

EUにおける「2040年目標」の検討状況

—欧州気候法と科学的助言機関による助言の概要—

堀尾健太

電力中央研究所 社会経済研究所

坂本将吾

電力中央研究所 サステナブルシステム研究本部

作成日 (2023年9月14日)

要約:

EUは、欧州気候法(規則 2021/1119)に基づき、「2040年目標」の検討を開始した。2023年6月15日、同法第3条に基づいて設置された気候変動に関する欧州科学的助言機関(European Scientific Advisory Board on Climate Change、以下ESABCC)は、2040年目標に関する報告書を公表した。欧州委員会は、2024年6月までに2040年目標を設定する規則案を提案することになっているが、その際、本報告書を「考慮」する。欧州気候法の制定(ESABCCの設置)後、EUが目標を検討するのは初めてのことであり、欧州委員会が、ESABCCの助言を、どのように、どの程度「考慮」するのか、現時点では不明瞭だが、EUにおける2040年目標の議論を見通す上で、ESABCCの助言の内容を理解することは重要である。

特に、ESABCCが助言する目標の水準(1990年比90-95%減)のみに注目するのではなく、この水準を助言するに至ったESABCCのアプローチも理解する必要がある。ESABCCは、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第6次評価報告書(AR6)における温暖化を1.5°Cに抑制することと整合する残余カーボンバジェット(累積CO₂排出量)に関する知見を整理した上で、フェアシェアの検討とフィージビリティの評価を行い、両者の比較衡量に基づき、2040年目標の水準を助言した。EUにおいて、過去、このようなアプローチで排出削減目標の設定を行った例はない。

フェアシェアについては、法的、倫理的、実際的な視点から検討し、特に倫理的な視点では、衡平に基づく複数のアプローチで推計(カーボンバジェットの分配)を行った。2015年以降の「1人あたりの累積CO₂排出量を等量」にする(パリ協定採択以降の世界全体の残余カーボンバジェットを人口比で分配する)アプローチの場合、EUのバジェットが最大となった。一方、歴史的な排出量やGDP等を考慮したアプローチでは、EUの今後のバジェットがマイナス(既にEU分のバジェットを使い切った)との評価もあった。

フィージビリティの評価では、IPCC AR6シナリオデータベース等から収集したシナリオから、フィージビリティの観点で36本のシナリオを抽出し、「環境リスク」と「技術の普及」の観点で比較した(ESABCCによるフィージビリティの評価には経済的な観点は含まれていない)。環境リスクについてはCCUS・陸の吸収源(森林等)による炭素除去・バイオエネルギー、技術の普及については太陽光・風力・水素を対象としてそれぞれ基準を

設けた。基準の充足をもってシナリオを分類し、2040年の削減率は、両者の基準を全て満たすシナリオ（5本）では88-92%、技術の普及のうち太陽光について「わずかな基準超過を許容したシナリオ」（2本）では94-95%であることを示した。

フェアシェアの推計とフィージビリティの評価結果には乖離があるが、結果として、ESABCCの助言（1990年比90-95%減）は、フィージビリティの評価の結果に近い数字となっている。ESABCCの助言を踏まえ、欧州委員会が2040年目標の提案にあたってどのようなアプローチを採用するのか（どのようなシナリオ分析を行うのか、フェアシェアを考慮するのか等）、注目される。

免責事項

本ディスカッションペーパー中、意見にかかる部分は筆者のものであり、電力中央研究所又はその他機関の見解を示すものではない。

Disclaimer

The views expressed in this paper are solely those of the author(s), and do not necessarily reflect the views of CRIEPI or other organizations.



EUにおける「2040年目標」の検討状況

—欧州気候法と科学的助言機関による助言の概要—

社会経済研究所 堀尾健太

サステナブルシステム研究本部 坂本将吾

社会経済研究所ディスカッションペーパー-SERC23005

2023年9月14日

 電力中央研究所

背景

欧州気候法（規則2021/1119、2021年7月制定）は「2040年目標」の設定を義務づけ

- 2024年6月までに、欧州委員会が2040年目標を設定する規則案を提案
- 2023年3月31日～6月23日、欧州委員会は、2040年目標の設定に向けた意見照会（Call for Evidence）を実施

2023年6月15日、気候変動に関する欧州科学的助言機関（European Scientific Advisory Board on Climate Change、以下ESABCC）は、2040年目標に関する報告書を公表

- ESABCCは、欧州気候法第3条に基づいて設置された機関であり、EUの排出削減目標等に対する科学的助言を役割としている
- 報告書では、2040年目標を「1990年比90-95%減」とすることを助言
- 欧州委員会は、2040年目標を設定する規則案の策定に際して、ESABCCの助言を「考慮」する（欧州気候法第4条）

REGULATION (EU) 2021/1119 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 30 June 2021 establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulations (EC) No 401/2009 and (EU) 2018/1999 ('European Climate Law')

<http://data.europa.eu/eli/reg/2021/1119/oj>

European Scientific Advisory Board on Climate Change, Scientific advice for the determination of an EU-wide 2040 climate target and a greenhouse gas budget for 2030–2050, June 2023

<https://climate-advisory-board.europa.eu/reports-and-publications/scientific-advice-for-the-determination-of-an-eu-wide-2040>

目的と構成

欧州気候法の制定（ESABCCの設置）後、EUが目標を検討するのは初めてである。欧州委員会が、2040年目標を設定する規則案を提案する際、ESABCCの助言を、どのように、どの程度「考慮」するのか、現時点では不明瞭だが、EUにおける2040年目標の議論を見通す上で、ESABCCの助言の内容を理解することは重要である

特に、ESABCCが助言する目標の水準（1990年比90-95%減）のみに注目するのではなく、この水準を助言するに至ったESABCCのアプローチも理解する必要がある

本ディスカッションペーパーでは、欧州気候法に基づいて2040年目標の検討プロセス等を整理した上で、2040年目標に対するESABCCのアプローチを明らかにする

構成

1. 欧州気候法と2040年目標
2. 気候変動に関する欧州科学的助言機関（ESABCC）による助言
 - ① フェアシェアの検討
 - ② フィージビリティの評価
 - ③ 2040年目標の水準
3. 考察

特に着目するポイント

ESABCCは、「フェアシェアの検討」と「フィージビリティの評価」の2つの観点から2040年目標にアプローチし、両者の比較衡量を踏まえて、2040年目標の水準を助言

これまでのEUの排出削減目標の設定において、フェアシェアの定量的な検討やフィージビリティの評価を伴うシナリオ分析、両者の比較衡量というアプローチで目標設定を行った例はなく、特に着目する

(ESABCCがこのアプローチを選択した理由については、下記のような背景が考えられる)

ESABCC

フェアシェアの検討

IPCC AR6の知見を踏まえ、温暖化を1.5°Cに抑制することと整合する世界全体のカーボンバジェットを基に、異なる複数の視点からEUのフェアシェアを検討

(詳しくは19-24頁参照)

フィージビリティの評価

IPCC AR6シナリオデータベース等からシナリオを収集し、フィージビリティの観点から設定した基準に基づいてシナリオを抽出。抽出したシナリオの2040年の削減率を比較

(詳しくは25-32頁参照)

考えられる背景

- パリ協定において、排出削減目標の設定はあくまでも「自国決定」であるが、途上国の一部には、残余カーボンバジェットのフェアな分配を求める声もある
- ただし、排出削減努力の国家間での分担については様々な考え方があり、国際的に一致した見解は存在しない

- 排出削減目標の検討の際、シナリオ分析を伴うことが多いが、それらのシナリオに現実的なフィージビリティがあるのか、批判もある
- 以前から、シナリオのフィージビリティの評価について、学術的な検討が進められている (AR6においても取り上げられている)

1. 欧州気候法と2040年目標

欧州気候法の概要

欧州気候法（規則2021/1119）

気候中立目標の法制化を目的として制定されたものだが、気候中立目標に加えて「中間目標」の設定についても定めている

第2条：気候中立目標（Climate-neutrality objective）

- 2050年にEU域内の温室効果ガスの排出と除去を均衡させる
- 2050年以降、EUはネガティブ排出の達成を目指す

第4条：中間目標（Intermediate Union climate target）

- 2030年目標は1990年比で少なくとも55%減【1項】
- 2040年目標を設定する【3項】

⇒EUは、**欧州気候法第4条3項に基づき、2040年目標を検討**

科学的助言機関の設置

欧州気候法第3条にて、気候変動に関する欧州科学的助言機関（European Scientific Advisory Board on Climate Change, ESABCC）の設置を決定

