

# 日本版改良藤田スケール導入後の評定状況 （2016年4月～2022年12月）

---

令和5年3月15日

気象庁

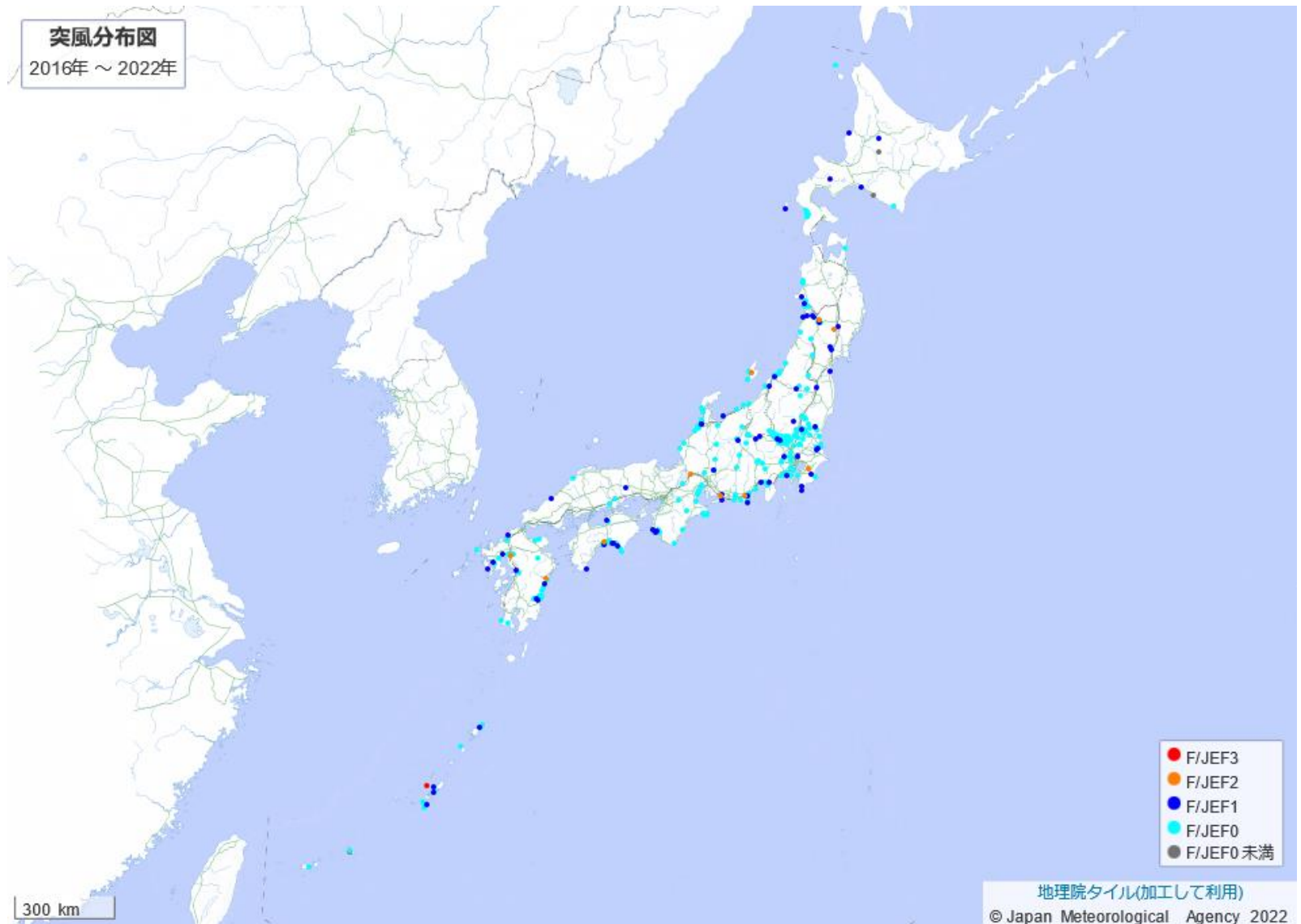
# 日本版改良藤田スケールで改良された点

	藤田スケール F-Scale	日本版改良藤田スケール JEF-Scale	改良された点
被害と風速の 関係の求め方	藤田による 過去の経験からの推測	専門の風工学者らによる 構造計算や実験	藤田スケールは、過去の災害の経験をもとに被害と風速を策定したもので、主観的という指摘があった。 日本版改良藤田スケールは、30の被害指標を担当する研究者が構造計算や実験などを行い、さらに構造の違いも考慮した客観的な風速設定となった。
階級と風速の 関係	① 被害の状況を ② 階級表に照らし合わせ ③ 風速幅が求められる	① 被害指標と被害度から ② 風速が求められる ③ 階級が導かれる	藤田スケールは、被害の状況を階級表に照合し、そこから20m/s程度の風速幅が求められる。 日本版改良藤田スケールは、被害指標（何が）と被害度（どうなった）から5m/sピッチの細かい風速値が求められ、そこから該当する階級が導かれる。
風速を求める ために用いる 被害指標数	9種類 ソースにより違いあり	30種類 建物以外が2/3と多く日本仕様	藤田スケールは被害指標が9種類しかなく、被害と風速の関係は米国仕様となっており、構造の違いが考慮いなかった。 日本版改良藤田スケールは日本の建築物の基準、特性を踏まえて作られており、また、建築物以外の指標も多く含んでいるなど対象数が広がった。
求められる 風速の基準	1/4マイルを吹き抜ける 時間の平均値	3秒平均風速	藤田スケールは、風速が強いほど短い時間で破壊されるとの考えから、F0は15秒平均、F5は3秒平均の風速と階級で風速の平均期間を変えていた。 日本版改良藤田スケールでは、アメダス等で用いられている3秒平均風速とし、観測データとの比較がしやすくなった。

