

# 米国のスポッター制度について



気象庁 観測部観測課  
観測システム運用室  
鈴木 修

# 竜巻による米国での甚大な被害

竜巻は、年間1000以上発生し、大きな死傷者をもたらす現象。

## 2011年の米国での竜巻被害

### 2011 – A Historic Tornado Year

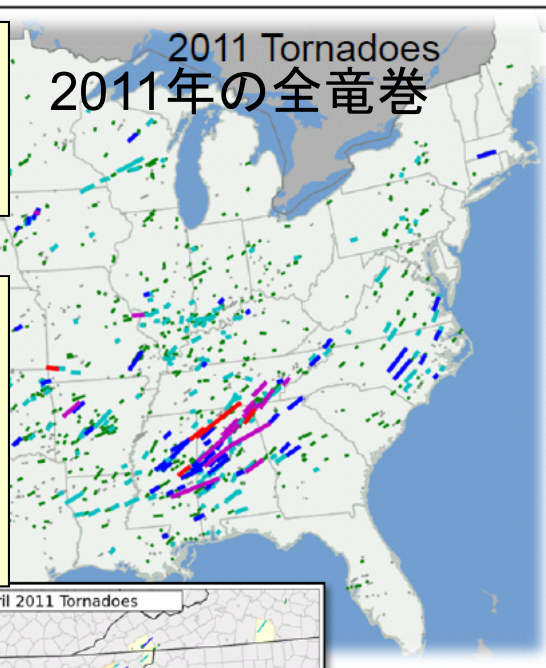
#### Year-to-date

- ~1,700 tornadoes
  - current record
- 553 direct fatalities
  - 2<sup>nd</sup> deadliest in combined record
  - NOAA + hi
  - 551 dea
  - 552 dea
  - 794 dea

#### 年間

発生数: 1700 (2番目)  
死者数: 553 (2番目)

2011 Tornadoes  
2011年の全竜巻



#### 4月

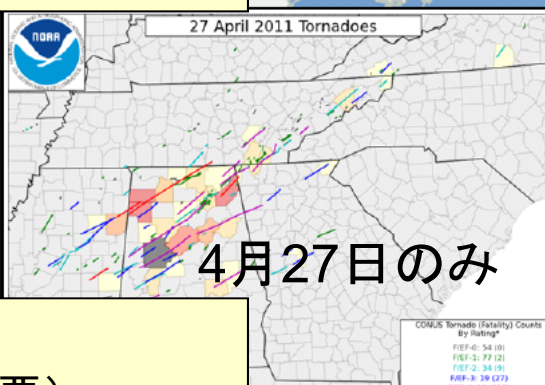
発生数: 758 (1番目)  
[27日のみで200]  
死者数: 361 (1950年以降最悪)

#### April

- 758 tornadoes
  - 200 tornadoes
- 361 fatalities
  - most in modern era (since 1950)
  - 317 on April 27 alone

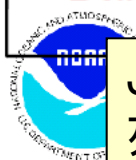
#### Joplin

- Deadliest single tornado since 1947



4月27日のみ

Joplin竜巻 (5月22日)  
死者161名 (1947年以降最悪)



平成24年度竜巻等突風対策局長級会議報告「米国における竜巻対策及び監視/予測の現状現地調査報告」に加筆

# 竜巻は巨額の損失を伴う気象関連災害

2011年を例とすると、10億ドル以上の気象関連災害14のうち、実に6つが竜巻。

## 2011年の米国における甚大な災害



# 米国のスポッター制度

## 制度の目的

気象局や危機管理機関へ、質の高い目視情報を提供し防災に役立てること。

具体的には、以下のような現象に対する情報

- 強い竜巻をもたらすスーパーセルという積乱雲の発生、移動情報
- 竜巻そのものの発生とその位置・時刻・強さ等
- 雹や突風、強い降雪、洪水など、被害をもたらす現象の発生とその詳細

## スポッターの資格や数

- 通報者: 消防士、警察官、危機管理担当者、アマチュア無線等を中心。
- 資格: 18歳以上。シビアウェザーに関するトレーニングを受け、地域の気象台に登録されたボランティア。
- 人数: 全米で29万人以上。
- 通信: 電話(固定、携帯)、アマチュア無線、インターネット。

NWSが期待している参加者(NWSのSKYWARNのホームページより抜粋訳)

公共に奉仕することへの興味とアマチュア無線等の通信手段を持っている方へ、SKYWARNプログラムへの参加を奨励します。

警察や消防関連、運送業者の発車係、危機管理機関職員、公益事業体職員、関連する民間人といったボランティア。また、病院、学校、教会、療養施設などの、他の人間を守る義務のある個人も、その参加を奨励します。