- 役割は、気候変動に関連する科学的知見について、EUの基準点（point of reference）となること【第3条1項】
- 与えられているタスク【第3条2項】
 - a. 気候変動に関する政府間パネル（IPCC）報告書の最新の科学的な知見や科学的なデータの検討（特にEUに関連する情報）
 - b. 既存または提案されたEUの措置・目標・バジェット、及び、それらの措置等と欧州気候法の目的やパリ協定下の国際約束との整合性に関する科学的な助言の提供や報告書の発行
 - c. 排出の削減や除去の拡大に貢献するモデリングやモニタリング、研究・イノベーションに関する独立した科学的知見の共有への貢献
 - d. EUの目標達成に必要な行動や機会の特定
 - e. 気候変動とその影響に関する関心喚起、EU内の科学に関する組織間の対話・協力の活性化
- 本ディスカッションペーパー執筆時点では、15名の専門家により構成（全員が大学または研究機関に所属）

2040年目標の検討

欧州気候法第4条では、2040年目標の検討プロセスについても定めている

- 欧州委員会は、パリ協定第14条に基づいて実施される第1回グローバルストックテイクから6か月以内に、「欧州気候法に2040年目標を含めるための改正案」を提案【第4条3項】
 - 詳細な影響評価に基づいて提案
 - 2050年気候中立目標に向けた進捗や目標と政策の整合性の評価（欧州気候法第6-7条）、グローバルストックテイクの結果を考慮
- 欧州委員会は、欧州気候法の改正案と同時に、2030～2050年の温室効果ガスのバジェットに関する報告書を公表【第4条4項】
 - 温室効果ガスのバジェット（原語は“projected indicative Union greenhouse gas budget for the 2030-2050 period”）とは、パリ協定下でのEUのコミットメントを毀損することのない、当該期間で累積したネットGHG排出量の参考値
- 欧州委員会は、2040年目標の提案や、2030～2050年の温室効果ガスのバジェットの推計の際、気候変動に関する欧州科学的助言機関（ESACBCC）による助言や報告書を考慮【第4条4項・5項(a)】
- 欧州委員会は、第2回グローバルストックテイクから6か月以内に、2040年目標の修正を提案し得る【第4条6項・第11条】

ESABCCによる助言の位置づけ

EUにおける2040年目標の検討プロセスは長く、ESABCCによる助言はプロセスの序盤の出来事

- ESABCC設置後、EUが目標を検討するのは初めてであり、欧州委員会をはじめとするEUの諸機関が、ESABCCの助言をどの程度「考慮」するのか、注目される
- 最終的には、欧州理事会（EU加盟国の首脳会合）による政治的な決定が必要となると思われる

年	月	主なスケジュール
2023	3-6 6 9 12	欧州委員会、2040年目標の設定に向けた意見照会（Call for Evidence）を実施 ESABCC、2040年目標等に対する助言を公表 欧州委員会、2050年気候中立目標に向けた進捗等の評価を実施【欧州気候法第6-7条】 第1回グローバルストックテイク @ COP28（CMA5）
2024	時期未定* 時期未定 時期未定	欧州委員会、欧州気候法に2040年目標を含めるための改正案を提案、2030～2050年の温室効果ガスのバジェットに関する報告書を公表 EU理事会・欧州議会、欧州気候法に2040年目標を含めるための改正案の審議 欧州理事会による決定
2025	1-3	次期NDCの提出（2025年のCOPの9～12カ月まで）【COP21決定パラグラフ25】

* 欧州気候法第4条3項では「第1回グローバルストックテイクから6か月以内」となっている。一方、本DP執筆時点で、欧州委員会のウェブサイトでは「2024年第1四半期」と記載

https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13793-EU-climate-target-for-2040_en

(参考) EUの目標とパリ協定

EUは、パリ協定を批准しており、協定上の義務の履行が求められる

パリ協定では、5年毎に、国が決定する貢献（NDC、温室効果ガスの排出削減目標を指す）の提出を義務づけ、EUは、2015年と2020年に2030年目標を提出

年	月	主な出来事
2014	10	2030年目標を「1990年比40%減」とすることを決定 、目標達成に向けた“2030 Climate and Energy Framework”に合意
2015	3	2030年目標をUNFCCC事務局に提出*
	12	パリ協定採択
2016	11	パリ協定発効
2018	~12	“2030 Climate and Energy Framework”の主な規則・指令が成立
2019	12	2050年気候中立目標を承認
2020	3	欧州気候法の原案公表
	12	2030年目標を「1990年比55%減」に引き上げることを決定 、NDC提出
2021	6	欧州気候法が成立 （発効は7月）
	7	引き上げた2030年目標の達成に向けた政策パッケージ“Fit for 55 package”の原案公表
2023	未定	“Fit for 55 package”の主な規則・指令が成立

* 約束草案（Intended Nationally Determined Contribution）として、パリ協定の発効後、自動的にNDCとなった

(参考) NDCの目標年

これまでの経緯

- 2015年の約束草案 (Intended Nationally Determined Contribution, INDC) 提出時には、2025年目標を提出した国と2030年目標を提出した国が混在
- パリ協定採択時、NDCの目標年については合意がなく、代わりに以下を決定
 - NDCの目標年について、締約国間での検討を継続【パリ協定第4条10項】
 - 2020年のNDC提出については、2015年に2025年目標を提出した国は2030年目標を提出、2015年に2030年目標を提出した国は同目標を提出／更新【COP21決定1パラグラフ23・24】

2025年以降に提出するNDCの目標年

- 2021年のCOP26において、「2025年に2035年目標、2030年に2040年目標を提出すること (以後5年毎に同様) を奨励」することを決定【CMA3決定6パラグラフ2】
- あくまで「奨励」であることから義務性はなく、2025年に提出するNDCの目標年は「2035年」以外も選択し得る

欧州気候法には、NDCの目標年に関する決定等を踏まえて、第4条 (2040年目標の設定を含む条文) をレビューする規定がある【第4条7項】。しかし、これまでのところ、欧州気候法第4条は変更されていない

(参考) 欧州気候法における中間目標とGHGバジェット

欧州気候法の審議の過程において、中間目標の設定は、主要な論点の1つであった

中間目標 : 欧州委員会の原案にはなく、EU理事会の提案を反映したもの

バジェット : 原案では「トラジェクトリ」を委任立法として設定することが提案されていたが、最終的に、GHGバジェットの参考値（projected indicative Union greenhouse gas budget）に関するレポートを、欧州委員会が策定・公表することとなった

欧州委員会 (原案)	<ul style="list-style-type: none"> 気候中立を達成するトラジェクトリ（trajectory for achieving climate neutrality）*を設定することを提案 「トラジェクトリ」に照らして、EU全体での進捗や、EUや各国の措置の評価を行う 「トラジェクトリ」は、欧州委員会が、委任立法（delegated act）として策定
欧州議会	<ul style="list-style-type: none"> 「トラジェクトリ」を設定するという考え方自体は支持 欧州委員会への権限の委任や「トラジェクトリ」の設定の仕方等に対して修正案を提示
EU理事会	<ul style="list-style-type: none"> 「中間目標（intermediate climate target）」として、2030年目標と2040年目標を設定することを提案 2040年目標は欧州委員会が欧州気候法の改正案として提示

* 2050年気候中立に向けた温室効果ガスの排出削減の経路を指す

堀尾健太「『欧州グリーンディール』における気候中立目標の達成に向けたトランジションとDNSH原則の展開」（日本EU学会年報第42号、2022年4月）の「2(2)欧州気候法の含意」参照

2. 気候変動に関する欧州科学的助言機関 (ESABCC) による助言

概要

2023年6月15日、ESABCCは、EUの2040年目標と2030～2050年の温室効果ガスのバジェットに関する報告書を公表

- 欧州委員会による、2040年目標の設定に向けた意見照会（Call for evidence）の期間中に公表
- EUの2040年目標を「1990年比90-95%減」とすることを助言
（この水準は、2030～2050年のGHGバジェットとしては11-14 Gt CO₂eに相当）



