

## 2014年報告の要約（仮訳）

この「大規模な脱炭素化への道プロジェクト（DDPP）」2014年報告では、地球の気温上昇を産業革命前と比較して2°C未満とするような排出削減の達成に向けて、DDPPの各国研究パートナーが出した技術的な方策についての予備的な結果がまとめられている。ただし、現段階では、経済的、社会的な費用や便益は考慮されていない。DDPPは、大規模な脱炭素化に関する方法、前提、結果を開発・共有する15の各国研究パートナーといくつかの提携機関からなる知識ネットワークである。個別のDDP各国研究パートナーは、国ごとの社会経済状況、開発への期待、インフラストック、資源賦存量、その他の関連する要素を考慮に入れることを目指しつつ、低炭素経済への移行に向けた具体的な手法の分析を行う。

この要約ではまず、これまでの世界規模の研究（1章から4章で議論されている）の主要な結果について簡潔に説明し、続いて、DDPPの国レベル分析（5章で説明）の何が新しく特別なのかについて触れる。本稿は、各国研究パートナーが開発したDDPPの主な予備的結果を要約し（6章）、2015年12月にパリで開催が予定されている国連気候変動枠組条約（UNFCCC）の第21回締約国会議（COP21）に至る国際交渉のための何らかの示唆を引き出すものである。

### 気候変動と持続可能な開発

気候変動が抑えられない場合に生じる経済的、社会的そして環境面のリスクは甚大である。これらのリスクは、数十年にわたる成長と開発の成果を後退させ、繁栄の土台を崩しかねないだけでなく、それぞれの国が、貧困の撲滅や継続的な経済成長を含む、将来の最も基本的な社会経済的な発展の目標を達成できなくする危険をもたらす。リスクの影響は、すべての先進国、途上国に同じように及ぶ。

危険な気候変動を回避することと、持続可能な開発を達成することは、表裏一体である。各国が貧困撲滅に失敗したり、自国民の生活水準を上げたりすることができなければ、気候変動との戦いに勝つ見込みはない。気候変動に対処するには、エネルギーシステムの脱炭素化を含む、すべての温室効果ガス（GHG）の大規模な排出削減が必要とされる。これに成功するには、この移行にあたって、非常に低い排出量という制約の範囲内で、社会経済的開発のニーズが満たされるようにしなければならない。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の評価報告書を含む、これまでの世界規模の研究の結果からは、GHG排出の大規模な削減と社会経済的開発の実現は、相互排他的ではないことがわかる。この2つは1枚のコインの表裏をなし、持続可能な開発の一環として、同時に追求されなければならない。急速な技術的進歩がみられ、それらが経済的社会的に実現可能な条件で広範に普及するという前提があれば、手堅い経済成長と繁栄の進展は大規模な脱炭素化の目的と合致する。各国研究パートナーが開発したDDPでは、技術分野の研究・開発・実証・普及（RDD&D）を強力かつ世界的に推進すれば、鍵となる低炭素技術が大規模かつ手頃な価格でタイムリーに導入できると考えられている。DDPsではまた、継続的で、時には急速な経済成長が想定されている。

### 2°C未満とするための炭素割当量と排出削減の軌跡

2010年、すべての政府は、「気候システムに対して危険な人為的干渉を及ぼさない」よう、地球表面の平均気温の上昇を、産業革命以前の平均気温と比較して2°C以内とすることを目指すという、UNFCCCの目標の実現に向けた取り組みをはじめた。各国政府の行動は、2°Cを超える気温上昇が引き起こす将来の人類の福利への甚大なリスクを認識して起こされたものである。IPCC第五評価報告書（AR5）第二作業部会（WG2）で分析された最新の科学的調査では、地球温度が2°C上昇するだけ

で、人類の福利に対して深刻な影響を引き起こすと結論づけている。気候変動のリスクを管理可能な範囲に留め、私たちが気候変動に適応できるようにする上で、地球温暖化を 2°C未満に抑えることは必要不可欠である。

