

芝浦港南地区高浜運河沿岸における処理水循環型水族園

The Aquarium Reusing Treatment Water facing the Takahama Canal at the Shibaura-Konan District

安田研究室 19M50090 榎 航太郎 (ENOKI, Kotaro)

1. 序 近年、下水処理水^{註1)}を資源として再利用することが期待されている¹⁾。親水用水や農業用水への利用に加え、水産用水の研究²⁾も進む一方、再利用率は低く、処理水利用の実験の場が求められている。本計画の対象とする芝浦水再生センター（以下、SWTP）は、かつて倉庫群が建ち並ぶ運河に面した土地に位置したが、周辺の居住地化に伴い施設上部に公園が設けられ、現在は地域公園としての役割も担う下水処理施設である。施設内及び放流口付近が生物の生息域となっており、都市の水環境及び親水空間として大きな潜在力を持つが、上部公園や運河との一体的な活用はなされていない。そこで本計画では、下水道資源および処理施設への理解促進を目的とし、既存施設に処理水飼育をはじめとする実験的な水族館・公園・ホテルを複合した処理水循環型施設として、周辺の水環境を一体として捉える新たな水族園を提案する。

2. 計画敷地および芝浦水再生センターの概要

2-1. 計画敷地概要 SWTP 地区は東京都による特定都市再生緊急整備地域内の優先整備地区に指定され、高輪ゲートウェイ駅の開業等と併せて、次世代型の環境都市を

目指している（図1³⁾）。の中で、SWTP 北側を集中的な高層化を図るエリア（以下、高層化エリア）、高浜運河（以下、運河）沿水辺と都市機能が有機的に結合したエリア（以下、水辺エリア）として位置付けている。運河は、東京湾と水位調整を行う閉鎖性水域かつ、海水と淡水として放流される二次処理水が混ざる汽水域である。近年、防災船着場を発着場とするウォータータクシー等の観光舟運や運河ポートレースなど、活用の機会は増加する一方、運河沿の遊歩道と沿岸建物の一体的な活用は限定的である。以上から、本計画では、高層化および水辺エリアに跨る SWTP 東系を対象敷地とする。

2-2. 芝浦水再生センターの概要 SWTP における下水処理工程は、固形物を除去する一次処理、微生物を利用し有機物を分解する二次処理、さらに残存する窒素やリン等を除去する三次処理に大別できる（図2^{註2)}）。また、処理施設は順に、沈砂池、第一沈殿池、反応槽、第二沈殿池、塩素接触槽、三次処理施設から構成される。本計画では、第二沈殿池を経たものを二次処理水、三次処理施設を経たものを三次処理水と定義する⁴⁾。令和元年度の

