

中東湾岸地域における電源開発の現状 ～クリーンエネルギー化の流れ



JCCME 投資アドバイザー 宮内 良尚

1. はじめに

2014年後半からの原油価格の急落を背景に、中東、特に湾岸産油国での再生可能エネルギーへのシフトが急展開を見せた。2008年の Masdar (Abu Dhabi Future Energy Companyのアラビア語略称) 設立、同年にアブダビで開催された第1回WFES (World Future Energy Summit) がその端緒であり、サウジアラビアも2010年KA-CARE (King Abdullah City for Atomic & Renewable Energy) を設立、新エネルギー・再生可能エネルギーへの転換でイニシアチブを取った。これに先立ち UAE は2007年のドルフィン・ガス・パイプライン完成により発電燃料のガス化を推進し環境負荷を低減、更にアブダビでは2009年に原子力発電所建設契約を締結し、発電燃料の更なるクリーン化を図った。サウジアラビアでは、2010年～14年の石油価格の高騰により、大きな外貨獲得源である液体燃料は輸出を優先させ、国内の発電燃料のガス化を進めた。しかしその後の石油価格下落、人口の増加を背景に各国とも国内の経済構造改革に着手、発電燃料の更なる多様化に臨んだところ、太陽光パネル価格の低化も相まって、一気に太陽光発電を中心とした再生可能エネルギープロジェクトが進む結果となった。今回はその急先鋒である UAE とサウジアラビアに焦点を当てて、近年の電源開発状況を整理してみた。

2. 湾岸諸国のクリーンエネルギー開発ターゲット：

湾岸6ヵ国が夫々掲げている再生可能エネルギーのターゲットは以下の通り：

1) アラブ首長国連邦：

2020年 アブダビ首長国・ドバイ首長国：再生可能エネルギー比率7%

2021年 アラブ首長国連邦全体：クリーン・エネルギー比率27% (原子力含む)

2040年 ラス・アルハイマ首長国：クリーン・エネルギー比率25～30%

2050年 アラブ首長国連邦全体：再生可能エネルギー比率50% (6%原子力含む)

2) サウジアラビア：

2024年 再生可能エネルギー比率27.3GW (20GW 太陽光 PV + 7 GW 風力 + 0.3GW 太陽光 CSP)

2030年 再生可能エネルギー比率35% (58.7GW=40GW PV+16GW 風力+2.7GW CSP+原子力2% (3GW))

3) オマーン：

2025年 再生可能エネルギー比率10%

4) カタール：

2020年 200-500MW 太陽光

5) クウェート：

2035年 再生可能エネルギー比率15% (5GW)

6) バーレーン：

2025年 再生可能エネルギー比率5%

2035年 再生可能エネルギー比率10%

クリーンエネルギーへの取り組み速度は各国まちまちであるが、アラブ首長国連邦とサウジアラビアが大きく先行しているのがわかる。案件の具体化ではオマーンがそれに続く形となっている。

3. 湾岸諸国のクリーンエネルギー主要案件：

国名	プロジェクト/Site名	タイプ	規模	現状
アブダビ	Barakah	Nuclear	5,600MW	建設中 (2020年完工予定)
	Noor Abu Dhabi/ Sweihan	Solar PV	1,177MW	2019年7月商業運転開始
	Shams 1	Solar CSP	100MW	2013年3月運転開始
	Al-Dhafra	Solar PV	2,000MW	入札中
ドバイ	Mohammed bin Rashid Al-Maktoum Solar Park Phase-I	Solar PV	13MW	2013年運転開始
	Mohammed bin Rashid Al-Maktoum Solar Park Phase-II	Solar PV	200MW	2017年3月運転開始
	Mohammed bin Rashid Al-Maktoum Solar Park Phase-III	Solar PV Solar PV	200MW 600MW	2018年5月運転開始 建設中
	Mohammed bin Rashid Al-Maktoum Solar Park Phase-IV	Solar CSP Solar PV	700MW 250MW	契約済み。2020年運開予定。 追加契約済み。
サウジアラビア	REPDO Round-1 Sakaka	Solar PV	300MW	建設中。2019年運開予定。
	REPDO Round-1 Dumat Al-Jandal	Wind	400MW	建設中。2022年運開予定。
	REPDO Round-2 Rafha	Solar PV	20MW	入札中。
	REPDO Round-2 Madinah	Solar PV	50MW	入札中。
	REPDO Round-2 Qurayat	Solar PV	200MW	入札中。
	REPDO Round-2 Rabigh	Solar PV	300MW	入札中。
	REPDO Round-2 South Jeddah	Solar PV	300MW	入札中。

