



2050 低炭素ナビ

A User's Guide

利用ガイド

地球環境戦略研究機関 (IGES) 及び国立環境研究所 (NIES) は、日本版 2050 低炭素ナビ (低炭素ナビ) を共同開発しました。低炭素ナビは、2050 年に向けた長期的な視点から低炭素社会構築を目的としたエネルギー需給シナリオを可視化するツールです。

低炭素ナビは、英国版 2050 パスウェイ・カリキュレーター¹の枠組みを取り入れて構築されています¹。英国版カリキュレーターは、2010 年に英国エネルギー開発・気候変動省 (DECC) によって開発・公開されました。国内エネルギー需要を満たしつつ、2050 年までに温室効果ガス (GHG) 排出の 80 パーセント削減という野心的な目標をどのように達成するか議論するための実用的なツールとして、政策決定、学術研究、ビジネス、市民生活、教育の場など様々な分野で活用されています。最近 3 年間では、中国、韓国、ベルギー・ワロン地域、台湾、インドが、各国版・地域版の 2050 パスウェイ・カリキュレーターを開発しています。

謝辞

2050 低炭素ナビ・チームは、科学的・実用的見地から助言を頂いた日本の専門家及び DECC の 2050 カリキュレーターチームに謝意を表します。また、本プロジェクトの推進にご協力いただいた、駐日英国大使館および日本環境省に深く感謝いたします。

¹ 英国版 2050 パスウェイ・カリキュレーターのウェブサイト：<https://www.gov.uk/2050-pathways-analysis>



なぜ日本版 2050 低炭素ナビは開発されたのか？

日本政府は2012年に第4次環境基本計画を閣議決定しました。この中で、政府は2050年までにGHG排出量の80パーセント削減という野心的な長期目標を掲げました。2011年の東日本大震災による福島第一原子力発電所の事故を受け、2014年7月現在、日本国内の全原子力発電所が稼働を停止しています。日本の原子力は国内の発電量の25パーセント以上を占め、低炭素エネルギーシナリオ等のエネルギー戦略において重要な技術と位置付けられていましたが、先行きは不透明です。このような状況を受けて日本は、エネルギー安全保障と温暖化対策を同時に推進していく上で岐路に立たされています。

そこで我々は、日本におけるエネルギー安全保障と長期温暖化対策の両方を推進していくための国民的議論をサポートするためのツールとして、日本版2050低炭素ナビを開発しました。低炭素ナビが、国内の様々な関係者による政策対話を活発にし、学生や一般市民の啓発活動に有用なツールとなると考えています。

日本版 2050 低炭素ナビを用いて何ができるか？

低炭素ナビのユーザーは、エネルギー資源、技術導入、生活・行動パターンに関する将来見通しのオプションを組み合わせて、GHG排出削減とエネルギー安全保障の両方の達成に向けた道筋を独自に立てることができます。以下のような問いに対する答えをマウスによる操作だけで描くことで、将来のエネルギー構造や気候変動対策にかかる課題や機会について議論を促すきっかけとなります：

- 原子力発電に頼れない場合、日本が2050年までにGHG排出量を80パーセント削減するには、どのようなエネルギーミックスが最適か？ そのエネルギーミックスは、原子力発電を一定程度使用した場合のエネルギーミックスに比べ、費用面でどの程度違いがあるのか？
- 再生可能エネルギーだけを野心的に導入したシナリオのGHG排出量はどの程度か？ そのシナリオを達成するためには、どの程度費用がかかるか？
- エネルギー需要側におけるGHG削減努力がなく、供給側が削減努力を意欲的に取組んだ場合のGHG排出量はどの程度か？ そのシナリオを達成するためには、どの程度費用がかかるか？
- エネルギー供給側におけるGHG削減努力がなく、需要側が削減努力を意欲的に取組んだ場合のGHG排出量はどの程度か？ そのシナリオを達成するためには、どの程度費用がかかるか？
- 日本の潜在的なGHG削減量の最大値はどの程度か？ そのシナリオを達成するためには、どの程度費用がかかるか？ そのような低炭素社会はどのようなものか？

