การพัฒนาระบบคาดการณ์ปริมาณฝนรายสองสัปดาห์เพื่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

(ร่าง) รายงานฉบับสมบูรณ์

5 ตุลาคม 2563

ดร. กนกศรี ศรินนภากร (หัวหน้าโครงการ)

ดร. ปิยธิดา เรืองรัศมี ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดร. วินัย เชาว์วิวัฒน์, นาย กฤตนัย ต่อศรี, ดร. โนชา อาซาเรห์, นาย อธิป ปี่ทอง,

Mr. Le Ngoc Hieu , นาย รติ สว่างวัฒนไพบูลย์ และ นางสาวสุภลักษณ์ วิมาลา สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน)

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

Professor Dr. Zhaohui Lin (ที่ปรึกษาโครงการ) (ICCES, CAS-TWAS Center of Excellence, IAP, China)

ดร. สุรเจตส์ บุญญาอรุณเนตร (ที่ปรึกษาโครงการ) , สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน)

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ข้อมูลเกี่ยวกับโครงการ

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. ศึกษาขีดจำกัดและประสิทธิภาพของระบบการคาดการณ์ฝนรายสองสัปดาห์ที่มีอยู่ในปัจจุบันที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการบริหารจัดการน้ำสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา
2. พัฒนาระบบคาดการณ์ปริมาณฝนรายสองสัปดาห์เพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการน้ำสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

ความต้องการเพิ่มเติมตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ & ทีมวิจัยกลุ่มอื่นๆ

1. การคาดการณ์ครอบคลุมทั่วประเทศ (ส่วนของแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์)
2. สนับสนุนผลการคาดการณ์ฝน 3-7 วัน จาก สสน. (Coupled Model : WRF-ROMS)
3. สนับสนุนผลการคาดการณ์ฝนรายฤดูกาล จาก สสน.

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

Output

1) ระบบคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนรายสองสัปดาห์
2) องค์ความรู้สำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการคาดการณ์ฝนรายสองสัปดาห์ในพื้นที่อื่น ๆ

Outcome

1) เป็นข้อมูลนำเข้าเริ่มต้นสำหรับแบบจำลองการบริหารจัดการน้ำ
2) ต้นแบบระบบคาดการณ์ปริมาณฝนรายสองสัปดาห์สำหรับพื้นที่อื่น ๆ

Impact

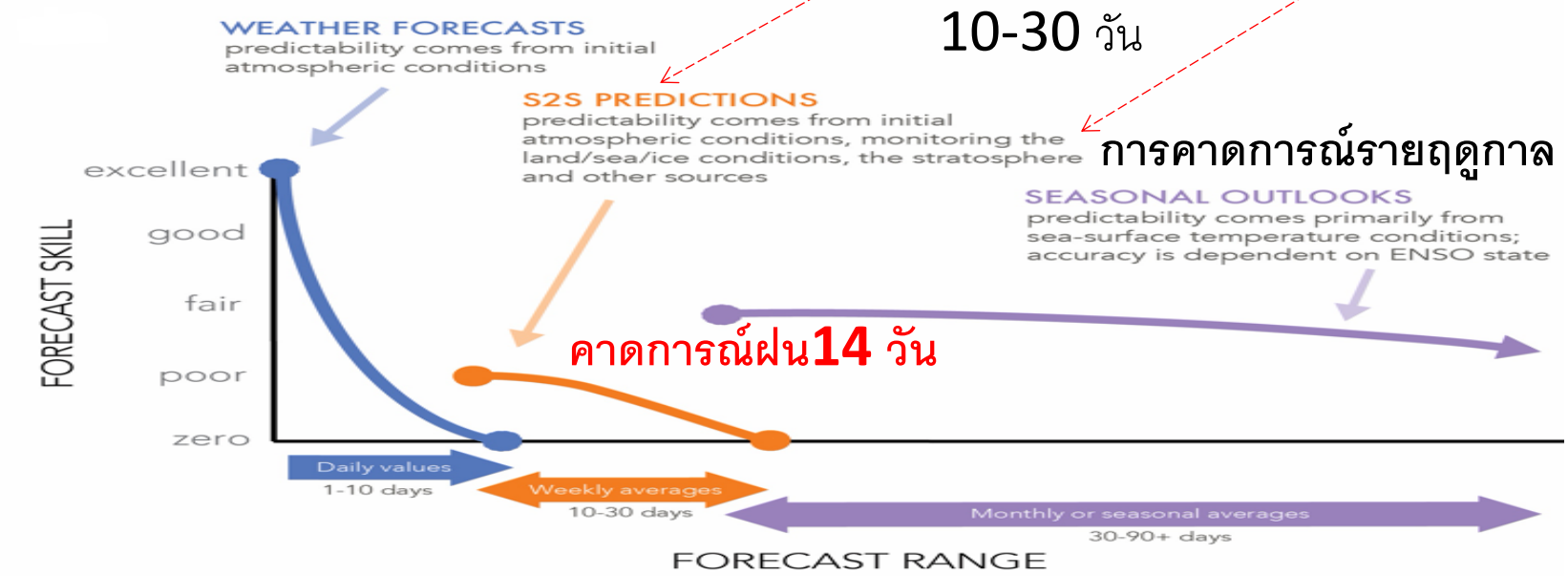
1) ส่งเสริมการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการคาดการณ์ฝนเพื่อการบริหารจัดการน้ำ
2) ส่งเสริมการพัฒนาองค์ความรู้ในระดับประเทศ

ประสิทธิภาพการคาดการณ์

การคาดการณ์ระยะสั้น **1-10** วัน

การคาดการณ์กึ่งฤดูกาล 10-30 วัน

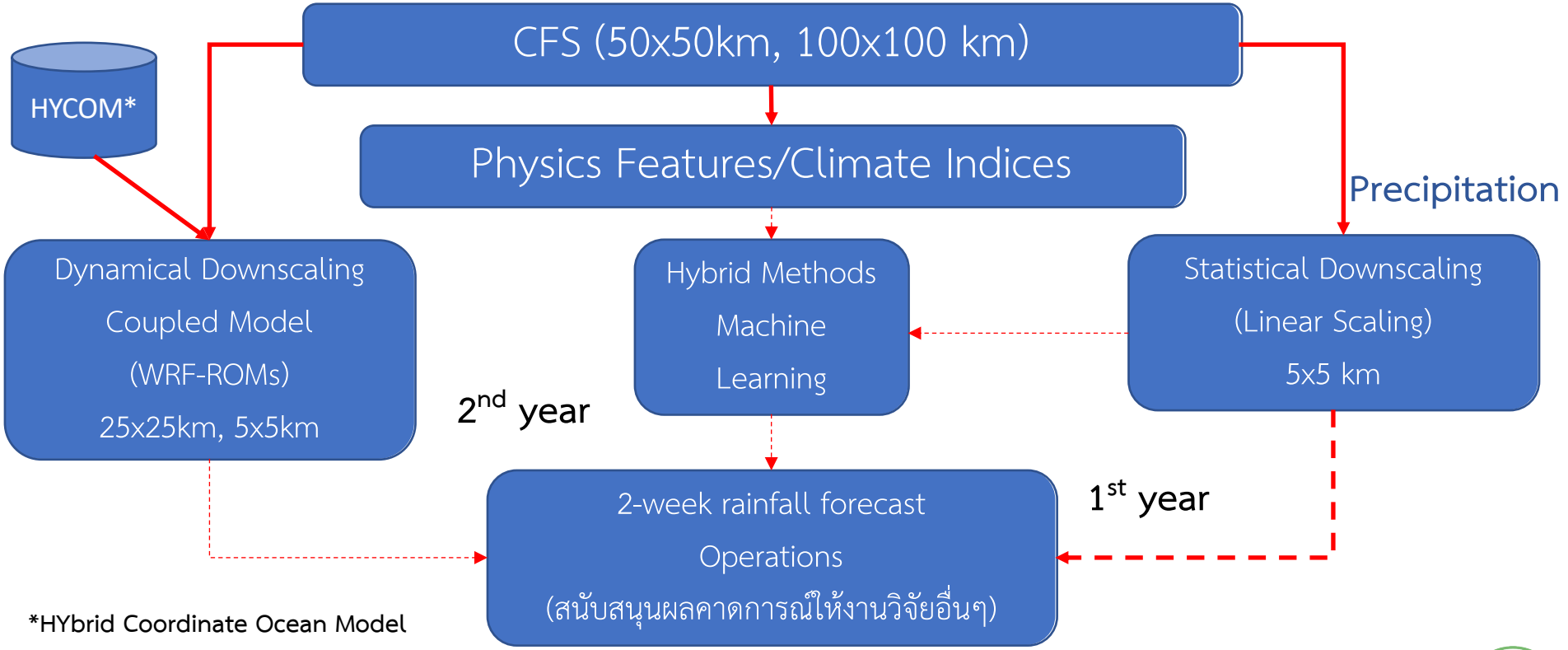
การคาดการณ์รายฤดูกาล **1-3** เดือน



คาดการณ์ฝน**14** วัน

ที่มา : Potential applications of subseasonal-to-seasonal (S2S) predictions. Meteorological Applications (White, et al.,2017)

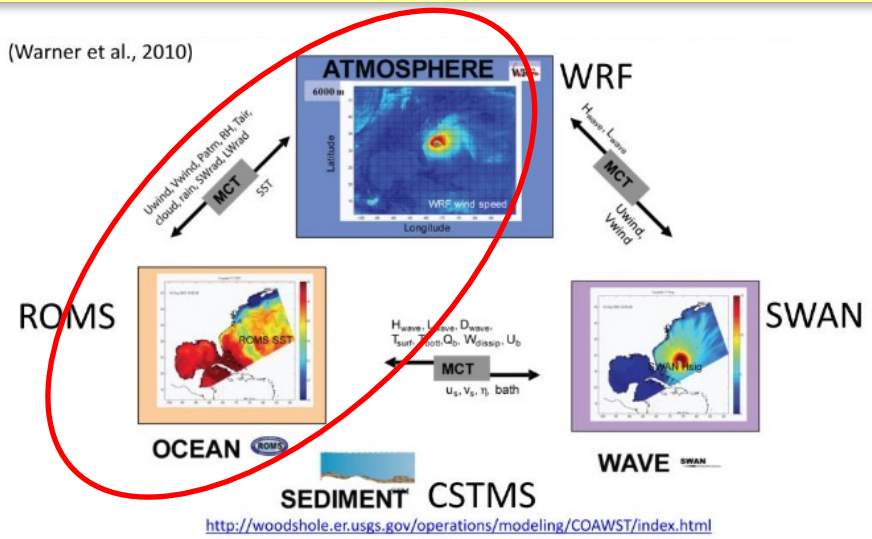
ผังการดำเนินงาน



*HYbrid Coordinate Ocean Model

แบบจำลองพลวัตที่ใช้ (Dynamical Model Used)

Coupled-Ocean-Atmosphere-Wave-Sediment Transport (COAWST) Modeling System



ระบบแบบจำลองพลวัต COAWST พัฒนาโดย USGS

ระบบที่นำมาใช้สำหรับโครงการเพื่อคาดการณ์สภาพอากาศในช่วงระยะ 2 สัปดาห์ คือ

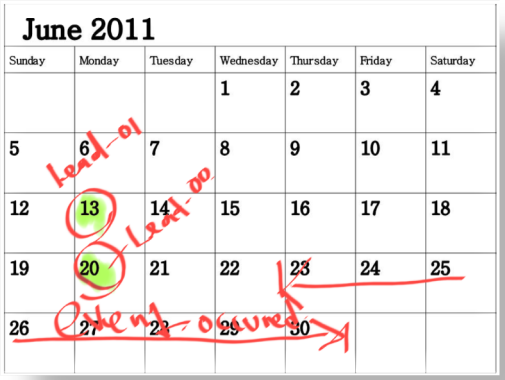
- คู่ควบระหว่าง WRF และ ROMS
- จำลองปฏิสัมพันธ์ระหว่างบรรยากาศและมหาสมุทรเสมือนจริงมากยิ่งขึ้น
- ระบบฟรี มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องโดย US. Geological Survey ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2010 เป็นต้นมา

ระเบียบวิธีการวิจัย

- **พื้นที่ศึกษา**
  - พื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา (CPY)
- **กรณีศึกษา**

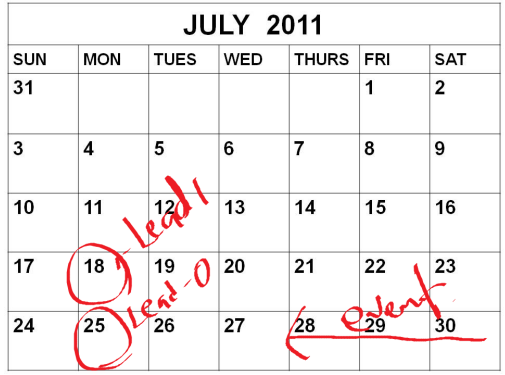
เลือก 2 เหตุการณ์ที่เกิดผลกระทบกับพื้นที่ CPY

- เหตุการณ์น้ำท่วมจากอิทธิพลของพายุ "ไหหม่า“ (24-30 มิถุนายน 2554)
- เหตุการณ์น้ำท่วมจากอิทธิพลของพายุ "นกเตน" (28 กรกฎาคม - 4 สิงหาคม 2554)



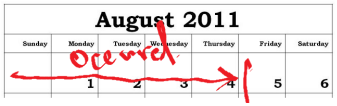
June 2011

Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		



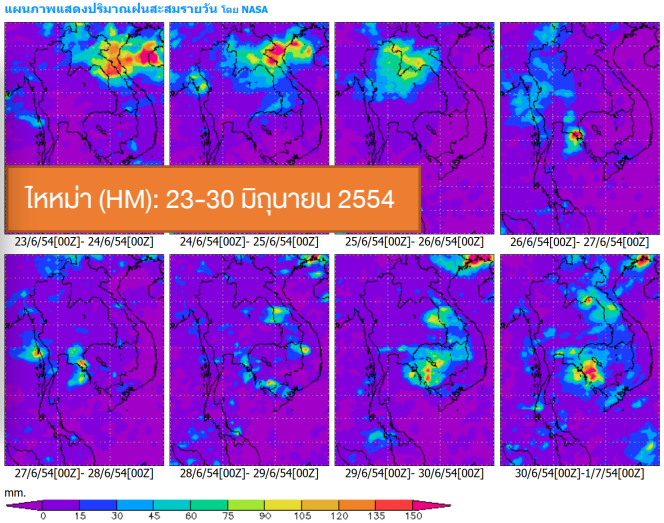
JULY 2011

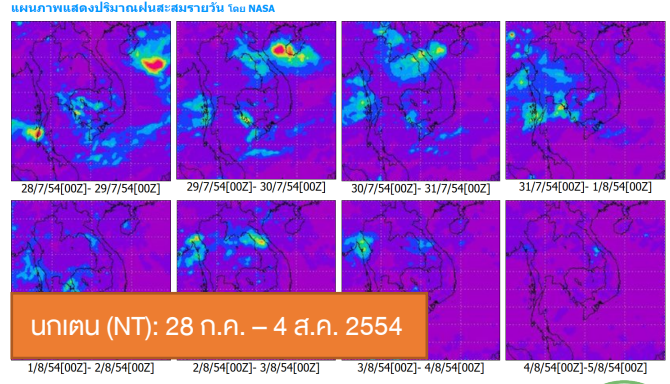
SUN	MON	TUES	WED	THURS	FRI	SAT
31					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30



