

令和元年度
北海道における風力発電の現状と課題

～稼働状況とトラブル状況～

令和3年2月9日
経済産業省 北海道産業保安監督部

はじめに

北海道管内の風力発電は、設置費補助制度や電力会社の新エネルギーの買取制度の開始によって、平成8年頃から設置が相次いだものの、各発電現場では思うような発電ができないなど様々な問題を抱えていました。これを受け平成13年、この問題点とその解決策を探ることを目的に第1回風力発電研究会を開催しました。

この「北海道における風力発電の現状と課題」は、第2回研究会開催にあわせて平成14年から管内で風力発電事業を行っている事業者の方々を対象にアンケート調査を始め、毎年、風力発電所の稼働状況、トラブル発生状況並びに保守管理の課題について取りまとめ、事業者間で情報共有を図り、発電所の運転並びに保守管理の向上に資することを目的にこれを公表しています。

このアンケートの調査にご協力いただいた風力発電事業者並びに関係者の皆様方に、あらためて謝意を申し上げます。

なお、本報告書は、令和元年度の実態を調査し取りまとめたものです。

(問い合わせ先) 経済産業省 北海道産業保安監督部 電力安全課

担 当 : 佐々木、布目、立身

電 話 : 011-709-2311 (内線2730、2731)
011-709-1795 (直通)

FAX : 011-709-1796

E-mail : hokkaido-denryokuanzen@meti.go.jp

目 次

はじめに	1
目次	2
1. 調査概要	3
2. 北海道における風力発電所の導入状況	4
1) 北海道全体	
2) 振興局別にみた導入状況	
3. 発電所の概要	7
1) 規模別設置状況	
2) 風車設置基数	
3) 風車製造者別設置状況	
4) 設置者の状況	
4. 風力発電所の稼働状況（令和元年度実績）	11
1) 年間設備利用率	
2) 月間設備利用率	
3) 風車毎の運転状況	
5. トラブル	19
1) 発生件数と発生部位	
2) トラブルの発生原因	
3) 復旧期間	
4) 復旧に時間を要した理由（部品交換を伴うトラブル）	
5) 交換した部品名と調達先（部品交換を伴うトラブル）	
6) トラブル対応状況	
6. 課題・メンテナンス	30
1) 現在の課題	
7. まとめ	33
1) 風力発電所の稼働状況	
2) 保守点検の状況	
3) トラブルの状況	
4) 今後の取組みと方向性について	

北海道における風力発電の現状と課題

経済産業省 北海道産業保安監督部 電力安全課

1. 調査概要

- 1) 調査目的 風力発電所（事業用電気工作物）の稼働状況、トラブル発生状況及び保守管理の現状と課題などを取りまとめ公表し、風力発電所の運転並びに保守管理の向上に資することを目的とする。
- 2) 調査対象 北海道管内で令和元年度末までに風力発電事業を行っている29事業者
- 3) 調査項目
 - ①風力発電所の概要
 - ②発電所計画時に見込んだ平均風速と設備利用率
 - ③稼働状況
 - ④トラブル発生状況、資機材の確保状況
 - ⑤メンテナンスなど
- 4) 実施時期 発送：令和2年7月15日
締切：令和2年8月14日
- 5) 回収状況 90.7%（26事業者、49発電所、風車338基）
- 6) 公表手順 調査結果を当部で取りまとめ、当部主催の風力発電研究会（メンバーは、北海道内において令和2年3月31日時点で風力発電事業を行っている事業者、製造者等）に報告した後、当部ホームページにて公表。

2. 北海道における風力発電所の導入状況

1) 北海道全体

令和元年度末における風力発電所の合計出力は521,145kW、発電所数は54発電所、風車基数は346基となっている（表1）。

表1 北海道における風力発電所の設置状況(令和元年度末)

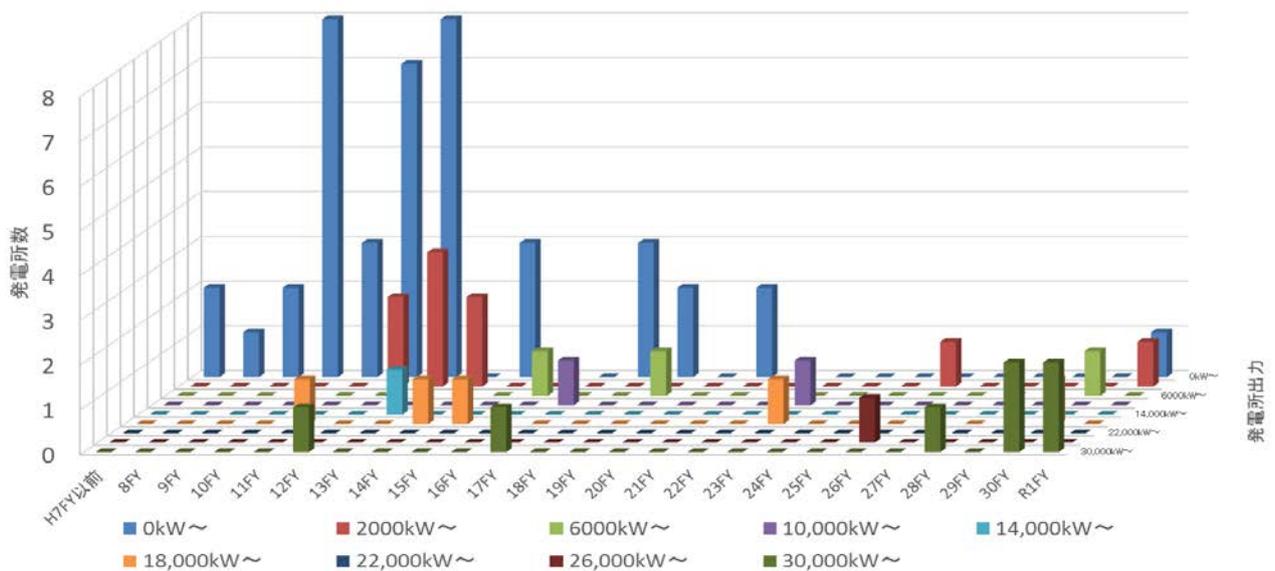
	振興局別内訳									北海道管内 合計
	宗谷	檜山	石狩	留萌	胆振	渡島	後志	根室	釧路	
発電所数	12	7	9	8	5	2	5	5	1	54
構成比	22%	13%	17%	15%	9%	4%	9%	9%	2%	100%
出力(kW)	134,065	132,500	69,380	63,130	48,450	36,800	21,080	14,370	1,370	521,145
構成比	26%	25%	13%	12%	9%	7%	4%	3%	0%	100%
発電所 毎の 出力 (kW)	800	800	80	400	1,500	800	230	1,400	1,370	
	225	21,000	900	20,000	1,000	36,000	4,500	750		
	1,980	1,200	1,500	1,600	1,950		1,200	1,500		
	1,500	12,000	1,650	30,600	10,000		600	9,320		
	1,500	19,500	1,650	2,970	34,000		14,550	1,400		
	990	28,000	4,000	2,400						
	250	50,000	6,600	2,960						
	14,850		20,000	2,200						
	3,970		33,000							
	21,000									
57,000										
30,000										
風車基数	120	76	27	55	25	14	17	11	1	346
構成比	35%	22%	8%	16%	7%	4%	5%	3%	0%	100%
発電所 毎の 基数	2	2	1	1	1	2	1	2	1	
	1	28	2	20	1	12	6	1		
	3	2	1	4	1		2	1		
	2	6	1	19	5		1	6		
	2	10	1	3	17		7	1		
	1	12	2	3						
	1	16	2	4						
	9		7	1						
	4		10							
	28									
57										
10										

※令和元年度中に、新設が4発電所(風車28基、86,600kW)、廃止が4発電所(風車10基、6,240kW)あった。

図1 北海道の風力発電所の推移



図2 発電所の新設の推移（規模別）



※1: 使用前自主検査、使用前安全管理審査等を参考に作成しているため、実際の運転開始年度と異なる場合があります。
 ※2: 増設は、カウントしていません。

2) 振興局別にみた導入状況

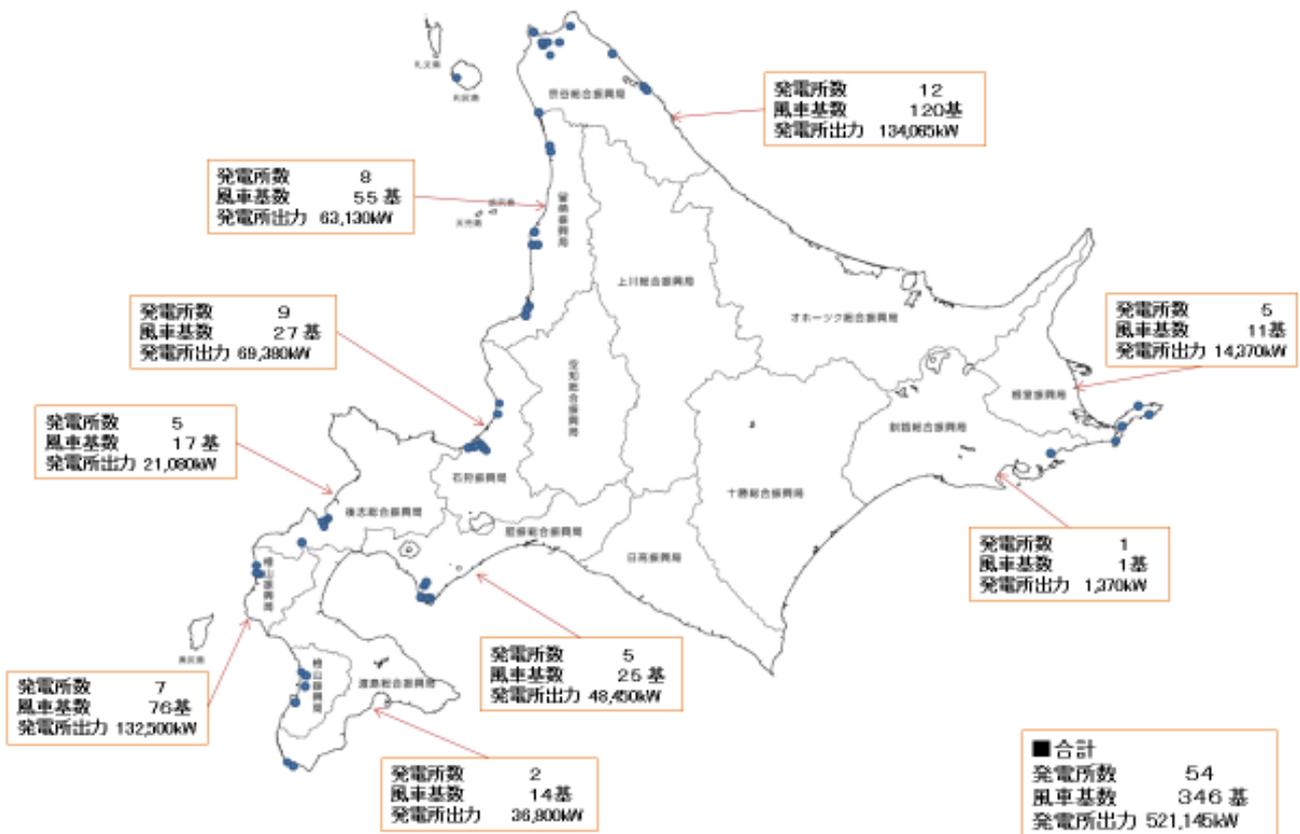
北海道の風力発電所は日本海沿岸を中心に分布している。全風力発電所の79.6%（発電所出力では87.7%）が宗谷総合振興局、留萌振興局、石狩振興局、後志総合振興局、檜山振興局及び渡島総合振興局の海岸沿いに立地している。

また、これらの地域には出力が30,000kW以上の大規模風力発電所も存在し、発電所数に対して風車の基数、発電所出力が大きいのが特徴となっている。

特に、宗谷総合振興局管内においては、発電所出力が13万kW、風車基数も100を超える地域となっている。

図3 振興局別設置状況

令和2年3月31日現在



3. 発電所の概要

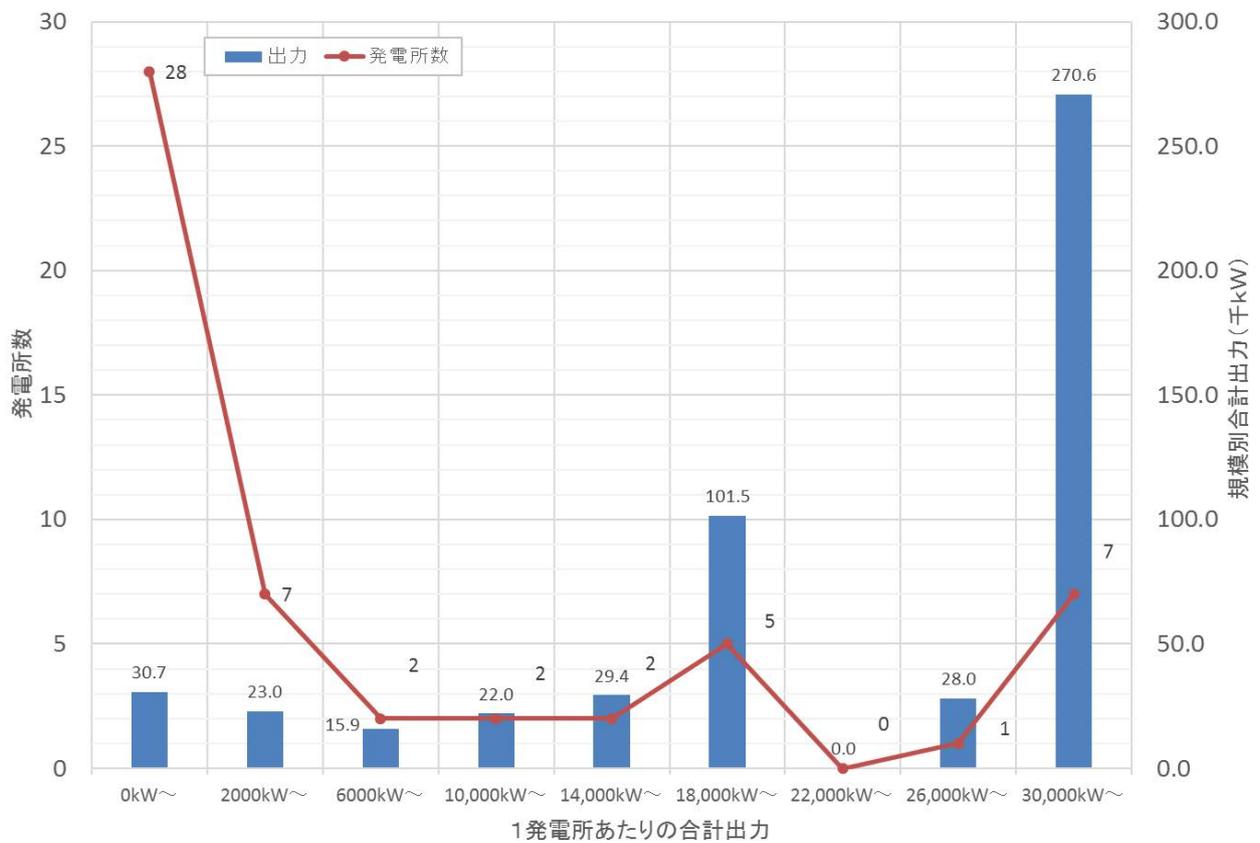
1) 規模別設置状況

発電所の規模別にみると、2,000kW未満の発電所が28発電所（51.9%）あり、全道の出力の5.9%となっている。

一方、出力が30,000kW以上の大規模風力発電所は7発電所（13.0%）となり、これらの合計出力は270,600kWとなり、全道の出力の51.9%を占めている（図4）。

