

V: 1月26日、1140-1310  
季節予報の利活用促進の取り組み  
～サンダルとゴキブリと季節予報～

気象研究所 前田修平

\* 講義資料には、気象庁が実施している季節予報担当者向けの研修資料(季節予報研修テキスト、Web技術指導、東京気候センター(TCC)研修資料)から多くを引用しました。

# 気象庁の任務

## 気象業務法第一条

この法律は、気象業務に関する基本的制度を定めることによって、気象業務の健全な発達を図り、もつて**災害の予防、交通の安全の確保、産業の興隆**等公共の福祉の増進に寄与するとともに、気象業務に関する国際的協力を行うことを目的とする。

## 災害の予防

- 警報、特別警報
- 台風情報
- 竜巻注意情報

## 交通の安全 確保

- 空港の気象観測と予報
- 海上悪天予想図と波浪予想図の提供

## 産業の興隆

- 週間天気予報
- 異常天候早期警戒情報
- 季節予報



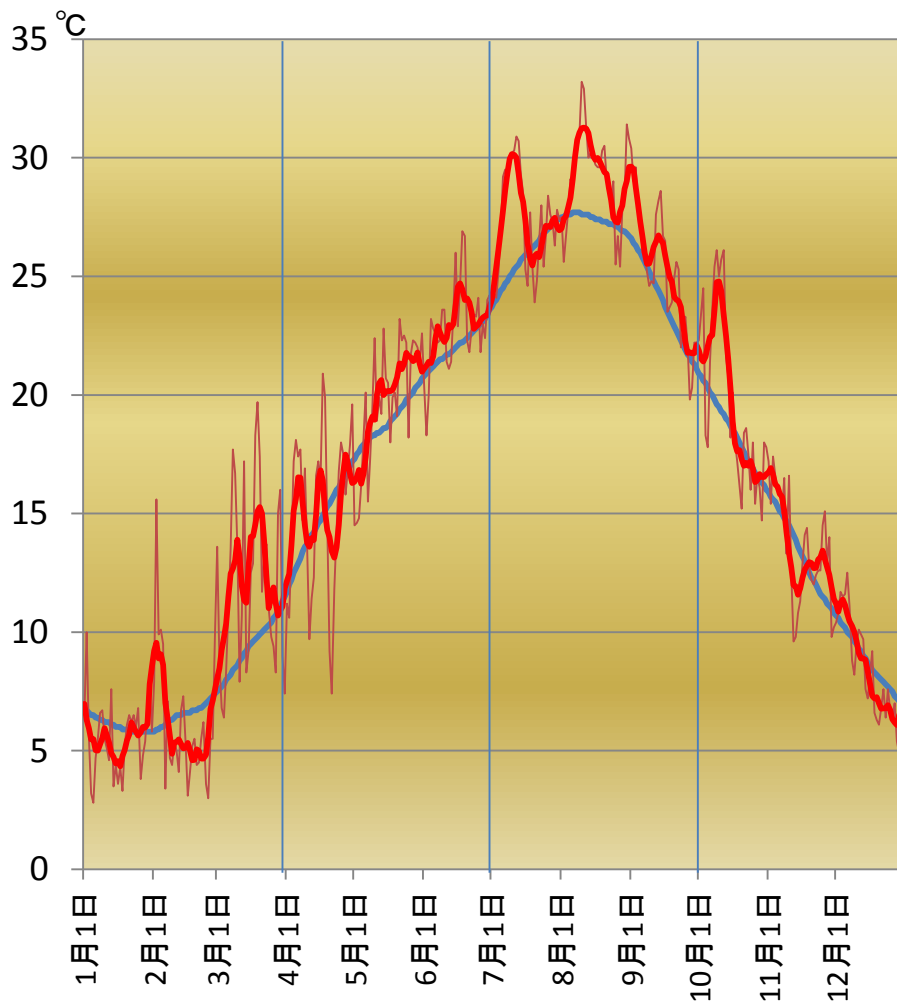
# 概要

- V.1 季節予報とその利活用の実態
- V.2 季節予報の利活用促進の取り組み
- V.3 気象庁HP「気候リスク管理」の紹介
- V.4 おわりに

# V.1 季節予報とその利活用の実態

# 数日以上の時間スケールの変動

東京の日平均気温(2013年)



- 平年値
- 2013年
- 7日移動平均

- 冬は寒くて、夏は暑い(季節変化)
- 気温は日々変動する
- 平年に比べて、気温が高い時期、低い時期がある(平年から隔たった「天候」)

# 平年から隔たった天候の影響例(平成22年夏の猛暑)

## 【食料分野】

### コメの品質低下

### 1等米激減

#### 猛暑響き農家苦境

#### 所得補償も値下げ要因

今年も全国的に猛暑が続く中、農産物の品質低下や収穫量の減少が懸念されている。特にコメの品質低下や収穫量の減少が懸念されている。...

品名	1等米比率(%)	前年比(%)
玄米	85%	(4.4)
白米	85%	(4.4)
玄米	85%	(4.4)
白米	85%	(4.4)

(平成22年10月18日 朝日新聞)

### 野菜・果樹の品質低下等

### 猛暑、作物に打撃

#### 定植「雨待ち状態」

#### 割れ果、果実

猛暑による作物への打撃が深刻化している。定植が雨待ち状態になり、割れ果や果実の品質低下が懸念されている。...

(平成22年9月3日 日本農業新聞)

### 畜産への影響

### 猛暑で家畜大量死

### 牛乳・豚肉供給に影響

### 需給締まり価格上昇

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2010年	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950
2009年	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900

(平成22年9月14日 日本経済新聞)

### 水産への影響

### サンマの不漁

### わずか2度の温度差で

サンマの不漁が続いている。わずか2度の温度差で、漁獲量が激減している。...

(平成22年8月30日 東京新聞)

### 養殖業への被害

### 養殖魚、軒並み高騰

### 猛暑で赤潮被害

猛暑による赤潮被害が、養殖魚の価格を高騰させている。...

(平成22年8月28日 日本経済新聞)

### 【自然生態系分野】

### 樹木枯れ

(平成22年8月30日 産経新聞)

### 猛暑広がるナラ枯れ

年	被害面積
平成12年	304
平成13年	350
平成14年	400
平成15年	450
平成16年	500
平成17年	550
平成18年	600
平成19年	650
平成20年	700
平成21年	750
平成22年	800

世界遺産・屋久島で



# 【流通・小売分野等】

## コンビニ売上増

全店売上高	営業利益	純利益	
セブンイレブン ジャパン	1兆4675 (3.0)	900 (4.0)	非公表
ローソン	7475 (▲1.5)	271 (▲0.1)	126 (3.1)
ファミリー マート	7278 (11.8)	199 (9.0)	109 (8.2)
サークルK サンクス	4296 (▲2.6)	103 (9.6)	40 (39.6)
ミニストップ	1583 (1.8)	40 (92.0)	19 (65.3)

※単位:億円。かつこ内は前年同月比増減率%。  
▲はマイナス

**コンビニ 猛暑好影響**  
8月中間決算 4社が営業増益

コンビニ大手5社が8月中間決算を発表した。猛暑の影響で飲食店大手の100体が10日、出せる。コンビニ大手5社の8月中間決算(単体)は、猛暑の影響で飲食店大手の100体が10日、出せる。コンビニ大手5社の8月中間決算(単体)は、猛暑の影響で飲食店大手の100体が10日、出せる。

(平成22年10月13日 東京新聞)

## エアコン売上増

**エアコン**

猛暑で売れた

日本電機工業会以千... 九州の猛暑の影響で急... びた。8月中旬のエアコン... 販売は、前年同月比40%... 増加した。今年も猛暑... により、エアコンの需要... が急増している。...

**外出**

家で料理面倒... での料理が面倒なため、外食... する人が増えている。...

(平成22年8月26日 東京新聞)

## プール・ビールの需要増

**プール・ビール特需 熱中症4倍ペース**

**猛暑 明と暗**

35度以上9日... ビアガーデン... 連日大入り... 死亡... 救急搬送... 死者... 救急搬送... 死者... 救急搬送... 死者...



(平成22年8月11日 読売新聞)

# 【健康分野】

## 熱中症患者増

**熱中症搬送3万超**

5月末以降 死者132 最悪ペース

熱中症の搬送患者数は、5月末以降、1日平均で1万3000人以上に達している。...

**35度超142地点**

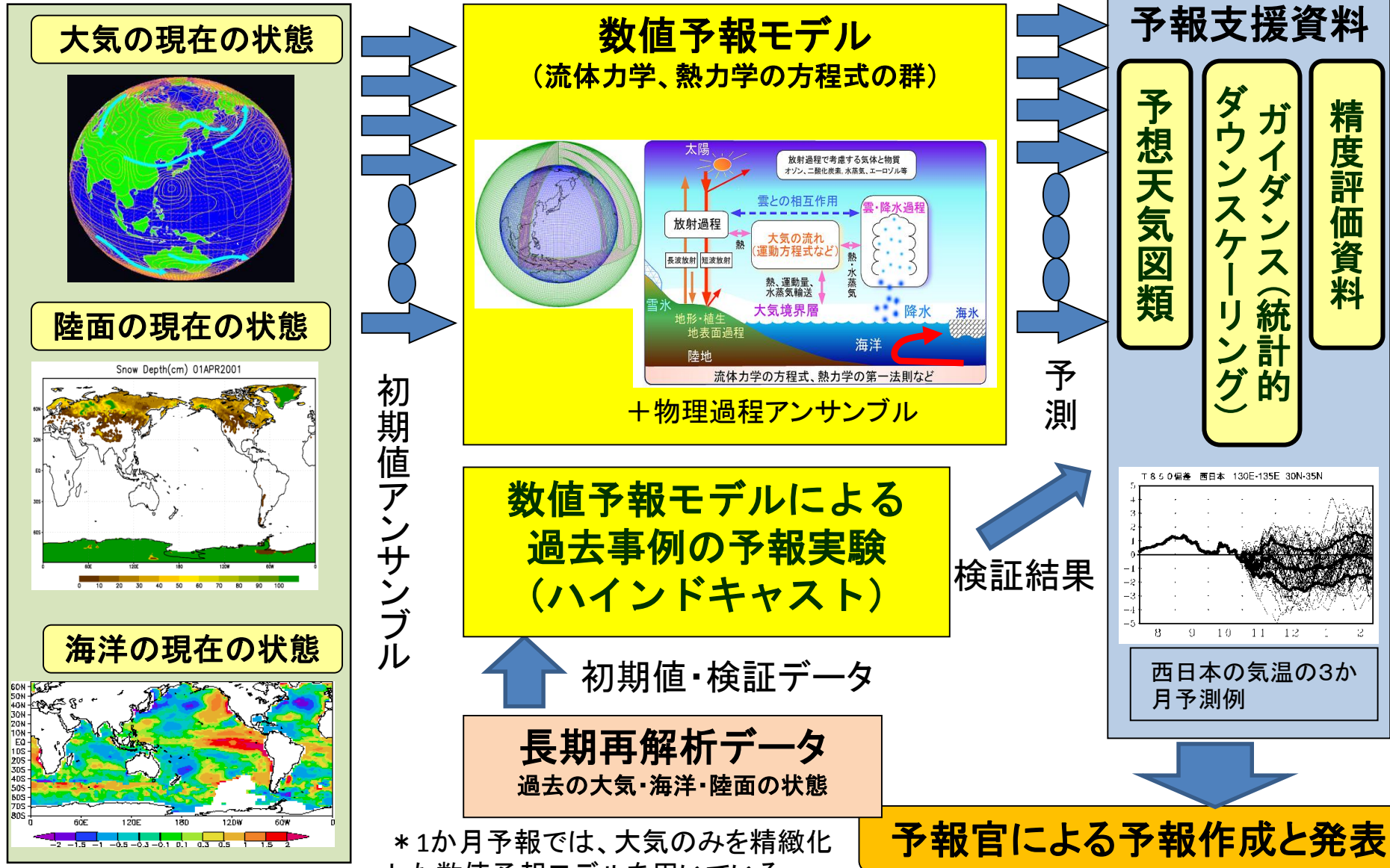
いつまで続く暑熱列島

(平成22年8月18日 日本農業新聞)

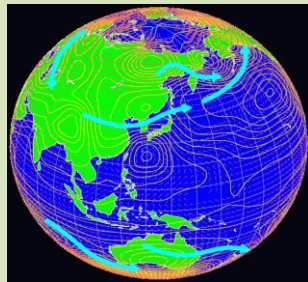
・夏季の猛暑や低温、冬季の低温や高温、春・秋における季節外れの低温や高温など、いわゆる「天候」の偏りの社会への影響は大きい。

・天候を対象に、気象庁は「季節予報」を発表

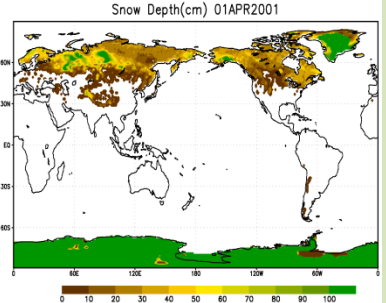
# 季節予報の作成



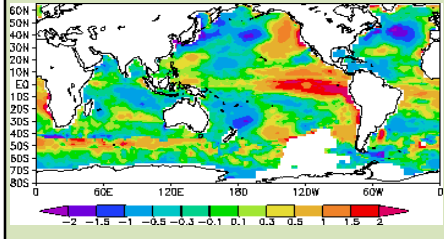
大気の状態



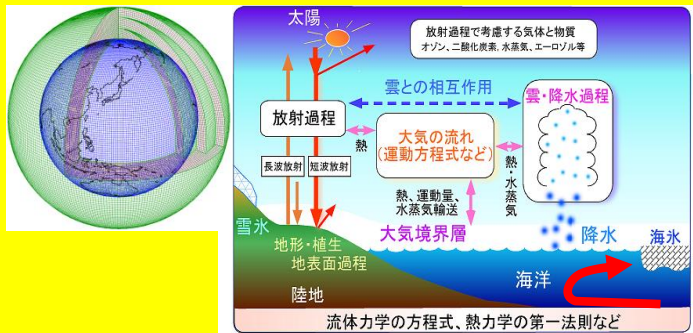
陸面の状態



海洋の状態



数値予報モデル  
(流体力学、熱力学の方程式の群)



+物理過程アンサンブル

数値予報モデルによる  
過去事例の予報実験  
(ハインドキャスト)

