

1 季節予報とは¹

本章では、まず第 1.1 節で気象庁が発表している季節予報の概要を説明した後に、第 1.2 節～第 1.4 節でその科学・技術的な背景を解説し、最後に第 1.5 節で季節予報担当者に求められる知見について述べる。季節予報とはどんな予報か、季節予報はどのようなことが可能でどのような点が難しいか、季節予報の精度向上の鍵は何か、といった季節予報の概要を知りたいければ、この章を読んで頂きたい。

1.1 気象庁が発表している季節予報

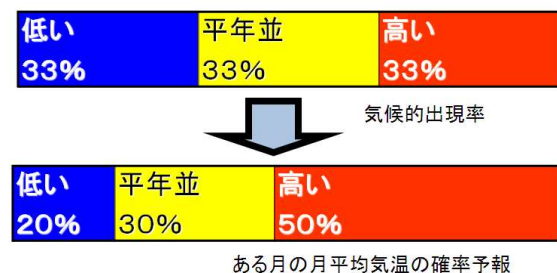
季節予報は、ある地域における数日間以上の平均的な天気の状態、いわゆる「天候」を対象としている。「天候」の予測には、「曇りや雨の日が多い」といった天気の傾向と、「平均気温が低い」「降水量が多い」といった予報期間で平均（あるいは合計）した気象要素の予測が考えられるが、現在の気象庁の季節予報は後者の気象要素の予報に重点を置いている。

気象庁が発表する季節予報の種類には、週間天気予報より先の 2 週間先までを対象として発表する 2 週間気温予報、目先 1 か月間を対象として発表する 1 か月予報、翌月からの 3 か月間を対象として発表する 3 か月予報、2 月に夏を対象として発表する暖候期予報、9 月に冬を対象として発表する寒候期予報がある。それぞれについて、全国を対象とした全般季節予報と、北海道地方、東北地方など全国の 11 の地方を対象とした地方季節予報がある²（第 1.1.1 図及び第 1.1.1 表）。

季節予報は、平均気温・降水量などの気象要素を階級（「低い（少ない）」「平年並」「高い（多い）」）に分け、予報期間の平均気温・降水量等がそれぞれの階級となる確率を予報することが大きな特徴の 1 つである（2 週間気温予報は「かなり低い」「かなり高い」となる確率も扱う）。ここで、階級の境界となる値（階級区分値）は、平年値の算出



第 1.1.1 図 季節予報で用いる予報区分
全般季節予報（上）と地方季節予報（下）。



第 1.1.2 図 確率予報の例

下の横棒は、ある月の月平均気温が、「低い」階級の確率 20%、「平年並」30%、「高い」50%と予報した例。上のグラフは、気候的出現率で、各階級ともに 33%。

¹ 名取 洋晃

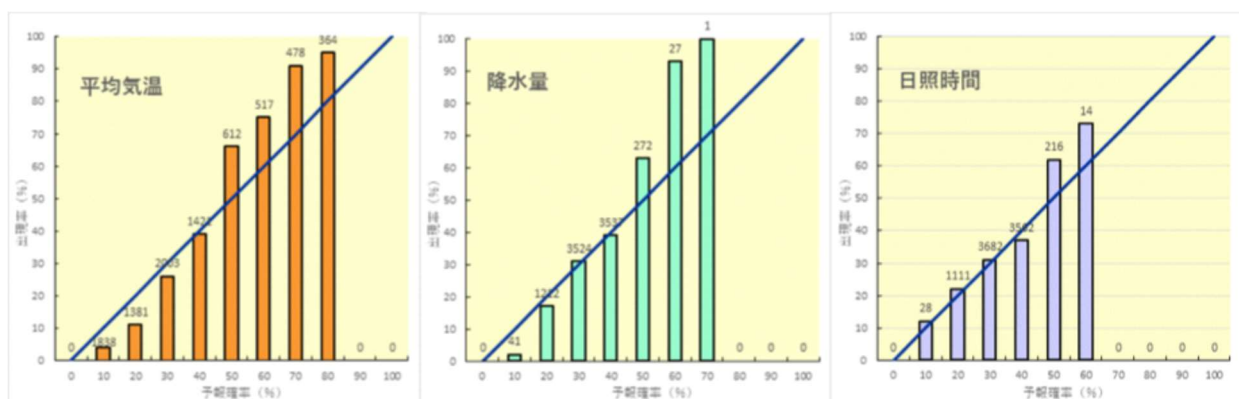
² 地方季節予報は、例えば東北太平洋側、東北日本海

側といったように地方を細分して発表することがある。

に用いるデータの期間（30年間。平年値は10年ごとに新たな期間で算出し直しており、2021年5月19日から用いている現在の平年値では1991～2020年）における「低い（少ない）」「平年並」「高い（多い）」の出現率が1/3ずつとなるように決められている。また「かなり低い（かなり少ない）」及び「かなり高い（かなり多い）」の階級は同期間の下位10%以内及び上位10%以内に相当するように決められている。現在1か月予報やそれ以上先の予報では「低い（少ない）」「平年並」「高い（多い）」の3階級で行っており、例えば「8月の気温が高い確

率は50%」のような表現をする。これは「今年の8月は、1991～2020年の30年間で上位1/3(33%)以上に相当する高温が50%の確率で出現する」、言い換えれば「1991～2020年の間に3年に1回経験した程度以上の高温の確率が50%に高まっている」ということである（第1.1.2図）。予報時間が長いほど不確実性が大きくなるため、1か月予報以上では3つという粗い階級であっても、「この階級になる」といった断定的な予報は難しい。

