

「竜巻等突風対策局長級会議」報告

平成 24 年 8 月 15 日

竜巻等突風対策局長級会議

目次

I. はじめに	1
II. 平成24年5月に発生した竜巻等による被害	2
1. 気象の概況	2
2. 被害の状況	2
III. 平成24年5月の竜巻発生時の市町村及び住民の対応と課題	3
1. 竜巻に関する市町村及び住民の対応	3
(1) 竜巻及び竜巻注意情報等について	3
(2) 竜巻注意情報の伝達状況及び市町村の対応状況	5
(3) 竜巻発生時における住民の対応	8
2. 竜巻に対する市町村及び住民の対応における課題	9
(1) 市町村の対応についての課題	9
(2) 住民の対応についての課題	10
IV. 竜巻等突風に対する住民、市町村及び国の今後の取組	12
1. 当面の取組－竜巻注意情報の活用－	12
(1) 竜巻等突風に対する住民及び市町村における当面の対応	12
(2) 住民及び市町村の当面の対応に向けた事前準備	19
(3) 国において直ちに実施すべき取組	21
2. 中期的な取組（1～2年程度を目途に一定の成果）	24
(1) 竜巻注意情報等の予測精度を向上させるための方策	24
(2) 人的被害を軽減させるための方策	27
(3) 物的被害を軽減させるための方策	28
(4) 被災者支援に関する取組	29
資料1 竜巻等突風対策局長級会議 構成	31
資料2 会議開催経緯	32
参考資料1 竜巻等突風について	34
参考資料2 近年の竜巻等突風被害	37
参考資料3 竜巻等突風対策に係る政府における近年の取組等	38
参考資料4 被災地聞き取り調査	42
参考資料5 米国調査	49

I. はじめに

平成 24 年 5 月 6 日に茨城県、栃木県及び福島県において複数の竜巻が発生し、死傷者や多くの住家被害が発生するなど、甚大な被害がもたらされた。こうした甚大な被害を踏まえ、竜巻等突風に対する対策を強化するため、内閣府副大臣を座長とし、関係府省庁により構成される「竜巻等突風対策局長級会議」（以下「本会議」という。）を設置した。

本会議においては、有識者からの意見聴取、被災者及び被災地方公共団体からの聞き取り調査、竜巻等突風対策の先進地である米国での調査等を行い、①観測・予測技術の高度化、②住民への情報伝達の在り方、③避難の在り方、④国民への普及啓発、⑤ライフライン、交通、公共施設等の処方対策、⑥その他被害軽減方策、⑦被災者支援等について検討を行った。

その検討結果を踏まえ、今般、今後の取組を取りまとめたので報告する。今後、政府一体となって、本報告に基づく対策に取り組んでいく。

なお、本会議と並行し、気象庁においては、「竜巻等突風予測情報改善検討会」を開催し、竜巻等突風の「監視・予測技術の高度化の可能性及び中長期的な開発の方向性」や「情報の発表、伝達のあり方」等について検討され、7月27日に報告が取りまとめられた。

また、消防庁においては、「地方公共団体における災害情報等の伝達のあり方等に係る検討会」を開催し、「住民への確実かつ迅速な情報伝達」、「地域の実情に応じた、多様な情報伝達手段の整備」等について検討され、8月8日に中間取りまとめが行われた。

両検討会の報告や検討の内容は本報告に反映されている。

Ⅱ. 平成 24 年 5 月に発生した竜巻等による被害

1. 気象の概況

5月6日、日本の上空約5,500mには、氷点下21度以下の強い寒気が流れ込んだ。一方、同日12時には日本海に低気圧があつて、東日本から東北地方の太平洋側を中心に、この低気圧に向かって暖かく湿った空気が流れ込んだ。さらに、日射の影響で地上の気温が上昇したことから、東海地方から東北地方にかけて大気の状態が非常に不安定となり、落雷や突風、降ひょうを伴う発達した積乱雲が発生した。

茨城県つくば市付近においては、風速が毎秒70～92mに達する竜巻(藤田スケールのF3)が発生した。また、栃木県真岡市から茨城県常陸大宮市にかけての地域においては風速が毎秒33～69mに達する竜巻(藤田スケールのF1～F2)、茨城県筑西市付近においては風速が毎秒33～49mに達する竜巻(藤田スケールのF1)、福島県大沼郡会津美里町付近においては風速が毎秒17～32mに達する竜巻(藤田スケールのF0)が発生した。

2. 被害の状況

これらの気象により、死者3人(なお、うち2人は落雷が原因)及び負傷者58人の人的被害が発生した。また、住家被害としては、住家全壊89棟、住家半壊197棟、住家一部破損978棟等が発生した(6月13日現在)。

ライフライン関係では、東京電力管内及び東北電力管内で約21,500戸が停電した(5月9日現在)ほか、上水道は、約5,200戸以上で断水した(5月8日現在)。通信関係では、固定電話で障害が発生し、携帯電話基地局が停波した。道路では、県管理国道2区間及び都道府県道1区間において通行止めとなった。鉄道については、1区間が運転休止となった。

公共土木施設では、公園3施設で被害が発生した。

農林水産関係では、ビニールハウス等の損壊(502棟)、農地の損壊(11か所)、森林被害(10か所)等が発生した(5月9日現在)。

文教施設等では、国立学校施設3校、公立学校施設16校、私立学校施設5校、社会教育・体育、文化施設等4施設、文化財等6件及び研究施設等1施設で屋根や窓ガラスの破損等の被害が発生した(5月15日現在)。

社会福祉施設等では、13施設で被害が発生した(5月9日現在)。

Ⅲ. 平成 24 年 5 月の竜巻発生時の市町村及び住民の対応と課題

1. 竜巻に関する市町村及び住民の対応

(1) 竜巻及び竜巻注意情報等について

① 竜巻の概要

- 竜巻の発生件数は、年間 10 数個から 20 個程度であり、死者が発生した竜巻被害は平成に入り、7 回ある（詳細は 37 ページの「図表 14 近年の主な竜巻被害」参照）。
- 発現時間は数分から数十分程度と短く、直径は数十～数百 m で、数 km に渡ってほぼ直線的に移動し、被害地域は帯状になる。風速によっては住家の倒壊や自動車が持ち上げられて飛ばされる等の大きな被害をもたらす可能性があり、広範囲に飛散物が散乱するという特徴を有する。
- 台風、大雨、大雪等他の気象災害と比較し、個人単位、建築物単位でみると、竜巻に遭遇する頻度は低い。
- 竜巻等突風の発生予測に関する情報として、竜巻注意情報及び竜巻発生確度ナウキャストがある。

② 竜巻注意情報の概要

(竜巻注意情報の概要)

- 竜巻注意情報は、積乱雲の下で発生する竜巻等突風が発生しやすい気象状況になったと判断された場合に、各地の气象台等が担当地域（おおむね一つの都道府県）を対象に発表する。
- 竜巻注意情報発表があった場合は、大気が不安定で、竜巻発生の可能性は平常時に比べ約 200 倍となっている。
- 有効時間は 1 時間であるが、注意すべき状況が続く場合には、竜巻注意情報を再度発表する。そのため第 1 報の有効時間後に、引き続き第 2 報、第 3 報が発表されるというように、竜巻注意情報が繰り返される場合がある。

図表 1 竜巻注意情報の発表例

〇〇県竜巻注意情報 第1号

平成××年4月20日10時30分 △△地方气象台発表

〇〇県では、竜巻発生のおそれがあります。

竜巻は積乱雲に伴って発生します。雷や風が急変するなど積乱雲が近づく兆しがある場合には、頑丈な建物内に移動するなど、安全確保に努めてください。

この情報は、20日11時30分まで有効です。

(竜巻注意情報の予測精度等)

○現在、竜巻注意情報では、竜巻の発生時刻や場所を特定した予測は困難である。適中率は4%程度（おおむね都道府県の範囲の予測なので市町村ベースで見るとさらに低い）、捕捉率は20%～30%程度、発表段階で竜巻の規模は不明、竜巻発生後に発表となることもあるなど予測精度が低い。

(竜巻注意情報の発表件数)

○竜巻注意情報の発表は、全国で約540件/年（平成22及び23年の年間平均）、単純に47で割ると1都道府県当たり11回程度/年となる。

図表2 竜巻注意情報の発表回数

		単位:回数
平成22年	平成23年	平均
490	589	540
出典:気象庁		

注：一連の気象現象を対象として、竜巻注意情報が継続して複数回発表された場合（前回の竜巻注意情報が発表されてから6時間以内に次の竜巻注意情報が発表された場合）は1回として数えている。

(「竜巻」という言葉が付加された気象情報及び雷注意報)

○なお、竜巻注意情報の発表前に、気象情報及び雷注意報が段階的に発表され、両情報に「竜巻」という言葉が付加される場合がある。この場合、平常時に比べ、竜巻等突風の発生する可能性は、気象情報で約8倍、雷注意報で約20倍高くなっている。

③ 竜巻発生確度ナウキャストの概要

竜巻発生確度ナウキャストは、竜巻等突風の発生する可能性の高い地域の範囲及び今後の予測について竜巻注意情報より詳細に示す情報である。「竜巻などの激しい突風が今にも発生する（または発生している）可能性の程度」を推定し、適中率と捕捉率の違いから、

- (i) 発生確度2：竜巻などの激しい突風が発生する可能性があり注意が必要である。（適中率5～10%、捕捉率20～30%）
- (ii) 発生確度1：竜巻などの激しい突風が発生する可能性がある。（適中率1～5%、捕捉率60～70%）

の二つの発生確度を、10km格子単位で10分毎に60分先までの予

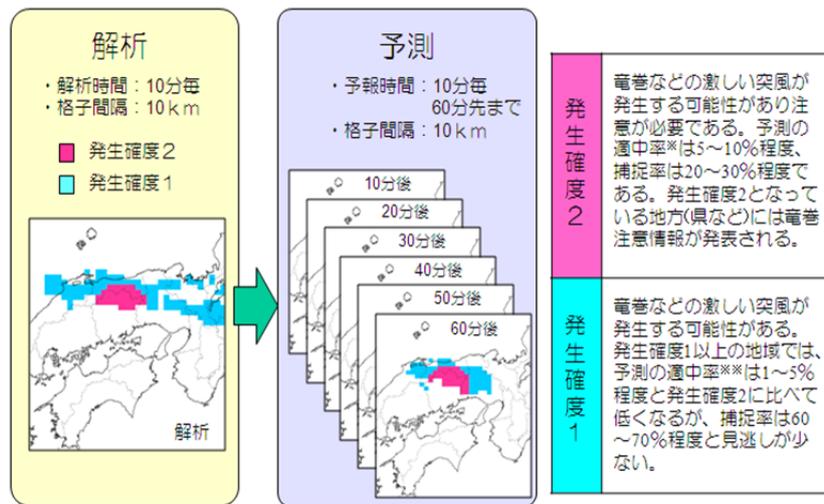
測を行うもので、10分ごとに更新して提供している。なお、発生確度1に満たない地域は、発生確度は表示されない。

竜巻発生確度ナウキャストは、以下のURL等で確認できる。

- 気象庁ホームページ <<http://www.jma.go.jp/jp/radnowc/>>
- 国土交通省防災情報提供センター携帯端末用ホームページ <<http://www.mlit.go.jp/saigai/bosaijoho/i-index.html>>

発生確度2は、発生確度1に比べて予測の適中率が高い反面、捕捉率が低い（予測できない事例が多くなる）。逆に、発生確度1は、捕捉率が高い（見逃す事例が少ない）反面、予測の適中率は低くなる。なお、発生確度1や2となっていない地域でも、可能性は低いが、積乱雲が発生している場合には竜巻などの激しい突風が発生する可能性があることに留意が必要である。

図表3 竜巻発生確度ナウキャストについて



※ 発生確度2の予測の適中率 : 発生確度2となった場合を「竜巻あり」の予測としたとき、予測回数に対して実際に竜巻が発生する割合
 ※※ 発生確度1以上の予測の適中率 : 発生確度1以上となった場合を「竜巻あり」の予測としたとき、予測回数に対して実際に竜巻が発生する割合