図4 発電所規模別設置状況（令和元年度末）

発電所数：54



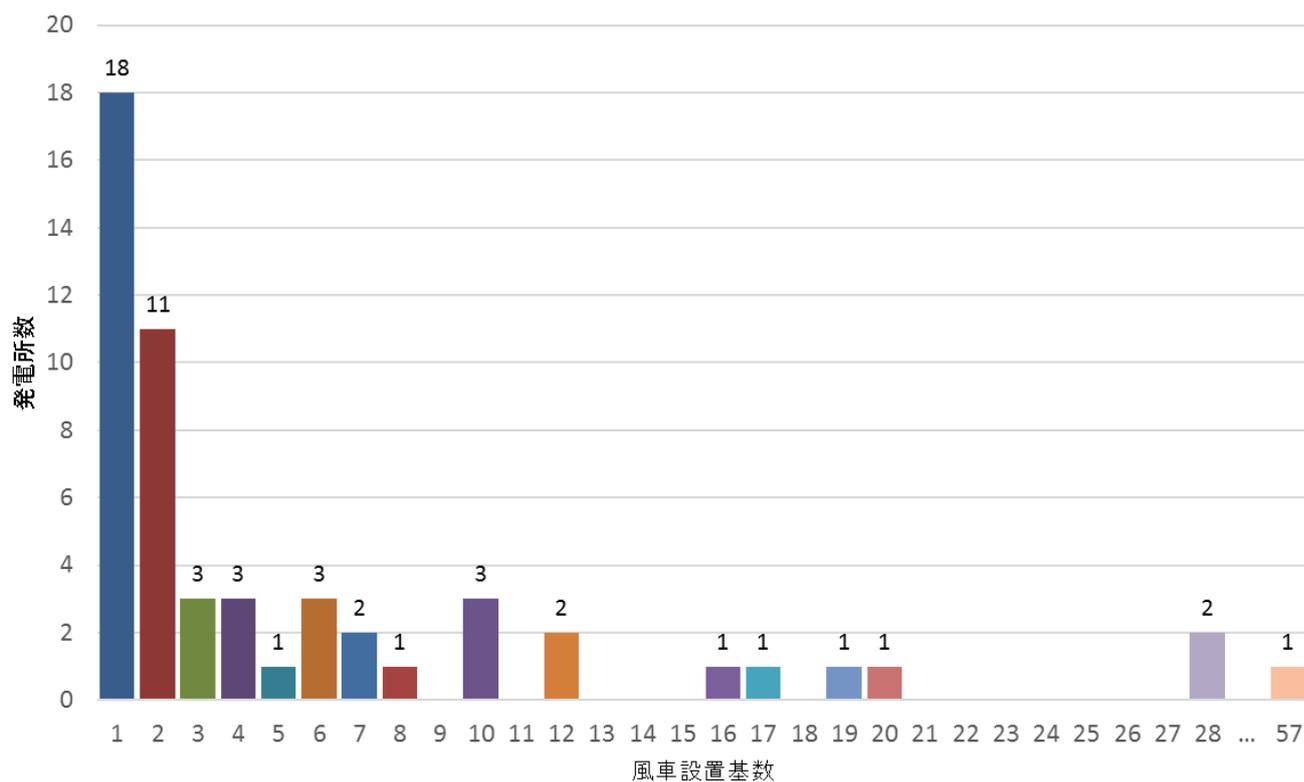
2) 風車設置基数

風車2基以下の発電所は、29発電所（53.7%）となっている。

一方、発電所出力が30,000kW以上の大規模風力発電所は、風車基数も10基以上と多く、その合計基数は141基となり、風車基数の40.8%を占めている（図5）。

図5 風車設置基数別発電所数（令和元年度末）

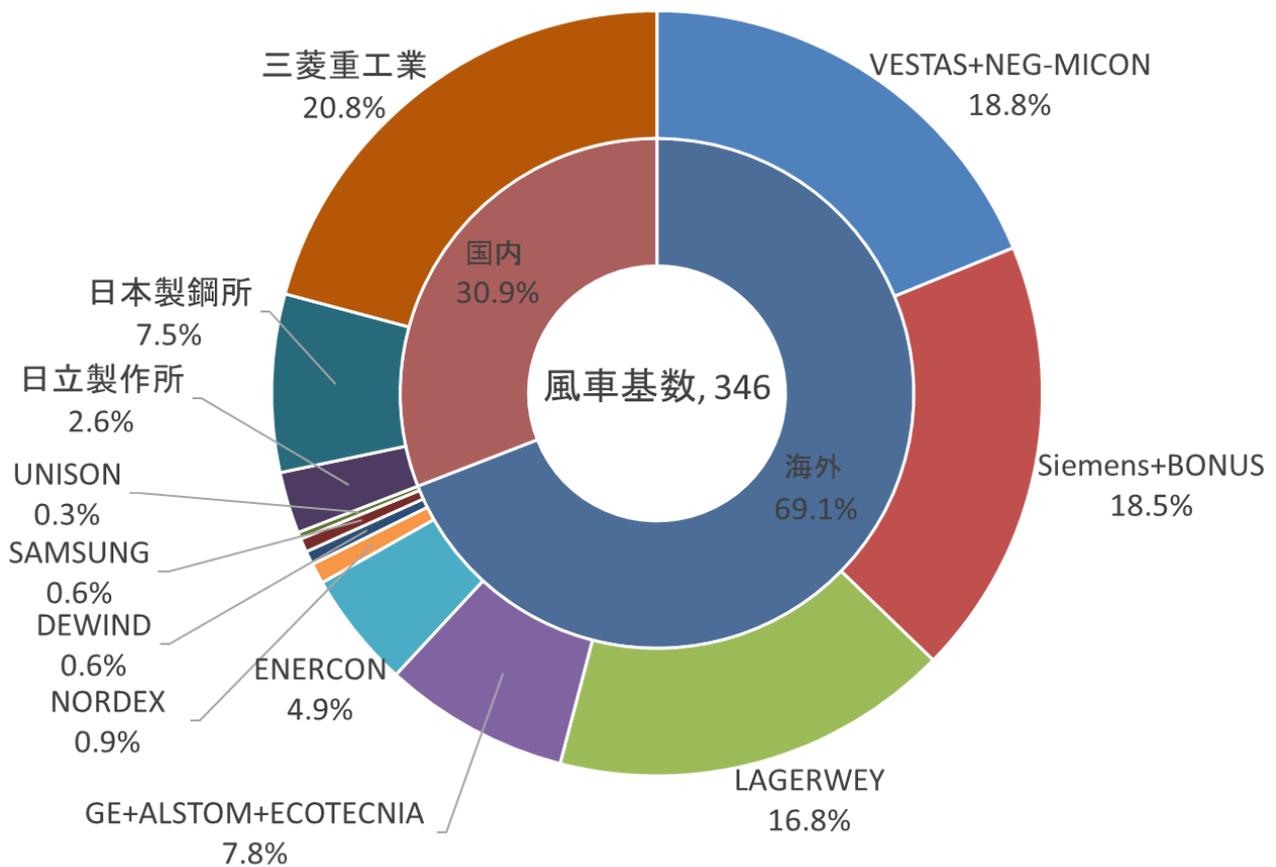
発電所数：54、風車基数：346



3) 製造者別設置状況

道内に設置されている346基の風車を製造者別にみると、国内の製造者による風車は107基（30.9%）であり、約7割にあたる239基（69.1%）が海外の製造者となっている（図6）。

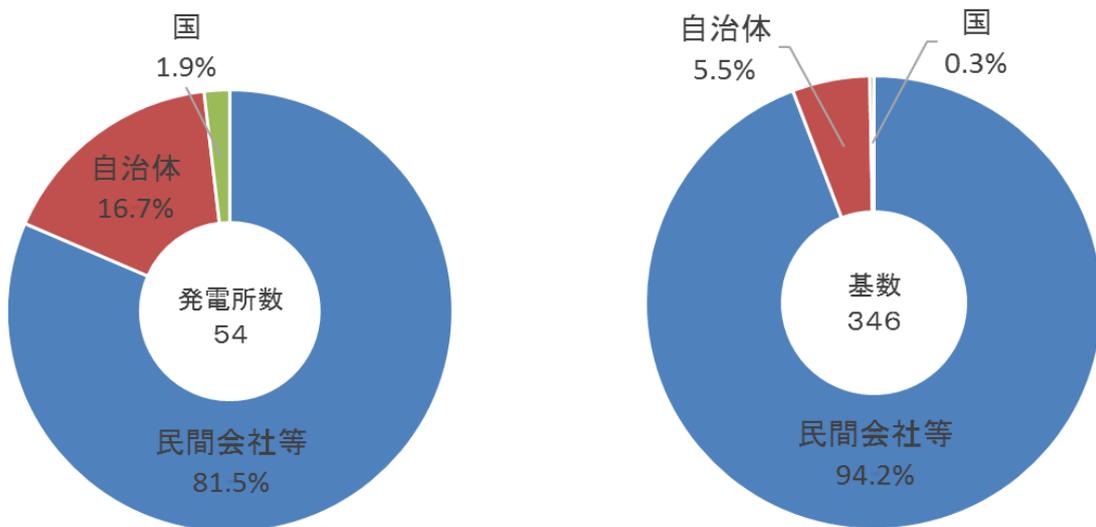
図6 製造者別風車基数（令和元年度末）



4) 設置者の状況

道内の54発電所のうち44発電所(81.5%)は民間会社等が設置し、10発電所(18.5%)は国及び自治体が設置している。民間会社等が設置した発電所はウインドファーム形式のものが多いため、1発電所あたりの基数が多く、326基(94.2%)と全体の9割以上を占めている(図7)。

図7 風力発電所の設置者別の発電所数及び基数



4. 風力発電所の稼働状況（令和元年度実績）

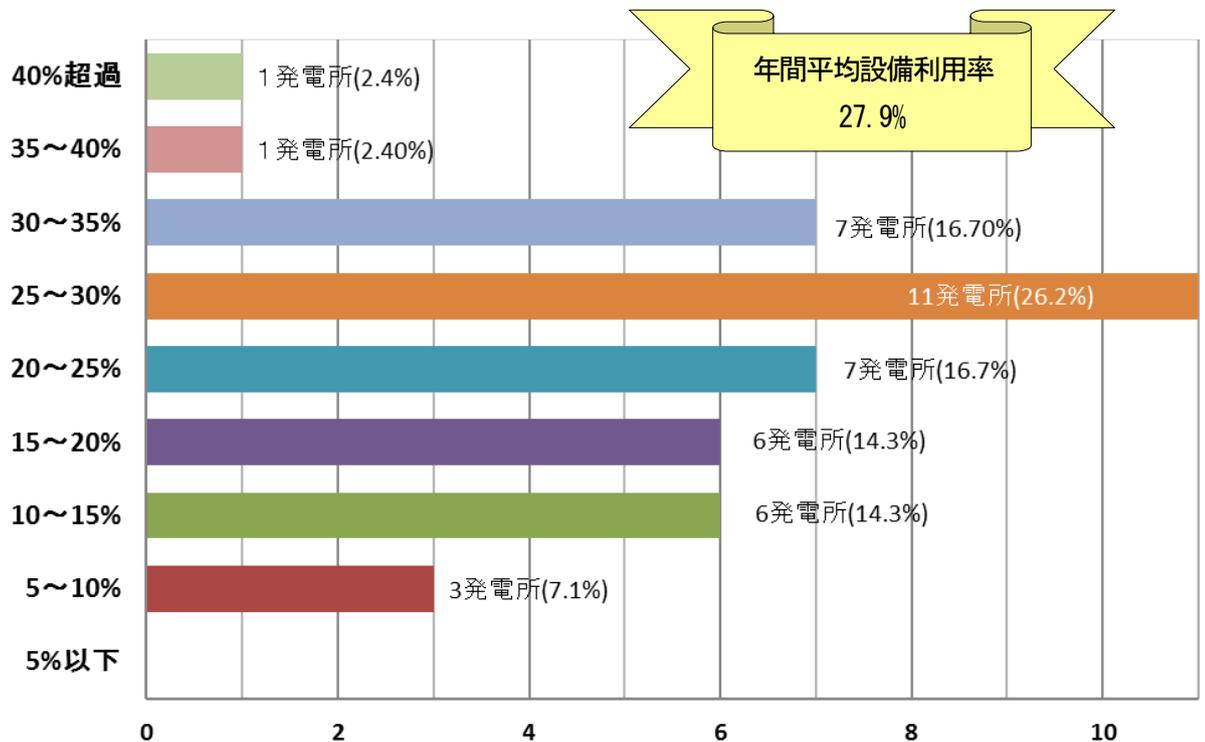
1) 年間設備利用率

①総論

令和元年度運転実績があり、アンケートの設備利用率に関する質問について回答があった46発電所の運転データから令和元年度の年間設備利用率（年間発電電力量÷（最大出力×366日×24h））を求めると27.9%となった。

42発電所の年間設備利用率をみると、25～30%の発電所が11発電所となっている（図8）。

図8 年間設備利用率（令和元年度実績）
発電所数：42発電所



また、各振興局管内に設置されている風力発電所毎に、年間設備利用率を求め比較してみると宗谷総合振興局が最も高く36.9%、次いで石狩振興局が30.3%、胆振総合振興局が30.2%、後志総合振興局27.5%と続いている（表2）。

平成30年度に比べて増加傾向を示している。

表2 振興局別年間設備利用率（令和元年度）

振興局別	年間設備利用率（%）
宗谷総合振興局	36.9
石狩振興局	30.3
胆振総合振興局	30.2
後志総合振興局	27.5
檜山振興局	25.0
その他	20.7
全道平均	27.9

②年間設備利用率の計画と実績との比較

令和元年度運転実績がありアンケートの回答があった発電所のうち、計画時及び実績の年間設備利用率について回答のあった32発電所について比較してみると、22発電所（68.8%）が計画に対して±5ポイント以内の実績となっており、計画に対し5ポイント以上を上回った発電所は、2発電所（6.3%）であった。

また、8発電所（25.0%）が計画を10ポイント以上下回っている（図9、表3）。

図9 年間設備利用率の計画と実績比較（令和元年度）
有効データ数：32発電所

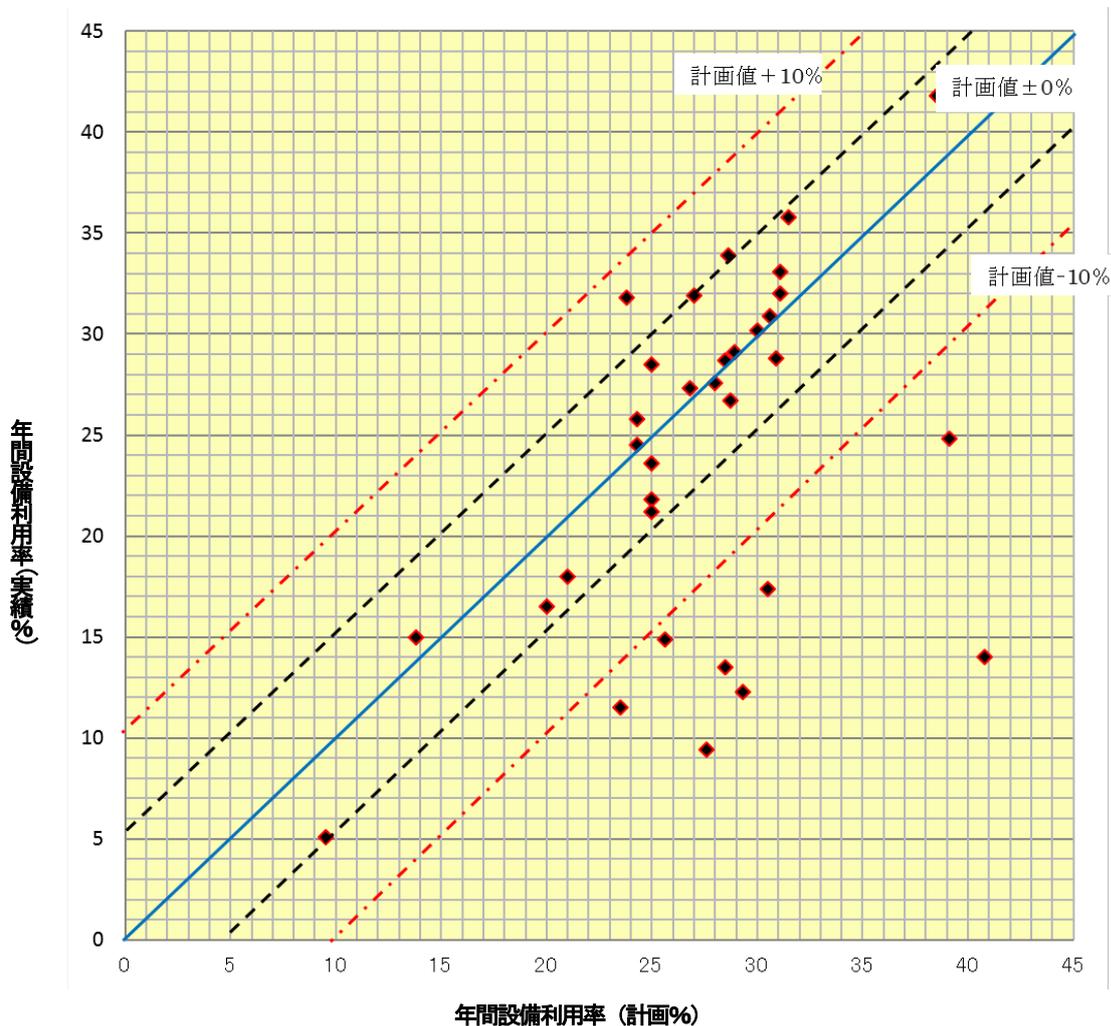


表3 年間設備利用率の計画と実績比較

年間設備利用率	発電所数	%
実績が計画の+5ポイント以上	2	6.3
実績が計画の±5ポイント以内	22	68.8
実績が計画の-5ポイント以下	8	25.0
-5~-10ポイント	0	0.0
-10ポイント以下	8	25.0
合計	32	-

③年間設備利用率が計画を上回った又は下回った要因

実績の年間設備利用率が計画を上回った又は下回った要因についても質問したところ、32発電所から回答が得られた。

19発電所において年間設備利用率が計画を上回った。その要因は以下のとおりであった(表4)。

表4 実績が計画を上回った要因(複数回答なし)

上 回 っ た 要 因	計画以上の風況が得られた	7発電所
	風況はほぼ計画通りであったが、パワーカーブの改善が行われた	0発電所
	故障による停止が少なかった、メンテナンスに係る期間が予定より短かった	10発電所
	その他	2発電所

23発電所においては、年間設備利用率が計画を下回った。その要因は以下のとおりであった(表5)。

表5 実績が計画を下回った要因(複数回答あり)

下 回 っ た 要 因	計画通りの風況が得られなかった	9発電所
	風況はほぼ計画通りであったが、パワーカーブどおりの性能が発揮できなかった	0発電所
	故障による停止や補修、メンテナンスにかかる時間が多かった	13発電所
	その他	3発電所

さらに、実績の年間設備利用率が計画を「下回った要因」について、事業者から以下の回答があった（記載内容については要約して記述している）。

【故障による停止や補修、メンテナンスにかかる時間が多かった】

- 経年劣化による部品故障の多発、部品調達しにくい部品等の問題。リプレイスを予定。
- 重故障が発生し長期停止した（主軸軸受損傷、発電機故障、ギアボックス損傷、ナセル火災）
- ブレード折損による稼働停止。
- 発電機及びピッチベアリング不具合により長期保安停止。部品、技術員とも海外からのため時間を要した。
- ピッチエラーが頻発し、稼働率低下につながった。
- PCS 損傷事故で復旧に時間を要した。