Scientific advice for the determination of an EU-wide 2040 climate target and a greenhouse gas budget for 2030–2050



European Scientific Advisory Board on Climate Change, EU climate Advisory Board recommends ambitious 2040 climate target and urgent transitions for the European Union, 15 June 2023

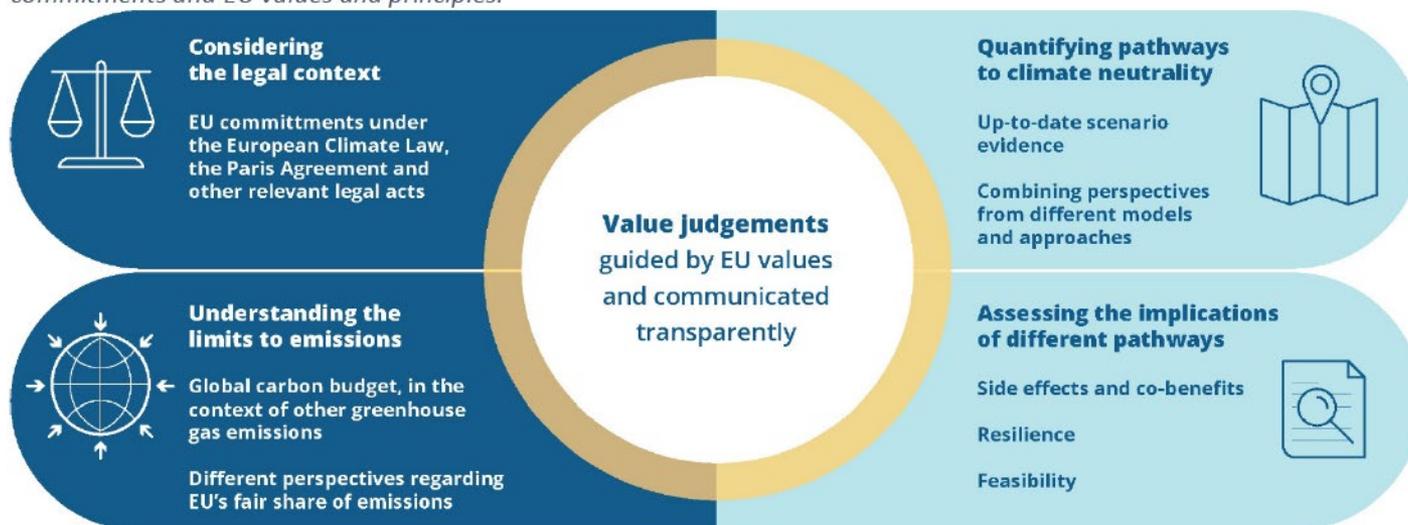
<https://climate-advisory-board.europa.eu/news/eu-climate-advisory-board-recommends-ambitious-2040-climate-target-and-urgent-transitions-for-the-european-union>

(参考) ESABCC報告書の基となる考え方

2023年1月16日、ESABCCは欧州委員会に対する最初の助言 (initial advice) を発出

- 主題は「科学的な証拠とEUが重視する価値に基づく目標の設定」、報告書の公表に先立って、2040年目標の設定に対するESABCCの考え方を示したもの
- 考慮すべきキーエリアとして、①法的な文脈の考慮、②排出の限界の理解、③気候中立に向けた経路の定量化、④異なる経路のインプリケーションの評価、⑤EUが重視する価値に基づく価値判断、の5つを提示

Figure 1: An evidence-based approach to setting scientifically sound EU climate targets guided by international legal commitments and EU values and principles.



European Scientific Advisory Board on Climate Change, EU's climate targets should be based on scientific evidence and EU values, 16 January 2023
<https://climate-advisory-board.europa.eu/news/eus-climate-targets-should-be-based-on-scientific-evidence-and-eu-values>

2040年目標に対するアプローチ

ESABCC報告書（第2章～第5章）では、2040年目標に対して、以下のステップでアプローチ

- 温暖化を1.5°Cに抑制することと整合する世界全体のカーボンバジェット*に関する科学的な知見を整理
- 世界全体のカーボンバジェットを基にEUのフェアシェアを検討
- 温暖化を1.5°Cに抑制すること、及びEUの目標と整合するシナリオについてフィージビリティを評価
- 両者を比較考量し、2040年目標等の水準について助言

温暖化を1.5°Cに抑制することと整合する
世界全体のカーボンバジェット
【第2章】

フェアシェアの検討
【第3条】

シナリオのフィージ
ビリティの評価
【第4章】

2040年目標等の水準
【第5章】

なお、第6章・第7章では、フィージビリティの評価を経て抽出されたシナリオを基に、セクター別の分析を行っている

* 世界全体のカーボンバジェットとEUのGHGバジェットの相違については18頁参照

IPCC AR6に基づく条件の設定

ESABCCは、ロバストな科学的知見に基づいて2040年目標を設定することを重視し、特にIPCC第6次統合報告書（AR6）の知見との整合性に留意

報告書第2章では、AR6における温暖化を1.5°Cに抑制することと整合する残余カーボンバジェットに関する知見を整理した上で、フェアシェアの検討（第3章）やフィージビリティの評価（第4章）で用いる条件を設定

フェアシェアの検討

2020年以降の世界全体の残余カーボンバジェットを500GtCO₂とする確率50%で温暖化を1.5°Cに抑制する場合の推定値

Table 1 Estimates of remaining global carbon budget from 2020

Likelihood of limiting global warming to 1.5°C (%)	83	67	50	33	17
Remaining global carbon budget (Gt CO ₂)	300	400	500	650	900
Variation in carbon budget due to non-CO ₂ emissions in 1.5°C-compatible pathways			± 220		

Source: Table SPM.2 in IPCC (2021).

出典：EASBCC（2023）

ただし、推計されたEUのフェアシェアについて、実現可能か、どのように実現するのか、は考慮しない

フィージビリティの評価

今世紀末の温暖化を1.5°Cに抑制する確率が50%（オーバーシュートがない又は限定的）と整合するシナリオが対象

ただし、それぞれのシナリオにおいて、EUとそれ以外の地域の間で、排出削減が公平に分担されているとは限らない

※「確率50%で温暖化を1.5°Cに抑制する」という条件は共通であるが、推定方法が異なる。世界全体の残余カーボンバジェットは、累積CO₂排出量と温度上昇の近似的な比例関係に基づいて推定されている。シナリオにおける温度上昇は、簡易気候モデルに基づいて推定されている。

(参考) 世界全体のカーボンバジェットとEUのGHGバジェット

IPCC AR6における世界全体のカーボンバジェットと、欧州気候法に基づくEUのGHGバジェットは、対象となる期間やGHGの範囲などに違いがある

	世界全体のカーボンバジェット (IPCC AR6)	EUのGHGバジェット (欧州気候法)
開始時点	2020年	2030年
GHG	CO ₂	すべてのGHG (CO ₂ 換算)
航空・海運	国間も含む	域内のみ
土地吸収	人為的土地改変の直接的な効果のみ	人為的土地改変の間接的な効果*を含む * 大気CO ₂ 濃度の増加による施肥効果等を指す

EASBCC (2023) Table10を基に筆者作成

① フェアシェアの検討

フェアシェアの考え方

ESABCCは、3つの視点から、世界全体の残余カーボンバジェットに占めるEUのフェアシェアを検討

- 法的な視点
- 倫理的な視点 ← **衡平に基づく推計 (equity-based estimate)**
- 実際的な視点

2040年目標等の水準の助言にあたっては、フェアシェアに対する3つの視点のうち、倫理的視点からの検討の結果（**衡平に基づく推計**）を、フィージビリティの評価の結果と比較衡量（第5章）

衡平 (equity) は、共通だが差異のある責任 (common but differentiated responsibilities) と並んで、パリ協定やUNFCCCにおける原則とされている