初期値・検証データ

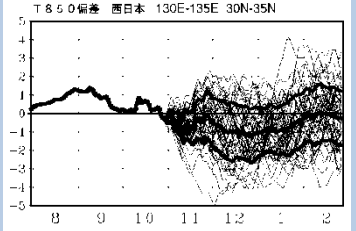
長期再解析データ  
過去の大気・海洋・陸面の状態

予報支援資料

予想天気図類  
ガイダンス(統計的  
ダウンスケーリング)  
精度評価資料

予測

検証結果



西日本の気温の3か月予測例

予報官による予報作成と発表

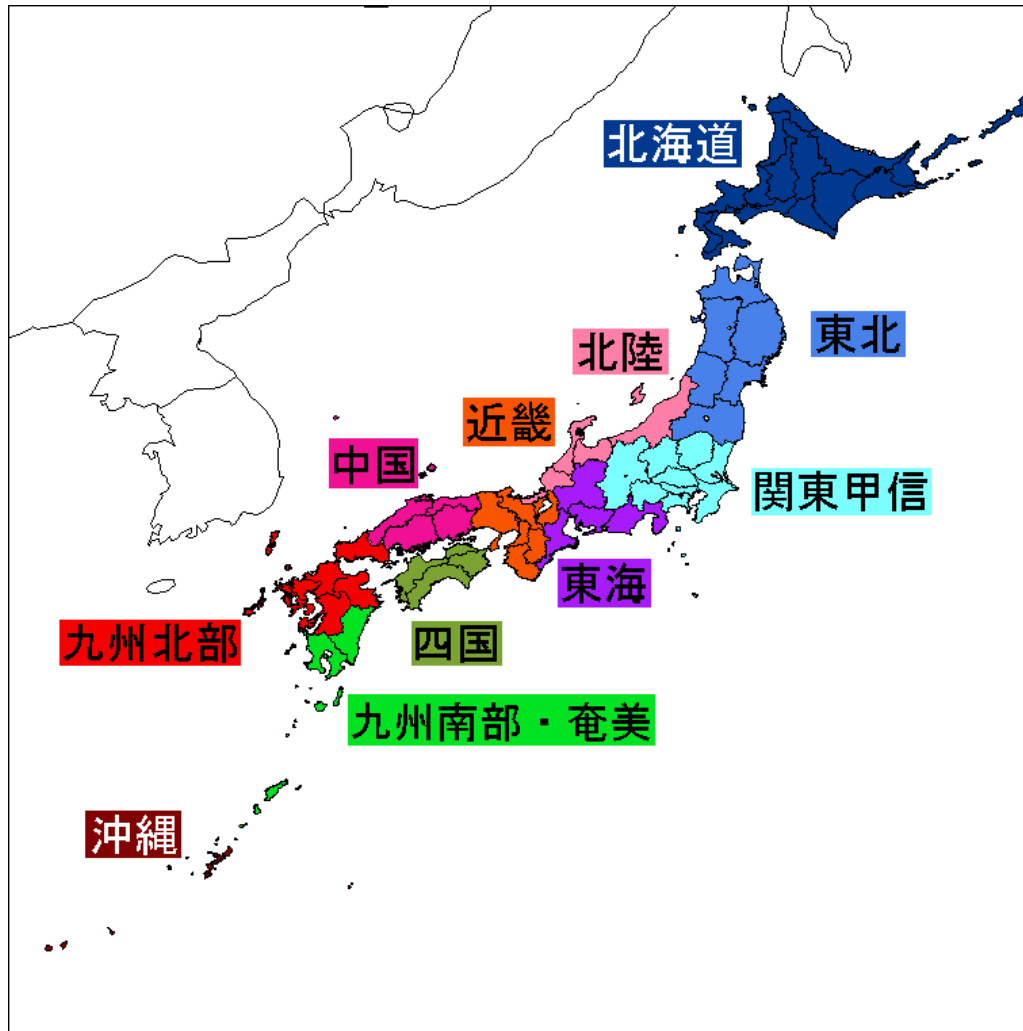
\* 1か月予報では、大気のみを精緻化した数値予報モデルを用いている。



# 気象庁の季節予報

種類	発表日時	概要
異常天候早期警戒情報	原則月・木曜日 14時30分	5日後から14日後までの間の7日間平均気温が「かなり高い」または「かなり低い」となる天候の可能性等
1か月予報	毎週木曜日 14時30分	向こう1か月間の平均気温、降水量、日照時間、降雪量等
3か月予報	毎月25日頃 14時	3か月平均気温、降水量、降雪量等
暖候期予報	2月25日頃 14時	夏（6～8月）の平均気温、降水量等
寒候期予報	9月25日頃 14時	冬（12～2月）の平均気温、降水量、降雪量等

# 地方季節予報で用いる地域区分

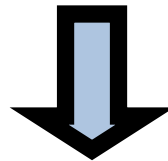
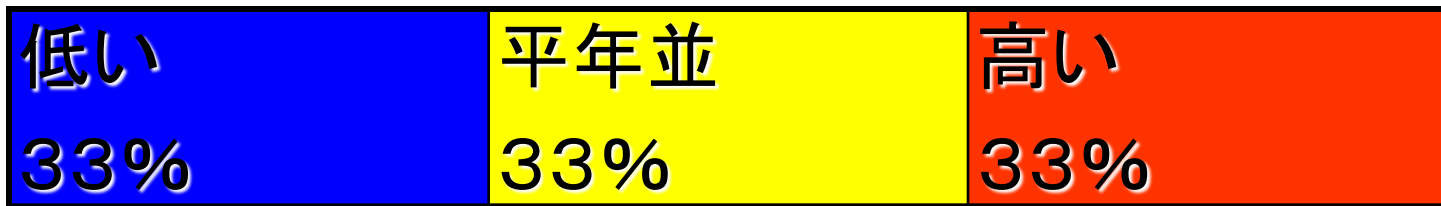


全国を11の地方に分けて予報。

# 確率予報

季節予報では確率を用いた予報表現が基本

気候的出現率(過去30年、1981~2010年を3階級に等分)

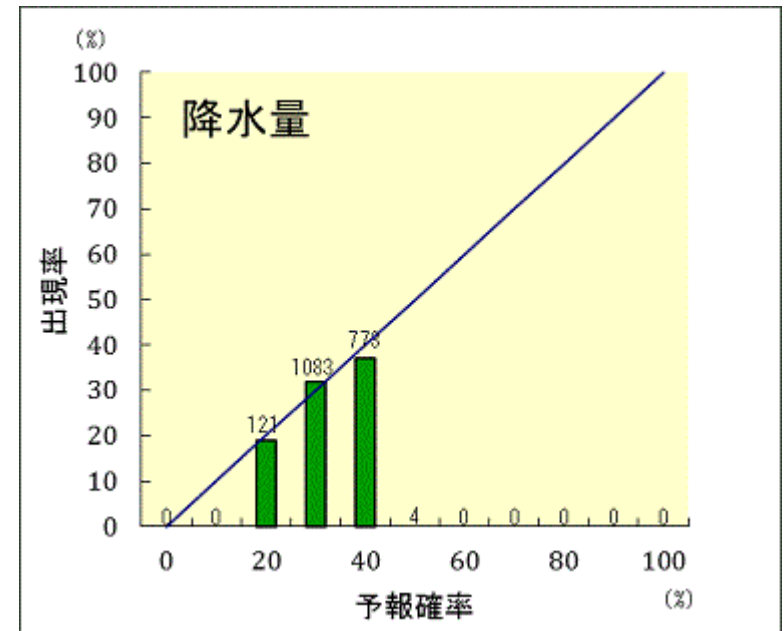
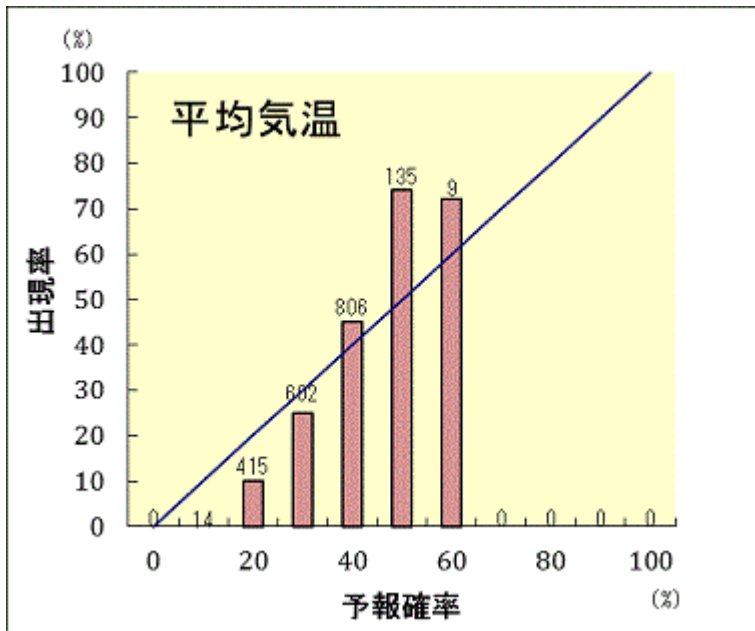


ある予報



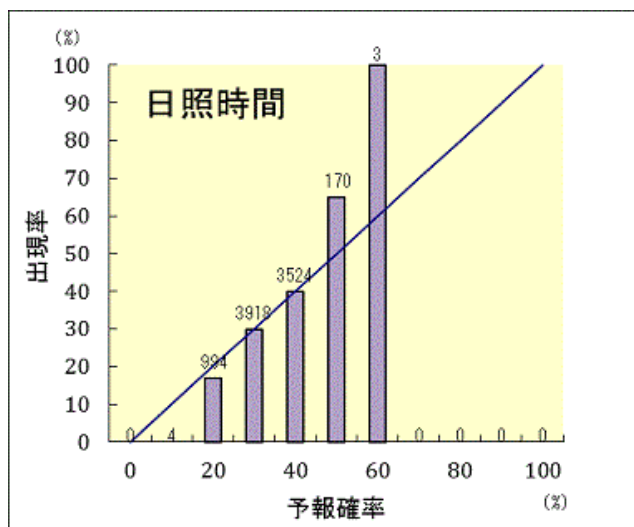
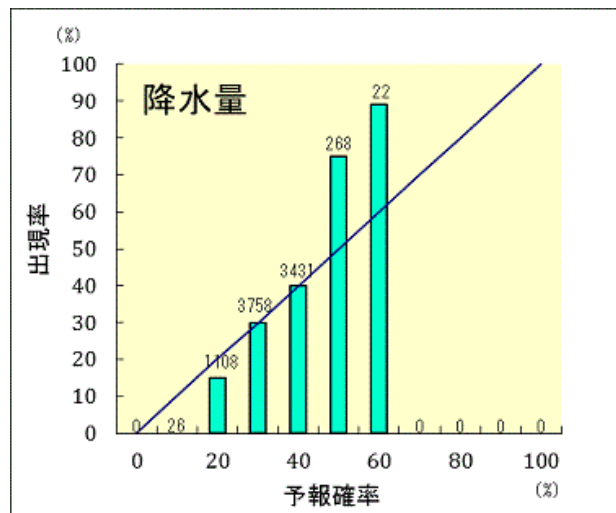
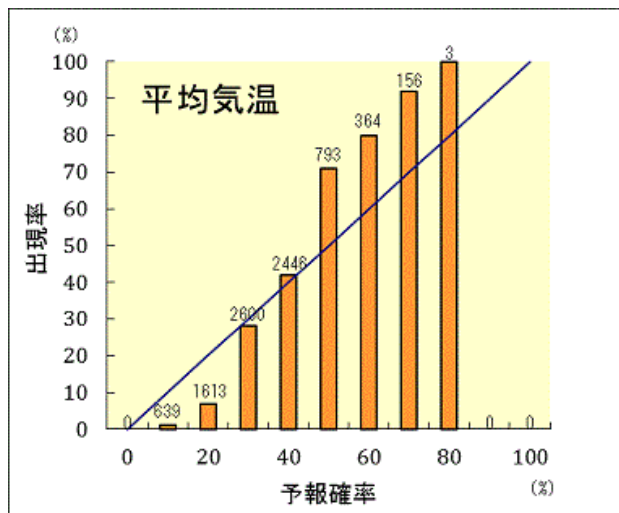
### 3か月予報における確率の評価

3か月予報の「3か月平均気温」と「3か月降水量」の2009年1月～2013年12月の5年分の評価結果で、確率の信頼度を示しています。



# 1か月予報における確率の評価

1か月予報の「1か月平均気温」「1か月降水量」「1か月日照時間」の2009年～2013年の5年分の評価結果で、確率の信頼度を示しています。



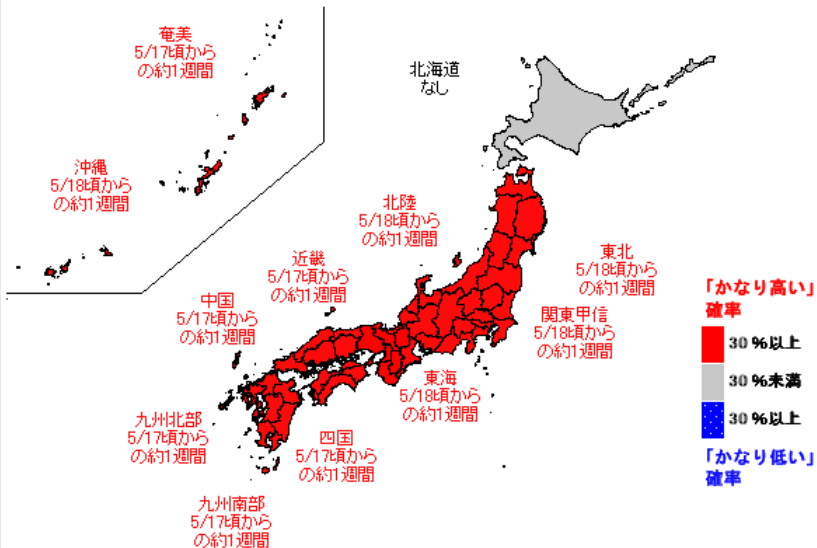


# 異常天候早期警戒情報(2009年～)

概ね2週目までに、平年からの隔たりの大きな天候の発生する恐れに関する確率的な予測情報

平均気温 平成22年5月11日発表  
情報の対象期間:5月16日～5月25日

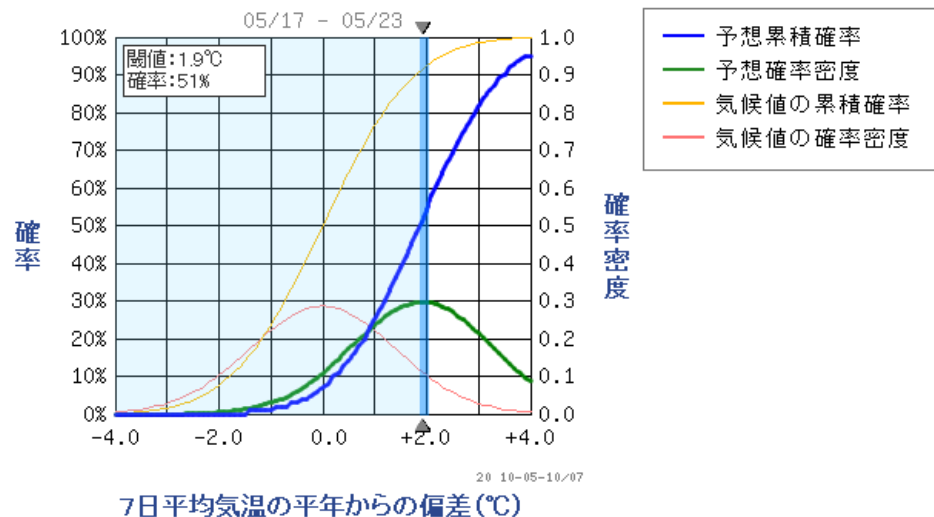
「かなり高い」または「かなり低い」確率が30%以上の地域  
地域名の下に示す期間は、30%以上と予想される期間  
地図をクリックすると、該当地域の発表状況や内容を表示します。



