

気候変動の影響を踏まえた
琉球諸島沿岸海岸保全基本計画
検討委員会
(第2回)

令和7年3月13日 (木)

沖縄県
海岸防災課



<目次>

1.検討方針

- 1.1 第1回検討委員における主な意見及び対応方針
- 1.2 海岸保全の概要 海岸堤防（高潮）等の設計について
- 1.3 高潮に対する防護水準の検討方針
- 1.4 津波に対する防護水準の検討方針
- 1.5 侵食に対する防護水準の検討方針

2.将来の高潮外力の推算手法

- 2.1 想定台風を対象とした手法（A-1）の概要
- 2.2 不特定台風を対象とした手法（B-1）の概要
- 2.3 不特定台風を対象とした手法（B-1）の概要
（d4PDFデータの確認）

3.潮位偏差の長期変化量の推算

- 3.1 台風抽出個数の整理
- 3.2 台風の中心気圧の極値統計解析
- 3.3 気候変動を踏まえた想定台風のバイアス補正方法
- 3.4 想定台風の設定
- 3.5 想定台風の中心気圧の設定
- 3.6 高潮波浪推算モデル
- 3.7 潮位偏差の算定結果
- 3.8 潮位の算定結果

4.波浪の長期変化量の推算

- 4.1 波浪推算検討の流れ
- 4.2 確率波浪評価地点の設定
- 4.3 SMB法による簡易波浪推算
- 4.4 SMB法による気象擾乱の抽出
- 4.5 波浪の確率評価
- 4.6 波浪推算結果（A-1手法、B-1手法）
の比較検証
- 4.7 波高の将来変化比
（国総研資料との比較）

5. 総括と今後の予定

- 5.1 総括（検討結果と今後の方針）
- 5.2 今後の予定

1. 検討方針

（第1回概要と変更内容の確認）

1.1 第1回検討委員における主な意見及び対応方針

【概要】 第1回検討委員会における委員からの主な意見及び意見に対する事務局対応方針（案）を下表に示す。

No.	委員からのご意見	事務局対応方針（案）
1	設計高潮位、堤防高が局所的に高い箇所の確認（山城委員）	現行の設計諸元等を再整理中
2	各海岸の設計値を整理するのは困難なため、海岸特性で分けた範囲に同じ変化比を乗算して将来外力を設定（野口委員代理） ➤ 設計値を参照しながら高潮波浪推算結果を整理し、沿岸特性毎に海岸を分類	出力された計算結果を元にした、潮位・波高分布を分析して、海岸特性を整理
3	波浪推算のバイアス補正（山城委員）	当初、将来風速のバイアス補正を想定していたが、台風トラックデータを使用する方針に変更したため、緯度経度毎の中心気圧を補正
4	2種類の波浪推算結果（A-1のパラメトリック台風モデル、B-1の確率評価）について、A-1の方が大きかった場合の対応（山城委員）	2種類の波浪推算結果（A-1、B-1）を比較検証した上で、採用値を決定する方針
5	波浪推算についてB-1を不特定の風場ではなく、台風モデルで計算する方法（本多委員）	委員意見を踏まえて、台風モデル（台風トラックデータを使用）で計算する方針に変更
6	沖縄県の砂浜海岸は本州と異なる（サンゴ礁の海岸では、砂浜のすぐ下に岩があり、砂浜の幅が小さく、また、沖縄県では波に対して流れの方が卓越している海岸が多い） ➤ 侵食検討についてBruun則ではなく、海面上昇量に対する汀線後退量を概算して整理（野口委員代理）	左記を踏まえて、R7年度以降に対応予定

1.2 海岸保全の概要 海岸堤防（高潮）等の設計について

【概要】・本県の設計高潮位は、水管理・国土保全局、港湾局、水産庁、農村振興局の所管毎に設定している。
・計画波浪は、水管理・国土保全局、港湾局では1/50確率規模、水産庁、農林振興局では1/30～1/50確率規模を対象としている。

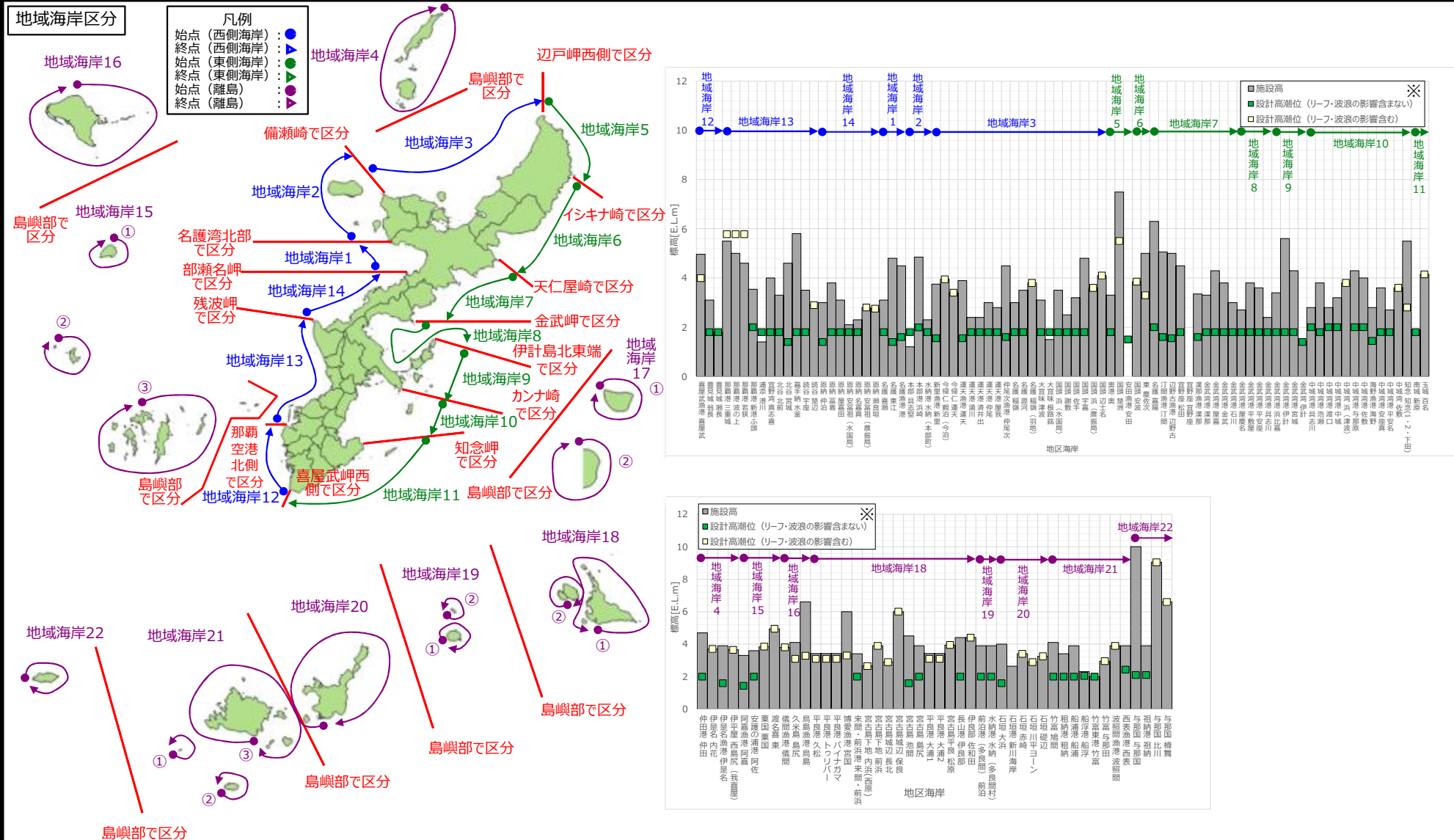
所管	現況堤防 ・護岸・地盤高 (E.L.m)	計画堤防 ・護岸高 (E.L.m)	計画外力	台風・気象等の名称等	設計高潮位 (E.L.m) (※)	設計波 に対する 必要高 (m)	再現 期間	設計津波 の水位 (E.L.m)
水国局 (河川局)	1.20～10.00	1.20～10.00	高潮	・S34台風14号 ・S51台風13号 ・S54台風11号 ・H24台風17号	1.40～2.00	0.40～6.40	50年	1.16～1.93
港湾局	2.00～5.60	1.90～5.60	高潮	・H24台風17号	1.80～3.10	0.60～2.76	50年	1.18～3.10
水産庁	1.30～7.90	2.80～5.06	高潮	・S51台風17号 ・S57台風9号 ・S58台風10号 ・H9台風13号	1.43～5.06 ※5.06は佐良浜漁 港	0.31～5.00	30年 50年	1.20～2.10
農村振興局	1.40～9.05	1.40～9.05	・高潮 ・侵食	・S59台風18号 ・H9台風13号	1.40～9.05 ※9.05は与那国海 岸の比川地区	1.25～3.20	30年	1.15～2.00
全体	1.20～10.00	1.20～10.00	・高潮 ・侵食	・S34台風14号 ・S51台風13号 ・S51台風17号 ・S54台風11号 ・S57台風9号 ・S58台風10号 ・S59台風18号 ・H9台風13号 ・H24台風17号	1.40～9.05	0.31～5.00	30年 50年	1.15～2.10

※設計諸元は確認中のため、数値を変更する可能性有り

※リーフや波浪の影響を含むことで、設計高潮位が高く設定されている海岸がある

1.2 海岸保全の概要 海岸堤防（高潮）等の設計について

【概要】 本県の設計高潮位は、水管理・国土保全局、港湾局、水産庁、農村振興局の所管毎に設定しており、E.L.+1.40～9.05mとなっている。



※設計諸元は確認中のため、数値を変更する可能性有り
 ※リーフや波浪の影響を含むことで、設計高潮位が高く設定されている海岸がある

1.3 高潮に対する防護水準の検討方針（第1回検討委員会の提示資料）

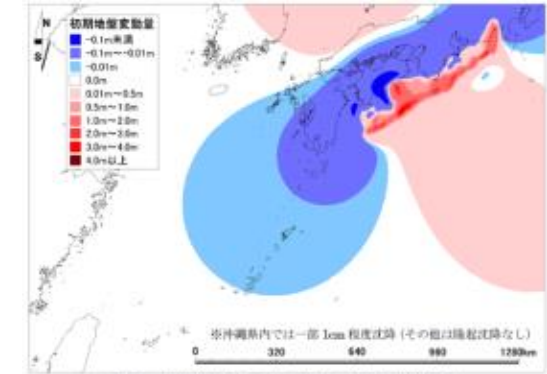
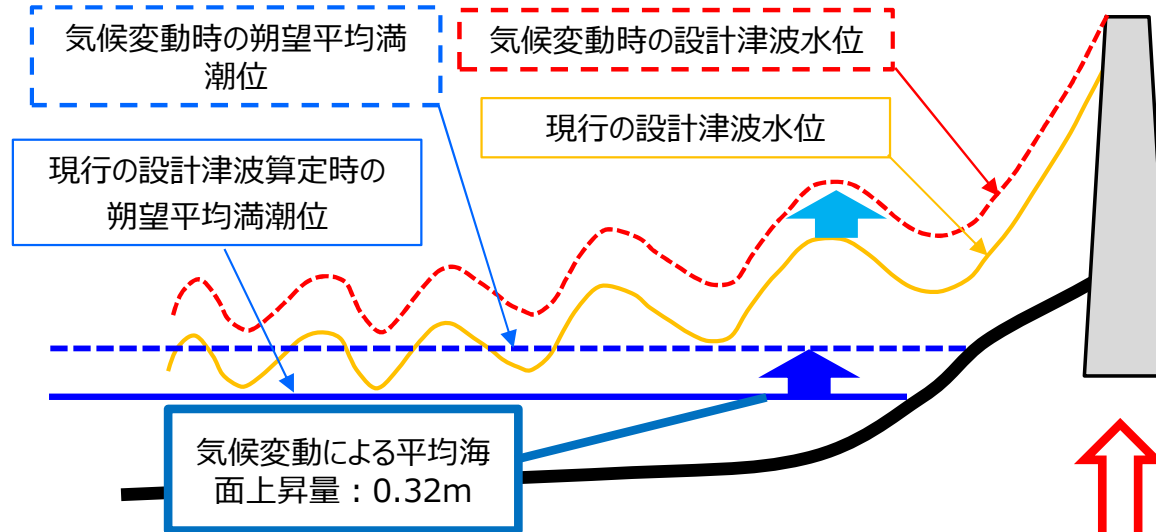
【概要】 本沿岸における気候変動を考慮した高潮に対する防護水準の検討方針を以下に総括する。

項 目	検討方針	設定値、設定方法										
海岸保全の目標	・RCP2.6(2℃上昇実験相当)を基本とする。	・RCP2.6(2℃上昇実験相当)とする。 (参考として、RCP8.5(4℃上昇実験相当)については、台風を中心気圧低下量を分析する。)										
評価時点	・2100年（21世紀末）	・2100年（21世紀末）										
海面水位	・最新の朔望平均満潮位に、2100年（21世紀末）に予測される平均海面水位の上昇量を加える。	【評価地点】 那覇、南大東、石垣、与那国検潮所 【評価時点（2100年時点）の朔望平均満潮位】 <table><tr><td>2100年時点の 朔望平均満潮位</td><td>(与那国) E.L.+1.27m</td><td>(石垣) E.L.+1.38m</td><td>(那覇) E.L.+1.39m</td><td>(南大東) E.L.+1.55m</td></tr></table> +0.32m 平均海面水位の上昇量（2℃上昇実験相当） <table><tr><td>最新の朔望平均 満潮位 (2022年時点)</td><td>(与那国) E.L.+0.95m</td><td>(石垣) E.L.+1.06m</td><td>(那覇) E.L.+1.07m</td><td>(南大東) E.L.+1.23m</td></tr></table>	2100年時点の 朔望平均満潮位	(与那国) E.L.+1.27m	(石垣) E.L.+1.38m	(那覇) E.L.+1.39m	(南大東) E.L.+1.55m	最新の朔望平均 満潮位 (2022年時点)	(与那国) E.L.+0.95m	(石垣) E.L.+1.06m	(那覇) E.L.+1.07m	(南大東) E.L.+1.23m
2100年時点の 朔望平均満潮位	(与那国) E.L.+1.27m	(石垣) E.L.+1.38m	(那覇) E.L.+1.39m	(南大東) E.L.+1.55m								
最新の朔望平均 満潮位 (2022年時点)	(与那国) E.L.+0.95m	(石垣) E.L.+1.06m	(那覇) E.L.+1.07m	(南大東) E.L.+1.23m								
潮位偏差 (計画偏差)	・気候変動の影響を考慮した大規模アンサンブル気候予測データベース（d4PDF等）を活用して、将来予測される変動量を推算する。	【手 法】A-1 パラメトリック台風モデル（想定台風） 【台風条件】d4PDF等に基づき、将来気候下における想定台風と同じ生起確率となる条件を2℃上昇実験相当下で設定 【設定方法】高潮推算モデルにより評価地点毎に潮位偏差を算定 【妥当性検証】「港湾における気候変動適応策の実装方針（R6.3.14）」の潮位偏差の将来変化比と比較検証										
波浪 (計画波)		【手 法】B-1 全球気候モデル台風を採用（不特定多数の台風） 【台風条件】d4PDF等に含まれる台風のうち、本県に影響を及ぼし得る経路を通る全台風 【設定方法】波浪推算モデルにより評価地点毎に波浪（波高、周期）を算定し、確率評価により現行防護水準相当の波浪を設定 【妥当性検証】将来の想定台風で推算された波浪及び「港湾における気候変動適応策の実装方針（R6.3.14）」の波浪の将来変化比と比較検証										

1.4 津波に対する防護水準の検討方針（R7年度以降に検討予定）

【概要】 気候変動の影響による設計津波の見直しについて、気候変動時の平均海面上昇量（0.32m）を加味した朔望平均満潮位で再解析を実施して、設計津波高を算出する方針である。

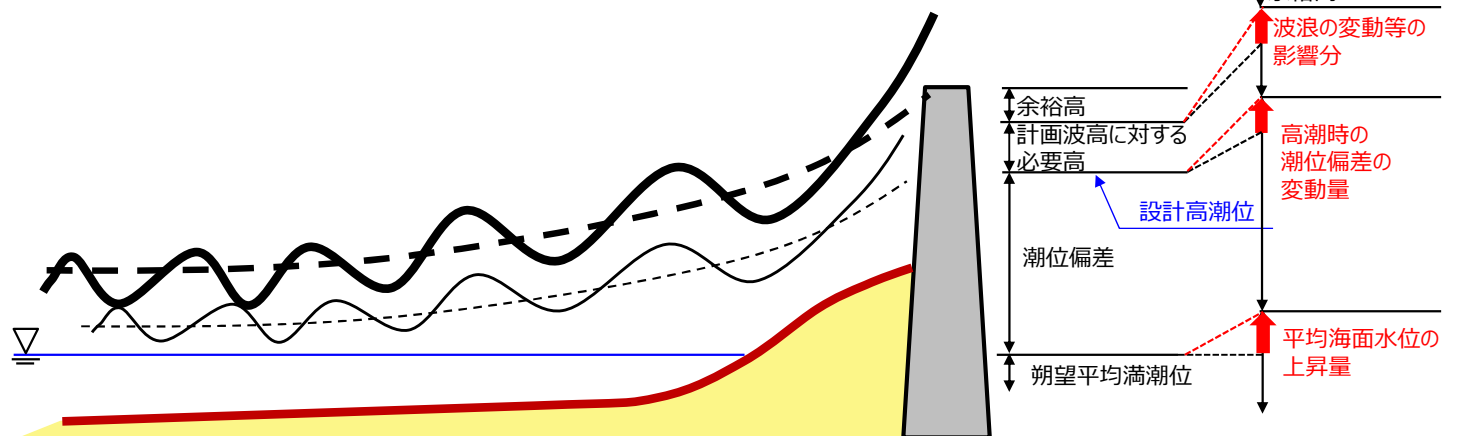
■ 津波に対する防護水準検討の考え方



＜今後の検討方針＞

・高潮の検討方針協議に時間を要していること、津波と高潮による高さ（防護水準）の比較は重要であることから、津波解析も高潮と並行して検討する方針

■ 高潮に対する防護水準の外力の要素（通常海岸の場合）



1.5 侵食に対する防護水準の検討方針（R7年度以降に検討予定）

【概要】 気候変動進行時には、砂浜の勾配が緩くなることで平均海面上昇量以上に汀線が後退すると推測されている。この汀線後退量を、簡易的に予測する。

＜第1回検討委員会の意見＞

・サンゴ礁の海岸では、砂浜のすぐ下に岩があり、砂浜の幅が小さい。また、沖縄県では波に対して流れの方が卓越している海岸が多い。Bruun則の適用は難しいと想定される。

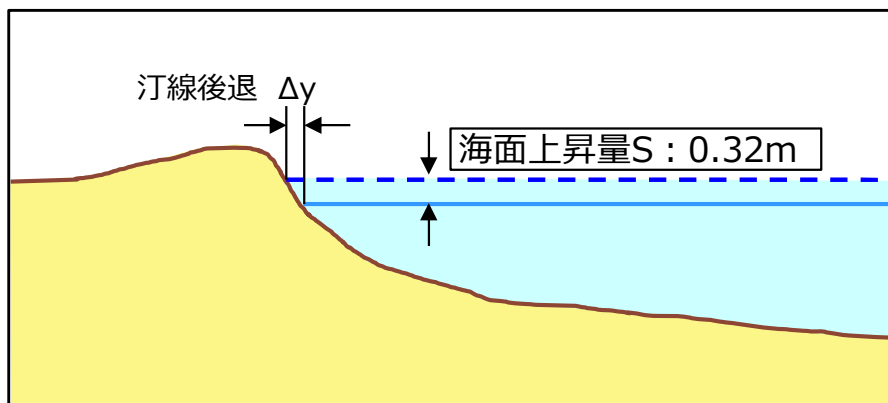
＜検討方針＞

・海面上昇量に対して、**汀線後退量を概算**する。
 ・海面上昇量のみによる汀線後退量は最も小さな変化での評価であり、侵食のメカニズムは不明点も多いため、**侵食対策は今後の研究成果や測量結果も考慮しながら期間をかけて評価**していくこと。

（今回提示）

海面上昇量に対する、汀線後退量の概算

■ 汀線は海面上昇量に応じた水没により後退する。



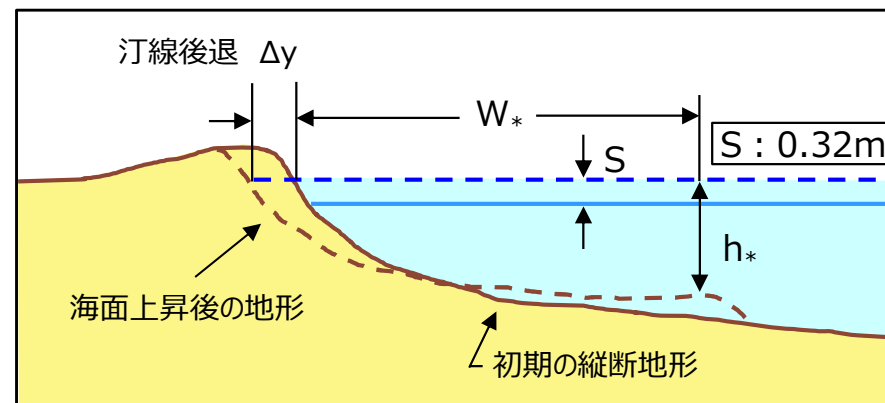
＜今後の検討方針＞

・海面上昇量に対する汀線後退量を算出し、今後の研究成果等も考慮しながら期間をかけて評価していく方針

（第1回提示）

Bruun則

■ 海面が上昇すると、縦断地形は新しい水位に対する平衡地形に向かって変化するため、汀線は海面上昇量に応じた水没以上に後退する。



下式（平衡縦断地形）を用いて、海面上昇量に応じた汀線後退量を算出する。

$$h = ay^{2/3}$$

h : 水深、 a : 各海岸毎に設定する定数、 y : 汀線からの沖方向距離

h_* : 断面変化が生じる限界水深

出典：三村ら（1994）

2. 将来の高潮外力の推算手法

2.1 想定台風を対象とした手法（A-1）の概要（第1回検討委員会の提示資料）

【概要】 将来気候下で、現行の想定台風と同等の生起確率となる台風条件（＝台風中心気圧）を設定し、その際の外力を推算して、将来の計画外力とする。また、d4PDF（2℃上昇実験シナリオ）に加えて、参考としてd4PDF（4℃上昇実験シナリオ）の中心気圧低下量を分析する。

