

基礎研 レポート

気候指数 [全国版] の作成

日本の気候の極端さは 1971 年以降の最高水準

保険研究部 主席研究員 篠原 拓也
(03)3512-1823 tshino@nli-research.co.jp

はじめに

気候変動問題に対する注目が高まりを見せている。温室効果ガスの排出に伴う地球温暖化により、台風、豪雨、熱波、干ばつなど、地球環境にさまざまな影響をもたらされている。

ただ、その極端さを数量的に把握することは簡単ではない。そこで、気候変動の状況を指数化して、その動きを把握しようとする取り組みが、北米やオーストラリアのアクチュアリーの間で始まっている。ヨーロッパでも、検討が進められている。2022 年 9 月 8 日の基礎研レポート(以下、「[前々回のレポート](#)」と呼称)¹では、それらを紹介するとともに、同様の指数の日本版の作成も試みている。

2022 年 12 月 28 日の基礎研レポート(以下、「[前回のレポート](#)」と呼称)¹では、地域区分を設定して、26 地点の指数を作成するなど、日本版の気候指数の拡張を行っている。

本稿では、湿度の指数を追加するなど、指数の拡張を行ったうえで、観測地点を増やし、[全国版]の気候指数の作成 — すなわち、初めての日本全体の気候指数の作成 — に取り組む。²

本稿が、気候変動問題について、読者の関心を高める一助となれば幸いである。

¹ 稿末の【参考文献・資料】に、レポートの題名とアドレスを記しているのので、興味のある方はご参照いただきたい。

² 気候指数は、今後も、継続的な改良や見直しを要するものと考えられる。そこで、バージョン管理を行うこととし、今回の気候指数は、「バージョン 1.00」と称する。(記号では、“v1.00”と表示する。)

[目次]

はじめに.....	1
1—気候指数の目的と拡張の方向性.....	3
1 気候指数には慢性リスク要因の定量化が求められる.....	3
2 各気候区分、さらには日本全体について、気候指数を作成する.....	3
3 “暑さ”をとらえるために、湿度指数を追加する.....	3
2—湿度指数の追加.....	4
1 日本では高温よりも、“暑さ”が問題となりやすい.....	4
2 湿度指数には相対湿度を用いることとする.....	6
3—観測地点の拡充.....	6
1 12の地域区分ごとに複数の観測地点を設定.....	6
2 奄美については、九州南部と合わせた地域区分も設定.....	7
3 気象データの観測地点は気象台等とする.....	7
4 潮位データについては歴史的潮位資料が公表されている潮汐観測地点とする.....	8
5 観測地点は気象データ 154 地点、潮位データ 57 地点.....	8
4—気候指数の作成方法.....	9
1 地域区分に分けて指数を作成し、その平均から日本全体の指数を作る.....	9
2 月ごとと季節ごとの指数を作成する.....	9
3 指数はゼロを基準に、プラスとマイナスの乖離度の大きさを表される.....	9
4 元データとして気象庁の気象データと潮位データを使用する.....	9
5 7つの項目について、指数を作成する.....	10
6 合成指数は、高温、降水、湿度、海面水位の4つの指数の平均とする.....	11
5—気候指数の計算結果.....	11
1 多くの地域区分で合成指数は上昇傾向.....	11
2 日本全体では合成指数が1971年以降の最高水準に.....	18
6—おわりに（私見）.....	19
《注記》気候指数計算に用いた気象データ、潮位データについて.....	20
【参考文献・資料】.....	30

1—気候指数の目的と拡張の方向性

まず、気候指数の目的と拡張の方向性について、少し振り返っておこう。

1 | 気候指数には慢性リスク要因の定量化が求められる

近年、気候変動問題が社会経済のさまざまな場面で注目されるようになってきている。台風や豪雨などの自然災害の多発化や激甚化をはじめ、干ばつや海面水位上昇に伴う食糧供給や住環境の悪化。その対策として、カーボンリサイクル、ネットゼロといった温室効果ガスの排出削減の取り組み。そうした取り組みを金融面から支えるために、グリーンボンド(環境債)やサステナビリティボンドといった省エネやエネルギー転換等の環境関連事業に資金使途を絞った債券発行。これらのさまざまな動きが、世界中で出てきている。

そこで問題となるのが、そもそも気候の極端さは、どの程度高まっているのか、ということだ。気候変動問題では、大規模な風水災のように、短時間のうちに急激に環境が損なわれる「急性リスク」だけではなく、海面水位上昇による沿岸居住地域の喪失のように、長期間に渡って徐々に環境を破壊していく「慢性リスク」もある。気候指数には、こうしたリスクの要因を定量的に示していくことが求められる。

2 | 各気候区分、さらには日本全体について、気候指数を作成する

前回のレポートでは、日本全国を12の地域に分けて、気候区分を設定した。そして、各地域に少なくとも1つの観測地点を設定することを試みた。しかし、1つや2つの観測地点で、その気候区分全体をカバーすることには限界があった。

今回は、各地域区分内の観測地点の数を増やす。そして、各地点の指数を平均化することにより、地域区分の指数の精緻化や安定化を図る。これにより、例えば、ある観測地点のデータが大きく変動した場合でも、他の観測地点との平均化を通じて、地域区分の指数への影響が穏やかになるといった効果が見込まれる。

また、長期間の気候変動リスクの発現を指数の変動としてとらえるうえで、北米やオーストラリアにおける先行事例(前々回のレポートを参照)と同様に、地域区分の全域に渡る観測データをもとに気候指数を作ることは、指数の網羅性を高める観点からも、取り組むべき方向性と言えるだろう。

そこで、今回は、原則として、降水量、風、気温、天気などのデータが過去から毎日観測、公表されている気象台等をすべて観測地点とするなど、全国の地点の数を大幅に増やす。そして、各気候区分、さらには日本全体について、気候指数を作成することとする。第3章で、詳細を示す。

3 | “暑さ”をとらえるために、湿度指数を追加する

気候指数は、気候変動が人間に与える影響をみるための基本指標と位置づけられる。ただ、その影響の経路は、さまざまである。台風や豪雨などの風水災の発生はもとより、海面水位の上昇、大規模森林火災の頻発、干ばつの発生など、気候変動から生じる事象はいくつも考えられる。

日本では、春から秋にかけて、高温の日に熱中症を発症する人が増える。特に、高齢者や乳幼児の場合、熱中症により、生命を失うような深刻な事態も発生している。こうした熱中症は、気温が高く

なることに加えて、湿度が上昇して、“暑さ”（暑熱）が生じることに起因するという³。そこで、今回の気候指数の拡張の1つとして、湿度指数を追加することとしたい。これについては次章で見ていく。

2—湿度指数の追加

本章では、今回の指数拡張の1つである湿度指数の追加について見ていく。

1 | 日本では高温よりも、“暑さ”が問題となりやすい

近年、日本では、夏場に熱中症の患者が多く出現するようになっている。一般に、暑熱環境下では、体温調節が問題となる。体温調節がうまくいかないと、暑熱障害として、熱中症となる恐れがある。通常、熱中症は、病状により4つの病型に分類される。

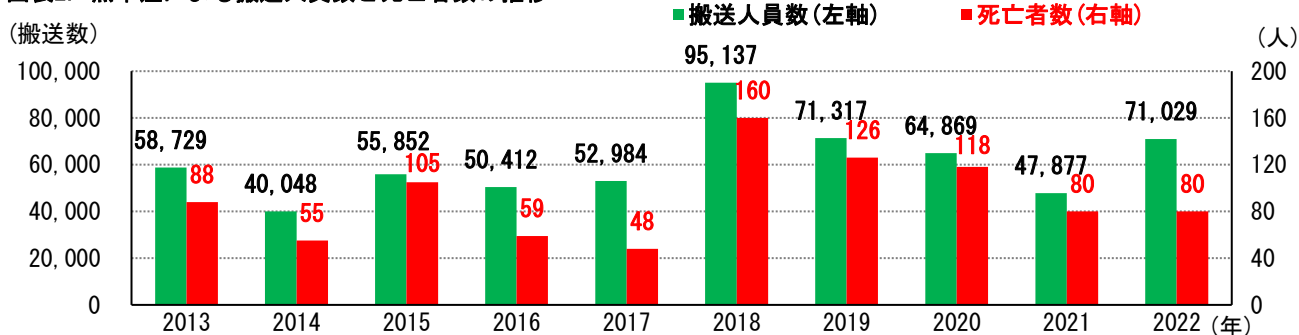
図表1. 熱中症の病型

熱失神	身体は、体温上昇時に皮膚からの放熱を進める。その際、皮膚血管が拡張し、血液がプールされる。このため、血流が減少し、血圧が低下する。脳血流も減少するため、脳への酸素供給が低下して、一過性のめまいや失神、顔面蒼白の症状がみられる。また、呼吸数の増大も起こる。
熱疲労	体温上昇に伴う大量の発汗により、脱水状態となる。あわせて皮膚血管の拡張による循環不全が起こる。口の渇き、脱力、めまい、頭痛、吐き気などの症状がみられる。
熱痙攣	大量の発汗に対して、水の補給のみを行うと、血液中のミネラル(ナトリウムやカリウム等)濃度が低下する。このため、筋肉の痙攣が起こる。腕、脚(特に、足がつる「こむら返り」)、腹筋などの痛みの症状がみられる。
熱射病	体内の産生熱量が放熱量を上回り、体温が40℃を超えて上昇する。これにより、脳や中枢神経の障害をきたす。体温調節機能失調、意識障害、血圧の低下などの症状を呈し、死に至ることもある。

※「スポーツ医学入門」目崎登著(文光堂, 2009年)を参考に、筆者作成

これらの病型をもたらす熱中症の年次推移をみる。近年のピークは2018年で、搬送人員数(95,137人)、死亡者数(160人)とも多かった。その後は、やや減少していた。だが、2022年には、搬送人員数は前年から反転して71,029人、死亡者数は下げ止まって80人となっている。今後、温暖化が進むとともに、高齢者が増加していくことで、熱中症のリスクは高まっていくものと考えられる。

図表2. 熱中症による搬送人員数と死亡者数の推移



* 2014年までと2020年は6~9月分、それ以外は5~9月分。

※「2019年(5月から9月)の熱中症による救急搬送状況」(総務省消防庁, 令和元年11月6日)、「令和4年(5月から9月)の熱中症による救急搬送状況」(総務省消防庁, 令和4年10月28日)をもとに、筆者作成

(2) 熱中症の発生要因 — 高温だけではなく、湿度の要素が大きい

一般に、熱中症予防のためには、暑熱環境下での運動の中止や休息、水分補給等の処置が必要とな

³ 熱中症とは暑熱環境で発生する障害の総称である。(「スポーツ医学検定 公式テキスト 1級」(一般社団法人 スポーツ医学検定機構, 東洋館出版社, 2019年)より)

る。公益財団法人 日本スポーツ協会は、「熱中症予防ガイドブック」を公表しており、「熱中症予防運動指針」⁴と「スポーツ活動中の熱中症予防 5 ヶ条」を示している。そのなかで、環境条件の評価として、WBGT(Wet Bulb Globe Temperature(湿球黒球温度)) が用いられている。WBGT は、「暑さ指数」とも呼ばれており、熱中症予防を目的として 1954 年にアメリカで提案されたものだ。熱中症発生の目安となるのは、高温だけではなく、湿度の要素が大きいことを反映したものとなっている。

図表 3. 熱中症予防運動指針

WBGT	湿球温度	乾球温度	指針	内容
31	27	35	運動は原則中止	特別の場合以外は運動を中止する。特に子どもの場合には中止すべき。
			厳重警戒 (激しい運動は中止)	熱中症の危険性が高いので、激しい運動や持久走など体温が上昇しやすい運動は避ける。10~20 分おきに休憩をとり水分・塩分を補給する。暑さに弱い人**は運動を軽減または中止。
28	24	31	警戒 (積極的に休憩)	熱中症の危険が増すので、積極的に休憩をとり適宜、水分・塩分を補給する。激しい運動では、30 分おきくらいに休憩をとる。
			注意 (積極的に水分補給)	熱中症による死亡事故が発生する可能性がある。熱中症の兆候に注意するとともに、運動の合間に積極的に水分・塩分を補給する。
25	21	28		
21	18	24	ほぼ安全 (適宜水分補給)	通常は熱中症の危険は小さいが、適宜水分・塩分の補給は必要である。市民マラソンなどではこの条件でも熱中症が発生するので注意。