地表平均気温の上昇を 2°C未満に抑えようとする、世界の GHG 累積排出量を厳しく制約することになるが、これには、排出される GHG のうち単独で最も大きな割合 (76%)<sup>1</sup>を占める CO<sub>2</sub> も含まれる。2°C未満という制限を守れる可能性が高い—3分の2以上の確率と規定される—状態に保持するためには、土地利用、化石燃料、産業から生じる世界の CO<sub>2</sub> 累積排出量を今世紀中盤までに 5500 億—1兆 3000 億トン (550—1300 ギガトン Gt)の範囲内にしなければならない<sup>2</sup>。負の純排出からの相当の貢献を差し引くと<sup>3</sup>、2050年までの世界の炭素収支は 825Gt である。この CO<sub>2</sub> 収支を守るには、その後も非常に短期での世界的な最大化と急激な世界の CO<sub>2</sub> 排出削減、特にエネルギー関連の CO<sub>2</sub> 削減が求められる。IPCC が検討した、上昇を 2°C未満に抑えられる可能性を高くした場合のシナリオ (複数) では、化石燃料の燃焼と工業プロセスからの世界の CO<sub>2</sub> 排出 (エネルギー起源 CO<sub>2</sub> 排出) が 2050 年には平均で 11 ギガトンに近づくと予測している (2011 年から 34 ギガトンの減少)。IEA のエネルギー技術展望 2°Cシナリオ (2DS) では、2°C未満達成の確率をたった 50%としているが、2050 年の世界のエネルギー起源 CO<sub>2</sub> は 15 ギガトンに達している。UN 人口部の中期出生率予測に従って、世界の人口が 2050 年までには 95 億人に達すると仮定すると、各国はそれぞれの国において、2050 年には世界平均で一人あたり 1.6 トン<sup>4</sup>のエネルギー起源 CO<sub>2</sub> 排出という値に近づけなければならないことになるが、これは今日の世界平均 5.2 トンと比較すると急速な減少であり、現在の一人あたり排出量が世界平均を大きく上回る先進国にとっては特にそうである。

1. UNFCCC, AR5, WG3, SPM

2. 同上

3. CCS 付きバイオエネルギー (BECCS) といった負の純排出技術の一部を大規模に利用することの持続可能性は、土地利用におけるエネルギーと食糧の競合などの理由もあり、いまだ議論されているところである。

4. 確率 50%に対する値。確率 66%に対しては 1.1 トン。

## 2°C未満制限に真剣に取り組むべき理由<sup>5</sup>

世界は 2°C制約を守れる態勢になっていない。気候変動に関する意識は高まっており、多数の国々、都市、企業がその数を増やししながら GHG 排出量を削減すると約束している一方で、そうした誓約をすべて合わせたとしても、2°C制約を達成するのに十分ではない。IPCC AR5 第三作業部会 (WG3) が再検討したシナリオでは、GHG 削減のさらなる努力なしには、世界の平均気温は工業化以前と比べて 3.7°Cから 4.8°C上昇する軌道上にあることがわかる。気候の不確実性を十分に考慮すると、今世紀末までにこの範囲は 2.5°Cから 7.8°Cに拡大する。

このような気温上昇が招く結果は破局的である。ポツダム気候影響研究所 (PIK) が世界銀行<sup>6</sup>のために作成した最近の報告では、4°C気温が上がった世界の劇的な状況を描写しているが、そこでは、極端な気候と天候が荒廃と甚大な人的被害をもたらす。人的・物理的システムに深刻な影響がみられ、人的要因をさらに増幅させるような正のフィードバック機構が働く可能性がある。IPCC AR5、そして多数の国際的・国別の評価がこの知見を立証している。そのため、2°C未満制限が持つ意味について、世界が今よりもずっと真剣に考えることが不可欠である。各国政府、企業、市民社会はこの目標を達成するために求められる重大な変化を理解し、実行していかなければならない。

