

気候変動による海象変化の予測への試み

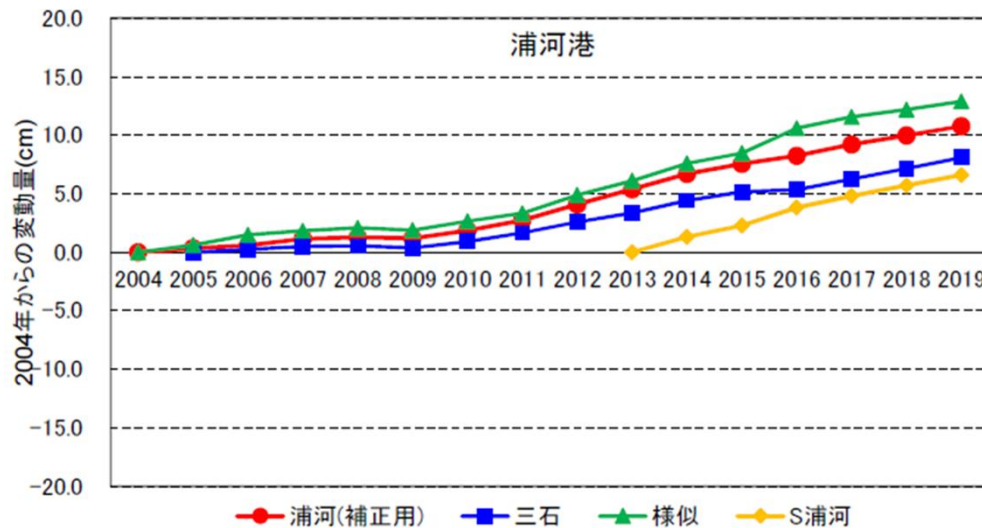
北海道開発局 港湾計画課
早川哲也

地盤変動を考慮した沿岸域の海面水位 上昇量の分析方法

2022土木学会論文集B3(海洋開発)

1. 調査の目的

- 各種数値モデルによる将来予測では、様々なバイアスを含むため、その妥当性を潮位観測結果による確認が必要。
- 潮位計の設置地盤が海面水位以上に変動する場合があります、地盤変動の適切な考慮が必要。
- 国土地理院の電子基準点から潮位計の地盤変動を補正する方法を整理し、北海道沿岸の海面水位の経年変化等を分析。



