



大気再解析データで表現されるヤマセ -モデルによるSSTの違いと解析された気温への影響-

弘前大学大学院 理工学専攻
佐々木 実紀

図1: 親潮の流れ(気象庁HPより)

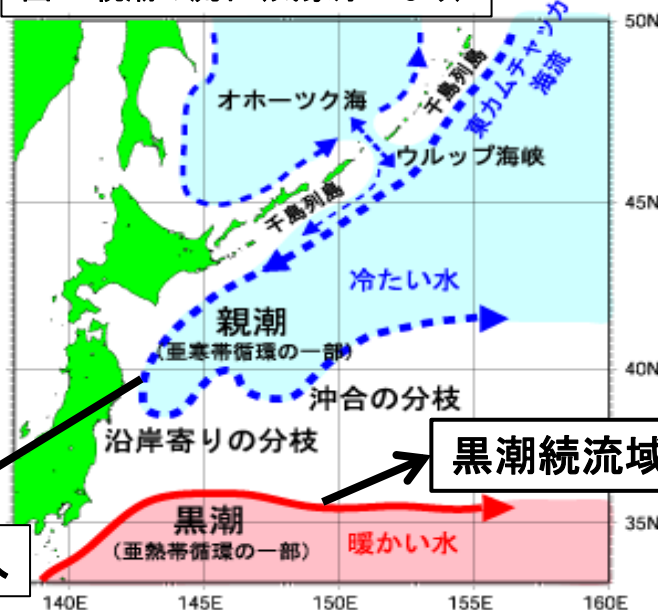
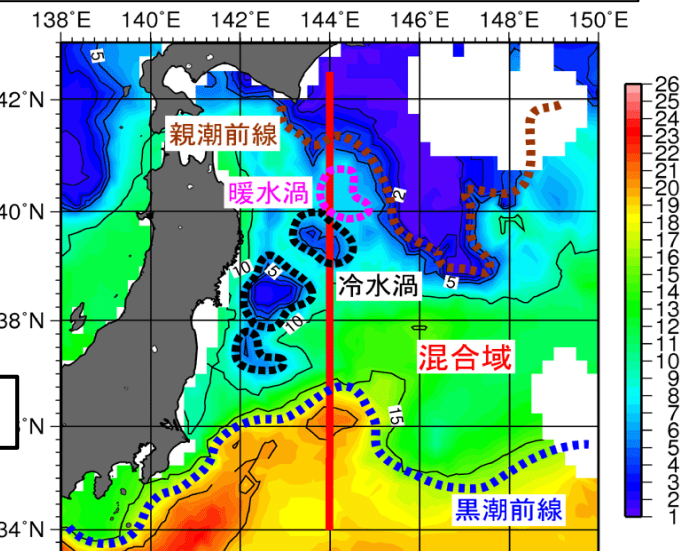


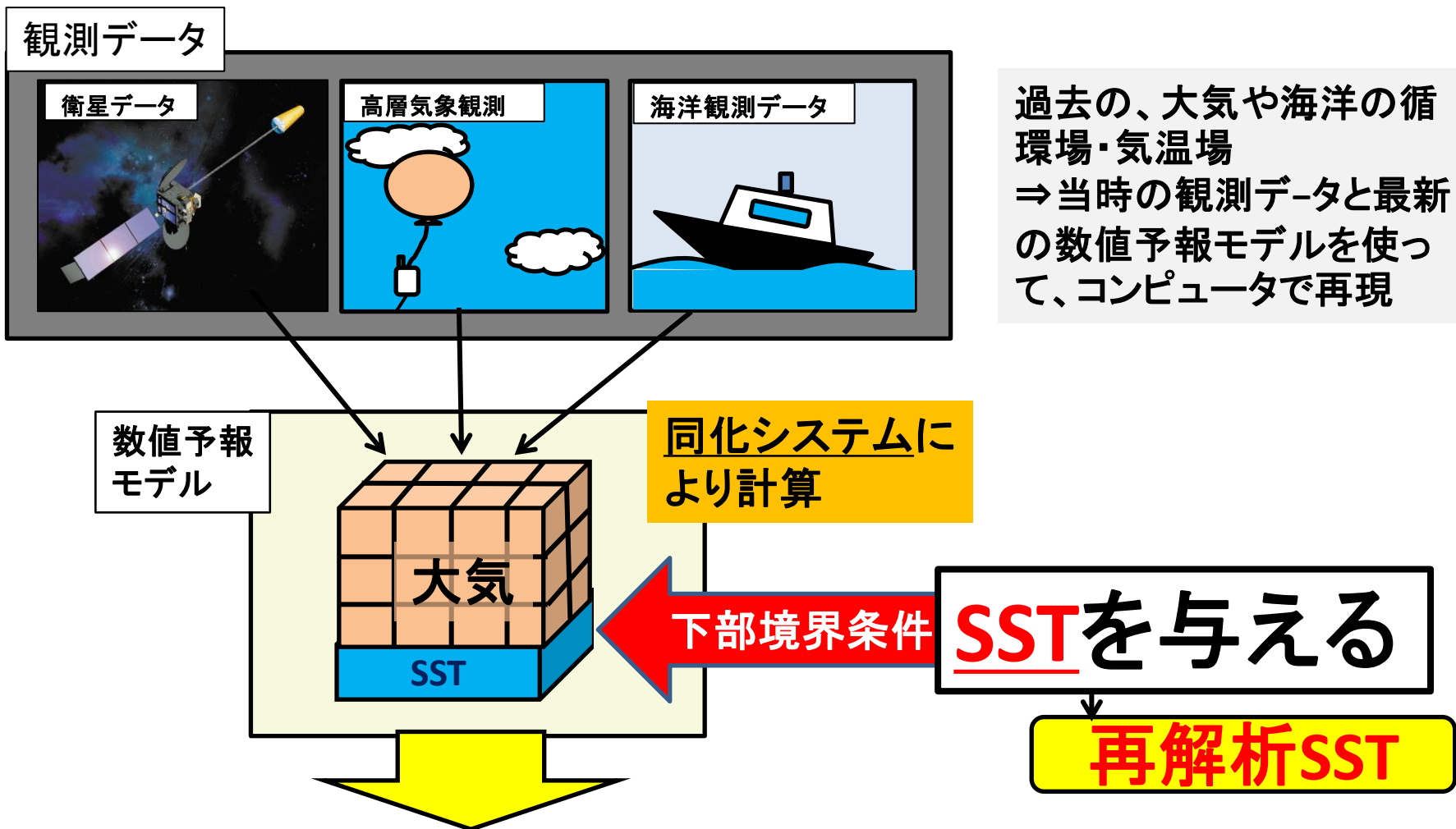
図2: 2002年7月上旬の深さ100mの水温図(°C)(気象庁HPより)



- ヤマセは**混合域**の影響を強く受ける現象
 - ヤマセの気温や鉛直構造に**沿岸の海面水温(SST)**や**親潮フロント**の影響(kodama et al. 1997, 2009.)
- 観測の少ない海洋では**大気再解析データ**が重要
 - 下部境界条件に**SST**を使用

予備知識

大気再解析データとは



全球大気の長期間にわたる高品質なデータセット

しかし、再解析SSTがかならずしも高分解能とは限らない。

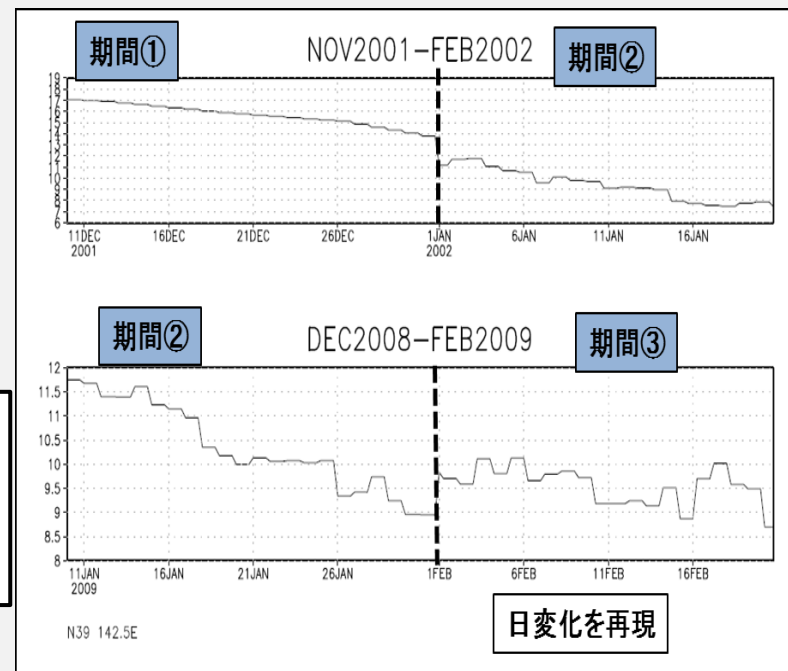
背景

再解析SSTが気温に影響

先行研究

升永ら(2013): 大気再解析データの一つであるERA-Interimの再解析SSTの空間分解能の向上

- 1979年1月～2001年12月 $1.0^{\circ} \times 1.0^{\circ}$ 期間①
- 2002年1月～2009年1月 $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ 期間②
- 2009年2月～ $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$ 期間③



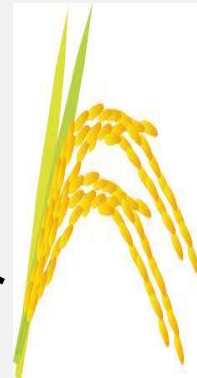
⇒冬季の黒潮続流域、**下層大気の気温分布**が影響を受ける

混合域のSSTの影響を強く受けるヤマセ

⇒**再解析SSTの違いがヤマセの気温に影響?**

稲に大きな影響 ⇒ **温暖化に伴うヤマセの将来予測**

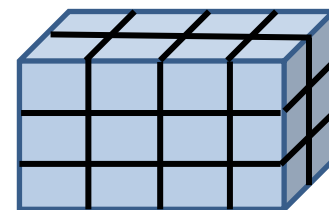
使用されている気候モデルの解像度は100kmより粗い
⇒ ヤマセは局地的な影響を受ける現象
⇒ **分解能が不足**



東北大学では

気候モデルの力学的ダウンスケーリング

(数値気象モデルを用いた再計算によるデータの詳細化)



100Km ⇒ 10Km

JRA-25 (再解析データ)

各気候モデル(MRI,MIROC5)

…日本作成のデータということでJRA-25を使用

大気再解析データにおいて

ヤマセがどのように表現されているか調べることは重要！！

目的

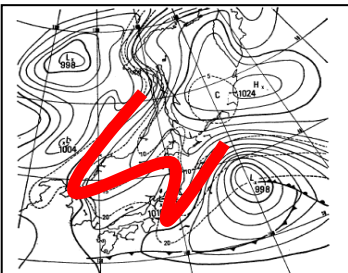
SSTの違いに注目し、大気再解析データの ヤマセの気温の再現性を調べる

よく使用される {
• 大気再解析データ 4つ
• 海洋モデルのSST (SSTデータ:参照用) 4つ

を用いてSSTの違いがヤマセの気温に与える影響

期間

定義: 地上天気図でN字型パターンが見られた日⇒ヤマセ



オホーツク海気団の吹き出し時における地上天気図 (1981年6月19日00Z)。破線は等温線を示す。

- 2011年7月30日～8月3日
- 2012年7月19日～7月22日
- 2013年7月16日～7月21日

※2013年のJRA-55のデータはダウンロードできなかった

□ JRA-55 (Japanese 55-year Reanalysis)

- 気象庁と(財)電力中央研究所の作成
- 解析期間: 1979年1月～2004年12月 … 55年間

□ JRA-25 (Japanese 25-year Reanalysis) ⇒ 力学的ダウンスケールに使用

- 気象庁と(財)電力中央研究所の作成
- 解析期間: 1958年1月～2004年12月 … 25年間

□ ERA-I (ERA-Interim)

- ECMWF(ヨーロッパ中期気象予報センター)作成
- 解析期間: 1979年～現在

□ NCEP-FNL (NCEP Final Operational Model Global Tropospheric Analysis)

- NCEP(米国環境予測センター)作成
- 解析期間: 1999年～現在

使用データ

大気再解析データの格子間隔

表↓:再解析SSTについて

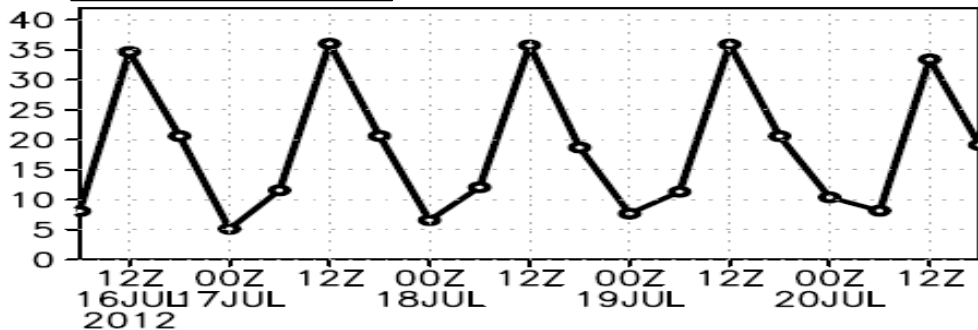
データ名	再解析モデルの境界条件として使用されたSSTデータ
JRA-25	COBE SST (Ishii et al.2005)
JRA-55	COBE SST (Ishii et al.2005)
ERA-I	OSTIA (Donlon et al.2012)
NCEP-FNL	AVHRRや観測データ (Dennis J. Shea et al. 1999)

表↓:大気再解析データについて

データ名	大気データと海面水温の格子間隔
JRA-25	2.5° × 2.5° 鉛直データには1.25° 使用
JRA-55	1.25° × 1.25°
ERA-I	1.5° × 1.5°
NCE-FNL	1° × 1°

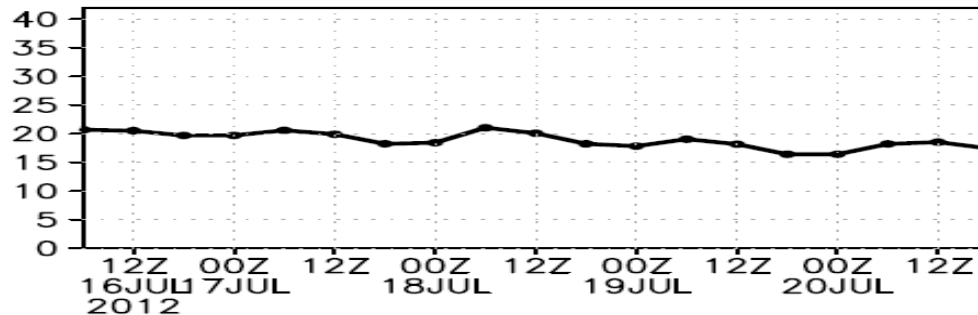
JRA-25 lat.41° lon.142.5° SST

1.25° × 1.25°



2.5° × 2.5°

SSTと海面気温には2.5° × 2.5° を使用



6時間

26層

Skin Temperature

もとの格子間隔のデータは入手できなかったため再解析データの分解能を落としたデータを使用

- **JCOPE2** (Japan Coastal Oceanic Predictability Experiment Temperature)
 - JAMSTEC(独立行政法人海洋開発機構)開発の海洋予測システム
 - 深度6,500mまでの塩分濃度、水温、水位、海流予測

- **OISST** (Optimum Interpolation version2 Sea Surface Temperature)
 - NOAA(米国海洋大気局)作成
 - 現場観測と衛星観測によるSSTを最適内挿(OI)で合成

- **RTG-SST** (Real-Time Global Sea Surface Temperature)
 - NCEP(米国環境予測センター)作成
 - 現場観測と衛星観測のデータをグリッドで平均化

- **MGD-SST** (Merged satellite and in situ Global Temperature)
 - 気象庁作成
 - AMSER-EとAVHRRによる衛星観測と現場観測のデータを使用

データ名	データの格子間隔	時間分解能
JCOPE2	0.083° × 0.083°	1日
OISST	0.25° × 0.25°	1日
RTG-SST	0.083° × 0.083°	1日
MGD-SST	0.25 × 0.25	1日

衛星データ

□NOAA搭載のAVHRR

- 赤外センサーによりSSTを測定
- 空間分解能は高いが、雲域は測定できない

□Aqua搭載のAMSER-E

- マイクロ波によりSSTを測定
- 空間分解能は低いが、雲域測定可
- 2012年のデータ切り替えの時期でなし

衛星名	搭載センサー	空間分解能	データの使用形式
NOAA	AVHRR	1.1km × 1.1km	1日の合成
Aquo	AMSER-E	35km × 62km	5日間の合成平均



