

## 企画調査グループ

 <p>グループリーダー・ 主席研究員 堀尾 容康</p>	サブリーダー・主席研究員	野村 眞 主任	眞継 由佳
	サブリーダー	川口 圭史	大西 尚子
	主席研究員	東井 隆行	小林 由美
	研究管理チームリーダー	箕浦 靖明	辰巳 奈美
	国際標準化チームリーダー・副主席研究員	青木 好範	安本 夏子
	副主席研究員	出口 哲也	
	副主席研究員	内村 泰三	
	副主席研究員	清水 淳一	
	調査役	金星 春夫	
	主幹・研究員	面屋 大輔	
主幹	倉中 聡		

## イノベーション創出に向けた調査研究、国際・産学連携等の推進

### 1. 地球環境と経済の両立

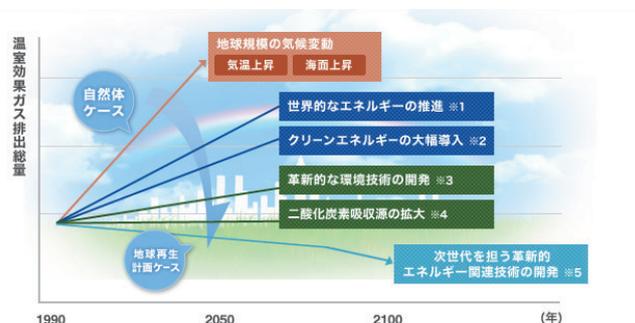
企画調査グループは、i) RITEがもつ研究ポテンシャルを活かした新規研究課題の探索と提案・実施、ii) IPCC（気候変動に関する政府間パネル）に関する政府支援やISO（国際標準機関）等国際機関との連携、iii) RITE技術の普及啓発、iv) 産学連携による技術の実用化といった役割を持ち、研究グループ・センターとともに、地球環境と経済の両立を目指した政策支援や研究開発、イノベーション創出の取り組みを進めている。

#### 1.1. 高まるイノベーションへの期待

2019年は、我が国がホストとなり、第14回20か国・地域首脳会合（G20首脳会合）が大阪で開催され、これに先立ち「持続可能な成長のためのエネルギー転換と地球環境に関する関係閣僚会議」が長野県軽井沢町で開かれた。ここでは、「環境と成長の好循環」というコンセプトとそれを支えるイノベーションについて活発に議論がおこなわれ、気候変動を含む地球規模の取り組みの緊急性、長期戦略の重要性、具体的なアクションの取り組みがG20全体で初めて合意された。RITEでも研究開発を進める水素、CCUS、カーボンリサイクルなど様々な分野での推進策が検討され、研究開発とその実用化・社会実装によるイノベーション創出への期待が共有された。

#### 1.2. イノベーションとRITEの使命

地球温暖化問題に関する国際的議論の高まりとともに、「地球環境と経済の両立」は、工業国・途上国共通の目標としての認識が高まっている。1990年、RITEはこの使命の下に設立され、コスト負担や非効率化を抑え、持続的成長を促すようなイノベーションを革新的な環境技術開発（図1）を通じて実現することを目的として1990年より30年間の歩みを続けてきた。引き続き、研究開発と成果の産業利用という使命の下で活動を展開する。



- ※1 社会的な省エネルギー運動、機器のエネルギー効率向上、発電所の効率向上、自動車の燃費向上など
- ※2 太陽電池、燃料電池、原子力など
- ※3 CO<sub>2</sub>分離・回収・貯留、バイオエネルギー、生分解性プラスチックなど
- ※4 植林、森林保全、遺伝子組換え植物を用いた乾燥地緑化など
- ※5 核融合、宇宙太陽光発電など

図1 RITEの使命（地球環境と経済の両立）

## 2. イノベーションを可能とする社会環境

### (CO<sub>2</sub>の分離回収・貯留：CCS事業化検討を通じて)

CO<sub>2</sub>の大気中濃度の安定化を図るには、効率化の推進、再生可能エネルギーの利用、バイオや水素等への燃料転換等が重要である。また、これらに加え、発電所や工場等の大規模排出源から排出されるCO<sub>2</sub>を分離回収し、地中に貯留・隔離するCCS (Carbon Dioxide Capture & Storage) 技術が、対策の重要な選択肢と期待されている。現在、全世界で大規模プロジェクト51件 (2019年10月時点、うち北米・中南米24件、欧州12件) の計画・建設・運転が進められ、毎年約0.4億トンのCO<sub>2</sub>が地下に貯留・隔離されている。CCS技術は、脱炭素社会への「橋渡し技術 (bridge technology)」として考えられており、国際エネルギー機関IEAは、地球温度上昇を2℃未満とするための2050年までのCCSの脱炭素への寄与を9% (2020年からの累積) と見込んでいる (図2)。

