

九州エリアにおける太陽光&風力発電の抑制について(前編)

はじめに

日本で最初に太陽光発電の抑制が開始されたのは、『鉄砲伝来』で知られている種子島(鹿児島)である。2015年5月5日(火)の9時から16時までの時間帯で1.0MW程度抑制するというものであった。以来、杵岐(長崎)・徳之島(鹿児島)へと拡大され、2017年度までの3年間に離島3島合計で100日を超える抑制が記録されている。

離島を除く九州本土で初めて太陽光抑制が開始されたのは2018年度から。原発4基体制(玄海3・4号/川内1・2号、総出力411万KW)となった2018年9月(注1)の翌月からである。10月13日(土)9~15時までの6時間で81万KWh(注1)の太陽光発電が抑制された。抑制率[=太陽光抑制量/(太陽光抑制量+太陽光発電量実績)]にして2.1%と慎ましやかなものであった。因みに風力発電が抑制されたのは翌月11月13日(土)からで、以来風力は太陽光が抑制された日の3回に1回程度抑制された。

抑制量は年度を重ねる毎に大きくなり、2018~2023年度までの直近6年間における九州エリアにおける太陽光発電の抑制日数累計(注2)は**458日**を数える。風力はそのうちの156日である。殊に2023年度の増加が著しい。

全国大のエリアに目を向けると、**北海道・東北・関西・中国・四国・沖縄**の6エリアにも太陽光&風力発電の抑制が2022年度から開始され、翌2023年度からは新たに**中部・北陸**の2エリアにも拡大された。東京エリアを除く9エリアにおける太陽光&風力抑制量(注2)は大凡**38億KWh**を優に超える。そのうち九州エリアの占める抑制量は大凡**32億Wh**、その他8エリアが**4億KWh**であり、九州エリアの割合が80%超を占める。2024年度には抑制量が**24億KWh超**になるという見通しも一般送配電事業者や経産省から公表されている。

太陽光&風力抑制量が2023年度以降に急増する原因について、「太陽光・風力・バイオマスなど再エネ発電の増加による」ということが喧伝され、それはやむなしという空気が醸成されてきた。しかし事実関係を丹念に調べあげると違った景色が見えてくる。ここ数年、全国大でみる限り、需要も若干の減少傾向にあり、太陽光&風力発電設備も増加傾向にはあるが最大値&平均値の伸びはそれ程顕著ではない。果たして抑制が必要だったのかという疑念が拭えない。このことを明らかにするため、本稿では2回に渡って再エネ抑制の妥当性について若干の考察を試みた。今回は太陽光&風力の過去6年間の抑制実態を改めて取り上げ、俯瞰的な考察を試みることにする。

(注1) 福島第一原発過酷事故の影響で長らく停止していた玄海3・4号機が2018年5月と7月に通常運転を開始した。そして2015年に先行して稼働していた川内1・2号が2017年から2018年にかけての定期点検を終え、通常を開始したのが同年6月と9月。4基が揃って通常運転したのは2018年9月28日からであった。

九州電力の原子力発電所の稼働状況

原子力	出力 万KW	2018						
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10~12月
玄海3号	118	発電再開 4/18	通常運転 5/6					
玄海4号	118	定検停止中(2011/12/25~)		発電再開 6/19	通常運転 7/19			
川内1号	89	定検停止中(1/29~)		発電再開 6/3	通常運転 6/29			
川内2号	89	発電停止 4/23			発電再開 8/31		通常運転 9/28	

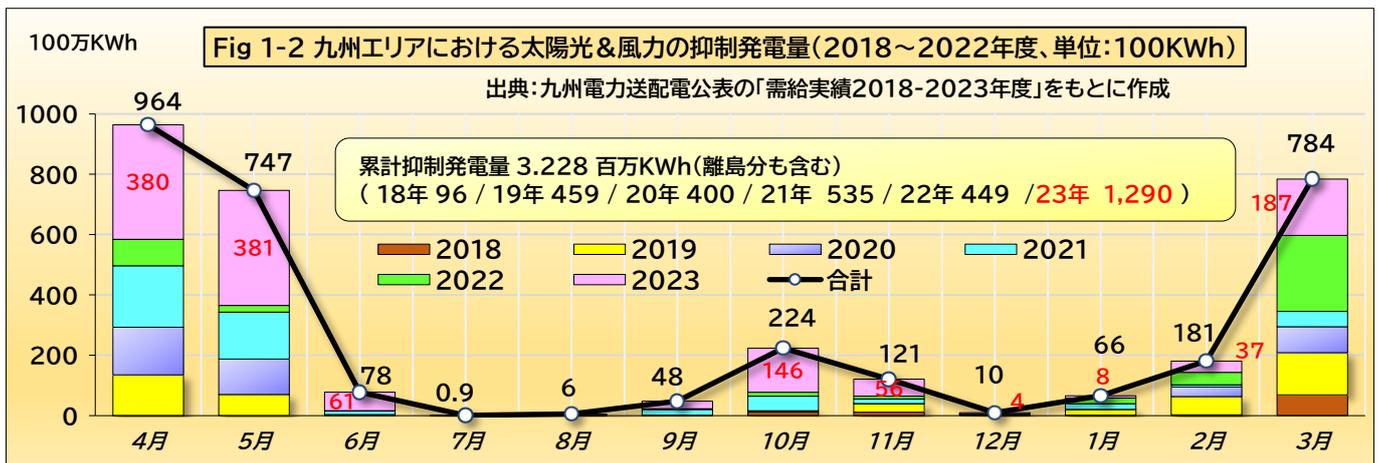
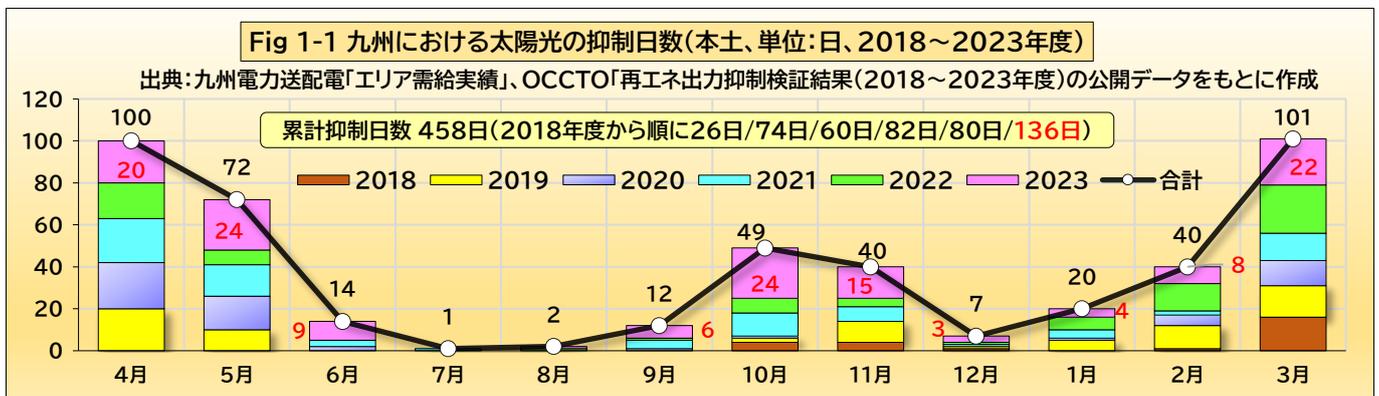
(注2) 九州本土の抑制日にスポットを当てて集計した抑制回数は離島抑制分を含まないが抑制量は離島分全て含んでいる。離島分のみを差し引くことが難しいし、最小単位を万KWhで表記しているため、離島分はゼロとなるケースが多いためである。

1 九州エリアの太陽光&風力発電の抑制日数と抑制発電量

Fig1-1 は、九州本土における直近 6 年間の太陽光抑制日数の推移を示す。抑制日数累計は 458 日に及ぶ。風力は 156 日だが太陽光が抑制されない日は風力も抑制されない。抑制日数の多い順に列挙すると 4 月・3 月・5 月、次いで 10 月・11 月・2 月となる。最上位 3 ヶ月で 273 日と全 458 日の 60%弱を占める。続く上位 3 ヶ月が 129 日と 30%弱を占める。2~5 月、10~11 月の 6 ヶ月で全体の 9 割近くを占める。

Fig1-2 は、太陽光と風力合計の抑制発電量の月別推移を示す。風力は合計抑制量の 2%程度に過ぎない。抑制量累計の 32 億KWh超を九州主要都市の 1 年間の電力需要量(2022 年度実績)と比較すると、熊本市(38 億 KWh)と鹿児島市(29 億KWh)の間辺りに該当する。月別抑制量は抑制日数と同様の傾向にあるが 4 月と 5 月が顕著に多いということが分かる。

