

ゼロカーボン電源システムの安定化と技術・経済性評価 (Vol.2)

－ 2050 年のゼロカーボン電源に向けたシナリオ解析 －

概 要

2030 年および2050 年において経済的な電力を供給する、低炭素およびゼロカーボン電源（ZC 電源）構成を、電源モデルを用いたシミュレーションにより検討した。その結果2030 年の発電燃料由来CO₂（燃料CO₂）排出量を2013 年比で50%削減する場合は電力需要1,700TWh/y 程度まで、70%削減では1,400 TWh/y 程度まで現在の電力コスト水準以下で供給できることが分かった。さらに2050 年には電力需要が1,600 TWh/y であっても、ZC 電源構成が経済的に構築できた。また、設備投資の解析により、2030 年の燃料CO₂ 削減率を高めることで、2021 ～ 2029 年の新規設備投資総額を20 ～ 40 兆円程度増加できることが分かった。

表1 本提案書での電源構成モデル計算条件

ケース	A	B	C	D	E
年	2030				2050
コスト水準 [年]	2025				2030
発電燃料由来CO ₂ 削減[%] (2013年比)	36		50	70	100
慣性力比率下限 [%]	25	50	25		25
電力需要上限 [TWh/y]*	2,125	2,055	1,705	1,385	2,770
LNG発電	有				無
原子力発電	有**				無
石炭火力発電	有				無
PVポテンシャル [GW]	693				1,386
陸上風力発電ポテンシャル [GW]	262				262
洋上風力発電(着床)ポテンシャル [GW]	0				95
洋上風力発電(浮体)ポテンシャル [GW]	0				538
バイオマス発電賦存量 [TWh/y]	34				40
新揚水発電ポテンシャル [GW]	0				282
高温岩体発電ポテンシャル [GW]	0				21.7
NH ₃ タービン	無				有
地域間送電網強化	無				有

*各ケースのCO₂削減および慣性力制約にて達成できる電力需要の上限 (5 TWh/h刻みで確認)

** 一部、無で計算

表2 代表的な電源構成の発電量とコスト

ケース			A					C			D			E		
年		2018	2030											2050		
燃料由来CO ₂ 排出量削減率（2013年比）			36%					50%			70%			100%		
電力需要[TWh/y]		1,107	1,000	1,200	1,600	1,900	1,900 ^{***}	1,000	1,200	1,600	1,000	1,200	1,385	1,000	1,600	2,000
発電量[TWh/y]	原子力	62	0	0	0	149	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	石炭	924 [*]	237	138	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	既設LNG		110	277	376	355	356	285	292	251	238	230	199	—	—	—
	新設LNG	—	273	337	559	580	580	443	440	480	204	210	240	—	—	—
	水力	78	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
	太陽光	65	299	373	536	636	656	214	393	648	401	579	671	491	1,142	1,363
	風力（陸上）	11	29	35	119	186	296	0	36	221	119	165	284	443	558	558
	風力（洋上）	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	66	214	569
	地熱	2	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	111	111	111
	木質バイオマス	20	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	28	53	50	35
合計		1,162	1,050	1,262	1,693	2,008	2,010	1,044	1,263	1,702	1,064	1,287	1,525	1,256	2,166	2,727
利用量[TWh/y]	蓄電池	—	72	90	132	177	209	10	83	240	140	249	297	176	385	423
	揚水	10	0	0	0	0	2	0	0	1	0	1	8	93	247	370
	NH ₃ タービン	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	32	35
	蓄電池設備容量[GWh]	—	265	316	463	618	822	141	313	865	500	889	1,145	521	1,211	1,357
発電コスト[円/kWh]		13.9	10.0	10.3	10.9	11.4	11.6	10.7	10.7	11.6	11.4	12.0	13.0	13.0	15.0	16.6
送電費用[円/kWh]		1.0	0.6	0.7	0.6	0.6	0.7	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	1.6	2.0	1.9

*石油等も含む

**原子力発電稼働不可として計算

表3 2050年までの電源構成シナリオ

シナリオ	ケース		電力需要 [TWh/y]		燃料CO ₂ 排出削減 [%-2013年]	
	2030年	2050年	2030年	2050年	2030年	2050年
1	A	E	1,000	1,000	36	100
2	C				50	
3	D				70	
4	A		1,200	1,600	36	
5	C				50	
6	D				70	

表4 2021～2049年の新規設備投資額[兆円]

シナリオ	1	2	3	4	5	6
2021～2029年	LNG	12	14	9	15	15
	太陽光	20	14	28	26	27
	風力	2	0	12	3	3
	蓄電池	6	3	11	7	7
	その他	0	0	0	0	0
	小計額	41	31	60	51	53
2030～2049年	LNG	0	0	0	0	0
	太陽光	24	24	24	56	56
	風力	40	40	40	64	64
	蓄電池	10	9	11	22	22
	その他	31	31	31	53	53
	小計額	104	104	105	194	194
合計額	145	135	166	245	247	288

1. 電源構成と電力コスト計算

全国各地域での、季節ごとの代表日の1 時間ごとの電力需要を入力値とし、発電コストが最小となる電源構成を線形計画法により求めた。電源モデル計算条件を表1 に、各ケースの代表的な電力需要のもとでの電源構成の内訳とコストを表2 に示す。2030年では、すべてのケースで2018年の電力コスト(13.9 円/kWh [1])を下回った。2050年は送電費用を含めると、電力需要1,000TWh/y で2018年と同程度の15円/kWhとなった。

2. 設備投資、CO₂排出量の変遷

表2の電源構成に基づいた、新規設備投資額および

2050年までのCO₂排出量を、電力需要と燃料CO₂ 排出量削減率を組合わせて想定したシナリオごとに計算した(表3)。2049 年までの設備投資総額を比較すると(表4)、2030 年の燃料CO₂ 排出量を70%削減するシナリオ(3,6)の設備投資総額が、燃料CO₂ 排出量36%削減のシナリオ(1,4)の約1.1 ～ 1.2 倍程度となった。CO₂ 排出量削減を増やすことで、関連の市場が大きく活性化されることが分かった。また想定したシナリオでは、2050年には燃料CO₂排出はゼロとしているが、設備建設に伴うCO₂(建設CO₂)排出は残留する結果となった。ZC 電源の実現に向け、建設CO₂を抑制する産業面での技術開発がより重要になることが示された。

[1] LCS, イノベーション政策立案のための提案書, “ゼロカーボン電源システムの安定化と技術・経済性評価 (Vol.1)”, 科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター, 令和2 年3 月。