

# 冬の気象を把握する



布川 修  
Osamu Nunokawa  
防災技術研究部長

## はじめに

冬に発生する鉄道の被害の原因となる主な気象現象は低温と降雪です。日本の国土の約51%は豪雪地帯として指定<sup>1)</sup>され、日本の鉄道延長の約40%がこの豪雪地帯に敷設されています。また、豪雪地帯の指定を受けていない地域でも極端な低温や降雪が観測されることもありますので、多くの地域で冬に鉄道の被害が発生するおそれがあります。

冬の低温や降雪により生じる現象ごとの鉄道への主な被害を表1に示します。この表に示す

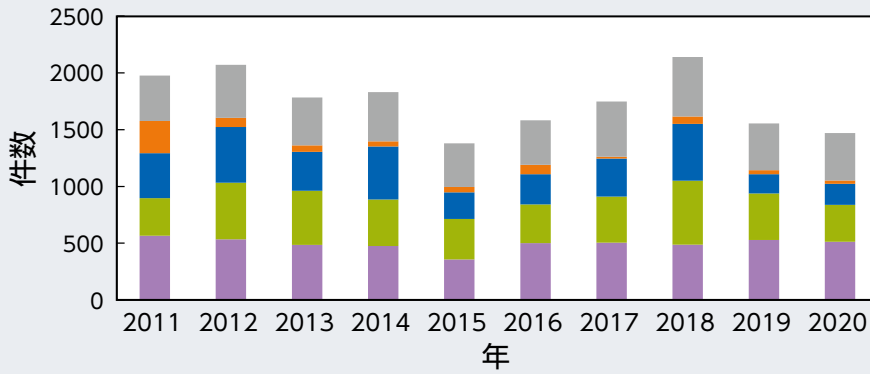
とおりさまざまな被害が生じる可能性があることから、鉄道事業者では想定される被害に応じた対策を講じています。今回の特集では、こうした冬の気象から鉄道の安全を守る取り組みに資する研究や技術開発についてご紹介します。

冬に発生する鉄道被害への備えの基本は、上記で述べた低温や降雪などの気象現象の把握と予測になります。そこでここでは、自然災害による鉄道の輸送障害の発生件数について述べた後、気象庁が発表している低温や降雪の情報を紹介します。

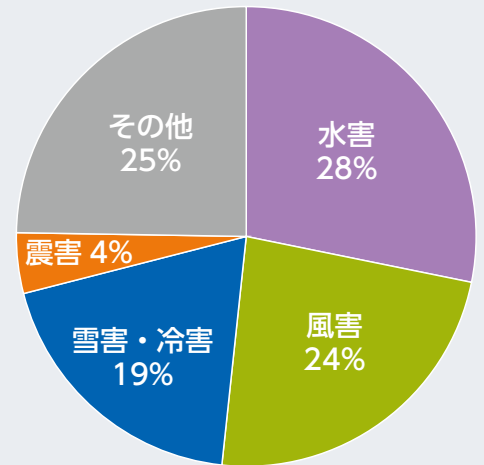
表1 冬に発生する現象ごとの主な鉄道への被害

現象	鉄道への主な被害
降雪	視程障害による信号機の確認不良
積雪	走行不能
	建物・構造物などの倒壊・破損
	信号機・車両機器・分岐器の機能低下
	樹木・竹の倒伏による線路支障や架線の切断
雪崩	脱線転覆、構造物の損壊
吹雪・吹きだまり	走行不能、分岐器の機能低下
着雪、着氷、着霜	架線・電線の切断、架線柱・鉄塔の倒壊、がいしの破壊
	車両床下着雪落下による沿線被害・車両故障
	集電障害、架線溶断
凍結・融解	凍上による線路の不均衡高低発生、建物の下部破壊
	トンネル覆工の破壊
	軌道・電気設備の障害、斜面崩壊

