

平成29年度原子力の利用状況等に関する調査
(韓国における原子力政策転換に伴う動向に関する調査)
報告書

平成30年3月
一般財団法人 日本エネルギー経済研究所

本書は、「平成 29 年度原子力の利用状況等に関する調査」として経済産業省から一般財団法人日本エネルギー経済研究所が受託して実施した『韓国における原子力政策転換に伴う動向に関する調査』の報告書である。

目次

第1章	韓国原子力産業の国際展開に係る動向	4
1-1	韓国の原子力国際展開の特徴	4
1-1-1	産業通商資源部の取り組み	4
1-1-2	二国間協力関係の構築	7
1-1-3	その他	13
1-2	廃止措置事業の海外展開	18
1-2-1	廃止措置産業官民協議会	18
1-2-2	海外との協力	19
1-3	商業原子力発電所以外の国際展開	20
1-3-1	韓国の原子炉評価技術	20
1-3-2	放射線を利用した動物用ワクチン開発を中国と共同で実施	20
1-3-3	U-Mo（ウラン - モリブデン合金）燃料粉末の海外提供	21
1-3-4	中国が研究する新型燃料の設計を受託	21
1-3-5	オランダ研究用原子炉の改善	22
1-3-6	アルツハイマー型認知症診断用の化合物の開発	22
第2章	主要国の国際展開動向との比較	24
2-1	中国	24
2-1-1	有力市場	24
2-1-2	国際展開上の強み	26
2-2	ロシア	28
2-2-1	有力市場	28
2-2-2	国際展開上の強み	31
第3章	バラカ・プロジェクトの現状と課題	34
3-1	プロジェクトの進捗状況	34
3-1-1	バラカ・プロジェクトの概要	34
3-1-2	進捗状況	35
3-1-3	課題克服の要因分析	37
3-2	プロジェクトの課題（工事遅延と関係者間の係争）	39
3-3	国際展開を支える原子力人材育成制度	41
3-3-1	原子力人材育成制度の要件	41
3-3-2	UAE 国内の人材育成の取り組み	42
3-3-3	韓国による UAE の人材育成の取り組み	46

目次

図 1-1	高温原子炉構造の解析モデル.....	20
図 1-2	組成物投入動物モデル画像.....	23
図 2-1	中国の財政的支援スキーム.....	27
図 2-2	ロシアの財政的支援スキーム.....	33
図 3-1	着工日からの経過日数と工事進捗率.....	36
図 3-2	各号機の進捗状況.....	39
図 3-3	バラカ・プロジェクトの参加企業分担.....	40

表目次

表 2-1	中国の原子力輸出実績および見込み.....	24
表 2-2	ロシアの原子力輸出の実績（運転中）.....	29
表 2-3	ロシアの原子力輸出の実績（建設中）.....	30
表 2-4	ロシアの原子力輸出の実績（契約締結）.....	30
表 2-5	ロシアの原子力輸出の実績（受注済み）.....	30
表 3-1	バラカ・プロジェクトの基本情報.....	34
表 3-2	バラカ・プロジェクトの進捗状況.....	36
表 3-3	バラカ・プロジェクトに関する契約関係の主な動き.....	40

第1章 韓国原子力産業の国際展開に係る動向

1-1 韓国の原子力国際展開の特徴

1-1-1 産業通商資源部の取り組み

(1) 「原発輸出専門担当組織」の設置と「原子力発電輸出産業化戦略」

韓国では原子力の国際展開のために政府レベルで取り組みが行われており、首相や大臣レベルのトップセールスから海外輸出にこぎつけるパターンが着目されている。そのような官民一体の総合的な取り組みの例として、政府の商工業・貿易・投資・資源利用に関する政策を担う産業通商資源部（Ministry of Trade, Industry and Energy: MOTIE）による「原発輸出専門担当組織」や「官民原子力輸出協議会」といった専用プラットフォームの整備や、セミナーの開催が挙げられる。

2009年12月のUAEからの原発受注成功を受け、2010年に政府の知識経済部（2013年にMOTIEに再編）は輸出を意識した原子力産業の強化に着手した。まず、短期戦略として原発輸出に関する調整組織「原発輸出専門担当組織」を設置し、原子炉メーカーや関連企業に対して省庁の垣根を越えた効果的な支援を図るとともに、輸出事業に関する業界の垂直的な協力体制の構築が目指された。中期的には、中国や米国への大型炉輸出、発展途上国への進出等、相手国に応じた戦略に基づく輸出計画が進められた。

2010年1月13日に李明博大統領が主宰した特例の経済対策会議では、「原子力発電輸出産業化戦略」が検討され、2012年までに10基、2030年までに80基の輸出を目指すことや、そのための重点推進策が議論された。重点推進策には、①輸出国に合わせたオーダーメイド型プロジェクトと、建設後の運転やマネジメント事業への積極的な進出、②技術的な自立と国際競争力の向上、③専門技術者の養成、④核燃料の安定的な確保、⑤重要設備の輸出能力の拡大、⑥輸出向けの産業体制の強化、等が挙げられている。具体的な輸出目標については、その後の社会情勢等を踏まえて見直されてきた様子だが、輸出を原子力産業の柱とする戦略は現在も引き継がれている。¹

2010年4月、韓国政府の国土交通部や知識経済部における原子力産業推進や原発輸出に関わる業務を分離・細分化させた形で、政府内に「原発輸出専門担当組織」が設置された。これにより、最終決定された「原子力発電輸出産業化戦略」が本格的に推進されるようになった。同時期に韓国電力公社（Korea Electric Power Corporation: KEPCO）内に輸出担当の専用オフィスが設けられる等、2件目の原子炉受注に向けた官民一体の取り組みが始動している。²

(2) 「官民原子力輸出協議会」の設置

2017年2月には「官民原子力輸出協議会」が新設され、10月の初会合に電力会社、メーカー、金融機関を含む17の国内企業や組織が参加した。輸出を成功させるためには、原子炉の設計や建設だけでなく、資金調達や機材供給、人材育成等を含め、相手国の状況に応じてパッケージ化されたサービスを提供することが重要であるとの認識に基づき、同協議会は国内の原子力関連機関の能力を結集するためのプラットフォームとなっている。10月の会合にはMOTIE長官も出席し、「政府は原子力発電所の輸出を積極的に支援する」と明言したほか、英国、チェコ、サウジアラビアにおける韓国企業の輸出に向けた動きを支援するため、それらの国でハイレベル会合を行う予定を発表した。また、集まった企業や組織に対しては、これまで蓄積された経験やノウハウを活用し、輸出先に合わせた効果的な戦略を考えること、また緊密に連携することを求めた。

同会合に参加した産業界の代表からは、UAEでの受注成功に示された国内企業の底力を強調するKEPCOや韓国水力原子力発電会社（Korea Hydro & Nuclear Power Corporation: KHNP）の声や、海外輸出に伴う金融

¹ Chosun.com, 2010/1/13, <http://www.chosun.com/site/data/html_dir/2010/01/13/2010011300806.html>

² MOTIE, Press Release, 2010/4/6, <http://www.motie.go.kr/motie/ne/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=60059&bbs_cd_n=81¤tPage=1&search_key_n=title_v&cate_n=&dept_v=&search_val_v=%EC%9B%90%EC%A0%84%EC%88%98%EC%B6%9C%EC%A7%84%ED%9D%A5%EA%B3%BC>

リスクのマネジメント策や、金融機関の連携の重要性を説く韓国輸出入銀行からの発表などがあった。^{3 4 5}

このような官民一体、国内企業の総力を結集した原子炉輸出の取り組みにおいて、相手国に応じた柔軟なマーケティング戦略を実現するための工夫として、KEPCO と KHNP のツートップ体制が敷かれているとする見方もある。従来、KHNP は KEPCO 傘下の子会社であるが、技術要件に特徴のある国の場合は KHNP が主導し、継続的な関係構築に基づく安定した交渉が臨まれるケースでは KEPCO が主導する、といった分担を設けることで、相互の強みを活かして輸出炉型を多様化し、発注国のニーズに細かく対応することを目指しているという。

⁶ 輸出戦略におけるプレイヤーとしての KHNP の存在感については、同社 CEO の Seok Cho 氏⁷と、その後継者である Lee Kwansup 氏⁸が 2015 年以降、続けて世界原子力発電事業者協会 (WANO) の総裁を務めていることの影響も考えられる。

なお、政府と企業 (KEPCO 等) との役割分担については、韓国当事者は次のように考えている。輸出協議会は政府と民間企業とが集まって協力のやり方や課題の解決法などを話し合う場、またハイレベルが集まる場である。実際に輸出先や投資規模などの意思決定を行うのは、KHNP や KEPCO や金融機関などに意見を聞いた上で、MOTIE の役割とされている。

輸出の体制としては、原子力技術の輸出主体である KHNP と KEPCO を主体としたプロジェクト・ファイナンスを政府が支援するという形を取っている。KEPCO か KHNP が投資計画を発表 (提出) し、同時に融資についての相談を政府に上げ、それを受けて政府が計画をレビューし、韓国 Development Institute (KDI) が収益性を含む予備的適用性調査 (プレ FS) を行うという順番である。プレ FS の結果 Go となると K-EXIM や K-Insure (韓国貿易保険) が具体的な保証のスキームを形成する。プレ FS と並行して K-EXIM が独自に内部調査を行うこともある。K-EXIM と K-Insure は独自に判断をするが、政府間で進めるような案件については政府として要請をすることもあるという。

(3) セミナーの開催⁹

輸出戦略の高度化に向け、MOTIE は国内外の専門家を招聘し、国内企業向けのセミナーを開催している。

2017 年 10 月には世界銀行グループ多数国間投資保証機関 (Multilateral Investment Guarantee Agency: MIGA) を招待した「海外プロジェクト受注促進セミナー」が開催され、投資開発型プロジェクト (事業開発から資金調達、施行、運用、事後管理まで一貫したプランを用意した高付加価値プロジェクト) への進出促進を通じた、輸出の高付加価値化と市場の多様化に向けた方策が議論された。180 人の参加者には MOTIE の産業・貿易担当者、韓国貿易保険公社の代表、MIGA の CEO である本田桂子氏の他、韓国のメーカー、金融機関、および原子炉輸出に関連する大企業や中企業の担当者が見られた。

同セミナー当日のプログラムは MOTIE の産業・貿易担当者の発表から始まり、東南アジア、ユーラシアおよびアフリカ各国に対する輸出戦略の柱が示された: まず、産業界と国内外の金融機関を有機的に連携させることで、投資開発型プロジェクトを支援すること。続いて、海外の新興マーケットとの戦略的な連携を強めることによって、プロジェクト開発を協働して進めること。第三に、大企業に加え中小企業も輸出ビジネスに参加できる環境を整え、相互に強みを発揮して国内企業全体の成長を促すこと。また、トルコのチャナッカレ 1915 橋の受注成功事例を引いて、国内企業がこのような取り組みを安心して行えるよう、韓国貿易保険公社や MIGA がセー

³ MOTIE, Press Release, 2017/10/10, <[⁴ MOTIE, Press Release, 2017/2/3, <\[⁵ 電気事業連合会, \\[韓国\\] 韓国政府、産業界の原子炉輸出を積極的に支援, <\\[https://www.fepec.or.jp/library/kaigai/kaigai_topics/1256918_4115.html\\]\\(https://www.fepec.or.jp/library/kaigai/kaigai_topics/1256918_4115.html\\)>\]\(http://www.motie.go.kr/motie/ne/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=159046&bbs_cd_n=81¤tPage=851&search_key_n=title_v&cate_n=&dept_v=&search_val_v=></p></div><div data-bbox=\)](http://english.motie.go.kr/en/pc/pressreleases/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=590&bbs_cd_n=2¤tPage=9&search_key_n=&search_val_v=&cate_n=></p></div><div data-bbox=)

⁶ Energy news, 2016/7/6, <<http://energy-news.co.kr/news/articleView.html?idxno=42135>>

⁷ WANO, WANO 新総裁の紹介, <<http://www.wano.info/ja-jp/InsideWANO/articles/fromthetop/Pages/Introducing-the-new-WANO-President.aspx>>

⁸ WANO, Press Release, 2017/2/2, <<http://www.wano.info/en-gb/mediaandevents/pressreleasesandannouncements/Pages/Mr-Lee-Kwansup-Announced-as-WANO-President.aspx>>

⁹ MOTIE, Press Release, 2017/10/19, <[5](http://www.motie.go.kr/motie/ne/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=159729&bbs_cd_n=81¤tPage=201&search_key_n=title_v&cate_n=&dept_v=&search_val_v=></p></div><div data-bbox=)

フティネットを提供することの重要性を強調した。

(4) 国内原子力政策の急転換と原子力輸出戦略

文大統領は、選挙期間中から脱原子力政策を公約に掲げ、2017年6月、古里1号機の永久停止式典の場で「脱原子力への取り組み」を表明し、まず建設中の新古里5・6号機の建設工事を中止する考えを示した。それを受け韓国大統領府は、原子力政策に関心を寄せる人々で議論する「討論型世論調査」形式でこのテーマを議論することと決め、7月に新古里5・6号機の建設再開是非を議論する目的で、弁護士など9名による「公論化委員会」を設立した。

同年8月より公論化委員会から委託を受けた韓国リサーチが無作為抽出された市民への電話調査によるインタビューを開始、回答が得られた20,006人のうち有意な意見を述べた500人から参加を表明した「市民陪審員(jury)」478人が討論に臨むこととなった。

9月以降、478人の市民陪審員に対し、推進・反対双方の有識者の意見を紹介する公論化委員会主催のセミナーが開催された他、韓国メディアによってTVやインターネットによる討論イベントが開催された。

10月13日から15日の3日間、賛成派・反対派双方の専門家によるプレゼン、グループディスカッションを含むワークショップがソウルで開催され、478人のうち471人の市民陪審員が参加した。討論会最終日の10月15日に471人による投票が行われ、新古里5・6号機の建設再開については、賛成が59.5%、反対が40.5%、将来の原子力規模については、「将来的に原子力規模を縮小すべき」とする意見が53.2%と「現状維持すべき」の35.5%、「拡大すべき」の9.7%を上回る結果となった。公論化委員会は、上記結果を受けて、新古里5・6号機の建設再開については建設再開すること、今後は原子力発電の割合を縮小していくこと等からなる、勧告を政府に行った。

10月22日、韓国大統領府はこの勧告を受け、新古里5・6号機の準備工事再開を決定する旨の文大統領の見解を発表、24日の閣議で正式に同趣旨を決定した。

一方で、文大統領は、市民陪審員による「将来の原子力規模の縮小」支持が50%を超えたことを受け、今後は徐々に原子力依存度低下を進めていく方針を発表した。新古里5・6号の建設再開を決定した閣議の場で、同時に新ハヌル1・2号機など6基の新規建設計画を白紙に戻すこと、2038年までに寿命を迎える既設炉14基については設計寿命を延長しての稼働を禁止すること、中でも既設炉の中で2番目に古い月城1号機は寿命より早期に廃炉にすることを併せて打ち出している。

上記のように、自国ではこれ以上原子力発電の規模を拡大しないこととした韓国であるが、一方で原子力技術の輸出戦略は経済的にも、また国際関係の上でも韓国にとって有利であることを文大統領も認めており、国際展開に関しては引き続き積極的に進めていく方針を文大統領自身が述べている。

文大統領が、原子力政策に関し国内建設と輸出で、異なる方針を採用する背景には、脱原子力を求める文大統領の支持基盤層に対する公約を実現しつつも、脱原子力政策を進めた際の経済損失を懸念する国民からの批判も回避したいという思惑があると考えられる。

文大統領は、選挙期間中から世論の関心を引くことに特に注力しており、脱原子力政策を公約に掲げることで、NGOや環境問題への意識が高い層からの支持を集めた。このため、大統領就任後においても、そのまま脱原子力のスタンスを維持せざるを得ないが、文大統領が示す脱原子力政策に対しては、産業界を中心に国内原子力産業のサプライチェーンや国内原子力発電所の安定運転を支える基盤喪失を懸念する声が強くなり上がったため、政権は両者の間で板挟みにあうこととなった。この状況を打開するための手段として考えられたのが海外輸出政策であり、国内の原子力発電反対派も海外輸出については、原子力関連の国内産業（特に中小企業）の維持や経済・雇用対策の効果の観点から支持する姿勢を示したため、政府により前向きに推進されることとなった。

また、上記に加え、近年、サウジアラビアが大型原子炉2基の建設に関する国際入札に向け準備を本格化させていることも、文政権が原子力輸出に注目する理由であると考えられる。サウジアラビアが実施する国際入札を韓国が落札することが出来れば、現行のバラカ・プロジェクトを保守系の李明博政権主導で落札したことに並ぶ成果として国民に示すことが出来るため、文政権にとっては、既存支持層に加え、保守層の支持獲得が期待できることとなる。

1-1-2 二国間協力関係の構築

(1) サウジアラビア

- サウジアラビアでは原油資源を温存しつつ、国内の電力需要をまかなうため、2040年までに12000～18000MWの原子力開発を計画している。2017年7月には、ベースロードとして1200～1600MWの大型炉2基に加え、海水の脱塩や遠隔地への電力供給のための小型炉の建設も視野に入れた「国家原子力プロジェクト」が政府に承認されている。¹⁰ 小型炉については、韓国原子力研究所（Korea Atomic Energy Research Institute: KAERI）製の小型モジュール炉「SMART」を建設する可能性を探るため、2015年3月に両国の間で覚書が締結されている¹¹。
- 2017年3月、サウジアラビアのアーデル・ファキーフ（Adel Fakeih）経済企画大臣がソウルを訪れ、当時大統領権限を代行していた黄教安（Hwang Kyo-Ahn、ファン・ギョアン）首相と会談を行った。その中でファキーフ経済企画大臣は、同国の産業・エネルギー政策である「ビジョン2030（Vision 2030）」を実現する上で韓国は中心的なパートナーであると述べ、黄教安首相からは、原子力、防衛、ヘルスケア、医療といった分野における二国間の円滑な経済協力を求める考えが終了後の記者会見で表明された。2016年の両国間の貿易額は290.4億米ドルに上り、韓国は自動車、電機製品、鉄、等の工業製品、サウジアラビアは原油や石油製品をそれぞれ輸出している。¹²
- また2017年10月にファキーフ経済企画大臣が再びソウルを訪れ、李洛淵（Lee Nak-yeon、イ・ナギョン）首相と会談した。李洛淵首相は韓国製の原子力技術の安全性を訴え、サウジアラビアの「ビジョン2030」の実現に貢献するとして両国の原子力協力を意欲を示した。ファキーフ経済企画大臣からは、リヤドに「ビジョン2030」専用のオフィスを設けるべきとの提案があり、韓国側も前向きに検討すると表明している。また、サウジアラビア側から、原子力のみならずバイオ医薬品、娯楽、サイバーセキュリティや海水の脱塩といった分野での協力も望む考えが示された。
- 2017年10月27日、MOTIEの白雲揆（Paik Ungyu、ペク・ウンギュ）長官は韓国とサウジアラビアが二国間協力のプラットフォームとして「Vision 2030委員会」を設立し、初の閣僚級会合を行ったと発表した。新しく設立された委員会は、サウジアラビアのVision 2030政策の実現に向け、プロジェクトの選定、モニタリング、またファシリテーションを行う。同日行われた初会合では、両国の代表団が5分野（製造業とエネルギー、スマートインフラとデジタル化、能力開発、ヘルスケアとライフサイエンス、中小企業と投資）から40のプロジェクトを選定し、協力の覚書を交わした。次回の委員会は2018年にリヤドで開催される見込み。¹³
- また、Vision 2030初会合の前日には「韓国サウジ Vision 2030 ビジネスフォーラム」がソウルで開催され、白雲揆長官とファキーフ経済企画大臣を含む300人以上が参加した。そこでは政府や民間企業の代表者が協力関係の今後のポテンシャルについて発表し、サウジ側から、投資や技術移転や人材育成のニーズに韓国が応じることへの期待が示された。フォーラム終了後には大韓貿易投資新興公社（Korea Trade-Investment Promotion Agency: KOTRA）がコンサルテーションセッションを開き、90の韓国企業と41のサウジ企業がネットワーキングや商談を行った。¹⁴
- 2018年2月、MOTIEの白雲揆長官は、サウジアラビア初となる原子力発電事業を受注すべく、KEPCOやKHNPをはじめ、国内企業が協力して取り組んでいると話した。既にKEPCOはサウジアラビアの求めに応じて情報提供依頼書を提出し、2017年11月にそれを基にした協議も実施されている。今後、2～3の候補が選出され、2018年内に契約先が決まる見込み。なお、白雲揆長官はUAE訪問の際にサウジアラ

¹⁰ 電気事業連合会, [サウジ] 大型炉建設計画でWH社含む原子力企業5社と協議, <http://www.fepc.or.jp/library/kaigai/kaigai_topics/1257170_4115.html>

¹¹ KAERI, Nuclear Reactor, <https://www.kaeri.re.kr/english/sub/sub04_01.jsp>

¹² Yonhap News, 2017/3/7, <<http://english.yonhapnews.co.kr/search1/2603000000.html?cid=AEN20170307014000315>>

¹³ MOTIE, Press Release, 2017/10/27,

<[¹⁴ 同上](http://english.motie.go.kr/en/pc/pressreleases/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=599&bbs_cd_n=2¤tPage=17&search_key_n=&search_val_v=&cate_n=></p></div><div data-bbox=)

ビアも訪れ、カリド・アルファリフ (Khalid Al-Falih) エネルギー大臣と会談し、両国の原子力分野の協力について合意した。¹⁵さらに、白雲揆長官は原発受注のためには経済性や安全性のみならず、経済協力等の様々な要素の総合的アプローチが必要であるとの認識を示しており、サウジアラビア受注支援のため、官民原子力輸出協議会をフル活用し、その枠組みの中で KEPCO と KHNP および建設会社で構成された「サウジアラビア原発受注・チーム코리아」が活躍している、と話した。¹⁶

- 原子力以外の民間企業の動きとしては、2016 年末に斗山重工とフランスの電力大手エンジー社が合同で火力プラントの設計と建設に関する契約を国営石油会社サウジアラムコと締結した。発電容量は 1510MW で、約 1 兆ウォンで契約した。斗山重工は同年 2 月にインドでも最大手の電力会社と 660MW の火力ボイラー 3 台について EPC 契約を締結している。この他にもサプライチェーンを現地化する戦略がインド政府のニーズと符合し、次々と契約を成立させている。

(2) チェコ

- チェコは 1985 年から原子力発電により電力を供給しており、2017 年末時点では発電電力量の 35%程度を原子力でまかなっているが、エネルギー安全保障や EU 加盟国としての排出削減の観点から、2040 年までに 46%から 58%までシェアを拡大するエネルギー計画を 2015 年に発表している。そのため、2035 年までに 2500MWe の容量を新設し、その後も建設を続ける予定である。¹⁷
- 2017 年 10 月、MOTIE の白雲揆長官はソウルでチェコの議会上院議長のミラン・シュチェフ (Milan Stech) 氏と副議長のヤボスラフ・クベラ (Jaroslav Kubera) 氏と在韓大使を迎え、チェコで行われている原子炉建設への参加に意欲を示したほか、原子力協力、二国間の貿易や投資、技術協力の拡大について議論した。白雲揆長官は原子炉の建設と運転に関して韓国の技術は世界最高であると述べ、40 年の実績があることや、KHNP が韓国製の炉設計について欧州電気事業者要件 (European Utility Requirements: EUR) の認証を取得したことを強調した。チェコ上院の代表団はその後、KHNP の原子力関連施設と斗山重工の設備を見学した。チェコでは 2018 年後半に原子力発電事業の入札を行う予定で、これまでも原子力安全担当機関が韓国を訪れ、原子炉建設技術のレベルを視察している。¹⁸
- 2017 年 11 月 7 日から 8 日にかけてパリで開催された国際エネルギー機関 (International Energy Agency: IEA) の閣僚理事会に際して、MOTIE のエネルギー資源室のトップである Park Won-joo 氏が 7 日にチェコの産業貿易大臣と会談し、原子炉輸出への意欲を示した。Park Won-joo 氏はチェコに対し、韓国が提供する技術協力は建設だけでなく、バラカ・プロジェクトに見られるような長期的なパートナーシップにつながり、人材交流や技術協力も含まれる、と話した。¹⁹
- 2017 年 11 月、韓国の原子力技術や経験を評価した国際原子力機関 (International Atomic Energy Agency: IAEA) の要請で、チェコ、エジプト、ヨルダンを始めとする原子炉の新設を検討している国々の原子力専門人材の受け入れ研修が行われた。担当した KHNP は 2 週間の「メンターワークショップ」を開催し、KEPCO 施設の見学や関連機関の紹介を通じて、韓国における原子力運転のノウハウを 8 か国 12 人の研修参加者に示した。KHNP の担当者は、韓国が技術の受入国から供給国に転じたことがこのワークショップによって示された、との見方を示している。²⁰
- チェコの産業貿易大臣が韓国側の担当者とは会談し、原子力エネルギー分野における二国間協力の拡大と、専門家の交流促進について覚書を交わした。2018 年後半と目されるチェコの新たな原子炉建設の入札の際、これらの取り組みによって、わずかながら韓国が有利な立場に置かれるものと考えられている。²¹

