

**"จริงหรือไม่ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
ส่งผลให้เกิดพิบัติภัยธรรมชาติรุนแรงขึ้น"**

Climate change and Climate extremes

ดร.ชลัมภ์ อุ่นอารีย์

นักอุตุนิยมวิทยา

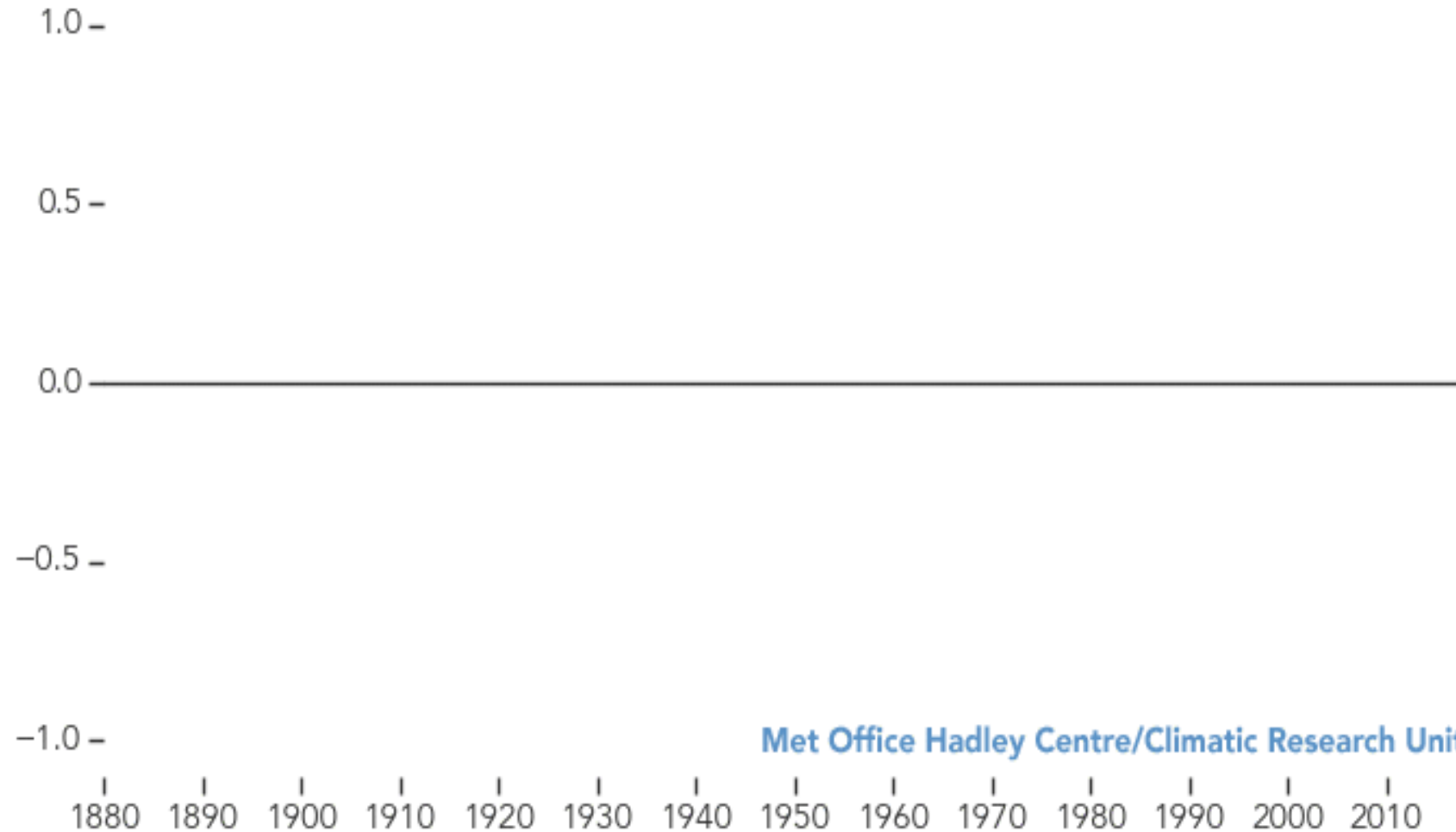
ศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา

“สภาวิศวกร” วันที่ 14 กันยายน 2565

ความผันแปรและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

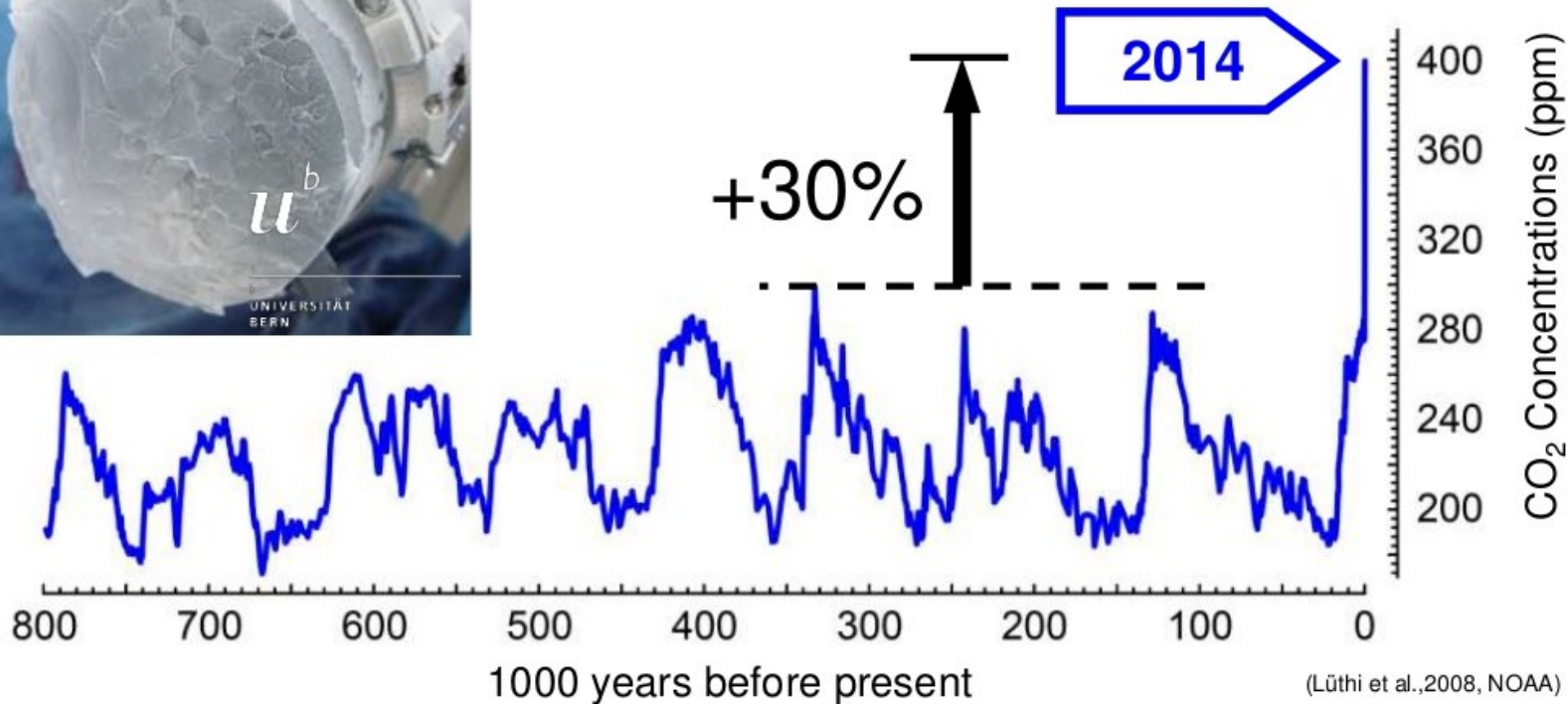
A World of Agreement: Temperatures are Rising

Global Temperature Anomaly (°C)



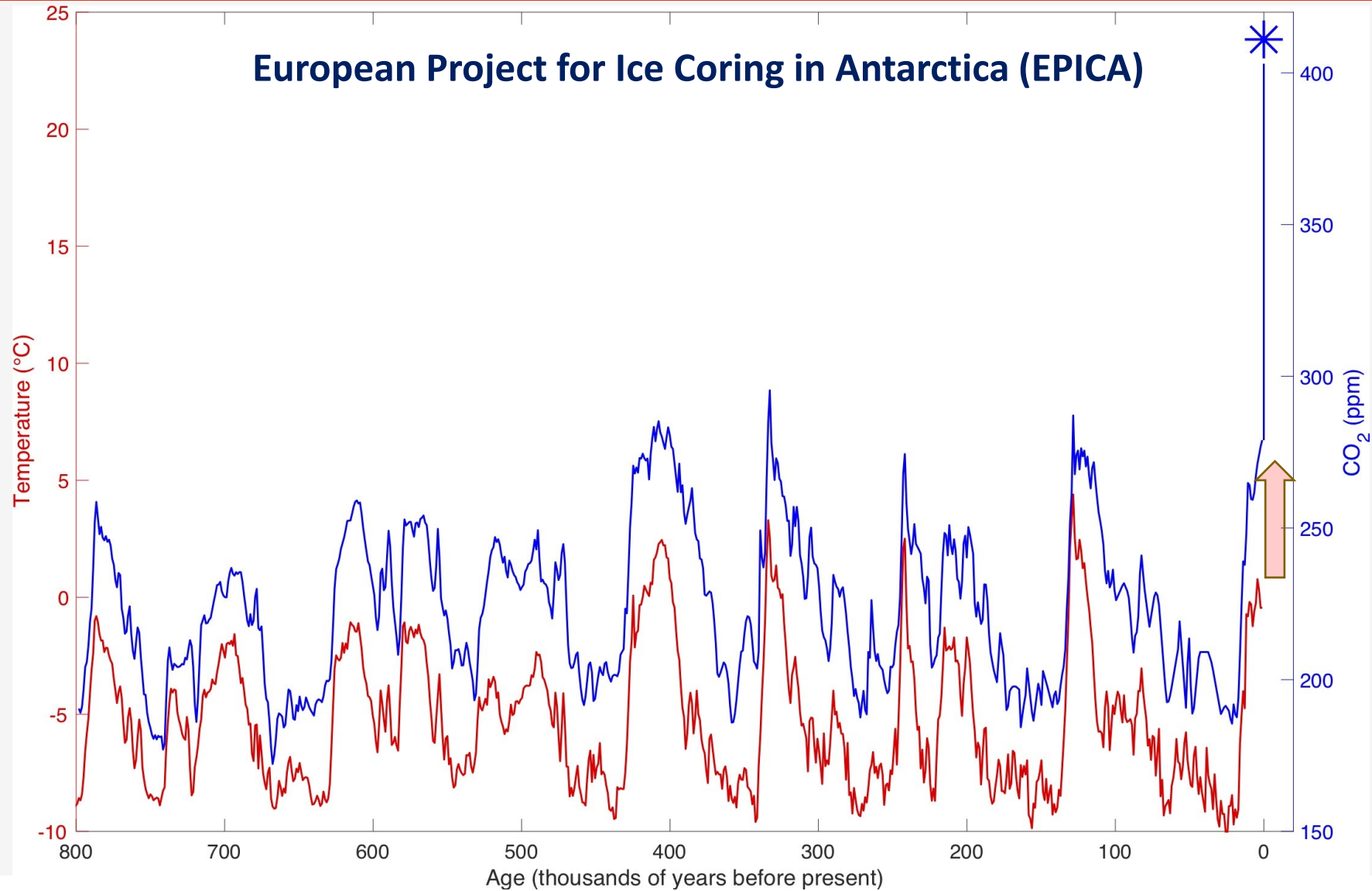
Met Office Hadley Centre/Climatic Research Unit

ข้อมูลจากแกนน้ำแข็งในแอนตาร์กติกาตะวันออก



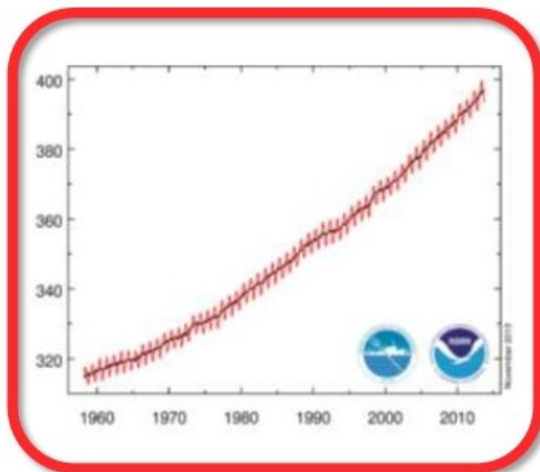
The concentrations of CO₂ have increased to levels unprecedented in at least the last 800,000 years.

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ CO₂ ในชั้นบรรยากาศและอุณหภูมิผิวพื้น



ผลกระทบจากความผันแปรและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

Cause



Worldwide Effects

atmosphere, land, ocean

extreme events

global water cycle

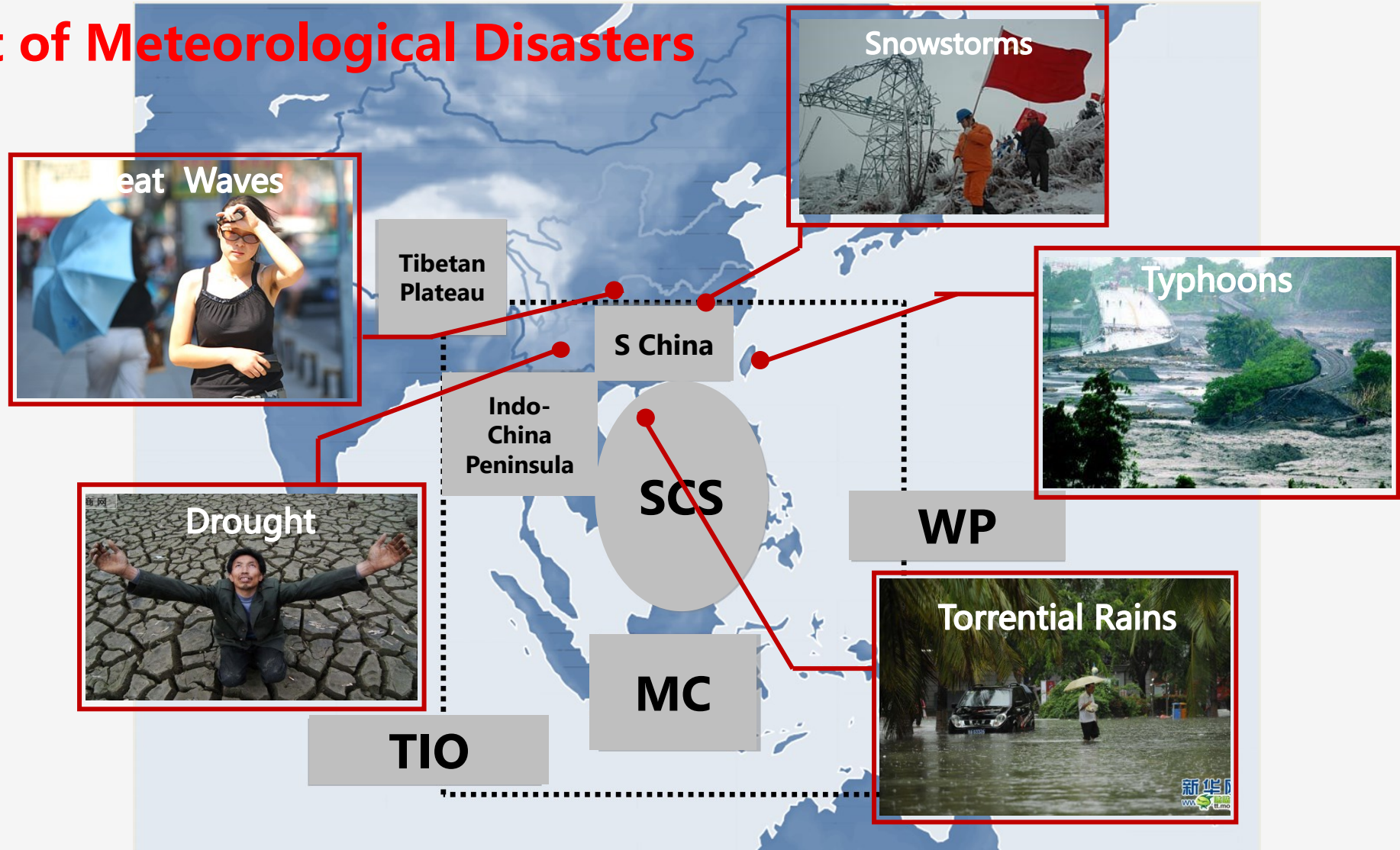
sea ice, glaciers, ice sheets

global mean sea level

Human influence on the climate system is clear.

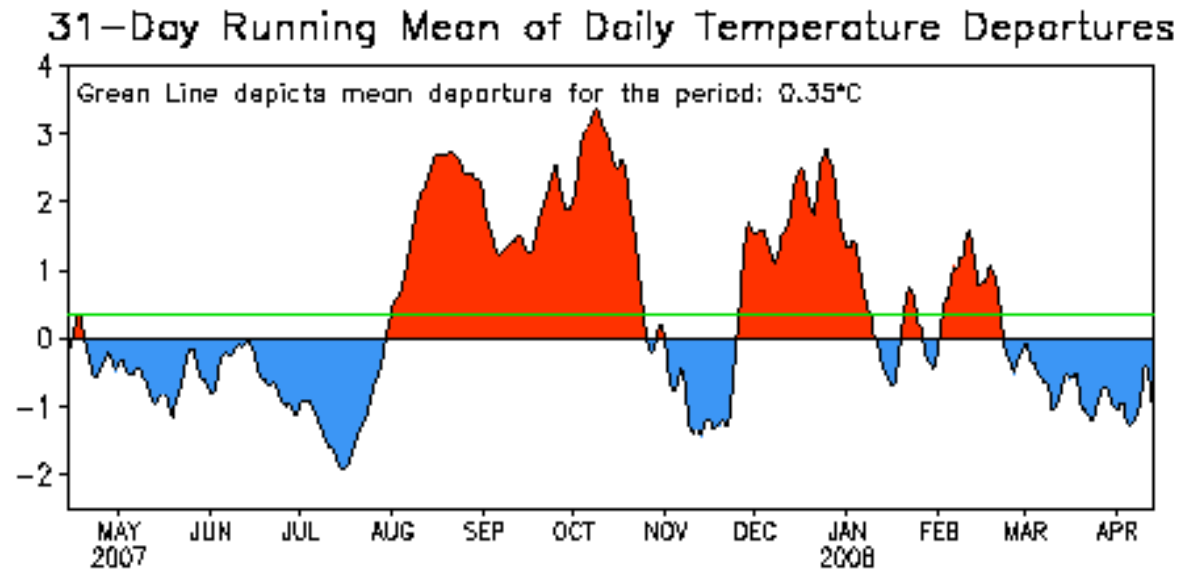
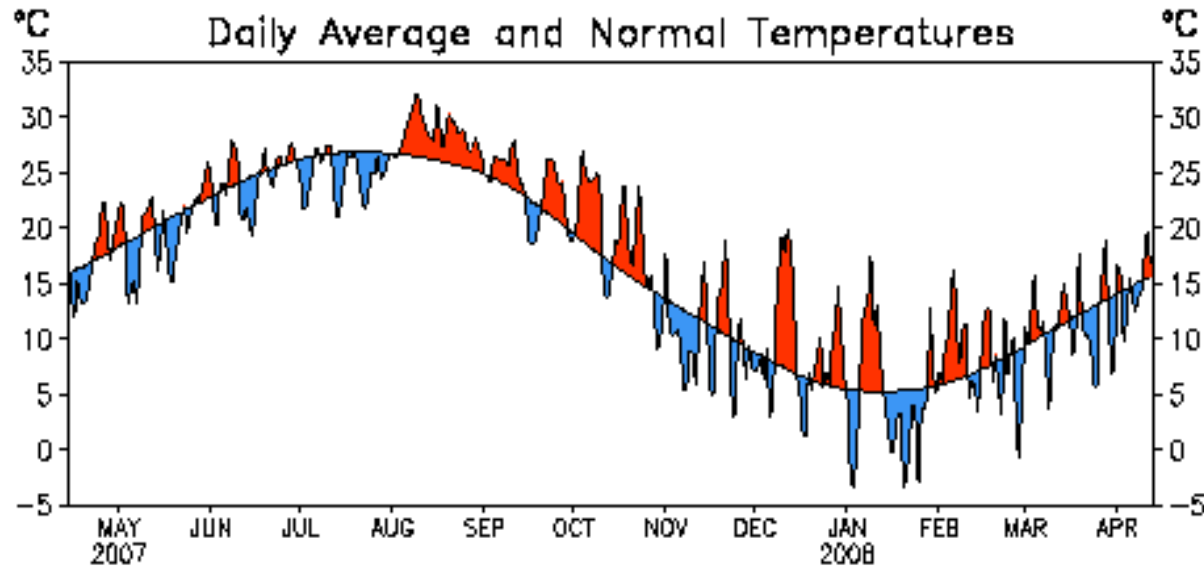
ผลกระทบที่ทำให้เกิดสภาพอากาศและภูมิอากาศสุดขั้ว

◆ Impact of Meteorological Disasters



Weather Stations and Data Analysis

Seasonal Cycle and Climatology

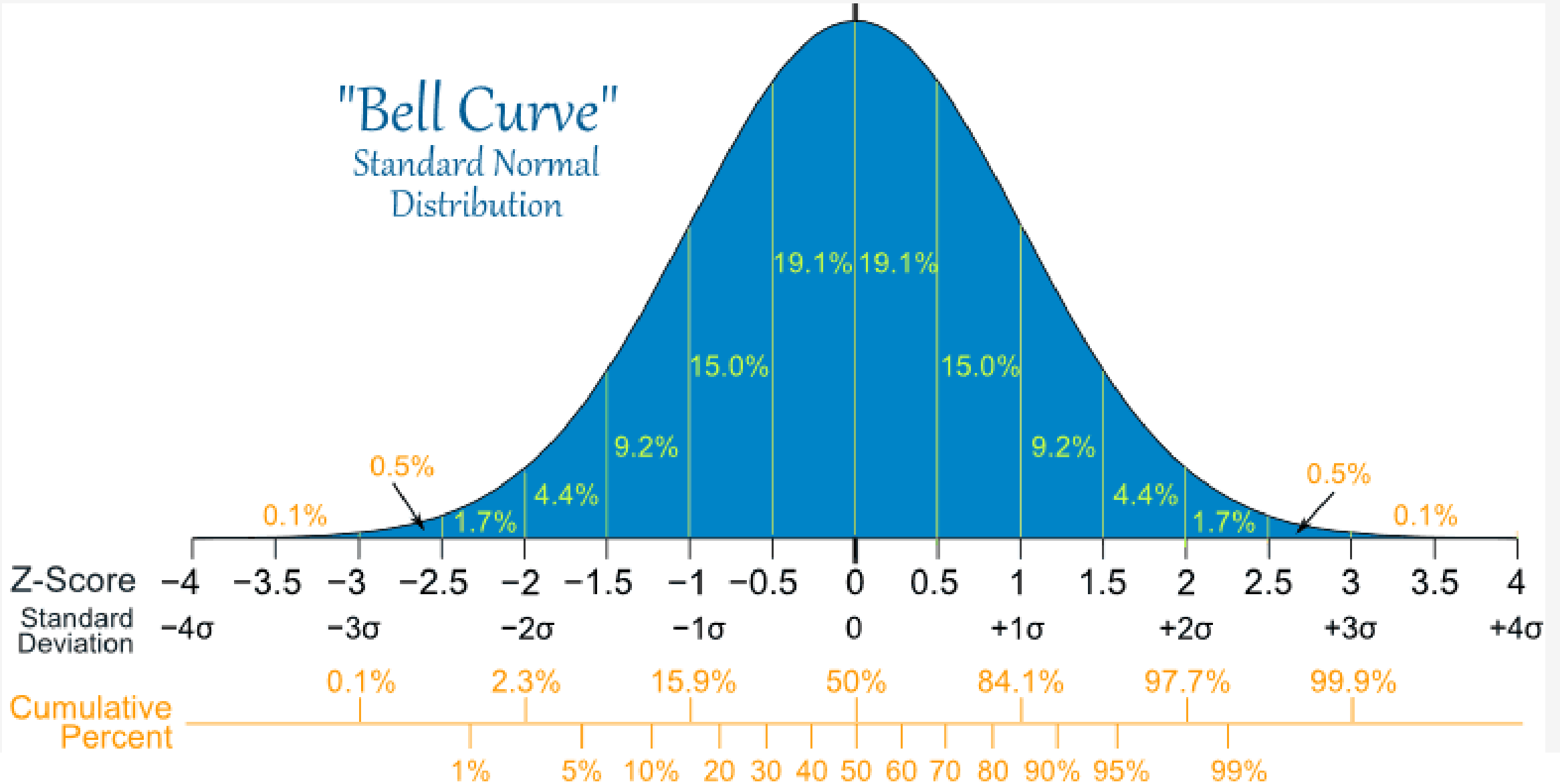


“Anomaly” or
“Departures” with the
seasonal cycle removed
(31-day running means).

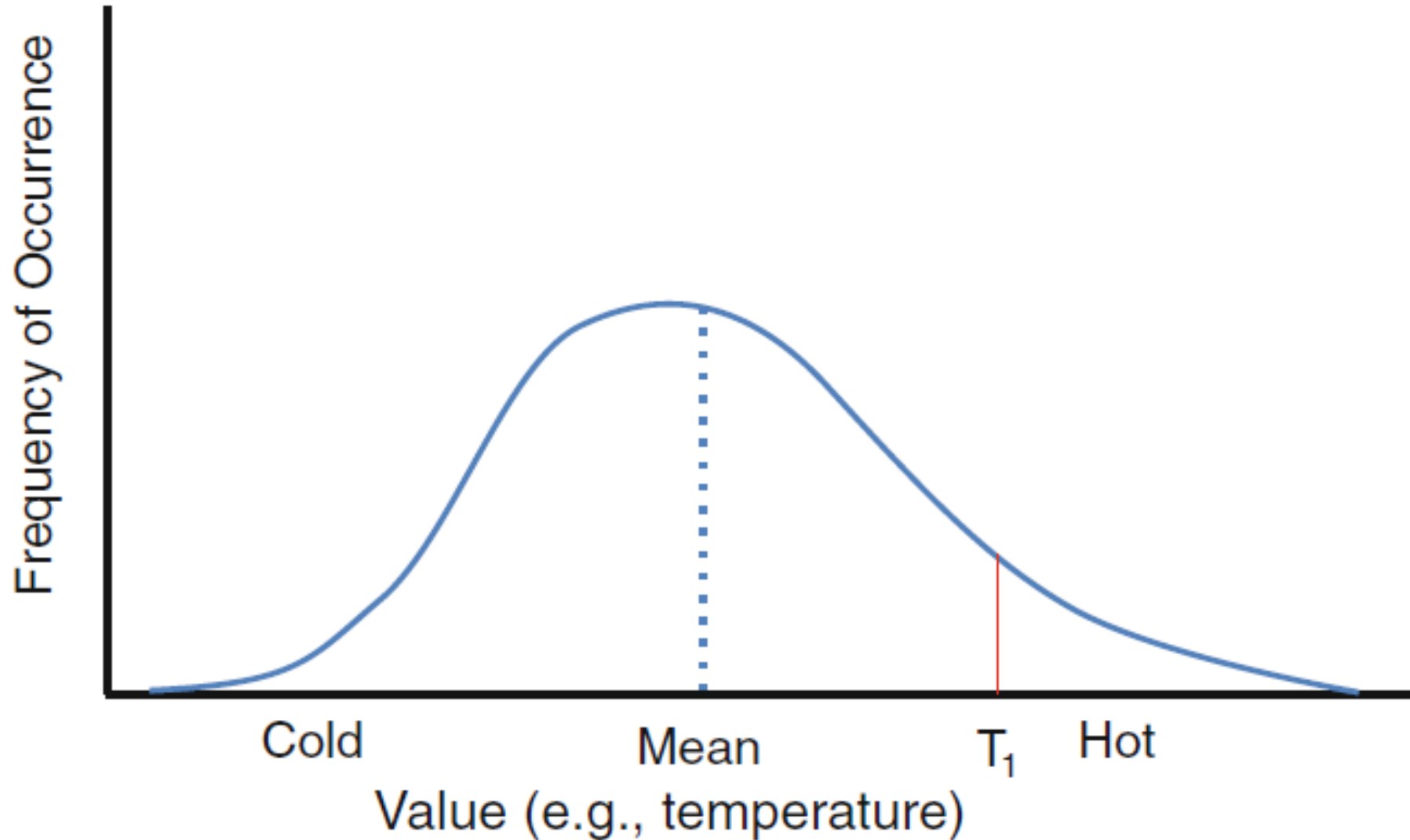
Common practice to
subtract out climatology
monthly means
period:1981-2010

Standard Normal Distribution

"Bell Curve"
Standard Normal
Distribution

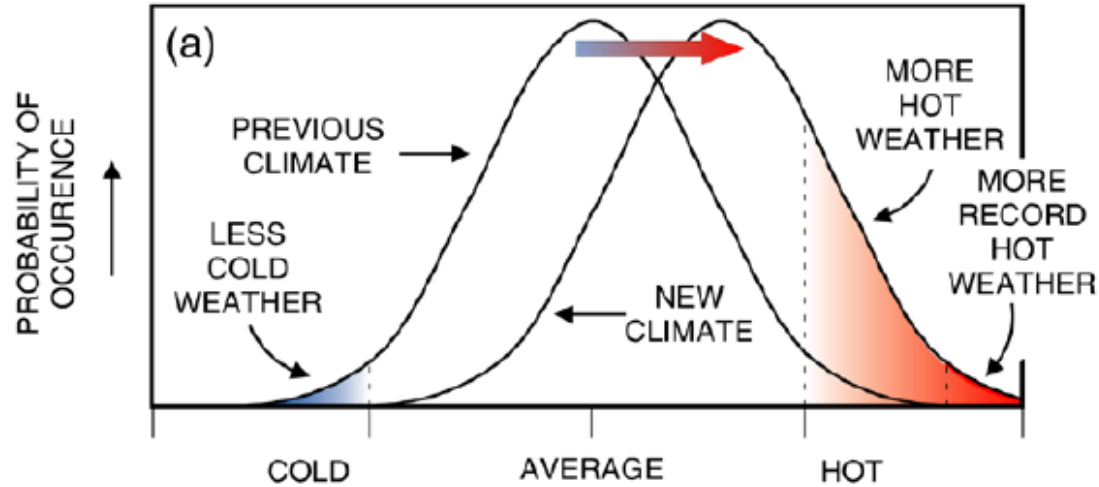


What is Climate and Climate Normal?

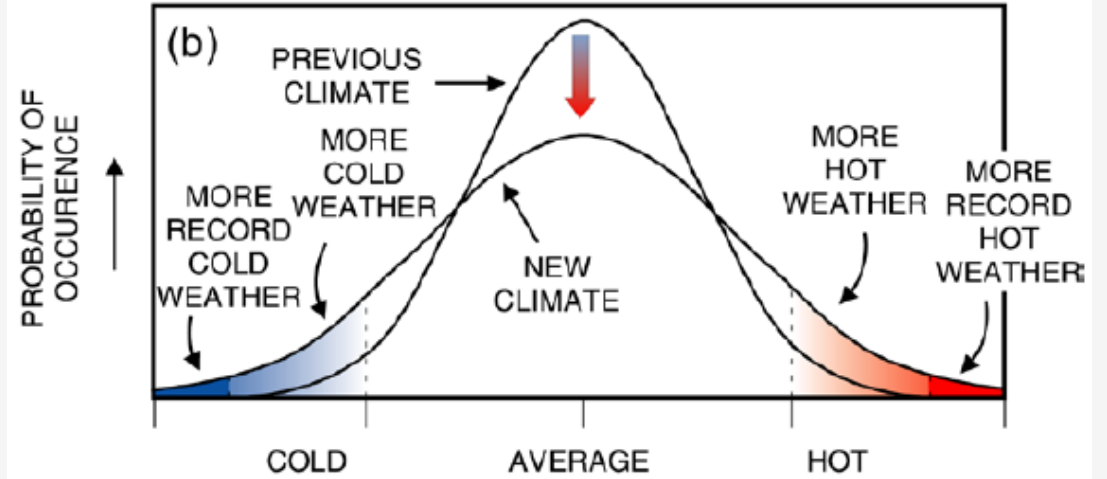


What is a new Climate Normal?

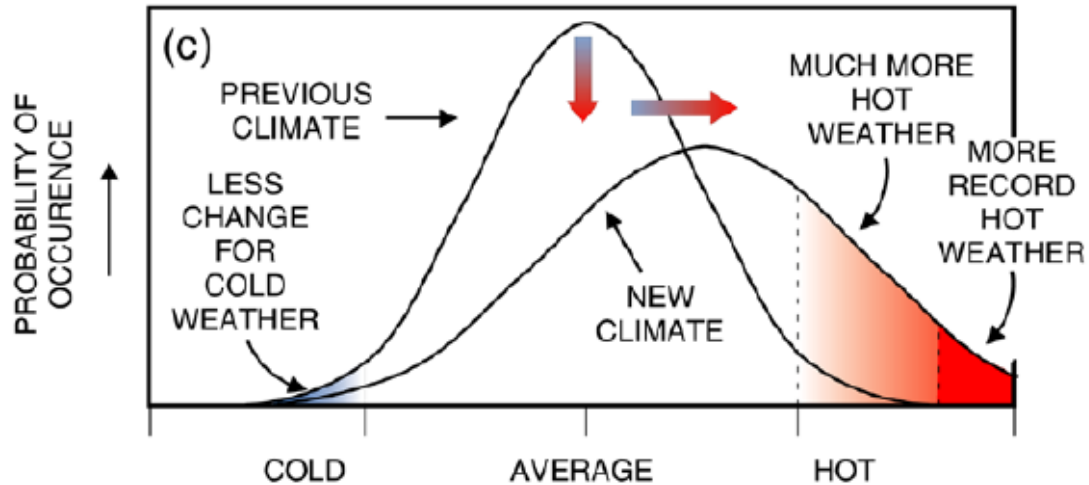
INCREASE IN MEAN



INCREASE IN VARIANCE



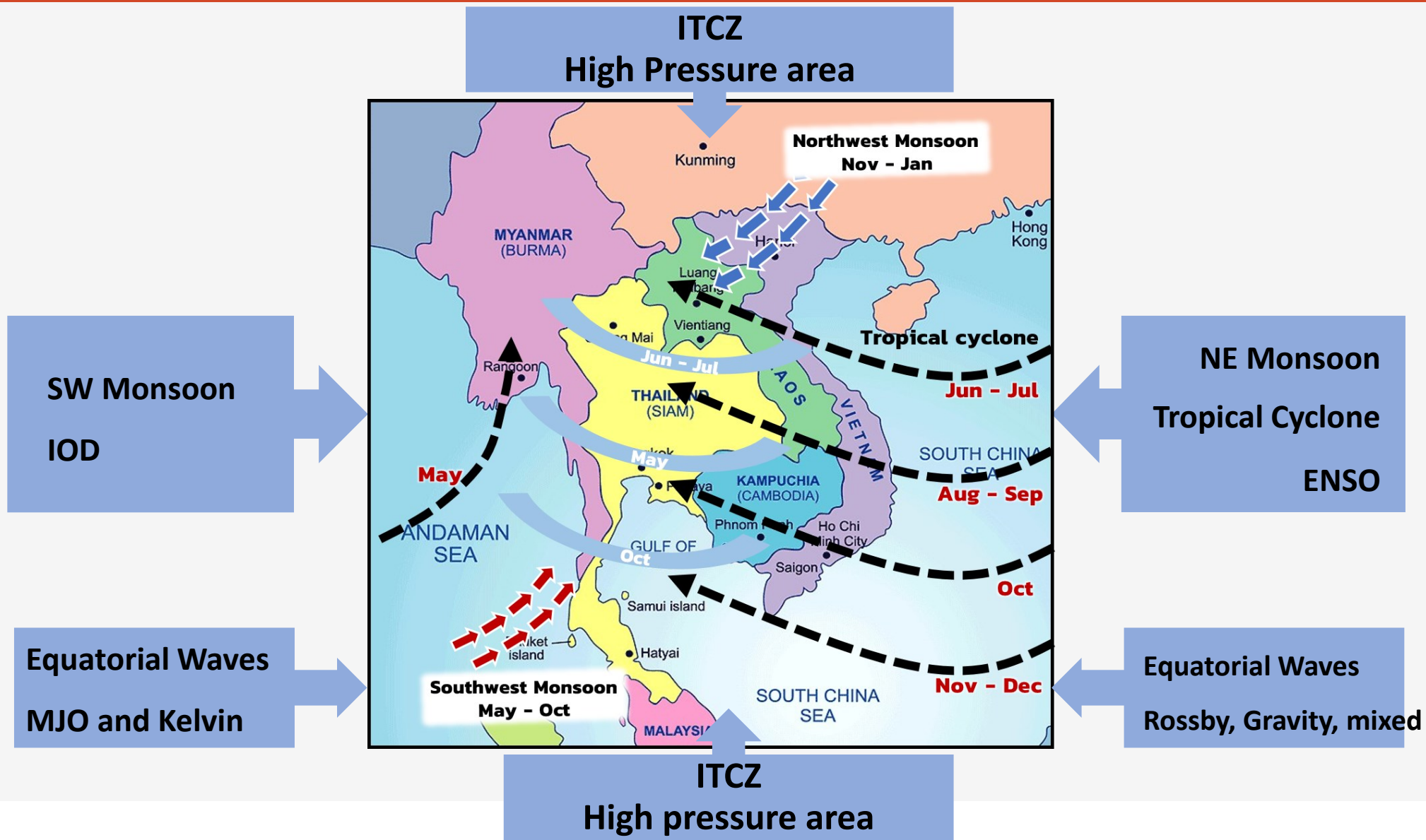
INCREASE IN MEAN AND VARIANCE



Thailand !!!

Impact of Climate Change to Climate Drivers

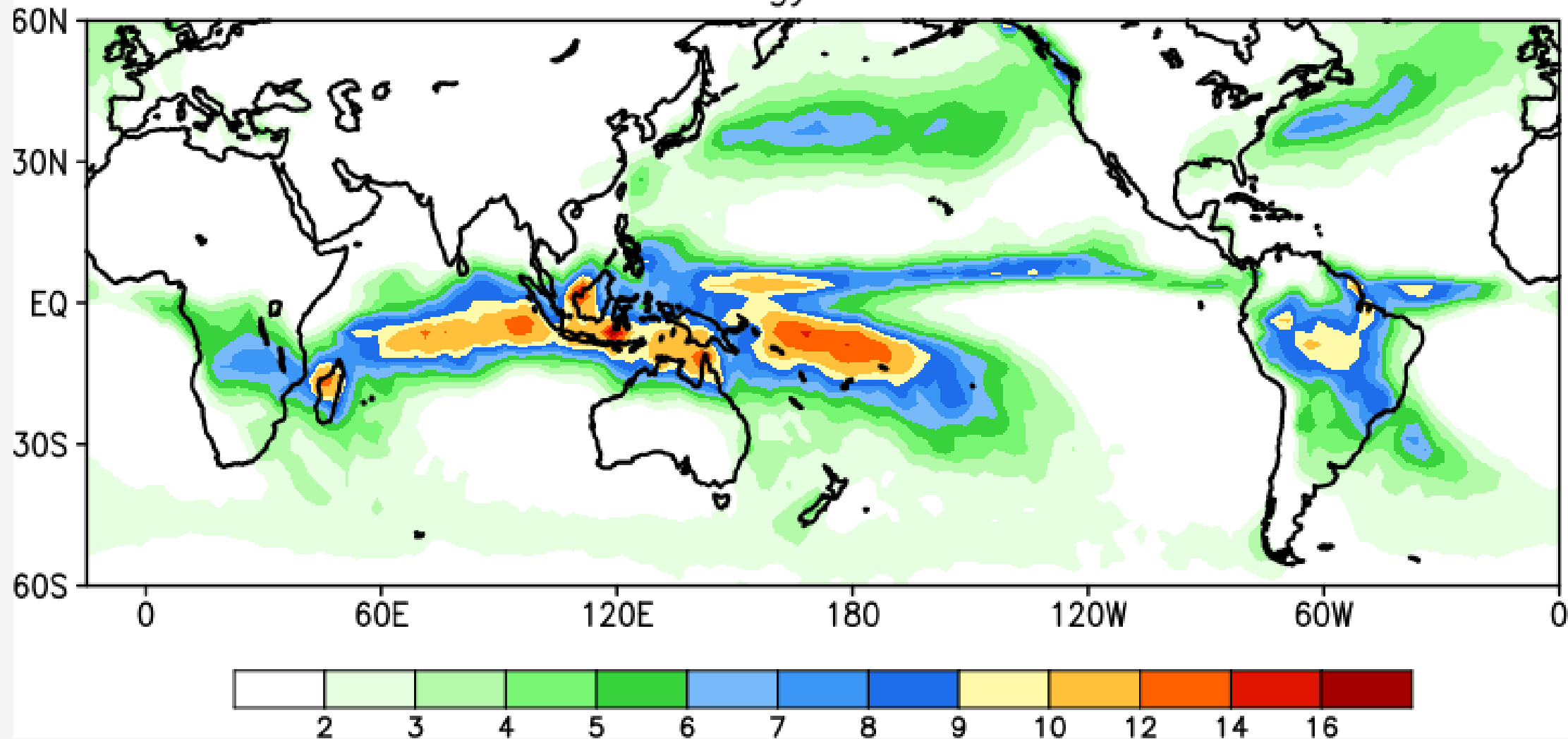
Climate Drivers over Thailand



**ตำแหน่งและการเคลื่อนที่ของแนว ITCZ
ที่ส่งผลต่อลมมรสุม (Monsoon)**

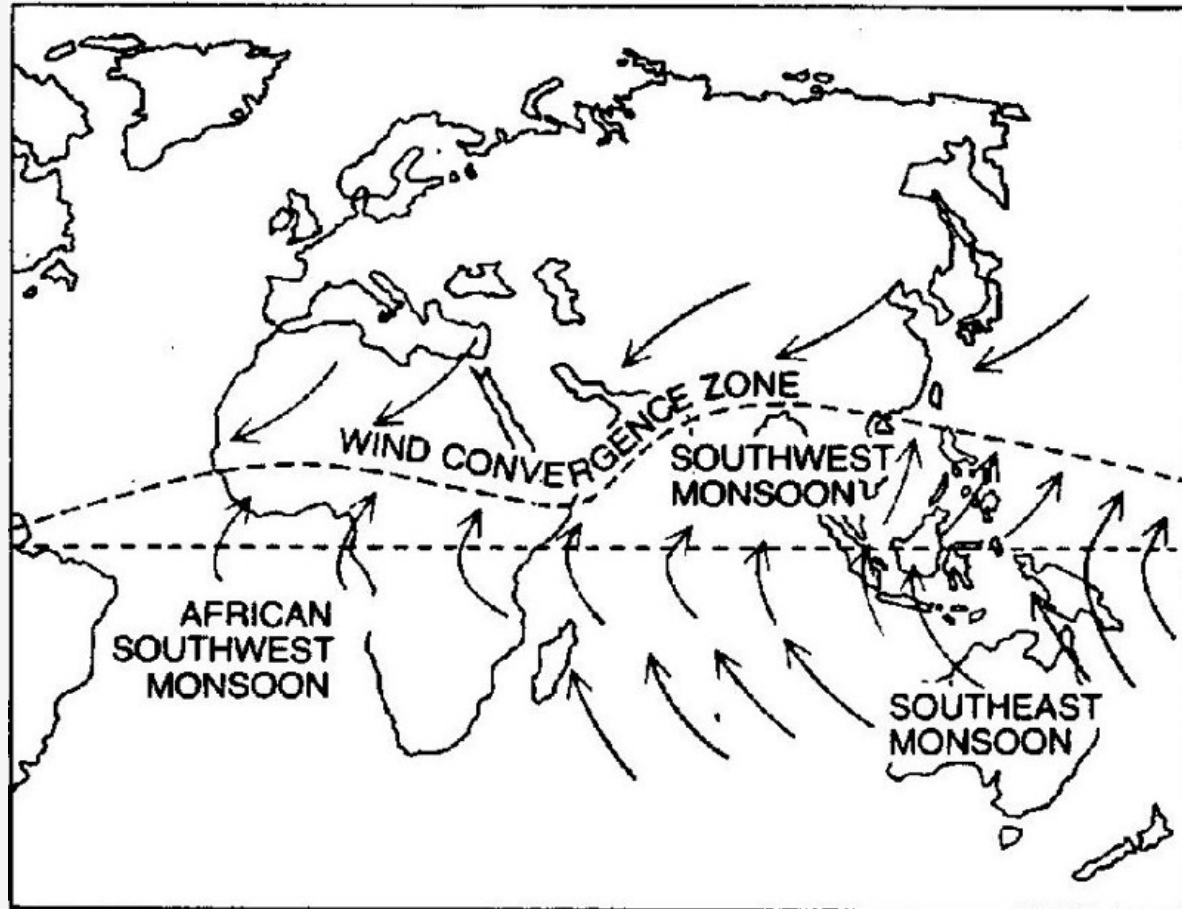
Inter Tropical Convergence Zone (ITCZ)

CMAP ITCZ Climatology Mean JAN 1981–2010

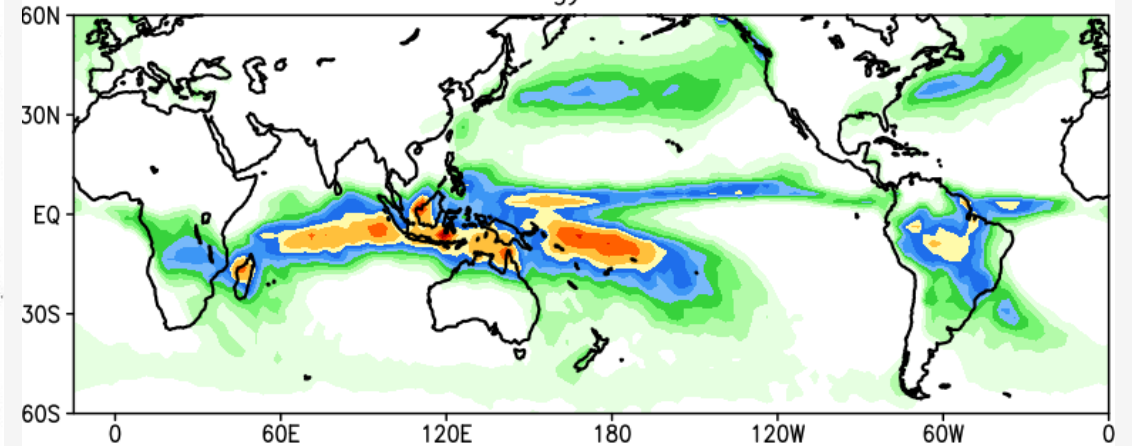


Wind Convergence and ITCZ displacement

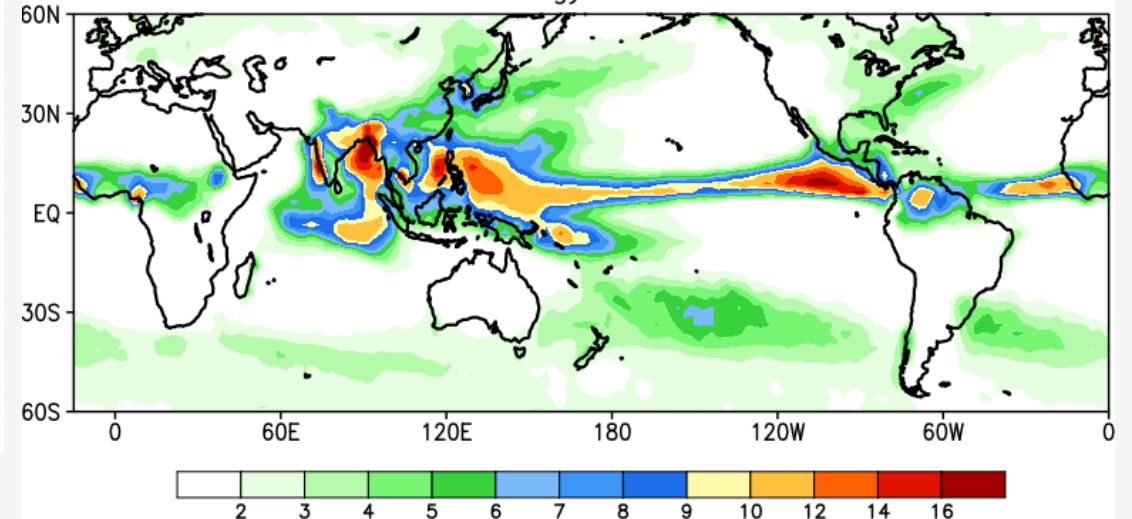
JULY



CMAP ITCZ Climatology Mean JAN 1981–2010



CMAP ITCZ Climatology Mean JUL 1981–2010



CAS FGOALS-f3-L Experiments for CMIP6

Bian HE, Qing BAO, Xiaocong WANG, Linjiong ZHOU, Xiaofei WU, Yimin LIU, et, al.

