

燃料関連分野の技術戦略マップ

平成19年4月

資源エネルギー庁
資源・燃料部

燃料関連分野の技術戦略マップ

1. 基本的考え方

エネルギー資源の大宗を輸入に依存する我が国にとって、エネルギー資源の安定供給確保は国家安全保障に直結する課題である。このため、石油・天然ガス等の我が国への安定供給確保を目指し、資源国と我が国との幅広い関係強化、我が国企業に対する支援等を通じた資源国における資源開発・供給源の多様化等の施策を戦略的・総合的に推進することとしている。

石油・天然ガス・石炭等に関する技術開発については、我が国の高度な技術力を活用して、資源の獲得能力を強化するための技術開発を推進することにより、資源国に対する我が国の魅力が高まる等の観点から着実に取り組む必要がある。そこで、2030年頃までを見通した化石燃料に関する技術戦略マップをとりまとめた。本技術戦略マップにおいては、石油、石炭、天然ガス、メタンハイドレート及び非在来石油に関する上流開発（探鉱、採掘、生産）、精製、供給に関する技術等を対象としており、これらを石油利用技術分野、石油・天然ガス等開発・利用技術分野、石炭開発・利用技術分野の3分野に分類（表1-1参照。）した上で、分野毎に、課題と技術開発の方向性、導入シナリオ、技術マップ（特徴付けについては表1-2参照。）及び技術ロードマップを作成した。

表1-1 各分野の対象について

	上流開発 (探鉱、採掘、生産)	精製、供給等
石油、非在来型石油（オイルサンド等）	石油・天然ガス等開発 ・利用技術分野	石油利用技術分野
天然ガス、LPガス、メタンハイドレート	石油・天然ガス等開発・利用技術分野	
石炭	石炭開発・利用技術分野	

注；「CO₂回収技術」は、発生源の燃料を扱う技術分野に分類する。

表1 - 2 技術マップにおける技術の特徴付けのための指標の定義

分類	指標	定義	
技術の重要性・特徴に関する指標	波及効果等	他技術への波及効果	その「個別技術」あるいは「要素技術」が実現した場合、他の「個別技術」あるいは「エネルギー技術」に及ぼす影響の度合い。要素技術が共通基盤的であるほど波及効果大きい。エネルギー分野以外への波及効果もあり得る。
		産業競争力向上への寄与度	その「個別技術」が実現した場合、わが国の既存産業競争力の向上、あるいは新産業創出への寄与度。
	安定供給確保	エネルギー資源の安定供給への寄与度	わが国のエネルギー安定供給を確保することに資する技術。資源国における資源開発、エネルギー供給源の多様化、エネルギーの有効利用などを含む。
		需要端でのエネルギー供給の安定性への寄与度	国内におけるエネルギー輸送・貯蔵など、需要端において安定的にエネルギーが供給されることに資する技術。
		資源外交への寄与度	資源保有国等との資源外交上、重要と考えられる技術。海外における導入技術など。
		超長期を見据えた資源制約克服への寄与度	2030年以降、超長期(2100年)を見据えた資源制約(石油生産ピーク、天然ガス生産ピーク)克服への寄与度。
	環境への適合性	環境負荷低減への寄与度	SOx、NOx、SPM(浮遊粒状物質)、有害金属等環境負荷物質(GHGは除く)低減への寄与度。
		GHG削減への寄与度	2030年までのGHG(CO2、CH4等の温室効果ガス)排出削減への寄与度。CCSなどの直接的な大規模処理のみでなく、待機電力削減など機器単体としては効果が小さいが、全体としてあるいは累積として効果があるものにも留意。
		超長期を見据えた環境制約克服への寄与	2030年以降、超長期(2100年)を見据えた環境制約(CO2濃度増大)克服への寄与度。

2.1 石油利用技術の課題と技術開発の方向性

2.1.1 石油の利用動向

World Energy Outlook 2006¹⁾によれば、世界の石油需要は2005年の8360万バレル/年から、2030年には11630万バレル/年と予測しており、これは年1.3%増である。OECD諸国の石油需要は、2005年から2030年の間、年率0.6%であるが、発展途上国では2.5%、特に中国は2005年の660万バレル/年から2030年の1530万バレル/年と大幅な増加を予測している。

国内²⁾にあつては、石油は一次エネルギーの49.7%（2005年度）を占め、10年前の55.8%に比べ低下しているものの、依然、我が国のエネルギーの半分を供給しており、極めて重要なエネルギー源であることに変わりはない。原油輸入価格は、CIFで2000年度の28.33ドル/バレルから2005年度では55.68ドル/バレルに上昇しており、我が国だけではなく世界経済に大きな影響を及ぼしている。油種別燃料販売量は、ガソリンが6140万kL/年と26.0%を占め、次にナフサの20.9%、軽油の15.7%、灯油の12.0%と続く²⁾。A重油は11.8%、C重油は11.4%で、A重油とC重油の合計は10年前の6940万kL/年から5480万kL/年へと急速に低下している²⁾。ガソリンは10年前の5160万kL/年（21.0%）から量および割合とも増加しており、白油化が急速に進展している。

総合資源エネルギー調査会需給部会²⁾による2030年のエネルギー消費量の予測では、レファレンスケースで、23300万kL/年であり、2005年度の24900万kL/年に比べ僅かに下がるものの、一次エネルギー供給量の38.4%を占め、石炭の17.4%、天然ガスの17.8%、原子力の14.8%に比べても依然、圧倒的に大きな割合を占めている。

2.1.2 石油利用技術の主要課題と方向性

石油利用技術は、原油の安定的な確保と環境負荷低減を図りつつ有効利用に貢献することにある。石油を巡る国際的な環境は、産油国の資源困い込み、高水準で維持する原油価格、急成長国の石油需要増大、急成長国による強引な石油利権の確保、軽質原油の減少、に代表される状況となっている。また、日本においても、新・国家エネルギー戦略、エネルギー基本計画、京都議定書目標達成計画等の国の施策、地球温暖化対策等の環境対策への持続的な取り組み、他の燃料への転換の進展（新エネ・天然ガス）、石油需要の減少、重油需要の減少によるガソリン等の軽質需要の相対的増加といった動向があらわれている。これらの状況に機動的に対処していくための石油産業の技術開発課題として、原油調達力の相対的ポジションの低下による調達原油の重質化への対応、精製処理が困難なオイルサンド等非在来型石油の活用、製油所における原油の重質化・製品の軽質化ギャップへの対応、製油所における一層の省エネ・環境対策の推進、製油所周辺工場との共同によるの推進、石油製品を使用する自動車等の省エネ・環境対策の支援が挙げられる。これらの課題解決のためには、資源の減少する従来原油に替わる重質原油からの燃料油安定供給技術、オイルサンド等の非在来型石油資源の先進精製技術、環境に優しい高度な石油精製技術、コンビナート高度統合技術、高度石

油利用技術の開発が急務とされるところである。

2.1.3 石油利用技術の構成と個別技術

ここでは、石油利用技術を大きく、「非在来型石油資源の活用技術」と「石油高度有効利用技術」、「環境に配慮した石油クリーン利用技術」に分けた。「非在来型石油資源の活用技術」は、特に化石燃料の安定的確保を意識したものであり、「環境に配慮した石油クリーン利用技術」は、文字通り、環境負荷低減を主に対象としている。また、「石油高度有効利用技術」は、化石燃料の安定的確保と環境負荷低減に寄与するものの、産業競争力向上をも強く意識した分類である。

これら大分類の内、「非在来型石油資源の活用技術」を「超重質油高度分解技術」と「高品位製品製造等高度利用・高度活用技術」、「新燃料活用技術」に分類し、その下に個別技術を位置づけた。「石油高度有効利用技術」は、「資源の減少する従来原油に替わる重質原油からの輸送用油安定供給技術」、「資源の有効利用、安定供給に向けたコンビナート高度統合技術」と「石油系燃料電池における高度石油利用技術」に、また、「環境に配慮した石油クリーン利用技術」は、「環境に優しい石油の安定供給を図る高度な石油精製技術」と「環境に優しい高度石油利用（民生用機器・燃料）技術」、「環境に優しい高度石油利用（内燃機・燃料）技術」に分類し、その下に個別技術を位置づけた。

石油の安定的確保の面から、オイルサンドなどの非在来資源やバイオマス由来の燃料、GTLなどの新燃料の活用が課題となっている。短期的には残油・重質油・劣質油の白油化のための技術や先を見据えて超臨界水等による脱金属や分解技術が望まれる。また、オイルサンドなどからの合成原油が我が国に導入された場合に、国内製油所で精製するための技術が求められる。また、今後、バイオエタノール、BDF、GTL など様々な新液体燃料が導入され、その多くが従来の石油の流通経路に乗ることが求められ、そのための技術が必要である。また、石油の安定的な確保の面から重質原油に対する処理技術が必要であり、高過酷度 FCC や残油分解、異性化、残渣からの水素製造や合成燃料製造などの開発が急がれる。既存のコンビナートの競争力向上は、石油精製や石油化学だけではなく、鉄鋼業などの異業種との融合により資源の有効利用と安定供給を図りつつ取り組んでいく喫緊の課題である。石油は貯蔵が容易であり、災害時にも消費者への供給が的確に実施できる特徴がある。その特徴を生かした定置用燃料電池への水素供給やガソリンスタンドでの水素供給などが可能である。環境面からは、燃料のクリーン化、燃料面からの自動車の燃費向上、民生機器のますますの高度利用など、着実な取組みが求められる。

2.1.4 関連分野の技術

石油利用技術分野では、個別技術のブレークスルーとなる開発のためには、基礎科学の貢献が欠かせない。例えば、触媒設計では化合物の物理構造解析や分子レベルでの化学反応制御、微細（ナノ）領域の触媒表面造形加工が求められる。膜分離技術は、エタノール、水素、酸素分離などに適用することでプロセスの高効率化が期待されている。超臨界、亜

臨界領域での反応も期待されている。また、最適操業計画システムや広域ネットワークシステム化など、IT 技術の進歩を活用することで産業競争力向上に貢献する。

石油精製業は、特に多くの技術の複合産業である。化学工学、電気、金属、機械などの工学の上に載った技術が有機的に組み合わせられてコンビナートとして機能しており、我が国の技術の集約とも言える。

これら関連分野の技術開発と相俟って、総合的な石油利用技術開発を強力に推進していくことが是非とも必要である。

引用文献

- 1) World Energy Outlook 2006, International Energy Agency, France (2006)
- 2) エネルギー・経済統計要覧, 日本エネルギー経済研究所計量分析ユニット, (2007)

石油利用技術分野の導入シナリオ

<p>我が国を取り巻く状況</p> <p>技術の目的</p>	<p>・産油国における資源の国家管理強化、高価格維持 ・アジアを中心とした世界的エネルギー需要の急増</p> <p>・原油の重質化、製品の軽質化 ・長期的資源制約に対する意識の高まり</p> <p>(1)産油国などの資源国との関係強化を図り、石油系資源の安定供給確保のために、供給安定性に優れた重質原油やオイルサンド等の超重質油の処理技術を開発する。 (2)CO₂の排出を抑制するために、環境に配慮した石油クリーン利用技術の開発を推進するとともに、限られた石油を有効に活用する技術を開発する。</p>
<p>政策的枠組み</p>	<p>2006 2010 2020 2030</p> <p>京都議定書 第一約束期間(～2012) 将来枠組み ポスト京都(2013～)</p> <p>新・国家エネルギー戦略</p>
<p>研究開発及び導入</p> <p>非在来型石油資源の活用技術</p> <p>石油高度有効活用技術</p> <p>環境に配慮した石油クリーン利用技術</p>	<p>(凡例) 研究開発段階 導入段階</p> <p>超重質油高度分解技術 ・オイルサンド油等の高度分解・処理技術 ・オイルサンド・ピッチメン等の超臨界水等熱分解技術</p> <p>高品位製品製造等高度利用・高度活用技術 ・オイルサンドからの合成原油処理技術 ・オイルサンド・ピッチメン等重質油の石化等への分解物有用化技術</p> <p>新燃料活用技術 ・バイオマス等非在来石油高度活用技術 ・GTL等新燃料と石油の共利用技術</p> <p>資源の減少する従来原油に替わる重質原油からの輸送用油安定供給技術 ・高過酷度接触分解等重質油高度対応処理技術 ・低品油からの高オクタン価ガソリン製造技術 ・石油残渣コークス・ピッチからのガス製造技術 ・重質油からの有用物質製造技術</p> <p>資源の有効利用、安定供給に向けたコンビナート高度統合技術 ・コンビナートエネルギー高度利用情報共有化・生産技術 ・コンビナート全体最適高度機能融合技術 ・コンビナート異業種拡大融合先端的ポリジェネレーション技術</p> <p>石油系燃料電池における高度石油利用技術 ・安価な製油所水素の貯蔵・輸送・供給技術 ・移動体(FCV)向け高純度水素製造・供給技術 ・定置用燃料電池(SOFC等)向け高度かつ高効率な水素製造技術及びその総合利用技術</p> <p>環境に優しい石油の安定供給を図る高度な石油精製技術 ・超クリーン液体燃料製造技術 ・精製プロセス高度化によるGHG削減 ・省燃費・高耐久性潤滑油開発技術 ・将来型の新たな廃棄物低減燃料製造技術</p> <p>環境に優しい高度石油利用(民生用機器・燃料)技術 ・民生用石油利用機器の高度熱利用技術 ・民生用高効率石油コージェネレーションシステム技術 ・将来の燃料体系に対応した高度燃焼システム技術</p> <p>環境に優しい高度石油利用(内燃機・燃料)技術 ・新燃料対応、自動車・燃料利用技術 ・燃費向上(CO₂削減)・排気クリーン自動車燃料技術 ・環境負荷低減オフロードエンジン技術</p>
<p>関連施策の取組み</p> <p>導入普及促進策</p> <p>環境整備</p>	<p>法整備 ・コンビナートなどへの適用法規の見直し ・水素関連法規の整備 ・新技術導入に伴う石油製品や燃料規格の見直し</p> <p>補助・税制優遇 ・導入初期段階における設備費補助、低利融資、税制優遇措置等による支援 ・ブレークスルーをもたらすための基盤研究支援の強化</p> <p>国民への普及PR ・官民一体となった石油の資源確保・利用・安全確保・環境性等に関する地元住民や国民への広聴・広報活動 ・学校や地域教育の場へ石油の専門家を講師派遣、教材・情報提供、施設見学会への支援</p> <p>標準化・規格化 ・新燃料や石油製品の規格の整備</p> <p>人材育成 ・国内企業や大学等における長期的、継続的な石油関連技術者の育成と専門家の国際的な技術交流による相互人材育成</p> <p>国際社会との協調 ・産油国や消費国との二国間政策対話や技術面・制度面を含む包括的な対話および共同研究、共同開発などによる技術協力の実施</p>

石油利用技術分野の技術マップ

技術分野	大分類	中分類	個別技術	技術内容 要素技術	技術の特徴付け																	
					波及効果等		安定供給確保			環境への適合性												
					波及効果	産業競争力	資源供給安定	需要端での安定性	資源外交	超長期資源制約克服	環境負荷低減	GHG削減	超長期環境制約克服									
化石エネルギー	非在来型石油資源の活用技術	超重質油高度分解技術	オイルサンド油等の高度分解・処理技術	残油・重質油・劣質油の水素化分解技術、残油・重質油・劣質油の流動接触分解技術、新規高度溶剤抽出技術、脱残炭油の水素化分解技術																		
			オイルサンド・ピッチェン等の超臨界水等熱分解技術	超臨界水等による重質油の脱金属技術、超臨界水等による重質油の分解技術、超臨界水等による重質油分解プロセス技術																		
		高品位製品製造等高度利用・高度活用技術	オイルサンドからの合成原油処理技術	合成原油処理フロー構築、合成原油製品評価技術、合成原油処理用触媒技術																		
			オイルサンド・ピッチェン等超重質油の石化等への分解物有用化技術	熱分解(コーカー)最適化技術、改質触媒技術、石化原料転換技術																		
		新燃料活用技術	バイオマス等非在来石油高度活用技術	バイオマス燃料(エタノール、BDF)精製処理技術、石油とバイオマス燃料の共利用技術																		
			GTL等新燃料と石油の共利用技術	GTLとの混合利用技術、石炭液化油との混合利用技術、他のクリーン液体燃料利用技術																		
	石油高度有効活用技術	資源の減少する従来原油に替わる重質原油からの輸送用油安定供給技術	高過酷度接触分解等重質油高度対応処理技術	H S F C C プロセス開発技術、分解ガス成分異性化触媒技術、重質油対応直接脱硫触媒技術、残油分解触媒技術、分解軽油水素化分解触媒技術																		
			低品油からの高オクタン価ガソリン製造技術	新規ナフサ異性化触媒技術、高オクタンガソリン製造触媒技術、低級ナフサ有効利用技術																		
			石油残渣コークス・ピッチからのガス製造技術	水素製造プロセス技術、水素製造触媒技術																		
			重質油からの有用物質製造技術	重質油のガス化技術、F T合成技術、水素化分解技術、触媒物質の革新的展開																		
		資源の有効利用、安定供給に向けたコンビナート高度統合技術	コンビナートエネルギー高度利用情報共有化・生産技術	総合生産管理技術、高度広域情報・移送制御技術、L N G冷熱利用技術、副生成物利用技術																		
			コンビナート全体最適高度機能融合技術	原料統合最適利用技術、水素統合利用技術、未利用分解留分(C 4、C 5)高度利用技術																		
			コンビナート異業種拡大融合先端的ポリジェネレーション技術	未利用分循環再生マルチ処理技術、次世代型エネルギー・化学原料併産型高効率ガス化技術、ピッチの粘結材利用技術																		
		石油系燃料電池における高度石油利用技術	安価な製油所水素の貯蔵・輸送・供給技術	有機ハイドライド利用水素貯蔵・輸送・供給技術、高純度・高圧水素供給システム技術																		
			移動体(F C V)向け高純度水素製造・供給技術	灯油等改質オフサイト水素製造技術、膜分離技術、有機ハイドライド利用自動車オンボード改質技術、ガソリンスタンド併設型水素供給システム																		
			定置用燃料電池(SOFC等)向け高度かつ高効率な水素製造技術及びその総合利用技術	灯油吸着脱硫技術、灯油改質触媒技術、S O F C用熱自立型改質器システム技術、S O F Cシステム設置災害対応型ガソリンスタンド技術																		
		環境に配慮した石油クリーン利用技術	環境に優しい石油の安定供給を図る高度な石油精製技術	超クリーン液体燃料製造技術	石油系液体燃料の高度脱硫技術(水素化処理等)																	
				精製プロセス高度化によるGHG削減対応技術	低水素消費型ガソリン脱硫技術、低位熱回収技術、高効率プレート熱交換器技術																	
	省燃費・高耐久性潤滑油開発技術			G T L由来品等からの潤滑油製造・評価技術																		
	廃棄物低減燃料製造技術			廃触媒削減技術、余剰脱硫硫黄利用技術、重質油汚染土壌浄化技術、ガソリン汚染土壌浄化技術、新規環境対応低廃棄物ガソリン基材製造技術																		
	環境に優しい高度石油利用(民生用機器・燃料)技術		民生用石油利用機器の高度熱利用技術	防食技術、伝熱技術、制御技術、ヒートポンプ技術、将来型燃料対応多様化技術、高効率化技術、分散電熱源の輸送制御技術																		
			民生用高効率石油コージェネレーションシステム技術	触媒燃焼技術、蓄熱技術、蓄電技術、機器高度ハイブリッド化技術、スターリングエンジン技術																		
			将来の燃料体系に対応した高度燃焼システム技術	燃焼技術、将来燃料対応燃焼技術、燃料国際標準化対応技術																		
	環境に優しい高度石油利用(内燃機・燃料)技術		新燃料対応、自動車・燃料利用技術	バイオ燃料等新燃料対応自動車技術、バイオ燃料等新燃料対応燃焼技術、石油精製物質等簡易有害性評価手法技術、自動車・燃料適合性技術																		
燃費向上(CO2削減)・排気クリーン自動車燃料技術			最新ディーゼル車対応燃料技術、自動車燃費向上技術、ガソリンアンチノック性評価技術、H C C I等の最新自動車燃焼技術対応燃料技術、高精度大気環境シミュレーションモデル技術																			
環境負荷低減オフロードエンジン技術			定置式・汎用ディーゼルエンジン用低セタン価燃料開発技術、エンジン技術																			