1か月予報やその先の季節予報の精度は、予報した確率が適切であったかどうかで評価している。



第1.1.3図 1か月予報（各気象要素の確率）の精度

1か月予報の1か月平均気温（左）、降水量（中）、日照時間（右）の2020～2024年の5年分の評価結果。各地方別の季節予報を集計。棒グラフは、「高い（多い）」「平年並」「低い（少ない）」の各階級の予報確率に対して、実際に各階級が出現した割合（出現率（%））。図中の数字は各確率の予報発表回数。気象庁ホームページより。

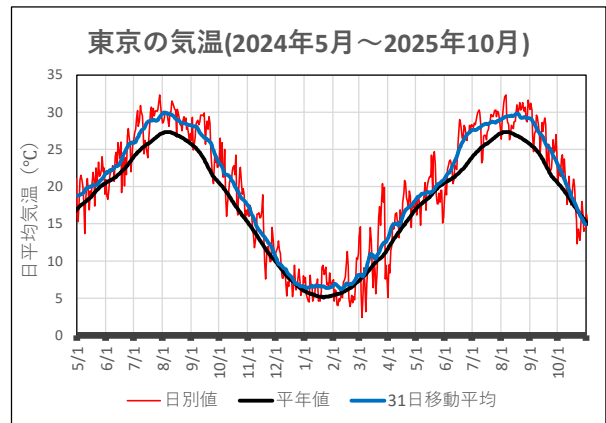
第1.1.1表 気象庁が発表している季節予報及び早期天候情報とその内容

種類	内容	発表日時
2週間気温予報	6日後から14日後までの間の5日間平均した地域平均気温の階級、代表地点の最高・最低気温およびこれらの階級	毎日14時30分
1か月予報	1か月平均気温、降水量、日照時間、冬季の日本海側の1か月降雪量、1週目・2週目・3～4週目の平均気温	毎週木曜日14時30分
3か月予報	3か月平均気温、降水量、冬季の日本海側の3か月降雪量、各月の平均気温、降水量	19日～25日の火曜日（休日の場合調整あり）14時
暖候期予報	夏（6～8月）の平均気温、降水量、梅雨時期（6～7月、沖縄・奄美は5～6月）の降水量	2月の3か月予報発表と合わせる
寒候期予報	冬（12～2月）の平均気温、合計降水量、日本海側の降雪量	2月の3か月予報発表と合わせる
早期天候情報	6日後から14日後までの間の5日間平均した地域平均気温の階級が「かなり高い」あるいは「かなり低い」、または5日間降雪量が「かなり多い」となる天候の可能性	原則毎週月・木曜日14時30分

第 1.1.3 図は、1 か月予報の 1 か月平均気温、降水量、日照時間の 2020～2024 年の 5 年分の評価結果で、確率の信頼度を示している。棒グラフは、「高い (多い)」、「平年並」、「低い (少ない)」の各階級の予報確率に対して、実際に各階級が出現した割合 (出現率 (%))、図中の数字は各確率の予報発表回数である。例えば「高い」の予報確率が 40% のとき、実況で「高い」階級の出現率が 40% であれば、予報確率は適切で信頼度は高いと言える。すなわち、棒グラフの出現率が対角線 (実線) に近いほど、確率の信頼度は高いことになる。いずれの要素も、対角線より傾きがやや急なもの予報確率が大きいほど出現率は大きくなり、確率の大きさはある程度信頼できるといえる。一方で、降水量と日照時間は 10% 以下及び 50% 以上の発表が少なく (30% や 40% など平年に近い確率しか予報できないことが多く)、平均気温と比べて明確な傾向の予測が難しい (明確に予測できる場合が少ない) ことを示している。

2019 年に提供を開始した「2 週間気温予報」は、発表日の 6～10 日後を先頭の日とする 5 日間平均の値で、週間予報と同じ地点の最高気温、最低気温と、平均気温の地域平均平年差の階級 (後述) を毎日予測・提供している。また、2 週間気温予報で地域平均平年差の階級が「かなり高い」あるいは「かなり低い」となる可能性が 30% 以上と予報された場合、あるいは冬季の降雪量が日本海側で「かなり多い」と予報された場合には、原則月曜日と木曜日に「早期天候情報」を発表して周知し、予測される天候経過による影響やリスクについて対応・対策を促している。

2 週間気温予報の階級は 7 階級、すなわち、かなり高い確率 50% 以上、かなり高い確率 30% 以上、高い確率 50% 以上、なし (いずれにも該当しない)、低い確率 50% 以上、かなり低い確率 30% 以上、かなり低い確率 50% 以上の階級に分けて予報している。2 週間気温予報と早期天候情報は、従前の季節予報と比べ、社会・経済活動に影響を及ぼしやすい顕著現象の予測を行っていることから、農業分野をはじめとして気温の影響を受ける



第 1.2.1 図 東京の日平均気温と平年値
2024 年 5 月～2025 年 10 月の気温の推移。
赤線：日平均気温、青線：31 日移動平均気温、黒線：平年値 (1991～2020 年の 30 年平均)

産業での事前対策として活用の幅が広がりつつある。

早期天候情報に先駆けて、気象庁は、2008 年から 2019 年にかけて、5 日先から 2 週間先までを対象として、7 日間平均気温の地域平均が「かなり高い」または「かなり低い」となる可能性が高まった場合などに異常天候早期警戒情報を提供していた。2 週間気温予報を始めた際には、利用者の要望を踏まえて気温を地点別に予測するなど、従来の季節予報と、週間予報など目先の予報・情報の性質を兼ね備える形で、情報の形態を徐々に改善してきている。数値予報の予測精度を踏まえた予報担当者の調整・検討の余地の大きい 1 か月予報やその先の予報についても、予報精度の向上やそれに基づく利用者のニーズを踏まえて内容を改善していく必要がある。