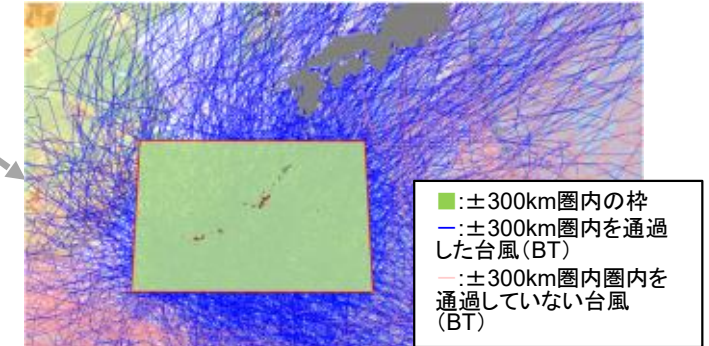
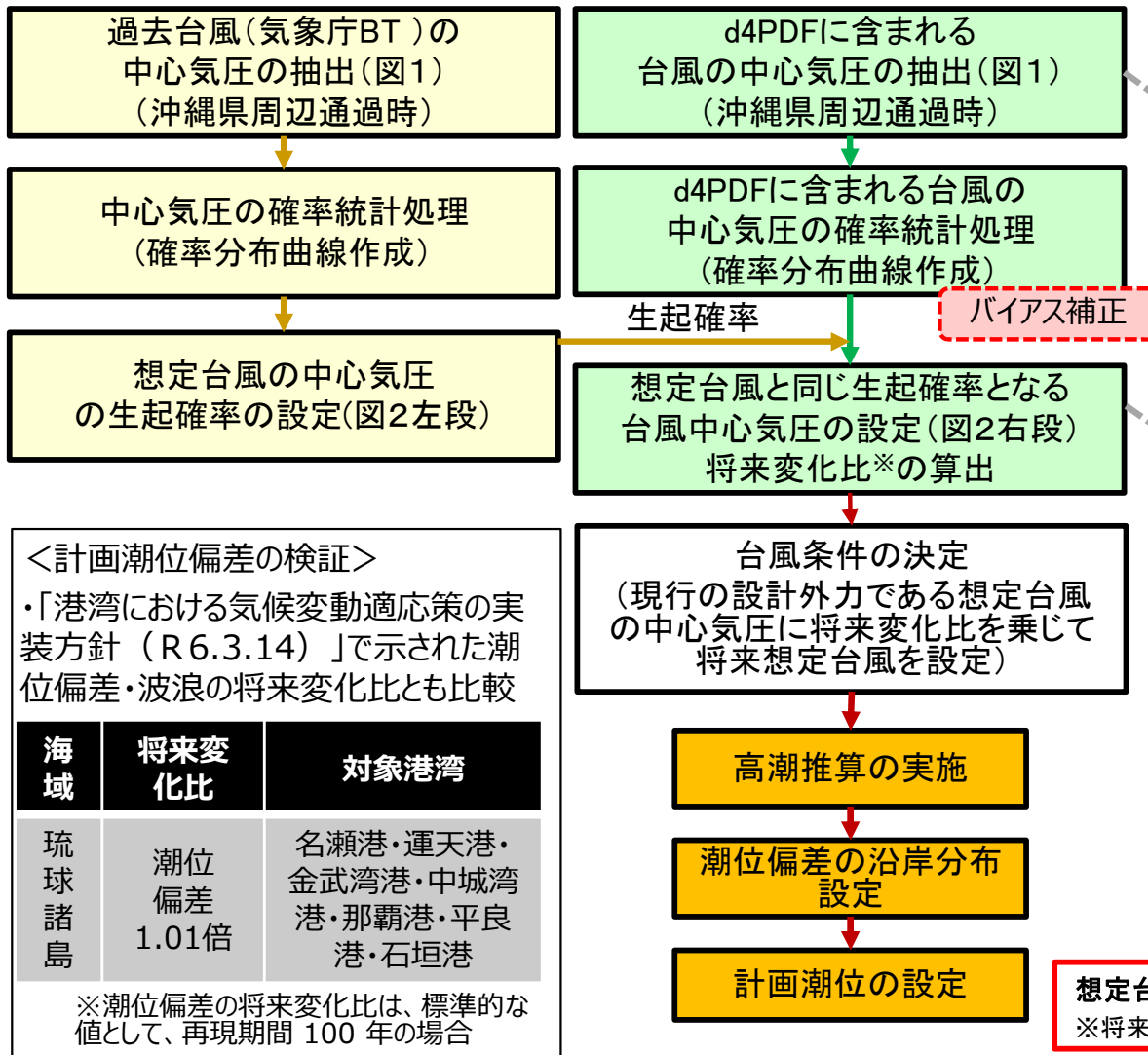
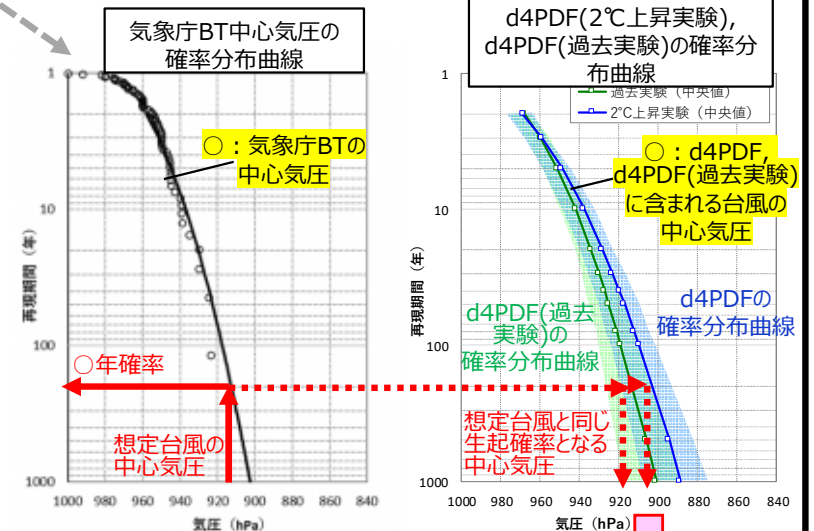


図1 枠内の台風抽出イメージ(気象庁BTの一例)
※d4PDFデータは京大防災研が抽出したd4PDFの台風を使用



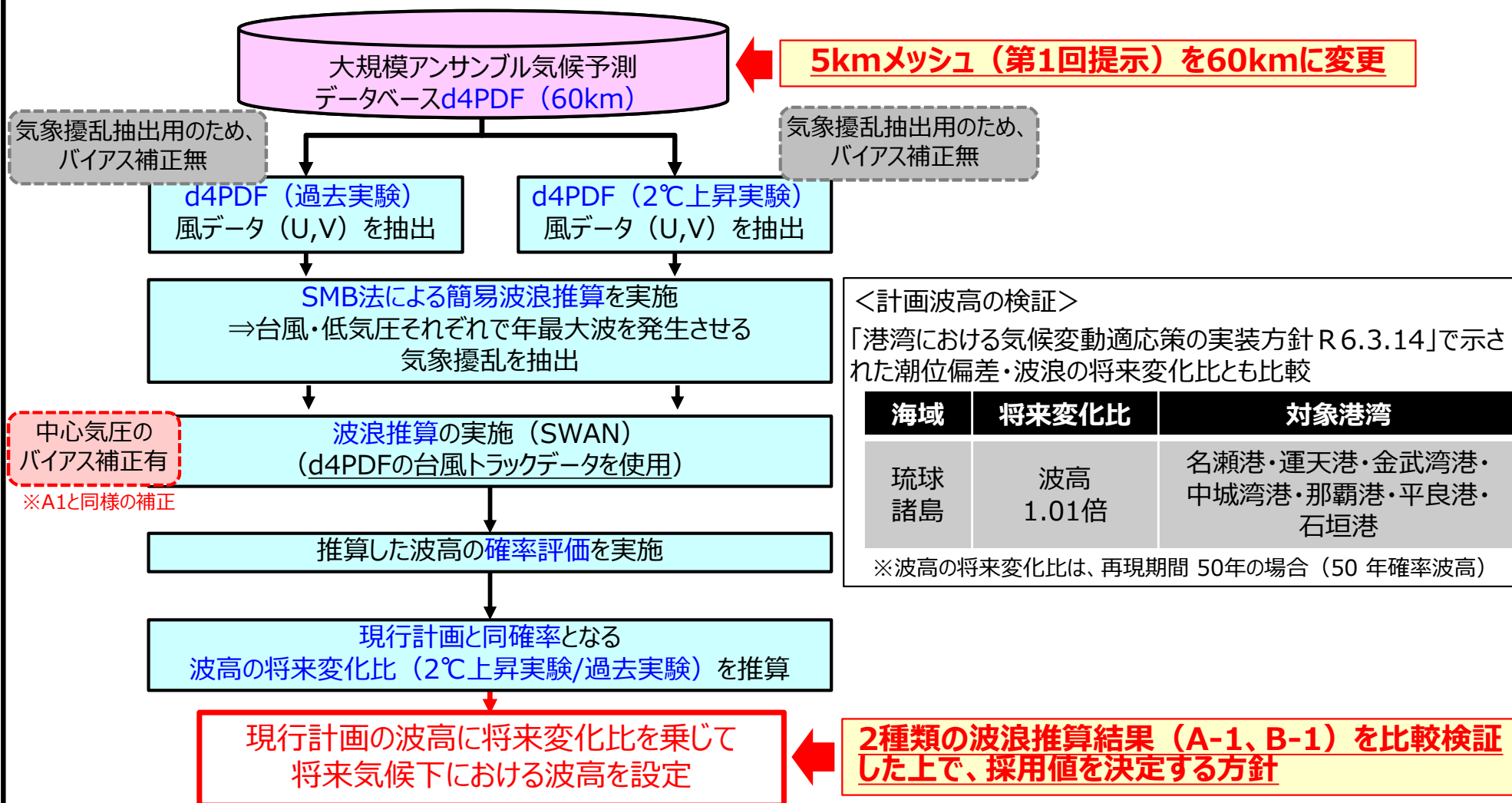
想定台風と同じ生起確率となる中心気圧の将来変化比※を算出
※将来変化比＝(d4PDFの気圧低下量)／(d4PDF(過去実験)の気圧低下量)

図2 台風の中心気圧と同じ生起確率の中心気圧を決定するイメージ

2.2 不特定台風を対象とした手法（B-1）の概要（第1回検討委員会の提示資料に追記）

【概要】・d4PDF（60km）について、全データの波浪推算は実務的に困難であるため、先行事例を参考に、SMB法を用いた簡易推算を行い、波浪推算の対象となる擾乱（年最大波を発生させる台風）を抽出する。

・抽出した擾乱を対象に、d4PDF（60km）の台風トラックデータを使用した波浪推算（SWAN）を実施する。その結果から確率評価を行い、波浪の将来変化比を整理し、現行計画の波浪に将来変化比を乗じて、将来気候下における計画波浪を算出する方針とする。

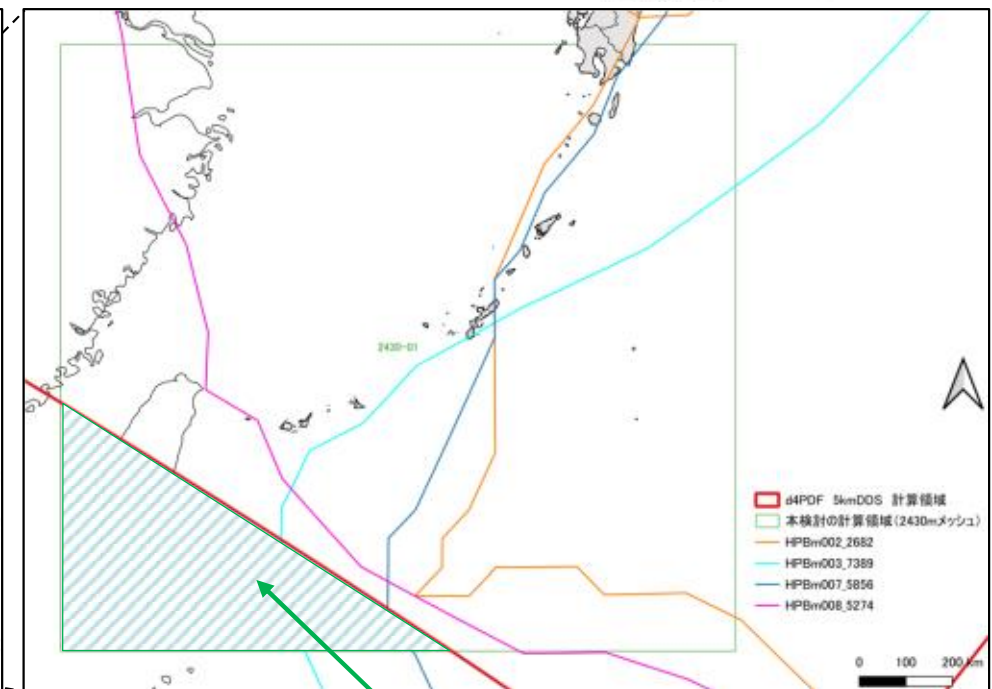
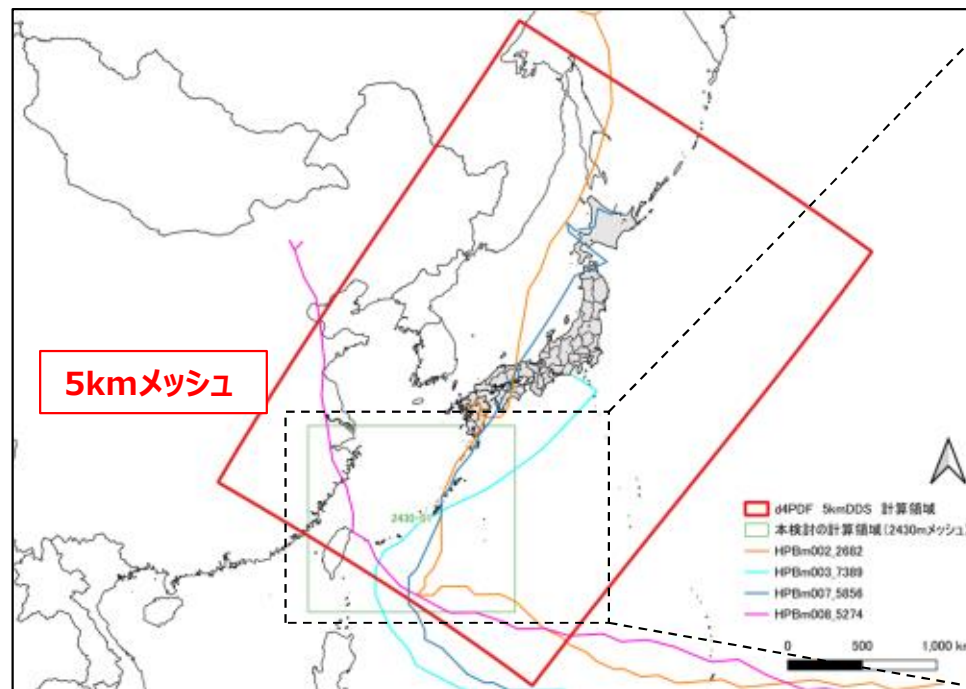
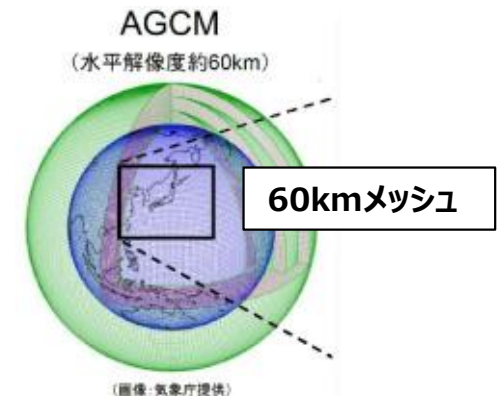


2.3 不特定台風を対象とした手法（B-1）の概要（d4PDFデータの確認）

【概要】 d4PDFの台風トラックデータから4台風を抽出し、手法1（d4PDFの風場データをそのまま使う手法）と手法2（台風モデルで風場を推算する手法）で波浪推算を行った。なお、d4PDF(5km)のデータは、本検討の計算領域（2430mメッシュ）の南西付近で、計算値が存在していない。

【手法の違い】

- ・手法1（d4PDFの風場データ（5kmメッシュ）を使用してSWANで計算）
- ・手法2（台風モデル(60kmメッシュ)で風場を推算する上で、SWANで計算）



d4PDF(5km)のデータでは計算値が存在しない。

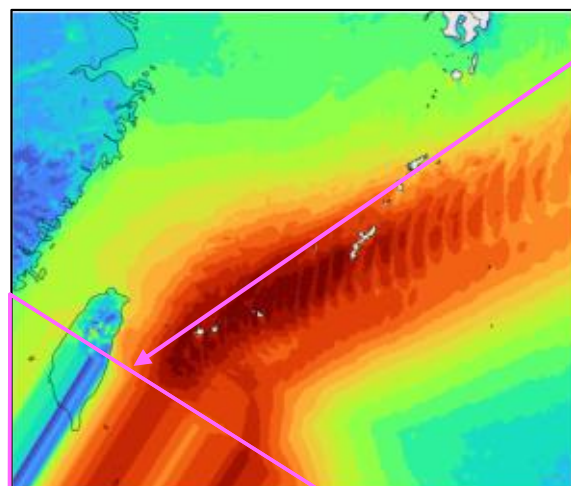
2.3 不特定台風を対象とした手法（B-1）の概要（d4PDFデータの確認）

【概要】 d4PDF(5km)の入力する風場データが存在しない沖縄の南西付近では、【手法1（d4PDF風場データ）】において、適切な有義波高を算定できないと考えられる。

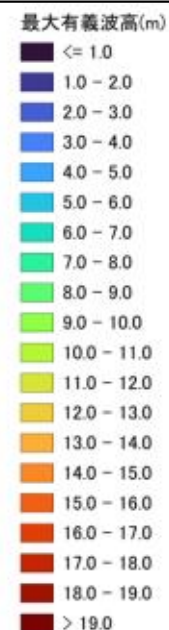
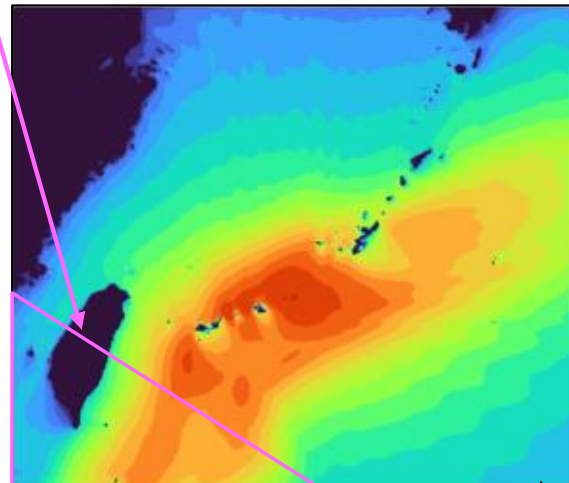
HPBm003_7389

d4PDF(5km)の入力する風場データが存在しない箇所

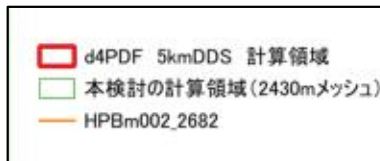
【手法1（d4PDF風場データ）】 最大風速



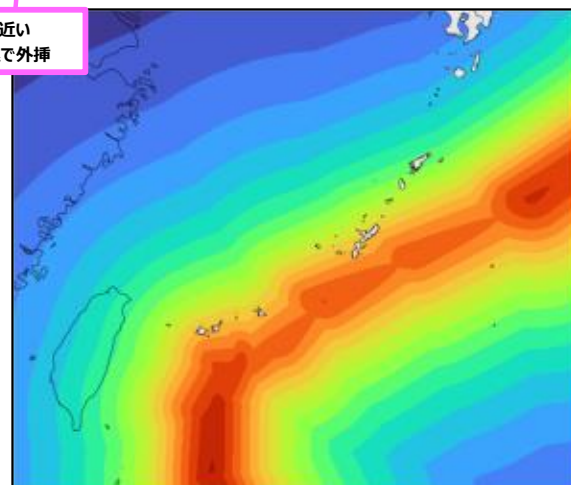
【手法1（d4PDF風場データ）】 最大有義波高



台風コース

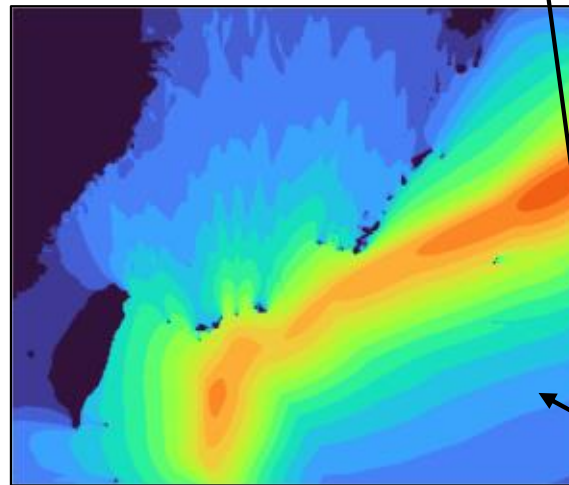


【手法2（台風モデル）】 最大風速



最も近い
風速で外挿

【手法2（台風モデル）】 最大有義波高



【手法の違い】

- ・手法1（d4PDFの風場データ（5kmメッシュ））を使用してSWANで計算）
- ・手法2（台風モデル(60kmメッシュ)で風場を推算する上で、SWANで計算）

・推算波高は手法1の方が大きい、手法1はバイアス補正前の風場を使用しているため、精度の保証は無い。

3. 潮位偏差の長期変化量の推算

3.1 台風抽出個数の整理

【概要】 d4PDFの台風トラックデータより、設定した対象範囲を通過する台風を抽出した。抽出した結果、過去実験は**49,247**個、2℃上昇実験は**22,719**個となった。年間発生個数は、過去実験は**8.21**個/年、2℃上昇実験は**7.01**個/年となり、気温上昇に伴って減少する予測となっている。

■ 台風抽出範囲（有人島の端から東西南北に300kmの範囲）

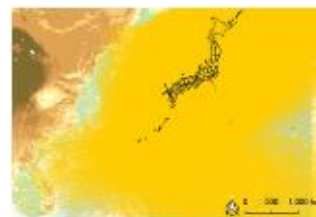


■ d4PDF台風トラックデータの抽出結果

過去実験



d4PDF (2℃上昇実験)



d4PDF (4℃上昇実験)



条件	年数	抽出台風数	年間通過個数
過去実験 (1951年～2010年)	100メンバ（100摂動※2）×60年＝6,000年	49,247個	8.21個/年 (実績：9.56個/年) ※3
2℃上昇実験 (2031年～2090年)	54メンバ（6モデル※1×9摂動※2）×60年＝3,240年	22,719個	7.01個/年
4℃上昇実験 (2051年～2110年)	90メンバ（6モデル※1×15摂動※2）×60年＝5,400年	30,010個	5.56個/年

※1 モデル：2℃上昇実験、4℃上昇実験において使用している主要6モデル（CCSM4、GFDL-CM3、HadGEM2-AO、MIROC5、MPI-ESM-MR、MRI-CGCM3）