- * 環境条件の評価には WBGT (暑さ指数とも言われる) の使用が望ましい。
乾球温度(気温)を用いる場合には、湿度に注意する。湿度が高ければ、1 ランク厳しい環境条件の運動指針を適用する。
熱中症の発症のリスクは個人差が大きく、運動強度も大きく関係する。運動指針は平均的な目安であり、スポーツ現場では個人差や競技特性に配慮する。
- ** 暑さに弱い人：体力の低い人、肥満の人や暑さに慣れていない人など
- *** WBGT、湿球温度、乾球温度の単位は、いずれもセ氏。
- ※「熱中症予防運動指針」(公益財団法人 日本スポーツ協会)をもとに、筆者作成。

【参考】 暑熱指標について

近年、スポーツ活動を行う競技場等では、WBGT が用いられることが一般的となっている。これは、自然気流中で 3 種類の温度計を用いて気温(湿球温度(NWB)、乾球温度(NDB)、黒球温度(GT))を計測し、それらをもとに次の算式で算出するものである。

屋外の場合 : $WBGT = 0.7NWB + 0.2GT + 0.1NDB$

屋内の場合 : $WBGT = 0.7NWB + 0.3GT$

WBGT は、気流の測定が不要で、心拍数や体温などの身体変化とよく対応するとされている。

今回、気候指数の 1 つとして、湿度指数を追加する。熱中症を引き起こすような暑熱環境の増加を定量的に捉え、気候変動問題の日本への影響を指数としてリアルに反映することが、その目的となる。

⁴ 運動指針中、WBGT の算出に用いる黒球温度(Globe Temperature, GT)は、黒色に塗装された薄い銅板の球(中は空洞、直径約 15cm)の中心に温度計を入れて観測する。黒球の表面はほとんど反射しない塗料が塗られている。この黒球温度は、直射日光にさらされた状態での球の中の平衡温度を観測しており、弱風時に日なたにおける体感温度と良い相関がある。湿球温度(Natural Wet Bulb temperature, NWB)は、水で湿らせたガーゼを温度計の球部に巻いて観測する。温度計の表面にある水分が蒸発した時の冷却熱と平衡した時の温度で、空気が乾いたときほど、気温(乾球温度)との差が大きくなり、皮膚の汗が蒸発する時に感じる涼しさ度合いを表す。乾球温度(Natural Dry Bulb temperature, NDB)は、通常の温度計を用いて、そのまま気温を観測する。(「暑さ指数(WBGT)の詳しい説明」(環境省ホームページ, http://www.wbgt.env.go.jp/doc_observation.php)をもとに筆者作成。)

2 | 湿度指数には相対湿度を用いることとする

一般に、湿度には相対湿度と絶対湿度がある。指数にどちらの湿度を用いるか、検討が必要となる。相対湿度とは、単位容積内の水蒸気の量と、その温度に対応する飽和水蒸気密度の比である。通常は、パーセント単位で表す。単位容積内の水蒸気の量が一定のまま、気温が上がると、分母の飽和水蒸気密度が上昇するため、相対湿度は下がる。つまり、相対湿度は、気温の影響を受ける。通常、日々の天気予報等の気象関係のニュースで湿度として示されるのは、相対湿度である。

一方、絶対湿度とは、単位容積内の水蒸気の質量と、乾燥空気の密度の比である。単位は、「kg/kg」となる。一般に、絶対湿度は、気温が上がっても下がっても変わらない。気象学では、「混合比」とも呼ばれ、湿度の指標としてよく用いられる。その理由は、「(a) 空気塊が不飽和で水蒸気の凝結が起こらない、(b) 上方から雨粒が落ちてきて雨粒から蒸発が起こるといことがない、(c) まわりの違った混合比をもつ空気と混合しない。このような条件が満足されているときには、大気中の混合比の分布の変化を見ると、大気はどう動いているか見当をつけることができる」ためとされている⁵。

今回、湿度指数に相対湿度と絶対湿度のどちらを用いるべきか、検討を要する。湿度指数と、高温指数や低温指数の指数間の独立性を重視する観点からは、絶対湿度を用いることが考えられる。しかし、絶対湿度は日々の天気予報等での湿度とは異なる。絶対湿度ベースの湿度指数は、一般の人々の肌感覚に合わない可能性がある。こうした点を踏まえて、今回は相対湿度を用いることとしたい。

3—観測地点の拡充

今回の指数拡張のもう1つの項目である、観測地点の拡充についても見ていく。

1 | 12の地域区分ごとに複数の観測地点を設定

前回のレポートでは、気象庁の気候区分をもとに、「北日本」「東日本」「西日本」「沖縄・奄美」の4つに分けたうえで、日本全体を12の地域区分に分けて、気候指数を作成することとした。一般的な地方区分を踏まえつつ、都道府県の行政単位ごとに設定することが、主な狙いとなっている。

図表 4. 12の地域区分



地方分類

- (北日本)
 - ・北海道
 - ・東北
- (東日本)
 - ・関東甲信
 - ・北陸
 - ・東海
- (西日本)
 - ・近畿
 - ・中国
 - ・四国
 - ・九州北部
 - ・九州南部
- (沖縄・奄美)
 - ・奄美
 - ・沖縄

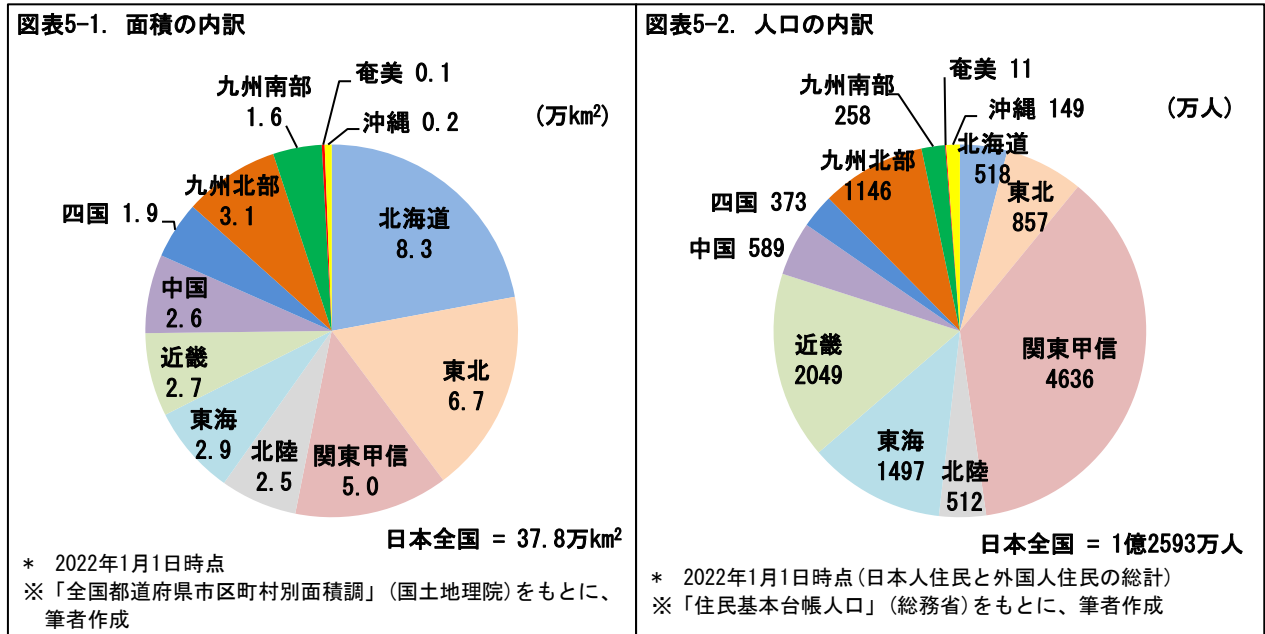
※ 「日本の気候」(気象庁HP) (https://www.ima.go.jp/ima/kishou/known/kisetsu_rivou/tenkou/Average Climate Japan.html)より

⁵ 「」内は、「一般気象学〔第2版補訂版〕」小倉義光著(東京大学出版会, 2016年)より、引用。

2 | 奄美については、九州南部と合わせた地域区分も設定

今後、気候変動問題が保険事業に与える影響をみていくために、気候指数と各種保険事故の発生動向を関連付けるような展開が考えられる。そのようなときに、気候指数を都道府県単位で設定しておくことができれば、使い勝手がよい。

12 の地域区分はそのことを意識しているが、奄美については鹿児島県の一部であり、市町村単位での設定となっている。また、奄美は、面積が 0.1 万 km²、人口が 11 万人であり、他の地域区分と比べて小さい。



そこで、今回の気候指数作成では、奄美について、奄美単独の地域区分に加えて、九州南部と合わせた「九州南部・奄美」の地域区分も設定することとする。

日本全体の気候指数については、各気候区分の気候指数を平均して算定する。その際、九州南部と奄美の代わりに、九州南部・奄美を用いることとする。

3 | 気象データの観測地点は気象台等とする

今回、各地域区分に複数の観測地点を設定して、そのデータをもとに地域区分の気候指数を作る。地域区分内の地点の気候指数を平均したものを、その地域区分の気候指数とする⁶。

各地域区分で設定する気象データの観測地点は、原則として気象台等⁷とする。気象台等では、過去からの日々の観測要素(降水量、風、気温、湿度、天気など)が取得できるためである⁸。無人観測施設であるアメダス⁹による観測地点でも、降水量、風、気温などのデータが取得できるが、湿度や一部の項目が取得できないなどの制約があることから、今回の気候指数作成のための気象データとしては用いない。なお、すでに観測を停止している地点のデータは、用いないこととする。

⁶ 各地点の気候指数は、気象や潮位のデータの参照期間(1971~2000年)平均からの乖離度(平均と標準偏差を用いて算定)として計算される。そのため、各地点の平均をとることができる。

⁷ 気象台の他に、有人の気象観測施設も含まれる。

⁸ 一部の項目のデータが取得できない気象台等もある。その場合、その観測地点のデータは気候指数作成には用いない。

⁹ 国内約1300か所の気象観測所で構成される気象庁の無人観測施設。アメダス(AMeDAS)は、Automated Meteorological Data Acquisition System(地域気象観測システム)の通称。

4 | 潮位データについては歴史的潮位資料が公表されている潮汐観測地点とする

気候指数の1つに、海面水位指数がある。これは、潮位データをもとに、作成される。潮位データについては、1997年3月以前の潮位の観測値が「歴史的潮位資料」、1997年4月以降の潮位の観測値が「近年の潮位資料」として、気象庁より公表されている。ただし、歴史的潮位資料は、すべての潮汐観測地点で公表されているわけではなく、長期に渡って観測を続けている地点に限られる。一方で、過去のデータはあるものの、すでに観測を停止しているため、直近のデータがない地点もある。

そこで、各地域区分で設定する潮位データの観測地点は、歴史的潮位資料と近年の潮位資料が公表されていて、現在も観測を継続している潮汐観測地点とする。

5 | 観測地点は気象データ 154 地点、潮位データ 57 地点

観測地点は次の表のとおりとなった。気象データとして 154 地点、潮位データとして 57 地点のデータを気象庁のホームページより取得し、これらをもとに気候指数を作成する。