1.2 季節予報に関係する大気の大規模な変動

日々の天気予報 (週間天気予報など日別の予報) は、低気圧の影響で雨が降り、高気圧に覆われるから晴れるというように、主に総観規模の高・低気圧の予測に基づいて予報している。では、季節予報はどんな大気の変動の予測に基づいて予報しているのだろうか。

第 1.2.1 図に、2024 年春から 2025 年秋にかけての東京の日平均気温を示した。冬は気温が低く

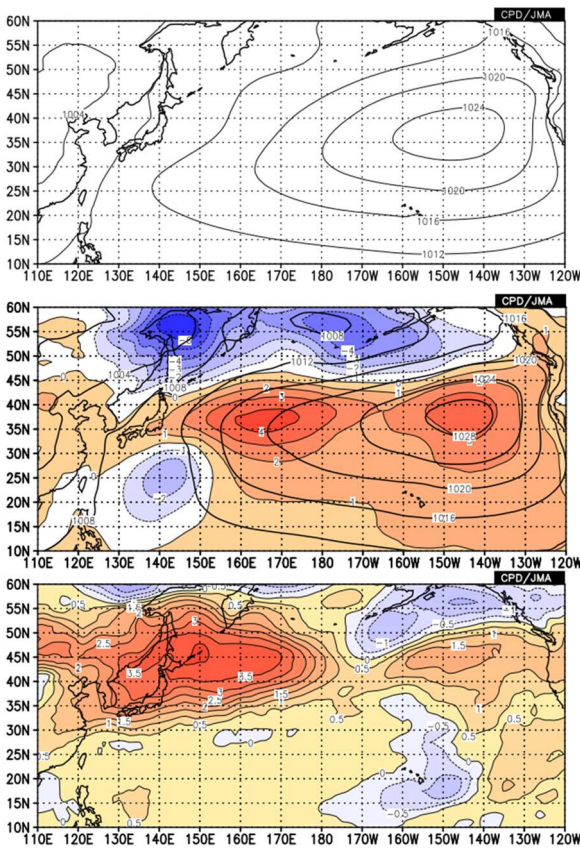
て夏は高いといった季節変化と日々の変化が明瞭である。季節変化は太陽高度の季節変化に伴うもの、日々の変化は主に日々の天気を支配する総観規模の高・低気圧に伴うものである。図の黒線は東京の日平均気温の平年値(1991~2020年の30年平均値)を示す。黒線と赤線を比較すると、ほぼ平年の季節変化の周りで日々の気温が平年値から大きく離れている期間があり、2024年、2025年も夏の期間に平年を大きく上回る気温が続いたことが見て取れる。一方、2025年3月頃は日々の気温の変動が特に大きい。青線で示した31日移動平均の変化を追うと、この時期を含め2024年12月頃から2025年3月頃までの平均気温は、ほぼ平

年を上回り続けたものの平年に近い推移をしていたことが読み取れる。31日移動平均(ほぼ月平均)することで日々の変動は消えて季節変化がより明瞭となるが、その変化を乱すように、平年より気温が高い時期と低い時期がある。季節予報は、日々の変動ではなく、「天候」と呼ばれるこのようなより長い期間にわたる気象要素の平年からの変動を予報する。

第1.2.1図で示した、東京で気温が平年より極端に高かった2025年6月後半から7月前半で平均した海面気圧と平年偏差(平年値からの偏差)及び850hPa気温の平年偏差を第1.2.2図に示す。平年のこの時期の海面気圧(第1.2.2図上)では、太平洋高気圧は日本の南海上に位置するが、2025年(第1.2.2図中)は日本付近に強く張り出していたことがわかる。日本付近から東海上にかけて海面気圧が東西带状に平年より高く(正偏差、図中赤系塗りつぶし)、東経160度~170度付近に中心を持つ正偏差の領域の東西幅は経度にして50~60度程度と、高・低気圧合わせて40度程度の東西幅を持つ総観規模の高・低気圧より空間スケールが大きい。平年より早い時期に太平洋高気圧に覆われ、2025年の東・西日本は6月中に梅雨明けして多くの地域で記録的に早い梅雨明けとなり、夏の平均気温は全国的にかなり高く、北・東・西日本では、1946年の統計開始以降、夏として1位の高温となった。

次に、東京で気温がほぼ平年並で推移した2024年12月の200hPa高度と850hPa気温の平年偏差を第1.2.3図に示す。200hPa高度では、中緯度帯ではカスピ海の東と北日本付近から太平洋にかけて負偏差が広がる一方、ヨーロッパ付近と華中・華南付近で正偏差となっている。これには、ヨーロッパ付近の上空の偏西風の蛇行の一部が波列として伝播してきた影響が考えられる。東京を含む関東甲信地方は比較的寒気の影響を受けにくかったが、日本付近は偏西風が南に蛇行しやすく、大陸からの寒気が南下しやすかったため、850hPaの気温は負偏差となった。

ここで示した例のように、季節予報は総観規模



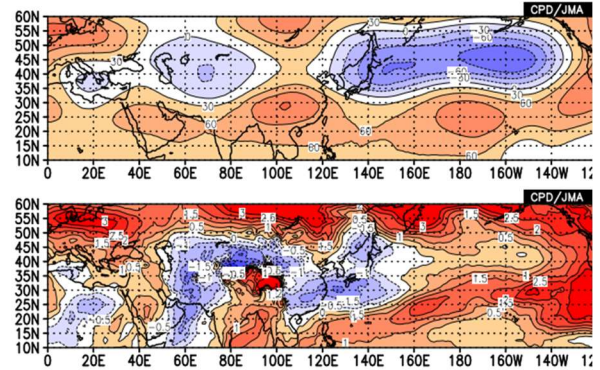
第1.2.2図 2025年6月16日~7月15日の30日間平均図

上: 海面気圧(等値線で間隔は4hPa)の平年値
 中: 2025年の海面気圧(等値線で間隔は4hPa)と同平年偏差(陰影で間隔は1hPa)
 下: 2025年の850hPa気温平年偏差(等値線で間隔は0.5°C)