太陽光&風力発電設備の増加に伴い、抑制日 1 日あたり抑制量が 2022 年度までは漸増傾向だったが、2023 年度には顕著な増加を示した。詳しい説明は割愛するが興味ある方は次ページの Fig1-3 を参照されたい。



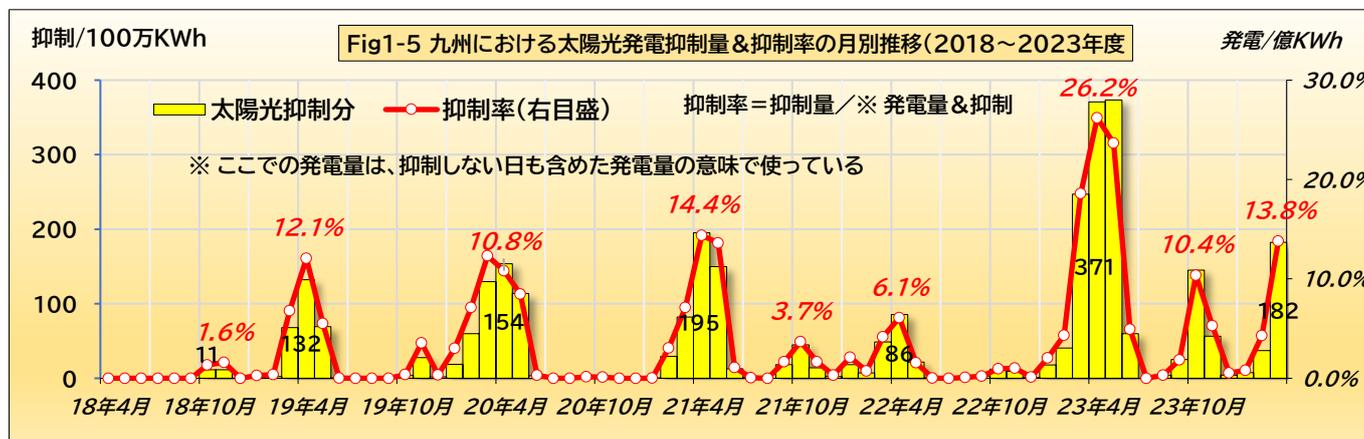
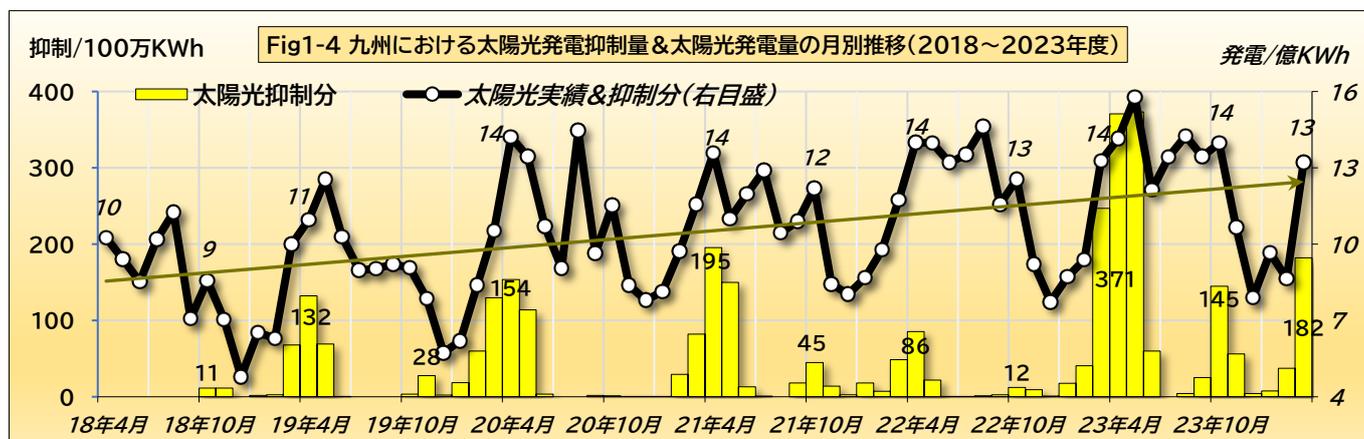
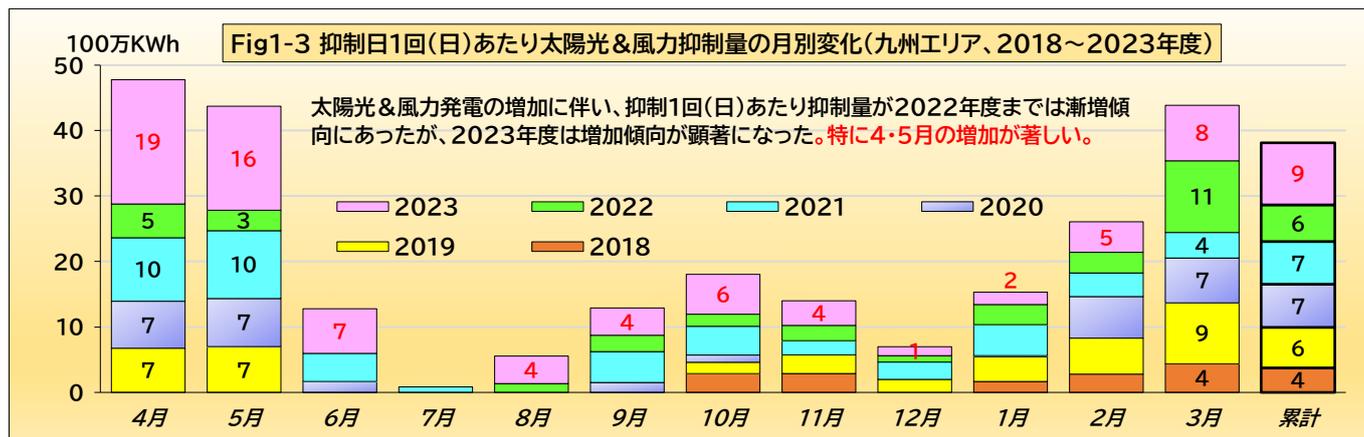
次ページの Fig1-4 は、2018~2023 年度までの太陽光発電量(発電実績&抑制量)と同抑制量の月別推移プロットしたグラフである。月単位の発電実績というのは抑制日以外の発電量も含んでいることに留意。

年度別比較では、**発電量 1.4 倍の伸び**(105 億⇒142 億KWh)に対し、**抑制量は 14 倍近い伸び**を示している(96 百万⇒1,290 百万KWh)。月別では 4 月の伸びが顕著である。(ゼロ⇒371 百万KWh)

Fig1-5 は抑制量と抑制率の月別推移を示す。年度比較では2倍強(2.2%⇒5.1%)だが、月別比較では4月の伸びがここでも顕著である(ゼロ⇒26.2%)。同グラフは月単位の抑制率だが、日単位の抑制率を比較すると2023年度の突出ぶりハッキリする。2018年度には抑制率30%超の抑制日は1日もないが、翌2019年度に30%超の日が出現し、2021年度から2022年度にかけてほぼ同じ傾向が続き、2023年度になって40%超の日が9回出現する。30%超の出現回数22回のうち17回までが4~5月に発生している。つまり4・5月の1日あたり抑制量が群を抜いて高いというFig1-3の結果とも符号する。

抑制率30%超の出現回数

抑制率	2018	2019	2020	2021	2022	2023
30%超	0	4	0	4	3	22
40%超	0	0	0	0	1	7
50%超	0	0	0	0	1	2
抑制回数	26	74	87	82	80	136

