

気象庁 1 か月予報システムの 紹介と、冷夏事例など

気象庁地球環境・海洋部気候情報課

宮脇祥一郎

はじめに

- 簡単に共同研究(東北農業研究センター、東北大学、気象庁の3者)の紹介
- 気象庁1か月予報モデル、それを用いたハインドキャスト(予報実験)の紹介
- 過去事例(2003年冷夏)の検証、ハインドキャストの精度
- 気候の予測情報の課題など

共同研究の目的

気候の予測情報の利活用の先進的な取り組みとして
東北農研センター、東北大学とともに

「気候予測情報を農業分野に活用するための
応用技術に関する研究」を実施（～平成23年度）

<目的>

気候の予測情報の利活用の成功事例を作るために
東北地方を対象として

- ・気候の予測情報を利用した
- ・農業分野での利用に適した

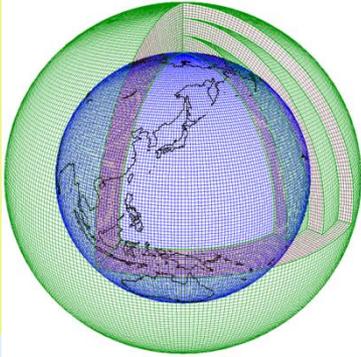
予測情報を作成し実用化する

この部分について。

気象庁1か月予報システム

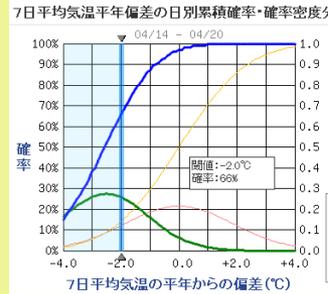
数値予報モデルの結果

50メンバー
GPVデータ2.5° 格子
様々な気象要素(気温、気圧...)



数値予報ガイダンス

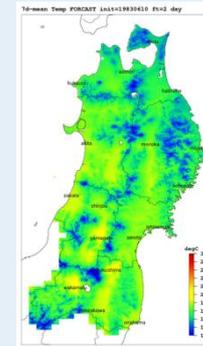
- ・東北地方の気温平年偏差は0℃
- ・気温平年偏差が0℃を越える確率は0%



気象庁

1km気温予測値

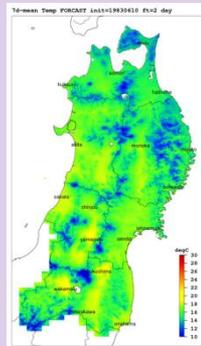
あるメッシュの7日間気温予測値(絶対値)は0℃



統計的ダウンスケーリング
(東北農研メッシュをもとに)

気温と被害との関係をモデル化

1km気温予測値
あるメッシュの7日間
気温予測値(絶対値)は0℃

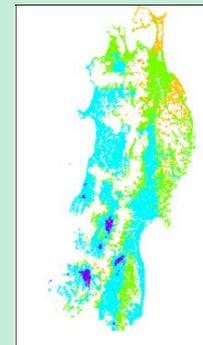


力学的ダウンスケーリング

東北大学

1km農業予測情報

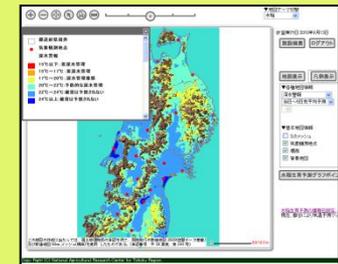
- ・あるメッシュにおける危険度を品種、被害に対応して指数化



気温と被害との関係をモデル化

東北農研

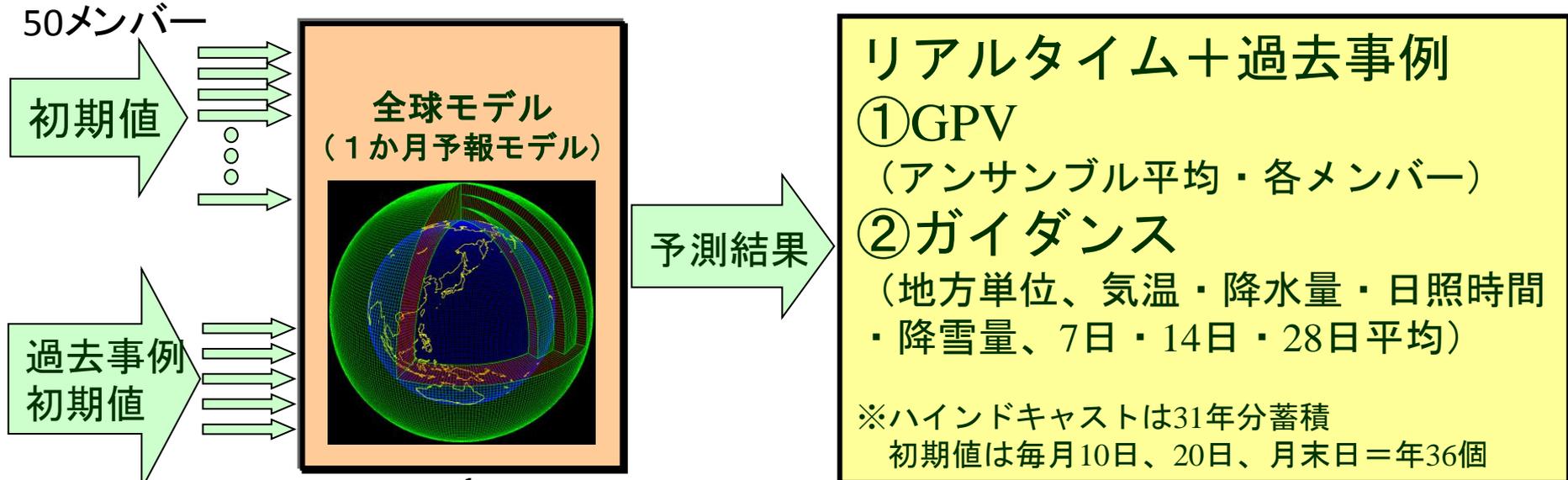
既存のシステム 早期警戒システム



- ・農家への配信
- ・農業技術指導のサポート

気象庁1か月予報システムとハインドキャスト(過去予報実験)

1か月予報(異常天候早期警戒情報)の予報基礎資料



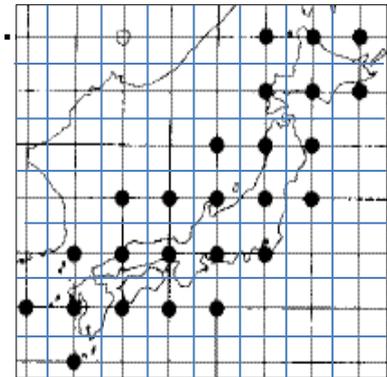
1か月予報モデルの仕様

解像度: 水平110km、鉛直60層(上端0.1hPa)

アンサンブルメンバー数: 50(25メンバー×2初期日)

予報対象期間: 34日間(水・木)、17日間(日・月)

境界条件: 海面水温=全球海面水温解析(COBE-SST)、予測初期の偏差持続
海水分布=気候値



ハインドキャストの目的

- ・予測精度の確認 → 現業化の最終判断資料、予報作業上の参考資料
- ・系統誤差補正の統計値の作成
- ・ガイダンスの作成

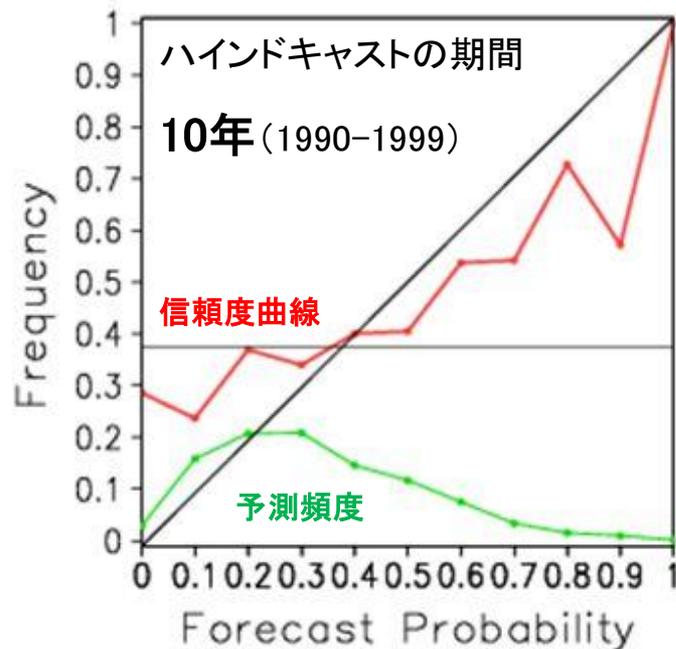
長期予報システムでは必須であるが...

→ 多数の予報実験を行なう必要がある。

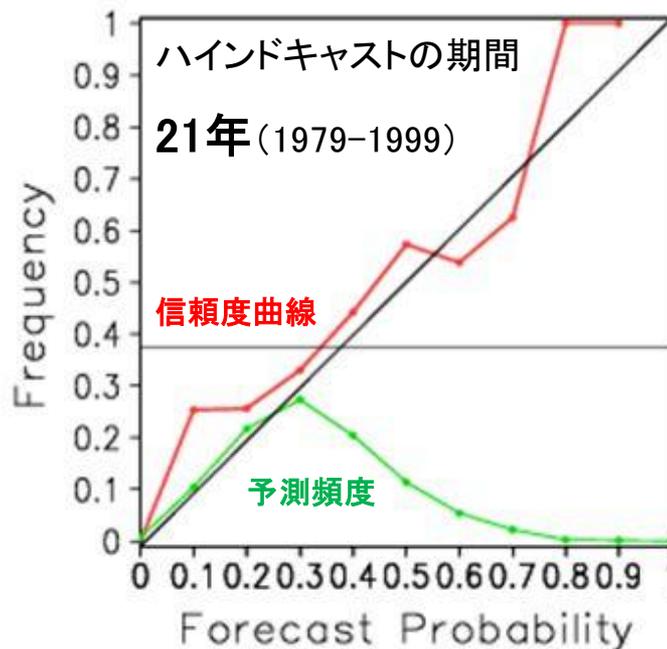
→ 多くのコンピュータ資源が必要。

(1979~2009年:31年間、年間36初期値日、5メンバー=5580事例)

Njp (140.0-145.0,37.5N-45.0N)
BSS=-0.82 Brel=93.6 Bres=4.0'



Njp (140.0-145.0,37.5N-45.0N)
BSS=5.440 Brel=97.9 Bres=6.81



長期間の実験の メリット

ガイダンスは統計的ダウンスケーリング技術。
サンプル数が多いほど統計的な安定性が高まり、
予測精度が高くなると考えられる。

←

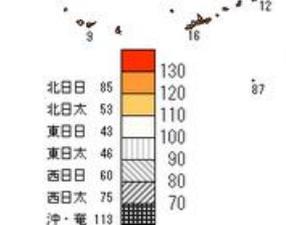
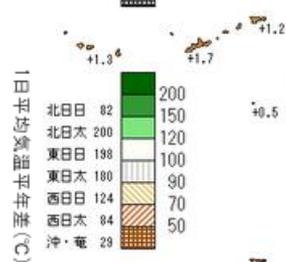
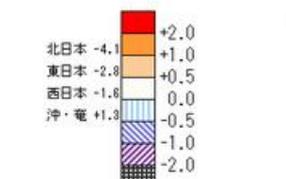
北日本太平洋側の降水量
検証期間は2000-2009の10
年間(多いと少ないが基準)

ハインドキャストのメリット

過去の顕著現象事例を現在のモデルがどのように予測したかを見ることができます。

ここでは、2003年のヤマセによる低温の事例を見ていきます。

東北太平洋側 1日平均 2003年実況値



平均気温平年差 (°C)
2003/07/21 ~ 2003/07/31



降水量平年比 (%)
2003/07/21 ~ 2003/07/31

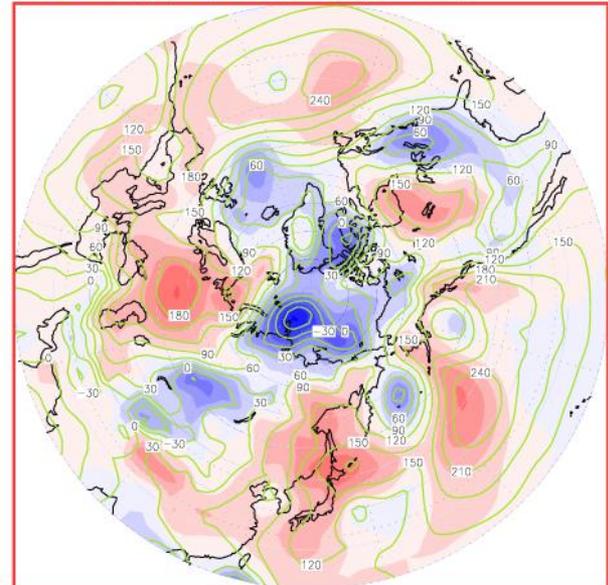


日照時間平年比 (%)
2003/07/21 ~ 2003/07/31

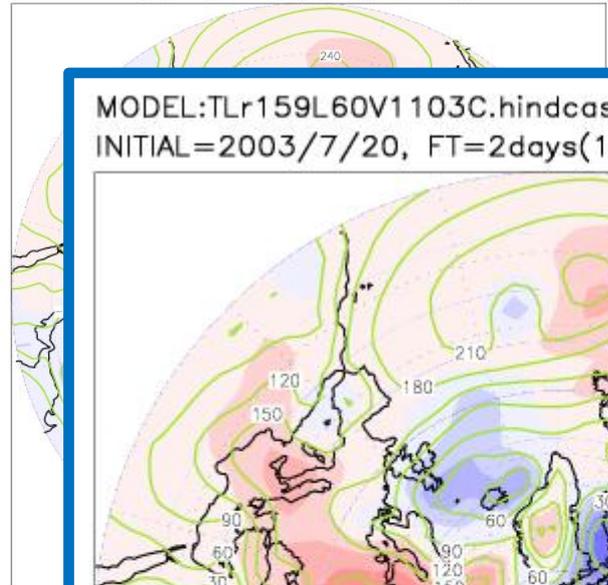


2003/07/20 初期値 予測2日 1000hPa高度 ... 数日程度の予測は良好(当たらないモデルを使っているわけではない)

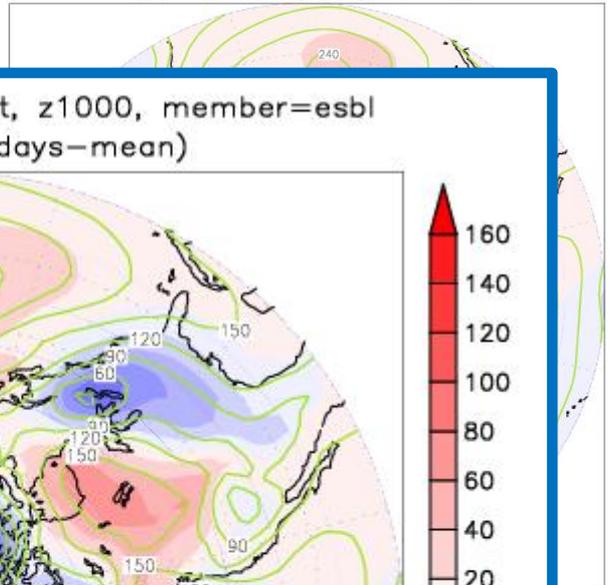
JRA-JCDAS, z1000
INITIAL=2003/7/20, FT=2days(1days-mean)



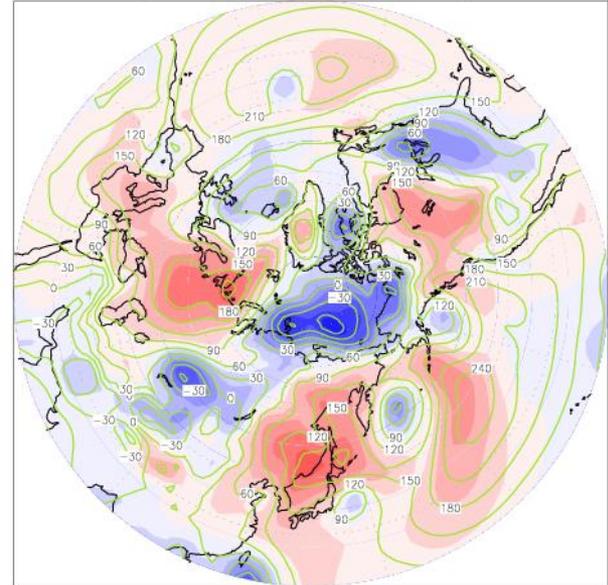
MODEL:TlR159L60V1103C.hindcast, z1000, member=1
INITIAL=2003/7/20, FT=2days(1days-mean)



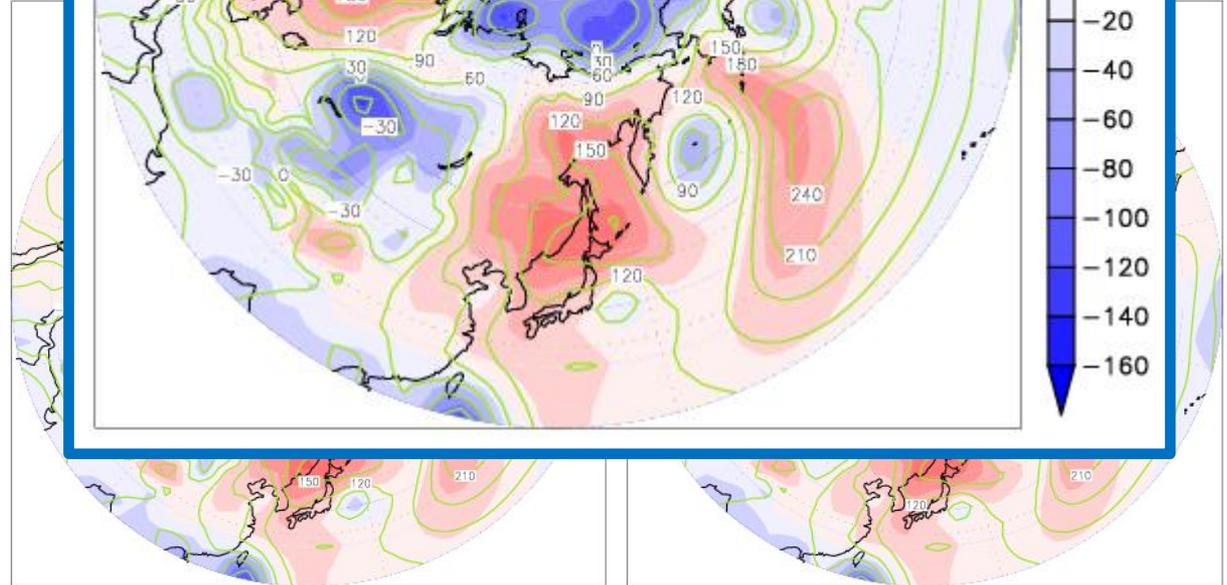
MODEL:TlR159L60V1103C.hindcast, z1000, member=2
INITIAL=2003/7/20, FT=2days(1days-mean)



MODEL:TlR159L60V1103C.hindcast, z1000, member=3
INITIAL=2003/7/20, FT=2days(1days-mean)

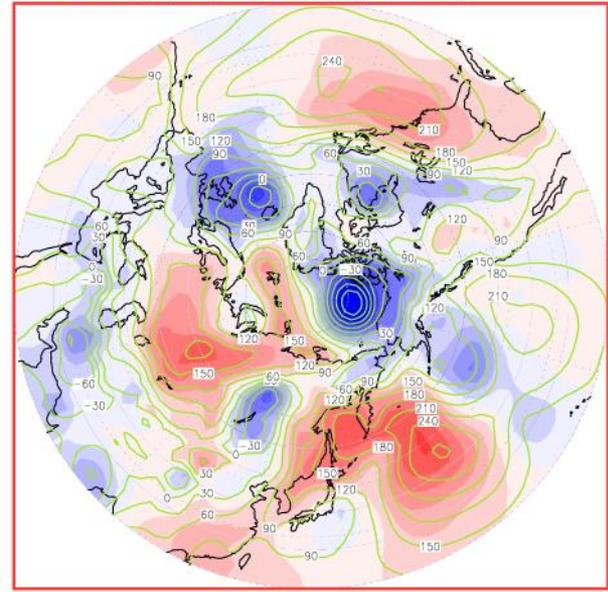


MODEL:TlR159L60V1103C.hindcast, z1000, member=esbl
INITIAL=2003/7/20, FT=2days(1days-mean)

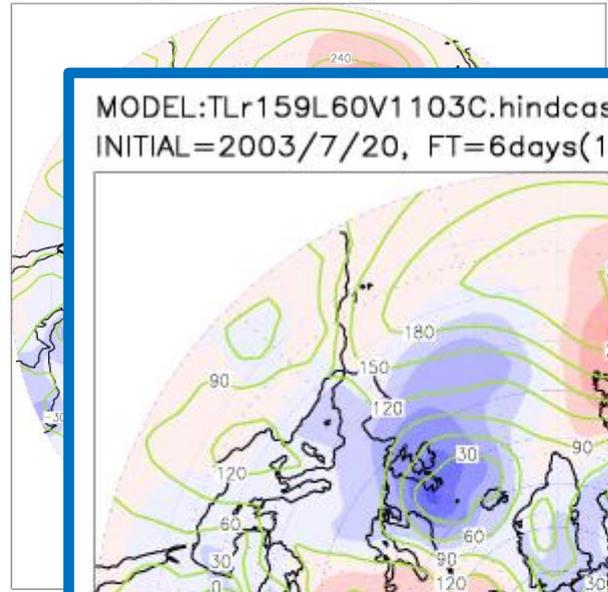


2003/07/20 初期値 予測6日 (オホーツクH最盛期) 1000hPa高度

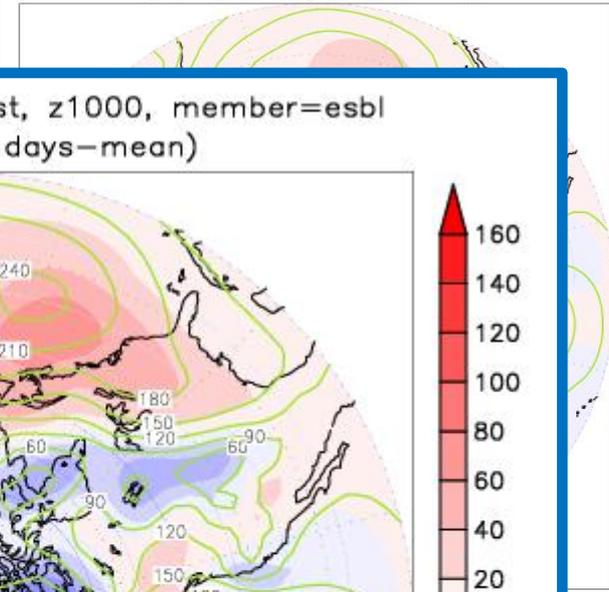
JRA-JCDAS, z1000
INITIAL=2003/7/20, FT=6days(1days-mean)