パリ協定 第2条2項 この協定は、衡平並びに各国の異なる事情に照らした共通に有しているが差異のある責任及び各国の能力に関する原則を反映するように実施される。

UNFCCC 第3条1項 締約国は、衡平の原則に基づき、かつ、それぞれ共通に有しているが差異のある責任及び各国の能力に従い、人類の現在及び将来の世代のために気候系を保護すべきである。したがって、先進締約国は、率先して気候変動及びその悪影響に対処すべきである

法的な視点

パリ協定・欧州気候法における記述

- パリ協定、パリ協定実施指針、欧州気候法における、公平さ（fairness）に関連する記述を整理
- パリ協定実施指針（CMA1決定4）では、NDCに関する追加的な情報（Information to facilitate clarity, transparency and understanding of nationally determined contributions, ICTU）の提出を求めており、特に、各締約国が、自身のNDCが公平かつ野心的であることについて、どのように考えているのか（How the Party considers that its nationally determined contribution is fair and ambitious in the light of its national circumstances）、について説明が必要

パリ協定	NDCは「各国の異なる事情に照らした共通に有しているが差異のある責任及び各国の能力を考慮しつつ、各締約国のできる限り高い野心を反映」（第4条3項）
パリ協定 実施指針	各締約国に対して、「各締約国が、自身のNDCが公平かつ野心的であることについて、どのように考えているのか」の説明を要求
欧州気候法	<ul style="list-style-type: none"> • 汚染者負担、予防原則、'do no significant harm'原則 • 公正かつ社会的に公平なトランジション、手頃な価格かつ安定的なエネルギー供給、EU経済の競争力、費用効率、国際開発、パリ協定の長期目標やUNFCCCの目的の達成に向けた努力

倫理的な視点

衡平に基づくアプローチ

学術文献（Van den Berg et al, 2020）を基に、衡平に基づくカーボンバジレットの分配へのアプローチを整理

アプローチ	原則	考え方
Grandfathering	主権	現在の排出量のシェアに基づいてカーボンバジレットを分配
Immediate per capita convergence	平等	人口のシェアに基づいてカーボンバジレットを分配（現在の人口または予測される累積の人口）
Per capita convergence	主権／平等	現在の排出量と人口のシェアに基づいてカーボンバジレットを分配（上記2つの組合せ）
Equal cumulative per capita emissions	平等／責任	一定期間における、1人あたりの累積排出量に基づいてカーボンバジレットを分配（歴史的な累積排出量（責任）を組み込むことも可能）
Ability to pay	能力／ニーズ	費用負担ができる国（例えば1人あたりGDPの高い国）については、ベースラインとなるカーボンバジレットを減少
Greenhouse development rights	責任／能力／ニーズ	歴史的な責任および能力の高い国については、ベースラインとなるカーボンバジレットを減少
Cost-optimal	費用対効果	最も費用対効果の高い国において排出を削減（限界削減費用を全ての国で同等にする）

EASBCC (2023) Table2を基に筆者作成

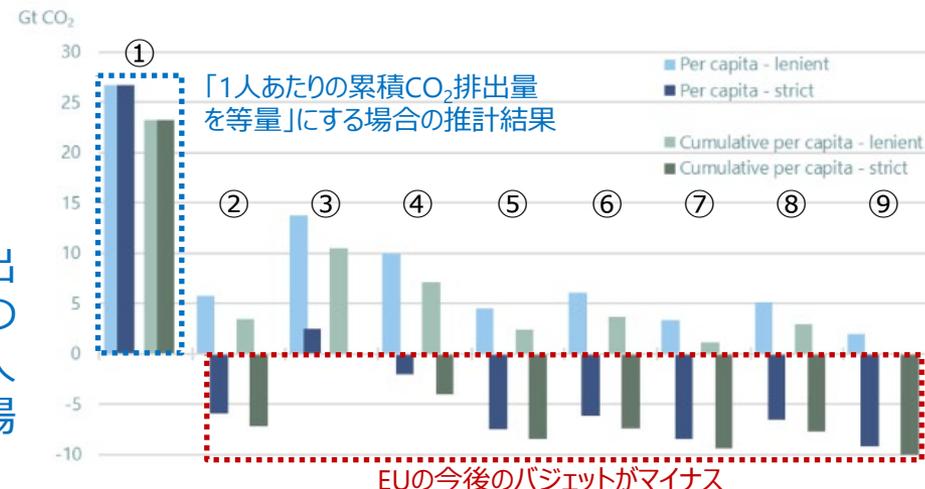
van den Berg, N. J., et al., 2020, 'Implications of various effort-sharing approaches for national carbon budgets and emission pathways', Climatic Change 162(4), pp. 1805-1822

倫理的な視点

衡平に基づく推計

衡平に対する様々なアプローチにより
EUのフェアシェアを推計

- 2015年以降の「1人あたりの累積CO₂排出量を等量」にする（パリ協定採択以降の世界全体の残余カーボンバジェットを人口比で分配する）アプローチ（①）の場合、EUのバジェットが最大
- 他のアプローチ（②-⑨）では、EUの今後のバジェットがマイナス（既にEU分のバジェットを使い切った）との評価もある
 - 他のアプローチは、歴史的な排出量やGDP等を考慮して、「1人あたりの累積CO₂排出量を等量」にするアプローチの推計結果を補正する形で推計



様々なアプローチによる2020年以降のEUのフェアシェアの推計
EASBCC (2023) Figure3を編集して筆者作成

- 1人あたりの累積CO₂排出量を等量
- 1850年以降の累積CO₂排出量（地域別）を考慮
- 1990年以降の累積CO₂排出量（地域別）を考慮
- 1990年以降の累積CO₂排出量（消費ベース）を考慮
- 1850年以降の1人あたりの累積CO₂排出量を考慮
- 1990年以降の1人あたりの累積CO₂排出量を考慮
- 1990年以降の1人あたりの累積CO₂排出量（消費ベース）を考慮
- 1人あたりGDPを考慮
- 1人あたりの資本ストックを考慮

推計方法の概要

- 推計自体は国際応用システム分析研究所（IIASA）が実施
Pelz, S., et al., 2023, *Evaluating equity in European climate change mitigation pathways for the EU Scientific Advisory Board on Climate Change*, International Institute for Applied Systems Analysis
- まず、「1人あたりの累積CO₂排出量を同等」にするアプローチで推計（①）。「Per capita」は2015年（パリ協定採択時）の人口を基に、「Cumulative per capita」は2015～2050年の総人口を基に、世界全体の残余カーボンバジェットを人口比で分配（2015～2019年は実績値を反映）
- それ以外のアプローチ（②-⑨）は、①の推計結果（Per capita, Cumulative per capita）に対して補正（adjustment）を行う形で推計。lenientは緩やかな補正、strictは厳しい補正を行った結果（補正の詳細はPelz (2023)参照。ただし、補正の強度はこの他にも様々なレベルがあり得る）
- なお、前頁で整理したアプローチのうち、GrandfatheringとCost-optimalについては、標準的な衡平（standard of equity）とすべきではないとの意見もあることから、推計から除外

実際的な視点

主要な排出国との比較

以下の3つの指標に関して、主要な排出国（米・中・印など）と比較

- 歴史的排出量（右上図）
- 1人あたり排出量（右下図）
- 消費ベース排出量

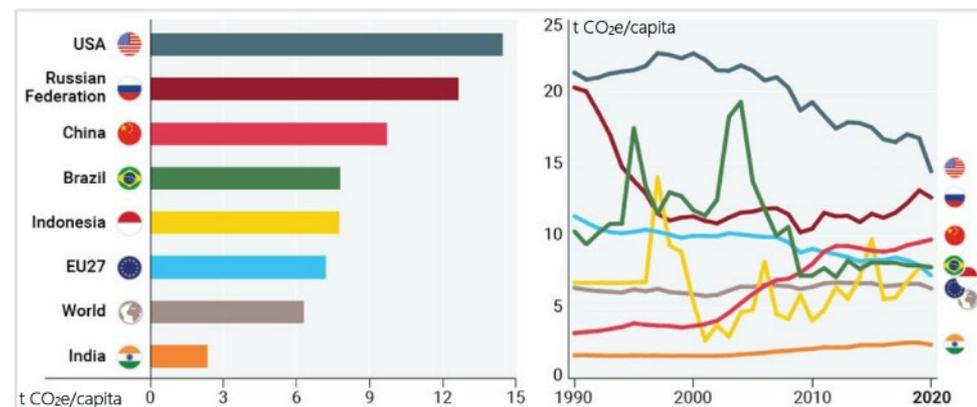
ただし、2040年目標の水準の検討においては、上記の3つの指標は用いられていない
（詳しくは34-37頁参照）

Table 3 Cumulative CO₂ emissions and shares of total global emissions of today's largest emitting economies since 1850

Period	Economy							
	EU-27		United States		China		India	
	Gt CO ₂	Global share (%)						
1850-2021	292	17%	422	24%	249	14%	57	3%
1990-2021	110	12%	178	19%	208	22%	47	5%
2015-2021	21	8%	36	14%	73	29%	17	7%

Source: Global Carbon Project (Friedlingstein et al., 2022).