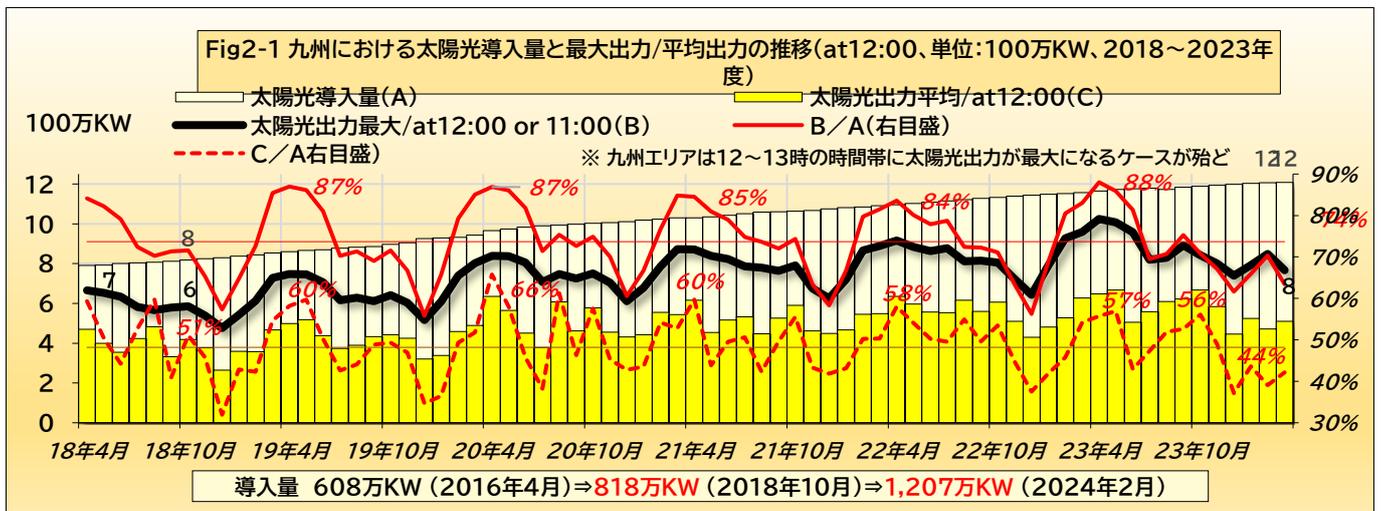


2 九州エリアにおける太陽光&風力抑制についての俯瞰的考察

2-1 太陽光導入量と出力最大値&平均値の推移

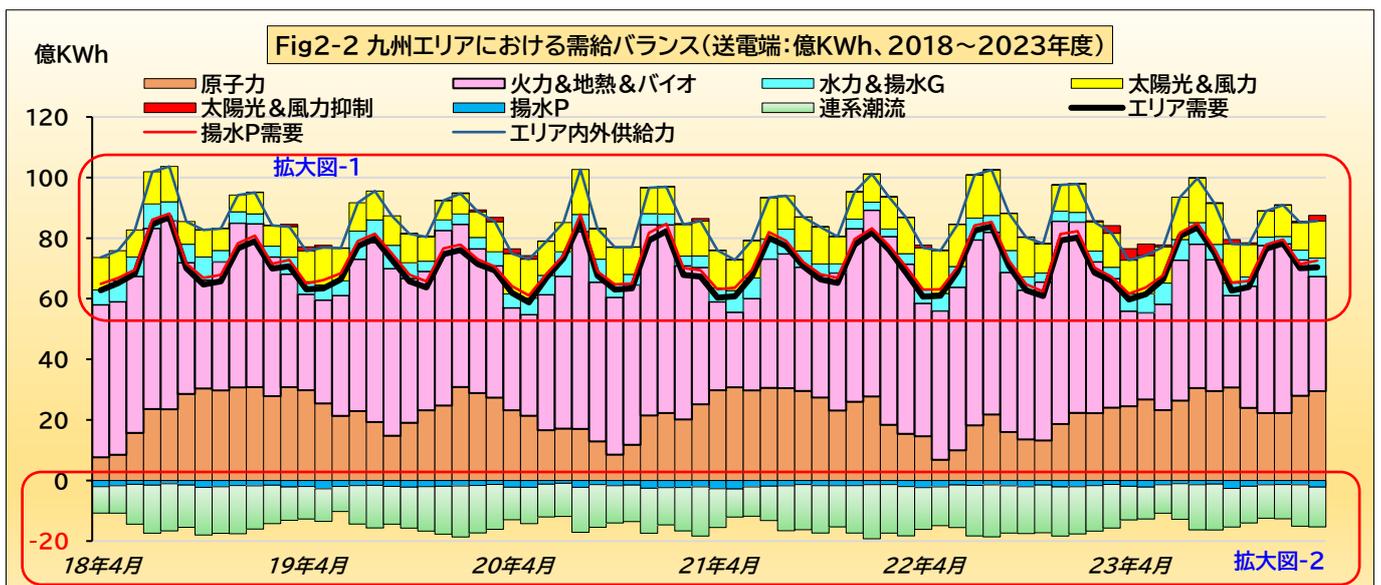
Fig2-1 は九州エリアにおける太陽光導入量(系統接続量)と正午 12 時(12~13 時、60 分平均値)の太陽光出力最大&平均値の月別推移を示す。日射を遮る雲量がなければ、太陽光発電の出力は日射高度に比例するので、毎日の出力最大値は殆ど南中時刻に発生する。その前後 1 時間の中で、月間で最も高い値を月の最大値、月間の平均を平均値としてプロットしたものである。導入量と時間帯別発電量は九州電力送配電の公表データを援用している。

導入量は 818 万KW(2018 年 10 月)⇒1208 万KW(2024 年 3 月)へと約 1.5 倍、出力最大値&平均値も 4 月の比較で 1.5 倍/1.4 倍へと増加した。これは導入量や発電量の伸びと符号している。



2-2 需給バランスの推移

Fig2-2 は直近 6 年間の需給バランスを示すグラフ。エリア需要の 32%を原発で賅っている。エリア電源で発電した電力量の 12%はエリア外に供給している。2%は揚水ポンプ需要に使われている。



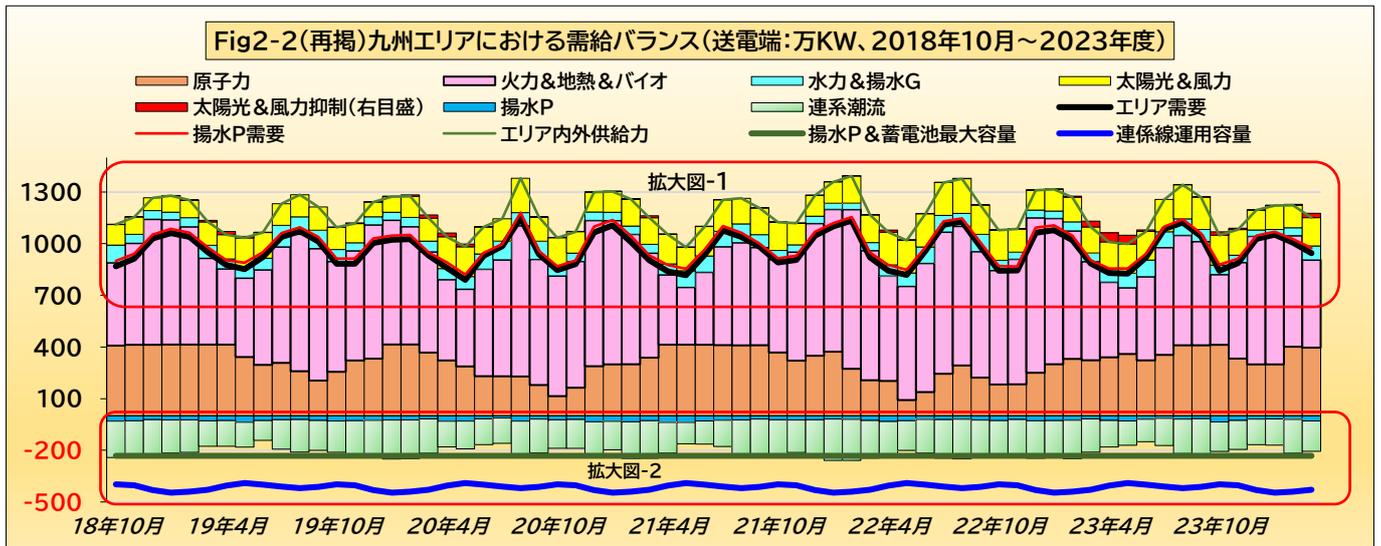
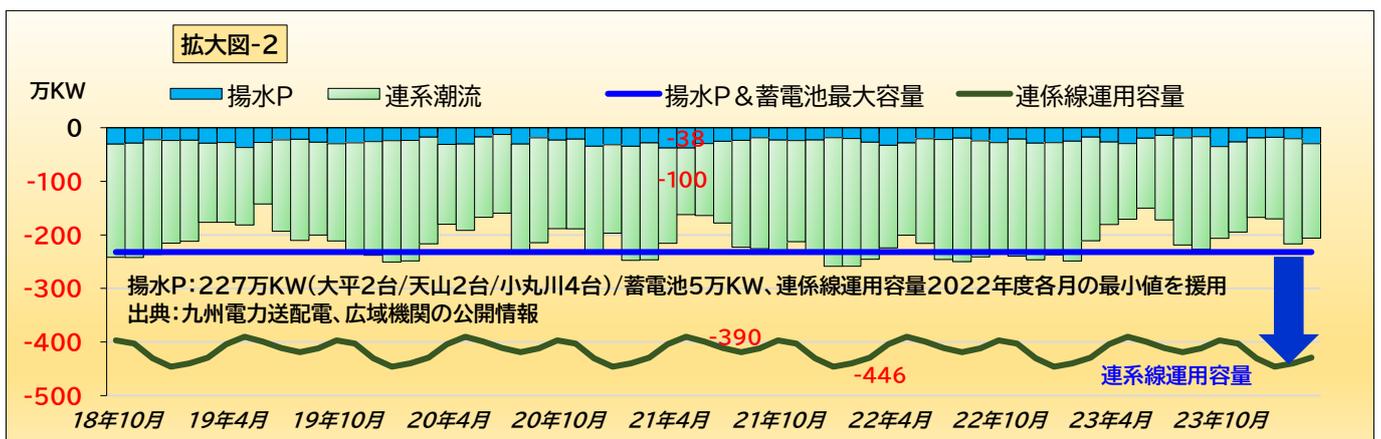
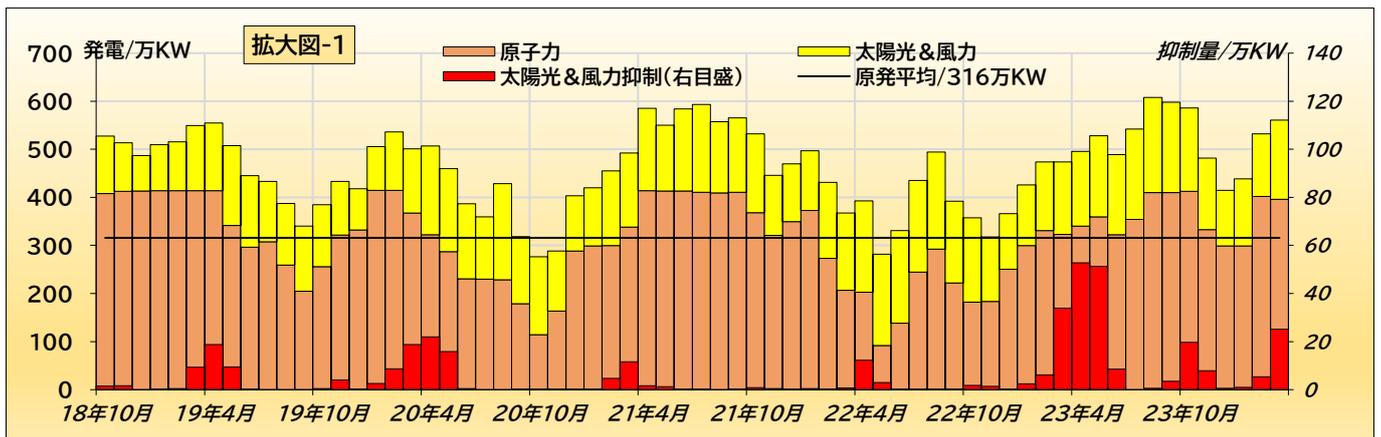


