

サモア国

サモア水道公社

**サモア国
アラオア浄水場緩速ろ過池
(生物浄化法) 改善への
普及・実証事業
業務完了報告書**

平成 28 年 3 月

(2016 年)

独立行政法人

国際協力機構 (JICA)

福山商事株式会社

国内
JR
15-118

目次

巻頭写真	i
略語表	vii
地図	viii
図表番号	ix
案件概要	xiii
要約	xiv
1. 事業の背景	
(1) 対象国における開発課題の現状及びニーズの確認	1
① 対象国の政治・経済の概況	1
② 対象分野における開発課題	3
③ 対象国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度	11
④ 対象国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析	15
(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要	19
① 製品・技術の特徴	19
② 空気による逆洗の利点	19
③ 国内外の販売実績	21
④ 競合他社製品と比べた比較優位性	22
2. 普及・実証事業の概要	
(1) 事業の目的	23
(2) 期待される成果	24
(3) 事業の実施方法・作業工程	24
(4) 相手国実施機関の概要	28
① 概要	28
② 運営状態	29
③ 料金回収率	30
④ 原価回収率	30
⑤ 人材育成について	30
(5) 投入（要員、機材、相手側投入、その他）	31
(6) 業務実施制	32
3. 普及・実証事業の実績	
(1) 活動項目毎の内容と成果	33
① 主な活動と実施時期	33
② 活動の内容と成果	33
(2) 開発課題解決の観点からの成果の評価	53

① サモア国内にある緩速ろ過池に流入する水の濁度軽減	53
② 逆洗方式による浄水の安定供給	54
③ SWA 職員の維持管理技術の向上及び自主運営	55
(3) 開発課題解決に向けた今後の課題と対応策	55
① 工事費用	56
② 地質・地形による影響	56
③ EPS の導入	56
④ ビジネス展開	57
(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献	57
(5) 環境社会配慮	59
4. 本事業実施後のビジネス展開計画	
(1) 普及・実証に関して検討した事業化およびその開発効果	60
① 緩速ろ過池へ流入する水の濁度軽減	60
② 上水の安定供給及び公衆衛生の向上	61
③ SWA 職員の維持管理技術の向上	61
④ その他	61
(2) 事業実施後の相手国実施機関の自立的な活動継続について	61
① 設備の維持管理	62
② データ収集及び収集用設備	62
(3) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定	62
① マーケット分析	62
② ビジネス展開の仕組み	73
③ 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール	74
④ 想定されるリスクと対応	75
⑤ ビジネス展開可能性の評価	76
(4) 本事業から得られた教訓と提言	76
参照文献、参照データなど	79

添付資料：

別添資料 1: Development Consent Application Form (DCA)

別添資料 2: Planning and Urban Management (EIA: Environment Impact Assessment) Regulation 2007

別添資料 3: Preliminary Environmental Assessment Report

別添資料 4: Development Consnt (開発合意)

別添資料 5: SWA の水供給エリア

別添資料 6: アピアの給水区

別添資料 7: Instructions of The Air backwash syste

巻頭写真

本体工事の様子

(2014年9月、10月)



ユンボを使っでの工事区域の伐採



高低差の測定



枓作成のための木枠



枓設置場所



塩ビ管布設



逆洗パイプの設置



蛇籠の敷き詰め



電装盤への各種接続



小水力発電機



小水力発電機の設置



流量計室から既存メイン導水管との
接合升への新設導水管の様子



配電盤



コンプレッサー



逆洗実施の様子

防塵網及び空気管のメンテナンスの様子
(2014年11月)



防塵網



防塵網設置作業



空気管設置作業



空気管設置完了後の様子

取水口のメンテナンスの様子

(2015年2月3日)



導水管撤去作業



改良版の取水口（配管）



導水管設置



取水口柵設置



取水口柵に堆積した砂



取水口付近に堆積した土砂

メンテナンス（整備保守点検）作業、SWA
への進捗報告会（2015年4月）



小水力発電取水管の取り外し作業



小水力発電取水管の目詰まりの様子



逆洗の実施

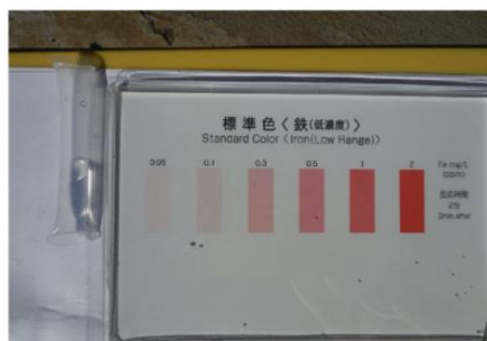


SWA への説明会

現場視察及び水質調査
(2015年7月)



集水枠の調査



原水及び伏流水の PAC テスト

SWA への経過報告会

(2015年10月)



実証結果報告



サイトでの維持管理方法の説明会



重機を使った泥砂の除去方法の指導

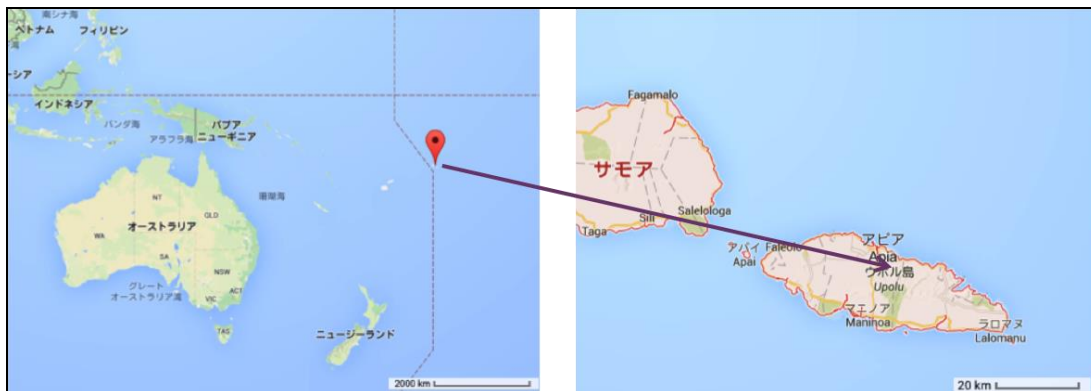


逆洗による泡が噴出する様子

略語表

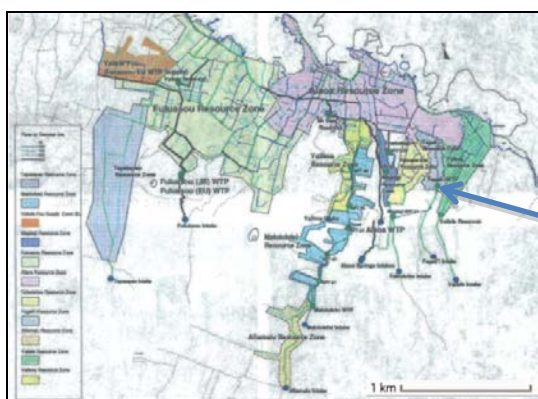
ADB	Asian Development Bank (アジア開発銀行)
AusAID	Australian Agency for International Development (オーストラリア国際開発庁) *2013年11月に外務貿易省と併合
CEAR	Comprehensive Environmental Assessment Report (環境影響評価報告書)
DCA	Development Consent Application (開発同意申請書)
DFAT	Department of Foreign Affairs and Trade (オーストラリア外務貿易省)
EIA	Environmental Impact Assessment (環境影響評価)
EPC	Electric Power Corporation (サモア電力公社)
EPS	Ecological Purification System (生物ろ過法)
EU	European Union (欧州連合)
HRPP	Human Rights Protection Party (サモア人権擁護党)
JICA	Japan International Cooperation Agency (国際協力機構)
MNRE	Ministry of Natural Resource and Environment (サモア天然資源環境省)
MOH	Ministry of Health (サモア保健省)
NTU	Nephelometric Turbidity Unit (濁度ユニット)
NWRS	National Water Resources Strategy (国家水資源戦略)
NZAid	New Zealand Agency for International Development (ニュージーランド国際開発機構)
PEAR	Preliminary Environmental Assessment Report (簡易環境影響評価報告書)
SDS	Strategy for the Development of Samoa (サモア開発戦略)
SWA	Samoa Water Authority (サモア水道公社)
SWAES	SWA Engineering Standards for water supplies (SWA 水供給技術基準)
WB	World Bank (世界銀行)

地図



(出典： Google map)

(出典： Google map)



本事業実施地

(出典： Draft Outline Integrated Apia Master Plan for Water Supply, Sanitation and Drainage, Final Master Plan, January 2011, Samoa Ministry of Finance)



※ ①～③地点はアラオア浄水場の取水口 (出典： SWA 資料)

図表番号

図番号

図 1：サモアの GDP の成長率の推移	3
図 2：1890 年からの降水量と気温	4
図 3：2004 年から 2014 年のアピア市の月別の平均降水量	4
図 4：サモアの年間降水量地域分布	4
図 5：サモアにおける腸チフスの発生件数の推移	9
図 6：2009-2011 の月ごとの腸チフス発生件数	9
図 7：アピアの 1959 年から 2005 年の平均気温	10
図 8：伏流水取水法断面図	19
図 9：伏流水取水法のイメージ図	19
図 10：本事業で提供する技術の全体図	20
図 11：アラオア浄水場緩速ろ過池における課題点	23
図 12：SWA 組織図	28
図 13：SWA の料金回収率	30
図 14：減価償却費を控除した支出に対する収入の比率	30
図 15：業務実施体制	31
図 16：取水口計画位置	35
図 17：取水口計画位置（変更後）	35
図 18：計画横断面図	36
図 19：取水口位置	40
図 20：改良部分の設計図	41
図 21：取得データ（2015 年 3 月～6 月）	45
図 22：工程（2014 年 9 月～2015 年 3 月）	46
図 23：2015 年 4 月のメンテナンスの様子	47
図 24：じゃ籠の効果	48
図 25：アラオア浄水場への流入量の全量実施の概要図	50
図 26：アフィアマル取水口への導入のイメージ図	50
図 27：フロア室の概要図	52
図 28：小型堰設置平面図	52
図 29：水質測定結果	54
図 30：事業メニューについて	60
図 31：浄水場完成予想図	64
図 32：普通沈殿のイメージ図	64
図 33：案件化調査における沈殿試験結果	65

図 34：日量 10,000 m ³ の普通沈殿池概略図	66
図 35：日量 10,000 m ³ の普通沈殿池設置面積	66
図 36：凝集沈殿のイメージ図	67
図 37：日量 10,000 m ³ の凝集沈殿池の設計事例	68
図 38：クロス SWOT 分析	72
図 39：ビジネス展開のイメージ図	73
図 40：将来的な組織体制のイメージ図	74

表番号

表 1：サモアの主な社会及び経済指標	2
表 2：サモア国の総貿易額(2013)	3
表 3：アピアの 10 給水区について	5
表 4：浄水場と取水口の様子	5
表 5：胃腸炎及び下痢の罹患者数の推移	10
表 6：サモアにおける自然災害による損失額	11
表 7：SWA の業務施行に関連する法律、規制	12
表 8：保健省の設置している水質基準と WHO ガイドライン	12
表 9：水需要量の設計	13
表 10：水道料金体系	13
表 11：我が国の ODA 事業の例	16
表 12：他ドナーの事業概要	17
表 13：サモアへの ODA (金額)	18
表 14：機材番号及び目的	20
表 15：主要設備概要	20
表 16：作業工程表	26
表 17：要員計画表	27
表 18：SWA の財務実績 (総収入および総支出)	29
表 19：SWA の設備投資額及び政府補填金額	29
表 20：投入 (要員、機材、相手側投入、その他)	31
表 21：団員構成	32
表 22：主な活動及び実績	33
表 23：ポーリング調査結果	34
表 24：原水濁度と伏流水濁度、除去率	45
表 25：概算費用 (アラオア浄水場への伏流水取水法導入)	53
表 26：原水濁度と処理水の濁度	54
表 27：アラオア浄水場へ伏流水取水法導入のための機材	55

表 28：アフィアマル浄水場へ導入のための機材	57
表 29：アフィアマル浄水場へ導入のための概算工事金額	57
表 30：普通沈殿池の概算工事費	66
表 31：凝集沈殿方式との比較	67
表 32：凝集沈殿設備の概算工事費	68
表 33：月別降水量	69
表 34：濁度データ	69
表 35：凝集沈殿設備動力機器	70
表 36：提案事業と前処理方式の比較	71
表 37：アラオア浄水場取水口工事の工程表	74
表 38：アクションスケジュール	75

写真番号

写真 1：名護市の取水堰	22
写真 2：導水管寸法確認	37
写真 3：スクリーン固定バンドの確認	37
写真 4：コンプレッサー、電柱など	38
写真 5：コンテナ	38
写真 6：取水管接続	39
写真 7：逆洗パイプ設置	39
写真 8：空気抜き配管	40
写真 9：パッキンテスト	41
写真 10：設置直後（石の隙間の確認）	47
写真 11：6 ヶ月後（土砂の堆積を確認）	47
写真 12：重機を用いたメンテナンス	47
写真 13：メンテナンス終了後の様子	47
写真 14：重機による土砂を洗い流す作業の様子	48
写真 15：逆洗によって泡が川面に発生している様子	48
写真 16：逆洗を行うコンプレッサー	49
写真 17：現場での説明の様子	51
写真 18：アラオア浄水場のメンテナンス作業の様子	61
写真 19：取水口までのアクセス路例	62
写真 20：サヴァイイ島浄水場	63
写真 21：サヴァイイ島浄水場取水口	63
写真 22：濁度測定	65
写真 23：試験前との比較	65

写真 24 : PAC 注入試験..... 67

案件概要



要約

企業名	福山商事株式会社
企業所在地	沖縄県浦添市
サイト	サモア国アピア
案件名	アラオア浄水場緩速ろ過池（生物浄化法）改善への普及・実証事業 Pilot Survey for Disseminating SME' s Technologies for Alaoa Water Treatment Plant Improvement
事業実施国 政府関係機関	Samoa Water Authority （SWA：サモア水道公社）
実施期間	2013年11月から2016年3月
事業の目的	サモアの河川は、雨季の大雨時に集水区域から大量の土砂が流入するため、高濁水となる。このため既存の生物浄化法を用いた浄水施設の負荷が高く、濁水を給水する事態が発生している。本普及・実証事業では、生物浄化法の適応かつ維持管理費低減化を目的とした集水埋渠による伏流水取水法により高濁度な原水の緩速ろ過池（生物浄化法）への流入を取水レベルから改善し、浄水処理の負担軽減対策を目指す。
事業の方針	サモアの河川は、雨季の大雨時に集水区域から大量の土砂が流入し、高濁水となる。このような河川水を水道原水として利用しているため、粗ろ過池の処理能力を超えた高濁水が流入し、処理が不十分なまま緩速ろ過池に到達し、緩速ろ過池（生物浄化法）による浄水能力も不十分なまま濁水を水道水として給水してしまうことが頻発している。 粗ろ過池等の性能を補うため、薬品注入施設の導入などもあるが高額であり、かつ高度な技術を要する。このような方法に変わり、比較的 low cost で、かつ環境にも配慮した集水埋管を利用した伏流水取水法を既存の取水堰に取り入れることにより取水レベルからの改善が可能となる。本事業では、既設堰を活用し、目詰まり防止対策として逆洗管を用いた集水埋渠による伏流水取水法導入に向けた調査、設計および設置を行い、雨季時における高濁度な原水の濁度を下げ、緩速ろ過池（生物浄化法）の負担軽減を図る。
実績	（概要） 伏流水取水法をアラオア浄水場の取水口前に導入し、濁度及び流量についての測定を行った結果、濁度軽減の有効性を示すデータの取得及び安定した流量の確保を示すデータの取得が確認され、本提案事業の提案技術の適応性を実証することができた。SWAにはデータを用いた濁度軽減効果及び流量確保に関する実証結果の報告を行い、濁度軽減効果およびメンテナンス（整備保守点検）費用が少ない点に高い評価を得た。更に、対象地における流量の全量（日量 10,000 m ³ 程度）確保のための工事の提案及び SWA が改善を検討しているアフィアマル取水口における伏流水取水のと生物ろ過法（EPS: Ecological Purification System）の組み合わせに関する事業提案を行い、その結果、導入を検討したいとの打診があった。今後 SWA が対象地における流量の全量確保のための事業及びアフィアマル取水口への EPS との併用方式の導入を目指して協議を継続していく。

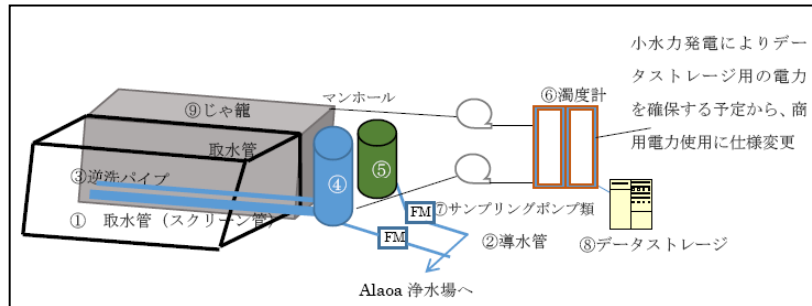
(活動のまとめ)

1. 実証

(1) 機材設置状況

全ての機材を 2014 年 10 月 17 日に設置。

伏流水取水法設備及びデータストレージ設備の全体図



機材設置に至るまでの主な活動は次のとおり。SWA からは工事および免税手続きにおいて支援があり、順調に進んだ。

- ・ 地質調査及びその許可の取得 (2013 年 12 月実施)
- ・ 機材設置 (河川および河岸) への工事許可請
- ・ 免税手続き
- ・ 日本国内において機材製造及び出荷
- ・ 工事实施

(2) 防塵網及び空气管メンテナンス、小水力発電機に係る仕様変更

2014 年 10 月の設置工事時において、日本より準備した防塵網 (ビニール製) が輸送中に破損していたため、急遽代替物として、現地にてスチール製の網を購入し箱状に制作して防塵網の代用として設置した。2014 年 11 月のメンテナンス時には、日本にて製作したステンレス製の防塵網に取り替えた。

また、設置工事完了後の現地視察において、水中の小水力発電用取水管が水を吸い込む際、水中の空気も一緒に吸い込むことによりエアが絡み管内流量が増減する現象が確認された。小水力発電用の取水管への空気の流入が要因と考えられる水量の低下が見られたため、空气管の修繕が必要となった。更に、大量の堆積物が原因で、安定した電力の確保が困難であったため、濁度・流量を計測する濁度計・流量計の動力の変更にとまなう仕様変更が必要となった (2015 年 2 月～3 月)。これらの状況を鑑み、小水力発電による安定的な発電は困難であると判断し、商用電力に切り替えた結果、濁度・流量の計測が安定的に実施することが可能となった。伏流水取水設備については、予定通り安定した取水量があり順調に稼働した。

(3) SWA への進捗報告及びメンテナンス作業 (2015 年 4 月から 7 月)

濁度軽減と流量について実証データに基づき説明を行った。伏流水取水法におけるスクリーン管の性能に期待が寄せられ、SWA の費用負担によるアフィアマル取水口に導入したいとの具体的な話がなされた。本方式で使用している機材のカタログ要望があり、資料を提出した。更に、アラオア浄水場への取水口全体の実施 (10,000 m³/日) の可能性や、劣

悪な状況である他の浄水場や未浄水処理区の取水口の改善への適応の可否について質問を受けたため、最終報告会での当社側からの提案を行った。また、機材の取り扱い説明に関しては、現場でSWA職員に取扱説明書を提供し技術指導も実施した。提供した取扱説明書は英語版のみであるため、サモア語版を最終説明会時に提供することとした(別添資料7)。

SWA 総裁は本事業に強い関心があり、工事現場の視察や工事の手法や具体的な効果等について細かな質疑応答もなされた。

(4) 経過報告会 (2015年10月20日、21日)

経過報告会において、濁度軽減及び流量の確保についての効果を具体的に提示した。原水濁度が91~530NTUと変化した場合でも伏流水は60NTU程度と一定濃度での取水が可能ということが判明した。これは、伏流水取水方式が濁度を低減した原水を取水する方法として有効であると判断できる。伏流水取水方式が現在のテストプラントの規模(取水量1,000m³/日)ではなく、必要原水全量を取水できるような施設とすれば、下流にあるアラオア浄水場の緩速ろ過池へのメンテナンスにかかる労力及び経済的な負荷を大幅に低減できる。緩速ろ過池に流入する濁度を低減することにより、ろ過池が閉塞するまでの期間が長くなり、砂掻き取りの頻度を少なくすることができる。原水濁度が変化しても伏流水濁度が平均60NTU前後と一定していることから、3層の砂利層をすり抜けてくる濁質の粒径は限定的なものであると考えられる。

日時	原水濁度	伏流水濁度	除去率
3月13日19:00	108NTU	52NTU	51.9%
3月22日01:00	110NTU	58NTU	47.3%
3月26日17:00	530NTU	66NTU	87.5%
5月9日01:00	119NTU	7NTU	94.1%
5月16日04:00	91NTU	6.5NTU	92.9%
5月18日03:00	67NTU	3.4NTU	94.9%
5月23日03:00	412NTU	75.6NTU	81.7%
6月14日18:00	85NTU	17.5NTU	79.4%

注) 除去率 = (原水濁度 - 伏流水濁度) / 原水濁度 × 100

また、経過報告会においては、アラオア浄水場全体での実施時における工事費の提示と、アフィアマル取水口において伏流水取水法及び生物ろ過法(EPS)の提示を行った。EPSは、小規模のろ過装置であり安価での設置が可能である。SWAには独自の予算によるこれらの事業の実施の可能性について打診中である。SWAからは更なる協議の継続と、詳細見積もりを要望されたため、2016年2月の最終渡航時に説明した。

(5) 最終報告会(2016年2月1日)

SWA側からはジェイミー総裁参加のもと、伏流水取水方式の濁度除去効果についての説明、施工費用見積もりなどについて説明を行った。提案技術による成果を評価するコメントを得た。施工費に関しては、導水管の取り替えを行わないなどの見直しにより、さらにコストを下げるような方法を今後も双方で検討を続けることを確認した。

アフィアマル取水口についての伏流水取水法及びEPS方式の導入についても前向きな発言がされた。今後は、アラオア浄水場における伏流水取水法についての検討と同時に、伏流水取水用及びEPS方式の導入についても協議を続けることで同意した。

	<p>2. 普及活動</p> <p>2014年9月の本体工事期間中に本手法の概要についての説明をSWAに実施した。2015年2月のメンテナンス時、2015年4月及び2015年10月には、現場にてSWA職員に対し逆洗のデモンストレーションを実施し、メンテナンス等の技術指導を行った。また、前述のとおり、本事業による濁度軽減についての実証データを報告し、有効性について説明を行った。本事業の提案技術は、既に実施したメンテナンスにより改良されており、今後は逆洗による定期的なメンテナンス及び1ヶ月に1度程度、重機にて石を転がし隙間に詰まった土砂を洗い流す作業が必要になる。当社の技術指導により、SWA職員には逆洗及び重機での土砂の洗い流し作業に関する技術は既に習得している。SWAは重機を保有しており新たな設備投資は必要なく、作業は2～3名で2時間程度の負荷になるため、大幅なコストの上昇は考え難い。今後の維持管理はSWAの費用負担により行われる。</p> <p>3. ビジネス展開計画</p> <p>当社の技術を用いた伏流水取水法のビジネス展開の可能性として、緩速ろ過池（生物浄化法）を採用しているサモアは大洋州諸国の中でも導入の可能性が高い国であると言える。本事業によって伏流水取水法の効果の実証ができただけでなく、今後のビジネス展開において、ショーケース的な役割を果たすことができると考えられる。日量1,000 m³ではあるが、濁度軽減された給水が現段階において可能となっている点において、予定していた成果は達成したといえる。今後、アラオア浄水場取水口の全量もしくはアフイアマル取水口などへの導入について、SWA側が検討を開始したことは大きな成果だと考えられる。また、ウポル島内においては、3カ所の浄水場には全て本提案技術である伏流水取水法の実施が可能であると考えられる。伏流水取水法を実施するためには、取水口の前に蛇籠などの設備の導入のために重機を用いて設置しなくてはならず、そこへのアクセス路が確保されている必要がある。3カ所の浄水場の取水口までのアクセスはいずれも可能であると考えられる。また、その他の未浄水処理の取水口にも、本提案技術を提供することは可能であると考えられる。SWAには説明済みであるが、緩速ろ過との併用を行わないのであれば、濁度軽減のみであり水因性疾病の軽減には効果は無いと考えられる。抜本的な解決のためには、アフイアマル取水口での伏流水取水法とEPSを併せた機材の設置を行うことをSWAに引き続き働きかけを行う。</p> <p>この他に、洗砂機および塩素などの薬品注入機械設備の販売などの機材提供を想定している。無償資金協力「都市水道改善計画」及び技術協力プロジェクト「沖縄連携によるサモア水道公社 維持管理能力強化プロジェクト」における、洗砂機などの入札には今後も参加を予定している。</p>
課題	<p>1. 普及・実証活動</p> <p>本事業により濁度軽減及び流量の確保についてのデータ取得により効果の実証を行った。当初予定していた小水力によるデータ取得用電力確保が困難であることが判明したため、商用電力への変更を行ったところ、順調にデータ取得を行うことができるようになった経緯がある。今後SWAが機材の維持管理を行うが、濁度及び流量についてのデータの蓄積を行うか否かはSWA側の判断に委ねることとなった。最終説明会の時点では、濁度及び流量の正確なデータが取得できることと、商用電力の</p>

	<p>費用が軽微（月額 3,000 円程度）であることから、SWA はこれらの計器の継続使用を予定している。</p> <p>2. ビジネス展開計画</p> <p>サモアは人口 18 万人程度であり島嶼国独特の狭い商圏である。また、国の財政は ODA に依存している。また、カウンターパートの設備投資予算が限られており、ビジネス展開の方法としては、伏流水取水法及び EPS との組み合わせを軸とした展開を主軸とした前処理技術の展開を想定している。SWA 側とは引き続き本事業推進のための予算確保を依頼し、協議を続けて行く予定である。展開にあたっては、現地ビジネスパートナーとの連携を図ることを検討している。当面は、当社が在庫を保有する必要はない注文発注を予定している。また、SWA による実施が見込まれるまでは、当社の人員を常駐は不要であり、初期投資は軽微に抑えられると考えられる。</p>
事業後の展開	<p>本事業実施後は、まずはアラオア浄水場への取水口全体への伏流水取水法の導入及び、アフイアマル取水口への伏流水取水法及び EPS の導入について SWA と協議を継続する。特に EPS については、隣国フィジー共和国において我が国の協力により多数導入された実績があることを紹介しており、強い関心を得ている。今後はこれらについての詳細見積もりを提出し SWA による導入が可能かどうかの協議を行う。また、商圏の拡大を目指すために、サモアと同様の課題を抱え、対策が必要なトンガ王国や近郊の大洋州島嶼国へ同様な水の浄化・水処理についての沖縄の知見を活かした技術の水平展開が実現を目指したい。また、中長期的な展開としては、上水処理を中心とした事業展開および下水処理、水道メーター等の普及、販売を実施する事を予定している。事業の活動拠点は、サモアを当面の主たる活動拠点にする予定である。</p> <div data-bbox="555 1205 1246 1592" data-label="Diagram"> <p>取水</p> <ul style="list-style-type: none"> • 伏流水取水法 • 伏流水取水法+EPS <p>浄水</p> <ul style="list-style-type: none"> • 洗砂機などの機材販売 <p>給水</p> <ul style="list-style-type: none"> • 水道メーター • 水道管修繕 <p>下水</p> <ul style="list-style-type: none"> • 汚泥処理 <p>今後の事業展開の中心</p> <p>入札への参加を含め、事業展開の可能性を検討する。</p> </div> <p>ビジネス展開のイメージ（事業メニュー）</p> <p>体制面では、「水ビジネス検討会」を法人化し、沖縄企業の知見を集めた企業を作る予定である。新法人の役割としては、浄水、給水、下水に至るまでの一連の水ビジネス関連の設計、機材販売までの知見の集合体として、現地に相応しい工法、機材の提供を行うことである。</p>

II. 提案企業の概要	
企業名	福山商事株式会社
企業所在地	沖縄県浦添市

設立年月日	1951年11月
業種	卸売業及び建設業
主要事業・製品	紙、水道資材の卸売業・一般印刷用紙、ダクティル鋳鉄管
資本金	5,100万円(2015年10月時点)
売上高	12,534,288千円(2015年3月)
従業員数	88名

1. 事業の背景

(1) 対象国における開発課題の現状及びニーズの確認

① 対象国の政治・経済の概況

ア) 政治の概況

1962年に国際連合信託統治領から「西サモア」として独立を果たした。その後1997年に国名を現在のサモア独立国に変更し、選挙により国家元首を選ぶ選挙立憲君主制を採用している。複数政党制に基づく民主政治であるが、1982年の総選挙以降は、人権擁護党(HRPP)が圧倒的な多数票を獲得しており長期一党政権が続いている。トゥイラエバ首相は1998年に首相に就任後2001年、2006年、2011年の総選挙で大勝し、現在4期目を務めており外務大臣も兼任している。ニュージーランド(以下NZ)及びオーストラリアと緊密な外交を構築しており、更に南太平洋地域諸国との関係を重視している。軍隊は保有しておらず、有事の際にはNZとの友好条約に基づいて支援される事になっている。尚、外務省資料及びNZ学会資料によれば、NZ、ハワイ州、カリフォルニア州に在住するサモア人の居住者数の合計(約25万人)は国内人口(約18万人)を上回るレベルである。

我が国の対サモアへの援助方針については、外務省ホームページでも「同国は独立から一貫して親日的であり、これまで国際場裏における我が国の立場や国際機関の選挙での我が国の立候補を支持するなど、良好な二国間関係を築いているが、近年、新興ドナーの影響力拡大による我が国の存在感の相対的な低下が指摘されている。同国の自立的・持続的な発展の後押しと二国間関係の強化のため、継続的な支援が重要である。」とされている。

イ) 経済の状況

島嶼国であり、国際市場から遠方である地理的な要因と国内市場が小さいという要因が経済成長の阻害要因となっており、消費材の多くを輸入に依存する典型的島嶼国の経済構造を有する。

近隣国であるオーストラリアやNZ、そして我が国からの支援額が高く、特にオーストラリアの存在感は非常に高い。また、その援助の内訳を見ると、教育・保健・社会支援部門等の所謂ソフト面での支援が70%を超え、インフラ等のハード面での支援を大きく上回っているのも特徴的である。サモアは気候変動による大型のサイクロンの影響を受け易い地域であり、2004年、2012年には大型サイクロンが上陸し被害が発生した。また、2009年9月29日に発生したサモア沖地震で大規模な津波が発生し、ウポル島南部には特に大きな被害をもたらした。サモアの首都アピアでも140cmの津波を観測した。サモア、米領サモア及びトンガでの死者の数は140人に達した。

農林水産業や観光業が主たる産業であるが、リーマンショック時の経済危機により、海外からの資金流入の減少により国内経済が疲弊した。農業従事者が労働年齢人口の3分の2を占め、ココナッツ製品(ココナッツオイル、ココナッツクリーム、ココナッツパウダー等)等の農作物が輸出総額の90%近くを占めている。前述した国内総人口を超える海外在住のサモア人からの海外送金が外貨獲得の主たるソースであり、このため島嶼国であるサモアもグローバル経済の影響を大きく受ける構図となっている。下記の経済指標のデータからも明らかのように、島嶼国特有の、国内市場が小規模であり、観光や農業、漁業の他には産業が乏しく、生活必需品や食品の多くなどの消費財の多くを輸入に依存しており、慢性的な貿易赤字に陥っている。GDPの25%近くを占める重要産業である観光業も、経済危機により減少しており貿易収支悪化の一因である。

サモア統計局によると¹、15歳から65歳未満の労働年齢人口のうち、正規雇用者は20%程度であり、残りの多くは農業や漁業等に従事している。

主たる産業である農林水産業や水産業では、主たる取引相手国は、オーストラリアやNZ

¹ Samoa Bureau of Statistics, Statistical Abstract 2014

であるが、サモア国内での工業では我が国の自動車部品製造の企業が現地での生産を行っており、雇用を創出するなど現地経済に寄与している。人的資源に関しては、識字率は98%と高く、公用語は英語とサモア語である。英語教育は初等教育（5歳から13歳、1年生から8年生）の4年から開始される。しかし、所轄の行政機関である教育文化スポーツ省によると実際には英語についていけず学習の進捗に支障のある児童が多いとのことである。初等教育までが義務教育であるが、その後の高等教育への就学率は65%であり、大学進学率は約10%である。

雇用条件及び労働争議調停などは、労働雇用法（Labour and Employment 1972）に定められている。民間部門における法定最低賃金は2.2WST、日本円でおおよそ116円である（1WST=53.015円：2016年1月）。

表1：サモアの主な社会及び経済指標

	指標項目	2003年	2010年	2011年	2012年	2013年	2012年の 地域平均値
社 会 指 標	地表面積(1000km ²)	3	3	3	3	3	n.a.
	人口(百万人)	0.178	0.186	0.187	0.189	0.190	2,233.724
	人口増加率(%)	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.7
	出生時平均余命(歳)	70	72	73	73	n.a.	75
	妊産婦死亡率(出生10万人当たり)	n.a.	62	n.a.	n.a.	58	n.a.
	乳児死亡率(出生1000人当たり)	17.1	16.0	15.9	15.7	15.5	16.1
	栄養不足人口(%)	5.0	5.0	5.0	5.0	n.a.	11.1
	一人当たりカロリー摂取量(kcal/1日) ⁴¹	2,812	2,898	2,872	n.a.	n.a.	n.a.
	初等教育総就学率(男X%)	107.1	111.5	106.5	105.3	n.a.	117.8
	初等教育総就学率(女X%)	107.8	109.9	106.6	105.0	n.a.	116.4
	初等教育修了率(%)	100.1	106.5	104.2	102.4	n.a.	n.a.
	中等教育総就学率(男X%)	78.6	82.3	81.0	81.4	n.a.	84.0
	中等教育総就学率(女X%)	89.4	93.6	92.3	90.4	n.a.	85.1
	高等教育総就学率(%)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	30.7
	男性成人識字率(15歳以上の男性人口の内:%)	n.a.	n.a.	n.a.	99.1	n.a.	n.a.
	女性成人識字率(15歳以上の女性人口の内:%)	n.a.	n.a.	n.a.	98.7	n.a.	n.a.
	女性の国会議員比率(%)	6.1	8.2	4.1	4.1	4.1	17.9
	絶対的貧困水準(1日1.25\$以下の人口比:%)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	失業率(%)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	4.4
	軍事費(対GDP比:%)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	1.7
携帯電話契約者数(100人当たり)	5.9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	91.6	
人間開発指数 ⁴² (2013年ランキング:106位/187カ国)	n.a.	0.688	0.690	0.693	0.694	0.699	
経 済 指 標	GDP(百万USDドル)	339	643	737	802	802	20,293,483
	一人当たりGNI(USDドル)	1,720	3,190	3,460	3,800	3,970	8,823
	実質GDP成長率(%)	4.5	0.5	5.2	1.5	-1.1	4.3
	産業構造(対GDP比:%)						
	農業	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	4.2
	工業	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	32.1
	サービス業	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	63.6
	産業別成長率(%)						
	農業	-6.4	-2.6	2.5	-7.1	-2.4	2.7
	工業	7.8	2.7	3.9	1.5	-3.2	4.1
	サービス業	6.1	0.2	6.1	2.9	-0.1	4.0
	総資本形成率(対GDP比:%)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	29.0
	貯蓄率(対GDP比:%)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	29.6
	消費者物価上昇率(インフレ:%)	0.1	0.8	5.2	2.0	0.6	3.0
	財政収支(対GDP比:%)	n.a.	0.0	0.0	0.0	n.a.	n.a.
	中央政府債務残高(対GDP比:%)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	貿易収支(対GDP比:%)	-20.2	-24.8	-20.0	-24.0	-19.7	0.6
	経常収支(対GDP比:%)	n.a.	-6.7	-8.9	-3.8	-5.7	n.a.
	外国直接投資純流入額(百万ドル)	1	1	15	21	24	571,926
	対外債務残高(対GNI比:%)	58.2	58.9	60.8	65.3	67.2	n.a.
DSR(対外債務返済比率:%)	n.a.	5.0	5.5	5.3	n.a.	n.a.	
総外債準備高(百万ドル)	84	209	167	169	171	n.a.	
(輸入支払い可能月数)	n.a.	6.5	4.6	4.4	n.a.	14.9	
名目対ドル為替レート ⁴³	2.97	2.48	2.32	2.29	2.31	n.a.	