備考：右欄に示す、技術の特徴付けの9指標については、個別技術ごとに重要度の高い項目を3個選択し、で表示、各指標の意味は下記の通り。
 波及効果：その「個別技術」あるいは「要素技術」が実現した場合、他の「個別技術」あるいは「エネルギー技術」に及ぼす影響の度合い。 産業競争力：その「個別技術」が実現した場合、わが国の既存産業競争力の向上、あるいは新産業創出への寄与度。 資源供給安定：わが国のエネルギー安定供給を確保することに資する技術。
 需要端での安定性：国内におけるエネルギー輸送・貯蔵など、需要端において安定的にエネルギーが供給されることに資する技術。 資源外交：資源保有国等との資源外交上、重要と考えられる技術。 超長期資源制約克服：2030年以降、超長期(2100年)を見据えた資源制約(石油生産ピーク、天然ガス生産ピーク)克服への寄与度。
 環境負荷低減：SOx、NOx、SPM(浮遊粒状物質)、有害金属等環境負荷物質(GHGは除く)低減への寄与度。 GHG削減：2030年までのGHG(CO2、CH4等の温室効果ガス)排出削減への寄与度。 超長期環境制約克服：2030年以降、超長期(2100年)を見据えた環境制約(CO2濃度増大)克服への寄与度。

石油利用技術分野の技術ロードマップ

技術分野	大分類	中分類 (対象とする個別技術)	個別技術名	技術の概要 (目的、効果、個別技術を構成する要素技術など)	ロードマップ						
					2006	2010	2011	2015	2016	2020	2021
化石エネルギー	非在来型石油資源の活用技術	超重質油高度分解技術	オイルサンド油等の高度分解・処理技術	<ul style="list-style-type: none"> 残油、重質油・劣質油の水素化分解技術 残油、重質油・劣質油の流動接触分解技術 輸入ディル・ビット等を国内でアップグレードするための技術開発 現地でのアップグレード対応技術開発 	<p>ディル・ビット35%以上、シン・ビット50%以上混合処理可能な触媒・プロセス技術の確立</p> <p>新規超重質油水素化分解触媒・プロセス開発 新規残油・超重質油流動接触分解触媒開発</p> <p>実証化研究</p> <p>実用化</p> <p>国内および現地でのアップグレードに対応</p> <p>新規水素化分解触媒開発</p> <p>実証化研究</p> <p>実用化</p>						
			オイルサンド・ピチュメン等の超臨界水等熱分解技術	<ul style="list-style-type: none"> 超臨界や亜臨界条件における水による重質油の分解技術 	<p>オイルサンドピチュメンを90%以上分解可能なプロセス技術の確立</p> <p>基礎研究による反応機構解明</p> <p>実用化研究</p> <p>実証化研究</p> <p>実用化</p>						
		高品位製品製造等高度利用・高度活用技術	オイルサンドからの合成原油処理技術	<ul style="list-style-type: none"> 合成原油処理フロー検討 合成原油製品評価技術 合成原油処理用触媒技術 	<p>硫黄分10ppm以下ガソリン・軽油の製造技術の確立</p> <p>合成原油処理フローの検討 合成原油製品評価 合成原油処理用触媒開発</p> <p>実証化研究</p> <p>実用化</p>						
			オイルサンド・ピチュメン等超重質油の石化等への分解物有用化技術	<ul style="list-style-type: none"> 熱分解(コーカー)最適条件検討 改質触媒技術 分解触媒技術 	<p>分解軽油の石化原料転換技術等の確立</p> <p>熱分解(コーカー)最適条件の検討 改質、分解触媒の開発</p> <p>実用化研究</p> <p>実証化研究</p> <p>実用化</p> <p>オイルサンドの活用</p>						
		新燃料活用技術	バイオマス等非在来石油高度活用技術	バイオマス等非在来石油高度活用技術	<ul style="list-style-type: none"> 新規バイオマス燃料製造技術の開発、特にバイオマス燃料(エタノール、BDF)精製処理技術、例えば膜分離による精製 発酵残渣のコンビナートにおける有効利用技術 石油とバイオマス燃料の共利用技術 	<p>新規バイオ燃料製造技術の開発</p> <p>実用化研究</p> <p>実証化研究</p> <p>実用化</p> <p>コンビナートへのインテグレーション</p> <p>エタノール分離精製(基礎研究)</p>					
				GTL等新燃料と石油の共利用技術	<ul style="list-style-type: none"> GTLとの混合利用技術 石炭液化油との混合利用技術 他のクリーン液体燃料利用技術 	<p>GTL輸入品による基礎検討</p> <p>GTL国産品による実証化検討</p> <p>実用化</p>					
凡例					<p>個別技術の研究・開発・実用化の段階および必要となる要素技術</p> <p>該当する個別技術の開発に必要な関連技術</p> <p>↑:要素技術や関連技術が求められる時期を示す。↑:開発期間にわたり関連技術が適宜利用されることを示す</p> <p>実用化:商業装置1号機導入時期</p>						

技術分野	大分類	中分類 (対象とする個別技術)	個別技術名	技術の概要 (目的、効果、個別技術を構成する要素技術など)	ロードマップ													
					2006	2010	2011	2015	2016	2020	2021	2025	2026	2030	2031 -			
化石エネルギー	石油高度有効利用技術	資源の減少する従来原油に替わる重質原油からの輸送用油安定供給技術	高過酷度接触分解等重質油高度対応処理技術	産油国と共同で開発した世界初の重質原油に対応するガソリン製造技術(高過酷度接触分解技術H S F C C)の商業化に向けた実証化プロセスの技術開発	基礎研究・実用化研究		実証化研究(1/10スケール)		実用化		世界初となるプロセス技術の商業化 オクタン価98のガソリン基材28%、 プロピレン23%の製造収率を達成							
				重質原油の高過酷度分解に対応する分解ガス成分の有効利用を計る異性化触媒技術	触媒開発・プロセス基礎研究		実証化研究		実用化									
				重質原油に対応する従来触媒プロセス(脱硫技術・分解触媒技術)の高度化・超寿命化対応技術	触媒開発・プロセス実用化研究		実証化研究		実用化		重質油に対応した直接脱硫触媒、残油流動接触分解触媒、分解軽油水素化分解触媒の開発							
		低品位油からの高オクタン価ガソリン製造技術	これまでの触媒設計を基本から見直した新たなガソリン製造触媒を探索する技術開発 ・新規ナフサ異性化触媒技術 ・高オクタンガソリン製造流動接触分解触媒技術 ・高オクタンガソリン製造触媒技術	基礎研究		実用化研究		実証化研究		実用化		新規ナフサ異性化触媒の開発、高オクタンガソリン製造流動接触分解触媒の開発、低級ナフサ有効利用技術の開発						
			・低級ナフサ有効利用技術	触媒開発・プロセス基礎研究		実証化研究		実用化										
		石油残渣コークス・ピッチからのガス製造技術	重質原油を精製することにより石油残渣分が増える、これを有益な水素に変換する。 ・重質油ガス化技術・水素製造技術・プロセス化技術・バイオマス共処理技術	残油からのガス製造技術の開発		実用触媒の開発とプロセス技術の構築		実証化		実用化								
		重質油からの有用物質製造技術	・FT合成技術 ・水素化分解技術	触媒開発・プロセス基礎研究		実用触媒の開発とプロセス技術の構築		実証化		実用化								
		凡例					 個別技術の研究・開発・実用化の段階および必要となる要素技術 該当する個別技術の開発に必要な関連技術 ↑ 要素技術や関連技術が求められる時期を示す。 ⌆ 開発期間にわたり関連技術が適宜利用されることを示す 実用化: 商業装置1号機導入時期											

技術分野	大分類	中分類 (対象とする個別技術)	個別技術名	技術の概要 (目的、効果、個別技術を構成する要素技術など)	ロードマップ																	
					2006	2010	2011	2015	2016	2020	2021	2025	2026	2030	2031 -							
化石エネルギー	石油	石油系燃料電池における高度石油利用技術	安価な製油所水素の貯蔵・輸送・供給技術	製油所で副生又は製造する水素を燃料電池向けへ供給するため、有機ハイドライドを利用した水素貯蔵・輸送・供給技術開発及び既存技術を活用した高純度・高圧水素供給システムを構築し、安価な製油所水素を利用するオフサイト水素供給システムの実用化を目指す。	水素の有効貯蔵率4.5wt%以上	改良研究開発、水素キャリアのリサイクル確立。	製油所水素輸送・貯蔵システム実証化研究	実用化														
			移動体(FCV)向け高純度水素製造・供給技術	灯油を原料とし、反応水素分離膜を適用してカリンスタンド併設型オフサイト水素製造技術開発を実施し、既存の石油製品供給インフラを活用した水素供給システムを構築し、実用化を目指す。	パイロット試験(水素効率70%以上)	数十Nm ³ /h規模へ適用したプロセスの技術開発研究	実用化															
				有機ハイドライドを水素キャリアとして利用し、車上で5kg以上の水素を貯蔵する自動車用オンボード水素発生システムを開発する。H19年度までに要素技術開発を終了し、順次スケールアップ器を製作・評価し自動車メーカーへシステムを提供する。	車上型水素発生技術開発(水素搭載量5kg以上)	FCと組合わせたシステムを1/10のスケールで試作・評価の実施。	1/1のスケールでパイロットシステムを試作・評価。	開発したパイロットシステムを自動車メーカーへ提供し、評価・実証試験を実施	実用化													
			定置用燃料電池(SOFC等)向け高度かつ高効率な水素製造技術及びその総合利用技術	灯油脱硫剤の吸着性能向上、灯油改質触媒の活性・長寿命化等の性能向上、貴金属触媒の低減に向けた触媒の改良等の研究開発を実施する。また、原料の多様化に向けた触媒研究開発も実施する。	低温(100℃以下)活性吸着脱硫剤、貴金属低減改質触媒(2.0wt%未満)の開発。	軽油、バイオ燃料等の水素製造改質触媒の開発。	実用化に向けたプロセス開発	実証化														
			灯油を原料としたSOFCと一体化した熱自立型改質器システムを開発し、家庭用、業務用SOFC向け熱自立型改質器システムを製作し、改良研究を行い、実用化を目指す。	システム確立。発電効率40%以上。)	家庭用、業務用熱自立型SOFCシステム改良研究。	熱自立型SOFCシステムの実証化	実用化															
			SSに高効率コンパクトな灯油改質器及びSOFCを設置し、水素を核とする高効率な総合エネルギー・ステーション機能を確認する。また、堅牢なGSに設置することから災害対応型ステーションとしての機能の実用化を目指す。	改質器の開発、総合効率68%以上	オンサイト改質型SOFC性能評価研究。	実証化(燃料油・電気・熱供給の総合エネルギー・ステーションの実証)	実用化															
			石油余剰留分を活用した、製油所における大容量SOFCの高度利用により電気・熱供給の効率向上を図る。			産官学連携による製油所余剰留分からの改質ガス製造技術の開発	実用触媒の開発とプロセス技術の構築	実証化														
凡例					個別技術の研究・開発・実用化の段階および必要となる要素技術	該当する個別技術の開発に必要な関連技術	↑:要素技術や関連技術が求められる時期を示す。	↑:開発期間にわたり関連技術が適宜利用されることを示す	実用化:商業装置1号機導入時期													

技術分野	大分類	中分類 (対象とする個別技術)	個別技術名	技術の概要 (目的、効果、個別技術を構成する要素技術など)	ロードマップ												
					2006	2010	2011	2015	2016	2020	2021	2025	2026	2030	2031 -		
化石エネルギー	環境に配慮した石油クリーン利用技術	環境に優しい石油の安定供給を図る高度な石油精製技術	超クリーン液体燃料製造技術	石油系液体燃料の高度脱硫技術(水素化処理等) 硫黄分10ppm>製品上市	超々深度脱硫触媒・プロセスの開発 実用化プロセスの開発 実証化 実用化												
			精製プロセス高度化によるGHG削減対応技術	オクタン価を低減することなく選択的にガソリン中の硫黄化合物を除去することで低水素消費を実現するガソリン脱硫技術 低水素消費型ガソリン脱硫技術	低水素消費型ガソリン脱硫技術の開発 水素消費量60%以上削減	実用化・実証化研究 実用化											
			省燃費・高耐久性潤滑油開発技術	石油燃料の省エネ性に加え、エンジン等で利用される潤滑油の省エネ性を向上させる。 GTL由来品等からの潤滑油製造・評価技術	実用化・実証化研究 GTL製品等利用	実用化											
			廃棄物低減燃料製造技術	石油精製プロセスからの排出物(廃触媒・硫黄)を削減・リサイクルする新規技術の開発 廃触媒削減技術 余剰脱硫硫黄利用技術	流動接触分解の廃棄触媒削減技術、硫黄固化体製造システムの開発 FCC廃棄触媒削減技術:5百トン/年・基削減 改質硫黄固化体の製造技術の確立	実用化・実証化研究 実用化											
		廃棄物低減燃料製造技術	石油精製関連施設の原位置土壌浄化技術の開発による土地の有効利用技術 重質油汚染土壌浄化技術 ガソリン汚染土壌浄化技術	重質油汚染土壌浄化技術、ガソリン汚染土壌浄化技術の開発 3か月で重質油分5000ppmを1000ppm以下まで浄化 ガソリン浄化技術:ガソリン成分10mg/Lを1mg/L以下、ベンゼン0.1mg/Lから0.01mg/Lに浄化	基礎研究・実用化研究・実証化研究 実用化												
			廃棄物(廃硫酸等)を削減可能な新たな燃料油製造(固体酸触媒の固定床)プロセスの開発技術 新規環境対応低廃棄物ガソリン基材製造技術	新規環境対応低廃棄物ガソリン基材製造技術の開発	触媒開発・プロセス基礎研究 実証化研究 実用化												
		環境に優しい高度石油利用(民生用機器・燃料)技術	民生用石油利用機器の高度熱利用技術	石油を利用した高効率民生用機器を開発し、省エネルギーおよび大気保全に努める。また、将来燃料、非在来型燃料等、燃料多様化に対応した技術開発を目指す。 防食技術 伝熱技術 制御技術 ヒートポンプ技術 将来型燃料対応多様化技術 高効率化技術 分散電熱源の輸送制御技術	高効率化技術開発 目標:現市販機比30%向上	メーカーによる商品化	実用化・普及・促進										
			民生用高効率石油コジェネレーションシステム技術	石油を利用した高効率民生用コジェネレーションシステム単体を開発するとともに、高効率の給湯器や冷暖房機を組み合わせることにより、相乗効果による効率向上を図る。一方、住宅の高気密化が進む現在、室内環境保全に努めるために、室内燃焼器に対して、超クリーン燃焼の適用を図る。また、石油の特色を活かして、災害対応のも活用できる技術を目指す。さらに将来的には、蓄熱技術等の新技術導入により、高度に効率化された総合民生用システムを目指す。 触媒燃焼技術 蓄熱技術 蓄電技術 機器高度ハイブリッド化技術 スターリングエンジン技術	プレハイブリッドシステム構築 目標:効率15%改善	スターリングエンジンを利用したハイブリッドシステム構築 目標:効率30%改善	メーカーによる商品化	実用化									
					燃料電池技術	スターリングエンジン技術	燃料電池を利用したハイブリッドシステム構築	メーカーによる商品化	実用化					周辺技術開発や低温廃熱利用等による総合効率向上 実用化			
		将来の燃料体系に対応した高度燃焼システム技術	地球環境保全および室内環境の改善に繋げるとともに、重質原油対応による分解系成分(LCO等)を有効利用できる燃焼の要素技術開発を行う。また需給の自由度を増すため、燃料のグローバル化を視野に入れた品質体系を確立する。 燃焼技術(バーナー等の開発) 将来燃料対応燃焼技術 燃料国際標準化	基礎データの収集および燃焼技術開発	品質体系の検討およびバーナーの実用化	実証試験		製品への組込実証試験			実用化						
					燃料品質体系の規格化・海外展開												

凡例 □:個別技術の研究・開発・実用化の段階および必要となる要素技術 □:該当する個別技術の開発に必要な関連技術 ↑:要素技術や関連技術が求められる時期を示す。⏏:開発期間にわたり関連技術が適宜利用されることを示す 実用化:商業装置1号機導入時期

技術分野	大分類	中分類 (対象とする個別技術)	個別技術名	技術の概要 (目的、効果、個別技術を構成する要素技術など)	ロードマップ										
					2006	2010	2011	2015	2016	2020	2021	2025	2026	2030	2031 -
化石エネルギー	環境に配慮した石油クリーン利用技術	環境に優しい高度石油利用(内燃機・燃料)技術	新燃料対応、自動車・燃料利用技術	再生可能燃料であるバイオ燃料を高濃度利用するための流通段階、利用段階の安全性(部材等への影響など)確保技術や自動車排気性能の維持向上を両立するための自動車技術、燃料技術ならびに、自動車・燃料組み合わせ技術の確立を目指す。また、合成燃料や非在来型石油利用についてもこれらの基材を有効に活用する燃料技術開発を行う。 ・バイオ燃料等新燃料対応自動車技術 ・バイオ燃料等新燃料対応燃料技術 ・石油精製物質等簡易有害性評価手法技術 ・自動車と燃料の組み合わせ利用技術											
<p>凡例</p> <p> 個別技術の研究・開発・実用化の段階および必要となる要素技術 該当する個別技術の開発に必要な関連技術 要素技術や関連技術が求められる時期を示す。 開発期間にわたり関連技術が適宜利用されることを示す 実用化: 商業装置1号機導入時期 </p>															

3.1 石油・天然ガス等開発・利用技術の課題と技術開発の方向性

BRIC 諸国の経済成長による世界的なエネルギー需要の増大、資源ナショナリズムの拡大傾向、国際的な政情不安など、日本を取り巻く国際情勢は厳しさを増している。このような情勢下で将来予測される石油・天然ガス生産供給能力の不足を解消して、持続可能な社会を維持していくためには、原子力エネルギー・新エネルギーの導入促進、省エネ技術の導入推進と合わせて、社会基盤を支える主要なエネルギー源である石油・天然ガスの埋蔵量を確保していくための技術開発と、その有効利用に関わる技術開発の促進が必須である。

3.1.1 石油・天然ガスの探鉱・開発・生産技術

地球上の石油・天然ガスの在庫量を在来型石油・天然ガス埋蔵量をベースにした可採年数（R/P：確認可採埋蔵量 Reserves をその年の年間生産量 Production で除した年数）で示すと、石油は約 41 年、天然ガスは約 66 年である。また、石油生産量の推移から 2040 年までにオイルピークが現れると指摘されている。しかし、これらは現状技術の延長で可採可能な石油・天然ガス量に対する数値であり、今後の新技術の導入・実用化により回収可能になる石油・天然ガス量とオイルサンド・オイルシェール・メタンハイドレート等の非在来型石油・天然ガス資源量は考慮されていない。

図 1 に示すように、石油の既生産量は約 1 兆 bbl であり、地球上にはまだエネルギーとして利用できる膨大な量の炭化水素資源が存在する。現在の石油生産量(年間約 300 億 bbl) が継続した場合、2030 年時点での累計生産量は約 2 兆 bbl になるので、増進回収技術をさらに進歩させて在来型石油の確認可採埋蔵量を増加させること、非在来型石油の開発技術の導入・促進が今後の重要課題であると言える。

