การประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณการใช้น้ำของพืชในสถานีขอนแก่น โดยวิธีลดมาตราส่วนทางสถิติ

Assessment of Climate Change on Crop Evapotranspirations in Khon Kaen Station by Using Statistical Downscaling Method

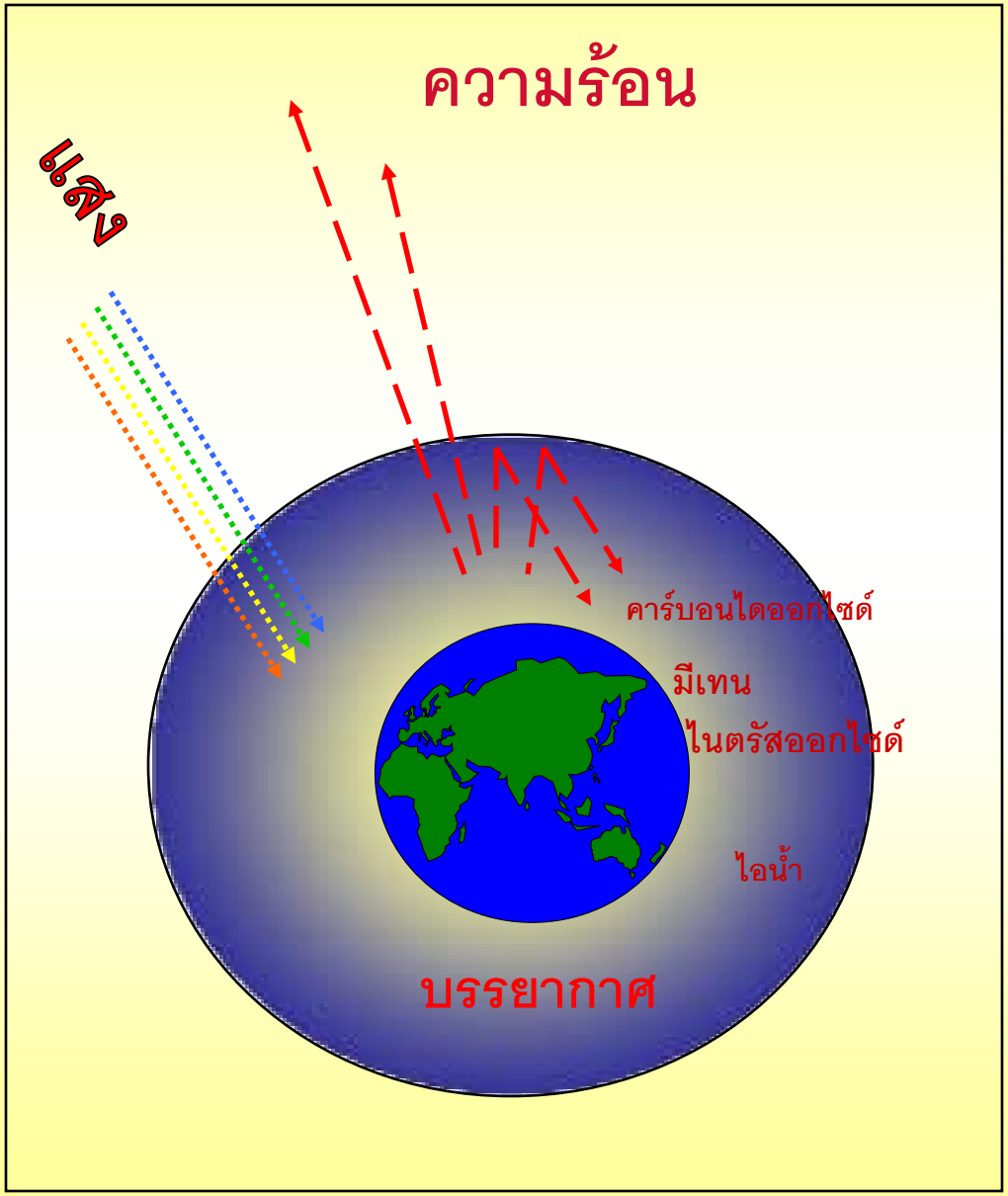
นำเสนอโดย

นายสุรสิทธิ์ ปัญญวรรณศิริ

วิศวกรชลประทานชำนาญการ

สำนักชลประทานที่ 11 กรมชลประทาน

บทนำ



ก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศเพิ่มขึ้น : CO_2, CH_4, N_2O

↓

Greenhouse effects

(ภาวะเรือนกระจก)

↓

Global warming

(ภาวะโลกร้อน)

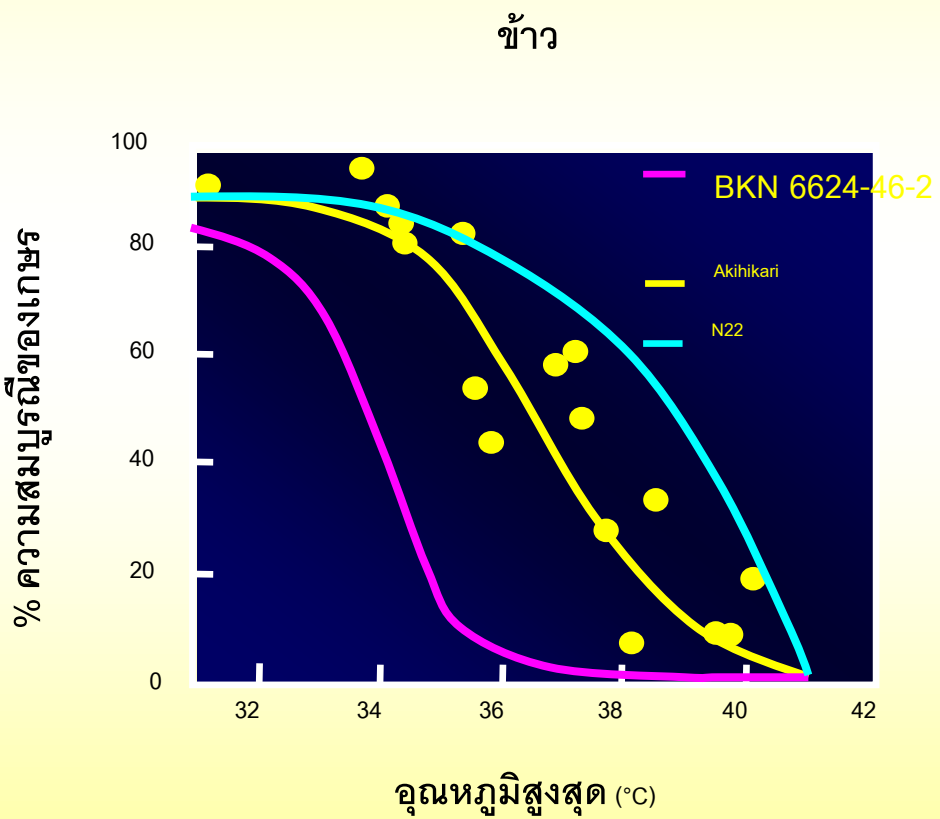
↓

Climate change

(การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ)