(出典：World Development Indicators Online (December 2014) World Bank、FAO Food Balance Sheets (June 2014) FAOSTAT Homepage、Human Development Report (2005) (2014) UNDP、International Financial Statistics Online (January 2015) IMF)

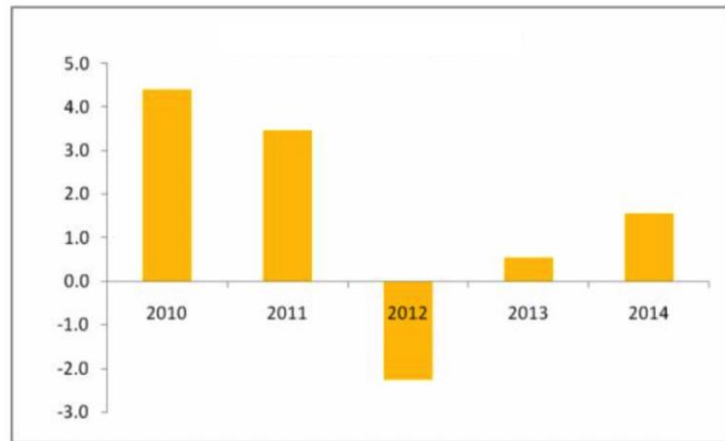


図1：サモアの GDP の成長率の推移

(出典：サモア政府統計局資料 Gross Domestic Products December2014 Quarter)

表2：サモア国の総貿易額(2013)

	総額 (百万米ドル)	相手国	品目
輸出	179.2	米領サモア、米国、NZ、オーストラリア、台湾	魚介類、ビール、ココナッツクリーム等
輸入	474.7	NZ、オーストラリア、米国、シンガポール、中国	食料品・食肉、機械・輸送機器、製造品

(出典：ADB)

② 対象分野における開発課題

サモアの上下水事業を管轄している SWA は、サモア国内の人口の約 85%に上水を提供している（人口約 188 千人のうち、給水人口は約 160 千人：出典 SWA 年報 2013-2014）。

SWA へのヒアリングによるとその内の 1/3 以上は適切に処理された水の供給を受けているが、給水人口のうち 2/3 が未処理・未消毒の給水を受けている状態である。都市部の郊外や地方部については、井戸や表流水の原水が未処理・未消毒のまま供給されており、給水人口の 12 は村落が独自で運営している状態であることがわかった。

首都のアピアの人口は 37 千人であり、その全てに水道水が給水されている。しかしながらアピアの 10 の給水区のうち 6 給水区で未処理・未消毒の水道水の給水がなされている。乾期には水源水量が減少するため断水が発生することがあり、雨期や降雨時には濁度が上昇する。アピアの 10 の給水区それぞれにおける課題の調査を行った。特に提案事業の活用により濁度軽減が必要とされる箇所の洗い出しを行った。

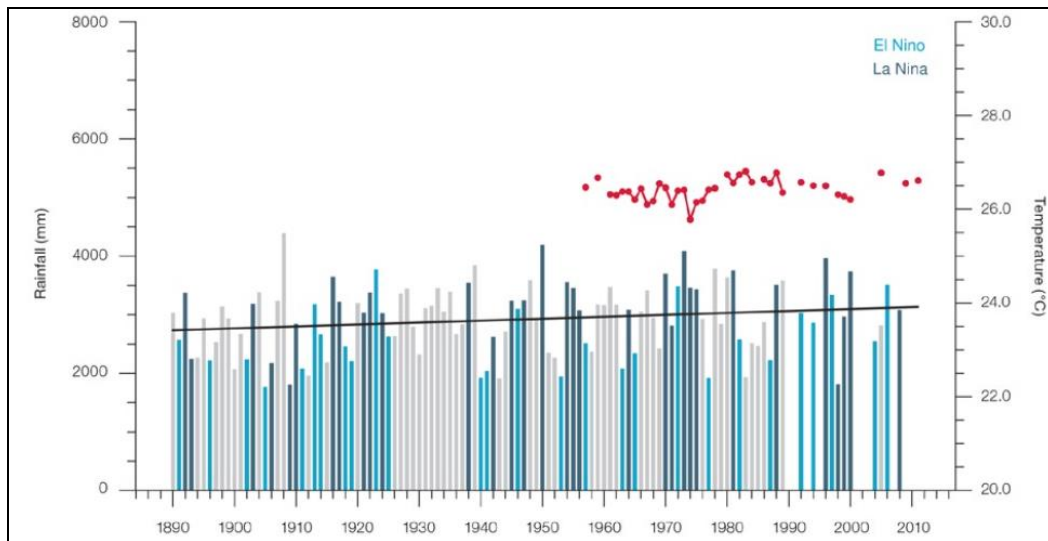


図 2 : 1890 年からの降水量と気温

(出典 : Climate Variability, Extremes and Change in the Western Tropical Pacific: New Science and Updated Country Reports, 2014)

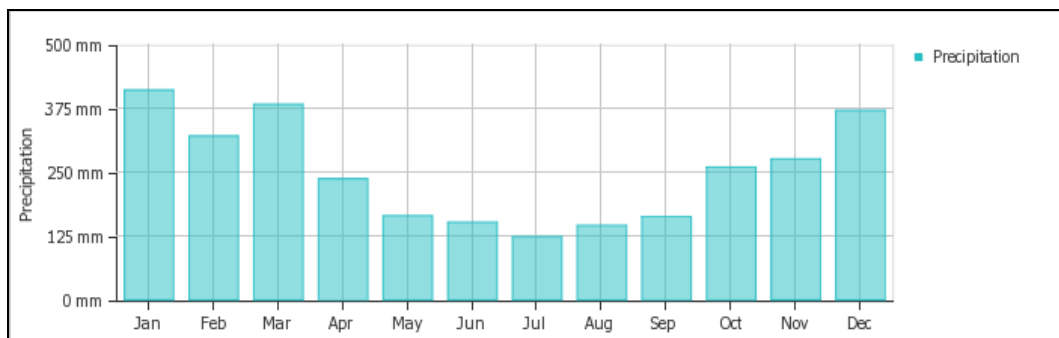


図 3 : 2004 年から 2014 年のアピア市の月別の平均降水量

(出典 : World Weather & Climate Information)

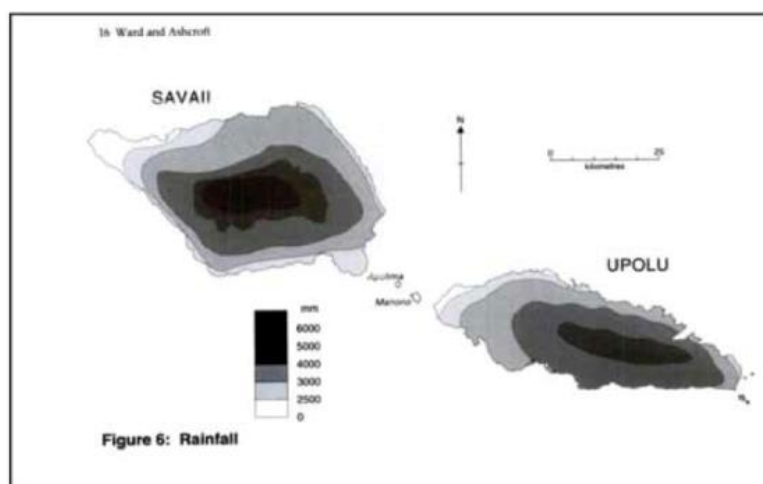


図 4 : サモアの年間降水量地域分布

(出典 : Catalogue of RIVERS for Pacific Islands, WMO, EU, UNESCO 2012 年発刊)

表 3：アピアの 10 給水区について

番号	給水区名	処理方法	その他
1	Fuluasou (フルアソウ)	緩速ろ過浄水場	生物浄化法を活用。設計浄水量は 5,915 m ³ /日。沈殿池(2池)、粗ろ過(4池)、砂ろ過(5池)浄水場の中で唯一補完的な取水ポンプの設置あり。
2	Malololelei (マロロレイ)	緩速ろ過浄水場	生物浄化法を活用。設計浄水量は 1,860 m ³ /日。沈殿池(1池)、粗ろ過(2池)、砂ろ過(3池)
3	Alaoa (アラオア) (本事業対象地)	緩速ろ過浄水場	生物浄化法を活用。設計浄水量は 9,125 m ³ /日。沈殿池(2池)、粗ろ過(4池)、砂ろ過(5池)
4	Fagalii (ファガリイ)	急速ろ過浄水場	2009年にEUによる支援で建設。設計浄水量は 480 m ³ /日。
5	Tapatapao (タパタパオ)	未浄水処理	1993年のSWA設立以前に建設。水源の送水管は古く腐食が激しい。(SWA職員へのヒアリングによる)無償資金協力「都市水道改善計画」対象給水区
6	Vailima (ヴァイリマ)	未浄水処理	1979年代後半に建設。漏水が多い。無償資金協力「都市水道改善計画」対象給水区
7	Afiamalu (アフィアマル)	未浄水処理	
8	Magiagi (マギアギ)	未浄水処理	
9	Vaitele (ヴァイテレ)	取水堰 (未浄水処理)	EU支援により取水堰を建設
10	Vaivase-Uta (ヴァイヴァセ-ウタ)	未浄水処理	無償資金協力「都市水道改善計画」対象給水区

本事業対象地であるアラオア浄水場では、設計浄水量を大幅に上回る 13,000 m³/日以上を送水している。これは、漏水を中心とした無収水率が 50%を超えていることが主たる原因である (SWA 職員へのヒアリングによる)。そのため、アラオア浄水場を含む、各浄水場は過負荷操業をしている状態が続いている。

以下に上記 10 給水区の内、4 つの浄水場と 2 つの取水口の様子を記す。

表 4: 浄水場と取水口の様子

Fuluasou (フルアソウ) 浄水場	
	<p>浄水場は生物浄化が機能している状況を確認。しかし、無収水率は70%程度と大変高い状態が続いているため、アラオア浄水場を超える送水率が余儀なくされている。SWA へのヒアリングによると平均送水率は以下のとおり。</p> <p>2010/2011 年の平均送水率 268% 2011/2012 年の平均送水率 124% 2012/2013 年の平均送水率 260% 2013/2014 年の平均送水率 234%</p>
	<p>水源地の様子であるが、施設管理者へのヒアリングで、本事業対象地と同様に雨期の降雨時には濁度が高くなり十分な処理ができていないことが判明した。</p>
	<p>一部補完的な取水ポンプが設置されている。</p>
Malololelei (マロロレイ) 浄水場	
	<p>浄水場は生物浄化が機能している状況を確認。しかし、無収水率は80%程度と極めて高い状態が続いている。設計浄水量よりも大幅な送水を余儀なくされている。SWA へのヒアリングによると平均送水率は以下のとおり。</p> <p>2010/2011 年の平均送水率 178% 2011/2012 年の平均送水率 152% 2012/2013 年の平均送水率 142% 2013/2014 年の平均送水率 128%</p>


	<p>Alaoa 浄水場と同じく重力による自然落下で設計されており、運営に伴う維持管理費用の低減が図られている。</p> <p>水源地の様子であるが、施設管理者へのヒアリングで、本事業対象地と同様に雨期の降雨時には濁度が高くなり十分な処理ができていないことが判明した。</p>
--	--

Alaoa (アラオア) 浄水場	
	<p>本事業実施地である Alaoa 浄水場は生物浄化が機能しているが、無収水率が 60%程度と高い状態が続いており、設計浄水量よりも大幅な送水をしている。SWA へのヒアリングによると平均送水率は以下のとおり。</p> <p>2010/2011 年の平均送水率 152%</p> <p>2011/2012 年の平均送水率 133%</p> <p>2012/2013 年の平均送水率 164%</p> <p>2013/2014 年の平均送水率 143%</p>

Fagalii (ファガリイ) 浄水場	
	<p>フランスの Farmax 社製のコンパクトユニットを活用した急速ろ過設備を導入している。送水量は 480 m³/日と少ない。</p>

未浄水処理水地区の様子

Afiamalu (アフィアマル) 取水口	
	<p>SWA 総裁の Jammie 氏より、サモアの給水区の中で最も状況が悪いのはアフィアマルであり、当社の現地視察を希望していた。</p> <p>2014 年 10 月視察時は乾期ということもあり、取水量が極めて少ない状態であったが、取水口付近には小さな虫が湧いている状態であり、川に塩ビ管を繋いだだけの状態であった。帯同視察した SWA 職員によると、取水口付近の落ち葉をたまに取り除く程度しかしておらず、殆ど何もしていない状態であるとのことであった。</p>

Vaitele (ヴァイテレ) 取水口	
	<p>EU の支援により土砂や流木などをくい止める小型堰を新設。 伏流水を使用せずに、堰の下部に取水管を設置して送水している。 本事業と異なり表流水取水法を用いているため、濁度軽減への寄与は大きくないと考えられる。</p>

これらの給水場視察及び SWA 職員等との面談を通じて以下の課題が確認できた。

- ・ 雨期においては、原水の濁度が高くなり浄水場への負荷が高くなっている。また未浄水地区では、濁度が高いまま給水がなされている。
- ・ 乾期においては水量が少ない時には断水が発生している（SWA は給水車により一部対応をしている状態である。極一部の住民は貯水タンクの設置を行っているが普及率は非常に低い。SWA によると普及率の統計資料は無い状態である。）。断水は、給水地区によって異なるが、Tapatapao 地区は、1 日平均 12 時間、Vailima 地区は 1 日平均 8 時間のみ給水を行っている。
- ・ 漏水を主因とした無収水率が 50%以上と高い。
- ・ 従量制（水道メーター設置地区）、定額制（水道メーター非設置地区及び未浄水地区）が混在している。そのために、定額制の地域では水を一日中使用していたりして、使用量が多い（1 日・1 人あたり使用量約 250 リットル）。
- ・ 水源が川や湧水でありダム等の貯留施設が無いため、水不足に対して脆弱である。

特に、先の 2 つの課題については、気候変動による渇水やサイクロンの影響による水不足や濁度が高くなるなどの変化が見られる。更に、塩素を使用しない未浄水処理の状態では、水系感染症（水因性疾病）のリスクが高い状態が続いている。

給水車に関しては、乾期の特に雨量が少ない時期に 2-3 日に渡り給水を受けることができない住民に対して実施されている。（アピアの給水区は別添資料 6 参照）

サモア国家開発戦略（Strategy for Development of Samoa:以下 SDS） 2012-2016 では「国民の生活の質の向上」をビジョンとし、水供給を重点分野の一つとして掲げている。SDS 2012-2016 においては、サモアが抱える開発課題毎に Key Outcome を設けている。対象分野に関しては、Key Outcome 9 として、安全で信頼できる水道への恒常的アクセスが取り上げられている。このように上下水道の整備はサモアにおける大きな開発課題であり、SWA が中心となり、我が国による ODA の支援や他のドナーの支援を得ながら解決を目指している。

SWA の業務は、日本の自治体が運営する水道事業とほぼ同じであり、水源地からの取水、浄化処理後に配水、水道料金の徴収といった独立採算により水道事業を運営している。しかし、政府からの補填や海外からの資金協力が無ければ財政的に成り立っていないのが現状である。

また、サモアの各浄水場は雨季の濁水率が高く、乾季は給水量不足が課題となっている。雨期の濁水は、粗ろ過池の名処理設備では対応できず砂ろ過池まで濁水が到達している。平成 24 年度政府開発援助海外経済協力事業委託による「案件化調査」（サモア：アピア近郊に再生可能エネルギーを使った沖縄・宮古島モデル案件化調査）においてアラオア浄水場において実際に測定した時には 1, 100NTU という高濁度を記録している。濁水が砂ろ過池

に到達すると、ろ過砂表面に泥が堆積し、水を浄化する生物群集にも悪影響が出ている。これにより泥の掻き取り作業等の維持管理作業が増加している。

・ 水因性疾病について

ADB 支援のマスタープランによると、主たる水因性疾病は、腸チフス、下痢であるとしている。サモア保健省 (Ministry of Health: 以下 MOH) は、WHO と共同で水因性疾病の情報を収集している。サモアにおいて大規模な腸チフスの流行は 1993 年のサイクロン後に発生した。有症率は 10 万人あたり 270 件である¹。

一方、MOH にヒアリングしたところサモアにおいて下痢は呼吸疾患に次いで罹患数が多い状態であり、雨季に多く発生するとのことである。

サモアにおける浄水処理において、バクテリア及び寄生虫を処理する方法として緩速ろ過、バクテリア及びウィルス処理する方法として塩素処理を実施している。アラオア浄水場では雨季の高濁時においても流入量を制限せず、沈殿池が波立ち十分な沈殿効果が得られない状態で、粗ろ過から砂ろ過へと流入し、濁質により砂層の目詰まりが発生している。そのため、頻繁な砂の掻き取りにより砂層が薄く (50cm 程度) になっており、十分な浄水処理を行えていない状態である。取水段階で濁度を低減した原水を得ることは、砂ろ過の砂層の目詰まり頻度、砂の掻き取り頻度を少なくすることで、過度の砂掻き取りを減らし、砂層が薄くなることを防ぐことにつながる。そのため、伏流水取水法を活用することにより、浄水場が十分な浄水機能を維持することで、バクテリア等を除去できるようになり水因性疾患の軽減への貢献が期待できる。

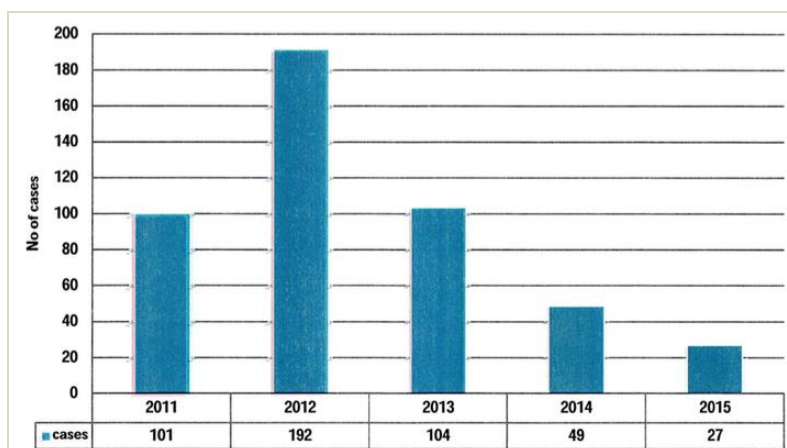


図 5：サモアにおける腸チフスの発生件数の推移
(出典：MOH (2015 年))

² : 出典：Kellogg Brown & Root Pty Ltd, 2011

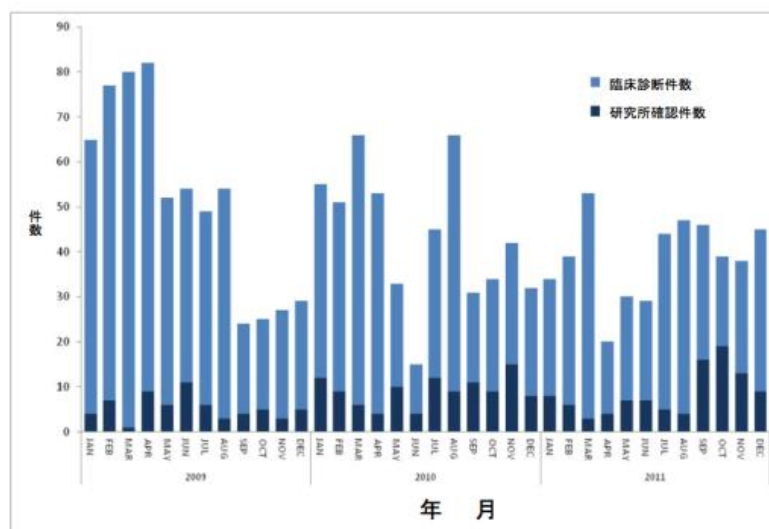


図 6：2009-2011 の月ごとの腸チフス発生件数
(出典： MOH(2013 年))

表 5：胃腸炎及び下痢の罹患者数の推移

年度	2006	2007	2008	2009
罹患者数 (人)	1,093	1,327	1,740	2,019

(出典: Kellogg Brown & Root Pty Ltd, 2011 Integrated Apia Master Plan For Water, Supply, Sanitation & Drainage, Final Master Plan, 2011)

・ 気候変動について

サモアの降水量のおよそ 75%が雨季に集中している。ほぼ 1 年を通して南東の貿易風が吹いている状態である。歴史的に見て 12 月から 2 月までにサイクロンが発生している。UN HABITAT の Cities and Climate Change Initiative Apia の Climate Change Vulnerability Assessment (2014 年 8 月) によると、エルニーニョ現象の影響で過去 10 年の間に乾季においてもサイクロンが発生している。豪政府の太平洋気候変動科学プログラム (Pacific Climate Change Science Program: PCCSP, 2011) によるサモアの研究において、2050 年までに、36cm の海面上昇、年間 1.2%の平均雨量増加、最大風速の 7%の増大、0.7 度の最大温度の増加が予測されている。

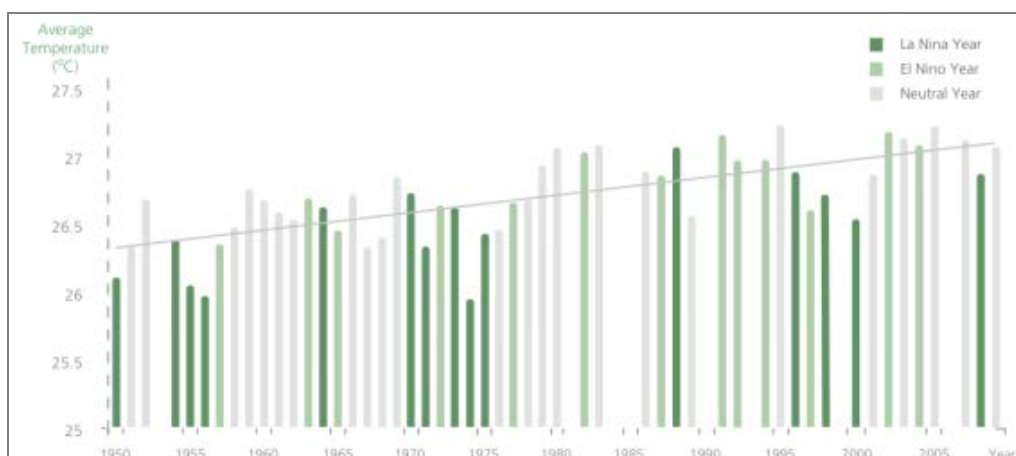


図7：アピアの1959年から2005年の平均気温

(出典： Pacific Climate Change Science Programme, 2011)

2012年のサイクロンEvanが発生した時には、中部アピアにおいて最大2mもの洪水を記録した。河川の氾濫によって泥の層が露出する結果となり、水が引けた後においても土壌侵食の傷跡を残した。近年の主な自然災害と損害は次のとおりである。

表6：サモアにおける自然災害による損失額

災害内容	資産損害額 (単位：百万米ドル)	GDP ロス (単位：百万米ドル)	GDP に占める割合 (単位：%)
サイクロン Ofa (1990)	166	15	113
サイクロン Val (1991)	388	36	260
サイクロン Heta (2004)	1	4	2
津波(2009)	54	5	38
サイクロン Evan(2012)	103	100.6	29

(出典： WB 2010年調べとサモア政府の2013年調べに基づき作成)

③ 対象国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度

ア) サモアの水分野における関連政策

2004年に Planning and Urban Management Act (計画・都市管理行動規範)が制定された。2007年に内閣で、国家水資源戦略(NWRS)が承認され、2008年11月に国会で承認、2009年4月施行され水資源管理行動規範 (Water Resources Management Act)が制定された。

SDS 2012-2016 の中では、水供給を重点分野の一つとして掲げて、安全な給水や水源管理などへの取り組みが必要としている。この SDS 2012-2016 における関連政策と主要指標（利用者満足度）は以下のとおりである。

- (政策)・ 効果的かつ持続可能な管理システムの強化
 - ・ 包括的であり持続可能な水源管理
 - ・ 国家水質基準に合致した安心な上水へのアクセス
 - ・ 改善された衛生設備及び下水設備へのアクセスの増加
 - ・ 排水ネットワークの品質向上
- (指標)・ 利用者（顧客）満足度
 - ・ 承認済み及び実施中の流域管理プラン数
 - ・ 修繕実施流域面積
 - ・ 安全で信頼できる給水へのアクセスが可能な世帯数
 - ・ SWA の給水区域における無収水率

- ・ 水質基準への準拠
- ・ 独立給水区の管理改善
- ・ 衛生設備へアクセスが可能な世帯数
- ・ 上下水道のコストリカバリー

サモア国民の健康と水由来の罹患率を抑制する為に、安全で信頼できる飲み水へのアクセスが重要であり SDS 2012-2016 では衛生や排水ネットワークの改善が不可欠であるとしている。

更に SWA は水の損失と漏出の抑制、水質の向上、保健省の設ける水質基準の達成のために、主要指標として、利用者満足度向上、整備された流域の累計面積 (ha)、安全な上水へのアクセス可能世帯の比率、料金未回収水の回収強化等を掲げている。

また、サモア天然資源環境省 (MNRE) は、2012年6月 Water for Life-Water & Sanitation Sector Plan 2012-2016 を発行した。これは、給水に関する指標を8項目、水質に関しては2項目に分類し、それぞれに関して年度毎に達成目標値を設けている。例えば、給水サービスでは、安全で安価な浄水給水へのアクセス増加として、給水率目標を2016年までに2010年度の76%から88%まで引き上げ、水質では、水因性疾患に関する報告書作成回数を2010年度の年3回から2016年までに毎月作成することを目標として設定している。また、保健省は表7の通り WHO ガイドラインに準拠した水質基準を設けている。

表7：SWAの業務施行に関連する法律、規制

	タイトル名 (和名は独自訳)
1	Samoa Water Authority Act 2003 (SWA 行動規範 2003)
2	Samoa Water Authority Sewerage and Wastewater Regulations 2009 (SWA 下水道と廃水規則 2009)
3	Public Bodies (Performance and Accountability) Act 2001 (公共事業体 パフォーマンスとアカウンタビリティ 行動規範 2001)
4	Public Finance Management Act 2001 (公共財政管理行動規範 2001)
5	Labour & Employment Act 1972 (労働と雇用行動規範 1972)
6	Water Resource Management Act 2008 (水資源管理行動規範 2008)
7	Cabinet Directives (FK); applicable to SWA and Government Corporations (内閣指令: SWA 及び政府系組織向け)
8	Samoa National Drinking Water Standards 2008 (サモア国飲料水基準 2008)
9	SWA Engineering Standards 2003 (SWA 技術者基準 2003)
10	International Accounting Standards (IAS) (国際会計基準)
11	Trade Waste Policy 2011 (廃棄物貿易政策 2011)

(出典: Samoa Water Authority, Corporate Plan 2013-2015)

表8：保健省の設置している水質基準と WHO ガイドライン

成分	SNDWS ガイドライン (mg/L)	WHO ガイドライン (mg/L)
アルミニウム	0.2	-
ヒ素	0.01	0.01
塩化物	250	250
クロミウム	0.05	0.05
銅	1	2
シアン化物	0.08	-
フッ化物	1.5	-

鉄	0.3	0.3
マンガン	0.1	0.4
硝酸塩	50	50
亜硝酸塩	3	3
アンモニア窒素	1.5	NA
残留塩素	0.2-0.5	>0.5
パラメーター	最大値	最大値
伝導率	1000 uS/cm	0.05 S/m
J'H	6.5-8.5	6.5-8.5
塩分	250 mg/L	.
個体分解	1000 mg/L	500 mg/L
汚濁	5NTU	
微生物標準	最大値	最大値
大腸菌合計	0 / 100-ml	10
E 大腸菌合計	0 / 100-ml	0

(出典：SWA 資料)

イ) 設計基準

SWA は、上水道に係る設計基準として以下に示すSWA 水供給技術基準 (SWAES:SWA Engineering Standard) を 2003 年に整備した。

Part 1: Introduction (序章)

Part 2: Design Levels of Service (サービスのデザインレベル)

Part 3: Materials and Products Standards (材料と製品標準)

Part 4: Construction Standards (建設標準)

Part 5: Standard Drawings (標準的な設計)

設計時の各施設における水需要量は上記設計基準における Part2 に記載があり、下記のとおり。

表 9：水需要量の設計

分類	平均一日使用水量	日最大使用水量 ¹	時間最大使用水量 ²	時間最大時の住宅地に対する住宅地以外の比率 ³
住宅地 (生活用水)	2kL/家/日 ⁴	2.8 kL/家/日	0.08kL/家/秒	100%
病院	0.35 kL/床/日	0.5 kL/床/日	0.015 kL/床/秒	100%
ホテル	0.7kL/床/日	0.98 kL/床/日	0.028 kL/床/秒	100%
レストラン	0.05 kL/席/日	0.07 kL/席/日	0.001 kL/席/秒	100%
商業用水 (店舗等)	30 kL/ha/日	42 kL/ha/日	0.73 kL/ha/秒	75%
オフィス、学校、 大学	0.025 kL/人/日	0.035 kL/人/日	0.001 kL/人/秒	60%
工業用水	ケースバイケースにより決定する			

(出典：SWA 資料)

1：水源、浄水場、送水管、配水池、井戸等の設計に使用

2：二次配管、枝管の設計に使用

3：住宅地の時間最大使用量に対する住宅地以外の時間最大流量の比率

4：250L/人/日、及び1戸当たり平均8人を想定、20%の漏水を含む

ウ) 水道料金体系

SWA は、2009 年 1 月より水道メーターを設置している一般家庭には 3 段階の料金徴収を行っている。また、大口使用者については 2 段階の料金設定をしており、水道メーターを設置していない定額料金対象者には、一般家庭と大口使用者と徴収金に差を設けている。

表 10：水道料金体系（2009 年から 2016 年 2 月現在まで）

①一般家庭		
段階	使用量 (m ³ /月)	料金 (WST/m ³)
1 段階	未使用-15	0.5
2 段階	15-40	1.4
3 段階	40 を超える部分	1.9
②法人等の大口使用者		
1 段階	40 以下	1.5
2 段階	40 を超える部分	2
③定額料金		
一般家庭	12	20
法人等の大口使用者	12	32

(出典：SWA 年報 2012-2013、1WST (サモア・タラ) =53.015 円：2016 年 1 月)

エ) 外国投資全般に関する各種政策及び法制度

サモア政府は、民間部門投資の促進が「持続可能な発展に向けた生産力の向上」という国家開発目標達成のための第一歩であると考えており、民間セクターの事業環境の改善・強化や投資の推進を奨励している。一方で、国内の民間セクターだけでは上記の目標を達成しえないことも認識しており、海外直接投資を積極的に受け入れることで、新たな資本や技術、マネジメントスキルの流入を通じた経済強化を図っている。

外国人投資家は、外国投資改正法及び外国投資規制 2011 の下で明記されている、国内事業者向けに留保又は制限された一部の事業活動を除き、様々な事業分野で規制なしに投資を行うことができる。また、憲法第 14 条（財産に関する諸権利）はサモアにおける全ての外国投資に対して適用され、関連する法律（著作権法 1988、知的財産法 2013）も同様に適用される。サモア政府は、経済における全ての分野で投資を奨励している。主な投資機会として、観光業、水産業、食品加工、エンジニアリング、材木及び家具、ココナッツ、衣服及び布産業、サービス部門分野が挙げられている

