



# 長期地球温暖化抑制における イノベーションの役割

キャノングローバル戦略研究所 上席研究員 杉山大志

日本学会会議公開シンポジウム

2017年9月27日

(本講演は個人の見解です)



# 目次

---

1. パリ協定とIPCCシナリオ
2. 地球温暖化対策長期戦略の検討状況
3. ICTによる大幅なCO2排出削減の可能性
4. まとめ



# 1. パリ協定とIPCCのシナリオ



# パリ協定における「長期目標」と「長期戦略」

## 1. パリ協定における長期目標（2℃目標）

- ①世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分低く保つとともに、1.5℃に抑える努力を追求。
- ②出来る限り早期に世界の温室効果ガスの排出量をピークアウトし、今世紀後半に人為的な温室効果ガスの排出と吸収源による除去の均衡を達成。

※先進国、途上国を問わず、特定年次に向けての世界の削減数値目標は合意されなかった。

## 2. 長期低排出発展戦略

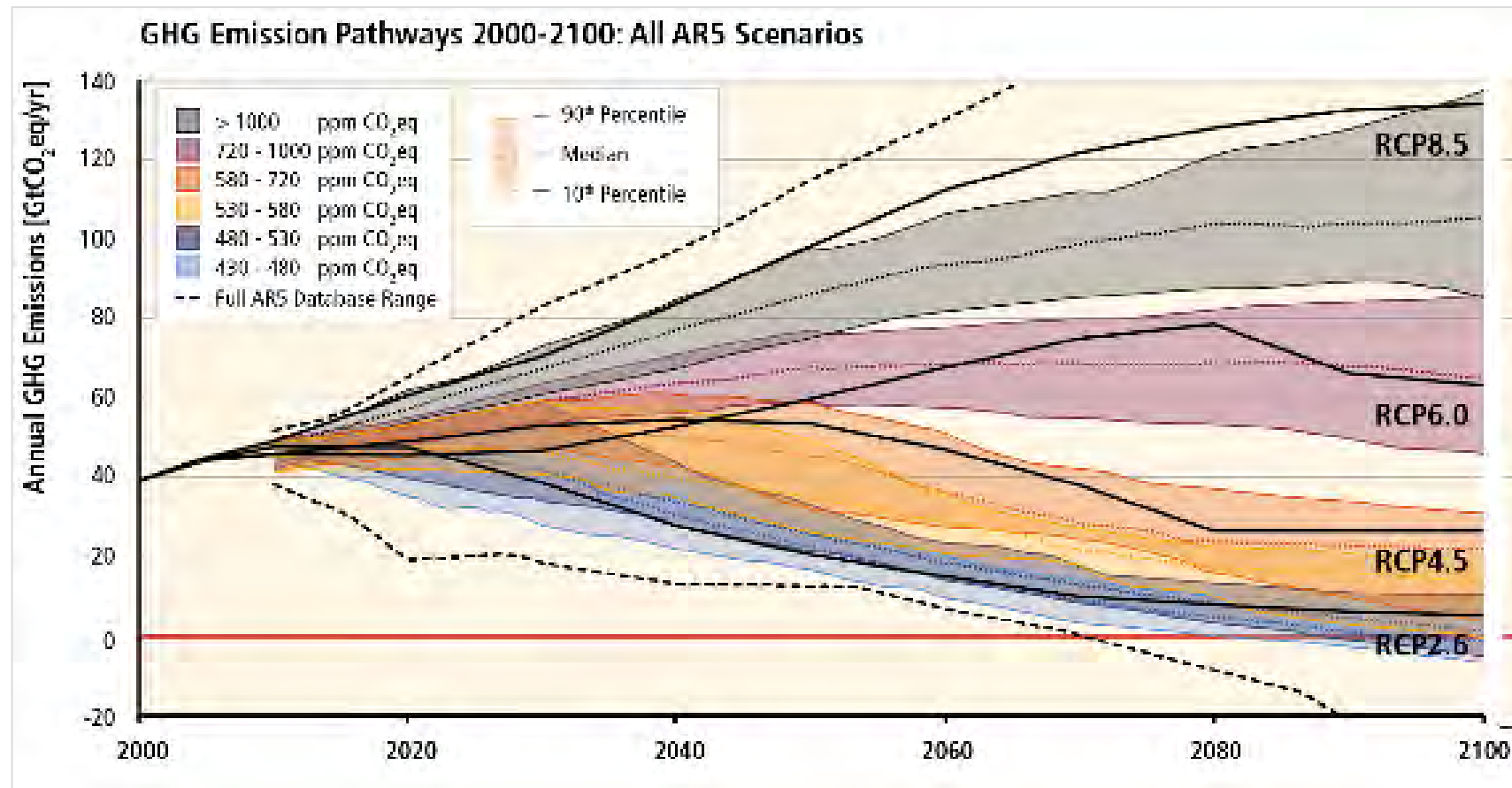
- ①パリ協定において、全ての締約国は、長期的な温室効果ガスの低排出型の発展のための戦略を作成し、及び通報するよう努力すべきであるとされた。
- ②COP21決定において、2020年までの提出が招請されている。

## 3. 各国（米国、カナダ、メキシコ、ドイツ、フランス）の長期戦略の位置付け

- ①いずれの国も、具体的な政策決定ではなく「ビジョン」を示したものであり、具体的な政策については別途検討することとしている。
- ②上記のほか、低排出発電・省エネ・研究開発（イノベーション）の推進、経済的手法、定期的な見直し等について記載があり、複数のシナリオを記載している国もある。