	REPDO Round-2 Al-Faisaliah	Solar PV	600MW	入札中。
	REPDO Round-3 Yanbu	Wind	850MW	入札準備中。
	REPDO Round-3 Al-Rass	Solar PV	300MW	入札準備中。
	REPDO Round-3 Saad	Solar PV	300MW	入札準備中。
	REPDO Round-3 Wadi Al-Dawasir	Solar PV	70MW	入札準備中。
	REPDO Round-3 Layla	Solar PV	40MW	入札準備中。
	Umm Huwayd or Khor Duweihin	Nuclear	2,800MW	計画中。
オマーン	Dhofar Phase-I	Wind	50MW	建設中。2019年8月運転開始。
	Miraah Solar Thermal	Solar CSP Steam	1,021MW 6,000tpd	順次建設中。工期100MW+660tpdは2017年11月運転開始。
	PDO Amin	Solar PV	105MW	PPA 締結。2020年5月運開。
	OPWP Ibri II	Solar PV	500MW	PPA 締結。2021年6月運開。
	Mana I	Solar PV	500MW	計画中。
	Mana II	Solar PV	500MW	計画中。
	Dhofar Phase-II	Wind	150MW	計画中。
カタール	West Doha/Al-Kharsa'a	Solar PV	700MW	入札中。2021~22年運開予定。
	Mesaieed Waster to Energy	WtoE	35MW	2011年10月運転開始。
クウェート	Shagaya Phase-I	Solar CSP Solar PV Wind	50MW 10MW 10MW	2018年運転開始。
	Shagaya Phase-II/Al-Dibdibah	Solar PV	1,500MW	EPC 入札中。
	Shagaya Phase-III	Solar PV Solar CSP Wind	1,200MW 200MW 100MW	計画中。
バーレーン	Askar Landfill	Solar PV	100MW	2019年2月 PPA 締結。

出典：IRENA Renewable Energy Market Analysis GCC 2019他

4. アラブ首長国連邦：

アラブ首長国連邦のクリーンエネルギー化は後述のサウジアラビアに比べ方針に迷いがなく、計画が着実に実行に移されている。サウジアラビアに比べ国土・人口も小さく、システムもシンプルで地域的な違いも少ない事もその要因ではあるが、国内の外国人比率も高く、時間管理、契約遵守といった欧米風のマインドも根付いてきているせいでもあろう。その中で今後の開発計画と方針につき整理してみた。

1) クリーンエネルギーの方針：

(1) 連邦レベル：

2017年1月にEnergy Strategy 2050を発表し、クリーンエネルギーと化石燃料の電源比率を50：50とする事を発表。クリーンエネルギーの内44%を再

生可能エネルギー、6%を原子力で賄う事とし、化石燃料の内38%を天然ガス、12%をクリーンコールで賄う事で、化石燃料の温存を図ると同時に、環境負荷の低減に貢献する。

(2) アブダビ首長国：

2008年のMasdar設立によりクリーンエネルギー推進を図り、Masdar City内では化石燃料を使わないモデル都市の開発に着手した。2020年までに25%を原子力で、7%を再生可能エネルギーで賄う方針を立てたが、経済環境の悪化により、再生可能エネルギーの本格化にはMasdar設立から10年を要した。一方で、原子力は2009年に建設契約を韓国電力との間で調印、アラビア半島では初の原子力事業に乗り出した。