(a) 外国人投資家による事業開始に係る諸手続き

事業開始に係る諸手続きとして、外国人投資家がサモアで事業を立ち上げる際には、まず以下の 3 ステップを踏む必要がある。

(i) 会社の登録

外国人投資家が会社を立ち上げたいと考える場合、商業産業労働省 (Ministry of Commerce, Industry and Labour) において会社の登録をしなければならない。登録作業はオンラインで行い、会社情報の入力等をする。

(ii) 外国投資許可証の取得

2000 年外国投資法 (Foreign Investment Act 2000) 及び 2011 年改正法では、全ての外国投資事業に対して、MCIL 産業開発投資推進部 (Industry Development and Investment Promotion Division) から外国投資許可証 (Foreign Investment Certificate) を事業開始前に取得することを義務づけている。この許可証は、関連する事業実施期間中は有効である。事業を会社として立ち上げる場合は、上述の会社登録の際に発行される登録番号及び登録日が必要となる。さらに、全ての外国人投資家は、2011 年外国投資改正法で定められた「留

保リスト」に記載されている事業への参入が禁止されている。

※留保リスト記載事業：一般市民向けのバス及びタクシーといった運送業、レンタル自動車、小売業、製材加工、伝統衣装のデザインやプリント事業。

また、外国投資許可証は、事業許可や労働許可の申請の際にも必要となる。外国人投資家は、許可証の登録日より2年以内に事業を開始しなければならず、これを過ぎると許可証は無効となる。外国人投資家には、すべての産業部門で100%の所有権が認められている。

(ただし、参入制限のある事業に関しては例外)

(iii) 事業許可の申請

外国投資許可証の取得後、外国人投資家は個人、共同企業体、もしくは会社のいずれかとして、事業許可の申請が求められる。

(b) 法人税

居住・非居住に関わらず、法人税率は27%が課せられる。(2007年1月1日より適用、以前は29%) 小規模事業税等が課される。

④ 対象国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析

ア) 日本の ODA 事業

我が国の経済協力としては、外務省データによれば 2013 年までの累計として(1)有償資金協力 45.98 億円、(2)無償資金協力 276.81 億円、(3)技術協力 130.34 億円となっている。

外務省が公表している対サモア国の国別援助方針(2014年4月)開発課題1-2 気候変動対策における、防災プログラムとして、自然災害による被害の最小限化を目的に気象局を中心とした気候予報官の能力強化のための研修と、コミュニティレベルの防災及び災害対策能力を向上させ、サイクロン・地震・津波等に対する早期警戒網と対処体制の構築を支援するとしている。既に後述するサモア水道事業運営(宮古島モデル)支援協力(草の根技術協力 2010年4月から2013年3月)ならびに地方給水向上(草の根無償 2006年4月から2008年3月)が実施された他、アラオア浄水場の建設等に支援が実施されている。また、2013年9回 JICA 理事長賞にサモア水道事業運営(宮古島モデル)支援協力(草の根技術協力)が選ばれている。

サモア国を含む大洋州地域の数か国を対象に安全な水道水の安定的供給実現のための水道施設維持管理能力向上を目的とした「緩速ろ過を使用した上水道の管理技術研修」(草の根技術協力事業:2006-2009年)を実施するとともに、水資源の保全管理及び効率的利用に関する知見の移転を目的とした「島嶼における水資源保全管理」(課題別研修:2010年~2012年)を実施してきた。また、現在サモア国を対象に浄水技術の向上、雨期の濁り水対策、漏水対策のための研修及び専門家派遣を行う「サモア水道事業運営(宮古島モデル)支援協力」(草の根技術協力事業:2010-2013年)を、沖縄県古島市の協力を得て実施中である。

2012年5月に開催された第6回太平洋・島サミットでは、①自然災害への対応、②環境・気候変動、③持続可能な開発と人間の安全保障、④人的交流、⑤海洋問題の5分野について今後3年間で最大5億ドルの支援を行うとされており、本件は環境・気候変動分野に位置づけられる。2011年8月にサモア国政府は我が国政府に対し、首都アピアにおける SWA 管轄給水システムの一部に係るリハビリテーションのための無償資金協力を要請した。対象となる給水システムはタパタパオ、ヴァイリマ、ヴァイヴァセ・ウタ、マギアギの4地区(合計給水人口約8,300人)であり、いずれも浄水処理が行われていないため雨季には濁度が高くなる他、乾季の水不足、水道管の腐食と漏水、水道メーター未整備等の問題を抱えている。そのため、SWA を実施機関として、以下を行うことが要請されている。

- ・取水施設、浄水施設および配水施設、並びに水道メーターの設置
- ・SWA 職員の施設維持管理能力向上のための研修の実施

その他に EU などの財政支援を受けながら、給配水に係るプロジェクト等を実施している。

2015年5月に開催された第7回太平洋・島サミットでは、太平洋島嶼国の優先課題に解決に向け、継続的かつ一貫した取組が必要であり、今後3年間、①防災、②気候変動、③環境、④人的交流、⑤持続可能な開発、⑥海洋・漁業、⑦貿易・投資・観光の7つの分野に焦点を当て、協力を進めていくと決定した。日本は太平洋島嶼国の自立的発展を促進するための協力として、今後3年間で550億円以上の支援を提供していく予定である。またそれと同時に4000人の人づくり・交流支援にも力を入ると表明している。これらに加えて、太平洋島嶼国の気候変動対策能力強化や日本とのビジネス交流を一層進めていくと発表した。本件についても引き続き、優先課題の一つとして重要視されている。

本事業は、そのサモア国の浄水場への高濁水の流入を食い止める為の前処理の実現を目的としている。我が国の援助方針や支援内容には水道水の安定供給実現の為の手法として合致している。さらに太平洋・島サミットにおいては、気候変動及び環境面に対する優先課題に合致している。本事業を進展させていくことにより、SWA職員の伏流水取水設備の維持管理能力向上を図ることに寄与する。

表 11：我が国の ODA 事業の例

草の根技術協力事業	サモア水道事業運営(宮古島モデル)支援協力
実施期間	2010年4月-2013年3月
事業の実施体制	宮古島市、SWA
主たる特徴	微生物によるエコロジカルかつ安価で維持管理が可能となる生物浄化法(緩速ろ過法)の導入
その他	SWA管理職員に紹介し、研修員の沖縄への受け入れを実施し、技術伝承に寄与。

準備調査	都市水道リハビリテーション計画
実施期間	2012年12月-2014年2月
事業の実施体制	JICA、SWA
主たる特徴	取水・導水施設(約5km)の改修、浄水場(日量1,440m ³)2カ所の建設、ポンプ場・配水池・送配水管網の建設・改修、水道メーターの設置
その他	浄水場の運転・維持管理などのソフトコンポーネントについて概略設計、事業計画の策定、概略事業費の積算などを実施。

課題別研修	大洋州島嶼における水資源管理・水道事業運営研修
実施期間	2013年7月-2013年8月
事業の実施体制	JICA、パプアニューギニア、フィジー、バヌアツ、サモア、クック諸島
主たる特徴	沖縄県及び宮古島市などの自治体を実施してきた水資源の保全と管理に係る経験やノウハウ、政策などを講義すると共に現地施設を実施。島嶼国水管理行政担当者のキャパシティ開発に寄与。

課題別研修	沖縄連携によるサモア水道公社維持管理能力強化プロジェクト
実施期間	2014年8月-2019年7月
事業の実施体制	JICA、SWA
主たる特徴	沖縄県及び宮古島市などの協力を受け、SWAに対しては漏水修理及び探知などの能力強化を実施してきたが、漏水率は依然として高く、水質も向上が望まれている。洗砂器、電磁流量計等を導入するとともに、担当

	者のキャパシティデベロップメントに寄与。
--	----------------------

課題別研修	都市水道改善計画
実施期間	2014年2月-2017年7月
事業の実施体制	JICA、SWA
主たる特徴	原水のまま給水されている首都アピアの3つの給水区を対象に、取水設備の改善、浄水場(2カ所)、導水管、送配水施設等の建設を行う。

イ) 他ドナーの事業

サモアの水分野に対する他の主たるドナーは、EU、世界銀行(WB)、アジア開発銀行(ADB)、ニュージーランド国際援助開発庁(NZAid)及びオーストラリア外務貿易省(DFAT; AusAIDは2013年11月にDFATへ併合)である。

表 12: 他ドナーの事業概要

事業名	Rural Water Supply Project
実施期間	2000年-2003年
事業の実施体制	EU、SWA
主たる特徴	浄水場の設備導入や給水池への堰建設(プロジェクト予算:1,573千ユーロ)

事業名	Project Design Assistance
実施期間	2005年-2006年
事業の実施体制	EU、SWA
主たる特徴	浄水場の設備導入や給水池への堰建設。

事業名	Water Treatment Plant Installation Vaialele Scheme
実施期間	2013年
事業の実施体制	EU、SWA
主たる特徴	浄水場の設備導入や給水池への堰建設。

事業名	Samoa Post-disaster Needs Assessment Cyclone Evan 2012
実施期間	2012年
事業の実施体制	WB
主たる特徴	サモアに甚大な被害をもたらした2012年のサイクロンEvanによる被害後のニーズアセスメントの実施

事業名	Integrated Apia Master Plan for Water Supply, Sanitation and Drainage (2010) ²
実施期間	2010年
事業の実施体制	ADB
主たる特徴	アピアにおける給水、公衆衛生及び排水についてのマスタープランの作成(プロジェクト予算:600千米ドル)

事業名	Samoa Drainage and Sanitation
実施期間	2006年11月-2011年6月
事業の実施体制	ADB
主たる特徴	アピア中央部における下水道システムを中心とした公衆衛生の改善の 為の技術協力プロジェクトを実施（プロジェクト予算：8,400千米ドル）

事業名	Samoa Post-disaster Needs Assessment Cyclone Evan
実施期間	2012年
事業の実施体制	NZAid 及び (旧) AusAID
主たる特徴	NZAid 及 AusAID の両者で Samoa In Country Program ³ を実施 AusAid は災害復興支援のための資金提供や組織強化（洪水に関する専門 家派遣の実績あり）を目的とした支援を実施。AusAID の支援で SWA 組織 強化プロジェクトも実施。（プロジェクト予算：約 3,000 千米ドル）

² <http://www.adb.org/projects/41213-012/details>

³ http://www.gfdr.org/sites/gfdr/files/SAMOA_PDNA_Cyclone_Evan_2012.pdf

・ EU の支援及び現在の取り組み

EU の支援で建設されたユニット式の急速ろ過機は、電気を使わず自然流下でろ過を行い、浄水を浄水槽まで送るシステムとなっている。ユニット式の急速ろ過機は、凝集剤により濁質を大きく成長させるフロック形成塔と形成したフロック（濁質の塊）を沈殿させる沈殿槽のユニットと、急速ろ過機のユニットから形成されている。本ユニットの特徴は、急速ろ過機の砂ろ過表面に付着した濁質を除去するために、サイフォンの原理を利用して、電気を使わず自動逆洗が行う機能が特徴である。しかし、濁質が沈殿しやすい大きさと重さに成長するための滞留時間が短すぎるため、濁質が沈殿除去できずに砂ろ過表面に溜まるため、逆洗によりそれが除去できず、結果的に浄水装置が機能しない状態になっている。

また、凝集剤注入装置は水流で動くピストンポンプを採用しているが、ピストン部が閉塞して使用不能な状態となっているため凝集剤が注入されず、フロック形成することなく急速ろ過槽に流れ込んでいる状態である⁵⁴。

EU サモア事務所の John Stanley 氏 (Head of Technical Office) と 2015 年 10 月 22 日に EU の支援方針や現在の取り組みについてヒアリングを行った。その結果、2010 年からはそれ以前の個別のプロジェクトへの支援を行う方法を取りやめ、Budget support（財政支援）方式を採用していることが判明した。財政支援方式は、財務省経由で国庫への財政的な支援を行うものであり、財務省がどの省庁やプロジェクトへ資金を分配するため、サモア政府側が資金使途の自由裁量を持つものである。EU は、サモアの各省庁が自ら立てた目標値に達成した時に資金を国庫へ支払うものであり、EU はそのモニタリングを行う役割を担っている。EU サモア事務所には本部から派遣された 1 名の他アシスタント 2 名の少人数で運営している状態である。本件についての説明を行ったところ、その手法には強い関心はあるものの、予算は財務省と SWA との協議の上決定されるため、EU はどのプロジェクトを支援するのかといった個別のプロジェクトの判断は行っていないとのことであった。今後は SWA が本事業を推進する際には、財務省を通じて EU から財政支援を取り付けるという選択肢も可能であると考えられる。

表 13：サモアへの他国の ODA（2011-2014 平均）

順位	国名・組織名	米百万ドル
----	--------	-------

⁵ 出典：サモア国 都市水道リハビリテーション計画準備調査 最終報告

1位	オーストラリア (旧 AudAid など)	36
2位	ニュージーランド (NZAid など)	18
3位	ADB	15
4位	日本 (JICA など)	14
5位	EU	11
6位	地球環境ファシリティ	6
7位	国際開発協会	4
8位	アメリカ (USAid など)	1
9位	世界保健機関	1
10位	国連開発計画	1

(OECD 文献等を参照し独自に作成)

(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要

① 製品・技術の概

伏流水取水法は河床に礫層を設けて泥や落ち葉や枝などを除去し簡易的な粗ろ過効果を発生させ取水管から取水することにより、濁度の低い原水を取水することを可能とする方法である。礫層は雨季の激しい濁流の際に流されるのを防止するため、じゃ籠により一つの大きなブロック化を図る。取水管は、地層に合わせて開口率を自由に設定できるため目詰まりが起こりにくい構造である巻線型ステンレススクリーン管（右図 9 においてはナガオカリングベーススクリーンの部分）を用いる。更に、取水管の目詰まりによる機能低下を防ぐために、逆洗方式を採用する。逆洗方式は我が国のメーカーが開発した方式であり、取水管を長期間使用した際に泥等による目詰まりを防ぐ為に逆洗管を同時に埋設して泡状の空気を噴出させ礫層の逆洗機能を持たせる技術である。この技術は目詰まり防止の有効な手段として、社団法人日本水道協会発行の水道設計指針にも記載されており、日本においても京都府福知山市公営企業部等で水道施設の原水取水施設としてその効用は実証されている。

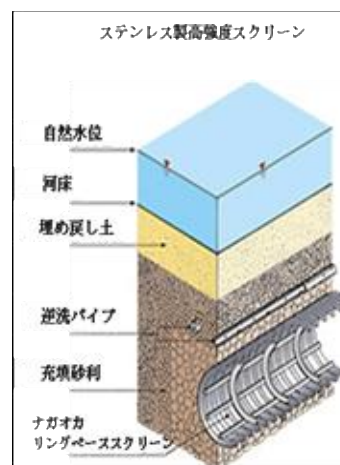
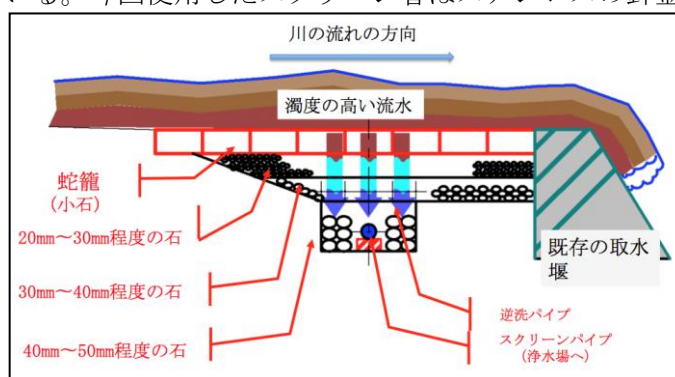


図 8：伏流水取水法断面図

本事業では逆洗管を用いた伏流水取水方式の有効性を確かめるため、連続監視による取水量および河川原水濁度のデータを収集する。当初は、データ収集のための電力確保のために、小水力発電を予定していたが、小水力発電用の配管に、雨季の雨量が事前調査および想定を超える量による目詰まり等が原因で電力が不足となったため、小水力発電による安定的な発電は困難であると判断し、商用電力に切り替えた。その結果、濁度・流量の計測が安定的に実施することが可能となった。(2015年2月)

図 9 のスクリーン管は従来の方式（コンクリート管や塩ビ管に孔を開けたもの）にくらべ、開口率が大きく目詰まりしにくい構造の上、材質がステンレス鋼のため錆びにくいという特徴がある。集水開口部の閉塞を防ぐために孔は内側に向かって大きくしておく方法がよいとされている。今回使用したスクリーン管はステンレスの針金を三角形に整形し、巻いているため内側が大きくなっている。



め内側が大き

図 9：伏流水取水法のイメージ図

② 空気による逆洗の利点

これまで日本国内における伏流水取水の逆洗方法としては、水を利用した逆洗が主体である。現在 Fagali 地区に EU が建設した伏流水取水方法では、逆洗時に水を利用する方式となっている。この場合、空気に比べ抵抗の大きい流体を流すため、ポンプ容量が大きくなる。これに対し本法では抵抗の小さい気体による逆洗を行うため、プロワ容量が小さくてよい。逆洗に必要な設備としては、上記のスクリーン間の配置の他には、コンプレッサーが必要となるのみである。またコンプレッサーの稼働は、今回実施した面積（約 36 m²）においては、コンプレッサー（7.0kgf/cm²）の機材で 6 時間程度を、0.5 ヶ月に 1 度実施すればよいだけである。またコンプレッサーに関しては、トラックの荷台にて運搬することが可能となる為、複数の実施場所にて共有できるという利点がある。その為、逆洗に必要な設備費、動力費は水逆洗と比較して軽微である。

伏流水取水法は河床に礫槽を設けて泥や落ち葉や枝などを除去し簡易的な粗ろ過効果を発生させ取水管から取水することにより、濁度の低い原水を取水することを可能とする方法である。

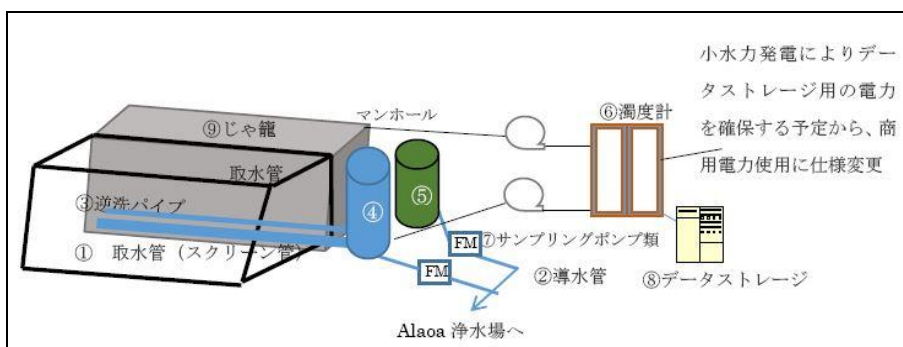



図 10：本事業で提供する技術の全体図

表 14：機材番号及び目的

番号及び目的	写真
①取水管 礫槽を通った水の取水を目的としたスクリーン管	
②導水管 小水力発電用の導水管	

	
③逆洗パイプ	
④・⑤マンホール 水を一時蓄積させることを目的とした枡	
⑥ 濁度計 濁度測定のための機材	
⑦ サンプリングポンプ・ケーブル 原水（試験水）を濁度計まで送水するポンプ	
⑧データストレージ 濁度及び流量のデータを蓄積	
⑨じゃ籠 礫を詰めた籠。落葉や泥などをろ過する役割。	

表 15：主要設備概要

設備	品名	寸法・性能	用途
土木	取水管（スクリーン管）	φ 200m/m 延長 =15.0m	伏流水取水用
	導水管（ダクタイル鋳鉄管）	φ 200m/m 延長 =31.5m	伏流水の取水・既設管への接続
	逆洗管（塩化ビニルパイプ）	φ 32m/m 延長=45.0m	レキ層逆洗用空気配
	流量計室	H4100xW1200xL2500	流量計設置用室
	逆洗室	（マンホール φ 1200）	逆洗用のブロワ接続
電気	濁度計	0-1000NTU	伏流水取水の効果確認
	サンプリングポンプ	容量 80 リットル/min 揚程 5m 150W	濁度計へ原水送水
	小水力発電機（商用電力使用に変更したため後日撤去）	発電出力 1.29kW	濁度経稼働動力

③ 国内外の販売実績

沖縄県内において、1984年に名護市久志区の簡易水道の取水堰として、伏流水方式による堰を設計、建設している。区の管理者によれば、この有孔管は30年間一度も目詰まりを起こすことなく取水している。これは、取水管の上に礫層を埋め戻している事により、泥や落ち葉、枝等による目詰まりが構造上発生しにくい事が要因である。当地の原水濁度は、発生源から直接流入する赤土等により、かなりの高濁度であると推測される。

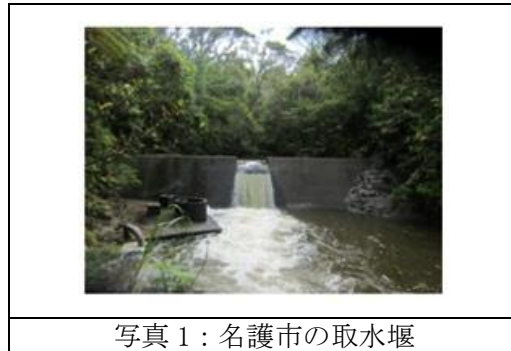


写真1：名護市の取水堰

④ 競合他社製品と比べた比較優位性

本技術は、安定して良質な原水を取水する方法として効果が期待できる技術である。伏流水取水方式は、現況スクリーンに対する落ち葉などの夾雑物による閉塞改善、また雨季の高濁度を低減する効果がある。堰高まで礫層を高くすることで洪水時の転石や流木などの堰堤への残留を防ぐ。さらに、礫層の逆洗管を設置することで礫間の目詰まりを除去することで、20年から30年の長期間の使用が可能となる。

濁度を低減させる前処理方法として、普通沈殿方式、凝集沈殿方式方式がある。

これらの方法と比較して、伏流水取水法の優位点は次の通りである。（詳細は、4章(3)参照）

- ・ 施工が容易。
- ・ 施工費用が安価。
- ・ 濁度軽減への効果が高い。
- ・ 維持管理に必要な人員が少ない。
- ・ 維持管理コストが安価。
- ・ 耐用年数が60年程度と長い。
- ・ 廃棄物が発生しない。
- ・ 建設のための広大な敷地が必要ない。

生物ろ過法を採用している浄水場との組み合わせでは、微生物の活動を阻害してしまうため、凝集沈殿方式の導入は困難である。また、多発するサイクロンに関してであるが、本提案事業は、河川底への設置が主であるため、影響を受けにくい。以上のことから本事業のように河川からの原水の前処理を行う方法としては、施工費用や維持管理のコストや難易度などの面から、伏流水取水方の優位性が高い。

2. 普及・実証事業の概要

(1) 事業の目的

本事業は、宮古島市及び沖縄県が2006年から協力してきた亜熱帯性、島嶼性での生物浄化法による浄水場運営の技術移転を補強するものである。浄水場は宮古島モデル・プロジェクトにて対象としたアラオア浄水場を対象とする。アラオア浄水場は前述の通り、雨季における濁度が高く、浄水場の負荷が高い状態である。水源はヴァイシガノ川の支流からの転流水を使用しており、乾季においても比較的水量は豊富である。サモアの河川は、一般的に雨季の大雨時に集水区域から大量の土砂が流入し、高濁水となる。特にアラオア浄水場はヴァイシガノ川上流での開発が進んでいること、勾配が急であること等からも原水の濁度が深刻な課題となっている地域である。

このような河川水を利用しているため、粗ろ過池の処理能力を超えた高濁水が流入し、処理が不十分なまま緩速ろ過池に到達し、緩速ろ過池（生物浄化法）による浄水能力も不十分なため、濁水を水道水として給水してしまうことが頻発している。粗ろ過池等の性能を補うため、薬品注入施設の導入などもあるが高額であり、かつ高度な技術を要する。このような方法に代わり、比較的低額で、かつ環境にも配慮した集水埋管を利用した伏流水取水法を既存の取水堰に取り入れることで取水レベルからの改善が可能となる。

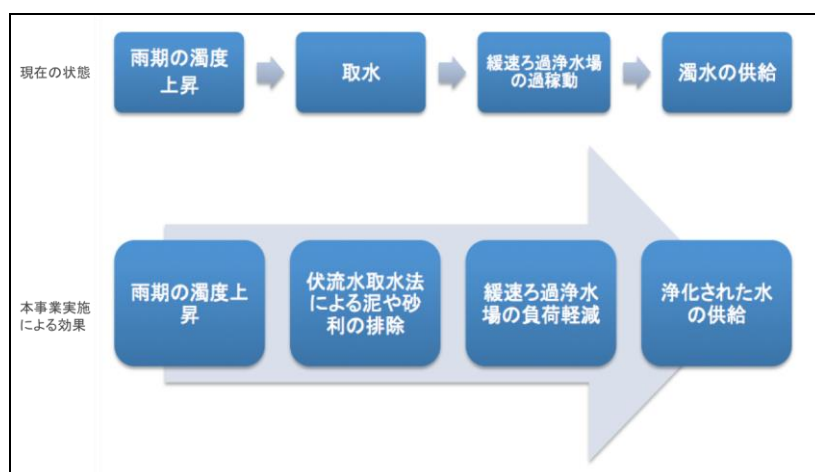


図 11：アラオア浄水場緩速ろ過池における課題点

本事業では、既設堰を活用し、目詰まり防止対策として逆洗管を用いた集水埋渠による伏流水取水法導入に向けた調査、設計および設置を行い、雨季時における高濁度な原水の濁度を下げ、緩速ろ過池（生物浄化法）の負担軽減を図る。本方式を活用した事業の主たる目的は次の3点である。

- ①サモア国内に在る緩速ろ過池（生物浄化法）へ流入する水の濁度軽減を行う。
- ②逆洗方式を実施し、目詰まりを防ぎ流量を確保することで、上水の安定供給が図られ公衆衛生の向上に寄与する。
- ③SWA 職員の維持管理技術の向上および自主運営を可能とする。

これらの目的を達成するために、伏流水取水法及び逆洗方式を活用した前処理による濁度軽減のデータ集積を行いその効果を実証する。さらにSWA職員による伏流水取水方式設備の維持管理技術の向上および自主運営を可能にするための技術指導を行う。

(2) 期待される成果

アラオア浄水場の負荷軽減に寄与する。更に、他の浄水場や取水口への本方式の導入が図られた場合には、濁度軽減による上水の安定供給に大規模に寄与することができる。サモア国内の公衆衛生の向上が期待され、更に SWA 職員の維持管理技術の向上および運営が可能となる。また、サモアと同様の課題を抱え、対策が必要なトンガ王国、フィジー共和国といった近郊の大洋州島嶼国へ同様な水の浄化・水処理の協力として、現地調査や実証事業を行い、沖縄の知見を活かした技術の水平展開が実現した時には、裨益者の増加が期待される。

将来的には、上水処理を中心とした事業展開および下水処理、水道メーター等の普及、販売を実施する事を予定している。サモアにおける事業化を当面の主たる活動拠点にする予定である。サモアを始めとする大洋州諸国同様に島嶼である沖縄の技術を用いて、前述した上水の濁度軽減の開発課題解決を中心とした水ビジネスを構築することにより、沖縄における雇用創出、技術向上、知見の集約等が可能となり、地元経済・地域活性化への貢献にも繋がると考えられる。

(3) 事業の実施方法・作業工程

ヴァイシガノ川内に既に設置されている既設の小型堰を利用し、目詰まり防止対策として逆洗管を用いた集水埋渠による伏流水を取水し、濁度および水量を観測し有効性を確認する。沖縄における上下水道事業の知見を持つ当社が事業全体のマネジメントを担当し、集水埋渠による伏流水取水技術導入の設計は(株)隆盛コンサルタント、濁度設置及びデータのストレージ構築およびデータ取得のための電力関係の配線工事は(株)沖電システムが担当する。本事業におけるメンテナンス等の技術訓練等を通じてカウンターパートの能力開発に繋げるとともに、公開フォーラムを実施し、関係者等にも広く本事業の有効性を報告する。

ア) 現地調査 (2013 年 12 月)

- ・地質調査および測量
地質調査 (ボーリング) 及び測量
取水管埋設の為に必要な岩盤の有無や性質等を調査し調査作業工程を確定し、平板測量により原図を作成
- ・事故防止対策
現地関係者と共同で労働安全対策についての現地と我が国の差異を確認し、不足分を工事開始時まで補完する対処策の検討
- ・現地法制度や規制についてのヒアリング及び環境アセスメント等の当局対応
サモア水道公社と協力し、資源環境局や河川管理局へ環境アセスメントおよび建設許可の申請に必要な資料の精査
- ・本事業に関わる労災の手配

イ) 設計 (2013 年 12 月～2014 年 5 月)

- ・日本から輸送する機材に関する保険等のアレンジ
- ・伏流水取水法に関わる配管、流量計柵等の全体設計
- ・データ取得の為に小水力発電機やストレージ等の設計

ウ) 機材調達 (2013 年 12 月～2014 年 4 月)

- ・本邦からの輸送予定：雨期の終了する 2014 年 5 月頃までに設計を終了し、その時期に機材を輸送する。

- エ) 現地法制度及び税金等の調査(2013年12月～2014年5月)
・環境アセスメント、関税等への対応のための書類作成
- オ) 市場調査(2013年12月～2015年10月)
・文献調査を主とした調査の実施
・現地における市場調査
- カ) 工事・機材設置(2014年9月～2014年10月)
・集水埋渠部分の建設
・濁度計、流水計設置およびデータのストレージ構築
- キ) メンテナンス1(防塵網及び空気のメンテナンス)(2014年11月)
・空気抜き配管の改良
・耐久性の高い取水網蓋の取り替え
・水力発電用配管の洗浄
- ク) メンテナンス2(小水力発電用取水口のメンテナンス及び仕様変更)(2015年2月)
・取水口の改良工事
- ケ) 普及・実証活動(2014年10月～2015年10月)
・パイロット試験及びデータ収集
現地コンサルタントによる定期的にデータの回収(年間(案):乾季月1回・雨季月2回)し、調査・分析は、日本国内で行う。
・データの内容
流量:逆洗実施管の流量変化を連続監視する。
濁度:河川原水と逆洗実施管の濁度変化を連続監視する。
その他:全窒素、硝酸態窒素、亜硝酸態窒素、鉄(II)などの項目を、パックテストにて試験を行う。(2015年7月に試験実施)
- コ) デモンストレーション及び説明会の実施(2015年10月)
実証データに基づき、SWAへ本事業の有効性の説明会の実施。
また、実施地において、逆洗のデモンストレーションを行い、SWAの担当者への技術指導を行う。今後は、SWAと共に現地にてオープンフォーラムを開催し、調査結果報告等の報告を行うと共に更なる技術の普及を図る。アラオア浄水場近隣市町村の関係者を始め広く招聘を行ない、積極的な対話を行なえる機会を創出する。また将来の事業化に向けてサモアおよび同様の地理的・気候的背景を持つ周辺国を含めた将来展開へ向けた関係構築を図る。
- サ) カウンターパートへの技術指導(2014年10～11月、2015年1月～2016年1月)
・現地語の設備使用マニュアル作成。
・SWAへ設備のメンテナンス作業についての技術指導を実施する。
- シ) 最終報告会(2016年2月)
SWA本部にて本事業の最終報告を行う。

表16:作業工程表

作業項目	2013年度												2014年度												2015年度											
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3							
①機械設備関係																																				
機械設備に関する事前協議																																				
設備調査																																				
設備調査																																				
アセスメント																																				
機械調査																																				
機械国内輸送・出国手配等																																				
機械輸送(海上輸送)																																				
機械保管期間																																				
機械搬入に関する事故防止対策																																				
工事・機械設置																																				
ハイロット試験																																				
アセンストレーション																																				
②教育、技術指導関係																																				
設備の設備マニュアル作成及び修正																																				
SW担当者への設備の取扱説明																																				
点検の指導																																				
保管、商品交換の方法指導																																				
③機器調査																																				
当局対応																																				
現行法規制及びFAV等の調査																																				
市場調査(販売先、準入可能性等)																																				
④設備向けセミナー																																				
調査結果報告等の公開セミナー																																				
⑤安全報告																																				
安全報告																																				
⑥設備稼働																																				
設備稼働																																				
⑦セミナー準備																																				
稼働における人選調整																																				
カリキュラム作成																																				
SW及び民生事業者へのアレンジ																																				
スケジュール管理、講師依頼等																																				
セミナー実施																																				
その他																																				
市場調査(現行法規、税制等)																																				
ハイロット・機械搬入調整																																				
機械搬入に関する関係等アレンジ																																				
市場分注																																				
指導マニュアル作成																																				
月次報告書(1)初年度(10月以内)																																				
月次報告書(2)10月(10月)																																				
月次報告書(3)10月(10月)																																				
業務完了報告書(案)																																				
業務完了報告書																																				

凡例: 作業予定 作業実績

(4) 相手国実施機関の概要

① 概要

組織の正式名：サモア水道公社 (Samoa Water Authority SWA)

所在地：245 Apia, SAMOA

設立年：1993年

組織の規模：職員数約241人

組織の目的：

SWA は Water Authority Act 1993/1994 に基づき 1993 年に設立された。Samoa Water Authority Act 2003 (SWA 行動規範 2003) のもとで活動を展開している。また、アピアのビジネス地区に限っては下水道設備を整備している。

現在及び将来に亘り、顧客に良質な水道サービスを提供することをビジョンとし、顧客に安全で安心な水道サービスを提供できるように効率的に管理することを使命として、次のような目標を掲げている。

- ・顧客対応の向上
- ・SWA の資産を効果的に管理する
- ・上下水道サービス提供の効果的な管理
- ・スタッフのキャパシティ・ビルディングの継続的实施
- ・計画目標にしたがった効果的な企業業績の監視、評価、報告の実施
- ・投資プロジェクト実施状況の効果的管理
- ・持続可能な財政維持に向けての活動
- ・ステークホルダーとの協議と連携の強化