日本版 2050 低炭素ナビと英国版カリキュレーターとの違いは？

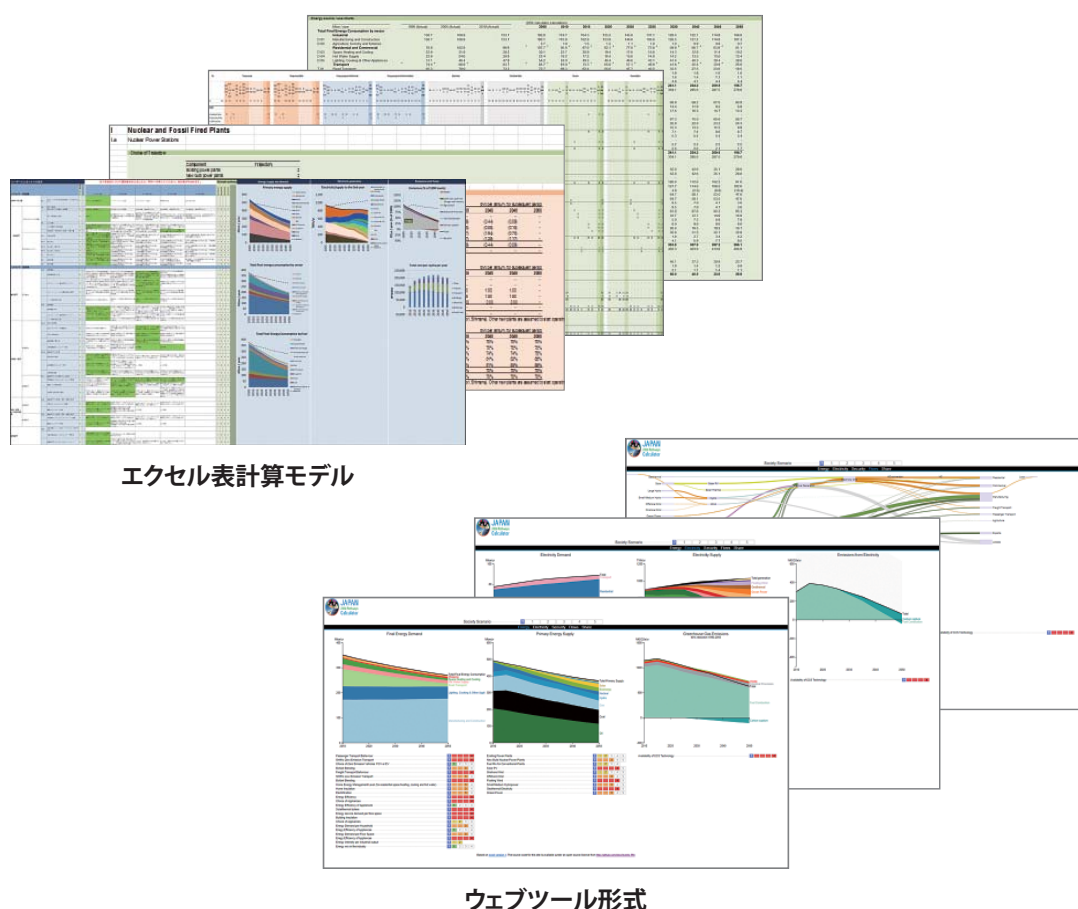
日本版2050低炭素ナビは、英国版2050パスウェイ・カリキュレーターの基本構造に準じて開発されました。同時に、日本の現状を反映できるように以下のような修正を行いました：

- シナリオ設定、技術仕様、社会・経済指標に関するデータは、詳細な文献調査および有識者の知見を基に、日本独自のものを使用しています。
- 部門別の項目については、エネルギーの需要側・供給側共に、日本が重視する項目分けを反映しています。また、日本の状況に適した技術オプションを設けています。

- 将来のマクロ経済指標および社会指標を反映し、2050年に向けた5つの社会シナリオをツールの前提条件として設けています。これは、詳細な需要側・供給側における部門別シナリオ構築と連結しています。
- エネルギー供給部門の一部技術については、英国版カリキュレーターにはない努力レベル5を設けています。レベル5は「エネルギー資源あるいは技術力の物理的限界に近い努力」と定義しています。
- 日本版2050低炭素ナビにおいては、2050年においても電力の輸出入は考慮していません。英国版2050パスウェイ・カリキュレーターは対照的に、エネルギー需給の選択によっては、供給過多になるように設定されています。さらに、英国版では、エネルギーの不足分は自動的に輸入電力によって補われるようにプログラムが組まれています。
- 英国版2050パスウェイ・カリキュレーターでは、利用者がエネルギー需給に関する選択を行った際に、GHG以外の大気汚染物質（PM10、窒素酸化物、二酸化硫黄など）の排出量変化も算出されますが、日本版低炭素ナビでは現時点では算出されません。