2. 分析対象とする潮位計の抽出条件

① 電子基準点が併設された潮位計

② 5km以内に電子基準点がある潮位計

釧路潮位計の電子基準点(P釧路)と5.1 kmの地点に電子基準点(釧路市)の地盤上昇率の差が、海面水位上昇率+4.6 mm/yの19 %程度。

③ 潮位計に近い2つの電子基準点について、これら標高データ間の年変動量差が、近い方の電子基準点の標高で補正した年水位上昇量の20%以内となる潮位計。

電子基準点(函館, 木古内)の地盤上昇率の差は、函館潮位計の電子基準点(P函館)により補正した海面水位上昇率の16 %程度。

調査対象潮位観測地点 21地点

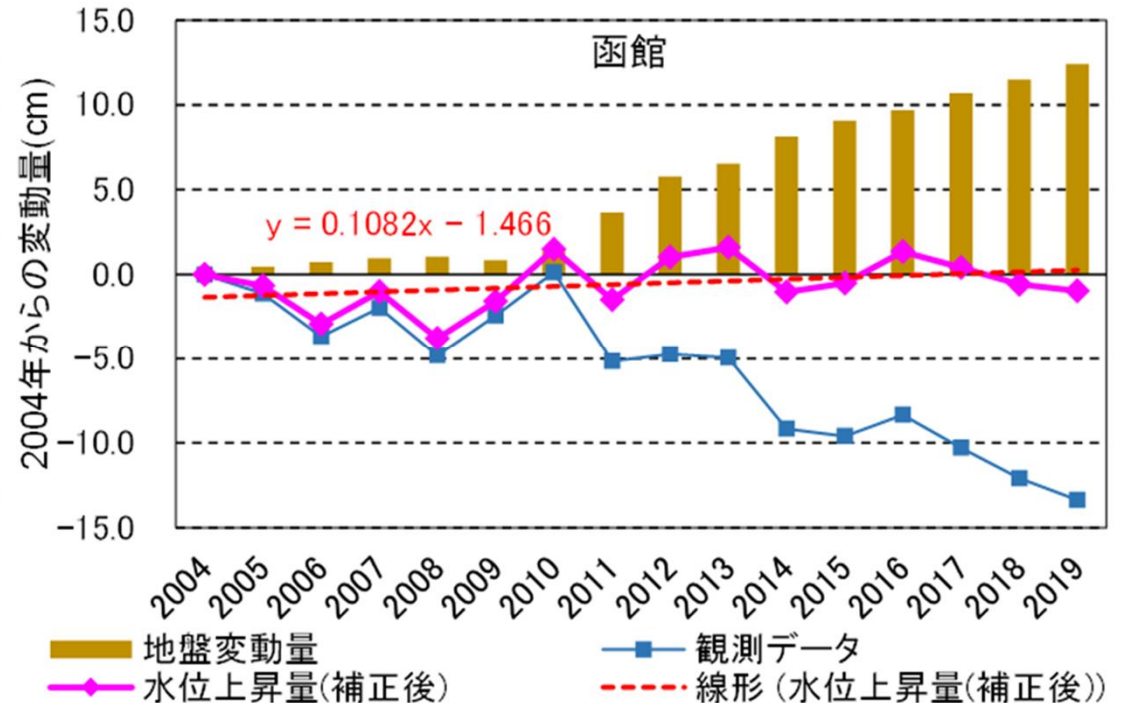
条件①: 5地点

条件②: 8地点

条件③: 3地点

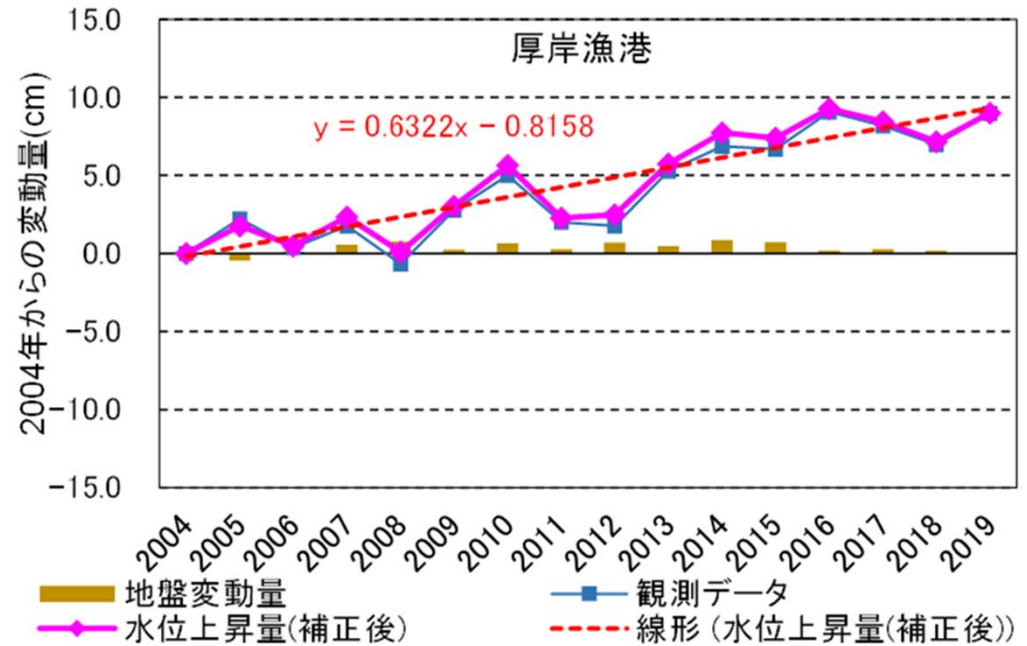
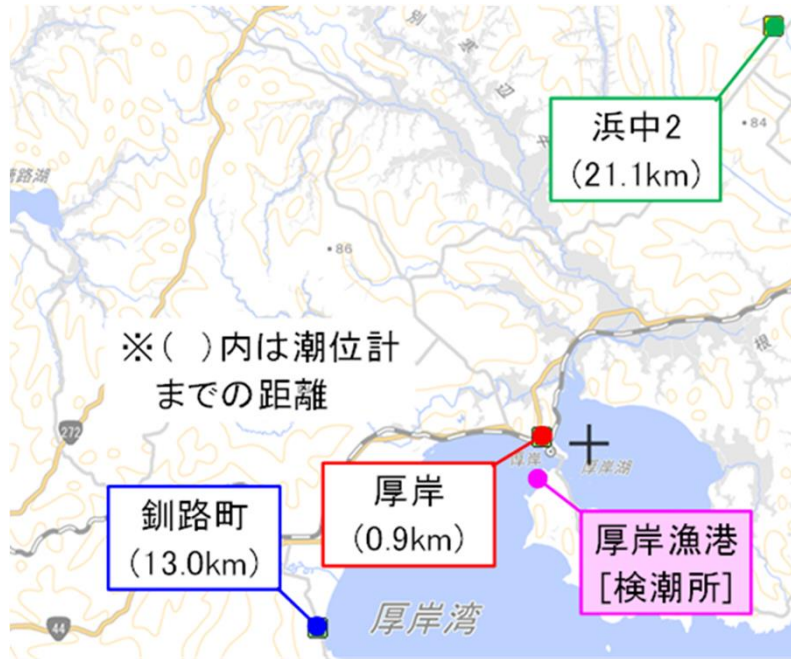
合計16地点で解分析

3. 函館港の経年変化(条件①)



- 観測データの平均上昇率は-8.2mm/yと大きく下降.【右グラフ青】
- 2011年の東北地方太平洋沖地震後に潮位計設置地盤が大きく上昇.(平均+9.2mm/y)【右グラフ黄色】
- 海面水位の上昇率は+1.1mm/yと推定【右グラフピンク】

4. 厚岸漁港の経年変化(条件②)



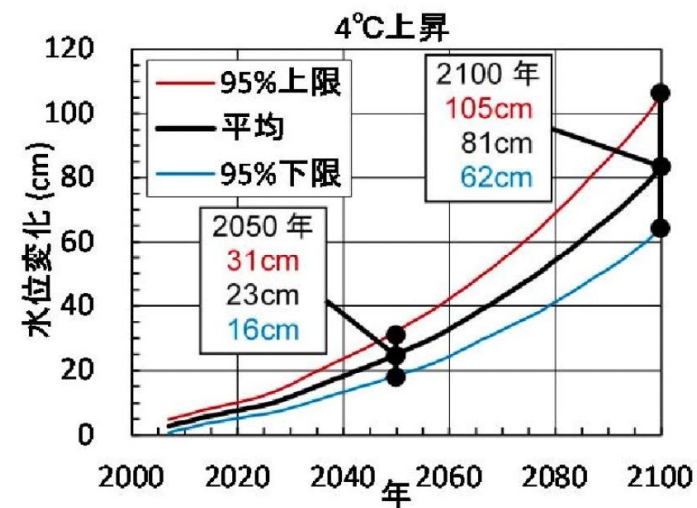
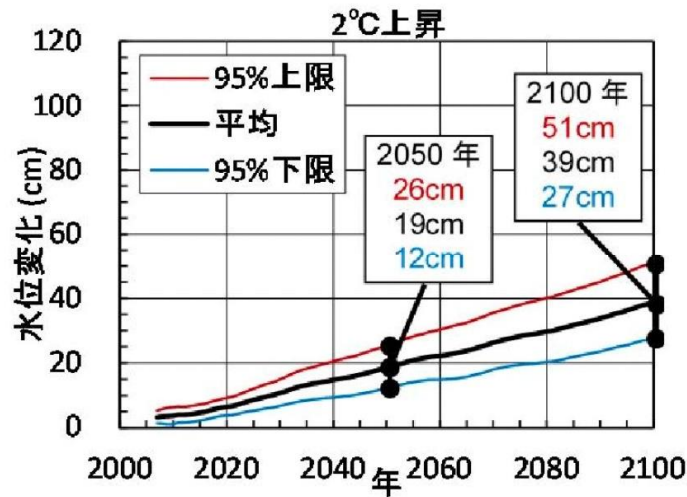
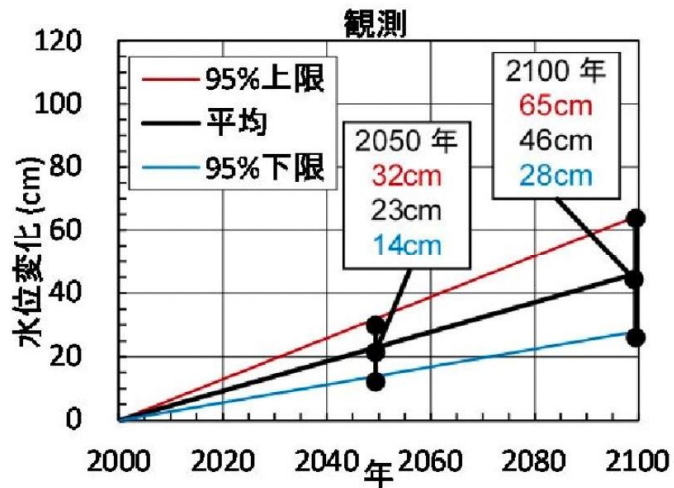
- 潮位データが+6.3mm/yと大きく上昇. 【右グラフ青】
- 平均的な地盤上昇率は+0.2mm/yとほとんど変化なし. (千島海溝へのプレートの沈み込みにより設置地盤が近年沈下)【右グラフ黄色】
- 海面水位の上昇率は+6.0mm/yと推定【右グラフピンク】

