

電源の計画外停止率の調査結果

2018年3月5日

調整力及び需給バランス評価等に関する委員会 事務局

(余白)

- 電源の計画外停止率については、これまで旧日本電力調査委員会(以下「旧EI」)による調査結果を基に設定していたが、旧EIによる調査は、8月のLOLPによる評価のため、需要ピーク断面を対象としていた。また、主に旧一般電気事業者及び旧卸電気事業者を調査対象としていた。
- 2016年度の調整力及び需給バランス評価等に関する委員会において、必要供給予備力の検討については、太陽光発電の導入量増加等を踏まえ、EUEによる8,760時間を対象とした分析を軸に進めることとなったため、算定手法と整合した調査方法への見直し及び最新のデータへのアップデートを行うこととした。また、旧一般電気事業者及び旧卸電気事業者以外の電源が増加していることを考慮し、調査対象電源を追加した。

- 調査にあたっては、旧EIIによる調査方法からの変更、旧一般電気事業者以外の発電事業者を調査対象とすること、及び2017年度の必要供給予備力の算定スケジュールを踏まえ、まずは、調査項目を限定して開始※1することとした。

※1 計画外停止のデータが把握できていない太陽光及び新規制基準に適合して再稼働している電源が少ない原子力については、次回以降に対応を検討する。

風力は、出力変動に計画外停止等が考慮されていること、地熱は、火力と同等と考えられるため、調査対象外とする。

項目	調査対象		調査対象設備量※4
対象事業者※2	平成29年度供給計画の保有電源(平成29年度)の上位20社		—
対象電源	水力	自流式・調整池式 貯水池式	全台対象 2,003万kW/2,153万kW(93%)
		揚水式	認可最大出力5万kW以上 2,722万kW/2,747万kW(99%)
	火力	認可出力 10万kW以上※3 (コンバインドサイクルは全機)	15,102万kW/16,055万kW※4(94%)
対象期間	2014年度～2016年度(至近3カ年)		—

※2 調査対象の発電事業者については、次回以降、段階的な範囲拡大を検討

※3 今後、10万kW程度の小規模火力の増加が予想されるため

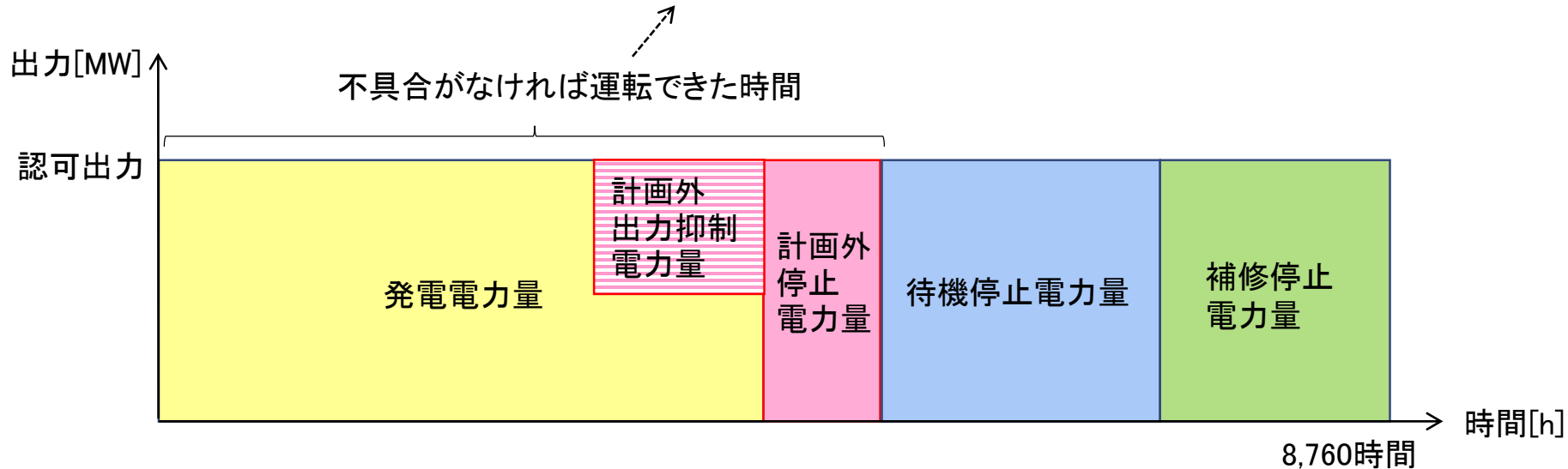
なお、予備力算定に影響すると考えられる高出力ユニット(50万kW程度以上)は上位20社の保有電源に含まれている

※4 分母は、水力は全発電事業者、火力は保有電源10万kW以上の発電事業者の年度末設備量

- 計画外停止率の算定は、8,760時間の分析を電力量により行うこととし、具体的には対象電源に応じて、以下の算定式から求めた。

【火力】

$$\text{計画外停止率} = \frac{\text{認可出力[MW]} \times \text{計画外停止時間[h]} + \text{計画外出力抑制量[MW]} \times \text{出力抑制時間[h]}}{\text{認可出力[MW]} \times (\text{運転時間[h]} + \text{計画外停止時間[h]})} \times 100[\%]$$



➤ 計画外停止時間

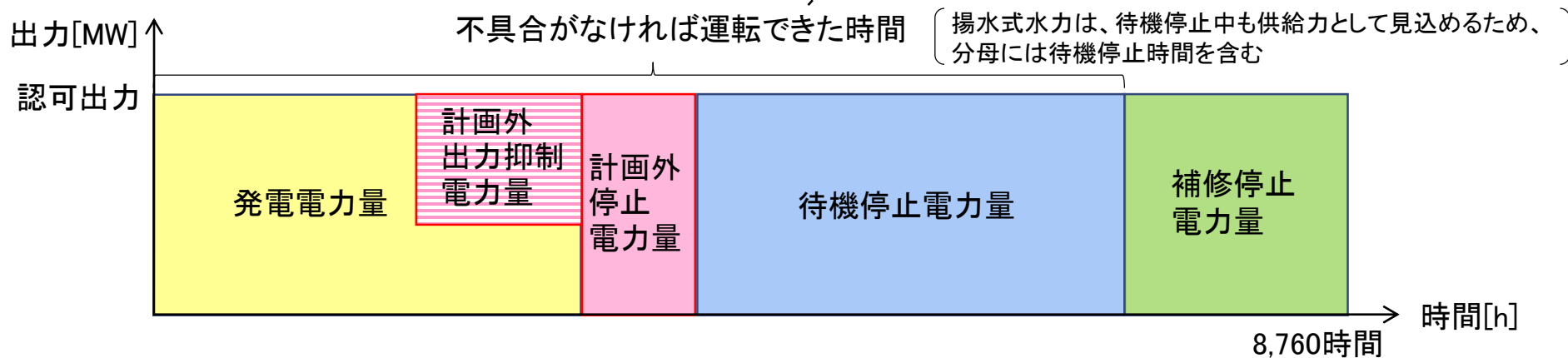
当日の実運用段階において、ユニット自身の事故又は他の原因(たとえば送電線事故)の発生によって、即時にあるいは可及的速やかにユニットを系統から切り離したり、修理のために停止した時間