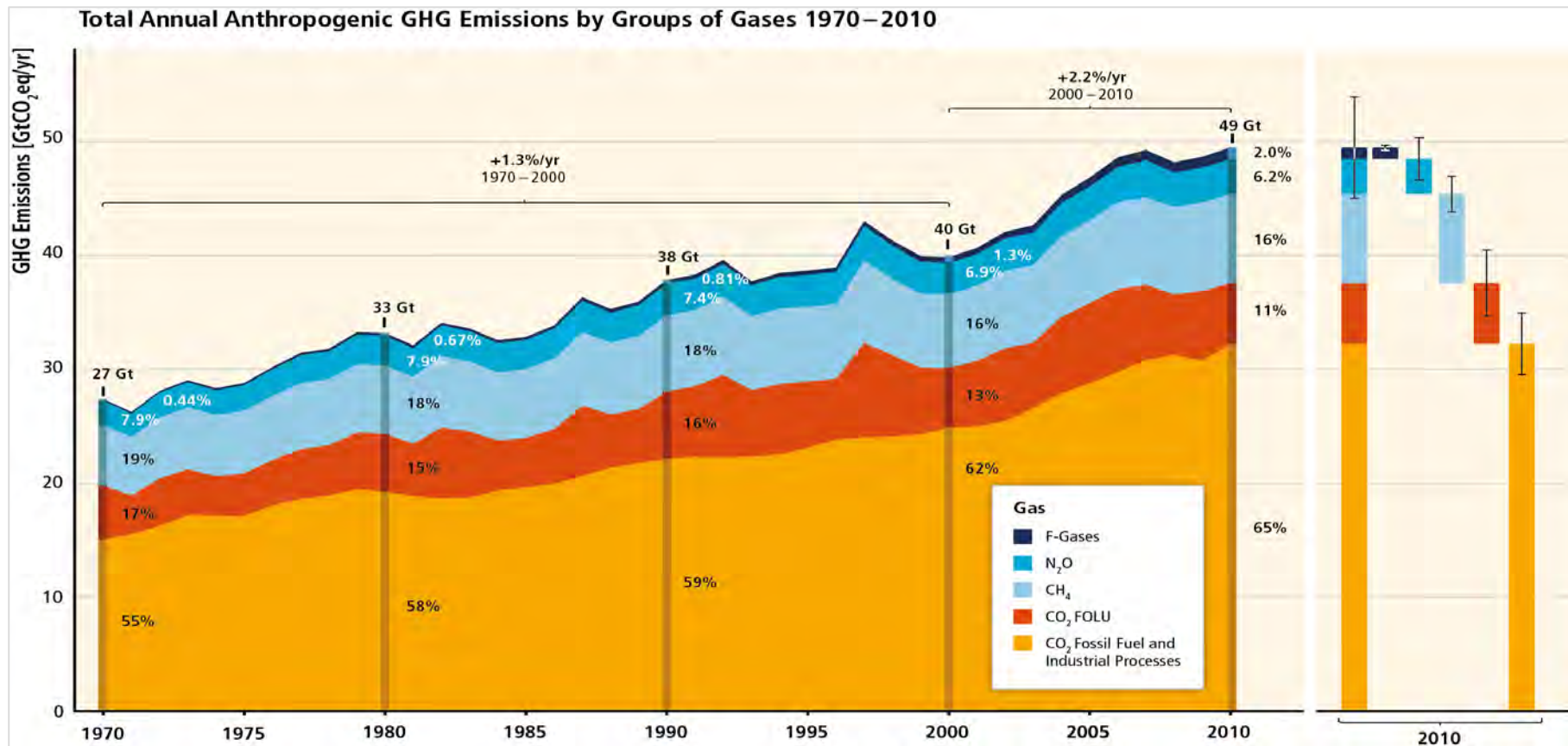
[http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy\\_environment/ondanka\\_platform/kokunaitoushi/pdf/007\\_07\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy_environment/ondanka_platform/kokunaitoushi/pdf/007_07_00.pdf)

# 大規模排出削減のIPCCシナリオ



(IPCC 第5次評価第三部会報告書、2014年)

# 温室効果ガス排出は増加してきた

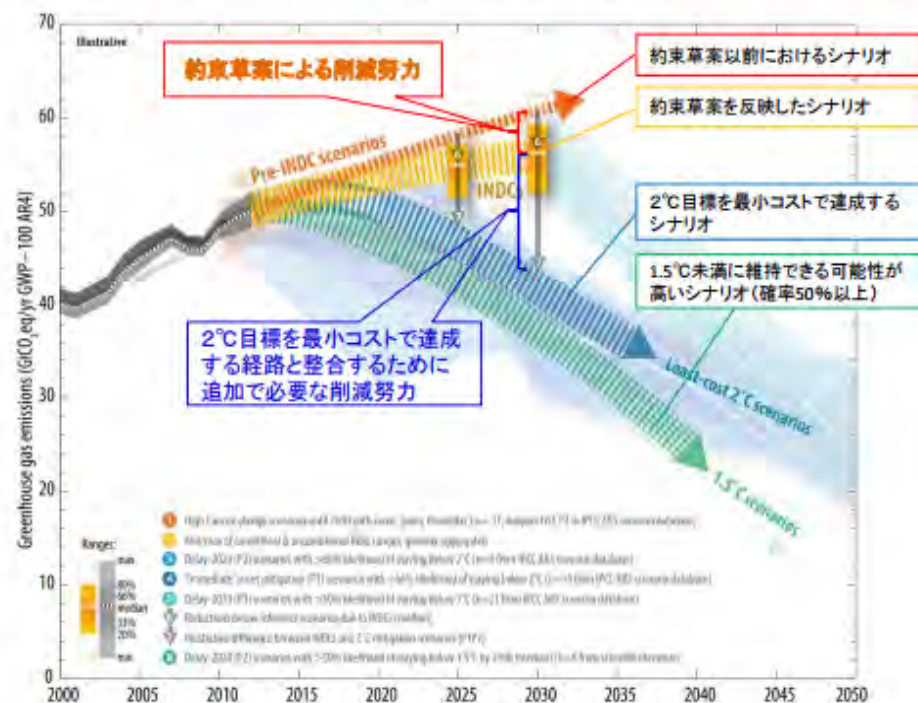


(IPCC 第5次評価第三部会報告書、2014年)