【その他】

- 電力会社の技術要件遵守のための出力制御を行ったことにより下回った。
- 年間を通して風況は悪かったが、特に冬期間悪かった事が、計画を下回った大きな要因。
- 設計時の甘さ、風力発電機の性能の悪さと故障による停止。

一方、実績の年間設備利用率が計画を「上回った要因」について、「計画以上の風況が得られた。」の回答以外に、4 発電所より「故障による停止が少なかった。」「巡視視点検に重点を置き未然に故障を予期。また保守体制を見直し故障発生後の事後保全の充実を図った。」等との回答があり、当該発電所では良い取り組みが好結果を残していると推測できる。

2) 月間設備利用率

①北海道全体及び振興局別

令和元年度に運転実績があり、設備利用率に関する質問に回答があった42 発電所の月別運転データから北海道全体及び振興局毎に月間設備利用率を求め、令和元年度の特徴を整理すると次のとおりとなる（表6、図10、図11）。

表6 月間設備利用率（令和元年度実績） ～ 42 発電所～ (%)

振興局	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年度計
宗谷総合振興局	31.7	35.5	40.1	26.7	35.3	29.3	36.0	48.6	45.1	35.4	30.3	48.2	36.9
後志総合振興局	19.0	26.8	26.0	40.9	24.5	17.8	19.1	38.0	35.7	29.1	26.2	26.6	27.5
檜山振興局	19.8	18.6	20.1	27.4	21.0	14.7	20.4	35.0	34.6	30.8	31.5	26.7	25.0
石狩振興局	24.7	26.9	20.5	30.5	26.9	22.4	24.7	46.7	44.5	35.6	28.2	32.0	30.3
胆振総合振興局	20.1	17.3	22.1	26.8	31.0	20.7	29.3	51.5	43.2	37.0	32.7	31.2	30.2
その他	14.1	13.8	10.4	10.5	12.2	15.6	21.9	37.8	34.2	27.9	25.8	24.9	20.7
全道平均	21.5	22.5	22.9	23.0	23.7	20.3	26.1	42.3	39.0	32.1	29.1	32.6	27.9

図10 月別設備利用率（令和元年度実績）

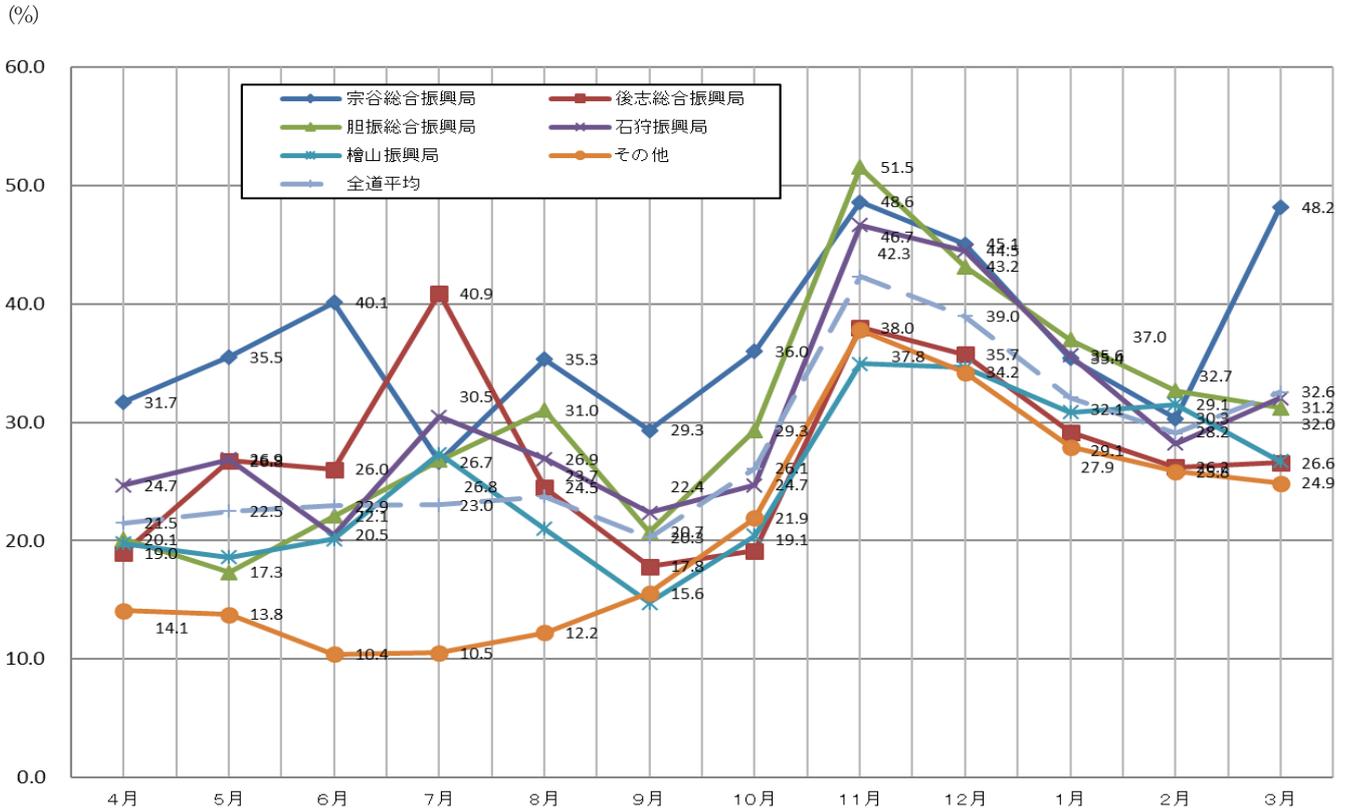
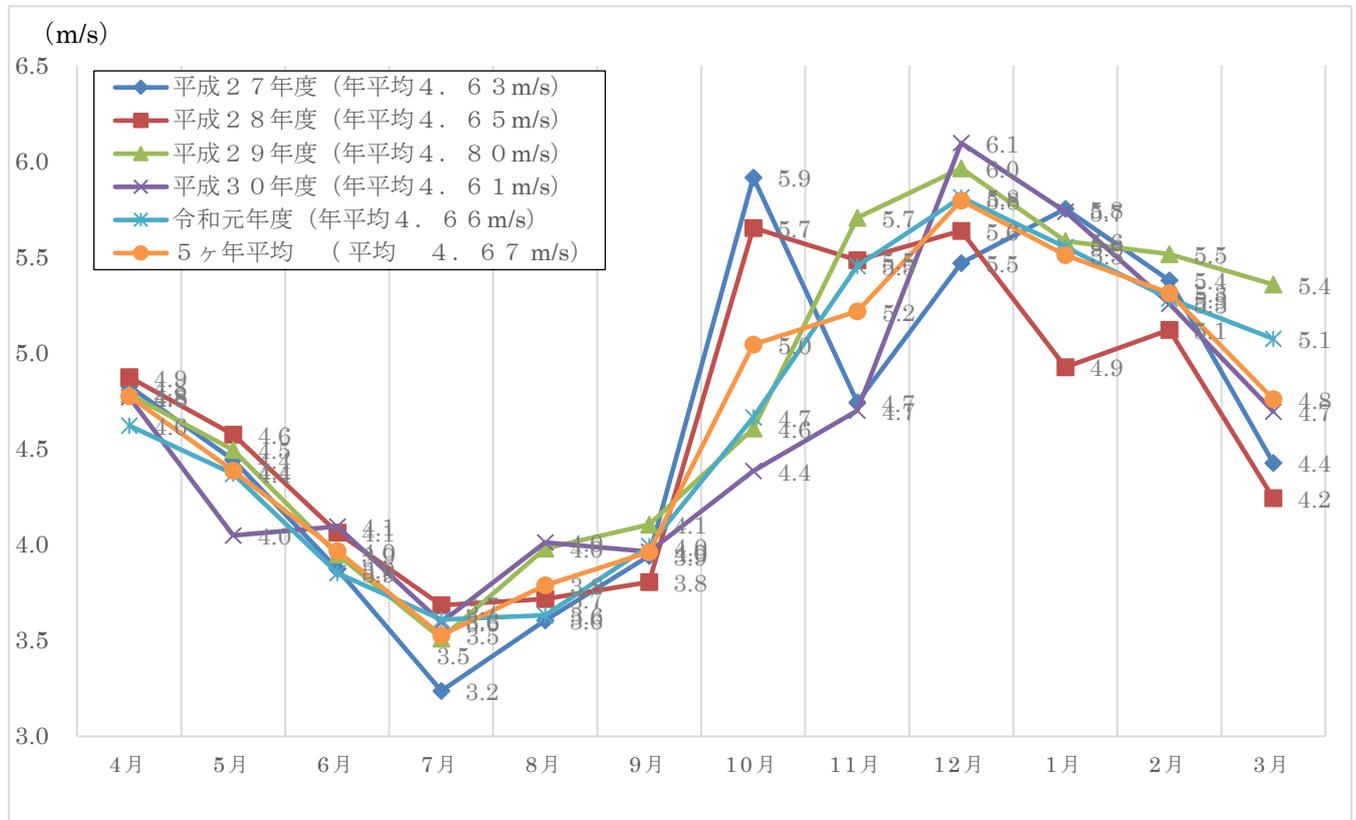


図11 気象庁観測データ平均風速



※1：風力発電所最寄りの気象台の風速データの算術平均による。

表6、図10・11から

北海道全体では、

◆令和元年度は、風況が直近の5カ年で2番目に良く、年間設備利用率も前年度に比べ1.4%の増加となった。

月間設備利用率が最大となったのは11月で42.3%となっている。年間を通して見ると、風力発電所のある道内各地域の気象庁観測データの平均風速とほぼ同じ傾向にある。

また、振興局毎に見ると、

◆年間設備利用率が36.9%と最も高かった宗谷総合振興局においては、35%以上の月が年間8ヶ月あり、全体をとおして高稼働であった。

◆また、宗谷総合振興局においては、平成22年度から10年連続して年間設備利用率30%以上を記録している。

◆図にはないが、発電所単位で見たとき月間設備利用率が最も高かったのは、石狩振興局管内の発電所で57.3%(11月)であった。

3) 風車毎の運転状況

①令和元年度実績

アンケート回答のあった風車について運転状況を調査したところ、298基の有効運転データが得られた。

これらの運転データを発電時間順に並べ替えたものが図12である。

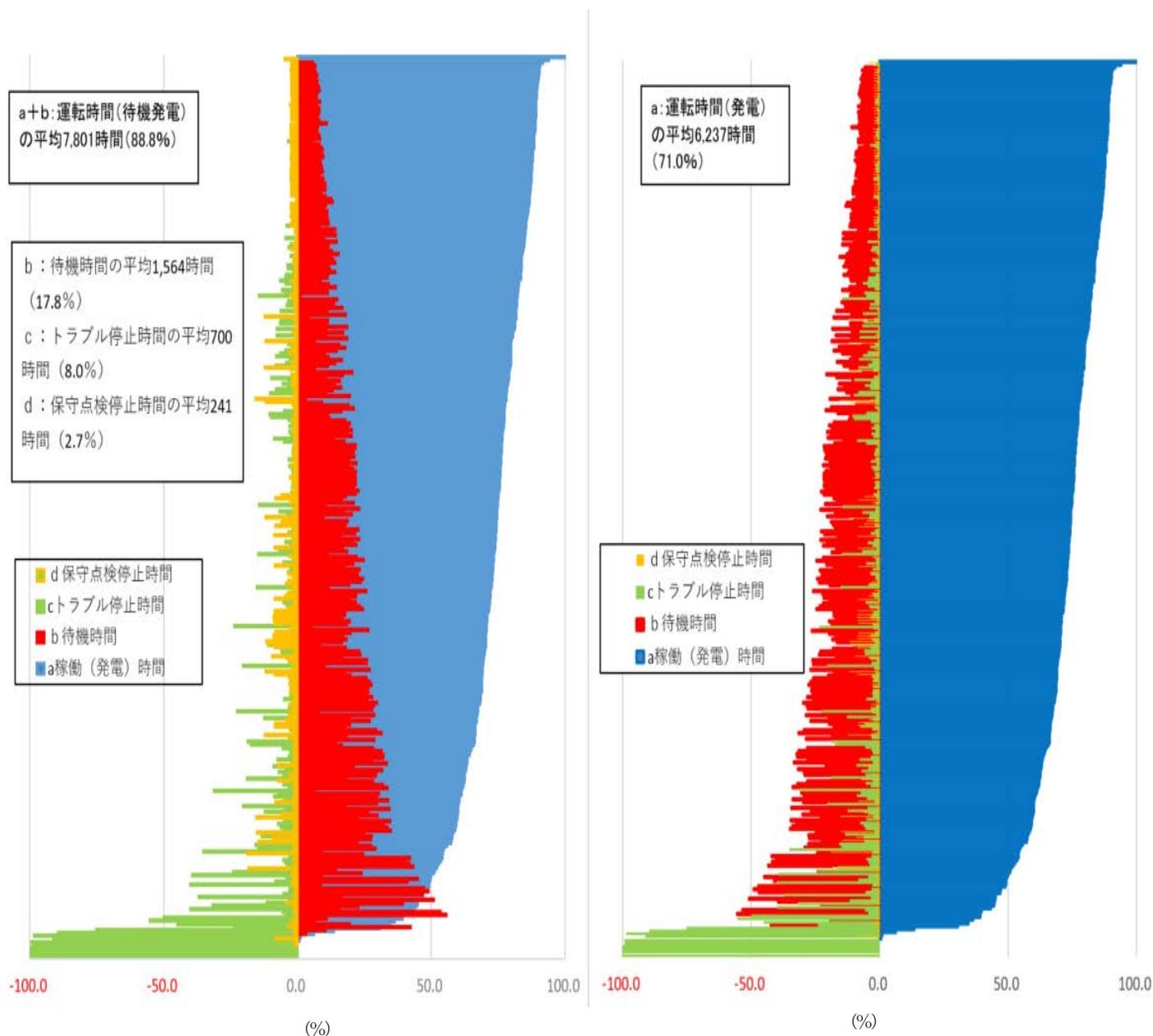
運転状態にある時間を正(+)、保守点検のための停止時間及びトラブル停止時間を負(-)として表したのが左図であり、運転時間(正の領域)の平均を求めると7,801時間(88.8%)(平成30年度は7,515時間)となる。

しかし、風力発電所が運転状態にあっても実際には風が弱く停止しているか発電待機状態の時間もあるため、これらの待機時間も負として表したのが右図であり、正味の運転時間(正領域)の平均を求めると6,237時間(71.0%)(平成30年度は6,039時間)となる。

一方で、保守点検のために停止している時間の平均を求めると、241時間(2.7%)(平成30年度は303時間)であり、トラブル停止時間の平均は700時間(8.0%)(平成30年度は942時間)となり、待機時間の平均は1,564時間(17.8%)(平成30年度は1,475時間)となった。

図 1 2 風車毎の運転状況（令和元年度実績）

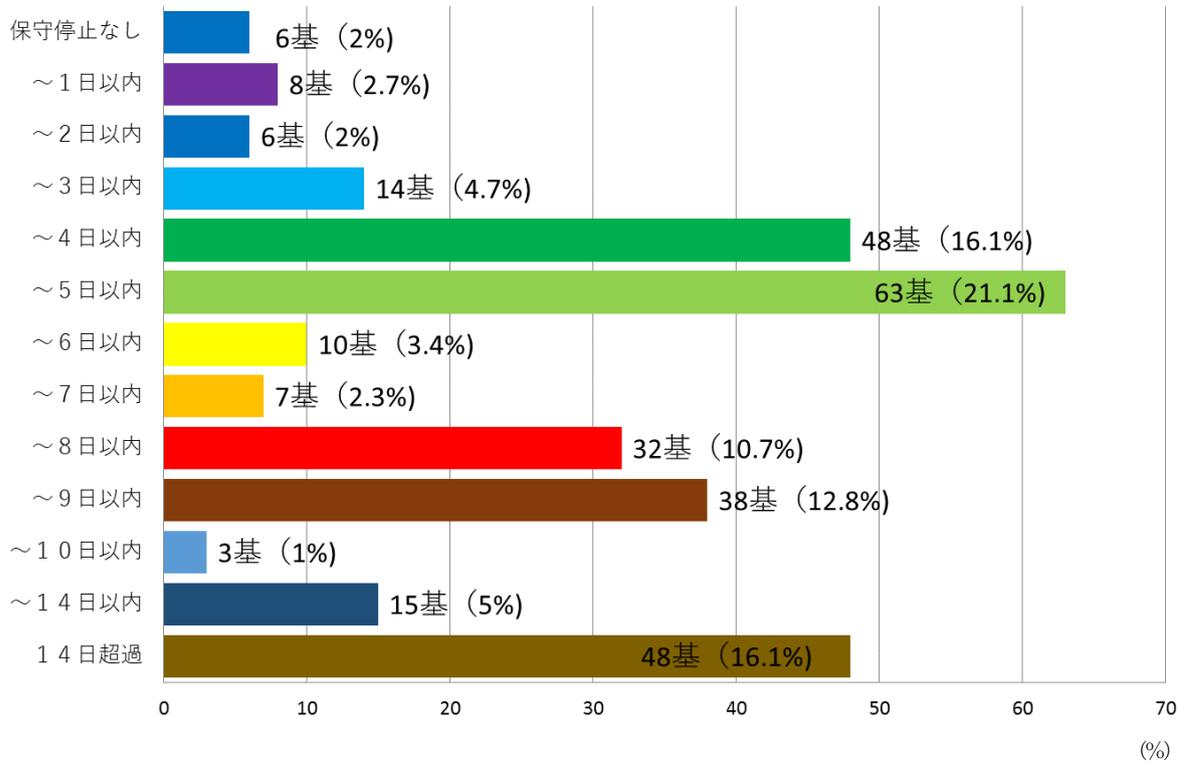
風車基数：298基



② 保守点検停止

保守点検は、風車、発電機各部の点検の他、潤滑油の補給や消耗品の交換などを行うために実施されるが、風車298基の保守点検停止時間数を日数（24時間／日）に換算し整理してみると、2日以内に保守点検を終えた風車は20基（6.7%）で、最も多かったのは4～5日以内の停止で63基（21.1%）となり、次いで4～3日以内で48基（16.1%）及び14日を超える期間を要した風車が48基（16.1%）となっている（図13）。