出典 気象庁ホームページ

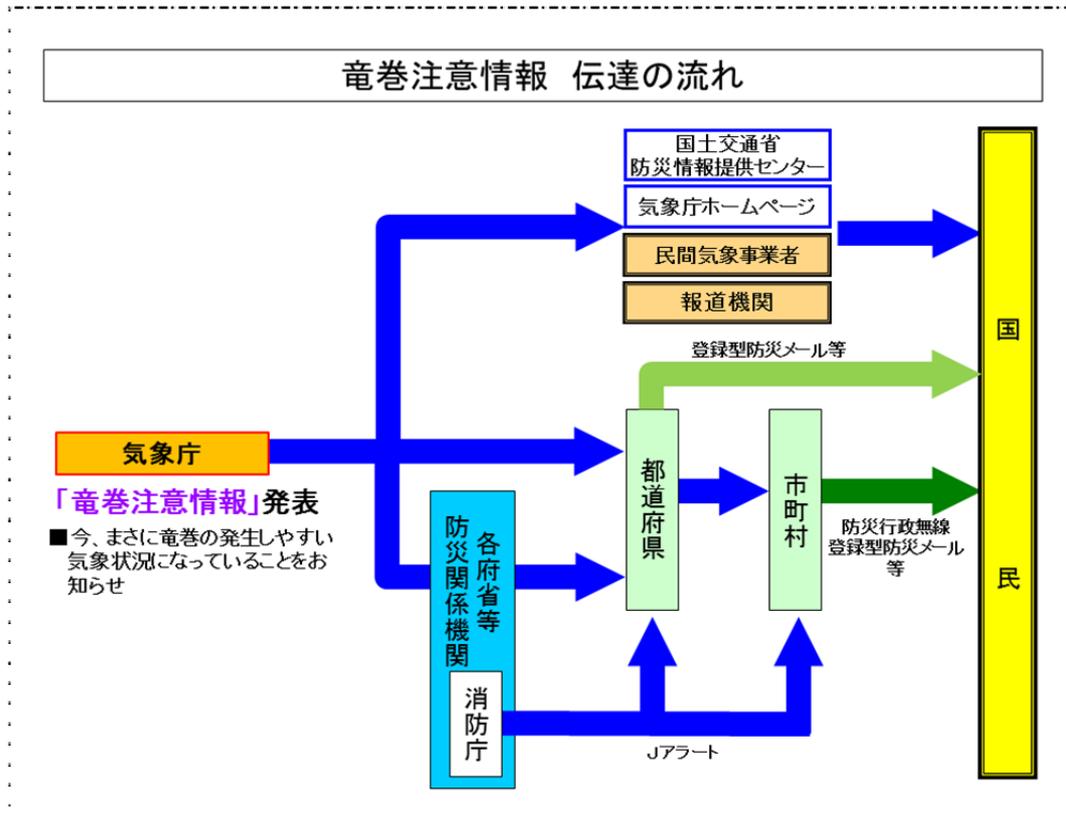
(2) 竜巻注意情報の伝達状況及び市町村の対応状況

① 竜巻注意情報の伝達の流れ

- 竜巻注意情報については、他の防災気象情報と同様に、気象庁から、各府省庁等防災関係機関、都道府県、報道機関、民間気象事業者へ発表と同時に伝達される。

- 気象庁から、消防庁及び地方公共団体が連携して整備するJアラートを経由して、情報が都道府県、市町村へ伝達される。また、気象庁から情報を受信した都道府県は市町村に伝達する。市町村へは、Jアラート及び都道府県からの2ルートにより、竜巻注意情報が伝達される。
- 竜巻注意情報は、テレビ、ラジオの速報や、ニュース、天気予報で視聴者に伝わるほか、民間気象事業者等が提供するメール配信サービス等で利用者に知らせることができる。また、気象庁のホームページ等で閲覧可能である。
- 地方公共団体は、必要に応じて、防災行政無線、登録型防災メール等で、住民に知らせている。

図表4 竜巻注意情報 伝達の流れ



- ② 5月6日における竜巻注意情報発表時及び竜巻被害情報入手時の茨城県内・栃木県内地方公共団体等の対応
(竜巻注意情報発表時)
- 今回の竜巻等突風においても、上記の通り、竜巻注意情報は、気象庁の発表とほぼ同時に市町村に伝達された。

- 竜巻が発生した茨城県内及び栃木県内の7市町は、竜巻注意情報を入手した段階で、住民への情報伝達は行わなかった。
 - 住民への情報伝達を行わなかった理由は、予測精度の低い情報を頻繁に流すことで、誤情報が続き、情報の信頼性が失われることへの危惧があげられた。
 - 茨城県では、登録型防災メールで竜巻注意情報を配信した。
 - NHKは発表直後にテレビで「茨城県/栃木県に竜巻注意情報 竜巻や突風に注意」と字幕を流すとともに、ラジオでも放送した。
- (竜巻被害情報入手時)
- 住民や消防機関からの被害情報により市町が覚知するが多かった。
 - 被害発生情報を入手した後、市町は応急対応を開始した。

③ 5月6日以降の市町村から住民への竜巻注意情報の伝達例

- 5月10日神奈川県内で竜巻注意情報が発表され、8市町が登録型防災メールで竜巻注意情報を配信した。
 - ・配信した市町は、竜巻注意情報が出たら必ず配信するわけではなく、以下の通り一定の判断のもとで配信している。
 - ・A市は、「茨城などで大きな被害が出たため、情報提供することにした」が、「竜巻注意情報は県全体を対象にしている上、竜巻自体の発生率も低い。必ず配信するのではなく、市内の天候などを見極めて、情報提供するか判断したい」とのことであった。
 - ・B町は、「6日に大きな被害があった直後なので10日は配信したが、今後は個別に判断する」とのことであった。
 - ・C市は、「強い風雨やひょうといった竜巻の前兆現象が確認された」6日はメールを配信、10日は「前兆が見られなかった」ため配信せず。
 - ・配信を見送ったD市は、「配信しても竜巻が発生しないという状況に、受け取った人が慣れてしまわないか不安が大きい」ことを理由にあげている。
- 鳥取県では、つくば市等で発生した竜巻等突風を契機に、竜巻注意情報の伝達体制を強化した。雷注意報に、「竜巻」の注意喚起を含む情報が発表された場合は、2名が待機し、竜巻注意情報の発表時に迅速に注意喚起が行えるよう対応している。竜巻注意情報が発表された場合は、竜巻発生確度ナウキャストを確認し、登録型防災メール、ソーシャル・ネットワーキング・サービス、県のホームページ

ジ等の媒体を利用して、竜巻注意情報が発表された旨、竜巻発生確度ナウキャストの発生確度2の地域名、住民の対処行動等を、住民に情報提供することとしている。また、市町村に対しては、県からの情報を防災行政無線等により住民へ注意喚起するように依頼している。

図表5 鳥取県における5月17日の竜巻注意情報に関する情報提供

鳥取県竜巻注意情報第2号
<p>5月17日17時37分、鳥取地方気象台から、鳥取県全域で竜巻注意情報が発表され、鳥取県では、竜巻発生のおそれがあります。特に18時10分現在の予想では鳥取県西部地域のほぼ全域（米子市、西伯郡及びその周辺地域）で発生確度2（予測の適中率：5～10%）となっていますので注意してください。なお、今後、発生確度2の地域が東へ広がる可能性もありますので、気象庁が提供する「竜巻発生確度ナウキャスト」で、1時間後までの竜巻の発生確度（10分ごとに更新）を閲覧できますので、ご利用いただくとともに、今後の情報に注意してください。http://www.jma.go.jp/jp/radnow/</p> <p>〔注意事項〕</p> <ul style="list-style-type: none">▪ 真っ黒い雲が近づき、周囲が急に暗くなる、雷鳴が聞こえたり、雷光が見えたりする、大粒の雨やひょうが降り出すなど、発達した積乱雲の近づく兆しがある場合には、頑丈な建物内に移動するなど、身の安全を確保する行動をとってください。（屋外）頑丈な構造物の物陰に入って、身を小さくする。（屋内）窓から離れて、丈夫な机やテーブルの下に入るなど、身を小さくして頭を守る。▪ 特に人が多く集まる屋外行事や高所作業のように、避難に時間がかかると予想される場合には、早めの避難開始を心がけてください。

注：発令の時刻等に応じて、適宜注意事項を変更することとしている。

例1：夜のはじめごろの場合

雷や風が急変するなど積乱雲が近づく兆しがある場合には、頑丈な建物内に移動するなど、安全確保に努めてください。

例2：夜遅くの場合

不要不急の外出を控え、頑丈な建物内で過ごすなど、安全確保に努めてください。

(3) 竜巻発生時における住民の対応

本会議で実施した被災地聞き取り調査（平成24年5月6日の被災者42人からの聞き取り、詳細は参考資料4参照）から、竜巻発生時における住民の対応について以下の点が明らかとなった。

(天気予報等で竜巻等突風の発生可能性に関する情報の取得の有無)

- 「朝のニュースや天気予報などで雷や竜巻などの激しい突風のおそれがあると聞いた」住民は18人であった。

(その情報に基づく行動)

- 「天気予報で天気が悪くなると聞いていたので当日の農作業を中止した」、「朝のニュースで、午後に竜巻と雷が起きやすいと聞いたので、午前中に農作業を終わらせた」など、天気予報等の情報で行動をとった住民もいた。
- 一方、「天気予報で竜巻が出やすい天気と聞いていたが、まさか(竜巻が)来るとは思わなかった」という、事前情報を得ながら、適切な対処行動につながらない住民もいた。

(竜巻注意情報の取得の有無)

- 「竜巻注意情報を覚知した」住民は9人であった。

(天気の異変を察知した行動)

- 「雷が鳴ったので、農作業をやめて帰宅した」、「大粒の雨が降ってきたので、サッシを閉めた」、「雨戸を閉めた」、「雷の音がしたので、(雷サージに備えて)テレビを切った」「雷が鳴り、ひょうが降ってきたので車の中に避難した」など、空模様を見て安全確保のために何らかの対応行動をとった住民がいた。
- 一方、「天気の様子がおかしかったので、数百メートル離れた場所にあるビニールハウスの様子を車で見に行った」など、竜巻等突風災害に備えるという観点では必ずしも適切とは言えない行動をとった住民もいた。

(竜巻遭遇時の行動)

- 「ゴーという音とともに窓から竜巻が見えた。自分の方に来るかもしれないと思ったがそのまま窓から見ていた」、「竜巻が見えたがまさか自分のうちに来るとは思わず窓ガラスを押さえていて、手に怪我をした」、「竜巻が見え、もうダメだと思い、そのまま、竜巻を見ていた」など、竜巻遭遇時において身の安全を図る行動がとれなかった住民もいた。

2. 竜巻に対する市町村及び住民の対応における課題

(1) 市町村の対応についての課題

今回の竜巻被害において、竜巻注意情報発表時や竜巻発生時の市町村の対応についての以下の課題があった。

- 竜巻の発生が突然だったため、防災体制を取ることが困難な面があっ

た。

- 竜巻注意情報を入手した際、市町村が具体的な行動をとらなかった理由は、以下の点である。
 - ・竜巻注意情報は、適中率の低さ、対象範囲が都道府県域と広域であること等予測精度が低く、具体的な行動がとりにくいこと。
 - ・特に、市町村が住民へ情報伝達を行わなかった理由として、予測精度の低い情報を頻繁に流すことで、誤情報が続き、情報の信頼性が失われることへの危惧があること。
- 今後の課題として、被災地方公共団体から、竜巻注意情報の住民への的確な伝達、竜巻対策の指針の策定、竜巻に関する防災知識の普及啓発等が必要との意見があった。

(2) 住民の対応についての課題

今回の竜巻被害において、竜巻注意情報発表時、竜巻発生時等の住民の対応についての以下の課題があった。

- 事前情報を得て、何らかの危険回避行動をとる住民がいる一方、適切な行動につながらない住民もいる。
- 気象の異変により、何らかの危険回避行動をとる住民は多くなる。
- 竜巻注意情報発表時、竜巻遭遇時において、身の安全を確保する行動のとれない住民がいる。
- 朝のニュースや天気予報で雷や竜巻等突風の可能性を覚知した住民（18人）に比べ、竜巻注意情報を覚知した住民（9人）は半数であり、竜巻注意情報を入手した住民は少ない。
- 竜巻注意情報を希望する住民は多い。

【参考：被災地聞き取り調査における竜巻注意情報に対する対処行動に関する回答】

- 『竜巻注意情報を今後見聞きしたら何か対応行動をとると思うか』については、「家族や知人に知らせる」、「洗濯物を干すのをやめる」といった行動の他、「外出を控える」、「頑丈な建物に入る」、「雨戸を閉める」などの具体的な安全確保行動をとるとの発言があった。
- 一方、「県単位での情報では行動が難しい」、「突然ではどうしたら良いかわからない」といった発言もあった。

【参考：被災地聞き取り調査における竜巻注意情報に関する回答】 (情報入手の希望について)

- 『竜巻注意情報は精度が低くても発表した方が良いかどうか』については、「竜巻注意情報は精度が低くてもあった方が良い」という住民は39人で、「なくて良い」という住民はいなかった（無回答3人）。

（竜巻注意情報の入手手段について）

- 『竜巻注意情報をどのような手段で入手できると良いか』について聞いたところ（複数回答可）、「テレビ、ラジオ、ケーブルテレビ、ワンセグ」などとする住民が27人、「防災行政無線」という住民が18人、「携帯メール」（登録型防災メール、緊急速報メール等）という住民が17人であった。
- その他、「仕事中はテレビを見られない」、「屋外作業中は携帯電話を持ち歩かない」、「防災行政無線は屋内では聞き取り難い」、「雷のときは（雷サージに備えて）テレビのコンセントを抜くので使えない」などの発言があり、利用可能な伝達手段は受け手の居場所や状況によって異なることが示された。
- また、『竜巻注意情報に限らず防災情報の入手に利用している手段』については、「携帯電話へのニュース配信サービスで竜巻注意情報も入る」、「学校の安全安心メールには登録している」、「車に乗っていればラジオを聴く」、「普段から防災行政無線は気にしている。外に出て聞き取るようにしている」など、利用可能な手段を積極的に活用している住民もいた。

