

津波評価小委員会の活動報告

令和7年度第1回原子力土木委員会

2025年7月28日

委員・幹事（変更点を朱書き）

役職	氏名	所属
委員長	高橋 智幸	関西大学
顧問	首藤 伸夫	東北大学
	河田 恵昭	関西大学
	磯部 雅彦	高知工科大学
委員	今村 文彦	東北大学
	蛭沢 勝三	元東京都市大学
	家島 大輔	中国電力
	加藤 勝秀	中部電力
	金戸 俊道	東京電力ホールディングス
	川村 喜一郎	山口大学大学院
	菅野 剛	東北電力
	後藤 和久	東京大学大学院
	サバシー アワット	東北大学
	鳴原 良典	防衛大学校
	柴田 亮	国土技術政策総合研究所

役職	氏名	所属
幹事長	木原 直人	電力中央研究所
幹事	荒川一武久	東京電力ホールディングス
	石井 倫生	東京電力ホールディングス
	石島 清宏	エム・アール・アイリサーチソシエツ
	石原 史隆	ユニック
	稲垣 宏和	東京電力ホールディングス
	稲葉 大介	セレス
	小川 昌也	関西電力
	長田 直樹	ニュージェック
	甲斐田秀樹	電力中央研究所
	加藤 勝秀	中部電力
	北門 菜摘	中部電力
	木村 達人	東電設計

役職	氏名	所属
委員	菅原 大助	東北大学
	高川 智博	海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所
	田島 芳満	東京大学大学院
	田村 雅宣	東北電力
	富田 孝史	名古屋大学
	馬場 俊孝	徳島大学大学院
	平田 賢治	防災科学技術研究所
	福谷 陽	関東学院大学
	松山 昌史	電力中央研究所
	森 勇大	中部電力
	八木 勇治	筑波大学大学院
	山中 佳子	名古屋大学減災連携研究センター
	米山 望	京都大学

役職	氏名	所属
幹事	栗田 哲史	東電設計
	木場 正信	エングローブコンサルタント
	佐藤 嘉則	ユニック
	志方 建仁	ニュージェック
	芝 良昭	電力中央研究所
	鈴木 和磨	中部電力
	土屋 悟	ユニック
	鶴留 千晶	電力中央研究所
	南部 慎	中部電力
	東 秀星	エム・アール・アイリサーチソシエツ
	藤井 直樹	東電設計
	保坂 幸一	八千代エン지니어リング
	山邊 洋之	東京電力ホールディングス
	吉井 匠	電力中央研究所

津波評価部会・小委員会での取り組み

年度	研究項目	成果
第1期 (1999～2000)	・津波水位評価手法の検討・基準化	土木学会「原子力発電所の津波評価技術」を刊行(2002)
第2期 (2003～2005)	・確率論的津波ハザード解析手法の検討 ・分散性と碎波を考慮した数値モデルの検討, 津波による波力評価手法の検討	委員会報告として土木学会論文集に投稿
第3期 (2006～2008)	・津波による砂移動評価手法の検討 ・確率論的津波ハザード解析手法の高度化及びとりまとめ	「確率論的津波ハザード解析の方法」公開(2011)
第4期 (2009～2011)	・波源および数値計算方法に関する最新の知見の反映 ・波力・砂移動・確率論的津波ハザード解析手法等の評価技術の体系化	2011年東北地方太平洋沖地震津波に関する課題抽出
第5期 (2012～2015 上期)	・東北地方太平洋沖地震を踏まえた津波評価手法の検討	「原子力発電所の津波評価技術」の改訂(ドラフト版, 意見公募)
第6期 (2015下期～ 2017)	・地震性津波の評価手法に関する検討 ・非地震性津波や二次的影響評価手法に関する検討	「原子力発電所の津波評価技術2016」を刊行
第7期 (2018～2020)	・地震性津波の評価手法(確率論的津波評価手法も含む)に関する高度化 ・非地震性津波や砂移動評価手法に関する高度化	“Tsunami Assessment Method for Nuclear Power Plants in Japan 2016”を公開
第8期 (2021～2023)	1.津波解析手法の高度化に関する検討 2.地震を要因とする津波に関する検討 3.地震以外を要因とする津波に関する検討 4.土砂を含む津波波力に関する検討	 第9期(2024～2026)