5. 海面上昇率の整理結果

海域	潮位計			電子基準点		地盤 上昇率 (mm/y)	水位 上昇率 (mm/y)	回帰分析		
	No.	名称	管轄	局名称	検潮所から の距離(km)			p値	相関係数 R	95%信頼区間 (mm/y)
日本海	1	函館	気象庁	P函館	0.0	9.24	1.08	0.1998	0.338	-0.643 ~ 2.807
	2	奥尻	地理院	P奥尻	0.0	-0.44	2.89	0.0191	0.578	0.551 ~ 5.234
	3	岩内港	北海局	共和	3.0	5.35	6.53	0.00004	0.841	4.304 ~ 9.321
	4	忍路	地理院	小樽2	0.2	3.95	2.80	0.0092	0.628	0.811 ~ 4.788
	5	小樽港	気象庁	小樽1	1.2	3.82	5.11	0.00006	0.833	0.316 ~ 7.048
	6	沓形港	北海局	利尻	6.2	0.72	6.72	0.00005	0.837	4.206 ~ 9.232
	7	稚内	気象庁	P稚内	0.0	1.19	2.15	0.0304	0.541	0.235 ~ 4.073
オホーツク海	8	紋別	北海局	紋別	10.5	1.22	2.81	0.0112	0.676	0.776 ~ 4.847
	9	網走	気象庁	P網走	0.0	3.86	3.82	0.0042	0.674	1.417 ~ 6.215
	10	羅臼漁港	北海局	羅臼	1.4	5.03	2.24	0.0704	0.539	-0.225 ~ 4.710
太平洋	11	厚岸漁港	北海局	厚岸	0.9	0.15	6.32	0.000002	0.904	4.611 ~ 8.032
	12	釧路	気象庁	P釧路	0.0	3.95	4.61	0.0005	0.769	2.413 ~ 6.815
	13	十勝港	北海局	広尾	2.8	10.33	6.20	0.0005	0.823	3.364 ~ 9.041
	14	苫小牧東港	北海局	厚真	14.3	3.85	6.65	0.0003	0.828	3.813 ~ 9.489
	15	苫小牧西港	北海局	苫小牧	3.3	3.98	5.83	0.00001	0.888	4.018 ~ 7.632
	16	室蘭	北海局	室蘭	2.8	6.92	4.07	0.0004	0.816	2.256 ~ 5.886

- 潮位データから標高データの一次回帰分析の内、P値が0.05を下回った14地点のデータから、海面水位平均上昇率は+4.7mm/y(95%信頼区間で+2.8~6.5mm/y)
- 海域別の大きな違いはないものの、太平洋側の5地点の平均上昇率が最も大きかった(平均+5.3mm/y)

6. 海面水位の経年変化予測



- 2°C上昇のモデルでは2050年まで線形に上昇し、観測結果とも概ね一致している。
- 気候モデルによる2100年の北海道沿岸海面上昇量は2°C上昇で39cm、4°C上昇で81cmと予想された。

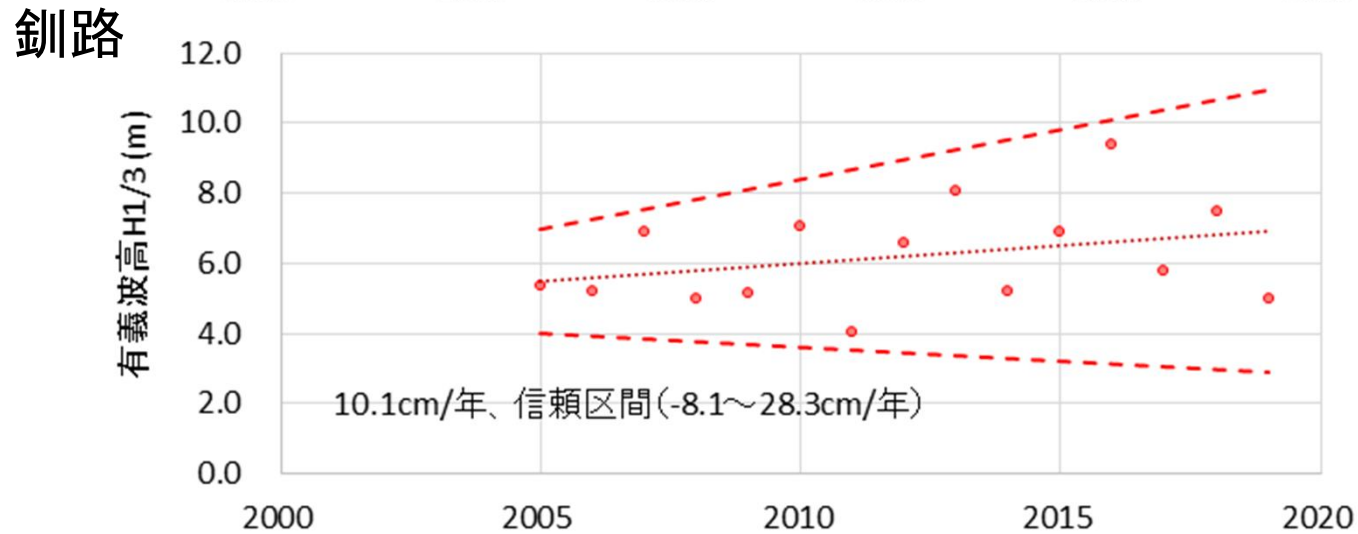
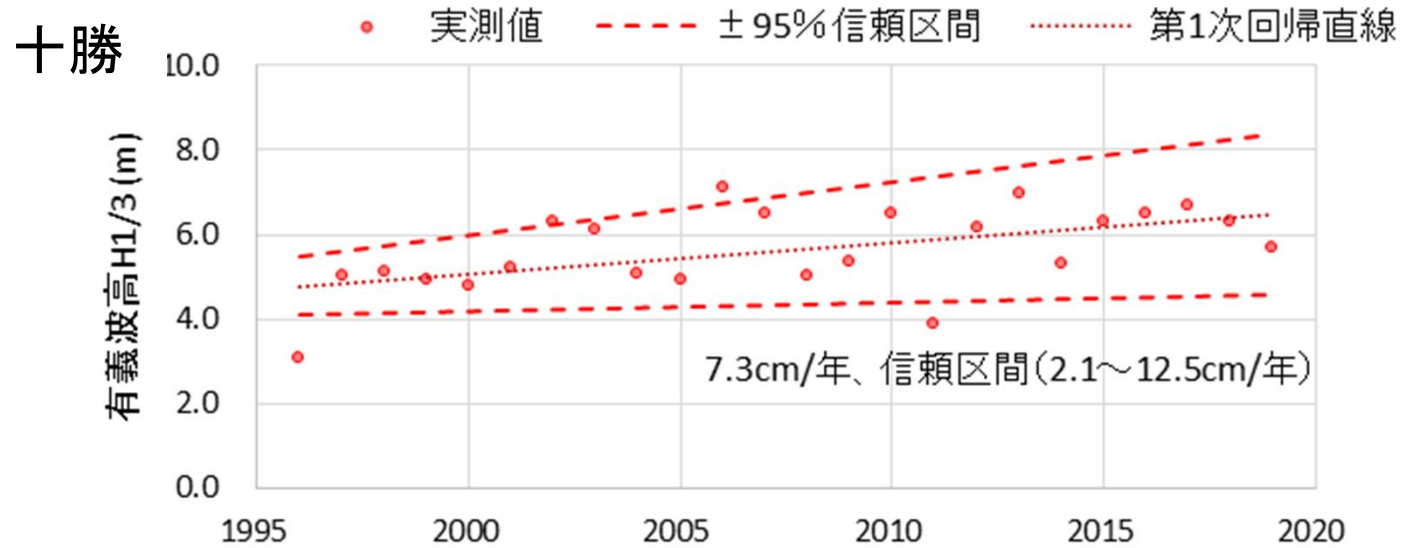
波浪観測に基づく北海道沿岸の波浪の 経年変化について

