

2016年12月10日

関東の大雪に備える

気象研究所

後援：日本気象学会メソ気象研究会

日本雪氷学会関東・中部・西日本支部

積雪が稀な地域特有の雪氷災害

どんな情報が必要か？ そのデータ何に使う？

松田 益義

(株)MTS雪氷研究所

1 積雪が稀な地域特有の
雪氷障害って何？

障害軽減化の方法

Hardware
Software
Humanware

情報

新しい情報Network
が必要

3 必要な情報、どう
やって取得する？

2 軽減化にはどんな
情報が必要か？

情報は不十分。

雪氷災害の種類

松田：2005、雪氷災害リスクマネジメント「雪と氷の辞典」朝倉書店より

表-2 社会基盤、生産施設、生活施設と係わり合いが深い代表的な雪氷災害

| 社会、生活に関係する施設 | | 主要な雪氷災害 | 発生地域 | |
|--------------|-----------------------|----------------|----------------|---------------|
| 社会基盤 | 交通、輸送施設 | 道路、鉄道、車両 | 一部温暖地域を除くほぼ全域 | |
| | | 空港、航空機 | | |
| | 港湾、船舶 | 船体着氷、流水接岸、冰山接触 | | |
| | ライフライン | 発電所、送電路、通信施設 | | |
| | 上下水道 | 凍結 | | |
| 生産基盤 | 鉱工業 | 工場、鉱山等 | 北日本 | |
| | 生産施設 | 農林水産業 | 田畑、果樹園、森林、海浜、海 | 一部温暖地域を除くほぼ全域 |
| | | 商業、サービス業 | オフィス、店舗 | |
| 生活基盤 | 家屋、集合住宅 | | 一部温暖地域を除くほぼ全域 | |
| | 学校、図書館、警察、消防、病院等の公共施設 | | | |
| | 登山、スキー等スポーツ・レジャー施設 | | | |

多雪地の雪害

寡雪地域特有の雪害 ・ ・ 社会基盤や施設の機能不全

| 基盤施設 | | 積雪が稀な地域の雪害 | |
|------|---------------|----------------|-----------------------------|
| 生活基盤 | 個別住宅、集合住宅 | 孤立住宅、孤立集落の発生 | |
| | 学校、など公共施設 | バス停、車庫倒壊 | |
| 社会基盤 | 交通、輸送 インフラ | 道路 | 高速道・一般道の長期途絶 首都高不通（ETCの誤作動） |
| | | 鉄道 | 鉄道不通（踏切検知装置の誤作動） |
| | ライフライン | 空港 | 格納庫倒壊 空港閉鎖 |
| | | 送電路 通信路 | 停電による家電、パソコン、暖房機器、電話利用不可 |
| 生産施設 | 上下水道 | トイレ使用不可 | |
| | 商業、工業 | オフィス、 店舗、工場 | 建屋損壊 超高層ビル壁面、落氷 |
| | 農林水産業 | 田畑、果樹園、 森林 | ビニールハウスの倒壊 果樹の枝折れ、林の幹折れ |

寡雪地域特有の雪害・・・生活基盤の機能不全(1)

| | 基盤施設 | 積雪が稀な地域の雪害 |
|------|-----------|--------------|
| 生活基盤 | 個別住宅、集合住宅 | 孤立住宅、孤立集落の発生 |
| 社会基盤 | | 交通 (ETCの誤作動) |
| 生産施設 | | |

寡雪地域特有の雪害・・・生活基盤の機能不全(2)

基盤施設

積雪が稀な地域の雪害

生活基盤

個別住宅、集合住宅
学校、など公共施設

孤立住宅、孤立集落の発生

バス停、駐車場、体育館破壊

社会基盤

交通
イン

ラ

生産施設

商業

農村

鉱工



寡雪地域特有の雪害・・・社会基盤(交通インフラ=道路)の機能不全

基盤施設

積雪が稀な地域の雪害

個別住宅、集合住宅

孤立住宅、孤立集落の発生

倉庫、車庫倒壊



道路の長期途絶 首都高不通 (ETCの誤作動)

視界不良、路面凍結
除雪機材不足

着雪
路面凍結
電話利用不可

生産施設

農林水産業

店舗、工場

田畑、果樹園、
森林

ビニール

林の幹折れ

寡雪地域特有の雪害・・・社会基盤(交通インフラ-鉄道)の機能不全



積雪が稀な地域の雪害

住宅、孤立集落の発生
 車庫倒壊

国道、一般道の長期途絶 首都高不通 (ETCの誤作動)

鉄道不通 (踏切検知装置の誤作動)

社会基盤

交通、輸送
 インフラ

鉄道

空港

ライフライン

送電路
 通信路

上下水道

生産施設

商業、工業

オフィス、
 店舗、工場

農林水産業

田畑、果樹園、
 森林



着雪

踏切の障害物検知装置

寡雪地域特有の雪害 社会基盤(交通インフラ-空港)の機能不全

積雪が稀な地域の雪害

孤立住宅、孤立集落の発生

格納庫、車庫倒壊

高速道、一般道の長期途絶 首都高不通 (ETCの誤作動)

鉄道不通 (踏切検知装置の誤作動)