# 突風発生分布図 (2016年～2022年)



# 突風発生分布図 (2016年～2022年)

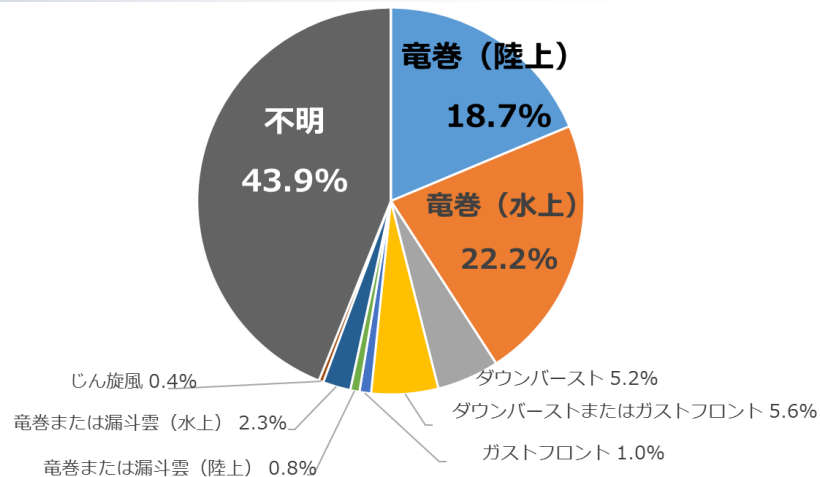


# 突風発生確認数と評定状況 (2016年4月～2022年12月)

## 突風をもたらした現象 : 519件

<主な現象>

竜巻 (陸上)	: 97件
ダウンバースト	: 27件
ダウンバーストまたはガストフロント	: 29件
ガストフロント	: 5件
不明	: 228件



種別	JEF3		JEF2			JEF1			JEF0				JEF0未済	不明	合計
	70m/s	65m/s	60m/s	55m/s	50m/s	45m/s	40m/s	35m/s	30m/s	25m/s	20m/s				
竜巻 (陸上)	1	5	2	2	9	5	17	26	12	3	1	14	97		
竜巻または漏斗雲 (陸上)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4		
ダウンバースト	0	1	0	0	0	1	5	10	9	0	0	1	27		
ダウンバーストまたはガストフロント	0	0	0	0	1	0	2	15	8	1	0	2	29		
ガストフロント	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	5		
じん旋風	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2		
不明	0	0	0	0	7	6	17	66	47	11	4	70	228		
合計	1	6	2	2	17	12	41	117	78	16	5	95	392		

このほか海上で発生した事例(風速不明) 127件

# 突風の強さと現象の不明率

陸上で発生した事例 392件

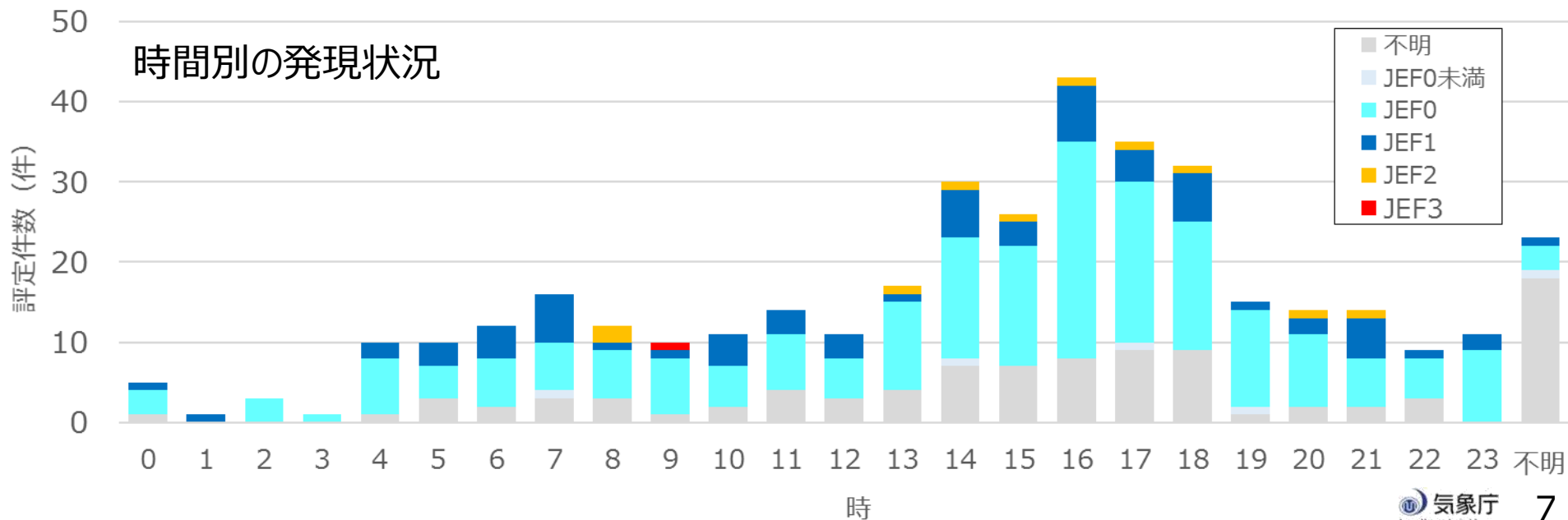
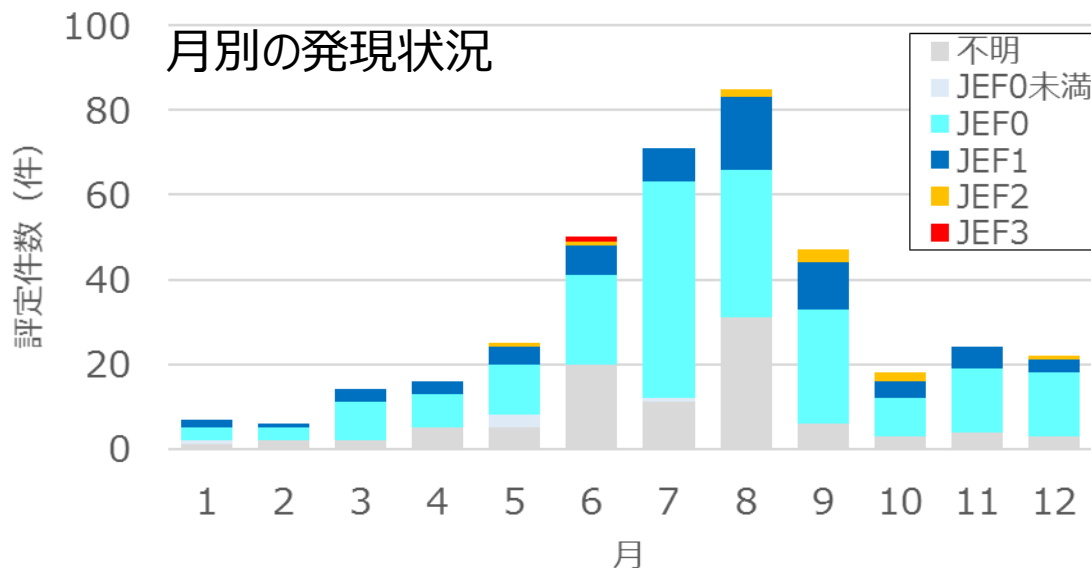
現象とJEFスケール	JEF3	JEF2	JEF1	JEF0	JEF0未満	不明
竜巻（陸上）	1	9	31	41	1	14
ダウンバースト	0	1	6	19	0	1
ダウンバーストまたはガストフロント	0	0	3	24	0	2
ガストフロント	0	0	0	1	0	4
竜巻または漏斗雲（陸上）	0	0	0	0	0	4
じん旋風	0	0	0	2	0	0
<b>不明</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>122</b>	<b>4</b>	<b>72</b>
計	1	10	70	209	5	97
突風の強さごとの不明率	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>43%</b>	<b>58%</b>	<b>80%</b>	<b>74%</b>