2021年度年8月北海道開発局技術研究発表会

1. 年最大有義波高・有義波周期の分析結果

観測点	P値	年最大有義波高 傾き			P値	年最大有義波周期 傾き		
		(cm/ 年)	-95% (cm/ 年)	+95% (cm/ 年)		(s/ 年)	-95% (s/ 年)	+95% (s/ 年)
苫小牧港	0.28	1.1	-0.9	3.0	0.13	0.04	-0.01	0.10
十勝港	0.01	7.3	2.1	12.5	0.83	0.01	-0.08	0.10
釧路港	0.25	10.1	-8.1	28.3	0.36	0.09	-0.11	0.29
留萌港	0.20	1.2	-0.7	3.2	0.09	0.02	-0.01	0.04
石狩湾新港	0.59	-3.2	-16.2	9.8	0.44	-0.05	-0.19	0.09
紋別港	0.49	-3.7	-15.2	7.8	0.65	0.04	-0.16	0.25

2. 十勝港・釧路港の年最大有義波高の経年変化



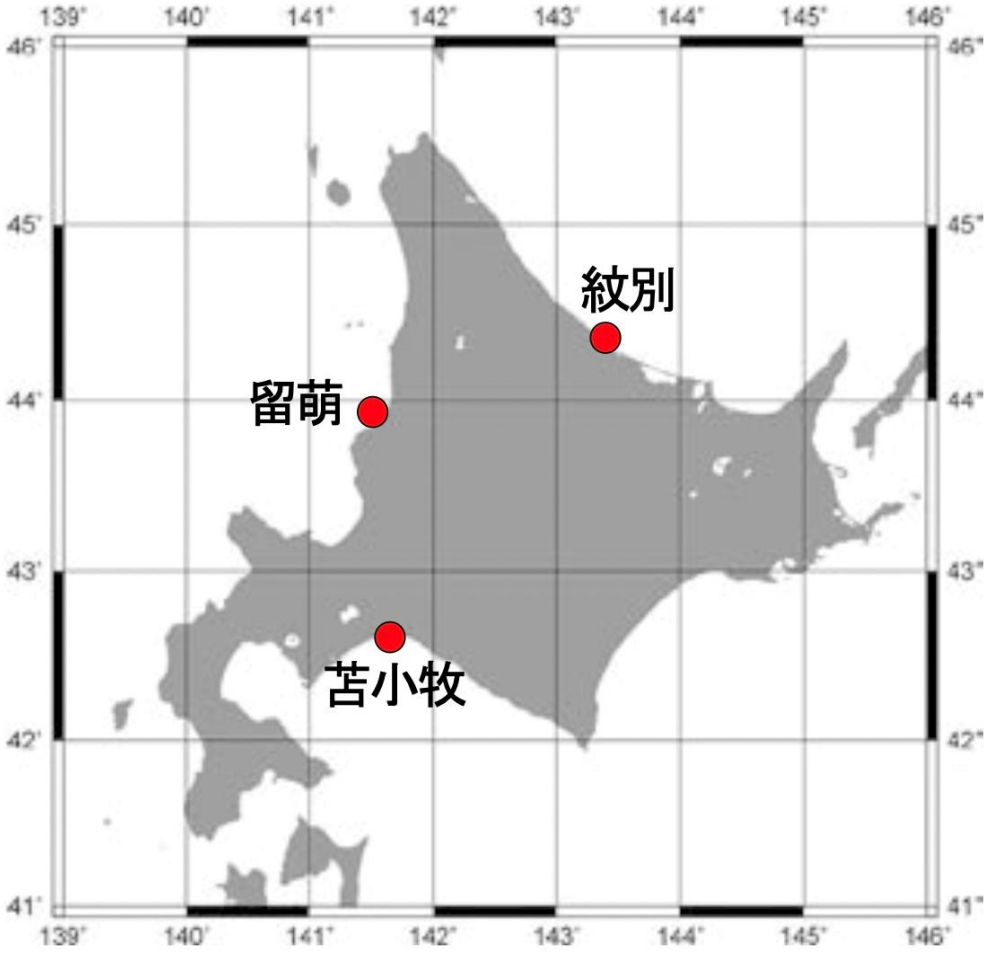
3. 年平均有義波高・有義波周期の分析結果

観測点	年平均有義波高				年平均有義波周期			
	P値	(cm/ 年)	傾き		P値	(s/ 年)	傾き	
-95% (cm/ 年)			+95% (cm/ 年)	-95% (s/ 年)			+95% (s/ 年)	
苫小牧港	0.10	-0.1	-0.2	0.0	0.36	0.00	-0.01	0.01
十勝港	0.99	0.0	-0.4	0.4	0.29	-0.01	-0.02	0.01
釧路港	0.87	-0.1	-0.8	0.7	0.38	-0.01	-0.03	0.01
留萌港	0.97	0.0	-0.2	0.2	0.14	0.00	-0.01	0.01
石狩湾新港	0.10	0.8	-0.2	1.8	0.04	0.02	0.01	0.04
紋別港	0.63	0.4	-1.3	2.1	0.33	0.03	-0.04	0.09

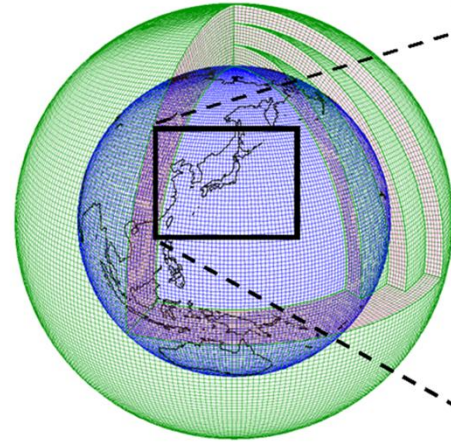
d4PDFを用いた設計波高の将来変化の 効率的な推定手法

2022土木学会論文集B2(海岸工学)