格納庫倒壊

停電による家電

トイレ使用不可

建屋損壊

ビニールハウ



積雪荷重

生



路面凍結
除雪機材不足

社会基盤

空港

ライフライン

送電路
通信路

上下水道

生産施設

商業、工業

オフィス、
店舗、工場

農林水産業

田畑、果樹園、
森林

寡雪地域特有の雪害・・・

言路)の機能不全

基盤施設

の雪害



ニ

社



着雪



首都高不通 (ETCの誤作動)

不通 (踏切検知装置の誤作動)

格納庫倒壊

空港閉鎖

停電による家電、パソコン、暖房機器、電話利用不可
トイレ使用不可

建屋損壊 ソーラーパネル損壊

ビニールハウスの倒壊 果樹の枝折れ、林の幹折れ

生産施設

商業、工業

オフィス、
店舗、工場

農林水産業

田畑、果樹園、
森林

寡雪地域特有の雪害・・・生産施設(ライフラインー送電/通信路)の機能不全



海上技術安全研究所の実験施設。屋根だけでなく、
建屋自体が倒壊した
(写真：海上技術安全研究所) 日経BP社

| | | | |
|--------|-------|----------------|-------------------------|
| 基盤 | | | |
| 生活基盤 | 個別住宅 | | |
| | 学校、 | | |
| 社会基盤 | 交通、 | | |
| | インフ | | |
| ライフライン | 通信路 | トイレ使用不可 | |
| | 上下水道 | | |
| 生産施設 | 工業、商業 | オフィス、 店舗、工場 | 建屋損壊 ソーラーパネル損壊 |
| | 農林水産業 | 田畑、果樹園、 森林 | ビニールハウスの倒壊 果樹の枝折れ、林の幹折れ |



雪害



倉庫倒壊
停電による家電、ノ
トイレ使用不可



冠雪 積雪荷重

社

生産施設

商業、工業

農林水産業

オフィス、
店舗

田畑、果樹園、
森林

建屋損壊

ソーラーパネル損壊

ビニールハウスの倒壊 果樹の枝折れ、林の幹折れ

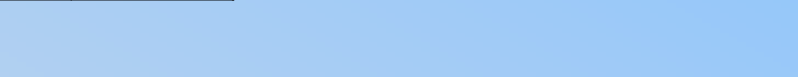
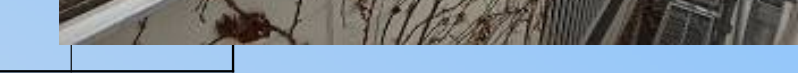
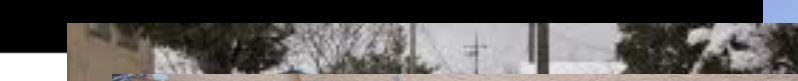
寡雪地域特有の雪害・・・種類と原因

| 基盤施設 | | 積雪が稀な地域の雪害 | |
|------|---------------|--|-----------------------------|
| 生活基盤 | 個別住宅、集合住宅 | 孤立住宅、孤立集落の発生 除雪機材不足 | |
| | 学校、など公共施設 | 倉庫、車庫倒壊 積雪荷重 | |
| 社会基盤 | 道路 | 高速道、一般道の長期途絶 路面凍結 首都高不通 (ETCの誤作動) 着雪 | |
| | 交通、輸送 インフラ | 鉄道 | 鉄道不通 (踏切検知装置の誤作動) 着雪 |
| | 空港 | 格納庫倒壊 積雪荷重 空港閉鎖 路面凍結 除雪機材不足 | |
| | ライフライン | 送電路 通信施設 | 停電による家電、パソコン、暖房機器、電話利用不可 |
| 生産施設 | 上下水道 | トイレ使用不可 着雪 | |
| | 商業、工業 | 建屋損壊 積雪荷重 ソーラーパネル損壊 着雪 | |
| | 農林水産業 | ビニールハウスの倒壊 積雪荷重 果樹の枝折れ、林の幹折れ 冠雪 | |

寡雪地域 市街地の生活者目線での雪害

雪害項目

| | 通学/ 通勤 歩行者 | 車/ 自転車 運転者 | 住宅 居住者 |
|----------------------|------------------|------------------|-----------|
| 1 道路、鉄道、飛行機の遅延、運休 | ○ | | |
| 2 路面凍結によるスリップ、道路が不通 | ○ | ○ | |
| 3 建物などから雪氷塊が落雪 | ○ | ○ | |
| 4 冬タイヤがない、交換してなかった | | ○ | |
| 5 自宅、周辺道路の除雪作業 | | | |
| 6 水道管などが凍結、破損 | | | |
| 7 住宅、車庫、物置などが積雪荷重で破損 | | | |
| 8 雨どいが屋根雪の滑落で破損 | | | |