All rights reserved. Copyright © Japan Meteorological Agency

7日平均気温平年偏差の日別累積確率・確率密度分布図:関東甲信地方

青い縦線をマウスでクリックしながら動かすことで、任意のしきい値以下になる確率(1%刻み)を確認でき



極端現象の予測

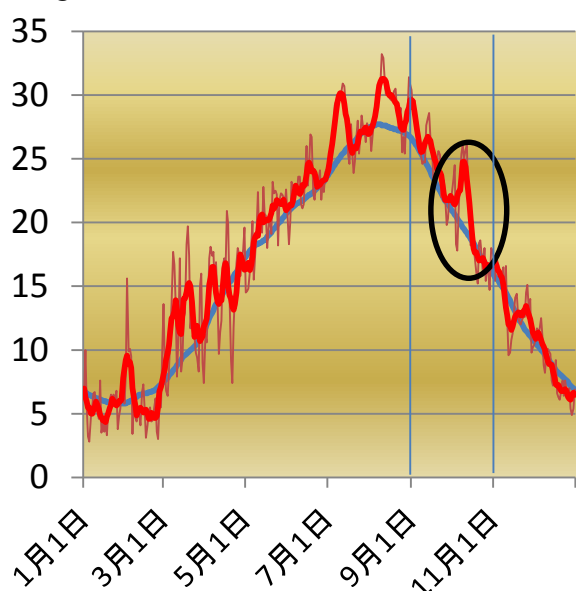
確率予測分布の予測

利用者の「意志決定」に使いやすい情報

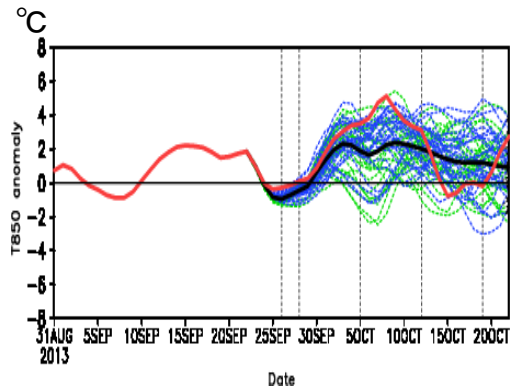
# 予測例：2013年10月半ばの日本の異常高温

9月26日からの、10月7日～10月13日の7日平均場の予測(2013年)

東京の日平均気温(2013年)



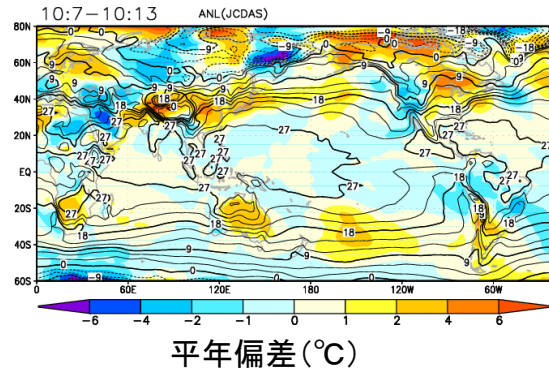
9月26日からの7日平均気温予測(上空1500m付近、東日本、平年偏差)。赤線は実況、青・緑・黒線が予測



地上気温

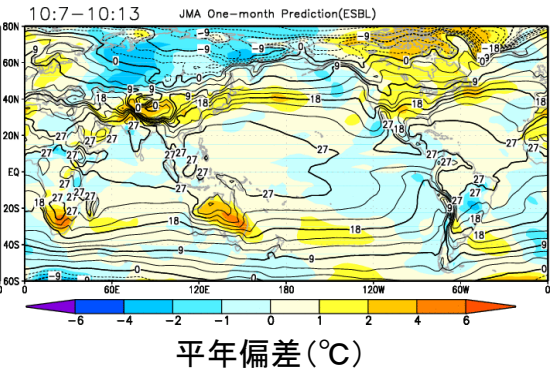
上空の西風

実況

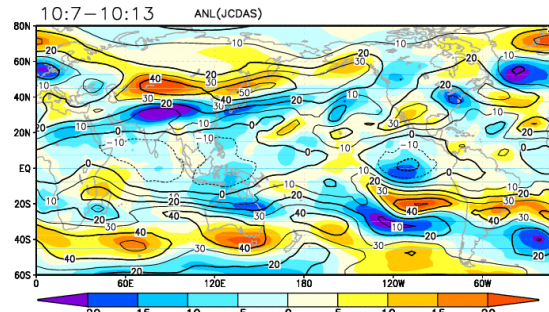


平年偏差(°C)

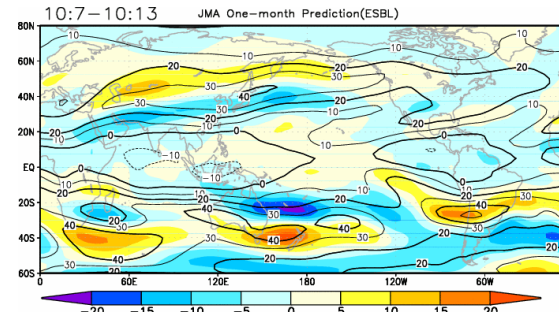
予測(アンサンブル平均)



平年偏差(°C)

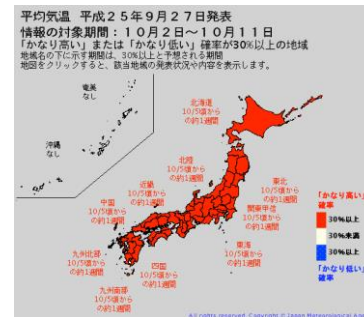
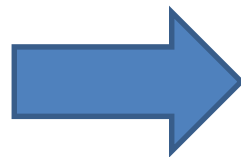


平年偏差(m/s)



平年偏差(m/s)

アジアジェット気流の北上に伴う、帯状の高温をよく予測



9月27日に、10月5日からの1週間を対象に、高温の異常天候早期警戒情報を発表

# 2013年に発表した1か月予報と実況

	予報期間 の初日	予報確率(%)			実況 平年偏差(°C)
		低い	平年並	高い	
10月 発表	2013/12/27	50	30	20	-1
	2013/12/20	50	30	20	-1
	2013/12/13	40	40	20	-0.7
	2013/12/6	50	30	20	-0.6
	2013/11/29	30	40	30	-0.4
	2013/11/22	40	30	30	-0.2
	2013/11/15	30	40	30	-0.2
	2013/11/8	40	40	20	-0.7
	2013/11/1	30	30	40	-0.5
	2013/10/25	30	30	40	-0.4
7月 発表	2013/10/18	20	30	50	0.3
	2013/10/11	10	40	50	0.9
	2013/10/4	10	20	70	1.8
	2013/9/27	10	30	60	2.3
	2013/9/20	20	30	50	2.1
	2013/9/13	20	40	40	2.2
	2013/9/6	30	30	40	0.9
	2013/8/30	20	40	40	0.1
	2013/8/23	20	30	50	-0.3
	2013/8/16	10	40	50	0
4月 発表	2013/8/9	10	40	50	0.5
	2013/8/2	20	30	50	1
	2013/7/26	30	30	40	0.9
	2013/7/19	40	30	30	0.6
	2013/7/12	10	40	50	0.3
	2013/7/5	20	30	50	1.1
	2013/6/28	10	40	50	1.9
	2013/6/21	20	30	50	1.9
	2013/6/14	20	30	50	2.1
	2013/6/7	10	30	60	1.7
1月 発表	2013/5/31	20	40	40	1.4
	2013/5/24	20	30	50	1.9
	2013/5/17	20	40	40	1.8
	2013/5/10	30	40	30	1.3
	2013/5/3	40	40	20	0.5
	2013/4/26	50	30	20	-0.9
	2013/4/19	40	40	20	-1.9
	2013/4/12	50	30	20	-2.1
	2013/4/5	40	40	20	-2
	2013/3/29	30	40	30	-1.1
2013/3/22	30	40	30	-0.3	
2013/3/15	20	30	50	0.3	
2013/3/8	30	30	40	0.9	
2013/3/1	20	40	40	1.1	
2013/2/22	40	30	30	0.9	
2013/2/15	40	40	20	-0.3	
2013/2/8	40	30	30	-0.9	
2013/2/1	30	30	40	-1	
2013/1/25	30	40	30	-0.8	
2013/1/18	30	40	30	0	
2013/1/11	40	30	30	0.3	
2013/1/4	50	30	20	-0.5	

北陸地方の1か月予報  
(2013年1月4日～12月27日発表分)

・予報要素:1か月平均気温

実況の色分け



予報の色分け

3階級のうち予報された確率が最も大きな階級に実況の階級と同じ色をつけた

傾向は予測できている

# 季節予報の利活用状況

## 平成22年度気象庁調査(気候情報の利活用に関するアンケート)速報

### ②数週間から数ヶ月後の季節の天候に関する情報(季節予報)を対象に調査を実施

調査手法：郵送調査 発送数 1075通 回収数 302通

農業・水産業／エネルギー／製造業／メディア／金融・保険／商社・販売／  
運輸・旅行／レジャー等の分野の企業・機関に調査を実施

#### 【アンケート結果概要】

○88%の企業等が気候の影響を受けている

- 農業・水産、エネルギー、レジャー関連の割合が高い

○62%の企業等が気候の影響を軽減・利用するための対策を講じている

○40%の企業等が業務に季節予報を利用している

→ ・ただし、参考利用に留まっている企業等が多数

○40%の企業等が業務に季節予報は不必要としている

→ ・現在の季節予報は気候リスク管理に不十分

・季節予報の利用可能性が十分に知られていない

現在の季節予報は、その潜在的な価値のわりに活用されていない

## V.2 季節予報の利活用促進の取り組み

○数値予報モデルの改良などの予測技術の改善による予測精度の向上

○利用者の意思決定に使いやすい季節予報などの提供(利便性の向上)

○利用者(潜在的利用者)と連携した、季節予報活用の成功事例の創出と、その事例を利用した普及



# 気候サービスのための世界的枠組み (GFCS:Global Framework for Climate Services)

\* 2009年に開催された第3回世界気候会議（WCC-3）で構築が決定された

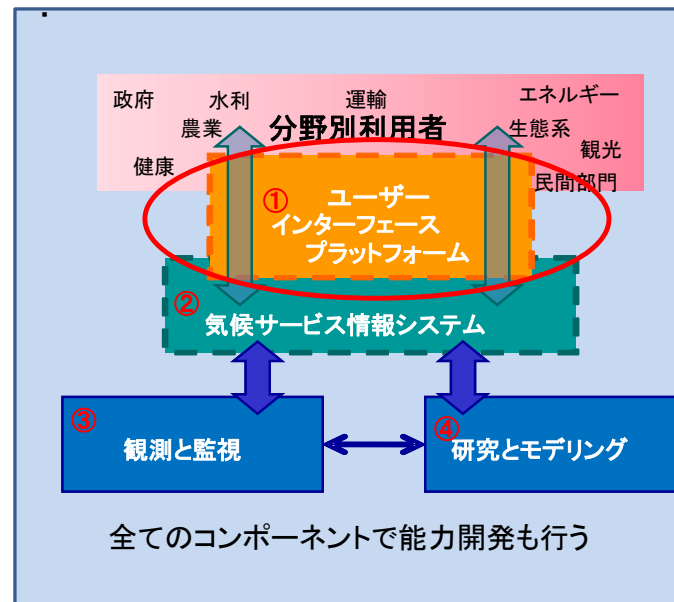
## WCC-3のテーマ

政策決定のための気候予測(季節予報から十年規模の予測)

1979: FWCC .....WCP (WCRPなど)の策定、IPCCの設置(1988)

1990: SWCC .....UNFCCCの採択(1992)、GCOSの設立(1992)

気候サービスの提供者と水資源管理や農業等の分野における利用者間の**連携強化**を通じて、**利用者が意思決定に活用しやすい気候情報**の提供を実現するための枠組。



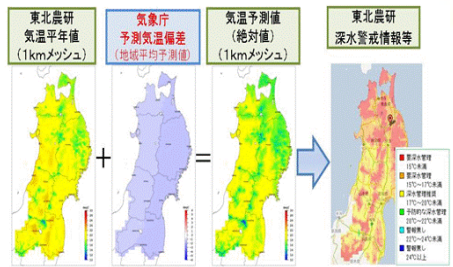
- ① ユーザーインターフェースプラットフォーム (UIP)  
利用者との連携強化
- ② 気候サービス情報システム (CSIS)  
世界⇒地域⇒各国気象局等⇒利用者
- ③ 観測と監視  
全球気候観測システム(GCOS)等強化
- ④ 研究とモデリング  
世界気候研究計画(WCRP)等強化

# 利用者と連携した成功事例の創出

気候の影響を受けやすい分野の専門家と連携して、季節予報を使った「気候リスク管理」の成功事例を作る。

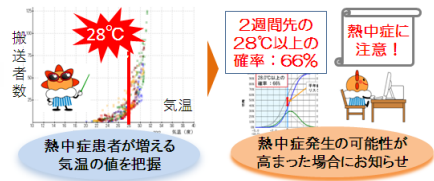


農業研究機関との共同研究、**水稲の冷害・高温障害対策**など



宮城県水産研究センターとの協力による、**わかめ養殖向け水温予測**

消防庁などとの協力による、**熱中症対策**を呼びかける情報の改善



電事連の要請を受け、2週目の**電力需給予測**のための気温予測

翌々週の見通し(6月29日(金)想定)

7月9日(月)～13日(金)	
予想最大電力	4,470
ピーク時供給力	5,372
使用率	83%

※予想最大電力は、気象庁の予測値(31.8℃ 期間中の日最高気温の最高値)をもとに算定しています。

<参考>東京電力HPより

- 「日本アパレル・ファッション産業協会」の協力のもと、H24年度は会員各社(5社)に提供いただいた数年分の販売データと気象庁の気象観測データを用いて、**アパレル業界に与える気候の影響**について、**気象庁とアパレル側とで共同して「対話」しつつ分析**
- H25年度は7社の協力を得て「**気候リスクへの対応**」も