➤ 計画外出力抑制時間

当日の実運用段階において、タービン・ボイラ・その他の故障により出力を抑制して運転した時間

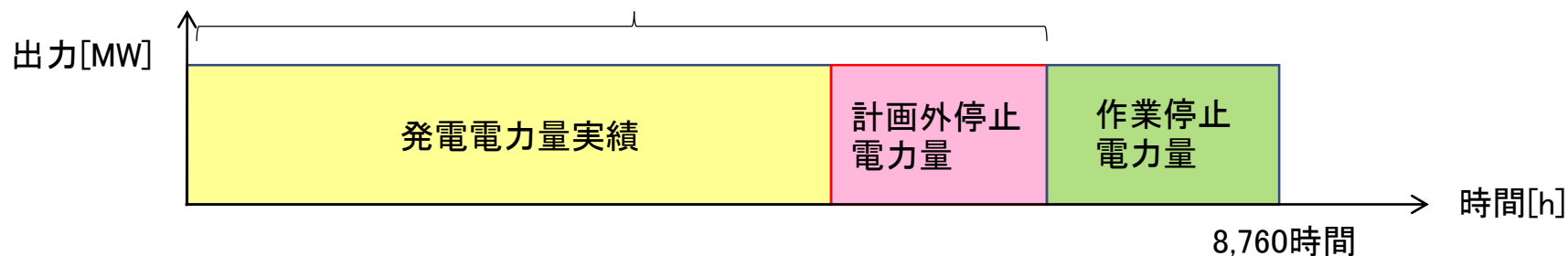
【揚水式水力】

$$\text{計画外停止率} = \frac{\text{認可出力[MW]} \times \text{計画外停止時間[h]} + \text{出力抑制量[MW]} \times \text{出力抑制時間[h]}}{\text{認可出力[MW]} \times (8,760 \text{ [h]} - \text{補修停止時間[h]})} \times 100[\%]$$



【一般水力(自流式・調整池式・貯水池式)】

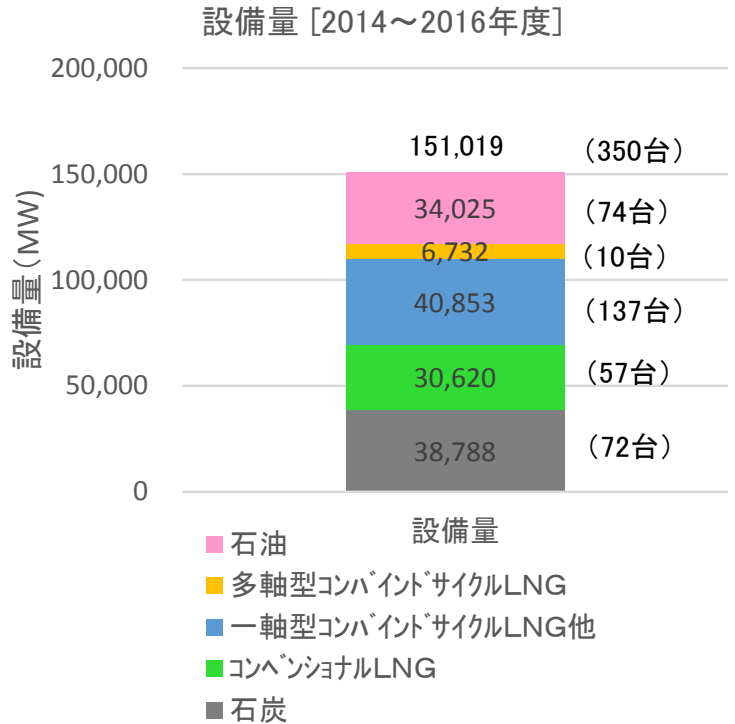
$$\text{計画外停止率}^* = \frac{\text{計画外停止電力量[MWh]}}{\text{発電電力量実績[MWh]} + \text{計画外停止電力量[MWh]}} \times 100 [\%]$$



* 一般水力は、発電機台数が多くユニット単位での集計作業量が膨大になることから、一般水力全体の電力量から算出した。

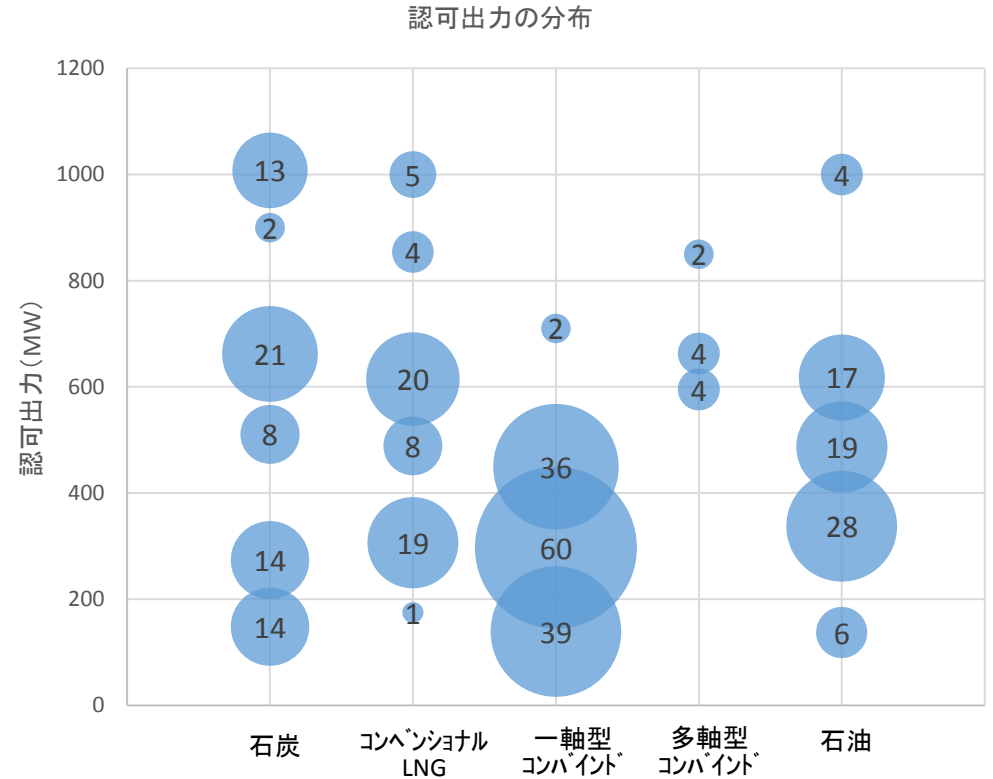
【火力】

(1) 調査対象設備量



()は電源台数(多軸型は1系列を1台として計上)