低炭素ナビの形式は？

低炭素ナビにはエクセル表計算モデルとウェブツールの2つの形式があります（詳しくはウェブサイト<http://www.2050-low-carbon-navi.jp/web/jp/>を参照）。エクセル表計算モデルは、シミュレーションのためのベースとなるモデルで、これを基にウェブツールが開発されました。





部門別項目

日本版2050低炭素ナビは、以下の表のように日本経済に関わる全てのエネルギー需給部門を網羅しています。

エネルギー供給部門	エネルギー需要部門
原子力および火力発電所 原子力発電所 火力発電所 バイオマス発電(石炭混焼)	運輸部門 旅客輸送 貨物輸送
再生可能エネルギー 太陽光発電 風力発電(陸上、洋上着床式、洋上浮体式) 水力発電(中小および大規模) 地熱発電 海洋発電	家庭部門 冷暖房 給湯(太陽熱利用含む) 調理機器、照明器具、電化製品
バイオマスエネルギー供給 廃棄物エネルギー利用 バイオマスエネルギー製造および輸入	業務部門 冷暖房 給湯(太陽熱利用含む) 調理機器、照明器具、電化製品
水素製造 運輸部門向けの水素製造	産業部門 製造業 農業・林業・漁業 自家発電
その他エネルギー転換 コークス生産 石油精製 都市ガス生産	

日本版2050低炭素ナビのレベル設定

日本版2050低炭素ナビは、合計で30個以上の技術や消費者行動変化に関連してユーザーが設定する項目があります。2050年までに想定される変化の種類に合わせ、各設定項目について4つあるいは5つのオプションを設けています。オプションによって、特定の部門で予想されるシナリオ設定を可能とします。エネルギー供給部門におけるオプションは、2050年へ向けたエネルギー供給構造を決定します。エネルギー需要部門のオプションは、行動面や技術面における変化に着目しています。概して、オプションは変化の規模を示すことから「レベル」として表記されます。



レベルおよびオプション設定

レベルおよびオプション設定によって、低炭素社会への移行に向けた努力の程度を選択します。例えば、レベル1は、あまり努力をせず、現状と同程度の排出量や技術であり、消費者行動に変化がないことを示します。これに対し、レベル4は、再生可能エネルギーの導入量の増加、先進技術の導入、エネルギーサービス需要の減少などの大きな努力を表します。レベル5は日本版2050低炭素ナビに新たに加えたレベルであり、特定のエネルギー源からのエネルギー供給量の物理的・技術的に取り得る最大値を利用するレベルを示します。詳細は、研究報告書「日本版2050低炭素ナビ：概要とオプション設定」(原題:“Japan 2050 Low Carbon Navigator: Overview and Trajectory Setting.” ウェブサイト <http://www.2050-low-carbon-navi.jp/web/jp/>にて入手可能) をご覧下さい。

計算手順

日本版2050低炭素ナビでは、エクセル表計算モデルにおいて6つのステップから成る計算手順を踏みます。

ステップ 01: ユーザーは供給・需要サイドの両方で2050年の社会シナリオと各ユーザー設定項目のレベルを選択し、1つの低炭素パスウェイを形成します(表1およびセクションIVおよびVを参照)。

