

シミュレーションを用いた解析結果について

(気象モデルの精度検証 (関東地域対象))

1. モデルのバリデーション

1.1. 気象モデルの精度検証（関東地域対象）

気象モデルの精度検証は、関東地域（10km 格子）の気象台データを対象に実施した。内容については表 1-1 に示した。

表 1-1 精度検証の実施内容(気象)について

評価要素	風向、風速、気温、混合層高さ※
評価指標	BIAS、RMSE（ C_{cal} および C_{obs} は時間値） $BIAS = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (C_{cal} - C_{obs})$ $RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (C_{cal} - C_{obs})^2}$
評価地域	関東地域（10km 格子）
評価期間	2001～2010 年度の 10 年間のうち、各年の暖候期（4～9 月）を対象とする。
検証データ	対象地域内の気象台データを対象とする。 東京、宇都宮、前橋

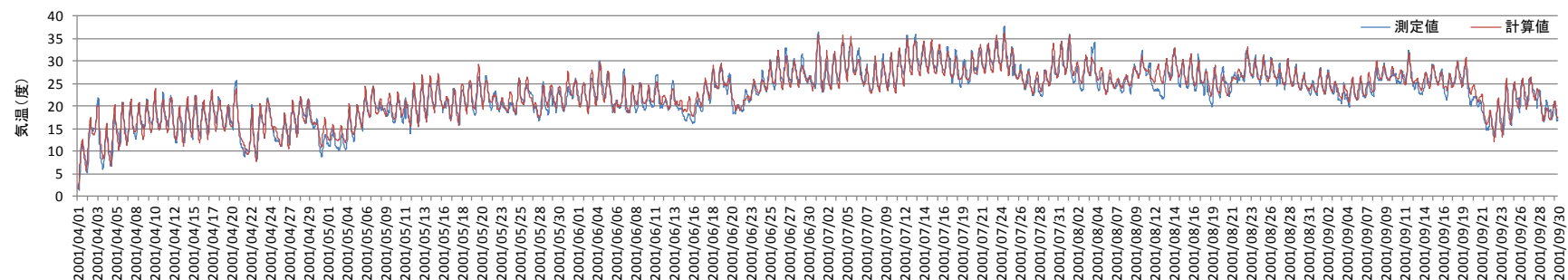
東京、宇都宮および前橋の観測地点の諸元について表 1-2 に示す。これらの地点の風速および気温の計算値と測定値の経過図、散布図について、図 1-1～図 1-30 に、BIAS および RMSE について図 1-31～図 1-33 に示す。

表 1-2 精度検証に使用した観測地点諸元

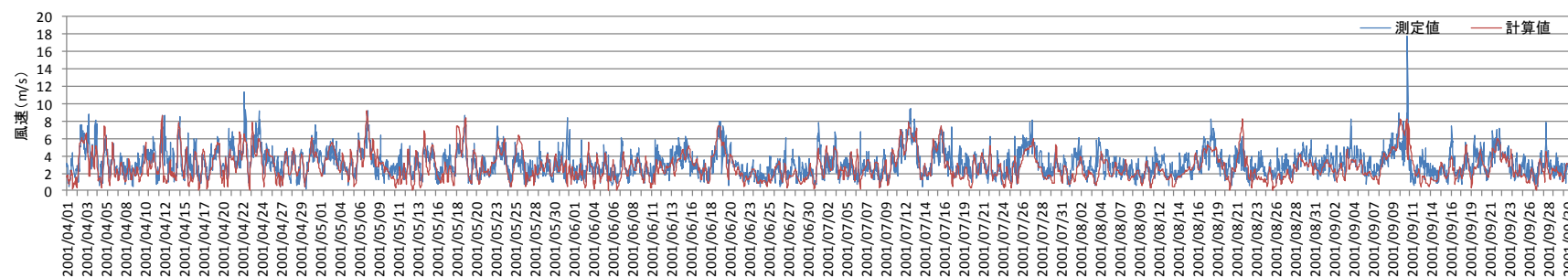
地点名	緯度	経度	風速計高さ	備考
東京	35.69	139.76	74.5m	～2007 年 10 月 31 日
	35.69	139.76	35.1m	2007 年 11 月 01 日～
宇都宮	36.55	139.87	49.2m	
前橋	36.41	139.06	17.3m	

東京 2001年

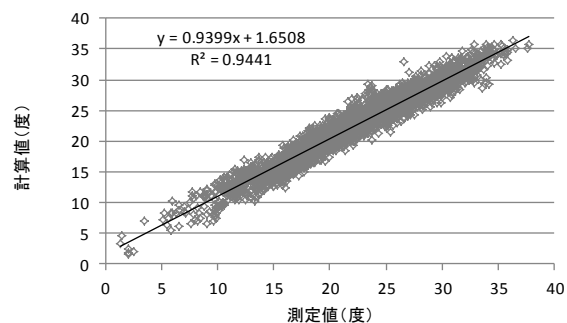
気温



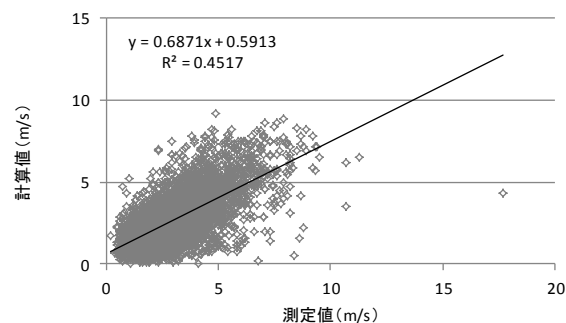
風速



気温



風速

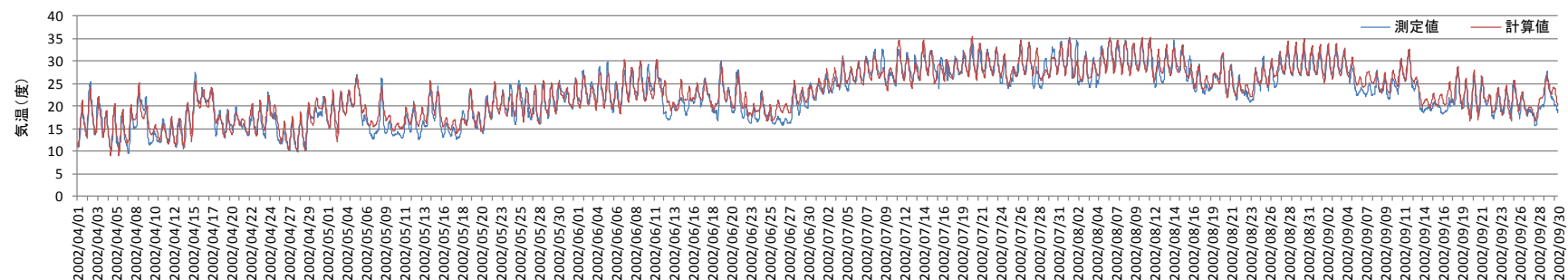


	気温		風速	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
2001年4月	0.06	1.37	-0.51	1.47
2001年5月	0.68	1.40	-0.10	1.22
2001年6月	0.17	1.27	-0.37	1.17
2001年7月	0.11	1.16	0.24	1.12
2001年8月	-0.46	1.49	0.60	1.26
2001年9月	-0.37	1.20	0.48	1.42

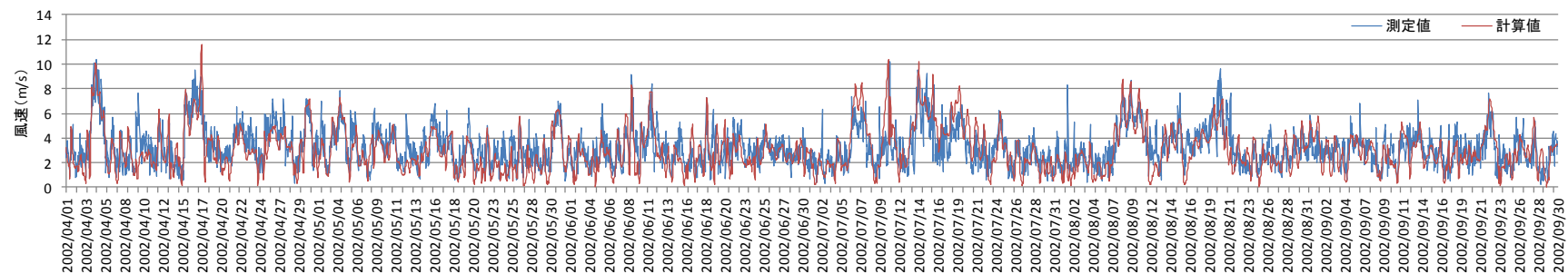
図 1-1 WRF 関東領域の計算結果(2001 年暖候期 東京)

東京 2002年

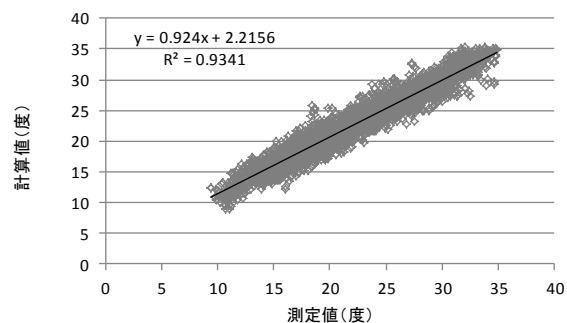
気温



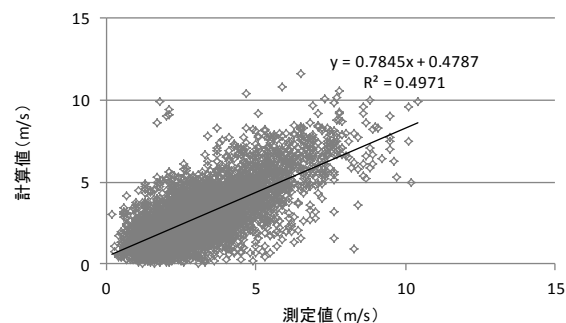
風速



気温



風速

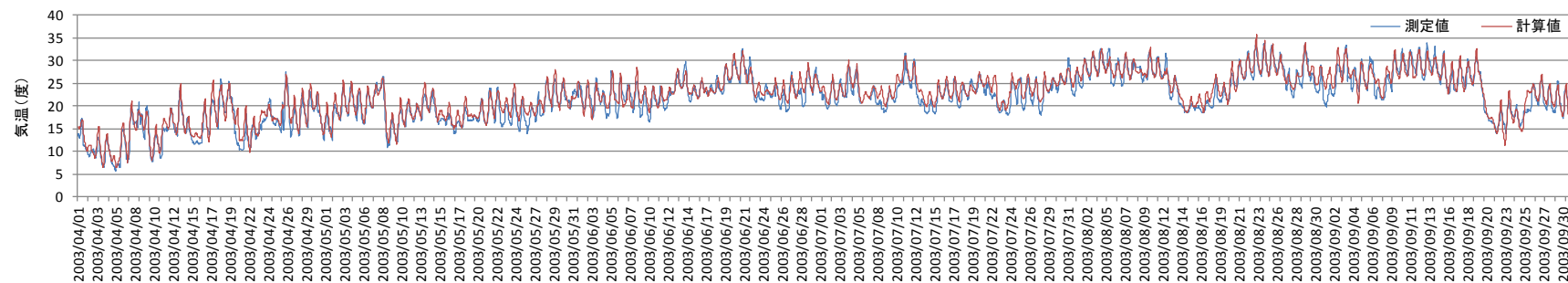


	気温		風速	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
2002年4月	0.31	1.45	-0.40	1.35
2002年5月	0.71	1.59	-0.47	1.25
2002年6月	0.59	1.75	-0.23	1.20
2002年7月	0.08	1.44	-0.34	1.52
2002年8月	-0.33	1.32	0.36	1.29
2002年9月	-0.87	1.56	0.17	1.13

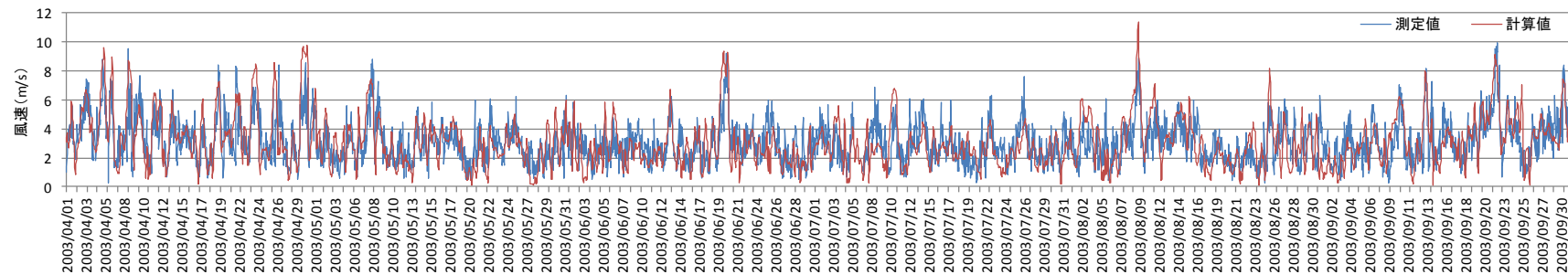
図 1-2 WRF 関東領域の計算結果(2002 年暖候期 東京)

東京 2003年

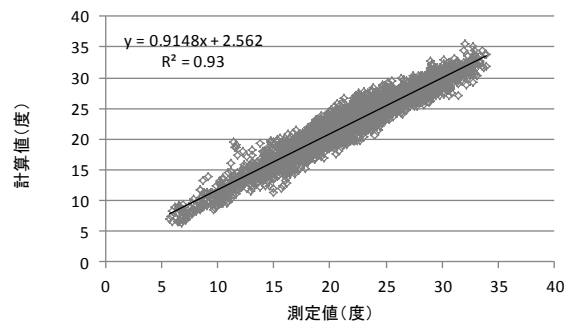
気温



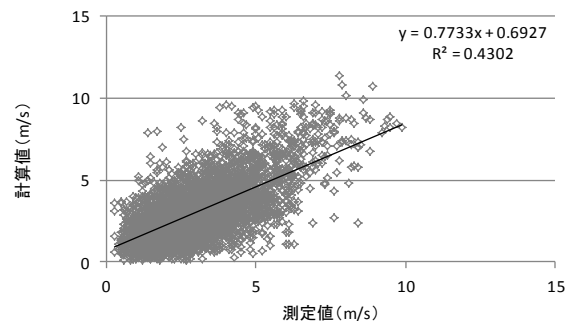
風速



気温



風速

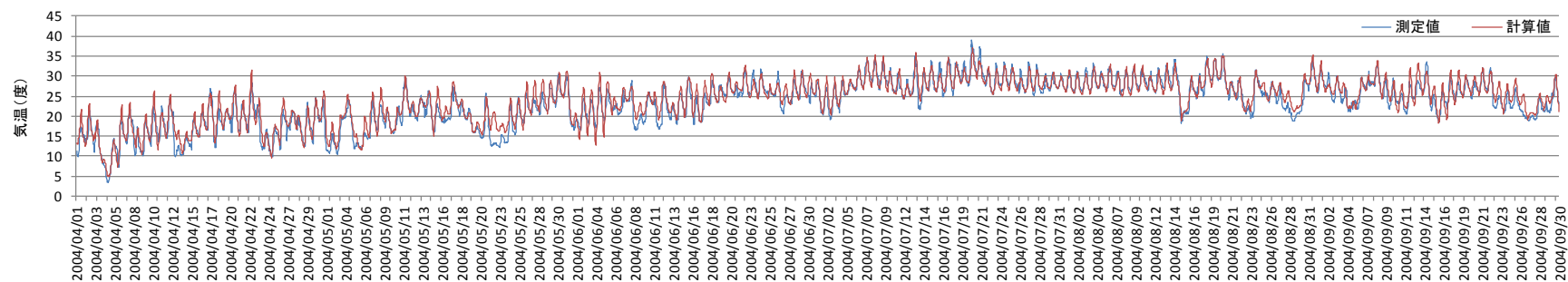


	気温		風速	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
2003年4月	-0.92	1.69	-0.30	1.60
2003年5月	-0.89	1.48	0.03	1.13
2003年6月	-0.42	1.45	0.18	1.28
2003年7月	-1.04	1.61	0.27	1.24
2003年8月	-0.58	1.42	-0.12	1.48
2003年9月	-0.42	1.63	-0.03	1.27

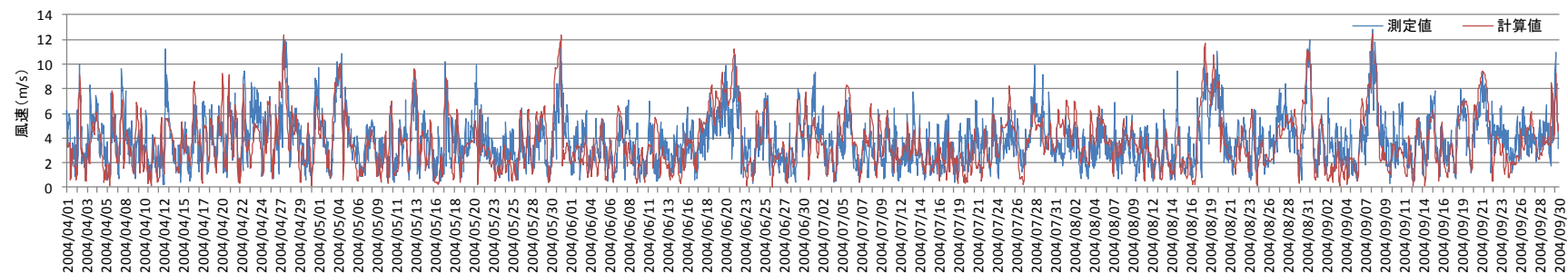
図 1-3 WRF 関東領域の計算結果(2003 年暖候期 東京)