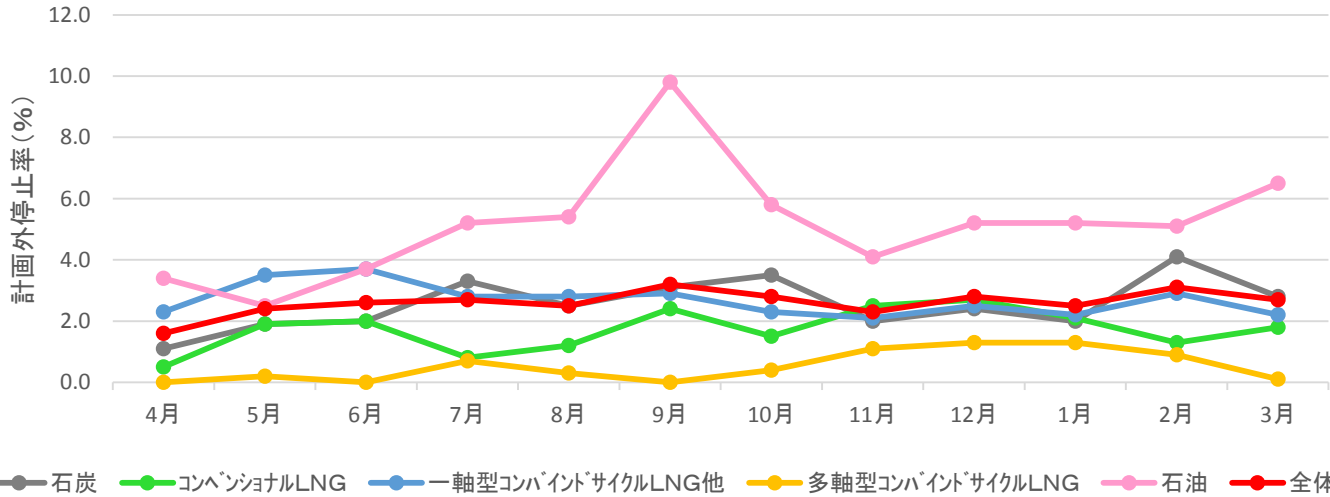
(2) 発電種別の認可出力の分布



数値は電源台数

(3) 月別・発電種別計画外停止率

月別計画外停止率 [2014~2016年度]



- ✓ 月別では、計画外停止率(火力総合)の傾向に違いは見られなかった。
- ✓ 発電種別では、石油火力の計画外停止率が火力総合2.6%に対して、5.0%と高くなっている。これは同じ計画外停止時間でも稼働率が低いと計画外停止率が高くなる(計画外停止率算定式の分母が小さくなる)ことが一因であると考えられる。

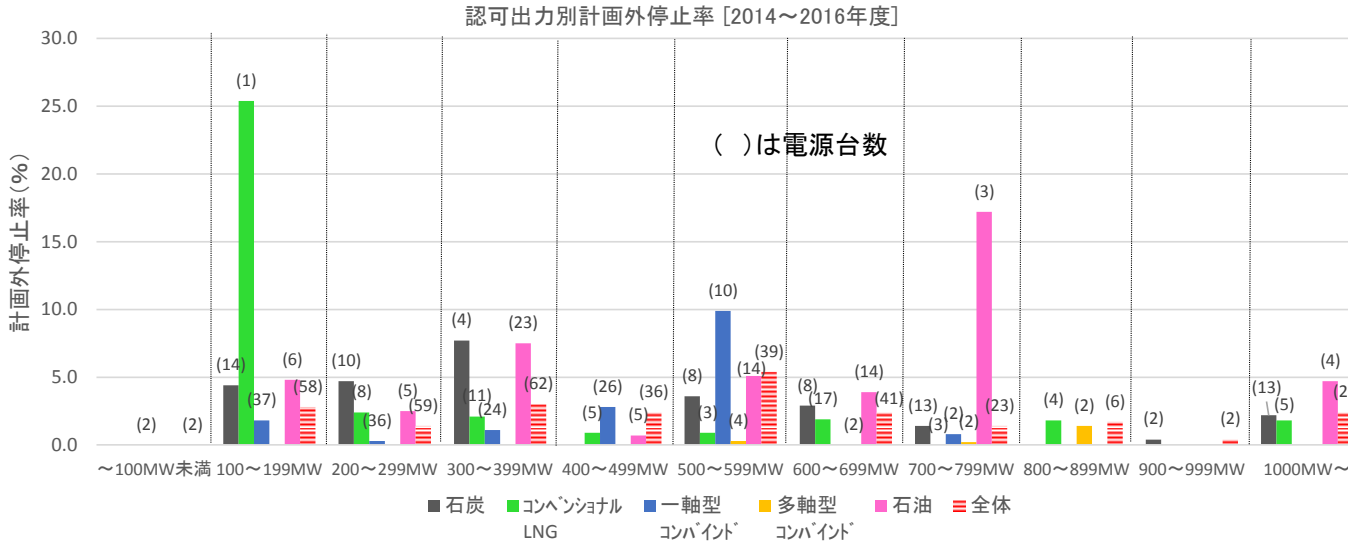
$$\text{計画外停止率} = \frac{\text{認可出力} \times \text{計画外停止時間} + \text{出力抑制量} \times \text{出力抑制時間}}{\text{認可出力} \times (\text{運転時間} + \text{計画外停止時間})} \times 100$$

$$\text{時間稼働率} = \frac{\text{運転時間}}{\text{総時間(24h} \times \text{対象期間日数)}} \times 100$$

[]は時間稼働率(%) (単位:%)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年間
石炭	1.1 [66]	1.9 [62]	2.0 [71]	3.3 [89]	2.5 [94]	3.1 [87]	3.5 [80]	2.0 [82]	2.4 [86]	2.0 [92]	4.1 [92]	2.8 [82]	2.6 [82]
コンベンショナルLNG	0.5 [55]	1.9 [58]	2.0 [65]	0.8 [72]	1.2 [74]	2.4 [61]	1.5 [59]	2.5 [65]	2.7 [65]	2.1 [71]	1.3 [72]	1.8 [62]	1.7 [65]
一軸型コンバインドLNG他	2.3 [71]	3.5 [68]	3.7 [75]	2.8 [83]	2.8 [86]	2.9 [82]	2.3 [76]	2.1 [80]	2.5 [84]	2.2 [85]	2.9 [85]	2.2 [82]	2.7 [80]
多軸型コンバインドLNG	0.0 [77]	0.2 [73]	0.0 [88]	0.7 [95]	0.3 [98]	0.0 [88]	0.4 [78]	1.1 [76]	1.3 [88]	1.3 [91]	0.9 [93]	0.1 [89]	0.5 [86]
石油	3.4 [34]	2.5 [32]	3.7 [31]	5.2 [34]	5.4 [36]	9.8 [20]	5.8 [25]	4.1 [29]	5.2 [37]	5.2 [43]	5.1 [39]	6.5 [32]	5.0 [33]
火力総合	1.6 [59]	2.4 [56]	2.6 [62]	2.7 [72]	2.5 [75]	3.2 [65]	2.8 [62]	2.3 [66]	2.8 [70]	2.5 [75]	3.1 [74]	2.7 [67]	2.6 [67]