われわれは、2°C制約が達成不可能であり、その目標を下げるかあるいはまったく放棄すべきだとする一部の意見にくみしない。2°Cを超える気温上昇が、すべての国の人々の福利と開発の展望に対

して、深刻かつ不可逆的な被害をもたらすことは、科学的に明らかである。2°C制約を断念することの政治的なリスクもまた大きい。世界が2°C制約を守るべく行動しなかったり、各国が目標を下げようとしたりするならば、国際社会が別の量的目標について合意できる可能性は、実際にはなくなってしまっただろう。各国は、気候変動に国際的に協調した対応をとるための量的な足がかりを失って、滑りやすい下り坂にいたるような状況に置かれるだろう。2°C制約は、国際的な行動のために非常に重要なツールであり、保持されなければならない。

最新の科学的調査では、2°C制約の範囲内に留まることは困難ではあるが実現可能なことが示されている。世界規模の研究——IPCCC AR5 WG3 が検討した諸シナリオ、IEA 世界エネルギー展望 (WEO)、エネルギー技術展望 (ETP)報告、国際応用システム分析研究所 (IIASA)による世界エネルギー評価 (GEA) などを含む——によると、世界の GHG 排出を、2°C制約を満たすレベルまで減少させることは、いまだ到達可能である。しかし、明らかに、その可能性は急速に小さくなりつつある。そのため、各国は、2°C制約の達成可能性を保持できるよう、迅速かつ断固とした協調的方法で行動しなければならない。

5. インドの研究パートナー (TERI) は、本報告で言及されている気候科学に関するいずれの研究の結果についても、IPCC AR5 の結果に含まれていないものについては、承認できない。
6. Schellnhuber, HJ, et al. Turn down the heat: climate extremes, regional impacts, and the case for resilience - full report. Washington DC; World Bank. June 2013. <http://documents.worldbank.org/curated/en/2013/06/17862361/turn-down-heat-climate-extremes-regional-impacts-case-resilience-full-report>.

## 世界規模での 2°C制約の実施

2°C制約達成圏内に留まるために何を実行すべきかについて、真剣に検討した国は非常に少ない。2010 年にカンクンで開催された COP16 以来、先進国・途上国を問わず数多くの国々が、2020 年までの GHG 排出削減または GDP の炭素強度の量的目標を策定している。しかし、そうした目標——詳細な政策行動や実施計画の裏付けはこれからというものもある——をすべて合わせても、大規模な脱炭素化という長期的・世界的な目的に見合った軌道に各国をのせるには不十分である。実際、ほとんどの 2020 年排出削減目標は、現状 (BAU)トレンドからの削減、GDP の炭素強度の削減、または基準年と比較して比較的控えめな GHG 総量の減少、といったもので構成されている。全般的に、各国の目標は、2°C制約を守るのに必要なことの評価から導き出されたものではない。

国際的に協調した、目標指向の 2°C制約を実施するアプローチによってのみ、人類は危険な気候変動を回避できる。本 DDDP 報告とその他の多くの分析が明らかにする通り、2°C制約遵守のためには、エネルギー、生産システム、工業、農業、土地利用、人為的開発のその他の面において、大規模な変化が求められる。現行の社会経済開発の枠組を大きく変化させなければならない。こうした変化を支えるのに必要な技術の多くは、すでにあるが、まだ大規模な活用ができないものも多い。決定的に重要な低炭素技術を商業的に利用可能で手の届く価格にし、各国が長期的な変化を追求できるようにするためには、長期的・国際的な協力と信頼が必要となる。DDDP の重要な目的は、2°C制約の実行に向けた分析的手法を提案することと、強力な世界的 RDD&D が求められる技術など、低炭素経済への移行を成功させるための国際的な協調を必要とする分野を特定することである。