- 突風の強さをJEF2以上と評定した事例は、すべての事例で突風をもたらした現象も特定している。
- JEF1では43%の事例を現象「不明」で評定している。
- JEF0やJEF0未満は現象「不明」が50%以上となる。

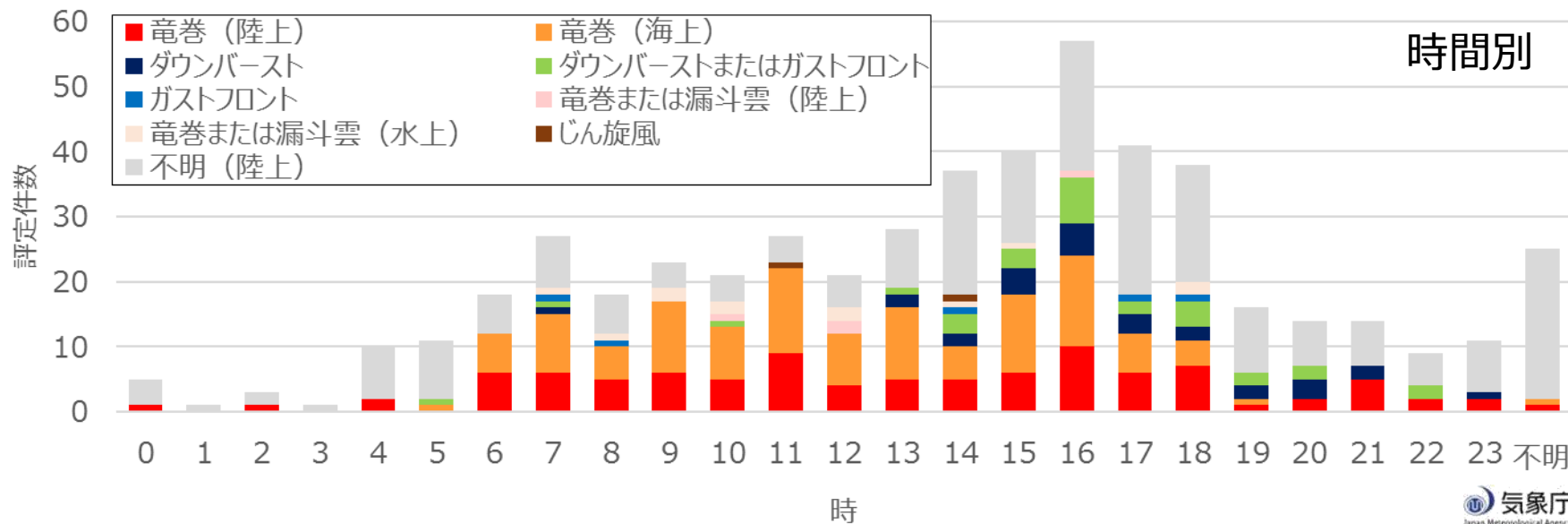
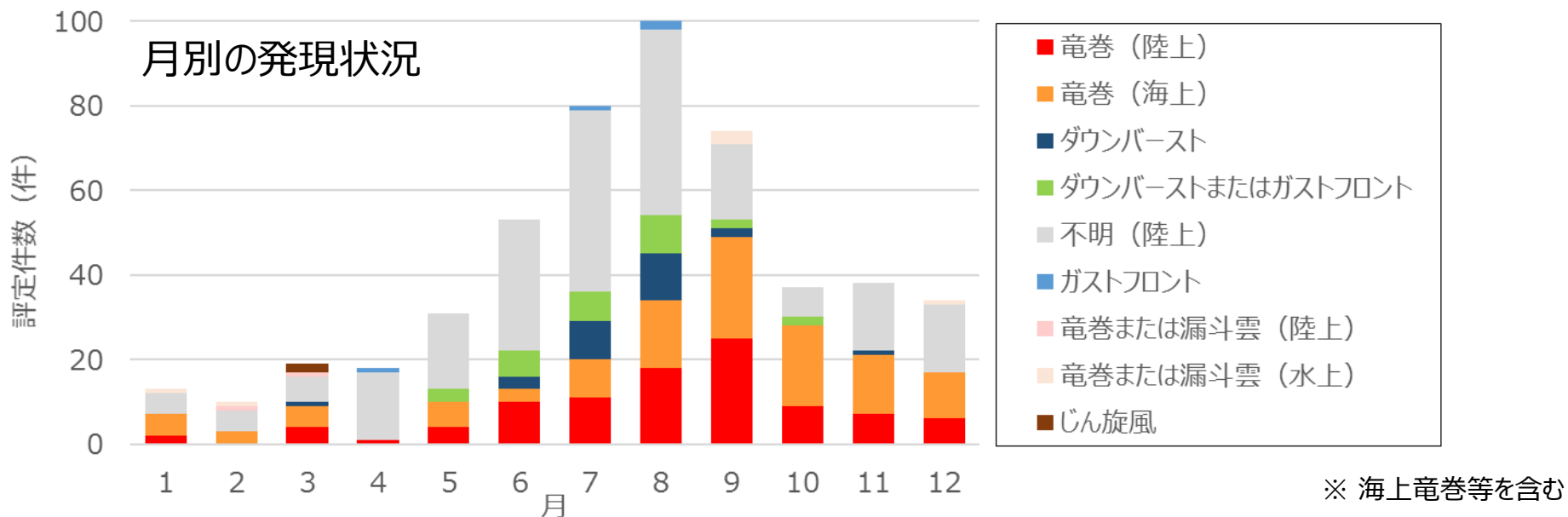
「目撃情報や体感情報が得られなかった」や「被害や痕跡が少数で面的分布が特定できなかった」ことなどが理由として考えられる。