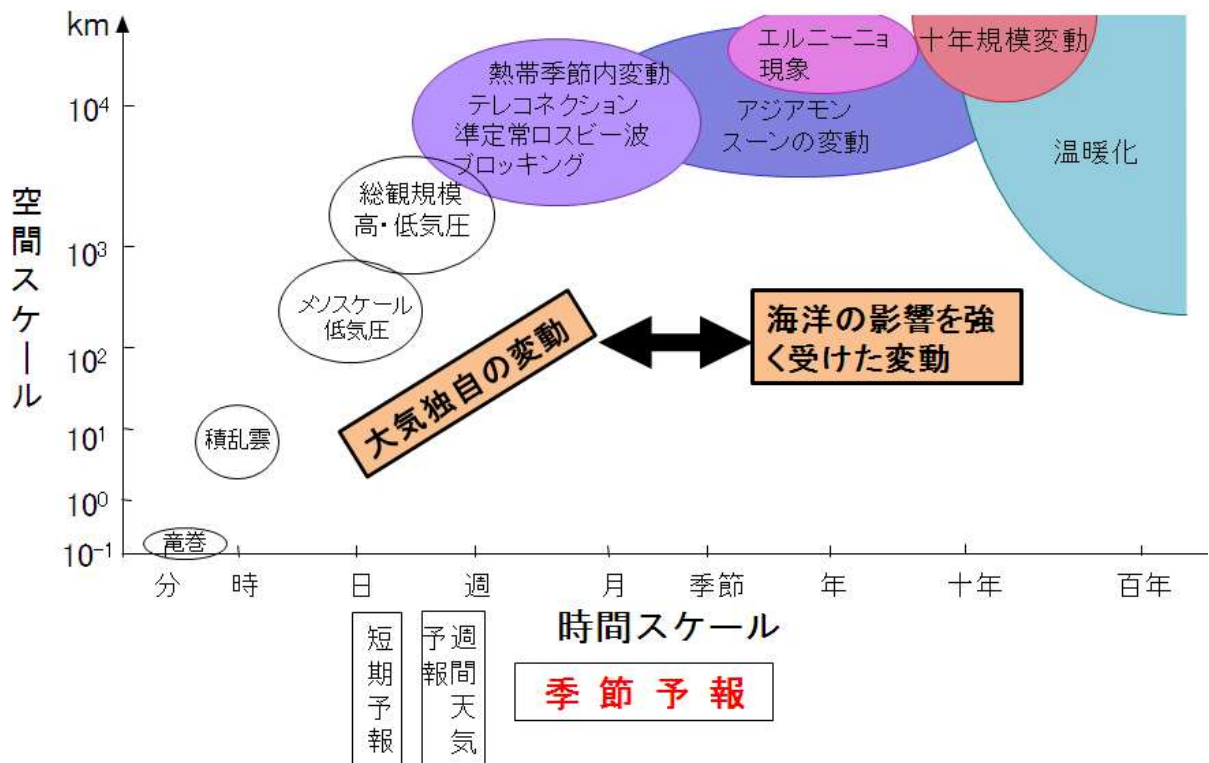
の高・低気圧よりも時間スケールが長く、空間スケールが大きい変動の予測に基づいている。そのような変動としてどのような現象が知られているだろうか。第 1.2.4 図は、横軸に特徴的な時間スケール、縦軸に空間スケールをとった平面に、代表的な現象の名称をプロットした模式図である。大気の変動には、時間スケールが長いほど空間スケールが大きいという特徴があるので、それぞれの変動は左下から右上の方向に並ぶ。総観規模の高・低気圧より時間スケールが長く空間スケールが大きな主な現象には、

- (1) 数日以上持続する偏西風の蛇行をもたらすブロッキング高気圧や準定常ロスビー波
- (2) 地球上の遠く離れた地域の気象要素が関係して変動するテレコネクションパターン（北極振動やユーラシアパターンなど）
- (3) 熱帯域における大規模な積雲対流活動と大気の大規模な赤道波が結合して数十日の周

期で変動する熱帯季節内変動などがある。これらは大気が主体の大規模な変動である。時間スケールが週～季節内の変動であるため、季節予報の中でも予報期間が短い2週間気温予報や1か月予報にとって重要な変動である。



第 1.2.3 図 2024 年 12 月の月平均図
上：200hPa 高度平年偏差（等値線間隔は 30m）
下：850hPa 気温平年偏差（等値線間隔は 0.5°C）



第 1.2.4 図 大気・海洋の変動の時間・空間スケールの模式図
横軸は代表的な時間スケールで分～100年、縦軸は空間スケールで100m～数万km。季節予報に直接関係する変動に色を付けた。図の下には、関係する予報の種類を付加した。

時間スケールがさらに長いものには、熱容量が大きくて運動が遅い海洋が主体の変動、あるいは海洋と大気との相互作用による変動がある。時間スケールが年を超えるようなものとしては、

- (4) 太平洋赤道域の海面水温の東西シーソ的な変動であるエルニーニョ／ラニーニャ現象
- (5) 太平洋十年規模振動などに代表される十年～数十年規模変動
- (6) 温室効果ガスの増加による地球温暖化

などが挙げられる。特にエルニーニョ／ラニーニャ現象は、海洋と大気の相互作用による年々変動（年から数年単位の変動）のうち最も卓越するものであるとともに、熱帯域における大規模な積雲対流の活動を通して、中・高緯度の大気にも影響を与えることから、季節予報のうち、予報期間が長い3か月予報や暖・寒候期予報にとって重要な変動である。