## 2050 年に向けた国レベルでの大規模な脱炭素化への道 (DDPs) の必要性

DDDP は、各国が 2°C制約に沿ったエネルギーシステムの大規模な脱炭素化を今世紀中盤までに達

成しつつ、それぞれの開発における優先事項を追求していける方策を説明することを目指す。2013年10月に DDDP が発足して以来、DDDP 各国研究パートナーは連携して、合わせて用いれば世界が 2°C 制約を遵守できるような DDDPs の主要な指針や必要事項を確認してきた。DDDPs は、2°C 制約に向けた方策の確定に役立つという大まかな合意が形成された。

2°C 制約を守るには、各国がさまざまな選択肢を模索し、長期的な戦略を策定することで、大規模な脱炭素化に向けた長期的な方策を定める必要がある。脱炭素化という課題の性質と規模は、手軽で簡単な応急処置では間に合わないものである。大規模な脱炭素化は一朝一夕にならず、特効薬もない。大規模な脱炭素化は、穏やかで漸進的な変化でも、BAU からのわずかな削減でもない。特に、各国のエネルギーと生産システムに、長期的な取り組みを必要とする大きな変更を加える必要がある。例えば、発電や交通インフラについて今日なされる決定は、将来の GHG 排出に対して長期的な影響を及ぼすが、その影響は綿密に考慮し量的に把握しなければならない。

各国研究パートナーが開発した DDPs は、気温上昇を 2°C 未満に制限するという世界的な目標から「バックキャスト」して、この目標を達成するために必要となる大規模な脱炭素化への移行を模索している。われわれが「バックキャスト」するとき、それは、将来の GHG 排出目標を固定した上で、その目標の達成に必要なとされる変化を決定していくというプロセスを意味する。バックキャストを硬直した、中央集権的な立案法と取り違えてはいけない。戦略や方策は気候科学からの新たな知見や技術革新、実行して得られた教訓などを受けて常に見直され、更新されなければならないので、大規模な脱炭素化は適応的なプロセスでなければならない。

DDPP は問題解決に際し、二段階のアプローチをとる。1 つは、本報告の焦点でもあるが、地球の気温上昇を 2°C 未満に制限するという目的達成に向けた、技術的に実現可能な DDPs を記述することである。現在の段階では、経済的・社会的な費用と便益の問題を体系的に検討しておらず、誰が費用を負担するかについても考えていない。本報告で提出されている技術的な方策は、DDPP 事務局が各国の DDPs を支援するために提供した技術的な前提に基づいている。2 番目の——もっと後の——段階では、技術的ポテンシャルの分析をさらに深め、より大規模な脱炭素化への方策のための選択肢を模索していくことになる。また、技術的な実現可能性よりもさらに大きな視野に立って、費用と便益を定量化し、各国・国際社会の財政的要求を見積もり、国別・世界的な政策枠組みを策定し、開発と大規模な脱炭素化という 2 つの目標を両立させる方法を詳細に検討することになる。こうした課題は、2015 年 DDPP 報告で説明されるだろう。しかし、技術的に実現可能な DDPs は、2°C 制約達成に向けて不可欠の第一歩であり、求められる技術的・構造的変化の規模と性質を具体的に示すものである。

各国研究パートナーが開発した技術的 DDPs は、数々の国内的・国際的政策の前提に基づいており、そうした前提は 2015 年の DDPP 報告でより詳細に検討されることになっている。こうした政策前提には以下のようなものがある。

- ・ すべての国が、大規模な脱炭素化のための、強力かつ早期の協調行動をとる
- ・ すべての国が、それぞれの国にふさわしい政策、規制、インセンティブを十分に採用する
- ・ 財政の流れが、高炭素のポートフォリオやプロジェクトから低炭素のものに切り替えられる
- ・ 途上国が、削減政策の実行や低炭素への投資を行うための財政的支援を適切に要求した場合、資金的サポートが提供される
- ・ 例えば、各国間で費用と便益が公平に配分されるような技術協力メカニズムと資金により、すべての国にとって、低炭素技術が手頃な価格で利用可能となる

