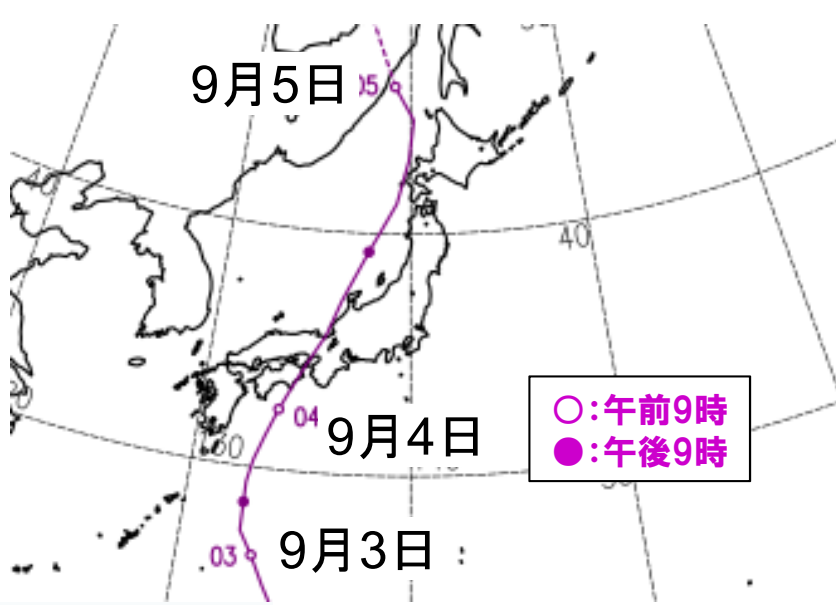


台風第21号被害の検証について



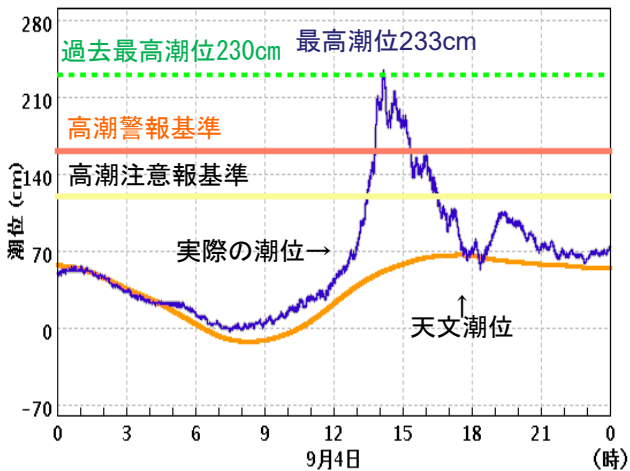
台風21号の概要(台風の進路や大きさ)

◆ 非常に強い台風第21号は、勢力を落とさず9月4日午後2時頃に神戸に再上陸。急激に潮位が上昇し大阪港、神戸港において、既往最高潮位（第2室戸台風）を超える潮位を観測。また、関西空港で最大瞬間風速50m/s以上を観測したほか、大阪市内においても、最大瞬間風速40m/s以上を観測。

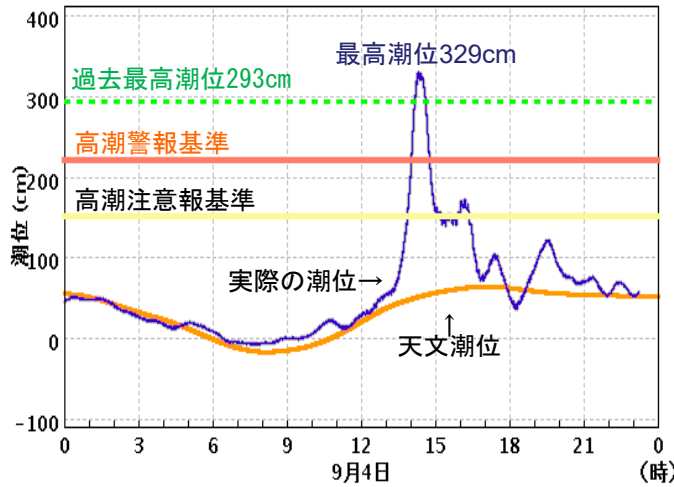


日最大瞬間風速 ※気象庁HPより

潮位（神戸港）



潮位（大阪港）



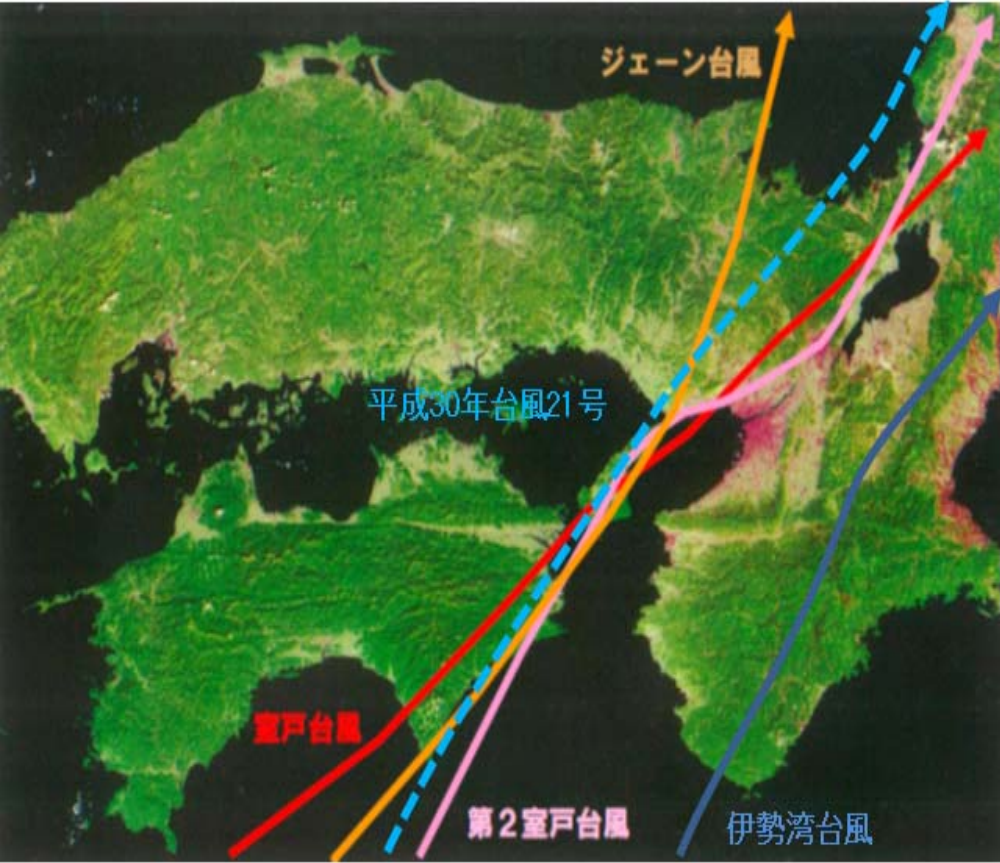
順位	都道府県	市町村	地点	観測値			昨日までの観測史上1位の値			昨日までの9月の1位の値			統計開始年	備考
				m/s	風向	時分	m/s	風向	年月日	m/s	風向	年月日		
1	大阪府	田尻町	関空島(カンクウジマ)	58.1	南南西	13:38	41.2	南	2018/08/23	30.9	南南東	2017/09/17	2009年	(観測史上1位の値を更新)
2	和歌山県	和歌山市	和歌山(ワカヤマ)*	57.4	南南西	13:19	56.7	南	1961/09/16	56.7	南	1961/09/16	1940年	(観測史上1位の値を更新)
3	高知県	室戸市	室戸岬(ムロトミサキ)*	55.3	西	11:53	84.5	西南西	1961/09/16	84.5	西南西	1961/09/16	1921年	
4	和歌山県	和歌山市	友ヶ島(トモガシマ)	51.8	南	13:14	52.3	南	2018/08/23	44.7	南南東	2017/09/17	2009年	(9月の1位の値を更新)
5	大阪府	熊取町	熊取(クマトリ)	51.2	南	13:40	32.5	南	2014/08/10	26.3	南南西	2017/09/17	2008年	(観測史上1位の値を更新)
6	徳島県	美波町	日和佐(ヒワサ)	50.3	東	11:05	41.0	東	2018/08/23	33.7	東	2011/09/02	2009年	(観測史上1位の値を更新)
7	大阪府	中央区	大阪(オオサカ)*	47.4	南南西	14:03	60.0	南	1934/09/21	60.0	南	1934/09/21	1934年	
8	愛知県	常滑市	セントレア(セントレア)	46.3	南南東	14:17	44.2	北北西	2009/10/08	34.5	東南東	2012/09/30	2009年	(観測史上1位の値を更新)
9	滋賀県	彦根市	彦根(ヒコネ)*	46.2	南東	14:13	42.5	南東	1950/09/03	42.5	南東	1950/09/03	1920年	(観測史上1位の値を更新)
10	和歌山県	白浜町	南紀白浜(ナンキシラハマ)	45.8	南南東	11:33	43.7	南東	2018/08/23	37.0	南南東	2016/09/20	2009年	(観測史上1位の値を更新)