IV. 竜巻等突風に対する住民、市町村及び国の今後の取組

1. 当面の取組－竜巻注意情報の活用－

竜巻等突風による被害の軽減のためには、竜巻注意情報の予測精度の向上が有効であるものの、これを向上させるためには一定期間の取組が必要である。

このため、例年、竜巻の発生が1年間で最も多い秋に向けて、住民及び市町村においては、当面、以下の(1)及び(2)に示す対応例及び事前準備例を参考に、可能なことから取り組むことが望ましい。国においては、住民及び市町村の対応を支援するための(3)に示す取組を直ちに実施する。

(1) 竜巻等突風に対する住民及び市町村における当面の対応

竜巻等突風被害については、他の気象災害に比較し、遭遇する頻度が低いことから、住民及び市町村においても、十分な対応方針を持ち合わせていない場合も多いと考えられる。そのため、住民及び市町村の参考となるよう、考えうる対応例を示した。

竜巻注意情報については、他の防災気象情報に比較し、予測精度がかなり低いという課題もあるが、一方、発表されている場合の大気の状態は極めて不安定で、通常に比べ竜巻等突風の発生する可能性は約200倍高まっているといわれている。また、被災者への聞き取りでは、精度は低くても、竜巻注意情報の入手を希望している住民が多いことがわかった。このことから、現在の予測精度のもとで、竜巻注意情報を活用した対応例を示した。

なお、本対応例は竜巻注意情報の現在の予測精度を前提としたものであり、今後、予測精度の向上や情報提供に関する有効な方法の検討等本報告に記した各種取組が進んだ段階や市町村の対応実例が蓄積された段階で見直しを行い、改善することが必要である。

① 住民の対応

【基本的考え方】

- 竜巻等突風から身の安全を守ることが何よりも重要である。竜巻等突風に遭遇する頻度は低いものの、竜巻注意情報発表後は、特に、気象の変化に十分注意し、主体的に判断して、その時々状況に適切な対処行動をとる必要がある。
- なお、竜巻注意情報の発表に先立ち、「竜巻」の注意喚起を含む気象情報及び雷注意報が発表された場合は、大気の状態が不安定で、

竜巻等突風のみならず、落雷、降ひょう、急な強い降雨等が発生する可能性があることから、これらの現象に対して、気象の変化及びその後の防災気象情報の発表に注意することが適切である。

【具体的な対応例】

- (A) 竜巻注意情報発表時、(B) 積乱雲の近づく兆しを察知した時、(C) 竜巻の接近を認知した時には、下記に示したそれぞれの状況に対応した対処行動例を参考に、適切な行動をとる。

(A) 竜巻注意情報発表時

- 空を見て、積乱雲が近づく際の特徴がないか注意する。
積乱雲が近づく際の特徴：空が急に暗くなる、雷が鳴る、大粒の雨やひょうが降り出す、冷たい風が吹き出す等
こうした特徴が見られた場合には(B)の対処行動例を参考に、適切な行動を行う。
- 竜巻発生確度ナウキャスト（詳細は4ページ参照）や気象レーダー画像にアクセスできる場合であれば、自分が今いる場所の状況についてこまめ（5～10分程度ごと）に確認する。
- 人が大勢集まる野外行事、テント使用や子供・高齢者を含む野外活動、高所・クレーン・足場等での作業等安全確保に時間を要する場合は、万一来に備え、早めの避難開始を心がける。

(B) 積乱雲の近づく兆しを察知した時

- 屋外にいる時は、頑丈な建物など安全な場所に移動する。
- 屋内にいる時は、雨戸や窓、カーテンなどを閉める。

(C) 竜巻の接近を認知した時

- 竜巻の接近を認知したときには、竜巻を見続けることなく、直ちに以下の対処行動例を参考に行動をとる。
竜巻が近づく際の特徴：雲の底から地上に伸びるろうと状の雲が見られる、飛散物が筒状に舞い上がる、ゴーというジェット機のようなごう音がする、気圧の変化で耳に異常を感じる等
- 屋内にいる時
 - ・窓から離れる。
 - ・窓の無い部屋等へ移動する。
 - ・部屋の隅・ドア・外壁から離れる。
 - ・地下室か最下階へ移動する。
 - ・頑丈な机の下に入り、両腕で頭と首を守る。
- 屋外にいる時

- ・近くの頑丈な建物に移動する。
- ・頑丈な建物がなければ、飛散物から身を守れるような物陰に身を隠し、頭を抱えてうずくまる。
- ・強い竜巻の場合は、自動車も飛ばされるおそれがあるので、自動車の中でも頭を抱えてうずくまる。

図表6 竜巻注意情報発表時等状況ごとの対処行動例

状況の時系列的变化	対処行動例
(A) 竜巻注意情報発表時	<ul style="list-style-type: none"> ・空の変化（積乱雲が近づく兆し）に注意する。 ・竜巻発生確度ナウキャスト（詳細は4ページ参照）や気象レーダー画像にアクセスできる場合であれば、自分が今いる場所の状況についてこまめ（5～10分程度ごと）に確認する。 ・安全確保に時間を要する場合（人が大勢集まる野外行事、テントの使用や子供・高齢者を含む野外活動、高所・クレーン・足場等の作業）は万一来に備え、早めの避難開始を心がける。
(B) 積乱雲が近づく兆しを察知したとき （積乱雲が近づく兆し） 空が急に暗くなる、雷が鳴る、大粒の雨やひょうが降り出す、冷たい風が吹き出す等	<ul style="list-style-type: none"> ・野外的場合、頑丈な建物など安全な場所へ移動する。 ・屋内の場合、雨戸や窓、カーテンなどを閉める。
(C) 竜巻の接近を認知したとき （竜巻接近時の特徴） ①雲の底から地上に伸びるろうと状の雲が見られる ②飛散物が筒状に舞い上がる ③竜巻が間近に迫った特徴（ゴーというジェット機のようなごう音 ④耳に異常を感じるほどの気圧の変化等）を認知したとき なお、夜間で雲の様子がわからないとき、屋内で外が見えないときは③及び④の特徴により認知する。	<p>竜巻を見続けることなく、直ちに以下の行動をとる。</p> <p>（屋内）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・窓から離れる。 ・窓の無い部屋等へ移動する。 ・部屋の隅・ドア・外壁から離れる。 ・地下室か最下階へ移動する。 ・頑丈な机の下に入り、両腕で頭と首を守る。 <p>（屋外）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・近くの頑丈な建物に移動する。 ・頑丈な建物がなければ、飛散物から身を守れるような物陰に身を隠し、頭を抱えてうずくまる。 ・強い竜巻の場合は、自動車も飛ばされるおそれがあるので、自動車の中でも頭を抱えてうずくまる。

出典：気象庁資料をもとに作成

② 市町村の対応

【基本的考え方】

○市町村においては、住民の適切な対処行動を支援する必要がある。住民が適切な対処行動をとるためには、市町村から住民へ適切な情報伝達を行うことが必要である。

- 竜巻注意情報は、適中率が低く、また、実際に発生する竜巻の範囲に比べてかなり広域な都道府県を範囲とした情報であるため、住民が具体的な対処行動をとるには難しい面がある。市町村が住民への情報伝達を行うに当たっては、竜巻注意情報の予測精度や他の防災情報の住民への情報提供状況、防災体制、情報収集・伝達体制等を考慮して判断すべきものであるが、住民に対して情報提供する場合には、可能な範囲で、住民が対処行動をとりやすいよう市町村単位の情報の付加等を行うことが望ましい。
- このため、市町村単位の情報を付加した情報提供を行う場合の対応の参考となるよう、現在の竜巻注意情報の予測精度のもとで、竜巻注意情報に加えて、竜巻発生確度ナウキャスト、気象の変化の確認等を活用した対応例を示した。
- 各市町村が本対応例を参考とするに当たっては、それぞれの防災体制、情報収集・伝達体制等を十分考慮し、可能なものから実施することが望ましい。
- なお、ここで示した対応例は、現在、竜巻等突風への対応方針を持ち合わせない市町村に対する参考であり、既に竜巻等突風に対する対応方針がある市町村についてはその運用を妨げるものではない。
- また、「竜巻」の注意喚起を含む気象情報及び雷注意報、並びに竜巻注意情報について、各市町村がそれぞれの防災体制、情報収集・伝達体制等を十分考慮の上で、注意喚起のため、本対応例よりも積極的に住民に情報伝達する運用を行うことを妨げるものではない。

【具体的な対応例】

(A) 「竜巻」の注意喚起を含む気象情報及び雷注意報発表時における対応 (竜巻に関する情報・状況の確認)

- 「竜巻」の注意喚起を含む気象情報及び雷注意報が発表された場合には、気象の変化及び竜巻注意情報等のその後の防災気象情報の発表について注意する。
- なお、竜巻注意情報の前に発表される気象情報及び雷注意報において、「竜巻」の注意喚起を含む情報が発表された場合は、大気の状態が不安定で、竜巻等突風のみならず、落雷、降ひょう、急な強い降雨等が発生する可能性がある。このため、上記の対応は、竜巻等突風のみならず、他の気象災害に対しても有効である。

(B) 竜巻注意情報発表時における対応

(竜巻に関する情報・状況の確認)

- 竜巻注意情報が当該市町村の属する都道府県に発表された場合、気象の変化に注意するとともに、竜巻発生確度ナウキャストを確認する。
- 気象の変化については、空を見て、空が急に暗くなる、雷が鳴る、大粒の雨やひょうが降り出す、冷たい風が吹き出す等の積乱雲が近づく兆しがないか、注意する。強い降水域の接近については気象レーダー画像で確認できる。
- 竜巻発生確度ナウキャストを用い、当該市町村が、実況及び予測で発生確度2、発生確度1、発生確度表示なしのいずれの状況なのか確認する。なお、竜巻発生確度ナウキャストは、10 km格子単位の表示であるため、当該市町村が発生確度1または2の範囲に含まれているかどうかは目視により判断する。

(情報伝達)

- 多くの人が集まったり、安全確保に時間を要したりする学校、社会福祉施設、集客施設等の管理者等へ既存の連絡体制や同報メール、同報ファックスを用いて情報伝達を行う。

(C) 当該市町村内において気象の変化が見られ、かつ竜巻発生確度ナウキャストで発生確度2の範囲に入ったときにおける対応

(情報伝達)

- 当該市町村内において、気象の変化（「空が急に暗くなる、雷が鳴る、大粒の雨やひょうが降り出す、冷たい風が吹き出す」等の積乱雲が近づく兆し）が見られ、かつ竜巻発生確度ナウキャストで当該市町村が発生確度2の範囲に入った場合に、住民に対して防災行政無線や登録型防災メール等を用いて情報伝達を行う。
- 情報伝達の内容としては、竜巻等突風への注意喚起（竜巻注意情報が発表された、気象の変化が見られた等）、及び住民の対処行動（14ページの「図表6 竜巻注意情報発表時等状況ごとの対処行動例」を参照）の2点がある。以下に情報伝達の例文を示す。

(例文) 現在、竜巻注意情報が発表され、〇〇市内において、竜巻などの突風が発生する可能性が高くなっています。雷や風が急変するなど積乱雲が近づく兆しがある場合には、頑丈な建物内に移動するなど、安全確保に努めてください。

(D) 当該市町村内において竜巻が発生したときにおける対応

(情報伝達)

- 当該市町村内及び周辺において竜巻の発生したことを当該市町村が確認した場合は、防災行政無線や登録型防災メール等を用いて住民へ情報伝達を行う。
- 情報伝達の内容としては、竜巻が発生した旨、及び住民の対処行動（14 ページの「図表 6 竜巻注意情報発表時等状況ごとの対処行動例」を参照）の 2 点がある。以下に情報伝達の例文を示す。

(例文) 先ほど、〇〇市内に竜巻が発生したもようです。大粒の雨が降り出す、雷や風が急変するなど積乱雲が近づく兆しがある場合には、頑丈な建物内に移動するなど、安全確保に努めてください。竜巻が接近するのを確認した場合には、直ちに窓の無い部屋等へ移動し、低くかがんで頭と首を守るなど、安全確保に努めてください。（竜巻の特徴は、地上から雲の底に伸びた渦や飛散物が筒状に舞い上がることが見えたり、ゴーというジェット機のようなごう音がする、気圧の変化で耳に異常を感じる事などです。）

図表7 竜巻等突風に対し、考える当面の対応例について

●本対応例は、市町村において、市町村単位の情報付加の情報提供を行う場合の対応の参考となるよう、現在の竜巻注意情報の予測精度のもとで、竜巻注意情報に加えて、竜巻発生確度ナウキャスト、気象の変化の確認等を活用した対応例を示したものである。参考とするにあたっては、現在の防災体制や情報収集・伝達体制等を十分考慮し、可能なものから実施することが望ましい。また、本対応例は、現在竜巻等突風への対応方針を持ち合わせない市町村に対する参考であり、既に竜巻等突風に対する対応方針がある市町村についてはその運用を妨げるものではない。

