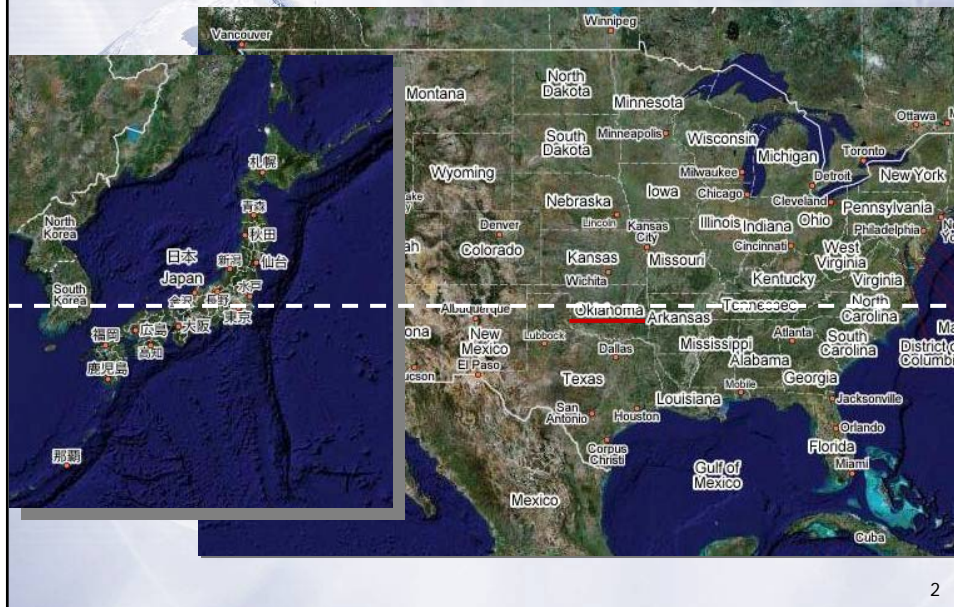
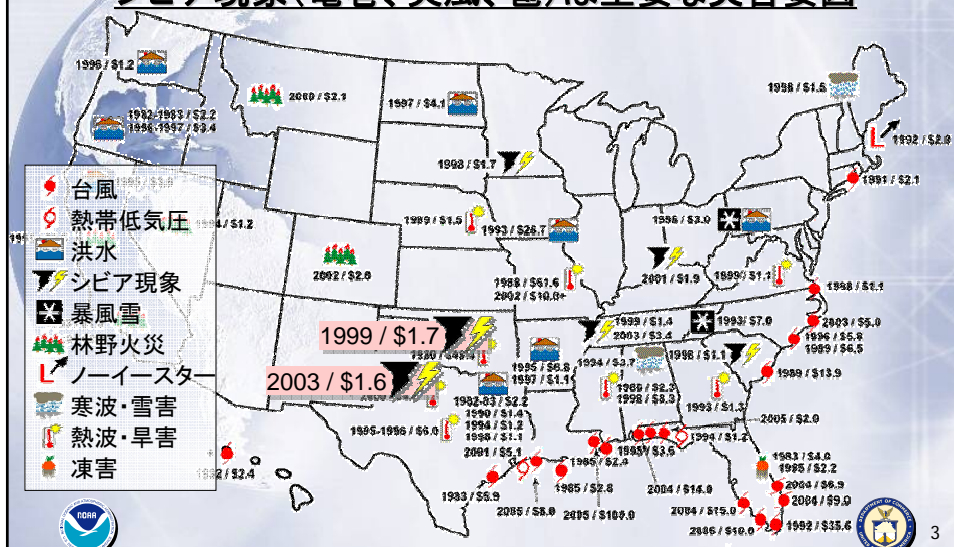


日本と米国の地理的な比較



近年の米国における甚大な災害

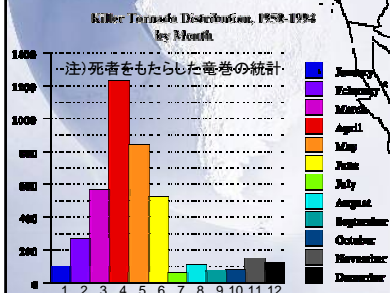
- ✧ 10億ドル以上の自然災害(1980~2005年)
- ⇒ シビア現象(竜巻、突風、雹)は主要な災害要因