August 2011

Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
	1	2	3	4	5	6





ระเบียบวิธีการวิจัย (ต่อ)

❑ การประเมินความแม่นยำของแบบจำลอง (Model Evaluation)

- Sensitivity Analysis on 2 CU options (BMJ & G3D), 2 MP options (KS & GOD) with 2 forcing data (CFSv1 & FNL GFS)
- 15-day simulation (1 day for spin-up)
- WRF Model Configuration (8 cases x 2 events + 2 cases for MP options = 18 cases)

Lead time:

Lead time 0 = สัปดาห์ที่เกิดเหตุการณ์

Lead time 1 = 1 สัปดาห์ก่อนเหตุการณ์เกิด

CU options:

BMJ = Betts–Miller–Janjic Scheme

G3D = Grell 3D Ensemble Scheme

MP options

KS = Kessler Scheme

GOD = Goddard Scheme

Forcing data:

CFS = 6-hr Climate Forecast System data

GFS = 6-hr Global Forecast System data

Results shown hereafter are based-on selected options that show better performance

Met.info: CFS

CU option: G3D

MP: GOD

ระเบียบวิธีการวิจัย (ต่อ)

❑ สถิติและข้อมูลตรวจวัดสำหรับการประเมิน WRF-ROMS

✓ • ค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Root mean squared error: RMSE)

✓ • ค่าความสัมพันธ์เชิงเวลา (Temporal correlation coefficient: TCC)

✓ • ค่าน่าจะเป็นของการตรวจพบ (Probability of detection: POD)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N}\sum(Mod - Obs)^2}$$

$$TCC = \frac{1}{N-1}\sum\frac{(Obs - \overline{Obs})}{S_{Obs}}\frac{(Mod - \overline{Mod})}{S_{Mod}}$$

เมื่อ S คือ ค่าเบี่ยนเบนมาตรฐาน

$$POD = \frac{TP}{TP + FN}$$

เมื่อ TP คือ True positive จำนวนเหตุการณ์จริงที่สนใจเกิด และ Mod สามารถทำนายได้ถูก

FP คือ False positive จำนวนเหตุการณ์จริงที่สนใจไม่ได้เกิดขึ้นแต่ Mod ทำนายว่าเกิด

FN คือ False negative จำนวนเหตุการณ์จริงเกิดแต่ Mod ไม่สามารถทำนายได้

TN คือ True negative จำนวนไม่เกิดเหตุการณ์และ Mod สามารถทำทำนายได้ถูก

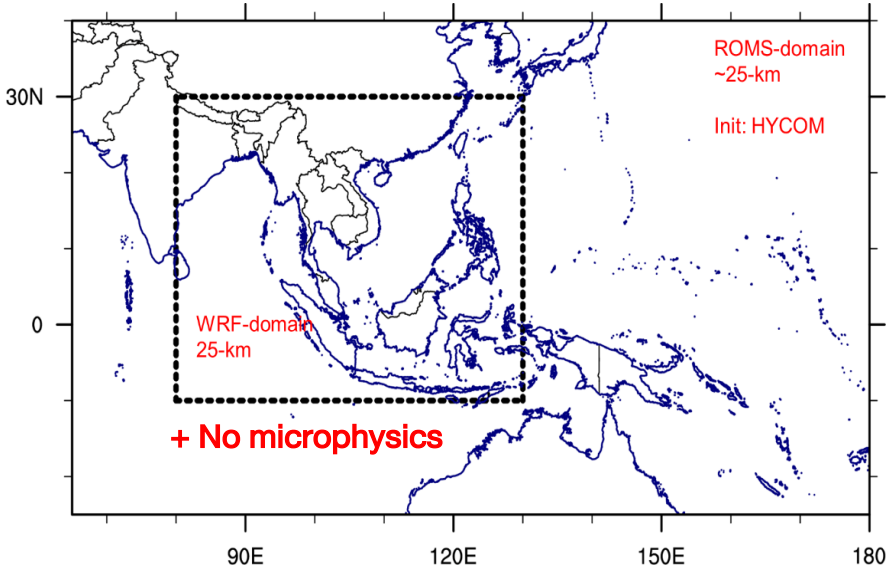
MOD		OBS: YES	OBS: NO
	YES	TP	FP
	NO	FN	TN

Modeling Domains

- การประเมินความแม่นยำของการคาดการณ์ 2 สัปดาห์

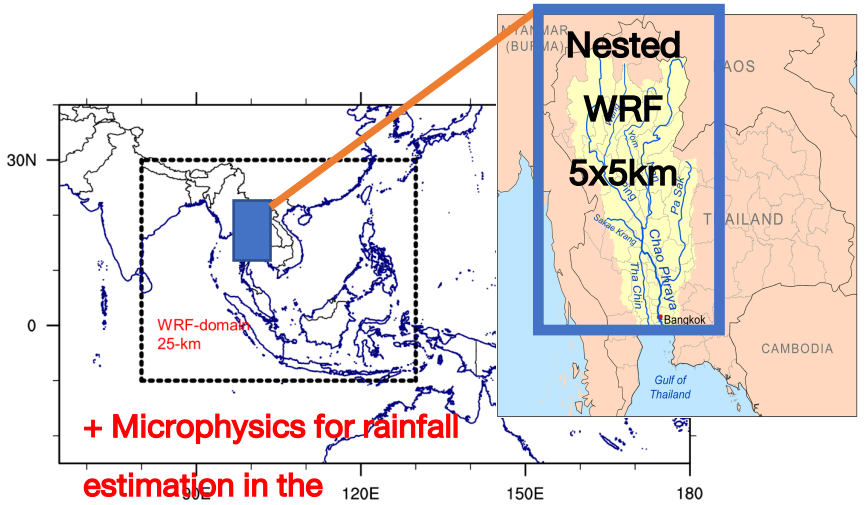
CU & Driving Forces

WRF:ROMS = 1:1



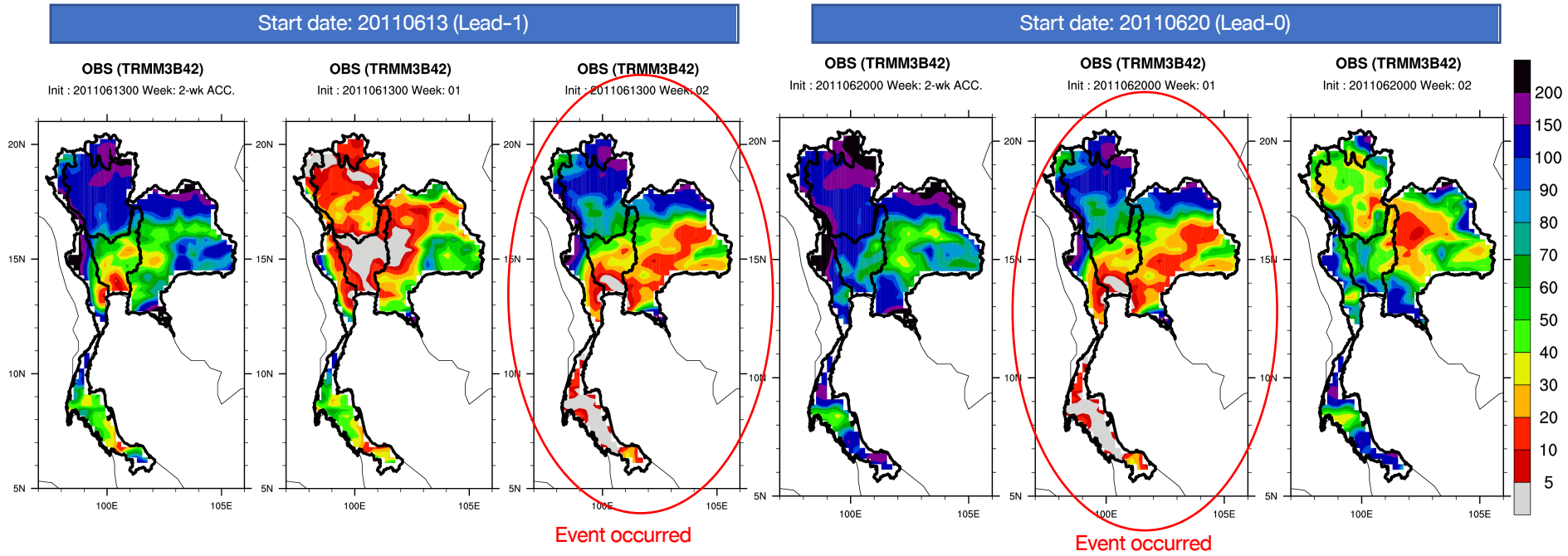
Micro-physics (Nesting method)

WRF:ROMS = 2:1



ผลการวิจัย-CASE: Haima event

- ฝนสะสม 2 สัปดาห์ (ตรวจวัด TRMM)

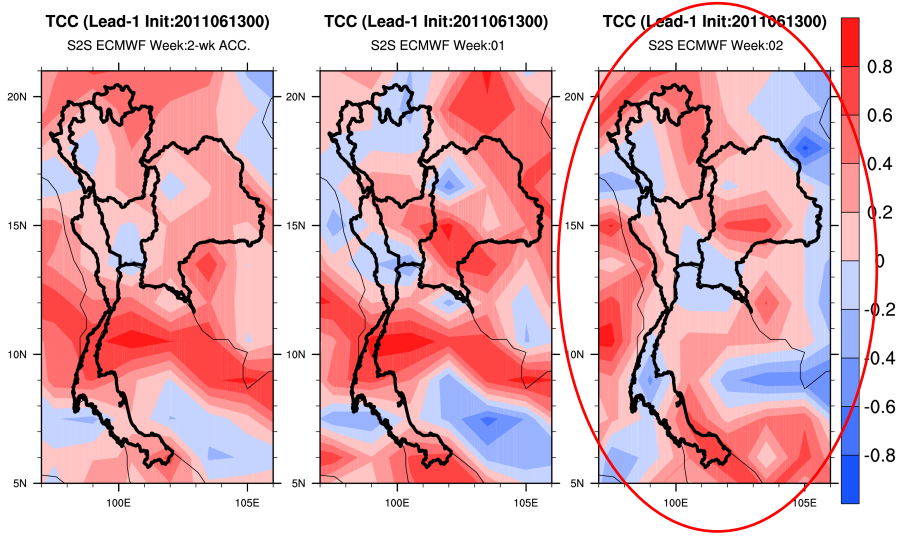


ผลการวิจัย-CASE: Haima event (Init: 2011061300)

❑ การประเมินความแม่นยำของการคาดการณ์ 2 สัปดาห์ Lead-1)

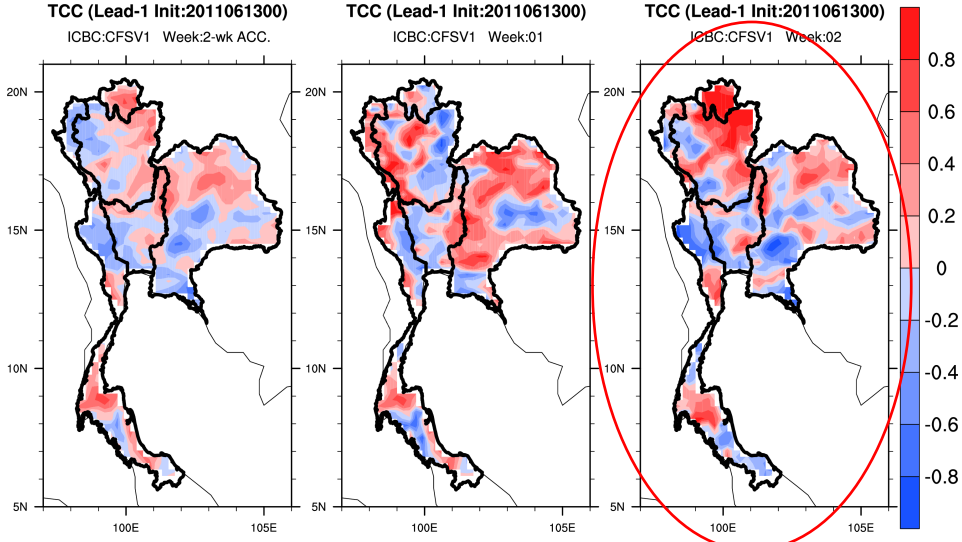
TCC

ECMWF



Event occurred

WRF-ROMS



Event occurred

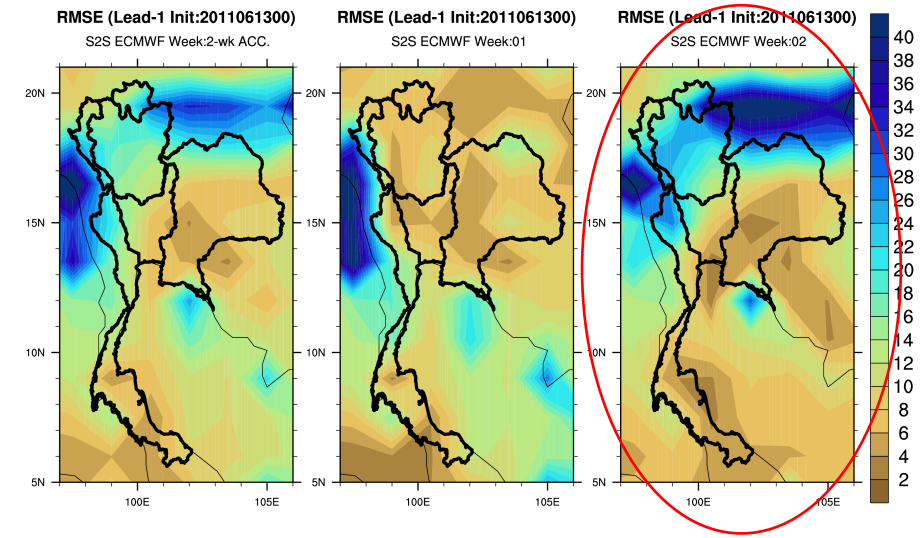
- WRF-ROMS shows better skill in term of temporal variation (approx. 20%)

ผลการวิจัย-CASE: Haima event (Init: 2011061300)

❑ การประเมินความแม่นยำของการคาดการณ์ 2 สัปดาห์ Lead-1)

