

脱炭素社会への転換と生活の質に関する市民パネル

政策関係者のための報告書



2019年3月7日

脱炭素社会への転換と生活の質に関する市民パネル 実行委員会

JSPS 科研費 JP17H01927 「地球規模かつ超長期の複合リスクの
ガバナンスにおけるミニ・パブリックスの役割」による研究の一環として実施した

要 旨

- 脱炭素社会に向けた長期的な転換のためには、気候変動対策の重要性やその効果をめぐる認識が、社会的に広く共有されることが重要である。しかしながら、来たるべきこの転換が人びとの生活の質にどのような影響を与えるかや、今世紀後半に温室効果ガスの実質排出ゼロを目指すパリ協定の目標にはどれくらい実現可能性があると受け止めるべきなのか、といった基本的な点についてさえ、世界的にはもちろん国内でも相当の認識の隔たりがあるのが現状である。
- そこで、気候変動対策と生活の質をめぐる基本的な論点について、異なる背景と多様な意見を持つ一般の人びとが議論し、合意に基づく意見形成を行う可能性を探る社会実験として、2019年3月2日、3日、北海道大学において「脱炭素社会への転換と生活の質に関する市民パネル」を開催した。
- 実施にあたっては、市民会議の代表的な手法である市民陪審方式を用いた。参加者は、札幌市および周辺8市町村（人口約250万人）の縮図となるよう、同地域に居住する18歳以上の一般市民から18名（男女9名ずつ）を抽出した。この参加者が、7名の専門家による証言を聞きつつ、あらかじめ設定した3つの論点について約15時間かけて議論し、最終的には、全員の合意で結論を導くことができた。
- 参加者による結論においては、①気候変動は放置すれば地球的規模で生態系を破壊し、人類、特に将来世代の生存権さえ侵害しかねない大変な問題だと認識していること、②脱炭素化は成し遂げなければならないことであり、取り組み方次第で、パリ協定の実質排出ゼロ目標は達成できる可能性はあるが、実現するハードルは非常に高いと認識していること、他方で、③脱炭素社会への転換は必ずしも生活の質に対する脅威となるわけではなく、生活の質を向上させる機会ともなり得ること――などが主張されている。この結論とそこへ至る一連の過程は、異なる意見を有する一般の人びとがバランスのとれた情報提供を受け、互いに議論することによって、気候変動問題に対する理解が深まるとともに、将来にわたる転換を、新たなチャンスとして前向きに捉えるような意見が形成される可能性を示している。
- 方法論的には、今回の社会実験の結果は、脱炭素社会への長期的転換に向けて国民的議論を喚起する方法として、一般市民を対象とした市民パネル型の参加の方法が持つ有効性や可能性を示すものである。今後、利害関係者等による議論と並び、気候変動対策をめぐる政策対話の一つの方法として、広く活用されることが期待される。

目 次

はじめに	1
1. 実施概要	2
1.1 目的.....	2
1.2 日時と会場.....	2
1.3 実施体制.....	2
1.4 討論者および募集方法.....	4
1.5 参考人と情報資料.....	4
1.6 ファシリテーター.....	6
1.7 その他.....	6
2. 「3つの論点」と会議の目標.....	7
2.1 会議の目標.....	7
2.2 「生活の質」について.....	8
2.3 参考論点.....	8
3. 会議当日の実施状況.....	9
4. 討論者による評議結果	11
論点 1.....	11
論点 2.....	12
論点 3.....	13
5. 考察（準備中）	
付録 基礎情報資料.....	15

はじめに

気候変動対策に関する新しい国際的取り決めであるパリ協定が 2016 年に発効し、今世紀後半に温室効果ガスの排出を実質的にゼロにするという目標が、世界的に共有された。これから数十年の間に、エネルギーの使い方を始めとするライフスタイルや、経済・社会のあり方にも大きな変化が求められることになる。

この脱炭素社会への転換は、私たちの生活の質に、いったいどのような影響を及ぼすと考えべきか。また、そもそも温室効果ガスの排出を実質的にゼロにするという目標は、どれくらい実現可能性のあるものだと受け止めるべきか。気候変動対策を進めていくうえでは、こうした点について社会的に認識を共有する必要があると思われる。しかし、現状では、世界的にはもちろん日本国内でも、相当の意見の隔たりが存在する。

こうした論点をめぐって、異なる背景と多様な意見を持つ一般の人びとがじっくりと議論し、合意に基づく意見形成を行う可能性を探る社会実験として、今回、「脱炭素社会への転換と生活の質に関する市民パネル」を開催した。これは、地球環境問題の解決に資する市民参画のあり方をテーマとして、北海道大学と大阪大学、国立環境研究所、名古屋大学、明治大学、日本科学未来館による共同研究の一環として行われた。

議論は、市民会議の代表的な手法の一つとして、世界各地で 40 年以上にわたり用いられてきた市民陪審の方式を用いて進められた。この方法では、社会の縮図となるよう無作為抽出などの方法で集められた 20 名前後の討論者が、あらかじめ決められた論点をめぐって、参考人を務める専門家の証言も聞きながら話し合い、最終的に全員の合意で論点についての意見をまとめる。

今回は、研究実施機関である北海道大学の周辺地域（札幌市および周辺 8 市町村の人口約 250 万人の圏域）にお住まいの方の中から、年代・性別等のバランスを考慮しつつ 18 名を討論者として抽出し、集まっていた。この 18 名が、参考人を務める 7 名の専門家の話を聞き、脱炭素社会への転換と生活の質をめぐる 3 つの論点について話し合い、結論をまとめた。

本報告書では、この市民パネルの実施状況のあらましと、討論者（市民参加者）が議論の末に作成した、脱炭素社会への転換と生活の質をめぐる意見（結論）を報告する。今回の社会実験の経験を、脱炭素社会への転換をめぐる社会的議論の必要性を感じている関係者や、関心を持つ一般の方々に幅広く参照・活用いただければ幸いである。

2 日間にわたる市民パネルに参加し熱心にご議論いただいた討論者の皆様、企画の趣旨を汲んで貴重な情報提供を頂いた参考人の皆様、傍聴ならびに取材の皆様、またご後援、ご協力を頂いた北海道、札幌市、北海道環境財団、RCE 北海道道央圏協議会を始め、開催にあたってお力添えくださった関係者の皆様に厚くお礼を申し上げます。

2019 年 3 月 7 日

脱炭素社会への転換と生活の質に関する市民パネル
実行委員一同

1. 実施概要

1.1 目的

- ・ パリ協定の締結・発効により、今世紀後半に温室効果ガスの排出を実質ゼロにするという目標が世界的に共有され、気候変動対策は新たなステージに入った。今世紀後半を見据えた大幅削減という目標は、政府の地球温暖化対策計画でも「従来の取組の延長では実現が困難」なものとされており、今後数十年の間に、道筋が必ずしも明らかでない、劇的な構造転換を図ることが求められている。こうした転換を進めるには、各国・地域の状況に応じて、一般の人びとの参加による議論を含む国民的議論をいかに立ち上げるかがひとつの課題となる。
- ・ 既存の調査では、諸外国と比べて日本では、一般の人びとの間で気候変動対策に対する消極的な姿勢が目立ち、生活の質を脅かすものだとの認識が強いことが示されている（2015年6月、日本を含む世界97カ所で同時に行われた、「気候変動とエネルギーに関する世界市民会議」の結果）。これはなぜなのか、また長期的転換という課題にとっていかなる含意を持つものなのか、もしこうした意識に変化の可能性があるとするればいかなる条件のもとにおいてか、といった点は、来たるべき国民的議論に備える意味でも解明が待たれる問題である。
- ・ これらの問題に接近する一助として、今回、「脱炭素社会への転換と生活の質」をテーマとした、ミニ・パブリックス型（無作為抽出等の方法で社会の縮図をつくって議論するタイプ）の市民パネル会議を、市民陪審の手法を用いて模擬的に実施する。これを通じて、次の点を明らかにすることを目指す。
- ・ **目的（1）：**脱炭素社会への転換と生活の質の関係をめぐる人びとの意見の構造を明らかにするとともに、その変容可能性を探る
- ・ **目的（2）：**長期的な転換に向けた社会的合意の形成において、ミニ・パブリックスを活用した市民参加が果たしうる役割と課題を解明する

1.2 日時と会場

2019年3月2日（土）・3日（日） いずれも9:00～17:30 ※会議日程は表1の通り
北海道大学札幌キャンパス 情報教育館3階スタジオ型研修室、4階共用多目的教室（1）・（2）
（札幌市北区北17条西8丁目）

1.3 実施体制

主催 脱炭素社会への転換と生活の質に関する市民パネル 実行委員会*

* 「地球規模かつ超長期の複合リスクのガバナンスにおけるミニ・パブリックスの役割」（JSPS 科研費JP17H01927、研究代表者＝三上直之 北海道大学高等教育推進機構准教授）の研究代表者・分担者など8名で構成。

実行委員： 三上直之（北海道大学）、八木絵香（大阪大学）、江守正多（国立環境研究所）、
田村哲樹（名古屋大学）、松浦正浩（明治大学）、池辺 靖（日本科学未来館）、
工藤 充（大阪大学）、岩崎 茜（国立環境研究所）

後援 北海道、札幌市

協力 公益財団法人北海道環境財団、RCE 北海道道央圏協議会

表 1 会議日程

◆1日目：3月2日（土）

	時間	内容	会場
非公開	9:00-10:55	ガイダンスと導入レクチャー（討論者全体で）	4階 教室 (2)
	11:00-12:30	参考人ヒアリング①（論点1を中心に）	3階 スタ ジオ
	12:30-13:20	昼食・休憩	
	13:20-14:45	参考人ヒアリング②（論点2を中心に）	3階 スタ ジオ
	14:45-15:00	休憩	
	15:00-16:25	参考人ヒアリング③（論点3を中心に）	3階 スタ ジオ
	16:25-16:35	休憩	
非公開	16:35-17:30	グループ別評議①：担当論点を中心に意見交換	3階 スタ ジオ