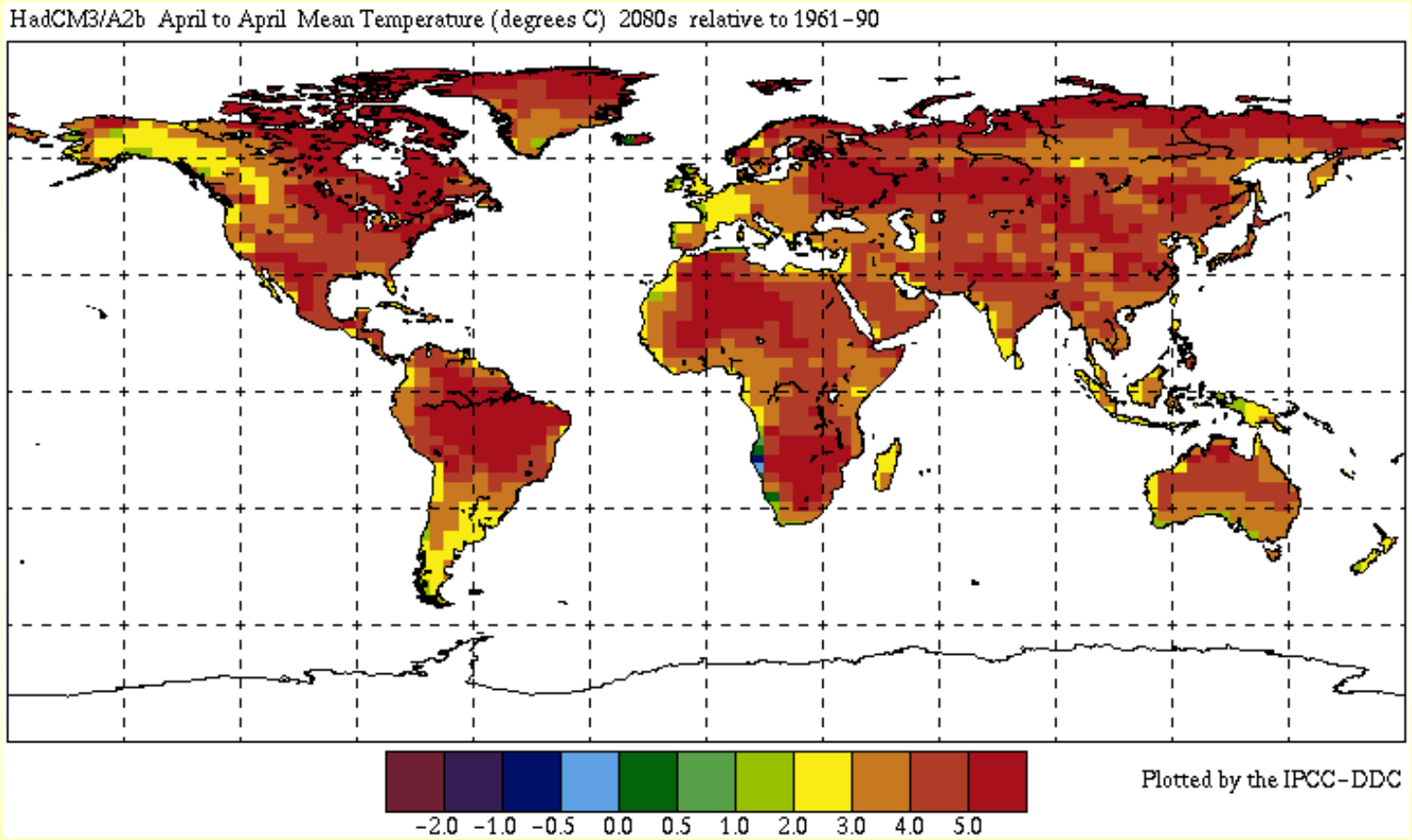
อุณหภูมิสูง → ละอองเรณูไม่สมบูรณ์ → ติดผลน้อยลง

เรณูของพืชแต่ละชนิดทนความร้อนได้ไม่เท่ากัน

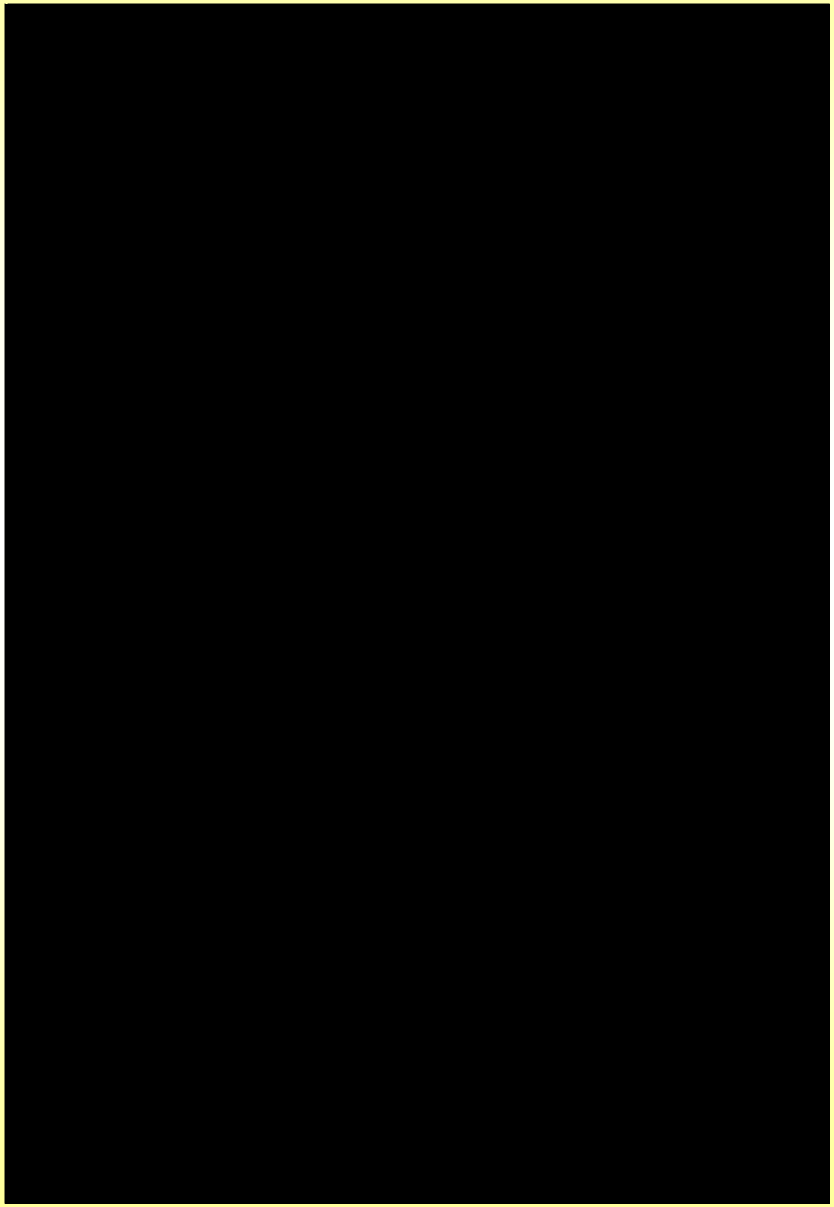


แบบจำลองสภาพภูมิอากาศระดับโลก

(General Circulation Model,GCM)

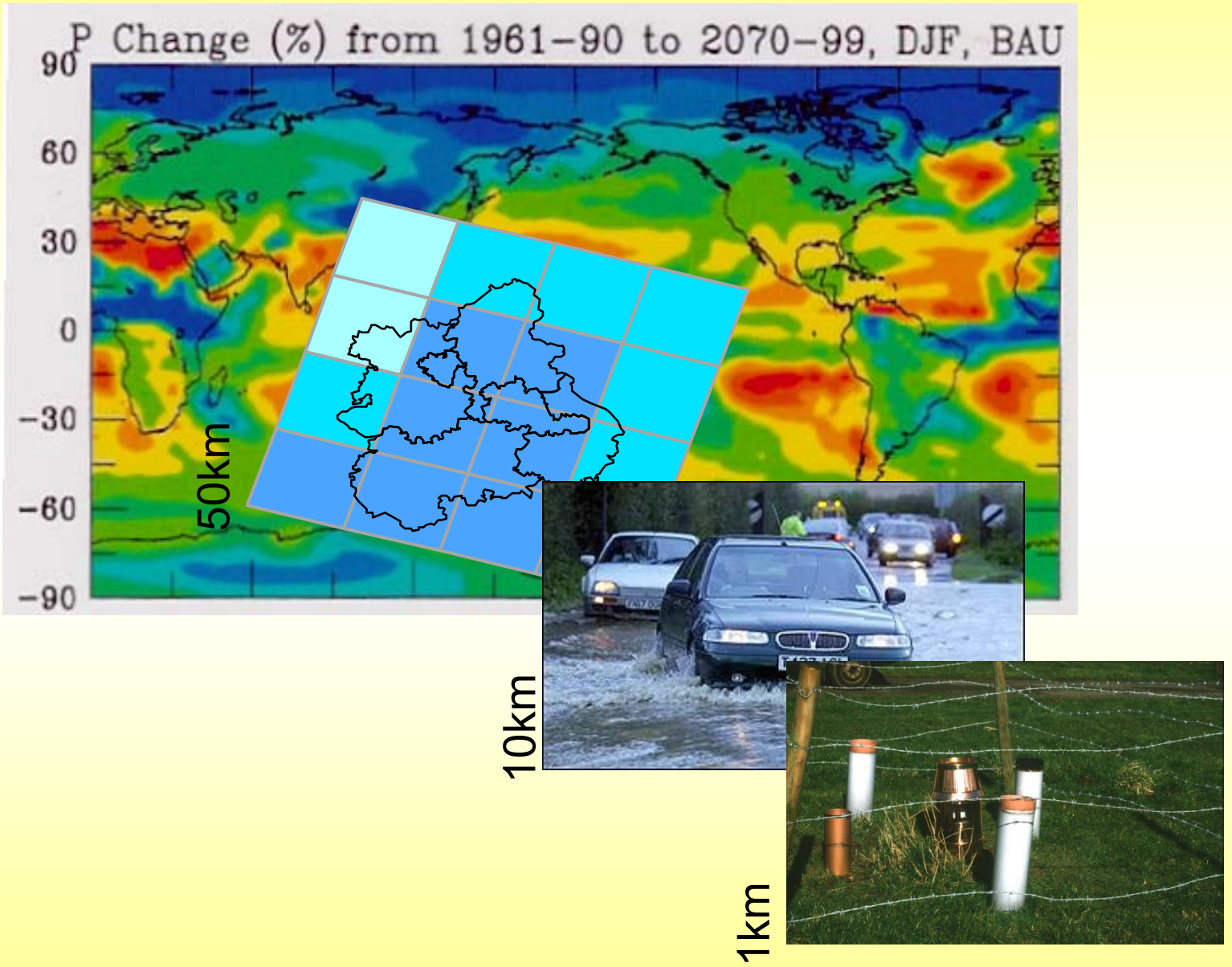


ข้อมูลสภาพภูมิอากาศระดับโลก HadCM3



โดยทั่วไปข้อมูลสภาพอากาศของ NCEP แบ่งออกได้เป็น 10 ประเภท ดังนี้

1. **ระดับความสูง (Geopotential height)**
2. **กระแสลม (Airflow strength)**
3. **ลมในแนวตะวันออก-ตะวันตก (Zonal velocity)**
4. **ลมในแนวเหนือ-ใต้ (Meridional velocity)**
5. **ลมหมุนวน (Vorticity)**
6. **ทิศทางลม (Wind direction)**
7. **การกระจายตัว (Divergence)**
8. **ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity)**
9. **ความชื้นจำเพาะ (Specific humidity)**
10. **อุณหภูมิเฉลี่ยที่ระดับ 2 เมตร (Mean temperature at 2 m)**