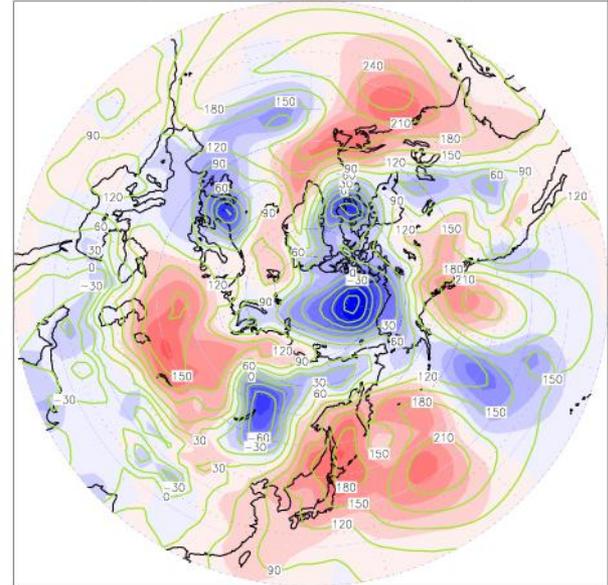
MODEL:TlR159L60V1103C.hindcast, z1000, member=1
INITIAL=2003/7/20, FT=6days(1days-mean)



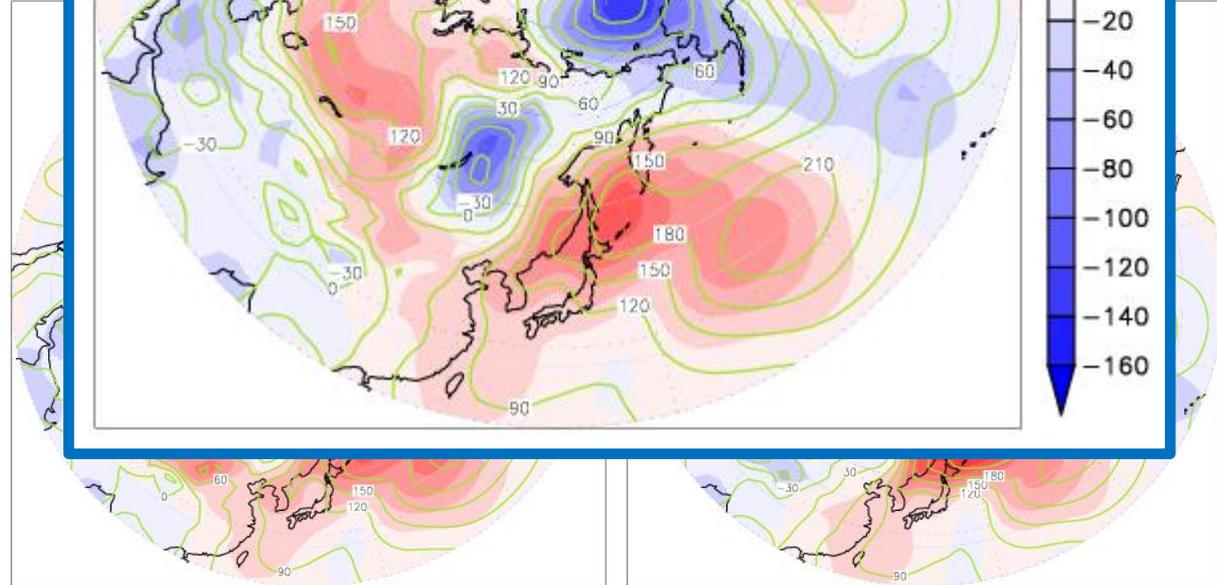
MODEL:TlR159L60V1103C.hindcast, z1000, member=2
INITIAL=2003/7/20, FT=6days(1days-mean)



MODEL:TlR159L60V1103C.hindcast, z1000, member=3
INITIAL=2003/7/20, FT=6days(1days-mean)

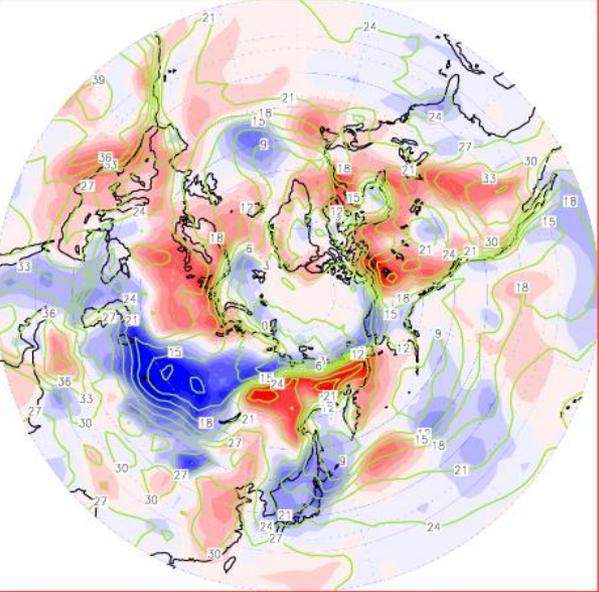


MODEL:TlR159L60V1103C.hindcast, z1000, member=esbl
INITIAL=2003/7/20, FT=6days(1days-mean)

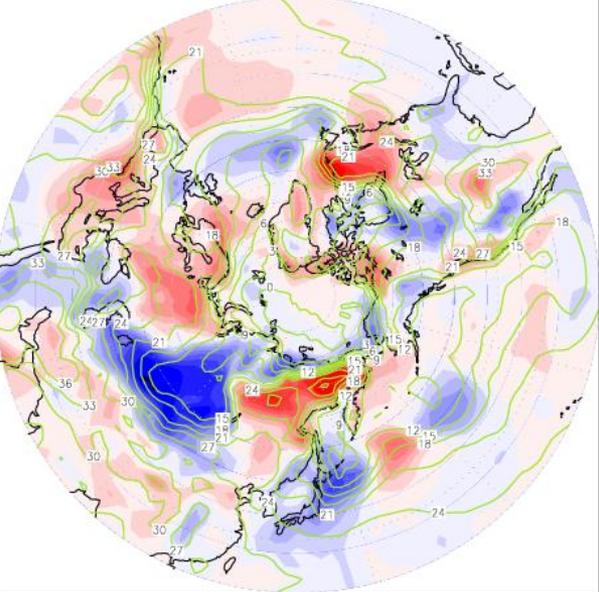


2003/07/20 初期値 予測6日 (オホーツクH最盛期) 1000hPa気温

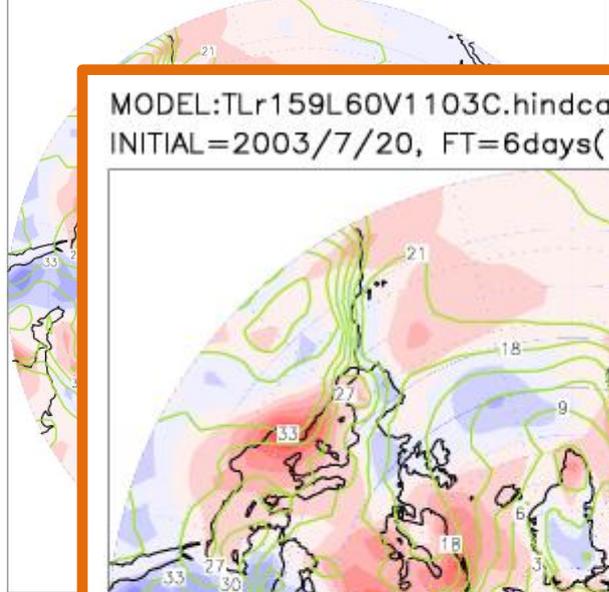
JRA-JCDAS, t1000
INITIAL=2003/7/20, FT=6days(1days-mean)



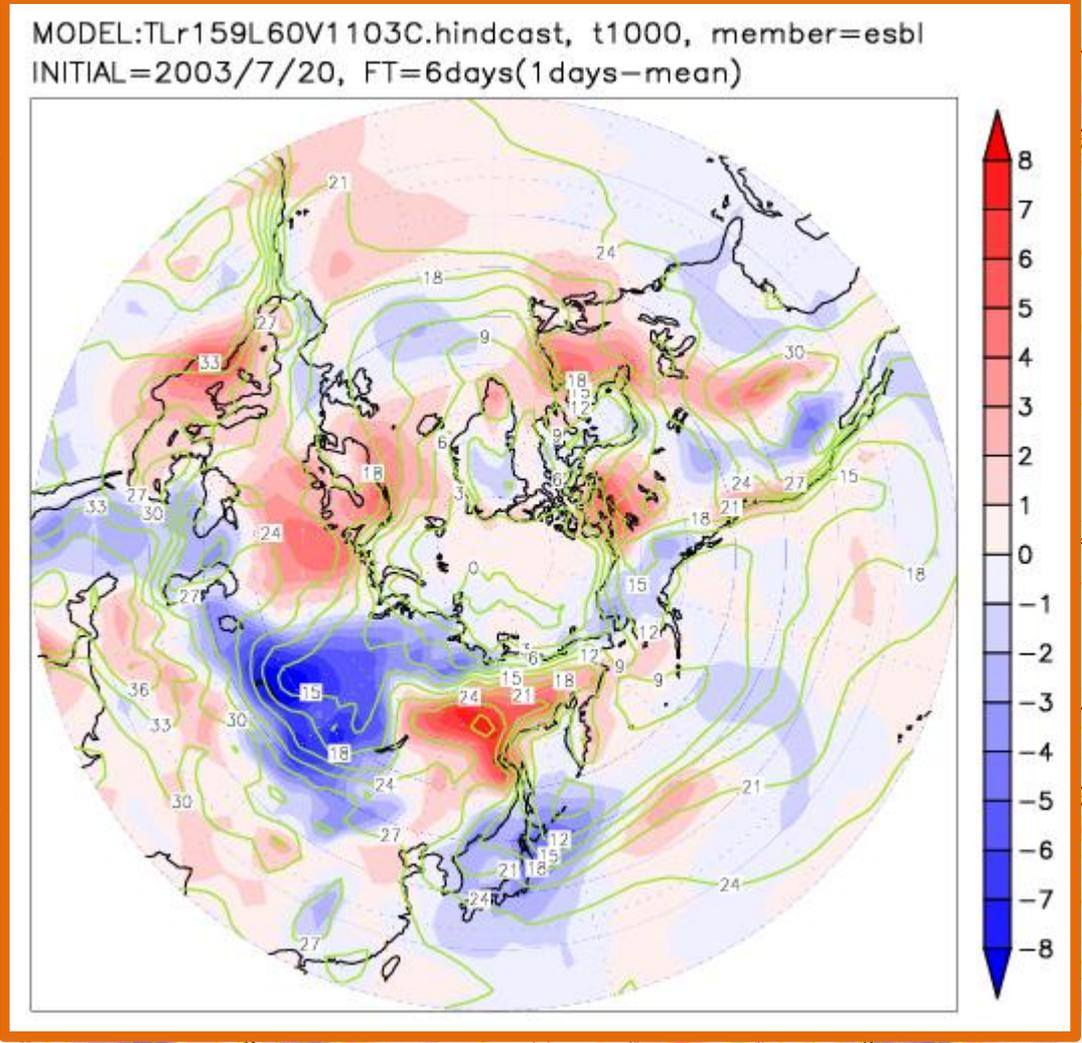
MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, t1000, member=3
INITIAL=2003/7/20, FT=6days(1days-mean)



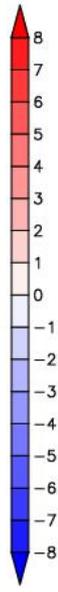
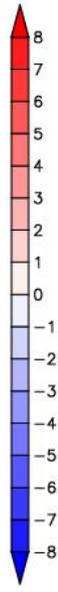
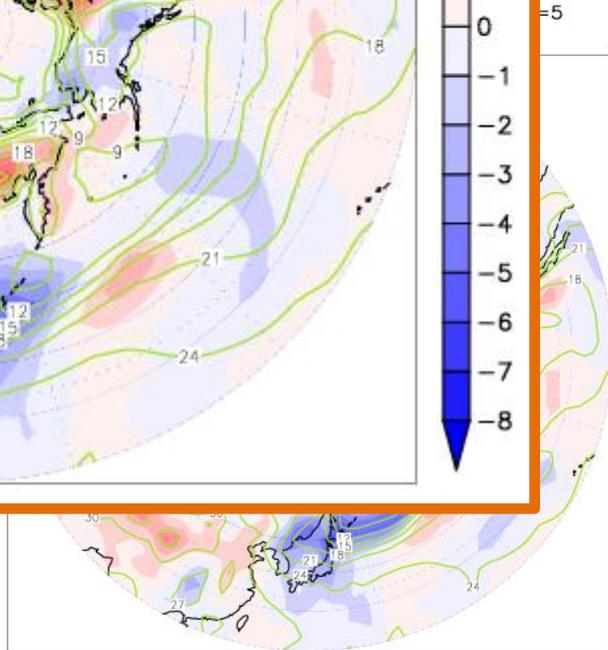
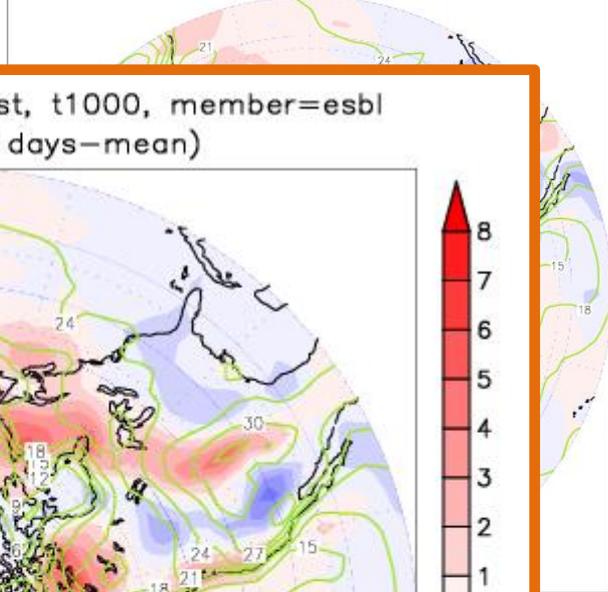
MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, t1000, member=1
INITIAL=2003/7/20, FT=6days(1days-mean)



MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, t1000, member=esbl
INITIAL=2003/7/20, FT=6days(1days-mean)

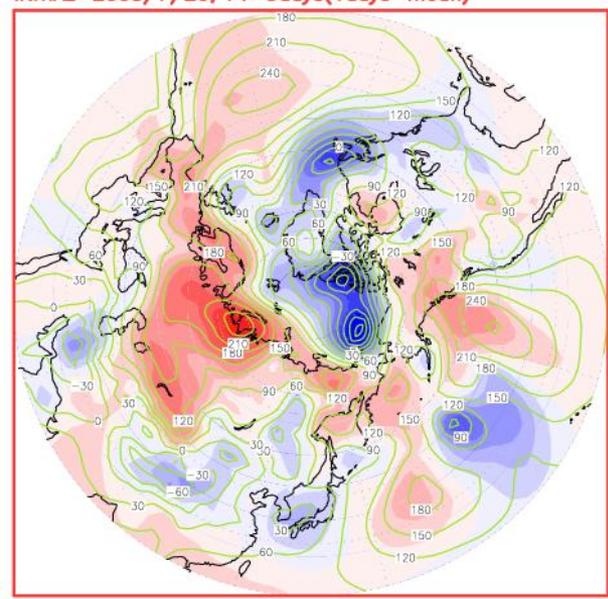


MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, t1000, member=2
INITIAL=2003/7/20, FT=6days(1days-mean)

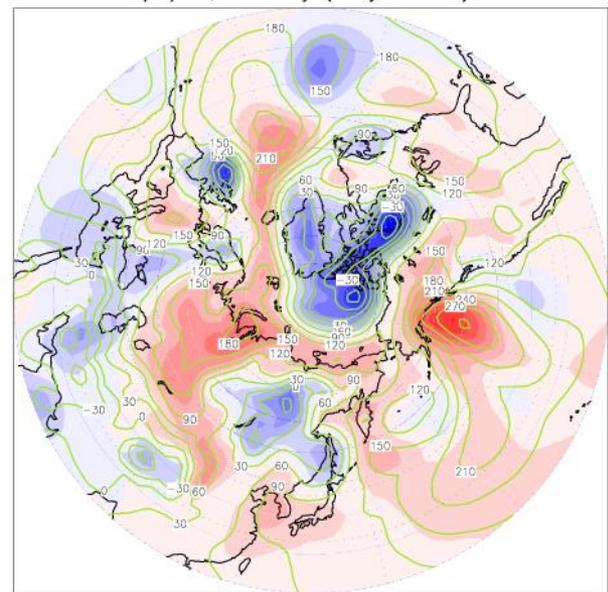


2003/07/20 初期値 予測9日 1000hPa高度

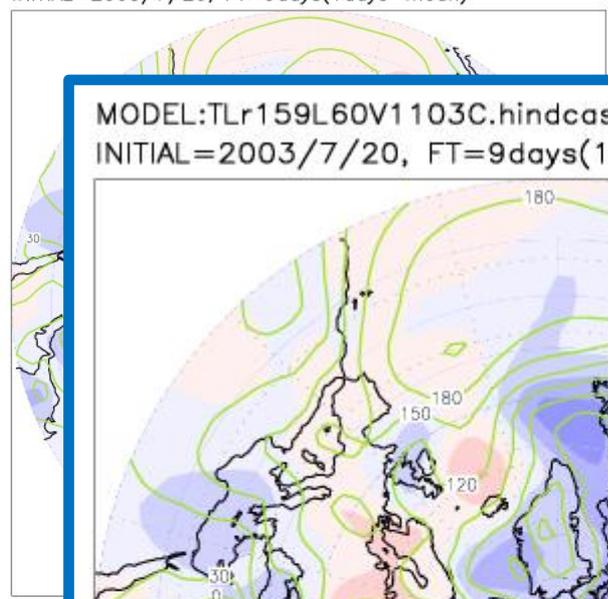
JRA-JCDAS, z1000
INITIAL=2003/7/20, FT=9days(1days-mean)



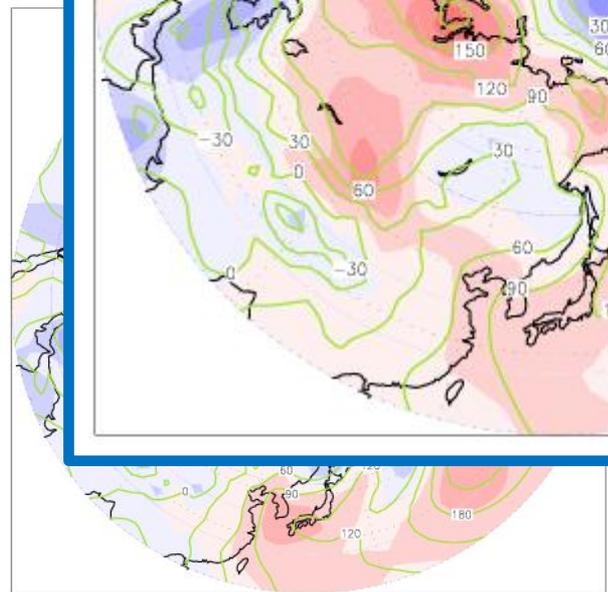
MODEL:Tlr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=3
INITIAL=2003/7/20, FT=9days(1days-mean)



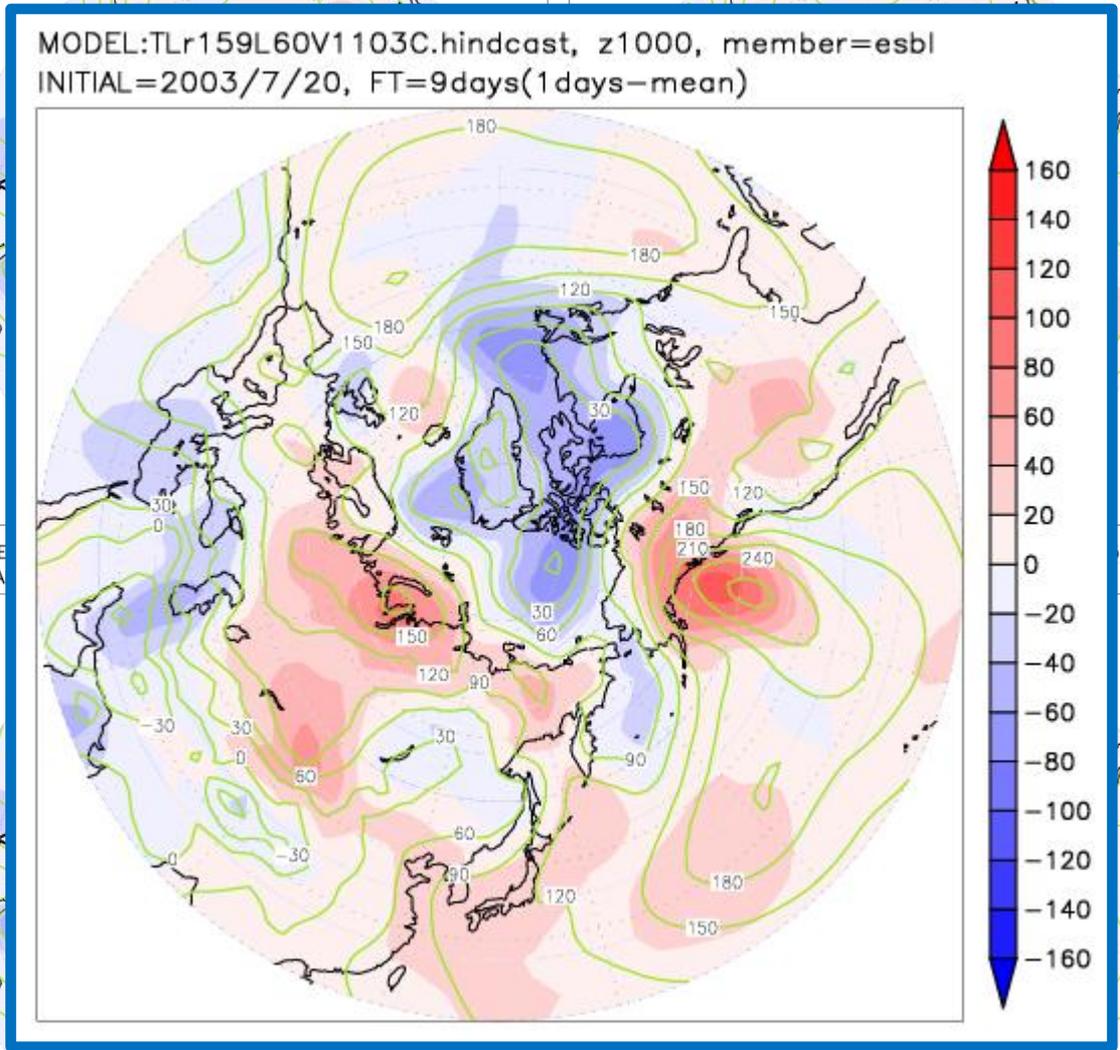
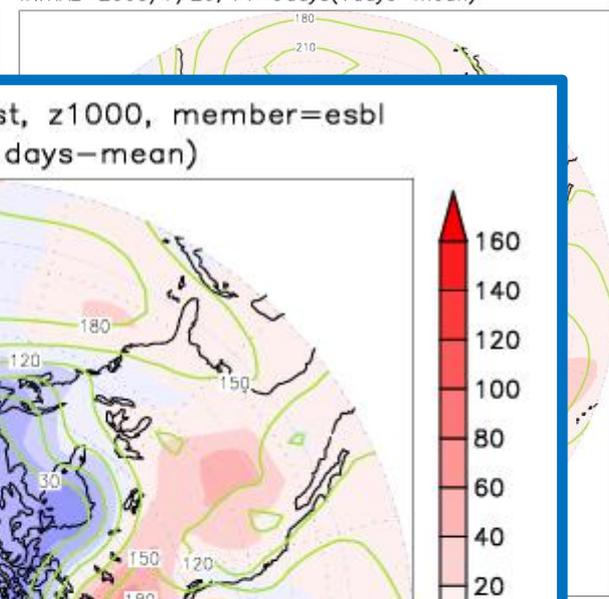
MODEL:Tlr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=1
INITIAL=2003/7/20, FT=9days(1days-mean)