図13 保守点検停止日数（令和元年度）：風車基数298基

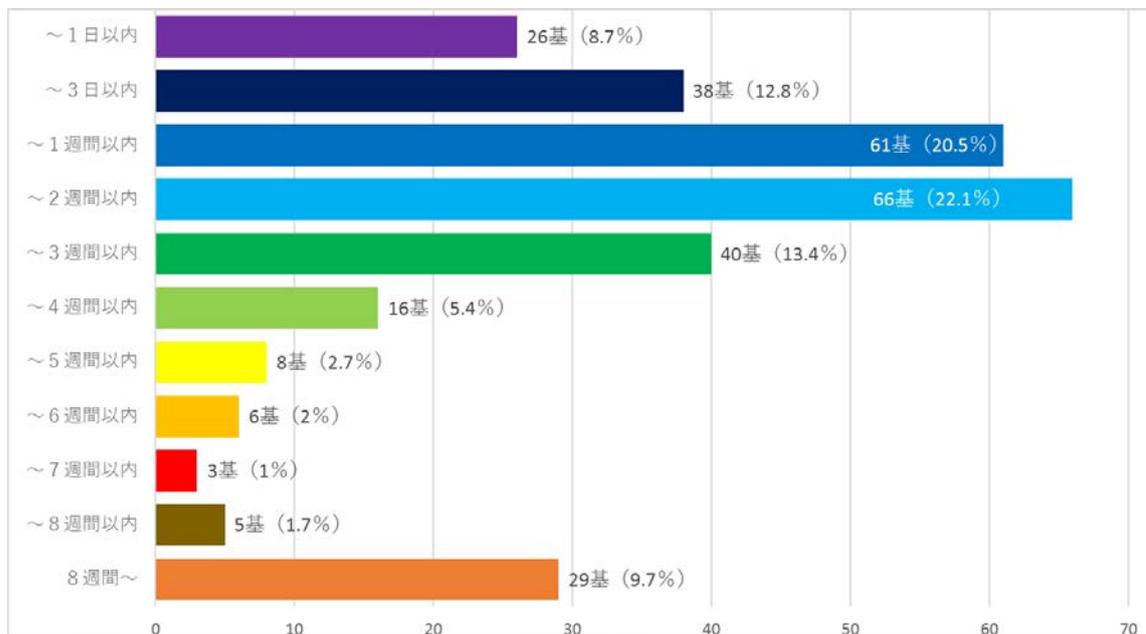


③トラブル停止

風車298基の運転データから、風車毎のトラブル停止時間を日数に換算し整理してみると、トラブルによる停止期間は、1週間以内が125基（41.9%）、1週間～2週間以内66基（22.1%）となっている（図14）。

なお、令和元年度において1年間稼働できなかった風車は6基となっている。

図14 トラブル停止日数（令和元年度）：風車基数298基



5. トラブル

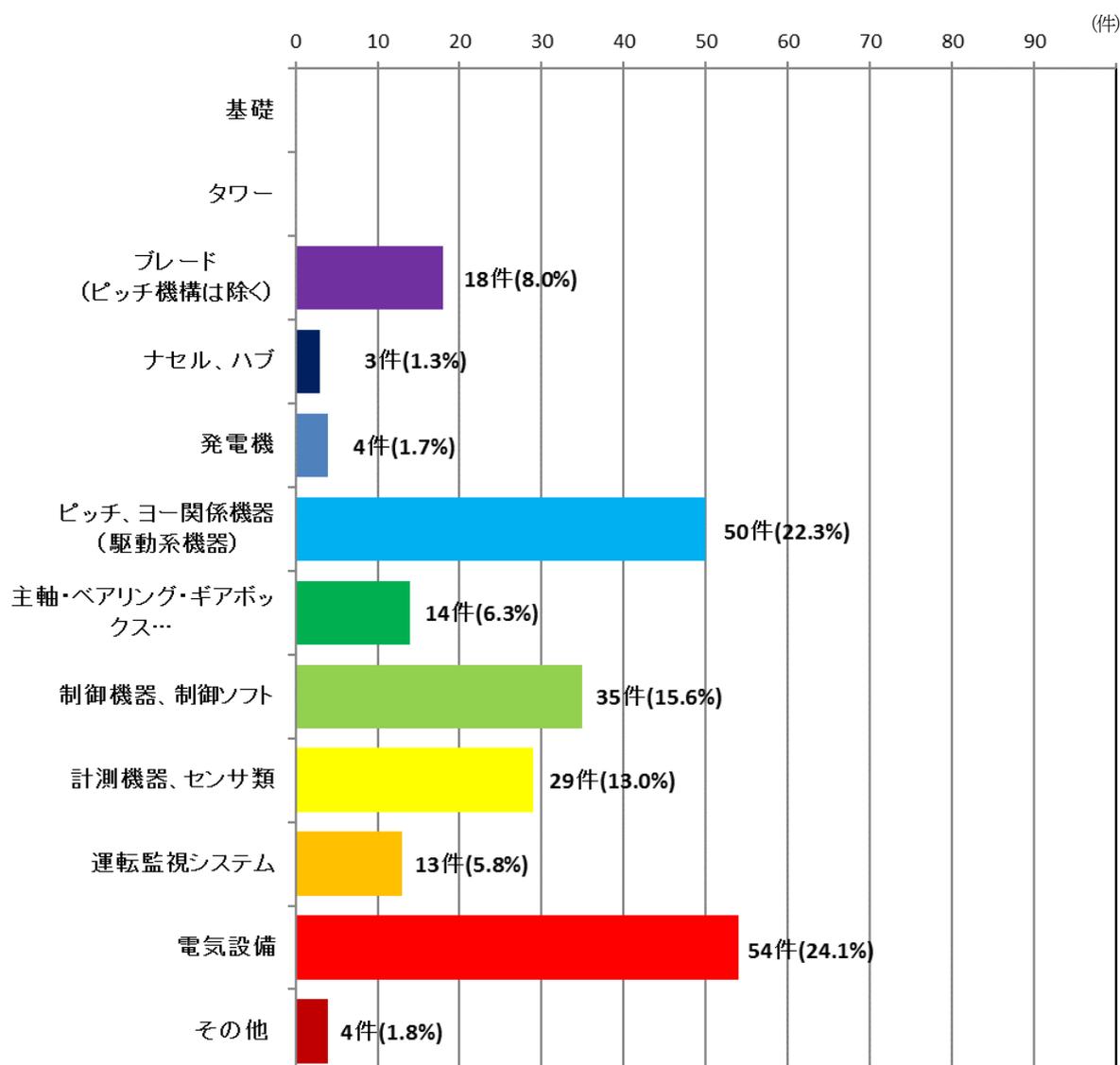
1) 発生件数と発生部位

令和元年度に発生したトラブルは224件となり、前年度に比べ減少している。

発生部位別に発生件数が多い順にみると、電気設備が54件（24.1%）ピッチ・ヨー関係機器が50件（22.3%）、制御機器・制御ソフトが35件（15.6%）となっており、これらの部位でトラブル全体の発生件数の6割以上を占めている（図15）。

前年度と比べるとトラブル件数は全体的に減少しているが、電気設備及びピッチ・ヨー関係機器（駆動系機器）のトラブルが多い傾向を示している。

図15 発生部位別トラブル件数
令和元年度総件数：224件



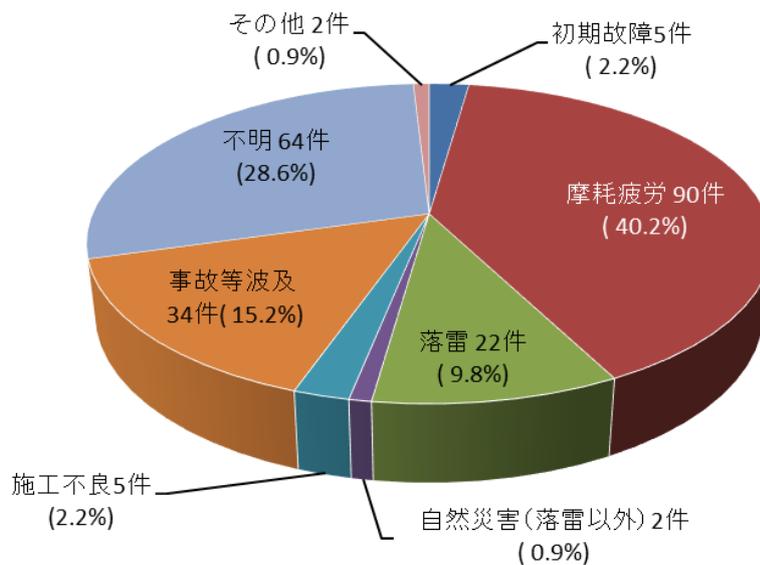
2) トラブルの発生原因

トラブルの発生原因は、摩耗疲労が90件（40.2%）次いで事故等波及34件（15.2%）、落雷（自然現象）が22件（9.8%）となっている（図16-1）。

平成30年度と比較すると、落雷によるトラブルの件数は半分以下に下がった（また、摩耗疲労の割合が6%程度増加している）。

主な発生部位別の原因及び対応等については、それぞれ以下のとおりとなっている。

図16-1 トラブルの原因
224件のトラブルについての回答（複数回答あり）



【ブレード】（ピッチ機構は除く。）

- 落雷によるブレードへの損傷が発見され補修を行ったものが2件報告され、この平均復旧日数は29日となっている。
- 落雷検知器が動作したものが4件報告されたが、いずれもブレードには異常なく平均復旧日数は1.0日となっている。
- ブレード根元の蓋が脱落し、ブレード内に挟まり、復旧に44日間かかった報告事例もあった。

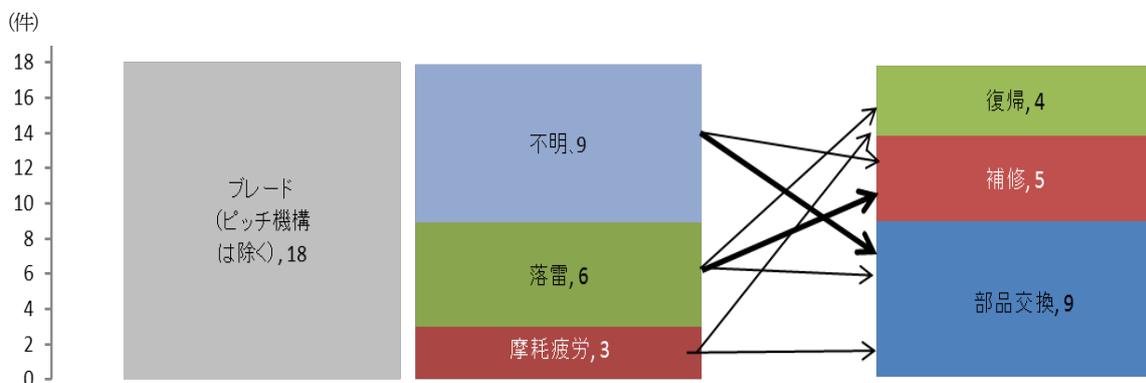


図16-2-1

【ナセル・ハブ】

- ナセル・ハブから異常を発見し交換したものが3件報告されている。
- ナセル固定ボルトの切断を発見したが、折れ込んだボルトがねじ込み部から抜けなかったため復旧日数が305日となっているものもある。

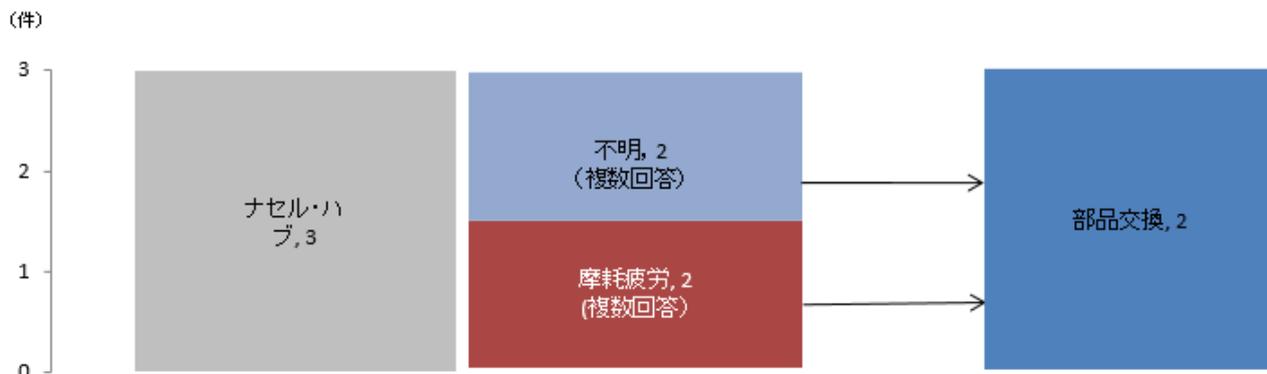


図 16-2-2

【発電機】

- 発電機等から異常を発見し部品交換したものが4件報告されている。
- 発電機出力電流異常により発電機を交換したものが1件報告され、部品及び技術員ともに海外調達となったため、その復旧日数が198日となっているものもある。

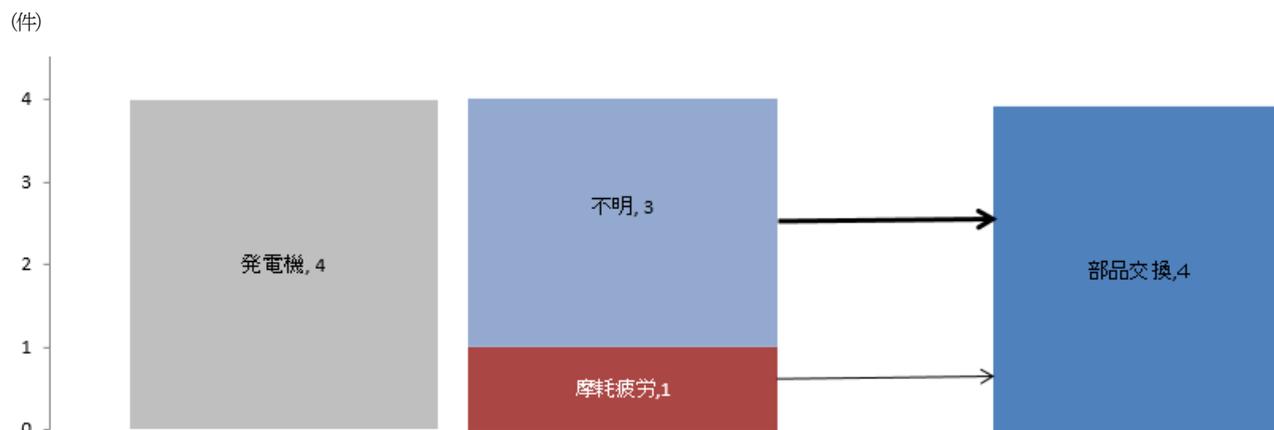


図 16-2-3

【ピッチ、ヨー関係機器（駆動系機器）】

- ピッチ、ヨー関係機器のトラブルが50件報告され、平均復旧日数12.5日となっている。
- 部品及び技術員ともに海外調達となったため、損傷したピッチベアリングの交換に復旧日数が112日となっているものもある。
- 設計以上の負荷が翼軸取付板の翼軸取付部に繰り返し応力が加わり、当該部に亀裂が発生するトラブルが4件報告され、部品を交換した。

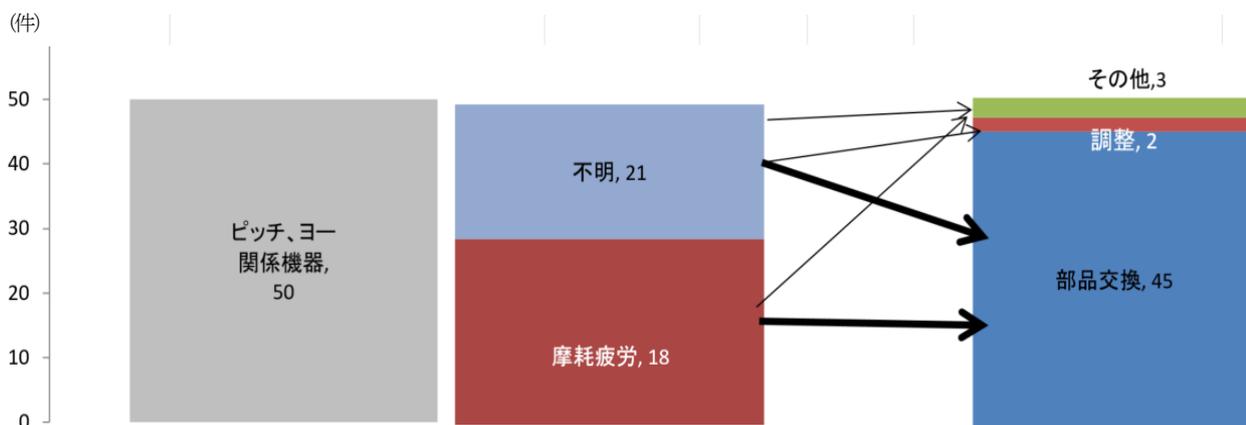


図16-2-4

【主軸・ベアリング・ギアボックス（駆動系機器）】

- 14件のトラブルのうち、10件は在庫を持っていたことから復旧が早く終了している報告もあるが、在庫を持っていたものの、クレーン手配、農地一次転用許可待ちにより、平均復旧日数75.8日と長くなっているものもある。