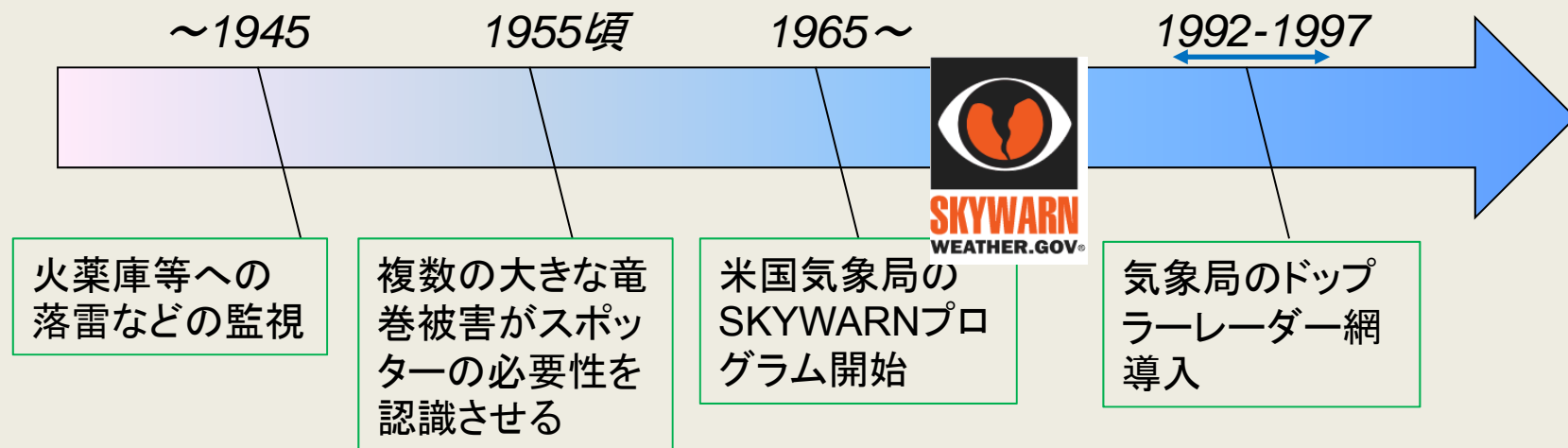
# 米国のスポッター制度の背景と歴史

米国では、年間1000以上の竜巻が発生し、死者だけでも平均60名／年にも達する。被害の大きな強い竜巻は、スーパーセルという特殊な積乱雲によってもたらされる。

スポッターは、このスーパーセル、竜巻等の発生やその状況についての、質の高い目視情報を関係機関へ提供するために組織化された、訓練されたボランティアである。

スポッター制度の起源は、戦時中・冷戦下の弾薬庫等への落雷情報の監視など、1950～60年代に、竜巻への対応として気象局の利用が始まり、気象局がSKYWARNを組織化した。

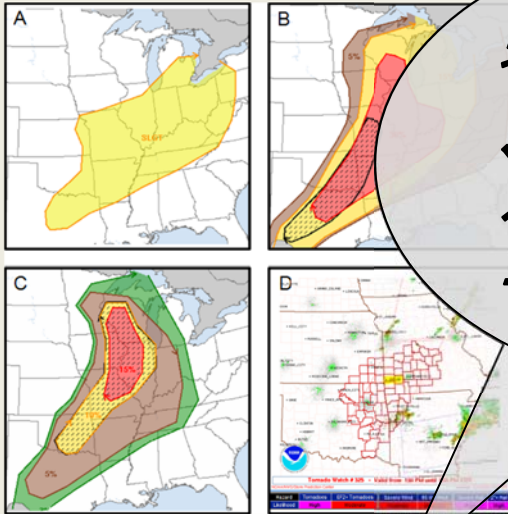
1992年から、米国気象局はドップラーレーダー網(NEXRAD)を導入し、スポッターによる情報と合わせて、竜巻警報などに利用している。



# 竜巻・シビア現象の予報・警報での利用

## 予報(OUTLOOK) 8日前～当日予報

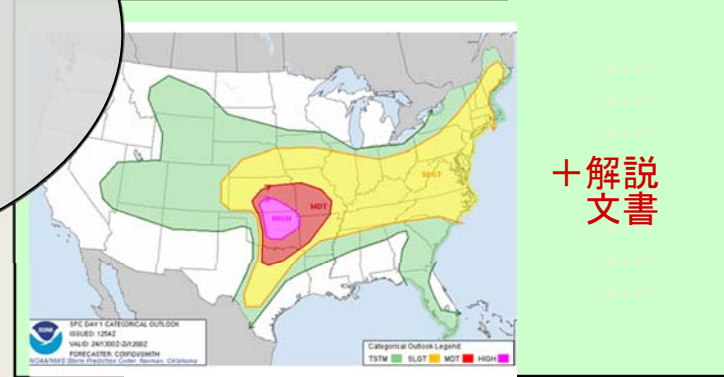
・全米を対象に予報する。



考察・注意報は、  
スポッターによる監視のトリガー。

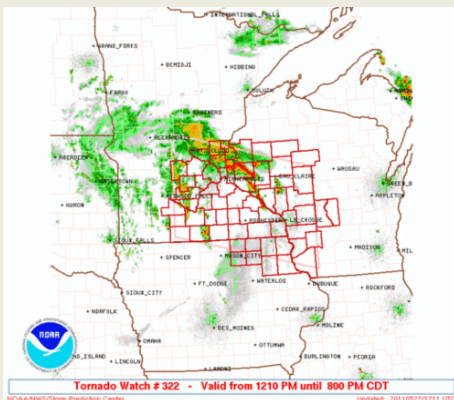
## 考察(Discussion) 注意報発表前～2時間

・発達中の中規模現象の特徴と今後起こりうる災害について専門的な解説を行う。  
・注意報発表の予告を行うこともある。  
⇒危機管理対応者や報道関係者に準備を促す