# 「気候リスク管理」の三つの過程

- 気候リスクに対応して、気候の影響を軽減あるいは利用することを「気候リスク管理」と呼ぶ。
- 「気候リスク管理」の三つの過程（認識、評価、対応）

気候リスクを  
認識する



気候リスクを  
評価する

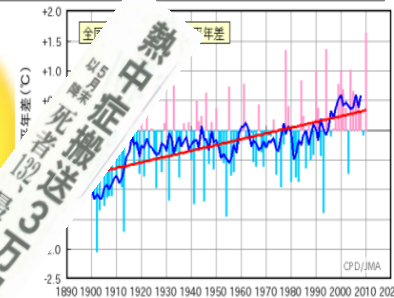


気候リスクへ  
対応する



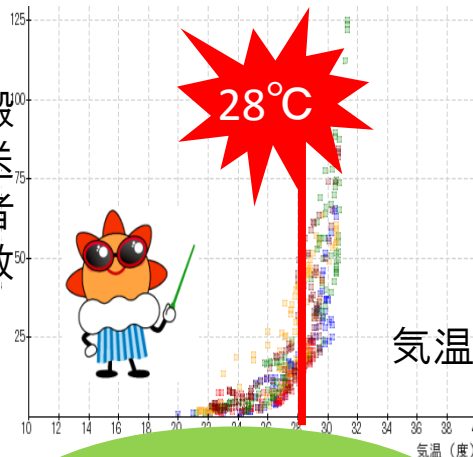
気候リスクの軽減

平成 22 (2010) 年夏の日本の平均気温について  
～今夏の日本の気温は統計開始以来、第1位の高温～



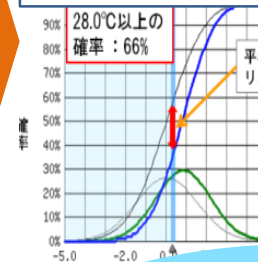
猛暑等による  
熱中症患者の増加

搬送者数



熱中症患者が増える  
気温の値を把握

2週間先の  
28°C以上の  
確率：66%



熱中症発生の可能性が  
高まった場合にお知らせ

熱中症に  
注意！



水やテントの  
増設等対応

# 農業分野

県の農業行政機関などの専門家により、気候の影響評価が既に行われ、影響を軽減する対策もあるケースが多い

## 例：米の栽培における気候リスク管理

気候リスク			管理
時期	警戒気温 (7日間平均)	懸念される症状	対策
4月下旬から5月上旬(移植)	9℃以下	活着不良	移植回避
5月中旬から6月上旬(移植後)	13℃以下	生育遅延	なし
6月中旬から7月上旬(分けつ期)	15℃以下	分けつ形成停止	なし
7月中旬から8月上旬(幼穂形成期～出穂期前)	20℃以下	障害不稔発生	深水管理
8月上旬(出穂期)	20℃以下	開花不稔発生	深水管理
8月上旬から8月下旬(出穂期～登熟初期)	27℃以上	高温登熟障害	水管理
8月中旬から8月下旬(登熟期)	17℃以下	登熟遅延	水管理
9月中旬から9月下旬(成熟前)	12℃以下	登熟停止	なし

((独)農研機構東北農業研究センター提供)



専門家と協力して、季節予報を用いることで「対策」を改善できないか

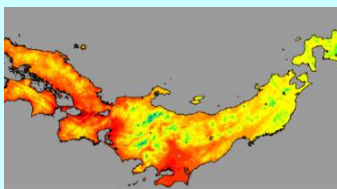
# 農業分野：農研機構との共同研究（H23-27年度）

## 気候予測情報を活用した農業技術情報の高度化に関する研究

- 中央農研 : メッシュ農業気象データ作成と主要作物の生育予測
- 東北農研 : 2週目気温予測メッシュ作成・提供とアマテラスの構築
- 北海道農研 : 野良イモ防除のための土壌凍結深予測
- 近畿中国四国農研 : 小麦赤かび病防除と小麦開花日予測
- 九州沖縄農研 : 水稻の高温障害予測

### (成果)

#### メッシュ農業気象データ



★過去だけでなく、気象予報データの活用。利用講習会実施。

作物モデル：水稻出穂期予測等

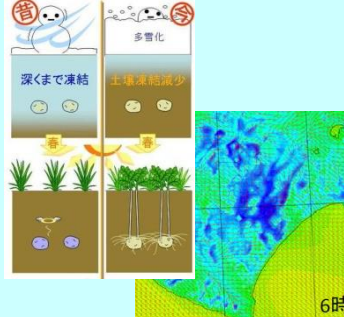
#### 2週目予測情報提供



★精度に関する情報の作成やアンケートの実施  
利用講習会実施。

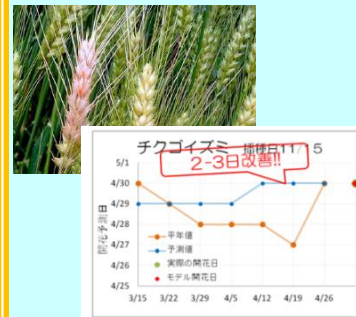
いもち病発生予測

#### 土壌凍結深予測



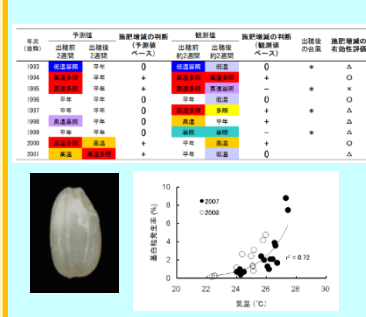
★気温局地性による予測誤差評価、NHMを用いた検討。

#### 小麦赤かび病予測



★2週目までの予測情報利用で開花日予測が改善。システムWeb公開。

#### 水稻高温障害予測



★1か月予測を利用したシミュレーションにより予測利用の有効性示す。

### (課題)

1か月予測ガイダンス  
取り込み方法検討・検証。

#### アマテラス構築に関する 諸課題検討



2週目気温ガイダンス  
を効果的に取り入れる  
ための検討。

予測精度の向上。追加  
防除のためのガイダ  
ンス利用検討。

予測が外れた場合の  
影響評価。現地試験に  
よる検証。



# 農業分野：山形県農業総合研究センターの取り組み

## 「気象確率予測資料を用いた水稲刈取適期の予測」

(横山 克至、東北の農業気象 58巻 Mar. 2014) <http://kishosib.ac.affrc.go.jp/kaishi58-read.pdf>

### 山形農研の取組概要

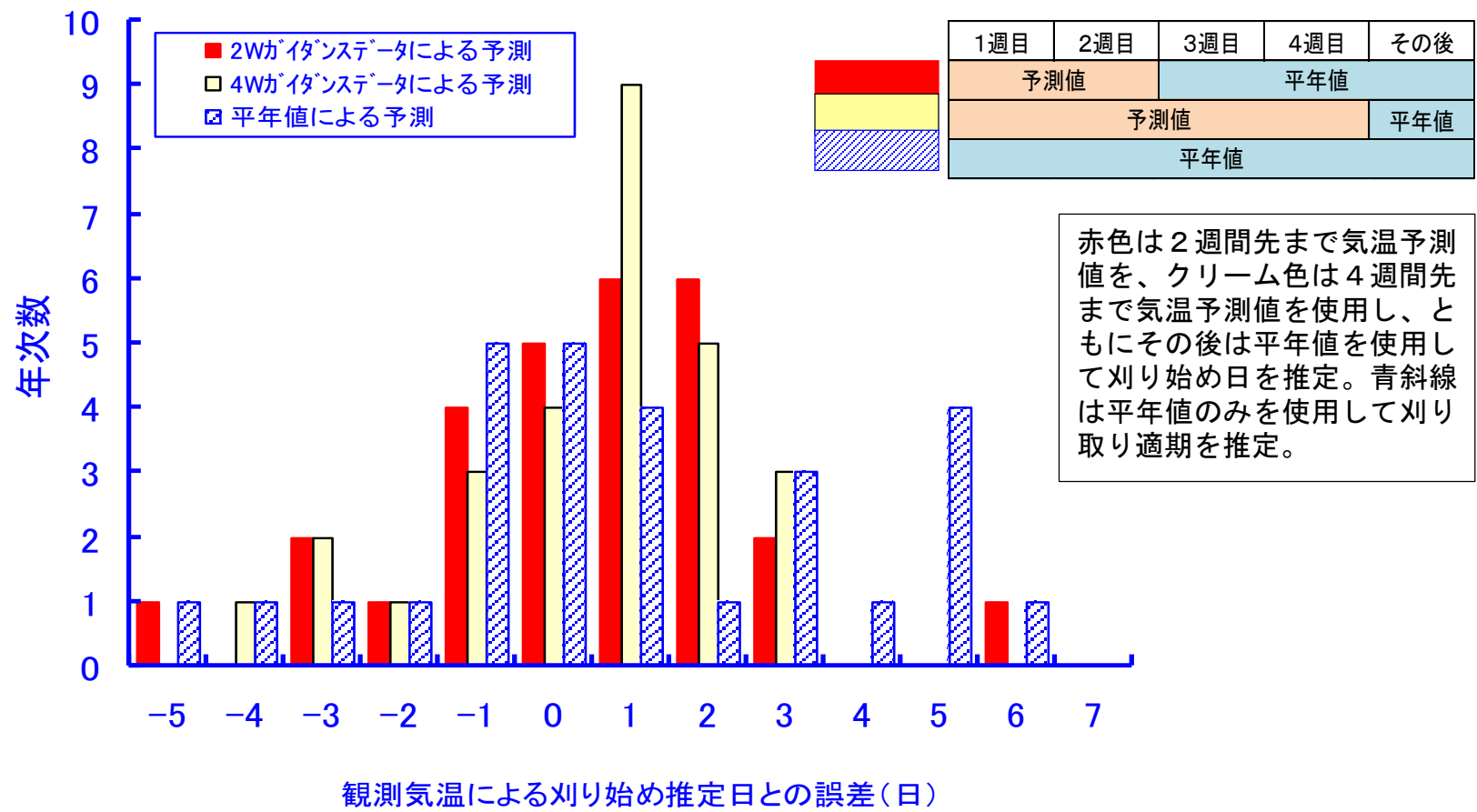
- ・気象庁から過去の気温予測データを提供
  - ・山形農研が独自に調査し、有効性を実証
  - ・農業技術情報への利用を検討
- ※気象庁HPで公開している気温予測データで対応可能

刈取適期予測は、平年値を用いて多くの農業機関が実施

- ・刈り遅れによる品質低下防止
- ・乾燥調整施設稼働準備、人員確保
- ・落水時期調整(水田が乾かないと収穫機械が入れない)

※出穂期、害虫防除適期、果樹開花日等の様々な予測に応用可能

# 結果



気温平年値と気温予測データを用いた水稻刈り始めの推定日と実際の刈り始めの日(推定日)の差

0付近がもっとも良く、グラフの左(右)ほど、予測日が早すぎ(遅すぎ)ということを表している。予測実施日は毎年8月11日で、刈り取り適期は概ね9月中旬以降。予測データは各週とも週平均値を使用している。

# 実際の農業気象情報で活用(H26から)

平成 26 年 9 月 1 日

あきたま 米づくり情報 No. 10

山形の米日本一推進運動置賜地域本部

～全量1等米・良食味・収量確保の総仕上げ～  
 ☆落水はまだ早い！最後まで登熟を促す水管理！  
 ☆刈取りは、ほ場ごとに登熟状況を確認し、適期を見極める！

- 出穂は、平坦部「はえぬき」は8月4日頃、「つや姫」、「コシヒカリ」は8月10日頃と平年より3日程度早くなりました。
- 穂数は平年より多く、1穂粒数はやや少なく、㎡当たり粒数はやや多い状況です。
- 出穂後は8月中旬の気温が低く、日照が少なかったため、穂揃いにバラつきがみられ、登熟がゆるやかに進んでいる状況です。

品質・食味・収量確保のための必須の対策は次の3つ！

1. 可能な限り長く水を保ち、最後まで登熟を促す水管理を行いましょう！
2. 刈取りは、ほ場ごとに登熟状況（青初歩合、枝梗の黄化、籾水分等）を確認し、総合的に判断し！適期を見極めましょう！
3. 乾燥・調製は慎重に仕上げ、全量1等米に！

## 穂揃期の生育状況（普及課生育診断係）

平坦部 (置賜地域)	出穂期 月日	主幹葉数 枚	穂数 本/㎡	1穂粒数 粒	㎡あたり粒数 百粒	葉色 SPAD	
はえぬき	本年	8/4	12.8	610	65.8	401	38.9
	前年	8/7	13.0	512	72.5	369	32.7
	平年	8/6	12.8	537	71.9	385	35.4
	平年比	-2	0	114	92	104	3.5

平坦部 (置賜地域)	出穂期 月日	主幹葉数 枚	穂数 本/㎡	1穂粒数 粒	㎡あたり粒数 百粒	葉色 SPAD	
つや姫	本年	8/9	12.9	522	66.7	348	33.7
	前年	8/12	12.9	485	71.1	345	32.7
	平年	8/11	12.8	458	72.6	331	32.0
	平年比	-2	0.1	113	92	105	1.7

落水はまだ早い！  
最後まで登熟を促す水管理を！

- 出穂後30日頃までは玄米肥大が旺盛な時期です。  
『粒張りの良いお米』に仕上げるため、間断かん水や飽水管理をきめ細やかに行い、根の活力維持に努めましょう。
- 出来る限り長く、登熟を促す水管理を行いましょう！



出穂後30日を目安に落水します。

適期刈取りで良質米仕上げ！  
ほ場ごとに登熟チェック！

○出穂は早まったものの、登熟がゆるやかに進んでいるため、刈取り適期の判断が難しい状況です。刈取りは出穂後の積算平均気温を目安にしますが、品種、ほ場ごとに青初歩合、枝梗の黄化（2/3以上）、籾水分、倒伏の程等を確認して、適期を見極めましょう。

○刈り遅れると急激に品質低下！  
胴割粒や茶米の発生が多くなるので注意しましょう！

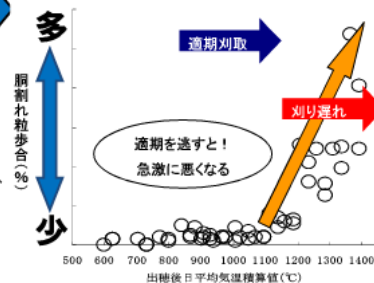


表 出穂後積算気温による刈取り適期の目安（平坦：高畠アメダス、中山間：高峰アメダス）

品種名	刈取適期	刈り始めの青初歩合	出穂期(本年)	刈取り時期の目安
ヒメノモチ	950～1,050℃	15%	7月28日	9月6日～9月11日
ひとめぼれ	950～1,100℃	15%	8月2日	9月12日～9月20日
あきたこまち(中山間)	950～1,100℃	15%	8月3日	9月16日～9月24日
はえぬき(平坦)	950～1,200℃	20%	8月4日	9月15日～9月29日
はえぬき(中山間)			8月7日	9月21日～10月8日
つや姫	1,000～1,200℃	15%	8月10日	9月26日～10月9日
コシヒカリ	1,000～1,200℃	15%	8月10日	9月26日～10月9日