本報告でとりあげられた、各国研究パートナーの開発による DDDPs は、大規模な排出削減に関する既存の世界レベルでの研究に補完的な分析を提供するものである。国レベルで行動を起こさせるための強力で説得力のある主張をするためには、DDPs は国固有であり、その国の専門家によって開発

されなければならない。DDPsはその国の開発戦略に合ったもので、その他の社会経済的・環境的ゴールに沿ったものである必要がある。DDPsは、貧困の撲滅、雇用創出、不平等の是正、エネルギーと食糧の安全保障、生物多様性保護といった、各国が直面する短期・長期の課題が、大規模な脱炭素化と平行して対処できるものであることを示さなければならない。DDPsは、国固有のインフラストック、天然資源量を考慮しなければならない。また、その国におけるシステム面の問題に加え、技術、インフラ、資本ストックのその国独自の変化スピードも考慮する必要がある。これらはどれも、世界を単一にとらえるモデルや研究では達成できない。それらのモデルや研究はきめ細かさが十分でなく、国レベルでの政策実行に向けた詳細な技術的ロードマップを提示できないからである。

各国政府によって開発されるであろう DDPs は脱炭素化に関する国を挙げての対話を促進し、集中的で複雑な問題解決のプロセスを開始するのに役立つ。透明性の高い DDPs により、すべての国において、どのようにすれば排出削減目標を達成できるか、費用便益や考えられるトレードオフを理解し、「ウィン・ウィン」の相乗効果を挙げる方法を見つけられるか、についての公の議論が可能になる。そうした大規模な脱炭素化に関する技術的・社会的・政治的分析や国民的な議論は経済界、市民社会、さまざまな分野の専門家コミュニティ（エンジニア、地質学者、気候学者、経済学者、社会学者など）を巻き込んで、脱炭素化への最適な選択肢を議論し、障害を見だし、新しいアプローチを提案していくことができる。DDPs は、あらゆる国において、議論と問題解決のダイナミックなプロセスの枠組みとなりうる。

また、各国政府が開発するであろう DDPs は、国家間の信頼を培い、各国の期待を形成し、対途上国支援も含めてどこに国際的な協力と支援が求められるかをはっきりさせるのに役立つ。DDPs は、各国がどのようにして、大規模な脱炭素化の実現を目指し、GHG 排出削減に国として真剣に取り組む姿勢をみせるかを明らかにする。透明性の高い DDPs は、国家間の信頼関係を強めるが、このことは、気候変動に対して国際的に協調した対応を取る上で決定的に重要である。DDPs により、国際的な支援やさらなる国際協調が必要とされる分野、特に低炭素技術の研究・開発・実証・展開におけるそうした分野を明らかにするのに役立つ。

## 各国研究パートナーが開発した 15 の DDPs からの中間結果

各国研究パートナーが開発し、本報告で概説されている初期の代表的な DDPs は、全体で、2050年までに大規模な総量排出削減を達成する。15の予備的な DDPs からのエネルギー起源 CO<sub>2</sub> の排出総量は、2050年までに 12.3 ギガトンのレベルにまですでに達しているが、これは 2010年と比較して 22.3 ギガトンの減少である。これは、上記期間中にエネルギー起源 CO<sub>2</sub> の排出量が 45%、また、一人当たり排出量では 56%、GDP の炭素強度では 88%減少することを意味する。中間 DDPs では依然、2°C 制約遵守を「期待できる」（成功の確率が 3分の2以上と規定される）までに必要な、十分な脱炭素化を達成しているわけではない。各国研究パートナーは、2015年発行予定の経済社会的評価を含む DDPs 改訂版（6章を参照）に組み込まれる予定の、大規模な脱炭素化に向けた追加的な機会を見いだした。それでも、脱炭素化への道を全体でみると、現時点ですでに相当の効果が見込まれ、2°C 目標に見合ったものとなりつつある。