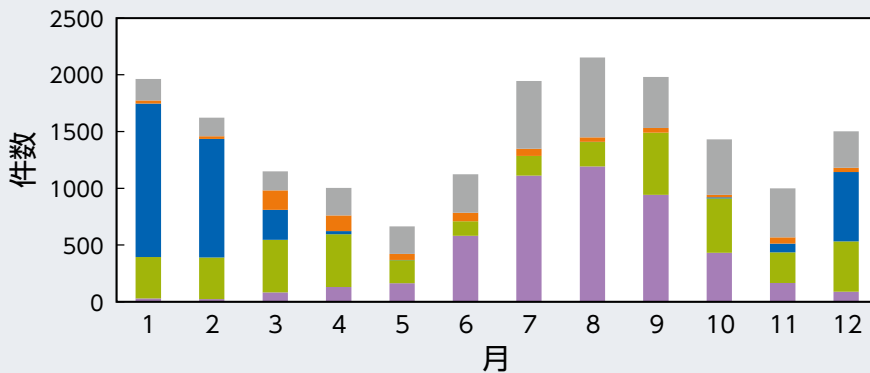
(a) 自然災害種別ごとの輸送障害の件数の推移 (2011～2020年)



(b) 自然災害種別ごとの輸送障害の割合 (2011～2020年)



(c) 月別の自然災害種別ごとの輸送障害の件数 (2011～2020年)



鉄道総合技術研究所 鉄道技術推進センター 提供 「鉄道安全データベース」  
 ※輸送障害(旅客 30分以上, 旅客以外 1時間以上), 列車衝突事故等の運転事故は含まない  
 ※自然災害のみ

図1 自然災害種別ごとの輸送障害 (2011年～2020年)

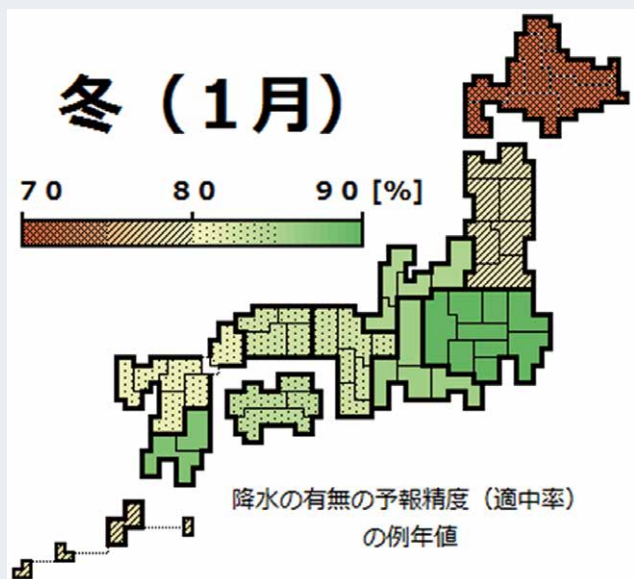
## 自然災害による 鉄道の輸送障害の発生件数

自然災害による列車脱線事故などの重大事象は毎年数件発生しますが、ここではこれらの重大事象よりも明らかに件数が多い輸送障害の推移などについて説明します。自然災害種別ごとの輸送障害の件数の推移 (2011年～2020年の10年間) を図1(a)に示します。なお、弊所の鉄道技術推進センターが作成している「鉄道安全データベース」のデータを用い、列車事故などの運転事故は含まない自然災害による輸送障害のデータを抽出しています。ここで輸送障害とは、旅客30分以上、旅客以外は1時間以上の遅延を生じたものと定義されています。また、輸送障害1件に複数の自然災害の事象 (水害と風

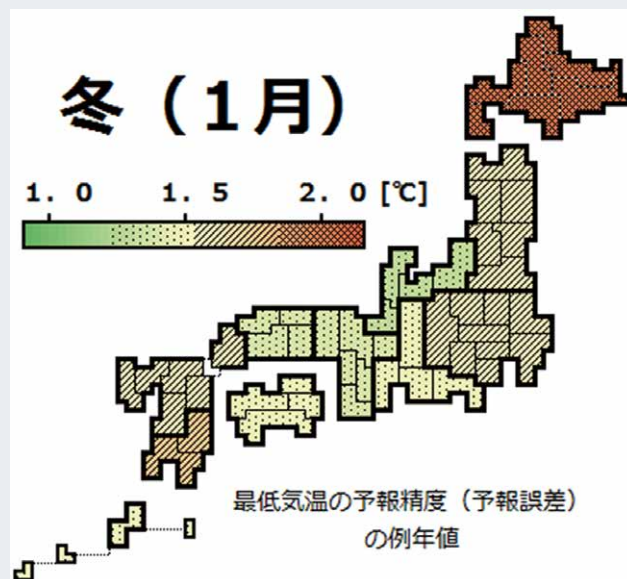
害など) が含まれる場合には複数の自然災害をそれぞれ1件とし、この図に示した「その他」とは雷害、霧害、落石、気温上昇、落葉、倒木、その他です。図1(a)より、輸送障害の件数はこの10年では増加や減少の傾向は見られないことがわかります。年ごとの総件数の年平均値は1731件/年です。