(4) 認可出力別計画外停止率

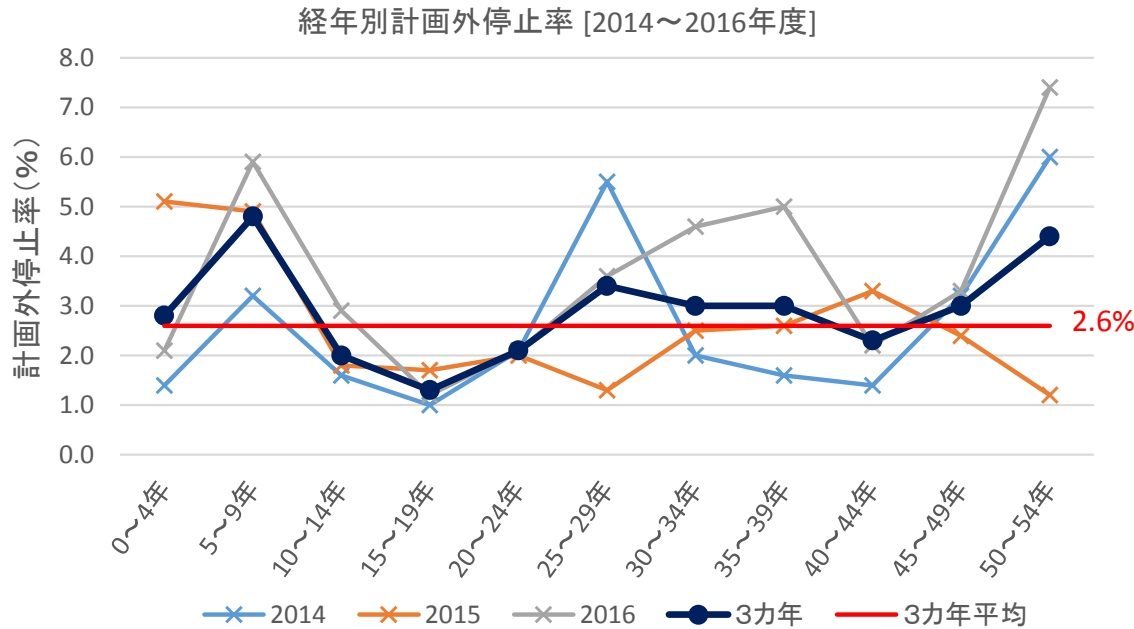


- ✓ 計画外停止率が10%を超えているケースがあるが、これは対象台数が少なく、稼働率も低いことが影響していると考えられる。
- ✓ 700~1,000MW未満の計画外停止率が0.4~1.7%と低い傾向にあるが、対象台数が少ない(全体の9%)こと、及び1,000MW以上では、2.4%と他の認可出力と同等であることから、今回調査した3カ年のデータでは評価が難しいものと考えられる。

[]は時間稼働率(%) (単位:%)

	~99MW	100~199MW	200~299MW	300~399MW	400~499MW	500~599MW	600~699MW	700~799MW	800~899MW	900~999MW	1,000MW~	全対象
石炭	—	4.4 [77]	4.7 [81]	7.7 [74]	—	3.6 [85]	2.9 [81]	1.4 [84]	—	0.4 [86]	2.2 [81]	2.6 [82]
コンベンショナル LNG	—	25.4 [5]	2.4 [33]	2.1 [44]	0.9 [55]	0.9 [44]	1.9 [76]	0.0 [55]	1.8 [69]	—	1.8 [77]	1.7 [65]
コンバインド [*] LNG他	0.0 [87]	1.8 [71]	0.3 [77]	1.1 [88]	2.8 [79]	9.9 [81]	—	0.8 [31]	—	—	—	2.7 [80]
多軸型 コンバインド LNG	—	—	—	—	—	0.3 [82]	0.0 [83]	0.2 [93]	1.4 [88]	—	—	0.5 [86]
石油	—	4.8 [62]	2.5 [40]	7.5 [28]	0.7 [40]	5.1 [33]	3.9 [31]	17.2 [8]	—	—	4.7 [44]	5.0 [33]
火力総合	0.0 [87]	2.8 [70]	1.4 [65]	3.0 [58]	2.4 [70]	5.4 [62]	2.4 [62]	1.4 [66]	1.7 [75]	0.4 [86]	2.4 [73]	2.6 [67]

(5) 経年別計画外停止率



- ✓ 全体的に年度・経年別の計画外停止率はバラつきが見られる。ただし、経年10~24年は、3力年とも2%程度で安定している。
- ✓ 経年5~9年の計画外停止率が4.8%と高くなっているが、経年0~4年では2.8%と低く、初期故障による増加傾向が現れているとは言い難い。
- ✓ 経年50年以上の計画外停止率が4.4%となっているが、電源台数が少ないこと及び稼働率も低いことが一因と考えられるため、高経年化による増加傾向が現れているとは言い難い。

[]は時間稼働率(%) (単位:%、台)

	0~4年	5~9年	10~14年	15~19年	20~24年	25~29年	30~34年	35~39年	40~44年	45~49年	50~54年	全対象
2014年度	1.4 [74]	3.2 [86]	1.6 [82]	1.0 [87]	2.1 [76]	5.5 [71]	2.0 [59]	1.6 [69]	1.4 [47]	3.2 [66]	6.0 [37]	2.1 [71]
2015年度	5.1 [67]	4.9 [82]	1.8 [81]	1.7 [82]	2.0 [73]	1.3 [68]	2.5 [55]	2.6 [61]	3.3 [41]	2.4 [52]	1.2 [38]	2.7 [65]
2016年度	2.1 [81]	5.9 [83]	2.9 [85]	1.2 [83]	2.1 [77]	3.6 [66]	4.6 [63]	5.0 [52]	2.2 [41]	3.3 [29]	7.4 [18]	3.1 [65]
3力年	2.8 [74]	4.8 [84]	2.0 [83]	1.3 [84]	2.1 [75]	3.4 [68]	3.0 [59]	3.0 [61]	2.3 [43]	3.0 [49]	4.4 [31]	2.6 [67]
電源台数	(33)	(31)	(17)	(51)	(37)	(38)	(29)	(28)	(38)	(34)	(13)	—