# 月別・時間別の評定状況（突風の強さ）

※ 海上竜巻等を含まず

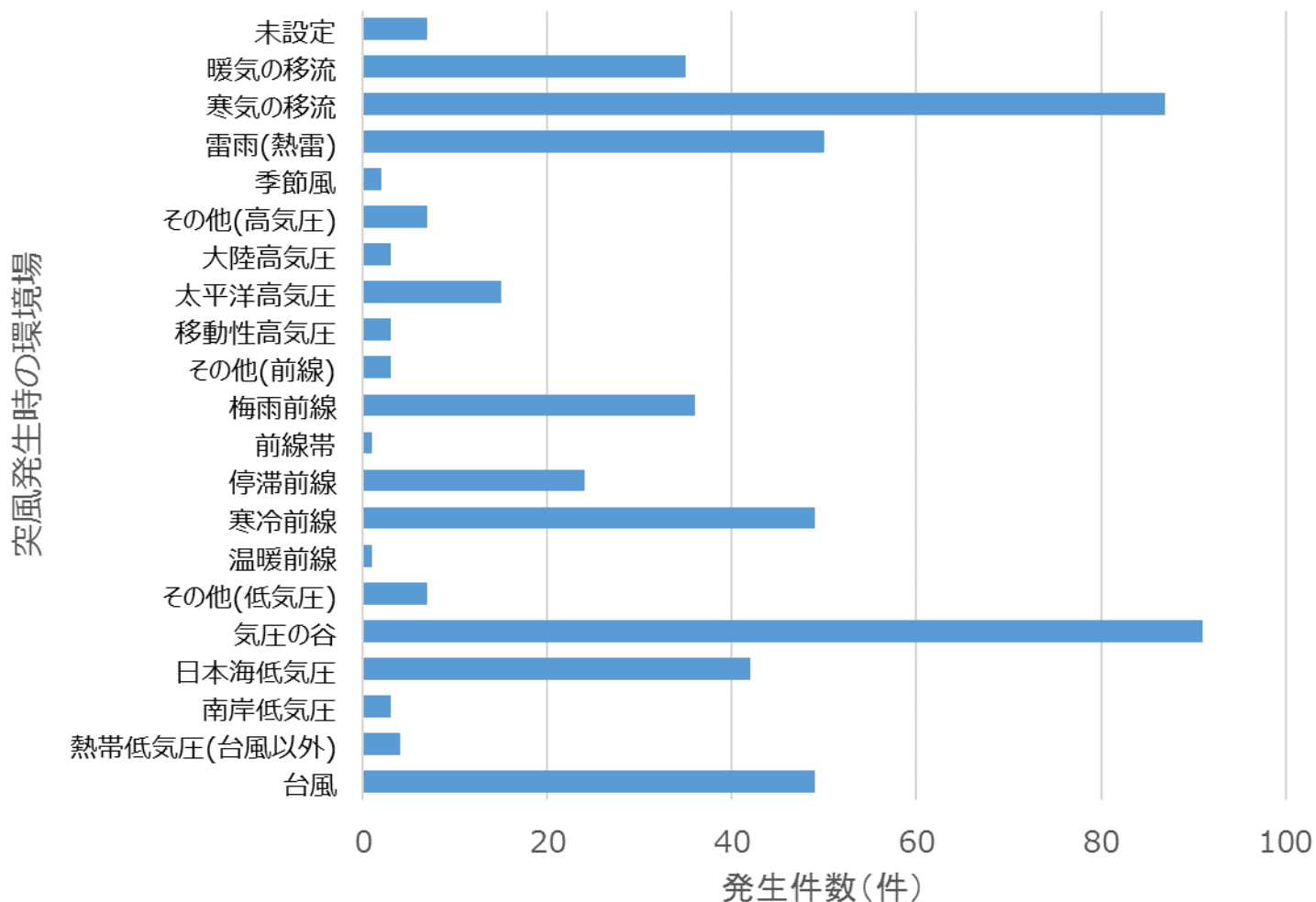


# 月別・時間別の評定状況（現象）





# 竜巻等突風が発生した環境場



※事例ごとにカウントしているため、同日に複数の突風が発生した場合はそれぞれに加算される。

# 被害の評定状況

No.	被害指標 (DI)	%	計	未
1	木造の住宅又は店舗	44%	1137	15
2	鉄骨系プレハブ住宅又は店舗	2%	52	0
3	鉄筋コンクリート造の集合住宅	0%	9	0
4	仮設建築物	1%	14	2
5	大規模な庇・独立上家の屋根	0%	7	1
6	鉄骨造倉庫	3%	65	0
7	木造の非住家建築物	11%	272	14
8	園芸施設	14%	351	2
9	木造の畜産施設	0%	5	0
10	物置	3%	70	2
11	コンテナ	0%	8	1
12	自動販売機	0%	2	0
13	軽自動車	1%	35	1
14	普通自動車	1%	26	3
15	大型自動車	0%	11	0
16	鉄道車両	0%	0	0
17	電柱	1%	13	11