このような SWA の使命や目標を達成するために、2025 年を目標年度とするマスタープラン Integrated Apia Master Plan for Water Supply and Drainage(ADB の支援により 2010 年に実施)により、上水道、衛生設備や排水設備に係るプロジェクトを進めている。主な業務内容:サモア全土の約 80%以上の地域に水道水を提供している公営の水道事業体である。SWA が担う仕事は、日本の自治体が運営する水道事業とほぼ同じであり、水源地からの取水、浄化処理後に配水、水道料金の徴収といった独立採算により水道事業を運営している。

給水エリア：ウポル島及びサヴァイイ島の上下水供給エリア
Apia における上下水システム

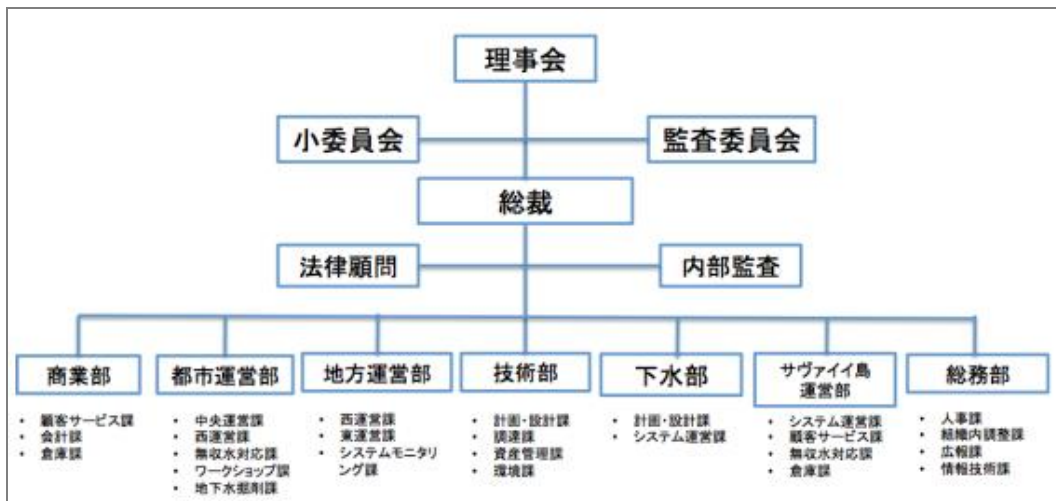


図 12：SWA 組織図
(出典：SWA へのヒアリング)

② 運営状態

SWAは赤字運営が続いており、現在の課金システムでは維持管理分を徴収している状態が続いている。SWAの財務実績（2015年6月末）によると、総収入および総支出は以下のとおり。なお、赤字に関してはEUからの財政支援に基づく政府補助金が充当されている。

表 18: SWA の財務実績（総収入および総支出）

年	総収入	総支出
2013年	19,936,927 WST (1,057 百万円)	25,371,254 WST (1,345 百万円)
2014年	20,650,016 WST (1,095 百万円)	26,218,363 WST (1,390 百万円)

SWAの年間の設備投資額およびEUからの財政支援含む政府補填金額は次のとおり。

表 19: SWA の設備投資額及び政府補填金額

年	設備投資額	政府補填金額
2013年	11,196,118 WST (594 百万円)	11,000,000 WST (583 百万円)
2014年	10,221,551 WST (542 百万円)	20,000,000 WST (1,060 百万円)

(1WST=53.015 円 : 2016 年 1 月)

年間の設備投資の内訳についてSWAへヒアリングしたところ、2014年の設備投資の内訳明細を得た。浄水場への設備投資費の比率は全体57%、下水道整備が13%、掘削用機材が30%であった。SWAによると例年浄水場への設備投資の比率は50～80%程度、下水道整備が20～40%程度、掘削用機材などが0～30%で年度により異なるが概ね推移しているとのことであった。

本提案技術の導入は、SWAの上記設備投資費によって賄われることを想定しているが、SWAの運営がEUからの財政支援に依存していることを考慮すると、早急かつ多額な出資は期待できない。その反面、本提案技術は前処理技術と比較して、初期投資および維持管理費が安価であり優位性が高い。サモアの国家戦略でも安定的な水供給が挙げられており、厳しい運営状態ながらも、今後の設備投資に本提案技術の導入の働きかけを続けていきたいと考えている。

SWAの運営状態改善のために特に必要な事項としては次の2点が挙げられる。

- ・無収水率の改善のための水道管の修繕
- ・水道メーターの設置による徴収率の向上

アピアにおいては、漏水対策の専門チームであるLeak Detection Unit (LDU)が、漏水探知チーム（10名程度）と漏水補修チーム（30名程度）で構成されており対応を行っている。LDUによると、目視により確認できる地上における漏水に限られているとのことである。更に、多くの水道管は25～30年前に設置された古いものであり、減圧弁が不足しているための高水圧や施工不良などによる漏水が多く、抜本的な解決には至っていない。無収水への対策としては、水道メーターの新規設置による定額制から課金制への転換を進めているが進捗は遅い状態が続いている。

③ 料金回収率

料金回収率：請求に対して徴収が行われた金額の比率 (Billing Efficiency)

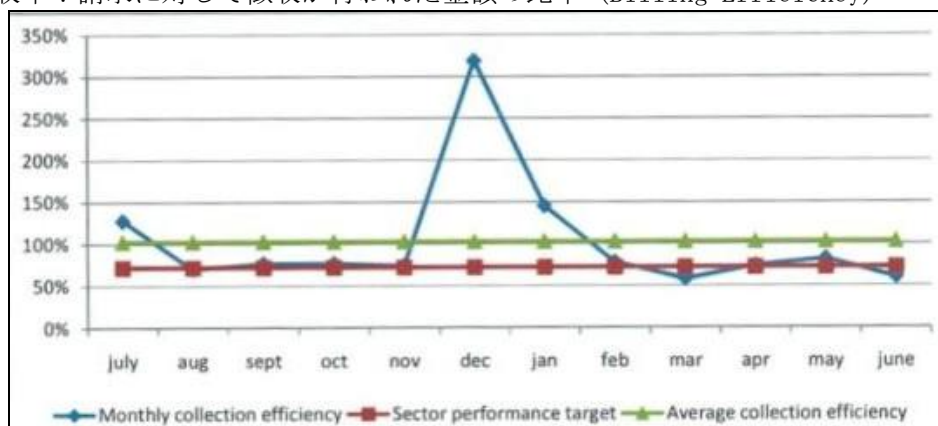


図 13：SWA の料金回収率

(出典：SWA 年報 2010-2011, 2011-2012, 2012-2013, 2013-2014)

2010/2011 年度は 69%、2011/2012 年度は 75%、2012/2013 年度は 78%、2013-2014 年度は 74.3% であり、目標値の 73.5% を達成した。

④ 減価償却費を控除した支出に対する収入の比率 (Cost Recovery)

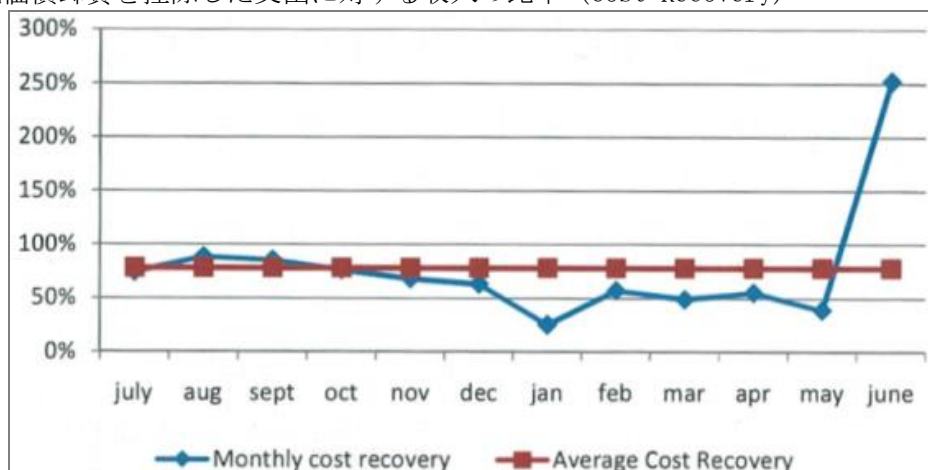


図 14：減価償却費を控除した支出に対する収入の比率

(出典：SWA 年報 2010-2011, 2011-2012, 2012-2013, 2013-2014)

2010/2011 年度は 73%、2011/2012 年度は 75%、2012/2013 年度は 67%、2013-2014 年度は 67% であり、改善は見られなかった。これは現状では料金の値上げを実施することが困難であることが原因である。SWA は、無収水率の改善を積極的に進めることと対応する方針である。

⑤ 人材育成について

国内研修として、技術水準、知識レベルに応じた研修プログラムを実施しており、主に 1~2 週間で 1 つのプログラムを構成している。講師は SWA の内部スタッフがやっている。海外研修として、ドナー国からの招聘に基づく施設見学、技術習得のための研修機会が提供されてきた。SWA の多くの職員が沖縄に訪問しており、人的な交流が以前から深い。特に、維持管理については、都市運営部、地方運営部、サヴァイイ島運営部、下水部の各課が行っており、JICA 草の根技術協力で宮古島にて研修を受けているスタッフが複数いる。

(5) 投入（要員、機材、相手側投入、その他）

表 20: 投入（要員、機材、相手側投入、その他）

2015年2月末時点累計投入実績	47.01MM（現地 7.66MM 国内作業 39.35MM）
福山商事（株）	19.74MM（現地 1.89MM 国内作業 17.85MM）
（株）オオマエ	1.0MM（現地 0.60MM 国内作業 0.40 MM）
（株）沖電システム	3.17MM（現地 1.52MM 国内 1.65MM）
カーボンフリーコンサルティング（株）	19.50MM（現地 3.25MM 国内 16.25MM）
（株）隆盛コンサルタント	3.60MM（現地 0.40MM 国内作業 3.20 MM）

(6) 業務実施制

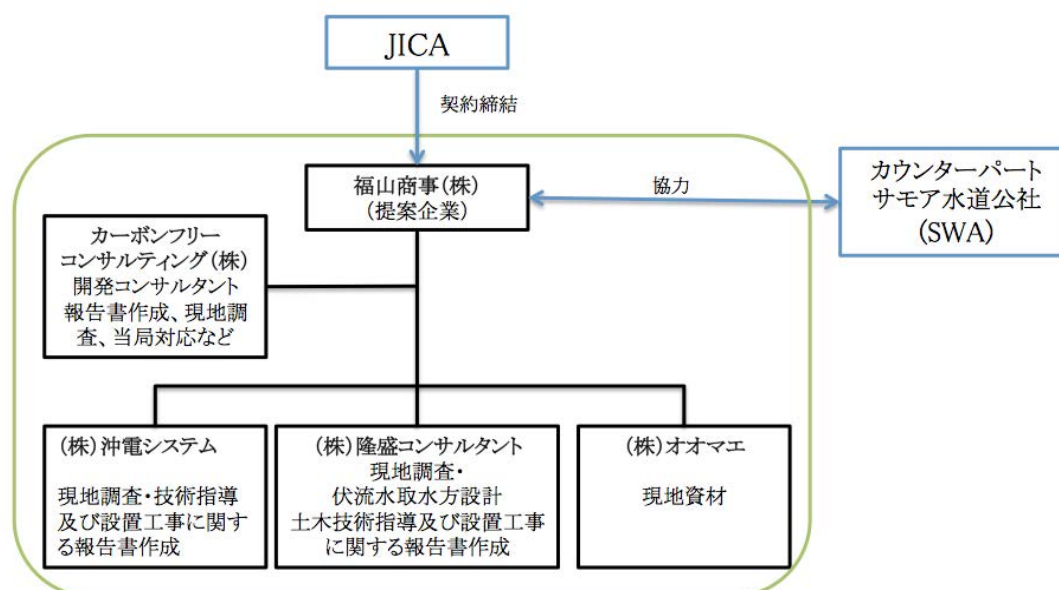


図 15：業務実施制

表 21：団員構成

氏名	所属	担当分野	主な担当業務内容
福地正行	福山商事(株)	総括	現地政府との調整 外部委託先との調整
福山一郎	福山商事(株)	統括補佐	統括補佐業務、現地調査員
高江洲卓	福山商事(株)	業務調整	現地調査員及び報告書作成 取りまとめ
大前隆之介	(株)オオマエ	ローカルパート ナー調整	現地資材調達調整
加藤温	(株)オオマエ	ローカルパート ナー調整	現地資材調達調整
池村弘	(株)隆盛コンサルタント	チーフアドバイザー	地質調査、設計
新城圭太	(株)隆盛コンサルタント	チーフアドバイザー代理	現地調査員及び設計責任者
宮城芳和	(株)隆盛コンサルタント	現地調査	現地調査員及び設計担当
佐久川義朗	(株)沖電システム	ビジネスモデル 開発	ビジネスモデル開発
中本智江	(株)沖電システム	報告書作成	実証データ取り纏め 報告書作成
米田正文	(株)沖電システム	現地調査	現地調査、電気計装
中西武志	カーボンフリー コンサルティング(株)	チーフコンサル タント	環境社会配慮責任者(環境 社会配慮団員)、報告書作 成補助、市場調査補助、当 局対応補助
山口泰広	カーボンフリー コンサルティング(株)	副チーフコンサル タント	当局対応、会計、外部人材 活用、ビジネスモデル構築
村石由里弥	カーボンフリー コンサルティング(株)	社会配慮調査及 び対応(悪臭、 水質等)保健衛 生全般対応	市場調査、環境配慮調査及 び対応
松本光世	カーボンフリー コンサルティング(株)	現地法、TAX 等 調査税理士	現地法制度、税等調査対応
石田康明	カーボンフリー コンサルティング(株)	都市計画・報告 書	技術アドバイザー、モニタ リング、報告書作成

3. 普及・実証事業の実績

(1) 活動項目毎の内容と成果

① 主な活動と実施時期

本普及・実証事業における主な活動及び実績について以下の年表にまとめた。

表 22：主な活動及び実績

時期	実績
2013年12月	現地調査（ボーリング調査、平板測量、既設埋設管調査）
2013年11月～12月	事故防止対策
2013年11月～2014年1月	現地法制度や規制に関するヒアリング及び環境アセスメント等の当局対応
2013年11～12月	本事業に関わる労災の手配
2014年5月～2014年6月	工事許可申請
2014年8月	免税手続き
2014年6～11月	工事・機材設置準備（機材確認、関税手続き、輸送など）
2014年9～10月	工事・機材設置
2014年11月	メンテナンス1（防塵網及び空気のメンテナンス）
2015年2～3月	メンテナンス2（省電力発電用取水口のメンテナンス及び仕様変更）
2015年7月	PAC試験、機材設定確認
2015年3～10月	データ収集及び実証結果の分析
2015年10月	経過報告会実施
2016年2月	最終報告会実施

② 活動の内容と成果

ア) 現地調査(2013年12月)

(a)地質調査（2013年12月）

設計図作成および必要機材の決定のため、地質調査を実施した。土木工事にて構造物を建設する際には地盤の状態の調査が必要であり、工事箇所の土の強度や変形特性を求め、基礎、地下掘削などの挙動を予測する必要がある。土質により機材が異なることに伴い作業効率も変化し、工事期間、積算や現地施工業者との工事金額にも影響を及ぼす。

調査は、地質調査（ボーリング調査および標準貫入試験）、平板測量・既設埋設管調査を実施した。機械ボーリング調査では、調査地の地層状況、強度分布を把握し、採取したボーリングコアの観察により、土質の判定を行った。標準貫入試験では、ボーリング孔を利用して、土の硬軟、締まり具合等を確認した。

◆ ボーリング調査(2013年12月)

〈結果〉：当初は、既存堰側で付近でのボーリング孔を3か所、各5m、標準貫入試験を各孔5回で予定していたが、河川を調査したところ非常に硬い玄武岩や巨礫が存在し計画深度まで掘削することができなかった。そのため、ボーリング箇所を増やし土質確認を試みた結果、付近一帯には浅い深度で玄武岩が広がっていることが考察される。当該地域で行ったボーリング調査結果を以下に示す。

表 23 : ボーリング調査結果

ボーリング孔	深さ (m)	土 質	N 値 ⁵
1	0.0	表土と川の砂利と瓦礫	22 50/43.3
	1.0~2.0	やや角ばった玄武岩の砂利	
	2.7	非常に困難な掘削※1	
2	0.0	表土と川の砂利	50 35 50/28.6
	1.0~2.0	やや角ばった玄武岩の砂利と巨礫	
	2.0~3.0	やや角ばった玄武岩の砂利と巨礫	
	3.0~3.5	非常に困難な掘削	
3	0.0	新しい玄武岩の砂利	
	0.5	非常に困難な掘削	
4	0.0	土と砂利	29 24 50/40.5
	1.0~2.0	玄武岩の巨礫と川の砂利	
	2.0~3.0	玄武岩の巨礫と川の砂利	
	3.0~3.5	非常に困難な掘削	
5	0.0	表土と川の堆積物と砂利	50/43.8
	1.0	玄武岩の砂利	
	1.5	非常に困難な掘削	
合計	11.7m		9 回

※1 : 現地ボーリングマンシンのビット (先端の岩盤を削る爪) が摩耗しており、日本製とは異なっていることが原因と考えられる。

固い玄武岩への対応策として、掘削機械 (バックホー) は、通常のバケット部分のアタッチメントとしてブレイカーを装着した。ブレイカーでの掘削は、通常のバケットによる掘削に比べ作業効率が悪く、作業時間は長時間を有した。そのため、現地滞在期間中のボーリング孔は1本の調査となり、残り4本は現地建設会社 Bluebird Construction が実施し、調査結果が共有された。

本事業では、掘削深約 2.5m~3.5m 程度、幅 3m 程度であるため、ブレイカーでの作業でも掘削作業およびスケジュールへの影響はないと考える。また Bluebird Construction 社の見解も同様であることも確認済み。

◆ 平板測量 (対象とする地域の等高線地図や地形図の作成するための測量) (2013年12月) 〈結果〉 : 取水口周辺の平板測量、横断測量を行った。この測量結果を基にして伏流水取水スクリーン管の埋設位置、接合井などの詳細設計を行うことが可能となった。また、横断測量により得られた図面で、新たに取水した濁度の低い原水を浄水場へ運ぶため、既設管との接続位置を決定する。

得られた測量平面図を用いて伏流水取水装置の概略図を作成した。現地建設工事を実施する中で、設計の修正が必要となり変更を行った。既設取水口はヴァイガシノ川の流れが二つに分岐する個所に建設されている。伏流水取水装置はその既設取水堰より 5~10m ほど上流の河川内に建設し、流量計室は中洲部分に、逆洗室と濁度計は雨期の洪水時に際しても影響を受けない地点に建設する計画である。また伏流水取水装置から得られた、低濁度の原水を浄水場に導水する目的で、既設導水管に接続する。

⁵N 値 : 重さ 63.5kg のハンマーを 76cm の高さから自由落下させ、標準貫入試験用サンプラーを打ち込み、貫入量 10cm ごとの打撃回数を記録し、累計 30cm 貫入時の総打撃回数。打撃回数は 50 回を上限とし、測定開始震度と貫入量を記録する。「50/10 (打撃回数/貫入量)」のように記載

測量図面による取水口計画位置の計画

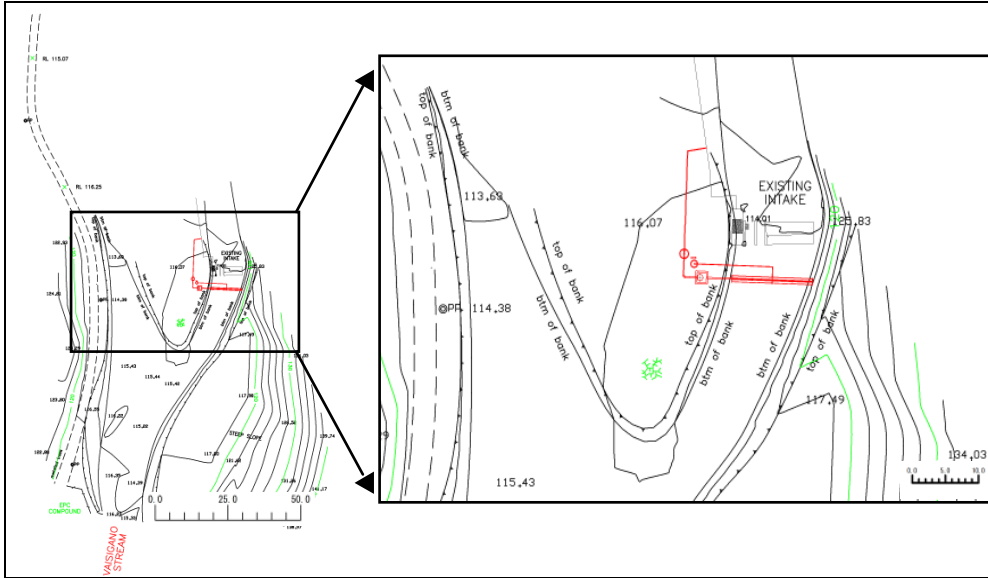


図 16：取水口計画位置

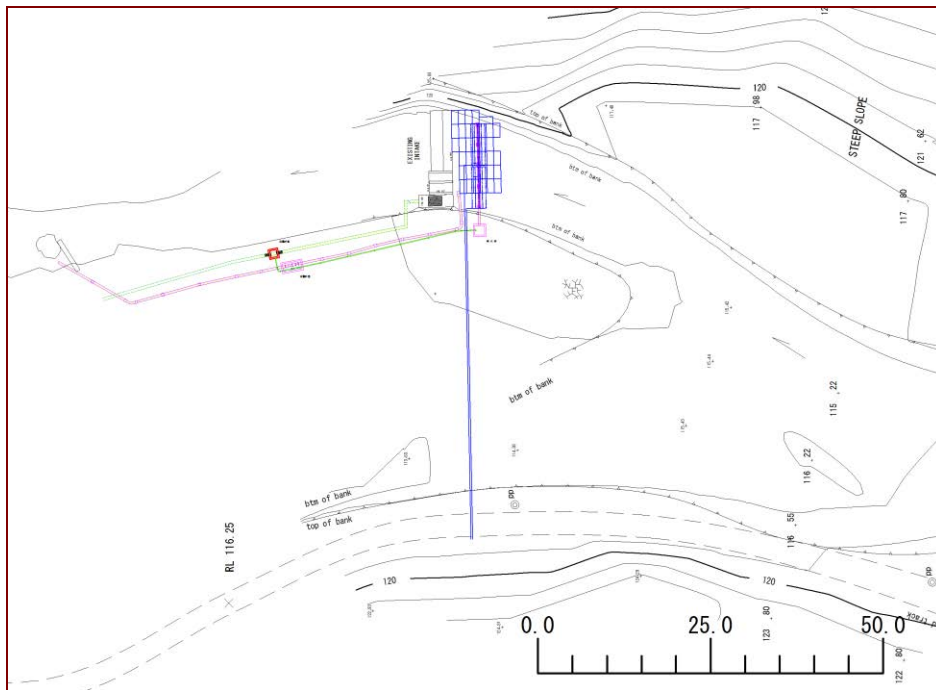


図 17：取水口計画位置（変更後）

横断面図（図 18）は河床深さ、中洲部の断面、さらに、伏流水装置を設置し、流量計室の大きさ、設置位置、導水管のつなぎを計画するために必要な測量である。

既設導水管への接続位置を決定し、資材を不足なく算出する目的で、既設管の位置を確認する必要があった。そのため、管探査装置を用いて既設管の位置を確認、縦断測量により既設管埋設位置上の地形の起伏を測量した。この結果、新たに取水した低濁度の原水を浄水場へ運ぶ為の既設管との接続位置が分かった。

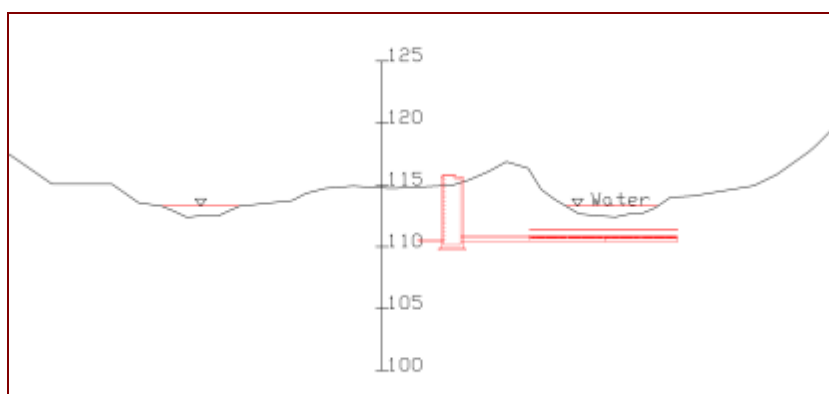


図 18:計画横断面

◆ 既設埋設管調査：管探査機を用いた調査、金属杭打ち/GPS 測定（2013 年 12 月）

〈結果〉：SWA に埋設管の正確なデータが存在していない事が明らかになったため、管探査機を用いた調査を実施せざるを得なくなり、人員を必要とした。取水口の出口より既設管の反応が確認できたため、反応を追いながら草藪の中を伐採して位置を特定した。管探知機の反応を追っていくと、取水口より約 50m 下流側で、コンクリート構造物が確認された。これは、導水管を防護する為のコンクリートであると見られる。

〈成果〉：地質測量の結果、河川付近の一帯には、浅い深度で非常に硬い玄武岩が広がっていることが考察されたので、掘削機械（バックホー）は、ブレーカーを装着し作業を実施した。平板測量の結果より測量図面による取水口計画位置の計画をたてた。既設埋設管調査の結果、取水管と結合箇所が明らかになった。

また、SWA タイナオ総裁及び幹部、MNRE と面談の上、本事業推進の協力を取り付け、地質調査、平板測量についての協力が得られた。SWA からは、ボーリング器材搬入のためのルート確保が必要になった際の、ユンボによる整地等の協力が得られた。

現地建設事務所等へのヒアリングでは、本邦購入資機材と現地購入資機材の凡その内訳が明らかになった。

(b) 事故防止対策（2013 年 11～12 月）

日本国内における主な事故防止対策（以下 1～5）について調査し、現地関係者へ提案。

1. 統括安全衛生責任者の選定（対象：施工管理者）
2. 下請負業者安全衛生責任者の選定（対象：現地企業作業員取りまとめ）
3. 危険予知活動の実施
4. 新規入場者講習の実施
5. 施工管理体制表（顔写真入り）の作成

成果：上記内容の実施について、SWA、現地コンサルティング企業、現地下請工事会社とサモアに即した事故防止対策を講じることで理解を得られた。

(c) 現地法制度や規制についてのヒアリング及び環境アセスメント等の当局対応（2013 年 11 月～2014 年 1 月）

SWA 及び MNRE への面談及びボーリング調査実施に係る申請を行った。

成果：SWA 幹部への面談により SWA の業務遂行に係る関連する法律及び規制が明らかになった。（前述の「SWA の業務施行に関する法律、規制」）

また、ボーリング機材の賃借の手続きを MNRE に行った際には、環境アセスメントの必要性の有無については事前に問い合わせを行った結果、本事業は必要ないことを確認した。MNRE とは、機材の賃借に関する契約書（Contract for Services）及びドリルの申請（Drilling Permit）を締結する必要があることが明らかになった。

またボーリングを実施する為には、計画・都市管理庁（PUMA）に、Planning and Urban Management Act 2004 に基づく開発同意申請書(DCA:Development Consent Application Form)を提出する必要があると明らかになった。（別添資料 1 参照）

(d) 本事業に関わる労災の手配（2013 年 11～12 月）

国内の労災保険についてサモアでの適用条件の調査を実施した
 成果：国内の労災保険では、現地作業員（海外）には適応していない為、現地作業員に対する災害については、現地企業側が負担することになった。

イ) 設計(2013 年 12 月～2014 年 5 月)

工事許可申請（2014 年 5～6 月）

前述の通り河川の開発を伴う水道プロジェクトを実施する場合には、環境影響評価(EIA)Regulation 2007（別添資料 2）に基づき、環境影響評価報告書(CEAR)もしくは、簡易環境評価報告書（PEAR 別添資料 3）を作成し PUMA に提出する必要がある。工事実施にあたっては、CEAR もしくは PEAR 及び DCA を提出し、Development Consnt（開発合意 別添資料 4）を事前に得ておく必要がある。

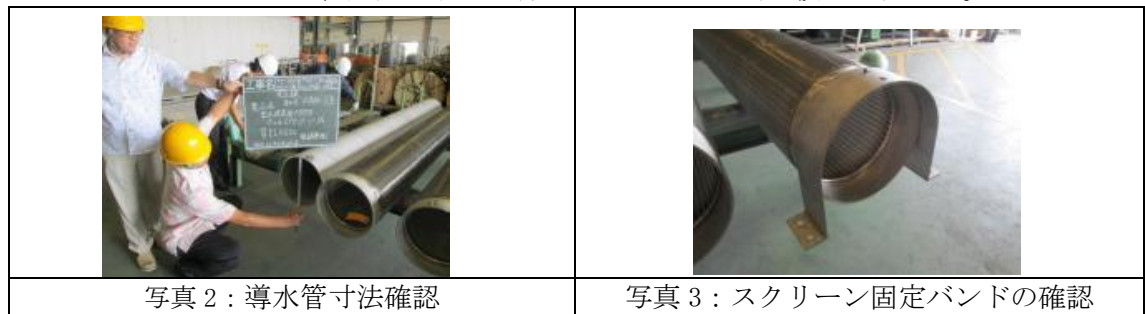
本事業は、PUMA に事前相談した結果、PEAR 及び DCA の提出が求められた。PEAR を作成し提出を行った。また、DCA を作成し、提出したところ PUMA から Development Consent が発行された。

ウ) 機材調達（2013 年 12 月～2014 年 4 月）

(a) 工事・機材設置

事前準備（2014 年 6～11 月）

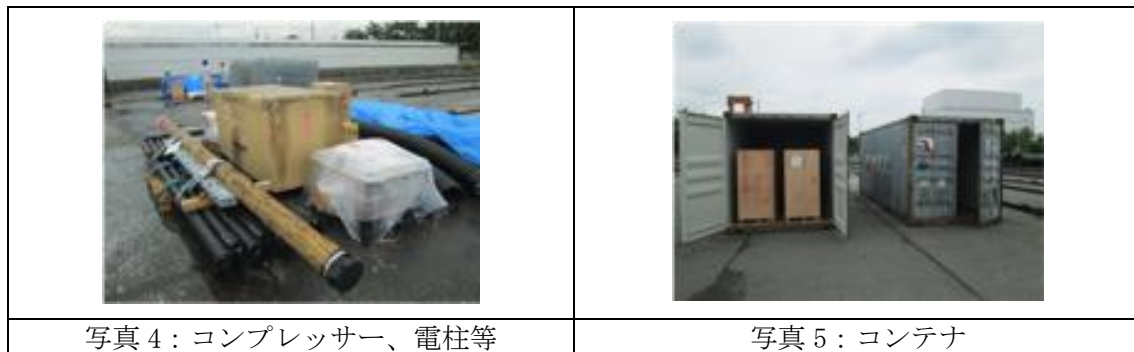
輸出機材について国内の製造工場で作成された製品が、規格通りの寸法、形状、数量となっているか巻尺をあて、図面と照らし合わせながら立ち会い検査を行った。



(b) 輸送

以下の現地使用機材の輸送を行った。

- ・コンプレッサー（エアホース）…………… 1 式
- ・蛇籠（0.50m×1.20m×2.00m）…………… 60 組
- ・仮設パイプ φ 200…………… 1 式
- ・発電機用パイプ（VP φ 300）…………… 1 式
- ・鋳鉄管 DCIP φ 100…………… 1 式
- ・集水埋渠スクリーン（SUS φ 300）…………… 1 式
- ・制御盤（計装盤）…………… 1 面
- ・水質計器盤…………… 1 面
- ・輸送用コンテナ…………… 2 個



エ) 現地法制度及び税金等の調査

(a) 機材輸送手続きに係る報告（国内税関手続き）

サモア向け機材輸送については、共同運輸株式会社（大阪市）に委任して、サモア国での通関手続きに必要な証明書類を準備し完了した。

(b) 免税手続き（2014年8月）

本事業実施に伴い、我が国から機材の輸出を行った。本事業に関する関税の取り決めに關しては、サモア国財務省および税務省と協議を行った。その結果、SWA 総裁から、財務省および税務省に免税に関するレターと品目リストを提出することで、免税扱いとなった。

オ) 市場調査（2013年12月～2015年10月）

サモア国の経済の状況及びの調査、MOHや他のドナーへのヒアリングを行った。調査結果は第1章(1)に記載。

カ) 工事・機材設置（2014年9～10月）

現地で実施した工事の作業内容は項目ごとに分類すると以下のようになる。

- ・ 伐採作業
- ・ 集水桝築造工
- ・ 流量計室築造工
- ・ 排水桝築造工
- ・ 管路掘削作業
- ・ 仮設堰、仮設配管（当初計画位置）
- ・ 仮設堰、仮設配管（変更計画）
- ・ 河川掘削
- ・ スクリーン配管
- ・ 砂利埋め戻し
- ・ 排水管路布設工
- ・ 導水管の布設
- ・ 逆洗管配管
- ・ 蛇かご設置
- ・ 電気設備



SWA 総裁は本事業に大きな期待を寄せており、工事現場にも視察に来られた。現場にて工事の手法や具体的な効果等について細かな質疑応答が行われた。濁度軽減についての効果が証明されたならば、アラオア浄水場全体の実施は可能なのかという具体的な質問もあった。更に未浄水処理区においても特に、アフィアマルが最も劣悪な状況であり改善に本手法を使えないか等の具体的な打診があった。Jammie 総裁の考えとしては、効果が認められた場合には規模を拡大し、未浄水処理の地域においても活用したいとのことであった。

キ) メンテナンス1 (防塵網及び空気管のメンテナンス) (2014年11月27、28日)