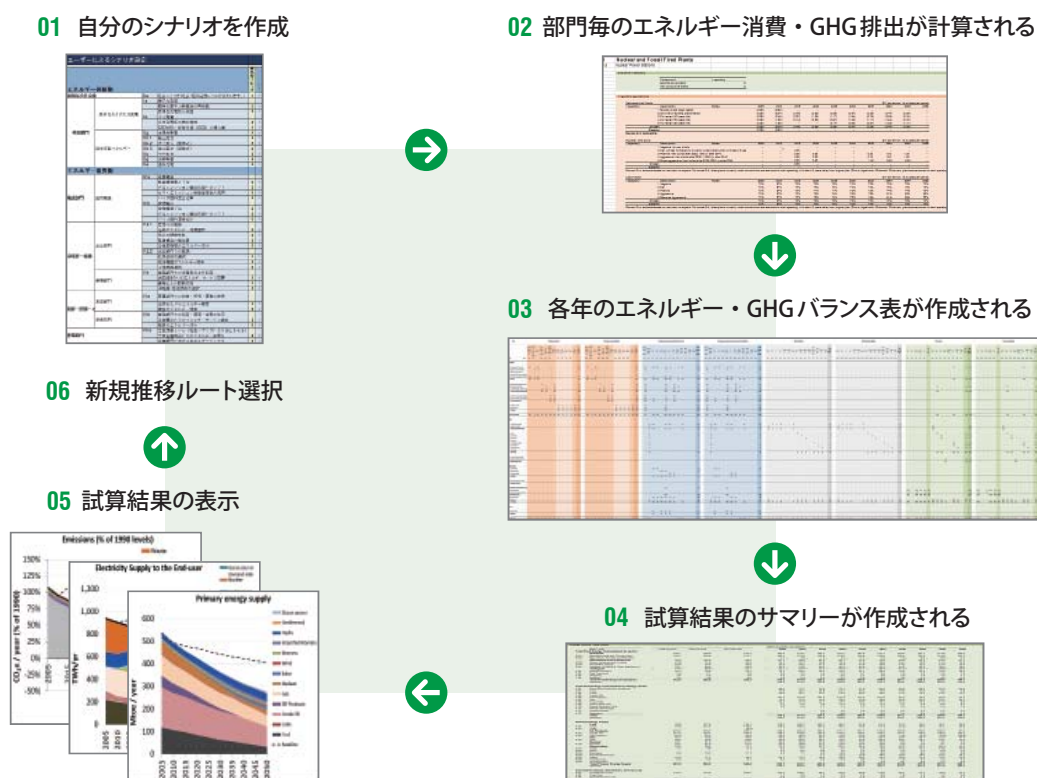
ステップ 02: 部門別シートを作成した後、ユーザー選択に基づいてアウトプットを計算します。

ステップ 03: 部門別のアウトプットに基づき、設定された各年(2010、2015、2020、2025、2030、2035、2040、2045および2050)のエネルギーバランスシートを作成します。

ステップ 04: 各年のエネルギーバランスシートからサマリーシートを作成します。

ステップ 05: サマリーシートに基づいて、一次エネルギー供給、最終総エネルギー消費量、電源構成、GHG排出量や追加費用の計算結果が図示されます。

ステップ 06: ユーザーは各設定項目における選択レベルを変えて別の低炭素パスウェイをシミュレーションできます。



低炭素ナビのレベル設定



2050 低炭素ナビの構造

2050低炭素ナビは、次の図のようなモデル構造になっています。

- 部門別レベル設定の最上部に示されている5つの社会シナリオに基づき、国内総生産（GDP）成長や部門別アウトプットレベルにて示される経済指標と、人口や世帯数で示される社会指標が決定されます。どの社会シナリオを選ぶかはエネルギー需要に影響を与えます。GDP成長率想定は産業部門、貨物輸送部門および業務部門における活動量に影響し、人口規模および世帯数の想定は家庭部門の活動量および旅客輸送量に影響します。



2050 低炭素ナビのモデルの構造

- 2つ目のエネルギー需要側は産業、家庭、業務、運輸の4部門から成り立っています。エネルギー需要、GHG排出量、GHG削減に関する追加費用で示される各部門の出力は、各部門の活動レベル、消費行動、技術の普及（技術オプション）、エネルギー効率の向上等の影響を受けます。
- 3つ目のエネルギー供給に関しては、本モデルでは発電を含む二次エネルギー供給とその他の二次エネルギーが考慮されています。発電部門は原子力発電、火力発電（バイオマス混焼含む）そして再生可能エネルギーに区分されています。その他のエネルギー転換部門には水素、バイオ燃料およびコークスの製造や、石油精製および都市ガス製造が含まれています。
- 4つ目の一次エネルギー供給には、化石燃料（石炭、原油、天然ガス）、原子力エネルギー、再生可能エネルギーおよびバイオマスが含まれます。
- GHG排出量の大半は化石燃料の燃焼によって発生するため、エネルギー供給およびエネルギー需要のレベルによって左右されます。

