

企画調査グループ

グループメンバー(2020 年 12 月末)

グループリーダー・主席研究員	柳生 勇	調査役	金星 春夫
サブリーダー・主席研究員	野村 真	主幹・研究員	木原 大輔
サブリーダー	川口 圭史	主幹	倉中 聡
主席研究員	東井 隆行	主任	眞継 由佳
副主席研究員	出口 哲也	研究員	小林 由美
副主席研究員	青木 好範	研究員	安本 夏子
副主席研究員	内村 泰三		辰巳 奈美
副主席研究員	清水 淳一		久保 道代
研究管理チームリーダー	箕浦 靖明		永田 瑞生

カーボンニュートラルの実現に向けた取り組み

企画調査グループは、1)国内外の政策や技術動向を把握しつつ、RITE が持つ研究ポテンシャルを活かした新規技術開発課題の探索と提案・実施、2)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、3)RITE 技術の普及啓発や将来世代の人材育成、4)産業連携による技術の実用化といった役割を持ち、研究グループ及びセンターとともに、地球環境と経済の両立を目指した政策支援や技術開発、イノベーション創出について積極的に取り組んでいる¹⁾。

2020 年は、我が国として、2050 年にカーボンニュートラルを目指すことが宣言されるなど、温暖化対策に関する大きな動きがあったことから、まずは、それについて概観する。

1. 我が国におけるカーボンニュートラルの動き

2020 年、温暖化対策に関する国際枠組みである「パリ協定」が、本格運用開始された。そのため、我が国は、「今世紀後半のできるだけ早期」のカーボンニュートラルに向け、2050 年「ビヨンドゼロ」技術の確立を目指し、長期戦略に掲げた目標に向けて社会実装を目指していくため、2020 年 1 月、「革新的環境イノベーション戦略」²⁾を策定している。また、「ムーンショット型研究開発事業／2050 年までに、地球環境再生に向けた持続可能な資源循環を実現」³⁾が開始され、RITE も採択されてい

る。

2020 年 10 月、第 203 回臨時国会において、菅総理が「2050 年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」ことを宣言⁴⁾したことから、カーボンニュートラルに向けた動きが加速された。梶山経済産業大臣は、それを受け、「カーボンニュートラルへの挑戦は、日本の新たな成長戦略であり、あらゆるリソースを最大限投入し、経済と環境の好循環を生み出していく」と言及した。

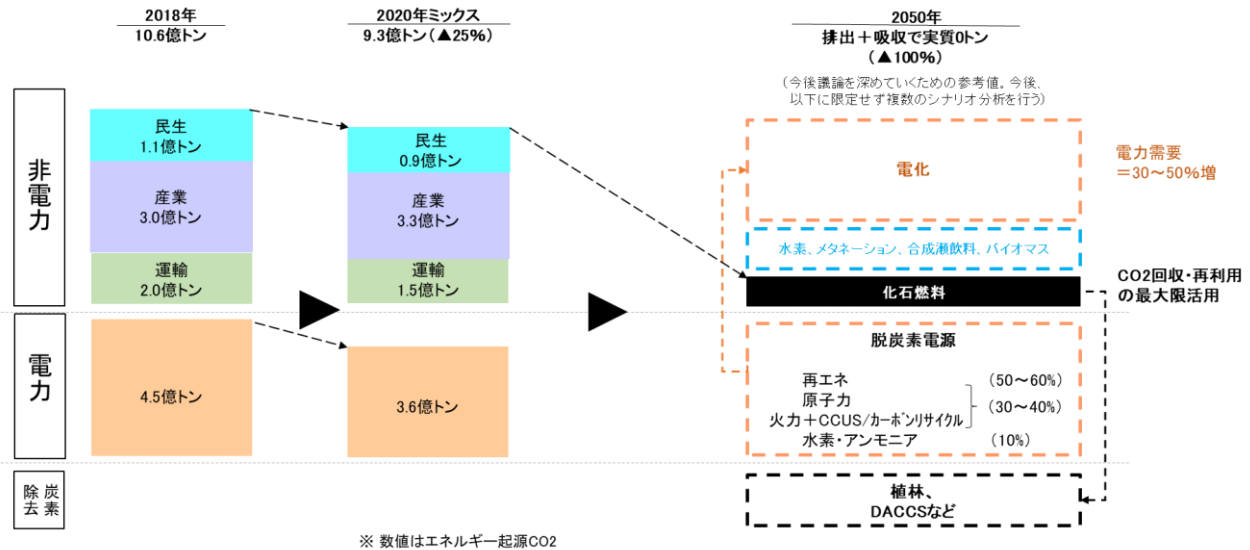
温暖化への対応を、経済成長の制約やコストとする時代から発想を転換し、積極的に対策を行うことが、産業構造や社会構造の変革をもたらしながら、次なる成長につなげていくことを目指して、「経済と環境の好循環」を作っていく産業政策として、2020 年 12 月、「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」⁵⁾が策定された。