(A) 「竜巻」の注意喚起を含む気象情報及び雷注意報発表時における対応

【当該市町村】

●竜巻に関する情報・状況の確認

気象の変化、及び竜巻注意情報等のその後の防災気象情報について注意する。

竜巻注意情報の前に発表される気象情報及び雷注意報において、「竜巻」の注意喚起を含む情報が発表された場合は、大気の状態が不安定で、積乱雲が発生し、竜巻等突風のみならず、落雷、降ひょう、急な強い降雨等が発生する可能性がある。上記の対応は、竜巻等突風災害のみならず、他の気象災害に対しても有効である。

(B) 竜巻注意情報発表時における対応

【当該都道府県内の各市町村】

竜巻注意情報が都道府県等に発表された場合

●竜巻に関する情報・状況の確認

①気象の変化に注意する。

空が急に暗くなる、雷が鳴る、大粒の雨やひょうが降り出す、冷たい風が吹き出す等積乱雲が近づく兆しの有無

②竜巻発生確度ナウキャストを確認する。

各市町村が発生確度2、発生確度1、発生確度表示なしのいずれの範囲に入っているか

●情報伝達

多くの人が集まったり、安全確保に時間を要したりする学校、社会福祉施設及び集客施設等の管理者等へ、既存の連絡網や同報メール、同報ファックス等を用いて伝達。

(C) 当該市町村内において気象の変化が見られ、かつ発生確度2の範囲に入った時における対応

【当該市町村】

気象の変化が見られた かつ 当該市町村が発生確度2の範囲に入った 場合

●情報伝達

住民に対し、防災行政無線や登録型防災メール等を用いて伝達。

(伝達内容)

- ①竜巻等突風への注意喚起(竜巻注意情報が発表されている旨や当該市町村における気象状況)
- ②住民の対処行動

(D) 当該市町村内において竜巻が発生した時における対応

【当該市町村】

竜巻の発生を当該市町村が確認した場合

●情報伝達

住民に対し、竜巻の発生した旨及び対処行動について、防災行政無線や登録型防災メール等を用いて伝達。

【竜巻注意情報を登録型防災メール等で住民に伝達している都道府県】

【報道機関
民間気象事業者等】

竜巻注意情報が都道府県等に発表された場合

●情報伝達

(伝達内容)

- ①当該都道府県等に竜巻注意情報が発表された旨
- ②住民の対処行動

おおむね都道府県の全域を対象とした竜巻注意情報の伝達

【住民】

情報を受け取った場合

●対処行動を実施

- ①周辺の気象の変化に注意する。
- ②積乱雲の近づく兆しを察知したら、対処行動(雨戸や窓、カーテンなどを閉める等)を取る。
- ③竜巻の近づく兆しを察知したら、対処行動(窓の無い部屋等へ移動等)を取る。

竜巻が発生している旨を伝達。

市町村単位の情報付加し、竜巻注意情報を伝達

(2) 住民及び市町村の当面の対応に向けた事前準備

(1) で示した、住民及び市町村が、竜巻等突風に対して、考えうる当面の対応例を行うためには事前から準備を行っておく必要がある。このため、以下に示した考えうる例を参考に、住民及び市町村においては、可能なことから取り組むことが望ましい。初めに市町村の対応から述べる。

① 市町村の事前準備

【基本的な考え方】

- 竜巻等突風に備えて、あらかじめ当該市町村における対応方針を決めておく必要がある。また、竜巻注意情報等の伝達を行う場合は、円滑に実施できるよう準備を行う必要がある。
- 市町村の防災担当者は、竜巻注意情報の予測精度、発表時の大気の状態、発表時や竜巻遭遇時等の対処行動について、十分理解をしておくとともに、住民への周知に努める必要がある。
- なお、各市町村が以下の例を参考とするに当たっては、それぞれの防災体制、情報収集・伝達体制等を十分考慮し、可能なものから実施することが望ましい。

【具体的な対応行動】

(対応方針の準備)

- (1)の②に記載した市町村の考えうる当面の対応例をもとに、都道府県、地元気象台等関係機関と意見交換を行い、防災体制や情報収集・伝達体制等を十分に勘案して、当該市町村の当面の対応方針を決めておく。

(気象の注意の方法の確認)

- 市町村における本庁や支所、消防機関等と連携する等気象状況への注意の方法について決めておく。

(情報伝達方法の確認)

- 住民への情報伝達を行う場合は、伝達する内容や具体的な伝達文案、伝達する時点、伝達する対象、伝達手段を決めておく。
- 多くの人が集まったり、安全確保に時間を要したりする学校、社会福祉施設、集客施設等の管理者等への情報伝達に当たっては、既存の連絡網の活用、同報メール、同報ファックス等伝達方法を確認しておく。

(竜巻等突風に関する理解及び知識の普及啓発)

- 竜巻注意情報や対処行動等竜巻等突風について防災職員への研修、住

民への普及啓発を行う。住民への普及啓発では、窓ガラス等に飛散防止フィルムを貼る等の事前の対策についても周知する。

参考となる資料は、14 ページの「図表6 竜巻注意情報発表時等状況ごとの対処行動例」の他、以下のとおりである。

図表8 竜巻に関する参考資料

竜巻に関する参考資料

- ・「竜巻等突風災害とその対応」（内閣府・気象庁）
<<http://www.bousai.go.jp/tornado/index.html>>
- ・「竜巻から身を守る～竜巻注意情報～」（気象庁）
<<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/tatumaki/index.html>>
- ・「竜巻・雷・強い雨－ナウキャストの利用と防災－」（気象庁）
<<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/nowcast201007/index.html>>
（竜巻注意情報等について、住民や事業者などにおける利活用方法や報道機関・民間気象事業者等において情報提供を行う際の留意点に関する参考資料）
- ・「竜巻などの激しい突風に関する気象情報の利活用について」（気象庁）
<<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/now/toppuu/rikatsuyou.html>>

（市町村管理施設等における対策）

- 市町村管理の学校、社会福祉施設、集客施設等において、窓ガラス等に飛散防止フィルムを張るなどの事前の対策を行う。

② 住民の事前準備

【基本的な考え方】

- 竜巻注意情報発表時や竜巻遭遇時に備えて、竜巻注意情報発表時や竜巻遭遇時の対処行動について理解しておくとともに、情報の入手手段等について確認・確保しておく必要がある。

【具体的な対応行動】

（竜巻等突風に関する知識の理解）

- 竜巻注意情報発表時や竜巻遭遇時の対処行動等について、14 ページの「図表6 竜巻注意情報発表時等状況ごとの対処行動例」を参考に理解しておく。その他、参考となる資料は上記の「竜巻に関する参考資料」である。

(竜巻注意情報等の入手)

- 竜巻注意情報はテレビ、ラジオで報道されたり、必要に応じ防災行政無線や登録型防災メールで伝達される。居場所や状況に応じた竜巻注意情報等入手のための手段を確認・確保しておく。居場所を問わず情報を入手できる情報受信端末は利便性が高いため、竜巻注意情報について、都道府県や市町村等が登録型防災メールで情報発信している場合は、どのような内容の情報をどういうときに発信しているのか等運用状況を確認し、必要と思われる場合には、登録しておく。

(3) 国において直ちに実施すべき取組

住民及び市町村の対応を支援するため、国において以下の取組を直ちに実施する。

① 竜巻等突風に関する普及啓発の推進

【基本的な考え方】

- 他の気象に比べ理解が低い竜巻等突風の特徴や遭遇時の対処行動、竜巻注意情報の特徴や発表時の対処行動、事前の備え等について、住民の理解を進める必要がある。
- また、普及啓発用資料を作成する等、地方公共団体が行う竜巻等突風に関する住民に対する普及啓発活動に対する支援を行う。

【具体的な取組】

- 普及啓発資料の作成、関係機関等への周知【内閣府】【気象庁】
 - ・竜巻遭遇時の対処行動に加え、竜巻注意情報等の正確な意味及び発表時の対処行動、竜巻発生確度ナウキャストの使い方、事前の予防対策や被災後の支援策等も新規に盛り込んだ竜巻等突風に関するパンフレット等普及啓発資料の作成及びその資料を活用した普及啓発の推進を行う。
- 「竜巻などの激しい突風に関する気象情報の利活用について」(気象庁、改訂版平成22年3月)の地方公共団体等への再周知【気象庁】【消防庁】
 - ・竜巻注意情報についてその精度や特徴を説明するとともに、情報の利活用方法について解説した本資料について地方公共団体等へ再周知を行う。

② 防災担当者の竜巻等突風に関する理解の向上

【基本的な考え方】

- 竜巻等突風は他の気象災害に比較し発生が稀であることから、地方公共団体の防災担当職員などであっても、竜巻等突風について十分な知識を有していない状況と考えられる。
- 竜巻注意情報の予測精度も十分ではなく、リードタイムも短いこと等を考えると、竜巻等突風対策について、地方公共団体の防災担当職員の理解を進めることは極めて重要である。

【具体的な取組】

- 今回の竜巻等突風に関する災害対応記録の作成及び防災担当職員等への周知【内閣府】
- 防災啓発資料の周知による、地方公共団体職員等に対する竜巻等突風時の対処方策についての普及啓発の推進【消防庁】
- 災害対応にあたる警察職員等に対する研修の実施【警察庁】

③ 竜巻注意情報の住民への適切な情報伝達に関する対応

【基本的な考え方】

- 竜巻注意情報等の竜巻等突風に関する情報を、地方公共団体等から住民に対して確実、迅速に伝達を行う必要がある。

【具体的な取組】

- 地方公共団体における住民に対する情報伝達手段の整備に関する基本的な考え方の作成【消防庁】
 - ・防災行政無線、緊急速報メール等の住民への多様な伝達手段の特徴（情報の受け手別の伝達の有効性、伝達範囲の広狭、耐災害性等）を踏まえて、情報伝達手段の多重化・多様化、迅速性に優れた情報伝達手段の確保等の地方公共団体における住民に対する情報伝達手段の整備に関する基本的な考え方について、早急に取りまとめる。
- 登録型防災メールでの情報配信の活用について地方公共団体への協力の依頼【気象庁】
- 報道機関への竜巻注意情報発表時等における協力の依頼【気象庁】
 - ・竜巻注意情報等の竜巻に関する情報が発表された場合、情報の正確な意味及び対処行動等に関する報道の協力依頼を実施

④ 重要施設等における安全対策の推進

【基本的な考え方】

- 万が一被災した場合、大きな被害が懸念される重要施設等においては、竜巻等突風対策の万全を期すことが特に必要である。

【具体的な取組】

- 重要施設、公共交通機関、建設業団体等に対し、竜巻等突風対策の通知等の実施【所管府省庁】
- 従来から進めている関係機関と連携した航空機の安全運航に資する航空気象情報の作成及び運航事業者への情報提供を引き続き実施【国土交通省】

2. 中期的な取組（1～2年程度を目途に一定の成果）

国は、今年度、または1～2年程度を目途に、一定の成果を得るよう、以下の取組を行う。

(1) 竜巻注意情報等の予測精度を向上させるための方策

① 現在の竜巻注意情報等の予測精度向上に向けた取組

【基本的な考え方】

○竜巻には、メソサイクロンと呼ばれる渦と強い降水域を伴う非常に発達した積乱雲（スーパーセルと呼ばれる）によるものと、それ以外の積乱雲によるものがある。日本においては、スーパーセルではない積乱雲から発生する竜巻も多い。一方、過去に発生したF2以上の比較的強い竜巻で解析が行われたものについてはスーパーセルによるものが多い。現在の竜巻注意情報等は、スーパーセルによって引き起こされる場合にはその発生可能性をある程度予測できるという考え方に基づき、スーパーセルの発生しやすい気象条件の発生予測、及びスーパーセルの特徴であるメソサイクロンのドップラーレーダー¹による観測・検出などを根拠に発表されている。竜巻注意情報の精度向上のためには、この両面からの精度向上が必要となる。

【具体的な取組】

(a) 竜巻等突風の発生しやすい気象条件の発生予測の精度向上

○予測に用いている統計的予測手法や竜巻発生予測判定基準について、竜巻等突風事例データの確実・正確な蓄積等を踏まえた改善を行う。

【気象庁】

○統計的予測手法に用いるデータの高精度化を図るため、現在の数値予報モデルより緻密な局地数値予報モデル（水平分解能2kmの数値予報）の運用を平成25年度より開始する。【気象庁】

(b) 竜巻等突風の親雲の特徴（メソサイクロンや強い降水域）の観測・検出の精度向上

○全国20か所ある気象レーダーについて、平成24年度に残り3か所を整備することにより、20か所全てでドップラー化を実現する。【気象庁】

○ドップラーレーダーのデータの高解像度化を行う。【気象庁】

○ドップラーレーダーの観測データからメソサイクロンを自動検出す

¹ 空気中の降水粒子に向けて電波を発射し、降水の分布や強さなどの観測に加え、発射する電波のドップラー効果を利用して上空の風の情報を得る機能も備えたレーダー。

るためのアルゴリズムを改良し、その検出精度の向上を図る。【気象庁】

- 国土交通省で整備している XRAIN(X バンド MP レーダネットワーク)の観測データを、気象庁において活用し、メソサイクロン検出手法の開発を行う。【国土交通省】【気象庁】

