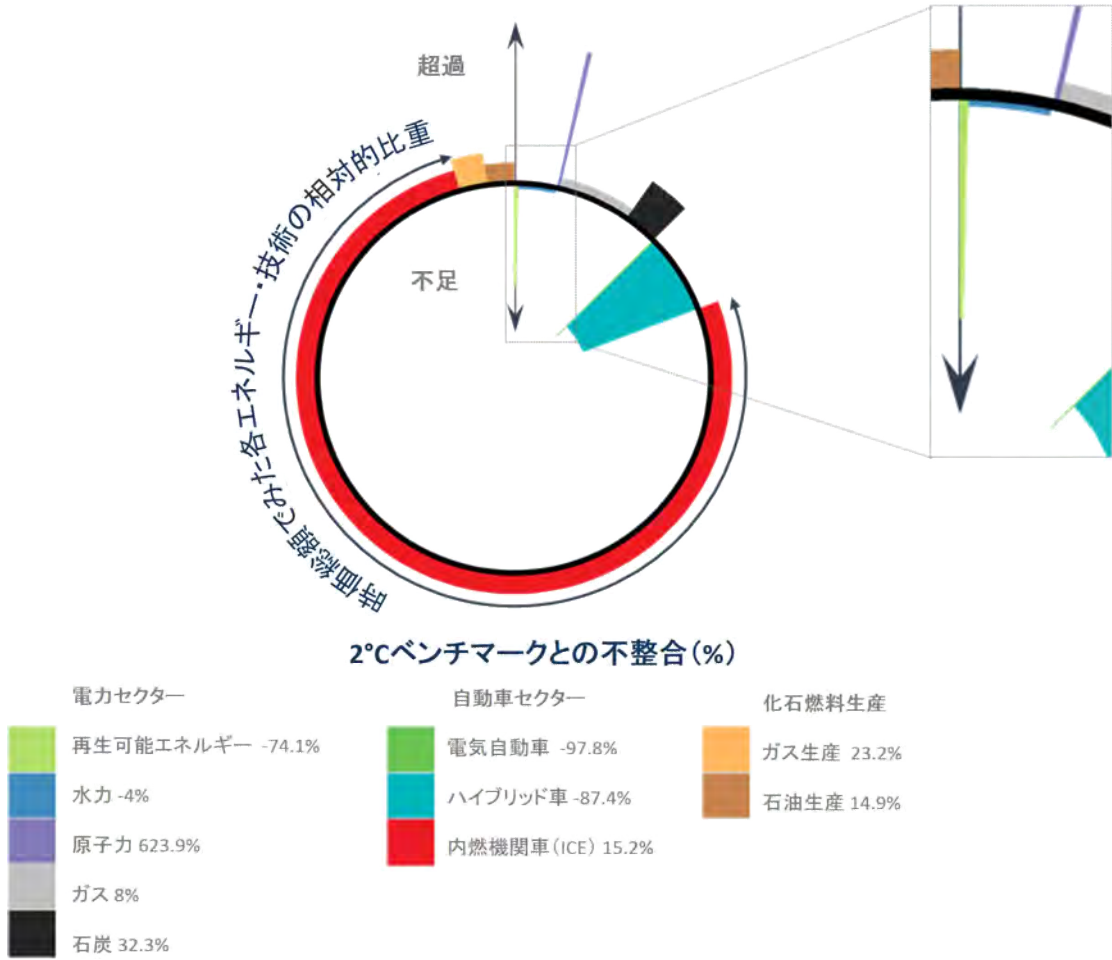
電力、自動車、化石燃料生産部門は気候変動に関して最も懸念される部門の一つであり、TOPIX 全構成銘柄のカーボンフットプリントの大部分を占めている。これらの TOPIX 構成銘柄のエネルギー生産または技術利用は、全体として 2°C 目標と整合するエネルギー生産または技術利用を超過あるいは不足している。この分析結果は、TOPIX 構成銘柄のエネルギー生産または技術利用が総体として 2°C 目標に合致せず、将来、気候変動における 2°C 目標の閾値を超えることによるリスクがあることを示している。

TOPIX 構成銘柄の電力、自動車、化石燃料生産 3 部門と、2°C ベンチマーク (図表の黒い円) との整合性は、TOPIX 構成銘柄に含まれる 3 部門に属する企業によるエネルギーと技術利用に関する 2021 年までの計画と 2°C ベンチマークとのギャップによって示される。対象 3 部門が計画しているエネルギー及び技術は、色付きの「円形棒グラフ」で表されている。黒い円に対する円形棒グラフの高さは、エネルギー生産または技術利用の 2°C ベンチマークとの乖離レベル (不足または超過) をパーセンテージで表している。円形棒グラフが黒い円の外側にあればあるほど、当該技術は、2°C ベンチマークと整合する水準に対して生産が超過していることを示している。円形棒グラフが黒い円の中に伸びているほど、TOPIX 構成銘柄のエネルギー生産または技術利用は 2°C ベンチマークに比べ不足していることを示している。計画されている技術利用・エネルギー生産が 2°C 目標と完全に整合している場合は、黒い円に重ねられる。円形棒グラフの円弧幅は、時価総額で測定された TOPIX 構成銘柄のエネルギー生産または技術利用の量の時価総額を相対的比重で示したものである。

完全に 2°C ベンチマークと整合している場合、2°C 目標を満たしていることを示すが、2°C ベンチマークを超過している場合、「気候にプラス」(気候変動の緩和に対する比較的積極的な効果) である技術 (例えば再生可能エネルギーや電気自動車) と、「気候にマイナス」(気候変動に対してマイナスの影響を与える) である技術 (例えば、ICE 車や石炭生産) の 2 種類がある。逆に、2°C ベンチマークに対して不足している場合、石油生産の場合は「気候にプラス」であるが、ハイブリッド車の場合「気候にマイナス」である。

本図表は、本分析でカバーしている技術のうち、2°C ベンチマークに対して不足している技術は全て「グリーン」技術であり、2°C ベンチマークを超過している技術は全て「ブラウン」技術であるという結果を示している。つまり、2021 年の TOPIX 構成銘柄のエネルギー生産または技術利用は 2°C ベンチマークと整合しておらず、2°C (または 2°C 以下) のシナリオに寄与しないことを示している。

2021年時点での、TOPIXに構成銘柄の3セクター
 (電力、自動車、化石燃料生産)によるエネルギー・技術の生産・利用の、
 2°Cベンチマークに対する不足・超過(2016年時点での推定、%)



図： 2021年時点でのTOPIX構成銘柄の3部門（電力発電、自動車生産、化石燃料生産）の2°C目標との整合性

1.はじめに

1.1 背景

パリ協定は2016年11月4日に発効された。2015年開催の気候変動枠組条約（UNFCCC）第21回締約国会議（COP 21）において、締約国は、平均気温上昇を産業革命以前のレベルよりも2°C以下に留めることに合意した（UNFCCC 2015a; UN 2016）。さらに、気候変動のリスクと影響を大幅に軽減するため、1.5°C以下に制限する努力することにも合意した。この目標を達成するためには、今ある最良の科学の知見に従って早急の排出量削減を実施しつつ、可能な限り早い段階で温室効果ガス（GHG）を減少傾向にすることが期待される。そのため、パリ協定の下では、5年毎に目標の野心度を高めるプロセスが要求されている（UNFCCC 2015a）

パリ協定が発効された数日後（2016年11月8日）に、日本はパリ協定に批准した。日本は2015年に、2020年以降のGHG排出削減目標（約束草案：NDC）を策定し、そこでは2030年のCO₂排出量を2013年比で26%削減することとしている（UNFCCC 2015a）。日本のNDCは、2030年の電源構成として、原子力発電20-22%、石炭26%、石油3%、天然ガス27%、再生可能エネルギー22-24%の目標値を設定した。日本のNDCは、2°C目標を達成するために、2050年までの長期的排出シナリオ2050年までの世界の排出量の少なくとも50%削減、先進国の目標であるGHG排出量の80%以上の削減と整合性があるとしている（UNFCCC 2015a）。

1.2 本稿の目的

本稿は、日本の株式市場が気候変動に関する国際合意といかに整合性があるかについて検証したものである。日本の株式市場は、本稿の分析では、日本の株式市場の指標である東京証券取引所第一部に上場されている国内大企業約2000社で加重された東証株価指数（TOPIX）をその近似値として、分析対象とした。TOPIXは、「日経225」の株式市場指数を含む日本最大の構成銘柄を含むインデックスである。

整合性の検証においては、本稿では、TOPIX構成銘柄のうち炭素集約型3産業部門に属する企業が計画しているエネルギー生産・技術利用と、2°Cベンチマークを比較した。なお、本稿において、2°Cベンチマークとは、IEAのシナリオにおいて2°C目標を達成するために必要な企業による生産量・技術利用の参考基準量と定義する。従って、2°Cベンチマークに従った「通常の」ポートフォリオは、2°C目標と整合性のあるポートフォリオである。

本稿は、TOPIX構成銘柄のうち炭素集約型3産業部門に属する企業が2°C目標にどの程度取組んでおり、また、現状のビジネスモデルが脱炭素化に向かっているかに関して、政策決定者及び市場関係者の理解を促すことを目指している。

本評価の結果は、TOPIX構成銘柄のうち炭素集約型3産業部門に属する企業と2°C目標をエネルギーと技術の観点から比較し、その乖離の度合いを示したものである。この乖離の度合いは、エネルギーと技術の2°Cへの道筋に対して、企業が計画しているエネルギー生産と技術利用がどの程度超過または不足しているかを定量化したものである。

本分析結果は、金融機関がエネルギー移行の課題に対処する際、また、2°C目標達成に貢献するための投資ポートフォリオを検討する際にも有用である。特に投資家に対しては、日本や国際的な気候目標に沿った「アクティブ」資産運用をどの程度実施しなければならないか、あるいは主要インデックス（本稿ではTOPIX）の「パッシブ」投資が日本の脱炭素化シナリオとどの程度の整合性があるかについて示唆を与えている。

GHG削減を含む公共政策の目標に貢献するという明確な義務が課されている投資家も存在する。2°Cベンチマークは、投資ポートフォリオが実経済に及ぼす影響を示しているわけではないが、そのような影響を推定する暫定的な近似値を示すことができる。

低炭素経済への移行は、財務上のリスクをもたらすような変化につながる可能性があるが、市場による関連リスクの価格付けが不適切であると考えている一部の長期投資家もいる。これまでのところ、リスク評価は、ディスカウントキャッシュフローモデル（HSBC 2012）の開発と、戦略的資産配分レベル（Mercer 2015）のトップダウンモデルの開発に重点がおかれている。2°Cベンチマークは、エネルギー生産または技術利用を測定する指標であり、高炭素経済下にあるエネルギー生産または技術利用にあるリスクを示すことができる。また、2°Cベンチマークは、投資家が一般に活用している現代のポートフォリオ理論（Markowitz 1952; Tobin 1958; Sharpe 1964）に基づく従来の国別と部門別の理論の延長線上にある。2°Cベンチマークは、高炭素経済に特異な潜在リスク（又は、日本を含むほぼすべての政府によって促進される低炭素経済への移行における準最適）を提示したものである。

本稿では、まず、次章でTOPIX構成銘柄が計画しているエネルギー生産または技術利用と、2°Cベンチマークとの乖離の分析方法を示す。第3章では、電力、自動車、化石燃料生産部門の生産に焦点を当てた分析の結果、第4章では、本分析の限界について説明する。第5章では、結論と提案を示す。

2.アプローチと方法論

本稿では、理論上の「2°Cベンチマーク」と、日本の上場大企業で構成されるTOPIX構成銘柄のエネルギー生産または技術利用の整合性を検証する。分析は、国際エネルギー機関（IEA）の2°Cシナリオ（以下、「2°Cシナリオ」）における、5年間（2016年～2021年）の期間を対象としている。

アプローチと方法論の概要を以下に示したが、詳細については、本分析を主導している2°iiの出版物（2°ii, 2015; 2ii, 2016）、および、同方法論を開発したSEIメトリクスプロジェクトのウェブサイト¹を参照されたい。

*この方法論は、SEIメトリクスプロジェクト（<http://seimetrics.org>）において、100以上の国際的な投資家及び規制当局によって試されてきたものである。本レポートは、SEIメトリクスプロジェクトとは独立して出版されたものである。

2.1 対象期間

本稿では、2016年から2021年までの5年を対象に分析を行っている。この5年は、TOPIX構成銘柄である各企業が計画している生産、開発、投資に関する予測データが取得可能な期間である（一部の業界においては長期的な傾向を把握することができない場合もある）。本稿では、5年間についての脱炭素化シナリオを分析する。多くの脱炭素化シナリオでは、近い将来に緩やかな脱炭素化が起こり、20年から40年の長期間にわたり脱炭化努力が増加するという傾向を示している。そのため、本稿が対象としている5年間の2°Cシナリオは、現状維持シナリオに対し、緩やかなペースで脱炭素化に向かうが、たとえ分析結果が2°Cと一致していても、その後の長期的な2°C目標との整合性を保証するものではない。5年間の時間枠に焦点を当てることで、企業の脱炭素化に関する偏った（低すぎる値）結果を示す可能性があるが、一方で、企業計画の中で明確に示していない長期の時間枠を用いると信頼性が低くなる恐れがある。分析に使用されたデータは、特に断りのない限り、2016年12月30日時点のものである。

2.2 対象部門

本分析結果は、日本の株式市場がIEAの見通し（450シナリオ）における2°C目標を達成しようとする場合、対象3部門においてどのような道筋となるのかを示している。分析に際しては、経済的な文脈ではなく、生産量や技術利用量（相対量）量の文脈で道筋を示している。

また、2°Cベンチマークで必要とされる増加・削減量のうち、何パーセントをTOPIX構成銘柄は実現すべきかという点については、2016年のマーケットシェアを2021年の（設備容量や生産量の）市場シェアに適用するという、「フェアシェア」のロジックを適用している。本稿において、フェアシェアとは、2°C目標達成のために各企業が生産・利用する必要のある、企業のエネルギー生産・技術利用の市場シェアを指す。2°C目標達成のために必要なエネルギー生産・技術利用は、減少または増加させる必要があるが、その減少分・増加分をフェアシェアに基づき、各企業に配分した。

本稿対象部門は、電力、自動車輸送、化石燃料生産において使われるエネルギー及び技術に焦点を当てている（図1の青色部分である）。これら3部門は、TOPIX構成銘柄の時価総額のわずか25%しか占めていないが、炭素排出量の大部分（約70-90%）¹をカバーしている。そのため、気候変動の主要部分を本分析で示することができる。