(3) ドバイ首長国：

2013年にDubai Integrated Energy Strategy 2030を発表。2030年までに5%を太陽光、12%を原子力、12%をクリーンコール、残り71%をガス火力で賄う計画。

2) 再生可能エネルギー：

ドバイ、次いでアブダビで、当時世界最大の再生可能エネルギーの開発が実施され、世界のリーダー的な存在感を増しつつある。アブダビでは2017年の Sweihan 1GWに続き、Al-Dhafraで2GWの開発計画を推進している。北部3首長国の電力・水供給をカバーするFEWAをEWECに取り込み、北部3首長国への電力・水の供給も担う覚悟を見せている。ドバイではいち早く発電燃料の多様化を進めている。クリーン・コールでの石炭火力の他、大規模CSP案件を推進し、250MWの水力発電の建設など新しい事に積極的にチャレンジしている。

3) 原子力：

前述の通り2009年に韓国電力連合と1,400MW 4基の建設契約を行い、建設工事も最終段階にある。技術的な問題がまだ残っている様だが、完成すれば5.6GWという巨大発電所となり、化石燃料の温存、CO2の削減等で大きく貢献する事になる。

4) 火力：

目先は再生可能エネルギー案件が優先的に開発されているが、Vision 2050でも明記されている様に、ガス火力の開発も順次行っていく方針。電力の安定供給は電力会社の使命でもあり、天候に左右されない火力発電所の重要性は今後も変わらない。

5. サウジアラビア王国：

1) 電源開発の迷走：

サウジアラビアの電源開発方針は2019年に入り漸く固まって来た模様だが、ここ

10年来迷走を続けてきた。地域大国のサウジアラビアが置かれている状況と今後の動向を読み解く為に、少しその背景・経緯を振り返ってみたい。

(1) 燃料の変化：

サウジアラビアの発電燃料は現状56%をガス、44%を石油由来（原油、重油、軽油）が使用されているが、石油埋蔵が東部に偏在している事より東部・中部では主としてガス、西部では液体燃料が主に使われてきた歴史がある。石油価格が低かった頃は、安価な原油や重油が使用されて来ていた（今でも発電燃料としての原油代金はアラビアン・ライトでもバーレル6.35米ドル程度）。統合後のSEC（サウジ電力）で計画された2000年代のIPP案件は西部では主燃料が原油（バックアップにガス）、中部では主燃料がガス（バックアップに原油）という状況であった。2004年に計画された電源開発計画（IPP）は以下の通り：

Project	Type	Capacity (MW)	Location	Completion (year)	Fuel (Primary)	Fuel (Secondary)
Muzahimiyah	C/C	1,725	Central	2011	Natural Gas	Crude
Rabigh 2	Steam	2,400 (+150MIGD)	West	2012	Crude	Natural Gas
Qurayyah 2	Steam	3,600 (+150MIGD)	East	2012	Natural Gas	Crude
Sulbokh	C/C	1,725	Central	2014	Natural Gas	Crude
Yanbu 2	Steam	2,400 (+150MIGD)	West	2015	Crude	Natural Gas
Shuqaiq 3	Steam	600 (+23MIGD)	South	2016	Crude	Natural Gas
PP 10	C/C	1,725	Central	2017	Natural Gas	Crude

C/C=Combined Cycle, MIGD=Million Imperial Gallon per day (for Delsalination)

(石油製品は当時一部輸入していた為重油は燃料として使用されていない)

その後の石油価格の高騰により、液体燃料は外貨獲得の為極力輸出に回す政府方針が出され、2000年代に入ってからにはガス焼き複合火力が主流になってきていた。サウジ産の燃料ガス代も長らく安価に据え置かれていたせいもあり（MMBTU 当たり0.75米ドル）、ガスが主流になった訳だが、年率5%前後の伸び率で人口が急増している事、国内産業の奨励等で電力需要が急激に増加した事でガスの供給が間に合わなくなり（同時にガスの石化原料化も進んだ事も影響）、ガス火力の計画は先延ばしにして2010年頃より西部では重油焼きの従来型大型火力の開発が進められた。2012年当時の電源開発計画は下記の通り：