## 注意報(WATCH) 数時間前

・竜巻が発生する可能性が高い場合  
⇒ 竜巻注意報



注意報

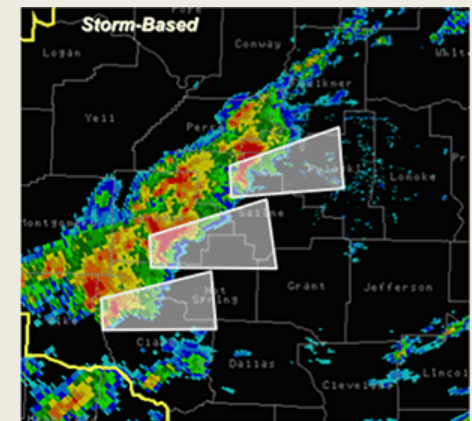
☆広域で発生する現象が対象。



## 警報(WARNING)

・竜巻が発生しそう、あるいは、発生している場合 ⇒ 竜巻警報

☆レーダーによる竜巻の兆候や大気環境、信頼できるスポッターからの報告などを総合して、警報を発表する。

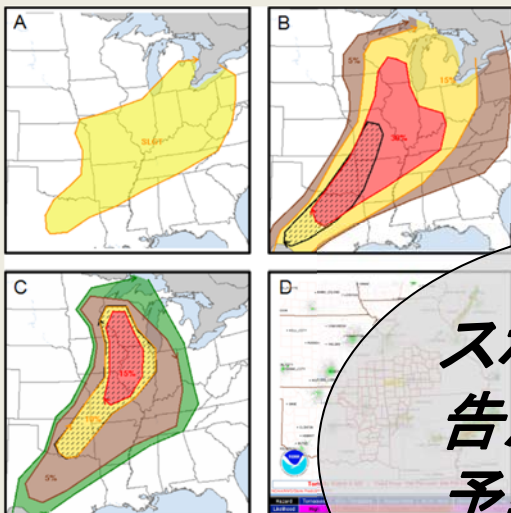


平成24年度竜巻等突風対策局長級会議報告「米国における竜巻対策及び監視/予測の現状現地調査報告」に加筆

# 竜巻・シビア現象の予報・警報での利用

## 予報(OUTLOOK) 8日前～当日予報

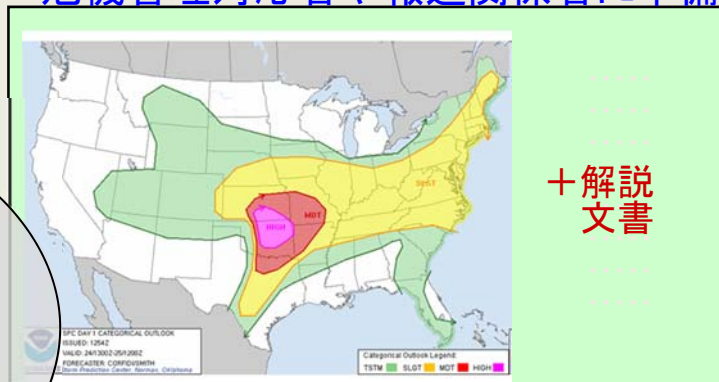
- ・全米を対象に予報する。



スポッターの報告が気象局の予報官によって利用される！

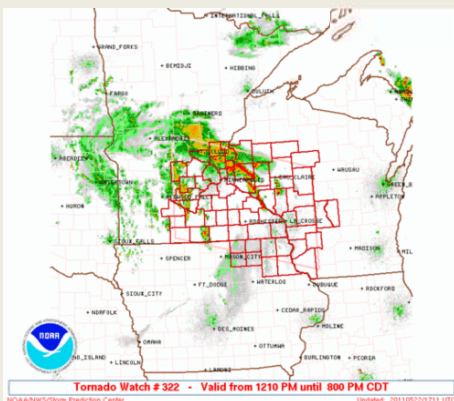
## 考察(Discussion) 注意報発表前～2時間

- ・発達中の中規模現象の特徴と今後起こりうる災害について専門的な解説を行う。
  - ・注意報発表の予告を行うこともある。
- ⇒危機管理対応者や報道関係者に準備を促す