2050低炭素ナビのエクセル表計算モデルをインストールし、起動するには？

- i) インターネットからインストールする場合は (<http://www.2050-low-carbon-navi.jp/web/jp/>にてダウンロード可能)、ウェブサイトから「エクセル表計算モデル」を探し、「エクセル表計算モデル」のアイコンをクリックし、エクセルファイルをダウンロードし、使用するパソコンに保存します。USBドライブやCDを使用する場合は、エクセルファイルをコピーし、使用パソコンに保存します。
- ii) エクセルファイルを開きます。
- iii) 「コントロール」シートをクリックし、開きます。
- iv) エクセルシートのリボンから「数式」をクリックし、「計算方法の設定」を「手動」と選択します。この操作により自動計算機能が停止します。キーボード上で「F9」キーを押すと、再び自動計算が可能になります。
- v) 「コントロール」シート上で、供給・需要サイドの両方において、社会シナリオと各部門の努力レベルを選択することができます。
 - **A-D列** —— 部門別努力レベル設定に影響を与える技術導入、エネルギー効率、行動様式の変化に関する項目；
 - **E列** —— 各項目に関するユーザー選択レベルの入力；
 - **F列** —— E列で選択した選択レベルの上限（通常4又はDと表記。例外的に5或いはEおよび2と表記）；
 - **H-L列** —— E列のレベル設定の解説；
 - **T-AD列** —— エネルギー需給に関する計算結果。「一次エネルギー供給」、「部門別総最終エネルギー消費量」、「燃料別総最終エネルギー消費量」の図表
 - **AF-AP列** —— 電源構成の計算結果
 - **AR-BB列** —— GHG排出量および増分費用の計算結果。「1990年比のGHG排出量」および「一人当たりの年間追加費用（2010年基準）」の図表。



- vi) H-L列にある選択肢を一つ選び、選択レベルの数値（例：4）をE列に入力します。社会シナリオ（E5セル）については、A、B、C、D、Eから一つ選択できます。再生可能エネルギー（太陽光発電、陸上風力発電、洋上風力発電、浮体式風力発電、中小規模水力発電、地熱発電、海洋発電）および既存の原子力発電所以外のその他のシナリオについては、小数点以下の値が入力できます（例：従来型火力発電所の燃料ミックスとしてE10セルに1.2を入力、旅客輸送量と手段としてE21セルに2.5を入力）。再生可能エネルギー（E12-E18セル）および既存の原子力発電所（E5セル）に関しては、1から4の値は小数点以下の値が入力可能ですが、4から5の値で小数点以下の値を入力することはできません。
- vii) E列の全ての項目を選択したら、キーボード上でF9を押します。低炭素ナビが計算を行います。下部にあるステータスバーの右側に、再計算の完了率がパーセント値で表示されます。計算が100パーセント完了すると、結果がT列-AD列、AF列-AP列、AR列-BB列に表示されます。

ウェブツールにアクセスし、使用するには？

- i) インターネットに接続します。
- ii) 2050低炭素ナビにアクセスします。アドレスは次の通り：
<http://www.en-2050-low-carbon-navi.jp/>（現在英語版のみアクセス可能）
- iii) 「ウェブツール版」を探し、「ウェブツール」アイコンをクリックし、低炭素ナビのウェブページを開きます。
- iv) ページ上部にある「社会シナリオ」にて1から5のいずれかを選択します。
- v) 「社会シナリオ」の下にある、「エネルギー」、「電力」、「エネルギー安全保障」、「エネルギーフロー」、「費用」、「結果をシェア」のいずれかを選択し、それぞれのページへ移動します。
- vi) 各ページの下方にて、各部門のレベル1から4まで（エネルギー供給部門ではレベル5まで）を選択します。左側にエネルギー需要の選択リストがあり、右側にはエネルギー供給の選択リストがあります。各部門のレベルを選択した後、選択したレベルに基づいて結果が算出され、ウェブページの上部の図に結果が表示されます。
- vii) ウェブページ上で各部門のレベルを選択した場合、例えば、「エネルギー」のページ上でレベル選択した場合、「電力」、「エネルギー安全保障」、「エネルギーフロー」、「費用」、「シェア」といったその他のページにも同様の選択が反映されます。更に別のページで異なる選択を行うと、例えば、「電力」のページでレベル選択をした場合、変更は全ページに反映されます。

ウェブツールでは、手軽に操作できるよう次のような機能を備えています：

- 「社会シナリオ」および各部門のレベル選択の左側には「?の記号が表示されています。これをクリックすると、各部門や努力レベルに関する説明が記載されたPDF文書をダウンロードできます。
- マウスを使ってカーソルを各部門のレベルに置くと、各レベルの説明メッセージボックスが現れます。
例) 「エネルギー」ページで、「新規原子炉建設」のレベル1にカーソルを置くと、「新規原子炉建設なし」というメッセージが表示されます。
- マウスを使ってカーソルを各部門の項目に置くと、上部の図にレベル1からレベル5までの選択結果が一つずつ現れます。
例) 「エネルギー」ページで、「新規原子炉建設」の項目にカーソルを置くと、上部の「一次エネルギー供給」の図にレベル1からレベル5までの選択結果が現れます。