◆2日目：3月3日（日）

	時間	内容	会場
非公開	9:00-9:25	ガイダンスと1日目のふりかえり (討論者全体で)	4階 教室(2)
	9:25-9:30	移動	
	9:30-11:30	グループ別評議②：担当論点の結論案を作成	各会場
	11:30-12:20	昼食・休憩	
	12:20-14:10	全体評議①：各論点の結論案の検討	4階 教室(2)
	14:10-14:20	休憩	
	14:20-15:30	全体評議②：評議のまとめ、結論の決定	4階 教室(2)
	15:30-16:00	移動・休憩	
	16:00-17:00	評議結果の発表 討論者による評議結果の発表 参考人コメント、実行委員による解説	3階 スタジ オ
非公開	17:00-17:30	討論後アンケートの記入など	4階 教室(2)

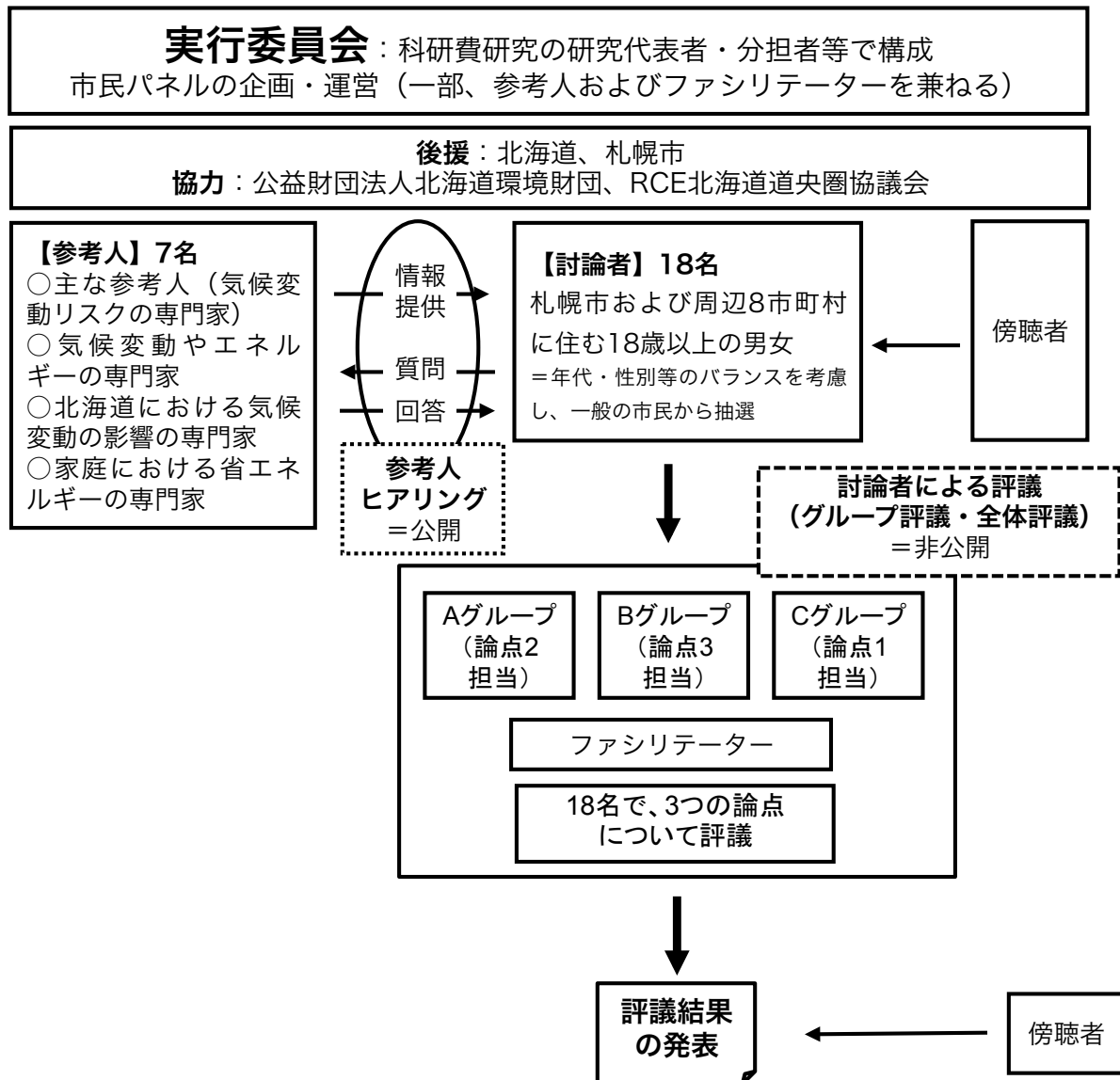


図1 「脱炭素社会への転換と生活の質に関する市民パネル」の実施体制とプロセス

1.4 討論者および募集方法

市民パネルに参加して議論を行う討論者（市民参加者）として、札幌市および周辺8市町村に在住の18歳以上の人、18名を募集した。民間調査会社の協力を得て、同社の保有するモニター約1万7000名を対象に募集告知を行ったところ、約270名の応募があった。この中から当該地域の社会全体の縮図となるよう、年代・性別等のバランスを考慮し、討論者を抽選した。気候変動やエネルギー問題に関する専門家（当該テーマを大学・大学院で専攻している人、仕事やNPO活動等で当該テーマに直接関係する活動を日常的に行っている人を含む）には参加をご遠慮いただいた。討論者には、過去の同様の討論イベントへの市民参加者と同等の謝礼を支払った。

1.5 参考人と情報資料

議論に必要な情報等を提供する役割を担う専門家として、7名の参考人が出席した。主たる参考人は、実行委員でもある江守正多（国立環境研究所）が務めた。他の参考人は、江守を中心として事前に実行委員内で検討・人選を行い、外部から4組6名の専門家を招聘した（北海道における気候変動の影響については、北海道立総合研究機構 環境科学研究センターで気候変動を担当する研究者3名をひと組の参考人として招聘した）。

各参考人は、論点に即した説明資料（スライド 30 枚程度）を準備し、当日の情報提供に使用した。このうち、主たる参考人（江守）の資料は「基礎情報資料」として、気候変動問題の概説や、3つの論点を考えるうえでの特に基礎的な情報を網羅したものとし、会議開催の10日前に討論者に送付し、事前に目を通してもらった（基礎情報資料は本報告書に付録として添付した）。

7名の参考人とその略歴は表2の通りである。

1.6 ファシリテーター

会議の進行役であるファシリテーターは、次の4名の実行委員が務めた。チーフファシリテーターは、参考人ヒアリングや全体評議を始めとする全体セッションを進行するとともに、会議進行全体を統括した。3名のグループファシリテーターは、グループ別評議の進行と、全体セッションにおける進行補佐を担当した。

チーフファシリテーター：八木絵香

グループファシリテーター：池辺 靖、工藤 充、岩崎 茜

1.7 その他

会議の一般公開：1日目の参考人ヒアリングと、2日目の評議結果の発表は公開で実施し、一般の傍聴者、報道機関の取材を受け入れた。両日とも約20名の傍聴があった。その他の部分は非公開で行った。

会議結果の分析：討論での発言内容は全て録音・録画し、文字起こしする。募集時や討論前・討論後の討論者のアンケート結果や、討論当日の発言内容などのデータは集計・集約し、今後、意見変容の傾向やその要因などを分析する予定である。その結果は、関連分野の学会や学術誌、書籍等で発表し、気候変動やエネルギー問題を始めとする長期の複合リスクのガバナンスにおける市民参加のあり方を検討する際の参考に供する。

表 2 参考人を務めた専門家（敬称略）

江守 正多（えもり・せいた）【主たる参考人、市民パネル実行委員】

国立環境研究所 地球環境研究センター副センター長。専門は気候変動の将来予測とリスク論。国立環境研究所気候変動リスク評価研究室長などを経て 2018 年から現職。気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第 5 次・第 6 次評価報告書の主執筆者を務める。

西岡 秀三（にしおか・しゅうぞう）【主な担当論点：1、2】

地球環境戦略研究機関（IGES）参与。旭化成勤務後、国立環境研究所研究員・理事、東京工業大学教授などを経て現職。専門は環境システム学、地球環境学。気候変動に関する政府間パネル（IPCC）発足時から 20 年間、主に気候変動影響評価部会で部会副議長・章責任執筆者などとして活動。

山地 憲治（やまじ・けんじ）【主な担当論点：1、2】

地球環境産業技術研究機構（RITE）理事・研究所長、東京大学名誉教授。専門はエネルギーシステム工学。電力中央研究所エネルギー研究室長、東京大学教授などを経て、2010 年から現職。総合資源エネルギー調査会、中央環境審議会、原子力委員会等の部会などの委員を歴任。

北海道立総合研究機構 環境科学研究センター 環境保全部 気候変動担当【主な担当論点：1】

芥川 智子（あくたがわ・ともこ） 環境保全部リスク管理グループ研究主幹。専門は大気環境、化学物質。環境中の化学物質の動態や影響評価、環境質の総合的な評価に関する研究などを担当。環境計量士（濃度）、地球温暖化防止コミュニケーター。

小野 理（おの・さとる） 環境保全部 水環境グループ主査。専門は環境情報、地理情報システム。道内の生物分布データ、二酸化炭素排出量等のデータ収集や、それらを活用した情報発信・政策支援・環境教育など、環境情報関連を幅広く担当。

鈴木 啓明（すずき・ひろあき） 環境保全部 水環境グループ研究主任。専門は水域の環境保全及び管理、気候変動影響。流域環境保全・管理及び気候変動影響に関する調査研究を担当。

岡崎 朱実（おかざき・あけみ）【主な担当論点：3】

NPO 法人北海道グリーンファンド理事、北海道地球温暖化防止活動推進員。中高の教員を経て 1986 年から北海道在住。30 年以上にわたり、ごみ問題や省エネルギー、環境団体のネットワーク形成や行政との協働の分野で活動。環境省登録環境カウンセラー。道環境保全活動功労者表彰（2015 年度）、環境省地域環境保全功労者表彰（2016 年度）受賞。

2. 「3つの論点」と会議の目標

討論者が議論する具体的な議題は、2018年3月から8月にかけて研究チーム内で10回にわたって開催した社会実験設計ミーティングにおいて、会議全体の企画・設計と合わせて、特に集中的に検討を重ねた。最終的には、同年12月に発足した実行委員会において次の3つの論点としてとりまとめ、討論者や参考人、その他関係者に提示し、会議に向けた準備を依頼した。

3点とも、気候変動対策を進めていくうえで社会的に認識を共有する必要があるが、現状では意見の隔たりが存在すると思われる論点である。

論点 1. ご自分や家族、身の回りの人たち、さらには地域や日本全体にとっての影響に加え、後の世代の人たちや、日本以外のさまざまな国々に暮らす人たちへの影響も考え合わせたくうえで、将来にわたる気候変動の影響はどのようなものであると認識すべきでしょうか。