Figure 4 Per capita greenhouse gas emissions of the EU-27 and major emitting countries in 2020, and trend since 1990, including inventory-based LULUCF



Source: UNEP Emissions Gap Report (UNEP, 2022).

出典：EASBCC（2023）

②フィージビリティの評価

シナリオのフィージビリティの評価

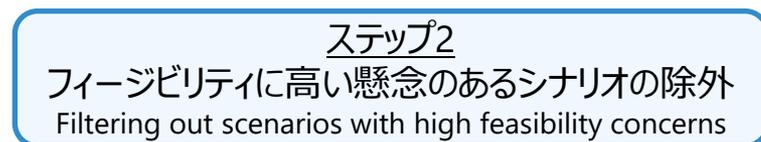
シナリオのフィージビリティの評価とは

- シナリオで想定される転換の規模が、現実世界において実現可能と考えられる範囲内であるかどうかを評価すること
- シナリオに現実的なフィージビリティがあるのかについては批判もあり、ESABCC報告書以前から学術的な検討が進められている（AR6でも取り上げられた）

ESABCC報告書におけるフィージビリティの評価（3ステップ）



- 公募などによってシナリオを収集（1,124本）
- 収集したシナリオについて、データの品質と妥当性を確認（63本のシナリオがステップ2へ）



- フィージビリティに高い懸念のあるシナリオを除外するための「しきい値」を設定
- ステップ1を経た63本のシナリオのうち、しきい値を超えるシナリオを除外（36本のシナリオがステップ3へ）



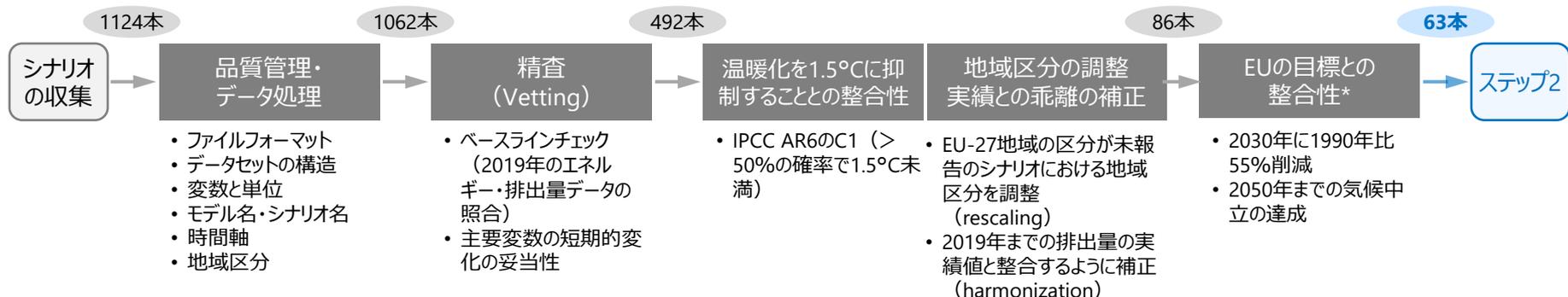
- 「環境リスク」と「技術の普及」の観点から、比較の対象とする技術を特定、比較する基準を設定
- ステップ2を経た36本のシナリオを比較

なお、フィージビリティの評価は、Brutschin et al(2021)のフレームワークに基づく。評価自体は、IIASAが実施（Byers, E., et al., 2023）。
 Brutschin, E., et al., 2021, 'A multidimensional feasibility evaluation of low-carbon scenarios', Environmental Research Letters 16(6), p. 064069
 Byers, E., et al., 2023, *Scenarios processing, vetting and feasibility assessment for the European Scientific Advisory Board on Climate Change*

ステップ1

シナリオの収集と処理

- 公募等により、1,124本のシナリオを収集
 - 幅広い研究コミュニティ（IPCC AR6シナリオデータベース、モデル比較プロジェクト、個別モデル開発機関）からシナリオを公募し、1,094本のシナリオを収集
 - 公募に加えて、助言機関が、COVID-19とロシアのウクライナ侵攻によるエネルギー危機の影響を考慮したシナリオ（30本）を追加
 - 収集されたシナリオデータはオンライン上で公開されている
<https://data.ece.iiasa.ac.at/eu-climate-advisory-board/>
- 収集したシナリオについて、データの品質と妥当性を確認（下図）
 ⇒63本のシナリオがステップ2へ



* 「EUの目標との整合性」のうち、「2050年までの気候中立の達成」については、整合性の判断において多少の幅が許容されている。ステップ1を経た63本のシナリオでは、2050年のネットGHG排出量の範囲は-1478～+186MtCO₂e（ネットGHG排出量がゼロ以下のシナリオは48本）

ステップ2

フィージビリティに高い懸念のあるシナリオの除外

- シナリオのフィージビリティを判断するための「しきい値」を設定（下表参照）
 - しきい値は、シナリオ以外の複数の証拠から導き出された値
 - あくまでもフィージビリティに「高い」懸念のあるシナリオを除外することが目的であるため、参照された複数の証拠が示す範囲における最大値を用いて「高めのしきい値」を設定
- しきい値を超えるシナリオはインフィージブルとみなし、ステップ3の評価から除外
 ⇒ステップ1を経た63本のシナリオのうち、36本のシナリオがステップ3へ

	次元	指標	しきい値	根拠
世界	地球物理的	一次バイオエネルギー利用	240 EJ/year	Creutzig et al.(2015) Frank et al. (2021)
	技術的	CO ₂ 貯留容量	8.6 GtCO ₂ /year	Luderer et al. (2019) Grant et al. (2022)
EU	地球物理的	バイオマス消費	20 EJ/year (2050年)	JRC (2019) Material Economics (2021)
	技術的	CCUS	500 MtCO ₂ /year	Holz et al. (2021) European Commission (2021)
	技術的	水素製造設備容量	150 GW (2030年)	Odnweller et al. (2022) European Commission (2022)
	社会的	最終エネルギー需要の減少幅	20%減 (2020から2030年)	Brutschin et al. (2021)

EASBCC (2023) Tabel5を基に筆者作成

ステップ3

環境リスクと技術の普及の観点で、シナリオのフィージビリティを比較

比較の対象とする技術を特定し、ステップ2よりも厳しい基準を設定（下表）

	技術	基準 ※いずれもEU域内の総量	根拠
環境 リスク	CCUS (CCS, BECCS, DACCS)	2050年の貯留量：年間425 MtCO₂ 貯留可能総量ではなく、貯留量の拡大ペースの実現可能性に着目して設定	Holz et al. (2021)
	陸の吸収源（森 林等）による炭 素除去	2050年の正味吸収量：年間400 MtCO₂ 文献にみられる推定値よりは低い、現在の除去レベル（210 Mt-CO ₂ ）や2030年の目標値（310 Mt-CO ₂ ）よりは高い	Pilli et al. (2022)
	バイオエネルギー	2050年の一次バイオエネルギー使用量：年間9 EJ Material Economics (2021) が報告されている水準（JRC (2019) は年間20EJと報告）	Material Economics (2021)
技術の 普及	太陽光	2030年の設備容量：900 GW 2000年～2022年の実績を参照の上、年20%の成長率を想定して設定。2000年～2022年の成長率は年26%だが、2007年～2008年は年50%超、2014年～2015年は年5%程度と変動が大きい (なお、年25%の成長率と想定すると1245 GW、REPowerEUの目標は600GW)	Byers et al. (2023) European Commission (2022)
	風力	2030年の設備容量：623 GW 2000年～2022年までの実績を参照の上、年15%の成長率を想定して設定。2000年～2022年の成長率は年12%だが、2005～2009年の成長率が年15%程度なのに対して、2018～2022年は年6%程度。近年の成長率よりも高い成長率が基準とされている (なお、年20%の成長率を想定すると875 GW、REPowerEUの目標は510GW)	Byers et al. (2023) European Commission (2022)
	水素	2030年の設備容量：50 GW Odenweller et al. (2022) の太陽光・風力の過去の成長率に基づくグリーン水素の製造能力を参照している。なお、REPowerEUの目標は10 Mt（約100GWに相当）	Odenweller et al. (2022) European Commission (2022)

