

## エネルギー基本計画の変遷と第5次計画の概要

計量分析ユニット 計量・統計分析グループ 野上一成

### 1. 第5次エネルギー基本計画（2018年7月閣議）

エネルギー基本計画とは、2002年6月に制定されたエネルギー政策基本法に基づき、政府が策定するものであり、「安全性」、「安定供給」、「経済効率性の向上」、「環境への適合」というエネルギー政策の基本方針に則り、我が国のエネルギー政策の基本的な方向性を示すものである。同計画は、第1次計画が2003年10月に、第2次計画が2007年7月に、第3次計画が2010年6月に、第4次計画が2014年4月に、続いて、第5次計画が2018年7月3日に閣議決定されており、4年程度の間隔で改訂が行われている。

今回の第5次計画は、2011年の東北地方太平洋沖地震以降に策定された2回目の改訂版である。原子力発電の稼働状況、北米からのLNG供給、再生可能エネルギー電源の普及等、エネルギー需給を取巻く環境が震災前後で大きく異なっており、それら状況変化がエネルギー基本計画にも反映されている。ここでは、エネルギー基本計画の背景となっているエネルギー需給状況をエネルギーバランス表で評価するとともに、エネルギー基本計画の変遷を取り上げながら、今年度策定された第5次計画の概要を整理する。ここでは特に、震災以降の動向に焦点をあてるため、第3次計画以降の計画に着目する。

### 2. エネルギー基本計画の背景となるエネルギー需給状況

#### (1) エネルギーバランス表に基づく需給状況の評価

エネルギー基本計画の変遷の整理に先立ち、各次の計画策定時点におけるエネルギーバランス表で、背景となっているエネルギー需給状況を評価する。第5次計画の場合、2017年8月から総合資源エネルギー調査会基本政策分科会等において検討が開始されているため、検討開始時点のエネルギーバランス表として2016年度のものを表1に示す。同様に、第4次計画及び第3次計画の背景として、2012年度及び2008年度のエネルギーバランス表を表2及び表3にそれぞれ示す。表1及び表2が震災後のエネルギーバランス表であり、表3が震災前のものとなる。

#### (2) 原子力発電の再稼働状況

東北地方太平洋沖地震以降、原子力施設は再稼働に先立ち、新規制基準に適合する必要がある、その大部分が停止状態にある。震災前は表3のように、原子力は $54,326[\times 10^{10} \text{ kcal}]$ （電気事業者及び自家発への全投入の23%）であるのに対し、震災後に関しては、2016年度（表1）及び2012年度（表2）のように、それぞれ、 $3,746[\times 10^{10} \text{ kcal}]$

表1 2016年度のエネルギーバランス表

単位：10<sup>10</sup> kcal

2016年	石炭	コークス等	原油	石油製品	天然ガス	都市ガス	水力発電	原子力発電	地熱	新エネルギー等	電力計	合計
一次エネルギー供給												
国内生産	778		502		2,967		16,317	3,746	652	18,695		43,657
輸入	121,480	1,386	174,034	42,561	110,297							449,758
一次エネルギー総供給	122,258	1,386	174,536	42,561	113,264		16,317	3,746	652	18,695		493,415
輸出		-708		-31,603								-32,311
在庫変動	-1,074		1,531	547	1,410							2,414
一次エネルギー国内供給	121,184	678	176,067	11,505	114,674		16,317	3,746	652	18,695		463,518
エネルギー転換及び自家消費												
電気事業者	-68,755	-5,426	-2,618	-8,782	-74,431	-5,006	-15,727	-3,746	-486	-5,173	79,951	-110,199
自家発電	-1,959	-1,692		-10,234		-3,374	-591		-12	-13,601	11,507	-19,956
石油精製			-173,603	170,497								-3,106
上記以外	-35,052	24,895	154	-6,775	-39,114	40,844	1			2,939	-8,066	-20,174
最終エネルギー消費計	15,418	18,455		156,211	1,129	32,464			154	2,860	83,392	310,083
産業部門	15,418	17,833		57,151	1,111	15,857			66	2,081	33,520	143,037
民生部門		622		21,827	18	16,524			88	779	47,978	87,836
運輸部門				73,853		83					1,894	75,830
非エネルギー				3,380								3,380