東京 2004年

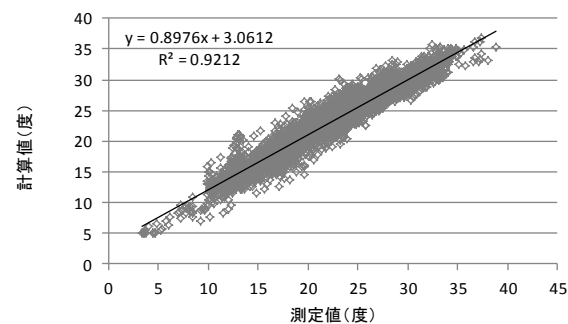
気温



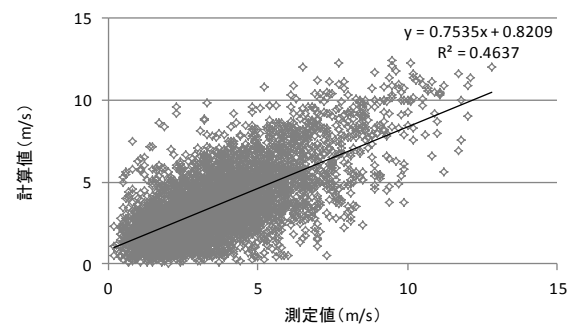
風速



気温



風速

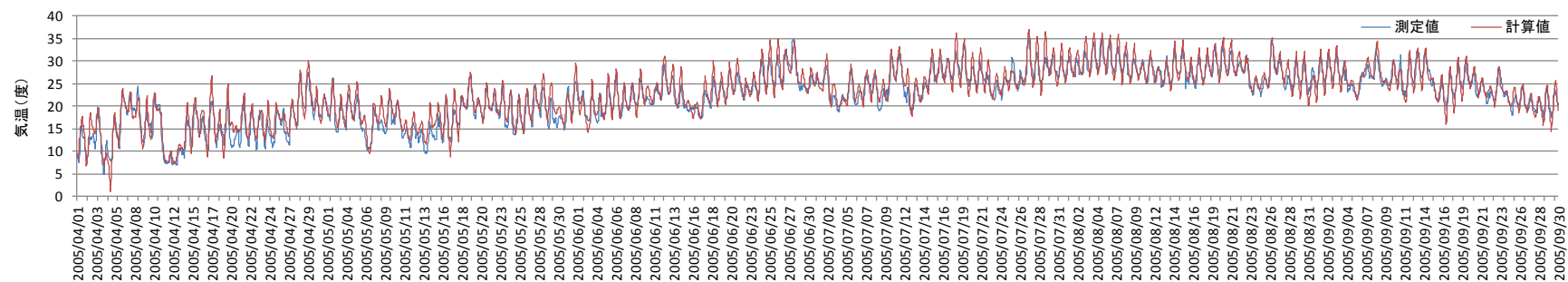


	気温		風速	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
2004年4月	-0.73	1.89	0.27	1.85
2004年5月	-1.28	2.15	0.14	1.76
2004年6月	-0.82	1.88	-0.03	1.68
2004年7月	0.00	1.26	0.12	1.56
2004年8月	-0.31	1.35	-0.20	1.57
2004年9月	-0.84	1.69	0.37	1.67

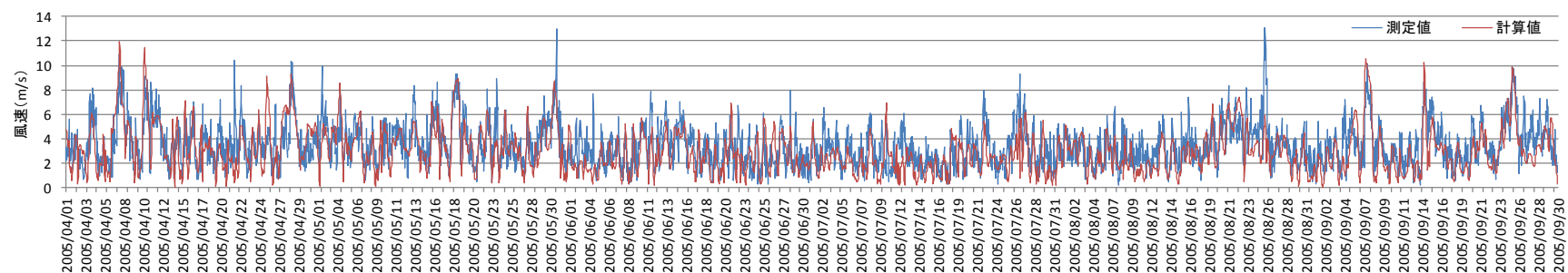
図 1-4 WRF 関東領域の計算結果(2004 年暖候期 東京)

東京 2005年

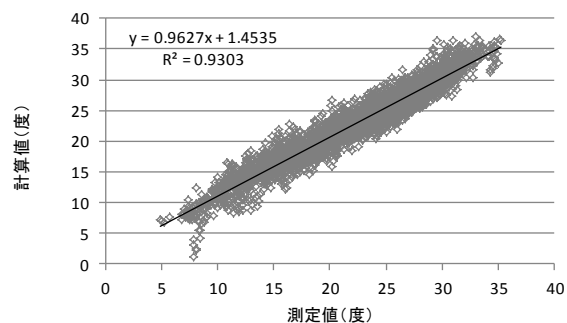
気温



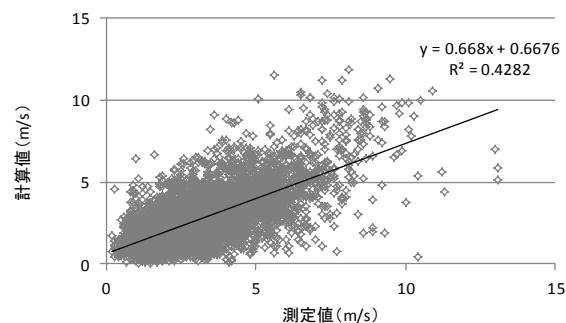
風速



気温



風速

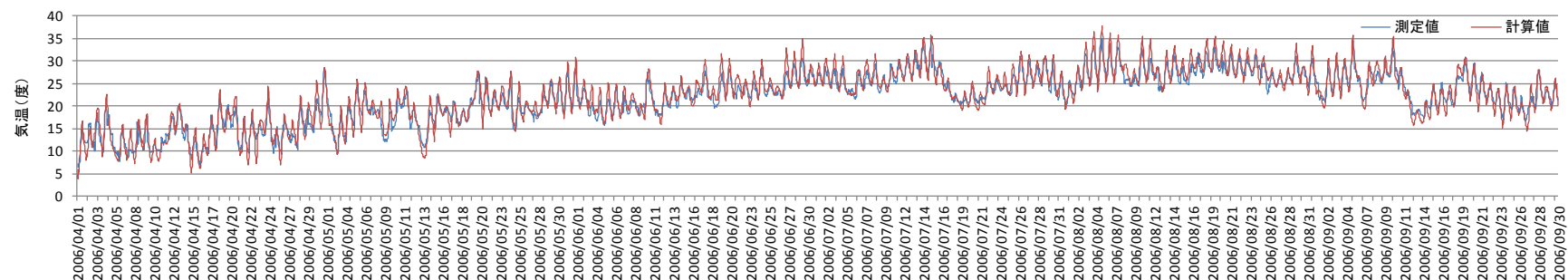


	気温		風速	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
2005年4月	-0.87	1.97	0.20	1.74
2005年5月	-1.07	1.82	0.33	1.43
2005年6月	-0.61	1.60	0.49	1.47
2005年7月	-0.56	1.67	0.63	1.56
2005年8月	-0.48	1.39	0.59	1.54
2005年9月	-0.08	1.34	0.58	1.53

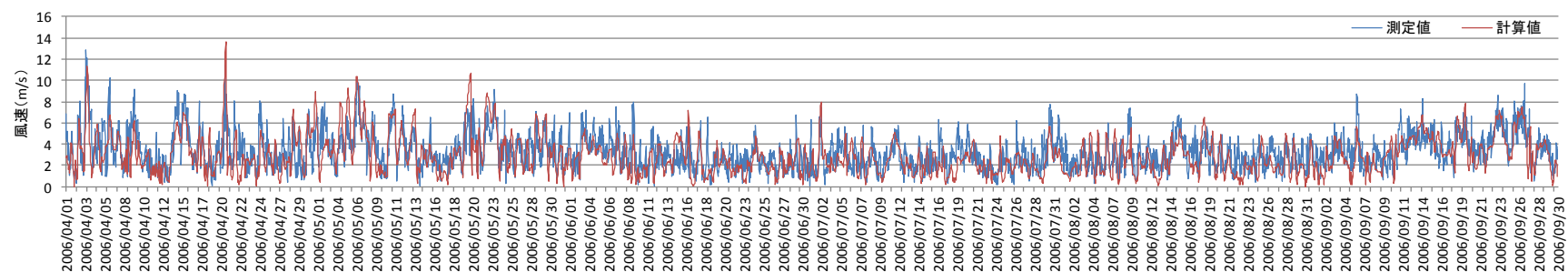
図 1-5 WRF 関東領域の計算結果(2005 年暖候期 東京)

東京 2006年

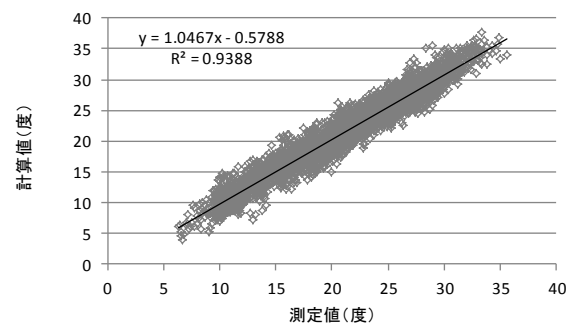
気温



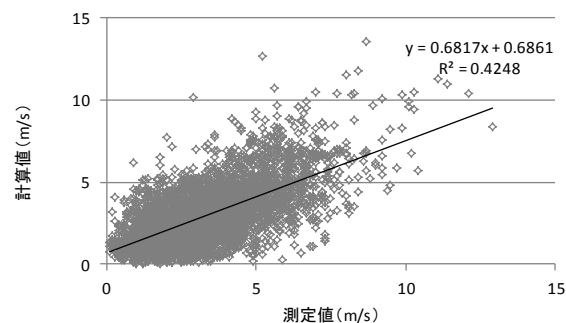
風速



気温



風速

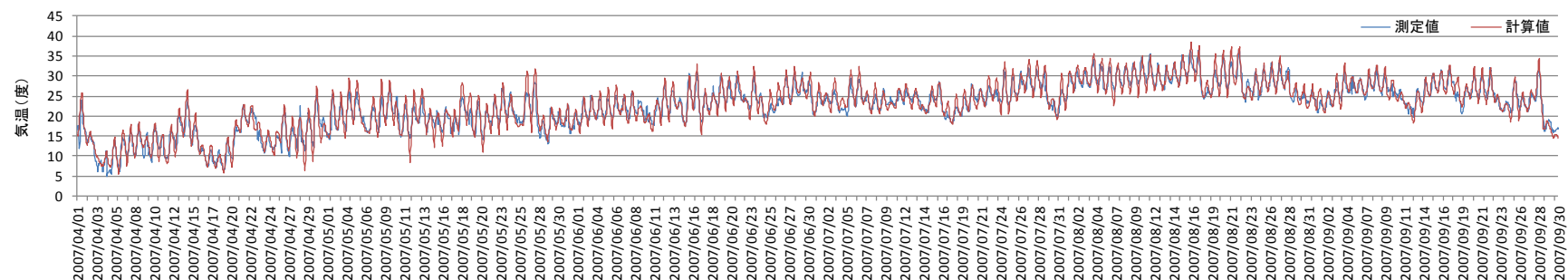


	気温		風速	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
2006年4月	-0.27	1.75	0.51	1.78
2006年5月	-0.35	1.58	-0.07	1.67
2006年6月	-0.88	1.63	0.37	1.41
2006年7月	-0.37	1.34	0.51	1.33
2006年8月	-0.88	1.60	0.46	1.35
2006年9月	0.10	1.40	0.34	1.29

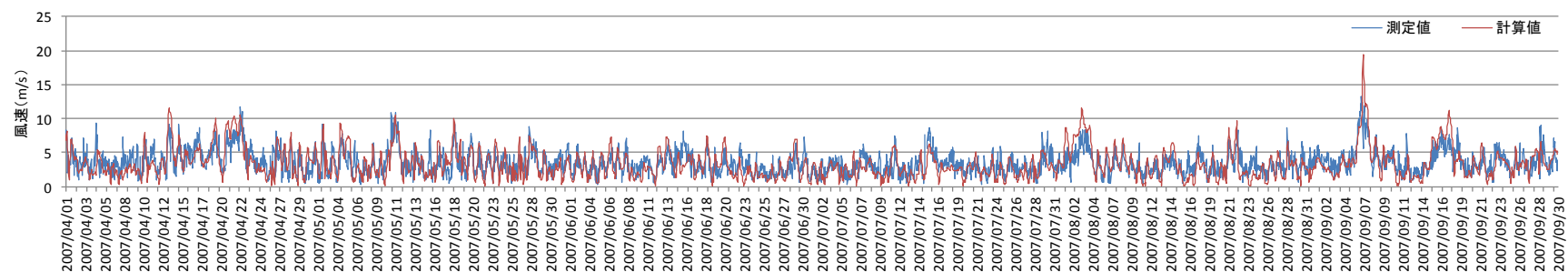
図 1-6 WRF 関東領域の計算結果(2006 年暖候期 東京)

東京 2007年

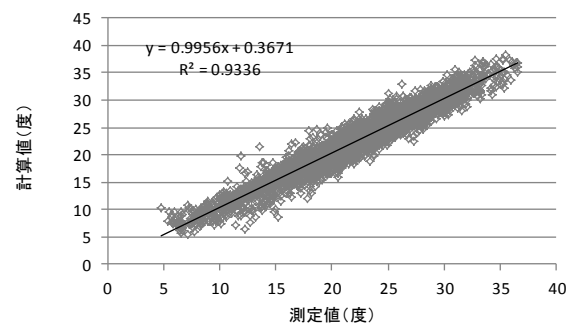
気温



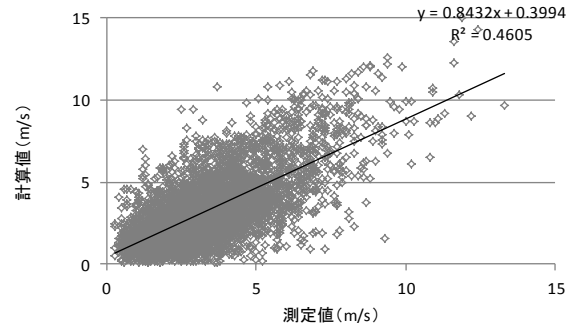
風速



気温



風速

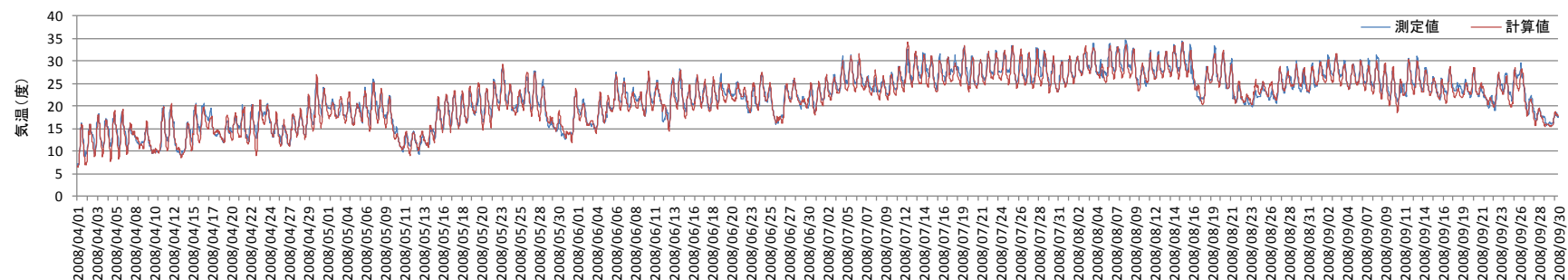


	気温		風速	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
2007年4月	-0.51	1.67	0.12	1.77
2007年5月	-0.38	1.94	0.00	1.68
2007年6月	-0.09	1.40	0.25	1.43
2007年7月	-0.40	1.44	0.52	1.40
2007年8月	-0.08	1.40	-0.08	1.69
2007年9月	-0.12	1.38	0.08	1.71

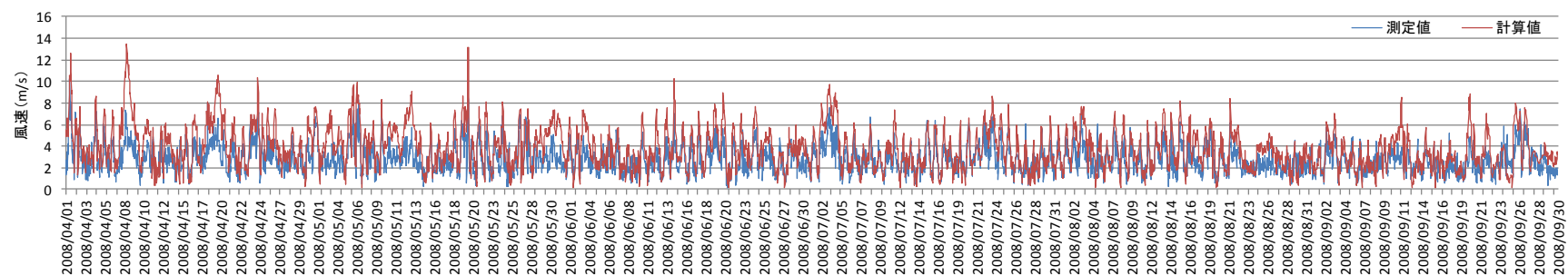
図 1-7 WRF 関東領域の計算結果(2007 年暖候期 東京)