電源台数は2016年度断面

(6) 火力発電計画外停止率のまとめ

- ✓ 今回調査した3カ年の評価では、月別、発電種別、認可出力別、経年別の計画外停止率に有意な傾向の違いがあるとは言えないため、今回は火力総合の2.6%を一律で採用する。
- ✓ 従来に比べて、対象事業者、対象ユニット、対象時間帯の範囲を拡大しているため、調査標本数は増えているが、火力総合の計画外停止率としては従来の325MW以上(運開後4年以降)と同等の2.6%となった。
- ✓ 年度毎の計画外停止率にバラつきが見られるため、今後も継続的な調査が必要と考えられる。

	今回	従来(旧EI調査)	
対象事業者	平成29年度供給計画の保有電源の上位20社※1	旧一般電気事業者(10社)、旧卸電気事業者等(2社)	
対象期間	3カ年(2014~2016年度)	10カ年(2004~2013年度)※2	
対象ユニット	認可出力10万kW以上(コンバインドサイクルは全機)	認可出力35万kW以上(コンバインドサイクルは全機)	
対象時間帯	全時間帯	平日7時~22時	
計画外停止率	2.6%	①初期期間(運開後3年以内)	5.0%
		②325MW未満(運開後4年以降)	2.0%
		③325MW以上(運開後4年以降)	2.5%

※1 火力・水力の保有電源合計の上位20社を対象としているため、火力の調査対象としては19社

※2 325MW未満は、1985~1994年度(1994年度で調査終了)

(今回算定式)

$$\text{計画外停止率} = \frac{\text{認可出力} \times \text{計画外停止時間} + \text{出力抑制量} \times \text{出力抑制時間}}{\text{認可出力} \times (\text{運転時間} + \text{計画外停止時間})} \times 100$$

(従来算定式)

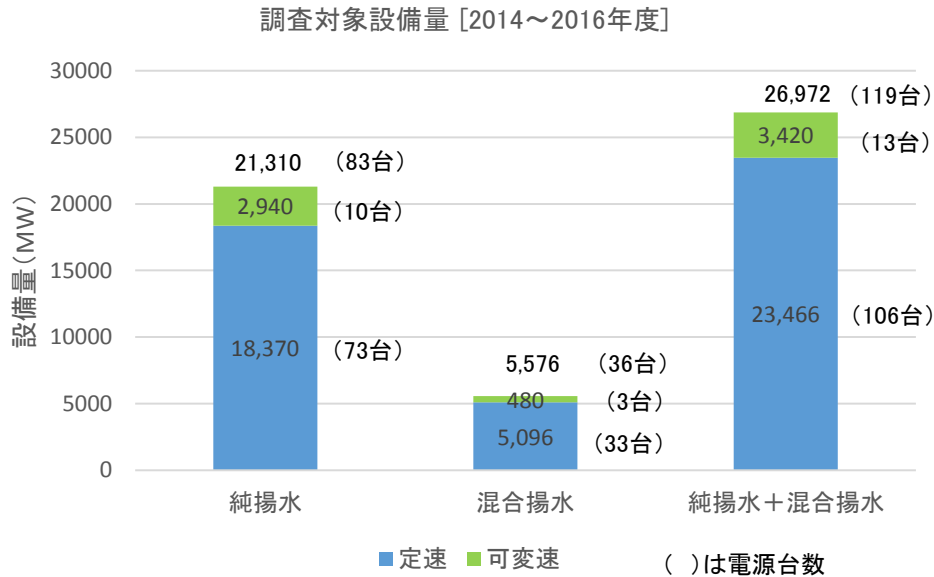
$$\text{計画外停止率} = \frac{\text{計画外停止日数}}{\text{運転日数} + \text{計画外停止日数}} \times 100$$

(余白)

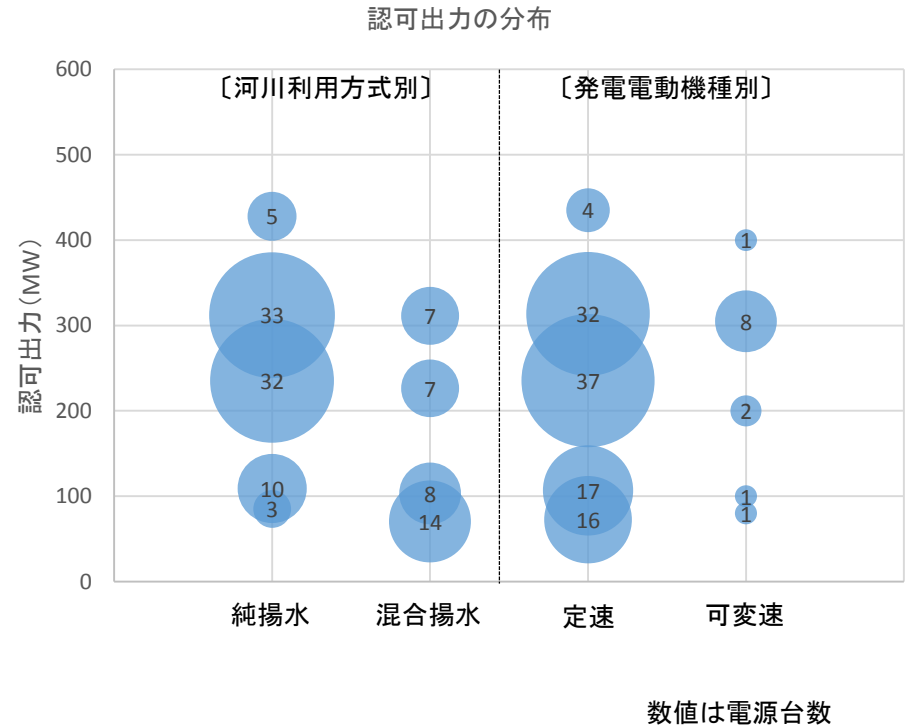
4. 調査結果(揚水式水力)