Fig2-2 は月単位の発電量ベースの需給バランス(億KWh)をグラフ化したものだが、それを月別の暦時間で割った平均電力ベース(万KW)に換算した需給バランスも合わせて再掲した。対象期間は2018年10月からとし、揚水ポンプ&蓄電設備容量や連系線運用容量を付記した。太陽光&風力抑制量(棒グラフ・赤)や揚水ポンプ(棒グラフ・青)の大小が判別しにくいので、拡大図-1&拡大図-2を別葉で掲載した。



拡大図-1 では説明の便宜上、火力棒グラフと折線グラフの記載は省略した。太陽光&風力抑制量の大小が判別しやすいように、供給力(原発・太陽光&風力)と表示目盛(4 対 1)を変えている。その関係で抑制量部分を積み上げ表示できないので少し変則的なグラフ表示となった。

太陽光&風力抑制は原発 4 基もしくは 3 基稼働時が最も多く抑制量も大きいことが分かる。2 基もしくは 1 基稼働時もある。このことは後ほど別葉のグラフで表示する。

拡大図-2 は、揚水ポンプの活用度合いと連系線(九州-中国)の空容量を大雑把に把握するために記載した。揚水ポンプは平均 40 万KW未満で活用されている。ところが揚水ポンプは 8 台・222 万KW(蓄電池を含めて 227 万KW)もある。十分に活用されていないのではないか？ という疑念が湧いてくる(注 3)。

九州-中国間の連系融通(九州⇒中国)は 100~240 万KWの範囲にある。ところが連系線運用容量は約 160 ~240 万KWの範囲(注 4)にある。太陽光・風力抑制量を極力回避するために連系線が十分に活用されていないのではないか？ という疑念(注 3)が湧いてくる。

拡大図-2 は平均電力ベースの需給バランスの一部分なので、必ずしも抑制対象日の活用度合いを表しているものではない。あくまでも疑念に過ぎない。この疑念の解明は次回の投稿で取り上げる。

(注3) 再エネ抑制について次のような「優先給電ルール」がある。①火力の抑制と揚水・蓄電池の活用/②他エリアへの供給/③バイオマスの抑制/④太陽光・風力の抑制/⑤原発・水力・地熱の抑制(番号順に実施)。このルールは広域機関(OCCTO)が取りまとめたもので、筆者はこのルールの成立過程に大きな疑問を感じるけれど、このルールに照らしあわせてみても、①揚水・蓄電池の活用/②他エリアへの供給が不十分なのではないか、という疑念である。

再エネ抑制の妥当性について、一般送配電事業者は広域機関の検証を受ける規則があり、検証結果に特段の問題はないと評価されている。しかし公表された需給実績データをみる限り、筆者の目にはこの二つの疑念がいつもついて回る。その根本原因は太陽光予測値に対する誤差量の大きさである。確定されたデータによる検証は「後出しジャンケン」的な要素があり、予測値で系統操作をするときには適切な予測誤差を加味すべきではある。しかし、その誤差量が余りに大きいのだ。

太陽光予測出力 400 万KWに対して誤差量 300 万KWという珍妙な事態も起こりえる。詳細については、以下を参考してほしい。

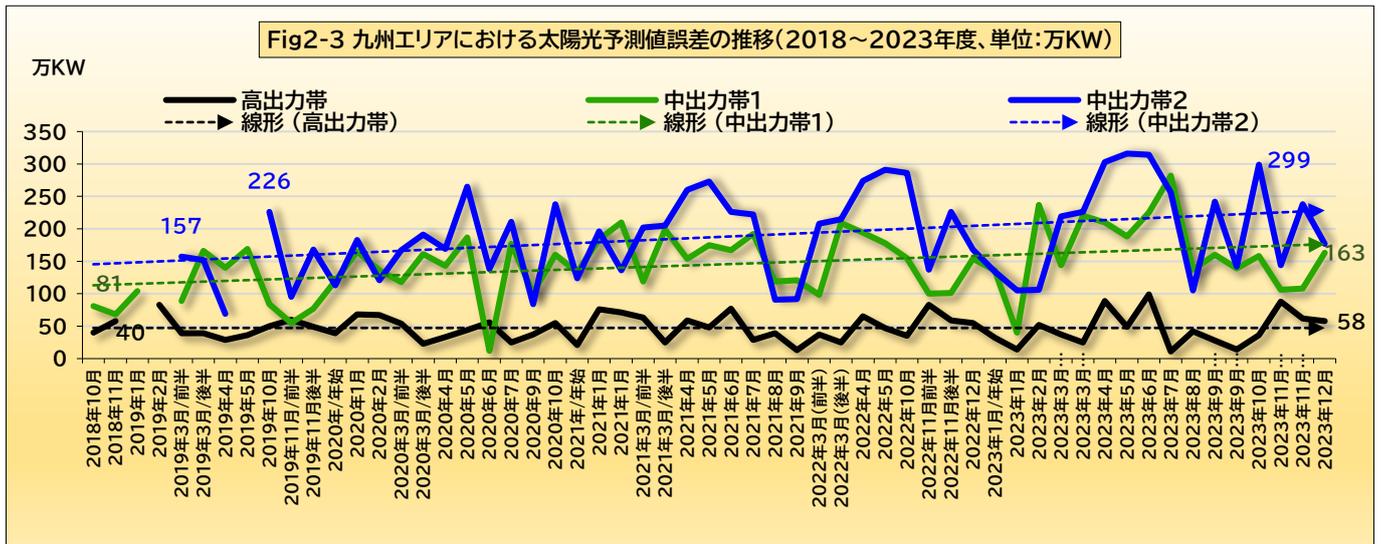
太陽光については相当量の誤差量設定が一般送配電事業者には認められている。(『再生可能エネルギー発電設備(自然変動電源)の出力抑制の検証における基本的な考え方』)。右下表はその一例である。