日本に影響を与えた台風について

台風名又は 台風番号	上陸・ 最接近 年月日	人的			住家					耕地	船舶
		死者 (人)	行方 不明者 (人)	負傷 者 (人)	全壊・ 流失 (棟)	半壊 (棟)	一部 損壊 (棟)	床上浸 水 (棟)	床下 浸水 (棟)	流失・ 埋没・冠 水 (ha)	沈没・ 流失・ 破損 (隻)
室戸台風 (911hPa 低地における高潮による死者)	1934年 9月21日	2,702	334	14,994	92,740			401,157		不詳	27,594
枕崎台風	1945年 9月17日	2,473	1,283	2,452	89,839			273,888		128,403	不詳
カスリーン台風	1947年 9月15日	1,077	853	1,547	9,298			384,743		12,927	不詳
ジェーン台風 (低地における高潮による死者)	1950年 9月3日	398	141	26,062	19,131	101,792		93,116	308,960	不詳	不詳
洞爺丸台風	1954年 9月26日	1,361	400	1,601	8,396	21,771	177,375	17,569	85,964	82,963	5,581
狩野川台風	1958年 9月26日	888	381	1,138	2,118	2,175	12,450	132,227	389,488	89,236	260
伊勢湾台風 (低地における高潮による死者)	1959年 9月26日	4,697	401	38,921	40,838	113,052	680,075	157,858	205,753	210,859	7,576
第二室戸台風 (室戸岬で最大瞬間風速 84.5m/s以上、暴風・高潮)	1961年 9月15日	194	8	4,972	15,238			123,103	261,017	不詳	不詳
H2年台風第19号	1990年 9月19日	40		131	16,541			18,183		41,954	413
H3年台風第19号	1991年 9月27日	62		1,499	170,447			22,965		362	930
H23年台風第12号 大雨(累計1,000mm以上) による土砂災害	2011年 9月3日	82	16	113	379	3,159	470	5,500	16,594	—	—

◆ 過去に大阪湾沿岸で甚大な被害をもたらした4大台風と比較して最低気圧、平均最大風速とも同レベルの数値を記録。



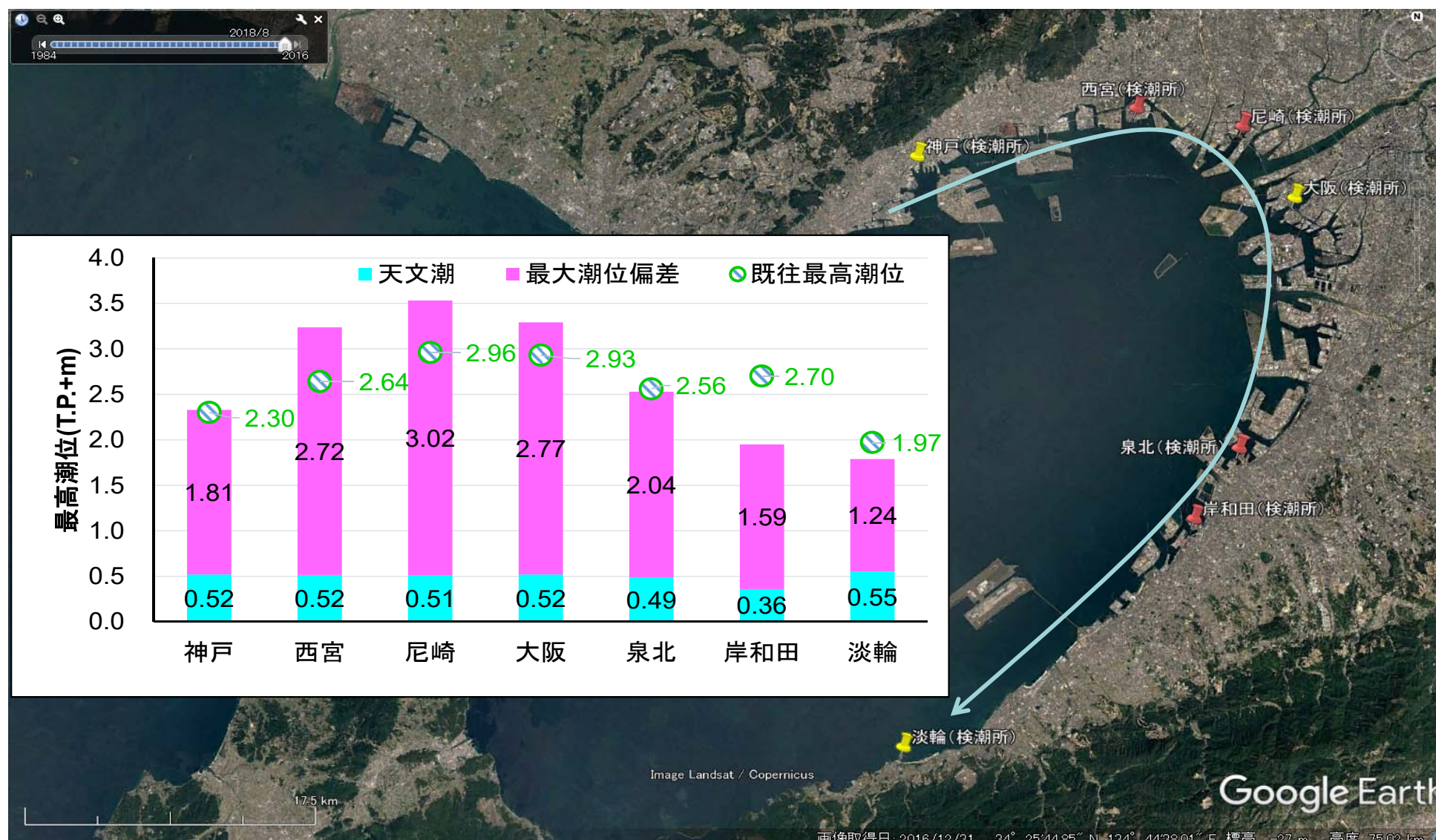
台風	年月日	最高潮位※ ¹ (cm)	最低気圧 (hPa)	平均最大風速※ ² (m/s)
台風21号	2018年 9月4日	T.P.+353 (14:15) (尼崎港)	955 (14:00 神戸市)	35.2 (南南西 14:08) (尼崎港)
第2室戸 台風	1961年 9月16日	T.P.+296 (尼崎港)	939.9 (尼崎港)	34.6 (尼崎港)
室戸台風	1934年 9月21日		954 (尼崎港)	48 (尼崎港)
ジェーン 台風	1950年 9月3日	T.P.+270 (尼崎港)	964.3 (尼崎港)	33.4 (尼崎港)
伊勢湾 台風	1959年 9月26日		960.3 (神戸市)	29.3 (神戸市)

※1: 平滑潮位
※2: 観測時刻の前10分間の平均値

数値下段の() 書きは観測地点

既設観測点データによる実測(大阪湾:潮位)

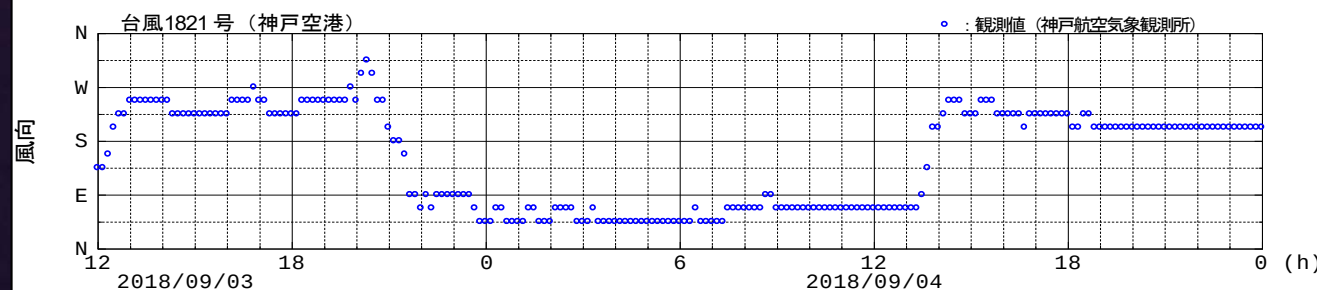
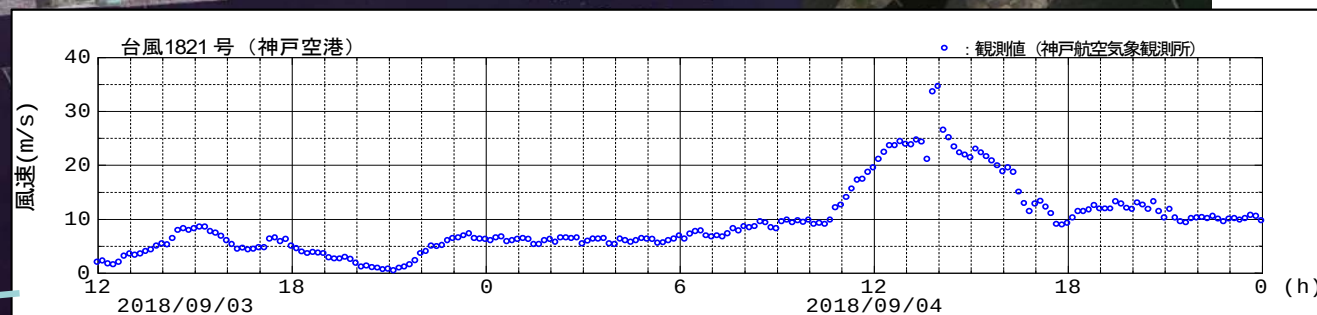
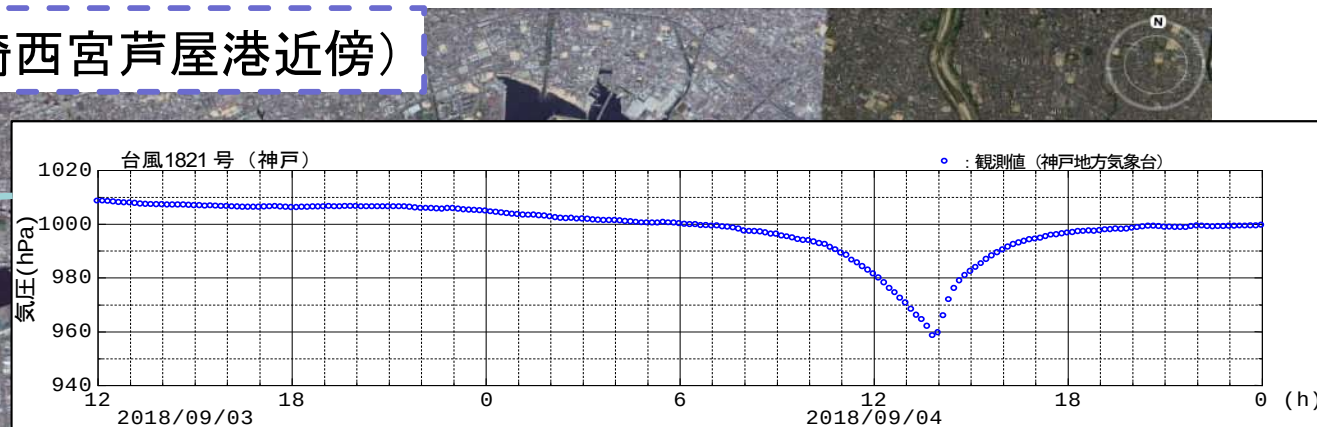
- ◆ 神戸、西宮、尼崎、大阪において、既往最高潮位（第二室戸台風）を更新した。
- ◆ 最高潮位は尼崎が最も高く、湾奥にいくにつれて高くなる傾向。