図表 6. 気候指数作成にデータを用いる観測地点の一覧

	地域区分	気象データ	潮位データ
北日本	北海道	札幌 函館 江差 寿都 小樽 倶知安 岩見沢 旭川 羽幌 留萌 稚内 北見枝幸 雄武 紋別 網走 室蘭 苫小牧 浦河 帯広 広尾 釧路 根室	函館 小樽 稚内 網走 釧路 花咲
	東北	青森 深浦 むつ 八戸 盛岡 宮古 大船渡 仙台 石巻 秋田 酒田 新庄 山形 福島 若松 白河 小名浜	深浦、下北 宮古
東日本	関東甲信	水戸 つくば 宇都宮 日光 前橋 熊谷 秩父 千葉 銚子 勝浦 館山 東京 大島 三宅島 八丈島 父島 南鳥島 横浜 甲府 河口湖 長野 軽井沢 松本 諏訪 飯田	布良 東京 岡田 父島 南鳥島
	北陸	新潟 高田 相川 富山 伏木 金沢 輪島 福井 敦賀	佐渡 富山 能登
	東海	岐阜 高山 網代 三島 石廊崎 静岡 御前崎 浜松 名古屋 伊良湖 四日市 津 上野 尾鷲	石廊崎 御前崎 内浦 清水港 舞阪 名古屋 尾鷲 鳥羽
西日本	近畿	彦根 京都 舞鶴 大阪 神戸 豊岡 姫路 洲本 奈良 和歌山 潮岬	舞鶴 大阪 淡輪 神戸 洲本 和歌山 白浜 串本 浦神
	中国	鳥取 米子 境 松江 浜田 西郷 岡山 津山 福山 広島 呉	境 浜田 西郷 宇野
	四国	徳島 高松 多度津 松山 宇和島 室戸岬 高知 宿毛 清水	小松島 高松 松山 宇和島 室戸岬 高知 土佐清水
	九州北部	萩 山口 下関 福岡 飯塚 佐賀 雲仙岳 佐世保 平戸 長崎 福江 厳原 熊本 人吉 牛深 大分 日田	長崎 福江 大浦 口之津
	九州南部	延岡 宮崎 都城 油津 鹿児島 阿久根 枕崎 種子島 屋久島	油津 鹿児島 枕崎 種子島
沖縄・奄美	奄美	名瀬 沖永良部	奄美
	沖縄	那覇 名護 久米島 南大東島 宮古島 石垣島 西表島 与那国島	那覇 石垣 与那国

* 山に設置された測候所の地点(例、富士山)では、一部のデータが取得できない場合がある。その場合、その地点のデータは用いない。
2011年の東日本大震災や2000年の三宅島噴火など、自然災害による観測中断期間がある場合は、その内容を見て採否を判断する。

※ 筆者作成

4—気候指数の作成方法

本章では、気候指数の作成方法を振り返っておく。多くは、前々回のレポートに記載した内容の再掲となっている。次章に示す、気候指数の計算結果を読み解くうえで、参考としていただきたい。

1 | 地域区分に分けて指数を作成し、その平均から日本全体の指数を作る

前章で述べたとおり、日本全体を12の地域区分に分ける。また、九州南部と奄美を合わせて、「九州南部・奄美」の地域区分もつくる。各地域区分の指数は、それぞれに含まれる観測地点の指数の単純平均とする。

そのうえで、日本全体の気候指数を、各地域区分の単純平均として作る。平均の計算にあたり、九州南部と奄美については、「九州南部・奄美」を用いる。

2 | 月ごとと季節ごとの指数を作成する

指数は、月ごとおよび四半期の季節単位(12~2月、3~5月、6~8月、9~11月)に作成する。そして、月や季節の指数と併せて、月の5年移動平均、季節の5年移動平均の指数も設定する。これは、気候変動を、短期間の変動としてではなく、より長いスパンで捉えようとする試みである。

なお、やや細かいが、参照期間の当初5年間(1971~1975年)については、実績が5年分に満たないため、移動平均をとっても変動が大きくなる。そこで、この期間は、5年移動平均の不足分を1971~1975年の平均で補うこととする。

3 | 指数はゼロを基準に、プラスとマイナスの乖離度の大きさを表される

気候指数は、7つの項目の乖離度をもとに計算される。7つの項目とは、高温、低温、降水、乾燥、風、海面水位、および今回追加した、湿度を指す。計算にあたり、1971~2000年の30年間を、参照期間とする。そして、あらかじめ、各項目の計数値について、参照期間中の同じ月(季節)の平均と標準偏差を求めておく。(以下、本章では季節について、「月」を「季節」と読み替えていただきたい)

ある1つの項目に、注目する。この項目について、ある月の乖離度を求めることにしよう。そのためには、その月の計数値から、参照期間中の平均を引き算する。その引き算の結果を、参照期間中の標準偏差で割り算する。このようにすることで、その月の計数値が、標準偏差の何倍くらい、平均から乖離しているかという、乖離度が計算できる。

乖離度が標準正規分布に従うものと想定すると、-1から1の間に入る確率は、約68.3%となる。逆に、乖離度が1を超える確率は、約15.9%となる。乖離度が2を超えるのは珍しいことで、その確率は、約2.3%。乖離度が3を超えるのは大変珍しいことで、約0.1%の確率となる。このようにして、気候に関する極端さの度合いが、定量化される。この乖離度を、7つの項目それぞれで計算する。

4 | 元データとして気象庁の気象データと潮位データを使用する

指数作成の元データは、高温、低温、降水、乾燥、風、湿度については過去の気象データ、海面水位については歴史的潮位資料と近年の潮位資料の潮位データとする。いずれも気象庁のホームページからダウンロードして取得したデータとする。

気象データは、日単位のものとし、各観測地点の「日最高気温(°C)」、「日最低気温(°C)」、「降水量の日合計(mm)」、「日平均風速(m/s)」、「日平均相対湿度(%)」のデータである。乾燥指数のため

に、降水に関しては、降水現象の有無に関する「現象なし情報」も用いる。

一方、潮位データは、月単位のものとし、各観測地点の「月平均潮位 (cm)」を用いる。

5 | 7つの項目について、指数を作成する

以下では、ポイントを絞って、項目別に、作成方法を概観していく。いずれも、極端さの度合いを示すものとして、乖離度を用いるという方針が貫かれている。

(1) 高温は、上側 10%に入る日の割合から算出

高温は、参照期間中の気温分布に照らした場合に、月のうち、上側 10%の中に入る日が、何日を占めるかという割合をとる。例えば、ある年の 4 月 6 日については、1971 年から 2000 年までの 4 月 6 日とその前後 5 日間(4 月 1~5 日および 7~11 日)の、合計 330 日分のデータのうち、33 番目に高いデータが閾値(しきい値)となる。この閾値以上の日が何日あったか、をみることとなる。

気温は、1 日のうちにも変動するため、日最高気温と日最低気温のそれぞれについて、その割合をとる。この割合から、参照期間の平均を差し引き、その結果を参照期間の標準偏差で割り算して、それぞれの乖離度が計算される。そして、その和半をとって、高温の指数とする。

(2) 低温は、下側 10%に入る日の割合から算出

低温は、高温と同様に、参照期間中の気温分布に照らした場合に、月のうち、下側 10%の中に入る日が、何日を占めるかという割合をとる。日最高気温と日最低気温のそれぞれについて、その割合をとる。この割合から、参照期間の平均を差し引き、その結果を参照期間の標準偏差で割り算して、それぞれの乖離度が計算される。そして、その和半をとって、低温の指数とする。

(3) 降水は、5 日間の降水量の最大値から算出

降水は、月のうち、連続する 5 日間の降水量をみる。高温と同様に、参照期間中の降水量の上側 10%の中に入る日が、その月にどれだけあるかという割合でみていく。この割合から、参照期間の平均を差し引き、その結果を参照期間の標準偏差で割り算して、降水の指数とする。

(4) 乾燥は、乾燥日が連続する日数から算出

乾燥の指数は、連続乾燥日から算出する。すなわち、乾燥日が続くかという、最大連続日数についてデータをとる。その際、乾燥日をどのように判定するかが検討ポイントとなる。降水量が 0 ミリメートルでも、わずかながら降水が見られる場合と、まったく降水が見られない場合があるためだ。

これについては、気象データにおいて観測単位(降水量 0.5 ミリメートル)未満で、降水の現象の有無の観測をした結果として表示されている「現象なし情報」を用いて判定する¹⁰。

参照期間中の同月の乾燥日の最大連続日数をもとに、その月の参照期間からの乖離度が計算される。これを、乾燥の指数とする。

(5) 風は、上側 10%に入る日の割合から算出

風は、参照期間中の日平均風速の分布に照らした場合に、月のうち、上側 10%の中に入る日が、何日を占めるかという割合をとる。この割合から、参照期間の平均を差し引き、その結果を参照期間の標準偏差で割り算して、それぞれの乖離度が計算される。これを、風の指数とする。

¹⁰ 現象なし情報は、降水の現象があった日は 0、なかった日は 1 の値で表示されている。

(6) 湿度は、上側 10%に入る日の割合から算出

湿度は、参照期間中の日平均相対湿度の分布に照らした場合に、月のうち、上側 10%の中に入る日が、何日を占めるかという割合をとる。この割合から、参照期間の平均を差し引き、その結果を参照期間の標準偏差で割り算して、それぞれの乖離度が計算される。これを、湿度の指数とする。

(7) 海面水位は、参照期間中の同じ月のデータから算出

海面水位は、月平均潮位から算出する。ただし、季節によって海面水位の高さは変わる。そこで、参照期間中の同月の 30 個のデータをもとに、参照期間の平均や標準偏差を計算する。それらをもとに、その月の平均潮位の参照期間からの乖離度が計算される。これを、海面水位の指数とする。

6 | 合成指数は、高温、降水、湿度、海面水位の 4 つの指数の平均とする

最後に、以上で算出された 7 項目の指数をもとに、合成指数を算出する。

7 項目の指数のうち、高温と低温はともに気温についての項目であり、相互に関連があるものと考えられる。また、降水と乾燥は、反対の事象を表す項目と言えるため、負の相関があるものとみられる。さらに、風については、観測方法がよく変更されており、データが空欄となっていた日数も多いなど、データの一貫性に難があるという課題も残っている。¹¹

このため、今回は、低温、乾燥、風は合成指数の計算には用いず、高温、降水、湿度、海面水位の 4 項目の平均として合成指数を算出する。なお、観測地点ごとの合成指数を算出する場合、海に面していない観測地点では、海面水位を除いて合成指数を計算する。

5——気候指数の計算結果

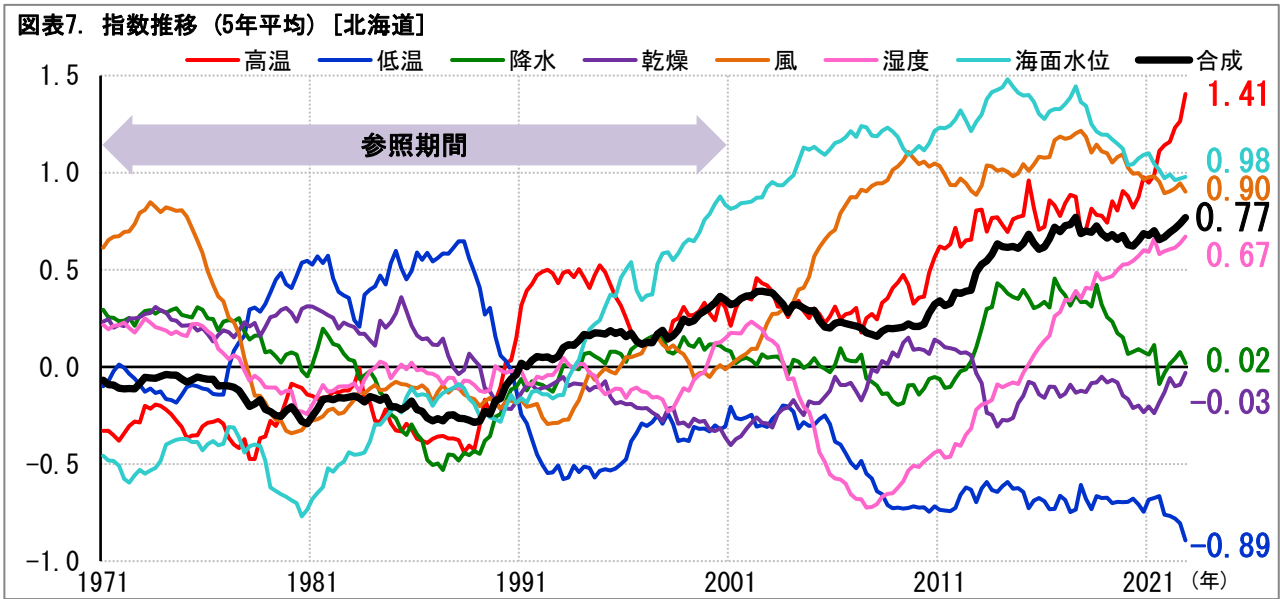
本章では、1971 年～2022 年秋季(9～11 月)の期間に渡り、各地域区分と日本全体について、気候指数の計算結果を見ていく。日本各地と日本全体で、気候の極端さがどれくらい進んでいるか、概観していくこととしたい。