集計期間は2016.4-2022.12の6年9か月

未：DIまたはDOD（被害度）が当てはめられなかった被害の数

風速の評定数は「木造住宅」「園芸施設（主にビニールハウス）」「木造非住家」「広葉樹」の順に多く、評定できた被害の80%を占める。

DI（被害指標）に当てはめられなかった被害も約半数を占める。

No.	被害指標 (DI)	%	計	未
18	地上広告板	0%	2	0
19	道路交通標識	1%	13	1
20	カーポート	3%	67	1
21	塀	1%	14	1
22	木製・樹脂製・アルミ製フェンス、メッシュフェンス	1%	25	1
23	道路の防風・防雪フェンス	0%	0	0
24	ネット（野球場・ゴルフ場等）	0%	1	1
25	広葉樹（通常）	9%	227	15
25	広葉樹（腐朽）	2%	53	
26	針葉樹（通常）	3%	70	6
26	針葉樹（腐朽）	1%	28	
27	墓石（掉石）	0%	0	0
28	路盤	0%	0	0
29	仮設足場（壁つなぎ材）	0%	1	0
30	ガントリークレーン	0%	0	0
99	DI該当なし		2386	2386
	合計		4964	2464

# 被害の評定状況

## ◆木造の住宅または店舗 (DI=1)の評定

被害指標 (DI)		被害度 (DOD)			評定件数			風速 (m/s)			
番号	対象	番号	状況	分類	代表値	下限値	上限値	代表値	下限値	上限値	
1	木造の住宅又は店舗	1	目視でわかる程度の被害、窓ガラスの損壊		397	8	0	30	25	35	
		2	比較的狭い範囲での屋根ふき材の浮き上がり又ははく離 ※屋根の全面積のうち概ね25%以下の範囲	1	粘土瓦ぶきの場合	452	73	0	35	25	50
				2	金属板ぶき又は化粧スレートぶきの場合	42	40	0	40	30	55
		3	比較的狭い範囲での屋根ふき材の浮き上がり又ははく離 ※屋根の全面積のうち概ね25%を超える範囲	1	粘土瓦ぶきの場合	21	9	0	45	30	60
				2	金属板ぶき又は化粧スレートぶきの場合	12	7	0	50	40	65
		4	屋根の軒先又は野地板の破損又は飛散		10	12	0	50	40	65	
		5	上部構造の変形に伴う壁の損傷 (ゆがみ、ひび割れ等)		0	0	0	55	40	65	
		6	金属系の外壁材のはく離		0	4	0	60	45	70	
7	小屋組の構成部材の損壊又は飛散		10	0	0	65	50	75			
8	上部構造の著しい変形又は倒壊		0	1	0	75	55	85			