図1(a)と同じデータを用いて作成した自然災害種別ごとの輸送障害の割合 (2011年～2020年) を図1(b)に示します。割合が高い順は、水害、その他、風害、雪害・冷害、震害となりますが、震害を除くと明らかな差はないことがわかります。なお、自然災害種別ごとの総件数の年平均値は、水害では約495件/年、風害では約412件/年、雪害・冷害では約339件/年です。

(a) 降水の有無の予測精度(冬 1月)



(b) 最低気温の予測精度(冬 1月)



出典：気象庁ホームページ「天気予報の精度の例年値とその特徴」  
[https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/kensho/expln\\_reinen.html](https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/kensho/expln_reinen.html)

図2 気象予報の予測精度(冬 1月)

同じく図1(a)と同じデータを用いて作成した月別の自然災害種別ごとの輸送障害の件数(2011年～2020年)を図1(c)に示します。当然の結果ではありますが、6月～10月にかけては水害の件数が多く、12月～3月にかけては雪害・冷害の件数が多くなっています。風害に関しては若干少ない月はあるものの、毎月のように輸送障害が発生していることもわかります。本号の対象である雪害・冷害の輸送障害に着目すると、3～4か月間に集中していることから、日本の鉄道ではこの期間には毎年約100件/月程度、雪害・冷害による輸送障害が発生していることとなります。