2025年度活動実績・今後のスケジュール

● 2024年度第3回津波評価小委員会

- 日時：2025年2月12日13時～17時
- 場所：オンライン
- 主な議題
 - ✓ 津波解析手法の高度化に関する検討
 - ✓ 地震を要因とする津波に関する検討
 - ✓ 地震以外を要因とする津波に関する検討

● 2025年度第1回津波評価小委員会

- 日時：2025年6月3日9時～12時
- 場所：オンライン
- 主な議題
 - ✓ 津波解析手法の高度化に関する検討
 - ✓ 地震を要因とする津波に関する検討
 - ✓ 地震以外を要因とする津波に関する検討
 - ✓ 漂流物WG2件の活動報告

● 島根原子力発電所見学会

- 日時：2025年6月10日終日
- 場所：島根原子力発電所

● 2025年度第2回津波評価小委員会

- 日時：2025年8月28日13時～17時
- 場所：調整中
- 主な議題（予定）
 - ✓ 津波解析手法の高度化に関する検討
 - ✓ 地震を要因とする津波に関する検討
 - ✓ 地震以外を要因とする津波に関する検討

● 2025年度第3回津波評価小委員会

- 日時：2025年12月4日13時～17時
- 場所：調整中
- 主な議題（予定）
 - ✓ 津波解析手法の高度化に関する検討
 - ✓ 地震を要因とする津波に関する検討
 - ✓ 地震以外を要因とする津波に関する検討

● 2025年度第4回津波評価小委員会

- 日時：2026年2月4日13時～17時
- 場所：調整中
- 主な議題
 - ✓ 津波解析手法の高度化に関する検討
 - ✓ 地震を要因とする津波に関する検討
 - ✓ 地震以外を要因とする津波に関する検討
 - ✓ 漂流物WG2件の活動報告

津波解析手法の高度化に関する検討

- 津波水位の確率論的評価手法に関する検討

- 津波水位の数値解析手法の高度化

- ❑ 海底・陸上地形や津波水位波形の特性を踏まえた適切な津波数値解析手法の使い分けを目的に、非線形長波モデルと非線形分散波モデルの使い分け方法、平面二次元モデルと三次元モデルの使い分け方法やその条件について検討する。
 - ❑ 既往知見をレビューすると共に、過年度までの研究成果を整理。

- 計算ケース数の縮減手法に関する検討

- ✓ ガウス過程回帰に関する検討

土木学会論文集（特集号（海岸工学））投稿中

- ❑ 確率論評価で多数の計算ケースを要する場合でも、一部の数値シミュレーションを実施するだけで、残りのケースの水位が推定可能なガウス過程回帰の手法について検討する。
 - ❑ 2011年東北地方太平洋沖地震津波痕跡データにガウス過程回帰を適用することにより、適切なカーネル関数等について調べた。
 - ❑ 日本海溝沿い巨大地震津波のPTHAの津波計算にガウス過程回帰を適用することにより、ハザード曲線に対する感度を調べた。

- ✓ 機械学習（ディープラーニング）に関する手法の基礎的な調査

土木学会論文集（特集号（海岸工学））投稿中

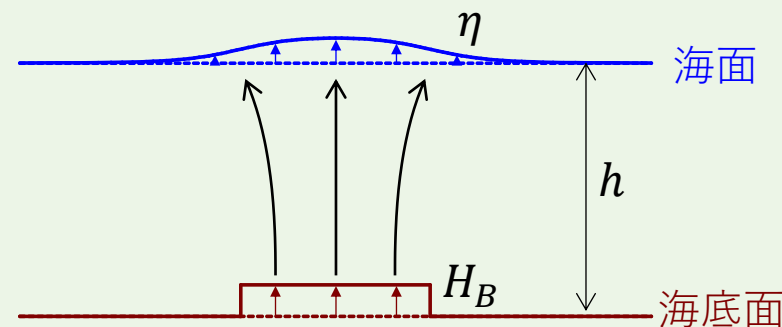
- ❑ 確率論評価で多数の計算ケースを要する場合でも、一部の数値シミュレーションを実施するだけで、残りのケースの水位が推定可能なディープラーニングの手法について検討する。
 - ❑ 仮想地形と仮想断層モデルでの検討を通じて、適切なハイパーパラメータの推定手順を確認した。