低炭素ナビご利用上の注意

低炭素ナビをご利用の際には下記の点にご留意下さい。

低炭素ナビは未来の予測ツールではありません

低炭素ナビは、日本が低炭素経済へと移行するために必要な変化の規模、ならびに日本が利用できる選択肢や妥協案を提示します。ただし、未来を予測するわけではなく、言い換えれば、低炭素ナビは利用可能なパスウェイの範囲を模索するには有用ですが、提示されたものが最適なパスウェイだと判断することはできません。

低炭素ナビは費用最適化モデルではありません

低炭素ナビは費用最適化のアプローチを採用していません。低炭素ナビの目的は、日本が2050年目標を達成できる最小費用パスウェイを特定することではなく、様々な想定の下で対象部門において何が達成できるかを提示することです。とはいえ、選択における費用の重要性も認識しているため、低炭素ナビはユーザーが選んだパスウェイの社会で発生する追加費用を示し、選択したパスウェイとそれ以外のパスウェイの費用の比べながらより高度な分析を行うことができます。

低炭素ナビは日本の事情に合わせてテラーメイドされたツールです

日本2050低炭素ナビは日本が抱える温暖化対策やエネルギー政策ならびにエネルギー安全保障など様々な課題を踏まえて応用されたツールです。それゆえ、ツールのコンセプトは他国の2050パスウェイカルキュレーターと共有していますが、各選択項目のレベル設定や想定条件については一概に比較することはできません。

ユーザー設定項目のレベルは政策の効果を反映したものではありません

本ツールは、技術進展や消費者行動について異なる前提条件をおいた場合にエネルギー需給およびGHG排出がどのように推移するかを計算しますが、ユーザー設定項目のレベルは政策レベルを反映したものではなく、将来確実に目標を達成するにはどのような政策が必要なのかを特定したり提案することはできません。

排出パスウェイの例

ここでは、低炭素ナビから得られた結果をどのように理解し解釈するか、2つの例を使って説明します。一つ目の例は、緩和策などの気候変動対策について努力をしない場合、二つ目の例は、日本が低炭素社会への移行へ向けた大きな努力をする場合です。それぞれのシナリオにおける電力供給、エネルギー消費量、GHG排出量に対する影響を示します。どちらの例においても、社会シナリオは「ものづくり統括拠点 (R&D) 社会」を選択し、次のような社会・経済背景を想定します：

【社会シナリオ】 研究開発 (R&D) 社会 【人口】 9500万人 【世帯数】 4980万世帯
【平均GDP成長率 (実質)】 0.9パーセント/年 【年間一人当たり平均GDP成長率 (実質)】 1.6パーセント/年

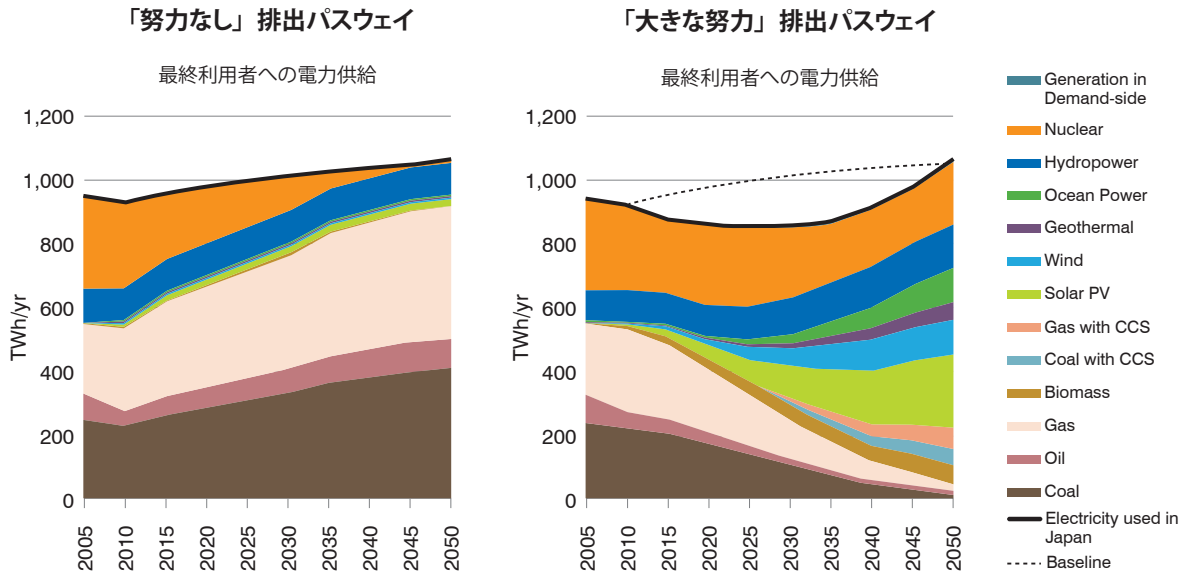
	「努力なし」パスウェイ	「努力なし」パスウェイ
選択内容	全てレベル1 (既存原発の再稼働政策のみレベル3)	全てレベル4



