

## 5 技術の役割

ここでは、中長期的に気候変動対策を進めていく上で重要となる技術の役割について、今後の地球規模での技術開発・普及戦略を含めてとりまとめた。

### (1) 脱温暖化社会形成のための技術

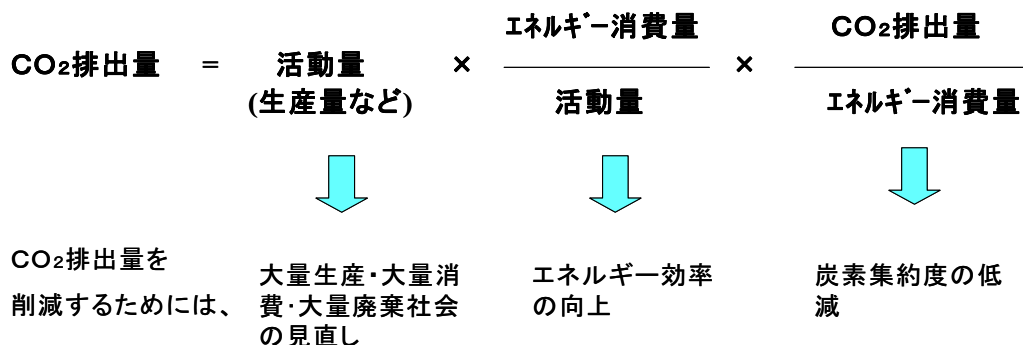
温室効果ガス削減のため、炭素集約度の低減については歴史の実績を上回るスピードが必要となっており、この分野の技術の開発及び大量普及が重要である。

#### (脱温暖化社会形成における技術の役割)

- 将来の排出削減努力の効果やその効率性、さらには各安定化濃度/気候安定化目標の実現可能性は、今後開発され、実際に普及する技術に大きく依存することとなる。このため、長期及び中期の目標の設定や、その達成に向けた最適な排出削減シナリオを検討する上で、技術の開発とその普及についての展望を描くことは重要な意味を持つ。

#### (活動量適正化、エネルギー効率向上、炭素集約度低減の技術)

- エネルギー起源 CO<sub>2</sub> の排出量は、「活動量」、「エネルギー効率」及び「炭素集約度」の3つの要素に分解できる。エネルギー起源 CO<sub>2</sub> の排出量削減のためには、これら3つの要素についてのバランスのとれた取組が必要であり、技術については、「活動量適正化の技術」、「エネルギー効率の向上を図る技術」、「炭素集約度（単位エネルギーあたりの CO<sub>2</sub> 排出量）の低減を図る技術」が重要である。



- IPCC 第三次報告書によれば、濃度安定化目標の達成のために今後必要となる技術改善のスピードを歴史的な実績と比較すると、エネルギー効率向上技術については、これまでの技術実績のスピードの範囲内で良いが、炭素集約度の低減技術については、歴史的実績を上回る低減スピードが必要になるとされている。このため、とりわけ、炭素集約度の低減技術の開発及び大量普及が重要である。

### (既存技術と革新的技術)

- IPCC 第三次評価報告書では、エネルギー効率の向上を図る技術と、炭素集約度の低減を図る技術のそれぞれについて、既存技術と革新的技術がリストアップされている。表-5.1 は、具体的な温室効果ガス排出削減技術を示したものである。多様な技術の開発・普及が期待されている。
- なお、日本の地球温暖化対策推進大綱でも、革新的技術による温室効果ガスの削減が掲げられているが、それは、1998年の大綱制定時には実用化されていなかった技術を指しているものであって、IPCCの分類とは異なる。例えば、「高性能工業炉」技術は大綱では「革新的技術」として位置付けられている。本資料では、IPCC 第三次評価報告書に基づき、「既存技術」を現在利用されている、あるいはパイロットプラントの段階にある技術とし、「革新技術」を技術上の飛躍的發展が求められる新規技術としている。このため、2010年時点で導入が見込まれるような技術的に概ね確立されたものは、ここでは革新技術に該当せず、例えば高性能工業炉は「既存技術」として位置付けられている。