EASBCC (2023) Table6とByers et al.(2023)の記載を基に筆者作成

ステップ3

ステップ2を経た36本のシナリオについて、「環境リスク」及び「技術の普及」の基準の充足を評価

環境リスク CCUSと陸の吸収源（森林等）による炭素除去の基準を超過したシナリオが多い

技術の普及 水素の基準を超過したシナリオが多い。ただし、水素については、基準をREPowerEUの目標値（約100GWに相当）にすると、基準を超過したシナリオの数が大幅に減少

	技術	基準を超過したシナリオの数
環境リスク	CCUS (CCS, BECCS, DACCS)	19
	陸の吸収源（森林等）による炭素除去	22
	バイオエネルギー	7
技術の普及	太陽光	10
	風力	1
	水素	27 (1) *

EASBCC (2023)
を基に筆者作成

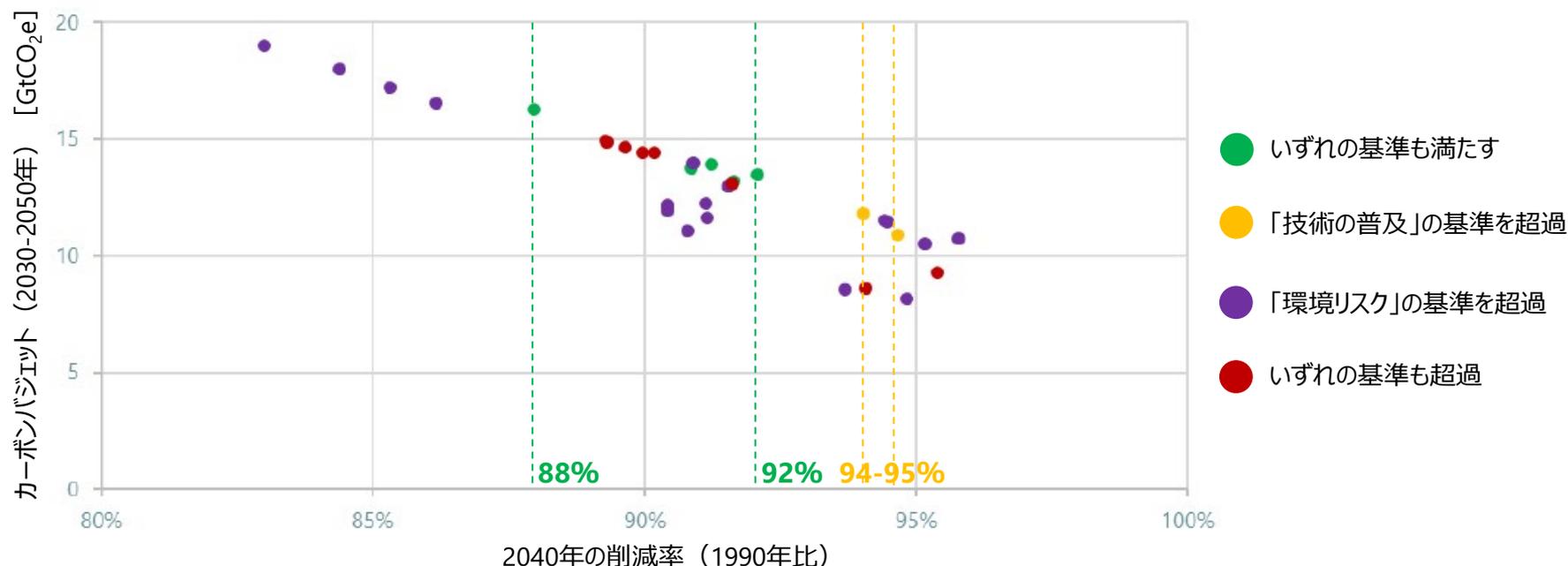
* カッコ内の数字は、水素の基準を、REPowerEUの目標である10 Mt（約100GWに相当）とした場合の数

⇒ 「環境リスク」及び「技術の普及」の基準の充足をもって4つに分類（次頁参照）

フィージビリティの評価から見た2040年の削減率

シナリオの分類	本数	2040年の削減率
「環境リスク」「技術の普及」の基準を全て満たすシナリオ	5	88-92%
「技術の普及」についてわずかな基準超過を許容したシナリオ*	2	94-95%

* 太陽光の設備容量が基準（900GW）を超過。ただし、いずれのシナリオについても、超過幅は50GW未満に留まり、過去の成長率（年率25%増）を継続した場合の総設備容量（1,245GW）を下回っている

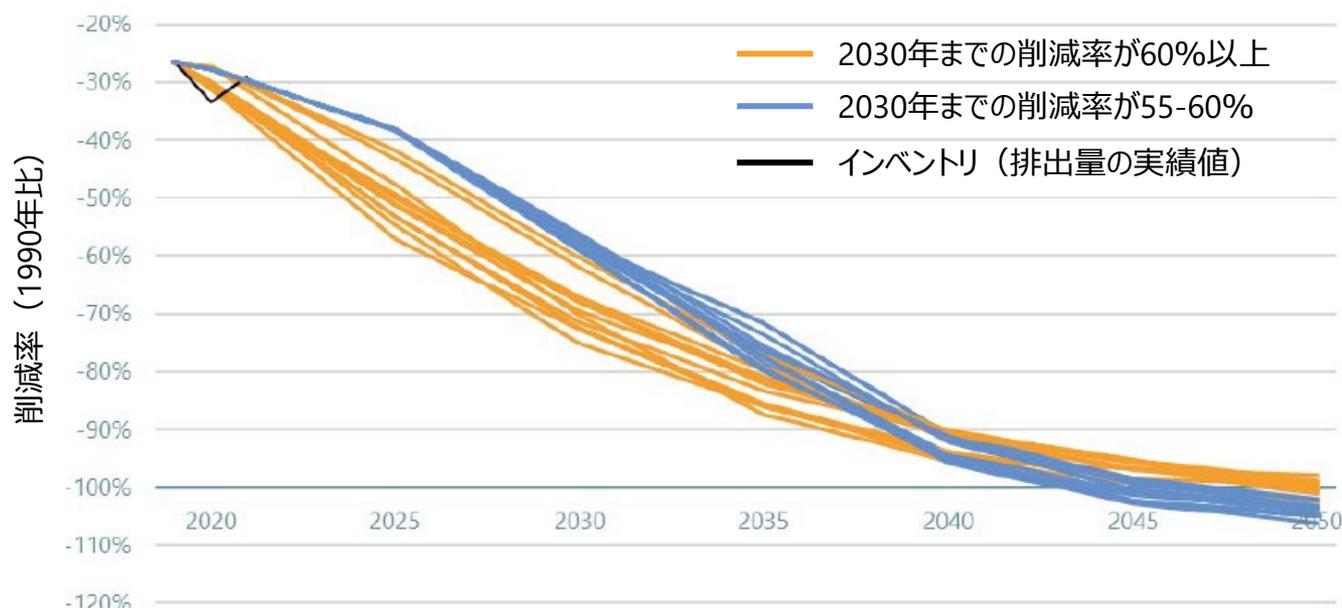


ステップ2を経て抽出されたシナリオ（36本）のカーボンバジェットと2040年の削減率
ESABCC（2023）Figure11を編集して筆者作成

* この図では、「技術の普及」のうち水素の基準について、REPowerEUの目標値（約100GWに相当）を参照

(参考) 2050年までの排出経路

- 下図は、ステップ2を経て抽出された36本のシナリオについて、2050年までの排出経路（1990年比の削減率）を示したもの
- ESABCCは、2030年の削減率（1990年比）が55-60%のシナリオと60%以上のシナリオに区分して作図
- 前頁で示した7本のシナリオ（基準を全て満たすシナリオ、わずかな基準超過を許容したシナリオ）は、いずれも、2030年の削減率（1990年比）が55-60%のシナリオに含まれる