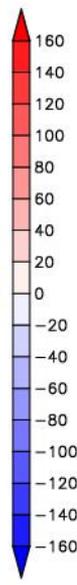
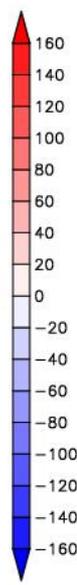
MODEL:Tlr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=2
INITIAL=2003/7/20, FT=9days(1days-mean)



MODEL:Tlr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=2
INITIAL=2003/7/20, FT=9days(1days-mean)

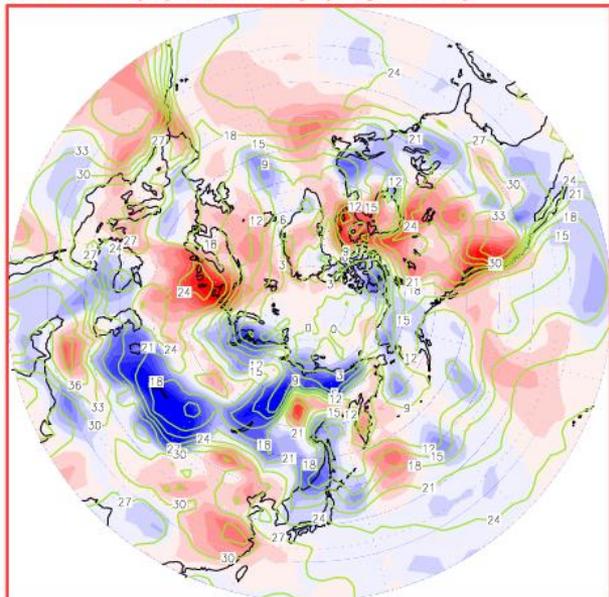


MODEL:Tlr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=esbl
INITIAL=2003/7/20, FT=9days(1days-mean)

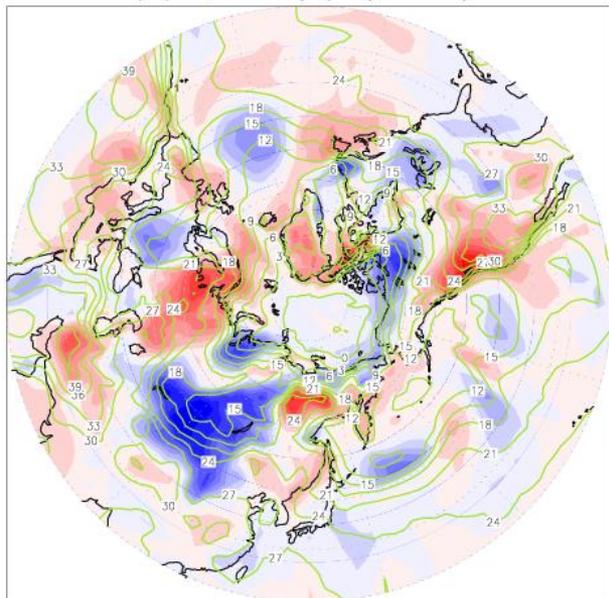


2003/07/20 初期値 予測9日 1000hPa気温

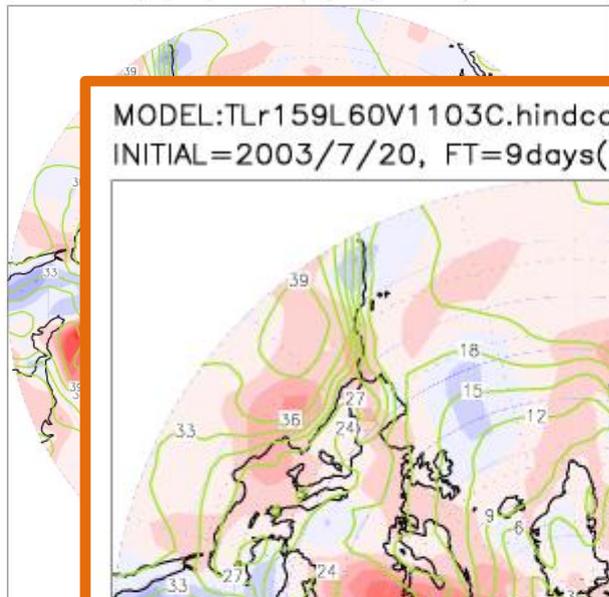
JRA-JCDAS, t1000
INITIAL=2003/7/20, FT=9days(1days-mean)



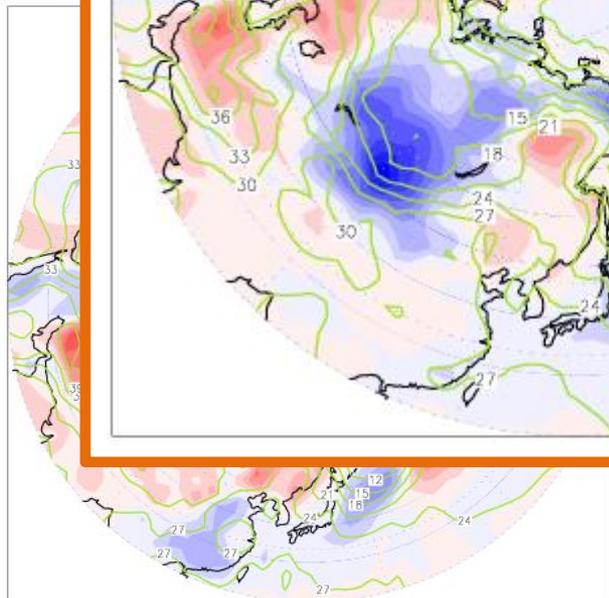
MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, t1000, member=3
INITIAL=2003/7/20, FT=9days(1days-mean)



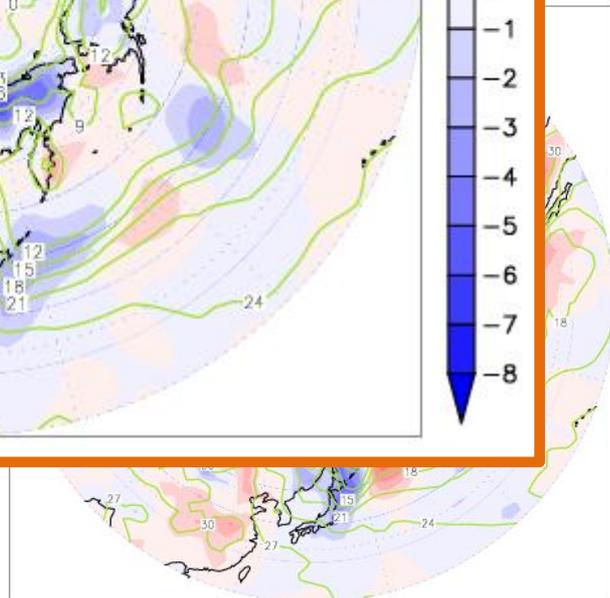
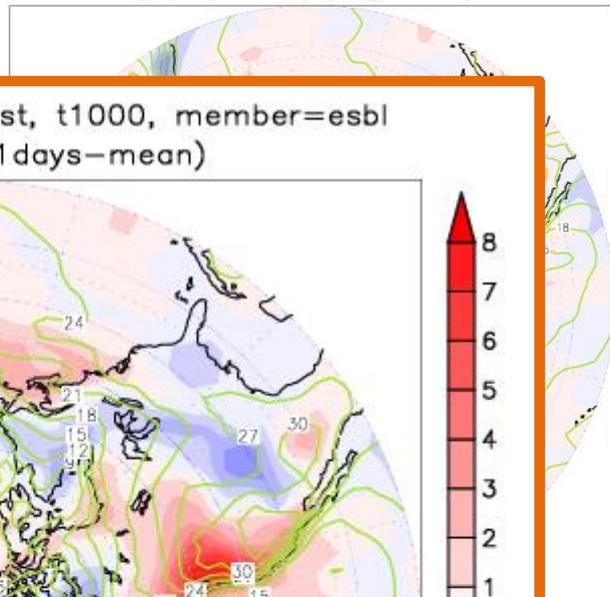
MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, t1000, member=1
INITIAL=2003/7/20, FT=9days(1days-mean)



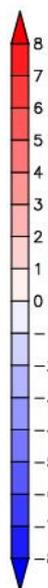
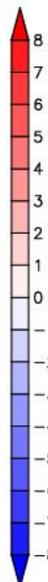
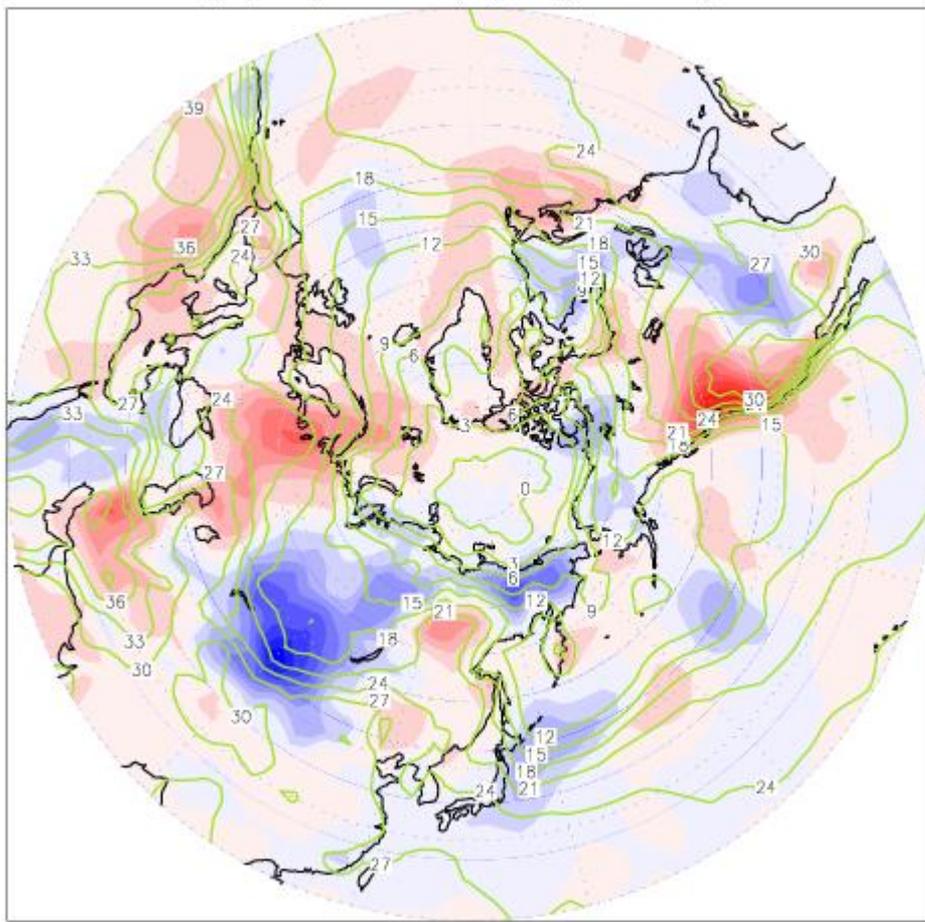
MODEL:
INITIAL=



MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, t1000, member=2
INITIAL=2003/7/20, FT=9days(1days-mean)



MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, t1000, member=esbl
INITIAL=2003/7/20, FT=9days(1days-mean)

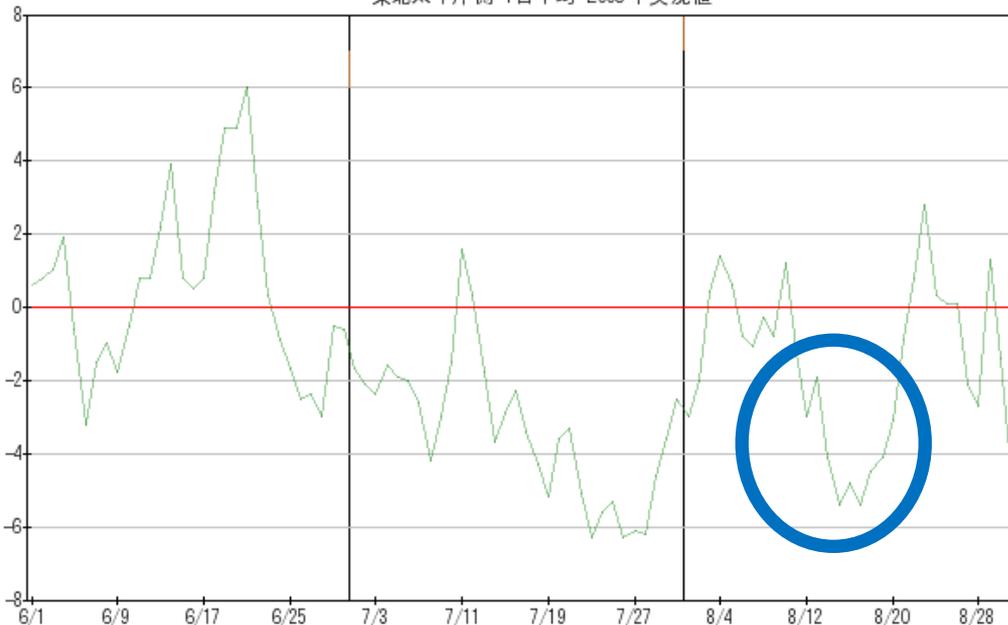


ハインドキャストのメリット

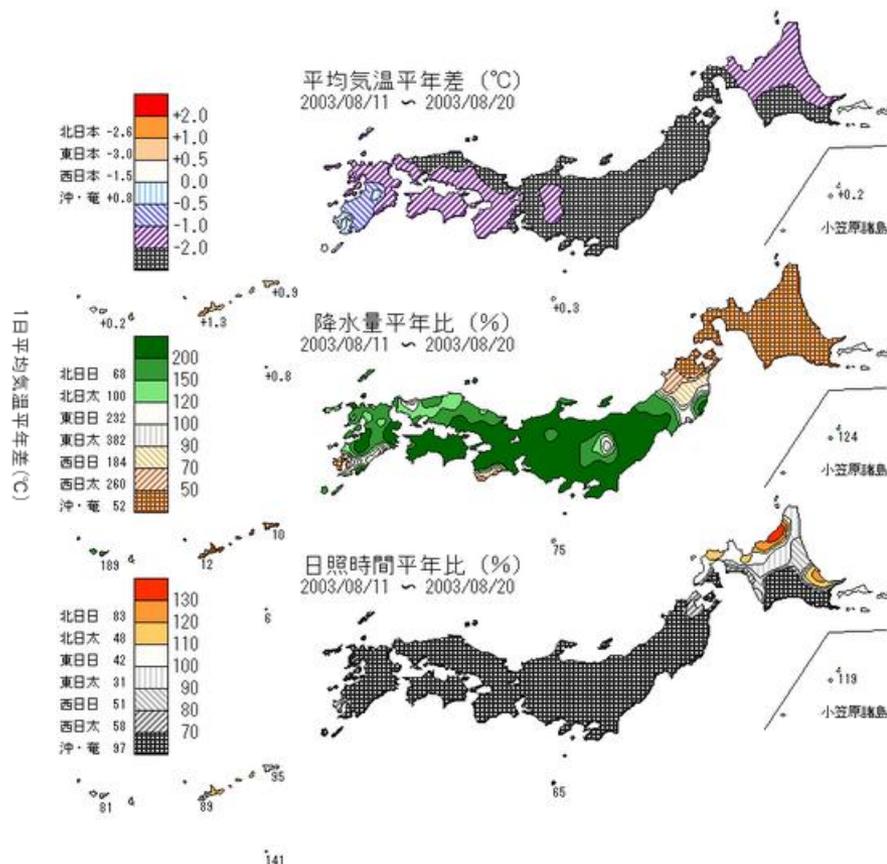
過去の顕著現象事例を現在のモデルがどのように予測したかを見ることができます。

ここでは、2003年のヤマセによる低温の事例を見ていきます。

東北太平洋側 1日平均 2003年実況値

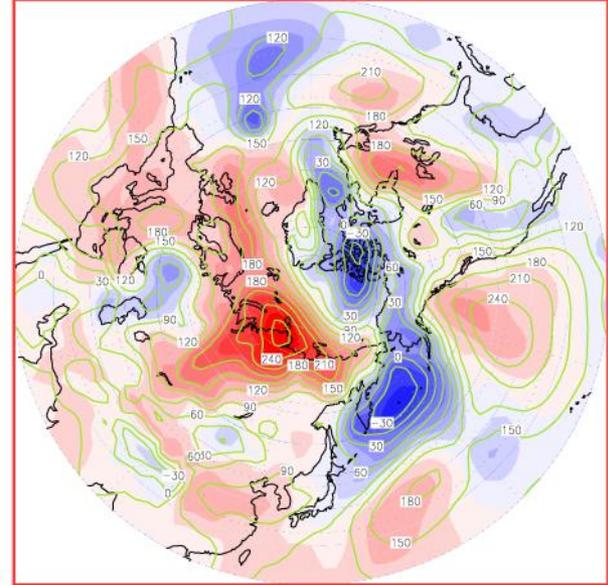


2003.08.10.イニシャル

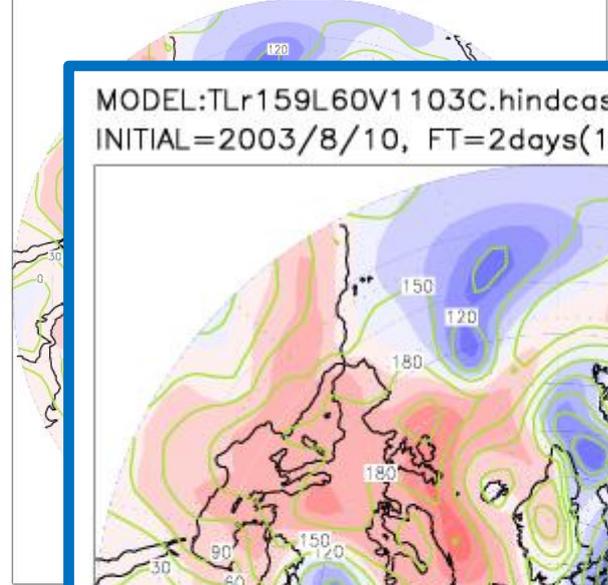


2003/08/10 初期値 予測2日 1000hPa高度 ... 数日程度の予測は良好(当たらないモデルを使っているわけではない)

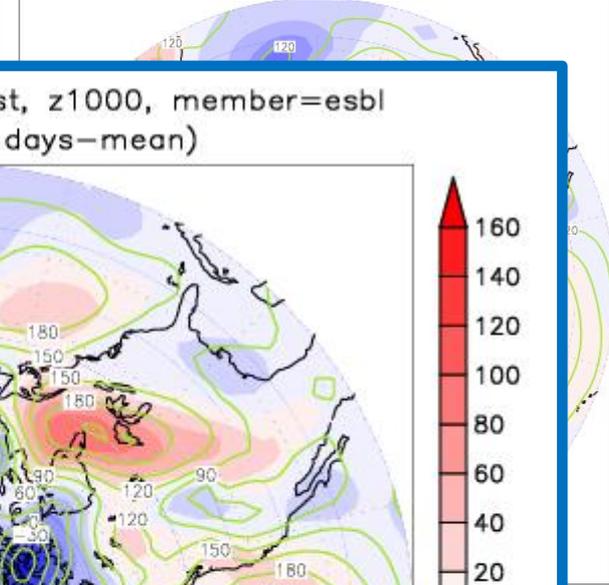
JRA-JCDAS, z1000
INITIAL=2003/8/10, FT=2days(1days-mean)



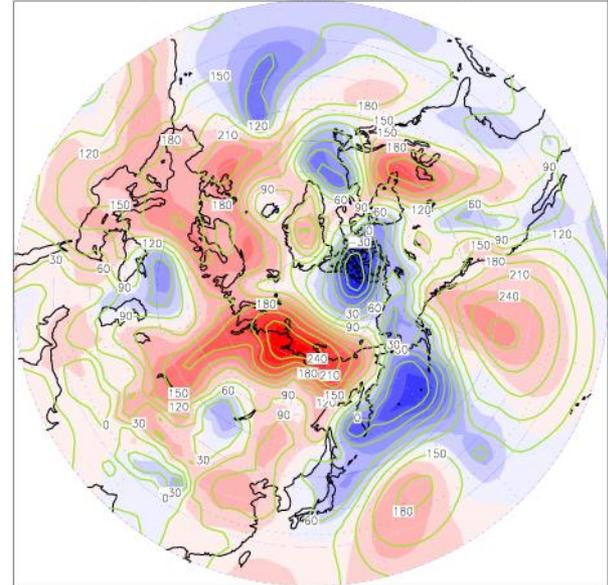
MODEL:TlR159L60V1103C.hindcast, z1000, member=1
INITIAL=2003/8/10, FT=2days(1days-mean)



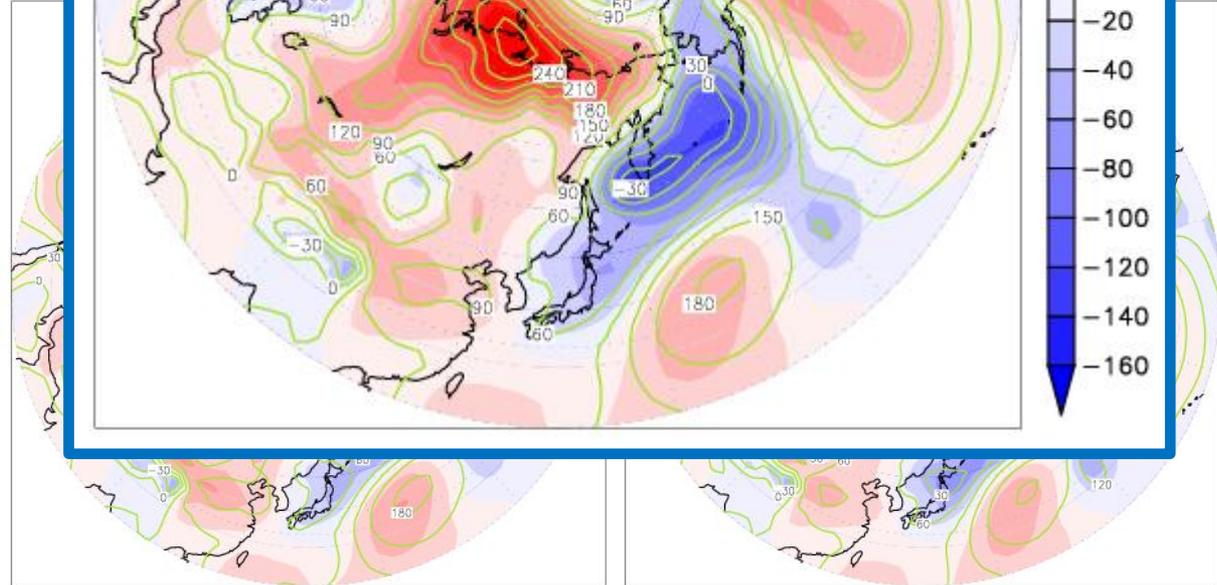
MODEL:TlR159L60V1103C.hindcast, z1000, member=2
INITIAL=2003/8/10, FT=2days(1days-mean)