オレンジ部分（TOPIX構成銘柄の時価総額の約3%）は、現在、方法論を開発中の部門であり、将来、分析対象となり得る部門および/または技術である。灰色部分は、技術的2°Cベンチマーク/シナリオがないか、またはデータベース（十分なデータを含む）が存在しないため、本方法論を用いて分析することが不可能な分野である。

本稿は、入手可能な生産量と生産能力に関するデータに基づいており、企業の業種分類にかかわらず、資産と生産をすべてカバーしている。これらのデータを活用することにより、上記の3つの部門の所有権と生産量のみならず、IT、化学薬品、医薬品など他部門による電力生産についてもモニターすることは可能である。これは特に、工場などで電力利用する多くの産業は、電力会社が生産する電力と関連しているためである。本稿は、電力生産については、電力事業者（旧一般電気事業者と卸電気事業者）と「その他電力事業者」に分類して、分析を行っている。

以上のように、本稿はTOPIXに掲載されている全分野ではなく、実際には、気候変動目標を達成するために最も重要な分野をその対象としている。また、農業および森林部門については、非常にGHG削減ポテンシャルが高いが、これらの分野の上場企業は非常に少ないため、本分析対象には含めていない。

2.アプローチと方法論

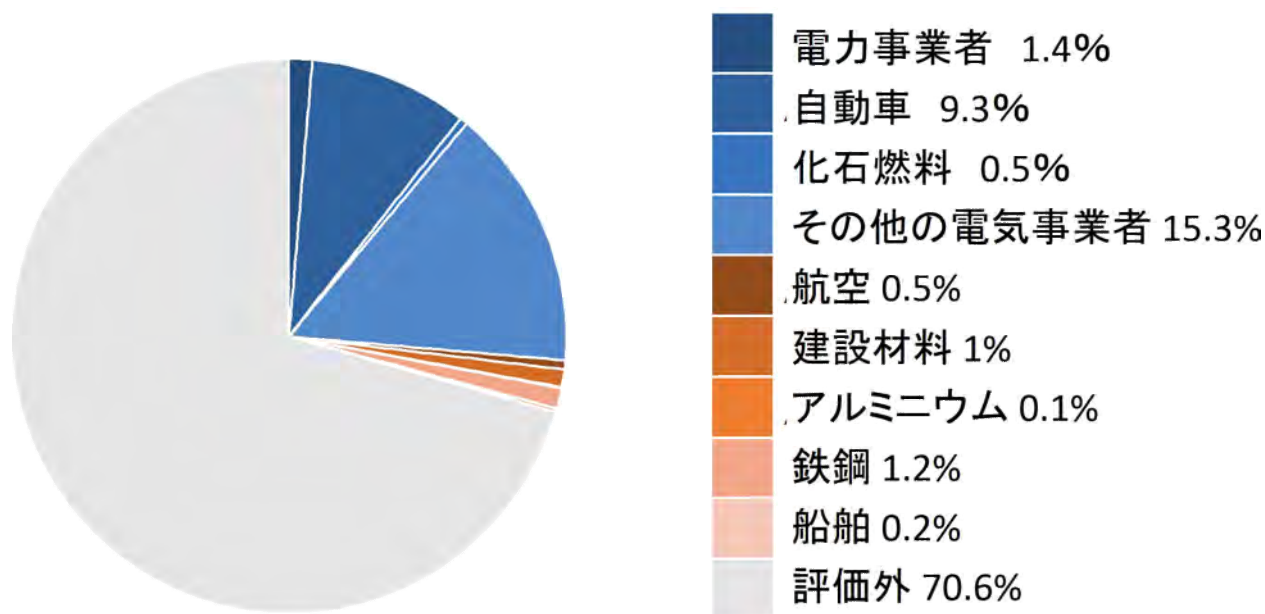


図1. TOPIX 全構成銘柄に占める、本稿の分析対象部門（青色）および潜在的な将来の分析可能な部門（オレンジ色）の割合（時価総額、2016年12月30日現在）

2.2.1 電力部門

電力部門は、気候変動に対処する際に最も重要な分野の1つである。電力と熱は、世界のGHG排出量の約4分の1を占めている。特に高炭素の化石源からの発電か、あるいは低炭素の再生可能エネルギー源からの発電かによって、気候問題で果たす役割が大きく異なる。TOPIX 構成銘柄の電力部門には、電力事業者（10の地域電力会社、電源開発株式会社（J-Power））と、「その他の電力事業者」が含まれている。日本の電力供給量の約95%は、10の地域電力会社とJ-Powerが占めている（図2）。「その他の電力事業者」の電力供給量は相対的に小さいが、図1は時価総額によって表されているため、実際の電力供給量に関わらず、大きな割合を占めている。

電力部門における分析は、2021年の時点での2°C目標に整合性のあるエネルギーミックスを特定することから始まる。その特定の際、2021年にTOPIX 構成銘柄が日本の電力設備容量の全体に占める割合は、2016年時点でTOPIX 構成銘柄が日本の電力設備容量の全体に占める割合であるという前提をおいた。

IEAの2°Cシナリオで示されている電力の設備容量の増加・減少に関する予測を、2°C目標と整合性のある日本の電力事業部門の将来予測に反映させるため、2°C目標達成のために、2021年までの5年間でTOPIX 電力部門に必要な設備容量の増加分（再生可能エネルギーの場合）／減少分（石油・ガスの場合）は、2016年の設備容量の市場シェアを適用した。

企業レベルの分析に際しても同様である。再生可能エネルギー技術の場合には2021年までに必要な設備容量の増加分を、石炭の電力設備の廃炉の場合には2021年までに必要な設備容量の減少分を、2016年時点での市場シェアに基づき各企業に配分した。したがって、2016年の時点で、企業Aが日本の総電力設備容量の1%を所有している場合、同時点で所有する再生可能エネルギーの設備容量に関係なく（0%であっても）、2°Cベンチマークを満たすために必要な再生可能エネルギーの追加的設備容量の1%が、企業Aの設備容量として配分した。一方、2016年時点で企業Aが日本における石炭発電の設備容量の1%を所有している場合、2°Cベンチマークを満たすために必要な廃炉の1%が企業Aに割り当てられる。

なお、本稿で示す電力事業者には、10の地域電力会社と卸電気事業者である電源開発（J-Power）が含まれる。日本の卸電力会社は、J-Powerと日本原子力発電会社（JAPC）であるが、原子力発電所を所有するJAPCは2016年時点において活動を停止しているため、含まれていない。

2.アプローチと方法論

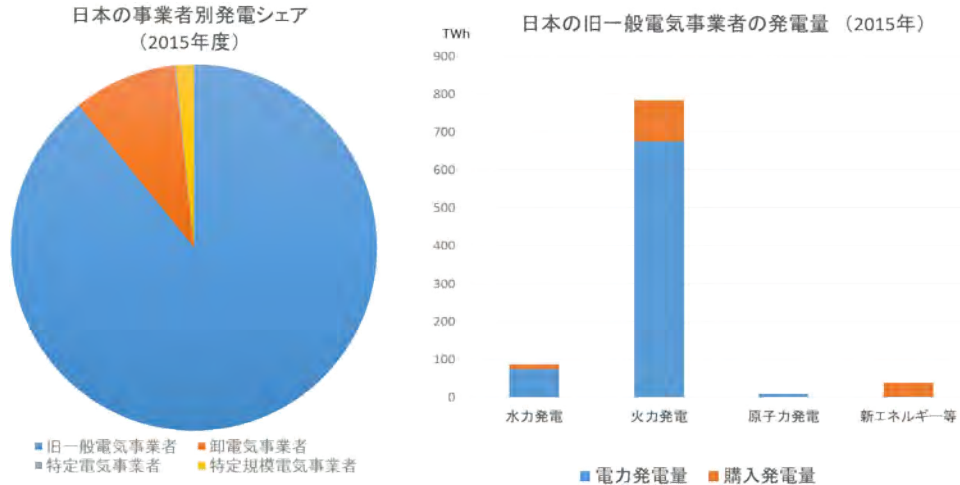


図2. 電力事業者による発電とエネルギーミックス
出典：2015年3月時点の経済統計から著者が作成

2.2.2 自動車

輸送、鉄道、道路、航空交通を含む輸送部門は、世界のGHG排出量の5分の1を占めている。輸送の中では、道路交通が年間総GHG排出量の70%以上を占めている。道路輸送の主要な2部門は、普通および大型の自動車である。本稿の分析では、IEAのエネルギー技術展望 (Energy Technology Perspectives) 2015年の2°Cシナリオ (2DS) における普通自動車の2°C目標に達するための、燃費、代替車の推進、モーダルシフトという3つの主要な手段について分析したものである。代替車の推進は、IEAが2050年までの定量的な2°Cベンチマークを提供する唯一の指標である。

本稿では、2DSに基づいて設定された2°Cベンチマークと、WardsAutoの生産予測データを比較し、対象技術の2°C目標との整合性を測定した。尚、TOPIXに含まれる自動車会社は、TOPIX全体の時価総額の9%以上を占めており、本分析の対象部門において非常に大きな時価総額シェアを占めている。

2.2.3 化石燃料生産

石油、ガス、石炭の生産部門は、これらの部門が直面する共通の課題を踏まえ、本稿では化石燃料生産部門として扱う。

化石燃料生産部門における2°Cとの整合性の分析にあたっては、企業によって計画している将来の生産と、2°Cに整合する化石燃料生産部門の将来生産を比較した。この整合性は、TOPIX構成銘柄の化石燃料生産部門が計画している生産量と、(TOPIX構成銘柄による生産の、全上場企業による生産に占める割合に基づいて算出された) 2°C目標と整合するTOPIX構成銘柄の化石燃料生産部門による生産量を比較することにより、実施した。TOPIX構成銘柄が計画している生産量は、今後10年間の予測される生産量を示す業界データベースを用いて推計することができるが、5年後には予測値の精度が大幅に低下する(設備投資計画に、例えば、新規発掘や開発などが変化する可能性が高いため)。そのため、本稿では、今後5年間の生産量を分析対象としている。

2.3 2°Cシナリオ

2°Cベンチマークの情報源は、電力事業部門、化石燃料生産部門については、国際エネルギー機関(IEA)の世界エネルギー展望(WEO) 2015 (IEA 2015b) のデータを、自動車部門においてはエネルギー技術展望 (ETP) 2015ロードマップ (IEA 2015a) を用いている。IEA WEO(IEA 2015b) は、3つのシナリオを提示している。2°Cシナリオは、大気中のCO₂濃度を450ppmに制限するシナリオを目指しているため、IEA 450シナリオと呼ばれる。その他に、新政策シナリオ (NPS) (既存の各国の政策コミットメントを考慮した、IEA ベースラインシナリオ) と、現行の政策シナリオ (CPS) がある。

2.アプローチと方法論

ETP の 2°C シナリオは、2°C シナリオ (2DS) と呼ばれ、地球の平均温度上昇を 2°C に制限する 50%の可能性と一致するシナリオを目指している。2DS は、2035 年までの IEA 2°C シナリオと概ね一致している。IEA の報告書には、石油 (mboe / 日)、ガス部門 (bcm)、石炭生産量 (mtce)、燃料ごとの電力設備容量 (GW)、技術別の自動車生産 (普通乗用車) のデータが示されている。

本分析の指標は、これらの主要シナリオを用いている。IEA の 2°C シナリオの発電関連の CO₂ 排出量は、2020 年には CPS に対して約 15%低下し、2050 年には 90%低下すると示されている (図 3)。また、日本の NDC は、WEO の NPS シナリオと整合性のあるシナリオとなっている (図 3)。

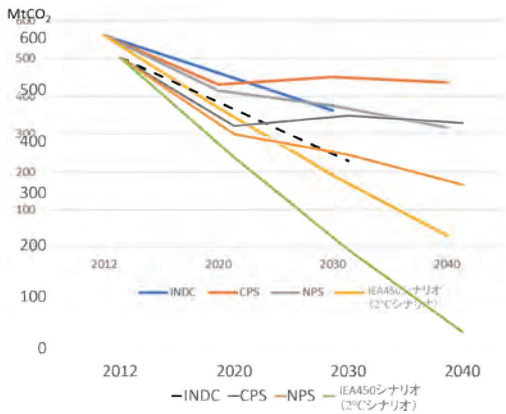


図3. 4つのシナリオの発電関連 GHG 排出量
出典: IEA (2015b)、UNFCCC (2015a) から著者作成。
* 2020 年の INDC ターゲットは存在しないため、INDC の 2020 年データは 2012 ~ 2030 年の線形補間を使用している。
** INDC は、各国がパリ協定に批准すると NDC と呼ばれるため、本稿では参考文献の引用で INDC と書かれている場合以外は NDC と呼ぶ。

再生可能エネルギーについては、2°C シナリオでは、再生可能エネルギーの発電量は 2030 年に 35%、2040 年には 50%に増加すると予測されているが、他のシナリオ (CPS、NPS、INDC) では、2030 年に 22-24%のみの増加が示されている。特に、2°C シナリオとその他のシナリオは、2020 年以降大きく乖離している (図 4)。

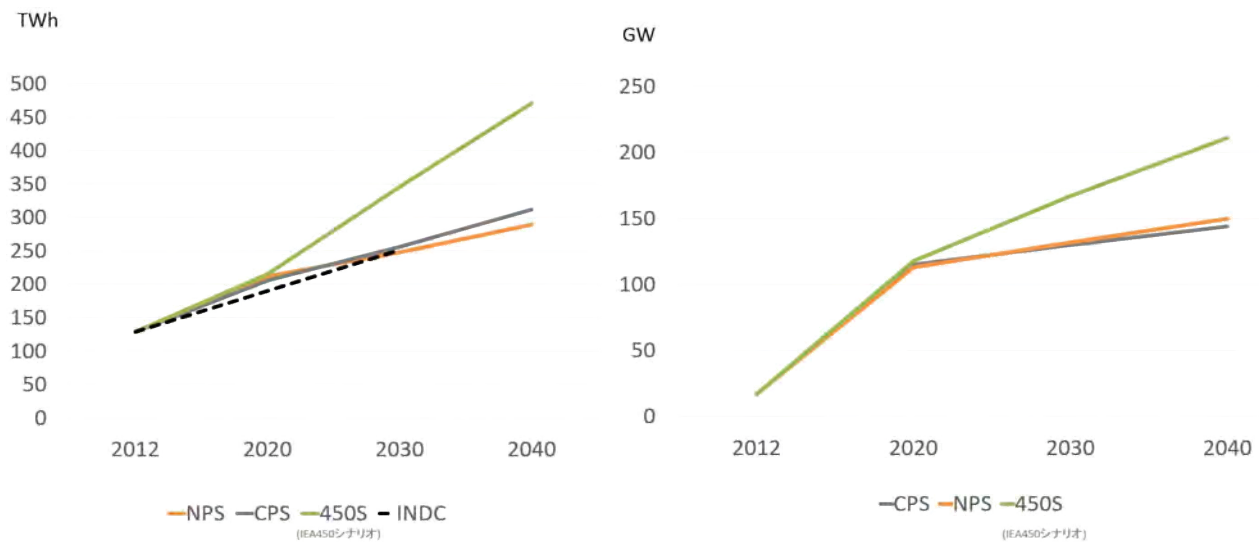


図4. 4つのシナリオの 2012 年から 2040 年の再生可能エネルギー発電量と設備容量
出典: IEA (2015b); UNFCCC (2015a) から著者作成。
* 2020 年の INDC 目標値はないため、2020 年のデータは 2012 年 ~ 2030 年の線形補間を使用している。