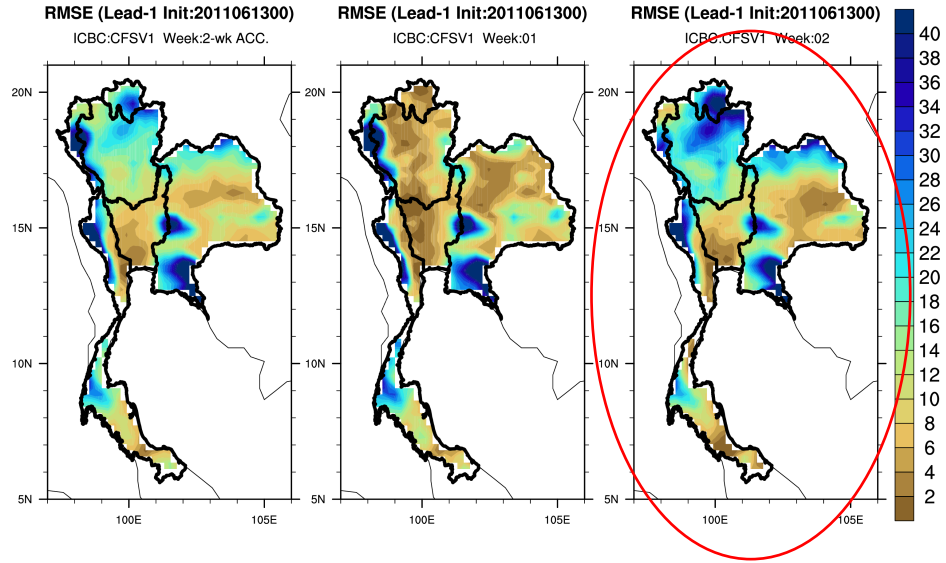
RMSE

ECMWF



Event occurred

WRF-ROMS



Event occurred

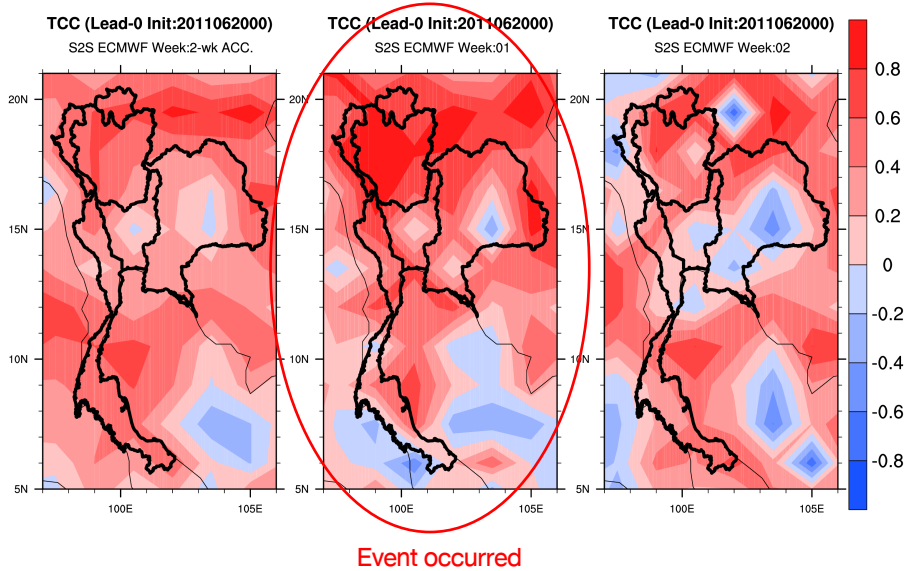
- ECMWF & WRF-ROMS, both shows similar pattern of RMSE

ผลการวิจัย-CASE: Haima (Init: 2011062000)

❑ การประเมินความแม่นยำของการคาดการณ์ 2 สัปดาห์ Lead-0)

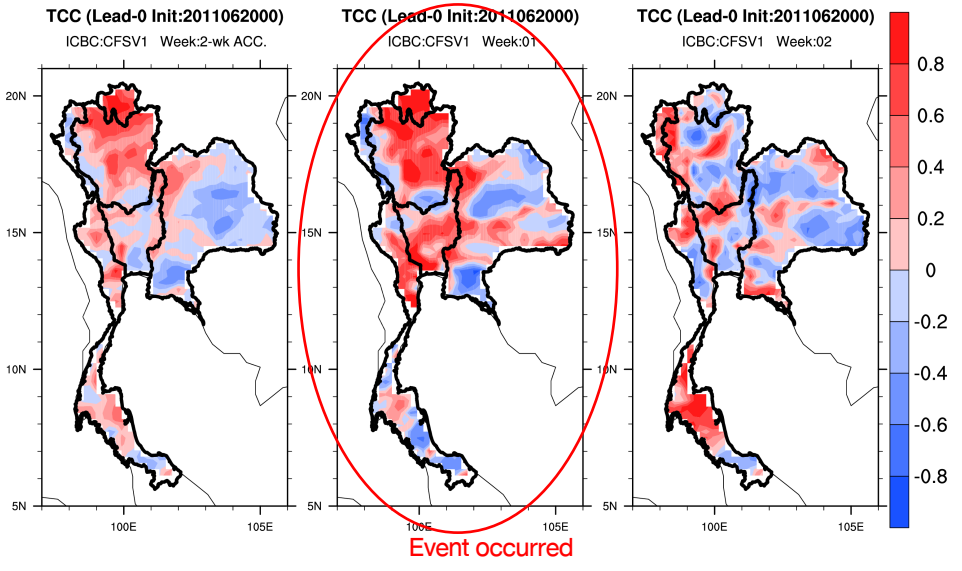
TCC

ECMWF



Event occurred

WRF-ROMS



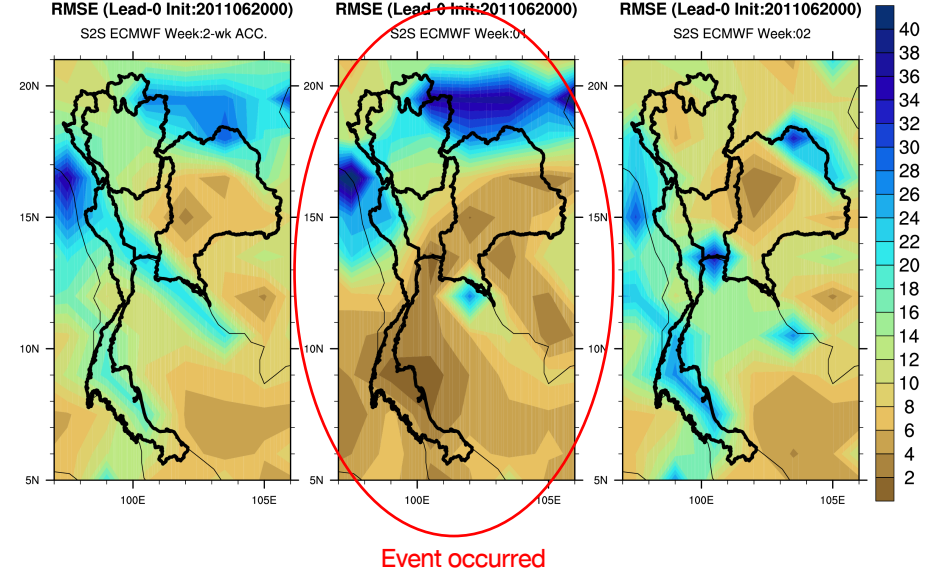
Event occurred

ผลการวิจัย-CASE: Haima (Init: 2011062000)

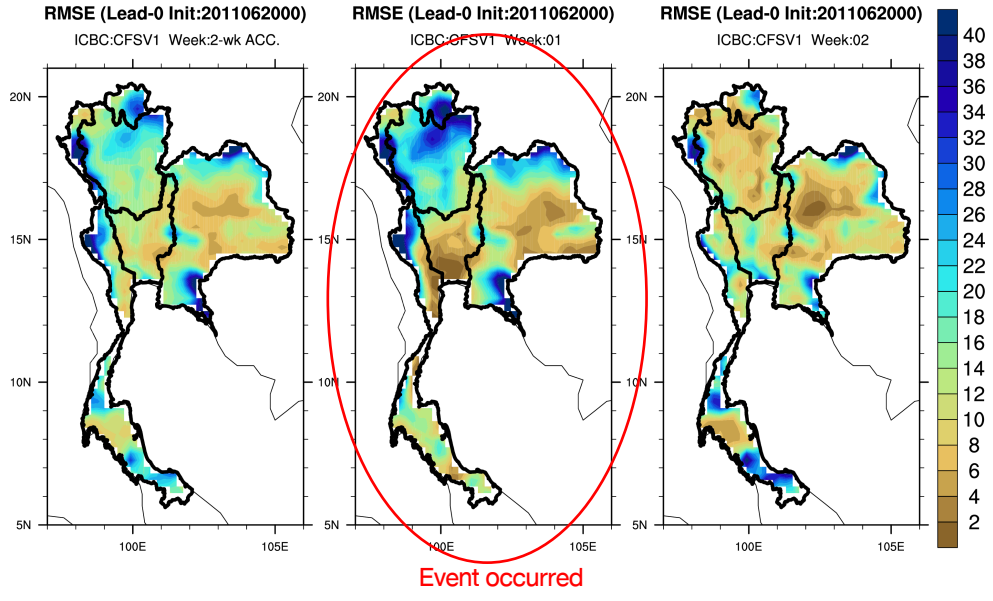
❑ การประเมินความแม่นยำของการคาดการณ์ 2 สัปดาห์ Lead-0)

RMSE

ECMWF



WRF-ROMS

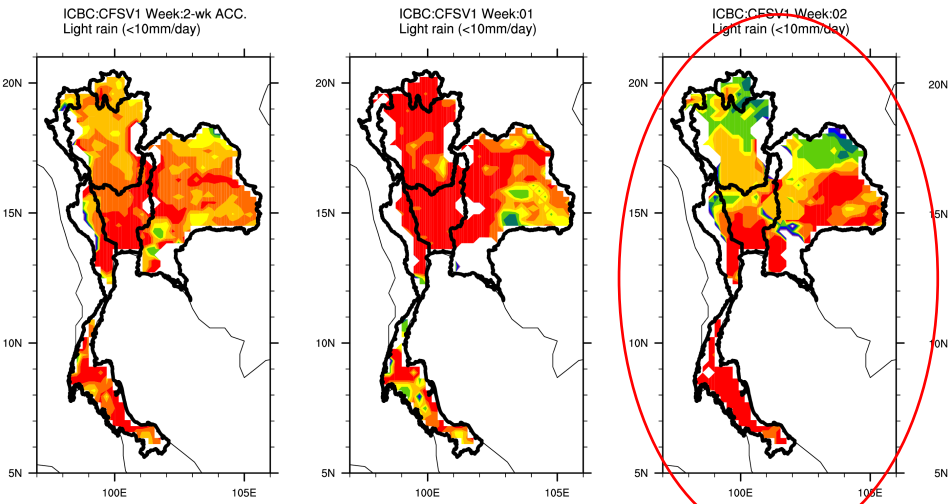


ผลการวิจัย-CASE: Haima

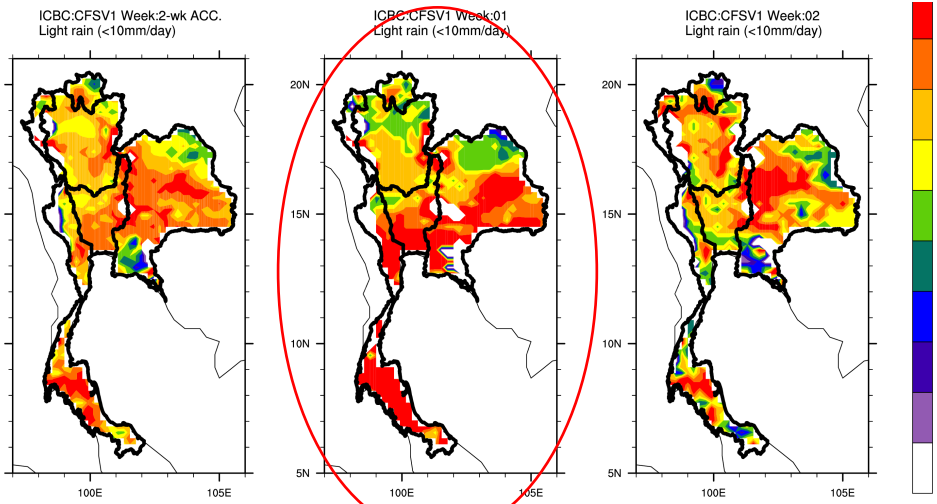
❑ การประเมินความแม่นยำของการคาดการณ์ 2 สัปดาห์)

WRF-ROMS POD (Light rain)

Init: 2011061300 (Lead-1)



Init: 2011062000 (Lead-0)



- Good skill in detection of light rainfall

Event occurred

Event occurred

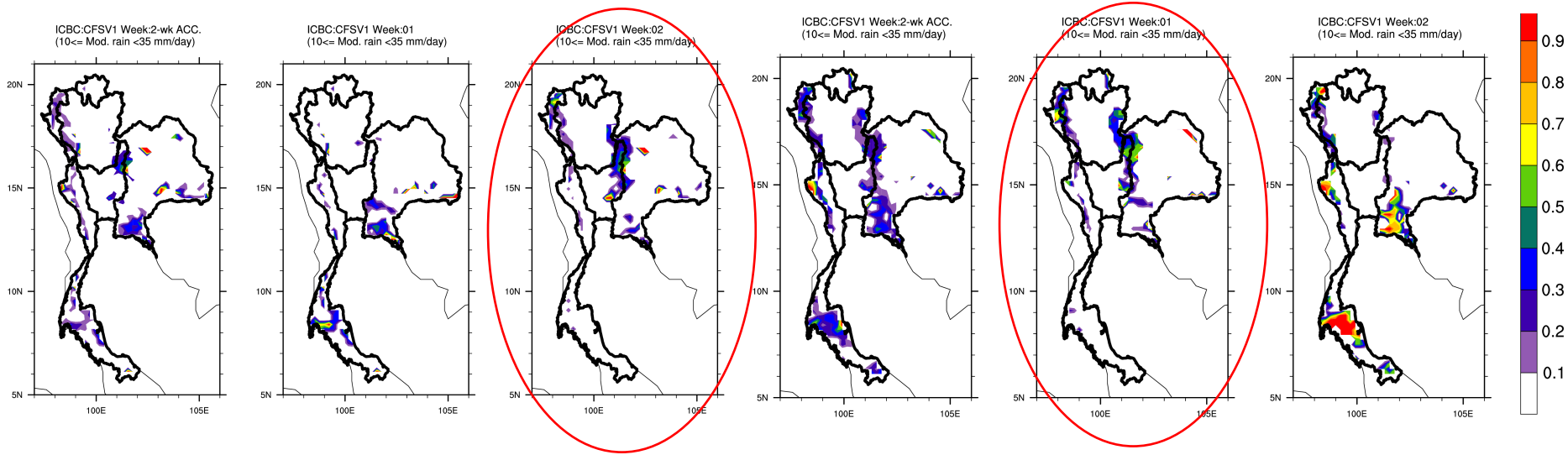
ผลการวิจัย-CASE: Haima

❑ การประเมินความแม่นยำของการคาดการณ์ 2 สัปดาห์)

WRF-ROMS POD (moderate rain)

Init: 2011061300 (Lead-1)

Init: 2011062000 (Lead-0)