屋根雪落下

寡雪地域 山間地生活者に特に顕著な雪害

通学/通勤
歩行者

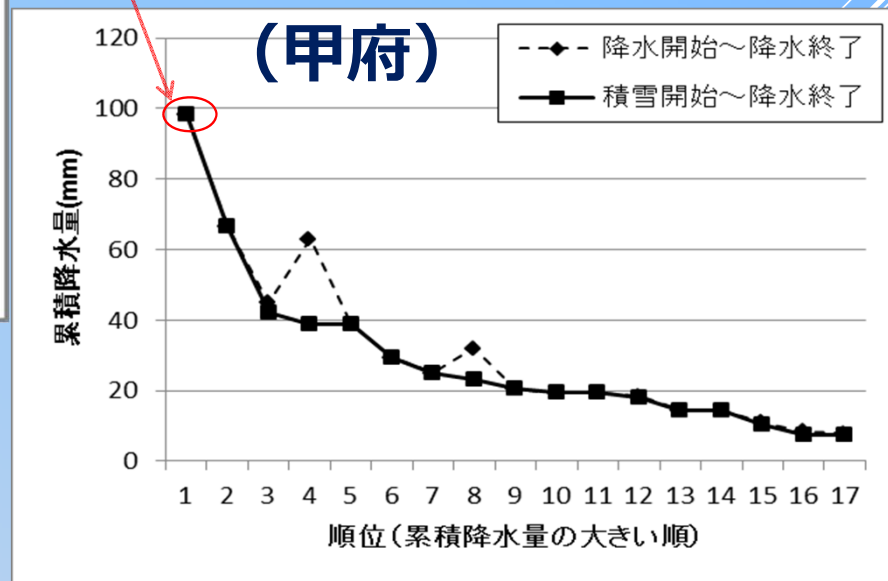
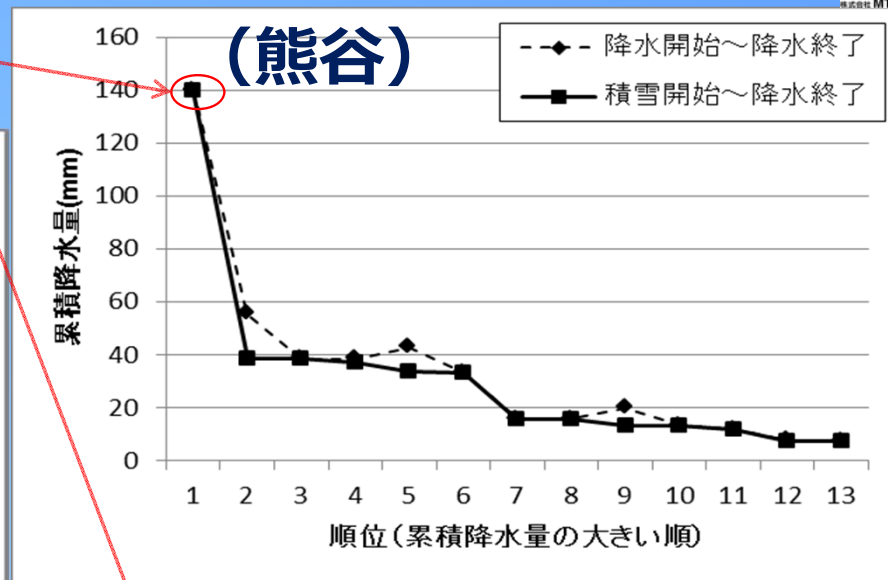
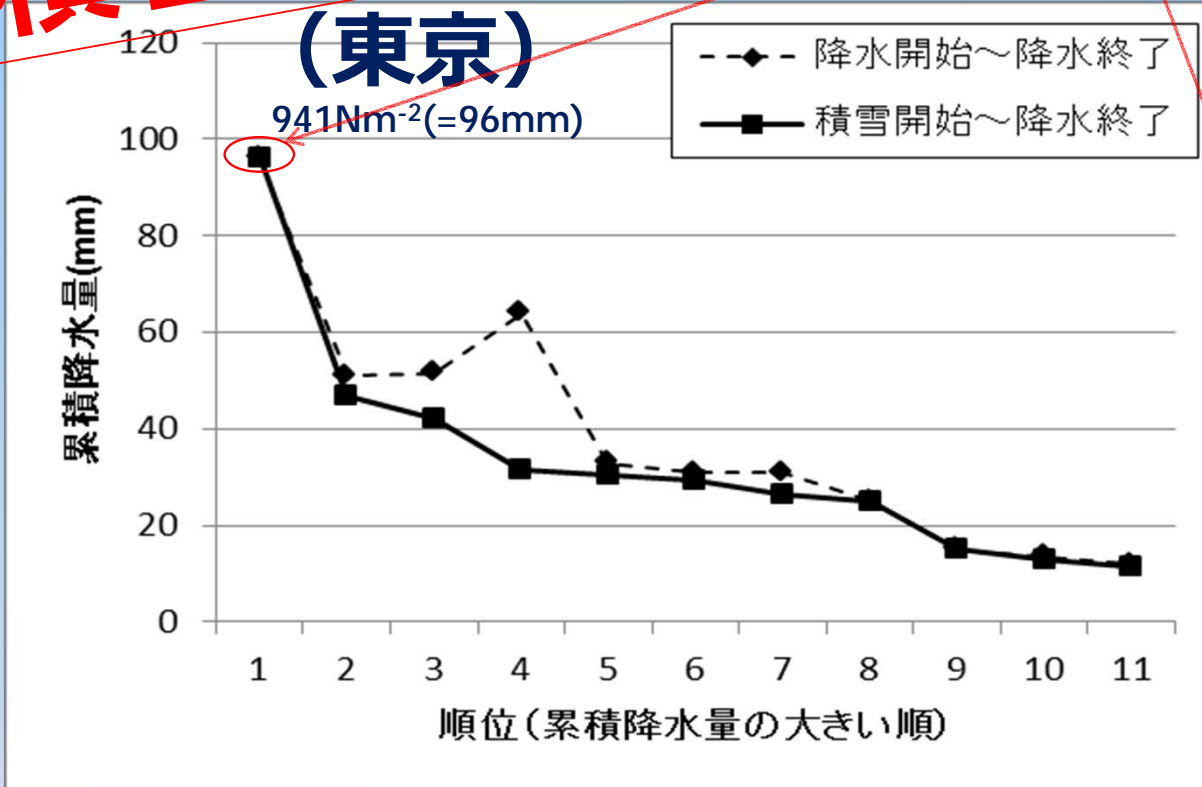
- | 雪害項目 | |
|------|-----------------|
| 10 | 停電で照明器具の使用不可 |
| 11 | 同 暖房器の使用不可 |
| 12 | 同 調理機器の使用不可 |
| 13 | 同 パソコンの使用不可 |
| 14 | 同 トイレの使用不可 |
| 15 | 同 携帯電話の充電不可 |
| 16 | 電話が不通 |
| 17 | 出入口が雪で埋まり外に出れない |
| 18 | 道路除雪なく買い物にも行けない |
| 19 | 車庫から車が出せない |