P Change (%) from 1961–90 to 2070–99, DJF, BAU
90
60
30
0
−30
−60
−90
300km
50km
10km
1km

วัตถุประสงค์

- เพื่อพัฒนาแบบจำลองลดมาตราส่วนทางสถิติ โดยการคัดเลือกตัวแปรสภาพภูมิอากาศในระดับโลกให้สัมพันธ์กับข้อมูลอุณหภูมิในระดับสถานี เพื่อคาดการณ์อุณหภูมิในอนาคต และนำผลการคาดการณ์ค่าอุณหภูมิที่ได้จากแบบจำลองลดมาตราส่วนทางสถิติ ไปใช้คาดการณ์ปริมาณการใช้น้ำของพืชในอนาคตช่วงปี ค.ศ.2011-2040 (2020s)

ขั้นตอนการศึกษา

วิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิในระดับสถานี(สถานีขอนแก่น)

↓

พัฒนาแบบจำลองลดมาตราส่วนทางสถิติเพื่อคาดการณ์ค่าอุณหภูมิในอนาคต

↓

คำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชจากข้อมูลอุณหภูมิในอนาคต

วิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิในระดับสถานี

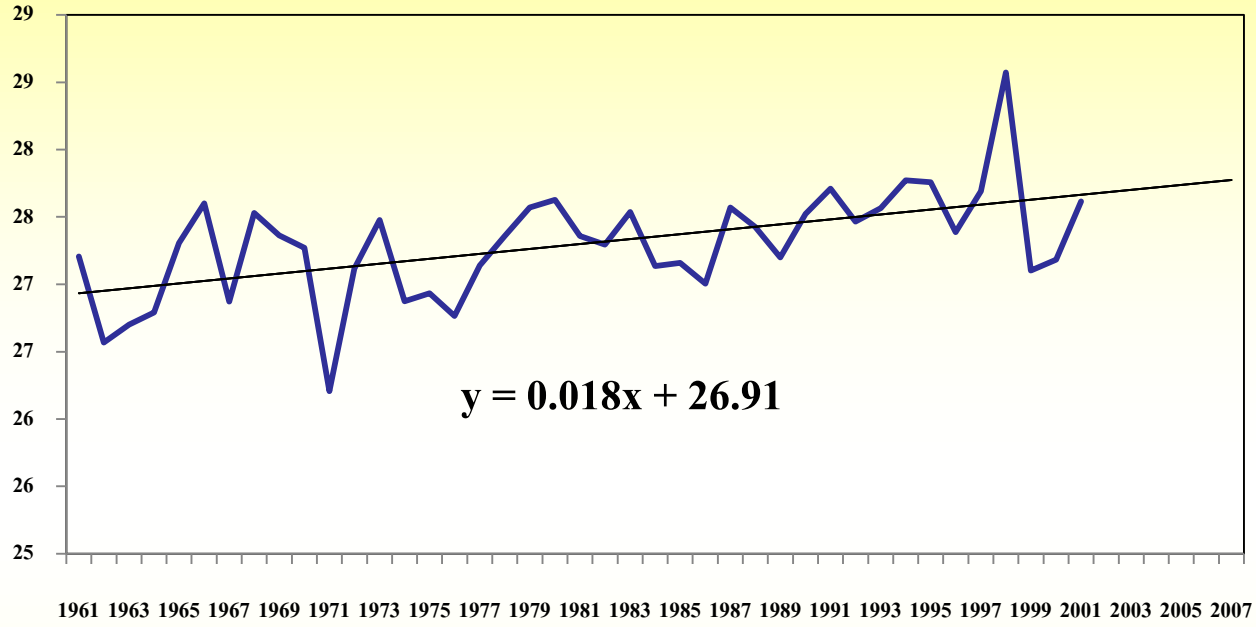
-ข้อมูลอุณหภูมิระดับสถานี ได้แก่ ค่าอุณหภูมิรายวันเฉลี่ย, ค่าอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย และค่าอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย

(ปี ค.ศ.1961-2001)

-มีข้อมูลอุณหภูมิขาดหายไปบางส่วน สามารถทำการเติมข้อมูลอุณหภูมิได้ จากวิธีการเฉลี่ยทางเลขคณิต(arithmetic average method)

$$T_X = \frac{1}{3}\left(T_A + T_B + T_C\right)$$

Tmean



การวิเคราะห์แนวโน้มการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิด้วย *t*-test

Slope = 0.018

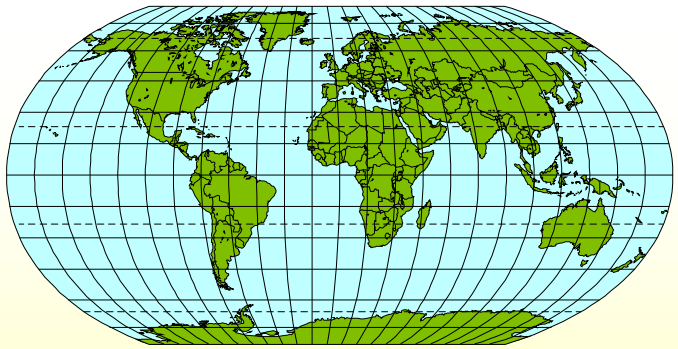
***t* = 4.638 > 2.018 (t ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05)**

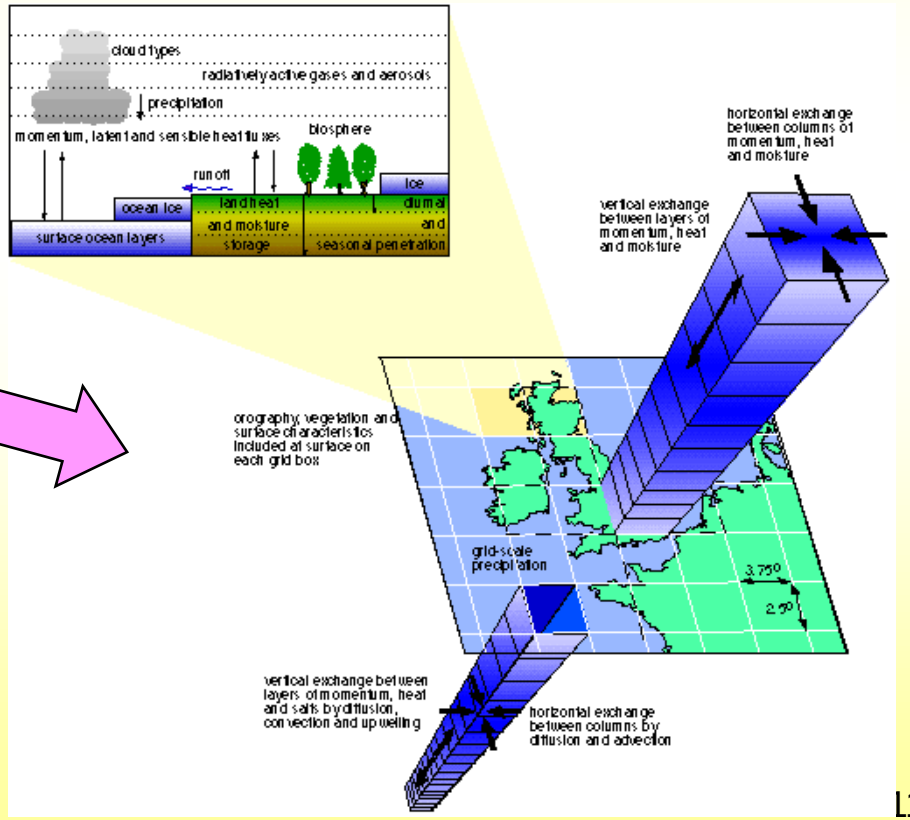
ค่า students'*t* ที่คำนวณได้มากกว่าค่าวิกฤต