既設観測点データによる実測(神戸:風速・風向)

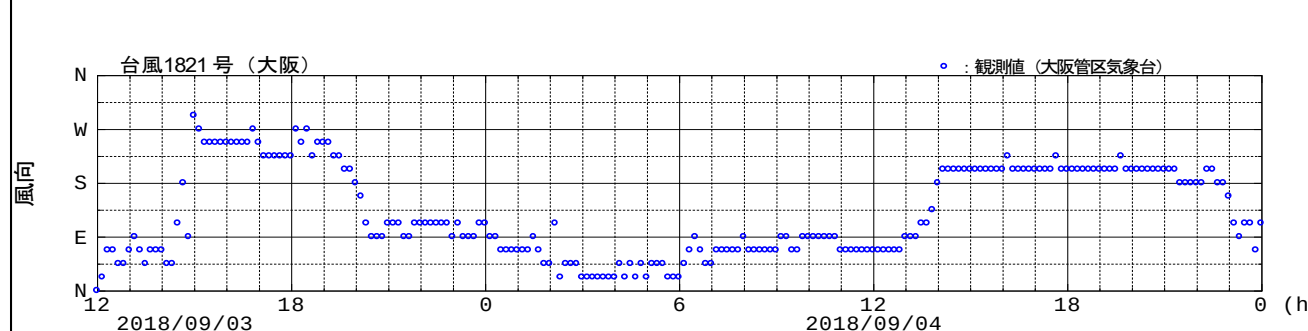
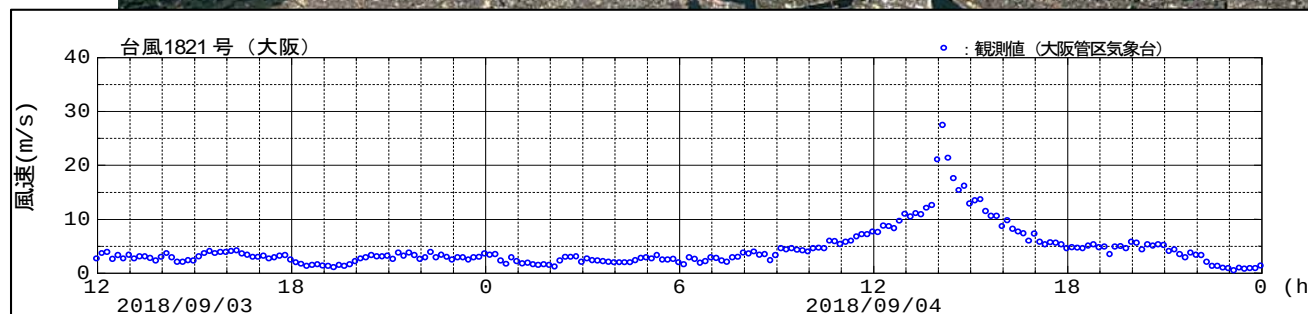
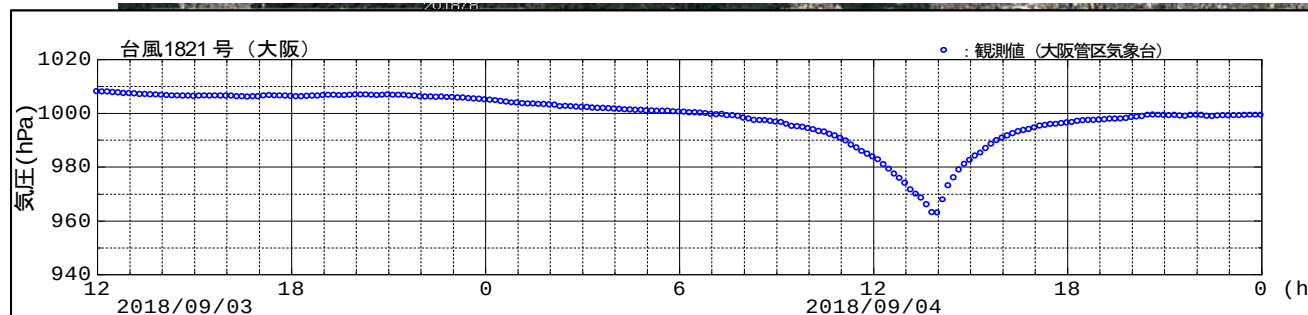
- ◆ 神戸空港：最低気圧は958.2hPa、風の最大風速は34.6m/s（風向：南南西）最大瞬間風速は45.3m/s（風向：南南西）
- ◆ 9/4の14時頃に最も接近し、風向は東系から南系に変化した。

風速・気圧の観測値(神戸港・尼崎西宮芦屋港近傍)

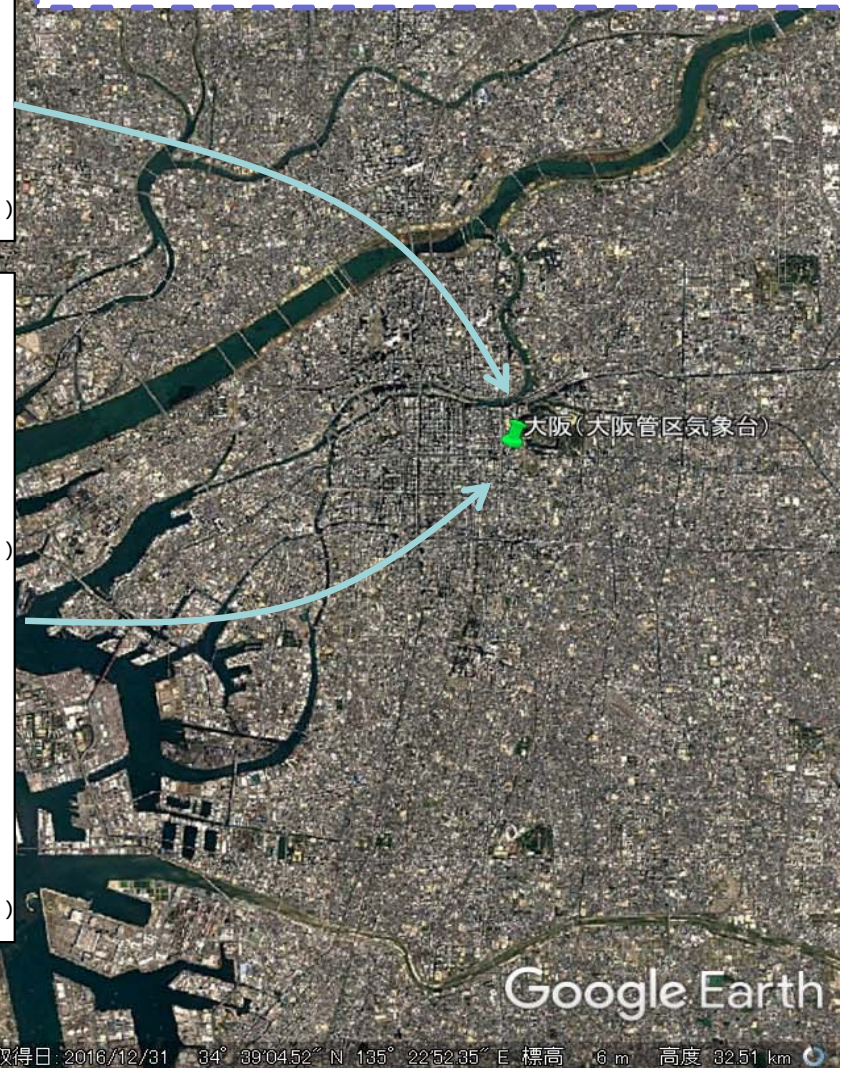


既設観測点データによる実測(大阪:風速・風向)

- ◆ 大阪：最低気圧は962.4hPa、風の最大風速は27.3m/s（風向：南南西）、最大瞬間風速は47.4m/s（風向：南南西）
- ◆ 9/4の14時頃に最も最接近し、風向は東系から南系に変化した。



風速・気圧の観測値(大阪港近傍)