## 注意報(WATCH)

- ・竜巻が発生する可能性が高い場合  
⇒ 竜巻注意報



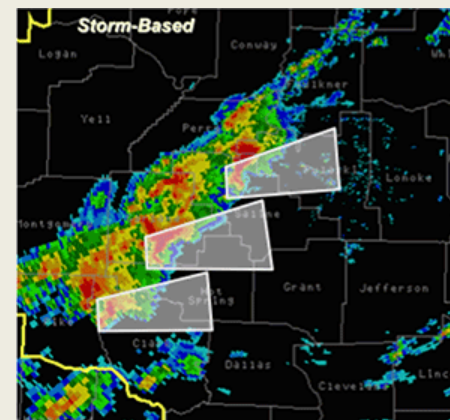
注意報

☆広域で発生する現象が対象。

## 警報(WARNING)

- ・竜巻が発生しそう、あるいは、発生している場合 ⇒ 竜巻警報

☆レーダーによる竜巻の兆候や大気環境、信頼できるスポッターからの報告などを総合して、警報を発表する。



平成24年度竜巻等突風対策局長級会議報告「米国における竜巻対策及び監視/予測の現状現地調査報告」に加筆

# スポッターは何を報告するか(報告基準)

- ・厳格に報告の基準を守ることが、極めて重要な情報を短時間に伝達できることにつながる。
- ・報告の基準として、他より高い優先度で伝達されるべきものが示されている。

## 優先度: 緊急

- ・竜巻(Tornado)
- ・漏斗雲(Funnel cloud)
- ・回転する壁雲(Rotating wall cloud)
- ・鉄砲水(Flash flooding)

## 優先度: 高

- ・直径約2cm以上の雹
- ・約26m/s以上の強風
- ・継続して存在する回転していない壁雲
- ・1時間あたり25mm以上の降水

## 優先度: 低

- ・直径約1.2cm以上の雹
- ・約18m/s以上の強風
- ・ストームが形成されそうな雲の状態
- ・その他、地域依存の基準による





# 報告の内容

## ■何を見たか？

竜巻、漏斗雲、壁雲、水上竜巻、鉄砲水など

## ■どこに見えたか？

既知の地点からの方向及び距離。

(たとえば、ベルツビルの3マイル南。自分の位置でない。)

## ■いつ見たか？

見た時刻。

## ■何が発生していたか？

ストームの移動方向と移動速度、大きさ、強さ、破壊力。不確実性の程度とともに。

(例. 漏斗雲はあり、飛散物は目視できず。ただし、遠方のため、地面は見えておらず、地上に達しているかは不明)

## ■自分を証明するものと自分の位置。あるならスポッター番号。

**報告は短く！**

# 安全確保と適切な報告のために — 気象情報の受信手段 —

ストームスポッターは、特定地点または移動中であっても、信頼できる気象情報が受信できなくてはならない。

多くのスポッターは、アマチュア無線のネットワークというアクセス手段がある。気象局オフィスには、アマチュア無線の有資格者がおり、交信を行うことがある(写真下左)。また、気象局が運用するラジオ局があり、NOAA気象ラジオにより受信ができる。他に、危機管理機関や気象局間の無線などもある。

最近では、携帯電話、インターネットを通じた伝達も行われている。  
※なお、強い竜巻に伴う大規模な停電の経験もあり、無線通信に対する信頼度は高い。



セントルイスの気象局オフィスでのアマチュア無線の様子  
<http://www.crh.noaa.gov/lsc/?n=amateurradio>



オクラホマ州政府の危機管理局のトランシーバ

# 研修(要求される知識)

SKYWARNのスポッターの報告は、地上における事実を気象局へ提供する。  
かれらは、現場における、目であり耳である。(Weather spotter's Field Guide, NOAAより)

## 目的

- ・スポッターの安全確保
- ・信頼度が高く、適切な報告がなされるように
- ・最新の知識の共有  
など。

### Typical Tornado Life Cycle

The typical tornado goes through a three-stage life cycle: developing, mature, and dissipating. Figure 18 shows the developing tornado. A rotating wall cloud is evident, with tighter rotation evident

called the  
shrinks into  
*dangerous*  
especially |  
lowering of



Figure 18: Developing stage of a tornado.  
Photo - © Alan Moller.



Figure 19: Tornado in mature stage.  
Photo - © Alan Moller.



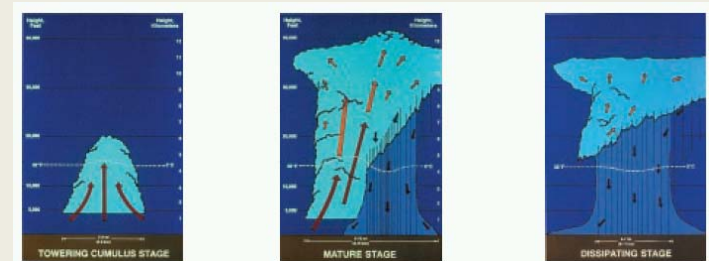
Figure 20: Tornado in its dissipating stage.  
Photo - Courtesy Gary Woodall.

