

東京湾再生のための行動計画（第三期）  
の指標に関する提案解説書  
（参考資料）



東京湾再生官民連携フォーラム

令和5年9月

東京湾再生官民連携フォーラム

東京湾再生のための行動計画（第三期）の指標検討PT

# 目次

1. はじめに	1
2. 提案する指標	5
3. 各指標について	6
3. 1 底層溶存酸素量 (D0 (底層))	6
3. 2 透明度	9
3. 3 全窒素 (TN), 全リン (TP)	13
3. 4 赤潮発生回数	15
3. 5 底生生物からみた環境保全度評価	18
3. 6 下水道対策による負荷量の削減量	23
3. 7 水遊び・環境学習イベントの開催数, 参加者数, 開催場所数	25
4. 提案に際しての留意点・課題	27

# 1. はじめに

平成 15 年に策定された「東京湾再生のための行動計画」（以下、行動計画（第一期））の取り組みを評価・統括し、平成 25 年 5 月に東京湾再生のための行動計画（第二期）（以下、行動計画（第二期））が策定され、令和 5 年 3 月に東京湾再生のための行動計画（第三期）（以下、行動計画（第三期））が策定された。

行動計画（第一期）では、指標を「底層の D0（溶存酸素量）」としていた。行動計画（第二期）の指標群は、より多くの多様な主体による東京湾再生に資する活動を更に促進できるよう、分かりやすい指標や手法を用い、あらゆる興味を東京湾に惹きつけられる指標となることが求められ、28 個の指標群を設定した。

行動計画（第三期）においては、東京湾再生推進会議は、行動計画（第二期）の全体目標を一部改変し下記の全体目標を新たに掲げ、その全体目標および行動計画（第二期）の期末評価の結果を踏まえて、54 項目の施策・プロジェクト（表-1.1, 1.2, 1.3）を定め、事業の進捗を評価するとした。しかし、それらの施策・プロジェクトの成果として東京湾再生がどの程度達成されたのかを示す「指標」が示されていない。

東京湾再生官民連携フォーラムでは、東京湾再生の達成度を示す指標を提案する。これらの指標は、関連する施策・プロジェクトを統括的に評価するものであり、行動計画（第三期）が目指す東京湾再生の達成度を評価し易いように考慮したものである。

## 【全体目標】

快適に水遊びができ、「江戸前」をはじめ多くの生物が生息する、親しみやすく美しい豊かな「海」を多様な主体が協力しあうことで取り戻す。～流域 3000 万人の心を豊かにする「東京湾」の創出～

なお、本解説書は、東京湾官民連携フォーラム 東京湾再生のための行動計画（第三期）の指標検討 P T で議論した内容を取りまとめたものである。

表-1.1 東京湾再生推進会議が定めた陸域対策に係る施策・プロジェクト. 番号は本提案の都合上付けた通し番号である.

目標要素	小目標	施策・プロジェクト	番号	
豊かな水環境の実現	多様な生物が生息する「江戸前」の恵み豊かな海	高度処理の推進	1	
		河川の浄化、浚渫の実施	2	
		湿地や河口干潟再生等の自然再生	3	
		流竹木等の海域流出の防止	4	
	美しく、快適に水遊びのできる海	汚濁負荷量（COD、T-N、T-P）の総量削減	総量削減計画の進捗状況の把握	5
			総量削減計画の周知と啓発	6
			総量削減計画の周知と啓発	7
			汚水処理施設（下水道、農業集落排水施設、浄化槽）の整備推進	8
			合併処理浄化槽の設置促進	9
			東京湾流域市が行う合併処理浄化槽設置費補助への助成	10
			高度処理の推進	11
			合流式下水道の改善	12
			貯留、浸透施設の設置	13
			河川の浄化、浚渫の実施	14
			湿地や河口干潟再生等の自然再生	15
			森林保全活動	16
			浮遊ゴミ等の回収及び減プラスチックへのライフスタイル変換促進	17
			総量規制基準適用事業場の指導	18
	海辺に行きやすく、身近で安心できる海	湿地や河口干潟再生等の自然再生	19	

表-1.2 東京湾再生推進会議が定めた海域対策に係る施策・プロジェクト. 番号は本提案の都合上付けた通し番号である.

目標要素	小目標	施策・プロジェクト	番号
豊かな水環境の実現	多様な生物が生息する、「江戸前」の恵み豊かな海	浚渫土砂等の高度利用の推進	20
		臨海部企業等が有する護岸の改修に対する技術的支援・助言	21
		ブルーカーボンの調査研究・技術開発の推進	22
		生物共生型港湾構造物の整備・改修	23
		浮遊ごみの回収	24
		干潟・浅場等の保全・再生・創出	25
		覆砂	26
		汚泥しゅんせつ	27
		深堀跡の埋め戻し	28
		漁業活動の活性化	29
	美しく、快適に水遊びのできる海		浮遊ごみの回収
NP0 や企業、漁業者等による海底ゴミの回収や海浜・干潟の清掃活動の推進			31
楽しく、親しみやすい東京湾の創出	楽しさあふれるイベントの開催	環境教育・体験活動等の推進	32
		「江戸前」をはじめとした県水産物の魚食普及推進	33
	海辺に行きやすく、身近で安心できる海	浮遊ごみの回収	34
活動の環(わ)の拡大	活動の環がつながり、目標の実現のために流域の多様な主体が協力しあう海	NP0 や企業、漁業者等による海底ゴミの回収や海浜・干潟の清掃活動の推進	35
		NP0 や企業、漁業者等による藻場等の造成の推進	36
		環境教育・体験活動等の推進	37

表-1.3 東京湾再生推進会議が定めたモニタリングに係る施策・プロジェクト. 番号は本提案の都合上付けた通し番号である.