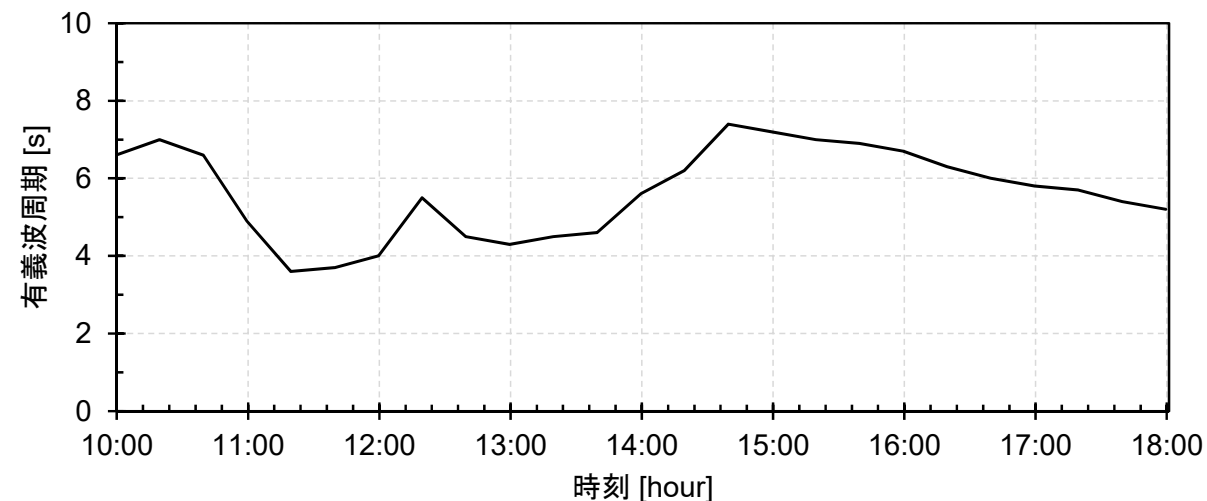
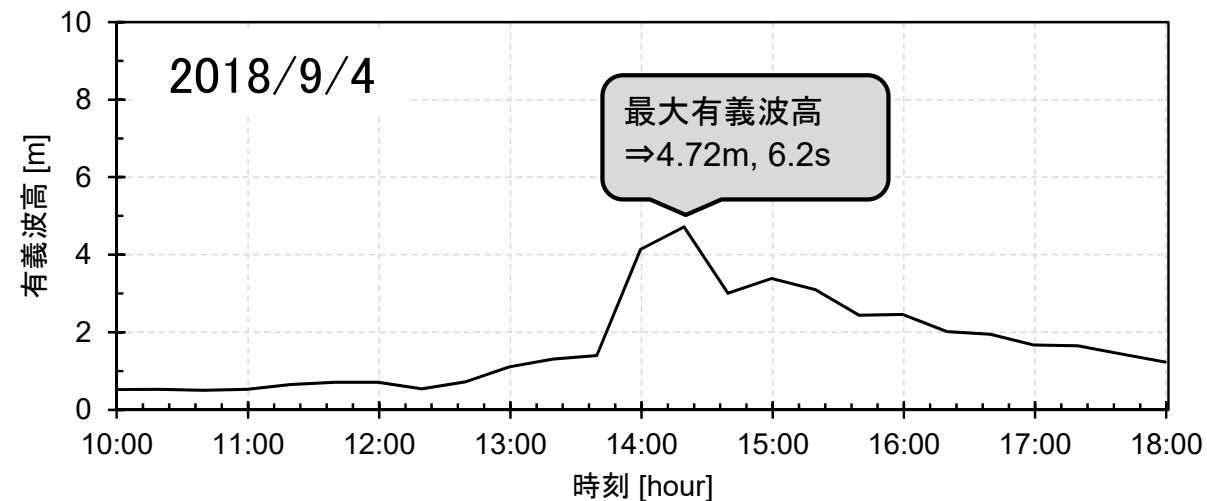


既設観測点データによる実測(波浪)

- ◆ 神戸波浪観測所において、2018/9/4の14:20に最大有義波高（4.72m）、周期（6.2s）を記録。
 - ◆ 既往最大有義波高は、2014年の台風11号時の最大有義波高（4.43m）、周期（6.3s）であった。
 - ◆ 2018年台風21号によって、既往最大の有義波高が更新された。
- ※2018年台風21号と2014年台風11号の最大有義波高は、どちらも水圧補正データである。



神戸波浪観測所



◆ 台風21号は、大阪湾において広範囲に被害をもたらした。

平成30年台風21号
被害情報位置図



堤外地の被災(コンテナターミナル)

- ◆ コンテナターミナルは、ターミナル、電源設備、冷蔵コンテナ設備の浸水、空コンテナの倒壊、荷役設備の損傷等の被害があった。

①コンテナ散乱状況



②コンテナ火災状況



③ガントリークレーン被災状況



④コンテナ倒壊状況



⑤トランスファークレーン倒壊状況



堤外地の被災(フェリー・公共ターミナル)

- ◆ フェリー・公共ターミナルでは、ボーディングブリッジの倒壊、船舶の乗上げ、クレーンの倒壊等の被害があった。

⑥ボーディングブリッジ倒壊状況（全景）



⑦ボーディングブリッジ倒壊状況（近景）



⑧船舶の乗上げ(防波堤損壊)



⑨クレーン倒壊（防潮堤損壊）



⑩神戸港 浸水



◆ 民間ターミナルでは、車両の火災、船舶の乗上げ等の被害があった。

⑪車両火災



⑫船舶の乗上げ
(消波ブロック損壊)



⑬ふ頭施設被害 (資材置き場)



⑭プレジャーボートの護岸への打上げ
(約20隻)



⑮尻無川、大正内港作業船はしけ漂流・着



◆ 堤内地においても、浸水被害が発生した。

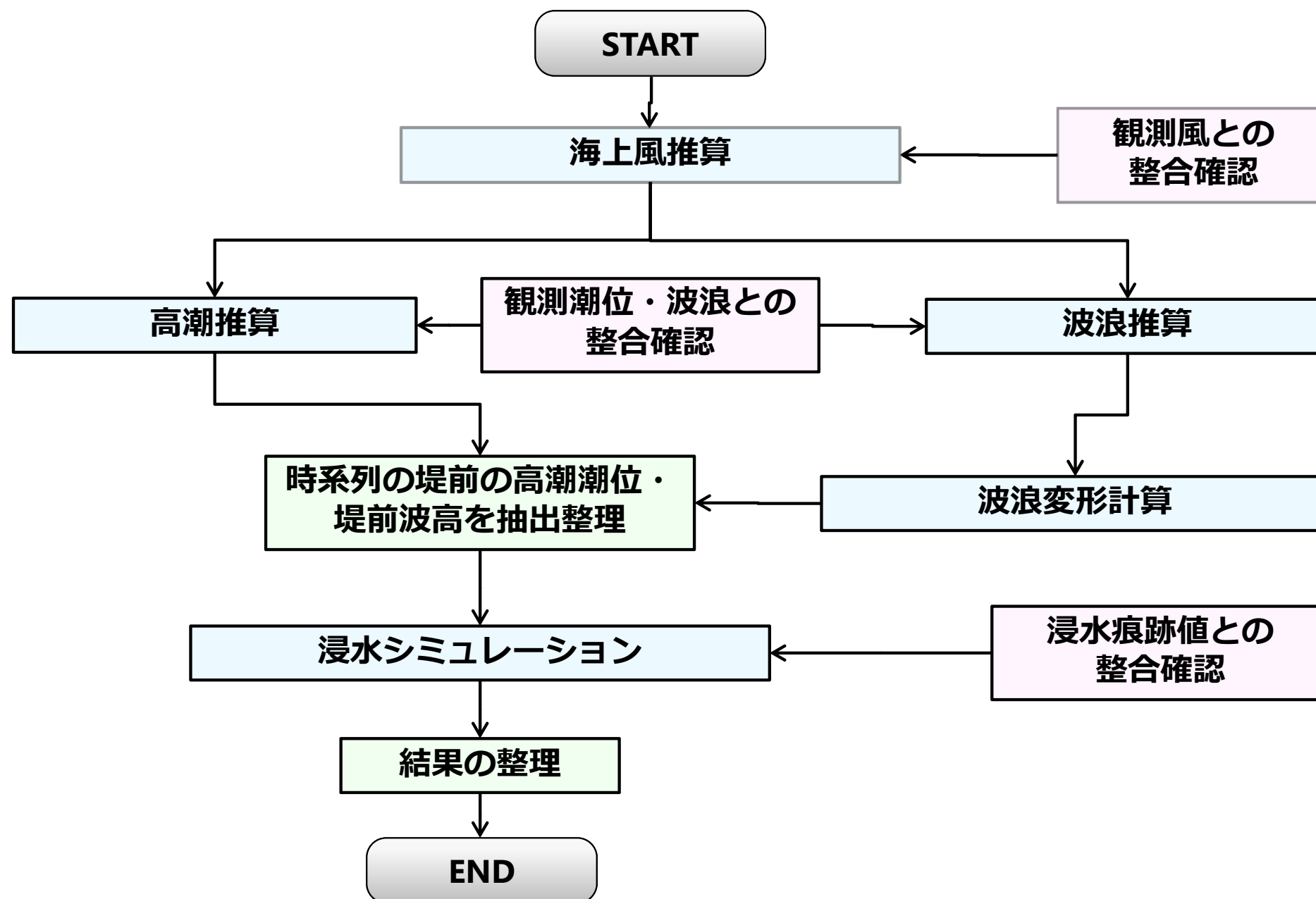


浸水痕跡

- ◆ 土木学会海岸工学委員会、海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所（港空研）、国土技術政策総合研究所（国総研）では被害の状況及び沿岸部に残る浸水痕跡調査を実施。