表-5.1 温室効果ガス排出削減技術の例

	エネルギー効率の向上 (主に需要側の技術)	炭素集約度の低減 (主に供給側の技術)	その他
<b>既存技術</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高性能工業炉</li> <li>・高効率ヒートポンプ</li> <li>・建築物や住宅のエネルギー管理システム</li> <li>・LED照明</li> <li>・ハイブリッド自動車</li> <li>・水素吸蔵合金</li> <li>・燃料電池自動車</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子力発電</li> <li>・天然ガスコンバインドサイクル発電</li> <li>・燃料電池コージェネレーション</li> <li>・低コスト・高効率太陽光発電</li> <li>・超耐熱材利用高効率発電</li> <li>・超電導発電機・送電ケーブル</li> <li>・核融合</li> <li>・宇宙太陽光発電</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・森林吸収源増強</li> <li>・農畜産物起源N<sub>2</sub>O・CH<sub>4</sub>除去触媒</li> <li>・炭素隔離・貯蔵技術</li> </ul>
<b>革新技術</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バイオテクノロジー利用素材</li> </ul>		

(出典) みずほ情報総研資料より環境省作成

## (革新的技術の開発における不確実性の検討)

- 将来予測の不確実性には、技術開発そのものの実現可能性もある。特に、その技術が革新的であればあるほど、その開発の不確実性は大きい。新たに市場に投入される技術に関しては、温室効果ガスの低減効果のみならず、生態系などの環境への影響や、社会への影響もあわせて評価していかなければならない。革新的技術の中にも、その開発・実用化の可能性には幅があるため、それらの技術を、実現可能性に応じて、区別して議論していくことが重要である。
- また、革新的技術が開発され、実用化されたとしても、それが、例えば、先進国、途上国を含む温室効果ガス排出量の大部分を占めているであろう数十の国々への普及が 2050 年以前、あるいは 2020 年から 2030 年頃に普及可能かどうかの検証も必要である。開発されたいかなる温暖化対策技術であっても、その技術が実際に普及・利用され、温室効果ガスの排出削減に結びつかなければ意味がない。

## (2) 技術の開発・普及に必要な条件と時間

技術の開発・普及に関して、単体技術だけでなく、それを支える全体システムを視野に入れた検討が必要である。また、世界レベルでの技術の普及には、一国内での技術の普及と比べて、様々な側面で格段の困難が存在し、数十年単位での時間を要する可能性が小さくない。

### (単体技術の普及を支えるシステムの整備)

- 温室効果ガス削減技術が開発されたとしても、その技術だけでは普及は見込めないことがある。このため、単体技術だけでなく、それを支える全体システムを視野に入れた技術の開発・普及を考えていく必要がある。
- CO<sub>2</sub> 排出削減技術の多くは、エネルギーシステムに関わっているため、その開発・普及のためには、エネルギーシステムの変革が必要とされる。例えば、水素エネルギーの普及には、水素の製造、運搬、供給、使用機器などすべての段階における技術の開発と普及が必要となる。こうしたエネルギーシステムの構築は、インフラ整備などにも関わるため、これを変えるのは現実には容易でないという、システムの特長がある。

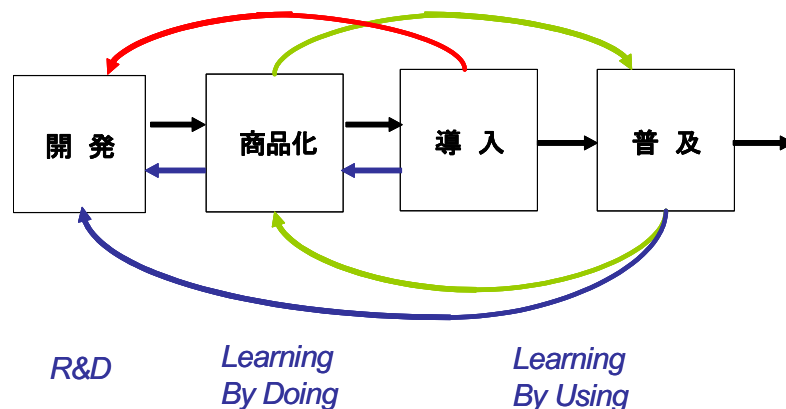
## (知的所有権)