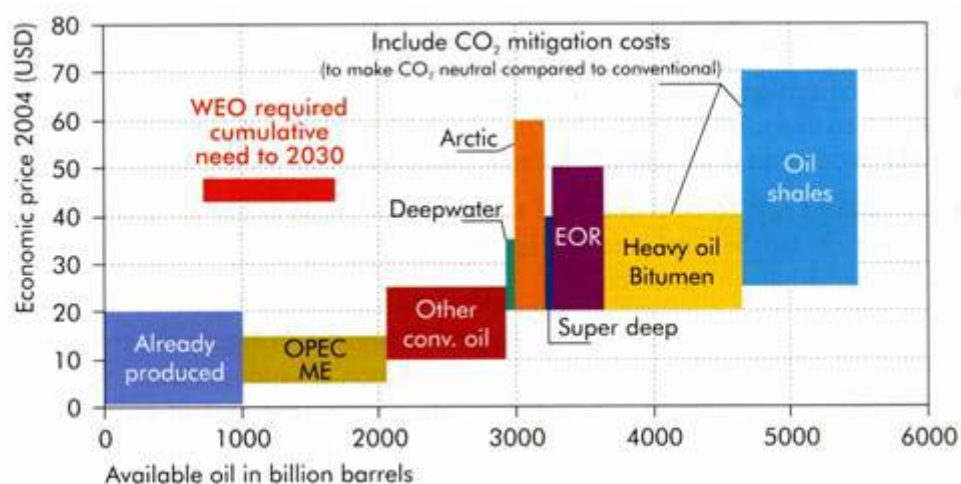


図 1 石油コスト - 供給曲線 (IEA World Energy Outlook 2004)

横軸は石油資源量。縦軸は各石油資源が経済的に可採可能になる石油ブレント価格を指す。Already produced：既生産量、OPEC ME：中東 OPEC 諸国の在来型石油、Other conv. oil：他地域の在来型石油、Deepwater：大水深、Arctic：極地、EOR：増進回収法による増油、Heavy oil & Bitumen：オイルサンド・ビチューメン、Oil shales：オイルシェール。

(1) 在来型油ガス田探査・開発の先導・先進的技術

未開発の炭化水素資源を利用可能にしてオイルピークを遅らせるためには、まずは在来型油ガス田探査・開発の先導・先進的技術の実用化が最重要課題である。

掘削・開発技術の課題としては、大偏距掘削・スマート仕上げ・レーザー掘削等の新技術の導入と掘削コスト削減、パイプライン輸送技術、MPSO 等を用いたフロンティア地域(極地・氷海・大水深海域)の開発技術が挙げられる。また IOR/EOR 技術、フラクチャリング等の油ガス層の生産性向上技術、油層解析・モデリング技術を適用した先進的な原油・天然ガスの増進回収技術の実用化研究を促進することにより、大きな埋蔵量成長が期待できる。

油ガス層の構造・性状を正確に把握する高度な技術(油ガス層把握技術)の導入は、石油・天然ガス開発の分野に大きな技術革新をもたらす。近年のコンピュータ技術の進歩に伴って弾性波探査データ処理による地下構造のイメージング技術はかなり高速化・高精度化されたが、まだ会話型処理システムの実用化までは至っていない。PSDM(Prestack Depth Migration)の高精度化・高速化、Fullwave インバージョンの高速処理の技術開発によって、会話型処理システムの導入による断層トラップ・シール評価、油ガス層の直接探査(DHI: Direct Hydrocarbon Indicator)が可能になる。新規油ガス田の発見確率・速度が大きくなる向上すると同時に、埋蔵量評価の高精度化が図られる。

油ガス田探査・開発技術課題の最終目標は、デジタルフィールドの確立である。デジタルフィールドとは、坑井での検層、地層中に埋め込んだセンサー、弾性波探査データ等を統合的に管理することで、生産に伴う油ガス層の性状変化をリアルタイムに把握し、回収率を最大限に上げるように生産プロセスを管理するフィールドを指す。省力化・生産の高効率化・回収率の向上を同時に図る最先端技術である。この技術の実用化には、ナノテクノロジーを応用した地層内の流体センサー開発、光ファイバーによる高速通信、3次元的な油ガス層評価のための高速演算 CPU、並列計算処理など、学際的な技術導入が必要とされる。

(2) 非在来型石油・天然ガス技術

非在来型石油技術の対象は、オイルサンド・オイルシェール・重質原油である。図 1 に示したように資源量としてのポテンシャルは非常に大きい。技術課題は、回収率を向上させるための技術と油の改質である。オイルサンドの開発では、高温水蒸気をオイルサンド層へ圧入して流動性の高まったピチュメンを回収するという SAGD 法(Steam Assisted Gravity Drainage)が既に実用化されているが、高温水蒸気を作るのに天然ガスを燃焼させており、環境負荷の低減と天然ガスの有効利用の観点から新しい回収法の開発研究が進められている。将来的には、電気余熱法、コールドプロダクションなどの先進型重質油オイルサンド回収技術の実用化が期待される。超臨界水を用いたオンサイトでのピチュメン改質技術は試験研究段階である。将来技術としては、坑井内または坑井周辺に触媒を充填して地下でのピチュメン改質を図る技術、微生物を利用した改質技術の導入も期待される。

非在来型天然ガス技術の対象は、コールベッドメタン、タイトガス、シェールガス、深部天然ガス、高濃度 CO₂ 天然ガスである。在来型天然ガスの既発見確認埋蔵量は 179 兆 m³、

その未発見と埋蔵量成長による究極可採資源量は 436 兆 m³ であるのに対して、非在来型天然ガスは少なくとも 250 兆 m³ の存在が推定されている。コールベッドメタン、タイトガス、シェールガスについては、浸透率を改善して生産性を向上させることが大きな技術課題である。フラクチャリング、石炭層へ CO₂ を固定しながらメタンを回収する ECBM 法に関する研究は進められており、クリーンエネルギー開発への貢献が期待される。ただし、石炭層中に含まれる水処理なども含めて難しい課題を抱えている。深部天然ガスの開発も魅力的なテーマであるが、大深度掘削、高温高圧下での坑井仕上げが大きな技術課題であり、レーザー掘削技術や高温高圧下で耐えうる材料開発が進んだ時点で研究の方向性が定まるであろう。また、インドネシアのナツナガス田のように CO₂ を多く含む天然ガス田の場合、CO₂ 回収・処理を行う従来の開発システムでは採算がとれない。このような高濃度 CO₂ 天然ガスを資源として利用するためには、GTL 技術を利用した CO₂ 非分離型低コスト生産システムの開発、メタン生成菌等の微生物を利用したガス田改質などの技術革新が必要である。

(3) メタンハイドレート技術

世界のメタンハイドレートには 1000 ~ 5000 兆 m³ のメタンが含有されていると推定されており、在来型天然ガスの究極可採資源量 436 兆 m³ と比較して、その資源ポテンシャルは膨大である。日本領海の海底下に存在するメタンハイドレートは、次世代の国産エネルギー資源として期待されており、メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム (MH21 コンソーシアム : <http://www.mh21japan.gr.jp/japanese/index.html>) が、2016 年度のメタンハイドレート商業生産を目標にして研究開発を推進している。また、米国 DOE でもアラスカの陸域メタンハイドレートの開発を目標に研究が進められている。東海沖 ~ 熊野灘の海域メタンハイドレートだけでも、約 1.1 兆 m³ のメタン資源量 (国内ガス消費量の約 14 年分に相当する量) が明らかになった。海洋メタンハイドレート開発に関する日本の研究は世界を先導しており、今後の研究成果が期待される。

メタンハイドレート開発の技術課題は、資源量評価技術、開発・生産技術、開発環境技術に分類できる。海洋の海底下に存在する固体状のメタンハイドレートからメタンを経済的に採取するチャレンジングなテーマである。実現には長期を要すると見られるが、将来の世界的なエネルギー・資源供給不足を念頭におけば、海に囲まれた日本は海洋資源という富を享受するためにこの技術開発を着々と進めなくてはならない。また、この海洋資源開発が実現すれば、日本の海洋技術のイノベーションに繋がる。すなわち、海洋の資源を考える場合は、通信・リモートテクノロジー、プラットフォームテクノロジー、プラットフォームフリーの海底生産システムなどである。

(4) 環境調和型開発技術

今後の資源燃料の開発では、地球環境を保全しながら地下から燃料資源を抽出する技術が要求される。資源量確保だけでなく環境負荷を最低限に抑えた開発システムの構築が必要である。地球環境を保全しながら地下から燃料資源を抽出する技術の究極目標はゼロエミッション開発技術の確立であるが、技術要素としては、地盤沈下を抑制しながらガスを生産する技術開発、水を排出せずに生産する坑底セパレータの開発、CO₂ 固定、などがある。

また、超長期的展望にたてば、CO₂を再生するビジネス、微生物を利用したCO₂のメタン変換に関する基礎研究が開始されており、有望なメタン生成菌などの微生物がみつければ大きな技術ブレイクスルーが予想される。

最近では資源開発に伴う環境規制が強化される等、油ガス田開発の困難さが増している。地域社会との共存を考える場合には、環境修復・保全対策技術が重要である。地盤沈下の抑制、過去の廃坑井の処理、リスクマネジメント、地球温暖化対策を含めた環境適合技術、などを考慮する必要がある。

3.1.2 天然ガス・LPガスの利用・流通技術

将来のエネルギーセキュリティを考えた場合、燃料の多様化は重要課題であり、且つよりクリーンで高効率の燃料利用形態を整備しなくてはならない。言うまでも無く、天然ガスおよびLPガスの利用は多岐にわたり、様々な利用分野において既に効率的な利用技術が開発されているが、さらなる高度利用に期待が掛けられる。

天然ガスの利用においては、天然ガスを液体燃料に転換した新液体燃料による運輸・産業分野の石油代替技術、ガスハイドレートによる天然ガス輸送・利用技術、天然ガス高圧貯蔵技術、天然ガスからの次世代型水素製造技術、天然ガスからのLPガス合成技術等々がある。

LPガスについては、LPガスから製造するDME燃料の利用技術、LPG/DME混合燃料対応ディーゼル燃焼技術、LPガス高効率燃焼機器技術等々がある。

3.1.3 関連分野の技術

石油・天然ガス等の開発・利用分野においても、日本および世界の優れた技術を投入していくことが必須である。

これからの社会の在りように決定的な影響を及ぼすIT技術は、疑いもなく開発・利用技術分野においてもきわめて重要な役割を担っていくと考えられる。特に、原油・天然ガスの効率的探査・生産のためのデジタルフィールド技術について、飛躍的改善をもたらすコンピュータ演算速度高速化（スパコン並み）および通信速度向上の経済性を伴った早期実現が期待される。この分野では、ロボットやセンサー技術についても進歩が要求されている。増進回収に関しては、流体特性解析、ナノテクノロジー、微生物工学などの基盤技術が求められている。メタンハイドレート関連では、海洋構造物、マイクロカプセル/バブル、監視衛星、リスクマネジメントなどに関する技術が必要である。利用技術面では、合成ガス製造、水素分離膜、燃焼関連の技術が求められている。

これらの最先端技術の有効活用のためには、人材の確保も重要な課題であり、e-learningなどの教育システムにより技術者を育成する、あるいは産官学連携による社会人の専門教育講座の開設など、様々な手法が必要であろう。

石油・天然ガス等開発・利用技術分野の導入シナリオ

<p>我が国を取り巻く状況</p> <p>技術の目的</p>	<p>・非在来型資源開発ニーズの高まり ・アジアを中心とした世界的エネルギー需要の急増 ・長期的資源制約に対する意識の高まり</p> <p>(1) 資源国に対する我が国の魅力を高めるために、石油・天然ガスの探鉱開発・生産技術、非在来型石油・天然ガス開發生産技術、メタンハイドレート生産技術、天然ガスからの液体燃料製造等、我が国の高度な技術力を活用して、資源の獲得能力を強化するための技術開発を推進する。 (2) 燃料資源開発から利用に至るまでの総合的な環境適合性向上に寄与するために、環境調和型の油ガス田開発、天然ガスからの次世代水素製造技術、LPガス利用機器の効率化やDMEの利用促進等を図る。</p>
<p>政策的枠組み</p>	<p>2006 2010 2020 2030</p> <p>京都議定書 第一約束期間 (~ 2012) 将来枠組み ポスト京都 (2013~)</p> <p>新・国家エネルギー戦略</p>
<p>研究開発及び導入</p> <p>石油・天然ガスの探鉱・開発・生産技術</p> <p>天然ガス・LPガスの利用・流通技術</p>	<p>(凡例) 研究開発段階 導入段階</p> <p>* 丸数字の位置は、各要素技術の開始年を示す。また、研究開発開始年及び導入開始年は要素技術の中で一番早いものに合わせる。さらに、複数の要素技術が同じ年に開始される場合には、/を入れて並べる。</p> <p>油ガス田探査・開発先導・先進的技術 ・油ガス層把握技術(探査・埋蔵量評価技術、油ガス層評価技術、ダイナミックモデリング技術)</p> <p>・原油・天然ガス掘削・開発技術(掘削・生産技術の高度化とコスト削減、生産施設とその管理自動化、フロンティア地域の開発)</p> <p>・原油・天然ガス増進回収技術(在来型ガス田からの回収率向上技術、生産性向上技術、油層解析・モデリング技術)</p> <p>非在来型石油・天然ガス技術 ・オイルサンド・オイルシェール・重質原油回収・改質技術 (オイルサンド・オイルシェール・重質原油回収技術、オンサイト及び油層内改質技術、探査及びモニタリング技術、先進・複合的オイルシェール開発技術)</p> <p>・非在来型ガス開発・生産技術(CBM、タイトガス・シェールガス生産回収技術、高濃度CO2天然ガス開発・生産技術)</p> <p>メタンハイドレート技術 ・MH資源量評価技術</p> <p>・MH開発・生産技術</p> <p>・MH開発・環境技術</p> <p>環境調和型開発技術 ・炭素循環型油ガス生産システムの構築技術</p> <p>・ゼロエミッション開発技術</p> <p>・油ガス田開発環境影響評価・対策技術</p> <p>天然ガス利用技術 ・新液体燃料による運輸・産業分野の石油代替・自主開発向上技術</p> <p>・天然ガスのハイドレート化による天然ガス輸送・利用技術</p> <p>・次世代天然ガス高圧貯蔵技術</p> <p>・天然ガスからの次世代水素製造技術</p> <p>・天然ガス等からのLPガス合成技術</p> <p>LPガス利用技術 ・DME燃料利用技術</p> <p>・LPガス高効率燃焼機器技術</p> <p>・LPG/DME混合燃料対応高効率低エミッション直噴ディーゼル燃焼技術</p>
<p>関連施策の取組み</p> <p>導入普及促進策</p> <p>環境整備</p>	<p>法整備</p> <p>・フロンティア地域開発技術に関する国際的な法規制とのすり合わせ ・環境影響や安全性に関連して、追加が必要となる法整備</p> <p>・新技術を活用したパイプライン管理に関して、追加が必要となる法整備 ・次世代天然ガス高圧貯蔵技術に関するガス事業法技術基準の規定案の検討・策定</p> <p>・CO2陸上隔離に関する法整備 ・DME法の制定或いはLPG並規制緩和措置 ・液石法に基づく特定液化石油ガス機器等の適合性検査の見直し</p> <p>補助・税制優遇</p> <p>・導入初期段階における設備費補助、低利融資、税制優遇措置等による支援 ・デジタルフィールドの導入のための支援</p> <p>・DME自動車燃料の税制優遇措置 ・石油精製業界や石炭業界との連携に対するインセンティブ付与</p> <p>社会受容形成</p> <p>・CO2圧入、探鉱再利用に関する安全実証支援と社会受容形成 ・微生物利用及びメタン再生に関する環境影響・安全実証支援と社会受容形成</p> <p>標準化・規格化</p> <p>・デジタルフィールドに係わる標準化 ・環境安全マネジメントに関する標準化</p> <p>・DME燃料及び新燃料利用技術の標準化及び規格制定 ・LPガス高効率燃焼機器の規格制定</p> <p>人材育成</p> <p>・企業や大学等における継続的な資源燃料関連技術者の育成 ・専門家の技術交流による相互人材育成 ・業際のプロマネ及び技術者の発掘・育成</p> <p>国際社会との協調</p> <p>・技術導入や技術移転を通じた国際社会への協力推進 ・大陸棚資源に関する国際条約の締結に向けた協働体制の構築</p> <p>・産油国や国営石油会社との連携や国際協力の強化 ・研究開発から探鉱開発までの国際協力に基づく鉱区取得促進</p>