¹⁵ <<https://sightlineu3o8.com/2018/03/s-korea-saudi-arabia-agree-to-step-up-nuclear-cooperation/>>

¹⁶ Korea Herald, 2018/2/14, <http://biz.heraldcorp.com/view.php?ud=20180214000004&ACE_SEARCH=1>

¹⁷ WNA, <<http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/czech-republic.aspx>>

¹⁸ Yonhap News, 2017/10/30, <<http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2017/10/30/0200000000AKR20171030039000003.HTML?input=1195m>>

¹⁹ Yonhap News, 2017/11/12, <<http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2017/11/12/0200000000AKR20171112035900003.HTML?input=1195m>>

²⁰ Chosun news, 2017/11/20, <http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2017/11/20/2017112003191.html>

²¹ Yonhap News, 2017/12/3, <<http://english.yonhapnews.co.kr/news/2017/12/03/0200000000AEN20171203005500320.html>>

- 2017年12月3日、韓国の白雲揆長官がチェコで次期首相への就任が決まっていたアンドレイ・バビシュ (Andrej Babis) 氏と会談し、同国の原子炉導入計画の受注に向けた意欲を示すとともに、サポートを訴えた。その他にも、緊密な協力関係を築くことで原子炉の建設が成功するとの考えを示し、韓国には40年の建設の実績とUAEでの海外受注の経験もある、と述べた。白雲揆長官のバビシュ氏との会談は、他国の閣僚としては初めてで、両者は原子力ビジネス以外にも経済協力や産業協力の拡大について話した。韓国側の話によれば、次期首相は韓国の国際競争力の高さについては十分承知しているとした上で、韓国企業の参加については慎重に検討する考えを述べた。²²

(3) 英国

- 2013年11月、英国と韓国は排出権取引等の気候変動対策の推進に関して協力するという趣旨の共同声明を発表すると同時に、民生用原子力発電利用や先進的な廃止措置技術の開発に関して協力するという内容の覚書を交わした。覚書には、原子力が安全かつ安価で、安定したエネルギー源であり、低炭素社会を実現するための鍵となる技術であるとして、1991年の両国間の原子力協力協定に基づき協力関係を拡大すると書かれている。²³
- 2017年11月7日から8日にかけてパリで開催されたIEAの閣僚理事会に際して、MOTIEのエネルギー資源室のトップであるPark Won-joo氏が、8日に英国のビジネス・エネルギー・産業戦略省 (Department for Business, Energy & Industrial Strategy: BEIS) の担当者として参加していたRichard Harrington氏と会談し、韓国の優れた原子力技術と政府の一貫した支援プランについて説明した。とりわけ、韓国は原子炉建設、英国は廃止措置に強みがあるとの見方を示し、協力の可能性について話した。9日にはBEISのエネルギー・安全保障局のトップのJeremy Pocklington氏と話し、韓国企業が英国の新規原子力事業に参加できるよう英国政府の協力を要請した。これに対し英国側は韓国の技術力を高く評価した様子。また、Park Won-joo氏が廃止措置に関する先進国である英国との人材や技術の交流を求めたところ、英国側がこれを歓迎したとのこと。²⁴
- 2017年11月末、英国のムーアサイド原子力発電所建設計画を含め、同国内の新設計画に対する韓国企業の参加を支援するため、両国政府がロンドンで協力覚書に調印したと発表した。ムーアサイド計画はこれまで東芝とフランスのエンジー社がジョイントベンチャーとしてニュージェネレーション (NuGen) 社を立ち上げて進めてきたが、東芝の子会社が同年3月に倒産したことを受け、英国政府はNuGen株を韓国企業が引き受ける可能性について関係者と交渉を行っていた。この他、英国では日立製作所がホライズン・ニュークリア・パワー社を通じて1350MWのUK-ABWRを2基建設するウィルヴァ・ニューウィッド計画も進められている。今回締結された覚書では、原子力発電所の建設から廃止措置に至る全過程で協力を推進する基盤づくりを行なうこと、その一環としてKEPCOがムーアサイド計画に、KHNPがウィルヴァ・ニューウィッド計画に参加する必要があること、そのために両国政府が確実な協議のチャンネルを築く必要があること、等の認識が共有されている。MOTIEによれば、調印に参加した白雲揆長官は英国側に対し、韓国の優れた技術力と施工能力をアピールし、バラカ・プロジェクトの経験や磐石なサプライチェーンを活せること、さらには同年10月にUAEで設計中の「APR1400」の欧州版がEUR認証を取得していることを強調した。^{25,26}

(4) アラブ首長国連邦

- 2009年に韓国がUAE初の原子力発電事業を受注し、KEPCOはUAEのEmirates Nuclear Energy Corporation (ENEC) とコンソーシアムを結成して、韓国製の加圧水型炉「APR1400」をバラカに建設

²² 同上

²³ BEIS, News story, 2013/11/6, <<https://www.gov.uk/government/news/united-kingdom-and-republic-of-korea-agree-new-collaboration-on-tackling-climate-change>>

²⁴ Yonhap News, 2017/11/12, <<http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2017/11/12/0200000000AKR20171112035900003.HTML?input=1195m>>

²⁵ 原子力産業新聞, 2017/11/29, <<https://www.jaif.or.jp/171129-a/>>

²⁶ WNN, 2017/11/28, <<http://www.world-nuclear-news.org/NP-UK-South-Korea-to-extend-nuclear-cooperation-2811174.html>>

している（3章参照）。

- 2014年12月、MOTIEは韓国の関連分野の学生がUAEのENECにおいて8週間のインターンを経験するプログラムを開始すると発表した。反対に、UAEの学生がKHNP等の韓国企業でインターンするプログラムも行われる。また、ENECは韓国人学生の採用枠を設けるとのこと。²⁷
- 2015年9月、KAERIとUAEの連邦原子力規制庁（Federal Authority for Nuclear Regulation: FANR）が軽水炉を中心とする原子力安全の分野において協力拡大のための覚書を締結した。覚書の内容は、全般的な協力関係の拡大に加え、熱流動実験・安全解析・シビアアクシデント研究・リスクアセスメント・環境安全評価といった分野での科学技術情報の共有、特定のテーマでの共同研究開発、専門家の相互交流や短期・長期滞在等を含む。²⁸
- 2018年1月9日、アブダビの執行関係庁長官のハルドゥーン・アル・ムバラク（Khaldoon Khalifa Al Mubarak）氏がソウルを訪れて文在寅大統領と会談し、今後の原子力協力関係の拡大と、韓国が受注した原子力事業の進め方について議論した。文在寅大統領によれば、両国は既に信頼に基づく戦略的パートナーシップを築いており、今後は原子力以外の分野も含めて協力を拡大していく考え。これに対しハルドゥーン・アル・ムバラク氏も、韓国との協力はこの地域で最も重要な関係の一つであると述べ、関係強化に意欲を見せた。またハルドゥーン・アル・ムバラク氏は大統領の側近や戦略経済担当大臣とも会談を行い、両国の経済・外交チャンネルの強化を狙っていると見られている。²⁹
- 2018年1月の訪問の際、ハルドゥーン・アル・ムバラク氏はMOTIEの白雲揆長官とも会談した。終了後の会見で白雲揆長官は、UAE側が韓国の原子炉建設技術に大いに満足しており、他国に対しても韓国への発注を勧めてくれていると話し、特にサウジアラビアでの原発受注については具体的なアドバイスももらったと述べた。白雲揆長官によれば、今後UAEがサウジアラビアで太陽光発電事業を展開する際に韓国が協力する等、原子力分野に止まらないビジネスパートナーとしての長期的な経済協力を目指すことについて合意した。³⁰

(5) ベトナム

- 2013年時点でベトナムは1000MW級の原子炉を8基建設し、さらに2030年までにさらに大きな炉を導入し、10.7GWの導入容量を目指すという積極的な計画を掲げ、既に日本やロシアと建設の契約を結んでいた。³¹
- このような状況を受け、韓国とベトナムは2011年に原子力協力に関する共同声明を発しており、2012年3月には協力合意を締結した。2013年9月には、韓国の朴槿恵大統領はベトナムのチュオン・タン・サン国家主席と会談し、終了後の共同会見で、6月から行われているベトナム南部における原子力発電所建設プロジェクトの予備調査の実施を歓迎した。³²
- 会見では、数年内の締結に向けた自由貿易協定をめぐる交渉を加速化させること、また国連、ASEAN、WTOといった国際機関を通じた協力も拡大していくことについて両国が合意していることが確認された。また、会見終了後は両政府のトップが見守る中、ベトナムにおける研究施設「Vietnam-Korea Institute of Science and Technology」の設立を含む協力合意の署名が行われた。³³ 両国の自由貿易協定については、

²⁷ MOTIE, Press Release, 2014/12/23,

<http://english.motie.go.kr/en/pc/pressreleases/bbs/bbsView.do?bbs_cd_n=2&bbs_seq_n=301>

²⁸ KAERI, KAERI News, 2015/9/17,

<https://www.kaeri.re.kr/board/menu1/view.ht?keyCode=16&article_seq=5386&method=view>

²⁹ Yonhap News, 2018/2/14, <<http://english.yonhapnews.co.kr/search1/2603000000.html?cid=AEN20180214002300320>>

³⁰ KAERI, Korea Nuclear News, 2018/1/9,

<https://www.kaeri.re.kr/board/menu1/view.ht?keyCode=2&start=0&sk=&sf=0&search_category=&article_seq=6628&article_upSeq=6628>

³¹ NEI, 2013/9/10,

<<http://www.neimagazine.com/news/newssouth-korea-to-further-cooperation-with-vietnam-on-nuclear-project>>

³² WNN, 2013/9/10,

<http://www.world-nuclear-news.org/NP-Premiers_agree_ongoing_Korea-Vietnam_cooperation-1009137.html>

³³ Global Times, 2013/9/9, <<http://www.globaltimes.cn/content/809820.shtml>>

2015年5月に締結され、同年12月20日から発効している。

- 2013年3月には、ベトナムのタインホア省ギソン地区ではKEPCOが丸紅と共同で石炭火力発電所の建設・運営プロジェクトを受注している。^{34 35}

(6) ケニア

- 2016年5月31日、ケニアのケニヤッタ大統領と朴槿恵大統領が会談を行い、電力と原子力エネルギー開発、科学技術、産業・貿易・投資、といった複数の分野で協力の覚書を締結した。また、両首脳が見守る中、韓国輸出入銀行とケニアの農務省の幹部が農業開発のため50億ケニアシリング相当を支援することで合意し、覚書が交わされた。³⁶
- 2016年9月、KEPCOとケニア原子力発電委員会（KNEB）が原子炉建設プロジェクトやノウハウの共有に関する協力拡大について覚書を締結した。ケニアでは停電が頻発しており、供給の安定化のために2033年までに4000MWの原子力発電容量を導入する計画がある。³⁷

(7) フィリピン

- 2013年10月17日、フィリピンのアキノ3世大統領が韓国を訪れ、当時就任したばかりの朴槿恵大統領と政治・セキュリティ・投資・貿易・開発・文化・人材交流における協力関係について話し合った。特に防災や災害対策と、スポーツにおける協力について、関係閣僚らが覚書を締結した。³⁸
- 2014年9月、オーストリアのウィーンでフィリピンの原子力研究機関の科学技術部門（Philippine Nuclear Research Institute – Department of Science and Technology）とKAERIが原子力開発をめぐる協力のための覚書を交わした。とりわけ、放射線技術、技術移転、人材育成といった分野における人材交流や情報交換、共同研究が行われることが期待されている。³⁹
- フィリピンの貿易産業省には、韓国との貿易や経済協力拡大を促進するための組織「フィリピンー韓国経済委員会（Philippines-Korea Economic Council: PhilKorEC）」が置かれており、フィリピン国内企業の幹部を中心としたメンバーで活動している。定期的な会合が開かれており、直近では2017年4月26～30日にかけて使節団が韓国を訪れ、経済協力について話し合った模様。^{40 41}
- 2017年11月13日、韓国の文在寅大統領がマニラで行われた韓国－ASEANサミットに参加し、その後ドゥテルテ大統領との初会合を行った。⁴²

(8) インドネシア

- 2007年、ユドヨノ大統領がソウルを訪れた際にインドネシアのMedco Energi Internasional社とKEPCOおよびKHNPの間で、インドネシアに1000MWの原子力発電所2基を建設する計画に向けた事前合意が締結された。この合意は、エネルギー分野での全般的な協力関係拡大の一環として締結された。⁴³
- 2009年3月、ユドヨノ大統領と李明博大統領がジャカルタで会談し、国防、エネルギー、貿易、投資といった分野で協力関係を拡大することを確認した。とりわけ、石油やガスに関するビジネスを加速させる

³⁴ 丸紅, ニュースリリース, 2013/3/25, <<https://www.marubeni.co.jp/news/2013/release/00022.html>>

³⁵ Global Times, 2013/9/9, <<http://www.globaltimes.cn/content/809820.shtml>>

³⁶ The Presidency, Latest News, 2016/5/31, <<http://www.president.go.ke/2016/05/31/kenya-and-south-korea-sign-pacts-to-boost-cooperation-in-key-areas/#>>

³⁷ Reuters, 2016/9/2, <<https://af.reuters.com/article/commoditiesNews/idAFL3N1BE25T>>

³⁸ KOREA.net, 2013/10/18, <<http://www.korea.net/NewsFocus/policies/view?articleId=113844>>

³⁹ PNRI, Press Release, <<http://www.pnri.dost.gov.ph/index.php/20-news-updates/217-pnri-signs-mou-with-kaeri-for-collaborative-research-and-development>>

⁴⁰ KCCP, PHILKOREC, <<http://www.kccp.ph/xel/?mid=PHILKOREC>>

⁴¹ DFA, 2017/5/2, <<https://www.dfa.gov.ph/news-from-our-foreign-service-posts/12574-philippines-korea-economic-council-conducts-trade-mission-to-rok>>

⁴² The Korea Herald, 2017/11/13, <<http://www.koreaherald.com/view.php?ud=20171113000202>>

⁴³ WNA, <<http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-g-n/indonesia.aspx>>

ことに合意した。⁴⁴

- 2014年に発表された国家エネルギー計画では、新・再生可能エネルギーの一つとして4000MWの原子力発電容量の導入が目指されていた。その後、2015年3月の政府白書では、2025年までに5GWと拡大したが、2017年に発表された2050年までの国家エネルギー一般計画によれば、大規模な原子力の導入は抑えられ、代わって石油、天然ガス、再生可能エネルギーの目標が伸びている。⁴⁵
- 2017年3月、北スマトラ州政府は観光業および再生可能エネルギー事業の開発に関して、韓国の済州島との協力を検討している。両地域はユネスコジオパークに認定されている等、共通点が多いことから、自治体のトップによる交流が行われている。北スマトラ州ではトバ湖に環境影響を考慮した浮体式の発電所を建設する計画があり、韓国側の投資やノウハウの提供を期待しているものとみられる。⁴⁶
- 2017年3月に韓国国際協力団（Korea International Cooperation Agency: KOICA）で公開された韓国政府の2016-2020パートナーシップ戦略によれば、優先的に支援すべき分野として輸送・ガバナンス・環境保護・水管理が挙げられており、とりわけエネルギー分野では再生可能エネルギーの導入支援が行われる様子。⁴⁷
- 2017年11月9日、文在寅大統領がASEAN諸国歴訪の最初の国としてインドネシアを訪れ、ウィドド大統領との会談でインフラ、貿易、北朝鮮問題について議論したほか、ジャカルタに次世代型路面電車システムを導入する総額19億ドル規模の計画に関連して覚書に署名した。⁴⁸
- 2018年1月31日、韓国の宋永武（Song Young-moo、ソン・ヨンム）国防相がインドネシアのウィドド大統領とジャカルタで会談を行い、国防およびテロ対策に関連する複数の分野で協力関係を拡大することで合意した。2017年11月にウィドド大統領と文在寅大統領が会談し、両国の特別な戦略的パートナーシップを構築していくことが確認されて依頼、取引が拡大している。インドネシア海軍は2018年に韓国のテウ造船海洋から潜水艦を購入する予定で、今後、戦闘機の共同開発も行われる見込み。⁴⁹

(9) メキシコ

- 2016年4月、韓国の朴槿恵大統領がメキシコを訪れ、技術とイノベーション・電力とクリーンエネルギー・警察の強化・国家間の組織犯罪対策・高等教育・観光業・クリエイティブ産業と知的財産、といった多数の分野に関して17の協力合意が両国首脳により結ばれた。両国の貿易額は年々増え、とりわけメキシコに対する韓国の投資額は2000年から2015年にかけておよそ24倍に膨れ上がっており、協力関係の重要性が再確認された。朴槿恵大統領の訪問期間中にメキシコー韓国ビジネスフォーラムも開催され、民間の交流も図られた。⁵⁰
- 2017年8月30～31日にかけて韓国で開催されたアジア中南米協力フォーラム（Forum for East Asia-Latin America Cooperation: FEALAC）にメキシコ外務省の要人が出席し、韓国外務省の幹部と経済協力について話した。⁵¹

⁴⁴ Sina, 2009/3/6, <<http://english.sina.com/world/2009/0306/223774.html>>

⁴⁵ WNA, <<http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-g-n/indonesia.aspx>>

⁴⁶ The Jakarta Post, 2017/3/21, <<http://www.thejakartapost.com/news/2017/03/21/north-sumatra-eyes-cooperation-in-tourism-renewable-energy-with-south-korea.html>>

⁴⁷ The Government of the Republic of Korea, “The Republic of Korea’s Country Partnership Strategy for the Republic of Indonesia 2016-2020”, March 2017. <http://www.koica.go.kr/english/countries/region_asia/index.html>

⁴⁸ The Japan Times, 2017/11/9, <<https://www.japantimes.co.jp/news/2017/11/09/asia-pacific/politics-diplomacy-asia-pacific/south-korea-unveils-new-policy-focused-stronger-ties-southeast-asia/#.WpTWl5VG3AU>>

⁴⁹ The Jakarta Post, 2018/1/31, <<http://www.thejakartapost.com/news/2018/01/31/indonesia-south-korea-strengthen-defense-ties.html>>

⁵⁰ Gob.mx, 2016/4/4, <<https://www.gob.mx/presidencia/prensa/mexico-and-korea-are-updating-and-enhancing-their-economic-relations-cooperation-friendship-and-brotherhood-enrique-pena-nieto>>

⁵¹ Gob.mx, 2017/9/4, <<https://www.gob.mx/sre/prensa/undersecretary-carlos-de-icaza-attends-the-8th-fealac-foreign-ministers-meeting-in-the-republic-of-korea>>

(10) 多国間

- インドネシアとメキシコと韓国はともに中堅国による国際協力機構 MIKTA (Mexico, Indonesia, Korea, Turkey, Australia) に加盟しており、2013年9月25日の初会合以来、年に2~3度の会合が加盟国との経済協力のプラットフォームとして活用されている。⁵²
- 2017年8月6日にASEAN-韓国外相会議がフィリピンで行われ、ASEAN地域のセキュリティと経済発展を支えるパートナーとして、日本に比ベ対中関係も良好で、米国とも協調的な取り組みができる国として韓国の重要性が確認された。⁵³
- 2017年11月13日、韓国の文在寅大統領がマニラで行われた韓国-ASEANサミットに参加し、外交関係におけるASEAN諸国の重要性を強調し、政治・経済協力のための新たな政策「New Southern Policy」について説明した。⁵⁴

1-1-3 その他

(1) 仏大学研究所による2009年の受注成功の要因分析(2011年)

韓国がUAEの原子炉建設の受注に成功した要因について、フランスのMines ParisTechの産業経済センター(Centre d'économie industrielle: CERNA)により2011年2月に行われた10日間の訪韓調査のワーキングペーパー⁵⁵が2011年に発表されており、IAEAの国際原子力情報システム(INIS)より公開されている。その報告書によれば、AREVA率いるフランス系企業のコンソーシアムや、GE日立のジョイントベンチャーを差し置いて韓国チームが受注に成功した背景には、次の政治的要因、経済的要因が挙げられる：

- 建設コストの低さと、利益幅の削減による低価格での応札：韓国にとって、成功すれば初めての海外での受注となり、今後のグローバルな市場における可能性を開くチャンスと捉えられていることから、韓国政府からのプレッシャーも大きく、今回は利益幅を下げてでも受注したいという事情があった。
- スケジュールどおりの時間・予算での納入に関するUAE側からの信頼感：韓国は1978年以来継続的に原子力技術の国産化に投資しており、国内での良好な建設実績がある。また、インフラ建設分野では中東においても豊富な実績があり、特に斗山重工については海水脱塩プラントの主要なメーカーである。
- 事業リスクの分配スキームの魅力：他国の企業連合では建設・運転期間中のリスクが分担されているのに対して、韓国チームではKEPCO一社が担っているため、発注側にとってプロジェクト期間中の遅延や訴訟のリスクが低い。また、韓国チームは費用の8割程度を事前に一括払いするという条件を提示していたため、原材料価格の高騰等の一部のリスクについても、UAE側は免じられていた。
- 韓国政府のサポート：李明博大統領は交渉期間中に5度の公式訪問を行ったほか、個人的にもコンソーシアム結成のため尽力したといわれている。加えて、政府による金融・保険面での支援も手厚かった。韓国の応札書類には、プロジェクト資金の半分にあたる100億米ドルの融資を行うとする韓国輸出入銀行の趣意書が添えられており、また韓国貿易保険公社が関連企業に融資保証を提供することが明らかになっていた。その他にも、韓国政府は特殊部隊の大隊を派遣し、UAEでの訓練の実施等の軍事的支援も行っていた。(このような政策的支援の背景には、韓国の原子力産業が国内需要を超える規模に成長しており、輸出に活路を見出しているという事情がある。)
- 米国の外交関係による影響：入札の状況を見ると、最終的な契約はKEPCOとENECにより署名されたものの、そもそもENECやFANRは契約の数ヶ月前に発足した組織であり、入札を実施していたのは連邦政府であることから、受注交渉には企業間以上の外交関係が影響していたと考えられる。一方、韓国は中東における外交ネットワークや切り札に限られていることを踏まえると、米国の直接的および間接的影響があったと見る事ができる。そもそも、対イラン関係で米国とUAEは軍事的に連携しており、またFANRやENECの立ち上げを支援した米国人がその後も要職に就いている。米国の影響としては次

⁵² MIKTA, About MIKTA, <<http://www.mikta.org/about/history.php>>

⁵³ CFR, 2018/1/8, <<https://www.cfr.org/report/developing-us-rok-asean-cooperation>>

⁵⁴ The Korea Herald, 2017/11/13, <<http://www.koreaherald.com/view.php?ud=20171113000202>>

⁵⁵ MINES Paris Tech CERNA, <http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/43/035/43035079.pdf>