写真は、Basic spotter's Field Guide, NOAA  
Weather spotter's Field Guide, NOAA、より

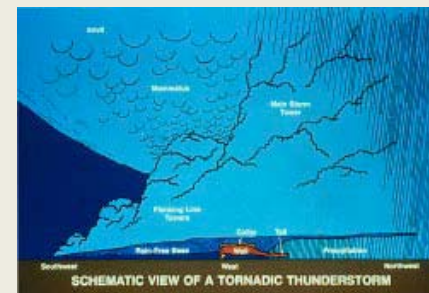
# 研修資料の内容

安全確保と信頼度の高い報告ができるようになるよう、以下のような専門的な内容の研修が行われる。

- ◆ 激しい気象現象(シビアウェザー)の報告基準
- ◆ 防災気象情報の受信の方法
- ◆ 雷雨のもたらす危険と安全に関すること
  - ✓ 鉄砲水
  - ✓ 落雷
  - ✓ 雹
  - ✓ ダウンバーストと外出流(ガストフロント等)
  - ✓ 竜巻
- ◆ 雷雨の一生
- ◆ 強い上昇流の形成とその外見的な特徴
- ◆ 竜巻を伴わない激しい気象現象
- ◆ スーパーセルの構造とその外見
- ◆ 典型的な竜巻の一生
- ◆ 竜巻の分類
- ◆ 竜巻と一見してまぎらわしい現象
- ◆ スーパーセルの種類、非常事態



雷雨の一生

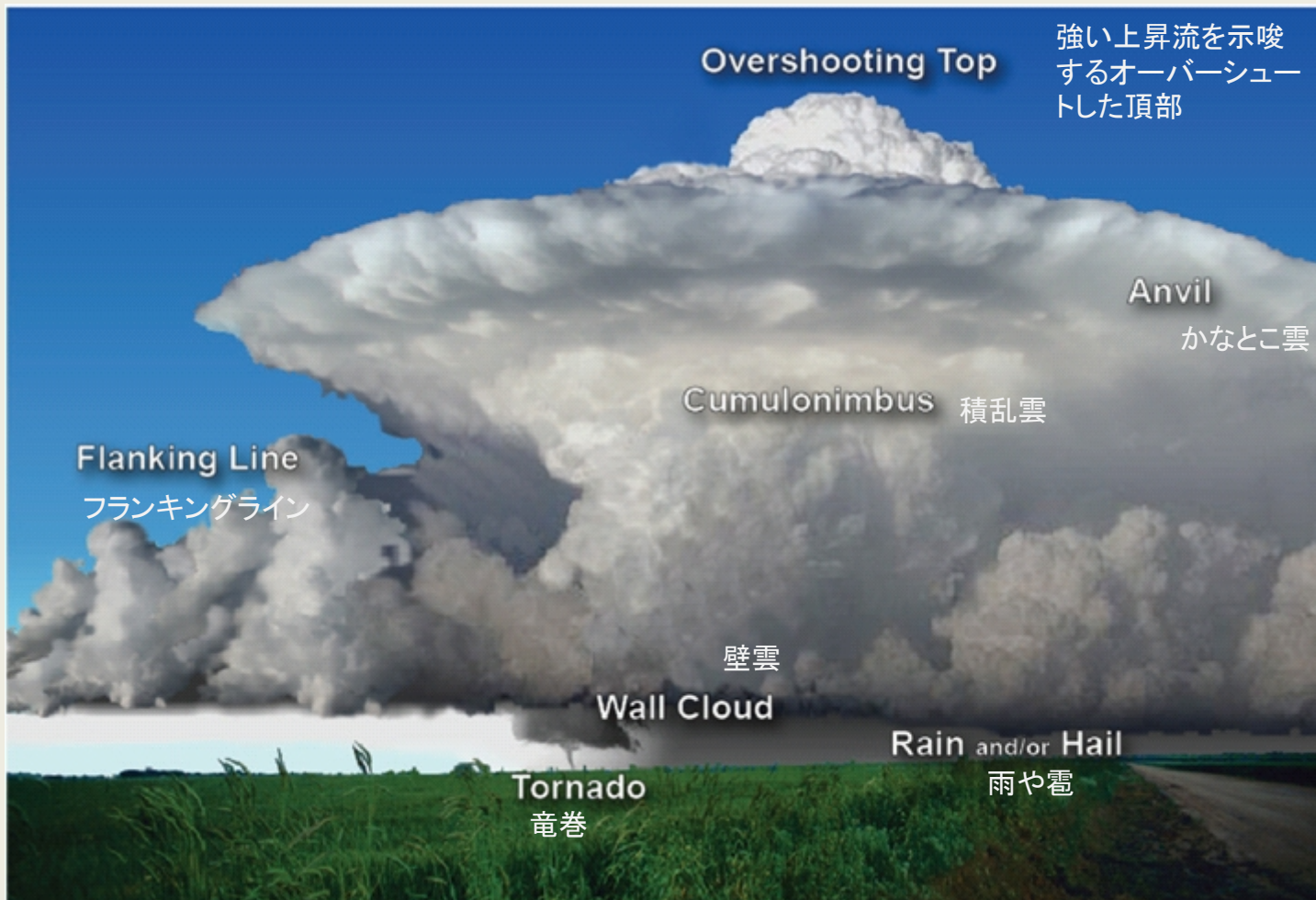


クラッシュスーパーセルの外観

# 研修内容の例

## －激しい雷雨－

重要な報告対象である激しい雷雨について、構造や外見、どこにいと危険かなどの知識が教えられる。



# 研修内容の例

## — 竜巻と紛らわしい現象 —

間違った報告は、間違った竜巻警報につながる。  
研修においては、竜巻と紛らわしい現象、その見分け方などが教えられる。



レインシャフト Figure 24: Distant rain shaft. Photo - © Tim Marshall.