代表的な初期 DDPs はすでに、鍵となる知見を提供し、大規模な脱炭素化に向けた各国独自の要素を特定している。その中には、大規模な脱炭素化に向けた、国ごとに適切な戦略の主要な構成要素や、最も有望で各国に合った技術的選択肢が含まれる。代表的な初期 DDPs はまた、DDPP で今後対応すべき主要な課題も挙げている。最後に、DDPs は、大規模な脱炭素化を成し遂げることを可能とするような諸条件を暫定的に提示している。入念な分析、公の議論、実践による学習を通じたさらなる改良により、これらの条件を理解し、満たしていかななければならない。

## エネルギーシステムの大規模な脱炭素化の3つの柱

各国研究パートナーによって開発された15の代表的な初期DDPsから、各国のエネルギーシステムの大規模な脱炭素化の3つの柱が示されている。

- 1 エネルギー効率と省エネ：あらゆるエネルギーエンドユースセクターにおけるエネルギー効率の大幅な改善。旅客・貨物運輸においては、自動車技術の改良、スマートな都市設計、最適化された価値連鎖による；住居や商業用建築物においては、エンドユース設備や建築デザイン、建築方法、建設資材の改良による；産業においては、改良された設備、生産プロセス、材料効率、廃熱のリユースによる改善。
- 2 低炭素電力：既存の化石燃料ベースの発電を再生可能エネルギー（水力、風力、太陽、地熱など）、原子力および／または炭素貯留（CCS）化石燃料（石炭、ガス）に置き換えることによる、発電における脱炭素化。
- 3 燃料の切り替え：運輸、建築、産業におけるエンドユースエネルギー供給を炭素集約度の高い化石燃料から、より低炭素の燃料に切り替える。低炭素電力、その他の発電により合成されたエネルギー担体、持続可能なバイオマスまたは低炭素の化石燃料など。

すべての国に共通の3つの柱の中で、個別の代表的な初期DDPsは各国の事情に基づいた異なるアプローチを数多く提示している。各国の事情の区別には、社会経済的条件、再生可能エネルギー資源のほか、再生可能エネルギーや原子力、CCS、その他の技術開発に関する国それぞれの政治的必須条件が含まれる。例えば、インドのパートナーが開発したDDPsは主に再生可能エネルギーと原子力を使って発電を脱炭素化しているが、CCSは使用していない。なぜなら、インドにおける地質学的な炭素隔離の可能性の規模がはっきりしないからである。その正反対の例として、カナダ、中国、インドネシア、メキシコ、ロシア、英国のパートナーによるDDPsは、2050年までに石炭とガス燃焼によるCCS発電がかなりの割合になると見積もっている。

## セクターレベルでの主な脱炭素化の挑戦

予備的なDDPsではまた、経済的・社会的費用を考慮しないとしても、大規模な排出削減が最も困難であるセクターを挙げているが、特に貨物輸送と産業がそうである。発電、建築、旅客輸送といった他の分野における、低炭素戦略についての既知知識に比べ、貨物輸送および産業の分野における脱炭素化戦略は、開発と理解において下回っている。これら2つのセクターは、DDPPによる今後の分析の主要な重点分野であり、世界的な研究・開発・実証・展開の取り組みにおける将来的な課題となる。

貨物輸送と産業分野に対し、いくつかの可能な解決法が提示されている。貨物輸送における脱炭素化の選択肢には、駆動技術の改良（電池、ハイブリッド、圧縮または液化ガス（天然または合成）および水素）；モーダルシフト（道路輸送から列車、船舶へ）；持続可能なバイオ燃料や合成燃料による航空・海上輸送などがある。産業における脱炭素化の選択肢には、効率の向上、ボイラーの電化、工程廃熱の再利用、持続可能なバイオマス（エネルギー作物と廃棄物の両方）、およびCCSがある。いずれの場合でも、解決策となるかどうかは、価格次第である。