こうした輸送障害のすべてをなくすことは、対象が自然現象であるため困難です。しかしながら少なくすることは可能であるため、これに

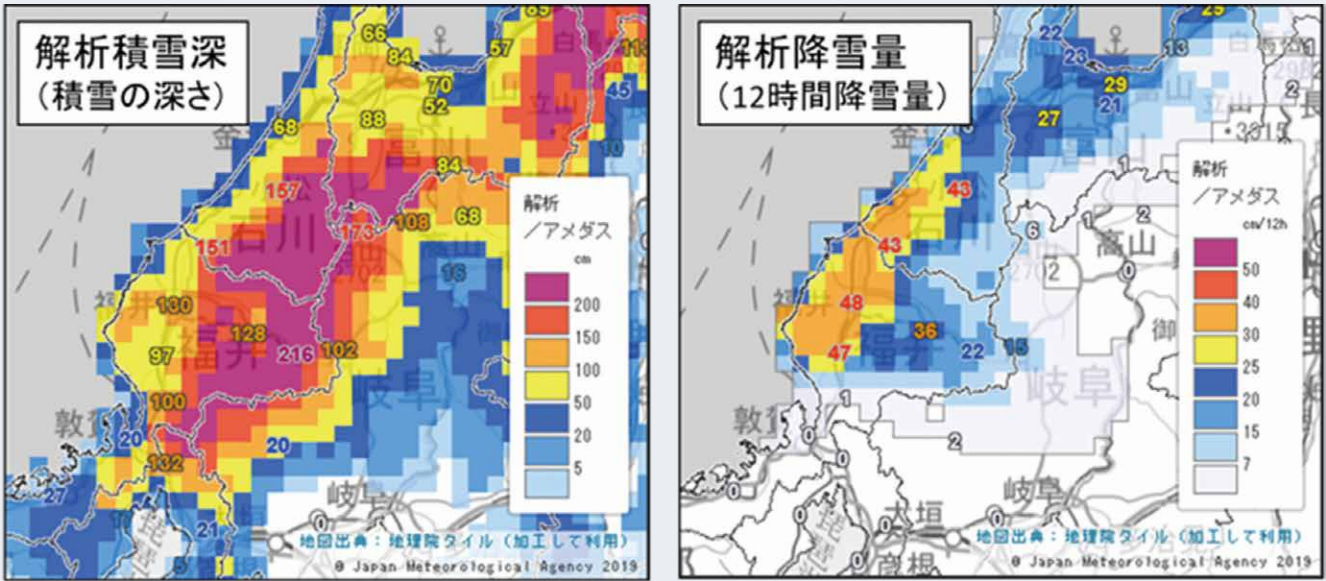
資する研究・技術開発が必要であると考えています。

### 気象予報の精度と雪の面的分布の情報

冬の気象に備えるためには、現在の気温や降雪・積雪の状況を把握し、これらの今後の変化を予測することが重要です。これらを行う際には、皆様も日常的に確認していますが、気象庁から発表される天気予報が有用です。また、雪の面的分布に関する情報も有用です。そこで、まずは天気予報の精度についての概要を紹介します。詳細は文献2をご参照ください。

天気予報は予測技術の改善による精度の向上だけではなく、天候状況に依存する予測の難易度も毎年異なるため、予測精度を検証する値(例えば、下記で述べる「降水の有無」であれば適

数字はアメダスの積雪深の観測値。単位はセンチメートル



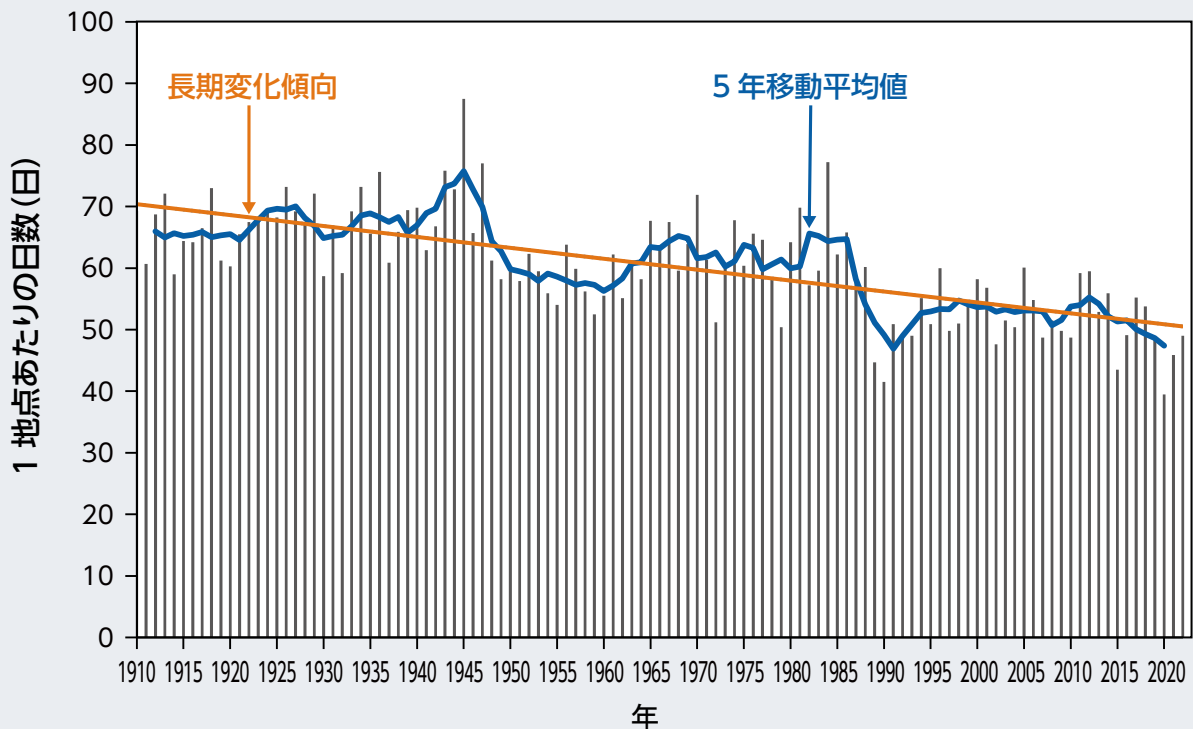
出典：気象庁ホームページ「解析積雪深・解析降雪量・降雪短時間予報」  
(<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/kurashi/snow.html>)

図3 解析積雪深と解析降雪量の描画例 (2018年2月6日12時)