出所：エネルギー・経済統計要覧 2018

表2 2012年度のエネルギーバランス表

単位：10<sup>10</sup> kcal

2012年	石炭	コークス等	原油	石油製品	天然ガス	都市ガス	水力発電	原子力発電	地熱	新エネルギー等	電力計	合計
一次エネルギー供給												
国内生産	670		693		3,301		16,767	3,355	764	8,308		33,858
輸入	117,300	572	191,755	54,610	113,301							477,538
一次エネルギー総供給	117,970	572	192,448	54,610	116,602		16,767	3,355	764	8,308		511,396
輸出		-1,037		-25,273								-26,310
在庫変動	156		319	-1,198	-22							-745
一次エネルギー国内供給	118,126	-465	192,767	28,139	116,580		16,767	3,355	764	8,308		484,341
エネルギー転換及び自家消費												
電気事業者	-51,839	-4,170	-12,684	-21,623	-74,961	-1,499	-15,045	-3,355	-554	-1,350	76,592	-110,488
自家発電	-11,434	-2,478		-11,761		-4,326	-1,693		-34	-9,573	17,318	-23,981
石油精製			-179,577	179,633								56
上記以外	-39,025	26,964	-506	-8,179	-40,554	39,882	-29		1	4,940	-9,990	-26,496
最終エネルギー消費計	15,828	19,851		166,209	1,065	34,057			177	2,325	83,920	323,432
産業部門	15,828	19,224		57,291	1,043	17,250			76	1,418	34,186	146,316
民生部門		627		25,618	22	16,700			101	907	48,014	91,989
運輸部門				79,417		107					1,720	81,244
非エネルギー				3,883								3,883

出所：エネルギー・経済統計要覧 2014

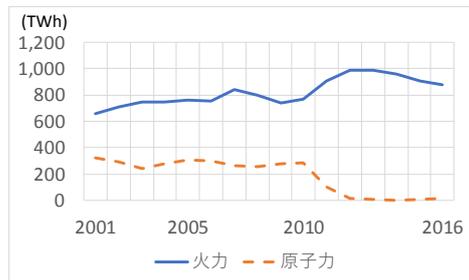
表3 2008年度のエネルギーバランス表

単位：10<sup>10</sup> kcal

2008年	石炭	コークス等	原油	石油製品	天然ガス	都市ガス	水力発電	原子力発電	地熱	新エネルギー等	電力計	合計
一次エネルギー供給												
国内生産	693		888		3,851		16,797	54,326	821	6,300		83,676
輸入	119,221	978	213,123	44,662	88,870							466,854
一次エネルギー総供給	119,914	978	214,011	44,662	92,721		16,797	54,326	821	6,300		550,530
輸出		-663		-32,876								-33,539
在庫変動	-3,072		-1,916	-288	-35							-5,311
一次エネルギー国内供給	116,842	315	212,095	11,498	92,686		16,797	54,326	821	6,300		511,680
エネルギー転換及び自家消費												
電気事業者	-50,486	-3,936	-7,510	-13,406	-53,969	-1,387	-15,199	-54,326	-575	-558	81,710	-119,642
自家発電	-9,405	-2,941		-9,916		-3,786	-1,597		-44	-5,264	16,201	-16,752
石油精製			-203,912	200,775								-3,137
上記以外	-41,723	27,277	-673	-8,398	-37,829	36,820	-1			3,466	-11,523	-32,584
最終エネルギー消費計	15,228	20,715		180,553	888	31,647			202	3,944	86,388	339,565
産業部門	15,228	20,033		65,872	871	15,176			87	2,834	36,195	156,296
民生部門		682		27,850	17	16,471			115	1,110	48,356	94,601
運輸部門				82,366							1,837	84,203
非エネルギー				4,465								4,465

出所：エネルギー・経済統計要覧 2010

図1 原子力及び火力発電の発電電力量



出所：電気事業便覧

図2 太陽光及び風力発電の発電電力量



出所：電気事業便覧

kcal]及び  $3,355[\times 10^{10}$  kcal]と、全投入に対して2%未満の水準にまで低下している。この原子力の供給力低下は、図1に示すように、火力発電の増強によって補われた。震災直後にはLNG火力及び石油火力の増強で賄われ(表2参照)、震災から5年が経過した2016年度(表1)の段階では、LNG火力は依然として高い水準に維持されているものの、石油火力は低減され、代わりに石炭火力が増大している。