東京 2008年

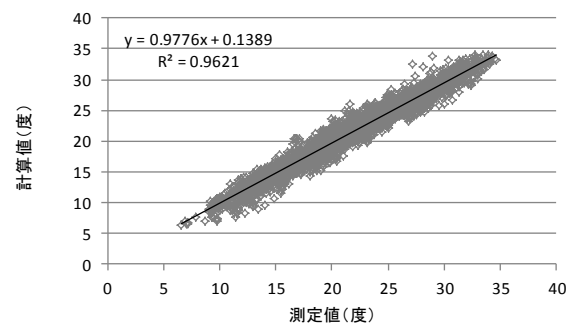
気温



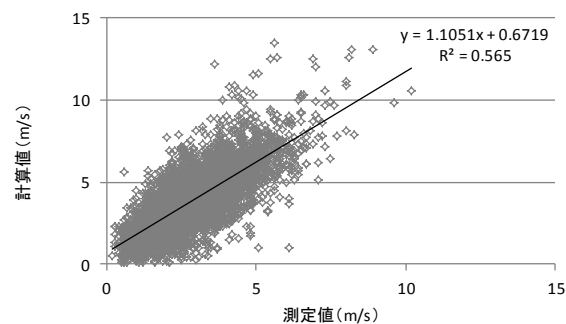
風速



気温



風速

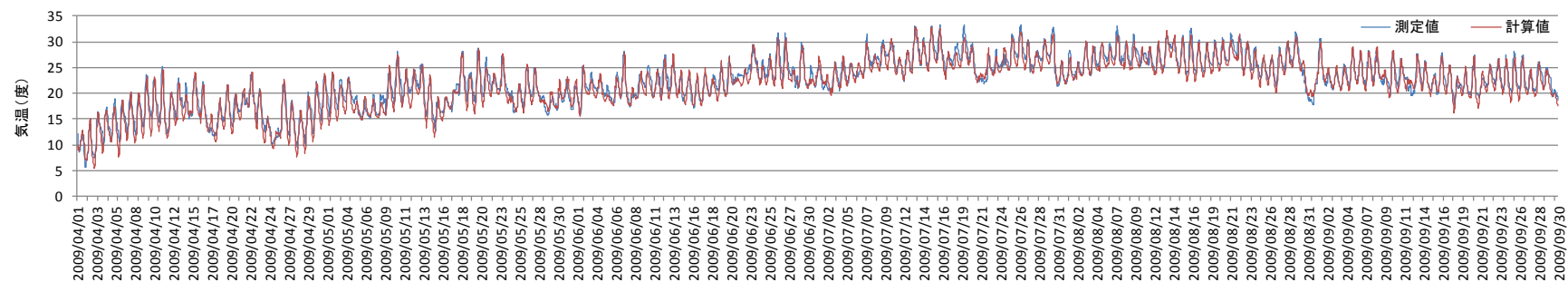


	気温		風速	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
2008年4月	0.45	1.21	-1.40	2.09
2008年5月	0.18	1.19	-1.36	1.86
2008年6月	0.19	1.03	-0.95	1.47
2008年7月	0.64	1.21	-0.63	1.30
2008年8月	0.07	1.10	-0.85	1.41
2008年9月	0.59	1.09	-0.60	1.32

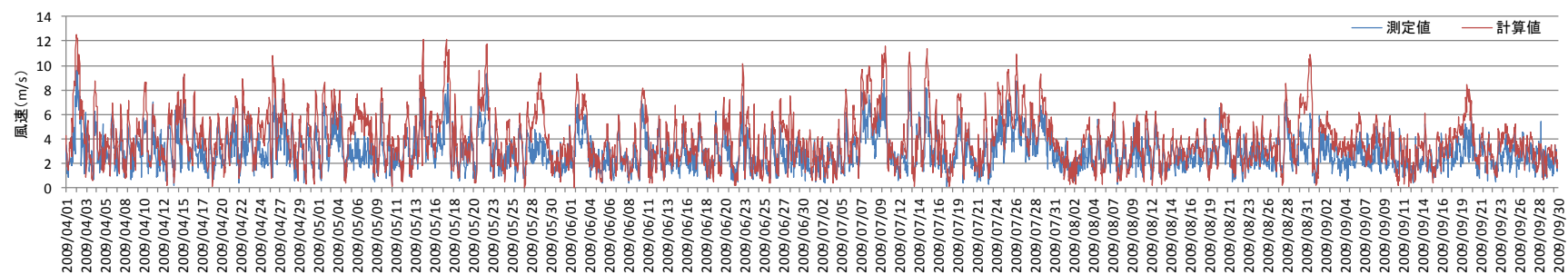
図 1-8 WRF 関東領域の計算結果(2008 年暖候期 東京)

東京 2009年

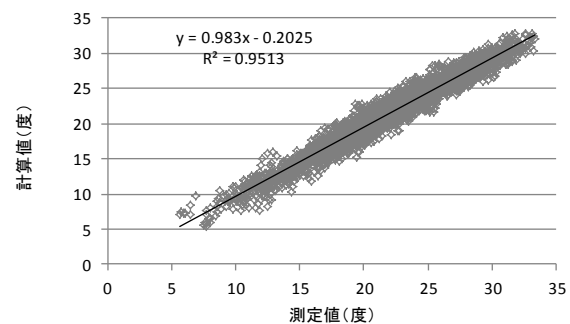
気温



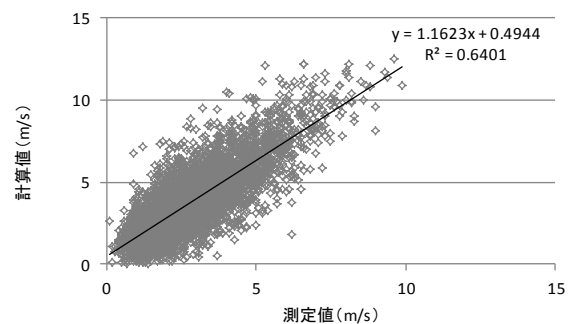
風速



気温



風速



	気温		風速	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
2009年4月	0.70	1.36	-1.06	1.75
2009年5月	0.73	1.40	-1.28	1.94
2009年6月	0.57	1.15	-0.79	1.39
2009年7月	0.45	1.10	-1.12	1.70
2009年8月	0.64	1.16	-0.67	1.41
2009年9月	0.41	0.99	-0.87	1.35

図 1-9 WRF 関東領域の計算結果(2009 年暖候期 東京)

東京 2010年

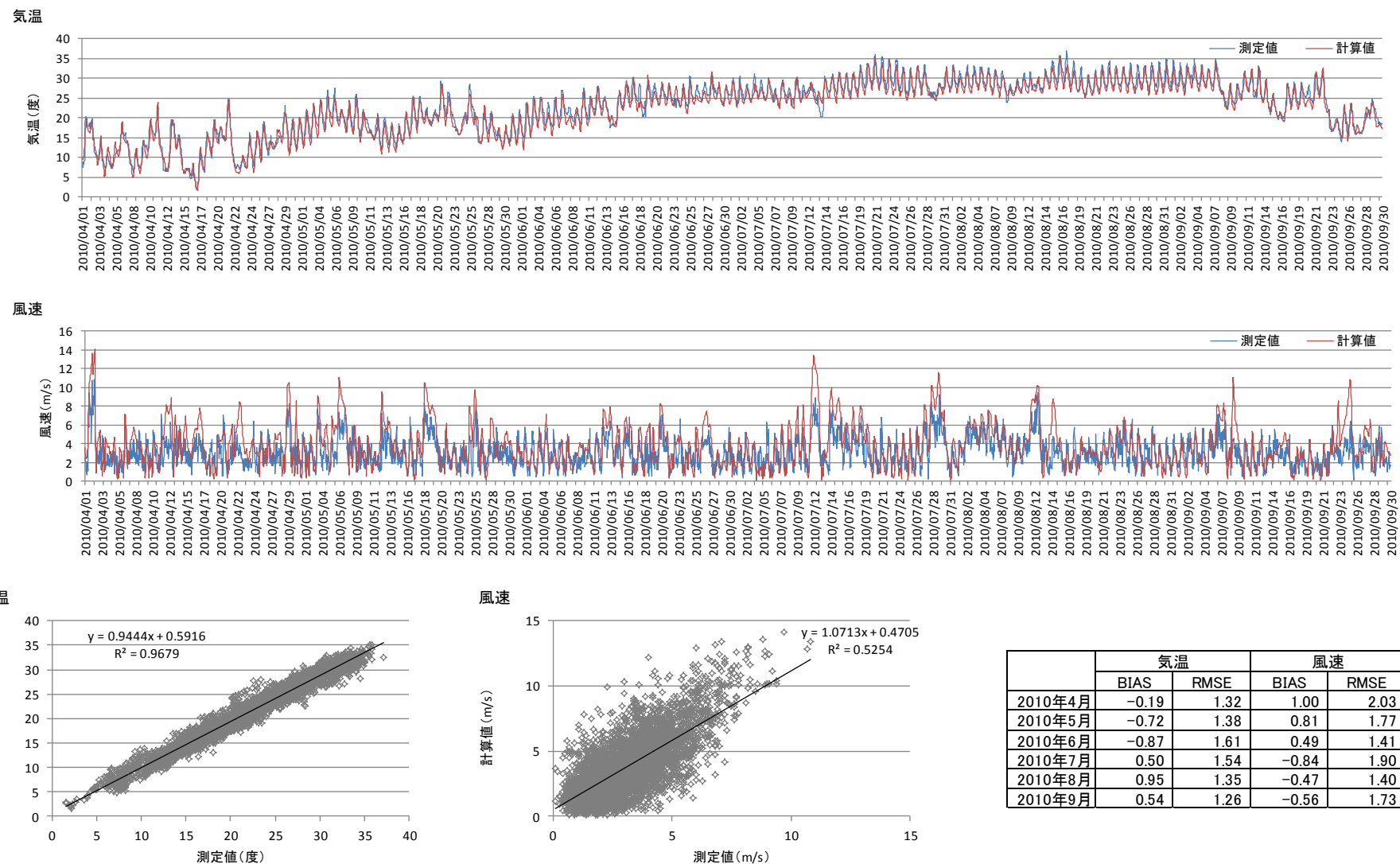
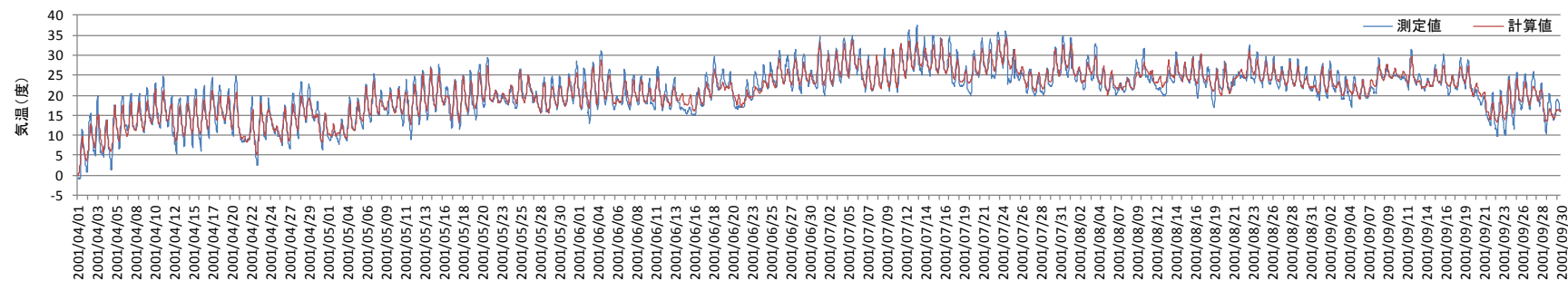


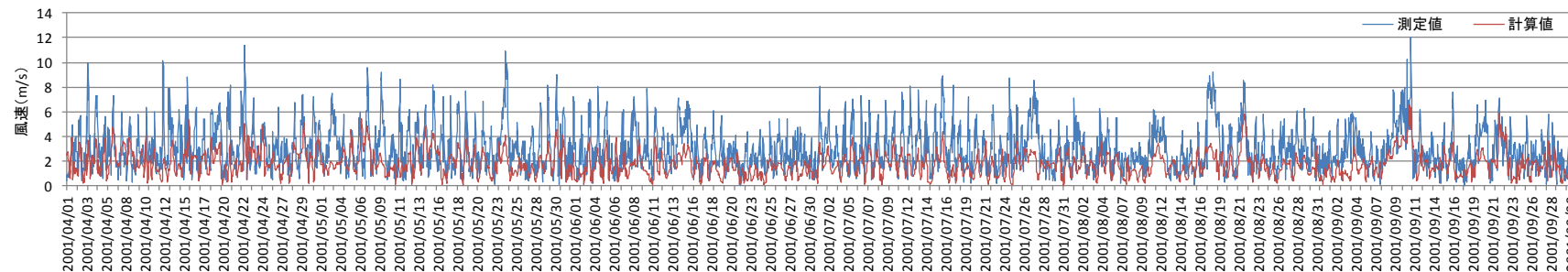
図 1-10 WRF 関東領域の計算結果(2010 年暖候期 東京)

宇都宮 2001年

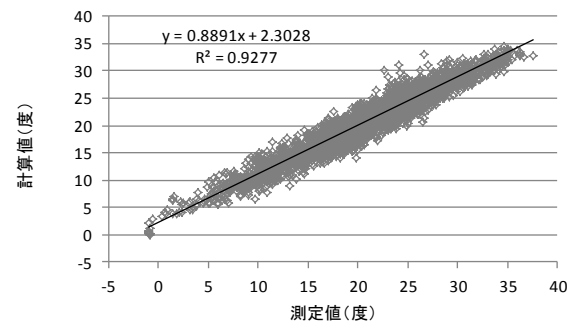
気温



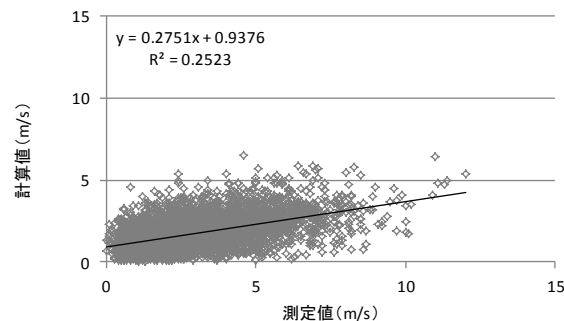
風速



気温



風速



	気温		風速	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
2001年4月	-0.33	1.97	-1.11	2.06
2001年5月	-0.02	1.39	-1.19	2.08
2001年6月	-0.25	1.68	-1.34	1.88
2001年7月	-0.03	1.62	0.95	2.02
2001年8月	-0.22	1.42	1.15	1.78
2001年9月	-0.13	1.56	1.09	1.74

図 1-11 WRF 関東領域の計算結果(2001 年暖候期 宇都宮)

宇都宮 2002年

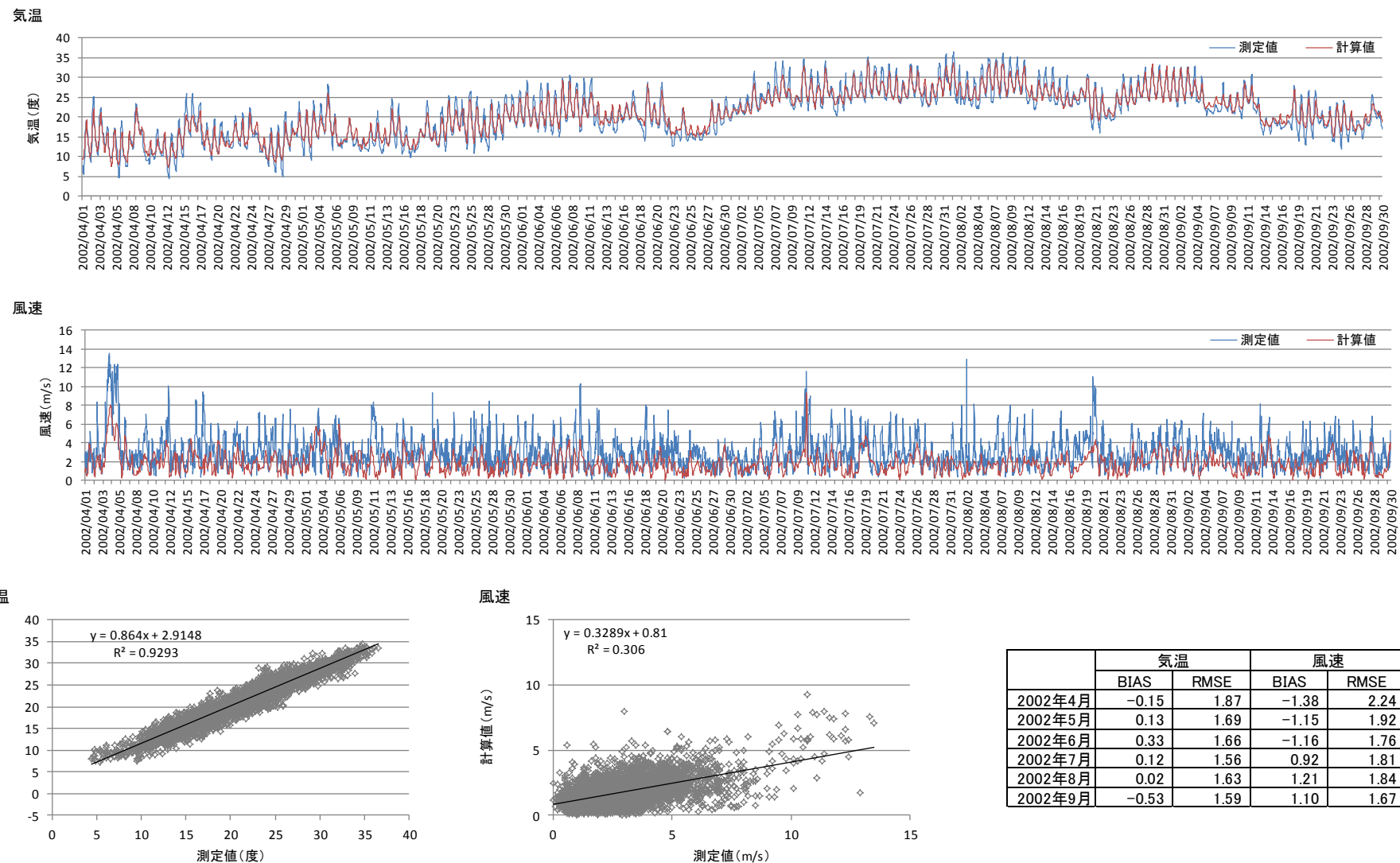
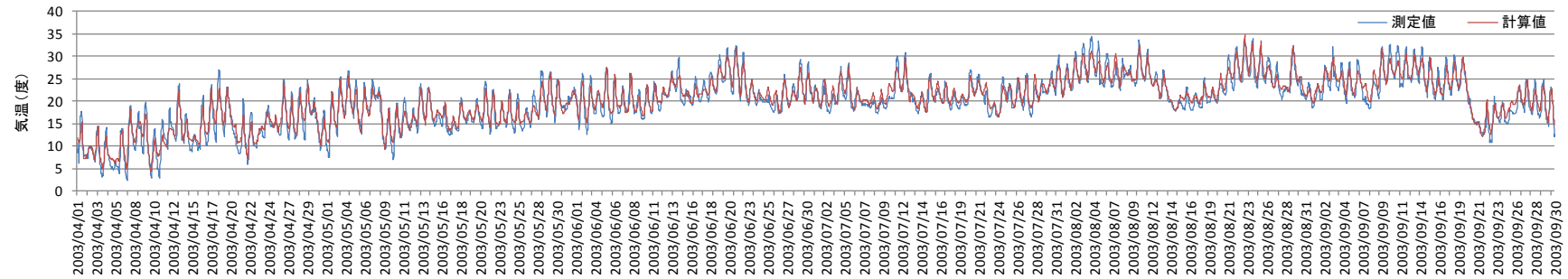