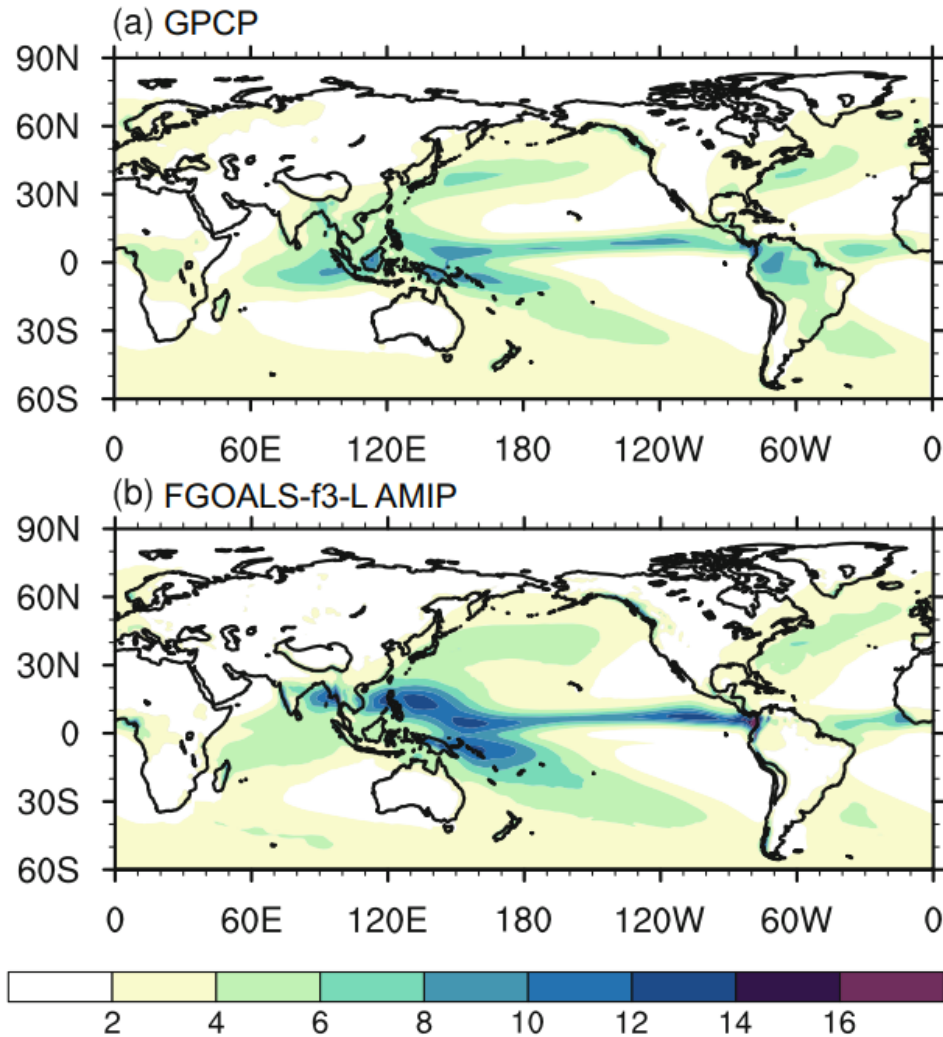


Fig. 1. Climatological (1979–2014) annual mean precipitation (units: mm d^{-1}) from (a) GPCP and (b) the mean of amip r1i1p1f1, r2i1p1f1, and r3i1p1f1.

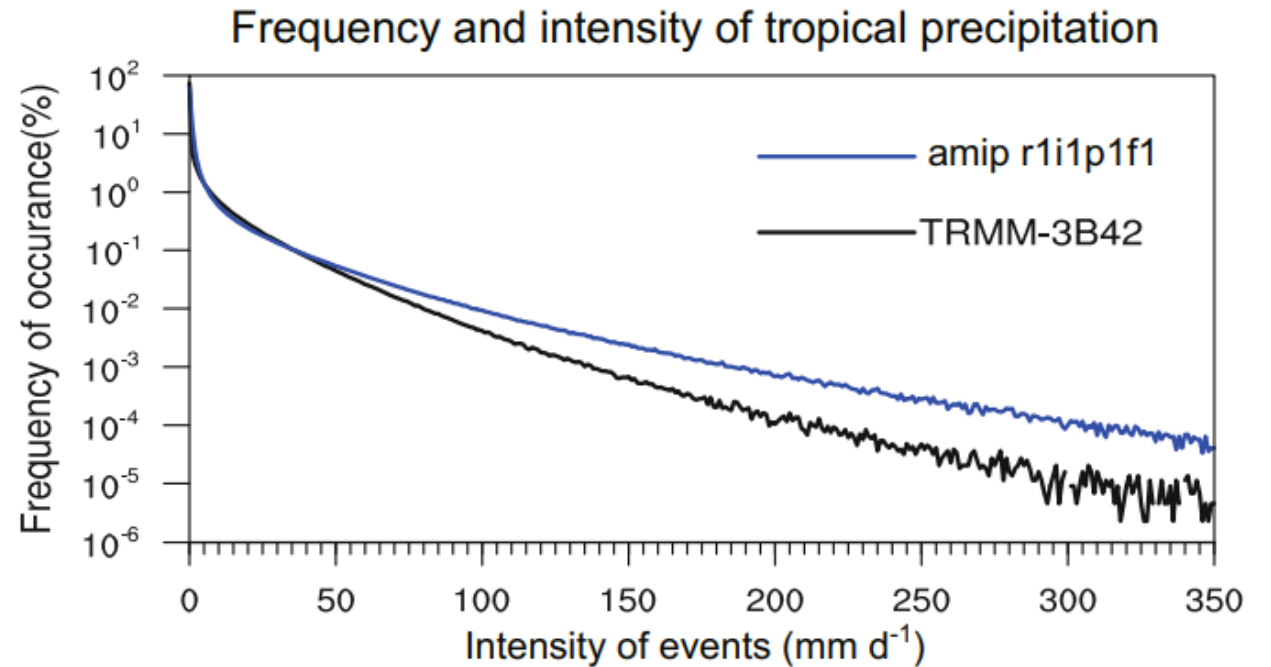


Fig. 4. Annual rainfall frequency–intensity distribution in TRMM-3B42 (black line) and CAS FGOALS-f3-L AMIP r1i1p1f1 (blue line) from 1998–2010. The domain is the tropical region (20°S – 20°N).

The amip r1i1p1f1 experiment, model integration starts with the SST and sea-ice concentration prescribed as the observed values.

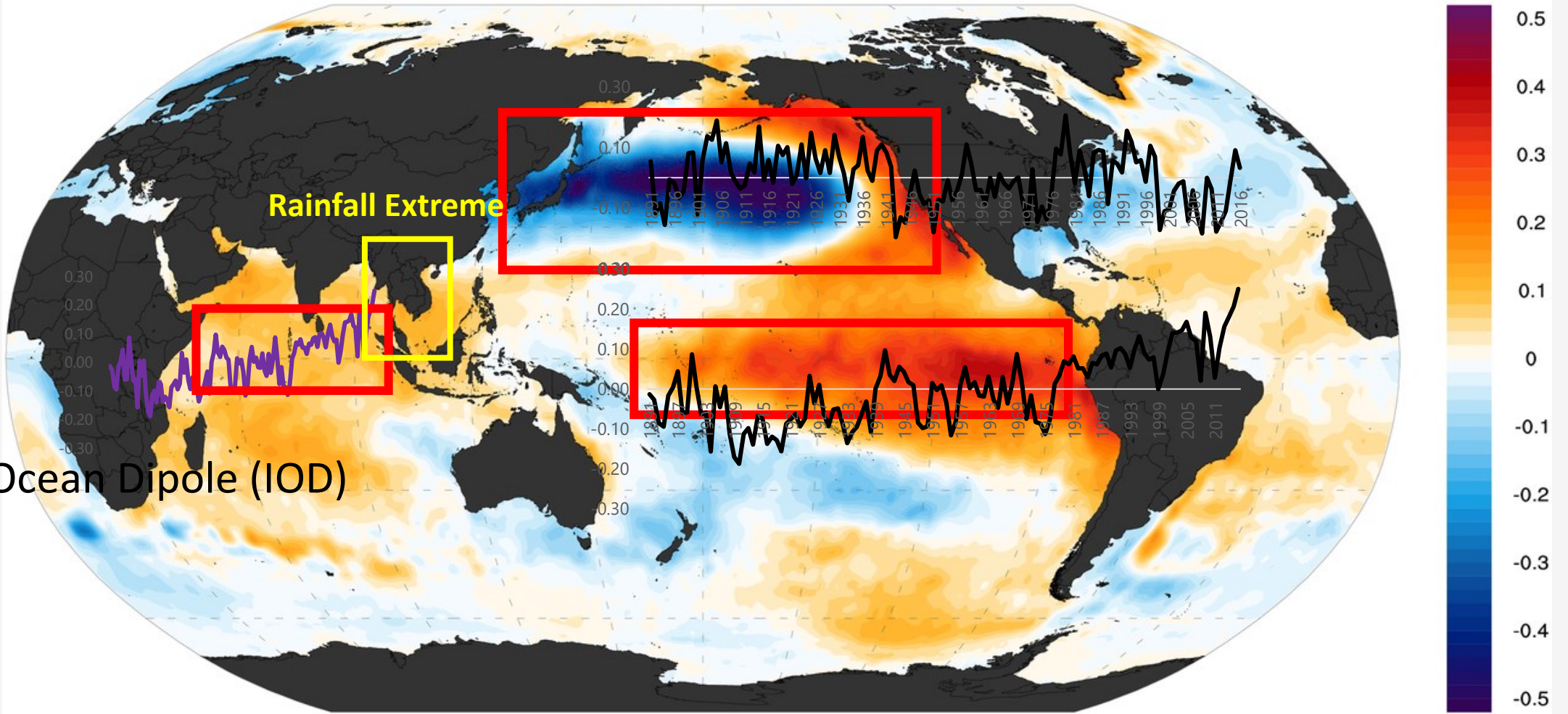
All the external forcings, including greenhouse gases, solar irradiance, ozone, and aerosols, are prescribed as their historical values.

ความผันแปรจากสภาพภูมิอากาศ
ที่ส่งผลกระทบต่อ การเกิดฝนหนักที่สุด

Pacific Decadal Oscillation (PDO)

Pacific Decadal Oscillation

Temperature ($^{\circ}\text{C sd}^{-1}$)



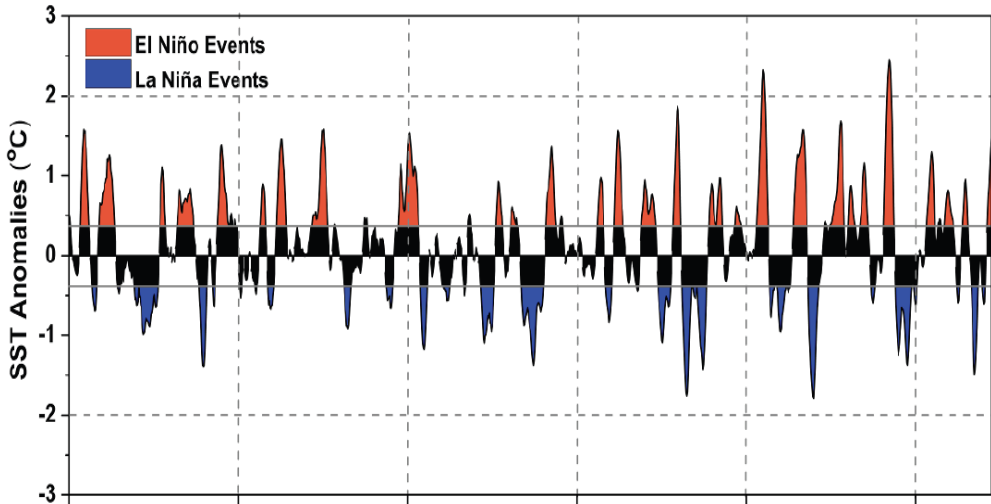
Indian Ocean Dipole (IOD)

Rainfall Extreme

El Niño Southern Oscillation (ENSO)

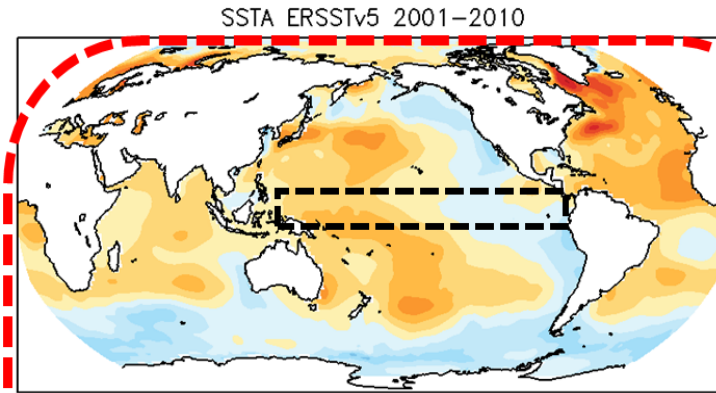
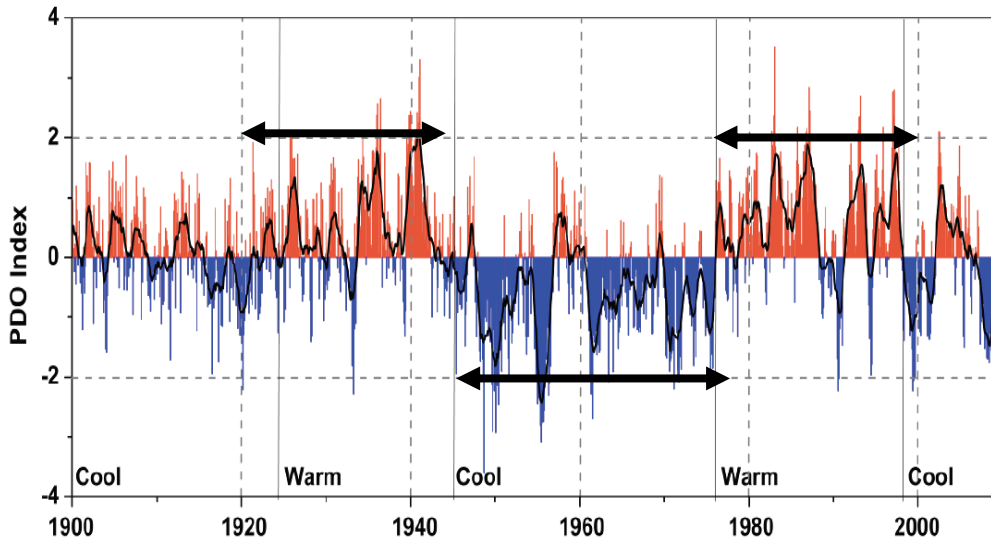
From Wikipedia

Warm(Cool) phase PDO keeps ENSO staying longer-live and more intense (Luiz Carlos B. 2013)

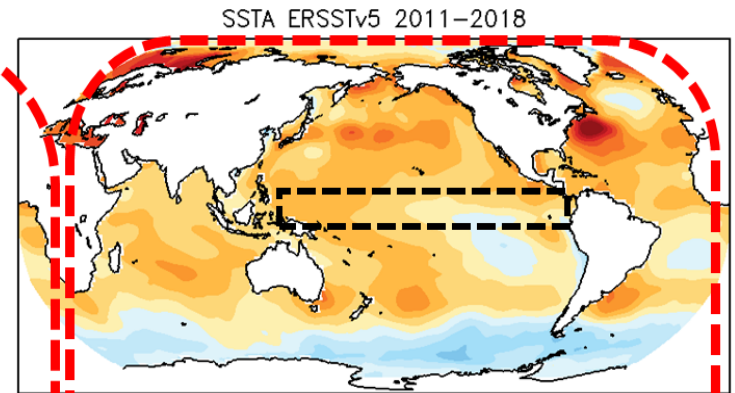


PDO and ENSO time series

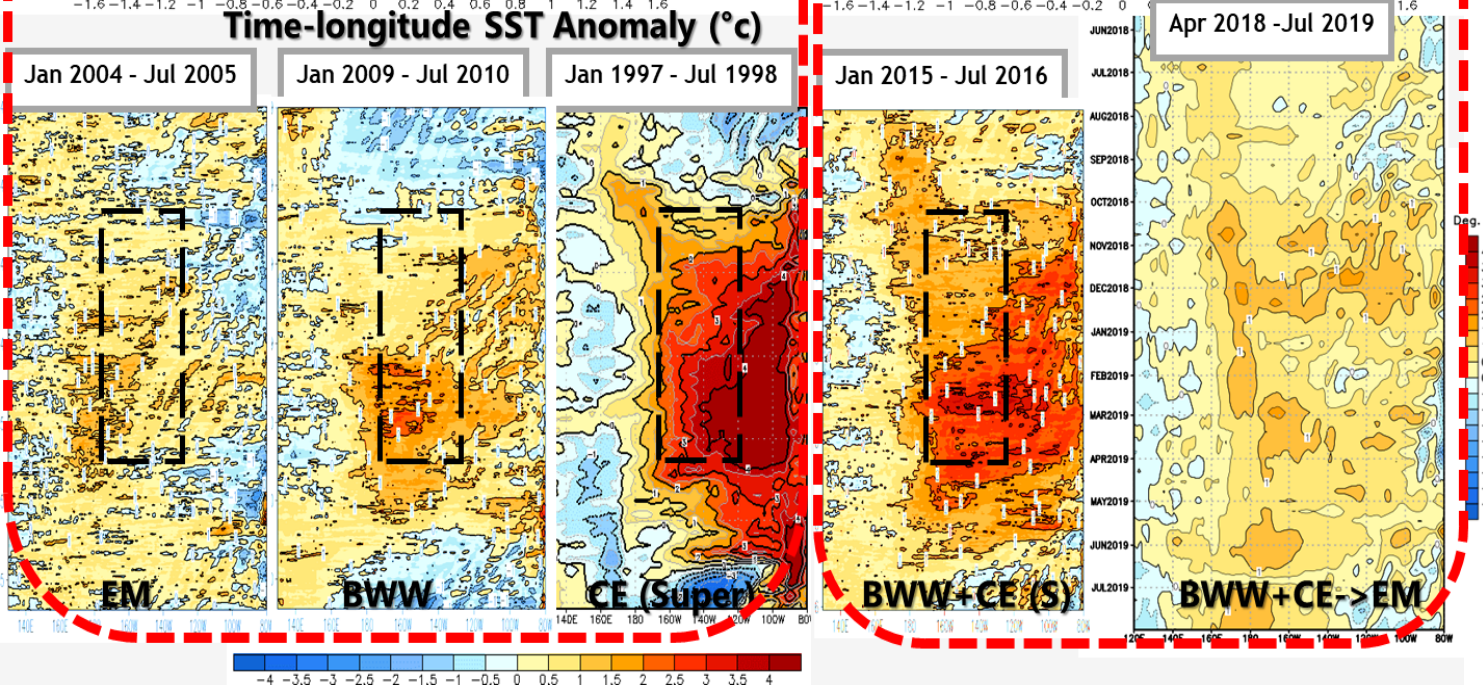
W. Liu (2014)



SSTA ERSSv5 2001-2010



SSTA ERSSv5 2011-2018



Time-longitude SST Anomaly (°C)

Jan 2004 - Jul 2005

Jan 2009 - Jul 2010

Jan 1997 - Jul 1998

Jan 2015 - Jul 2016

Apr 2018 - Jul 2019

EM

BWW

CE (Super)

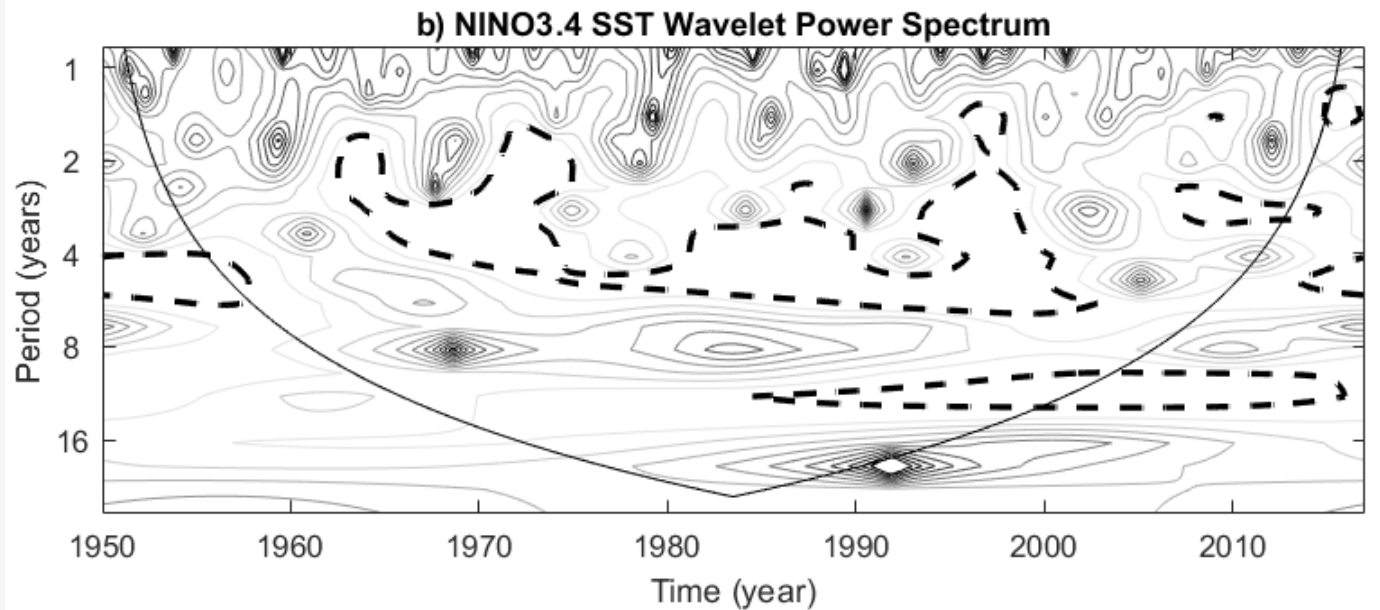
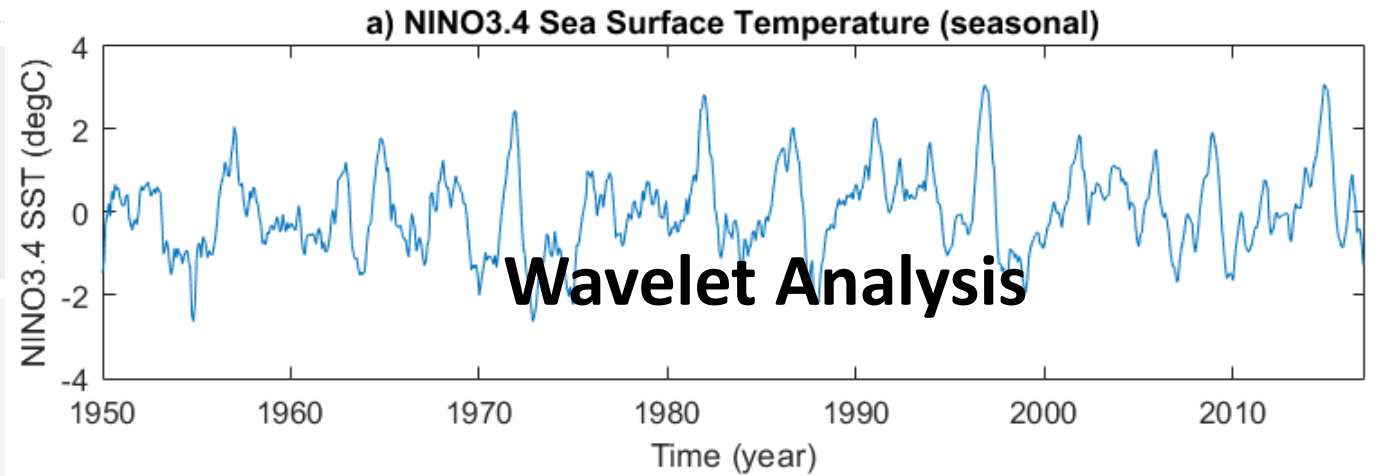
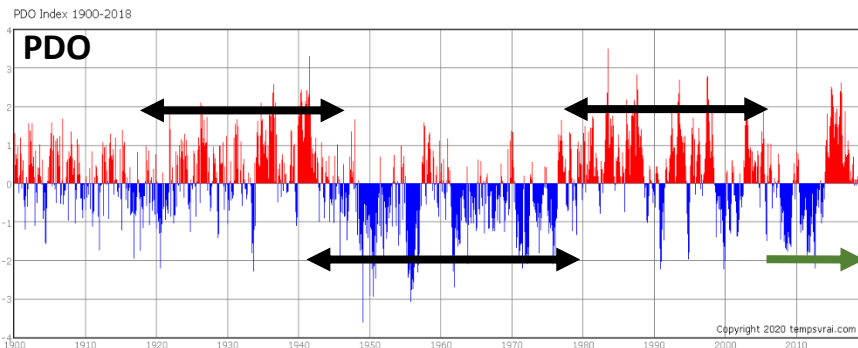
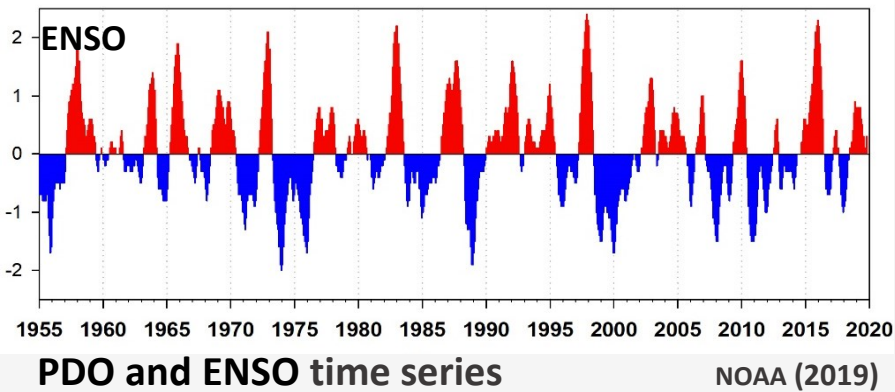
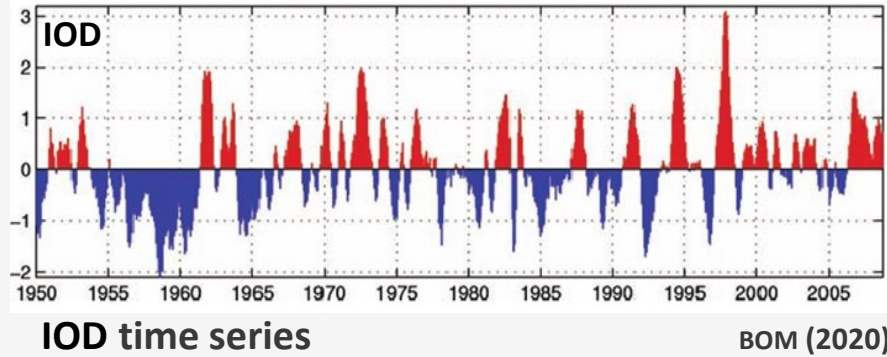
BWW+CE (S)

BWW+CE->EM

-4 -3.5 -3 -2.5 -2 -1.5 -1 -0.5 0 0.5 1 1.5 2 2.5 3 3.5 4

Deg. C

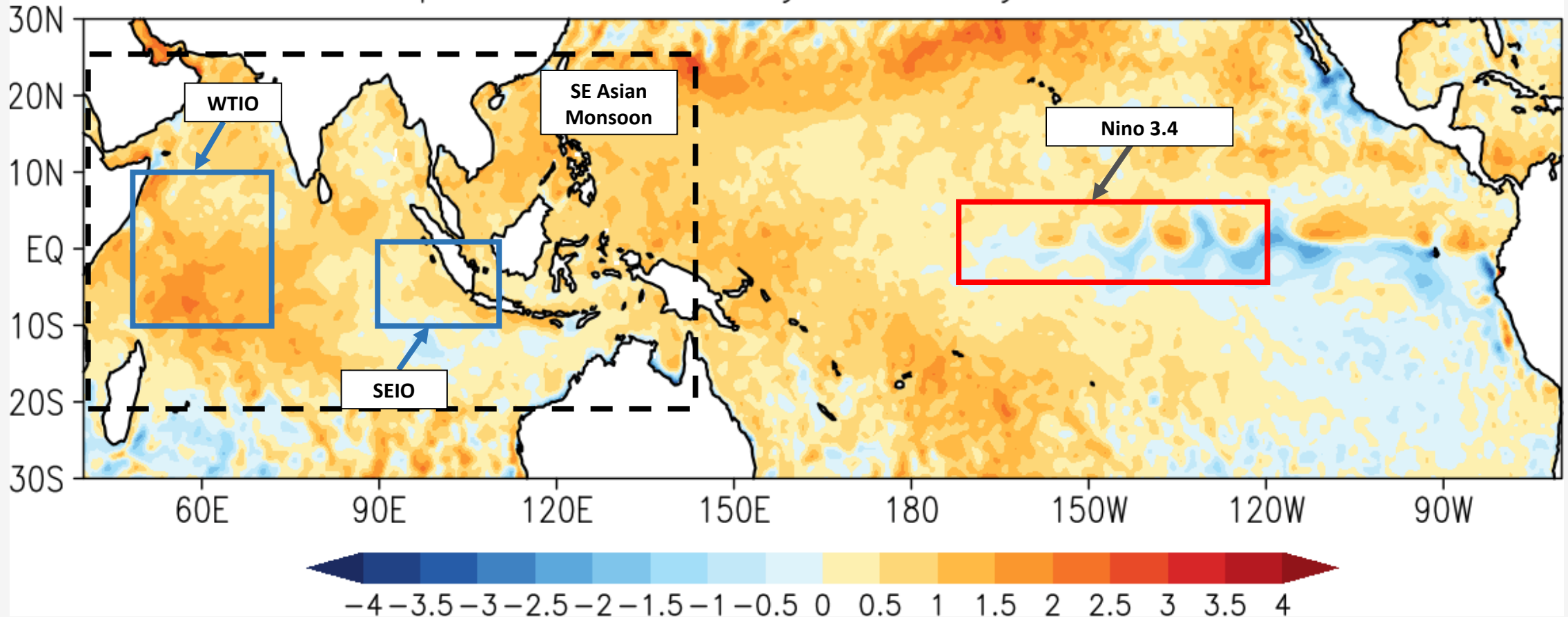
Warm(Cool) phase PDO keeps ENSO staying longer-live and more intense (Luiz Carlos B. 2013)



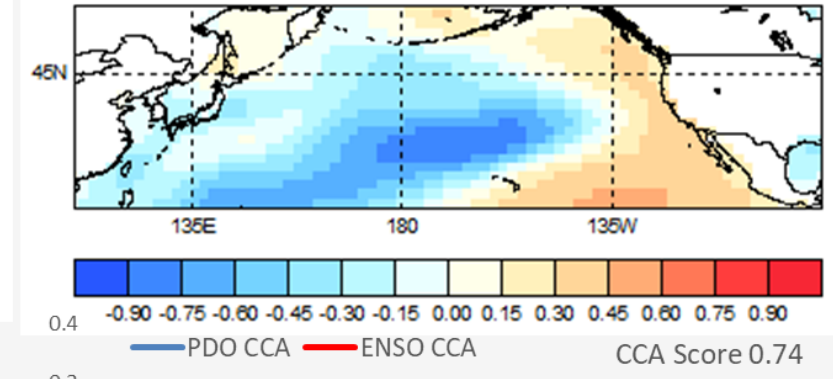
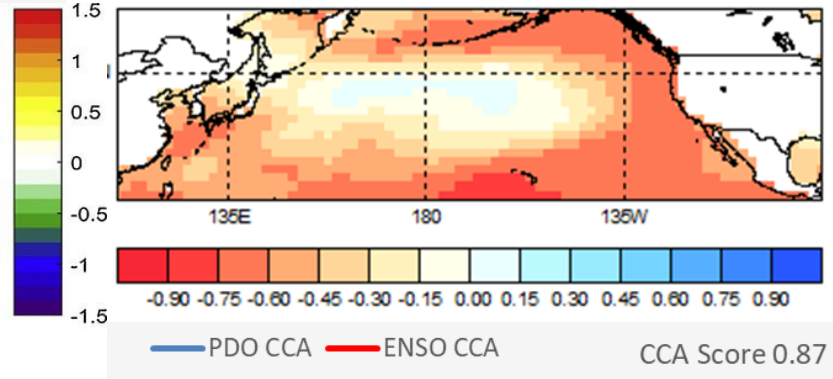
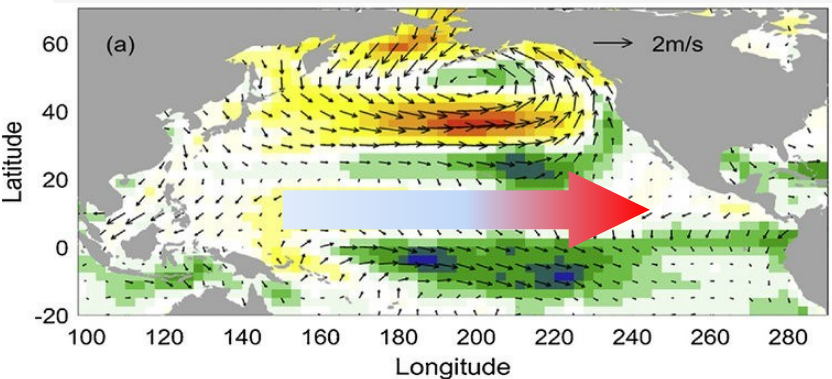
ผลการศึกษาจากโครงการวิจัย
อุณหภูมิผิวน้ำทะเล และพัฒนาการของปรากฏการณ์
PDO ENSO และ IOD
ที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณฝนบริเวณประเทศไทย

พัฒนาการของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลช่วง Jun2020-Sep2021

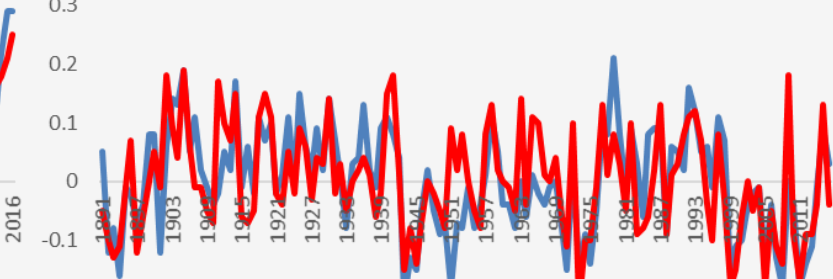
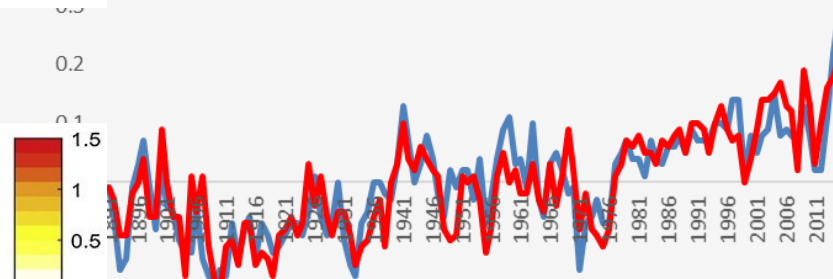
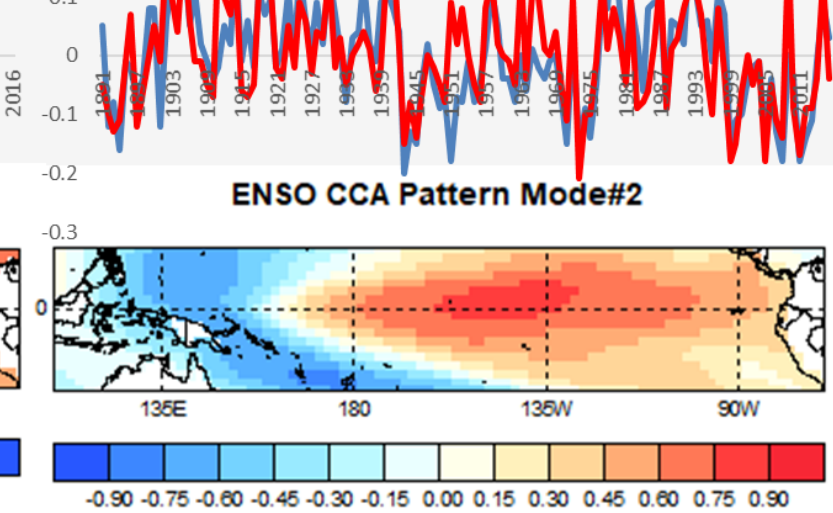
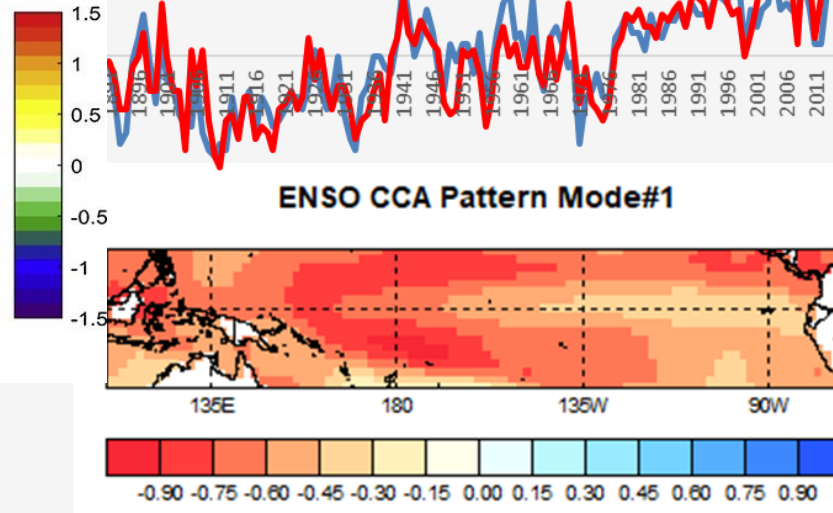
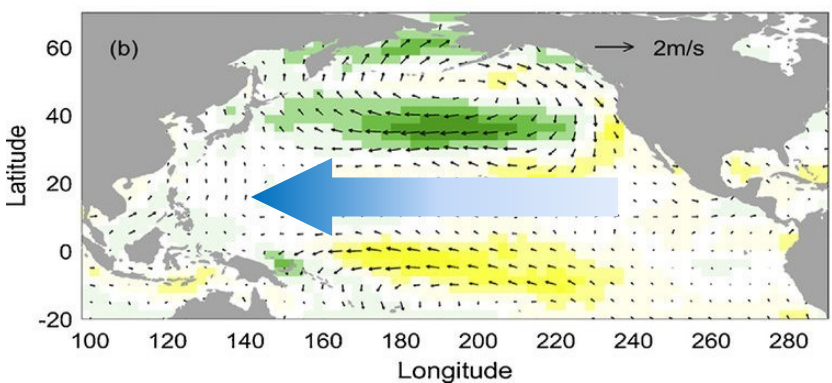
Evolution Tropical SST weekly anomaly centered:04JUN2020