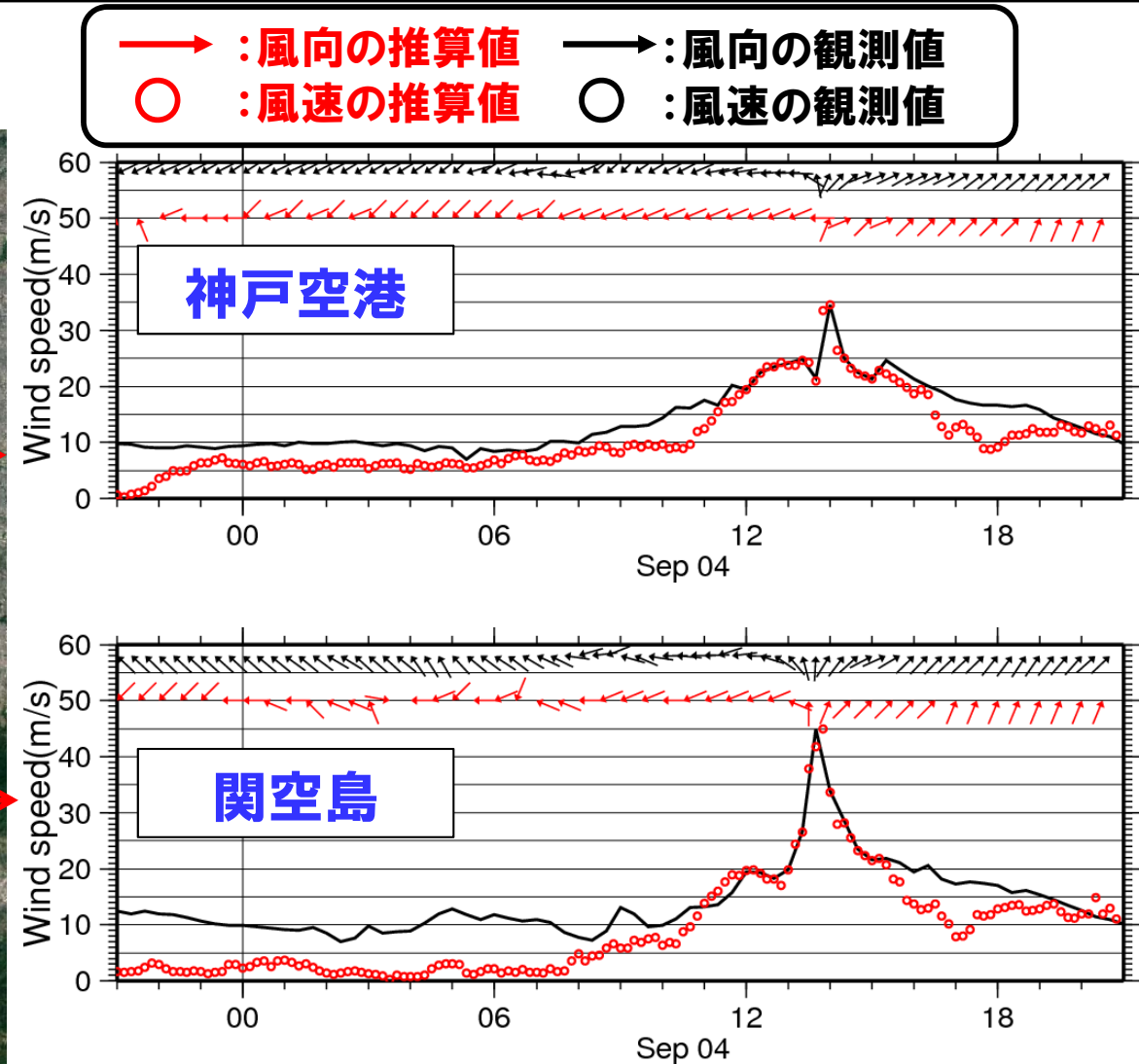


◆ 以下のように、シミュレーションを実施した。



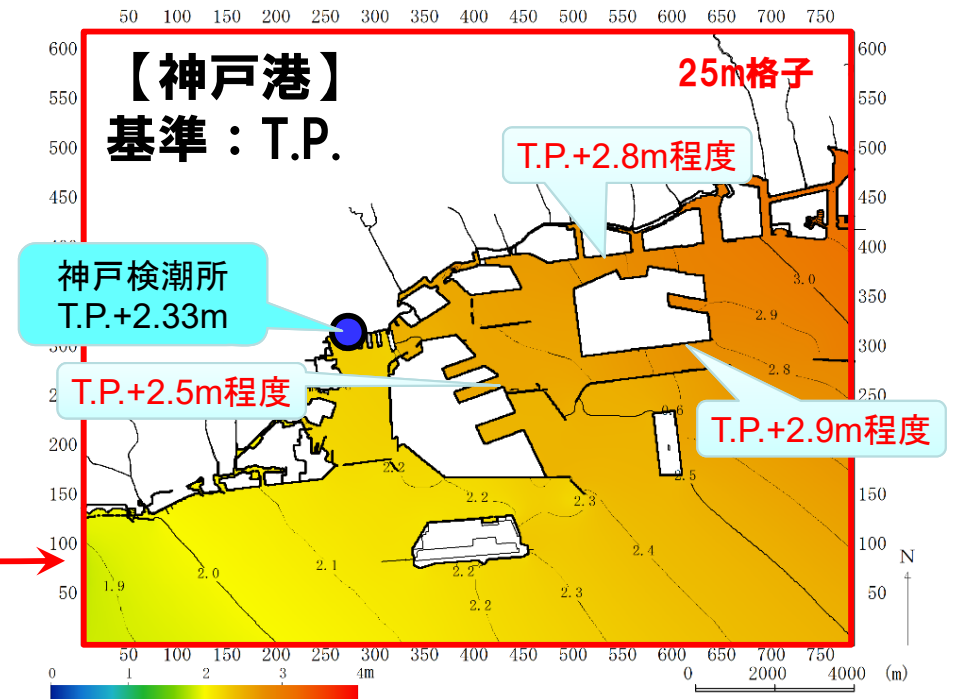
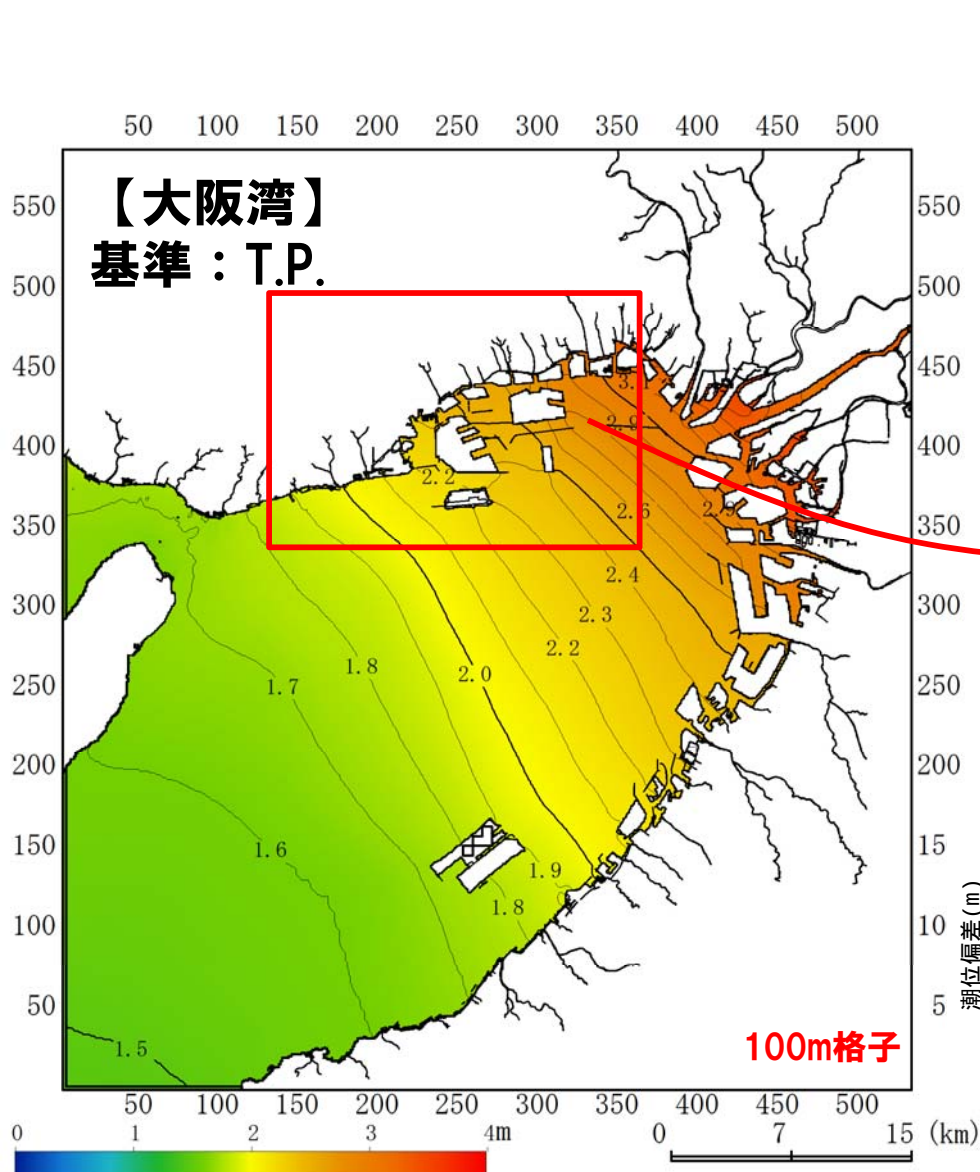
海上風推算(計算結果)