1 | 多くの地域区分で合成指数は上昇傾向

まず、12 の気候区分ごとに、計算結果のグラフを見ていこう。九州南部と奄美については、それぞれのグラフとともに、両者を一体化した「九州南部・奄美」についても見ていく。

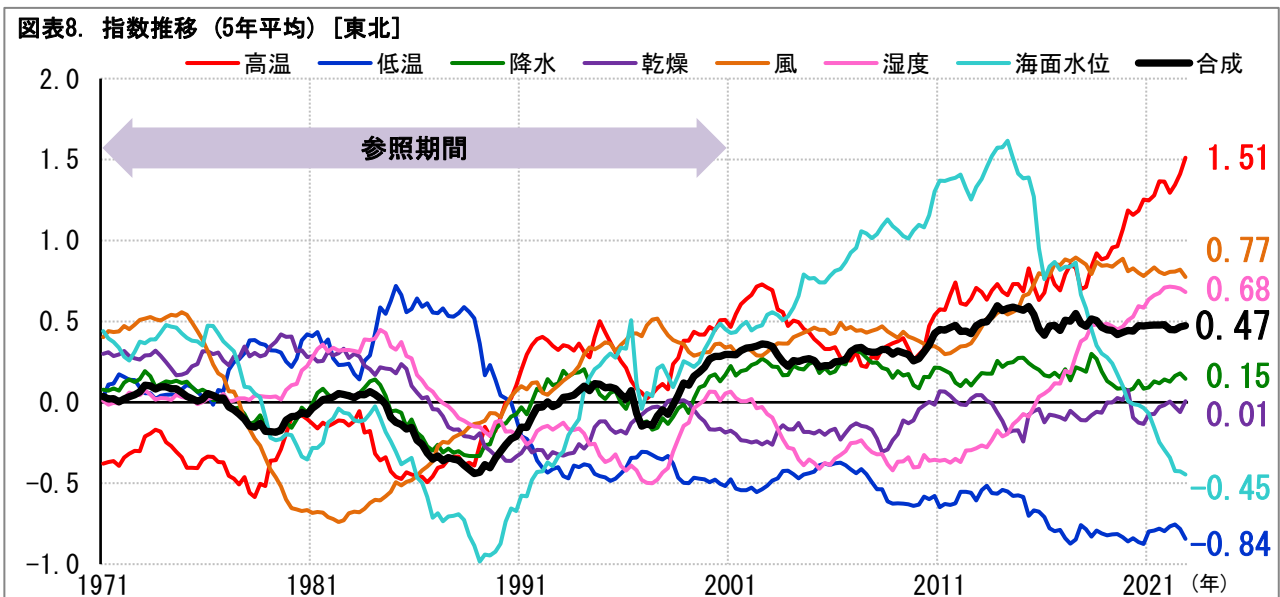
¹¹ 別表 21 に示すとおり、気象データのうち日平均風速については、1971～2022 年の間に、すべての観測地点で少なくとも 1 回、多い地点では 4 回、観測方法が変更されている。また、空欄となっている日数は、他の気象データに比べて多い。

(1) 北海道



北海道の合成指数は、上昇傾向にあり、2022年秋季には0.77となっている。2000年代に比べて、2010年代は、参照期間からの乖離度が高まっている。特に、高温指数は近年、上昇の勢いが強く、1.5に迫る水準となっている。また、湿度指数も近年ハイペースで上昇している。この2つの上昇が、合成指数の騰勢につながっている。

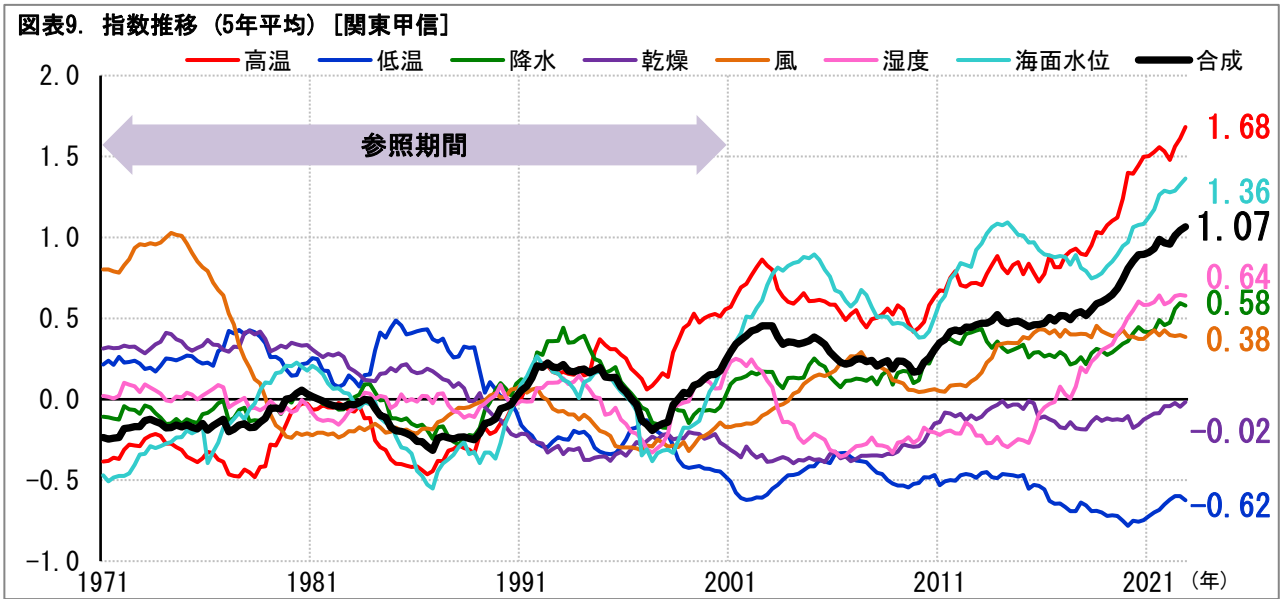
(2) 東北



東北の合成指数は、2010年代以降0.5前後で推移し、2022年秋季には0.47となっている。参照期間に比べると若干高い。中でも、高温指数は1.5を超えており、高温の日が増えていることを表している。また、湿度指数は2010年代以降上昇のペースが高まっており、湿潤化が進みつつあることがうかがえる。なお、海面水位指数は、2011年の東日本大震災に伴う観測中断期間前後での格差が大きい大船渡、鮎川、小名浜を除いたため、潮位の観測地点が3カ所となり大きく変動している¹²。

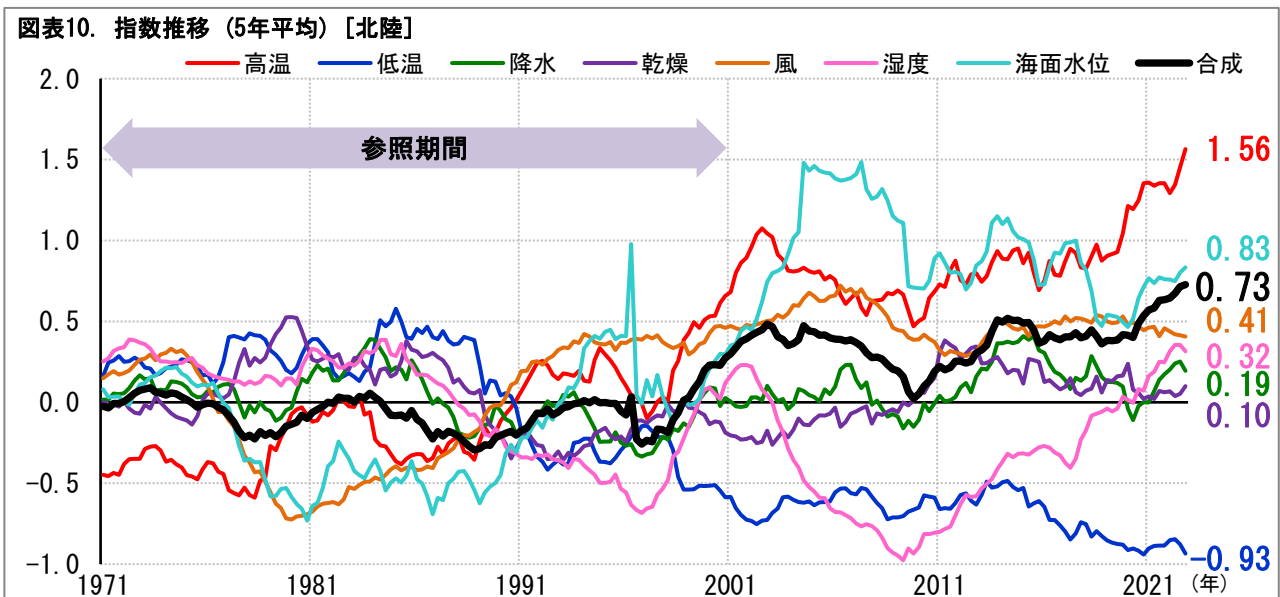
¹² 宮古にも東日本大震災に伴う観測中断期間があったが、その前後での格差が大きくなかったため、海面水位指数の元データとして用いることとした。

(3) 関東甲信



関東甲信の合成指数は、上昇傾向にあり、2022年秋季には1.07となっている。特に、高温指数が1.5を超えて上昇しており、海面水位指数も高まっている¹³。また、湿度指数は2010年代以降上昇のカーブが急角度となっている。首都圏を含む人口集中地域で、気候変動の程度が徐々に高まっている様子がうかがえる。

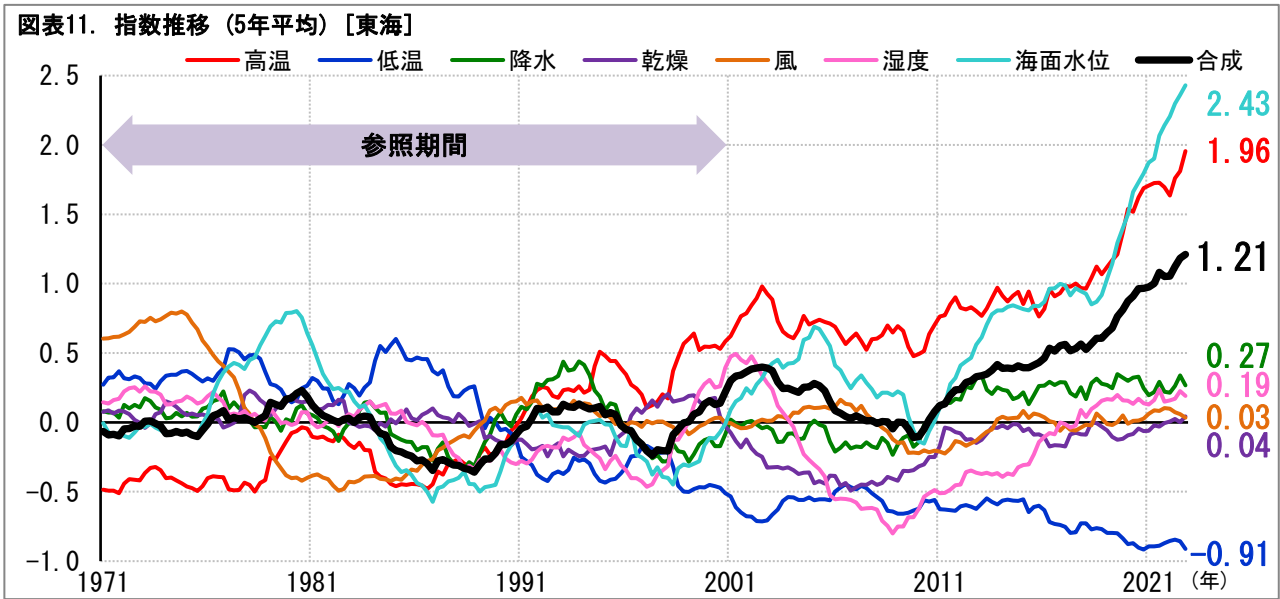
(4) 北陸



北陸の合成指数は、長らく0.5程度で推移してきたが、2020年代以降やや上昇し、2022年秋季には0.73となっている。中でも、高温指数は1.5を超えており、上昇の要因となっている。また、湿度指数は長らくマイナスで推移していたが、上昇を続けて2020年代にはプラスとなっている。このことも、合成指数の上昇の要因となっている。