竜巻の常襲地帯

- ✧ “竜巻の通り道(Tornado Alley)”:
F2以上の規模の竜巻が発生する頻度が高い領域

✧ 竜巻の発生時期



Significant Tornado Alley
(1 day/decade, 60% near peak)



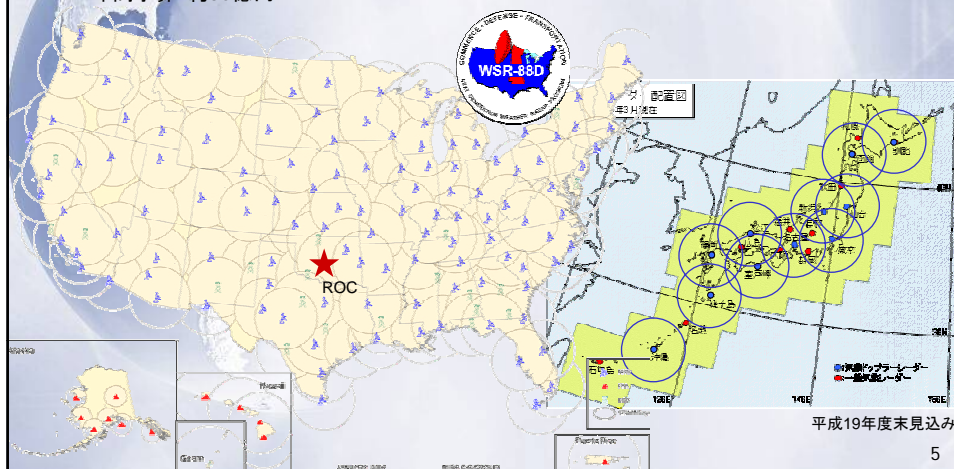
4

シビア現象の監視

✧ 全米のドップラーレーダー監視網: NEXRAD

商務省(米国気象庁: NWS)、運輸省(連邦航空局: FAA)、国防省(DOD)の連携

- ✧ 運用場所: オクラホマNWC内のRadar Operation Center(ROC)
- ✧ 運用要員: 政府職員、民間職員、大学研究者など合計200名強
- ✧ 年間予算: 約30億円



5

シビア現象の観測網の補完

✧ 局所的な現象(シビア現象等)は地上観測で監視困難
⇒ スポッター(Storm Spotter)が補完

✧ ボランティア(自治体危機管理部局職員、消防士、警察官、
交通運行管理職員、一般の人々等)による観測報告

✧ 米国気象庁(NWS)の講習、訓練、公認、表彰

✧ アマチュア無線のネットワークによる報告
⇒ Skywarnプロジェクト



✧ NWSホームページでの報告
⇒ eSpotter



✧ スポッターの報告は、NWSにおいて、
品質管理後、他の観測機器による情報同様に
警報発表の判断材料となる。

✧ スポッターの報告の品質管理、
Skywarnプロジェクトの維持・管理が難点

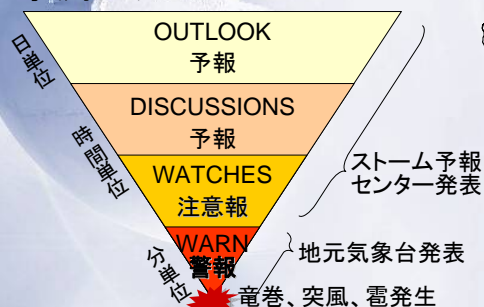
6

シビア現象の予測

✧ シビア現象のカテゴリ

	Severe Thunderstorm (SVR)	Significant Severe Thunderstorm
竜巻	F0以上	F2以上
突風	25m/s以上	32.5m/s以上
雹	直径2cm以上	直径5cm以上