論点 2. パリ協定では、化石燃料の使用など人為的な要因による温室効果ガスの排出量を、21世紀後半に世界全体で実質的にゼロにするという目標が合意されました。この目標は、どれくらい実現可能性のあるものだと捉えるべきでしょうか。取り組み方しだいで十分に達成しうるものだと捉えるべきでしょうか、それともきわめて困難で不可能に近いものだと捉えるべきでしょうか。

論点 3. 脱炭素社会への転換が私たちの生活の質に与える影響について、どのように受け止めるべきでしょうか。温室効果ガスの排出削減に伴って気候変動が抑制される効果も合わせて考えたとき、生活の質に対する脅威となるか、または生活の質を向上させる機会となるか、いずれの方向で受け止めるべきでしょうか。将来にわたって追求したい生活の質の内容も意識しつつ、議論してください。

2.1 会議の目標

市民陪審の標準的な進行プロセスにならって、討論者全員でよく話し合った結果として、3つの論点それぞれについて、短い文章の形で意見（結論）をまとめることを会議の目標とした。

今回は、社会実験としての模擬的な会議であるが、討論者にとっては、宛て先が具体的にイメージできる方が議論に取り組みやすいと考え、次のような読み手を（仮想的に）想定して結論をまとめるように求めた。

◆ **結論の（仮想的な）宛て先：**主に日本において、政府や企業・産業界、NPO/NGO、研究機関など、さまざまな領域で気候変動問題に取り組む人たちや、マスメディアや学校・教育機関などでこの問題を伝えたり教えたりする立場にある人たち

得られた結論については、現実には、主催者の研究活動の一環として、一般の人びとの議論を通じた重要な参照意見として各方面に紹介・発信していく予定であることも付言した（本報告書は、その紹介・発信活動の一環である）。

2.2 「生活の質」について

今回の会議名や論点 3 に含まれる「生活の質」(quality of life) ということばについては、生活や人生への満足度や幸福感を包括的に指すものとして用いることを確認した上で議論を始めた。

すなわち、生活の質には、心身の健康や、職業や収入なども含む経済的・物質的な生活条件はもちろんのこと、安全で自由な生活を送ることができる社会的・環境的な基盤や、人間関係や余暇の充実度などが含まれる。これらの中には、具体的に指標を設定することにより、客観的に測ったり評価したりできるものも数多くある一方、より主観的な性格が強い、人生の目的とか生きがいといった面での充実感も、生活の質を構成する大事な要素である。脱炭素社会への転換という課題との関連で、私たちの生活の質のどの部分を、どのように、どれくらい重視すべきかということ自体が、社会的議論を要する主題であることから、討論者には、その点も含めて議論するよう求めた。

2.3 参考論点

論点 2 や 3 を議論するうえで参考にすべき観点として、次の 2 つの参考論点も提示した。これらについて、討論者が結論を出すことは求めなかった。

参考論点 a: 再生可能エネルギーは温室効果ガスの排出削減に向けた対策の主要な柱のひとつであり、昨年 7 月に決まった政府の新しいエネルギー基本計画でも、今後「主力電源」とすることが目指されています。他方で、再エネの導入量が増えるに伴い、電力料金の上昇や、電力システムの増強の必要性、発電施設による環境、安全面などの課題も顕在化してきています。メリットとデメリットを幅広く考慮に入れたうえで、北海道および日本において、2050 年頃の長期的な視点でみて、どのように再エネ導入を進めるべきでしょうか。

参考論点 b: 脱炭素社会への転換という課題を念頭に置いたうえで、21 世紀後半に目指すべき北海道と日本の社会像はどのようなものでしょうか。参考人の話も参考にしつつ、2050 年以降の社会のすがたを自由に描いてみてください。

3. 会議当日の実施状況

当日の会議実施状況は、次の通りであった。

① ガイダンスと導入レクチャー

開始前に討論者は、討論前アンケートに回答した（終了時にも同じ質問からなるアンケートに回答）。



研究代表者によるガイダンス（背景の説明とスケジュール、スタッフ紹介）と、江守参考人による討論者向けの導入レクチャーを行った。



② 参考人ヒアリング（公開セッション）

3つの論点についての参考人ヒアリングを、事前に募集した傍聴者による公開セッションとして実施した。行政関係者や教育関係者、一般市民など約30名が傍聴した。

3つの論点それぞれについて、(a) 主たる参考人が基礎情報資料を使ってレクチャーした後、(b) 討論者の質問に応じて、7名の参考人が各々の専門性や主張に応じて回答する、という方法で実施した。



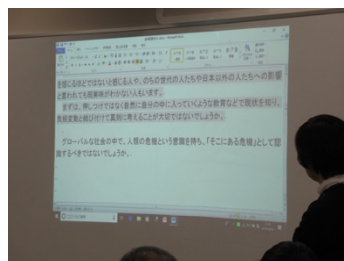
③ グループ別評議

3つの論点について担当グループを設け、結論の原案を作成するグループ別評議を実施した。



④ 全体評議

各グループが作成した結論の原案をもとに、討論者 18 名での全体評議を実施した。最終的には一字一句の文言まで含めて、討論者の合意による評議結果を取りまとめた。



⑤ 評議結果の発表（公開セッション）

評議結果の発表を公開で行った。討論者の代表が3つの論点に対する結論を発表した後、参考人を務めた専門家がコメントした。



4. 討論者による評議結果

18名の討論者が最終的にとりまとめた結論は次の通りである。会議終了後に発見された誤植については、実行委員会において修正した。



2019年3月3日

「脱炭素社会への転換と生活の質に関する市民パネル」討論者による評議結果

3つの論点に対する結論

【論点1】

ご自分や家族、身の回りの人たち、さらには地域や日本社会にとっての影響に加え、後の世代の人たちや、日本以外の様々な国々に暮らす人たちへの影響も考え合わせたくて、将来にわたる気候変動の影響はどのようなものであると認識すべきでしょうか。

私たちは、気候変動に対して、このまま放置すれば地球的規模で生態系を破壊し、結果として、人類、特に将来世代の生存権さえ侵害しかねない大変な問題であると捉えています。

異常気象の発生頻度や規模が増加する傾向にあり、昔と比べると気温が高くなっていることは多くの人が感じていますし、ニュース等でも観測史上最大を記録という言葉も珍しくなくなりました。たとえば、長雨や強力な台風による農作物への被害、交通機関の混乱や河川の氾濫など（インフラ機能低下）も深刻な状況になっています。

気候変動の影響は、干ばつによる水不足等を生み、人間が生きていくのに必要な一次産業にダメージを与え、食料安全保障が世界で脅かされるリスクがあります。海水温上昇によるサンゴの白化などの生態系のリスクが現実化している状況であることは、危機感をもって受け入れなくてはならないと思われます。気候変動が進むと陸氷は融け続け海面が上昇し、国土を喪失し、移住を強いられる人々も大幅に増え、新たな人口移住の問題が生じるかもしれません。

しかしながら、日本や北海道も気候変動の影響を受けることはわかっても、命の危機を感じていない人や、のちの世代の人たちや日本以外の人たちへの影響と言われても現実味がわからない人もいます。

しかし一方で、情報提供資料にもあるように、対応能力の違いにより、気候条件が同じであれば、先進国よりも発展途上国の人々の方が深刻な悪影響を被ったり、さらに、社会的に弱い立場の人（低所得者、傷病者、高齢者など）がより深刻な悪影響を被ると考えられます。加えて、発展途上国の人々は先進国の人々に比べて、問題の原因となる温室効果ガスを少ししか排出していません。また、現代世代が排出の削減を怠ると、将来世代が大きな悪影響を被ります。このように、

原因への責任が小さい人が深刻な被害を受けるという不公平な構造があります（江守参考人資料 B5）。

私たちは、このような不公平な構造があるという課題を知ったことにより、各種の教育を通じて広く深く現実を知ること、さらに気候変動の現象を自分のことと捉えて、真剣に考えることが大切だと考えます。

私たちは、グローバルな社会の中で、気候変動問題を人類の危機という意識を持ち、「そこにある危機」として認識するべきではないでしょうか。

【論点 2】

パリ協定では、化石燃料の使用など人為的な要因による温室効果ガスの排出量を、21 世紀後半に世界全体で実質的にゼロにするという目標が合意されました。この目標は、どれくらい実現可能性のあるものだと捉えるべきでしょうか。取り組み方しだいで十分に達成しうるものだと捉えるべきでしょうか、それともきわめて困難で不可能に近いものだと捉えるべきでしょうか。

世界の脱炭素化はやらなければならないことだと認識しています。また、取り組み方次第で、パリ協定の排出目標は達成できる可能性はあると考えます。しかしながら、脱炭素化を実現するハードルはとて高いと捉えています。

人々の豊かさを実現するには経済成長が重要です。これまで経済成長は CO2 の排出とともに進んできましたが、私たちが達成したい目標は、CO2 を減らしつつ経済成長を実現させることです。

この目標の実現には、特に個人、企業、国、国際社会の行動が重要で、そのための動機付けや、仕組みを設けることが必要だと考えます。

論点 1 でも指摘したように、個人は知識を得ること、意識を改革することが必要です。そのための取り組みを国が推進していく、あるいは市民が国を動かしていく必要があると考えます。

また影響の大きい企業が、脱炭素化にとりくむ意欲を与えられるような制度（トップランナー制度など）を国が推進していく必要があります。産業構造が転換されるなかで、脱炭素化された社会環境の中でもビジネスの継続ができるしくみを国がつくり、市民がそのビジネスを支援していくことが大切です。

その支援の実現には脱炭素商品についての情報発信が必要です。また、市民自らが脱炭素商品を選ぶような意識改革の必要性があります。また、その場合には、市民が自ら従来型の商品を選択できる余地を残していくことが必要です。例えば、自動車の購入に際しては、電気自動車は安価に購入でき、ガソリン車は今以上に高価な価格に設定するなどの方法が考えられます。

また、国際社会は、世界中の人々の生活の質の向上を犠牲にせずに脱炭素社会が実現できるように、相互協力する必要があります。それが実際に実行されるためには、より強い拘束力を有した国際的な枠組みが必要と考えられます。