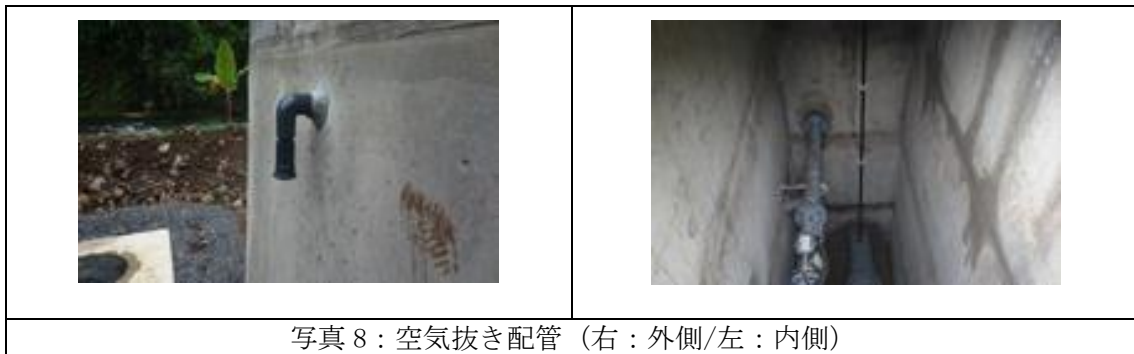
◆ メンテナンス必要箇所及び想定される原因

2014年10月の設置工事時において、日本より準備した防塵網(ビニール製)が輸送中に破損していたため、急遽代替物として、現地にてスチール製の網を購入し箱状に制作して防塵網の代用として設置した。しかし、設置工事完了時にSWA側に上記事情を説明したところ、日本製の耐久性の高いステンレス製の網を製作して取り換えて欲しいとの要望があった。したがって、メンテナンス時(2014年11月)には、日本にて製作したステンレス製の防塵網に取り替えをおこなった。

また設置工事完了後に現地視察した時に、水中の小水力発電用取水管が水を吸い込む際、水中の空気も一緒に吸い込み、エアが絡み管内流量が増減する現象が確認された。小水力発電用の取水管への空気の流入が要因と考えられる水量の低下が見られたため、空気管の修繕が必要となった。更に、大量の堆積物が原因で、安定した電力の確保が困難であったため、濁度・流量を計測する濁度計・流量計の動力の変更にとまなう仕様変更が必要となった。

◆ メンテナンス内容

メンテナンス①においては、耐久性の高い取水網蓋の取り替えを行うと共に空気抜き配管の改良を行った。水力発電用配管の洗浄を行い、所定の発電量を確認したが、翌日には再び小水力発電機が停止していた。この原因として、現状の取水管の有孔面積では、取水量が少なく、取水口自体の改良が必要と判断した。11月の改良工事を受けて、JV関係者と改良について協議を行い、2015年2月に再度改良工事の為、サモア渡航となった。



ク) メンテナンス 2 (小水力発電用取水口のメンテナンス及び仕様変更) (2015 年 2 月 17 日～3 月 12 日)

小水力発電用の取水量が少ないため、新たに柵を設置した。しかし、土砂の流入が確認されたため、データ取得用の電力確保のために商用電力の使用申請を SWA の協力を得ながら EPC (サモア電力公社) に行った。

◆ 修繕必要箇所及び想定される原因

データ取得用の小水力発電用の取水管の詰り。原因としては、調査時には想定していなかった大量の土砂が流入してくることが挙げられる。一晩の大雨で砂利層が詰まる。

◆ 修繕内容

砂流入対策として、取水口を覆うようにコンクリート柵を設置した。

◆ 修繕結果

取水口の改良工事を終え、取水量、必要発電量も確認できた。しかしながら、翌日には、小水力発電機の稼働が停止していることが判明した。コンクリート柵の周りに並べた砂利層に土砂が溜まり、固化して必要水量確保できない。そのため、データ取得用の電力が確保できない。伏流水取水設備については、1,300 m³/日 (計画予定水量 1,000 m³/日) の取水量であり順調に稼働していることを確認した。

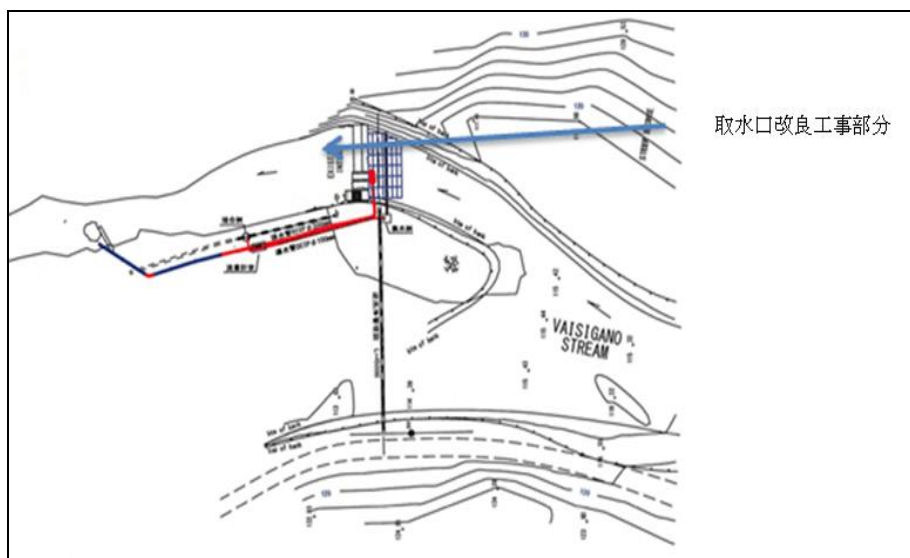


図 19 : 取水口位置

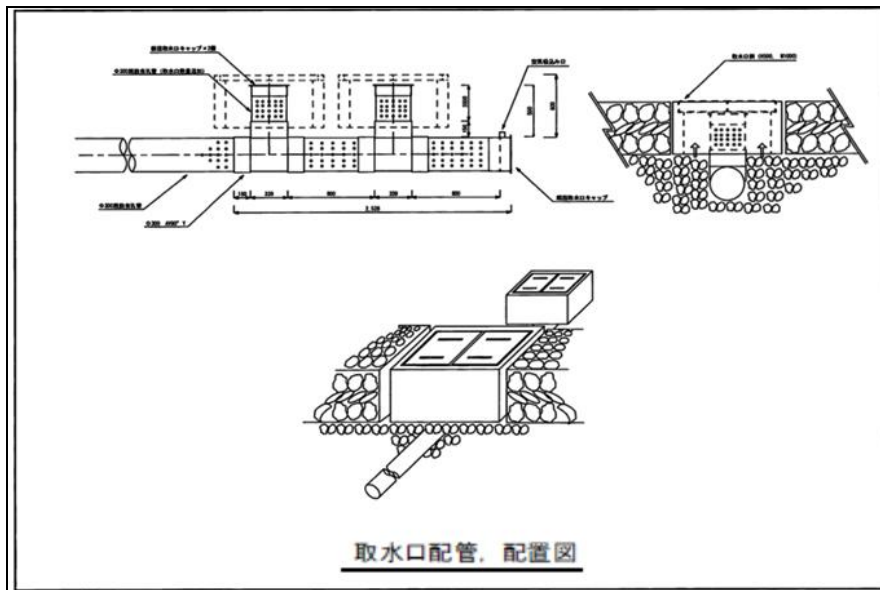


図 20：改良部分の設計図

ケ) 普及・実証活動(2014年10月～2015年10月)

(a) PAC試験、機材設定確認 (2015年7月6～8日)

河川水と伏流水の全窒素、硝酸態窒素、亜硝酸態窒素、鉄の各項目についてパックテストを実施した。

<p>全窒素 (河川水)</p>	<p>全窒素 (伏流水)</p>
<p>硝酸態窒素 (河川水)</p>	<p>硝酸態窒素 (伏流水)</p>

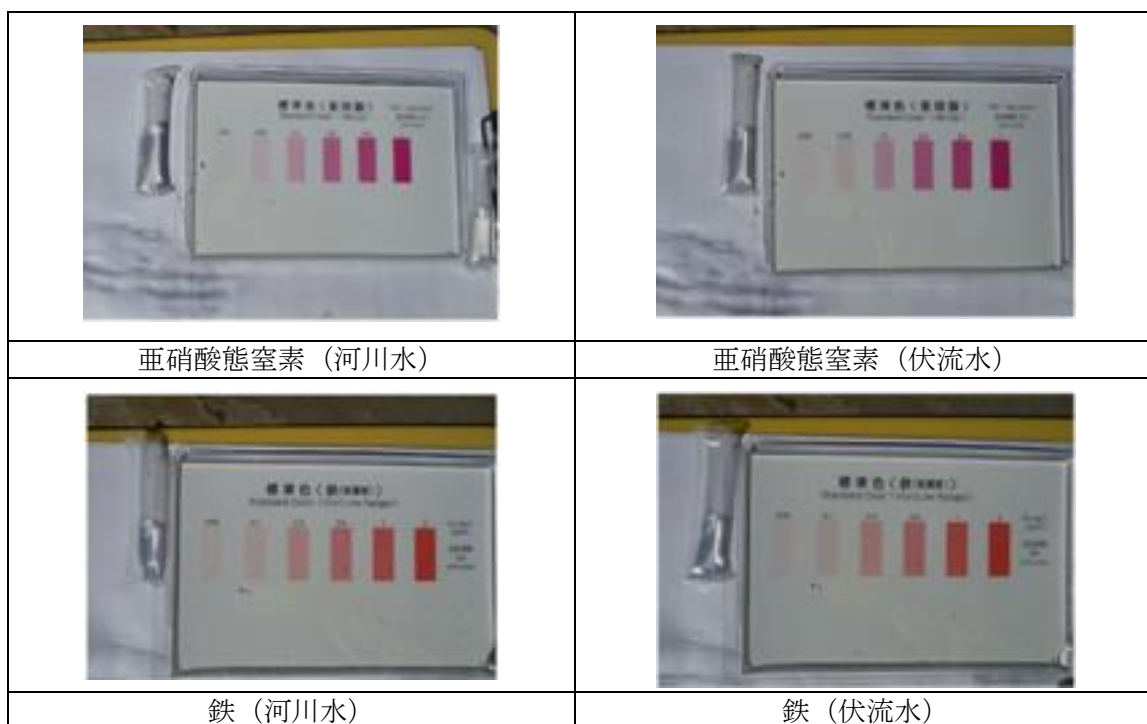


写真9: パックテスト

上記の PAC 試験結果は、河川水、伏流水ともにいずれの成分も極微量のため出限界以下であり検出されなかった。

また、集水柵内部の採水を行う、水中カメラで堆積物の有無の確認などを行ったところ、いずれも問題が発生していないことを確認した。

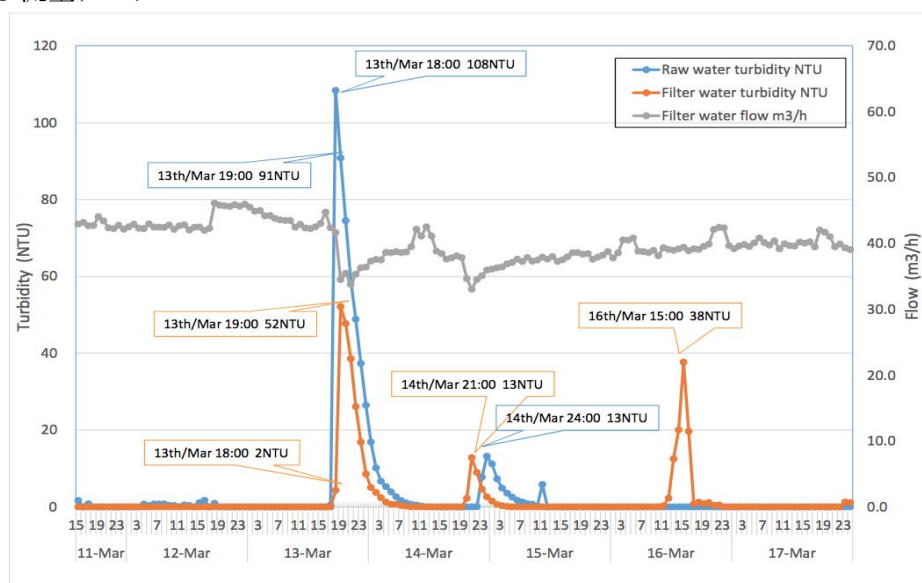
(b) データ収集および析（2015年3月11日～2015年10月4日）

以下のデータは2015年3月11日から5月30日までの原水及び伏流水の濁度及び量を示したものである。

左の縦軸は濁度を示す。右の縦軸は流量を示す。（青線が原水の濁度、オレンジが伏流水取水法の濁度を示す。灰色線は流量を示す）

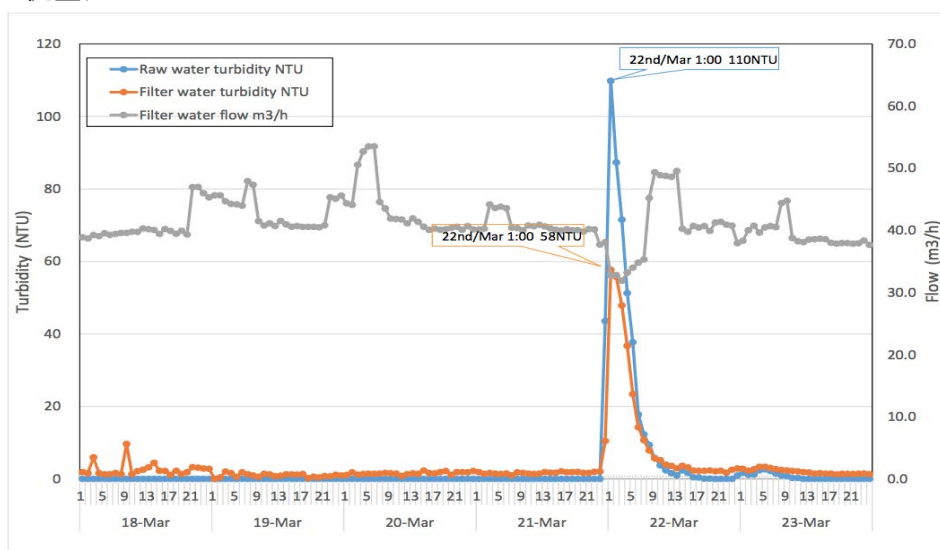
大雨の影響で濁度に関しては、3月13日の15時辺りから原水および伏流水取水法を用いた水も急速に悪化しており、18時に原水は108NTUを記録している。それに比べて伏流水取水法を用いた濁度は同時刻でも52NTUであり、原水と比較して除去率は51.9%であった。同様に3月26日の濁度は、原水は530NTUであったのに対して、本事業においては66NTUにまで軽減しており、除去率は47.3%であった。流量については平均して40 m³/時間前後で推移しており、計画の水量を確保している。流量はこの期間ほぼ安定していることがわかる。

(i) 濁度及び流量
濁度及び流量データ 1

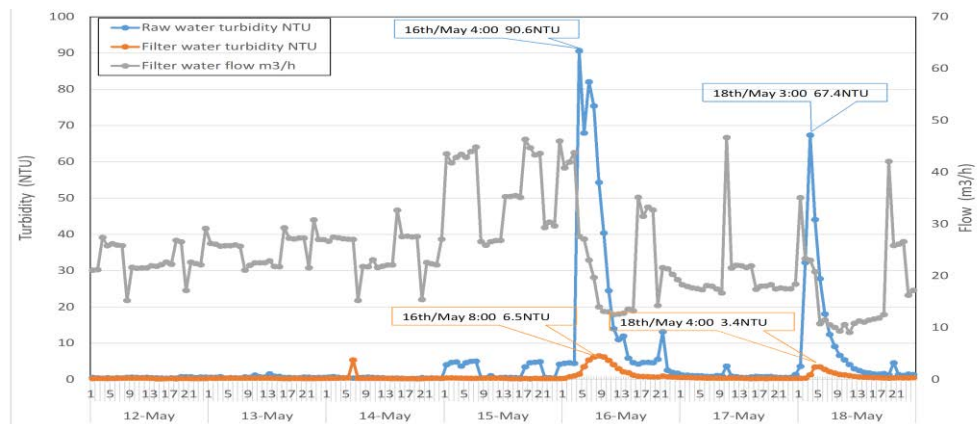
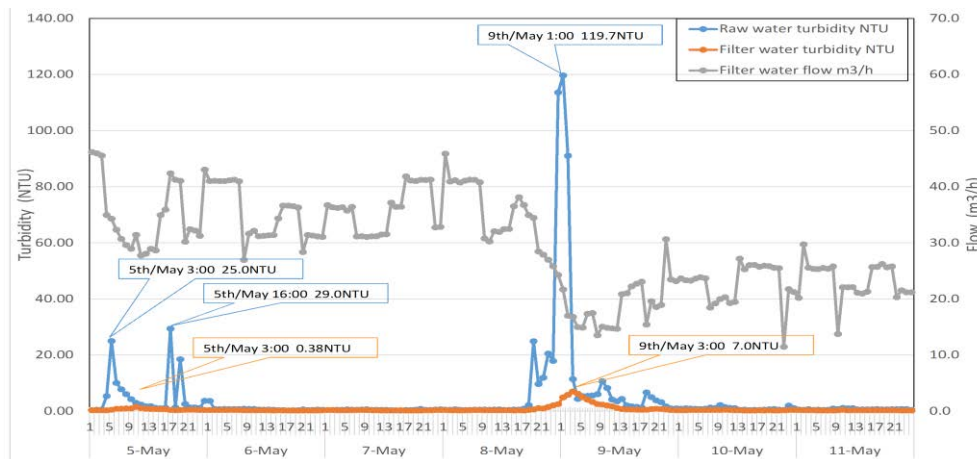
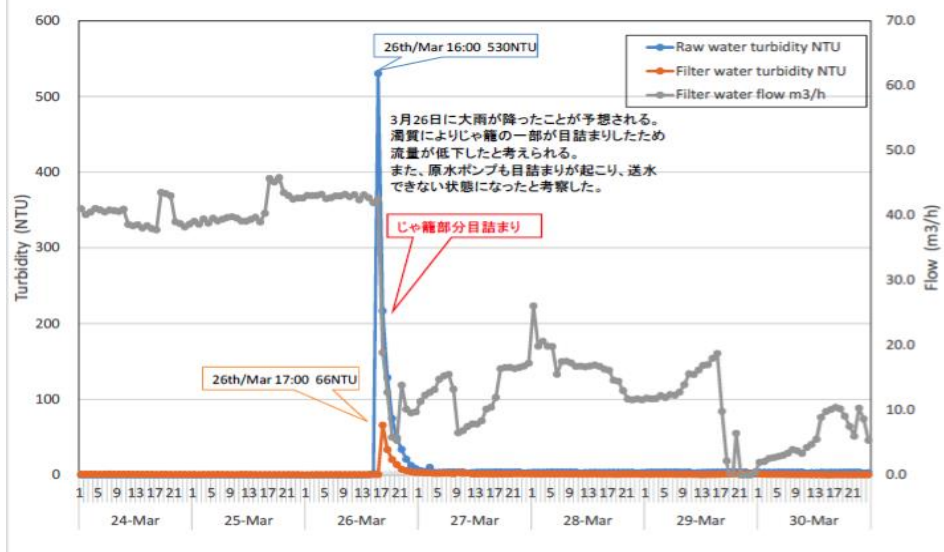


以下のデータ 2 は 2015 年 3 月 18～23 日を示す。データ 1 と同様に流量は安定していることがわかる。3 月 26 日に原水が 110NTU を記録したのに対し伏流水取水法は 58NTU であった。

濁度及び流量データ 2



濁度及び流量データ 3 : 2015年3月26日には大雨の影響によるじゃ籠の目詰まりを起こし流量が低減した。(その後の修繕工によって4月17日以降回復した。データは別添)



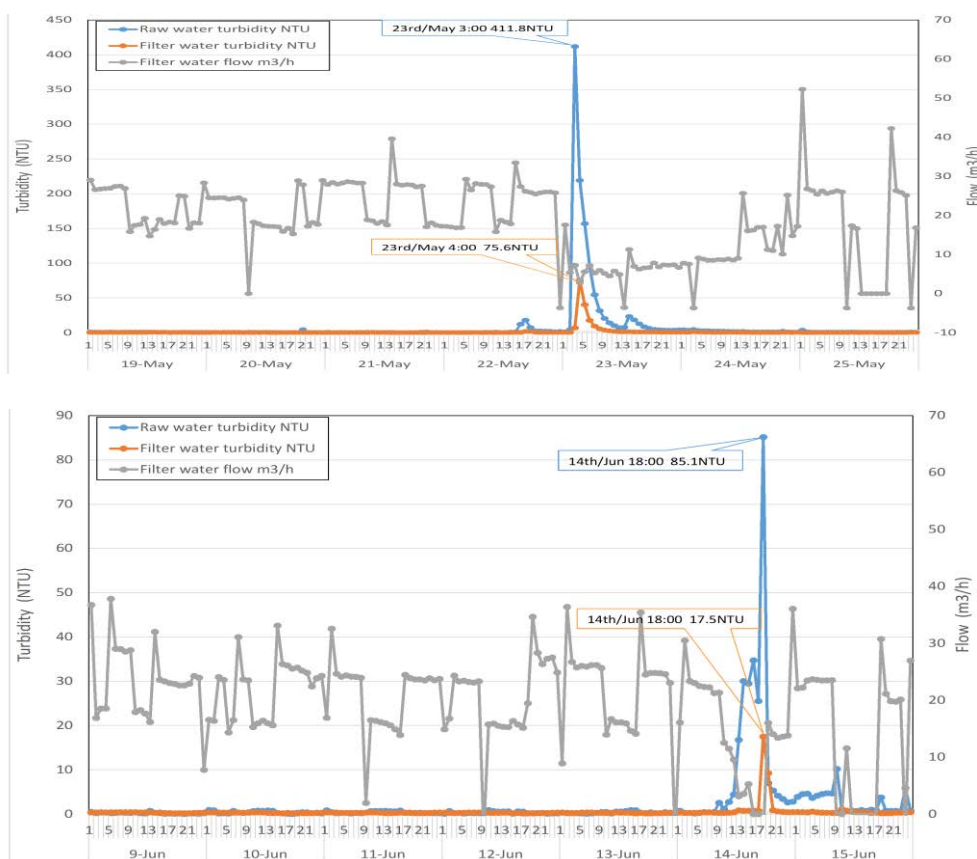


図 21：取得データ（2015年3月～6月分）

(ii) 濁度軽減効果の検討

原水濁度と伏流水濁度、除去率測したデータから原水濁度のピークを示した時の伏流水濁度、除去率を下表に示す。

表 24：原水濁度と伏流水濁度、除去率

日時	原水濁度	伏流水濁度	除去率
2015年3月13日19:00	108NTU	52NTU	51.9%
2015年3月22日01:00	110NTU	58NTU	47.3%
2015年3月26日17:00	530NTU	66NTU	87.5%
2015年5月9日01:00	119NTU	7NTU	94.1%
2015年5月16日04:00	91NTU	6.5NTU	92.9%
2015年5月18日03:00	67NTU	3.4NTU	94.9%
2015年5月23日03:00	412NTU	75.6NTU	81.7%
2015年6月14日18:00	85NTU	17.5NTU	79.4%

注) 除去率 = (原水濁度 - 伏流水濁度) / 原水濁度 × 100

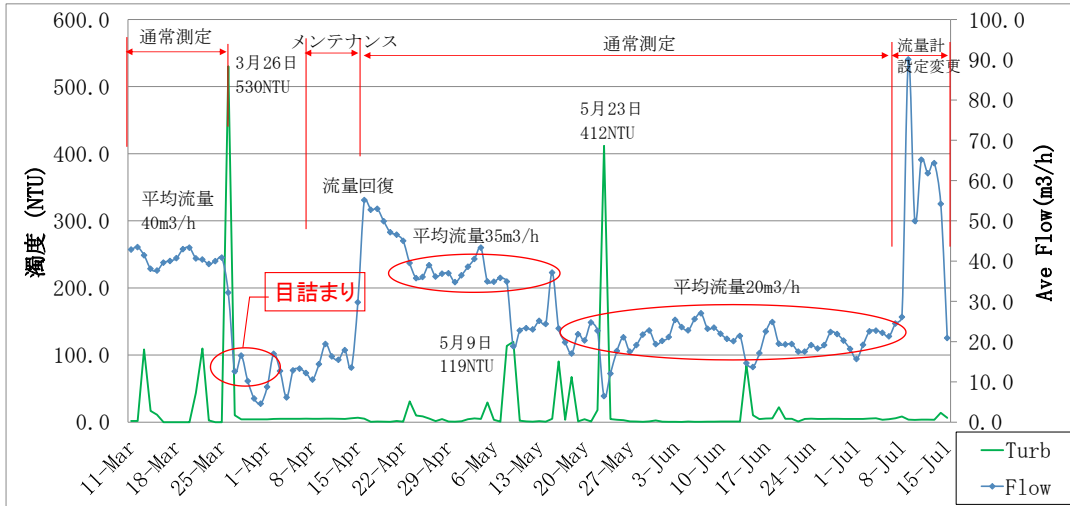
得られたデータより、原水濁度が91～530NTUと変化した場合でも伏流水は60NTU程度と一定濃度での取水が可能ということが判る。これは、伏流水取水方式が濁度を低減した原水を取水する方法として有効であると判断できる。現在、SWAでは濁度の運用管理基準がなく、高濁の原水でも取水している。伏流水取水方式が現在のテストプラントの規模(取水量1,000m³/日)ではなく、必要原水全量を取水できるような施設とすれば、下流にあるアラオア浄水場の緩速ろ過池への負荷を大幅に低減できる。緩速ろ過池に流入する濁度を低減す

ることにより、ろ過池が閉塞するまでの期間が長くなり、砂掻き取りの頻度を少なくすることができる。

原水濁度に変化しても伏流水濁度が平均 60NTU 前後と一定していることから、3 層の砂利層をすり抜けてくる濁質の粒径は限定的なものであると考えられる。

(iii) 伏流水の流量についての検討

2015 年 3 月 11 日～7 月 15 日までの日最大濁度 (NTU：緑線) と日平均時間流量 (m³/h：青線) を以下のグラフに示した。



2015 年 3 月 11～26 日まで

2015 年 3 月 11～25 日までは日平均流量 40m³/時を記録していたことが判る。しかし、3 月 26 日の高濁度以降、目詰まりにより 15m³/時にまで低下した。

この値はその後の大雨でも記録されておらず、最大値である。この大雨により多量の土砂が運ばれ、じゃ籠表面に粘土混じりの土砂が堆積したことにより、浸透水量が低減したと予想される。

データからはデータ取得開始後、わずか 2 週間で目詰まりしたように判断される。しかし実際には工事が完了したのは 2014 年 10 月 17 日であり、電源の問題が解決しデータ取得を開始したのが 2015 年 3 月 11 日である。記録には残っていないが、この 5 か月の間にも大雨が降り、土砂が堆積し続けていたと考えられる。しかし、2015 年 3 月 11 日には 40m³/h の流量が流れている。



図 22：工程 (2014 年 9 月～2015 年 3 月)

また、原水濁度は 3 月 13 日に 108NTU、3 月 22 日に 110NTU を記録しているが、伏流水の流量には変化がない。このことから、原水の 100NTU 程度の濁質であれば流量には影響を与えなく、最大で 3 ヶ月程度はメンテナンスを行わずに使用することが可能であると考察できる。



写真 10: 設置直後 (石の隙間の確認)



写真 11: 6 ヶ月後 (土砂の堆積を確認)

・ メンテナンス 2015 年 4～7 月中旬
 じゃ籠の目詰まりによる流量の低下を受けて、4 月にメンテナンスを行った。具体的には、乾期に向かい河川流量が低下するため、河川の流れを SWA の取水堰に集中するようにじゃ籠を取り外し、流路を設けた。さらに、じゃ籠内の目詰まりを解消するため、じゃ籠から石を取り出し砂利層の上に敷き詰めた。

メンテナンスの結果、伏流水の流量は 50 m³/時まで回復し、その後徐々に低下して 4 月中旬から 5 月中旬まで 35 m³/時で安定している。流量が低下する原因として、乾期の河川流量の低下も重要な要素である。

4 月のメンテナンスを行ったあと、流量は回復、5 月半ばまで 35 m³/時を維持している。5 月 23 日の雨で 412NTU を記録し流量が 10 m³/時に低下しているが、その後 20 m³/時に回復している。

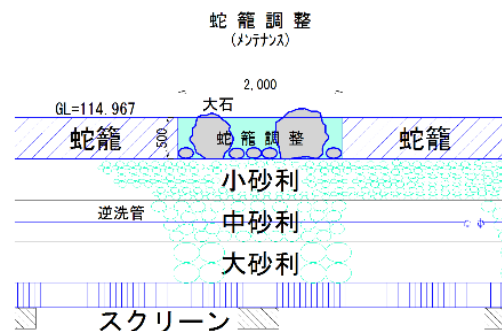


図 23: 2015 年 4 月のメンテナンスの様子



じゃ籠の取り外し、砂利層保護のためじゃ籠内の石は河川に戻して敷き均した。
 写真 12: 重機を用いたメンテナンス



既設取水口側に水が集中して流れるよう流路を確保した。
 写真 13: メンテナンス終了後の様子

本河川の粘土混じりの土砂は、非常に密に堆積、固化する。これを解決するためには 1 ヶ月に 1 度程度、定期的に重機にて石を転がし隙間に詰まった土砂を洗い流す作業が必要になると考える。そのための技術のは習得済みである。SWA は重機を保有しており新たな設備投資は必要ないと考えられる。また、職員は 2～3 名程度 2 時間程度の負荷になるため、大幅なコストの上昇は考え難い。

また、7月には、流量計の時間当たりの測定値のバラつきが大きくなったため流量計の読み込みスパンを4sから64sと変化させ、同時にバルブ操作を行ったところ、流入と流出のバランスが崩れ、管内にエアが溜まったため、測定値が大きくなってしまったと考えられる。

(iv) じゃ籠の効果の検討

伏流水取水の懸念事項の1つとして、激流により砂利層が洗掘され、砂利が全て流されてしまうのではないかという点が挙げられていた。実際、現地をみると堰下流に大きな岩が多く見られた。また、堰の天端と河床に段差をつけると、流木などがひっかかる原因となる。

じゃ籠の役割としてこの洗掘を防ぐこと及び堰天端と河床の段差をなくすことで流木を下流に流すという効果を期待した。現地調査の結果、じゃ籠中の石と石の隙間は土砂で埋まっていたものの、砂利層の洗掘、流木の引っ掛かりはなく、じゃ籠に期待した役割は発揮できたと考える。

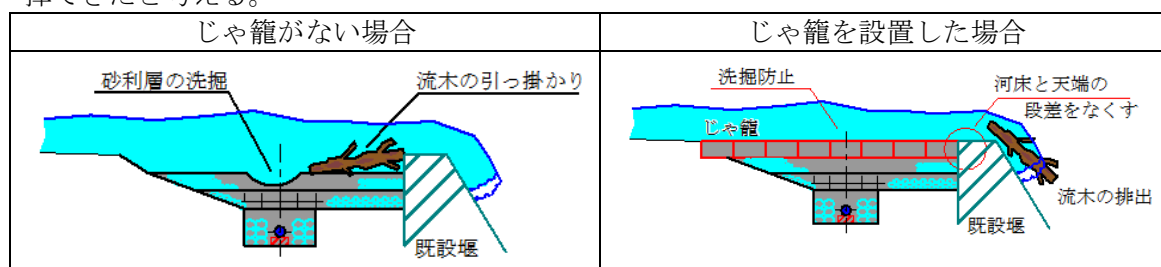


図 24: じゃ籠の効果

じゃ籠中の石と石の隙間に、粘土混じりの土砂が密に堆積、固化したためじゃ籠自体が浸透の抵抗となり、流量が低減してしまっていることが確認された。

(v) 逆洗の効果の検討

流量の低下から目詰まりを起こしているかどうかの判断をすることができる。しかしながら、定期的な逆洗を行うことにより川面に泡が発生するか否かによって目視確認をすることが可能である。泡が発生しない場合には堆積物によって適正に稼働していないことが考えられる。2015年10月の最終説明会において逆洗の実施と技術指導を行った。その際にも手前側の岸边付近から泡が発生していなかったため、重機を用いて土砂の洗い流しを30分程度実施した。その結果、適正に泡が発生し逆洗が適正に実施された。



コ) デモンストレーション及び説明会の実施

(a) 進捗報告会について(2015年4月15日)

SWAに2015年3月に取得したデータに基づき説明したところ、原水の濁度が大幅に上昇している状況においても伏流水取水法の濁度の絶対値が60NTU前後と安定した低い濁度で

あったことに対して特に高い評価が得られた。大雨後には 500NTU を超える濁度や濁度の原水が、浄水場に流入している状態であり、SWA は強い危機意識を持っていた。伏流水取水法の濁度が 60NTU 以下で安定していることが、高い評価に繋がった。更に、前述の通り、アフィアマル取水口への本事業手法の導入を検討したいとの意見が出された。

また、目詰まり等の課題についての説明を行ったが、今後のデータを見て逆洗による目詰まり防止の効果を数値で確認し、対策については今後協議していくとの共通の認識であった。

実施地においてのデモンストレーションにも SWA の職員は積極的に参加し、コンプレッサーの使用方法を含めた逆洗の実施技術の習得が進んでいる。

SWA は伏流水取水法と特にその根幹技術ともいえるスクリーン管の性能を信頼しており、SWA の費用負担であっても山頂の取水地（アフィアマル取水口）に導入したいとの具体的な話があった。特にその取水地からは現状では原水をそのまま上水に流しているから、伏流水取水法を用いての濁度軽減を図りたいとの意向を確認した。更に、本方式で使用している機材のカタログも入手したいとの要望が入り提供した。

また、逆洗を行うための機材（コンプレッサー）の取り扱い説明に関しては、現場で SWA 職員に技術指導も実施した（別添資料 6）。

(b) 経過報告会について（2015 年 10 月 20、21 日）

2015 年 10 月 20 日に SWA 本部にて実証データに基づく実証の経過説明を行うとともに、今後の展開について協議を行った。また翌 21 日には現場にてメンテナンス方法の説明、データ取得方法の説明サモア語の取り扱い説明書の配布、SWA の重機を用いて土砂の洗い流しや逆洗の実施を行った。