のことが考えられる：

- ▶ 米韓原子力協定に基づく米国技術の輸出の承認：韓国の APR1400 という炉型は米国の設計をベースにしているため、米韓原子力協定の規定により、輸出には米国連邦議会の承認が必須である。また、韓国企業連合に米ウェスチングハウス社の社員が参加したり、米国企業に下請けを行ったりする際にも、議会の承認がなければならない。GE やウェスチングハウスのロビー活動もあって議会の承認が得られたことは、米国による間接的な支援とみることができる。
- ▶ 国際競争入札方式への変更における米国の影響：当初、UAE の原子炉建設はフランス企業のコンソーシアムとの一対一の取引の中で発注される予定だったが、UAE 側のコスト意識の変化に加え、米国企業や民間人の影響力により、国際競争入札方式に変更されたと考えることができる。理由としては、入札が行われると発表される数ヶ月前に UAE 政府が関連する案件で米国のコンサル企業を雇ったことや、ENEC および FANR の要職に米国人関係者が多いこと、さらに韓国側の要人のヒアリング内容が挙げられる。
- ▶ 米国からの直接的な支援：米国としては GE 日立を後押ししていた可能性も否定できない一方で、GE 日立のオファーは最も高額であったとされ、UAE が価格を重視していることを把握していれば勝ち目がないと判断したはずである。ウェスチングハウス社と関係の深い韓国企業が受注すれば、フランス企業が受注するよりも米国側の影響力は格段に大きく残される。また、契約額の 7%程度はウェスチングハウスの取り分であることから、韓国チームが受注すれば米国は事業リスクを負わずに一定の利益を得ることができるという点も魅力的だったと考えられる。

(2) 韓国エネルギー経済研究所による中東への原発輸出戦略の分析（2012年）

2009年のUAEでの原子炉受注の成功を受け、論理と経験に基づいて今後の原子炉輸出戦略を形成するべく、韓国エネルギー経済研究所（Korea Energy Economics Institute: KEEI）が調査を行っている。2012年に公表されたレポート⁵⁶では、世界的な原子力発電産業の傾向の分析、原子炉輸出戦略を立てる上で考慮すべき要素の特定、主要な輸出戦略ごとに考えられる影響の分析、結論と原子炉輸出戦略形成への含意、が示されている。調査の主なファインディングズは以下のとおり：

- First-Mover Advantage Model を用いた分析によれば、韓国企業の価格競争力と中東・北アフリカ地域の着実な電力需要の拡大により、同地域において KEPCO が先行者利益（first-mover advantage）を得られる可能性は大きい。この観点で、UAE における原子炉建設を無事完成させ、良い評判を築くことは重要だといえる。
- 3通りの資金調達スキームを比較した結果、それぞれの長所・短所および効果的な資金調達戦略の立て方について示唆を得られた。比較した3スキームは、①韓国輸出入銀行のような公的金融機関の資本力増強、②民間の銀行の海外投資の促進、③外国資本の活用。最も有効と考えられるのは①で、長期的には②と③も検討していくべきである。
- 原子炉輸出に関する政府の戦略についても分析した結果、政府の最も重要な役割は、民間企業に抱えきれないような政治的ないし国家的リスクをヘッジすることであると判明した。一方で、トルコやベトナムといった最近の実例を見ると、国家的なリスクよりも資金調達の方が大きなバリアであるようにも見受けられる。このことから、政府が果たす役割については単独のプロジェクトで判断せず、原子力開発や輸出戦略全体に照らして、有効かつ包括的な政策を打ち出しているか否かを判断すべきだと考えられる。
- 各国への輸出戦略を検討する際は、最初にその地域の需給バランスの状況について調査するべきである。レポートには、中東・北アフリカの地域について、需給バランスの調査の例を載せている。

⁵⁶ KEEI, <[http://www.keei.re.kr/web_keei/d_results.nsf/0/1A3FEA4CE1178F6849257B0400270877/\\$FILE/EA%B8%B0%E B%B3%B812-29%20%EC%97%90%EB%84%88%EC%A7%80%EA%B8%B0%EC%88%A0%20%EC%88%98%EC%B6%9C%EC%82%B0%EC%97%85%ED%99%94%20%EC%A0%84%EB%9E%B5%20%EC%97%B0%EA%B5%AC%20-%EC%9B%90%EC%9E%90%EB%A0%A5%20%EC%82%B0%EC%97%85%EC%9D%98%20%EC%A4%91%EB%8F%99%C2%B7%EB%B6%81%EC%95%84%ED%94%84%EB%A6%AC%EC%B9%B4%20%EC%A7%80%EC%97%AD%20%EC%84%A0%EC%A0%90%20%EC%A0%84%EB%9E%B5%20%EC%97%B0%EA%B5%AC.pdf](http://www.keei.re.kr/web_keei/d_results.nsf/0/1A3FEA4CE1178F6849257B0400270877/$FILE/EA%B8%B0%E B%B3%B812-29%20%EC%97%90%EB%84%88%EC%A7%80%EA%B8%B0%EC%88%A0%20%EC%88%98%EC%B6%9C%EC%82%B0%EC%97%85%ED%99%94%20%EC%A0%84%EB%9E%B5%20%EC%97%B0%EA%B5%AC%20-%EC%9B%90%EC%9E%90%EB%A0%A5%20%EC%82%B0%EC%97%85%EC%9D%98%20%EC%A4%91%EB%8F%99%C2%B7%EB%B6%81%EC%95%84%ED%94%84%EB%A6%AC%EC%B9%B4%20%EC%A7%80%EC%97%AD%20%EC%84%A0%EC%A0%90%20%EC%A0%84%EB%9E%B5%20%EC%97%B0%EA%B5%AC.pdf)>

- 韓国企業はその強みや特長を活かしてプラントを売り込むことが重要である。外国企業の方が原子炉輸出の経験が豊富で、資本も多く、先進的な技術を有していることは事実だが、一方でそのような企業は新しい原子炉技術の登場、原子力事故の影響、建設費の高騰といった困難にも直面している。この観点からも、UAE プロジェクトを無事成功させることが（おそらく中東地域で最大のライバルとなる AREVA を始めとした）各国企業に対する競争力を高める要となる。
- 海外での廃止措置ビジネスについては、韓国企業に技術的な競争力がないため、海外のより経験豊富な企業と組んでプロジェクトを経験し、技術開発を行い、今後の国際的な事業展開に備えるべきである。

(3) 韓国エネルギー経済研究所による発電システム輸出戦略の分析（2011年）

韓国では、国内の電力需要の成長に限りがあることを見越して、KEPCO 率いる国内の電力関連事業者は 1995 年のフィリピン・マラヤ火力発電所の輸出を皮切りに、海外プロジェクトに積極的に取り組んできた。海外プロジェクトの種類は火力発電、再生可能エネルギー発電、送配電、エネルギー資源開発と多岐に及び、国内産業の成長と専門的人材の育成を促してきた。また、エネルギーインフラを輸出することによって、国際社会における影響力の拡大・多様化も得られる。このような観点から韓国で重要視されている発電インフラ輸出について、ASEAN 諸国への輸出拡大を念頭に、2011 年に KEEI で輸出戦略のオプションを探るための調査が行われ、報告書⁵⁷が公表されている。

報告書では、まず韓国による海外プロジェクトの概要を発電・送電・配電の各部門で、これまで実施されてきたタイ、ミャンマー、バングラデシュ、フィリピン、ベトナムの各国について整理している。続いて、Principal-Agent Model やゲーム理論といった一般的な経済分析手法を用いて最適な輸出戦略の分析を行い、電力インフラ輸出戦略を立てる上で考慮すべき要素を特定している。

最終章で提示されている韓国の発電インフラ輸出戦略に関する論点は次のとおり：

- 電力インフラ技術の輸出戦略としては、設計調達建設（EPC）方式による一貫したアプローチが有効だと考えられる。今後のプロジェクトでは、プロジェクトマネジメントやメンテナンスも含む包括的な EPC 方式を採用することが望ましい。
- 送電や変電所に関する技術については、短期的な利益の最大化を図ってプロジェクトが失敗する可能性があるため、世界銀行（WB）やアジア開発銀行（ADB）といった由緒正しい機関の支援を受けることが重要である。また、送電網や変電所については BOT 方式でプロジェクトを経済的に成立させることが大変難しいが、WB により提案されている EPC 方式、IPP との合同事業方式、BMT（Build, Maintenance, Transfer）方式についても検討するべきである。
- パキスタンの水力発電プラント事例等を踏まえて明らかにされた、効果的な資金調達方式や技術の確保、BOT 方式の各段階の進め方に注意してプロジェクトを進めるべきである。また、韓国輸出入銀行、韓国貿易保険公社といった国内の金融機関の規模拡大については、過去の実績を反映したものとなるよう、注意するべきである。
- 輸出相手国に応じた戦略を採用することが重要である。欧州や米国のような先進国では、サービスのブランド化により価値を強調することが有効であり、一方中進国では先進的な技術や既存システムの改良をメインに売り込むべきである。発展途上国に進出するにあたっては、最低限のインフラ整備を何よりも優先した上で、満足できるレベルの低コストサービスを提供することが効果的である。
- 韓国企業はコスト競争力が高い一方、ファイナンス面のサービスが手薄であり、目下は技術開発よりもプロジェクト・ファイナンス手法の高度化を図る方が重要だと考えられる。また、人材育成や教育サービスを提供することも有効な戦略である。
- 中国は 10 年以内に強力なライバルとして浮上するはずであり、真剣に中国対策を検討することが急務である。

⁵⁷ KEEI, <[http://www.keei.re.kr/web_keei/d_results.nsf/0/BC63D5A64EC6914F492579C30039A849/\\$FILE/%EA%B8%B0%E B%B3%B8%2011-26%20%EC%97%90%EB%84%88%EC%A7%80%EA%B8%B0%EC%88%A0%20%EC%88%98%EC%B6%9 C%EC%82%B0%EC%97%85%ED%99%94%20%EC%A0%84%EB%9E%B5_%EC%A0%84%EB%A0%A5%EC%82%B0%EC% 97%85.pdf](http://www.keei.re.kr/web_keei/d_results.nsf/0/BC63D5A64EC6914F492579C30039A849/$FILE/%EA%B8%B0%E B%B3%B8%2011-26%20%EC%97%90%EB%84%88%EC%A7%80%EA%B8%B0%EC%88%A0%20%EC%88%98%EC%B6%9 C%EC%82%B0%EC%97%85%ED%99%94%20%EC%A0%84%EB%9E%B5_%EC%A0%84%EB%A0%A5%EC%82%B0%EC% 97%85.pdf)>

- 東南アジアでの成功例をみると、例えばフィリピンではマラヤやイリハンの発電所計画の実績が良好な評判を生み、その後の受注成功につながっていると見られる。このような国で送配電インフラの改良プロジェクトを実施し、成功させれば、同じように送電ロスに悩んでいる他の ASEAN 諸国に対してアピールすることができる。また、ミャンマー事例の分析から、プロジェクト・ファイナンスに関わる法的リスクに備えておくことの重要性が示唆されている。

(4) 韓国原子力安全技術院による ODA を活用した原子炉輸出戦略に関する研究 (2010 年)

2009 年に韓国が OECD の開発援助委員会に加盟して以来、韓国はより質の高い政府開発援助 (ODA) をより多く提供しよう国際社会から求められてきた。ここで、原子炉輸出に着目して考えると、日本や EU といった先進国は原子力安全を高めるための ODA に取り組み始めているが、韓国が追求している原子炉輸出は対象国を絞った戦略的な取り組みであるため、ODA の精神と一部そぐわない面もある。そこで、原子力開発のための先進的な支援のあり方や、原子力新規導入国向けの安全基盤の構築に着目した、新たな韓国の ODA のコンセプト「原子力安全のための ODA」について、2012 年に韓国原子力安全技術院 (Korean Institute of Nuclear Safety: KINS) が調査し、レポート「A Study on Contribution to Global Nuclear Safety by Official Development Assistance (ODA)」⁵⁸を公表している。その主な結論は以下のとおり：

- 原子力安全のための ODA とは、ODA を用いて新たに原子力を導入する国において、原子力安全インフラを構築するための支援を指す。
- 原子力安全のための ODA は、ODA の一般的な目的に沿うものであり、支援の有効性という観点からもフィージビリティがあるといえる。具体的には、アンタイト型の無償資金援助の拡大と、人道的支援の提供を行うことが想定されている。
- 支援対象のプロジェクトとしては、ヨルダン、エジプト、その他中東や ASEAN 各国に対して、原子力安全のための法的枠組みの整備、技術支援、教育、人材育成、KINS により開発されている IT を利用したネットワーク型安全システムの構築、といった統合型規制インフラ支援サービス (Integrated Regulatory Infrastructure Support Service) が考えられる。
- 原子力安全のための ODA の戦略としては、まず原子力安全のインフラに相当する部分を特定し、注力することが必要である。また、支援の計画は受入国の長期的なエネルギー政策や、原子力サプライチェーン全体を考慮したものでなければならない。ここで築かれるインフラは、将来的な韓国からの原子炉輸出の基盤となるものである。
- 原子力安全のための ODA は、受入国の国家的な安定や繁栄をもたらし、原子力市場における競争力を高めるものであり、韓国は先進国として国際的な原子力安全に貢献するためにも取り組まなければならない。

(5) 韓国輸出入銀行による海外電力産業の現状と課題 (2017 年)

韓国輸出入銀行 (K-EXIM) は 2017 年 5 月 16 日、「電力産業の海外進出の現状と進出有望国」と題する調査レポートを発表し、その中で韓国電力産業の海外展開の現状と課題、韓国にとって今後望ましい国などに関する分析をしている⁵⁹。原子力分野にも関係する主要な指摘は以下のとおり。

(i) 世界市場の現状と展望

福島原発事故以来、原発の発注が鈍化したが、2025 年までに年間 15GW が新增設される見通し。現在 25 か国が 164 基 (170GW) 建設計画を保有し、アジアが建設を主導。中国の 40 基 (46GW)、インド 20 基 (19GW)、日本 9 基 (13GW)、韓国 8 基 (12GW) が建設される計画である。

米国は現在、18 基 (8GW) を建設する計画があるが、収益性の悪化とウェスチングハウスの破産申請が原発計画の攪乱変数として作用。投資額の上昇、ガス価格の下落に伴う卸電力価格の下落で原発の収益性が悪化し、

⁵⁸ National Library of Korea, <http://www.nl.go.kr/app/nl/search/common/download.jsp?file_id=FILE-00005571786>

⁵⁹ 전력산업 해외진출 현황 및 진출 유망 국가

<<http://keri.koreaexim.go.kr/site/program/board/basicboard/view?boardtext8=PA03¤tpage=1&menuid=007002001003%2C007002001003&pagesize=10&boardtypeid=168&boardid=56862>>

いくつかの原発サポートポリシーの導入を推進中。米国において原発は総設備容量の9%、総発電量の19%を占めるが、電力供給の安定性と経済性を確保するためにガス発電を中心に新增設になると予想される。

(ii) 韓国企業の海外進出の現状

発電所投資・運営事業は、韓国電力及び民間資本が参加し、建設会社、総合商社も Developer としての能力確保のための努力を行っている。

韓国電力の海外事業の売上高は、2012年2.9兆ウォンから2015年の4.9兆ウォンで、年平均20%の成長。火力発電、送配電事業を中心に24か国で36のプロジェクトを進行中。株式持分基準の電源別割合は、石炭火力48%、ガス27%、重油15%、風力10%の順で、火力発電の割合が高く、原子力発電は、UAEでの建設と運営事業に参加。海外拠点地域はアジア、中東でアフリカ、中南米など地域多角化を推進している。

2025年海外売上高27兆ウォン達成を目指し、海外事業を拡大する計画である。海外売上高の割合は、2015年8%から2025年には20%に拡大して事業別割合は火力38%、再生23%、原発21%、送配電11%で計画し、再生可能エネルギーと原発事業が拡大する見込み。

民間資本は2010年からアジアを中心に進出し、三星物産、LG商社もグローバルネットワークを活用して事業を開発してきた。ポスコエネルギーは、アジアの石炭火力発電を中心に進出。GS-EPSCは、中国でバイオマス(30MW)発電事業を運営、インドネシアの副生ガス発電所(200MW)、ベトナム・モンジュオンII石炭火力発電所(1,120MW)、モンゴルCHP5石炭熱併合発電所事業を推進している。

サムスン物産は、メキシコ北部の複合火力発電所、カナダオンタリオ州風力太陽光複合団地(1,369MW)の建設及び運営プロジェクトなどを推進中である。LG商社は、中国、インドネシア、中東で発電事業、リソース開発事業と発電事業間の連携を推進。インドネシア、中国、オーストラリアでの石炭鉱山の開発に参加し、中国の石炭の発熱合計発電所(700MW)の株式(30%)の買収と火力発電(120MW)、インドネシアHasang水力発電(41MW)事業を推進中である。

(iii) メキシコにおける原子力建設・発電事業

2015年発電設備容量は66.9GWで、火力発電の割合が高い。設備の割合は、ガス火力60%、水力18%、石油13%、石炭9%、風力5%の順であり、発電設備(15)の約30%をIPP/民間企業が保有。原油価格の下落、水力発電設備の増加に伴い電力料金は下落傾向にあるが、高い電力料金、配電損失率、電力品質の低さが課題。

電力需給計画(PRODESEN 2016~2030)によると、2030年までに57GWが民間企業を中心に新增設される見込み。ガス複合火力(20GW)と風力(12GW)を中心に増設し、太陽光7GW、水力と原子力発電所も各4GW増設される見通し。

原発建設は2028~2030年に推進される予定であり、原発にはクリーンエネルギーサポートポリシーが適用されるものと予想されるが、電力購入契約期間が15年と短く、高収益性を確保することは難しく見える。

送配電設備の拡充、高送配電損失の改善のための投資は継続され、送配電損失率は、2015年の14%から2024年には8%に改善する見込み。

メキシコでは、エネルギー産業改革法(14)を介して発電、送配電部門の民間企業進出を可能にしてビジネスの機会が拡大される見込み。エネルギー産業の改革の一環として、電力卸売市場運営機関であるCENACEを設立し、外国人投資誘致を推進。発電所の新增設では、メキシコ連邦電力公社(CFE)の割合は、3分の1に縮小され、民間投資が重要な役割を実行する見込み。送配電設備、家庭用電源は、連邦電力公社CFEの独占権を維持。民間企業はJVなどを通じて送配電網の運営、近代化などに参加可能。

土地の権利の確保、原料供給の不確実性の問題があるが、市場開放投資開発型ビジネスの機会は増加。産業用ユーザーは、発電事業者と電力購入契約(PPA)を締結したり、直接発電事業に投資する事例が増加している。メキシコの電力消費における産業の割合は58%を占めており、政府から補助金支給を受けていない産業の負担が高い。米国に比べ、メキシコの電気料金は84%以上高く、政府が政策的に特定の消費者群に補助金を支給している。

潜在電力バイヤーである大型のローカル企業とのパートナーシップを通じ、ビジネス推進速度を向上させ、複雑な規制に弾力的に対応する必要がある。なお三井物産は、メキシコ国営石油会社 Pemex と Nuevo Leon 地域に 380MW ガス火力発電所の建設を推進し Pemex は SPC の 11～30%の株式を保有している⁶⁰。

(iv) 結論

既存の海外進出戦略では、長期的な成長基盤の構築が困難なため、地域多様化と進出モデル高度化が求められる。進出経験のある特定の国への集中度が高く、韓国企業間競争が激化。後発者の競争力向上のため全体として収益性が悪化している。現在の主力である施工中心の進出モデルでは、後の発注者との競争で優位を保つことは難しい。今後は開発型ビジネスモデルへ転換して、長期的な成長基盤を構築する必要がある。電源別でも世界的な流れに合わせて火力のみならず、風力、太陽光などの再生可能エネルギー発電等に多角化する必要がある。

短期的には発展途上国の企業との協力を強化し、地域の多様化を推進することが望まれる。具体的には、大手企業との協力で、現地の大手企業は事業開発を、韓国企業は EPC を担当するなど、保有する能力の違い意識した展開を行うことで韓国企業の役割を拡大することができる。途上国企業から市場情報を韓国企業の有する技術力とともに活用して相互 Win-win するモデルを構築し、事業推進速度の向上と早期事業安定化を推進するべきである。

中長期的には、発電所を中心とした垂直統合型の海外進出モデルとして、施工中心の輸出から投資開発型へ、高付加価値事業への切り替えを進めるべき。具体的には、発電所の建設・運営のみの事業から、事業開発、燃料調達、送配電網事業まで手がける範囲を拡大する。資源開発と取引事業との連携により、購入コストを削減してすることができ、収益性を向上できる。送配電は、長期的にスマートグリッドの導入により、投資需要が続くと予想されるが、韓国企業の参加余地は低いと考えられる。なお、「施工中心の輸出から投資開発型へのビジネスモデルチェンジが必要」というのは、具体的には、単にプラント等を設計・製作して納入するだけの現在の主流のやり方を、相手国の状況をよく見極めた上で新規建設計画の開発段階からかわり、建設・納入だけでなく関連インフラ整備のような付帯事業まで併せて開拓していく、より付加価値を高めた形に変えていくことを指す。

そのようなビジネスモデルチェンジを志向する理由は、韓国が単純にコスト競争力だけで国際的に優位にあった時代は終わり、コストなら中国やインドなどの新興国のほうが安く、韓国はコスト以外の強みを何か持たなくてはならないからである。

なお、火力発電事業の多くはプロジェクト・スキームとして BOO (Build-Own-Operate) 方式、すなわち供給側 (韓国) が契約期間内全ての工程において事業責任を負う形を取っている。長期に及ぶ電力産業ではそのほうが導入国側の信頼を得られるからであるが、UAE のバラカ・プロジェクトでは EPC 方式及びメンテナンス段階では O&M 方式を取っている。今後の原子力プロジェクトでどのようなスキームとすることが望ましいかは、導入国の事情によるところが大きい。

1-2 廃止措置事業の海外展開

1-2-1 廃止措置産業官民協議会

MOTIE は 2017 年 12 月 8 日、廃止措置の専門企業、政府、および関連機関のネットワークを強化し、グローバルな廃止措置ビジネスへの進出基盤を構築するべく、廃止措置産業官民協議会を発足させた。

協議会には、政府の産業通商資源部、科学技術情報通信部、KHNP 等の電気事業者、ヒュンダイ建設やテウ建設といった建設企業、韓国原子力研究所、韓国エネルギー技術評価院、大学教授等の 20 あまりの企業や団体が参加している。主な協議内容は、廃止措置に関する各界の情報交流とグローバルな廃止措置ビジネスへの進出のための方策であり、初回の会合では、産業別の廃止措置関連ノウハウのデータベース化、二重投資の防止、要素技術の開発と実用化、国内の廃止措置事業における協力等の方策が提案された。

韓国は、最も古い古里 1 号機の廃炉に必要な技術を 2021 年までに開発し、2030 年代には海外の廃炉ビジネス

⁶⁰ 参考情報として、三井物産は 2013 年 4 月 9 日、PEMEX 社と協力覚書を締結している。

http://www.mitsui.com/jp/ja/release/2013/1205679_6496.html

に本格的に参入することを目指しており、そのために必要な廃炉専門人材や廃炉専門企業の育成、また国際機関との協力拡大に向けて、政府が必要な支援を行っている。廃止措置産業官民協議会の初回会合に出席した MOTIE の Park Won-joo 氏は、古里 1 号機を解体するために必要な要素技術 38 件と商用技術 58 件について、2021 年までに開発するという政府の計画を発表している。

協議会の初回会合に続いて、産官学の専門家や一般人を集めた「廃止措置ビジネスフォーラム」が廃止措置産業官民協議会および MOTIE により開催された。出席者は関連企業や研究所、大学、一般参加者をあわせて 400 人以上となり、廃止措置事業の現状とグローバル市場進出に向けた展望などが議論された。フォーラムのオープニングでは、古里 1 号の廃止措置を行うにあたり「安全最優先の原則」「廃止措置能力の確保」「廃止措置業界のネットワーク強化」が重要であるとの考えや、既存の技術者を中心に廃止措置専門の人材を育成し、中小企業も含めた研究開発を通じてノウハウを蓄積し、IAEA 等の国際機関との協力を強化していくという方針が発表された。