石油・天然ガス等開発・利用技術分野の技術マップ

技術分野	大分類	中分類	個別技術	技術内容 要素技術	技術の特徴付け																
					波及効果等		安定供給確保			環境への適合性											
					波及効果	産業競争力	資源供給安定	需要端での安定性	資源外交	超長期資源制約克服	環境負荷低減	GHG削減	超長期環境制約克服								
化石エネルギー	石油・天然ガスの探鉱・開発・生産技術	油ガス田探査・開発先導・先進的技術	油ガス層把握技術	探査・埋蔵量評価:石油システム解析技術、PSDM等による地質構造イメージング技術、断層トラップ・シール評価技術、油ガス層直接探査技術、電磁探査技術、Full wave インバージョン技術、衛星利用探査技術(プラットフォーム搭載探査システム、ハイパースペクトルセンサ、遠隔収集データ高度処理) 油ガス層評価:地層内流体検層技術、油ガス層ビジュアルリゼーション・キャラクタリゼーション技術 ダイナミックモデリング:自動データ収録技術、統合型油ガス層評価システム技術、4D地震探査等のダイナミックモデリング技術																	
			原油・天然ガス掘削・開発技術	掘削・生産技術の高度化とコスト削減:大偏距掘削等の掘削コスト削減技術、スマート仕上げ技術、レーザー掘削技術、ロボット掘削技術 生産施設:パイプライン技術とその管理自動化:パイプライン設計・管理・モニタリング技術、パイプライン防食システム技術、デジタルフィールド技術 フロンティア地域(大水深、極地・氷海域等)の開発:MPSO・大水深洋構造物等大水深海域プラットフォーム技術、大水深・極地・氷海域開発技術、海洋浮遊式生産処理施設技術																	
			原油・天然ガス増進回収技術	IOR/EORによる回収率の向上:CO2圧入法・空気圧入法等の従来型 EOR 技術、微生物工学・ナノテクノロジー等を適用した先進複合型 EOR 技術 油ガス層の生産性向上:フラクチャリング等坑井刺激最適化技術、大規模ブラウンフィールド対応非揚水型高効率生産システム技術 油層解析・モデリングによる回収率の向上:岩石・流体特性解析技術、貯留層・流動把握解析技術																	
		非在来型石油・天然ガス技術	オイルサンド・オイルシェール・重質原油回収・改質技術	重質原油の増進回収:重質原油特性評価技術、重質原油EOR技術 オイルサンド層からのピチュメン増進回収:溶剤併用法等の改良 SAGD 技術、電気加熱法・コールドプロダクション等の先進型ピチュメン回収技術 重質原油・ピチュメン等の生産・処理:計測:高温条件対応坑井・生産システム技術、多相流量計測技術 オンサイト及び油層内改質:超臨界水によるオンサイト改質技術、触媒・微生物等を利用した油層内改質技術 探査・モニタリング:泥岩薄層検知技術、油層内水蒸気・温度モニタリング技術、4D坑井間トモグラフィー技術																	
			非在来型ガス(CBM、タイトガス、シェールガス、深部天然ガス)開発・生産技術	CBM(コールベッドメタンガス)生産性向上:石炭層対象フラクチャリング最適化技術、CO2圧入メタンガス回収技術(ECBM)、非揚水型高効率生産システム技術 タイトガス・シェールガス生産性向上:タイトガス層・シェールガス層対象フラクチャリング最適化技術 深部天然ガス開発:深部天然ガス生産回収技術 高濃度CO2天然ガス開発・生産技術:CO2非分離型低コスト生産システム、CO2利用液体燃料(GTL)製造技術、CO2濃度制御技術、腐食対策技術、 海洋GTLプラント・プラットフォーム技術																	
		メタンハイドレート技術	メタンハイドレート(MH)資源量評価技術	MH資源フィールドの探査と日本周辺海域におけるMH資源量の評価:各海域の資源量評価、MHフィールドの地質構造モデリング、プロスペクトマップ作成 MH資源量評価技術・手法:M物理探査・検層・濃集帯検知技術、地震探査・坑井データを用いたMH層キャラクタリゼーション技術、 4C/4D地震探査・海洋電磁探査によるMH物性評価およびモニタリング技術、統合型MH資源フィールドモニタリング技術、MH生成・移動・集積に関するメカニズムの 解明																	
			メタンハイドレート(MH)開発・生産技術	MH生産手法の開発:MH分解採取法、CO2圧入法等の先進型MHガス回収技術 MH層生産性評価:MH層生産挙動予測(シミュレータ)技術、地層内MH分解挙動計測技術、MH層分解挙動把握のためのコア試験技術 実フィールド産出試験によるMHガス生産の実証:MH層坑井掘削・仕上げ技術、海洋MHガス生産システム技術 MH経済性評価:海洋MH開発コンセプト設計、MH層開発可能性の評価技術、日本周辺海域のMHフィールド経済性評価																	
			メタンハイドレート(MH)開発環境技術	MH開発に伴う環境変化の計測:地層変形検知技術、メタンガス漏洩検知技術、海洋環境モニタリング技術 MH開発の海洋環境影響評価:地層変形予測(シミュレータ)技術、環境影響評価技術、環境管理技術 MH開発安全性の保証:リスクマネジメント等の安全操業管理技術、メタンガス漏洩抑制等の保安技術																	
		環境調和型開発技術(共通)	炭素循環型油ガス生産システムの構築技術	CO2固定:CO2 EOR 技術、石炭層へのCO2圧入メタンガス回収技術(ECBM)、帯水層へのCO2圧入技術 メタン再生:微生物利用貯留層内メタン再生技術																	
	ゼロエミッション開発技術		不用排出物削減:硫化水素ガスの除去技術、生産水の坑底分離と非処理水圧入技術、掘削排出物の地下圧入技術 開発の省エネ化と海洋汚染防止:自然エネルギーを利用したクリーン海洋開発技術																		
	油ガス田開発環境影響評価・対策技術		地域自然環境保全:生産に伴う地盤沈下評価とその低減技術、環境復元・対策技術 環境安全マネジメント:海洋開発における生態系・安全リスクマネジメント技術																		
	天然ガス・LPGガスの利用・流通技術	天然ガス利用技術	新液体燃料による運輸・産業分野の石油代替・自主開発向上技術	天然ガスの液体燃料(GTL)製造:合成ガス製造技術、FT合成技術、水素分解技術 液体燃料製造プラント:天然ガス田へのコンパクトプラント適用技術、石炭の液体燃料(CTL)製造プロセス・バイオマスからの液体燃料(BTL)製造プロセスとの複合化プラント適用技術																	
			天然ガスハイドレートによる天然ガス輸送・利用技術	NGHチェーンの確立:NGH製造技術、NGH輸送技術、NGH再ガス化・利用技術																	
			次世代天然ガス高圧貯蔵技術	地域性を考慮した天然ガス貯蔵システム:ライニング式岩盤高圧貯蔵施設技術(設計技術、実証試験、技術基準策定)																	
			天然ガスからの次世代水素製造技術	オンサイト水素製造技術:Pd系あるいは非Pd系合金水素分離膜を用いた水素透過型メンブレンリアクタの開発 CO2固定化技術:分子ふるい膜/選択透過膜によるCO2分離技術、CO2吸収増進改質技術、分離されたCO2の固定化技術																	
天然ガス等からのLPGガス合成技術			LPG供給の多様化:天然ガス・石炭・CO2等からのLPG合成技術(合成触媒長寿命化、プラント設計、触媒再生技術)																		
LPGガス利用技術		DME燃料利用技術	LPG需要拡大への対応:DME/LPG混合燃料の家庭用・業務用利用技術(燃焼機器耐久性試験、燃料規格作成)																		
		LPG/DME混合燃料対応高効率低エミッションディーゼル燃焼技術	運輸・産業分野におけるCO2排出削減:DME/LPG直噴ディーゼル技術(ディーゼル燃焼、予混合圧縮自着火技術)																		
		LPGガス高効率燃焼機器技術	熱利用効率向上による省エネ:ターボジェット最適燃焼技術、排気ガス処理技術、高効率家庭用・業務用機器開発																		

備考: 右欄に示す、技術の特徴付けの9指標については、個別技術ごとに重要度の高い項目を3個選択し、で表示。各指標の意味は下記の通り。
 波及効果:その「個別技術」あるいは「要素技術」が実現した場合、他の「個別技術」あるいは「エネルギー技術」に及ぼす影響の度合い。 産業競争力:その「個別技術」が実現した場合、わが国の既存産業競争力の向上、あるいは新産業創出への寄与度。 資源供給安定:わが国のエネルギー安定供給を確保することに資する技術。
 需要端での安定性:国内におけるエネルギー輸送・貯蔵など、需要端において安定的にエネルギーが供給されることに資する技術。 資源外交:資源保有国等との資源外交上、重要と考えられる技術。 超長期資源制約克服:2030年以降、超長期(2100年)を見据えた資源制約(石油生産ピーク、天然ガス生産ピーク)克服への寄与度。
 環境負荷低減:SOx、NOx、SPM(浮遊粒状物質)、有害金属等環境負荷物質(GHGは除く)低減への寄与度。 GHG削減:2030年までのGHG(CO2、CH4等の温室効果ガス)排出削減への寄与度。 超長期環境制約克服:2030年以降、超長期(2100年)を見据えた環境制約(CO2濃度増大)克服への寄与度。

石油・天然ガス等開発・利用技術分野の技術ロードマップ

技術分野	大分類	中分類 (対象とする技術)	個別技術名	技術の概要 (目的、効果、個別技術を構成する要素技術など)	ロードマップ						
					2006	2010	2011	2015	2016	2020	2021
石油・天然ガスの探鉱・開発・生産技術	石油・天然ガスの探鉱・開発・生産技術	油ガス田探査・開発先導・先進的技術	油ガス層把握技術	<p>新規探鉱および既開発油ガス田における探査・埋蔵量評価技術(探鉱技術)を向上させて、埋蔵量の確保・成長を促進する。また、地下の状態を現位置で高精度に把握する技術を向上させ、それを探査・埋蔵量評価技術へ利用するとともに、増進回収技術を適応した場合の生産システムの設計とその最適化等の油層マネジメントに役立て、デジタルフィールド等の油ガス層の自動マネジメントシステムの構築を目指す。</p> <p>本技術に係るデータ処理と解析は従来は個別のプロセスであったが、今後のコンピュータ能力の向上に合わせて、両者を融合した会話型処理システムが開発される。この技術開発によりサイクルタイムの短縮化が図られ、処理の高速化と解析精度の向上が達成される。データベースの維持とそれらに基づいた知見の集約を継続的に行うことにより、炭化水素の直接探知(DHI)など、探査・埋蔵量評価技術の大きな進展が期待される。</p> <p>探査・埋蔵量評価技術(探鉱技術)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・PSDM(Prestack Depth Migration)を中心としたイメージング技術(3D震探の技術向上による新規油ガス田の発見確率向上と埋蔵量評価の高精度化) ・インバージョンによる炭化水素貯留層の発見確率と探査精度の向上 ・電磁探査手法の炭化水素貯留層検知への適用 ・断層トラップ・シール評価による断層シールのリスクアセスメント、断層トラップ型油ガス層の新規発見 ・油ガス層直接探査(DHI: Direct Hydrocarbon Indicator)の実用化 ・石油システム解析・テンプレートによる探査の高精度化(貯留層・根拠岩評価による埋蔵量成長) ・衛星利用探査 <ul style="list-style-type: none"> -極軌道プラットフォーム搭載用資源探査観測システムによる石油資源遠隔探査技術の確立 -ハイパースペクトルセンサによる石油資源探査技術の確立 -衛星による遠隔収集データの高度処理解析技術 	<p>弾性波探査データのイメージング技術開発(PSDMの高精度・高速化を図ること)により、新規油ガス田の発見確率向上と埋蔵量評価の高精度化を図る</p> <p>2次元会話型処理システムの開発</p> <p>弾性波探査データのFullwaveインバージョンの高速処理を可能にするための技術開発(分解能を上げることにより、探査精度を向上させる)</p> <p>Fullwave インバージョンに関する調査・理論検討</p> <p>電磁探査(EM: Electro-Magnetic Survey)手法を油ガス田の探査に利用するための技術開発。DHIや油層評価に適用され、より適確な油ガス層構造の把握とダイナミックモデリングが可能になる。</p> <p>高精度センサー・大出力送信器の開発</p>	<p>2次元解析システムの実用化、断層トラップ・シール評価などの探査技術への適用</p> <p>2次元Fullwaveインバージョンシステムの開発</p> <p>2次元インバージョン処理技術の実用化、DHIなどの探査への適用</p> <p>2次元インバージョン処理の開発</p>	<p>3次元会話型処理システムの実用化</p> <p>3次元Fullwaveインバージョンシステムの開発</p> <p>3次元インバージョン処理の開発</p> <p>3次元EMマイグレーションの開発</p>	<p>実フィールド探査・油ガス層評価への適用</p> <p>2次元システムの実用化・探査技術への適用</p> <p>3次元Fullwaveインバージョンシステムの開発</p> <p>3次元EM技術の実用化、油ガス層キャラクタリゼーションへの適用</p>	<p>2006</p> <p>2010</p> <p>2011</p> <p>2015</p> <p>2016</p> <p>2020</p> <p>2021</p> <p>2025</p> <p>2026</p> <p>2030</p> <p>2031 -</p>		
				<p>断層トラップ・シール評価</p> <p>断層ストレスマップおよびシールポテンシャルマップのマッピング手法の構築</p> <p>油ガス層直接探査(DHI: Direct Hydrocarbon Indicator)</p> <p>データマイニングによる直接探査法の基盤構築(弾性波探査におけるAVO解析・アトリビュート解析、地化学探査等を対象)</p> <p>石油システム解析・テンプレートによる探査の高精度化</p> <p>物性測定、地化学分析、堆積学測定・分析の高精度化、高速化 石油システム解析のための油ガス田フィールドのデータベース構築</p> <p>衛星利用探査</p> <p>研究開発(第2段階)</p>	<p>2次元会話型マッピングシステムの開発</p> <p>2次元探査システムの確立</p> <p>2次元システムの実用化・探査への適用</p> <p>2次元探査システムの実用化</p> <p>DHIによる油ガス層直接探査の実現</p> <p>2次元探査システムの実用化</p> <p>3次元探査システムの確立</p>	<p>3次元会話型マッピングシステムの開発</p> <p>3次元システムの実用化</p>	<p>2次元システムの実用化・探査への適用</p> <p>3次元システムの実用化</p>	<p>DHIによる油ガス層直接探査の実現</p>			
				<p>油ガス層評価技術(計測ツール、データ解析・収録技術)</p> <p>検層技術(NMR等による地層内原位置での流体特性の把握、新規検層ツールの開発)</p> <p>ビジュアライゼーション(人間の感性を利用した業務的評価システムの構築)</p> <p>油ガス層のキャラクタリゼーション(弾性波探査・電磁探査・検層・コア試験等の解析結果を統合した油ガス層の3次元評価技術)</p>	<p>検層技術</p> <p>地層内流体直接検層(NMR等による地層内原位置での流体特性の把握)技術 検層深度の拡大、ケーシング内計測種目拡大、未固結堆積物の検層に関連した機器開発など</p> <p>地層内流体直接検層技術の実用化 フィールド適用による検層精度の向上</p> <p>CPU、センサー技術の進歩に合わせた新検層技術の開発・実用化</p>	<p>システムの実用化</p> <p>イメージング、インバージョン、電磁探査</p> <p>の技術開発成果</p>	<p>Fullwaveインバージョン技術 EMマイグレーション技術の導入</p>	<p>弾性波Fullwaveインバージョン解析・電磁探査との結合による高精度化</p>			
				<p>ダイナミックモデリング技術</p> <p>データ収録の自動化・永久センサーの開発(ロボット化、埋め込み型センサー等のハードウェア機器開発)</p> <p>油ガス層統合型評価システム構築(ハードウェア開発、地層/油層モデルの統合)</p> <p>ダイナミックモデリング(4D震探、油ガス層マネジメントツール)</p>	<p>データ収録の自動化(センサー等のハードウェア機器開発)</p> <p>パーマネントセンサー(埋込型センサー: 振動、温度、飽和率等)及びセンサー直結データ処理システムの開発</p> <p>ロボット震源等(発震船、パイプレーター)自動データ収録処理システムの開発</p> <p>マイクロ・ナノテクノロジー利用の超小型センサー開発</p> <p>ダイナミックモニタリングの概念設計とモニタリングシステム機器開発</p> <p>油ガス層統合型評価システム構築とダイナミックモデリング</p> <p>Geo(地質データ+弾性波探査解析)統合モデリングシステムの開発</p> <p>Geo+油ガス層評価の統合モデリングシステム(ソフトウェア)の開発</p> <p>4次元地震探査適用可能性評価技術</p> <p>4次元多成分地震探査データ処理解析技術</p> <p>モニタリングシステムとの結合</p>	<p>弾性波Fullwaveインバージョン解析 電磁探査との結合による高精度化</p>	<p>フィールドでの実システム検証 超小型センサーによる油ガス層内モニタリング、リアルタイムモニタリングシステムの開発</p> <p>統合化リアルタイム油ガス層モニタリングの実用化</p>				

凡例 □: 個別技術の研究・開発・実用化の段階および必要となる要素技術 ▭: 該当する個別技術の開発に必要な関連技術 ↑: 要素技術や関連技術が求められる時期を示す。 ⬆: 開発期間にわたり関連技術が適宜利用されることを示す 実用化: 商業装置1号機導入時期

技術分野	大分類	中分類 (対象とする技術)	個別技術名	技術の概要 (目的、効果、個別技術を構成する要素技術など)	ロードマップ										
					2006	2010	2011	2015	2016	2020	2021	2025	2026	2030	2031 -
石油・天然ガスの探鉱・開発・生産技術	油ガス田探査・開発先導・先進的技術	原油・天然ガス掘削・開発技術	石油・天然ガス開発の現場で要求される先端技術開発(コストダウンによる開発経済性の向上、掘削・坑井仕上げの技術革新、腐食性流体への対応、管理・モニタリング技術革新によるデジタルフィールド構築)、フロンティア地域の開発に必要な技術開発を行う。	掘削コスト低減のためのエンジニアリングスタディー 大偏距掘削メカニカルFSに代表されるコスト削減に係る各種エンジニアリングスタディー											
			掘削・生産技術の高度化とコスト削減(目標:掘削・坑井作業効率の5.0%改善達成) 掘削コスト削減、スマート仕上げ技術、レーザー掘削技術開発、レーザー掘削等応用掘削ロボットおよびドレイン掘削技術作業効率の改善(それが導く掘削コストの削減)を目的として、レーザー掘削等斬新的技術を含む研究開発を実施する。2030年時点における到達目標は掘削及び坑井作業効率の50%改善達成。またスマート仕上げ技術開発においては、坑井技術分野におけるインプレイスダイレクトメジャーメント、及びリアルタイムコントロールを指向した研究として位置づける。	スマート仕上げ、坑井仕上げ、モニタリングの自動化、最適化を図る総合システム(坑井操業コスト50%削減、リアルタイムデータ管理)	要素技術調査	エンジニアリングスタディー	坑内長期連続モニタリングシステム開発	改修作業自動化(ロボットシステム応用等)	デジタルフィールド実用化・普及						
			生産施設とその管理自動化 パイプライン(設計・管理技術、先進的パイプライン技術) 防食・腐食モニタリングとその管理システム デジタルフィールド(油層・生産システムのリアルタイムモニタリング、多相流解析、多相流動モニタリングなども含む) 石油・天然ガスの生産・輸送に関する効率改善と安全操業を目的とした諸技術の研究開発。日本の強みを生かした実業技術を指向し多角面からの研究開発を進めるものとする。	パイプライン設計・管理技術 最新の技術を取り入れてPL設計及び同業管理に関するケーススタディーを実施し、実際の創業技術課題に向けた各種スタディー											
			防食・腐食研究: 腐食モニタリングシステム開発及び微生物等応用防食技術開発 腐食モニタリングシステム開発	防食・腐食研究: 腐食モニタリングシステム開発及び微生物等応用防食技術開発	バイオ工学応用防食技術: バクテリオファージ適用SRB防食、腐食性流体(H2S)の貯留層内微生物改質	実用化	実用化	実用化	実用化	実用化	実用化	実用化	実用化	実用化	
原油・天然ガス掘削・開発技術	原油・天然ガス掘削・開発技術	原油・天然ガス掘削・開発技術	フロンティア地域(大水深、極地・氷海域等)の開発 MPSO等大水深における海洋構造物開発、極地・氷海開発技術	MPSO開発 概念設計 エンジニアリング 建造・設置											
			既に開始している大水深海洋対応MPSO開発を足がかりとして、技術的に難点が多いとされるフロンティア域、特に大水深域と極地・氷海域を対象として、開発に必要とされる技術開発を進める。大水深域開発技術については2030年においてわが国コア技術を生かした水深3000m級プロジェクトの実現を目標とする。極地・氷海域開発については、新たな手法を含む開発技術のFS、有効対象技術のスクリーニングを経て研究開発を行う。日本の強みを生かした実業技術を指向する。 LNGやGTLといった海洋施設上の適用を目指した高効率/小規模かつ海洋施設搭載可能なシステムに関して研究開発を進めることで、小規模ガス田開発等新たな開発概念の導入や、開発操業コストの低減に貢献する。	極地・氷海域開発技術 開発コンセプト策定・要素抽出	抽出開発: 極地大水深潜水式タンカー、大水深掘削用海底掘削リグ、等	フィールド適用・実用化									
			海洋浮遊式生産処理施設技術 フローティングLNG: 高度化と商業化	海洋浮遊式生産処理施設技術 フローティングLNG: 高度化と商業化	フローティングGTLへの応用・実用化	フローティングNGHへの応用・実用化									
			従来型EOR技術: ガス攻法(特にCO2攻法)、及び低浸透性油層開発向けの空気圧入法 CO2攻法実油田小規模パイロットテスト	従来型EOR技術: ガス攻法(特にCO2攻法)、及び低浸透性油層開発向けの空気圧入法	空気圧入法国内油田パイロットテスト	フィールド適用・実用化									
原油・天然ガス増進回収技術	原油・天然ガス増進回収技術	原油・天然ガス増進回収技術	在来型油ガス田からの回収率を向上させる技術の開発とフィールドへの適用(目標:回収率7.0%達成)	従来型EOR技術: ガス攻法(特にCO2攻法)、及び低浸透性油層開発向けの空気圧入法 CO2攻法実油田小規模パイロットテスト											
			IOR/EOR技術(IOR/EOR手法そのものの開発、改良と適用)回収率増加のための根源的な技術。従来型のEOR/IOR技術としては特に今後有望と考えられるガス攻法を中心にフィールドテスト主体の実証的な研究を進めるとともに、微生物工学やナノテクノロジーを応用した、更に層内改質と組み合わせたハイブリッド方先進EOR技術の開発を進める。	先進複合型改良EOR技術開発(Advanced IOR: AIOR): 微生物工学応用油層内改質とEOR技術のハイブリッド化、ナノテクノロジー応用先進的ケミカル攻法、等	基礎研究	小規模フィールドパイロットテスト	フィールド適用・実用化								
			生産性向上技術(油ガス層の特性に対応した生産性向上技術の開発) 主として資源量は望めるが低生産性で開発対象となり得なかった炭化水素資源の採取技術開発及び、ブラウンフィールド(生産後期油田)の効率的生産・回収率増加及びフィールドライフ延長を図るための技術開発。特に後者は今後減退期に向かう中東域等の大規模油田に対する有効的な対処技術として期待。	フラクチャリング等坑井刺激最適化技術 炭酸塩岩油層フラクチャリング最適化パイロットテスト	コストダウン、Directional Extended Reached Fracturing、フラクチャー形状及び形成ネットワーク情報取得技術研究開発	フィールド適用・実用化									
			大規模ブラウンフィールド対応・非掃水型高効率生産システム技術 坑底セパレータ要素技術研究	大規模ブラウンフィールド対応・非掃水型高効率生産システム技術 坑底セパレータ要素技術研究	フィールドパイロットテスト	フィールド適用・実用化									
原油・天然ガス増進回収技術	原油・天然ガス増進回収技術	原油・天然ガス増進回収技術	油層解析・モデリング技術(回収率向上のシステム設計・評価のための技術)	岩石・流体特性解析技術: ナノスケール/界面化学等を含む岩石・流体特性に係わる研究 岩石・流体特性評価システム研究											
			よりの確かな油層把握に基づき、回収率向上に貢献するための先進技術を取り組んだ油層評価技術。埋蔵量評価精度の向上への貢献も期待。	特殊流体分析技術開発	実用化を通じた改良										
			迅速・簡易・安全な分析評価技術の開発	迅速・簡易・安全な分析評価技術の開発	概念設計	設計・試作	実用化								
			貯留層・流動把握解析技術 油層キャラクタリゼーション、異方性解析(フラクチャー油層評価)、フロントモニタリング技術開発(含パイロットテスト)、コンデンサート層挙動評価	貯留層・流動把握解析技術 油層キャラクタリゼーション、異方性解析(フラクチャー油層評価)、フロントモニタリング技術開発(含パイロットテスト)、コンデンサート層挙動評価	油層評価・解析解像度向上研究	フィールド適用・実用化									
凡例	凡例	凡例	凡例	凡例											
					:個別技術の研究・開発・実用化の段階および必要となる要素技術	:該当する個別技術の開発に必要な関連技術	:要素技術や関連技術が求められる時期を示す。	:開発期間にわたり関連技術が適宜利用されることを示す	実用化:商業装置1号機導入時期						