MODEL:TlR159L60V1103C.hindcast, z1000, member=3
INITIAL=2003/8/10, FT=2days(1days-mean)

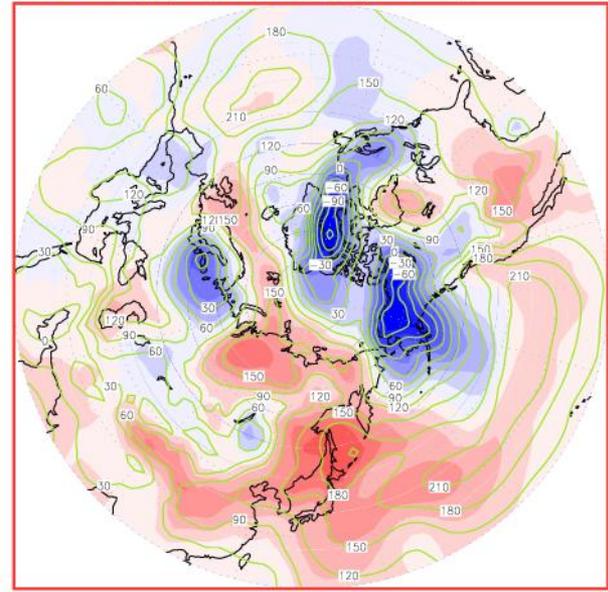


MODEL:TlR159L60V1103C.hindcast, z1000, member=esbl
INITIAL=2003/8/10, FT=2days(1days-mean)

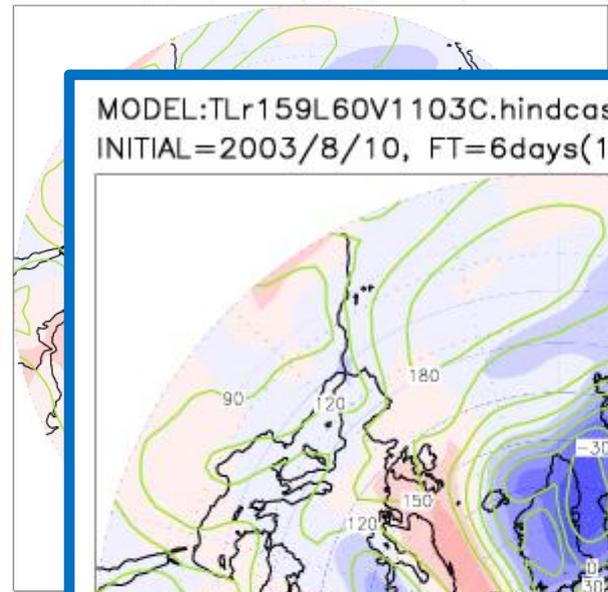


2003/08/10 初期値 予測6日 (オホーツクHピーク付近) 1000hPa高度

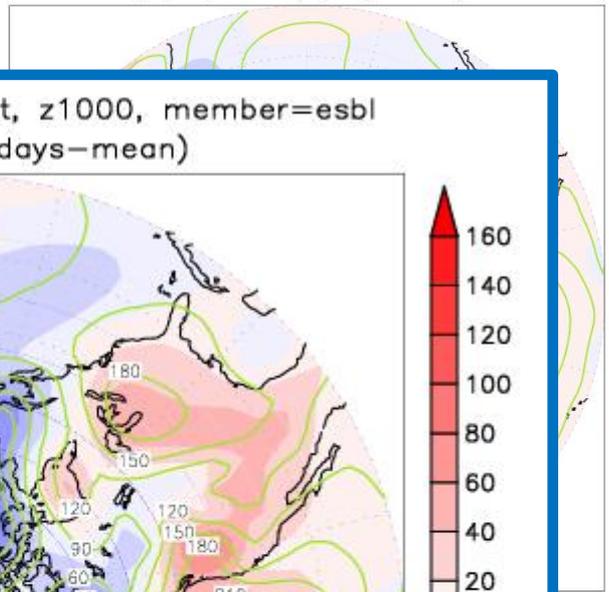
JRA-JCDAS, z1000
INITIAL=2003/8/10, FT=6days(1days-mean)



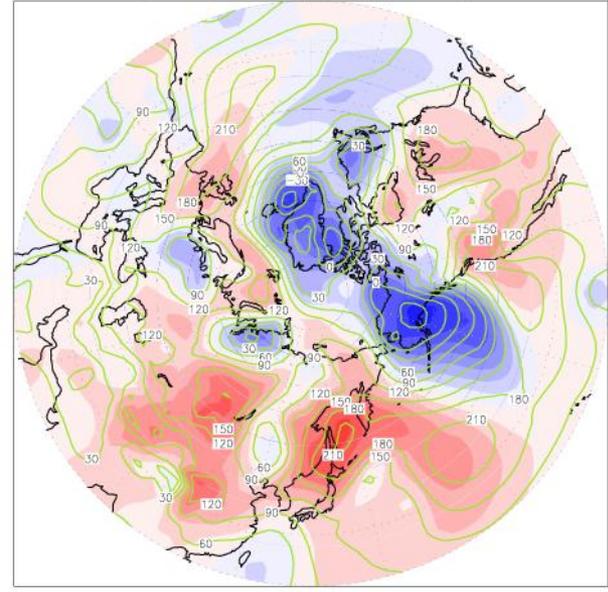
MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=1
INITIAL=2003/8/10, FT=6days(1days-mean)



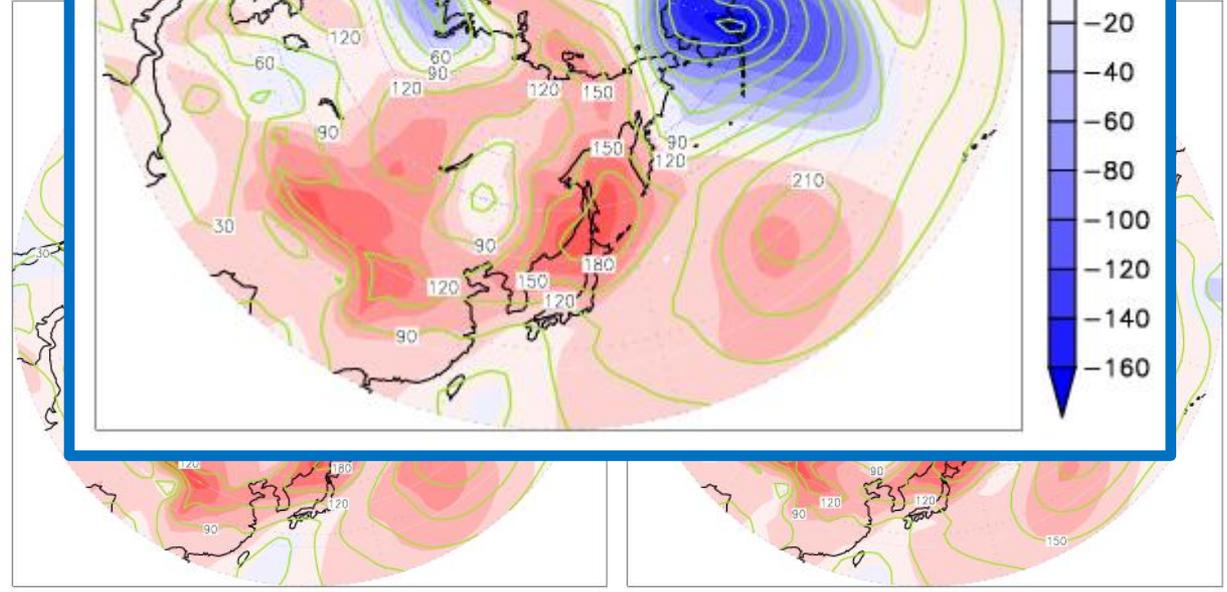
MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=2
INITIAL=2003/8/10, FT=6days(1days-mean)



MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=3
INITIAL=2003/8/10, FT=6days(1days-mean)

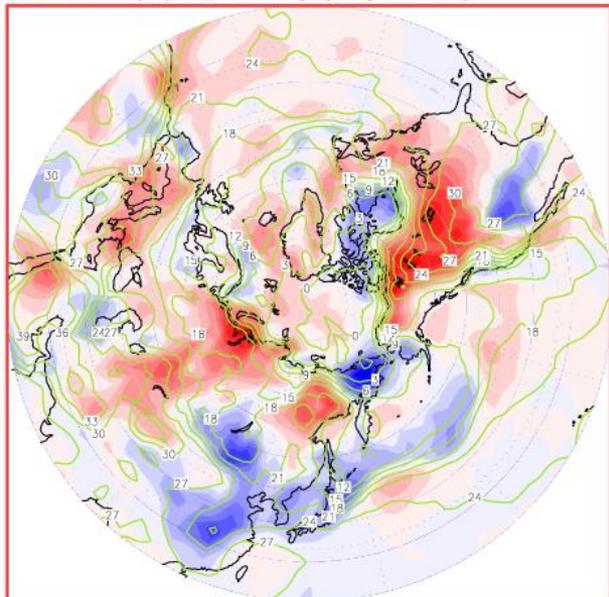


MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=esbl
INITIAL=2003/8/10, FT=6days(1days-mean)

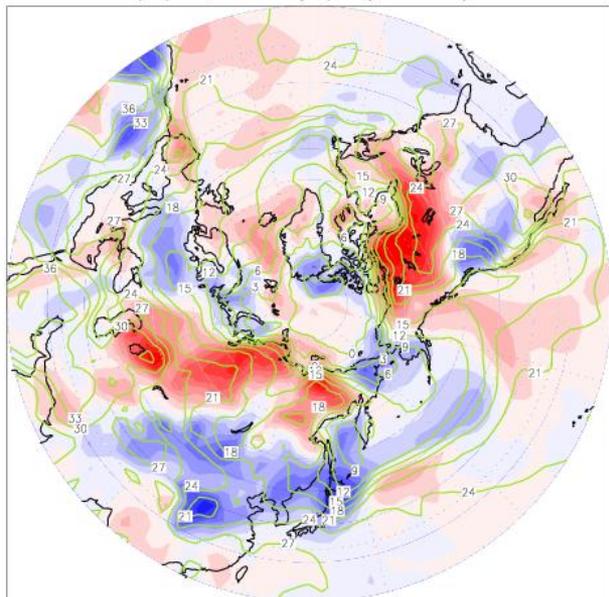


2003/08/10 初期値 予測6日 (オホーツクHピーク付近) 1000hPa気温

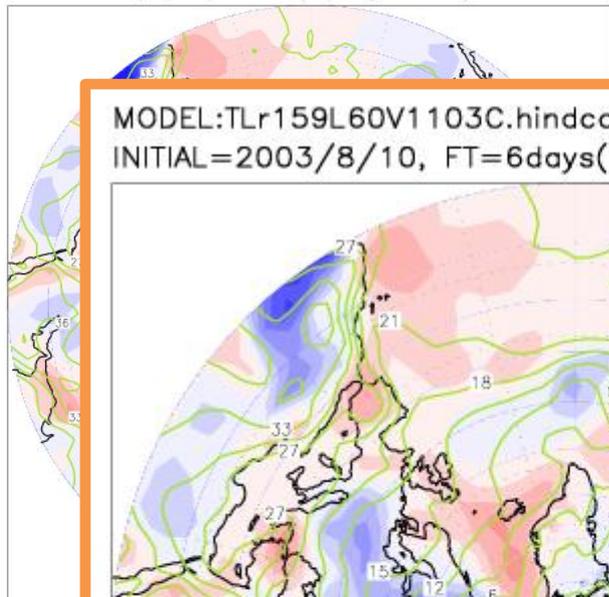
JRA-JCDAS, t1000
INITIAL=2003/8/10, FT=6days(1days-mean)



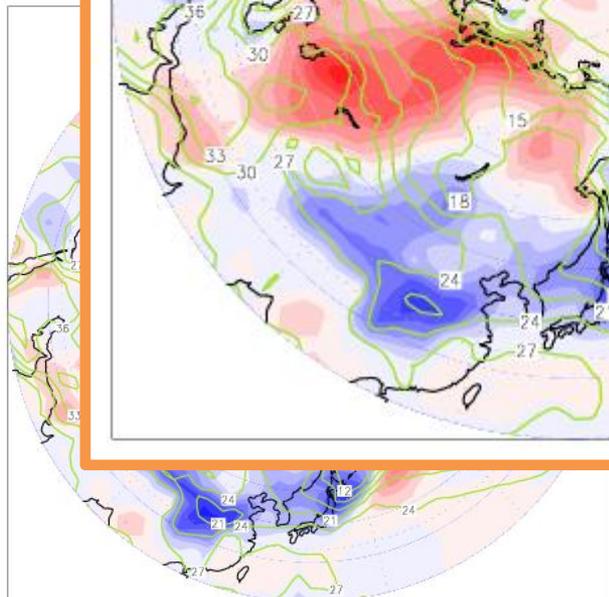
MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, t1000, member=3
INITIAL=2003/8/10, FT=6days(1days-mean)



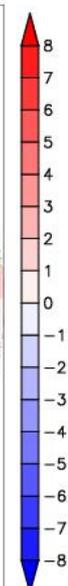
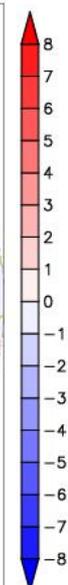
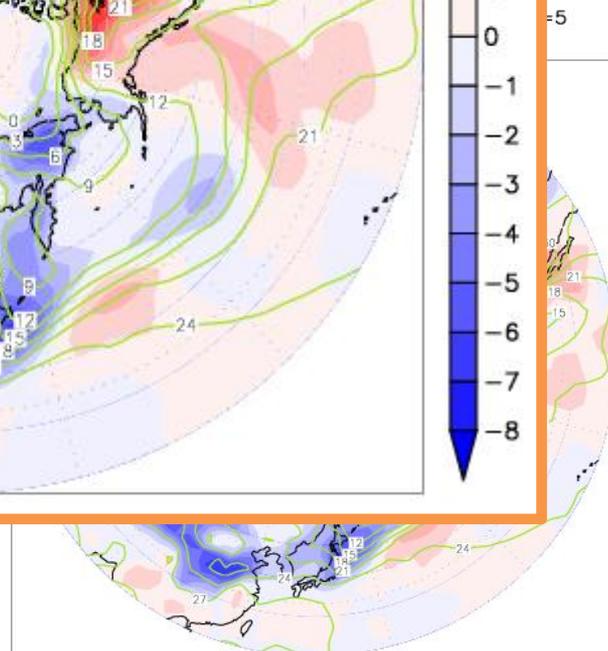
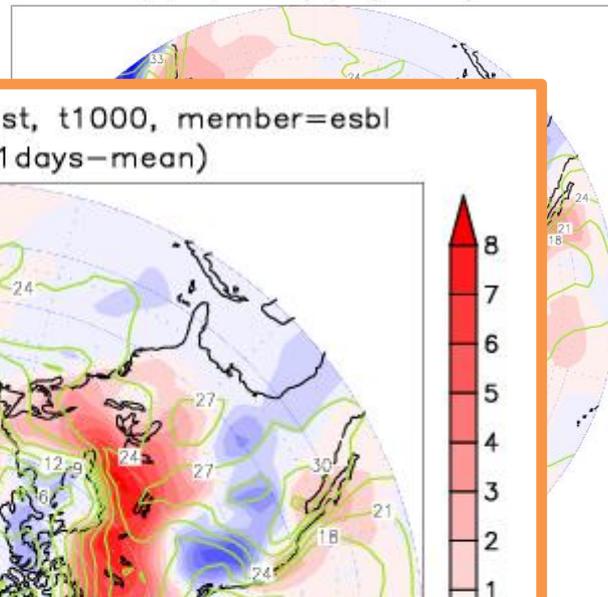
MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, t1000, member=1
INITIAL=2003/8/10, FT=6days(1days-mean)



MODEL:
INITIAL=

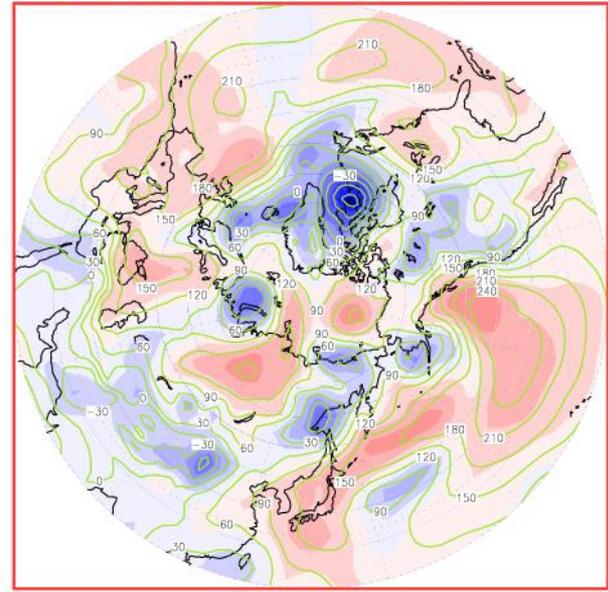


MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, t1000, member=2
INITIAL=2003/8/10, FT=6days(1days-mean)

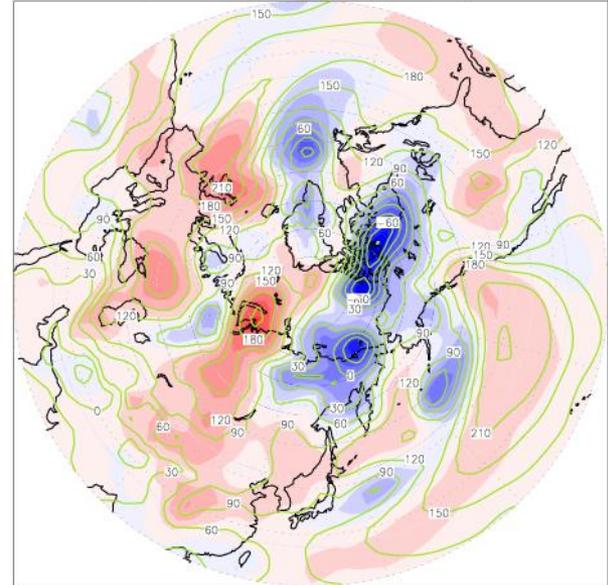


2003/08/10 初期値 予測9日 1000hPa高度

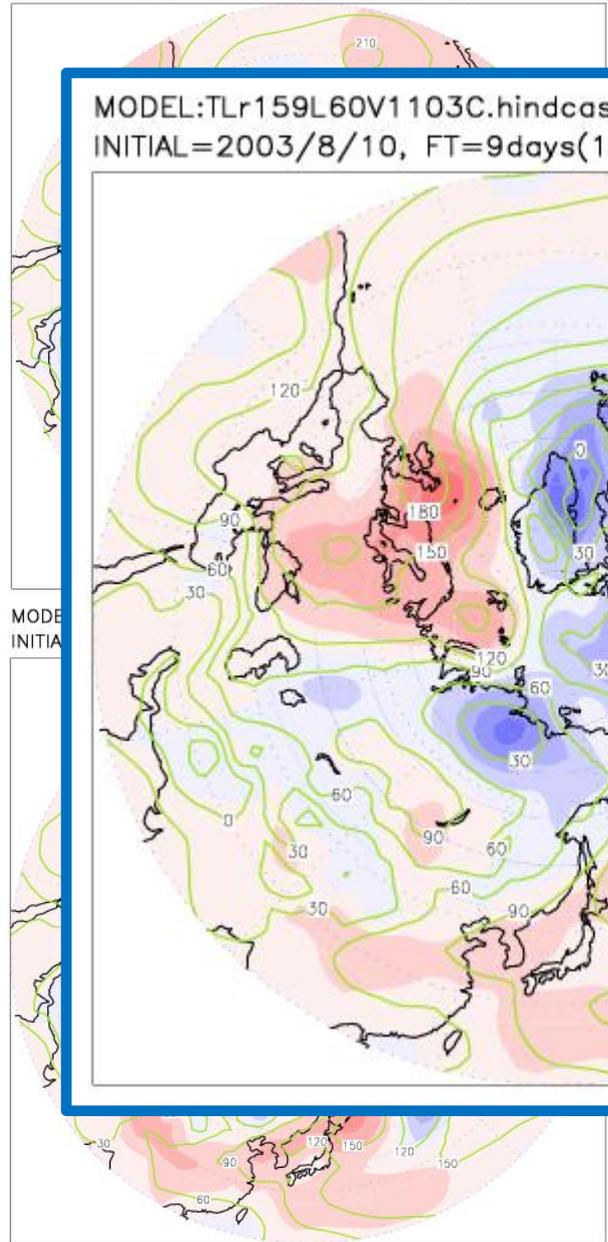
JRA-JCDAS, z1000
INITIAL=2003/8/10, FT=9days(1days-mean)