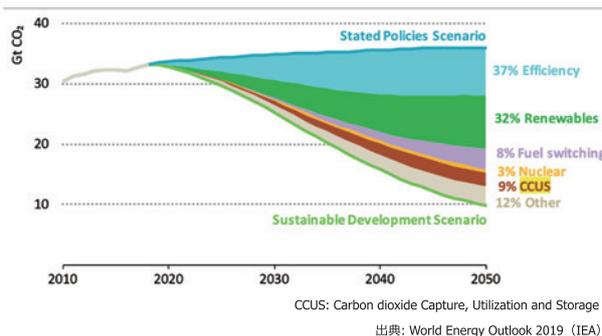


図2 CC(U)SによるCO<sub>2</sub>削減 (IEA持続成長可能シナリオ)

## 2.1. CCS事業化のための枠組み

我が国は、CCS技術は重要な気候変動対策の一つとしてエネルギー基本計画(平成30年7月閣議決定)に基づき、実用化を目指した研究開発、国際機関との連携、実証等を着実に進めることとしている。CCSは①CO<sub>2</sub>発生源における分離回収、②貯留地点への輸送と圧入・隔離、③安全・環境モニタリングといった国土に展開する大規模な施設・設備群と管理システムから構成され、技術安全性確保、事業コスト低減、社会的受容性が不可欠である。RITEでは、2030年以降のCCSの導入と普及が行われるとし、商業ベースでCCSが導入・普及する具体的なCCS導入シナリオを描いた上で、技術的、制度的な課題等を抽出・整理した。

## 2.2. 事業化に向けたリスク低減

CCSの歴史は短く、安全や環境等へのリスク、技術や収益など様々な経営上の不確実性を低減させていく必要がある。また、民間の資金や経営主体の参加、地域の受容など様々な側面においても経験を高めていかなければならない。特に、①分離回収、輸送、貯留におけるCO<sub>2</sub>漏洩による健康や安全・環境への影響、②貯留井の廃止後責任とその費用負担、③仮にCCS事業者が何らかの理由で撤退する場合の事業継承、④CCSシステムの一部が故障等によって停止した場合の上流・下流への影響波及等が重要なリスクとして挙げられる (図3)。

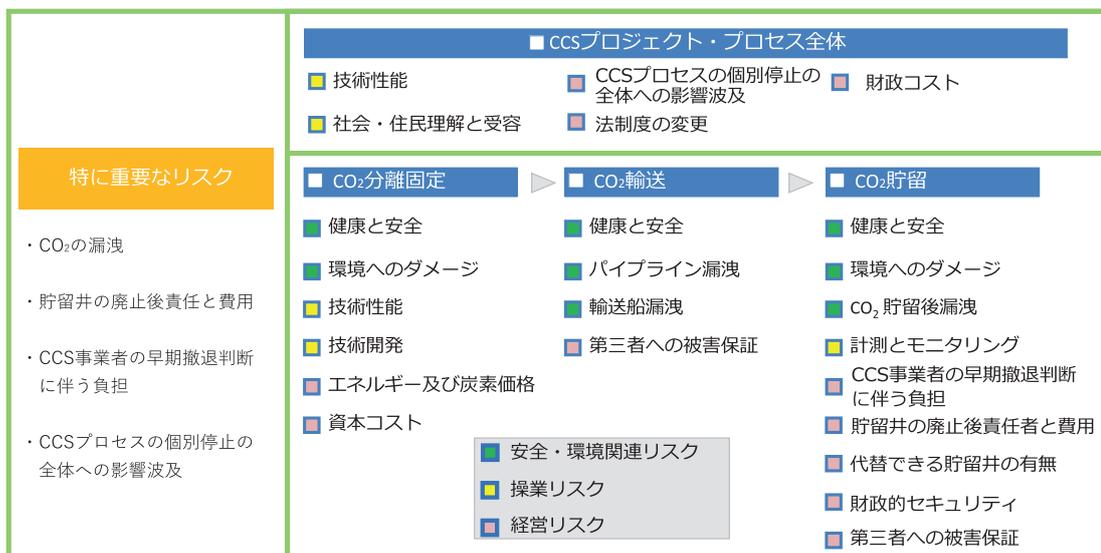


図3 事業化に向けたCCSプロジェクトにおけるリスク抽出

これらのリスクは、安全・環境リスク、操業リスク、経営リスクに分類することができ、技術によって克服できる部分と、制度など社会的枠組みによってカバーするものに大別することができる。事業によって得られる利益に比べ、リスクや不確実性が無視できないほど大きい場合は民間事業者・資金の参入は期待できず、故に公共投資的対応が必要となる。

