

「ECMWFのEFIについて」

ー極端現象予測インデックスー

この発表は、ECMWFのHPに掲載されている情報を紹介するものです。
特定の地域・日時についてのECMWFの予報を第三者に提示するものではありません。
書籍やネット上に掲載されている気象情報の紹介ページと同様のものです。

東京支部

田家 康(気象予報士 No.3365)

気象予報へのニーズ

- ブドウ農園:「気温予想の場合、翌日の平均気温や最高・最低気温よりも、35°C以上といった「猛暑日」になる可能性を知りたい。
- イチゴ農家:「冬場は、気温がマイナス2°Cといった極端に低温になる可能性を知りたい」
- 防災面:「翌日の日降水量が100mmといっても、仮に上振れした場合、どのくらい降る可能性があるかを知りたい」

⇒いずれも、現在のアンサンブル平均での予報値とアンサンブル・メンバーのばらつきによる標準偏差では科学的に堅牢な予報にはならない(標準偏差 $\pm 2\sigma$ で示す程度)。

⇒数値予報やAI予報は外れ値(テール)に弱いという言説をよく聞く。

気象庁では、**気温の確率予報**であれば、2週間/1カ月を公表



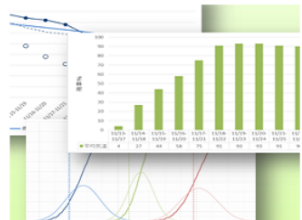
[ホーム](#) > [各種データ・資料](#) > [気象情報を利用して気候の影響を軽減してみませんか？](#) > 向こう2週間・1か月の予測資料

向こう2週間・1か月の予測資料

※ 確率予測資料、アンサンブル平均による予測図は、予報の基礎資料である数値予報の計算結果から自動作成（画像化）したものですので、気象庁が実際に発表する2週間気温予報や1か月予報と異なる内容が含まれる場合があります。

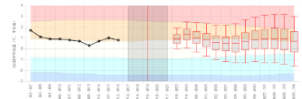
予測資料（2週間気温予報）（毎日9時30分頃更新）

確率予測資料



▶ [確率予測資料（CSV形式）取得ページ](#)

2週間気温予報の基礎資料となる確率予測資料について取得できます。
対象の地方（地域平均）や地点の気温の予測値や誤差情報（0.1℃単位の累積確率値）のデータを提供しており、細かい数値的・定量的な利用ができます。
データの内容を可視化するサンプルワークシート（Excelファイル）についても提供しています。

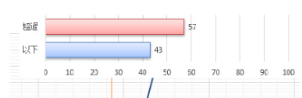


▶ [2週間先までの気温の推移](#)

地域と地点における日平均気温の5日間平均値について、2週間前から2週間先までの実況及び予測により、グラフ及び表で表示します。

予測資料（1か月予報）（毎週木曜日9時30分頃更新）

確率予測資料

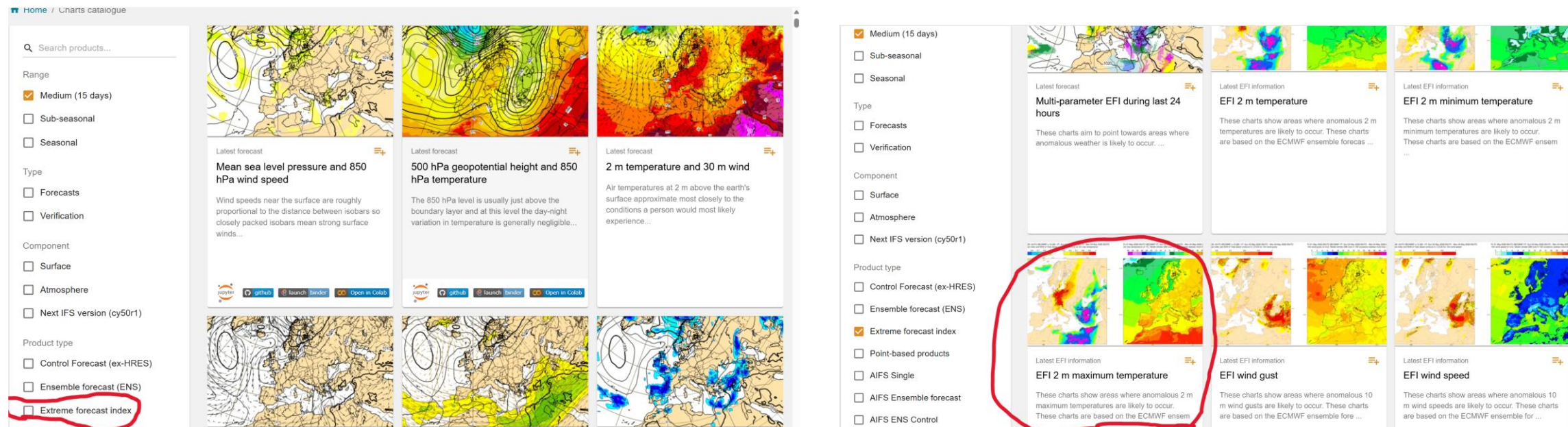


▶ [確率予測資料（CSV形式）取得ページ](#)