- ◆ 海上風に近い地点として、神戸空港、関空島の観測値と比較した。
- ◆ 各地点の風速・風向の観測値を概ね再現した。

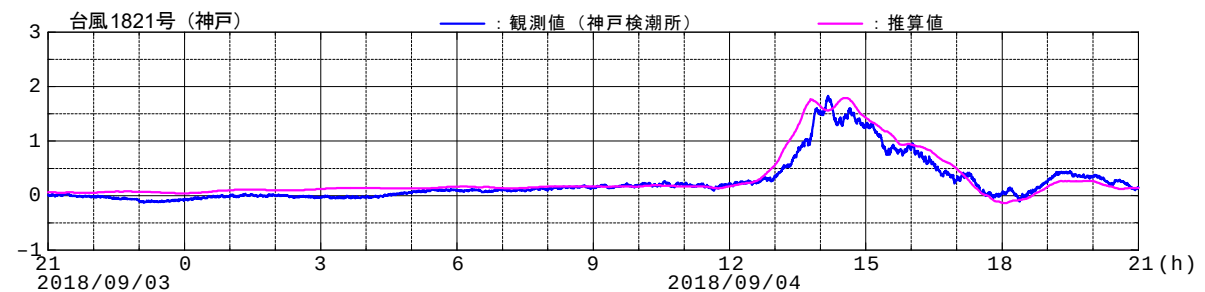


高潮推算(神戸港の結果)

- ◆ 神戸港では、高潮による潮位が西から東に向かって高くなっている。
- ◆ 神戸の検潮所の観測潮位はT.P.+2.33m、推算潮位はT.P.+2.29mであった。

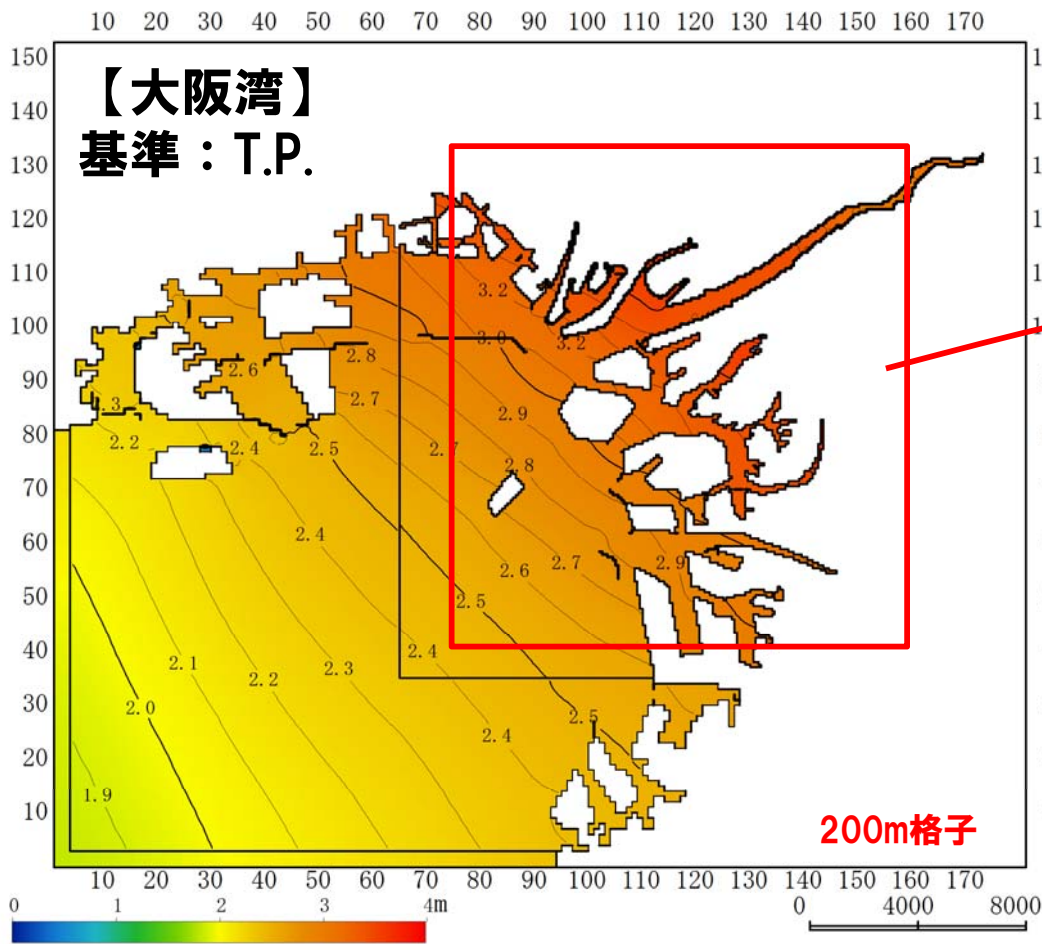


【神戸検潮所】潮位偏差の時系列比較

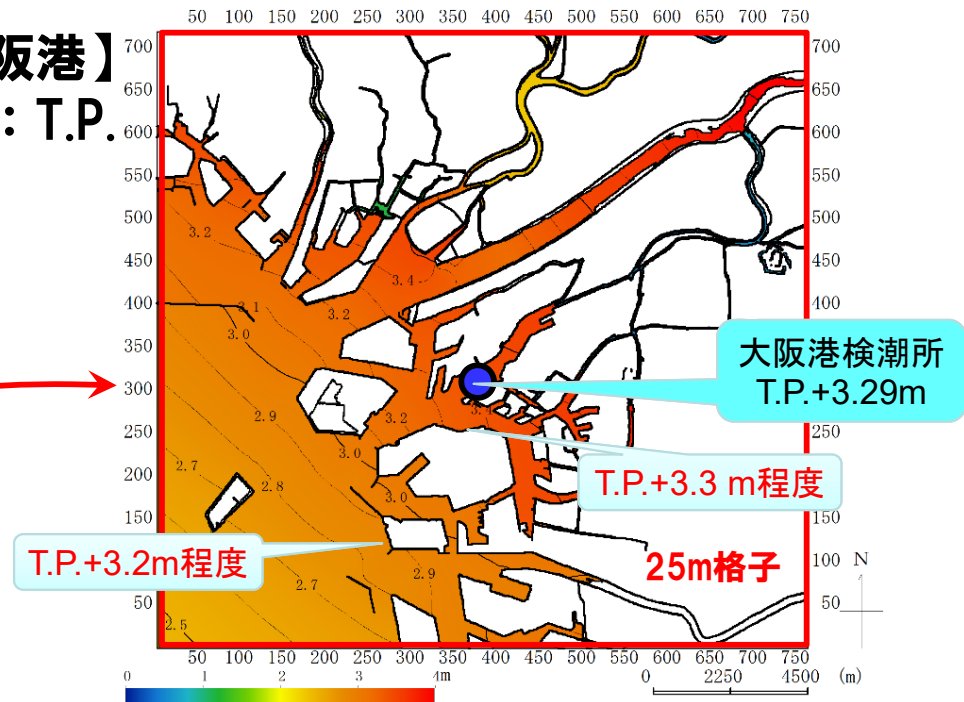


高潮推算(大阪港の結果)

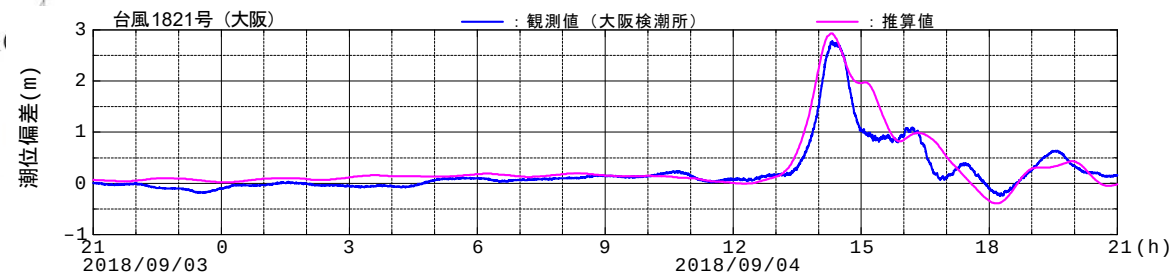
- ◆ 大阪港では、高潮による潮位が西から東に向かって高くなっている。
- ◆ 大阪の検潮所の観測潮位はT.P.+3.29m、推算潮位はT.P.+3.43mであった。



【大阪港】
基準：T.P.