### (3) 再生可能エネルギー電源の普及及び省エネルギーの進展

2009年11月の太陽光発電の余剰電力買取制度により、同制度導入前段階である2008年度(表3)から、導入後の2012年度(表2)にかけて、「新エネルギー等」が発電において全投入エネルギーに対して約2.7%から約5.0%の水準にまで拡大している。さらに、2012年7月に開始された固定価格買取制度(以下、FIT制度)により、この水準は8.7%程度 of 水準にまで上昇している(表1参照)。2001年以降の太陽光及び風力発電の発電電力量を図2に示す(同図は旧一般電気事業者等、電気事業者の発電電力量の総計であり、各世帯の屋根に設置されている太陽光発電システムからの供給分は含まれていない)。同図において、2012年のFIT制度の導入以降、特に、太陽光発電の導入が飛躍的に増大している。一方で、風力発電に関しては、風力発電設置にあたって必要となる環境アセスメント等が影響し、FIT制度の導入以降も、相対的に普及が停滞している。この現状に対処するため、環境アセスメントの迅速化に係る取組みがなされており、2018年3月には、NEDOが風力発電及び地熱発電を対象とした「環境アセスメント迅速化手法のガイド」を公表した。

また、国土交通省が2012年1月末から2月に実施した国民意識調査によると、震災以降、「節電意識の高まり」を感じた国民(43.8%)が、「防災意識の高まり」を感じた国民(52.0%)に次いで多く、国民の省エネルギーに対する意識が高まっていることが確認されている。この国民意識の変化はエネルギーバランス表にも表れており、2008年度(表3)から2012年度(表2)にかけて最終エネルギー消費(電力計)が約2.9%減少している(なお、この減少には、震災の影響のみならず、リーマンショック等の影響も一部含まれていると考えられる)。また、2013年の省エネ法改正を受け、2014年4月から需要サイドにおける電力需要の平準化に資する取組みが省エネルギー評価において勘案されるようになった

ところであり、今後、電力需要の平準化が進んでいくものと考えられる。

### 3. エネルギー基本計画の変遷 及び 第5次計画の概要

#### (1) エネルギー基本計画の構成

前述のような、各断面の我が国のエネルギー需給を取巻く環境を背景としながら、エネルギー基本計画はそれに応じた改訂がなされている。その構成に関しては、第3次計画及び第4次計画では、第1章で我が国のエネルギー需給の構造的課題を取上げ、第2章で2030年を目標年次とする基本方針(方向性)を示し、第3章で、基本方針を踏まえながら、より具体的なエネルギー政策(取組み)を展開する構成であった。それに対し、第5次計画では、第2章で2030年に向けた基本方針を示しながら、項目毎に具体的な政策を示す構成に変更されており、第3章は、「2050年に向けたエネルギー転換・脱炭素化への挑戦」として、長期的なビジョンをより明確に示す構成となっている。

#### (2) 我が国のエネルギー需給における構造的課題(第5次計画 第1章)

我が国はエネルギー資源の大部分を輸入に依存しており、エネルギー自給率が低いという構造的課題を抱えている。震災以降、原子力発電の稼働率等の減少により、2016年現在、エネルギー自給率は8%程度(第5次計画参照)に留まっており、表1のエネルギーバランス表においても、一次エネルギー国内供給の大部分を輸入に依存していることが再確認される。エネルギー自給率に加え、人口減少による需要構造の変化、温室効果ガスの排出量削減等に対する対応も、2003年10月に策定された第1次計画から引続き、第5次計画でも構造的課題として明記されている。また、アジア諸国を中心とする新興国のエネルギー需要の急増も、引続き、我が国の構造的課題として明記されている。第5次計画の第1章において、以下の4点が、我が国のエネルギー需給における主な構造的課題として明記されている。

- 資源の海外依存による脆弱性
- 中期的な需要構造の変化(人口減少)
- 資源価格の不安定化(新興国の需要拡大等)
- 世界の温室効果ガス排出量の増大

#### (3) 第5次計画に示される基本方針 及び エネルギー政策(第5次計画 第2章)

震災前の第3次計画から震災後の第4次計画にかけて行われた大きな方向転換は、原子力政策である。第3次計画で明記されていた、原子力発電の「新增設の推進」という方針が、第4次計画以降、「可能な限り原発依存度を低減する」という方針に変更されている。また、福島第一原子力発電所事故による深刻な被害と原子力発電の安全性に対する懸念を受け、原子力政策の方向性としては、いかなる事情よりも安全性を優先させ、原子力規制委員会の新規制基準への適合が再稼働の条件であることが明言されている。この方針