地震を要因とする津波に関する検討

- 波源モデル策定等に関する検討
 - 初期水位の計算手法の整理
 - Kajiuraフィルターの効果の検討

【Kajiuraフィルター】

海底面の変動がそのまま海面の変動へ現れるわけではなく、海面へ伝わる過程で水平方向に拡がる効果を表す。

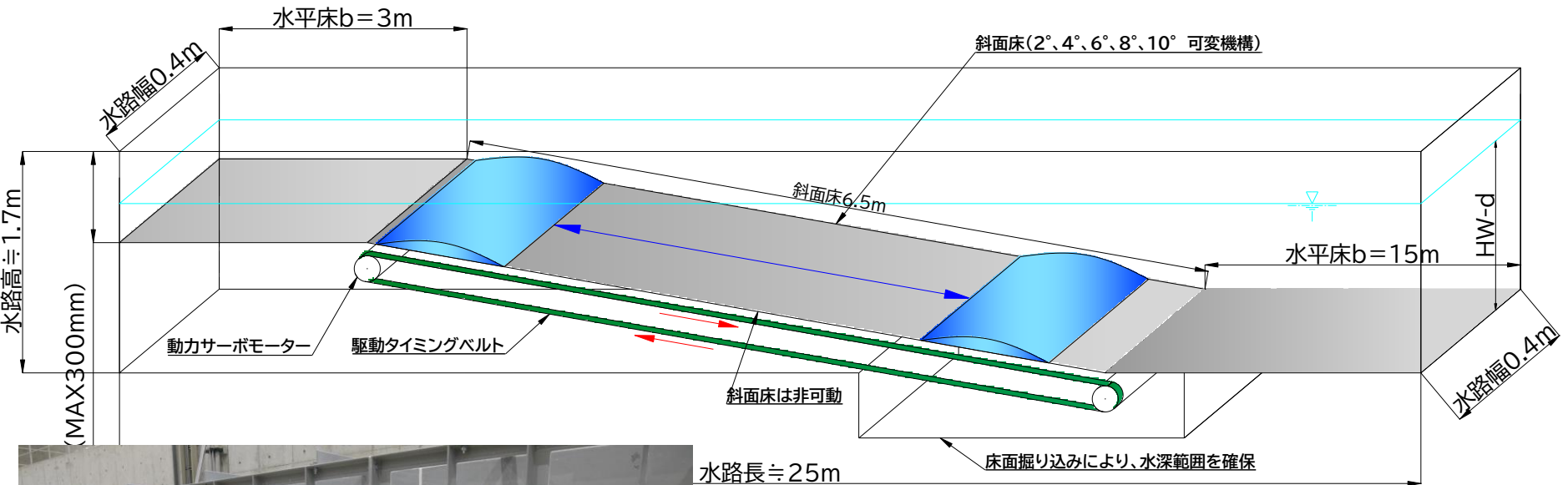


Kajiuraフィルターのイメージ

- 断層モデルに適用した場合，断層上端部で地殻変動が局所的に短波長となるため，単純に断層幅から想定するよりもKajiuraフィルターの効果が大きくなる。
- 津波地震の例では上昇側の最大海面変動が40%程度減衰，アウターライズ地震の例では下降側の最大海面変動が20%程度減衰した。

地震以外を要因とする津波に関する検討

- 初期波形、初期水位の評価方法の高度化に関する検討



WG活動（１）

津波漂流物衝突評価WG

■ WG設置経緯

- ✓ 2019年度から2021年度にかけて実施した「津波漂流物の衝突に関する施設評価の高精度化」研究（以降、“前フェーズ”）において漂流物化した小型船舶が浸水防護施設に衝突することを想定し、船首方向からの衝突を対象として、その衝突荷重や破壊挙動を把握した。
- ✓ 一方で、至近の審査において小型船舶が船首以外の方向からの衝突やこれに伴うエンジン部の衝突が施設に及ぼす影響の検討の必要性が示唆されているが、現状ではこれらに関する知見がないことから衝突力及び浸水防護施設の評価を保守的に検討をせざるを得ない状況である。
- ✓ そこで、小型船舶による船首以外の方向からの衝突が施設に及ぼす影響を明らし、また、前フェーズにおいて明らかになった小型船舶の衝突評価上の課題に取り組むために、2022年年度下期～2024年度にかけて原子力リスク研究センター共通研究「小型船舶に関する漂流物衝突評価の高精度化」を実施することとなった。