技術分野	大分類	中分類 (対象とする技術)	個別技術名	技術の概要 (目的、効果、個別技術を構成する要素技術など)	ロードマップ											
					2006	2010	2011	2015	2016	2020	2021	2025	2026	2030	2031 -	
石油・天然ガスの探鉱・開発・生産技術 化石エネルギー		非在来型石油・天然ガス技術	オイルサンド・オイルシェール・重質原油回収・改質技術	<p>目標：・オイルサンド：オペレータープロジェクト拡大(4つ以上の実現)、対象資源可採埋蔵量の倍増 ・重質油：回収率50%達成 ・オイルシェール：技術実証、プロジェクト実現</p> <p>オイルサンド・オイルシェール・重質原油回収技術 1)重質油特性評価と増進回収技術の改良(重質油の相挙動特性、アスファルテン挙動、出砂対策、WAG法) 重質油の場合、その相挙動等が複雑であり通常原油と異なることが度々指摘されており、油層シミュレーション、生産挙動解析の際に問題となる。この基本的な物性を把握・評価するための技術開発。 2)オイルサンドへの改良SAGD法(溶剤併用法、マルチテラル坑井の適用など)の適用 3)先進型重質油オイルサンド回収技術(発展型空気圧入/火攻法、電気加熱法などのオイルサンド・オイルシェール層への適用) 4)高温条件対応坑井・生産システム技術(高温条件下での多相流動計測など)</p> <p>超重質/高粘性のオイルサンドの層内回収、及び生産に係わる技術として、従来型技術の蓄積を図るとともに、新規技術の適用を図る。この技術開発によって、従来は開発が難しいとみなされていた薄層オイルサンド層からの生産を可能とし、埋蔵量の増加に寄与するものとする。</p>	<p>重質原油特性評価技術</p> <p>アスファルテン挙動研究</p> <p>相挙動特性評価研究</p> <p>SAGD法(Steam Assisted Gravity Drainage)の改良</p> <p>溶剤併用圧入型SAGD法フィールドテスト</p> <p>マルチテラル坑井応用型SAGD等、先進SAGD法開発</p> <p>先進型重質油オイルサンド回収技術開発</p> <p>発展型空気圧入/火攻法、電気加熱法、コールドプロダクション技術の改良</p> <p>フィールド適用・実用化を通じた改良</p> <p>通常型EOR法技術</p> <p>CO2攻法及び空気圧入法のオイルサンドオイル回収への適用技術開発</p> <p>フィールド適用・実用化を通じた改良</p> <p>高温条件対応坑井・生産システム技術：オイルサンドオイルの回収に必要な高温条件への対応技術</p> <p>高温対応スマート仕上げ(モニタリング、制御システムの開発)、人口採油(ポンピング)機器開発</p> <p>フィールド適用・実用化を通じた改良</p>	2006	2010	2011	2015	2016	2020	2021	2025	2026	2030	2031 -
				<p>オンサイトおよび油層内改質技術(超臨界水を用いたピチュメンの改質)</p> <p>坑井元、油層(坑井)内で生産ピチュメン(オイルサンドオイル)を簡易改質させ、粘性の低下等を図ることで、生産/輸送等の効率改善を目指すための技術。油層内改質については、原油・天然ガス増進回収技術のIOR/EOR技術分野(先進複合型改良EOR技術開発)と共通するところがある。</p>	<p>オンサイト改質技術：超臨界水を用いたピチュメン改質技術開発</p> <p>調査</p> <p>ベンチ試験</p> <p>パイロットテスト</p> <p>実用化・普及</p> <p>油層(坑井)内改質研究：坑井内または坑井周辺油層部に触媒を充填し、ピチュメン生産時に改質を図る。微生物工学応用も検討。</p> <p>研究</p> <p>実用化・普及</p>	2006	2010	2011	2015	2016	2020	2021	2025	2026	2030	2031 -
				<p>探査及びモニタリング技術</p> <p>開発対象資源の把握と開発(回収)の最適化を図るために、先進的震探技術として、複合的に4D震探、坑井間トモグラフィー、インバージョン等といった技術を総合的に活用することにより、層内の不均質性・頁岩層・薄層等の検出評価、更に生産回収中の油層内モニタリングに応用することにより、より良い生産開発の最適化と開発対象資源量の増加に反映させる。</p>	<p>先進的震探技術のオイルサンド・重質油開発への応用</p> <p>頁岩薄層把握のための新規震源の導入、インバージョン手法の改良。</p> <p>フィールド適用・実用化を通じた改良</p> <p>温度分布変化モニタリングシステム、高効率4D探査、温度インバージョン、改良型坑井間トモグラフィー</p> <p>フィールド適用・実用化を通じた改良</p>	2006	2010	2011	2015	2016	2020	2021	2025	2026	2030	2031 -
				<p>先進・複合的オイルシェール開発技術(層内乾留、収率向上等)</p> <p>オイルシェール技術については我が国においても過去技術研究開発が進められてきたものの、現在は中断しているのが現状。新たに非在来型としての炭化水素資源と位置づけ、現状の技術開発とその課題、周辺技術分野の取り込み、エネルギー・バランス・環境面を踏まえた開発技術の確立を目指す。特に層内乾留法は他での研究実績も未明な点があると考えられることから、将来に向けた研究開発の対象候補である。</p>	<p>先進・複合型オイルシェール開発技術：改良型地上乾留、高効率油層内乾留(油層内加熱法最適化)、層内乾留環境影響抑制、経済的オイルシェール開発</p> <p>基礎研究</p> <p>ベンチテスト</p> <p>小規模パイロットテスト</p> <p>実証パイロットテスト(豪州等)</p> <p>実用化</p>	2006	2010	2011	2015	2016	2020	2021	2025	2026	2030	2031 -
				<p>CBM(フラクチャリング、ECBM、水処理)</p> <p>炭層メタンガスの効率的な生産開発を図るための諸技術の研究開発。これにより国内資源の再生有効活用、石炭資源国(特にBRICS)のクリーンエネルギー開発への貢献が期待される。</p>	<p>石炭層対象フラクチャリング最適化技術</p> <p>在来型油田技術の応用</p> <p>実用化</p> <p>CO2圧入メタンガス回収技術(ECBM)</p> <p>試験</p> <p>実用化</p> <p>非揚水型高効率生産システム</p> <p>在来型油田技術の応用・実施・実用化</p>	2006	2010	2011	2015	2016	2020	2021	2025	2026	2030	2031 -
				<p>タイトガス・シェールガス生産回収技術及び深部天然ガス(掘削・坑井仕上げ技術、高温環境下での開発)</p> <p>従来開発が困難とされてきたガス資源の開発・埋蔵量増加を目的としてこれらの非在来型ガス資源の技術開発を進める。</p>	<p>タイトガス層対象フラクチャリング最適化技術</p> <p>在来型油田技術の応用</p> <p>実用化</p> <p>深部天然ガス開発技術</p> <p>大深度/HPHT環境掘削・仕上げ/生産システム要素技術開発</p> <p>実用化</p>	2006	2010	2011	2015	2016	2020	2021	2025	2026	2030	2031 -
				<p>高濃度CO2天然ガス開発・生産技術</p> <p>インドネシア・ナツナガス田のようにCO2を多量に含む天然ガスは、CO2の回収・処理を行う通常の開発システムではコストが高く採算が取れない。今後に予想されるCO2の排出規制も考慮して、CO2を高濃度に含む天然ガス資源の開発を実現するための技術開発を行う。GTLを利用したCO2非分離型低コスト生産システムの開発と長期的視野に立った微生物利用によるガス田のCO2低濃度化改質の研究を並行して進める。</p>	<p>CO2非分離型低コスト生産システムの開発</p> <p>基礎研究・概念設計</p> <p>CO2利用液体燃料(GTL)製造技術</p> <p>CO2濃度制御技術・腐食対策技術</p> <p>海洋GTLプラント・プラットフォーム技術</p> <p>実用化</p> <p>メタン生成菌等の微生物を利用した高濃度CO2ガス田の改質</p> <p>基礎研究・調査</p> <p>実フィールドでのパイロット試験</p> <p>実証試験とモニタリング</p> <p>フィールド適用・実用化</p>	2006	2010	2011	2015	2016	2020	2021	2025	2026	2030	2031 -

凡例 :個別技術の研究・開発・実用化の段階および必要となる要素技術 :該当する個別技術の開発に必要な関連技術 ↑ :要素技術や関連技術が求められる時期を示す。 ⏏ :開発期間にわたり関連技術が適宜利用されることを示す 実用化:商業装置1号機導入時期

技術分野	大分類	中分類 (対象とする技術)	個別技術名	技術の概要 (目的、効果、個別技術を構成する要素技術など)	ロードマップ									
					2006	2010	2011	2015	2016	2020	2021	2025	2026	2030
石油・天然ガスの探鉱・開発・生産技術 化石エネルギー		メタンハイドレート技術	MH資源量評価技術	<p>東部南海トラフから着手した日本近海のMH資源の調査を継続し、日本近海全域のMH賦存状況を調査する(MH資源フィールドの探査と日本周辺海域におけるMH資源量の評価)、MH開発・生産技術(MH層のガス生産特性)やMH開発環境技術(環境特性)を考慮した統合型MH資源量評価システムを構築(MH資源量評価技術・手法)し、プロスペクトマップを作成する。なお将来技術として、非砂層型MH資源の探査技術およびMH資源探査の低コスト化を目的に大水深浅層対応MH専用リグを開発する。</p>	<p>日本周辺海域におけるMH資源量評価とMH分布特性の明確化</p> <p>MH資源フィールドの探査と日本周辺海域におけるMH資源量の評価。研究に必要な物理探査・検層・コアデータを取得するとともに、要素技術を適用して各海域の資源量評価の信頼度を上げる</p> <p>低コストでの広域MH資源探査技術の実用化</p>									
			MH開発・生産技術	<p>MHの基礎物性研究、MHの分解生成挙動の基礎理論構築と予測技術の基礎研究並びにMH生産手法の基本となる減圧法の実フィールド試験結果を基にCO2圧入等の先進型ガス回収法を開発する(MH生産手法の開発)。また各種回収法に対応したMH層モデリング技術を同時に開発する(MH層生産性評価)。これら回収法の中から経済性を考慮して日本近海の実MHフィールド開発に有望な手法につき海洋試験を実施する。日本近海における大水深対応型MH開発システムを開発し、実証プラントによる海洋試験を経て実用化に繋げる(実フィールド産出試験によるMHガス生産の実証)。また、海洋MH開発のコンセプト設計とその開発経済性評価を実施する(MH経済性評価)。なお将来技術としてCO2固定型メタン回収技術、高経済性を旨としたエネルギー自給型生産システムを追求する。</p>	<p>有望MH資源フィールドの選定、開発経済性評価技術、ガス商業生産へ向けたフィールド基盤技術の整備</p> <p>海洋実証プラント試験による実用化へ向けた研究、先進型生産手法の探求とその実用化</p> <p>MH生産手法の開発(減圧法・温圧入法・ガス圧入法・インヒビター利用)</p> <p>MH層の物性・動的特性解明(比熱・力学特性等)</p> <p>日本近海のMH層特性のモデリング</p> <p>MH層特性に適した生産手法の選定</p> <p>CO2圧入等の先進型MHガス回収技術</p> <p>ガス商業生産へ向けた生産手法の選定</p> <p>フィールド適用・実用化</p> <p>海洋実証プラントへの適用</p> <p>先進型メタン回収手法(CO2固定/マイクロカプセル/マイクロバブル)</p> <p>フィールド適用・実用化</p> <p>MH分解採取法の評価</p> <p>コア試験・計測技術</p> <p>コア試験のスケールアップ技術</p> <p>ガス生産性・回収率を向上させるための生産手法の研究、第2回海洋産出試験での生産手法の現場試験</p> <p>MH層生産性評価</p> <p>MH生産シミュレータの開発</p> <p>MH生産シミュレータの高速化・高精度化</p> <p>汎用型MH生産シミュレータの実用化研究</p> <p>シミュレータの実用化</p> <p>陸上産出試験の評価</p> <p>海洋産出試験のガス生産性評価</p> <p>MHフィールド・システムの生産最適化</p> <p>MH層生産挙動予測技術</p> <p>MH貯留層モデリング技術</p> <p>MHフィールドモデリング技術</p> <p>実フィールド産出試験を通じたガス商業生産へのフィールド基盤技術の確立</p> <p>陸上産出試験</p> <p>第1回海洋産出試験(単独坑井)</p> <p>第2回海洋産出試験(単独/マルチ坑井)</p> <p>海洋実証プラント試験(開発システムの実証)</p> <p>海洋MH開発システム設計</p> <p>海洋実証プラント製作および実証試験</p> <p>MH開発生産システム実用化</p> <p>減圧法・坑井加熱法の技術実証</p> <p>MH層内でのMH分解挙動の計測技術(モニタリング機器・解析手法の確立)</p> <p>海洋でのMH層坑井掘削・仕上げ技術・生産機器・操業技術</p> <p>海洋MHガス生産システム技術</p> <p>MH開発システムの確立と経済性評価</p> <p>有望MH資源フィールドの簡易経済性評価</p> <p>海洋MH開発のコンセプト設計とその開発経済性評価</p> <p>設計・経済性評価技術の実用化</p> <p>日本周辺海域のMHフィールドの開発可能性評価・経済性評価への適用</p> <p>MH開発経済性評価モデルの開発</p> <p>MH開発可能性の評価技術(経済性評価モデルとMH生産シミュレータ)</p> <p>自立型生産システムの設計・開発(MHガス・風力・太陽光動力源を利用したクリーン開発)</p> <p>自立型システムの実証・実用化</p>									
			MH開発・環境技術	<p>MHの開発に伴う地層の変形、メタンガスの表層への漏洩その他環境への変化を検知する基礎技術を整備する(MH開発に伴う環境変化の計測)。海洋産出試験等の実データを踏まえて地層変形等の環境に影響を与える因子の評価技術を確立する(MH開発の海洋環境影響評価)。またMH開発操業の安全確保の面からメタンガス漏洩抑制技術やリスクマネジメント手法を開発する(MH開発安全性の保証)。将来技術としてMH資源フィールドを含む広域かつ長期温度・圧力計測システム、地層内メタン流動計測システム、観測衛星による環境モニタリング技術を追求し、地球規模での環境監視技術を確立する。</p>	<p>MH開発における環境保全システムの確立</p> <p>MHフィールド環境モニタリング技術の実用化</p> <p>MH開発に伴う環境変化の計測</p> <p>メタンガス漏洩検知技術</p> <p>第1回海洋産出試験への適用</p> <p>モニタリングシステムの実証・改良</p> <p>第2回海洋産出試験への適用</p> <p>モニタリングシステムの実用化研究</p> <p>フィールド適用・実用化</p> <p>地層変形検知技術</p> <p>MHフィールドモニタリング技術</p> <p>長期温度・圧力・メタン流動計測システム</p> <p>監視衛星を利用したモニタリング技術</p> <p>先進型フィールド監視システムの実証・実用化</p> <p>MH開発の海洋環境影響評価</p> <p>海域環境の調査</p> <p>地層変形予測技術</p> <p>第1回海洋産出試験への適用</p> <p>地層変形予測シミュレータの実証・改良</p> <p>環境影響評価手法の策定実施・改良</p> <p>第2回海洋産出試験への適用</p> <p>地層変形予測シミュレータの実用化研究</p> <p>環境影響評価手法の確立</p> <p>海洋実証プラント試験での環境影響評価</p> <p>環境計測・管理技術の実証</p> <p>総合環境影響評価技術</p> <p>環境管理技術の実用化</p> <p>MH開発安全性の保証</p> <p>安全管理・環境管理調査</p> <p>メタンガス漏洩抑制等の保安技術の検討</p> <p>生産手法に合わせた安全技術の確立</p> <p>海洋実証プラント試験での安全操業</p> <p>管理技術の実証</p> <p>フィールド適用・実用化</p> <p>リスクマネジメント等の安全操業管理技術</p>									

凡例 □ : 個別技術の研究・開発・実用化の段階および必要となる要素技術 □ : 該当する個別技術の開発に必要な関連技術 ↑ : 要素技術や関連技術が求められる時期を示す。 ⬆ : 開発期間にわたり関連技術が適宜利用されることを示す 実用化: 商業装置1号機導入時期