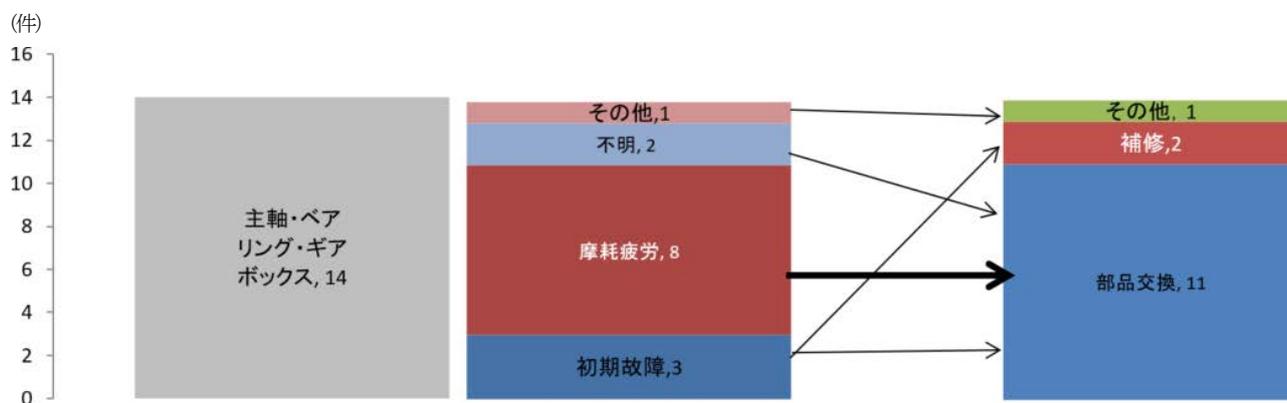


図16-2-5

【制御機器、制御ソフト】

- 制御基板ハンダ外れかかり、経年劣化による油圧ユニット圧カスイッチ・電磁弁の動作不良など摩耗疲労によるトラブルが25件報告されている。
- 35件のトラブルのうち、在庫を持っていた19件の平均復旧日数0.6日となっている。
- コロナの影響で技術員の派遣が遅くなり復旧に時間を要した報告もされている。

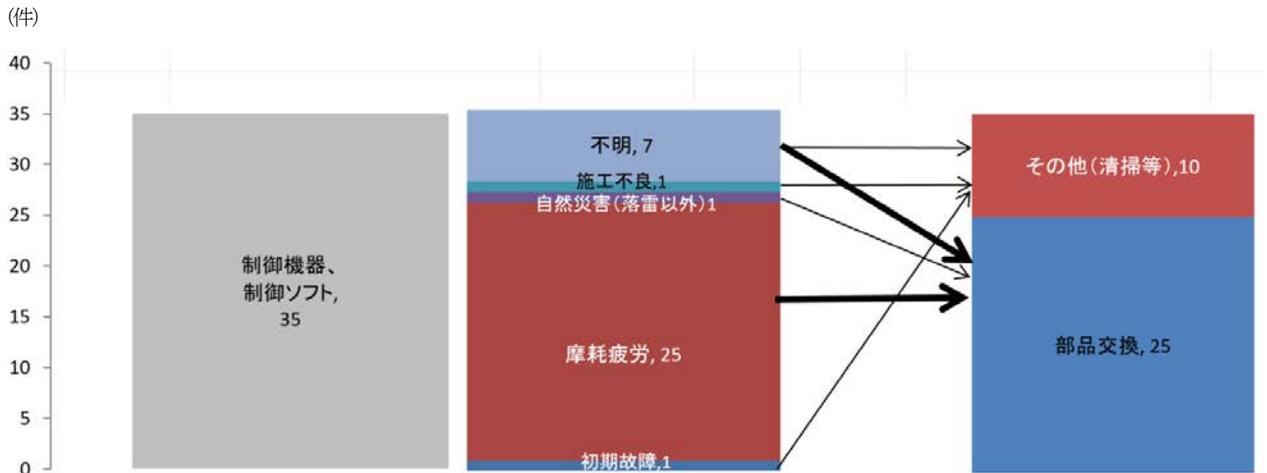


図16-2-6

【計測機器、センサー類】

- 風向、風速計8件、検回計2件、温度センサー類5件のトラブルが報告されている。
- また、落雷による風車遠隔通信回路のヒューズが溶断し遠隔通信不能のトラブルが10件報告されている。
- 29件のトラブルの平均復旧日数は1.6日となっている。

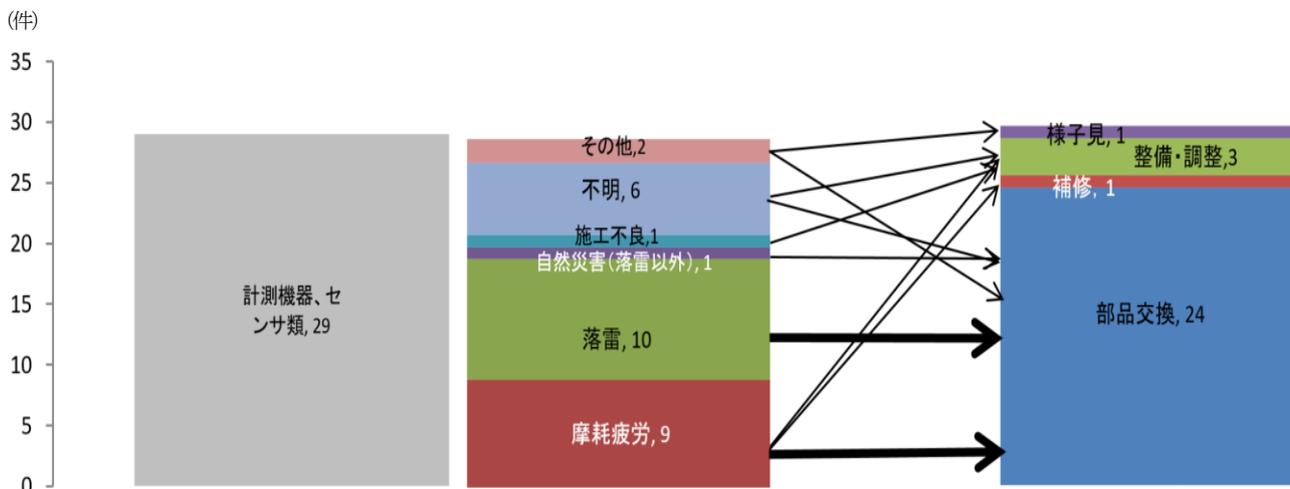


図16-2-7

【運転監視システム】

- 落雷、摩耗疲労によるトラブルが13件報告されているが、ヒューズ、基板、引込線の交換によって復旧しており、平均復旧日数1日となっている。

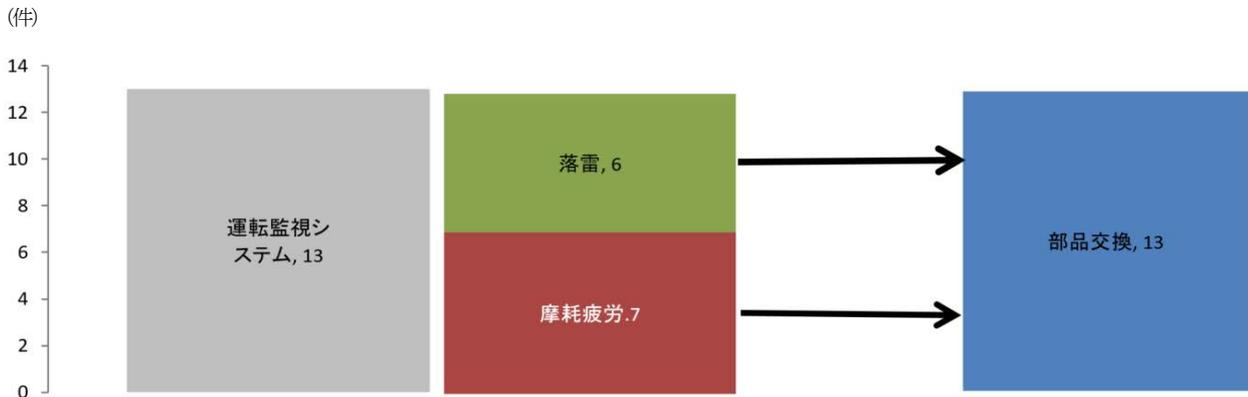


図16-2-8

【電気設備】

- 電力会社側の停電等により主遮断器がトリップしたトラブルは34件、平均復旧日数0.8日となっている。
- その他、ケーブル、基板等のトラブルで原因究明等に時間を要した4件が報告されており、平均復旧日数47.3日となっているものもある。

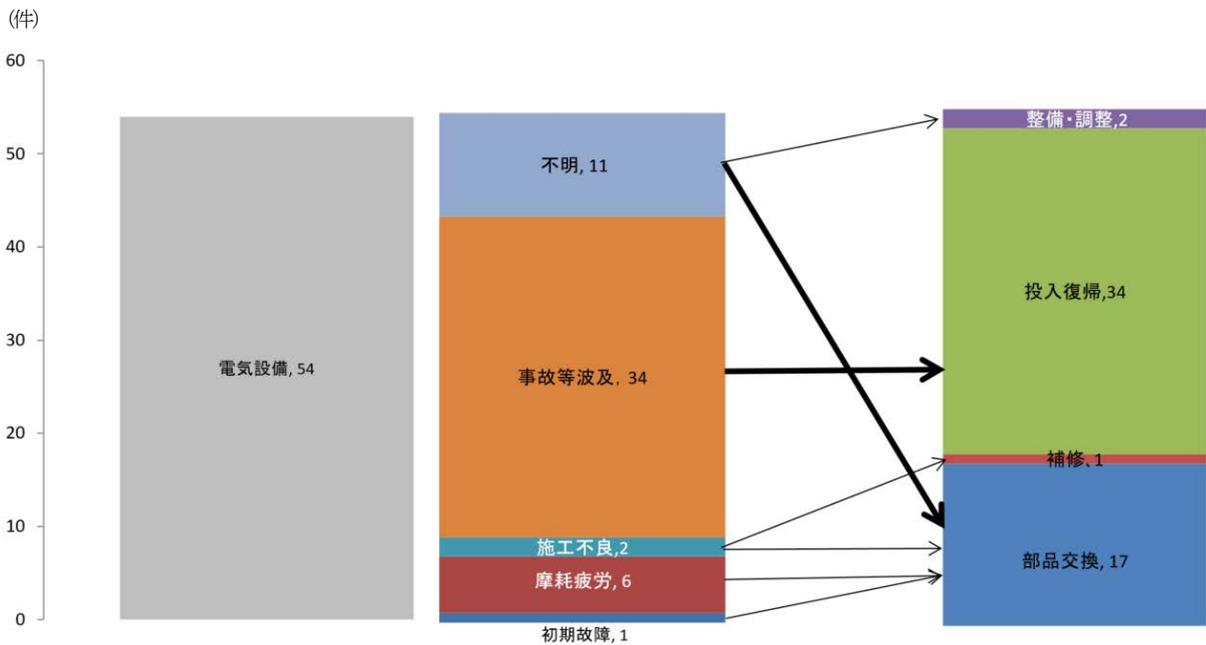


図16-2-9

3) 復旧期間

令和元年度の有効なデータと認められる219件のトラブルを、部品交換を伴うトラブルと伴わないトラブルに分類し整理すると、部品交換を伴うトラブルが154件(70.3%)で、部品交換を伴わないトラブル65件(29.7%)となっている。

部品交換を伴うトラブルで、復旧にかかった日数をみると、最も割合が多いのは1日以内で62件(40.3%)、次いで1日～2日以内が33件(21.4%)となっている(図17)。

部品交換を伴わないトラブルも同様にみると、最も割合が多いのは1日以内で57件(87.7%)となっている(図18)。

また、従前に比べ部品交換のトラブルで1日以内が増加していることから各発電所の現場では、定期的発生するトラブルのほとんどが時間をかけずに復旧できるよう「部品の確保」や「トラブル対応体制の確立」が進められているものと推測される。

図17 部品交換を伴うトラブル数(復旧期間別)
令和元年度総件数：154件

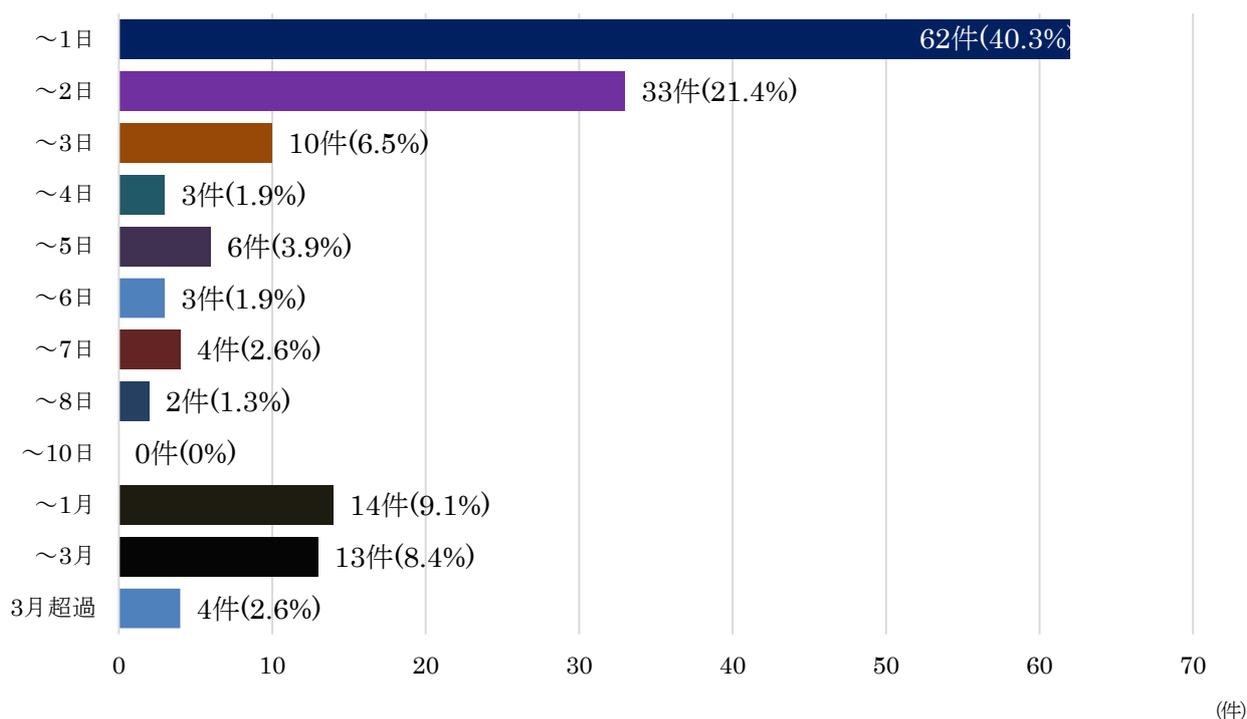
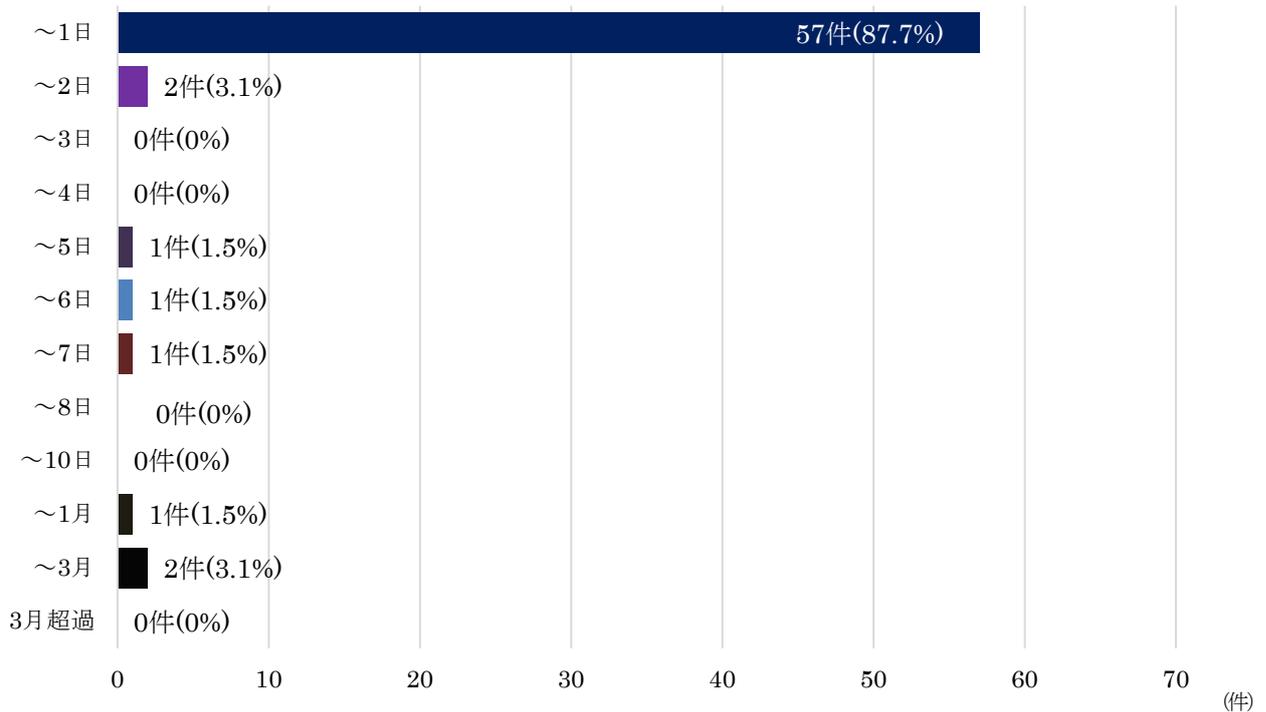