具体的には、投資資金が回収できないという可能性、貯留井廃止後に民間能力を超えた長期間責任を負わなければならない可能性など、経営上のリスクの多くについて制度面など社会的枠組みの整備が必要であることを示唆している。

### 2.3. 社会実装に向けた先導事業の実施

我が国における2050年のCCS導入量の想定として、設備規模、投資金額を比較検討するため、エネルギー転換部門のCO<sub>2</sub>排出量（2013年度5.4億tCO<sub>2</sub>/年）の半分程度を占める石炭火力発電を排出源候補とし、2050年におけるCO<sub>2</sub>隔離量をそれぞれ高位（2.5億tCO<sub>2</sub>/年）、中位（1.0億tCO<sub>2</sub>/年）、低位（0.2億-0.3億tCO<sub>2</sub>/年）と3ケースに基づきシナリオ分析を行った。シナリオ期間は2019-2050年（計画・建設を経て2030年に事業開始）とし、対象となる排出源は現在の石炭火力発電所(40地点)、パイプライン及び船舶によるCO<sub>2</sub>輸送で、貯留は2地点としている。

### 2.4. 各シナリオの検討結果

シナリオ検討においては、高位ケース、中位ケース、低位ケースのいずれのケースとも発電所のユニット毎（ユニット；発電所を構成する発電機単位の設備（1号機、2号機など））にCCSを導入した場合のCCSコスト（総コスト；設備費と操業費を合わせた費用）を算出した。なお、回収設備、輸送経路、貯留設備の集約化は考慮しておらず、パイプライン輸送、船舶輸送、それぞれのみを用いた場合のCCSコストを算出し比較している。

シナリオ検討では、ユニット毎のCCSコストによる集計としたため、事業全体の設備構成としては、重複する設備が多く、非効率な印象となった。特にパイプライン輸送では、同じ排出源であってもユニット毎にそれぞれパイプラインを敷設するように設定したため輸送コストが膨大なものとなった。

2030年以降にCCSを導入し、投資コストと事業リスクを抑制し、2050年に一定の目標を達成するためには、取り組み易い環境にあるプロジェクトから始め、技術研究開発や学習効果によるCCSコスト低減を達成しつつCCS導入量を拡大していく、助走期間つきシナリオ（低位ケースから始め、中位ケースの導入量を目指す）に沿ってCCS事業モデルの検討を進めることが必要である（図4）。