IEA の 2°C シナリオでは、日本は 2020 年以降、石炭電力設備容量は劇的に減少する。一方、NPS と CPS の石炭発電の設備容量は 2020 年まで一定しているか、増加傾向にある (図 5)。そのため、2°C シナリオと NPS/CPS は 2040 年に向け、より大きく乖離している。

2.アプローチと方法論

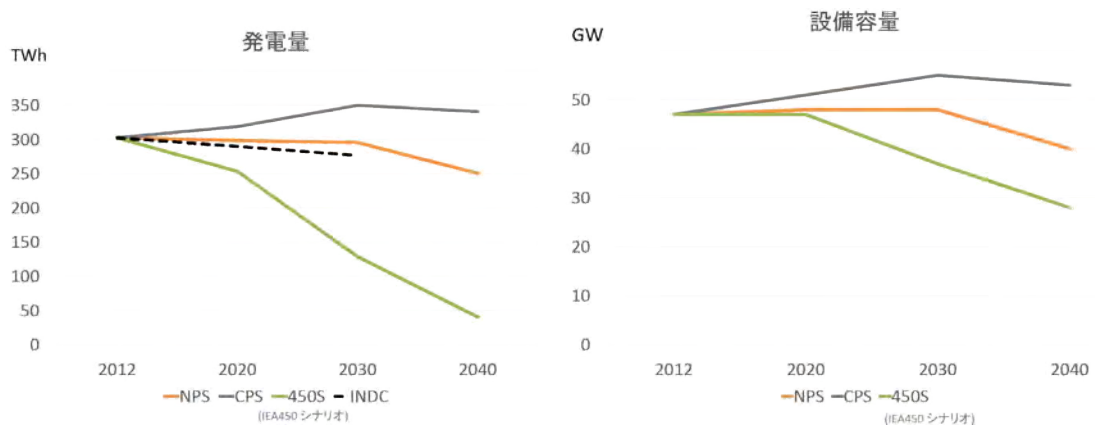


図5. 4つのシナリオの2012年から2040年までの石炭火力発電量と設備容量

出典: IEA (2015b); UNFCCC (2015a) から 著者作成。

* 2020年のINDCの目標値は存在しないため、INDCの2020年データは2012年～2030年の線形補間を使用している。

IEAのWEOとETPは、約20の技術をカバーするシナリオを地域別に提示している。このシナリオには、技術ごとのGHG排出量と関連する生産（例:旅客km, MWh, km, EJ）は含まれているが、農業や林業などの分野は含まれていない。IEAの2°Cシナリオは、国際的に知られる最も包括的なエネルギー技術のシナリオであり、気候変動問題に関心のある市場関係者が主要な指標として参考しているシナリオである。一方で、いくつかの批判もある。IEAは、2000年以降の再生可能エネルギーの設備容量の成長傾向や、米国のエネルギー部門において革新をもたらした最近のシェールガスの激変の傾向を考慮していない。さらに、シナリオが、政治的選好や技術開発に強く依存する原子力発電とCCS（CO₂回収・貯留）に依存していることに対する批判もある。

予測の際にCCS導入を反映させることによって、特に2070年以降の地球規模でのマイナス排出量の予測や、それ以前の野心的な排出削減の予測を可能にする。しかしながら、CCSが予測通りに実施されなければ、2°C目標の達成重大な影響を及ぼすだろう。IEA以外の機関でも、エネルギー部門（例えば、グリーンピース（2015年））において、同様の技術シナリオの作成に取り組んでいる。現在、気温の上昇を1.5°C以下に制限する目標に関する世界的な経済・エネルギーシナリオは存在しないが、IPCCは2018年9月に1.5°C以下に制限するための特別報告書（IPCC、2016）を執筆中であり、著名なモデルの専門家も近い将来に1.5°Cのモデルを開発する可能性が高い。

2.4 2°Cベンチマークの構築

2021年までの2°Cベンチマークは、2°Cシナリオと企業データベース²にある現在の生産・発電能力/生産・発電量を基に、2°C目標と整合性のあるエネルギー生産または技術利用を構築したものである。また、本稿では、2021年にIEAの2°Cシナリオ下で各企業やTOPIXが目指すべき設備容量や生産量を算出する際、2016年の設備容量あるいは生産量の市場シェアを適用した。例えば、企業Aの2°Cベンチマークは、IEAの2°Cシナリオで提示された日本の生産量・設備容量に、2016年時点での企業Aの市場規模を適用し、計算される。発電部門において複数の保有者が存在する場合、発電所の設備容量は、発電所の持分比率に基づいて割り当てられる。

資本保有に関するデータが入手可能な場合には、子会社の生産量および設備容量は、その親会社に配分される。この点、電力の設備容量については、GlobalDataの発電所の保有者と子会社の内部リストが活用され、子会社から親会社に100%の設備容量が割り当てられる。

(方法論に関する詳細は、オンラインで入手可能な方法論の論文を参照(2° ii, 2016))。

2 本分析で用いているデータは、① GlobalData（発電所データ（活動中、活動予定、資金調達済み、一部活動中、活動許可、一時停止、建設中、修繕及び設備の更新中）、および2016年から2021年まで予測データを含む石油・ガス生産データ）、② WardsAuto（2016-2021年のBAU生産予測を含む普通乗用車データ）、③ ブルームバーグ（財務データおよび石炭生産データ）である。ブルームバーグによるインデックスおよび企業の財務データは、2016年12月30日時点のものである。

3.結果

3.1 概観:2°CベンチマークとTOPIX

本稿では、TOPIX 構成銘柄のうち電力、自動車、化石燃料生産部門と、2°Cベンチマークとの整合性を検証した。図6は、2021年の2°Cベンチマークに対する、エネルギーおよび技術とのTOPIX構成銘柄の3部門による整合性(超過または不足)を示している。黒い円は2°Cベンチマークを示している。2°CベンチマークとTOPIX構成銘柄のエネルギー生産または技術利用との乖離は、この黒い円の内側または外側にでている棒グラフで表されている。黒の円(2°Cベンチマーク)の外に位置する生産および技術は、2°Cベンチマークと比較して、超過していることを示している。逆に、黒い円の内側にでている生産および技術は、2°CベンチマークよりもTOPIX構成銘柄のエネルギー生産または技術利用が少ないことを示している。この2°Cベンチマークとの乖離はパーセンテージで表される。

図表の黒い円の中の円形棒グラフは、各技術の2°C目標への貢献度を「フェアシェア」の想定の下に、計算したものである。本稿において「フェアシェア」とは、2021年にIEAの2°Cシナリオ下で各企業やTOPIXが目指すべき設備容量や生産量を算出する際、2016年の設備容量あるいは生産量の市場シェアを適用したものである。

図表の円枠の3つの部門(電力、自動車、化石燃料)のカバレッジ比重(図表の円弧幅)は、それらの部門に分類される構成銘柄の時価総額に基づく比率となっている。

2021年時点での、TOPIXに構成銘柄の3セクター
(電力、自動車、化石燃料生産)によるエネルギー・技術の生産・利用の、
2°Cベンチマークに対する不足・超過(2016年時点での推定、%)

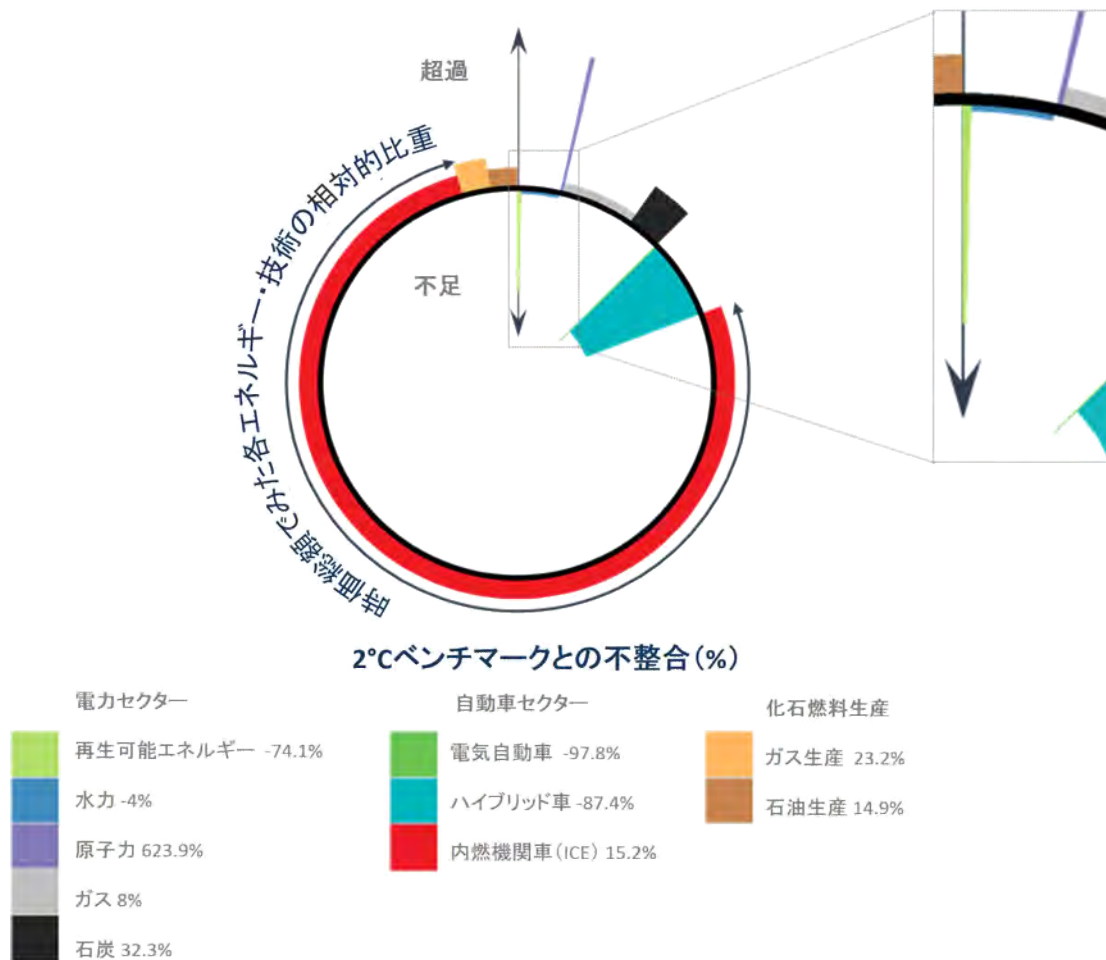


図6. 2021年のTOPIX構成銘柄のエネルギー生産または技術利用の2°C目標との整合性(予測)³

³ 本評価は、ブルームバーグ、WardsAuto / AutoForecastソリューション(自動車のデータ)、GlobalData(電力、石油、ガスのデータ)を含む第三者データに基づいている。2° Investing Initiativeは、外部データソースに関連するエラーについて責任を負わない。方法論の詳細については方法論論文を参照されたい(2° ii, 2016)。

3.結果

図表で示される自動車部門の比重（83%）の優位性は、気候変動に大きな影響を及ぼす3部門（電力、自動車、化石燃料生産部門）の株式市場において、日本の自動車メーカーは高い時価総額であるためである（2016年12月30日現在）。図表の3つの部門の各技術の幅は、国レベルでの2016年の設備容量/生産のシェアによって決定される⁴。

黒い円と完全に整合している場合には、2°C目標と一致しているとみなされ、再生可能エネルギー及び電気自動車の生産・利用が超過している場合には「気候にプラスの影響」（気候変動緩和に対する比較的積極的な効果）があるとみなす。逆に、内燃機関車（ICE）や石炭の生産・利用が超過している場合、気候変動に対して相対的にマイナスの影響があるとみなす。

本分析では、対象とした3部門において「グリーン」技術利用の不足が見られ、「ブラウン」技術利用の超過が見られる。結果として、TOPIX構成銘柄のうち3部門のエネルギー生産または技術利用は2°Cベンチマークと整合しておらず、2°C（またはそれ以下）のシナリオには貢献していないことを示している。

図6は、電力部門の場合、再生可能エネルギーを表す緑色の円形棒グラフが2°Cベンチマークの黒い円の内側にある。これは、2021年時点でTOPIX構成銘柄の電力部門銘柄の再生可能エネルギーの設備容量が、2°Cベンチマークと比較して不足していることを示している。一方、原子力（紫色の円形棒グラフ）、天然ガス（灰色の円形棒グラフ）および石炭（黒色の円形棒グラフ）の設備容量は、2°Cベンチマークを超過していることを示している。つまり、TOPIX構成銘柄のエネルギー生産または技術利用は、IEAの2°C目標と比較して、2021年時点で原子力、ガス、石炭の設備容量を超過していることを示している。自動車部門では、TOPIX構成銘柄による電気自動車とハイブリッド車の生産は、内燃機関車（ICE）車に比べて小さい。TOPIX構成銘柄の自動車部門が計画しているハイブリッド車および電気自動車の生産量は、2°Cベンチマークよりもはるかに不足しているが、ICEの生産量は2°Cベンチマークを超過している。TOPIX構成銘柄は、高炭素技術（ICE、例えばガソリンおよび/またはディーゼル車生産）に重点を置き、低炭素技術（ハイブリッド車、電気自動車）の比重は少ない。化石燃料生産部門については、TOPIX構成銘柄による化石燃料の生産量は、2°Cベンチマークと比較して生産量が超過していることを示している。日本では、石炭はほとんど生産されていないが、石油製品やガス製品が比較的大規模に生産されている。本分析では、TOPIX構成銘柄による化石燃料の生産量は、2°Cベンチマークに比べて、ガス・石油製品の生産量が超過しており、2021年時点のガス・石油製品の生産が2°Cベンチマークとは不整合であることを示している。