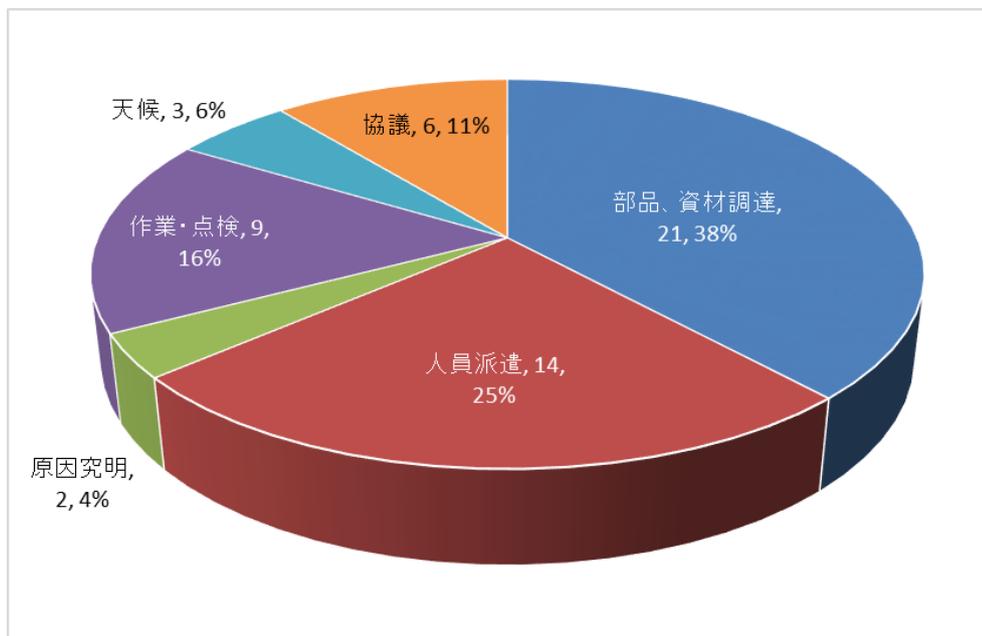
図18 部品交換を伴わないトラブル（復旧期間別）
令和元年度総件数：65件



4) 復旧に時間を要した理由（部品交換を伴うトラブル）

部品交換を伴うトラブル154件について、復旧に時間を要した理由について55件の回答（複数回答あり）があり、それを図19にある項目で分類したところ、最も多いのは部品・資材調達に時間を要したが21件（38%）、次いで人員派遣に時間を要したが14件（25%）となっている（図19）。

図19 トラブル復旧に時間を要した理由
部品交換を伴うトラブル154件から回答のあった55件を分類



5) 交換した部品名と調達先 (部品交換を伴うトラブル)

部品交換を伴うトラブル154件のうち部品名、調達先について回答があった148件について、交換した部品と調達先を整理したものが表7である。

表7 交換した部品名

海外からの調達					
部品名	件数	部品名	件数	部品名	件数
ポンプユニット	1	PLCモジュール	1	ブレードチップ	1
ピッチベアリング	1	ピッチチャージャー	1	メインアキュムレーター	1
発電機	1	ヨーブレーキキャリパ	1	ピッチシリンダ	1

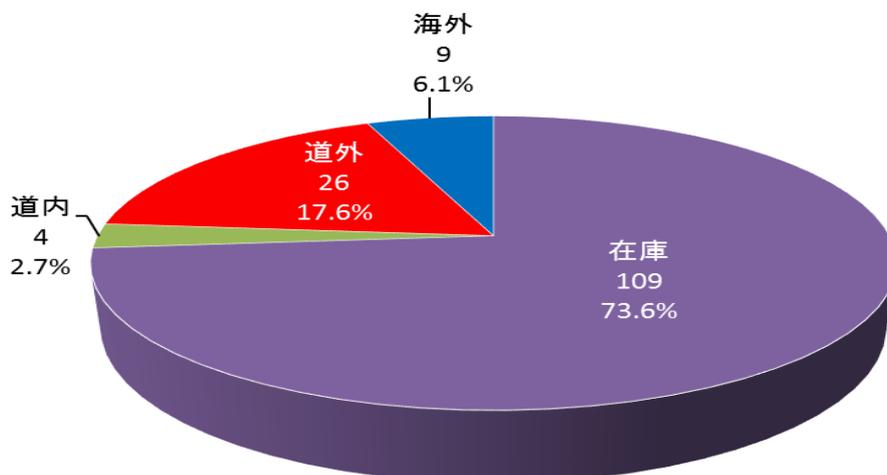
北海道外からの調達					
部品名	件数	部品名	件数	部品名	件数
電源保護基板	4	ベアリング	1	ヨーギア、ヨーモーター	1
ピッチモータ	3	風車制御コンピューター	1	CSCボード	1
チョッパーユニット	2	電磁接触器	1	DC24Vパワーサプライ	1
回転継手	2	サーモスタット	1	ピッチ比例弁	1
油圧・耐圧ホース	2	蓄電地	1	制御油ポンプ	1
ヨーブレーキパッド	1	ヨー駆動ギア	1	TDPユニット(回転センサー)	1

北海道内からの調達					
部品名	件数	部品名	件数	部品名	件数
風車制御コンピューター	1	TACコンピューター	1	信号線	1
チップワイヤー	1				

在庫からの調達					
部品名	件数	部品名	件数	部品名	件数
ヒューズ	16	ヨーギア	2	コンデンサー	1
圧カスイッチ	8	消火用チューブ	2	パワーサプライ	1
鉛バッテリー	7	可変抵抗	2	リミットスイッチ	1
風速計	5	ローター用接続ケーブル	2	温調ユニット	1
主軸軸受け	5	冷却水用ポンプモーター	1	タイマー	1
ヨー減速機	4	制御トランス	1	ヨー減速機ギア	1
基板	4	油圧装置モーター	1	PLCモジュール	1
連結軸取付板、連結軸	3	アレスタ	1	ピッカーバルブ	1
増速機	3	センサー	1	スリップリングカーボン	1
煙感知器	3	整流器	1	電磁弁	1
ピッチモータ	3	ケーブル	1	タイマーリレー	1
電磁接触器	3	スリップリング	1	バッテリーチャージャー	1
ダウンコンダクタ	3	連結軸	1	圧カスイッチ・電磁弁	1
温度センサー	2	油圧シリンダ	1	リレー	1
ブレードボルト	2	油圧バルブ	1	サーボドライバ	1
風向計	2	ボルト	1	サーボドライバ・ピッチモータ	1

部品を海外から調達したものが9件（6.1%）、道外から調達したものが26件（17.6%）、道内で調達したものは4件（2.7%）、在庫で対応できたのは109件（73.6%）となっている。

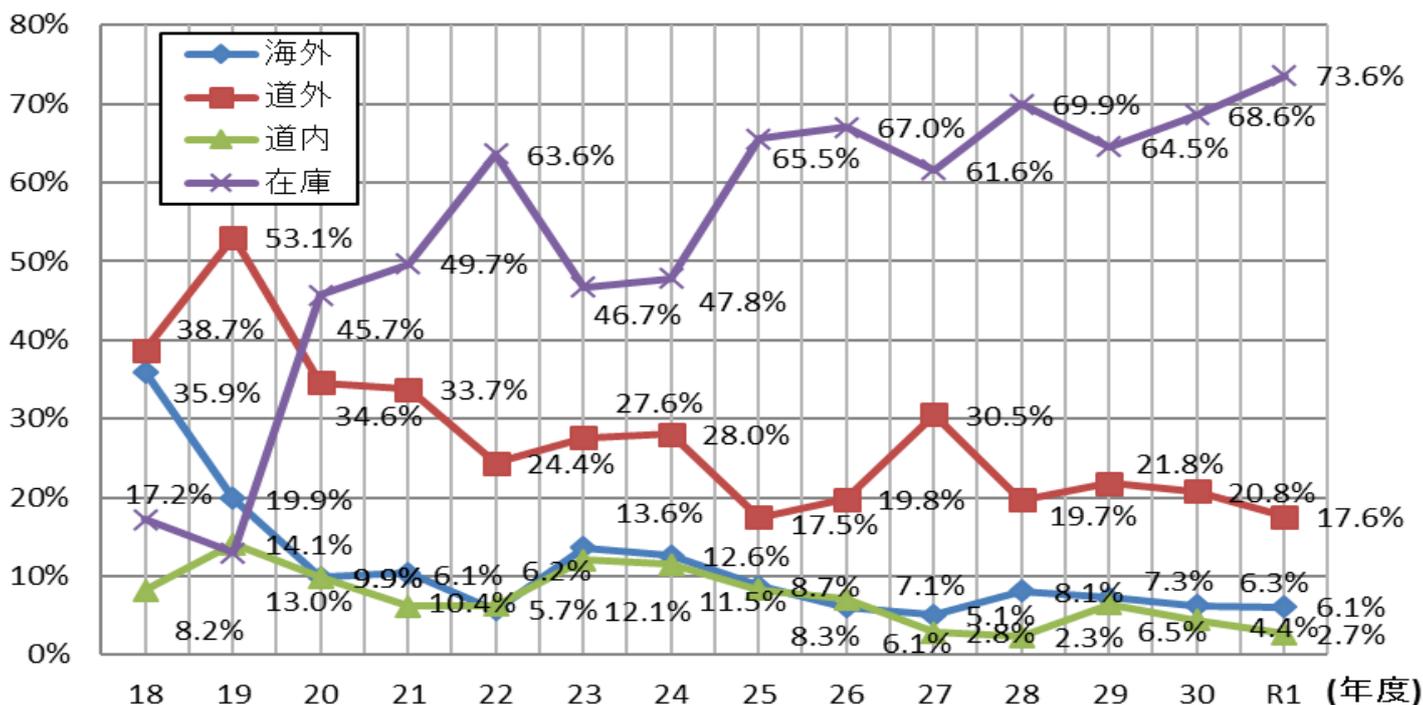
図20 部品等の調達先
令和元年度部品等の交換を伴う部品等の調達先148件



海外からの調達に依存する割合の変動はあるものの、平成18年度の35.9%から大きく減少している。

逆に在庫で対応した件数は平成18年度の17.2%から大きく増加し、令和元年度には、全体の70%を超えている（図20、図21）。

図21 部品調達先
(平成18年度～令和元年度の傾向)



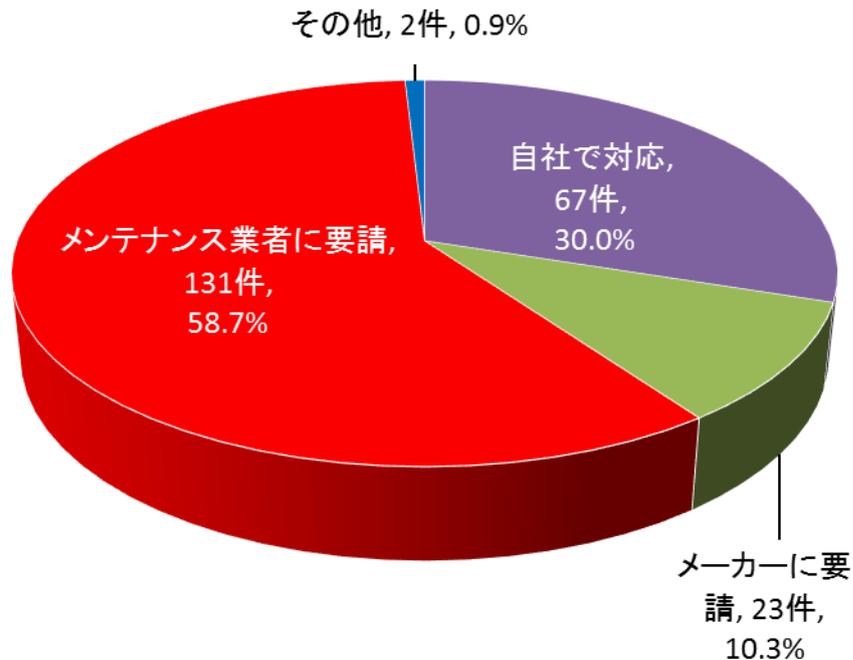
6) トラブル対応状況

令和元年度に発生したトラブル224件への対応については、223件の回答があった。その内訳を見ると、メンテナンス業者に要請が131件（58.7%）、自社での対応は67件（30.0%）、メーカーに要請が23件（10.3%）であった（図22）。

トラブル対応をメンテナンス業者に要請した割合が半分を超えるなど、地域に根ざしたメンテナンス業者が育ってきたと考えられる。

また、その他として電気保安業務を行う業者が風車に関する保守管理に関する技術的知見を得て、事業者から依頼されるケースも見られる。

図22 トラブル対応状況
224件のトラブルについて223件の回答

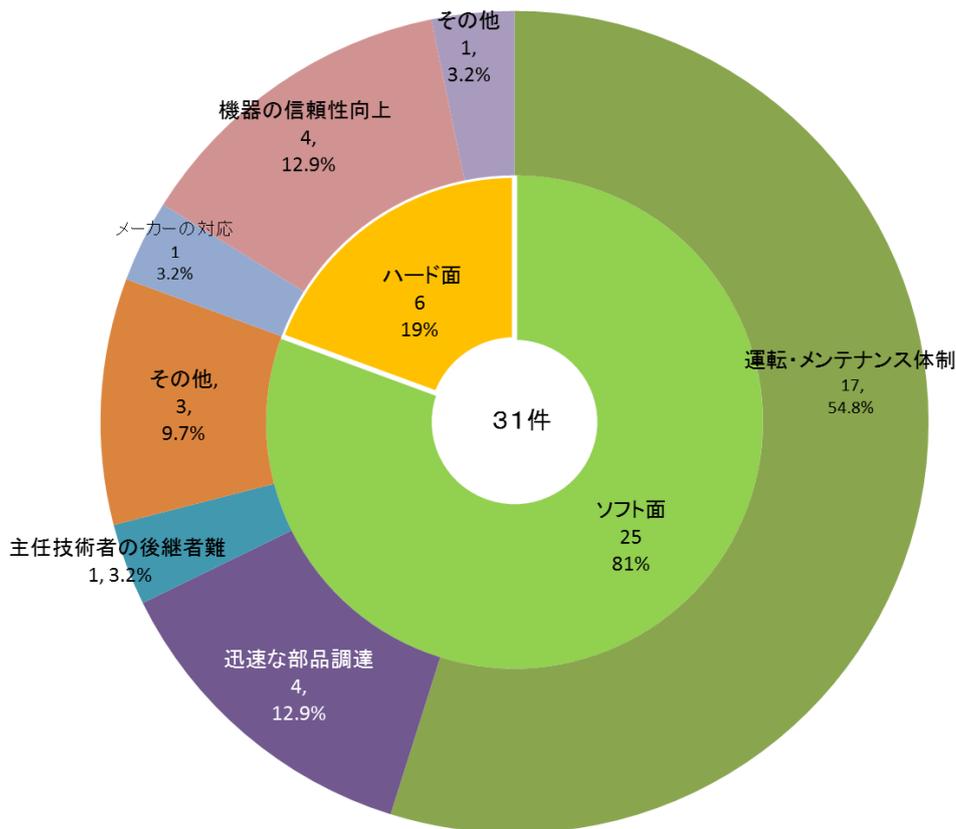


6. 課題・メンテナンス

1) 現在の課題

現在の課題（複数回答可）について、19発電所から31件の回答があり、「運転・メンテナンス体制」や「迅速な部品調達」等のソフト面が25件（81%）を占めている（図23、表9-1、表9-2）。

図23 現在の課題（大分類）
～19発電所から31件回答～



今年度は、設備面（ハード面）の具体的な課題として、「20年経過したため手に入りにくい部品が増えている。」等が挙げられており、リプレースを計画する回答があった。

また、運転・メンテナンス体制（ソフト面）の具体的な課題として、コロナウイルスの影響で海外からのメーカー技術者の入国ができないことや、首都圏からのメンテナンス業者の移動制限などによる定期メンテナンスや不具合対応の遅れ、ナセルやハブ内の狭所での作業員の感染防止対策に苦慮している」との回答があった。

さらに「主任技術者の後継者難」として「地方の場合、主任技術者が見つからない。」、「その他」として「農地転用に係る手続き及び許可までの期間補修工事が出来ない。」が挙げられている。

表9-1 現在の課題

解決済または、解決に向けて対策に取り組まれている課題			
ハード面	機器の信頼性向上	経年劣化が近づいているのが懸念。	リプレースを計画
		次々と起きている不具合に対する水平展開に関する取り組み	関係者で協議中
ソフト面	機運転・メンテナンス体制	ナセルやハブ内の狭所での作業となるため、作業員のコロナ感染防止対策に苦慮	マスクの着用、体調管理の徹底のほか、複数業者の同時入構の制限、時間差での入構など密にならないよう調整。
		コロナウイルスの影響で海外からのメーカー技術者の入国ができないことや、首都圏からのメンテナンス業社の移動制限などによる定期メンテナンスや不具合対応に遅れが生じている。	国内技術者の確保とできる限りの安全対策を行いながら対応。
			関係者で協議中
		新規風車の計画や運転開始を控えているので保守体制の再構築	類似機種 of 風車の保守方法を参考として検討中
			メーカーと共同メンテを実施し技術移転を進行中
	技術移転を図り、直営化する部分とメーカーサポートの使い分け	関係者で協議中	
	迅速な部品の調達	既設風車用の貯蔵部品が余剰となるので同機種を持つ他サイトでの有効利用を検討。	関係者で協議中
部品調達（海外製品）の価格及び納期への対策		新規業者開拓	