同成長戦略において、2050 年カーボンニュートラルに向けては、温室効果ガス排出の 8 割以上を占めるエネルギー分野の取組が特に重要となるため、エネルギー政策及びエネルギー需給の絵姿について議論を深めていくに当たっての参考値として示されている(図1)。

また、2050 年カーボンニュートラルを実現する上で不可欠な重点分野である 14 分野(図2)において、①年限を明確化した目標、②研究開発・実証、③規制改革・標準化などの制度整備、④国際連携、などが盛り込まれた「実行計画」が策定されている(図3)。今後、グリーン成

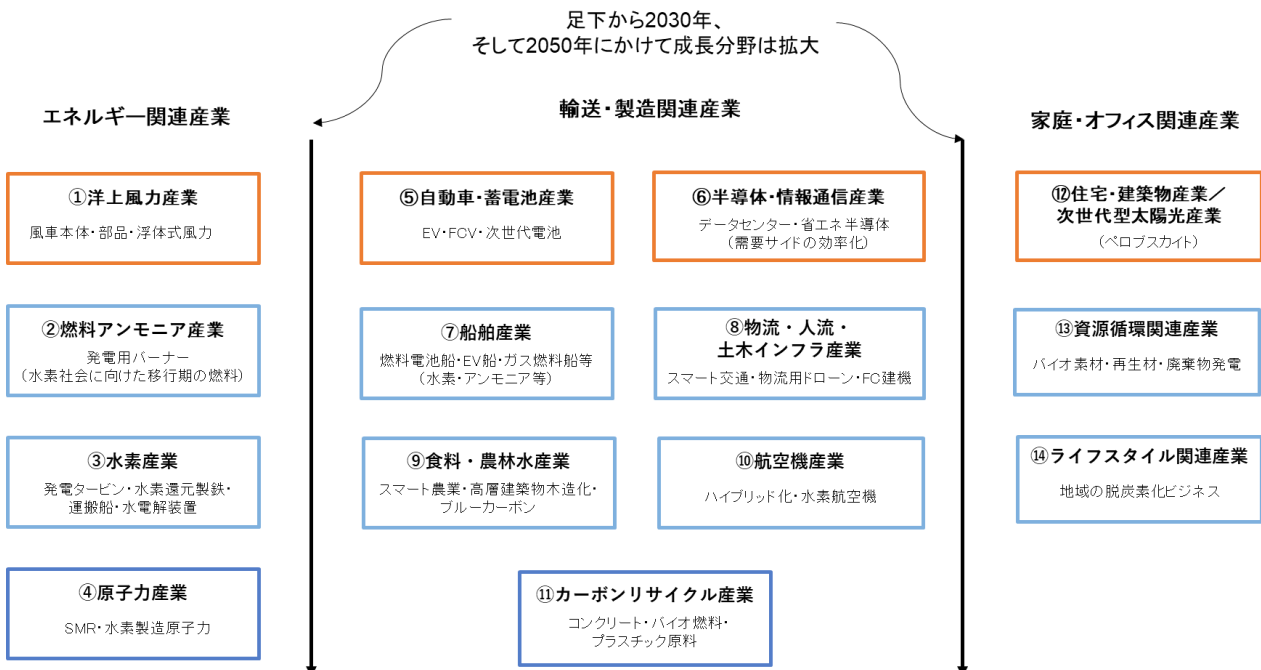
長戦略の改定に向けて、これらの分野における実行計画の着実な実施、目標や対策の更なる深堀についても検

討を深めていくことになっている。



(出典)「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」(令和2年12月)

図1 カーボンニュートラルへの転換イメージ



(出典)「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」(令和2年12月)

図2 重要産業の整理図

⑪カーボンリサイクル産業の
成長戦略「工程表」

●導入フェーズ：

1. 開発フェーズ

2. 実証フェーズ

3. 導入拡大・
コスト低減フェーズ

4. 自立商用フェーズ

●具体化するべき政策手法：①目標、②法制度（規制改革等）、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等