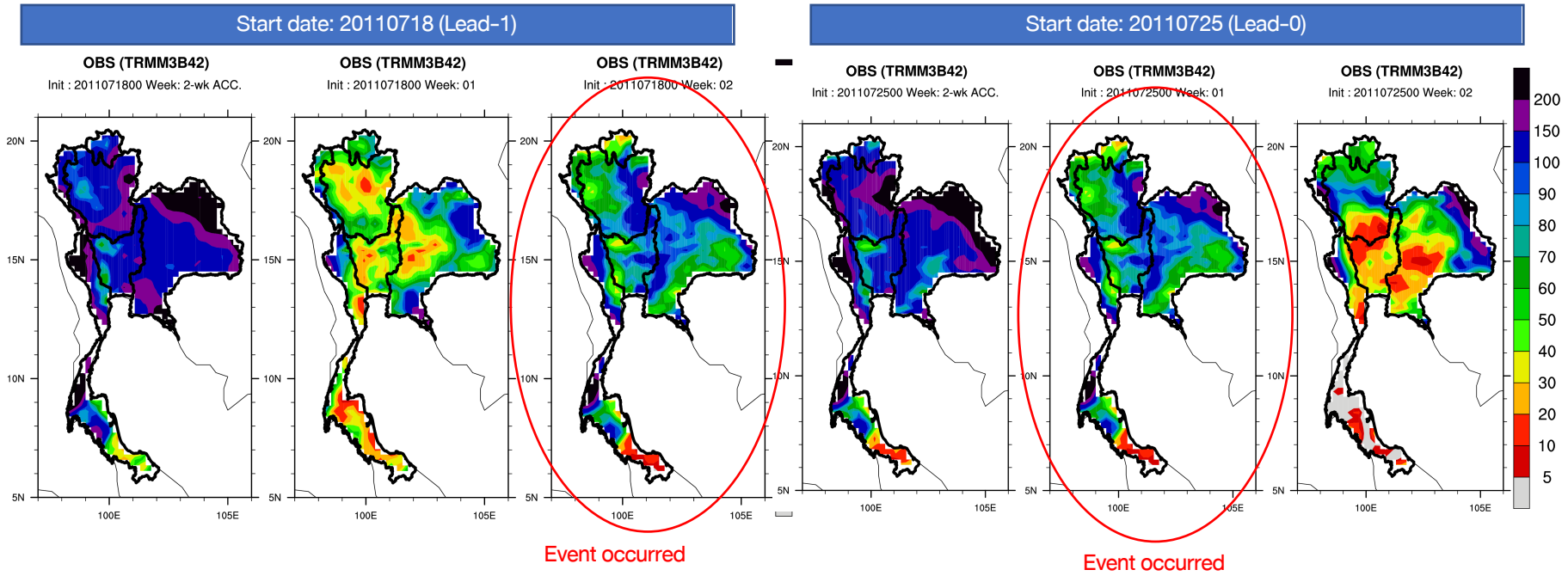
Event occurred

Event occurred

- Very poor in detection of moderate rainfall
- Cannot detect heavy rainfall

ผลการวิจัย-CASE: Nockten event

- ฝนสะสม 2 สัปดาห์ (ตรวจวัด TRMM)

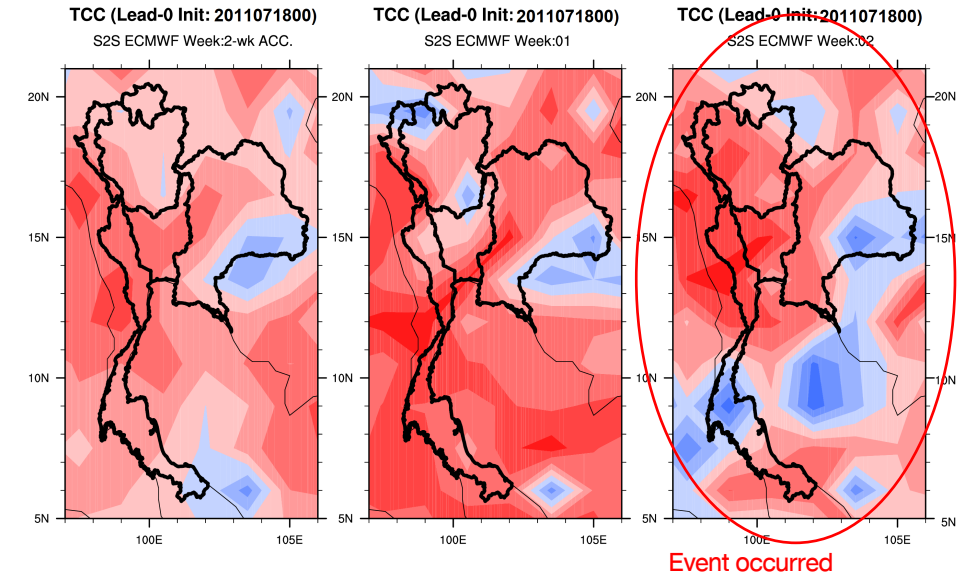


ผลการวิจัย-CASE: Nockten (Init: 2011071800)

- การประเมินความแม่นยำของการคาดการณ์ 2 สัปดาห์ Lead-1)

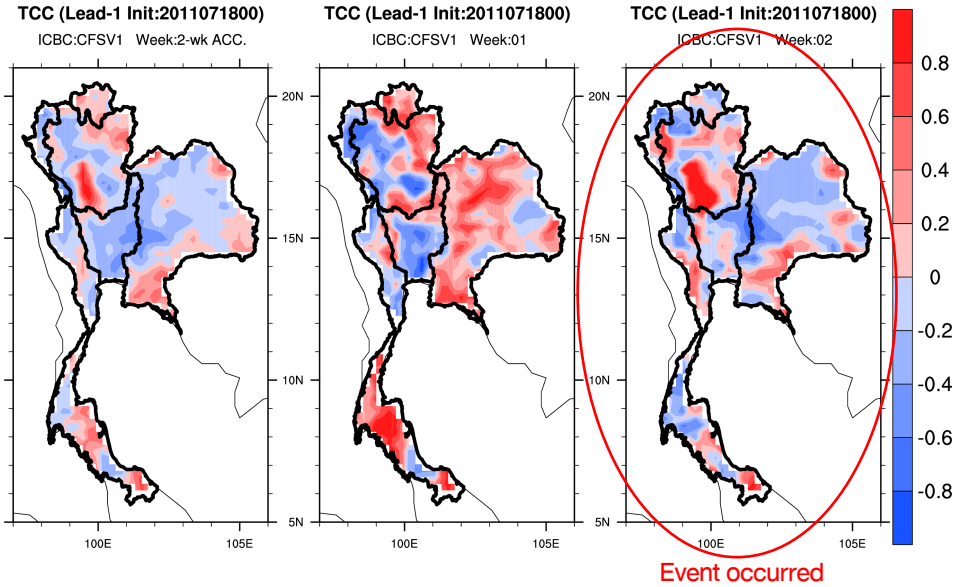
TCC

ECMWF



Event occurred

WRF-ROMS



Event occurred

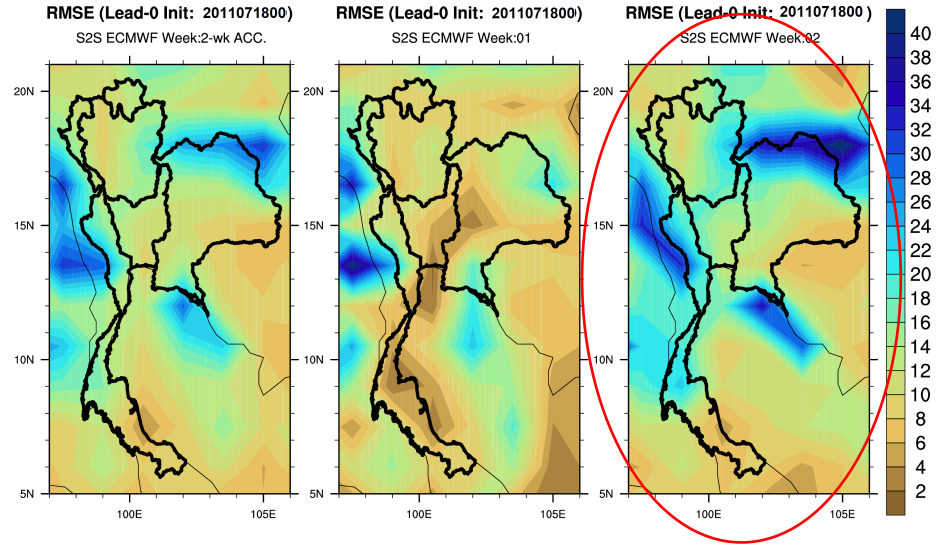
- WRF-ROMS shows better skill in term of temporal variation (approx. 20%)

ผลการวิจัย-CASE: Nockten (Init: 2011071800)

❑ การประเมินความแม่นยำของการคาดการณ์ 2 สัปดาห์ Lead-1)

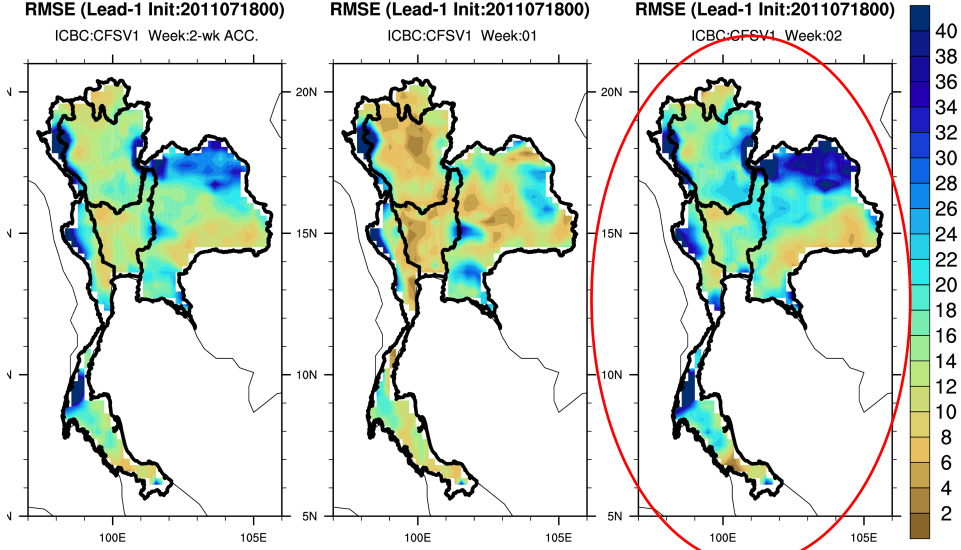
RMSE

ECMWF



Event occurred

WRF-ROMS



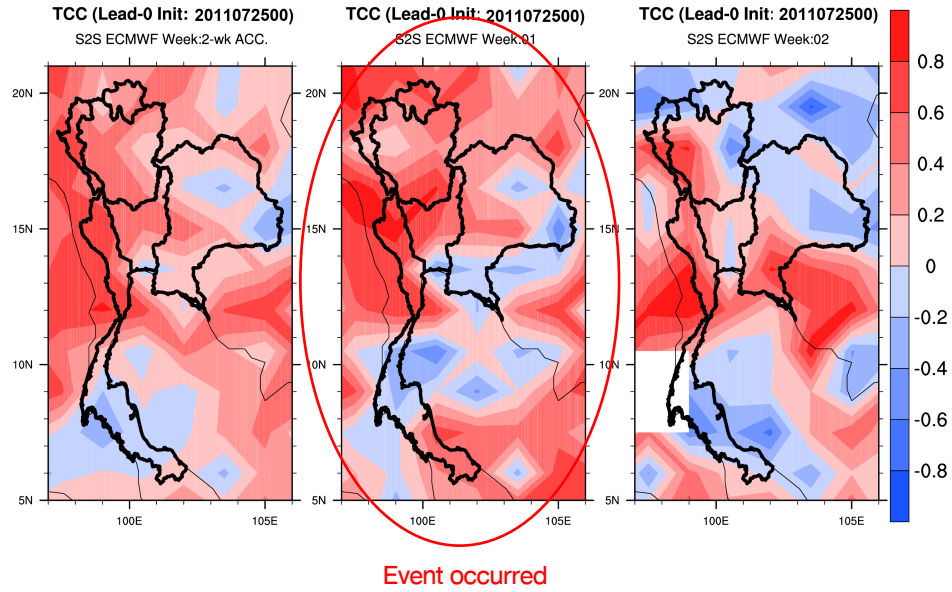
Event occurred

ผลการวิจัย-CASE: Nockten (Init: 2011072500)

- การประเมินความแม่นยำของการคาดการณ์ 2 สัปดาห์ Lead-0)

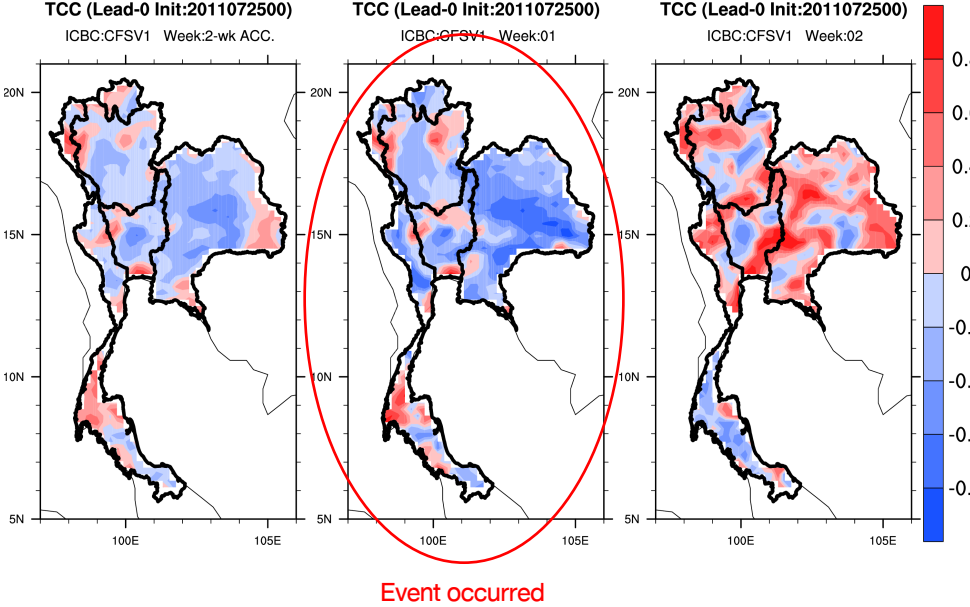
TCC

ECMWF



Event occurred

WRF-ROMS



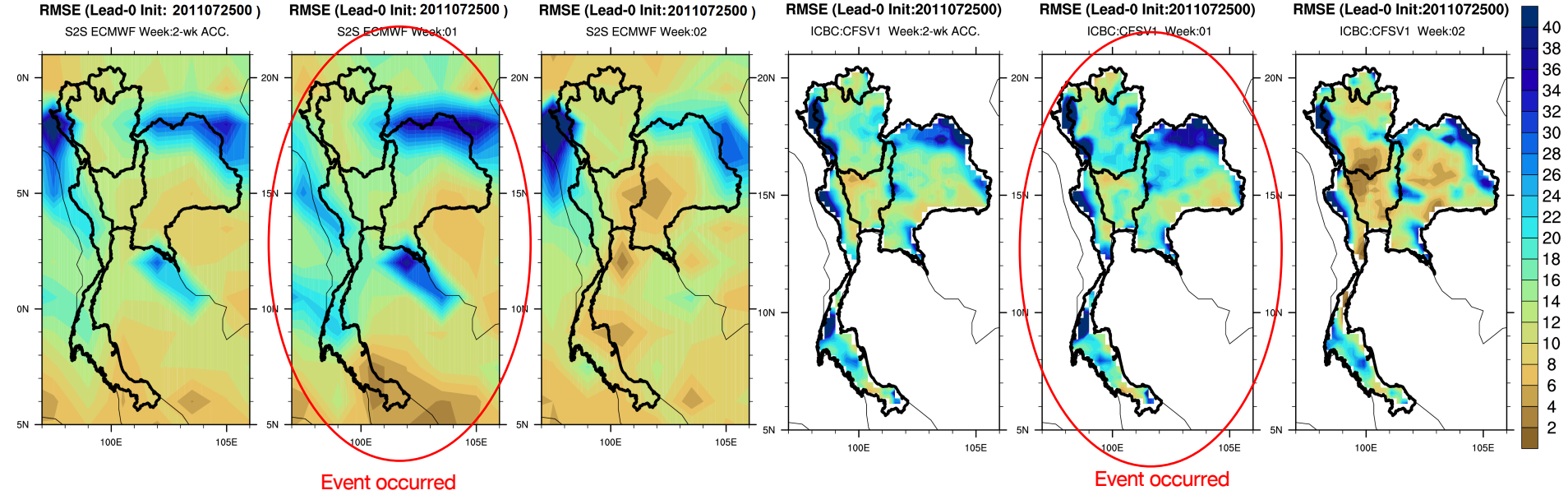
Event occurred

ผลการวิจัย-CASE: Nockten (Init: 2011072500)