3.2 電力部門

3.2.1 電力の燃料ミックス分析

本章では、電力部門の分析結果の詳細について示す。第2章で説明したように、電力部門の評価は、GlobalDataデータベースに基づいた、燃料種類（石炭、再生可能エネルギーなど）の現行及び計画中の設備容量に関する分析である。2021年の2°Cベンチマークは、IEA 2°Cシナリオと整合するために2021年時点でTOPIX構成銘柄の電力部門が保有すべき各燃料の相対的なシェアを示している。図7は、2021年の総電力設備容量における各燃料の推定シェアである。結果として、2021年の2°Cベンチマークと比較した場合、TOPIX構成銘柄の電力部門は再生可能エネルギーと水力のシェアが低く、他エネルギーは2°Cベンチマークに比べシェアが大きい。

石油発電は日本の電力源の18.2%を占めるが、石油火力発電は通常、ガスや石炭火力発電のバックアップ電源に過ぎないことに留意する必要がある。長期的には、石油火力のシェアは減少するとみられるが、東日本における大震災とその後の原子力発電の停止に伴う電力供給不足に対処するため、2011年と2012年に石油火力発電は大幅に増加した⁵。2014年以降、石油火力のシェアは減少し始めているが、将来の石油火力による電力供給は、原子力発電所の再稼働か再生可能エネルギー増加か、政府のエネルギー政策の選択次第である。ただし、日本の既存の原子力発電所を再稼働するためには、日本政府による新たな安全性評価を通過しなければならず、原子力発電所周辺に住む地元住民との合意形成が必要であり、2021年に稼働する原子力発電所を予測することは非常に不確実性が高い。

4 電力は設備容量シェア、自動車は生産量シェア、化石燃料は生産量シェアである。

5 <http://www.iea.org/stats/WebGraphs/JAPAN2.pdf> を参照

3.結果

図8と図9は、再生可能エネルギーと石炭火力の電力設備容量の変化を示している。2°Cベンチマーク（緑の点線）の始点は、GlobalDataで特定される日本株式市場の上場企業が保有する電力設備容量のエネルギーミックスをTOPIXの規模に換算し、計算されている。2021年の2°Cベンチマーク（緑の点線）は、その後2°Cシナリオに合わせて設備容量が増加することを示している。図8では、TOPIX構成銘柄は、2016年の市場平均（日本株式市場の上場企業が保有する電力設備容量の平均）とほぼ同じ再生可能エネルギーの電力設備容量を有するが、灰色の（既存+計画）設備容量で示されるように、2021年には2°Cベンチマークとの整合性を維持するような生産の増加が見込まれないことを予測している。



図7: 2021年の電力設備容量の推定燃料シェアに関する、TOPIX構成銘柄による計画と2°Cベンチマークの比較(推定)
出典: GlobalDataとIEAに基づいて2°C Investing Initiative作成

図4に示すように、2020年までの再生可能エネルギーの総設備容量は、2°Cシナリオ、CPS、NPS、INDCと同様であると予想される。従って、2°Cシナリオと整合させるため、2021年には現在計画されている設備容量に加えて追加的に12GWが必要である(図8で赤の範囲)。一方で、多くの再生可能エネルギーは地域電力会社及びJ-Powerでは供給されず、地域電力会社10社は「その他の電力事業者」から購入しているため、図8で示している設備容量に加え追加的な再生可能エネルギーの増加が見込まれる可能性がある。

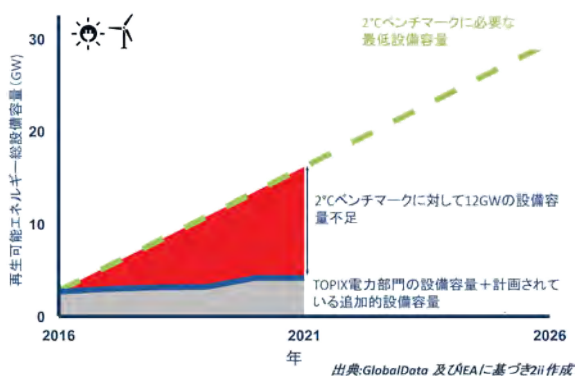


図8. 再生可能エネルギーの設備容量の変化に関する、2°CベンチマークとTOPIX構成銘柄の電力部門の比較⁶

TOPIX構成銘柄によって計画されている石炭火力発電の設備容量は、2°C目標実現のためには削減が必要だが、2019年まで一定である(図9)。さらに、電力会社によって発表された石炭発電所の建設計画では、2019年開始の多くのプロジェクトにおいて石炭火力設備容量の大幅な増加が示され、2021年までに大幅に設備容量が2°Cベンチマークを超過する。なお本稿では、廃炉に関しては不確実性が高いため、現行発電所の廃炉は想定していないが、実際には今後5年間で火力発電の一部は廃炉となる可能性がある。本稿の第3.2.3項では、企業レベルでの潜在的な石炭電力の廃炉に関する詳細について示している。本分析の結果は、TOPIX構成銘柄が保有する石炭火力発電所は、2°Cベンチマークに対して8.6GW(図8で赤い領域)の設備容量の超過が生じることを示している。ただし、日本がNDC目標を遵守する場合には、生産レベルが2016年水準から若干低下することになるため、TOPIX構成銘柄の設備容量と2°Cベンチマークとの乖離はそれほど広がることはない(図5)

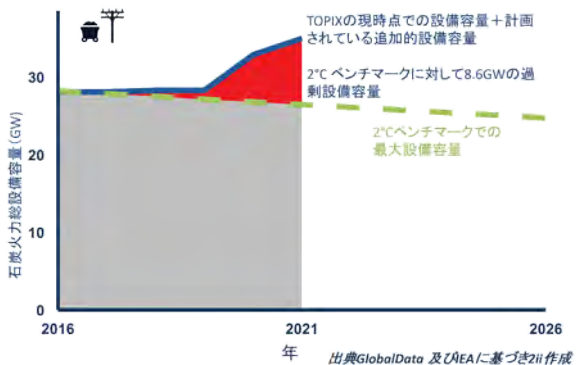


図9. 2°Cベンチマークと比較した、TOPIX構成銘柄が保有する石炭設備容量における変化

6 本分析は、その対象を、電力事業者および「その他の電力事業者」(石油を除く)のサプライチェーンの川下の電力設備容量に限定し、サプライチェーンの川上の活動、CO₂強度、スマートグリッド、炭素回収および貯蔵、エネルギー貯蔵は考慮していない。また、需要の変化も考慮していない。これらを考慮した分析は今後開発される予定である。* 2021年時点の水力発電の整備も想定されるものの、計画では石炭発電所の建設が比較的多いため、将来総発電容量ミックスにおける水力の割合は減少することに留意が必要である。従って、総電力設備容量は、2°Cベンチマークとも整合していない。

3.結果

3.2.2 各電力会社による電力投資概況(日本)

前節では、TOPIX 構成銘柄の電力部門の全体像と、2021 年までの予測について概説した。2011 年 3 月の福島第一原子力発電所事故後、日本の電源構成は大きく変化した。ほとんど全ての原子力発電所が操業を一時停止し、原子力発電所からの電力供給不足を補うために、ガス火力発電所と石油火力発電所の電力供給が 2010 年に比べてそれぞれ 38%、86%増加した (METI 2015a)。

その結果、1996 年から 2002 年までの日本の CO₂ 排出量は約 0.35~0.38kgCO₂/kWh であったが、2012 年には 0.57kgCO₂/kWh に増加し、過去 20 年で最も高い水準を示した (Wakiyama and Kuriyama 2015)。一方、電力の中期目標として、2015 年 7 月 17 日に電力会社 (日本の電力販売の 99%をカバーする 35 社) が共同発表を行い、2030 年に 0.37kgCO₂/kWh の炭素強度目標を設定し、NDC の下での政府の排出量目標に対応した自主行動計画として採択した。

TOPIX 構成銘柄の電力部門による燃料ミックスは、日本で上場している全電力事業者の燃料ミックスと同じである。TOPIX に含まれる電力事業者 11 社の電力設備容量は、TOPIX 全構成銘柄による電力設備容量の 90%を占めている。残りの 10%は、TOPIX 構成銘柄のその他電力部門の 88 社 (例えば、IT、石油、ガス生産者、セメントなど) が所有する電力設備容量である。

円チャート (図 10) は、2016 年の TOPIX 構成銘柄のうち電気事業者の 2021 年燃料ミックスを示している。グラフの左側にある他の 3 つの円形棒グラフについて、以下説明する。一番上の円形棒グラフ (「TOPIX 構成銘柄による計画」) は、TOPIX 構成銘柄の電力部門が計画している 2021 年における燃料ミックス、真ん中の円形棒グラフ (「TOPIX 2°C ベンチマーク」) は上場市場の 2°C 目標値 (2°C 目標に必要とされる燃料ミックスだが、TOPIX と同等とみなすことができる)、一番下の円形棒グラフ (「IEA2°C シナリオの日本経済全体の目標値」) は IEA の 2°C シナリオの 2021 年時点における日本経済全体 (上場企業、非上場企業、家庭部門など全てを含む) の 2°C 目標値である。一番下の円形棒グラフが真ん中の円形棒グラフ (「TOPIX 2°C ベンチマーク」) と一致していないことは、TOPIX 構成銘柄に含まれる電力会社は 2°C の道筋と整合しないことを示している。これは、主な再生可能エネルギー生産は非上場企業 (世帯を含む) から来ると予想されることを意味する。

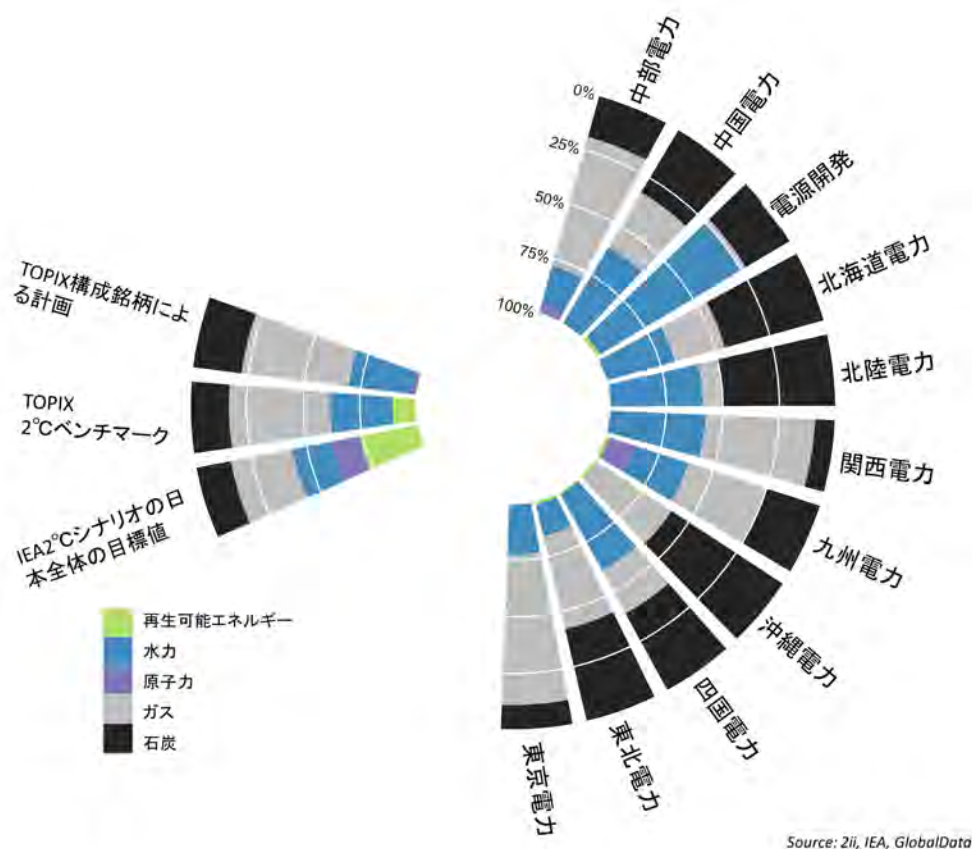


図10. TOPIX 構成銘柄の電力事業者の燃料ミックスの推定 (2021 年)

3.結果

以上の結果は、電力事業者による設備容量ミックスの実際の変化や各電力事業者の合計設備容量を示しているわけではなく、現時点での状況または見通しである。また、本グラフは、活動中または計画中の設備容量のみが含まれる。例えば、2015年、原子力発電所を一時的に停止している（Global Dataには「活動中」とは示されていない）ため、図表上では原子力発電容量がゼロと示されている。例えば、関西電力は、図の中で2021年時点で原子力による発電容量がゼロとなっているが、これは2016年12月30日時点で関西電力が所有する原子力発電が運転を見合わせたためである。ただし、今後、一部の原子力発電所が再稼働する可能性はある。一方、再生可能エネルギーに関しては、TOPIX構成銘柄は「その他の電力事業者」が保有する設備容量よりも、2021年の時点で再生可能エネルギー設備容量の保有が相対的に少ない。このため、図10の全体的な技術シェアは、図7の「その他の電力事業者」も含めたTOPIX構成銘柄の技術シェアとは異なる。石炭とガス火力については、TOPIX構成銘柄による計画と2°Cベンチマークの違いはあまり顕著ではないが、これは2020年までNPSと2°Cシナリオがかなり類似しているためである。2つのシナリオの差は2020年以降に大きく現れている（図3、図4、図5、図11）。