1か月予報の基礎資料となる確率予測資料について取得できます。
対象の地方（地域平均）や地点の気温の予測値や誤差情報（0.1℃単位の累積確率値）のデータを提供

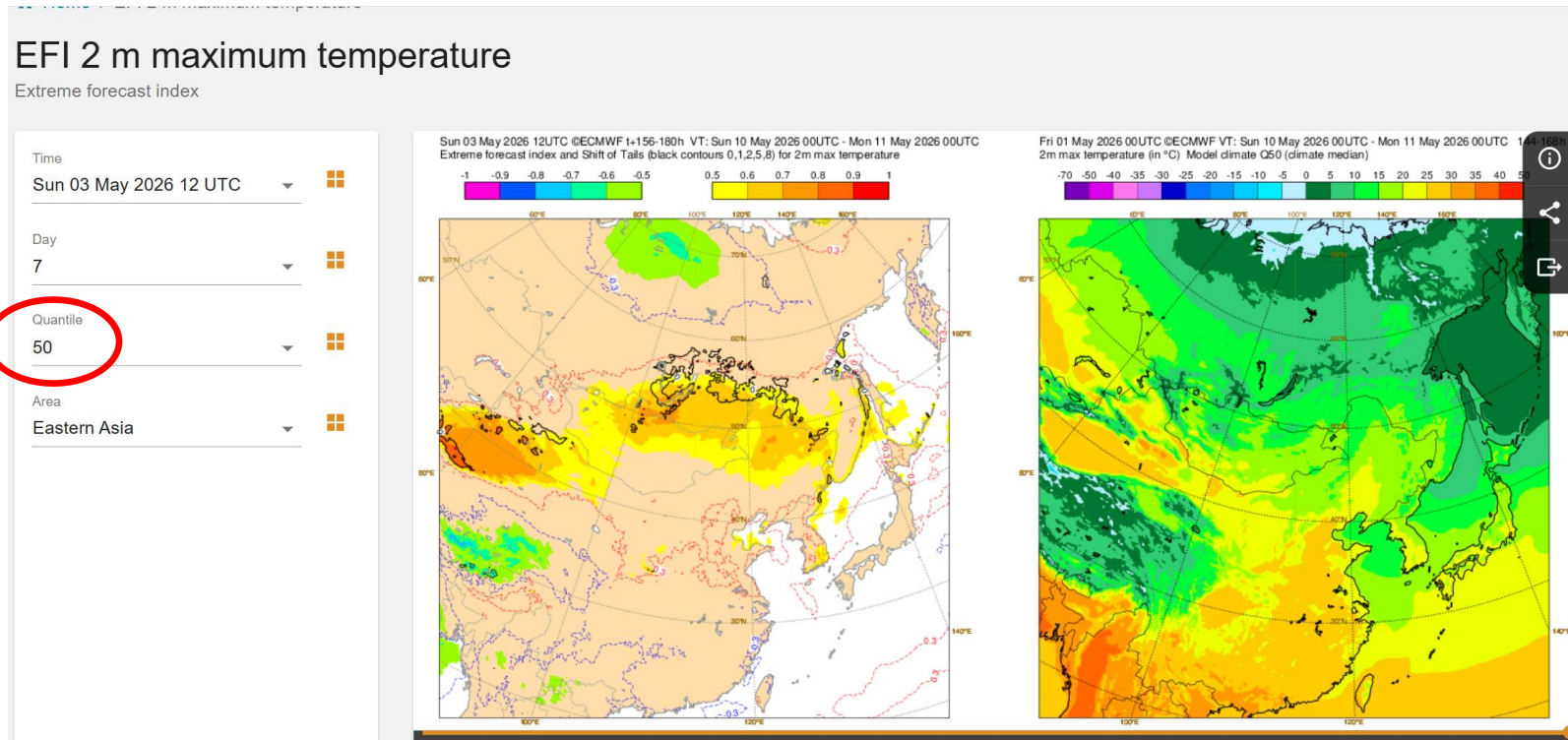
- 気温のみ。
- 発表日
 - 2週間予報：毎日
 - 1か月予報：毎週木曜日
- 2週間予報/1か月予報のアンサンブル予報による。
 - 確率分布を見る限り、標準誤差ではなく、アンサンブルメンバーの振る舞いを反映している(?)
- 平年値からの偏差なので、使い勝手あまりよくない。