技術分野	大分類	中分類 (対象とする技術)	個別技術名	技術の概要 (目的、効果、個別技術を構成する要素技術など)	ロードマップ											
					2006	2010	2011	2015	2016	2020	2021	2025	2026	2030	2031 -	
石油・天然ガスの探鉱・開発・生産技術 化石エネルギー		環境調和型開発技術(共通)	炭素循環型油ガス生産システムの構築技術	<p>油ガス田開発の技術を応用することによって、温暖化ガスの原因となるCO2を油ガス層や石炭層へ圧入・固定するとともに、その圧入によって油・天然ガスの増進回収を行う技術。さらに、固定したCO2を近未来に炭化水素の形でエネルギーとして取り出し利用するという持続型炭素循環油ガス生産システムの構築を目指す。エネルギーを生産しながらCO2を固定するという点で、当該技術開発によって炭酸ガス排出量の大幅削減の効果が期待される。</p> <p>CO2-EOR(枯渇油ガス田CO2隔離) 微生物利用枯渇油層内メタン再生技術(メタン生成菌、水素生成菌利用) 帯水層へのCO2圧入技術</p>	<p>CO2-EOR技術開発</p> <p>CO2貯留相内挙動、貯留岩反応等基礎研究</p> <p>↓</p> <p>CO2収法実油田小規模パイロットテスト</p> <p>↓</p> <p>微生物利用枯渇油層内メタン再生技術: 枯渇油ガス層内にCO2を圧入し、水素生成及びメタン再生菌によりメタン再生を行う。</p> <p>基礎研究 → 実フィールドへの適用実験 → フィールド適用・実用化</p> <p>↓</p> <p>CO2圧入メタンガス回収技術(ECBM)</p> <p>試験 → 実用化</p>											
			ゼロエミッション開発技術	<p>環境基準が強化されている近年の油ガス田においては、環境対策コストが開発経済性を悪くしている。また、生産水は水処理後も河川・海に放流できない場合が多い。この環境調和型開発に適応するために、油ガス田から生産される油層流体のなかで、地球環境に影響を与える恐れのある毒性ガス・地層水・掘削等を地表に生産しないゼロエミッション開発技術の確立とともに、安全操業に向けた技術開発を目指す。海洋開発においては、自然エネルギーを動力源とするグリーンリグの設計・製作を目指す。</p> <p>硫化水素等の酸性ガス除去 生産水の坑内分離 坑井掘削における掘削の地下圧入処理 海洋開発における汚染防止と自然エネルギーの利用</p>	<p>硫化水素除去技術: 物理化学的除去および微生物利用層内分解改良</p> <p>H2S除去プラント開発 → 微生物工学応用層内改質技術開発 → フィールドテスト → 実用化</p> <p>生産水の坑底分離と非処理水圧入技術</p> <p>坑底セパレータの要素技術研究 → フィールドパイロットテスト → フィールドテスト → 実用化</p> <p>地下大規模分離の概念設計と設計</p> <p>坑井掘削における掘削の地下圧入処理技術: 掘削の地層中への圧入処分によるゼロエミッション化</p> <p>掘削運搬シミュレータの改良・整備 システム設計 現場装置の設計・試作 小規模パイロット試験</p> <p>現場対応規模のパイロット試験 圧入掘削の環境モニタリング 経済性・環境適合性の評価</p> <p>フィールド適用 → 実用化</p> <p>海洋開発における汚染防止と自然エネルギー利用: 太陽エネルギー、海洋潮力、風力等の活用、ならびに開発に伴う生産水・掘削等の地層圧入するシステムを備えたコンパクトグリーンリグの設計製作</p> <p>省エネ型リグの概念設計 ニーズの調査</p> <p>自然エネルギー利用システムの要素技術開発</p> <p>リグの詳細設計 搭載設備設計</p> <p>掘削圧入、水坑底分離技術等ゼロエミッション要素技術の取込み</p> <p>経済性評価</p> <p>グリーンコンパクトリグ設計・製作・実用化</p>											
			油ガス田開発環境影響評価・対策技術	<p>広義の油ガス田開発(非在来型を含む)が開連する環境影響への対応に関する技術開発。環境を汚染・破壊しない(或いは共存する)資源開発の確立を目指す。また、開発後の環境復元対策に関する技術開発を行う。具体的な対象としては、生産に伴う地盤沈下、自然・生態系の保護、水資源保護等である。</p> <p>生産に伴う地盤沈下評価とその低減技術 海洋開発における生態系および安全リスクアセスメント手法の確立(統合型環境データマネジメントシステム) 環境復元・対策(過去の廃坑井に対する対策も含む)</p>	<p>生産に伴う地盤沈下評価とその低減技術</p> <p>地層圧密度測定機器開発 → フィールド検証試験(地層圧密度測定) → 地盤沈下抑制型生産システム設計</p> <p>生産水還元システム現場試験 → フィールドモニタリング → 総合評価</p> <p>フィールド適用・実用化</p> <p>海洋開発における生態系および安全リスクマネジメント手法の確立: 2009年大陸棚画定以降に予想される、日本の領海・排他的経済水域内での海洋掘削・生産・開発活発化に備える。パブリックにアクセス可能な海洋開発の統合型環境データマネジメントシステムを構築する。</p> <p>海洋開発のリスクアセスメント 海洋生態系の調査と整理 日本海域に適したリスクマネジメント手法の確立</p> <p>統合型環境データマネジメントシステム設計 プロトタイプ運用 システム改良</p> <p>環境データマネジメントシステムの公的機関での運用・実用化</p> <p>環境復元・対策技術</p> <p>廃坑井の現状把握 油漏洩遮断技術の確立 環境復元の要素技術開発 CO2遮断の要素技術開発</p> <p>坑井の環境復元試験(実際の適用で評価、技術確立) 油・天然ガスの漏洩遮断試験 CO2の漏洩遮断試験</p> <p>フィールド適用・実用化</p>											
天然ガス・LPGガスの利用・流通技術	天然ガス利用技術	新液体燃料による運輸・産業分野の石油代替・自主開発向上技術	<p>国際的に競争力のある新液体燃料製造技術を開発し、既発見・未開発資源の自主開発量向上(2030年には5%向上)に技術貢献すると共に運輸分野での新燃料利用技術(GTLハイブリット)を付加して30%省エネにも寄与する。資源確保から利用までの一連を有機的に開発普及することにより運輸分野の石油代替を2030年には10%達成を目指す。</p> <p>ガス田開発を阻害しているCO2を含んだ天然ガスからの液体燃料製造技術という世界的に優位性がある技術をコアとして、上流側の資源開発調査研究とGTLハイブリットなどの高効率自動車開発とを連携させ、運輸分野の石油代替を達成する。GTLのシェアを獲得したあとは、大規模コンパクトなガス化プラントの実用化(AATG、DCPOX)で更なるシェア拡大を狙っていく。</p> <p>さらに、新たな合成プロセス開発を付加することにより、化学品の基礎原料となるオレフィン系原材料を製造するプラント開発へと立体的な発展が期待できる。</p> <p>将来的には、フローティングシステムへと展開し、洋上生産設備として完成させる。</p>	<p>GTL技術実証研究</p> <p>実証プラント(500BPD 累積6,000時間運転)</p> <p>合成ガス製造技術 FT合成技術 水素化分解技術</p> <p>商品化調査研究 → 商業プラント建設+商業化(7プロジェクト、計210,000BPD)・普及</p> <p>高度化液体燃料製造技術</p> <p>A-ATG: 触媒寿命試験、反応器検討 → 実証化研究 → 商業プラント建設+商業化</p> <p>パイロット → 実証化研究</p> <p>D-CPOX: 触媒寿命試験、反応器検討 → 工業化研究 → パイロット研究 → 先進的合成ガス製造技術開発</p> <p>フローティングLNGの高度化・商業化 → フローティングGTL → 実用化</p>												

凡例 □ :個別技術の研究・開発・実用化の段階および必要となる要素技術 □ :該当する個別技術の開発に必要な関連技術 ↑ :要素技術や関連技術が求められる時期を示す 〡 :開発期間にわたり関連技術が適宜利用されることを示す 実用化:商業装置1号機導入時期

技術分野	大分類	中分類 (対象とする技術)	個別技術名	技術の概要 (目的、効果、個別技術を構成する要素技術など)	ロードマップ									
					2006	2010	2011	2015	2016	2020	2021	2025	2026	2030
化石エネルギー	天然ガス・LPGガスの利用・流通技術	天然ガス利用技術	天然ガスのハイドレート(NGH)化による天然ガス輸送・利用技術	<p>LNNG方式や、パイプライン方式(CNGを含む)では開発が困難な東南アジア等にあるガス田の自主開発向上に寄与するNGH輸送チェーンに関する技術開発を行う。そのためにNGH製造技術、NGH輸送技術およびNGH再ガス化・利用技術を開発し、それぞれのシステムの検証を、ガス田から発電所等まで一貫した100トン/日の製造能力を持つパイロットプラントで実証する。また一方で、上流権益を所有する企業や電力会社等と実用可能性調査を実施し、技術と経済性の両面でNGH輸送チェーンの実用化を判断し、2015年の実用化を目指す。</p> <p>・NGH製造技術: 淡水、あるいは海水と天然ガスを高圧低温下で混合し、高密度のNGHを高速大量製造する技術 ・NGH輸送技術: 製造したNGH貨物をローディング・アンローディングする技術、及び国際的な安全基準の策定を行い安全なNGH船を設計する技術 ・NGH再ガス化・利用技術: 必要量のNGHの分解制御を行い、天然ガスを安全に取り出す技術</p>	<p>NGHチェーン実証化研究</p> <p>NGH製造技術 海水利用 スケールアップ</p> <p>実証プラント設計</p> <p>100トン/日パイロットプラント NGHチェーンの実証</p> <p>商業化1号機 ・東南アジアガス田 ・6,000トン/日(LNG換算50万トン)</p> <p>普及拡大</p> <p>3,000tのNGH専用船建造</p> <p>1トン/日規模の再ガス化技術</p> <p>フローティングNGH技術</p> <p>フローティングLNG技術</p> <p>低圧ガス貯蔵・大規模ガス貯蔵利用への展開</p> <p>CO2ハイドレート海底下貯留技術への展開</p>									
			次世代天然ガス高圧貯蔵技術	<p>供給インフラ整備を目的とし、地下の岩盤を耐圧部材、鋼製ライニングを気密材として天然ガスを高圧で貯蔵する、ライニング式岩盤貯蔵施設の技術開発を行う。</p> <p>本事業では、本技術を成立させる上で重要な技術開発項目である気密構造の設計技術、高性能プラグの設計技術について、その成立性について実証的な確認を行う。またガス事業法技術基準の規定案を策定することを目的とする。</p> <p>その結果として、高圧パイプラインの利用効率の向上が期待される。</p>	<p>岩盤貯蔵実証試験(240m3)</p> <p>事業適応性調査 ・実機試験設計(2万m3、20MPa)</p> <p>適地調査・検討(インフラ整備観点、地質的観点等)</p> <p>設置候補地事前準備 (環境アセスメント、詳細構造設計等)</p> <p>実用化(最大貯蔵量約400万m3)</p> <p>設計技術開発 ・機密構造 ・高性能プラグ</p> <p>低コスト化技術開発</p>									
			天然ガスからの次世代水素製造技術	<p>天然ガスからの水素製造技術としては、「水蒸気改質+PSA精製」がすでに商用化されているが、水素製造効率の向上を図るためメンブリアクタを開発する。さらに、CO2分離・固定化技術を組み合わせてCO2フリー製造を目指す。</p> <p>オンサイト水素製造技術: ・Pd系あるいは非Pd系合金水素分離膜を用いた水素透過型メンブリアクタ(改質効率80%(HHV)以上) CO2固定化技術: ・分子ふるい膜/選択透過膜によるCO2分離 ・CO2吸収増進改質(CO2吸収剤を改質触媒と混合することにより水素製造反応とCO2固定を同時に行う方法)</p>	<p>Pd系合金水素分離膜を用いた水素透過型メンブリアクタ</p> <p>・メンブレン製造技術(耐久性、水素透過速度向上) ・低温高活性触媒開発・実証試験(40m3/h)</p> <p>オンサイト機 導入・普及・実用化</p> <p>非Pd系合金水素分離膜を用いた水素透過型メンブリアクタ</p> <p>・非Pd系メンブレン製造技術(耐久性、水素透過速度向上)</p> <p>導入・普及・実用化</p> <p>CO2固定・貯留技術</p> <p>CO2分離水素製造</p> <p>分子ふるい膜/選択透過膜 ・CO2吸収剤の吸放出耐久性・システム化</p> <p>実証試験</p> <p>実用化</p>									
			天然ガス等からのLPG合成技術	<p>天然ガス・石炭・CO2等を原料に石油ガス(LPG)を合成する本技術により石油ガスの供給多様化を図り、我が国のエネルギーの安定供給に資する。プラントの最適設計による高性能石油ガス合成触媒の長寿命化を図り、2015年の実用化(商業化)を目指す。収率:90%(炭素重量ベース)(中間生成物であるDME・LPG)</p>	<p>ベンチ試験 10kg/日</p> <p>パイロット試験 触媒再生、CO2利用率最大化、能力:~1トン/日</p> <p>準商業プラント スケールアップ技術確立、副産物分離精製技術、能力:~100トン/日</p> <p>実用化</p> <p>2030年200万トン/年</p>									
			LPG利用技術	DME燃料利用技術	<p>DME(ジメチルエーテル)は天然ガス、石炭、バイオマスからも製造可能な合成燃料であり、中長期的に石油ガスの中東依存度低下に資する。</p> <p>DMEは、短期的には、産業部門を中心に、主にLPGガス補充としての利用拡大を目指すことが重要である。</p> <p>産業用利用設備については、2010年の普及を目指す。家庭用・業務用DME/LPG混合燃料利用技術に関する開発を行う。LPG仕様の家庭用・業務用燃焼機器においての混合燃焼の可能性等について検証を行い、2015年の普及を目指す。</p>	<p>産業部門利用設備</p> <p>実用化 導入 普及</p> <p>DME燃料普及基盤整備</p> <p>耐久性試験 導入環境整備 導入</p> <p>実用化</p> <p>家庭・業務用燃焼機器のLPGガス混合燃焼試験 ・インフラ転用試験 ・安全試験</p> <p>1,2次基地・充填所・ローリーの整備</p>								
LPGガス高効率燃焼機器技術	<p>家庭業務用LPGガス燃焼機器の燃焼と伝熱性能の大幅な改良によりCO2削減と省エネに寄与する技術開発を行う。ターボジェット最適燃焼技術を開発し、ジェットインピンジメント効果を最大限引き出す燃焼技術により熱伝達性を上げると共に、高速噴射燃焼排ガスを安全に排出する技術を確認する。2015年の実用化を目指す。</p> <p>・ターボジェット燃焼技術: 被加熱物の表面に存在し、熱伝達性低下の原因となっている境界空気膜を、噴出体を経る高速高温燃焼気によって破壊してジェットインピンジメント効果により伝熱率の向上を図る技術のこと</p> <p>熱利用効率: 家庭用コンロ 55% 70%、業務用コンロ 33% 65%、ガラストップコンロ 58%</p>	<p>ターボジェット式コンロ用燃焼・伝熱技術開発</p> <p>1000時間試験</p> <p>実用化(商品化)準備</p> <p>実用化</p>												
LPG/DME混合燃料対応高効率低エミッションディーゼル燃焼技術	<p>ディーゼル燃料の多様化及びCO2排出削減に寄与するLPG/DME混合燃料対応ディーゼル燃焼技術(ディーゼルエンジン)に関する技術開発を行う。LPGは火花添加エンジンにしか適用できないが、DMEは好ましい着火特性のみならず、高い揮発性を有していることから、予混合圧縮着火などの低エミッション燃焼を実現できる可能性が高い。そこで、DMEとLPGを混合させたディーゼル燃焼技術を確認し、従来のLPGガスエンジンに比べ、CO2排出を10%削減する技術を確認する。2016年の実用化を目指す。</p>	<p>DME/LPG直噴ディーゼル技術開発</p> <p>ディーゼル燃焼技術 ・予混合圧縮着火技術 ・CO2削減: 10%</p> <p>実証試験</p> <p>商品化のための耐久性確認(10KW~400KW)</p> <p>実用化(商品化)</p>												

凡例 □: 個別技術の研究・開発・実用化の段階および必要となる要素技術 □: 該当する個別技術の開発に必要な関連技術 ↑: 要素技術や関連技術が求められる時期を示す。⏏: 開発期間にわたり関連技術が適宜利用されることを示す 実用化: 商業装置1号機導入時期

4.1 石炭開発・利用技術の課題と技術開発の方向性

4.1.1 石炭の資源動向

石炭は世界に幅広く存在し、可採埋蔵量は 200 年以上であることから、将来のエネルギー源として重要な役割を担うと見られている。しかし、天然ガスや原油と比べて単位燃焼熱当たりの価格は低いが、二酸化炭素排出量が多いことが、大量消費への抑制として働いている。World Energy Outlook 2006¹⁾によれば、世界の石炭需要は 2004 年の 55.6 億トンに対し、2030 年には 88.6 億トンと予測しており、これは年 1.8% 増である。OECD 諸国の石炭需要は、2004 年から 2030 年の間、年率 0.6% であるが、発展途上国では 2.8%、特に中国は 2004 年の 18.8 億トンから 2030 年の 38.7 億トンと大幅な増加を予測している。2004 年では、石炭の 68% が電力用であり、2030 年には 73% に上昇すると予測されている。

国内にあっては、石炭は一次エネルギーの 19.5% を占め、年々そのシェアが高くなってきている。2003 年度では、鉄鋼用原料炭が 8100 万トン、一般炭が 8200 万トン輸入され、一般炭の内、7300 万トンが電力向けである。原料炭の急激な値上がりが危惧されるものの、わが国のエネルギーセキュリティを考えるに、石炭の利用拡大は重要であり、電力向けを中心として今後も増加すると考えられる。

4.1.2 石炭利用技術の主要課題と方向性

石炭は単位熱量当たりの二酸化炭素排出量が石油や天然ガスに比べて大きいことから、今後、石炭の使用量が増大する流れの中で環境負荷低減技術の確立がますます重要となってくる。2004 年 6 月に、資源エネルギー庁石炭課長の私的研究会である「クリーン・コール・サイクル(C3)研究会」が中間報告をまとめ、C3 イニシアティブの必要性を説いた。そこでは、クリーン・コールテクノロジーによって、最大の課題である環境負荷の問題は克服可能であり、当面は石炭ガス化を通じた熱効率向上、長期的には CO₂ 固定化によるゼロエミッションの達成を目指す、としている。

米国では、米国エネルギー省(DOE)が 38 の実証プロジェクトを推進し、石炭ガス化複合発電技術(IGCC)については、石炭処理量 2000ton/day 規模の実証プラントの実績を有している。ブッシュ政権は 2003 年に、石炭ガス化を中心として、環境負荷物質を排出せずに電力と水素を生産する、FutureGen プロジェクト構想を発表し、推進している。日本政府もこのプロジェクトの一部に参加している。

欧州では、EC 全体として、フレームワーク・プログラムを策定している。第 6 次フレームワークプログラム(2003 年~2006 年)では、排出物ゼロの高効率発電プラント、二酸化炭素隔離、エコシステムの開発をターゲットとしている。

4.1.3 石炭開発・利用技術の構成と個別技術

ここでは、石炭開発・利用技術を大きく、「石炭開発技術」と「石炭のクリーン利用技術」に分け、さらに「石炭のクリーン利用技術」を「石炭火力発電技術(燃焼技術等)」と「石炭火力発電技術(ガス化技術等)」、「産業用石炭利用技術」に分類し、その下に個別技術を

位置づけた。いずれの技術も、大きくは、化石燃料の安定的確保と環境負荷低減を主に対象としている。

石炭資源は原油に比べると豊富ではあるが、需要が増すに従い開発に要する費用が増大する。石炭の資源評価から生産に至る石炭開発技術が重要であり、また、石炭粉碎技術も石炭利用を促進する上での共通基盤技術であり欠かせない。また、水分が多い、あるいは自然発火性のために利用が制限されている低品位炭の活用も今後、重要となる。改質した石炭を輸入する、あるいは現地でガス化や液化を行い、製品を輸入することが考えられる。

石炭高効率発電技術としては、蒸気温度 600 級の超々臨界圧発電 (USC) 技術が実用化されている。さらに発電効率の向上を目指して A-USC の研究が始まっている。また、既設微粉炭火力には適しない低灰融点炭も利用可能である IGCC は、実証機の建設が進んでいる。