目標要素	小目標	施策・プロジェクト	番号	
豊かな水環境の実現	多様な生物が生息する、「江戸前」の恵み豊かな海	水生生物調査の実施	38	
		水質等の観測 (東京湾の水質の常時監視)	39	
		東京湾の赤潮発生状況の把握	40	
		東京湾の貧酸素水塊発生状況の発信	41	
		水質等の観測 (東京湾の水質の常時監視)	42	
		東京湾の赤潮発生状況の監視	43	
		三番瀬自然環境調査事業	44	
		東京湾の海洋環境情報の発信	45	
		栄養塩類に関する調査・研究の実施	46	
	美しく、快適に水遊びのできる海	広域総合水質調査	47	
		水質等の常時監視	48	
		赤潮調査の実施	49	
		水質等の観測 (東京湾の水質の常時監視)	50	
		東京湾の赤潮発生状況の監視	51	
	活動の環(わ)の拡大	活動の環がつながり、目標の実現のために流域の多様な主体が協力しあう海	東京湾環境一斉調査	52
			水質等の観測(東京湾の水質の常時監視)	53
三番瀬自然環境調査事業			54	

## 2. 提案する指標

提案する指標は下表に示す7つの指標である。それぞれの指標は、行動計画（第三期）が定めた施策・プロジェクトと関連している。関連する施策・プロジェクト番号は、表-1.1, 1.2, 1.3に示す行動計画（第三期）が定めた施策・プロジェクトの通し番号を指す。

表-2.1 指標 PT の提案に関する指標およびその目標値。関連する指標番号は、表-1.1, 1.2, 1.3 示す行動計画（第三期）が定めた指標の通し番号を指す。

指標	目標値又は目標	関連する施策・プロジェクトの通し番号
底層溶存酸素量 (DO (底層))	増加傾向を示す	5, 39, 41, 42, 45, 47, 48, 50, 52
透明度	夏季において 1.5m 以上の頻度が向上傾向を示す	39, 42, 47, 48, 50, 51, 52, 53
全窒素 (TN), 全リン (TP)	赤潮や貧酸素が発生する海域において減少傾向を示す	5, 6, 7, 9, 11, 18, 39, 42, 47, 48, 50, 53
赤潮発生回数	減少傾向を示す	5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 18, 39, 40, 42, 43, 47, 48, 49, 50, 51, 53
底生生物からみた環境保全度評価	向上傾向を示す	25, 26, 27, 38, 47
下水道対策による負荷量の削減量	増加傾向を示す	1, 5, 11, 12, 13
水遊び・環境学習イベントの開催数, 参加者数, 開催場所数	増加傾向を示す	32, 37, 52

## 3. 各指標について

### 3. 1 底層溶存酸素量 (D0 (底層))

目標値：増加傾向を示す

#### 【解説】

##### (ア) 背景

好気呼吸を行う生物にとって酸素は必須な元素である。水中の酸素は大気からあるいは水中の海草・海藻や植物プランクトンの光合成で供給される。東京湾のように、富栄養度が高いと、水中で植物プランクトンの増殖に伴う過剰な内部生産が起こり、生み出された有機物が沈降・堆積する。その際に微生物によって酸素が消費されるために、海底付近の底層の酸素濃度は低下する。特に生物活動が活発で成層の発達する夏季は、底層の酸素が乏しいかあるいはほとんどない水塊が出現する。これを貧酸素水塊という。

環境基本法に基づく水質汚濁に係る環境基準のうち、生活環境の保全に関する環境基準（以下、生活環境項目）は昭和 46 年に設定され、底層溶存酸素量 (D0 (底層)) については、**水質汚濁に係る生活環境の保全に関する環境基準の見直しについて（答申）**（平成 27 年 12 月中央環境審議会、以下「平成 27 年答申」という。）を受け、平成 28 年 3 月に生活環境項目に位置付けられた。

平成 27 年答申で示された**底層溶存酸素量に関する類型指定の方向性並びに監視及び評価方法に関する基本的な事項**に基づき、令和 3 年 12 月に全国初となる底層溶存酸素量に係る水質環境基準の水域類型が東京湾および琵琶湖において実施された。

D0 (底層) は、魚介類等の生息や藻場等、底層を利用する生物の生息・再生産に直接的に影響を与え、同時に水域の特徴（生息生物や流れ、海水交換など）に左右される。そのため、D0 (底層) の類型指定は、保全対象種の観点および水域の特徴の観点から検討がなされた。前者については、保全対象種としてマアナゴ、シロギス、ハゼなど 12 種が抽出され、種別の貧酸素耐性と生息域・再生産の場の重ね合わせによる目標値の設定がなされ、後者については、東京湾内海域の地形（埋立の有無や地形の閉鎖性・通水性）や水深、過去（昭和 30 年代前半）の D0 (底層) の観測結果を踏まえ検討された。

その結果、東京湾内の底層溶存酸素量に係る水域類型として、一帯の水域とし



て保全する水域は『生物1』(基準となるD0(底層):4.0 mg/L以上), 過去に3.0 mg/L未満の貧酸素化が発生していた水域は『生物2』(基準となるD0(底層):3.0 mg/L以上), 東京港, 千葉港, 木更津港及び過去に2.0 mg/L未満の貧酸素化が発生していた水域は『生物3』(基準となるD0(底層):2.0 mg/L以上)の3つに分類された(図-3.1.1).

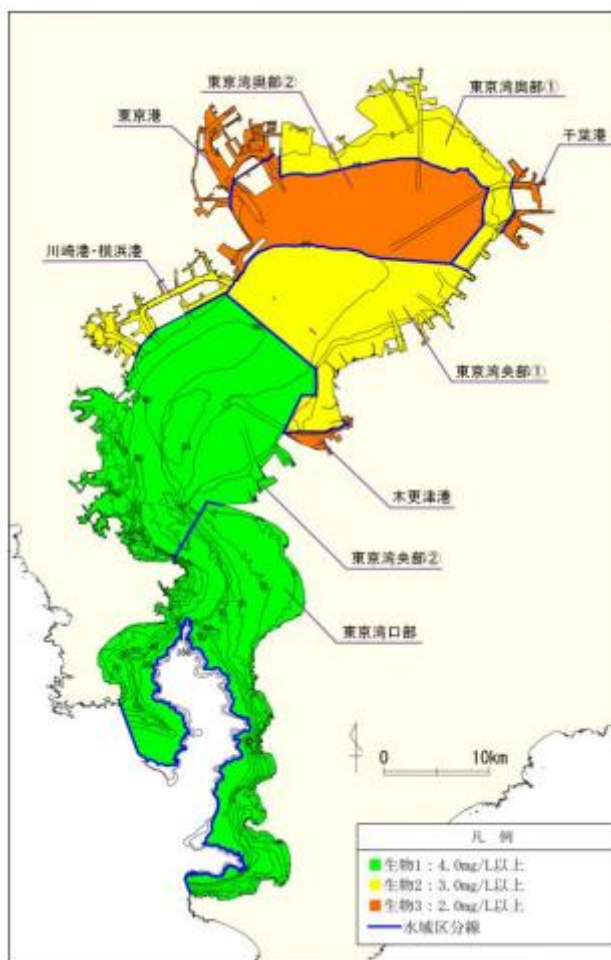


図-3.1.1 東京湾に係るD0(底層)の水域類型指定(環境省, 2021)

#### (イ) 目標値の設定根拠

第二期の短期目標は「貧酸素水塊が減少傾向を示す」であったが, 3次元的に広がりを持ち, かつ時々刻々と変化する貧酸素水塊の全容を把握するのは困難であるため, 貧酸素水塊の影響が顕著な夏季だけでなく年間を通したD0(底層)の値の長期変動の推移を評価した経緯がある。