ECMWFのEFI: Extreme Forecast Index



- ページ: <https://charts.ecmwf.int/>
- Extreme Forecast Indexには、地上2メートルの気温・最高気温・最低気温、風向・風速、降水量などがある。今回は、「地上2メートル最高気温」を取り上げます。
- なお、EFIは生成AI予報(AIFS)ではなく、ECMWF主力の数値予報モデル(HRES、IFS)です。
 - AIFSモデルでは、Extreme Forecast Indexは現在のところ公表されていない模様。

ECMWFのEFIとSOT

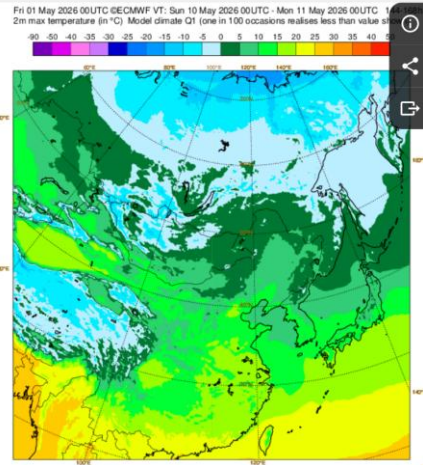
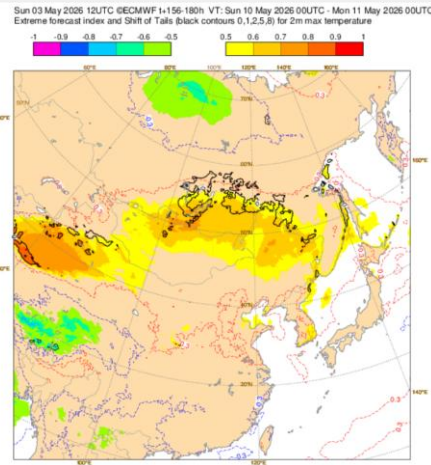
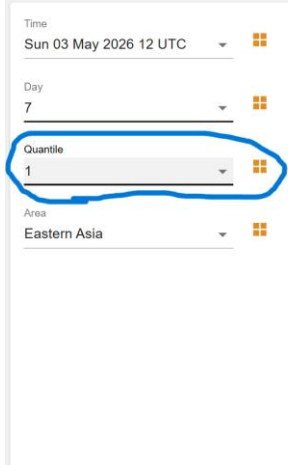


- 右図はQuantile=50のもので、50パーセンタイル(50度分位)
- 中央値を示す(平均値ではない)

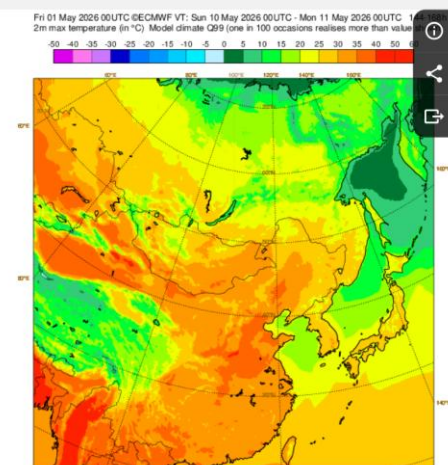
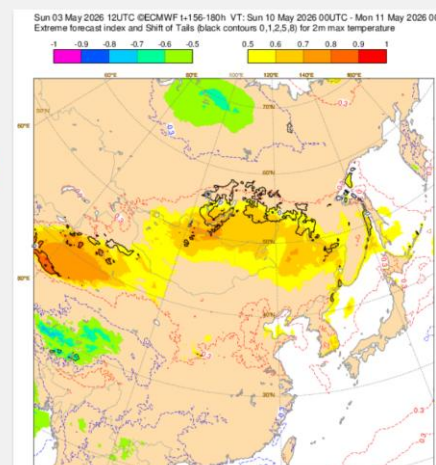
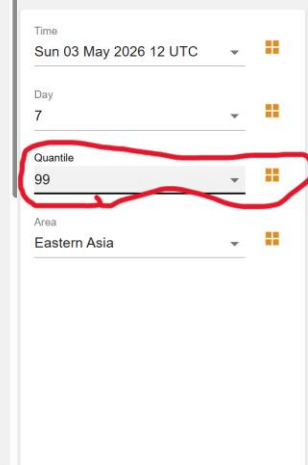
- 2026年5月3日12UTCでの7日後の最高気温についてのExtreme Forecast Index。
- 左図: 色の違いがEFI(±)を示し、黒線で囲ったところがSOT(Shift of Tails)という外れ値(説明は後ろで)
- 右図: 気候値のデータ(ECMWFでは20年)をベースにした気候分布を示す。
 - M-climate=「気候値のデータをインプットして、ENSモデルで生成した気候分布」を示したもの。