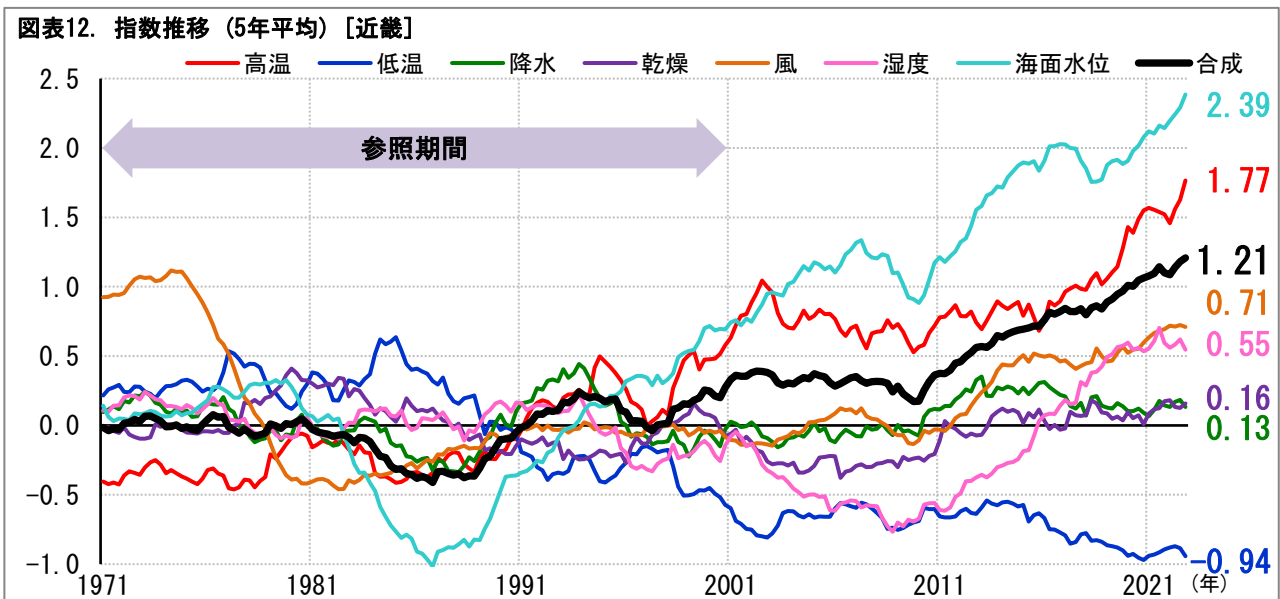
¹³ 海面水位指数の作成のための潮位データについて、2000年の三宅島噴火に伴うものとみられる観測中断期間前後での格差が大きい三宅島(坪田)は除いている。なお、気象庁のホームページ上では、観測中断期間の原因等は「不明」とされている。

(5) 東海



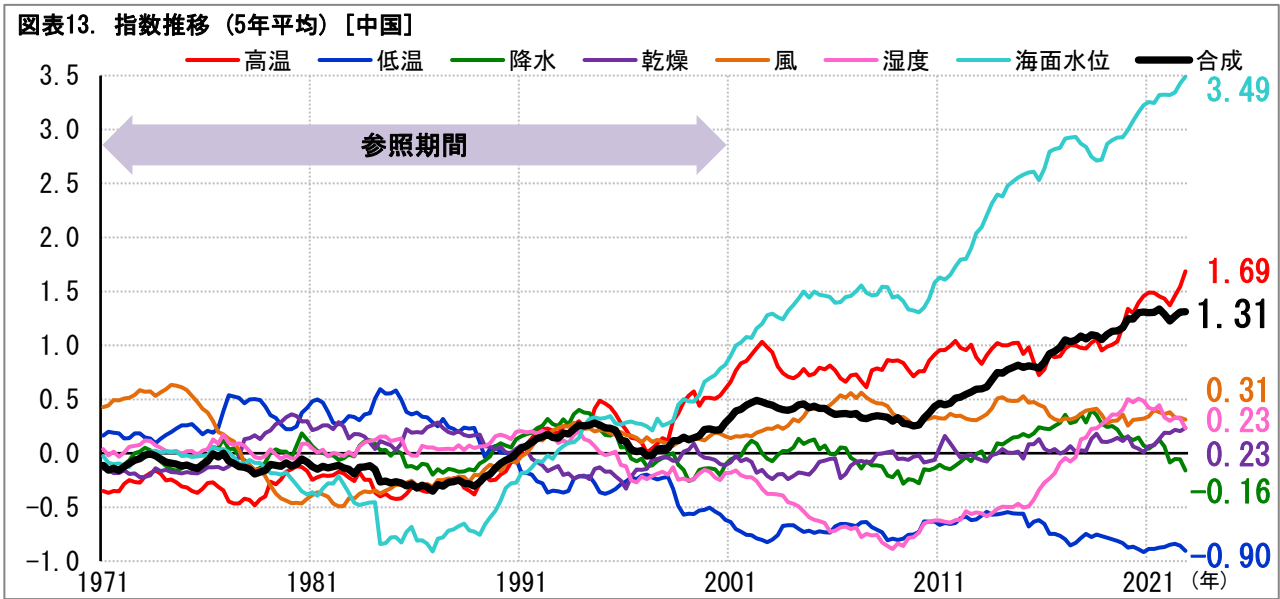
東海の合成指数は、2000年代までゼロ近辺で推移してきたが、その後上昇して、2022年秋季には1.21となっている。背景に、海面水位指数と高温指数の上昇がある。海面水位は、石廊崎、清水港、御前崎といった駿河湾沿いの観測地点で継続的な上昇が見られる。高温指数は2020年に1.5を超え、2に迫る水準となっている。人口の集中する中京圏で、気候変動の高まりが鮮明になりつつある。

(6) 近畿



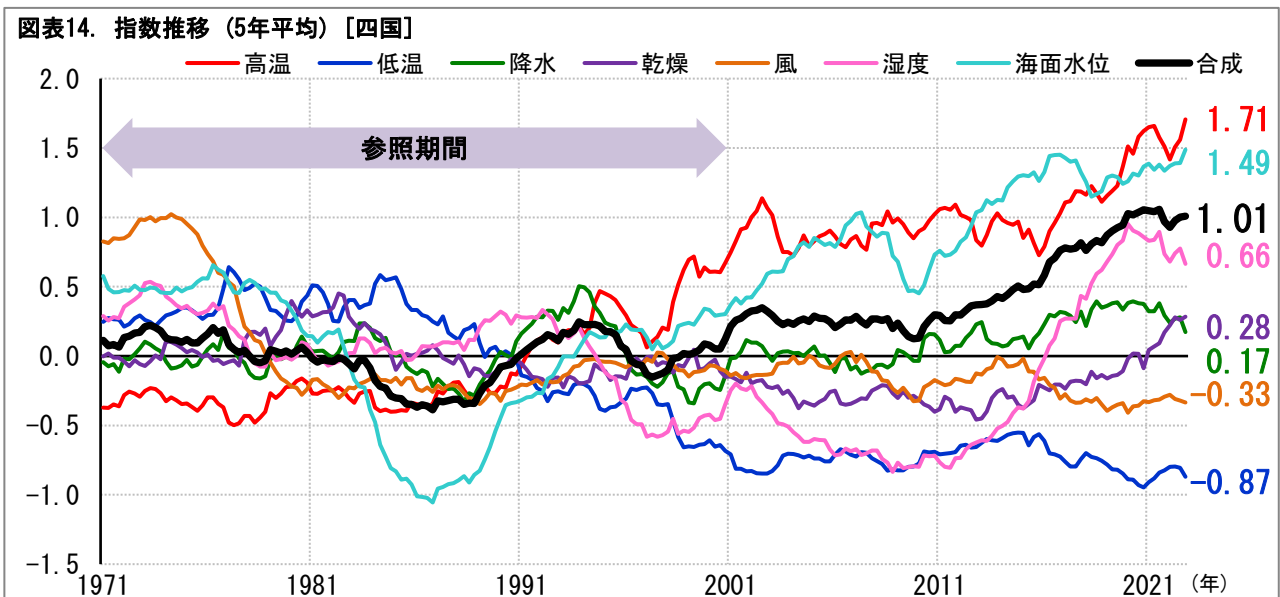
近畿の合成指数は、上昇基調にあり、2022年秋季には1.21となっている。特に、海面水位指数の上昇が大きい。舞鶴、大阪、神戸、洲本、串本、浦神といった日本海側、大阪湾沿岸、太平洋側の各観測地点で上昇している。また、高温の指数は、2020年に1.5を超えて、さらに上昇している。人口の集中する近畿圏で、気候変動の高まりが顕著となりつつある。

(7) 中国



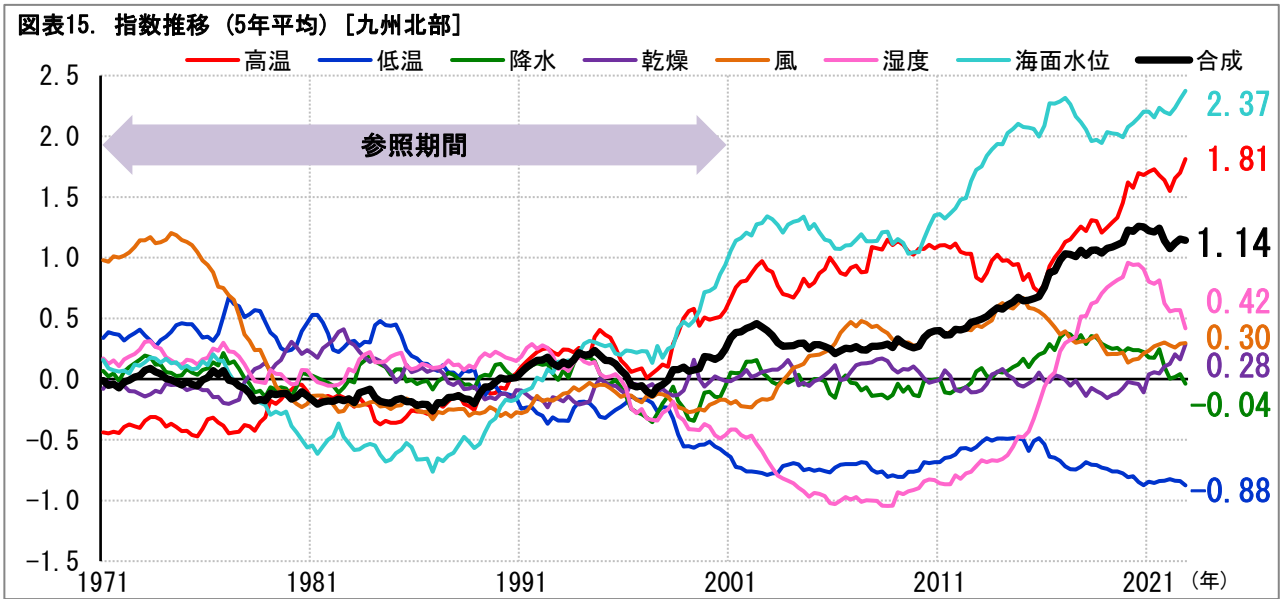
中国の合成指数は、2010年代以降上昇を続けており、2022年秋季には1.31となっている。特に、海面水位指数が2010年代以降に大きく上昇している。日本海側の境、浜田、西郷と、瀬戸内海沿岸の宇野の観測地点の、いずれでも上昇している。また、高温指数も2010年代終わり頃より上昇し、2022年には1.5を超えた。これらのことが、合成指数の上昇につながっている。