本指標に対し, 第三期では, 「貧酸素水塊が減少傾向を示す」ことを念頭に入れつつも評価の実現可能性を鑑み, 「底層D0が増加傾向を示す」とする。

また、第二期において、「今回の評価方法では D0 の値が上昇するだけで短期目標の達成と評価され、年間通して 2.0 mg/L を超えるような測定地点の上昇結果も反映されるため、目標の達成度が過剰に評価された可能性も否定できない。」という課題があった。

そこで、第三期においては、公共用水域水質測定地点の湾内 53 地点の中で、第二期において年間通して D0 が 2.0 mg/L を超える地点を除いた地点（貧酸素が発生する水域）に対して評価することとする。

この貧酸素が発生する水域の D0（底層）が、貧酸素とならないレベルまで増加すれば、貧酸素水塊が減少傾向にあると間接的に示すことができる。

#### （ウ）解析方法

- ① 貧酸素水塊の影響が顕著な夏季だけでなく年間を通じた D0(底層)の値の長期変動の推移を評価する。評価年から過去 10 年間のデータに対して重回帰分析を実施し、変化傾向を求める。
- ② 評価には、二宮ら(2010)に従い、季節変動を考慮した重回帰分析を行う。「季節変動を考慮した」とは、D0(底層)は夏季に低く冬季に高い周期的な季節変動を示すことからこれらを「季節(月ごと)成分」とし、長期変動を「トレンド成分(変化傾向)」として分離して重回帰分析を行うことを意味する。
- ③ 評価地点は、公共用水域水質測定地点の湾内 53 地点の中で、年間通して 2.0 mg/L を超えるような測定地点を除いた地点とする。
- ④ データは公共用水域水質測定結果(毎月 1 回)の D0(底層)の値を使用する。

#### 【参考文献】

- 環境省(2021):琵琶湖・東京湾における底層溶存酸素量に係る水質環境基準の水域類型の指定について(告示改正の概要). <https://www.env.go.jp/content/900518313.pdf>
- 二宮勝幸, 柏木宣久, 岡敬一, 岩淵美香, 飯島恵(2010):東京湾西部海域における表層水温のトレンド-ダミー変数を用いた重回帰分析による推定-, 横浜市環境科学研究所所報第 34 号, p. 46-51

## 3. 2 透明度

目標値：夏季において 1.5m 以上の頻度が向上傾向を示す

### 【解説】

#### (ア) 背景

「透明度」は、間接的に水域の富栄養化状態を示したり、海草・海藻の生育にとって重要であったりするだけでなく、人が海を見て強く印象を受ける指標の一つである。

透明度とは、南中時の水中に垂直に白い透明度板を沈めていき、人間の目で板が見えなくなる水深を透明度という。透明度は、水中を漂う懸濁物が多いと視界が遮られる。そのため、透明度は降雨時に陸域から土砂が流入した時、海底泥が巻き上げられて濁った時、および赤潮の時などに低くなる。

東京湾の水中の懸濁態有機物の約 6 割が生きている植物プランクトンとされ（門谷，1991）、生物生産の盛んな夏季においては、栄養塩はほとんどが全て、粒子態に変換されている（才野，1988）。こうしたことから、降雨時の濁りを除けば、東京湾における透明度が常態的に低いのは、赤潮現象に代表される植物プランクトンの異常増殖が、長期にわたり維持されているからである。

また第二期では、夏季透明度だけに着目したが、5月、6月の透明度が低下している傾向が見られた。原因は不明であるが、気候変動に伴う梅雨の降雨の変化や植物プランクトンの種の変遷（石丸，2019）が影響を及ぼしている可能性が推察される。そこで第三期では春季や初夏の透明度についても注視する。

透明度の目標を達成することは、東京湾をより親しみやすい水域とすることに繋がりと得ると考えられる。

#### (イ) 目標値の設定根拠

透明度の目標値は第二期の値を踏襲した。東京湾海洋環境研究委員会（2011）は、透明度の目標値として、海に面した開けた海面を対象に（運河などの奥まった場所を除き）、夏季に、20～30年内には最低でも 1.5 m 以上、50～100年内に 2.5 m 以上とした。これは、宇野木・岸野（1977）、高田（1993）、野村（1995）などによるこれまでの東京湾の環境と水質各項目の変化をもとにして提案された。また、東京湾の環境をよくするために行動する会（2008）では、2015年度達成として、夏季の湾奥部で 1.5 m 以上としている。

1948～2005年の湾奥中央部の測点における透明度の動向をまとめた報告では、透明度は晩秋から冬季に上昇傾向があり、1999年以降では、年により10 m以上が観測されている(石井ら, 2008)。石井ら(2008)の図を詳細に見ると、夏季を中心とした透明度の極端に低い時期は短くなっている傾向が読み取れる。

これらの報告を基にして、東京港など流入負荷源の集中する湾奥北西岸や、水の停滞が著しい京浜臨海部のような運河内域を除く海面で、これまで提唱されてきた目標値を参照して目標値を設定した。湾奥北西岸や運河内域では、上記目標の達成は困難であると思われるので、現状よりも改善をまずは目指すべきであると考え。なお、透明度では夏季の最低値を上昇させることを目指しているため、冬季は対象としなかった。例えば、例年2月頃に珪藻赤潮が起こるが、これは東京湾以外の非富栄養化海域でも見られる春季ブルームとして扱った。本来、冬季は河川水の濁水時期で、負荷が減れば、増殖する珪藻は動物プランクトンの摂餌圧に曝される。したがって、必然的にこの時期の赤潮も濃度が低下するため、透明度の低下への寄与は低くなると考えられる。なお、四季あるいは年間平均の地域ごとのデータについても、必要に応じて解析を進めることが望ましい。

#### (ウ)解析方法

- ① データには湾内53地点の公共用水域水質測定結果(毎月1回)の透明度の値を用いる。
- ② 目標値である「夏季透明度が1.5 m以上」の地点数・回数の割合を達成率とする。

$$\text{達成率} = (\text{湾内の全調査地点における透明度1.5 m以上の調査回数}) / (\text{湾内の全調査地点における期間内の調査回数})$$

- ③ 夏季を7-9月と5-9月の2通りとし、それぞれ3ヶ月、5か月の平均値を夏季透明度とする。
- ④ 夏季透明度が1.5 m以上となった地点を達成地点とし、達成率=達成地点数/全調査地点数として算出する。7-9月と5-9月の2通り実施する。