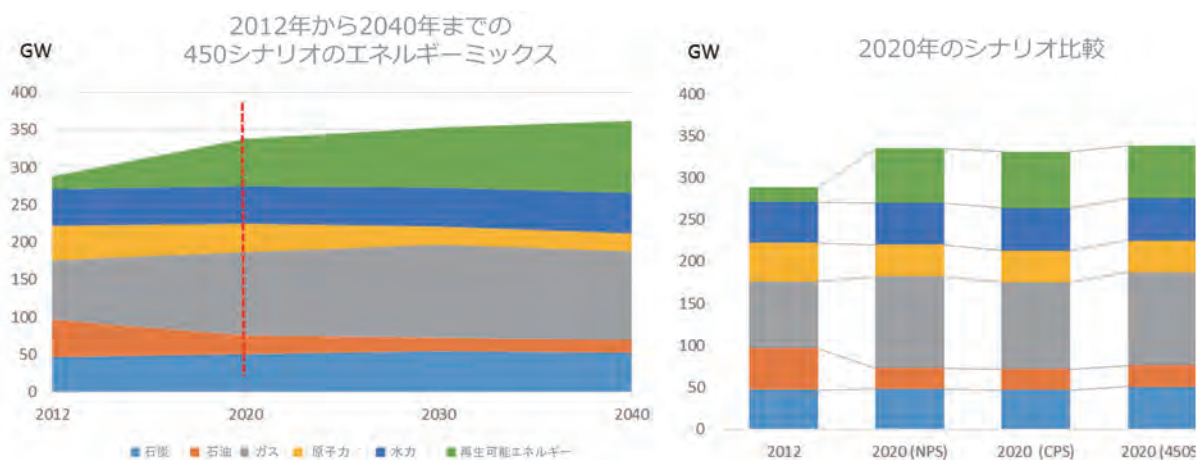


図11. エネルギーミックスのシナリオ比較 出典：IEA (2015b)

3.2.3 電力会社別の情報

（上記のような）電力部門の設備容量のエネルギーミックスは、企業が2021年までに現在よりも多くの再生可能エネルギーを保有し、最終的には2°Cベンチマークと一致する可能性があるため、時間の経過と共に変化する可能性が高い。これは主に、まだ計画されていないプロジェクト、または計画段階から実施段階に移行していない長期的なプロジェクトがあるためである。さらに、現在開発中でデータベースに含まれる予定の再生可能エネルギー電力は、今後TOPIX構成銘柄に売却される可能性があるため、TOPIX構成銘柄による再生可能エネルギーの設備容量が増加する可能性がある。

気候関連をテーマにしたエンゲージメントに関する戦略を追求する投資家は、このプロセスに影響を与えることができる。本稿は、以下、石炭と再生可能エネルギーに関するエンゲージメントの可能性について強調する。

図12は、2021年時点（暗い赤色）と2026年時点（明るい赤色）で、各電力会社による2°C目標実現のために、TOPIX構成銘柄に含まれる電力事業者が必要とする廃炉すべき石炭電力設備容量を示している。2°Cシナリオ達成のためには、現在の石炭電力設備容量を削減する必要があるため、設置される追加容量（ギガワット:GW）は、同等の石炭の設備容量の廃炉が伴わなければならない。図12の設備容量には、計画されている追加設備容量（黒色）も含まれている。図12で示す割合（パーセント）は、2026年までに、各社の2016年時点のすべての設備容量に対して廃炉が必要な石炭設備容量の相対的な大きさを示している。

例えば、東北電力が2°Cシナリオを満たすためには、2021年までに既存の石炭発電所の0.4GWに加え、さらに2026年までには計画されている0.7GWの石炭発電所を廃炉する必要がある（図12）。これは、同社の2016年合計設備容量のうち8%を廃炉する必要があることを表している。「その他の電力事業者」もまた、石炭火力発電容量を有しており、これが総石炭設備容量に寄与することにも留意されたい。この「その他の電力事業者」の主な企業は、石油ガス会社の東燃ゼネラル石油（ICBサブ部門分類により「探鉱&生産」部門に分類される）および三菱商事（ICBサブ部門分類により「産業サプライヤー」部門に分類される）等である。総設備容量における石炭電力設備容量は小さいが、「その他の電力事業者」全体において、2016年から2025年までに石炭の廃炉を通じて、総電力設備容量の22%を削減する必要がある。

3.結果

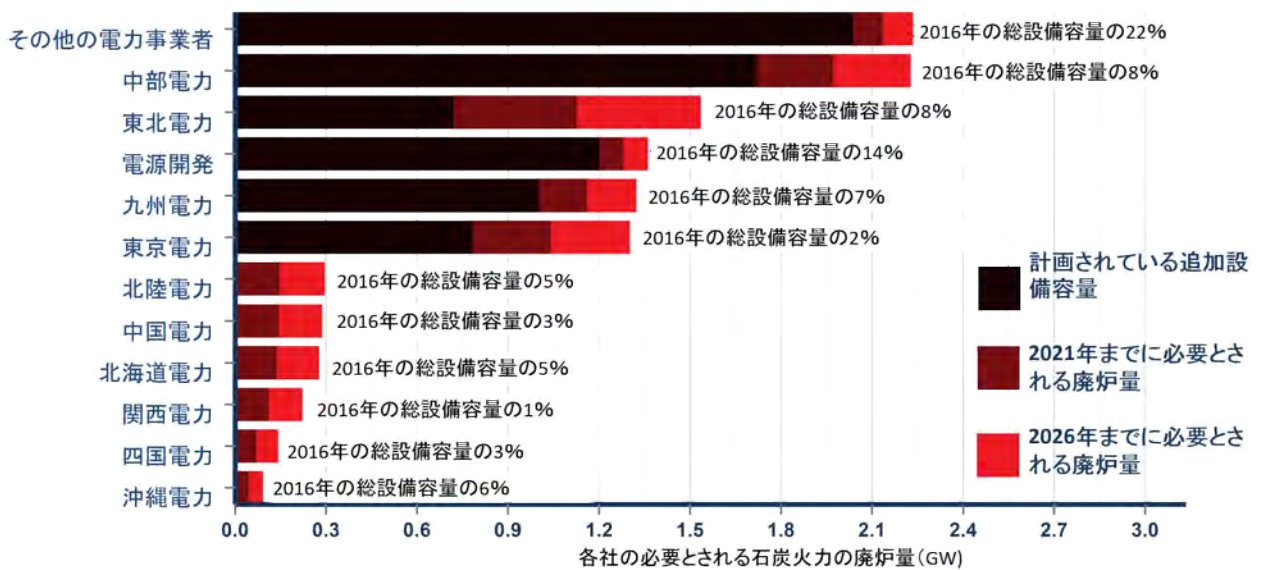
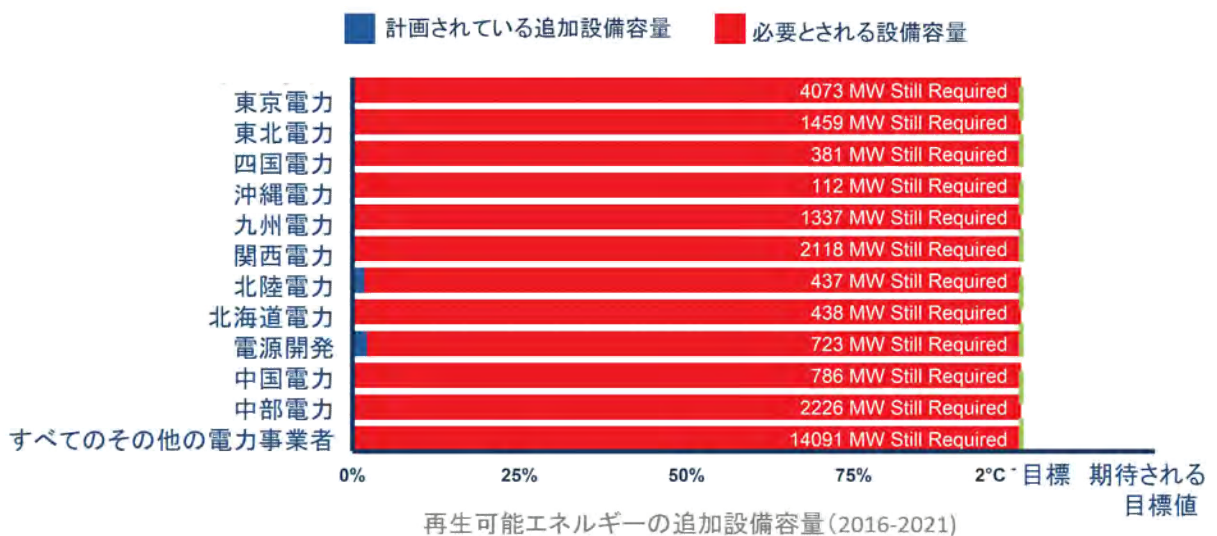


図12. 2°Cシナリオのために TOPIX 構成銘柄に含まれる電力事業者が廃炉する必要がある石炭火力設備容量 (計画中のものも含む) ⁷

図13は、TOPIX 構成銘柄の電力会社が計画している再生可能エネルギーの追加設備容量と、これらの電力会社による再生可能エネルギーの追加的設備容量の合計を示している。棒グラフの赤色部分は、各電力会社が2°C目標を達成するために2021年までに必要な再生可能エネルギーの電力設備容量、青色部分は、計画されている再生可能エネルギーの追加設備容量を示している。再生可能エネルギーは、図13で示される各電力事業者以外の企業からの追加的な設備容量の導入が期待されるため、本稿で示した追加的設備容量に貢献する可能性があることにも留意すべきである。

図13は TOPIX 構成銘柄のうち電力事業者による再生可能エネルギーの設備容量の計画が、今後5年間にほとんどないことを示している。東京電力の場合、2016年から2021年の間に追加的な再生可能エネルギーは計画されていないが、2°C目標達成のためには2021年までに4073MWの再生可能エネルギーを東京電力管内で設置する必要があることを示している。一方で、東京電力は、2021年までに4073MWの設備容量を追加し、2°C目標と整合性をとることが可能であるとも言える。なお、現行の日本の再生可能エネルギー発電は、固定価格買取制度 (FIT) を通じて個々の世帯や小規模企業で発電され、地域の電力会社に販売されているが、図13には反映されていない。



出典: Zii, GlobalData

図13. 2°Cベンチマーク達成のために、TOPIX 構成銘柄に含まれる電力事業者が追加すべき再生可能エネルギー設備容量

⁷ 本ページの情報は、2°C Investing Initiative および GlobalData の書面による事前の同意なしに、公に配布することはできません。

3.結果

3.3 自動車部門

日本のNDCは、輸送部門からのCO₂排出量を2013年の225MtCO₂から2030年には163MtCO₂に削減することを目標としている。内燃機関車(ICE)からハイブリッド車および電気自動車(EV)への技術及び燃料の転換によって、CO₂排出削減に寄与することが期待されている(METI2014; METI2016b)。自動車生産に関する政府戦略(METI2014)では、EVやプラグインハイブリッド車などの次世代自動車技術のシェアを海外及び国内市場で拡大することを掲げている。同政府戦略では、2020年と2030年の新車販売における自動車技術について⁸、ICE車を2020年に全体の80～50%、また2030年には50～30%減少させ、EV/プラグインハイブリッド車を2020年に15～20%また2030年には20～30%に増加させることを目標にしている(図14)。

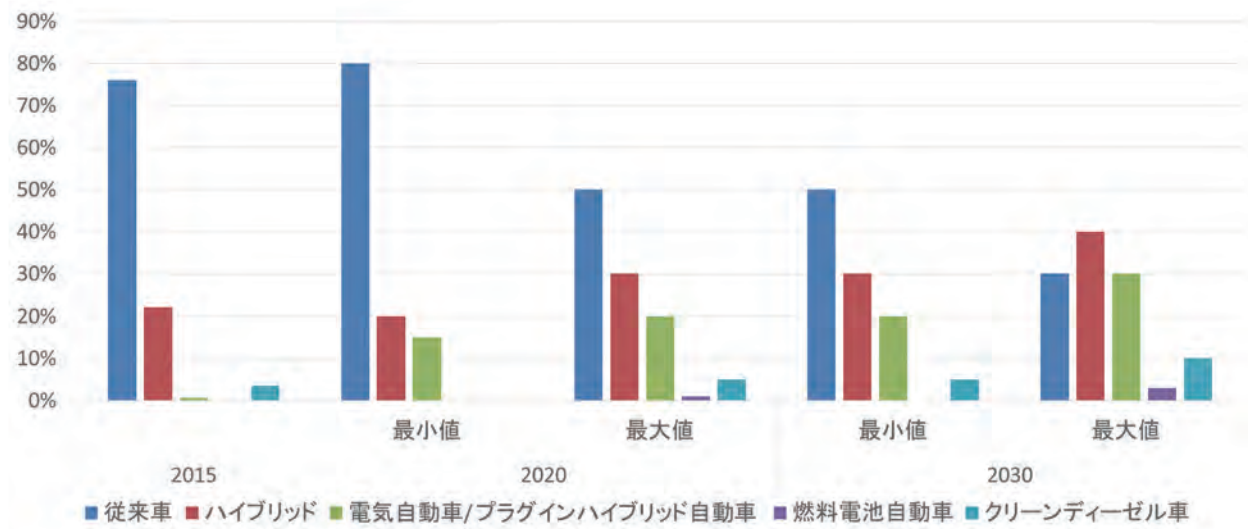


図14. 新車販売の自動車技術のシェアに関する2030年までの政府目標 出典：経済産業省(2014)、Ibuki(2016)より著者作成。

本稿の自動車部門に関する分析は、WardsAutoで示されている2021年生産量予測に基づいており、また、普通乗用車の生産を対象にしている。普通乗用車の分類には、バン、ピックアップトラック、SUVも含まれている(車種は国によって異なる)。自動車部門のTOPIX構成銘柄である8自動車製造会社のうち、1社(いすゞ自動車株式会社)はICE車のみを生産している。

日本の自動車生産は、国別自動車生産者間でICE車のシェアは最小である一方、ハイブリッド車のシェアに関しては市場を先導している。しかしながら、EVについては、日本は、中国と米国の電気自動車会社に遅れをとっている(図15)。