「小型船舶に関する漂流物衝突評価の高精度化」の研究内容

- 小型船舶の衝突力に関する研究
 - 船首以外の方向からの衝突、船舶モデルの簡素化
- 小型船舶の衝突に対する施設評価に関する研究
 - 付加質量の考慮、作用面積の設定
- 津波漂流物の衝突評価の高度化に関する研究
 - 上記の研究に関する津波漂流物衝突評価WGでの審議

→2022年10月5日 WG設立承認

津波漂流物衝突評価WG

メンバー構成

	氏名 (敬称略)	所 属		氏名 (敬称略)	所 属
主 査	富田 孝史	名古屋大学			
委 員	小川健太郎	東京電力ホールディングス	委 員	別府万寿博	防衛大学校
委 員	金原 勲	東京大学	委 員	前川 宏一	横浜国立大学
委 員	嶋原 良典	防衛大学校	委 員	山田 安平	海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所
委 員	島村 和夫	IHI	委 員	和仁 雅明	中部電力
幹事長	木原 直人	電力中央研究所			
幹 事	新木 毅	中部電力	幹 事	栗山 透	関西電力
幹 事	井上 真優	東電設計	幹 事	高橋 淳夫	東電設計
幹 事	岩本 哲也	東電設計	幹 事	豊田 真	IHI
幹 事	大塚 鎮	東電設計	幹 事	中村 茉里香	IHI
幹 事	大谷 章仁	IHI	幹 事	南波 宏介	電力中央研究所
幹 事	甲斐田秀樹	電力中央研究所	幹 事	宮川 義範	電力中央研究所
幹 事	工藤 佳祐	関西電力	幹 事	村上 考輝	関西電力

津波漂流物衝突評価WG 活動実績

研究課題		2022		2023		2024		
		下期	上期	下期	上期	下期		
小型船舶の衝突に関する研究	船首以外の方向からの衝突 ・船側方向からの衝突 ・エンジン部の考慮 ・船尾方向からの衝突 ※ 船側衝突の施設応答解析に関する検討含む							
	船舶モデルの簡素化							
小型船舶の衝突に対する施設評価に関する研究	付加質量の考慮							
	作用面積の設定							
津波漂流物衝突評価WG 活動実績		第1回 ▼	第2回 ▼	第3回 ▼	第4回 ▼	第5回 ▼	第6回 ▼	第7回 ▼

第1回WG(2022.11.25)
・研究計画

第2回WG(2023.2.14) / 第3回WG(2023.6.19)
・船舶モデルの改良方針
・船舶の付加質量係数の導出方針

第4回WG(2023.12.14)
・船側,船尾方向からの衝突解析
・船舶の付加質量係数に影響を与える因子の確認

第5回WG(2024.2.20) / 第6回WG(2024.10.17)
・船側,船尾方向からの衝突解析(コメント対応)
・船側衝突の施設応答解析
・船舶の付加質量係数の検討
・船舶モデルの簡素化の方針

第7回WG(2025.2.14)
・船舶モデルの簡素化
・施設応答解析における作用面積の時間変化,短周期荷重の影響確認
・研究総括

→ 今回ご報告

- ・船舶モデルの簡素化
- ・小型船舶の衝突に対する施設評価
- ・小型船舶の付加質量
- ・研究成果まとめ

津波漂流物衝突評価WG活動全体像

研究の背景：原子力発電所が津波漂流物として想定する小型船舶の衝突評価に関する知見がない。

研究の目的：津波漂流物として小型船舶が防潮堤等に衝突する場合の施設評価手法を構築する。

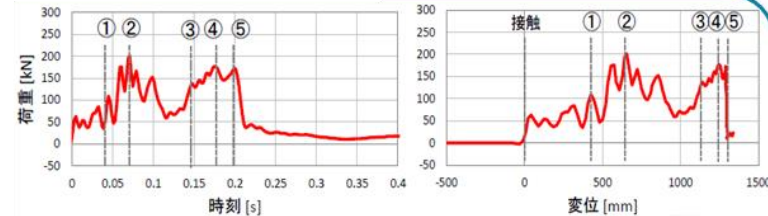
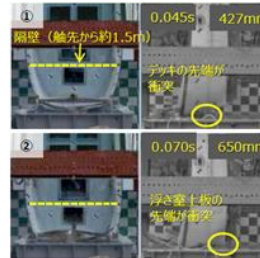
【目的達成へのステップ】