観測データ

□AMeDAS : アメダス

(Automated Meteorological Data Acquisition System)

海上の観測データがないために、近くの陸上の気温のAMeDASを比較に用いた。

□ラジオゾンデ

- 六ヶ所村での観測

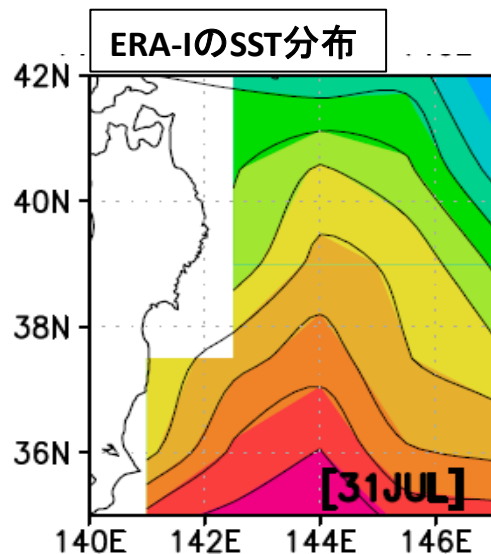
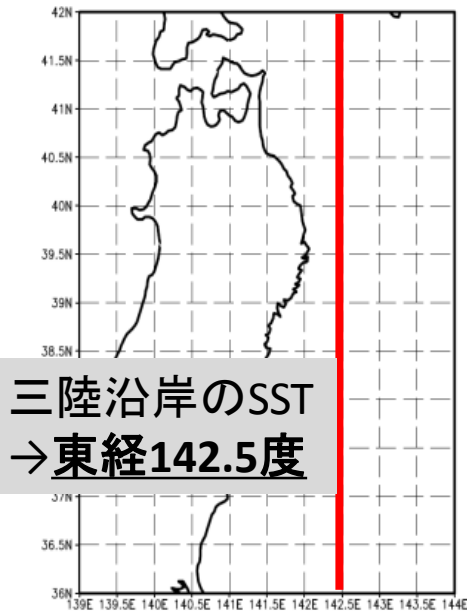
(3hr, lat.141.0° , lon.141.3°)

- {三沢での定時観測}

(6hr, lat 40.7, lon 141.4)



解析方法



① データによるSSTの違い

- 衛星SSTや、各データでのSST分布の比較
- 東経142.5度線上での南北時間断面図

② SSTが下層の気温に与える影響

- 東経142.5度線上での南北時間断面図
- 海上気温とSSTの散布図
- AMeDASとの比較

③ ゾンデータとの比較

- 六ヶ所の緯度経度に内挿し、1000hPa面での気温の比較

大気再解析データは

①、②⇒日平均したデータを使用

③⇒6hr毎のデータ

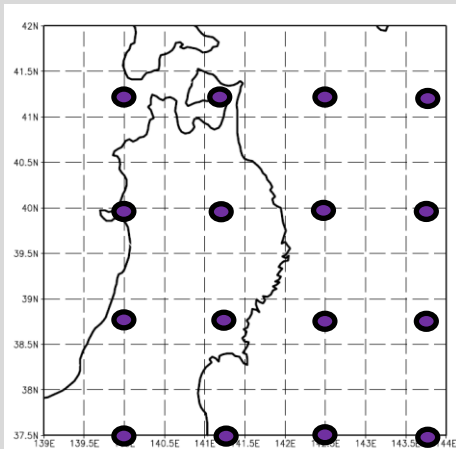
データはすべてUTC

解析方法

再解析データの格子間隔

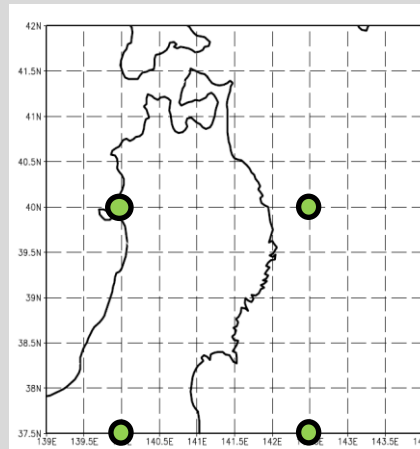
JRA-55

1.25×1.25



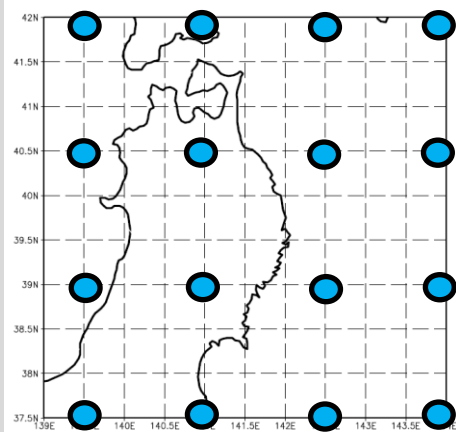
JRA-25

2.5×2.5



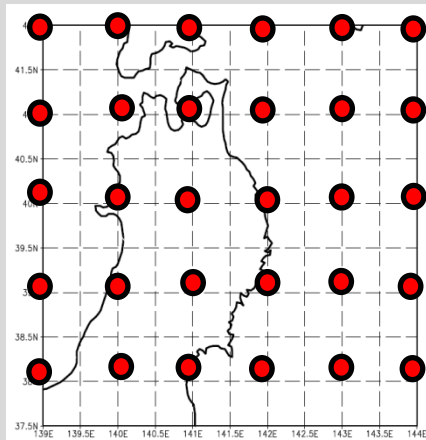
ERA-I

1.5×1.5



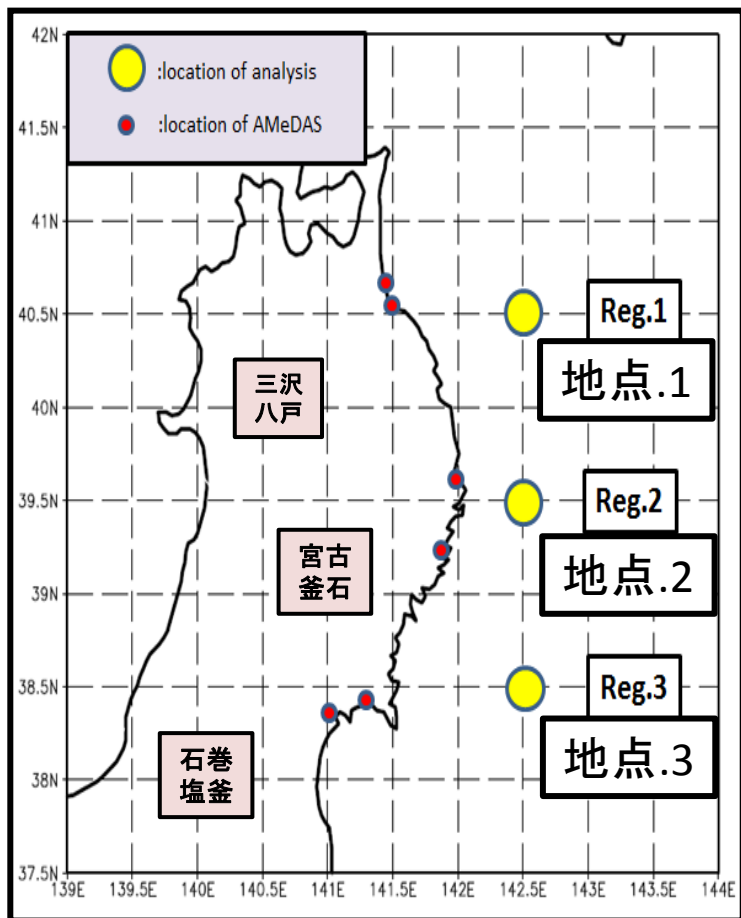
NCEP-FNL

$1^\circ \times 1^\circ$



データを内挿(線形補間)して解析

表: アメダスと解析地点の緯度・経度



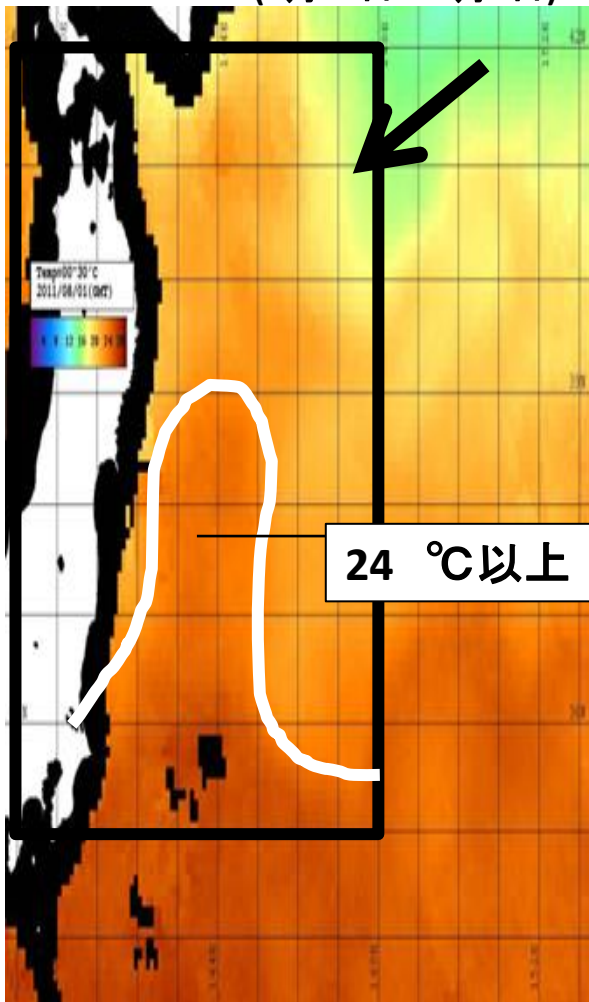
地点.1			
	八戸	三沢	再解析データ
緯度	北緯40度31.6分	北緯40度40.5分	40.5度
経度	東経141度31.3分	東経141度22.5分	142.5度
地点.2			
	宮古	釜石	再解析データ
緯度	北緯39度16.2分	北緯39度16.2分	39.5度
経度	東経141度57.9分	東経141度52.7分	142.5度
地点.3			
	石巻	塩釜	再解析データ
緯度	北緯38度25.6分	北緯38度20.3分	38.5度
経度	東経141度17.9分	東経141度00.8分	142.5度

結果1

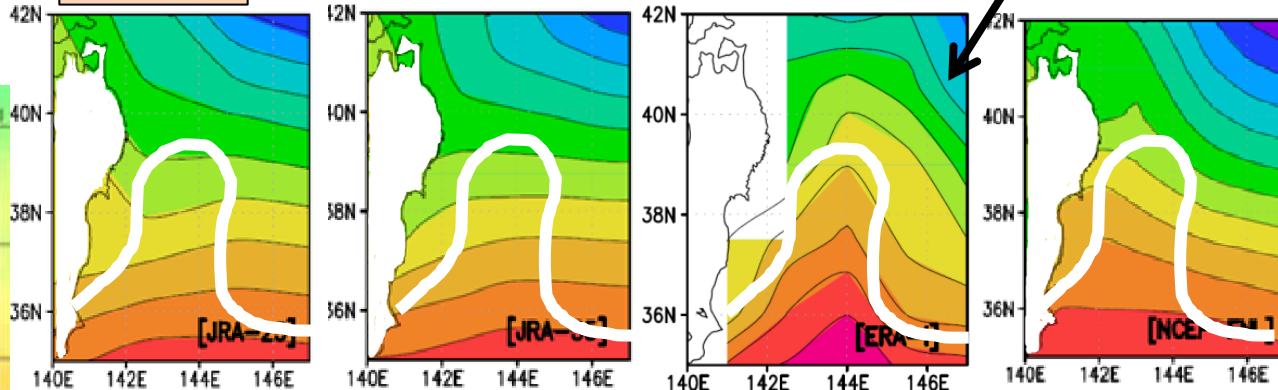
衛星SSTの分布 ≡ ERA-I&SSTデータ

衛星SST

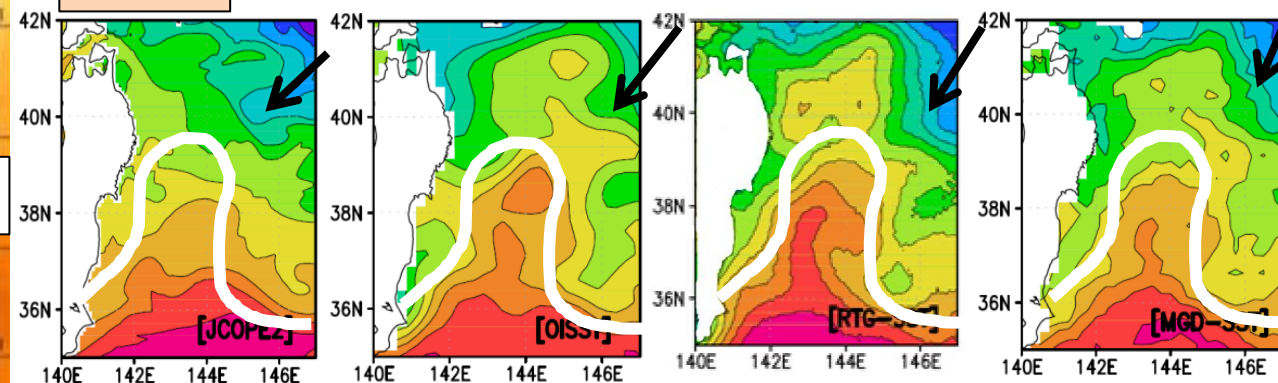
AMSER-E
2011年
(7月28日~8月1日)



再解析SST



SSTデータ



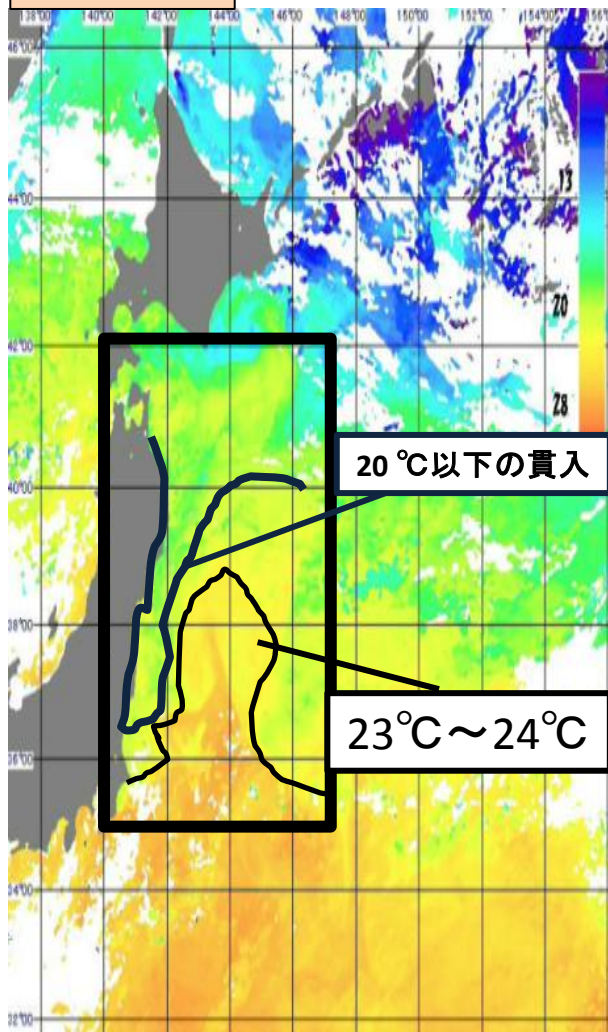
- 暖水の張り出し⇒ERA-IとSSTデータすべてで類似
- JRAは暖水がはっきりと表現されていない
- ERA-IはSSTフロントらしきものが見える