ข้อมูลจากแกนน้ำแข็งในแอนตาร์กติกาตะวันออก SO

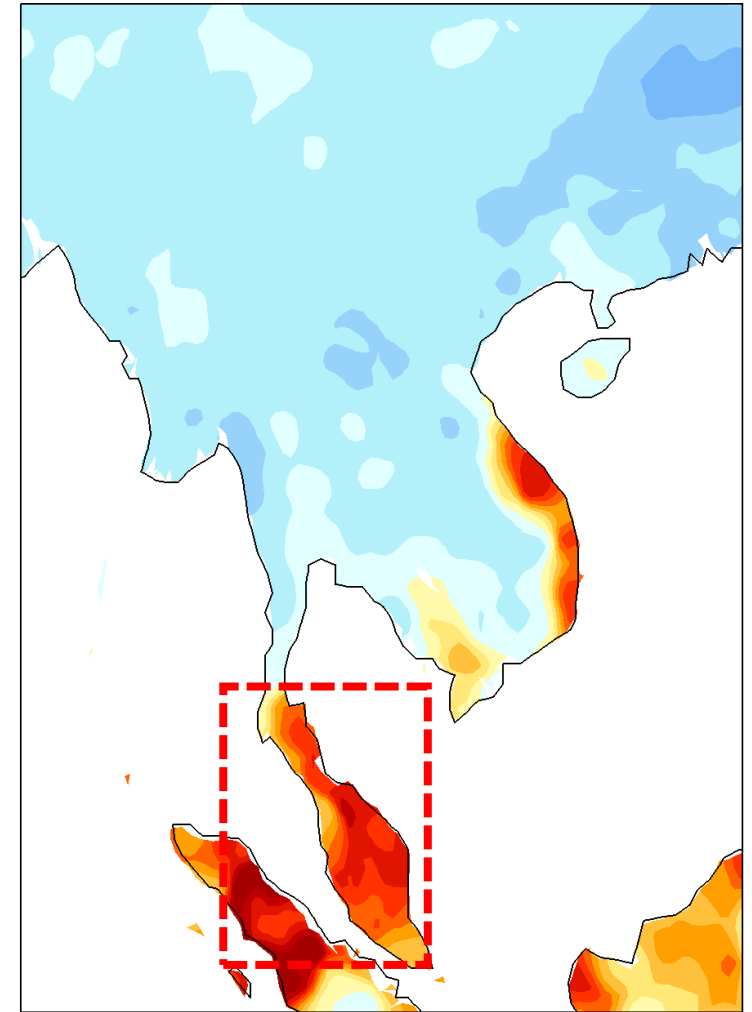
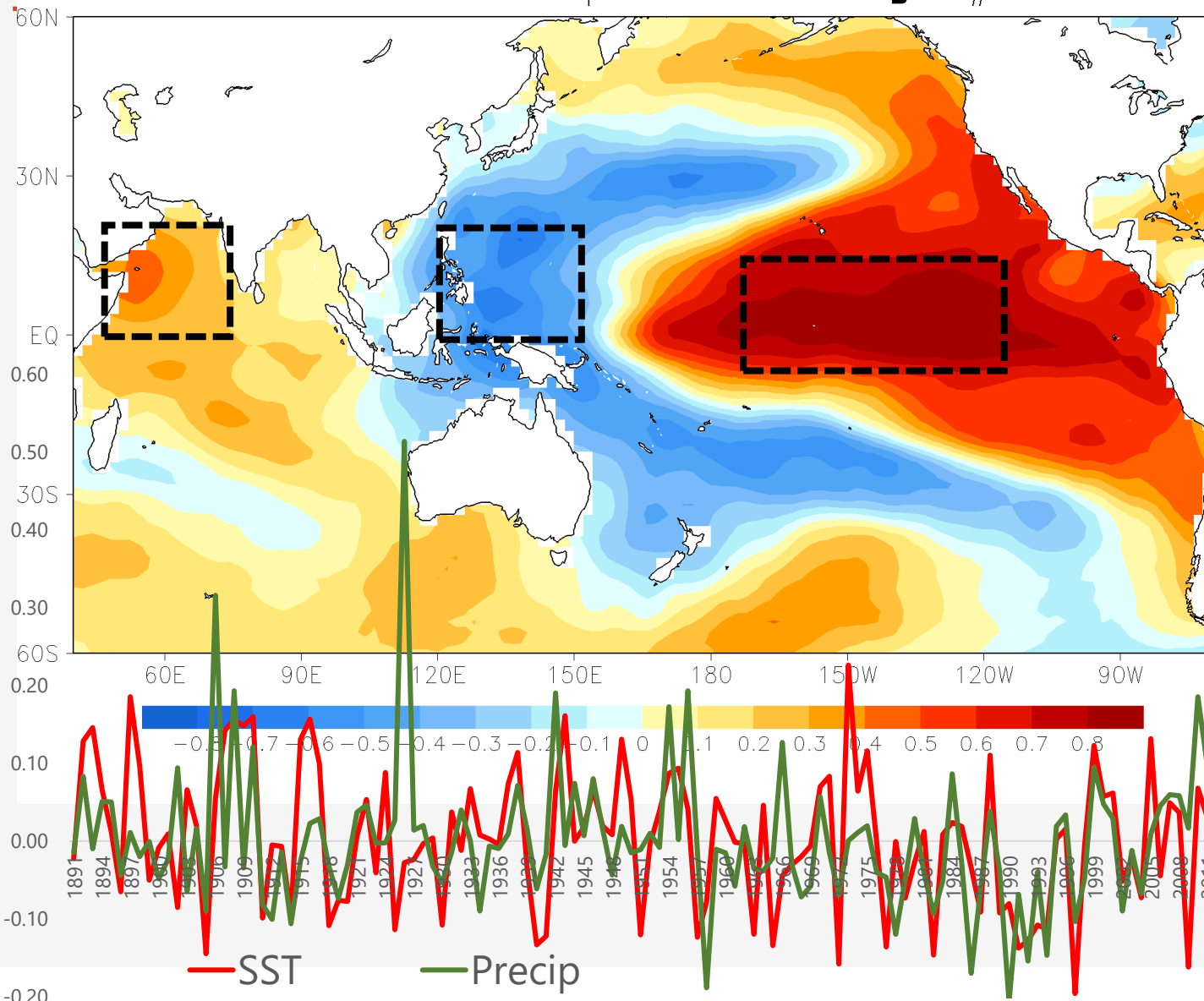


Mingting Li, et al., (2018)



Preliminary results from CCA (Period: 1891-2016)

ข้อมูลจากแกนนำแข็งในแอนตาร์กติกาตะวันออก

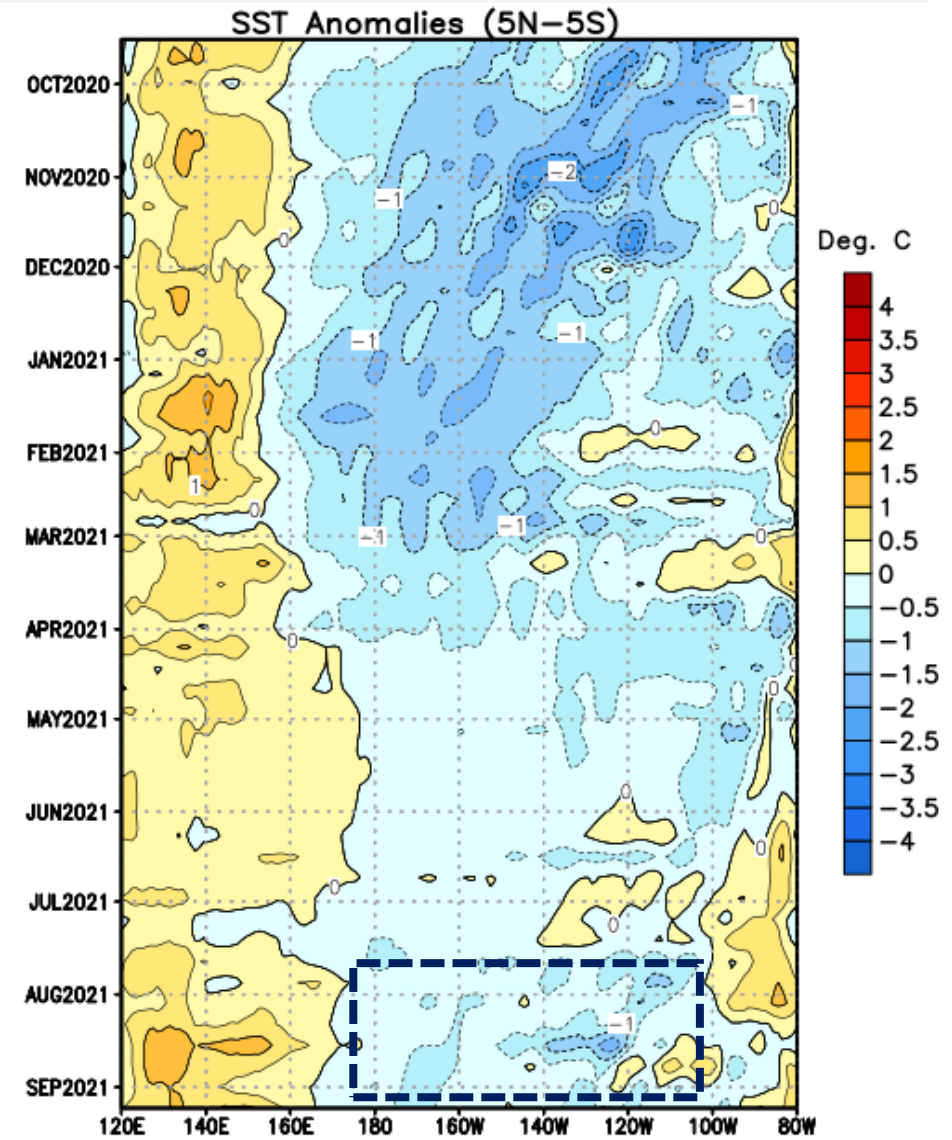
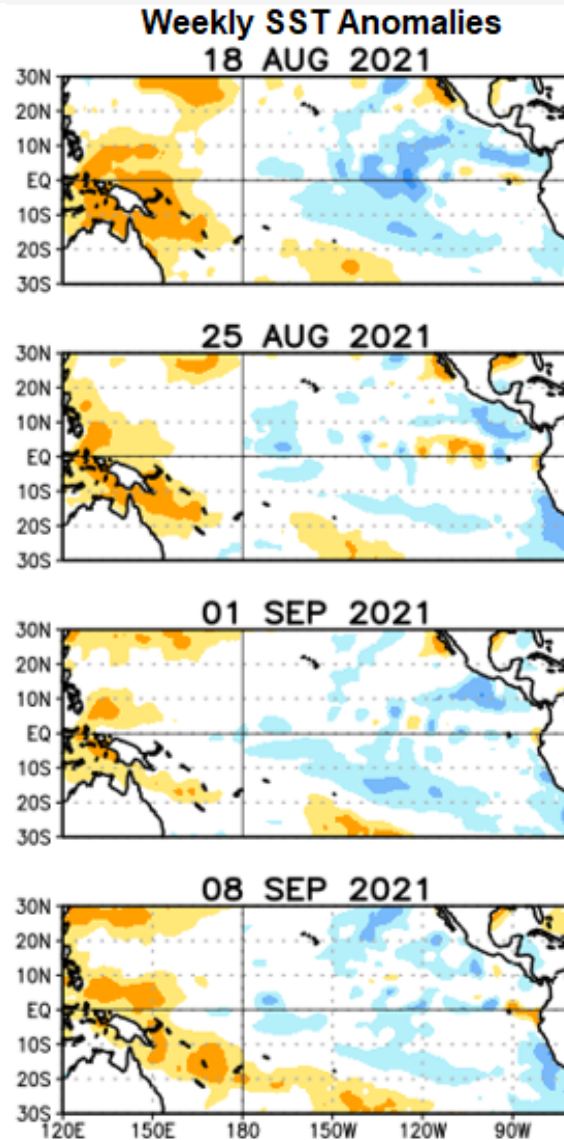
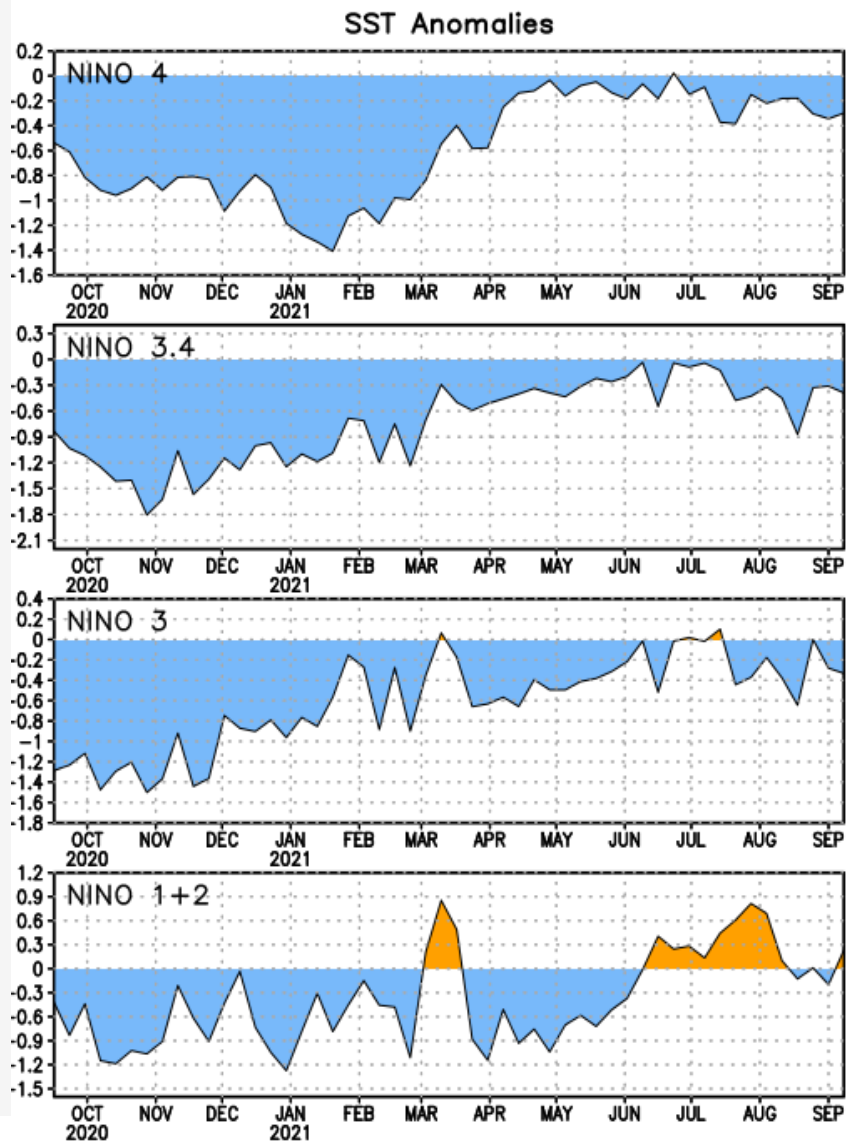


CCA Scores: 0.448

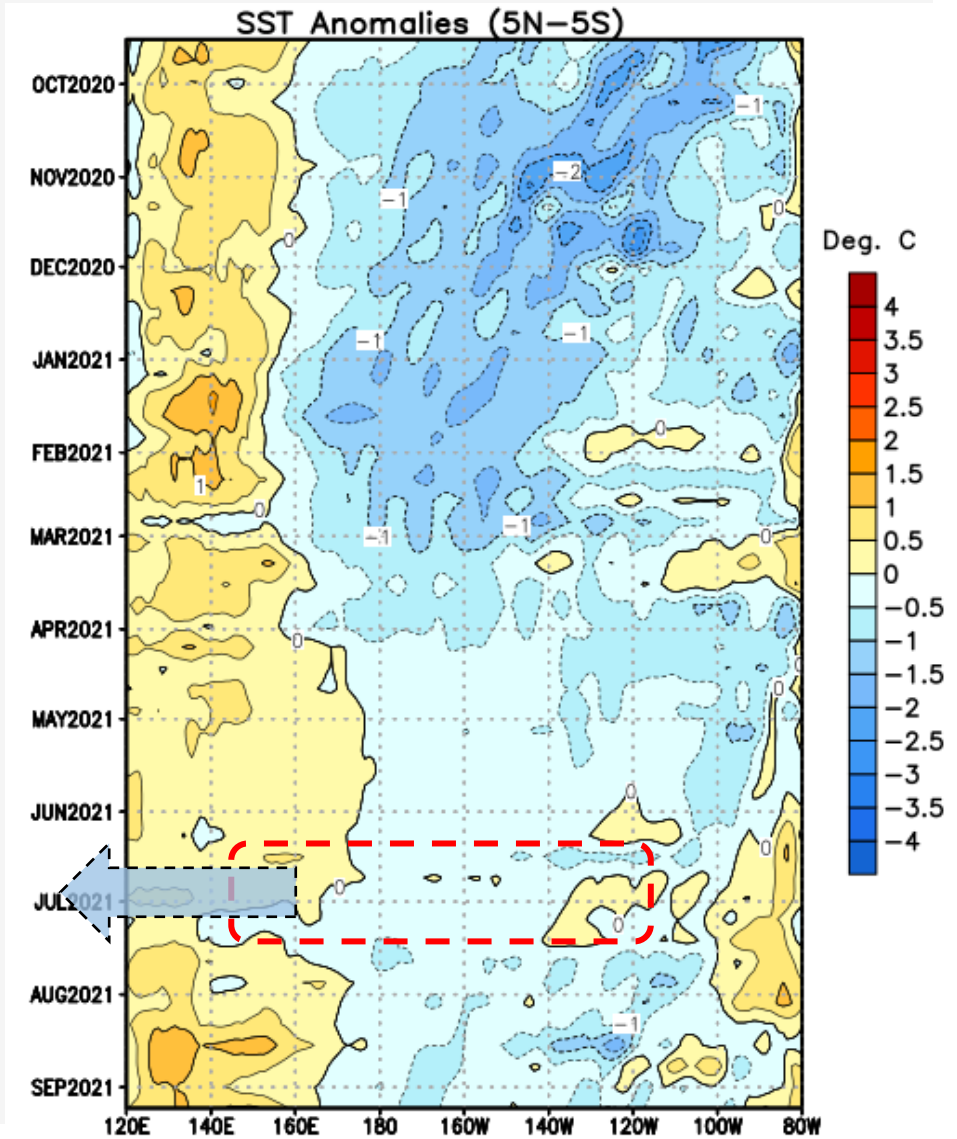
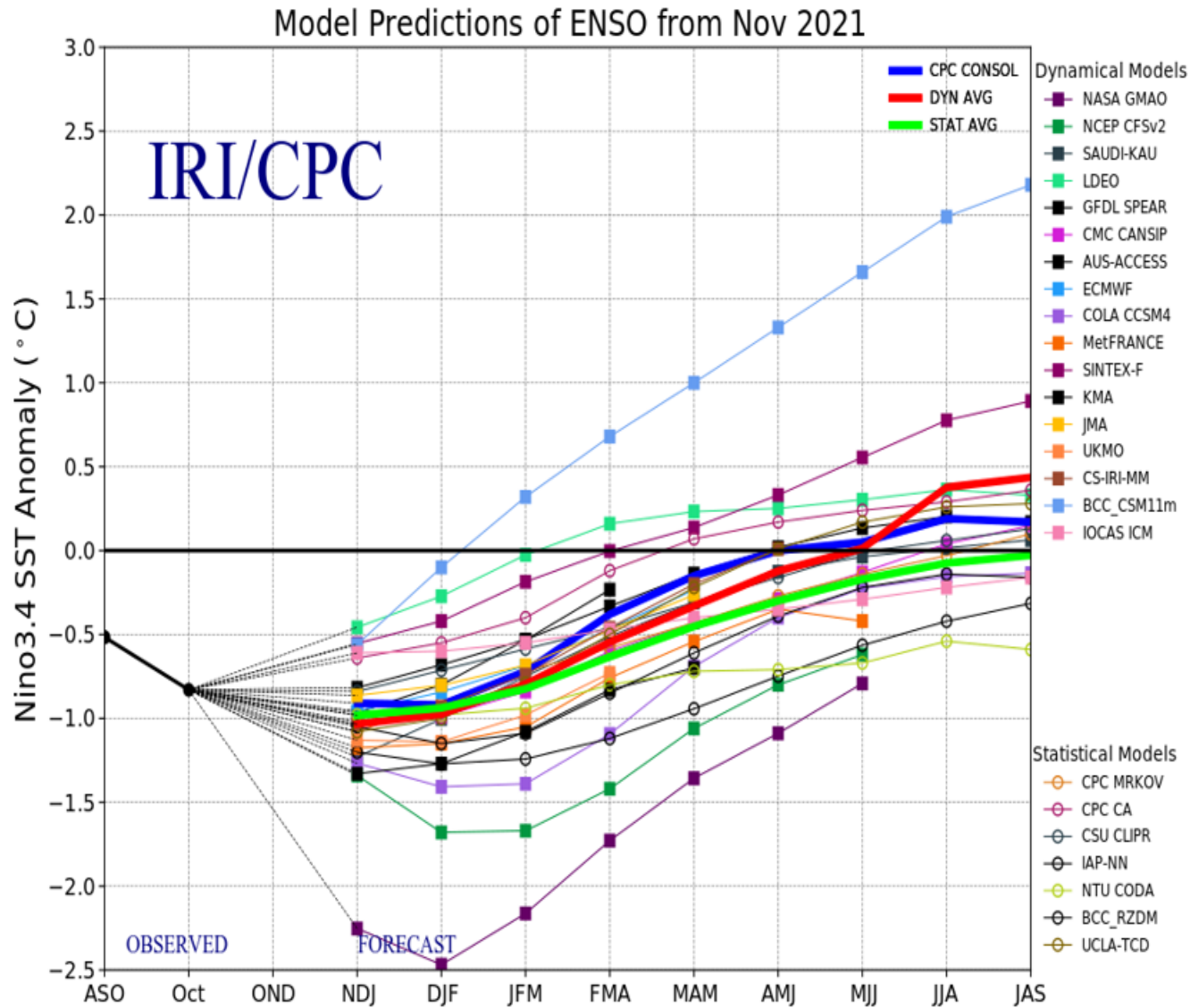
การเฝ้าติดตามอุณหภูมิผิวน้ำทะเล
และพัฒนาการของปรากฏการณ์

PDO ENSO และ IOD

การเฝ้าติดตามสถานการณ์ของปรากฏการณ์ ENSO

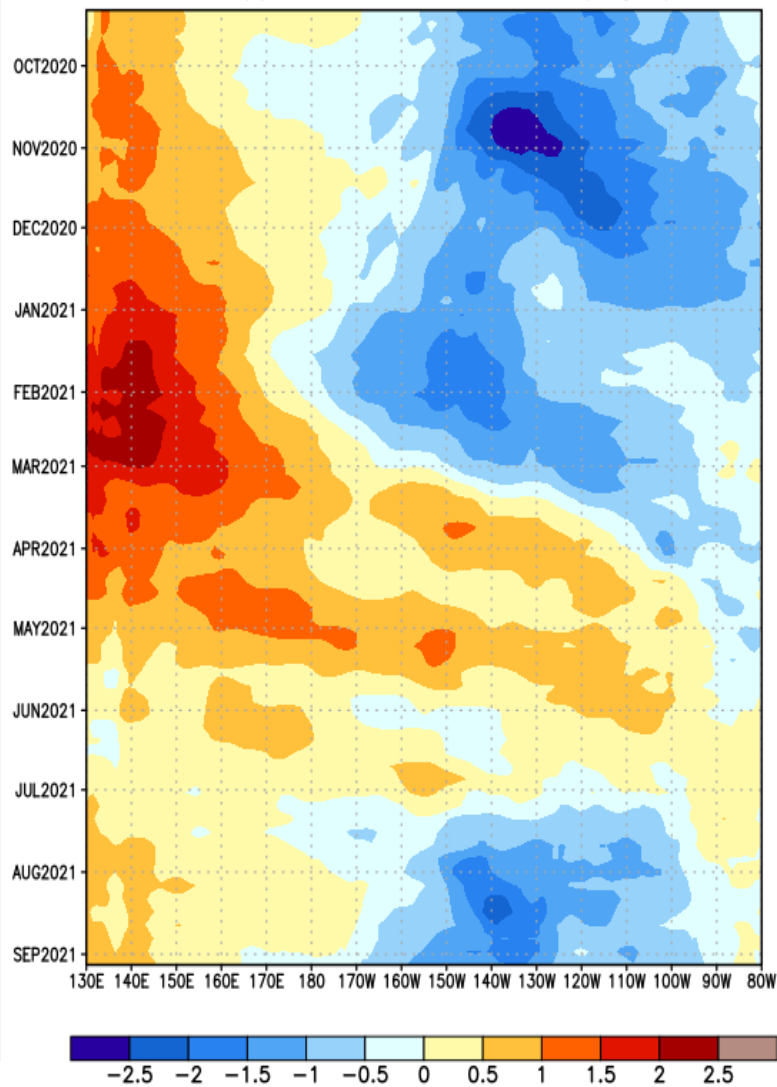


การพยากรณ์ ENSO จากความผิดปกติของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล

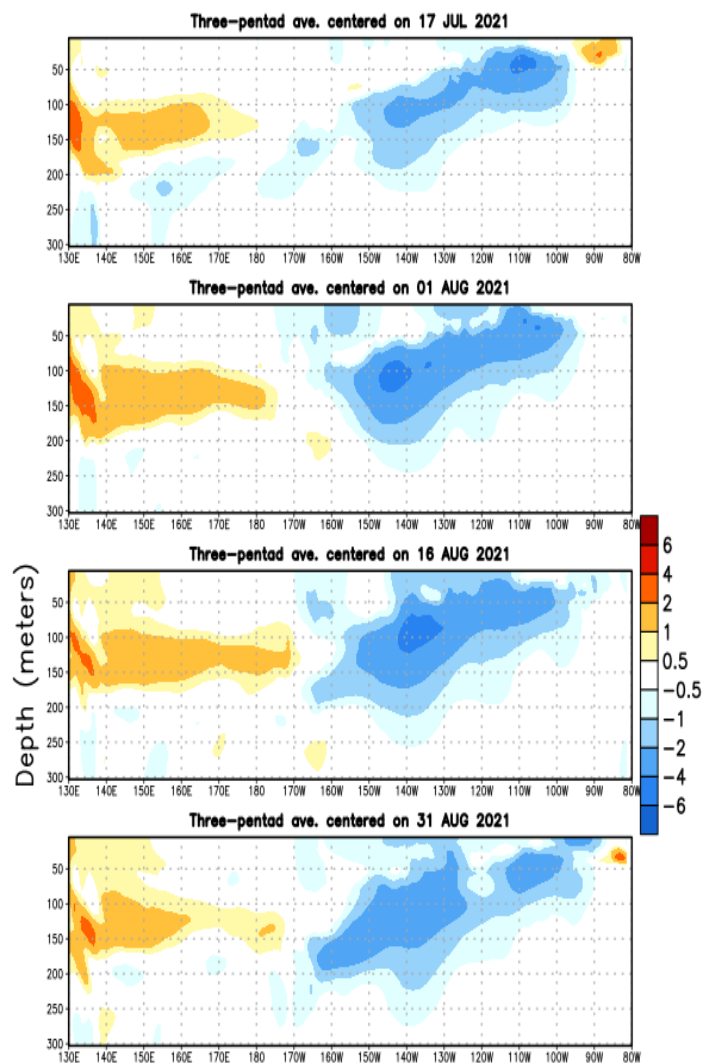


การเฝ้าติดตามสถานการณ์ของปรากฏการณ์ ENSO

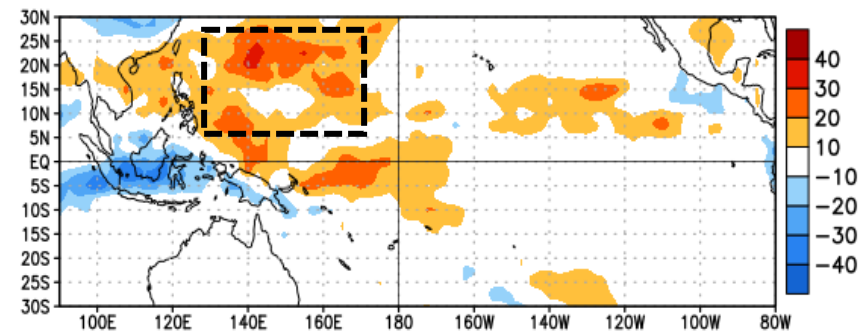
EQ. Upper-Ocean Heat Anoms. (deg C)



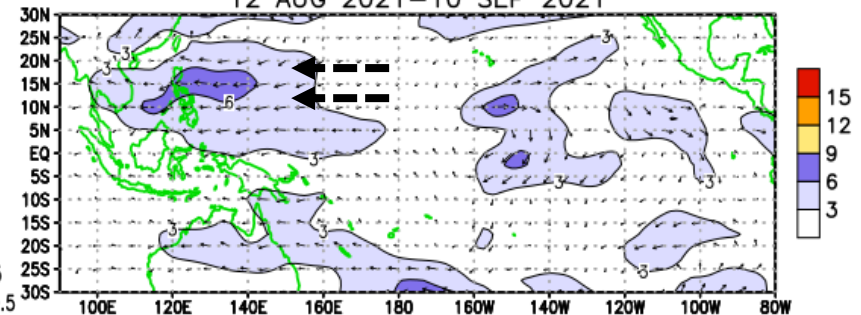
EQ. Subsurface Temperature Anomalies (deg C)



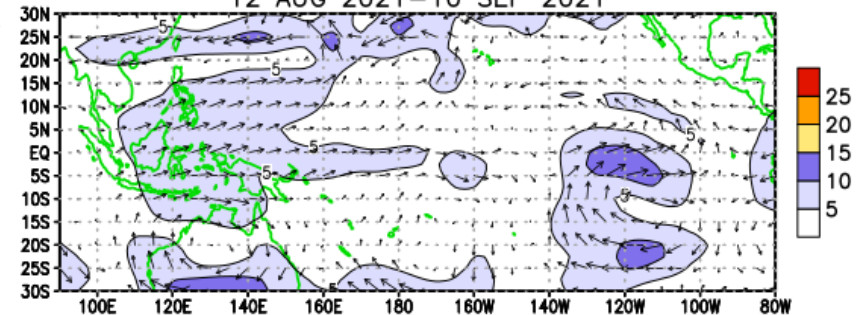
OLR Anomalies
11 AUG 2021 to 05 SEP 2021



CDAS 850-hPa Wind Anoms
12 AUG 2021-10 SEP 2021

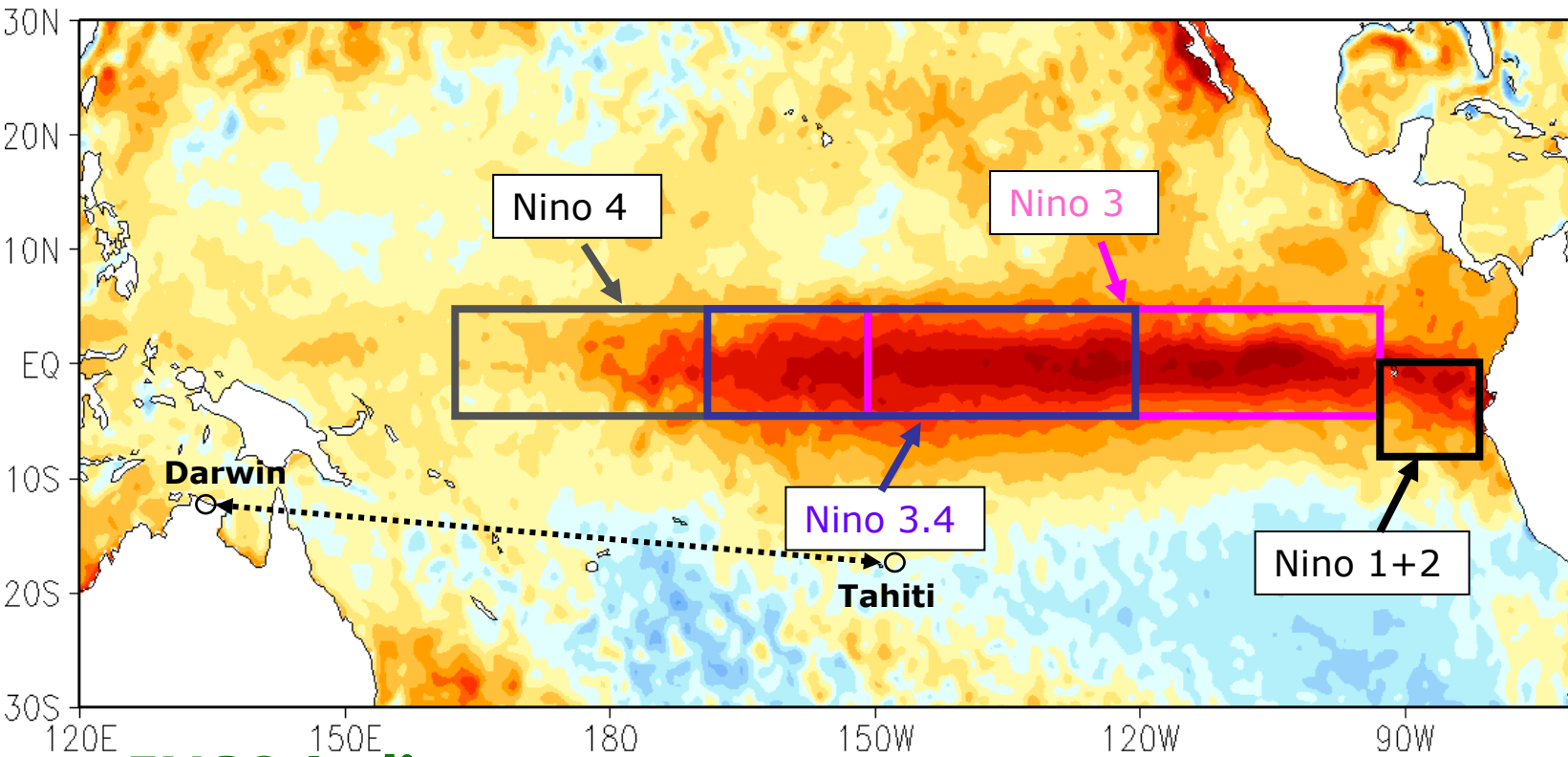


CDAS 200-hPa Wind Anoms
12 AUG 2021-10 SEP 2021



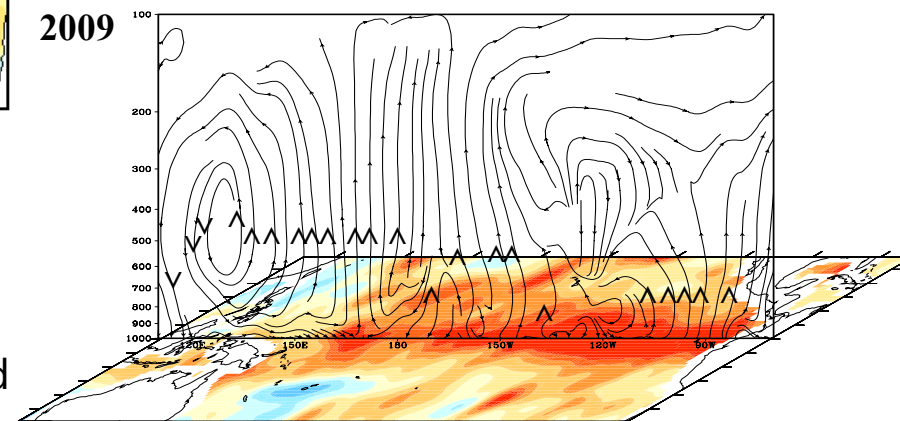
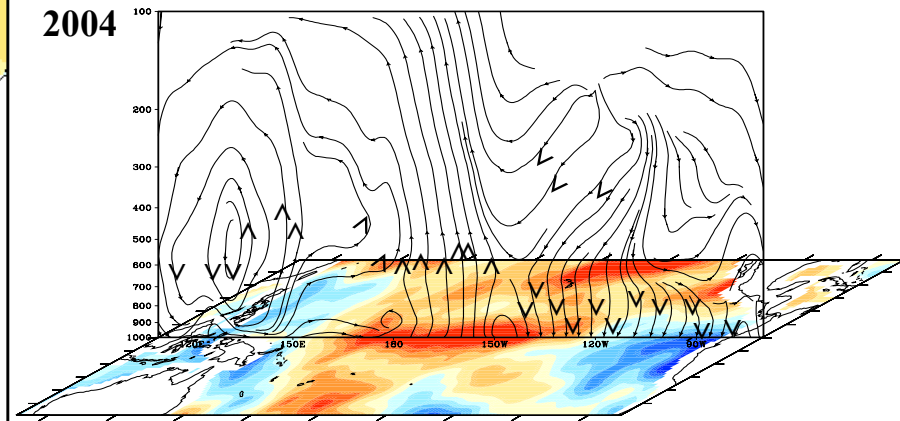
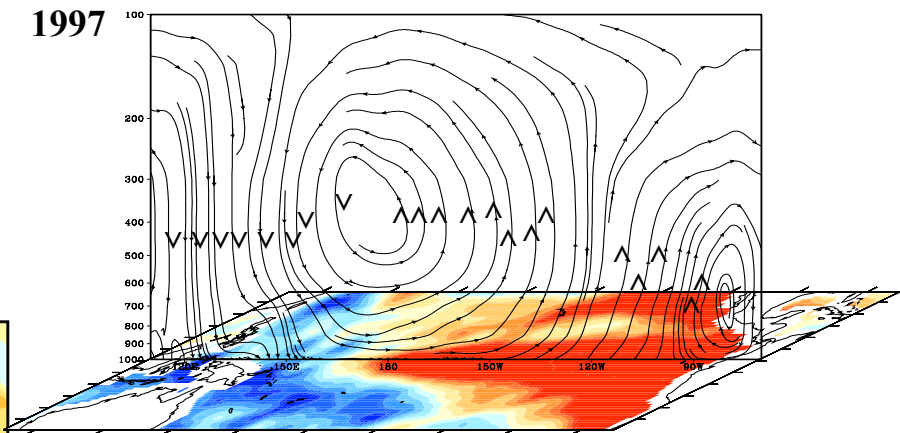
ENSO: Observed Structure

Week centered on 29NOV2015
SST Anomomies (degree Celsius)

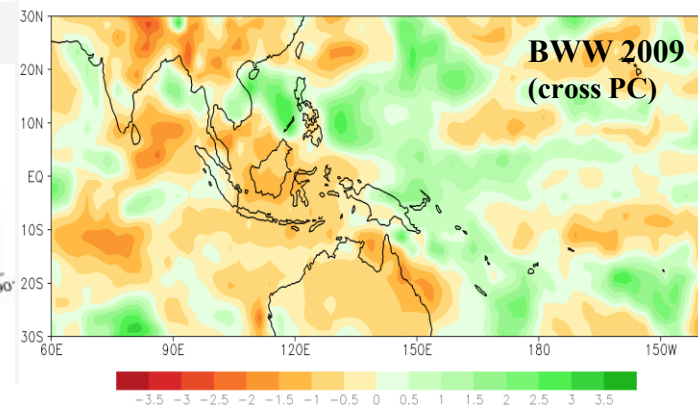
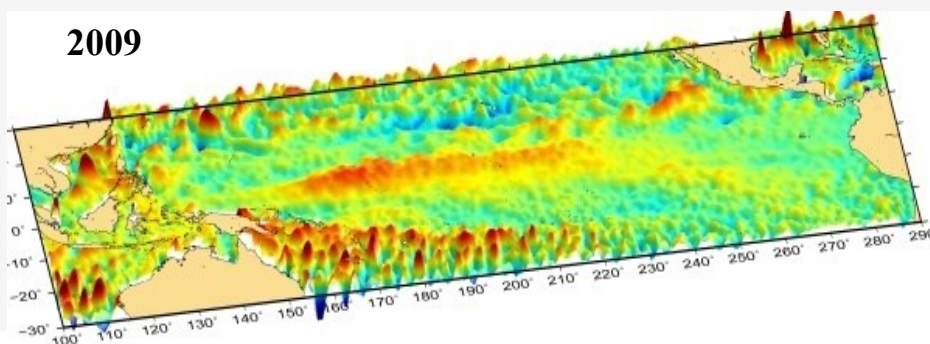
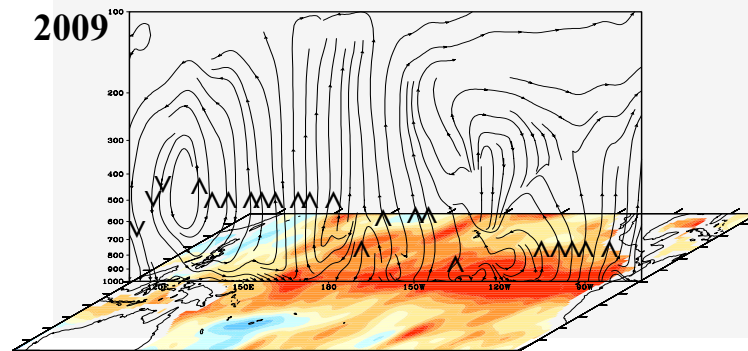
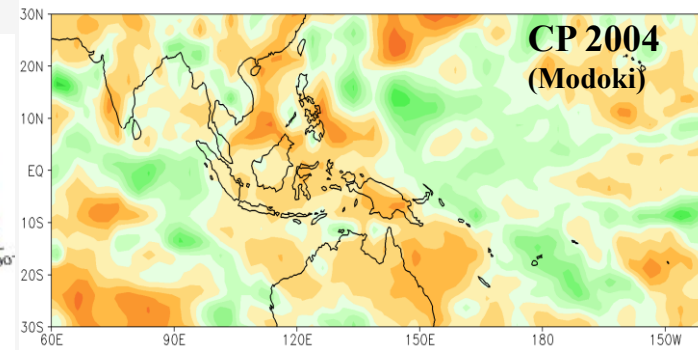
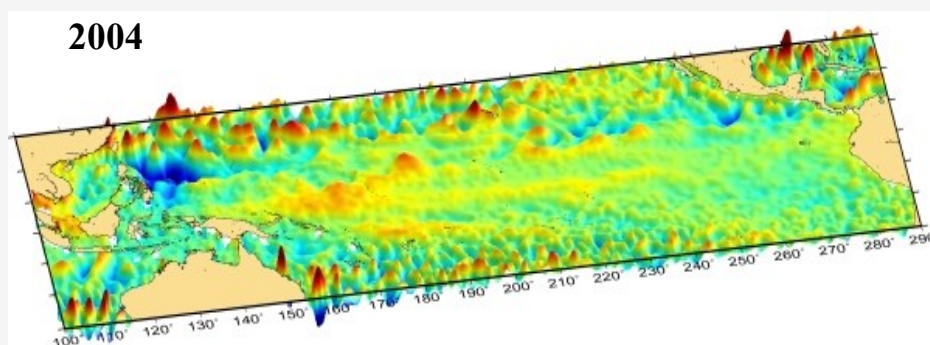
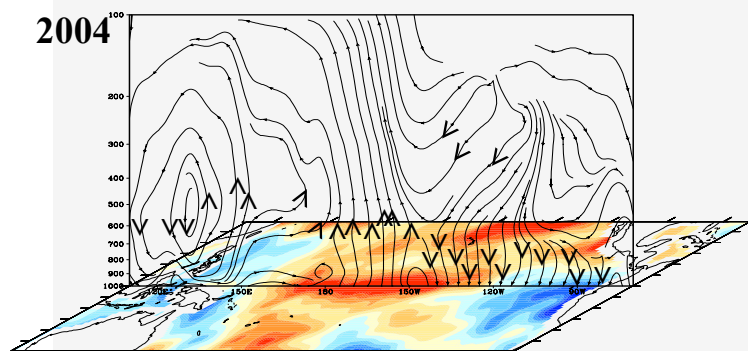
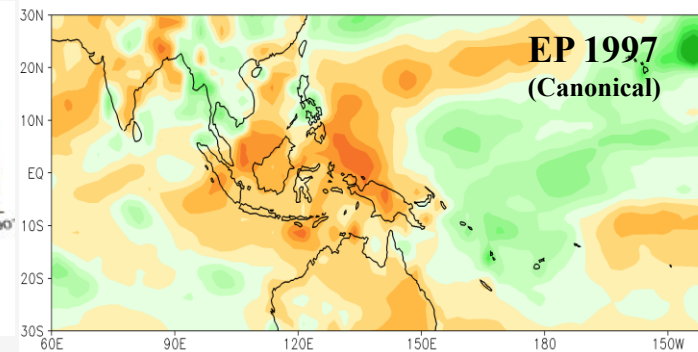
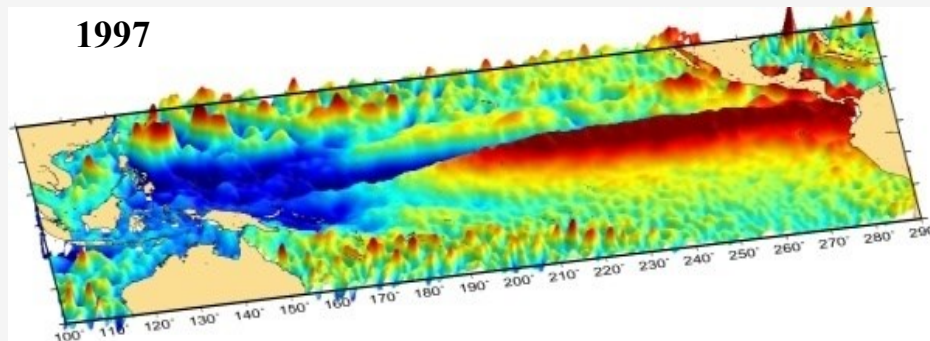
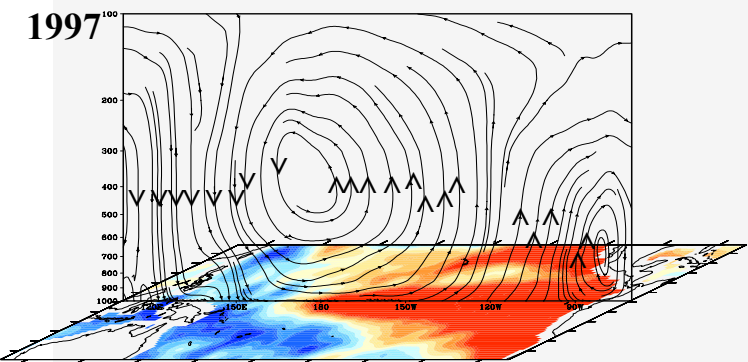