1-2-2 海外との協力

(1) 英国

- 2016 年 12 月 15 日、ロンドンで第 3 回英韓合同の経済通商対話が行われ、英国の EU 離脱後の経済関係について、少なくとも EU と韓国の自由貿易協定と同程度の関係性を維持・構築する必要性が確認された。特に、原子力分野での協力について、科学技術イノベーション分野 (STIP) のパートナーシップに関する覚書が更新された他、英国における新設計画や韓国における廃止措置技術・政策の開発にお互いに協力することが確かめられた。具体的な協力の内容については 2017 年に調整される。
- 2017 年 11 月末、英国国内の新設計画に対する韓国企業の参加を支援するために両国政府がロンドンで協力覚書に調印した際、MOTIE の白雲揆長官は英国側に対し、韓国は原子炉の建設、英国は廃止措置にそれぞれ競争力があると述べ、人材交流や情報交換を通じて得意分野で相互に協力する考えを述べた。MOTIE によれば、BEIS のクラーク大臣も両国間の協力を歓迎し、こうした協議の内容をメイ首相に報告すると述べた。⁶¹

(2) フランス

- 2017 年 11 月 28 日、MOTIE の白雲揆長官とフランスのユロ (Nicolas Hulot) 環境大臣がソウルで会談し、エネルギー資源分野における両国の協力に関する基本合意書と、廃止措置に関する両国組織間の協力に関する覚書に署名した。加えて、古里原子力発電所の廃止措置に取り組む予定の KHNP が、仏企業の New AREVA (2018 年 1 月より Orano と改名) や EDF と情報交換および技術協力に関する覚書をそれぞれ交わした。⁶² 今後、両国の関係者はワーキンググループを結成し、再生可能エネルギー利用、スマートグリッド、原子力発電所の廃止措置についてそれぞれ議論を交わす予定。⁶³

(3) ドイツ

- 2015 年、韓国電力技術 (KEPCO Engineering) がドイツのプロイセン・エレクトラ社と原子力発電所の解体に関する技術伝授協定を締結し、廃止措置技術の確保に向けて取り組んでいる。⁶⁴
- 2017 年 3 月 29 日、韓国ドイツ商工会 (Korean-German Chamber of Commerce Industry) の非定例会合が行われ、出席した当時の MOTIE 長官である周亨煥 (Joo Hyung-hwan、チュ・ヒョンファン) 氏は講演で、外国企業が国内で活動するにあたっての課題に韓国政府が全力で対応すること、また原子力発電所の廃止措置を含むエネルギー分野での協力を期待していることを話した。⁶⁵

⁶¹ 原子力産業新聞, 2017/11/29, <<https://www.jaif.or.jp/171129-a/>>

⁶² Business Korea, 2017/11/30, <<http://www.businesskorea.co.kr/english/news/national/19965-cooperation-nuke-decommissioning-s-korea-work-more-closely-france-nuclear-power>>

⁶³ Yonhap News, 2017/11/29, <<http://english.yonhapnews.co.kr/news/2017/11/29/0200000000AEN20171129007800320.html>>

⁶⁴ Yonhap News, 2017/8/1, <<http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2017/08/01/0200000000AKR20170801050000003.HTML>>

⁶⁵ MOTIE, Photo News, 2017/3/29, <http://english.motie.go.kr/en/pc/photonews/bbs/bbsList.do?bbs_cd_n=1&bbs_seq_n=587>

1-3 商業原子力発電所以外の国際展開

1-3-1 韓国の原子炉評価技術⁶⁶

2017年12月、韓国原子力研究院（KAERI）は、「次世代原子炉の設計の健全性、高温評価プログラム（HITEP_RCC-MRx）」の開発が完了し、フランス原子力庁（CEA）とのライセンス契約を締結したと公表した。同契約に基づき CEA が KAERI に支払う使用料は4万ユーロで契約期間は2年間。

同プログラムは、KAERI のイヒョンヨン博士のチームが韓国研究財団の「韓・EU 共同研究支援事業・原子力研究開発事業および原子力研究開発事業」の一環としてソウル科学技術大学と共同開発したもので、ナトリウム冷却高速炉（SFR）・超高温ガス炉（VHTR）・国際核融合実験炉（ITER）など次世代原子炉の圧力容器、熱交換器、配管系統等の設計の健全性評価に使用される。特に500℃以上の高温で稼動する原子炉や機器の構造健全性を評価するプログラムであり、このプログラムに、必要な工学的数値を入力することで対象となる設計がフランスが高温ガス炉や核融合炉向けに策定した RCC-MRx 基準に適合しているか否かを自動的に計算、原子力機器の設計の健全性を確認することができる。

同プログラムは、設計者が自ら計算した場合や非専門のプログラムを使用する際に発生が懸念される算定エラーのリスクを遮断、ユーザー誰もが同じ評価結果を得ることを可能とし、結果の信頼性を大幅に向上させる。また、評価に必要な時間が従来との比較で大幅に削減されるほか、スマートフォンでも利用可能な仕様とするなどユーザーの利便性向上が期待されている。

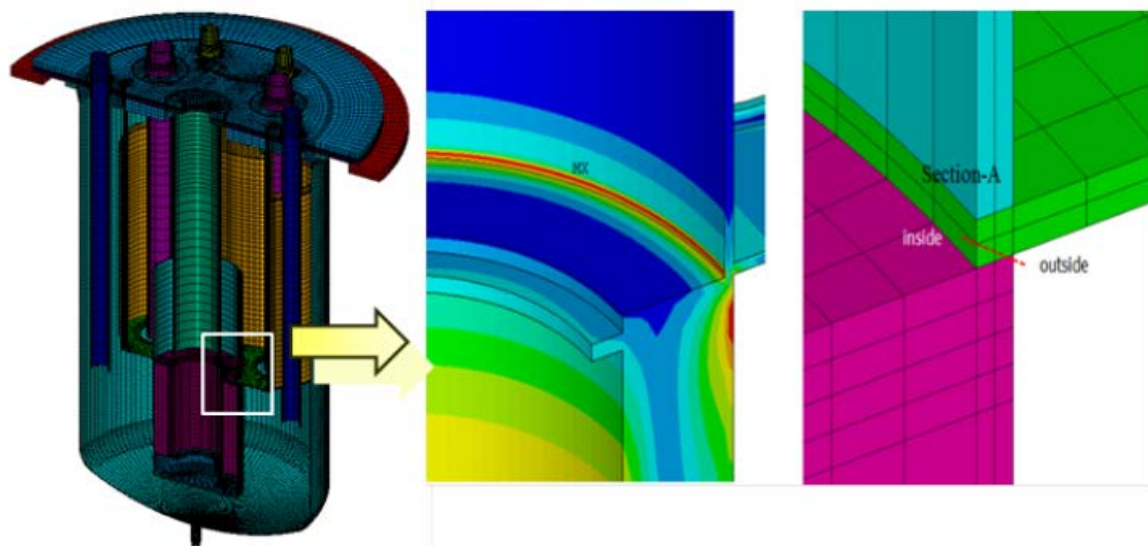


図 1-1 高温原子炉構造の解析モデル

（出所）KAERI

1-3-2 放射線を利用した動物用ワクチン開発を中国と共同で実施⁶⁷

KAERI と中国最大の口蹄疫ワクチン開発・生産研究所の中国蘭州獣医研究所が、豚、牛、鶏などの家畜用ワクチンの開発のための相互協力了解覚書（MOU）を2017年12月に締結した。

両機関は、今回の MOU を通じ、

⁶⁶ KAERI Press Release,2017/12/6 <https://www.kaeri.re.kr/board/menu1/view.ht?keyCode=8&start=0&sk=&sf=0&search_category=&article_seq=6582&article_upSeq=6582>

聯合ニュース, 2017/12/6, <<http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2017/12/06/0200000000AKR20171206047200063.HTML>>

⁶⁷ KAERI Press Release,2017/12/04 <https://www.kaeri.re.kr/board/menu1/view.ht?keyCode=8&start=20&sk=&sf=0&search_category=&article_seq=6576&article_upSeq=6576>

- ・放射線融合技術の利用のワクチン開発
- ・口蹄疫などの高リスク病原体ワクチンの開発と臨床評価
- ・開発の専門人材交流
- ・放射線利用家畜医薬品飼料開発
- ・韓国のワクチン市場への進出

などで協力し、研究者は、臨床用博士チームが開発した動物用ワクチンを蘭州獣医研究所臨床試験センターで実験し、後続の研究と実用化にも乗り出す計画。放射線技術を活用したワクチンは、従来の化学ワクチンより製造時間を2分の1以下に短縮させることができ、化学物質により効能が低下する問題を克服する利点を持つ。

1-3-3 U-Mo（ウラン - モリブデン合金）燃料粉末の海外提供⁶⁸

2017年10月、KAERIは、独自の技術で製造したU-Mo（ウラン - モリブデン合金）燃料粉末を日本に提供する計画を公表した。今回の計画は、民間部門の核不拡散を目的に、世界の高濃縮ウラン（Highly Enriched Uranium: HEU）削減を主導する米国エネルギー省（DOE）の要請によるもので、韓国は2018年に、米国からLEU原料の供給を受け、U-Mo燃料粉末45kgを製造、2019年上半期までに日本に無償提供する計画。

KAERIが提供した粉末は、燃料に加工され、京都大が所有する教育・実験用原子炉である「臨界装置（KUCA）⁶⁹」のHEUを低濃縮ウラン（Low Enriched Uranium: LEU）に転換する目的で使用される予定で、これはU-Mo燃料を利用した初の燃料転換の事例となる。

また、KAERIは、欧州連合（EU）が欧州内高性能研究用原子炉⁷⁰に使用するU-Mo燃料開発のために、過去2013年構成した「HERACLES コンソーシアム」にも粉末を追加提供する計画である。EUはすでに韓国からの粉末の提供を受け、高性能の研究での使用U-Mo燃料の開発と最適化の研究を進めており、研究者は、2019年までに粉末10kgを追加提供することで、その研究に継続的に貢献する予定。

U-Mo燃料粉末はKAERIが世界で初めて独自開発した「遠心噴霧技術」を利用して製造したもので、ウラン合金を、摂氏1600度以上の高温真空状態で溶かした後、高速回転するディスクの上に噴射させることで遠心力により微細な球状粉末の形で急速凝固させる、世界で唯一の商用グレードの金属燃料粉末の製造技術である。

韓国は過去2012年、ソウル核安全保障サミットで、米国、フランス、ベルギーと遠心噴霧技術を利用したU-Mo核燃料開発協力事業について共同声明を発表し、これにより、米国から提供を受けたLEU原料を用いてU-Mo粉末100kgを製造、2014年に米国とベルギーに提供している。これをもとに、2014核安全保障サミットでは、ドイツが追加された5か国の協力事業を新たに発表するなど、民間部門のHEU使用を最小限にする取組みが行われている。

1-3-4 中国が研究する新型燃料の設計を受託⁷¹

KAERIは、2017年8月、中国の核工業集团公司（China National Nuclear Corporation: CNNC）傘下の中国原子能科学研究院（China Institute of Atomic Energy: CIAE）が開発中の二重冷却燃料の設計検討を受注したと明らかにした。

KAERIは、2019年までの2年間、中国の二重冷却燃料設計案について機械、熱水力設計資料のレビュー、研究自体のコンピュータコードを活用した熱水力・炉心解析、安全解析の計算結果の提供などを行う予定で、総契約額は53万ドルである。中国は2020年装荷を目標に、二重冷却燃料を開発中であり、KAERIに設計検討を要請した。

二重冷却燃料は燃料棒の外側だけでなく、内部にも冷却水を流して燃料の温度を大幅に下げることができる

⁶⁸ KAERI Press Release, 2017/10/18, <https://www.kaeri.re.kr/board/menu1/view.ht?keyCode=8&start=30&sk=&sf=0&search_category=&article_seq=6462&article_upSeq=6462>

⁶⁹ KUCA (Kyoto University Critical Assembly) : 京都大に1974年に設置された低出力（最大出力100W）臨界試験施設。この施設は、核燃料と減速材の割合を調整しながら原子炉臨界状態で核反応を実験する装置である。

⁷⁰ フランス（RHF、JHR、Orphee）、ベルギー（br/1-2）、ドイツ（FRM-II）など。

⁷¹ KAERI Press Release, 2017/08/22 <https://www.kaeri.re.kr/board/menu1/view.ht?keyCode=8&start=50&sk=&sf=0&search_category=&article_seq=6332&article_upSeq=6332>

め、安全性が高く、出力増強が可能な革新的な概念の燃料である。KAERI は、2007 年から 2014 年まで二重冷却燃料の研究開発を行い、国内標準原子力発電所に即座に使用できる設計案とコアの製造技術を開発・保有している。KAERI が開発した燃料は、従来の燃料に比べ 30%以上の温度を下げることができ、原子炉の出力を、20%増加させることができる。

1-3-5 オランダ研究用原子炉の改善⁷²

韓国の原子力研究開発史上初の欧州進出事例であった「オランダの研究用原子炉の改善事業（OYSTER プロジェクト）」が順調に進展している。KAERI は、OYSTER プロジェクト 2 の手続きを実行するための契約を締結するとともに、本格的な事業着手のため、8 月から中核機器と補助系機器を、オランダ側に供給すると 2017 年 7 月に発表した。

OYSTER⁷³プロジェクトは、オランダ デルフト工科大学（Technical University of Delft）で運営している研究用原子炉の冷中性子研究施設を構築する事業で、2019 年末までに行われる予定である。2014 年に KAERI と現代エンジニアリング（株）、現代建設（株）のコンソーシアムは、総契約金 265 億ウォンで OYSTER プロジェクトを受注し、国産原子力技術の最初の欧州市場への進出を成し遂げた。

KAERI コンソーシアムは、2015 年 10 月基本設計を行う「第 1 段階事業」を完了した後、1 年 4 か月間におよぶデルフト工科大学との設計結果の検証と詳細実行契約交渉を終えて、2017 年 3 月に、実際の機器製作・設置・試運転を行う「2 段階事業」に着手した。

KAERI は、2 段階事業において、1 段階事業実行結果をもとに、中核機器と補助系機器を供給する。水槽内機器、ビーム管と原子炉保護系などの中核機器は、8 月から韓国で詳細設計と製作を進めることになり、補助系統製作と関連建物の建設は、オランダの現地企業を活用して、2017 年 10 月から進める計画である。

KAERI は、中核機器については、8 月中に入札を通じて国内企業を選定したうえで製作・供給し、補助系や一般建設関連業務は、エンジニアリング・コンサルティング企業である Royal Haskoning DHV と Krevber BV（圧力容器、真空ボックス、水素ボックス供給）、DH Industries BV（ヘリウム冷凍機の供給）、DEMACO（極低温二重配管の供給）と Struckton Infratechnieken BV（建設、施工）などのオランダ現地企業と契約を締結して進める予定である。これは、物流の供給やメンテナンスが容易で、現場経験豊富な地元企業と協力して安定したビジネスモデルを構築するもので、今後の事業推進力の向上と、欧州市場での競争力強化に有利である。

1-3-6 アルツハイマー型認知症診断用の化合物の開発⁷⁴

KAERI 先端放射線研究所は、2018 年 1 月、バイオエクチュ社とアルツハイマー認知症を診断するための組成物の製造技術の実用化共同研究開発を推進するための相互協力合意覚書（MOA）を締結した。

KAERI が開発したアルツハイマー認知症を診断するための化合物は、体内に投入された後、アルツハイマー病発症の原因であるベータアミロイド（ β -amyloid）と結合して光を出す物質で、光学映像で簡単に確認が可能となり、迅速なアルツハイマー認知症の診断が可能となる。この技術は、韓国国内特許登録および国外特許出願が完了した状態である。両者は、今回の MOA を通じて、アルツハイマー認知症と癌の診断核心技術の開発と実用化、専門人材交流や研究施設の共同利用、その他の放射線技術の開発と海外市場への進出など、様々な分野での協力を強化することに合意した。

⁷² KAERI Press Release, 20107/8/1, <https://www.kaeri.re.kr/board/menu1/view.ht?keyCode=8&start=60&sk=&sf=0&search_category=&article_seq=6270&article_upSeq=6270>

⁷³ OYSTER（Optimized Yield for Science, Technology, Education of Radiation）

⁷⁴ KAERI Press Release, 2018/1/11, <https://www.kaeri.re.kr/board/menu1/view.ht?keyCode=8&start=0&sk=&sf=0&search_category=&article_seq=6626&article_upSeq=6626>

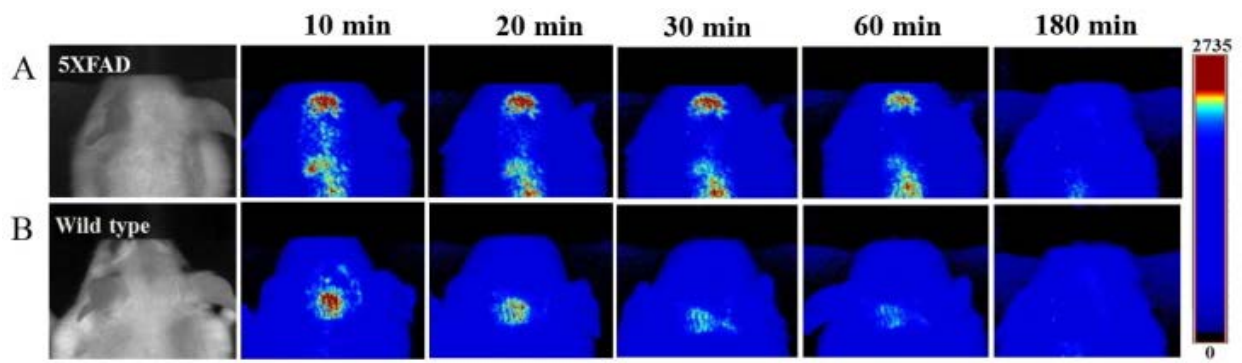


図 1-2 組成物投入動物モデル画像

(出所) KAERI

図 1-2 は、認知症診断用化合物を、アルツハイマー病発症ラット (A) と通常のマウス (B) に投与した写真。A マウスに投与された組成物は、アルツハイマー病の発症の原因であるベータアミロイドと結合して、長時間の光を出すのに対し、B マウスに投与された組成物は、結合対象がなく光が消えることが確認できる。

第2章 主要国の国際展開動向との比較

2-1 中国

2-1-1 有力市場

中国は、フランス、日本、米国、ロシアなどの海外技術を導入し国内メーカーの技術力を高めることで、原子力発電の開発を進めてきた。中国初の商業用原子炉は、フランスのアレバ社より導入した900MW級の大亜湾発電所1号機であり、1987年に着工、1994年に商業運転開始、同発電所2号機もフランスより導入し1号機と同年に運転が開始された⁷⁵。同発電所の運転を皮切りに原子力発電開発を急速に進めた中国は、2010年1月時点で11基の原子力発電所を擁し、設備容量ベースで世界第11位となった。2011年3月の福島第一事故後も中国は、安全性確保を前提に原子力発電の開発を積極的に行う方針を堅持しており、2020年には発電設備容量を5,800万kW、建設中の設備容量を3,000万kWとする目標を掲げている⁷⁶。こうした方針のもと中国は、2017年1月時点で35基の原子力発電所を擁し、米国、フランス、日本に次ぐ世界第4位の原子力大国となっている。さらに、2026年に中国は米国を抜き世界の原子力大国となるという予測もなされている⁷⁷。

このように原子力発電開発において躍進を遂げている中国は、国際的な原子力産業においても存在感を向上させている。中国の原子力輸出実績および見込みは、世界原子力協会によると下表のとおりである。

表 2-1 中国の原子力輸出実績および見込み

国	原子炉名	炉型	関連中国企業 ⁷⁸
パキスタン	チャシュマ 3、4	CNP-300	CNNC
パキスタン	カラチ海岸 1、2	Hualong One	CNNC
ルーマニア	チェルナボーク 3、4	Candu 6	CGN
アルゼンチン	アトゥチャ 3	Candu 6	CNNC
アルゼンチン	原子炉第5号機	Hualong One	CNNC
イギリス	ブラッドウェル	Hualong One	CGN
イラン	マクラン海岸	100 MWe×2	CNNC
トルコ	イグネアダ	AP1000、CAP1400	SNPTC
南アフリカ	ティスプレント	CAP1400	SNPTC
ケニア	—	Hualong 1	CGN
エジプト	—	Hualong 1	CNNC
スーダン	—	ACP600 との予測	CNNC
アルメニア	メトゥサモフ	—	CNNC
カザフスタン	—	Fuel Plant JV	CGN

(出所) WNA, “Nuclear Power in China” (Updated January 2018)

本表から読み取ることができるとおり、中国は、英国を除いて新興国を主たる輸出先としている。しかも、パキスタン、ルーマニア、アルゼンチン、トルコ、ケニアなど、先進国による原子力技術支援がほぼ実施されていないか、もしくは近年停滞している国が目立つ。こうした事例として、以下では、パキスタンとルーマニアについて概観する。

パキスタンは、1986年に中国と原子力協定を締結しており、中国初の原子力輸出の受入国でもある。同国は、

⁷⁵ 李志東 2003 「中国における原子力発電開発の現状と中長期展望」 日本エネルギー経済研究所、p.4 参照

⁷⁶ 「原子力年鑑」編集委員会編、『原子力年鑑 2018』、日刊工業新聞社、p.217

⁷⁷ Bloomberg, 2017年1月31日付ニュース、<<https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-01-31/china-s-nuclear-power-fleet-seen-overtaking-u-s-within-decade>>

⁷⁸ CNNC は中国核工業集团公司、CGN は中国広核集团有限公司、SNPTC は国家核電公司の略称で、いずれも中国国営企業である。

1947年独立後、核兵器の開発はしないという方針のもと1956年に原子力委員会（PAEC）を設置、1965年には首都イスラマバード近郊にパキスタン原子力科学技術研究所（PINSTECH）を設立し、原子力の研究開発および人材育成を進めてきた。原子力発電にも早くから着手し、1972年よりカラチ原子力発電所においてカナダより輸入したカナダ型重水炉（KANUPP-1）を運転している⁷⁹。1974年以後、核実験を行ったインドと共にパキスタンの原子力利用に対する欧米諸国の協力が停止され、KANUPP-1への燃料等の供給がカナダより打ち切られるという国際情勢の変動を契機に、パキスタンでは国産開発体制が促進されたことに加え、友好国中国からの援助協力が急進展した⁸⁰。こうした国際情勢を背景として、1986年に中パ原子力平和利用長期協力協定の締結実現に至ったのである。同協定締結後の1990年代より、中国はパキスタン向けの原子力輸出を開始した。中国の全面的協力を得て建設されたチャシュマ原子力発電所1・2号機はいずれも中国の奉山原子力発電所1号機と同型で、上海核工程研究設計院（SNERDI）が設計した2ループの加圧水型炉（PWR）である⁸¹。また、ほぼ同型で出力がやや高い3号機が2016年に営業運転に入り、4号機も2017年3月に初臨界に達した。さらにパキスタンは、国内の著しい電力不足を補うために、2030年までに原子力発電を800万kWとすることを目標として掲げており、それを実現するための施策の一環として、中国よりACP1000型炉2基を輸入しカラチ海岸発電所を建設することを決定した⁸²。同発電所の着工式は、2013年11月に執り行われている。同発電所の建設費は、96億米ドルと見込まれているが、中国は、そのうち82%を融資し、運転期間中（60年）の燃料供給を行うことを表明している⁸³。