ステップ2を経て抽出されたシナリオ（36本）における2050年までの排出経路（削減率）

ESABCC (2023) Figure12を編集して筆者作成

③2040年目標の水準

フェアシェアとフィージビリティの比較

フェアシェアの検討（衡平に基づく推計）とフィージビリティの評価の間には乖離がある

- フィージビリティの評価の結果のうち2040年の削減水準が最も高い（95%減）シナリオでも、2020～2050年の累積GHG排出量は52Gt CO₂eに達する（下表）
- 52Gt CO₂eという数字は、フェアシェアの検討（衡平に基づく推計）に基づく累積GHG排出量の幅（40Gt～△85Gt CO₂e）に収まっていない

Table 11 Comparison between emission reduction pathways and equity-based fair shares: cumulative greenhouse gas emissions

Period	95% emission reduction pathway ^(a)	Equity-based fair shares	
	Gt CO ₂ e	Highest estimate Gt CO ₂ e	Lowest estimate Gt CO ₂ e
2030-2050			
Cumulative net greenhouse gas emissions (including intra-EU aviation and maritime)	11	N/A	N/A
2020-2050			
• Net CO ₂ emissions: GHG inventory basis (including all aviation and maritime)	30	27	-99
• Inventory scope adjustment (land sink) ^(b)	8	N/A	N/A
• Non-CO ₂ emissions ^(c)	14	14	14
Total greenhouse gas emissions	52	40	-85

出典：EASBCC（2023）
赤枠筆者

注：フェアシェアの検討とフィージビリティの評価では、バジエットの範囲、航空・海運による排出、土地部門の排出、CO₂以外のGHGの扱いが異なるため、上表はこれらの違いを調整し、2020～2050年の累積GHG排出量を比較

(参考) 比較のための調整

フェアシェアの検討（衡平に基づく推計）とフィージビリティの評価では、バジェットの間、航空・海運による排出、土地部門の排出、CO₂以外のGHGの扱いが異なるため、これらの違いを調整し、2020～2050年の累積GHG排出量を比較

項目	調整内容
期間	フェアシェアの検討（衡平に基づく推計）の基となったIPCC AR6のカーボンバジェットは2020年が始年であり、2030年から2050年のバジェットが区別できないが、フィージビリティの評価に用いたシナリオは2020年からのバジェットも把握できるため、2020年から2050年で比較
CO ₂ 以外	フェアシェアの検討（衡平に基づく推計）の基となったIPCC AR6のカーボンバジェットはCO ₂ のみのため、フィージビリティの評価に用いられたシナリオにおけるCO ₂ 以外の排出量の最小値を、両者に共通して使用
航空・海運	フェアシェアの検討（衡平に基づく推計）の基となったIPCC AR6のカーボンバジェットにはEU域外の航空・海運も含まれるため、EU域外も含めて比較
土地吸収	フェアシェアの検討（衡平に基づく推計）の基となったIPCC AR6のカーボンバジェットは人為的土地改変の直接的な効果のみ含まれるが、フィージビリティの評価に用いたシナリオには人的土地改変の間接的な効果も含まれる。そのため、フィージビリティの評価に用いたシナリオの排出量を、文献値に基づいて調整

EASBCC (2023) Table10を基に筆者作成

フェアシェアとフィージビリティの比較

2040年目標の水準

- フィージビリティの評価を踏まえると「88-95%」
- フェアシェアの検討を踏まえると「少なくとも90%」
(ただし、なぜ「90%」なのかは明示されていない)
- なお、フィージビリティの評価における「88-95%」に該当するシナリオ（7本、31頁参照）は、「1本を除いて全て90%以上」

Table 12 Post-2030 greenhouse gas emissions from feasibility and fair share perspectives

	2040 reduction	2030-2050 budget
<p><i>Range informed by feasibility</i> Noting that achieving the more ambitious end of this range implies challenging levels of energy technology scale-up.</p>	88-95%	11-16 Gt CO ₂ e
<p><i>Minimum ambition informed by fair share estimates</i> Noting that emissions in the climate neutrality pathways exceed equity-based fair share estimates</p>	At least 90%	Up to 14 Gt CO ₂ e

出典：EASBCC (2023)

ESABCCによる助言

目標／バジェット

- 2040年目標を「1990年比90-95%減」とすることを助言
(2030～2050年のGHGバジェットとしては11-14 Gt CO₂eに相当)
- この幅の中でより野心的な目標 (95%, 11Gt CO₂e) を追求することで、
気候変動の緩和に対するEUの貢献はよりフェアになる

域外での排出削減の位置づけ

EU域外での排出削減への貢献は、EU域内での野心的な排出削減を補完し、気候変動の緩和への「フェアな貢献」を達成するために必要

2050年以降の取組み

欧州気候法にある通り、2050年以降にネットGHG排出量を持続可能な形でネガティブにすることを追求

3. 考察

考察① フェアシェアとフィージビリティの比較衡量

ESABCCは、フェアシェアの検討（衡平に基づく推計）とフィージビリティの評価の比較衡量により、2040年目標の助言を行ったが、推計・評価の結果と助言の間にはやや飛躍がある

フェアシェアの検討（衡平に基づく推計）とフィージビリティの評価の結果の乖離は示したが、両者の乖離を踏まえて、どのような考え方で助言に至ったのか、必ずしも明確ではない

2040年目標の下限（90%）については、フィージビリティの評価から見た2040年の削減率（88-95%）をベースとしつつ、やや高めの数字を提案したと思われる

報告書第5章には「（フィージビリティの評価によって抽出した7つのシナリオのうち）1つを除くすべてのシナリオにおいて、排出削減は少なくとも90%（バジェットとしては14 Gt CO₂eに相当）」「フェアシェアの定量化を踏まえると、2040年における排出削減の下限は1990年比90%減であるべきだと考える」などの記述がある

2040年目標の上限（95%）は、フィージビリティの評価から見た2040年の削減率の最大値だが、技術の普及について「わずかな基準超過を許容したシナリオ」の値であることに留意

- フィージビリティの評価のステップ3において「環境リスク」と「技術の普及」の基準を全て満たすシナリオ（5本）において、2040年の削減率の範囲は88-92%
- 技術の普及について「わずかな基準超過を許容したシナリオ」（2本、2040年の削減率の範囲は94-95%）に関しては、「基準の超過がわずか」であることは説明されているが、「基準の超過を許容」する論理は明示されていない

考察②フェアシェアの検討

フェアシェアの検討は、EUの現行のNDCにおける「自身のNDCが公平かつ野心的であること」についての説明を超えるアプローチ

- 2020年に提出したNDCでは、IPCC1.5°C特別報告書の知見を踏まえ、EUの2050年気候中立目標がパリ協定の温度目標と整合していることを示し、それをもってフェアな貢献だと説明している（EU, 2020）
- 現行のNDCでは、「フェアな貢献」の理由として「温度目標との整合」を挙げているが、NDCが「カーボンバジレットのフェアな分配」と言えるか、までは踏み込んでいない

3つの視点からフェアシェアを検討しているが、2040年目標等の助言に直接的に関係しているのは「衡平に基づく推計」（倫理的な視点）

- 第1回グローバルストックテイクの技術対話では、衡平が大きな論点の1つになっており、途上国の一部は残余カーボンバジレットの衡平な分配を求める主張を展開（UNFCCC, 2023a及び2023b）
- ESABCCは、衡平に対する複数のアプローチでの推計結果を示すなど、第1回グローバルストックテイクで進行中の議論に対して、先行的・積極的に対応したもののようにも見える
- ただし、パリ協定やUNFCCCにおける衡平の解釈は一樣ではなく、またNDCはあくまでも「自国による決定」であることから、ESABCCが行ったような衡平の定量化が一律に求められるわけではない