結果1

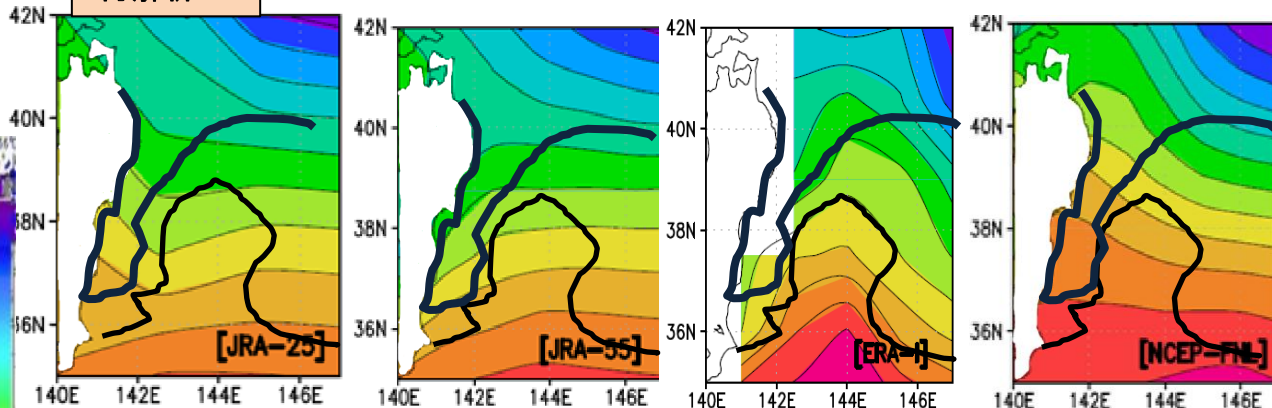
親潮の貫入 ⇒ JRA-25、NCEP-FNLは見られない

衛星SST

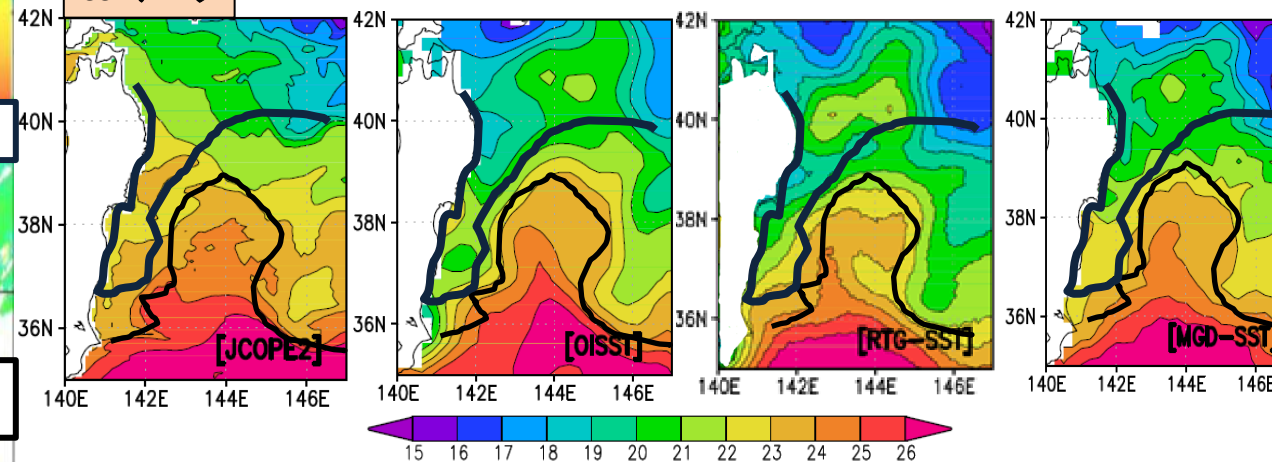
AVHRR
2011年
(7月26日)



再解析SST



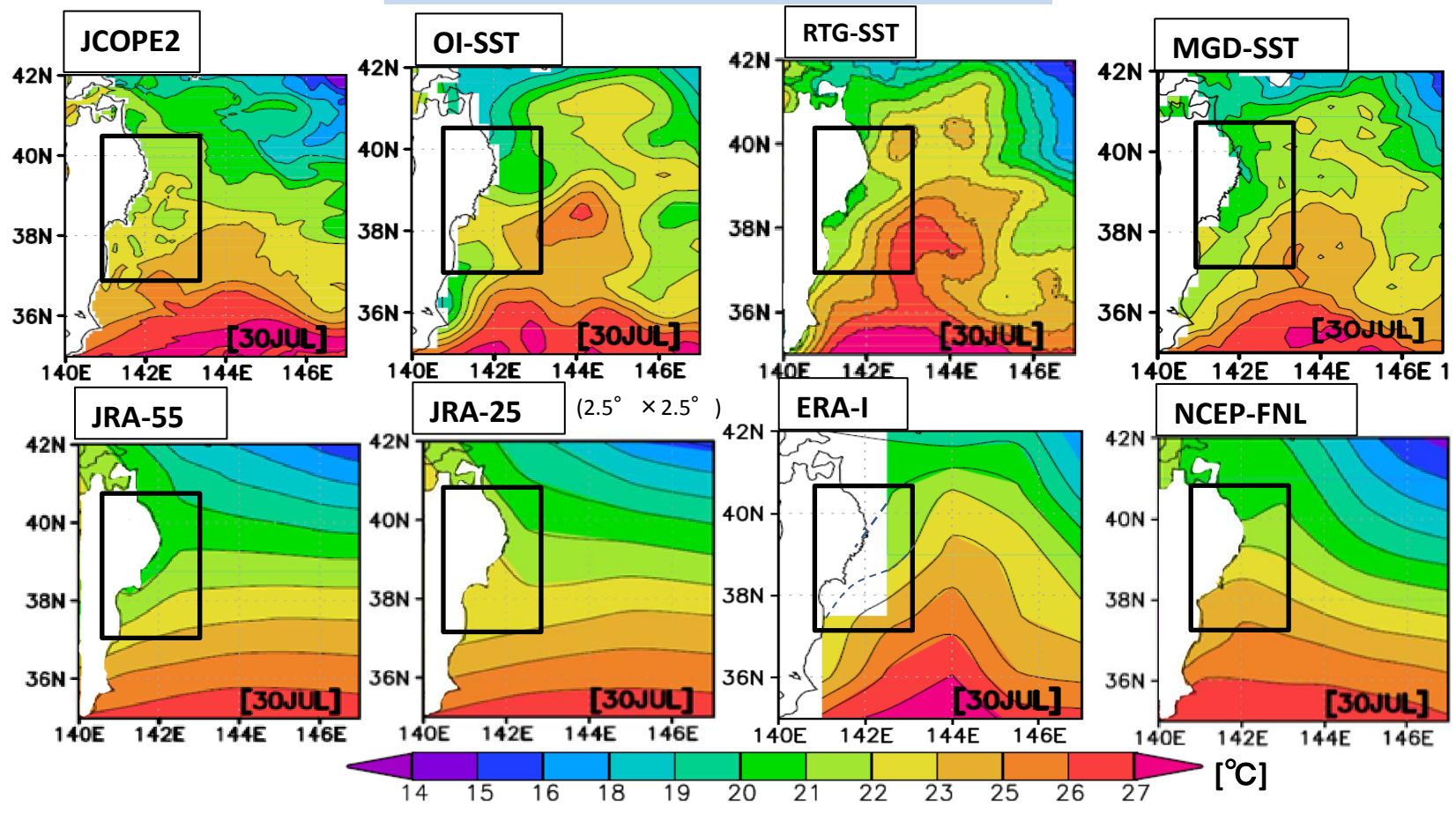
SSTデータ



- 黒潮の暖水の張り出し⇒ERA-IとSSTデータすべてで類似
- 親潮の貫入⇒JRA-25 ,NCEP-FNLは表現なし

結果1

SSTの分布図:2011年7月30日



- 親潮の貫入
再解析SST ⇒ JRA-25、NCEP-FNLは表現されていない
SSTデータ ⇒ JCOPE2、OISSTは親潮の南下が弱い

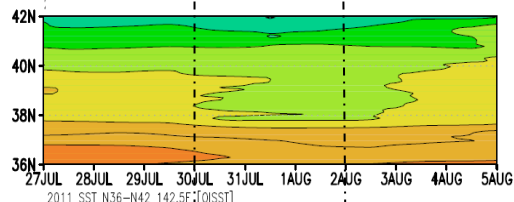
結果2

2011年：東経142.5° 線上の南北時間断面図

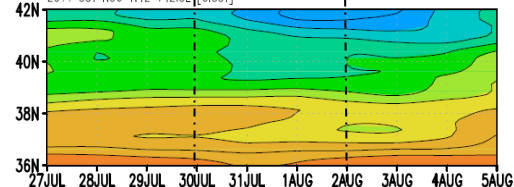
参照用
SSTデータ

ヤマセ期間

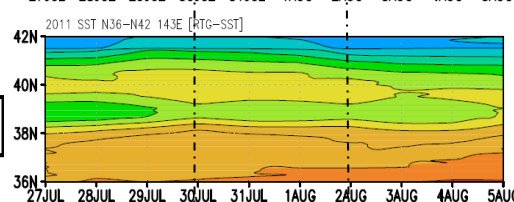
JCOPE2



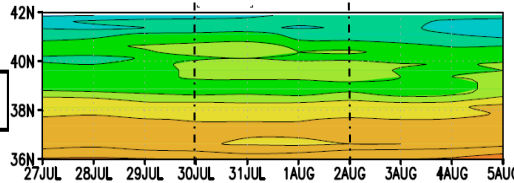
OISST



RTG-SST



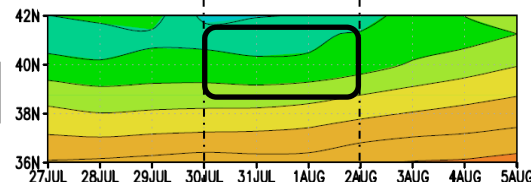
MGD-SST



再解析SST

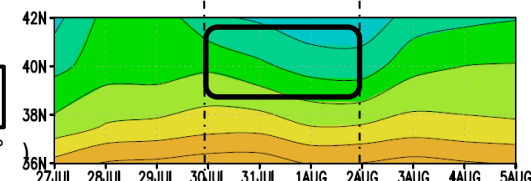
ヤマセ期間

JRA-55

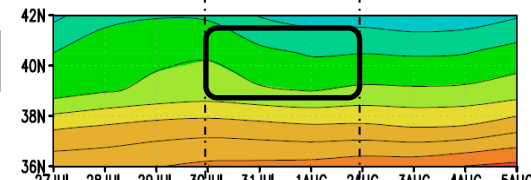


JRA-25

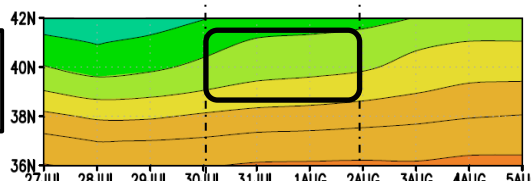
(2.5° × 2.5°)



ERA-I

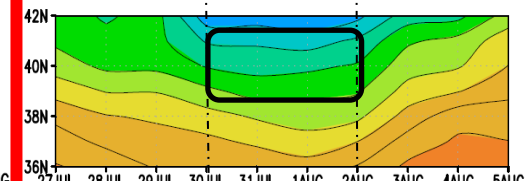
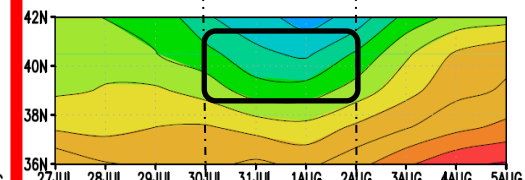
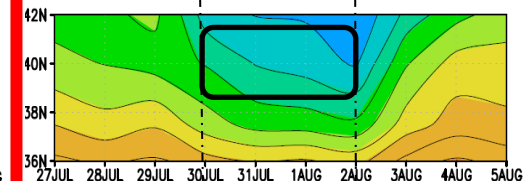
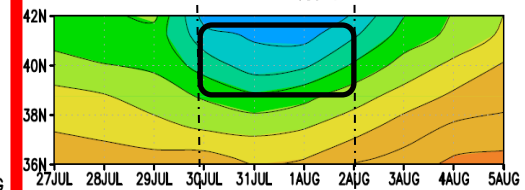


NCEP
-FNL



気温

ヤマセ期間

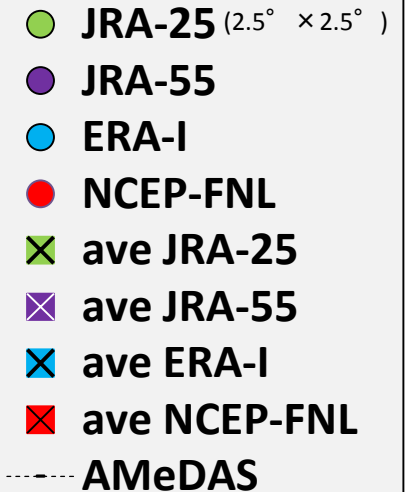
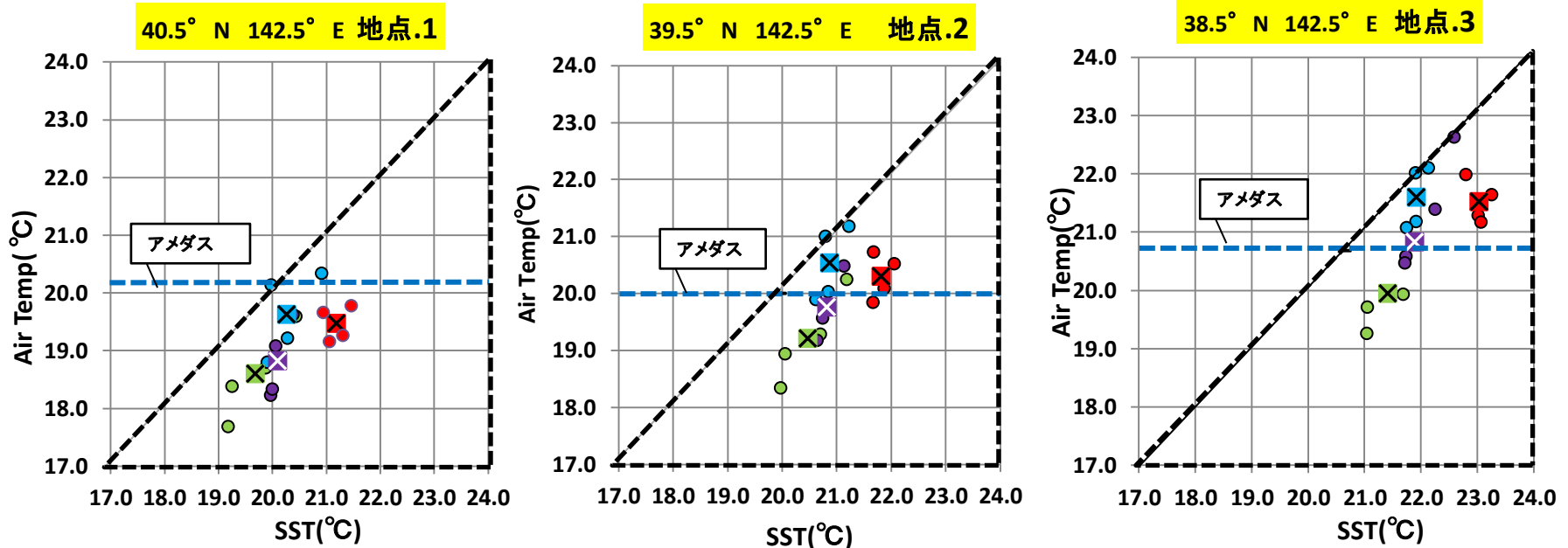


- SSTデータは微細な構造を示している(再解析SSTは北が冷、南が温)
- NCEP-FNLのみヤマセ時にSSTが上昇している
- NCEP-FNLでは、SSTが 高 ⇒ 気温 高

結果2

ヤマセ時の気温とSSTの表現⇒相関関係

2011年：ヤマセ時の海上気温とSSTの散布図

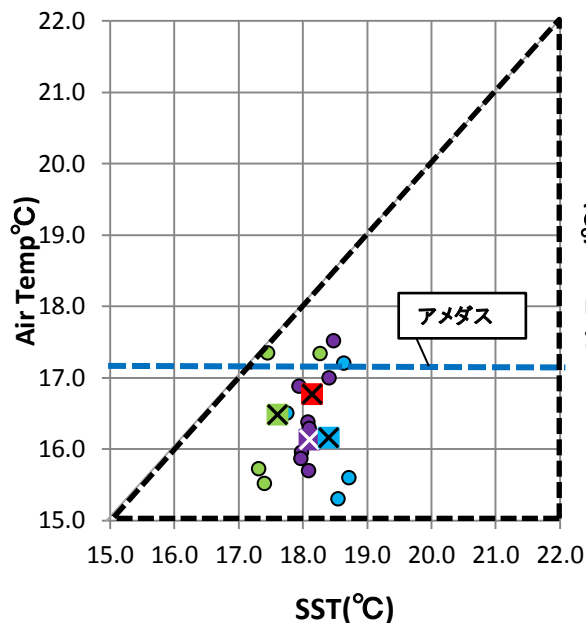


- すべてのデータで、**気温がSSTを下回る**ヤマセ時の特徴
- NCEP-FNLは他のデータより**SSTが1°C以上高い**
- ERA-IとNCEP-FNLはSSTは約1°C違うが**気温が近い**