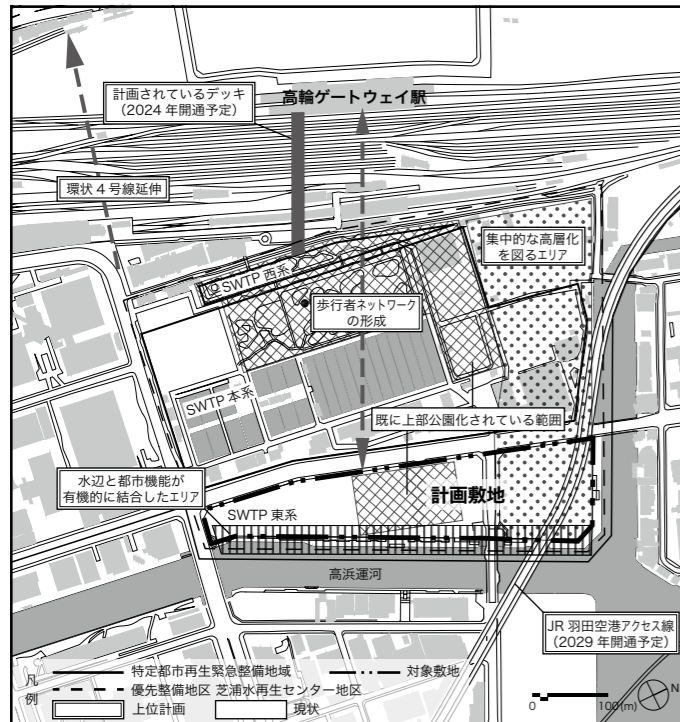


図1 計画敷地概要 1/10000

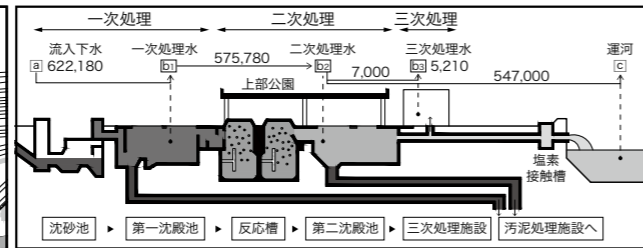


図2 芝浦水再生センターにおける処理工程と処理水量 図註) 数字は水量 (m³/日) を表す

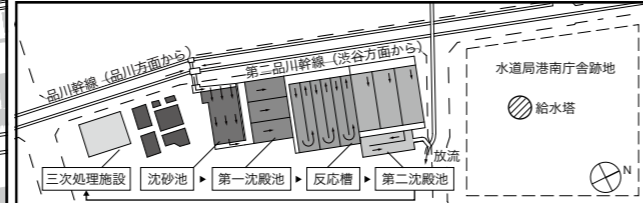


図3 計画敷地における下水処理施設の配置

表2 下水処理水の水質と用途別水質基準

試料名称	試料				基準値					
	流入下水	一次処理水	二次処理水	三次処理水	高浜運河	運河放流基準	生物基準 A	生物基準 B	生物基準 C	親水用水基準
pH (-)	-	-	5.9-6.9	6.6-6.9	7	5.8-9.0	7.8-8.3	7.8-8.3	7.0-8.3	5.8-8.6
COD (mg/L)	110	72	11	5	8.5	35	≦2	≦3	≦8	-
SS (mg/L)	160	47	2	1	3	35	≦2	≦3	≦8	-
大腸菌 (個/100ml)	-	-	130	0	-	3000	≦10	-	-	0

表註) *1 採水箇所は図1を参照 *2 東京都下水道局：令和元年度東京都下水道事業年報、2020 *3 港区：令和元年度運河の水質調査、2020 *4 環境省：生活環境の保全に関する環境基準（海域）、2016 *5 国土交通省：下水処理水の再利用水質基準等マニュアル、2005

二次処理水量 575,780m³/日のうち、0.9%が三次処理水として再利用される一方、95%は放流されている⁵⁾。SWTP 東系における各施設は工程順に南から北へ配置されており^{註3)}、その先に当たる街区は給水塔が残る東京都水道局港南庁舎跡地となっている（図3）。

3. 下水処理水の水質と用途別水質基準 二次処理水、三次処理水、および放流先の高浜運河の水質と、生活環境の保全に関する環境基準（以下、生物基準）および再利用水質基準を比較し、処理水の飼育水への適用可能性を検討した（表1）。二次処理水は COD の項目でのみ高浜運河が指定されている生物基準 C を下回る一方、下水のもつ高い温度や栄養分を理由に、第二沈殿池におけるカモや、放流口付近におけるボウなど、基準を下回る水環境での生息が観測されている⁶⁾。そのため、本計画では、二次処理水を用いる実験的な飼育環境および三次処理水を用いる親水空間を提案する。

4. プロジェクト

4-1. 全体計画 本計画では、SWTP 東系と遊歩道の境界部を A 区とし、東京都水道局港南庁舎跡地を B 区とする（図4）。A 区には、B 区への一般動線と給排水動線を統合するデッキおよび水族館別館を計画し、B 区には、処理水を再利用する水族館本館・公園・ホテルを計画する。駅からの動線として、現在計画されている高輪ゲートウェイ駅と上部公園を結ぶデッキを、A 区のデッキと接続するように運河へと延長した。SWTP 東系は西側道路と直交するグリッドを元に計画されていることから、既存グリッドを運河沿まで引き込み、A 区の柱スパンを合わせることで、植栽帯で覆われていた施設を体感できるようにし、上部公園と2箇所接続をした。また、B 区では既存の給水塔を囲うように水族館とホテルを配置し、給水塔から高架下へと、運河に面する公園を計画した。