中しているかどうかを判断する「適中率」も変動します。このため、これらの予測精度を表す値を統計が始まって以降のまとまった期間（下記で述べる「降水の有無」と「気温」に関しては29年間）で平均化した値（予測精度の例年値<sup>2)</sup>）が公表されています。例として、明日予報の1月における降水の有無の予測精度の例年値を図2(a)に、最低気温の予測精度を図2(b)に示します。図2(a)より降水の有無に関しては、<sup>どうしょ</sup>島嶼である地形的な特徴から予測が難しい沖縄を除くと、北海道や東北地方の精度がほかの地方より低いことがわかります。全国平均の例年値は82%です。図2(b)より最低気温に関しては、特に北海道の予測誤差が大きいことがわかります。全国平均の例年値は1.6℃です。なお、最低気温は冬から春にかけて予測誤差が大き

なる傾向があります。これは、晴れた夜間の放射冷却による気温低下が大きく、この予測が難しいためとされています。

雪の面的分布に関する情報は、気象庁ホームページの「今後の雪」<sup>3)</sup>で発表されています。このページでは、解析的に求めた現在までの積雪深（解析積雪深）、降雪量（解析降雪量）と降雪短時間予報が確認できます。詳細は文献4をご参照ください。例として、解析積雪深と解析降雪量の描画の例を図3に示します。このように面的な分布として確認できますので、対象としたい場所の雪の情報を得ることが可能です。なお、文献4にも利用上の留意点が記載されていますが、気温や日射などの影響により積雪深が変化する（とけたり沈み込んだりする）こと、風が強い場合には雪が風で流されること、地上



全国の13地点は、網走、根室、寿都、山形、石巻、伏木、銚子、境、浜田、彦根、多度津、名瀬、石垣島になります。都市化の影響が比較的小さく、長期間の観測が行われている地点から、地域的に偏りなく選出しています。

気象庁ホームページ「大雨や猛暑日など(極端現象)のこれまでの変化」  
([https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/extreme/extreme\\_p.html](https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/extreme/extreme_p.html)) からダウンロードしたデータを使用して作成

図4 日最低気温0°C未満(冬日)の年間日数(全国13地点平均)

の気温が1～3°Cのときの雨雪の判別が難しいこと、などから解析による面的・時間的な予測が難しいことが知られていますので、誤差を含む可能性がある情報であることを認識しておく必要があります。

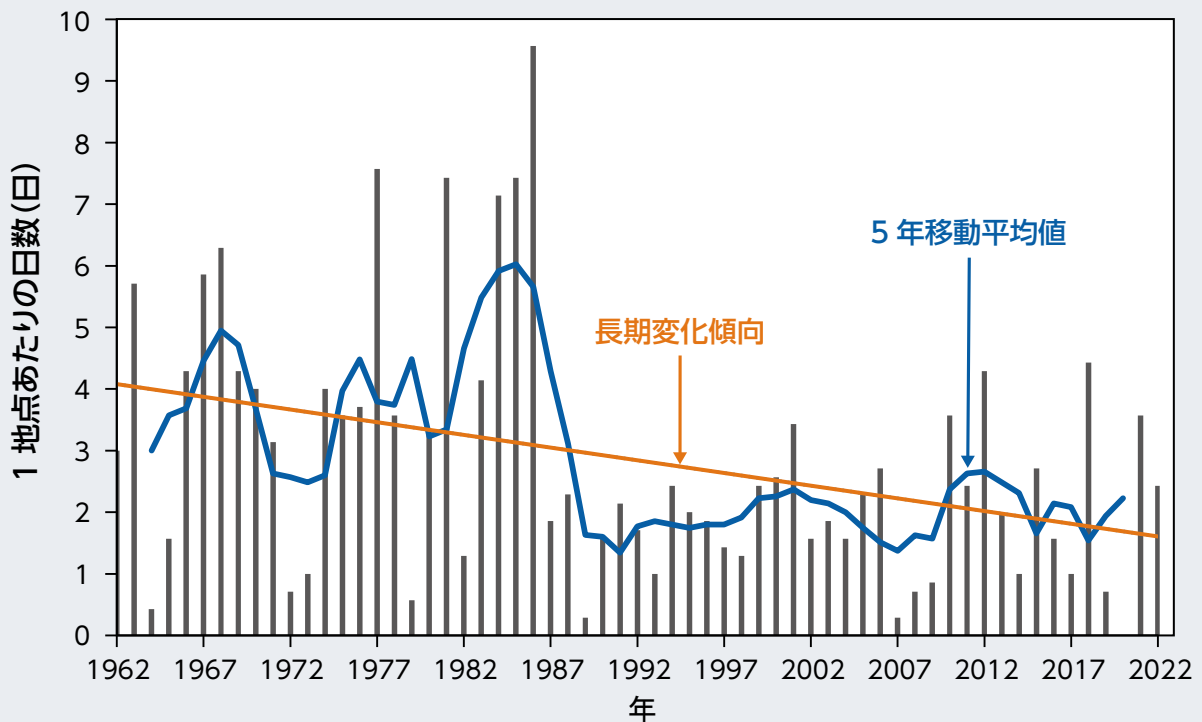
これらの情報を活用する際は、上記で述べた予測精度や予測の難しさを考慮することが必要です。ただし、今後もさまざまな精度向上が図られていくと思えますので、より有用な情報になることが期待されます。