※ 使用平均気温（予測データ）：8月27日までアメダス実測値、以降は異常天候早期警戒情報（2週間分）、1ヶ月予報（4週間分）、アメダス平年値使用の順で使用。

乾燥・調製は慎重に仕上げましょう！

- 収穫後は速やかに乾燥機に張り込むことが基本ですが、すぐに乾燥できない場合には通風を行い、ヤケ米の発生を防ぎます。
- 乾燥は籾水分が20%以上の場合には毎時乾減率0.8%程度、20%以下の場合には毎時乾減率0.6%程度で行い、品質の低下を防ぎます。
- 良質米生産のために、1.90mm網目（LL）で選別します。

あせるな・きもむな・農作業安全！

- 今年は例年以上に農作業時の重大事故が多く発生しています！
- コンバインの初詰まりの除去は、必ずエンジンを停止してから！
- 作業は計画的に、ゆとりをもって行いましょう！



# 2週目の気温予報値を利用した水温予測



宮城県水産技術総合センター

<表層水温予測値※(岩井崎表層水温=大船渡予測気温×0.5855+9.7479)>  
 11月3日~11月9日の平均水温は、16.2℃と予測されます。

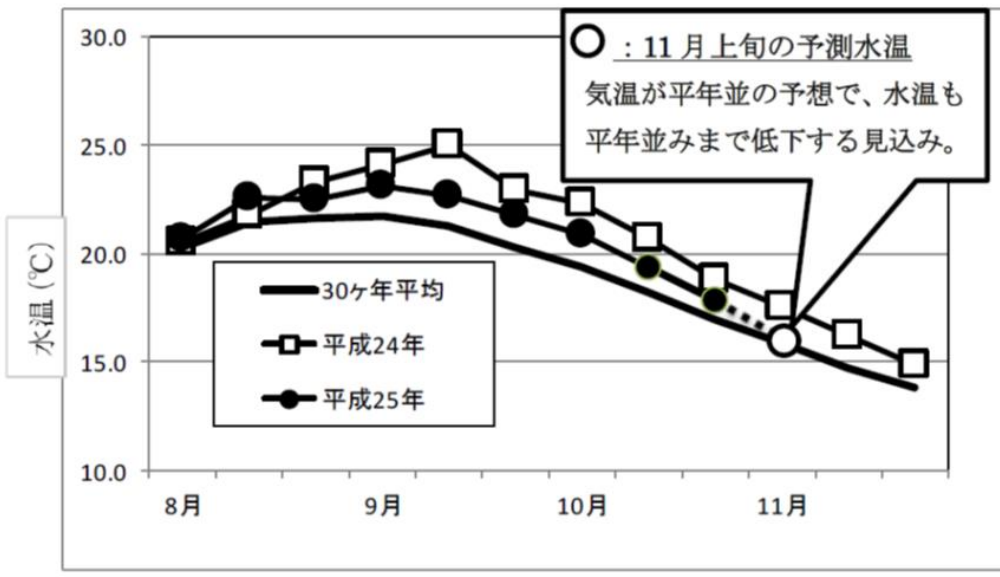


図 岩井崎表面水温の推移

○ : 11月上旬の予測水温  
 気温が平年並の予想で、水温も平年並みまで低下する見込み。

※ 岩井崎の過去30年平均表層水温と大船渡の過去30年旬平均気温との間に強い相関関係が見られることから、気象庁が発表する大船渡の気温予測値を基に岩井崎の水温を予測しています。



(出典:ワカメ養殖通報 H25.10.30 気仙沼水産試験場発表)

過去の大船渡の気温

2週目の大船渡の気温予報値



過去の岩井崎の水温

2週目の岩井崎の水温予測値

# 小売分野：季節予報の作成者と(潜在的)利用者とのギャップを埋める

季節予報の作成者：気候の影響と対策を知らない

(潜在的)利用者：気候の影響、季節予報そのもの&性質を知らない



- ・まずは、気候の影響を受けやすい分野の専門家と連携して、季節予報利活用の成功事例を作る。2週間～1か月の気温の予報から。
- ・その結果を使って、他の分野にも広げる(普及)。

# アパレル分野における気候リスク評価

## (目的と内容)

- 気候の影響評価に基づく気候リスク管理の有効性を示す実例(成功事例)を示すために実施。
- 「日本アパレル・ファッション産業協会(JAFIC)」の協力のもと、協会会員各社に提供いただいた過去数年分の販売データと気象庁の気象観測データ(主に気温)および2週間先までの気温予測を用いて、気候の影響分析と対策について調査(委託調査)。
- 本調査で用いた販売データは、気候以外の要因をできるだけ排除するために、セール品などを含まないプロパーデータ(正価での販売商品に関するデータ)を用いた。



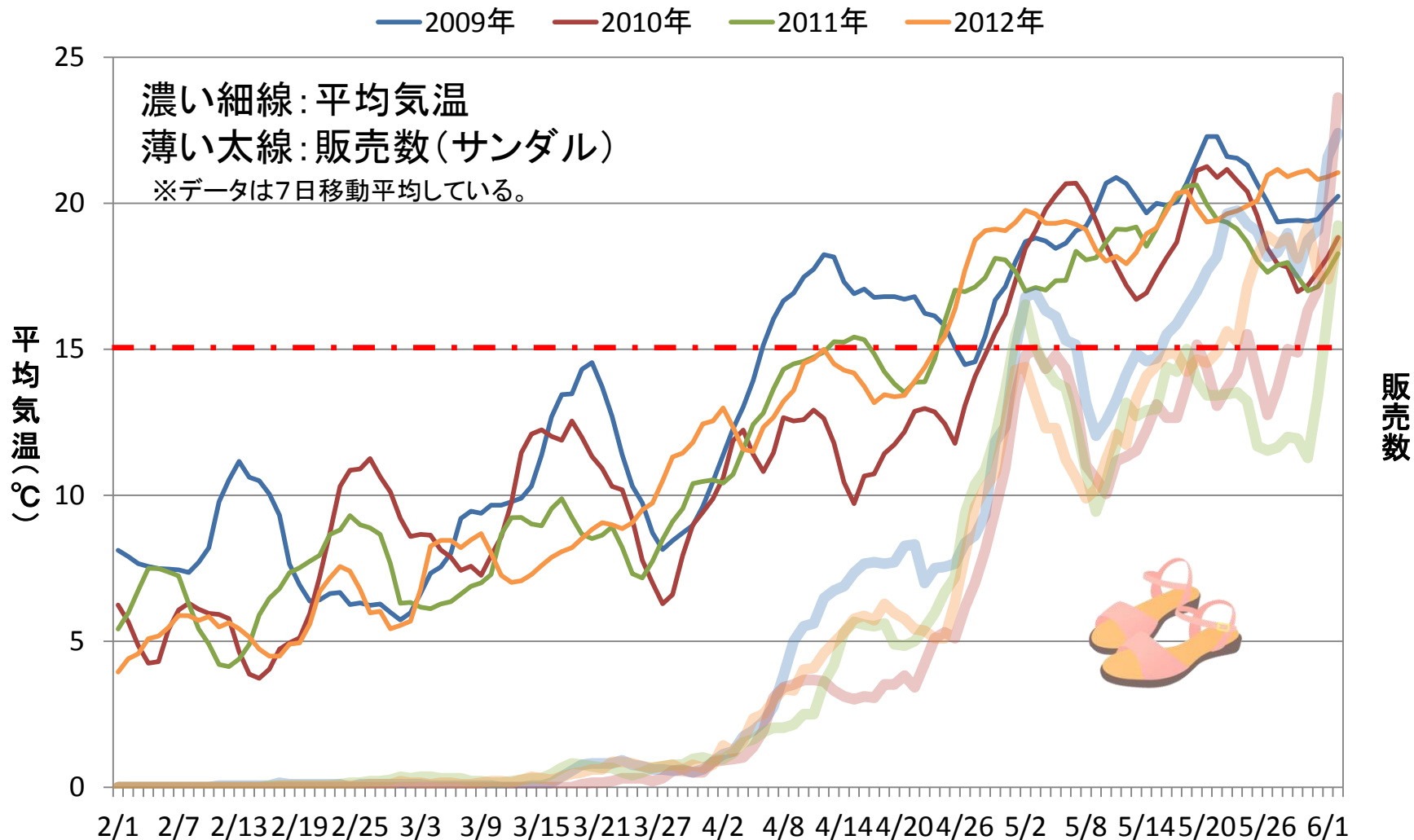
# H24年度の調査の経過

- H24.4.13 気象情報利活用状況ヒアリング
- H24.5.18 意見交換会
- H24.6.26 意見交換会(協会から気象庁への要望)
- H24.7.4 意見交換会(気象庁から協会への回答)
- H24.8.1 気象情報についてのセミナー
- H24.9.7 調査の実施に関する打ち合わせ(会員各社への協力の呼びかけ)
- H24.10.2 調査打ち合わせ(1)
- H24.11.15 調査打ち合わせ(2)
- H24.12.11 調査打ち合わせ(3)
- H25.1.23 調査打ち合わせ(4)
- H25.2.19 調査打ち合わせ(5)
- H25.4.22 調査打ち合わせ(6)
- H25.5.1 調査報告書の気象庁HPでの公開
- H25.6.26 アパレルセミナーの実施





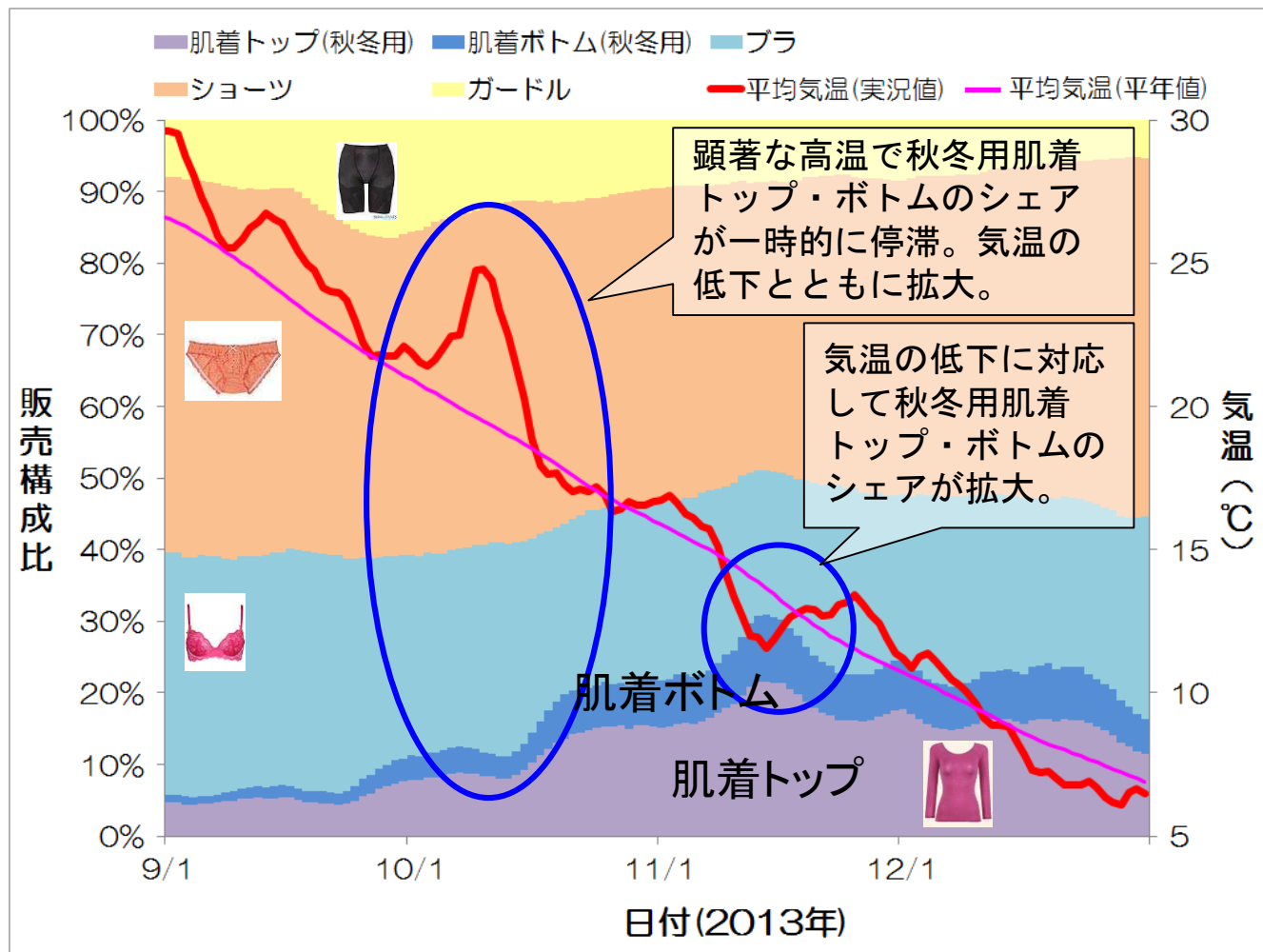
# 調査例：2月～5月にかけてのサンダルの販売数と日平均気温（東京）



## （アパレル側のコメント・対応策等）

- 15℃を超えるあたりで販売数の上昇がみられ、気温上昇とサンダル販売数の増加に相関が実感できる。2週間前の気温予報を把握することで店舗への最適な商品供給が可能となる。
- サンダルが売れる気温になる前に商品を過不足なく手配し、品切れなく喜んで頂ける。結果として業績向上にもつなげられる。

# インナー主要5アイテムの販売数量構成比と気温



アパレル各社のコメント

この関係は大きな発見！今後、気温の影響を考慮した売り場の検討に非常に参考になる。

インナー主要5アイテムの販売数量構成比と平均気温の関係(7日間移動平均値)  
販売数:首都圏の店舗 気温:東京

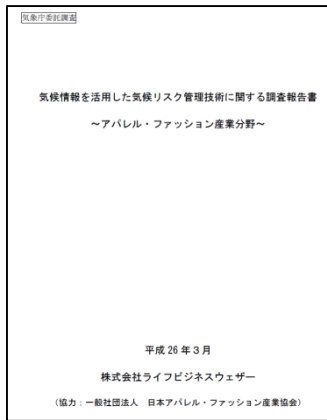
# アパレル側のコメントなど

- 初秋期の残暑など平年値から大幅に乖離した気温傾向の際、本来展開すべきアイテム以外でどのような別アイテムを代替展開すべきかの参考になる。
- 婦人雑貨の売場では、防寒目的だけでなく、ファッションとしてニット帽を被る方も多くいらっしゃり、まだ暑い時からお買い上げされる先取り需要もあるので、全てが気温の関係という事ではないが、防寒的要素の販売(需要)に関しては、気温との関係が、店舗での展開に大いに役立つ。
- アイテム間の売上構成比が、気温の変化に明瞭に対応して変化することは大きな発見。こうした気温との関連性が見出せたことは、今後、気温の影響を考慮した売場を検討する上で非常に参考となる。