(8) 四国



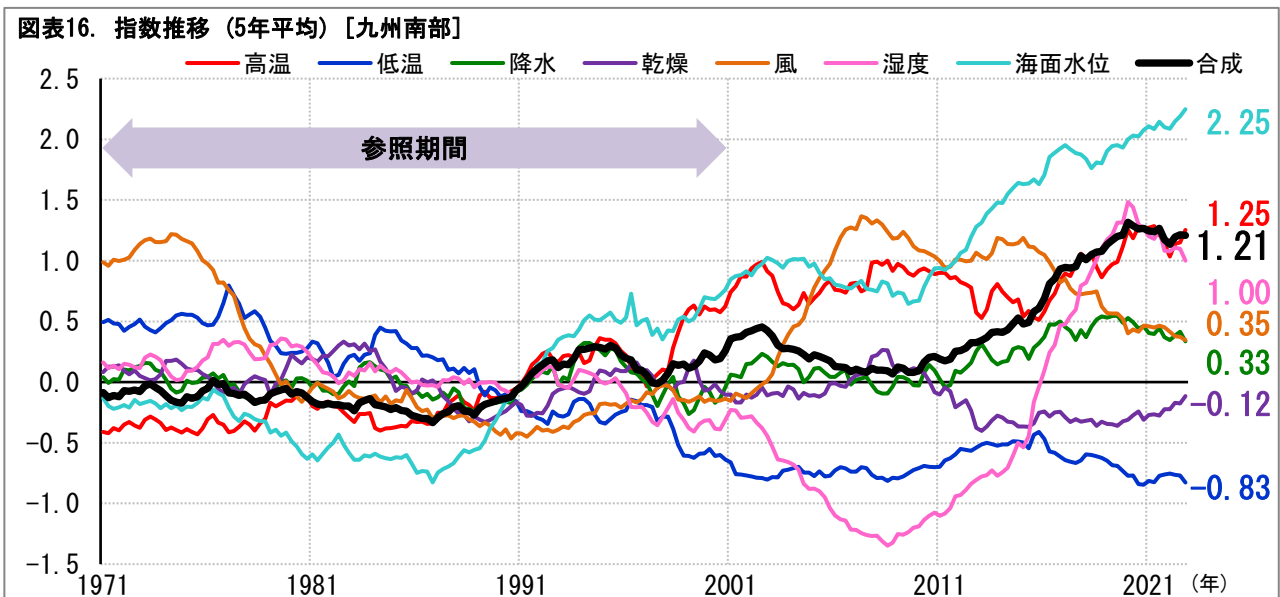
四国の合成指数は、2010年代以降上昇しており、2022年夏季には1.01となっている。中でも、高温指数は2020年に1.5を超えて、高い水準に達している。海面水位指数も上昇を続けている。湿度指数は、長らくマイナスで推移していたが、2010年代半ばにプラスに転じている。このことも、合成指数の上昇の要因となっている。

(9) 九州北部



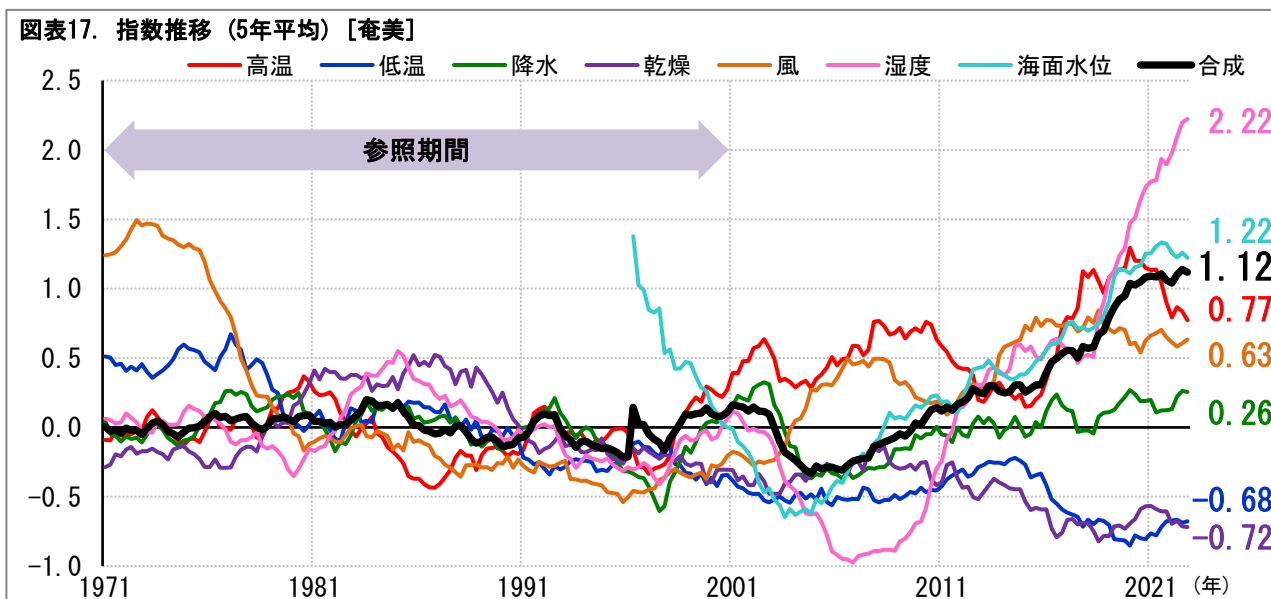
九州北部の合成指数は、2000年代半ばより徐々に上昇しており、2022年秋季には1.14となっている。高温の指数は2020年に1.5を超えて、2に迫っている。さらに、長崎、福江、口之津といった観測地点の海面水位が上昇して、海面水位指数が高い水準で推移しており、合成指数の上昇につながっている。三大都市圏につぐ九州北部の人口集中地域でも、徐々に気候変動の影響があらわれつつある。

(10) 九州南部



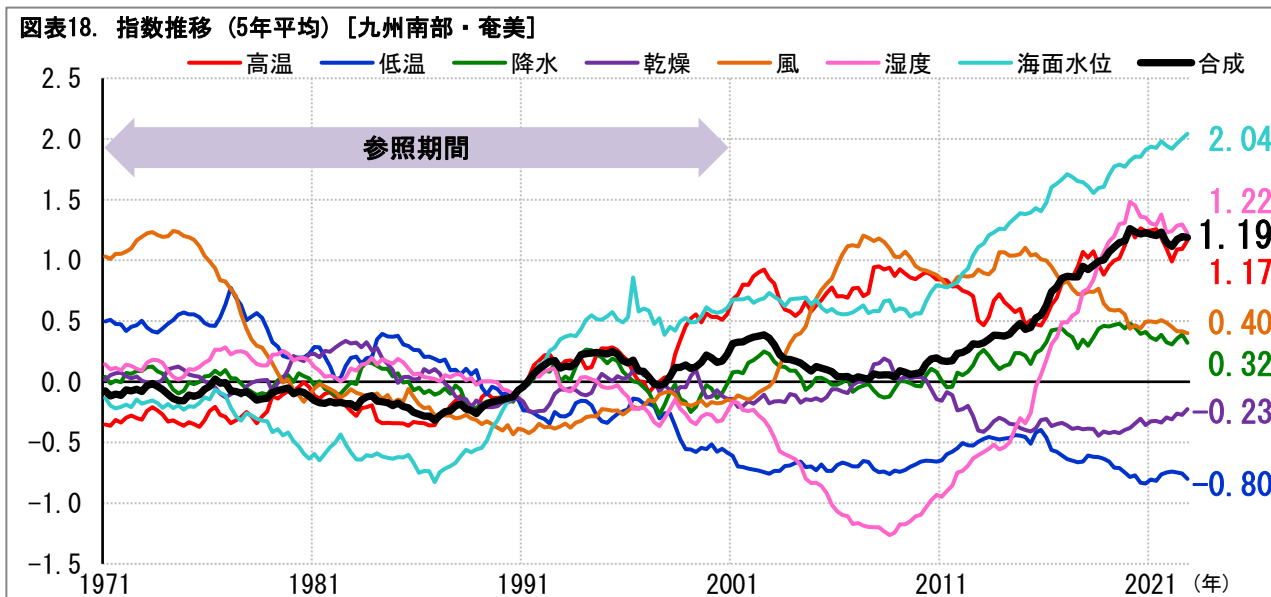
九州南部の合成指数は、2010年頃までゼロ前後で推移してきたが、その後上昇して、2022年秋季には1.21となっている。中でも、海面水位指数は2010年代以降大きく上昇している。油津、鹿児島、枕崎といった観測地点で海面水位が継続的に上昇している。また、近年、高温指数は1を超えている。湿度指数は、2010年代後半に急上昇した。これらのことが、合成指数の上昇につながっている。

(11) 奄美



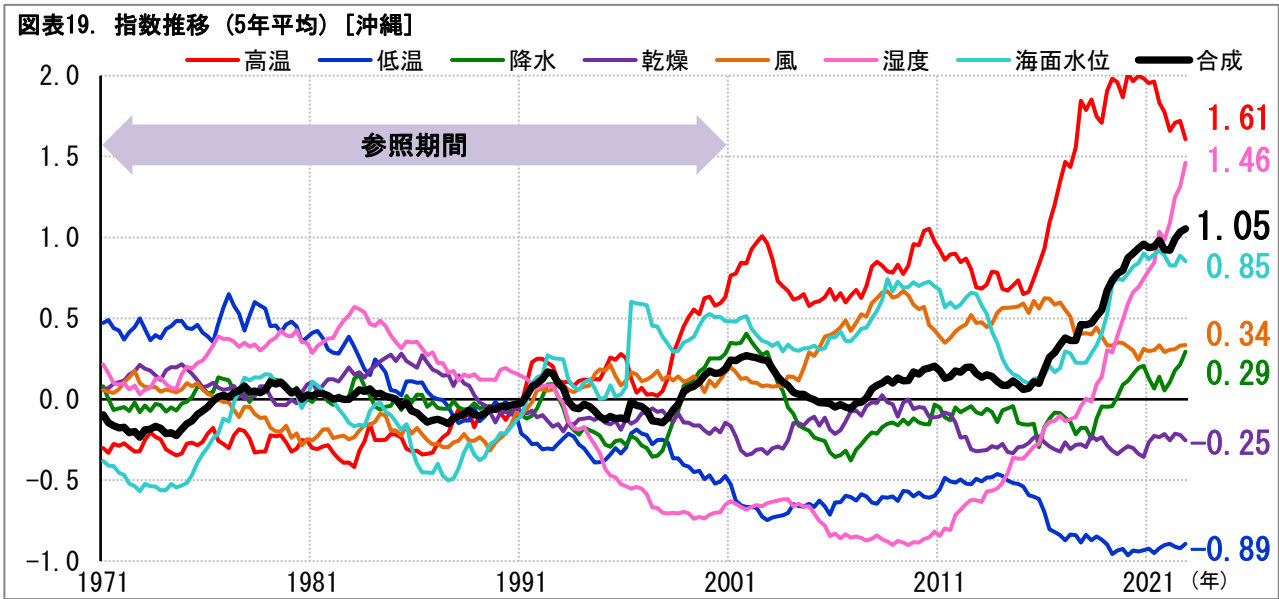
奄美の合成指数は、2000年代半ばより上昇を続け、2022年秋季には1.12となっている。特に、湿度指数が2を超えて推移していることが大きく寄与している。この地域区分は、気象の観測地点が2つ、潮位の観測地点が1つであり、各指数が変動しやすい。そのため、奄美単独の地域区分に加えて、九州南部と合わせた「九州南部・奄美」の地域区分でも気候指数を見ていくことが望ましいものと考えられる。

(12) 九州南部・奄美



九州南部・奄美の合成指数は、2010年頃までゼロ前後で推移してきたが、その後上昇して、2022年秋季には1.19となっている。九州南部と奄美の地域区分の気候指数の状況が、あらわれている。特に、海面水位指数が高い水準で推移し、上昇している。また、湿度指数は、2010年代後半に急上昇している。これらのことが、合成指数の上昇の要因となっている。