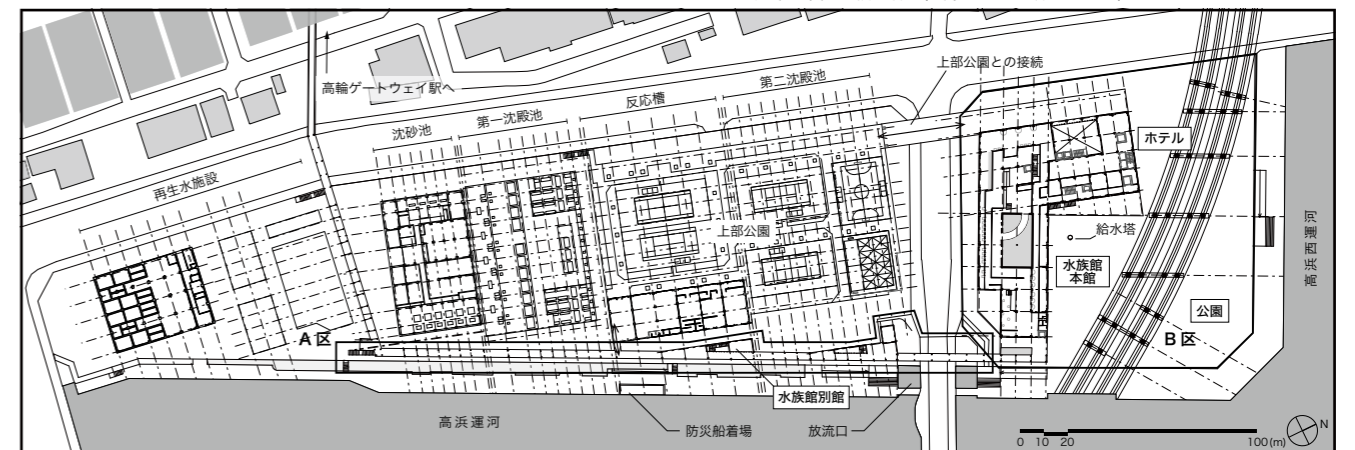


図4 配置図・全体計画_1/3200

4-2. 処理水循環計画 各プログラムを通して処理水が循環するよう計画した（図5）。SWTP 東系から B 区を経由し A 区へと給排水を行う。水族館では飼育水として二次処理水、公園・ホテルでは親水用水、修景用水、散水用水、水洗用水として三次処理水を主に再利用する。放流される二次処理水量 574,000m³/日をもとに、水族館における展示水槽総水量は 2,500m³、公園・ホテルでの親水・修景用水量は 100m³/日、散水用水は 20m³/回、水洗用水量は 700m³/日と計画した。

4-3. 展示・動線計画 展示シナリオを「処理水循環における生態系」と設定し、水族館に加え、SWTP 東系、公園水路、運河等の周辺の水環境を一体として捉える。水族館における飼育水の種類は、二次処理水 100% 区、50% 区、汽水区とし、一定の生存が確認できた種を、実験場から小水槽、大水槽へと移動させる。トンネルをもつ大水槽等の一般公開ゾーンから観客を引き込み、徐々に小水槽や研究所等の実験公開ゾーンまでを段階的に繋ぐ順路とし、水族館のもつ娯楽と教育の両側面を体現している。また、水槽とろ過設備を一体で鑑賞できる順路を組み込むことで、水処理過程への理解を促す。

5. 結 本計画では、SWTP 東系を対象に、東京都下水道局の開示資料をもとに水量及び水質から処理水循環の可能性を検討し、下水道資源および処理施設への理解促進に繋がる、周辺の水環境を一体として捉える処理水循環型水族園を提案した。

謝辞 東京都下水道局芝浦水再生センター様、w ing 株式会社様には、本研究に関するご助言や資料提供をいただきましたこと、この場を借りて御礼申し上げます。
註1) 下水道用語集より、下水処理水とは、下水処理場などの水処理過程において処理された下水と定義する。
註2) 下水処理工程の各段階に関する施設名称は、処理場ごとにより差があるが、本計画では芝浦水再生センターにおける名称を優先する。
註3) 東京都下水道局への情報開示請求により得られた図面資料による。
参考文献
1) 国土交通省下水道部：新下水道ビジョン、2014
2) 滋賀県琵琶湖環境研究推進機構：下水処理水を用いた魚類飼育試験、2021
3) 東京都：品川駅・田町駅周辺まちづくりガイドライン、2020
4) 日本下水道協会：下水道用語集 2000 年版、2000
5) 東京都下水道局：令和元年度 東京都下水道事業年報
6) 盛岡通、李承恩：下水処理場における生きものの成育とビオトープネットワークの可能性に関する調査研究、環境システム研究 Vol.25、1997.10