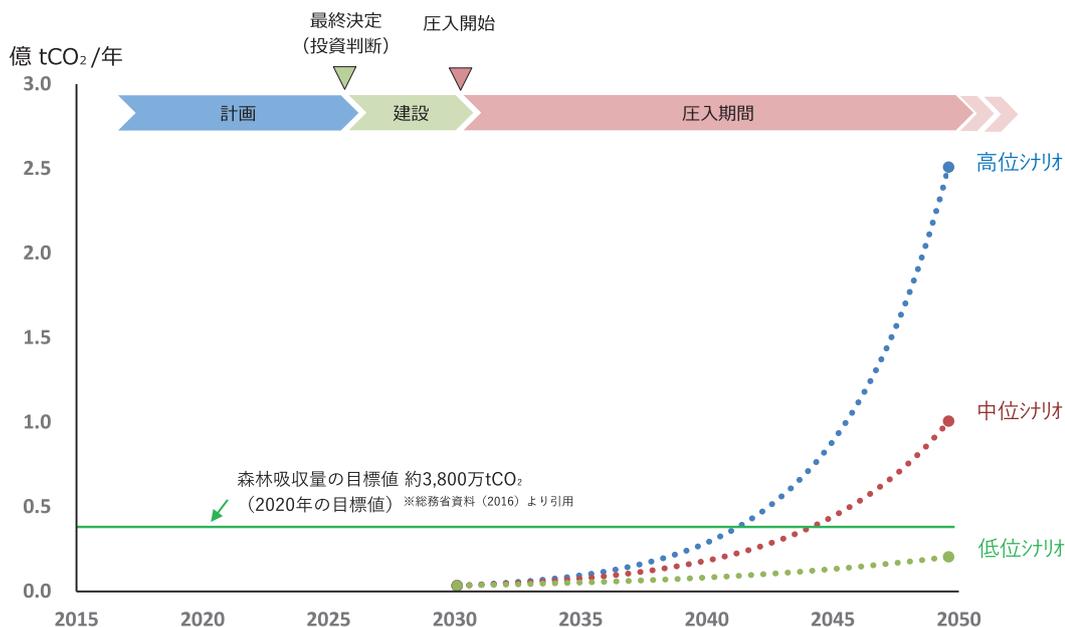


図4 2050年に向けた導入シナリオ（イメージ）

### 3. イノベーション創出のための国際連携

#### 3.1. IPCC (気候変動に関する政府間パネル)

IPCCは、人為起源による気候変化、影響、適応及び緩和方策に関し、科学的、技術的、社会経済学的な見地から包括的な評価を行うことを目的として、1988年に国連環境計画 (UNEP) と世界気象機関 (WMO) により設立された。ここでは、地球温暖化に関する科学的知見を収集・評価し、温暖化予測 (第1作業部会)、影響と適応 (第2作業部会)、緩和策 (第3作業部会) からなる報告書の作成を行なっている。

IPCCでは世界の科学者による論文や観測データ等に基づき、推薦で選ばれた専門家が取りまとめを行っており、科学的分析に加え、社会経済への影響、気候変動を抑制する対策など多角的な検討が行われている。また、この成果は、各国の政策にも科学的根拠を与えるため、ここからの報告書は国際交渉にも高い影響力を持つと考えられている。

RITEでは、緩和策 (第3作業部会) の国内支援事務局を担い、研究開発・調査と政策を結びつける役割を担っている (図5)。IPCCでは、2018年から2019年にかけて「1.5度特別報告書」、「土地関係特別報告書」、「海洋・雪氷圏特別報告書」をそれぞれ公表し、さらに、2022年の完成を目指して「第6次評価報告書」の執筆やレビューに取り組んでいる。RITEはここでも、情報収集・分析・報告・助言等を通じて支援を行なっている。

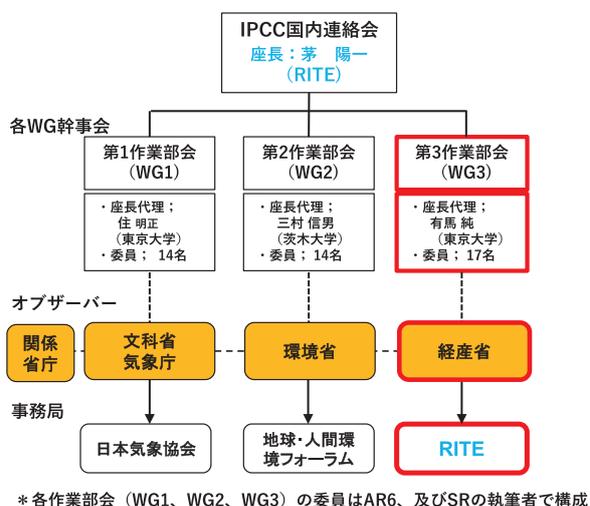


図5 IPCC国内連絡会とRITE

#### 3.2. ISO (国際標準機関)

ISOは、各国の162標準化団体で構成される組織であり、国家間に共通な標準規格を提供し、世界貿易を促進している。ISOの標準を使用することで、安全・信頼性が高く、質の高い製品・サービスの提供が可能である。

CCSは、CO<sub>2</sub>の大気中への排出量削減効果が大きいこと等から、地球温暖化対策の重要な選択肢の一つであり、すでに諸外国では、多くの実証試験、商業規模でのCCS事業も実施され、国際連携が進められるとともに、標準に関する枠組みが求められている。CCSの国際標準化によって、安全と環境面で、国際的に合意された知見に沿っていることが保証されるため、安全で適切なCCSの普及に貢献することが可能である。

RITEは、ISO/TC265 (CO<sub>2</sub>の回収、輸送、貯留) の国内審議団体であるとともにWG1 (回収) の事務局を担当しており、CCS分野における設計、建設、操業、環境計画とマネジメント、リスクマネジメント、定量化、モニタリングと検証の国際標準化に関し積極的に活動している (図6)。