(13) 沖縄

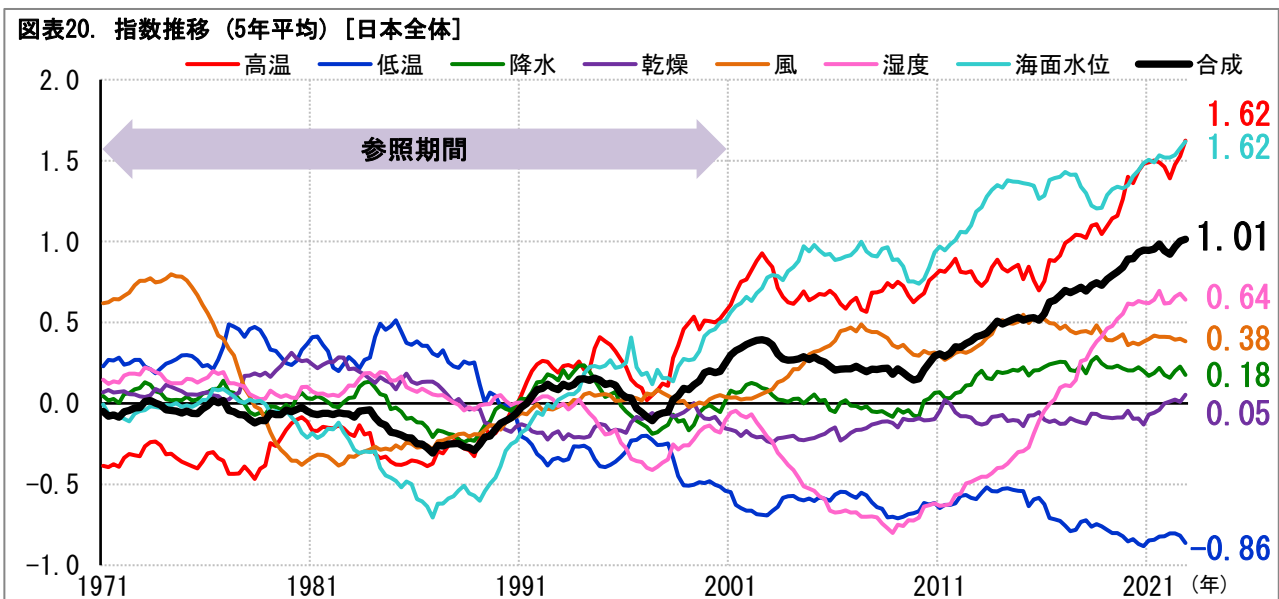


沖縄の合成指数は、長らくゼロ近辺で推移してきたが、2010年代半ばより上昇し、2022年秋季には1.05となっている。特に、高温指数は急上昇して、2020年に2を超えた。その後、やや低下している。また、湿度指数は、2010年代に上昇のペースを上げてきた。これらのことが、合成指数の上昇につながっている。

2 | 日本全体では合成指数が1971年以降の最高水準に

前節の各気候区分の気候指数の計算結果を踏まえたうえで、日本全体のグラフを見ていこう。日本全体は、各地域区分の指数を平均したものとしている。ただし、九州南部と奄美については、両者を一体化した「九州南部・奄美」の地域区分をもとに、平均をとることとしている。

日本全体



日本全体の合成指数は、参照期間の 1971～2000 年には、ゼロ前後で推移していた。2000 年代には、0～0.5 の範囲内で変動していたが、2010 年代に入ると上昇傾向となった。2013 年に 0.5 を超え、2022 年夏季には 1 に達し、2022 年秋季には 1.01 に上昇した。この水準は、1971 年以降の過去最高水準となっている。

高温指数と海面水位指数の 2 つは、長らく合成指数を上回る水準で推移し続けている。高温指数は、上昇基調にあり、2010 年代半ば以降は上昇の勢いが増している。海面水位指数も、上昇傾向が続いている。さらに、湿度指数は、2000 年以降マイナスで推移していたが、2010 年代半ばにプラスに転じ、急上昇した。

なお、その他の指数をみると、低温指数は、緩やかに低下。降水指数と乾燥指数は、いずれもゼロ近辺で推移。風指数は、概ね 0～0.5 の範囲内での変動となっている。

高温指数、湿度指数、海面水位指数の上昇が、合成指数の上昇を引き起こす主要な要因となっている。

6—おわりに（私見）

本稿では、観測地点を増やすことで、各地域区分の気候指数を作成した。そして、それらを平均して、日本全体の気候指数を作成した。その際、日本で問題とされやすい“暑さ”を示すために、気候指数の項目として、湿度指数を追加した。これにより、熱中症などの健康不良を引き起こす、暑熱環境の極端さを定量化することが期待される。

今後、気候変動問題が保険事業に与える影響をみていくために、北米で開発されている気候リスク指数のような、気候変動が人命や財産に与えるさまざまなリスクの定量化の試みも必要と考えられる。

グローバルに目を向ければ、地球温暖化を背景とした気候変動の問題は、これからますます注目度が高まるものと考えられる。スーパー台風の襲来や、豪雨、豪雪による激甚災害など、急性リスクの懸念はさらに高まっている。一方、南極やグリーンランドの氷床の融解、アフリカ山岳地域等の氷河の消失、ヨーロッパなどでの熱波や干ばつの発生など、慢性リスクの発生が、人々の生活に深刻な影響を及ぼし始めている。

こうしたリスクを定量的に示すために、引き続き、気候指数の検討を進めるとともに、気候の極端さの定量化に関する海外の調査・研究動向のウォッチを続けていくこととしたい。

《注記》 気候指数計算に用いた気象データ、潮位データについて

本稿において、気候指数の計算にあたり、データが空欄となっている日や月については、計算上、分子・分母から除外した。

なお、気象データのうち、観測地点によっては観測方法の変更(観測場所の移転、観測装置の変更、観測の時間間隔の変更)により、前後のデータが均質でないケースがある。

気象データで 1971～2022 年間にデータが空欄となっていた日数、および観測方法の変更が行われた年をまとめると、図表 21 の通りとなる。

また、潮位データのうち、観測地点によっては、気候指数の参照期間(1971～2000 年)中に観測が開始されているケースもある。

潮位データで 1971～2022 年の期間にデータが空欄となっていた月数をまとめると、図表 22 の通りとなる。

図表21. 気象データが空欄となっていた日数と観測方法変更年

	日最高気温	日最低気温	観測方法 変更年	降水量の 日合計	降水現象 なし情報	観測方法 変更年	日平均風速	観測方法 変更年	日平均 相対湿度	観測方法 変更年	備考
札幌	1	0	—	0	0	—	24	1975年, 1992年, 2001年	0	—	
函館	1	2	—	8	0	—	13	1975年, 1992年	6	—	
江差	7	5	—	10	0	—	19	1975年, 1979年	8	—	
寿都	7	4	—	20	4	—	29	1975年, 1989年, 2008年	2	—	
小樽	9	2	—	12	3	—	36	1975年, 2000年	8	—	
倶知安	4	0	—	25	4	—	24	1975年, 1991年	9	—	
岩見沢	6	1	—	32	14	—	30	1975年	13	—	
旭川	2	1	2004年	9	2	—	33	1975年, 2004年	19	2004年	
羽幌	10	8	—	26	2	—	41	1975年, 2000年	20	—	
留萌	3	3	—	30	1	—	27	1975年, 1980年	16	—	
稚内	2	2	—	10	0	—	24	1975年	3	—	
北見枝幸	4	8	—	36	5	—	55	1975年, 2004年	12	—	
雄武	4	2	—	22	10	—	46	1975年, 2007年	7	—	
紋別	8	6	—	49	16	—	33	1975年, 1983年, 2009年	17	—	
網走	1	1	—	0	0	—	19	1975年	0	—	
室蘭	1	1	—	1	0	—	15	1975年, 1984年, 1985年	3	—	
苫小牧	5	7	—	11	4	—	25	1975年, 1976年, 1988年, 2004年	10	—	
浦河	5	4	—	21	0	—	21	1975年, 1983年, 2009年	7	—	
帯広	2	0	—	5	0	—	62	1975年, 1998年	5	—	
広尾	14	11	—	15	1	—	76	1975年, 2001年	29	—	
釧路	3	1	2000年	1	0	—	53	1972年, 1975年, 2000年	19	2000年	
根室	0	0	—	7	0	—	18	1975年, 1991年	1	—	
青森	2	1	—	5	3	—	23	1975年, 1989年	12	—	

図表21(つづき). 気象データが空欄となっていた日数と観測方法変更年

	日最高気温	日最低気温	観測方法 変更年	降水量の 日合計	降水現象 なし情報	観測方法 変更年	日平均風速	観測方法 変更年	日平均 相対湿度	観測方法 変更年	備考
深浦	12	7	—	22	4	—	43	1975年, 2007年	29	—	
むつ	18	12	—	12	0	—	77	1974年, 1975年, 1978年, 1999年	24	—	
八戸	4	2	—	21	4	—	25	1975年, 1994年, 2007年	16	—	
盛岡	2	1	—	2	0	—	19	1975年	20	—	
宮古	32	30	—	37	23	—	41	1975年, 1990年	44	—	
大船渡	24	23	—	60	25	—	45	1975年, 1990年	25	—	
仙台	0	0	—	0	0	—	23	1975年, 1982年	0	—	
石巻	17	13	—	30	7	—	30	1975年, 1990年	4	—	
秋田	2	2	—	3	0	—	133	1975年, 1978年, 1982年, 1989年	12	—	
酒田	4	2	—	19	3	—	20	1975年, 1984年	10	—	
新庄	8	4	1985年	58	2	—	123	1975年, 1985年	26	1985年	
山形	2	1	—	7	0	—	45	1975年	0	—	
福島	5	2	—	2	0	—	37	1975年, 2021年	8	—	
若松	3	2	—	17	3	—	35	1975年, 2011年	10	—	
白河	13	10	—	18	1	—	309	1975年, 1994年	23	—	2002年7月~2003年3月: 風速は欠測
小名浜	720	720	—	10	6	—	117	1975年, 1979年, 2017年	722	—	1977年5月~1979年5月: 気温と湿度は欠測
水戸	4	1	—	3	0	—	22	1975年	10	—	
つくば	4	5	—	5	2	—	64	1975年	18	—	
宇都宮	1	0	—	23	10	—	14	1975年, 1989年	7	—	
日光	18	15	—	46	9	—	44	1975年, 1977年, 1999年	142	—	
前橋	2	1	—	0	0	—	13	1975年, 2016年	4	—	
熊谷	2	2	—	2	0	—	13	1975年	8	—	
秩父	10	13	—	8	0	—	53	1975年, 1999年	23	—	

図表21(つづき). 気象データが空欄となっていた日数と観測方法変更年

	日最高気温	日最低気温	観測方法 変更年	降水量の 日合計	降水現象 なし情報	観測方法 変更年	日平均風速	観測方法 変更年	日平均 相対湿度	観測方法 変更年	備考
千葉	9	5	—	8	0	—	21	1975年, 1981年	16	—	
銚子	3	2	—	5	0	—	10	1975年, 1986年	1	—	
勝浦	12	5	—	18	14	—	3	1975年, 2013年	11	—	
館山	13	11	—	9	2	—	24	1975年, 2009年	35	—	
東京	0	1	2014年	2	1	—	27	1975年, 2007年	5	2014年	
大島	5	5	1991年	15	7	—	19	1975年, 1991年	14	1991年	
三宅島	429	429	—	438	418	—	433	1975年	1214	—	2000年9月~2001年10月(湿度は2003年12月)欠測
八丈島	10	7	2003年	22	6	—	28	1975年, 2003年	22	2003年	
父島	2	3	—	2	0	—	14	1975年, 1984年	6	—	
南鳥島	42	44	—	35	30	—	43	1975年, 2003年	45	—	
横浜	1	0	—	0	0	—	6	1975年	16	—	
甲府	1	0	—	4	1	—	8	1975年, 1993年	5	—	
河口湖	12	14	—	10	2	—	19	1975年, 2005年	22	—	
長野	3	1	—	6	0	—	16	1975年	3	—	
軽井沢	4	5	—	11	1	—	25	1975年, 2014年	25	—	
松本	5	3	—	22	16	—	16	1975年	7	—	
諏訪	15	12	—	34	12	—	54	1975年, 2000年, 2003年	17	—	
飯田	2	1	2002年	11	1	—	15	1975年, 2002年	1	2002年	
新潟	2	1	2012年	0	0	—	16	1975年, 2002年	2	2012年	
高田	5	5	—	30	17	—	24	1975年	12	—	
相川	4	4	1995年	66	31	—	20	1975年, 1995年	11	1995年	
富山	2	0	—	19	2	—	28	1975年, 1986年	8	—	
伏木	0	0	—	8	1	—	59	1975年, 2017年	2	—	