- 世界レベルでの技術の普及には、一国内での技術の普及と比べて、様々な側面で格段の困難が存在する。例えば、豊かな国から途上国へ国境を越えて、技術を普及する上では、知的所有権や特許の扱いも課題となる。知的所有権や特許は開発側にとってはインセンティブとなる一方、それを専ら利用する側にとっては、コスト高を招き、経済力のない国々における普及の大きな障害となりうる。

## (フィードバックしながら進む技術の開発・普及)

- 技術の開発・普及は、開発→商品化→導入→普及といった線形的なプロセスを進んでいくものではなく、現実には幾重にも各過程を往復しつつ、改良を重ねながら費用も低減され、普及が進んでいくことにも留意する必要がある（図-5.1 参照）。

図-5.1 技術の開発・普及プロセス



(出典) Edwards S. Rubin

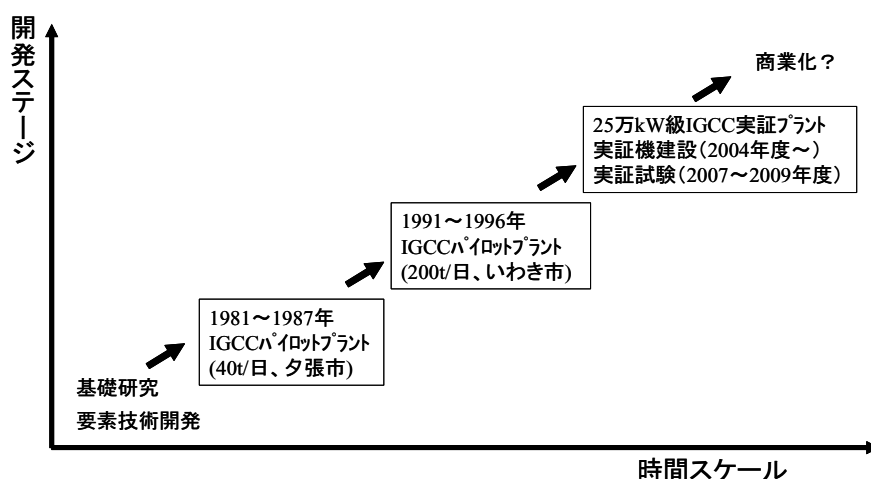
## (新しい技術が世界的規模で普及するために要する時間の考慮)

- 温室効果ガス排出削減のための新しい技術は、単体技術だけでなくシステムとしての

整備が必要なことや、知的所有権などの技術の普及面での障害、フィードバックを繰り返して進む技術の開発・普及プロセスによって、技術が開発されてからそれらが世界規模で普及・利用されるまでには、数十年単位での時間を要する可能性が少なくない。

- 技術の開発にも長い時間が費やされる場合がある。例えば、日本で開発が進められている石炭ガス化複合発電 (IGCC) 技術を例にとると、その開発ステージを時間軸に表した図-5.2に示すように、パイロットプラントの稼働に着手してから、規模の拡大を経て、実証試験を終了するまでに既に30年近い年月を要している。

図-5.2 石炭ガス化複合発電技術の開発例



### (3) 技術の開発・普及を促進する制度と政府の役割

技術の開発・普及を促進するため、目標や基準の設定を通して技術の開発・普及を促進する「需要刺激型」と、補助金の交付等により技術の研究開発・普及を支援する「供給支援型」をバランスよく組み合わせていくことが必要である。また、技術の開発・普及において、政府の役割も大きい。