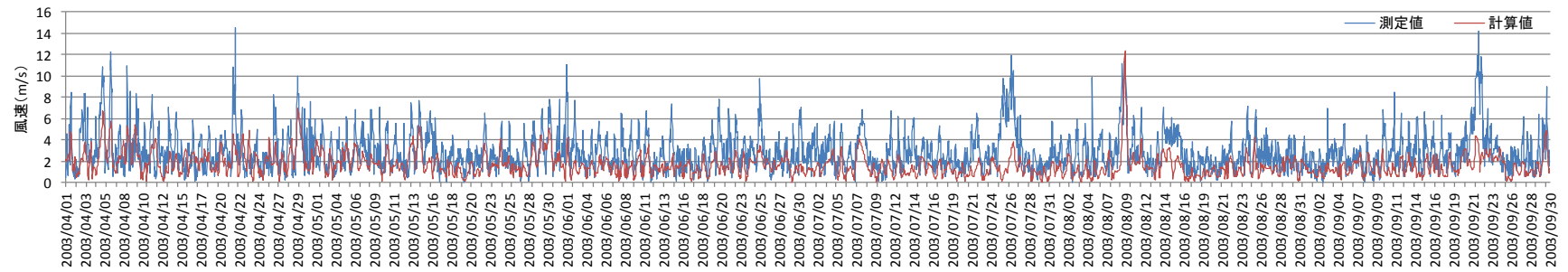
図 1-12 WRF 関東領域の計算結果(2002 年暖候期 宇都宮)

宇都宮 2003年

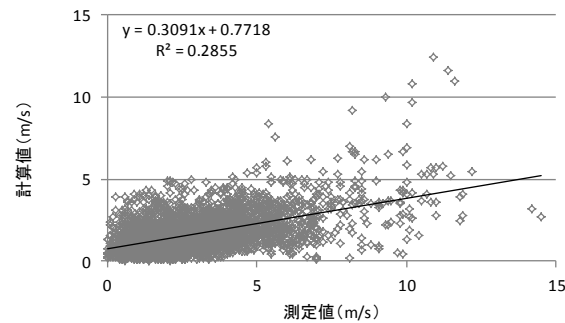
気温



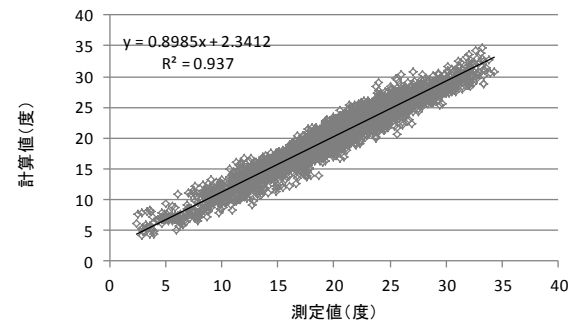
風速



風速



気温

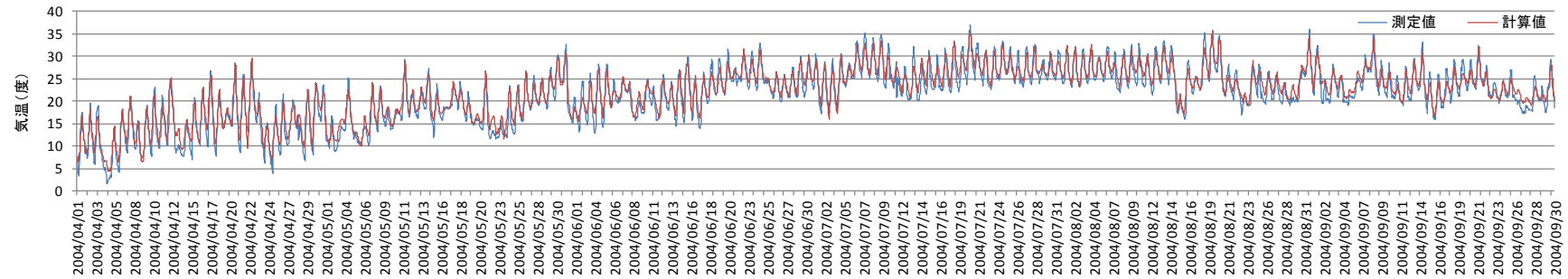


	気温		風速	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
2003年4月	-0.37	1.74	0.94	2.07
2003年5月	-0.05	1.33	0.90	1.57
2003年6月	-0.16	1.31	1.23	1.87
2003年7月	-0.48	1.30	1.48	2.23
2003年8月	-0.38	1.37	1.20	1.77
2003年9月	-0.42	1.48	1.37	2.15

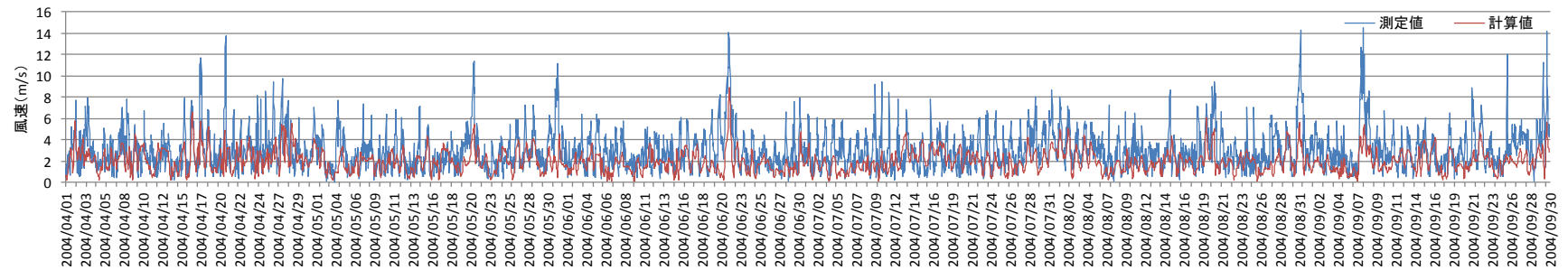
図 1-13 WRF 関東領域の計算結果(2003 年暖候期 宇都宮)

宇都宮 2004年

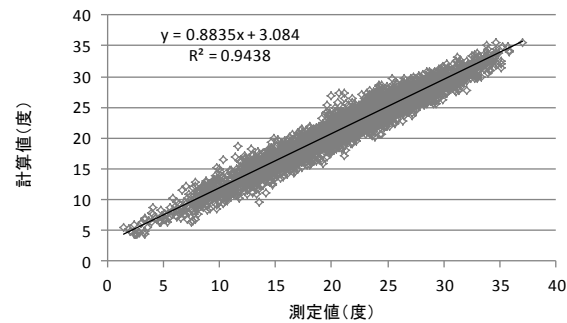
気温



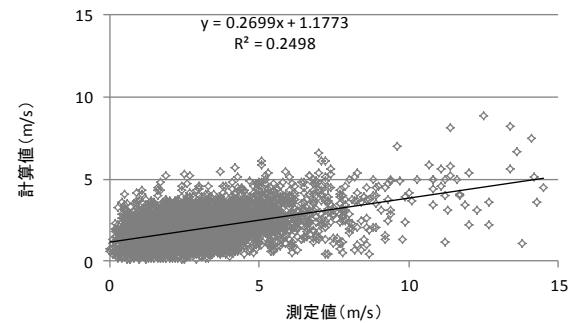
風速



気温



風速

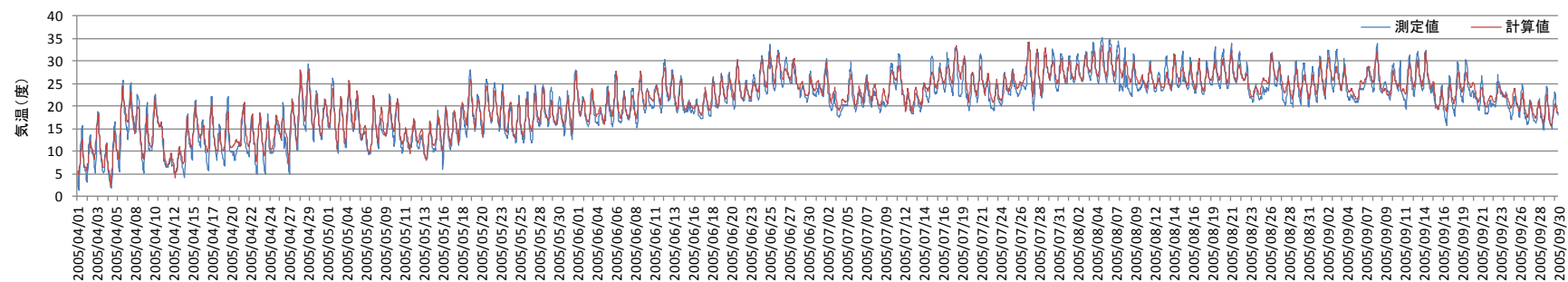


	気温		風速	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
2004年4月	-0.72	1.80	0.78	1.91
2004年5月	-0.78	1.59	0.83	1.77
2004年6月	-0.43	1.50	1.11	1.86
2004年7月	-0.47	1.63	0.88	1.81
2004年8月	-0.60	1.51	1.09	1.94
2004年9月	-0.48	1.53	1.23	2.07

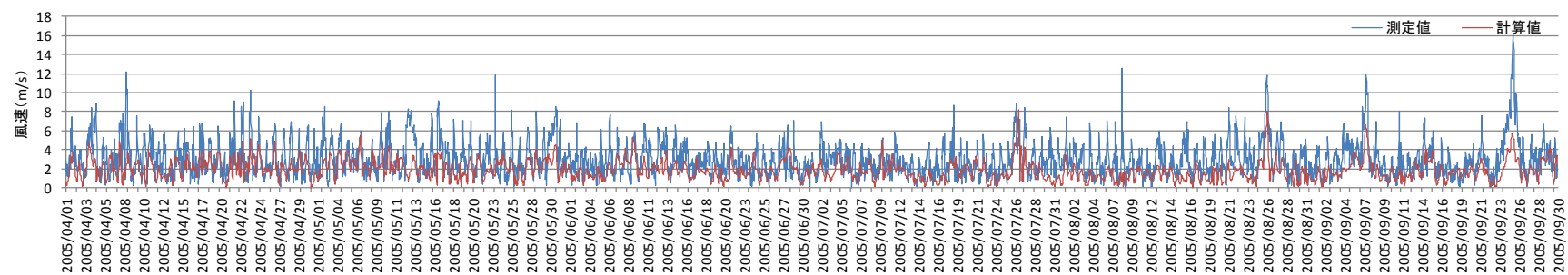
図 1-14 WRF 関東領域の計算結果(2004 年暖候期 宇都宮)

宇都宮 2005年

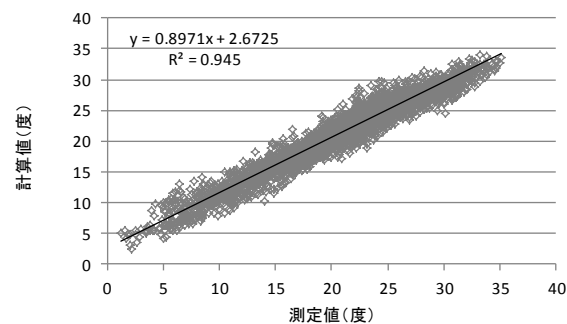
気温



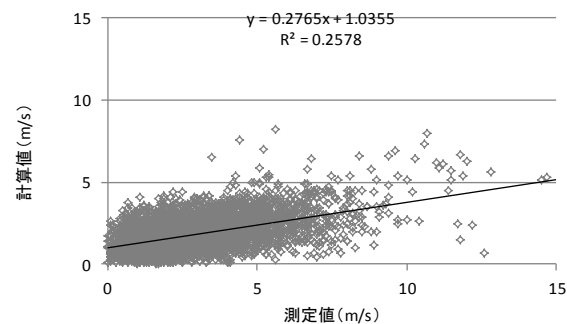
風速



気温



風速

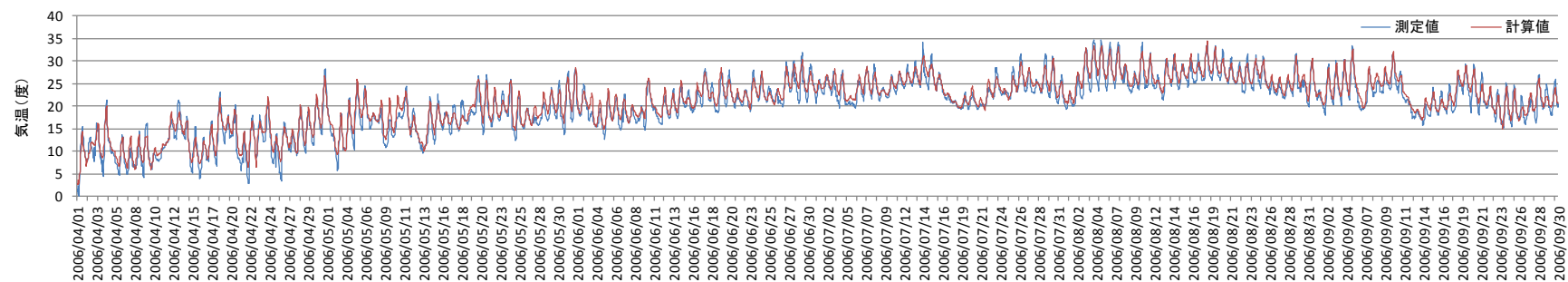


	気温		風速	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
2005年4月	-0.66	1.91	1.00	2.02
2005年5月	-0.57	1.45	1.14	2.13
2005年6月	-0.49	1.27	0.90	1.59
2005年7月	-0.78	1.69	0.85	1.58
2005年8月	-0.30	1.56	1.43	2.02
2005年9月	-0.37	1.55	1.24	2.09

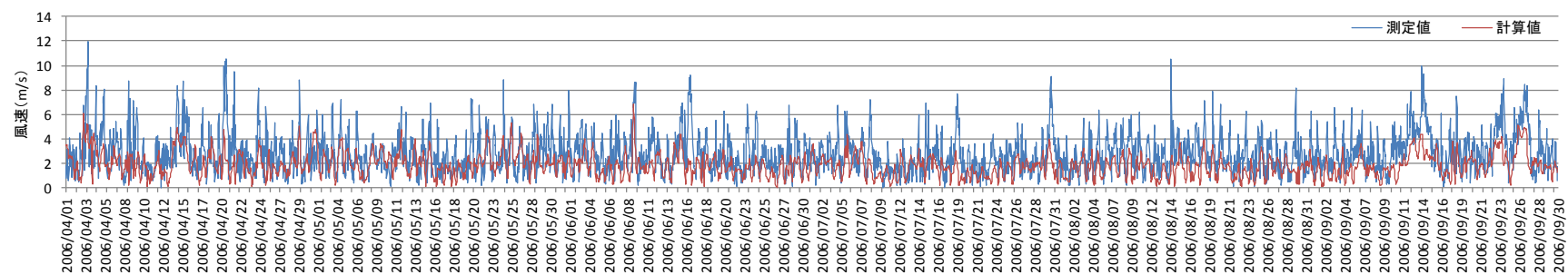
図 1-15 WRF 関東領域の計算結果(2005 年暖候期 宇都宮)

宇都宮 2006年

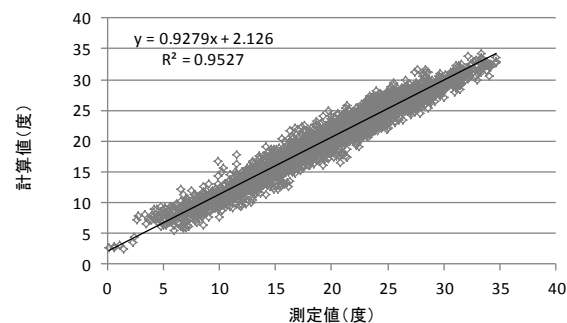
気温



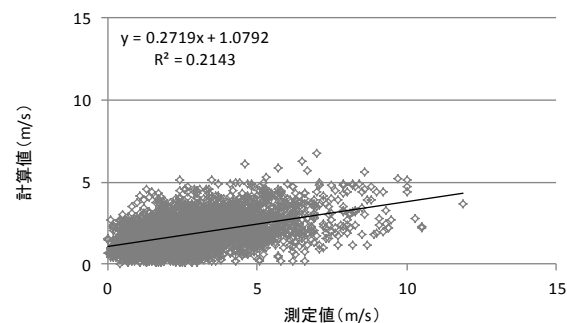
風速



気温



風速

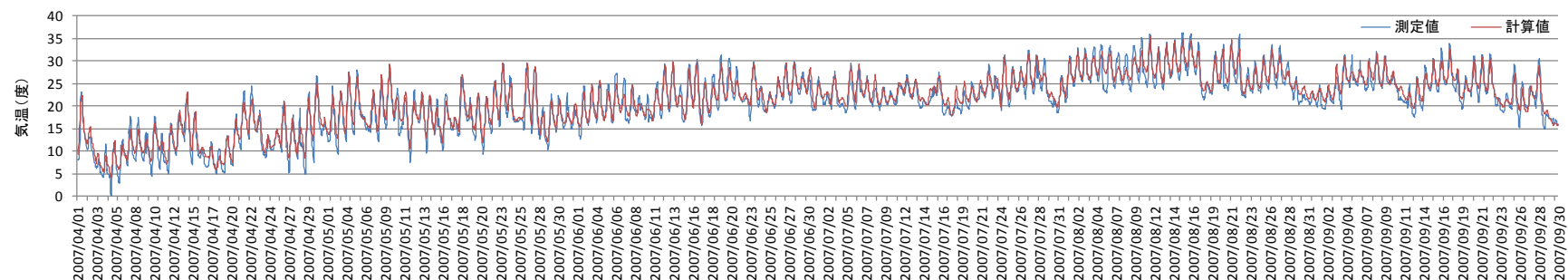


	気温		風速	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
2006年4月	-0.72	1.70	0.93	1.97
2006年5月	-0.83	1.66	0.56	1.53
2006年6月	-0.60	1.37	1.03	1.75
2006年7月	-0.46	1.15	0.82	1.52
2006年8月	-0.66	1.35	1.06	1.62
2006年9月	-0.61	1.39	1.30	1.89