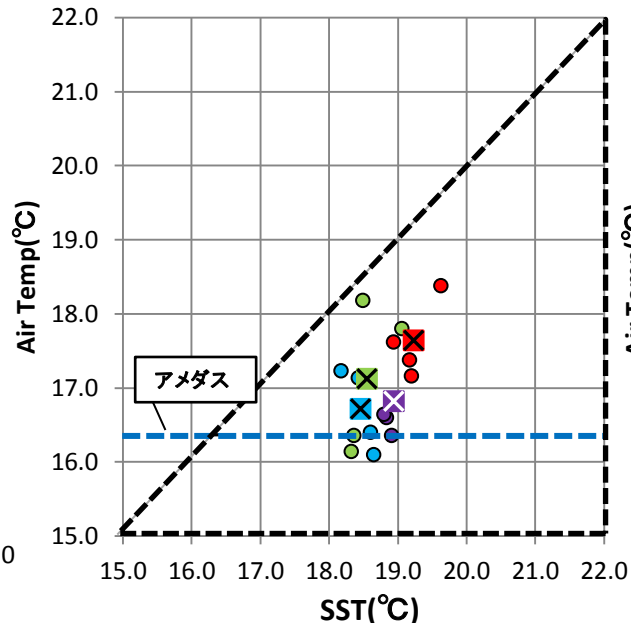
結果2

2012年：気温とSSTの散布図

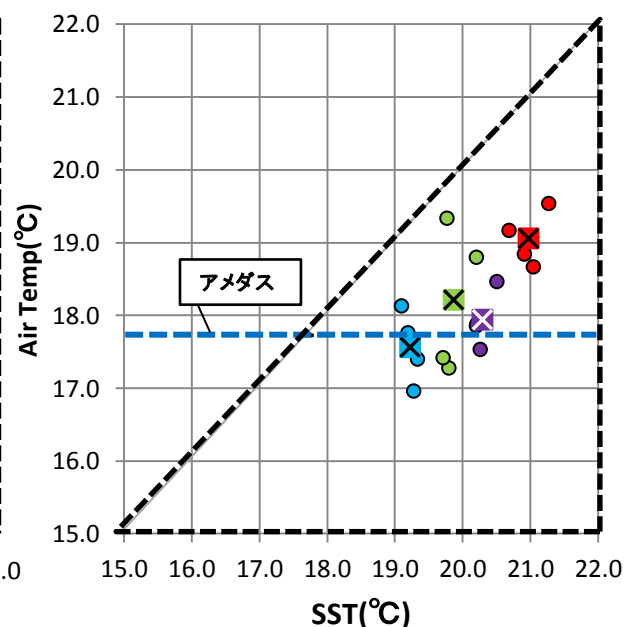
40° N 142.5° E 地点1



39.5° N 142.5° E 地点2



38.5° N 142.5° E 地点3

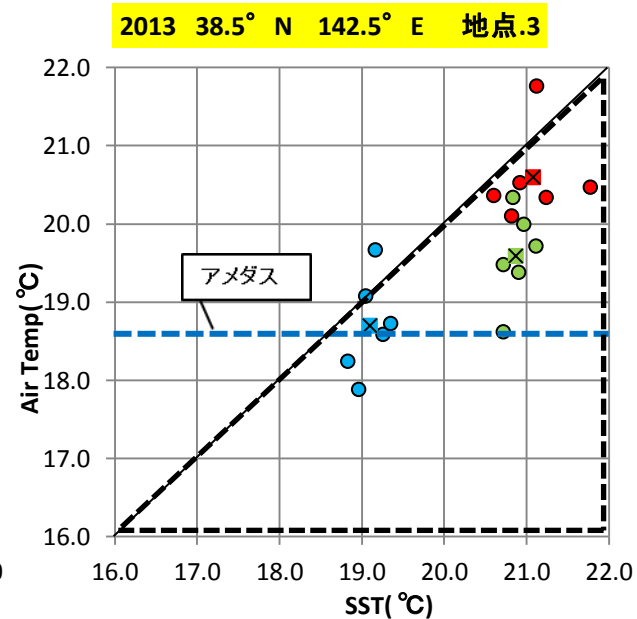
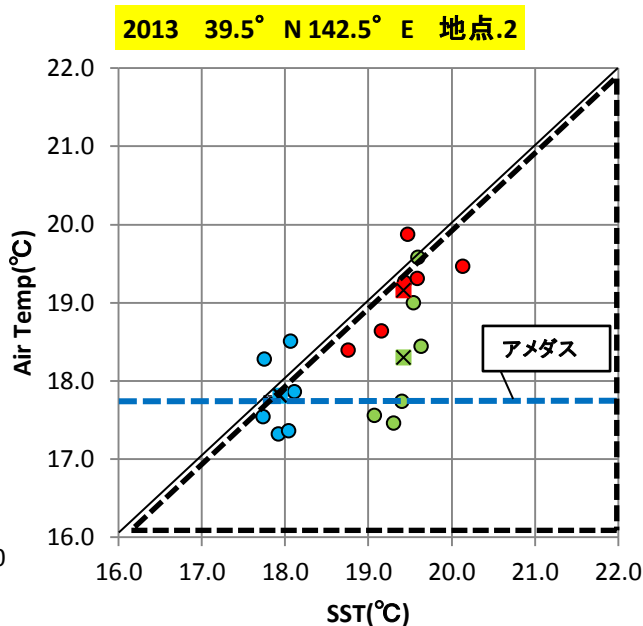
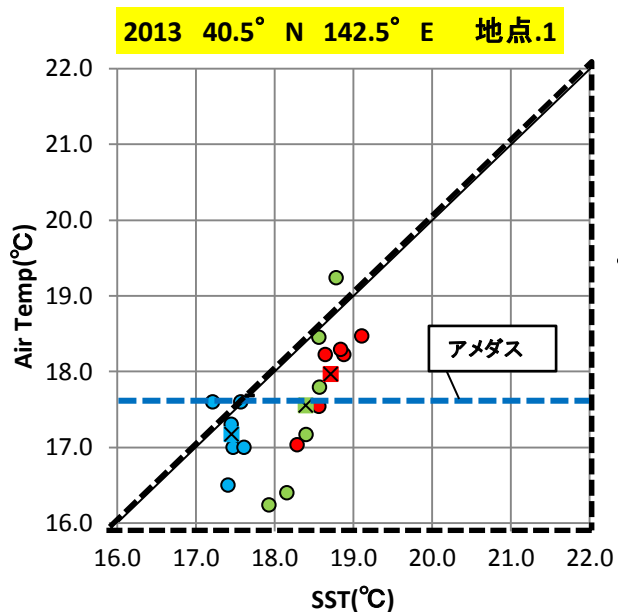


- NCEP-FNL:解析地点が南ほどSSTの差が大 ⇒ 気温高
- 地点2. 3ではERA-IがAMeDASと近い値を示す
- 地点3ではNCEP-FNLとERA-IのSST差が約2°C
⇒ 気温差約1.5°C



結果2

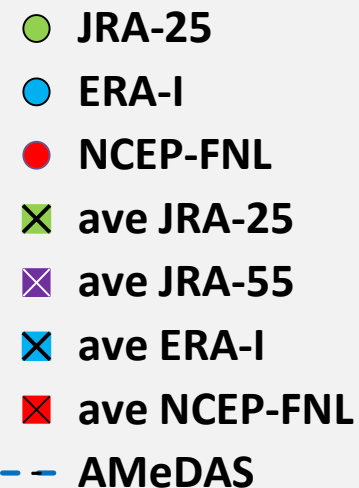
ヤマセ時の気温とSSTの表現⇒相関関係



※2013年のJRA-55のデータはダウンロードできなかった

- NCEP-FNL:解析地点が南ほどSSTの差が大 ⇒ 気温高
- 3地点でERA-IがAMeDASと近い値を示す

データによって気温、SSTの違い

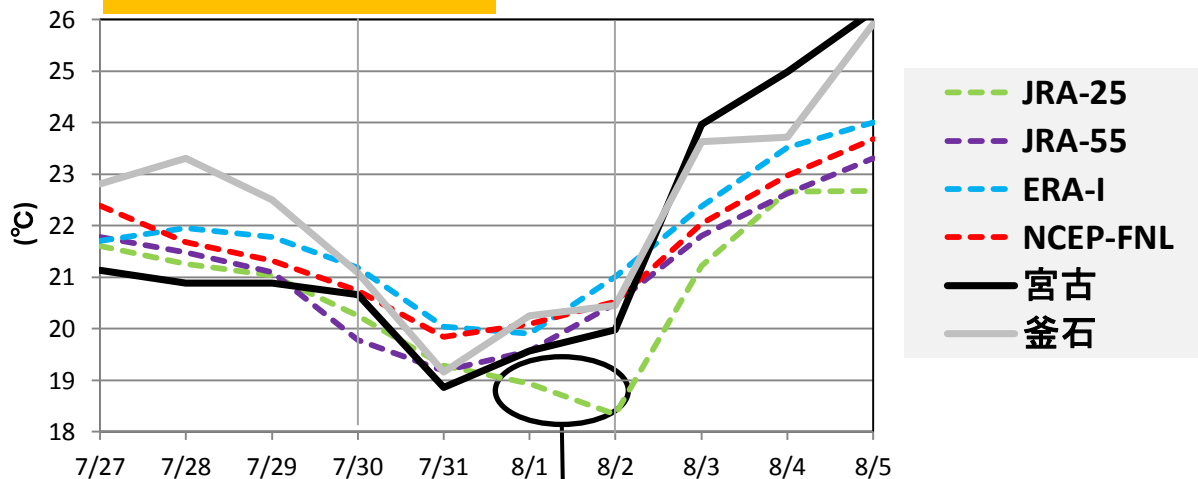


結果2

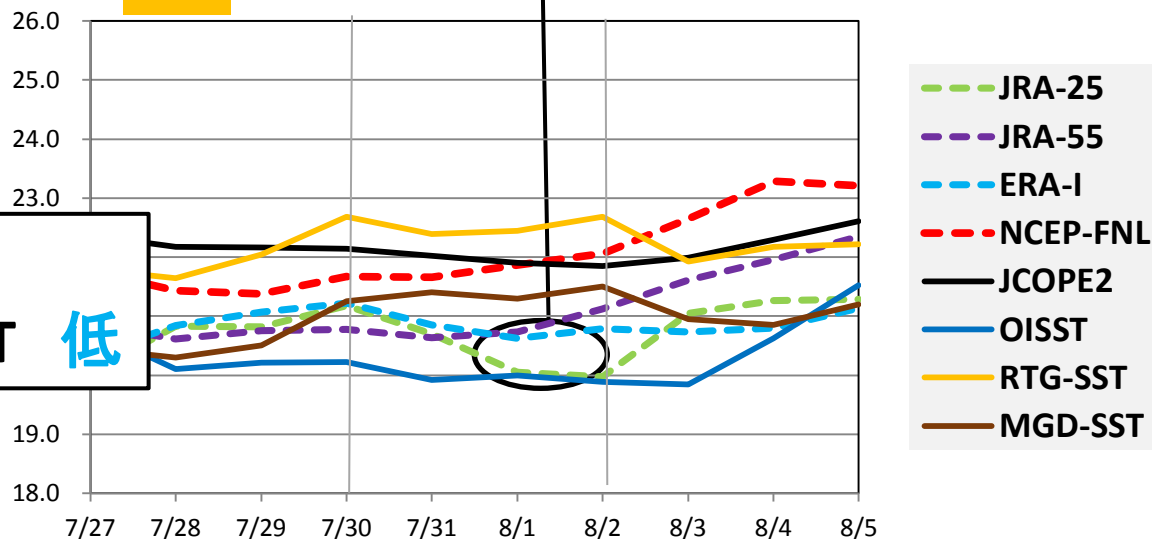
SSTの違い⇒AMeDASと気温のずれ

2011年：気温とSSTの時系列図 地点.2

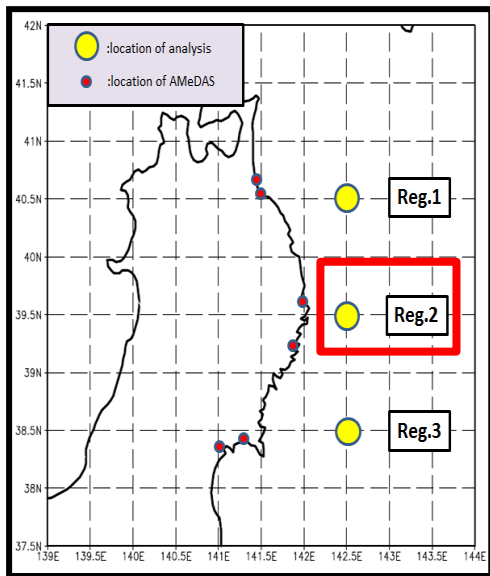
海上気温+AMeDAS



SST



AMeDAS よりも
JRA-25 気温 低 ⇒ SST 低

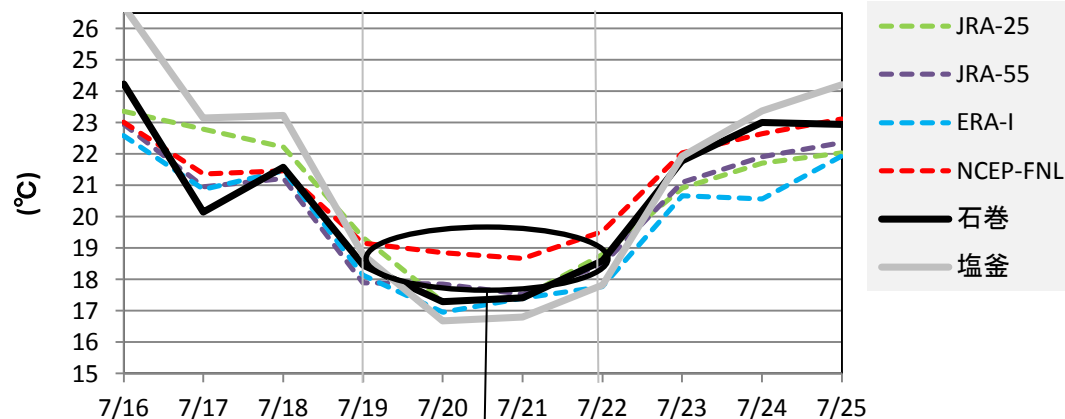


結果3

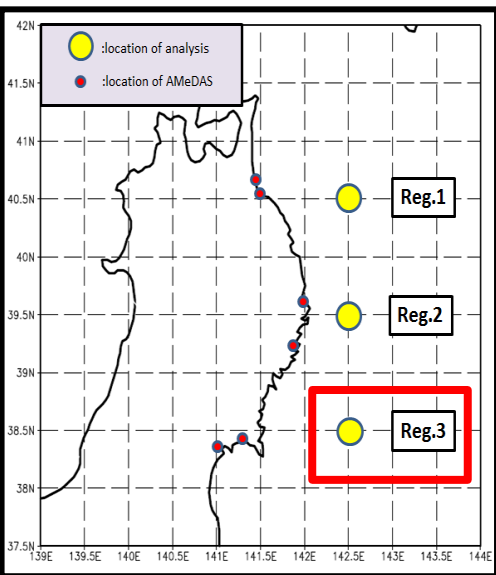
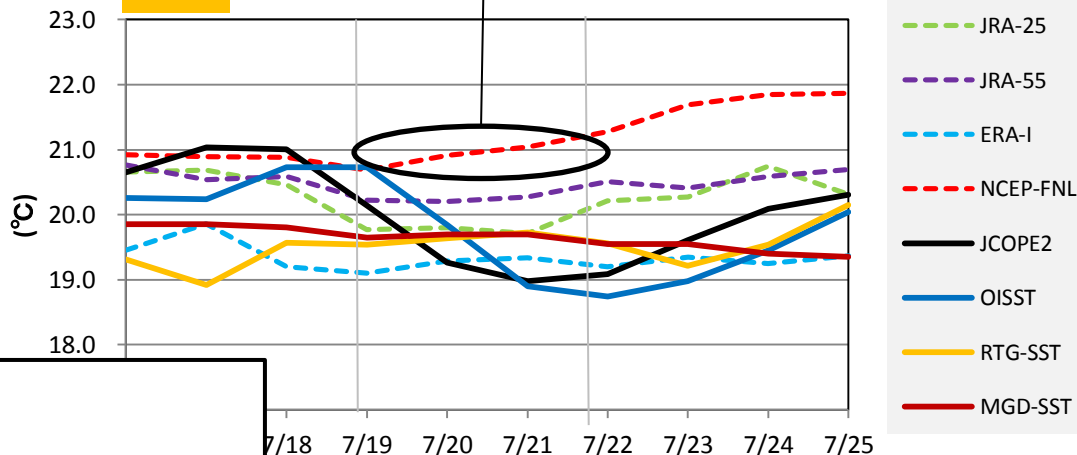
SSTの違い⇒AMeDASと気温のずれ