# 諸国の数値目標の合計は2度シナリオに達しない

## 2030年のGHG排出量と2℃目標のギャップ

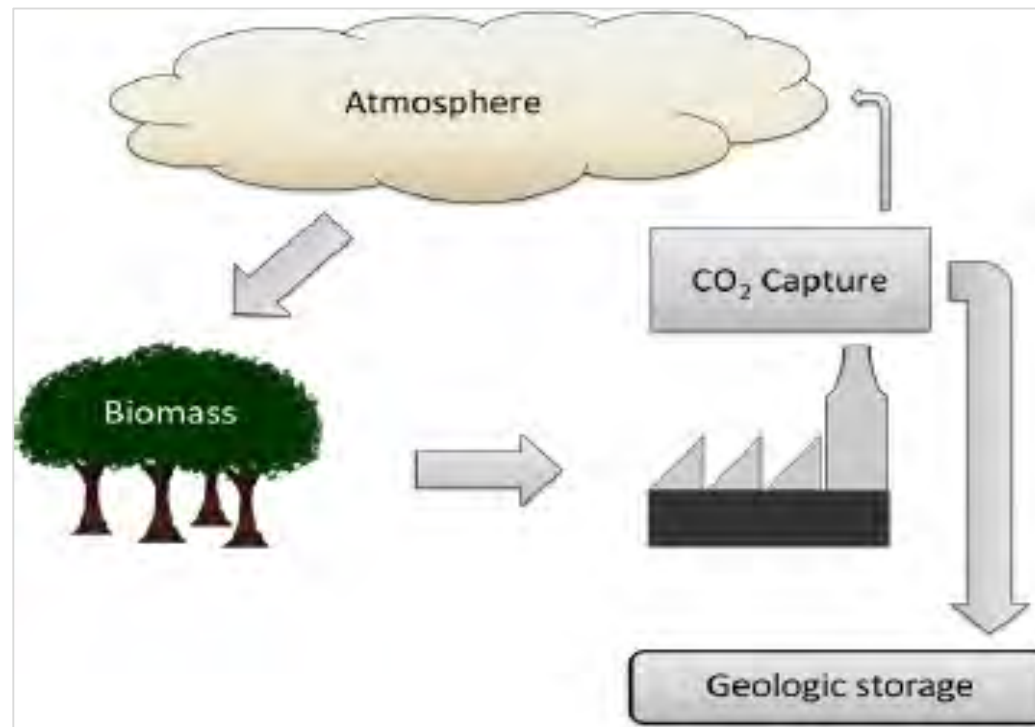
- 2016年5月にUNFCCCから出された報告書によると、各国が提出している約束草案を総計しても2℃目標を最小のコストで達成する経路には乗ってならず、追加の削減努力が必要となると指摘。また、UNEP、IEA等の分析でも同様の指摘がある。



(出所) UNFCCC 「Aggregate effect of the intended nationally determined contributions: an update(2016)」

環境省資料 <http://www.env.go.jp/press/103822/105478.pdf>

# バイオエネルギーとCO<sub>2</sub>回収貯留 (BECCS)



出典: Global CCS institute

CO<sub>2</sub>を植林で吸収し、木材を燃やして発電し、CO<sub>2</sub>を地中に埋める  
⇒数値モデルの「解」ではあるが、シナリオの実施可能性には疑問あり。



# シナリオとイノベーション

- IPCCシナリオにおいて、イノベーションは多様な方法で表現されてきた。
  - マクロには： 過去の外挿、全要素生産性の改善、弾性値、
  - ミクロには： 個別の技術予測、技術コストの低減、習熟曲線だが、以上の方法論には限界。例. 未知の技術を扱えない。
- そもそも技術予測は難しい。
  - シェールガス IPCC 2007年報告で殆ど言及なし -> 2014年報告までに大量生産
  - 運輸部門 IPCC 2014年報告で「最も削減困難」-> その後、自動運転、EV、カーシェアリングが発展。2021年報告では？

⇒定量化が難しいことを理由に深入りを避けてはいけない。長期戦略においてはイノベーションが本質である以上、イノベーションを検討の中心に据えた長期シナリオを構築すべきである。



## 2. 地球温暖化対策長期戦略の検討状況



# 諸外国の長期戦略 “ビジョン”

	アメリカ	カナダ	メキシコ	ドイツ	フランス
長期戦略の位置付け	ビジョン (×具体的政策決定)	ビジョン (×具体的政策決定)	ビジョン (×具体的政策決定)	ビジョン (×具体的政策決定)	ビジョン (×具体的政策決定)
2050年の目標値	▲80%以上 (2005年比)	▲80% (2005年比)	▲50% (2000年比)	▲80-95% (1990年比)	▲75% (1990年比)
エネルギー構成	あり	あり	あり	なし	なし
主な対策	① 低排出発電の促進 ・再エネ、原子力、バイオマス、CCS等	① 低排出発電の促進 ・再エネ（特に水力）、原子力（シナリオによる）、コージェネ、CCS等	① 低排出発電の促進 ・再エネ、原子力等	① 低排出発電の促進 ・再エネ導入増、スマートグリッド等	① 低排出発電の促進 ・再エネ投資の促進、高排出エネルギー源使用の抑制等
	② 省エネの促進 ・電気機器等の高効率化等	② 省エネの促進 ・モーダルシフト、断熱性能向上等	② 省エネの促進 ・照明、エアコン、冷蔵庫、給湯等	② 省エネの促進 ・新築の建物の省エネ基準導入・既存の建物のリノベーション等	② 省エネの促進 ・建物の省エネ規制強化、省エネシステム導入等
	③ 電化の促進 ・電気自動車、冷暖房、温水器等	③ 電化の促進 ・産業、運輸、建物等	③ 鉄道、電気自動車の利用促進等	③ 自動車へのCO2フリー燃料供給、公共・鉄道交通促進等	③ 電気自動車の導入、モーダルシフトの促進等
	④ 低排出技術への研究開発投資促進	④ 低排出技術への研究開発投資促進	④ イノベーション政策の推進	④ CCU等の研究開発や市場導入促進	④ イノベーションへの公的支援や投資、技術ロードマップの更新
	⑤ カーボンプライシングの導入	⑤ カーボンプライシングの導入	⑤ GHG排出量を考慮したエネルギー価格の設定	⑤ 環境に配慮した税制や経済的インセンティブの見直し、排出権取引制度の強化	⑤ 産業競争力維持のためのリーケージ対策・EU域外での排出権取引制度の導入推進
その他	・定期的な見直し（5年毎） ・標準シナリオと5つの代替シナリオ	・4つのモデルによる7つのシナリオ	定期的な見直し ・緩和:最低10年に1回 ・適応:6年に1回	定期的な見直し	定期的な見直し（5年毎）