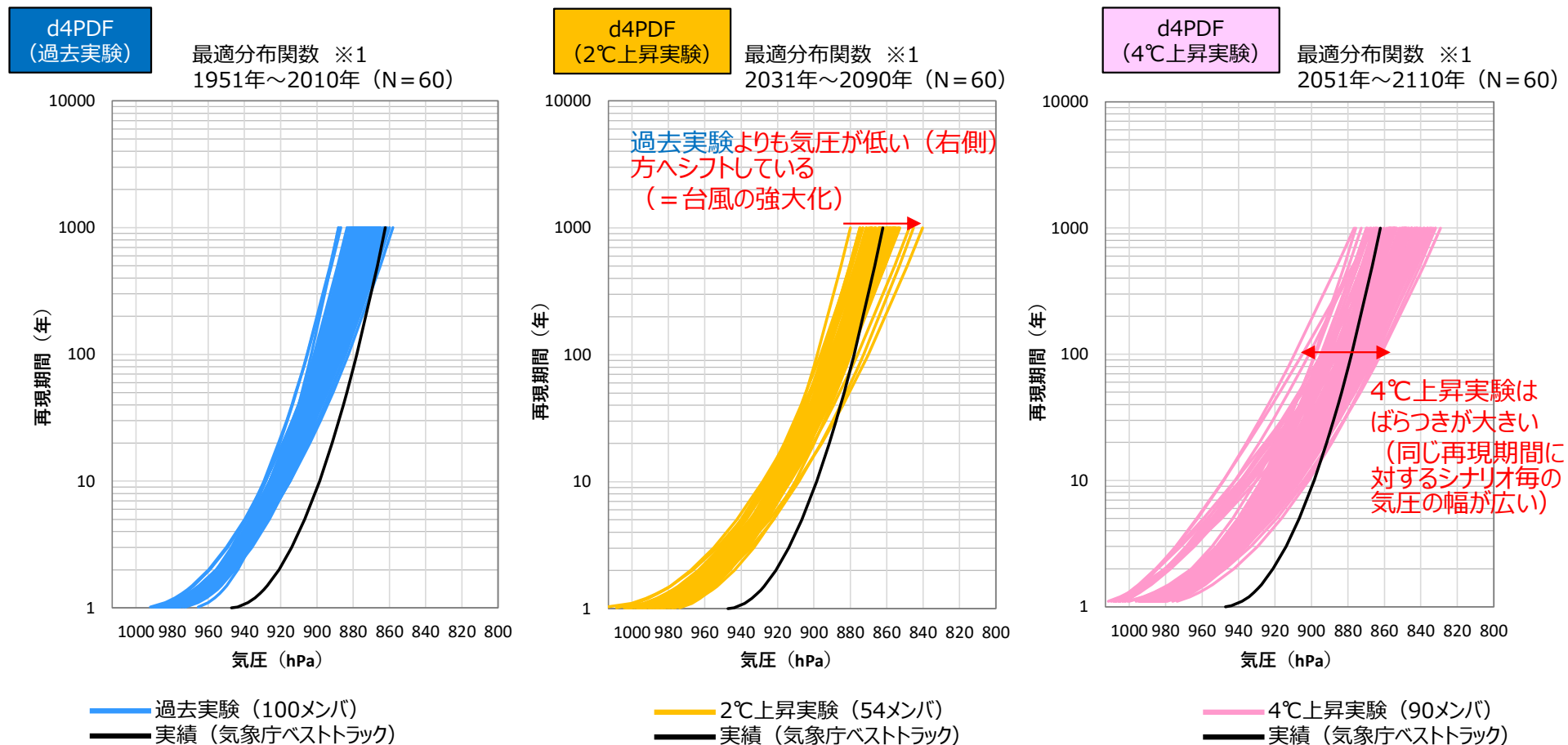
※2 摂動：海面水温解析の推定誤差と同等の振幅をもつ海面水温摂動であり、2℃上昇実験は任意に選んだ9個、4℃上昇実験は15個を使用

※3 実績：気象庁ベストトラックデータ（実績台風資料）を基に対象範囲を通過した実績台風より整理した結果

3.2 台風を中心気圧の極値統計解析

【概要】 中心気圧の変化状況を把握するため、極値統計解析※1（メンバ毎の年最低気圧を対象）を実施した。2℃上昇実験は、過去実験と比べて、中心気圧が低下（強大化）している。また、4℃上昇実験は不確実性が高く、過去実験や2℃上昇実験よりばらつきが大きい。

対象範囲を通過した台風中心気圧を用いた極値統計解析結果

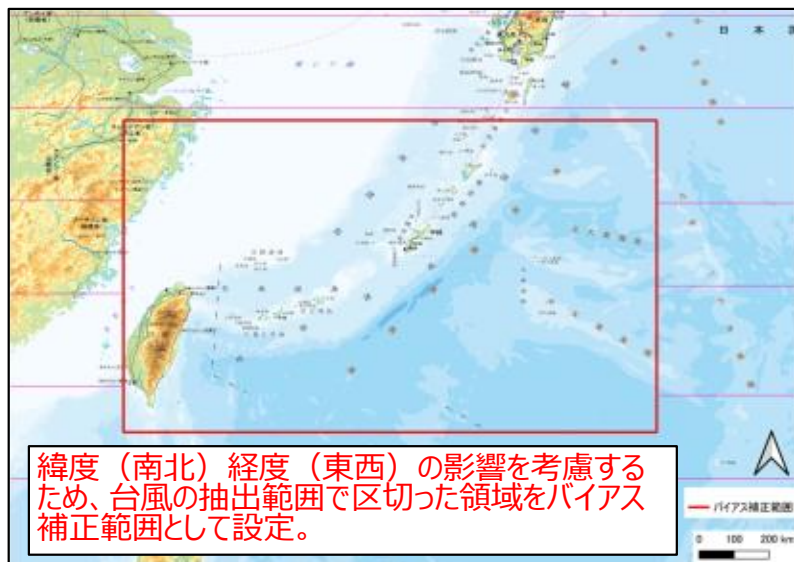


※1：海岸保全施設の技術上の基準・同解説等に記載されている複数の手法を適用し、それぞれで最も相関係数が高い手法を採用
 (結果として、過去実験と2℃上昇実験の最適分布はワイブル分布 (K=2.0) のみ、d4PDF (4℃上昇実験) はワイブル分布 (K=2.0) も含む)

3.3 気候変動を踏まえた想定台風のバイアス補正方法

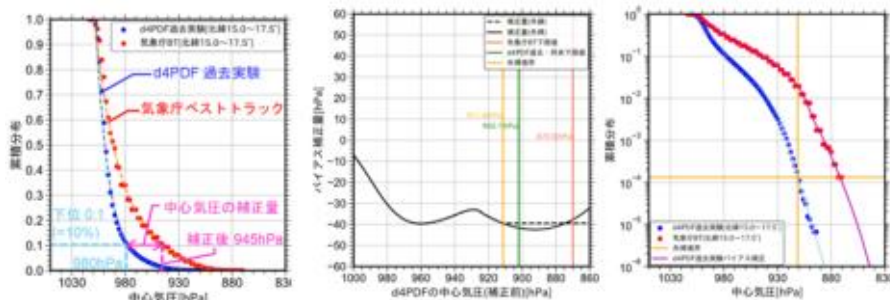
【概要】 想定台風のバイアス補正について、日本全体のうち低緯度ほど中心気圧のバイアスが大きい傾向にある、また経度方向にもバイアス分布があることがわかっているため、台風の抽出範囲をもとにバイアス補正の範囲を限定して、中心気圧のバイアス補正を行った。

【①入力条件（気圧）を補正する方法】



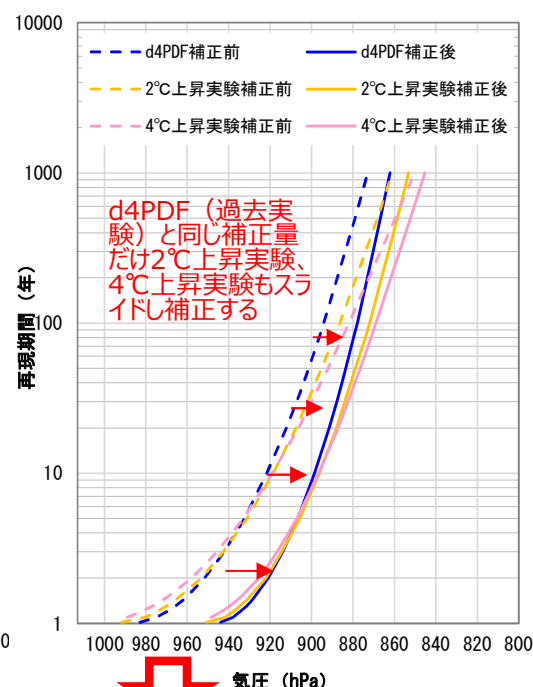
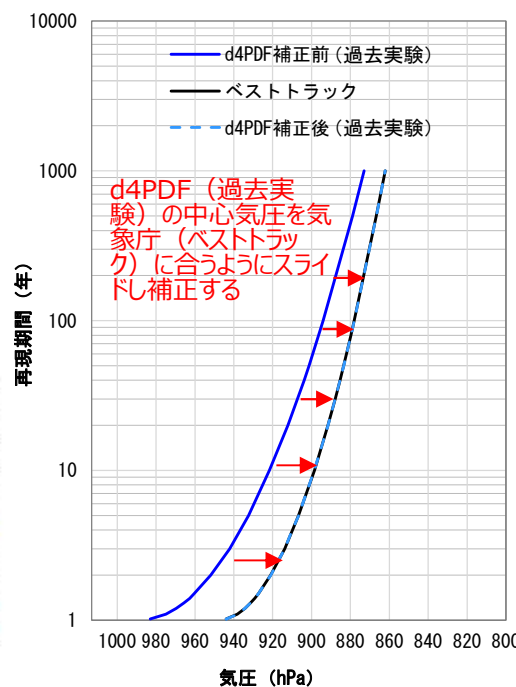
【中心気圧のバイアス補正】 ※d4PDFのデータは各メンバの中央値を採用

- ◆ 気象庁ベストトラックデータとd4PDFトラックデータの台風中心気圧の確率分布が整合するように中心気圧の補正を行う。
- ◆ バイアス補正は、気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会と同手法として、クオンタイルマッピング法とし、バイアス補正は**台風抽出範囲**で補正を行う。
- ◆ 補正量を算出し、累積分布のプロットに整合するように多項式で近似を行う。



バイアス補正量の一例

出典：本多和彦・成田裕也・岡本侃大・百海郁弥・平山克也・高川智博・森 信人：3 大湾内の港湾における高潮・波浪への気候変動の影響評価，国総研資料，第1266号，pp17-20，2024。



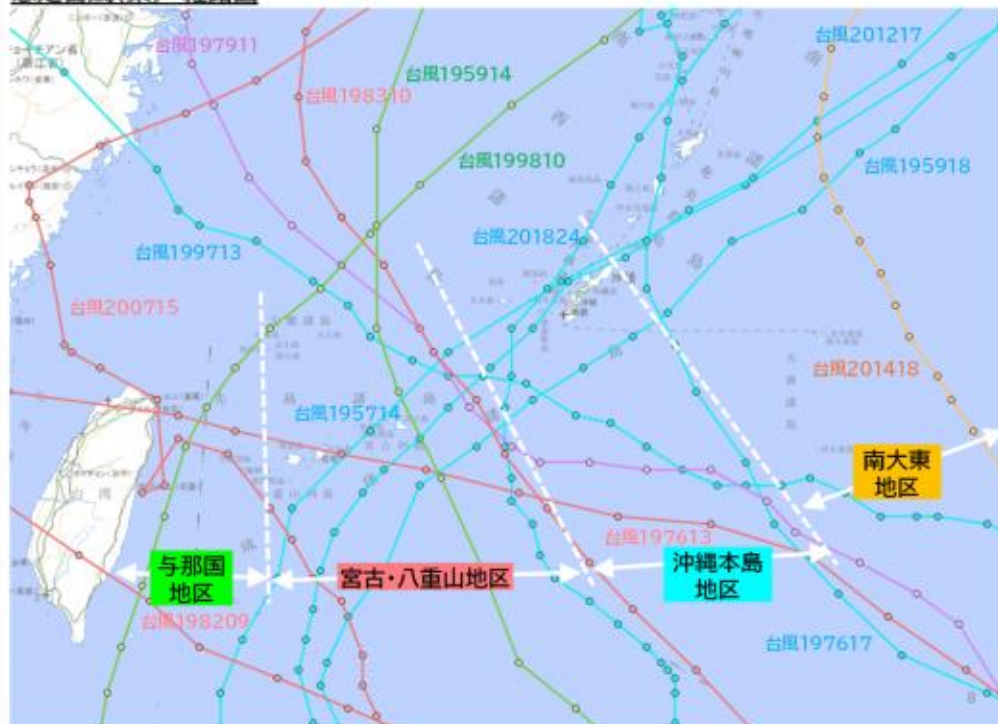
現行の想定台風をもとに、将来台風の中心気圧低下量を設定

3.4 想定台風の設定

【概要】 沖縄県で設計外力に採用されている想定台風を以下に示す。

沖縄県で設計外力に採用されている想定台風の経路図と一覧表

想定台風(案) 経路図



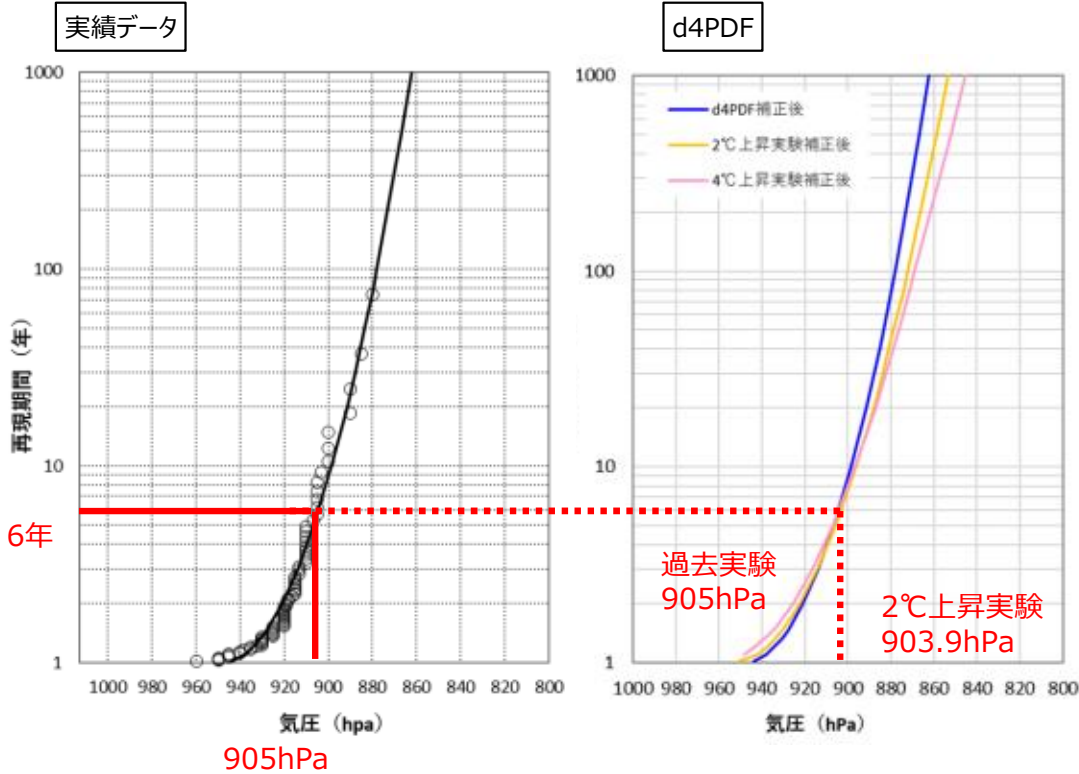
- …南大東地区で採用されている台風
- …沖縄本島地区で採用されている台風
- …沖縄本島地区、宮古・八重山地区で採用されている台風
- …宮古・八重山地区で採用されている台風
- …与那国地区で採用されている台風

No	想定台風	和暦	地域	潮位偏差の最大値 (観測地点)	備考
1	台風 201418	平成26年	大東諸島	0.86m (南大東観測所)	南大東において最大潮位偏差を観測した台風
2	台風 201217	平成24年	沖縄本島地区	0.81m (那覇観測所)	現行の設計外力に設定されている台風
3	台風 200715	平成19年	宮古・八重山地区	0.84m (石垣観測所)	現行の設計外力に設定されている台風
4	台風 199810	平成10年	与那国地区	0.84m (与那国観測所)	現行の設計外力に設定されている台風
5	台風 197613	昭和51年	宮古・八重山地区	0.92m (石垣観測所)	石垣において最大潮位偏差を観測した台風
6	台風 197911	昭和54年	沖縄本島地区 宮古・八重山地区	0.41m (石垣観測所)	
7	台風 195914	昭和34年	与那国地区	—	宮古島地方気象台で潮位偏差1.2mを観測
8	台風 199713	平成9年	沖縄本島地区	0.62m (那覇観測所)	
9	台風 197617	昭和51年	沖縄本島地区	0.54m (那覇観測所)	
10	台風 198310	昭和58年	宮古・八重山地区	0.64m (石垣観測所)	
11	台風 195714	昭和32年	沖縄本島地区	—	※那覇観測は1967年1月からのため、数値無し
12	台風 195918	昭和34年	沖縄本島地区	—	別名「シャロット台風」 ※那覇観測は1967年1月からのため、数値無し
13	台風 198209	昭和57年	宮古・八重山地区	0.30m (石垣観測所)	
14	台風 201824	平成30年	—	0.66m (那覇観測所)	近年、沖縄本島で高潮・高波被害が発生した台風

3.5 想定台風の中心気圧の設定

【概要】 年最低中心気圧の極値統計解析の結果、想定台風の中心気圧の再現期間は1～6年確率となった。同等の生起確率となる 2℃上昇実験時の気圧低下量の変化比は0.80～1.01倍となるが、危険側の1.01倍を代表値として、将来気候下（2℃上昇実験）での台風条件を設定した。

台風抽出範囲内の最低中心気圧を用いた極値統計解析結果

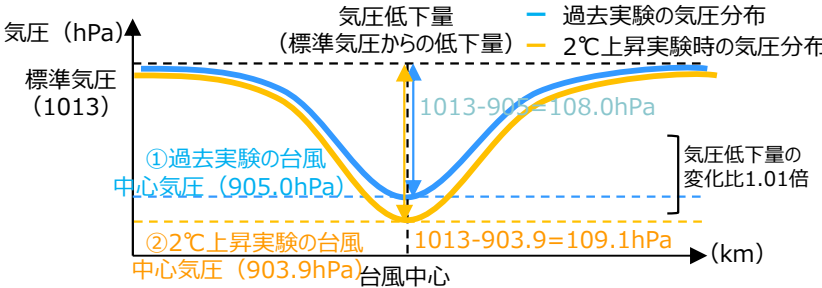


台風ケース	気圧低下量	台風中心気圧
過去実験	1013-905=108.0hPa	905.0hPa
2℃上昇実験	$108.0 \times 1.01 = 109.1\text{hPa}$	$1013 - 109.1 = 903.9\text{hPa}$

想定台風の気圧低下量の将来変化比

想定 台風 No.	想定 台風	再現 期間	中心気圧 過去実験 (hPa)	中心気圧 2℃上昇 実験(hPa)	中心気圧 4℃上昇 実験(hPa)	将来 変化比 (2℃上昇 実験)	将来 変化比 (4℃上昇 実験)
1	1418	1.2	935.0	937.7	943.3	0.97	0.89
2	1217	1.6	920.0	925.3	929.2	0.94	0.90
3	0715	1.4	925.0	931.6	935.8	0.93	0.88
4	9810	1.0	945.0	952.3	953.7	0.89	0.87
5	7613	1.6	918.3	925.3	929.2	0.93	0.88
6	7911	1.8	910.0	919.3	922.2	0.91	0.88
7	5914	6.0	905.0	903.9	904.9	1.01	1.00
8	9713	1.0	945.0	952.3	953.7	0.89	0.87
9	7617	4.1	910.0	909.6	911.3	1.00	0.99
10	8310	3.2	913.3	913.4	915.5	1.00	0.98
11	5714	0.9	950.0	962.6	958.9	0.80	0.86
12	5918	1.8	924.2	925.3	929.0	0.99	0.95
13	8209	1.4	930.0	932.0	936.6	0.98	0.92
14	1824	0.9	950.0	962.6	958.9	0.80	0.86

【気圧低下量の変化比1.01倍の算定イメージ】



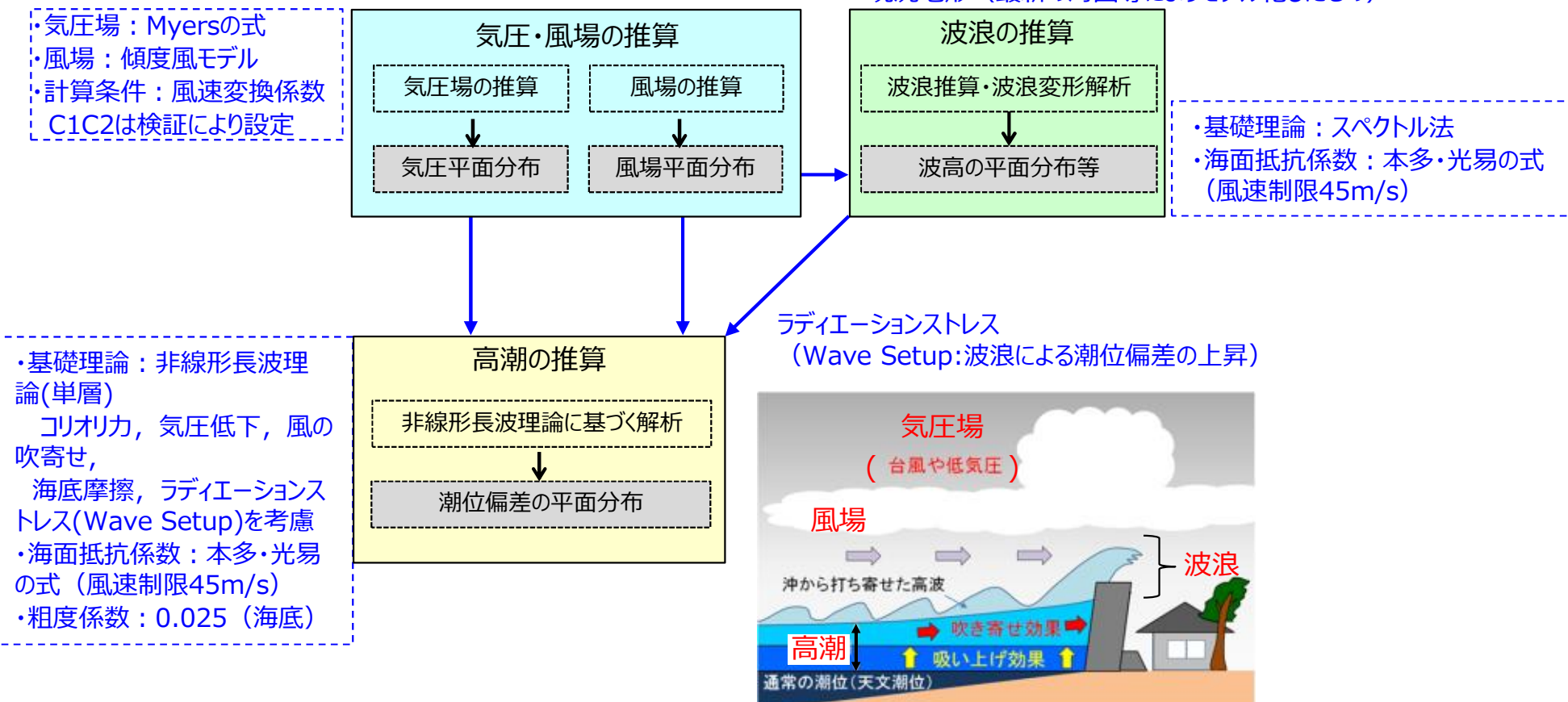
3.6 高潮波浪推算モデル（第1回検討委員会の提示資料）

【概要】 解析モデルの概要を以下に示す。解析モデルについて、気圧・風場の推算結果をもとにそれぞれ、波浪推算、高潮推算を実施して、高潮潮位偏差を算出する流れである。

■ 高潮シミュレーションの概要

- ・ 潮位偏差は、将来気候（2℃上昇実験）における台風の気圧・風場推算結果を条件とした高潮シミュレーションにより算定する。
- ・ 高潮シミュレーションモデルは、「高潮浸水想定区域図作成の手引きVER.2.10 R3.7」を参考にした構成とする。