なお、第1.2.4図ではこれらの変動を別々に書いたが、それぞれ相互作用しつつ変動する。特に、総観規模の高・低気圧と準定常ロスビー波やブロッキングとの相互作用は、後述する予測可能性への影響を含め季節予報にとって重要な過程である。

また、アジア大陸の東に位置する日本は、大陸規模の海陸分布に起因する熱的、あるいは力学的な影響で生じる季節風（アジアモンスーン）の影響を強く受ける。そのアジアモンスーンの活動は、先の(1)～(6)などに伴い様々な時間スケールで変動する。予報の種類や状況で着目点は変わるものの、いずれも2週間気温予報から暖・寒候期予報までの全ての季節予報にとって重要な変動である。

季節予報の担当者は、このような変動が天候にもたらす影響、変動間の相互の関係、そしてそれらのメカニズムを知っておく必要がある。

1.3 季節予報の予測可能性

明日・明後日の天気予報も季節予報も数値予報モデルによる大気の変動の予測に基づいて予報する、という点では同じである。両者の本質的な違

いは予報時間の長さであり、予報時間が長くなると予測可能な変動が減ってくるということにある。このため、季節予報は「どんな変動が予測出来てどんな変動が予測出来ないか」、「予測の不確実性はどの程度なのか」といった予測可能性の問題に直面する。

大気の変動には、力学的不安定などによる大気独自の変動（内部変動）と、海面水温や海氷などの境界条件の影響を受けて生ずる大気の変動（外部変動）がある。前者として代表的なものは、日々の天気を支配し、明日・明後日の天気予報や週間天気予報にとって重要な総観規模の高・低気圧である。これらの高・低気圧は、気温の南北の勾配に起因する大気内部の力学的な不安定、すなわち傾圧不安定で成長する。また、2週間気温予報や1か月予報にとって重要で、天候に大きな影響を与え、「異常気象」の主要因ともなる、前節で示した(1)と(2)の変動、すなわちブロッキング高気圧、北極振動なども、日々の高・低気圧よりは時間スケールは長いものの大気の内変動動的な性質が強い変動である。これらの内部変動の予測は、数値予報モデルを用いた大気の初期値問題として行うが、大気には初期値に含まれる小さな誤差が予報時間とともに大きく成長する性質（カオス的な性質）がある。大気の内変動については、予測の誤差が現象の変動と同程度の大きさとなってしまうため、1か月を超える長い時間の予測は非常に困難となる。このため、3か月予報や暖・寒候期予報にとっては、内部変動の多くは予測不可能な「ノイズ」となる。

一方、後者の海面水温や海氷などの境界条件による外部変動としては、第1.2節で示した(4)、すなわちエルニーニョ／ラニーニャ現象の影響を受ける大気の変動が代表的である。エルニーニョ現象発生時には中部・東部太平洋赤道域の海面水温が上がることで太平洋熱帯域における積雲対流活動域が平年よりも東に偏り、それによる大気の加熱の偏りのために熱帯のみならず中・高緯度の大気循環も変化する。エルニーニョ現象は、赤道域における海洋のゆっくりとした運動を主体とす

る、季節から年々の時間スケールの変動で、数か月先までは予測可能であり、その影響による大気的外部変動も予測可能である。一般に、熱容量の大きな海洋は大気に比べて変動の時間スケールが長く、その影響による大気の変動も持続性が長い。

3か月予報や暖・寒候期予報は、このように季節から年々の時間スケールでゆっくりと変動する境界条件の影響による外部変動を主な根拠としている。すなわち、外部変動は3か月や暖・寒候期予報の「シグナル」となる。後述する大気海洋結合モデルでは、「シグナル」となる海洋など由来の外部変動と、それに相互作用する大気の内変動をまとめて予測している。

大気の内変動を含めて予測するために、数値予報の結果に含まれるが実質予測できていない「ノイズ」が大きいということが、季節予報が難しいことの根本的な理由の一つとなっている³。

本節の最後に、季節予報における時間平均の意味について触れておく。ここまで述べたとおり、季節予報にとっての「ノイズ」は、「シグナル」より時間スケールが短い大気の内変動に起因する。このため、時間平均することによって「ノイズ」の大きさがある程度低減できると考えられる。日々の天気図で見られる総観規模の高・低気圧が、月平均した天気図（月平均天気図）では消えてしまうことがその例である。一方、時間スケールが長いエルニーニョ現象などに伴う外部変動の大きさ、すなわち「シグナル」の大きさは、時間平均してもあまり変わらない。このことは、時間平均することによって、「ノイズ」に対する「シグナル」の比が大きくなることを意味している。これが3か月予報や暖・寒候期予報が、1か月や3か月平均の気温などを予報していることの主な理由である。1か月予報が1週間平均以上の気温などを予報対象としていることの主要な理由も、総観規模の高・低気圧による「ノイズ」の大きさを減らす

ためである。

本節で述べた「予測可能性」の問題は、季節予報を行う上で避けて通れない問題である。

1.4 季節予報のための数値予報システムの現状

本節では、季節予報のための数値予報システムの現状について、その特徴を中心に述べる。仕様や予測精度などの詳細は、毎年最新の状況が数値予報課から「数値予報解説資料集」⁴や「数値予報開発センター年報」⁵として報告されている。以下にあげるような点にも着目しながら参照し、最新の知識を抑えて数値予報プロダクトを活用いただきたい。

1.4.1 観測と客観解析

季節予報の基礎の一つは、全球の大気、海洋、陸面の観測である。予報が観測から始まることは短期予報や週間天気予報と同じであるが、大きな違いは季節予報では海洋内部の観測が重要なことである。海洋内部の観測は2000年に始まったアルゴ計画で構築された全球の海洋観測網により、それ以前とは比較にならないほど充実した(第1.4.1図)。2025年7月現在、全球に4,100台以上のアルゴフロートが展開され、基本的に10日に1回、海面から深さ2,000mまでの水温と塩分を観測している。