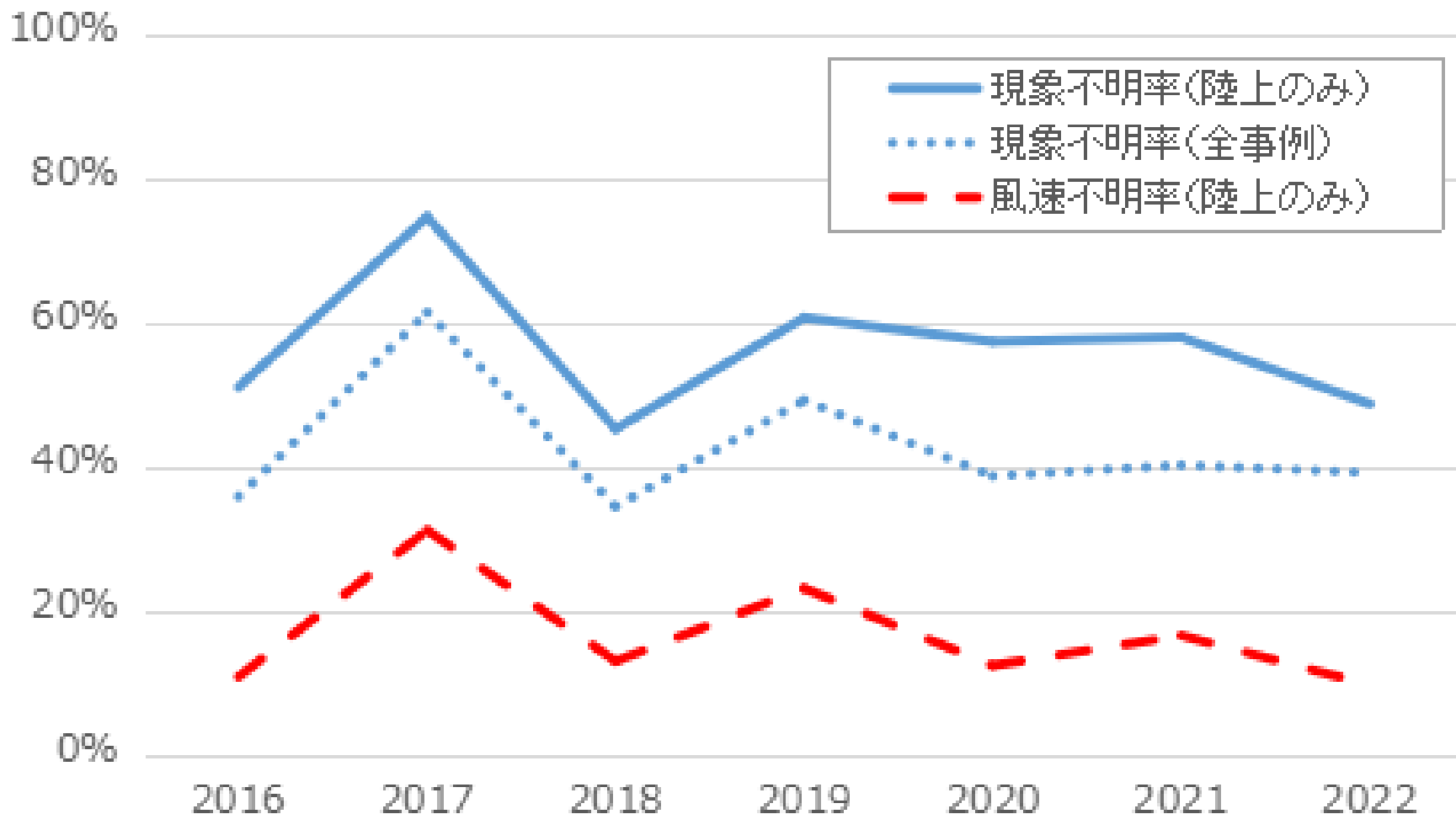
## ◆園芸施設 (DI=8)の評定

被害指標 (DI)		被害度 (DOD)			評定件数			風速 (m/s)			
番号	対象	番号	状況	分類	代表値	下限値	上限値	代表値	下限値	上限値	
8	園芸施設	1	目視でわかる程度の被害、被覆材 (ビニルなど) のはく離		68	21	12	25	15	35	
		2	パイプハウスの鋼管の変形又は倒壊		181	38	11	35	20	40	
		3	プラスチックハウスの構造部材の変形その他の損傷	1	(1) 東北、甲信越及び北陸地方	2	1	0	35	25	45
				2	(2) (1), (3) 以外の地域	4	0	0	40	30	50
				3	(3) 高知県、鹿児島県及び沖縄県	0	1	0	45	35	55
		4	プラスチックハウスの倒壊	1	(1) 東北、甲信越及び北陸地方	0	0	0	45	35	55
				2	(2) (1), (3) 以外の地域	0	0	0	50	40	60
				3	(3) 高知県、鹿児島県及び沖縄県	0	0	0	60	50	70

JEF0
  JEF1
  JEF2
  JEF3
  JEF4

# 現象の評定、強さの評定、不明率の推移

集計期間は2016.4-2022.12の6年9か月



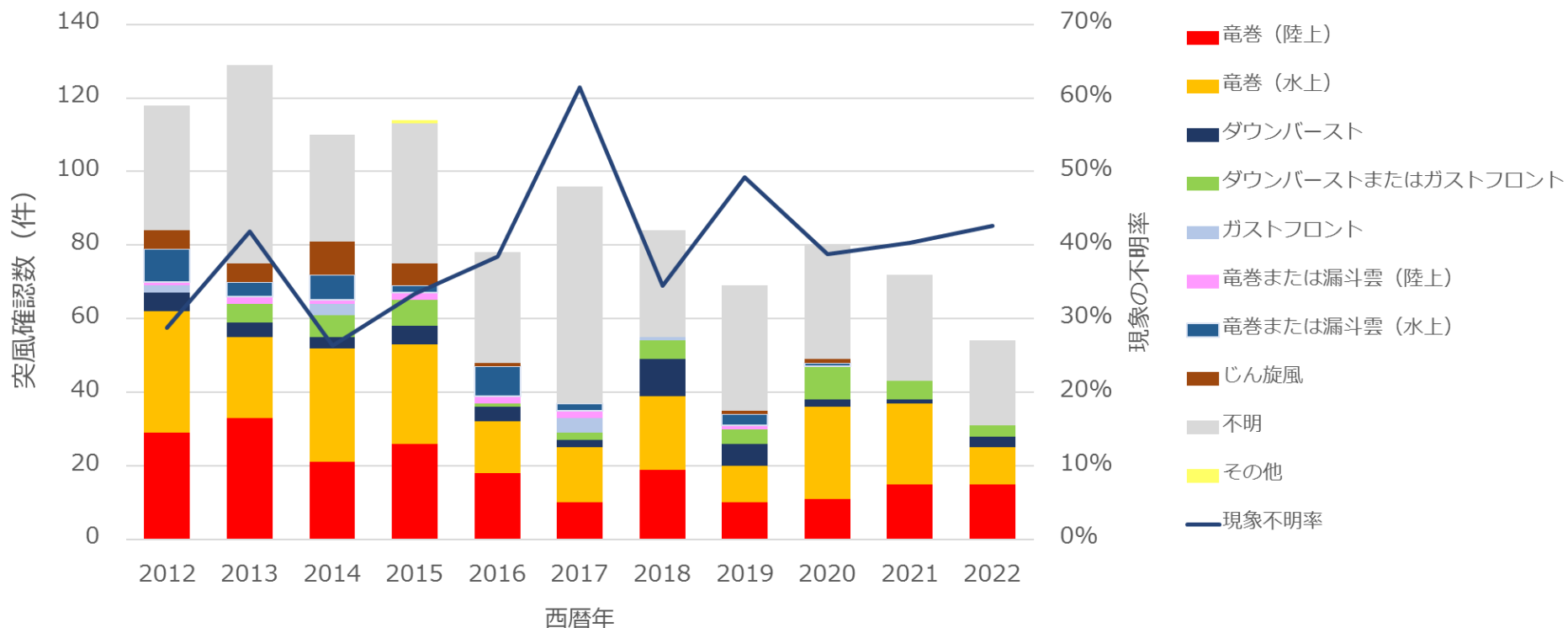
※ 海上の竜巻は被害指標がなく風速の評定ができないため、陸上の突風被害のみを対象としている