2012年：気温とSSTの時系列図 地点.3

海上気温+AMeDAS



SST

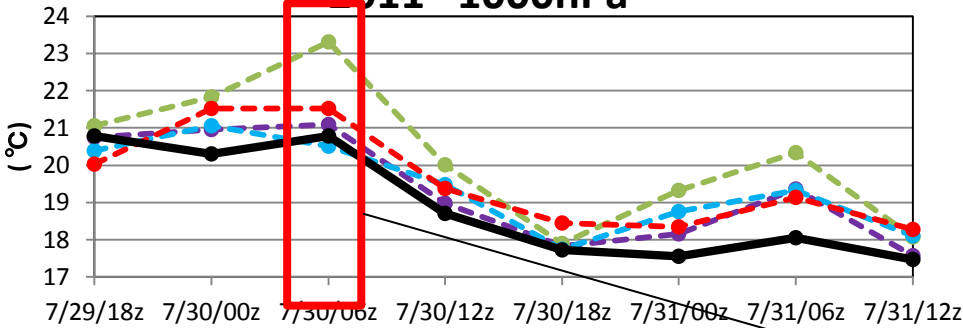


AMeDAS よりも
NCEP-FNL 気温 高 ⇒ SST 高

結果3

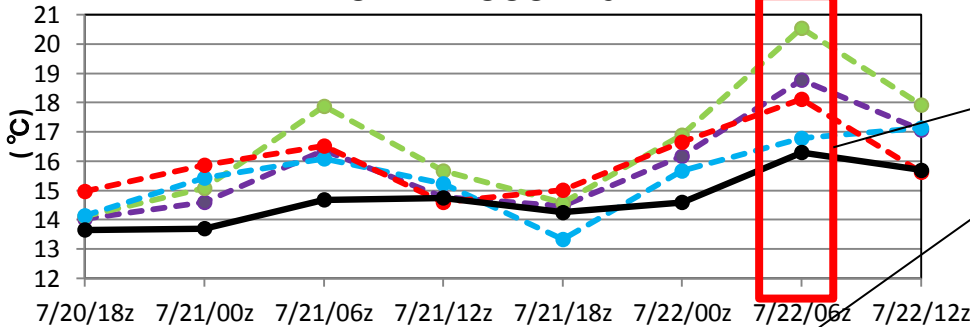
六ヶ所村 ゾンデ

2011 1000hPa



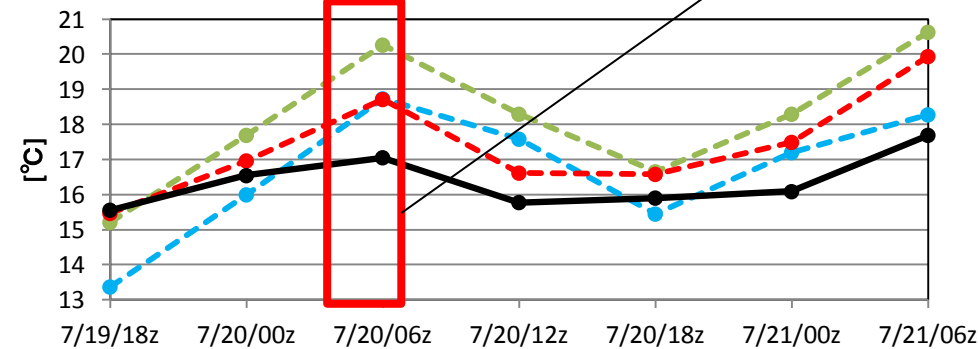
- JRA-25 ⇒ 気温高
- 2013年はばらつき大
(背の低いヤマセだからか?)

2012 1000hPa



3度以上の差

2013 1000hPa

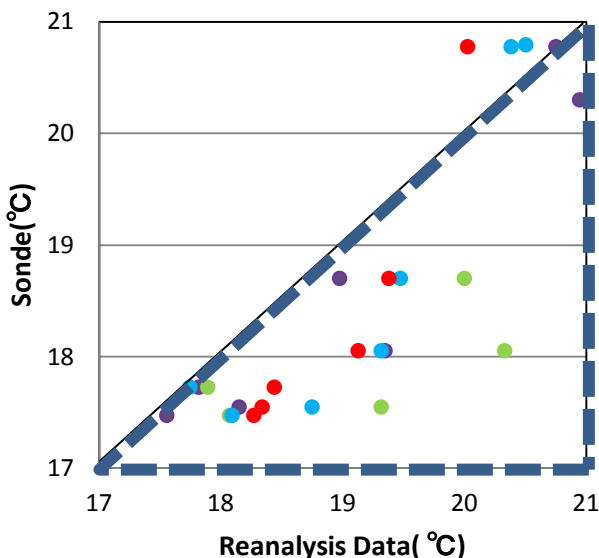


- JRA-55
- JRA-25(1.25°)
- ERA-I
- NCEP-FNL
- 六ヶ所村 ゾンデ

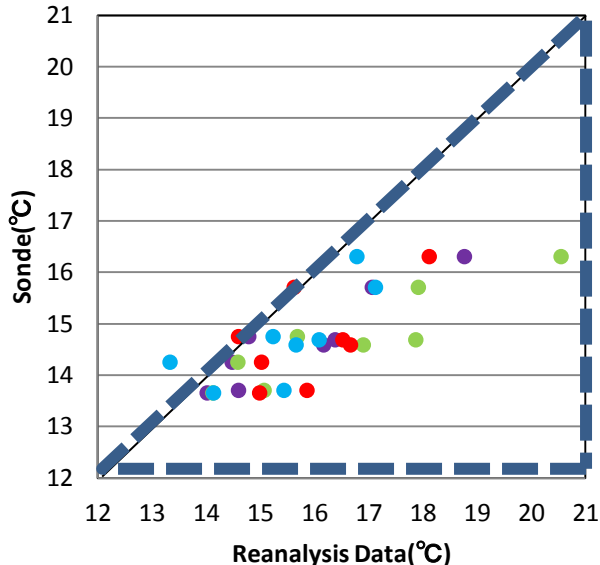
結果3

六ヶ所村 散布図

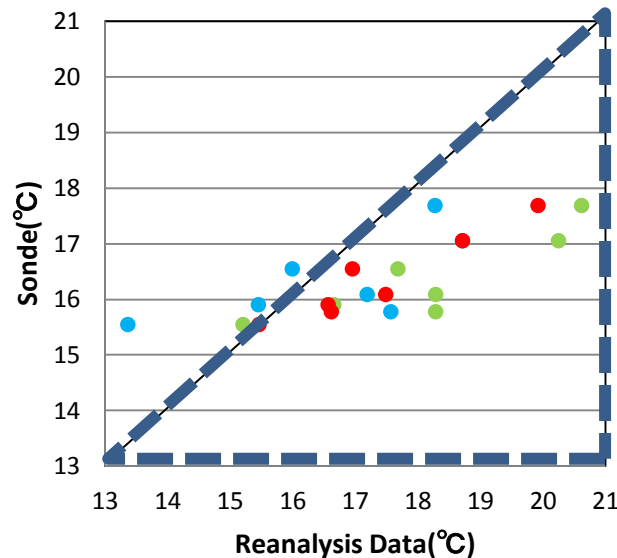
2011 1000hPa



2012 1000hPa



2013 1000hPa



ゾンデより大気再解析データの気温が高めの傾向

六ヶ所村 相関係数	JRA-55	JRA-25 (1.25°)	ERA-I	NCEP-FNL
2011	0.98368	0.87943364	0.904351	0.912472
2012	0.924177	0.910384885	0.750497	0.611231
2013		0.865395182	0.697438	0.951688

- JRA-55
- JRA-25(1.25°)
- ERA-I
- NCEP-FNL

JRAはどの年も高めの相関を示す
JRA-55のほうが高い

ンロードできなかった

データによってSSTに違い ⇒ 大気の下層の気温に影響

- ERA-IはSSTの再現がよくフロントもある程度再現されている
- JRA-25、NCEP-FNLは沿岸親潮の貫入を再現していない
- JRA-55、ERA-Iは沿岸親潮の貫入が再現されている
- 沿岸のSSTが高いデータでは気温も高く再現される傾向が見られる(特にNCEP-FNL)
- ERA-IはAMeDASに近い値を示すことが多かった



ERA-I

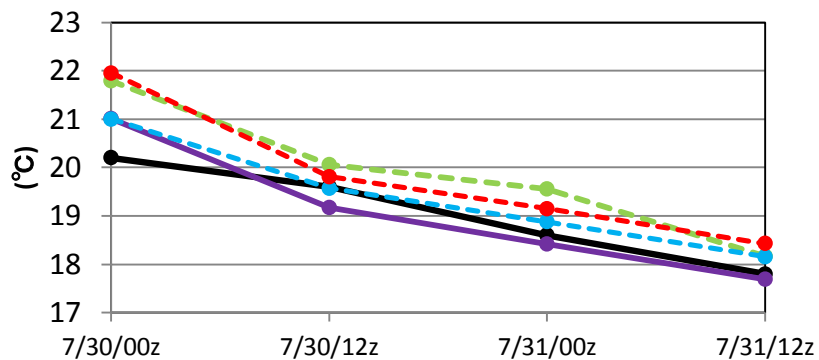
ゾンデとの比較 ⇒ JRA-25よりもJRA-55が高い相関

- 1000hPaの気温について独立な六ヶ所村のゾンデ観測と比較した結果、JRA-25とJRA-55は高い相関を示し特にJRA-55は高かった

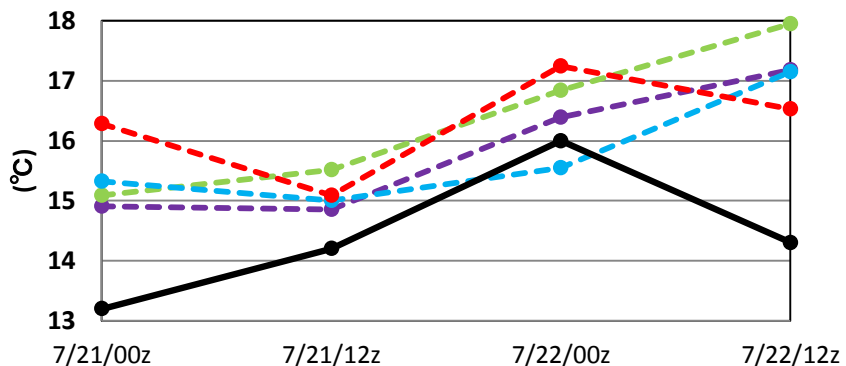
結果3

三沢 ゾンデ

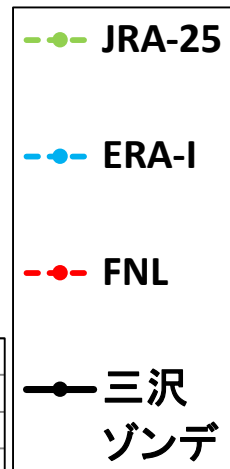
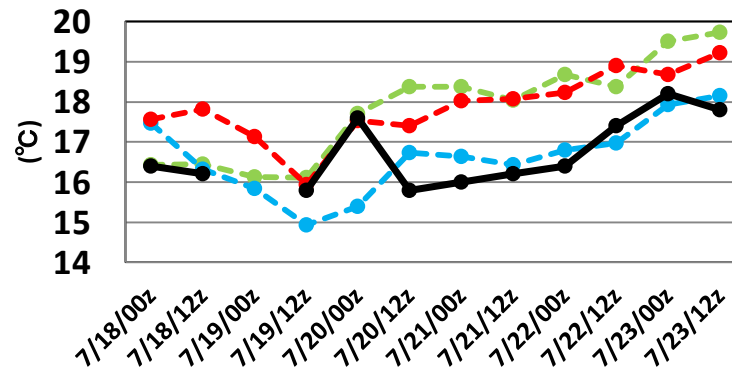
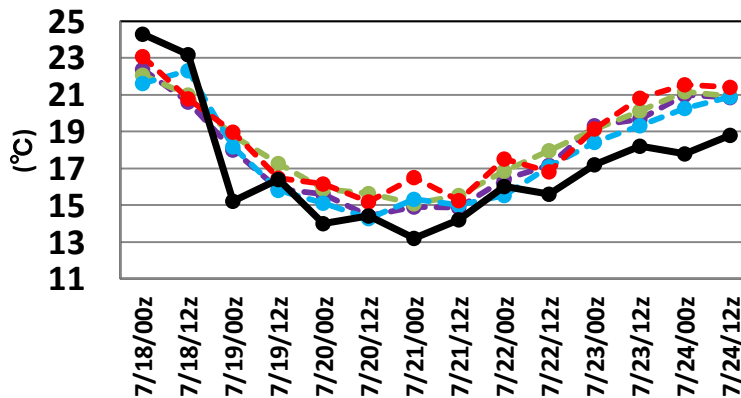
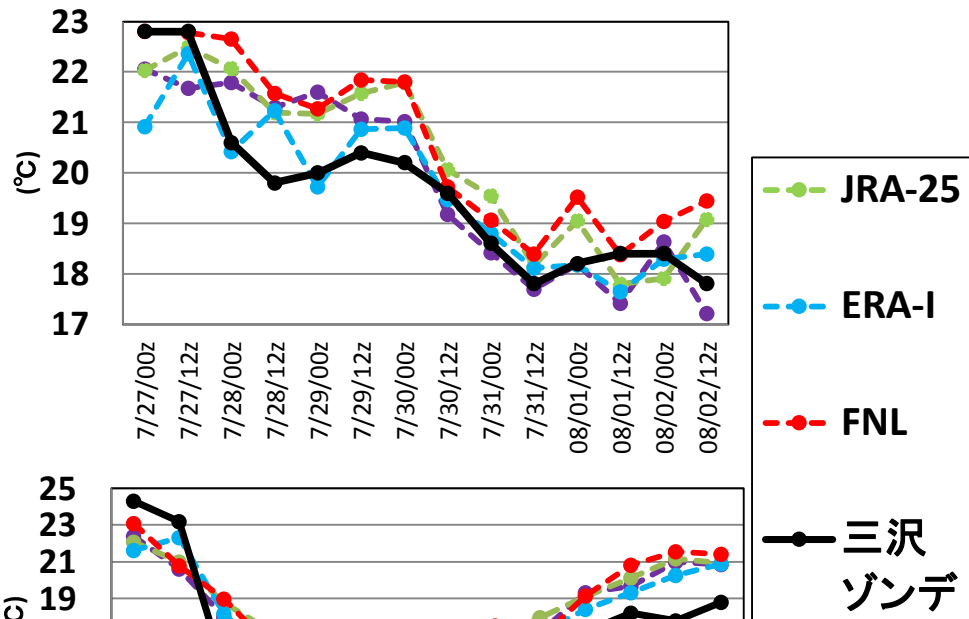
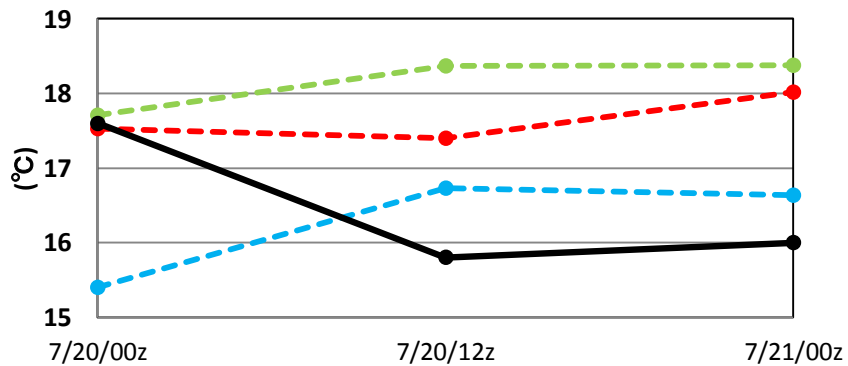
2011 1000hPa