#### (エ)留意点、課題等

図-3.2.1にも示すとおり、透明度は単一の要因でのみ改善するものではない。そのため、有機物の増大や内部生産など閉鎖性海域における諸般の要因を改善していく必要がある。加えて、対策を図る際には、東京湾一律の対策ではない地域の水質や生物生息環境を考慮する必要がある。例えば、流入負荷を減らすことが重要な水域や、栄養塩流入負荷を減らすことよりも生物の生息場を造成し物質循環を促進することが重要な水域などがある。

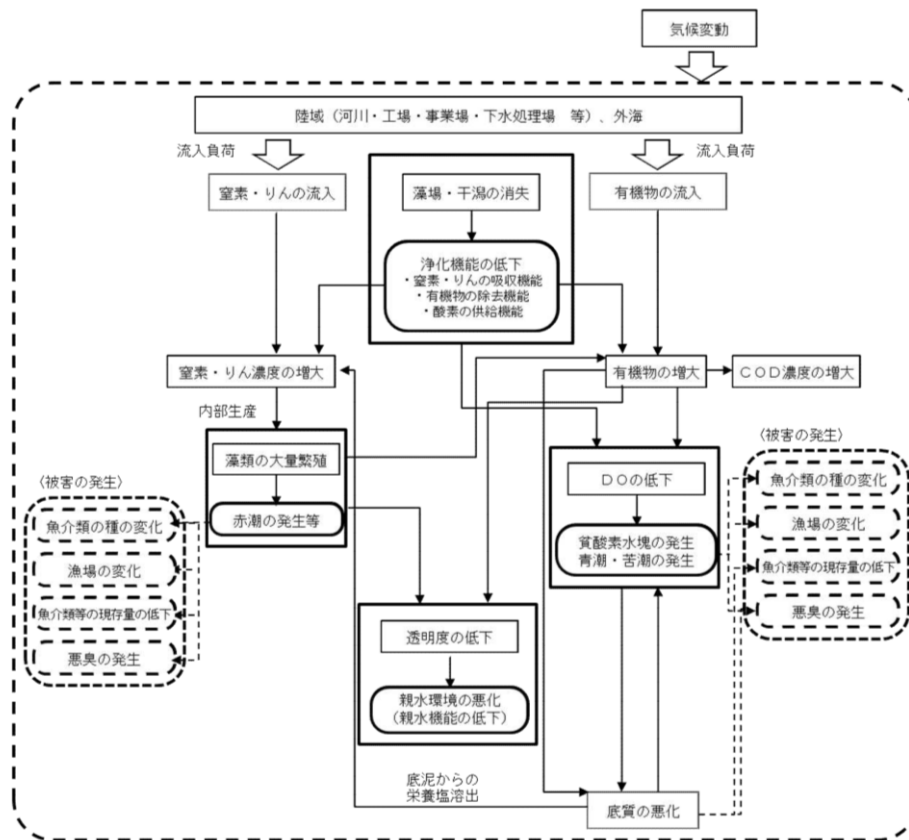


図-3.2.1 閉鎖性海域における水質汚濁に影響を与える要因（環境省，2021）

【参考文献】

石井光廣，長谷川健一，柿野純（2008）：千葉県データセットから見た東京湾における水質の長期変動。水産海洋研究，72(3)，189-199.

石丸 隆（2019），東京湾の植物プランクトン群集の変遷，海洋と生物，Vol.41，No.21

宇野木早苗・岸野元彰(1977)：東京湾の平均的状況と海水交流。Technical Report of the Physical Oceanography Laboratory, The Institute of Physical and Chemical Research, No. 1, 89 pp.

環境省（2021）：第9次水質総量削減の在り方について（答申）（令和3年3月）。<https://www.env.go.jp/content/900517230.pdf>

才野敏郎（1988）：東京湾における栄養塩類の循環。沿岸海洋研究ノート，25，114-126.

高田秀重（1993）：水質。東京湾（小倉紀雄編），恒星社恒星閣，東京，39-44.

東京湾海洋環境研究委員会（2011）：東京湾-人と自然のかかわりの再生，恒星社恒星閣，東京，389 pp.

東京湾の環境をよくするために行動する会（2008）：東京湾読本，66 pp.[http://www.tokyowan.jp/databank/attache/5\\_file.pdf](http://www.tokyowan.jp/databank/attache/5_file.pdf)

野村英明（1995）：東京湾における水域環境構成要素の経年変化。La mer，33，107-118.

門谷茂（1991）：物質輸送過程における粒子状物質の役割。月刊海洋，23，178-186.

### 3. 3 全窒素 (TN) , 全リン (TP)

目標値：赤潮や貧酸素が発生する海域において減少傾向を示す

#### 【解説】

##### (ア) 背景

東京湾等の閉鎖性海域に陸域起源の窒素・リンが過剰に流入すると、植物プランクトンの過剰増殖による赤潮、ひいては貧酸素水塊を発生させる場合がある。このことから環境省（当時環境庁）では、1993年に海域における全窒素（TN）・全リン（TP）の環境基準を設定し、以降、全国の沿岸海域において類型当てはめを行ってきた。さらに東京湾、伊勢湾、瀬戸内海では、水質総量削減により、TN・TPの負荷流入量の総量を規制してきた。窒素・リンの負荷源としては、陸起源のもの、外洋底層に高濃度な窒素・リンが鉛直循環流等の物理的要因による流入するもの、特にリンについては海底が無酸素化することにより底質から溶出するものが挙げられる。

陸起源のものでは、農村集落排水処理、下水道整備や下水の高度処理の導入により、負荷削減効果が比較的明確に見られ易いと考えられる。海外の事例でも閉鎖性海域の貧酸素水塊対策のために、陸起源の窒素・リンの流入負荷削減策を採っている場合が多い。東京湾ではTN・TPの環境基準が設定される前から、公共用水域水質測定において全域を対象に表層と底層を対象にして長年測定がなされてきてデータが蓄積されている。TN・TPも植物プランクトンの増殖や流入河川水、底質からの溶出、成層・混合等によりその濃度が季節的に変化することから、季節変動を考慮して長期変動を評価することが、東京湾周辺の下水道の整備や高度処理の導入などの施策効果を評価する上でも重要であると考えられる。

行動計画（第二期）で評価対象指標とした化学的酸素要求量（COD）は、従前から指摘されているように、1）陸域からの負荷に加えて植物プランクトン増殖による内部生産の寄与が非常に大きく表れること、2）そのために陸域での汚濁負荷削減対象としてCODを指標にして対策を講じても湾内での効果が表れ難いということから、CODは東京湾の再生度合いを評価する上で必ずしも適当な指標とはみなされないことが示された。またTN・TPは、ある程度CODと相関関係を示すことから、CODの代替指標ともなりうることから、行動計画（第三期）ではTN・TPを指標として新規に採用することを提案する。