#### (技術の開発・普及を促進する制度)

- 技術の開発・普及を促進する制度として、大きく分けて、目標や基準の設定を通して

技術の開発・普及を促進する「需要刺激型」と、補助金の交付等により技術の研究開発・普及を支援する「供給支援型」の二通りがあり、これらをバランスよく組み合わせる必要がある。一方、炭素税や排出量取引のように市場における価格インセンティブを活用する方法もある。

- 温室効果ガス削減技術については、特に需要側において多くの新しい技術のシーズが芽生えつつある。これらの技術シーズを育てるためには、その有用性をきちんと評価する仕組みを設けると同時に、制度面での各種の障害を取り除くための努力を一層進める必要がある。
- 新しい技術を地球規模で技術を普及させていく場合、国際社会として、個別の単体技術の普及を促進する方策に関する合意だけでなく、それぞれの国の社会が新しい技術を普及させやすいような社会制度を導入することに合意が必要である。

### **(技術の開発・普及における政府の役割の重要性)**

- 温室効果ガス削減のための技術を開発し、普及させるためには、市場の活力を活かすことが重要であるが、政府の役割もまた重要である。ただし、どのような技術の開発に重点を置くのか等によって、政府の果たすべき役割の程度も変わってくる。このような点も考慮に入れて、今後の技術開発が目指すべき方向についての社会的な判断が必要である。

### **(インフラの整備における政府の役割)**

- 第一には、民間企業により主導される温室効果ガス削減技術の普及において、それを支えるインフラの整備に、政府の役割が期待される。政府は、技術の開発・普及を進める上で、単に単体の技術開発を促すだけではなく、それを支える制度やインフラをどう築いていくかに配意しなければならない。

### **(政府の積極的な関与による技術の実用化)**

- 第二には、巨額の初期投資を要する技術の実用化に向けた政府の関与である。技術は市場に普及して初めて実用化されたことになるが、有望な技術であっても巨額の初期

投資を要するものは、初期段階では市場原理に任せては普及が見込めない。例えば、CO<sub>2</sub> の海洋貯留などの革新技術の場合には、初期投資が多額にのぼり、かつ、資金を回収できるかどうかの見込みも容易ではない。このような技術については、その開発についての支援や技術の普及を促すための環境整備などを通じ、政府が積極的に大きな役割を果たすことが期待されている。

### (技術開発の方向性を示すことによる民間企業の技術開発・普及の誘導)

- 第三に、技術については、明確に示された方向性に沿って開発・普及が進む場合と、思いもよらない技術が生まれ、それが社会に大きな貢献をしていく場合とがある。したがって、政府が技術の開発・普及の方向性を示すことによって、民間企業における技術開発が促進されることがある。その場合の政府の役割としては、規制的措置によって誘導するだけでなく、経済的インセンティブを与えて、技術の開発・普及に対して努力した主体が評価されるようなフレームワークづくりも含まれる。