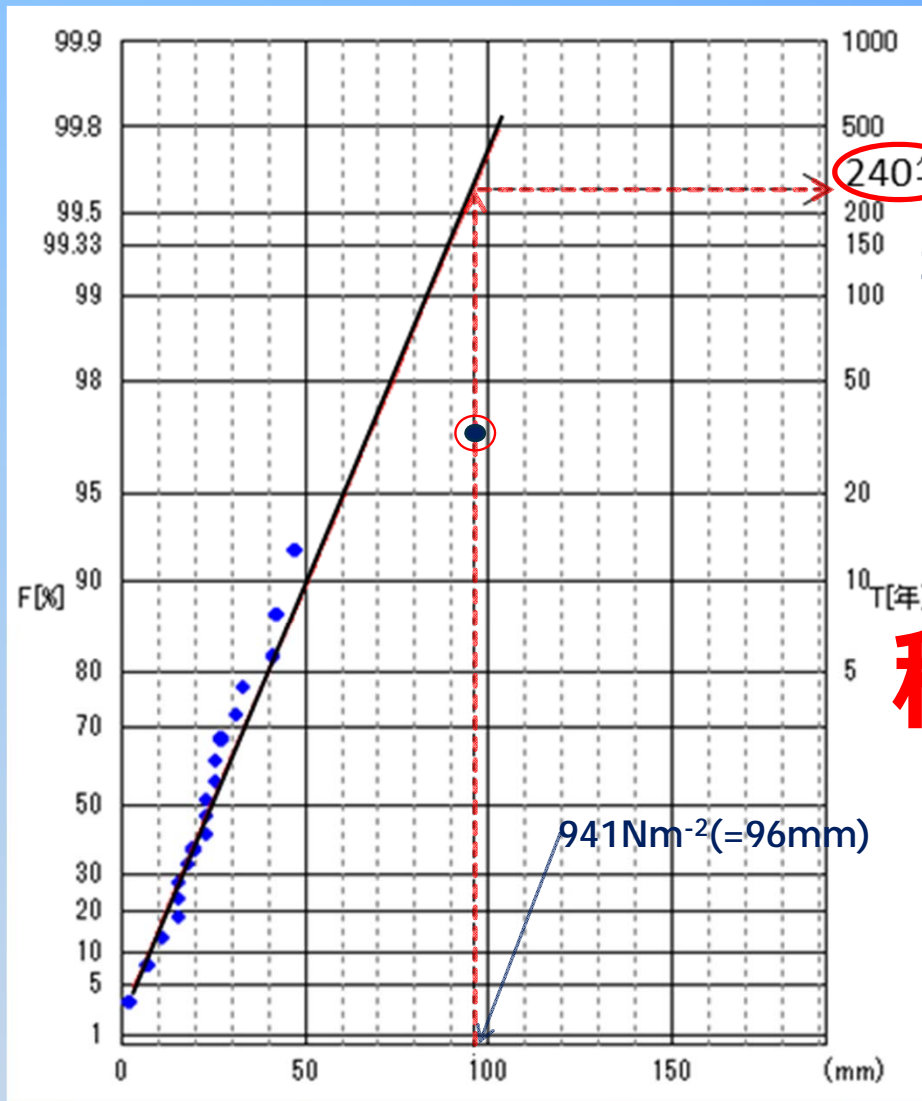
| | |
|--------|----------------|
| 延べ停電戸数 | 19.2千戸 |
| 設備被害 | 電柱傾斜・折損 92本 |
| | 電線断線・混線 1,767条 |
| 倒木伐採数 | 2,040本 |

積雪荷重

2014年2月15日



顕著降雪日の累積降水量の3地点比較
(53冬季、1961～2013)