#### (イ) 目標値の設定根拠

目標値の設定として、過去における東京湾の水域における TN, TP の値が推定できれば、その値を目標値にすることができる。過去における TN, TP の流入負荷量の推定はできているが、水域の TN, TP は推定できていない。したがって、「TN, TP が減少傾向を示す」とする。

東京湾では依然として、赤潮や貧酸素水塊、青潮、底質のヘドロ化等の富栄養化に起因する現象が発生している一方で、湾内における栄養塩の偏在化も指摘され始めている。

このような状況下において、東京湾全域において TN, TP の減少を目標とすることは現状に則しておらず、「赤潮や貧酸素が発生する海域」に評価対象範囲を限定し、「赤潮や貧酸素が発生する海域」において TN, TP の減少を目標とした方が現状に則していると考えられる。

TN, TP は水中に溶解している無機態化合物の N, P とそれらを使って増殖した植物プランクトン等の有機態化合物の N, P の総量であり、夏季に高い値になることもあるものの、概ね年間を通じて横ばいである。このような特徴がある指標であることから、夏季のみのデータだけでなく通年のデータを対象とする。

#### (ウ) 解析方法

- ① D0（底層）と同様の解析方法を用いる。
  - ② 評価地点は、公共用水域水質測定地点の湾内 53 地点の中で、第二期において年間通して D0 が 2.0 mg/L を超える地点を除いた地点の表層及び底層の TN, TP とする。
  - ③ D0（底層）と同様の解析方法を用い、赤潮や貧酸素水塊の影響が顕著な夏季だけでなく年間を通じた TN, TP の値の長期変動の推移を評価する。評価年から過去 10 年間のデータに対して重回帰分析を実施し、変化傾向を求める。
- 評価には、二宮(2010)に従い、季節変動を考慮した重回帰分析を行う。

#### (エ) 留意点、課題等

本指標では、赤潮や貧酸素が発生する海域において TN, TP が減少傾向を示すことを目標としているが、評価時においては、東京湾全体の栄養塩の分布状況についても留意することが望まれる。

#### 【参考文献】

二宮勝幸, 柏木宣久, 岡敬一, 岩淵美香, 飯島恵 (2010) : 東京湾西部海域における表層水温のトレンド-ダミー変数を用いた重回帰分析による推定-, 横浜市環境科学研究所所報第 34 号, p. 46-51

### 3. 4 赤潮発生回数

第二期の目標値：減少傾向を示す

#### 【解説】

##### (ア) 背景

赤潮は、海面を変色させ、一般の人が抱く海の清浄感を失わせると共に、原因となるプランクトンが死んで海底に沈むと、分解して下層水の酸素を消費し、海水が成層する夏季にはそうして生じた底層の貧酸素水塊が他の生物の生息を困難にし、青潮発生の原因になる。九州や瀬戸内海などでは、有害な赤潮プランクトンによる漁業被害が問題視されるが、東京湾においては有害赤潮の発生は少なく、むしろ、貧酸素水塊の発生要因となることが問題である。このように赤潮は、流入負荷が減少するとその発生頻度が減少するという単純な現象ではなく、貧酸素水塊や青潮の要因であり、また、海底に堆積した栄養塩が海中に回帰することが発生要因になっていることから底質の改善効果も反映される複合的な現象であり、東京湾の再生度合いを評価する適切な指標の一つである。

ここで赤潮とは、千葉県、東京都で定めた以下の定義によるものとする。

1. 異常な着色があること（オリーブ色～茶色、茶褐色、黄褐色、緑褐色等）
2. おおむね透明度 1.5 m 以下であること
3. クロロフィル又はクロロフィル a 濃度が 50  $\mu\text{g/L}$  以上であること

##### (イ) 目標値の根拠

###### ① 第二期の期末評価は次の通りであった

1. 赤潮発生割合は、千葉県で 20～30%、東京都で 25～39%であり、東京湾としてみると 25～35%であった。
2. 千葉県と東京都を比較すると、東京都でより高い値を示した。
3. 両都県共に平成 26 年度の赤潮発生割合が最も高く、それに伴い東京湾全体の赤潮発生割合も最大値を示した。
4. 千葉県および東京都共に顕著な増減傾向はなく、東京湾全体においても同様であった。
5. したがって、東京湾の赤潮が減少傾向を示していなかった。また、千葉県または東京都の水域別でも、両都県ともに減少傾向を示していなかった。



- ② このように、第二期において本指標は達成しておらず、引き続きの注視が必要である。

(ウ)解析方法

- ① 赤潮の調査を実施している千葉県と東京都で調査頻度および評価方法が異なるため、期末評価では千葉県の評価方式に揃え、各調査日において調査地点の1カ所でも赤潮を確認した場合は赤潮の発生とする。
- ② 千葉県および東京都における常時監視及び補足調査で赤潮を確認した回数（通報を含む）を赤潮発生回数とする。
- ③ なお、神奈川県は主として通報による把握であることから同様の評価が実施できないため、本評価には計上しない。
- ④ 赤潮発生割合は（赤潮発生回数／調査回数）×100とする。
- ⑤ 赤潮発生割合を通年で算出すると各月の調査回数の差の影響が顕著に現れるため、千葉県および東京都においては、月毎の赤潮発生割合を平均して年平均値を求め、年間の赤潮発生割合とする。
- ⑥ 東京湾全体における赤潮発生割合は、千葉県および東京都の調査結果を合計した赤潮確認回数及び調査回数を用いて、上記の算出方法にて求める。
- ⑦ 赤潮発生割合の経年変化から変化傾向を求める。
- ⑧ 赤潮の質的変遷についてもコメントする。
- ⑨ 通常、千葉県および東京都における赤潮の評価方法および赤潮判定の目安はそれぞれ表-3.4.1、表-3.4.2のとおりである（東京湾岸自治体環境保全会議，2017）。しかし、ここでは、東京都の赤潮発生割合を上記の方法で算出しなおし、千葉県と同手法として評価する。

表-3.4.1 千葉県および東京都における赤潮の評価方法

千葉県	常時監視及び補足調査で赤潮を確認した回数（通報を含む）とその割合
東京都	常時監視及び補足調査の結果から、赤潮の発生範囲やプランクトン構成種、気象状況等を勘案して推定した回数と日数

表-3.4.2 千葉県および東京都における赤潮判定の目安

	千葉県	東京都
色	オリーブ系～ブラウン系	茶褐色・黄褐色，緑褐色等
透明度	1.5 m 以下	概ね 1.5 m 以下
クロロフィル又は クロロフィル a	50 $\mu\text{g/L}$ 以上	吸光光度法及び LORENZEN 法に準ずる方法 50 $\text{mg/m}^3$ 以上