個別技術には多くの石炭ガス化技術が登場する。IGCC や石炭ガス化燃料電池複合発電技術 (IGFC) だけではなく、次世代高効率石炭ガス化発電技術 (A-IGCC、A-IGFC 等)、石炭部分水素化熱分解技術 (ECOPRO)、石炭ガス化コプロダクション技術、自然エネルギーを付加した石炭ガス化技術、石炭利用 CO₂ 回収型水素製造技術 (HYPR-RING)、代替天然ガス (SNG) 製造技術など様々である。石炭ガス化は、IGCC に限らず、石炭を多目的に利用する上での基幹技術である。また、バイオマス、廃プラスチックなどの廃棄物などにも適用でき、物質の再資源化の核となる技術であり、将来の循環社会に欠くことができない技術である。さらに、ガス化プロセスは、電力、水素、化学原料などを併産することで、全体として効率を高めることがより重要となる。

環境負荷低減の面からは、CO₂ 回収の技術が挙げられる。酸素燃焼や酸素吹き石炭ガス化のような CO₂ 回収を容易ならしめる技術、燃焼排ガスや製鉄用高炉等の排ガスからの CO₂ 回収などである。また、自然エネルギーやバイオマスを石炭と同時に利用することで、CO₂ 排出を抑制する方法も重要である。CO₂ 貯留技術は今般、石炭開発・利用技術分野からは除いているが、CO₂ 回収後の共通の技術である。CO₂ 炭層固定化技術のような回収した CO₂ を積極的に利用していく技術も将来を見据えて着実な開発が望まれるところである。

この他に、産業競争力を向上する面からも技術を整理できる。強粘結炭の価格高騰の折、石炭からの粘結材製造技術が注目されている。また、石炭乾留ガスの改質などによる有効利用、石炭を直接利用する直接還元製鉄法など、環境面や化石資源の安定供給の観点も含めて重要である。

4.1.4 関連分野の技術

他の技術分野と同様に、個別技術を開発し実用化するには、関連技術分野の技術の進展が欠かせない。例えば、超々臨界圧発電技術や石炭ガス化複合発電技術では耐熱材料の開発が主要課題であり、また、石炭ガス化燃料電池複合発電技術では石炭ガス化複合発電技術の上に、大容量燃料電池技術があって始めて実用化が可能となる。ガス化では多くの場合、酸化剤に酸素を使用しており、酸素を安価に、省エネで製造する技術が求められる。酸素イオンを通す酸素イオン導電体の固体電解質膜の開発は石炭を直接取り扱うものでは

ないが、波及効果が大きく、極めて重要な技術である。また、石炭液化技術では、高温高圧条件にあって水素雰囲気中で触媒存在下、反応を促進するもので、むしろ石油精製における直接脱硫装置や水素化分解装置の技術をかなりの部分、適用することで大型化が可能になる。これらの技術の根底を成すのは、物性推算やプロセスシミュレーション、制御システム、金属材料、回転機械、高圧容器製造、化学分析などの各技術である。このように、実用化を想定した技術開発では様々な技術をベースとした総合力が求められる。

引用文献

- 1) World Energy Outlook 2006, International Energy Agency, France (2006)

石炭開発・利用技術分野の技術マップ

技術分野	大分類	中分類	個別技術	技術内容 要素技術	技術の特徴付け																	
					波及効果等		安定供給確保			環境への適合性												
					波及効果	産業競争力	資源供給安定	需要端での安定性	資源外交	超長期資源制約克服	環境負荷低減	GHG削減	超長期環境制約克服									
化石エネルギー	石炭のクリーン利用技術	石炭火力発電技術 (燃焼技術等)	超々臨界圧発電技術 (A-USC)	ボイラー・タービン新合金開発、実缶・回転モデル検証試験、材料健全性確認試験、プロセス最適化、(高度)水処理																		
			次世代粉砕技術	低品位炭やバイオマスに対応する低所用動力の粉砕技術																		
			低品位炭燃焼技術	低燃料比炭燃焼技術、高燃料比炭燃焼技術																		
			バイオマス・石炭ハイブリッド発電技術	新バイオ燃料開発、下水汚泥スラリー化技術、PFBCでの混焼技術、微粉炭火力での混焼技術																		
		石炭火力発電技術 (ガス化技術等)	石炭ガス化複合発電技術 (IGCC)	空気吹き石炭ガス化技術、1200 級ガスタービン技術、1500 級ガスタービン技術、乾式ガスクリーニング技術、1700 級ガスタービン技術																		
			石炭ガス化燃料電池複合発電技術 (IGFC)	酸素吹き石炭ガス化技術、乾式ガスクリーニング技術、高温型大容量燃料電池開発、多炭種対応技術																		
			次世代高効率石炭ガス化発電技術 (A-IGCC、A-IGFC等)	低温高効率石炭ガス化技術、高温型大容量燃料電池、1500 ・1700 級ガスタービン技術、触媒ガス化技術																		
			高効率酸素製造技術	イオン電解質膜による分離技術																		
		産業用石炭利用技術	石炭部分水素化熱分解技術 (ECOPRO)	石炭水素化分解技術、化学原料および電力の併産技術																		
			石炭・重質油等からの代替天然ガス製造技術	化石資源からの代替天然ガス(SNG)製造技術(石炭水添ガス化技術再評価調査、運転研究、実証研究)																		
			石炭ガス化コプロダクション技術	石炭・バイオマス・廃プラスチック等のハイブリッドガス化技術、原燃料/水素製造技術、CO2回収固定化技術																		
			自然エネルギーを付加した石炭ガス化技術	太陽熱等の自然エネルギーを利用しCO2発生を抑制した石炭ガス化技術、太陽光集光技術、石炭ガス化への原料予熱技術																		
			低品位炭からの粘結材・発電用燃料(ハイパーコール)製造技術	製鉄用コークスの粘結炭使用量を低減するための低品位炭からの粘結材製造技術、灰分を除去した発電用燃料(ハイパーコール)の製造技術・ガスタービン燃焼技術・脱灰炭利用技術、触媒ガス化技術																		
			低品位炭改質技術(UBC)	褐炭等の低品位炭の高品質化技術																		
			低品位炭流体化技術	褐炭等の輸送性の向上を目的とする含水分による褐炭等の流体化技術																		
			石炭付加バイオマス燃料製造技術	海外のバイオマス利用を推進するためのバイオマス・石炭ブリケット燃料製造技術																		
			石炭液化技術	石炭直接液化技術、液化油アップグレーディング技術、石炭直接液化ベンチ試験																		
			無触媒石炭乾留ガス改質技術 (COG改質技術)	コークス炉から発生するガスからの合成ガス製造技術、水素製造技術、メタノールおよびDME製造技術																		
			コークス炉ガスの有用利用技術	低メタネーション技術、MTB(Methane to Benzene)技術、低圧メタノール技術、排ガスからのCO2回収技術																		
			環境負荷低減技術	石炭利用CO2回収型水素製造技術 (HYPR-RING)	酸化カルシウム-炭酸カルシウムサイクルを利用するCO2同時吸収型石炭利用水素製造技術、吸収剤リサイクル技術・CO2回収固定化技術																	
		CO2炭層固定化技術 (ECBM)		炭層におけるCO2圧入・メタン回収技術、CO2挙動モニタリング技術																		
		微粉炭酸素燃焼技術 (OXY-FUEL)		CO2の効率的回収を目的とする酸素燃焼技術、CO2挙動モニタリング技術、低コスト・高効率酸素製造技術開発、CO2回収固定化技術																		
		微粉炭火力(排ガス)からのCO2回収技術(Post-Combustion)		常圧CO2回収技術の高効率化(低コスト化)、(CO2貯留技術)																		
		石炭ガス化からのCO2回収技術(Pre-Combustion)		高圧CO2回収技術の高効率化(低コスト化)、CO2膜分離技術、(CO2貯留技術)																		
		環境負荷物質の低減・活用技術		微量物質の計測技術、微量物質の捕集技術、石炭灰の高度利用技術																		
		革新的非平衡プラズマ-ラジカル系を用いる高効率石炭転換技術		プラズマ技術、ラジカル連鎖反応技術、低温作動電子励起作動触媒																		
		石炭ベース直接還元製鉄法		第3世代製鉄法、直接還元製鉄																		
		製鉄プロセス等からのCO2回収・固定化技術		CO2回収貯留の製鉄プロセス等へのビルトイン																		
		石炭開発技術	石炭高度選炭技術	ファジー制御高度選別技術・前処理での微量元素回収技術・露天掘り現場の移動型簡易選炭技術・原炭管理型集約選炭技術、ハイパーコール製造技術																		
			石炭資源総合評価高度化技術	環境影響要素を加味した評価要素多角化による資源ポテンシャル総合評価技術、高精度CBM石炭資源評価技術、石炭資源開発による環境影響評価GISシステム																		
			石炭高度生産技術	環境負荷軽減型炭鉱開発技術、超深層石炭開発技術・高ガス地域に於けるCMM回収石炭併産技術、低濃度メタンガス回収利用技術・開発段階からのリアルタイム/リスク管理システム																		
			石炭地下ガス化技術 (UCG)	経済的に生産不可能な炭層内の石炭地下ガス化技術、モニタリング技術、環境影響評価																		

備考：右欄に示す、技術の特徴付けの9指標については、個別技術ごとに重要度の高い項目を3個選択し、で表示、各指標の意味は下記の通り。
 波及効果：その「個別技術」あるいは「要素技術」が実現した場合、他の「個別技術」あるいは「エネルギー技術」に及ぼす影響の度合い。 産業競争力：その「個別技術」が実現した場合、わが国の既存産業競争力の向上、あるいは新産業創出への寄与度。 資源供給安定：わが国のエネルギー安定供給を確保することに資する技術。
 需要端での安定性：国内におけるエネルギー輸送・貯蔵など、需要端において安定的にエネルギーが供給されることに資する技術。 資源外交：資源保有国等との資源外交上、重要と考えられる技術。 超長期資源制約克服：2030年以降、超長期(2100年)を見据えた資源制約(石油生産ピーク、天然ガス生産ピーク)克服への寄与度。
 環境負荷低減：SOx、NOx、SPM(浮遊粒状物質)、有害金属等環境負荷物質(GHGは除く)低減への寄与度。 GHG削減：2030年までのGHG(CO2、CH4等の温室効果ガス)排出削減への寄与度。 超長期環境制約克服：2030年以降、超長期(2100年)を見据えた環境制約(CO2濃度増大)克服への寄与度。

石炭開発・利用技術分野の技術ロードマップ

技術分野	大分類	中分類 (対象とする個別技術)	個別技術名	技術の概要 (目的、効果、個別技術を構成する要素技術など)	ロードマップ																												
					2006	2010	2011	2015	2016	2020	2021	2025	2026	2030	2031 -																		
化石エネルギー	石炭のクリーン利用技術	石炭火力発電技術 (燃焼技術等)	超々臨界圧発電技術(A-USC)	現状の石炭火力600 級から700 超～800 級へ蒸気条件を向上させることで、送電端効率47%以上(USCに対して相対約10%の効率向上)の高効率発電が可能となる先進的超々臨界圧発電技術を開発する。700 超級について2015年～、800 級について2025年～の実用化を目指す。その実現に向けて、超大型超合金部材の適用が必須であり、材料特性・製造性を検証するとともに、石炭火力発電プラントへの適応性・信頼性を実証する。	<table border="1"> <tr> <td>(700 超級)</td> <td>要素技術開発・試験</td> <td>検証試験</td> <td>実用化(実証試験を含む)</td> <td>→</td> <td>(800 級)要素研究、検証試験</td> <td>実用化(実証試験を含む)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>ボイラ・タービン新合金開発</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>構造設計(低コスト化)</td> <td>実証・回転体モデル検証試験</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>ボイラ・タービン基本設計</td> <td>数万時間後の材料健全性確認</td> <td>運用性・性能実証(効率46%以上)</td> <td></td> <td></td> <td>高稼働・信頼性確立</td> </tr> </table>	(700 超級)	要素技術開発・試験	検証試験	実用化(実証試験を含む)	→	(800 級)要素研究、検証試験	実用化(実証試験を含む)		ボイラ・タービン新合金開発							構造設計(低コスト化)	実証・回転体モデル検証試験						ボイラ・タービン基本設計	数万時間後の材料健全性確認	運用性・性能実証(効率46%以上)			高稼働・信頼性確立
		(700 超級)	要素技術開発・試験	検証試験	実用化(実証試験を含む)	→	(800 級)要素研究、検証試験	実用化(実証試験を含む)																									
			ボイラ・タービン新合金開発																														
			構造設計(低コスト化)	実証・回転体モデル検証試験																													
	ボイラ・タービン基本設計	数万時間後の材料健全性確認	運用性・性能実証(効率46%以上)			高稼働・信頼性確立																											
次世代石炭粉碎技術	微粉炭火力発電において、地球環境問題への対応策のひとつとして、バイオマス等との共処理も有望な技術である。また、石炭火力発電所における、更なる所内動力の低減や燃焼効率の改善を通じた発電効率(送電端効率)の向上も重要な課題と言える。これらに対応するためには、石炭粉碎工程の技術の革新も重要であり、本技術開発ではバイオマスとの共粉碎技術や粉砕動力低減技術、燃焼効率改善のための超微粉碎技術を開発する。	<table border="1"> <tr> <td>要素技術開発・試験</td> <td>実証試験</td> <td>実用化</td> </tr> <tr> <td>バイオマスとの共粉碎技術開発</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>粉砕動力低減技術開発</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>超微粉碎技術開発</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	要素技術開発・試験	実証試験	実用化	バイオマスとの共粉碎技術開発			粉砕動力低減技術開発			超微粉碎技術開発																					
要素技術開発・試験	実証試験	実用化																															
バイオマスとの共粉碎技術開発																																	
粉砕動力低減技術開発																																	
超微粉碎技術開発																																	
低品位炭燃焼技術	我が国が石炭火力発電用に輸入している高品位な遼青炭資源にも限りがあり、今後は高燃料比炭や低燃料比炭等の低品位炭を使用する必要性が出てくるものと考えられる。高燃料比炭については、燃焼効率の改善やNOxの低減に関して技術的課題が残されており、バーナーの開発や超微粉碎技術等を通じた高効率燃焼システムの開発が必要となる。一方、低燃料比炭については、一般炭との共粉碎技術、混焼技術、スラッキング等の対策技術に課題が残されており、これらに対応した技術開発を行う。	<p>高燃料比炭の利用技術開発:</p> <table border="1"> <tr> <td>バーナー開発、超微粉碎技術開発</td> <td>実用化</td> </tr> </table> <p>低燃料比炭の利用技術開発:</p> <table border="1"> <tr> <td>共粉碎、混焼、スラッキング対策技術開発</td> <td>実用化</td> </tr> </table>	バーナー開発、超微粉碎技術開発	実用化	共粉碎、混焼、スラッキング対策技術開発	実用化																											
バーナー開発、超微粉碎技術開発	実用化																																
共粉碎、混焼、スラッキング対策技術開発	実用化																																
バイオマス・石炭ハイブリッド発電技術	下水汚泥(含水率約80%)をスラリー化し、加圧流動床ボイラ用の燃料である石炭・水ペースト(CWP)の製造に利用し燃焼・熱回収を行う技術開発である。下水汚泥の有する燃焼熱を回収するだけでなく、下水汚泥の含有する水分をCWP製造用の水分として利用することで、下水汚泥が含有する水分の蒸発潜熱損失を防ぐことができる。	<table border="1"> <tr> <td>小型装置における実証実験</td> <td>PFBC発電所における実証化検討</td> <td>実用化</td> </tr> <tr> <td>スラリー化技術開発</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	小型装置における実証実験	PFBC発電所における実証化検討	実用化	スラリー化技術開発																											
小型装置における実証実験	PFBC発電所における実証化検討	実用化																															
スラリー化技術開発																																	

凡例

: 個別技術の研究・開発・実用化の段階および必要となる要素技術
 : 該当する個別技術の開発に必要な関連技術
 ↑ : 要素技術や関連技術が求められる時期を示す。
 ⏏ : 開発期間にわたり関連技術が適宜利用されることを示す
 実用化: 商業装置1号機導入時期

技術分野	大分類	中分類 (対象とする個別技術)	個別技術名	技術の概要 (目的、効果、個別技術を構成する要素技術など)	ロードマップ										
					2006	2010	2011	2015	2016	2020	2021	2025	2026	2030	2031 -
化石エネルギー	石炭のクリーン利用技術	(ガス化技術等)	石炭ガス化複合発電技術 (IGCC)	エネルギーセキュリティの確保及び地球温暖化対策の観点から石炭の有効利用と高い環境適合性を実現するため、既存の石炭火力発電技術に比べ熱効率が高く二酸化炭素排出量の大幅な低減が見込まれる石炭ガス化複合発電技術を開発し、2015年の実用化を目指す。 その実現に向けて、最終的には1500 級のガスタービンを開発し、送電端効率48%を目指すとともに、石炭火力発電プラントへの適応性・信頼性を実証する。											
			石炭ガス化燃料電池複合発電技術 (IGFC)	既存の石炭火力発電技術に比べ、二酸化炭素排出量の大幅な削減による地球温暖化対策に貢献するために、石炭をガス化し、従来の蒸気タービンに加え、ガスタービン、燃料電池のトリプルコンバインドによる高効率発電技術(送電端効率55%、従来の石炭火力発電技術に比べCO2約30%削減)を開発し、2021年の実用化を目指す。 その実現に向けて、IGFCに適したガススクリーニング技術と高温型燃料電池を開発するとともに、他のガス化炉と競合可能な多炭種対応技術を実証し、最終的には二酸化炭素の分離・固定化のゼロエミッション化を目指す。											
			次世代高効率石炭ガス化発電技術 (A-IGCC、A-IGFC等)	高効率石炭発電技術として、石炭ガス化複合発電(IGCC)や石炭ガス化燃料電池複合発電(IGFC)の開発が行われているが、石炭を可能な限り低温でガス化し、そのガス化に必要な熱は、高温ガスタービン又は燃料電池の排熱を再生利用するエクスセルギー再生システムにより、エネルギー転換効率を飛躍的に向上(送電端効率65%(HHV)/約68%(LHV、参考値)以上)させる高効率発電システム(A-IGCC、A-IGFC)を開発し、2031年の実用化を目指す。 その実現に向けて、ガス化炉、ガスタービン、燃料電池、ならびに各機器間に設置されるガススクリーナップや熱交換器の要素技術を開発するとともに、ラボスケールから実機までのスケールアップのための各プロセスのモジュール化・標準化、及びシミュレーション技術の確立を図る。											
			高効率酸素製造技術	酸素富化技術としては、深冷分離法やPSA法が商業的に使われている。これらの方法は相変化を伴い、エネルギーの消費量も多く、石炭ガス化などに酸素を低価格で供給するために、酸素分離膜技術が注目されてきた。この内でも、プロセス内の高温排ガスを利用した酸素イオンを通す酸素イオン導電体の固体電解質膜が有力であり、IGFC実証試験に使用できるよう2015～2020年に数百ton/day規模試験を行い、建設費・消費電力とも深冷分離法に対して30%以上の削減を目指す。											
<p>凡例</p> <p> : 個別技術の研究・開発・実用化の段階および必要となる要素技術 : 該当する個別技術の開発に必要な関連技術 : 要素技術や関連技術が求められる時期を示す。 : 開発期間にわたり関連技術が適宜利用されることを示す 実用化: 商業装置1号機導入時期 </p>															