✧ 予測ステージ



7

シビア現象の予測ステージ

予報(OUTLOOK) ～当日予報

- ・全米を対象に予報する。
- ・当日予報、翌日予報、2日後予報がある。



予報(Discussion) 注意報発表前1～2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

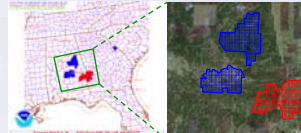
- ・竜巻が発生しそうな場合 ⇒ 竜巻注意報
- ・突風や雹が発生しそうな場合 ⇒ SVR注意報



★広域で発生するシビア現象を対象とし、単発のシビア現象は対象としない。

警報(WARN) 数十分前

- ・竜巻が発生しそうな場合 ⇒ 竜巻警報
- ・突風や雹が発生しそうな場合 ⇒ SVR警報
- ・海上で竜巻、突風、雹が発生しそうな場合 ⇒ Special Marine警報



★レーダーや衛星データが竜巻、突風、雹発生の兆候を示し、信頼できるスポッターから報告があった場合、警報を発表する。

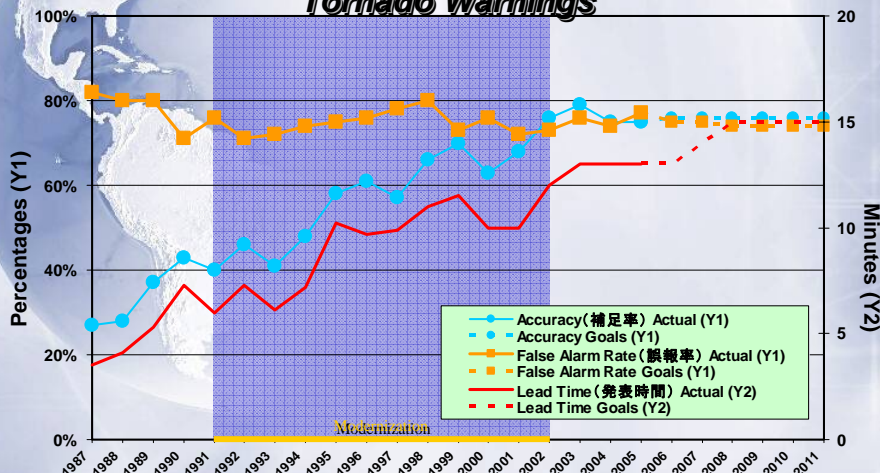
8

シビア現象の予測精度(竜巻警報)

□近年の的中率、発表時間(現象発生までの時間)の改善

- 捕捉率: 40%(1991) ⇒ 75%(2005)
- 誤報率: 76%(1991) ⇒ 77%(2005)
- 発表時間: 6分前(1991) ⇒ 13分前(2005)

Tornado Warnings



9

気象情報の高度化計画

【成果目標】

- ・犠牲者の減少
- ・局所的なシビア現象への対処(事前準備)時間の確保
- ・多くの人命を扱う交通機関及び産業における安全確保

【竜巻警報の目標(2025)】

発表時刻: 30分前
発表対象領域の最小単位: 1km

研究/開発要件

- ・竜巻メカニズム
- ・現象毎の検証
- ・個々の雲を予測
- ・状況認識技術と訓練
- ・電子スキャンレーダーの実用化
- ・雷探知データ等各種観測データの統合
- ・予測限界
- ・社会経済への影響に対する認識向上

機能向上↑

- ・既存ドップラーレーダーの処理性能向上
- ・空港ドップラーレーダーの統合
- ・現象体験シミュレーターによる訓練
- ・気象データ収集/通報システム

- ・次期予報モデル導入
- ・次期アンサンブル技術導入
- ・降水種別判別機能(二重偏波機能)導入
- ・衛星による新しい監視機能導入
- ・訓練の向上

研究 / 開発

2002

2007

2012

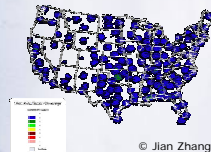
2020

10

気象情報の高度化に関する研究 (監視)