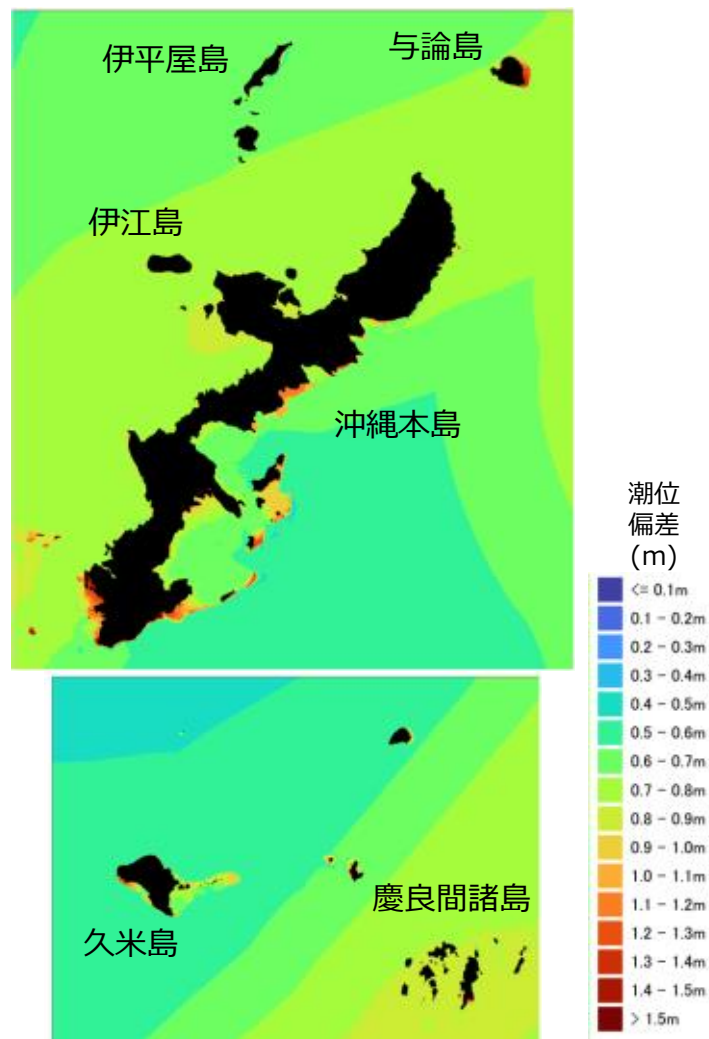
現況地形（最新の海図等によりモデル化したもの）



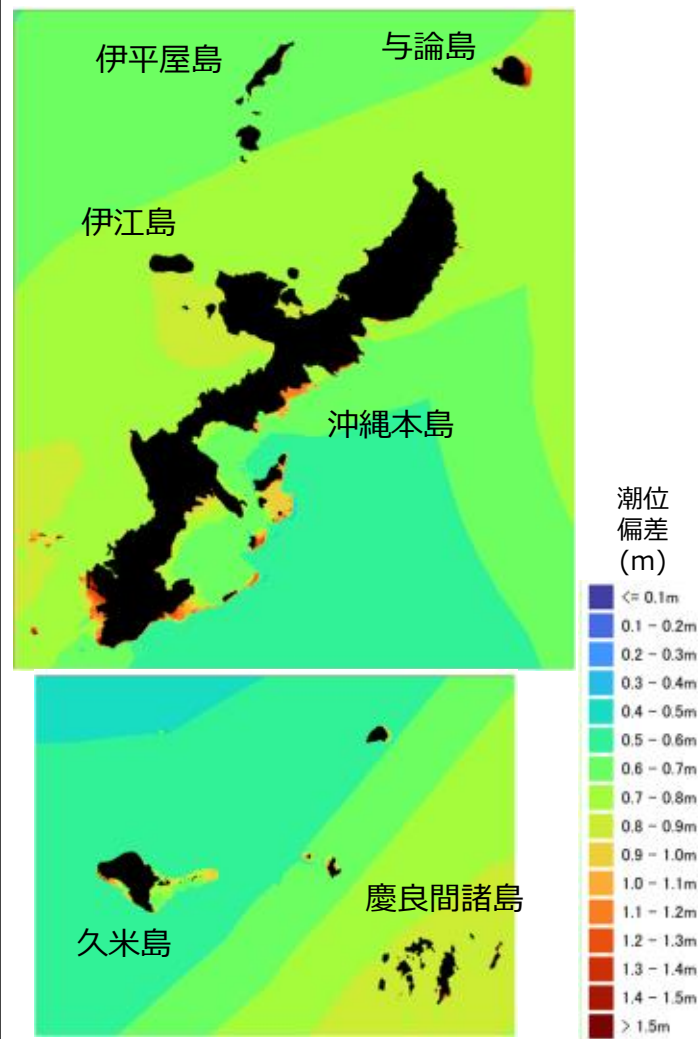
3.7 潮位偏差の算定結果（平面分布_沖縄本島周辺）

【概要】 設定した台風条件（現在気候、2℃上昇時）に基づいた高潮シミュレーションを実施した。推算結果から最大潮位偏差の平面分布（各想定台風の最大包絡）を整理した。現行の想定台風と将来の想定台風の差分は0.05m以下であった。

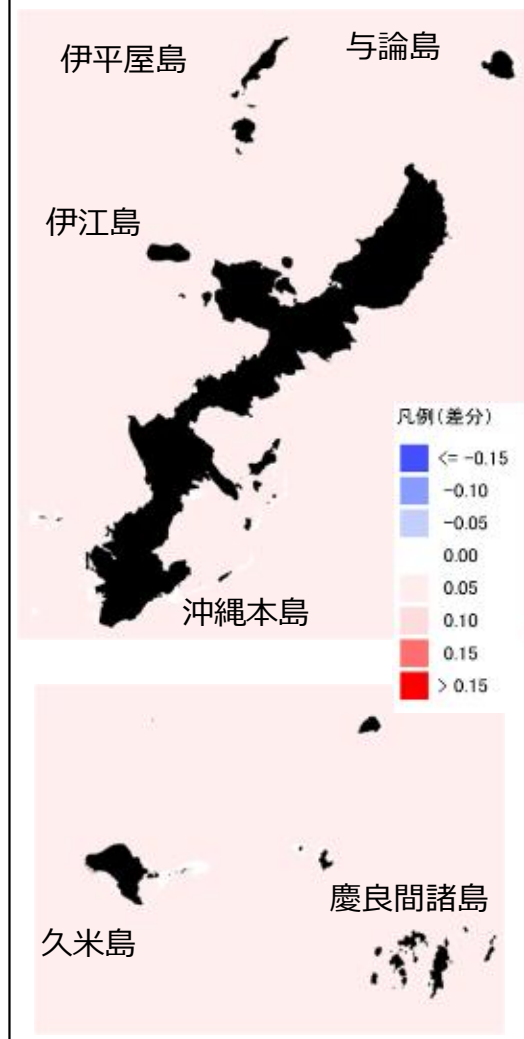
現行の想定台風
潮位偏差分布（各想定台風の最大包絡）



将来の想定台風（2℃上昇実験時）
潮位偏差分布（各想定台風の最大包絡）



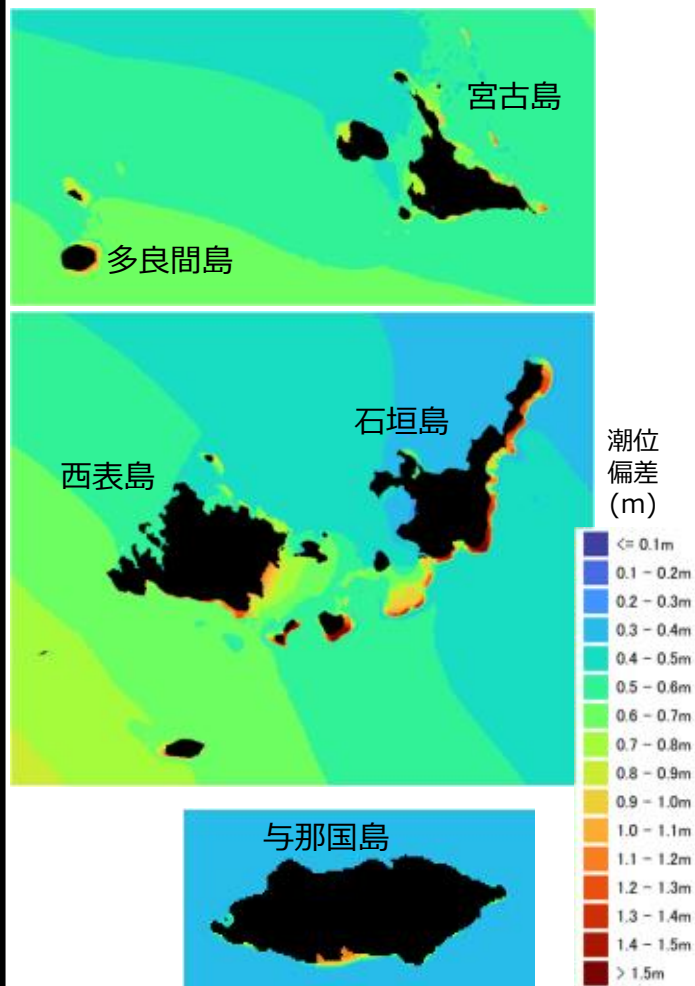
差分（将来-現行）[m]



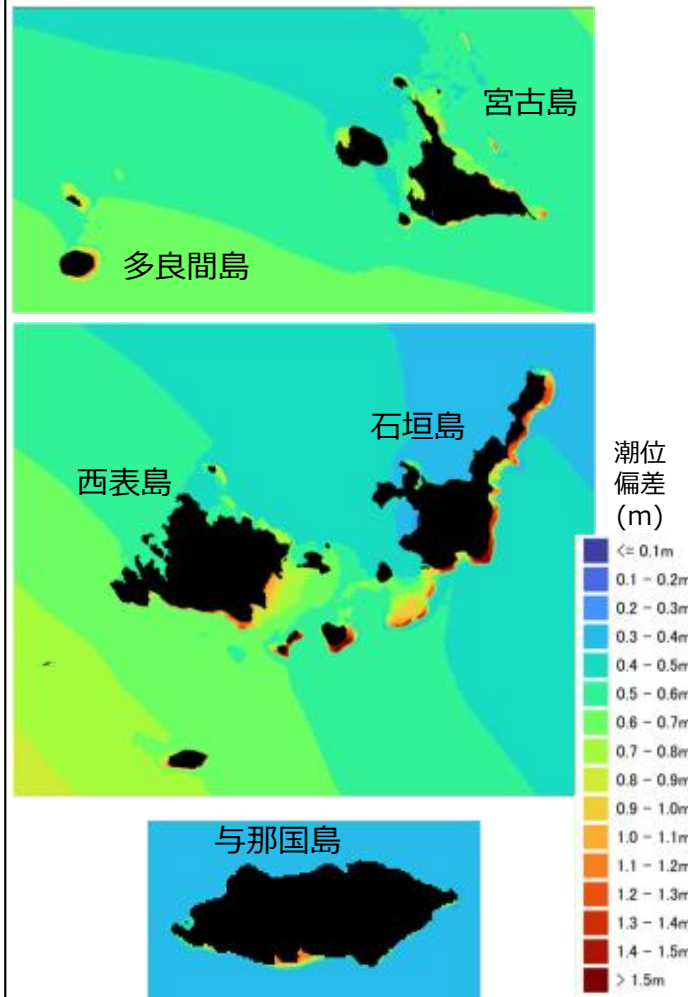
3.7 潮位偏差の算定結果（平面分布_宮古八重山諸島）

【概要】 設定した台風条件（現在気候、2℃上昇時）に基づいた高潮シミュレーションを実施した。推算結果から最大潮位偏差の平面分布（各想定台風の最大包絡）を整理した。現行の想定台風と将来の想定台風の差分は0.05m以下であった。

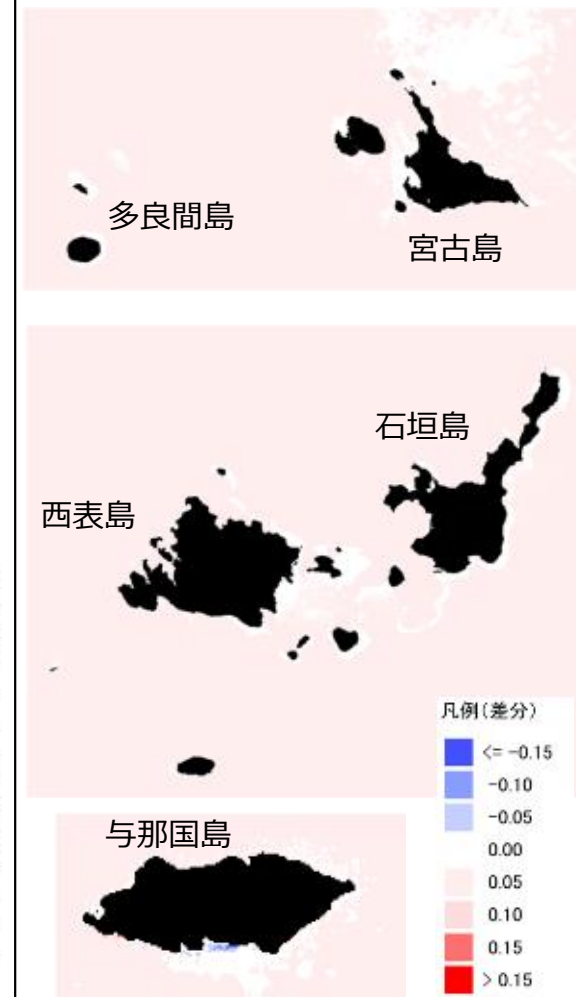
現行の想定台風
潮位偏差分布（各想定台風の最大包絡）



将来の想定台風（2℃上昇実験時）
潮位偏差分布（各想定台風の最大包絡）

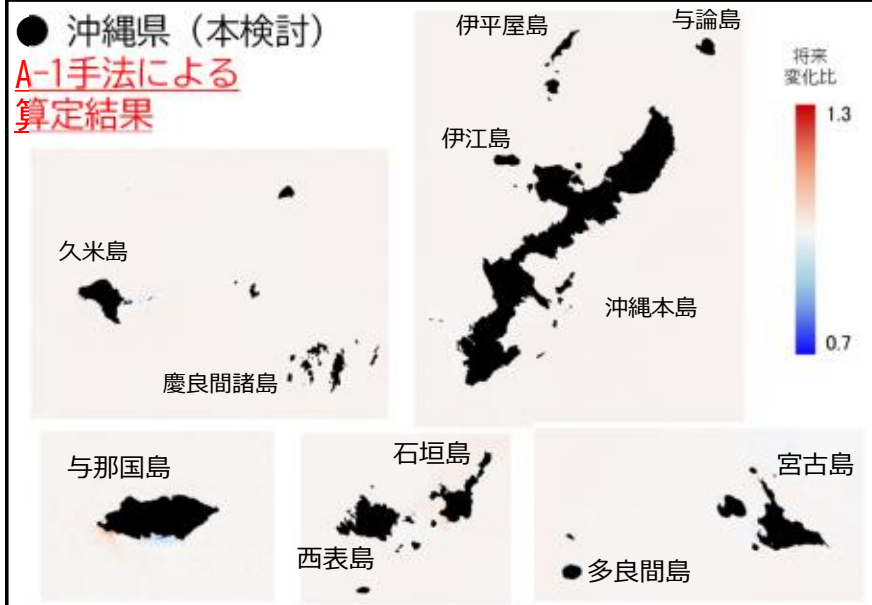


差分（将来-現行）[m]



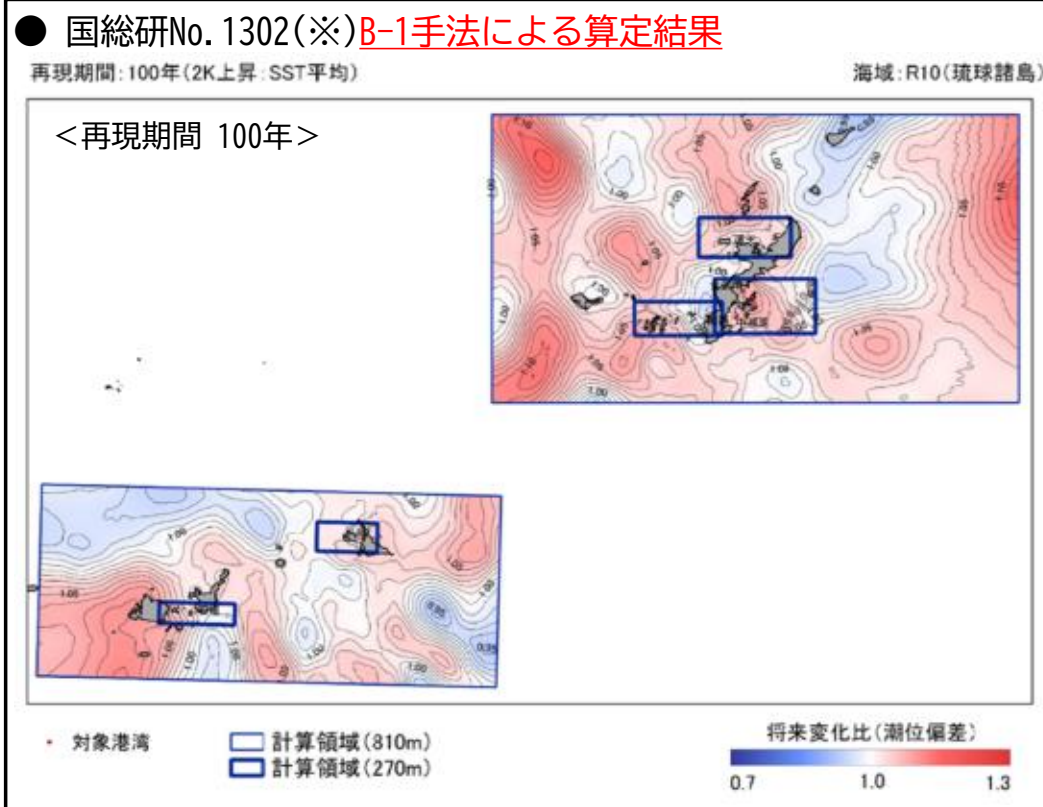
3.7 潮位偏差の算定結果（沖縄県資料と国総研資料との比較）

【概要】 想定台風の計算から求めた潮位偏差の将来変化比と国総研の公表資料を比較した。平面分布の比較から、沖縄県のA-1は同じ経路を通る台風であるため、将来変化比の分布に大きな差はなく、1.00倍程度である。国総研資料のB-1は、過去実験と2℃上昇実験で通過する経路が異なるため、0.95～1.15倍の幅を持った分布である。地点評価一覧で見ると将来変化比はどちらも1.00倍程度であった。



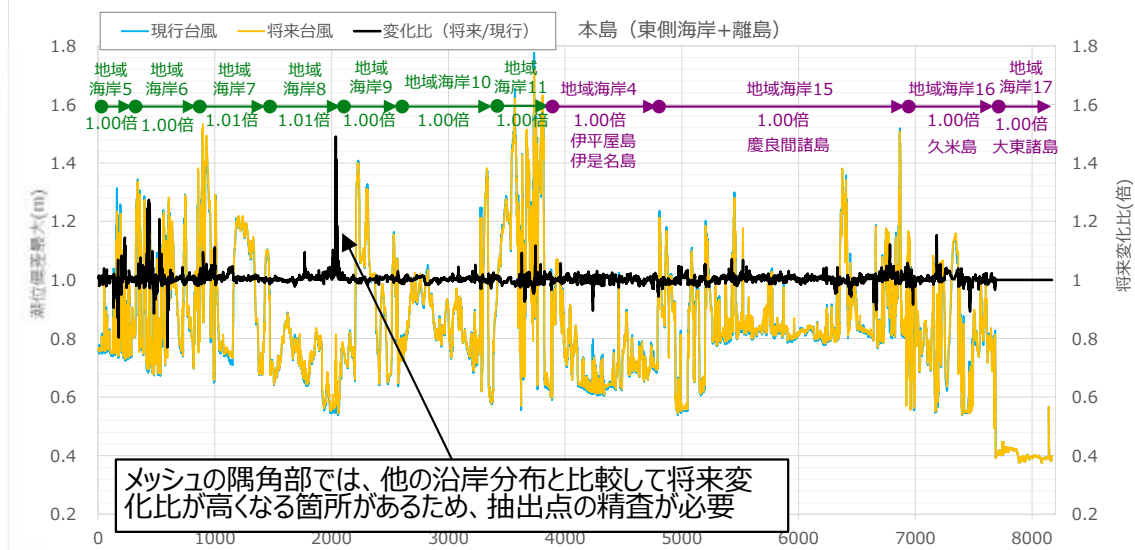
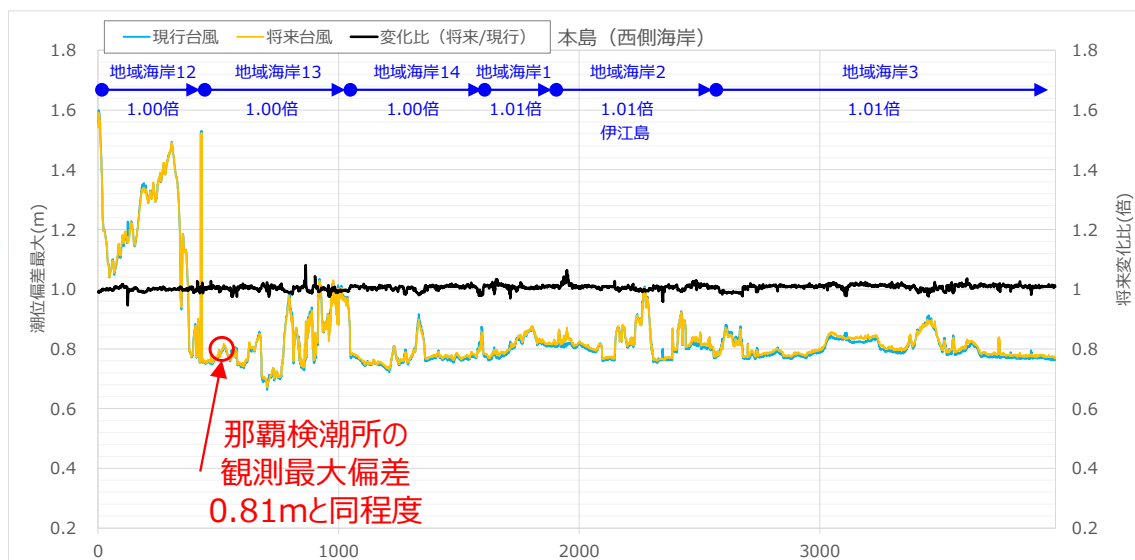
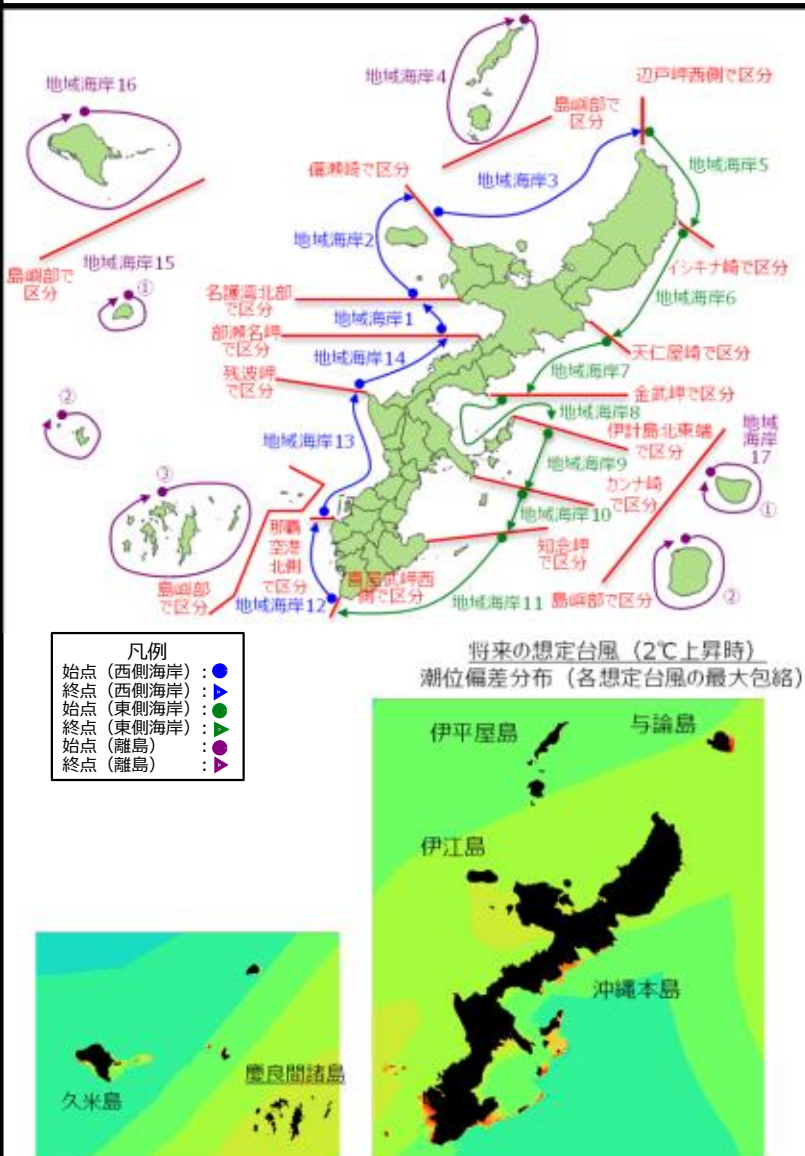
＜潮位偏差の将来変化比の地点評価一覧＞