ルーマニアについては、チェルナボダ原子力発電所で1基当たりの出力が70.6万kWのカナダ製加圧重水炉（CANDU6炉、PHWR）2基が運転しており、同発電所がルーマニアの発電電力量の20%弱を賄っている⁸⁴。同発電所に関する契約締結時は、5基のCANDU炉を建設することが予定されていたが、1982年に1号機の建設が開始されて間もなく資金不足に陥り、建設は停滞した。2007年にEU等の融資を受け2号機まで運転開始に至ったが、残る3～5号機の建設は、資金不足が解消されないまま長らく凍結された。こうした状況に対し、チェコ電力社（CEZ）、フランスのGDF-Suez社、イタリア電力公社（ENEL）、ドイツのRWE社、スペインのイベルドロウラ社およびルクセンブルグに本社を置くアルセロール・ミッタル社の6社に加え、発電所を所有するルーマニアの国営企業・ニュークリアエレクトリカ社によって、同発電所3・4号機建設のための共同出資会社エネルゴニュークリアが2009年4月に設立された。しかし、その後の世界金融危機や電力需要見込みの不確実性などを理由に外資6社全てが撤退を表明した。こうした中、新たな出資者として出現したのが中国である。2013年11月、中国の李克強総理によるルーマニア訪問の機会に、中国広核集団（China General Nuclear Power Corporation: CGN）とニュークリアエレクトリカ社間で、チェルナボダ3・4号機建設プロジェクトに関する基本趣意書への署名がなされた。2014年10月には、ニュークリアエレクトリカ社より、CGNが同プロジェクトの出資者として選定されたことの公表が行われ、2015年11月、両社は3・4号機の建設、運転、廃止措置や資金調達等に関する覚書を締結した。チェルナボダ原子力発電所3・4号機の建設費用は、64億5千万ユーロと見積もられており、それぞれ2019年、2020年の運転開始が計画されている。

以上のような新興国向けの原子力輸出に加え、中国は、2015年より先進国市場にも参入しており、特に英国およびフランスとの緊密な協調関係を構築している。CGNは、英国のサマセット州における原子力新規建設案件ヒンクリーポイントCプロジェクトへの出資（33.5%）を決定、2015年10月には、英国政府およびフランス電力公社EDF Energyより歓迎の意が表された。翌年9月、英国政府とEDFおよびCGN間で、同プロジェクトの最終的な契約と合意文書への調印がなされた。また、2017年1月には、英国原子力安全規制局ONRにより、英国東南部エセックス州で建設予定のブラッドウェルB原子力発電所における中国製原子炉UK HPR-1000の標準設計審査が開始され、同年11月には、英国における中国製炉Hualong-1（HPR-1000）の包括的設計承認審査

⁷⁹ 「原子力年鑑」編集委員会編、『原子力年鑑2018』、日刊工業新聞社、p.243

⁸⁰ 「原子力年鑑」編集委員会編、『原子力年鑑2018』、日刊工業新聞社、p.244

⁸¹ 「原子力年鑑」編集委員会編、『原子力年鑑2018』、日刊工業新聞社、p.245

⁸² *Ibid.*

⁸³ 世界原子力協会（World Nuclear Association）“Nuclear Power in China”（Updated January 2018）および「原子力年鑑」編集委員会編、『原子力年鑑2018』、日刊工業新聞社、p.245-246 参照

⁸⁴ 本章のルーマニアに関する記述は、「原子力年鑑」編集委員会編、『原子力年鑑2018』、日刊工業新聞社、p.374に依拠している

も実施されている⁸⁵。

以上のように、国際的な原子力産業での存在感を向上させている中国は、習近平政権が掲げる経済圏構想「一帯一路」において、原子力発電プラント輸出を重点施策の一つとして打ち出している。同構想では、アジア、欧州、アフリカとの間で、政策協調、インフラネットワークの形成、貿易・投資の自由化、金融協力、民間交流といった大きく5つの分野での協力関係を構築していく意向が示されており、同構想実現のための政府間協力協議の合意が30か国以上の国や国際機関との間で確認されている。例えば、フランスのマクロン大統領は、2018年1月9日に開催された北京の人民大会堂で習近平国家主席と会談した際に同構想へのフランスの参加を表明しており、航空・宇宙、金融、農業、教育、商業分野などでの連携強化の方針に加え、次世代技術や核燃料サイクルなど原子力分野での協力に関する合意を行っている。こうした一連の動向を踏まえると、中国による原子力発電事業の国際展開は今後もさらに活況を呈することが見込まれる。

2-1-2 国際展開上の強み

上述のとおり国際的な原子力産業で存在感を向上させている中国の国際展開上の強みは、大きく以下の4点を挙げることができる。

第一に、財政面での政府支援が行われている点である。上述のパキスタン向け原子力輸出の事例では、建設費の約8割は中国輸出入銀行（The Export-Import Bank of China、略称：中国輸銀）からの融資で賄われることが表明された⁸⁶。中国輸銀は、1994年に中国政府によって設立された政策金融機関であり、政府が全額出資している。中国輸銀の業務は、中国企業による輸出入や海外投資を促進するための金融支援に加え、中国政府が行う対外経済協力のうち相手国政府向け借款等の実施である。急速な経済発展に伴い、中国政府が対外経済協力活動の拡大を図る中、中国輸銀は、アジアやアフリカを中心とした支援を活発化させており、2016年末時点の対外貿易借款のうち物品輸出のための借款（Loans for Export of Goods）総額は、前年比11%増の3,859億中国元（2018年3月26日時点の為替レートで約6兆4,197億円）を計上した⁸⁷。こうした中国輸銀を活用した輸出支援は、下図のとおり、輸出者向け融資（サプライヤーズ・クレジット）や輸入国における購入者向け融資（バイヤーズ・クレジット）などのスキームが主として採られているが、原子力輸出に関する具体的支援スキーム、支援条件、支援額等の詳細は公開情報を調査する限りは不明である。日本を含めたOECD加盟各国は、公平な競争条件に基づいた輸出信用供与に係るルールを定めた公的輸出信用アレンジメント（Arrangement on Officially Supported Export Credits）の遵守が義務付けられているため、原子力発電プラント輸出に関しても最長償還期間や最低貸出利率等の条件が定められている一方、非OECD加盟国である中国やロシアは、同ルールの遵守義務を負っていない。そのため、より譲許的な条件のもと中国輸銀を介した原子力輸出支援が行われている可能性も否めない。

⁸⁵ 電気事業連合会、<https://www.fepc.or.jp/library/kaigai/kaigai_topics/1255768_4115.html>

⁸⁶ 世界原子力協会（World Nuclear Association）“Nuclear Power in China”（Updated January 2018）参照

⁸⁷ The Export-Import Bank of China, “2016 Annual Report”, p.33

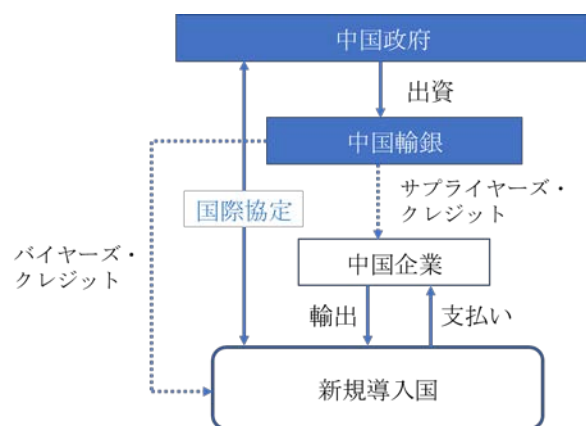


図 2-1 中国の財政的支援スキーム

(出所) 各種資料より日本エネルギー経済研究所作成

このような中国輸銀を介した支援のほか、ルーマニアの事例のように、中国国営企業である CGN がプロジェクト出資者となる例も見受けられる。こうした個別事業に対する財政支援に加え、包括的な支援策も中国政府より打ち出されていることは注目に値する。2015 年 1 月、中国政府は、原子力や鉄道分野を中心とした産業に関して、2014 年の対外貿易および投資向けに総額 1,030 億米ドルの財政支援を行うことを決定した⁸⁸。2017 年 5 月には、「一带一路」構想の本格始動を受け、パキスタン、インドネシア、東欧、北アフリカにおける重点事業向けに 750 億米ドルの銀行融資、200 億米ドルのシルクロードファンド、および 120 億米ドルの援助を行うことを発表している⁸⁹。このように、資金不足に陥りがちな原子力建設事業に関し、個別の財政支援を実施することに加え、アジア、欧州、アフリカ諸国との包括的な協力関係構築策の一環として原子力輸出への財政支援を打ち出すことは、中国の国際展開を一層後押しする大きな強みとなっている。

第二に、燃料ビジネスに関しても供給国となっている点である。上述のパキスタン向け原子力輸出の事例では、運転期間中（60 年）の燃料供給も行うことが表明された。かつて燃料導入国であった中国は、“Nuclear Fuel Industry Park”構想で、フロントエンド施設を河北省に設置しており、2030 年には世界最大の燃料供給国になるとの目標も掲げている。財政面での支援だけでなく、燃料供給面に関してもパキスタン事例のように運転期間中一貫して支援することは、中国の国際展開上の強みといえる。

第三に、新規導入検討国などで積極的なマーケティングを行っている点である。中国は、先進国と新興国双方の関係者が参加する国際会議や新規導入検討国での会議等に参加し、マーケティング活動を行っている。例えば、2027 年の初号機運転を目指し技術導入やインフラ整備を進めているケニアにおいて、2017 年 3 月にケニア原子力発電委員会（KNEB）が関係者を招致し会議を開催した際、中国 CGN は保有原子炉の展示を行った⁹⁰。同会議ではロシアや韓国も原子炉の展示を実施したが、会議数日後に KNEB は、「原子力発電人材育成に関する提携枠組み協議書」を CGN 間と締結したことを発表した。同協議書の締結により、CGN は、KNEB の要望に応じて華龍 1 号機と改良型原子力発電技術をベースに、原子力発電に関連した人材育成や訓練情報を有償で提供することとなった⁹¹。また、中国は、2017 年 4 月には、北京で原子力サプライチェーンの英中協力に関する国際ワークショップを開催している⁹²。中国は、1970 年代より 40 年以上にわたるサプライチェーン構築技術を着実に蓄積しており、1 年間で 10 基分まで供給できる能力を達成している。こうした蓄積に基づいたマーケティング活動や国際会議やワークショップを通して行われている点は、中国の国際展開の土台構築の一端を担っているといえる。

⁸⁸ 世界原子力協会（World Nuclear Association）“Nuclear Power in China”（Updated January 2018）参照

⁸⁹ *Ibid.*

⁹⁰ 「原子力年鑑」編集委員会編、『原子力年鑑 2018』、日刊工業新聞社、p.44

⁹¹ 電気事業連合会、<https://www.fepc.or.jp/library/kaigai/kaigai_topics/1256016_4115.html>

⁹² 「原子力年鑑」編集委員会編、『原子力年鑑 2018』、日刊工業新聞社、p.44

第四に、政府によるトップセールスが行われている点である。表 2-1 のとおり中国は、トルコやアルゼンチンにも原子力輸出を働きかけており、同国に対しトップセールスが行われている。例えば、トルコに関しては、2012 年 2 月に習近平国家副主席がトルコを訪問し、ババジャン副首相と会談を行い原子力発電協力に関する交渉開始について合意している。メディア報道によると、中国側は原発事業者からの売電価格として 8~9 セント/kWh を提示したと報じられており、トルコでロシアが建設中のアックユ原子力発電所との価格競争力を誇示したことがうかがえる⁹³。同年 4 月には、トルコのエルドアン首相が中国を訪問し、政府間原子力協力協定と附属文書への調印も行われた。こうしたトップセールスによる協力関係の確認をベースとし、2016 年 9 月には、トルコの天然資源エネルギー省と中国の間で原子力を含む 3 つのエネルギー分野における協力に関する議定書が締結された。

以上、財政面での政府支援、燃料供給、積極的なマーケティング、政府によるトップセールスを大きな強みとして、中国は国際的に原子力事業の展開を行っている。

2-2 ロシア

2-2-1 有力市場

ロシアは、ソビエト社会主義共和国連邦時代の 1954 年に世界ではじめて原子力発電所（オブニンスク原子力発電所：6,000kW）を稼働させた国であり、世界有数の原子力利用の歴史を誇る国である。2011 年 3 月の福島第一事故を受け、世界では脱原発の機運が高まったが、ロシアは原子力推進の立場を変えずに国内の原子力発電所建設を推進している他、新興国を中心に原子力発電所の輸出を積極的に行っている。

ロシアは、国内 10 ヶ所に 35 基の原子力発電所を擁し、原子炉規模では、米国、フランス、日本、中国に次ぐ世界第 5 位の原子力大国である（2017 年 8 月時点）⁹⁴。2016 年の原子力発電所の平均設備利用率は 81.3%、国内総発電量に占める原子力発電の比率は 18.3%であった⁹⁵。ロシアは、石油や天然ガスなどの資源が豊富であるが、国内における原子力発電の利用を拡大することで、資源の輸出量を増やし外貨獲得につなげている。

こうした国内環境下、原子力発電所の建設やウラン採掘・濃縮などの技能を蓄積してきたロシアにとって、世界の原子力市場の拡大は、その優位性を活かすことにつながる。そのため、ロシアは、2007 年に原子力産業の大規模再編を実施し、ロシア連邦原子力庁を国営総合原子力企業ロスアトム（ROSATOM）へと改組した。ロスアトムの傘下には、アトムエネルギー（Atomenergoprom）やロスエネルギーアトム（Rosenergoatom）に加え、民生部門および軍事部門に属する原子力会社や研究開発施設など 400 以上の組織が設置され、原子力発電所の設計、建設、製造、輸出の他、ウラン資源の採掘、濃縮、核燃料の製造、再処理などの燃料サイクルを一貫して担う体制を確立している。

このロスアトムを中心として、ロシアは、経済成長の著しい新興国向けの国際展開を積極的に行っている。同社の原子炉、濃縮、燃料等の原子力輸出に関する対外受注総額は、2015 年時点で 1,014 億米ドルであり、2016 年末には 1,330 億米ドルを上回った⁹⁶。原子力輸出による総収益に関しては、2015 年には前年比 20%となり、64 億米ドルを計上している⁹⁷。2016 年時点で、12 か国から合計 34 基の建設契約を獲得しており、まさにロシアは世界トップの原子力輸出国といえる⁹⁸。ロスアトムは、2030 年までに同社の総収益のうち 6 割を原子力関連機器およびサービスの輸出によって賄うことを目標として掲げており、原子炉収益の半数は、2017 年に受注した海外事業より得ることができるとの見通しを示している⁹⁹。さらに、ロスアトムは、2020 年以降、世界で建設される原子炉基数を年間約 16 基と予測しており、そのうち 4~5 基を受注する姿勢も示している¹⁰⁰。

このようにロスアトムを中心に展開されているロシアの原子力輸出の主な動きは、以下のとおりである。まず、

⁹³ 中杉秀夫 2015 「中国の原子力発電開発：原子力発電再加速と原子力輸出国家戦略家」日本原子力産業協会、p.14

⁹⁴ 「原子力年鑑」編集委員会編、『原子力年鑑 2018』、日刊工業新聞社、p.344

⁹⁵ *Ibid.*

⁹⁶ 世界原子力協会（World Nuclear Association）“Nuclear Power in Russia”（Updated February 2018）参照

⁹⁷ *Ibid.*

⁹⁸ 「原子力年鑑」編集委員会編、『原子力年鑑 2018』、日刊工業新聞社、p.349

⁹⁹ 世界原子力協会（World Nuclear Association）“Nuclear Power in Russia”（Updated February 2018）参照

¹⁰⁰ *Ibid.*

ロシアから輸出された原子炉で既に運転中のものは、下表のとおり、ウクライナ、イラン、中国、インドの4か国に7基存在している。

表 2-2 ロシアの原子力輸出の実績（運転中）

国	原子炉名	炉型	万 kW
ウクライナ	フメルニツキ 2、ロブノ 4	V-320×2	100.0×2
中国	田湾 1、2	AES-91×2	106.0×2
イラン	ブシェール 1	V-446	100.0
インド	クダングラム 1、2	AES-92×2	106.0×2

（出所）WNA, “Nuclear Power in Russia” (Updated February 2018)および『原子力年鑑 2018』に基づき作成

ウクライナには、フメルリニツキ州にある旧ソ連型加圧水型炉のフメルリニツキ原子力発電所 2 号機およびリブネ州にあるロブノ原子力発電所 4 号機の 2 基が、旧ソ連時代に輸出された原子炉として存在している。フメルリニツキ原子力発電所 2 号機は、1983 年に着工したものの、一時的に建設が中断され、営業運転が開始されたのは 2005 年となった。ロブノ原子力発電所 4 号機も同様に、1986 年に着工されたが、建設が中断されたため営業運転開始は、2006 年となった。

中国においては、田湾原子力発電所 1・2 号機の建設を 1997 年にロシアが受注し、2 基とも 2007 年に営業運転を開始している。同発電所 3・4 号機に関する建設契約も締結されており、2012 年 12 月に着工、目下建設中である（表 2-2 参照）。さらに、2016 年 11 月、ロシアのメドヴェージェフ首相と中国の李克強首相の間で、原子力平和利用の戦略的協力発展について合意がなされた際に、同発電所 7・8 号機の建設計画に関する協調推進に関する確認も行われた（表 2-5 参照）。同首脳会談では、新規サイトでのロシア製原子炉の建設の他、海上浮揚式原子力発電所や高速炉に関する協力拡大についても確認されている¹⁰¹。

イランに関しては、旧西ドイツが建設を途中放棄したブシェール原子力発電所の完成契約を、1995 年にロシアが締結したことから開始された¹⁰²。そして、2011 年 9 月、ブシェール原子力発電所 1 号機の営業運転が開始され、2014 年 11 月には、ブシェール原子力発電所 2・3 号機の建設に関する契約が締結された（表 2-4 参照）。同 2・3 号機に関しては、2016 年 9 月に起工式が行われ、礎石が設置されている¹⁰³。こうした動きを受け、2017 年 1 月には、ロスアトムとイラン原子力機関との間で、原子力協力ロードマップと建設準備作業文書に関する調印が行われた¹⁰⁴。

インドについては、1988 年にロシアとインドの両首脳間で原子力発電所建設に関する協力関係構築の確認がなされたことを踏まえ、クダングラム原子力発電所 1・2 号機の建設が 2002 年に開始された。インドでは、1969 年より原子力発電所の操業を開始するなど早期から原子力利用の取り組みが行われていたが、小規模な発電所が中心であった中、クダングラム原子力発電所建設にあたっては、インド初の 100 万 kW を超える原子力発電稼動が目指された。同 1 号機は 2014 年、2 号機は 2017 年より商業運転を開始している。さらに、同原子力発電所 3・4 号機の建設契約が締結されており、2016 年 6 月に着工した（表 2-3 参照）。また、2017 年 6 月には、同原子力発電所 5・6 号機増設の枠組み協定の締結が行われている（表 2-5 参照）。同月、ロスアトムは、ムンバイに地域センターを開設し、インド、バングラデシュ、スリランカといった南アジア市場における地位強化に取り組む方針を明らかにしている¹⁰⁵。

以上のように既に運転中の原子炉を擁する国以外においても、ロシアは積極的な国際展開を行っている。表 2-3 のとおり、ロシアはベラルーシやバングラデシュにおいて合計 3 基の原子炉建設を開始している他、表 2-4 のとおり、バングラデシュ、トルコ、フィンランド、イラン、アルメニアにおいて合計 9 基の原子炉建設に関する契約を締結している。さらに、表 2-5 のとおり、エジプト、ベトナム、ハンガリー、スロバキア、ヨルダンでは合

¹⁰¹ 「原子力年鑑」編集委員会編、『原子力年鑑 2018』日刊工業新聞社、p.347

¹⁰² *Ibid.*

¹⁰³ *Ibid.*

¹⁰⁴ 「原子力年鑑」編集委員会編、『原子力年鑑 2018』日刊工業新聞社、p.45

¹⁰⁵ 栗田抄苗 2017 「ロスアトムのアジア事業展開とその傾向」海外投融資財団、pp.8-9

計 12 基の原子炉建設を受注している。

表 2-3 ロシアの原子力輸出の実績（建設中）

国	原子炉名	炉型	万 kW
中国	田湾 3、4	AES-91×2	106×2
ベラルーシ	オストロベツ 1、2	AES-2006×2 (V-491)	119.4×2
インド	クダンクラム 3	AES-92	105.0×2
バングラディッシュ	ルプール 1	AES-2006 (V-392M)	120.0×2

(出所) WNA, “Nuclear Power in Russia” (Updated February 2018)および『原子力年鑑 2018』に基づき作成

表 2-4 ロシアの原子力輸出の実績（契約締結）

国	原子炉名	炉型	万 kW
インド	クダンクラム 4	AES-92	105.0
バングラデシュ	ルプール 2	AES-2006 (V-392M)	120.0
トルコ	アックユ 1,2,3,4	VVER-TOI×4	120.0×4
フィンランド	ハンヒキビ 1	AES-2006 (V-491)	125.0
イラン	ブシェール 2,3	AES-92×2 (V-466B)	105.7
アルメニア	メタモール 3	AES-92	106.0

(出所) WNA, “Nuclear Power in Russia” (Updated February 2018)および『原子力年鑑 2018』に基づき作成

表 2-5 ロシアの原子力輸出の実績（受注済み）

国	原子炉名	炉型	万 kW
エジプト	エルダバ	AES-2006×4	120.0×4
中国	田湾 7,8	AES-2006×2	120.0×2
ベトナム	ニントゥアン I - 1,2	AES-2006×2 (V-491)	(計画中断)
ベトナム	ニントゥアン I - 3,4	AES-2006×2	(計画中断)
インド	クダンクラム 5,6	AES-92×2	105.0×2
ハンガリー	パクシュ 5,6	AES-2006×2	120.0×2
スロバキア	ボフニチェ V3	AES-2006	120.0
ヨルダン	アルアムラ	AES-92×2	120.0×2

(出所) WNA, “Nuclear Power in Russia” (Updated February 2018)および『原子力年鑑 2018』に基づき作成

バングラデシュに関しては、ルプール原子力発電所 1・2 号機の建設に関する契約締結が 2015 年 12 月に行われた¹⁰⁶。1 号機の建設は 2017 年 11 月から開始され、同 2 号機の建設も 2018 年より開始されることが見込まれている¹⁰⁷。バングラデシュでは、急速なエネルギー需要に対応するために 2010 年に定められた電力セクターマスタープラン (Power System Master Plan) で、発電設備容量の目標が 2021 年には 23,809MW、2030 年には 38,685MW と設定されており、再生可能エネルギーおよび原子力発電の導入が積極的に検討されてきた。このような中、ロシアからの 1,000MW 級原子炉 2 基の建設が提案されたことを受け、ルプール原子力発電所の建設に関する政府間協定がバングラデシュ原子力委員会とロシア間で締結された。同発電所の受注に際しては、ロシア側より低利融資と原子力建設プロジェクトのパッケージ提案が行われた。バングラデシュ内閣は、2016 年 6 月、総工費 126 億 5,000 万米ドルの内、113 億 8,000 万米ドルをロシア政府からの融資（償還期間 28 年）とす

¹⁰⁶ 栗田抄苗 2017 「ロシアのアジア事業展開とその傾向」海外投融資財団、pp.9

¹⁰⁷ 世界原子力協会 (World Nuclear Association) “Nuclear Power in Russia” (Updated February 2018) 参照

ることに関する政府間協定案の承認を行っている¹⁰⁸。

トルコについては、2010年5月、アックユ原子力発電所（4基）の建設に関する政府間調印に署名がなされた。一次エネルギーの大半を海外に依存しているトルコは、電力消費量の増大に対応するため、2007年に原子力法を制定、2008年には480万kWの建設計画を発表し、2023年までに国内電力需要の5%を原子力で賄う方針を示している。こうした中、トルコ卸電力取引公社（TETAS）からの入札の呼びかけに対してロシアが応札し、1,200MW級のロシア型原子炉4基を建設することで最終合意がなされた。アックユ原子力発電所建設事業は、原子力業界で初めてBOO方式を採用しており、2010年5月に発電所計画会社として設立されたロスアトム子会社アックユNGS発電会社（Akkuyu NGS Elektrik Uretim Co.）が投資建設（Build）、所有（Own）、事業運営（Operate）することが予定されている。本事業は、2015年11月のトルコによるロシア軍機撃墜を機に、その進捗が危ぶまれたが、2016年8月に和解し、計画が再開されている。