排出量の多い企業に炭素税をかける、あるいは再エネ賦課金のようなしくみで強制的に実施されるものも重要です。そのような政策が市民に受け入れられるように、国からの丁寧な説明・情報発信が必要です。

社会の脱炭素化を進める上でバランスも重要だと考えます。脱炭素化以外の社会課題（社会福祉など）に対する配慮も忘れないことが必要です。また、脱炭素化するにあたって開発された技術のライフサイクル（導入から廃棄まで）も考えることが重要です。

【論点 3】

脱炭素社会への転換が私たちの生活の質に与える影響について、どのように受け止めるべきでしょうか。温室効果ガスの排出削減に伴って気候変動が抑制される効果も合わせて考えたとき、生活の質に対する脅威となるか、または生活の質を向上させる機会となるか、いずれの方向で受け止めるべきでしょうか。将来にわたって追求したい生活の質の内容も意識しつつ、議論してください。

脱炭素化と生活の質を考えるにあたり、まず初めに考えることは、私たちにとって最も大切なのは、私たちが安心・安全に暮らせる地球、環境や、自然を守ることであると、考えます。そうすることが、私たちの生活の質の向上につながると考えます。

脱炭素社会への転換は、必ずしも私たちの生活の質に対する脅威となるわけではなく、生活の質を向上させる機会となり得ると、私たちは考えます。

生活の質は、人によって異なり、非常に多様です。また、脱炭素化のために省エネに取り組むだけでも、住んでいる地域や、経済状況、年代によって、できることは異なります。まずは一人一人が、自分にできることが何かを考え、できることから取り組むことが大事だと考えます。

技術をうまく利用して省エネをすることで、今ある生活の利便性が保たれれば、脱炭素化のための取り組みは脅威ではないと考えます。そのためには、技術を使いこなせるための教育や、脱炭素化への意識向上に向けた教育が重要だと考えます。

また、脱炭素化技術がどれだけ優れたものであっても、過度に依存するのではなく、そうした技術に頼らない脱炭素化の取り組みや（例：地産地消）、場合によっては従来型の技術（例：化石燃料）を残しておくことも重要だと考えます。

加えて、脱炭素化に向けて行動しない人が、社会の中で孤立しないように配慮していかななくてはならないと考えます。

付録 基礎情報資料

作成：江守 正多

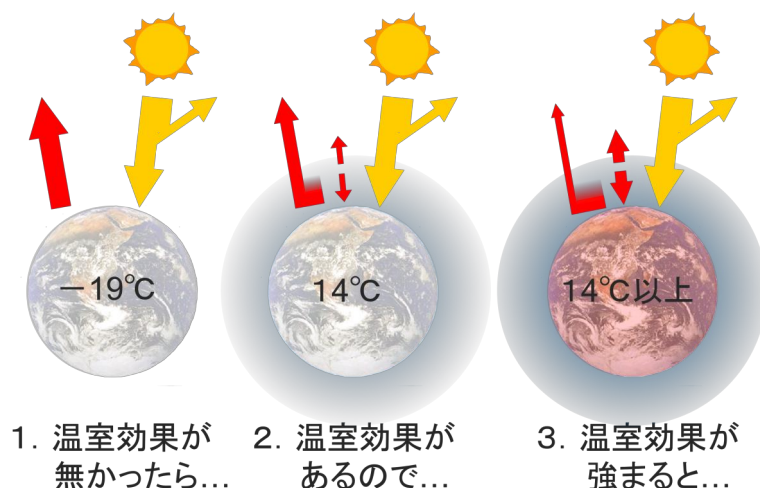
(国立環境研究所、市民パネル実行委員・主たる参考人)

A. 導入編

- A1. 地球温暖化の仕組み
- A2. 世界規模の気温の変化
- A3. 大気中のCO₂の増加
- A4. 世界平均気温上昇と人間活動の因果関係
- A5. 気候変動問題への国際社会の取り組み
- A6. 予測される世界平均気温の変化とパリ協定の長期目標
- A7. よくある疑問への回答

< A1. 地球温暖化の仕組み >

1. 地球が太陽から受け取る日射のエネルギー（主に可視光線）と宇宙に放出するエネルギー（赤外線）は、ほぼ釣り合っている。仮に地球に「温室効果」がまったく無かった場合、地球表面は平均約-19°Cになると推定される。
2. 実際には、地球大気には「温室効果ガス」が含まれている。温室効果ガスは地表面から放出された赤外線を吸収し、放出する。放出された赤外線の一部は地表面を温める。この結果、地表付近の気温は平均約14°Cになる。これが産業革命前の地球の状態である。
3. 近年、人間活動により大気中の温室効果ガスが増加している。これにより、より多くの赤外線が大気に吸収され、より多くが地表面に向かって戻るため、地表付近の気温が上昇している。これが地球温暖化の基本的な仕組みである。

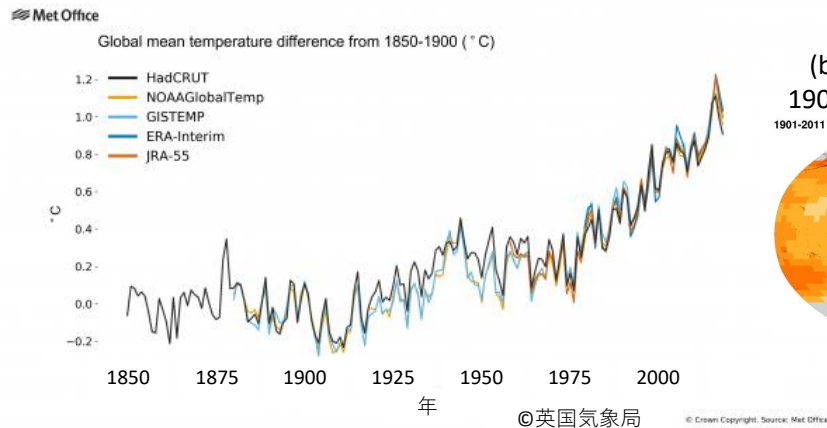


- 地球に入射する日射のうち約3割は地表面、雲、大気などで宇宙に反射され、残りが吸収される。
- 地球大気中にもともと含まれる温室効果ガスには、水蒸気、二酸化炭素(CO₂)、メタン等がある。
- 人間活動による排出が原因で大気中の濃度が増加している温室効果ガスには、水蒸気は含まれず、もっとも影響が大きいものはCO₂である。

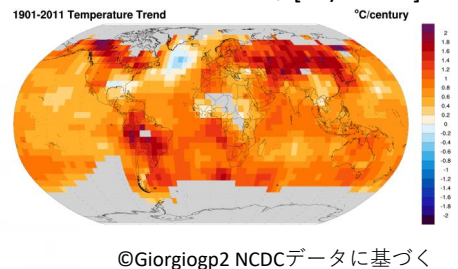
< A2. 世界規模の気温の変化 >

- 世界平均気温は20世紀後半以降、顕著に上昇している (図a)。
- 産業革命前から現在までの世界平均気温上昇は約1°Cと推定される。
- 世界平均気温の変化には、不規則に上下する自然変動が重なっている。これは、エルニーニョ・ラニーニャをはじめとする、大気海洋の自然の変動現象によるもの。
- 世界の複数の機関が世界規模の気温データを整備しており、世界平均気温の上昇傾向はどのデータでも一致している。
- 気温上昇は海洋上を含めた世界全体で起こっており、局所的な都市化の影響などを反映したものではない (図b)。

(a) 世界平均気温の変化 (1850-1900年の平均からの差[°C])



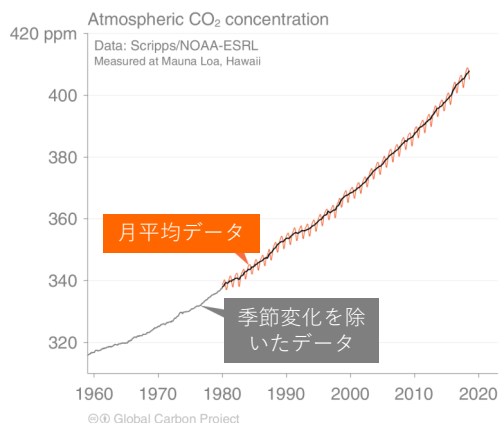
(b) 気温変化傾向の地理分布
1901-2011年の変化率[°C/100年]



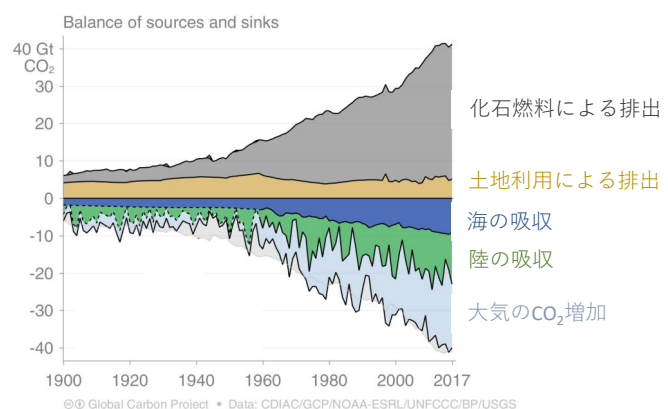
< A3. 大気中のCO₂の増加 >

- 大気中のCO₂濃度は年間2~3ppm上昇 (図a)。産業革命前の280ppmから現在の405ppmまで、45%増加した。(ppmは100万分の1を表す単位)
- 植物によるCO₂吸収が大きい北半球の夏には大気中CO₂濃度が下がり、北半球の冬には上がるという季節変化がみられる (図aオレンジの線)。
- 人間活動により大気に排出されるCO₂は約9割が化石燃料（石炭、石油、天然ガス）の燃焼、約1割が土地利用変化（森林伐採など）によるもの (図b上側)。そのうち約半分は海と陸上生態系（植物や土壌）によって吸収され、残り半が大気中CO₂濃度を増加させている (図b下側)。
- 化石燃料による排出は歴史的に増加してきている。

(a) 大気中のCO₂濃度[ppm]