技術分野	大分類	中分類 (対象とする個別技術)	個別技術名	技術の概要 (目的、効果、個別技術を構成する要素技術など)	ロードマップ														
					2006	2010	2011	2015	2016	2020	2021	2025	2026	2030	2031 -				
化石エネルギー	石炭のクリーン利用技術	産業用石炭利用技術	石炭部分水素化熱分解技術 (ECOPRO)	<p>石炭をベースとした産業の融合化を図り、電力と化学原料を併産するコプロダクションシステムの導入によるトータルエネルギー利用率の向上を図るために、石炭の水素化熱分解を行い、化学原料用の合成ガスや軽質オイルのような液体原料を高効率に併産する革新的石炭転換技術を開発し、2016年の実用化を目指す。その実現に向けて、世界最高レベルのエネルギー効率(85%)を目指すとともに、軽質油の併産と二酸化炭素削減効果(既存の石炭火力発電技術の20%削減)を実証する。</p>															
			石炭・重質油等化石資源ベースの代替天然ガス(SNG)技術開発	<p>石炭や重質油等の化石資源からSNGを製造する技術調査を実施し(2008~2009)、以前国家プロジェクトとして実施していたが、2000年に凍結した石炭水添ガス化技術(ARCHプロセス)を再評価する。将来のエネルギー動向を踏まえ、石炭等化石資源からのメタン製造に意義があり、かつ、このARCHプロセスに経済性があれば、実験検証プロジェクトを立ち上げ、2025年頃の実用化を目指す。</p>															
			石炭ガス化コプロダクション技術	<p>既存の石炭火力発電技術に比べ、二酸化炭素排出量の大幅な削減による地球温暖化対策や資源再生サイクルに貢献するために、石炭ガス化技術を核として、石炭とバイオマス・廃プラスチック等とのハイブリッドガス化や、電力と化学原料等とのコプロダクション、水素製造など、多様なCCTモデルの実証を行い、2021年の実用化を目指す。その実現に向けて、水素・メタノールやDME、GTL等の液体燃料や化学原料への転換(コプロダクション)と合わせて、他のガス化炉と競合可能な多炭種対応技術を実証し、最終的には二酸化炭素の分離・固定化のゼロエミッションを目指す。</p>															
			自然エネルギーを付加した石炭ガス化技術	<p>温暖化対策と資源確保のために、太陽熱などの自然エネルギーを石炭ガス化プロセスに導入し、プロセスからの二酸化炭素発生を極力低減した燃料製造を行う。自然エネルギーと石炭資源が豊富な海外に立地して液体燃料を製造し日本に導入する。</p>															
			低品位炭からの粘結材・発電用燃料 (ハイパーコール) 製造技術	<p>灰分を除去した石炭(ハイパーコール)をガスタービンで直接燃焼させることにより、微粉炭火力に対して約20%のCO2削減可能な高効率発電システムを開発し、2017年の実用化を目指す。その実現に向けて、ハイパーコール製造に関する技術確立及び実証を行うとともに、燃焼試験は常圧系及び加圧系各々において、燃焼の保炎性、燃焼完結及びNOxの確証を実施する。実証プラント試験においては商用機に必要なとされる発電効率、環境性能、多炭種対応及び負荷変化対応等の実証を行う。また、微粉炭火力向け燃料や製鉄・非鉄冶金用の還元炭材及び触媒ガス化炉燃料、炭素材料等の原料として利用可能であり、利用普及手順として冶金向けハイパーコール、微粉炭火力向けハイパーコール、ガスタービン及びガス化炉向けハイパーコールと段階的に規模、製品品質を向上しながら生産することにより、ハイパーコール利用技術を早期に実用化する。製鉄等のコークス製造において、資源が限られている原料炭が高騰している。低品位炭を用いて粘結材を製造し、粘結炭の使用量を大幅に低減する技術である。水素を必要としないハイパーコール製造技術による方法、ならびに石炭を高温中圧条件下で軽度の水素化を行うことで粘結材を製造する方法を検討し、粘結炭代替材およびバインダー材としての利用技術を確認する。</p>	<p>ハイパーコール製造技術の開発:</p> <table border="1"> <tr> <td>製造技術検討(ベンチ試験)</td> <td>製造技術確立(パイロット試験)</td> <td>ハイパーコール製造設備実用化(コークス及び微粉炭火力商用機にハイパーコール提供)</td> </tr> </table> <p>ガスタービン燃焼技術の開発:</p> <table border="1"> <tr> <td>常圧要素燃焼技術</td> <td>加圧要素燃焼技術</td> <td>実証試験</td> <td>ハイパーコール炭ガスタービン複合発電システム実用化</td> </tr> <tr> <td>燃焼完結・低NOx</td> <td>保炎性、燃焼完結及び低NOx試験(燃焼効率99.9%)</td> <td>発電効率、環境性能及び運用性試験</td> <td></td> </tr> </table> <p>新規用途技術の開発:</p> <table border="1"> <tr> <td>炭素材料等の新規用途開発</td> <td>実用化</td> </tr> </table> <p>粘結材製造技術の開発:</p> <table border="1"> <tr> <td>基礎実験による条件選定</td> <td>連続装置による粘結材製造実炉によるコークス製造試験</td> <td>実証試験</td> <td>実用化</td> </tr> </table>	製造技術検討(ベンチ試験)	製造技術確立(パイロット試験)	ハイパーコール製造設備実用化(コークス及び微粉炭火力商用機にハイパーコール提供)	常圧要素燃焼技術	加圧要素燃焼技術	実証試験	ハイパーコール炭ガスタービン複合発電システム実用化	燃焼完結・低NOx	保炎性、燃焼完結及び低NOx試験(燃焼効率99.9%)	発電効率、環境性能及び運用性試験		炭素材料等の新規用途開発	実用化	基礎実験による条件選定
製造技術検討(ベンチ試験)	製造技術確立(パイロット試験)	ハイパーコール製造設備実用化(コークス及び微粉炭火力商用機にハイパーコール提供)																	
常圧要素燃焼技術	加圧要素燃焼技術	実証試験	ハイパーコール炭ガスタービン複合発電システム実用化																
燃焼完結・低NOx	保炎性、燃焼完結及び低NOx試験(燃焼効率99.9%)	発電効率、環境性能及び運用性試験																	
炭素材料等の新規用途開発	実用化																		
基礎実験による条件選定	連続装置による粘結材製造実炉によるコークス製造試験	実証試験	実用化																

凡例 □: 個別技術の研究・開発・実用化の段階および必要となる要素技術 □: 該当する個別技術の開発に必要な関連技術 ↑: 要素技術や関連技術が求められる時期を示す。 ↑: 開発期間にわたり関連技術が適宜利用されることを示す 実用化: 商業装置1号機導入時期

技術分野	大分類	中分類 (対象とする個別技術)	個別技術名	技術の概要 (目的、効果、個別技術を構成する要素技術など)	ロードマップ												
					2006	2010	2011	2015	2016	2020	2021	2025	2026	2030	2031 -		
化石エネルギー	石炭のクリーン利用技術	産業用石炭利用技術	低品位炭改質技術(UBC)	<p>瀝青炭と同程度の豊富な資源量を有しながら、高水分、低発熱量で自然発火性のため利用が限定されている褐炭等の低品位炭を高品質化する改質技術を開発し、2010年からの実用化により、低品位炭の有効利用の促進、エネルギーセキュリティの確保を図る。</p>	<p>海外実証試験(インドネシア)</p> <p>実用化</p> <p>長期運転技術・耐久性確立 製品燃焼性等実証 全体システム・経済性確認</p>												
			低品位炭流体化技術	<p>海外に賦存する褐炭などの輸送が困難な低品位炭を、元来保有する水分を利用して輸送やハンドリングが容易な水スラリー状の流体とする。スラリー化において水の添加が不要であることから、新たな蒸発のための熱損失を防ぐことができる。水スラリーは輸送後、そのまま燃焼するばかりでなく、石炭ガス化の原料等として利用できる。</p>	<p>基礎実験による条件選定</p> <p>実証装置による技術開発</p> <p>実用化</p> <p>流体化した石炭のガス化などへの応用技術開発</p>												
			石炭付加バイオマス燃料製造技術	<p>温暖化対策から発電にバイオマスを積極的に利用することが求められている。バイオマスを多量に高効率で利用するには、大型の石炭微粉炭ボイラーなどでバイオマスを燃焼することが有利である。しかし、国内で調達可能なバイオマス資源は限られており、海外のバイオマスを輸入するにも輸送上の問題が指摘されている。そのため、石炭を付加し安定した高度ブリケットを製造する。</p>	<p>基礎実験による製造条件の選定</p> <p>実証試験</p> <p>実用化</p>												
			石炭液化技術	<p>石炭液化は、石炭と溶剤を混ぜ、高温高压下で処理し、ガソリン留分や軽油留分を作る技術で、エネルギー需給の緩和につながる事が期待される。我が国(NEDO)は、インドネシアや中国、蒙州、モンゴル等で豊富に採れる褐炭や瀝青炭を液化する技術を開発しており、今後、褐炭液化技術(BCLプロセス)を用いてインドネシアに試験プラントを建設し、人材育成を図ることにより、インドネシアにおける石炭液化技術の実用化を支援する。また、瀝青炭液化技術(NEDOLプロセス)については、中国と炭種評価試験等を通して協力し、我が国の液化技術の普及を行う。</p>	<p>褐炭液化技術開発(BCLプロセス):</p> <p>海外ベンチ試験 1t/d (インドネシア)</p> <p>設計、建設 (インドネシア)</p> <p>実用化</p> <p>3000t/日規模の準商用装置</p> <p>商用装置</p> <p>実用規模の経済性評価</p> <p>準商業機に向けた人材育成</p> <p>アジア地域等への石炭液化技術の普及</p> <p>瀝青炭液化技術開発(NEDOLプロセス):</p> <p>炭種評価試験</p> <p>実用化</p>												
			無触媒石炭乾留ガス改質技術(COG改質技術)	<p>コークス炉から発生するタール分を含む高温の石炭乾留ガスを、その顕熱を有効利用して改質し、メタノールやDMEなどの液体クリーン燃料に工業的に転換できる合成用ガスを製造する技術を開発し、環境負荷低減及びエネルギーの有効利用を実証するとともに、2012年の実用化を目指す。その実現に向けて、コークス炉1門分のガス量の1/10容量程度(数10m³/h)の実ガス試験装置を既存のコークス炉に複数設置して、無触媒石炭乾留ガス改質技術の有効性を実証する。</p>	<p>パイロット試験</p> <p>実証試験</p> <p>実用化</p> <p>実ガス試験</p> <p>システム確認試験</p> <p>長期運転技術・耐久性確立</p>												
			コークス炉ガスの有用利用技術	<p>コークス炉から発生するコークス炉ガス(COG)は、主として製鉄所における加熱炉の熱源や発電などに利用されている。一方、COGには水素が豊富に含まれていることから広範な利用可能性を内包している。本技術開発では、COGと種々の排ガスから回収したCO₂を原料とし、メタネーション反応によりメタンを製造した後、Methane to Benzene (MTB) 反応でベンゼンを製造する技術の確立を目指す。本技術は、排ガス等から回収したCO₂の有効利用技術開発としても位置づけられる。</p>	<p>低圧メタネーション技術調査</p> <p>MTB技術調査</p> <p>CO₂分離回収技術調査</p> <p>小型ベンチ試験</p> <p>パイロット試験</p> <p>実証試験</p> <p>実用化</p>												

凡例 : 個別技術の研究・開発・実用化の段階および必要となる要素技術 : 該当する個別技術の開発に必要な関連技術 ↑ : 要素技術や関連技術が求められる時期を示す。 ⏏ : 開発期間にわたり関連技術が適宜利用されることを示す 実用化: 商業装置1号機導入時期

技術分野	大分類	中分類 (対象とする個別技術)	個別技術名	技術の概要 (目的、効果、個別技術を構成する要素技術など)	ロードマップ									
					2006	2010	2011	2015	2016	2020	2021	2025	2026	2030
化石エネルギー	石炭のクリーン利用技術	環境負荷低減技術	石炭利用CO ₂ 回収型水素製造技術 (HYPR-RING)	Caを循環させることを特徴とした高効率なCO ₂ 回収型石炭ガス化水素製造技術である。Caが石炭ガス化反応で発生するCO ₂ を吸収するため容易にH ₂ が得られるとともに、生成したCaCO ₃ は熱を加えることにより簡単にCO ₂ を放出することから、CO ₂ の分離回収も容易である。また石炭ガス化およびCO ₂ 分離に必要なエネルギーの大半をCaOの水和 (CaO+H ₂ O → Ca(OH) ₂) で発生する熱の利用で賄うため、高効率なプロセスとなっている。2025年の実用化を目指し、実現可能なシステムとして、石炭灰に随伴して排出される吸収剤の有効利用を図るために、セメント・鉄鋼等との共立地を実証する。 なお、本技術は、次世代高効率石炭ガス発電技術 (A-IGCC、A-IGFC) と併行して全体システムを構築し、技術開発の効率化を図る。										
			CO ₂ 炭層固定化技術 (ECBM)	石炭層におけるCO ₂ の吸着特性を活用し、温室効果ガスであるCO ₂ を炭層に固定するとともに、未利用の炭層メタンを回収利用するための要素技術を確立する。また、経済的な全体システムを構築し、2018年の実用化を目指す。										
			微粉炭酸素燃焼技術 (OXY-FUEL)	酸素燃焼技術は、既設、新設を問わず、既存の微粉炭火力発電プラントに適用でき、近未来的に微粉炭火力発電プラントからのCO ₂ を効率的に回収する有効な技術であるため、国内外の発電所から排出されるCO ₂ を回収し隔離するまでの一貫したシステムの実証を行い、2016年の実用化を目指す。 また、酸素燃焼技術に適した発電システムを多く保有している蒙州のサイトを対象に実証するとともに、CO ₂ を効率的に回収する技術として有効性を実証する。										
			微粉炭火力(排ガス)からのCO ₂ 回収技術 (Post-Combustion)	微粉炭火力発電所の排ガスからCO ₂ を分離、回収する技術を確立する。現在、アミン系溶剤を用いた化学吸収法が有望であるとされているが、分離、回収に要するエネルギーを低減するために、更なる吸収液の改良、膜分離等の新たな分離技術の開発が必要である。										
			石炭ガス化からのCO ₂ 回収技術 (Pre-Combustion)	石炭ガス化反応とシフト反応を組み合わせることにより、効率的にCO ₂ を分離、回収することができることから、地球環境問題への対応の一環として石炭ガス化技術が注目されている。石炭ガス化によって得られる生成ガスはCOと水素を主成分とする高圧のガスであることから、この組成、圧力に応じたCO ₂ の分離、回収技術を確立する必要がある。まず、化学吸収法の適用について検討し、更なる分離に要する所用動力の低減を目指して、膜分離等の次世代分離技術の開発を行う。										
			環境負荷物質の低減・活用技術	我が国は火力発電所における環境対策が世界的に最も進んでいることから、当面は問題とされていないが、将来的には我が国に輸入される石炭の性状の変化(低品位炭の方向へ)が予想されることから、更なる環境負荷物質の低減、活用のための技術開発が必要となる。また、米国やカナダが規制強化の方向性を打ち出しており、それに対応した技術を確保しておく必要がある。										
			革新的非平衡プラズマ・ラジカル系を用いる高効率石炭転換技術	石炭を、非平衡プラズマによって活性化させ、排熱利用温度でラジカル連鎖により固気反応生成物を得るとともに、その際の気相反応を触媒によって制御することで高付加価値な生成物としてBTX、合成ガス、水素等を得るシステムの技術開発を行う。										

凡例 : 個別技術の研究・開発・実用化の段階および必要となる要素技術 : 該当する個別技術の開発に必要な関連技術 ↑ : 要素技術や関連技術が求められる時期を示す。 ⏏ : 開発期間にわたり関連技術が適宜利用されることを示す 実用化: 商業装置1号機導入時期

技術分野	大分類	中分類 (対象とする個別技術)	個別技術名	技術の概要 (目的、効果、個別技術を構成する要素技術など)	ロードマップ									
					2006	2010	2011	2015	2016	2020	2021	2025	2026	2030
化石エネルギー	石炭のクリーン利用技術	環境負荷低減技術	石炭ベース直接還元製鉄法	炭材内装ペレット(微粉の石炭と鉄鉱石をブリケット化したもの)を回転炉床炉で還元・溶融してアイアンペレットを製造するITmk3技術を発展させ、一般炭と低品位鉄鉱石を原料とした、コークスを必要としない、CO2削減型の次世代製鉄技術の開発を行う。	基礎試験 パイロット試験 実証試験(10万吨/年規模の実証炉) 実用化									
			製鉄プロセス等からのCO2回収・固定技術	製鉄用高炉等の排ガスからCO2を回収・固定化してCO2排出量を低減する。製鉄所の廃熱等を活用してCO2の分離・回収を行うことでエネルギーを有効に利用可能である。	枠組み検討 基礎研究 小型装置による一貫開発 パイロットプラント試験等 実用化									
	石炭開発技術	石炭高度選炭技術	石炭利用技術には石炭の前処理技術としての選炭が最も重要であり、コールチエーンでのCCT技術として位置づけられている。特に発展途上国での石炭利用技術を導入する場合、日本とは異なって、未選炭の石炭を対象とする場合が多く、利用技術導入の課題の一つとなっている。今後の選炭分野の技術開発要素としては、微量元素除去分野、露天掘り炭鉱向け移動型簡易選炭設備技術開発、石炭利用に向けた多種の原炭を対象に、テララーメードの品質を保证した集約選炭・ブレンド技術開発が望まれている。	現地調査・基本構想策定 各要素技術の技術開発・試験 詳細設計 製作・現地据え付け・実証運転 実用化 基本設計・経済性評価と目標値設定										
		石炭資源総合評価高度化技術	石炭資源を評価する上で地質、炭質、採掘の各々の条件要素の他に、採掘・輸送による環境影響、石炭利用による環境への影響を加えることにより、石炭資源の総合的な事前評価を可能とする。これによって、石炭資源の有効かつ幅広い活用を可能とすることを旨とする。このためには大量のデータを処理する必要があり、データのデジタル化を行い、適正な解析・評価システムを確立することにより、効率的で総合的な資源評価技術を確立する。	基本システム設計・導入 適正解析・評価ソフトウェアの選択/開発 評価システムの有効性試験 実用化 資源評価要素抽出 地形・地質条件 炭量・炭質・炭層ガス 採掘条件 輸送・社会インフラ 石炭利用条件 環境への影響 データベース化 資源評価										
		石炭高度生産技術	中国をはじめとするアジアの主要石炭生産国において下記高度石炭生産技術に係る経済的な全体システムの実証を行い、2020年の実用化を目指す。 <石炭・ガス併産技術> 石炭生産の集約化、高能率化と採炭切羽の深部・奥部化に伴い、ガス湧出量が増加する高ガス炭鉱で、石炭の生産性向上と安定生産を図るための高効率生産・ガス回収技術 <難条件石炭開発技術> 急傾斜・大深度等難条件のため、当面の経済的埋蔵量から除外される炭層の開発技術 <環境負荷軽減型炭鉱開発技術> 技術森林法、排出基準等の環境規制が厳しくなる条件下で、石炭開発のO/C U/G移行プロセスの最適化を図る技術	システム開発・設計 実証試験・改良 実用化 石炭・ガス併産技術 難条件石炭開発技術 環境負荷軽減型炭鉱開発技術										
		石炭地下ガス化技術(UCG)	石炭地下ガス化は経済的に生産不可能な深部等の石炭を地下炭層内でガス化し回収利用することができることから、国内外の石炭資源の有効利用を図ることが可能な技術であり、ECBMとの組み合わせによりCO2固定化にも貢献できる。その実現に向けて、地下炭層でのガス化技術及びガス利用技術を実証し、経済的な全体システムの実証により、2021年の実用化を目指す。	基礎・パイロット試験 実証試験 実用化 地下ガス化技術 モニタリング技術 環境影響評価 地下ガス化技術 ガス利用技術 モニタリング技術 長期運転技術・耐久性確立										
凡例														
 : 個別技術の研究・開発・実用化の段階および必要となる要素技術 : 該当する個別技術の開発に必要な関連技術 ↑ : 要素技術や関連技術が求められる時期を示す。 🏠 : 開発期間にわたり関連技術が適宜利用されることを示す 実用化: 商業装置1号機導入時期														