1. 分析港と利用するd4PDFモデルとメンバー数

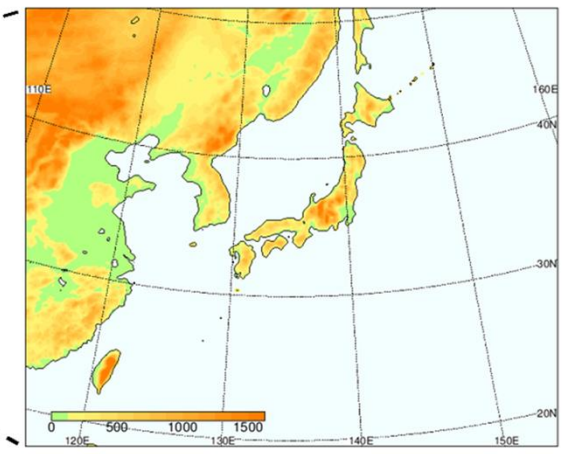


AGCM
(水平解像度約60km)



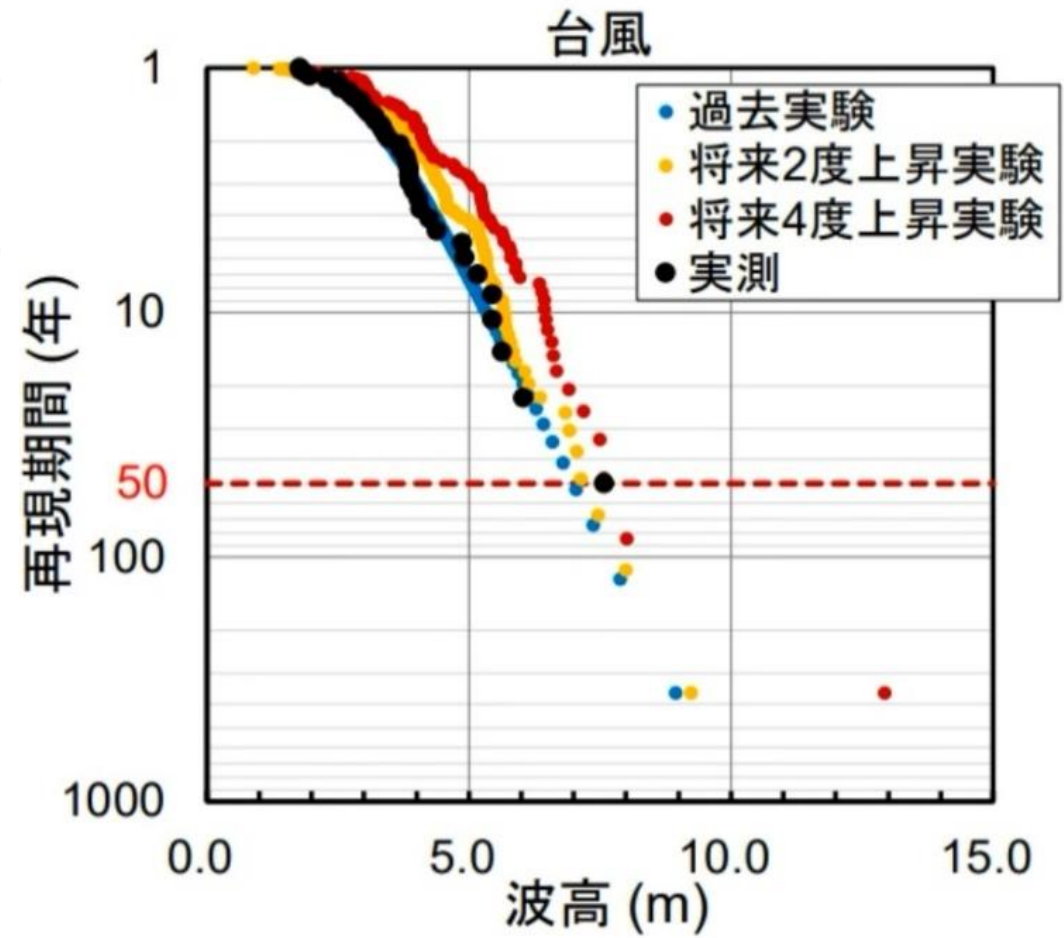
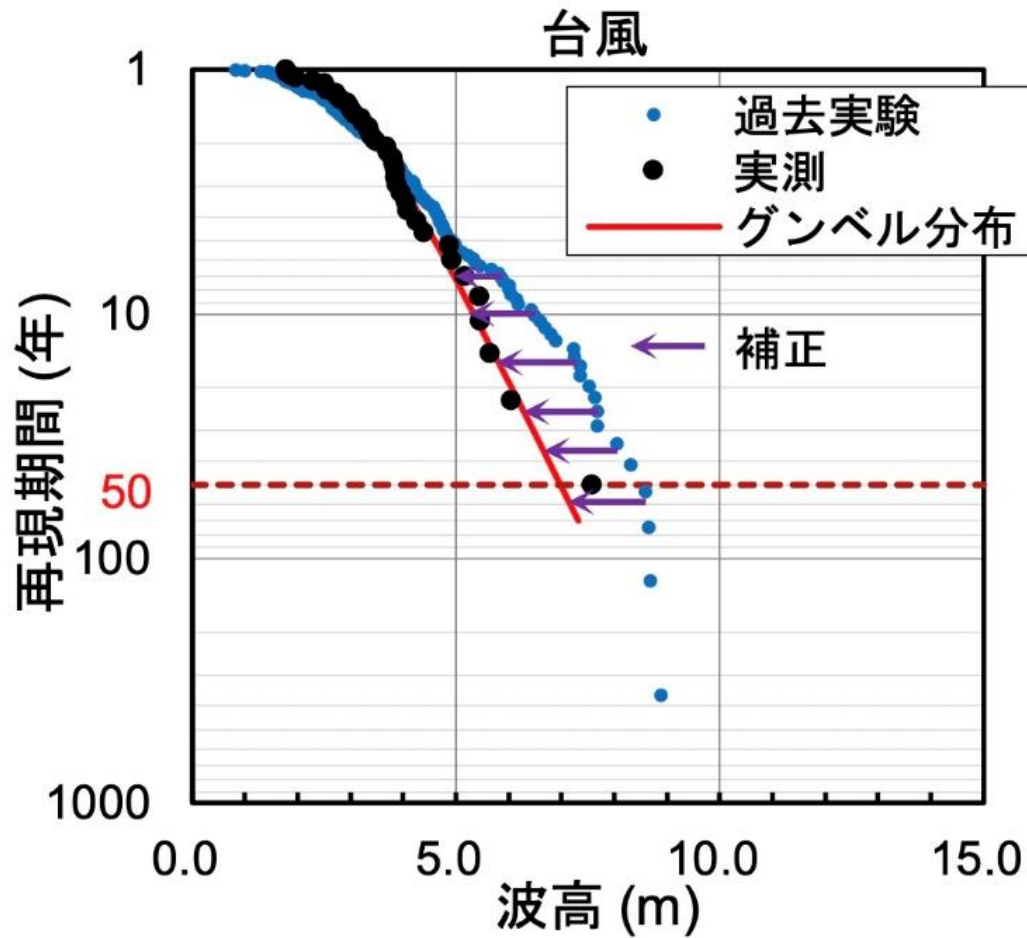
(画像: 気象庁提供)

NHRCM
(水平格子間隔20km)