⁸ 日本の売上高は、日本企業の生産(世界での生産と販売)と同じ指標ではない。

3.結果

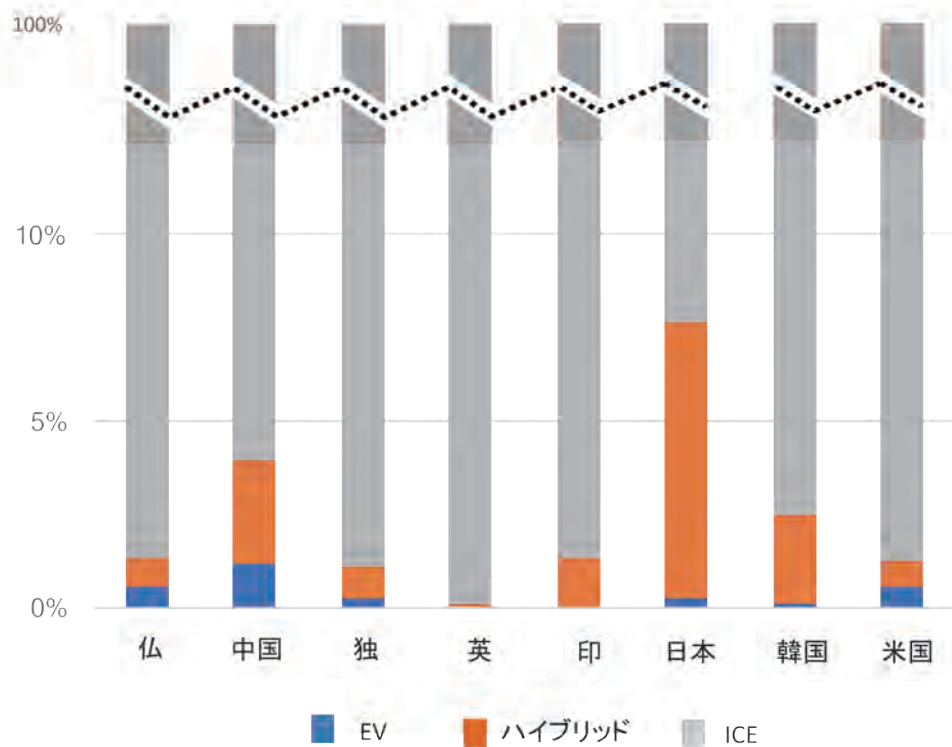


図 15. 2016 年の国別自動車技術シェア

図 16 は、TOPIX 構成銘柄の自動車会社による自動車生産予測と、2021 年の 2°C ベンチマーク（世界レベル）下の自動車生産を技術別に示している。この結果は、ICE 車が 2°C のベンチマークに対して過度に生産されているのに対し、電気自動車とハイブリッド車においては生産不足であることを示している。国を横断して電力を輸送することに限界がある電力部門とは対照的に、自動車部門は大部分がグローバルレベルで展開されている。したがって、本稿では自動車生産者のための世界的な 2°C ベンチマークを用いた（図 16 参照）。

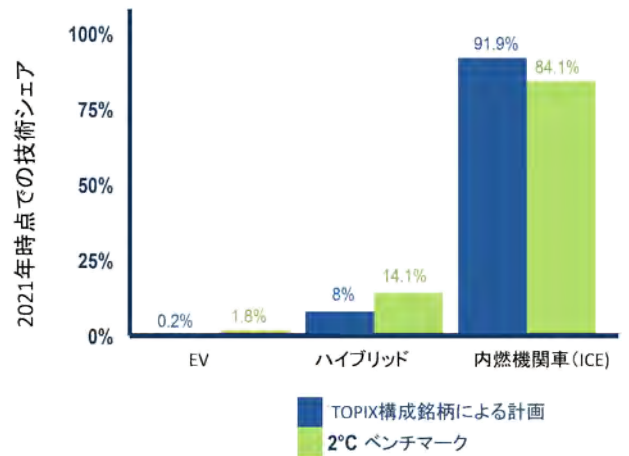
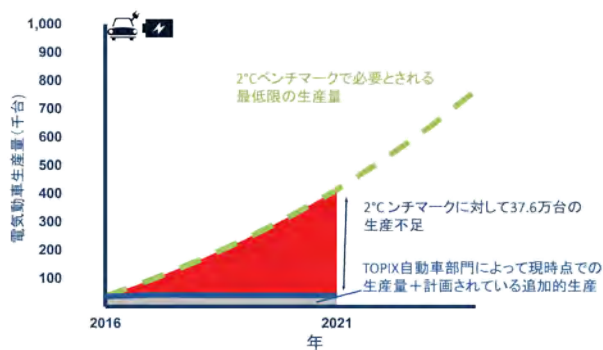


図 16. TOPIX 構成銘柄の自動車部門によって 2021 年に生産される推定シェアと 2°C ベンチマーク
 出典: WardsAuto / AutoForecast ソリューションと IEA に基づいて 2° Investing Initiative 作成

3.結果

図 17-19 は、図 16 のシェアに基づき、技術別に、TOPIX の構成銘柄による自動車生産計画と 2°C ベンチマークを比較したものである。

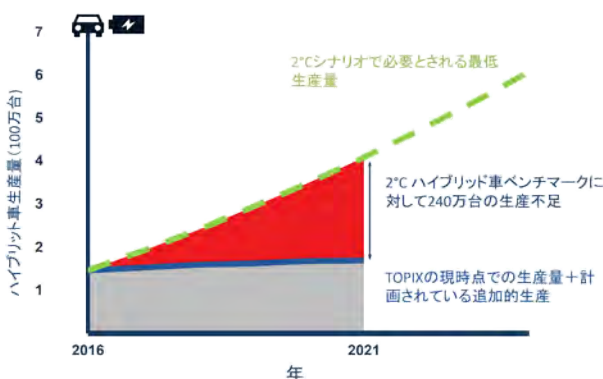
EV の場合、2°C ベンチマークは 2016 年以降生産が増加するため、2°C ベンチマークと比べ、TOPIX 構成銘柄による自動車生産（予測）は、2021 年に不足する。図 17 に示すように、2°C シナリオに整合させるためには、TOPIX 構成銘柄に含まれる自動車部門 7 企業は、2021 年までに 37.6 万台の追加的な電気自動車の生産が必要である。



出典: WardsAuto/ AutoForecast Solutions 及び IEA に基づき 2ii 作成

図 17. 2°C ベンチマークと、TOPIX 構成銘柄による電気自動車生産台数の変化

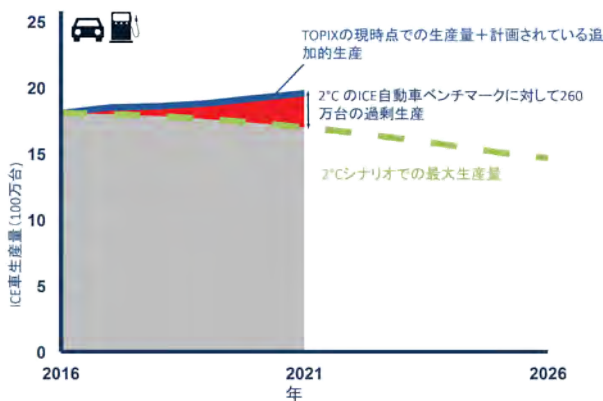
ハイブリッド車の生産は、2021 年時点において 2°C ベンチマークとの整合性を維持する形で増加していない。2°C 目標と整合性をとるためには、2021 年までに予想される生産量が 240 万台少ないため、より多くのハイブリッド車が ICE に取って代わるべきである。



出典: WardsAuto/ AutoForecast Solutions and IEA を基に 2ii 作成

図 18. 2°C ベンチマークと TOPIX 構成銘柄によるハイブリッド車生産台数の変化

本稿の分析の結果、2021 年時点において、ICE 車は引き続き TOPIX 構成銘柄による自動車部門の自動車生産の大半を占めると予想されている。図 19 に示すように、2°C ベンチマークでは ICE 生産を減少させる必要があるが、TOPIX 構成銘柄による自動車部門による ICE 生産は依然として増加すると予想される。その結果、2021 年までに 260 万台の ICE 車が 2°C ベンチマークと比較して生産が超過している。



出典: 2ii, based on WardsAuto/ AutoForecast Solutions and IEA

図 19. 2°C ベンチマークと TOPIX 構成銘柄による ICE 車の生産台数の変化⁹

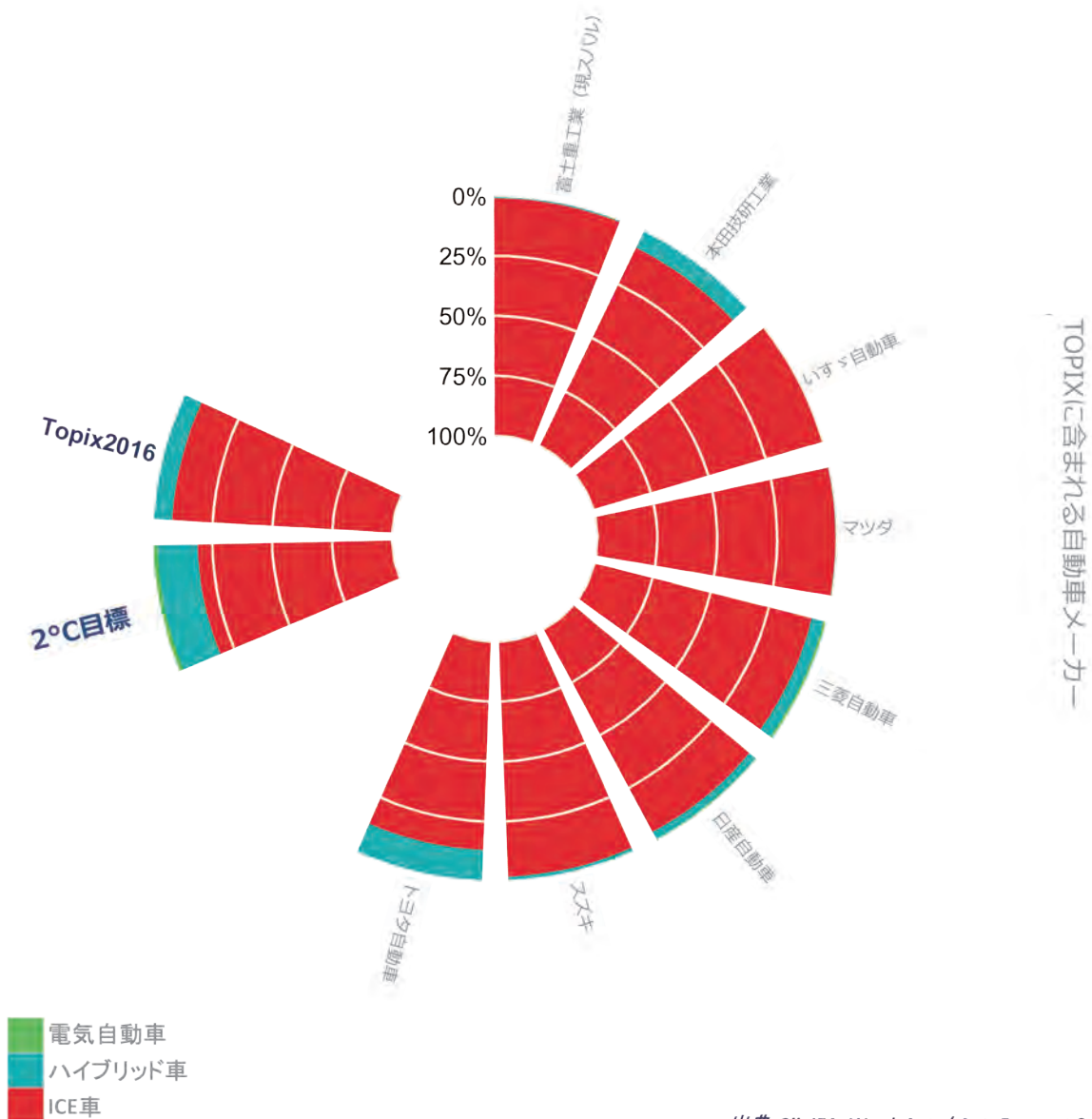
9 注意:本分析は、その対象を、持続可能性を推進する技術に限定し、車を利用するサプライチェーンの上流の技術は対象としていない。燃料効率データも評価していない。分析に欠けている点は、R & D とスケールアップの面で、他の潜在的な技術（燃料電池、水素など）のレビューはしていないことである。データベースは、これらの技術の展開を把握しているが、限定的である。また、本稿のモデルは、大型車には対応していない。これらの側面は、今後取り組むべき次の段階としてさらに詳細に検討する予定である。

3.結果

本予測は、WardsAuto で示されている生産計画から予測した 2021 年の生産量に基づいている。したがって、短期的には環境に配慮した車両の生産計画が遅れていても、長期的には環境配慮型車両のリーダーになる企業となる可能性もあるだろう。例えば、トヨタの場合、2021 年までの期間では電気自動車製造で遅れをとっているが、2050 年長期ゼロカーボン車の遵守を掲げている。なお、世界中の大手大企業はいずれも 2°C 基準を満たしていないことにも留意が必要である。

一方、エネルギー効率、自動車生産と 2°C 目標の乖離の程度を分析するにあたって最も重要な観点の 1 つである。日本はトップランナープログラムを通じて自動車のエネルギー効率を改善してきた。トップランナープログラムは、世界で最もエネルギー効率の良い製品の生産を目指すエネルギー効率基準を定めている (METI 2015b)。日本政府は、2011 年に、2020 年を目標年として、乗用車生産のための新しい燃料消費基準を設定している (MLIT 2011)。この目標を達成すれば、2020 年までに乗用車の燃費は 2011 年に比べて 19.5%改善され、また ICE 車やハイブリッド車などの従来の乗用車のエネルギー消費量と GHG 排出量を、本稿に記載された推定値よりも削減することができる。