港湾名	沖縄県 ※想定台風	国総研No.1302 ※100年確率
運天港	0.99～1.01倍	1.01倍
金武湾港	0.99～1.02倍	1.01倍
中城湾港	0.98～1.01倍	1.03倍
那覇港	1.00～1.01倍	0.98倍
平良港	0.98～1.00倍	1.02倍
石垣港	1.00倍	1.00倍



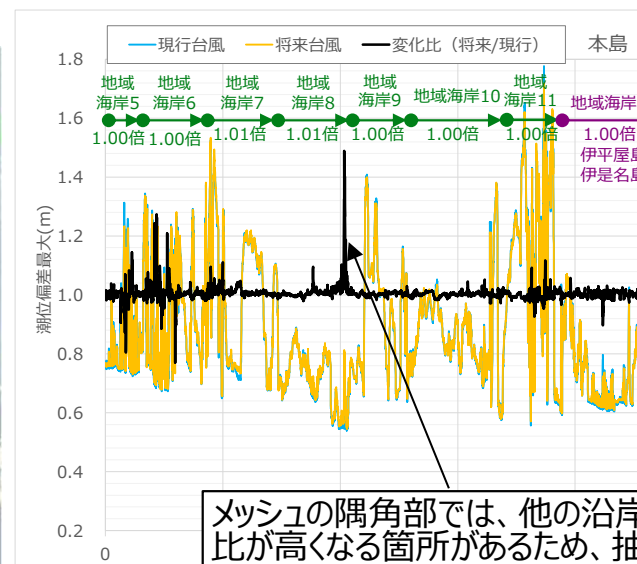
3.7 潮位偏差の算定結果（沖縄本島周辺、離島を含む）

【概要】 推算した最大潮位偏差（各想定台風の最大包絡）から沿岸分布を作成した。現行の想定台風に対する将来変化比は、一部を除き概ね1.00倍前後となった。



3.7 潮位偏差の算定結果（沖縄本島周辺、離島を含む）

【概要】 今後は、背後に資産がない山付部、周辺と比較して局所的に潮位が高くなる港内や河道内は除外し、評価対象地点（メッシュ）を再設定する方針である。

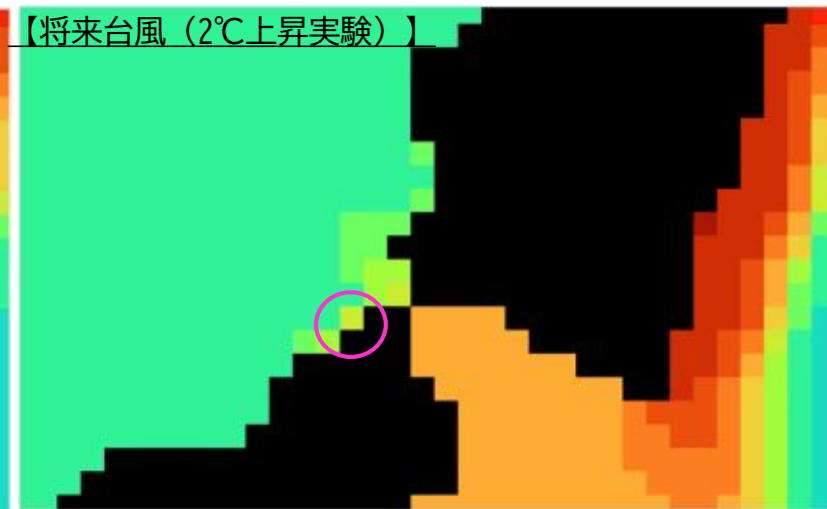


メッシュの隅角部では、他の沿岸分布と比較して将来変化比が高くなる箇所があるため、抽出点の精査が必要
→今後、精査した上で、沿岸縦断図を修正する方針

【現行の想定台風】



【将来台風（2℃上昇実験）】



潮位偏差(m)



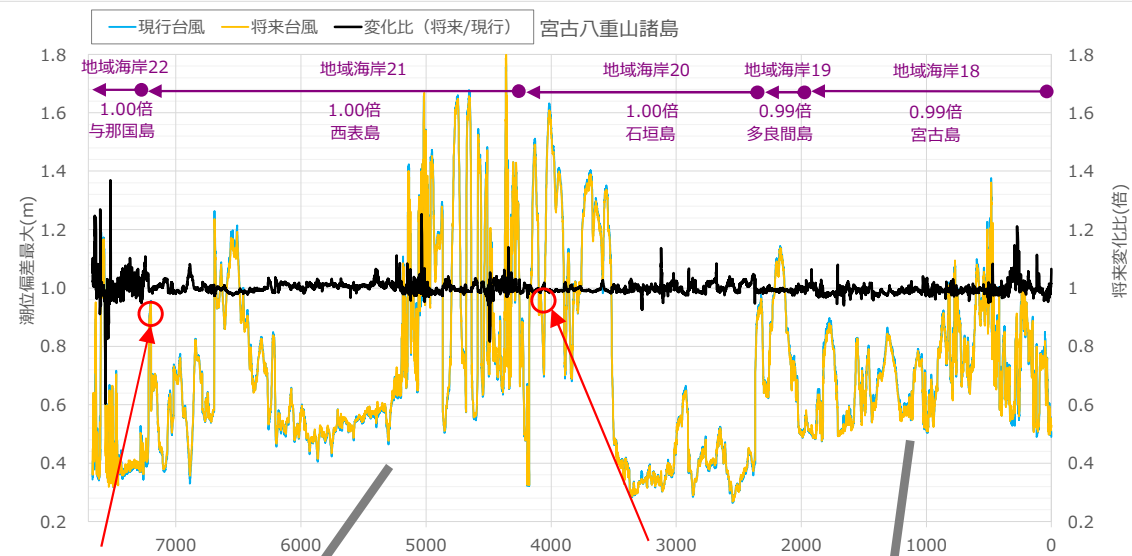
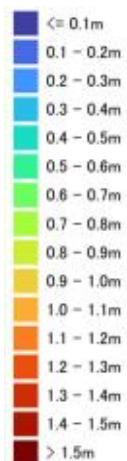
3.7 潮位偏差の算定結果（宮古・八重山周辺、離島を含む）

【概要】 推算した最大潮位偏差（各想定台風の最大包絡）から沿岸分布を作成した。現行の想定台風に対する将来変化比は、一部を除き概ね1.00倍前後となった。

- 凡例
- 始点（西側海岸）：●
 - 終点（西側海岸）：▲
 - 始点（東側海岸）：●
 - 終点（東側海岸）：▲
 - 始点（離島）：●
 - 終点（離島）：▲

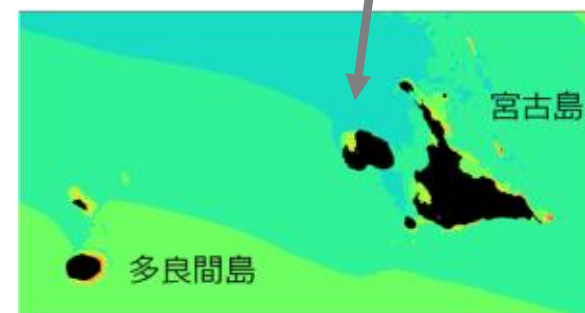
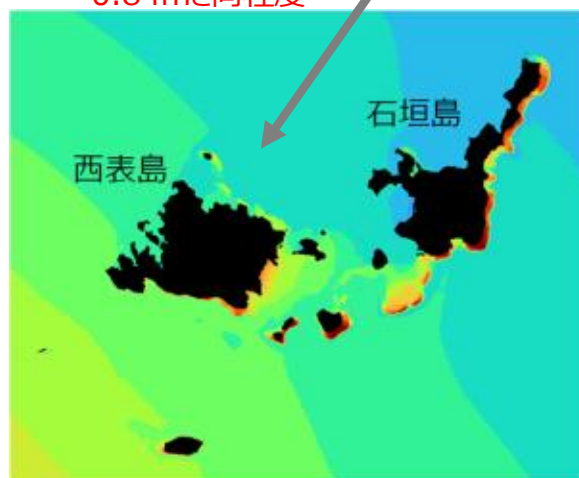


潮位偏差(m)



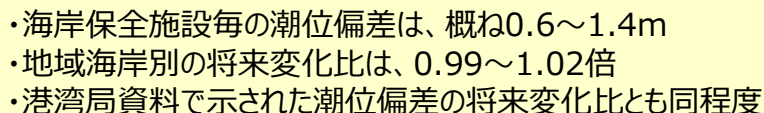
与那国検潮所の
観測潮位偏差
0.84mと同程度

石垣検潮所の
観測最大偏差
0.92mと同程度



将来の想定台風（2℃上昇実験時）
潮位偏差分布（各想定台風の最大包絡）

【概要】 各海岸保全施設における現行台風と将来台風（2℃上昇実験）の潮位偏差とその変化比を抽出した結果を以下に示す。海岸保全施設毎の潮位偏差は、概ね0.6～1.4m、地域海岸別の将来変化比は、0.99～1.02倍であり、港湾局資料で示された潮位偏差の将来変化比とも同程度であった。

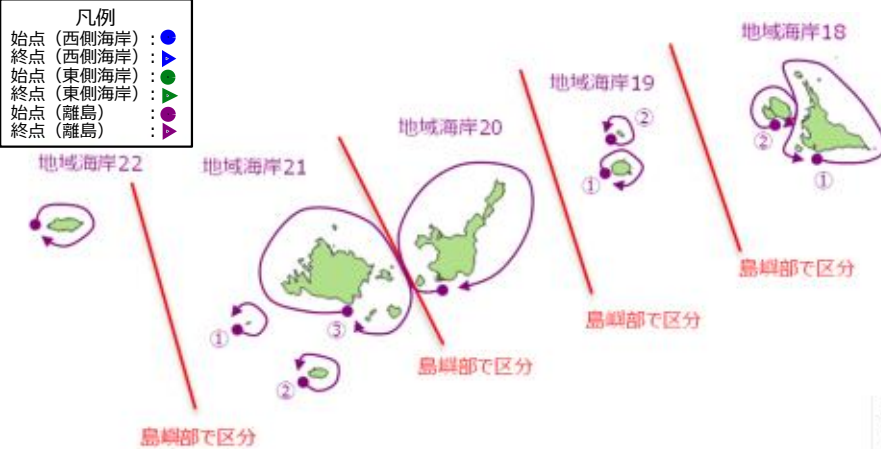


海域	将来变化比	対象港湾
琉球 諸島	潮位偏差 1.01倍	名瀬港・運天港・金武湾港・中城 湾港・那覇港・平良港・石垣港

27

3.7 潮位偏差の算定結果（宮古八重山諸島：海岸保全施設ごとの最大値）

【概要】 各海岸保全施設における現行台風と将来台風（2℃上昇実験）の潮位偏差とその変化比を抽出した結果を以下に示す。海岸保全施設毎の潮位偏差は、概ね0.4～1.5m、地域海岸別の将来変化比は、0.99～1.01倍であり、港湾局資料で示された潮位偏差の将来変化比とも同程度であった。



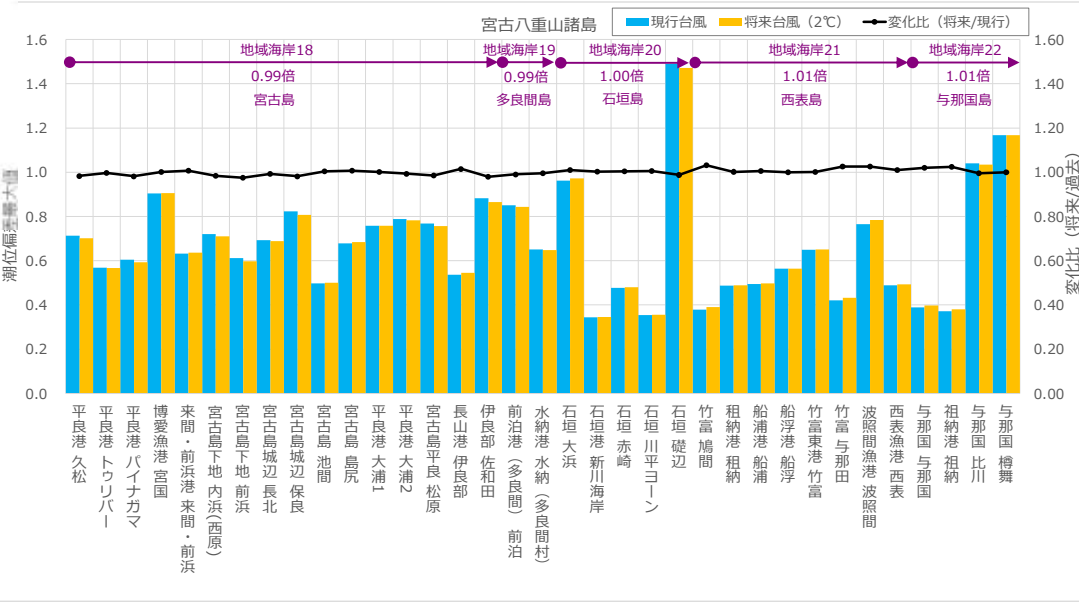
<検討結果>

- ・海岸保全施設毎の潮位偏差は、概ね0.4～1.5m
- ・地域海岸別の将来変化比は、0.99～1.01倍
- ・港湾局資料で示された潮位偏差の将来変化比とも同程度



<今後の検討方針>

- ・潮位偏差の計画値は、各海岸の地域特性を考慮するため、海岸保全施設が存在する箇所での潮位偏差で評価（防護水準を従来の潮位観測所データで代表させる方法ではなく、地域特性を反映していくという方針）



「港湾における気候変動適応策の実装方針（R6.3.14）」

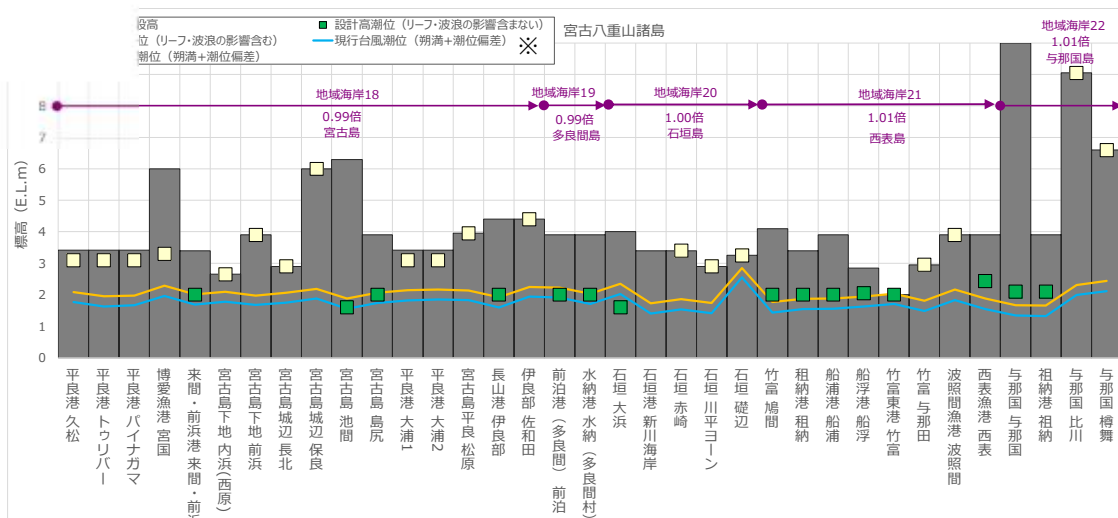
海域	将来変化比	対象港湾
琉球諸島	潮位偏差 1.01倍	名瀬港・運天港・金武湾港・中城湾港・那覇港・平良港・石垣港

※潮位偏差の将来変化比は、標準的な値として、再現期間 100 年の場合

3.8 潮位の算定結果（宮古八重山諸島：海岸保全施設ごとの最大値）

【概要】 海岸保全施設ごとの最大潮位（基準潮位+最大潮位偏差）と、現行の設計高潮位、施設高を比較した縦断図を以下に示す。想定台風による最大潮位は、現行1.3～2.6m、将来1.7～2.9mであり、気候変動を考慮した海面上昇量0.32mによるものが大きい。

- 凡例
- 始点（西側海岸）：●
 - 終点（西側海岸）：▼
 - 始点（東側海岸）：●
 - 終点（東側海岸）：▼
 - 始点（離島）：●
 - 終点（離島）：▼



<検討結果>

- ・想定台風による最大潮位は、現行1.3～2.6m、将来1.7～2.9mとなった。（現行と将来の潮位差は海面上昇量0.32mの影響）
- ・現行台風潮位は、リーフ・波浪の影響を含まない現行設計高潮位（概ね2m）と同程度となった。



<今後の検討方針>

- ・各海岸の地域特性を考慮するために、**各海岸保全施設での解析潮位（基準潮位+潮位偏差）をもとに将来の設計高潮位を設定する方針**
- ・現行設計高潮位が局所的に高い海岸については、別途、代表海岸を選定し、当該海岸の設計思想（リーフや波浪などの影響）を考慮した必要天端高を算出する方針

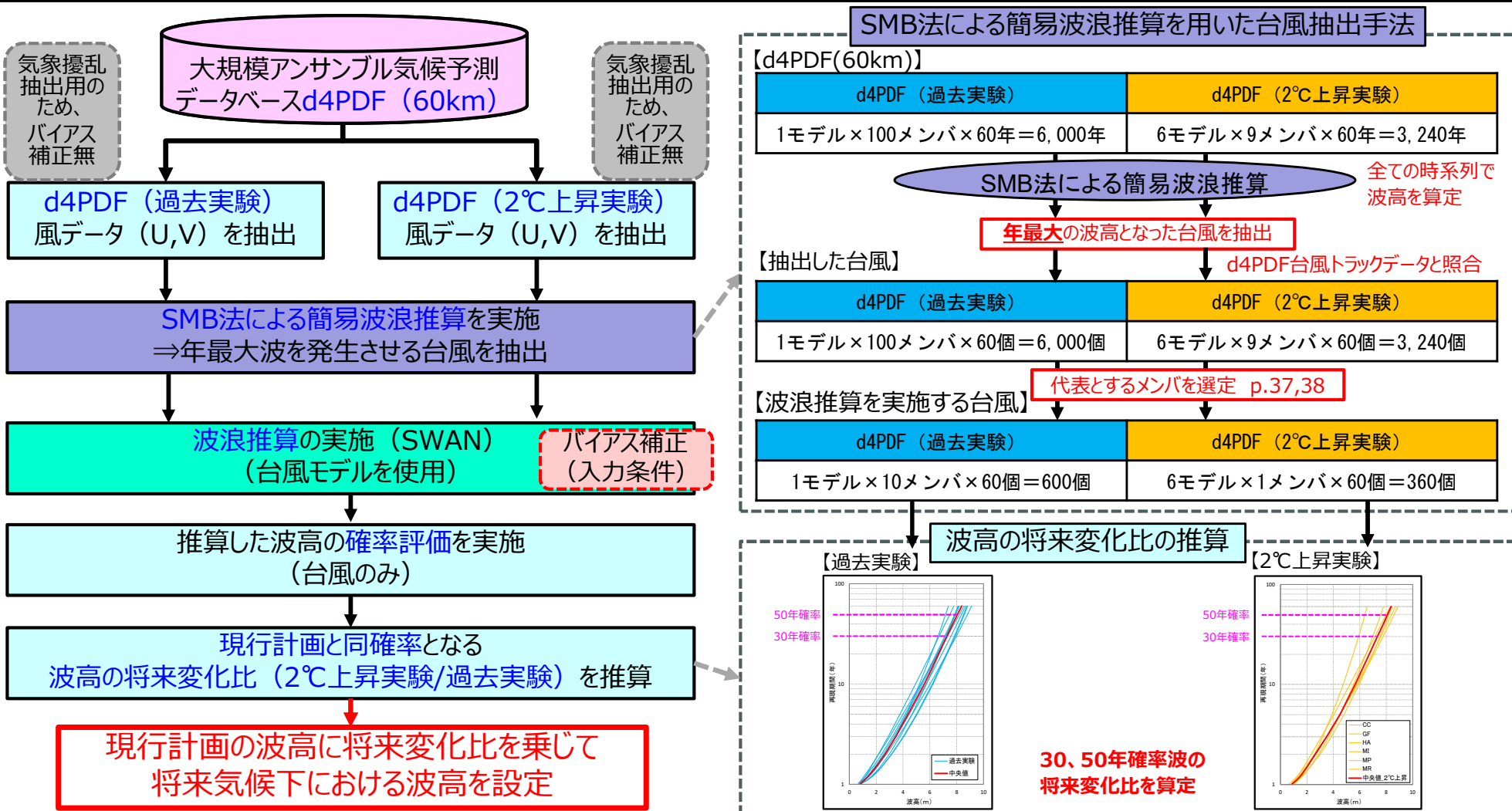
※設計諸元は確認中のため、数値を変更する可能性有り

※リーフや波浪の影響を含むことで、設計高潮位が高く設定されている海岸がある

4. 波浪の長期変化量の推算

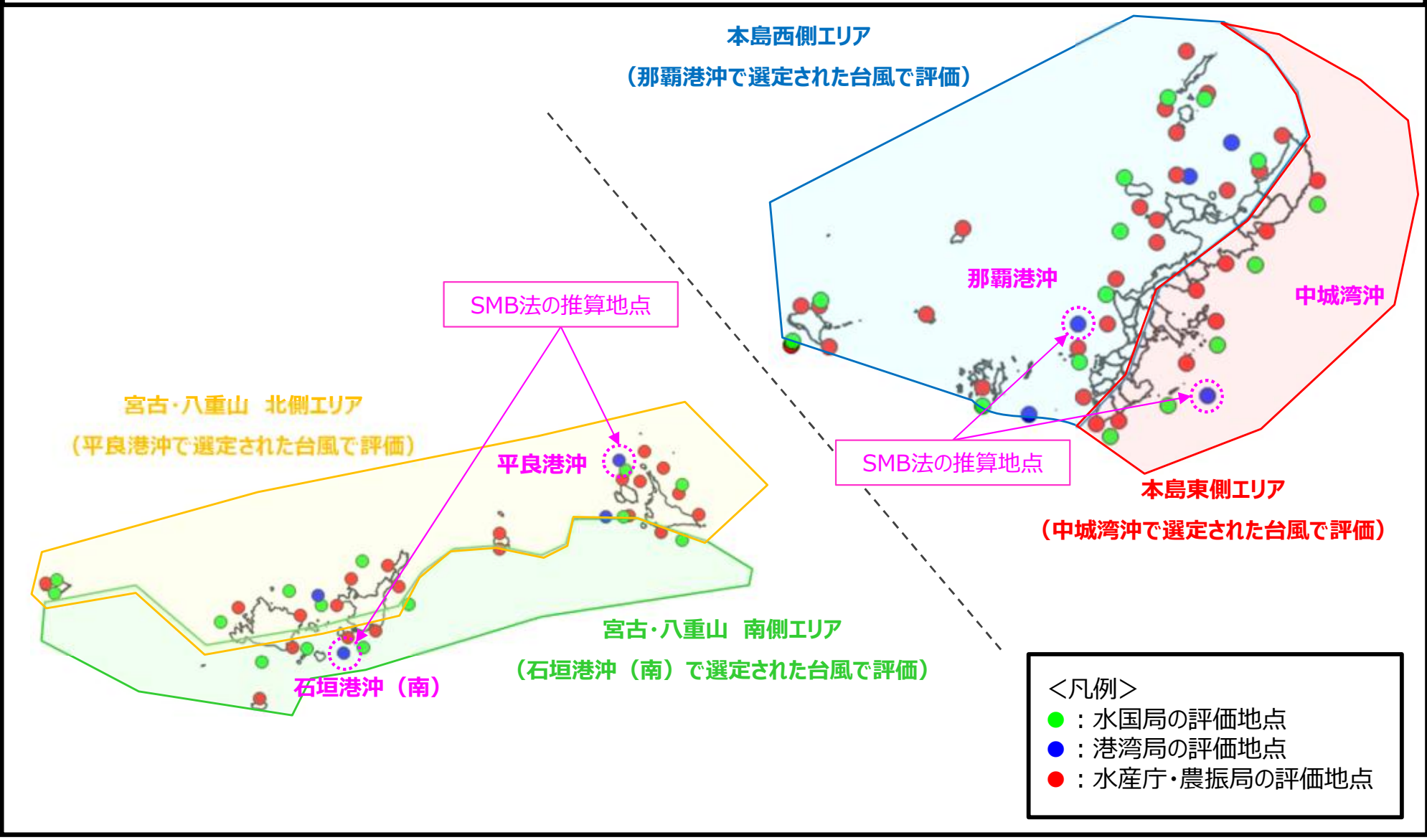
4.1 波浪推算検討の流れ

- 【概要】・d4PDF（60km）について、全データの波浪推算は実務的に困難であるため、先行事例を参考に、SMB法を用いた簡易推算を行い、波浪推算の対象となる擾乱（年最大波を発生させる台風）を抽出する。
- ・抽出した擾乱を対象に、台風モデル（d4PDF（60km））の風場を使用した波浪推算（SWAN）を実施する。その結果から確率評価を行い、波浪の将来変化比を整理し、現行計画の波浪に将来変化比を乗じて、将来気候下における計画波浪を算出する方針とした。