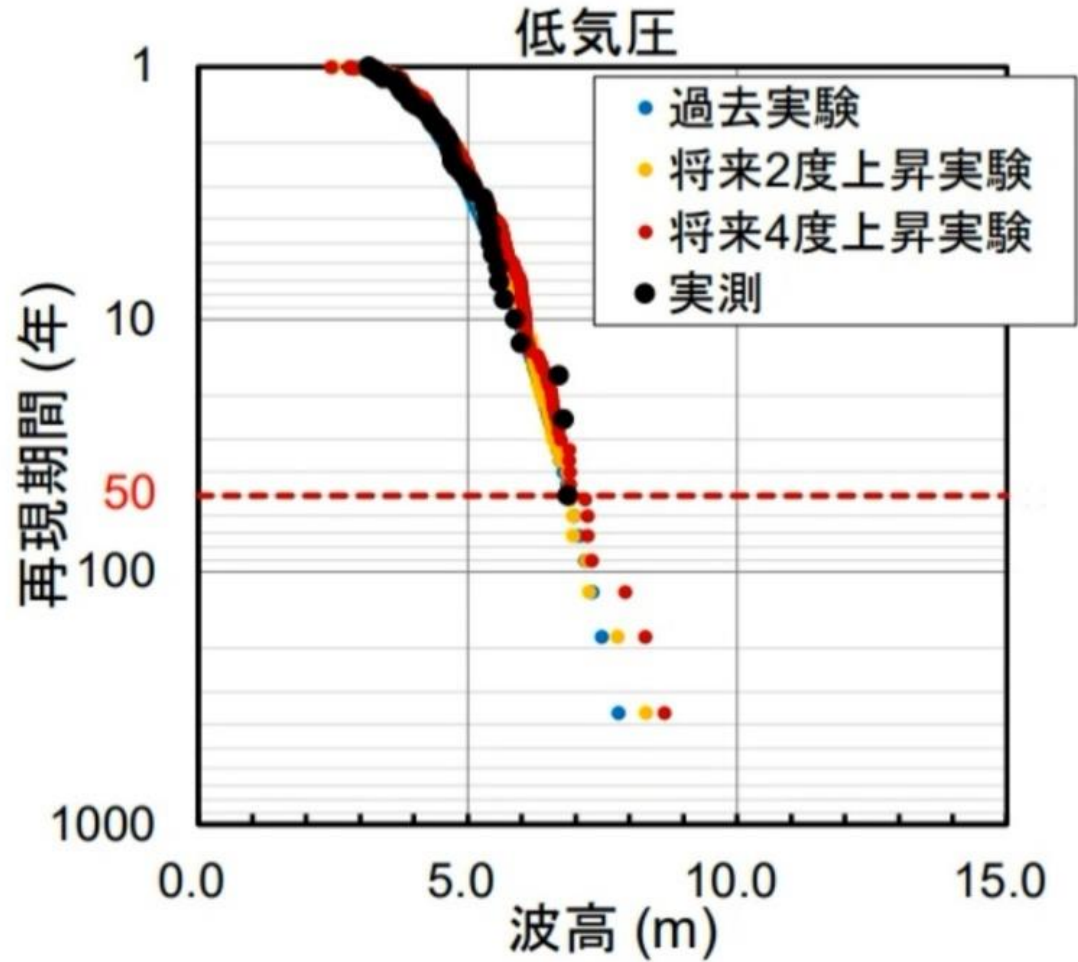
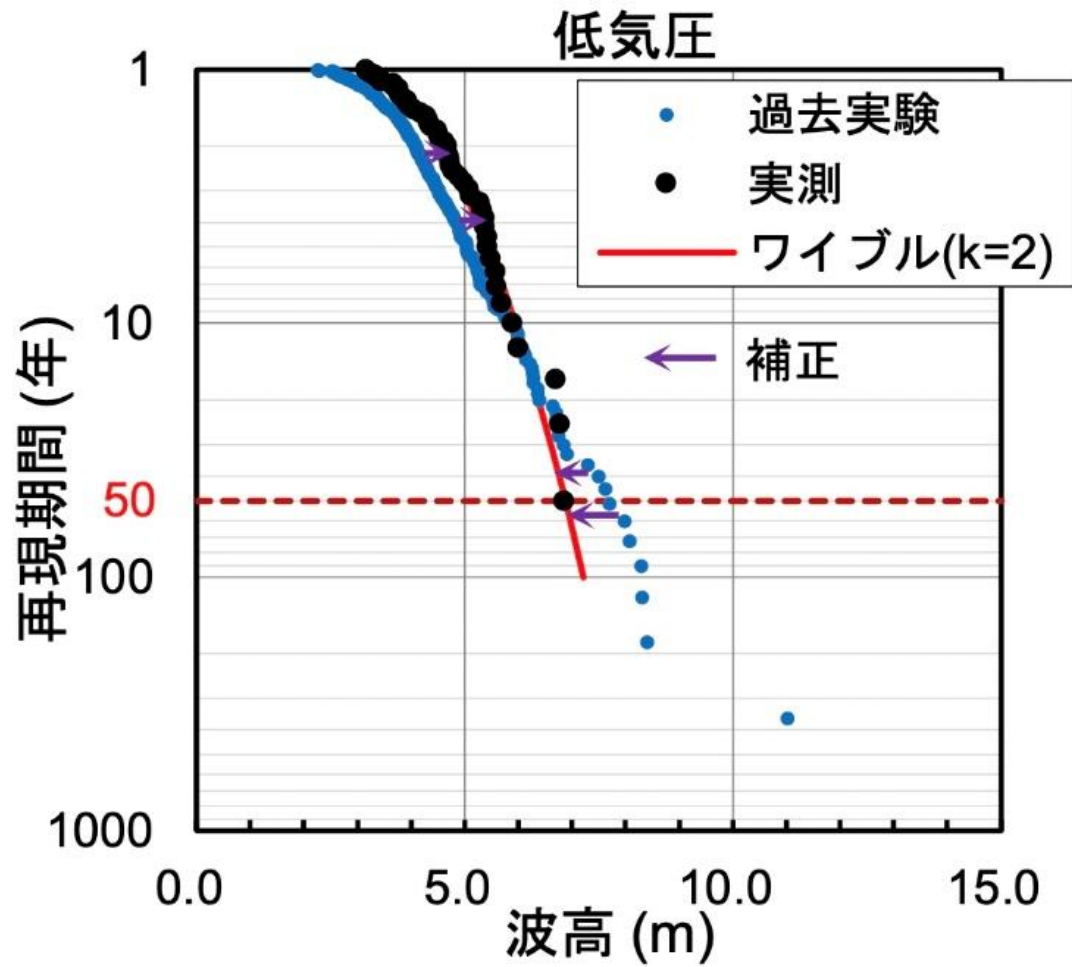


	全球モデル	領域モデル
過去実験	100メンバ	50メンバ
2°C上昇実験	54メンバ 【6SST×9摂動】	54メンバ 【6SST×9摂動】
4°C上昇実験	90メンバ 【6SST×15摂動】	90メンバ 6SST×15摂動