### 低温や降雪の将来予測

皆様ご存知のとおり、近年、気温の上昇や大雨の頻度増加などの気候変動が世界で進行していくことが懸念されています。日本の気候変動

は気象庁などで整理<sup>5)</sup>されていますので、ここではこの資料に基づいて、低温や降雪に関する現状と将来予測について説明します。

日最低気温0°C未満(冬日)の年間日数の推移を図4に、東日本日本海側の日降雪量20cm以上の年間日数を図5に示します。これらの図は、気象庁ホームページからダウンロードしたデータ<sup>6)</sup>で作成したもので、都市化などの影響が少ないなどデータの均質性が長期間継続している地点を選出して(図4は全国の13地点、図5は東日本日本海側の7地点)、1地点あたりの平均を求めたものになります。図4、図5とも長期変化傾向は右肩下がり、すなわち、近年になるほど日数が減少していますので、地球温暖化の影響が表れている結果となっています。



東日本日本海側は、輪島、相川、新潟、富山、高田、福井、敦賀の7地点を使用しています。これらの観測地点は積雪及び降雪量データの均質性が長期間継続している地点から選出しています。

気象庁ホームページ「大雨や猛暑日など(極端現象)のこれまでの変化」  
([https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/extreme/extreme\\_p.html](https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/extreme/extreme_p.html)) からダウンロードしたデータを使用して作成

図5 東日本日本海側の日降雪量20 cm以上の年間日数

この観測結果から、将来的には災害が減少するような冬の気象になると判断されると考えられますが、この点についてはまだわからないという判断結果となっています。この理由は、厳冬期に十分に気温が低い地域においては、気温上昇による水蒸気の増加にともない降雪量が増加する可能性もあるためです。このため、特に低頻度で発生する極端な大雪リスクは当面残存するものとして防災対策を検討しておいた方がよいと考えています。

### おわりに

ここでは、冬に発生する鉄道被害への備えの基本的な内容として、自然災害による鉄道の輸送障害の発生件数、気象庁が発表している低温

や降雪の情報を紹介しました。鉄道への被害防止対策を検討する際に、ここで紹介した内容が参考になれば幸いです。RRR

### 文献

- 1) 国土交通省：豪雪地帯・特別豪雪地帯の指定, <https://www.mlit.go.jp/kokudoseisaku/chisei/content/001584511.pdf> (入手日: 2023/6/22)
- 2) 気象庁：天気予報の精度の例年値とその特徴, [https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/kensho/expln\\_reinen.html](https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/kensho/expln_reinen.html) (入手日: 2023/6/22)
- 3) 気象庁：今後の雪(降雪短時間予報), <https://www.jma.go.jp/bosai/snow/#zoom:5/lat:34.234512/lon:136.713867/colordepth:deep/elements:snowd> (入手日: 2023/6/22)
- 4) 気象庁：解析積雪深・解析降雪量・降雪短時間予報, <https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/kurashi/snow.html> (入手日: 2023/6/22)
- 5) 文部科学省、気象庁：日本の気候変動2020 大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書, 2020
- 6) 気象庁：大雨や猛暑日など(極端気象)のこれまでの変化, [https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/extreme/extreme\\_p.html](https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/extreme/extreme_p.html) (入手日: 2023/6/22)