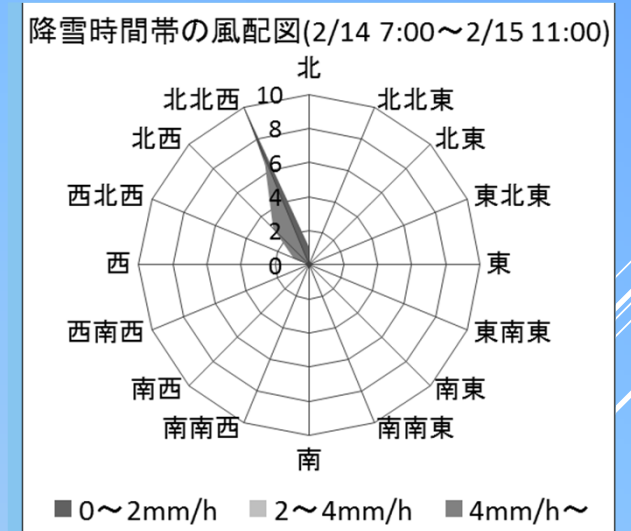
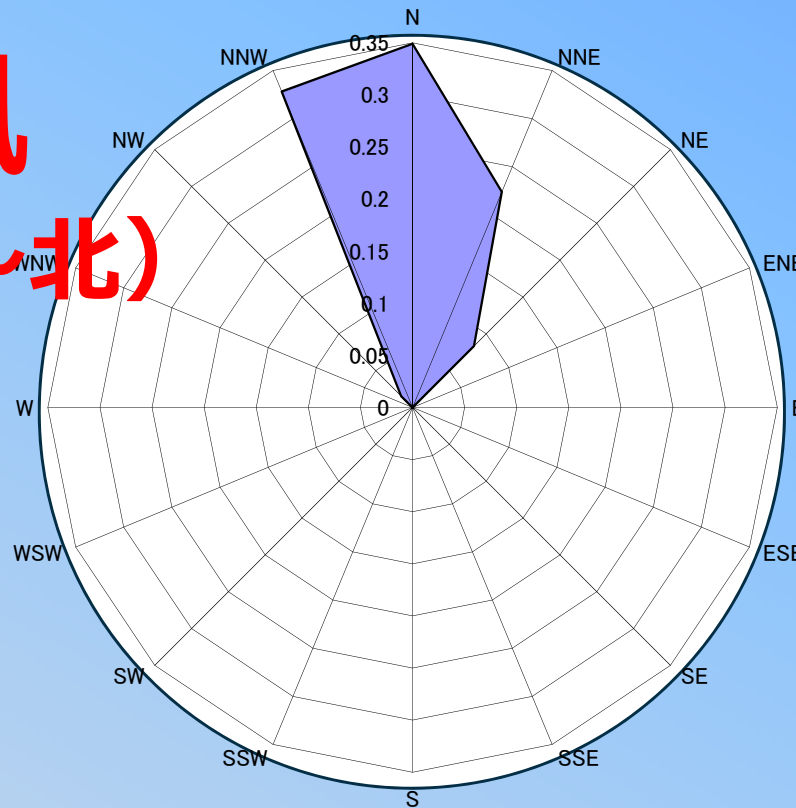
再現期間
(年)

2014年2月15日
積雪水量96mm
は240年に1回

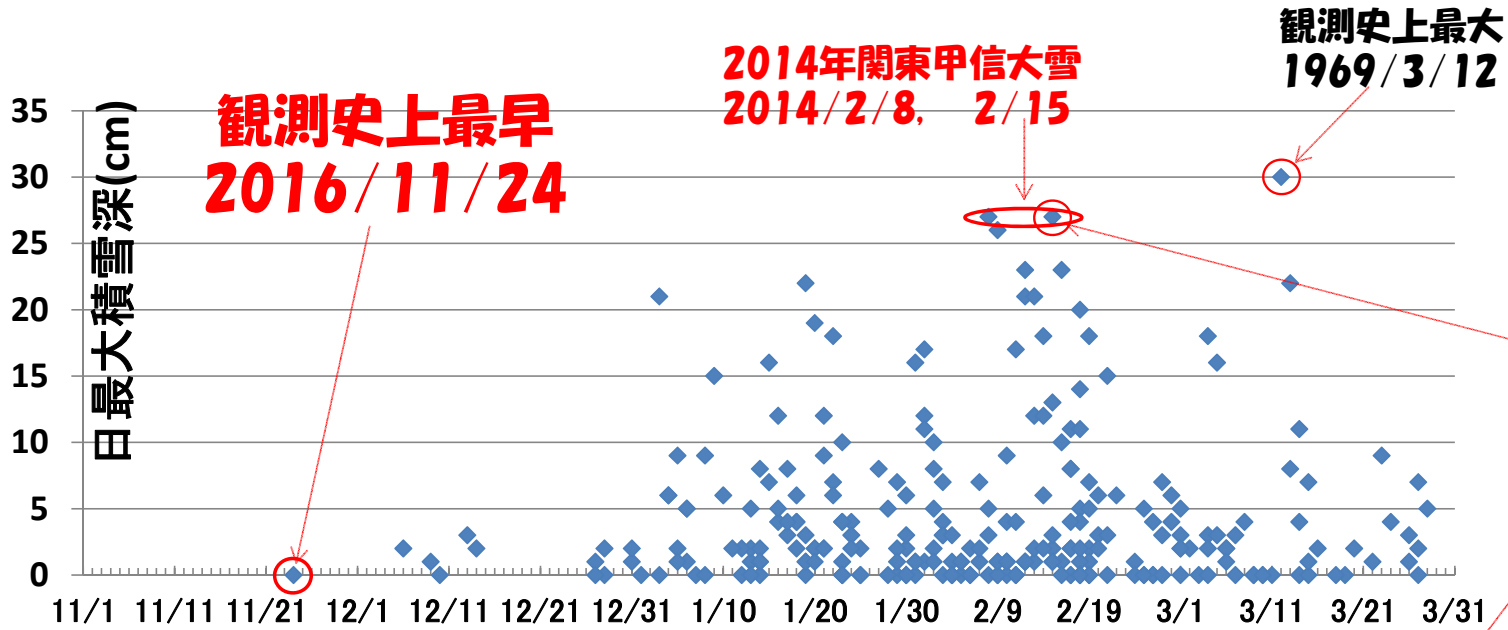
2014年2月14~15日
積雪水量:96mm (53冬季、1961~2013)