(i) 本事業の経過報告

SWA 職員及び関係者 20 名ほど参加し、経過報告会を実施した。当社側から伏流水取水法の仕組みの概要を再度解説するとともに、これまでに実施してきた事前調査から工事完了後のデータ取得までの一連の経緯を説明した。また、実証データに基づき、濁度軽減が図れるとともに流量を確保することができた旨の解説を行った。SWA からは高い評価を得られたがその後の質疑応答時においては、メンテナンスの方法や頻度、逆洗の仕組みについて詳しい解説を求められた。また台風により河川の氾濫等の被害にあってきたが、伏流水取水法は機材を川底に設置するため、影響が少ないと利点の大きいとのコメントも得た。

(ii) 今後の展開についての協議

アラオア浄水場への流入量の全量（日量 10,000 m³/日）を伏流水取水法にて実施する場合の工事内容の概要の説明を行った。今までの実証データに基づき算出したところ、800mm のスクリーンパイプを活用し、およそ 80m の設置が必要となることが判明した。実際には、40m の長さのスクリーンパイプを 2 本並列で埋設することを想定している。総工事費については日本円でおおよそ 4 億円（7.55 百万 WST）であることも説明した。

これに対して、当社側から SWA の予算において実施することが実際のところ可能なのかどうかとの質問を行った。SWA としては本事業を大変高く評価しており、実施について検討したいとの返答を得た。また、SWA としては、内部で資金面を含めて検討するとしているが、海外からの財政支援で事業が成立している SWA の資金面から、高額の予算をどのように確保するのかといった懸念がある。



写真 16: 逆洗を行うコンプレッサー

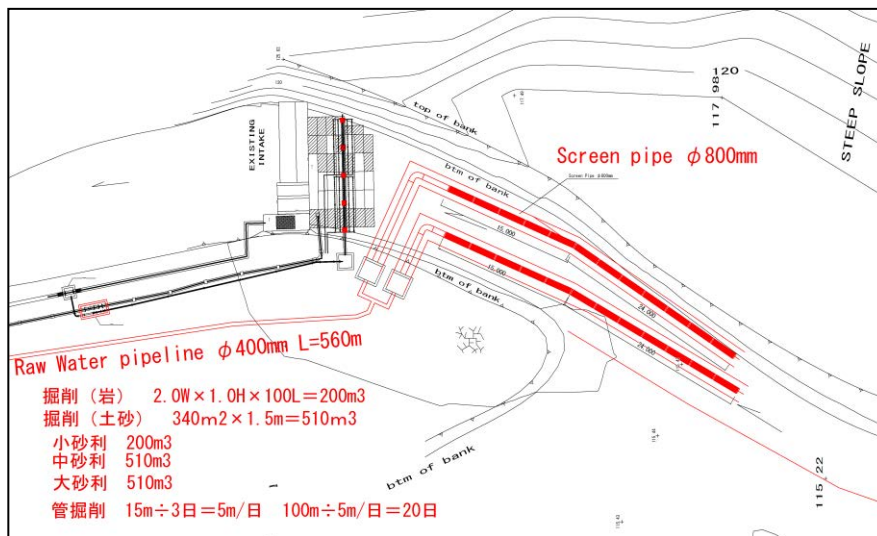


図 25： アラオア浄水場への流入量の全量実施の概要図

さらに、SWA が関心を示している、アフィアマル取水口への本事業手法の導入について当社側からの提案とその協議を行った。当社から提示した案は、伏流水取水法及び生物ろ過法 (EPS) の併用である。EPS は、小規模のろ過装置であり安価での設置が可能である。伏流水取水法は前処理技術として濁度軽減が主目的である。アフィアマル取水口は、前述の通り当社が確認した時点においては、取水口付近には小さな虫が湧いている状態であり、川に塩ビ管を繋いだだけの状態である。SWA は取水口付近の落ち葉をたまに取り除く程度しかしておらず、伏流水取水法による濁度軽減は一定の効果が期待できる。しかしながら、伏流水取水法のみでは浄水場で実施している水因性疾病予防のための塩素投与による消毒効果はない。EPS の利点としては、小規模かつ安価での設置が可能である点である。流量が少ない取水口において EPS を導入しタンク部分で塩素投与を行い消毒することを想定している。SWA からは、アフィアマル取水口の改善は喫緊の課題と考えており、本提案については強い関心があるとの回答を得た。

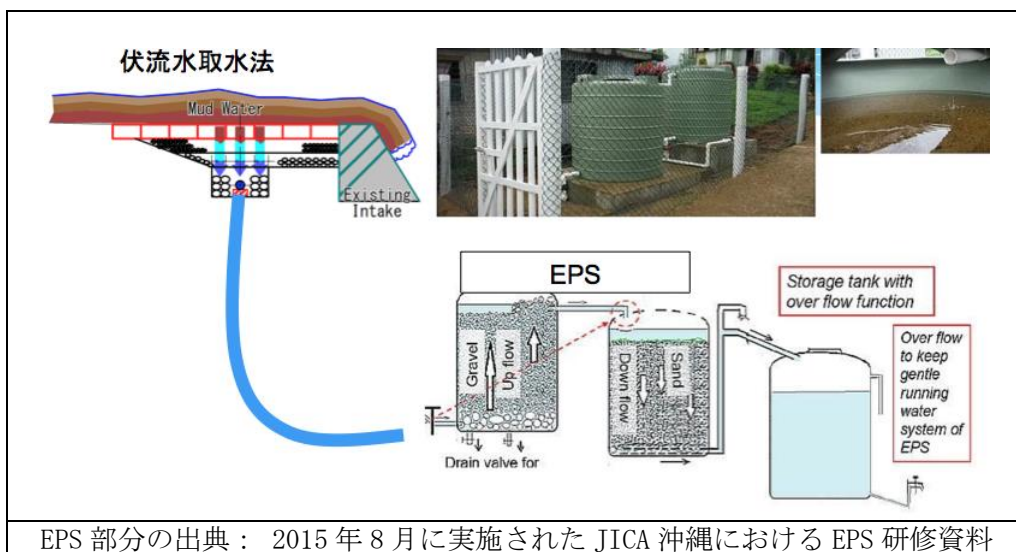


図 26: アフィアマル取水口への導入のイメージ図

SWA からは、アラオア浄水場への流入量の全量への伏流水取水法の適用及びアフィアマル取水口への伏流水取水法と EPS の併用について、更なる協議の継続と、詳細見積もりを要望された。2016 年 2 月の最終渡航時には、詳細見積もりの提示を当社から行い、実施に向けて引き続き協議を行うこととなった。

(iii) 現場での説明

翌日には現場にて SWA 職員及び関係者 20 名ほどに対し、サモア語でのメンテナンス方法の資料を配布するとともに、逆洗のデモンストレーションを実施し、SWA の重機を用いて土砂の洗い流しの実演を含めたメンテナンスの技術指導を行った。当社の技術指導により、SWA 職員には逆洗及び重機を活用した土砂の洗い流しの作業について技術を習得した。

		
<p>濁度計、流量計の説明</p>	<p>重機を用いた土砂の洗い流しの様子</p>	<p>逆洗に用いるコンプレッサーの使用法の説明</p>

写真 17: 現場での説明の様子

(c) 最終報告会 (2016 年 2 月)

SWA 本部にて本事業の最終報告を行うとともに、アラオア浄水場への流入量の全量への伏流水取水法の適用について必要な設備についての説明と見積もりの提示を行った。また、アフィアマル取水口における伏流水取水法及び EPS 方式の導入についての協議を行った。

・ SWA 本部での最終報告会 2016 年 2 月 1 日

SWA 側からはジェイミー総裁、イエセ工務課長、カテーニャが、JICA サモア事務所から中曽根氏、CEPSO 富山氏が参加した。伏流水取水方式の濁度除去効果についての説明については、ジェイミー総裁から「伏流水取水方式の効果については期待以上の結果を得ている。SWA としてはアラオア浄水場の原水濁度については最大の問題と認識している」とのコメントを得た。また今後、6 か月程度、普及・実証事業で設置した設備を使い SWA が独自でデータ取得し効果を確認する計画である旨の説明を受けた。また、施工費に関しては、導水管の取り替えを行わないなどの見直しによりさらにコストを下げるような方法を今後も双方で検討を続けることを確認した。SWA の優先順位としては、アラオア浄水場への伏流水取水法の導入が高いため、アフィアマルにおける伏流水取水法及び EPS 方式の導入については、フォローアップミーティングで別途行うことになった。

アラオア浄水場への流入量の全量への伏流水取水法の適用について必要な設備の説明の主な内容は以下のとおり。

- ・ 必要な設備 (i) スクリーンパイプ
経過説明会において提示した通り 800mm のスクリーンパイプを活用し、およそ 80m の設置が必要となる。
- ・ 必要な設備 (ii) 空気逆洗用ブロワ室
逆洗浄は頻度を多くしたほうが目詰まりを防ぐことができる。現地河川は雨期には濁流となり取水口付近まで近づくことができない。そのため、常設の逆洗ブロワを設置する。逆洗ブロワは劣化を防ぐため小屋を建設する。

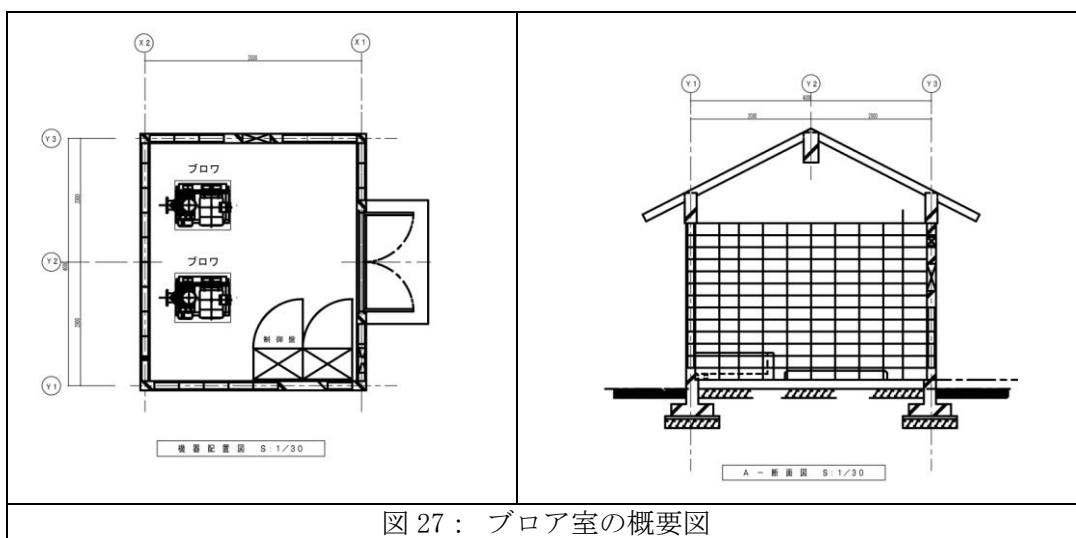


図 27： ブロア室の概要図

- 必要な設備 (iii) 小型擁壁

現地河川は、雨期には濁流が発生し近づくのも危険であるが、乾期は河川水量がほとんどなくなる。取水の効率を高めるため河川の流れをスクリーンパイプが設置されている側に集中させるため、小型堰を設置する。

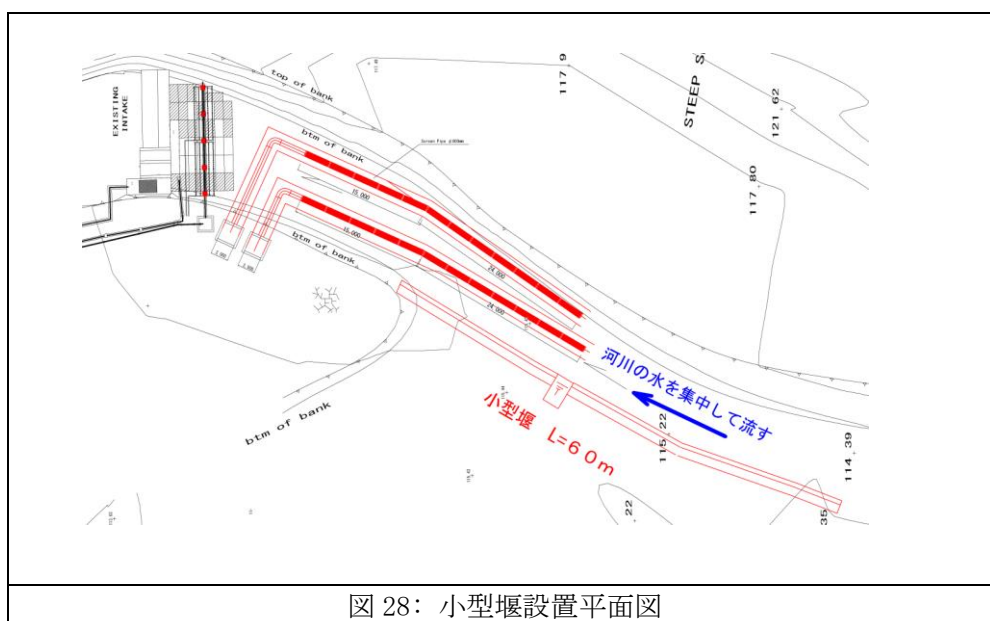


図 28： 小型堰設置平面図

- 必要な設備 (iv) 取水堰からアラオア浄水場までの導水管更新

既設取水堰からアラオア浄水場までの導水管（ダクタイル鋳鉄管φ400mm）は、外面塗装が剥がれ、表面には発錆が確認できる。また、いたるところ濁流により流れしてきた流木や岩がぶつかってへこんでいる部分も確認した。このような状況では、埋設して見えない部分で漏水が発生している可能性が高く、10,000 m³/日を取水しても浄水場には全量は流入しないことが予想される。そのため、導水管の布設替えを同時に行うことが望ましい。

上記条件の数量を算出し、概算工事金額を算出すると以下ようになる。

表 25: 概算費用 (アラオア浄水場への伏流水取水法導入)

項 目	概算工事金
スクリーンパイプ	119,600 千円
空気洗浄パイプ	16,400 千円
集水柵・導水管布設	76,000 千円
逆洗ブロワ室	47,200 千円
砂利	42,400 千円
資材運搬費	22,800 千円
仮設配管費	45,600 千円
現地重機借用費	30,000 千円
合 計	400,000 千円

・フォローアップミーティング (2016 年 2 月 3 日)

SWA テクニカルディビジョン カテーニャ (エンジニア) と、アラオア浄水場における伏流水取水法の導入に関し、施工費を軽減するための方策について協議を行った。その際には、当社側が資機材の調達、設計、施工管理を行い、SWA 側が積極的に工事に関与するなどの案がなされた。

今後、SWA 側で関与することが可能な工程の精査などを行い、費用軽減効果などの協議を続けていくこととなった。

アフiamal取水口についての伏流水取水法及び EPS 方式の導入についての協議も行った。SWA 側からは、「未浄水で給水していることから伏流水法及び EPS 方式の有効性を認識している。空港近くのモアモアも堰からの取水のみで水を供給しているため、そこへの導入も検討したい。優先順位としてはアラオアが最も高いが、今後 SWA 内で予算を確保できるのであれば、アフiamalやモアモアへの伏流水法及び EPS 方式の導入も検討したい」とのコメントを得た。今後は、アラオア浄水場における伏流水取水法についての検討と同時に、伏流水取水用及び EPS 方式の導入についても協議を続けることで同意した。

(2) 開発課題解決の観点からの成果の評価

前述の通りサモアの水道事業においては、安全で信頼できる水道への恒常的アクセスが求められている。サモアの河川は、雨季の大雨時に集水区域から大量の土砂が流入してくるため、高濁水となる。このため既存の生物浄化法を用いた浄水施設の負荷が高く、濁水を給水する事態が発生している。本事業では、伏流水取水方式 (および逆洗方式) を浄水場へ流入する前の段階の処理として活用することにより浄水処場の濁度軽減および流量の確保を行い、浄水処理の負担を軽減することを目指すものである。本事業を行うことによるこれら開発課題解決の観点における成果の評価は次の通りである。

① サモア国内にある緩速ろ過池 (生物浄化法) へ流入する水の濁度軽減

実証データが示す通り、濁度の軽減には大幅に貢献できた。本事業の特徴としては、高濁度時においても、安定した濁度軽減を実施できることである。前述した、原水濁度と伏流水濁度、除去率測したデータから原水濁度のピークを示した時の伏流水濁度、除去率の表から明らかな通り、除去率は 300NTU 以上の高濁度時において 80%以上を記録している。

(例: 2015 年 3 月 26 日に原水が 530NTU だったのに対し、伏流水取水法では 66NTU であり除去率は 87.5%であった。また、2015 年 5 月 23 日に原水が 412NTU であったのに対し伏流水取水法では 75.6NTU であり除去率は 81.7%であった) SWA への報告会で特に評価された点は、この高濁度時における軽減率の高さであった。

下に SWA が毎月実施している水質試験項目のうち、アラオア浄水場流入口で測定した直近（2012年1月～2015年6月）濁度のデータを示す。2013年12月のデータでは、濁度667NTUが、2014年1月では44.4NTU観測されている。

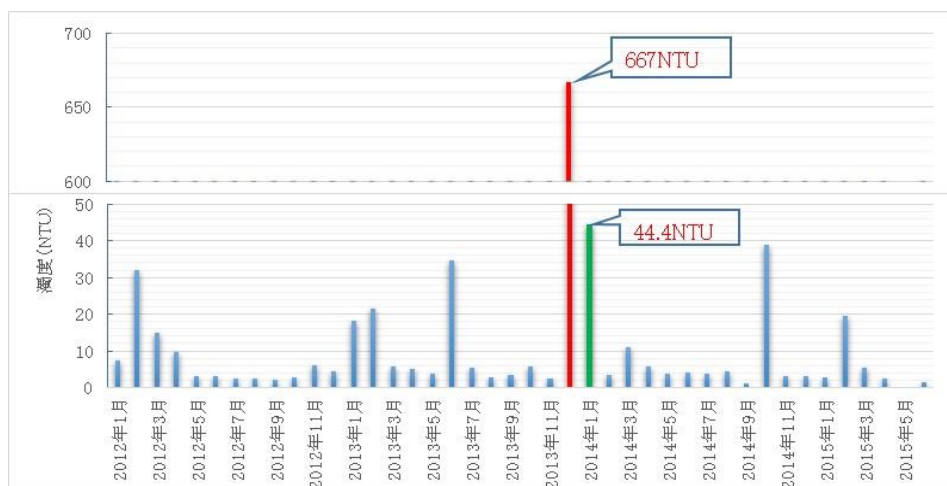


図 29: 水質測定結果 (2012年1月～2015年5月)
(出展: WATER QUALITY REPORT: SWA)

原水濁度が667NTU、Settling Tankの出口で775NTUと664NTUとなり、Roughing Filterの処理水は155～244NTUの値を検出している。現状の高濁水をそのまま取水している状態では、155～244NTUの原水が緩速ろ過池に流入していると考えられる。

2014年1月のアラオア浄水場の水質測定で、原水濁度が44.4NTU、Roughing Filterの処理水で34.3～39.4NTUとなっている。伏流水取水方法では、河川原水の濁度が530NTUの場合でも伏流水は66NTUであった結果から、伏流水取水方式を採用すると原水濁度が2014年1月の水質測定データに近い値となり、豪雨により河川の濁度が高濁になった場合でも、緩速ろ過池への流入水の濁度が大幅に低減されることが期待される。緩速ろ過池に流入する濁度を低減することにより、ろ過池が閉塞するまでの期間が長くなり、砂掻き取りの頻度を少なくすることができる。SWAが管理している全ての浄水場は、沈殿池→粗ろ過池→砂ろ過池の構造となっている。生物浄化法では、発生した藻の根に濁質が絡まり、藻が浮上する際に濁質も一緒に浮上することが、宮古島での運営実績から証明されている。アラオア浄水場では、その藻は越流管により排水されていくため、本事業により濁度が低減した原水を取水できれば、安定して浄水処理を行うことが可能と考える。

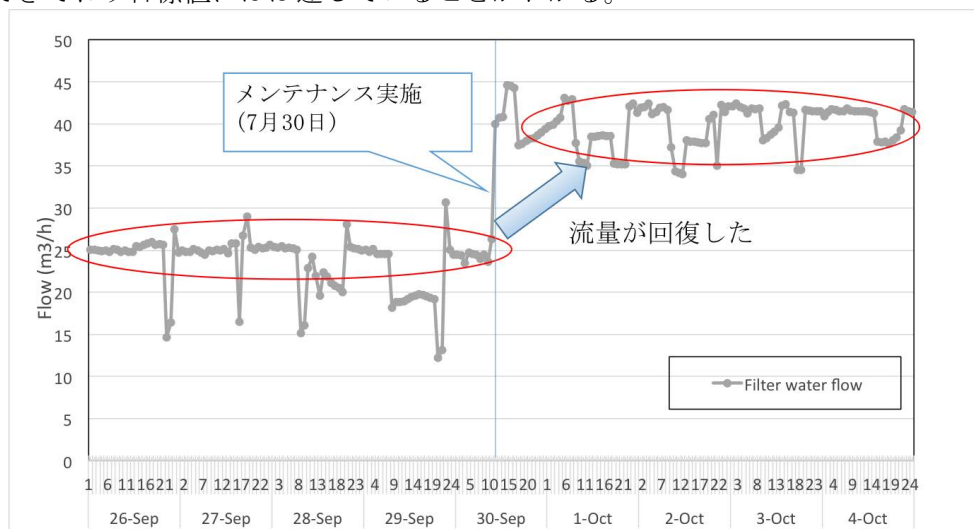
表 26: 原水濁度と処理水の濁度

年月	濁度	Roughing Filter 出口
2013年12月	667NTU (原水)	155～244NTU (原水)
2015年3月	530NTU (原水)	125NTU (原水)
	66NTU (伏流水取水法)	40NTU程度 (伏流水取水法)

② 逆洗方式による上水の安定供給

本事業において目指していた流量は1,000 m³/日であり、これはアラオア浄水場への取水量の1/10程度である。①の濁度軽減が図られたとしても、十分な流量を浄水場に供給できなければ、本提案技術の効果は低い。その面でも、計画していた流量以上の確保が可能であることが実証できた。しかしながら、大雨後に土砂が大量に堆積した時には、流量が大幅に低下することも確認できた。以下の表は、メンテナンス実施前と、メンテナンス後の

流量を示すものである。2015年7月30日に実施したメンテナンス前には25 m³/時程度の流量であり、目標としている日量には達していない。しかし、メンテナンス実施時期が乾季であり河川の水量が少ないことも影響しているが、実施した後は40 m³/時程度の流量を確保できており目標値にほぼ達していることがわかる。



アラオア浄水場への全流入量を伏流水取水法にて実施するための試算を行った。

表 27: アラオア浄水場へ伏流水取水法導入のための機材

項目	普及・実証事業	アラオア浄水場の全取水量確保のための機材
スクリーンパイプ長さ	12m	40m x 2本(合計 80m)
スクリーンパイプ直径	300mm	800mm
掘削	深約 1.5m、幅 7.2m 程度 岩：2.3mW x 1.0mH x 14.9L=34.27 m ³ 土砂：7.2 m ² x 14.9m=107.28 m ³	深約 2.5m~3.5m 程度、幅 3m 程度 岩：2.0W x 1.0H x 100L=200 m ³ 土砂：340 m ² x 1.5m=510 m ³
その他	じゃ籠、発電機用パイプ、逆洗管、コンプレッサーなど	じゃ籠、発電機用パイプ、逆洗管、ブロワなど
流入量	1,000 m ³ /日	10,000 m ³ /日

③ SWA 職員の維持管理技術の向上および自主的運営

伏流水取水法の特徴として、メンテナンスの頻度が少なく、構造が単純であるため複雑な技術習得が必要ないことが挙げられる。前述の通り、SWA 職員による維持管理のための技術としては逆洗を実施するためのコンプレッサーの操作と重機を用いた土砂の洗い流しが主であり、そのいずれも一連の作業を SWA 職員と実演しており、既に技術は習得済みである。また、これらのメンテナンスの効果は、川面への泡の発生による目視確認が可能であるととともに、濁度計、水量計によるデータ取得も可能である。加えて、これらの作業は、今後アラオア浄水場での取水の全量を伏流水取水法で実施することに事業展開ができた場合においても、規模は大きくなるものの内容は変わらない。SWA 職員からは、伏流水取水法であれば自主運営が可能であり、大規模に実施した時でも本事業と作業内容が変わらない点が高く評価された。

(3) 開発課題解決に向けた今後の課題と対応策

本提案技術の導入により、雨期における原水の濁度が高ることによる浄水場への高負荷

および、高濁度のまま水道水として給水されているといった開発課題である安全な水の供給の解決に寄与する可能性が判明した。本事業を通じて、工事費用や、地質・地形による影響などについての課題が明らかになった為、その対応策を以下に記す。

① 工事費用

当社が中心となり、設計、機材調達及び施工管理を行う予定である。しかしながら工事は現地の建設会社保有の重機を使用した作業が必要となる。複数の建設会社にヒアリングを行ったが、重機のレンタル費用は高額である（日額 10 万円程度）。これは、我が国の相場と比べて 10 倍程度であり、工事費用が高額になる要因となっている。今後現地建設会社とは JV を結成し共同受託を行うなどの対応を行い費用軽減の検討を続ける。

② 地質・地形による影響

サモアは、熱帯に属するため植物の分解速度が早く、降雨強度が強いため分解された腐植土が流されてしまうため、表土が薄い。この点に関しては沖縄と類似性がある。さらに火山によって形成された島であるため、少し掘削すると岩盤に到達する箇所が多々ある。本事業の実施地域においても、ボーリング調査の結果設備設置工事の障害になる浅い箇所の岩盤が見つかったため、岩盤掘削用の機材を選定した経緯がある。また、他の取水口への導入を行う際にも、取水口への重機の搬入が困難な地域が存在している。

そのため、まずは重機が通行できるようなアクセス路の整備を行わなくてはならない。更に、溪流上部への足場を組む作業等が必要となり、工期の長期化や工事費用の上昇が懸念される。対応策としては、本事業と同様に作業実施前に複数箇所でのボーリング調査を行い、事前に適切な岩盤掘削用の機材調達を行うことが考えられる。現在想定している、アラオア浄水場近辺並びにアフィアマル取水口については、アクセス路についての懸念はない。しかし他の取水口への導入が検討される段階においては、アクセス路の整備について、安価な足場構築の手法などについて建設会社と協議を行う予定である。

③ 村落給水 (EPS : Ecological Purelification System) の導入

アフィアマル取水口のように浄水処理を行わずに取水堰から原水を直接配水管で給水している地区が数カ所存在する。SWA は、アフィアマルだけでなく島の東部、空港近くにモアモアという個所も取水のみで水を供給している地域があり、伏流水法及び EPS 方式の導入を今後当社と検討を続けることとなった。EPS による水処理は、フィジーにおいて JICA の専門家派遣（案件名：生物浄化法による村落給水 (EPS) アドバイザー 協力機関：2014 年 11 月～2015 年 7 月）、JICA 沖縄での研修、信州大学の中本名誉教授が中心となって展開している Clear Water Project by EPS for Rural People in Fiji などがある。

サモアにおいては中本名誉教授と宮古島市水道局による「宮古島草の根活動」にて、アラオア浄水場にて生物浄化法についての浄水場管理方法を指導している。SWA 側も毎年 JICA 沖縄で行われている研修に職員を派遣しており、生物浄化法についての理解も進んでいる。

本施設の導入により、これまでは降雨時には給水栓から濁水が出てきていたのが、生物浄化法により浄水処理され、大腸菌などが除去された安全な水を供給することが可能となる。

アフィアマル取水口は、SWA へのヒアリングによると約 50 m³/日の取水量（メーターを設置していないため正確な取水量は不明である。）、83 の給水栓があり、利用者の殆どが住宅であり、ほぼ全てが生活用水で使用されている状態である。2011 年にサモア財務省が作成したマスタープラン⁶ においては、急速ろ過方式の浄水場を建設することが望ましいとした提言がなされているが、具体的な開発計画はない状態である。

⁶ 出典：Kellogg Brown & Root Pty Ltd, 2011

アフィアマルの伏流水取水方式と生物浄化法による概算工事金額を以下に示す。

表 28: アフィアマル浄水場へ導入のための機材

項目	設備
スクリーンパイプ 長さ	10m
スクリーンパイプ 直径	100mm
掘削	深約 1.5m、幅 7.2m 程度 岩：1.0mW x1.0mHx10mL=10.00 m ³ 土砂：1.0 m ² x10.0m=10.00 m ³
その他	逆洗管など

表 29: アフィアマル浄水場へ導入のための概算工事金額

項目	概算工事金額
スクリーンパイプ・逆洗装置	4,400 千円
現地作業員・重機借用費	15,100 千円
現地資材費（コンクリート、石材）	5,000 千円
資材運搬費	2,900 千円
生物浄化法	2,500 千円
合計	29,900 千円

④ ビジネス展開

永続的な事業展開を行うためには、商圈及び事業内容を広げる必要があると考えられる。当実証事業はショーケース・可視化できる設備として積極的に活用し、短期的にはアラオア浄水場及びアフィアマル取水口での実施を足掛かりに他の浄水場や取水口への導入を目指す。サモア国内の商圈は限られている為、伏流水取水法及び EPS との組み合わせによる事業実施が可能な箇所は限定されている。しかしながら、同様の開発課題を抱えている近隣諸国は複数存在している。その為、対応としては近隣国への水平展開を行うことが考えられる。また、中長期的には、「水ビジネス」を軸に洗砂機、無収水率改善のための水道メーターの設置・販売、管路老朽化対策、漏水防止策、大腸菌の発生などの課題を抱える下水処理事業の可能性についても、当社が参画している「水ビジネス検討会」の参画企業の知見を生かし、総合的な水ビジネス展開を進めていきたいと考えている。

(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献

今回の普及・実証事業は、沖縄の亜熱帯性、島嶼性を活かした生物浄化法による浄水技術が、同じ気候条件や地理的条件の諸国にとって有効な技術であると考え、宮古島モデル・プロジェクトと並行する形で実施した。サモアは、宮古島や石垣と比較して、雨季には河川原水濁度が高くなり浄水能力が低下するが、伏流水取水法を実証することにより、低コストによる浄水技術の幅を広げるものとなる。様々な条件に於いてもこのモデルの有効性を証明することは、島嶼国など多くの諸国での実用の可能性を大きくすると考える。

本事業には沖縄の複数の企業が関わっているが、沖縄企業の下請けに依らないビジネスと海外展開のチャンスを得るものとなる。地下水を水源とするトンガに於いてもこの技術への期待が表明されている他、浄水場がなく表流水も水源とするソロモン諸島でも応用性は期待できる。

また、将来においては沖縄における「水ビジネス検討会」（任意団体）を法人化（株式会社）し、上水処理を中心とした事業展開および、その国々の様々な水の課題（水道メーター、管路老朽化、漏水、下水等）を解決できるような提案をしていきたいと考えている。サモアにおける事業化を当面の主たる活動拠点にする予定である。サモアを始めとする大

洋州諸国同様に島嶼である沖縄の技術を用いて、前述した上水の濁度軽減の開発課題解決に導く事により、沖縄における雇用創出、技術向上、知見の集約等が可能となり、地元経済・地域活性化への貢献にも繋がると考える。

水ビジネス検討会は一般社団法人沖縄県経営者協会により宮古島市、JICA と共催で 2011 年 7 月に正式発足した。同検討会では「水」だけでなく沖縄に優位性がある島嶼における循環型社会システム構築のノウハウを活かし、「再生可能エネルギー」や「リサイクル」ビジネスのビジネス化を検討している。当社は検討会設立当初から幹事企業として運営に携わっている。

例えば、2011 年 3 月には JICA 無償資金協力セミナーと水ビジネス検討会総会を同時開催し宮古島現況調査を実施した。同年 8 月には検討会参加企業が、「宮古島エコアイランド構想」を掲げ、環境モデル都市にも指定された宮古島の生物浄化（緩速ろ過）法による浄水技術、バイオマスの利活用技術、再生可能エネルギー関連施設、地下ダムなど調査した。生物浄化法は大洋州諸国に適した技術である、水資源保全管理に係るコンサルティング業務展開の可能性があり、島嶼でのバイオマス利活用技術が有用である、などが確認された。更に、沖縄県企業局が実施する「島嶼における水資源保全管理」コースで来沖した研修員 12 人と、検討会参加企業が意見交換を実施し、フィジー、ソロモン、サモアの研修員が沖縄で学んだこと、期待することを発表し、深刻な漏水問題や浄水場の設置など水道事業運営改善のための沖縄への期待が表明された。

2012 年 11 月に水ビジネス検討会はフィジー、トンガ、サモアの 3 カ国を調査し、水や廃棄物管理など、島嶼で亜熱帯地域にあり共通の課題を有する沖縄の経験やノウハウを、大洋州諸国に活かせるか否かの調査を行った。フィジーでは、ラウトカ地区の浄水場（ブアブア浄水場）を視察し、浄水場の運転・維持管理について状況を確認した。フィジー本島においては、比較的水源が豊富であり効率的な水道システムが導入されており、給水人口も比較的多いことから、大洋州地域の中では安全な水の供給、効率的な事業運営が行われているようであるが、漏水率（無収率）が高いという課題を抱えている。トンガでは、タブ島、ババウ島の 2 か所を視察した。2 か所とも河川が無く水源は、地下水と天水のみで宮古島と非常に類似している。人口増加や生活形態の変化により水需要が増大すると見込まれているが、水源が地下水と天水のみの島にとって最重要課題と思われる。トンガのタブ島においては、地下揚水量の増加に伴う淡水レンズの塩水化の危険性もあることから、天水利用も含めた長期的視点に立った水源確保の検討が必要である。また施設の運転管理・維持管理の重要性についての認識が低く、持続可能な水道を達成させるためには、水道技術者の育成も重要な課題であると思われる。最後にサモアでは、アラオア浄水場、フルアソウ浄水場の 2 か所を視察した。アラオア浄水場の緩速ろ過法（生物浄化法）の運転・維持管理については、宮古島市の技術協力により適切に管理されていた。サモアでは、水源に恵まれていることもあるが、効率的・効果的な水道システムが整備されており、既存施設を適切に管理・運営することで、持続可能な水供給が達成されると思われる。その為にも人材育成が重要であり、宮古島市が実施している草の根技術協力事業（2014 年 3 月終了）によって大きな効果が得られているように思われる⁶。