[http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy\\_environment/ondanka\\_platform/kokunaitoushi/pdf/007\\_07\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy_environment/ondanka_platform/kokunaitoushi/pdf/007_07_00.pdf)

# 日本の長期戦略検討状況： 共通項は「イノベーション」

「地球温暖化対策計画」 (政府)	「長期地球温暖化対策 プラットフォーム報告書」 (経産省)	「長期低炭素ビジョン」 (環境省)
<ul style="list-style-type: none"><li>● 全ての主要国が参加する枠組みの下、<u>経済と両立させながら、2050年80%削減を目指す。</u></li><li>● 従来の取組の延長では実現困難。</li><li>● <u>イノベーション</u>での解決を追求。</li><li>● 国内投資を促進して<u>国際競争力強化</u></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● 80%削減達成には、<u>国内、既存技術内に閉じた対策では限界。</u></li><li>● アプローチ<ul style="list-style-type: none"><li>✓ <u>国際貢献</u>（二国間クレジット、公的ファイナンス（JBIC等））</li><li>✓ <u>グローバル・バリューチェーン</u>（低炭素製品等の国内外の普及による削減）</li><li>✓ <u>イノベーション</u>（省エネ、畜エネ、CO2固定化等）</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● <u>国内での長期大幅削減を達成。</u></li><li>● <u>既存技術の最大限の活用+イノベーションの創出</u>（経済社会のイノベーションを含む）</li><li>● 国内で80%削減を実現した場合、電力については、<u>低炭素電源（再エネ、CCS付火力、原子力発電）が9割。</u></li></ul>

資源エネルギー庁「エネルギー基本計画の検討について」 [http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/021/pdf/021\\_005.pdf](http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/021/pdf/021_005.pdf)

# エネルギー・環境イノベーション戦略

**「エネルギー・環境イノベーション戦略」の概要（案）** 資料 1

**I. 戦略の位置付け**

- COP21で言及された「2°C目標」の実現には、世界の温室効果ガス排出量を2050年までに240億トンを程度に抑えることが必要。現在、世界全体で500億トンを程度排出されている温室効果ガスは、各国の約束草案の積上げをベースに試算すると、2030年に570億トンを程度と見込まれており、約300億トンの追加削減が必要。これには、世界全体で抜本的な排出削減のイノベーションを進めることが不可欠。
- 「超スマート社会」(Society 5.0)の到来によって、エネルギー・システム全体が最適化されることを前提に、2050年を見据え、削減ポテンシャル・インパクトが大きい有望な革新技術を特定。技術課題を抽出し、中長期的に開発を推進。
  - ⇒ 2°C目標達成に必要な約300億トンのCO<sub>2</sub>削減量のうち、本戦略で**数10億トンの削減**を期待。  
※IEAの試算を踏まえて、選定した技術分野において既に開発・実証が進んでいる技術の適用と合わせた数字

**II. 有望分野の特定**

①これまでの延長線での取組ではなく、非連続的でインパクトの大きい革新的な技術  
 ②大規模に導入することが可能で、大きな排出削減ポテンシャルが期待できる技術  
 ③実用化まで中長期を要し、且つ産学官の総力を結集すべき技術  
 ④日本が先導できる技術、日本が優位性を発揮し得る技術

<b>エネルギーシステム統合技術</b>	○ 革新技術を個別に開発・導入するだけでなくICTによりエネルギーの生産・流通・消費を互いにネットワーク化して、デマンドレスポンスを含めてシステム全体を最適化。AI、ビッグデータ、IoT等を活用。
<b>システムを構成するコア技術</b>	○ 次世代パワーエレクトロニクス：電力損失の大幅削減と、新たなシステムの創造 ○ 革新的センサー：高耐環境性、超低電力、高寿命でメンテナンスフリー ○ 多目的超電導：モーターや送電等への適用で、電力損失を大幅減

分野別革新技術	<b>省エネルギー</b>	1 革新的生産プロセス ○ 高温高压プロセスの無い、革新的な素材技術 ➢ 分離膜や触媒を使い、20～50%の省エネ
		2 超軽量・耐熱構造材料 ○ 材料の軽量化・耐熱化によるエネルギー効率向上 ➢ 自動車重量を半減、1800℃以上に安定適用
	<b>蓄エネルギー</b>	3 次世代蓄電池 ○ リチウム電池の限界を超える革新的蓄電池 ➢ 電気自動車が、1回の充電で700km以上走行
		4 水素等製造・貯蔵・利用 ○ 水素等の効率的なエネルギーキャリアを開発 ➢ CO <sub>2</sub> を出さずに水素等製造、水素で発電
	<b>創エネルギー</b>	5 次世代太陽光発電 ○ 新材料・新構造の、全く新しい太陽光発電 ➢ 発電効率2倍、基幹電源並みの価格
		6 次世代地熱発電 ○ 現在は利用困難な新しい地熱資源を利用 ➢ 地熱発電の導入可能性を数倍以上拡大
		7 CO <sub>2</sub> 固定化・有効利用 ○ 排出されるCO <sub>2</sub> を分離し、CO <sub>2</sub> 利用産業を実現 ➢ 分離コスト半減、有効利用する量や効率の飛躍的向上