認められた誤差量は抑制実施年月に応じて変動するが、出現頻度の高い高出力帯/中出力帯 1/中出力帯 2 の 3 出力帯の太陽光誤差の年月推移をプロットしたグラフが次ページの Fig2-3 である。これによると、中出力帯 1/中出力帯 2 の最大誤差が右肩上がりなのが分かる。

各出力帯における最大誤差量 (2023年10月)

出力帯		10月最大 誤差量 / 万KW		
		太陽光	エリア需要	合計
最大出力に対する出力率				
高出力帯	90%超	36	73	109
中出力帯1	67.5~90%	158	59	217
中出力帯2	45~67.5%	299	24	323
低出力帯1	22.5~45%	217	73	290
低出力帯2	22.5%未満	101	47	148

一例を挙げれば、2019 年 10 月 **226 万KW** ⇒ 2023 年 10 月 **299 万KW**。その結果、太陽光設備量 1000 万KWの場合、最大出力は大凡 880 万KW(設備量×88%、Fig2-1 参照)。予測値が中出力帯 2(400~600 万KW)だと、誤差量は最大で +300 万KWとなる。

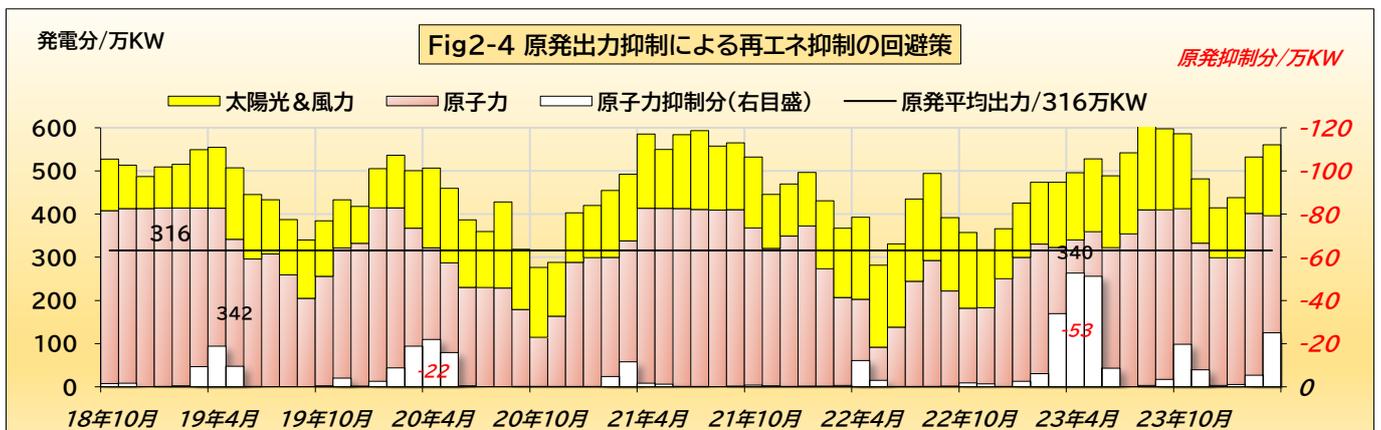


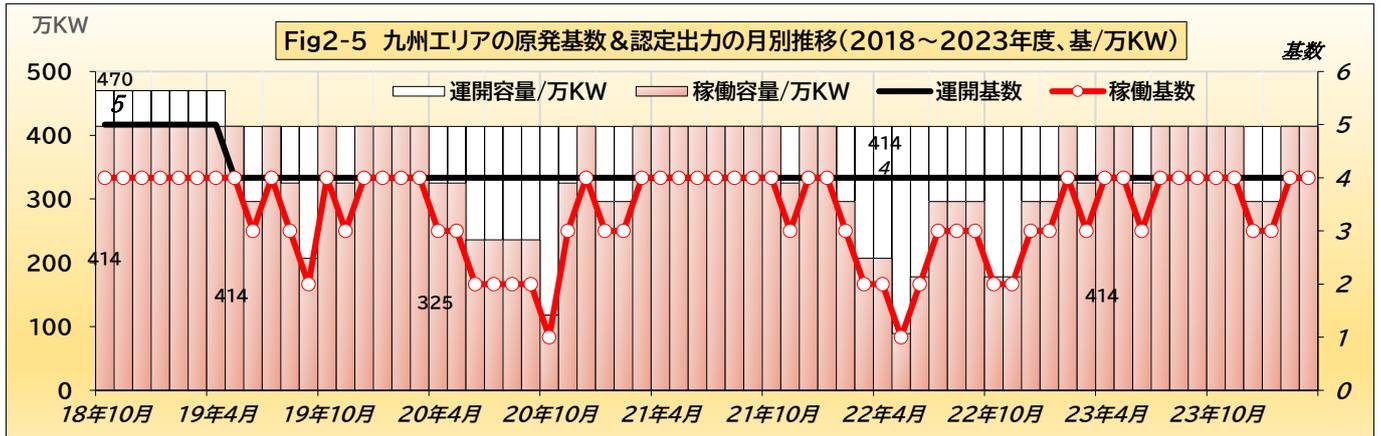
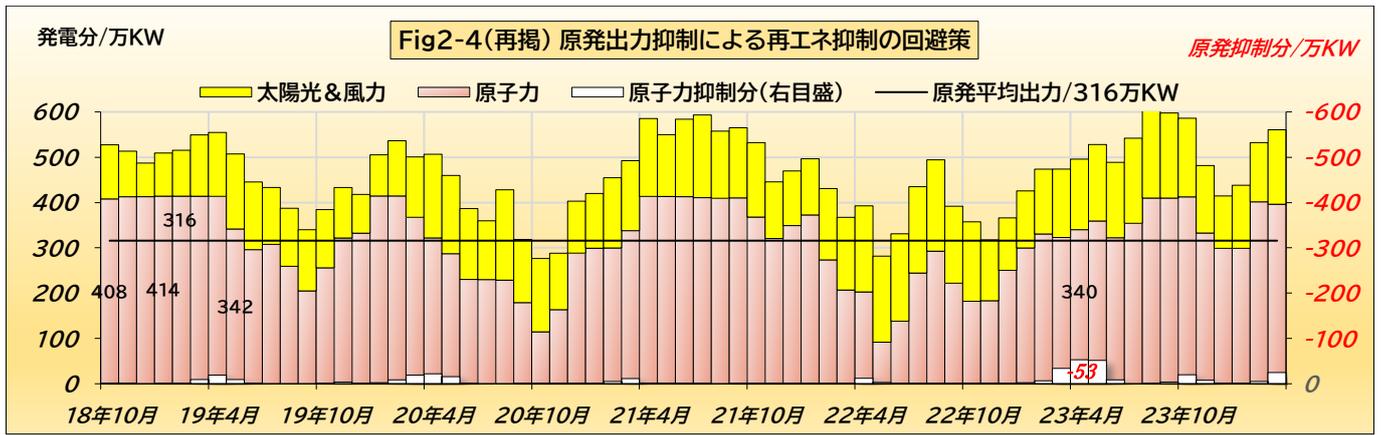
(注4) 広域機関(OCCTO)の情報提供サービスから得られた情報。連系線運用容量は毎年度見直され、月別・祝祭日別・特定日・時間帯別に異なる値をとるので、最も条件の厳しい各月第1日曜日の値を取った。本稿では大雑把な傾向を確認するだけなので、2022年度の数値を全ての年度に適用した。(広域機関のデータは5分刻みに設定しているので、それを60分単位に集計し直すのに相当の手間がかかるため、手抜きした)

2-3 太陽光&風力抑制の回避策(案)

太陽光・風力抑制を回避するための九州電力送配電の措置(揚水ポンプやエリア外送電の活用不足)への疑念や過大な誤差量の設定などを一応脇においても、抑制回避は可能である。