エジプトに関しては、2015年11月、エルダバ原子力発電所4基480万kWの建設に関する政府間協定が締結された。2016年5月、エジプト政府は、ロシアから最大250億米ドルの融資を受けることを定めた大統領令を公布、2017年9月の新興5か国首脳会議（BRICSサミット）での二国間会合では、エジプトのシン大統領よりプーチン大統領をエジプトに招待して着工式を行いたい旨が表明された¹⁰⁹。同年12月11日、エジプト国内で初となる原子力発電所の建設に向けた契約が、シン大統領とプーチン大統領の立ち合いのもと、ロスアトムとエジプトの電力・再生エネルギー相の間で締結された。ロスアトムは、原子炉4基の建設の他、発電所稼働期間を通じた原子燃料供給、エジプト側の人材育成、最初の10年間の運営および保守の支援なども行っていく予定であることを発表している¹¹⁰。同発電所の初号機は、2026年から起動の見込みとされている¹¹¹。

以上のように、ロシアの原子力発電輸出が進展する中で、ベトナム向けの事業は計画中止となっている。ロシアは、2009年にベトナムからニントゥアン第一原子力発電所の2基を受注したが、2016年11月、ベトナム国会により建設計画の中止が決議された。

2-2-2 国際展開上の強み

ロシアの国際展開の大きな強みとして、以下の4点を指摘することができる。第一に、先進国が進出しない地域において集中的な展開を行っている点である。世界有数の原子力利用の歴史を誇るロシアは、原子炉および核燃料サイクル技術で高い水準を確立してきた。特に、ウラン濃縮に関しては、世界シェアの半分を有する他、シベリア南東部に位置するアンガルス市において、IAEAが認定した国際ウラン備蓄バンクである国際ウラン濃縮センター（International Uranium Enrichment Centre）を所有し運営している。こうした強固な技術基盤を踏まえ、ロシアは、歴史的にCISや東欧諸国向けに技術供与を実現してきた他、近年では、中東、アフリカ、中米地域にも進出しており、さらに存在感を高めている。こうした展開を下支えするのが、広範囲なマーケティング活動である。ロシアは、先進国および新興国の関係者が参加する国際会議にスピーカーやパネリストを送るだけでなく、しばしばスポンサーとして積極的に会議に参加している¹¹²。2017年3月にケニア・ナイロビで開催された国際会議やベルギー・ブリュッセルで開催された「欧州原子力会議」などに参加した他、原子力先端技術に関するセミナーをパラグアイで開催することなどを通して、潜在的な需要国におけるマーケティング活動を展開している¹¹³。

第二に、ロシア固有のビジネスモデルを確立している点である。ロシアは、Build-Own-Operate（BOO）というモデルを積極的に採用する方針を示している。これは、投資建設（Build）、所有（Own）、事業運営（Operate）を一括して行うモデルである。先進国では、リスクを恐れ同モデルの採用を行っていないが、ロシアは同モデ

¹⁰⁸ 栗田抄苗 2017 「ロスアトムのアジア事業展開とその傾向」 海外投融資財団、pp.8-9 および「原子力年鑑」編集委員会編、『原子力年鑑 2018』、日刊工業新聞社、p.347 参照

¹⁰⁹ 電力事業連合会、<https://www.fepc.or.jp/library/kaigai/kaigai_topics/1256745_4115.html>

¹¹⁰ 原子力産業新聞、2017年12月12日、<<http://www.jaif.or.jp/171212-a/>>

¹¹¹ *Ibid.*

¹¹² 「原子力年鑑」編集委員会編、『原子力年鑑 2018』、日刊工業新聞社、p.45

¹¹³ *Ibid.*

ルを採用する方針を示しており、第一号事例としてトルコのアックユ原子力発電所において同方式に基づいた事業が行われている。

第三に、導入国での国産化支援に注力している点である。導入国において、ロシアは、汎用的な周辺機器を国産化する支援から開始し、段階的に重要度の高い分野へと国産化の範囲を拡大するアプローチをとる。こうした国産化導入のプロセスにおいて、ロシアは、IAEAのNuclear Infrastructure Conceptへの適合を条件としており、品質保証や技術水準の担保に加え、法体系の整備状況に関する確認を実施する仕組みなどを取り入れている。これは、原子力産業を国産化したいと考えている新興国には歓迎されるアプローチであり、ロシアが国際展開を行う際の強みとなっている。

第四に、ロシア政府による財政支援である。バングラデシュの事例では、総工費の約8割をロシア政府からの融資とすることが政府間協定案で承認されている。さらに本融資では、28年間の償還期間と譲許的条件が提示されている。こうした財政面での政府支援は、エジプトでのエルダハ原子力発電所建設事業などでも提示されており、ロシアの国際展開を後押しする大きな強みとなっているといえる。

このように、ロシア政府による手厚い財政支援が行われている背景には、上述のとおり、原子力輸出が国家の重要な政策として位置づけられてきたことが挙げられる。2016年にロシア政府は、2030年までに原子力発電設備容量や海外での原子力発電所建設の更なる拡大を図る目標を掲げた。そして、同目標のもとロスアトム社は、国際市場におけるシェアの拡大を2030年までの戦略目標の一つとしている。具体的には、収益に占める国際事業によるシェアに関し、2015年時点では52%であったものを2030年には67%とすることを目標として掲げている¹¹⁴。こうした国際事業展開を後押しするために、ロシア財務省は、2016年5月に10年物のユーロ建國債（年率4.75%、総額17億5千万ドル）を発行し、外貨の資金調達にも乗り出している¹¹⁵。

このようなロシア政府の政策に基づき、実際に融資や政府保証を担っているのが、ロシア開発対外経済銀行（State Corporation “Bank for Development and Foreign Economic Affairs (Vnesheconombank)”、略称 VEB）である。VEBは、ロシア政府が100%出資する政策金融機関であり、国内開発金融および輸出信用などを担っている。VEBの優先業務の一つがロシアの輸出支援とされており、2016年には、31か国向けの輸出支援案件が実施された¹¹⁶。輸出支援案件向け総額は、2015年時点では4,850億ルーブル（2018年3月20日時点為替レートで約8,933億円）であったものが、2016年には8,750億ルーブル（約1兆6,116億円）まで増額しており、中でも融資総額は前年比203%増の8,070億ルーブル（約1兆4,863億円）を計上した¹¹⁷。同支援は、発電、運輸、原子力などの分野に対して行われていると2016年のVEB年次報告書では、記されているが、各分野の内訳等の記載はない。そのため、原子力輸出案件におけるVEBの実際の融資額、相手国、融資スキーム等の詳細は不明であるが、ロシアからの原子力輸出に伴う資金の大まかな関係性をまとめると以下の図のとおりといえる。

¹¹⁴ ROSATOM, “Performance of Rosatom in 2015”, p.15

¹¹⁵ ROSATOM, “Performance of Rosatom in 2015”, p.76

¹¹⁶ VEB, “Annual Report 2016”, p.28

¹¹⁷ VEB, “Annual Report 2016”, p.29

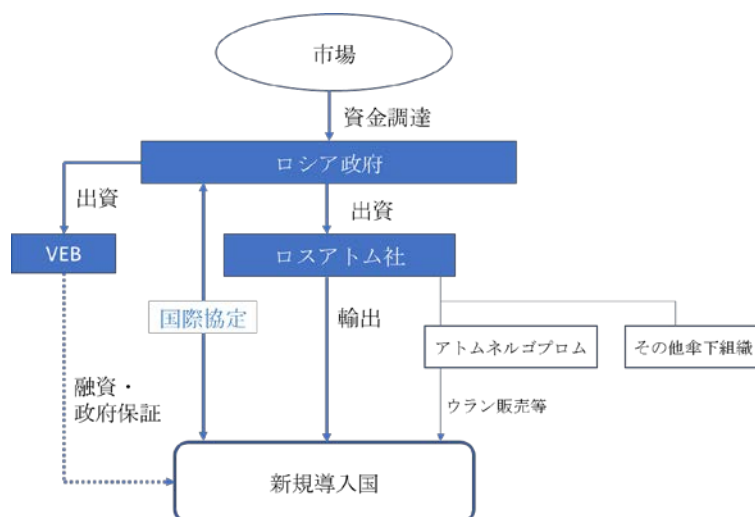


図 2-2 ロシアの財政的支援スキーム

(出所) 各種資料より日本エネルギー経済研究所作成

以上、ロシアは、先進国が進出しない地域での積極的な展開、BOO方式の採用、導入国での国産化支援、政府による財政支援を強みとして、原子力輸出を幅広く展開している。

本章では、中国およびロシアの有力市場を踏まえた上で、国際展開の強みを概観した。ここで浮き彫りにされたことは、両国とも政府による多面的な支援が実施されているという点である。中国およびロシアの有力市場である新興国の中には、中国やロシアから支援を受ける国や先進国からの支援を求める国など様々であり、その財政状況、燃料調達環境、使用済燃料の管理や処分のある方に関する考え方などは、国ごとに大きく異なる。こうした多様な考えへの理解を深め、それを踏まえた立場からのアプローチを行うために両国とも積極的なマーケティング活動を行い、財政面を中心とした具体的支援策を提示している。こうした姿勢が、国際展開を行う際の強みとなり得ることを中国とロシアの事例は示唆しているといえる。

第3章 バラカ・プロジェクトの現状と課題

3-1 プロジェクトの進捗状況

3-1-1 バラカ・プロジェクトの概要

バラカ・プロジェクトは、UAE で初となる原子力発電所建設計画である。同計画の本命はフランス企業連合（EDF、アレバ）とみられていたが、KEPCO を中心とした韓国企業連合が、同連合と日米企業連合（GE、日立、Exelon）を破り、2009年12月にUAEのENECから契約を受注した。

韓国の産学および研究機関が参画し開発したAPR1400（140万kW級）を2020年までに4基建設・運開させる契約で、原子力発電所の同時建設としては世界最大規模¹¹⁸、発電予定電力量はUAEの電力需要のおよそ25%にあたる。契約金額については、2009年12月のENECプレスで約200億米ドル（契約総額のうち多くの割合は固定価格契約）と公表されているほか¹¹⁹、2013年9月のOECD資料には、204億米ドル¹²⁰との記述が見られる。（その後、2016年10月にENEC・KEPCO間で融資組成に関する最終合意が成立、一夜費用・建設中利子・インフレーションに備えた予備資金を含むバラカ・プロジェクトのファイナンス総額は244億米ドルに確定した¹²¹。）

表 3-1 バラカ・プロジェクトの基本情報

発電所	電気出力(万kW)		着工年月日	型式	営業運転開始予定	所有者	運転者	主契約者	主な設備の供給者/工事事業者					
	ネット	グロス							原子炉系統	圧力容器	炉心	燃料	タービン	土建工事
バラカ1号	125	139	2012/7/18	PWR (APR1400)	2017年※	ENEC	ENEC	KEPCO	KEPCO E&C (System Design)	斗山重工業	KNFC	東芝/ 斗山重工業	現代・三星 合併会社	
バラカ2号			2013/5/28		2018年									斗山重工業
バラカ3号			2014/9/24		2019年									ウエスティングハウス
バラカ4号			2015/7/30		2020年									斗山重工業

（出所）日本原子力産業協会¹²²

※当初計画、現在、バラカ1号の運転開始予定日は、2018年に変更されている。

[参考1：バラカ・プロジェクトの資金調達金額]

244億ドル¹²³

・直接融資契約：196億米ドル

[内訳]

Department of Finance of Abu Dhabi：最大162億^{※1}米ドル

KEXIM：25億米ドル

UAEの商業銀行および国際商業銀行^{※2}から計2.5億米ドル

※1 建設期間中の資材高騰への備えとしての余裕分を含む。

※2 National Bank of Abu Dhabi, First Gulf Bank, HSBC and Standard Chartered

・出資：47億米ドル（出資比率はENEC82%、KEPCO18%）

¹¹⁸ Korea.net HP,2016/4/20, <<http://japanese.korea.net/NewsFocus/Business/view?articleId=135453>>

¹¹⁹ ENEC, News,2009/12/27, 'UAE Selects Korea Electric Power Corp. as Prime Team as Prime Contractor for Peaceful Nuclear Power', <<https://www.enec.gov.ae/news/uae-selects-korea-electric-power-corp-as-prime-team-as-prime-contractor-for-peaceful-nuclear-power>>; OECD/NEA (2013), 'THE BARAKAH NUCLEAR POWER PLANTS, THE UNITED ARAB EMIRATE', <https://www.oecd-nea.org/ndd/workshops/wpne/presentations/docs/4_2_KIM_%20Barakah%20presentation.pdf>; World Nuclear Association HP, 'Nuclear Power in the United Arab Emirates', <<http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-t-z/united-arab-emirates.aspx>>, <<http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-t-z/united-arab-emirates.aspx>>

¹²⁰ OECD/NEA (2013), 'THE BARAKAH NUCLEAR POWER PLANTS, THE UNITED ARAB EMIRATE', <https://www.oecd-nea.org/ndd/workshops/wpne/presentations/docs/4_2_KIM_%20Barakah%20presentation.pdf>

¹²¹ ENEC, NEWS,2016/10/20, 'ENEC and KEPCO Announce Financial Close for Barakah Nuclear Energy Plant', <<https://www.enec.gov.ae/news/enec-and-kepc-announce-financial-close-for-barakah-nuclear-energy-plant/>>

¹²² 日本原子力産業協会（2017），『世界の原子力発電開発の動向2017』

¹²³ ENEC, NEWS,2016/10/20, 'ENEC and KEPCO Announce Financial Close for Barakah Nuclear Energy Plant', <<https://www.enec.gov.ae/news/enec-and-kepc-announce-financial-close-for-barakah-nuclear-energy-plant/>>

[参考 2 : 韓国の原子炉製造能力とコスト競争力]

- 供給・製造能力¹²⁴
 - ・ PWR 年産 5 基 ※斗山重工業昌原工場の生産能力。

[詳細]

- 製造ライン数 : 3
- 圧力容器 : 36 か月で生産、年産 5 基。
- 蒸気発生器 : 年産 10 基。
- 韓国の原発のコスト (OECD アンケート、想定値)
 - 国内 : ①27 億米ドル¹²⁵
 - ※1,343MWe×\$2,021/kWe OECD・NEA が各国政府へ送付した質問表への回答。実績値ではない。
 - ②31.5 億米ドル ※新古里における APR1400 建設費想定¹²⁶
 - UAE : 244 億米ドル¹²⁷ (計 4 基) ※ENEC・KEPCO 間、融資組成の最終合意値。

3-1-2 進捗状況

(1) 当初計画

当初は、1号機を2017年5月、2号機を2018年、3号機を2019年、4号機を2020年にそれぞれ運開させる計画であったが¹²⁸、1号機に関しては、運開時期を2017年から2018年に延期することが2017年5月にENECから公表されている。ENECは、同公表文書の中で1号機の運開日を延長した理由について、「最高水準の原子力品質および安全水準達成を迫及」するために、「参照プラントである新古里原子力発電所3号機から得られた知識及び、ENEC、ナワエエネルギー社および国際的専門家による一連の評価に従って」決定したものであるとしている¹²⁹。

[参考 : バラカ・プロジェクトと新古里3・4号機]

バラカ・プロジェクトで建設されるAPR1400の設計は、参照プラントである、新古里3・4号機の設計を基礎としているが、バラカサイトと特有の環境や周波数等韓国との相違点(例:「地震床応答スペクトル」「最終ヒートシンク温度」「周囲温度」「50Hz系統」)を考慮し、設計変更を実施している。また、福島第一事故後の安全解析書の更新に対応し、補助建屋への防水扉および代替交流電源のためのディーゼル発電機建屋の設置、非常用取水構造の導入など等の変更を実施し、全電源喪失や最終ヒートシンク喪失事象に対する頑健性を向上させている¹³⁰。

当初計画において、新古里3・4号機は、それぞれ2013年、2014年の商業運転開始を予定しており¹³¹、また、韓国側がUAEに対しAPR1400の安全性を保証するため、新古里3号機については、2015年9月までに

¹²⁴ 日本原子力産業協会 (2016) 「UAE バラカ・プロジェクトの進展と国民の原子力産業界への不信」 P33

<http://www.jaif.or.jp/cms_admin/wp-content/uploads/2016/04/korea_data160428.pdf>

¹²⁵ OECD/NEA (2015) „Projected Costs of Generating Electricity”

<<https://www.oecd-nea.org/ndd/pubs/2015/7057-proj-costs-electricity-2015.pdf>>

¹²⁶ CRS (2013), U.S. and South Korean Cooperation in the World Nuclear Energy Market: Major Policy Considerations’, p.11<<https://fas.org/sgp/crs/row/R41032.pdf#search=>>,

¹²⁷ ENEC, NEWS, 2016/10/20, “ENEC and KEPCO Announce Financial Close for Barakah Nuclear Energy Plant”, <<https://www.enec.gov.ae/news/enec-and-kepc-announce-financial-close-for-barakah-nuclear-energy-plant/>>

¹²⁸ OECD/NEA (2013), THE BARAKAH NUCLEAR POWER PLANTS, THE UNITED ARAB EMIRATE’, <https://www.oecd-nea.org/ndd/workshops/wpne/presentations/docs/4_2_KIM_%20Barakah%20presentation.pdf>

¹²⁹ ENEC, NEWS, 2017/5/5, ‘ENEC Announces Completion of Initial Construction Work for Unit 1 of Barakah Nuclear Energy Plant & Progress Update Towards Safety-led Operations’, <<https://www.enec.gov.ae/enec-announces-completion-of-initial-construction-work-barakah-unit-1-progress-update/>>

¹³⁰ OECD/NEA (2013), THE BARAKAH NUCLEAR POWER PLANTS, THE UNITED ARAB EMIRATE’, <https://www.oecd-nea.org/ndd/workshops/wpne/presentations/docs/4_2_KIM_%20Barakah%20presentation.pdf>

¹³¹ 同上

運転を開始することを誓約していたとの観測も流れている。しかし、同炉については、安全系制御ケーブルで検査結果の偽造が発覚したため取替作業が必要となり、営業運転の開始は、2016年12月20日と当初計画より大幅に遅れることになった¹³²。

(2) 現在の進捗状況

2018年1月4日付 ENEC の公表によると、バラカ・プロジェクトで計画されている APR1400 全4基のうち、1号機が試験段階¹³³、2～4号機の進捗率は、それぞれ96.83%、78.84%、59.47%となっている¹³⁴。

着工日からの経過日数と進捗率との関係と比較(図3-1)すると、2号機に関して、工期中盤(840～994日目)で若干の遅延傾向が見られるものの、工期後半(1,586日目)には、進捗率が急速に回復していることが分かる。また、3・4号機については、1号機を上回るペースで工事が進捗している様子が確認できる。

表 3-2 バラカ・プロジェクトの進捗状況

発電所	電気出力(万kW)		着工年月日	営業運転開始予定	状態・進捗率※
	ネット	グロス			
バラカ1号	125	139	2012/7/18	2018年	試験中
バラカ2号			2013/5/28	2018年	96.83%
バラカ3号			2014/9/24	2019年	78.84%
バラカ4号			2015/7/30	2020年	59.47%
4基合計					84.92%

(出所) ENEC

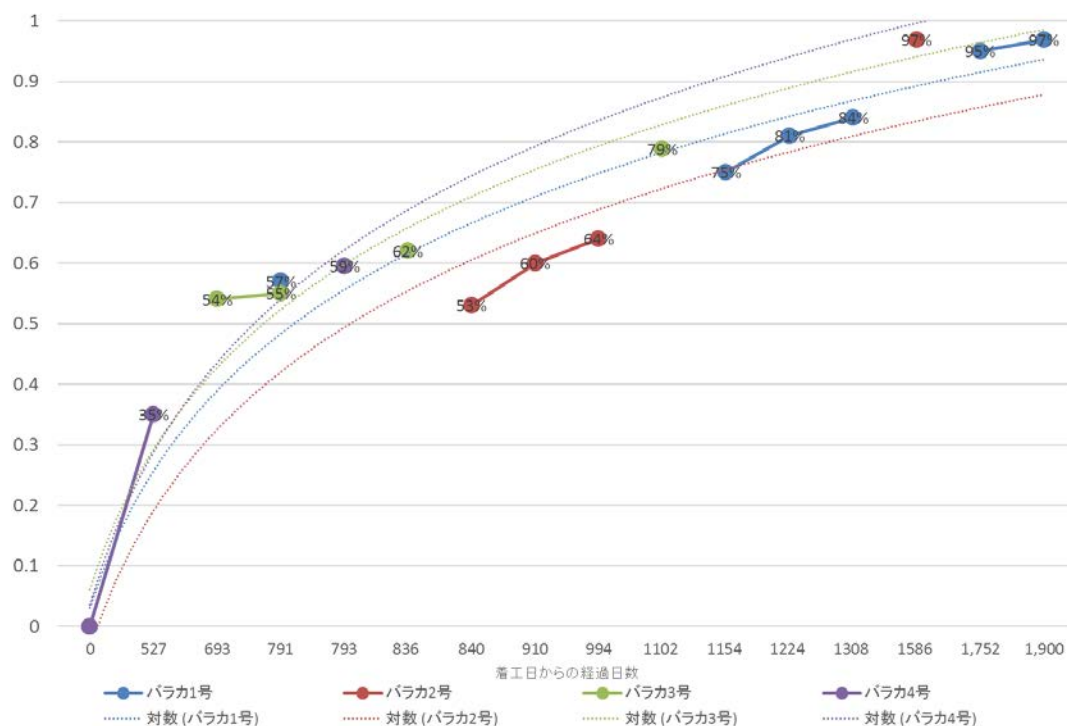


図 3-1 着工日からの経過日数と工事進捗率

(出所) ENEC 公表資料をもとに日本エネルギー経済研究所にて作成

¹³² 原子力産業新聞,2016/12/21,「韓国：新古里3号機が初のAPR1400として営業運転開始」<<http://www.jaif.or.jp/161221-a/>>

¹³³ ENEC, News,2018/1/4, 'ENEC Achieves Significant Construction Milestones in Development of Barakah Nuclear Energy Plant', <<https://www.enec.gov.ae/news/enec-achieves-significant-construction-milestones-in-development-of-barakah-plant/>>
原子力産業新聞,2018/3/27,「UAEで初号機の竣工式、供給国韓国と協力関係強化～」,<<http://www.jaif.or.jp/180327-a/>>

¹³⁴ ENEC, News,2018/1/4 'ENEC Achieves Significant Construction Milestones in Development of Barakah Nuclear Energy Plant', <<https://www.enec.gov.ae/news/enec-achieves-significant-construction-milestones-in-development-of-barakah-plant/>>

なお、ENECは2018年3月26日、バラカ1号機の竣工を発表し、韓国・文大統領も招いて現地で竣工式を行った¹³⁵。

3-1-3 課題克服の要因分析

バラカ・プロジェクトにおいては、受注・施工等の各段階における課題を解消するため、発注側 UAE、受注側の韓国の双方により様々な工夫が行われている。以下では、各段階における課題を取り上げ、課題克服のため講じられた手法について分析を行う。

(1) プロジェクト受注上の課題と克服要因

韓国によるバラカ・プロジェクト受注の成功要因に関しフランスの CERN や韓国エネルギー経済研究所等により詳細な分析が行われている。以下、韓国によるバラカ・プロジェクト受注成功の要因分析の概要について記載する。

まず、入札した建設コストが低かったこと、すなわち競合他社と比べて圧倒的な価格競争力があったことは言うまでもない。この低価格の入札には政治的プレッシャーが背景にあり、コストに見合わない無理な受注で利幅が縮小する懸念もあったが、まずは国際展開初号機の着実な受注を優先したと考えれば意味があったといえるであろう。UAE 側からみれば、韓国の納期、予算に関する提案は、韓国国内原子力発電所の良好な建設実績、インフラ建設分野における中東での豊富な実績とともに信頼できるものであったであろう。