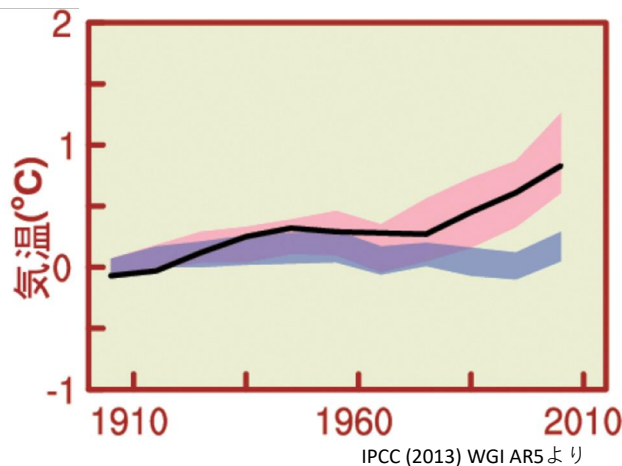


(b) 炭素の収支[10億トンCO₂]



< A4. 世界平均気温上昇と人間活動の因果関係 >

- 20世紀後半以降の世界平均気温の主な原因は人間活動である可能性が極めて高いと評価されている (IPCC, 2013)。
- 過去100年の観測された世界平均気温変化 (図の黒線) が何によって説明できるかについて、世界中の研究機関によるコンピュータシミュレーションの研究をまとめた。
- 人間活動の要因を除き、自然の要因 (太陽活動の変動と火山の噴火) のみを条件として与えてシミュレーションを行ったところ、観測された気温上昇は再現されなかった (青帯)。
- 人間活動の要因 (大気中CO₂濃度の増加や他の大気汚染物質の排出等) を加えてシミュレーションを行うと、観測された気温上昇が再現された (赤帯)。
- 人間活動を考慮に入れないと観測された気温上昇が説明できないことがわかる。



- コンピュータシミュレーションとは、地球の大気や海洋の変化を支配する物理法則を数式で表し、コンピュータで計算するもの。
- 計算結果には不確かさがあるため、赤と青の計算結果は幅を持った帯で表されている。
- この図中で世界平均気温は10年毎の平均で表されており、年々の細かい変動は除かれている。

< A5. 気候変動問題への国際社会の取り組み >

- 1990年ごろから、気候変動問題への国際社会の取り組みが本格的に始まった。(ここで「気候変動」とよぶのは、人間活動に伴う近年の気候の変化のことで、「地球温暖化」と同じ意味)
- 1990年に国連の「気候変動に関する政府間パネル」(IPCC) が設立された。気候変動およびその対策の科学的、技術的、社会経済学的な評価を5~7年ごとに行っている。
- 1992年に「国連気候変動枠組条約」(UNFCCC) が採択された。人類や生態系に危険な影響を及ぼさない水準で大気中の温室効果ガス濃度を安定化することが究極目標。年に一度、締約国会議 (COP) が行われている。
- 1997年に「京都議定書」がUNFCCCの下に採択された。2008-2012年 (第1約束期間) の間に、先進国の排出量を1990年と比べて5%削減する目標。
- 2015年に「パリ協定」がUNFCCCの下に採択された。世界平均気温の上昇を、産業革命前を基準に2°Cより十分低く抑え、さらに1.5°Cより低く抑える努力を追求する長期目標。



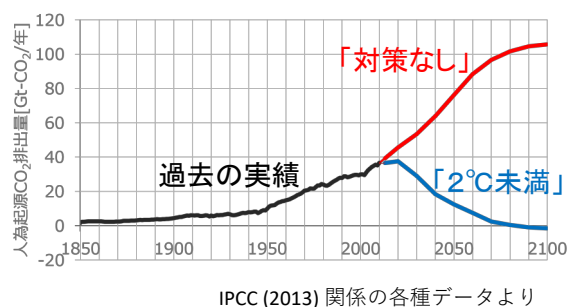
パリ協定の採択 ©UNFCCC

- 京都議定書では先進国のみが対策の義務を負ったが、パリ協定はすべての国が対策に参加する仕組みとなった。
- 京都議定書では先進国に排出枠が割当てられ、それを超えると罰則があった。パリ協定では、各国が自主目標を宣言して対策を行い、自主目標の合計が長期目標を目指すのに十分かどうかを5年ごとに見直すことにした。

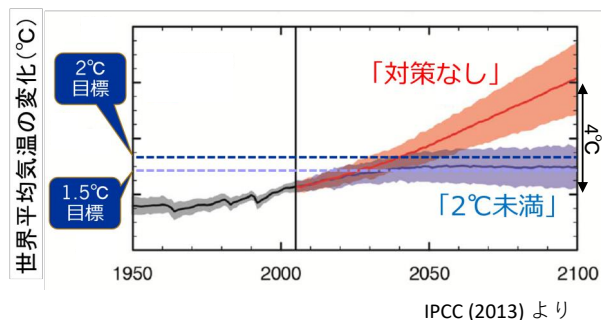
< A6. 予測される世界平均気温の変化とパリ協定の長期目標 >

- 今後、対策がとられずにCO₂の排出量が増加し続けると、今世紀末までに世界平均気温が今よりさらに4°C程度上昇すると予測されている (IPCC, 2013: 図の赤線)。
- パリ協定では、世界平均気温の上昇を、産業革命前に比べて2°Cより十分低く抑え、さらに1.5°Cより低く抑える努力を追求することが長期目標。このために、今世紀後半に世界の温室効果ガス排出量を正味でゼロにする必要が認識された (図の青線)。
- その後の評価によれば、1.5°Cを目指すためには世界のCO₂排出量を2050年前後に正味ゼロ、2°Cを目指すためには2075年前後に正味ゼロにする必要がある。CO₂以外の温室効果ガス (メタン等) も大幅に削減する必要がある (IPCC, 2018: 1.5°C特別報告書)。
- 気温変化の予測はコンピュータシミュレーションによる。気温上昇量と排出量の関係には、科学的な推定に不確かさの幅がある (図bの赤、青の幅)。

(a) 世界全体のCO₂排出量シナリオ



(b) 世界平均気温変化の将来予測



< A7. よくある疑問への回答 >

Q. 地球は温暖化と寒冷化のサイクルを繰り返しているのでは？

- 地球は約10万年ごとに寒冷な「氷期」と温暖な「間氷期」を過去何回か繰り返しており、現在は間氷期です。この原因は地球の公転軌道や自転軸が天文学的に変動することです。天文学の予測によれば、次の氷期が訪れるとすれば約5万年先なので、それまでは人間活動による温暖化に逆行して氷期が訪れることはないでしょう。

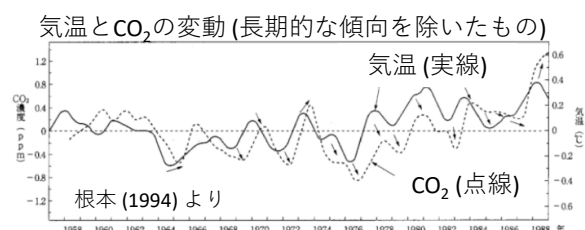
Q. 太陽活動が弱まってきているので寒冷化するのでは？

- 太陽活動は1980年代から弱まってきていますが、それにもかかわらず世界平均気温は上昇しています。今世紀中に太陽が本格的な不活発期に入ったとしても、その影響は人間活動による温暖化に逆行して寒冷化を起こすほどではないでしょう。17世紀ごろに太陽の不活発期がありましたが、その影響は世界平均では0.3°C程度の寒冷化と考えられています。

Q. 気温変化に遅れてCO₂濃度が変化するそうです。気温が原因でCO₂は結果では？

- 数年ごとの自然変動では、気温が先に変化し、CO₂濃度がそれに追従します。これは、エルニーニョなどの自然変動で気温が変化すると、陸上の生態系が応答して (気温上昇→呼吸が増える、光合成が減る、森林火災が増えるなど)、CO₂濃度が変化するためと考えられます。

しかし、このことは人間活動によるCO₂増加が気温上昇をもたらすことと矛盾しません。自然界には、「気温上昇→CO₂増加」と、「CO₂増加→気温上昇」の両方の仕組みがあり、どちらか一方ではないのです。



B. 論点1（影響の深刻さ）

B1. 重要なリスク分野

B2. 海面上昇

B3. 地球温暖化と異常気象

B4. ティッピング（臨界点）現象

B5. 影響を考える上での留意点

B6. 緩和策と適応策

B7. 「1.5℃」と「2℃」の影響の違い

< B1. 重要なリスク分野 >

- 気候変動が進むことで、人間社会と自然生態系に様々な影響をもたらす可能性（リスク）がある。気候変動の影響の深刻さを考える上で重要なリスクとして、IPCC (2014: WG2 AR5) は以下の8つを挙げた。
1. 海面上昇、沿岸での高潮被害などによるリスク
 2. 大都市部への洪水による被害のリスク
 3. 極端な気象現象によるインフラ等の機能停止のリスク
 4. 熱波による、特に都市部の脆弱な層における死亡や疾病のリスク
 5. 気温上昇、干ばつ等による食料安全保障が脅かされるリスク
 6. 水資源不足と農業生産減少による農村部の生計及び所得損失のリスク
 7. 沿岸海域における生計に重要な海洋生態系の損失リスク
 8. 陸域及び内水生態系がもたらすサービスの損失リスク

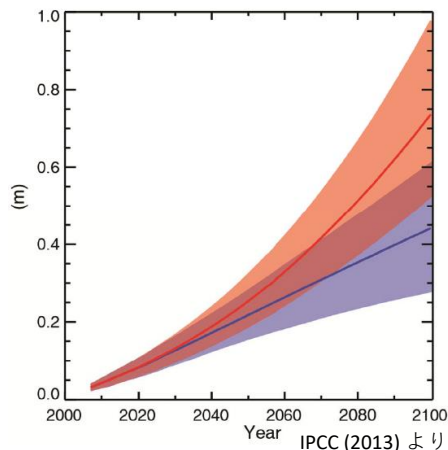


NHKエコチャンネルより

< B2. 海面上昇 >

- 世界平均の海面水位は過去100年で約20cm上昇した。
- 今後、対策がとられなければ、今世紀中にさらに1m程度、世界平均の海面水位が上昇するおそれがある。
- 海面水位の上昇の主な原因は、「海水の熱膨張」と「陸上の氷の減少」の2つである。陸上の氷とは、グリーンランド・南極の氷床と山岳の氷河である。（海上に浮かんでいる氷が溶けても、海面は上昇しない）
- 海面上昇により、沿岸の低地や小さい島において、砂浜の浸食、高潮の増加、浸水などの心配がある。