により、表3から表2に示したように、原子力エネルギーの発電用投入におけるシェアが23%程度から2%未満の水準にまで低下している。この方針は、今回の第5次計画でも引継がれており、再稼働は進められているものの、2016年現在(表1参照)、原子力のシェアは2%未満の水準に留まっている。

震災後、表1及び表2に示したように、この原子力の供給低下は、火力発電の増しにより賄われているが、震災直後は老朽化した火力発電の稼働率増大が課題となり、第4次計画では、そのリプレースや、電力の地域間融通の強化等を目的としたエネルギー供給網の強靱化を行うことを方針として示していた。特に、1979年第3回IEA閣僚コミュニケにおいて採択された行動原則において、ベースロード用の石油火力の新設、リプレースの禁止が定められている石油火力に関しては、老朽化が深刻であった。第5次計画の時点では、表1に示したように、老朽化した石油火力等への依存度が低減されており、国内の老朽化火力に係る記述は確認されない。

再生可能エネルギーに関しては、第5次計画においても第4次計画と同様、積極的に導入を促進する方針が明記されている。固定価格買取制度等により、表1、表2及び表3で確認されるように、発電において「新エネルギー等」が、全投入に対して約2.7%、約5.0%及び約8.7%の水準にまで順次、上昇している。これを受け、第4次計画における「再生可能エネルギー電源の導入加速」という表現が、今回の第5次計画では「再生可能エネルギー電源の主力電源化」という表現に変更されている。

また、第4次計画から第5次計画の間に行われたその他の大きな変化として、2016年4月の電力事業における小売全面自由化及び2017年4月のガス事業における小売全面自由化があげられる(2020年4月には、2013年4月閣議決定の「電力システムに関する改革方針」に基づき、法的分離方式の発送電分離が計画されている)。これを受け、エネルギーシステム改革推進の一環として、第5次計画では、ポスト電力自由化の取組みとして、送配電ネットワークの次世代化に向け、送電事業の効率化と並行して必要な送電投資を行うとともに、新たな制度改革の検討に着手することが明記された。

なお、第5次計画の第2章に示されている2030年に向けた政策対応を、上記の事項以外も含め、以下に示す。

- 資源確保の推進
- 徹底した省エネルギー社会の実現
- 再生可能エネルギーの主力電源化に向けた取組
- 原子力政策の再構築
- 化石燃料の効率的・安定的な利用
- 水素社会実現に向けた取組の抜本強化
- エネルギーシステム改革の推進
- 国内エネルギー供給網の強靱化
- 二次エネルギー構造の改善
- エネルギー産業政策の展開

## ▶ 国際協力の展開

### (4) 2050年に向けたエネルギー転換・脱炭素化(第5次計画 第3章)

前述のように第5次計画では、第3章を「2050年に向けたエネルギー転換・脱炭素化への挑戦」として、長期的なビジョンをより明確に示す構成となっている。同章では、主要な二次エネルギーである電気に係る方針とあわせて、明確な技術展開等は示されていないものの、水素化技術等にも取組み、脱炭素化を進めることが方向性として示されている。

第5次計画では、2050年という長期的視野においても、電気を主要な二次エネルギーとして位置づけている。脱炭素化に向け、太陽光発電や、風力発電等の変動再生可能エネルギーのさらなる導入が要求されるが、そのためには、デマンドレスポンス等、先進的な需給調整技術を導入する必要がある。大規模な国際連系線が整備され、変動再生可能エネルギーに対する許容量が大きな欧州においても、2016年現在、その導入比率は13%に留まっている(第5次計画では導入比率の定義が示されていないが、最終エネルギーに対する導入比率と推察される)。島国である我が国では、国際連系による変動再生可能エネルギーに対する許容量の向上を望み難いことも考慮すると、前述のような需給調整に係る技術革新が、今後、必然的に求められる。このような高度な情報技術に資するデジタル化技術に対して、蓄電及び水素化等の技術とあわせて取組むことが、今後の方向性として第5次計画 第3章に示されている。また、変動再生可能エネルギーは出力の不確実性に加え、エネルギー密度が低く、大きな敷地を要するというデメリットがあるが、我が国の面積的制約を克服するため、発電効率の抜本的向上を図る基盤の強化に取り組むとされている。