右図のQuantileを動かすと・・・

EFI 2 m maximum temperature
Extreme forecast index



EFI 2 m maximum temperature
Extreme forecast index



- まず、わかりやすい右図の平年の気温の分布から始めます。
 - 左側: Quantile=1、もっとも低い1度分位のときの気温分布
 - 右側: Quantile=99、もっとも高い99度分位のときの気温分布
- 左図にあるEFIとSOTの図は変わらないのに留意

EFI (Extreme Forecast Index) について

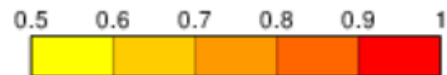
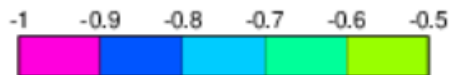
EFI (Extreme Forecast Index) の計算式

EFIは以下の積分式で定義されます：

$$EFI = \frac{2}{\pi} \int_0^1 [F_{ENS}(p) - p] \cdot \frac{1}{\sqrt{p(1-p)}} dp$$

ここで：

- p : 気候値CDFの累積確率 (0~1)
- $F_{ENS}(p)$: 気候値の p 分位点に対応する気温・降水量などの値における、ENSアンサンブル予報のCDFの値 (つまり、気候値の p 分位点を下回るENSメンバーの割合)
- $2/\pi$: 正規化定数 (EFIが-1~+1の範囲に収まるようにするため)



- $EFI=0$: アンサンブル予報の分布が気候値分布とほぼ同じ
- EFI がプラス: アンサンブル予報の分布が気候値分布の高い側(大きい側にシフトする)
- EFI がマイナス: アンサンブル予報の分布が気候値分布の低い側(小さい側にシフトする)
- 経験的に以下のように言える(ECMWF解説)
 - EFI が **0.5~0.8** (符号に関係なく) の場合 → 「平年よりかなり異常な」天候が予想されることが多い
 - EFI が **0.8以上** (符号に関係なく) の場合 → 「非常に異常」または極端な現象が予想されることが多い
 - EFI が ± 0.3 も点線で示されている。

SOT (Shift of Tails) について

SOT (Shift of Tails) の定義

SOTは、EFIが高い場合に**極端な事象がどの程度極端か**を補足する指標です。

計算式

$$SOT = \frac{F_{ENS}^{-1}(0.9) - M^{-1}(0.9)}{M^{-1}(0.75) - M^{-1}(0.25)}$$

(上側SOT、高温・大雨など正の極端の場合)