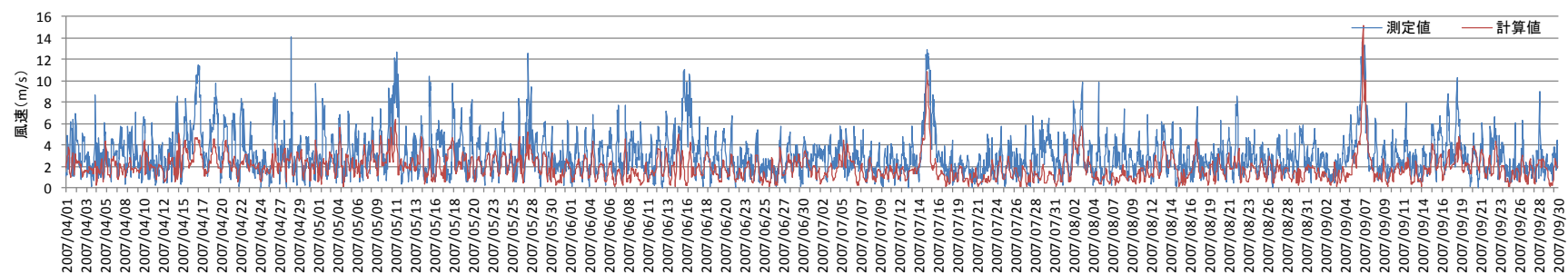
図 1-16 WRF 関東領域の計算結果(2006 年暖候期 宇都宮)

宇都宮 2007年

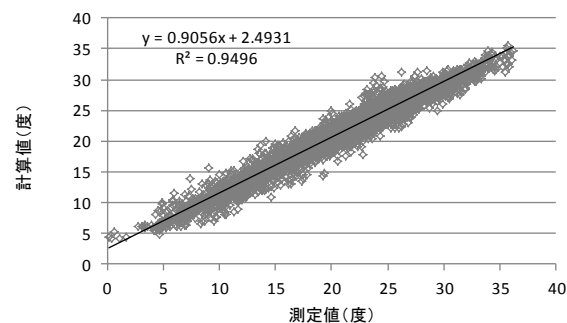
気温



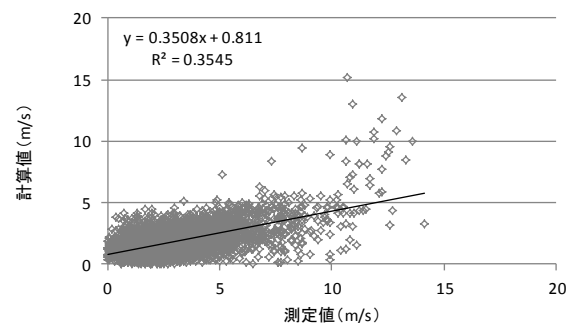
風速



気温



風速

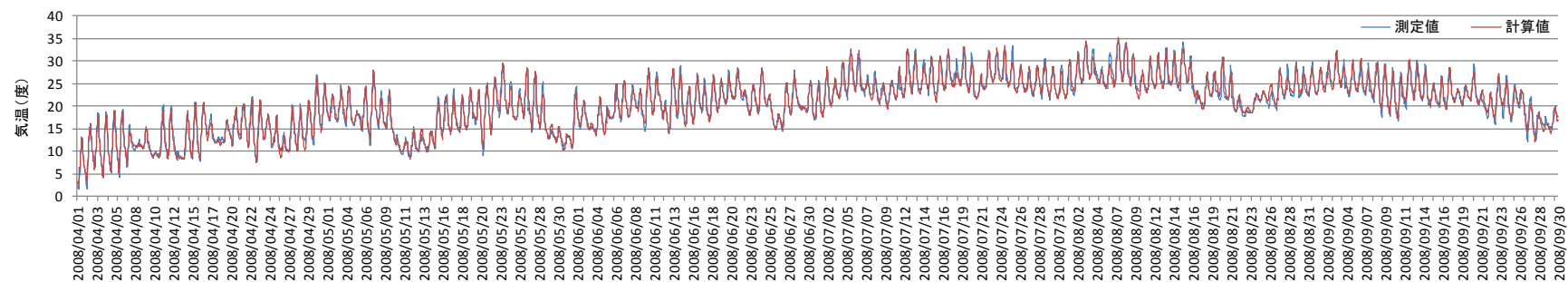


	気温		風速	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
2007年4月	-0.64	1.76	1.21	2.15
2007年5月	-0.72	1.61	1.11	2.12
2007年6月	-0.13	1.42	1.30	2.11
2007年7月	-0.69	1.25	1.17	1.81
2007年8月	-0.39	1.62	1.09	1.76
2007年9月	-0.48	1.43	1.09	1.77

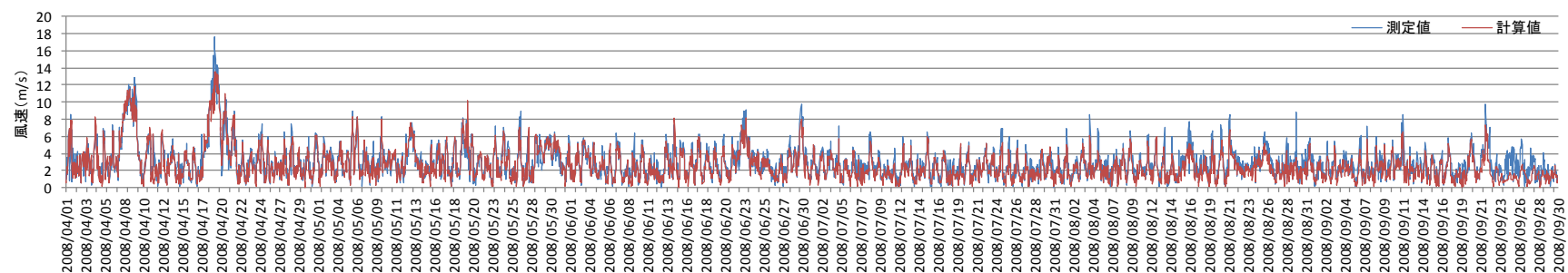
図 1-17 WRF 関東領域の計算結果(2007 年暖候期 宇都宮)

宇都宮 2008年

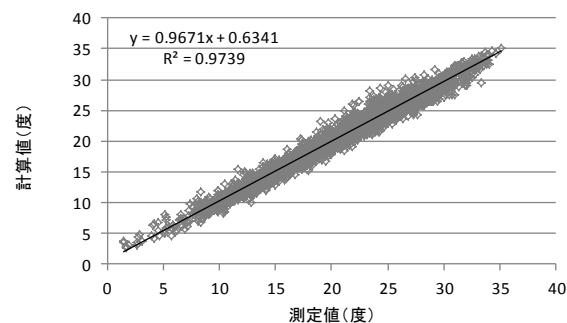
気温



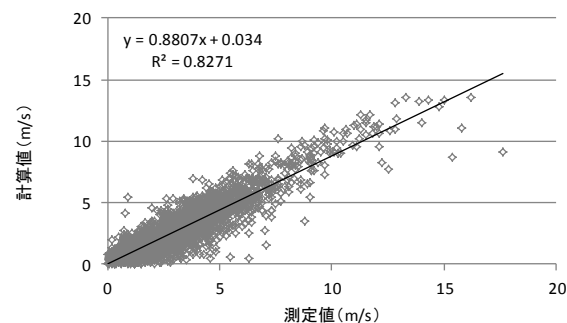
風速



気温



風速

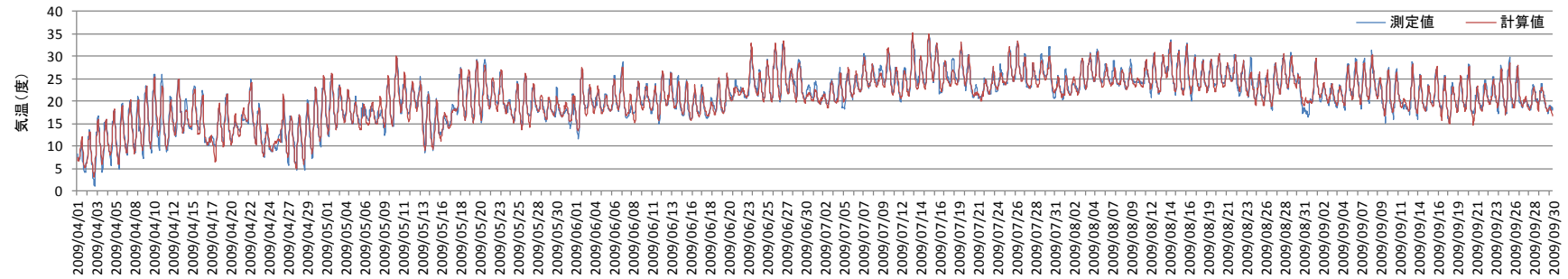


	気温		風速	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
2008年4月	0.13	0.91	0.14	1.00
2008年5月	-0.04	0.89	0.06	0.77
2008年6月	-0.02	0.77	0.30	0.73
2008年7月	0.27	0.92	0.30	0.65
2008年8月	-0.10	1.11	0.51	0.89
2008年9月	0.03	0.99	0.58	1.02

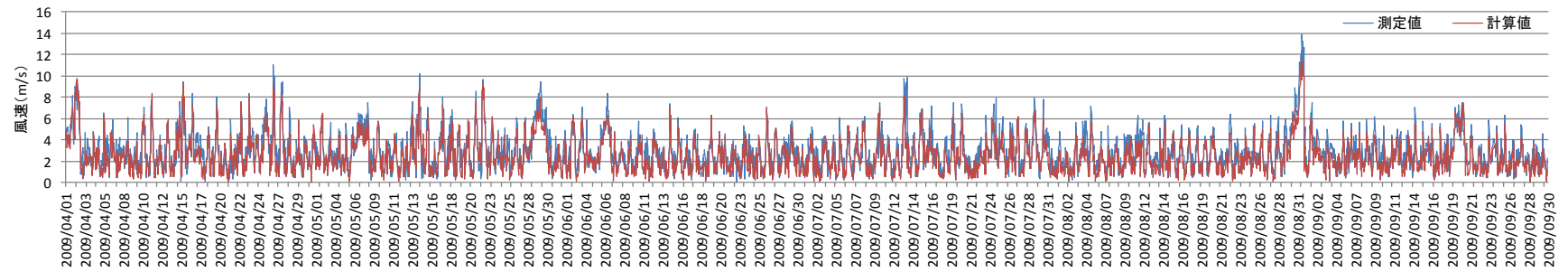
図 1-18 WRF 関東領域の計算結果(2008 年暖候期 宇都宮)

宇都宮 2009年

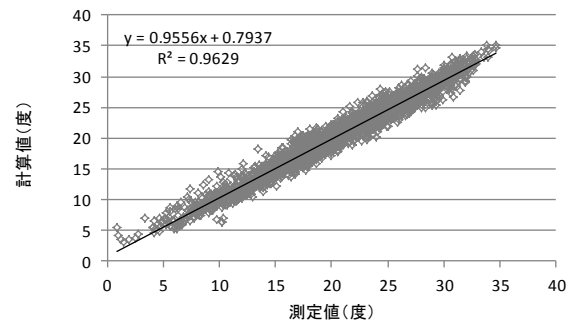
気温



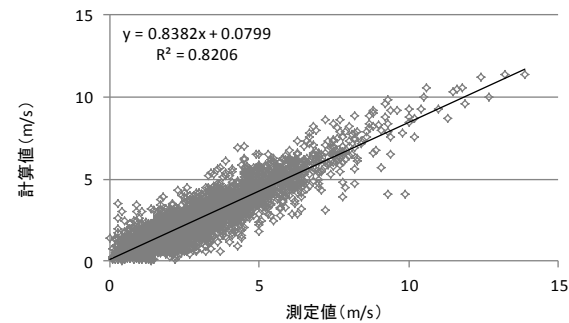
風速



気温



風速

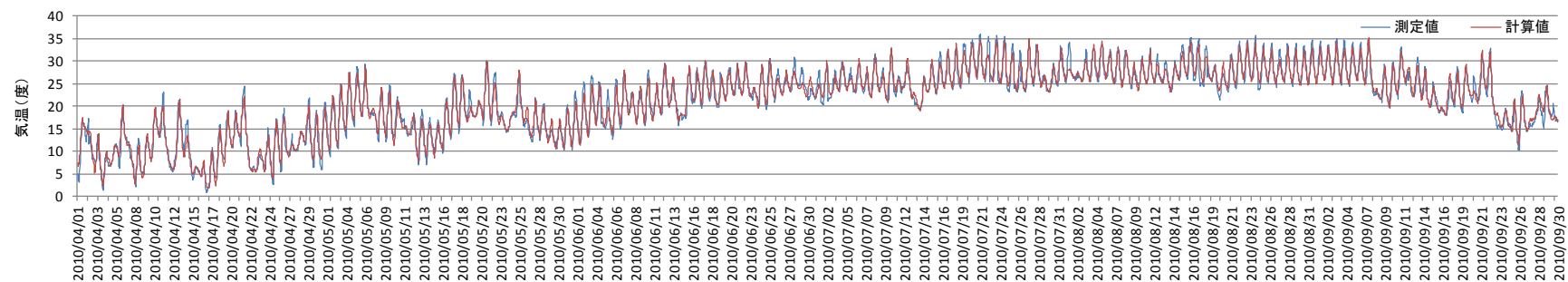


	気温		風速	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
2009年4月	0.02	1.21	0.31	0.87
2009年5月	0.22	1.01	0.34	0.87
2009年6月	0.13	0.97	0.30	0.69
2009年7月	0.23	1.07	0.44	0.91
2009年8月	0.12	1.01	0.52	0.85
2009年9月	0.10	0.89	0.42	0.75

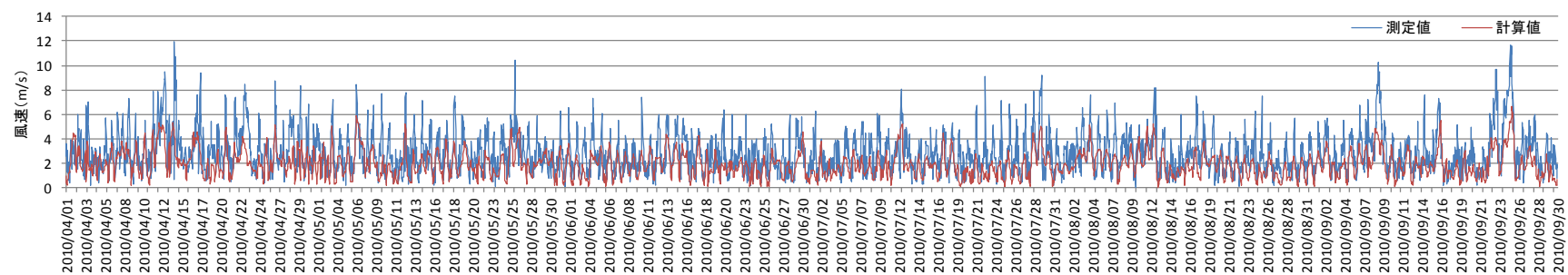
図 1-19 WRF 関東領域の計算結果(2009 年暖候期 宇都宮)

宇都宮 2010年

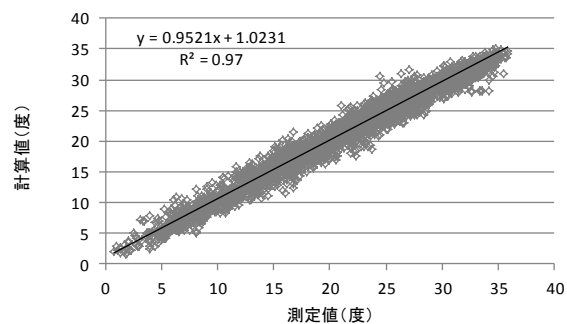
気温



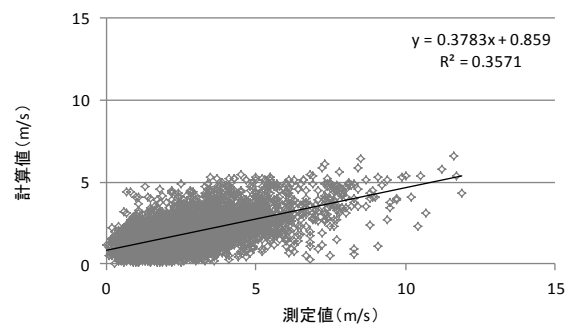
風速



気温



風速

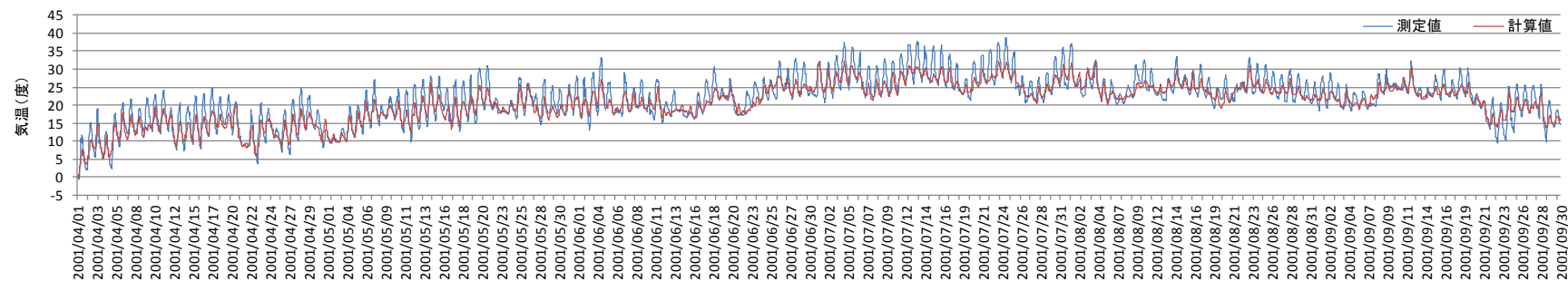


	気温		風速	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
2010年4月	0.06	1.32	-1.00	1.89
2010年5月	-0.04	1.30	-0.84	1.54
2010年6月	-0.08	1.29	-0.71	1.37
2010年7月	-0.04	1.20	0.62	1.53
2010年8月	0.12	1.25	0.76	1.38
2010年9月	-0.13	1.19	1.05	1.73