なお、第5次計画では、「主要国の比較」として、我が国のエネルギー需給を取巻く環境と類似している英国が取上げられ、同国が再生可能エネルギーの導入拡大、ガスシフト、原子力維持及び省エネルギー等の脱炭素化技術をバランスよく組み合わせ、CO<sub>2</sub>排出削減した成功例として示されている。

水素社会に関しては、化石燃料の利用を前提とした既存のエネルギーインフラの機能を損なうことなく実現することが不可欠であり、海外の再生可能エネルギーや、CCSを施した褐炭等を活用した、安価な水素を調達して脱炭素化に生かすことも考えられるとしている。一方で、「水素・合成ガス化システム」等の技術は、水力、地熱及び原子力といった、実用段階にある既存の脱炭素化エネルギーシステムと比較すると、現時点では開発段階である。これを踏まえ、科学的レビューメカニズムの中で、水素化技術のコスト、リスクの検証を継続し、脱炭素化に有効活用していくとしている。また、コスト検証に関しては、これまで、資源エネルギー庁において発電コスト検証ワーキンググループ等が設置され、「電源別のコスト検証」が行われてきたが、「脱炭素化エネルギーシステムでのコスト・リスク検証」に今後は転換していくとしている。

その他の方向性として、二国間オフセット・クレジット制度等を活用し、我が国の低炭素技術を国際展開していく等の方向性が示されている。また、エネルギーの地産地消を実現し、送電ロス低減等の観点からも脱炭素化に有効な分散型エネルギーシステム、スマートグリッド技術等の技術開発を展開するとともに、世界に提案していく姿勢で取り組んでいくとしている。

#### 4. 第5次計画に関連するその他の長期的課題

第5次計画で示されている2050年に向けた長期的ビジョンでは、脱炭素化が一つの重要なキーワードとなっている。この脱炭素化に資する技術は、大きく分けて、現時点で実用段階にある原子力及び水力といった技術と、さらなる技術革新が必要な変動再生可能エネルギー関連技術等(蓄電・デジタル化・水素化等)に分類される。我が国の現状を踏まえると、水力に関しては、大規模開発に適した地点の開発は既に完了しており、今後は中小規模水力の開発が中心となると考えられる。また、原子力に関しては、新規制基準に適合したものから順次、再稼働され、現行制度の運転期間である40年(運転期間延長認可制度で認可された場合は最大20年延長)運用された後、「可能な限り原発依存度を低減する」という方針に基づき、縮小されていくと考えられる。したがって、脱炭素化にあたっては、蓄電・デジタル化・水素化等の変動再生可能エネルギー関連技術の開発を世界に先行して展開し、我が国の優位性を維持しつつ、戦略的にエネルギー転換を進めていくことが求められる。

蓄電、デジタル化及び水素化といった技術は、太陽光発電、風力発電等の変動再生可能エネルギーを大規模導入する際に必要となる技術である。供給電力の品質は電圧と周波数に分けられるが、周波数は、電力系統に供給される電力と、電力系統上で消費される電力の同時同量が維持されることにより確保されている。変動再生可能エネルギーが大規模に電力系統に導入された場合、その出力に不確実性があるため、供給不足に対する出力変動補償と供給過多で生じる余剰電力に対処する必要がある。この過不足に対し、バッファ的な役割を担うのが蓄電システムである。一方、デジタル化技術は、需給バランス状況を迅速に伝送するとともに、それを電気料金に反映して、需要家側に消費を調節するインセンティブを与えるデマンドレスポンス等に有効な技術である。また、水素化技術は、余剰電力を水の電気分解に応用し、水素生産に活用といった技術である。しかしながら、これらの技術を実際の電力系統上で展開していくためには、これら単体の技術開発だけでなく、火力発電の出力調整能力の改善(より高速な出力調整及び出力調整下限の低減)等の周辺技術の開発・普及が必要となる。また一方で、デマンドレスポンスにおいて重要な役割を担うアグリゲーター等が持続的に活躍できる市場環境の整備等、事業環境も付随して整備していく必要がある。これらの課題に対しても同時進行で俯瞰的かつ多面的に対処し、戦略的にエネルギー転換を進めていくことが今後の課題である。

お問い合わせ: [report@tky.ieej.or.jp](mailto:report@tky.ieej.or.jp)