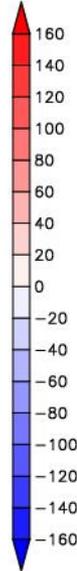
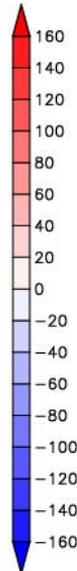
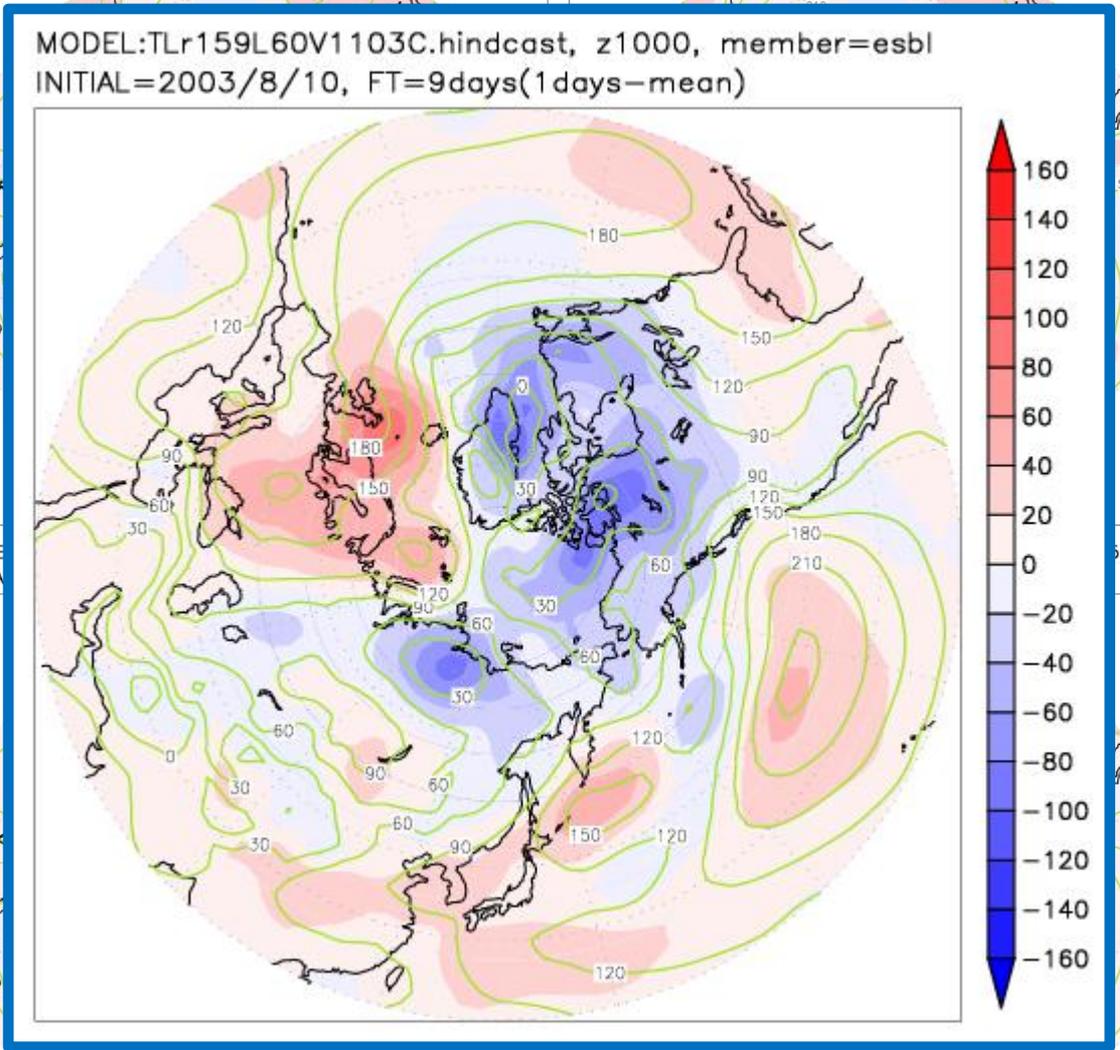
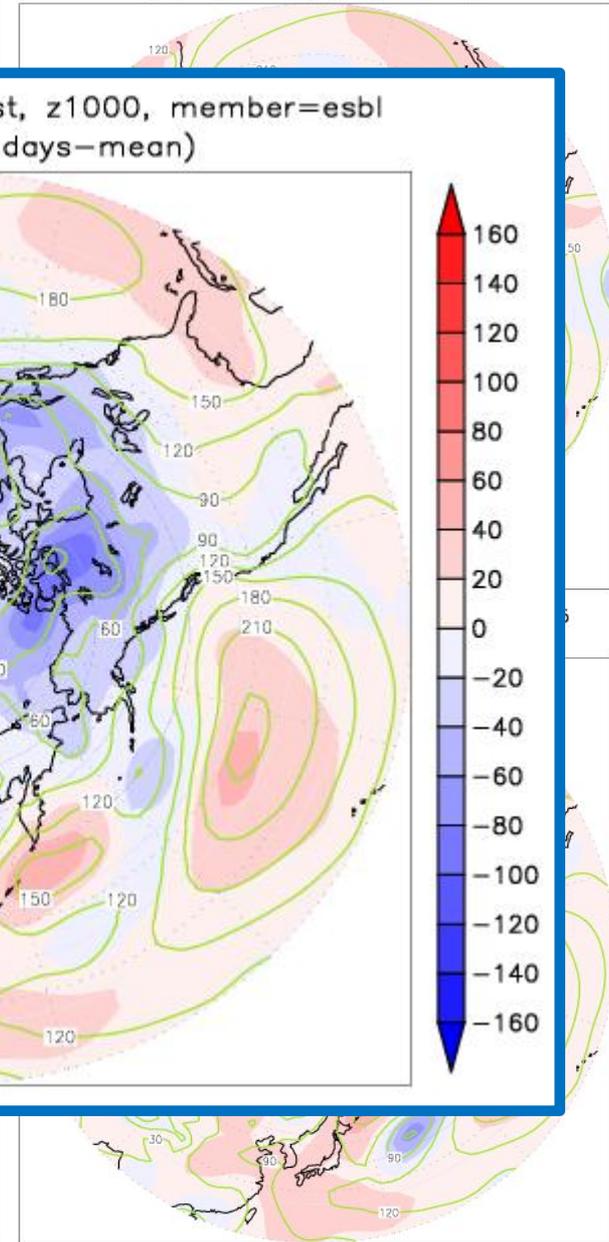
MODEL:Tlr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=3
INITIAL=2003/8/10, FT=9days(1days-mean)



MODEL:Tlr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=1
INITIAL=2003/8/10, FT=9days(1days-mean)

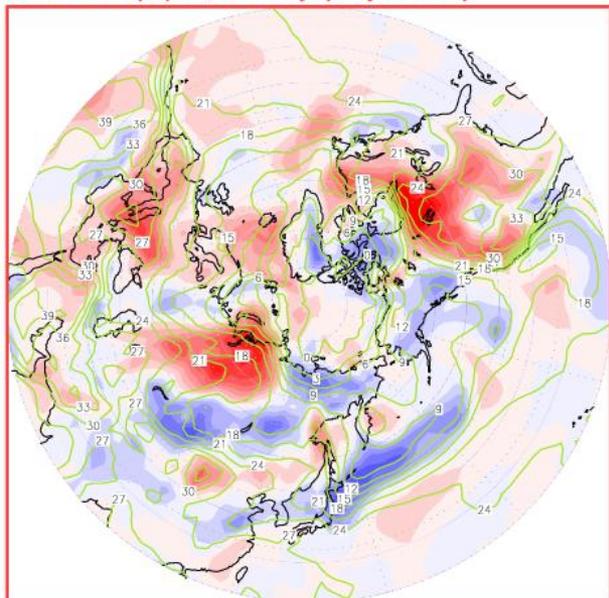


MODEL:Tlr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=2
INITIAL=2003/8/10, FT=9days(1days-mean)

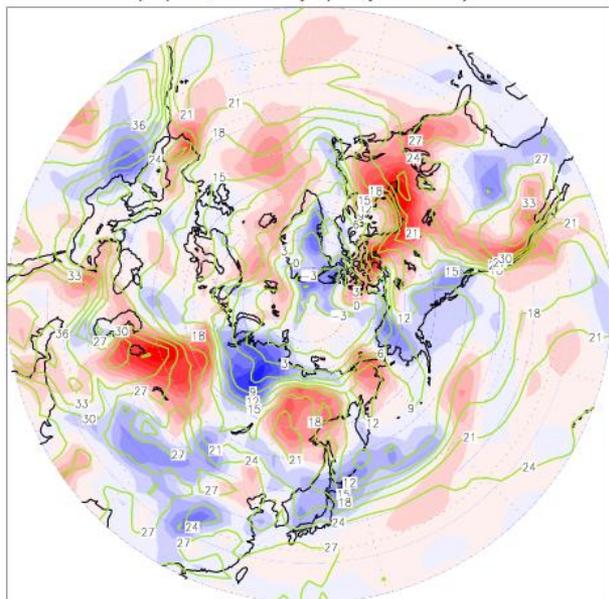


2003/08/10 初期値 予測9日 1000hPa気温

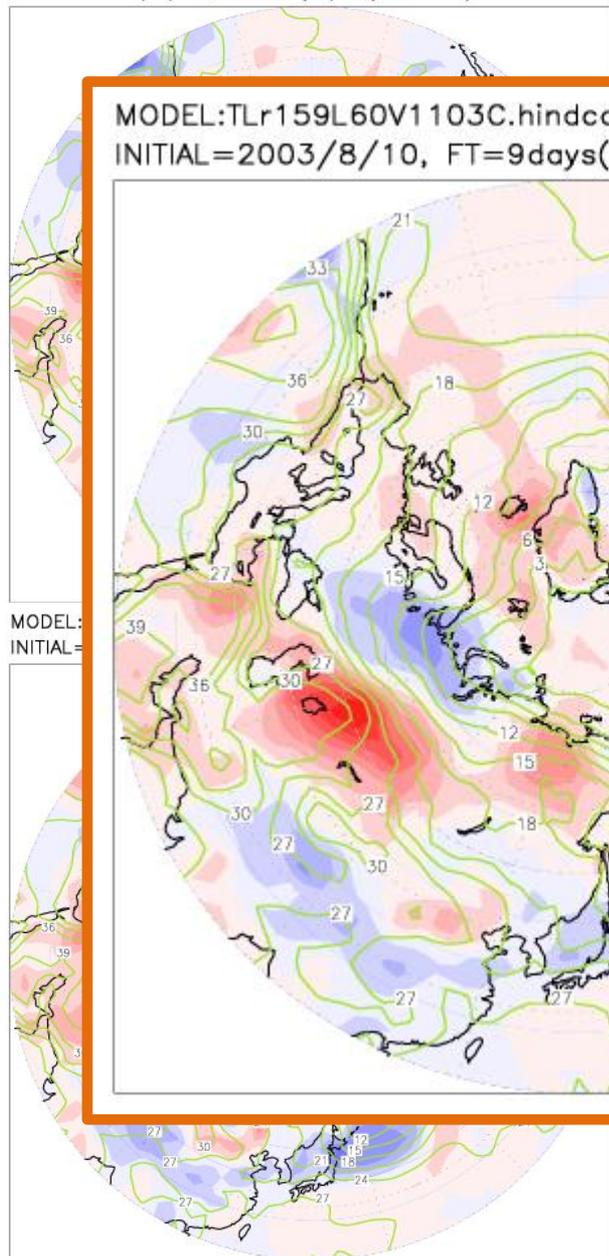
JRA-JCDAS, t1000
INITIAL=2003/8/10, FT=9days(1days-mean)



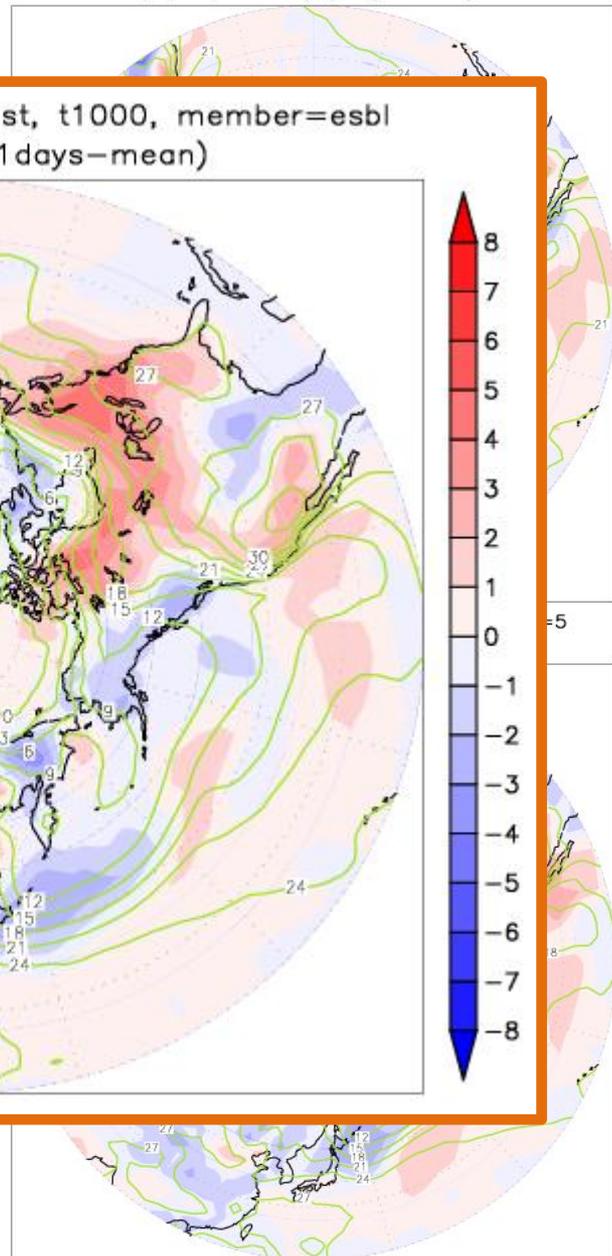
MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, t1000, member=3
INITIAL=2003/8/10, FT=9days(1days-mean)



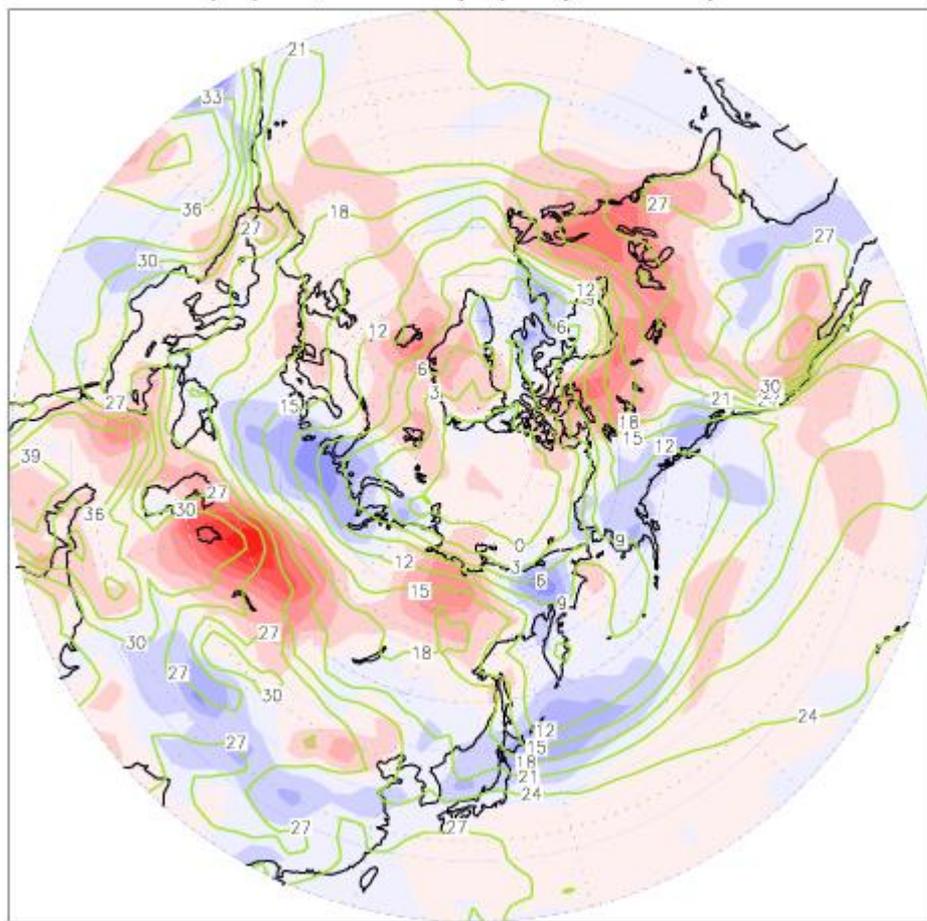
MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, t1000, member=1
INITIAL=2003/8/10, FT=9days(1days-mean)



MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, t1000, member=2
INITIAL=2003/8/10, FT=9days(1days-mean)

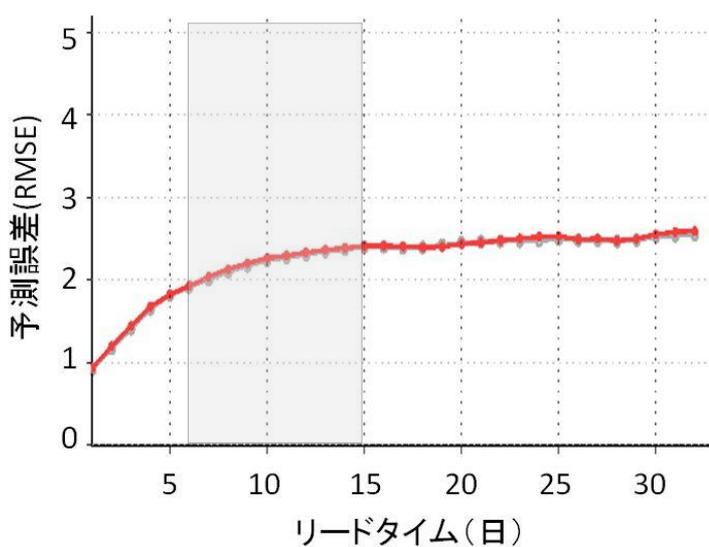


MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, t1000, member=esbl
INITIAL=2003/8/10, FT=9days(1days-mean)



気候の予測情報(2週間より先の予測)の利用における課題。

- 決定論的に予測ができない(大気のカオス性)。



日本周辺、夏の850hPa気温の予測誤差の時間変化

1か月数値予報モデルのハインドキャスト(1979-2004)の6・7・8月初期値の集計

横軸がリードタイム(日)

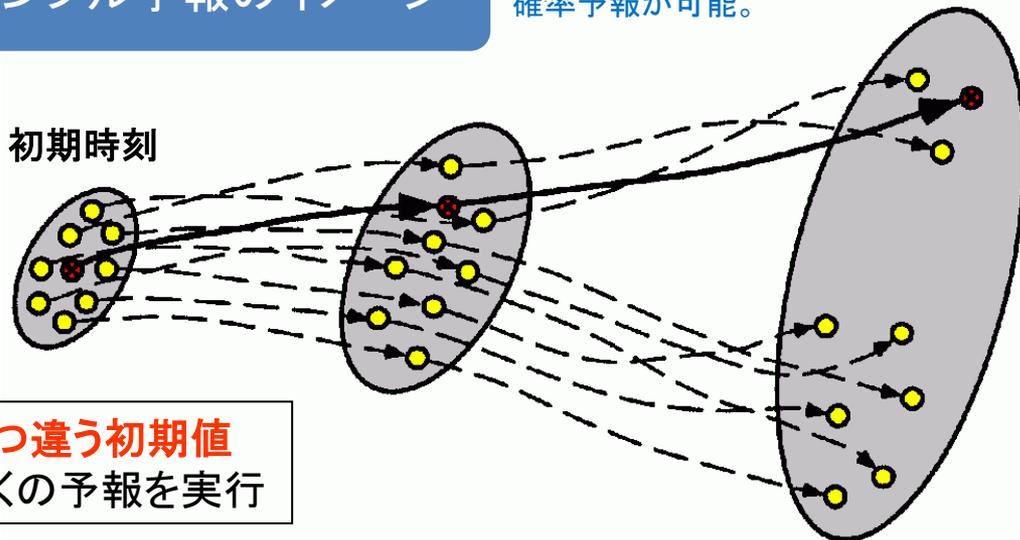
縦軸の単位は $^{\circ}\text{C}$

図中の四角枠が異常天候早期警戒情報の対象期間

気候の予測情報は、誤差が広がっていく、非常に微妙な時期を対象としている。

アンサンブル予報のイメージ

毎回ただ一つの予報よりも予報精度を向上させることが可能。
確率予報が可能。



少しずつ違う初期値から多くの予報を実行

予測された
確率密度関数

初期時刻における少しの違いが予報が進むにしたがって拡大する(大気のカオス性)

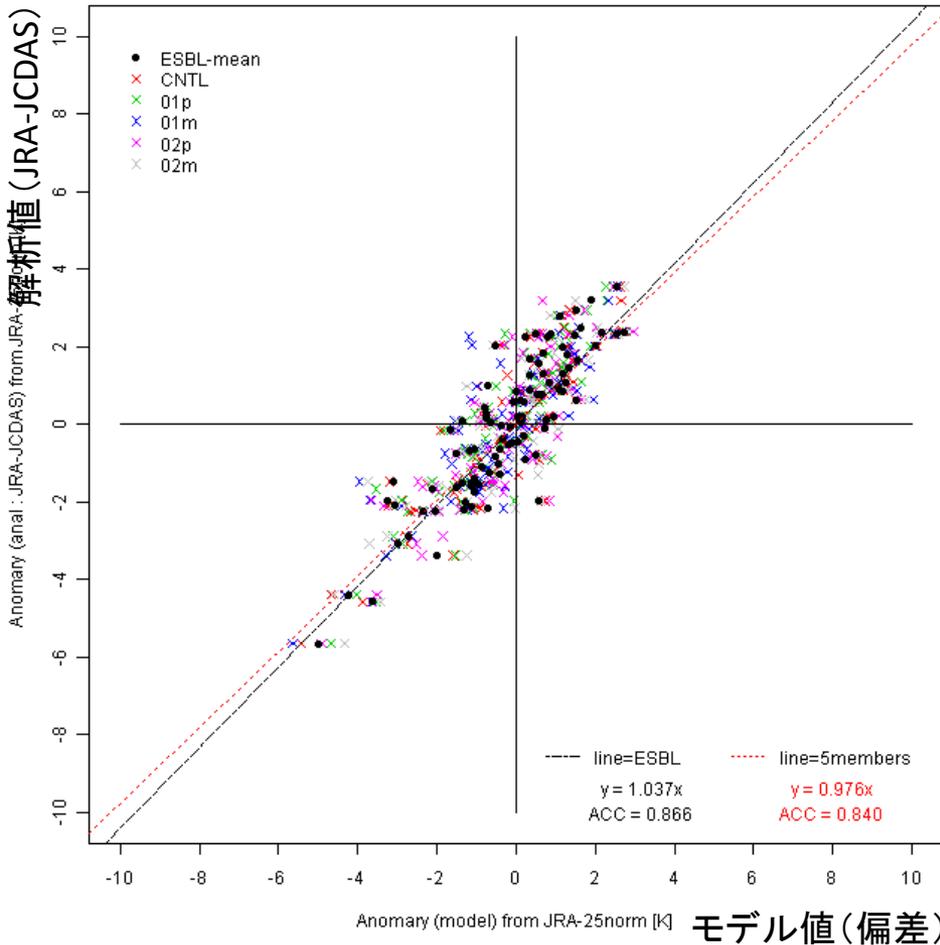
- 未来になるほど、特定の現象を大きな確率では予測できない。
- はっきりしない? あたらない?
- 確率表現がわかりにくい?