② 竜巻等突風を予測する情報の更なる精度向上等に向けた研究・開発【基本的な考え方】

- 竜巻注意情報の一層の精度向上に向けて、①で実施する取組に加え、竜巻等突風現象について、発生メカニズムの解明や観測・検出技術、予測技術等について研究・開発を進める必要がある。
- また、現在の竜巻注意情報では予測が難しいスーパーセルではない積乱雲から発生する竜巻等突風について、予測の実現に向けて、発生メカニズムの解明に関する基礎的な研究を進める必要がある。

【具体的な取組】

(a) 竜巻等突風の発生しやすい気象条件の発生予測の精度向上

- 平成 25 年度に運用を開始する局地数値予報モデルよりも、さらに分解能が高い超高解像度数値予報モデルの研究開発【気象庁】
- 高解像度な数値予報モデルに適したデータ同化技術²の開発【気象庁】
- 国土交通省で整備している XRAIN(X バンド MP レーダネットワーク)や、防災科学技術研究所や防衛大学校等の首都圏の複数機関が運用する X バンド気象レーダーを同研究所でネットワーク化した「首都圏研究用 X バンドレーダーネットワーク」等から提供される観測データを活用し、防災科学技術研究所において竜巻等突風・強風のリアルタイム観測手法の研究開発を行う。【文部科学省】【国土交通省】【防衛省】

(b) 竜巻の特徴についての観測・検出精度の向上

- 国土交通省で整備している XRAIN(X バンド MP レーダネットワーク)や、防災科学技術研究所や防衛大学校等の首都圏の複数機関が運用する X バンド気象レーダーを同研究所でネットワーク化した「首都圏研究用 X バンドレーダーネットワーク」等から提供される観測データを活用し、防災科学技術研究所において竜巻等突風・強風のリアルタイム観測手法の研究開発を行う。【文部科学省】【国土交通省】【防衛省】（再掲）

² 気象に関する様々な種類の観測データを用いて、数値予報モデルの計算に適した初期値を作成する技術。

○次世代ドップラーレーダー（フェーズドアレイレーダー³）とドップラーライダー⁴観測データの統合解析による竜巻等突風の発生状況を総合的に捉える観測技術の高度化【総務省】

○降水粒子の大きさや形状等の性質に関する情報を取得しうる二重偏波レーダー⁵を用いた竜巻に関連する特徴を検出する手法の開発【気象庁】

(c) 竜巻の発生メカニズムの解明

○平成 24 年 5 月 6 日に北関東で発生した竜巻について、被害実態を気象学・建築学・防災行政学の学際的観点に立った総合調査研究を平成 24 年度中に実施し、竜巻発生メカニズムの解明等を図る。【文部科学省】

○国土交通省で整備している XRAIN(X バンド MP レーダネットワーク) や、防災科学技術研究所や防衛大学校等の首都圏の複数機関が運用する X バンド気象レーダーを同研究所でネットワーク化した「首都圏研究用 X バンドレーダネットワーク」等から提供される観測データを活用し、防災科学技術研究所において竜巻等突風・強風のリアルタイム観測手法の研究開発を行う。【文部科学省】【国土交通省】【防衛省】（再掲）

○数値シミュレーションを用いた竜巻の再現による竜巻等突風の機構解明のための研究推進【気象庁】

・スーパーセルから発生する竜巻、それ以外の積乱雲から発生する竜巻のそれぞれについて、発生機構の解明のための研究を進める。

③ 竜巻等突風の日撃情報の活用

【基本的な方針】

○米国においては、竜巻等突風の激しい気象現象の日撃情報提供を行う仕組みが存在し、竜巻警報等を発表することにつながっており、我が国においても、竜巻等突風の日撃情報の活用に向けた検討を行う必要がある。

³ 平面状に小さなアンテナを多数配置することにより短時間で走査を行い、観測時間間隔の短縮を可能とし、より短時間で発生する現象を捉えることが可能なレーダー。

⁴ 空気中の塵に向けてレーザーを放射し、ドップラー効果を利用して上空の風の情報を得る機能を備えたレーダー。ドップラーレーダーでの観測には降雨が必要であるのに対し、ドップラーライダーは晴天でも風の情報を得ることができる。

⁵ 水平方向に偏って振動する電波と鉛直方向に偏って振動する電波の 2 種類（二重偏波）を放射して観測する気象レーダー。二重偏波を使うことで高精度に降水強度を推定できるほか、雨粒などの形状に関する情報を得ることができる。竜巻等突風による飛散物を検出できる可能性がある。

【具体的な取組】

○米国等において運用されている竜巻等突風の日撃情報のボランティアによる通報者（スポッター）制度を参考に、日本における竜巻等突風の特徴を踏まえ、公的機関の職員等からの信頼性の高い目撃情報の組織的な収集、収集した情報を竜巻注意情報や住民への警戒の呼びかけ等に活用するための実用的な仕組みについて検討し、目撃情報収集のシステム構築、試験運用を実施する。【気象庁】【消防庁】

④ 竜巻の強さ（藤田スケール）の評定に関する改善

【基本的な方針】

○竜巻の強さを示す藤田スケールは、米国における住宅被害等を対象として確立されたものであることから、日本における住宅等の特徴を踏まえて、竜巻の強さ（藤田スケール）の評定の改善を行う必要がある。

【具体的な取組】

○藤田スケールについて日本の建築物等に対応させるガイドライン等の作成を行う等、竜巻の強さの評定に関する改善【気象庁】

(2) 人的被害を軽減させるための方策

① 住民に対する適切な情報伝達及び住民の適切な対処行動の推進

【基本的な考え方】

○住民が竜巻等突風に対して適切な対処行動が取れるよう、地方公共団体から住民への適切な情報伝達手段を確保すること、対処行動が取りやすい情報内容にすること、住民が情報を入手した際の避難方策について検討することが必要である。

【具体的な取組】

○地方公共団体における住民への情報伝達手段の整備等の促進【消防庁】

- ・住民への確実かつ迅速な災害情報の伝達を目指し、住民に対する情報伝達手段の整備に関する基本的な考え方（再掲）を踏まえ、地域の実情に応じた地方公共団体における情報伝達手段の整備等の促進を行う。

○竜巻等突風予測に係る情報発表体系の見直し【気象庁】

- ・現在、段階的に発表している竜巻等突風に関する一連の情報（気

象情報、雷注意報、竜巻注意情報) について、積乱雲の発達に沿って階層的に発表されていることが明確となるよう、名称や情報発表体系の見直しのための検討を行い、それを踏まえた竜巻等突風予測情報を提供する。

○竜巻等突風に関する避難に関する方策の検討【内閣府】

- ・竜巻等突風に関する発生予測精度の向上を前提とした、住民への情報伝達、室内外における対処の仕方、避難の在り方について検討し、基本的な考え方をまとめるとともに、その結果を周知する。
- ・米国における竜巻等突風に対する人的被害を軽減するための主要な方策はシェルター・セーフルームへの避難である。米国のシェルター・セーフルームの設計ガイダンス等について、情報提供を行う。

② 防災担当者の竜巻等突風に関する理解の向上

【基本的な考え方】

- 竜巻等突風は他の気象災害に比較し発生が稀であることから、地方公共団体の防災担当職員などであっても、竜巻等突風について十分な知識を有していない状況と考えられる。
- 竜巻注意情報の予測精度も十分ではなく、リードタイムも短いこと等を考えると、竜巻等突風対策について、地方公共団体の防災担当職員の理解を進めることは極めて重要である。

【具体的な取組】

- 防災啓発資料の更新・周知による、地方公共団体職員等に対する竜巻等突風時の対処方策についての普及啓発の推進【消防庁】
- 災害対応にあたる地方公共団体職員に対する研修の推進【内閣府】
【消防庁】

(3) 物的被害を軽減させるための方策

【基本的な考え方】

- 建築物等の被害を軽減させるため、飛来物による外装材の損傷やガラスの破損による被害対策及び工作物の耐風対策を進める必要がある。
- 多くの児童・生徒等が活動する学校において、ガラスの安全対策等を進めるとともに、防災教育の充実を図る必要がある。
- 安全上重要な施設である原子力施設について、竜巻等突風による影響を評価の在り方も含めて検討していくことが必要である。

【具体的な取組】

- 竜巻等による飛来物に対する建築物の外装材の評価手法の検討【国土交通省】
 - ・建築物の設計等に活用できる技術資料を作成するため、窓ガラスや外壁等の外装材についての評価手法の検討を進める。
- 農作物・農地における防風対策【農林水産省】
 - ・50m/s程度の風速に耐える低コスト耐候性ハウスの導入推進
- 学校における対策の強化【文部科学省】
 - ・ガラスの安全対策等の学校施設の防災機能の強化
 - ・竜巻等突風対策等にも資するガラスの安全対策等の重要性と、防災機能強化のための補助制度の周知
 - ・竜巻等突風被害等を踏まえた防災教育に関する資料の改訂、各学校に対する指導・助言、学校の安全管理運営体制の充実等、防災教育の充実
- 竜巻等突風による原子炉施設への影響について、評価の在り方も含めて検討【経済産業省】

(4) 被災者支援に関する取組

【基本的な考え方】

- 竜巻は、ほぼ直線的に進み、風速によっては住家の倒壊や自動車が持ち上げられて飛ばされる等の大きな被害をもたらす可能性があり、広範囲に飛散物が散乱するという特徴を有する。
- こうした竜巻等突風の災害の特性を踏まえた支援策について、市街地を襲った今回の竜巻等突風の経験を踏まえ検討を行うとともに、支援策について周知する必要がある。

【具体的な取組】

- 全国知事会の要望を踏まえ、被災者の公平性が確保されるよう、被災者生活再建支援法の在り方について早急に検討【内閣府】
- 農地に混入したガラス片等の除去に関する支援の周知【農林水産省】
- 住宅金融支援機構による被災住宅復旧のための融資に関する周知【国交省】

資料 1 竜巻等突風対策局長級会議 構成

座長 末松義規 内閣府副大臣

内閣府政策統括官(防災担当)

警察庁警備局長

消防庁次長

文部科学省研究開発局長

厚生労働省社会・援護局長

農林水産省経営局長

経済産業省大臣官房長

国土交通省水管理・国土保全局長

気象庁次長

環境省大臣官房長

防衛省運用企画局長

資料2 会議開催経緯

- 第1回 平成24年5月17日
 - ・ 今般の竜巻被害等
 - ・ 各府省庁の竜巻等突風対策に係る取組状況
- 第2回 6月5日
 - ・ 有識者からの意見聴取
 - ① 「竜巻研究の現状と課題 -大気科学の観点から-」
東京大学大気海洋研究所所長 新野宏教授(日本気象学会理事長)
 - ② 「観測・予測技術開発の進展」
防災科学技術研究所 眞木雅之観測・予測研究領域長
 - ③ 「防災気象情報活用上の課題」
静岡大学防災総合センター 牛山素行准教授
 - ④ 「竜巻による建築被害の特徴と被害発生メカニズム」
国土技術政策総合研究所建築研究部 奥田泰雄建築新技術研究官
建築研究所構造研究グループ 福山洋グループ長
- 第3回 6月21日
 - ・ 有識者からの意見聴取
 - ① 竜巻等突風対策、情報利用の問題点
東京工芸大学 風工学研究センター 田村幸雄教授(国際風工学会
会長)
 - ② 風被害に対するガラス対策について
旭硝子ガラスパワーキャンペーン事務局
 - ・ 被災地方公共団体からの意見聴取 対応と竜巻等突風対策に係る今後の課題について
 - ① 栃木県益子町
 - ② 茨城県
 - ・ 被災地調査報告 被災地聞き取り調査の概要について(速報)
(なお、これに基づき、「防災気象情報に関するアンケート」(平成24年7月、静岡大学防災総合センター・気象庁)⁶が実施され、とりまとめられているところ。)
- 第4回 7月18日
 - ・ 竜巻等突風対策に関する米国調査報告
 - ・ 各府省庁における当面の竜巻等突風対策に係る課題と対応
- 第5回 8月15日
 - ・ 報告のとりまとめ