考察③ フィージビリティの評価

ESABCCは、収集したシナリオについてフィージビリティの評価を行うことで、特定の技術に過度に依存するなど、極端なシナリオを除外している

- ESABCCは、独自にシナリオ分析を行うのではなく、公募等によって収集したシナリオを分析するアプローチを取った
- 収集したシナリオには、特定の技術（再エネ、CCUS、水素など）の導入量や普及ペースが極端なものも含まれるため、フィージビリティの評価を行うことで除外している
- なお、シナリオのフィージビリティの評価に関する学術的な検討は、以前から進められており、AR6においても取り上げられた

フィージブルと判定されたことをもって、現実世界において、そのシナリオが描く転換の達成が容易であると即断するべきではない

- 「2050年気候中立」を前提としたシナリオにおける相対的な評価であり、「2050年気候中立」の絶対的な達成可能性を評価したものではない
- ESABCCは、IPCC AR6でも採用された評価フレームワーク（Brutschin et al(2021)が提案）を用いたが、指標やしきい値はESABCCが設定したものと異なるものを用いた評価も可能
- 欧州委員会が2040年目標を設定する規則案を提案する際は影響評価（経済的影響を含む）を伴うが、ESABCCは、フィージビリティの評価において経済的な指標・しきい値は用いていない

考察④ 今後の検討に向けた示唆

欧州委員会自らがシナリオ分析を行う場合、フィージビリティの評価は必ずしも必要ではない。ただし、ESABCCが設定した「しきい値」や「基準」等は参照し得る

- 欧州委員会は、過去、独自のシナリオ分析（影響評価）を基に、2030年目標や2050年気候中立目標を提案（European Commission, 2018及び2020）
- 欧州委員会は「詳細な影響評価に基づいて」2040年目標を設定する規則案を提案することが求められており（欧州気候法第4条3項）、影響評価にはシナリオ分析も含まれると見込まれる
- 欧州委員会自らがシナリオ分析を実施する場合は、ESABCCが行ったようなフィージビリティの評価は必ずしも必要ではない。ただし、その場合でも、シナリオ分析の前提条件の検討等において、ESABCCが設定した「しきい値」や「基準」等を参照し得る

パリ協定において、NDCはあくまでも「自国による決定」であり、ボトムアップで各国の排出削減努力を決定する仕組み。一方で、フェアシェアの検討（衡平に基づく推計）は、各国の排出削減努力を一定の原則に基づいてトップダウン的に分配する考え方

- グローバルストックテイク（世界全体での進捗評価）はトップダウン型の仕組みだが、NDCとの関係は、グローバルストックテイクの成果が、NDCに対して「情報を与える（inform）」ことに留まっている（目標設定自体をトップダウンで行うものではない）
- 目標設定にあたって、フェアシェアの検討（衡平に基づく推計）のようなアプローチを取るかどうか、それ自体が「自国による決定」であり、欧州委員会が、フェアシェアを考慮するのかどうか、考慮するとすればどのようなアプローチを取るのか、注目される

まとめ

- ESABCCは、IPCC AR6の知見を礎として、フェアシェアの検討（衡平に基づく推計）とフィージビリティの評価の比較衡量により、2040年目標の助言を行った
- フェアシェアの検討とフィージビリティの評価の比較衡量というアプローチは、排出削減目標を考える際の様々な論点を考慮しようとするもの。ただし、両者の乖離は大きく、結果として、ESABCCの助言（1990年比90-95%減）は、フィージビリティの評価の結果に近い数字となっている
- フィージビリティの評価では、できる限り客観的な基準の設定を試みている。ただし、理由が曖昧なまま基準の緩和をしているように見えるところもあり、基準の妥当性を確保することは一筋縄でいかないことがわかる
- フェアシェアの検討（衡平に基づく推計）は、各国の排出削減努力を一定の原則に基づいてトップダウン的に分配する考え方。ただし、パリ協定において、目標の設定はあくまでも「自国による決定」であり、また、排出削減努力の国家間の分配について国際的に一致した見解は存在しないため、ESABCCのようなアプローチを一様に適用することは難しい
- ESABCCの助言を踏まえ、欧州委員会が2040年目標の提案にあたってどのようなアプローチを採用するのか（どのようなシナリオ分析を行うのか、フェアシェアを考慮するのか等）、注目される

参考文献①

欧州気候法関連

- REGULATION (EU) 2021/1119 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 30 June 2021 establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulations (EC) No 401/2009 and (EU) 2018/1999 ('European Climate Law')
- 堀尾健太, 「欧州グリーンディール」における気候中立目標の達成に向けたトランジションとDNSH原則の展開, 日本EU学会年報第42号, 2022年4月, pp. 76-96

ESABCC報告書関連

- European Scientific Advisory Board on Climate Change, Scientific advice for the determination of an EU-wide 2040 climate target and a greenhouse gas budget for 2030–2050, June 2023
- European Scientific Advisory Board on Climate Change, EU's climate targets should be based on scientific evidence and EU values, 16 January 2023

フェアシェアの検討

- Pelz, S., et al., 2023, *Evaluating equity in European climate change mitigation pathways for the EU Scientific Advisory Board on Climate Change*, International Institute for Applied Systems Analysis
- van den Berg, N. J., et al., 2020, 'Implications of various effort-sharing approaches for national carbon budgets and emission pathways', *Climatic Change* 162(4), pp. 1805-1822

フィージビリティの評価

- Byers, E., et al., 2023, *Scenarios processing, vetting and feasibility assessment for the European Scientific Advisory Board on Climate Change*
- Brutschin, E., et al., 2021, 'A multidimensional feasibility evaluation of low-carbon scenarios', *Environmental Research Letters* 16(6), p. 064069

参考文献②

ESABCC報告書関連 (続き)

フィージビリティの評価 (ステップ2・3)

- Creutzig, F., et al., 2015, 'Bioenergy and climate change mitigation: an assessment', GCB Bioenergy 7(5), pp. 916-944.
- European Commission, 2021, Commission Staff Working Document 'Sustainable carbon cycles for a 2050 climate-neutral EU Technical Assessment' (SWD/2021/451 final of 15 December 2021).
- European Commission, 2022, Commission Staff Working Document 'Implementing the REPowerEU action plan: investment needs, hydrogen accelerator and achieving the bio-methane targets' (SWD/2022/230 final of 18 May 2022)
- Frank, S., et al., 2021, 'Land-based climate change mitigation potentials within the agenda for sustainable development', Environmental Research Letters 16(2), p. 024006.
- Grant, N., et al., 2022, 'Enhancing the realism of decarbonisation scenarios with practicable regional constraints on CO2 storage capacity', International Journal of Greenhouse Gas Control 120, p. 103766.
- Holz, F., et al., 2021, 'A 2050 perspective on the role for carbon capture and storage in the European power system and industry sector', Energy Economics 104, p. 105631.
- JRC, 2019, ENSPRESO - BIOMASS [Dataset], European Commission, Joint Research Centre (<http://data.europa.eu/89h/74ed5a04-7d74-4807-9eab-b94774309d9f>) accessed 14 June 2023.
- Luderer, G., et al., 2022, 'Impact of declining renewable energy costs on electrification in low-emission scenarios', Nature Energy 7(1), pp. 32-42.
- Material Economics, 2021, EU Biomass use in a Net-zero Economy - a course correction for EU biomass.
- Odenweller, A., et al., 2022, 'Probabilistic feasibility space of scaling up green hydrogen supply', Nature Energy 7(9), pp. 854-865.
- Pilli, R., et al., 2022, 'The European forest carbon budget under future climate conditions and current management practices', Biogeosciences 19(13), pp. 3263-3284.

参考文献③

考察関連

- European Commission, 2018, In-depth analysis in support of the Commission Communication COM(2018) 773 - A Clean Planet for all: A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy
- European Commission, 2020, Commission Staff Working Document 'Impact Assessment – Stepping up Europe's 2030 climate ambition: Investing in a climate-neutral future for the benefit of our people' (SWD/2020/176 final of 17 September 2020)
- European Union, 2020, The update of the nationally determined contribution of the European Union and its Member States
- UNFCCC, 2023a, Summary report following the second meeting of the technical dialogue of the first global stocktake under the Paris Agreement
- UNFCCC, 2023b, Summary report following the third meeting of the technical dialogue of the first global stocktake under the Paris Agreement