2015 松田益義、清水孝彰2014年2月大雪時の東京都心部の雪観測と雪荷重評価「雪氷」より

北風 (北北西～北)



東京の顕著降雪日 (積雪深10cm以上)
 降雪時間帯における毎時風向の風配図
 (53冬季、1961～2013、計11日)

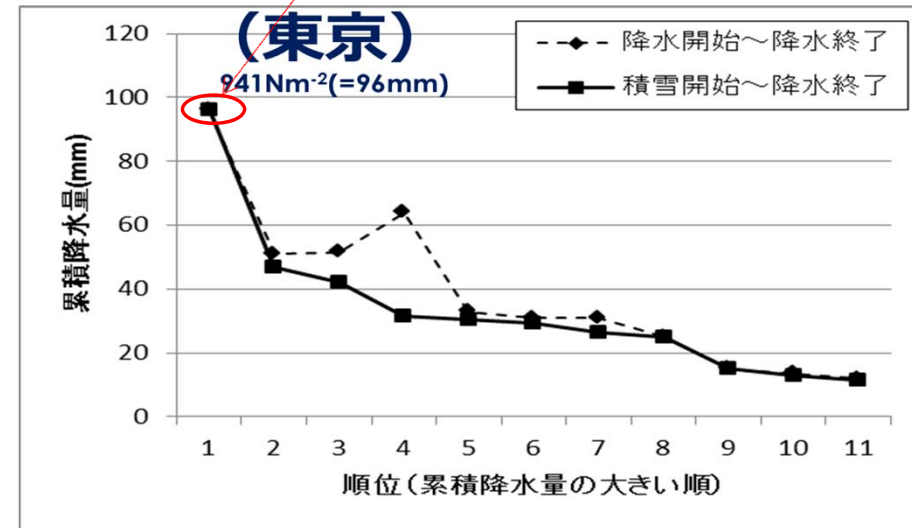


観測史上最重量
2014/2/15

地点：東京管区气象台

期間：1961年1月～2016年11月
(53冬季、毎年11月～3月)

項目：日最大積雪深





2014年2月15日の累積降水量
東京、甲府：約96mm (9.6cm)
熊谷：約140mm (14cm)

雨は流れ落ちるが、雪は留まって積算される



着雪と雪質

FCNタワー屋上の冠雪状況 (2014年2月15日16時半前後)

B1 笠木上の積雪



B2 ソーラーパネル上の積雪



B3 パラボラアンテナ



- 屋上の積雪は、軽く乾いたサラサラの雪
- 屋上付近のビル壁面にはほとんど着雪なし

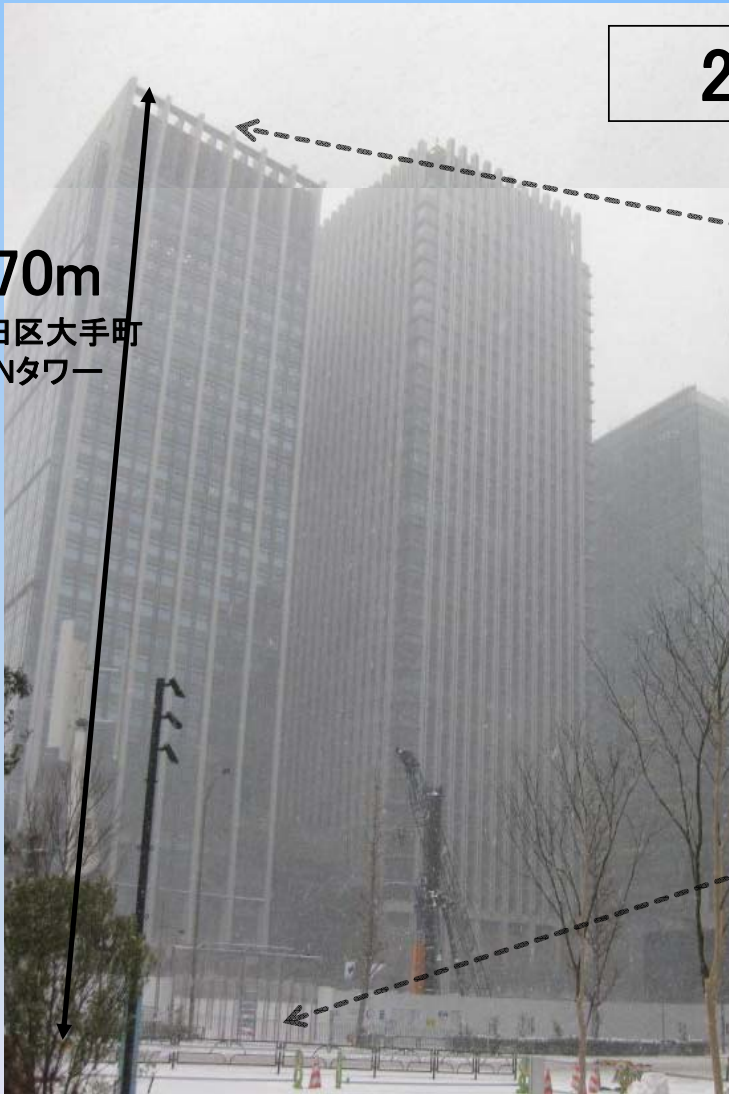
FCNタワー下の地上付近の(2014年2月15日17時半前後)