【揚水式水力】

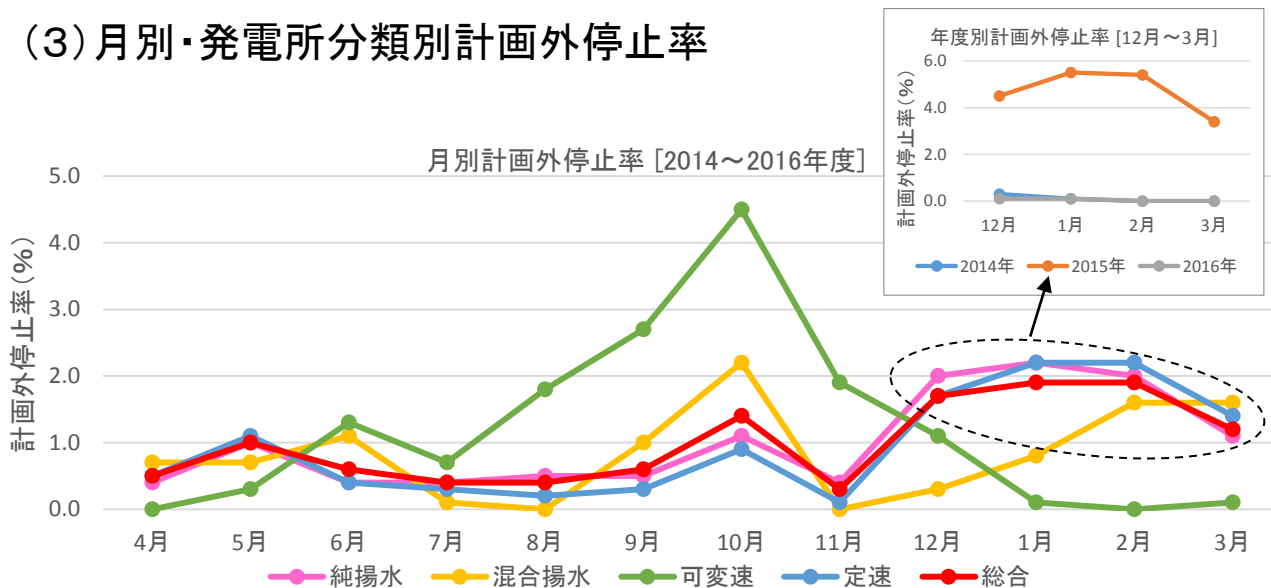
(1) 調査対象設備量



(2) 揚水発電所分類別の認可出力の分布



(3) 月別・発電所分類別計画外停止率



- ✓ 月別では、冬季の計画外停止率が高くなっているが、年度別に見ると特定の年度の影響を受けており、季節特有のものとは言えない。
- ✓ 発電所分類別では、可変速機の8~11月の計画外停止率が高くなっているが、これは設備数が少なく、特定の設備の影響を受けているためである。なお、通年では分類別で大きな差は見られない。

$$\text{計画外停止率} = \frac{\text{認可出力} \times \text{計画外停止時間} + \text{出力抑制量} \times \text{出力抑制時間}}{\text{認可出力} \times (8,760 - \text{補修停止時間})} \times 100$$

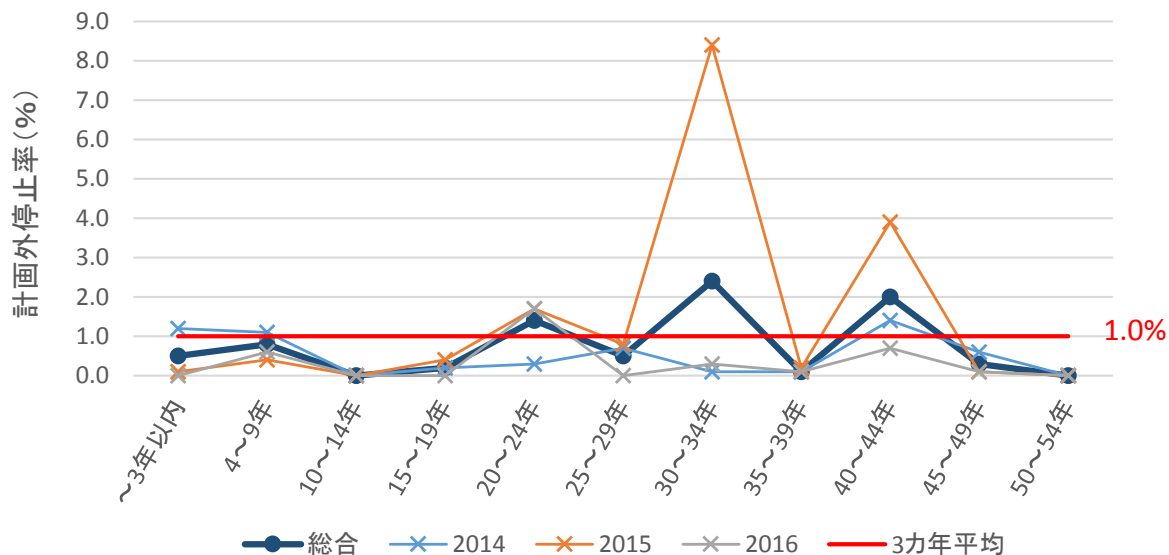
$$\text{補修率} = \frac{\text{設備量} \times (\text{補修停止時間} / \text{対象時間})}{\text{設備量}} \times 100$$

()は電源台数 []は補修率(%) (単位:%)

分類	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年間
河川利用													
純揚水 (83)	0.4 [21]	1.0 [22]	0.4 [13]	0.4 [3]	0.5 [3]	0.5 [15]	1.1 [29]	0.4 [30]	2.0 [18]	2.2 [12]	2.0 [14]	1.1 [19]	1.0 [16]
混合揚水(36)	0.7 [18]	0.7 [21]	1.1 [17]	0.1 [8]	0.0 [8]	1.0 [14]	2.2 [22]	0.0 [22]	0.3 [21]	0.8 [13]	1.6 [10]	1.6 [16]	0.8 [16]
発電電動機													
定速 (106)	0.5 [20]	1.1 [22]	0.4 [13]	0.3 [4]	0.2 [4]	0.3 [14]	0.9 [28]	0.1 [27]	1.7 [18]	2.2 [12]	2.2 [13]	1.4 [17]	0.9 [19]
可変速 (13)	0.0 [23]	0.3 [24]	1.3 [15]	0.7 [5]	1.8 [7]	2.7 [15]	4.5 [21]	1.9 [32]	1.1 [22]	0.1 [18]	0.0 [18]	0.1 [23]	1.2 [16]
総合 (119)	0.5 [20]	1.0 [22]	0.6 [14]	0.4 [4]	0.4 [4]	0.6 [15]	1.4 [27]	0.3 [28]	1.7 [19]	1.9 [12]	1.9 [13]	1.2 [18]	1.0 [16]

(4) 経年別計画外停止率

経年別計画外停止率 [2014~2016年度]



- ✓ 年度・経年別の計画外停止率は、若干のバラつきが見られる。
- ✓ 経年30~34年、40~44年の計画外停止率が2%程度と若干高くなっているが、特定の年度の影響を受けていること、及び経年45~49年は0.3%程度であり、経年による影響が現れているとは言い難い。
- ✓ 運開後初期においても初期故障による計画外停止率の増加傾向は見られない。