❑ การประเมินความแม่นยำของการคาดการณ์ 2 สัปดาห์ Lead-0)

RMSE

ECMWF | WRF-ROMS



Event occurred

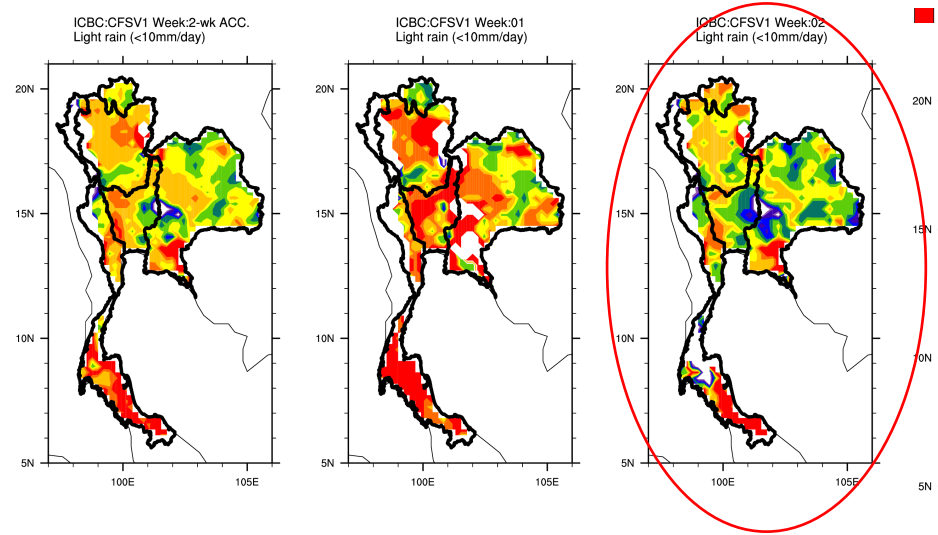
Event occurred

ผลการวิจัย-CASE: Nockten

- การประเมินความแม่นยำของการคาดการณ์ 2 สัปดาห์)

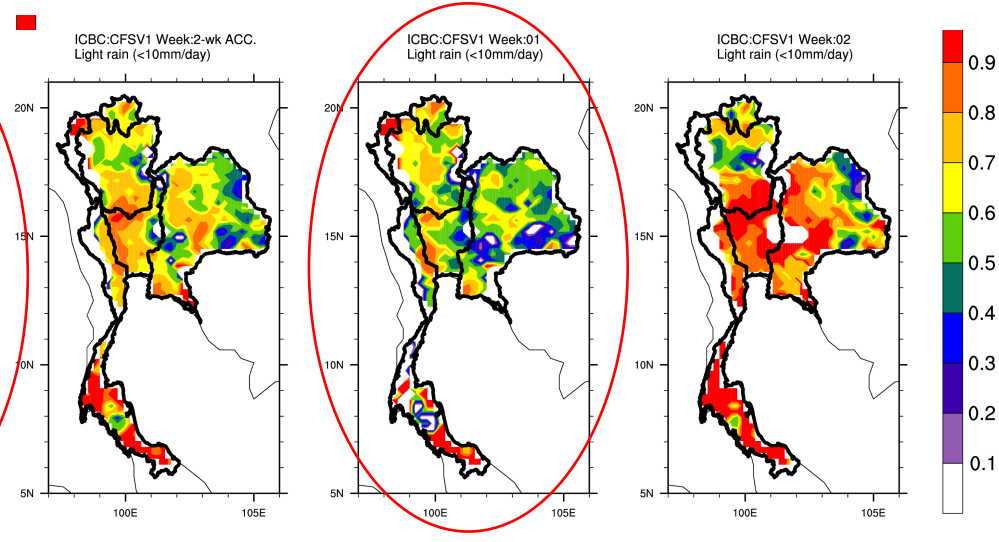
WRF-ROMS POD (Light rain)

Init: 2011071800 (Lead-1)



Event occurred

Init: 2011072500 (Lead-0)



Event occurred

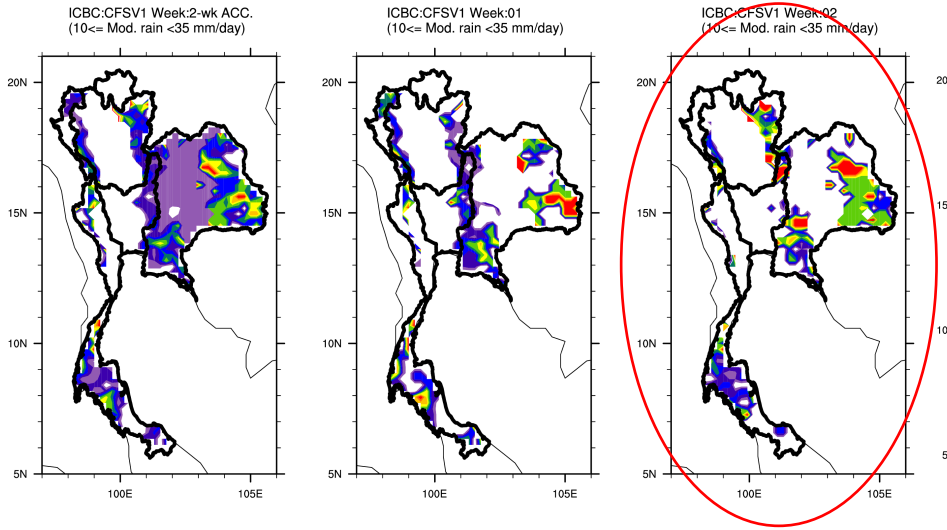
- Good skill in detection of light rainfall in CPY region

ผลการวิจัย-CASE: Nockten

❑ การประเมินความแม่นยำของการคาดการณ์ 2 สัปดาห์)

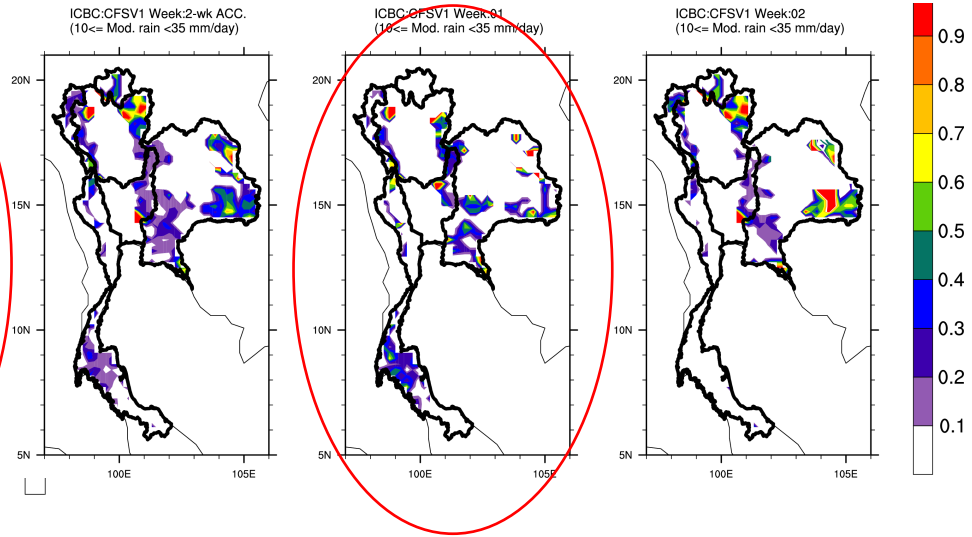
WRF-ROMS POD (Moderate rain)

Init: 2011071800 (Lead-1)



Event occurred

Init: 2011072500 (Lead-0)



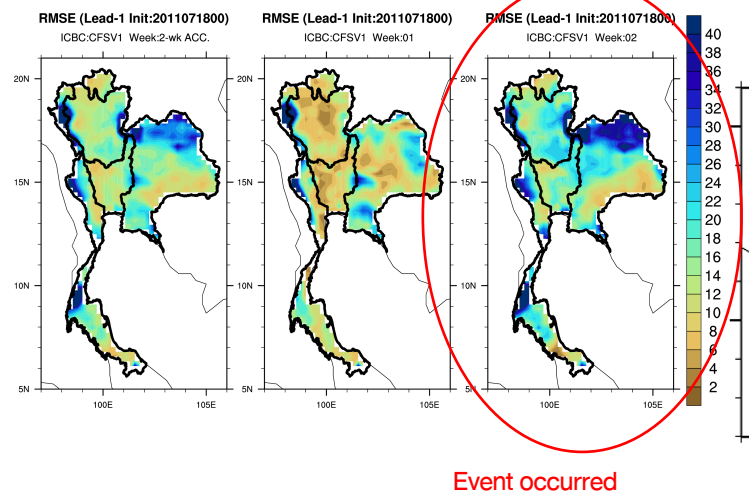
Event occurred

ผลการวิจัย-CASE: Nockten (Init: 2011071800) – Nesting method

❑ การประเมินความแม่นยำของการคาดการณ์ 2 สัปดาห์ Lead-1)

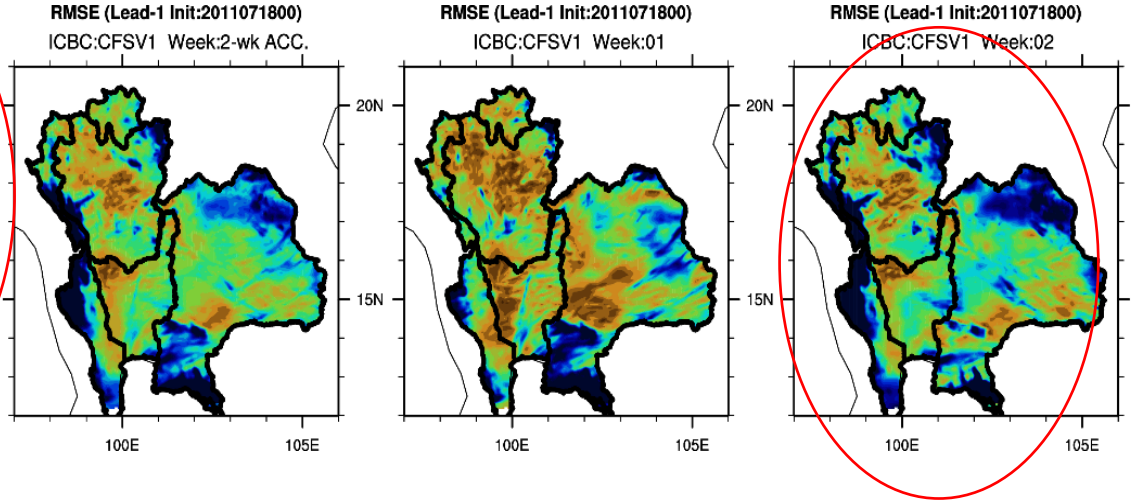
RMSE

WRF-ROMS (Non Nesting)



Event occurred

WRF-ROMS (Nesting)

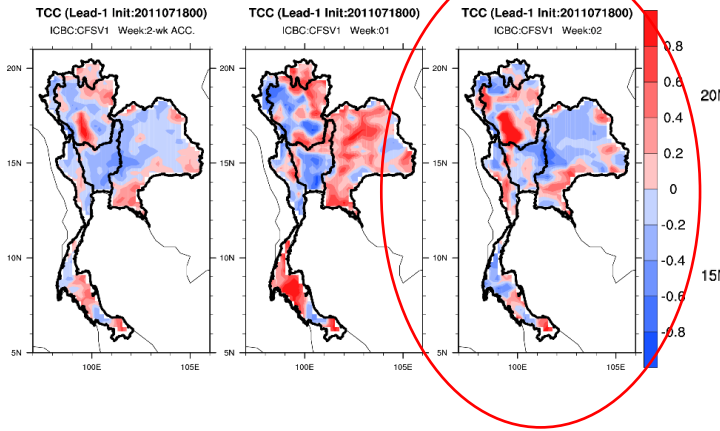


ผลการวิจัย-CASE: Nockten (Init: 2011071800) – Nesting method

❑ การประเมินความแม่นยำของการคาดการณ์ 2 สัปดาห์ Lead-1)

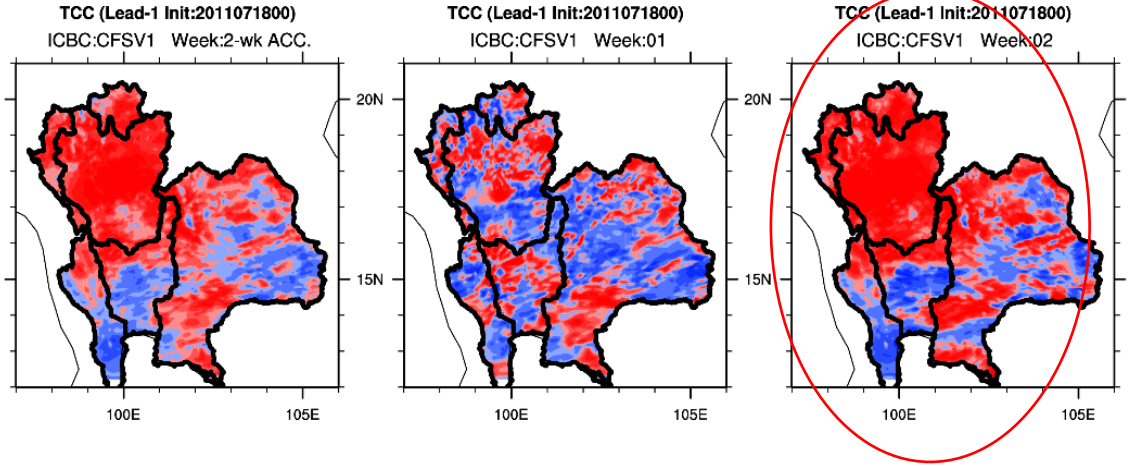
TCC

WRF-ROMS (Non Nesting)