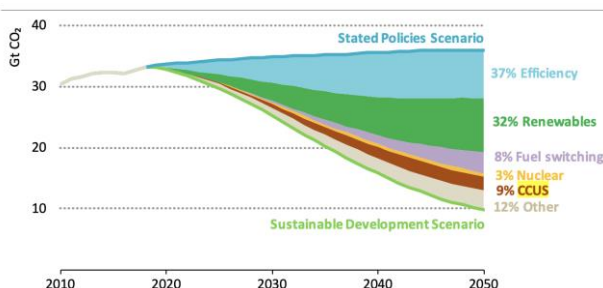
※代表事例を記載	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	～2030年	～2040年	～2050年
●コンクリート コスト目標 2030年 30円/kg (=既製品と同等)	・大阪万博(2025年)における導入を検討 ・新技術に関する国交省データベースにCO ₂ 吸収型コンクリートを登録。地方自治体への周知拡大。 さらに、公共調達の拡大等による販路拡大、コスト低減 ・防錆性能を持つコンクリートの技術開発 ・防錆性能を持つコンクリートの実証 ・日米の産学官の関係者がCO ₂ 炭酸塩化(コンクリート化)に関する共同プロジェクトを実施 ・関係国とのカーボンリサイクル協力MOCを締結し、共同研究・実証を推進					・国際標準化や大規模な国際展示会でのPR等を行い、途上国等へも販路拡大		
●燃料 コスト目標 2030年 100円/L (=既製品と同等) 藻類の培養による バイオ燃料	・2030年頃の商用化に向けた大規模実証、コスト低減 ・国際航空に関し、ICAOにより、2019年比でCO ₂ 排出量を増加させないことが制度化(2021～2035年) (※ICAO:国際民間航空機関) ・CO ₂ 吸収効率の向上や藻の安定的な増殖による生産性向上、品質改良の技術開発を継続					・バイオジェット燃料の国際市場の動向に応じて、航空機へ競争力のある藻類ジェット燃料の供給拡大		
●化学品 コスト目標 50年100円/kg (=既製品と同等) [人工合成]	・大規模実証に必要な生産性の高い光触媒の開発 ・関連規制の緩和、保安・安全基準を制定					大規模実証		補助金等によるコスト低減・導入支援
●分離回収 コスト目標 (/CO ₂ t) 低圧ガス: 30年2千円台 高圧ガス: 30年千円台 DAC: 50年2千円台 目標規模 50年 世界で約25億 CO ₂ t	○排ガス由来 ・高効率なCO ₂ 分離回収技術を開発し、コスト低減 ・大規模実証 ○大気由来(DAC) ・ムーンショット型研究開発制度等を活用した、大気からのCO ₂ 直接回収(DAC)技術の研究開発 (エネルギー効率向上、コスト低減)					・更なるコスト低減による導入拡大 ・実証による更なる低コスト化		さらなる低コスト化・補助金等による導入拡大

出典)「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」(令和2年12月)

図3 分野毎の「実行計画」の工程表の例

2. 調査研究活動

CCSは、IEAのWorld Energy Outlook 2019⁶⁾において、2050年までの世界の累積CO₂削減量の9%をCCUSが担うことになっているなど、大いに期待されている(図4)。

図4 CCUSによるCO₂削減
(IEA 持続成長可能シナリオ)

経済産業省から、地球温暖化・資源循環対策等に資する調査委託費として、「我が国のCCS導入のあり方に係る調査事業」⁷⁾を受託して実施したことから、結果概要について取りまとめる。

2.1. 世界各国のCCS大規模商用プロジェクト

GCCSI(Global CCS Institute)⁸⁾が整理する各国で建設中及び運用中の大規模商用プロジェクトについて、2020年6月時点において、運用中が21件、建設中が4件となっている(図5)。なお、大規模とは、凡そ年間40万トン程度以上のCO₂を回収・貯留すると定義されている(※GCCSIでは現在のこの基準を見直し、「商用運転」か否かで分類している)。