4.2 確率波浪評価地点の設定

【概要】 波浪の確率波浪評価地点は以下に示す通りである。地点は既往検討の設定地点を踏まえており、SMB法による台風の抽出は各エリアの代表地点で検討した。



4.3 SMB法による簡易波浪推算

【概要】 d4PDF（60km）の風場データを用いて、SMB法による簡易波浪推算を実施した。算定結果をもとに年最大波高を算定した各年の台風を抽出した。

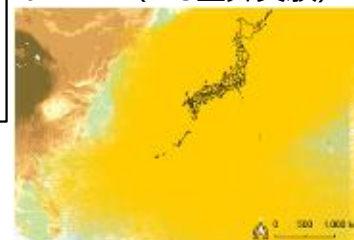
【波浪の将来予測の対象（台風）の抽出手順】

- 手順1 d4PDF（60km）を用いて、SMB法による簡易波浪推算を実施。
- 手順2 d4PDF台風トラックデータより、右図に示す範囲（沿岸で顕著な高波が発生した実績台風の範囲）を通過する台風を抽出。
抽出結果を基に、各台風の期間（台風を分類する期間）を設定。
- 手順3 各年で年最大波高が発生させる台風を抽出。

d4PDF（過去実験）



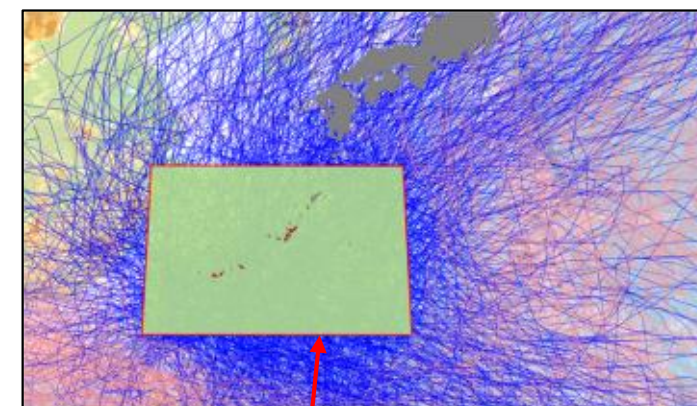
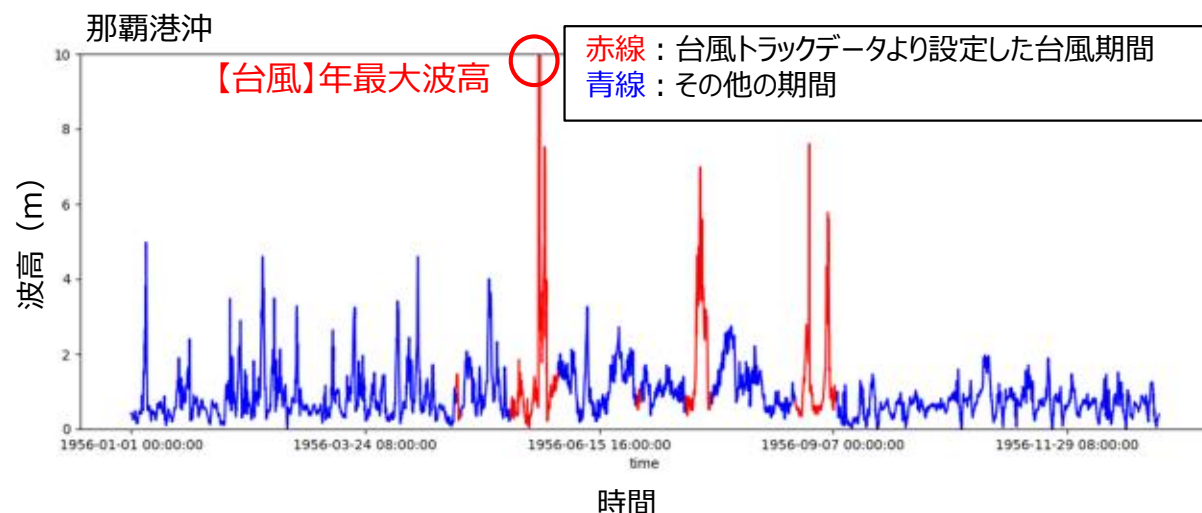
d4PDF（2℃上昇実験）



SMB法の算定箇所
（那覇港沖）



年最大波高が発生させる台風の抽出例（過去実験：HPB_m005-1956年）



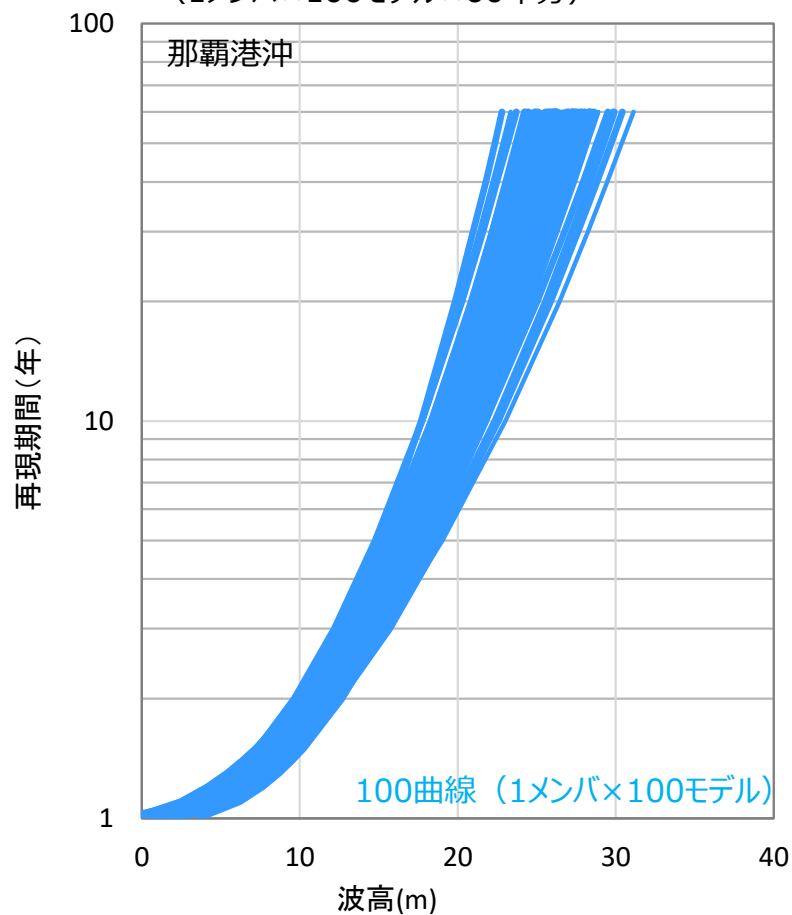
台風抽出範囲
顕著な高波が発生した実績台風の範囲

4.3 SMB法による簡易波浪推算

【概要】 波浪の確率評価は、下図に示す確率波浪評価地点において実施した。評価地点は、過去に確率波浪を検討されている地点を踏まえ代表地点を設定した。

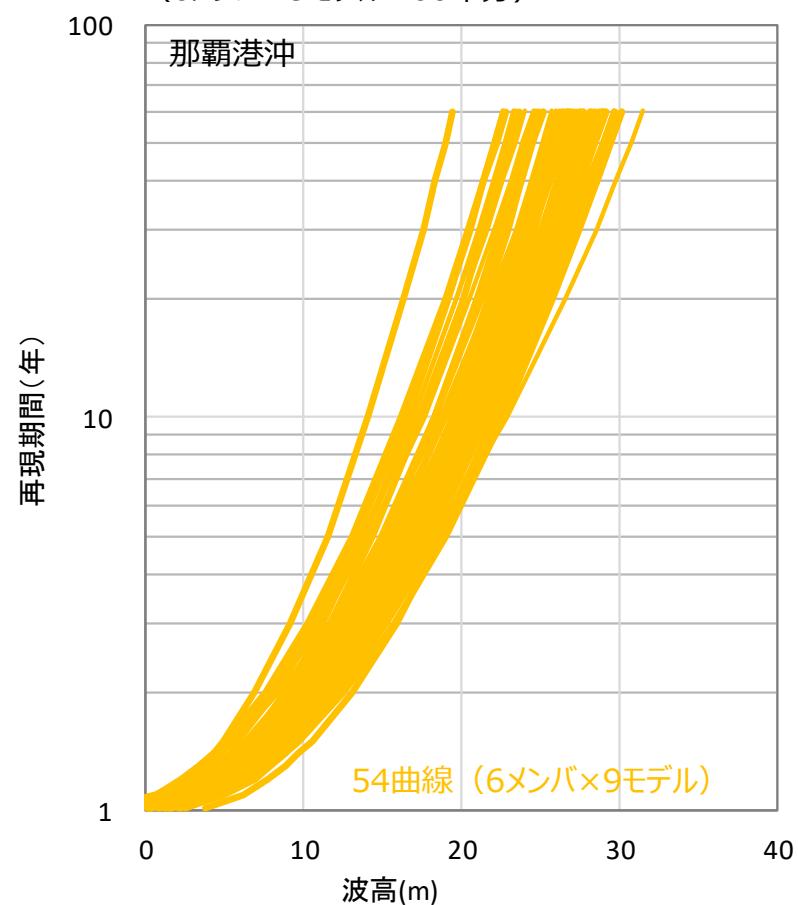
d4PDF
(過去実験)

SMB法による6,000ケースの波浪推算結果
(1メンバ×100モデル×60年分)



d4PDF
(2℃上昇実験)

SMB法による3,240ケースの波浪推算結果
(6メンバ×9モデル×60年分)



※d4PDFの風場データはバイアス補正前を使用

4.4 SMB法による気象擾乱の抽出（d4PDF（過去実験））

【概要】 d4PDF(60km)過去実験の全数を用いて波浪推算を行うことは現実的に困難である。そのため、全（100）メンバの中央値をとるのに十分なサンプルサイズ（メンバ数）を求め、代表とするメンバを選定して波浪推算を実施した。

【d4PDF（過去実験）のメンバの選定手順】

手順1 信頼係数95%、許容誤差を1.0mに設定し、30年、50年確率波を求めるために十分なサンプルサイズ（メンバ数）を算定。

$$n = \left(\frac{1.96 \times \sigma}{\text{許容誤差}} \right)^2$$

n：サンプルサイズ（メンバ数）

σ：標準偏差

※信頼係数が95%の場合、正規分布表から $1.96 \times \sigma$ となる。

手順2 SMB法の結果から、右図の赤線に示すメンバをランダムに選定。

手順3 選定したメンバをもとに波浪推算（SWAN）を実施。

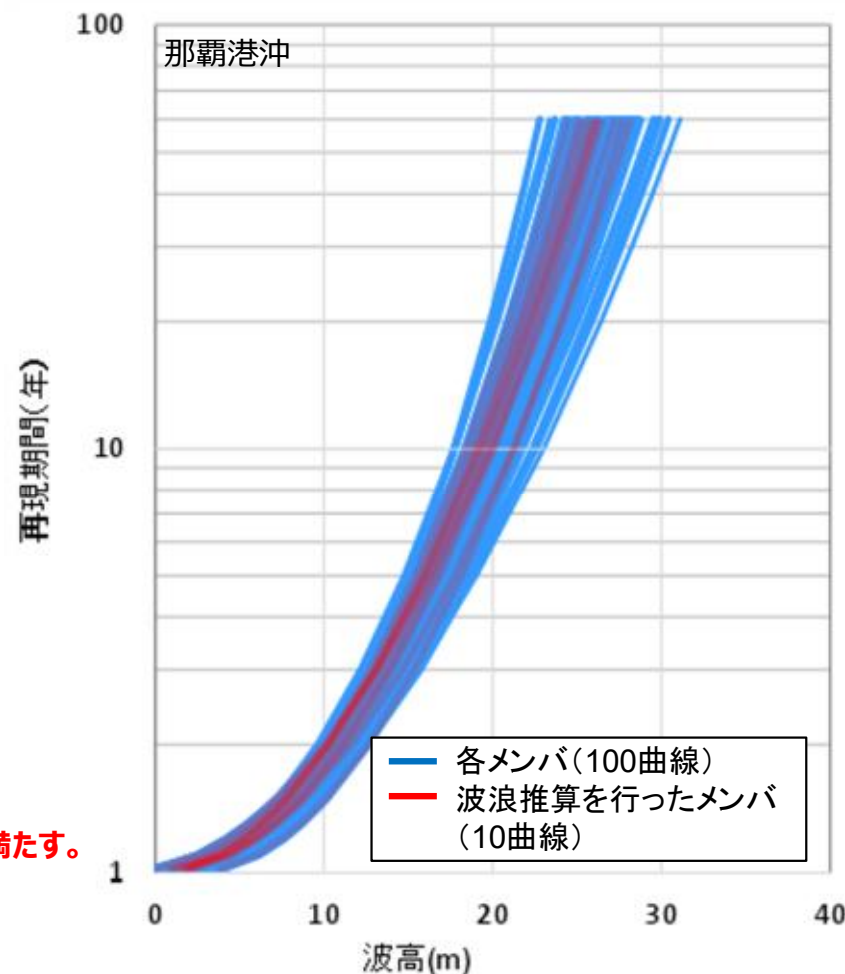
条件	中央値 (m)	標準偏差(m)	必要サンプルサイズ n
30年確率波	24.19	1.39	7.44
50年確率波	25.90	1.51	8.76

10メンバで必要サンプルサイズを満たす。

<過去実験>

1モデル×10メンバ×60個（年）＝600ケースの波浪推算（SWAN）を実施

過去実験



※d4PDFの風場データはバイアス補正前を使用

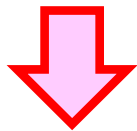
4.4 SMB法による気象擾乱の抽出（d4PDF（2℃上昇実験））

【概要】 d4PDF(60km) d4PDF（2℃上昇実験）の全数を用いて波浪推算を行うことは現実的に困難である。そのため、全メンバの中央値をとるのに十分なサンプルサイズ（メンバ数）を求め、代表とするメンバを選定して波浪推算を実施した。

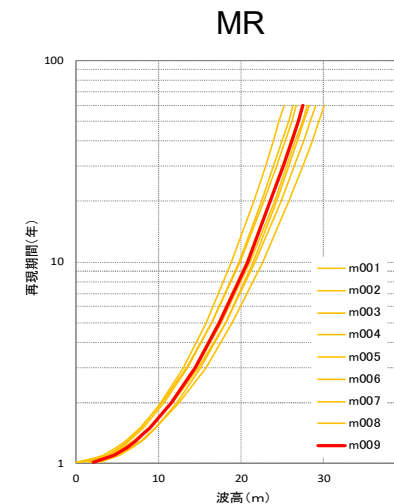
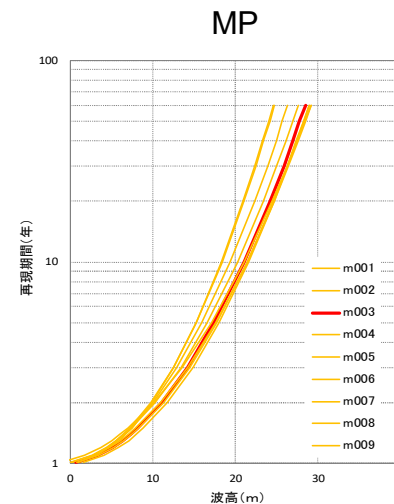
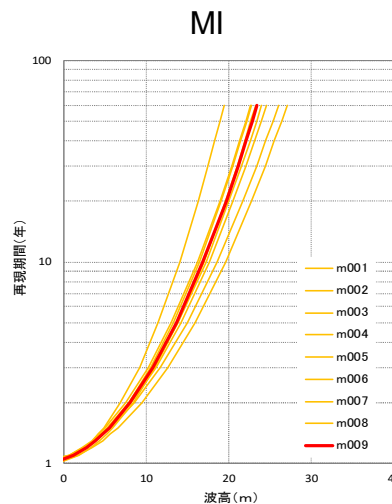
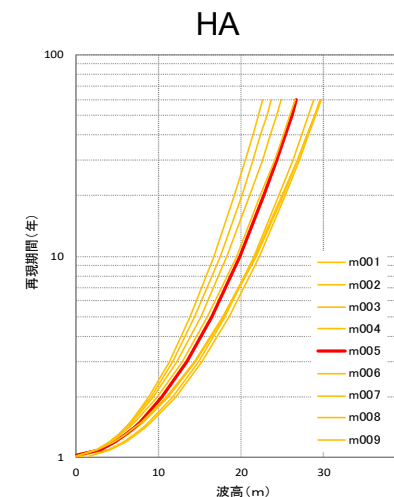
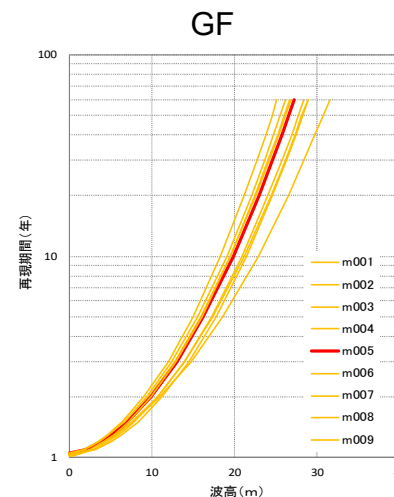
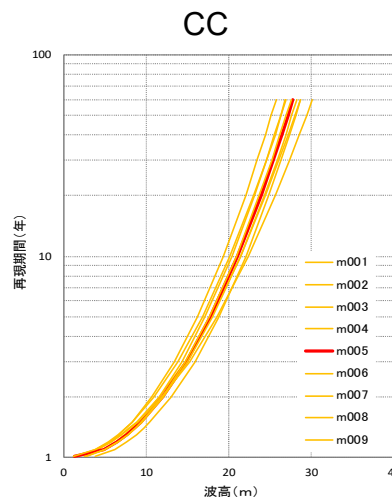
d4PDF
(2℃上昇実験) 那覇港沖

【d4PDF(2℃上昇実験)の選定手順】

- 手順1 30、50年確率波の中央値となるメンバを設定。
- 手順2 SMB法の結果から、右図の赤線（中央値）に示すメンバを選定。
- 手順3 選定したメンバをもとに波浪推算（SWAN）を実施。



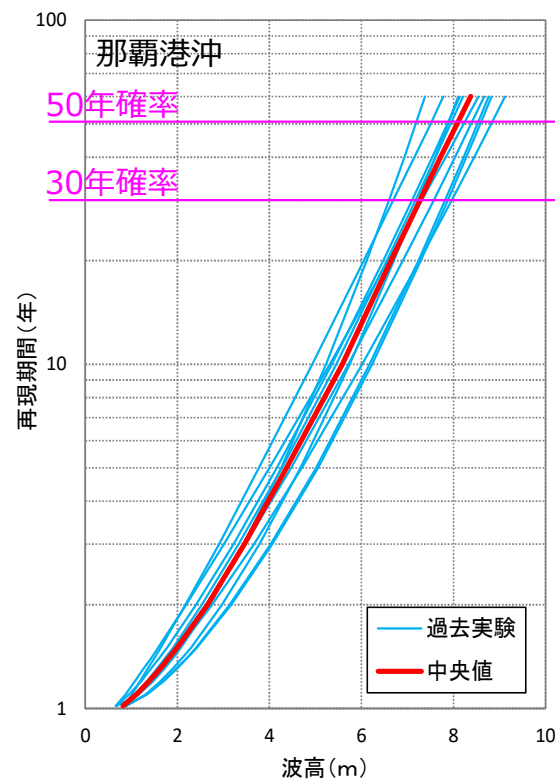
<d4PDF（2℃上昇実験）>
6モデル×1メンバ×60個（年）
=360ケースの波浪推算（SWAN）
を実施



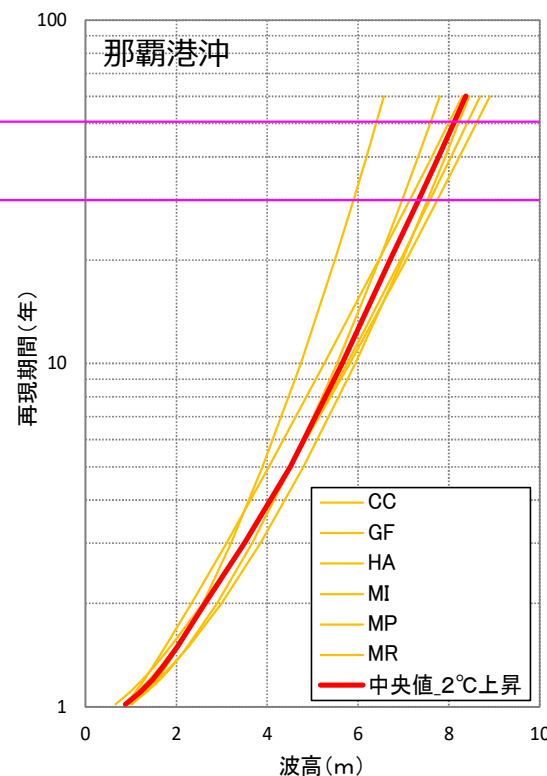
4.5 波浪の確率評価（SWANによる波浪推算結果）

【概要】 選定したメンバにより波浪推算（SWAN）した結果をもとに、那覇港沖における極値統計解析を実施して、d4PDF（過去実験）とd4PDF（2℃上昇実験）の30年確率波と50年確率波を求めた。その結果、将来変化比が30年確率波で1.01倍、50年確率波で1.00倍となった。

d4PDF
（過去実験）



d4PDF
（2℃上昇実験）



30年確率波および50年確率波と将来変化比

再現期間	30年確率波	50年確率波
d4PDF （過去実験）	7.28 m	8.08 m
d4PDF （2℃上昇実験）	7.34 m	8.10 m
将来変化比	1.01	1.00