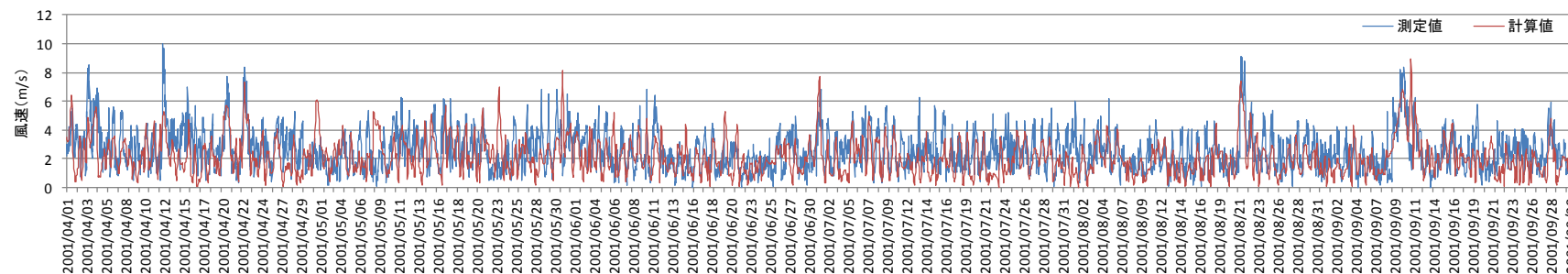
図 1-20 WRF 関東領域の計算結果(2010 年暖候期 宇都宮)

前橋 2001年

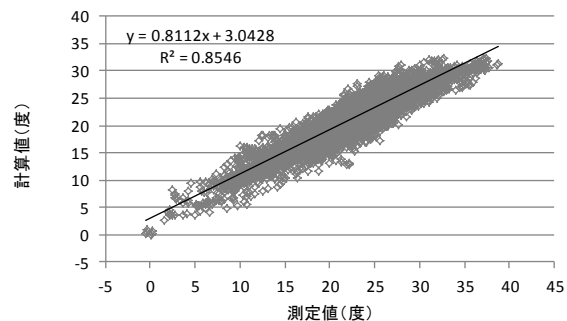
気温



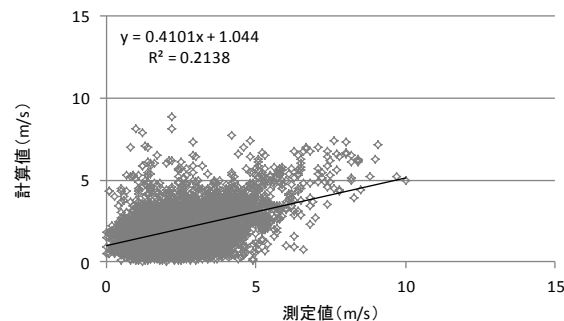
風速



気温



風速

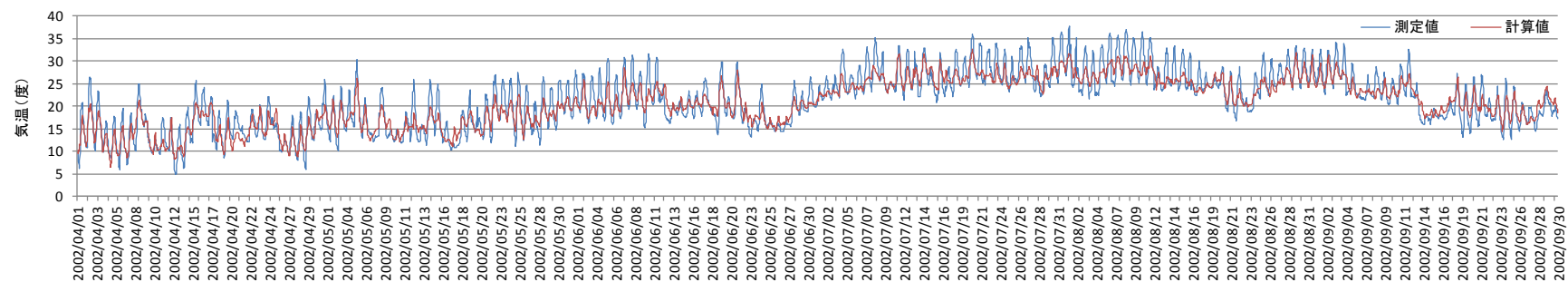


	気温		風速	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
2001年4月	-1.49	2.88	-0.88	1.64
2001年5月	-1.12	2.57	-0.17	1.65
2001年6月	-1.00	2.60	-0.24	1.26
2001年7月	1.32	3.02	0.38	1.35
2001年8月	0.69	2.21	0.52	1.28
2001年9月	0.54	2.20	0.37	1.35

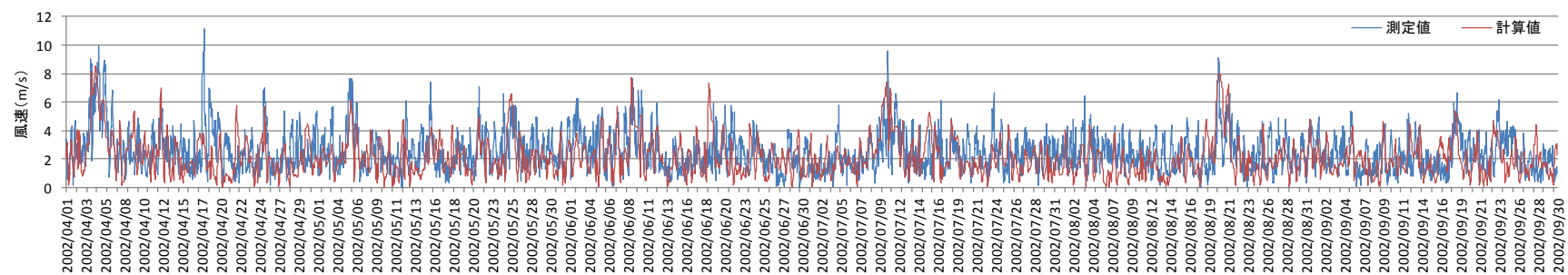
図 1-21 WRF 関東領域の計算結果(2001 年暖候期 前橋)

前橋 2002年

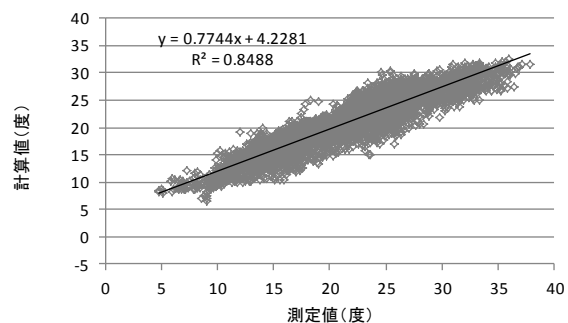
気温



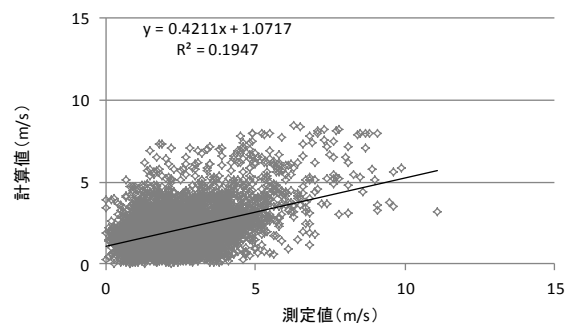
風速



気温



風速

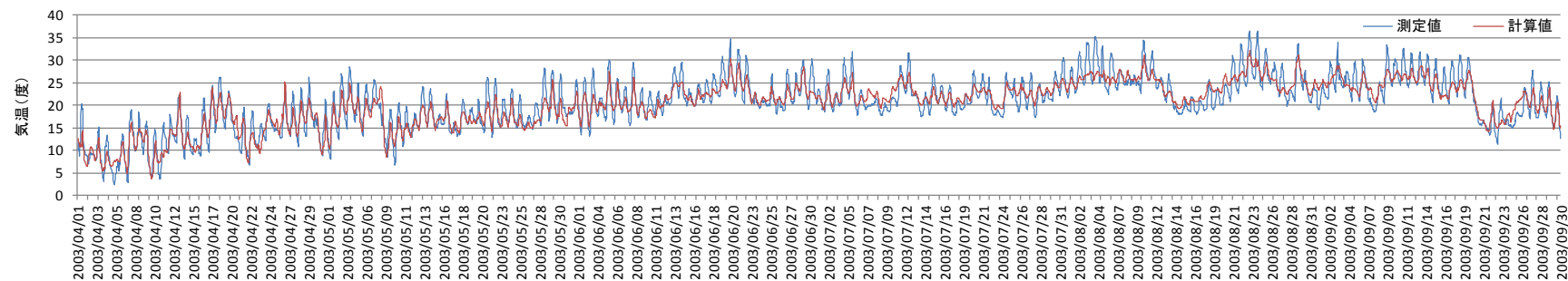


	気温		風速	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
2002年4月	-0.58	2.35	-0.51	1.79
2002年5月	-0.69	2.67	-0.53	1.45
2002年6月	-0.43	2.49	-0.34	1.50
2002年7月	0.58	2.60	0.12	1.31
2002年8月	1.03	2.85	0.49	1.48
2002年9月	-0.15	2.15	0.29	1.36

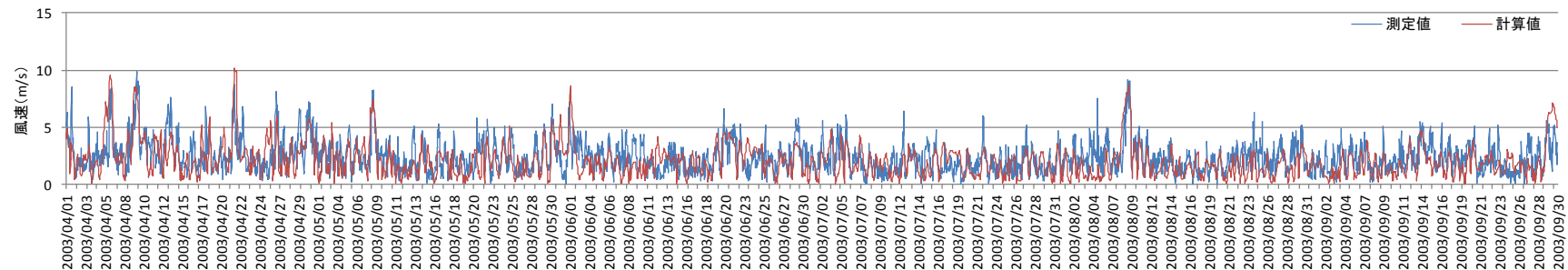
図 1-22 WRF 関東領域の計算結果(2002 年暖候期 前橋)

前橋 2003年

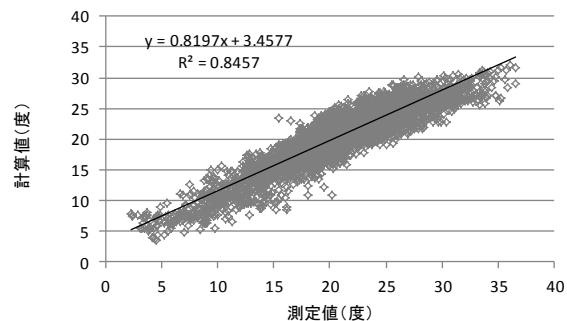
気温



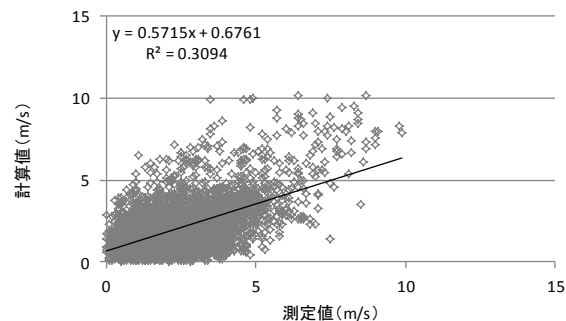
風速



気温



風速

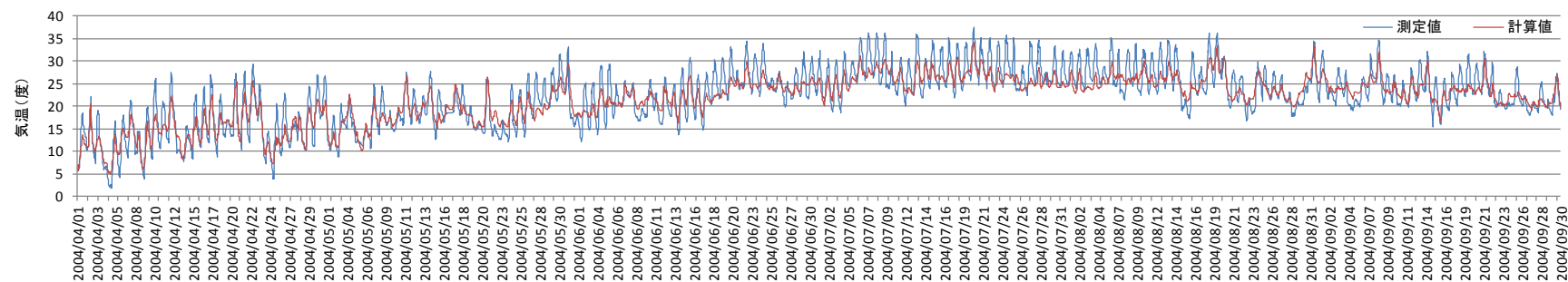


	気温		風速	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
2003年4月	-0.21	2.24	-0.17	1.74
2003年5月	-0.99	2.32	-0.41	1.30
2003年6月	-0.66	2.05	-0.25	1.40
2003年7月	0.36	1.85	-0.16	1.15
2003年8月	-0.02	2.54	-0.64	1.35
2003年9月	-0.09	2.36	-0.43	1.31

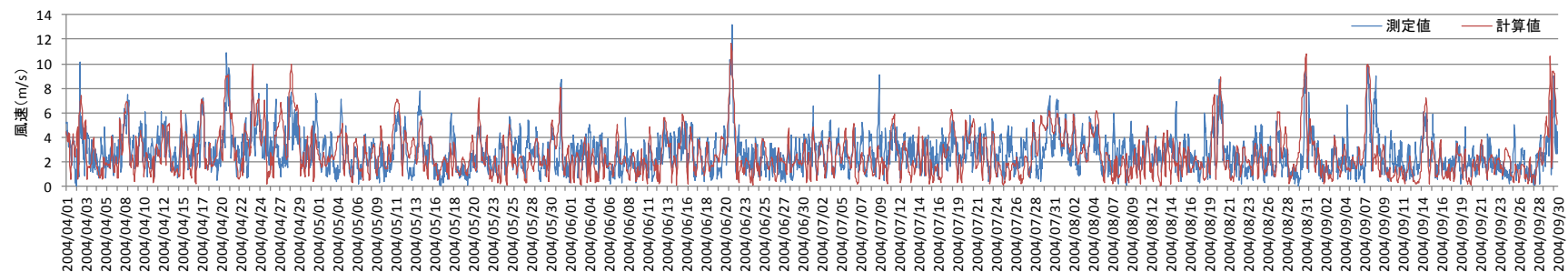
図 1-23 WRF 関東領域の計算結果(2003 年暖候期 前橋)