**III. 研究開発体制の強化**

- 1. 政府一体となった研究開発体制構築**
  - ・ 総合科学技術・イノベーション会議(CSTI)が全体を統括し、関係省庁の協力を得て、一体的に本戦略を推進する体制を強化
- 2. 新たなシーズの創出と戦略への位置づけ**
  - ・ 先導的な研究情報の共有等により政府一体となって新たな技術シーズを創出・発掘し、戦略に柔軟に位置づけ
  - ・ ステージゲートを設け戦略的に推進
- 3. 産業界の研究開発投資を誘発**
  - ・ 政府の長期的コミットメントの明示、産業界と研究開発ビジョンを共有
  - ・ 産学官研究体制の構築と、研究成果を切り出して事業化促進
  - ・ 産学官が協力した国際標準化戦略
- 4. 国際連携・国際共同開発の推進**
  - ・ G7関連会合やICEP等を活用し、国際連携を主導
  - ・ 国際共同研究開発を推進
  - ・ 途上国、新興国への導入を見据えた標準化の共同作業

イノベーションで世界をリードし、気候変動対策と経済成長を両立

内閣府 [http://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/juyoukadai/wg\\_enekan/4kai/shiryo1.pdf](http://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/juyoukadai/wg_enekan/4kai/shiryo1.pdf)

# 第5期科学技術基本計画（超スマート社会）



<http://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/5gaiyo.pdf>

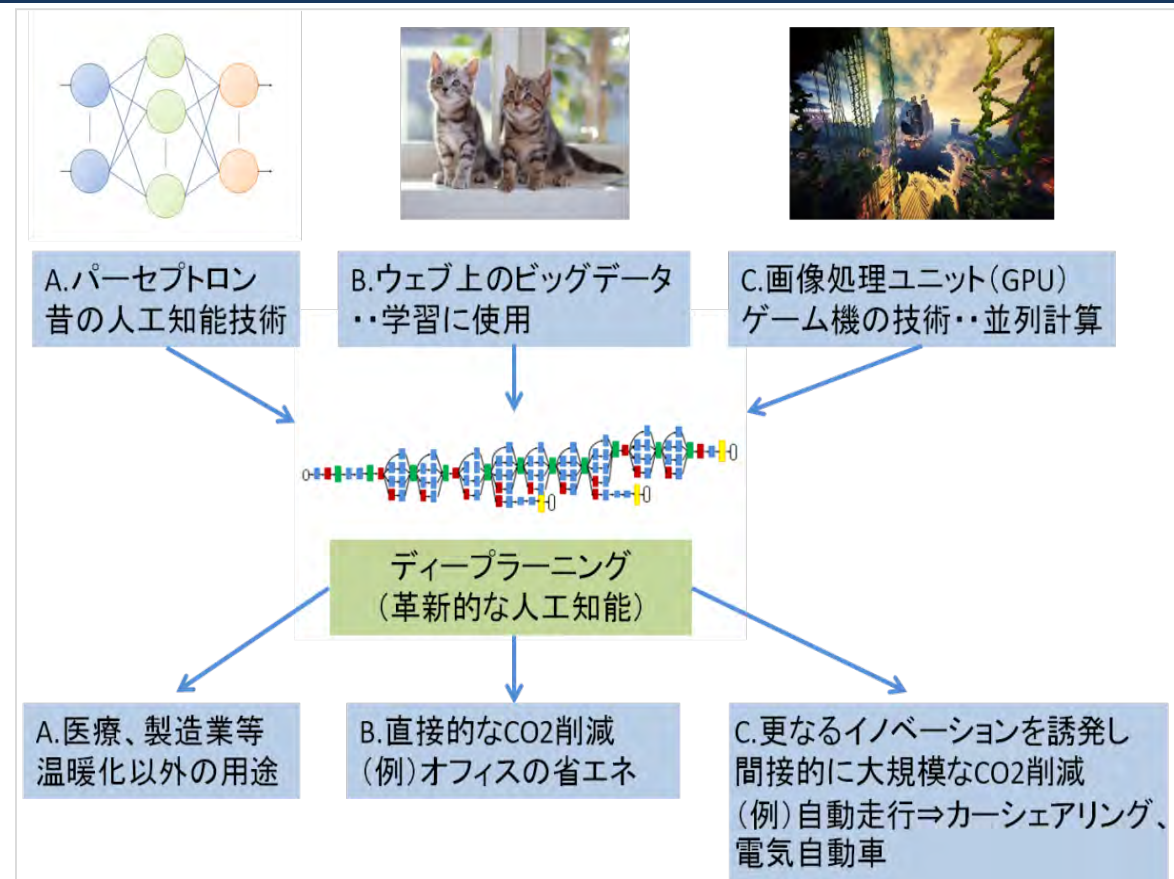
内閣府 総合科学技術・イノベーション会議「第5期科学技術基本計画」（平成28～平成32年度）平成28年1月閣議決定。

# 新産業構造ビジョン(抜粋)

技術	関連データ	革新的な製品・サービス	
<b>共通基盤技術</b> (人工知能、IoT、ロボット)	× 運転制御技術	× 事故データ、カメラ情報データ	= 無人自動走行による移動サービス 無人自動走行車 等
	× 生産管理技術	× 事故・ヒヤリハットデータ	= 異常・予兆の早期検知等による安全性・生産性向上、保険・格付けの高度化 等
	× バイオインフォマティクス × ゲノム編集	× 生物データ	= 新規創薬、機能性食品、先端材料製造、バイオエネルギー 等
	× 医薬品開発技術 介護に係る技術	× 健康医療データ 介護データ	= 個別化医薬品 自立に向けた介護ケアプラン 等
	× エネルギー需要 設備制御技術	× 顧客データ	= エネルギーデマンドリスポンス、見守りサービス 等
	× 金融技術	× 購買・商流データ、 金融市場データ	= 取引・決済データによる与信、資産運用アドバイスサービス高度化等