これら大規模のプロジェクトの多くは、回収したCO₂をEOR(石油増進回収)に利用している。また、CO₂排

出源は、CO₂ 回収が生産プロセスの一部となっている天然ガス精製あるいは肥料、水素製造等が多くを占めている。これらの運用中のプロジェクトにより、年間約

3700 万トンの CO₂ が恒久的に地下に貯留されたことになる。さらに、建設中のプロジェクトも加味すると、年間約 4,000 万トンの貯留量が見込まれる。

実施段階	地域	プロジェクト名	回収方式	貯留方式	運用開始	回収量
運用段階	米国	Terrell Natural Gas Processing Plant	天然ガス精製	EOR	1972	40～50万
		Enid Fertilizer	工業的分離(化学肥料)	EOR	1982	70万
		Shute Creek Gas Processing Plant	天然ガス精製	EOR	1986	700万
		Century Plant	天然ガス精製	EOR	2010	840万
		Air Products Steam Methane Reformer	工業的分離(水素製造)	EOR	2013	100万
		Coffeyville Gasification Plant	工業的分離(化学肥料)	EOR	2013	100万
		Lost Cabin Gas Plant	天然ガス精製	EOR	2013	70万
		Illinois Industrial Carbon Capture and Sequestration	工業的分離(エタノール)	陸域帯水層	2017	100万
		Petra Nova Carbon Capture	燃焼後(石炭火力発電)	EOR	2017	140万
	カナダ	Great Plains Synfuels Plant and Weyburn Midale	工業的分離(合成ガス)	EOR	2000	300万
		Boundary Dam Carbon Capture and Storage	燃焼後(石炭火力発電)	EOR	2014	100万
		Quest	工業的分離(水素製造)	陸域帯水層	2015	100万
		Alberta Carbon Trunk Line with Agrium CO ₂ Stream	工業的分離(化学肥料)	EOR	2020.6	30万
		Alberta Carbon Trunk Line with North West Sturgeon Refinery	石油精製	EOR	2020.6	160万
	ブラジル	Petrobras Lula Oil Field	天然ガス精製	EOR	2013	100万
	ノルウェー	Sleipner CO ₂ Storage	天然ガス精製	海底下帯水層	1996	100万
		Snøhvit CO ₂ Storage	天然ガス精製	海底下帯水層	2008	70万
	サウジアラビア	Uthmaniyah CO ₂ -EOR	天然ガス精製	EOR	2015	80万
	アラブ首長国	Abu Dhabi CCS	工業的分離(鉄鋼)	EOR	2016	80万
	中国	CNPC Jilin Oil Field CO ₂ EOR	天然ガス精製	EOR	2018	60万
	豪州	Gorgon CO ₂ Injection Project	天然ガス精製	陸域帯水層	2019	340～400万
21 件の大規模 CCS プロジェクト (CO ₂ 回収量(tCO ₂ /年))					3,680～3,750万	
建設段階	中国	Yanchang Integrated Carbon Capture and Storage	工業的分離(化学肥料)	EOR	2020～2021	41万
		Sinopec Qilu Petrochemical CCS	工業的分離(化学肥料)	EOR	2020	40万
	米国	The ZEROS Project	酸素燃焼(廃棄物発電)	EOR	2020	150万
	ノルウェー	Longskip CCS - Brevik Norcem	工業的分離(セメント工場)	海底下帯水層	2024	40万

図 5 世界の大規模 CCS プロジェクトの状況

2.2. 課題の整理および今後の対応

世界で運用中の大規模 CCS プロジェクト(21 件)において、プロジェクトの実施主体は、中国およびサウジアラビアが国有企業であることを除けば、全て民間事業者である。これらの CCS プロジェクトが成立している要件

は幾つかあるが、次のように纏められる。まず、既存工程で CO₂ を分離・回収している場合には、CCS を行うにあたり必要となる追加コストは、輸送、圧入に係る工程への投資のみであり、比較的低コストで実施可能である。EOR が可能な場合は、EOR による収益および天然

ガス生産による収益が確保できること、あるいは、補助金、税額控除などのインセンティブ施策が十分である場合も CCS プロジェクトは経済的に成立する。つまり、低コストで実施可能であるケース、および EOR のような収益が得られるケースについては、最初は着手しやすい事例(Low-hanging fruits)からスタートしていると言える。

また、海外で構築されている CCS 導入のための制度の枠組みは、民間事業者が実施することを前提として、各種施策(補助金、税制優遇、債務保証、差額決済契約等)と共に、圧入後の長期的責任についての制度整備や政府移管など、ビジネスモデルを構築するための環境整備を行っている。