ENSO Indices

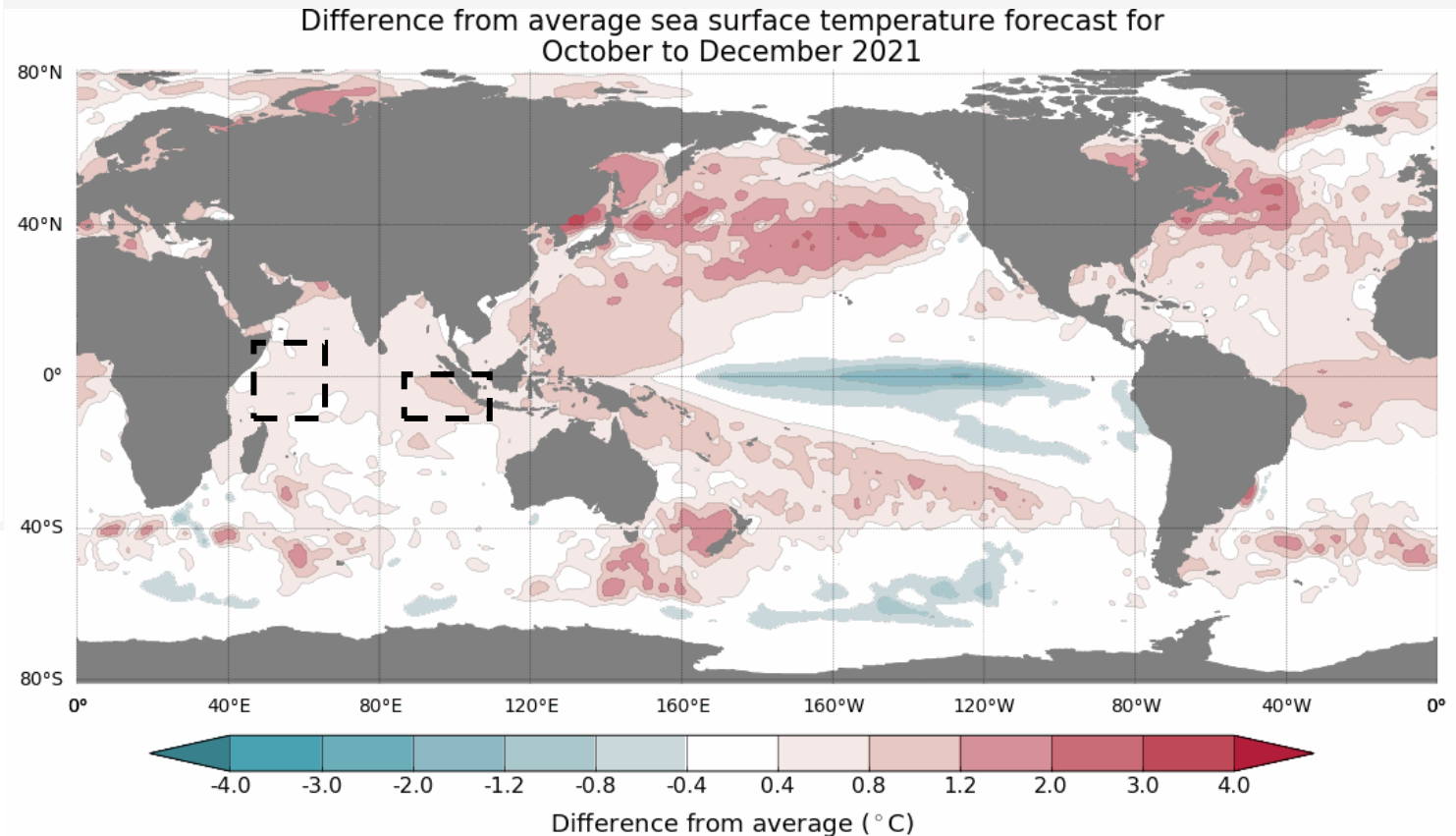
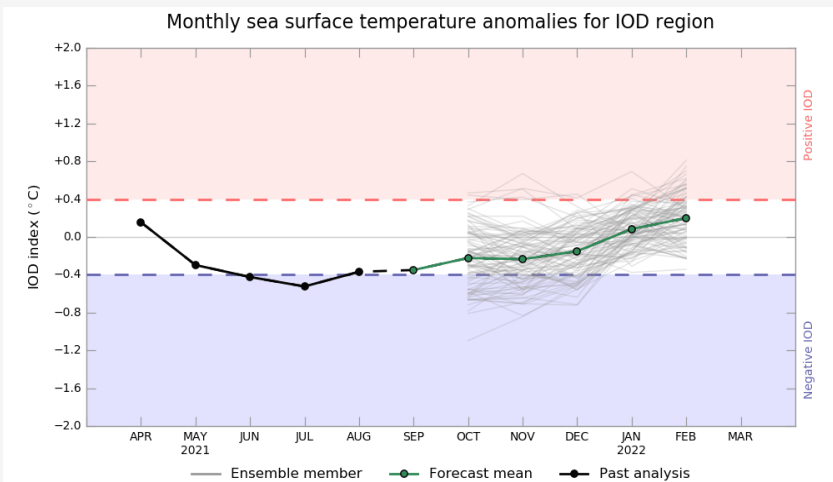
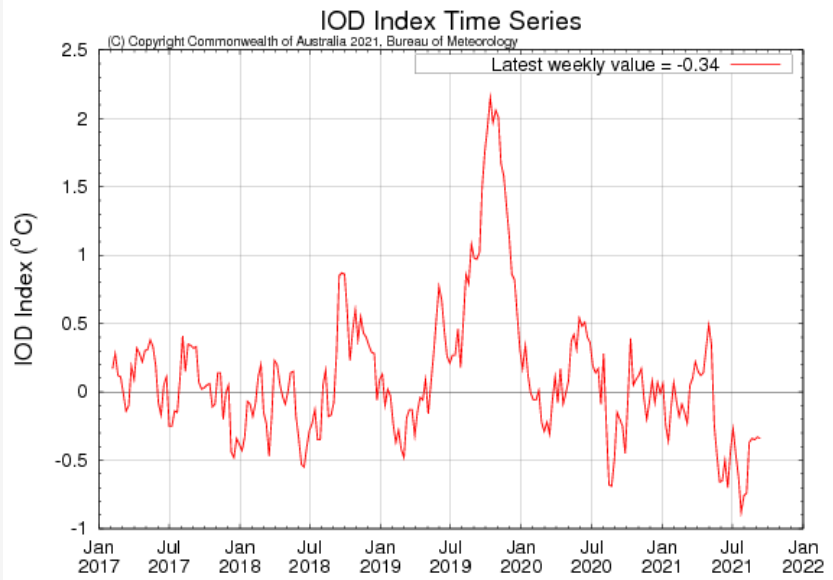
- Based on observed SST anomalies (difference from the long term mean) in the equatorial Pacific in **four** regions (observation from TAO moored buoys)
- Based on surface pressure differences between Tahiti and (minus) Darwin, called the Southern Oscillation Index (SOI)



รูปแบบของปรากฏการณ์ ENSO และผลกระทบต่อปริมาณฝน



การเฝ้าติดตามสถานการณ์ของปรากฏการณ์ IOD



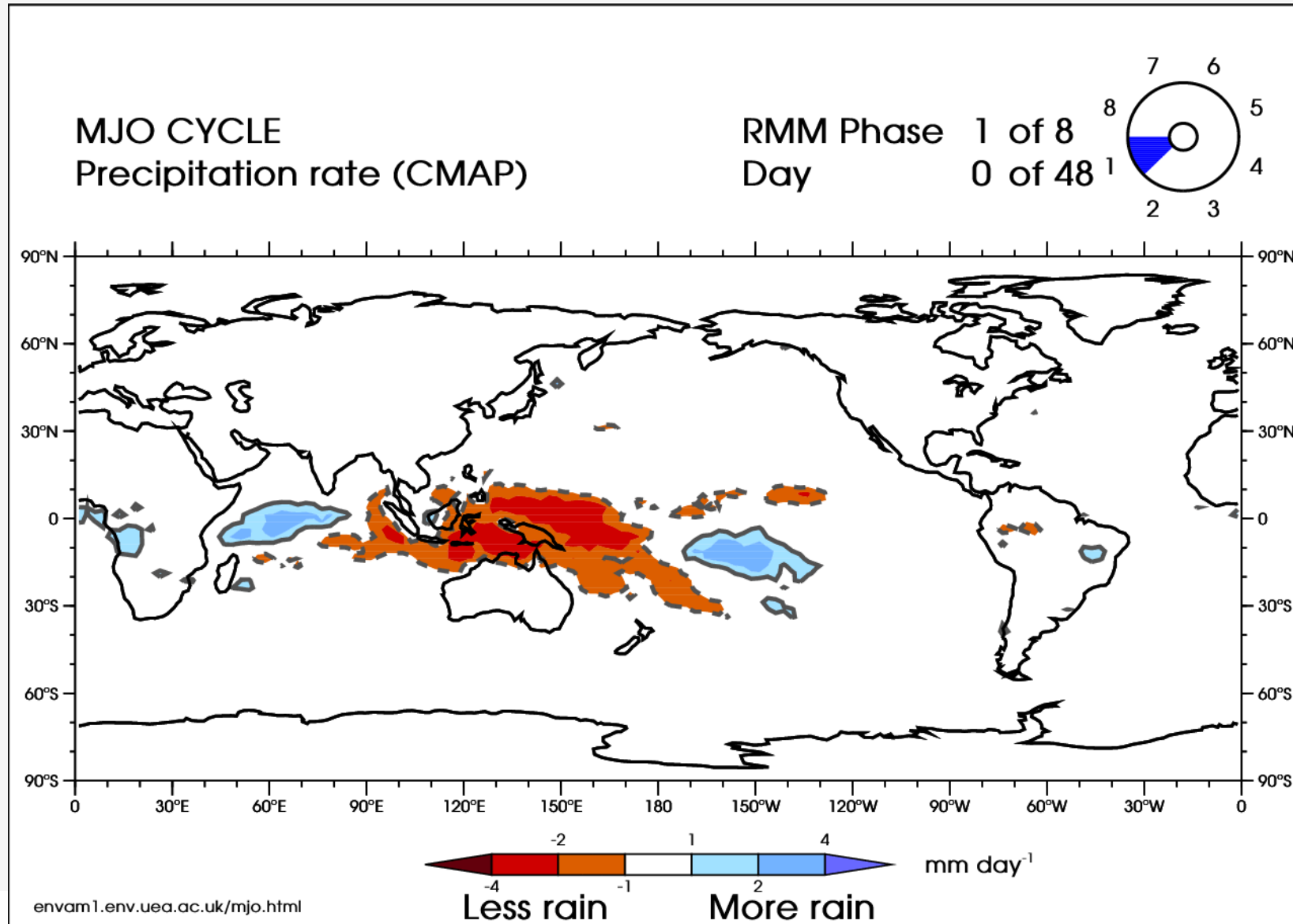
www.bom.gov.au/climate
 © Commonwealth of Australia 2021, Australian Bureau of Meteorology

Model: ACCESS-S1
 Base period: 1990-2012

Model run: 11/09/2021
 Issued: 13/09/2021

การเฝ้าติดตามอุณหภูมิผิวน้ำทะเล
และพัฒนาการของปรากฏการณ์
Madden-Julian Oscillation (MJO)

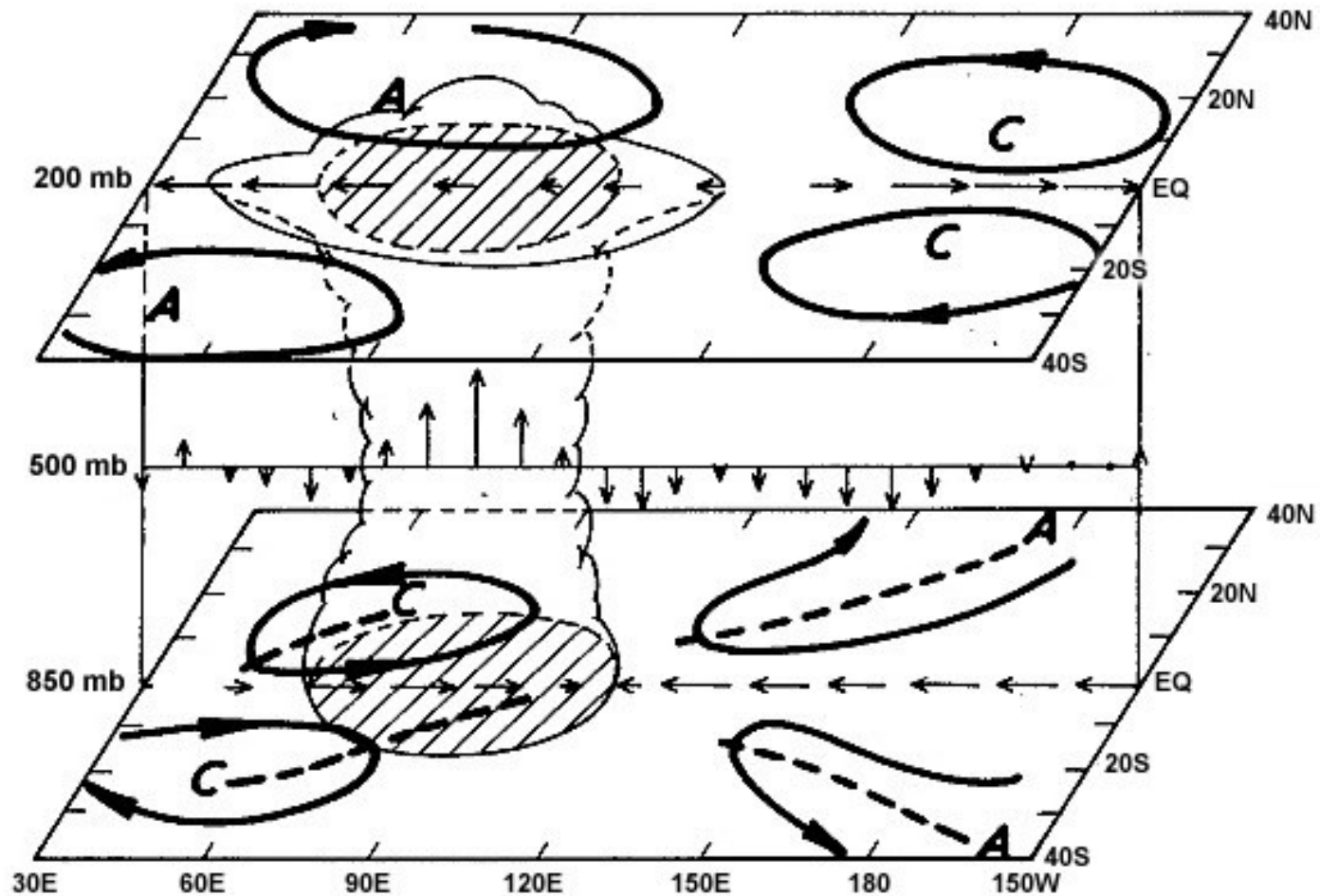
การเฝ้าติดตามลักษณะของปรากฏการณ์ MJO



Courtesy: Adrian Matthews,
Univ. East Anglia, UK

โครงสร้างของปรากฏการณ์ MJO ใน 3 มิติ

Schematic Depiction of the Large-scale Wind Structure of the MJO

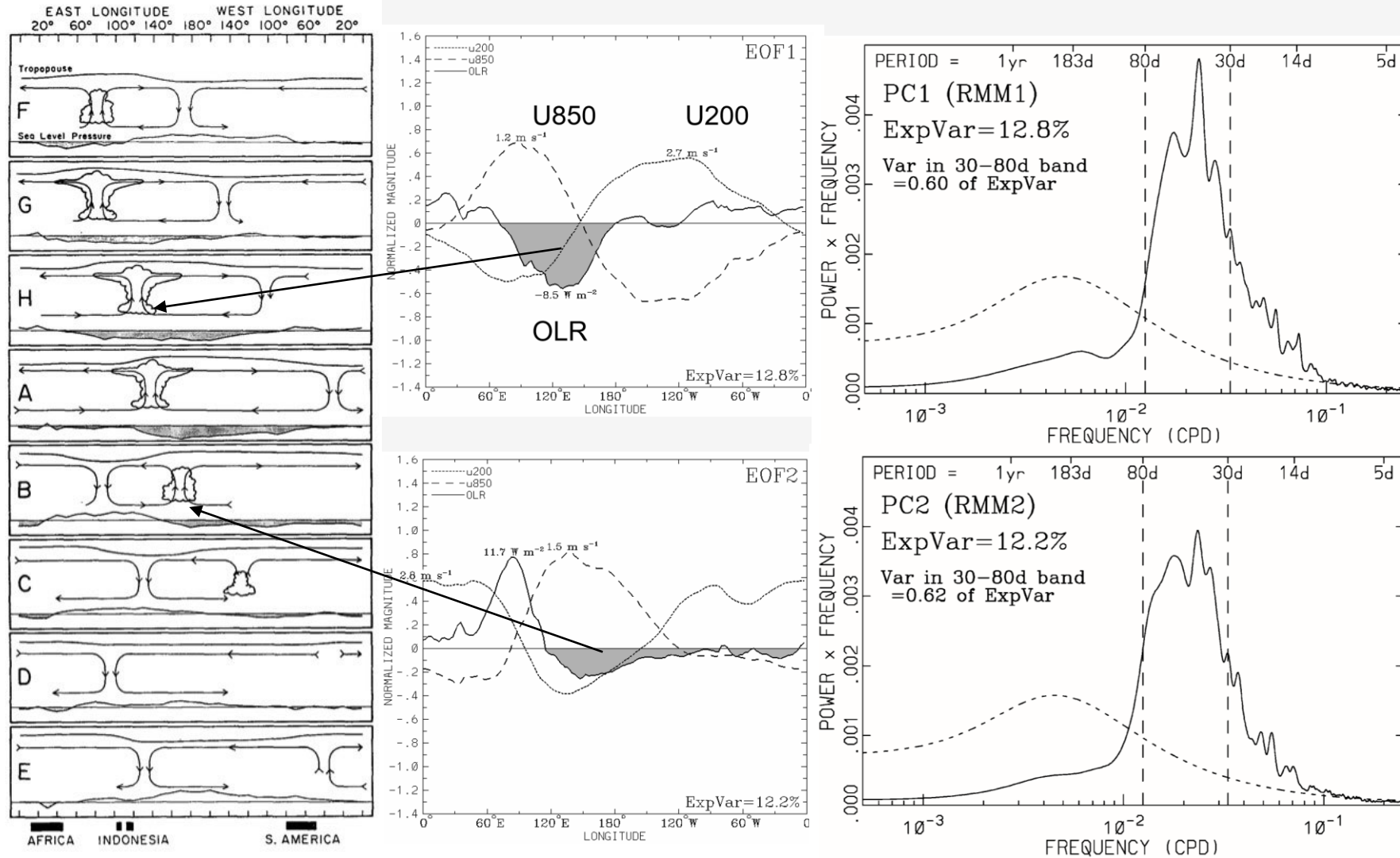


MJO Index(Wheeler and Hendon 2004)

Real-time Multivariate MJO (RMM) index:

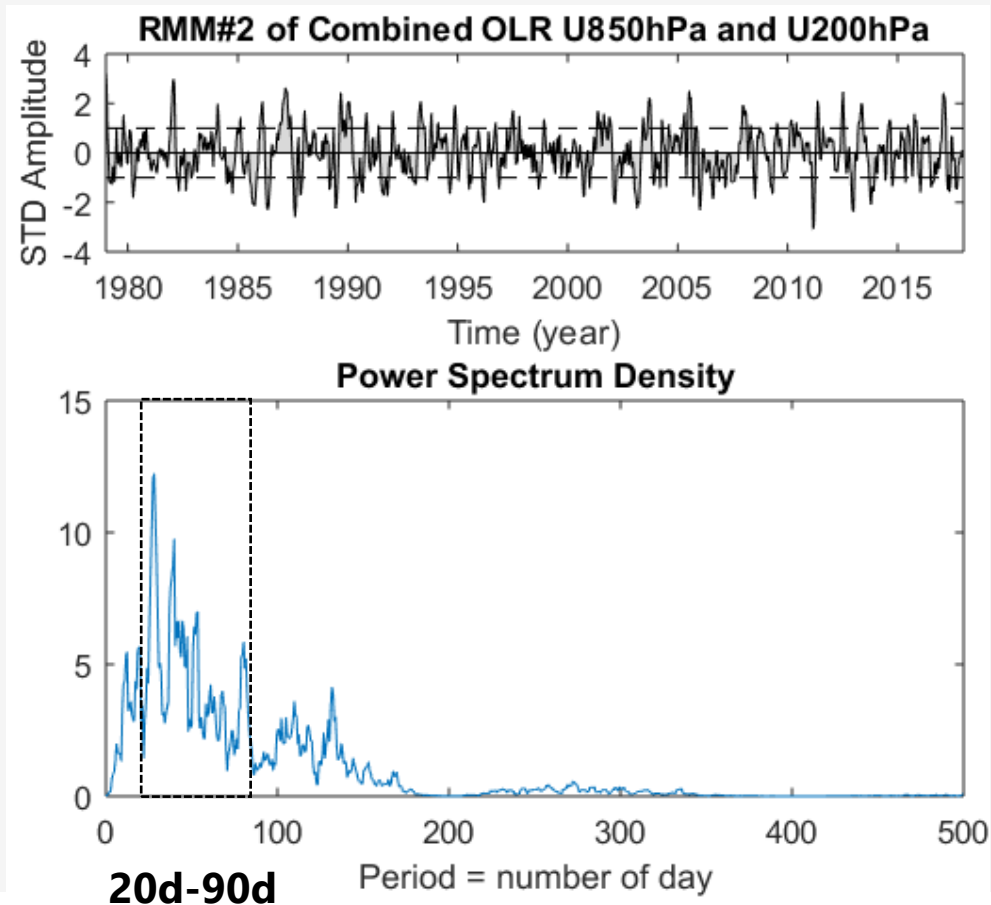
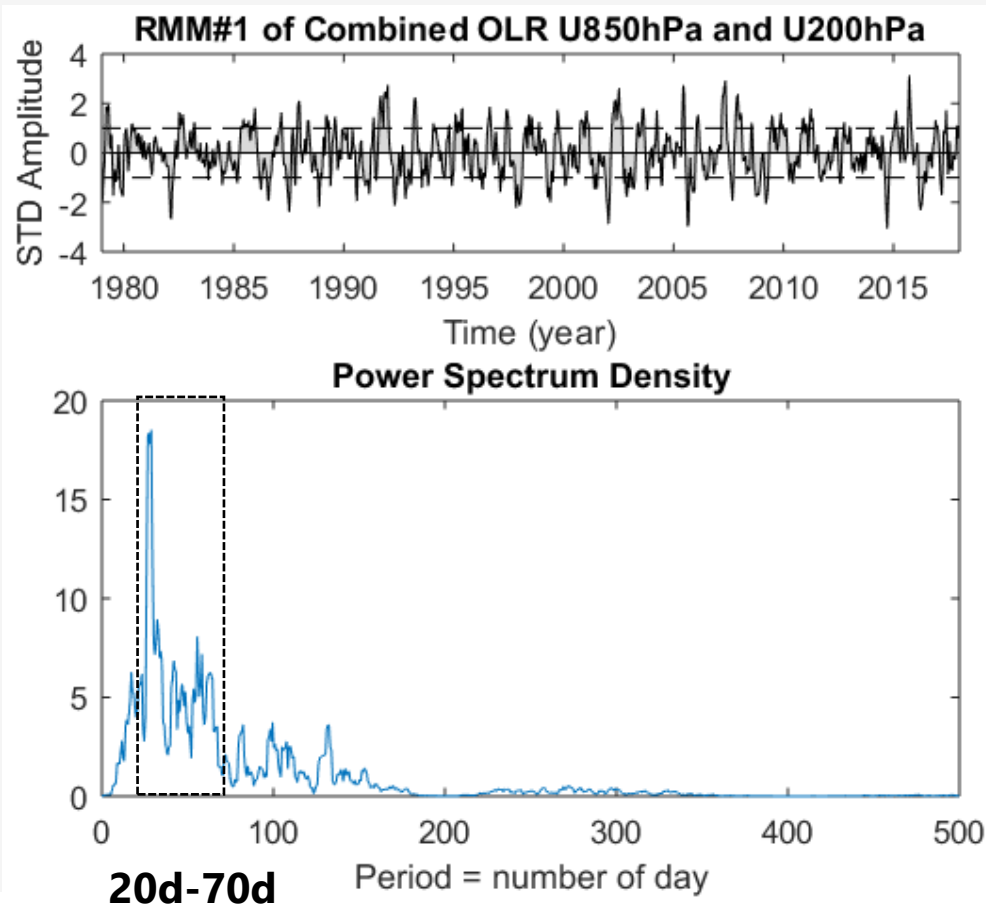
Variables: 15S-15N averaged OLR U850hPa and U200hPa (unfiltered 1979-2001)

Using EOF/PC analysis and applying Fast Fourier Transform (FFT)



Fast Fourier Transform (FFT) Analysis

- Calculation the principal component (PC) of pentad time series of OLR, U850hPa and U200hPa during 1979-2017.
- RMM1 and RMM2 can be calculated by combined all PCs.

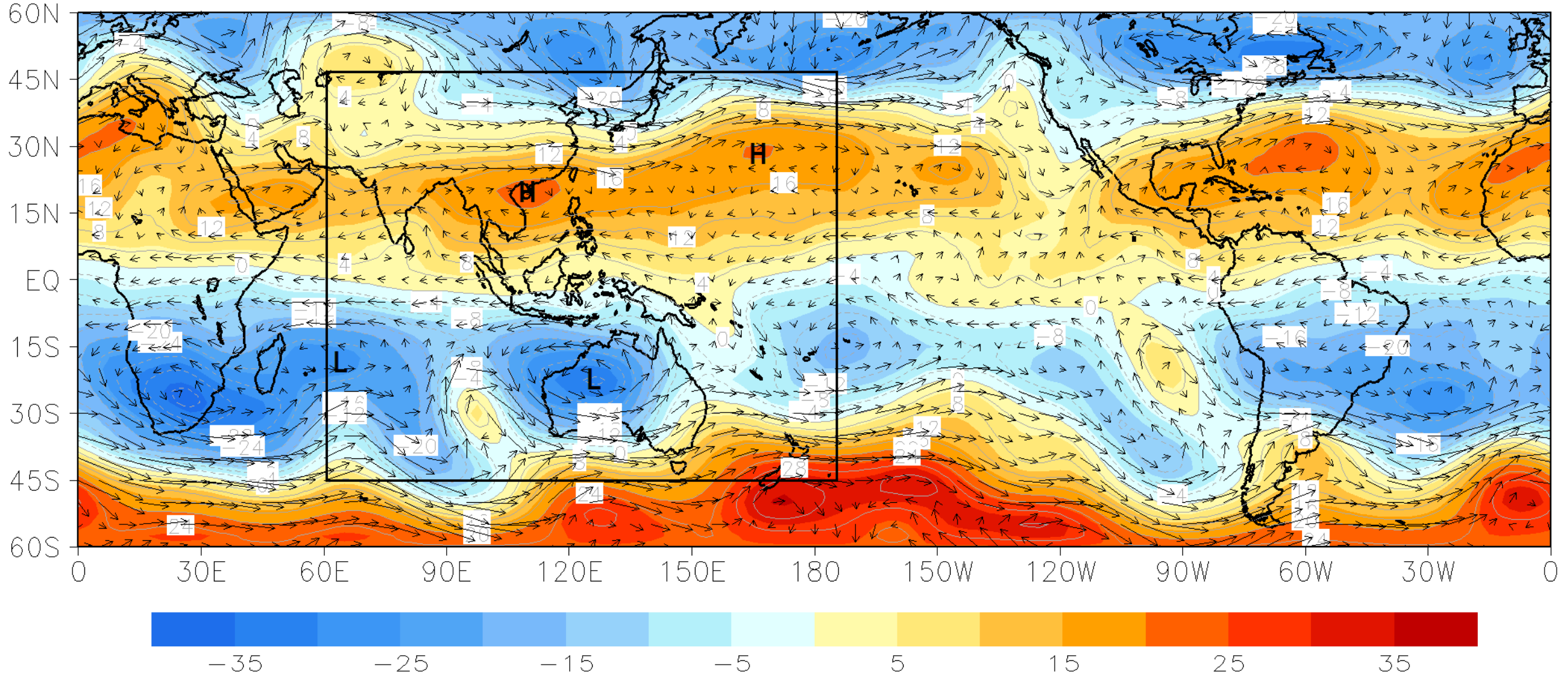


การเฝ้าติดตามคลื่นอากาศบริเวณเขตละติจูดต่ำ

Convectively Coupled Equatorial Waves
(CCEWs)

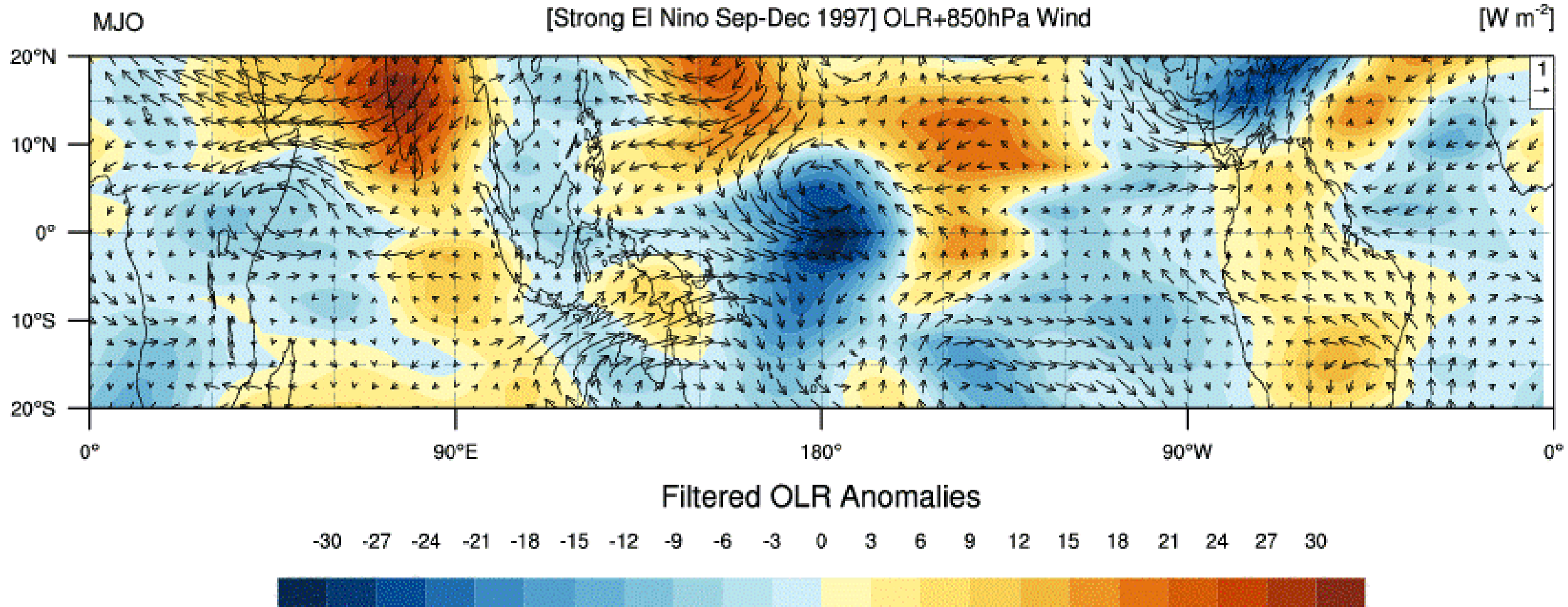
Convectively Coupled Equatorial Waves (CCEWs)

Observation Winds & Stream function at 500hPa 21OCT2012



Madden-Julian Oscillation (MJO)

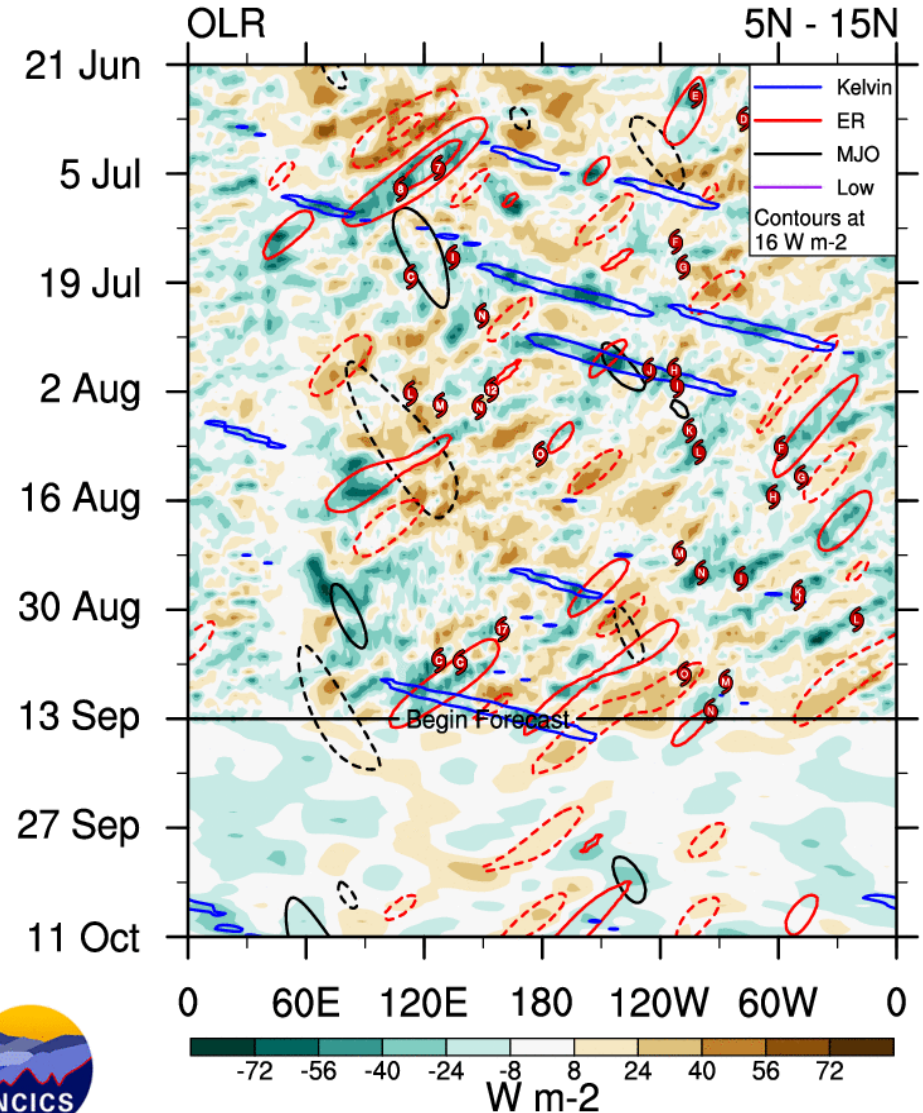
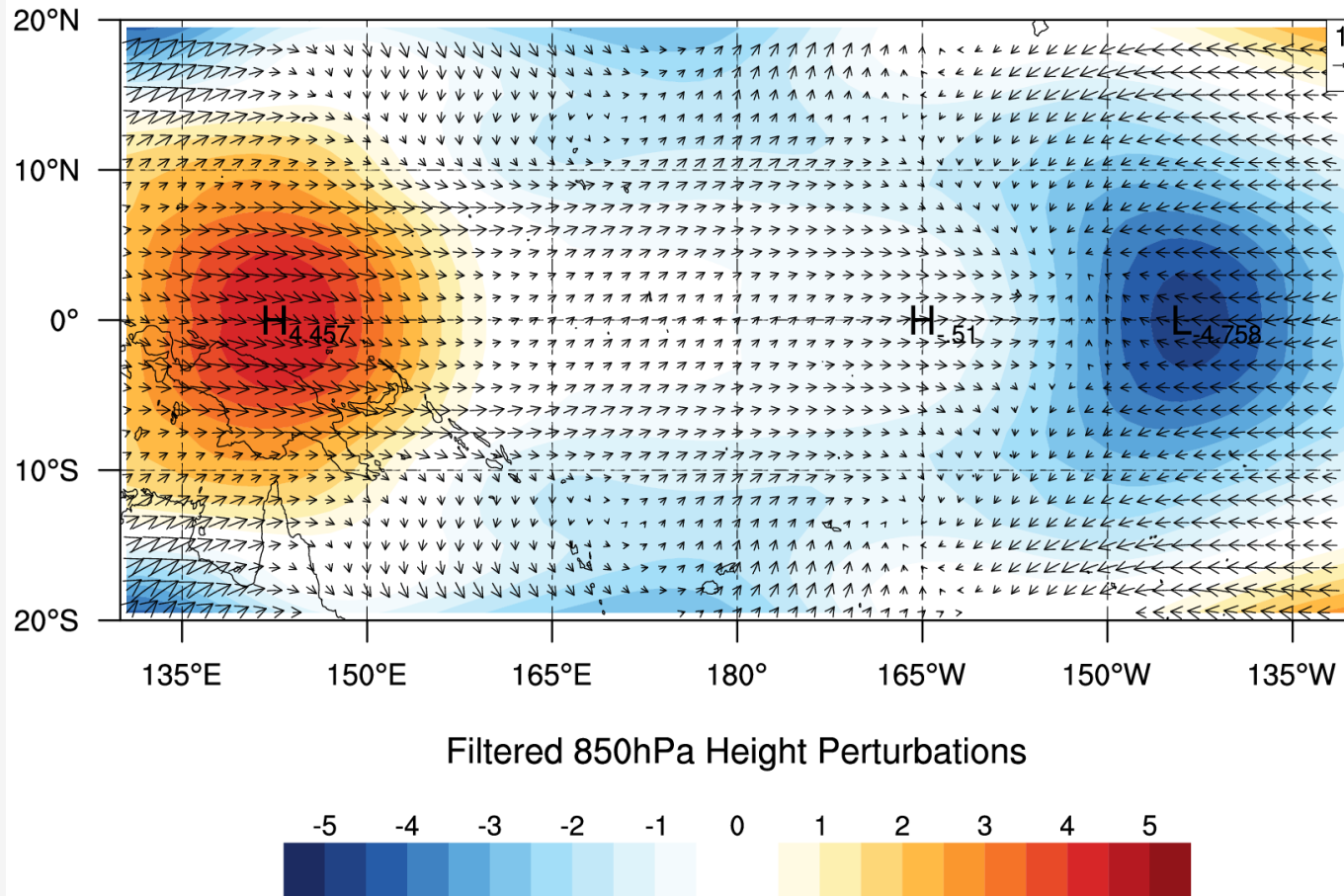
Madden-Julian Oscillation (MJO) , Time: 08/10/1997



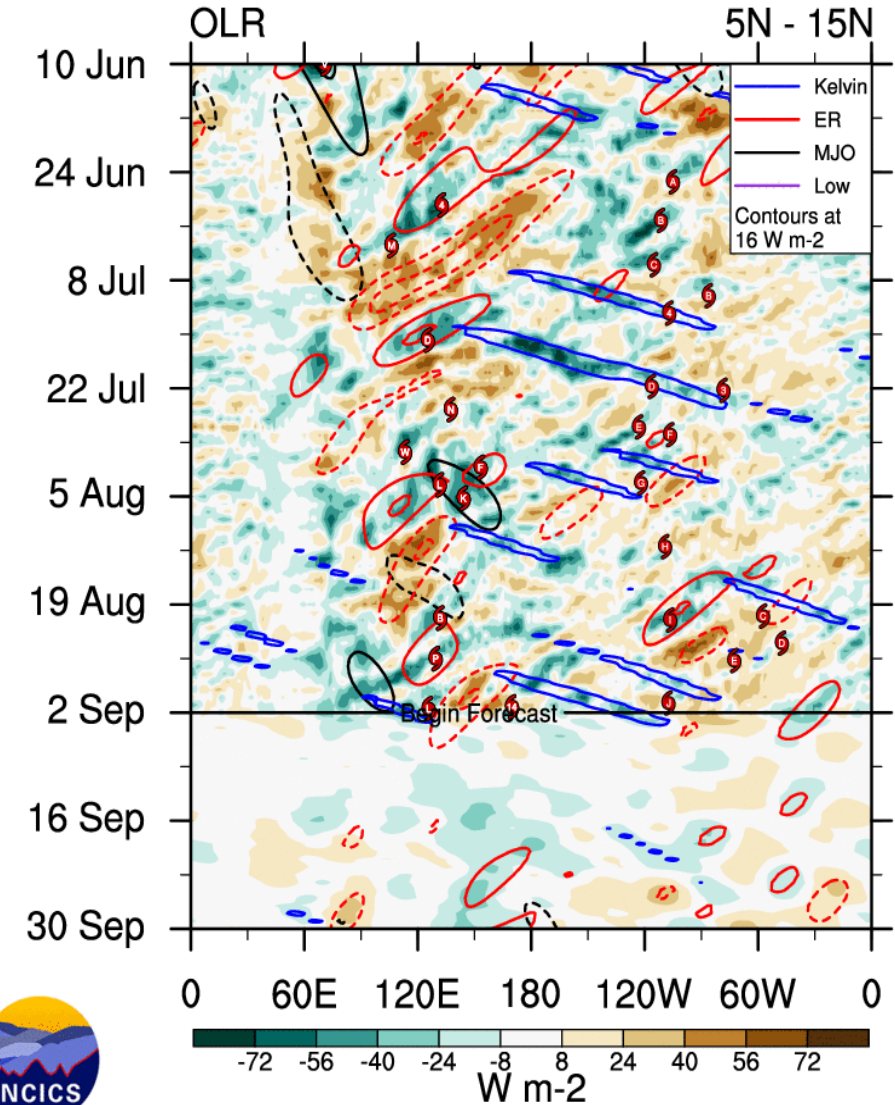
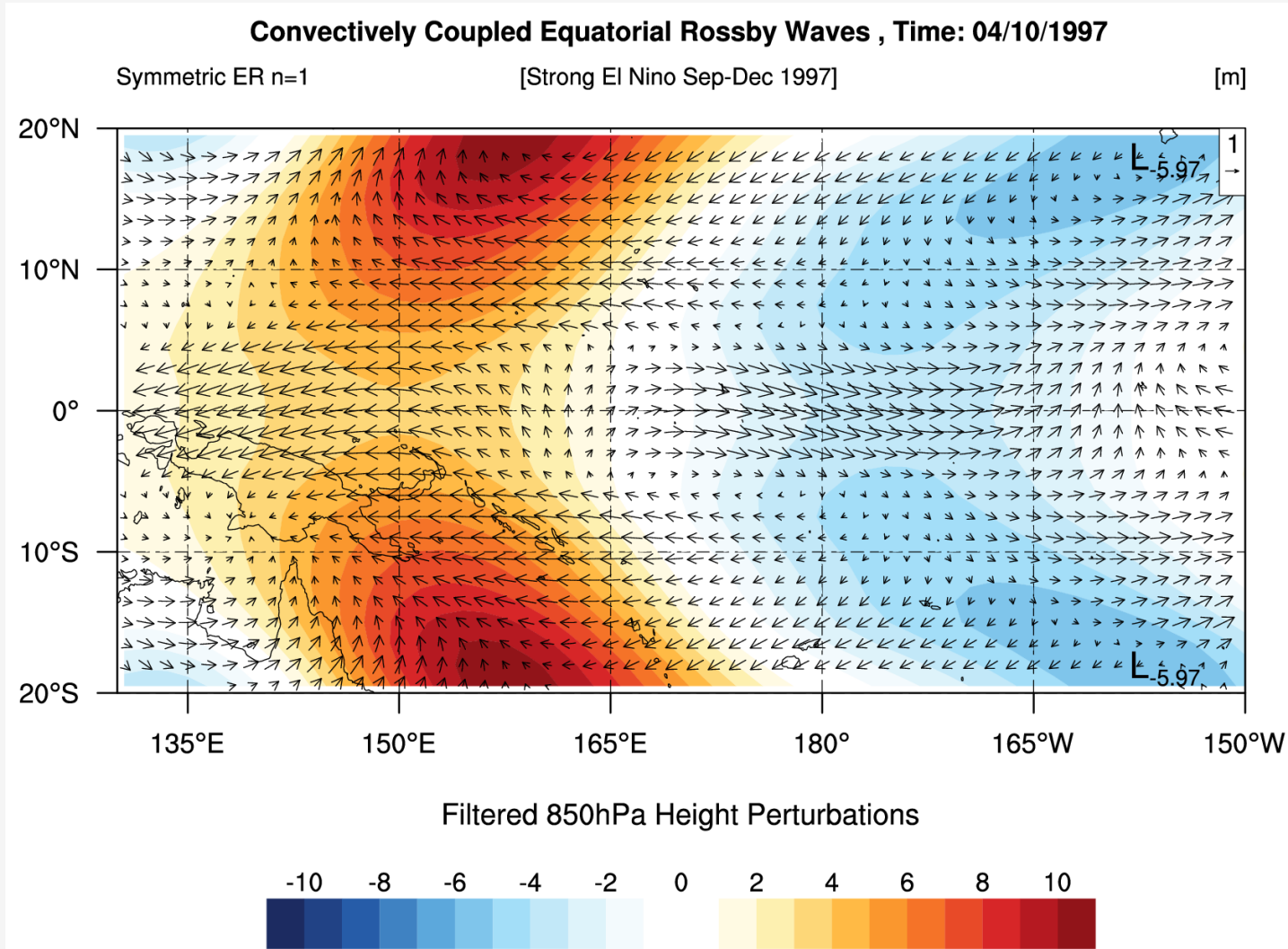
Kelvin Waves (KW)