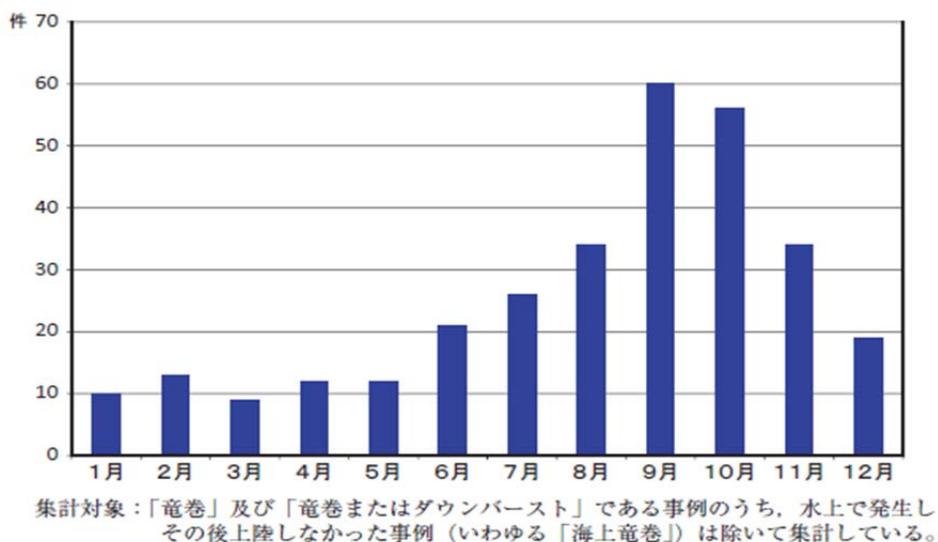
⁶ <http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/toppuu/24part2/24-2-shiryu6.pdf>

- 会議開催以外の調査等
 - ・ 被災地調査(被災者からの聞き取り)
静岡大学防災総合センター 牛山素行准教授の指導の下実施
 - ① 6月4日 栃木県・真岡市・益子町・茂木町の協力を得て実施
 - ② 6月12日 茨城県・つくば市の協力を得て実施
 - ・ 被災地方公共団体からの意見聴取
7月3日 茨城県つくば市長から意見聴取
 - ・ 米国調査
6月24日～7月1日
訪問先:連邦緊急事態管理庁(FEMA)、米国気象局、オクラホマ州政府、ミズーリ州ジョプリン市役所、オクラホマ大学等

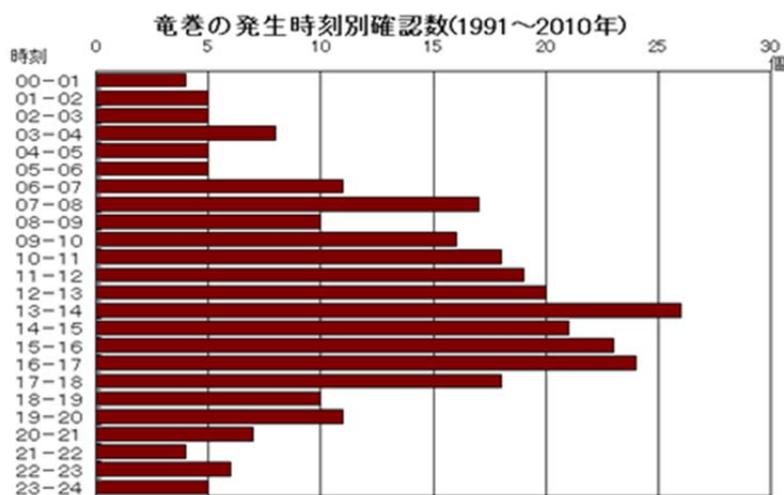
参考資料 1 竜巻等突風について

竜巻は、積乱雲に伴う強い上昇気流により発生する激しい渦巻きで、多くの場合、ろうと状又は柱状の雲を伴う。直径は数十～数百mで、数kmに渡って移動し、被害地域は帯状になる特徴がある。年間を通じて、いつでもどこでも発生する。時期的には台風シーズンである9月に最も多く、夜間よりも日中の方が多く、地理的には関東平野や沿岸域が多い。

図表 9 竜巻の月別発生確認数 (1991-2010年)

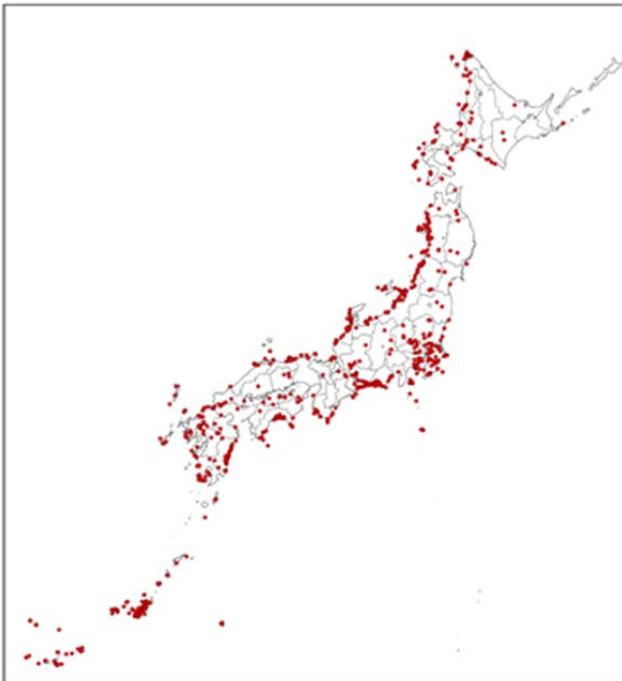


図表 10 竜巻の発生時刻別確認数(1991-2010年)



出典：気象庁「竜巻等の突風データベース」

図表 11 分布図（全国）（1961～2010 年）



現象区別が「竜巻」及び「竜巻又はダウンバースト」である事例のうち、発生時の緯度経度が把握できているものの分布図である。

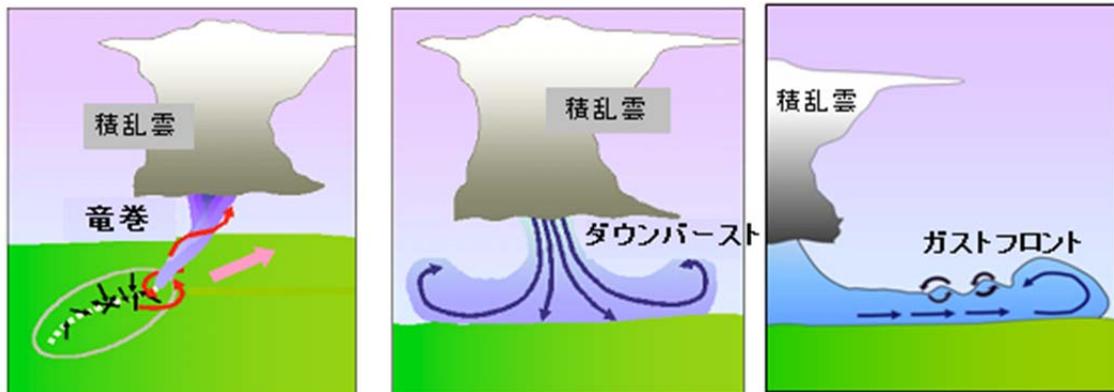
竜巻分布図では、水上で発生しその後上陸しなかった事例（いわゆる「海上竜巻」）も含んでいる。

出典：気象庁「竜巻等の突風データベース」

竜巻以外の突風には、ダウンバーストやガストフロントがある。ダウンバーストは、積乱雲から吹き降ろす下降気流が地表に衝突して水平に吹き出す激しい空気の流れて、吹き出しの広がり数百mから十km程度で、被害地域は円形あるいは楕円形など面的に広がる特徴がある。また、ガストフロントは、積乱雲の下で形成された冷たい(重い)空気の塊が、その重みにより温かい(軽い)空気の側に流れ出すことによって発生し、水平の広がり竜巻やダウンバーストより大きく、数十km以上に達することもある。

竜巻等突風による災害は、破壊力が大きく、人命のみならず住家、交通機関等に大きな被害をもたらす場合もある。

図表 12 竜巻、ダウンバースト、ガストフロントの概念図



出典：気象庁ホームページ

(参考) 藤田スケールとは

竜巻などの激しい突風をもたらす現象は水平規模が小さく、既存の風速計から風速の実測値を得ることは困難である。このため、1971年にシカゴ大学の藤田哲也博士により、竜巻やダウンバーストなどの突風により発生した被害の状況から風速を大まかに推定する藤田スケールが考案された。被害が大きいほどFの値が大きく、風速が大きかったことを示す。日本ではこれまでF4以上の竜巻の発生は確認されていない。

図表 13 藤田スケールの表

F 0	17～32m/s (約 15 秒間の平均)	テレビのアンテナなどの弱い構造物が倒れる。小枝が折れ、根の浅い木が傾くことがある。非住家が壊れることがある。
F 1	33～49m/s (約 10 秒間の平均)	屋根瓦が飛び、ガラス窓が割れる。ビニールハウスの被害甚大。根の弱い木は倒れ、強い木は幹が折れたりする。走っている自動車が横風を受けると、道から吹き落とされる。
F 2	50～69m/s (約 7 秒間の平均)	住家の屋根がはぎとられ、弱い非住家は倒壊する。大木が倒れたり、ねじ切られる。自動車が道から吹き飛ばされ、汽車が脱線することがある。
F 3	70～92m/s (約 5 秒間の平均)	壁が押し倒され住家が倒壊する。非住家はバラバラになって飛散し、鉄骨づくりでもつぶれる。汽車は転覆し、自動車はもち上げられて飛ばされる。森林の大木でも、大半が折れるか倒れるかし、引き抜かれることもある。
F 4	93～116m/s (約 4 秒間の平均)	住家がバラバラになって辺りに飛散し、弱い非住家は跡形なく吹き飛ばされてしまう。鉄骨づくりでもペンシャンコ。列車が吹き飛ばされ、自動車は何十メートルも空中飛行する。1トン以上ある物体が降ってきて、危険この上ない。
F 5	117～142m/s (約 3 秒間の平均)	住家は跡形もなく吹き飛ばされ、立木の皮がはぎとられる。自動車、列車などがもち上げられて飛行し、とんでもないところまで飛ばされる。数トンもある物体がどこからともなく降ってくる。

出典：気象庁ホームページ⁷を一部修正

⁷ <http://www.jma.go.jp/jma/kishou/now/toppuu/tornado1-5.html>

参考資料 2 近年の竜巻等突風被害

平成以降、死者が発生した、又は負傷者 100 人以上が発生した竜巻被害を表にまとめた。

平成 18 年の被害については、参考資料 3 に記すが、同年 9 月 17 日に宮崎県延岡市で発生した竜巻により日豊線で列車が脱線し、7 人の軽症を負う事故が発生した。また、平成 17 年 12 月 25 日には、突風により羽越線で列車が脱線し、死者 5 人、負傷者 33 人の事故が発生した。このように、竜巻等突風により、鉄道事故も発生している。

図表 14 近年の主な竜巻被害

	年月日	被害地	人的被害	住家被害	藤田スケール
1	平成 2 年 2 月 19 日	鹿児島県枕崎市	死者 1 人、負傷者 18 人	全壊 29 棟、半壊 88 棟	F2～F3
2	平成 2 年 12 月 11 日	千葉県茂原市	死者 1 人、負傷者 73 人	全壊 82 棟、半壊 161 棟	F3
3	平成 9 年 10 月 14 日	長崎県郷ノ浦町	死者 1 人、負傷者 0 人	全壊 0 棟、半壊 0 棟	F1～F2
4	平成 11 年 9 月 24 日	愛知県豊橋市	死者 0 人、負傷者 415 人	全壊 40 棟、半壊 309 棟	F3
5	平成 18 年 9 月 17 日	宮崎県延岡市	死者 3 人、負傷者 143 人	全壊 79 棟、半壊 348 棟	F2
6	平成 18 年 11 月 7 日	北海道佐呂間町	死者 9 人、負傷者 31 人	全壊 7 棟、半壊 7 棟	F3
7	平成 23 年 11 月 18 日	鹿児島県徳之島町	死者 3 人、負傷者 0 人	全壊 1 棟、半壊 0 棟	F2
8	平成 24 年 5 月 6 日	茨城県つくば市等	死者 3 人、負傷者 59 人	全壊 89 棟、半壊 197 棟	F3 等 (複数発生)

出典：平成 24 年防災白書

No 8 の被害については茨城県つくば市付近で発生した竜巻のほか、同日に全国で発生した竜巻等突風による被害をまとめたもので、消防庁調べ（平成 24 年 6 月 13 日時点）。負傷者及び住家被害数については、台風や降ひょう等の竜巻以外の被害も含まれる。また、No 8 の 3 人の死者のうち 2 人は落雷による。

No 8 の藤田スケールについては、平成 24 年 6 月 5 日の気象庁発表による。

参考資料3 竜巻等突風対策に係る政府における近年の取組等

1. 竜巻等突風対策検討会

平成18年には、台風第13号の接近に伴い、9月17日に宮崎県延岡市において竜巻が発生し、死者3人、負傷者143人、住宅全壊79棟のほか、日豊線で列車が脱線するなど、甚大な被害が発生した。また、その後2か月も経たずして、11月7日には、急激な低気圧の発達と巨大積乱雲の発生に伴い、北海道佐呂間町において竜巻が発生し、工事現場の仮設建築物を吹き飛ばすなどにより、死者9人、負傷者31人、住宅全壊7棟に及ぶ被害をもたらされた。それまでの過去10年を見れば、竜巻災害による死者数は1人であり、年間で12人の命が失われたのは記録的であった。こうした相次ぐ竜巻災害による甚大な被害を踏まえ、政府において関係府省庁が連携し、竜巻等突風による被害軽減方策の強化を図るため、関係府省庁の課長クラスによる「竜巻等突風対策検討会」⁸(座長：内閣府災害予防担当参事官)を平成18年11月から計3回開催し、当面の成果として、