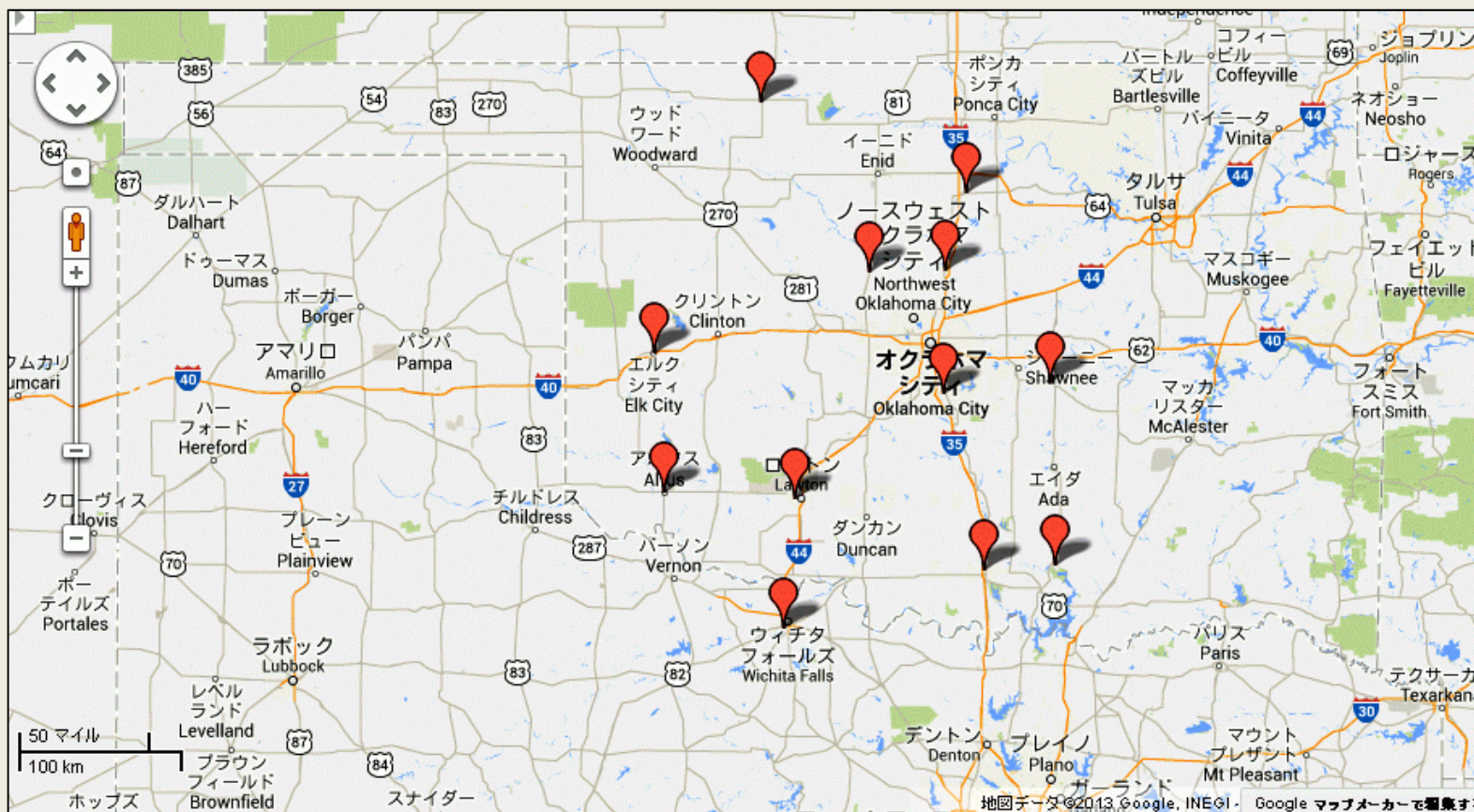
煙 Figure 25: Distant smoke column. Photo - Courtesy Brian Curran.