なお、CO₂ の大量輸送については、パイプライン輸送と船輸送が考えられるが、船輸送については、液化設備の最適化などの技術開発要素が残っている。さらに、将来大規模化によるコスト低減が期待できることから、早い時期での検証が望ましい。

また、将来の CO₂ 圧入量 1 億トン／年のためには、大規模貯留地の確保が必要であり、現在、日本 CCS 調査(株)による適地調査事業が行われている。これまでの調査の結果から、3D 探査実施エリアで約 70 億トン、2D 探査実施エリアで約 460 億トン(精査 30 億トン、概査 430 億トン)と評価され、圧入性能等の不確実性は残るものの、日本における CCS 候補地点の貯留可能量は、十分であると評価されている。ただし、貯留適地選定のためには調査井掘削による圧入性能等の貯留層評価、さらに、排出源も含めた CCS 全体の経済性評価、安全性評価が必須となってくる。

CCS を推進していくには、最初は着手しやすい事例から始め、コスト低減を達成しつつ、CCS 事業化を随時本格化させていくシナリオは、現時点において、最も合理的な政策といえる。

その実現に向け、官民協力して実現性の高いロードマップの策定に早急に着手すると共に、具体的な進め方を示したアクションプランを作成し、それを官民で共有することが重要である。

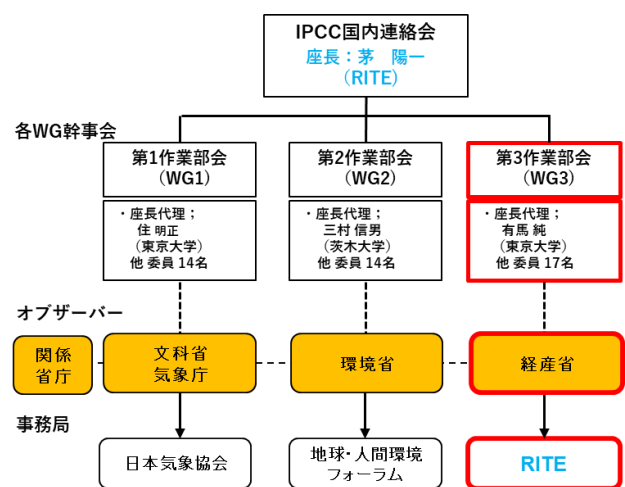
3. イノベーション創出のための国際連携

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 6)。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っている。



*各作業部会 (WG1、WG2、WG3) の委員はAR6、及びSRの執筆者で構成

図 6 IPCC 国内連絡会と RITE

3.2. ISO(国際標準機関)

ISOは、各国の165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。

二酸化炭素回収・貯留(CCS)は、CO₂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(CO₂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7)。

2020年12月時点で、ISO/TC265からCCS分野に係る規格類は9件出版されており、また6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。

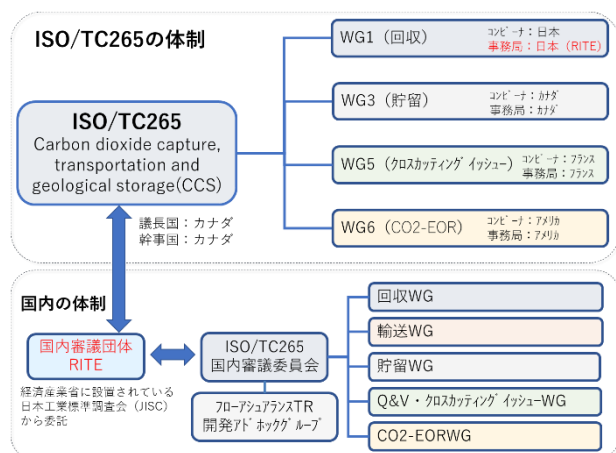


図7 ISO/TC265の各ワーキングと国内支援体制とRITE

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。授業では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CO₂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、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8)。

ただ2020年は新型コロナウイルスの影響で1,2月の37人に留まった(2019年は397人)が、今後状況が改善され次第、授業やワークショップを再開することにした。