# 突風をもたらした現象の評定状況

期間：2012年（平成24年）1月1日～2022年（令和4年）12月31日

突風をもたらした現象を評定した事例：1004件（水上で発生した事例を含む）

突風をもたらした現象と不明率：2012年1月1日～2022年12月31日



# 突風をもたらした現象の評定

## ◆ 竜巻

- ✓ 被害域が**帯状、線状**に分布
- ✓ 木や物が突風により倒れた方向、飛んだ方向に**回転性**や**収束性**が見られる



出典：地理院地図

- 被害の発生した地点
- ➡ 物が倒れたり、飛散したりした方向
- ① 主な被害地点（被害状況写真の番号と対応）

2021年5月1日  
静岡県菊川市から牧之原市で竜巻が発生した際の被害分布

## ◆ ダウンバースト

- ✓ 被害域が**円～楕円状、扇状**に分布
- ✓ 木や物が突風により倒れた方向、飛んだ方向に**発散性**が見られる（概ね一様となる場合も多い）

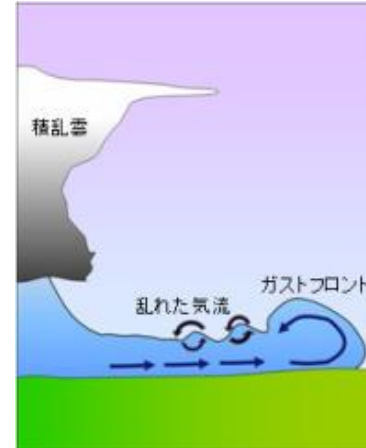
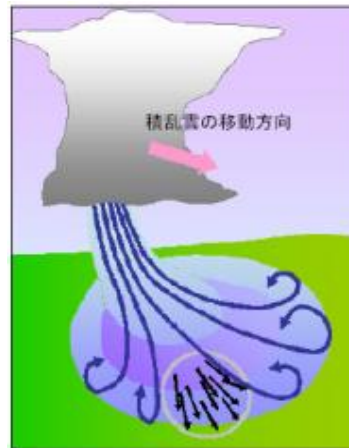


- × : 被害の発生した地点
- △ : 飛散物
- ➡ : 倒木・倒伏など方向
- ➡ : 住家・非住家の倒壊などの方向
- 図中のカタカナは聞き取り調査地点を示す。

2013年9月16日  
北海道でダウンバーストが発生した際の被害分布

# 突風をもたらした現象の評定

	竜巻	ダウンバースト	ガストフロント
目撃情報	<ul style="list-style-type: none"> <li>水蒸気の凝結により可視化された雲から地上付近までの渦</li> <li>砂じんや飛散物などで可視化された地上付近の渦</li> <li>漏斗雲（発生の前後など）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>降水（雨や雪、ひょう）等により可視化された下降流</li> <li>下降流が地表面にぶつかり、広がった先でガストフロントが形成され、可視化される場合もある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ガストフロント上空のアーチ状の雲が見られることも</li> <li>ガストフロント付近の気流が降水や雲、砂じん等により可視化される場合もある</li> </ul>
風向分布	回転性、収束性	発散性	一様性（現象通過後も同様）
被害域	<ul style="list-style-type: none"> <li>帯状、線状</li> <li>幅：数十～数百メートル</li> <li>長さ：数キロ～数十キロメートル</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>円～楕円状、扇状</li> <li>広さ：数百～十キロメートル</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>一様、散在</li> <li>広さ：数十キロメートル以上に達することも</li> </ul>
気象状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>風速の急上昇と急下降</li> <li>風向の急変（通過経路によっては風向が回るように見える場合もある）</li> <li>気圧のV字状の急下降と急上昇</li> <li>低いところに比較的弱いエコーでも発生することも</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>風速の急増と減少</li> <li>風向の急変</li> <li>気温の急降下</li> <li>気圧の急上昇と急下降</li> <li>降ひょうや強雨</li> <li>高いところに強いエコー</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>風速の急増と緩やかな減少</li> <li>風向の急変</li> <li>気温の急降下</li> <li>気圧の急上昇</li> <li>風向や気温、気圧は、現象通過後は概ね一定で推移</li> </ul>



# 突風をもたらした現象の解明（現象の特徴）

	竜巻	ダウンバースト	ガストフロント
親雲の存在	真上または直近に積雲や積乱雲がある		降水系の直下～最大では数十キロメートル離れた場所にある積雲や積乱雲、メソ擾乱
音の現象	「ゴー」というジェット機のような独特の音が、突風の前後に聞こえる	「ビュー」という風切り音が突風と共に聞こえる	
体感現象	<ul style="list-style-type: none"> <li>・強風時間はごく短時間～1分程度</li> <li>・耳がつまる感じや耳鳴り</li> <li>・体が浮き上がる感じ</li> </ul>	強風時間は1分～10分程度	強風時間は10分程度～
飛散物	<ul style="list-style-type: none"> <li>・色々な方向に飛ぶが、竜巻の移動が渦の回転速度に比べて速い場合は、その進行方向に飛びやすい</li> <li>・軽いものは渦の中心付近に吹き寄せられて溜まる場合がある</li> <li>・規模が大きい場合、上空（数十メートル以上）に巻き上げられ、遠距離（数十キロメートル以上）に運ばれることも</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・主として風下側へ飛ぶ</li> <li>・発散風の先端部で、かなり上空に巻き上げられることもある</li> </ul>	ダウンバーストに類似



# 竜巻の評定の確実さに係る根拠の目安（竜巻の場合）

突風現象の特徴をもとに、「評定の確実さに係る根拠の目安」を作成して現象の評定を行っている。

根拠の種類	重要度	根拠
評定の基本とする根拠	①	被害をもたらした竜巻の映像・画像（単独でもよい）
	②	確度が高い、渦の目撃証言（複数）
	③	<ul style="list-style-type: none"> <li>被害域の形状（明瞭な帯状分布）</li> <li>風向の特徴（明瞭な回転性・収束性）</li> <li>竜巻の根拠として利用が可能な観測データ（風速や気圧など）</li> </ul>
①～③を補強する根拠（複数の証言が必要）	④	<ul style="list-style-type: none"> <li>激しい風はごく短時間（1分程度）</li> <li>「ゴー」という音の移動</li> <li>耳の詰まり、耳鳴り、体が浮き上がる感じ</li> <li>（高い所までの）建物壁面の泥の付着</li> </ul>