2019年末時点で、ISO/TC265からCCS分野に係る規格類は8件出版されており、また7件を開発中である。開発中規格のうち、回収分野および貯留分野の計2件は日本主導で開発を進めている。

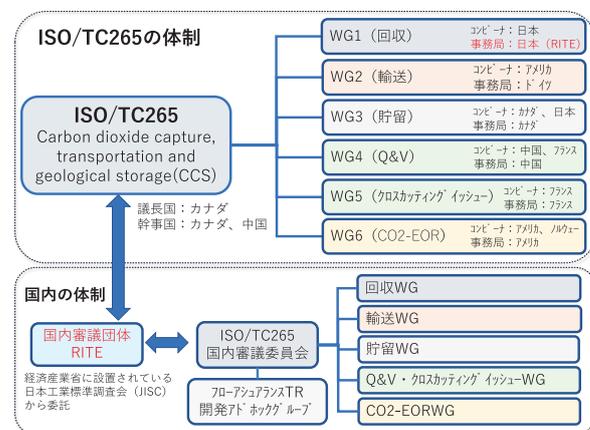


図6 ISO/TC265の各ワーキングと国内支援体制とRITE

## 4. 人材育成と知財戦略、産学連携の推進

### 4.1. 人材育成

**<小中高高校生>** 地球温暖化問題に関する次世代への教育が重要であり、RITEでは、i) 小中高生を対象に研究所施設を用いた校外学習の受け入れ、ii) 職員等が教材・機材とともに学校を訪問する出前授業要請への対応を進めている。こういった人材育成への要請は年々高まりを見せており、2019年は延べ397人の小中高高校生に対する授業やワークショップを開催した。例えば、RITEが取り組む研究の中からCCS技術を取り上げ、地球温暖化メカニズムを知識として説明し、主要温暖化ガスであるCO<sub>2</sub>を地中に貯留しても粘土層（遮蔽層）によって漏洩の可能性が低いこと、CO<sub>2</sub>が気体・固体だけではなく、液体になる様子を実験・ワークショップで実際に確認し、さらに考察と意見交換を通じて理解を深めるといった学習サイクルに基づく活動を実施している（図7左）。

**<大学・大学院生>** 次代の研究や技術を支える人材育成の一環として大学・大学院との教育連携を進め、RITE研究者の教授等への兼務を行うとともに、大学院生を中心とした若手人材の研究現場への受け入れを行い、大学における教育と研究所における研究指導を展開している（図7右）。例えば、奈良先端科学技術大学院大学バイオサイエンス領域の大学連携研究室をRITEに設置し、単なる技術開発だけでなく、グローバルな生産・消費システムの理解の上に、植物を原料とし、バイオマスを有効に利用した再生可能資源による循環型および低炭素社会実現を目指した研究と教育を進めている。

### 4.2. 知財と産学連携

RITEは、研究開発、調査研究等で得られた成果について、特許、ノウハウ等の知的財産権を戦略的かつ効率的に取得・管理し、さらに積極的な活用を行うことにより、地球環境の保全に資する産業技術の進歩向上を図ることとしている。

2019年末時点で、RITEが保有する特許は、国内権利119件（うち企業にライセンス中12件）、外国権利54件（同、12件）である。

発明の認定、国内および外国への特許出願、審査請求、特許権維持等といった組織的知財経営を推進するため、RITEでは「特許等審議委員会」を設置し、知財専門家を配した広報・産学連携チームによる運営を行なっている（図8）。

学術研究全般の発展のため、早い段階での論文等発表により、世界の公共財産としての知識を高めることに加え、研究者の発明を特許により権利化し、チャレンジ意欲ある企業等に実施権を与えて産業化を加速するなど研究機関として公益と産業化によるイノベーションをバランスを取りながら研究開発推進が可能となる。

さらに知財化は、企業等との連携機会を産み、適切な情報管理と契約に基づき、さらなる知財を生み出すという好循環を期待することができる。また、国際標準（本章3.2など）との連携など、標準を支えるために関連技術を利用可能とするための知財化という側面も期待されている。RITEでは、こういった知財の持つ多様な機能に着目し、市場や他の研究開発動向なども踏まえつつ、戦略的に知財化を推進している。