溶存酸素飽和度	150 %以上	-
pH	8.5 以上	-
赤潮プランクトン	-	顕微鏡で赤潮プランクトンが多量に存在していることが確認できる

(エ) 留意点, 課題等

本指標の評価手法に関しては、透明度や COD といった関連性が高い項目との並行した解析や、クロロフィル量や栄養塩類の比較および赤潮の質的变化についての言及も必要である。

第二期において、川崎沿岸で透明度の低下傾向および COD の上昇傾向が見られていることから、神奈川県においても川崎や横浜での赤潮発生状況に関して比較できるような観測を検討することが望まれる。

流入負荷の削減については対策が進んでおり、近年の赤潮の発生については、底泥からの栄養塩の供給も強く寄与している可能性があることから、底泥の改善や貧酸素水塊の解消に向けた対策と合わせ、必要な対策を効果的に進められるような検討が重要である。

植物プランクトンの増殖は、地球温暖化に伴う気候変動等の外的な環境条件の変化の影響を受けやすいことから、評価時にはそれらの影響についても留意することが望まれる。

### 3. 5 底生生物からみた環境保全度評価

目標値：向上傾向を示す

#### 【解説】

##### (ア) 背景

底生生物は、そのものの存在はもちろんのこと、餌生物として上位の魚類等の生息に大きく関わるものである。

「江戸前」の魚介類をはじめ多くの生物が豊かに生息する東京湾を再生するためには、底生生物の生息環境が重要である。東京湾で水産物としてよく知られている魚介類は、アサリやトリガイなどの貝類、マハゼ、シロギス、アナゴ、マコガレイ、スズキなどの魚類、シャコなどの甲殻類、タコやコウイカといった軟体類が挙げられる。これらの多くは、浅場や干潟あるいは塩生湿地を、産卵、生育、採餌の場というように生活史に応じた空間利用をする生き物たちで、海底との関係が密であることから「底生生物」と呼ばれている。

これらのうち、植物プランクトン、底生微細藻類や有機物粒子を餌にするアサリなどの懸濁物食性の底生生物を除くと、肉食性の種の多くは、ゴカイ類などの小型の底生生物を餌にしている。したがって、ゴカイ類が棲めないような海底では、それを餌にする生物は棲むことができない。餌となる小型の底生生物の生息する底質状態などの環境は、その他の多くの生物の生息を左右する関係にある。それらの生物の中には「江戸前」と称される水産生物も含まれている。

底生生物の生息環境は、様々な要因で変化してきた。例えば、京葉工業地帯などの広大な埋立は、東京湾の潮汐を著しく減退させ、細かな粒子の堆積を可能にした。さらに、陸からの栄養塩の供給によって、植物プランクトンが大増殖して赤潮が頻発し、枯死した植物プランクトンは、大量すぎて食物連鎖で消費しきれず、細かな有機物粒子となって海底に沈みヘドロ化した。こうして、砂や砂利だった海底に有機物が降り積もり、特に堆積しやすい場所はヘドロの層で覆われ、それまでそこで暮らしていた小型の底生生物を排除する。さらに夏季にはヘドロ（有機物）が細菌によって分解される時に底層水を無酸素化し、著しい場合には嫌氣的な生分解によって有害な硫化水素が発生して酸素呼吸する生物の生息を難しくすることも加わり、無生物域を形成している。

すなわち、底生生物の生息環境の消失・劣化は、人間活動の結果であり、これを回復させるには、様々な施策の組み合わせが必要である。本指標は、人間によ

る環境再生の多層的な取り組みの成果として現れてくるという性質を持っている。

(イ) 目標値の根拠

第二期と同様に、本指標の評価指標として、東京湾をめぐる九都県市首脳会議環境問題対策委員会水質改善専門部会（略称：九都県市）が平成11年に策定した「東京湾における底生生物等による底質評価法」（七都県市首脳会議環境問題対策委員会水質改善部会，1999）を用いる。これは、底生生物の生息状況と底質をカップリングさせたモニタリング評価手法で、生息種類数と種の指標性に着目し、種類数、甲殻類割合、底質の強熱減量、優占種指標生物を使って評価し、それらにより底質を環境保全度0からIVまで5つの区分に総合的に評価している（表-3.5.1，3.5.2）（九都県市首脳会議，2022）。

表-3.5.1 東京湾における底質環境評価方法

①	<b>底生生物の出現種類数</b>	30種以上	20～30種	10～19種	10種未満	無生物
	評点	4	3	2	1	0
②	①に占める <b>甲殻類</b> （エビやカニの仲間）の比率※ <sup>1</sup>	20%以上	10～20%未満	5～10%未満	5%未満	0%
	評点	4	3	2	1	0
③	<b>底質の強熱減量</b>	2未満	2～5未満	5～10未満	10～15未満	15以上
	評点	4	3	2	1	0
④	<b>優占指標生物</b> ※ <sup>2</sup>	A		B	C	D
		B、C以外の生物		<i>Lumbrineris longiforia</i> (ギホシイリメ科)	<i>Paraprionospio patiens</i> (シノブハネイラスピオ)	無生物
				<i>Raeta rostralis</i> (ヲヨハガイ)	<i>Theora lata</i> (シスガカイ)	
			<i>Prionospio pulchra</i> (スピオ科 (ゴカイの仲間))	<i>Sigambra hanaokai</i> (ハナカガゴカイ)		
	上位3種の優占種による評価	上位3種がすべてAの生物		A、C、Dのどのランクにも分類されないもの	Cの生物が2種以上	
ランク	A		B	C	D	
評点	3		2	1	0	

※1：全体の出現種類数が4種以下の場合は、比率にかかわらず評点は1とする。

※2：全体の出現種類数が2種以下の場合は、ランクCとする。

表-3.5.2 底質環境評価区分

合計点	底質環境評価区分	摘 要
14以上	環境保全度Ⅳ	環境が良好に保全されている。多様な底生生物が生息しており、底質は砂質で好氣的である。
10～13	環境保全度Ⅲ	環境はおおむね良好に保全されているが、夏期に底層水の溶存酸素が減少するなど、生息環境が一時的に悪化する場合もある。
6～9	環境保全度Ⅱ	底質の有機汚濁が進んでおり、貧酸素水域になる場合がある。底生生物は汚濁に耐える種が優先する。
3～5	環境保全度Ⅰ	一時的に無酸素水域になり、底質の多くは黒色のヘドロ状である。底生生物は汚濁に耐える種が中心で種数、個体数ともに少ない。
0～2	環境保全度Ⅰ	溶存酸素はほとんどなく、生物は生息していない。底質は黒色でヘドロ状である。