【本研究の内容・成果】

小型船舶の
衝突荷重を
把握する

2019～2021年度実施

① 小型船舶（2GT船）の衝突実験



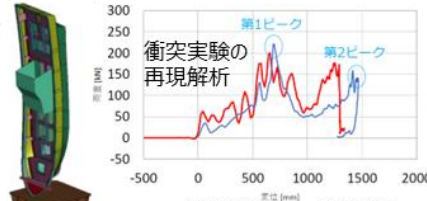
小型船舶の衝突荷重データを取得

2019～2021年度実施

② 小型船舶の衝突解析手法の確立

船舶モデルの作成

材料物性の取得
【材料試験（4点曲げ試験）】

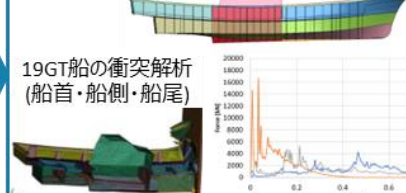


実験時の衝突荷重を概ね再現→手法確立

2019～2021年度実施 + 2022～2024年度実施

③ 小型船舶（19GT船）の衝突解析

19GT船の三次元モデル化



施設応答解析用の荷重データを取得

2022～2024年度実施

⑦ 船舶モデルの簡素化



各項目の簡素化可否・感度を確認

2022～2024年度実施

⑥ 小型船舶の付加質量の影響確認

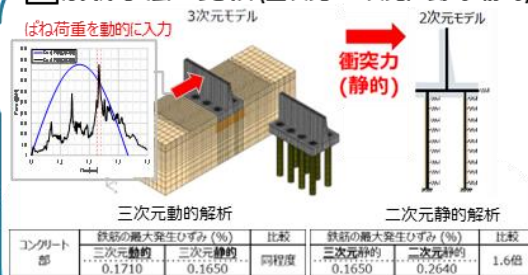
付加質量係数c
0.046
0.104
0.183

付加質量係数は既往知見と同水準

小型船舶衝突時の
施設応答を
評価する

2019～2021年度実施

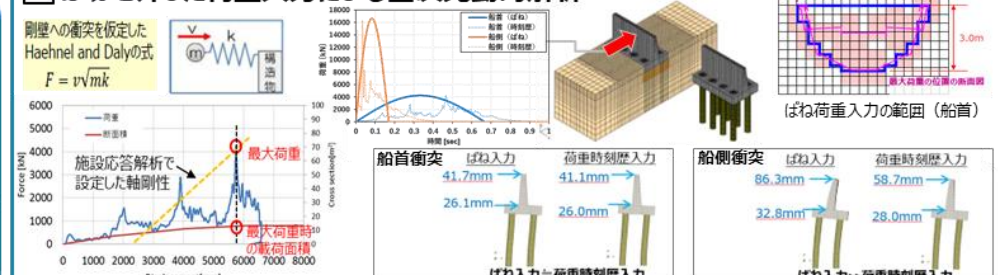
⑤ 解析手法の比較（三次元・二次元／動的・静的）



二次元静的解析による評価は安全側

2019～2021年度実施 + 2022～2024年度実施

④ ばねを介した荷重入力による三次元動的解析



荷重時刻歴入力と比べてばね入力の応答は、船首衝突は同程度、船側衝突は過大

WG活動（2）

津波漂流物の影響評価技術の体系化WG

- 津波漂流物の評価における各ステップ（漂流物の選定・衝突確率の評価・衝突条件の設定・衝突荷重評価・被衝突体の構造評価など）に関する評価技術を実務への適用するには、個々の技術の精度や適用条件への留意が必要である。
- 要素技術のレビューは多くの文献により実施されているが、手法間の比較や精度・ばらつきの評価が殆ど実施されていない。
- 実務者が膨大な量の知見の中から評価に最適な手法を見出すことは簡単ではない。