- 街路灯、手摺支柱に5~10cm厚の着雪
1~2階の縦ルーバーにも
- 地表付近は水を含んだ重く湿った雪

2014年2月14日大雪

170m
千代田区大手町
FCNタワー



<屋上> 時刻 16:40

気温: -0.8°C

乾雪(水を含まない雪)

積雪密度: 144kgm^{-3}

- 屋上気温はわずかにマイナス、
地上気温はわずかにプラス
- 屋上では乾いた雪が、
地表では湿った雪が降った
- 地上の雪は屋上の2倍も重い

<地上> 時刻 17:35

気温: 0.6°C

湿雪(水を含んだ雪)

積雪密度: 270kgm^{-3}

雪が稀な地域特有の
雪氷障害とは？

どんな情報が重要？

その情報は何に使う？

- ▶ どんな情報を世の中は求めている？
- ▶ 誰が何のために使うの？
- ▶ その情報、どうやって得る、観測可能か？
- ▶ 得た情報、欲しい人にどう伝える？

▶ どんな情報を世の中は求めているの？

▶ 1. 降雪などの予測情報（短期, 中長期, 超長期）

▶ 2. 積雪などのリアルタイム情報

▶ 3. 交通障害などのリアルタイム情報

しかも、災害の軽減化につながる情報だ

▶ その情報、誰が何のために使うのか？

● 一般個人

- ・ 通勤／通学／居住者
- ・ 車を運転
- ・ 住宅、車庫、庭木

短期予測情報 ⇒ 出かける前の予防的対応
リアルタイム情報 ⇒ 緊急対応

● 事業者、会社、公的機関

- ・ 鉄道、道路、空港などの交通インフラ
- ・ 電気、ガス、水道、通信などのライフライン・インフラ
- ・ トラック、バス、航空機などの輸送インフラ
- ・ 田畑、果樹、林、ビニールハウスなどの農林業関係
- ・ 工場、商業施設、オフィスなどでの生産、販売、サービス活動
- ・ マスコミなどメディアの情報インフラ

中長期、超長期予測情報
⇒ 生産／販売などの計画／調整／設備投資
短期予測情報 ⇒ 業務上の予防的対応
リアルタイム情報 ⇒ 緊急対応

▶ その情報、中味は何だ？

災害軽減につながる情報

予測情報

リアルタイム情報

事象の実態
事象をもたらす

要因の実態

リアルタイム情報

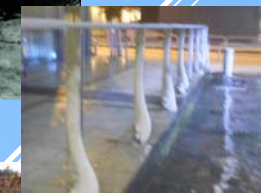
積雪荷重

上に乗っかる



着雪/落雪

横にくっつく



凍結

固化、滑る



▶ 事象の実態と要因の実態

| | N0. | 観測項目 | 単位 | 備考 |
|--------------|-----|-------|-------------------|------------------------|
| 積雪荷重 | 1 | 降水量 | mm | 基幹情報として多点で 時系列観測実施中 |
| | 2 | 気温 | °C | |
| 着雪/落雪 | 3 | 風向/風速 | 16方位 | 多雪地中心に観測実施 中 |
| | 4 | 積雪深 | cm | |
| 凍結 | 5 | 積雪水量 | kg/m ² | 自動観測機器なし 積雪が稀な地域では |
| | 6 | 積雪密度 | kg/m ³ | 全く観測されていない |

雨の観測項目は雨量だけ、**シンプル**

雪の観測項目は多様。

降ってくる雪：降雪量 **量**

積もった雪：積雪深さ、積雪量、積雪水量（重量）

降ってくる雪：結晶形、雲粒

積もった雪：積雪密度、含水率、雪質など **質**

雪害の発生は**量**だけでなく**質**の影響が大変大きい
しかも**気温**、**風向**、**風速**なども関与している

積雪が稀
な地域

| 県 | アメダス地点数 | 内、積雪深 観測地点数 |
|-----|---------|----------------|
| 埼玉 | 14 | 2 |
| 東京 | 25 | 1 |
| 千葉 | 18 | 2 |
| 神奈川 | 11 | 1 |
| 山梨 | 13 | 2 |
| 小計 | 81 | 8 |
| 新潟 | 45 | 16 |

県内に
1~2地点

積雪が稀な地域で、10年間に数日の観測データを取るために積雪観測網を増加させるのは、資源の適正配分上困難

自動計測が可能なのは積雪深だけ
積雪の重量、密度、含水率などは自動計測が困難

大雪時、様々なレベルで迅速な対応策の実行には、リアルタイムの積雪情報が不可欠

- ・ 人工衛星による積雪分布情報
 - ・ 地上での積雪観測情報
- } 組み合わせ

市民参加型の積雪観測ネットワークが有効。

市民参加型の積雪観測ネットワーク構築の意義

- 観測・情報収集のコスト削減
- 防災意識の向上、災害軽減に向け過度の行政依存からの脱却
- 身近な自然現象への興味涵養、青少年のフィールド・ワークへの誘い
・・・気象学、雪氷学、災害科学への市民貢献と裾野拡大
- 自然科学情報の大量/迅速な収集による研究の加速