世界平均海面水位変化の将来予測

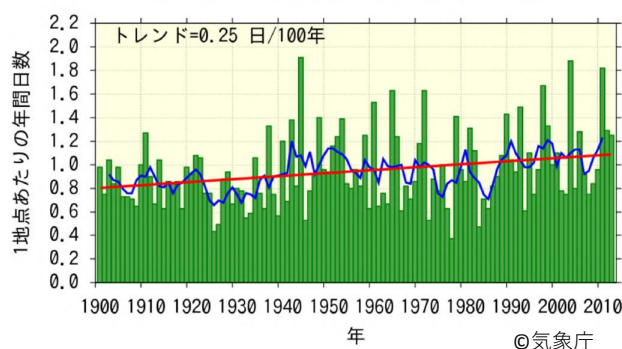


- 「対策なし」の場合（赤線）は今世紀末に80cm前後、世界平均の海面水位が上昇する。
- 「2°C未満」を目指した場合（青線）、2050年頃に気温上昇が止まってからも、海面上昇は止まらず、今世紀中は上昇を続ける。
- 地域ごとの海面水位の変化は、海流の変化、地盤の変化などの影響が重なるため、地域ごとに大きさが異なる。

< B3. 地球温暖化と異常気象 >

- 世界平均気温の上昇に伴い、極端な高温、大雨、（地域によっては）干ばつ、強い台風やハリケーンといった「異常気象」の発生頻度や規模が増加する傾向にある。
- 気象庁による異常気象の定義は「ある地域、ある季節に、30年に一度以下の頻度で発生する気象」のことである。気候、天候の自然変動により、異常気象は昔からたまに発生した。
- 近年、平均気温の上昇により極端な高温が増える、気温上昇に伴う水蒸気量の増加により極端な大雨が増えるといった、長期的な傾向が生じていると考えられる。気温の上昇がさらに進めば、この傾向はさらに進む。
- 極端な低温は、平均気温の上昇により、長期的には世界規模で減少している。近年も極端な低温が発生しているが、これは過渡的な現象であるか、温暖化に伴う気圧パターンの変化により、一部の地域では低温をもたらすパターンが起きやすくなっている可能性がある。

〔51地点平均〕日降水量100ミリ以上の日数

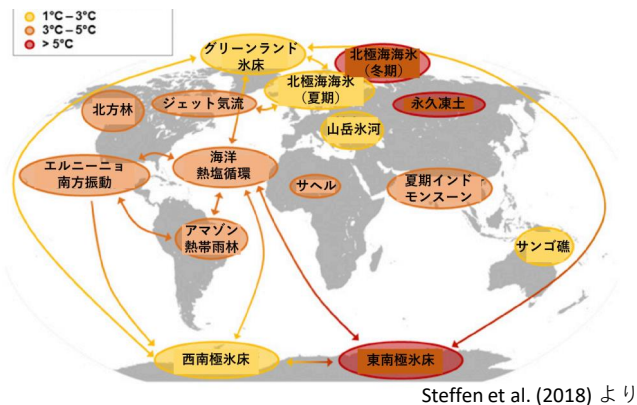


- 強い雨の降った日数の年による変化。年々の不規則な変動が大きい（緑）。
- しかし、長期的な傾向（赤）で見ると、ゆるやかに増加している。

<B4. ティッピング（臨界点）現象>

- 気温上昇がある温度（ティッピングポイント＝臨界点）を超えると、大規模で急激な、もしくは後戻りのできない変化が、気候システムの一部に生じるおそれがある。
- 一例として、グリーンランドの氷床は現在も溶けているが、気温上昇がある臨界点を超えると、気温上昇が止まっても氷床が溶けるのが止まらない状態に突入するおそれがある。これが始まると、数百年以上の時間をかけてグリーンランド氷床が最終的には完全に溶け、それだけで世界の海面水位が6m程度上昇すると考えられる。
- 同様な「ティッピング現象」は、西南極氷床の融解、アマゾン熱帯雨林の枯死、海洋の深層循環の停止、永久凍土からのメタン放出などでも生じるおそれがある。
- 現在の科学では、各現象の臨界点が何度であるのかは明確でない。しかし、気温上昇が大きくなるほど、これらの臨界点を超えるおそれが大きくなる。

ティッピングが生じると考えられる
世界平均気温上昇量



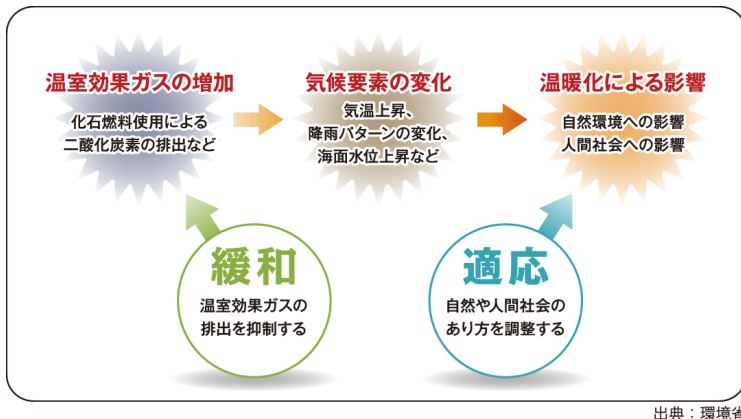
- これらのティッピング現象は、一つが生じるとそれが気温上昇を促進し、その結果として別のティッピング現象を引き起こすという形で、ドミノ倒しのように連鎖するおそれがある。
- これにより、世界平均気温が産業革命前を基準に2°C程度上昇すると、4°C程度まで気温上昇が止められなくなるおそれがあることが指摘されている。

<B5. 影響を考える上での留意点>

- 気候変動には、好影響もあると考えられる。北極海の海氷が減ることにより北極海航路の海運が可能になること、気温上昇により寒冷域で農業や健康に好影響があることなどがあげられる。
- 問題となっている影響で、気候変動のみにより起きるわけではないものもある。生態系の損失には、人間活動による生息地の破壊、分断、汚染、乱獲、外来生物の侵入など気候変動以外のさまざまな原因が影響している。ただし、気候変動がこれらに加わることで、問題を著しく悪化させる可能性がある。
- 国内の気候の変化による影響以外にも、海外の影響を通じて間接的に国内にもたらされる影響が考えられる。輸入農作物の原産地での気象災害による食料価格の上昇、企業の海外生産拠点や部品輸入元での気象災害によるサプライチェーンの分断、気候変動により難民や紛争が増加することによる国際社会秩序の悪化などのおそれがある。
- 影響の深刻さは、人によって大きな違いがある。
 - ✓ 地理的には、北極域（気温上昇が大きく、氷の減少で環境が大きく変化）、乾燥域（干ばつが増加して水・食料への被害が深刻）、沿岸低平地と小島嶼（海面上昇や高潮の被害が深刻）の影響が大きい。
 - ✓ 対応能力の違いにより、気候条件が同じであれば、先進国よりも発展途上国の人々の方が深刻な悪影響を被る。さらに、社会的に弱い立場の人（低所得者、傷病者、高齢者など）がより深刻な悪影響を被ると考えられる。
 - ✓ 気候変動が今後も時間と共に進行すると、将来世代ほど深刻な悪影響を被る。
- 発展途上国の人々は先進国の人々に比べて、問題の原因となる温室効果ガスを少ししか排出していない。また、現在世代が排出の削減を怠ると、将来世代が大きな悪影響を被る。このように、原因への責任が小さい人が深刻な被害を受けるという不公平な構造がある。

< B6. 緩和策と適応策 >

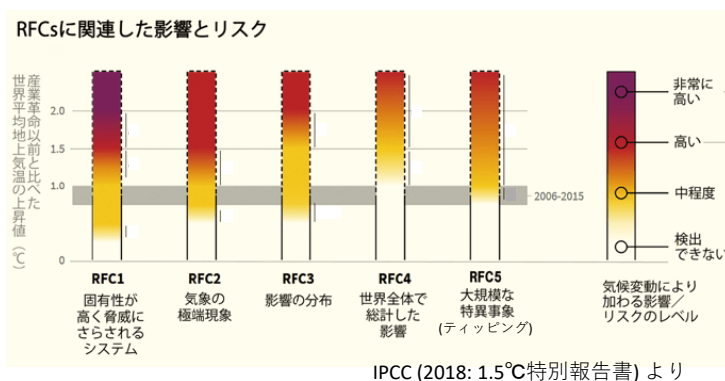
- 気候変動対策の考え方には、温室効果ガスの排出を削減して温暖化そのものを抑える「緩和策」と、個々の気候変動影響に対処する「適応策」がある。
- 適応策の例には以下のようなものが挙げられる。
 - ✓ 異常気象の増加に備えて防災を強化する。
 - ✓ 気候の変化に合わせた農業を行う（品種改良、作付変更など）。
 - ✓ 熱中症の増加に備えて、暑さ対策や水分・塩分補給を奨励する。
- 適応策は、気候変動の悪影響を軽減するだけではなく、場合によっては好影響を最大限に引き出すためにも行われる（寒冷域の農業など）。
- 近年、一部の影響が出始めており、どれだけ緩和策に成功したとしても現在よりもある程度は温暖化が進んでしまうという認識から、適応策の重要性が高まっている。



- 日本でも2018年に「気候変動適応法」が施行され、政府、自治体等が適応策に取り組む仕組みができた。
- 温暖化が際限なく進めば、適応策のコストが増大したり、何らかの限界が来るおそれがあるため、適応策と緩和策は両方進める必要がある。

< B7. 「1.5℃」と「2℃」の影響の違い >

- 2018年10月に発表されたIPCC「1.5℃温暖化に関する特別報告書」で、1.5℃と2℃の温暖化の影響の違いが詳しく評価された。現在(1℃温暖化)よりも1.5℃温暖化した方が影響が顕著に大きくなり、2℃温暖化するとさらに大きくなる。例として以下が挙げられる。
 - ✓ 気候関連のリスクと貧困に直面する人口を1.5℃では2℃よりも2050年時点で数億人低く抑えることができる。
 - ✓ 世界平均海面上昇を1.5℃では2℃よりも2100年時点で10cm程度低く抑えることができ、そのリスクに直面する人口を最大1千万人程度低く抑えることができる。
 - ✓ 温水域のサンゴ礁は1.5℃で今よりさらに70～90%が失われ、2℃では99%が失われる。
 - ✓ 1.5℃から2℃で必要な適応策も増加し、1.5℃で限界が生じる部分もでてくる。
- 図は、「懸念の理由」(Reasons for Concerns: RFC) とよばれる5つのリスク指標が、世界平均気温の上昇に伴ってどのように増加するかを示したものの。