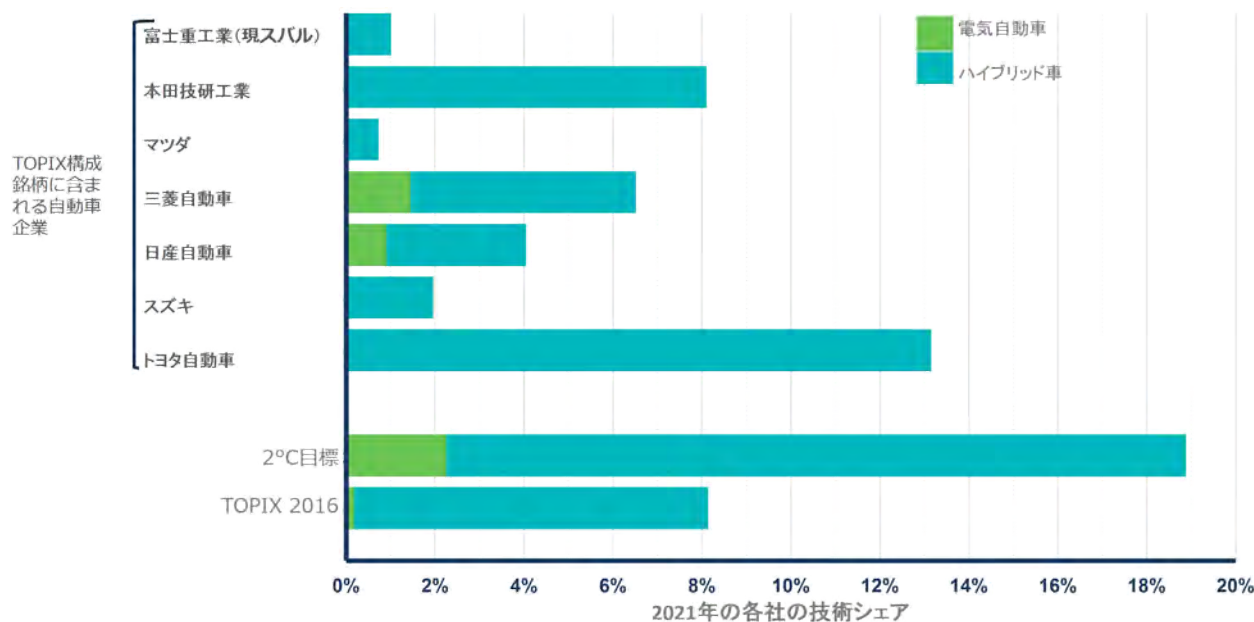
次に、個別企業による自動車生産の 2°C ベンチマークとの整合性を考察する。図 20 と図 21 は、自動車メーカーの自動車生産台数のうち、電気自動車とハイブリッド車の相対的なシェアを示している。同図表は、技術別に、市場を先行する企業と遅れをとっている企業を特定している。また、2°C ベンチマークとの整合性に貢献している企業を特定することも可能である。トヨタ自動車のハイブリッド車のシェアは、2021 年の 2°C 目標 (全生産の約 14%) のシェアと同程度あるが、電気自動車のシェアは 2°C ベンチマークに比べてかなり小さい。一方、日産自動車や三菱自動車は、他社に比べて電気自動車のシェアが大きく、そのシェアは 2°C ベンチマークに近いが、ハイブリッド車のシェアは 2°C 目標よりもはるかに小さい (図 20 および図 21)。



出典: Zii, IEA, WardsAuto/ AutoForecast Solutions

図20. 日本市場における 2021 年に予測される自動車メーカーによる自動車生産の技術別シェア

3.結果



出典: 2ii, WardsAuto/AutoForecast Solutions

図21. 総生産に対する電気自動車およびハイブリッド車生産のシェア (2021年推定)¹⁰

3.4 2°Cベンチマークとの整合性分析:化石燃料生産

化石燃料の国内生産は非常に少ないが、化石燃料（一次エネルギー供給における原油、石油、石炭、天然ガス）に対する依存度は、他の多くの国よりもはるかに高く、94.6%に達している（図22）。日本は化石燃料生産におけるエネルギー自給率が非常に低い。実際には、2014年時点で、原油と一般炭の供給量の99.7%と99.3%が輸入されている（図23）。

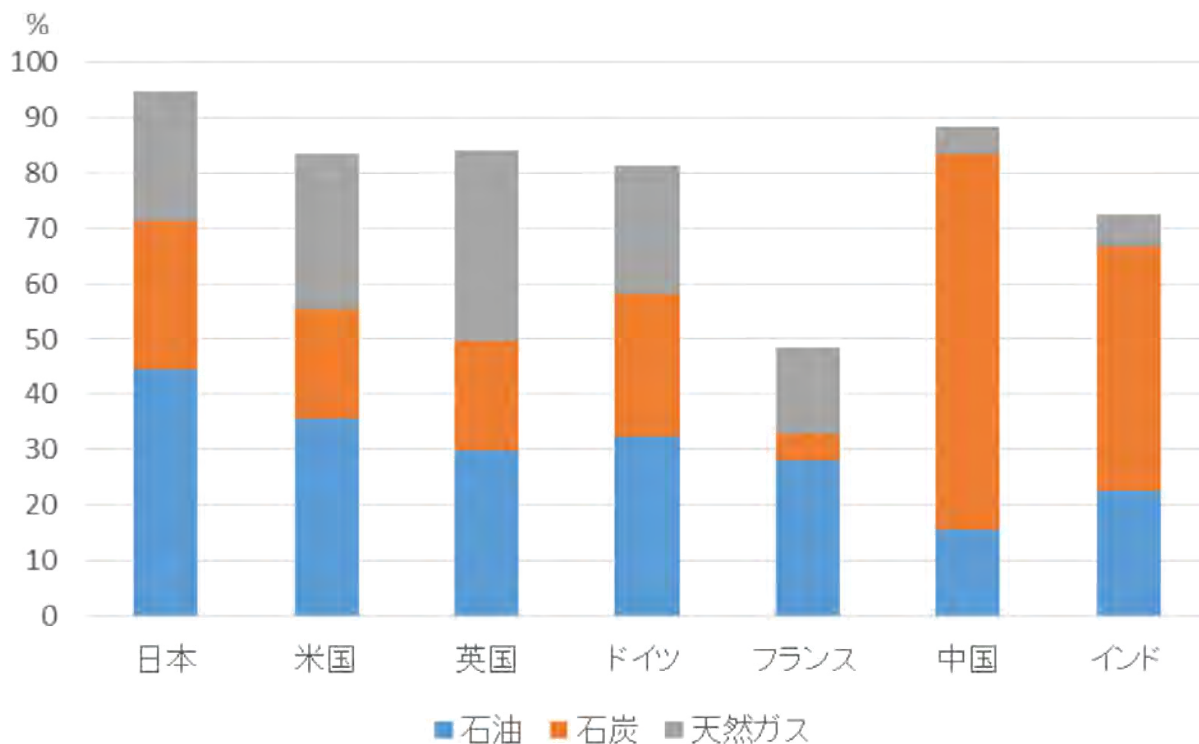


図22 国別化石燃料依存度 (%)
出典: Source: METI (2016a)

¹⁰ 注: このページの情報は、2° Investing Initiative および WardsAuto の書面による事前の同意なしに、公に配布することはできません。

3.結果

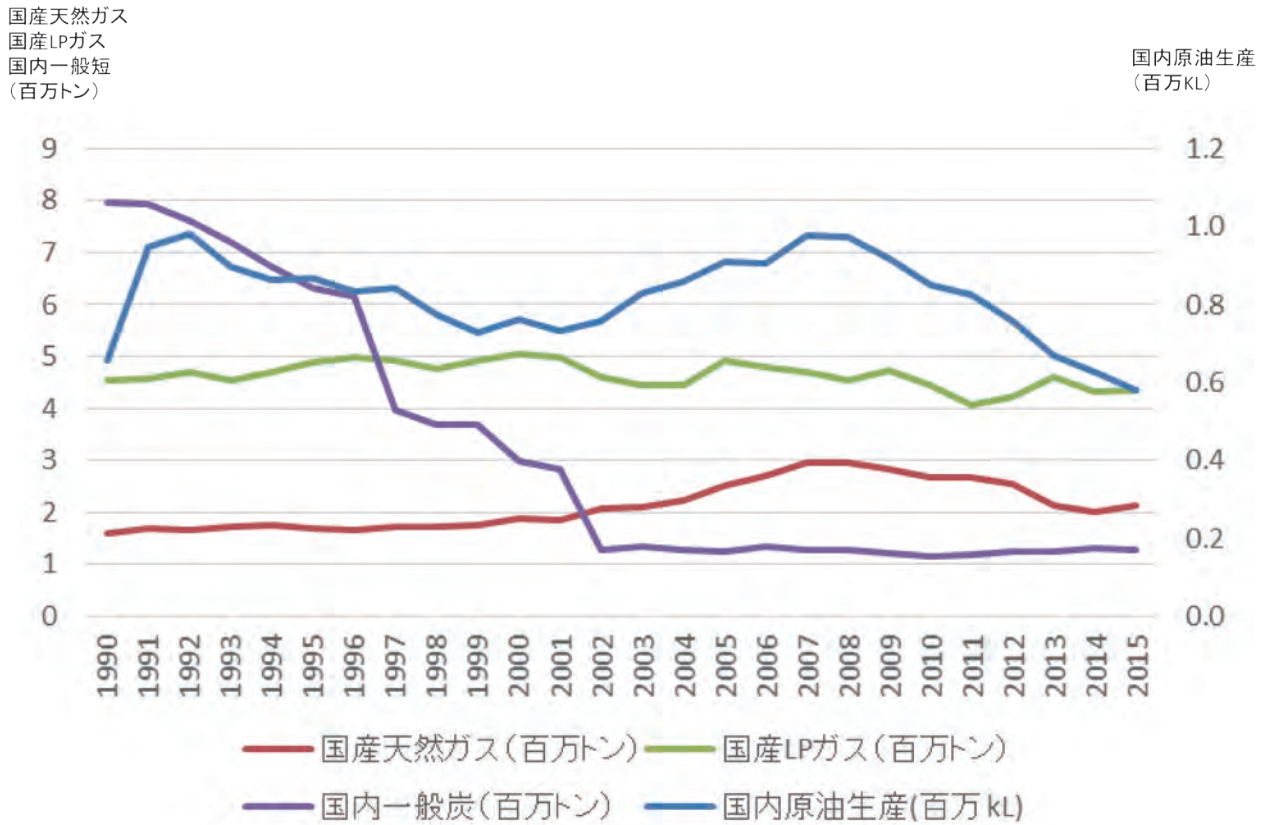
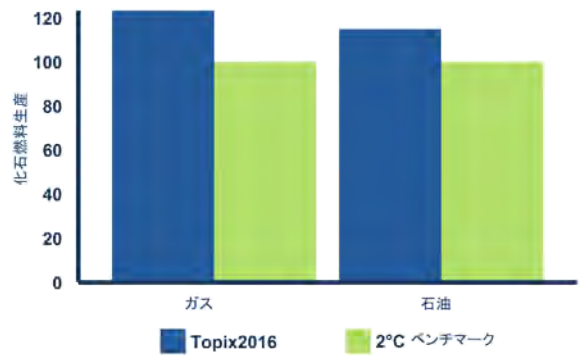


図 23 化石燃料の国内生産量
出典: Source: METI (2017)

TOPIX 構成銘柄には、18 の化石燃料生産会社が含まれている（うち 3 企業が業界分類ベンチマーク (ICB) に基づいて化石燃料部門に分類されている）。図 24 は、2°C ベンチマーク (2°C シナリオ達成のための 2021 年の TOPIX に含まれる 18 の化石燃料生産会社による生産の参考基準量) を 100 とした場合の 2021 年石油・ガス生産量の推定値である。なお、TOPIX に含まれる 18 の化石燃料生産会社が日本の市場全体に占める割合を、2°C シナリオで日本に必要とされる目標に掛け合わせたものが 2°C ベンチマークである。



出典: 2ii, based on Bloomberg and IEA
図 24. 2021 年時点での 2°C ベンチマークと石油・ガス生産量の比較 (推定) (2°C ベンチマーク= 100)。

3.結果

TOPIX 構成銘柄の化石燃料生産部門の生産量は、さらに今後 5 年間に劇的に増加すると見込まれている。TOPIX 構成銘柄は石炭を生産していないため、デフォルトで 2°C ベンチマークと整合性がとれている。なお、2020 年以降に一部技術の動向が変わる可能性があることを考慮し、図 25 および図 26 では、2°C シナリオについてはより長期的な傾向を示すために、2040 年までの予測を示している。

図 25 と図 26 は、GlobalData 推定に基づき示された、ガスと石油製品の生産水準の計画生産量である。両者共に、TOPIX 構成銘柄による生産量を示す曲線は短期間で急激に増加し、2021 年に再び減少している。

日本は原油生産の大部分を輸入に依存しているが、2014 年には 377 万バレルの国内原油を生産している (METI, 2016a)。国内原油および輸入原油のほとんどは精製・蒸留され、石油製品として加工されるが、本稿では石油生産のみを対象とする。ここでいう石油生産には、輸入された原油から、TOPIX 構成銘柄が (直接・間接に) 所有あるいは生産した在来型石油、非在来型石油、重油、オイルサンドの生産を指す。TOPIX 構成銘柄によるこれらの石油生産を 2°C ベンチマークと整合させるためには、2,750 万バレルの生産を 2021 年の計画生産から削減する必要がある (図 25 参照)。

IEA によると、ガス生産は他の化石燃料とは異なり 2040 年までは成長すると予想され、多くのアナリストは (CO₂ 排出係数が相対的に低い) ガスを「移行燃料」として 2°C 目標にも適合するとしている。本分析によれば、TOPIX 構成銘柄によるガス生産は、2016 年から 2021 年にかけて増加が予測されるが、2°C シナリオで許容される最大生産量と比較して 70 億 m³ を超える生産量が計画されている (図 26)。

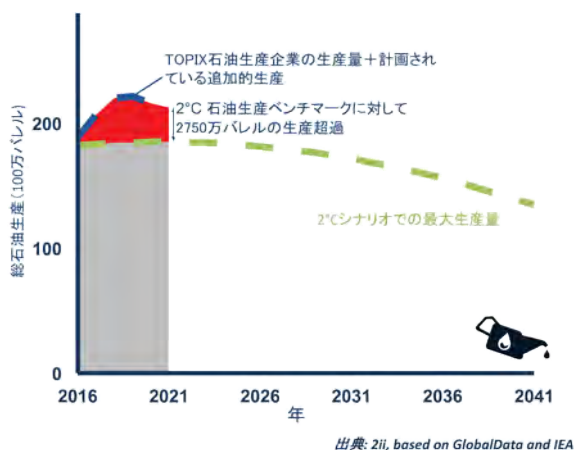


図25. TOPIX 構成銘柄による石油生産計画と 2°C ベンチマークの推定生産量

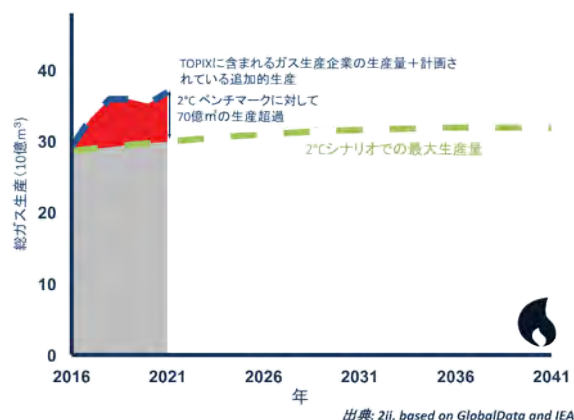


図26. TOPIX に含まれるガス生産企業による生産計画と 2°C ベンチマークの保有量 (推定)¹¹

11 注本段階での分析は、下流の企業 (パイプラインなど) は対象としていない。パイプラインなどは、本モデルの今後の段階でさらに詳細に調査する予定である。単位は石炭のトン (t)、石油の百万バレル、ガスの億立方メートル (10 億 m³) である。