# 調査結果とその普及

調査報告書(H26.4、気象庁HPで公開)

[http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/H25\\_apa\\_chousa.html](http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/H25_apa_chousa.html)



目次	
1 概要	1
2 本文	9
2.1 調査目的	9
2.2 調査実施の経緯	9
2.3 気候リスクの評価手法	9
2.3.1 分析に用いたデータ	9
2.3.1.1 アパレル企業へのアンケート	9
2.3.1.2 気象データ	10
2.3.2 分析手法	10
2.3.2.1 気候リスク評価	10
2.3.2.2 気候リスクへの対応分析	11
2.4 主な調査結果	12
2.4.1 調査結果に付いた概要	12
2.4.2 調査結果の活用と他分野への応用	20
2.5 日本アパレル・ファッション産業協会からのコメント	29
3 調査実施	31
3.1 調査実施トップ	31
A社：服飾製造	37
B社：オンライン	40
C社：アパレル	43
D社：服飾製造	45
E社：服飾製造	48
F社：アパレル	51
G社：アパレル	55
H社：レディースニット	56
I社：ニット（既製物）	60
J社：服飾製造	62
K社：レディースニットとカットソー	65
L社：レディースコート	69
M社：レディースコート（既製物）	69
N社：ニット（既製物）	74
O社：服飾製造	79
P社：アパレル	81
Q社：レディースコート	83
R社：レディースコート（既製物）	88

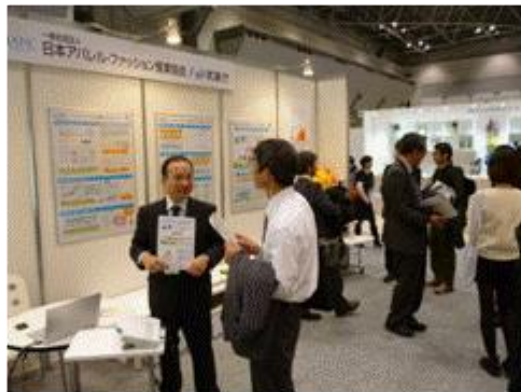
アパレルセミナー(気象庁、H25.6)



アパレルセミナー(気象庁、H26.6)



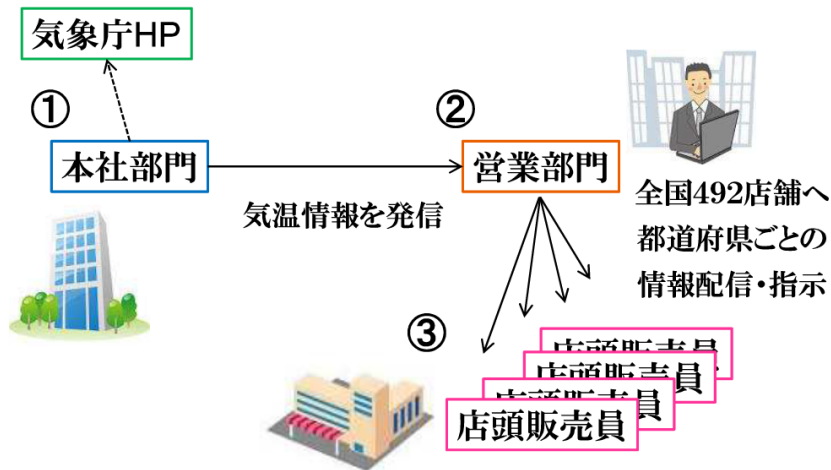
ファッション・ビジネス・ソリューション出展  
(東京ビッグサイト、H26.1)



写真はここ限り  
流用不可

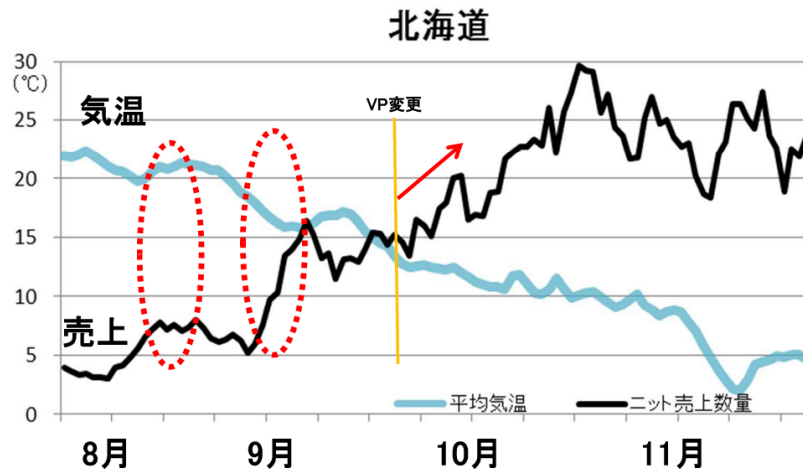
# 成果を活用した実証実験

目的:肌着の売上が伸びる気温になるタイミングに合わせて  
お客様に肌着を訴求することで売上拡大を図る



## 店頭販売員

- ◇在庫と納期の確認
- ◇お客様へのセールストークに活用
- ◇VPをブラジャー→肌着に変更



第2回気象情報の産業利用のためのWS資料より(右下図を除く)。

[http://www.jma.go.jp/jma/kishou/minkan/srs\\_ws.html](http://www.jma.go.jp/jma/kishou/minkan/srs_ws.html)

今までにない切り口の  
取り組みで良かった

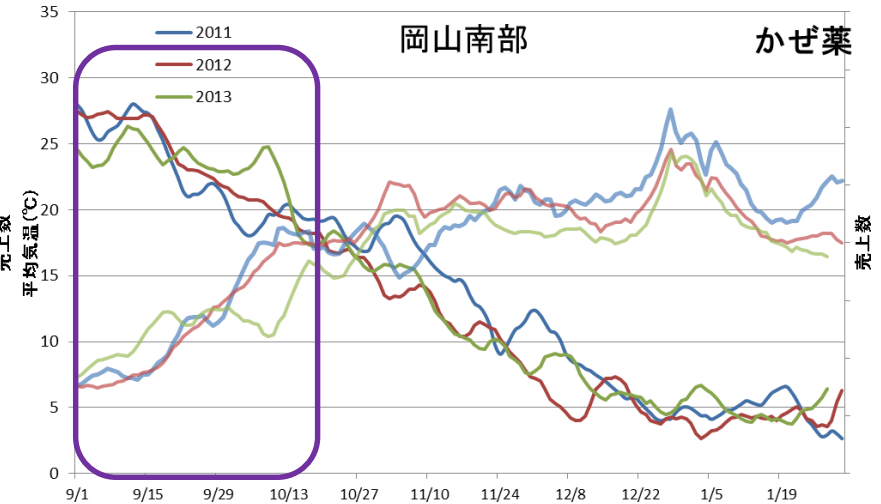
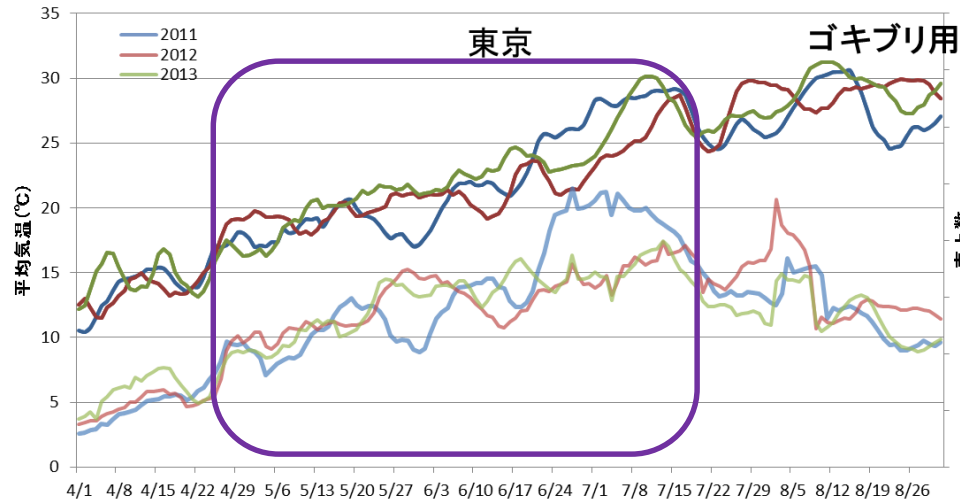
接客トークに使いやすく  
活用できた

去年の2倍、  
売れました!

天気予報を見ている  
お客様は意外に多く、  
話題にしやすい

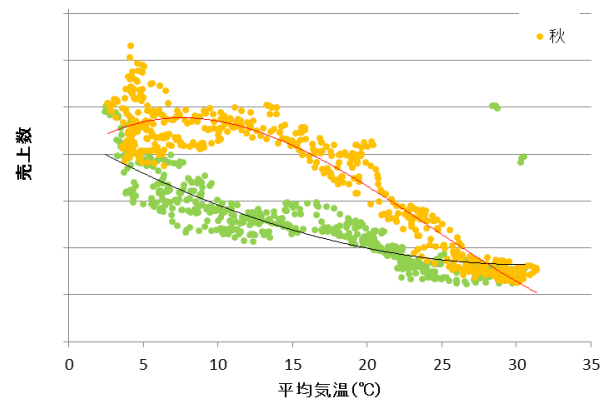
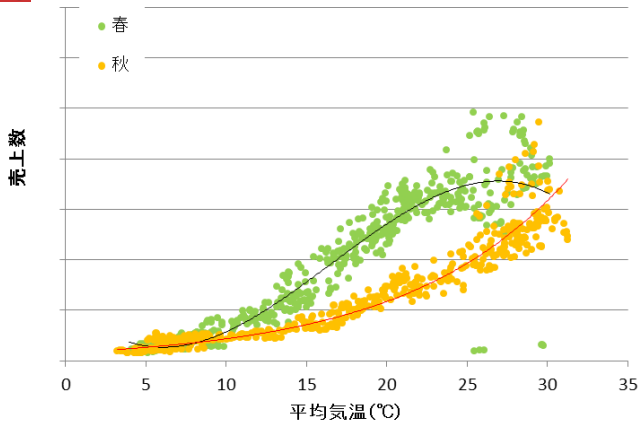
夏にも、気温情報を  
活用してみたい

# ドラッグストア分野における調査結果



4月下旬から6月中までは気温の変動と販売数の増減が連動している。

9月以降、気温が急激に下がるタイミングでかぜ薬の販売数が増えている。

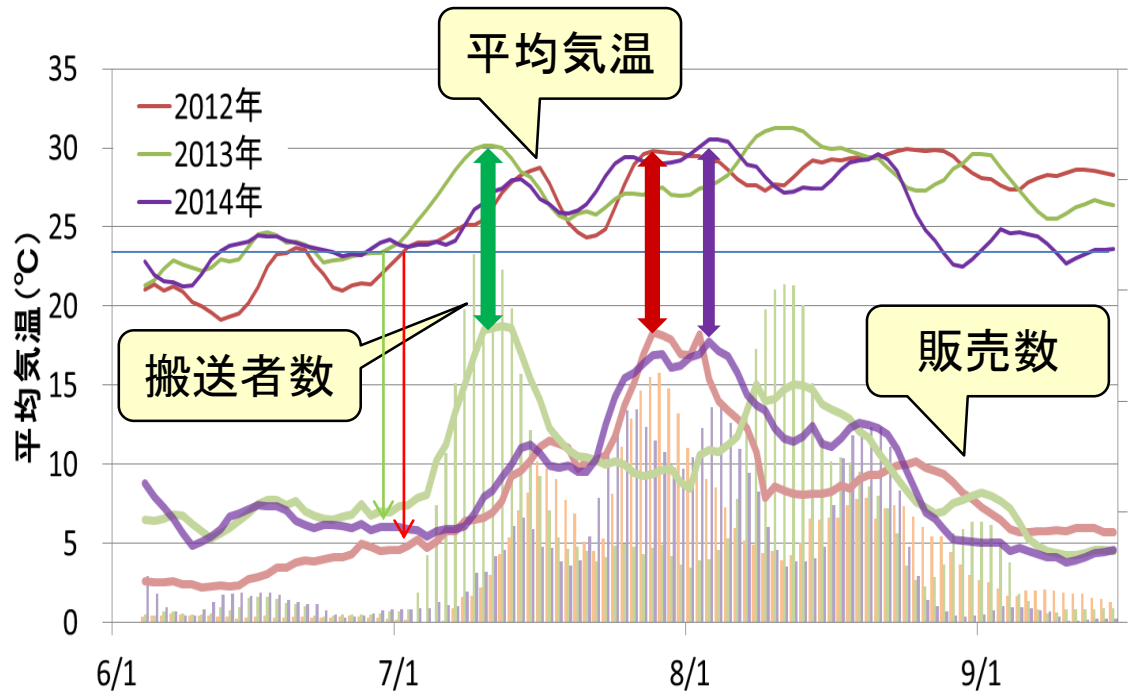


ゴキブリ用殺虫剤およびかぜ薬の販売数と平均気温の関係  
(7日間平均値)





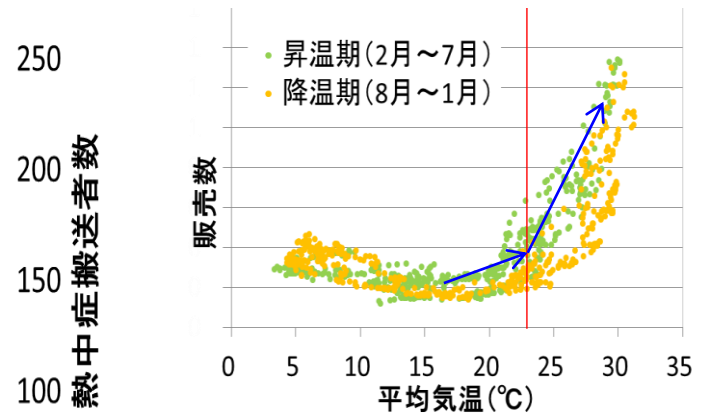
# 経口補水液の販売数と気温



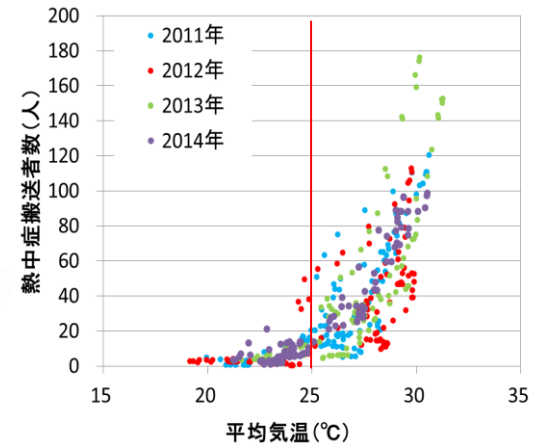
## 平均気温及び販売数、熱中症搬送者数の推移 (東京)