ハインドキャストデータでの1か月予報モデルの検証

1000hPa気温(7月初期値) 東北上空格子点(E140.N40)

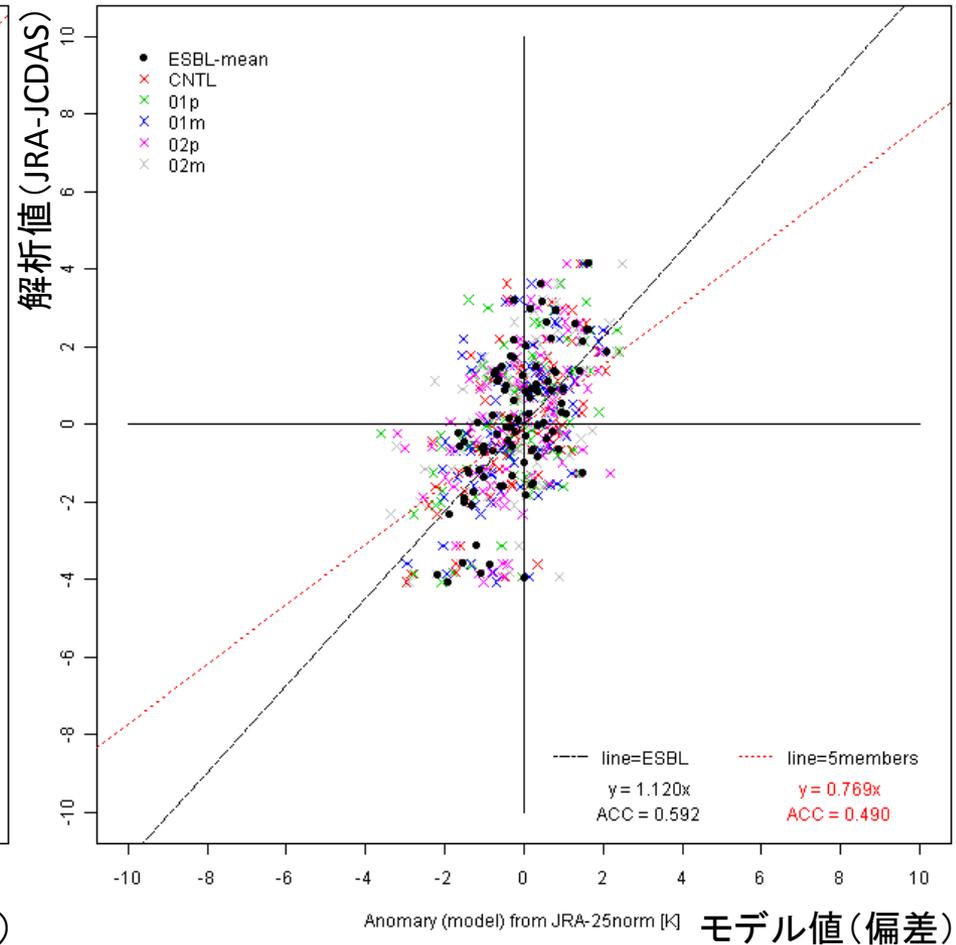
1週目(予測2日~8日)

E140.N40.Point Plot 1979-2009 t1000[K] month=07 ft=2 7day



2週目(予測9日~15日)

E140.N40.Point Plot 1979-2009 t1000[K] month=07 ft=9 7day



決定論的情報は徐々に失われてはいるが、2週目でも0.6程度のアノマリ相関がある。

最後に

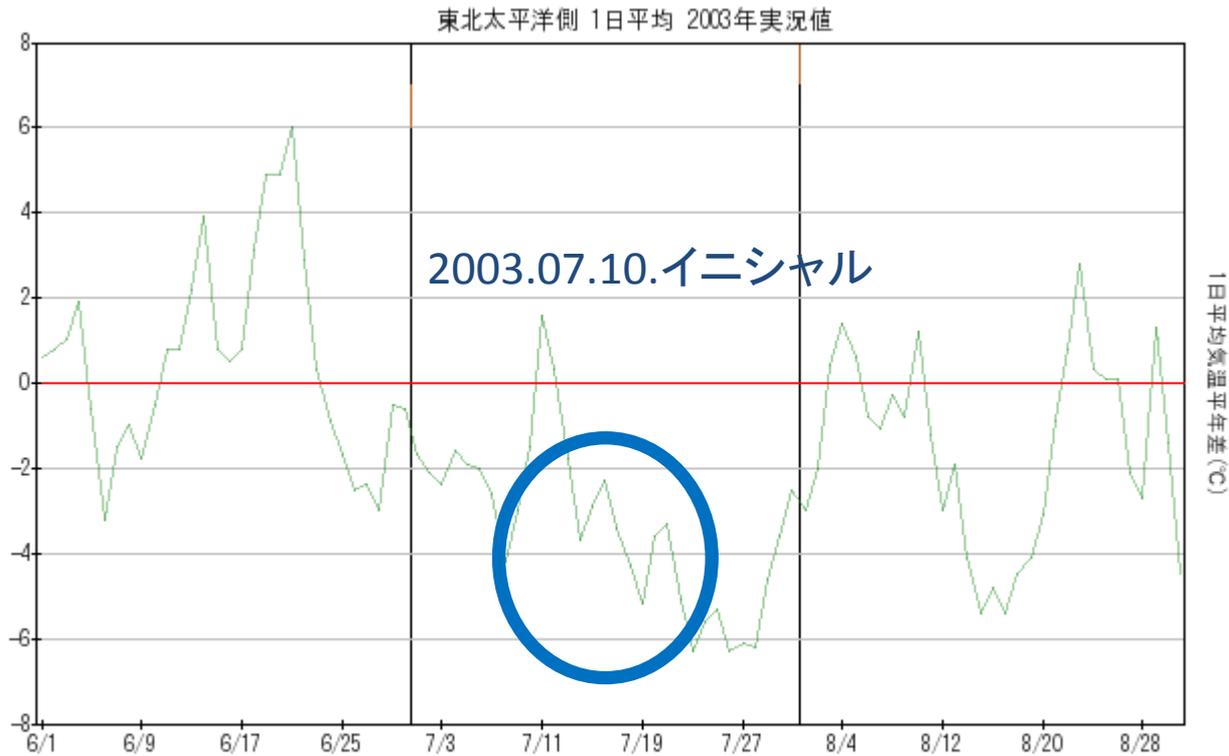
- 気候の予測情報(1週間より先)を社会に生かすには、不確実情報(確率情報)をどのように扱うかが重要なテーマです。
- これからも情報共有等していただけると、ありがたいです。

終

予備スライド(↓)

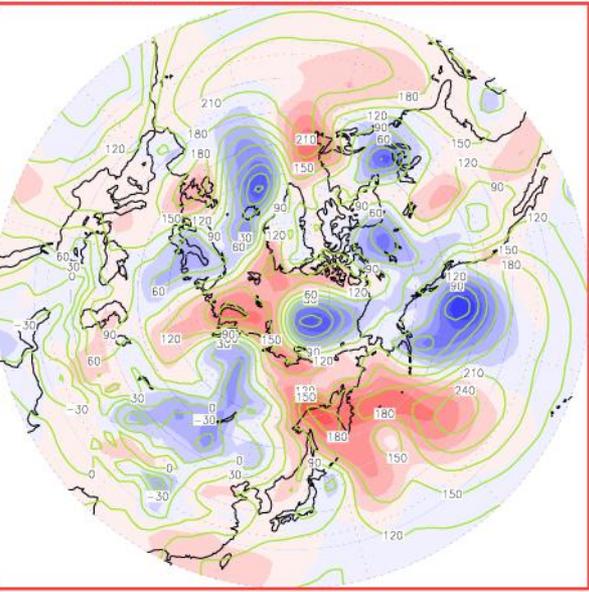
ハインドキャストのメリット

過去の顕著現象事例を現在のモデルがどのように予測したかを見ることができます。
ここでは、2003年のヤマセによる低温の事例を見ていきます。

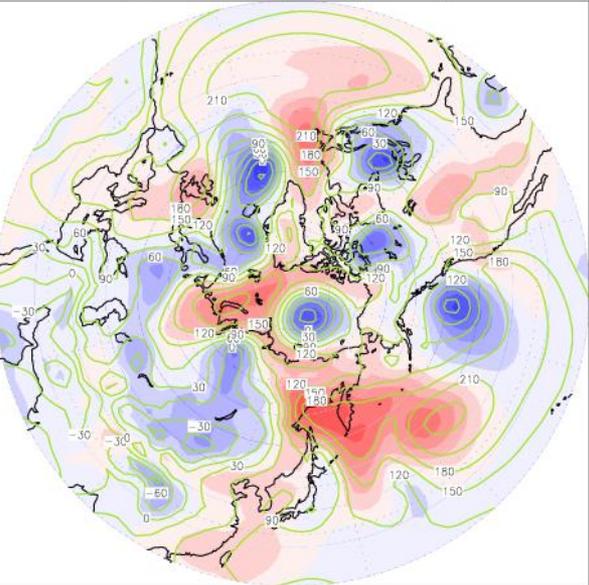


2003/07/10 初期値 予測2日 1000hPa高度 数日程度の予測は良好 (当たらないモデルを使っているわけではない)

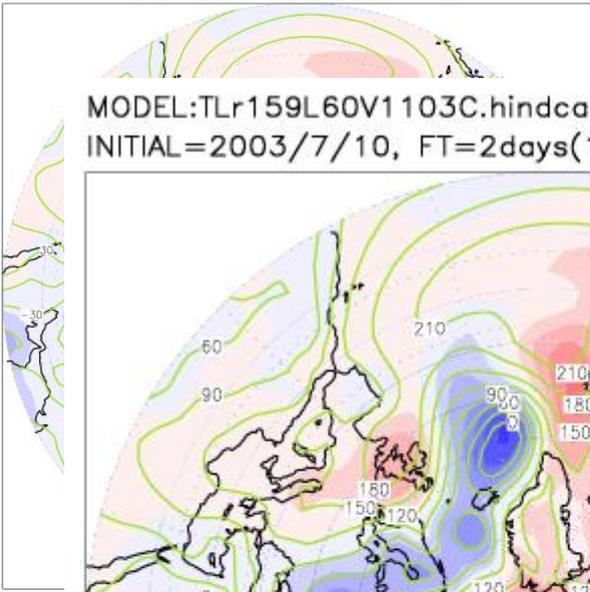
JRA-JCDAS, z1000
INITIAL=2003/7/10, FT=2days(1days-mean)



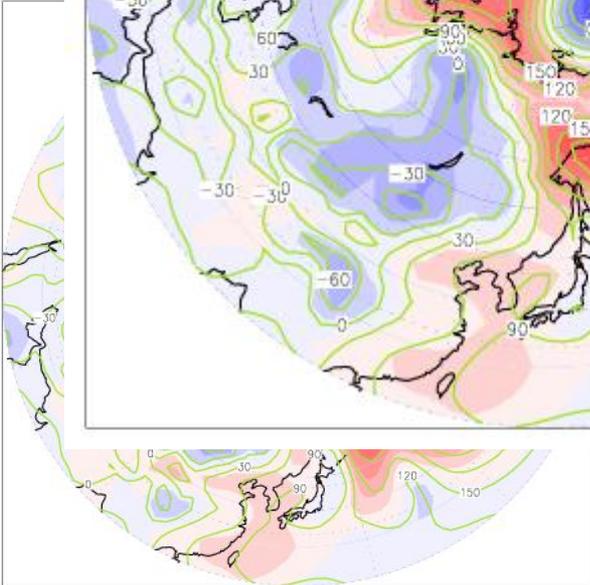
MODEL:Tlr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=3
INITIAL=2003/7/10, FT=2days(1days-mean)



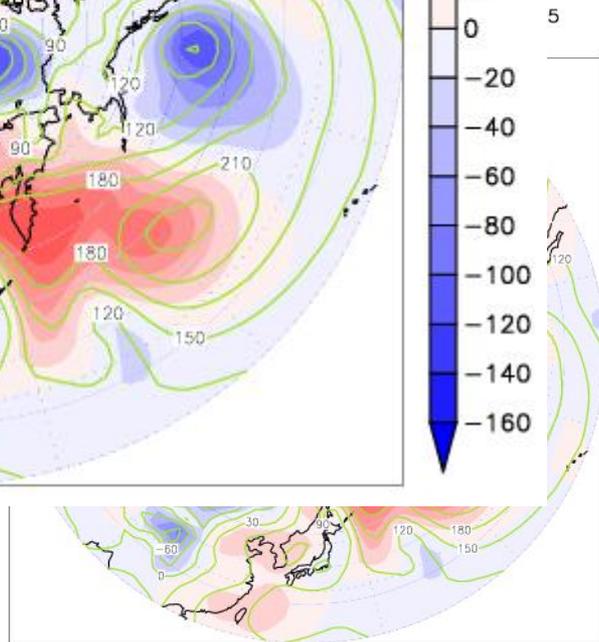
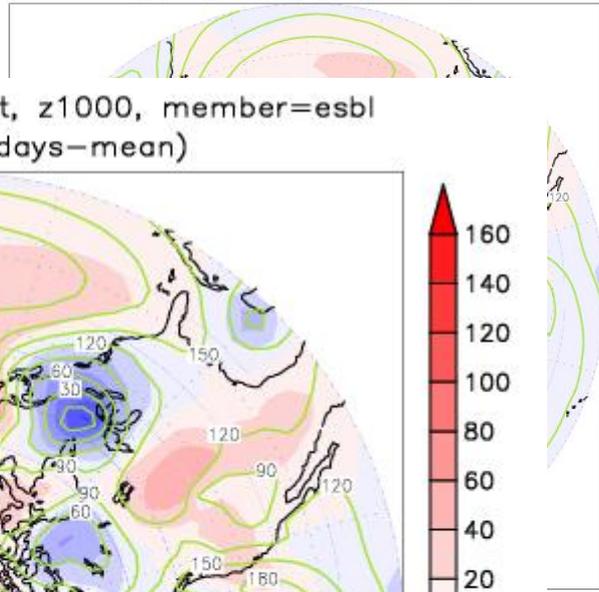
MODEL:Tlr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=1
INITIAL=2003/7/10, FT=2days(1days-mean)



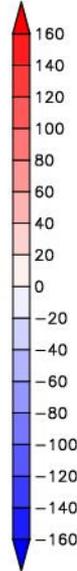
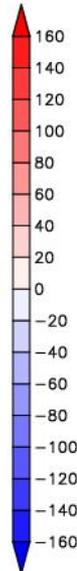
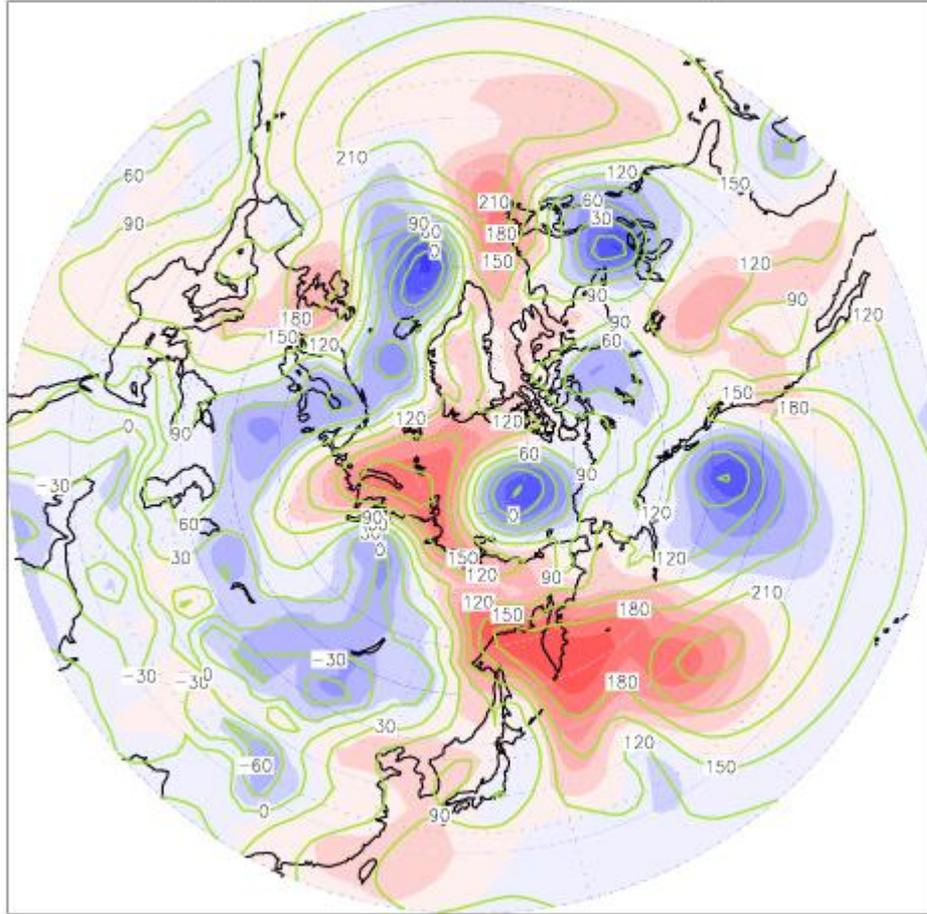
MODEL
INITIAL



MODEL:Tlr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=2
INITIAL=2003/7/10, FT=2days(1days-mean)

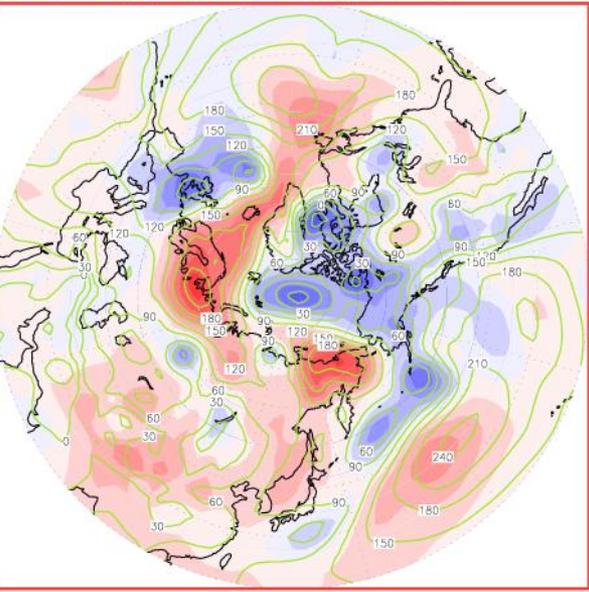


MODEL:Tlr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=esbl
INITIAL=2003/7/10, FT=2days(1days-mean)

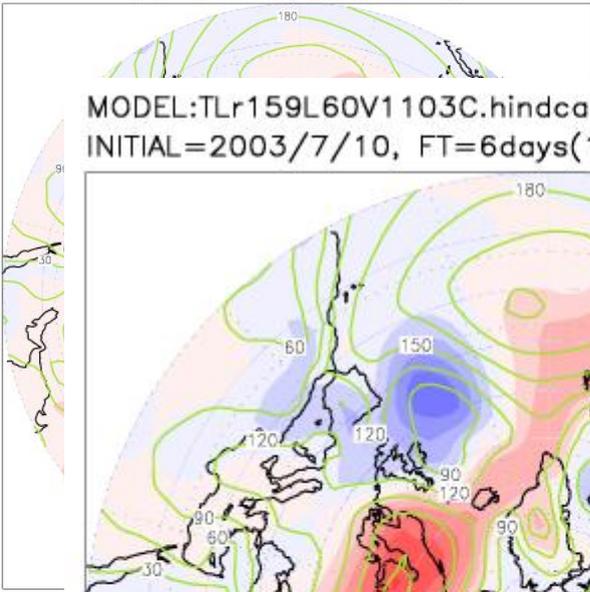


2003/07/10 初期値 予測6日 (オホーツクH発達中) 1000hPa高度

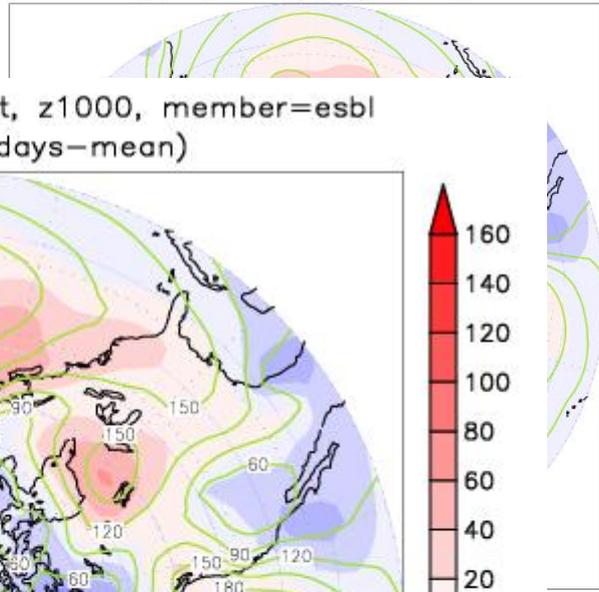
JRA-JCDAS, z1000
INITIAL=2003/7/10, FT=6days(1days-mean)



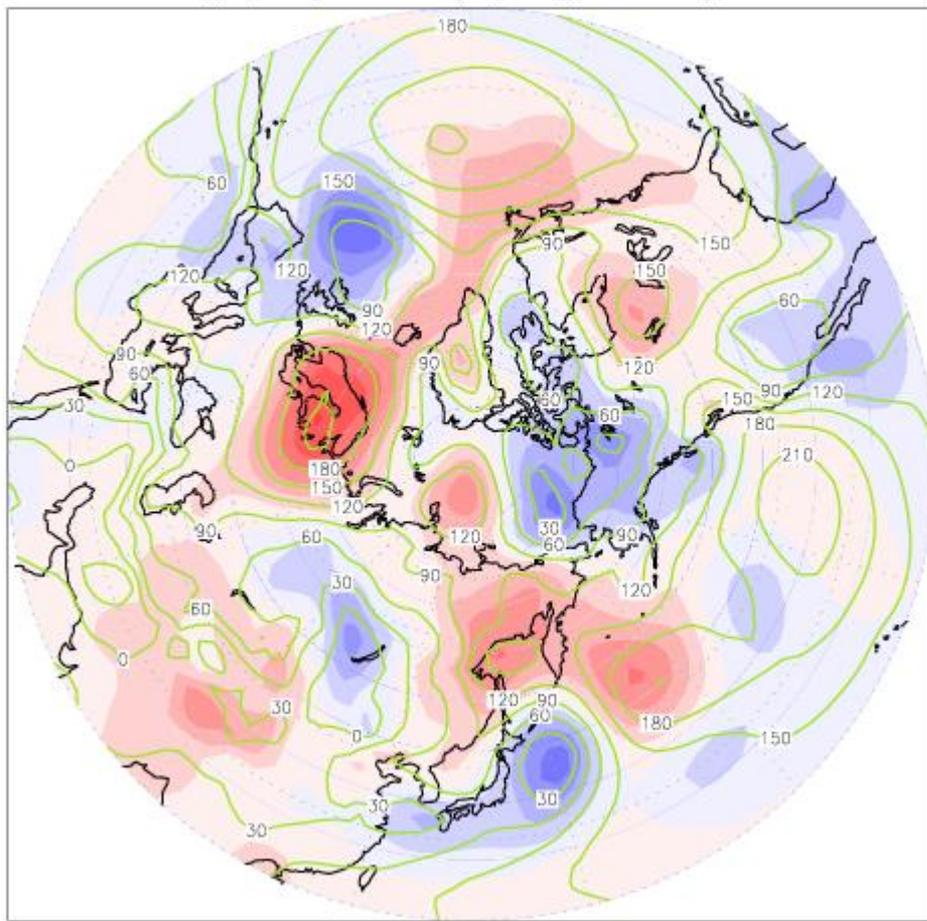
MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=1
INITIAL=2003/7/10, FT=6days(1days-mean)



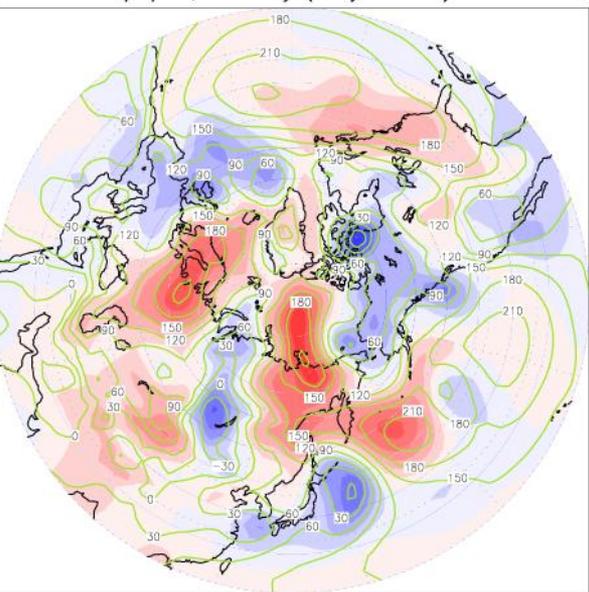
MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=2
INITIAL=2003/7/10, FT=6days(1days-mean)