สถานีขอนแก่นมีค่าแนวโน้มอุณหภูมิรายวันเฉลี่ยเพิ่มขึ้น(0.0183 °C/yr)

ข้อมูลภูมิอากาศระดับโลก (GCM)

1. ช่วงเปรียบเทียบและช่วงตรวจทาน (ปี ค.ศ.1961-1990): ข้อมูล NCEP(HadCM3)
2. การคาดการณ์ค่าอุณหภูมิ (ปี ค.ศ.1961-2099) : ภาพฉาย A2





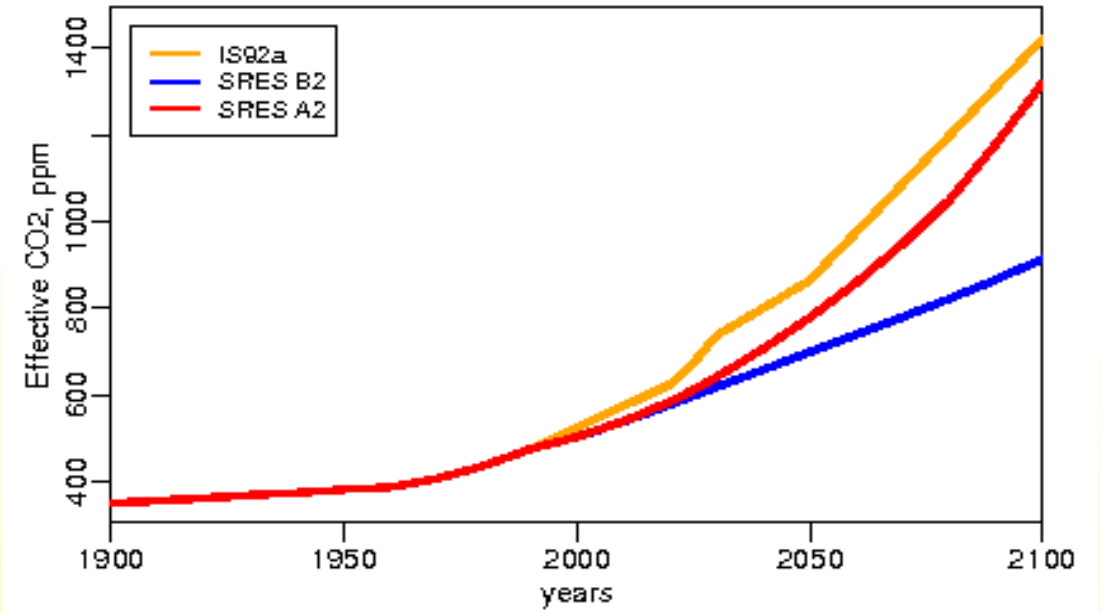
ข้อมูลผลลัพธ์ของแบบจำลอง GCM

ข้อมูลของแบบจำลอง GCM ที่นำมาใช้ศึกษาจะเป็นผลลัพธ์จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกในอนาคตของศูนย์กลางการวิจัยและพยากรณ์สภาพอากาศสถาบันแฮดเล่ย์แห่งสหราชอาณาจักร (The UK Hadley Centre for Climate Prediction and Research , HadCM3)

ภายใต้ภาพฉายอนาคต A2

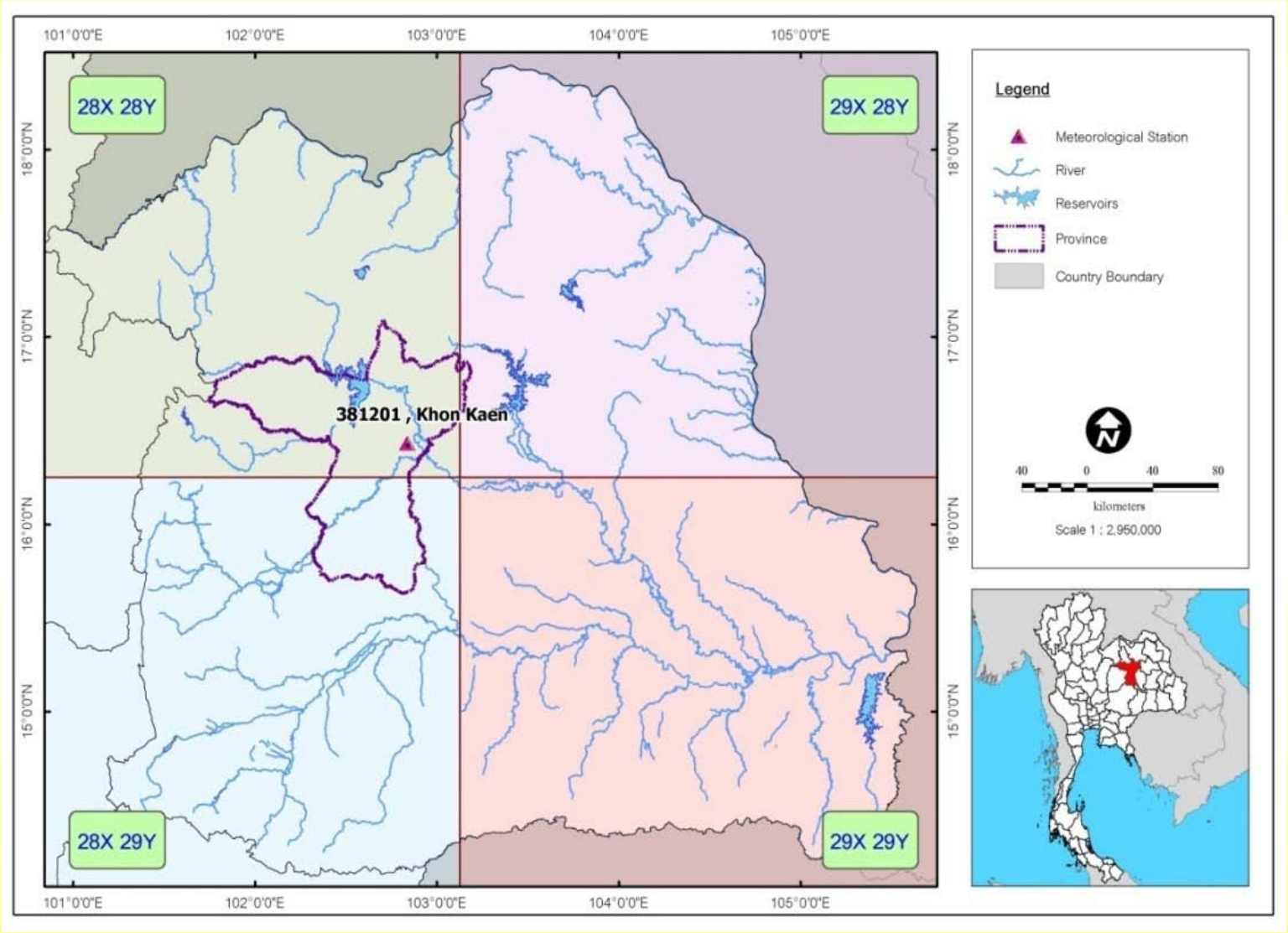
สมมติให้ประชากรคาดการณ์ในปี ค.ศ. 2100

A2 = 15,000 ล้านคน



อัตราการเพิ่มขึ้นรายปีของก๊าซเรือนกระจกทั่วโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1990-2001