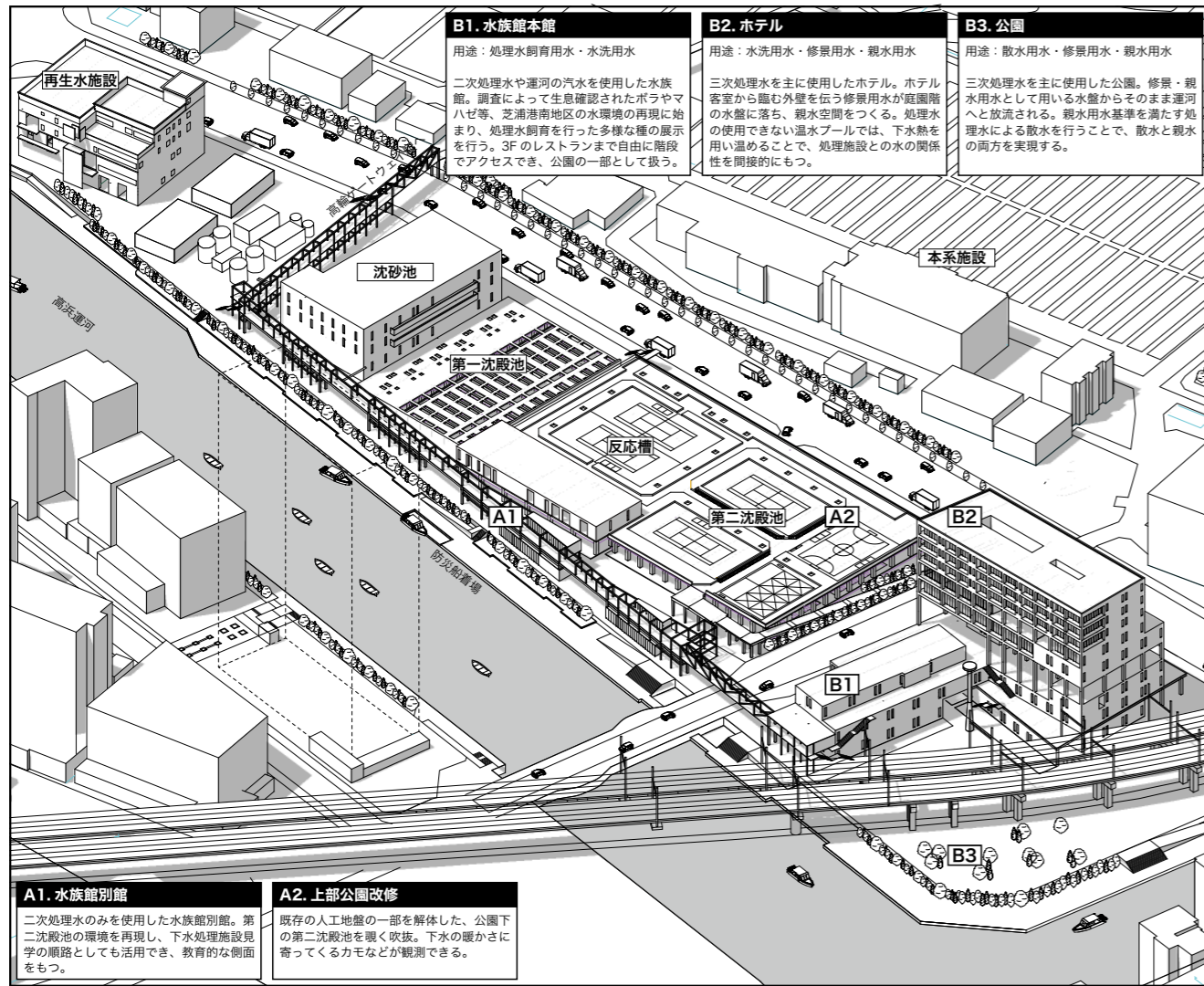


図5 アイソメトリック図 1/2500

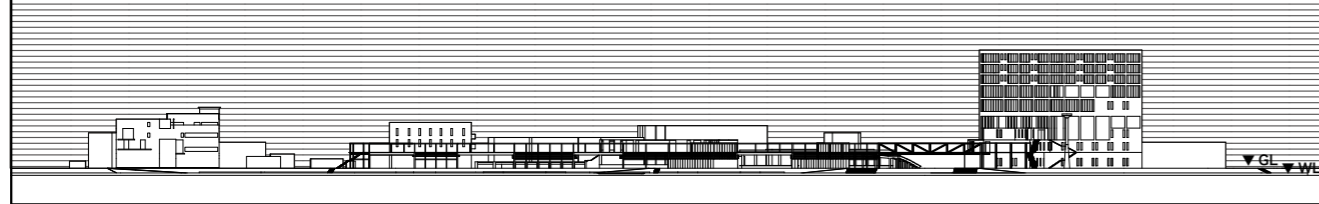


図6 運河沿東側立面図 1/3200