＜計画波高の検証＞

「港湾における気候変動適応策の実装方針 R 6.3.14」で示された潮位偏差・波浪の将来変化比とも比較

海域	将来変化比	対象港湾
琉球 諸島	波高 1.01倍	名瀬港・運天港・金武湾港・中城湾 港・那覇港・平良港・石垣港

※波高の将来変化比は、再現期間 50年の場合（50 年確率波高）

1 モデル×10メンバ×60個（年）
= 600ケースの波浪推算（SWAN）

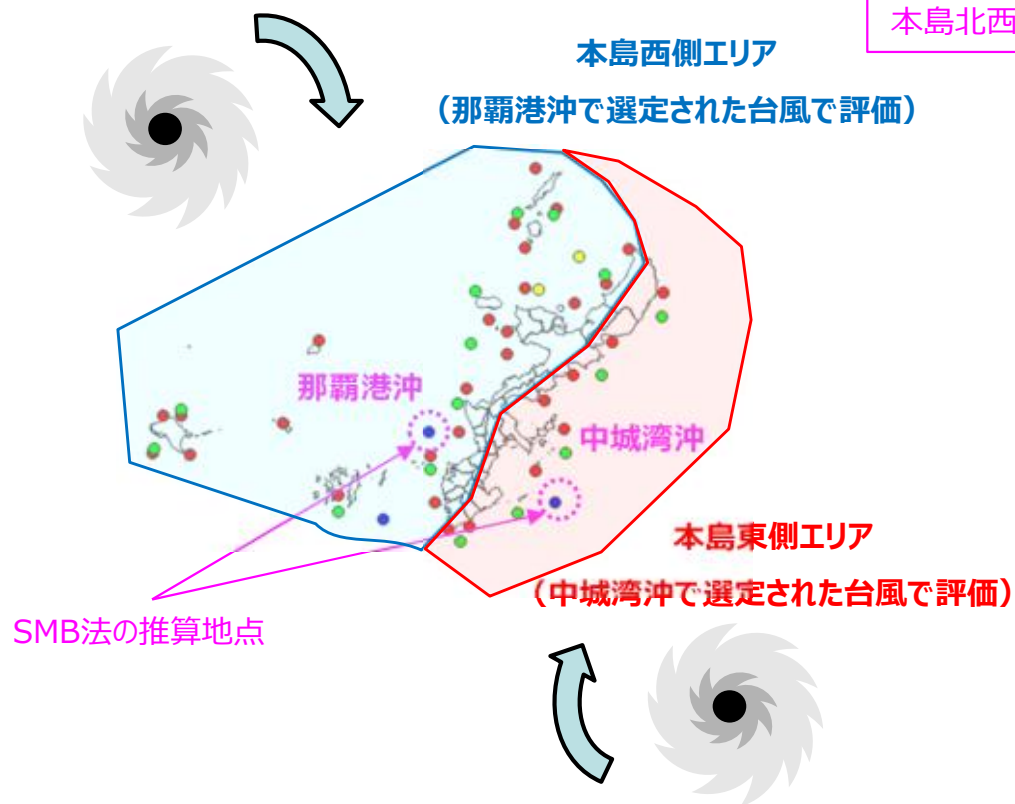
6モデル×1メンバ×60個（年）
= 360ケースの波浪推算（SWAN）

※極値統計解析結果はワイブル分布の最も適合度が高いkの値を使用

4.5 波浪の確率評価

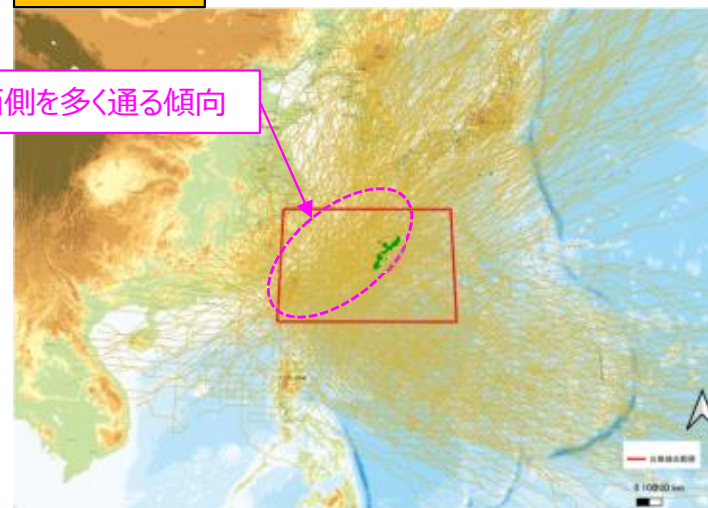
【概要】 SMB法による簡易波浪推算から抽出した那覇港と中城港沖における年最大波を発生させる台風の経路を示した。その結果、那覇港沖と中城湾沖で年最大波高を発生する台風の傾向が異なるため、本島周辺では、那覇港沖だけでなく中城湾沖を対象としてSWANによる波浪推算を実施した。

那覇港沖で高波浪を発生する台風は、日本海側からの風が卓越する本島の北西側を通過する経路が多い。

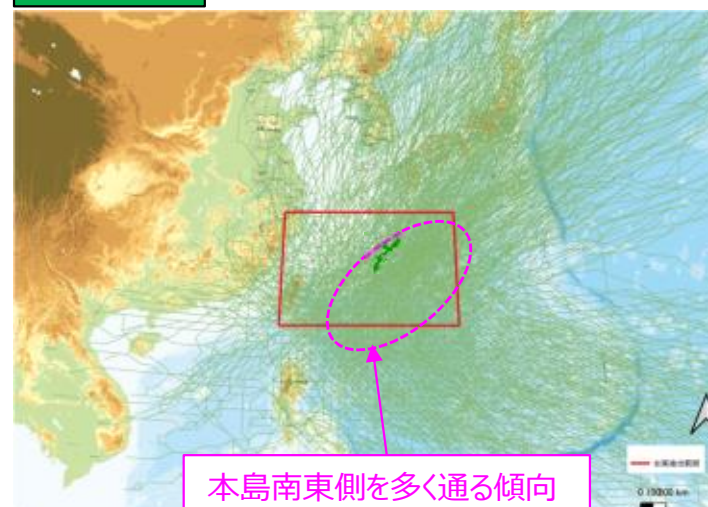


中城湾沖で高波浪を発生する台風は、太平洋側からの風が卓越する本島の南東側を通過する経路が多い。

那覇港沖



中城湾沖



4.5 波浪の確率評価（本島西側エリア）

【概要】 抽出した過去実験及び2℃上昇の台風を対象とした波浪シミュレーション結果より、評価地点における最大有義波高を抽出し、確率評価を実施した。過去実験に対する2℃上昇時の波高の変化比は、30年確率、50年確率とも0.96～1.11倍となった。

30年確率波および50年確率波と将来変化比

再現期間 地点名	30年			50年		
	過去実験(m)	2℃上昇(m)	変化倍率	過去実験(m)	2℃上昇(m)	変化倍率
阿嘉・阿波連	7.05	7.29	1.03	7.40	7.71	1.04
粟国	8.33	8.61	1.03	8.79	9.11	1.04
伊是名	8.25	8.20	0.99	8.79	8.69	0.99
伊平屋	7.00	7.73	1.10	7.48	8.30	1.11
伊平屋・伊是名西岸	8.89	8.80	0.99	9.45	9.34	0.99
伊平屋・伊是名東岸	6.84	7.54	1.10	7.31	8.09	1.11
運天港沖（北西）	6.98	7.26	1.04	7.46	7.70	1.03
運天港沖（北東）	7.40	7.53	1.02	7.82	7.96	1.02
塩屋・仲尾次・屋我地・古宇利・運天	5.83	5.89	1.01	6.24	6.27	1.01
沖縄本島 伊江島～塩谷	8.75	9.08	1.04	9.32	9.60	1.03
沖縄本島 塩谷～辺戸岬	6.54	6.41	0.98	6.99	6.80	0.97
沖縄本島 砂辺～仲泊	7.83	7.80	1.00	8.36	8.23	0.98
沖縄本島 糸満～砂辺	7.60	7.65	1.01	8.09	8.06	1.00
沖縄本島 仲泊～伊江島	8.31	8.50	1.02	8.88	9.02	1.02
儀間・島島	12.15	11.76	0.97	12.79	12.49	0.98
宜名真	7.09	6.98	0.98	7.48	7.41	0.99
久米島西岸	12.17	11.68	0.96	12.78	12.40	0.97
久米島東岸	8.28	8.91	1.08	8.70	9.39	1.08
具志・西崎	8.10	8.22	1.02	8.57	8.75	1.02
具志川	8.40	8.80	1.05	8.82	9.28	1.05
慶良間列島	10.97	11.13	1.02	11.57	11.77	1.02
新里	7.10	7.40	1.04	7.57	7.87	1.04
勢理客	8.74	8.73	1.00	9.28	9.27	1.00
前兼久・真栄田	7.87	7.82	0.99	8.39	8.28	0.99
仲里（波向別）南	11.28	11.08	0.98	11.88	11.81	0.99
仲里（波向別）北	7.77	8.40	1.08	8.26	8.93	1.08
田名	9.45	9.50	1.01	9.97	10.05	1.01
渡名喜	5.61	5.68	1.01	5.81	5.89	1.01
都屋・嘉手納・浜川・宜野湾	7.33	7.25	0.99	7.84	7.64	0.97
那覇港	7.39	7.44	1.01	7.85	7.89	1.01
那覇港南	11.10	11.35	1.02	11.70	11.93	1.02
浜崎	6.07	6.16	1.02	6.46	6.54	1.01
辺土名・国頭浜	5.99	5.90	0.99	6.36	6.24	0.98
牧港・泊・壺川	6.73	6.78	1.01	7.12	7.14	1.00
名護・許田・瀬良垣・恩納	7.74	7.69	0.99	8.22	8.17	0.99
与根・糸満	8.08	7.87	0.97	8.59	8.26	0.96



4.5 波浪の確率評価（本島東側エリア）

【概要】 抽出した過去実験及び2℃上昇の台風を対象とした波浪シミュレーション結果より、評価地点における最大有義波高を抽出し、確率評価を実施した。過去実験に対する2℃上昇時の波高の変化比は、30年確率では0.99～1.10倍、50年確率では0.98～1.15倍となった。

30年確率波および50年確率波と将来変化比

再現期間	30年			50年		
	過去実験(m)	2℃上昇(m)	変化倍率	過去実験(m)	2℃上昇(m)	変化倍率
地点id						
中城湾	11.28	11.37	1.01	12.16	12.48	1.03
喜屋武	8.89	9.61	1.08	9.56	10.67	1.12
港川・奥武・志喜屋	9.54	9.94	1.04	10.26	10.98	1.07
久高・海野・当添・中城浜・泡瀬・南原・平敷屋・津堅	3.63	3.94	1.09	3.85	4.27	1.11
照間・漢那・宜野座	5.66	5.82	1.03	6.07	6.47	1.07
辺野古・汀間	1.79	1.88	1.05	1.85	1.92	1.04
慶佐次・東	8.21	9.03	1.10	8.84	10.16	1.15
安田	5.34	5.26	0.99	5.67	5.57	0.98
池味・桃原・浜・比嘉	8.40	8.31	0.99	9.04	9.18	1.02
沖縄本島 与座～糸満	10.81	10.98	1.02	11.64	12.06	1.04
沖縄本島 辺戸岬～大泊	10.60	11.19	1.06	11.43	12.47	1.09
沖縄本島 大泊～宜野座	10.03	10.47	1.04	10.80	11.66	1.08
沖縄本島 宜野座～勝連半島	9.80	9.87	1.01	10.55	10.90	1.03
沖縄本島 勝連半島～与座	10.14	10.47	1.03	10.91	11.46	1.05



4.5 波浪の確率評価（宮古・八重山 南側エリア）

【概要】 抽出した過去実験及び2℃上昇の台風を対象とした波浪シミュレーション結果より、評価地点における最大有義波高を抽出し、確率評価を実施した。過去実験に対する2℃上昇時の波高の変化比は、30年確率、50年確率とも0.95～1.13倍となった。

30年確率波および50年確率波と将来変化比

再現期間	30年			50年		
地点id	過去実験(m)	2℃上昇(m)	変化倍率	過去実験(m)	2℃上昇(m)	変化倍率
平良港	10.08	10.50	1.04	11.03	11.60	1.05
石垣港南	3.23	3.45	1.07	3.40	3.61	1.06
波照間	8.22	7.84	0.95	9.06	8.62	0.95
細崎（波向別）	1.30	1.47	1.13	1.34	1.51	1.13
登野城	1.89	2.01	1.06	1.97	2.08	1.06
多良間	5.47	5.77	1.06	5.79	6.16	1.06
川満（波向別）・久松（波向別）	6.95	7.20	1.04	7.51	7.91	1.05
棚根・博愛	9.91	9.77	0.99	10.84	10.79	1.00
宮良	9.43	9.57	1.02	10.40	10.63	1.02
宮古群島 佐和田～来間島	8.66	9.01	1.04	9.52	10.00	1.05
宮古群島 来間島～平安名崎	11.57	11.65	1.01	12.64	12.97	1.03
西表島 バイミ崎～南風見崎	9.96	9.90	0.99	11.17	11.13	1.00
西表島 南風見崎～野原崎	3.30	3.31	1.00	3.60	3.61	1.00
石垣島 観音崎～白保崎	10.98	10.94	1.00	12.18	12.08	0.99
石垣島 白保崎～平野	11.44	11.16	0.98	12.73	12.30	0.97



4.5 波浪の確率評価（宮古・八重山 北側エリア）

【概要】 抽出した過去実験及び2℃上昇の台風を対象とした波浪シミュレーション結果より、評価地点における最大有義波高を抽出し、確率評価を実施した。過去実験に対する2℃上昇時の波高の変化比は、30年確率では0.91～1.07倍、50年確率では0.94～1.11倍となった。

30年確率波および50年確率波と将来変化比

再現期間	30年			50年		
地点id	過去実験(m)	2℃上昇(m)	変化倍率	過去実験(m)	2℃上昇(m)	変化倍率
平良港北	8.52	8.77	1.03	9.21	9.57	1.04
石垣港	7.67	7.61	0.99	8.47	8.55	1.01
久部良	7.39	7.04	0.95	8.12	7.91	0.97
西表	7.63	7.84	1.03	8.43	8.80	1.04
細崎（波向別）	4.92	4.91	1.00	5.39	5.48	1.02
石垣	4.73	4.40	0.93	5.24	4.93	0.94
伊野田	10.40	9.71	0.93	11.43	10.96	0.96
船越	6.98	6.74	0.97	7.74	7.62	0.98
前泊	6.08	5.98	0.98	6.61	6.66	1.01
保良	9.67	10.36	1.07	10.60	11.73	1.11
浦底・高野・真謝	5.88	6.04	1.03	6.36	6.69	1.05
島尻・大神島	8.42	8.66	1.03	9.03	9.54	1.06
池間・狩俣	6.70	6.82	1.02	7.15	7.42	1.04
川満（波向別）・久松（波向別）・佐良浜・荷川取	5.56	5.54	1.00	6.11	6.21	1.02
佐和田	7.18	7.52	1.05	7.84	8.36	1.07
吉原	7.56	7.43	0.98	8.34	8.37	1.00
宮古群島 池間島～佐和田	7.70	7.96	1.03	8.39	8.78	1.05
宮古群島 平安名崎～池間島	9.84	10.56	1.07	10.77	11.88	1.10
与那国島 北岸	8.57	7.81	0.91	9.46	8.87	0.94
与那国島 南岸	9.27	8.93	0.96	10.37	10.11	0.98
西表島 宇奈利崎～バイミ崎	8.99	8.98	1.00	9.87	9.90	1.00
西表島 野原崎～宇奈利崎	8.08	7.81	0.97	8.97	8.81	0.98
石垣島 川平石崎～観音崎	7.02	6.99	1.00	7.75	7.85	1.01
石垣島 平野～川平石崎	8.17	8.04	0.98	9.01	9.00	1.00



4.5 波浪の確率評価（国総研資料との比較）

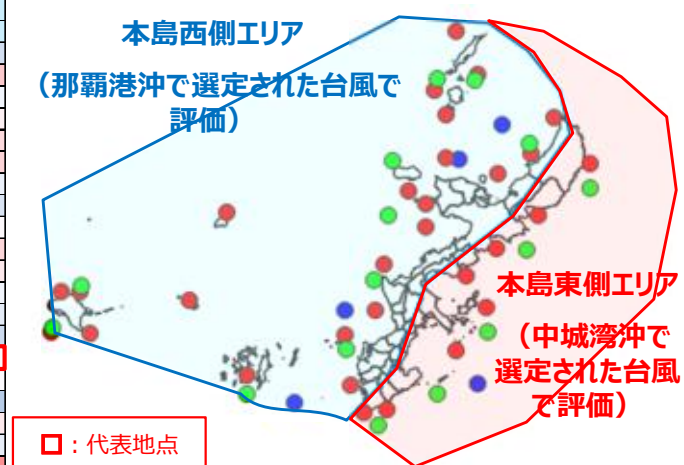
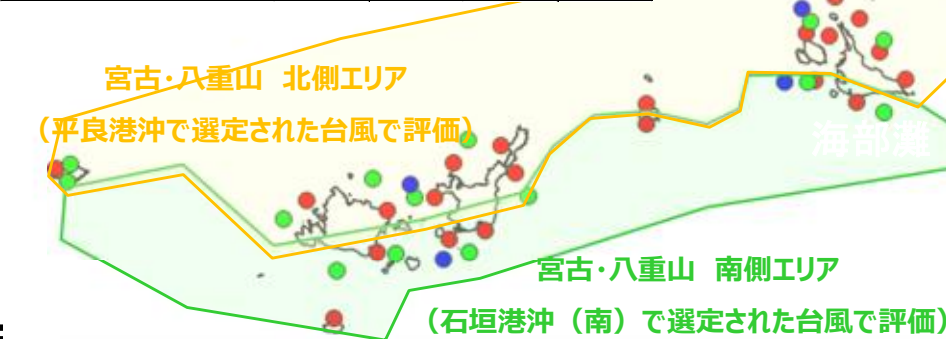
【概要】 既往沖波地点における将来変化比を比較した結果を示す。沖縄県で検討した変化比が30年確率、50年確率で最小0.91～最大1.15倍であるのに対して、国総研資料※の変化比は最小0.99～1.04倍であり、沖縄県で検討した変化比の方が幅広い分布となった。

30年、50年確率波の将来変化比

地点名	30年確率波の将来変化比		50年確率波の将来変化比	
	国総研	沖縄県	国総研	沖縄県
平良港北	1.01	1.03	1.01	1.04
平良港	1.02	0.95	1.02	0.96
石垣港	1.00	0.99	1.00	1.01
久部良	分布なし	0.95	分布なし	0.97
西表	1.00	1.03	1.01	1.04
細崎（波向別）	1.00	1.00	1.00	1.02
石垣	1.00	0.93	1.00	0.94
伊野田	1.00	0.93	1.00	0.96
船越	1.00	0.97	1.00	0.98
前泊	1.00	0.98	1.00	1.01
保良	1.01	1.07	1.02	1.11
浦底・高野・真謝	1.01	1.03	1.01	1.05
島尻・大神島	1.01	1.03	1.01	1.06
池間・狩俣	1.00	1.02	1.00	1.04
川満（波向別）・久松（波向別）・佐良浜・荷川取	1.00	1.00	1.00	1.02
佐和田	1.01	1.05	1.00	1.07
吉原	1.00	0.98	1.00	1.00
宮古群島	1.00	1.03	1.00	1.05
池間島～佐和田	1.01	1.07	1.01	1.10
平安名崎～池間島	分布なし	0.91	分布なし	0.94
与那国島 北岸	分布なし	0.96	分布なし	0.98
与那国島 南岸	分布なし	0.96	分布なし	0.98
西表島	1.00	1.00	1.01	1.00
宇奈利崎～バイネ崎	1.00	1.00	1.01	1.00
西表島	1.00	0.97	1.00	0.98
野原崎～宇奈利崎	1.00	1.00	1.00	1.01
石垣島	1.00	1.00	1.00	1.01
川平石崎～観音崎	1.00	0.98	1.00	1.00
石垣島	1.00	0.98	1.00	1.00
平野～川平石崎	1.00	0.98	1.00	1.00

地点名	30年確率波の将来変化比		50年確率波の将来変化比	
	国総研	沖縄県	国総研	沖縄県
儀間・島島	1.02	0.97	1.01	0.98
具志川	1.01	1.05	1.01	1.05
仲里（波向別）	1.01	0.98	1.01	0.99
渡名喜	1.02	1.01	1.02	1.01
粟国	1.03	1.03	1.03	1.04
阿嘉・阿波連	1.00	1.03	1.00	1.04
宜名真	1.00	0.98	1.00	0.99
辺土名・国頭浜	1.00	0.99	1.00	0.98
塩屋・仲尾次・屋我地・古宇利・運天	1.00	1.01	1.01	1.01
新里	1.00	1.04	1.00	1.04
具志・西崎	1.03	1.02	1.03	1.02
名護・許田・瀬良垣・恩納	1.03	0.99	1.03	0.99
前兼久・真栄田	1.02	0.99	1.01	0.99
都屋・嘉手納・浜川・宜野湾	1.01	0.99	1.00	0.97
那覇港	1.01	1.01	1.00	1.01
牧港・泊・壺川	1.01	1.01	1.01	1.00
与根・糸満	1.04	0.97	1.02	0.96
那覇港南	1.04	1.02	1.03	1.02
伊是名	1.02	0.99	1.01	0.99
伊平屋	1.00	1.10	1.00	1.11
田名	1.02	1.01	1.02	1.01
浜崎	1.03	1.02	1.02	1.01
勢理客	1.02	1.00	1.02	1.00
仲里（波向別）	1.02	1.08	1.02	1.08
運天港沖（北西）	1.01	1.04	1.00	1.03
運天港沖（北東）	1.01	1.02	1.00	1.02

<凡例>
●：水国局の評価地点
●：港湾局の評価地点
●：水産庁・農振局の評価地点



地点名	30年確率波の将来変化比		50年確率波の将来変化比	
	国総研	沖縄県	国総研	沖縄県
中城湾	1.01	1.01	1.01	1.03
喜屋武	1.03	1.08	1.02	1.12
港川・奥武・志嘉屋	1.02	1.04	1.02	1.07
久高・海野・当添・中城浜・泡瀬・南原・平敷屋・津堅	1.01	1.09	1.01	1.11
照間・漢那・宜野座	0.99	1.03	0.99	1.07
辺野古・汀間	0.99	1.05	0.99	1.04
慶佐次・東安田	1.00	1.10	1.00	1.15
池味・桃原・浜・比嘉	0.99	0.99	0.99	0.98
沖縄本島 辺戸岬～大泊	1.00	1.06	1.00	1.09
沖縄本島 大泊～宜野座	1.00	1.04	1.00	1.08
沖縄本島 宜野座～勝連半島	0.99	1.01	1.00	1.03
沖縄本島 勝連半島～与座	1.01	1.03	1.01	1.05

※出典：日本沿岸の主要港湾における高潮・波浪への気候変動の影響評価 本多和彦ら（国土技術政策総合研究所資料No. 1302 January 2025）
※国総研の数値は、出典資料にある平面図から読み取り