前橋 2004年

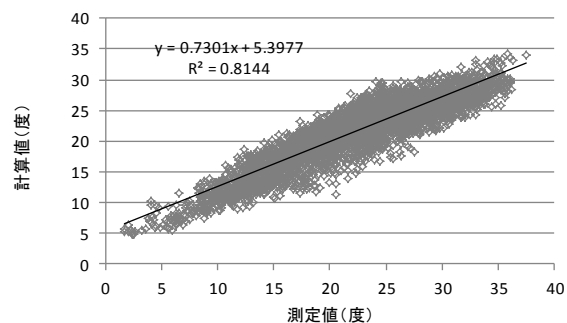
気温



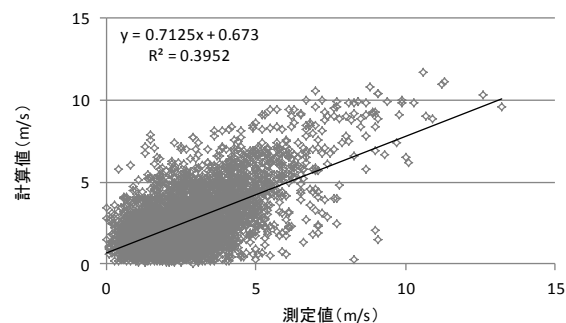
風速



気温



風速

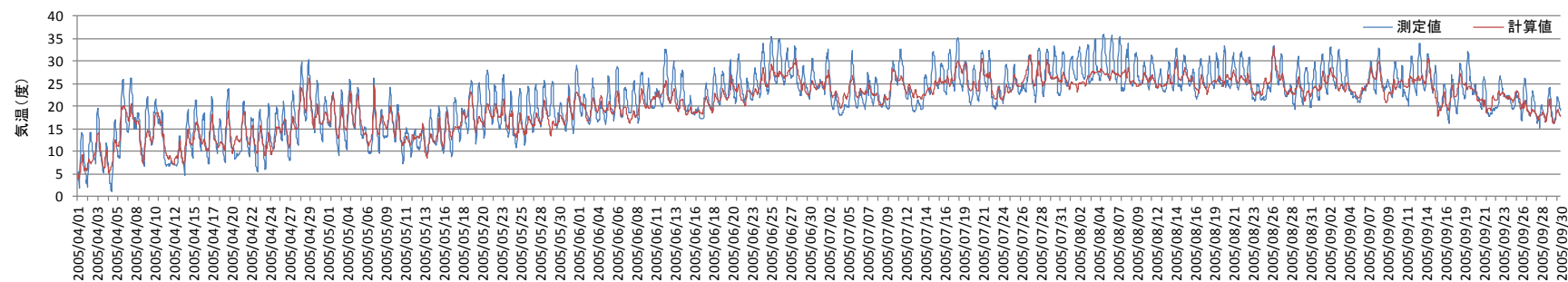


	気温		風速	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
2004年4月	-0.45	2.74	0.01	1.68
2004年5月	-0.14	2.53	0.01	1.31
2004年6月	-0.65	2.89	-0.21	1.26
2004年7月	-1.52	3.21	-0.29	1.45
2004年8月	-0.78	3.01	-0.02	1.41
2004年9月	-0.09	2.34	-0.14	1.46

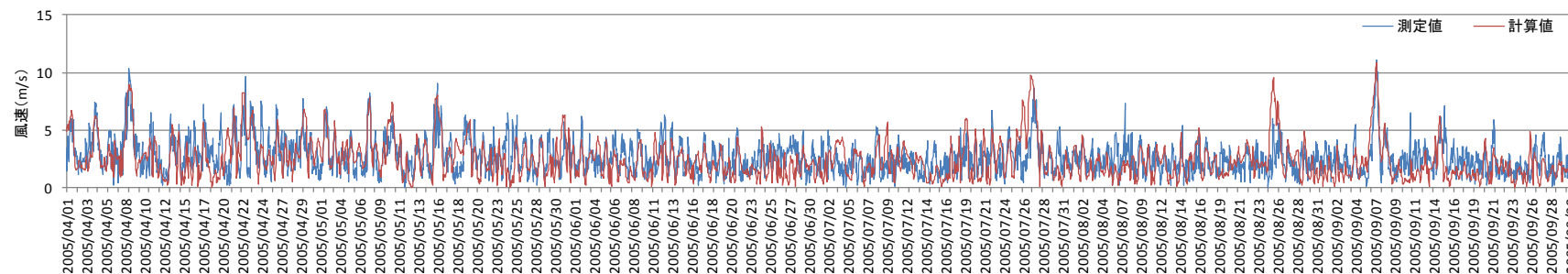
図 1-24 WRF 関東領域の計算結果(2004 年暖候期 前橋)

前橋 2005年

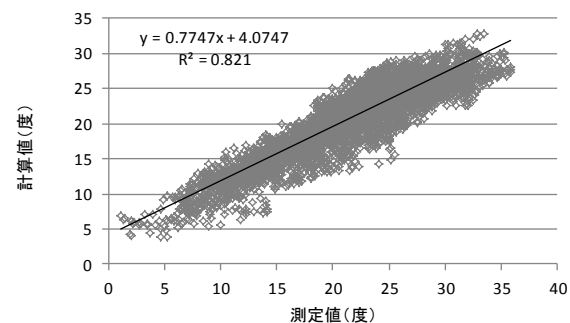
気温



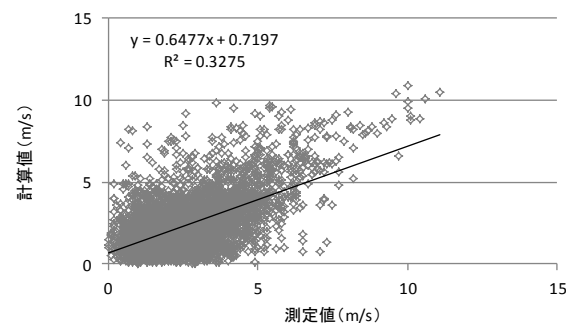
風速



気温



風速

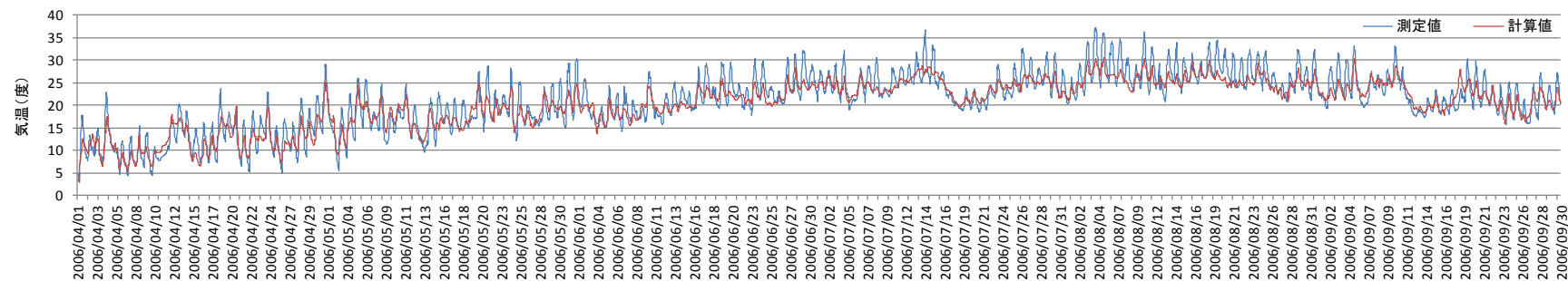


	気温		風速	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
2005年4月	-0.63	2.89	-0.29	1.56
2005年5月	-0.64	2.76	-0.02	1.41
2005年6月	-1.40	2.93	-0.49	1.23
2005年7月	-0.11	2.56	0.17	1.66
2005年8月	-1.26	3.11	-0.08	1.48
2005年9月	-0.67	2.53	-0.49	1.37

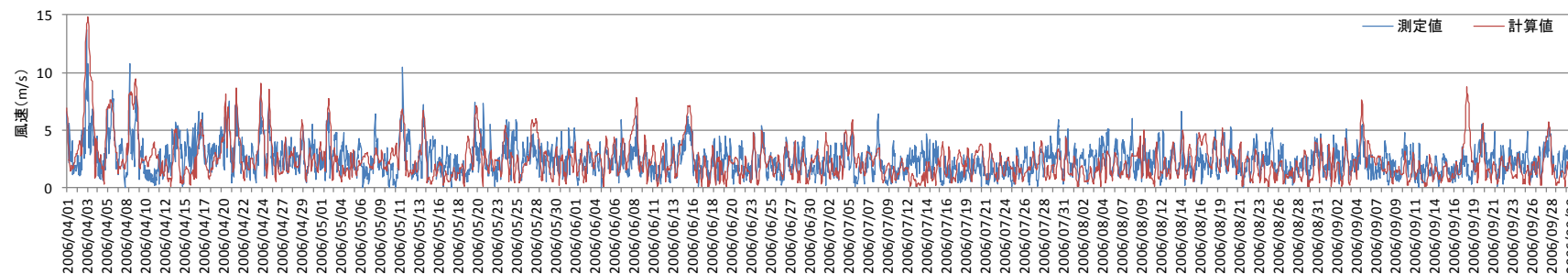
図 1-25 WRF 関東領域の計算結果(2005 年暖候期 前橋)

前橋 2006年

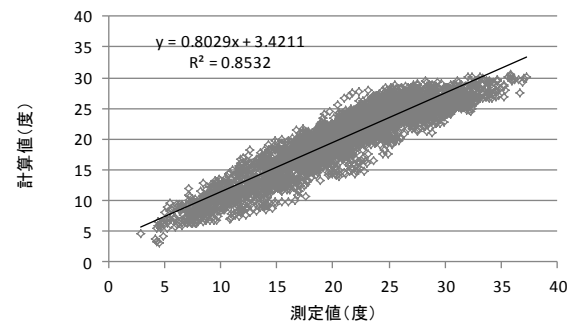
気温



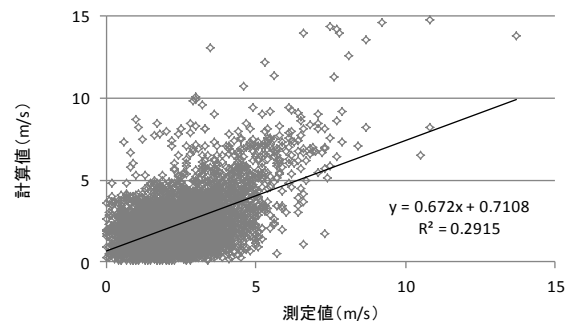
風速



気温



風速

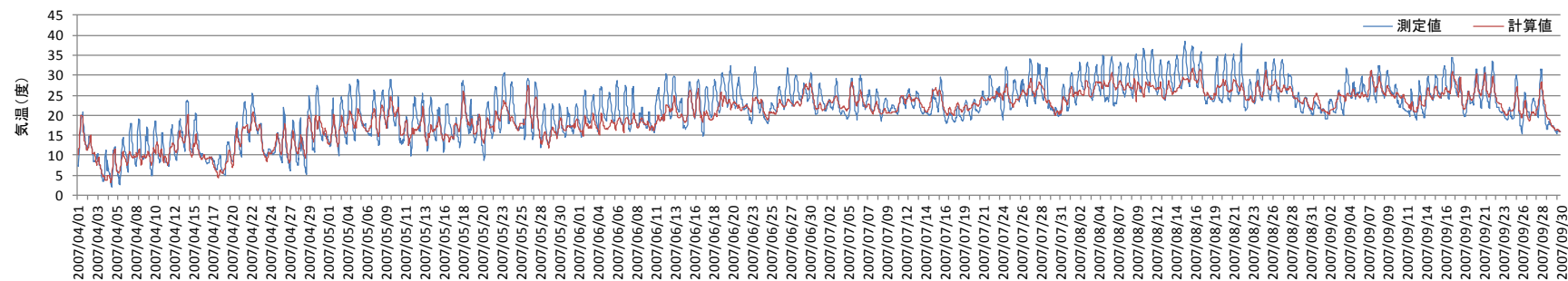


	気温		風速	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
2006年4月	-0.66	2.40	0.26	1.88
2006年5月	-0.29	2.51	-0.13	1.61
2006年6月	-1.08	2.45	0.07	1.19
2006年7月	-0.51	2.25	-0.03	1.33
2006年8月	-1.58	2.98	-0.36	1.29
2006年9月	-0.30	2.18	-0.23	1.43

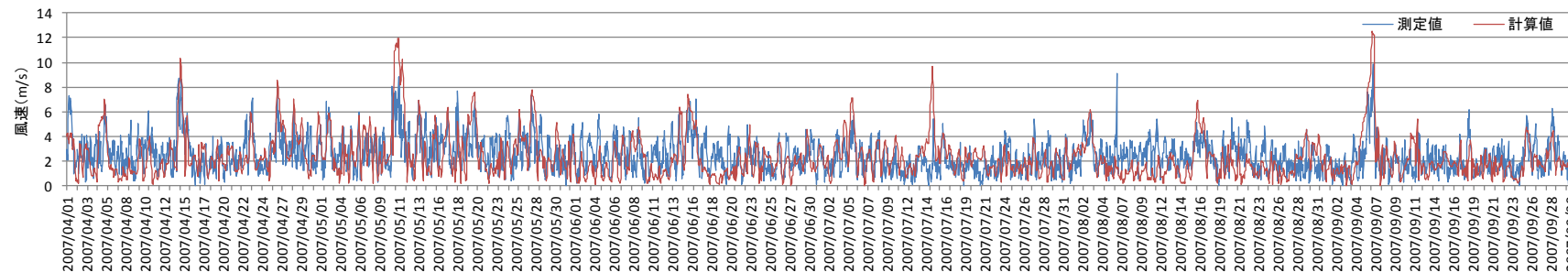
図 1-26 WRF 関東領域の計算結果（2006 年暖候期 前橋）

前橋 2007年

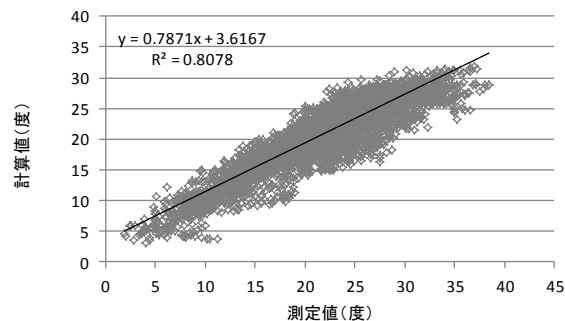
気温



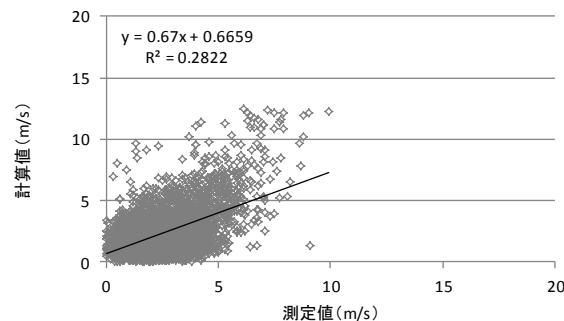
風速



気温



風速

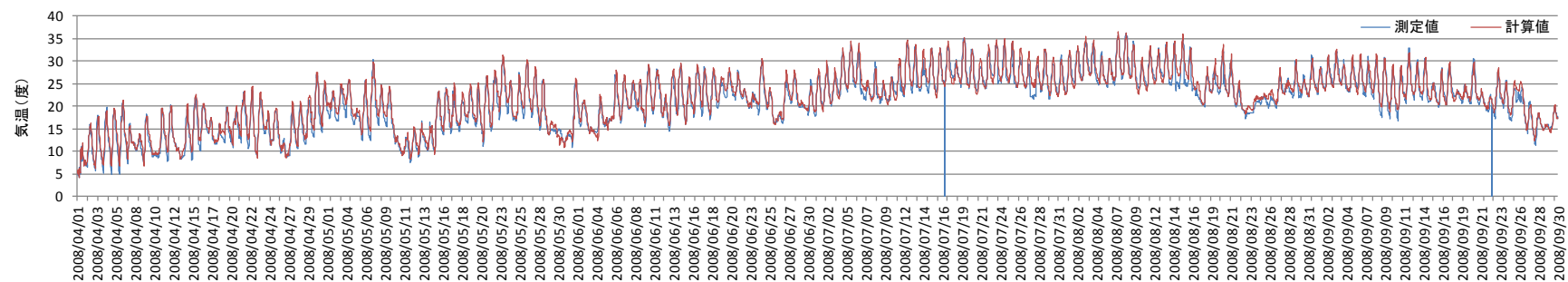


	気温		風速	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
2007年4月	-0.89	2.73	-0.26	1.57
2007年5月	-1.03	3.15	0.08	1.75
2007年6月	-2.15	3.70	-0.51	1.48
2007年7月	-0.20	2.20	0.37	1.37
2007年8月	-1.47	3.61	-0.54	1.53
2007年9月	-0.13	2.11	-0.01	1.36

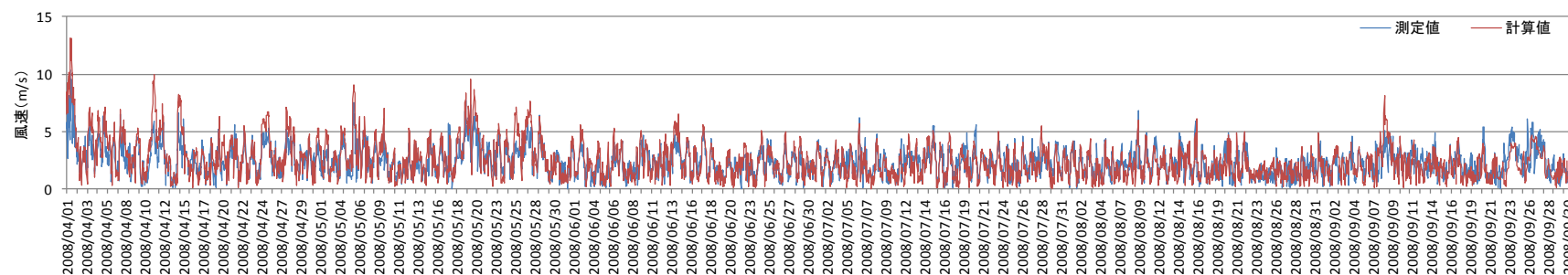
図 1-27 WRF 関東領域の計算結果(2007 年暖候期 前橋)