ชื่อและตำแหน่งที่ตั้งของสถานีตรวจวัดอากาศในพื้นที่กริด HadCM3

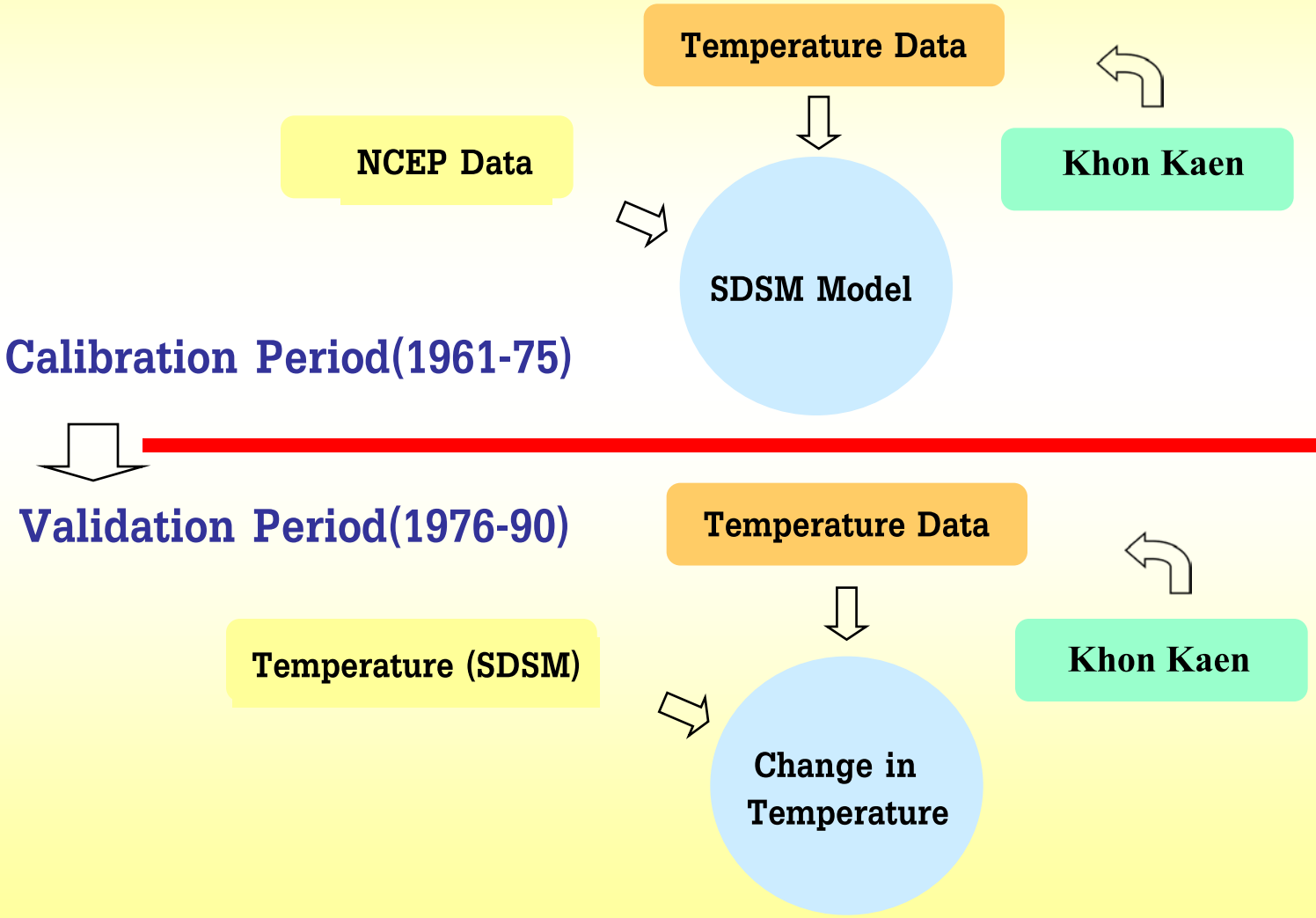


การพัฒนาแบบจำลองลดมาตราส่วนทางสถิติ (SDSM)

แบบจำลอง SDSM ใช้วิธีการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) เพื่อลดมาตราส่วนสภาพภูมิอากาศในระดับโลกให้เป็นสภาพภูมิอากาศในระดับลุ่มน้ำหรือระดับสถานี วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระที่ทำหน้าที่พยากรณ์ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปกับตัวแปรตาม 1 ตัว เขียนอยู่ในรูปสมการได้ดังนี้

$$T_i = F(NCEP)$$

ขั้นตอนการลดมาตราส่วนทางสถิติ



ช่วงการเปรียบเทียบ

1. ข้อมูลอุณหภูมิรายวัน 3 ประเภท ที่ทำการเติมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1961-1975 (15 ปีแรก) มาคัดเลือกหาตัวแปร NCEP (screen variables) ที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลอุณหภูมิประเภทต่าง ๆ ของสถานีขอนแก่น
2. วิธีการเลือกตัวแปรภูมิอากาศแบบลำดับขั้น (Stepwise Screening)

สถานีขอนแก่น			
NCEP (HadCM3)	อุณหภูมิต่ำสุด	อุณหภูมิเฉลี่ย	อุณหภูมิสูงสุด
ncepp8_fas.dat	X		
ncepr500as.dat			X
ncepr850as.dat		X	X
ncepshumas.dat	X	X	X
nceptempas.dat	X	X	X

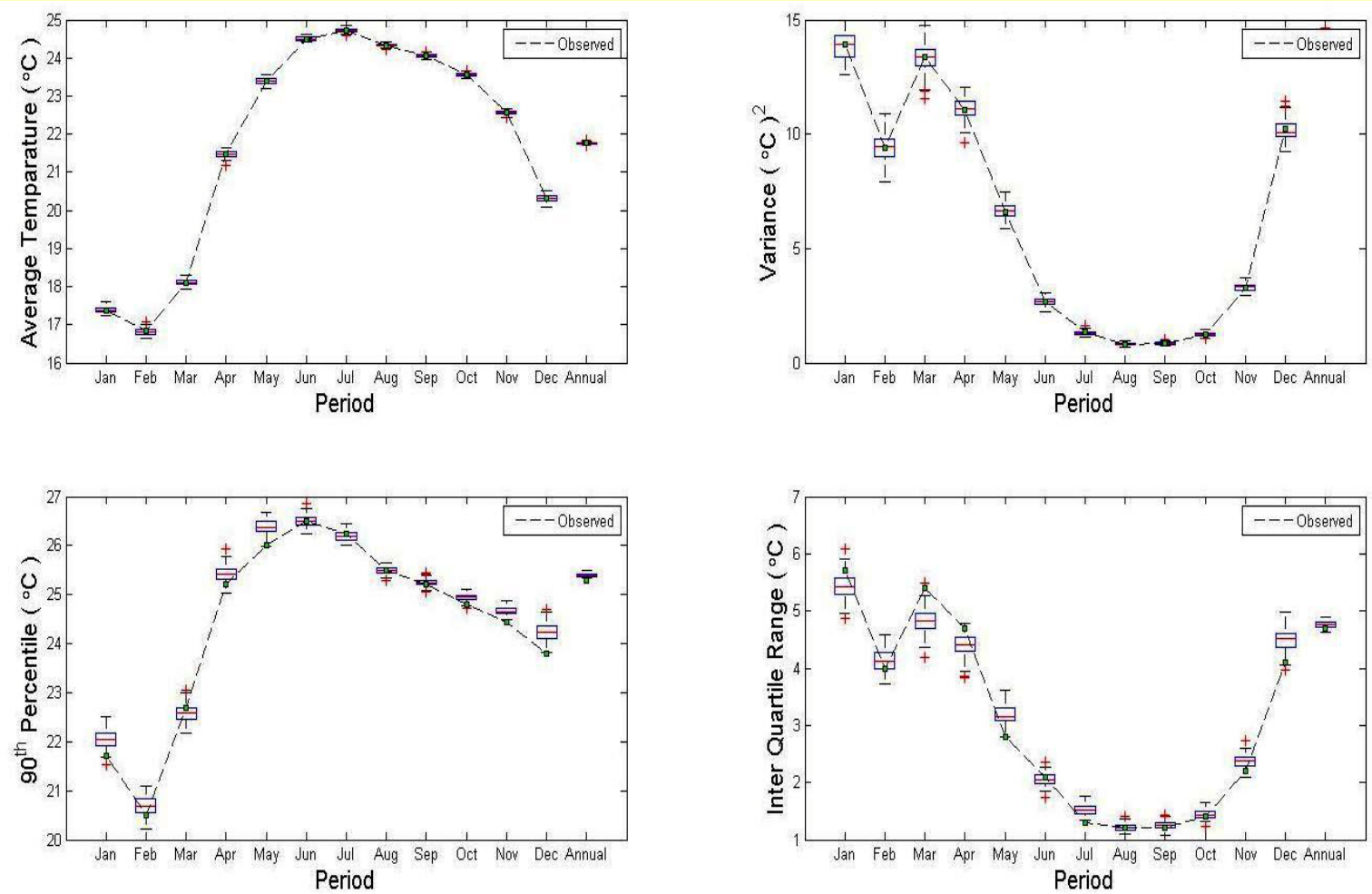
เกณฑ์ในการพิจารณาเปรียบเทียบผลลัพธ์

1.ค่าสัมประสิทธ์ของการตัดสินใจ (Coefficient of Determination ;R^2)