Convectively Coupled Equatorial Kelvin Waves , Time: 17/11/1997

Symmetric Kelvin Waves $n=-1$ [Strong El Nino Sep-Dec 1997] [m]



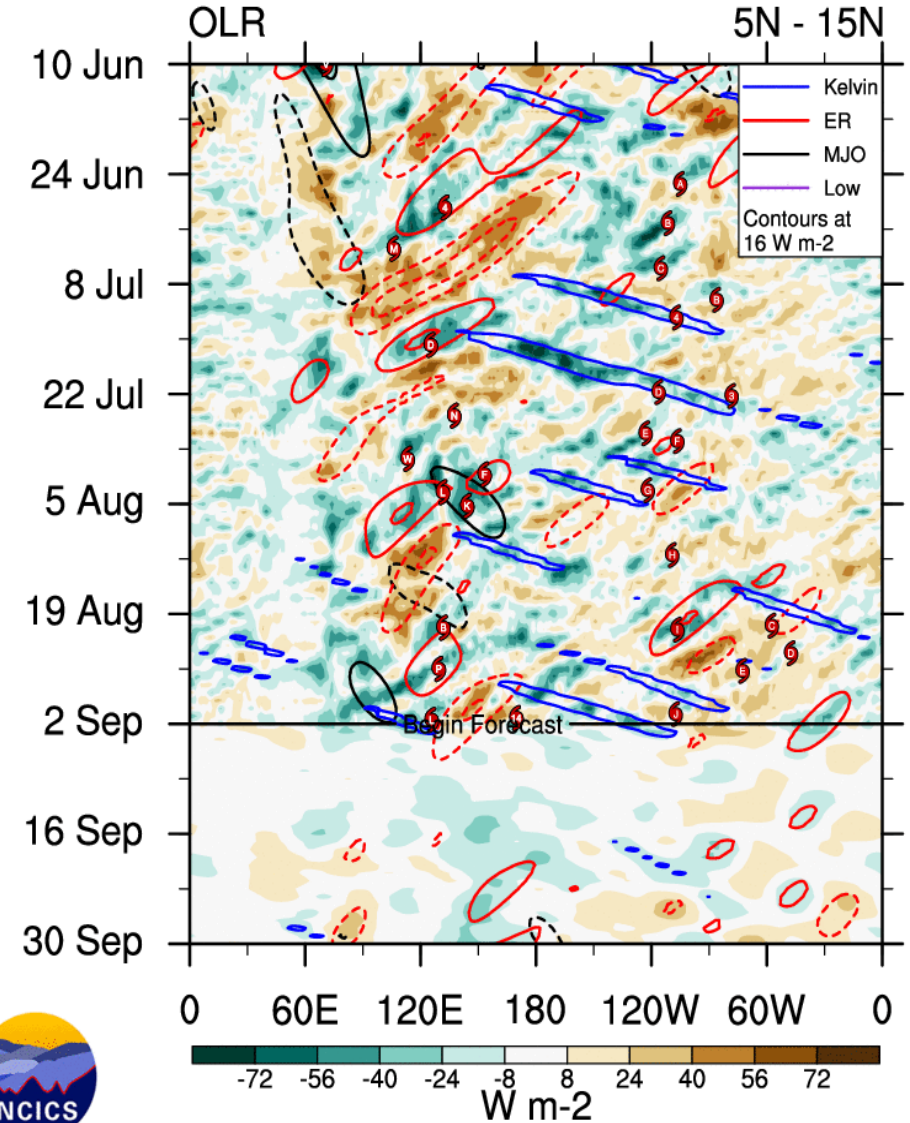
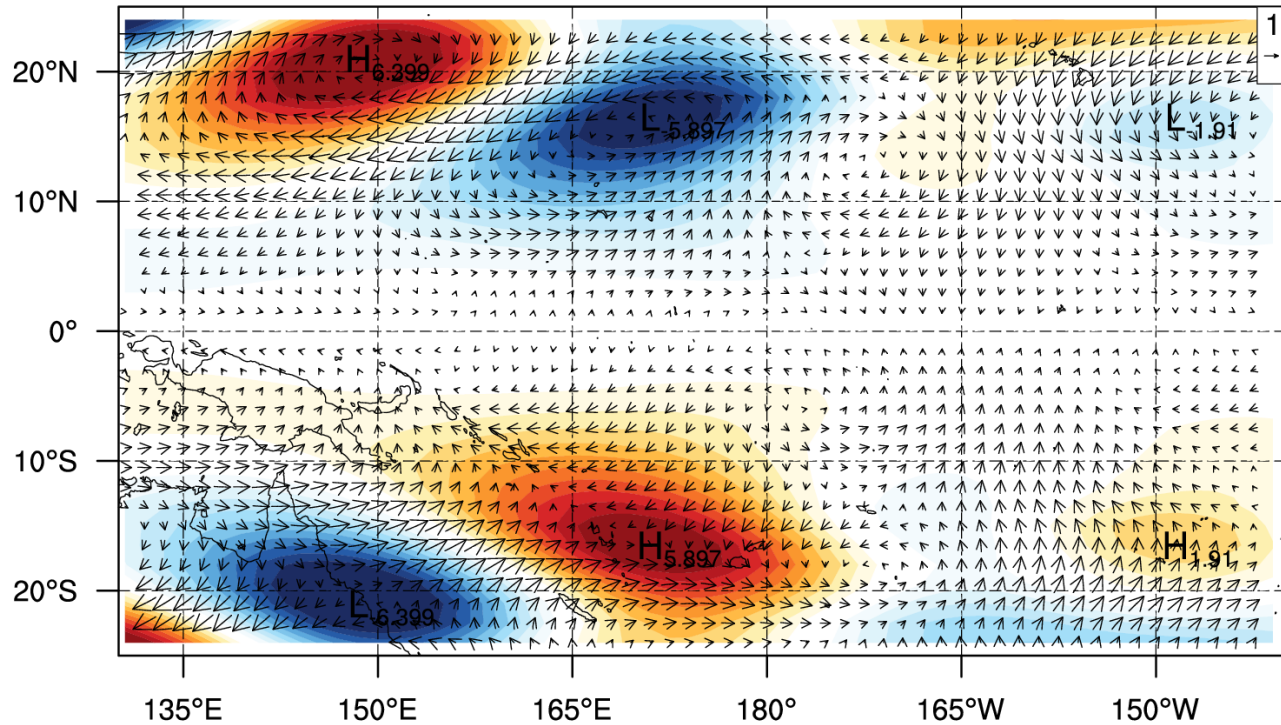
Equatorial Rossby Waves (ER)



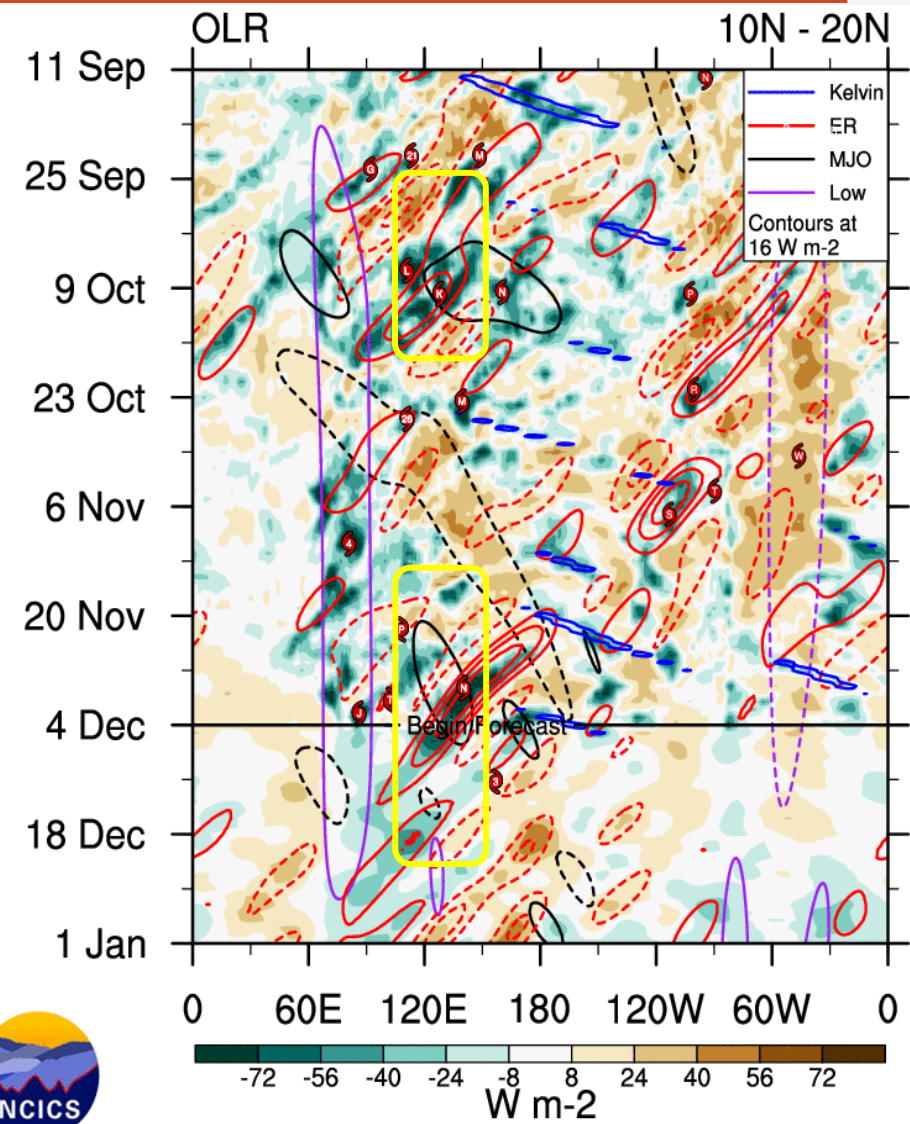
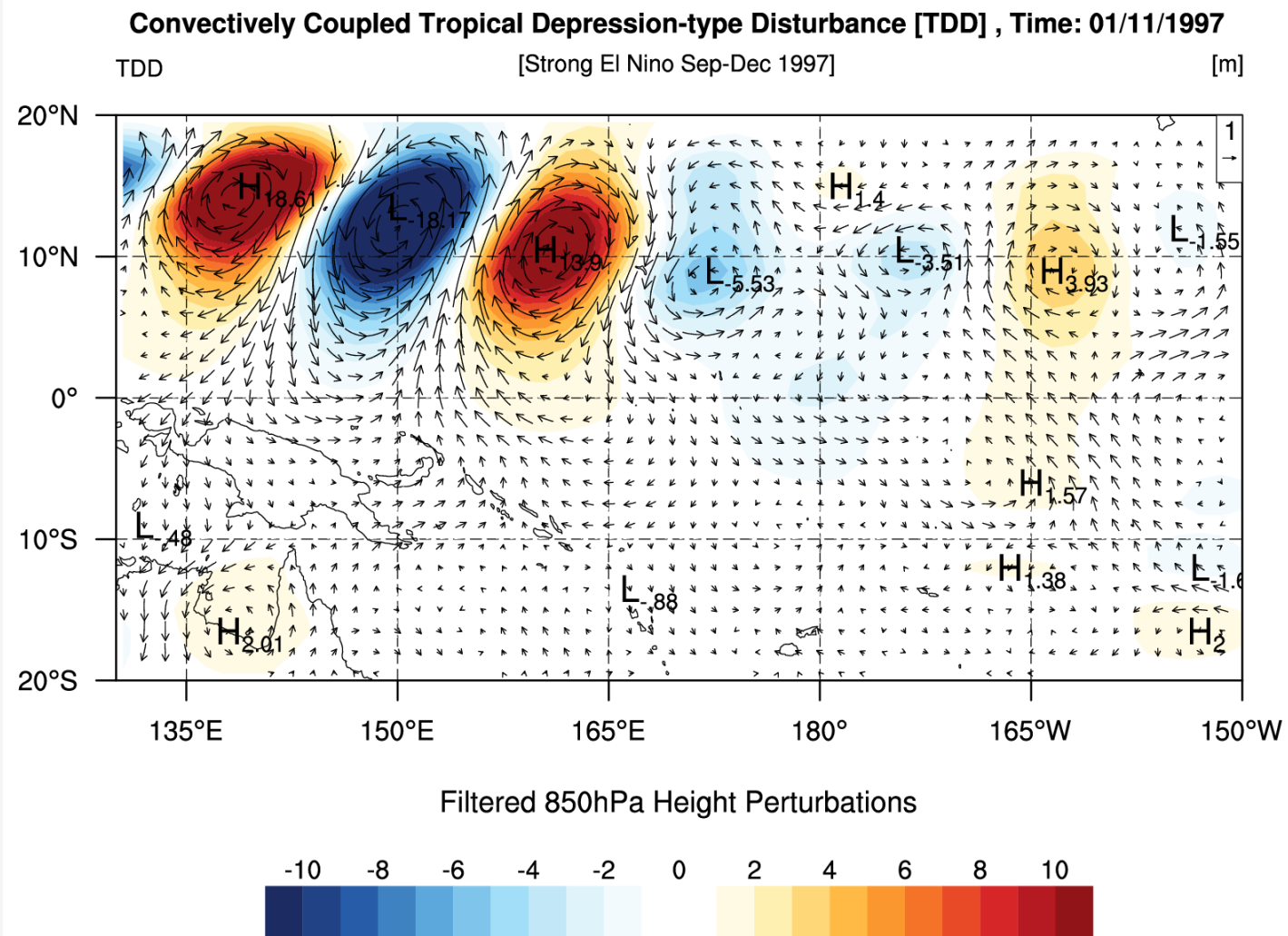
mixed Rossby-Gravity Waves (RG)

Convectively Coupled Equatorial mixed Rossby-Gravity Waves , Time: 13/09/1997

Anti-Symmetric MRG n=0 [Strong El Nino Sep-Dec 1997] [m]



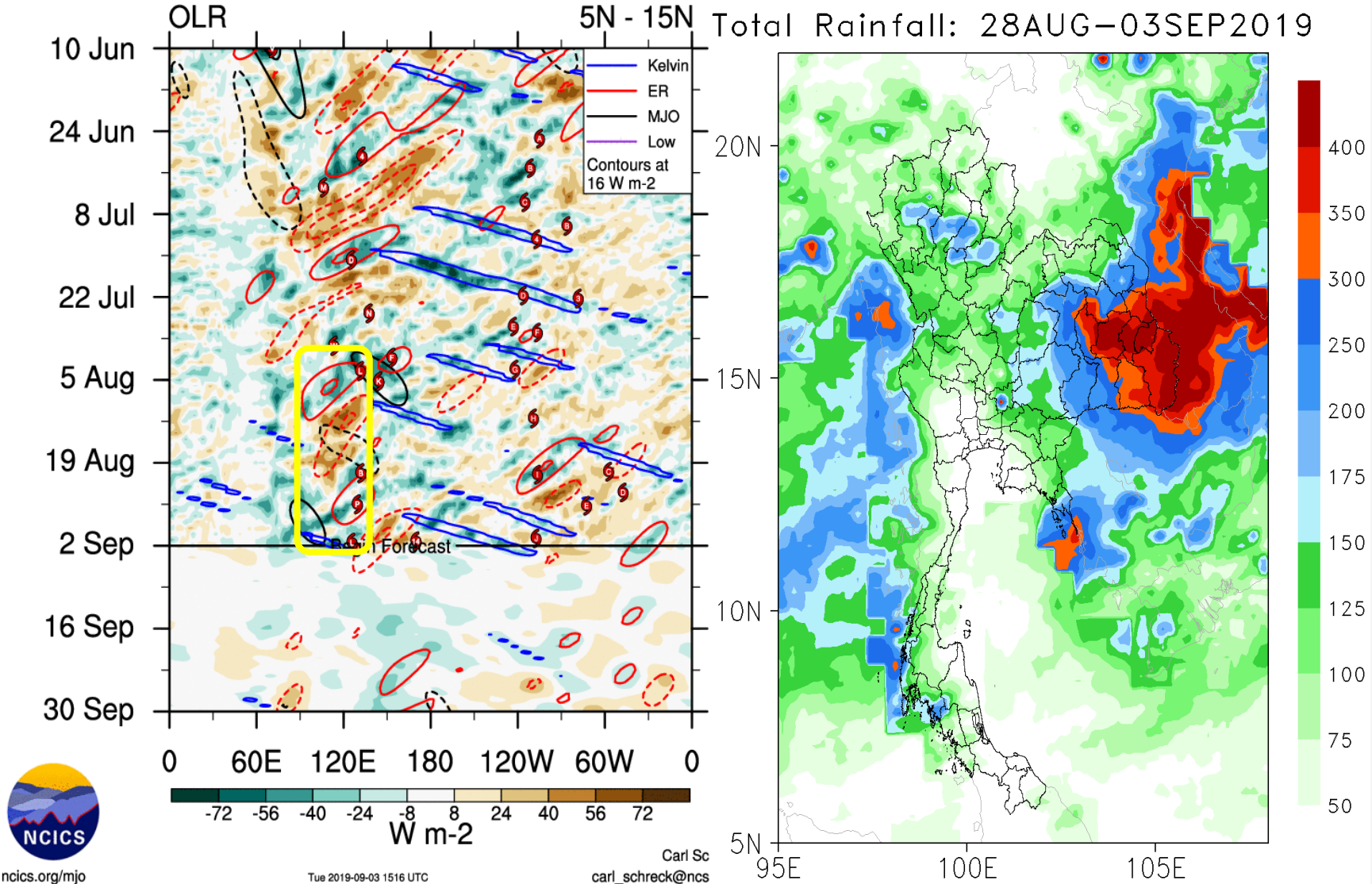
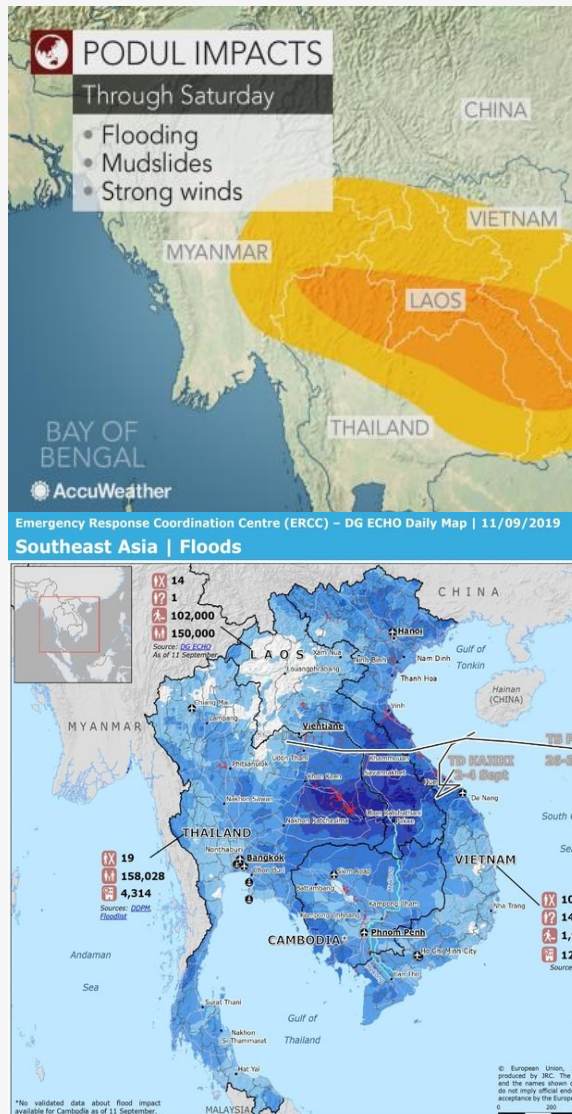
Tropical Depression-type Disturbance (TDD)



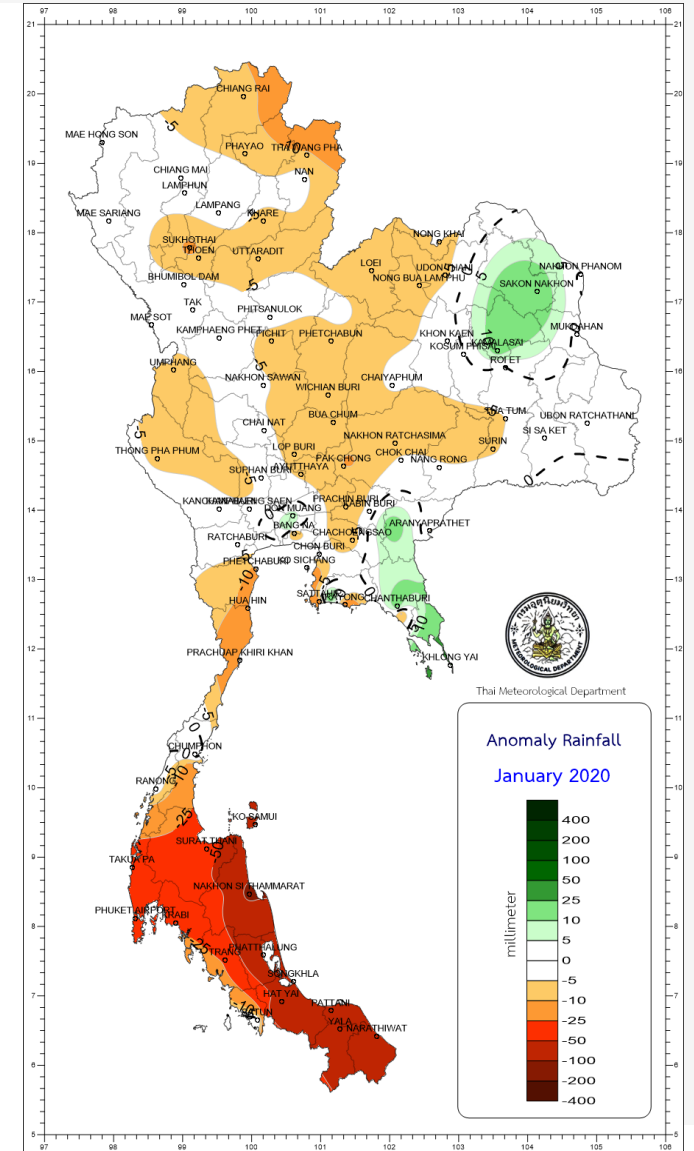
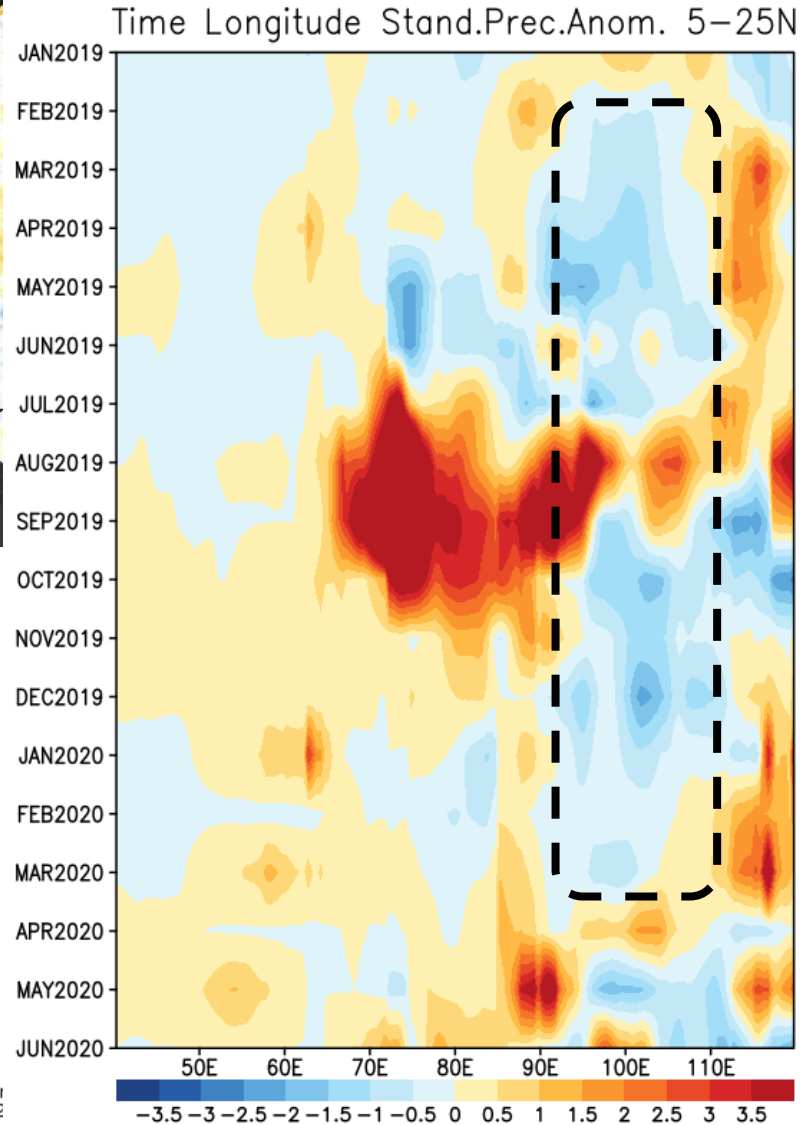
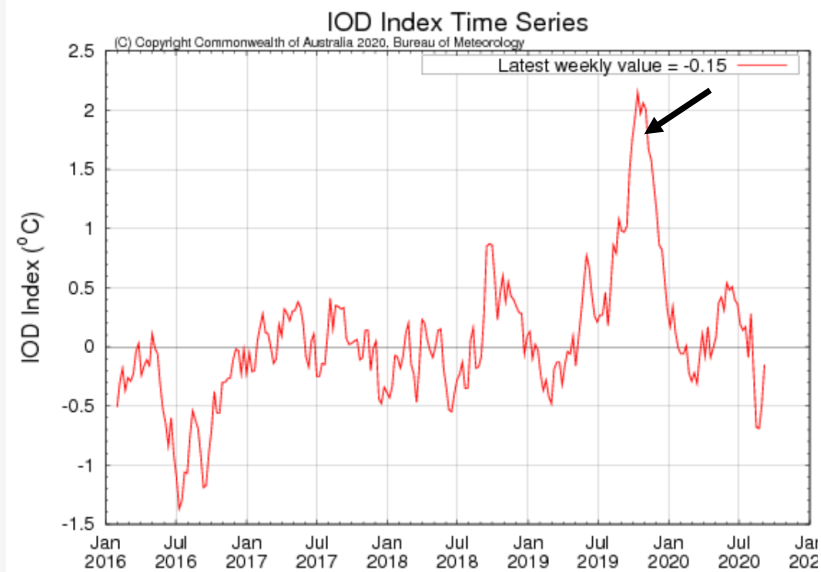
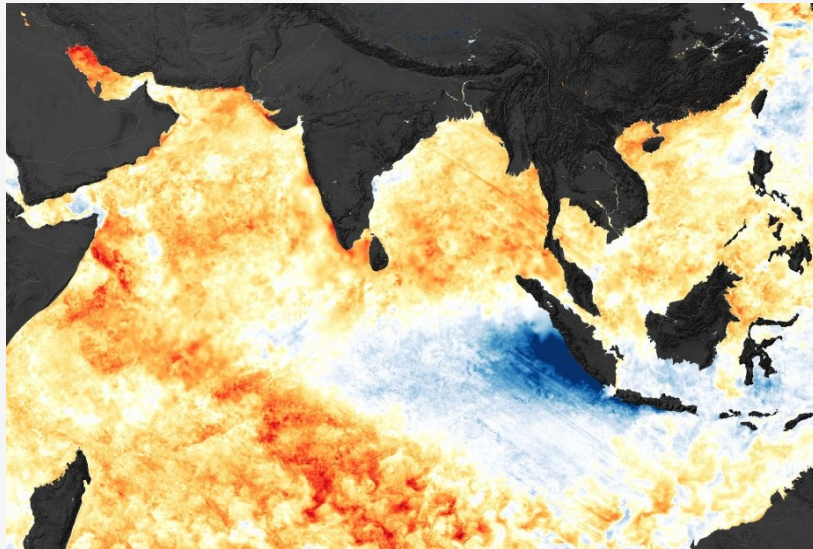


Impact of climate drivers to severe floods and droughts

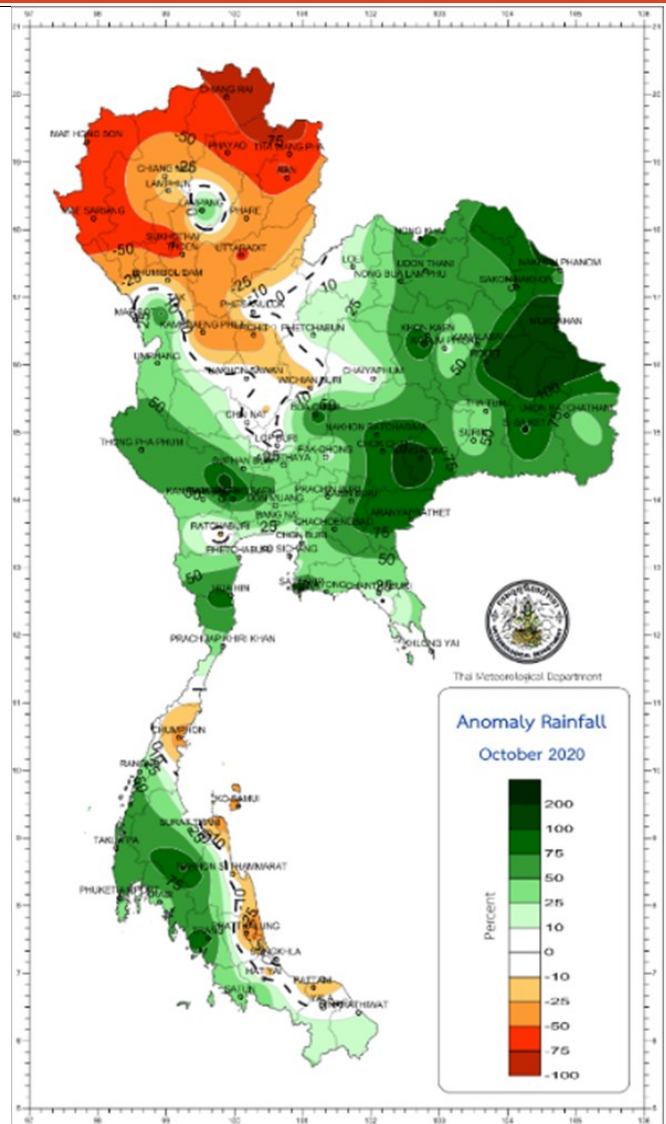
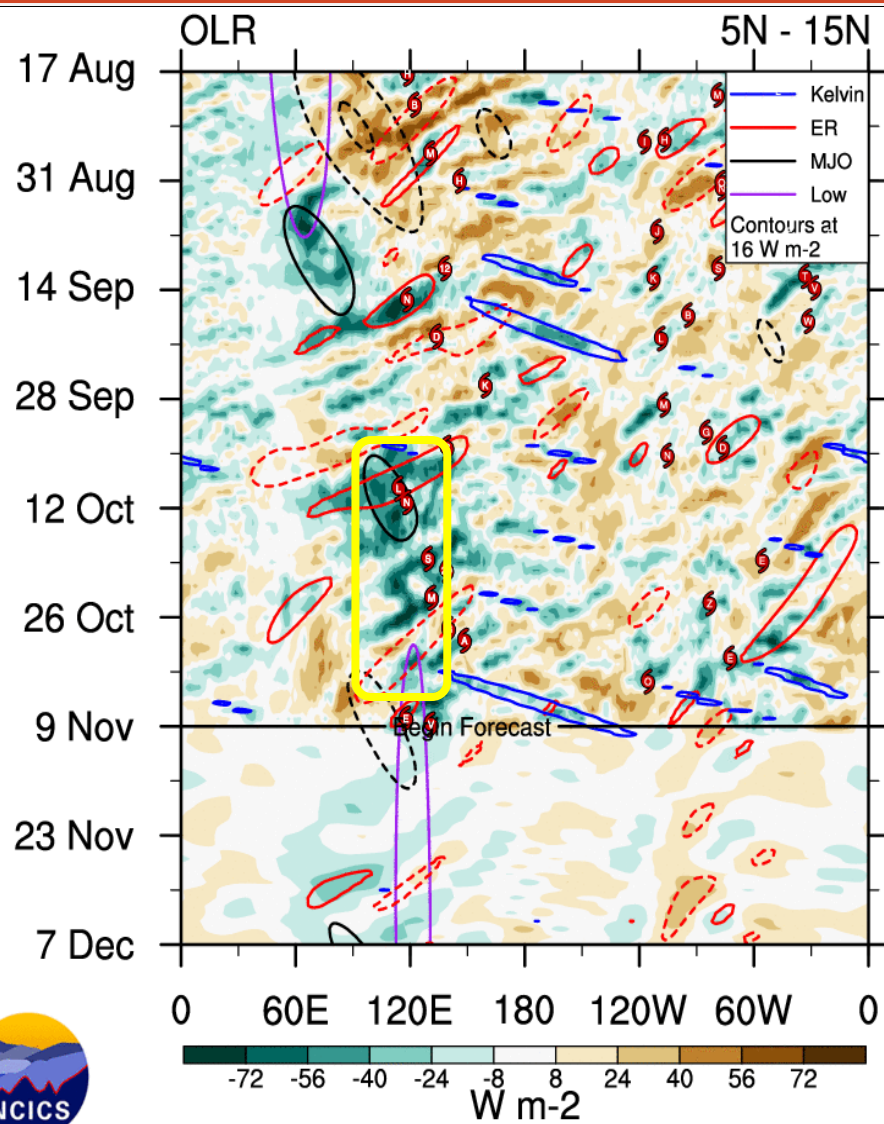
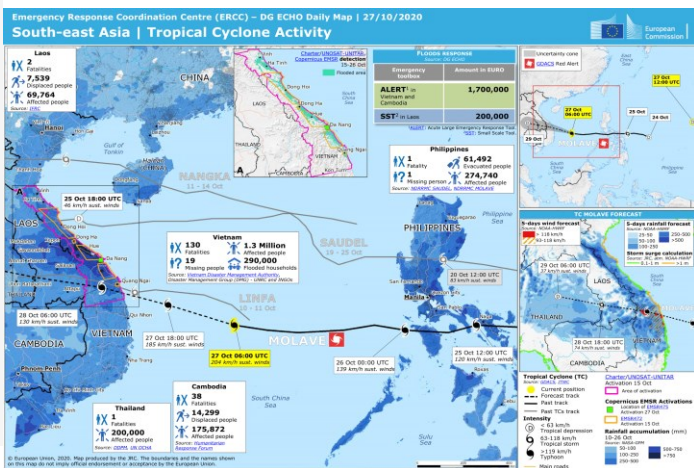
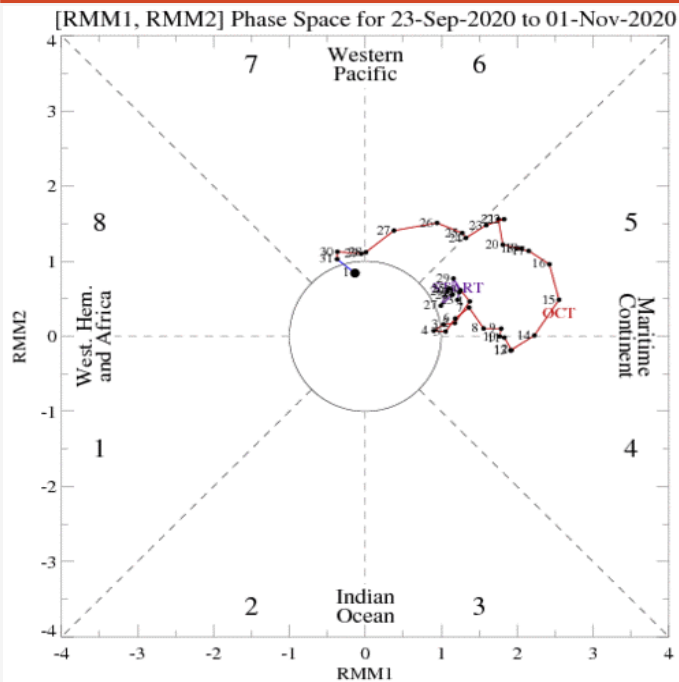
เหตุการณ์ที่ 1 พายุหมุนเขตร้อนกับคลื่นอากาศที่ละติจูดต่ำ และเกิดน้ำท่วมอีสานเดือนกันยายน 2562



เหตุการณ์ที่ 2 ปรากฏการณ์ +IOD กำลังแรง และภัยแล้งยาวนาน ตั้งแต่เดือนก.พ. 2562 - ก.ย. 2563



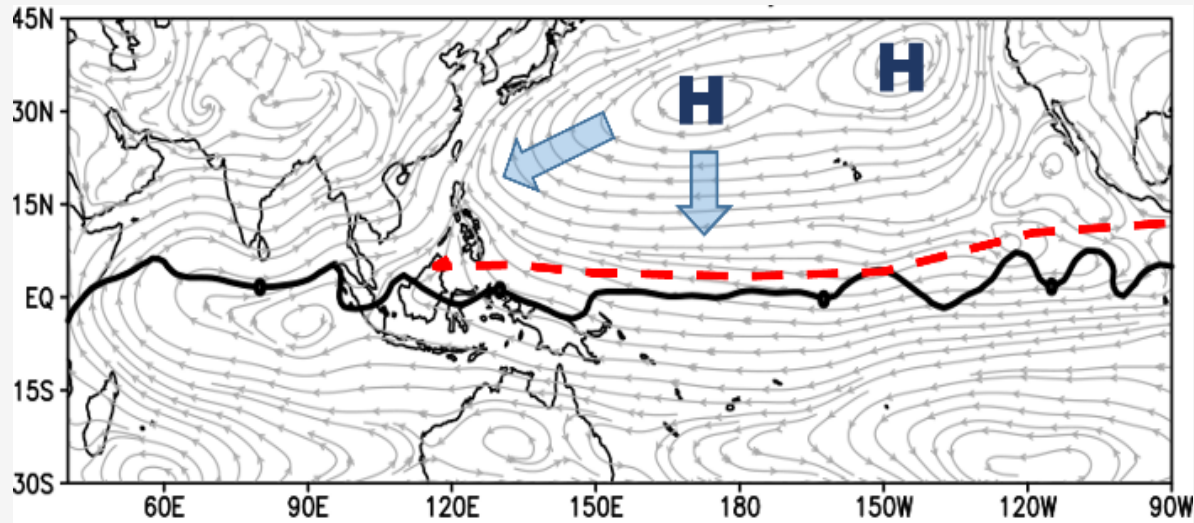
เหตุการณ์ที่ 3 MJO และ EW ร่วมกับลานีญาส่งผลต่อจำนวนพายุหมุนเขตร้อนในเดือนก.ย.-ต.ค. 2563



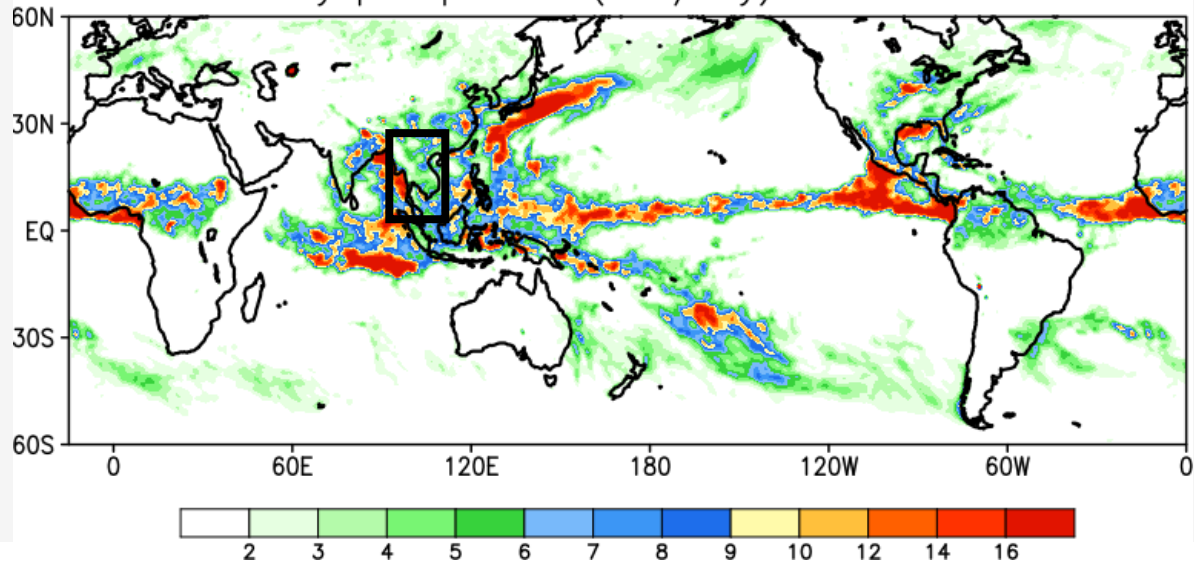
Carl Sahr

Subtropical High

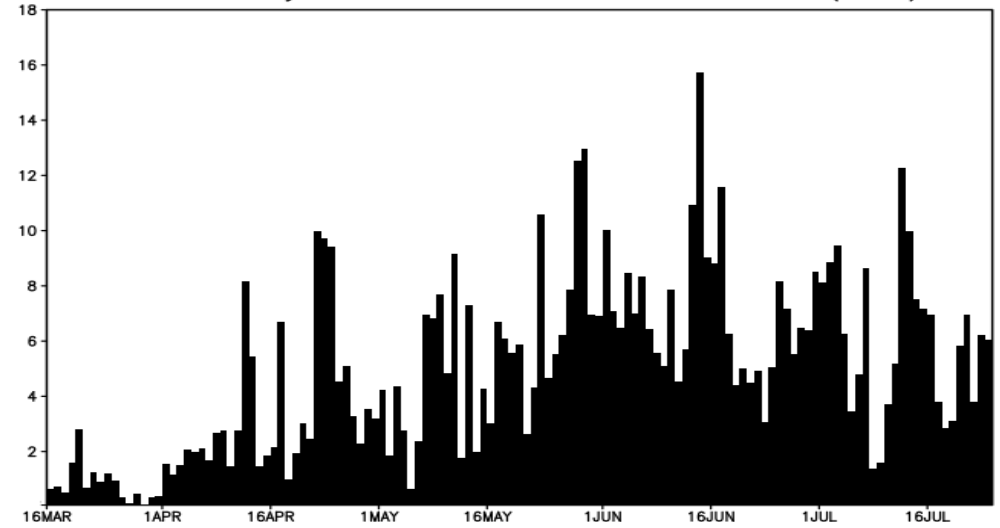
เหตุการณ์ที่ 4 **ITCZ** และความกดอากาศสูง ส่งผลต่อจำนวนและระยะฝนทิ้งช่วงเดือนมิ.ย. ก.ค. 2564