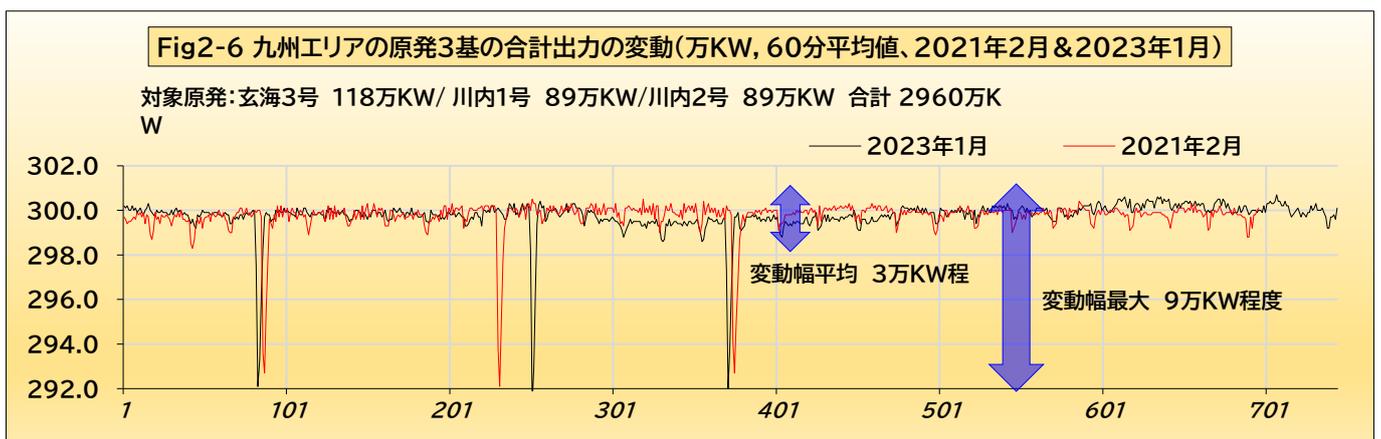
Fig2-4 は太陽光&風力抑制分を原発出力抑制で対応したときの回避策案を示すグラフ。次ページの Fig2-4(再掲)は発電量と抑制量の目盛を揃えたグラフ。Fig2-5 は Fig2-4 と横軸を揃えた原発4基(玄海3・4号/川内1・2号)の運開/稼働基数&運開/稼働出力の月別推移を示すグラフである。





原発出力は平均 316 万KW。それに対して抑制電力は高々53 万KW(17%)に過ぎない。最も出力抑制の多い4~5月の2ヶ月間だけでも80%出力で運転すれば相当量の抑制が回避できる。

因みに、玄海・川内とも2002年頃から電気出力100%運転から熱出力100%運転に切り替えた。それにより海水温度が低い冬季には発電量が数%程増加するという理由からである。原発出力は数万KW程度の規模で変動している。2021年2月と2023年1月の玄海3号/川内1・2号の合計3基の60分毎の発電量をプロットすれば、出力が9万KW程度変動していることが分かる。



原発は火力DSS(Daily Start&Stop)のような頻繁な出力調整を行うように設計されていないので、出力調整運転は基本的に行われませんが、計画的な電気出力80%のような運転であれば可能ではないのだろうか。技術的に検討されてよいと思う。

3 全国 9 エリアの太陽光&風力発電の抑制日数と抑制発電量

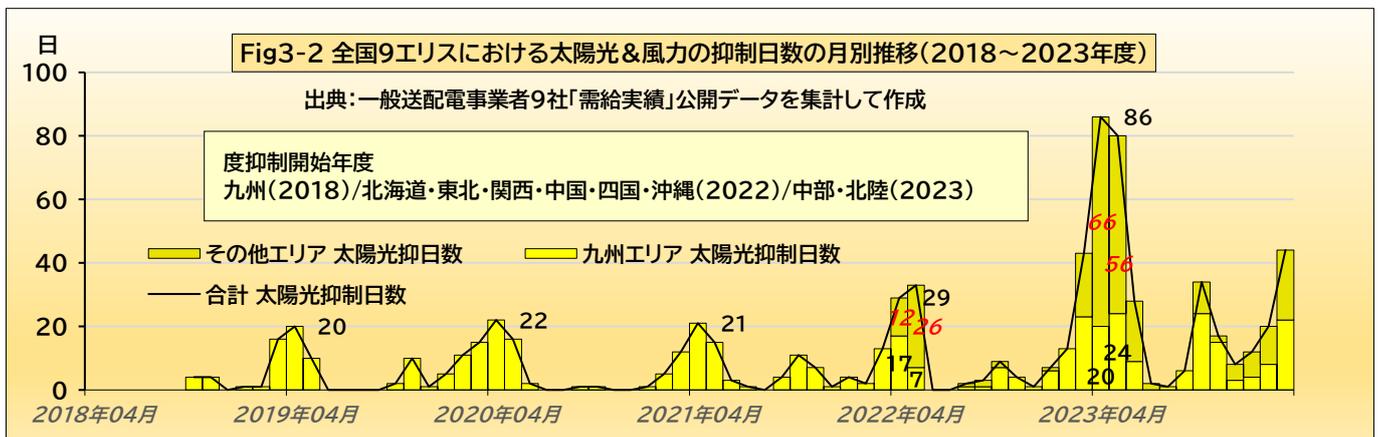
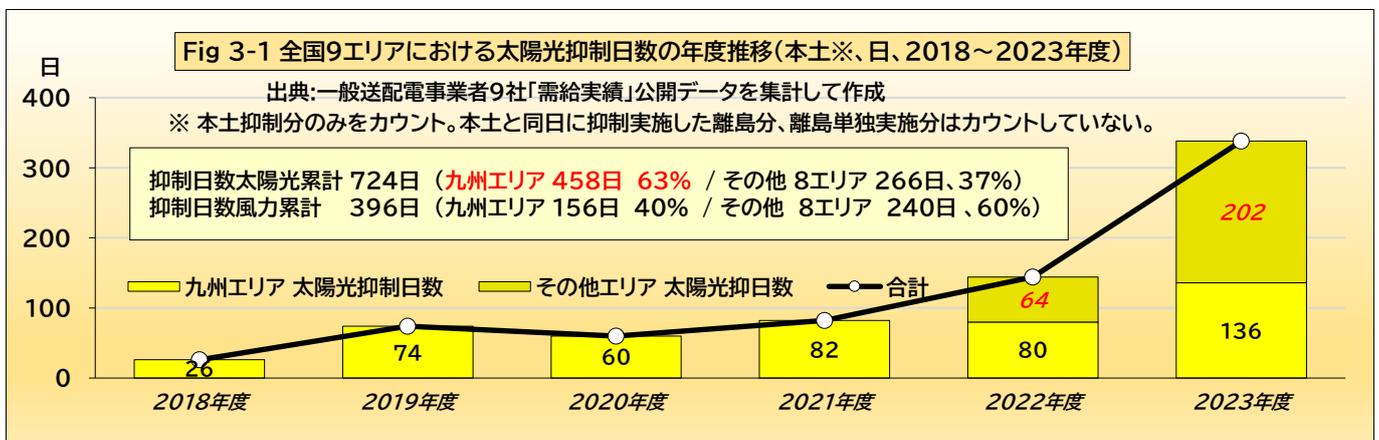
3-1 全国 9 エリアの太陽光発電抑制日数の推移

Fig 3-1 は太陽光発電抑制日数の年度推移、Fig 3-2 は月別推移を表す。

九州エリアについて太陽光出力抑制が始まったのは 2022 年度からで北海道・東北・関西・中国・四国・沖縄の 6 エリアで合計 64 日、翌 2023 年度には新たに中部・北陸が加わり 202 日と著しく増加した(注 5)。

九州エリアを含めた累計は 724 日(風力 396 日)に及び、2023 年度だけで累計抑制日数の半分近くを占める結果となった。太陽光抑制日数は九州エリアが全抑制日数の 60%近くを占め、風力では 40%を占める。

月別推移では両年度とも 4・5 月の増加が九州以外のエリアで顕著である。殊に 2023 年度には 8 エリア合計が九州エリアを遙かに凌いでいる(1.5 倍程度)。