ここに挙げられた産業と貨物輸送の脱炭素化の選択肢の一部は、今後すべてのDDPsに含まれていなければならない。各国研究パートナーの中には、それぞれのDDPs改訂版において、追加的な脱炭素化の選択肢を組み入れたところもある。これらのパートナーはまた、工業生産、特にエネルギーと鉱業生産における各国の予測が、2050年までの世界的な需要および国内的なインフラ整備需要の予測と確実に整合するようにする。貨物輸送と産業セクターにおける大規模な排出削減に伴う技術的な課題を踏まえ、これらの製品やサービスに対する需要の伸びを抑制または制限するような補完的な対

策が、各国の社会経済的目標や戦略を考慮しつつ研究されることになるだろう。

## 世界的な技術推進の必要性

15の各国研究パートナーはまた、大規模な脱炭素化の技術的な実行可能性は、現時点では完全には商業化されておらず十分に安価でないものも含めて、いくつかの低炭素技術を広範に利用できるかにかかっているとの確証を得ている。そのため、各国および国際社会は一丸となって、低炭素技術を開発するための大がかりな研究・開発・実証・展開（RDD&D）の取り組みを行い、こうした技術を広く利用可能とし、炭素の社会的費用が炭素の価格付けを通じて考慮されるようになった際には高炭素技術との価格競争力を持つようにしなければならない。ただし、炭素の価格付けは国家間で共通の方式である必要はない。

全ての各国研究パートナーは、決定的に重要な低炭素技術の開発と展開に関し、プロジェクト全体にあてはまる前提を採用した。

- ・ 関連するすべての商業化されていない低炭素技術を、時期をみて段階的に、商業的に利用可能にするため、十分な世界的 RDD&D および国際協力が行われる。
- ・ 決定的に重要な低炭素技術は、国ごとにそれぞれ定められた炭素の価格付けによって負われる炭素の社会的費用を考慮し、高炭素技術に対して価格面で妥当かつ費用競争力を持つものとなる。
- ・ 低炭素技術は、国家間で公平に費用と便益が共有される技術協力メカニズムや資金などを通じて、すべての国が利用でき、価格面でも妥当なものとなる。
- ・ 技術の普及は積極的に支援される。

すべての DDPs で、大規模な脱炭素化にとって決定的に重要とされる主要な技術の一部は、依然として技術的に成熟しておらず、経済的に手頃な価格ではない。そうした技術には以下のものがある。

- ・ 進んだエネルギー貯蔵、柔軟な負荷管理、変動の大きい再生可能エネルギー（風力は太陽光など）を大量導入しても電力システムの収支をあわせるための総合的なポートフォリオデザイン
- ・ 建築分野における非常に高性能な機器、制御、資材
- ・ 十分な航続可能距離のゼロエミッション自動車、とりわけ電池または燃料電池による軽量自動車
- ・ 航空・海洋輸送用の持続可能なバイオ燃料または合成燃料

新たに生まれつつある低炭素技術のいくつかは、15の DDPs のサブセットの鍵となる要素である。

- ・ 新しいタイプの再生可能エネルギー技術（改良された地熱、深海洋上風力、潮汐エネルギー）
- ・ 炭素補足と炭素隔離（化石燃料による発電所や産業で）
- ・ 一般市民の信頼と支持を保持できるような改良された原子力技術

各国研究パートナーは、各国における DDPs 実行を成功させられるかは、「方向付けられた技術変化」—政府、学界、経済界を巻き込み、目標とする技術的成果を念頭において、系統的・継続的で財政的に支持された取り組みを通じて推進される技術変化にかかっていることを強調している。必要な低炭素技術を自国のみで開発できると仮定して安穩としている研究パートナーは皆無である。同様に、市場の力のみでは、たとえ新たな知的財産の創出から見込まれる大きな利益に導かれてそうした市場の力が働いている場合であっても、必要とされる RDD&D を適正な規模とタイミング、経済分野やセクターを超えた協力のもとに推進するには十分ではない。そのため、技術的な成功は、まだ商業化されていない主要な低炭素技術それぞれについて技術的なロードマップに基づいた、技術開発における世界的な協調努力を必要とする。