[]は補修率(%) (単位:%、台)

	~3年以内	4~9年	10~14年	15~19年	20~24年	25~29年	30~34年	35~39年	40~44年	45~49年	50~54年	全対象
2014年	1.2 [4]	1.1 [15]	—	0.2 [18]	0.3 [47]	0.7 [13]	0.1 [7]	0.1 [14]	1.4 [12]	0.6 [10]	0.0 [3]	0.5 [16]
2015年	0.1 [3]	0.4 [22]	0.0 [5]	0.4 [17]	1.7 [27]	0.8 [18]	8.4 [15]	0.2 [15]	3.9 [12]	0.1 [12]	0.0 [17]	2.0 [17]
2016年	0.0 [9]	0.6 [25]	0.0 [2]	0.0 [5]	1.7 [18]	0.0 [16]	0.3 [10]	0.1 [16]	0.7 [29]	0.1 [13]	0.0 [20]	0.5 [17]
3力年	0.5 [6]	0.8 [20]	0.0 [4]	0.2 [15]	1.4 [28]	0.5 [16]	2.4 [10]	0.1 [15]	2.0 [19]	0.3 [12]	0.0 [17]	1.0 [16]
電源台数	(2)	(4)	(2)	(5)	(17)	(9)	(13)	(19)	(19)	(21)	(10)	(119)

電源台数は2016年度断面

(6) 揚水式水力発電計画外停止率のまとめ

- ✓ 今回調査した3カ年の評価では、月別、発電所分類別、経年別の計画外停止率に有意な傾向の違いがあるとは言えないため、今回は揚水総合の1.0%を一律で採用する。
- ✓ 揚水式水力は、従来から深夜帯(上池への復水を考慮)を含めた全時間帯を調査対象としていることもあり、揚水総合の計画外停止率としては従来と同じ1.0%となった。
- ✓ 年度毎の計画外停止率にバラつきが見られるため、今後も継続的な調査が必要と考えられる。

	今 回	従 来(旧EI調査)
対象事業者	平成29年度供給計画の保有電源の上位20社※	旧一般電気事業者(8社)、旧卸電気事業者等(2社)
対象期間	3カ年(2014~2016年度)	35カ年(1978~2012年度)
対象ユニット	認可出力5万kW以上	認可出力5万kW以上
対象時間帯	全時間帯	全時間帯
計画外停止率	1.0%	1.0%

※火力・水力の保有電源合計の上位20社を対象としているため、揚水の調査対象としては9社

(今回算定式)

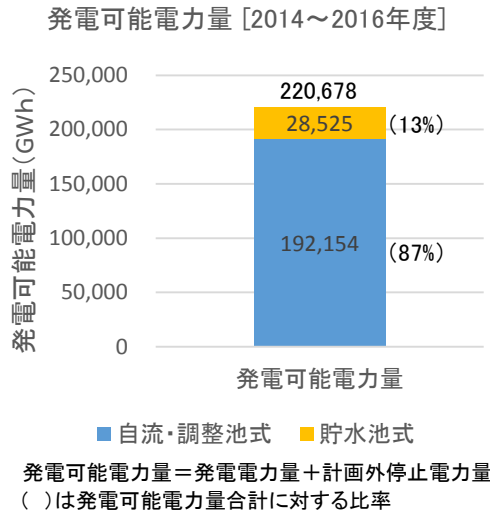
$$\text{計画外停止率} = \frac{\text{認可出力} \times \text{計画外停止時間} + \text{出力抑制量} \times \text{出力抑制時間}}{\text{認可出力} \times (8,760 - \text{補修停止時間})} \times 100$$

(従来算定式)

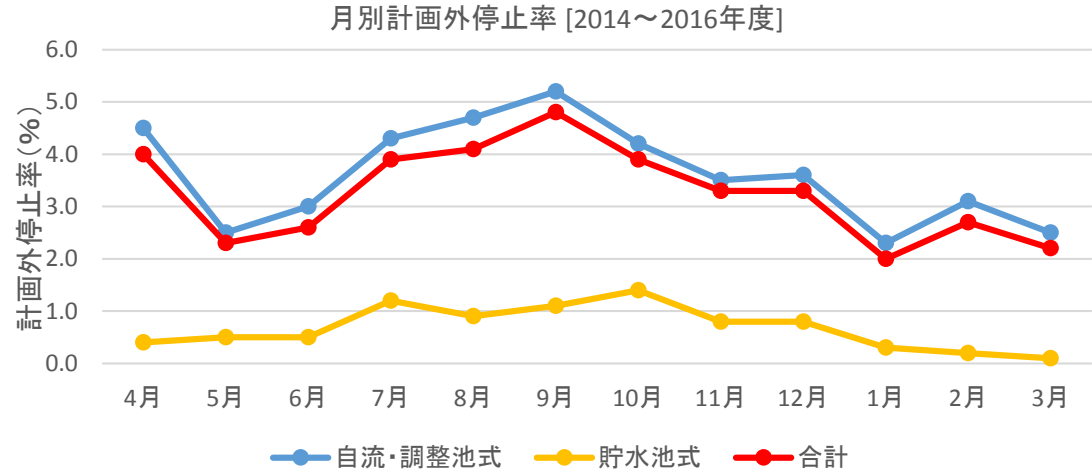
$$\text{計画外停止率} = \frac{\text{計画外停止日数}}{\text{運転日数} + \text{待機日数} + \text{計画外停止日数}} \times 100$$