①我が国における竜巻等突風災害の特徴と個人の身の守り方

②突風災害対策の強化に向けた関係府省庁の取組と今後の予定
を取りまとめた。

このうち、①については、「竜巻等突風災害とその対応」と題するパンフレットを作成し、関係機関へ配付するとともに、内閣府⁹及び気象庁¹⁰のホームページに掲載し、普及啓発を図ってきたところである。

また、②については、平成18年度から平成22年度に各府省庁が実施する当面のスケジュールを取りまとめ(表参照)、各府省庁において取組を進めてきたところである。

⁸ <http://www.bousai.go.jp/tornado/index.html>

⁹ 同上

¹⁰ <http://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/tornado/index.htm>

図表 15 当面のスケジュール

(4) 突風対策強化に向けた当面のスケジュール (工程表)

取り組み	平成19年度	20年度	21年度	22年度
(1) 発生メカニズムの解明、観測・予測技術の高度化				
竜巻等突風災害に関する科学研究の推進	「竜巻等による突風災害対策に関する調査研究」(平成19年度科学技術振興調整費)			
首都圏を試験地にした高性能研究用レーダーネットワークの整備	首都圏にある大学、研究機関が所有する研究用レーダーのネットワーク化	リアルタイム監視技術の検証	高性能研究レーダーネットワークによる観測とデータベース化	発生メカニズムの解明研究、防災研究への利用体制の確立
突風観測・予測に係るリモートセンシング技術開発の推進	竜巻等突風に係る高精度予測に関する研究開発(平成25年を目途に、半径30km内の気流を約1分で50m以下の分解能での測定を可能とするドップラーライダーと、数十km四方の雲等の状態を約10秒で50m以下(竜巻等追跡時は25m)の分解能での測定を可能とするネットワーク制御型フェーズドアレイレーダーを開発する。)			
(2) 観測・予警報体制の整備				
ドップラー気象レーダーの整備	7箇所整備			
突風等に対する短時間予測情報の提供体制の整備	現在の技術や将来可能性を踏まえ、新たに提供できる情報の内容を調査・検討	突風等に関する情報を即時的に提供した場合の情報利活用体制について検討	短時間で発生・消滅する突風等の発生可能性を予測する体制を整備	突風等が発生する危険域を解析し、10分刻みで1時間まで予測した情報を提供
(3) 特定分野における取り組み				
航空分野	空港気象ドップラーレーダーを1空港に整備 ウィンドシアア情報処理装置を1空港に整備			
鉄道分野	・ 風速計の新設等による風の観測体制の強化 ・ 運転規制、突風対策について引き続き調査研究			
農作物・農地関係 (※ 防風対策)	・ 防風ネット等の防風施設など農作物被害防止施設の整備 ・ 風速50m/s以上に耐える低コスト耐候性ハウスの設置の推進 ・ 風害等を受けやすい地域における農用地の災害の未然防止や保全を目的とする防風施設等の整備			
林野関係 (※ 防風対策)	・ 内陸部における強風の被害を防ぐため防風林帯を造成 ・ 海岸における強風等の被害を防止するための森林を造成 ・ 暴風等により破壊された保安林の機能回復			

出典：竜巻等突風対策検討会報告

2. 関係府省庁の取組の進捗状況

表に示す取組の実施状況は以下のとおりである。

(1) 発生メカニズムの解明、観測・予測技術の高度化

- ・ 竜巻等突風災害に関する科学研究の推進【文部科学省】

防災科学技術研究所等において、局所的な豪雨や竜巻等突風を観測するための研究用 X バンドレーダーネットワークを構築し、竜巻の発生機構の調査、竜巻等突風の観測技術の開発等を実施した。

なお、MP レーダーを中心とした研究用 X バンドレーダーネットワークを活用して防災科研が開発した豪雨を観測する技術は、国土交通省が整備している XRAIN (X バンド MP レーダーネットワーク) において活用されている¹¹。竜巻等突風を観測・予測する技術については実用段階に至っていないが、実用化を目指し防災科研において研究開発に取り組んでいる。

平成18年度科学技術研究費補助金で、宮崎県等で発生した竜巻等の発生機構解明と対策に関する研究、北海道佐呂間町で発生した竜巻による甚大な災害に関する調査研究を実施した。

平成19年度科学技術振興調整費で、突風現象の発生機構や被害実態の

¹¹ <http://www.river.go.jp/xbandradar/>

把握、予測技術の開発に必要な基礎的事項の解明、及び建築物や交通機関等の防災、減災対策のための種々の方策について検討を実施した。

- ・ 突風観測・予測に係るリモートセンシング技術開発の推進【総務省】
従来に比べ高い分解能で観測可能なドップラーライダーの実験用プロトタイプを構築し、実証実験を開始した(平成24年7月)。さらに、観測精度の高い次世代ドップラーレーダー(フェーズドアレイレーダー)が完成し、大阪大学にて試験観測を開始した(平成24年7月)。

(2) 観測・予警報体制の整備

- ・ ドップラー気象レーダーの整備【気象庁】
全国に20か所ある気象レーダーについて、順次ドップラー化を進め、平成24年度に残り3か所の更新を行い、20か所全てでドップラー化が実現する予定である。
- ・ 突風等に対する短時間予測情報の提供体制の整備【気象庁】
「突風等短時間予測情報利活用検討会」¹²(平成19年度、平成20年度)を開催し、その成果を踏まえ、「竜巻注意情報」(平成20年3月より)及び「竜巻発生確度ナウキャスト」(平成22年5月より)の提供を開始し、竜巻等突風に係る情報提供体制の改善が図られた。

(3) 特定分野における取組

- ・ 航空分野【国土交通省】
空港気象ドップラーレーダー及びウィンドシア¹³情報処理装置が、平成20年度から鹿児島空港において運用を開始し、全国9つの空港(新千歳、成田、羽田、中部、関西、大阪、福岡、那覇、鹿児島)で運用中である。また、工程表にはないが、空港気象ドップラーライダーが、全国3空港(成田、羽田、関空)で運用中である。こうした整備により、乱気流の原因ともなるウィンドシアや下降気流の一種であるマイクロバーストの発生時には、航空機にその情報を提供し、運航の安全対策を進めている。
- ・ 鉄道分野【国土交通省】
風速計の新設等による風の観測体制の強化(風速計:1,006箇所[平成17年12月]→1,739箇所[平成24年3月][733箇所増])、竜巻注意情報及び竜巻発生確度ナウキャストの活用、風速計の設置地点の考え方等を示した「風観測の手引き」及び防風設備設置時の調査・計画手順等を示した「防風設備の手引き」を手引きの作成(平成18年9月)し、鉄道事業

¹² <http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/toppuu/index.html>

¹³ 大気中の垂直(鉛直)方向(上層と下層)または水平方向の異なる2点間で、風向や風速が異なる状態。または、両者の間の風向風速差。

者に周知を行った。

- 農作物・農地関係(※防風対策)【農林水産省】

防風ネット等の防風施設など農作物被害防止施設の整備及び風速50m/s以上に耐える低コスト耐候性ハウスの設置については、「強い農業づくり交付金」により、支援を行っている。風害等を受けやすい地域における農用地の災害の未然防止や保全を目的とする防風施設等の整備については、地域自主戦略交付金(農地保全整備事業)で推進しており、平成23年度は、沖縄県において台風対策として実施した。

- 林野関係(※防風対策)【農林水産省】

内陸部における強風の被害を防ぐため防風林帯を造成、海岸における強風等の被害を防止するための森林を造成、暴風等により破壊された保安林の機能回復について各事業を推進している。

以上のほか、工程表には記載がないが、気象庁のホームページ¹⁴にある我が国唯一の「竜巻等の突風データベース」は、内閣府及び気象庁が、平成18年度災害対策総合推進調整費(「竜巻等による突風災害対策に関する調査」)の一環として作成された。なお、その作成に当たっては、平成9年度～平成12年度科学研究費補助金基礎研究(B)(2)研究成果報告書「突風現象を生ずる対流雲の構造と力学」(新野宏, 2001)¹⁵に掲載の「1961-2000年の日本の竜巻リスト」(新野宏, 2001)等の成果が活用されており、関係機関の連携によってデータベースが整備された。

¹⁴ <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/tornado/index.html>

¹⁵ <http://kaken.nii.ac.jp/d/p/09440166>

参考資料 4 被災地聞き取り調査
実施概要と結果概要について

1. 実施概要

(参加府省庁：内閣府(防災)、気象庁、消防庁、文部科学省(防災科学技術研究所))

- ①平成 24 年 6 月 4 日(月)栃木県・真岡市・益子町・茂木町の協力を得て、現地で 3 班に分かれ、面接方式で 17 人/件聞き取り。
- ②平成 24 年 6 月 12 日(火)茨城県・つくば市の協力を得て、現地で 3 班に分かれ、面接方式で 25 人/件聞き取り。

2. 結果概要

(1) 被災地聞き取り調査、回答者の属性等(単位：人)

	小計	住家被害等(件)			年齢層(歳代/目視)				性別	
		半壊以上	半壊未満	不詳	~30	40	50	60~	男	女
栃木県(F 1 ~F 2)	17	13	3	1	5	2	4	6	11	6
茨城県(F 3)	25	9	9	7	1	1	1	22	17	8
計	42	22	12	8	6	3	5	28	28	14

注：・半壊以上：住家全壊、大規模半壊、住家半壊、又は、非住家の被害があった者。
・半壊未満：住家半壊に至らないもの(一部損壊)があった者、又は、被害がなかった者。

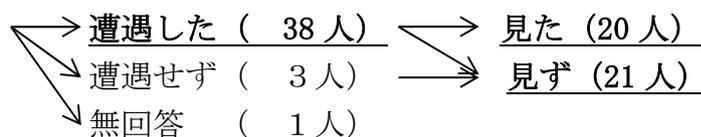
(2) 被災地聞き取り調査の項目毎の結果概要

○ 1. 当日の様子について

○ 1-1. 竜巻到達時の所在・行動



○ 1-2. 竜巻との遭遇状況



- ・遭遇した：「遠方の竜巻を見た」者から「至近距離で突然巻き込まれた」者まで、事後を含め、何らか竜巻等を認知した者。
- ・見た：外形的に「竜巻」を目視確認した者。
- ・見ず：外出していて竜巻を認知していなかった者や「雨戸を閉めていた」「至近距離で突然巻き込まれた」ので外形的に「竜巻/渦」を目視確認していない者を含む。

○1-3. 竜巻に遭遇又は見た場合、周囲はどのような様子だったか
(回答例)

【栃木】

- ・まず、空が真っ暗になってきた。大粒の雨がボタボタと降ってきた。雷が鳴った。風が強くなってきた。ひょうが降ってきた。竜巻を見た。この間5分くらい、恐怖を感じた。
- ・至近距離で竜巻に遭遇。一瞬暗くなったと思ったら、バチバチという音がした。時間にして5秒か10秒程度。黒いものが向こうに行った。
- ・雲行きが悪く、夕立がすごかった。高校のグラウンドの方からつむじ風がきた。渦巻きが見えた。サッカーのゴールが転がりながら動いていて、ネットで止まった。茶色い砂煙が見えた。

【茨城】

- ・大きな雷の音がした。南西方向から白い煙がこちらに向かってきた。竜巻が自宅に到着するまでは、5秒ほど。ガラスが割れ、瓦が飛び込んできた。通過後に、ひょうが降ってきた。

○2. 竜巻に関する情報取得と対応

- 2-1. 竜巻到達前に竜巻に関する何らかの情報を得ていたか
- 2-2. [何らかの情報を得ていた人に対して] どのような内容の情報を、いつ、どこから、どのように入手したか
- 2-3. [何らかの情報を得ていた人に対して] 竜巻到達前の時点で何か対応行動をとっていたか

	空模様を観察	TV等を付けていた	天気情報を見た	竜巻注意情報を見た	対応行動をとった
YES	<u>36</u>	<u>29</u>	<u>18</u>	<u>9</u>	<u>21</u>
NO	5	12	23	32	<u>21</u>
N/A	1	1	1	1	----

注：・TV等を付けていた：「朝の天気情報を視聴した者」や、竜巻発生時刻に、天気情報に限らず、あるいは、視聴の有無に限らず、TV・ラジオ等の電源を付けたことがあった者など。
・空模様を観察：竜巻注意情報の視聴の有無に関わらず、異変を察して空模様を観察した者。

(回答例)

【栃木】

【情報入手】

- ・5月6日の竜巻以前は、「竜巻注意情報」というものがあることは知らなかった。5月6日当時、竜巻注意情報は見聞きしていない。

- ・5月6日の竜巻以前は、「竜巻注意情報」というものがあることはなんとなく知っていた。当日の朝は、天気予報で、今日は天気がおかしいと言っていたことは聞いていた。
- ・当日の朝、テレビの天気予報で午後から雨、雷と言っていた気がする。
- ・当日朝のニュースで、午後に竜巻と雷が起きやすいと聞いていたのので、午前中に田植えを終えてしまわないといけないと思った。その後の情報は得ていない。
- ・テレビの天気予報で竜巻が出やすい天気と聞いていたが、まさか来るとは思わなかった。
- ・天気・竜巻に関する情報は得ていない。TVはつけっぱなしだが。
- ・NHKのTVをずっとつけていたが、気がつかなかった。
- ・TVはつけっぱなしだが見ていなかった。