「努力なし」パスウェイでは、部門は全てレベル1とされます。これは、技術進展がなく、消費行動の変化もない社会を反映したパスウェイです。既存原発の再稼働については例外的にレベル3（全既存原発を運転期間40年で再稼働）としています。「多大な努力」パスウェイでは、全部門（「原子力の再稼働」項目を含む）がレベル4と固定されます。再生可能エネルギーの増加、先進技術の導入、エネルギーサービス需要の低減などの努力を反映したパスウェイです。

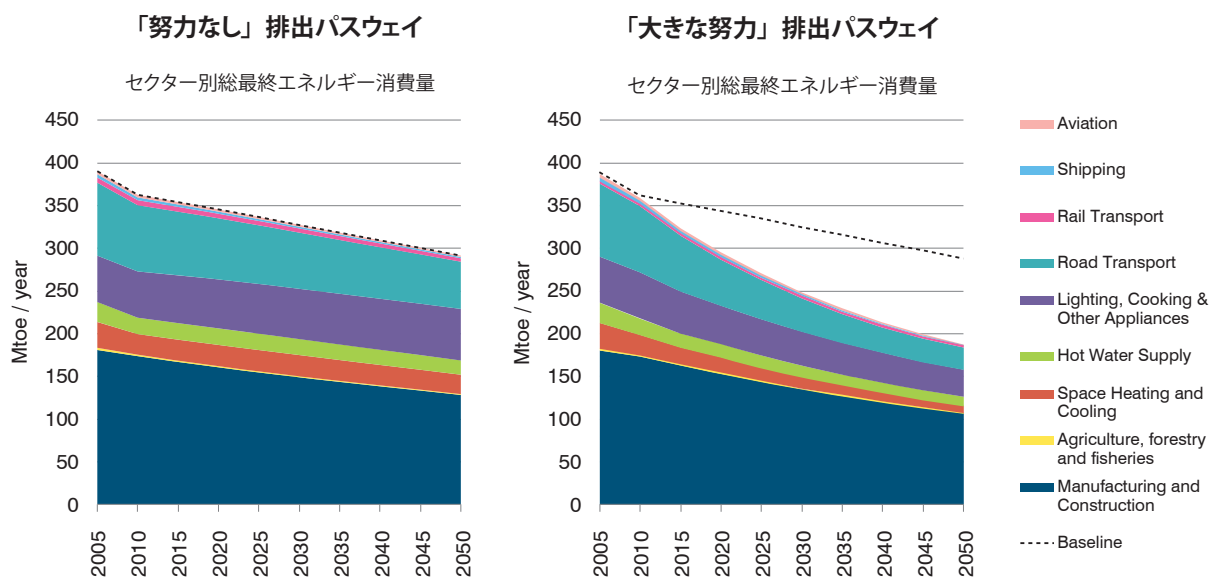
シミュレーション結果：電源構成

2つのシナリオの下ではエネルギーミックスは大きく相違します。「努力なし」パスウェイでは、ガスと石油を中心とした化石燃料の使用は年を追うごとに増加します。これは、日本の原子力発電量が徐々に減少に向かい、2040年代にはゼロとなることを受けたものです。一方、「多大な努力」シナリオでは再生可能エネルギーの割合が著しく増え、化石燃料の使用はほぼゼロになります。