図左 レインシャフト(雲からの降水)が、よく竜巻が見られる場所にある。  
⇒地上に砂ほこり等が無いが、観察する。

図右 煙の柱。一刻を争うときに、極めて難しいケース。  
⇒地上の砂ほこりを探す、あるいは、他のスポッターなどに相談する。より近いところ、あるいは、そのエリアに詳しい人がいるかもしれない。

# 気象局による研修の実施

研修は、気象局オフィス(日本の地方気象台に相当)が毎年開催する。



2013年のオクラホマ州ノーマン気象局オフィスの開催予定地点

最近、インターネットを利用した研修も試行されている  
(実研修への参加も必要)。

# インターネットを利用したオンライン報告

The screenshot shows the NOAA eSpotter website. At the top, it says "National Weather Service eSpotter Online Weather Reporting System". The NOAA logo is on the left. A navigation menu on the left includes "eSpotter Main", "Request Access", "Online Training Introduction", "Access Logon Screen", "Main Menu Left", "Top Center", "Main Menu (top) Location", "Create Report", "Messages", and "Contact Us cr.espotter@noaa.gov". The main content area features a large "eSpotter" logo and a notice: "Due to the Federal Government shutdown, NOAA.gov and most associated web sites are unavailable. However, because the information this site provides is necessary to protect life and property, it will be updated and maintained during the Federal Government shutdown." Below this, there is a "New to eSpotter? [ Register Here ]" link. A login form for "Registered Users" is highlighted with a red box, containing fields for "Email Address:" and "Password:", a "Log on" button, and a "Forgot your password? Click here." link. At the bottom, a disclaimer states: "Connections made to this system are monitored. Your email address is used to verify that you are authorized to access this system, and to provide a means for contacting you to follow up on weather information you submit."

ネットで報告が可能。ただし、現時点では、登録スポッターが対象。



# 米国のスポッター制度のまとめ

気象局や危機管理機関へ、竜巻等の突風や雹、洪水等のシビアウェザーについての質の高い目視情報を提供することで、防災に役立てることを目的としたボランティアベースの制度。

- スポッターの構成員
  - 全国で29万人以上。18歳以上で、シビアウェザーに関するトレーニングを受け、地域の気象台に登録された無償のボランティア。消防士、警察官、危機管理担当者、アマチュア無線等の登録が多い。
- 竜巻警報との関係
  - スポッターの通報情報は、必ず他の気象資料と共に総合的に判断されて、予報官による竜巻警報発表の作業に使われる。⇒ 一刻を争う作業において、まさにその場所における目であり耳となる。
- 研修
  - 通報情報の品質維持のために、地方気象台により毎年各地で行われている。
  - 対象となる現象に関する知識、スポッターの安全確保のための知識、報告の仕方など、内容は専門性の高いもの。
- 通信手段
  - アマチュア無線、電話(固定、携帯)、インターネットなど。

# 参考資料

平成24年度竜巻等突風対策局長級会議における、「米国における竜巻対策及び監視/予測の現状現地調査報告」より、抜粋。

## 「住民への情報提供①」

- 自治体、海洋大気庁(NOAA)による情報提供。

## 「住民への情報提供②」

- 報道機関、民間気象会社による情報提供。

## 「米国の竜巻の親雲別発生状況」

- 米国では、スーパーセル又は準線状・弓状エコーに伴うもので全竜巻の87%、F2以上では99%と、大多数は組織化された親雲に伴うものが多い。  
⇒スポッターによるスーパーセル等の監視の有効性が高い。

# 住民への情報提供①

## 【住民への警報伝達】

…自治体によるサイレンだけではなく、気象ラジオ、TV、スマートフォン等を含めた多様な手段

### ○NWSにおける情報提供に関する提言

“戸外での地域警報システム(サイレン)と先端技術であるモバイルコミュニケーションの共存”

### ○自治体における住民に推奨する情報入手手段(オクラホマ州、ミズーリ州ジョプリン市等)

“重複した媒体による情報収集を推進(サイレン、NOAA気象ラジオ、スマートフォン)”

## 1. 自治体が設置するサイレン

### (1)サイレンの特徴

- ・比較的広域への屋外周知
- ・サイレンでは、災害の深刻さやもたらす影響等具体内容は知らせることが出来ない。

### (2)サイレンが鳴動する流れ

- ①自治体が気象台やスポッター、地元TV局等からリアルタイムに情報入手
- ②NWSチャットによる気象台との情報交換
- ③市の危機管理担当者が気象情報と目視情報から状況判断
- ④同担当者がサイレンON



## 2. NOAA(米国海洋大気庁)が運営する気象ラジオ

- ・発表した警報・注意報を伝えるため、NOAA独自でラジオ局を運営。
- ・気象注意報／警報等を自動放送。
- ・162.400MHz～162.550MHzの周波数帯。
- ・聴取するためには気象情報受信専用ラジオ(自動で電源ON)が必要。
- ・価格は数千円で一般に販売。
- ・自治体等において学校や家庭への配布等を実施しているところもある。



# 住民への情報提供②

## 3. 報道機関

### ●地域放送局： 自社監視／専門報道(オクラホマ州)

- ・局員に気象専門家キャスター及びストームチェイサー
- ・自社で竜巻を監視(ドップラーレーダー、車載ドップラーレーダー等)
- ・観測データに加え、NWSチャットからも情報を収集
- ・竜巻発生の可能性がある場合、ストームチェイサーを派遣し実況中継。
- ・独自の中継手段(ヘリコプター、車)
- ・平時は子供に対する出前教室を実施。
- ・従来のラジオ、テレビに加えて、モバイル端末への放送