SEC	IPP	Al-Jouf Splar (PV)	50 MW	太陽光	2019年
		Rafha Solar (PV)	50 MW	太陽光	2019年
SEC	EPC	Rabigh 6	2,555 MW	重油	2014年
		Jeddah South	1,980 MW	重油	2016年
		Shuqaiq	2,640 MW	重油	2017年
		Taiba ISCC (C/C+CSP)	3,780 MW	ガス+太陽光	2018年
		North Qassim C/C	1,800 MW	ガス	2019年
		Jeddah South Exp.	660 MW	重油	2020年
		PP15 Phase-1	1,800 MW	ガス	2020年
		Al-Hotah (Al-Kharj)	500 MW	ガス	2020年
		Ras Al-Khair Phase-1	1,800 MW	ガス	2020年
		PP15 Phase-2	1,800 MW	ガス	2021年
		Ras Abu Qumais Phase-1	1,800 MW	ガス	2021年
		PP15 Phase-3	1,800 MW	ガス	2022年
		PP16 Phase-1	1,200 MW	ガス	2022年
		Ras Al-Khair Phase-2	1,800 MW	ガス	2022年
		PP16 Phase-2	600 MW	ガス	2023年
		Al-Rays Phase-1	1,800 MW	ガス	2023年
		Taiba Phase-2	1,800 MW	ガス	2023年
		Ras Abu Qumais Phase-2	1,800 MW	ガス	2023年
		PP16 Phase-3	1,200 MW	ガス	2024年
		Al-Rays Phase-2	1,800 MW	ガス	2024年
Ras Abu Qumais Phase-3	1,800 MW	ガス	2024年		
SWCC	IWPP	Jubail 3	3,000 MW	ガス	2020年

その後、石油製品としての重油も温存の方向が出され、重油火力も Shuqaiq 以降は計画されず、ガス焚き中心に戻る方針となった。2000年代に打ち出されたガス・イニシアチブ・プロジェクトで非随伴ガスの開発に期待がかけられたのも背景にあったが、結局ガス・イニシアチブ・プロジェクトは期待した様な成果があがらず、随伴ガスに頼る構造に変化はみられなかった。上記案件リストにも太陽光発電が顔を出し始めたが、発電単価も高かった事や規模感の問題もあり注目される事はなかった。斯様に国のエネルギー政策の変更の度に電源開発計画も修正を余儀なくされて来た。

(2) 民間資本による電源開発 (IPP/IWPP) :

上述の如く2000年代は民間資本による電源開発を目指し、SEC も世界の主要国にロードショウをして回り、有力な IPP (独立発電業者) に対しサウジアラビアでの IPP 事業への参画を働きかけた。当時はオマーン、アブダビで IPP 事業が軌道に乗り、中東湾岸諸国での IPP 事業投資への安心感が醸成されてきた事もあり、サウジアラビアでも2006年から2014年の間に7件の IPP が成立した (アラムコグループ向けキャプティブ案件2件を含む)。しかし、リーマン

ショック後の石油価格の回復に伴い、方針が一転。SECの社長交代の時期とも重なり、自己資金による EPC での電源開発にシフト。民間資本による電源開発の大きな狙いに、発電事業の効率化があったが、サウジ政府の国庫も潤っていた事もあり、緊張感が緩んでしまい、結果として従来通り石油・ガスによる大型 EPC 案件の推進に戻ってしまった。油価下落に伴いあわてて IPP に戻そうとしたが、経済構造改革による電気料金の値上げの結果として電力需要の鈍化、SEC分割民営化シナリオの練り直し、燃料政策の変更などにより、再エネ以外の IPP/IWPP はユーティリティ目的での開発は未だ凍結されたままである。