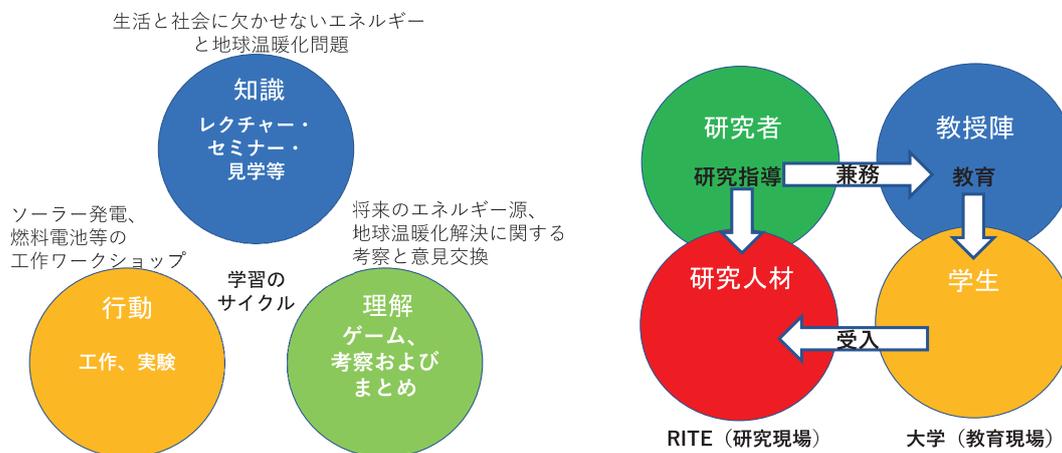


図7 RITEにおける人材育成

## 5. おわりに

国際社会の関心は、イノベーションによる地球温暖化対策に集まりつつある。すでに作業が開始されているIPCC第6次評価サイクル（AR6）では、「イノベーション、技術開発と移転」という章が新たに設けられ、i)イノベーションを通じた持続的成長とパリ協定の達成、ii)イノベーションを創出するシステムと政策、iii)国際的パートナーシップ、iv)変化とイノベーションを促すための環境、v)新たな破壊的テクノロジー、などに関する検証が深められる予定である。それは、旧技術が新技術に置き換わることによる部分的改善の積み重ねではなく、新しい社会と生活の実現により、豊かさや地球環境が両立するといった新しい視点が追加されたことを意味する。

イノベーション創出への期待の中で、そこに潜む不確実性やリスクに関する分析と対処が求められている。CCSのような地球温暖化緩和に必要な技術は大規模な社会インフラを構成し、それらを長期的に支える制度的枠組整備も重要である。技術や適用分野によって異なるものの官民の役割分担、費用負担、国際的連携強化などが重要である。

当グループでは、RITEの中において革新的テクノロジーについての調査を行うとともに、国際連携を推進し、人材育成や知財化の推進、産学連携などイノベーション創出に必要な課題についても取り組むことを通じ、RITEの使命でもある「地球環境と経済の両立」の達成に貢献する。

## 参考文献

- 1) RITE, "RITEの役割：地球環境と経済の両立を目指して" (<http://www.rite.or.jp/about/>)
- 2) OECD, "Air and climate: Greenhouse gas emissions by source", OECD Environment Statistics(database <https://doi.org/10.1787/data-00594-en.>)(2019)
- 3) GCCSI: Global Status of CCS / Targeting climate change (2019)
- 4) IEA, CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion, IEA data service subscriptions(2018)
- 5) IEA, World Energy Outlook (2019)
- 7) IPCC, "AR5 Synthesis Report: Climate Change 2014" (2014)
- 8) IPCC, "Summary for Policymakers of IPCC Special Report on Global Warming of 1.5 °C approved by governments" (2018)
- 9) IPCC, Carbon Dioxide Capture and Storage (2005)
- 10) Copeland, B and Taylor, S Trade and Environment: Theory and Evidence, Princeton University Press(2003)
- 11) Pearson, C Economics and the Global Environment, Cambridge University Press(2000)
- 12) 地球温暖化対策推進本部,「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略（閣議決定）」(2019)
- 13) 資源エネルギー庁,「第5次エネルギー基本計画」(2018)
- 14) 経済産業省,「CCSの実証及び調査事業のあり方に向けた有識者検討会」(2018)
- 15) 資源エネルギー庁,「カーボンリサイクル技術ロードマップ、同技術事例集」(2019)
- 16) 小川紘一「オープン&クローズ戦略（増補版）」翔泳社（2014）
- 17) 文部科学省 科学技術・学術政策局「産学官連携・知的財産政策の現状（科学技術・学術審議会）」(2013)
- 18) 経済産業省「平成30年度エネルギーに関する年次報告」(2019)
- 20) 環境省「令和元年版環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書」(2019)



図8 知財戦略と産学連携の推進