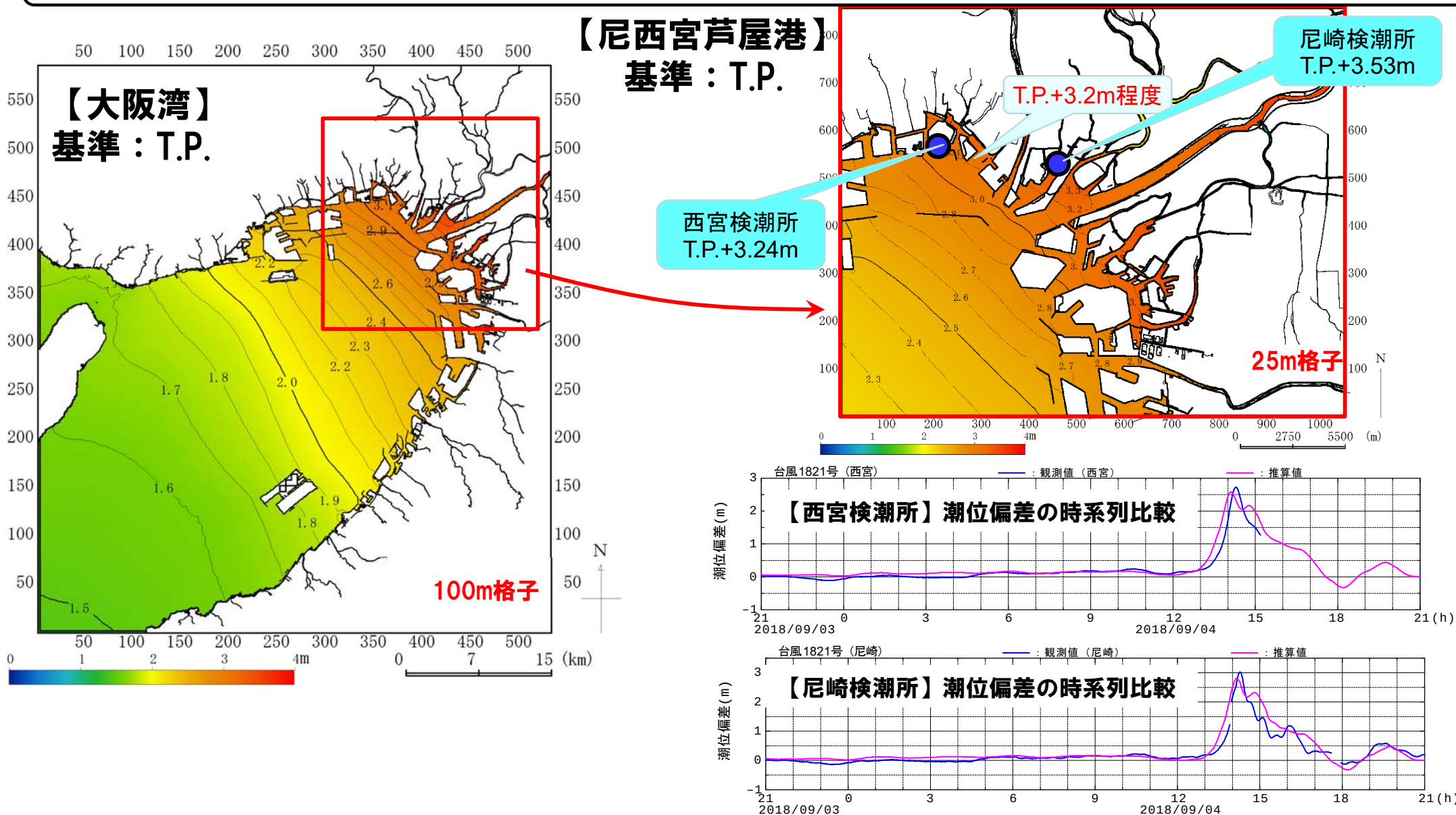


【大阪検潮所】潮位偏差の時系列比較



高潮推算(尼崎西宮芦屋港の結果)

- ◆ 尼崎西宮芦屋港は、湾奥となっており、周囲の港より全体的に高い潮位となっている。
- ◆ 西宮の検潮所の観測潮位はT.P.+3.24m、推算潮位はT.P.+3.09mであった。
- ◆ 尼崎の検潮所の観測潮位はT.P.+3.53m、推算潮位はT.P.+3.32mであった。



シミュレーション結果(神戸港)

◆ 六甲アイランドの一部では最高潮位が岸壁天端高より高い結果となった。一方、ポートアイランドでは潮位は岸壁天端高を越えず、高波によって浸水した可能性がある。

対象施設	対象港湾	施設番号/施設名	現況 天端高		最高潮位		施設前面 有義波高 (m)	波峰高		備考
			(D.L.+m)	(T.P.+m)	(D.L.+m)	(T.P.+m)		(D.L.+m)	(T.P.+m)	
①	ポートアイランド (PC-18)	①A	4.20~4.40	3.31~3.51	3.4	2.5	1.7	4.2	3.3	
		①B	3.81~4.13	2.92~3.24	3.4	2.5	2.7	4.7	3.9	
②	六甲アイランド 南側 (RC-6,7)	②A	3.20	2.31	3.7	2.8	1.1	4.2	3.3	
		②B	3.20	2.31	3.7	2.8	1.4	4.4	3.5	
		②C ※RC-6,7の東側	3.50	2.61	3.8	2.9	1.4	4.5	3.6	
③	六甲アイランド 北側	③A	2.90~3.90	2.01~3.01	3.7	2.8	0.2	3.8	2.9	
		③B	3.90~4.30	3.01~3.41	3.7	2.8	0.1	3.7	2.8	

 最高潮位が現況天端高より高い場合を示す。
 波峰高が現況天端高より高い場合を示す。
 ※波峰高(D.L. or T.P.): 最大潮位(D.L. or T.P.)+施設前面有義波高/2
 ※施設前面有義波高は最大値を区間平均で整理した。
 ※代表例で示す断面を赤枠で示す。



シミュレーション結果(大阪港)

◆ 夢洲C-12岸壁では潮位が岸壁天端高より低い結果となった。一方、国際フェリー埠頭岸壁KFでは潮位は岸壁天端高を越え、高波によっても浸水した可能性がある。

対象施設	対象港湾	施設番号/施設名	現況 天端高		最高潮位		施設前面 有義波高 (m)	波峰高		備考
			(D.L.+m)	(T.P.+m)	(D.L.+m)	(T.P.+m)		(D.L.+m)	(T.P.+m)	
④	C-12	④A	4.18~4.53	3.31~3.66	4.04	3.17	1.38	4.73	3.86	
⑤	KF	⑤A	3.08~3.63	2.21~2.76	4.19	3.32	0.16	4.27	3.40	