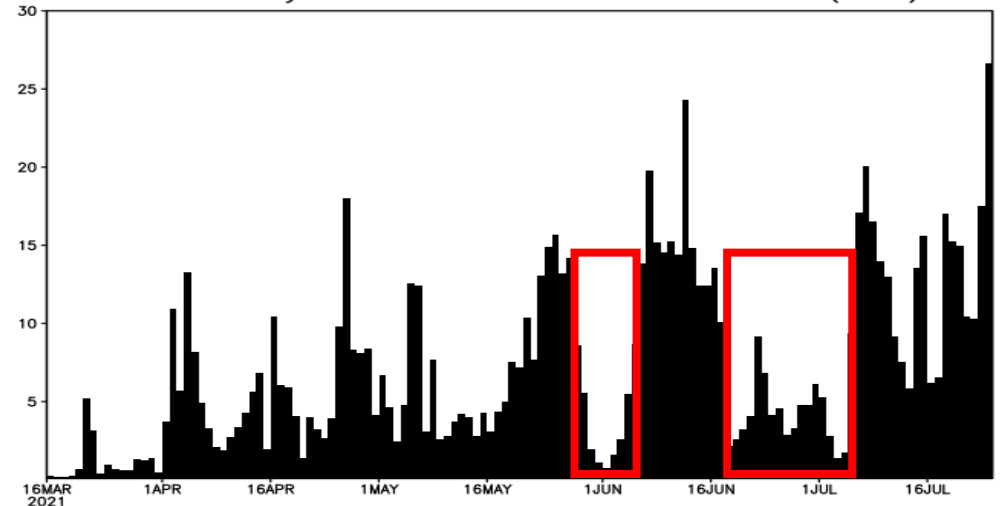
Mean daily precipitation (mm/day) 18Jun-5Jul 2021



Mean daily rainfall Climo over Thailand (mm)



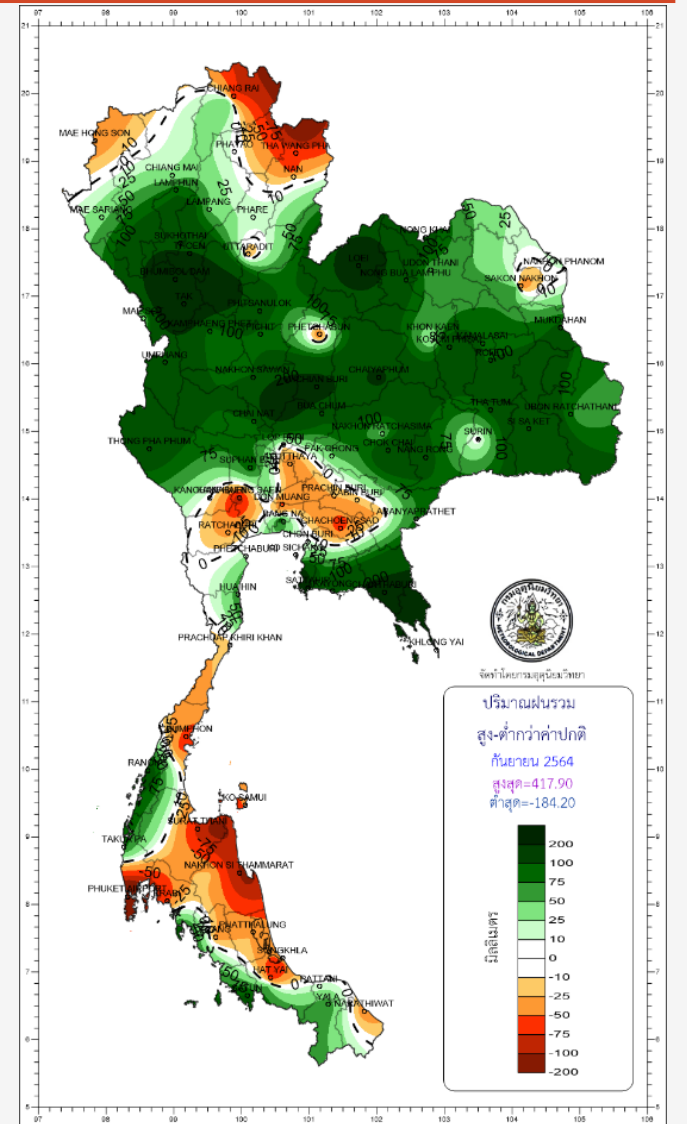
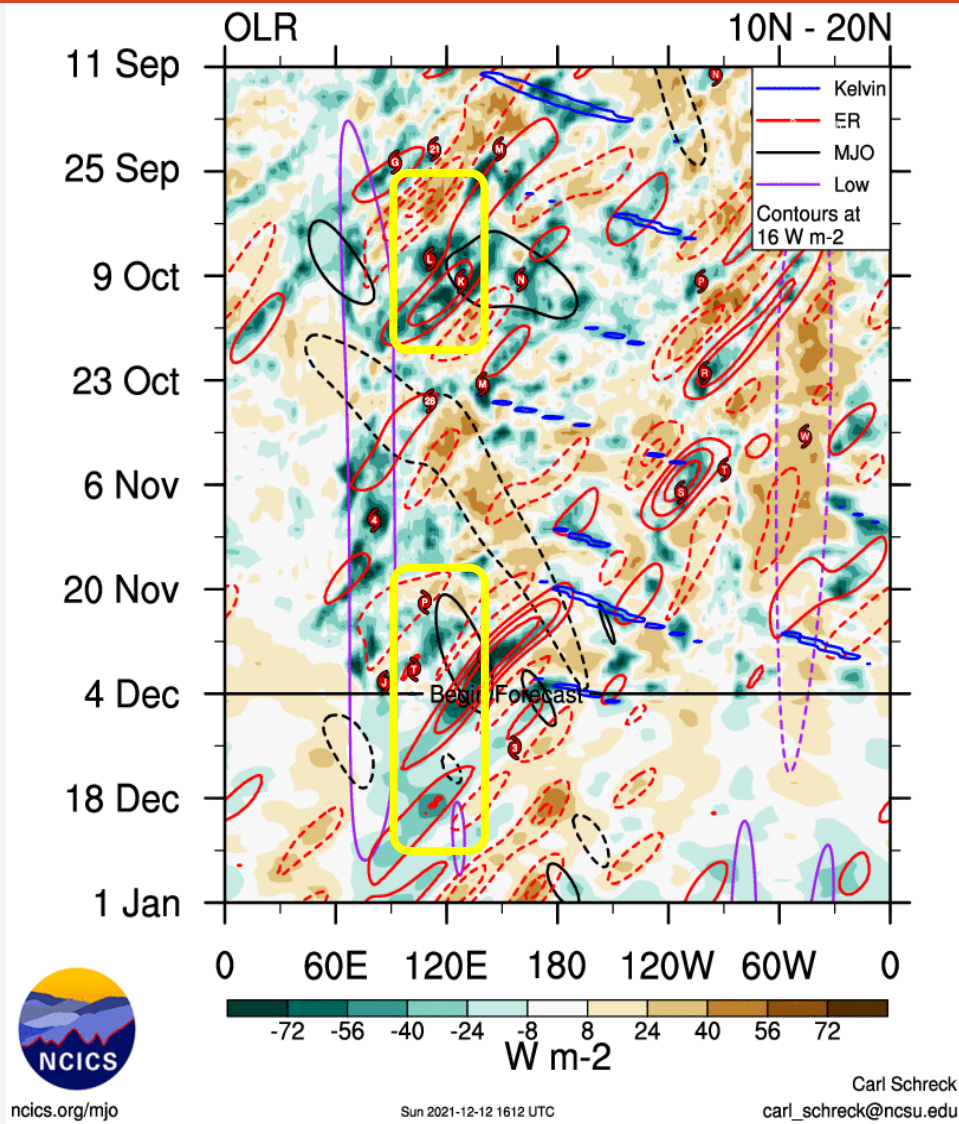
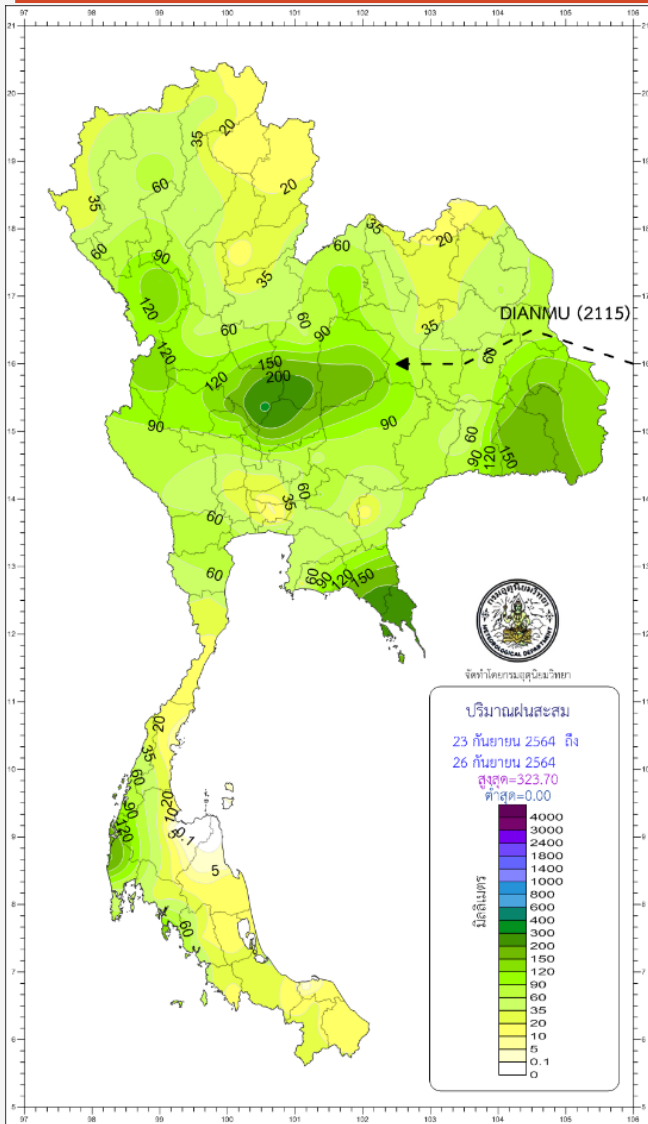
Mean daily rainfall 2021 over Thailand (mm)



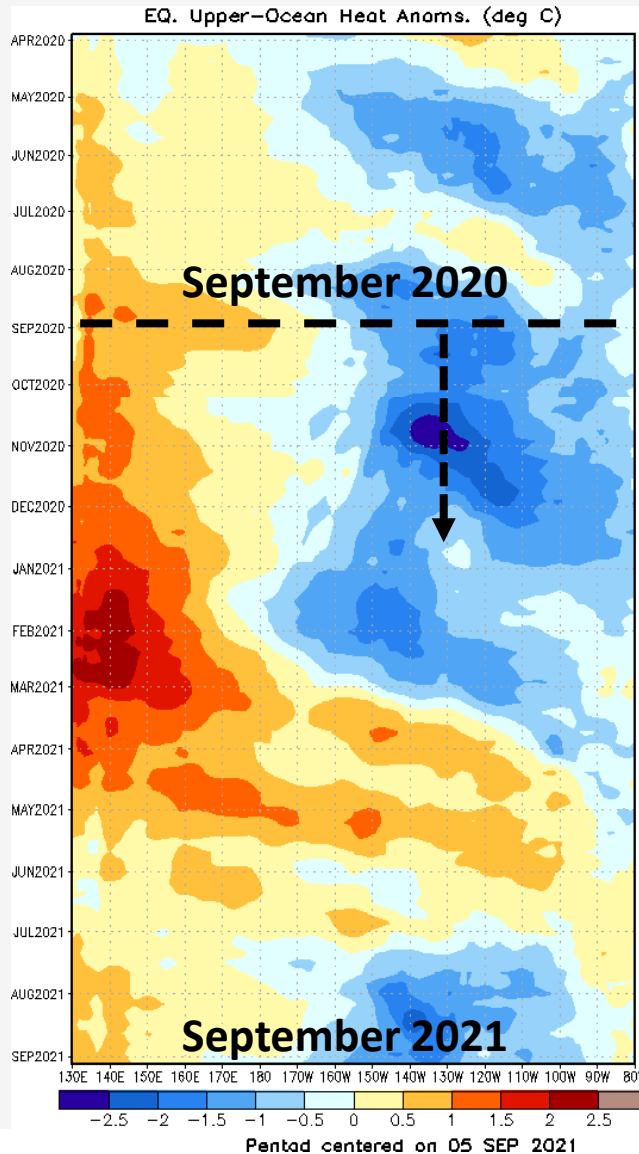
Potential tropical storms and flooding related to equatorial waves

Equatorial Rossby Wave

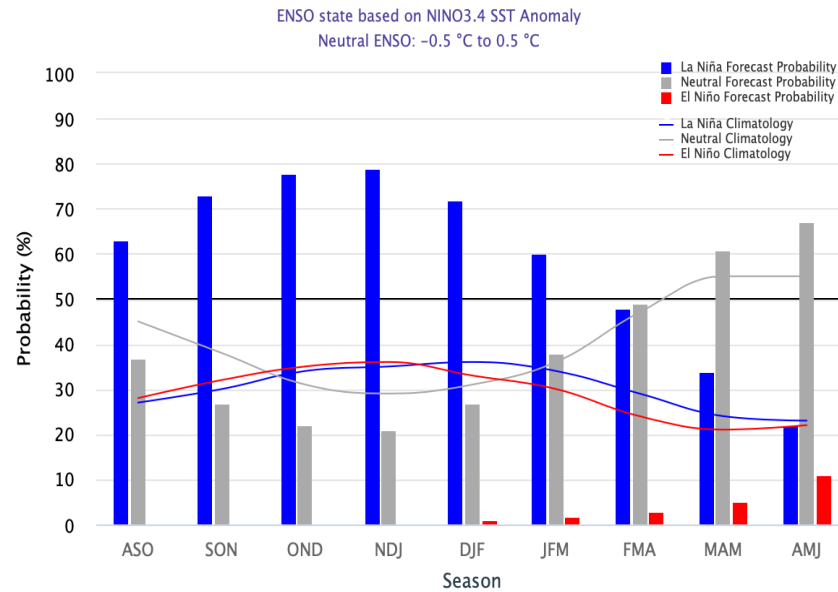
เหตุการณ์ที่ 5 EW และ La Nina มีอิทธิพลต่อพายุหมุน ส่งผลให้เกิดน้ำท่วมตอบนบนเดือนกันยายน 2564



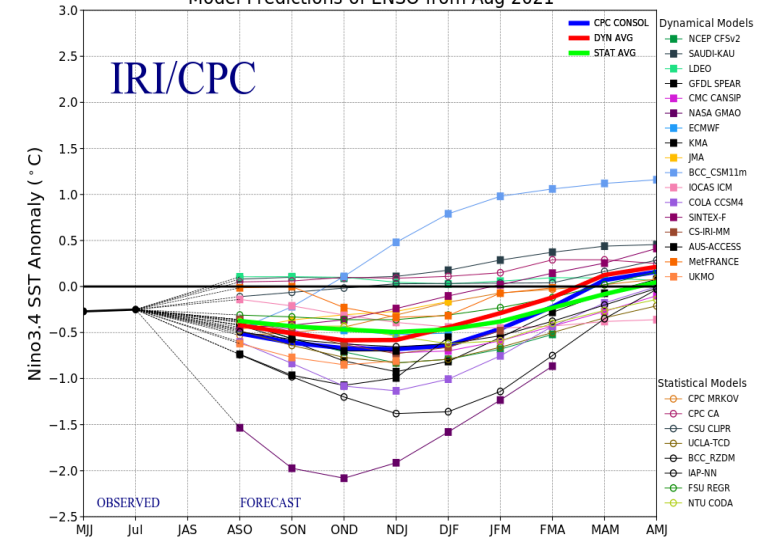
การคาดการณ์ปรากฏการณ์ ENSO และ IOD



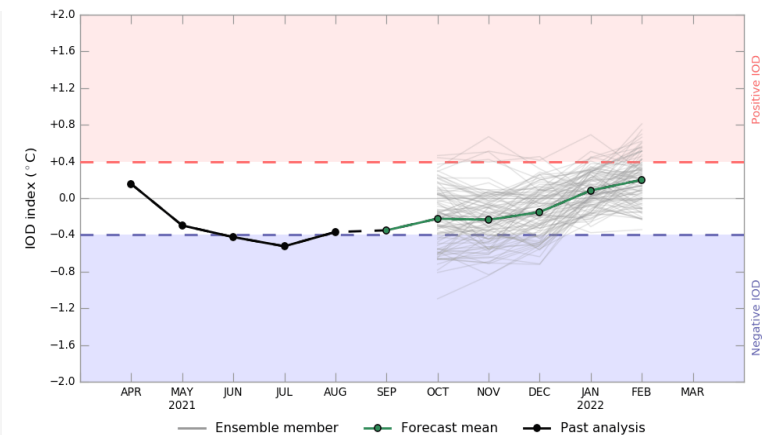
Early-September 2021 CPC/IRI Official Probabilistic ENSO Forecasts



Model Predictions of ENSO from Aug 2021

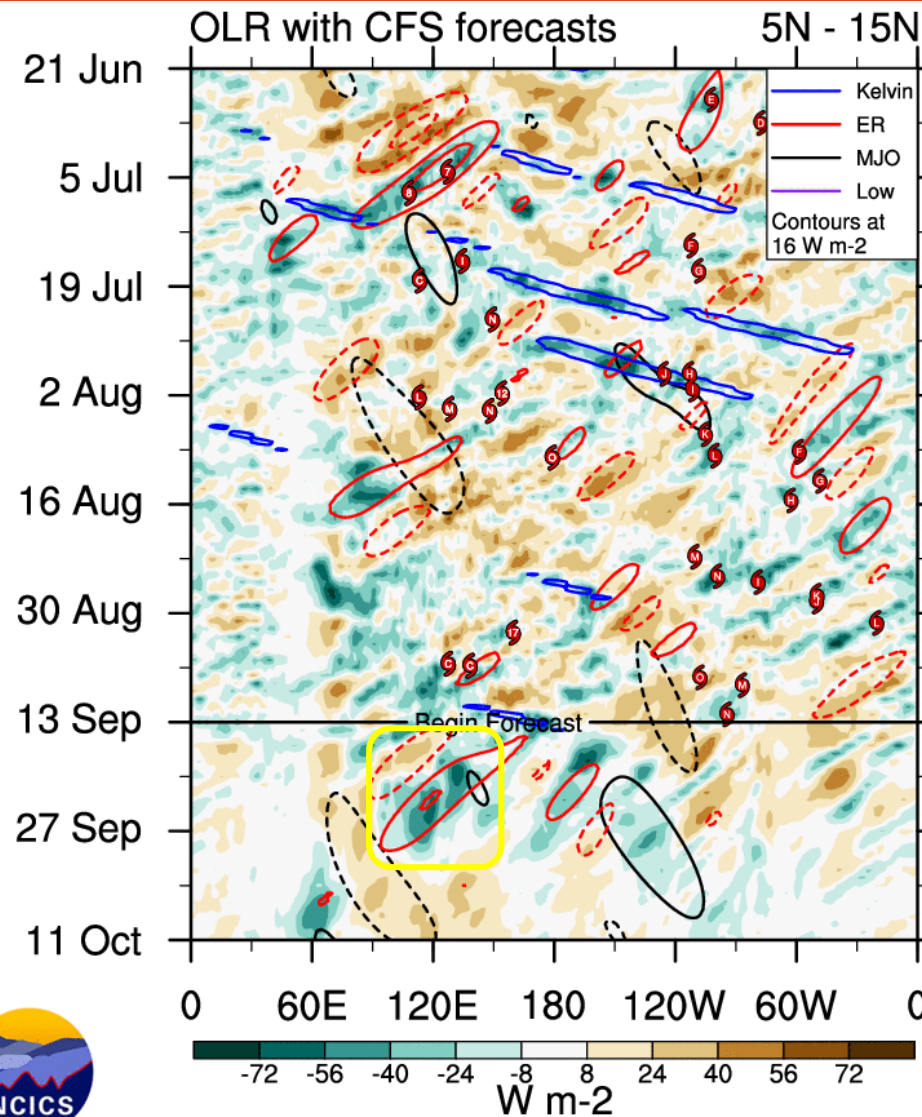
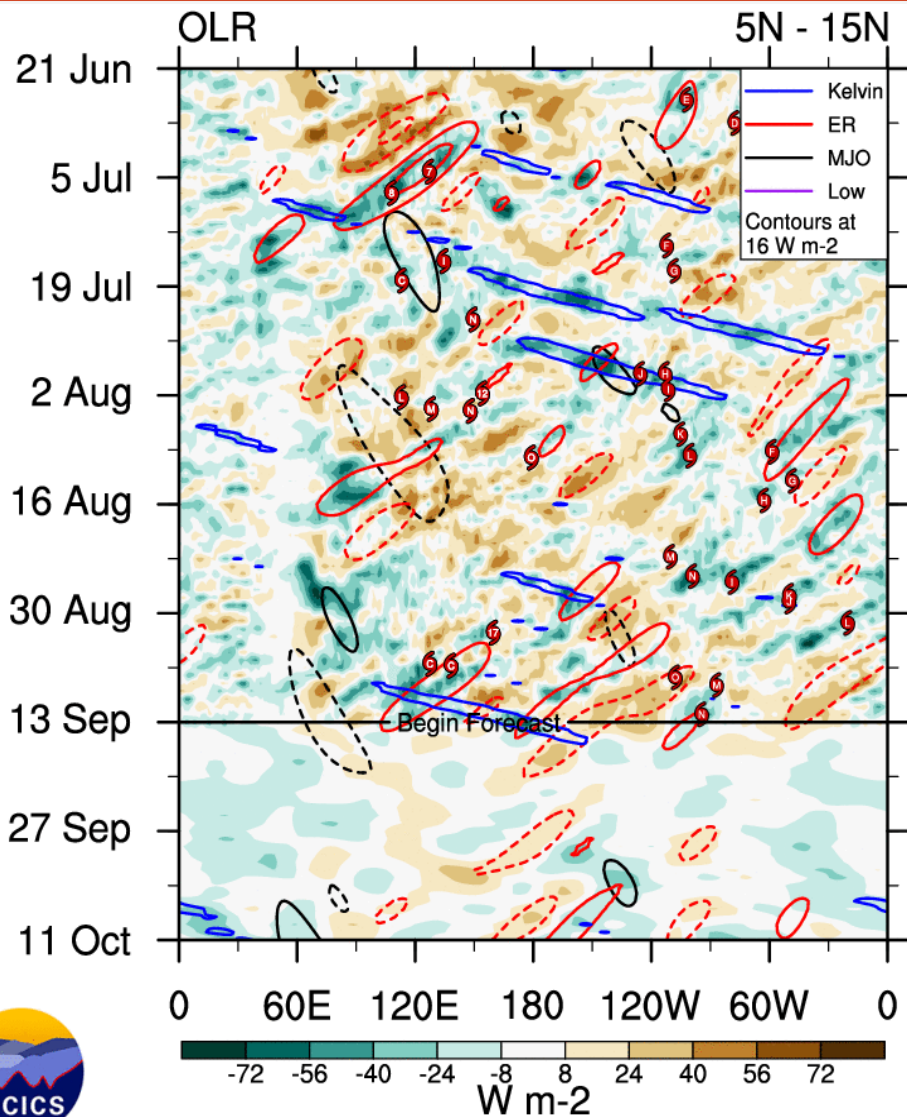


Monthly sea surface temperature anomalies for IOD region



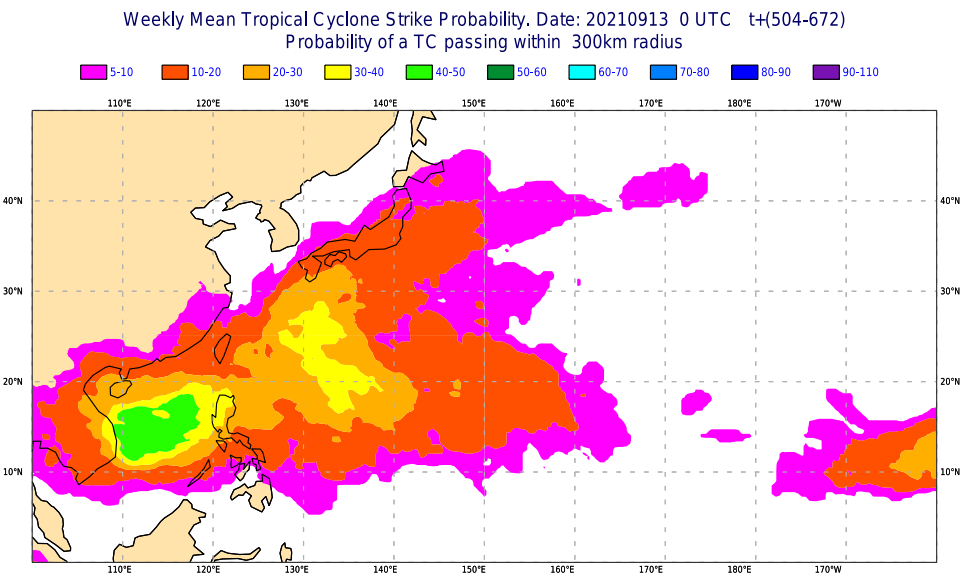
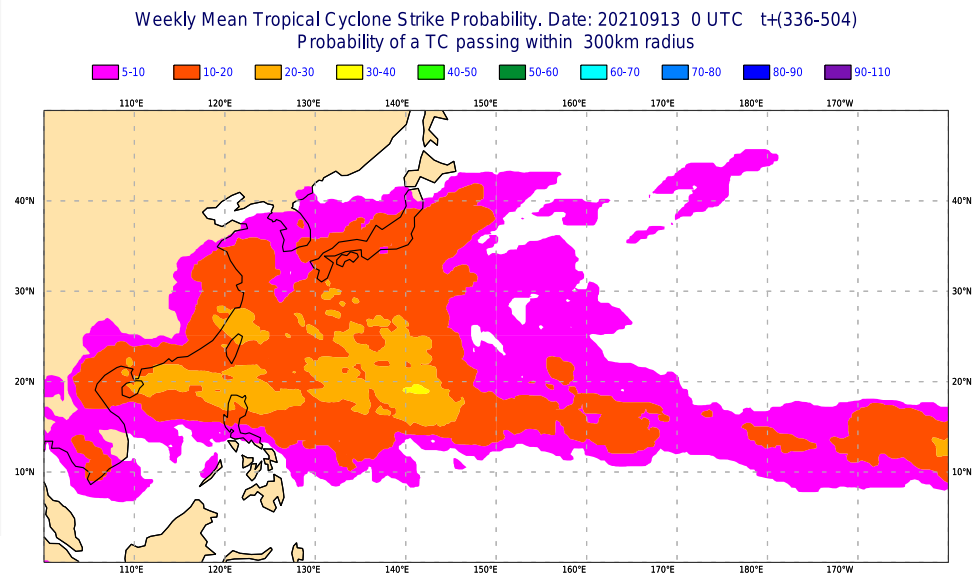
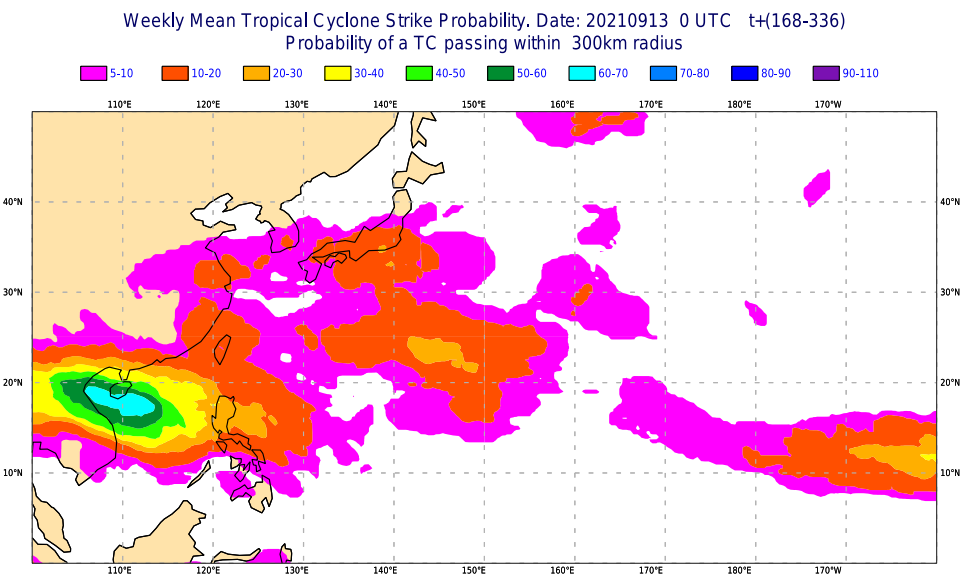
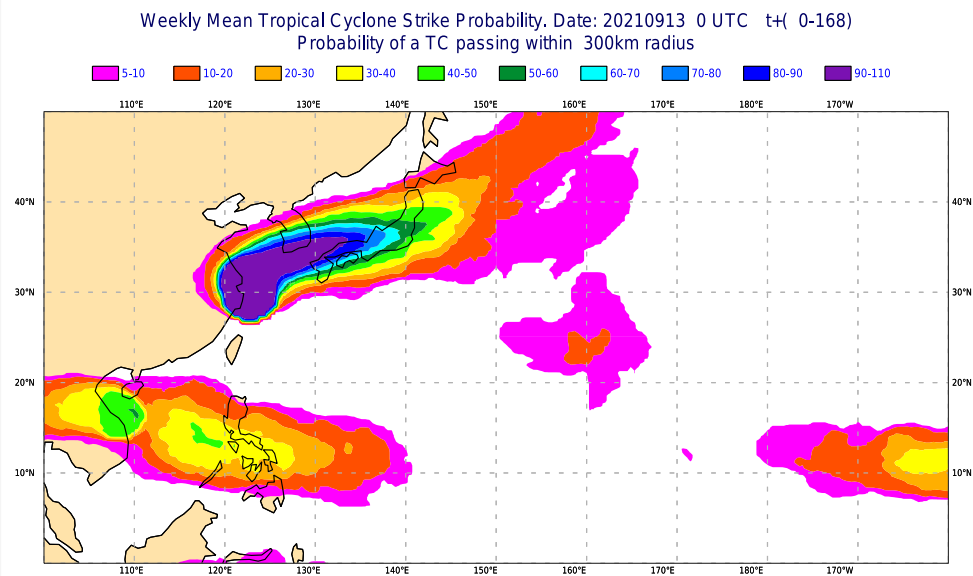
ปรากฏการณ์ La Nina
ช่วงปี 2020 และ 2021

การพยากรณ์ปรากฏการณ์ MJO และคลื่นอากาศเขตละติจูดต่ำ (EW)



โอกาสของพายุดีเปรสชัน (TD) เคลื่อนที่ผ่านบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันตก (ECMFW)

Thailand
Prob. TD (>8m/s)
 =====
Sep2021 (2nd)
 • 1(65%) 2(25%)
Oct2021 (1st)
 • 1(50%) 2(30%)
Nov2021 (-)
 • -



โอกาสของพายุโซนร้อน (TS) เคลื่อนที่ผ่านบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันตก (ECMFW)

Thailand
Prob. TS (>17m/s)

=====

Sep2021 (2nd)

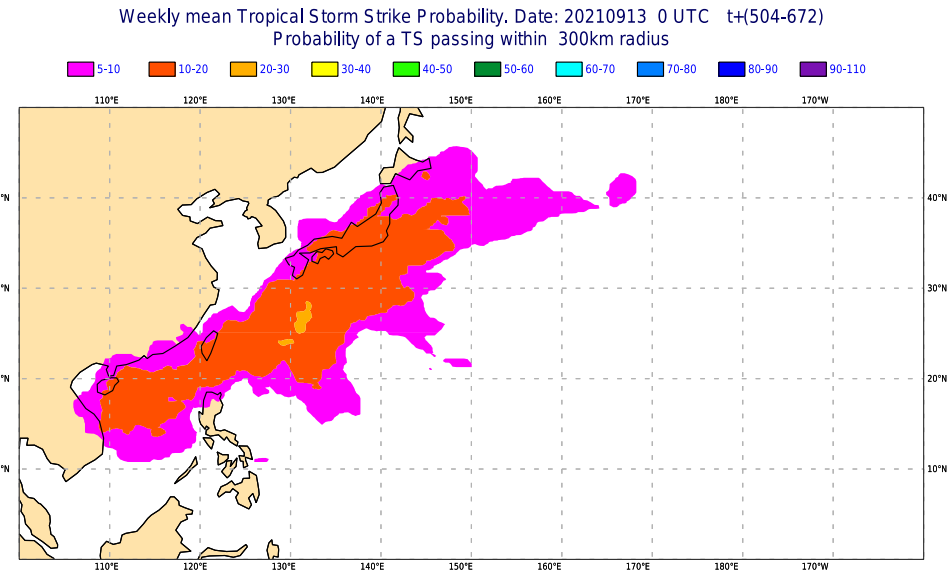
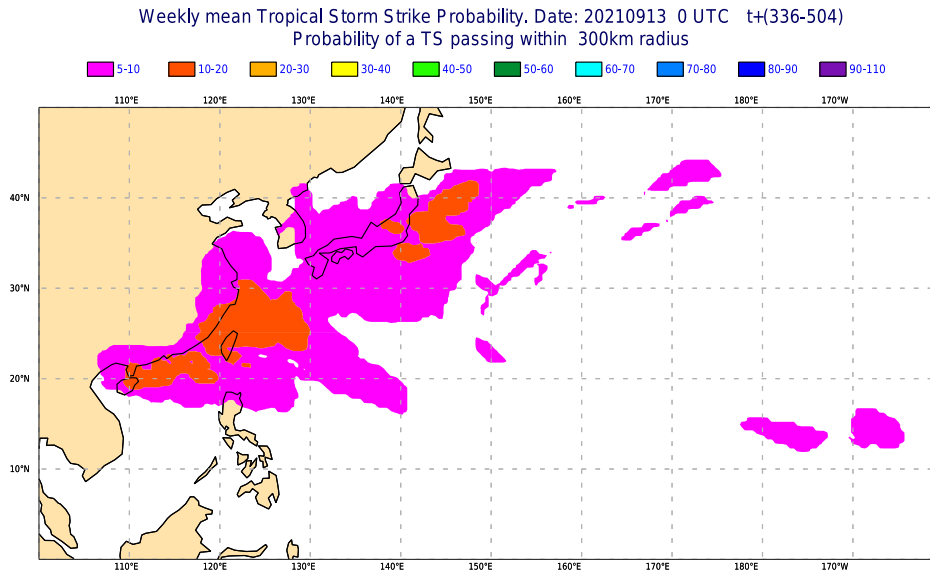
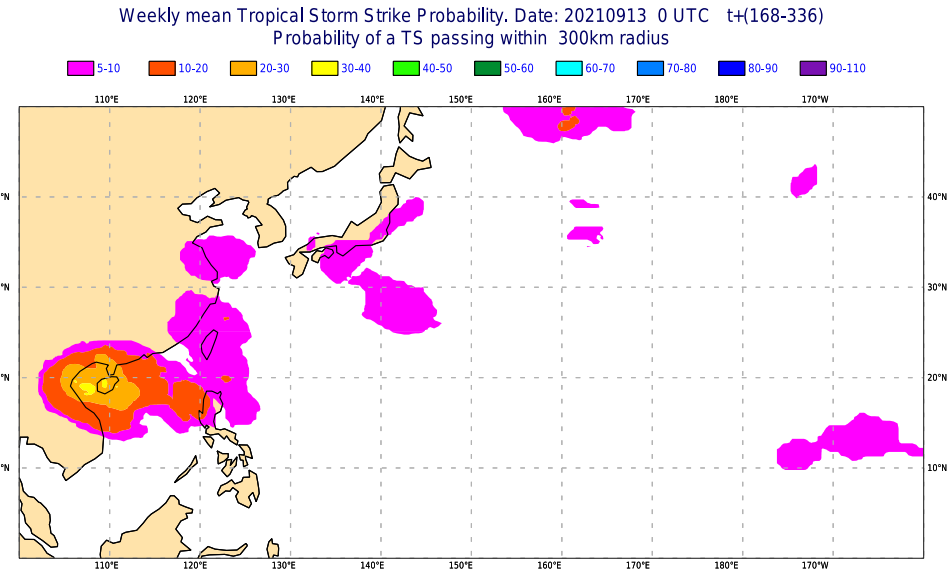
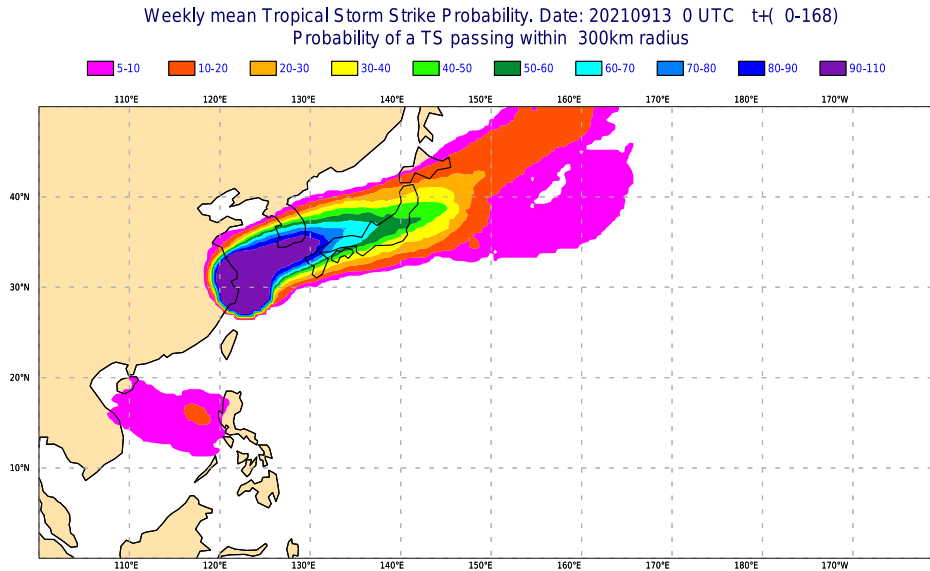
- 1(35%)

Oct2021 (1st)

- 1(15%)

Nov2021 (-)

- -



โอกาสของพายุไต้ฝุ่น (TY) เคลื่อนที่ผ่านบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันตก (ECMFW)

Thailand
Prob. TY (>32m/s)

=====

Sep2021 (2nd)

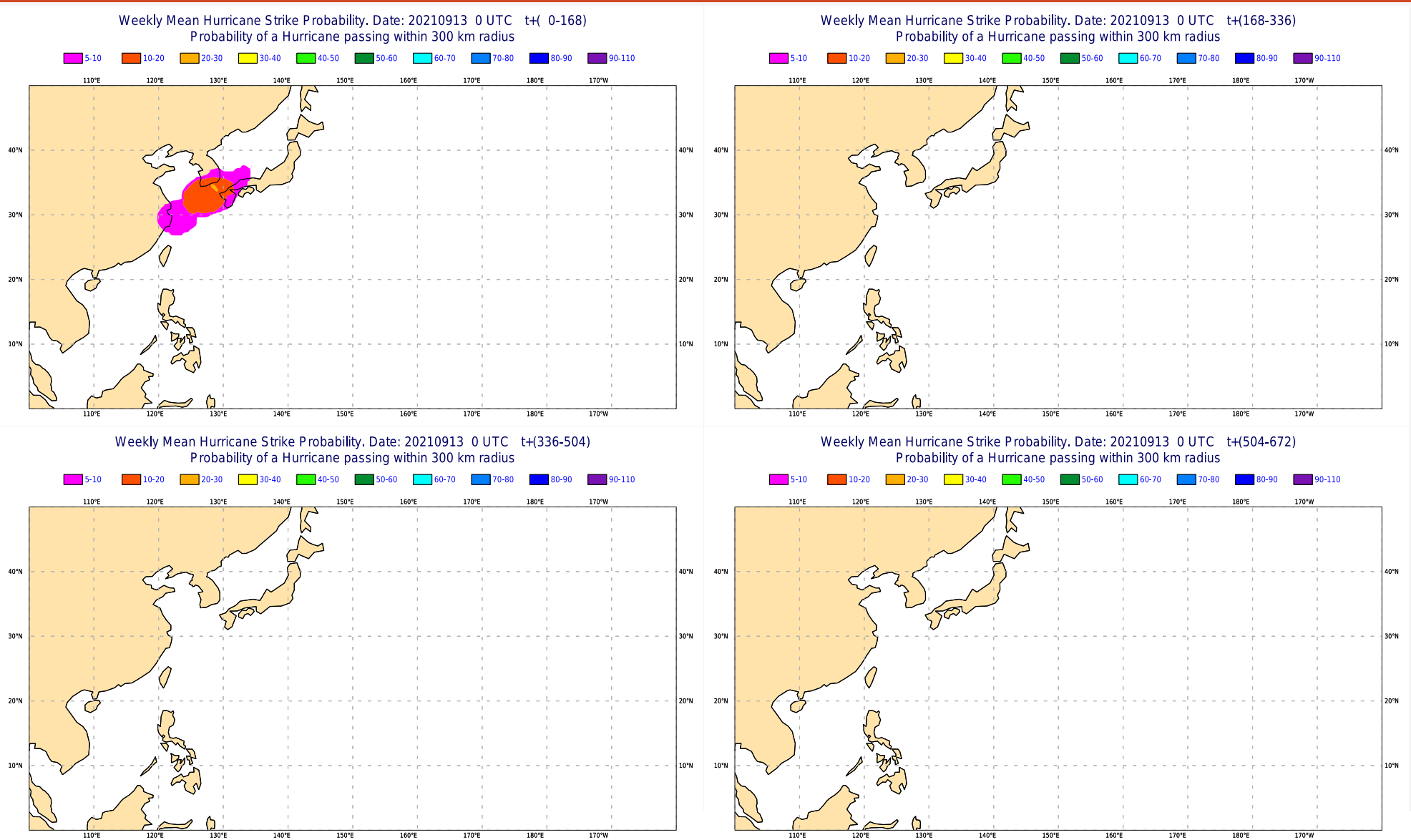
• -

Oct2021 (1st)