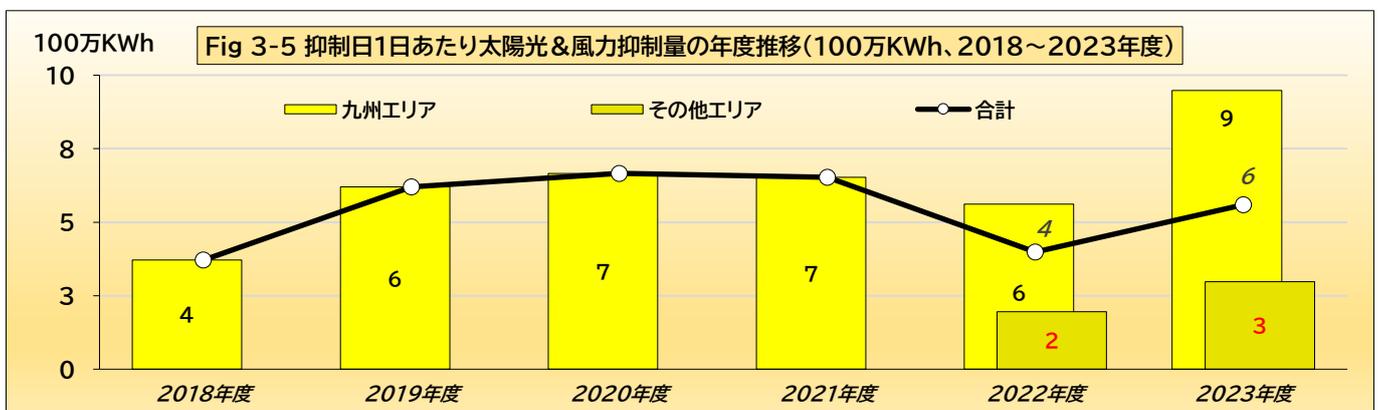
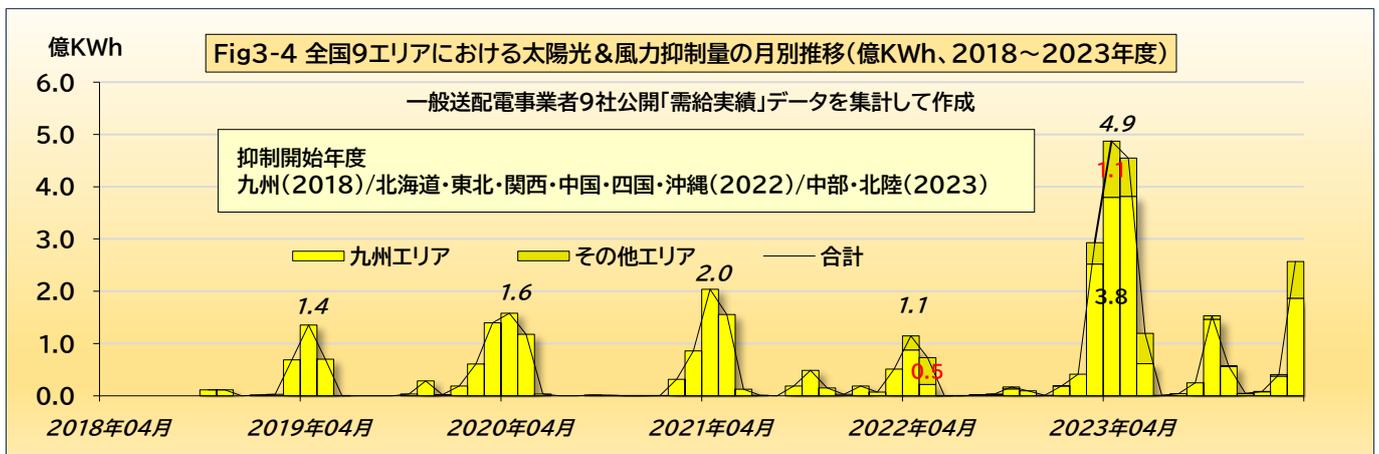
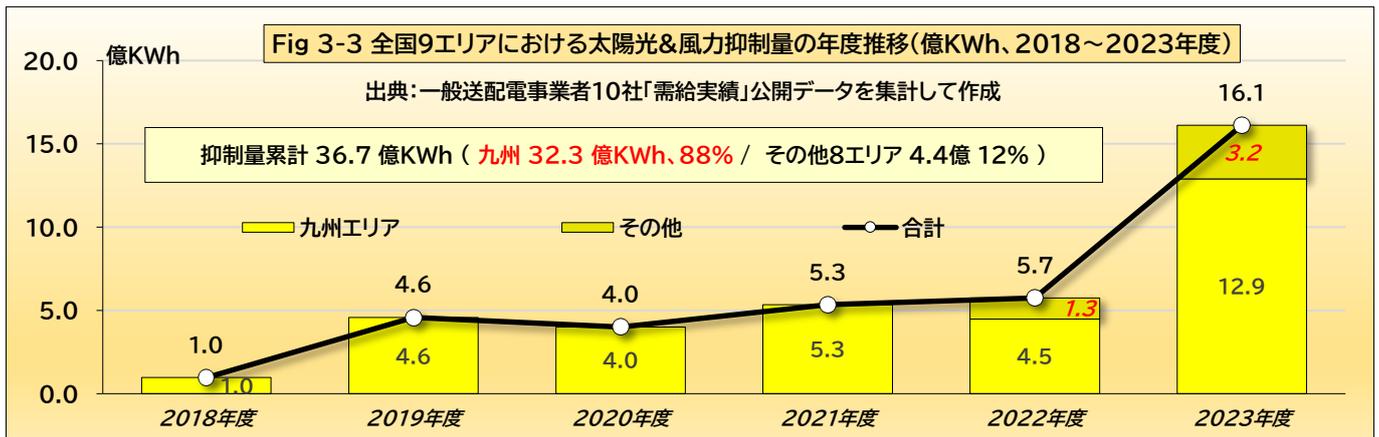


(注5) 全国 9 エリアの一般送配電事業者の公開する「エリア需給実績」で読み取れる数値である。九州エリアの場合は本土抑制に先立って離島が抑制されたが、他エリアでは広報機関による離島分の検証記録がないので、本土抑制と一括して検証されていると思われる(筆者は九州エリア以外の離島の電力事情はよく分からないけれど、たとえば、佐渡島や淡路島などの離島でも抑制されていると思われるが、その検証記録が広域機関には見当たらない)。以下の記述は全て、この需給実績から読み取った数値である。

3-2 全国9エリアの太陽光&風力発電抑制量の推移

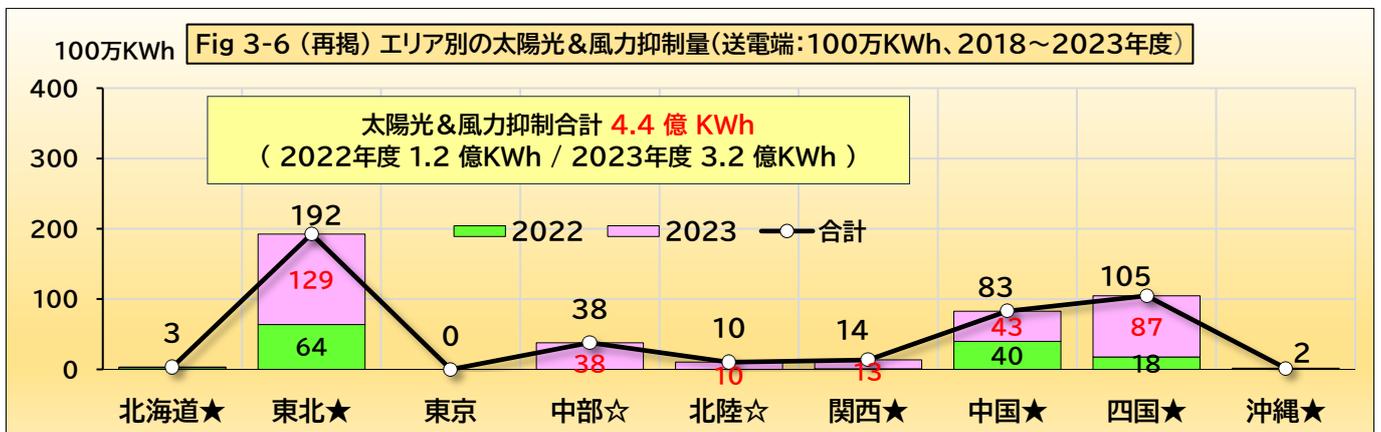
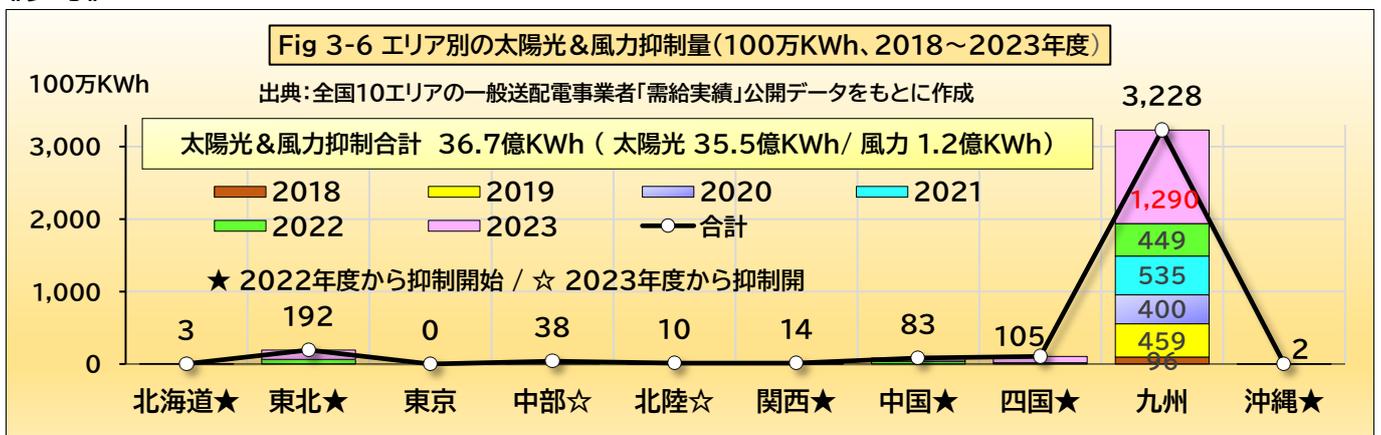
Fig 3-3/ Fig 3-4 は、太陽光&風力発電抑制量の年度推移と月別推移をそれぞれ示す。九州エリアを含めた累計は 36.7 億KWh程で、熊本市の総需要(38KWh、2022 年度)にほぼ匹敵する。九州エリアが全抑制量の 88%、8 エリアが 12%占める。