4.5 波浪の確率評価（国総研資料との比較）

【概要】 主要港湾における30年確率波の将来変化比を比較した結果を示す。主要港湾について比較すると、宮古・八重山諸島の南側エリア（平良港（南沖）、石垣港（南沖））を除いて、概ね同程度の変化比となった。

30年確率波の将来変化比

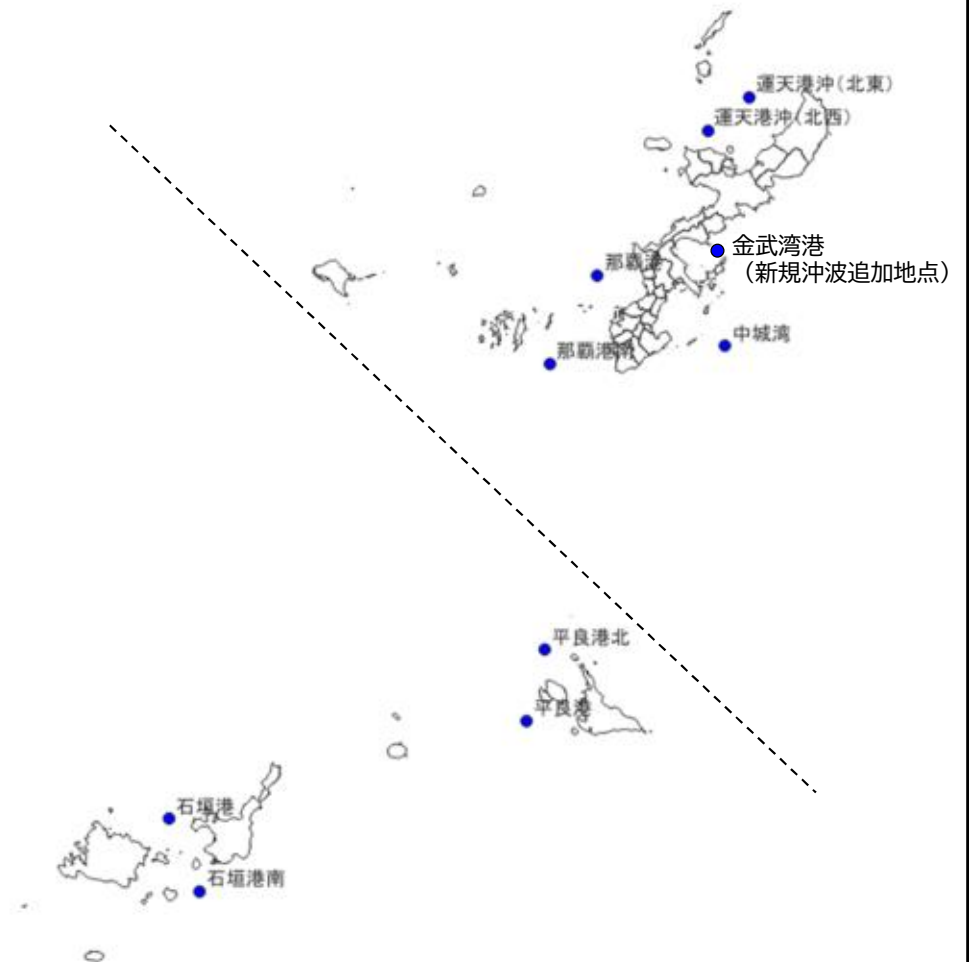
No.	港湾名	将来変化比 ①国総研	将来変化比 ②沖縄県検討
01	運天港（北東沖）	1.01	1.02
02	運天港（北西沖）	1.01	1.04
03	金武湾港	1.00	1.02
04	中城湾港	1.00	1.01
05	那覇港（沖）	1.01	1.01
06	那覇港（南沖）	1.04	1.02
07	平良港（沖）	1.01	1.03
08	平良港（南沖）	1.00	1.04
09	石垣港（沖）	0.99	0.99
10	石垣港（南沖）	1.00	1.07

<文字色の凡例>

黒字：1.00倍

青字：1.00倍より小

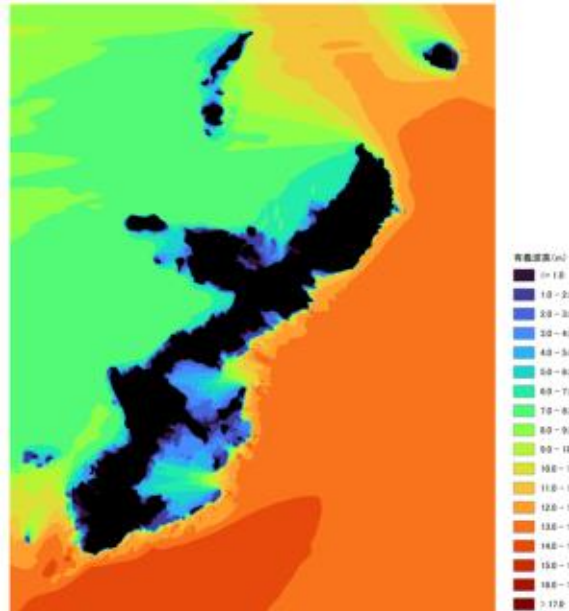
赤字：1.00倍より大



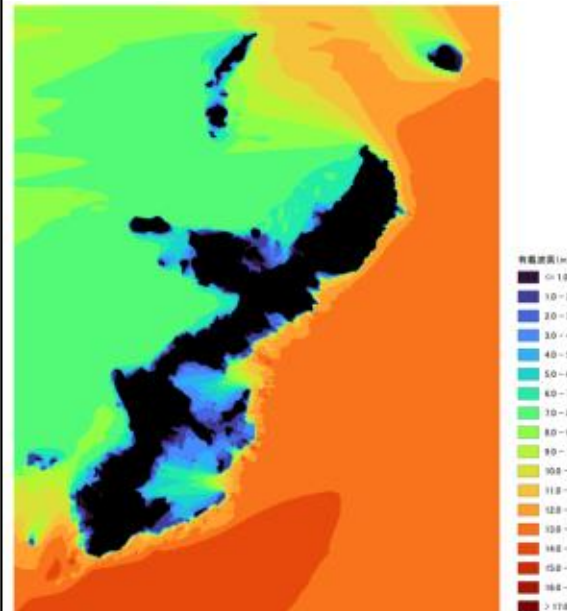
4.6 波浪推算結果（A-1手法、B-1手法）の比較検証 沖縄本島周辺

【概要】 A-1手法とB-1手法の波浪推算結果から、将来変化比の比較を行った。B-1手法の将来変化比との比較から同程度の変化比となった。

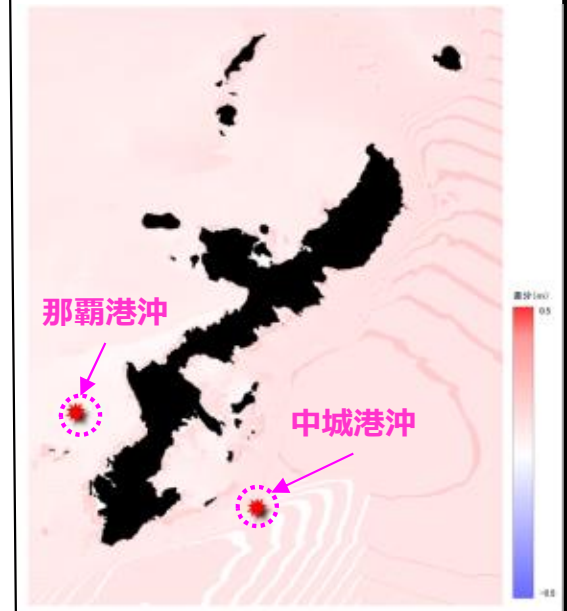
現行の想定台風
有義波高分布（各想定台風の最大包絡）



将来の想定台風（2℃上昇実験時）
有義波高分布（各想定台風の最大包絡）



差分（将来-現行）[m]



将来変化比の比較(那覇港沖、中城湾沖)

<今後の検討方針>

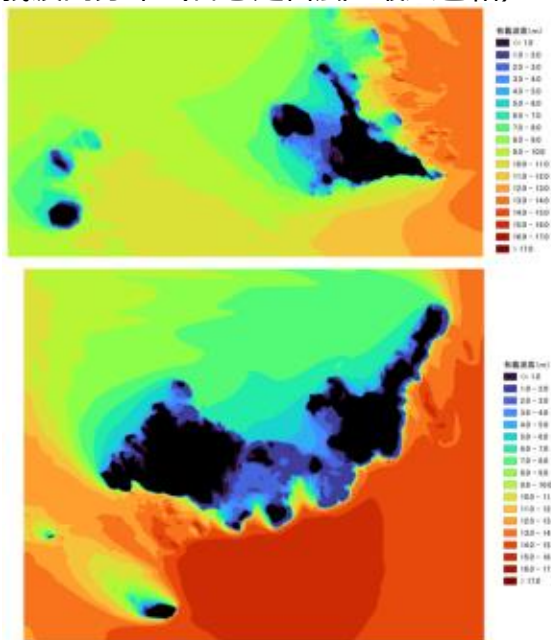
・A-1、B-1手法の比較により、将来変化比は概ね同程度であるため、確率評価によるB-1手法の変化比を設計沖波に使用する方針

手法		A-1手法	B-1手法	
			30年確率波	50年確率波
那覇港沖	現在気候	7.48 m	7.28 m	8.08 m
	将来気候（2℃上昇実験）	7.54 m	7.34 m	8.10 m
	将来変化比	1.01	1.01	1.00
中城湾沖	現在気候	14.00 m	11.28 m	12.16 m
	将来気候（2℃上昇実験）	14.10 m	11.37 m	12.48 m
	将来変化比	1.01	1.01	1.03

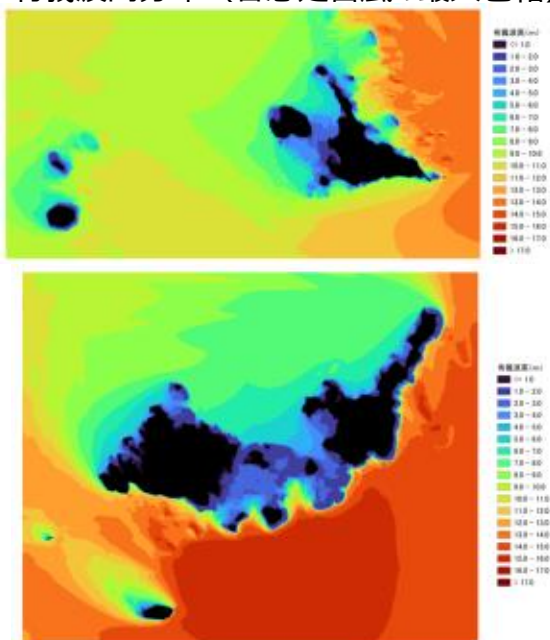
4.6 波浪推算結果（A-1手法、B-1手法）の比較検証 宮古・八重山諸島周辺

【概要】 A-1手法とB-1手法の波浪推算結果から、将来変化比の比較を行った。B-1手法の将来変化比との比較から同程度の変化比となった。（石垣港沖についてA-1手法の方が将来変化比は高いが、平面分布図で見ると大きな差異は無い）

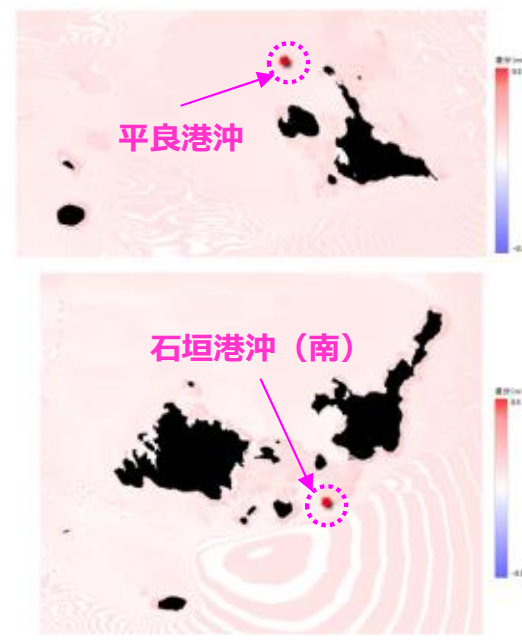
現行の想定台風
有義波高分布（各想定台風の最大包絡）



将来の想定台風（2℃上昇実験時）
有義波高分布（各想定台風の最大包絡）



将来変化比（将来/現行）[m]



将来変化比の比較(那覇港沖、中城湾沖)

＜今後の検討方針＞

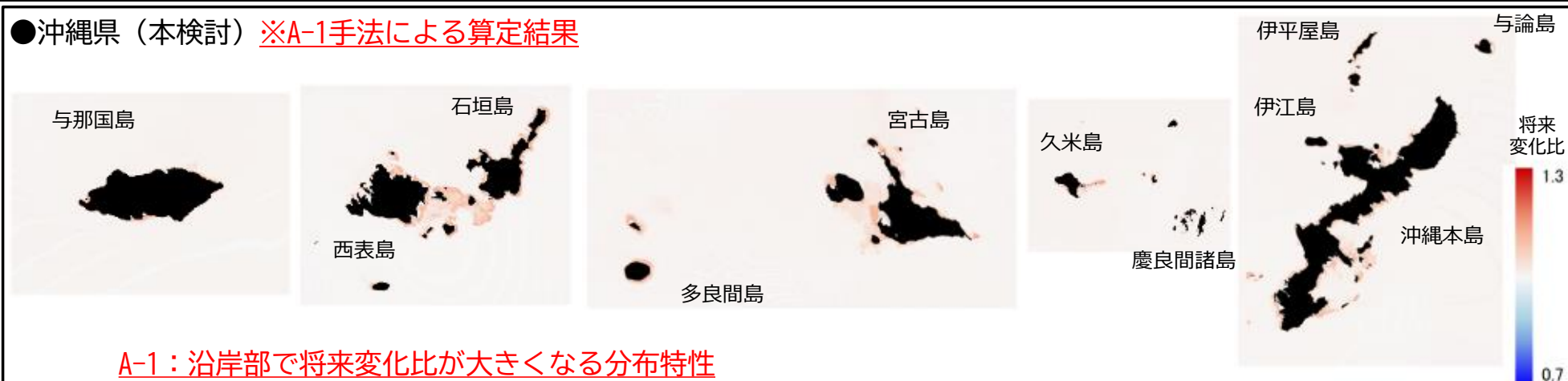
・A-1、B-1手法の比較により、将来変化比は概ね同程度であるため、確率評価によるB-1手法の変化比を設計沖波に使用する方針

手法		A-1手法	B-1手法	
			30年確率波	50年確率波
平良港沖	現在気候	8.60 m	8.52 m	9.21 m
	将来気候（2℃上昇実験）	8.70 m	8.77 m	9.57 m
	将来変化比	1.01	1.03	1.04
石垣湾沖	現在気候	1.35 m	3.23 m	3.40 m
	将来気候（2℃上昇実験）	1.53 m	3.45 m	3.61 m
	将来変化比	1.13	1.07	1.06

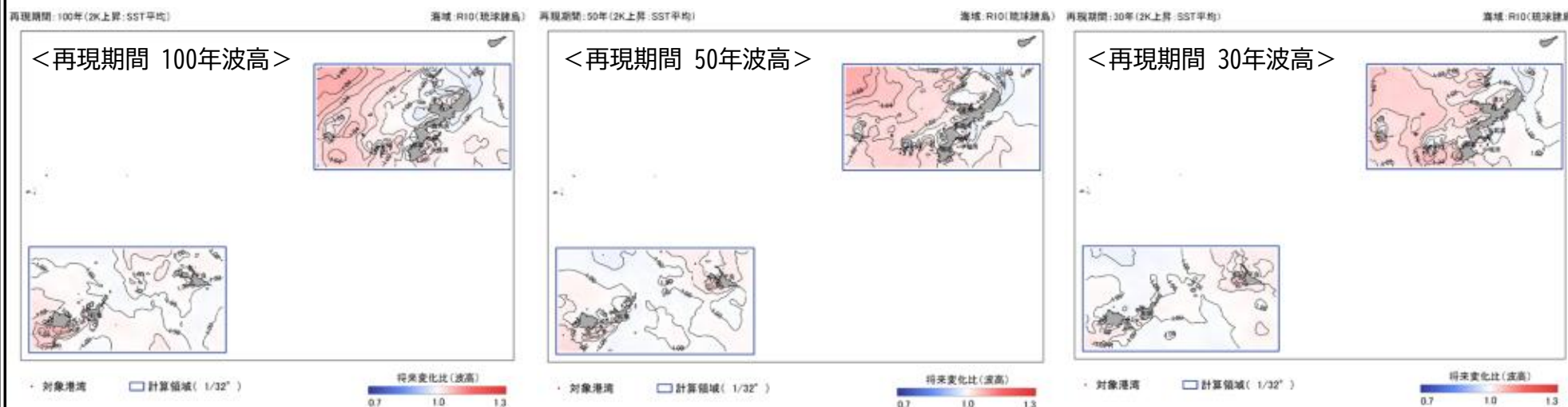
4.7 波高の将来変化比（国総研資料との比較）

【概要】 国総研資料（30年、50年、100年確率波）の将来変化比と本検討（想定台風波高A-1）の将来変化比を比較した。平面分布図の比較から、場所によって傾向が違う箇所があるものの、同程度の将来変化比であることを確認した。

● 沖縄県（本検討） ※A-1手法による算定結果



● 国総研No. 1302（※） ※B-1手法による算定結果



5. 総括と今後の予定

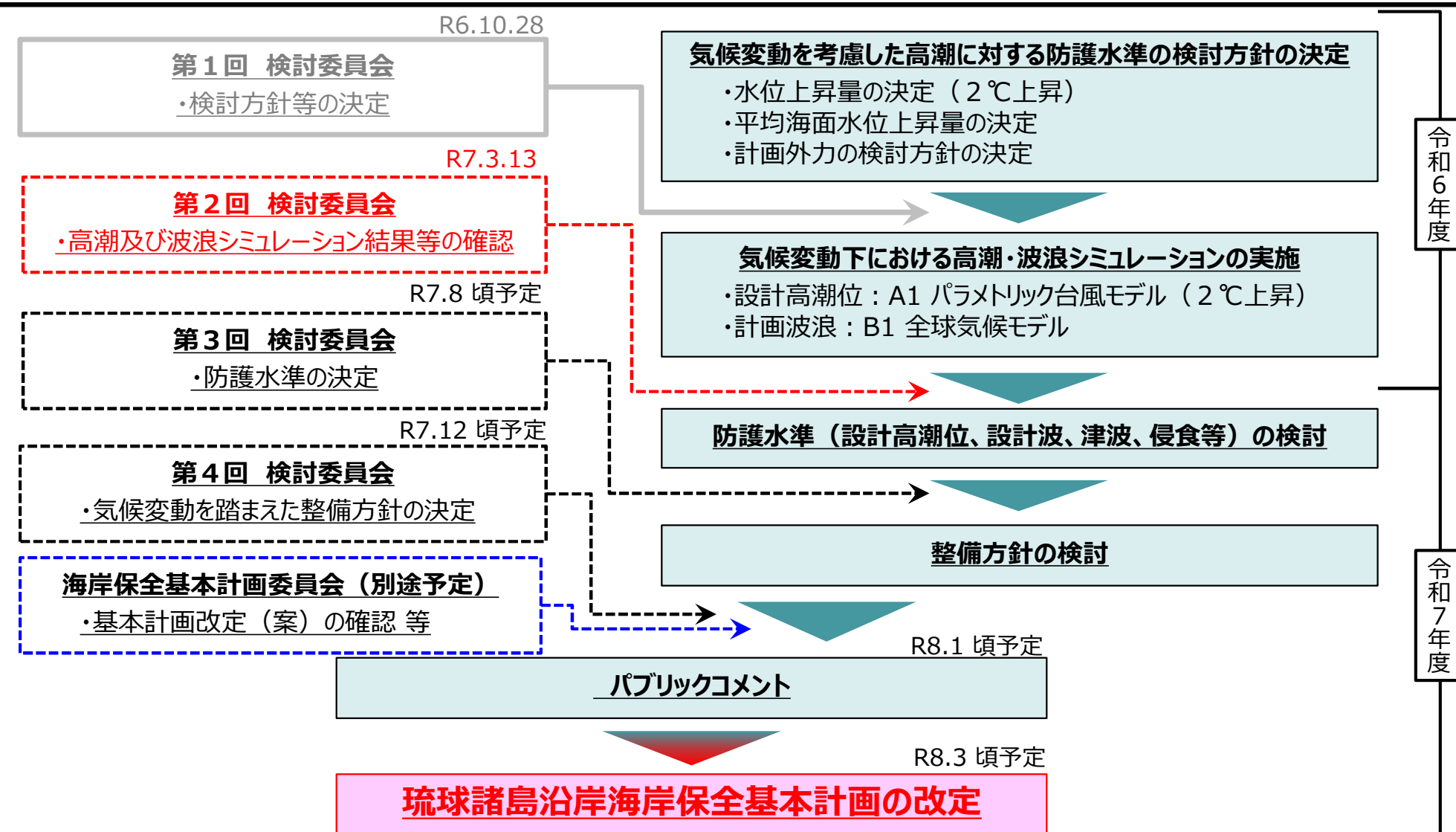
5.1 総括（検討結果と今後の方針）

【概要】 気候変動を踏まえた計画外力の検討方針に関する検討結果と今後の検討方針を以下に示す。

項 目	検討結果	今後の方針
1.高潮 潮位偏差 (計画潮位 偏差)	・既往想定台風と同確率の将来台風の気圧低下量を分析した結果、将来変化比は0.80～1.01倍となり、最大値の1.01倍を代表値として全想定台風に適用した。 ・将来の潮位偏差は海岸保全施設で0.4～1.5m程度となった。 ・潮位偏差の将来変化比は、0.99～1.02倍となり、港湾局の数値1.01倍と同程度となった。	・気候変動を踏まえた防護水準を設定するにあたり、計画潮位偏差は、各海岸の地域特性を考慮するため、海岸保全施設が存在する箇所での潮位偏差で評価
1.高潮 設計高潮位	・想定台風による最大潮位は、現行1.3～2.6m、将来1.7～2.9mとなった。（現行と将来の潮位差は海面上昇量0.32mの影響） ・現行台風潮位は、リーフ・波浪の影響を含まない現行設計高潮位（概ね2m）と同程度となった。	・気候変動を踏まえた防護水準を設定するにあたり、設計高潮位は各海岸保全施設での最大潮位（基準潮位+計画潮位偏差）をもとに設定（※別途、代表海岸を選定し、当該海岸の設計思想（リーフや波浪などの影響）を考慮した必要天端高を算出する予定）
1.高潮 波浪 (計画波浪)	・SMB法による簡易波浪推算を用いた方法で擾乱（台風）を抽出した。 ・抽出した擾乱で将来変化比を算出した結果、確率年数30年、50年共に0.91～1.15倍であり、国総研資料0.99～1.04倍に対して、概ね同程度であるが、比較的幅広い変化比となった。 ・本検討で計算したA-1、B-1手法の波浪推算結果を比較した結果、代表地点での波高は将来変化比と同程度となった。	・A-1、B-1手法の将来変化比は同程度であるため、確率評価によるB-1手法の変化比を設計沖波に採用 ・計画波浪の将来変化比は本検討結果と国総研成果（R7.1.1）を比較検討した上で、設定する方針
2.津波	—	・高潮と並行して海面上昇量を含めたL1津波解析を実施 ・高潮の必要天端高と比較して防護水準を設定
3.海岸侵食	—	・海面上昇量に対して、汀線後退量を概算 ・ただし、侵食対策は今後の研究成果や測量結果も考慮しながら期間をかけて評価する予定

5.2 今後の予定

【概要】 本検討委員会の今後の予定を以下に示す。



注：パブリックコメントの結果次第では、検討委員会（第5回）を行う可能性がある。