評定の確実さによる表記の区別	確実さ	根拠の重要度と取得状況	
認められる	↑	①、かつ他の根拠と齟齬がない	} 竜巻
推定した		<ul style="list-style-type: none"> <li>②、かつ他の根拠と齟齬がない</li> <li>③のうち2つの根拠と④</li> </ul>	
可能性が高いと判断した		<ul style="list-style-type: none"> <li>③の2つの根拠のみ</li> <li>③の1つの根拠と④が複数、他の現象の可能性がないと判断した場合</li> </ul>	
可能性はあるものの特定に至らなかった		<ul style="list-style-type: none"> <li>③の1つの根拠と④のうち1つ、他の現象の可能性がない場合</li> <li>④が複数得られかつ他の現象の可能性がない場合</li> </ul>	} 不明
不明			

# 突風をもたらした現象の確度

現地調査で得られた目撃情報、体感情報、被害や痕跡の分布、さらに気象観測データの有無から、根拠を積み上げて現象の確度を決定している。

## 〜と認められる（竜巻のみ）

- **断定できる場合の表現**
- 確実な根拠（映像など直接確認できる情報）があり、他の根拠と齟齬がない場合に採用する

## 〜と推定した

- **断定できないが、ほぼ間違いない場合の表現**
- 十分な根拠があり、互いに齟齬がない場合に使用する

## 〜の可能性が高い

- **可能性が高い場合の表現**
- 概ね十分な根拠があり、他の現象を排除できるなど、そのように結論付けることが妥当である場合に使用する

## 〜の可能性はあるが、特定に至らなかった

- **可能性がある場合の表現**
- 結論づけることはできないが、可能性を示唆する十分な情報がある場合に使用する

## 不明

- 現象を特定するのに十分な根拠が得られなかった場合の表現

高い



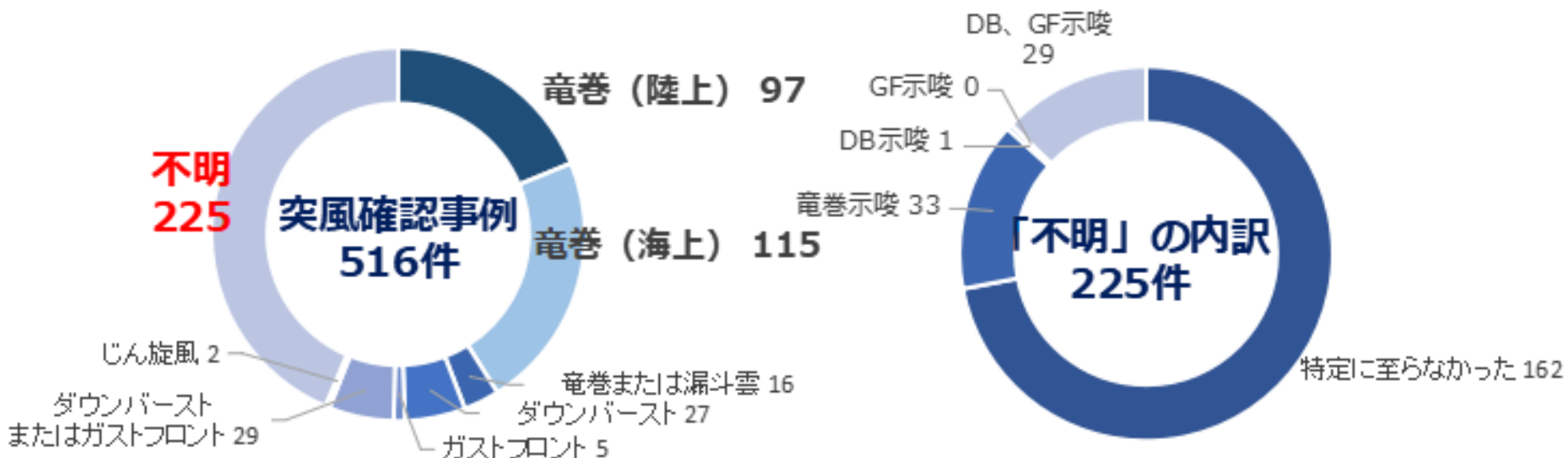
確度

低い

# 突風をもたらした現象の確度

突風をもたらした現象が特定できなかった事例：516件のうち225件（43.6%）

- 不明のうち、竜巻・ダウンバースト・ガストフロント等具体的な現象を示唆する事例は63件となる。
- これらは現象の確度を高めるための根拠が少ないなどの理由により「不明」として評価したものとなる。



# まとめ

## ① 突風の確認回数、評定回数

- ・ 1年あたり約70件、年による変動が大きい
- ・ 突風をもたらした現象は、竜巻（海上・湖上）、竜巻（陸上）、ダウンバーストまたはガストフロントの順に多い。また不明が約40%ある。
- ・ 突風が発生した時の気圧配置は台風、気圧の谷、雷雨（熱雷）、寒気の移流が多い。

## ② 突風の強さの評定

1年あたり、JEF2は約1回、JEF1は約10回、JEF0は約30回の風速を評定。

## ③ 個々の被害の評定状況

- ・ 木造住宅（DI1）と園芸施設（DI8）、木造非住家（DI7）、広葉樹（DI25）の順に多く、全体の8割を占める
- ・ 木造住宅の屋根ふき材の浮き上がりまたは飛散（DOD2）が最も多く、園芸施設のパイプハウスの鋼管の変形または倒壊、広葉樹の枝折れなどが続く
- ・ どの被害指標においても、代表値で評定することが多く、上限値を採用することは少ない。

## ④ 突風をもたらした現象の確度

- ・ 現象の不明を少なくするには、現象の確度を意識しながら調査する必要がある。目撃情報が得られない場合は、被害や痕跡の情報、体感情報から確度を高められるよう、現地の情報を収集する必要がある。