【一般水力(自流式・調整池式・貯水池式)】

(1) 発電可能電力量



(2) 月別・発電種別計画外停止率

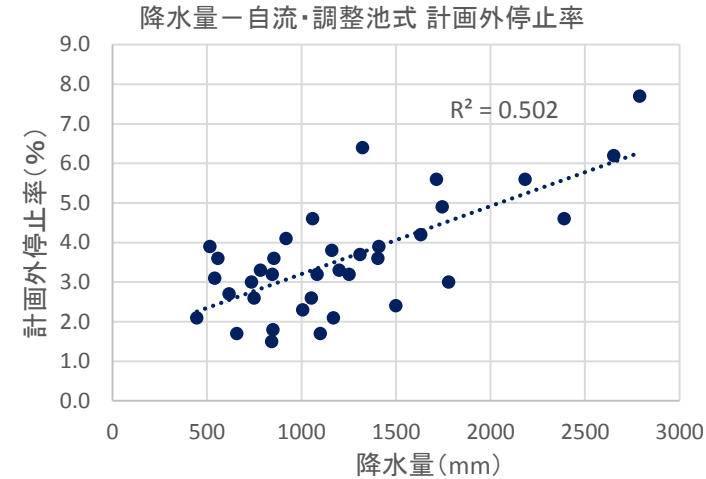
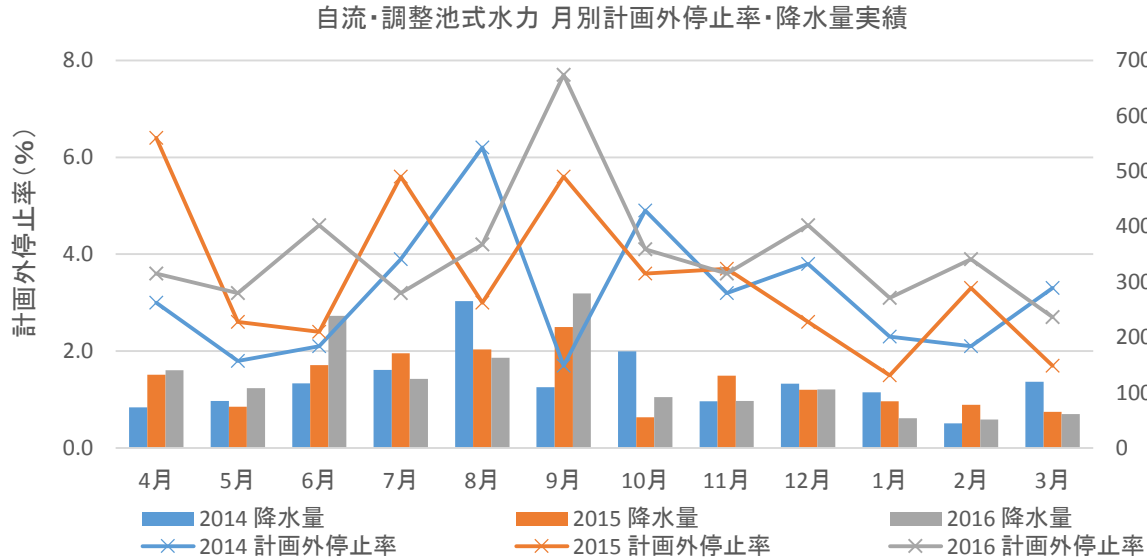


(単位: %)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年間
自流・調整池式	4.5	2.5	3.0	4.3	4.7	5.2	4.2	3.5	3.6	2.3	3.1	2.5	3.7
貯水池式	0.4	0.5	0.5	1.2	0.9	1.1	1.4	0.8	0.8	0.3	0.2	0.1	0.7
総合	4.0	2.3	2.6	3.9	4.1	4.8	3.9	3.3	3.3	2.0	2.7	2.2	3.3

- ✓ 貯水池式に比べて、自流・調整池式水力の計画外停止率が高くなっている。これは主に連続稼働している自流式水力の故障の影響、及び自流式水力が出水に伴う特別停止の影響を受け易いのに対して、貯水池式はダムに貯水することで出水の影響を受けにくいことが一因と考えられる。
- ✓ 7~10月の計画外停止率が、自流・調整池式で4%程度、貯水池式で1%程度と他の期間に比べて高めの傾向を示しているが、これは次ページのとおり、降水時の出水に伴う特別停止の影響が大きいと考えられる。

(3) 自流・調整池式水力 月別計画外停止率・降水量実績



降水量と自流・調整池式の計画外停止率には一定の相関関係があると考えられる。

降水量は、旧一般電気事業者の本店所在地9地点(札幌、仙台、東京、名古屋、富山、大阪、広島、高松、福岡)の合計

(4) 一般水力計画外停止率のまとめ

- ✓ 自流・調整池式と貯水池式では、計画外停止率の傾向が大きく異なることから、発電種別による区別を行う。
- ✓ 月別の計画外停止率については、降水量が多い時期に増加する傾向が見られるものの、上図のとおり、降水量は年度によって大きく異なり、3カ年のデータによる評価が難しいことから、今回は年間平均(自流・調整池式:3.7%、貯水池式:0.7%)を採用する。
- ✓ 前回調査は1955～1957年に実施しており、調査方法など不明点が多いが、出水・雷事故の影響を除外するため、11月～2月の実績を用いているのに対して、今回調査では、これらの影響まで含めた通年の調査を行っていることもあり、一般水力総合は従来0.5%から今回3.3%に増加する結果となった。
- ✓ 年度毎の計画外停止率にバラつきが見られるため、今後も継続的な調査が必要と考えられる。

	今 回		従 来(旧EI調査)
対象事業者	平成29年度供給計画の一般水力の年度末設備量 の上位20社		旧一般電気事業者(7社)
対象期間	3力年(2014~2016年度)		3力年(1955~1957年度)の11月~2月※ ※出水や雷事故の影響を除外するため
対象ユニット	一般水力全て		認可出力1万kW以上
対象時間帯	全時間帯		不明
計画外停止率	自流・調整池式	3.7%	0.5%
	貯水池式	0.7%	

(今回算定式)

$$\text{計画外停止率} = \frac{\text{計画外停止電力量}}{\text{発電電力量実績} + \text{計画外停止電力量}} \times 100$$

(従来算定式)

$$\text{計画外停止率} = \frac{\text{計画外停止日数}}{\text{運転日数} + \text{計画外停止日数}} \times 100$$

(余白)

		2017年度諸元	2017年度諸元の考え方
水力	自流・調整池式	3.7%	2014～2016年度までの8,760時間の実績から算定した値
	貯水式	0.7%	
	揚水	1.0%	
火力		2.6%	
原子力		2.6%	火力の計画外停止率を準用
再エネ	風力	—	風力の出力変動に計画外停止等が考慮されているため、計画外停止は設定しない。
	太陽光	—	計画外停止のデータが把握できていないため設定しない。
	地熱	2.6%	火力の計画外停止率を準用

		2016年度諸元	2016年度諸元の考え方
水力	自流式・貯水式	0.5%	1955～1957年度の実績から算定した値※ (出水、雷などの影響を除外するため、11～2月の実績から算出)
	揚水	1.0%	2012年度までの実績から算定した値※ (全調査期間:1978～2012年度)
火力	初期期間 (運開後3年以内)	5.0%	2013年度までの実績から算定した値※ (至近10力年:2004～2013年度)
	325MW未満 (運開後4年以降)	2.0%	1994年度までの実績から算定した値※ (至近10力年:1985～1994年度)
	325MW以上 (運開後4年以降)	2.5%	2013年度までの実績から算定した値※ (至近10力年:2004～2013年度)
原子力		2.5%	火力の停止率を準用 (2005年度算定時の考え方を踏襲)
再エネ	風力	—	風力の出力変動に計画外停止等が考慮されているため、 計画外停止は設定しない。
	太陽光	—	現状、太陽光の計画外停止率に関するデータがないため、まずは計 画外停止率は設定しない。
	地熱	2.0%	火力停止率を準用(325MW未満)

※ 旧日本電力調査委員会電力専門委員会の調査データを基に設定