経産省HP <http://www.meti.go.jp/press/2017/05/20170530007/20170530007-2.pdf>

# イノベーションの構造： ディープラーニングの例



「温暖化対策イノベーション」は真空から生まれるものではない。  
ICT等の科学技術イノベーション全般の推進が重要。





### 3. ICTによる大幅なCO2排出削減の可能性



# IOTはあらゆる分野で活用される

分野	適用イメージ例
施設	・施設内設備管理の高度化（自動監視・制御等）
エネルギー	・需給関係設備の管理を通じた電力需給管理 ・資源探掘や運搬等に係る管理の高度化
家庭・個人	・宅内基盤設備管理の高度化 ・宅内向け安心・安全等サービスの高度化
ヘルスケア・生命科学	・医療機関/診療管理の高度化 ・患者や高齢者のバイタル管理 ・治療オプションの最適化 ・創薬や診断支援等の研究活動の高度化
産業	・工場プロセスの広範囲に適用可能な産業用設備の管理・追跡の高度化 ・鉱業、灌漑、農林業等における資源の自動化
運輸・物流	・車両テレマティクス・追跡システムや非車両を対象とした輸送管理の高度化 ・交通システム管理の高度化
小売	・サプライチェーンに係る高度な可視化 ・顧客・製品情報の収集 ・在庫管理の改善 ・エネルギー消費の低減
セキュリティ・公衆安全	・緊急機関、公共インフラ（環境モニタリング等）、追跡・監視システム等の高度化
IT・ネットワーク	・オフィス関連機器の監視・管理の高度化 ・通信インフラの監視・管理の高度化

(出典) 総務省「グローバルICT産業の構造変化及び将来展望等に関する調査研究」(平成27年)

平成27年版情報通信白書 特集テーマ 「ICTの過去・現在・未来」  
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h27/pdf/n5400000.pdf>

# IOT ≠ モノをつなぐ

- ・ IOT = モノではなくサービスを売ること

運用サービス

導入サービス

アプリケーション・ソフトウェア

アナリティクス・ソフトウェア

プラットフォーム

クラウド

コネクティビティ

モノ

大野治(2016) IOTで激変する日本型製造業ビジネスモデル、日刊工業新聞社



# サービスを売る事例

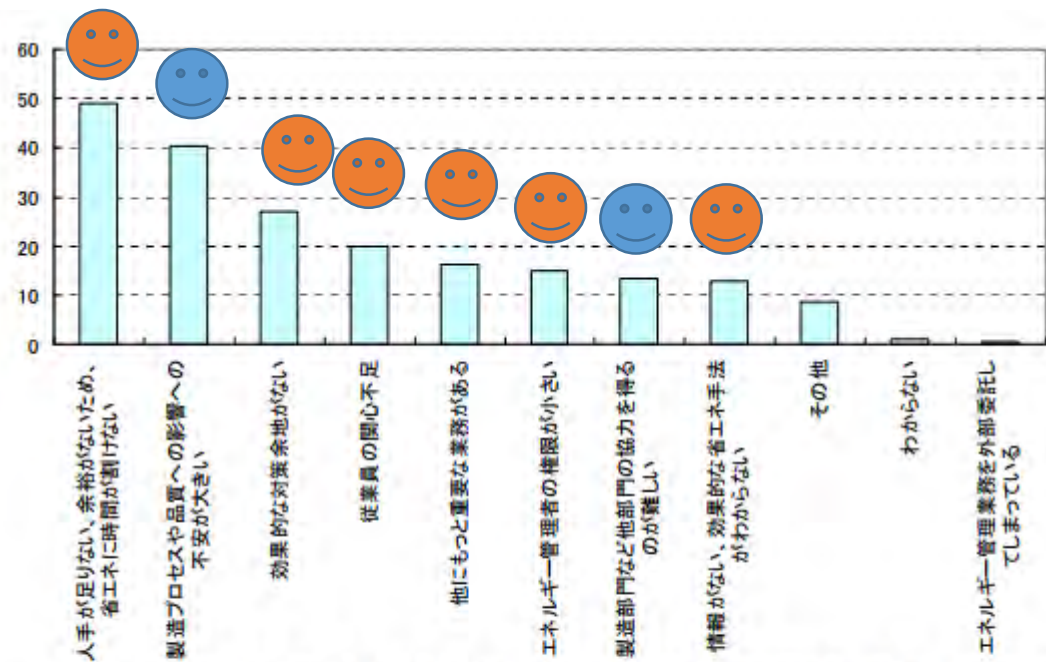
- 航空エンジン
- タイヤ
- マイクロセンサー
- LED照明

企業と顧客が近くなり、共通の便益のために  
無駄を減らす（省エネ）

大野治(2016) IOTで激変する日本型製造業ビジネスモデル、日刊工業新聞社

# ICTは省エネを妨げるバリアを除く

- ICTによる改善見込み大 😊  
省エネ情報の収集・分析
- ICTによる改善見込み有り 😊  
ICTによる生産工程管理・改善



(注1) 平成19年度に第1種エネルギー管理指定工場に指定されている、鉄業、製鉄業およびエネルギー供給(電気業、ガス業、熱供給)の製造業5業種(以下、工場)の全5,758事業所に対し調査を行った。

(注2) 「省エネ推進の障害」に対して上位3つまで回答するという複数回答方式を採用。

(出所) 日本エネルギー経済研究所、平成21年度国際エネルギー使用合理化等対策事業 省エネルギー政策共同研究事業 省エネ政策評価研究—我が国のエネルギー管理政策実態調査—アンケート調査より抜粋