(3) SEC (サウジ電力) の分割民営化：

2010年前後より SEC の分割民営化が議論される様になった。歴史的に発電事業は1930年代に東部と西部で民間企業が始めたものだったが、公共性の高さより乱立していた電力事業者を徐々に統合していき、2000年の SEC 設立で全国を1社でカバーする体制が出来た。しかし1970年代の地域統合会社への集約の頃から国営化が進んだ事に伴い、雇用の受け皿、補助金に守られた安易な経営体質が常態化していた為、SECへの統合に伴い経営効率化を推進する事となった。SECは送電に事業を絞り、発電事業と小売り事業（配電事業）を分割民営化する方針を出し、発電事業についてはポートフォリオのバランスを考慮した上で4社に分割、当初25%を民間企業に売却する案を提案し、海外の有力企業へのロードショウを実施したが、巨額投資にも拘らず経営の主導権を取れないとして企業の反応は鈍く、その後試行錯誤の上、民間比率を上げる事で再度提案を試みたものの、発電所ポートフォリオには玉石混交で古くて効率の悪い原油焚きガスタービンまで含まれている事、またポートフォリオバランスを優先して地域性を無視した事などにより民営化は頓挫。最終的に分社化はするものの、SEC100%子会社とするところに落ち着きつつあるが、これらの検討に10年近くを浪費する結果となった。

(4) K.A.CARE の実行力問題：

K.A.CARE (King Abdullah City for Atomic and Renewable Energy) はクリーンエネルギーの推進母体となるべく2010年に設立され、2030年までに太陽光を41GW (PV 16GW, CSP 25GW)、地熱1GW、風力9GW、廃棄物発電3GW、更に2032年までに原子力17GWを開発する計画を発表した。その後数々の調査を行ったが、計画が実行に移る事はなかった。結局、新国王即位後の2016年に National Transformation Plan の一環で再生可能エネルギー利用を2020年までに3.45GW、2023年までに9.5GW 開発するという新生エネルギー省が策定した計画に置き換えられ、K.A.CAREは主導的な立場を

外される事となった。電源開発では経験豊富なSECが実行力を見せるべく2017年3月に100MW PVの入札を実施したが、これも結局エネルギー省傘下に新たに設立されたREPDO (Renewable Energy Project Development Office) に取って代われ、同年 Sakaka 300MW PV 案件をもって漸く案件具体化の運びとなった。過去火力発電 IPP の実績もあった SEC も、プロジェクトの遅延体質が民営化の遅れで改善の期待が遠のき、結局エネルギー省に主導権を奪われた形となった。

(5) 省庁再編：

2015年の新国王の即位後、省庁再編が行われ、SEC を管轄していた水電力省が解体され、水部門は農業水環境省管轄となり、電力は石油鉱物資源省を母体として統合されたエネルギー工業鉱物資源省の管轄となった。従来水電力省傘下で奮ってきた裁量を、エネルギー資源を握る旧石油省傘下に移された事で自由度を失い、電源開発の主導権もエネルギー省に握られる形となり、結果として上述の通り再生可能エネルギーの開発もSEC が主導的に進められなくなった。

(6) 主導権の変化：

電源開発の主導権をSECから取り上げたエネルギー省も、皇太子直轄のPIF (Public Investment Fund) の介入で再生可能エネルギー開発の主導権争いに巻き込まれる事となった。REPDOによるRound-1案件の入札が漸く実施にこぎ着けた中、2017年10月に開催されたFII (Future Investment Initiative) で皇太子とソフトバンク孫会長との間で2019年中 (当初2018年中) の3GW、4.2GW 2件の太陽光発電開発とソフトバンク・ビジョン・ファンドによるSECへの出資が発表され、エネルギー省/REPDO案件への影響が避けられなくなった為だ。その後、2018年3月には200GWの太陽光発電の開発につき皇太子とソフトバンク孫会長の間で覚書が交わされ、辛うじてREPDOによるRound-1の太陽光は発注したものの、入札締切前だった風力案件は入札締切後に凍結。皇太子直轄のPIFが主導するソフトバンク案件の位置付け、REPDO案件との整合性と優先順位の調整に時間を要し、漸く折り合いをつけてRound-2の発表が出来たのが2019年1月。結果として再生可能エネルギー案件の推進が1年以上遅延する結果となった。