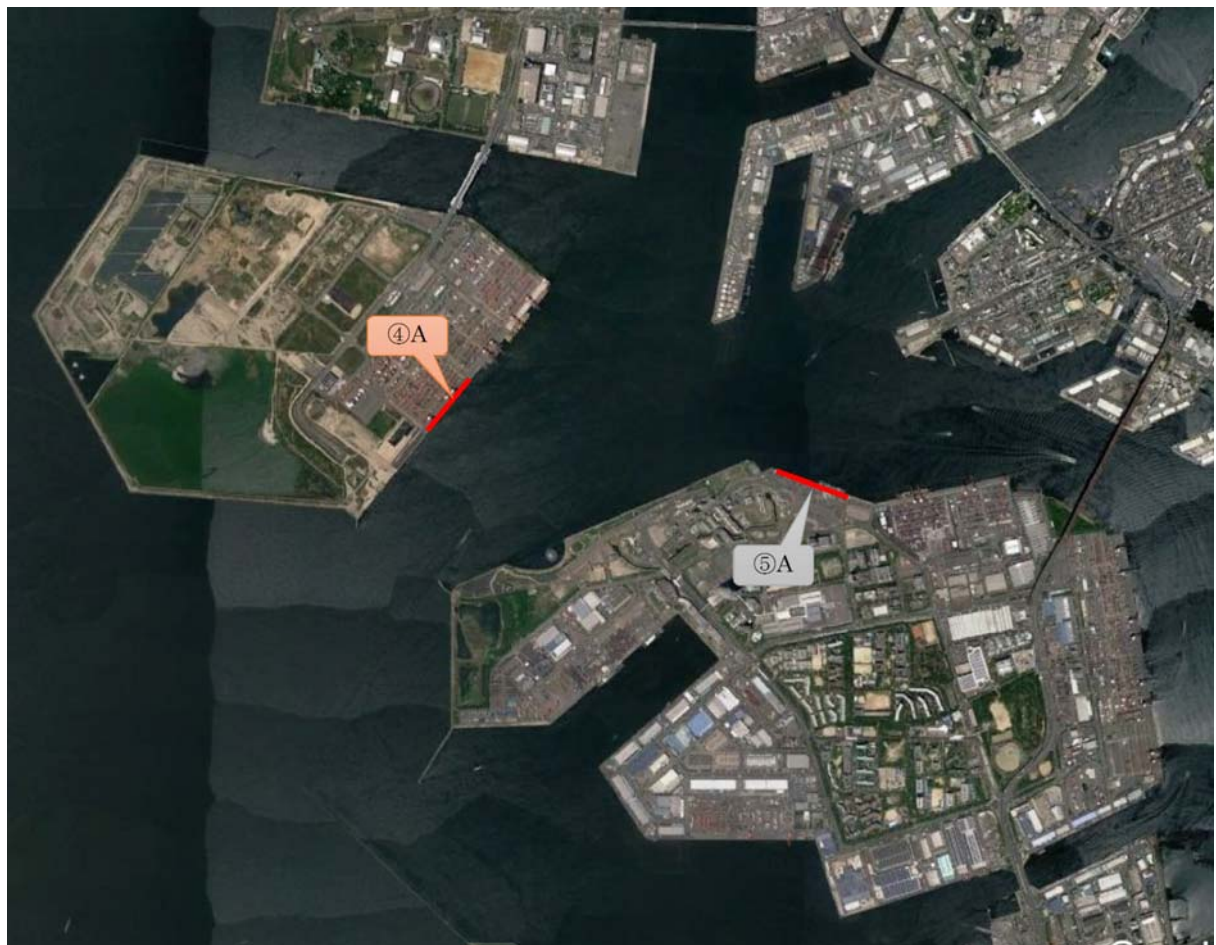
最高潮位が現況天端高より高い場合を示す。

波峰高が現況天端高より高い場合を示す。

※波峰高(D.L. or T.P.): 最大潮位(D.L. or T.P.)+施設前面有義波高/2

※施設前面有義波高は最大値を区間平均で整理した。

※代表例で示す断面を赤枠で示す。



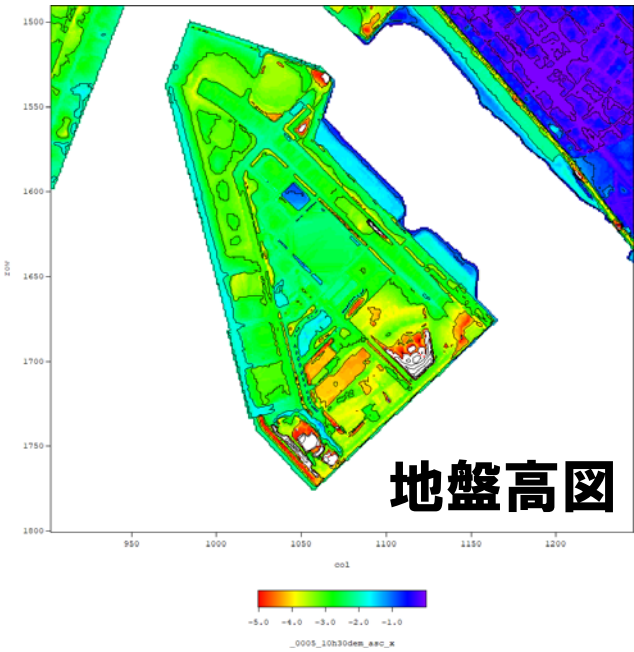
◆ 甲子園浜の一部では潮位が岸壁天端高より高い結果となった。東側防潮堤については潮位は天端高を超えていないが、高波によって浸水した可能性がある。

対象施設	対象港湾	施設番号/施設名	現況 天端高		最高潮位		施設前面 有義波高 (m)	波峰高		備考
			(D.L.+m)	(T.P.+m)	(D.L.+m)	(T.P.+m)		(D.L.+m)	(T.P.+m)	
⑥	甲子園	⑥A	3.00 ~ 3.30	2.10 ~ 2.40	4.27	3.37	2.50	5.52	4.62	
		⑥D	5.10 ~ 5.30	4.20 ~ 4.40	4.27	3.37	2.40	5.47	4.57	

最高潮位が現況天端高より高い場合を示す。
波峰高が現況天端高より高い場合を示す。

【速報値】

※波峰高(D.L. or T.P.): 最大潮位(D.L. or T.P.)+施設前面有義波高/2
※施設前面有義波高は最大値を区間平均で整理した。
※代表例で示す断面を赤枠で示す。

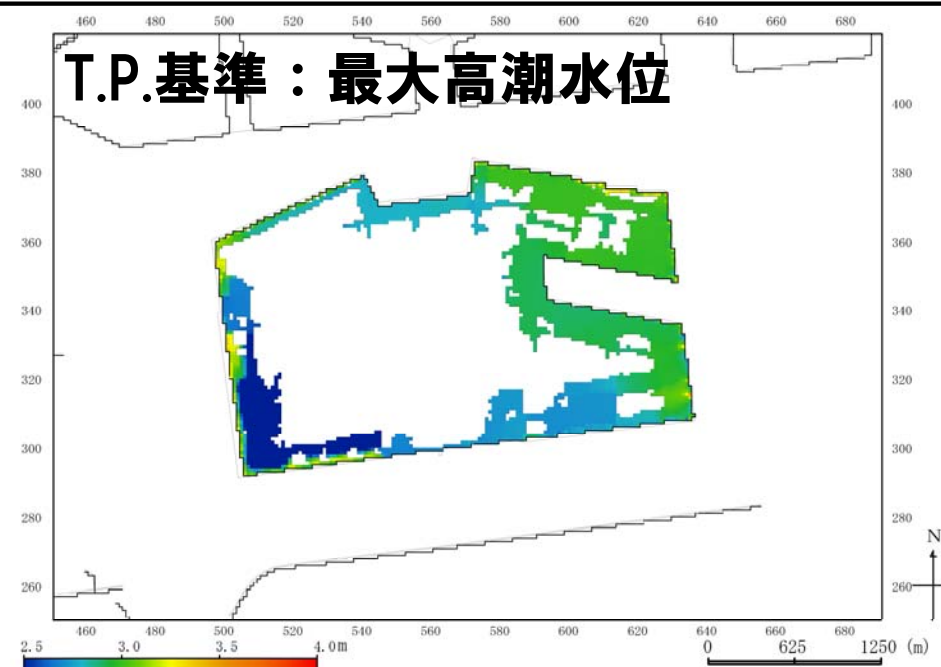
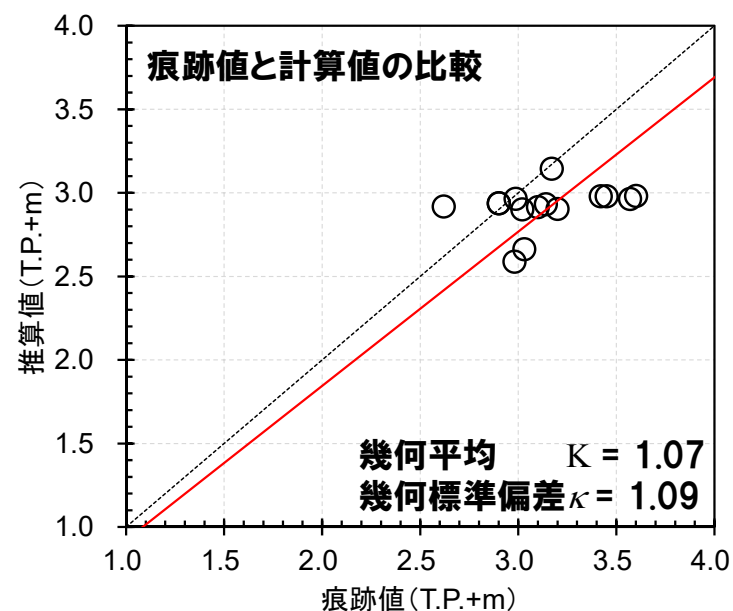


地盤高図
標高(T.P基準)※負の値は陸域を示す



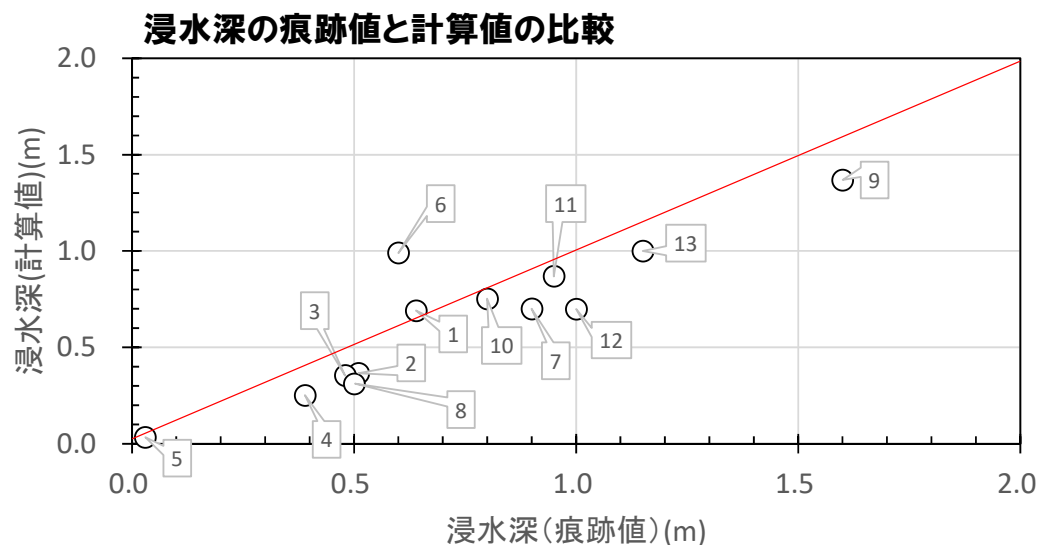
浸水シミュレーション(計算結果:六甲アイランド)

◆ 浸水シミュレーションの浸水範囲は、痕跡値を概ね再現した。



浸水シミュレーション(計算結果:甲子園浜)

◆ 浸水実績とシミュレーション結果での浸水範囲・浸水深は概ね一致した。



台風21号による浸水メカニズム

【台風21号の概要】

非常に強い台風第21号は、勢力を落とさず9月4日午後2時頃に神戸市に上陸した。過去に大阪湾沿岸で甚大な被害をもたらした室戸第風、ジェーン台風、第2室戸台風と比較して最低気圧、平均最大風速とも同規模レベルであり、その経路は既往最高潮位を記録していた第2室戸台風とほぼ同じであった。

【高潮の発生状況】

台風21号は大阪湾奥の方向に風が吹く経路を通過し、吹き寄せ効果により大量の海水が集積したことから、高潮による潮位は湾奥にいくにつれて高くなる傾向となり、最高潮位は尼崎が最も高かった。このため、神戸港・大阪港では、西から東に向かって潮位が高く、港奥に位置する尼崎西宮芦屋港は、周囲の港より全体的に高い潮位となっている。

【浸水の要因】

- ・神戸港ポートアイランド(PC-18): 潮位は天端高を超えず、高波で浸水した可能性。
- ・神戸港六甲アイランド(RC-6,7): 潮位が天端高を超え、越流した可能性。
- ・大阪港夢洲コンテナターミナル(C-12): 潮位は天端高を超えず、高波で浸水した可能性。
- ・大阪港国際フェリーターミナル: は、潮位が天端高を超え、越流した可能性。
- ・尼崎西宮芦屋港甲子園浜地区: 西側は潮位が天端高を超えて越流、東側では潮位は天端高を超えず、高波で浸水した可能性。