- ① 第二期の期末評価においては、次のような評価結果であった。
  1. 浅海域および干潟においては、環境保全度の経年変化より底生生物の生息環境は過去10年で緩やかではあるが向上傾向にあった。
  2. しかしながら、沖合部および港湾エリアの環境保全度は上昇と低下を繰り返しており、明確な向上傾向は見られなかった。
  3. また、浅海域および干潟においても令和2年度には環境保全度の低下が見られた。
- ② この様に依然として注視すべき指標であることから、第二期と同様に「環境保全度が向上の傾向を示す」を目標とする。

(ウ)解析方法

- ① 評価については、「東京湾における底生生物調査指針及び底生生物等による底質評価方法（七都府市首脳会議環境問題対策委員会水質改善専門部会，1999）」に基づく評価結果を使用する。
- ② 具体的な評価方法及び評価区分は表-3.5.1及び表-3.5.2を参照。
- ③ 調査地点及び調査日毎に、①底生生物の出現種類数、②出現種類数に占める甲殻類の比率、③底質の強熱減量、④底生生物の優占種について採点し環境保全度評価点数を求める。
- ④ 環境保全度評価点数を表-3.5.2に示す評価区分に従って区分し、各調査地点の環境保全度を評価する。
- ⑤ 底生生物の生息状況および底質は海域の特性に依存するため、底質環境の環境保全度評価点数の経年変化を、海域の特性に応じた海域区別に評価する。
- ⑥ 海域区分は沖合部、港湾エリア、浅海域、干潟の4区分とする。海域区分方法

を表-3.5.3, 地点ごとの海域区分を表-3.5.4に示す.

- ⑦ 環境保全度評価点数は夏季および夏季以外で示し, 状況の理解を深める.
- ⑧ 底質に関して, 「東京湾の底質調査結果」(九都県市首脳会議, 2022) に示されている COD, 全リン, 硫化物の経年変化等を参考にし, コメントを加えることが望ましい.

表-3.5.3 海域区分方法

沖合部	港湾エリア	浅海域	干潟
泥質		砂質	
沖合にあり、水深が7m以深、河川水の影響が少ない	港湾内にあり、河川水の影響有り	干出しない	干出する

表-3.5.4 地点ごとの海域区分

	沖合部	港湾エリア	浅海域	干潟
千葉県	稲毛沿岸	—	浦安沿岸	—
	湾中央		京葉港沿岸	
	五井沖		富津航路	
東京都	広域26	St. 25	三枚州	森ヶ崎の鼻
		St. 6	St. 31	多摩川河口干潟
神奈川県	東扇島沖	京浜運河千鳥町	—	—
	浮島沖	東扇島防波堤西		
	扇島沖	京浜運河扇町		
	本牧沖	横浜港内		
	平潟湾沖	磯子沖		
	富岡沖	鶴見川河口先		
		平潟湾内		

(工) 留意点・課題等

「東京湾における底生生物等による底質評価法」(七都県市首脳会議環境問題対策委員会水質改善部会, 1999) では都県区分となっているが, ここでは地点の海域特性に応じた表-3.5.4のような海域区分としている点に留意が必要である.

表-3.5.1「東京湾における底質環境評価方法」においては, 底生生物の出現種類数において評点がつけられている(種数が多いほど評点が高くなる)が, 東京湾の再生という目標からは, 種に関してもチェックすることが大切であると考えられる. なぜならば, 種数が増加したとしてもそれが外来種で占められている場合は, 多様な外来生物が繁殖していることを示し, 東京湾の自生種排除につながる可能

性があるばかりか、東京湾の生態系そのものの再生につながっていないことになるからである。

第二期の評価では、環境保全度評価点数はいずれの区分（沖合部、港湾エリア、浅海域、干潟）についても上昇と低下を繰り返しており、長期的な傾向の評価し難かった。長期的な傾向を評価する工夫として、「東京湾の底質調査結果」（九都県市首脳会議，2022）の湾代表値を参考にする等、環境保全度評価点数の長期変動を把握しやすい手法を検討することが望まれる。

#### 【参考文献】

九都県市首脳会議（2022）：東京湾の底質調査結果（令和4年度），<http://www.tokenshi-kankyo.jp/water/survey1.html>，（参照 2023-8-9）

七都県市首脳会議環境問題対策委員会水質改善専門部会（1999），東京湾における底生生物調査指針及び底生生物による底質評価方法。特集生物調査，25(2)，55-61。

### 3. 6 下水道対策による負荷量の削減量

目標値：増加傾向を示す

#### 【解説】

##### (ア) 背景

下水処理施設からの放流水質は、湾内の水環境を左右する重要な要因である。一方で、東京湾の特徴の一つとして、湾の大きさに対する流域圏の人口の多さが挙げられる。東京湾（内湾）が30千人/km<sup>2</sup>に対して、大阪湾：11千人/km<sup>2</sup>、伊勢湾：5千人/km<sup>2</sup>である。東京湾は圧倒的に多くの人々の負荷を受け止めなければならない。このような多大な人的圧力を受けながらも、東京湾では、富栄養化防止のための高度処理施設の導入や雨水浸透システム等の導入を推進し、雨天時においても合流式下水道における雨天時越流水対策を推進するなど、可能な範囲で負荷量を削減し、東京湾の環境改善を図ってきている。

下水道対策による負荷量の削減に向けては、東京湾流域における都市活動・経済活動に伴う排水に加えて、市街地の道路汚れ等のノンポイント汚濁等、様々な汚濁負荷が下水道へ排出・処理され、東京湾に流入していること等を多くの国民に理解して頂いた上で、対策を一層推進していく必要がある。

当該指標を公表し、東京湾流域圏に暮らす多くの人々から発生する負荷量が下水道対策により削減されている量を示すことで、下水道対策効果の「見える化」が進み、今期行動計画の推進に貢献できると考える。

##### (イ) 目標値の根拠

第二期においては、「A-3：合流改善対策によって削減された汚濁負荷量」、「D-1：都市圏における雨水浸透面の面積」、「D-2：下水処理施設の放流水質」及び「D-6：1人当たりの流入負荷量」があったが、第三期においては統合して「下水道対策による負荷量の削減」とする。

「下水道対策による負荷量の削減」は下記の（A）と（B）の削減負荷量の合計値により評価する

（A）下水処理による削減負荷量

（B）雨天時の簡易処理による削減負荷量

「下水道対策による負荷量の削減」は、高度処理等の新たな技術の導入によって経年的に削減負荷量が増加することを目標とした。ただし、（B）の雨天時の簡易処理による削減負荷量は雨の降り方に依存することに留意が必要である。