図 2.5.2 省エネルギー推進のバリア

「省エネ行動とエネルギー管理に関する研究会 とりまとめ 日本エネルギー経済研究所 2011年 <http://eneken.ieej.or.jp/data/4049.pdf>」に筆者加筆。

# リスボンの自動運転車シェアリング分析

- 「移動パターン不変」の前提で自動運転車シェアリングの効果分析
- 車両数は現状の10%以下しか必要なくなる。
- ありえない前提だが、定量的分析が可能になった



**Urban Mobility System Upgrade**  
How shared self-driving cars could change city traffic



Corporate Partnership Board Report



# 地球規模の運輸部門CO2シナリオ

- 自動運転車、EV、カーシェアリング (=3R)に依り大幅な経済便益とCO2削減。

## 3R Scenario Global Results

Compared to the BAU case in 2050, the 3R scenario produces impressive global results. It would:

- Cut global energy use from urban passenger transportation by over 70%
- Cut CO<sub>2</sub> emissions by over 80%
- Cut the measured costs of vehicles, infrastructure, and transportation system operation by over 40%
- Achieve savings approaching \$5 trillion per year

## Three Revolutions in Urban TRANSPORTATION

How to achieve the full potential of vehicle electrification, automation and shared mobility in urban transportation systems around the world by 2050

Lew Fulton, UC Davis  
Jacob Mason, ITDP  
Dominique Meroux, UC Davis

Research supported by:  
ClimateWorks Foundation, William and Flora Hewlett Foundation, Barr Foundation

UC DAVIS  
SUSTAINABLE TRANSPORTATION ENERGY PATHWAYS  
of the Institute of Transportation Studies

ITDP | Institute for Transportation & Development Policy

# EVブーム

内燃自動車全廃の発表（英2040、仏2040、インド2030）

背景： イノベーション、クリーンディーゼル・スキャンダル

現状： EVは40万台/年/世界、技術も課題あり

政治： PVブームの再現？

技術： 3R(EV+自動運転+カーシェアリング)は

イノベーションの起爆剤に

グーグル、アマゾン等のR&D～1兆円/年～トヨタ自動車。



# 運輸部門はIOTの1対象。変化は全部門で起きる。

- 運輸部門： 3R(EV+自動運転+カーシェアリング)、
- 家庭、業務部門： 空家・空室の稼働率向上。ロボット（足、頭、目、腕）：人の居る場所・時間だけ適切に空調・照明する。完璧なエネルギー管理を実践する（夜間に窓を開けて冷気を導入する、ブラインドを閉める、すだれを下げる．．）
- 産業部門： 生産工程のコスト最適化で省エネも実施。産業用ロボット。IOTでサービスを売る→モノの高稼働率化、長寿命化、リサイクル

ドライバー **1) テクノロジー**、2) 環境制約、3) 資源価格高騰

⇒ CO2はどこまで減らせるのか？

# 無駄はあらゆる部門に存在する

- 自動車の稼働率は4%
- 空き家が13%
- 薬は半分以上の人が飲み残す
- 食品は3分の1が廃棄される
- 女性のクローゼットには未使用の服が22着
- ホテルは4割が空き室

(レイシー&ルトクヴィスト(2015) サーキュラーエコノミー、日本経済新聞出版社 p411、他)

# ICTによる省エネ効果試算のレビュー

例) GPSの場合は：  
 物流改善・紙使用減で**省エネ**、  
 GPS機器生産・使用・廃棄の**増エネ**、  
 混雑減で物流増大で**増エネ**、  
 時間が余って経済活動増大で**増エネ**、  
 自動運転に波及して**省エネ**、**増エネ**、  
 利便性向上で物流増大で**増エネ**..

複雑な計算。個々の技術については  
 大幅省エネ～増エネまで誤差大。

Effect	Scope	GPS System Example
Embodied energy	Direct	Energy to produce a GPS system
Operational energy		Energy to operate a GPS system
Disposal energy		Energy to dispose of a GPS system at end-of-life
Efficiency	Indirect: Single-service	More efficient traffic flow due to GPS-enhanced routing
Substitution		Replacement of paper-based maps
Direct rebound		More travel due to lower cost of traffic congestion
Indirect rebound	Indirect: Complementary services	Energy consumed during time saved by more efficient travel
Economy-wide rebound (Structural change)	Indirect: Economy-wide	GPS enables autonomous vehicles and causes growth of intelligent transportation system manufacturing
Systemic Transformation	Indirect: Society-wide	Autonomous vehicles alter patterns in where people choose to live and work

Environ. Res. Lett. 11 (2016) 103001 doi:10.1088/1748-9326/11/10/103001

**Environmental Research Letters**

**TOPICAL REVIEW**

**Known unknowns: indirect energy effects of information and communication technology**

**Nathaniel C Horner<sup>1</sup>, Arman Shehabi<sup>2</sup> and Inés I. Azevedo<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Department of Engineering and Public Policy, Carnegie Mellon University, 5000 Forbes Avenue, Pittsburgh, PA 15213, USA  
<sup>2</sup> Lawrence Berkeley National Laboratory, 1 Cyclotron Road MS 90R2002, Berkeley, CA 94720, USA  
 E-mail: [nch@cmu.edu](mailto:nch@cmu.edu)