また、建設・運転期間中のリスクを KEPCO 一社が担っているため、発注側にとってプロジェクト期間中の遅延や訴訟のリスクが低いことも有利に働くとともに、韓国チームは費用の 8 割程度を事前に一括払いするという条件を提示していたため、原材料価格の高騰等の一部のリスクについても、UAE 側は免じられていた。更に、李明博大統領が交渉期間中に UAE に 5 度の公式訪問を行ったこと、政府により金融・保険面で手厚い支援が行われたことも無視できない。

何より、国家戦略としての長期的視座からの意思決定が行われたことが最重要であろう。韓国企業の価格競争力と中東・北アフリカ地域の着実な電力需要の拡大により、同地域において KEPCO が先行者利益 (first-mover advantage) を得られることのメリットは大きい。この観点で、UAE における原子炉建設を無事完成させ、良い評判を築くことが重要との判断に基づき、断固たる姿勢で入札に臨んだことが勝因といえる。

受注後、実施段階に入ってからスキームとしては設計調達建設 (EPC) 方式による一貫したアプローチが取られた。初めて原子力を導入する国への電力インフラ技術の輸出戦略としては妥当であったと考えられる。今後のプロジェクトでは、プロジェクトマネジメントやメンテナンスも含む包括的な EPC 方式を有力候補として、条件や相手国の要望があれば他の方式 (BOT、BOO 等) も検討することが望ましいであろう。

一方では、韓国企業はコスト競争力が高いがファイナンス面のサービスが手薄であり、目下は技術開発よりもプロジェクト・ファイナンス手法の高度化を図る方が重要という指摘も K-EXIM などからなされている。また、人材育成や教育サービスを提供することも有効な戦略であろう。

これまでの韓国電力産業の東南アジアでの成功例をみると、例えばフィリピンではマラヤやイリハンの発電所計画の実績が良好な評判を生み、その後の受注成功につながっていると見られる。このような国で送配電インフラの改良プロジェクトを実施し、成功させれば、同じように送電ロスに悩んでいる他の ASEAN 諸国に対してアピールすることができる。ミャンマー事例の分析からは、プロジェクト・ファイナンスに関わる法的リスクに備えておくことの重要性が示唆されている。これらは原子力の海外展開にあたっても適用される重要な示唆であろう。更に、契約及びその後の実務を円滑にする意味では、輸出与信機関との密な連携も成功要因といえる。競合相手がいることも踏まえ、契約に向けた交渉を有利に運ぶための手段として、幹部クラスの政府職員や企業トップによる相手国訪問により、政府間と民間の双方で緊密な意見交換を続けていくことの効果も改めて確認された。

¹³⁵ GDNOnline HP, 2018/3/26, "UAE nuclear energy unit 1 construction completed"

<<http://www.gdnonline.com/Details/334363/UAE-nuclear-energy-unit-1-construction-completed>>

(2) プロジェクト施工上の課題と克服要因

バラカ・プロジェクト実施段階で顕在化した課題は、韓国企業当事者によると以下のとおりであったという。①想像以上の高温 ②外国人労働者 ③予想以上の UAE 安全基準の高水準。①は設計変更で対応し、②は教育の場を現地に作って現地言語で教育を行い、③は基準に適合するよう指摘の都度、設計対応した。韓国企業は得意分野に応じて KEPCO・KHNP・KAF（原子燃料）等役割分担していたが、その役割ごとに現地の作業員の教育も担当した。バラカ・プロジェクトではこのように一つ一つ対応し、解決してきたが、今後別のプロジェクトで IPP という形態が求められた場合にはリスクを精査する必要があるとも当事者は述べている。

受け入れる UAE 側の姿勢としてプロジェクトを成功に導いたと推測される要因は、UAE 政府の万全を期した開発及びレビュー体制である。2008 年頃から UAE 政府は、米国原子力規制委員会（NRC）や国際原子力機関（IAEA）の支援を得つつ原子力発電所の建設サイト評価を進め、2009 年 10 月設立の連邦原子力規制庁（Federal Authority for Nuclear Regulation: FANR）も主体的に参加してサイト条件を詰めていった。バラカでのサイト選定後、ENEC がまず行ったことは国際諮問機関（International Advisory Board: IAB）の設置である。原子力安全や核セキュリティ、核拡散防止や人材育成の専門家を先進国各国から招聘し、計画を円滑に進めるための助言を随時受けてきた。議長にはスウェーデンの元外務大臣で元 IAEA 事務局長でもある Dr. Hans Blix、委員には韓国の元科学技術省大臣である Dr. KunMo Chung や英国原子力公社名誉議長の Lady Barbara Judge など、各国を代表する名士が名前を連ねている。

併せて ENEC は原子力安全評価機関（Nuclear Safety Review Board、NSRB）を 2010 年 7 月に設立し、こちらにも元 NRC 委員長の Dr. Dale Klein を議長として招くなど先進国各国の原子力安全の専門家を招聘して、ENEC の許認可審査に関して技術的なアドバイスを受けてきた。IAB 及び NSRB 委員の国籍は米国、韓国、英国、日本、フィンランドと多様である。世界トップクラスの原子力安全や人材育成やプロジェクトマネジメント等の専門家のアドバイスを随時受け、先進国各国の規制機関や IAEA 等と密な連絡を取りつつ進めてきたことが、設計開始から運転開始までの驚異的なリードタイムにつながったと考えてもおかしくはないであろう。

アドバイスをを行う外部専門家だけでなく、ENEC は実務を遂行するマネージャークラスのポストにも、スウェーデンやドイツやスイス等の欧米先進国から多くの熟練技術者を採用し、彼らが十分な能力を発揮できるよう配慮もしている。母国で原子力新設の仕事が無くなった彼らにとって、ぶれない政策に支持された活気あふれる現場は魅力的な職場であろう。いわば、先進国の知見を積極的に歓迎し継続的に吸収してきたことが、バラカ・プロジェクトを成功させたと言える。

(3) 原子力人材の育成による課題解決とサプライチェーンの構築

韓国は、韓国国内および進出先等の原子力人材育成を強力に推進している。原子力分野で高度の教育を受けた人材が、同国によるバラカ・プロジェクト受注をはじめ、施工上の技術的な課題解決に貢献していると考えられる。例を挙げれば、ソウル国立大学（SNU）や韓国科学技術大学院（KAIST）からサウジアラビアへの教授派遣・研修生受け入れなど、韓国の研究・教育機関により、受注元の UAE や潜在顧客であるサウジアラビアに対し教育プログラムが提供されていることが挙げられる。これらの活動が受注の決まった UAE だけでなく、インドネシアやマレーシアなど今直ちに商業用原子力を導入する計画のない国とも研究分野で交流しているほか、SMART（注：次世代炉システム）で協力するなど、研究分野での協力を継続していることも注目すべき点である。

韓国は、今後のサプライチェーン構築にあたっては事業環境（ファイナンスを含む）と人材育成、とりわけ安全技術や廃止措置技術を担う、韓国が海外から信頼されるための人材が必須と考えている。1980 年代に建設したフィリピンの火力発電所では現在、韓国人は 4 人程度しかおらず残りはすべて現地の人々で運営されている。韓国企業はフィリピンに進出する際、高い給料を保証するだけでなく現地に病院を建設する等の労働環境を整備し、人材確保に努めた。同様に中国でも安定した収入を得られるべく継続的な努力をしてきている。

3-2 プロジェクトの課題（工事遅延と関係者間の係争）

前項に示したとおり、バラカ・プロジェクトの進捗は概ね順調に推移しているが、一部で工期遅延や関係者間の係争等、計画外事象が発生している。

工期に関しては、当初計画で2017年中に運転開始を予定していた1号機の営業運転開始予定が、2018年に変更されている¹³⁶。計画の変更理由について、ENECは、「最高水準の原子力品質および安全水準達成を追求」するために、「参照プラントである新古里原子力発電所3号機から得られた知識及び、ENEC、ナワエエネルギー社および国際的専門家による一連の評価に従って」決定したと述べている。バラカ・プロジェクトの参照プラントである新古里3号機の運転開始時期は、当初計画で2013年末とされていたが、同機の安全系制御ケーブルで検査結果の偽造が発覚したため取替作業が必要となり、2016年12月20日まで遅延している。同機については、韓国側がUAEに対しAPR1400の安全性を保証するため、2015年9月までに運転を開始することを誓約していたとの観測が存在する。バラカ・プロジェクトの建設・審査等に重要な知見を提供する役割を担う、新古里3号機の遅延が、バラカ・プロジェクトの進捗に波及した可能性がある。

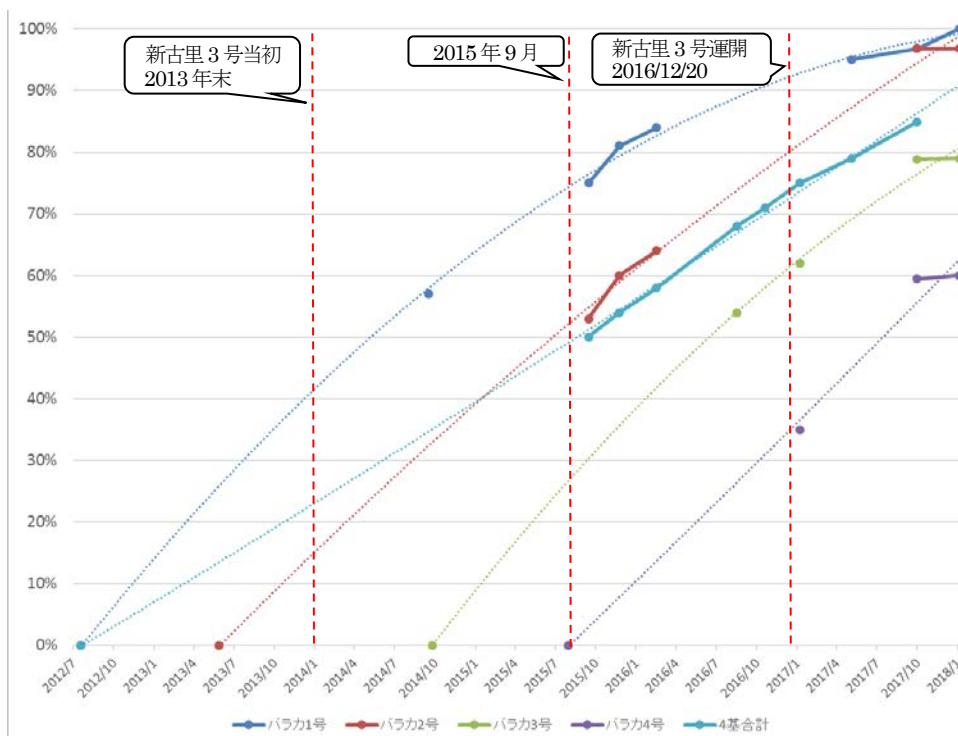


図 3-2 各号機の進捗状況

(出所) ENEC 公表資料をもとに日本エネルギー経済研究所にて作成

また、サムスン物産の事業報告書によれば、バラカ・プロジェクトの受注者の現代・サムスン合併会社は、設計変更および工期遅延等により損害を理由に、工事発注元の韓国電力を被告とした訴訟を国際仲裁のロンドン裁判所 (The London Court of International Arbitration: LCIA) に提訴 (訴訟価額 4 億 50 万米ドル)¹³⁷している。

上記訴訟は、2016年12月19日にLCIAに提訴されており、同日付近の日付の工事進捗率は、71~75%程度 (71% : 2016年10月20日、75% : 2017年1月7日) である。訴訟金額4億50万米ドルは、バラカ・プロジェクト全体のファイナンス総額244億米ドルと比較すれば、大きな金額であるとは言えない。しかしながら、バ

¹³⁶ 現地報道によると、バラカ1号機の運転遅延の理由は、ENECが、国際機構の評価と原子力の安全基準の充足、発電所職員の運転熟練度の強化が必要と判断したことによるものであるとされている。

東亜日報, 2017/12/27 「統領府、秘書室長のUAE訪問疑惑を説明」, <<http://japanese.donga.com/List/3/01/27/1171359/1>>

¹³⁷ サムスン物産, 「2016年事業報告書」, P.458, <<http://www.samsungcnt.com/report/businessInfo.do>>

ラカ・プロジェクトについて、同訴訟時点で25%～30%程度の工程が残存している点およびバラカ・プロジェクトの総事業費における現代・サムスン合弁会社の担当割合は、27.5%程度であり、同社以外の担当企業の状態が不明である点を踏まえると、工期遅延等の計画外事象による損失の総額が上記訴訟金額に留まらない可能性がある。このため、工事進捗を含めたバラカ・プロジェクトの今後については、引き続き注視していく必要がある。

なお、韓国電力は、同社の2016会計年度（第56期）有価証券報告書¹³⁸のバラカ・プロジェクトの収支に関する記載箇所但書において、「当社および ENEC（発注者）との契約上、UAEにおける原子力発電所建設計画に関する、契約日、契約上の完成日、工事進捗、未請求工事、減損損失をはじめとした関連情報の開示を、発注者の同意なく行うことを禁じられている。ENECはこれらの情報の開示について同意していない。したがって、当社は、開示した場合 ENEC から契約違反を理由とした訴訟が提起される恐れがあることから、K-IFRS（韓国版国際会計基準）1011.45.2(2)に基づくこれら情報開示を実施していない。また、当社は、これら情報について、有価証券届出書、投資目論見書または年次報告書において開示しておらず、監査委員会に対し、これら情報を財務諸表に注記し開示しないことを報告済みである。」と記載し、上記情報は非開示としている。（2011会計年度（第51期）～2015会計年度（第55期）における同社の有価証券報告書では同趣旨の記載は認められない。）

一方で、同社の2013年会計年度（第53期）有価証券報告書には、海外事業の取組みに言及した箇所において、「海外の原発開発事業分野は、福島原発事故後しばらく市場が冷却化したため、化石燃料枯渇、エネルギーミックスの多様化ニーズと気候変動への対応などを理由に、多数の国が原発導入のための入札を再開している。韓電は UAE 原発建設事業に関連して、2009年12月 UAE 原発を受注して以降、2011年11月の着工式を開催し、2012年7月1号機本館最初のコンクリート打設を起点に原子炉建屋、タービン発電機の建物などの建設が行われており、2013年末基準事業工程率27%と、当初スケジュールに基づいて滞りなく行われている。」と工事進捗率に関する記載が認められる。このため、2013年時点では、ENECによって工事進捗情報等の情報開示が同意されていた可能性がある¹³⁹。

役割り	スコープ	担当企業	割当価格(億ドル)
建設/管理	NSSS、蒸気発生器と他の主要コンポーネント	斗山（副契約者は東芝）	39
	土木工事	現代（主契約者）と三星	現代 31、三星 25
	技術・許認可支援	ウェスチングハウス社（WEC）	13
	設計・調達・建設（EPC）	韓国電力公社/ 韓国水力原子力（KHNP）	不明
訓練	UAE 側スタッフの養成	KHNP, KAIST	不明
設計	プラント設計と変更	KOPEC（現 KEPCO E&C）	不明
原発起動と初装荷燃料2回（3年分）	核燃料（2回＝3年分）	KNF（現 KEPCO KNF）	10
	初期の運転・保守	KHNP と KPS（現 KEPCO KPS）	12
資金調達	資金調達	KEPCO	不明
契約額			204

図 3-3 バラカ・プロジェクトの参加企業分担

（出所）日本原子力産業協会（2016）¹⁴⁰

表 3-3 バラカ・プロジェクトに関する契約関係の主な動き

¹³⁸ 韓国電力, 'FORM 6-K Current report of foreign issuer pursuant to Rules 13a-16 and 15d-16 Amendments SEC Accession No. 0001193125-17-091093', <<http://pdf.secdatabase.com/490/0001193125-17-091093.pdf>>

¹³⁹ 韓国電力有価証券報告書（第51期～55期）

<<http://home.kepcoco.kr/kepcoco/KE/E/htmlView/KEEBPP0010101.do?menuCd=FN270101>>;

¹⁴⁰ 日本原子力産業協会(2016), 「韓国の原子力開発 UAE バラカ・プロジェクトの進展と国民の原子力産業界への不信」

<http://www.jaif.or.jp/cms_admin/wp-content/uploads/2016/04/korea_data160428.pdf>

日付	事象	備考
2009/12/27	ENECがKEPCOを主請負業者に選定	<ul style="list-style-type: none"> ・契約総額約200億USD ・契約の多くの割合は固定価格契約
2016/10/20	ENEC・KEPCO間、融資組成に関する最終合意	<ul style="list-style-type: none"> ・総額244億USD 直接融資契約：196億USD Department of Finance of Abu Dhabi：最大162億※1USD KEXIM：25億USD UAEの商業銀行および国際商業銀行※から計2.5億USD ※National Bank of Abu Dhabi, First Gulf Bank, HSBC, Standard Chartered 出資：47億USD(出資比率はENEC82%、KEPCO18%)
	KEPCO・バラカ原子力発電所の運営管理に参加	<ul style="list-style-type: none"> ・KEPCOがENEC傘下の運営管理会社(Nawah Energy Company)株の18%を取得
2016/11/1	アブダビ水力会社とBarakahOneが電力受給契約を締結	<ul style="list-style-type: none"> ・60年間の電力受給契約を締結
2016/12/19	現代・サムスン合弁会社、KEPCOを提訴	<ul style="list-style-type: none"> ・4億50万USD(工期遅延・仕様変更等に起因)

(出所) ENEC 公表資料をもとに日本エネルギー経済研究所にて作成

3-3 国際展開を支える原子力人材育成制度

3-3-1 原子力人材育成制度の要件

原子力新規導入に向けた動きが相次ぐ中東において、安全やセキュリティを確保し、能率的かつ持続可能な形で原子力を運用するためにはキャパシティビルディングが不可欠であるという観点から、Brookings Instituteが中東(UAE、ヨルダン、トルコ)の人材育成についてケーススタディを行い、2012年にレポート¹⁴¹を公表している。ケーススタディは各国の関係者や要人、および国際機関の職員とのインタビューをもとに行われ、各国の人材育成制度を一定の枠組みに照らして評価するとともに、主要な課題とその解決のための勧告が示されている。その調査において用いられている人材育成の評価枠組みの概要を示す。

まず、人材育成の取り組みは多岐にわたるが、その要素は次のとおり：

- 労働力の計画 (Workforce Planning)：人材や能力の質および量について、円滑に原子力開発を進めるための要件を特定し、その要件に照らして現在のレベルを評価すること。
- トレーニングと教育 (Training and Education)：必要な労働力を特定し現状を把握した後、そのギャップを埋めるために、国内の職業訓練施設や教育機関に必要なプログラムを導入し、国内や外国の有能な人材を集めること。新規導入国の場合は国内の職業訓練・教育インフラの整備にコストと時間がかかる。ただし、民生用原子力開発に必要な人材のうち、大学卒業レベルであることが求められるのは20%から35%程度という見方もあり、必要な投資の見極めが重要である。
- リクルーティング (Recruitment)：リクルーティングは、教育プログラムへの入り口と専門職への雇用という2つの局面で行われ、労働力の計画が如実に反映される重要な要素である。そのため、リクルーティング戦略は厳格な成果主義に基づきつつ、その国の原子力利用の根拠となる価値観も反映されるべきである。
- ステークホルダエンゲージメント (Stakeholder Engagement)：IAEAによれば、ステークホルダエンゲージメントを行い、そのチャンネルを多様化することは原子力開発において何より重要である。人材育成に関しても、「原子力の仕事をすれば、安定した収入を得ながら社会にも貢献できる」と若い人が感じるようにするためには、市民社会との継続的かつ建設的な対話を通じて、原子力開発にかかる政府の意思や能力を示さなければならない。

効果的な人材育成戦略であるためには、上述の取り組みが次の基準を満たすことが求められる：

¹⁴¹ Brookings Institute, <<https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/nuclear-energy-middle-east-esi.pdf>>

- 能力 (Competence) :新規導入国にとって重要な能力は、国際的な原子炉市場において賢い消費者となり、国内法規および国際的ベストプラクティスに照らして良好な原子力開発プログラムとなっているか、監督できることである。とりわけ規制能力を確保することが重要で、導入初期は国外の専門家の力を借りることになって、自国の原子力施設の安全性をチェックする責任は最終的には他国に負えないことを認識しなければならない。「能力がある」という状態は、個人にスキルや経験が備わっているのみならず、所属する組織において個人の能力が十分に発揮されるような組織文化や安全文化が普及していなければ実現しない。
- 持続可能性 (Sustainability) :人材育成の持続可能性は、原子力利用にかかる人的資源を長期的に供給する能力を有しているか、という問題にかかわる。持続可能性を損ねる要因として、国外の専門家への依存が挙げられる。導入初期は国外の専門家の力を借りて安全かつ円滑に開発を進めるべきだが、今後、原子力先進国においても経験豊富な人材が不足する時代に突入する前に、自国の専門家を育てておく必要がある。さらに UAE では、労働力に占める外国人の割合が高く、普段から人員の流動性が高い上に、災害や経済危機によって人材が大量流出するといった事態を懸念しなければならない。また、人材育成の持続可能性は、その国の原子力プログラムが社会的、制度的にどれほど支持されているかに依存するため、メディアや NGO、オピニオンリーダーを含むステークホルダーとの良好な関係構築も欠かせない。

3-3-2 UAE 国内の人材育成の取り組み

UAE は 2008 年に民生用原子力利用に関する政策指針を打ち出し、ENEC や FANR の設置根拠を固めるとともに、原子力開発における人材育成の重要性を確認した。その後の取り組みは ENEC と FANR が主導し、国内外の学術機関および韓国企業が協力してあたっている。

(1) ENEC による取り組み¹⁴²

ENEC にはキャパシティビルディング、トレーニング、従業員開発の部署があり、広範でよく定義された人材育成の取り組みを行っている。ENEC によれば、2016 年までに 900~1000 人の「運転前スタッフ (pre-operation staff)」が必要であり、1 基が運転開始する 2017 年には「運転前スタッフ」と運転スタッフを合わせて 1400 人程度、全 4 基が運転開始する 2020 年には 2200~2500 人のパーマネントスタッフが必要となる¹⁴³。ENEC の試算では、原子力エンジニアでなければならないのは一部であり、その他に機械工学、電気工学、化学工学、パワーエンジニアリング、計算科学、および技師といった専門性を備えた人材が必要になる。そのため、次のような取り組みを行っている：

- 原子力エンジニアリングの学位：国内の原子力エンジニア養成の要となるのはハリファ科学・技術・研究大学 (Khalifa University of Science, Technology and Research: KUSTAR) とその国際的な提携機関である。ハリファ科学・技術・研究大学は、2017 年にマズダール科学技術研究所 (Masdar Institute of Science and Technology) とアブダビ石油大学 (Petroleum Institute) が合併してハリファ科学技術大学 (Khalifa University of Science and Technology: KU、ハリファ大学) となり、タイムズ誌のアジア大学ランキングでも好成績を収めている。KU には UAE 国民に限定した 2 年間の原子力工学修士課程プログラムがあり、座学のカリキュラムと自主研究プロジェクト、さらに経験を積むための実習がある。2018 年時点の関連サイト¹⁴⁴によれば、KU で原子力工学の学士号を取ることはできないが、副専攻として原子力工学を選択することができる。
- 奨学金制度¹⁴⁵：ENEC は KU、FANR、アブダビポリテクニク (後述) との連携の下、国内外の大学で原子力利用に関連する学位の取得のための奨学金制度を整備している。用意されているのは、学費の全額免除、毎月の奨学金給付、毎年のパフォーマンスに応じたボーナス、その他追加的な手当、配偶者や子

¹⁴² Brookings Institute, <<https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/nuclear-energy-middle-east-esi.pdf>>