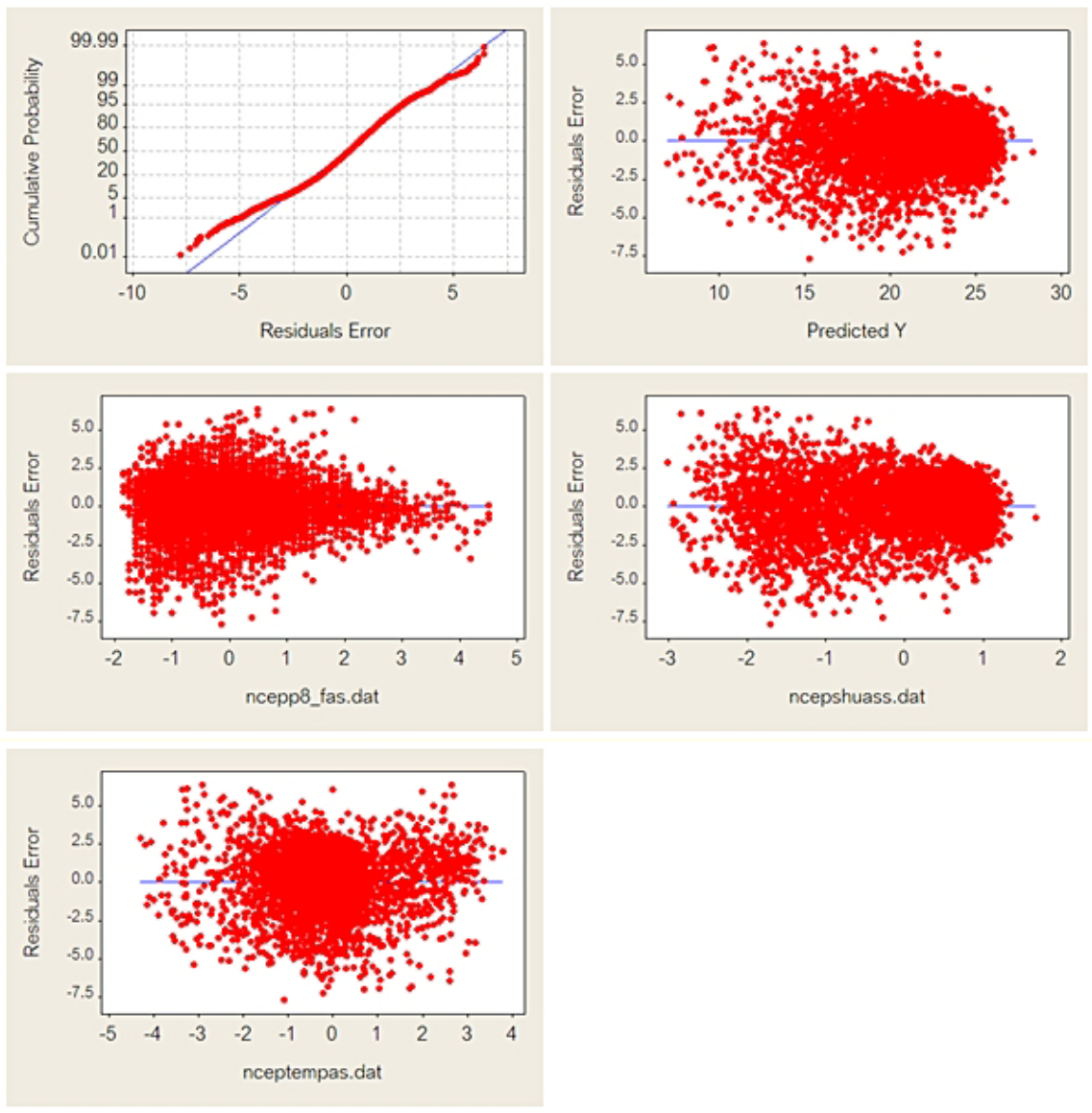
2.ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error : MAE)

3.รากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error :RMSE)

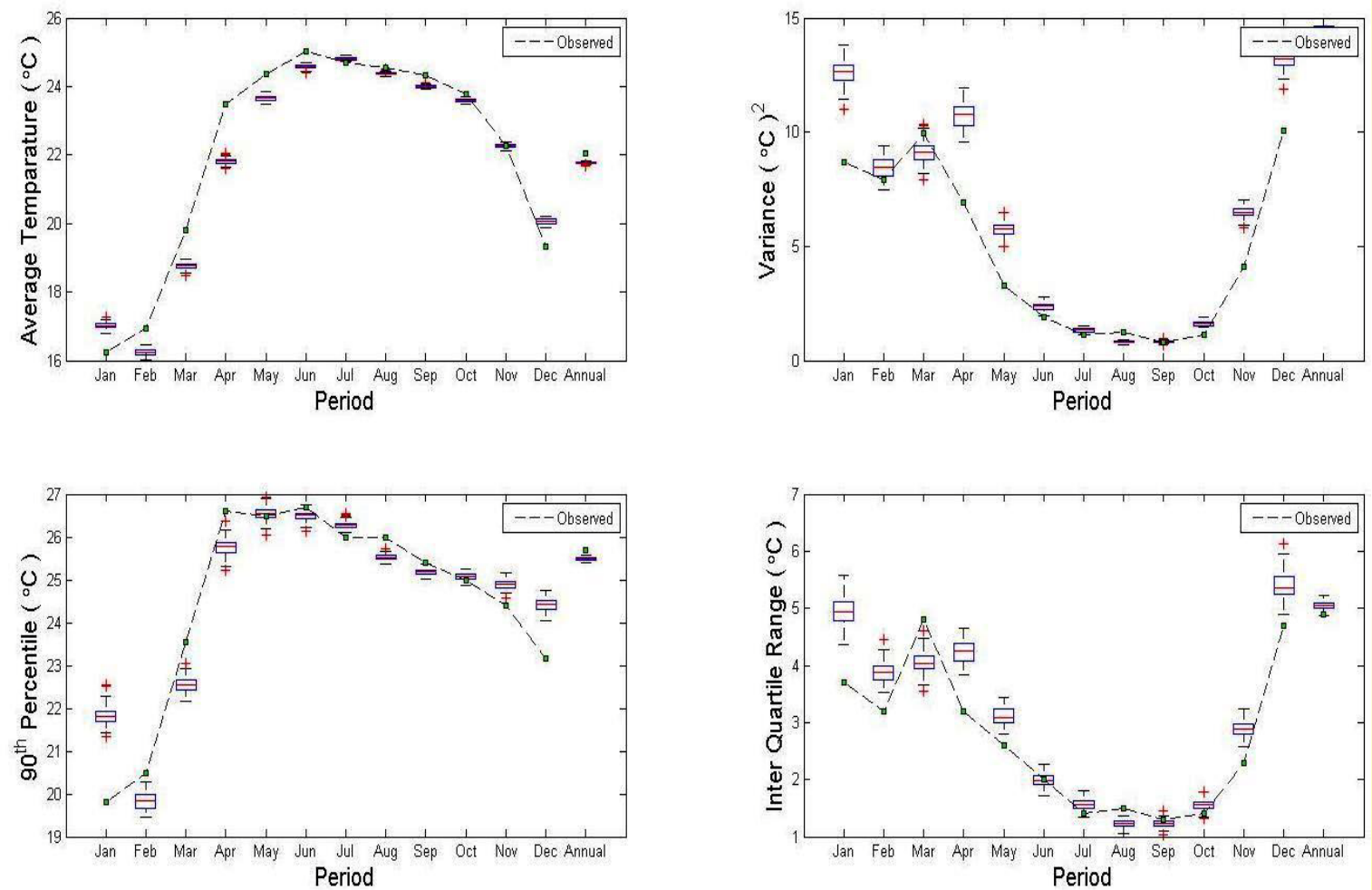
ค่าทางสถิติการปรับเทียบแบบจำลองลดมาตราส่วนของข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุดรายวัน สถานีขอนแก่น(ปี ค.ศ.1961-75)