方向付けられた技術変化は、誰が勝者となるかの競争ととらえるのではなく、市場に十分な数の勝者が生まれて、費用効率の高い低炭素技術が生み出されることを確実にするように考えられなければ

ならない。方向付けられた技術変化は大規模な脱炭素化という課題に取り組む上で不可欠である一方で、現在開発中、あるいは将来生み出される数多くの代替技術が存在している。技術ロードマップと政策協調は常に、新たな開発を受け入れる余地を残していなければならない。主要な技術に対する一般市民の支持と受容を築くための努力もまた、重要な役割を果たす。

## 2°C未満遵守の国際的取り決めのための初期の教訓

DDPP のアプローチ自体が、2050 年に向けて国レベルの DDPs を準備する決定的な重要性を明らかにしている。これらの方策、その結果や入力想定についての議論は、学習と問題解決のための絶対不可欠なツールである。このプロセスは、大規模な脱炭素化の長期的バージョンを開発する上でも、各国、経済界、投資家が将来の開発機会についての期待を形成する上でも非常に重要である。DDPP と類似のプロセスは、諸チームが国を超えて協働し、世界的に 2°C 制約を国レベルで実行・達成できるように計画するためのまたとない機会を提供する。

DDPP は、COP21 に向けた気候交渉の中に、長期的なバックキャストを導入する必要性を強く主張する。緩和に関する国際交渉の現在の焦点は、2025 年または 2030 年に向けた排出削減についてである。しかし、各国がより長い時間軸で考え、長期目標からのバックキャストをしなければ、2°C 制約の枠内に留まるのに必要とされることにはるかに及ばない戦略を採用する可能性が高い。その構造上、現行の漸進的なアプローチでは、大規模でシステム全体に及ぶような変化や、今はまだ商業化されていなくても目標達成には欠かせない重要な技術を考えることができないであろう。

DDPP プロセスが具体的に示すのは、少なくとも 2 つの新しい要素が、パリで 2015 年に行われる COP21 での世界的取り決めに取り入れられなければならないということである。それらの要素は、取り決めの全範囲、中でも特に、必要とされる緩和や適応行動を実行するための、途上国に対する十分な支援（財政的・技術的・能力強化）を提供する必要性のすべてをカバーするものではない。そうであっても、大規模な脱炭素化が、避けることのできない適応策の必要性と費用を低減させるであろうことを念頭におけば、それらは、2°C 目標の実行に向けた世界的取り決めに成功させる上で不可欠な構成要素である。

- ・ 国ごとの DDPs : それぞれの国が、2050 年に向けて、2°C 制約と自国の事情に整合するような（拘束力のない）DDP を開発し公に利用可能にするという、世界的な共通の取り組み。公式の国 DDPs（研究者が開発した代表的な DDPs とははっきりと異なる）は、世界的目標に対する、そして達成に向けた技術協力、財政支援、能力開発を含むあらゆる側面からの世界的協力に対する共通の取り組みに基づいて定められることが望ましい。
- ・ 低炭素技術に関する世界的な大規模な RDD&D : 現時点では技術的に未成熟で化石燃料ベースの技術に対する経済的競争力がなくても、大規模な脱炭素化の成功にとっては重要な、多様な低炭素技術を開発・実証・普及するための、大規模かつ継続的な、世界規模での国際協調による官民あがでの取り組み。こうした技術をすべての国で確実に利用可能かつ価格面で妥当なものとするには、世界的な技術協力と資金メカニズムもまた必要である。

われわれは、この 2014 年報告と発行予定の DDPP 報告が、2°C 目標の実行に向けて有益な貢献となることを願っている。特に、DDPP が、国ごとの DDPs の国際比較とデザインを促進し、鍵となる低炭素技術の時宜を得た大規模な展開と妥当な費用を実現するための世界的な RDD&D の協力的取り組みなど、その達成のために必要な世界的協調を推進するのに役立つことを願う。