細線は平均気温、太線は経口補水液の販売数、棒グラフは熱中症搬送者数を示す。7日移動平均値。

※最初に30°Cに達したときが、その年の最大の販売数となる。



平均気温と経口補水液販売数の関係(東京)  
赤線は販売数が大きく伸びる目安の気温(23°C)。スポーツドリンクは25°C。  
東京

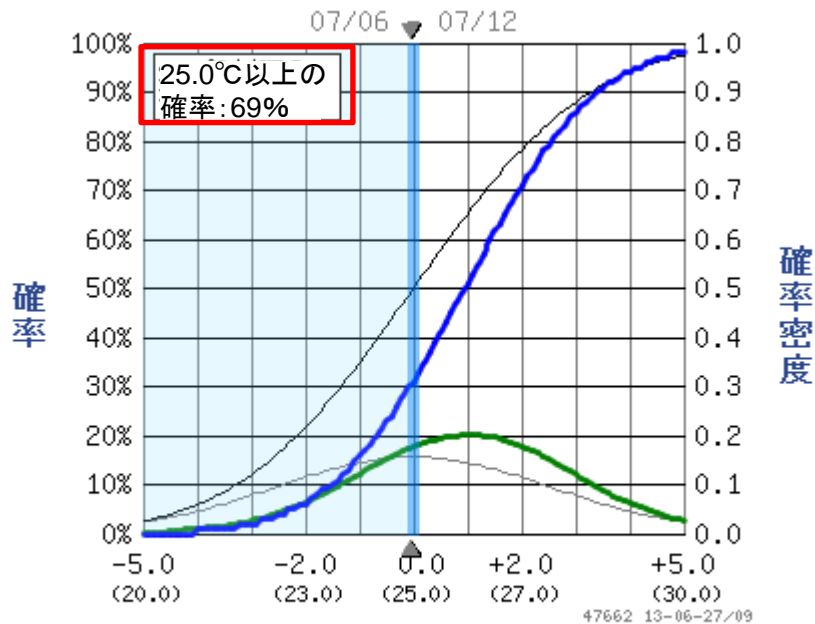


平均気温と熱中症搬送者数の関係(東京)  
赤線は熱中症搬送者数が増えはじめる気温(25°C)。

# 熱中症対策商品の販売対策の検討

(経口補水液・スポーツドリンク等)

2013年6月28日発表  
2週間先の気温予測



ドラッグ各社のコメント

「予期せぬ事態」(予想していなかった暑さ、寒さ)への利用がポイント!



熱中症患者が増え、経口補水液やスポーツドリンクの販売の増える25°Cに注目。

25°Cを超える確率は約70%

- ・在庫の早めの確保
- ・熱中症対策コーナーの設置
- ・ポップやボードで熱中症注意促進
- ・薬剤師の熱中症予防の相談

# V.3 気象庁HP「気候リスク管理」

# 「気候リスク管理」解説ページの開設(H25)

～気象情報を利用して気候の影響を軽減してみませんか？～

気象情報を活用して気候の影響を軽減してみませんか？

このサイトでは、様々な産業界において過去の観測統計データや1か月予報などの気象情報をより一層利用していただけるよう、これらの情報をうまく活用して気候リスク(気候によって影響を受ける可能性のこと)に対応していく方法について、具体例を用いて分かりやすく紹介しています。



- ▶ このページの利用上の注意(みなさんお読みください！)
- ▶ **新着情報** 気候リスク管理技術に関する調査(アパレル分野)を公開しました。(2014.4.30)

気候リスクを**認識**してみましょう

気候リスクとは気候によって影響を受ける可能性のこと(好影響も含む)をいいます。私たちの身の回りにはさまざまな気候リスクが存在します。まずは気候リスクに気付くことが必要です。

▶ [気候リスク管理の解説](#)



気候リスクを**評価**してみましょう

続いて認識した気候リスクを定量的に見積もります。例えば「気温が $^{\circ}\text{C}$ を上回ると作物が影響を受ける」のように気候の影響を具体的な数値で把握することで、気候リスクを明確にすることができます。

気候リスクへ**対応**してみましょう

気候リスクが評価できたら、将来の気候の見通しをたててリスク軽減に向けた対応を行います。不確実性を含めた気候情報の性質を理解して意思決定に活用することを目指します。

<p>▶ <b>気候リスク評価の実例(アパレル分野)</b> アパレル(衣料品販売)分野における気候と売り上げの関係を題材に、気候リスクの評価の実例を紹介します。</p>	
<p>▶ <b>過去の気象データのダウンロードツール</b> 気候リスクの評価のために必要な気象データを、数日毎の集計等、観測値をカスタマイズしてダウンロードできます。</p>	
<p>▶ <b>気候リスク評価の解説</b> 業務で用いているデータと気象データを使って気候リスクを定量的に把握する方法について解説します。</p>	

<p>▶ <b>気候リスクへの対応の実例(農業分野)</b> 2週間先までの予測値を用いた、気候リスクへの対応の実例を紹介します。</p> <p>▶ <b>気候リスク管理技術に関する調査(アパレル分野) NEW!</b> 平成26年度に、予測値を用いた気候リスクへの対応も含めた調査を行いました。</p>	
<p>▶ <b>気候リスクへの対応に利用できる各種予測資料の紹介</b> 週間天気予報より先の期間についての定量的な予測情報が取得できます。</p> <p>▶ <b>2週目の気温予測(毎週月・木曜更新)</b></p> <p>▶ <b>向こう1か月の気温予測(毎週水曜更新)</b></p> <p>▶ <b>季節予報や異常天候早期警戒情報もご覧下さい。</b></p>	
<p>▶ <b>気候リスクへの対応の解説</b> 予測値や統計値などさまざまな気候情報を用いて気候リスクを軽減する方法をご提案します。</p>	

- **気候の影響を軽減してみませんか？**
  - 気候リスクを認識する(解説)
  - 気候リスクを評価する(解説)
    - 気候と影響との関係を見積もる
    - 影響を与える気候の可能性を見積もる
  - 気候リスク評価の実例(アパレル分野)
  - 気候リスクへ対応する(解説)
    - 統計値を使って見直しを立てる
    - 予測値を使って見直しを立てる
  - 気候リスクへの対応の実例(農業分野)

## ＜コンテンツ＞

○気候リスク管理の基本概念と実施手順の解説

○農研機構やアパレルファッション産業協会と実施した気候リスク管理の実例紹介

○気候リスク管理実践に必要な気象観測データや予測データ

## ＜充実＞

○農研機構との共同研究報告書掲載(2014.4.1)

○アパレル調査報告書掲載(2014.4.30)

# 観測データダウンロードサイトの充実

- 気象データを統計処理して、ダウンロードできるツールを整備
- CSV形式で取得でき、自ら持つデータと比較が容易に

平成25年  
5月公開

過去の気象データ・ダウンロード

検索条件: 選択済みのデータ量(地点数×項目数×期間数) 0% / 100% (上限)

地点を選ぶ | 項目を選ぶ | 期間を選ぶ | 表示オプションを選ぶ

画面に表示 ▶

CSVファイルをダウンロード ▶

全選択をクリア

選択された地点: 観測項目: 東京

選択された項目: 7日間平均気温, 日照時間, 7日間平均全日射量

選択された期間: 2011年3月1日から 2011年10月30日まで (前7日別値を表示)

最新情報: 特定期間の複数年分の表示機能が拡張されました。(2014.2.27)  
画面に表示したとき表の横スクロールができるようになりました。(2014.2.27)

ご利用にあたっての注意点 よくある質問

○過去5年、10年平均との差などの統計処理が可能

○日、旬、月別値などのほか、7日間平均値など任意の期間の値を取得可能

○一度選んだ地点や要素など記憶しておくことが可能

<充実>

○特定期間の複数年表示・取得機能追加 (2014.2.27)

○時別値の表示・取得機能追加 (2014.9.17)

過去の気象データ・ダウンロードトップページ

<http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/>

# 1か月予報予測資料の提供

従来の早警予測資料に加えて、1か月予報予測資料を追加(当面28日平均気温のみ)

ホーム | 防災情報 | **各種データ・資料** | 知識・解説 | 気象庁について

ホーム > 各種データ・資料 > 地球環境・気候 > 気象情報を活用して気候の影響を軽減していませんか? > 各種予測資料(異常天候早期警戒情報)

## 各種予測資料(異常天候早期警戒情報・1か月予報)

2014年3月6日(木)より、1か月予報発表日を木曜日、異常天候早期警戒情報の発表日を月曜日・木曜日に変更しました。[参考](#)

※ 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)したもので発表する異常天候早期警戒情報や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(異常天候早期警戒情報)(毎週月・木曜日9時30分頃更新)

### 確率予測資料

#### 最新の確率予測資料(累積確率・確率密度分布図)

※ 確率予測資料(累積確率・確率密度分布図)は、気温の変動の影響を受ける利用者が、影響を受ける気温に照応することで、確率情報を定量的により適切に利用していただくことができるよう掲載しています。(確率予測資料)  
 ※ 確率予測資料では、地方ごとの気温予測確率のグラフを見ることができます。また、気象官署の気温予測確率に使用したデータのダウンロードも可能です。

#### 最新の7日平均気温の実況と確率予測資料の推移

※ 過去3か月間の毎回の確率予測資料の結果と実況の推移を重ねて表示しており、最新の確率予測資料の精度がわかります。

#### アンサンブル平均による予測図(情報発表日の8日先からの7日間平均)

- 北半球500hPa高度・同平年偏差
- 日本域850hPa気温・同平年偏差
- 日本域地上気圧・同平年偏差

## 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

#### 最新の確率予測資料(累積確率・確率密度分布図)

※ 確率予測資料(累積確率・確率密度分布図)は、気温の変動の影響を受ける利用者が、影響を受ける気温に照応することで、確率情報を定量的により適切に利用していただくことができるよう掲載しています。(確率予測資料)

ホーム | 防災情報 | **各種データ・資料** | 知識・解説 | 気象庁について

ホーム > 各種データ・資料 > 地球環境・気候 > 気象情報を活用して気候の影響を軽減していませんか? > 各種予測資料(異常天候早期警戒情報)

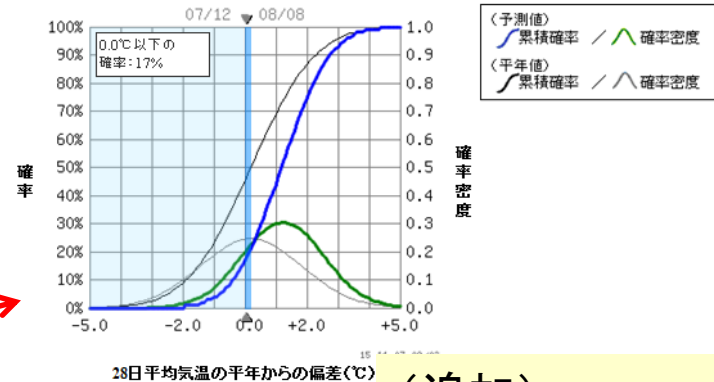
## 確率予測資料(確率密度分布図:1か月予報):東北地方

地域: 東北地方 | 地点: | 都道府県から選ぶ | 初期値: 2014年7月9日

※ 確率予測資料は、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したものですので、気象庁が実際に発表される場合があります。

## 28日平均気温平年偏差の累積確率・確率密度分布図:東北地方

青い縦線をマウスでクリックしながら動かすことで、任意のしきい値(以下)となる確率(1%刻み)を確認できます。



### (参考)モデルの予測値と近年の観測値

	気温偏差
(予測値) モデルの予測値(※)	+1.2°C
(観測値) 昨年の値	-0.8°C
(観測値) 過去10年の平均値	-0.4°C

(※)モデルの予測値は、モデルが出現する可能性が低い。

### 確率予測資料のダウンロード:東北地方

(追加)

- アンサンブル平均値
- 昨年の値
- 過去10年平均値

<http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/probability/index.html>



# 過去気温予測資料(ハインドキャスト)の提供

ホーム > 気象統計情報 > 地球環境・気候 > 気象情報を活用して気候の影響を軽減してみませんか? > 1ヶ月ガイダンス表示・ダウンロード

## 過去の気温確率予測(ガイダンス)データ・ダウンロード

**ガイダンスの種類**

● 2011年以降 ○ 2010年まで

**初期値の選択**

2012 年 から 2012 年 までの  
5 月 から 12 月 までの値を表示

**平均・合計期間の選択**

1週目  1週目から2週目  
 2週目  3-4週目  28日平均

**オプション**

0 度 以上 の確率を表示  
 グラフを表示

**ダウンロード**

画面に表示  
CSVファイルをダウンロード

**地点の選択** 選択済みのデータ量(地点数×項目数×期間数) 0% 100%(上限)

地域 地点

すべての選択済みの地点をクリア

- 北海道地方
- 北海道日本海側
- 北海道オホーツク海側
- 北海道太平洋側
- 東北地方
- 東北日本海側
- 東北太平洋側
- 東北東部
- 東北南部
- 関東甲信地方
- 北陸地方
- 中国地方
- 山陰
- 山陽
- 東海地方
- 近畿地方
- 近畿日本海側
- 近畿太平洋側
- 四国地方
- 九州北部地方
- 九州南部・奄美地方
- 九州南部
- 奄美地方
- 沖縄地方