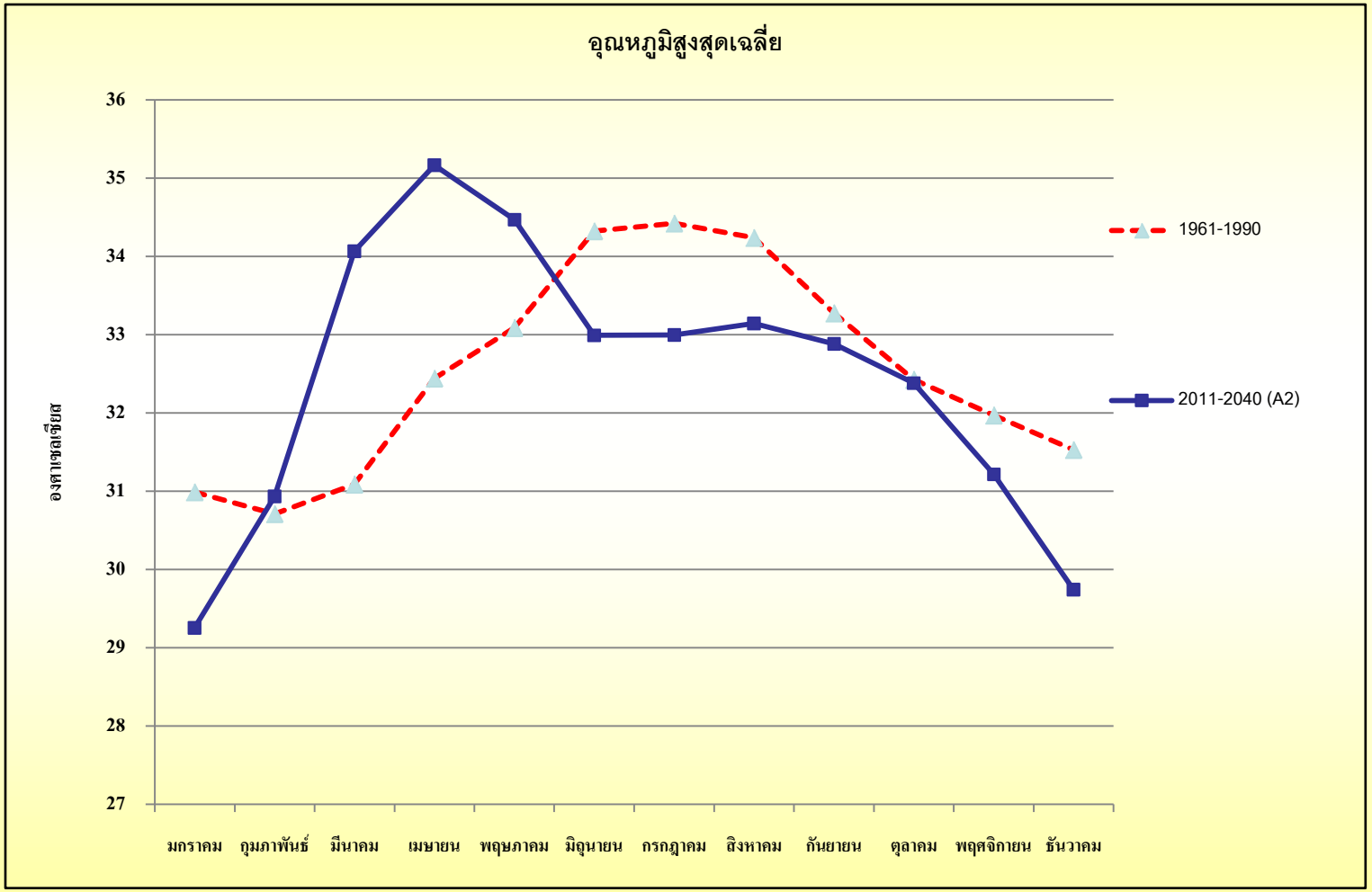
กราฟการแจกแจงแบบปกติและการกระจายตัวของค่าความคลาดเคลื่อนระหว่าง NCEP กับค่าอุณหภูมิต่ำสุด



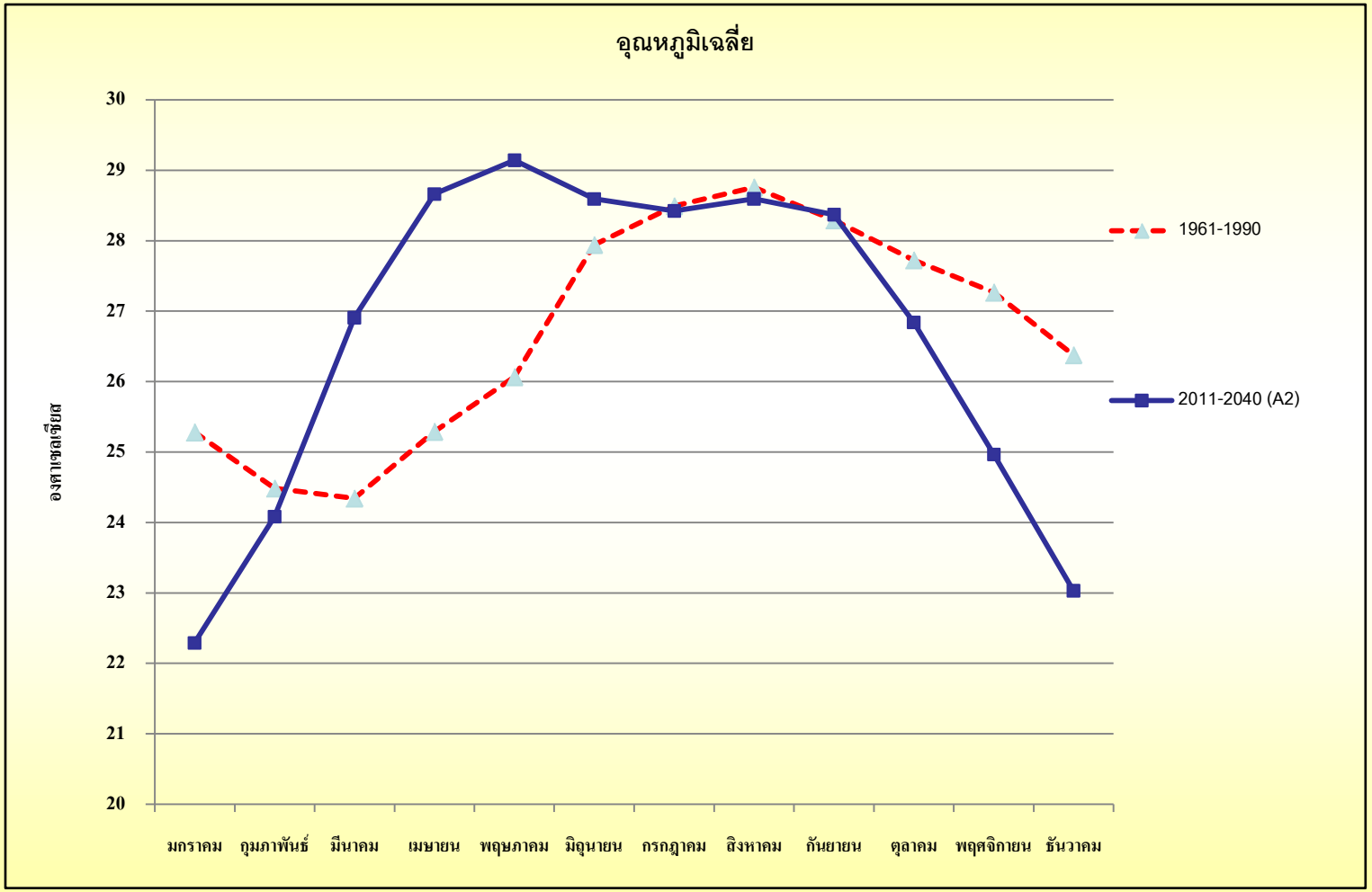
ค่าทางสถิติการตรวจทานแบบจำลองลดมาตราส่วนของข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุดรายวัน สถานีขอนแก่น(ปี ค.ศ.1976-90)



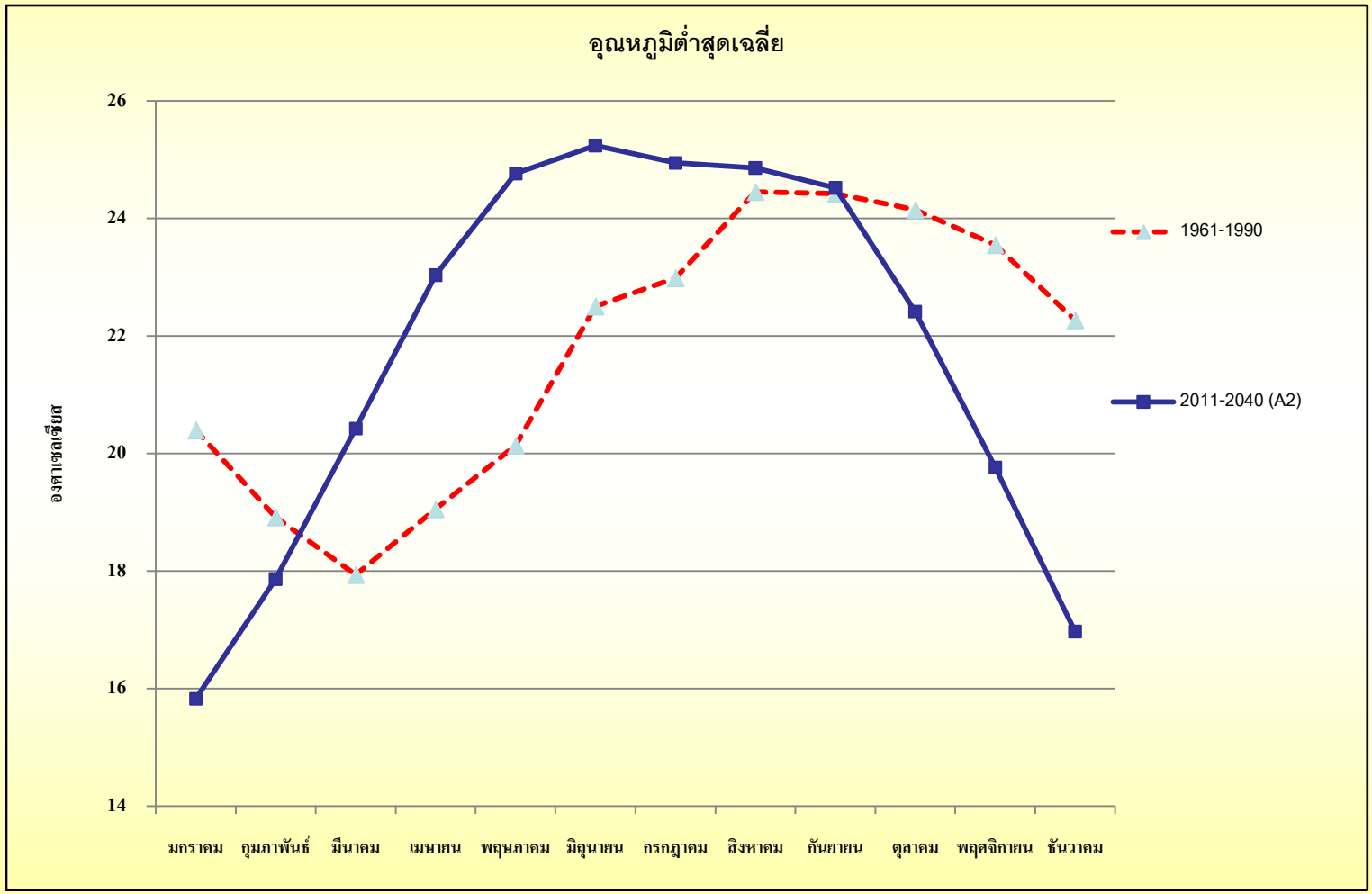
ค่าแนวโน้มอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในอนาคตในปี ค.ศ.2011-2040 ของสถานีขอนแก่น