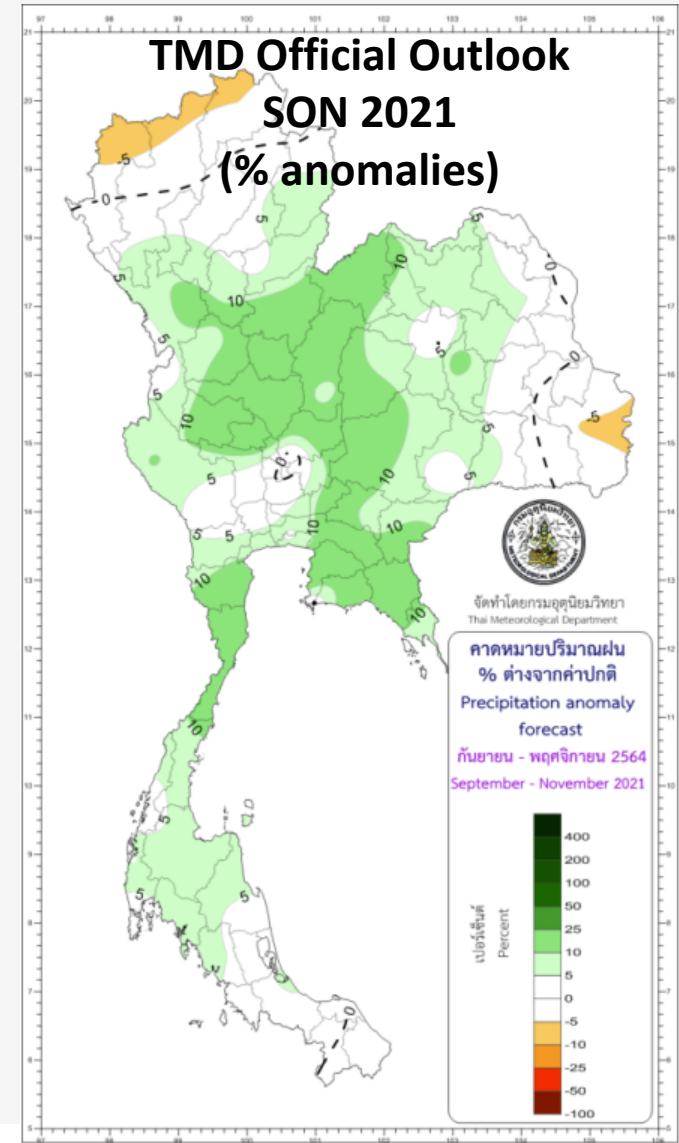
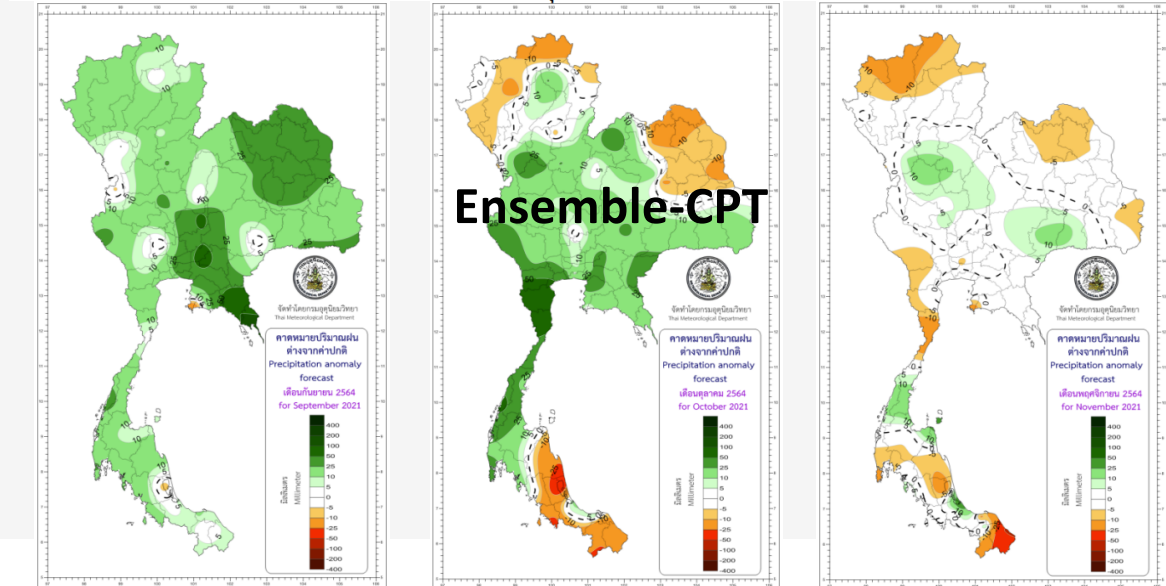
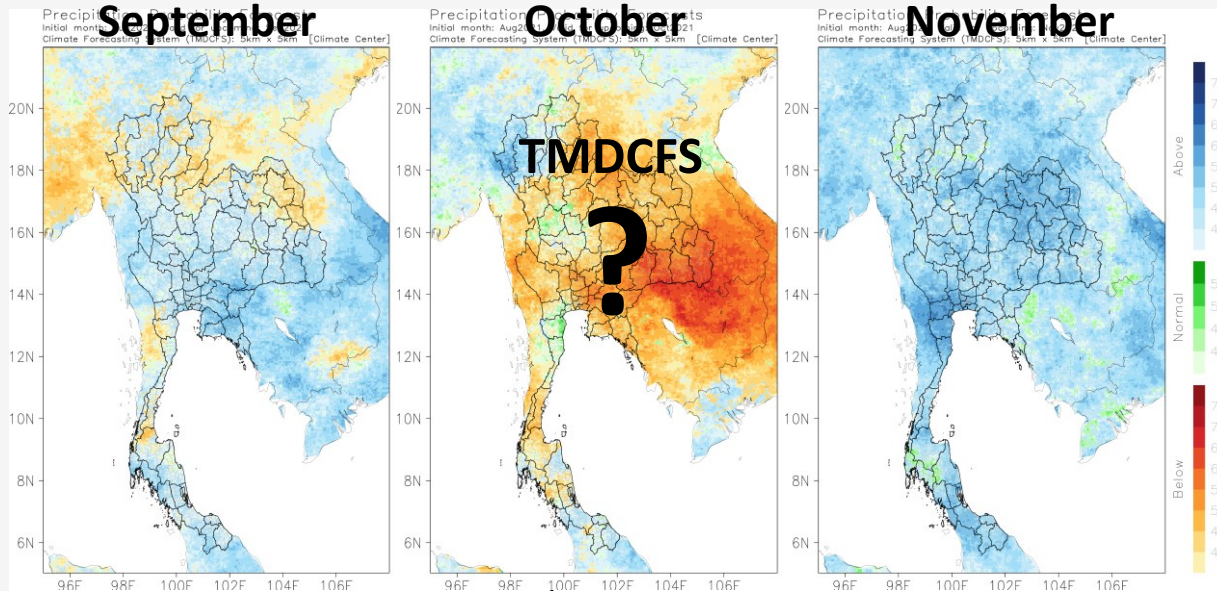
• -

Nov2021 (-)

• -

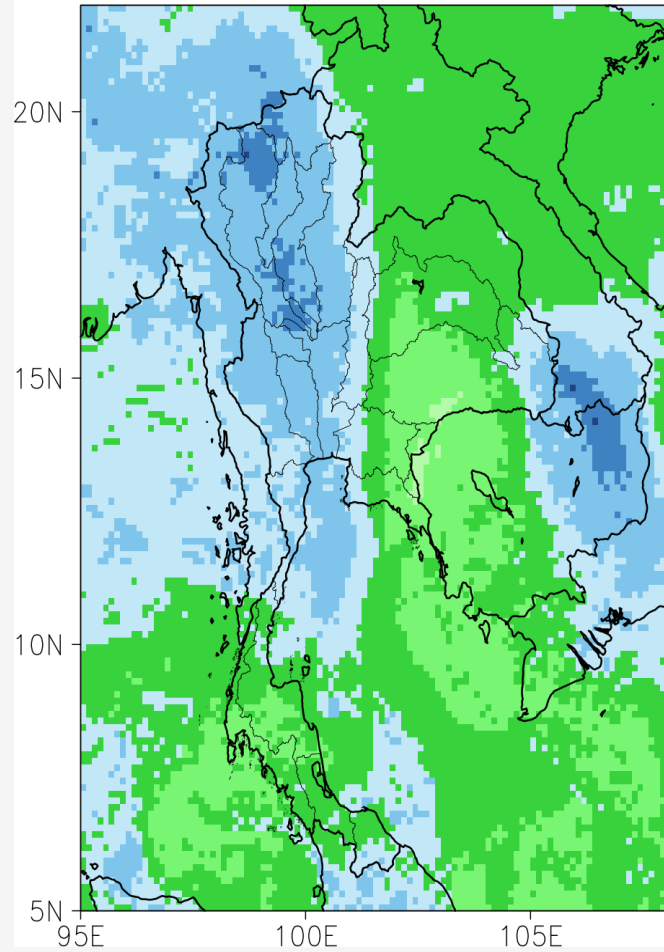


Probability Climate Outlook: SON 2021

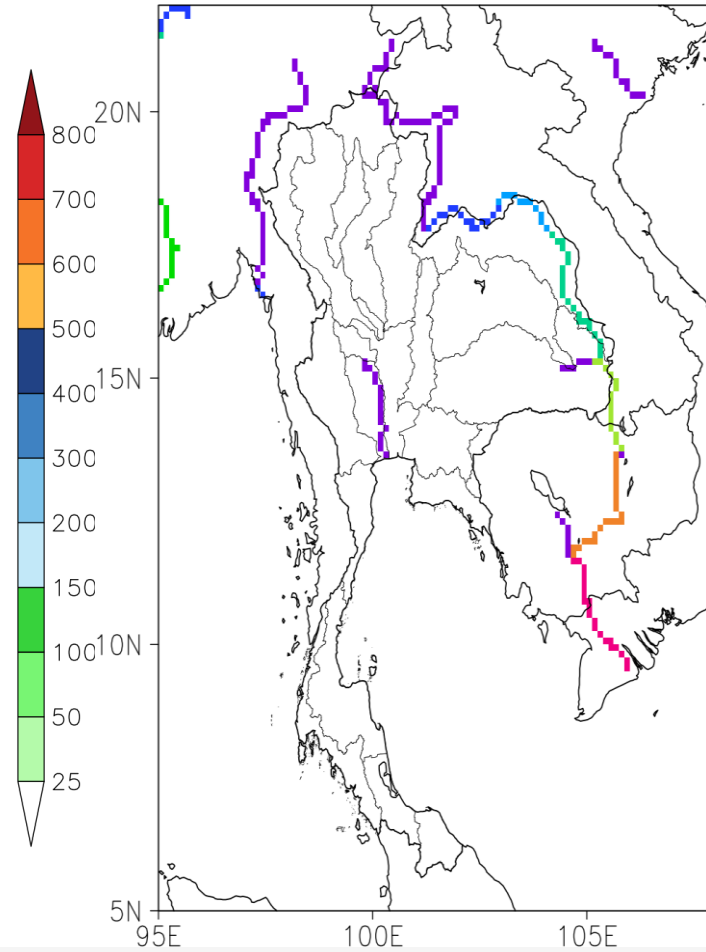


UMD DRIVE Model: Global Flood Monitoring

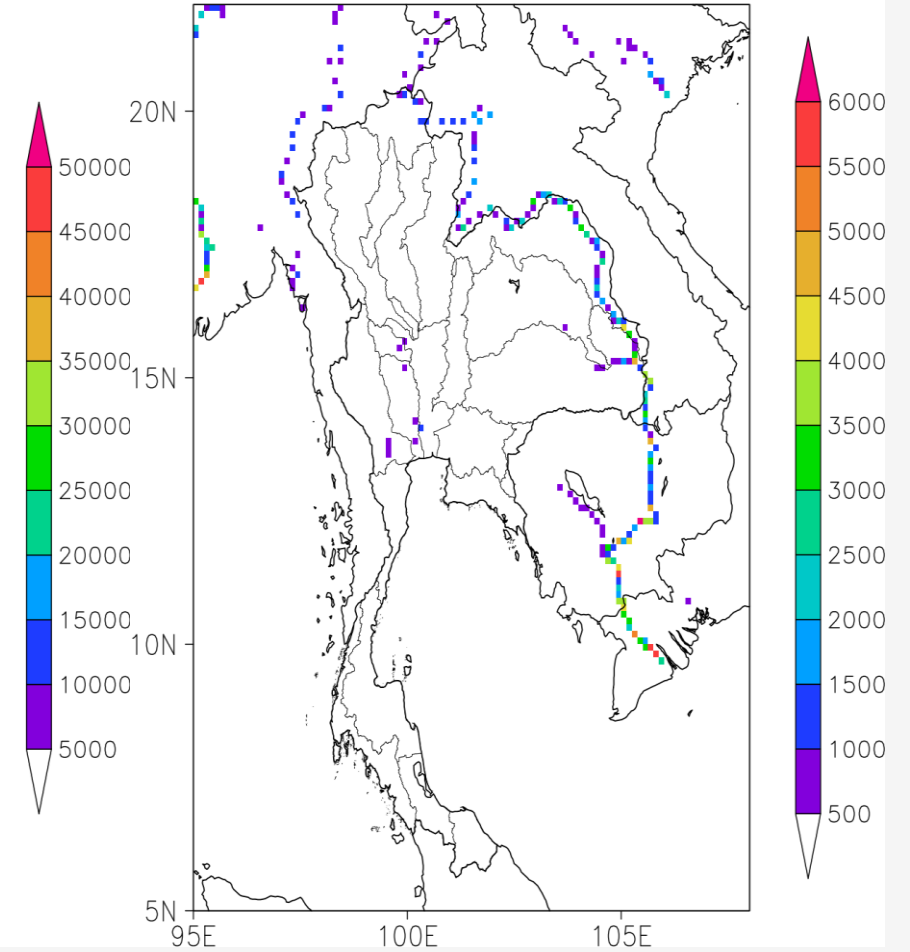
DRIVE precipitation SEP p95th



DRIVE Q-discharge SEP p95th

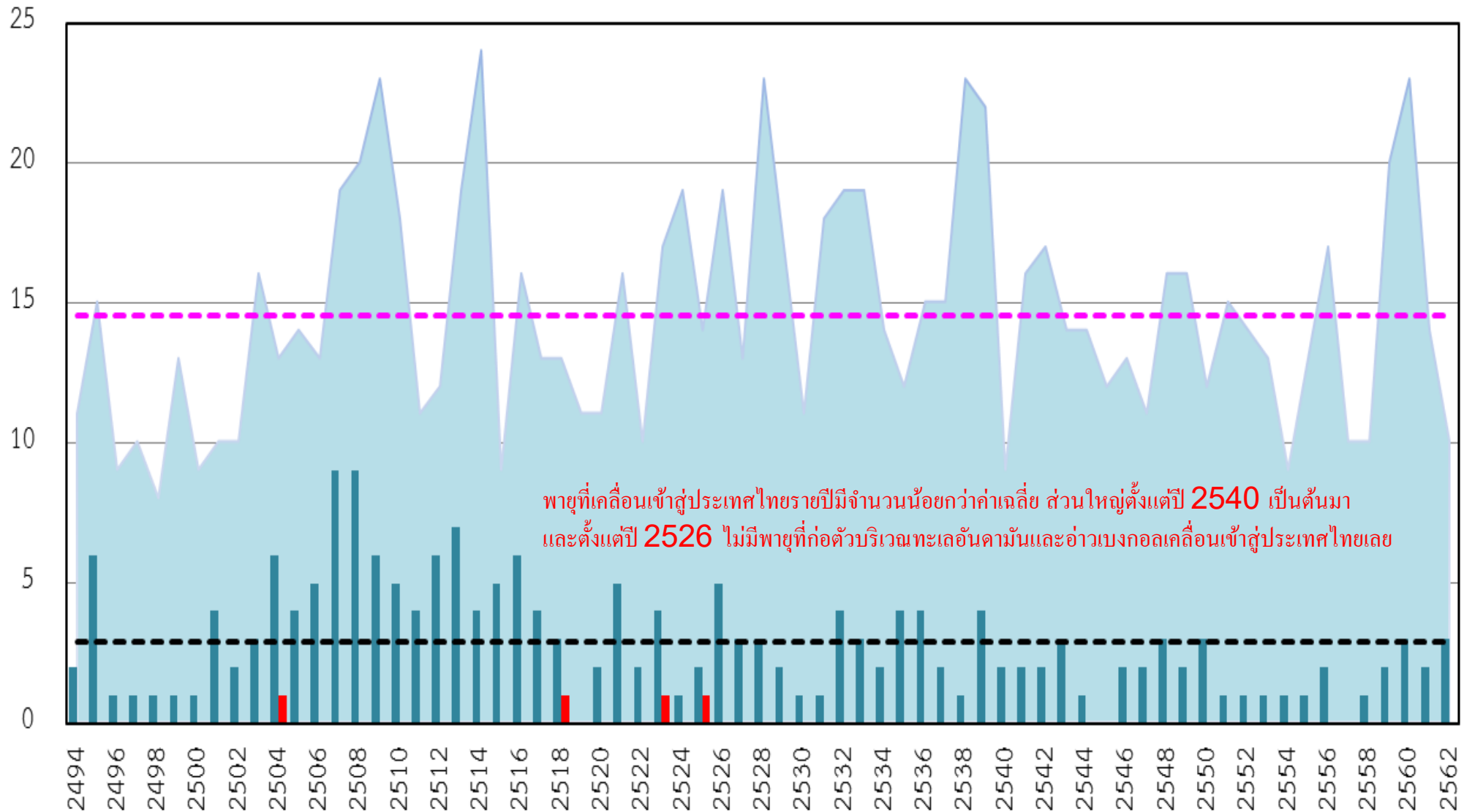


DRIVE routed runoff SEP p95th



สถิติและความผันแปร
ปริมาณและอนุกรม

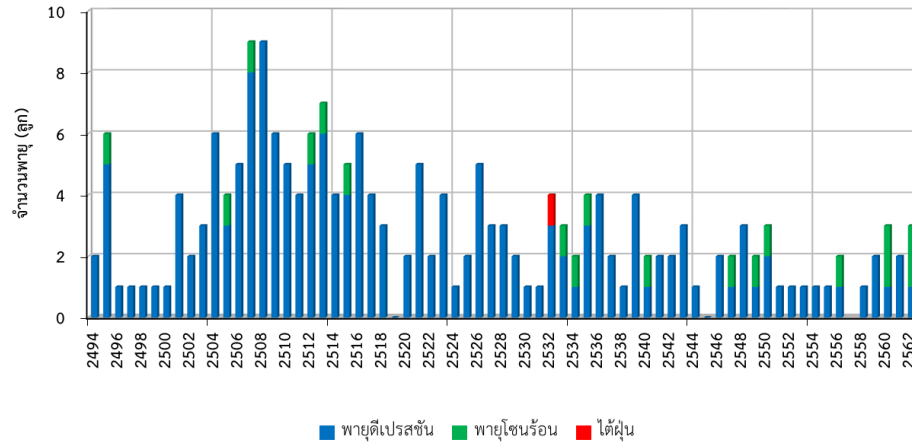
จำนวนพายุหมุนเขตร้อนในพื้นที่ครอบคลุมและเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย



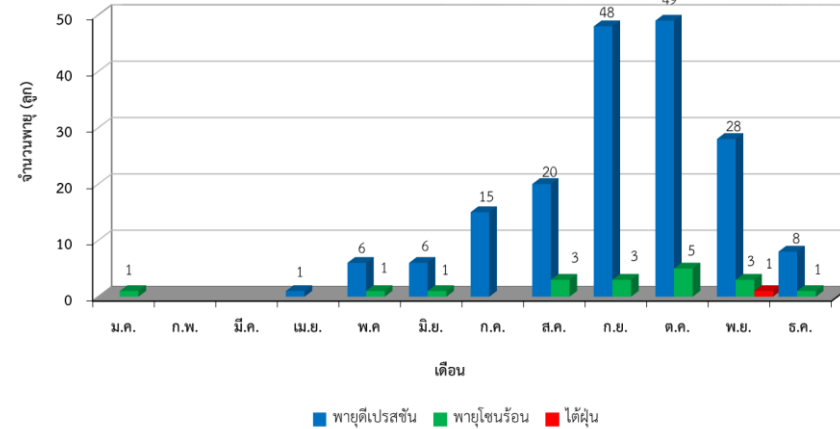
เย
องศาตะวันออก)

พายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย

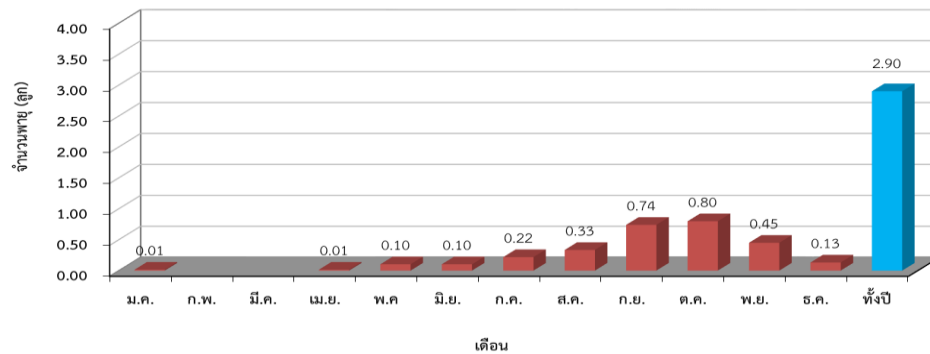
สถิติพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย (พ.ศ.2494-2562)



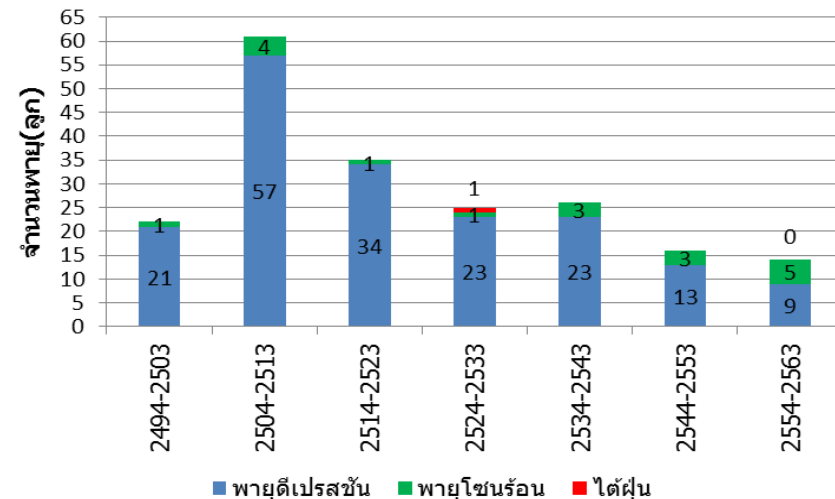
สถิติพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย (พ.ศ.2494-2562)



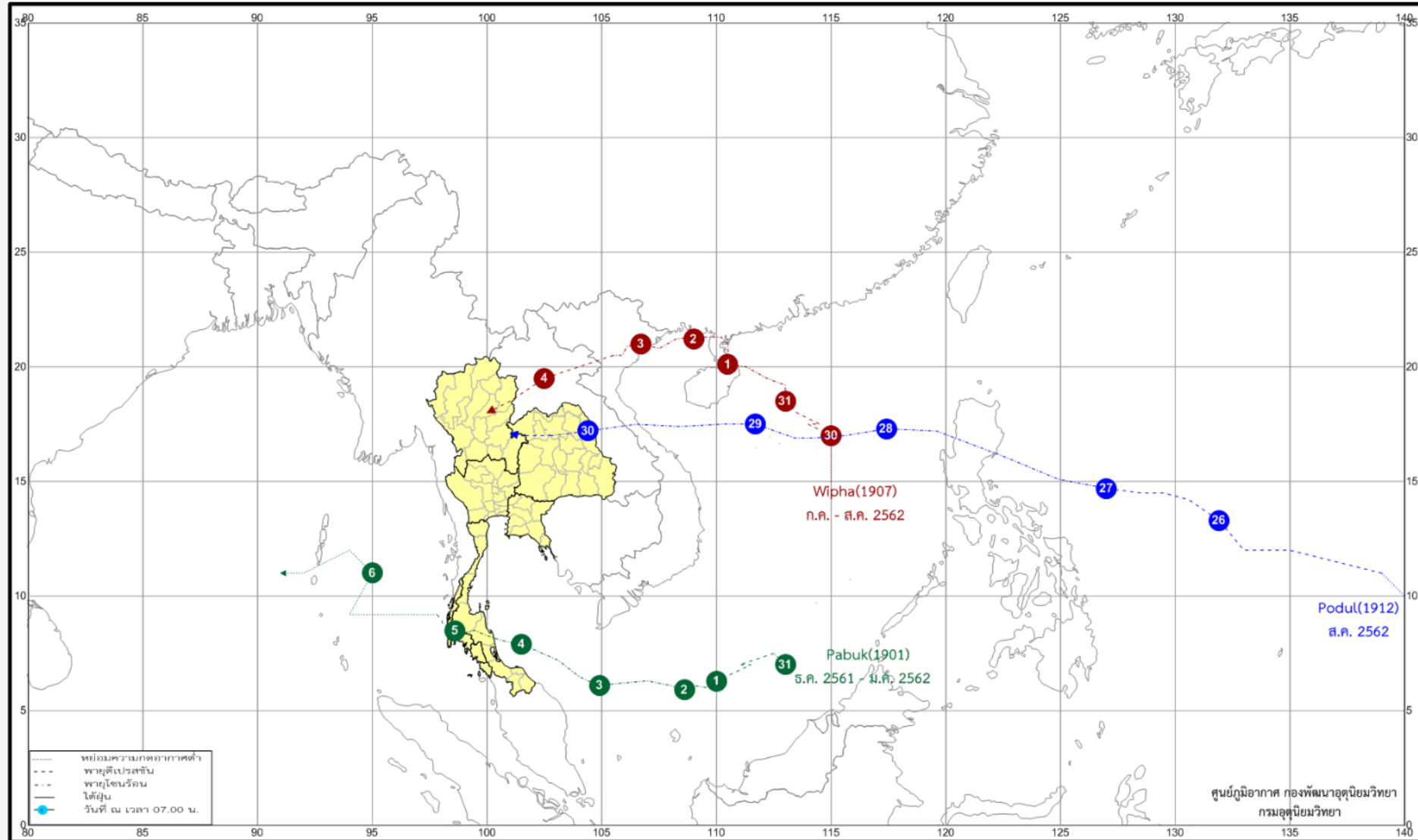
จำนวนพายุหมุนเขตร้อนเฉลี่ยที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย (พ.ศ.2494-2562)



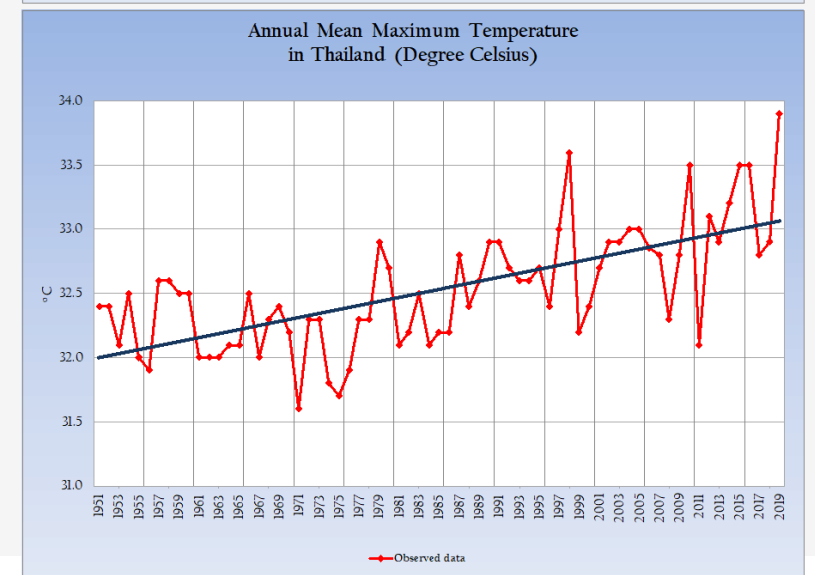
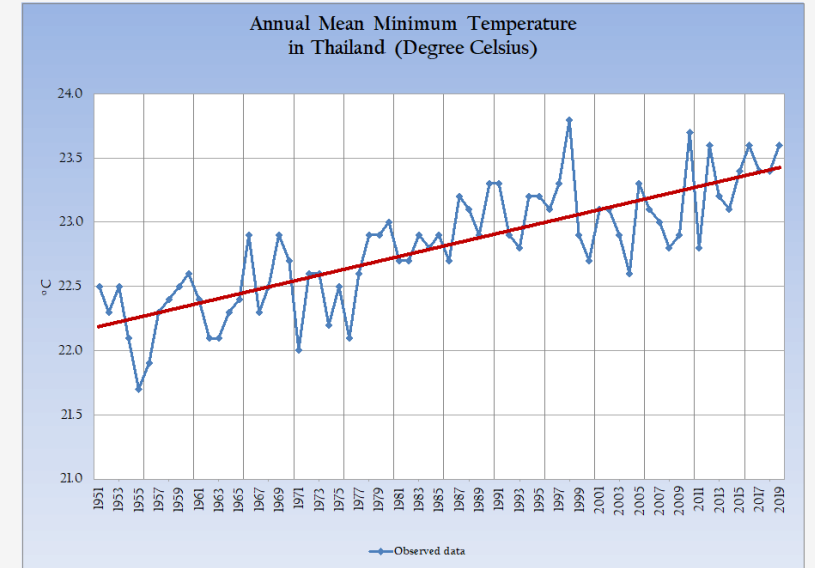
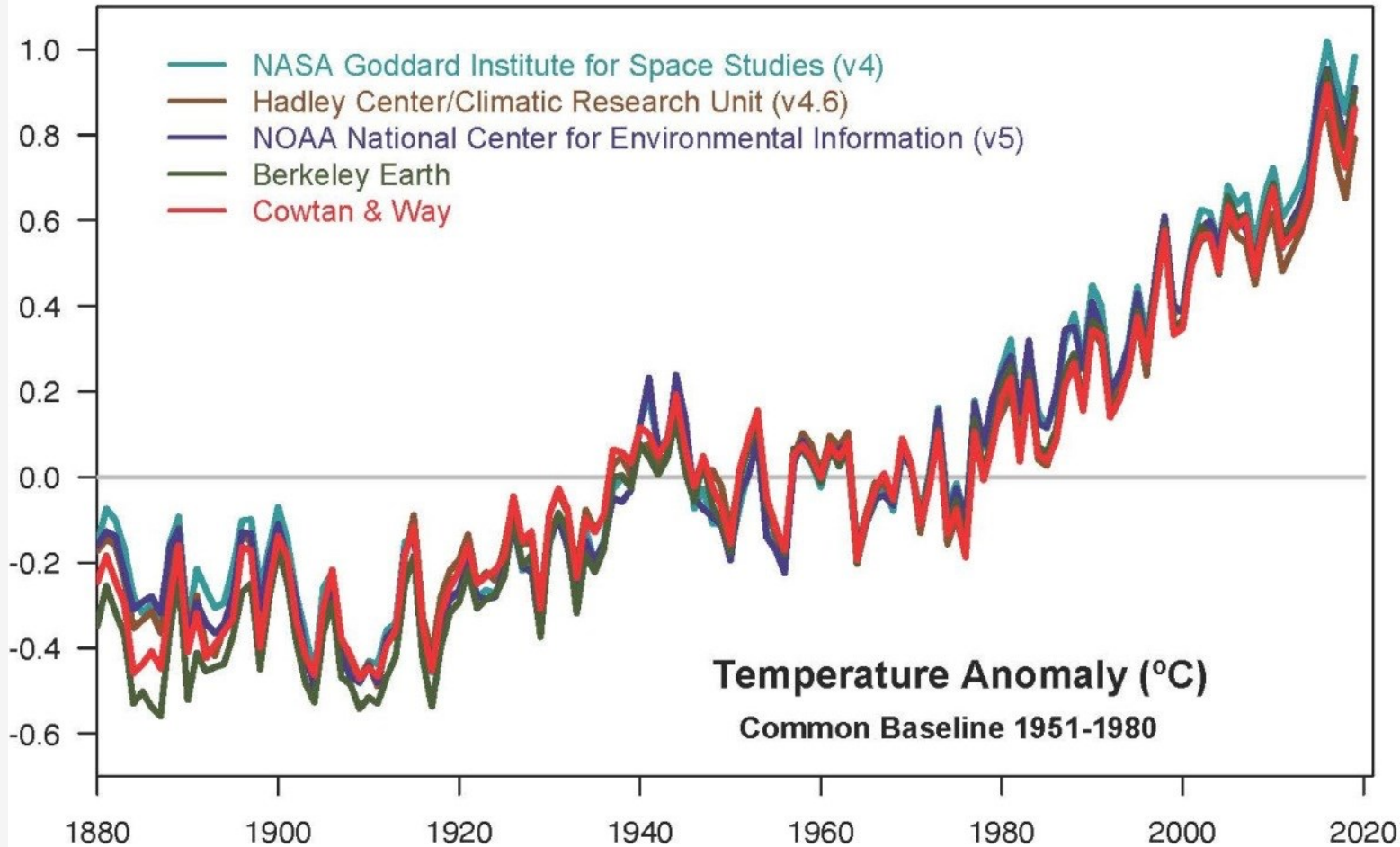
พายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย



พายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยปี พ.ศ.2562



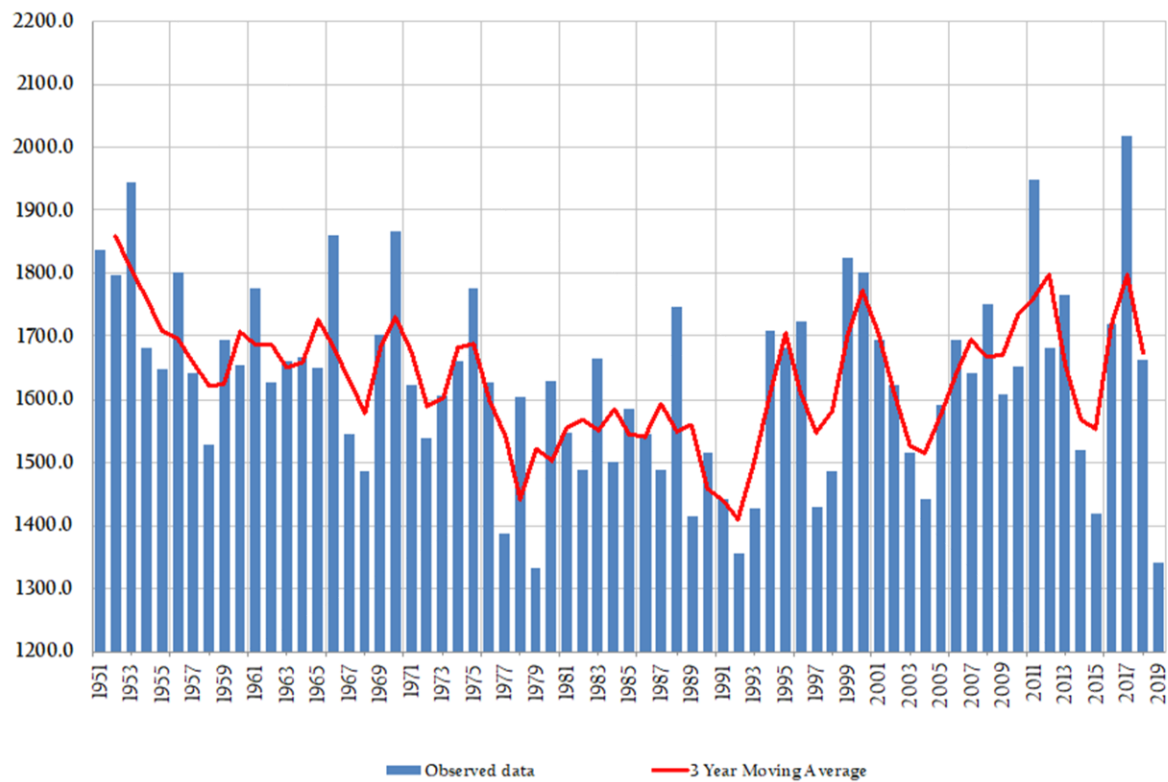
ความผันแปรของอุณหภูมิโลกและประเทศไทย



ความผันแปรของปริมาณฝนของประเทศไทย

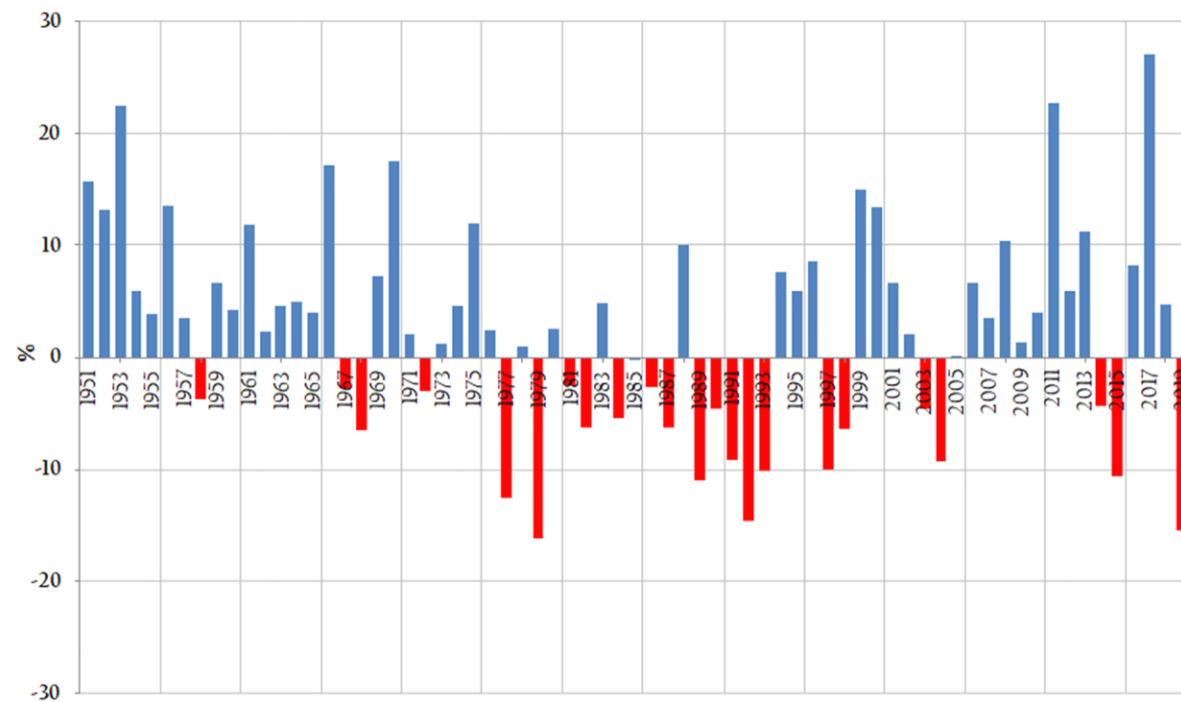
ปริมาณฝนรวมรายปี

Mean Annual Rainfall in Thailand (mm)



ปริมาณฝนรายปี สูง-ต่ำกว่าค่าปกติ

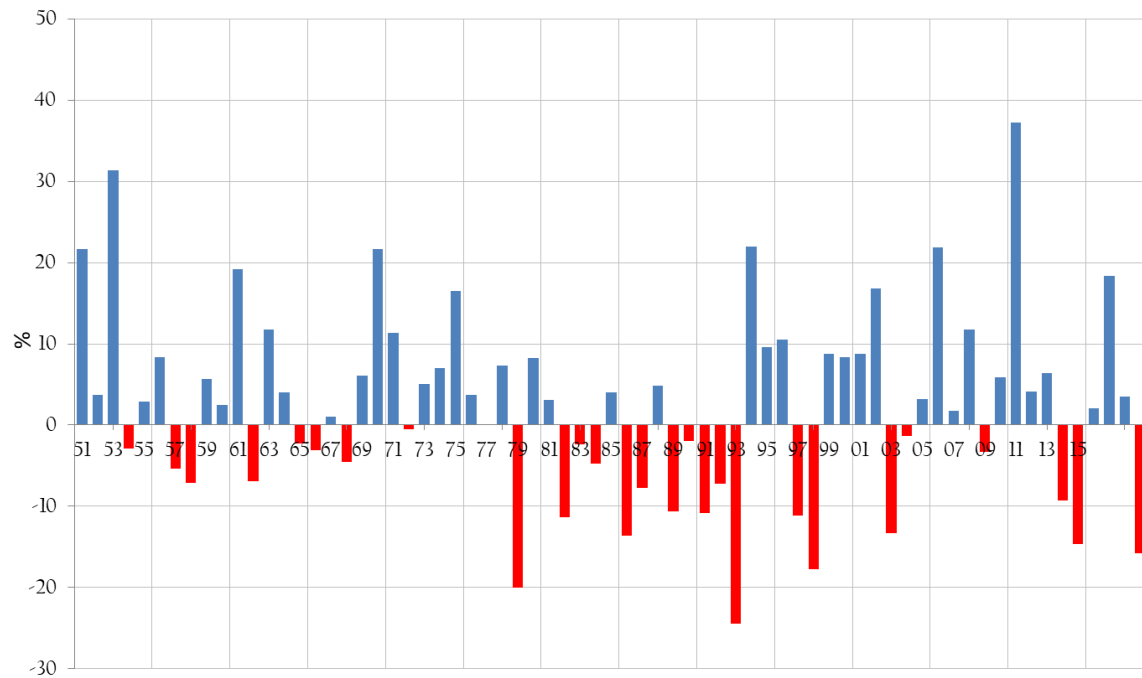
Mean Annual Rainfall in Thailand above-below normal in percentage (Normal : 1981 - 2010)



ปริมาณฝนรายปีของประเทศไทยในแต่ละภาค (สูง-ต่ำกว่าค่าปกติ)

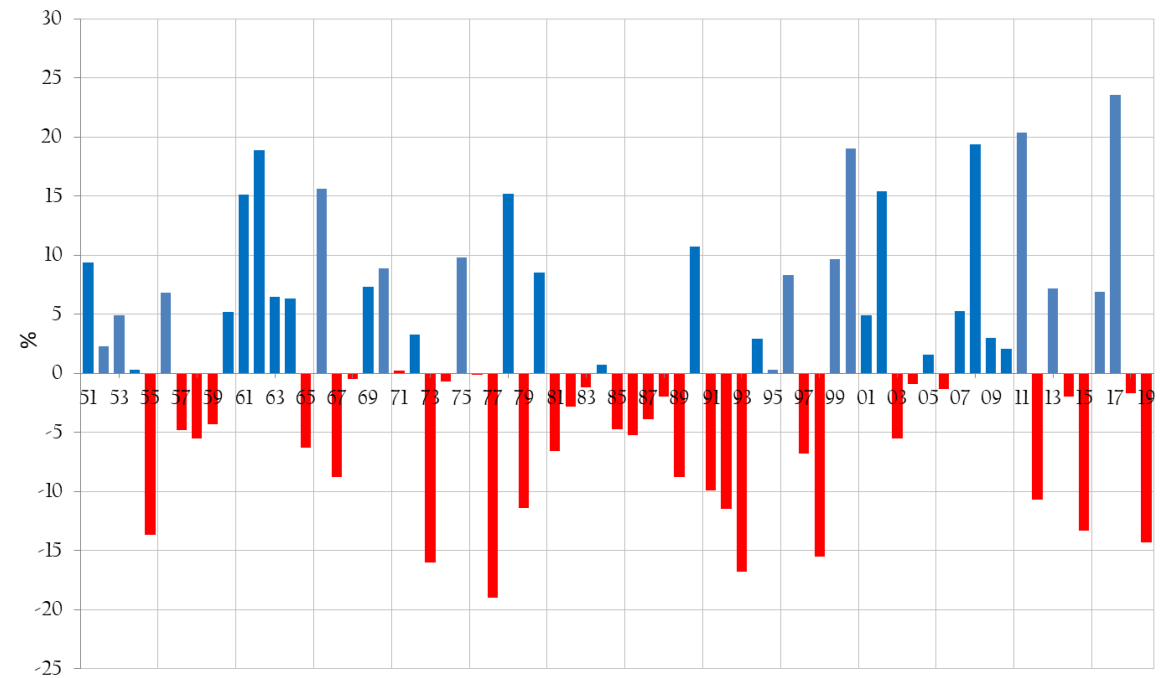
ภาคเหนือ

Northern Part
above-below normal in percentage
(Normal : 1981 - 2010)



ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

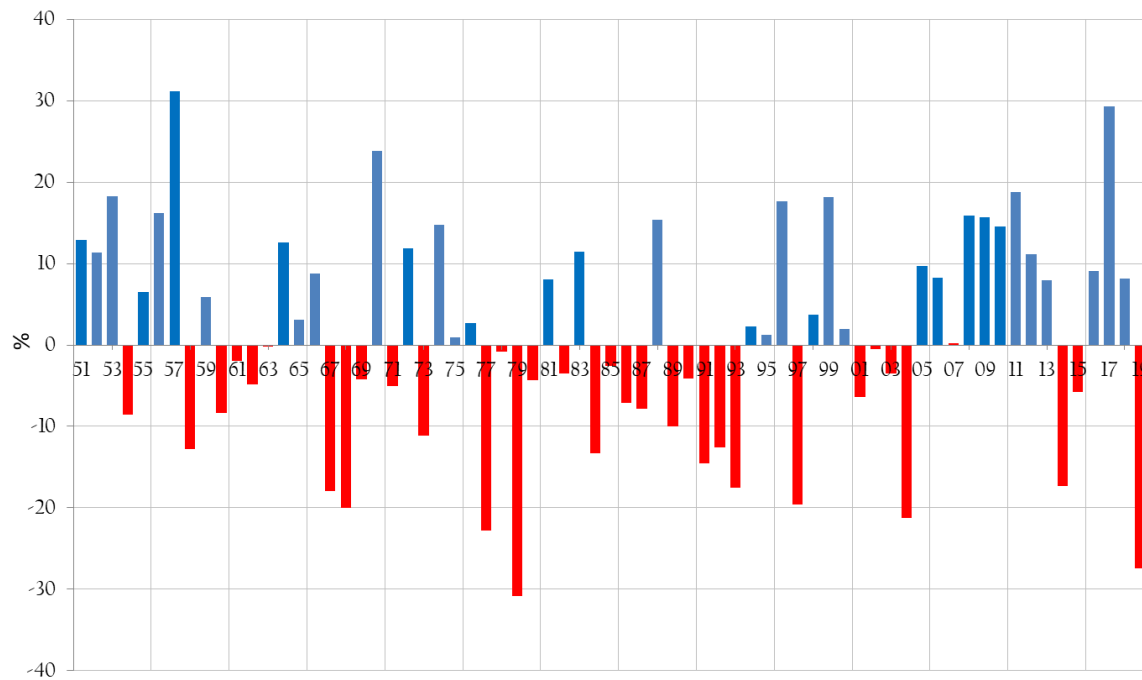
Northeastern Part
above-below normal in percentage
(Normal : 1981 - 2010)



ปริมาณฝนรายปีของประเทศไทยในแต่ละภาค (สูง-ต่ำกว่าค่าปกติ)

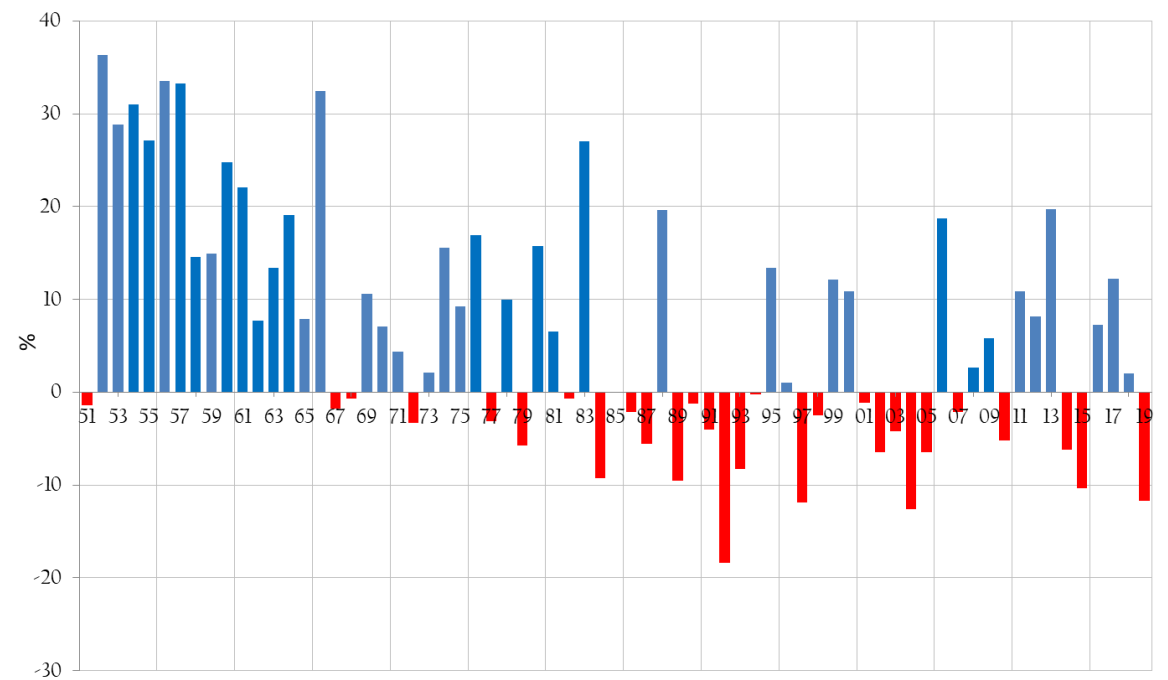
ภาคกลาง

Central Part
above-below normal in percentage
(Normal : 1981 - 2010)



ภาคตะวันออก

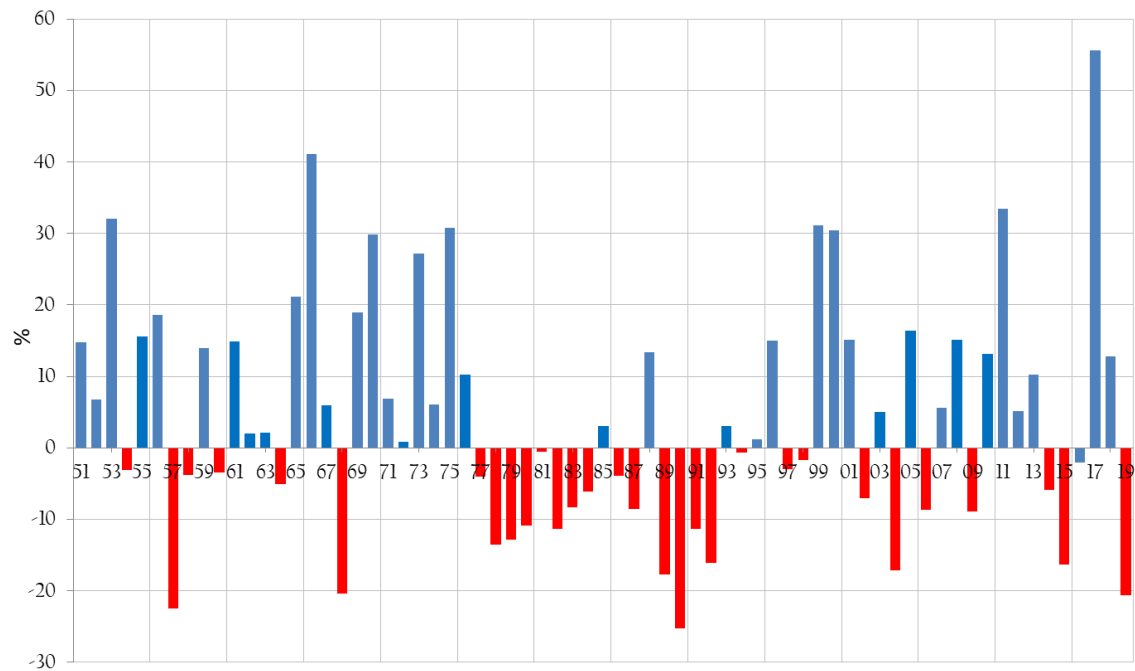
Eastern Part
above-below normal in percentage
(Normal : 1981 - 2010)



ปริมาณฝนรายปีของประเทศไทยในแต่ละภาค (สูง-ต่ำกว่าค่าปกติ)

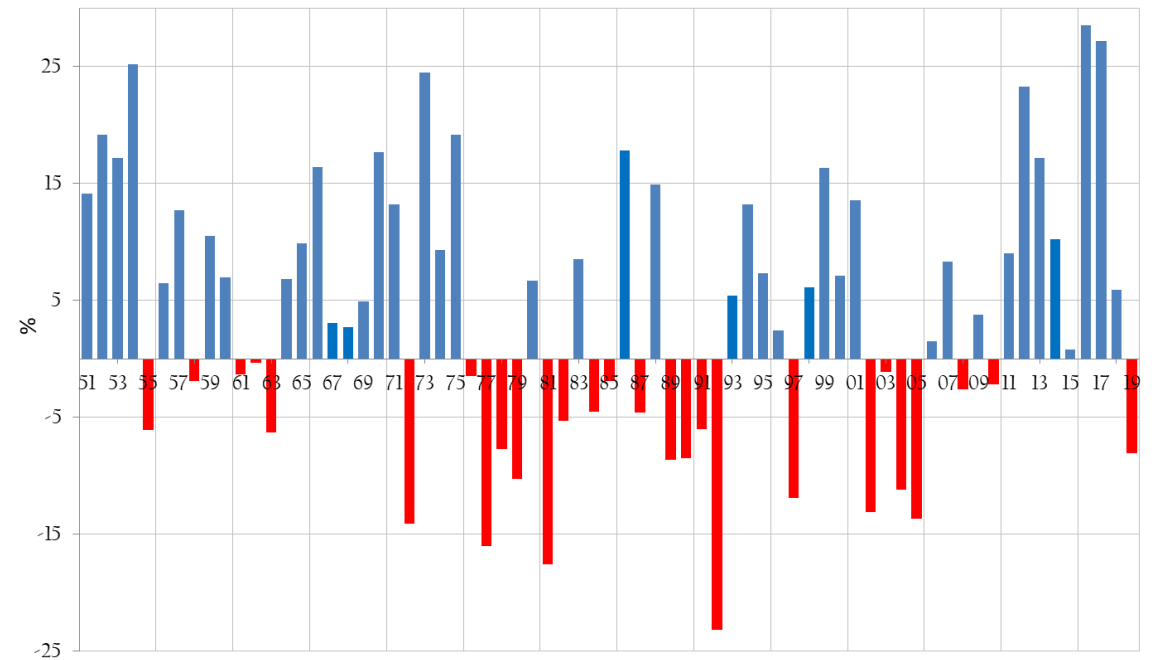
ภาคใต้ฝั่งตะวันออก

Southern Part (East Coast)
above-below normal in percentage
(Normal : 1981 - 2010)

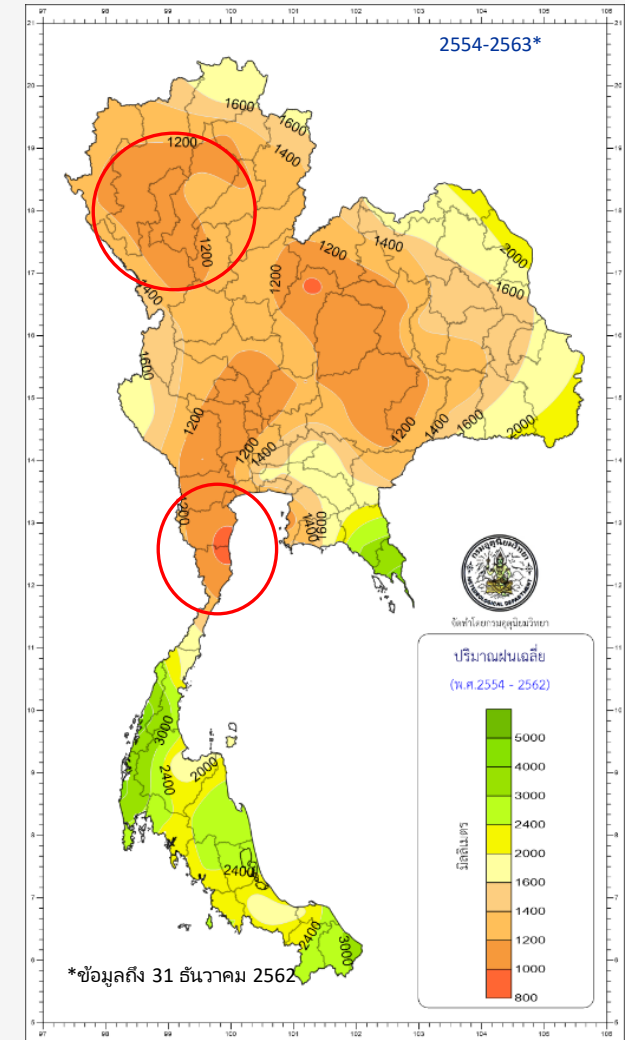
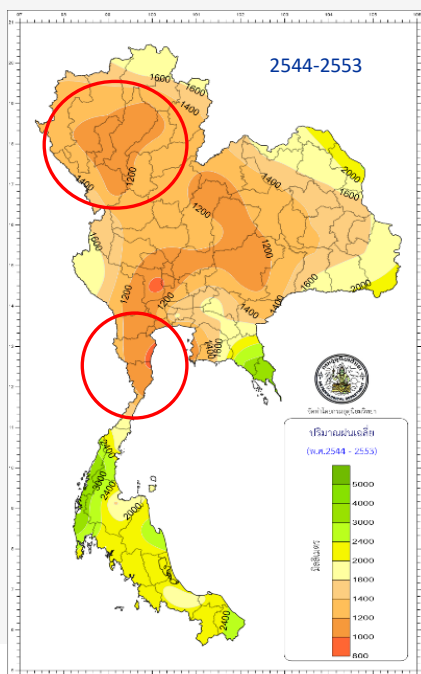
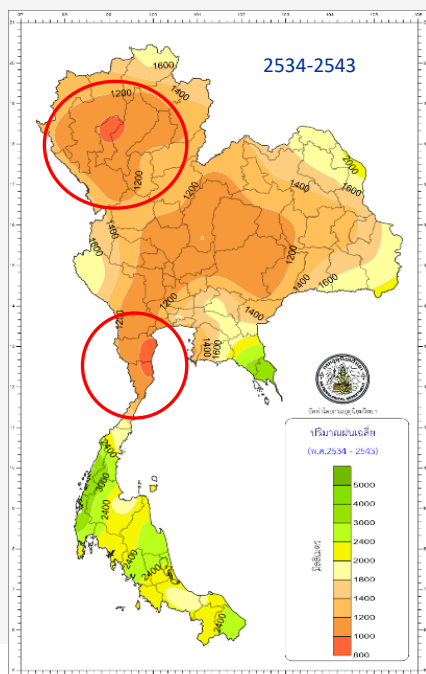
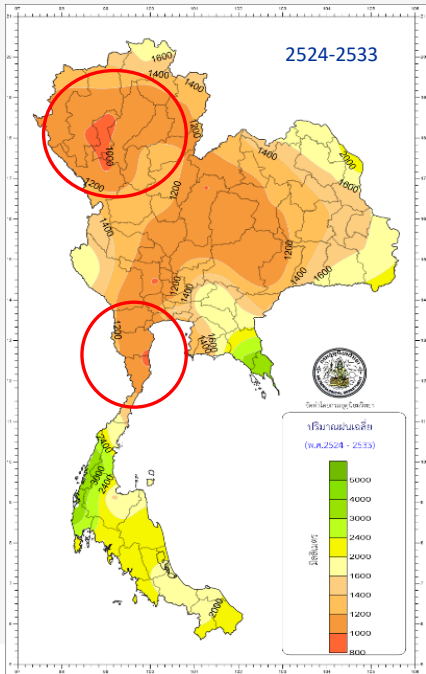
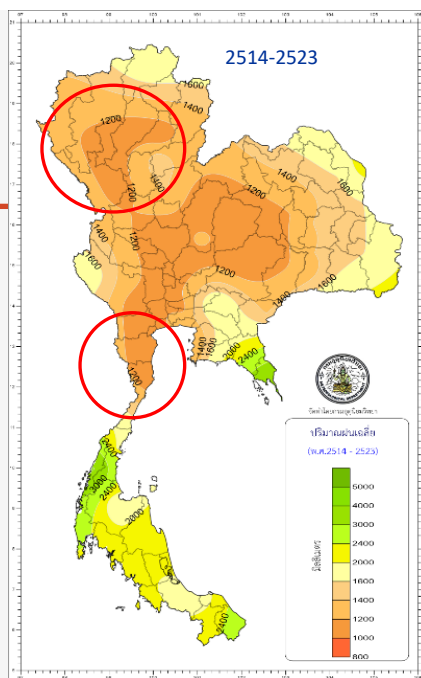
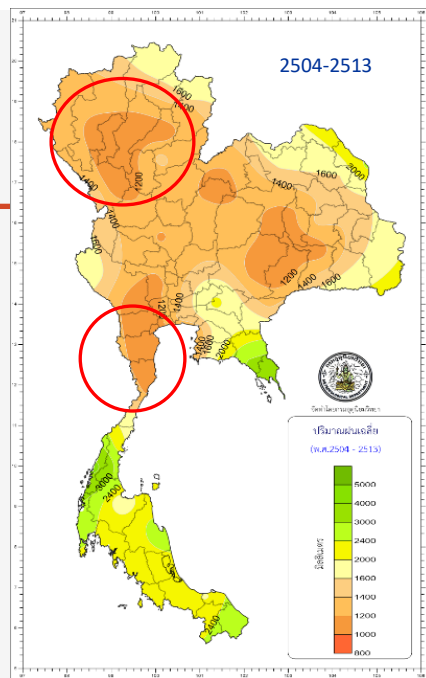
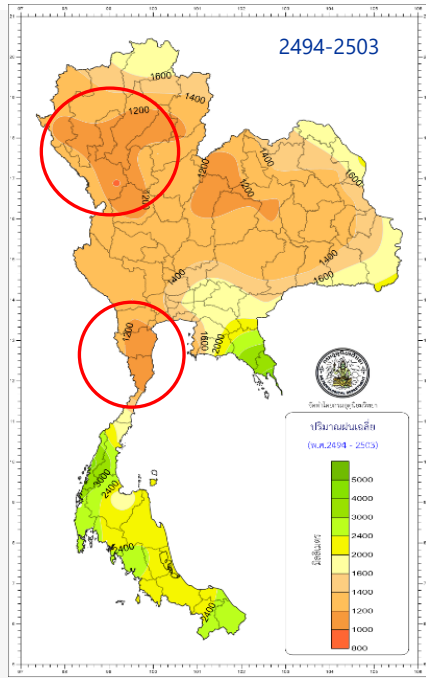


ภาคใต้ฝั่งตะวันตก

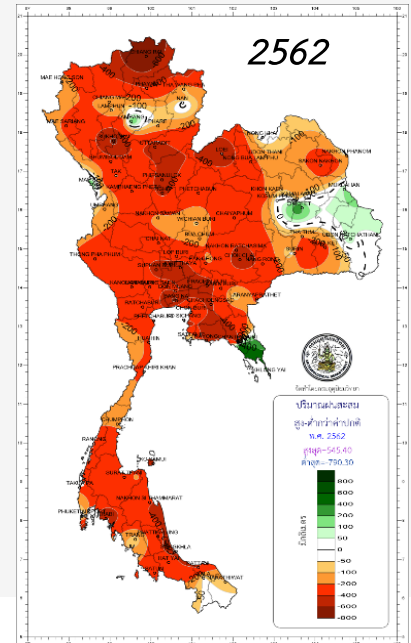
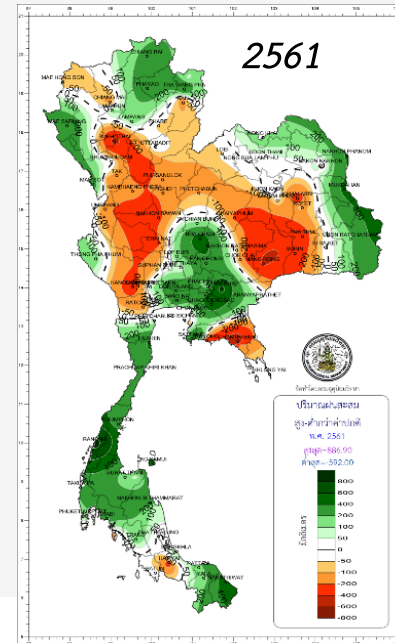
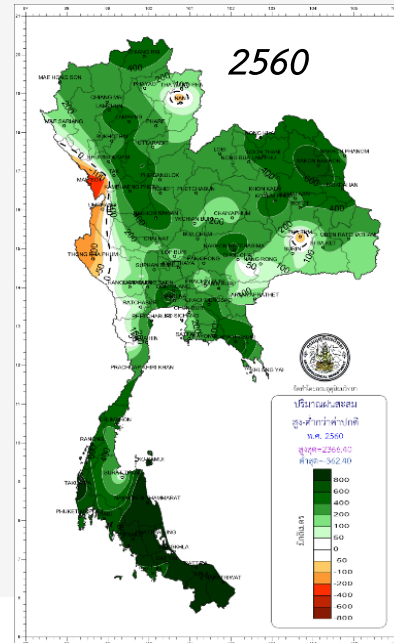
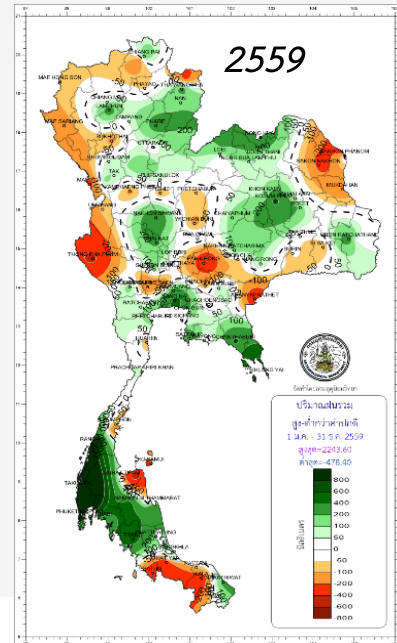
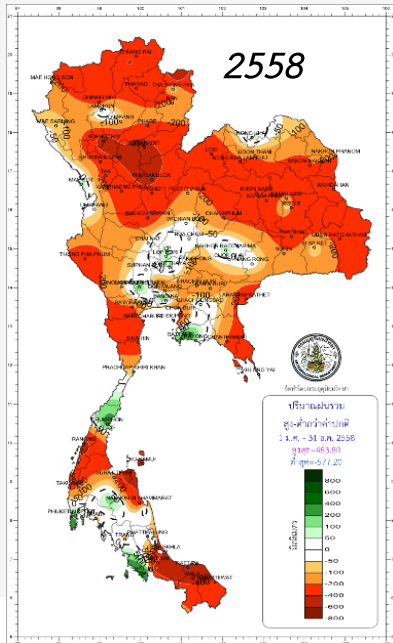
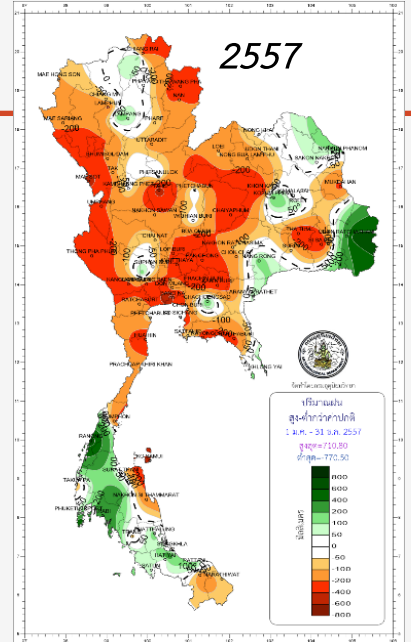
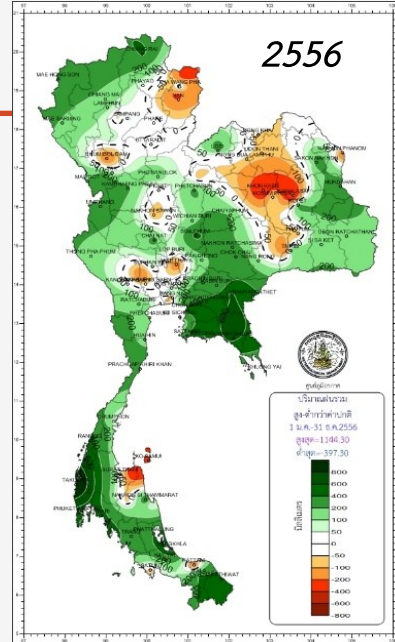
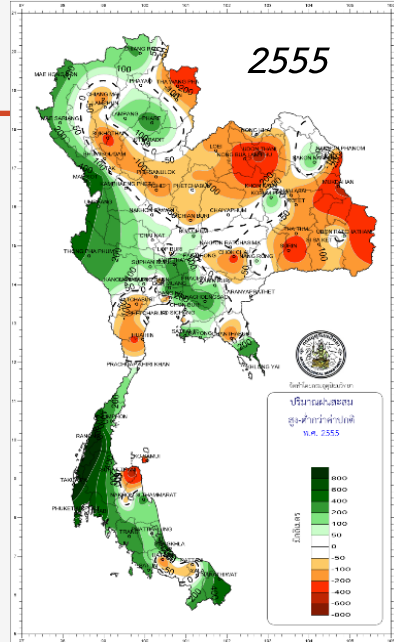
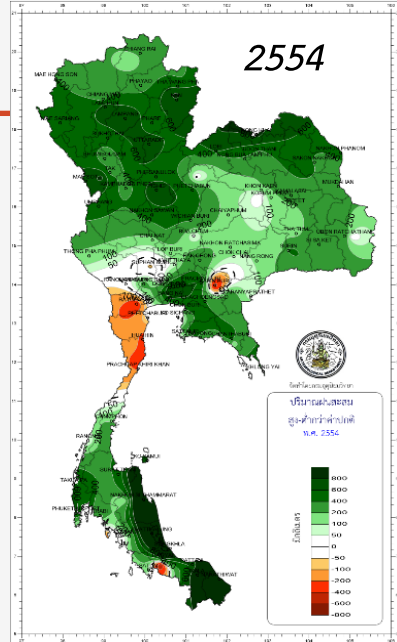
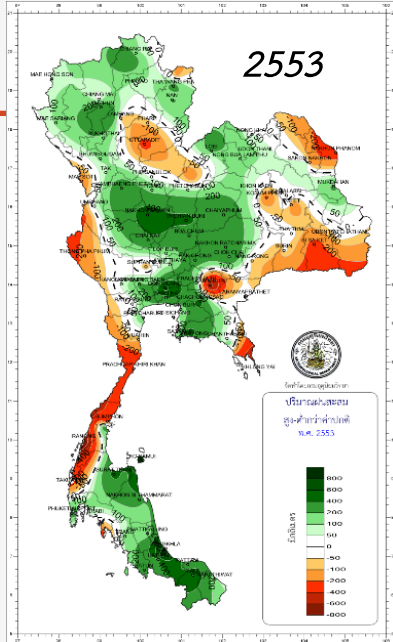
Southern Part (West Coast)
above-below normal in percentage
(Normal : 1981 - 2010)



ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของประเทศไทย แต่ละทศวรรษ



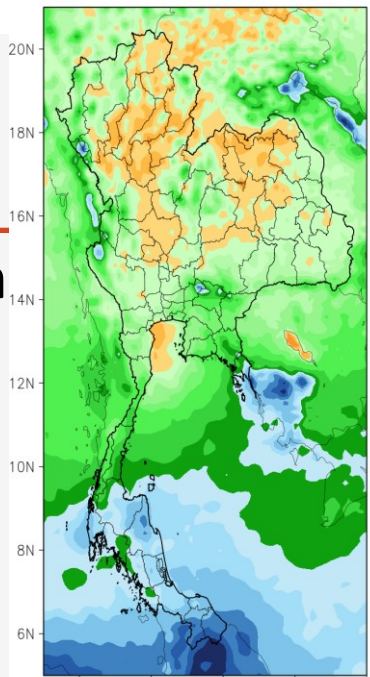
ปริมาณฝนรวมรายปีของประเทศไทยสูง-ต่ำกว่าปกติ ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2553 - 2562)



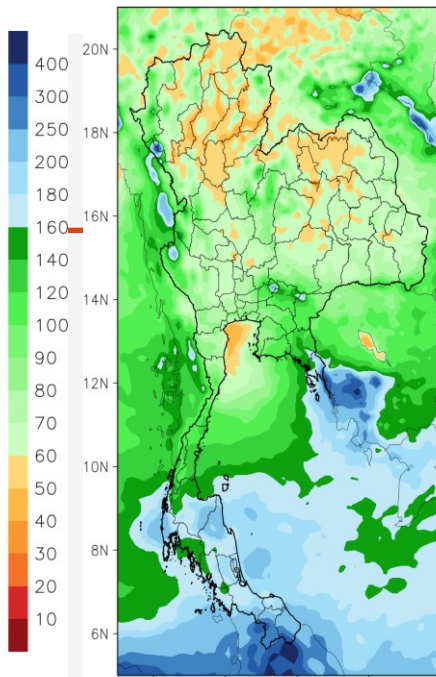
CCSM4 RCP4.5 Precipitation Climate Projection 2010-2099

Average Monthly Rainfall (mm)

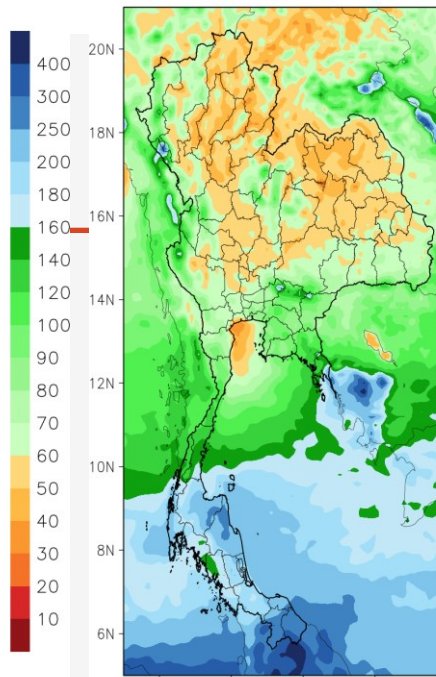
CCSM4 RCP4.5 Precip. 2010-2019



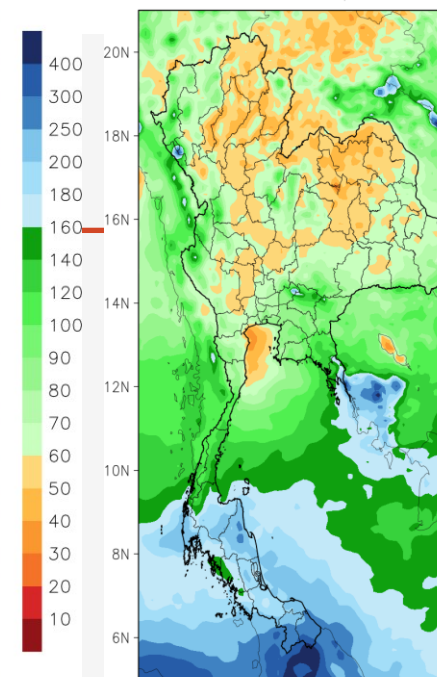
CCSM4 RCP4.5 Precip. 2020-2029



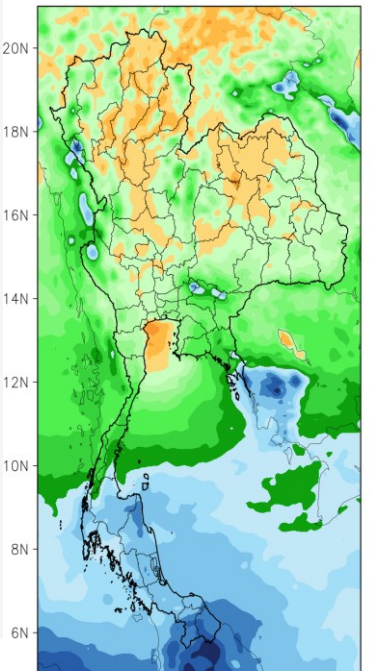
CCSM4 RCP4.5 Precip. 2030-2039



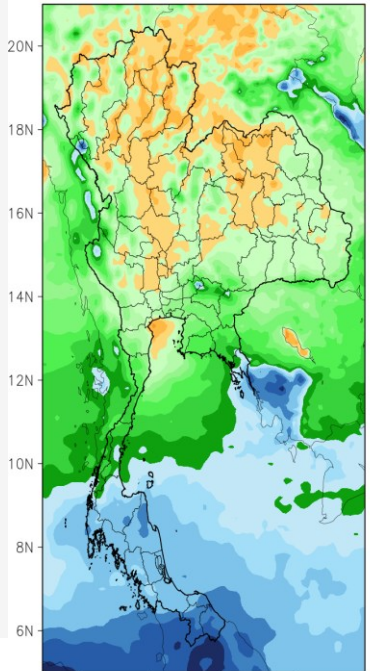
CCSM4 RCP4.5 Precip. 2040-2049



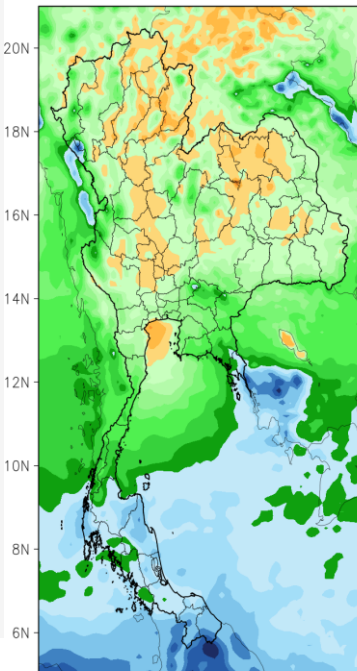
CCSM4 RCP4.5 Precip. 2050-2059



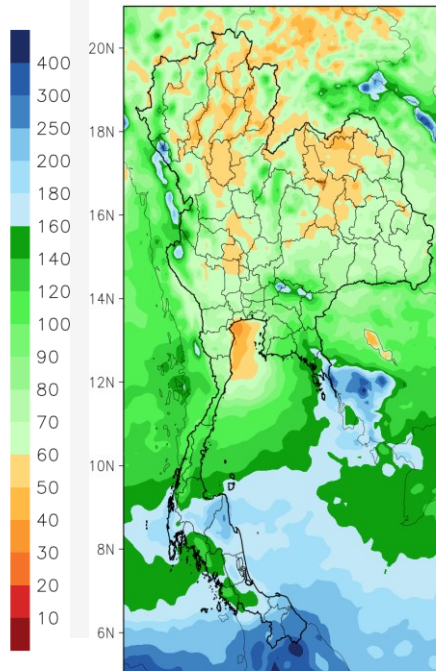
CCSM4 RCP4.5 Precip. 2060-2069



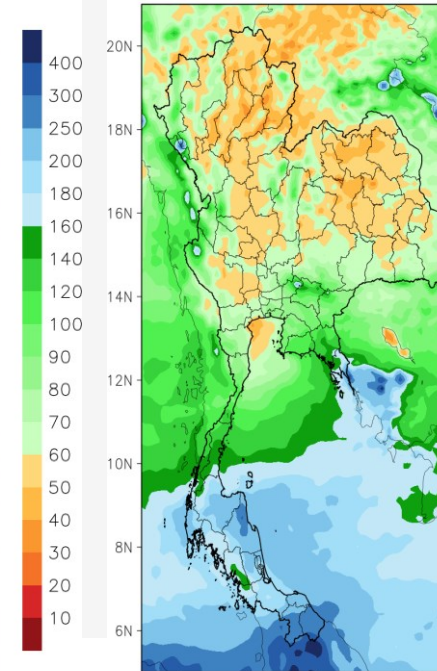
CCSM4 RCP4.5 Precip. 2070-2079



CCSM4 RCP4.5 Precip. 2080-2089

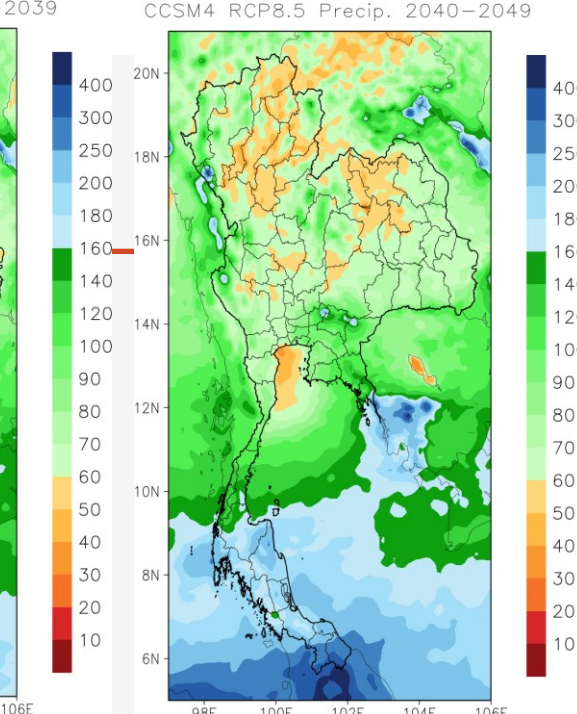
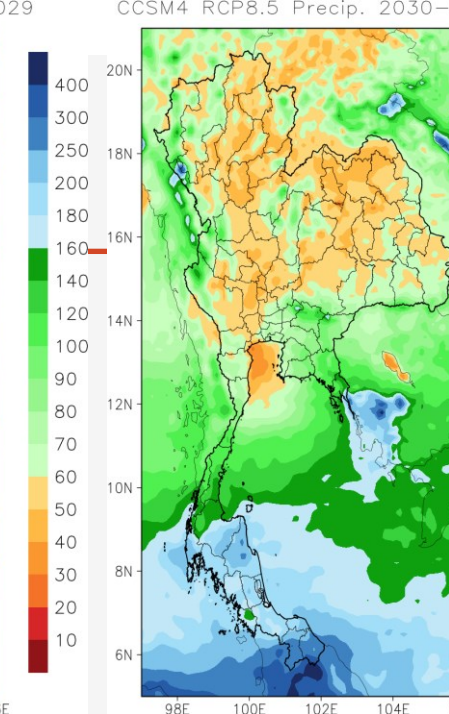
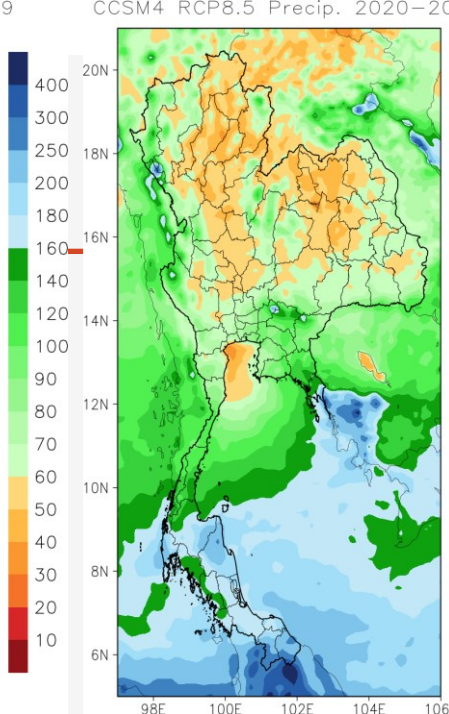
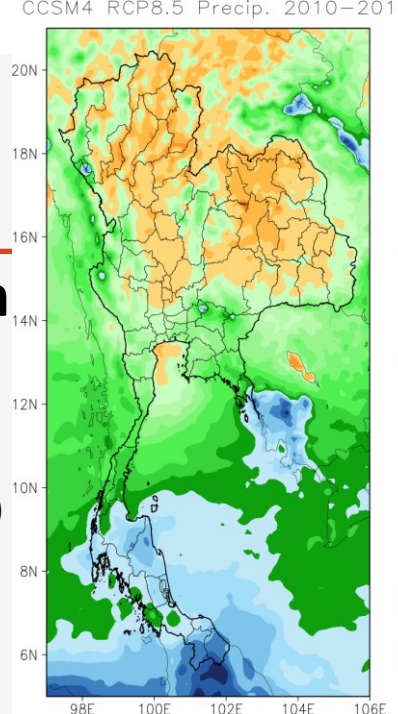


CCSM4 RCP4.5 Precip. 2090-2099

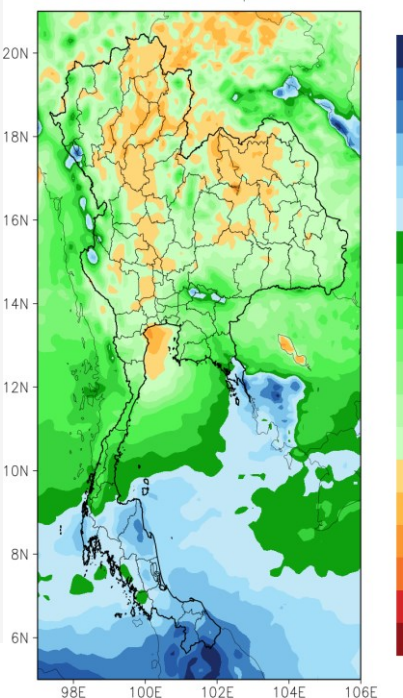


CCSM4 RCP8.5 Precipitation Climate Projection 2010-2099

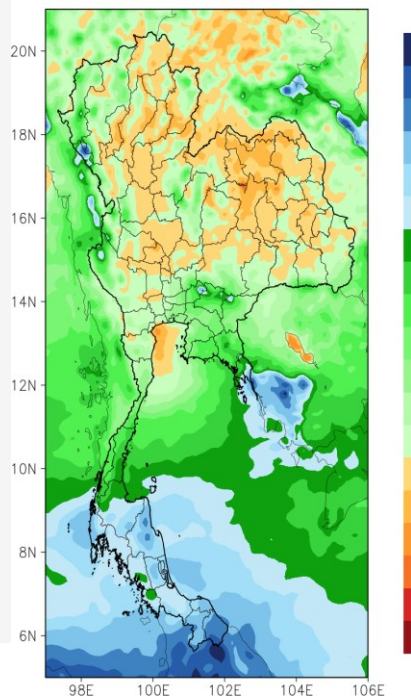
Average Monthly Rainfall (mm)



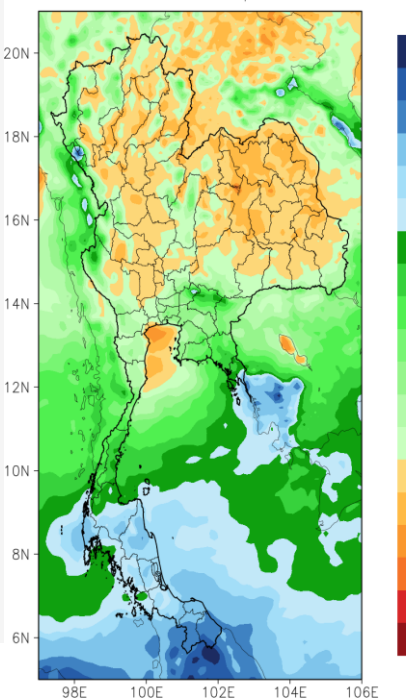
CCSM4 RCP8.5 Precip. 2050-2059



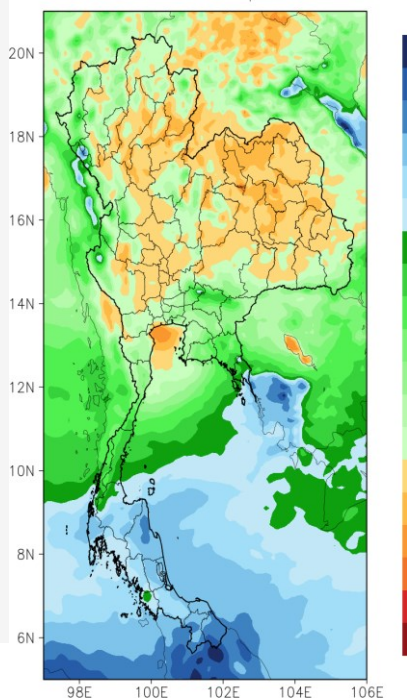
CCSM4 RCP8.5 Precip. 2060-2069



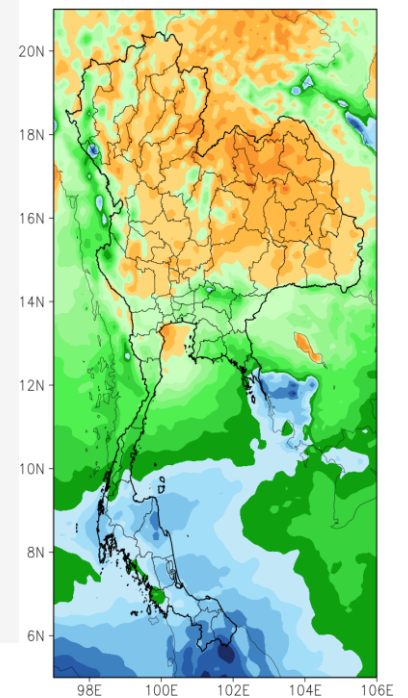
CCSM4 RCP8.5 Precip. 2070-2079



CCSM4 RCP8.5 Precip. 2080-2089



CCSM4 RCP8.5 Precip. 2090-2099



ขอบคุณครับ