同検討会には多くの沖縄の企業が参加しており、沖縄企業の知見・技術を活かした大洋州の課題への貢献について様々な検討が行われている。当社はサモアで行っている本事業についての説明を行う等、県内企業の技術が島嶼国において具体的に活用できるモデルケースとしての情報を発信した。

このように本提案事業の技術普及のために、県内の企業と連携して協力体制を構築し、現地への技術供与などを行うことにより、中小企業活性化の一助になると考えられる。

また上記のような島嶼国からの研修員の受入や、県内企業の島嶼国への訪問などを通じ

⁷ JICA 沖縄の「水ビジネス検討会」の実施概要より

て、人的交流の機会が得られることにより更なる国際化を促進していくことが可能となる。

沖縄における新たな事業創出を促進することは、沖縄の産業振興や雇用創出のために重要な要素となっている。沖縄県が策定した「沖縄県事業環境整備構想」に基づき沖縄県プラットフォームが設置されており、公益財団法人沖縄県産業振興公社が中核となり、県内中小企業による新事業の創出、事業拡大や創業を目指す方々を、様々な分野から多角的・効果的に支援を行っており、海外ビジネス支援を積極的に行っているため、県の政策と合致している。更に、内閣府沖縄総合事務所主催の太平洋島嶼国ビジネスセミナーや JICA 主催の中小企業海外展開支援「普及・実証事業」説明会（2014 年 4 月 10 日開催）においても当社は本事業についての発表を行っている。沖縄県行政は、県内の事業者が海外展開していくことを奨励している。したがって、海外展開などを考えている県内の他の事業者に対して、セミナーを行う際に本事業の事例を紹介することによって、沖縄県その他産業で、開発途上国への進出などの足がかりとなる契機を創出することができ、他企業が同様に海外進出する際にスムーズに支援する機会に繋がることが想定できる。事業を成功に導くために、現地スタッフの指導・研修などを現地で行うため、日本人技術者を派遣して、設備の取り扱いや管理方法、作業方法を伝えていくことが想定される。また、現地スタッフが県内で指導・研修などを行う期間在住することにより、県内の新たな人材の雇用などの経済効果が期待できる。また沖縄県で初となる「民間連携ボランティア」として、当社の社員が 2014 年 10 月よりサモアに派遣されており、コミュニティ開発の現地 NGO において 2 年間活動を継続中である。既に派遣して 1 年間が経過し現地での様々なネットワークを構築している。派遣期間終了までの今後 1 年の間に、民間連携ボランティア制度の目的である、「生活様式や文化、習慣の異なる現地の人とともに活動することで、グローバルな視野、創意工夫・企画力、精神力・忍耐力、語学力、コミュニケーション力が培われ、現地でのネットワークを築くこと」を進め、帰国後にそれらの知見を活かし企業活動に貢献することを当社の社員には期待している。

(5) 環境社会配慮

河川の開発を伴う水道プロジェクトを実施する場合には、環境影響評価(EIA)Regulation 2007 に基づき、環境影響評価報告書(CEAR)もしくは、簡易環境評価報告書(PEAR)を作成し計画・都市管理庁(PUMA)に提出する必要がある。工事実施にあたっては、CEAR もしくは PEAR 及び Planning and Urban Management Act 2004 に基づく開発同意申請書(DCA)を提出し、Development Consent を事前に得ておく必要がある。本提案事業は、天然素材を主として活用した濁度軽減を目的としており、化学薬品などを使用せず、水処理後の排水も発生しない。設置工事自体も礫を詰めたじゃ籠を河川の取水口前に設置することが主たる内容であるため環境に対する負荷はほとんどない。また、本提案事業による住民移転や、土地利用・水域利用が変化して住民の生活に悪影響を及ぼす可能性もない。今後普及拡大が進んだ時には、じゃ籠の金属部分の交換などを行う時に廃棄物が発生するが、リサイクルなどによる活用を検討することが望ましい。

4. 本事業実施後のビジネス展開計画

(1) 普及・実証に関して検討した事業化およびその開発効果

当社は、本事業を通じて得た経験を活用し、水ビジネスを積極的に展開することにより太平洋地域の経済発展・活性化へと繋がる事を目指している。しかしながら、サモアは島嶼国独特の商圈の狭さと ODA への依存体質であり、カウンターパートの設備投資の予算は第2章(4)②に記載の通り限られている。このようなサモアの状況下で、どのようにして本事業の技術である伏流水取水法を他国のドナー等に採用される機会を作るか、もしくは SWA 自らが本技術を用いてアラオア浄水場への本格導入やその他の給水箇所でも導入するかなどの事業化の可能性を検討した。その結果、事業展開の方向性としては、本事業で実施した伏流水取水法の展開を主軸に、水ビジネス検討会の参画企業のそれぞれに技術を持ち寄り沖縄の知見を活かした技術の導入を目的に、当該国給水事業への継続的な技術協力を目指す事とした。当社の国内での事業では、昭和26年の創業以来、上水用鉄蓋や水道メーターなどの上下水道資材の販売、施工設置を実施してきた。また、水ビジネス検討会の参画企業には本事業において設計及び施工管理を担当した企業の他にも上水から下水に至るまで資機材の提供から改善技術を保有している企業が複数いる。そのため、取水、浄水、給水、下水に至る各工程においても事業化の可能性を検討している。

まず、取水に関しては伏流水取水法及び EPS との組み合わせを軸とした前処理技術の展開を想定している。浄水に関しては、洗砂機および塩素などの薬品注入機械設備の販売などの機材提供を想定している。今後、当該分野の無償資金協力の機会があれば、当社も参加する予定である。給水に関しては水道メーターの設置から漏水防止のための水道管修繕について国内での事業実績を保有しているため、サモアにおいても活用できると考えている。さらに下水処理については、サモアは大腸菌の発生等の課題を抱えておりその適正処理が求められている。国内で実施している浄水場の汚泥や建設汚泥を造粒固化工法により盛り土剤や路盤材などに再利用可能な土壌に改良するリサイクルシステムの構築などを想定している。地理的な水平展開としては、近隣諸国を予定している。サモアと同様に濁水流出により環境の悪化、災害のリスクが高まっている大洋州のパラオ、トンガ、ソロモン諸島、バヌアツ、ナウル、ニウエ、クック諸島、マーシャル、フィジー などのうち、特に水ビジネス検討会として既に事前視察を実施したトンガやフィジーには潜在的なビジネス展開の可能性が高いと判断しており注力したいと考えている。

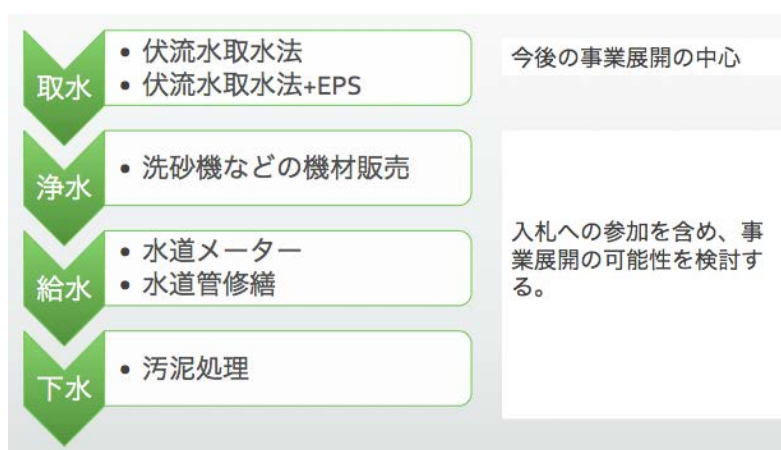


図 30： 事業メニューについて

開発効果としては次が考えられる。

- ① 緩速ろ過池（生物浄化法）へ流入する水の濁度軽減

本方式を用いた前処理による濁度軽減により、緩速ろ過池へ流入する水の水質改善につながる。これにより浄水場の維持管理に関わる作業量が減り、メンテナンス費用の軽減につながる。メンテナンス費用に関しては、アラオア浄水場を例にとると、人件費及び砂購入費などを合算して年間およそ 500 万円程度と予測する。アラオア浄水場は 1 ヶ月に 1 池の単位でメンテナンス（砂の掻き取り、補充）を行っている。



写真 18: アラオア浄水場のメンテナンス作業の様子

1 回の掻き取りに職員 5 名、重機 2 台が充てられ、1 日間の仕事である。職員の日当が $10\text{WST}/\text{h} \times 10\text{h} \times 5\text{名} = 500\text{WST}$ 、重機賃料 $220\text{WST}/\text{h} \times 10\text{h} \times 2\text{台} = 4,400\text{WST}$ 、合計 $4,900\text{WST}/\text{月} \times 12\text{ヶ月} = 58,800\text{WST}$ の費用がかかる。本事業の導入により、これらの費用は 1/3 から 1/2 に軽減できると考えられる。

② 上水の安定供給及び公衆衛生の向上

逆洗方式を実施することにより目詰まりを防ぎ流量を確保することが可能となる。また、EPS と併用することにより流量が少ない取水口において濁度軽減と水因性疾病防止のための水処理が可能となり、公衆衛生の向上が図られる。特に流量が少ない取水口において高額な浄水場を建設するよりも、伏流水取水法及び EPS を導入した方が、建設コストが大幅に軽減できると考えられる。（アフィアマル取水口において伏流水取水法及び EPS を導入した場合の建設コストは概算ではあるがおよそ 3,000 万円。浄水場の建設コストは 6,000 万円程度と推定される）現在、フィジー村落給水で展開されている EPS は、フィジー国内で入手できる材料を用いて、現地職員が JICA の SV と中本名誉教授の指導のもと製作・普及している。これらの材料はサモア国内で入手することが可能であり、設置後の維持工事は自国で行える。SWA では職員を毎年、JICA 沖縄の研修に派遣、さらに現在実施されている技術協力プロジェクトのメニューでも中本名誉教授による EPS 技術の伝承を行っている。

③ SWA 職員の維持管理技術の向上

当面の事業展開としては、アラオア浄水場の取水口及びアフィアマル取水口他への伏流水取水法の導入である。既に、普及・実証事業により維持管理技術の習得は SWA 職員に図られているが、さらなる展開により、多くの SWA 職員に伏流水取水法に関する維持管理技術の習得が促進される。さらに、将来的には、事業メニューに記載された事業を展開した時には水道メーター、漏水防止のための水道管などの維持管理技術の習得が図られる。

④ その他

現時点においては、伏流水取水法の導入以外の事業メニューについては、機材調達に関する入札以外は検討段階ではあるが、当社が国内で行っている水道メーターの設置から漏水防止のための水道管修繕を実施することにより、無収水率の改善に寄与することができる。さらに、汚泥の処理方法としてサモアでは実施されていないリサイクルシステムの構築により汚泥の活用を図ることにより大腸菌の発生などの防止に寄与できると考える。

(2) 事業実施後の相手国実施機関の自立的な活動継続について

本事業実施後、SWA が設備を保有し維持管理していくことになるが、そのために必要な対

策に関し実施した内容について以下に記す。

① 設備の維持管理

伏流水取水法の特徴として、メンテナンスに必要な労力と費用が軽微である事が挙げられる。前述の通り、逆洗と重機による洗い出しを定期的に行えばその他の維持管理については特段実施が不要である。また、流木等が大量に流入してきて、蛇籠のワイヤー部分を切断したりする事は想定されるが、その場合には、現地の資材センターで安価で販売しているため、修復は自ら簡単に行える。また、逆洗に使用するコンプレッサーであるが、雨の当たらぬ場所での適正保管と、輸送時に破損しないようにすることなどの指導も行った結果、設備度設置後は遵守されていることを確認している。これら維持管理についての技術習得は当社の指導により済んでおり、今後は SWA 職員同士が、自立的に技術を伝承できるような工夫を行い活動が継続できるようにする予定である。

② データ収集及び収集用設備

流量計及び濁度計に関しては、商用電力を使用している。商用電力使用に関わる費用は前述の通り月額 3,000 円程度であり、事業実施中はプリペイド方式で当社が負担していた。事業実施後に流量計及び濁度計を活用する場合には SWA の負担になることを、最終報告会において説明した。SWA としては、データ収集が 24 時間自動的に連続して行える本システムを気に入っている。特に、降雨時には河川に近寄ることができないため、河川濁度を測定することができないが、本システムでは河川そのものの濁度を計測することが可能であることは重要な意味を持つ。しばらくは SWA の費用負担にて継続して使用することを検討するとの返答を得ている。活用をしなくなった時には、SWA が保有している簡易型の流量計と濁度計を活用し手動にて測定を行うことになった。

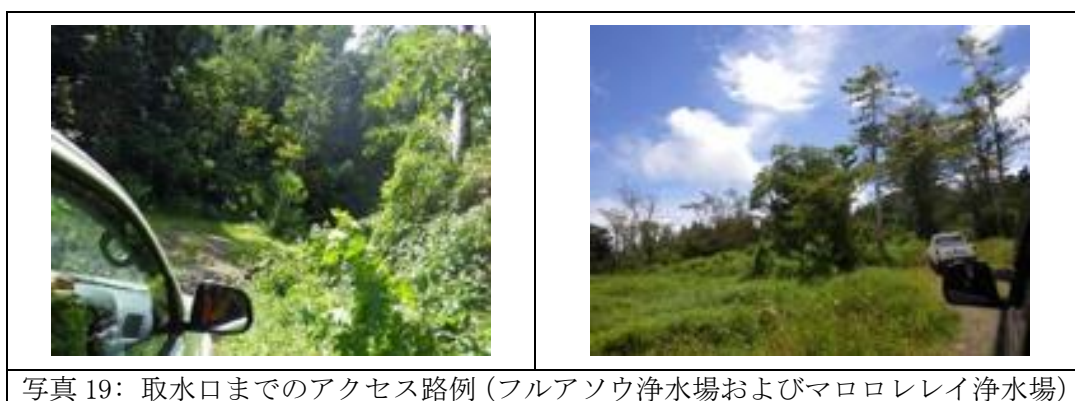
(3) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定

① マーケット分析

ア) 実施場所について

繰り返しになるが、現在 SWA 側と協議を続けているのは、アラオア浄水場の取水口及びアフリアマル取水口である。

その他に当社が現地調査を行った結果、ウポル島内においては、3カ所の浄水場には実施が可能であると考えている。前述の通り、いずれも稼働率が設計よりも高く負荷が大きい。本事業による濁度軽減は、浄水場の経済面、設備面の負荷を大幅に減らすことに寄与すると考えられる。本提案技術である伏流水取水法を実施するためには、取水口の前に蛇籠などの設備の導入のために重機を用いて設置しなくてはならず、そこへのアクセス路が確保されている必要がある。3カ所の浄水場の取水口までのアクセスはいずれも可能であると考えられる。



その他の未浄水処理の取水口前にも、本提案技術を提供することは可能であると考えられる。大規模な浄水場の建設と比較して、本提案技術は大幅な費用低減効果がある。本事業のみの実施でも現状より大幅な濁度軽減が図られる可能性が高い。アフアマル取水口において提案している伏流水取水法と EPS の併用により、取水量が少ない取水口において、浄水場を建設することなく、濁度軽減および水因性疾病の軽減への効果が期待できる。

サヴァイイ島においては、1カ所の浄水場が存在している。その他の給水箇所は全て湧き水であり水質は良好であることが確認された。サヴァイイ島の SWA サヴァイイ運営事務部においてヒアリングを行い、責任者とともに現地浄水施設と取水口を訪問した。サヴァイイ島浄水場は 1 万人への浄水の提供を行っているが、ウポル島と同様に、雨期の高濁度軽減が課題であることが確認された。取水口へのアクセス路は辛うじて自動車一台通れる程であり、取水口付近は人が通れるだけの通路が作られているだけである。



写真 20: サヴァイイ島浄水場の様子



写真 21: サヴァイイ島浄水場取水口

また、取水口へ流れ込む溪流上部とは 2~3mの落差がある状態である。本方式を導入するためには、まずは重機が通行できるためのアクセス路の整備を行わなくてはならない。更に、溪流上部への足場を組む作業等が必要となり、工事費用の大幅な上昇が懸念される状態である。

将来的な展開においては、商圏をサモアと同様に濁水流出により環境の悪化、災害のリスクが高まっている大洋州の中でも、特にトンガやフィジーにおける導入を目指したいと考えている。普及・実証事業の対象地ではないが、事前調査を 2012 年 11 月および 2013 年 3 月に水ビジネス検討会として実施した際には、トンガにおいては、本方式の導入対象になれる地域が複数存在していることを確認した。また、フィジーにおいては、生物ろ過による浄水場運営および EPS については既に導入が行われている地域が複数あることから、伏流水取水法の紹介を、本事業の実証データを活用して行っていきたいと考えている。

イ) 他の ODA との連携について

我が国が実施中である、無償資金協力「都市水道改善計画」では、Tapatapao 給水区および Vailima 給水区に新たに緩速ろ過方式の浄水場を建設する予定であり、本提案技術の活用により、新設される浄水場の負荷軽減に寄与できると考えられるため、連携を図りたいと考えている。契約には至っていないが、関係者からの情報収集を行っており、現在連携方法に向けた働きかけに着手している。



図 31：ヴァイリマ、タパタパオ浄水場完成予想図

(出典：サモア国 JICA 都市水道リハビリテーション計画準備調査 八千代エンジニアリング株式会社)

ウ) 本事業の優位性について

濁度を低減させる前処理方法として、普通沈殿方式、凝集沈殿方式方式がある。伏流水方式の濁度低減有効性を検証するため、これらの方式と比較する。

(a) 普通沈殿方式との比較

普通沈殿方式は緩速ろ過池にかかる負担を軽減する目的で、緩速ろ過池の前段に設ける。普通沈殿池は凝集操作を行わずに重力により濁質を沈降分離させるもので、自然沈殿とも呼ばれている。

濁質で $1\mu\text{m}$ 以上の粒子は容易に沈殿するが、コロイド ($10^{-5}\sim 10^{-7}\text{cm}$ 程度の大きさの粒子) は表面に負の電荷を帯びているのでそのままの状態では沈殿しない。

重力により沈降分離させるため、長い滞留時間が必要であり、コロイド粒子が多く含まれる土質であると沈殿処理水は濁度が高い状態となる。

当社は案件化調査(2013 年)において濁質の沈降試験を行った。この試験結果を参考にし、アラオア浄水場の前処理として普通沈殿池を建設した場合の施設規模を想定し比較を行ってみた。案件化調査実施期間中に、アラオア浄水場前の河川は豪雨により高濁な期間があり、その調査期間中の最高濁度は $1,122\text{NTU}$ を記録した。

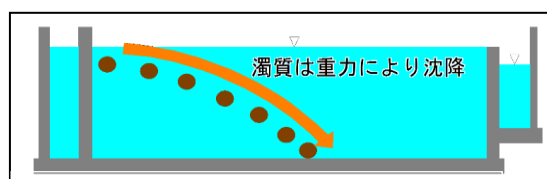


図 32：普通沈殿のイメージ図



写真 22: 濁度測定

沈降試験は、高濁した河川水 (840NTU) をマグネチックスターラーで攪拌し濁質を均一にした後、静置し 30 分毎に液面部分をサンプリングし、濁度を計測した。静置後、濁質は徐々に沈降し始めるが、2 時間経過した後でも上澄み液は濁ったままで濁度は 183NTU (除去率 78.2%) であった。沈降試験の結果を次項に示す。

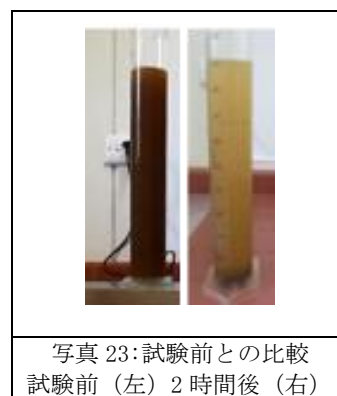
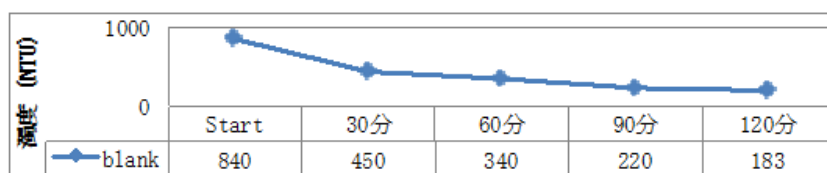


写真 23: 試験前との比較
試験前 (左) 2 時間後 (右)

図 33 : 案件化調査における沈降試験結果

上記沈降試験の結果から、普通沈殿では本河川の高濁した懸濁物質は、120 分の滞留時間を確保しても伏流水取水方式での処理水と同レベルの水質を得ることはできないと予測される。仮に滞留時間 120 分の沈殿池を建設する場合の沈殿池面積を算出する。

アラオア浄水場の処理水量が 10,000m³/日であることから、

$$10,000\text{m}^3/\text{日} \div (24 \text{ 時間} \times 60 \text{ 分}) \times 120 \text{ 分} = 833\text{m}^3$$

水道設計指針によると、沈殿池の形状は長方形とし、沈殿部の長さは幅の 3~8 倍を標準とし、有効水深は 3~4m とするとある。1 池の構造として、幅 5m×長さ 25m、(横縦比 1:5) とすると、必要池数は、以下のとおりとなり広大な土地が必要となる。

$$833\text{m}^3 \div (5\text{m} \times 25\text{m}) = 6.7 \approx 7 \text{ 池} + 1 \text{ 池 (予備)}$$

沈殿池の1池あたりの概略図を以下に示す。

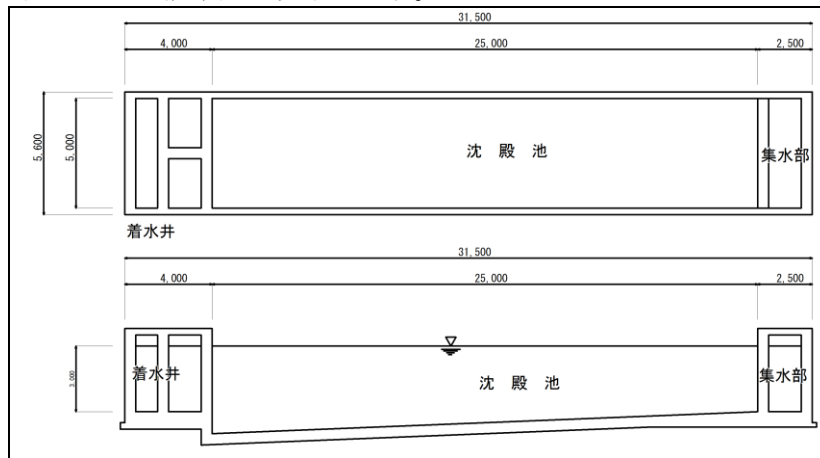


図 34: 日量 10,000m³ の普通沈殿池概略図

日水量 10,000m³ を処理するための沈殿池 7 池を建設するには、49.5m×31.5m の敷地が必要となる。土地の権利が村にあるサモアでは、土地の確保が最大の障害となる。これだけの大きな土地を確保することは非常に困難であると同時に、取水口からアラオア浄水場の地点は、河川敷から直ぐに切り立った斜面となっており、この付近では平坦な土地はないため、普通沈殿池を建設することは不可能である。

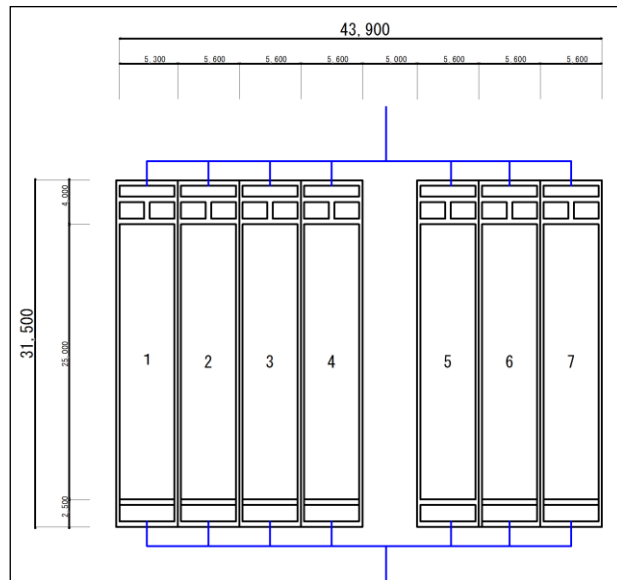


図 35: 日量 10,000m³ の普通沈殿池設置面積

普通沈殿池（日量 10,000m³/日）を建設するための概算工事費を以下の表に示す。

表 30: 普通沈殿池の概算工事費

項 目	金 額
構造物工事費 (8 池分)	146,000 千円
導水管布設費	45,000 千円
沈殿池周り配管	30,000 千円
現地重機借用費	20,000 千円
造成費	50,000 千円
資材運搬費	10,000 千円
諸経費 (設計費・管理費)	136,325 千円
合 計	437,325 千円

(b) 凝集沈殿方式との比較

凝集沈殿法は、ポリ塩化アルミニウム(PAC)などの凝集剤を注入して、コロイド粒子を重力による沈殿可能な粒子の大きさにまで凝集させ、除去する方法である。さらに沈殿効率を上げるため傾斜板装置を設置し、沈殿面積を増加させ省スペース化を図ることが可能である。

しかし、原水の濁り状況に応じて凝集剤の注入率を変化させる必要があるため、管理運営に技術と経験が必要である。凝集剤を使用することにより生物浄化法に必要な、微生物の活動を阻害するため薬品を添加することはできない。このため、生物浄化法による砂ろ過池の前処理としては適していない。凝集剤を用いた沈殿効果についての試験を行った結果を下表に示す。

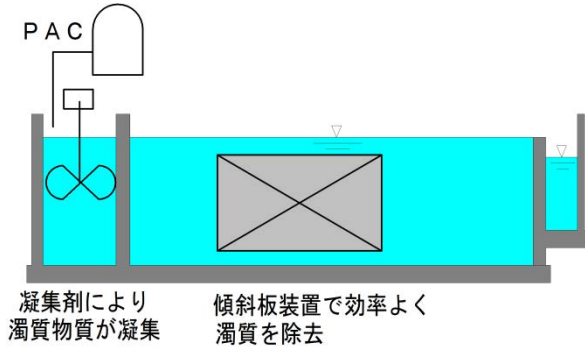


図 36: 凝集沈殿のイメージ図

表 31: 凝集沈殿方式との比較

検査対象	濁度	除去率
原水濁度	420NTU	
Blank (5分静置)	225NTU	
PAC 30ppm (5分静置)	22.2NTU	
PAC 50ppm (5分静置)	16.6NTU	
PAC 60ppm (5分静置)	18.5NTU	

PACの沈殿試験より、各濃度とも沈殿効果が良好に得られた。PAC30ppmでは上澄み液が微かに着色していた。PAC50ppm, 60ppmでは上澄み液は透明であった。

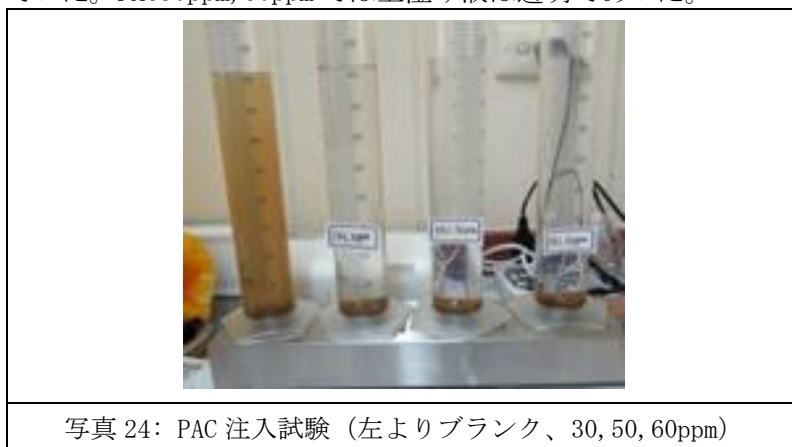


写真 24: PAC 注入試験 (左よりブランク、30, 50, 60ppm)

日本国内での 10,000m³/日の凝集沈殿池の設計事例を以下に示す。

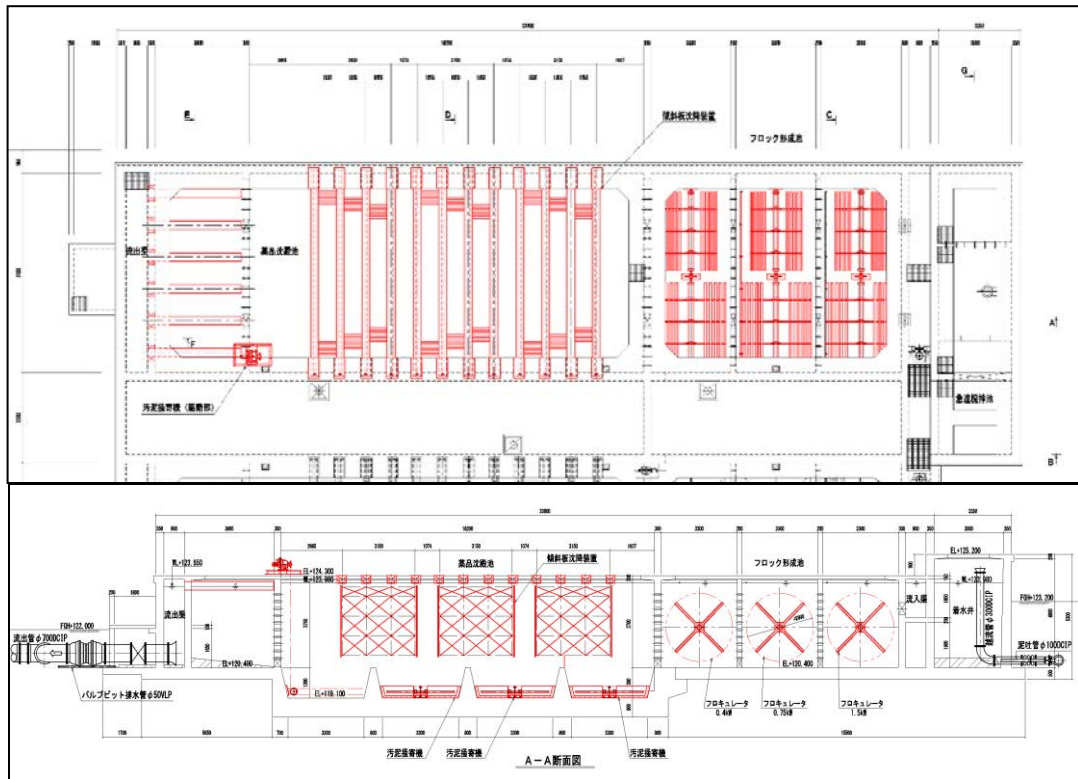


図 37: 日量 10,000 m³の凝集沈殿池の設計事例

凝集沈殿処理は、PAC などの凝集剤を添加後、水中濃度を均一にするために急速攪拌し、その後濁質の塊（フロック）を大きく成長させるために、緩速攪拌を行う。次いでフロックを効率よく除去する為に傾斜板沈降装置を設置する。また、排水・排泥設備、天日乾燥池の設置を行う。下表に水量 10,000m³/日の凝集沈殿池の工事費を示す。

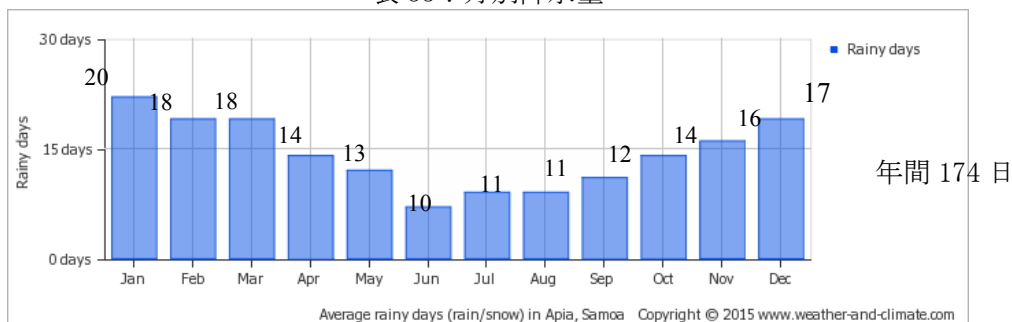
表 32 : 凝集沈殿設備の概算工事費

項目	金額
構造物工事費	60,000 千円
機械設備工事費	200,000 千円
電気設備工事費	15,000 千円
薬品注入設備	10,000 千円
水質計器設備	6,000 千円
現地重機借用費	20,000 千円
導水管布設費	45,000 千円
造成費	40,000 千円
資材運搬費	30,000 千円
排水・排泥設備、天日乾燥池	150,000 千円
諸経費（設計費・管理費）	136,325 千円
合計	712,325 千円

凝集沈殿池の維持管理費として、凝集剤の消費量と電気代を算出する。

案件化の沈降試験にて PAC 注入率が 30ppm (30mg/ℓ) で十分な沈殿効果を確認した。サモアの月別雨日数は以下のグラフのとおりであり⁸、降雨日数は年間 174 日として試算を行った。

表 33：月別降水量



今回、観測した原水の濁度データ (5月15日 21:00～5月16日 16:00) より、雨が降り河川濁度は約7時間高い状態が続くことが判る。その後は濁度 5NTU 以下になるため、この高濁時のみ凝集沈殿を稼働させることを想定する。

表 34：濁度データ (2015年5月15～16日)