観測データを収集・品質管理した後に、数値予報モデルの初期値とすることを目的として、モデルの3次元空間のすべての格子点で、ある時刻の気温、風、水温などの大気、陸面、海洋の状態を求める客観解析を行う。このうち、水温や海流などの海洋内部の解析値を求めることが、季節予報のための客観解析の特徴のひとつであり、現在は4次元変分法による全球海洋データ同化システムのデータを用いている。

気象庁は、過去の観測データを利用し数値予報

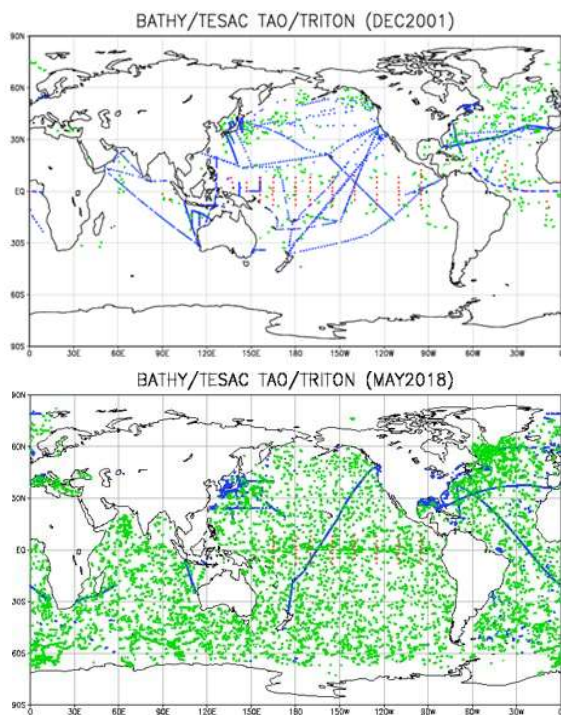
³ 1か月予報にとっては、ブロッキング高気圧や北極振動など、時間スケールが長い大気の内変動が重要なシグナルとなる一方、主なノイズは総観規模の高・低気圧である。

⁴<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/nwpkaisetu/nwpkaisetu.html>

⁵https://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/npdc/npdc_annual_report.html

解析システムを用いて全球大気・陸面の客観解析値（長期再解析値）JRA-3Q(Kosaka et al. 2024)を作成している。「過去と比べてどういった天候となるか」を予報する季節予報にとっては、過去から現在までの長期間において一貫した品質を持つ基盤的な JRA-3Q のデータと、同一の仕様のデータ同化システムによりリアルタイムに作成する客観解析値は、非常に重要な役割を果たしており、

- (1) 3か月、暖・寒候期予報のための数値予報モデルの初期値
 - (2) 全球海洋データ同化システムの境界条件
 - (3) 過去の予報実験の初期値と評価用データ
 - (4) 全球大気・陸面の実況監視用データ
- など、現業的に様々な用途で利用されている⁶。



第 1.4.1 図 海洋の表層観測点の分布
上：2001 年 12 月、下：2018 年 5 月。緑の点がアルゴフロートの観測点。

1.4.2 数値予報と予測資料

⁶ JRA-3Q の前世代の JRA-55 データは国内外の気象・気候の研究目的でも多く使われ、JRA-3Q も同様に活用されることが期待される。このような研究で得られた

(1) 季節予報のための数値予報

第 1.3 節で説明した通り、3か月予報や暖・寒候期予報とは、簡単に言ってしまえば、大気の変動のうち外部変動という「シグナル」を頼りに、内部変動による「ノイズ」の大きさも含めて予測することである。「シグナル」を予測するためには、熱容量が大きく運動も遅い海洋の変動を予測する事が本質的に重要である。一方、海洋の変動も大気の影響を受けることから、大気の変動、海洋の変動、そして両者の相互作用を予測できる「大気海洋結合モデル」が必要となる。また、「ノイズ」の大きさを予測するためには、予測の不確実性を適切に推定するためのアンサンブル予報システム（確からしさがほぼ同等な複数の数値予報を行うシステム。アンサンブルを構成する個々の数値予報をメンバーと呼ぶ）が必要である。

これらを実現するために、気象庁では、長年、数値予報モデルの改良、大気、海洋、陸面初期値の改良、アンサンブル手法の改良等の技術開発を行ってきた。2010 年 2 月には、3か月予報と暖・寒候期予報に大気海洋結合モデルを導入したことにより、それまで用いていた統計的に予測された海面水温分布を与えた大気モデルによる予測に比べ、特に、熱帯の海面水温の予測と、その影響による大気的外部変動、すなわち「シグナル」の予測精度が大きく向上した。具体的には、西部太平洋熱帯域、インド洋熱帯域、大西洋熱帯域の海面水温の予測精度が、平年偏差が続くと仮定する持続予報の精度を上回り、特にエルニーニョ現象の予測精度が改善して、熱帯域の降水量の予測精度が向上、夏のアジアモンスーン域の降水量と関連する循環の予測精度が顕著に向上するなどの効果があった。

一方で、エルニーニョ現象の振幅や海面水温偏差のパターンが自然のパターンと異なることや、中・高緯度の偏西風や大陸の温度のバイアスなど、モデルやアンサンブル手法の改善により克服すべ