Event occurred

WRF-ROMS (Nesting)



Summary

❑ การประเมินความแม่นยำของการคาดการณ์ 2 สัปดาห์ โดย WRF-ROMS

✓ เพิ่มความละเอียดเชิงพื้นที่ของ CFS จาก 100x100km เป็น 25x25km ด้วยวิธีการคู่ควบ

✓ ผลที่ได้ขึ้นอยู่เหตุการณ์ (case depended) โดยพบว่า

+ Haima: แบบจำลองสามารถคาดการณ์เหตุการณ์บริเวณ พ.ท. ผลกระทบได้ มากกว่า 80% และมีค่าความแม่นยำสูงกว่า ECMWF S2S ประมาณ 20%

+ Nockten: แบบจำลองโดยทั่วไปความสามารถในการคาดการณ์ยังต่ำหรือ ไม่มี แต่สามารถคาดการณ์เหตุการณ์บริเวณ พ.ท. ผลกระทบบางส่วนได้มากกว่า 80% และมีความสามารถต่ำกว่า ECMWF S2S

+ ลักษณะรูปแบบเชิงพื้นที่ของ RMSE ระหว่าง ECMWF S2S กับ WRF-ROMS คล้ายกัน แต่ WRF-ROMS ให้ค่า RMSE สูงกว่าเล็กน้อย (10-20 mm/week)

+ WRF-ROMS ทำคาดการณ์เหตุการณ์ของฝนที่ต่ำกว่า 10mm ได้ค่อนข้างดี (70-80%) และฝนระดับปานกลางสามารถคาดการณ์ได้ในบางพื้นที่เท่านั้น แต่ยังไม่สามารถคาดการณ์เหตุการณ์ฝนที่มากกว่า 35mm ได้

✓ การใช้ Nesting method สามารถเพิ่มความแม่นยำเชิงเวลา (TCC) ของแบบจำลองได้อย่างชัดเจน (กรณีพายุนกเต็น)

Statistical Downscaling (Linear Scaling)

$$rain_bc_{i,j} = rain_cfs_{i,j} \times \frac{\mu_obs_{m,i}}{\mu_cfs_{m,i}}$$

j *is day*

i *is station*, $i = 1, 2, 3, \ldots, n$

m *is month*, $m =$ 1,2,3 … 12

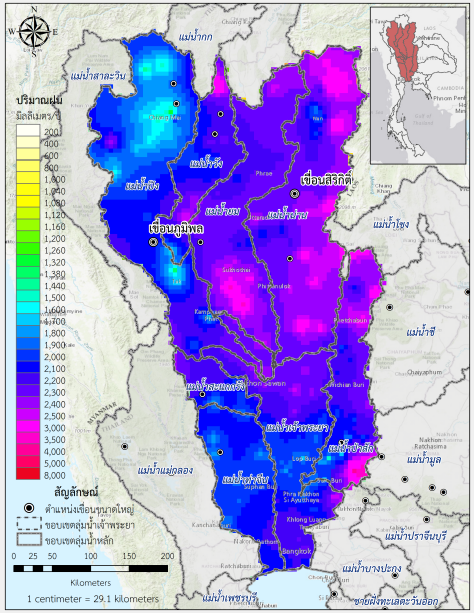
$rain_bc$ = *daily bias corrected rain*

$rain_cfs$ = *daily cfsv2 rain*

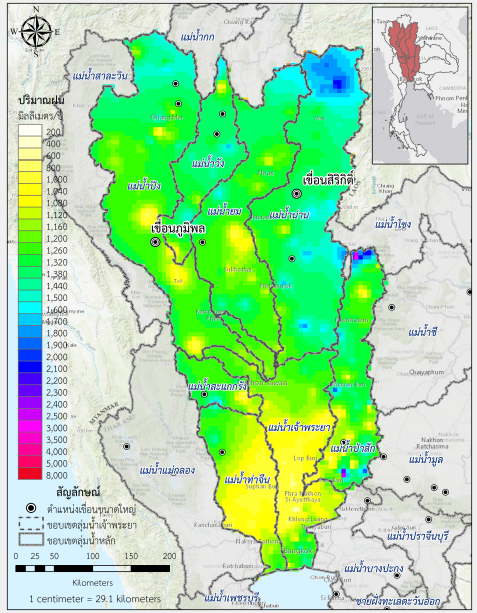
$\mu_cfs_{m,i}$ = *monthly mean rainfall of cfsv2 at station (i) (2012-2017)*

$\mu_obs_{m,i}$ = *monthly mean rainfall of observations at station (i)(2012-2017)*

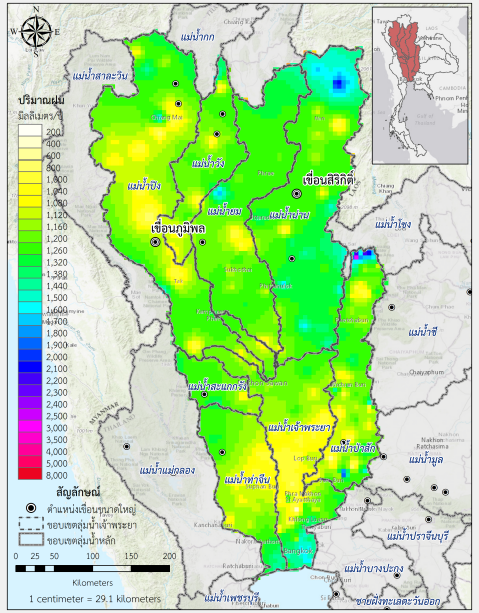
คาดการณ์ฝนสะสมรายสองสัปดาห์กับผลตรวจวัดตั้งแต่ปี 2555-2560



CFSV2		
ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
1,268.8	3,512.4	2,148.8



Bias Correction CFSV2		
ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
332.9	2,928.6	1,264.5

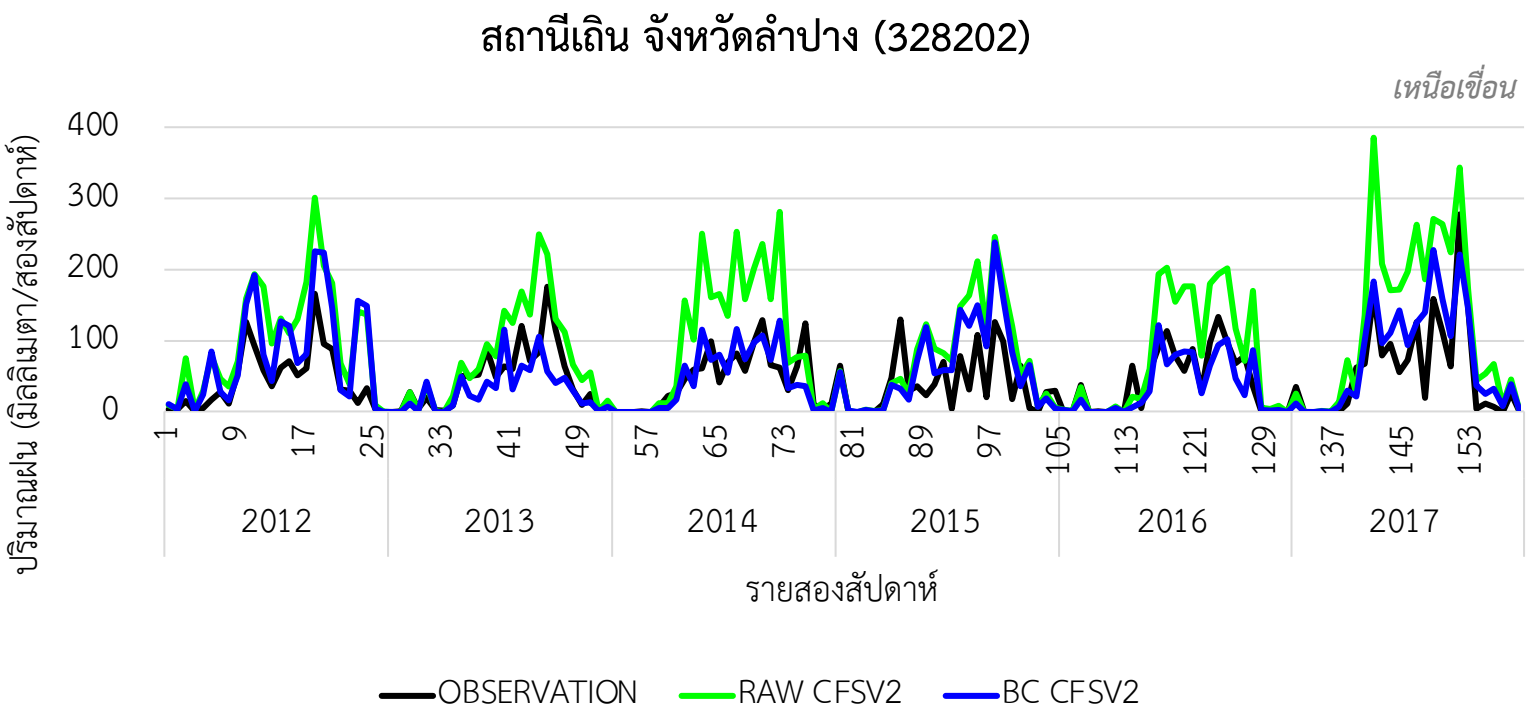


Observation (TMD Stations)		
ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
393.1	2,506.0	1,195.9

ประสิทธิภาพการคาดการณ์ฝนรายสองสัปดาห์

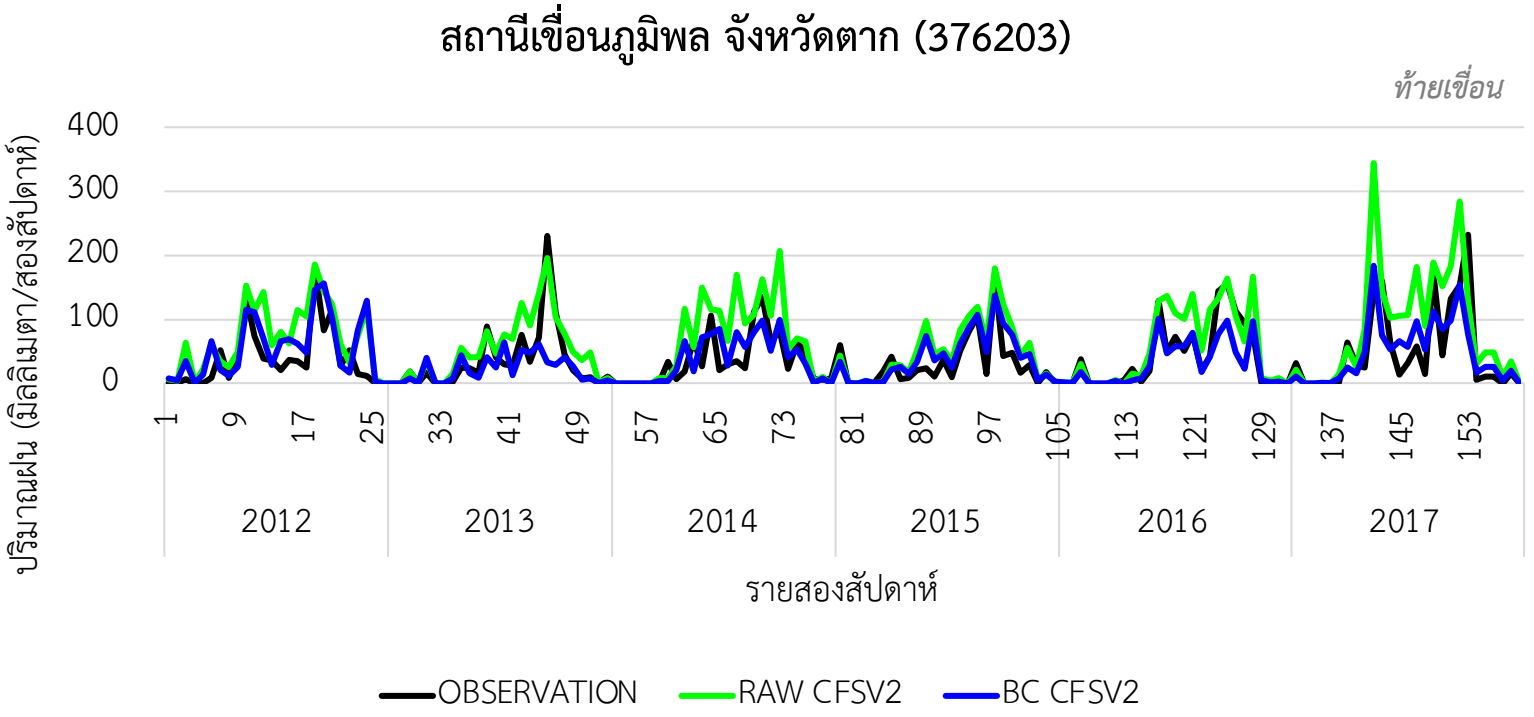
คาดการณ์	R	RMSE (mm)
CFSV2	0.85 (0.32-0.92)	57 (33-130)
BC CFSV2	0.77 (0.18-0.87)	32 (19-32)

เปรียบเทียบปริมาณฝนคาดการณ์รายสองสัปดาห์กับผลตรวจวัด 2555-2560



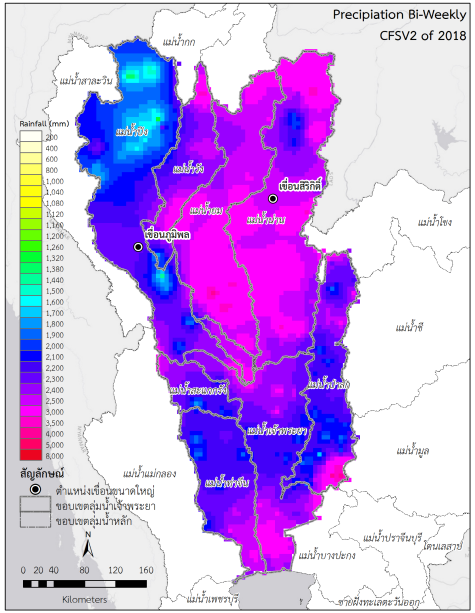
คาดการณ์	R	RMSE (mm/2wk)
CFSV2	0.82	49.8
BC CFSV2	0.73	26.3