ホーム 防災気象情報 気象統計情報 気象等の知識 気象庁について 案内・申請・リンク

ホーム > 気象統計情報 > 地球環境・気候 > 気象情報を活用して気候の影響を軽減してみませんか? > 過去の気温確率予測ガイダンスデータ・ダウンロード

**検索結果**

メニューページに戻る CSVファイルをダウンロード

初期値年月日	予測対象期間開始年月日	予測対象期間終了年月日	予測対象期間日数	地域(地点)名	要素名	アンサンブル平均値	実況値	年平均値	アンサンブル平均値と年平均値との差	実況と年平均値との差	かなり低い	低い	高い	かなり高い	階級区分値A	階級区分値B	階級区分値C	階級区分値D
2013年01月03日	2013年1月12日	2013年1月18日	7	東北地方	気温	///	///	///	-0.5	-1.5	7	44	13	2	-2.3	-0.7	0.8	2.0
2013年01月07日	2013年1月16日	2013年1月22日	7	東北地方	気温	///	///	///	-0.2	-0.8	4	35	17	3	-2.4	-0.7	0.9	2.0
2013年01月10日	2013年1月19日	2013年1月25日	7	東北地方	気温	///	///	///	+0.3	0.5	2	20	34	10	-2.3	-0.7	0.9	2.0
2013年01月14日	2013年1月23日	2013年1月29日	7	東北地方	気温	///	///	///	+0.5	-0.2	1	16	45	12	-2.3	-0.7	0.7	2.0
2013年01月17日	2013年1月26日	2013年2月1日	7	東北地方	気温	///	///	///	+0.6	0.3	1	15	46	12	-2.3	-0.7	0.7	2.0
2013年01月21日	2013年1月30日	2013年2月5日	7	東北地方	気温	///	///	///	+0.3	1.6	1	23	38	7	-2.4	-0.6	0.7	2.1
2013年01月24日	2013年2月2日	2013年2月7日	7	東北地方	気温	///	///	///	+0.2	0.7	1	26	35	6	-2.5	-0.8	0.7	2.2
2013年01月28日	2013年2月6日	2013年2月12日	7	東北地方	気温	///	///	///	-0.8	-1.3	9	60	9	1	-2.6	-0.5	0.9	2.2
2013年01月31日	2013年2月9日	2013年2月15日	7	東北地方	気温	///	///	///	-0.3	-0.8	2	40	17	2	-2.7	-0.6	0.9	2.2
2013年02月04日	2013年2月13日	2013年2月19日	7	東北地方	気温	///	///	///	-0.6	-0.9	6	47	14	2	-2.6	-0.7	0.8	2.2
2013年02月07日	2013年2月16日	2013年2月22日	7	東北地方	気温	///	///	///	-0.1	-2.7	3	29	25	4	-2.5	-0.8	0.8	2.2
2013年02月11日	2013年2月20日	2013年2月26日	7	東北地方	気温	///	///	///	-0.6	-3.8	9	45	17	2	-2.4	-0.8	0.7	2.3

**画像を表示**

期間をクリックするとグラフが表示されます。  
東北地方 気温 28日 2013年01月03日から2013年02月30日  
山陽 気温 28日 2013年01月03日から2013年02月30日

- 過去の気温予測データ(ガイダンス)を取得できる  
(現在の技術で過去の気温を予測したもの)
- CSV形式で取得でき、自ら持つデータと比較し、ガイダンスの利用価値を確認・実感できる

# V.4 おわりに

- 季節予報は、1週間を超えるような長い時間スケールを持つ「気候システムの変動」に基づく予報である
- 潜在的な利用価値のわりに利用されていない
- まずは、気候の影響を受けやすい分野の利用者と連携して、季節予報を用いた気候リスク管理の成功事例を作る
- 多くの分野における多様なユーザーによる利用を、民間気象事業者とも協力しながら促進する
- 季節予報を用いた気候リスク管理の促進は、産業の興隆に必ず資する
- 予測可能性の高い熱帯域の各国での気候リスク管理のサポートも重要。

# 講義の狙い

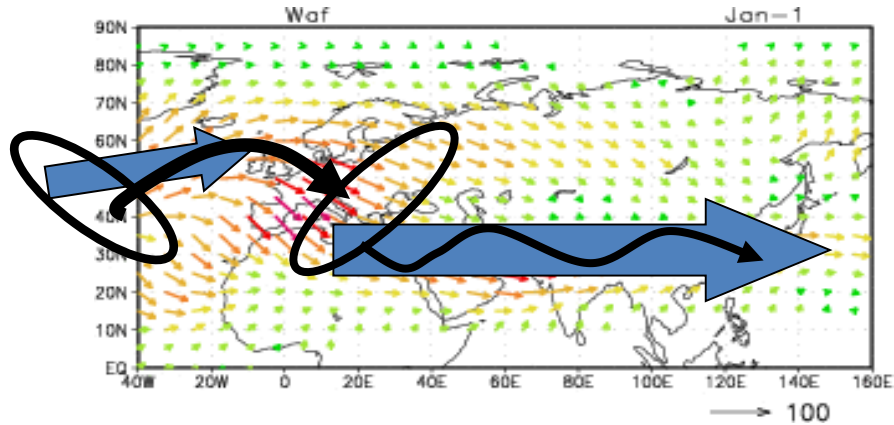
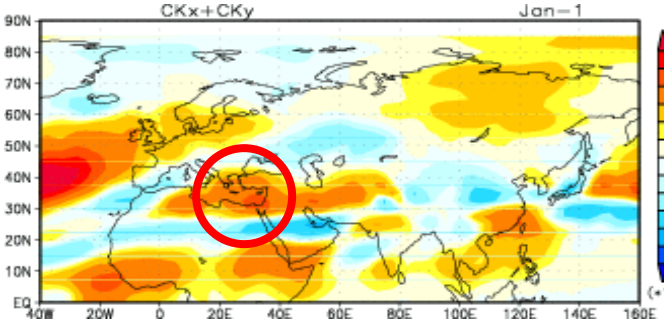
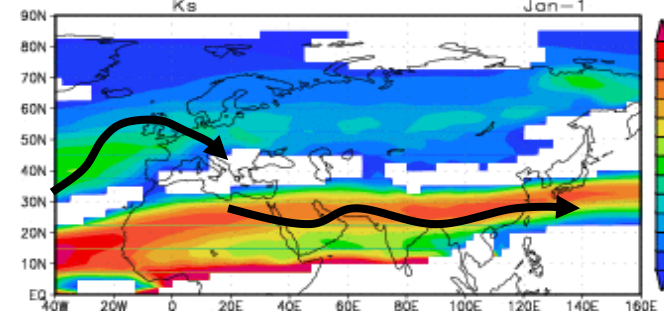
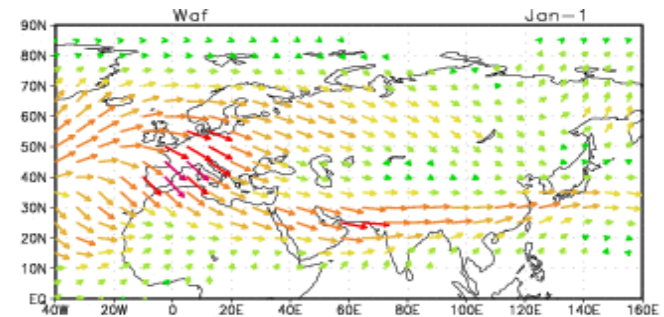
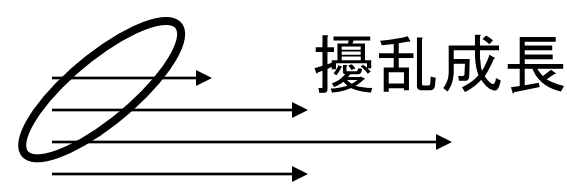
- 日々の天気予報や週間天気予報は、主に大気の総観規模擾乱の予測に基づいて作成される。
- 一方、1か月予報や3か月予報などの「季節予報」は、惑星波など総観規模擾乱より時間スケールが長く空間スケールも大きい大気の現象、また、エルニーニョ現象などの大気海洋結合系の現象の予測に基づいて作成される。
- この講義では、季節予報の概要を理解するとともに、これら関連する現象とその予測の概要を、実際に観測された事例と地球流体力学の知識を用いて理解する。

# 質問回答

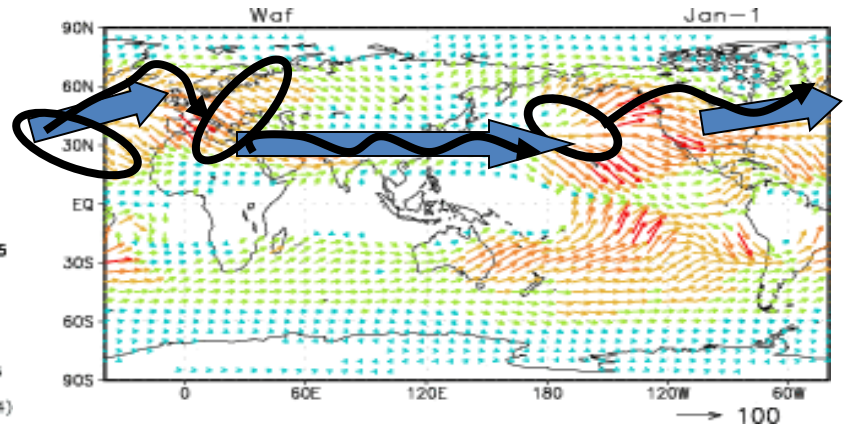
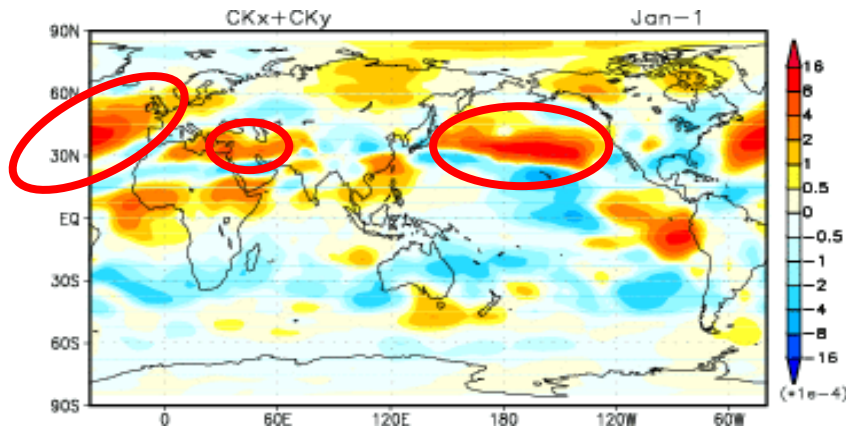
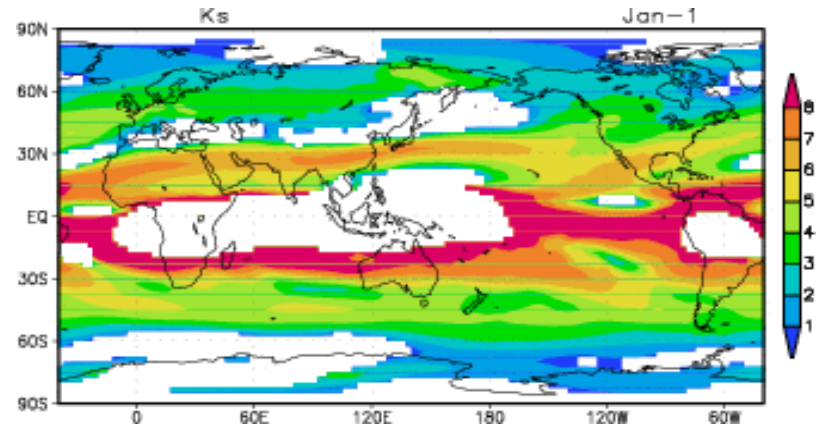
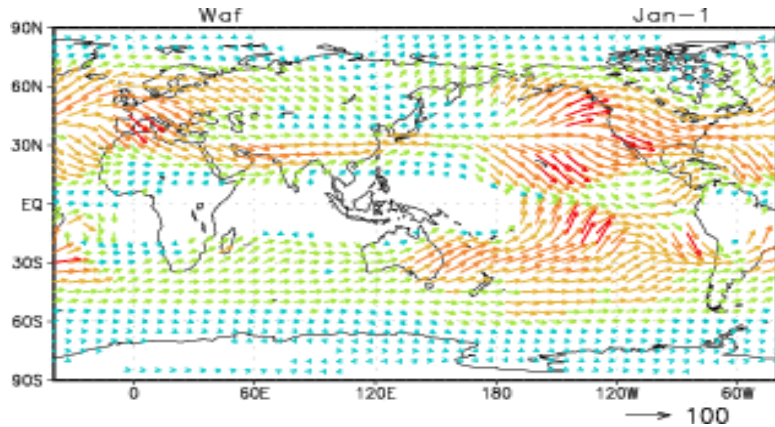
# 基本場からの順圧的運動エネルギー変換

$$\partial K_e / \partial t = CK_x + CK_y$$

$$CK_x = -\overline{(u^2 - v^2)} \frac{\partial u_b}{\partial x}, \quad CK_y = -\overline{uv} \frac{\partial u_b}{\partial y}$$



# アジアジェット出口では??



世界一周?

順圧不安定モード??



以下、定常ロスビー波束のエネルギー伝播を考える。基本場の東西風Uが南北鉛直方向に構造を持つ場合のロスビー波の分散関係式は、(5.1.22)を少し変形すると、

$$\sigma = k \left[ U - \frac{\beta - \left\{ \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{f_0^2}{N^2} \left( \frac{\partial^2}{\partial z^2} - \frac{1}{H_0} \frac{\partial}{\partial z} \right) \right\} U}{k^2 + l^2 + \frac{f_0^2}{N^2} \left( m^2 + \frac{1}{4H_0^2} \right)} \right] = k \left\{ U - \frac{\frac{\partial \bar{q}}{\partial y}}{k^2 + l^2 + \frac{f_0^2}{N^2} \left( m^2 + \frac{1}{4H_0^2} \right)} \right\} = k \left( U - \frac{\frac{\partial \bar{q}}{\partial y}}{K^2} \right) \quad (5.1.23)$$

と書ける。ここで、 $K^2 = k^2 + l^2 + \frac{f_0^2}{N^2} \left( m^2 + \frac{1}{4H_0^2} \right)$ とおいた。(5.1.23)から、波数

$(k, l, m)$  のロスビー波の東西方向の位相速度は、 $C_x = \frac{\sigma}{k} = \left( U - \frac{\frac{\partial \bar{q}}{\partial y}}{K^2} \right)$  である。一方、波束の東西方向の群速度（＝振動数の東西波数による偏微分）は  $C_{gx} = \frac{\partial \sigma}{\partial k} = C_x + \frac{\frac{\partial \bar{q}}{\partial y}}{K^4} \times 2k^2$  で、南北方向の群速度は  $C_{gy} = \frac{\partial \bar{q}}{\partial y} \times \frac{2kl}{K^4}$ 、鉛直方向は  $C_{gz} = \frac{\frac{\partial \bar{q}}{\partial y}}{K^4} \times 2 \frac{f_0^2}{N^2} km$  である。これらから、季節予報でよく取り扱う定常ロスビー波束、すなわち  $C_x = 0$  の波束を考えると、

- ① 群速度は東向きである  $\left( \frac{\partial \bar{q}}{\partial y} > 0 \right)$  の時（通常は正））。
- ② 東西方向の群速度と南北方向の群速度の比は、 $C_{gx} : C_{gy} = k : l$  となる。すなわち、定常ロスビー波束の水平方向の群速度は波の波数ベクトル  $(k, l)$  に平行（等位相を結んだ線（等位相線）に直交）である。
- ③ 東西方向の群速度と鉛直方向の群速度の比は、 $C_{gx} : C_{gz} = k : \frac{f_0^2}{N^2} m$  となる。