- 津波漂流物衝突評価に活用される技術・手法が体系的に取り纏められた技術資料の作成を目指す。
- 土木学会・原子力土木委員会・津波評価小委員会の傘下のWGとして、津波評価小委員会および漂流物衝突評価WGと連携。
- 活動期間：2022年10月～2027年3月*

*津波評価小委員会の終了時期に合わせて2027年3月までWGが設置されるものの、2025年度末にはWGでの審議を終え、現在技術資料の公開に向け準備中。

津波漂流物の影響評価技術の体系化WG メンバー構成

	氏名（敬称略）	所 属		氏名（敬称略）	所 属
主 査	富田 孝史	名古屋大学			
委 員	浅井 竜也	東京大学	委 員	別府 万寿博	防衛大学校
委 員	有川 太郎	中央大学	委 員	前川 宏一	横浜国立大学
委 員	小川 健太郎	東京電力ホールディングス（株）	委 員	山田 安平	海上技術安全研究所
委 員	織田 幸伸	大成建設（株）	委 員	松田 周吾 伊藤 太郎	関西電力（株）
委 員	木原 直人	（一財）電力中央研究所	委 員	米山 望	京都大学
委 員	嶋原 良典	防衛大学校	委 員	和仁 雅明	中部電力（株）
委 員	千田 優	国土交通省国土技術政策 総合研究所			
常時参加者	松浦 正典 渡辺 浩明	北海道電力（株）	常時参加者	鈴木 俊輔	四国電力（株）
常時参加者	大村 英昭	東北電力（株）	常時参加者	佐藤 栄三郎 福田 穰	九州電力（株）
常時参加者	吉澤 一典	北陸電力（株）	常時参加者	田中 直仁	日本原子力発電（株）
常時参加者	高松 賢一	中国電力（株）	常時参加者	神田 典昭 平塚 俊祐	電源開発（株）
幹事長	甲斐田 秀樹	（一財）電力中央研究所			
幹 事	新木 毅	中部電力（株）	幹 事	村上 考輝	関西電力（株）
幹 事	緒方 ゆり	東電設計（株）	幹 事	松澤 遼	伊藤忠テクノソリュー ションズ（株）
幹 事	栗山 透	関西電力（株）	幹 事	宮川 義範	（一財）電力中央研究所
幹 事	佐藤 暁拓	伊藤忠テクノソリュー ションズ（株）	幹 事	南波 宏介	（一財）電力中央研究所

津波漂流物の影響評価技術の体系化WG

WGの開催状況

- 2022年度：
 - 第1回：22年11月25日
 - 原子力発電所の耐津波設計における津波漂流物の影響評価について
 - 第2回：23年3月7日
 - 津波漂流物の影響評価のフローについて
- 2023年度：
 - 第3回：23年6月19日
 - 推定式による衝突力評価について
 - 第4回：23年12月14日
 - 漂流物衝突に対する施設応答評価
 - 第5回：24年2月16日
 - 衝突条件（衝突速度、衝突角度、衝突位置）の評価について
 - 衝突解析による衝突力評価について
- 2024年度：
 - 第6回：24年10月17日
 - 1～5章の原稿確認結果と対応について
 - 施設応答評価ならびに将来課題について
 - 第7回：25年1月30日
 - 委員・常時参加者による原稿確認および第6回WGコメントへの対応について

津波漂流物の影響評価技術の体系化WG

WGでの原稿確認・審議の状況

	2024年					2025年		
	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
WG			24年度 第1回WG (10/17) ○			24年度 第2回WG (1/30) ○		
委員による 原稿確認・審議	第1回内容確認 (8/13～9/20)			第2回内容確認 (11/8～12/4)		第3回内容確認 (12/20～1/15)	第4回内容確認 (2/15～2/27)	主査による 内容確認 (最終)
原稿作成・編集	1～5章 原稿作成 →←	6章および 付7章作成 ←→	原稿修正 →		原稿修正 ←→	原稿修正 ←→	原稿修正 仕上げ ←→	→

津波漂流物の影響評価技術の体系化WG 今後の審議プロセス

	2025年									2026年		
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
WG												
原子力土木委員会				提出	技術文書審議タスクへの意見照会			外部意見照会 (他委員会向け)				
						○ 技術文書審議タスク						
津波評価小委員会			津波小委への意見照会									
原稿作成・編集				原稿修正 ↔			原稿修正 ↔		原稿修正 最終校正 ↔			