4.本分析の限界

本稿は、TOPIX 構成銘柄によるエネルギー生産・技術利用（計画）と2°C目標達成のための道筋との整合性について示すものであり、TOPIX 構成銘柄の財務実績について意見を述べるのではない。本稿は、これらがどの程度乖離しているかについて特定するものである。したがって、本稿で示される評価は、リスク管理ツールとして活用できる。つまり、特定の投資ポートフォリオと、世界の気候政策で実施される市場動向との乖離を特定するのに役立つ。その一方で、財務実績に関しては直接言及していない。さらに、本稿は、2°Cシナリオに関するすべてのエネルギーおよび技術の変化をカバーしていない。特に、IEAの2°Cシナリオは、今後数十年をみこした最良の技術を考慮しているが、家庭部門などエネルギー効率の改善について考慮していない点には留意が必要である。このように、現段階では本稿の基礎にある方法論は、2°Cベンチマークに対して、限定された技術とセクターを評価したものである。

本稿では、IEAで定義されるような2°C目標達成のために必要な分野の全ての技術（エネルギー効率指標、炭素貯留と貯蔵、バイオ燃料など）について、分析を実施していない。本稿で評価された技術とエネルギーは日本の排出量の大きな割合を占めているが、明らかに2°Cベンチマークとの乖離がみられる。本稿でレビューされた技術を2°Cベンチマークと整合させてさせても、実際には全ての技術（ゼロ炭素技術への研究開発投資など）で2°Cへの整合性が保証されるわけではない。SEIメトリクスプロジェクト¹²では、最終的には非常に幅広い技術をカバーするよう努めている。

同様に、本稿は全部門の排出削減の可能性を対象としているわけではない。第2節で述べたように、GHG排出量に関して最も関連性の高い分野に焦点を当てているが、一方でTOPIX構成銘柄の時価総額の大きい銘柄の大半は評価されていない。

本稿の評価対象外である農業、食料、飲料などのGHG集約型部門はGHG排出削減のポテンシャルが大きい分野であり、これらの部門において代替的な気候指標と行動が必要である。

本稿では、特定の投資ポートフォリオやエンゲージメントの推奨を提供してはいない。技術とエネルギーが2°Cベンチマークと比較して先行しているか、遅れているかについて示しているものの具体的な行動は示唆していない。気候に対してより配慮する投資家は、新しい再生可能エネルギー導入を先行する企業に焦点を当てた再配分、エンゲージメント、または、投資ポートフォリオを検討することができる。本稿は、気候変動への影響の観点について議論したものであり、特定の投資ポートフォリオの提言を提供するものではない。

12 SEIメトリクスコンソーシアムは、2°C ii、CIRED、CDP、WWF 欧州政策局、WWF ドイツ、フランクフルト財政管理大学、チューリッヒ大学、ケプラー・チュブラー、気候変動イニシアチブを含む10団体で構成されている。これらのコンソーシアムのメンバーは、本稿を支持するものではない。このプロジェクトは、欧州連合（EU）のHorizon 2020リサーチ・アンド・イノベーション・プログラムから、助成契約No 649982で資金援助を受けている。本プロジェクトは、気候パフォーマンスの枠組みと関連する投資商品を開発し、金融ポートフォリオの2°C経済との整合性を測定することを目指している。<http://seimetrics.org>

5.結論と提言

2°C 目標を達成するためには、電力、自動車、化石燃料生産のいずれの部門においても、(TOPIX 構成銘柄が日本経済を示す近似値とした場合) 日本経済を脱炭素化するために大きな政策転換を図る必要があることを本稿は示している。日本政府は、UNFCCC の国際合意の下で、2030 年までに 26% の GHG 排出を削減する目標を設定した。

電力部門においては、電力会社が自主削減目標を発表しており、2°C シナリオでは大幅な火力発電の削減が必要なことを示している一方で、主要な地域電力会社は、電力需要を満たすために化石燃料火力発電を増設する予定である。また、2012 年の FIT 導入以来、再生可能エネルギーは急速に増加し、日本経済全体では発電電力量の 4.4% の再生可能エネルギーが占めている一方 (METI 2017)、TOPIX に含まれる電力企業は 2016 年時点で 1.3% の再生可能エネルギーしか保有していない。本分析によれば、一部の技術では、今後 5 年間に TOPIX 構成銘柄によるエネルギー生産または技術利用と 2°C シナリオとの間に大きな乖離がないことが示しているが、今後 20 年間を見ると、2020 年以降に乖離が広がることが示されている。したがって、この乖離を埋めるためには、日本が 2020 年以降、低炭素シナリオで飛躍するための行動を取るべきである。

本稿における自動車の評価は、技術別の普通乗用車生産に焦点を当てている。電気自動車やハイブリッド車に関しては、TOPIX に含まれる自動車企業による生産は、2021 年までに 2°C ベンチマークと比較して大幅に不足している。ICE 車については、2°C ベンチマークでは生産が継続的に減少することが必要とされているが、TOPIX 構成銘柄に含まれる自動車企業は増加を計画している。日本の自動車製造業は低炭素技術を有しており、トヨタのような会社はハイブリッド車で世界的な市場を主導しているが、日本が 2°C 目標に整合するためには、日本のすべての自動車会社は、現在トヨタが生産しているハイブリッド車の生産量よりもさらに野心的な 5 年計画を立てる必要がある。同じことが三菱自動車と日産自動車の電気自動車についていうことができる。

日本は他国よりも化石燃料依存度が高い。TOPIX 構成銘柄は石炭を生産していないが、TOPIX 構成銘柄は 2021 年に向けてガスおよび石油製品の生産を急速に増やすことを計画している。ガスは、2°C シナリオでは移行燃料と考えられており、その生産は今後 5 年間で増加すると予想されているが、TOPIX 構成銘柄によるガス生産は、2°C ベンチマークと比較して超過している。石油についても、TOPIX 構成銘柄により計画されている追加的石油生産量は、今後数十年で 2°C ベンチマークを超過している。

本稿に含まれる情報に関心のある投資家は、ファンドや資金の運用責任者による目標の設定、投資決定、エンゲージメント、戦略的資産配分など、さまざまな措置を講じることができる。政府が現在導入を議論している炭素価格などの気候・エネルギー政策によって、炭素集約型の活動を展開する企業が影響を受ける可能性があることを念頭に置き、投資家はファンドや資金の運用責任者の投資義務の一部として目標を設定する (2°C に直接調整するか、目標からの最大偏差を定義する「ゴールポスト」として運用する) ことができる。ファンドや資金の運用責任者は、本稿に記載されている情報を活用して、気候変動問題に配慮した、または、2°C と整合した投資を検討することができる。さらに、投資家は、今後 5 年間およびそれ以降、資本配分の決定に関する企業とのエンゲージメントのために、本稿の情報を活用することができる。いくつかの重要な技術は、上場株式市場では開発が遅れており (例えば、再生可能エネルギー)、上場市場から他の市場に移行する可能性がある。将来的に、本評価に R & D が対象として加えられる場合には、投資家は、本稿も活用しつつ、さらに 2°C 目標と整合した資産配分が可能になる。

参考文献

- 2° Investing Initiative (2015) “Assessing the alignment of portfolios with climate goals – Climate scenarios translated into a 2°C benchmark”
- 2° Investing Initiative (2016) “Aligning financial markets with climate goals: sector & technology methodology”, Sustainable Energy Investment Metrics project <http://seimetrics.org/publications/sei-metrics-sector-technology-methodology-draft/>
- 2° Investing Initiative (2017) “Finance sector alignment with international climate goals – Reviewing options and obstacles”, GreenWin project
- Greenpeace (2015) “Energy (R)evolution”
- HSBC (2012) “Coal and Carbon”
- Ibuki, Hideaki (2016) “Structural Change and Its Correspondence of Automobile Industry (Japanese).” Japan Foreign Trade Council, Inc. http://www.jftc.or.jp/shoshaeye/pdf/201603/201603_07.pdf.
- IEA (2012) “Energy Technology Perspectives”
- IEA (2014a) “World Energy Outlook”
- IEA (2014b) “World Energy Investment Outlook”
- IEA (2015a) “Energy Technology Perspectives”
- IEA (2015b) “World Energy Outlook”
- IPCC (2016) “Global Warming of 1.5°C”, <http://www.ipcc.ch/report/sr15/>
- Markowitz, H. M. (1952) “Portfolio Selection”, *Journal of Finance*, 7 (1), 77-91
- Mercer (2015) “Investing in a time of climate change”
- METI (2014) “Automobile Industry Strategy 2014 (Japanese)” <http://www.meti.go.jp/press/2014/11/20141117003/20141117003-A.pdf>
- METI (2015a) “Energy White Paper 2015 (Japanese)” http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2015pdf/whitepaper2015pdf_2_1.pdf.
- METI (2015b) “Top Runner Program. Developing the World’s Best Energy Efficient Appliances. (Japanese)” http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/data/toprunner2015e.pdf.
- METI (2016a) “Energy White Paper (Japanese)” <http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2016html/>.
- METI (2016b) “EV・PHV Roadmap Study Report [EV・PHV ロードマップ検討会 報告書]” <http://www.meti.go.jp/press/2015/03/20160323002/20160323002-3.pdf>.
- METI (2017) “Energy White Paper 2017 (Japanese)” <http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2017pdf/>
- METI(2017) ‘Guidebook on FIT FY 2017’, http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/data/kaitori/2017_fit.pdf
- METI energy statistics. n.d. “Electricity Survey Statistics.[電力調査統計].” Ministry of Economy, Trade and Industry (METI). http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/electric_power/ep002/.
- MLIT (2011) “Final Report on Energy Research Committee: Energy Conservation Standards Subcommittee/Transport Policy Council: Land Transportation Subcommittee and Automobile Fuel Efficiency Standard Subcommittee [総合資源エネルギー調査会省エネルギー・新エネルギー分科会 省エネルギー小委員会自動車判断基準ワーキンググループ・交通政策審議会陸上交通分科会自動車部会自動車燃費基準小委員会 合同会議取りまとめ]” Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism. <http://www.mlit.go.jp/common/001129238.pdf>.
- Sharpe, W. F. (1964) “Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk”, *Journal of Finance*, 19 (3), 425-442
- Tobin, J. (1958) “Liquidity Preferences as Behavior Towards Risk”, *Review of Economic Studies*, 25 (2), 65-86
- TOPIX composition on Japan Exchange Group / Tokyo Stock Exchange, <http://www.jpx.co.jp/english/markets/indices/topix/>
- UN (2016) C.N.735.2016.TREATIESGXVII.7.d (Depositary Notification), <https://treaties.un.org/doc/Publication/CN/2016/CN.735.2016-Eng.pdf>
- UNFCCC (2015a) “The Paris Agreement”, http://unfccc.int/paris_agreement/items/9485.php
- UNFCCC (2015b) “Submission of Japan’s Intended Nationally Determined Contribution (INDC)”, http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Japan/1/20150717_Japan%27s%20INDC.pdf
- Wakiyama, Takako, and Akihisa Kuriyama (2015) “Can Japan Improve on Its INDC-Based Target for CO 2 Intensity in the Electricity Sector? Estimation of Renewable Electricity and Nuclear Power in 2030.” IGES/OCN Working Paper.

[2° Investing Initiative は投資顧問会社ではなく、特定会社、投資ファンドまたはその機関への投資の妥当性を表明するものではない。投資ファンドまたは他の事業体に対する投資決定は、本刊行物に記載された陳述のいずれかに依拠して行われるべきではない。本研究レポートに記載されている情報および分析は、米国内またはその他管轄区内の有価証券の売却または買入れ勧誘または投資勧誘を目的としたものではない。情報は財政的助言を意図したものではない。研究レポートは一般的な情報のみを提供している。情報および意見は、その時点での判断であり、予告なしに変更されることがある。適切性、完全性または正確性について、2° Investing Initiative は明示的または黙示的な表明または保証はしていない。また、2° Investing Initiative は情報が最新であることを保証するものもない。また、この出版物（もしくは論文）の内容は（各）執筆者の見解である。]



2°投資イニシアティブ(2° Investing Initiative)

2°投資イニシアティブ(2°ii)は、金融セクターを2°C目標と整合させるために、複数のステークホルダー・シンクタンクと共同している機関である。2°iiの研究は、金融機関の投資プロセスを気候目標と整合させることを目指している。金融機関が気候にいかに対応しているかを測定するための指標とツールを開発し、また、金融資本をエネルギー移行にシフトさせるための規制と政策インセンティブを促進している。2°iiiは2012年に設立され、パリ、ロンドンおよびニューヨークにオフィスを構えている。

2°iiの研究は無料で提供されており、研究の直接的または間接的な財政支援を求めるものではない。

お問い合わせ

Tel: (+33)1-4281-1997・(+1)516-418-3156 E-mail: contact@2degrees-investing.org Website: www.2degrees-investing.org

パリ 97 rue La Fayette, 75010 Paris, France

ニューヨーク 205 E 42nd Street, 10017 NY, USA

ロンドン 40 Bermondsey Street, SE1 3UD London, UK

ベルリン Am Kupfergraben 6A, 10117 Berlin, Germany



一般社団法人環境金融研究機構

(The Research Institute for Environmental Finance: RIEF)

日本の金融市場、金融界に環境金融を普及させることを目指して2014年9月に設立された非営利団体。環境金融および関連の内外情報を広く収集、情報発信するとともに、環境金融への理解を深めるための勉強会等を定期開催している。また、毎年、日本市場での環境金融、サステナブルファイナンスの普及・啓発に貢献した金融機関等を顕彰する「サステナブルファイナンス大賞」を選考している。Green Bond Principle (GBP)、Climate Bonds Initiative (CBI)、Sustainable Accounting Standards Board (SASB)、International Standards Organization (ISO) 等と連携・協力関係を築いている。

お問い合わせ

東京千代田区内幸町2-2-1日本プレスセンター8階



地球環境戦略研究機関(IGES)

IGESは、アジア太平洋地域および世界的に持続可能な開発を実現するための政治的意思決定の研究成果を反映し、文明の新しいパラダイムを達成し、環境対策のための革新的政策開発と戦略的研究を行うことを目指している。IGESは、国際機関、政府、地方自治体、研究機関、企業、非政府組織(NGO)、市民との研究協力を促進する。研究を実施するだけでなく、研究成果を共有し、国際会議やワークショップを開催している。

お問い合わせ

〒240-0115 神奈川県三浦郡葉山町上山口 2108-11 Tel: 046-855-3700 Fax: 046-855-3709 E-mail: iges@iges.or.jp