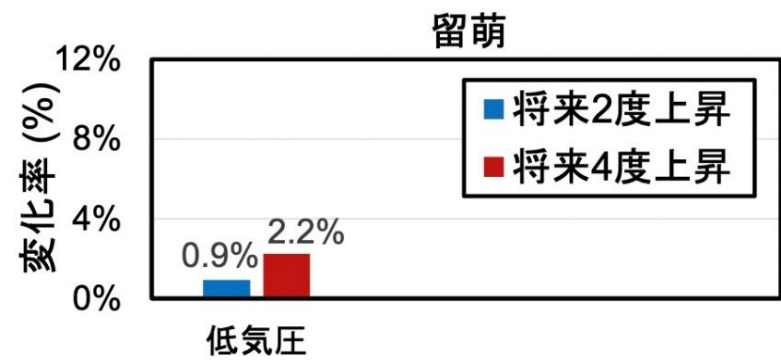
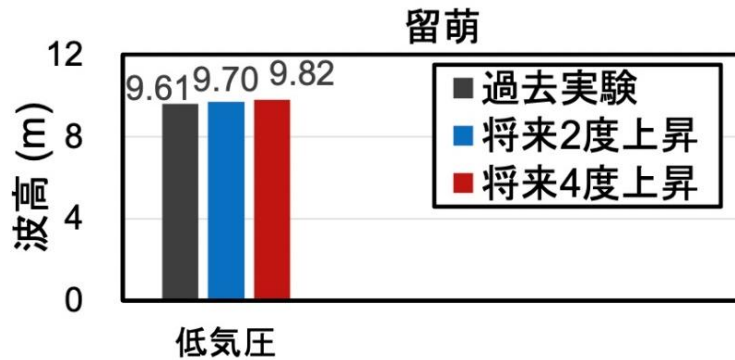
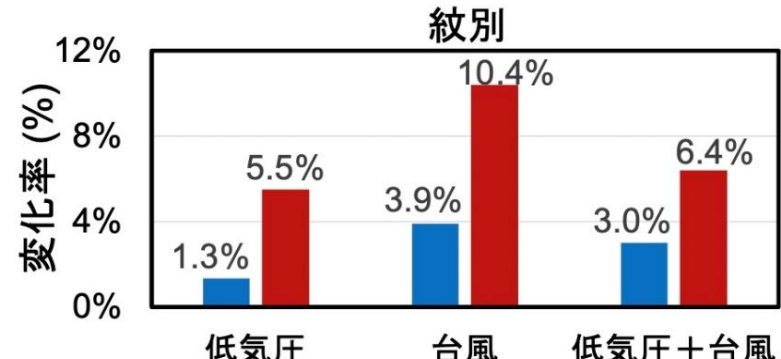
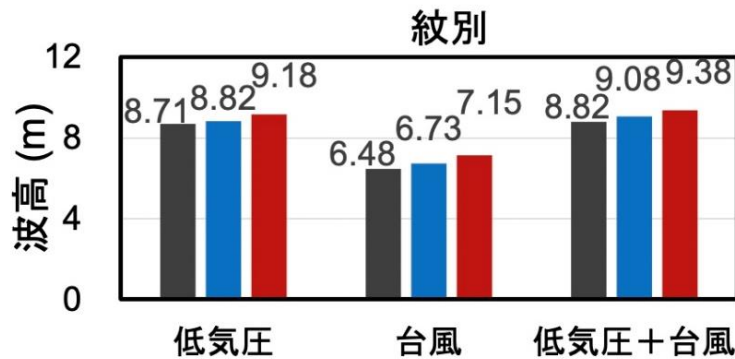
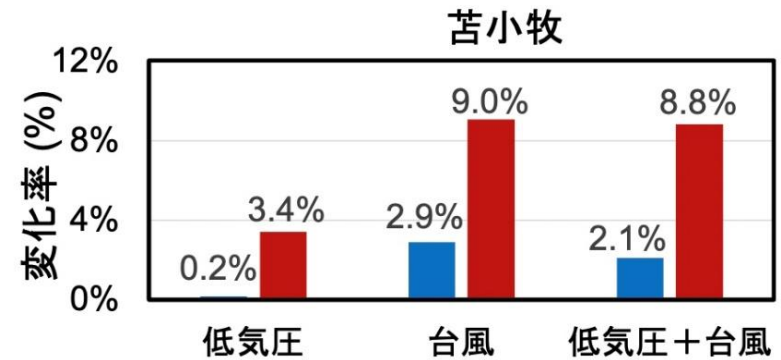
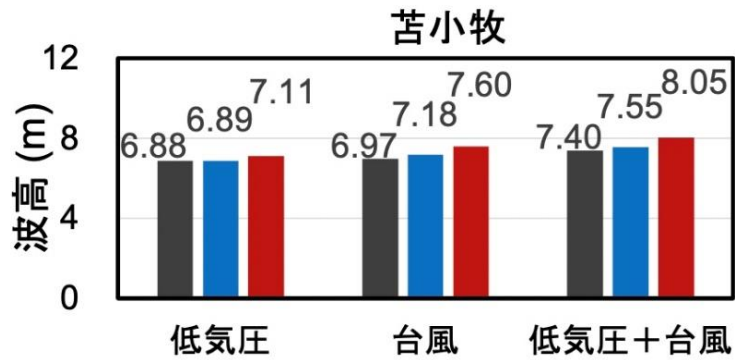
2. d4PDFのバイアス補正(苫小牧:台風)