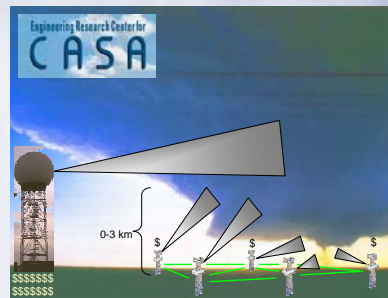
✧ CASA レーダー

安価なレーダーでネットワークを形成し、低高度の局所現象を的確に捉える取組



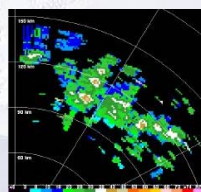
高度1km以下のレーダー探知範囲

© Jian Zhang



✧ Phased Array レーダー

降水を高速にスキャンするレーダーで、短時間で盛衰を繰り返す局所シビア現象を捉える取組



←軍事技術の有効利用(転用)



11

シビア現象の気象情報等の伝達

行政機関

気象機関：気象ラジオ（全米の取組）

- ・気象注意報／警報等の自動放送
- ・気象情報受信専用ラジオ（自動電源ON）
（夜間でも警報を自動的に受信してブザーで知らせる。）

危機管理部局：サイレン（オクラホマ州等一部地域の取組）

- ・気象台等からリアルタイムに情報入手
- ・市の危機管理担当者が気象情報／状況判断
- ・同担当者がサイレンON

報道機関

地域放送局：自社監視／専門報道（オクラホマ州）

- ・気象専門家の雇用
- ・自社監視（ドップラーレーダー運用等）
- ・独自の中継手段（ヘリコプター、車）
- ・竜巻移動方向等独自報道



様々な連携

大学等研究機関との連携

国立気象センター



- ・オクラホマ大学を中心とした産官学の連合体
- ・全米唯一、最大、最高のシビア現象研究等機関



- ・幅広い分野の連携
（教育～研究～開発
～研修～運用～啓発）
- ・共通の目標設定 など

- （学）オクラホマ大学の研究室及び教室
- （官）米国海洋大気庁の研究機関（シビヤーストーム研究所）
- （官）米国気象庁の全国機関（ストーム予報センター）
- （官）米国気象庁の地方機関（ノーマン地方気象台）
- <以下、敷地内>
- （産）Weather Decision Technologies
- （産）Weathernews
- ...

行政機関の連携

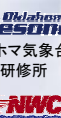
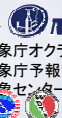
オクラホマの応急対応情報活用プログラム



- ・最新の気象情報が危機管理に生かされていない
- 危機管理担当者等の自然災害への認識力向上、意思決定補助
（郡／市の危機管理担当者、消防士、警察官等）

- ・教育／訓練
- ・情報共有
- ・継続的支援

- オクラホマ気候調査機関
- オクラホマ地域気象観測機関
- オクラホマ州危機管理局
- 米国気象庁オクラホマ気象台
- 米国気象庁予報官研修所
- 国立気象センター
- ...

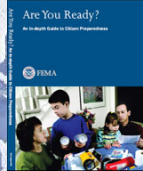


備えの普及・啓発

全米の取組 (FEMA、NOAA、AmericanRedCross等)

行動指南等を記したパンフレット、教材等作成、普及

“Are You Ready”・・・危機管理全般にわたる備えを促す一般向け教材



- 第1章 備えの基本(共通事項)
- 第2章 自然災害
洪水、竜巻、台風、雷電、寒波、熱波、地震、火山、地滑、火事、林野火災等
- 第3章 事故災害
- 第4章 テロリズム

- 竜巻とは？
 - どのような現象か
 - どこで、いつ発生しやすいか
- いかに備えるか？
 - 注意報／警報を知る
 - 気象情報を聞く・・・NOAA Radio
 - 竜巻に遭遇したら・・・どうするか
 - 災害に見舞われた後



“http://www.ready.gov/”・・・家庭向け、職場向け、子供向け啓発HP



子供向け



竜巻



- 竜巻って？
- 写真
- 子供の絵
- パズル
- 計算問題
- ぬり絵
- クイズ など

住宅用竜巻避難場所建築の手引き (シェルターやセーフルーム)