8 エリアにおける 2023 年度の抑制日数は九州エリアより多いが、抑制量では九州エリアの半分にも満たない。これは抑制日 1 日あたりの抑制量が九州エリアより遙かに少ないことを意味している。因みにこれをグラフ化すれば、Fig 3-5、及び次ページの Fig 3-6 のようになる。また、エリア別の太陽光&風力抑制量は次ページ 3-7 に記載のとおり。説明は割愛するので、興味ある方は参照して欲しい。





《参考》



次回に続く

2024年5月16日

脱原発！電力労働者九州連絡会議 副代表 山崎 明

《参考資料》再エネ抑制月報(万KWh/万KW、2018~2023年度)

年度	再エネ抑制月	本土抑制指示回数	本土抑制実施回数	太陽光抑制量 [a]	風力抑制量 [b]	合計 [a]+[b]	太陽光抑制率 a/(A+a)	風力抑制率 b/(B+b)	太陽光抑制量最大	太陽光抑制時間 h	風力抑制時間 h	太陽光発電量 [A]	風力発電量 [B]
2018年度	2018年10月	4	4	1,150	0	1,150	8%	0%	92	26	0	12,945	356
	2018年11月	4	4	1,133	23	1,155	9%	12%	93	28	7	11,958	166
	2018年12月	0											
	2019年01月	1	1	167	0	167	6%	0%	34	7	0	2,704	110
	2019年02月	1	1	242	38	280	10%	24%	37	7	7	2,221	120
	2019年03月	16	16	6,892	109	7,001	11%	3%	179	112	14	57,540	4,190
2019年度	2019年04月	20	20	13,236	280	13,516	14%	9%	257	153	48	79,818	2,895
	2019年05月	10	10	6,912	94	7,006	14%	15%	188	80	24	41,521	527
	2019年06月	0											
	2019年07月	0											
	2019年08月	0											
	2019年09月	0											
	2019年10月	6	2	346	0	346	4%	0%	38	16	0	7,603	420
	2019年11月	14	10	2,784	67	2,851	8%	10%	82	80	16	30,730	601
	2019年12月	1	1	199	0	199	7%	0%	36	8	0	2,546	123
	2020年01月	8	5	1,862	30	1,892	12%	3%	135	35	16	13,541	841
	2020年02月	15	11	5,968	82	6,050	14%	5%	280	76	15	36,284	1,559
	2020年度	2020年03月	19	15	12,980	984	13,964	18%	25%	249	116	64	59,297
2020/04月		24	22	15,358	433	15,791	11%	10%	218	167	56	121,647	3,801
2020/05月		21	16	11,383	360	11,744	12%	11%	198	126	48	86,998	3,069
2020/06月		4	2	334	0	334	3%	0%	44	15	0	12,651	157
2020/07月		2											
2020/08月		0											
2020/09月		1	1	152	0	152	3%	0%	24	8	0	4,521	247
2020/10月		4	1	111	0	111	2%	0%	38	7	0	4,562	107
2020/11月		0											
2020/12月		1											
2021/01月		2	1	17	0	17	1%	0%	14	5	0	3,381	242
2021年度		2021/02月	8	5	2,940	234	3,174	11%	15%	175	40	24	23,618
	2021/03月	20	12	8,215	389	8,605	12%	16%	280	92	48	62,796	1,996
	2021/04月	26	21	19,526	836	20,362	17%	16%	339	161	57	94,803	4,533
	2021/05月	21	15	14,979	567	15,545	19%	17%	348	121	78	62,993	2,697
	2021/06月	13	3	1,288	0	1,288	8%	0%	132	21	0	14,825	162
	2021/07月	4	1	83	2	85	2%	2%	34	3	2	4,274	87
	2021/08月	3											
	2021/09月	8	4	1,822	66	1,888	10%	11%	185	23	16	17,152	514
	2021/10月	25	11	4,483	350	4,833	9%	15%	234	79	48	42,926	1,998
	2021/11月	18	7	1,392	124	1,516	5%	13%	197	38	20	25,564	798
	2021/12月	12	1	244	21	265	7%	3%	119	4	4	3,104	642
	2022年度	2022/01月	9	4	1,824	68	1,892	13%	14%	213	30	16	11,765
2022/02月		10	2	719	2	721	7%	0%	169	15	5	10,256	419
2022/03月		18	13	4,875	205	5,081	7%	9%	285	91	37	63,063	2,138
2022年04月		23	17	8,548	225	8,773	8%	10%	231	128	43	96,139	1,981
2022年05月		16	7	2,153	37	2,190	5%	7%	142	49	14	41,564	465
2022年06月		2											
2022年07月		1											
2022年08月		1	1	135	0	135	2%	0%	35	4	0	5,477	177
2022年09月		5	1	250	0	250	5%	0%	65	7	0	4,589	40
2022年10月		21	7	1,202	92	1,294	4%	7%	108	51	8	31,763	1,271
2022年11月		16	4	917	17	934	6%	6%	119	26	8	15,442	289
2023年度		2022年12月	6	1	94	4	98	3%	1%	50	6	2	3,018
	2023年01月	13	6	1,773	70	1,843	8%	5%	160	46	12	21,267	1,241
	2023年02月	20	13	4,055	49	4,104	7%	2%	262	68	8	55,771	2,255
	2023年03月	27	23	24,695	493	25,188	21%	15%	552	175	95	92,135	2,758
	2023年04月	24	20	37,073	890	37,963	30%	18%	585	181	88	87,010	4,175
	2023年05月	26	24	37,339	800	38,139	26%	21%	564	190	89	107,989	2,989
	2023年06月	23	9	5,981	156	6,137	11%	21%	368	57	18	47,522	592
	2023年07月	7		0	0	0	-	-	0	0	0	-	-
	2023年08月	11	1	421	0	421	7%	0%	125	6	0	5,764	37
	2023年09月	12	6	2,499	1	2,499	8%	0%	307	29	6	29,218	626
	2023年10月	29	24	14,486	134	14,620	12%	5%	367	162	15	105,894	2,654
	2023年11月	24	15	5,626	17	5,643	9%	1%	246	70	5	59,430	1,818
2023年12月	13	3	409	0	409	3%	0%	124	10	0	11,881	455	
2024年01月	28	4	755	0	755	4%	0%	139	19	0	16,030	607	
2024年02月	28	8	3,716	16	3,732	10%	1%	304	39	10	33,296	1,877	
2024年03月	24	22	18,217	438	18,655	15%	9%	149	144	52	102,316	4,698	
再エネ抑制年度		本土抑制指示回数	本土抑制実施回数	太陽光抑制量 [a]	風力抑制量 [b]	合計 [a]+[b]	太陽光抑制率 a/(A+a)	風力抑制率 b/(B+b)	太陽光抑制量最大	太陽光抑制時間 h	風力抑制時間 h	太陽光発電量 [A]	風力発電量 [B]
2018年度合計		26	26	9,584	169	9,753	10%	3%	179	180	28	87,367	4,943
2019年度合計		93	74	44,287	1,537	45,824	14%	13%	280	564	183	271,341	9,853
2020年度合計		87	60	38,511	1,416	39,927	11%	11%	280	460	176	320,174	10,972
2021年度合計		167	82	51,235	2,241	53,476	13%	13%	348	586	283	350,724	14,392
2022年度合計		151	80	43,821	988	44,809	11%	8%	552	560	190	367,166	10,772
2023年度合計		249	136	126,520	2,452	128,972	17%	11%	585	907	283	606,350	20,527