## 4. 民間気象事業者によるモバイル端末等への情報提供

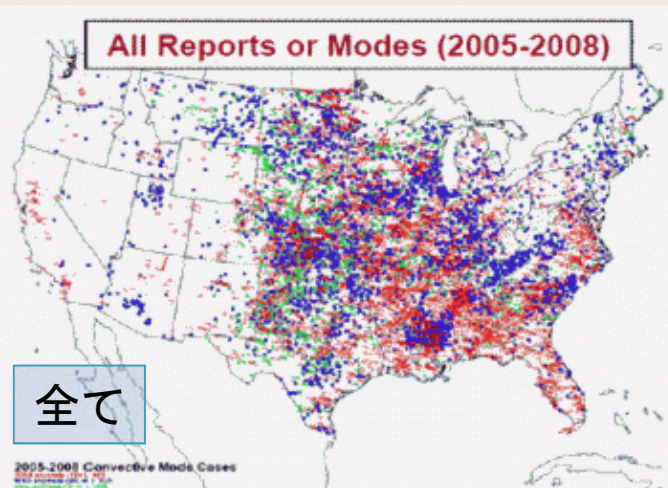
### (1) モバイル端末用の情報提供

- ・自分の位置に対する警報発表状況。
- ・地図投影による自分と竜巻の位置検知、竜巻襲来までの予想時刻の提供。

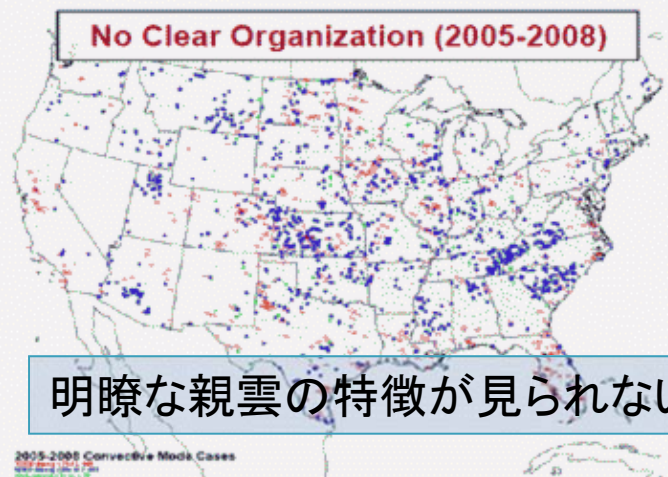
### (2) NOAAのウェザーラジオと同等の情報をモバイル端末への配信



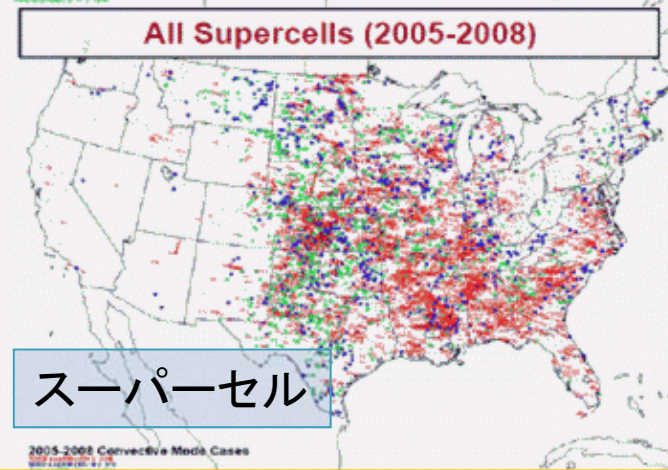
# 米国の竜巻の親雲別発生状況



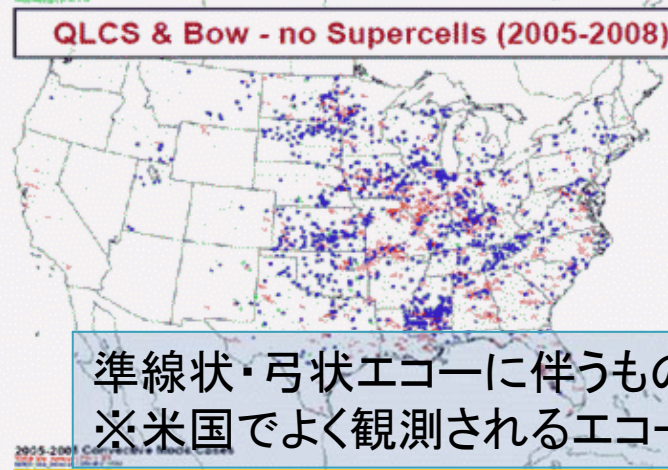
全て



明瞭な親雲の特徴が見られない



スーパーセル



準線状・弓状エコーに伴うもの  
※米国でよく観測されるエコー

スーパーセル竜巻の割合  
 ・全竜巻の74%  
 ・F2以上の90%

準線状・弓状エコーに伴う竜巻  
 ・全竜巻の13%  
 ・F2以上の9%

赤: 竜巻  
 青: 突風  
 緑: 雹

→日本と異なり、スーパーセル又は準線状・弓状エコーに伴うもので全竜巻の87%、F2以上では99%と、大多数は組織化された親雲に伴うものが多い。