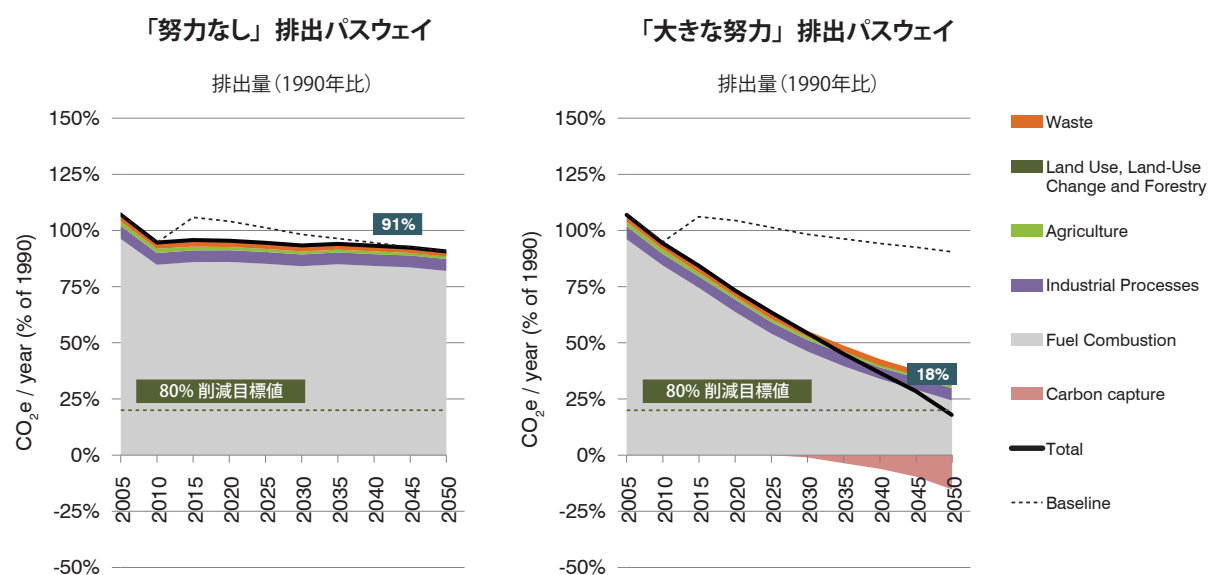
シミュレーション結果：最終消費部門でのエネルギー使用

いずれの排出パスウェイにおいても、最終エネルギー総消費は2050年までに減少しますが、減少の度合いは「多大な努力」シナリオ下ではるかに大きくなります。エネルギー効率の上昇、行動変容といった要素が組み合わせり、エネルギー消費の削減が実現します。部門間の比較をすると、変化の度合いが大きく見られるのは道路輸送と室内冷暖房です。バスに代表される公共交通機関を利用する人が増え、自家用車のほぼ100パーセントがゼロエミッション・カーとなるでしょう。室内暖房・冷房については、器具の効率性向上と器具利用者の習慣の変化がエネルギー消費量削減の要因となります。



シミュレーション結果：GHG排出量

「努力なし」シナリオの下ではGHG排出量削減はわずかで、1990年比の10パーセントあたりに留まるでしょう。この排出パスウェイでは、日本は技術革新を遂げることはなく、消費パターンもあまり変わりません。削減は基本的に人口減少に依るものです。一方「多大な努力」シナリオでは、日本の政策決定者および国民の努力により、日本は1990年比で80%を超える劇的な削減率を達成することが可能です。CCSを含む様々な低炭素技術の積極的な活用により、排出量の抑制につながっているのです。



低炭素社会の実現と エネルギー安全保障の両立に向けて、 様々な関係者間の対話や議論を活性化し、 市民行動を啓発する分析ツール

低炭素ナビは、一般市民が現状を認識するだけでなく、
協議や政策決定において政策決定者の参考にもなる啓発・対話ツールです。

低炭素ナビの活用を通じて皆さんと共に日本の低炭素社会への道のりを
切り開いて行けることを願っています。

本ツールがよりよく活用できるよう皆様のご意見やご感想、
そして皆さんが描く排出パスウェイをお待ちしております。

ご意見・ご感想・お問い合わせ

公益財団法人 地球環境戦略研究機関 (IGES)
グリーン経済エリア

〒240-0111 神奈川県三浦郡葉山町上山口 2108-11
TEL: (046) 826 9575 Fax: (046) 855 3809 E-mail: ge-info@iges.or.jp URL: <http://www.iges.or.jp>