●不確実性は大きい。試算は予測ではなく、洞察を得るためのもの。

# GeSI\* “Smarter2030”

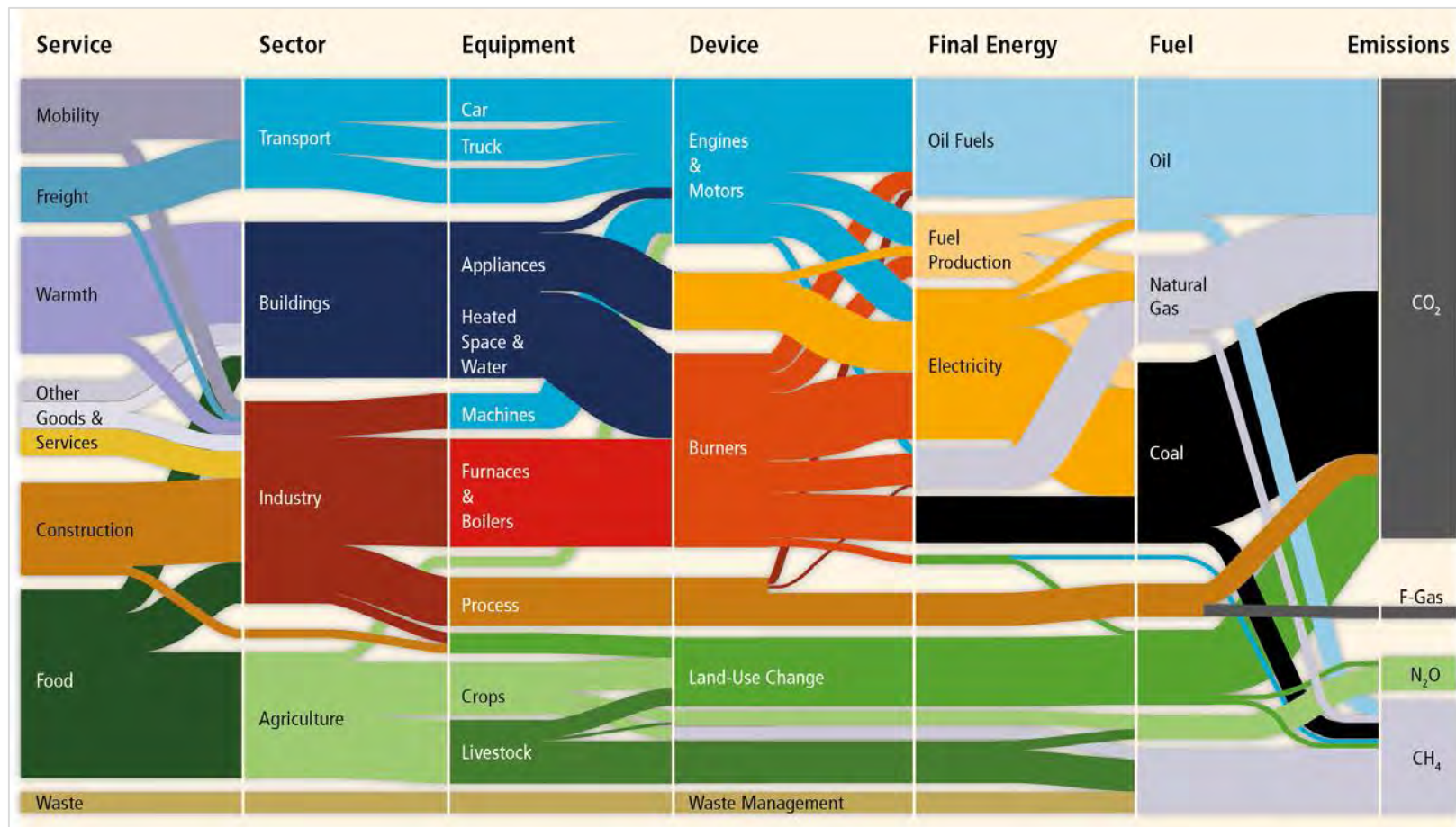
[http://smarter2030.gesi.org/downloads/Full\\_report.pdf](http://smarter2030.gesi.org/downloads/Full_report.pdf)

- 世界全体で2030年に12GtCO<sub>2</sub>の削減ポテンシャル (cf 現在世界～48Gt)  
運輸3.0、製造業2.7、農業2.0、民生2.0、エネルギー1.8
- 使用事例(Use Case)毎の積上げ  
Smart-Energy, S-Manufacturing, S-Agriculture, S-Logistics,  
Connected Private Transportation, S-Building, Traffic Control,  
E-Work, E-Health, E-Commerce, E-Learning, E-Banking  
例: E-Health:  $f(\text{病院の数、CO}_2\text{排出; 病院の距離} \cdot \text{燃費} \cdot \text{患者数..})$
- リバウンド効果は10～30%程度と想定

\*About GeSI: The Global e-Sustainability Initiative (GeSI) is a strategic partnership of Information and Communication Technology (ICT) companies and organizations committed to creating and promoting technologies and practices to foster economic, environmental and social sustainability.

# 温暖化対策の長期戦略

● ビジョンとしての地球温暖化対策長期戦略（～2050年）は、製品・サービスがICT等のイノベーションによって大きく変わることを念頭に置くべきである



注目！

運輸・民生は電化に期待あり

産業・農業は電化に限界あり

ICT等のイノベーションで製品・サービス需給が変わる

# イノベーションと環境のバランス

イノベーション自体は「環境中立」に起きる

\* ICTによる効率↑ → サービス供給↑ (リバウンド効果)

→ 環境負荷↑?

\* ICTによる効率↑ → 資源価格↓ → 使い捨て↑?

\* 技術情報がタダ → 資源の無駄が減る → 効率の最大化?

OR → 人を騙すコストがタダ → 浪費の最大化?

⇒ 一定の「環境規制」は必要。だが、イノベーションを阻害しては元も子もない。

---

## 4. まとめ



# まとめ

- イノベーションが温暖化対策の本質。イノベーションを検討の中心に据えて長期的な温暖化対策シナリオを構築すべきである。
- 「温暖化対策イノベーション」は真空から生まれるものではない。ICT等の科学技術全般のイノベーション推進が重要。
- 温暖化対策シナリオにおけるイノベーションの試算は、予測では無く、洞察を得るために実施すべきである。
- 地球温暖化対策の長期戦略（～2050年）は、製品・サービスがICT等のイノベーションによって大きく変わることを念頭に置くべきである。
- ICT等のイノベーションには、長期的に見て（～2050年）、大規模なCO2排出削減のポテンシャルがある。