14

備えの普及・啓発

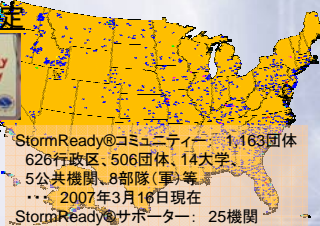
全米の取組(つづき)

危機管理担当者向けシビア現象対応改善プログラム

“StormReady”プログラム・・・米国気象庁(NWS)のボランティア活動

<“StormReady”コミュニティ> ← NWS認定

- 24時間運用
- 気象状況の監視体制
- 気象予報／警報の受信(複数)体制
- セミナー等を通じた備えの普及・啓発活動
- 危機管理職員等の訓練実施、防災計画策定

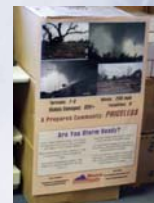


地域(オクラホマ州内)の取組

竜巻多発期前の普及・啓発(ポスター等)

その他

- キャンペーン
- イベント

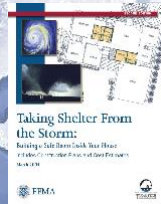


15

備えの実践

☐ 竜巻に備える避難場所(シェルター)の設置

☐ 住宅用竜巻シェルター建築の手引き⇒危険域での設置の推進



竜巻の発生頻度
高頻度地域

暴風(平均風速)
危険地域

DANGER OF TORNADOES DURING SEVERE WEATHER Risk - March 15	WINDY SCENE Base Picture 12			
	I	II	III	IV
<1	LOW RISK	LOW RISK	LOW RISK	MODERATE RISK
1-5	LOW RISK	LOW RISK	MODERATE RISK	MODERATE RISK
6-10	LOW RISK	MODERATE RISK	MODERATE RISK	MODERATE RISK
11-15	MODERATE RISK	MODERATE RISK	MODERATE RISK	MODERATE RISK
>15	MODERATE RISK	MODERATE RISK	MODERATE RISK	MODERATE RISK



☐ オクラホマ州の例

☐ 人の多く集まる所に設置

オクラホマ空港のトイレは
全て竜巻シェルター



訪問先の国立気象センター



玄関前の地下シェルター



講堂全体がシェルター

16

その他

☐ 竜巻規模の判定

“Fujita-Scale” ⇒ “Enhanced Fujita-Scale”

2007年2月1日より

【EFスケールの利点】

- 28種類の具体的被害指標を設定
- 建物の構造の違いによる被害の違いを考慮し、風速の推定制度が向上
- 被害状況においてFスケールと連続性確保

【EFスケールの問題点】

- 決定作業が複雑

☐ 竜巻に関する統計、データベース等

【豊富な調査、研究】

- 質量ともに豊富な調査、研究により、現象や災害の記録が充実
- 官学が連携した調査、研究により、運用に生かす指向が強い

【レーダーデータの共有】

- 観測データを大学等を通じて様々な監視機関へオンライン提供
- 観測後のデータを調査・研究用にWeb公開

17

ま と め

❑ 米国の竜巻の特徴

- ❑ 中部地区が発生頻度高いが、どこでも発生する
- ❑ 3～6月が多いが、いつでも発生する

❑ 監視体制

- ❑ 全米のドップラーレーダー監視網の有効利用 → 更なる高度化
- ❑ 行政のみならずボランティアによる監視体制による補完

❑ 情報作成・提供

- ❑ 情報精度向上、発表領域細分化、的確な時間前の発表等の継続的な取組

❑ 情報伝達

- ❑ 地域差があり(多発地の取組は先進的だが)過去の被害経験によるところ大

❑ 普及・啓発、教育、訓練

- ❑ 他の災害を含め全米レベルの重要課題
→ 様々な機関が連携し、多くの機会、多様な層に的確なツールで実施

❑ その他

- ❑ 産官学の連携
- ❑ 米国においても発生メカニズムは未解明、研究途上