- 「固有性が高く脅威にさらされるシステム」(サンゴ、北極圏等)は、1.5℃から2℃の間でリスクが「高い」から「非常に高い」に移る。
- 「影響の分布」(地域によって早く生じる影響)は、1.5℃から2℃の間でリスクが「中程度」から「高い」に移る。

C. 論点2（脱炭素の可能性）

C1. パリ協定の自主目標と長期目標のギャップ

C2. 近年の世界のCO₂排出量の変化

C3. 世界のCO₂排出量変化の要因

C4. 世界のエネルギー源の変化

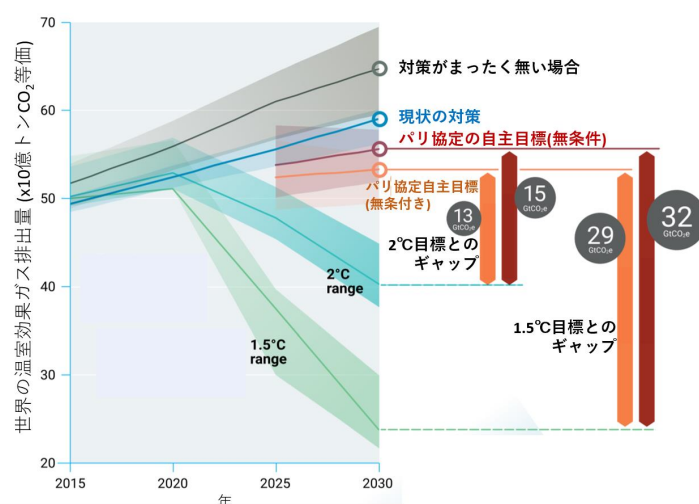
C5. 脱炭素化の方法

C6. 技術の普及速度

C7. 野心的な主体の増加と投資の変化

<C1. パリ協定の自主目標と長期目標のギャップ>

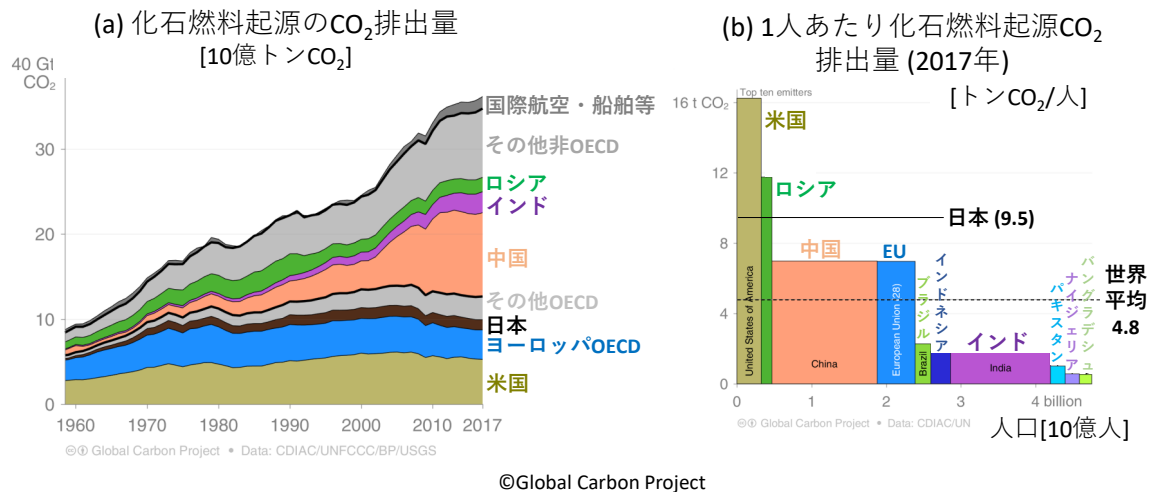
- パリ協定にあたって各国が宣言した自主目標がすべて達成されたとしても、「2°C」や「1.5°C」未満を目指す削減ペースにはまったく足りていない（大きなギャップがある）。このギャップは、パリ協定の採択時点で認識されている。
- パリ協定の各国の自主目標を合わせた削減ペースでは、3°C前後の温暖化が生じてしまうと評価されている。
- 各国の目標には条件付きのものなどがあるため、達成された場合の削減量の評価に幅がある（図のオレンジと赤）。



- パリ協定では、このギャップを埋めるために、5年毎に各国の自主目標を見直す話し合いが持たれることになっている（グローバル・ストックテイク）。
- パリ協定の交渉では、すべての国が対策に参加することを優先した。自主目標を設定して、目標達成に向け対策を行い、報告をすることなどが義務付けられている。自主目標を達成できなかった場合の罰則は無い。

<C2. 近年の世界のCO₂排出量の変化>

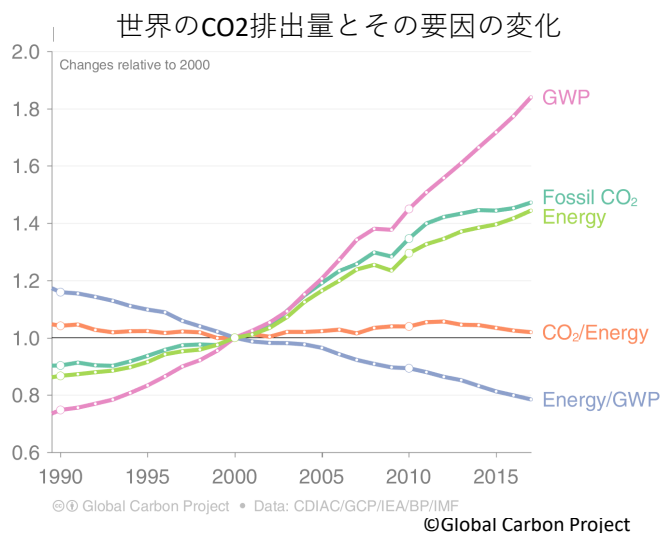
- 世界のCO₂排出量の増加は止まっていない (図a)。
- 2014－2016年に排出量は横ばいになったが、2017－2018年にふたたび増加した。
- 1990年からの変化は、OECD加盟国（主に先進国）で5%程度の増加だが、非OECD加盟国（発展途上国や新興国）で2倍以上に増加した。
- 1人あたりでみると、発展途上国の排出量は先進国に比べて未だ小さい (図b)。
- 先進国の多くでは排出量が減少を始めているが、発展途上国・新興国から輸入する工業品等のために輸入元の国で排出された排出量を考慮に入ると、先進国の消費に伴う排出量はそれほど減少していないと考えられる。



<C3. 世界のCO₂排出量変化の要因>

- 世界全体で見て経済成長が進んでおり、省エネルギーも進んでいるものの、エネルギーの「脱炭素化」はあまり進んでいない。その結果、世界のCO₂排出量は増加してきた。
- 世界の化石燃料起源CO₂排出量の変化は、以下のように要因に分解できる。

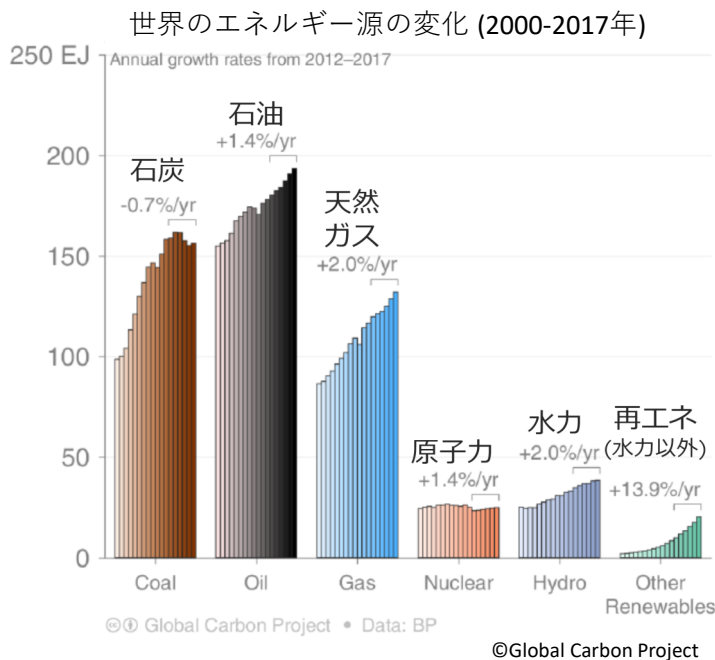
$$\text{<CO}_2\text{排出量変化>} = \text{<経済規模の変化>} + \text{<経済規模あたりのエネルギー消費量の変化>} + \text{<エネルギー消費量あたりのCO}_2\text{排出量の変化>}$$
- 世界の経済規模 (Gross World Product: GWP) は拡大を続けている。



- 経済規模あたりのエネルギー消費量 (Energy/GWP) は、省エネルギーやサービス産業の成長により、減少している。（GWPの増加がEnergy/GWPの増加を上回るため、世界のエネルギー消費量 (Energy) は増加している）
- エネルギー消費量あたりのCO₂排出量 (CO₂/Energy) は、近年わずかに減少しているが、変化は小さい。
- これらの結果、世界の化石燃料起源CO₂排出量 (Fossil CO₂) は、世界のエネルギー消費量と同程度の変化率で増加してきた。

<C4. 世界のエネルギー源の変化>

- 世界で消費されるすべてのエネルギー（一次エネルギー）のうち約8割は、化石燃料（石炭、石油、天然ガス）により作られている。
- 再生可能エネルギーは増加しているが、石油、天然ガスも増加しているため、化石燃料の比率はあまり変化していない。（→エネルギーあたりのCO₂排出量の変化は小さい）



- 石炭は、大気汚染対策や、コストが割高になってきたこともあり、近年、減少傾向に入っている。
- 石油と天然ガスは、石炭の減少を補い、発展途上国や新興国のエネルギー需要の増加を担うために、増加を続けている。
- 原子力は横ばいである。
- 水力は増加している。
- 太陽光、風力等の水力以外の再生可能エネルギーは、加速度的に増加しているが、絶対量はまだ小さい。