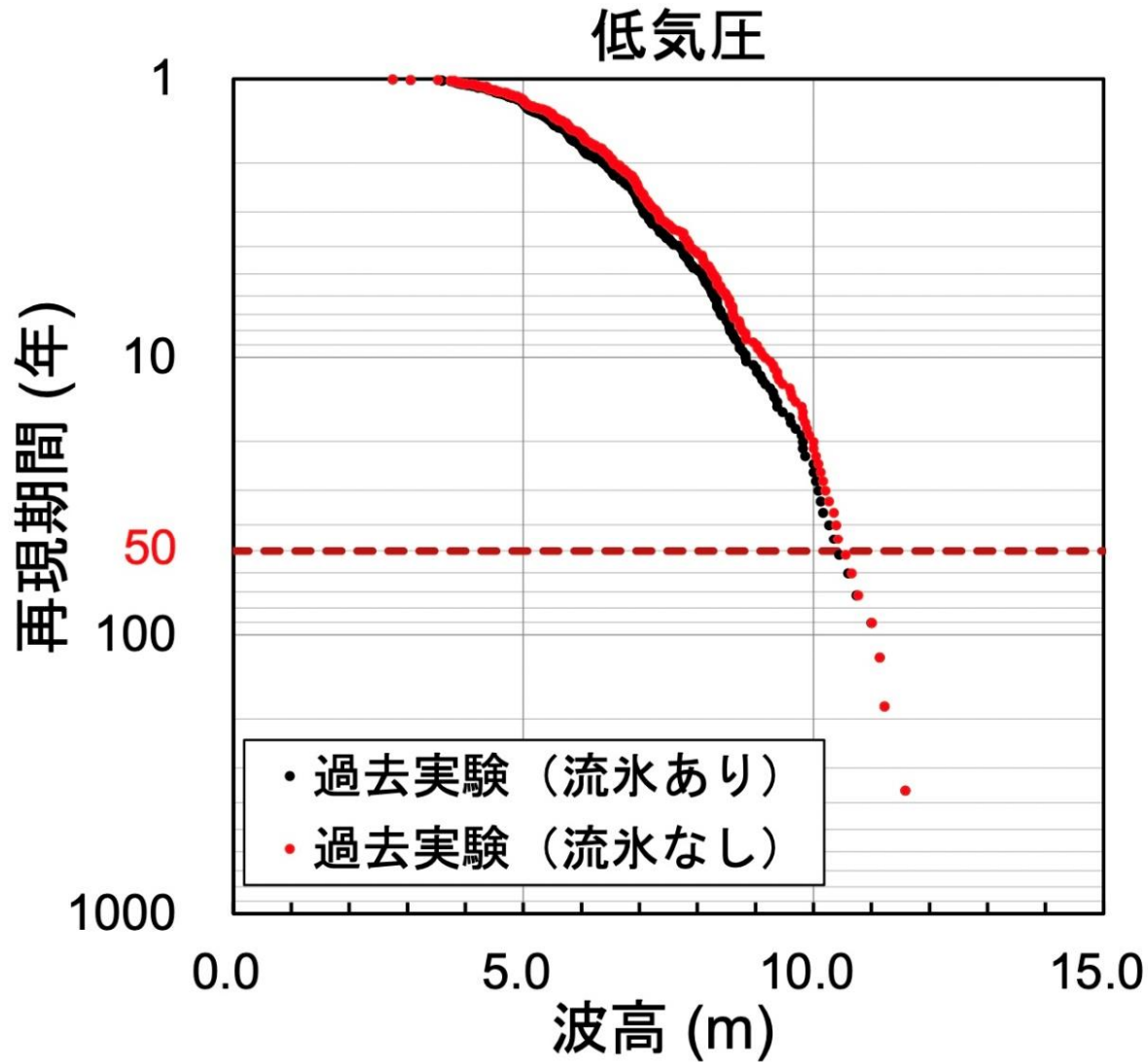
3. d4PDFのバイアス補正(苫小牧:低気圧)



3. 50年確率波港の変化

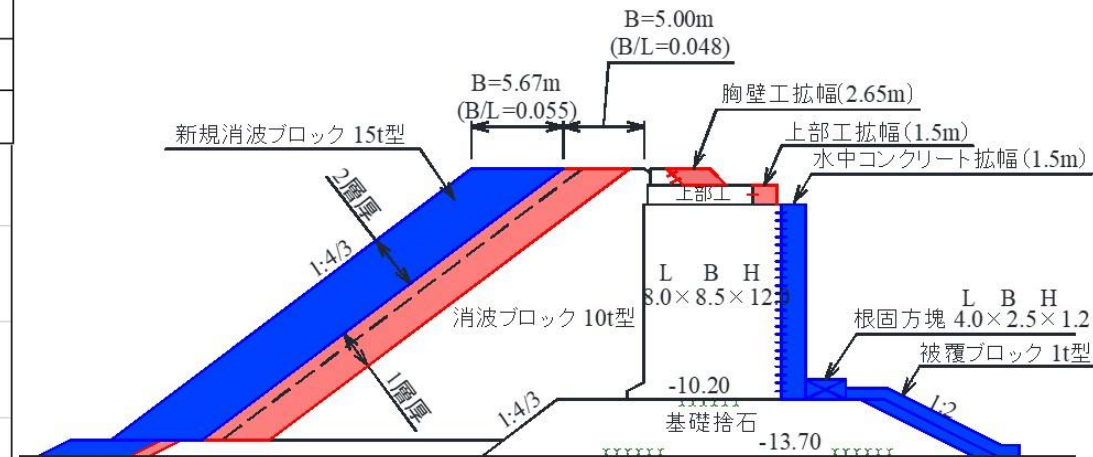
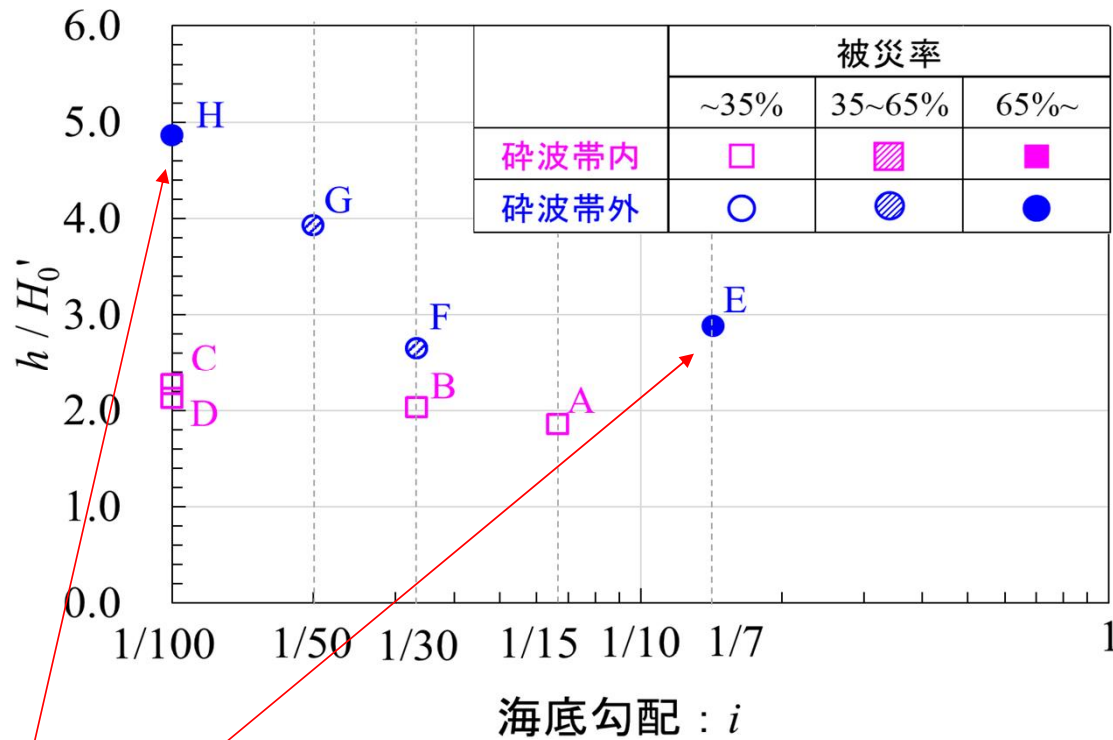


4. 流氷の減少による設計波高増大？



気候変動による防波堤の安定性低下と順応的対策

北海道港湾の防波堤の被災事例(1987~2016年)



- 設置水深が大きく、設計換算沖波波高が小さい防波堤
- 急勾配に設置された防波堤

港内の埋没予測における不確実性と気候変動による影響(苫小牧港)