図9 A区外観パース：運河からみる給排水動線を兼ねた上部デッキ



図10 B区外観パース：水族館とホテルを臨む水盤のある公園

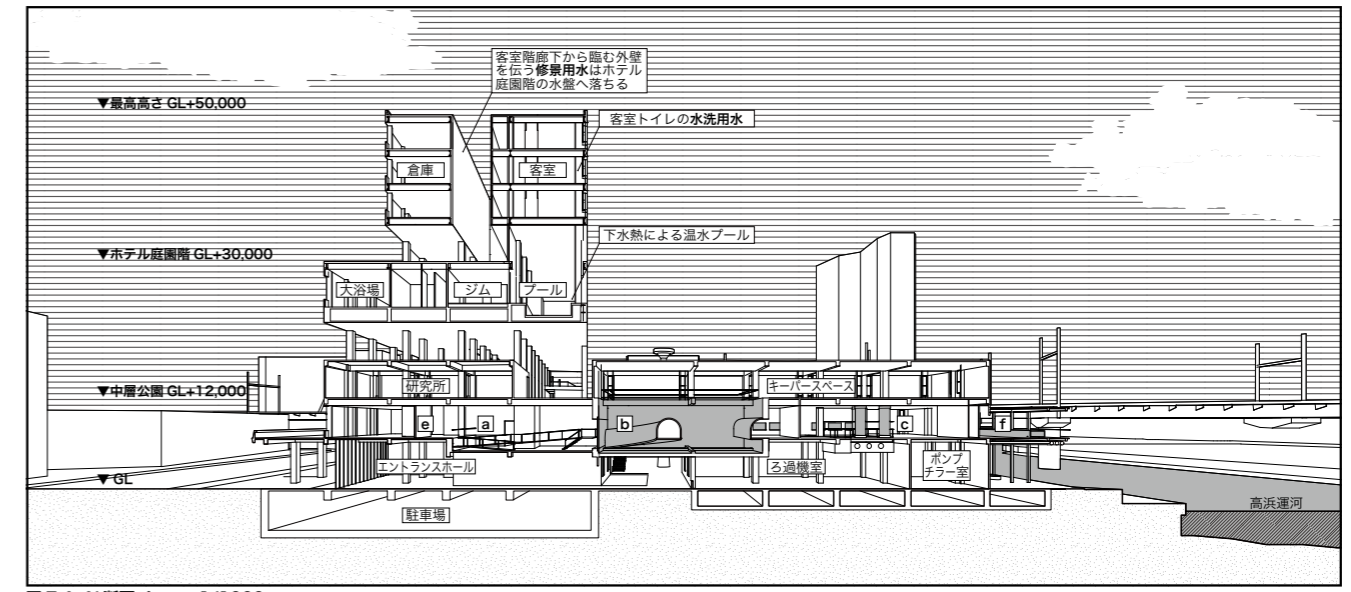


図7 A-A' 断面パース 1/1000

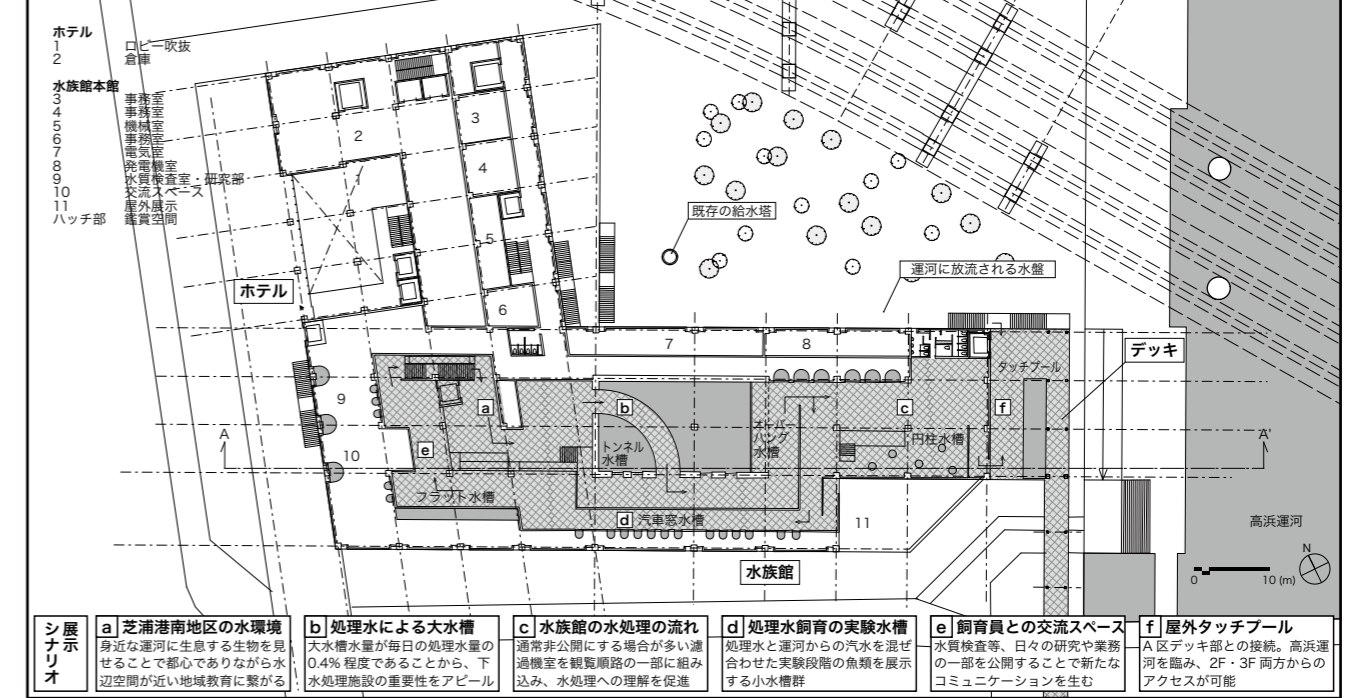