積雪観測ネットワーク構築の構想 (案)

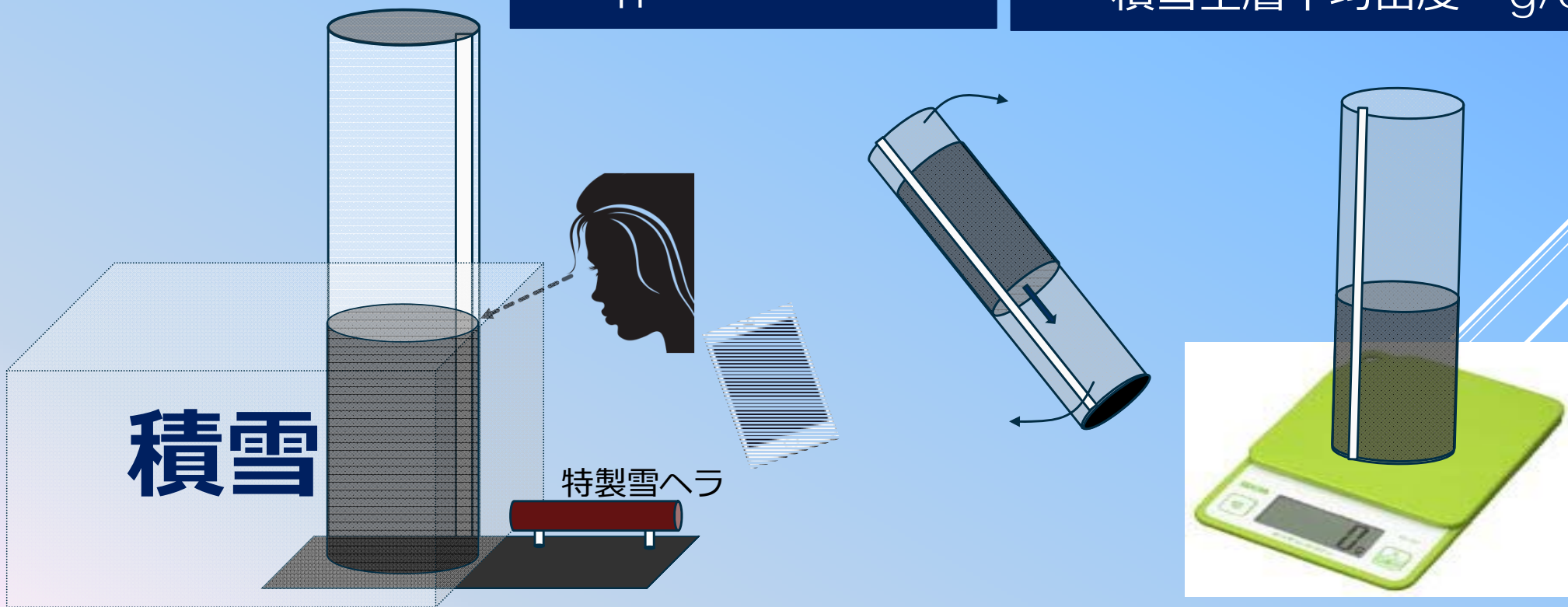
1. 観測方法

計測キット

- ・スノーサンプラー
- ・雪ヘラ
- ・秤

計測項目

- ・積雪深 cm
- ・積雪量 (積雪水量) g/cm^2
- ・積雪全層平均密度 g/cm^3



積雪観測ネットワーク構築の構想（案）

2. 観測/情報提供者

- ・ 日本雪氷学会 会員（支部会員数：約500名）
- ・ 気象学会など関連学会 会員
- ・ 大学など高等教育機関の関係者
- ・ 中学/高校理科教員、理科部（地学、気象）部員
- ・ 情報の利用機関の関係者
- ・ 一般の雪、気象愛好者

積雪観測ネットワーク構築の構想（案）

3. 観測者からの提供情報：

- ・ 観測データ（フォーム指定）
- ・ 写真撮影
- ・ 観測日時
- ・ 観測地点（GPS）
- ・ 観測者名
- ・ アドレス

4. 観測データの投稿先、閲覧：

（社）日本雪氷学会 関東以西支部ホームページ

5. 観測データの管理者：

（社）日本雪氷学会 関東・中部・西日本以西支部

6. 今後の検討

- 観測データの収集、整理、閲覧
- 観測データの品質管理
- 観測者への観測方法の習熟
- 観測者への観測スタンバイの連絡
- システムの構築、維持管理の費用
- 関連する公的機関の協力、連携
- などなど

1 雪が稀な地域特有の
雪氷障害って何？

障害軽減化の方法

Hardware
Software
Humanware

情報

新しい情報Network
が必要

3 必要な情報、どう
やって取得する？

2 軽減化にはどんな
情報が必要か？

必要な情報は不十分。

2016年12月10日

関東の大雪に備える

気象研究所

後援：日本気象学会メソ気象研究会

日本雪氷学会関東・中部・西日本支部

積雪が稀な地域特有の雪氷災害

どんな観測が重要か？ そのデータ何に使う？

ご清聴、ありがとうございました

(株)MTS雪氷研究所
松田益義

**皆様、ご協力をよろしく
お願いいたします。**