¹⁴³ ENEC, FAQs, <<https://www.enec.gov.ae/discover/how-nuclear-energy-works/faqs/>>

¹⁴⁴ KU, Academics, <<http://www.ku.ac.ae/pages/undergraduate-programs>>

¹⁴⁵ ENEC, Careers, <<https://www.enec.gov.ae/careers/scholarships/>>

供に対する手当て、大学の規定に基づく医療保険、書籍購入用の手当て、海外渡航費（留学のみ）である。対象となるのは、国内大学の機械工学、あるいは米国の大学における化学工学、機械工学、電気工学、原子力工学に関する学士号取得、国内大学での原子力工学修士号取得、アブダビポリテクニクでの HDNT（次項参照）に参加する者。ただし、受給資格は UAE 国民に限られ、厳格な審査に基づいて選定される。

- 原子力技術の高等教育プログラム¹⁴⁶ : UAE の応用技術研究機関 (Institute of Applied Technology: IAT) では、高度な専門性をもつ原子力技術者やその他の運転要員を育成するため、ENEC と KEPCO や KHNP の協力の下、原子力技術の高等教育プログラム (Higher Diploma in Nuclear Technology: HDNT) と称する職業訓練制度を整えた。HDNT プログラムは IAT が管理する政府系教育機関「アブダビポリテクニク (Abu Dhabi Polytechnic: ADP)¹⁴⁷」の看板プログラムであり、新興技術分野の専門家を育てることが目的である。カリキュラムは KEPCO と連携して編成されており、一般的な学術的および技術的な履修項目に加え、韓国の APR1400 の現場で実習・研修も含む 3 年間のコースが用意されている。2011 年 9 月に 1 期生が入学し、2012 年 2 月に国外の専門家チームによるレビューを受けて正式に HDNT プログラムが認証された。HDNT プログラムは ENEC がスポンサーとなっており、修了生は ENEC への就職が約束されている。
- 原子炉主任運転員パイロットプログラム¹⁴⁸ ¹⁴⁹ : 管理職や現場監督に就く人材を育てるため、原子炉主任運転員パイロットプログラム (Senior Reactor Operator Pilot Program) が設けられ、ウェスチングハウス社の協力を得て、選抜された原子力エンジニアに対しプラントシステムの講義や 480 時間以上のシミュレータ訓練、韓国の APR1400 での現場研修等の運転に特化した教育等、合計 17 週間の濃密な訓練が行われている。2012 年に 1 期生がプログラムを終え、主要なプラントシステムの構成機器や制御、機械工学・電気工学・制御工学に基づくプラントの図面やグラフ、軽水炉運転に関わる熱力学や原子炉工学の諸概念、といった内容の理解を試す最終試験を経て、UAE 初の認可された原子力発電所の運転員候補となった。
- 組織文化 : ENEC によれば、同社では経験豊富な原子力の専門家の助言を得て原子力安全文化を設計・実施・保持している。ENEC の幹部によれば、透明性が高く風通しの良い職場づくりに注力しており、2011 年に IAEA の統合原子力基盤レビュー (Integrated Nuclear Infrastructure Review: INIR) で ENEC と FANR はともに良好な評価を受けている。
- リクルーティング : ENEC では従業員の仕事の水準やモチベーションの高さについても、一定の基準を満たすよう努めている。ENEC の奨学金制度の採用プロセスでは、精神測定や能力試験を含む厳格な審査が行われる。また、ENEC によれば同社に就職するための競争は厳しい。

(2) FANR による取り組み¹⁵⁰

FANR の人材育成制度には短期、長期の展望がある。短期的には、原子力利用にかかる包括的な法的枠組みおよび規制枠組みを確立し運用するために必要な人員をリクルートすることが課題である。この課題はほとんどクリアされているものの、外国人労働者の割合が高く、2012 年 5 月時点では 48%が UAE 国民で主に管理職を務め、52%が非 UAE 国民で実務の大半を担っている。このことを踏まえ、外国人労働者を活用しつつ、規制部門には高い専門性を備えさせた UAE 国民を配置できるよう、人材育成を進める計画である。一方長期的には、専門職の UAE 国民が大半を占める労働力によって、国外の専門家の助言を得ながら原子力利用を進める計画である。

¹⁴⁶ ENEC, News, 2011/3/13, <<https://www.enec.gov.ae/news/institute-of-applied-technology-enters-agreement-with-korea-hydro-and-nucle/>>

¹⁴⁷ Abu Dhabi Polytechnic, About ADPoly, <<http://www.adpoly.ac.ae/En/AboutADPOLY/Pages/default.aspx>>

¹⁴⁸ ENEC, Senior Reactor Operator Program, <<https://enec.gov.ae/news/senior-reactor-operator-program/>>

¹⁴⁹ ENEC, News, 2012/5/29, <<https://www.enec.gov.ae/news/enecs-first-class-of-emirati-nuclear-reactor-operators-complete-westinghous/>>

¹⁵⁰ Brookings Institute, <<https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/nuclear-energy-middle-east-esi.pdf>>

FANR の取り組みは IAEA の Techdoc 1254¹⁵¹で示されているガイドラインにおおむね則っており、セキュリティ、保障措置、放射線安全、原子力安全の 4 分野を中心に進められている。また、基本レベル、専門レベル、上級専門レベルの 3 区分が設けられている。

- 基本レベル：安全、セキュリティ、保障措置に関する基本的な概念のレベルで、その習得のためには国内での教育に加え韓国の KINS と韓国科学技術院（Korea Advanced Institute of Science and Technology: KAIST）と連携した修士課程の修了、リバプール・ジョン・ムーア大学と Risktec 社（英国を拠点として国際的に展開するリスクマネジメント・コンサルティング企業¹⁵²）の安全リスクマネジメントに関する大学院プログラムの通信講座受講、が求められる。また、GNEII プログラムを通じた教育もこのレベルに該当する。
- 専門レベル：より上級の運転員の監督のもとで、比較的単純な作業を行う人材を指す。このレベルの人材育成制度としては、検査官認証プログラム（Inspector Qualification Programme）、安全評価官認証プログラム（Safety Assessor Qualification Programme）、セキュリティ認証プログラム（Security Qualification Programme）、保障措置認証プログラム（Safeguards Qualification Programme）、緊急時対策・対応のための訓練プログラムが含まれる。
- 上級専門レベル：自主的に、自らの責任にもとづいて運転作業を行う人材を指す。現場での実践訓練を基調とし、FANR 全体で取り組んでいるメンター制度を活用して行われる。

FANR による主な取り組みは次のとおり：

- 韓国企業とのパートナーシップ：FANR のキャパシティビルディングの取り組みに関して、韓国企業との協力が強調されている。FANR では KEPCO の出向社員が調整等を行い、人材育成支援が行われている。
- 文化および知識のマネジメント：短期的な労働力の開発計画には多くの外国人労働者も含まれるため、FANR では UAE の職場環境や組織文化について外国人労働者に説明し、準備してもらうための取り組みを行っている。具体的には、新しく働き始める国際的スタッフに対する導入プログラムや、UAE の文化的背景に関する講習が整備されている。さらに、事務職を含む全従業員を対象として、原子力に関する基礎知識や安全文化の基本について学ぶプログラムが用意された。
- 知識マネジメント：FANR は組織全体で経験や知識を蓄積することの難しさに鑑み、これまで導入したトレーニングプログラム等の成果や教訓を集めたデータベースを作成している。また、IAEA の協力を得て品質保証のプロセスを定式化し、全従業員が利用できるように公開している。

(3) その他の国内の取り組み¹⁵³

ENEC と FANR による取り組み以外では、次のような人材育成制度が見られる：

- GNEII プログラム：湾岸原子力エネルギー基盤研究所（Gulf Nuclear Energy Infrastructure Institute: GNEII）は ENEC、FANR および KU が協力して進めているプログラムで、KU、サンディア国立研究所、テキサス A&M 大学の原子力セキュリティ科学政策研究所（Nuclear Security Science and Policy Institute: NSSPI）と提携し、教育、研究開発、さらに原子力安全文化・保障措置文化・核セキュリティ文化を推進するための地域拠点となっている。湾岸協力会議（Gulf Cooperation Council）の加盟国およびヨルダンから参加者が受け入れられている。注力しているプログラムとして、保障措置とセキュリティと安全に着目した「基礎コース（Fundamentals）」があり、16 週間にわたる教育プログラムと修了研究が課される。2012 年時点で少なくとも 22 人が教育プログラムを終えている。
- 二国間協定に基づく取り組み等：GNEII 等の国際的な取り組み以外にも、UAE とフランス、日本、韓国、英国、米国との二国間協定に基づく人材育成の取り組みが行われている。
- 情報公開とステークホルダーエンゲージメント：UAE は当初から市民への情報発信や市民参加の必要性に

¹⁵¹ IAEA, <https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_1254_prn.pdf>

¹⁵² Risktec, About us, <<http://www.risktec.tuv.com/about-us.aspx>>

¹⁵³ Brookings Institute, <<https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/nuclear-energy-middle-east-esi.pdf>>

ついて理解を示しており、公開セッションや政府系の新聞紙での特集を通じて取り組んできた。2011年6月に行われた750人の住民の意識調査では、85%が原子力は自国のために重要だと思っていると答えており、市民社会の成熟度や報道の自由といった文脈を踏まえなければならないものの、中東の他の国々に比べて充実したアウトリーチの成果が現れていると見ることができる。

- 高校生を対象とした取り組み：政府は、高校生も人材育成の重要なターゲットと位置づけ、SUDOプログラム（後述）や国内の高校への出張事業、また中学生や中学校教員向けの情報発信を行っている。

(4) IAEA との協働

UAEは2010年にIAEAと実務合意を締結して以来、国内のみならず、国際的な人材育成のための取り組みに協力してきた。具体的には、人材育成に関する国際会議の開催地となってきたほか、2017年にはUAEの主要大学がIAEAのコラボレーション拠点に認定された。

- 2010年の国際会議開催¹⁵⁴：2010年3月14～18日、IAEAによる「原子力発電利用の導入と拡大のための人材育成に関する国際会議（International Conference on Human Resource Development for Introducing and Expanding Nuclear Power Programmes）」の第1回会合がアブダビで開催されている。会議の内容について、ウィーンで開催された第2回会合に出席したUAEのIAEA大使の講演録¹⁵⁵によれば、第1回会合では、人材育成の普遍的な重要性が確認された。まず新規導入国にとっては、専門人材の供給を長期にわたって国外に依存するような計画は望ましくなく、国外の支援を得て開発を進めつつ、人材育成能力を養成することが重要であり、この観点からUAEの先進的な人材育成モデルが紹介された。続いて既に原子力を導入している国では、必要に応じて労働力を拡大できることが課題である。さらに原子炉輸出国となると、国内の専門人材の基盤を維持しつつ、技術を他国に移転するノウハウを有することや、専門人材の高齢化を防ぐことが求められる。同講演によれば、第1回会合の主な結論は次の3点：①リスク分析や法律や社会科学といったソフト面の専門教育を従来の原子力工学のカリキュラムに含めること。②原子力人材育成のために政府および社会からの強力なサポートが重要であるということ。③地方自治体、国、国際社会の各レベルで人材育成に取り組む、かつ相互に連携することが人材育成にかかる情報や資源の有効活用につながるということ。また、第3回会合は韓国の慶州で2018年5月28～31日に開催される予定¹⁵⁶。
- IAEA コラボレーション拠点の認定¹⁵⁷：2017年10月31日から2日間の日程でアブダビにおいて開催された「21世紀の原子力に関する国際閣僚級会合（International Ministerial Conference on Nuclear Power in the 21st Century）」に際して、KUを同地域におけるIAEAのコラボレーション拠点（IAEA Collaborating Centre）と認定することについて、IAEAとKUが合意し、法的拘束力をもつ合意文書への署名が行われた。今後、IAEAとKUは原子力発電インフラの整備や人材育成に関して、4年単位のプログラムを組んで緊密に連携することになる。とりわけ、近隣のIAEA加盟国の原子力開発や人材育成のための評価・プログラム整備の役割が期待されている。協力内容の中には、GNEIIプログラムの一部としての人材育成コースの整備も含まれており、ENECやFANRを始めUAE国内の関連機関がKUをサポートする。
- シャルジャ大学でのPWR訓練コース実施¹⁵⁸：2018年2月19～23日、UAEのシャルジャ首長国にあるシャルジャ大学（University of Sharjah: UoS）では、PWRの運転をパソコンでシミュレートする教材を使ったコースが実施された。同コースはIAEAが加盟国に提供する訓練プログラムの一貫で、シャルジャ大学が拠点となったことで、累計参加者が20か国・125人となった。

¹⁵⁴ ENEC, News, 2010/3/15, <<https://www.enec.gov.ae/news/abu-dhabi-to-host-international-conference-on-nuclear-energy-industry-human/>>

¹⁵⁵ IAEA, <<http://www.pub.iaea.org/iaeametings/cn215p/Monday/Plenary/OpeningSession/AlKaabi.pdf>>

¹⁵⁶ IAEA, Events, <<https://www.iaea.org/events/human-resource-development-conference-2018>>

¹⁵⁷ WNN, 2017/10/31, <<http://www.world-nuclear-news.org/NN-UAE-university-becomes-IAEA-Collaborating-Centre-3110174.html>>

¹⁵⁸ WNN, 2018/3/5, <<http://www.world-nuclear-news.org/RS-IAEA-brings-PWR-training-to-Middle-East-05031801.html>>

(5) 課題 ¹⁵⁹

UAE 国内の人材育成の取り組みにみられる主要な課題は次のとおり：

- **UAE 国民優先政策**：UAE では、安価な石油の供給によって成り立つ国内産業と、石油および関連製品に特化した輸出を基盤とするモノカルチャー経済を改革し、多様で持続可能な経済基盤を獲得することが国全体の課題となっている。そのための主要な取り組みの一つが「UAE 国民優先政策 (Emiratization)」である。UAE の全住民に占める UAE 国民の割合は 2010 年半ば時点で 11%と推定され、その他の大多数は外国人労働者である。公的機関では UAE 国民の雇用が優遇されているため、60%～70%を占めているが、民間企業では UAE 国民は 10%以下に止まっている。対策として政府が民間企業の採用枠に UAE 国民割合の基準を設定しているが、人材不足により、多くの企業は違反金を払ってでも外国人労働者を採用し続けているため、状況は改善していない。このような雇用情勢における原子力産業の開発にはいくつかの課題が予想される。現状は公的機関でも民間部門でも、急速な開発目標に間に合わせるために国外の専門家を多く起用しているが、いずれ UAE 国民優先政策が原子力業界にも及び、採用枠に厳しい UAE 国民割合が課されてしまうと、優秀かつ経験豊富な外国人労働者よりも、業務遂行能力の劣る UAE 国民が優先されるようになり、原子力利用の安全性や健全性が損なわれる可能性がある。とりわけ、違反金を払ってでも外国人を雇う選択肢のない公的機関において、そのリスクが高いと考えられる。
- **教育レベルの品質管理**：開発計画に沿った労働力の創出と UAE 国民優先政策の実現のため、UAE では多角的な教育・人材育成プログラムを練っている。それらのプログラムはまだ黎明期にあるものの、原子力開発に求められる最低限の教育レベルを満たす人材の確保が困難であることを疑わせる兆候がみられている。例えば 2010 年の UAE 政府の人材育成関連機関による白書 ¹⁶⁰では、小学校 6 年生の男子生徒 100 人のうち、通常通り教育過程を終える人が 32 人、少なくとも 1 度留年する人が 47 人、教育課程から完全にドロップアウトしてしまう人が 21 人いることが統計学的に推計される、という報告がなされている。同白書では、高いドロップアウト率と公立学校の不十分なカリキュラムにより、一流大学で学ぶための最低限の教育を受けた人材が不足すると分析されている。現に、原子力関連の高等教育機関において、学生のレベルに合わせてプログラムの難易度が下げられたケースが少なくとも 1 件確認されている。原子力開発における優秀な人材のニーズと、国内の人材のレベルとのミスマッチは、UAE 国民優遇政策のターゲット達成や長期的な原子力開発の成功に影響を及ぼすだろう。
- **国内の他産業との競合**：アブダビの「経済ビジョン 2030 (Economic Vision 2030)」では非石油部門の GDP の目標として、2005 年の 41%から 2030 年に 64%を目指すとしており、半導体産業、航空産業、再生可能エネルギー産業といった複数の部門で開発を強化する方針である。産業側の人的資源に対するニーズが高まることで、原子力産業も少ない人材の奪い合いに巻き込まれる可能性がある。

3-3-3 韓国による UAE の人材育成の取り組み ¹⁶¹

(1) 協力の枠組み

2010 年 1 月 14 日、韓国と UAE の原子力開発協力における人材育成に関するプランが発表され、KUSTAR (現 KU)、IAT、KAIST、KEPCO、韓国人材開発サービス (Human Resources Development Service of Korea: HRD)、韓国開発研究院 (Korea Development Institute: KDI) の間で教育や人材育成における協力に関する多国間合意が締結された。合意内容によれば、両国関係者は UAE の民生用原子力開発にかかる研究、教育、および職業訓練のためのイニシアチブを発足させ、スムーズな技術やノウハウの移転に努める。具体的には、学生の交流プログラム、UAE での KAIST による講義、原子力工学・情報科学・IT・機械工学・電気工学・ナノテクノロジー・ロボティクス・エネルギーといった分野で新たな研究施設を立ち上げ、実践的な訓練プログラムといった活動が盛り込まれた。

¹⁵⁹ Brookings Institute, <<https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/nuclear-energy-middle-east-esi.pdf>>

¹⁶⁰ KHDA, <<https://www.khda.gov.ae/CMS/WebParts/TextEditor/Documents/KHDA-DSIB%20Annual%20Report%202010%20English.pdf>>

¹⁶¹ WAM, 2010/1/15, <<http://wam.ae/en/details/1395228543472>>

そもそも、KEPCO と ENEC の 2009 年の原子炉建設契約の締結は UAE の原子力人材育成戦略の基盤であり、契約内容にも訓練や人材育成に関する項目も含まれている。具体的には、ENEC の必要に応じて最大 60% の運転員を KEPCO が提供すること、ENEC の幹部に対する KHNP での研修 (UAE 国民限定)、経験豊富な韓国人運転員による UAE 訓練生へのメンター制度、等。

加えて、2016 年に締結された ENEC と KHNP の運転支援サービス契約 (OSSA) により、KHNP が経験豊富な運転員をバラカ発電所に派遣し、運転業務を請け負うナワエネルギー社 (Nawah Energy Company) をサポートすることとなった。2030 年まで、KHNP の専門職員およそ 400 人が派遣され、UAE の国内規制をクリアした後、バラカ発電所で支援にあたる。ENEC の CEO によれば、この契約を通じて KHNP が培った運転技術を吸収することが狙い¹⁶²。

この他、バラカ・プロジェクトを構成する個別の取り組みに関する人材育成の協力枠組みも見られる。2011 年 3 月 13 日にアブダビ技術・職業教育および訓練センター (Abu Dhabi Centre for Technical and Vocational Education and Training: ACTVET) と韓国プロジェクトマネジメント協会 (Korean Project Management Association: KPMA) が覚書を締結し、KPMA が誇るプロジェクトマネジメントに関するスキルを伝授するほか、KPMA をモデルとして UAE プロジェクトマネジメント協会 (Emirates Project Management Association: EPMA) の組織体制や機能を整備し、UAE 国内におけるプロジェクトマネジメントのための人材育成拠点として確立させることが取り決められた¹⁶³。

(2) 取り組みの例

- 原子力発電所の運転に関する訓練プログラム: 原子力発電所の運転に関する訓練プログラムは、ENEC や FANR といった UAE の実施主体が中心となって整備しており、カリキュラムの内容や研修の現場を韓国企業が提供する形で行われているものが多い様子。代表的な取り組みとしてはアブダビポリテクニクで行われている HDNT が挙げられる。
- サマープログラム^{164 165}: ENEC や KHNP、韓国プラントサービス (KPS) 等の関連組織の協力により、UAE 国内の学生が KEPCO の国際原子力大学院 (KEPCO International Nuclear Graduate School: KINGS) の施設に宿泊し、KAIST 等の韓国人学生とともに原子力産業について学び、研究施設や関連団体の見学や短期インターンを経験するプログラムが整備されている。プログラムの内容は講義、原子力発電所や関連施設の見学、発電所でのインターン等で、それに応じて期間も 2 週間から 6 週間程度のプログラムが存在する。訪問中のオフの日には韓国の名所を訪れ、文化的な交流も行う。比較的若い学生を対象とすることで、これから進路を決める学生に対して原子力産業で働く魅力を直接アピールする狙いがある。
- 高校生向けの SUDO プログラム^{166 167}: ENEC、IAT、KEPCO、さらにソウルのスド電気技術高校 (Sudo Electric Technical High School) の協働により、2010 年から恒例の高校生向け「SUDO プログラム」も行われている。これにより、UAE の高校生が夏季プログラムとして韓国を訪れ、原子力利用の基礎を学び、ナノテクノロジーやナノ科学等の様々な現場を見学し、さらに KEPCO で原子力発電所の運転に関する作業を経験することができる。
- 交換学生プログラム^{168 169}: 2014 年 5 月、原子力に限らないエネルギー分野での協力拡大や、第三国のエネルギー市場開拓に向け、両国の石油関連大手や、ソウル国立大学 (SNU) とアブダビ石油大学 (現 KU) の間で交換学生プログラムに関する合意が締結された。同年夏、2 人の韓国人が UAE のアブダビ石油大

¹⁶² ENEC, News, 2016/7/24,

<<https://www.enec.gov.ae/news/enec-and-khnp-sign-operating-support-services-agreement-for-the-barakah-nuc/>>

¹⁶³ ENEC, News, 2011/3/13, <<https://www.enec.gov.ae/news/uae-korea-sign-agreement-on-training-of-uae-youths/>>

¹⁶⁴ ENEC, Careers, <<https://www.enec.gov.ae/careers/scholarships/>>

¹⁶⁵ ENEC, News, 2016/8/20, <<https://www.enec.gov.ae/news/emirati-students-participate-in-enec-internship-program-in-south-korea/>>

¹⁶⁶ Brookings Institute, <<https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/nuclear-energy-middle-east-esi.pdf>>

¹⁶⁷ ENEC, News, 2011/5/11, <<https://www.enec.gov.ae/news/the-sudo-summer-internship-program/>>

¹⁶⁸ Yonhap News, 2014/5/20, <<http://english.yonhapnews.co.kr/search1/2603000000.html?cid=AEN20140520007100320>>

¹⁶⁹ Yonhap News, 2014/3/6, <<http://english.yonhapnews.co.kr/search1/2603000000.html?cid=AEN20140818007100320>>

学に大学院生として入学している。両名の交換留学にかかる全費用は UAE 政府が支給する。また、2015 年から SNU も UAE 学生を受け入れている。

二次利用未承諾リスト

報告書の題名 平成29年度原子力の利用
状況等に関する調査（韓国における原子力
政策転換に伴う動向に関する調査）報告書

委託事業名 平成29年度原子力の利用状
況等に関する調査（韓国における原子力政
策転換に伴う動向に関する調査・研究）

受注事業者名 一般財団法人 日本エネル
ギー経済研究所

頁	図表番号	タイトル
20	図 1-1	高温原子炉構造の解析モデル
23	図 1-2	組成物投入動物モデル画像
36	図 3-1	着工日からの経過日数と工事進捗率
39	図 3-2	各号機の進捗状況
40	図 3-3	バラカ・プロジェクトの参加企業分担
24	表 2-1	中国の原子力輸出実績および見込み
29	表 2-2	ロシアの原子力輸出の実績（運転中）
30	表 2-3	ロシアの原子力輸出の実績（建設中）
30	表 2-4	ロシアの原子力輸出の実績（契約締結）
30	表 2-5	ロシアの原子力輸出の実績（受注済み）
34	表 3-1	バラカ・プロジェクトの基本情報
36	表 3-2	バラカ・プロジェクトの進捗状況
41	表 3-3	バラカ・プロジェクトに関する契約関係の主な動き