下側SOT (低温・少雨など) の場合：

$$SOT = \frac{F_{ENS}^{-1}(0.1) - M^{-1}(0.1)}{M^{-1}(0.75) - M^{-1}(0.25)}$$

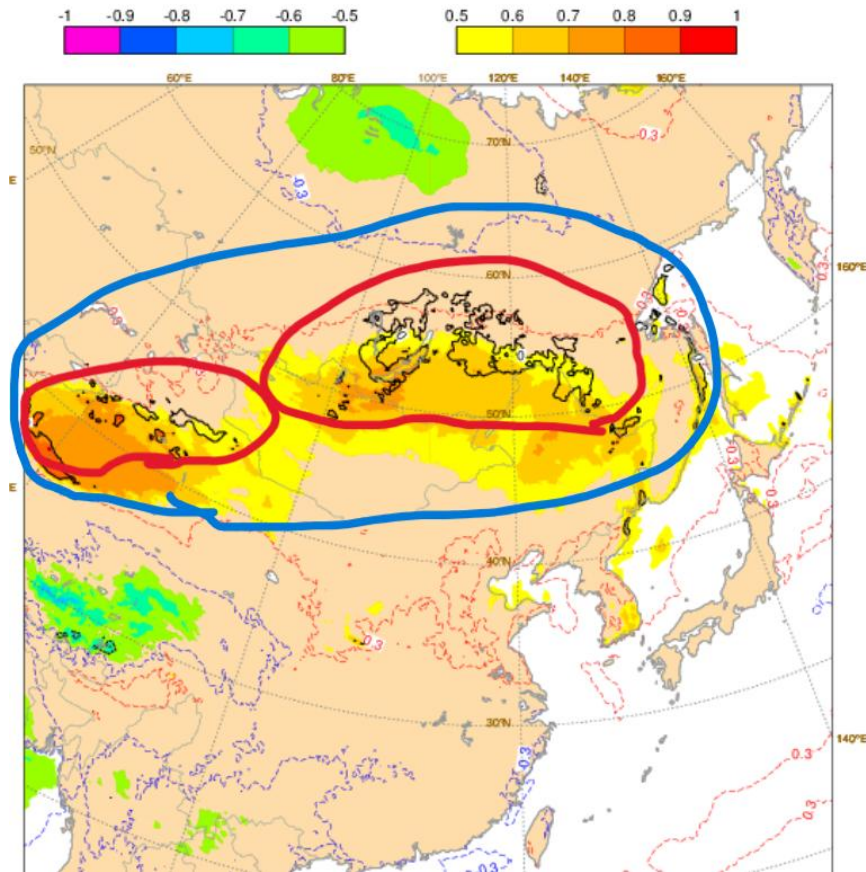
ここで：

記号	意味
$F_{ENS}^{-1}(0.9)$	ENSアンサンブル予報CDFの 90パーセンタイル 値
$M^{-1}(0.9)$	気候値 (M-Climate) CDFの 90パーセンタイル 値
$M^{-1}(0.75) - M^{-1}(0.25)$	気候値の 四分位範囲 (IQR) (正規化のため)

- SOT指数は、その現象がどの程度極端になり得るかを示すもの。
- SOTが正の値であれば、アンサンブルの少なくとも10%が極端現象を予測していることを意味し、その値が大きいほど極端性が高いことを示します。
- **黒の実線はSOTの等値線で、以下を表す。**
 - 正の値：
ENSの上位10% (=90パーセンタイル) が、モデル気候の上位1%を上回っている
 - 負の値：
ENSの下位10% (=10パーセンタイル) が、モデル気候の下位1%を下回っている

EFIとSOTの実務への適応

Sun 03 May 2026 12UTC ©ECMWF t+156-180h VT: Sun 10 May 2026 00UTC - Mon 11 May 2026 00UTC
Extreme forecast index and Shift of Tails (black contours 0,1,2,5,8) for 2m max temperature



異常気象の発生の可能性を事前に確認し、その程度を知る。

- ステップ1: EFIで大まかな異常気象の地域を把握
 - EFIの色の濃い領域(例: ± 0.8 以上)に注目
- ステップ2: Black Contour ($SOT > 0$ or < 0)で極端域を絞る
 - Black Contourの内側に入っている地域=ENSの裾が気候値の裾を超えている地域
 - この内側を「記録的な極端現象の可能性のある地域」として特に注目すべき領域
- ステップ3: Quantile 99(または1)の物理量と比較
 - その地域で気候値の99パーセンタイル(上位1%)や1パーセンタイル(下位1%)に相当する物理量(気温 0°C 、降水量 0mm 等)を確認
 - ENSメンバーがその閾値をどの程度超えているかを評価

「気象予報へのニーズ」への対応

- ブドウ農園:「気温予想の場合、翌日の平均気温や最高・最低気温よりも、35℃以上といった「猛暑日」になる可能性を知りたい。

⇒当該日のEFIを確認し、0.5未満であればアンサンブル平均から大きく外れない。0.5以上の場合、SOTの範囲を確認し、99度分位の気温以上になる可能性を提示する。

- イチゴ農家:「冬場は、気温がマイナス2℃といった極端に低温になる可能性を知りたい」

⇒当該日のEFIを確認し、0.5未満であればアンサンブル平均から大きく外れない。0.5以上の場合、SOTの範囲を確認し、1度分位の気温以下になる可能性を提示する。

- 防災面:「翌日の日降水量が100mmといっても、仮に上振れした場合、どのくらい降る可能性があるかを知りたい」

⇒当該日のEFIを確認し、0.5未満であればアンサンブル平均から大きく外れない。0.5以上の場合、SOTの範囲を確認し、99度分位の降水量以上になる可能性を提示する。

さまざまなEFI

- 最高気温・最低気温だけではない
 - 気象庁の異常天候早期警戒情報は気温だけ。
- 突風 (Wind Gust)、風速 (Wind Speed)、降水量 (Precipitation)、波高 (Wave Height)、降雪 (Snow Fall)、大気安定性 (Cape)、水蒸気フラックス (Vapour Flux)
- 夏山シーズンで山岳気象を予想する場合、CAPE辺りは見る価値がありそう