ค่าแนวโน้มอุณหภูมิเฉลี่ยในอนาคตในปี ค.ศ.2011-2040 ของสถานีขอนแก่น



ค่าแนวโน้มอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยในอนาคตในปี ค.ศ.2011-2040 ของสถานีขอนแก่น



การคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืช

(Hargreaves Method)

$$ET0 = 0.0023(Ra)(TD)^{1/2}(TC+17.8)$$

where Ra = extraterrestrial radiation (mm/day)
TD = Tmax-Tmin (degree Celsius)
TC = Tmean (degree Celsius)

การคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืช(1961-90)

Station :	**Khon Kaen**	Latitude	degree,LTD.....	**16.00**	Elevation of station above MSL.,(h)	**165.00**
			lipda,LTL.....	**27.0**	Height of wind vane above ground,(z)	**2.00**
Hargreaves Method		LT=0.01745*(LTD+LTL/60) =		0.287		

Items	**Unit**	**Jan**	**Feb**	**Mar**	**Apr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Aug**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dec**
Max Temperature, T_{max}	° C	30.99	30.71	31.09	32.44	33.09	34.32	34.42	34.24	33.28	32.43	31.97	31.53
Min Temperature, T_{min}	° C	20.40	18.92	17.94	19.06	20.14	22.51	22.99	24.45	24.42	24.15	23.55	22.27
Mean Temperature, T	° C	25.28	24.49	24.34	25.29	26.07	27.94	28.49	28.76	28.29	27.73	27.27	26.38
J=INT(30.42*M-15.23)		15	45	76	106	136	167	197	228	258	288	319	349
SD=0.4093*sin(0.0172*J-1.405)	radian	-0.373	-0.241	-0.040	0.166	0.329	0.407	0.375	0.239	0.045	-0.162	-0.331	-0.407
SL=1-0.01673*cos(0.01721*J)	radian	0.984	0.988	0.996	1.004	1.012	1.016	1.016	1.012	1.004	0.996	0.988	0.984
XX=sin(SD)*sin(LT)	radian	-0.103	-0.068	-0.011	0.047	0.092	0.112	0.104	0.067	0.013	-0.046	-0.092	-0.112
YY=cos(SD)*cos(LT)	radian	0.893	0.931	0.958	0.946	0.908	0.881	0.892	0.932	0.958	0.947	0.907	0.881
NL=arcos(-XX/YY)	radian	1.455	1.498	1.559	1.620	1.672	1.698	1.687	1.643	1.584	1.523	1.469	1.443
R_a=15.54*(NL*XX+sin(NL)*YY)/SL^2	mm./day	11.83	13.17	14.75	15.73	16.03	16.01	15.97	15.78	15.06	13.72	12.21	11.43
ETo=0.0023*R_a*(T+17.8)*√(T_{max}-T_{min})	mm./day	3.82	4.40	5.18	5.70	5.82	5.79	5.75	5.29	4.75	4.13	3.67	3.53
	mm./month	118.29	123.16	160.67	171.08	180.46	173.73	178.27	163.88	142.55	128.13	110.18	109.56

การคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืช(2011-40)

Station :	**Khon Kaen**	Latitude	degree,LTD.....	**16.00**	Elevation of station above MSL.,(h)	**165.00**
			lipda,LTL.....	**27.0**	Height of wind vane above ground,(z)	**2.00**
Hargreaves Method		LT=0.01745*(LTD+LTL/60) =		0.287		

Items	**Unit**	**Jan**	**Feb**	**Mar**	**Apr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Aug**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dec**
Max Temperature, T_{max}	° C	29.254	30.934	34.065	35.166	34.472	32.994	32.996	33.144	32.882	32.384	31.219	29.743
Min Temperature, T_{min}	° C	15.829	17.861	20.429	23.036	24.766	25.241	24.949	24.859	24.519	22.419	19.767	16.969
Mean Temperature, T	° C	22.293	24.087	26.907	28.667	29.143	28.597	28.424	28.595	28.37	26.844	24.969	23.031
J=INT(30.42*M-15.23)		15	45	76	106	136	167	197	228	258	288	319	349
SD=0.4093*sin(0.0172*J-1.405)	radian	-0.373	-0.241	-0.040	0.166	0.329	0.407	0.375	0.239	0.045	-0.162	-0.331	-0.407
SL=1-0.01673*cos(0.01721*J)	radian	0.984	0.988	0.996	1.004	1.012	1.016	1.016	1.012	1.004	0.996	0.988	0.984
XX=sin(SD)*sin(LT)	radian	-0.103	-0.068	-0.011	0.047	0.092	0.112	0.104	0.067	0.013	-0.046	-0.092	-0.112
YY=cos(SD)*cos(LT)	radian	0.893	0.931	0.958	0.946	0.908	0.881	0.892	0.932	0.958	0.947	0.907	0.881
NL=arcos(-XX/YY)	radian	1.455	1.498	1.559	1.620	1.672	1.698	1.687	1.643	1.584	1.523	1.469	1.443
R_a=15.54*(NL*XX+sin(NL)*YY)/SL^2	mm./day	11.83	13.17	14.75	15.73	16.03	16.01	15.97	15.78	15.06	13.72	12.21	11.43
ETo=0.0023*R_a*(T+17.8)*√(T_{max}-T_{min})	mm./day	4.00	4.59	5.60	5.85	5.39	4.76	4.82	4.85	4.63	4.45	4.06	3.84
	mm./month	123.93	128.46	173.56	175.63	167.20	142.74	149.32	150.24	138.77	137.88	121.95	118.94

การคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืช

เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ปี ค.ศ.	ปริมาณการใช้น้ำของพืช(มิลลิเมตรต่อเดือน)											
1961-1990	**118.29**	**123.16**	**160.67**	**171.08**	**180.46**	**173.73**	**178.27**	**163.88**	**142.55**	**128.13**	**110.18**	**109.56**
2011-2040 (A2)	**123.93**	**128.46**	**173.56**	**175.63**	**167.20**	**142.74**	**149.32**	**150.24**	**138.77**	**137.88**	**121.95**	**118.94**
% การเปลี่ยนแปลง	**4.72**	**4.29**	**8.09**	**2.63**	-7.30	-17.75	-16.25	-8.44	-2.77	7.56	**10.57**	**8.60**

สรุปผล

1.ตัวแปร NCEP ที่มีความสำคัญในการลดมาตราสภาพภูมิอากาศในระดับโลกให้เป็นมาตราส่วนในระดับสถานี สำหรับอุณหภูมิรายวันต่ำสุด, เฉลี่ย และสูงสุด ได้แก่ ตัวแปรอุณหภูมิเฉลี่ยที่ระดับ 2 เมตร และความชื้นสัมพัทธ์จำเพาะที่ระดับพื้นผิว

2.ผลคาดการณ์อุณหภูมิในอนาคตของสถานีขอนแก่น พบว่า ค่าอุณหภูมิคาดการณ์อนาคตช่วงปี ค.ศ.2011-2040 มีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นประมาณ 1-5 องศาเซลเซียส เทียบกับปี ค.ศ.1961-1990 ทั้งนี้พบว่า ช่วงระยะเวลาที่อุณหภูมิสูงขึ้นจะมีคาบเวลาที่ยาวมากขึ้น

3. การวิเคราะห์ผลกระทบต่อการใช้น้ำของพืช จาก สูตร Hargreaves พบว่า ในฤดูเพาะปลูก(เดือน พ.ย. ถึง เม.ย.) ปริมาณการใช้น้ำของพืชรายเดือน ช่วงเวลาปี ค.ศ.2011-2040 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 2-10 % เทียบกับปี ค.ศ.1961-1990

จบการนำเสนอ