【対応行動】

- ・雨戸を閉めた。
- ・午前中は田植えをしていた。雷が近づいていたので家に戻り、家族で、自宅の縁側（南側）から外の様子を見ていた。
- ・当時、雷が鳴ったのでテレビを消した（竜巻注意情報は見聞きしていない。）
- ・雷が鳴ってひょうも降ってきたので、野球大会本部の判断で、児童も含めて車の中で待機となった。
- ・自宅裏の畑作業をしていたが、雷が鳴り始めたので自宅に入った。
- ・子どもは自宅の奥の方において、カーテンを閉めていたので飛散したガラスは直撃しなかったが、割れたガラスで少しけがをした。シャッターは閉めていない。
- ・自宅に子どもがいるので心配になり納屋と自宅を行ったり来たりしていた。
- ・天気の様子がおかしかったので、別の場所（数百m西方）にあるハウスを車で見に行った。

【茨城】

【情報入手】

- ・朝の天気予報で雷・竜巻に注意と言っていた。
- ・テレビで天気が不安定になると言っているのを聞いた（竜巻に関しての情報は得ていない）。
- ・12時35分頃、NHKのテロップで竜巻注意報（竜巻注意情報の誤りと思われる。）が出ていた。

- ・妻がラジオで他地域に竜巻注意報（竜巻注意情報の誤りと思われる。）が出たことを聞いたが、まさか家に来るとは思わなかった。
- ・東京電力の雷情報ホームページで状況を確認した。

【対応行動】

- ・雷による停電に備え、自動車のガレージのシャッターを半分閉めていた。
- ・天気予報で天気が悪くなると聞いていたので、畑に行くのをやめた。
- ・大きな雷の音がしたので、テレビの電源を切った。
- ・竜巻の発生より前に、大粒の雨が降ってきた。夫がサッシを閉めた。風圧を感じた。何か割れたと思って後ずさりし、別の部屋に移動した。夫はサッシを押さえていた。
- ・TVで茨城県竜巻注意情報をみた。こちらに向かってくるのが分かったが、竜巻がやってくることにピンとこなかった。
- ・外を見たら黒い渦巻きが見えた。夫が「竜巻じゃないか」と言った。夫と廊下から竜巻を見ていたが、まさか自分のうちに来るとは思わなかった。夫はガラスを押さえていて逃げなかった。ガラスが割れて夫は手を怪我した（現在は完治）。
- ・窓から離れたらすぐにバリバリと音がした。部屋の壁側に移動し、妻といっしょにコタツに逃げた、けがはなかった。
- ・外に出た、竜巻の渦巻きが見えた。もうダメだと思った。そのまま、ずっと竜巻を見ていたら、自宅を逸れていった。
- ・窓から、ゴーという音とともに竜巻が見えた。自分の方に来るかもしれないと思ったがそのまま窓から見ていた。

○3. 竜巻に対する情報に対する考え

○3-1. 「竜巻注意情報」は精度が低くても発表した方が良いと思うか

- ・ あった方が良い 39人
- ・ なくて良い 0人
- ・ 無回答 3人

○3-2. 「竜巻注意情報」はどのような手段で伝えられると良いと思うか(複数回答)

	【YES】	【NO】
・TV、ラジオ、CATV、ワンセグ等(ex. TVのテロップにアラームを)	27人	> 5人
・防災無線(ex. 屋外では防災無線、屋内では×)	18人	> 3人
・ <u>携帯メール</u> (ex. 緊急速報メール、登録型メール、…)	<u>17人</u>	> <u>8人</u>

(回答例)

【栃木】

- ・ 普段から防災行政無線は気にしている。屋外では聞こえるが、屋内は聞き取れないので、外に出て聞き取るようにしている。
- ・ 防災無線は、雑音で聞き取りにくい。
- ・ 防災無線はこの地区では使われていない。
- ・ TVは見る。テロップは参考になる。
- ・ テレビ、ラジオ。
- ・ 行政チャンネル(CATV)。
- ・ 車に乗っていればラジオを聞く。
- ・ 雷がなると以前からテレビを消しコンセントも抜くようにしているので、テレビではダメ。
- ・ 仕事中はテレビ・ラジオなどは見ていない。
- ・ 携帯メールなどいろいろな手段で入っているのが良い。
- ・ 携帯電話にニュース速報が入ってくるサービスで竜巻注意情報も入る。
- ・ 携帯メールがよい。登録者に通知するもの。
- ・ 緊急速報メールは便利。

【茨城】

- ・ 携帯電話で、緊急地震速報のようなもの。精度が上がればだが。登録制よりも緊急速報メール。
- ・ 学校の安全安心メールには登録している。
- ・ 携帯電話は通話しか使っていない。
- ・ テレビかラジオだろう。携帯電話は持っていない。
- ・ 携帯電話もありだが、むしろ防災無線。外で草むしりしているときなどは携帯を持ち歩かないから気がつかない。
- ・ 市の防災無線で入るとよいが、この地区には防災無線がない。
- ・ テレビが良いがずっと注視しているわけではないので、テロップにアラームを。
- ・ 雷については、東京電力雷情報のホームページ、ウェザーニューズのホームページを見ている。
- ・ 車での巡回や携帯の連絡は、オオカミ少年になる。

○3-3. 今後、「竜巻注意情報」を見聞きしたら何らかに対応行動をとると思うか

(回答例)

【栃木】

- ・竜巻注意情報があった方がいいが、突然ではどうしたらよいか分からない。
- ・100%（竜巻が）通ると言われても、どうしようもないが。逃げるくらいか。
- ・避難できればいいのだけれど、できるかどうか。
- ・シャッターを閉めて、ガラスのない部屋に移動する。
- ・洗濯物を干すのをやめたりすることもできる。
- ・雨戸を閉める。
- ・外出を控える。
- ・周辺に住んでいる兄弟や知人等に情報を知らせる。
- ・車をどかせたりできる。
- ・窓側席のお客様には避難してもらおう。飛散防止のフィルムは貼っている。
- ・今後、ガラスの飛散防止用のフィルムを張ろうと考えている。（事前準備）

【茨城】

- ・県単位での情報では行動するのは難しい。外で飛びそうなものを隠すくらいか。
- ・「雨戸を閉める」、「身を守る」くらいしか思いつかないが、今回のように突然襲われたのでは、ヘルメットを被る時間的余裕もない。
- ・頑丈な建物に入る。
- ・情報の対象範囲が茨城県と言われてもどうしようもない。
- ・シャッターを閉めたいと思う。
- ・風呂場や押し入れがいいというので、押し入れに避難スペースを開けている。風呂場はガラス窓があって怖い。（事前準備）

（3）その他特徴的な回答例

○竜巻注意情報を見聞きしたら取ろうと思う対応行動と、実際にとった対応行動が一致しない人が居た。

- ・「考え＝実際の行動」だった者…3人

（回答例）

【栃木】

- ・逃げる。＝サッシが内側に膨らんできたので危険を感じて反対側に廻った。

- ・外出を控える。＝午前中に田植えを終えた。
- ・空模様を見て家の中に入る。＝雷が鳴り始めたので自宅に入った。

○竜巻注意情報を見聞きしなかったが、朝の天気情報を見聞きしたり、あるいは、異変を察して空模様を観察し、対応行動をとった人がいた。

- ・空模様を観察し、何らか対応行動をとった。…18人

(回答例)

- ・当日朝のニュースで、午後に竜巻と雷が起きやすいと聞いていたので、午前中に田植えを終えてしまわないといけないと思った。
- ・お昼時で雨が降っていたので、帰宅した。
- ・自宅裏の畑作業をしていたが、雷が鳴り始めたので自宅に入った。
- ・雷が鳴ってひょうも降ってきたので、野球大会本部の判断で、児童も含めて車の中で待機となった。
- ・竜巻の発生より前に、大粒の雨が降ってきた。夫がサッシを閉めた。
- ・雷が鳴ってきた。東京電力の雷情報ホームページで状況を確認した。お客さんを避難させた。ひょうが降ってきた。そのあと、竜巻が来た。お客さんは無事だった。

○咄嗟に退避行動として何をしたら良いか分からなかったり、咄嗟に危険な行動をとってしまう人がいた。

- ・竜巻注意情報を見ても「まさか」と考えた者…4人

(回答例)

- ・竜巻注意情報を見て、その直後実際に竜巻を見てもなお「まさか」と考えたり「ピンと来なかった」と回答した者…3人
- ・外に出た、竜巻の渦巻きが見えた。もうダメだと思った。そのまま、ずっと竜巻を見ていたら、竜巻は自宅を逸れていった。
- ・サッシを押さえていた。

参考資料 5 米国調査

米国では、年間 1,000 件を超える竜巻が発生し、我が国ではこれまでに発生が確認されたことがない EF 4（改良藤田スケール¹⁶の階級 4）、EF 5 規模の巨大な竜巻も発生する。そのため、過去から竜巻等突風対策を進めてきた先進地である。特にオクラホマ州をはじめとする米国南部から中西部にかけて広がっているトルネードアレイと呼ばれる竜巻の発生頻度の高い地域は、米国における竜巻等突風対策の先進的な取組が実施されている中心的な地域となっている。

昨年は歴史的にも竜巻が多く発生し、ミズーリ州ジョプリン市において EF5 の竜巻により死者 161 名が発生するなど、被害も甚大であった。これらを踏まえて、米国においても改めて竜巻対策の検討を進めているところである。

こうしたことから、会議の検討に資するため、米国調査(平成 24 年 6 月 24 日ー7 月 1 日)を実施した。連邦緊急事態管理庁(FEMA)、米国気象局、オクラホマ州政府、ミズーリ州ジョプリン市役所、オクラホマ大学等に訪問し、各機関の取組の把握、意見交換等を実施した。

今回の調査により、主に以下の点について明確となった。

① 竜巻等突風の観測・予報技術及び体制について

- 米国の竜巻は、発達した積乱雲の一種であるスーパーセルに伴うものが多く、スーパーセル中の渦(メソサイクロン)を検出できるドップラーレーダー網が竜巻警報の最重要なツールである。
- さらに、ドップラーレーダー網を活用し、実際に竜巻等突風が発生した際の飛散物の検出も可能な MP レーダー化が推進中である。
- 上記観測を補足するため、警報の発表に当たっては、信頼度の高いスポッター(消防署員、警察官、危機管理者などのボランティア)からの通報(目撃情報)が活用されている。スポッターが対象とする報告事象は竜巻だけでなく、ひょう、洪水、火事、化学物質流出などのマルチハザードに対応している。
- 米国での竜巻に関する予報・警報は、当日～7 日先の予測、数時間前にその発生を予測する注意報、発生直前または発生を警告する警報があり、時間の経過と共に段階を踏んで発表される。当日～7 日先の予測では発生確率が発表される。竜巻警報の対象エリア区分は、郡のような行政区画単位の発表ではなく、行政区部に囚われない竜巻をもたらす積乱雲の位置と移動方向の予測に即した領域単位での発表となる。

¹⁶ 米国において、これまでの竜巻の被害調査等を反映して開発され、従来の藤田スケールに代わり 2007 年から採用されている米国内の竜巻の強さを示す等級。EF0～EF5 までの 6 段階で竜巻の分類がなされている。

- 昨年の甚大な竜巻被害の経験から、単に竜巻等の気象現象の発生のみを伝える従来の警報から、命の危険もたらず状況であることを明示するなど、住民の避難行動を促す内容を付加した警報を発表する業務実験が進められている。
- ②竜巻等突風に関する情報の伝達について
 - 住民への警報伝達は、地方公共団体によるサイレン中心から、気象ラジオ、TV、スマートフォン等を含めた多様な手段による提供へと変化している。特に、民間気象事業者や報道等において、スマートフォンを利用した視覚的な情報提供が進められている。
- ③竜巻等突風からの避難について
 - 竜巻からの避難方策はシェルター及びセーフルームへの避難を基本としており、連邦政府及び地方公共団体においてシェルター及びセーフルームの整備を推進している。
 - 連邦緊急事態管理庁(FEMA)において、住宅用竜巻避難場所建築や建物内の避難場所の選び方の手引きを作成・公開している。
 - 公的施設についてはシェルターの設置を義務付けている州や市があり、また、住家へのシェルター及びセーフルームの設置に補助金を出して推進している州や市がある。集客施設は自助努力による設置が基本となっている。
- ④竜巻等突風に関する知識の教育と啓発活動について
 - 米国の竜巻が多発するシーズン（4～5月）の前に、一般住民を対象とした啓発活動（竜巻からの避難行動等（屋外より屋内・地上より地下へ逃げる等））を毎年十数回実施する等、継続して教育活動を行っている市がある。
 - 竜巻等突風に関する普及啓発について、民間も交えた幅広い主体と協力して精力的に活動を行っている。