## (4) 今後の地球規模での技術開発・普及戦略

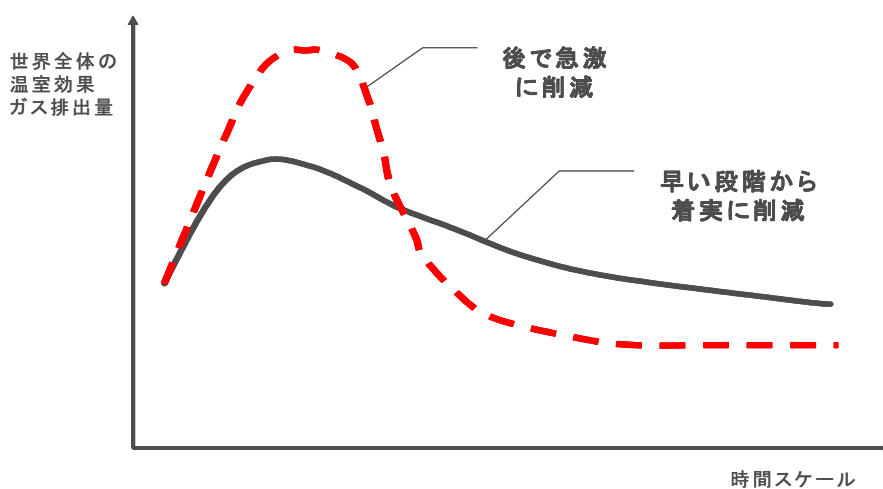
気候の慣性やエネルギーシステムの特性、技術の開発・普及に要する時間を考慮すれば、地球温暖化によるリスクを避けるには早期の対策が必要である。このため、より大きな排出削減を可能とする革新的技術の開発を長期的な観点に立って進めていくにしても、今後数十年間は、既存技術を最大限に活用していくことが必要である。

### (既存技術の普及と革新的技術の開発・普及)

- 温室効果ガス排出量をどのように削減していくかに関しては、既存技術を実用化し、全世界的に普及させて早い段階から着実に削減していくというアプローチと、当面は大幅に温室効果ガス排出量を削減できる可能性がある革新的な技術の開発に力を注ぎ、その技術を用いて将来急激に削減するというアプローチがある（図-5.3 参照）。
- どのような技術戦略をとっていくかに関しては、前者の既存技術アプローチより、後者の革新的技術アプローチが排出削減対策費用を低下させるとの主張がある。しかし、そうした評価には、初期の段階で気温上昇が急速に進むことによる悪影響による損害

や悪影響に対処するための費用が考慮されていない点に留意する必要がある上、大気中温室効果ガス濃度を安定化させるレベル、温室効果ガスを削減基調に転換させて更に削減していくタイムスケール、技術開発・実用化の確実性、世界的規模での技術の普及の可能性、単体技術に加えてそれを支える技術やインフラ整備を含めた費用など様々な観点からの検討が必要となる。

図-5.3 温室効果ガスの排出シナリオと技術



### (既存の温室効果ガス削減技術の急速な普及の実現)

- 大気中の温室効果ガス濃度を条約の究極的な目的を達成するレベルで安定化するためには、先進国のみならず、中国、インドといった現在は途上国とされている国々を含めた世界全体の排出量のピークを、遅くとも 2050 年頃に持つてくる必要がある。排出量をその期間内に世界規模で減少傾向に転じさせるためには、革新的技術の開発や世界規模での普及における不確実性や困難を考慮すると、革新的技術による温室効果ガス削減にどの程度の時間がかかるかを現在想定することはできない。このため、将来の革新技術の開発・普及のみに問題の解決を託すことはできない。また、既に実用化されている技術でも、その普及には時間がかかることも容易に想定される。
- 加えて、気候変動の不可逆性を考慮すれば、今後数十年間は、需要・供給双方の既存技術をフル活用していくこと、すなわち早い段階から着実に排出削減に取り組んでいくことがまずは重要と考えられる。



## (大幅な温室効果ガス削減を実現可能とする革新的技術の開発)

- 短期及び中期的には、既存の温室効果ガス排出削減技術を最大限普及させることを基本とした上で、長期的な観点から将来の対策効率を向上させ、より大幅な排出削減を実現可能とするため、革新的技術の開発も重要である。このため、長期的な観点に立って、その研究開発を進めていくべきである。
  
- 特に、革新的な技術の開発・普及に関しては、政府の役割が重要である。革新的技術が開発され、実用化されるようになれば、2050年以後における温室効果ガスの削減も更に現実性を増すことになる。いち早く実用化し、普及した一部の先進国では、更に温室効果ガスの削減が可能となり、また、それが途上国にも普及していけば、将来、より低いレベルでの大気中温室効果ガス濃度の安定化も可能となる。