2012 1000hPa



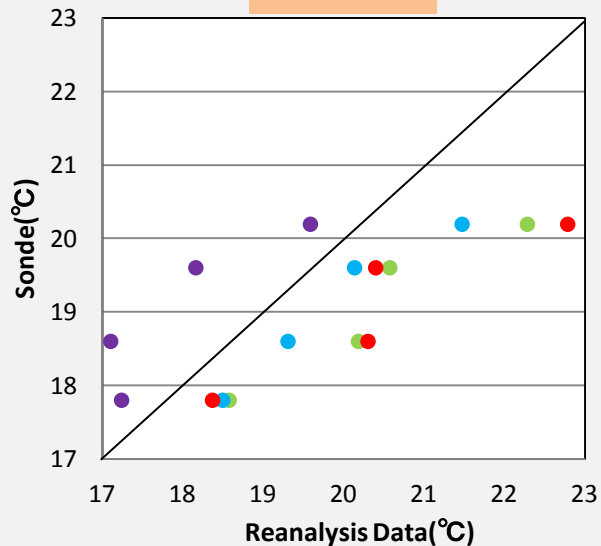
2013 1000hPa



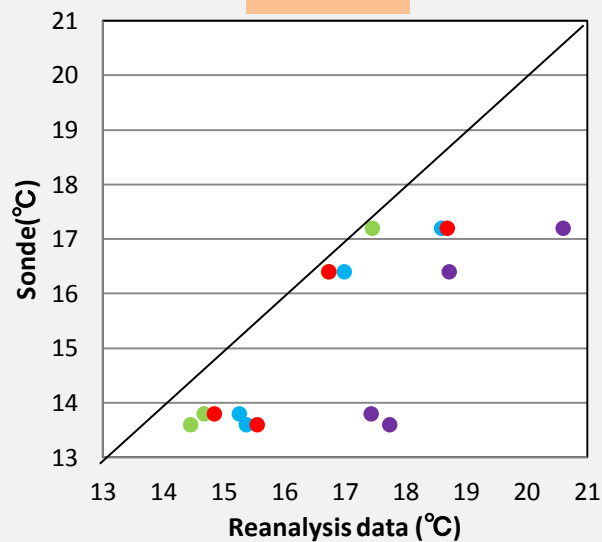
結果3

2011 三沢 散布図

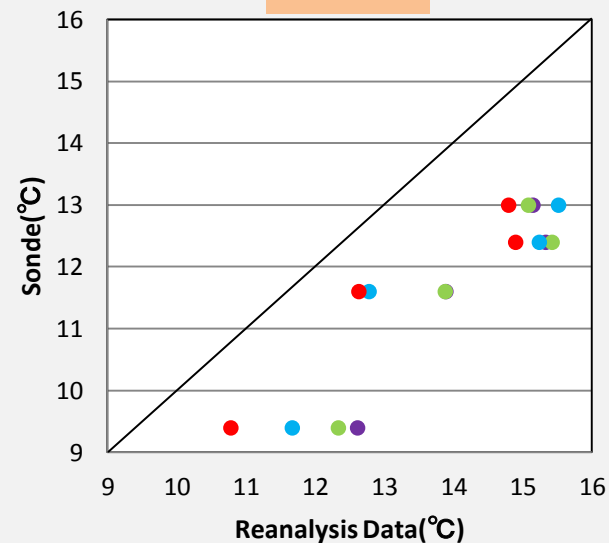
1000hPa



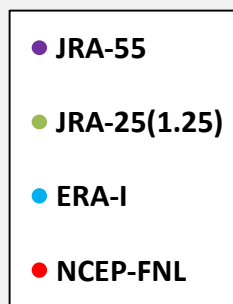
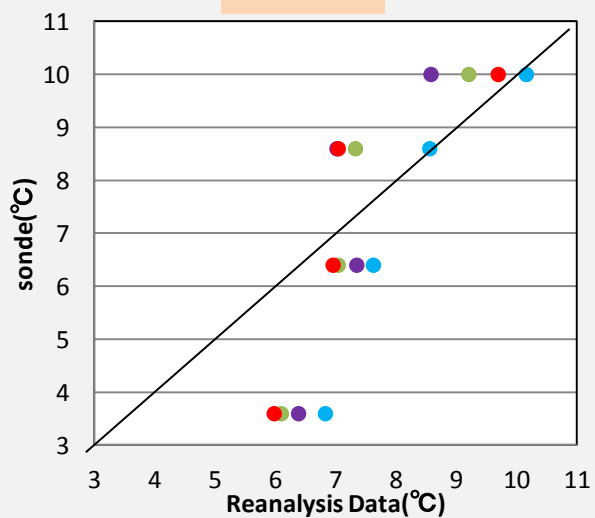
925hPa



850hPa



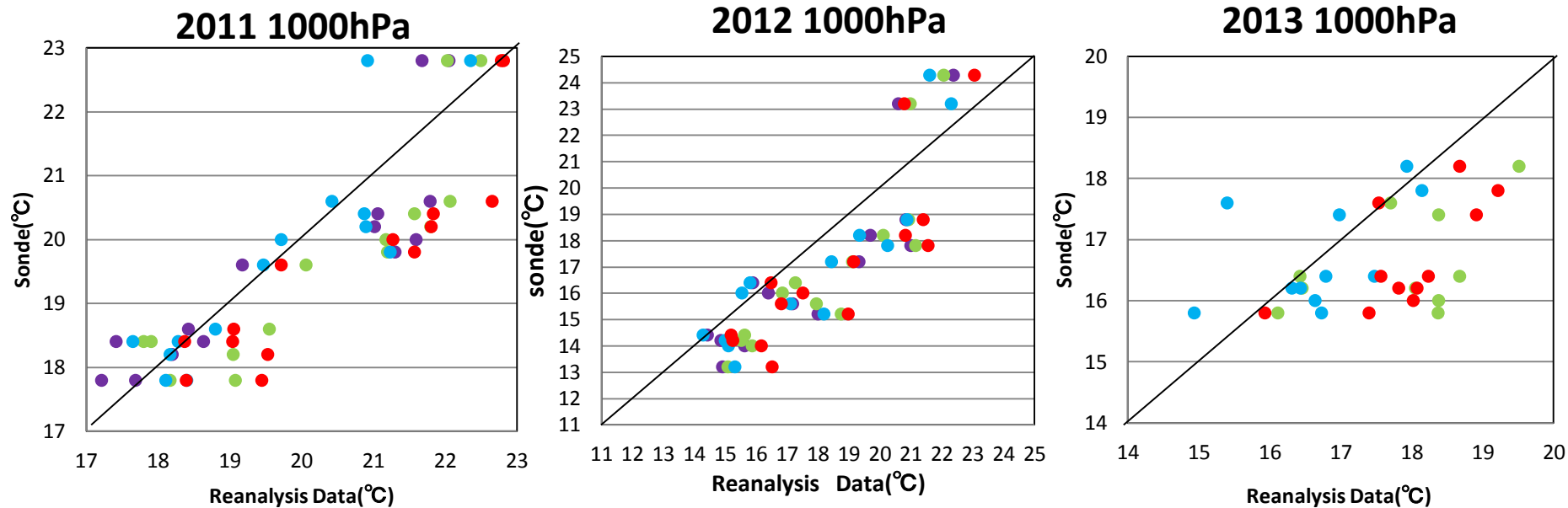
700hPa



相関係数	JRA-55	JRA-25 (1.25°)	ERA-I	NCEP-FNL
1000hPa	0.8968	0.9557	0.9770	0.9238
925hPa	0.9178	0.9997	0.9666	0.9260
850hPa	0.9594	0.9594	0.9285	0.9602
700hPa	0.8364	0.9105	0.9507	0.8549

結果3

三沢 散布図



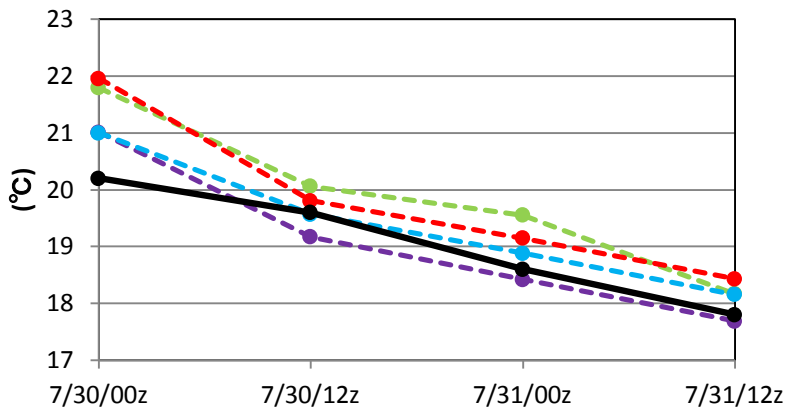
三沢 相関係数	JRA-55	JRA-25 (1.25°)	ERA-I	NCEP-FNL
2011	0.873412	0.872829	0.88306098	0.898666
2012	0.860777	0.868036	0.8852347	0.838698
2013		0.597773	0.4925969	0.65901