図8 水族館配置図・2階平面図 1/1000

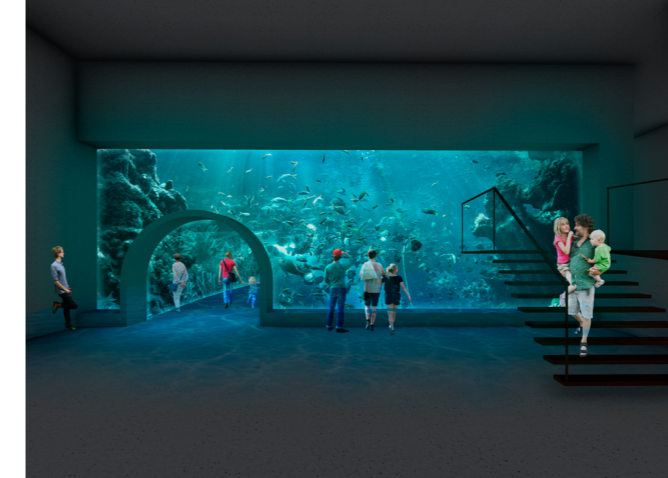


図11 展示b内観パース：処理水の量をアピールする大水槽



図12 展示c内観パース：水処理の流れを表す円柱水槽とろ過機室