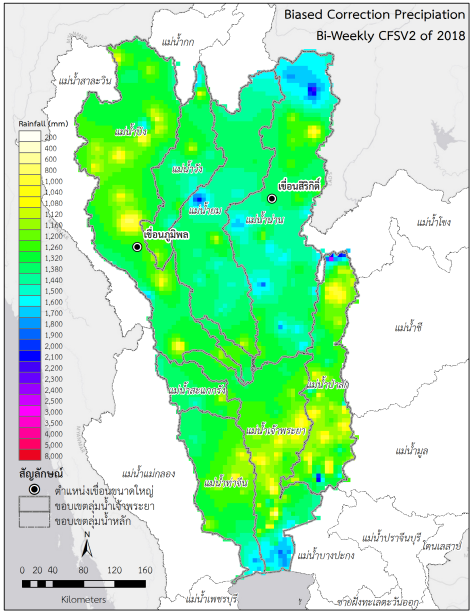
เปรียบเทียบปริมาณฝนคาดการณ์รายสองสัปดาห์กับผลตรวจวัด 2555-2560

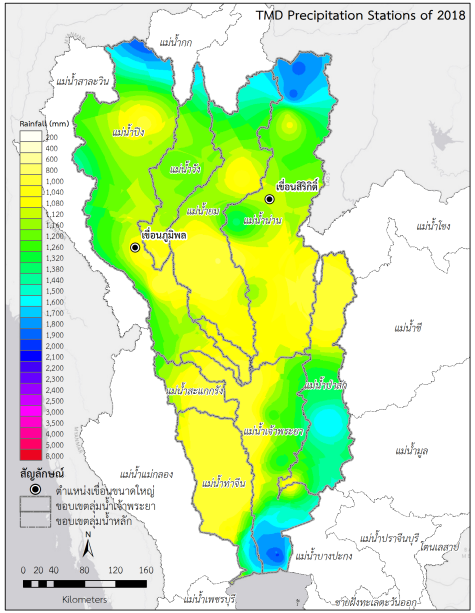


คาดการณ์	R	RMSE (mm/2wk)
CFSV2	0.78	30.4
BC CFSV2	0.71	21.1

คาดการณ์ฝนรายสองสัปดาห์กับผลตรวจวัดสะสมปี 2561







CFSV2		
ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
1,296	3,647	2,308

Bias Correction CFSV2		
ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
451	2,449	1,308

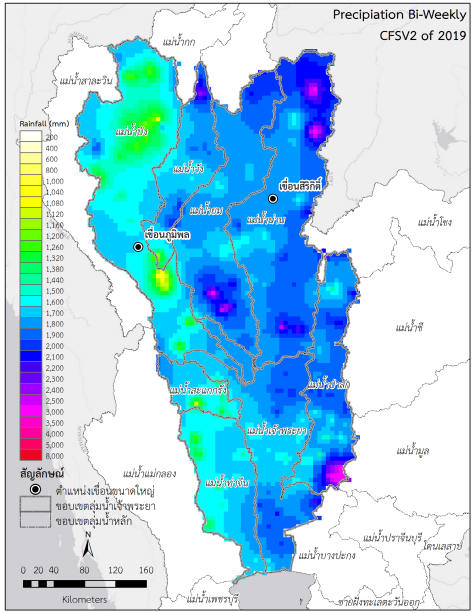
Observation (TMD Stations)		
ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
784	1,970	1,161

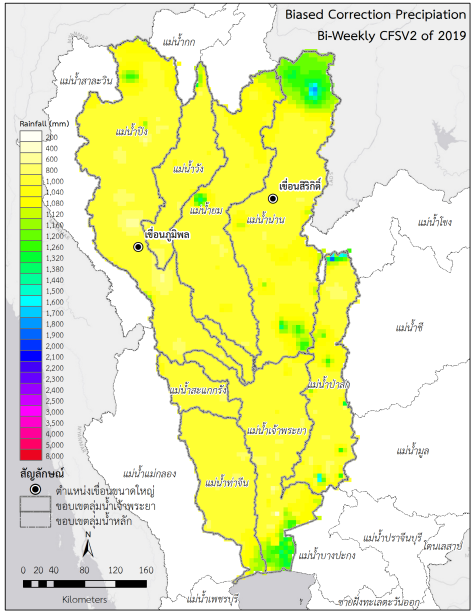
*หน่วย : มิลลิเมตร/ปี

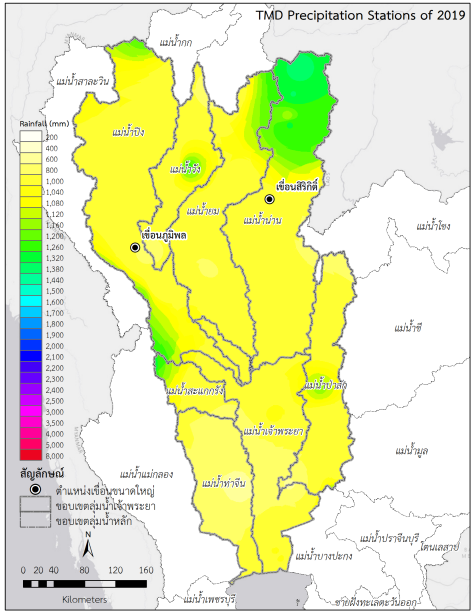
ประสิทธิภาพการคาดการณ์ฝนรายสองสัปดาห์

คาดการณ์	R	RMSE (mm/2wk)
CFSV2	0.84 (0.20 -0.95)	60 (19 - 253)
BC CFSV2	0.83 (0.10-0.93)	24 (15 - 280)

คาดการณ์ฝนรายสองสัปดาห์กับผลตรวจวัดสะสมปี 2562







CFSV2		
ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
831	2,986	1,710

Bias Correction CFSV2		
ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
359	1,823	953

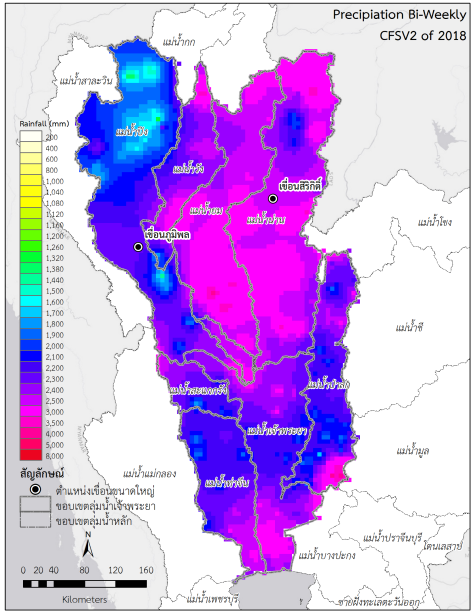
Observation (TMD Stations)		
ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
513	1,360	929

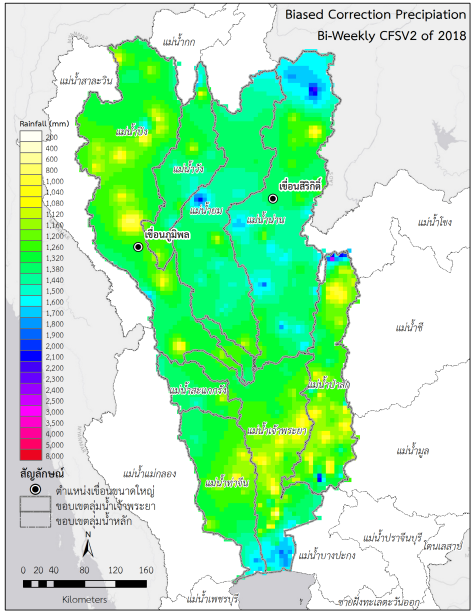
*หน่วย : มิลลิเมตร/ปี

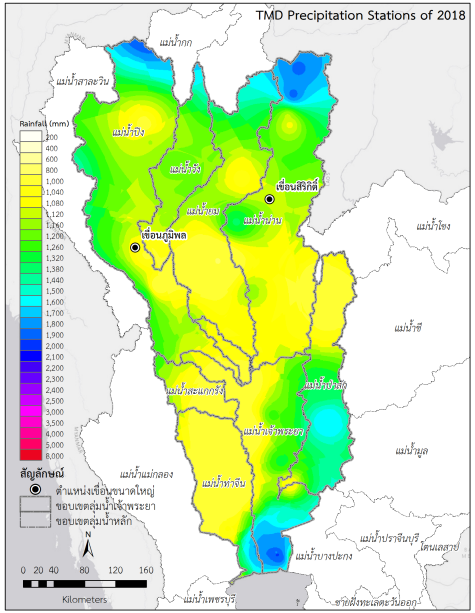
ประสิทธิภาพการคาดการณ์ฝนรายสองสัปดาห์

คาดการณ์	R	RMSE (mm/2wk)
CFSV2	0.87 (0.53 -0.93)	51 (16 - 123)
BC CFSV2	0.88 (0.59-0.96)	19 (12 - 60)

คาดการณ์ฝนรายสองสัปดาห์กับผลตรวจวัดสะสมปี 2561







CFSV2		
ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
1,296	3,647	2,308

Bias Correction CFSV2		
ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
451	2,449	1,308

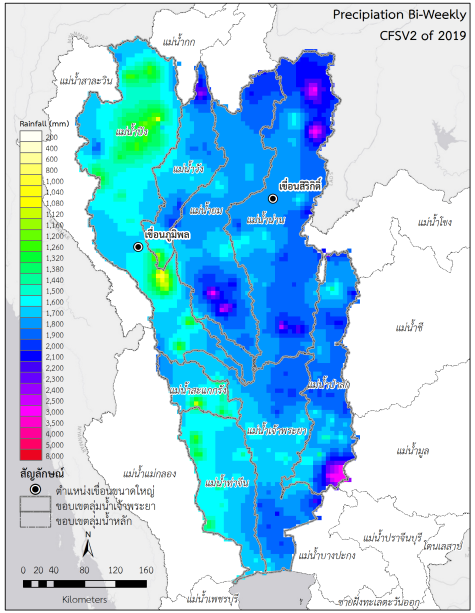
Observation (TMD Stations)		
ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
784	1,970	1,161

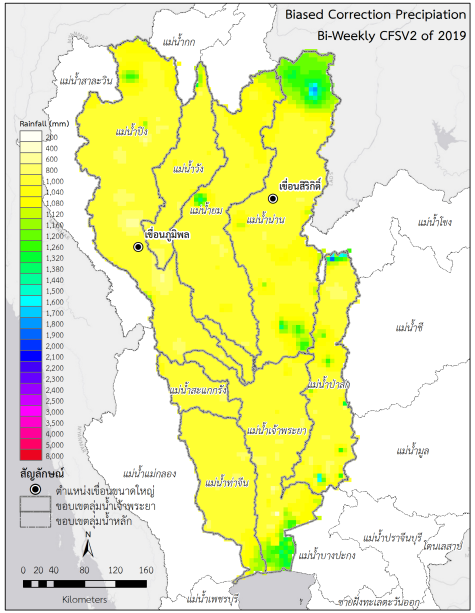
*หน่วย : มิลลิเมตร/ปี

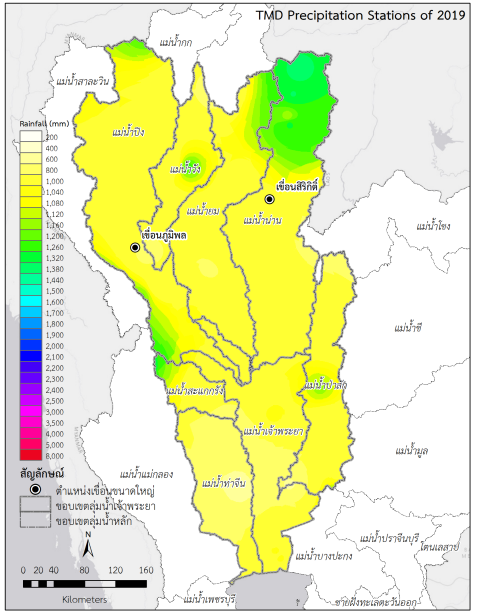
ประสิทธิภาพการคาดการณ์ฝนรายสองสัปดาห์

คาดการณ์	R	RMSE (mm)
CFSV2	0.84 (0.20-0.95)	60 (19-253)
BC CFSV2	0.83 (0.10-0.93)	24 (15-280)

คาดการณ์ฝนรายสองสัปดาห์กับผลตรวจวัดสะสมปี 2562







CFSV2		
ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
831	2,986	1,710

Bias Correction CFSV2		
ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
359	1,823	953

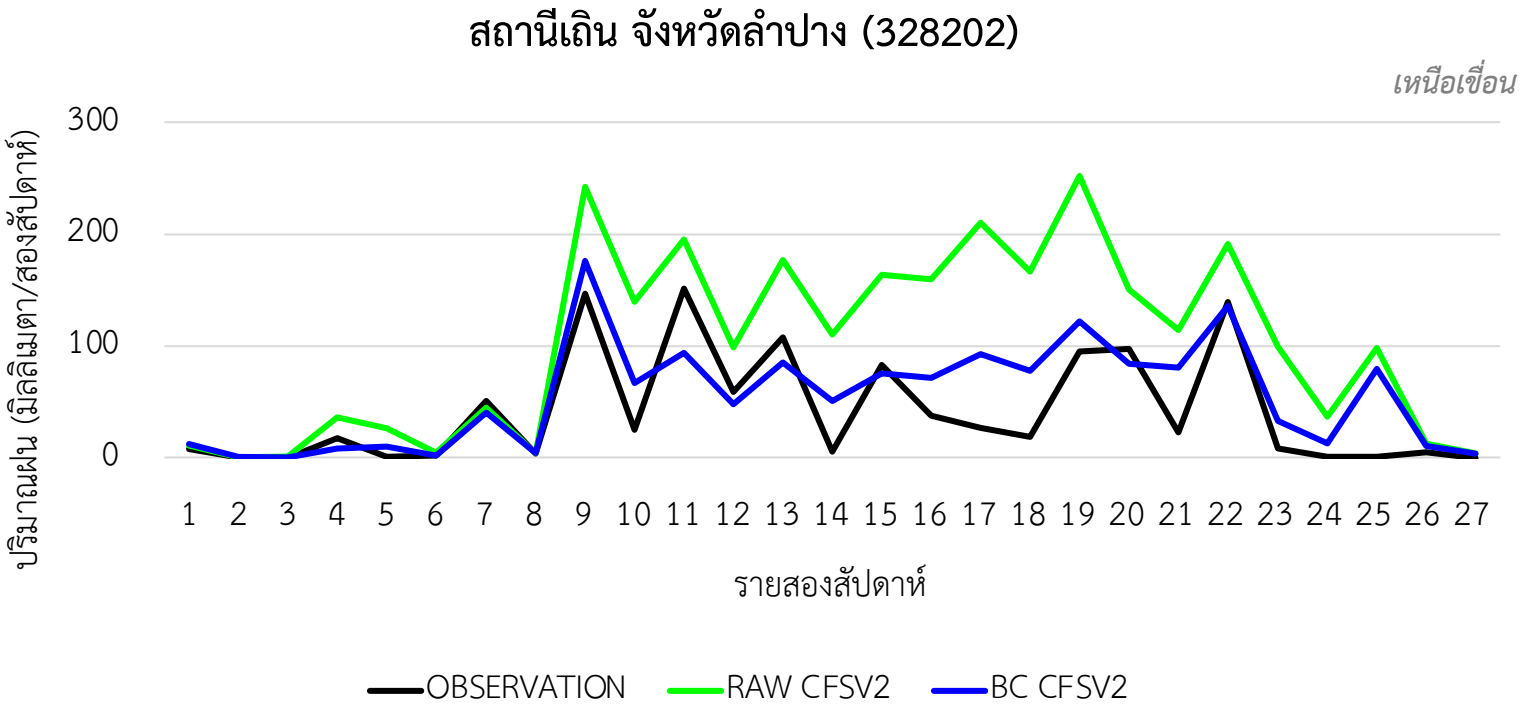
Observation (TMD Stations)		
ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
513	1,360	929