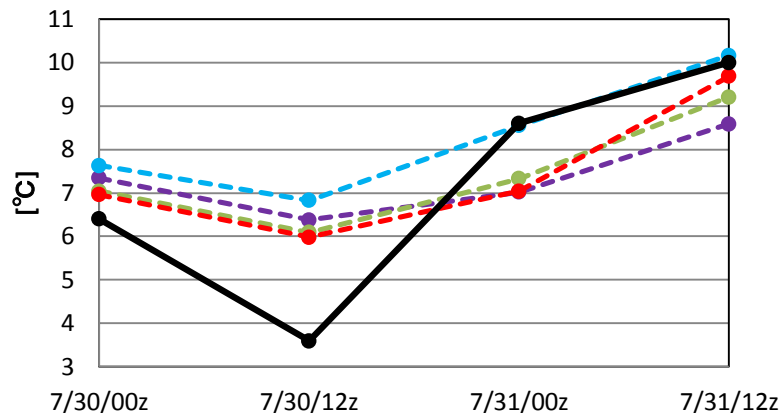
結果3

2011 三沢

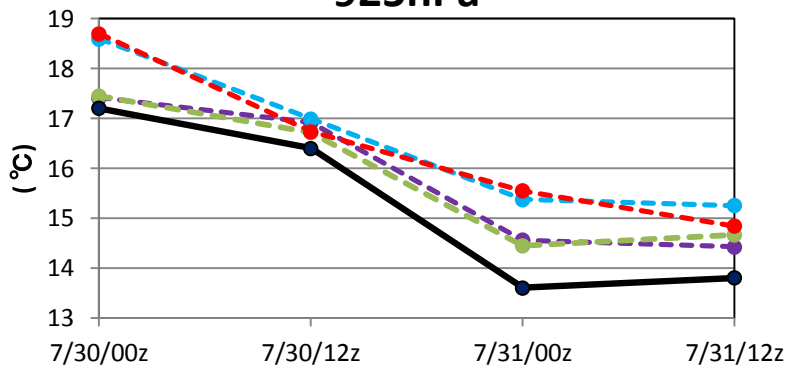
1000hPa



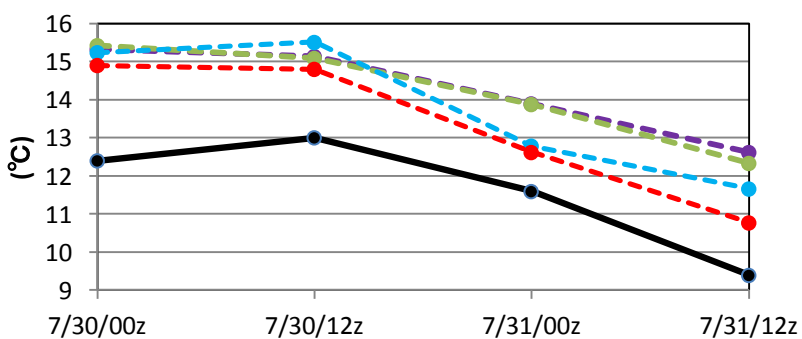
700hPa



925hPa



850hPa

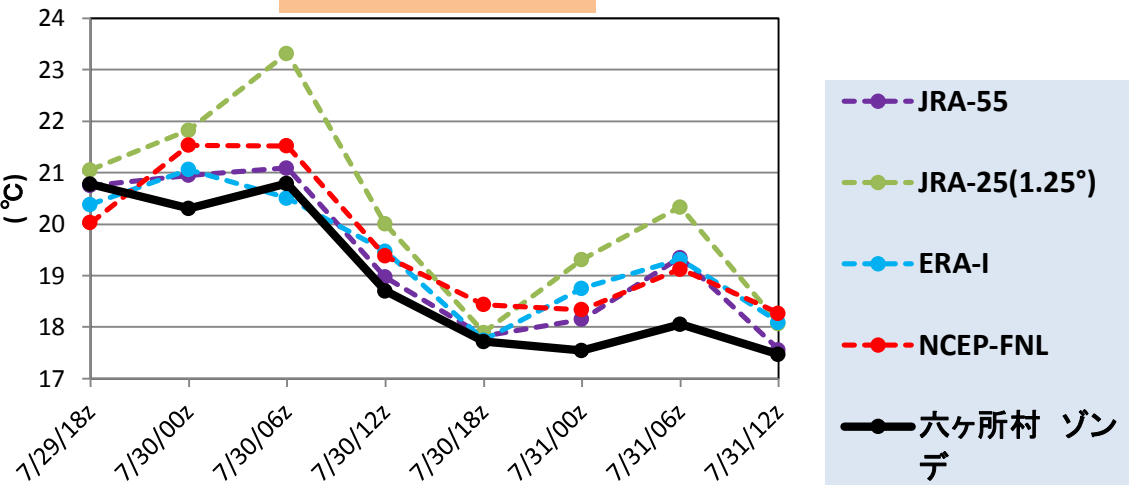


- JRA-55
- JRA-25(1.25)
- ERA-I
- NCEP-FNL
- 三沢 ソンデ

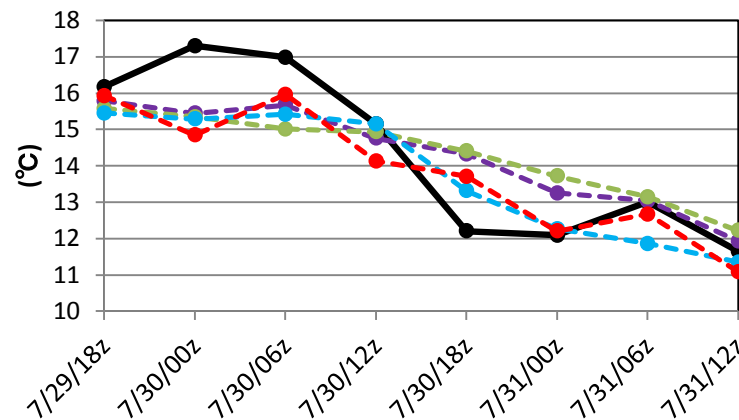
結果3

2011 六ヶ所村

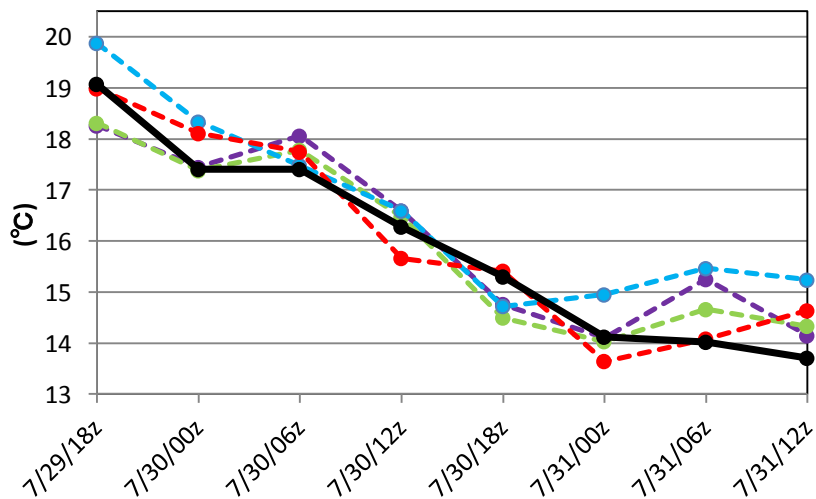
2011 1000hPa



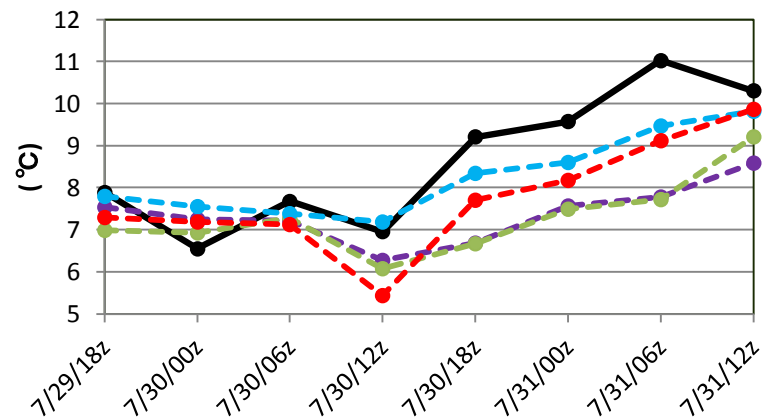
850hPa



925hPa



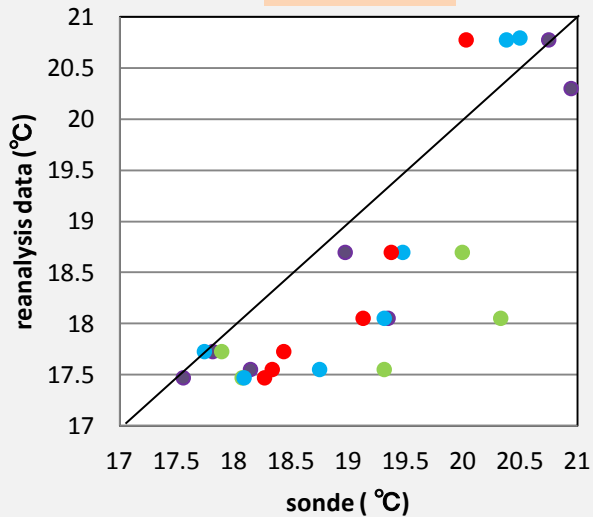
700hPa



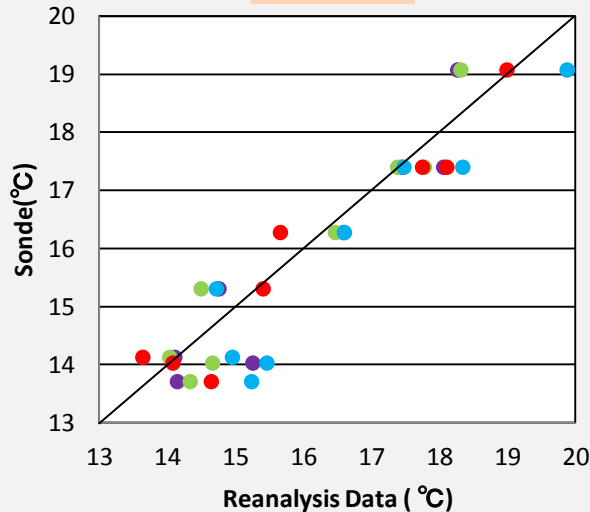
結果3

2011 六ヶ所村 散布図

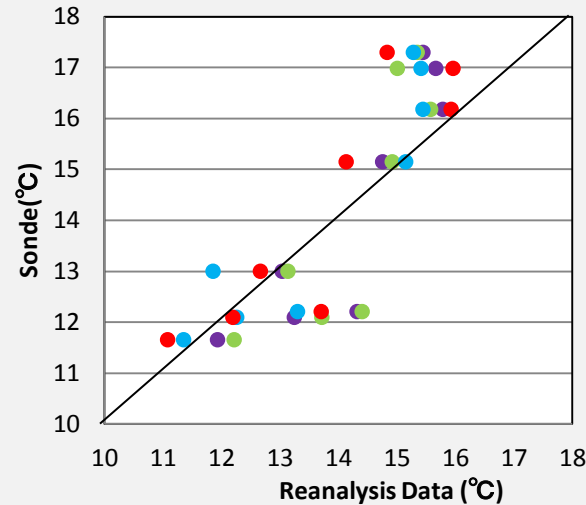
1000hPa



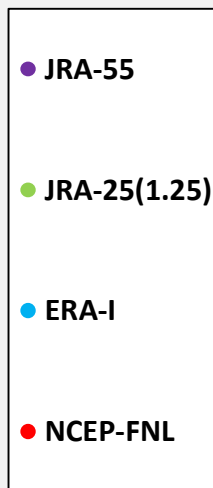
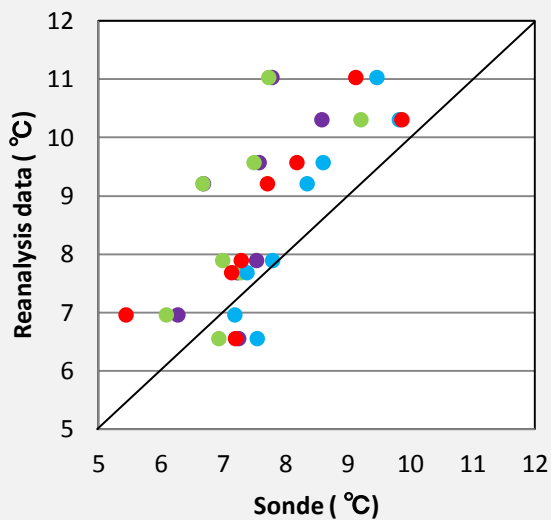
925hPa



850hPa



700hPa

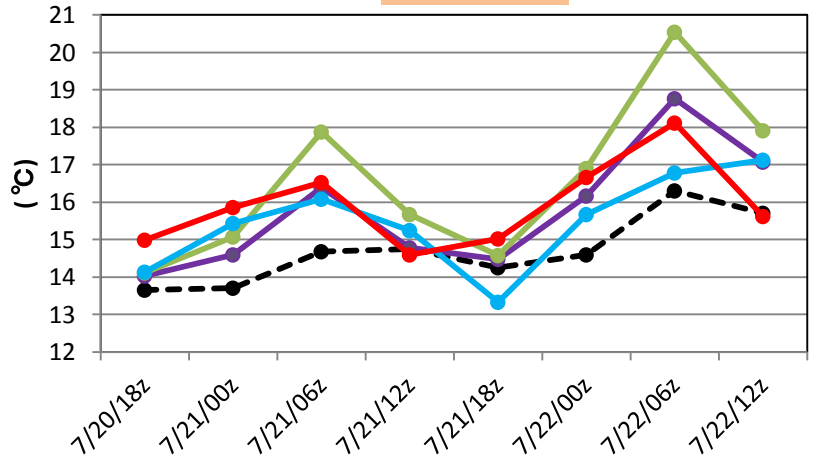


相関係数	JRA-55	JRA25 (1.25°)	ERA-I	NCEP-FNL
1000hPa	0.9837	0.8794	0.9044	0.9125
925hPa	0.9441	0.9595	0.9322	0.9635
850hPa	0.8857	0.8342	0.9164	0.8872
700hPa	0.6221	0.6769	0.9343	0.8605

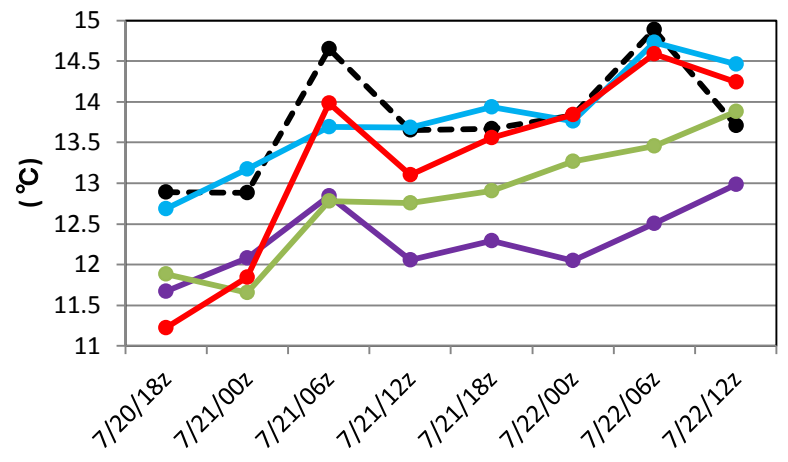
結果3

2012 六ヶ所村

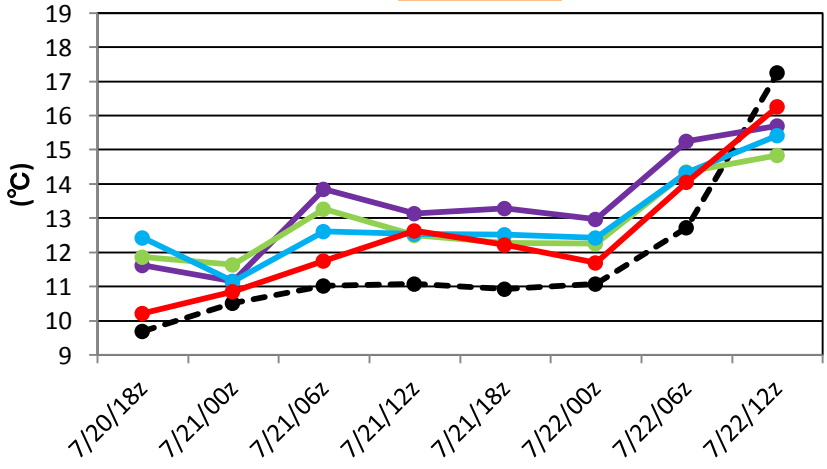
1000hPa



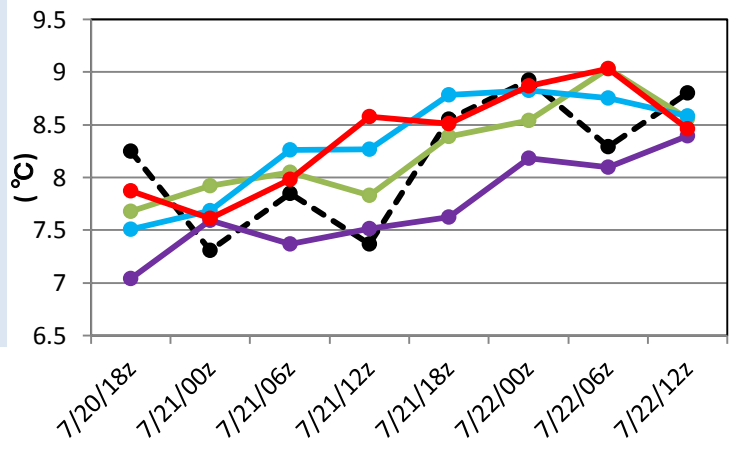
850hPa



925hPa



700hPa

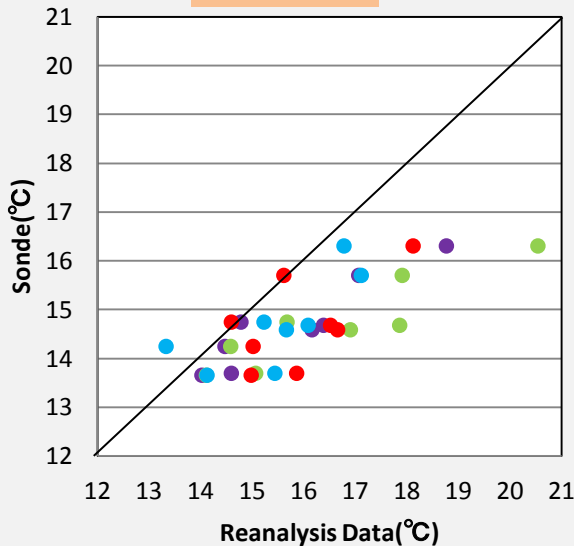


- 六ヶ所村ゾンデ
- JRA-55
- JRA-25(1.25)
- ERA-I
- NCEP-FNL

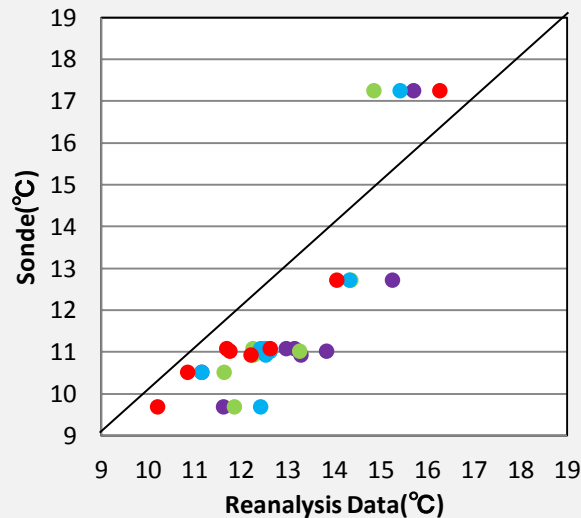
結果3

2012 六ヶ所村 散布図

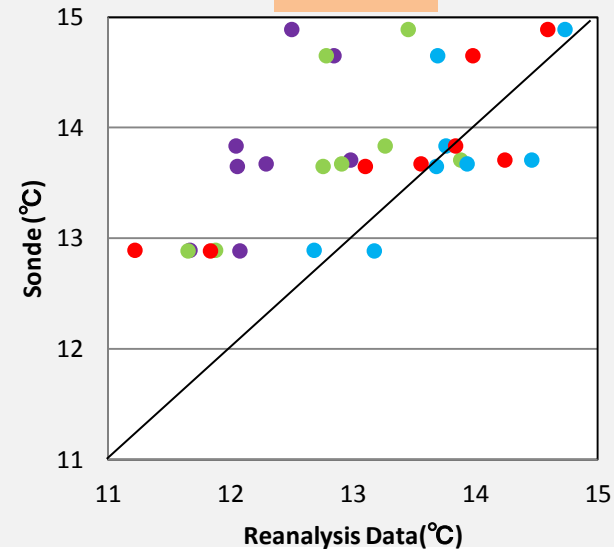
1000hPa



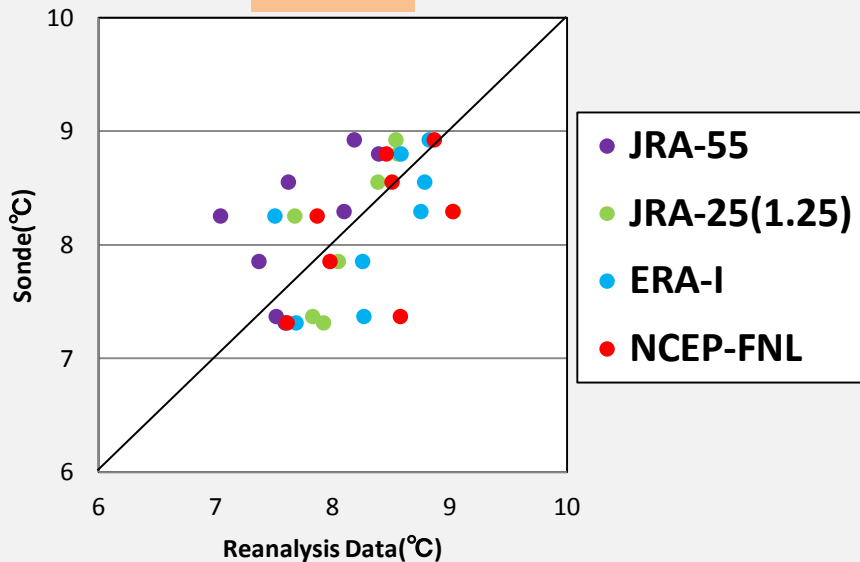
925hPa



850hPa



700hPa

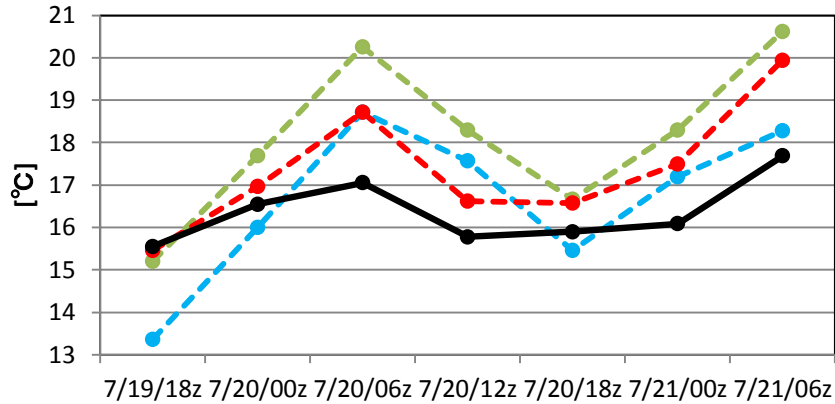


相関係数	JRA-55	JRA-25 (1.25°)	ERA-I	NCEP-FNL
1000hPa	0.9242	0.9104	0.7505	0.6112
925hPa	0.8120	0.8638	0.8898	0.9513
850hPa	0.6420	0.6589	0.7456	0.8605
700hPa	0.5701	0.6126	0.6085	0.5332