表 9-2 現在の課題

未解決の課題			
ハード面	機器の信頼性向上	風車軽故障発生の解析	風車メーカーの対応待ち 一部風車リセット等の権限がもらえない
	メーカーの対応	20年程度経過したため手に入りにくい部品が増えてきた	
ソフト面	主任技術者の後継者難	主任技術者の後継者がいない	地方の場合、主任技術者が見つからない
	迅速な部品の調達	海外からの部品、資材等購入のため、不具合時迅速な対応ができないこと	国内手配可能な代替品、同等品の調査を随時行っている。(難しいことも多いため、調査続行中)
	運転・メンテナンス体制	廃盤となった機種のため今後のメンテナンスについて不安がある。	
	その他	FIT 期間を終了するため、今後の対応について	撤去後、現在の出力に対応できる風車がない
農地一時転用許可までの期間、補修作業ができない		データ分析や定期的な観察により予防保全で対応しているが、突発不具合の場合難しい	

7. まとめ

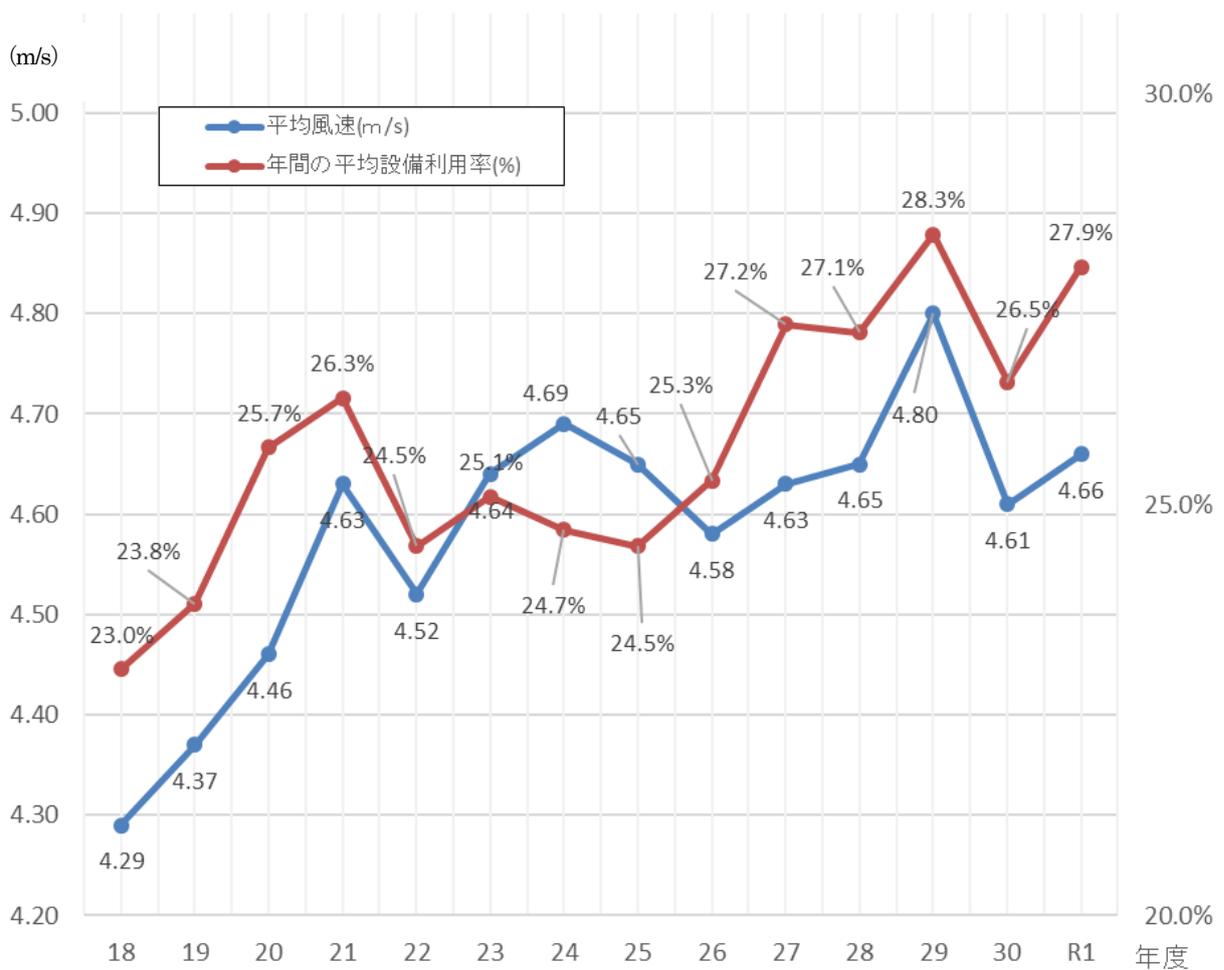
1) 風力発電所の稼働状況

今回アンケート調査を実施した風力発電所の稼働状況については、年平均風速は4.66 m/sで、前年度より0.05 m/s増加となり、年間設備利用率も27.9%と前年度から1.4%増加となった。

全体的には平成20年度から24年度にかけて、図24に示す平均風速に比べ年間設備利用率は低い状況があったが、平成25年度から逆に年間設備利用率が高まる傾向になっている。

運転開始年度の新しいものが高い設備利用率を示している。古い設備では経年劣化による運転停止が増え、新規サイトやリプレイスでは事前調査や設計精度の向上などにより一層稼働率の向上が期待されている(図24)。

図24 年間設備利用率と平均風速
(平成18年度～令和元年度の傾向)

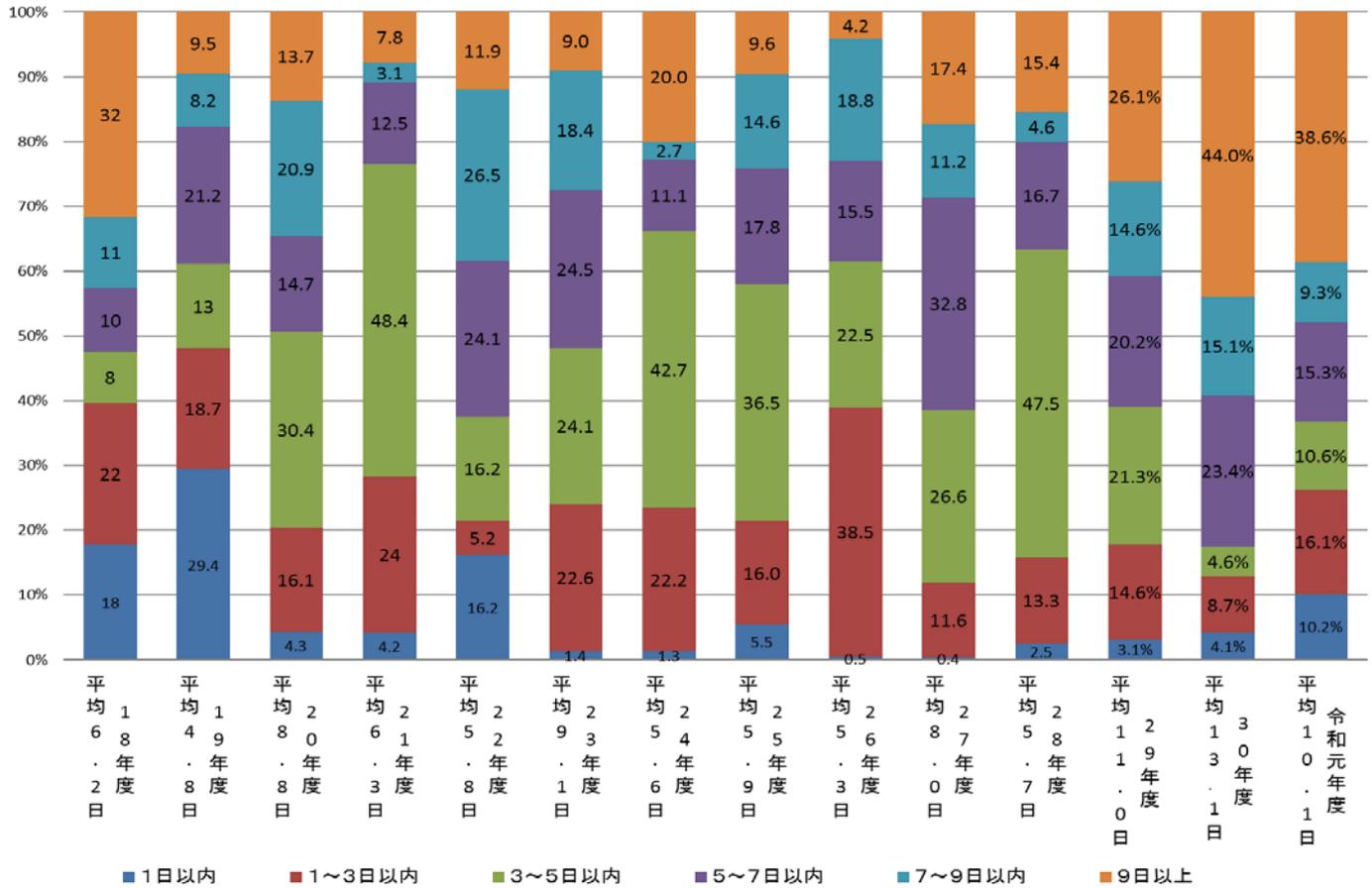


2) 保守点検の状況

アンケート調査の結果、令和元年度の平均保守点検停止時間は241時間（10.1日）と平成30年度の314時間（13.1日）より3日短くなっている。

また、ここ数年9日以上の保守点検停止日数が増加傾向にある（図25）。

図25 年度別保守点検日数
（平成18～令和元年度の傾向）



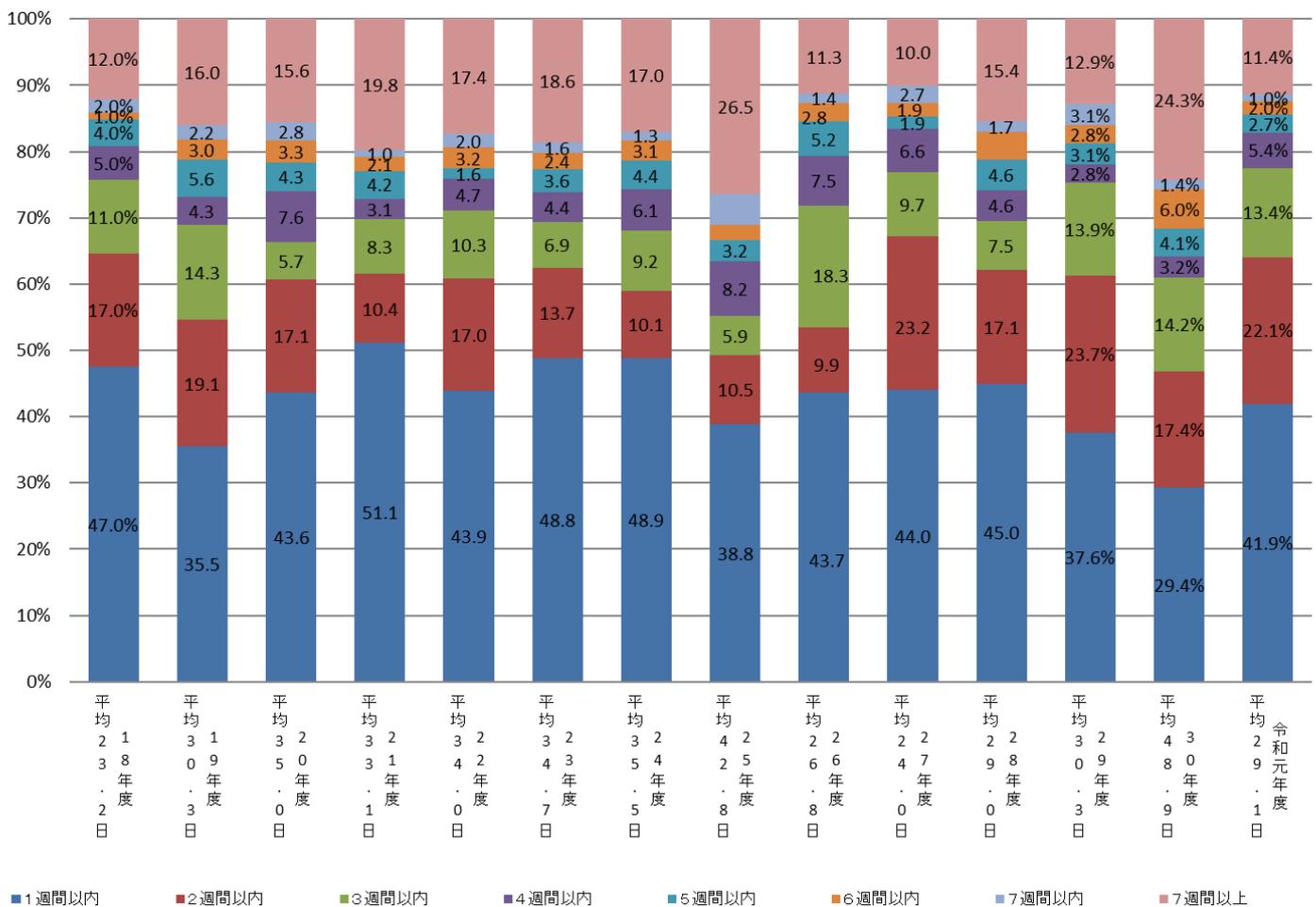
3) トラブルの状況

令和元年度の平均的な風車のトラブル停止時間は1基あたり、698時間（29.1日）で平成30年度の1,175時間（48.9日）に比べ約20日と大幅減となっている。

また、令和元年度にトラブルのあった298基についてまとめると、トラブル復旧まで1週間以内の割合が41.9%と最も多かった。次いで1週間以上2週間以内が22.1%となっている。

過去からの傾向を見てみると各年度毎に増減はあるものの、平成24年度まで1基あたりのトラブル停止日数は33日前後であったが、平成25年度及び30年度は長期停止の増加により40数日と上昇したが、平成26年度以降は30日前後となっている（図26）。

図26 年度別トラブル停止日数
（平成18～令和元年度の傾向）



全トラブル件数中の部位別トラブル発生数の傾向をしてみると、平成18年度以降、各年度毎に増減はあるものの、各発生部位別の発生件数はほぼ横ばい傾向にある（図27）。また、発生部位別のウェイトにも大きな変化は見られない（図28）。

図27 発生部位別トラブル発生数
(平成18～令和元年度の傾向)

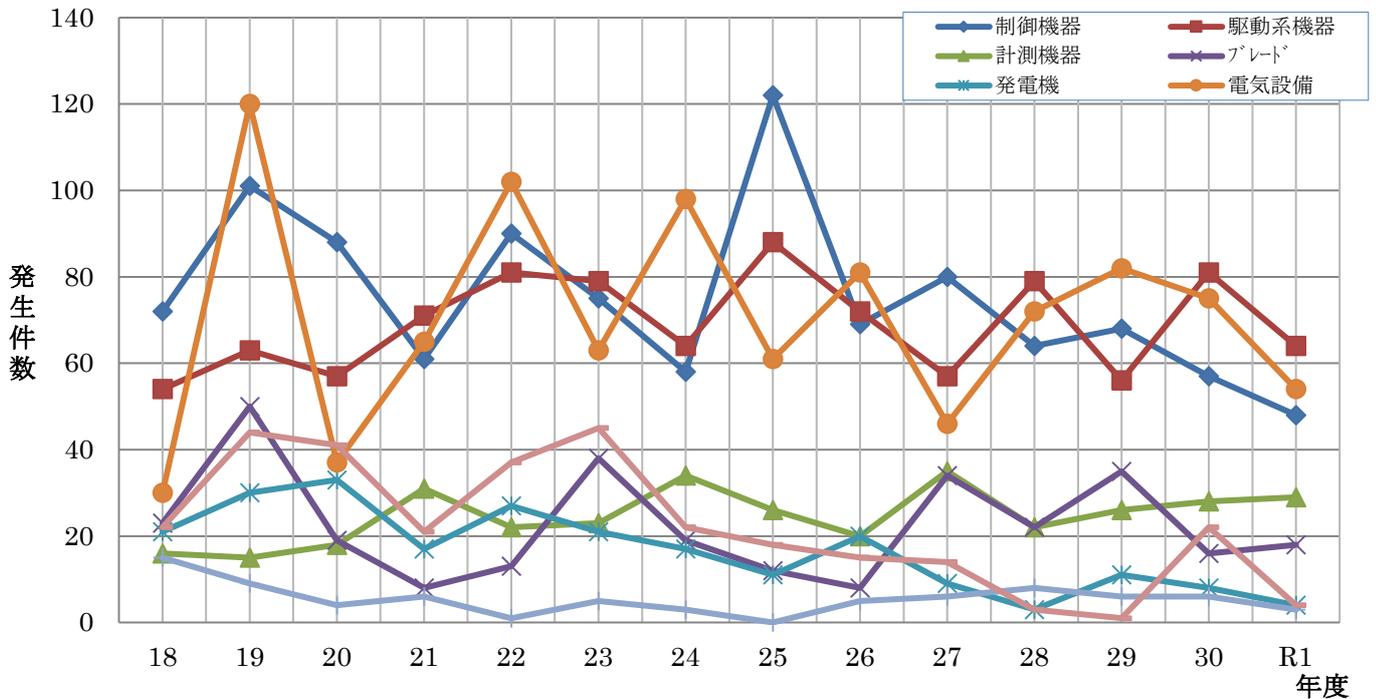
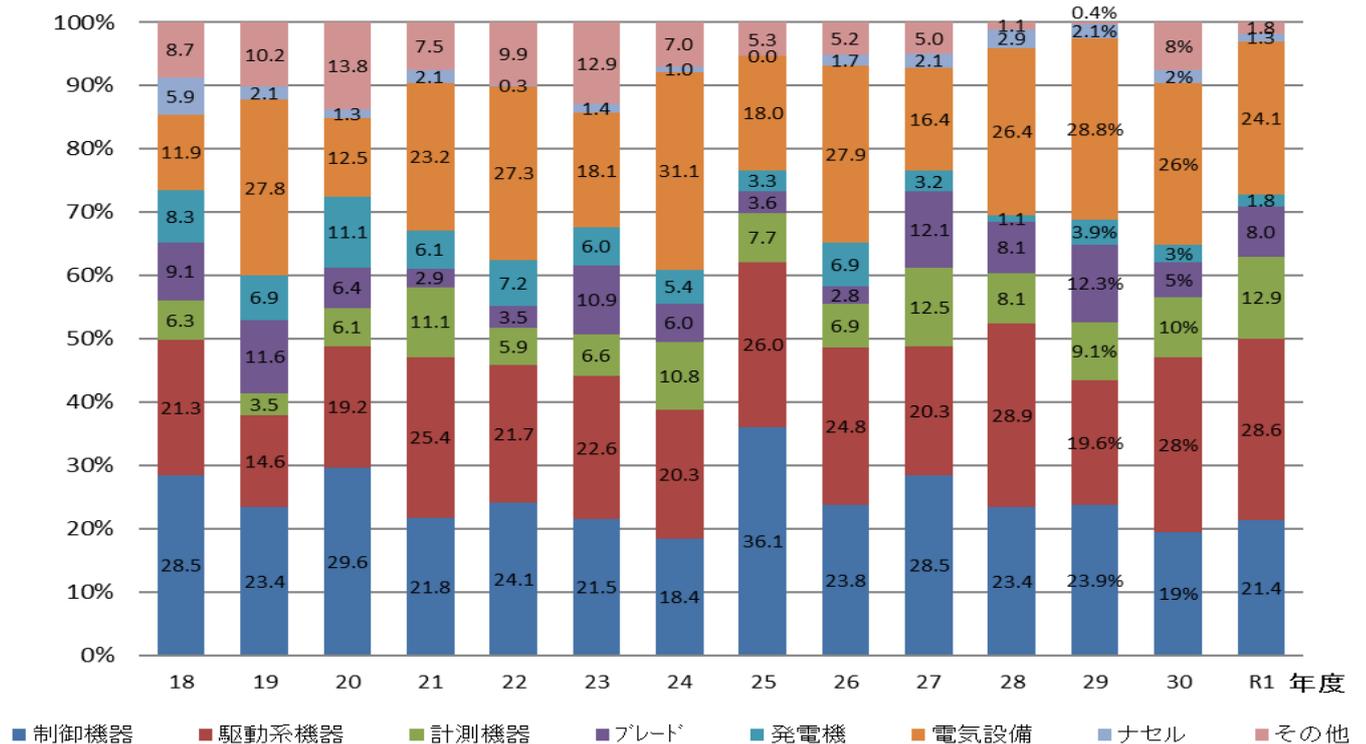