*หน่วย : มิลลิเมตร/ปี

ประสิทธิภาพการคาดการณ์ฝนรายสองสัปดาห์

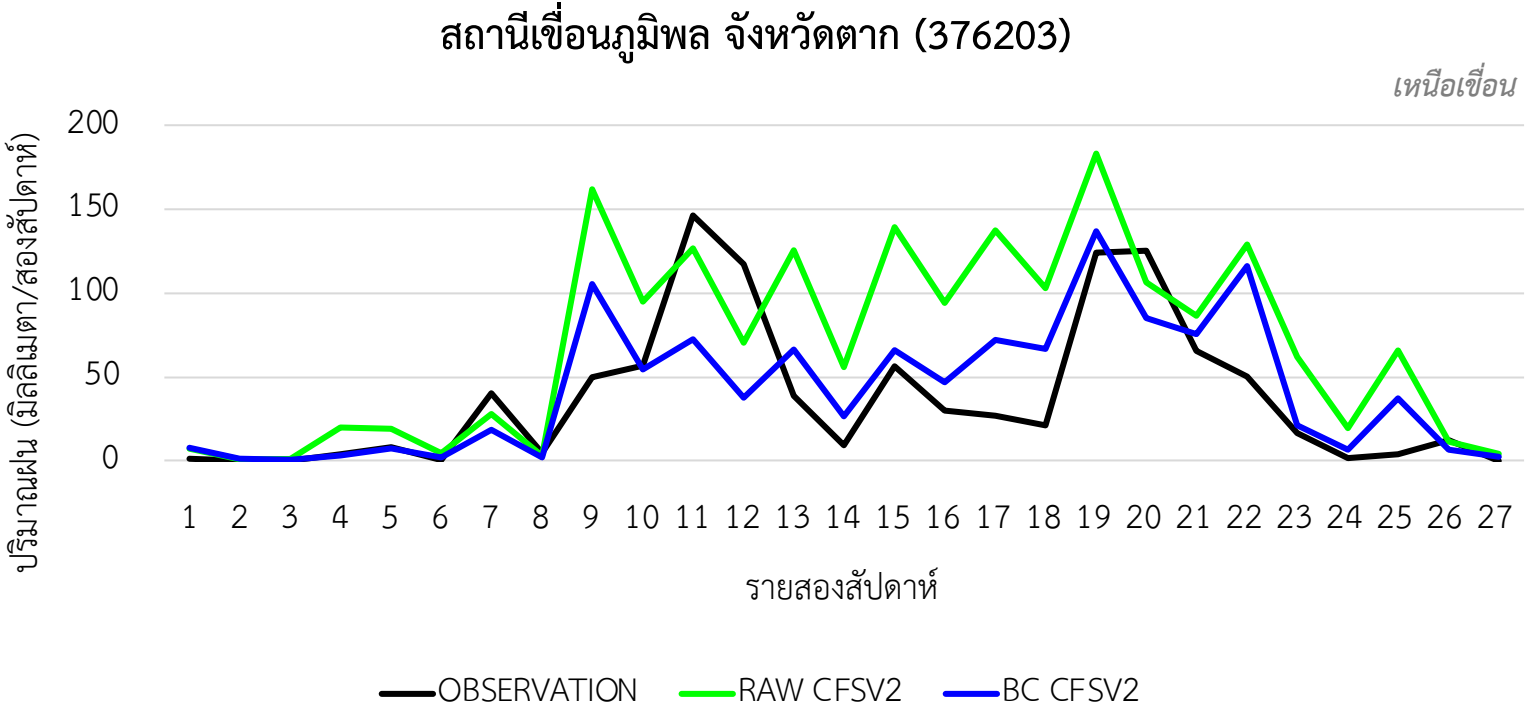
คาดการณ์	R	RMSE (mm)
CFSV2	0.87 (0.53-0.93)	51 (16-123)
BC CFSV2	0.88 (0.59-0.96)	19 (12-60)

เปรียบเทียบปริมาณฝนคาดการณ์รายสองสัปดาห์กับผลตรวจวัด 2561



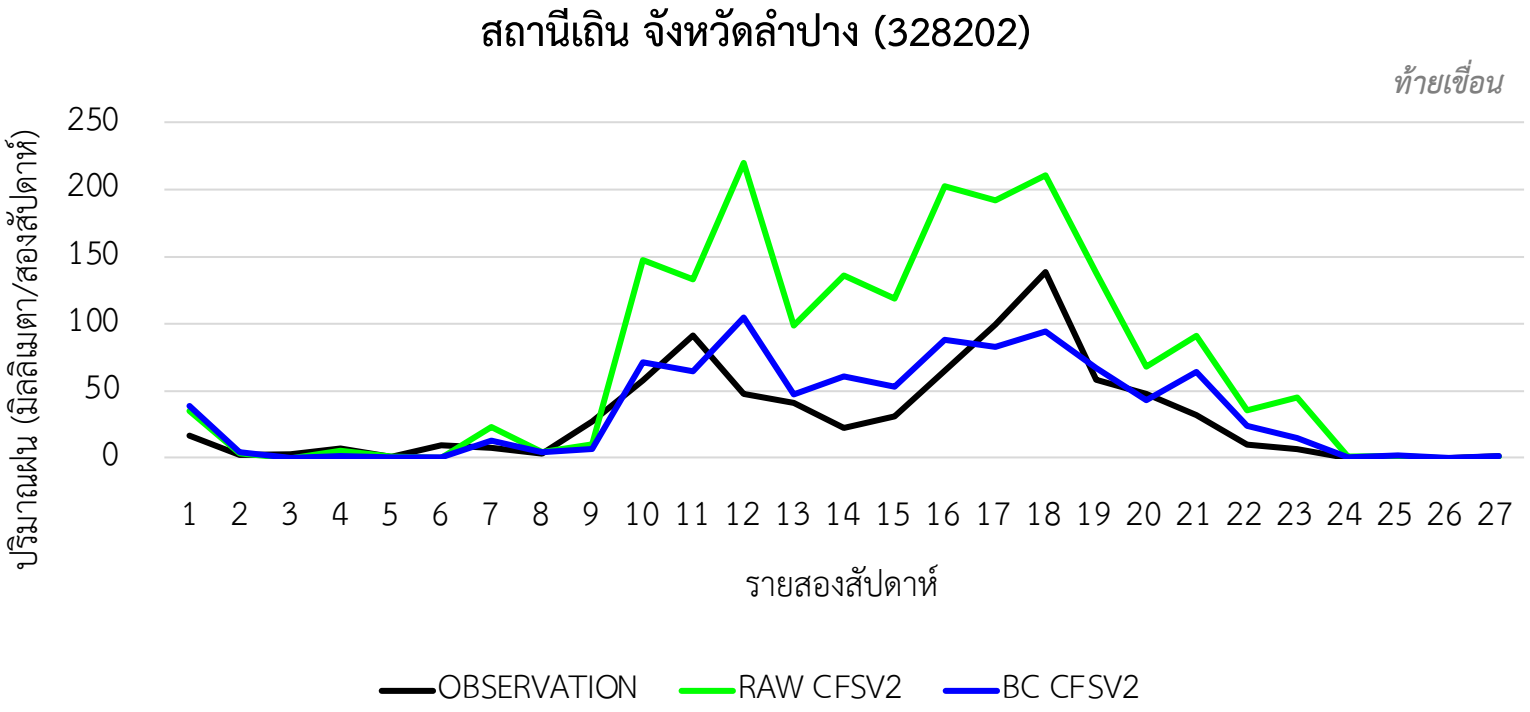
คาดการณ์	R	RMSE (mm/2wk)
CFSV2	0.76	61.2
BC CFSV2	0.80	23.5

เปรียบเทียบปริมาณฝนคาดการณ์รายสองสัปดาห์กับผลตรวจวัด 2562



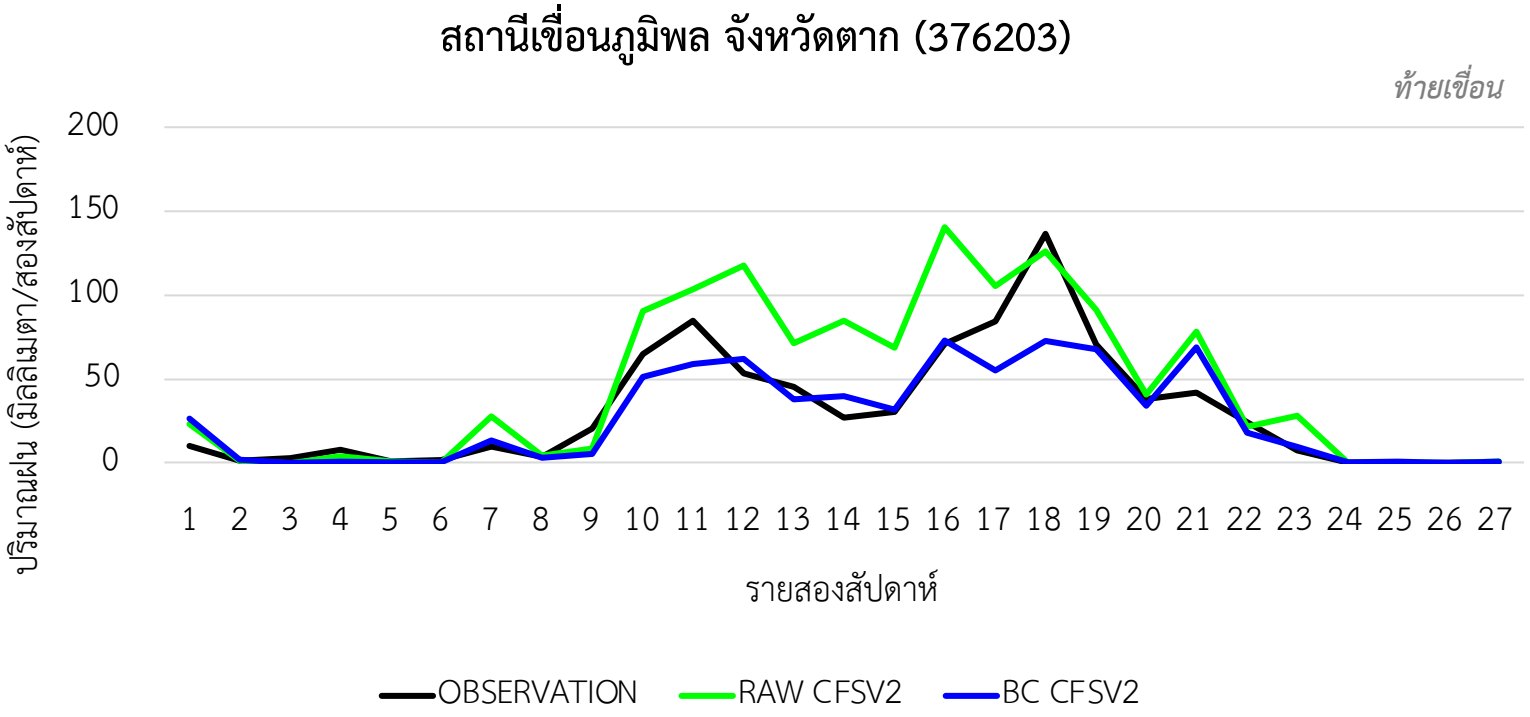
คาดการณ์	R	RMSE (mm/2wk)
CFSV2	0.85	43.0
BC CFSV2	0.83	14.3

เปรียบเทียบปริมาณฝนคาดการณ์รายสองสัปดาห์กับผลตรวจวัด 2561



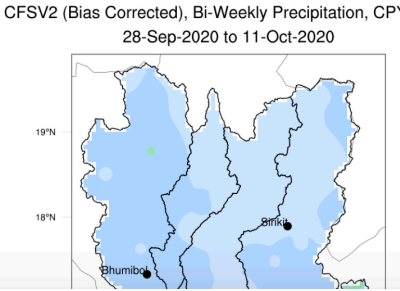
คาดการณ์	R	RMSE (mm/2wk)
CFSV2	0.67	38.8
BC CFSV2	0.70	21.7

เปรียบเทียบปริมาณฝนคาดการณ์รายสองสัปดาห์กับผลตรวจวัด 2562



คาดการณ์	R	RMSE (mm/2wk)
CFSV2	0.90	17.3
BC CFSV2	0.89	9.5

การพัฒนาระบบคาดการณ์ปริมาณฝนรายสองสัปดาห์ เพื่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา



URl : https://live1.hii.or.th/product/latest/forecast/bi-weekly/cfsv2_cpy.html

Index of /forecast/bi-weekly/bc_cfsv2/bi-weekly

Name	Last modified	Size	Description
Parent Directory		-	
bi_weekly_20200713.zip	31-Jul-2020 09:25	201K	
bi_weekly_20200720.zip	20-Jul-2020 15:04	205K	
bi_weekly_20200721.zip	21-Jul-2020 07:58	204K	
bi_weekly_20200722.zip	22-Jul-2020 07:59	202K	
bi_weekly_20200723.zip	23-Jul-2020 07:59	207K	
bi_weekly_20200724.zip	24-Jul-2020 07:59	207K	
bi_weekly_20200725.zip	25-Jul-2020 07:59	206K	
bi_weekly_20200726.zip	26-Jul-2020 07:59	205K	
bi_weekly_20200727.zip	27-Jul-2020 07:59	207K	
bi_weekly_20200728.zip	28-Jul-2020 07:59	208K	
bi_weekly_20200729.zip	29-Jul-2020 07:59	208K	
bi_weekly_20200803.zip	01-Sep-2020 12:35	195K	
bi_weekly_20200810.zip	01-Sep-2020 11:58	194K	
bi_weekly_20200817.zip	01-Sep-2020 11:38	189K	
bi_weekly_20200824.zip	31-Aug-2020 17:14	188K	
bi_weekly_20200831.zip	31-Aug-2020 17:26	190K	
bi_weekly_20200907.zip	07-Sep-2020 02:42	191K	
bi_weekly_20200914.zip	14-Sep-2020 02:42	190K	
bi_weekly_20200921.zip	21-Sep-2020 02:42	186K	
bi_weekly_20200928.zip	28-Sep-2020 02:42	187K	

http://tiservice.haii.or.th/forecast/bi-weekly/bc_cfsv2/bi-weekly/

Thank You !