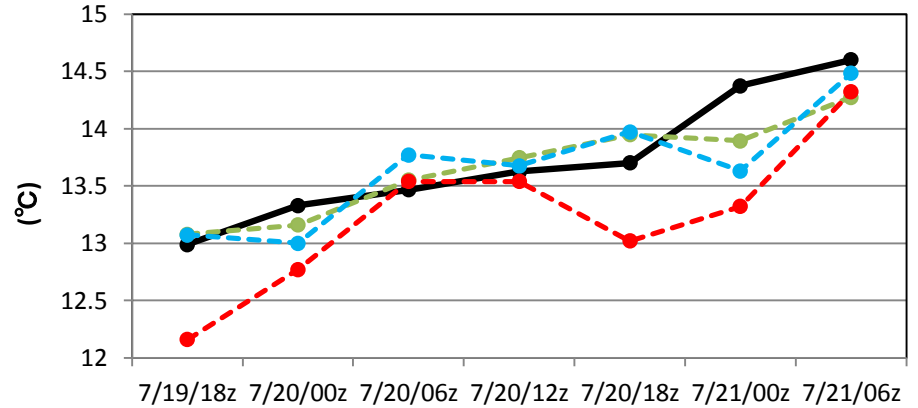
結果3

2013 六ヶ所村

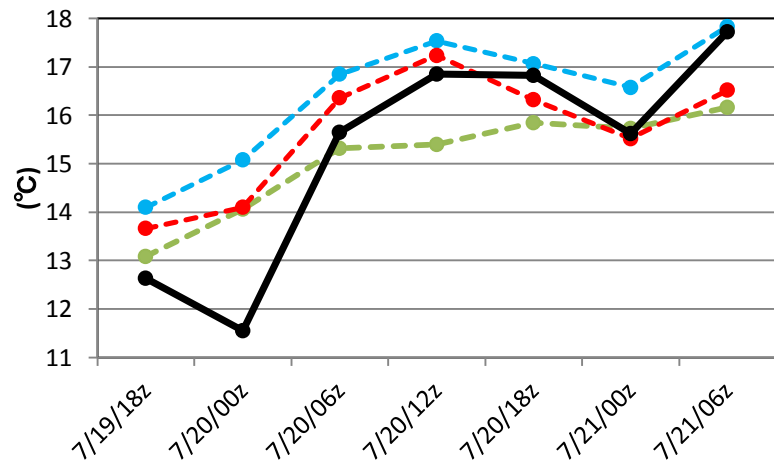
2013 1000hPa Temp lat 41 lon 141.3



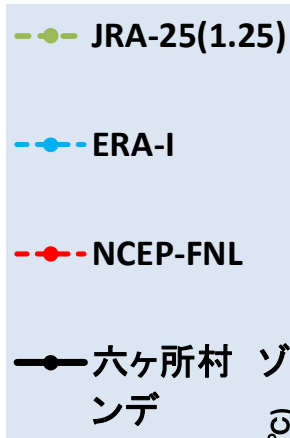
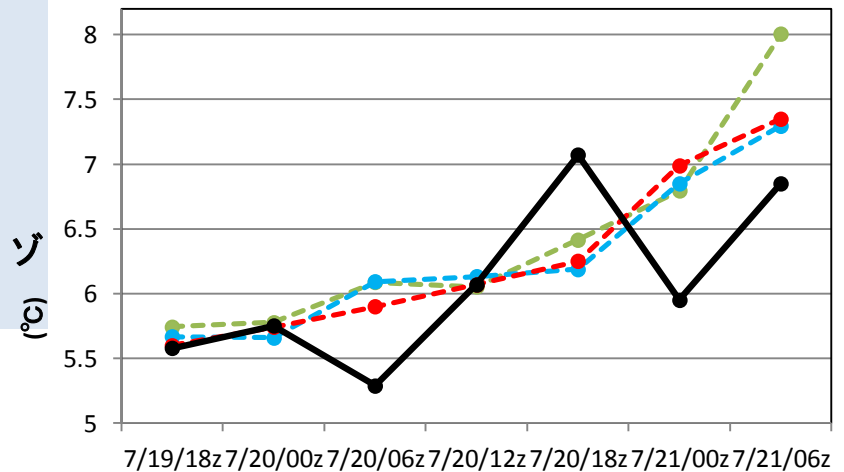
2013 850hPa Temp lat 41 lon 141.3



2013 925hPa Temp lat 41 lon 141.3



2013 700hPa Temp lat 41 lon 141.3



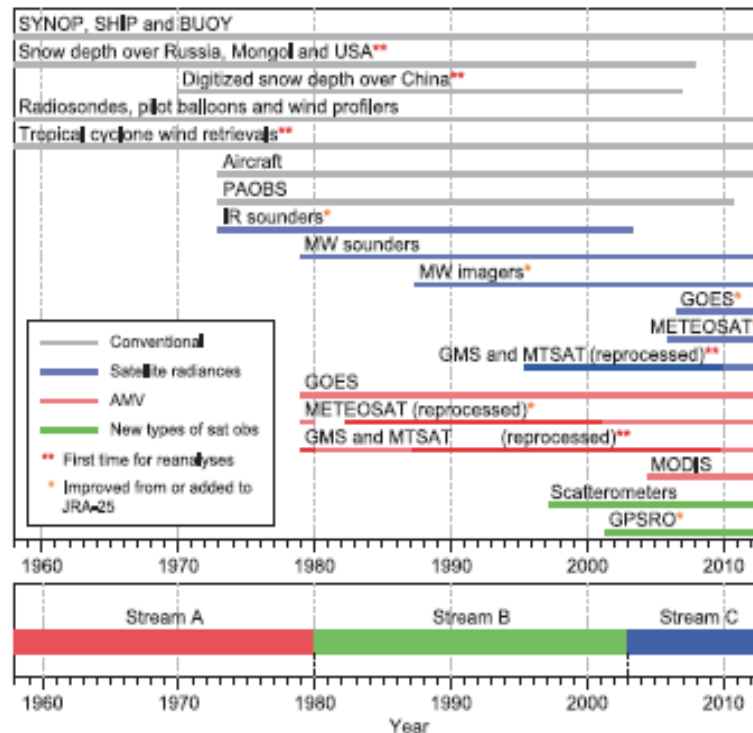
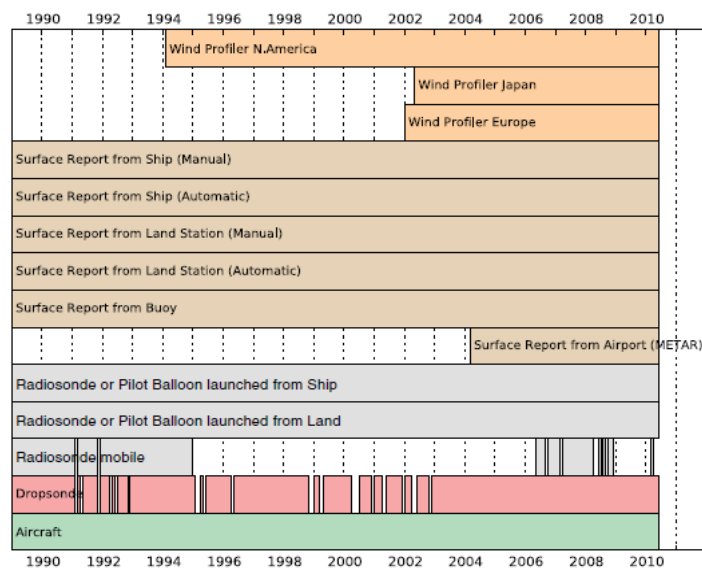
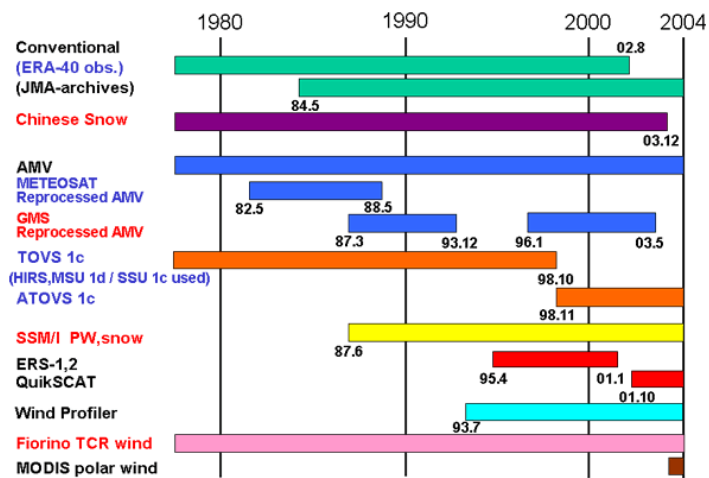
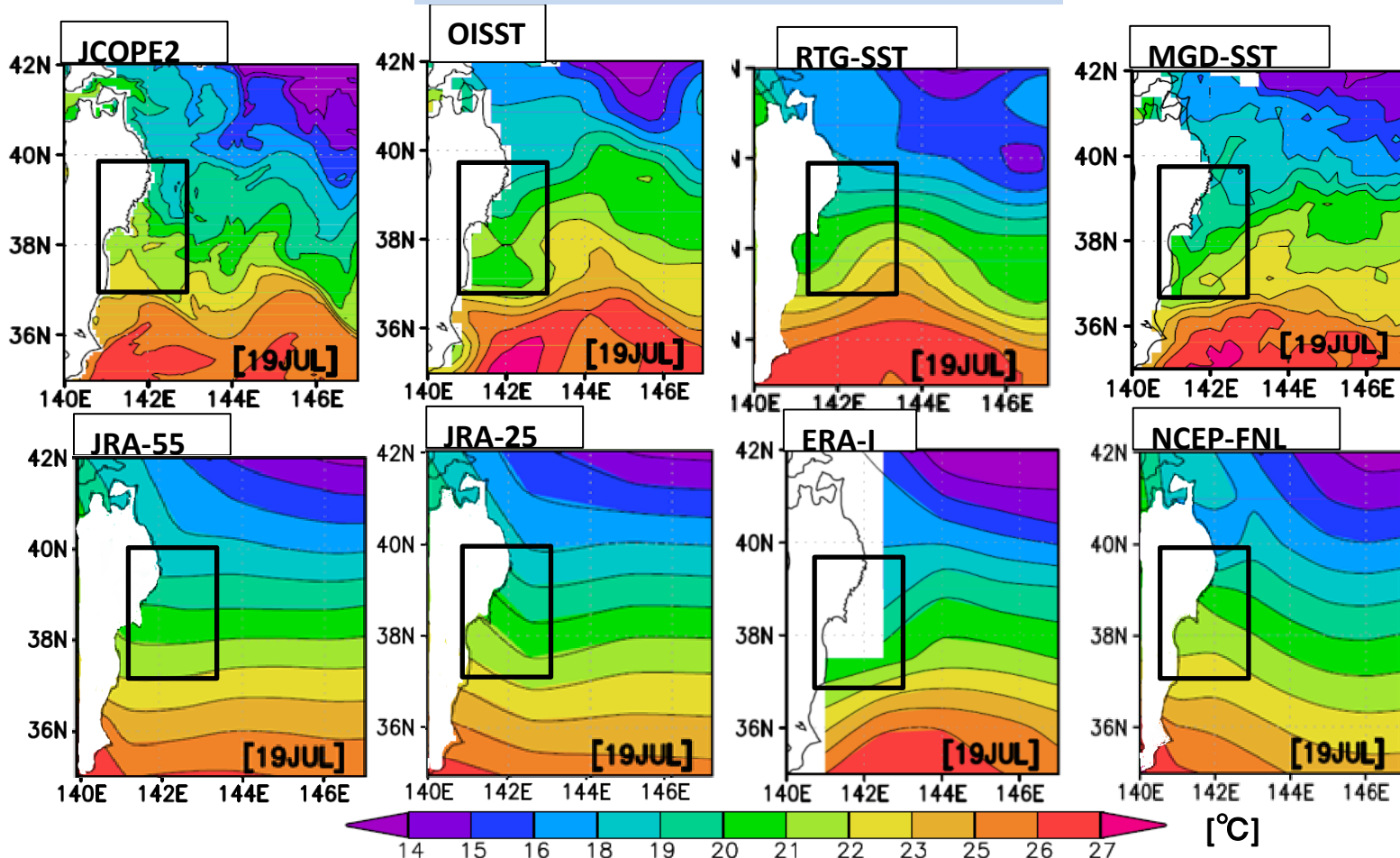


Fig. 1*. List of observational data available for JRA-55 with their period (top) and streams of JRA-55 production (bottom). 55 years are separated into three parts of years depending on availability of satellite data type. Note that the final list is subject to change depending on progress in development.

結果1

SSTの分布図:2012年7月19日

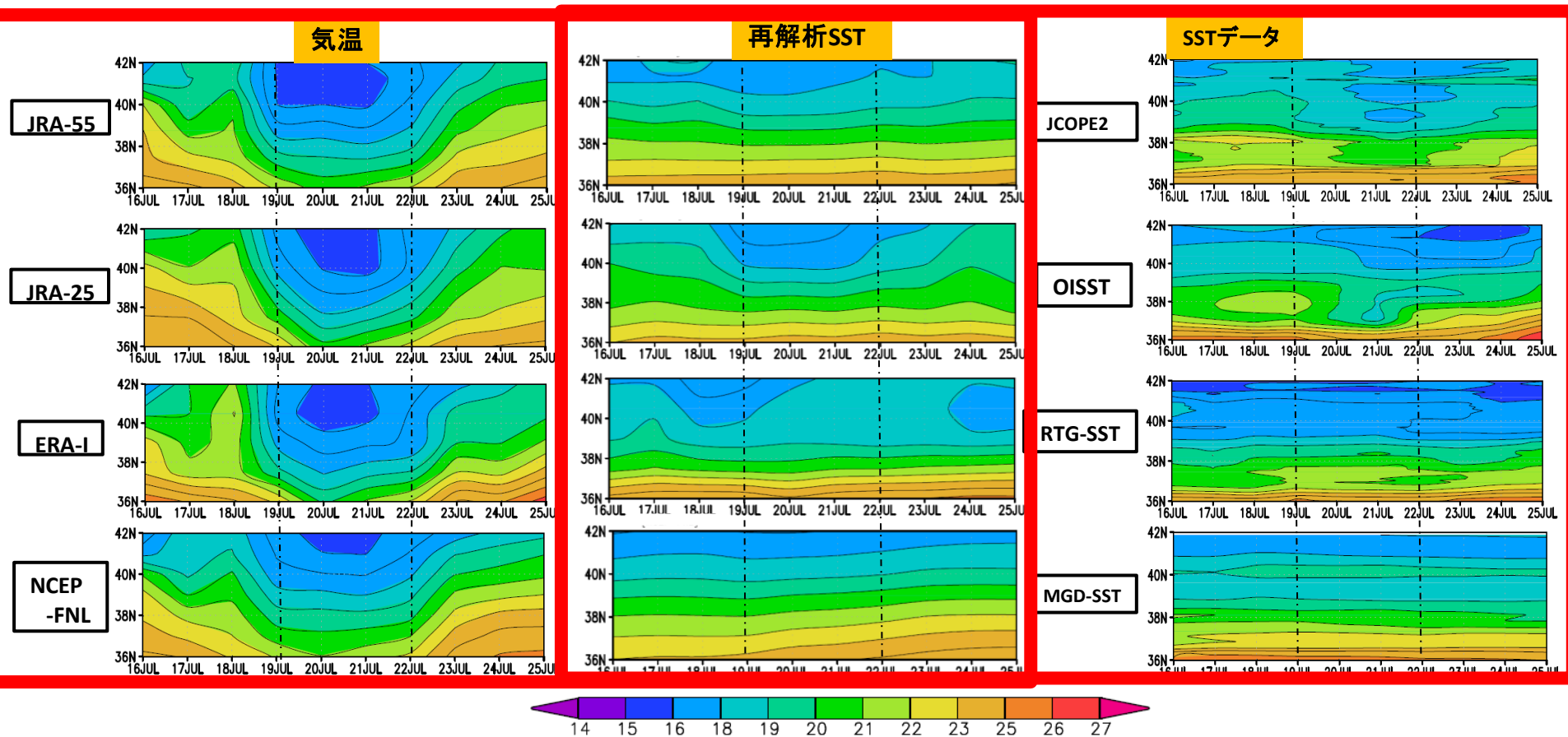


- 親潮の貫入
再解析SST ⇒ JRA-25、NCEP-FNLは表現されていない
SSTデータ ⇒ JCOPE2は親潮の貫入の南下が弱い

結果2

2012年と同様な特徴

2012年：東経142.5° 線上の南北時間断面図



- どの再解析データもヤマセによる **気温の低下** ⇔ **SST低い**
- SSTデータは微細なSSTの時間変動が見られる
- SSTフロントの再現の違い⇒**SSTの差大**