科学的な知見は、季節予報業務の高度化に大いに貢献している。

き課題も明らかになり、その後も着実に改善が続けられてきた。

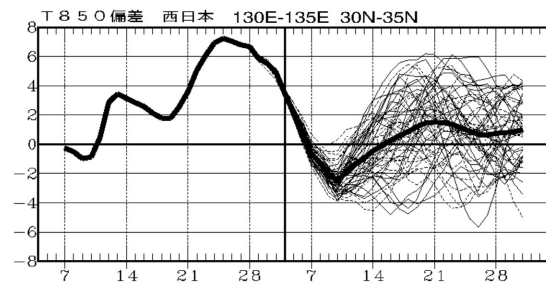
1 か月予報においては、ブロッキング高気圧、定常ロスビー波、北極振動、あるいは熱帯の季節内変動など、大気の内変動のうち総観規模の高・低気圧に比べて空間スケールが大きく、時間スケールも長い変動（大気の大規模変動）をその不確実性も含めて的確に予測することがより重要であるとされ、気象庁の1 か月予報では、内変動の予測の空間解像度を細かくした大気モデルを用いてきた（気象庁は世界に先駆けて1996年に1 か月予報に数値予報を導入した）。

一方で、1 か月予報の後半の予測には、日本の天候に影響を与える赤道季節内振動の予測が重要である。今般、新たに開発・改良された大気海洋結合モデル（CPS4）の赤道季節内振動の予測精度が、1 か月予報に使用していた大気モデルに比べて特に予測10日目以降で向上したことから、3 か月予報などに用いる大気海洋結合モデルのCPS4への更新と合わせて、1 か月予報においてもCPS4に基づく予報資料を用いることとなった。

（2）数値予報資料

気象庁の季節予報のための数値予報システムの特徴のひとつは、数値予報モデルのバージョンアップに先立ち、モデルの予測特性を把握するために過去の事例を対象とした多くの事例の予報実験（ハインドキャスト）を行っていることである。2週間気温予報、1 か月予報、3 か月予報、暖・寒候期予報ともに約30年分の予報実験を行っている。ハインドキャストの成果は、JRA-3Q長期再解析データなどで評価し、その結果を数値予報による予測の補正に用いたり、季節予報の現業作業において予報担当者が数値予報モデルの予測特性を確認したりするために使っている。

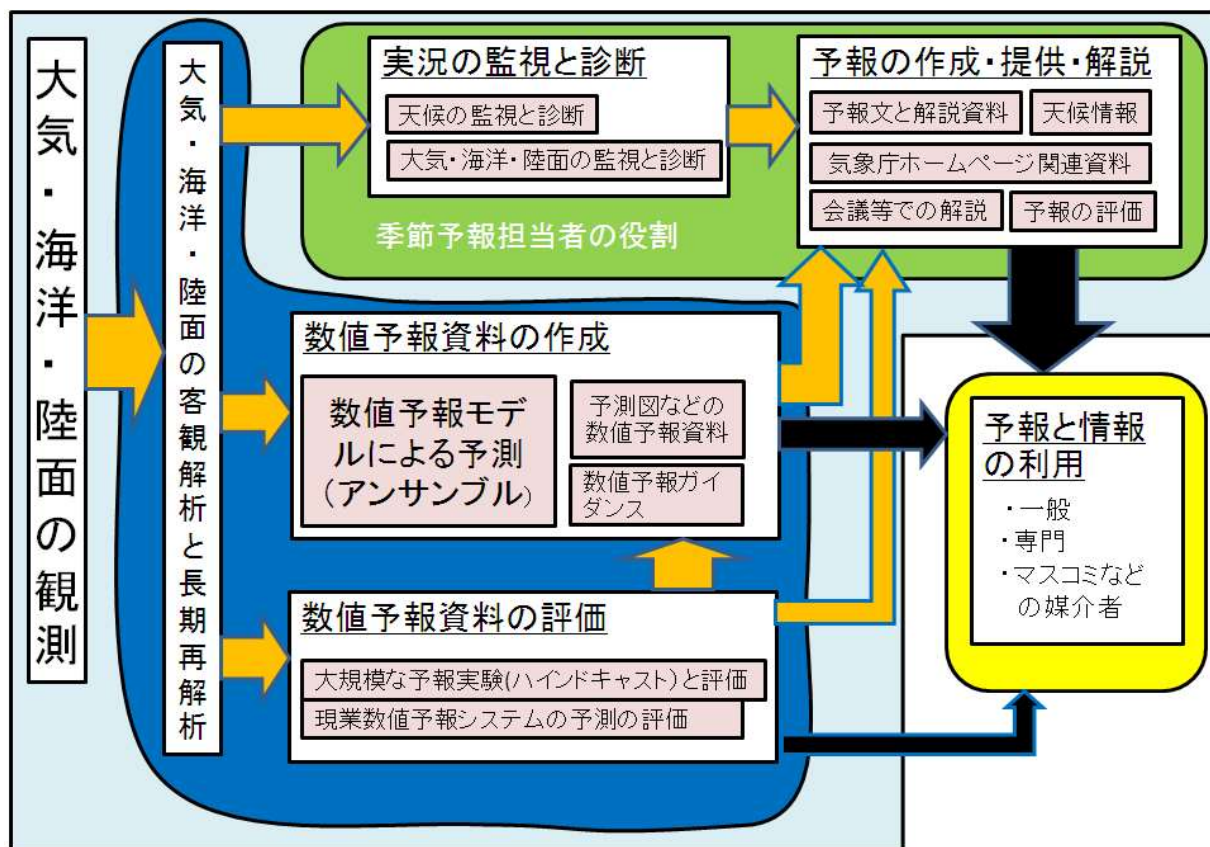
季節予報のための数値予報の成果を端的に可視化したものとして、気象庁は1 か月予報資料、3 か月予報資料などの数値予報天気図を作成・提供している。掲載している主な予測図としては、以下のようなものがある。