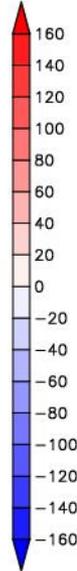
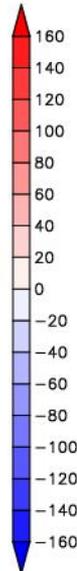
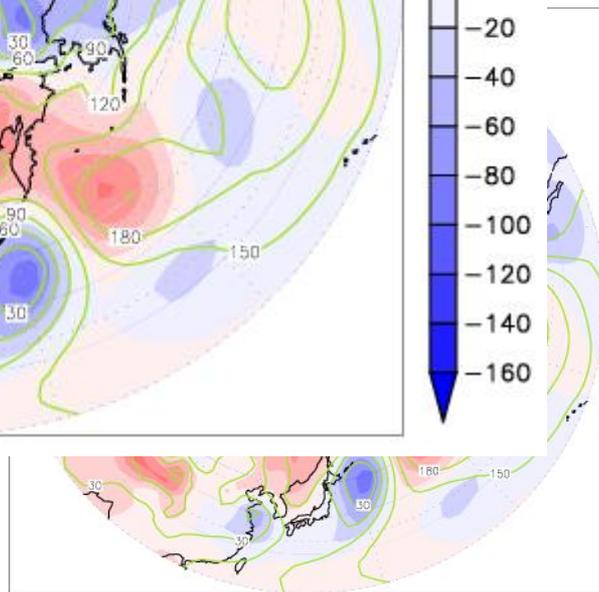
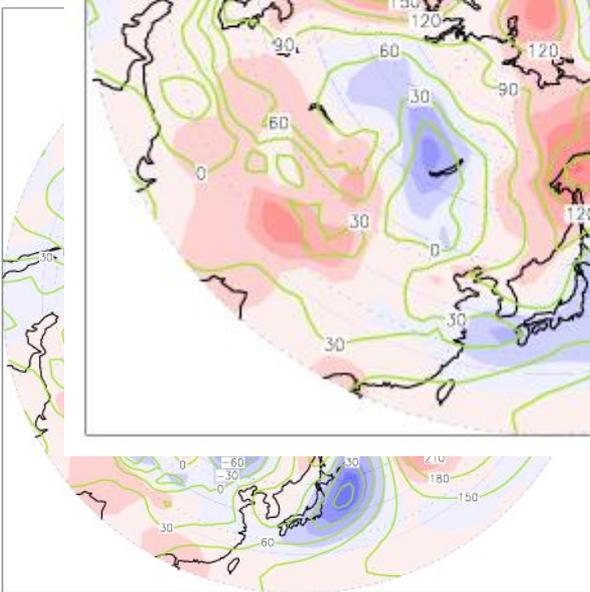
MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=esbl
INITIAL=2003/7/10, FT=6days(1days-mean)



MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=3
INITIAL=2003/7/10, FT=6days(1days-mean)

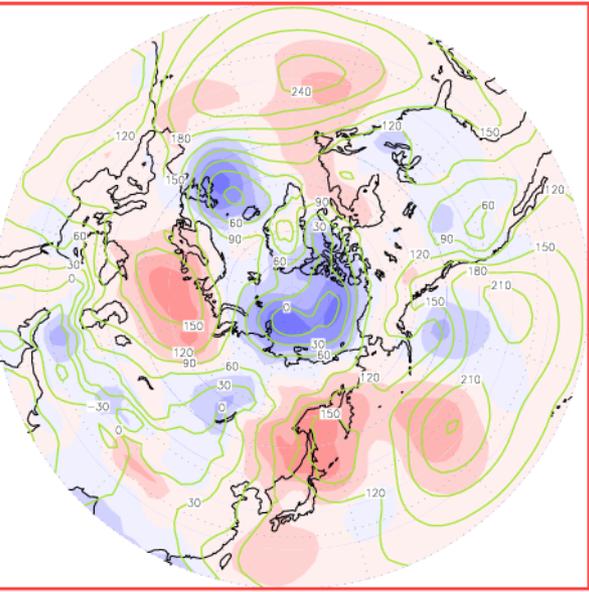


MODEL INITIAL

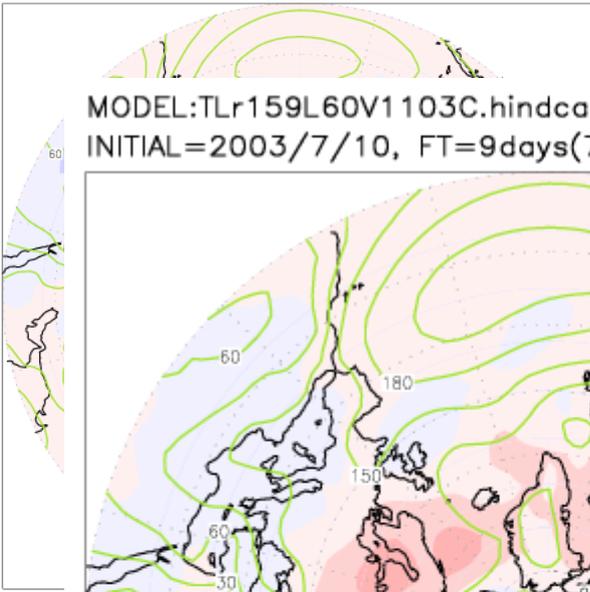


2003/07/10 初期値 予測9日 (オホーツクHピーク付近) 1000hPa高度

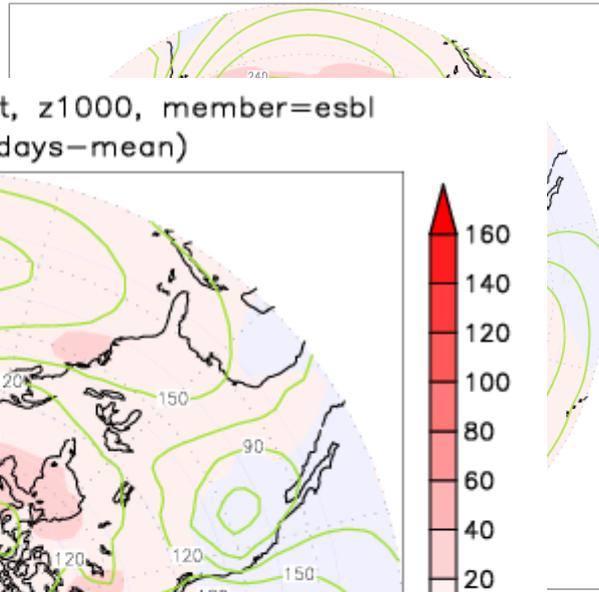
JRA-JCDAS, z1000
INITIAL=2003/7/10, FT=9days(7days-mean)



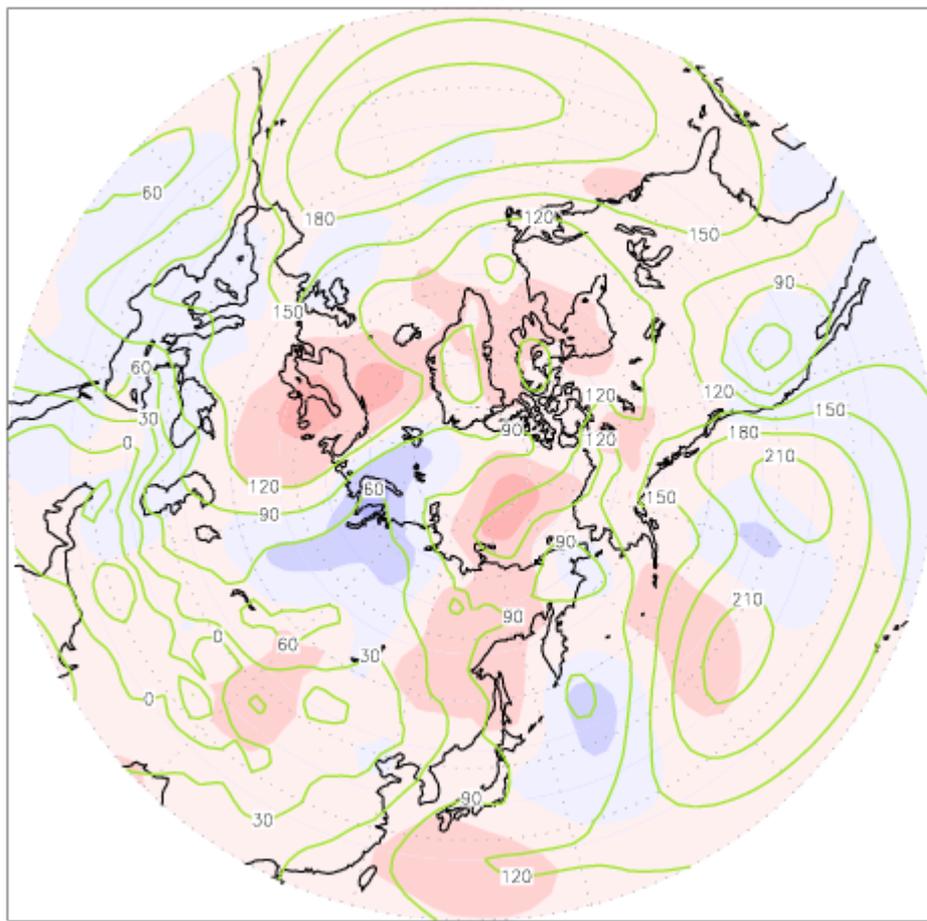
MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=1
INITIAL=2003/7/10, FT=9days(7days-mean)



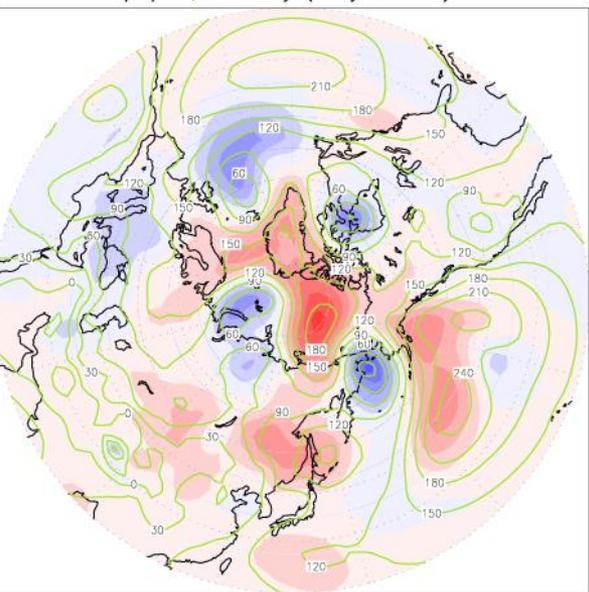
MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=2
INITIAL=2003/7/10, FT=9days(7days-mean)



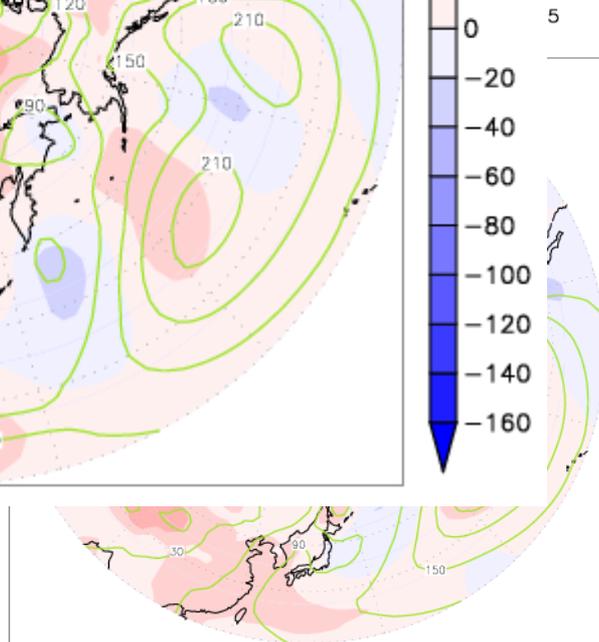
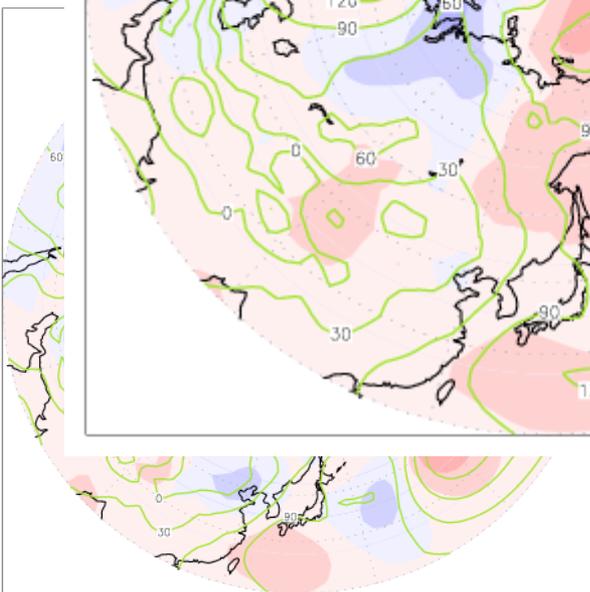
MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=esbl
INITIAL=2003/7/10, FT=9days(7days-mean)



MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=3
INITIAL=2003/7/10, FT=9days(7days-mean)

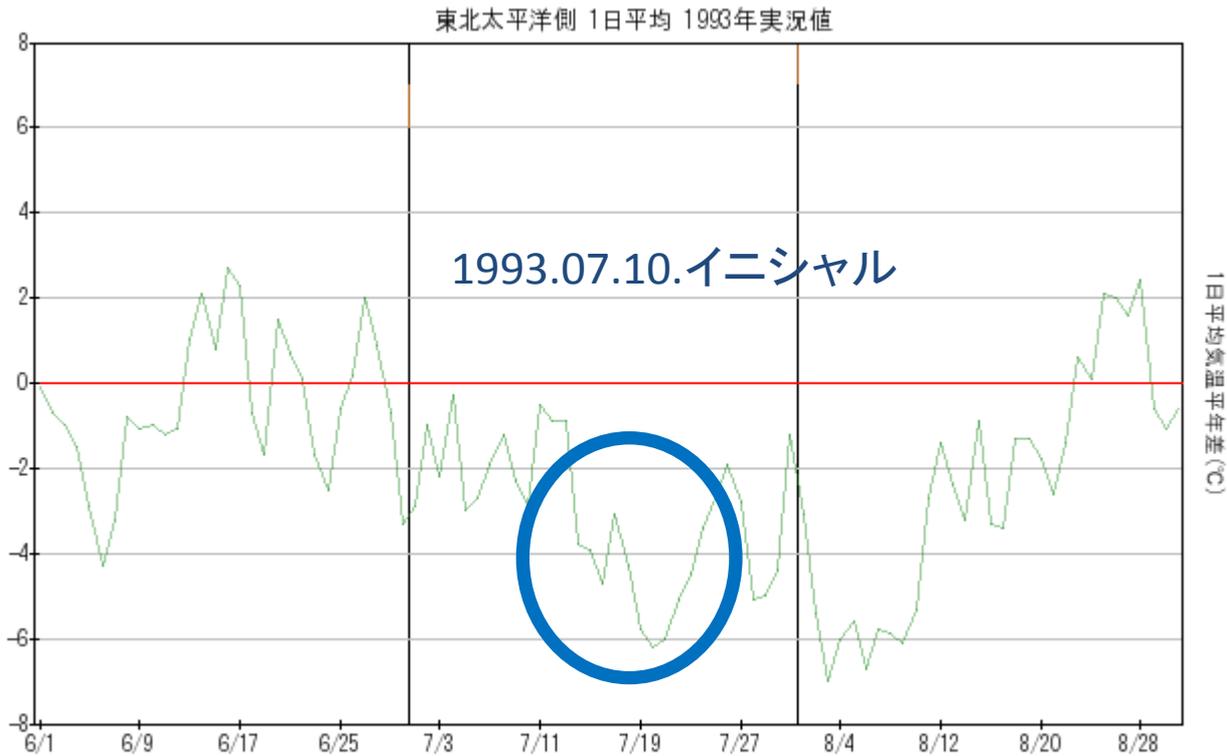


MODEL INITIAL



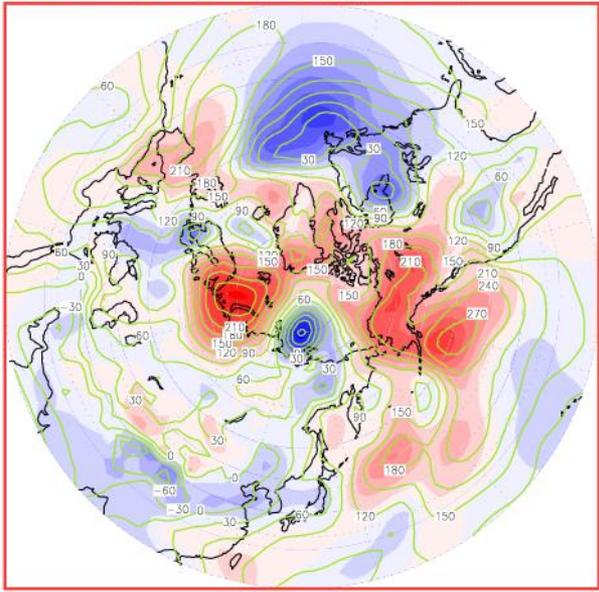
ハインドキャストのメリット

過去の顕著現象事例を現在のモデルがどのように予測したかを見ることができます。
ここでは、1993年のヤマセによる低温の事例を見ていきます。

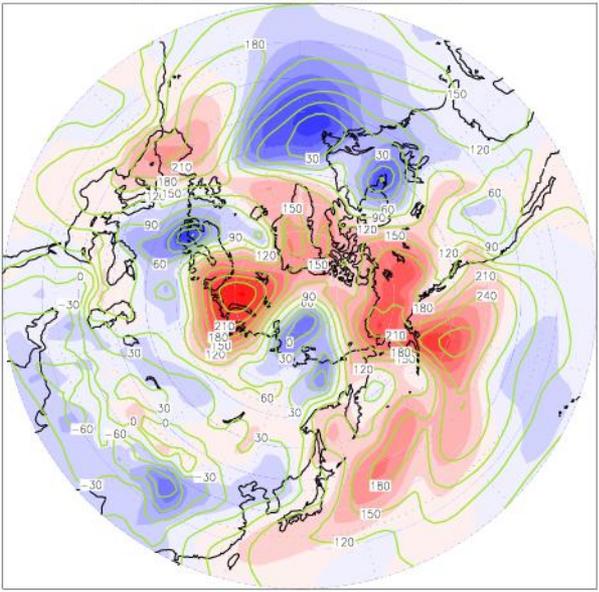


1993/07/10 初期値 予測2日 1000hPa高度 数日程度の予測は良好 (当たらないモデルを使っているわけではない)

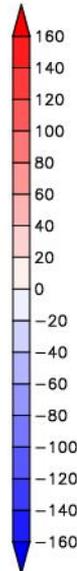
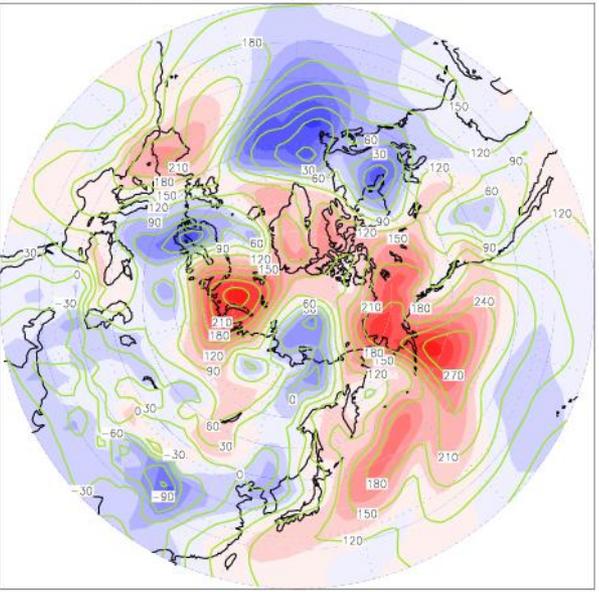
JRA-JCDAS, z1000
INITIAL=1993/7/10, FT=2days(1days-mean)



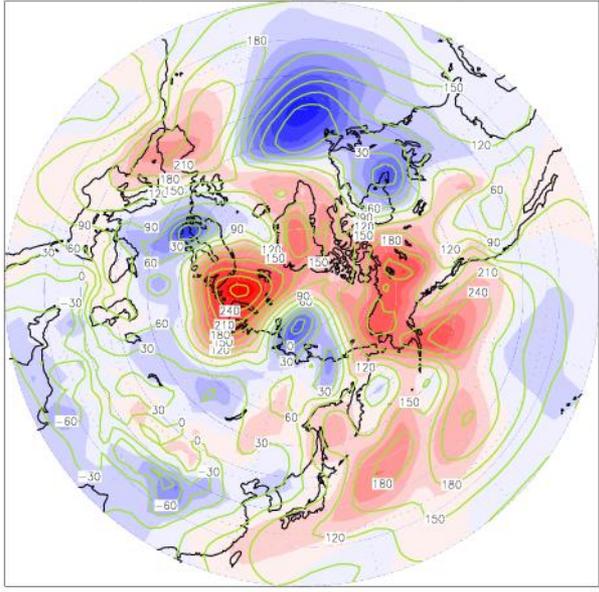
MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=1
INITIAL=1993/7/10, FT=2days(1days-mean)



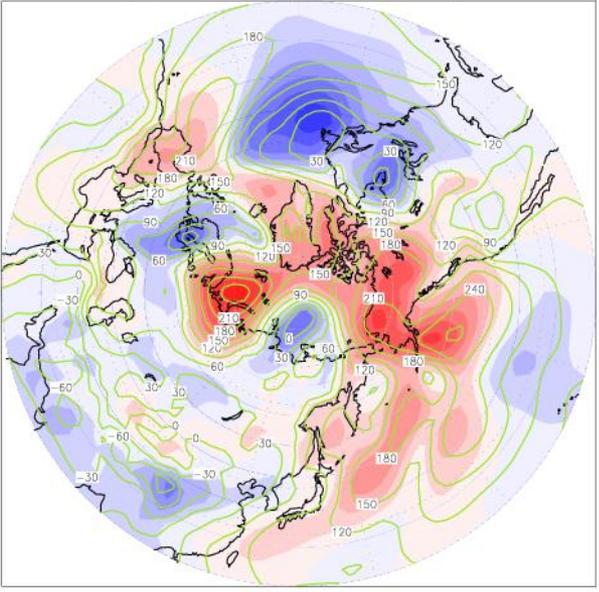
MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=2
INITIAL=1993/7/10, FT=2days(1days-mean)



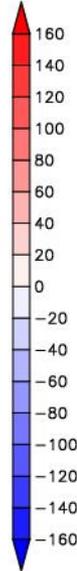
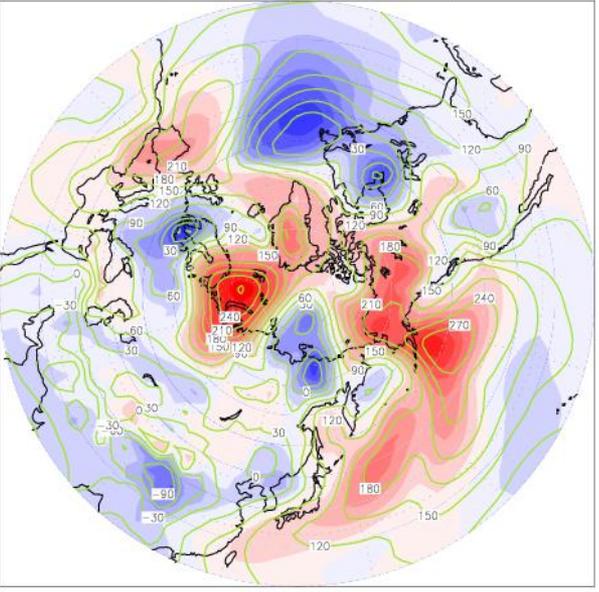
MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=3
INITIAL=1993/7/10, FT=2days(1days-mean)



MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=4
INITIAL=1993/7/10, FT=2days(1days-mean)

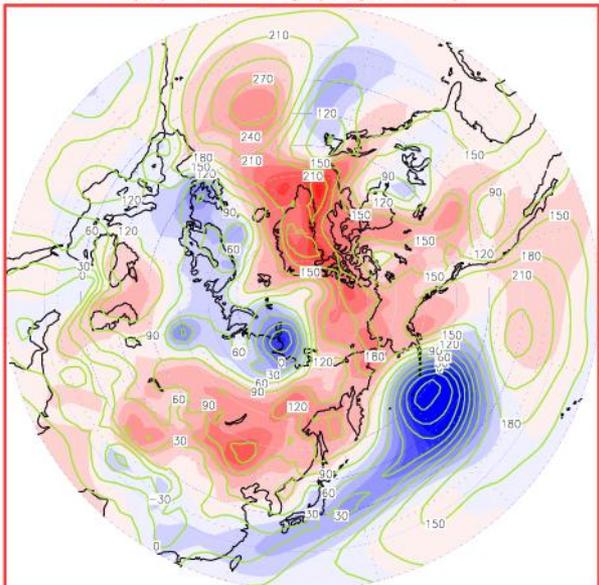


MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=5
INITIAL=1993/7/10, FT=2days(1days-mean)

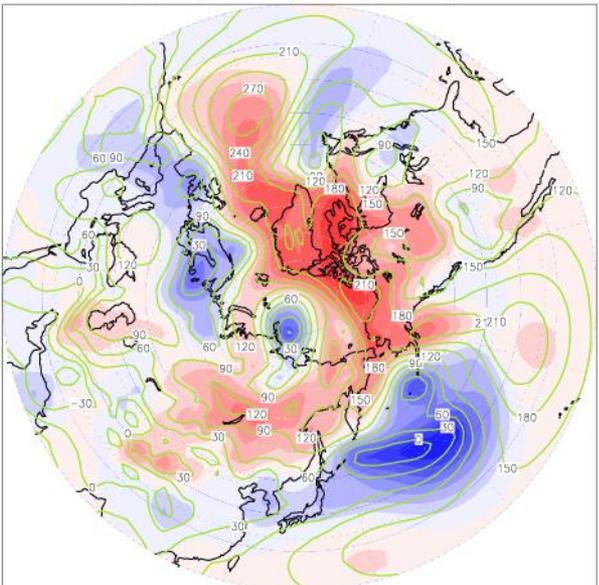


1993/07/10 初期値 予測9日 1000hPa高度(オホーツクHピーク付近)

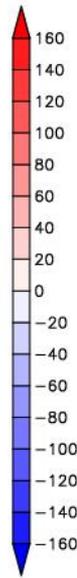
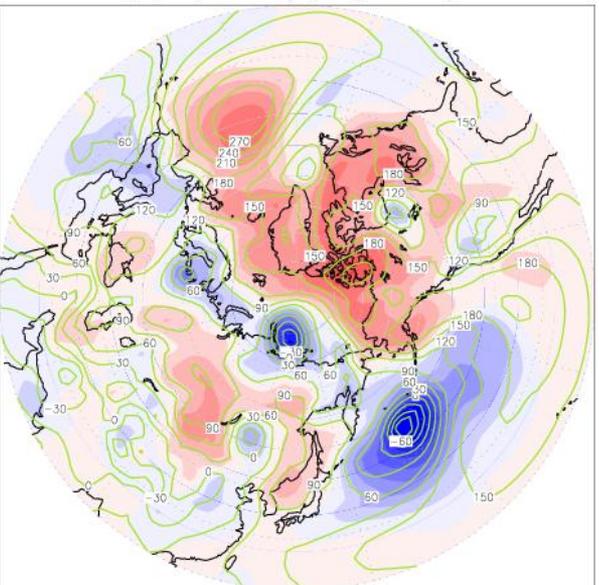
JRA-JCDAS, z1000
INITIAL=1993/7/10, FT=9days(1days-mean)



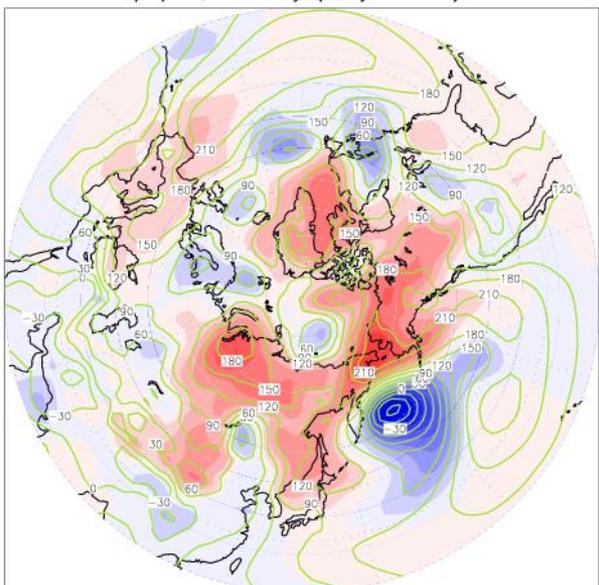
MODEL:Tlr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=1
INITIAL=1993/7/10, FT=9days(1days-mean)



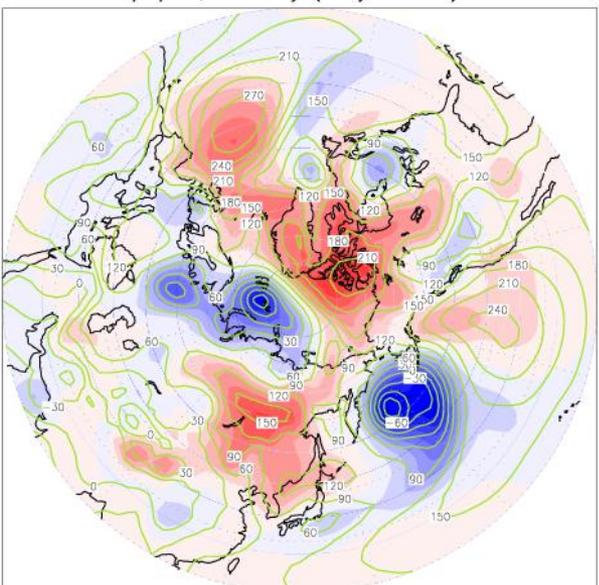
MODEL:Tlr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=2
INITIAL=1993/7/10, FT=9days(1days-mean)



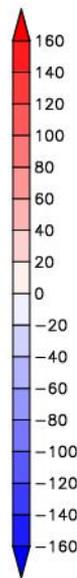
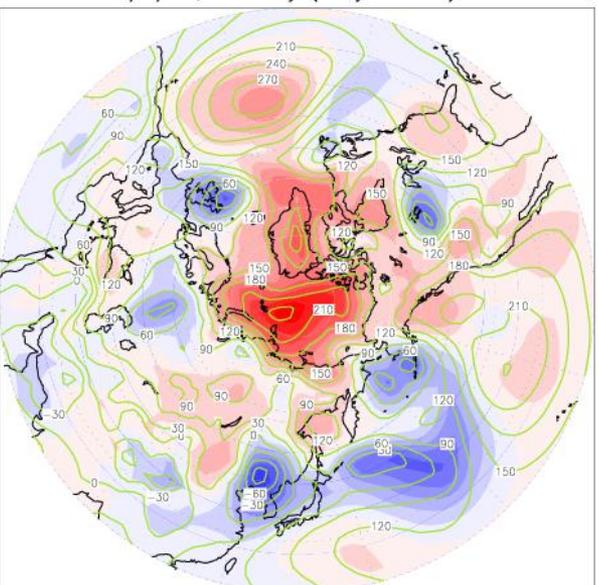
MODEL:Tlr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=3
INITIAL=1993/7/10, FT=9days(1days-mean)



MODEL:Tlr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=4
INITIAL=1993/7/10, FT=9days(1days-mean)

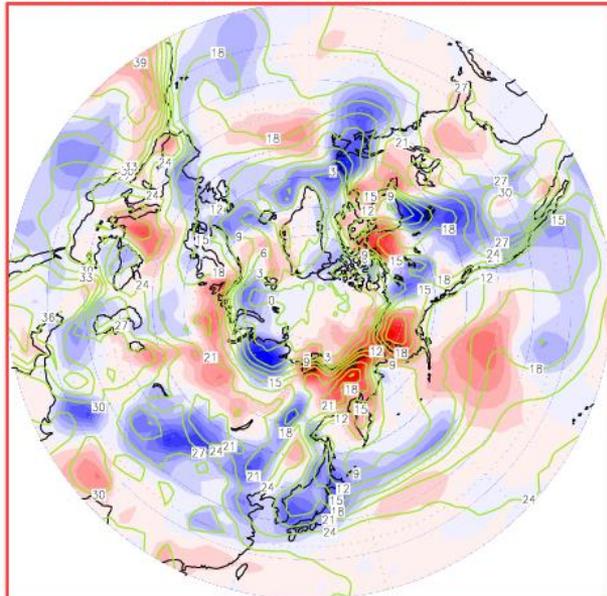


MODEL:Tlr159L60V1103C.hindcast, z1000, member=5
INITIAL=1993/7/10, FT=9days(1days-mean)

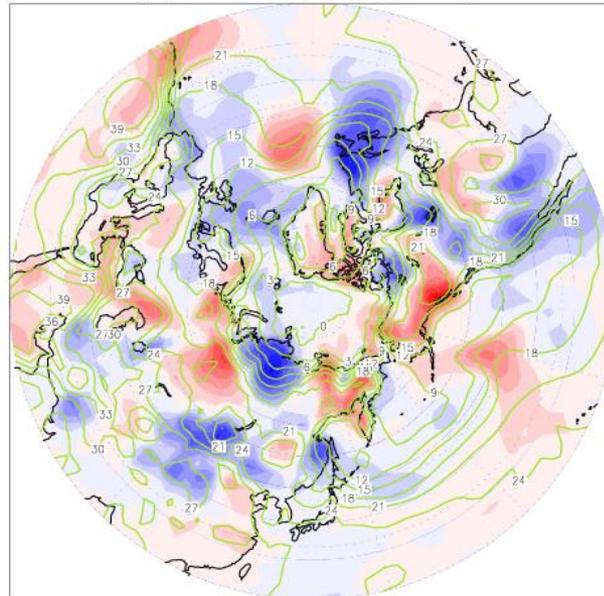


1993/07/10 初期値 予測9日 1000hPa気温(オホーツクHピーク付近)

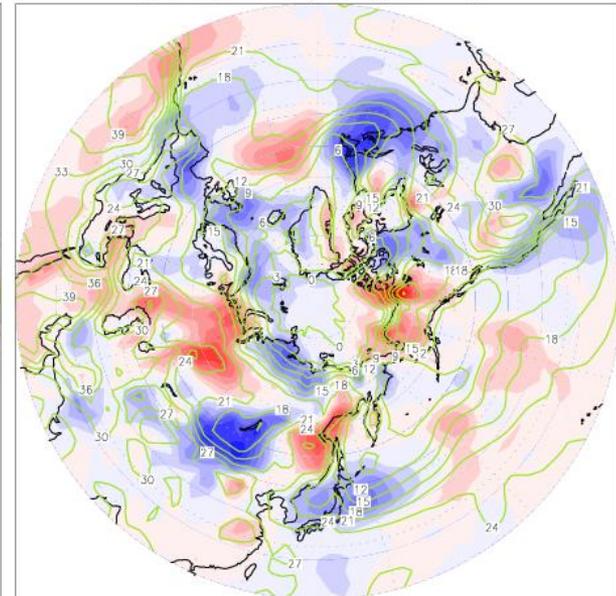
JRA-JCDAS, t1000
INITIAL=1993/7/10, FT=9days(1days-mean)



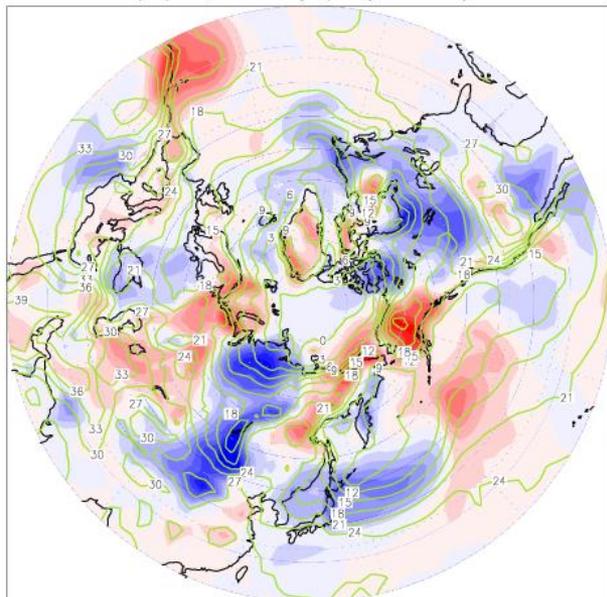
MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, t1000, member=1
INITIAL=1993/7/10, FT=9days(1days-mean)



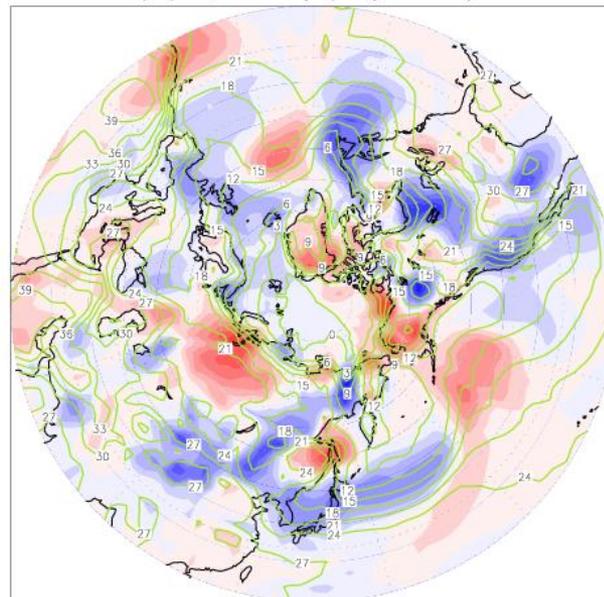
MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, t1000, member=2
INITIAL=1993/7/10, FT=9days(1days-mean)



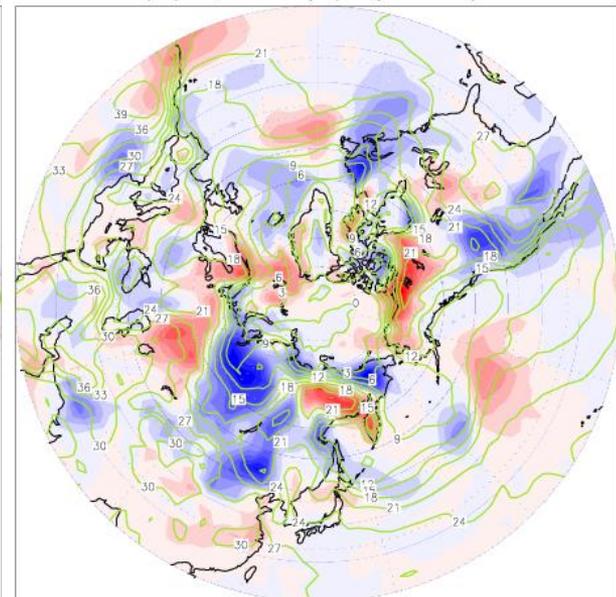
MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, t1000, member=3
INITIAL=1993/7/10, FT=9days(1days-mean)



MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, t1000, member=4
INITIAL=1993/7/10, FT=9days(1days-mean)



MODEL:TLr159L60V1103C.hindcast, t1000, member=5
INITIAL=1993/7/10, FT=9days(1days-mean)

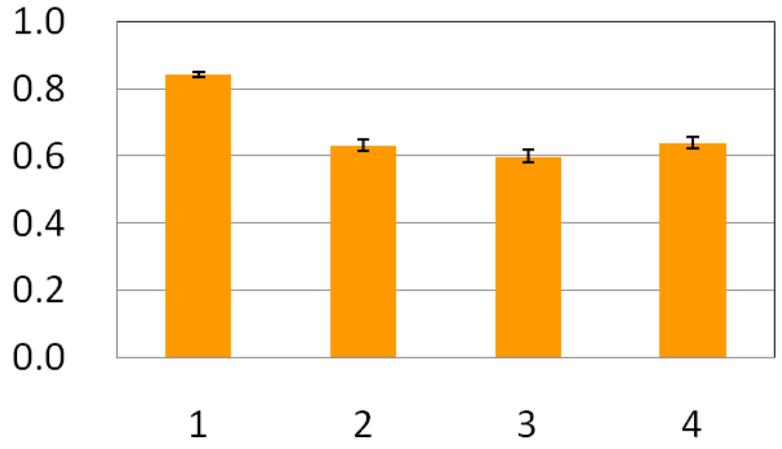


1か月予報モデルの夏の予測精度のグラフ

初期値月6~8月

左から予測1,2,3,4週目

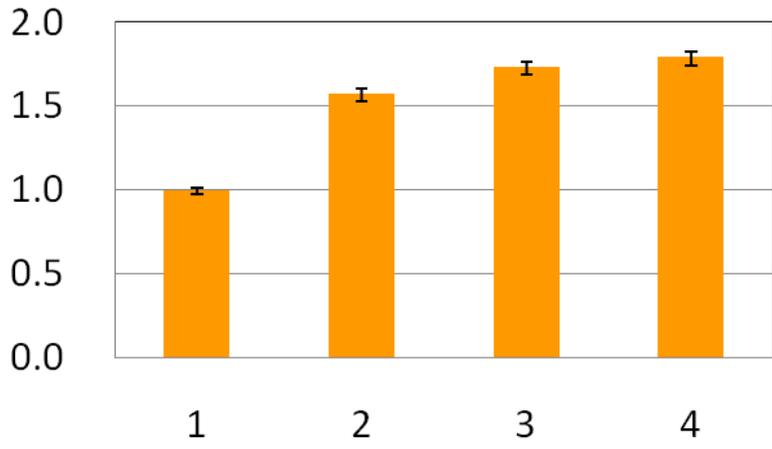
T850 ACC 日本周辺 (夏)



青は95%信頼区間

T850 予測誤差 日本周辺 (夏)

■ V1103



予測誤差=RMSE

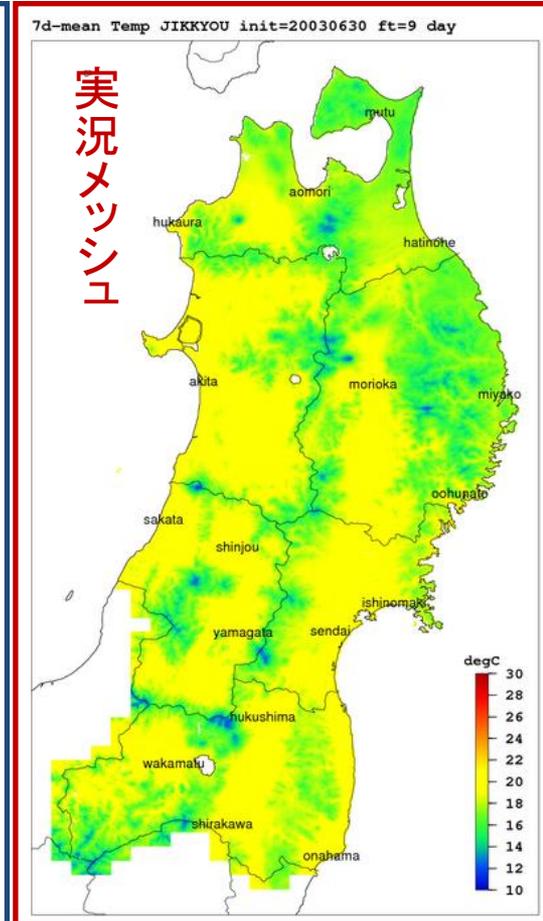
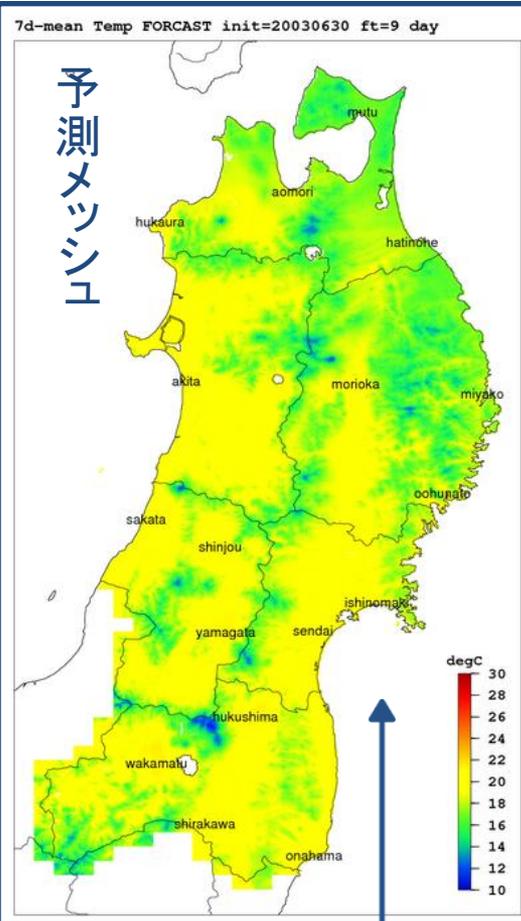
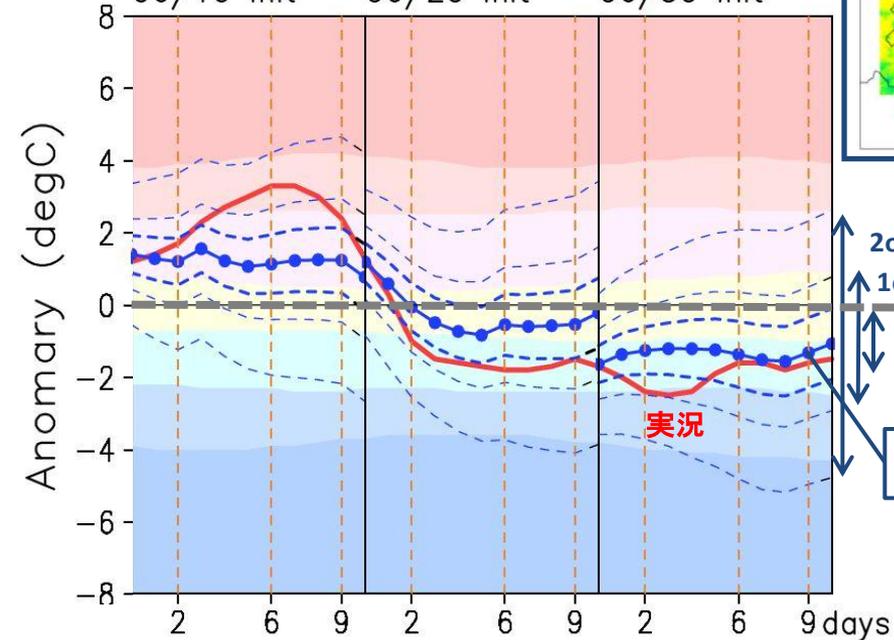
初歩的な結果

(2週目の気温予測メッシュ)

1979-2009過去予報実験を用いて統計的ダウンスケールした結果を検証しています

2003年: 東北太平洋側

06/10 init 06/20 init 06/30 init



<課題>

確率的な情報をどう使うか