上述の様な様々な要因により遅延した再生可能エネルギーの開発だが、2019年に入り漸く整理がつき、Round-2の6件が一挙に入札に付され、Round-3の5件も年内入札の準備が進められている。エネルギー省とPIFのデマケもある程度できた模様で、今後サウジアラビアが湾岸地域の再生可能エネルギー開発をリードする役割

を担って行く事になるだろう。エネルギー省と工業鉱山省が別れた事による影響が出るのか、大臣の交代により燃料政策にまた変更が出ないか等不安要素もあるが、再生可能エネルギーシフトの大きな流れは変わらないだろう。

2) 原子力：

太陽光・風力といった確立された再生可能エネルギー技術以外は結局 K.A.CARE に残る形となり、前国王時代の2009年の原子力推進の宣言から10年が経ち、歩みは遅いものの、着実に前進してきている様だ。2010年の K.A.CARE 設立と同時にコンサルタント契約を締結して検討を開始、2013年に17GW 原子力発電の開発を発表（2032年まで）、同年立地の候補も選定（Jubail, Tabuk, Jizan）、Nuclear Holding Co. の設立も実施した。その後、17GW 開発計画は2040年まで後ろ倒しとしたが（直近のエネルギー省発表では2030年までに3GWを開発）、小規模原子力で具体的な進捗を見せている。2015年に KAERI（Korea Atomic Energy Research Institute）と Agreement を締結し、韓国の SMART リアクター（100MWe 以下）の潜在性の査定を行う事とし、実機の設置に関する契約も KEPCO E&C と結び、建設の準備に入った。90MW 小型原子力で4万トンの海水淡水化プラント稼働を商業化できれば、ガスタービン発電よりも発電単価を安く抑える事が可能になるかもしれない。一方でアルゼンチンの INVAP は PIF 傘下の Taqnia と提携し、CAREM 級（100MWe, 27MWe）の共同開発で合意した。2016年には中国の CNEC（China Nuclear Engineering Corp.）との間で高温リアクターの建設で合意。また、サウジアラビア国内でのウラン鉱山探査でも中国企業と合意書に署名した。

3) 火力：

火力発電所は現在下記が順次立ち上がって来ており、当面開発の予定は具体化していないが、巡礼や観光で賑わう事が期待される西部で増加する電力需要を賄う為、凍結されていたガス火力の復活が予想される。直近のエネルギー省発表でも、2030年までに118.3GW の火力案件開発が発表されている。

Project	Type	Capacity (MW)	Location	Completion (year)	Fuel (Primary)
PP13	C/C	1,800	Central	2018	Natural Gas
Shuqaiq	Steam	2,650	South	2018	Oil
Waad Al-Shamal	C/C+CSP	1,390	West	2018	Natural Gas&Solar
Jazan IGCC	Steam	4,000	South	2018	Vacuum Residue
Duba-1	C/C	550	West	2019	Natural Gas&Solar

Fadhili IPP	C/C	1,500	East	2019	Natural Gas
PP14	C/C	1,640	Central	2019	Natural Gas
Yanbu 3	Steam	3,100	West	2019	Oil
Total		16,630			
C/C=Combined Cycle, MIGD=Million Imperial Gallon per day (for Delsalination)					

サウジアラビアの電源開発は、ここ10年の迷走を見てもわかる通り不確定要素が多く、今後も変更される事があると思うが、潜在需要が高い事には変わりなく、今後も案件は継続的に具体化していくだろう。

*本稿の内容は執筆者の個人的見解であり、中東協力センターとしての見解でないことをお断りします。