第1.4.2図 数値予報の予測図の例

2026年3月4日初期値の1 か月予報資料で、西日本域（30°N～35°N、130°E～135°Eの領域平均）の850hPa気温年平均偏差のアンサンブル予測の時系列。7日移動平均。横軸は7日移動平均の中央の日付け。細黒線：各アンサンブルメンバーの予測、太黒線：過去1 か月間の解析とアンサンブル平均予測。例では2月下旬の極端な高温傾向が初期値前後で大きく低下し、1週目は低温となる確度が高く、2週目はアンサンブル平均が次第に高くなるものの、2週目以降アンサンブルメンバー間のばらつきが非常に大きくなり、予測の不確実性が高いことがわかる。

- ア. 予測された「シグナル」を把握するための資料（アンサンブル平均図）と、「ノイズ」を把握するための資料（メンバー間の予測のばらつきを示すスプレッド図）
 - イ. 大規模な大気の流れの予測を把握するための、期間平均した北半球予想図や熱帯・中緯度予想図
 - ウ. 大規模な大気の流れの時間変化を把握するための各種指数の予測時系列図（第1.4.2図は北日本で領域平均した850hPa気温偏差）
- このうち、短期予報や週間天気予報では馴染みの薄い熱帯・中緯度予想図は、エルニーニョ／ラニーニャ現象などの熱帯域の海面水温分布の中緯度大気への影響を把握するため作成しているもので、3 か月予報、暖・寒候期予報の主要な予測図である。



第 1.5.1 図 季節予報の作成と提供の過程の模式図

数値予報のプロダクトの1つとして、季節予報で発表する予報要素の確率（例えば、1月の東北地方の気温が高い確率）などに統計的に翻訳した、数値予報ガイダンスも作成・提供している。この数値予報ガイダンスは、前述したハインドキャストの結果を用いた MOS (Model Output Statistics) 方式による線形重回帰式を採用し、数値予報モデルの予測特性を反映したものとなっている。数値予報ガイダンスは、季節予報の予報精度に直接影響を与え、季節予報の高度利用にも欠かせないデータであるため、今後も改良を重ねていく予定である。

1.5 季節予報担当者に必要な知見

本章の最後に、前節で示した季節予報のための数値予報システムを含め、気象庁における季節予報の作成から提供までの過程を第 1.5.1 図に示しつつ、季節予報担当者の役割と求められる知見を

説明する。

第 1.5.1 図の緑の囲みで示したとおり、季節予報担当者の役割は、数値予報システムで作成されたデータなどに基づき、

- (1) 天候と、関連する大気・海洋・陸面の大規模な変動を監視し、状態を診断する
- (2) (1) や第 1.4 節で説明した数値予報に基づいて、予報や天候に関する情報を作成し、一般に提供する
- (3) 発表した予報や情報を利用者に解説することである。

これらの業務を的確に実施するために必要とされる主な知見は、

- (1) 日本あるいは地方の天候に関する知見
- (2) 季節予報に関する大規模な大気・海洋の変動とそれらが天候に与える影響に関する知見
- (3) 季節予報に関する大規模な大気・海洋の変

動の予測可能性に関する知見

- (4) 予測資料とその特性（予測精度を含む）に関する知見
- (5) 季節予報の具体的な作業の知見
- (6) 天候が社会に与える影響と対策に関する知見

である。季節予報の担当者がこれらの知見を身に付け、数値予報資料を使いこなし、的確に予報を作成し解説することが、季節予報が利用者の意思決定に利用されるために不可欠である。

季節予報担当者の能力向上のための教科書として毎年発行して来た「季節予報研修テキスト」（令和5年度には「季節予報技術資料」に改めた）は令和6年度まで季節予報の改善や最新の科学的知見、季節予報の利活用など、季節予報に関する最新のトピックをまとめた「特論」的な性質の情報提供を続けてきた。その一方で、近年の季節予報に関わる科学・技術の進歩の成果も含め、季節予報の基礎から実践的な知識まで学べる「総論」的な性質を持つテキストが作成できないか模索を続け、今般、既刊のテキストや資料も活用したリンク集を作成することとなった。

このリンク集「季節予報技術資料リンク集」は、従前の季節予報研修テキストの中で、同様に「総論」的なテキストとして、しかしその時点のものとして整備した「季節予報作業指針」（平成24年度）の刷新し、常に最新のリファレンスを提供することを意図したものである。作成時点（2025年度末時点）で最新の内容を網羅しきれていない部分もあるが、今後内容を更新・補完し、その最新の内容を「季節予報技術資料」として引き続き発刊することを意図している。季節予報の担当者はその専門性を高め、また解説に従事する方には解説のリファレンスとしての活用を基本としつつ、業務のバックグラウンドの学習に役立てて頂きたい。

なお、リンク集に含めている季節予報についての基礎知識や専門知識、特に、天候に関する知識、大規模な大気・海洋の変動とそれらに関する気象力学の基礎知識の多くは、地球温暖化や異常気象

分析などの気候情報の他の分野、短期予報や週間天気予報、海洋の分野、あるいは数値予報開発や気候研究の分野にも役に立つ知識となっている。季節予報技術資料リンク集にまとめた各種資料を、季節予報や今後携わる業務に是非役立てていただきたい。

参考文献

- 気象庁, 2013: 季節予報作業指針. 平成24年度季節予報研修テキスト, 気象庁地球環境・海洋部, 361pp.
- 気象庁, 2021: 2020年平年値. 令和3年度季節予報研修テキスト, 気象庁大気海洋部, 58pp.
- Kosaka, Y., S. Kobayashi, Y. Harada, C. Kobayashi, H. Naoe, K. Yoshimoto, M. Harada, N. Goto, J. Chiba, K. Miyaoka, R. Sekiguchi, M. Deushi, H. Kamahori, T. Nakaegawa; T. Y. Tanaka, T. Tokuhira, Y. Sato, Y. Matsushita, and K. Onogi, 2024: The JRA-3Q reanalysis. J. Meteor. Soc. Japan, 102, 49-109.