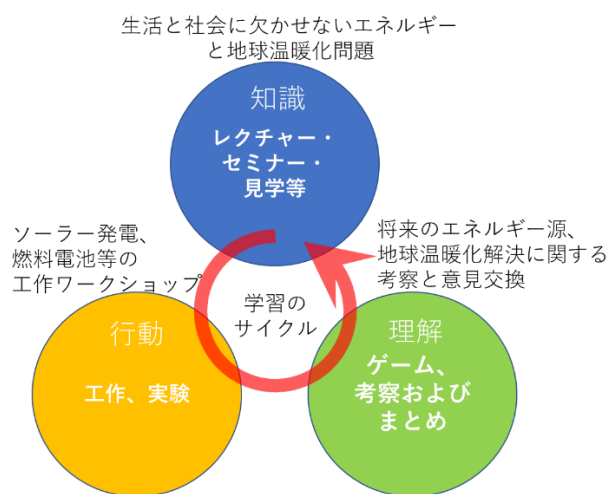


図8 RITEにおける人材育成(小中高校生)

<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9)。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。

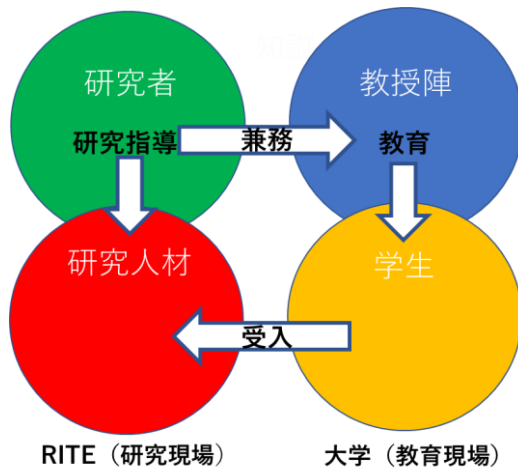


図9 RITEにおける人材育成(大学・大学院生)

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。

2020 年末時点で、RITE が保有する特許は、国内権利 106 件(うち企業にライセンス中 11 件)、外国権利 49 件(同、13 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・産業連携チームによる運営を行なっている(図 10)。

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を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について、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。

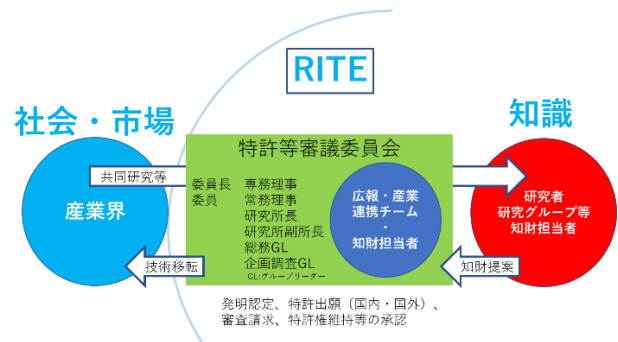


図10 知財戦略と産学連携の推進

5. おわりに

2020 年は、我が国において、「2050 年カーボンニュートラル」が宣言されたが、RITE が、「地球環境と経済の両立」を使命として設立されてから、30 周年となる節目の年である。

2050 年にカーボンニュートラルを目指すためには、「革新的環境イノベーション戦略」で示された革新的技術確立することが必要になり、RITE が長年技術開発を実施してきた CO₂ の分離回収技術の開発・実証が不可欠であることから、RITE への期待が、益々大きくなっていると感じている。しかし、2050 年カーボンニュートラルを実現するのは、並大抵の努力では不可能であり、RITE としても、社会実装を見据えて積極的に推進していくことが求められている。

企画調査グループとして、国内外の政策や技術動向の情報収集に積極的に努めていくとともに、研究グループ及びセンターとともに、2050 年に社会実装を目指し、技術開発を積極的に推進していく。そして、社会実装が進展していけば、RITE の使命である「地球環境と経済の両立」の達成に貢献していくことができると考えている。

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) 革新的環境イノベーション戦略
(<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/tougou-innovation/pdf/kankyousenryaku2020.pdf>)
- 3) ムーンショット型研究開発制度
(<https://www8.cao.go.jp/cstp/moonshot/project.html#a4>)
- 4) 第二百三回国会における菅内閣総理大臣所信表明演説
(https://www.kantei.go.jp/jp/99_suga/statement/2020/1026shoshinhyomei.html)
- 5) 2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略
(<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/seicho/seichosenryakukaigi/dai6/>)
- 6) IEA, World Energy Outlook (2019)
(<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019>)
- 7) 令和元年度地球温暖化・資源循環対策等に資する調査委託費として、「我が国の CCS 導入のあり方に係る調査事業」
(https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2019FY/000145.pdf)
- 8) GCCSI(Global CCS Institute)
(<https://www.globalccsinstitute.com/>)