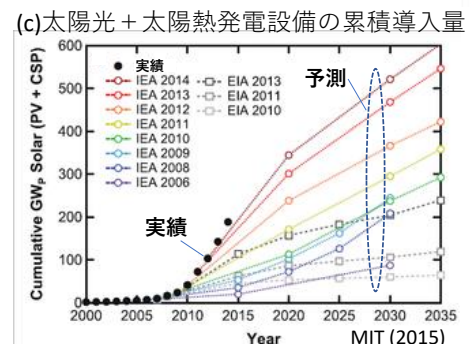
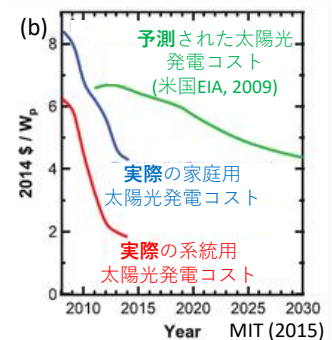
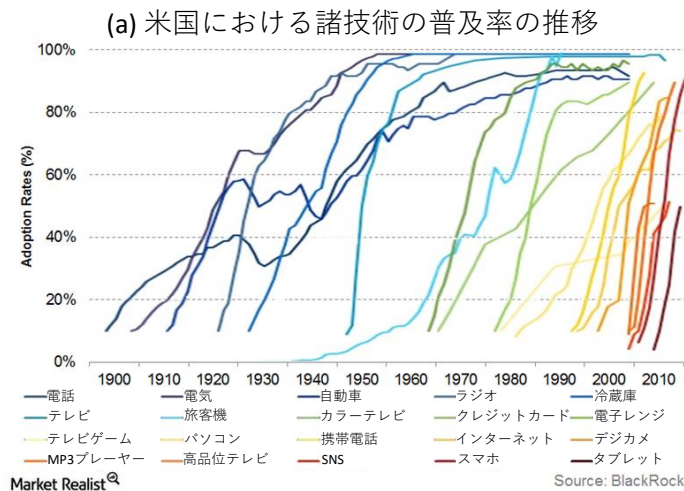
<C5. 脱炭素化の方法>

- エネルギー消費からのCO₂排出量をゼロに（脱炭素化）するために有効な方法
 - ✓ 省エネ：機器の効率向上、建物の断熱、ITによる最適制御、ライフスタイル変化などの方法で、無駄なエネルギー消費を極力減らす。
 - ✓ 再生可能エネルギー：太陽、風力、バイオマス、地熱などの利用を増やす。ただし、太陽、風力の変動を吸収するための対策（蓄電、地域間融通など）も必要。
 - ✓ 原子力：ただし、事故の懸念、核廃棄物などの課題がある。
 - ✓ 化石燃料 + CO₂隔離貯留 (CCS)：CO₂の地中への隔離。
 - ✓ 燃料の置き換え：自動車、飛行機、船舶、暖房、給湯、調理などの燃料を、電気/水素/バイオマスなどに置き換え、これらをCO₂を出さずに(再生エネ/原子力/CCSで)作る。（自動車であれば、電気自動車や燃料電池車）
- 大気中のCO₂を吸収する方法
 - ✓ 植林：植物の光合成で吸収して、森林と土壌に炭素を固定。
 - ✓ バイオマスエネルギー + CCS (BECCS)：植物の光合成で吸収して、エネルギーを作り、CO₂は地中へ隔離。ただし、大規模に行うには大量の土地が必要。
 - ✓ 直接空気回収：化学反応で吸収して、地中へ隔離。ただし、現在は高コスト。
- イノベーション（上記のいずれを進める上でも重要）
 - ✓ 次世代技術、新技術の研究開発と普及、効率向上、低コスト化。
 - ✓ ITによる都市スケールでの最適制御など、社会全体の再設計。

※CO₂以外の温室効果ガス（メタン、N₂Oなど）排出についても、それぞれ対策をして、可能な限り減らす必要がある。（農業分野の対策など）

<C6. 技術の普及速度>

- 技術の普及率は、あるところから急激に上昇することが、過去の多くの例で観察されている。普及にかかる期間は近年ほど（多くはIT関連技術で）短くなる傾向がある（図a）。
- 太陽光発電、電気自動車、バッテリー等の技術の社会への普及が同じパターンで進めば、予想外の短期間でCO₂の排出が減少するかもしれない。
- 太陽光発電の実際のコストは、専門機関の予測を上回る速度で低下している（図b）。
- 太陽光+太陽熱発電設備の実際の導入量は、専門機関の予測を常に上回り続けている（図c）。



<C7. 野心的な主体の増加と投資の変化>

- パリ協定を受けて、国、自治体、企業等が野心的な目標や行動基準を掲げる例が増加。
- 2050年までにCO₂排出正味ゼロを目指す「カーボンニュートラル連合」：カナダ、フランス、ドイツ、英国など19カ国と、32都市が宣言（日本から横浜市）。
- 米国ハワイ州、カリフォルニア州が2045年までの電力からのCO₂排出正味ゼロを法制化。
- フランス、英国が2040年までにガソリン/ディーゼル車の販売禁止を宣言。
- カナダ、フランス、英国などが2030年以前の脱石炭を宣言。ドイツも2038年までに。
- 再生可能エネルギー100%でビジネスを行うことを宣言する「RE100」に多数の企業が参加。同様に「EV100」（電気自動車）や「EP100」（省エネ）。
- 石炭もしくは化石燃料全般からの投資を撤退（ダイベストメント）する機関投資家が増加（2018年時点で6.2兆ドルを撤退）。



- ESG投資（環境・社会・ガバナンスに配慮した投資）の増加。
- 投資家が企業に対して、気候関連リスクの情報開示を要求（TCFD）。
 - ✓ 物理リスク：気候変動影響が企業活動にもたらすリスク
 - ✓ 移行リスク：脱炭素社会への移行（法規制など）が企業活動にもたらすリスク

D. 論点3（生活への影響）

D1. エネルギーの脱炭素化が生活におよぼす影響

D2. その他の留意点

< D1. エネルギーの脱炭素化が生活におよぼす影響 >

- エネルギーの脱炭素化が生活に影響をおよぼす経路として以下のような例があげられる。多くの点で、立場や捉え方によって心配な面とよい面がありうる。
- ✓ 割高なエネルギー技術の導入を急げば、エネルギー価格の上昇が家計の負担になるおそれがある。
逆に、省エネ機器、高断熱や家庭用「創エネ」を意識して導入することにより、長期的にみれば投資を回収して、以降は家計の利益になる可能性がある。
- ✓ 再エネの乱開発が、景観の悪化や地域の自然破壊などをまねくおそれがある。バイオマスエネルギーの大規模利用は、食料価格の上昇をまねくおそれがある。
逆に、地元地域の再エネが増えることにより、域外へのエネルギーコストの流出が抑えられ、地域経済の活性化につながる可能性がある。
- ✓ CO₂を多く排出する産業は大きな転換を迫られる。自分や家族が勤めていれば家計収入が、地元の主力産業であれば地域の税収や雇用が、不安定化するなどのおそれがある。
逆に、CO₂排出削減に貢献する産業は成長する可能性がある。
- ✓ エネルギー価格の上昇が国内の製造業の国際競争力を損うことで、景気不安などのおそれがある。
逆に、国内産業の脱炭素化が進めば、投資家から評価され、海外の投資を順調に呼び込み、景気に好影響となる可能性がある。
- ✓ 無理な省エネ（我慢・辛抱など）が生活の快適さや利便性を損なうおそれがある。（ただし、脱炭素化は必ずしも無理な省エネを意味しない）
- ✓ 原子力発電の増加による事故等への懸念が強まるおそれがある。（ただし、脱炭素化は必ずしも原子力発電の増加を意味しない）

<D2. その他の留意点>

- 脱炭素化が進めば、気候変動の進行が緩和されることにより、異常気象の増加など、生活へのさまざまな悪影響が抑制される。
 - ✓ ただし、気候変動の緩和の効果はすぐには表れない（効果を享受できるのは20～30年後から）。また、世界全体で脱炭素化が成功しなければ、効果を享受できない。
 - ✓ ひとによっては、脱炭素化が進むことで、将来世代や発展途上国への責任を果たした感覚を得るかもしれない。
- 気候変動問題とは無関係な動機で進む社会の変化が、脱炭素化の進展に大きな影響をおよぼす可能性がある。
 - ✓ たとえば、IoT（モノのインターネット）、AI（人工知能）、5G（次世代移動通信）、VR・AR（仮想現実・拡張現実）、3Dプリンタ、ロボット、ドローン、自動運転などのテクノロジーが、10～20年後の産業や人々のライフスタイルを大きく変えるかもしれない。
 - ✓ これらのテクノロジーは、エネルギー需要の増加を抑えたり、エネルギーの需要と供給のバランスを制御するなどに役立ち、脱炭素化に大きく貢献するかもしれない。
 - ✓ 逆に、テクノロジーのために電力需要が増大し、脱炭素化を困難にする要因になるかもしれない。
- 社会には気候変動問題以外のさまざまな課題が存在している。日本でいえば、少子高齢化、地方の過疎化、格差の拡大など。将来の社会の脱炭素化を思い描く際には、同時にこれらの課題にどう向き合うかを考えることも重要になるだろう。

脱炭素社会への転換と生活の質に関する市民パネル

主 催 脱炭素社会への転換と生活の質に関する市民パネル 実行委員会

実行委員： 三上直之（北海道大学）、八木絵香（大阪大学）、江守正多（国立環境研究所）、
田村哲樹（名古屋大学）、松浦正浩（明治大学）、池辺 靖（日本科学未来館）、
工藤 充（大阪大学）、岩崎 茜（国立環境研究所）

事務局スタッフ： 有坂美紀（RCE 北海道道央圏協議会）、高橋祐一郎（農林水産政策研究所）、
上川 伶、郡 伸子、櫻木正彦、杉田恵子、舟見恭子（以上、北海道大学科学技術
コミュニケーション研究室）、角野裕佳子（北海道大学高等教育推進機構）

後 援 北海道、札幌市

協 力 公益財団法人北海道環境財団、RCE 北海道道央圏協議会

脱炭素社会への転換と生活の質に関する市民パネル 政策関係者のための報告書

2019 年 3 月 7 日 第 1 版発行

発行者 脱炭素社会への転換と生活の質に関する市民パネル 実行委員会

連絡先 〒060-0817 札幌市北区北 17 条西 8 丁目

北海道大学高等教育推進機構 高等教育研究部 内

TEL 011-706-6069

E-mail jury2019@high.hokudai.ac.jp