#### (ウ)解析方法

- ① 「下水道対策による負荷量の削減」は下記の (A) と (B) の削減負荷量の合計値により評価する
  - (A) 下水処理による削減負荷量
  - (B) 雨天時の簡易処理による削減負荷量
- ② (A) と (B) のデータは、それぞれ次を用いる。
  - (A) : 下水道統計
  - (B) : 下水道統計, 第二期・第三期の調査資料
- ③ (A) と (B) の削減負荷量はそれぞれ次の方法で算出する。
  - (A) : 下水処理による削減負荷量 (COD, T-N, T-P)  
削減負荷量 = 年間処理水量 × 流入水質 - 放流水質  
ここで、流入水質 : 下水処理場の年平均流入水質  
放流水質 : 下水処理場の年平均放流水質
  - (B) : 雨天時の簡易処理による削減負荷量 (COD)  
削減負荷量 = 年間処理水量 × 流入水質 × 除去率  
ここで、流入水質 : 簡易処理施設の流入水質  
除去率 : 簡易処理施設の除去率

#### (エ)留意点・課題

東京湾の環境改善に向けては、赤潮等の発生を抑制し生態系を回復させるため、水質汚濁の原因となる有機物や栄養塩類等の流入負荷の削減に努めてきたところである。具体的には、これまで第7次・第8次総量削減基本方針に基づき、下水道・農業集落排水施設・浄化槽などの污水处理施設の整備・普及、高度処理の促進、合流式下水道の改善、河川の浄化対策、森林整備・保全、貯留浸透移設の設置及び浮遊ゴミの回収など、様々な施策を推進してきている。

しかし、東京湾における近年の COD の環境基準の達成率は横ばいで推移しており、湾奥部では赤潮、貧酸素水塊といった富栄養化に伴う問題が依然として発生している状況にある。一方、一部海域では栄養塩類の不足による貧栄養化による漁業や生物生産への悪影響が指摘されるなど、栄養塩類の偏在が課題となっている。

これらの状況を踏まえ、下水道対策における負荷量の削減に向けては、第9次総量削減基本方針に基づき、生物多様性・生物生産性の視点においても望ましい水質を目指しつつ、窒素及びリンの環境基準の達成状況を維持しながら、生活排水対策に力点を置きつつ、COD は引き続き負荷量の削減を進めていくことが必要である。

### 3. 7 水遊び・環境学習イベントの開催数，参加者数，開催場所 数

目標値：増加傾向を示す

#### 【解説】

##### (ア)背景

再生に向けた取り組みが進展し，水環境や生物生息環境が向上すれば水と触れ合う「水遊び・環境学習イベント」等は活発に行われることが期待できることから，「水遊び・環境学習イベント」は，再生に向けた取り組みの達成状況を間接的に示すものと考えられる。また，「水遊び・環境学習イベント」は，再生に向けた取り組みを多くの人々に広める広報的・啓発的な役割りを果たし，かつ「水遊び・環境学習イベント」それ自体が，再生に向けた取り組みとしても重要な活動である。

##### (イ)目標値の設定根拠

目標値は設定せず，「水遊び・環境学習イベント」に関する評価項目の経年的な変化傾向を評価するという定性的な目標とした。「水遊び・環境学習イベント」は，東京湾への理解や関心を高め，人と海とのつながりの回復を指標するものであることから，増加傾向にあることを目標とする。

第二期においては，本指標のデータを，アンケート調査を用いて収集した。アンケート調査方法は，行政機関では入手が困難な情報を収集できる利点があった一方で，調査結果が調査努力量に依存する課題があった。

そこで第三期では，東京湾環境一斉調査（例えば，東京湾再生推進会議モニタリング分科会ら，2023）の「環境啓発活動等のイベント開催実績」に登録された環境学習及び水遊びイベントとする。

東京湾環境一斉調査の「環境啓発活動等のイベント開催実績」には，東京湾再生を目標や活動理念とした団体のイベントが登録されていることから，東京湾環境一斉調査の「環境啓発活動等のイベント開催実績」に登録されたイベントは東京湾再生に関連したイベントと見做すことができる合理性もある。

##### (ウ)解析方法

- ① 第三期では、東京湾環境一斉調査の「環境啓発活動等のイベント開催実績」に登録された環境学習及び水遊びイベントとする。
- ② 「水遊び・環境学習イベント」に関する評価項目は、イベント開催、参加者数、開催場所数等である。
- ③ 評価項目の整理にあたって、単に人数等の数量だけでなく、情報があれば子供の参加割合や開催テーマの種類等についても考察することが望ましい。
- ④ 水遊びイベントは沿岸域の活動に限定するが、環境学習イベントは東京湾の再生に資するあるいは再生を目指した活動の場合には流域まで含め、テーマ及び開催場所は沿岸域に限定しない。例えば、海洋プラスチックに関しては、海のプラスチックだけでなく、流入河川のプラスチックに関するものも含めることができる。

#### (エ) 留意点・課題等

- ① 東京湾再生に関する環境学習を通じて、流域圏 3000 万人に東京湾再生の環が広がることを期待する。
- ② 併せて、東京湾環境一斉調査の「環境啓発活動等のイベント開催実績」を、東京湾の水遊び・環境学習イベントのプラットフォームとして育てる。
- ③ 現在の登録対象は、夏季を中心とした 7 月～10 月と限定されていることに留意する。

#### 【参考文献】

東京湾再生推進会議モニタリング分科会，九都県市首脳会議環境問題対策委員会水質改善専門部会，東京湾岸自治体環境保全会議，東京湾再生官民連携フォーラム東京湾環境モニタリングの推進プロジェクトチーム（2023）：令和 4 年度 東京湾環境一斉調査 調査結果，[https://www.env.go.jp/water/heisa/tokyo\\_wqs.html](https://www.env.go.jp/water/heisa/tokyo_wqs.html)

## 4. 提案に際しての留意点・課題

今回の提案では、上記に示す7つの指標のみを提案したが、以下のような視点を持った指標の提案には至っていない。東京湾再生官民連携フォーラム内で議論を重ねていきたいと考えている。東京湾再生行動推進会議においても、各施策・プロジェクトを通じて東京湾の環境再生を間断なく推進するため、事業の実施の評価とともに全体目標の達成を評価する指標を検討・提示し、事業の順応的な実施に資することを期待する。

- ① 行動計画（第二期）の全体目標から継続的な目標要素である「江戸前」を評価する指標
- ② 全体目標に新たに加わった目標要素の「流域3000万人の心を豊かにする『東京湾』の創出」を評価する指標
- ③ 行動計画（第三期）では、陸域対策に係る施策・プロジェクト、海域対策に係る施策・プロジェクト、モニタリングに係る施策・プロジェクトが定められているが、それらを繋ぐ総合的な指標
- ④ ブルーカーボンやマイクロプラスチック等の新たな環境課題に対する指標