前橋 2008年

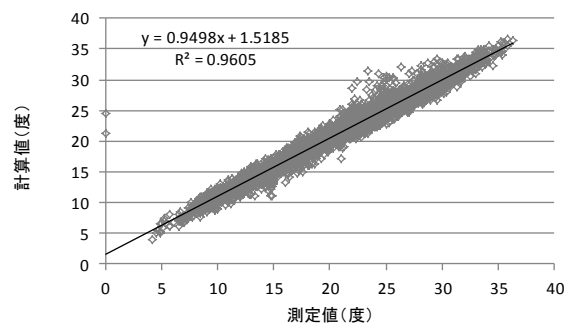
気温



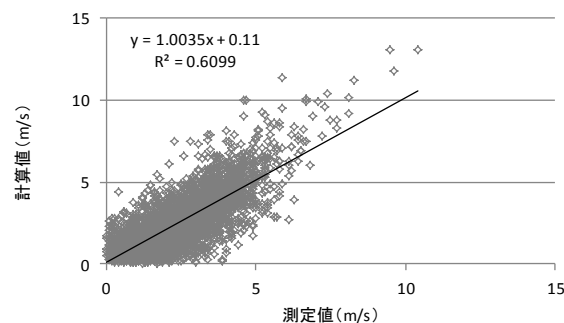
風速



気温



風速

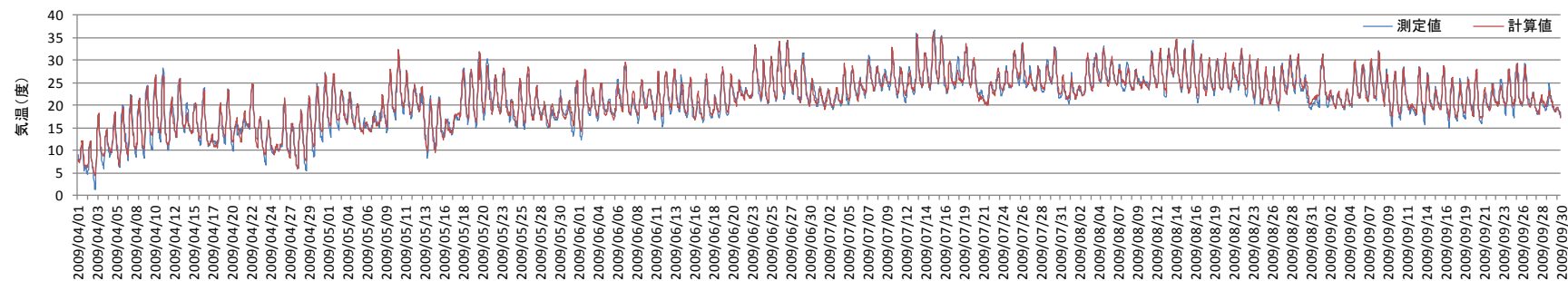


	気温		風速	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
2008年4月	0.64	1.16	0.60	1.31
2008年5月	0.72	1.22	0.36	1.02
2008年6月	0.50	1.04	0.19	0.74
2008年7月	0.29	1.58	-0.20	0.92
2008年8月	0.32	1.30	-0.10	0.88
2008年9月	0.22	1.32	-0.14	1.06

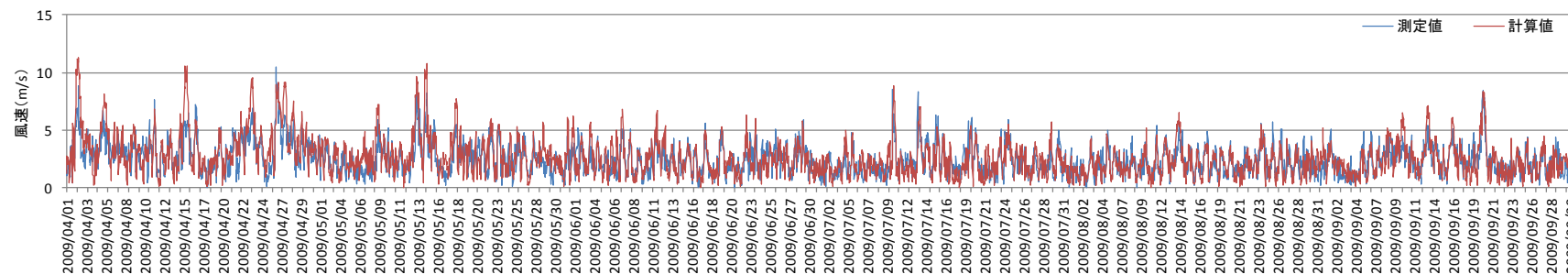
図 1-28 WRF 関東領域の計算結果(2008 年暖候期 前橋)

前橋 2009年

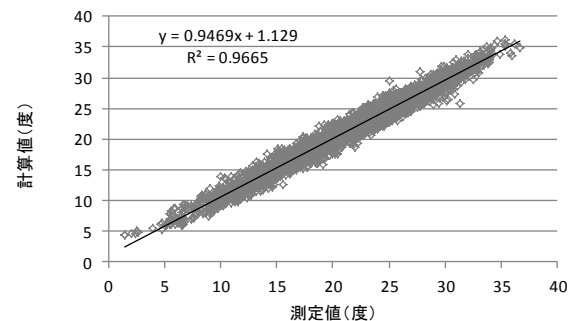
気温



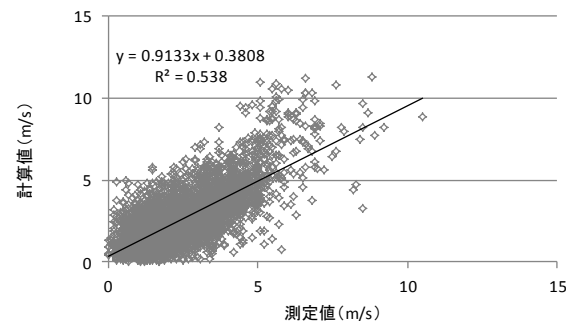
風速



気温



風速

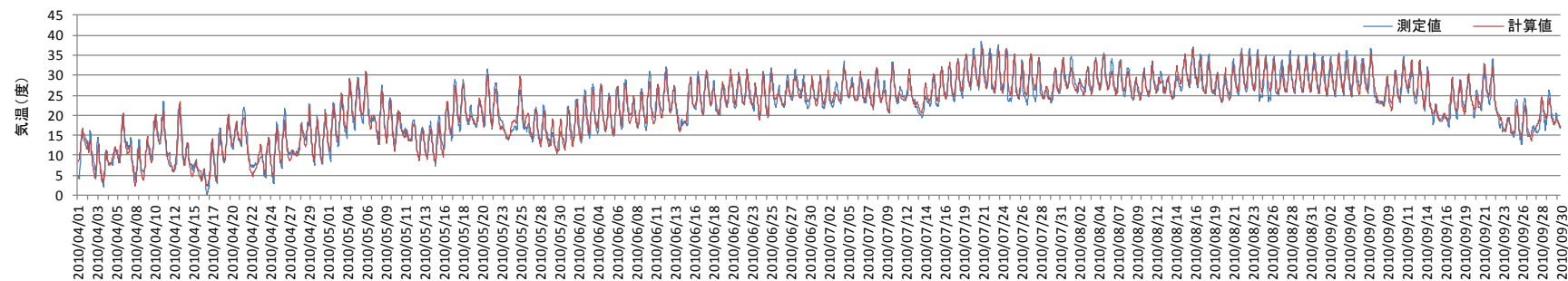


	気温		風速	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
2009年4月	0.07	1.17	0.50	1.51
2009年5月	-0.08	1.09	0.37	1.28
2009年6月	0.05	1.00	0.09	1.10
2009年7月	-0.05	1.01	0.04	1.02
2009年8月	-0.05	0.89	-0.06	0.85
2009年9月	-0.02	0.90	0.08	0.98

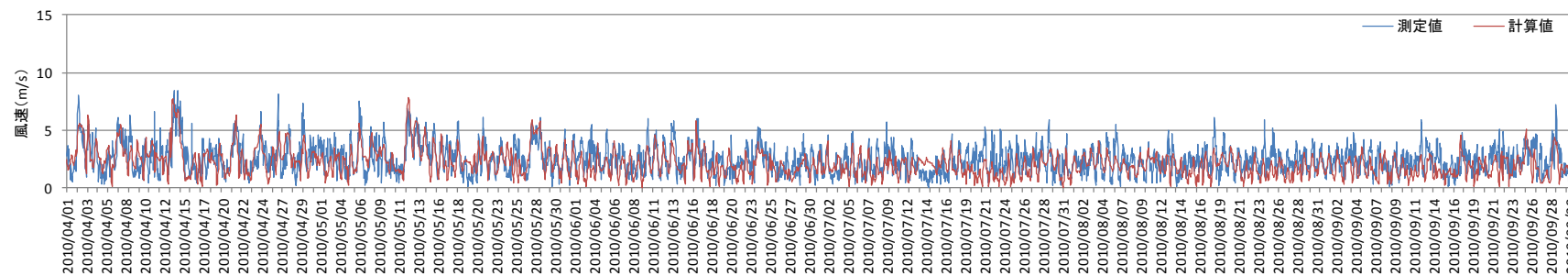
図 1-29 WRF 関東領域の計算結果(2009 年暖候期 前橋)

前橋 2010年

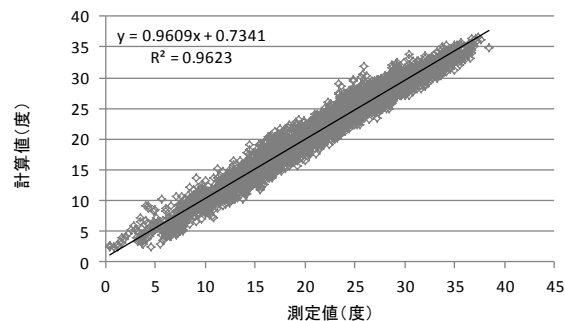
気温



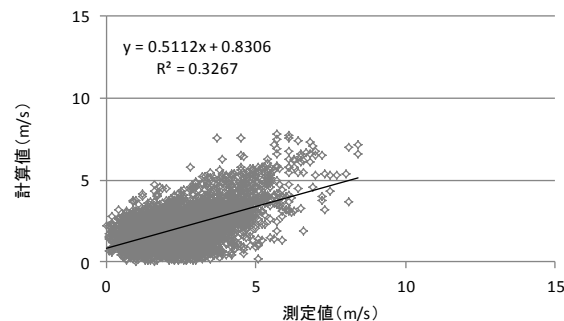
風速



気温



風速



	気温		風速	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
2010年4月	-0.34	1.49	-0.12	1.28
2010年5月	-0.13	1.57	-0.13	1.13
2010年6月	-0.32	1.36	-0.49	1.13
2010年7月	0.27	1.41	-0.41	1.18
2010年8月	-0.30	1.41	-0.46	1.07
2010年9月	0.00	1.41	-0.61	1.23

図 1-30 WRF 関東領域の計算結果(2010 年暖候期 前橋)

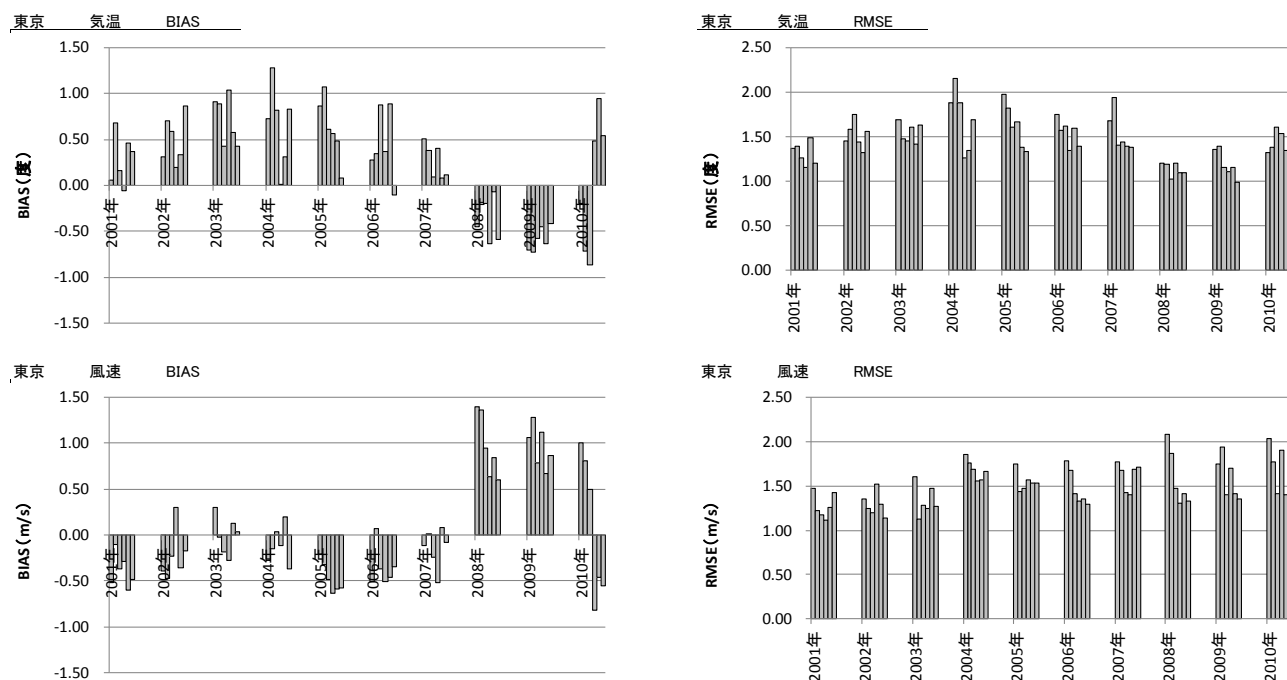


図 1-31 東京における気温と風速の月別統計値 (BIAS および RMSE)

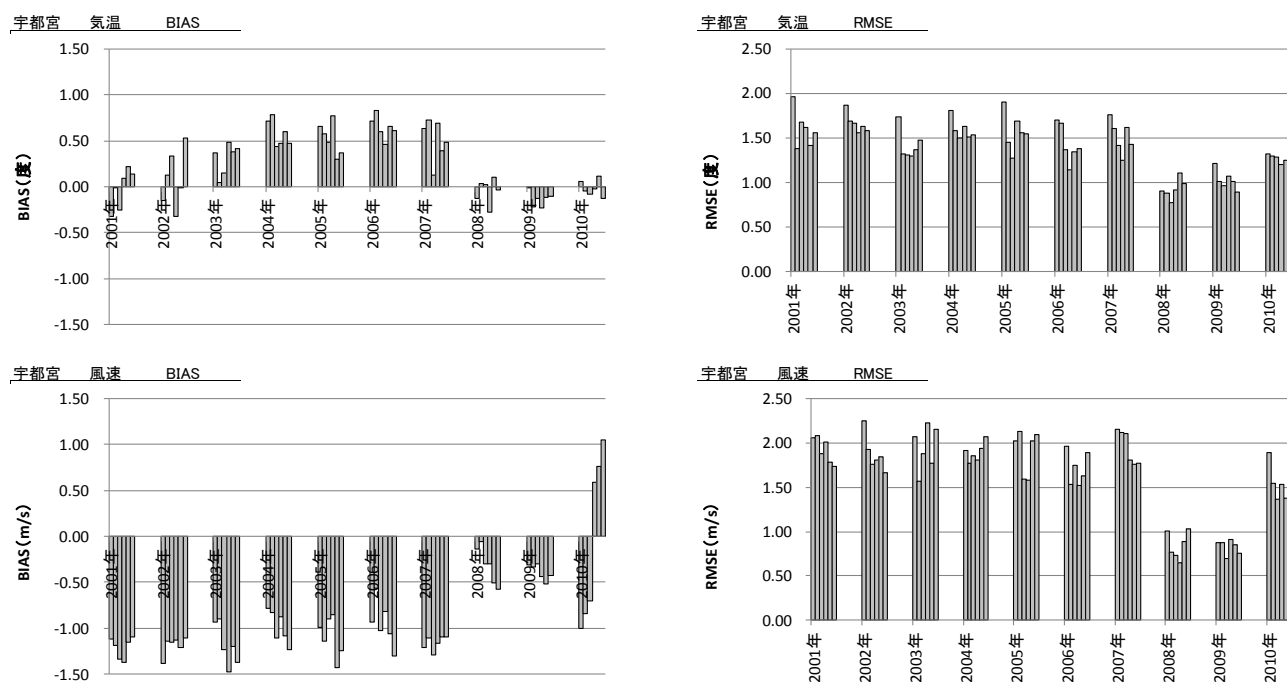


図 1-32 宇都宮における気温と風速の月別統計値 (BIAS および RMSE)

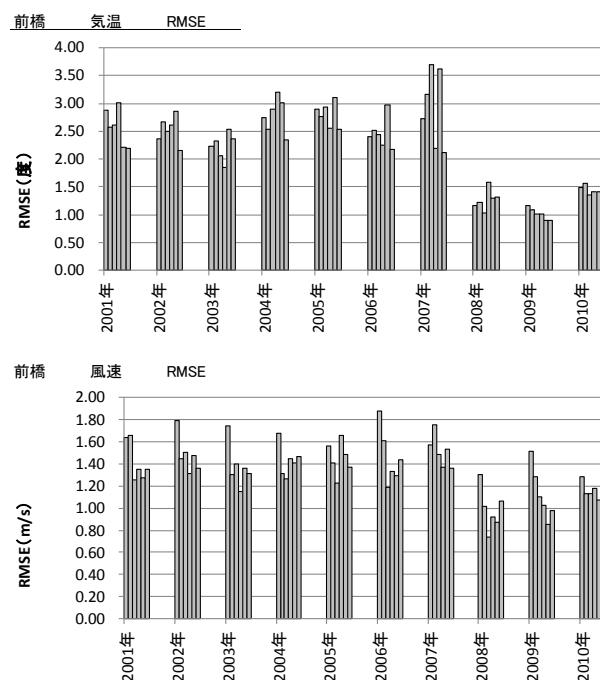
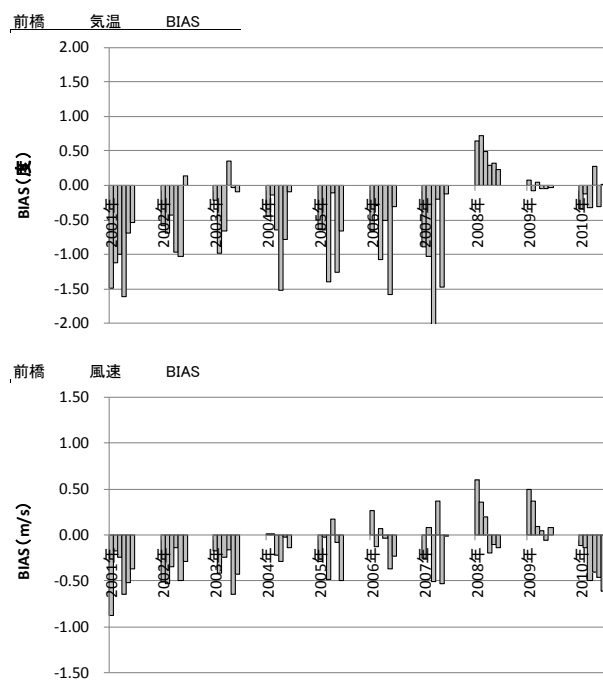


図 1-33 前橋における気温と風速の月別統計値 (BIAS および RMSE)