図28 発生部位別ウェイト
(平成18～令和元年度の傾向)



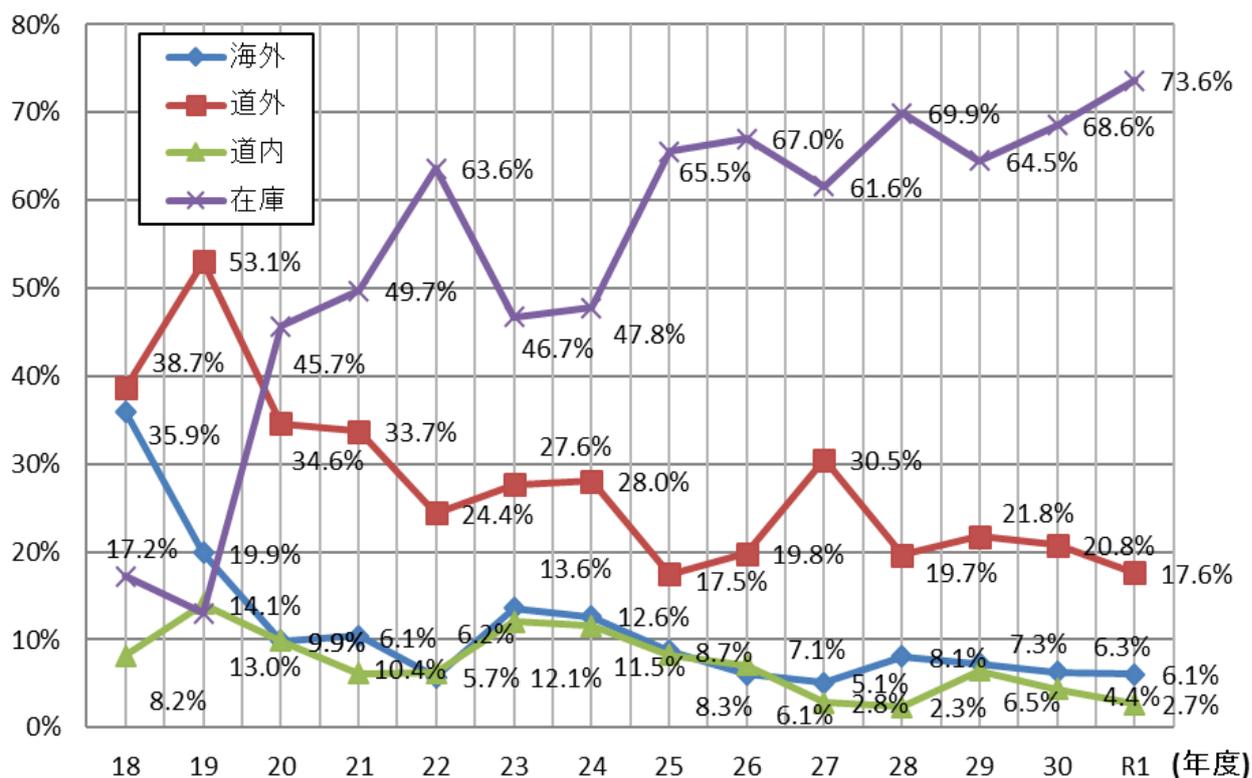
令和元年度の全トラブル件数（219件）中、部品交換を伴うトラブルは154件、70.3%であり、平成30年度60.0%から増加している。

また、部品調達先の傾向を見ると、かつて（平成14～15年度頃）は海外からの部品調達割合が約60%もあったが、平成22年度まで連続して減少し5.7%まで下がった。平成23年度に若干増加したものの、引き続き平成23～27年度にかけて連続して減少し5.1%まで下がり、その後は横ばい傾向にある。

平成19年度から平成22年度までは在庫での対応割合が増加したが、平成23年度において50%以下に減少、平成25年度から再び60%台に乗り、令和元年度には70%を超えている。

事業者においては、発電所に故障頻度の高い部品などを保管し、事業者自らが技術的知見を蓄積し、保守管理を行う体制を整えている一方で、保守管理をメンテナンス事業者に外注化するところの二極化が進んでいる。また、運転開始後10年以上経ち、その間に製造事業者も淘汰され、部品製造の中止等により資材の調達が困難になったことから部品を国産品に取り替えるなど、調達方法に変化が見受けられる（図21）。

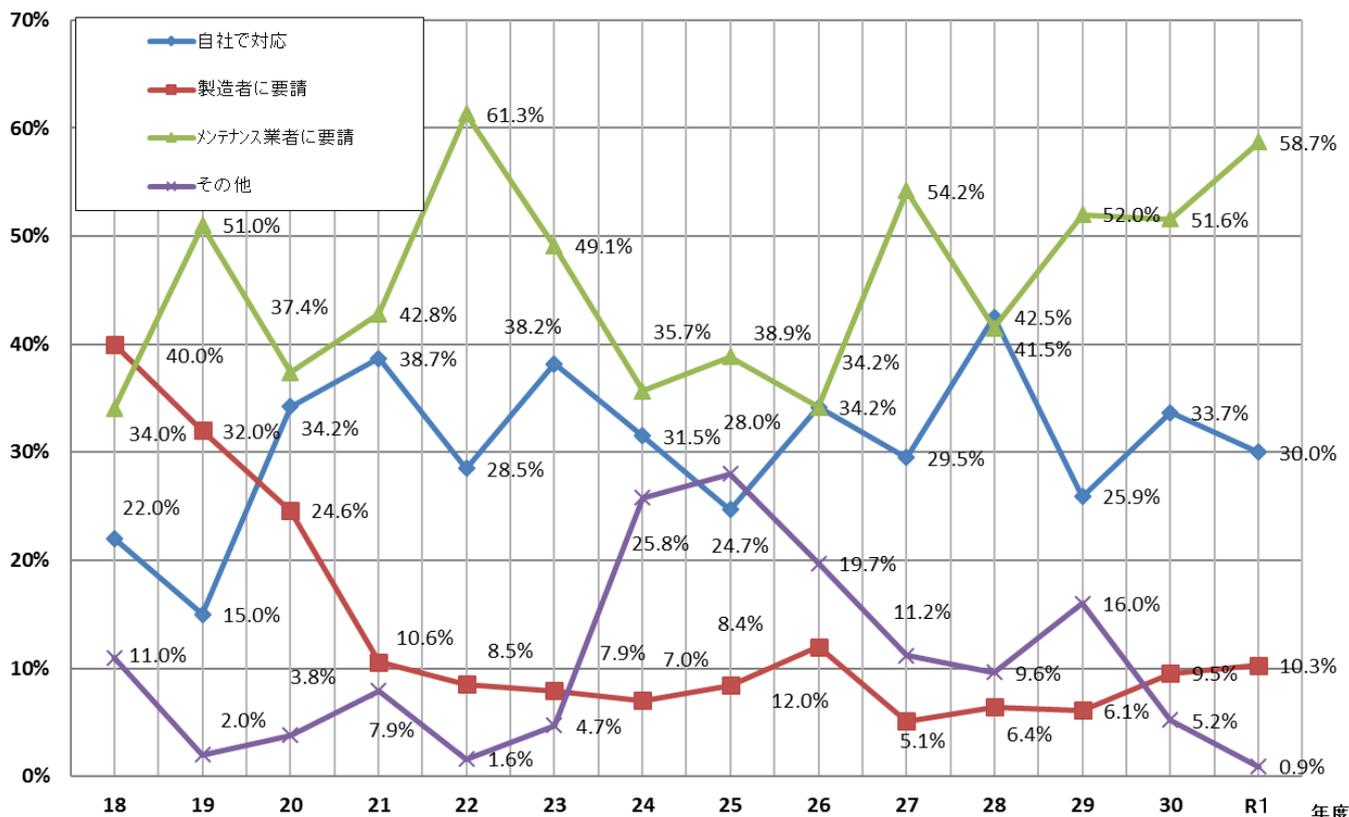
再掲 図21 部品調達先
（平成18～令和元年度の傾向）



トラブルの対応先については、製造者に要請する割合が減少し、平成26年度から10%以下で推移している。自社で対応するケースが30%程度で落ち着いている。

また、メンテナンス業者に対応を要請する割合が、平成22年度には60%超であったものの平成24年度から26年度と一度、30%台に落ちたが平成29年度～令和元年度と再び50%を越えている（図29）。

図29 トラブル対応先
(平成18～令和元年度の傾向)



4) 今後の取組みと方向性について

①メンテナンス体制について

図29からトラブル対応先として自社の対応は30%前後と、ここ10年ほぼ横ばいとなっているが、事業者自身が知見・技能を身につけるとともに、メーカーの撤退等による純正部品の提供がなくなるなど、環境が変化している状況がある。

また、メンテナンス事業者に依頼も上がっている傾向も見え、事業者の保守管理に対する考え方が、自社で行うのか、自社の子会社あるいは保守管理を専門に行う企業に外注するか、二極化が進んでいるものと考えられる。

そのことは、トラブル対応に要する時間の短縮化、あるいはメンテナンス事業者の技術レベルの向上に大きく影響を与えるものと考えられる。従って、技術的能力のある優れたメンテナンス事業者を選定することは、風力発電所の稼働率向上に資するものと考えられる。

については、製造者による現場補修が行われる機会に、自社又はメンテナンス業者の技術員を立ち合わせ、技術を吸収する、知見の習得等を継続することが肝要である。このような技

術力の蓄積の努力に加え、メンテナンス業者・事業者間の情報共有などを積極的に行い、連携強化が進むことは好ましいことである。

また、令和元年度にはコロナウイルスの影響で海外からのメーカー技術者の入国ができないことから、国内技術者を確保し対応している事業者も見受けられる。

②トラブル対応としての部品在庫管理の充実について

トラブルの発生状況を把握し、頻度の多いトラブルについて点検頻度及び点検手法を見直すとともに、必要と思われる交換部品を在庫として保管しておくことにより、トラブル対応の迅速化が図られるものである。日頃から事業者は機器・部品等について適切に管理することは必要である。

また、社内システムの構築等により、補修部品の数量管理の徹底及び他所の保管状況をオンラインで確認し、補修部品の調達を容易にしている事業者も現れている。

今後、風力発電所の供用開始後15年以上経過する設備が増え、設備の老朽化、経年劣化によるトラブルや部品交換の頻度が増加するとともに、製造者からの純正部品の提供も厳しくなっていくことが予想されることから、トラブル対応上部品の在庫管理の充実が求められる（北海道管内で15年経過（2005年3月31日以前に設置）している風車の基数は、164基と全体の約2分の1を占めている。）

③自然現象（強風、落雷）への対策について

近年、強風や落雷などの自然災害を原因とする風力設備の損壊事故が発生している。令和元年台風10号、13号、15号、17号で全国3件、ブレードの折損等のトラブルが発生している。今後とも耐雷対策及び強風対策について心がけることが望まれる。

事業者では、これらに講じている対策として、「ブレードへの避雷器、レセプタの設置又は避雷針の設置」「雷検知器の設置」それに加え「落雷情報の入手、被害低減のために風車停止」「強風時、風車停止と運転再開時の安全点検の実施」などがある。

また、国の規制においては、平成21年に「発電用風力設備の技術基準」の一部改正があり、新たに設置される設備には、強風及び落雷による風車支持物の倒壊、風車のブレードの飛散などによる災害を防止するよう措置を講ずることとなった。更に平成26年には「発電用風力設備の技術基準の解釈」の改正により現地風条件の扱いの明確化等、平成28年度にも同改正により落雷事故の低減対策の明確化がなされている。

④保守費用の低減について

メンテナンス業務を製造者から道内メンテナンス会社へ変更する、部品を直接部品会社から購入する、海外製品を国内製品に取り換えるなどの対応により、保守費用の低減を図っている事業者もある。また、開発部門と保守管理部門を分け、子会社化することにより、より一層技術力の向上に努力している事業者も見受けられる。いずれにしても、事業者の取組状況について各事業者間で情報を共有し、保守費用の低減に向け、連携することは相互に有益なものと考えられる。

⑤ノウハウの伝承、人材の確保・育成について

管内では、全国初となるウインドファームができるなど、全国に先駆けて風力発電設備が積極的に導入され、それとともに現場でトラブル・故障等に関するノウハウが蓄積されてきているところ。

風力発電設備の管理において、経年劣化が進む中で、電気、制御や機械の知見は勿論のこと、気象など幅広い分野に関する知識・知見が求められている。

一方、複数の事業者から主任技術者や点検員の人材不足の課題も挙げられている。今後も風力発電事業を継続するためには、優秀な人材を確保することに加え、現場ノウハウの伝承による人材育成、必要資格の取得などを着実に推し進めることが重要である。

⑥新たな事故事象への対応について

平成24年度末から太鼓山風力発電所、笠取ウインドファーム、苫前グリーンヒルウインドパーク、北淡震災記念公園風力発電所、東伯風力発電所、昆布盛ウインドファーム等の事故と、これまで想定されていなかった事故が続き、注意喚起・指示文書・要請が発出されるなど、関係する事業者には点検などの対応が求められたところ。今後も、同様の事故事象が発生した場合には同様の対応が求められることとなる。

また、令和2年1月に発生した東伯風力発電所のブレード飛散事故を踏まえ、公衆安全に大きくかかわる補修が必要なブレードに関する判断基準、点検方法等について、統一的な「ガイドライン」を策定中である。

⑦定期安全管理検査への対応について

これまで、事業者は、保安規程に巡視、点検、検査に関する事項を定め、これに基づき自主的なメンテナンスを実施し保安を維持してきたが、近年の事故件数増加、今後の風力発電設備導入の大型化を踏まえ、電気事業法の目的である「公共の安全の確保」のため、検査・メンテナンスの充実を計る必要性から、「定期安全管理検査」（電気事業法第55条）の対象に追加され、事業者は、定期的に検査を行い、その検査体制について安全管理審査を受けることが義務づけられた。

今後は、安全管理審査のオンライン化を進めるため、安全管理審査に係る電気事業法施行規則や使用前・定期安全管理審査実施要領等について改正予定である。

⑧新型コロナウイルス感染症等への対応について

新型コロナウイルス感染症の感染拡大を受け、検査人員の確保が難しい等、所定の時期の点検実施が困難な場合等であっても、電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安の監督を適切に行うとともに、事故発生の際には適切な対応ができる体制を整えていただくなど、公衆安全の確保に万全を期していただきますようお願いいたします。

⑨電気保安のスマート化について

設備等の高経年化や再エネ発電設備が増加する一方、電気保安に携わる電気保安人材の高齢化や電気保安分野への入職者の減少が顕著。また、台風や豪雨等の自然災害が激甚化し、風力発電等の再エネ発電設備の事故が増加。さらに、新型コロナウイルス感染症の拡大下においても、安定的な業務継続が必要。こうした課題を克服するためには、電気保安分野においてIoTやAI、ドローン等の新たな技術を導入することで、保安力の維持向上と生産性の向上を両立させていくことが重要。