図表21(つづき). 気象データが空欄となっていた日数と観測方法変更年

	日最高気温	日最低気温	観測方法 変更年	降水量の 日合計	降水現象 なし情報	観測方法 変更年	日平均風速	観測方法 変更年	日平均 相対湿度	観測方法 変更年	備考
金沢	3	4	1991年	5	1	—	13	1975年, 1991年	29	1991年	
輪島	4	5	—	16	3	—	17	1975年, 1986年	8	—	
福井	1	1	—	6	0	—	8	1975年	9	—	
敦賀	8	6	—	23	0	—	18	1975年, 1988年	20	—	
岐阜	2	2	—	5	0	—	20	1975年	4	—	
高山	8	7	—	5	0	—	15	1975年, 2008年	13	—	
網代	10	11	—	15	6	—	19	1975年	19	—	
三島	8	7	—	19	10	—	12	1975年, 2004年	12	—	
石廊崎	13	15	—	57	33	—	47	1975年, 2013年	30	—	
静岡	1	1	—	3	0	—	6	1975年	7	—	
御前崎	10	11	—	32	4	—	27	1975年	22	—	
浜松	5	4	2012年	2	0	—	9	1975年, 2012年	7	2012年	
名古屋	1	0	—	0	0	—	6	1975年	0	—	
伊良湖	13	9	—	22	5	—	23	1975年, 1999年	42	—	
四日市	15	9	2000年	18	5	—	41	1975年, 2000年	17	2000年	
津	2	2	—	8	6	—	14	1975年, 1987年, 2011年	6	—	
上野	7	7	—	25	13	—	27	1975年, 1985年	10	—	
尾鷲	9	6	—	32	11	—	14	1975年, 1985年	13	—	
彦根	1	0	—	7	0	—	17	1975年, 2011年	2	—	
京都	6	6	—	0	0	—	8	1975年	6	—	
舞鶴	5	5	1974年	12	1	—	16	1974年, 1975年	15	1974年	
大阪	0	0	—	0	0	—	21	1975年, 1993年, 1999年, 2015年	0	—	
神戸	4	3	1999年	1	0	—	16	1975年, 1995年, 2007年	7	1999年	

図表21(つづき). 気象データが空欄となっていた日数と観測方法変更年

	日最高気温	日最低気温	観測方法 変更年	降水量の 日合計	降水現象 なし情報	観測方法 変更年	日平均風速	観測方法 変更年	日平均 相対湿度	観測方法 変更年	備考
豊岡	11	8	—	41	5	—	41	1975年, 2009年	35	—	
姫路	8	6	—	6	3	—	13	1975年, 1987年, 2008年	24	—	
洲本	8	7	2017年	12	2	—	14	1975年, 2017年	22	2017年	
奈良	5	4	2017年	3	0	—	8	1975年, 2017年	6	2017年	
和歌山	1	1	—	0	0	—	6	1975年, 1993年	8	—	
潮岬	2	1	2011年	1	0	—	17	1975年, 2011年	9	2011年	
鳥取	3	1	1977年	4	0	—	5	1975年, 1977年	14	1977年	
米子	5	2	—	3	0	—	18	1975年	13	—	
境	12	11	—	37	21	—	36	1975年	1	—	
松江	0	0	—	10	4	—	20	1975年, 1979年	8	—	
浜田	4	2	—	10	4	—	9	1975年	1	—	
西郷	6	9	—	12	3	—	22	1975年, 1987年	23	—	
岡山	8	5	1982年, 2015年	1	0	—	33	1975年, 1982年, 1996年	25	1982年, 2015年	
津山	20	18	—	32	10	—	57	1975年	42	—	
福山	6	6	—	5	2	—	12	1975年	14	—	
広島	1	0	1988年	2	2	—	20	1975年, 1988年	0	1988年	
呉	3	3	—	6	3	—	23	1975年, 2010年	8	—	
徳島	1	1	—	1	0	—	6	1975年	3	—	
高松	6	3	—	1	0	—	9	1975年	4	—	
多度津	7	8	—	12	2	—	13	1975年	1	—	
松山	1	0	—	0	0	—	16	1975年, 2006年, 2015年	3	—	
宇和島	4	2	1993年	2	0	—	13	1975年, 1993年	10	1993年	
室戸岬	14	12	—	20	3	—	49	2006年	224	—	1995年10月~1995年12月: 湿度は欠測

図表21(つづき). 気象データが空欄となっていた日数と観測方法変更年

	日最高気温	日最低気温	観測方法 変更年	降水量の 日合計	降水現象 なし情報	観測方法 変更年	日平均風速	観測方法 変更年	日平均 相対湿度	観測方法 変更年	備考
高知	2	1	—	2	2	—	47	1975年	30	—	
宿毛	3	8	1982年	4	2	—	9	1975年, 1982年	11	1982年	
清水	7	7	—	28	8	—	19	1975年	28	—	
萩	6	8	2006年	14	0	—	13	1975年, 2006年	17	2006年	
山口	3	2	2012年	7	1	—	18	1975年, 2012年	10	2012年	
下関	2	2	—	2	0	—	30	1975年, 1996年	2	—	
福岡	0	0	—	0	0	—	16	1975年, 2010年	0	—	
飯塚	8	6	—	12	3	—	36	1975年	17	—	
佐賀	1	2	1995年	3	2	—	17	1973年, 1975年, 1995年	9	1995年	
雲仙岳	42	38	1977年	87	55	—	152	1975年, 1977年, 2002年	141	1977年	1977年3月: 欠測
佐世保	8	12	2002年	9	3	—	17	1975年, 2002年	32	2002年	
平戸	14	12	—	15	3	—	18	1975年, 2001年	42	—	
長崎	2	2	—	3	0	—	3	1975年	13	—	
福江	13	12	—	17	6	—	25	1975年	15	—	
厳原	6	5	1991年	21	13	—	31	1975年, 1991年	6	1991年	
熊本	3	3	—	3	0	—	38	1975年, 1999年, 2015年	16	—	
人吉	12	12	—	25	9	—	22	1975年, 2003年	20	—	
牛深	13	12	—	35	23	—	13	1973年, 1975年	16	—	
大分	3	1	—	4	0	—	10	1975年	8	—	
日田	6	6	—	23	6	—	39	1975年, 2005年	23	—	
延岡	14	10	—	33	17	—	25	1975年, 2001年, 2018年	29	—	
宮崎	1	1	2000年	0	0	—	17	1975年, 2000年	1	2000年	
都城	7	9	—	27	21	—	22	1975年	18	—	

図表21(つづき). 気象データが空欄となっていた日数と観測方法変更年

	日最高気温	日最低気温	観測方法 変更年	降水量の 日合計	降水現象 なし情報	観測方法 変更年	日平均風速	観測方法 変更年	日平均 相対湿度	観測方法 変更年	備考
油津	10	10	1972年	24	8	—	102	1972年, 1975年, 2009年	31	1972年	
鹿児島	0	1	1994年	0	0	—	23	1975年, 1994年	0	1994年	
阿久根	8	6	—	5	1	—	17	1975年	16	—	
枕崎	9	6	—	13	4	—	22	1975年	13	—	
種子島	33	29	2004年	49	38	—	23	1975年, 2004年	49	2004年	
屋久島	22	25	1975年	18	2	—	59	1975年, 2002年, 2008年	216	1975年	
名瀬	6	4	—	4	0	—	11	1975年	1	—	
沖永良部	36	42	—	25	8	—	50	1975年, 1977年, 1978年, 2008年	95	—	
那覇	1	1	—	4	0	—	1	1975年, 1987年	1	—	
名護	4	4	1987年	11	1	—	9	1975年, 1987年	831	1987年	湿度は、1973年4月以降のデータのみ
久米島	2	2	—	7	2	—	9	1975年, 2008年	9	—	
南大東島	1	0	—	6	0	—	4	1975年, 1995年	11	—	
宮古島	2	3	—	1	0	—	2	1975年	3	—	
石垣島	3	2	—	1	0	—	16	1975年, 2003年	1	—	
西表島	26	27	2003年	38	13	—	1494	1975年, 2003年	48	2003年	風速は、1975年1月以降のデータのみ
与那国島	33	33	—	37	13	—	42	1975年, 1981年	75	—	
計	2233	2093	—	2686	1156	—	6414	—	5611	—	

※ 「過去の気象データ・ダウンロード」「過去の気象データ検索」(気象庁HP) をもとに、筆者作成

図表22. 潮位データが空欄となっていた月数と観測開始年月

	月平均潮位	観測開始年月
函館	3	1955年4月
小樽	304	1996年4月
稚内	6	1955年1月
網走	17	1955年12月
釧路	3	1946年11月
花咲	6	1924年12月
深浦	21	1972年4月
下北	305	1996年4月
宮古	49	1929年7月
布良	5	1930年2月
東京	6	1950年8月
岡田	2	1939年11月
父島	52	1933年7月
南鳥島	332	1996年4月
佐渡	310	1996年4月
富山	9	1967年5月
能登	308	1996年4月
石廊崎	311	1996年4月
御前崎	0	1951年8月
内浦	3	1934年1月
清水港	26	1951年5月
舞阪	2	1933年11月
名古屋	0	1949年1月
尾鷲	2	1953年4月
鳥羽	1	1925年12月
舞鶴	0	1969年1月
大阪	0	1927年2月
淡輪	7	1935年1月
神戸	0	1925年12月

図表22(つづき). 潮位データが空欄となっていた月数と観測開始年月

	月平均潮位	観測開始年月
洲本	6	1937年1月
和歌山	1	1949年5月
白浜	19	1966年7月
串本	8	1924年12月
浦神	19	1938年4月
境	3	1924年12月
浜田	160	1984年4月
西郷	0	1958年7月
宇野	20	1950年8月
小松島	6	1950年11月
高松	17	1947年4月
松山	9	1950年3月
宇和島	1	1927年5月
室戸岬	16	1967年1月
高知	84	1949年10月
土佐清水	8	1931年1月
長崎	0	1961年1月
福江	11	1964年4月
大浦	6	1964年2月
口之津	17	1968年1月
油津	0	1930年2月
鹿児島	4	1948年1月
枕崎	3	1956年3月
種子島	309	1996年4月
奄美	318	1996年4月
那覇	3	1967年1月
石垣	3	1969年1月
与那国	304	1996年4月
計	3445	—

※ 「歴史的潮位資料+近年の潮位資料」(気象庁HP)をもとに、筆者作成

【参考文献・資料】

1. 「一般気象学〔第2版補訂版〕」小倉義光著(東京大学出版会, 2016年)
2. 「絵でわかる地球温暖化」渡部雅浩著(講談社, 2018年)
3. 「スポーツ医学検定 公式テキスト 1級」(一般社団法人 スポーツ医学検定機構, 東洋館出版社, 2019年)
4. 「スポーツ医学入門」目崎登著(文光堂, 2009年)
5. 「2019年(5月から9月)の熱中症による救急搬送状況」(総務省消防庁, 令和元年11月6日)
6. 「令和4年(5月から9月)の熱中症による救急搬送状況」(総務省消防庁, 令和4年10月28日)
7. 「暑さ指数(WBGT)の詳しい説明」(環境省 HP)
http://www.wbgt.env.go.jp/doc_observation.php
8. 「熱中症予防運動指針」(公益財団法人 日本スポーツ協会)
9. 「日本の気候」(気象庁 HP)
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/kisetsu_riyou/tenkou/Average_Climate_Japan.html
10. 「全国都道府県市区町村別面積調」(国土地理院)
11. 「住民基本台帳人口」(総務省)
12. 「過去の気象データ・ダウンロード」(気象庁 HP)
<https://www.data.jma.go.jp/risk/obsdl/index.php>
13. 「歴史的潮位資料+近年の潮位資料」(気象庁 HP)
https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/db/tide/sea_lev_var/sea_lev_var_his.php
14. 「過去の気象データ検索」(気象庁 HP)
<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index>

(著者の過去の関連レポート)

[前々回のレポート]

「気候変動指数化の海外事例ー日本版の気候指数を試しに作成してみると…」篠原拓也著(基礎研レポート, ニッセイ基礎研究所, 2022年9月8日)

<https://www.nli-research.co.jp/report/detail/id=72284?site=nli>

[前回のレポート]

「気候変動指数の地点拡大ー日本版の気候指数を拡張してみると…」篠原拓也著(基礎研レポート, ニッセイ基礎研究所, 2022年12月28日)

<https://www.nli-research.co.jp/report/detail/id=73405?site=nli>