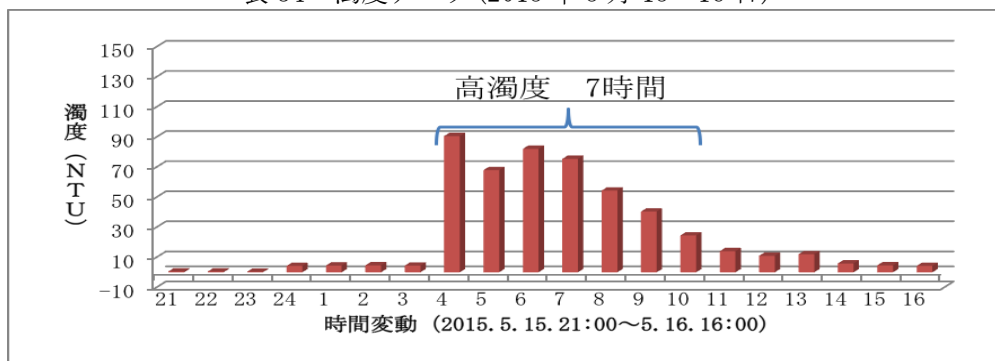


表 33 より年間降水日を 174 日、表 34 より濁度低減に必要な時間を 7 時間とし、凝集剤 (PAC) 注入率が 30ppm (30mg/ℓ) で注入する想定で水量 10,000m³/日に対する年間消費量を算出すると、以下の式のとおりとなる。

$$10,000\text{m}^3/\text{日} \times 30\text{mg}/\ell \times 1,000 \times 174 \text{ 日} \times 7/24 \text{ 時間} \div 1,000,000 = 15,225\text{kg}/\text{年}$$

PAC の国内販売価格は 2,100 円/20kg = 2,100 ÷ 20kg = 105 円/kg なので、
15,225kg × 105 円/kg = 1,598,625 ≒ 1,600,000 円/年

20ft コンテナの最大積載重量は 22,000kg (DRY) であり、必要量の凝集剤 (PAC) の輸送には 20ft コンテナ 1 台が必要である。サモアまでの輸送費は約 1,000,000 円/台であることから、輸送費を含めた凝集剤の年間費用は以下のとおり。

⁸ : <https://weather-and-climate.com/average-monthly-Rainfall-Temperature-Sunshine,Apia,Samoa>

1,600,000円+1,000,000円=2,600,000円/年
 さらに凝集沈殿時に稼働する機械設備として、以下の機器が挙げられる。

表 35: 凝集沈殿設備動力機器

機 器 名	電動機容量
急速攪拌ミキサー	3.0 kW
緩速攪拌フロキュレーター 1 段目	1.5kW
緩速攪拌フロキュレーター 2 段目	0.4kW
薬品注入ポンプ	0.5kW
合 計	5.4kW

サモアの電気代は日本と比較すると高額である。おおよそ、1kWh = 1 WST(≒50 円)であるため、雨の日だけ凝集沈殿設備が稼働すると仮定した場合、電気料金は
 $5.4\text{kWh} \times 174 \text{ 日} \times 24 \text{ 時間} \times 50 \text{ 円} = 1,127,000 \text{ 円/年}$ となる。

以上のことから凝集沈殿法の年間維持管理費用は、
 $2,600,000 \text{ 円 (薬品代)} + 1,127,000 \text{ 円 (電気代)} = 3,727,000 \text{ 円/年}$ になる。

さらに、凝集沈殿設備から排出される汚泥はアルミニウムを含んでいるため、日本の法律では産業廃棄物扱いとなり、指定業者に引き取ってもらう必要がある。汚泥の容積を減らすために加圧脱水機や天日乾燥床など別の施設を建設する必要がある。

以下にそれらの方式と提案事業の方式を比較してみた。

ゼロオプションを選択した場合、現在の浄水場へ流入する水の濁度軽減及び流量の確保の問題は解消されない。雨季の高濁度水の流入及び乾季の給水量不足が発生することになる。粗ろ過池の処理能力を超えた高濁水が流入し、処理が不十分なまま緩速ろ過池に到達し、緩速ろ過池（生物浄化法）による浄水能力も不十分なまま濁水を水道水として給水してしまうことが頻発するため、ゼロオプションは望ましいものではない。また、前述のとおり、高濁度水の浄水場への流入により、砂の掻き取り、補充といったメンテナンスの頻度が高く、費用が発生している状態である。(SWA 関係者はこれらの開発課題の解決は急務であることを認識しており、ゼロコストオプションを選択することは考えていない。しかしながら第2章(4)②記載のとおり、設備投資予算が限られていることが障壁になっている状態である。)

一方、提案事業は濁度軽減及び安定した流量の確保が期待される事業である。また、本提案事業は、凝集剤を使用せず、沈殿池建設のための敷地も必要ではないため、用地買収が不要であり、また環境社会への重大な影響が予測されない。また、前処理による濁度軽減により、緩速ろ過池へ流入する水の水質改善につながる。これにより浄水場の維持管理に関わる作業量が減り、メンテナンス費用の軽減につながる。本提案事業の実施はプラスのインパクトが大であるため、実施は妥当であると判断する。その背景の下、ゼロオプション及び代替案の検討を行った。その結果、本提案事業の計画内容は妥当であると判断できる。

表 36: 提案事業と前処理方式の比較

項目	伏流水取水法	普通沈殿方式	凝集沈殿方式
濁度軽減への効果	高い	高い	高い
スペース	河川底への設置	沈殿池(幅 5m x 長さ 25m)の建設のために広大な敷地(49.5m x 31.5m)が必要。	排水槽、汚泥濃縮槽、天日乾燥床等が必要となり普通沈殿方式と同程度の敷地が必要。
工費用	安価 資機材の多くが現地で調達可能である。	中程度	高額
工事費用概算	4.0 億円	4.47 億円	7.5 億円
施工の難易度	容易	高度な技術を伴う	高度な技術を伴う
耐用年数	60 年	構造物部分 60 年	構造物部分 60 年、 機械部分 12 年程度
維持管理の難易度	逆洗を行う程度であり技術習得が容易。	構造が複雑であるため、専門家の配置が必要。	凝集剤の投与、凝集沈殿物の適正処理が必要。
維持管理用人員	1～2 名	数名	数名
維持管理 年間コスト	軽微(10～20 万円) 逆洗を行う為のコンプレッサーの燃料代やその輸送費等のみ必要。	軽微(10～20 万円) 薬品、動力が不要ため定期的な清掃が必要であり、沈殿した泥の排出用重機代のみ必要。	約 370 万円 電力消費および継続的な凝集剤代が必要。継続的な薬品投与が必要であり高価。
設備投資及び維持 管理コストの NPV	10 年間の設備投資(上記工事費用)と年間の維持管理コスト(年間 20 万円の前提) NPV: 401, 177 千円	10 年間の設備投資(上記工事費用)と年間の維持管理コスト(年間 20 万円の前提) NPV: 448, 778 千円	10 年間の設備投資(上記工事費用)と年間の維持管理コスト(年間 370 万円の前提) NPV: 782, 890 千円
	30 年間の NPV: 403, 971 千円	30 年間の NPV: 450, 971 千円	30 年間の NPV: 1, 078, 227 千円
	NPV 算出方法:	NPV 算出方法:	NPV 算出方法:
	割引率: 10 年 2.2%, 30 年 2.9% (米国債利回り参照)	割引率: 10 年 2.2%, 30 年 2.9% (米国債利回り参照)	割引率: 10 年 2.2%, 30 年 2.9% (米国債利回り参照)
	残存価値: 加味していない	残存価値: 加味していない	残存価値: 加味していない
再投資: なし	再投資: なし	再投資: 耐用年数後(12 年目, 24 年目)に機械部分再設置)	
環境社会配慮面	廃棄物が発生しない。	建設のための広大な敷地が必要。	建設のための広大な敷地が必要であり凝集沈殿物の適正処理が必要。

濁度軽減への効果は、提案事業の方式でも効果は高い。普通沈殿方式や凝集沈殿方式は、工業排水などから有害物質を取り除くなどの効果は大変高い方式である。また、生物ろ過方を採用している浄水場との組み合わせでは、微生物の活動を阻害してしまう、凝集沈殿方式の導入は困難である。また、耐用年数では、本提案事業と普通沈殿方式は60年であるのに対し、凝集沈殿方式の機械部分は12年であり、再構築コストを考えると凝集沈殿方式は高額になってしまう。また、多発するサイクロンに関してであるが、本提案事業は、河川底への設置が主であるため、影響を受けにくい。普通沈殿方式も構造物部分は堅牢ではあるが、敷地が広大に必要であり、設置場所によっては浸水や土砂崩れなどの被害がある可能性がある。凝集沈殿方式は、機械部の破損などが発生した場合の再構築コストが発生する。

以上のことから本事業のように河川からの原水の前処理を行う方法としては、施工費用や維持管理のコストや難易度などの面から、伏流水取水方の優位性が高い。

今後想定されるビジネスモデル上の経営課題を抽出する為にクロスSWOT分析を行なった。

クロスSWOT分析		内部環境	
		強み	弱み
		<ul style="list-style-type: none"> 設備投資費が他の方式に比べて安価 前処理、浄水、下水などの水ビジネス全般の知見 組織体制(人材) 普及・実証事業の実績技術優位性 	<ul style="list-style-type: none"> 人件費上昇 人材の流出 導入場所が限定的 SWAの予算が乏しい
外部環境	機会	強みを生かし、チャンスをもたにする	弱みを克服し、チャンスを見逃さない
	SWAの問題意識の高さ	<ul style="list-style-type: none"> 普及・実証事業での実証データを活用して、伏流水取水方の本格的導入を図る。 EPS+伏流水取水法は少量の取水口に適合しているため導入しやすい。 	<ul style="list-style-type: none"> 他の前処理技術との比較を行い、乏しい予算の中でも安価での実施が可能であることと、メンテナンスに必要な費用と人員が少ないことの優位性を強調する。 また、技術者に対し複数名の技術指導を行い、技術の共有化を図り、技術者の不足に対するリスクを解消する。
	脅威	強みを生かし、脅威の影響を受けないようにする	弱みを克服し、脅威の影響を受けないようにする
<ul style="list-style-type: none"> 大手業者の参入 サイクロンなどの天災 技術の模倣 		<ul style="list-style-type: none"> 技術優位性及び実施データを明示にすることにより販売面の強化を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 河川底への設置のためサイクロンなどの影響を受けにくい。 技術の模倣を避けるため、知財面の保全に注意を払いながら進める。

図 38：クロス SWOT 分析

これらの状況を踏まえ、強み/機会の最大限の活用と、弱み/脅威部分の改善を事業化戦略の優先順位として高いものと位置づけている。

エ) 経営課題について

サモアにおける本提案技術の地区は限定的である。そして、導入カウンターパートもSWA以外には他のドナーの一部しか想定できない。本提案技術は、仕組みが比較的簡易であるため、競合相手の参入が考えられる上に、仕組みが比較的簡易である分、模倣し易いこともあり、知財面の保全の課題があると考えられる。

オ) 採算性について

サモアの人口及び経済構造から明らかなのは、繰り返しになるが、島嶼国でのビジネス展開の課題として常に上げられる「限定されたマーケット」であることである。一般的に島嶼国でのビジネス展開として購入者および利用者が限定されているので、ODAによる投資依存とその後のメンテナンス事業以外に、その後の展開のビジョンを描きづらいつまわれ

ている。採算性向上のためには、①機材の現地調達を進める②現地での機材製造は発注ベースでのみで行う③営業職員を除き、機材製造および建設設計のための常駐の職員の配置は事業が軌道に乗るまでは行わないなどの対応を当面は実施する。その上で、アラオア浄水場取水口及びアフィアマル取水口への導入を目指すとともに、洗砂機などの機材販売のほか、給水関係（水道メーター、水道管修繕）への参入を目指すことにより収益の拡大を図る。伏流水取水方、EPS、洗砂機などの導入に関しては、当社がなんらかの在庫を保有する必要のない注文発注を予定している。また、SWA によるアラオア浄水場取水口及びアフィアマル取水口への実施が見込まれるまでは、当社の人員を常駐させる必要はないため、初期投資は軽微に抑えられると考える。

しかしながら、前述の通り、SWA は財政難であり設備投資の予算が限られている。SWA との協議において、本事業の必要性を SWA は認識しており、予算の確保について内部で検討したいとの発言があったが、具体的な手法は提示されなかった。そのため、再度 SWA にとっての大きなドナーである EU は budget support（財政支援）方式を採用しているの、その方式を活用して、本提案事業の予算を確保できないかと尋ねたところ、「現実的な一つの選択であるが、それを含めて内部で検討したい」との返答を得た。

② ビジネス展開の仕組み

事業展開の仕組みとしては、伏流水取水法及び EPS との組み合わせを主軸とした前処理技術の展開を想定している。展開にあたっては、現地ビジネスパートナーとの連携を図ることを検討している。普及・実証事業を通じて、ボーリング調査やデータ取得などで連携を行った設計・施工管理・コンサルティング事業を展開しているサモアの IPA 社は、伏流水取水法の工法を把握しているとともに、SWA との水ビジネス事業を多数行ってきた。また近隣諸国での事業展開の実績が多数ある。このため、ビジネスパートナーとして IPA 社との業務委託契約を締結し、当面の営業活動の支援を依頼したい。また、現地建設会社 BlueBird は、サモアにおける ODA 事業における建設工事を様々受注した実績がある。現在はこの 2 社のいずれかもしくは両方と役割を明確にした上での連携を図りたい。

洗砂機および塩素などの薬品注入機械設備の販売などの機材提供に関しては、無償資金協力「都市水道改善計画」における入札や技術協力プロジェクト「沖縄連携によるサモア水道公社 維持管理能力強化プロジェクト」を中心に、近隣諸国を含んだ入札への参画を予定している。

水道メーターの設置から漏水防止のための水道管修繕や、さらには国内で実施している浄水場の汚泥や建設汚泥を造粒固化工法により盛り土剤や路盤材などに再利用可能な土壌に改良するリサイクルシステムの構築などは、将来的なビジネス展開のための材料の一つではあるが、現在のところ具体的な現地からの要望は得ていない。これらの情報収集、調査に必要なコストを抑え、効率的なビジネス展開を円滑に進めることが、普及・実証事業を通して改めて確認できた。ビジネスパートナーとの協力体制を構築することが最善策と考えるに至った。現地の事情に詳しい現地ビジネスパートナーとの連携を密にとることによって、商機を得たい。

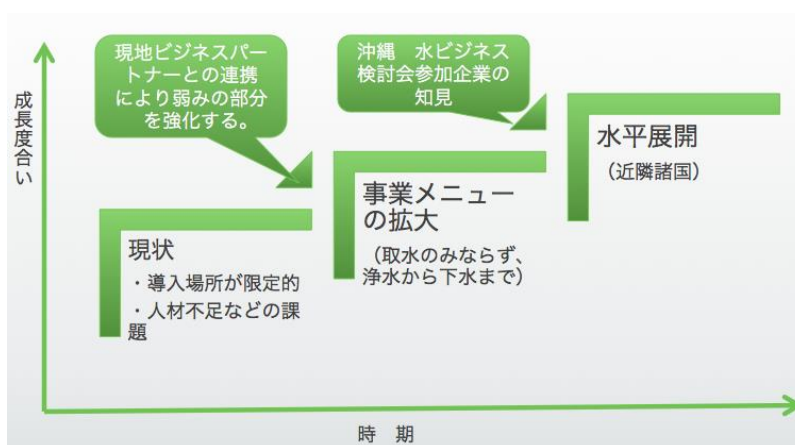


図 39： ビジネス展開のイメージ図

ビジネスパートナーとの協力体制を構築することが最善策と考えるに至った。現地の事情に詳しい現地ビジネスパートナーとの連携を密にとることによって、商機を得たい。

体制面では、普及・実証事業終了後に「水ビジネス検討会」を法人化し、沖縄企業の知見を集めた企業を作る予定である。サモアでのビジネス展開に関しては、その新法人とともに、現地ビジネスパートナーとのJVにてビジネス展開することを視野に入れている。水ビジネス検討会の国内法人と現地ビジネスパートナー企業との合弁会社を出資割合折半にしたうえで現地企業を設立する。水ビジネス協議会の役割としては、浄水、給水、下水に至るまでの一連の水ビジネス関連の設計、機材販売までの知見の集合体として、現地に相応しい工法、機材の提供を行うことである。現地ビジネスパートナー側の役割としては、現地ネットワークを活用したマーケティング及び施工管理、現地法規制に基づく申請全般、現地建設会社への発注及び施工管理などである。

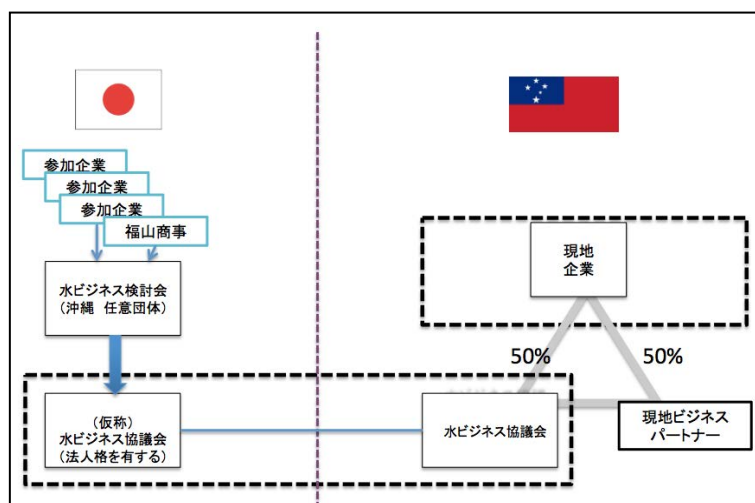


図 40： 将来的な組織体制のイメージ図

③ 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール

上記ビジネス展開の仕組みの中で、最も早く商業事業化が可能と考えられるのは、アラオア浄水場取水口もしくは、アフィアマル取水口への伏流水取水法の導入である。現在想定しているアラオア浄水場の取水口の工事の工程表は次の通りである（アフィアマル取水口に関しては、規模が小さいため1.5ヶ月程度の工期を予定している）。

表 37 : アラオア浄水場取水口工事の工程表

アラオア浄水場取水10,000m3		1月				2月				3月				4月			
		1週目	2週目	3週目	4週目	5週目	6週目	7週目	8週目	9週目	10週目	11週目	12週目	13週目	14週目	15週目	16週目
スクリーンパイプ	材料調達	■															
	集水柵型枠・配筋		■														
	集水柵コンクリート打設			■													
	現地測量	■	■	■													
	集水柵部分掘削			■	■												
	集水柵設置				■	■											
	河川切り替え・仮設配管				■	■											
	スクリーンパイプ部分掘削					■	■	■	■	■	■						
	スクリーンパイプ布設										■	■					
	逆洗配管布設											■	■				
埋め戻し作業												■	■				
小型壁	掘削															■	
	型枠															■	
	コンクリート打設															■	
プロワ室建設	床掘		■														
	基礎打設			■													
	型枠・配筋				■	■											
	コンクリート打設					■	■										
	ブロック積工						■	■	■	■							
	屋根・仕上げ									■	■						
	電気配線											■	■				
	プロワ設置												■	■			
	試験													■	■		
導水管	配管ライン測量		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	掘削					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	導水管布設						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
総合試験																	■

現時点での事業化スケジュールとしては以下を予定している。

- SWA との伏流水取水方実施に向けての協議： 現在～2016年4月頃
- 現地会社設立： 2016年6月～9月
- 事業実施： 2016年9月頃
- 近隣国での展開： 2018年頃

表 38 : アクションスケジュール

	2015				2016				2017				2018				2019							
	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4			
普及・実証事業	←				→																			
現地法人設立					■																			
事業開始									→															
近隣国での展開																						→		

④ 想定されるリスクと対応

a) 経済的条件の変化について

競合他社の出現による販売価格の低廉化が想定される。現在のところ伏流水取水法及び逆洗方式を活用した競合他社はサモア国内には存在していない。しかし、水処理技術を持った欧州もしくはニュージーランドなどからの参入は考えられる。EPS との併用や、建設機材調達の低額化を進め、価格面での優位性を維持できるようにしたいと考えている。

b) 商習慣の違い、施工技術の違いについて

商習慣の違い、施工技術の違い、建設機材及び規格の違いなどは、速やかな事業展開の

阻害要因になる。今後の展開においては、現地のビジネスパートナーの知見を得ることにより、不完全な施工に対するリスクを回避する。また当社は海外での業務経験が少なく、サモアの法規制や海外ビジネスを行う上での慣例や手続き等に不慣れであった。しかし、本事業での経験を活かし、そしてビジネスパートナーとの密接な連携をとることにより、許認可申請及び契約に関する不備は回避可能と考えられる。

c) 知財面について

本提案技術の模倣などの知財面のリスクが存在する。サモアは2013年9月に産業財産権の保護に関するパリ条約が締結された。これにより、特許、実用新案、意匠、商標、サービス・マーク、商号、原産地表示又は原産地名称及び不正競争の防止が図られることになった。今後事業展開を行う上で、知財面の保全に注意を払いながら進めていきたいと考えている。

d) 技術者の流出について

技術指導で育成した現地カウンターパート技術者の流出による技術者不足、それによる維持管理上の問題が想定される。本事業実施期間中においてもSWAの離職者が多数おり、SWA内での引き継ぎが万全ではなかった事態が発生している。当社が取れる対策としては、現地カウンターパートの技術者に対し複数名の技術指導を行い、技術の共有化を図り、技術者の不足に対するリスクを解消することを考えている。

e) 天災について

サモアは、度重なるサイクロンの被害を受けているだけでなく、津波被害国である。耐震性、耐風性等を考慮し耐久性のある建設計画を立てる必要がある。

特に伏流水取水法に関しては、サイクロンの発生等により川の流量が著しく増えることが想定されたため、じゃ籠の礫層を厚くし、破損しないような対策を施す予定である。

f) 治安について

一般的に安全な国といわれている。しかし、近年外国人の流入により犯罪率が増加しているとの情報も多い。

⑤ ビジネス展開可能性の評価

当社の技術を用いた伏流水取水法のビジネス展開の可能性として、緩速ろ過池（生物浄化法）を採用しているサモアは大洋州諸国の中でも予算の制約があるものの導入の可能性を見いだせる国であると言える。本事業によって伏流水取水法の効果の実証ができただけでなく、今後のビジネス展開において、ショーケース的な役割を果たすことができると考えられる。日量1,000 m³ではあるが、濁度軽減された給水が現時点においてもできていることは予定していた成果は達成できたと考える。今後、アラオア浄水場取水口の全量もしくはアフリアマル取水口などへの導入について、SWA側が検討を開始したことは大きな成果だと考えられる。しかしながら、事業実施のための予算をどのように確保するかということは引き続きSWAにとっての大きな課題である。前述した通り、EUはサモアにとって大きなドナーであり、水分野での貢献も大きい。しかし、2010年以降は、個別のプロジェクトへの関与ではなく、財務省への財政支援方式を採用している。今後SWAが本事業についての予算を確保するには、財務省経由で濁度軽減などの数値化した目標値を設定する必要がある。前述の通り、当社からはJICA民間連携ボランティア制度を活用して、サモアのNGO団体Women in Business Developmentへ社員を派遣し、コミュニティ開発の一環として、有機農法ワークショップの企画・運営補助や情報をデータベースにまとめる等の活動に従事している。さらに、「沖縄連携によるサモア水道公社 維持管理能力強化プロジェクト」の技術協力プロジェクトも進行しており、沖縄県出身者がSWAに配属されている状況であ

る。今まで実施してきた、「緩速ろ過を使用した上水道の管理技術研修」や「サモア水道事業運営（宮古島モデル）支援協力」などにより沖縄とサモアの人的な結びつきは大変強く、サモア側から水分野での沖縄に対する技術力に関しては大いに信頼を得ている。島嶼国故に本提案事業実施者が限定されており、実施可能な箇所も限られている。そのため、同様の課題を抱えている近隣国への展開は必要である。更に、安定したビジネス展開を図るためには前述のような取水、浄化、給水、下水の各工程における事業メニューの展開が必要だと考えている。

(4) 本事業から得られた教訓と提言

① 教訓

・ 設置設備の修繕の予測について

本事業で当初予測していたよりも設置設備について多くの修繕が発生した。我が国では発生し得ないような大雨や河川の形状の違いなどによる泥土の堆積などが発生した。特に、日本からサモアへの渡航は、移動時間が必要であり、航空券が高額であるから、不測の事態に対応ができるようにするためにも予めある程度余裕を持った渡航計画を策定する必要がある。

・ 諸手続きについて

本事業では、前述のとおり河川工事の許認可が必要であったが、必要書類の提出を行えば問題なく許可された。工事に関する環境影響評価の書類も適切な量であった。また、免税に関しても、行政関係者が協力であり問題なく行われた。国の財政が ODA 支援に依存していることが影響しているからか、行政機関の手続きにおける煩雑さは無いことが確認できた。

・ 渡航について

サモアは国際会議が頻繁に行われており、また現地の祭事などの影響により、宿泊先の確保が困難な事態が複数回発生し、スケジュールを変更せざるを得なかった。日本から現地へ向かう航空券も時期によっては早めの予約を行わない限り確保できないこともある。そのため、渡航スケジュールに関しては、早めに算段を立てることが求められる。

・ 天候、災害について

気候状況による機材の到着の遅れ、雨期における河川流量の増大が想定される。機材輸送に関しては予め日程的に余裕のある計画が必要である。2009 年に起きた震災と津波災害の他に、恒常的なサイクロンのリスクがある。それに伴う水害などは頻繁に起きており安全対策は必須であると考えられる。案件化調査実施時には当社のスタッフが、サイクロンが直撃した時にサモアに滞在しており、宿泊先のホテルが壊滅的な被害にあった。（この被害が原因でホテルは閉鎖された）

・ 文化習慣について

我が国の行政サービスの時間軸を想定しては事業計画が大幅に変更を余儀なくされる可能性がある。およそ数倍もの時間を要すると考えなくてはならない。

② 提言

・ 新スキームの必要性について

普及・実証事業の実施によって、今後のビジネス展開の可能性が明確化してきた。しかしながら、商圈が限られており、ODA への依存傾向にある島嶼国においては、BtoB や BtoC の事業モデルの展開が厳しい。しかし、ODA 案件化するには、相手国政府からの要請や準備調査等が必要となり、実施に至るまでには少なくとも数年が必要である。普及・実証事

業終了後の速やかな事業化促進を図るためには、足の速い資金を提供できる新しいスキームが構築されると、中小企業にとっては大きな支援となる。想定しているスキームとしては、中小企業のみを対象とした「事業権対応型無償」や、一般財団法人 日本国際協力システムが調達業務を担っている「中小企業を活用したノン・プロジェクト無償」の調達金額及び用途を拡大させたものを期待する。

参照文献、参照データ

- ・ 外務省ホームページ (サモアの政治概況、対サモア独立国 国別援助方針など)
- ・ JICA 研究所サモアの主な社会経済指標データ
- ・ 世界経済のネタ帳 (サモアの 2012 年度の経済指標と国際ランキング、サモアの名目 GDP の推移)
- ・ NZ 学会資料 (サモア人の人口)
- ・ サモア統計局資料 (サモア国の貿易状況 2011)
- ・ SDS 2008-2012
- ・ SDS 2012-2016
- ・ 水セクター事業計画(Water for Life Sector Plan 2008-2012)
- ・ サモア保健省水質基準資料
- ・ SWA Corporate Plan 2013-2015
- ・ SWA 組織協力プロジェクト資料
- ・ SWA 資料 (水需要の設計、組織概要、組織の目的など)
- ・ OECD、オーストラリア政府、アジア開発銀行ホームページ
- ・ サモア国都市水道リハビリテーション計画準備調査 予備調査報告書
- ・ サモア国都市水道リハビリテーション計画準備調査 最終報告書
- ・ SWA Annual Report 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013
- ・ Draft Outline Integrated Apia Master Plan for Water Supply, Sanitation and Drainage, Final Master Plan, January 2011, Samoa Ministry of Finance
- ・ Pacific Climate Change Science Programme, 2011
- ・ Catalogue of RIVERS for Pacific Islands, WMO, EU, UNESCO 2012 年発刊
- ・ Kellogg Brown & Root Pty Ltd, 2011
- ・ MNRE ホームページ
- ・ 横浜市水道局ホームページ

添付資料

別添資料 1: Development Consent Application Form (DCA)

別添資料 2: Planning and Urban Management (EIA: Environment Impact Assessment)Regulation 2007

別添資料 3: Preliminary Environmental Assessment Report


別添資料 4: Development Consnt (開発合意)

別添資料 5: SWA の水供給エリア

別添資料 6: アピアの給水区

別添資料 7: Instructions of The Air backwash system

別添資料 1 : Development Consent Application Form (DCA)

 <p>PLANNING AND URBAN MANAGEMENT AGENCY Development Consent Application Form Planning and Urban Management Act 2004</p>	<p>Office Use Only</p> <p>DCA ___/___/___</p> <p>Date Received ___/___/___</p> <p>Amount Paid \$</p>
---	---

Send or deliver applications to the Planning and Urban Management Agency, Private Bag, Samoa. For enquiries phone: (685) 23 800 or visit our website at www.mnre.gov.ws/puma.

1. Applicant details:

1.1 I, _____, hereby apply for development consent.
(first name) (last name)

1.2 Personal contacts: _____
 Address: _____
 Telephone: _____ E-mail: _____

2. Planning details:

2.1 Proposed land use
 Please tick the appropriate box:

<input type="checkbox"/> Residential	<input type="checkbox"/> Recreational
<input type="checkbox"/> Commercial	<input checked="" type="checkbox"/> Infrastructure/structure
<input type="checkbox"/> Industrial	<input type="checkbox"/> Agricultural
<input type="checkbox"/> Religious	<input type="checkbox"/> Educational
<input type="checkbox"/> Cultural	<input type="checkbox"/> If other please specify:

2.2 Proposed activity
 Please tick the appropriate box:

<input type="checkbox"/> New building	<input type="checkbox"/> Road/driveways
<input type="checkbox"/> Extension/alteration/renovation	<input type="checkbox"/> Reclamation
<input type="checkbox"/> Retaining wall/fence	<input type="checkbox"/> Drilling
<input checked="" type="checkbox"/> Earthworks	<input type="checkbox"/> Revetment
<input type="checkbox"/> Mining	<input type="checkbox"/> If other please specify:

3. Additional details:

3.1 Describe what is to be carried out on site:

3.2 Proposed start date: 14-07-2014
(dd-mm-yy)

3.3 Estimated completion date: 29-08-2014
(dd-mm-yy)

3.4 Estimated capital value (SAT\$): _____

3.5 Contractor or responsible builder:
 Name: _____
 Contact details: _____

別添資料 1 : Development Consent Application Form (DCA)

4. Land details:			
4.1 I am the:			
<input type="checkbox"/> Property owner	<input type="checkbox"/> Lessee (provide details)		
<input type="checkbox"/> Occupier	<input type="checkbox"/> Co-property owner (provide details below)		
<input checked="" type="checkbox"/> Agent (authorized by owner/lessee)			
4.2 Names of owner/occupier: (other than the applicant) of the land to which the application relates:			
If you are not the property owner, then you are required to attach a written declaration from the owner(s) to which the development application applies with name and address details as required under section 38 of the Planning and Urban Management Act 2004.			
4.3 Location of development: <u>Vaisigano River East Branch</u>			
4.3 Land tenure:			
<input type="checkbox"/> Freehold (complete section 5)	<input checked="" type="checkbox"/> Government		
<input type="checkbox"/> Customary (complete section 6)			
4.4 Legal description:			
Land registry	Volume:	Folio:	Survey plan:
	Parcel No:	Area (m ²): <u>7100 m²</u>	
Please provide further legal description of additional parcels if your proposed development covers more than (1) one parcel.			
5. Freehold land:			
If the land is freehold or individually owned, you must attach a copy of the Deed of Conveyance and have the owner certify that he / she permits your project(s).			
I / We _____, certify that I / We own the land described in this application and grant the applicant permission to use the land as proposed.			
_____ Owner		_____ Date	
6. Customary land:			
If a survey area available, please attach a copy. If not, please provide a detailed description of the land to which the application relates:			
Name of the land: _____			
Village: _____			
District: _____			
Please attach copy of Land and Titles Court decision as proof that the Sao/Matai has the pulefaamau over the customary land			
If the land is customary owned, you must present this application to the (Sa'o) Matai or at least two senior Matai responsible for the land for their consideration and signature.			

別添資料 1 : Development Consent Application Form (DCA)

<p>I / We, _____ and _____ certify that I / We are matai of the _____ family, which is responsible for the land described in this application, and hereby grant permission to the applicant to use the land to which the application relates.</p>	
_____ Sa'o / Matai	_____ Date
_____ Sa'o / Matai	_____ Date
7. Attachments: Documents required to be attached to this application	
<input type="checkbox"/> Two copies of plans and drawings (drawn to scale) showing, where relevant: <ul style="list-style-type: none"><input checked="" type="checkbox"/> elevation plans<input checked="" type="checkbox"/> floor plans<input type="checkbox"/> details of any signage<input type="checkbox"/> photomontage<input type="checkbox"/> vehicle parking<input checked="" type="checkbox"/> design of earthworks	<input type="checkbox"/> Site plan (drawn to scale) – showing all property boundaries, existing and proposed buildings, vegetation, ground contours, car parking, where relevant <input type="checkbox"/> Certified survey plan <input type="checkbox"/> Written consent from property owners <input type="checkbox"/> Lease agreement <input type="checkbox"/> Deed of Conveyance
8. Applicant declaration: Information on this form is required to be provided under the Planning and Urban Management Act 2004 and is required to process your application. I confirm that I have read and understand the requirements of this application and certify that all of the information provided on the application form is true and correct.	
_____ Signature	_____ Date
_____ Print full name	

**Planning and Urban Management (Environmental Impact
Assessment) Regulations 2007**

SAMOA

Arrangement of provisions

- | | |
|---|--|
| 1. Short title and commencement | 7. Content of Comprehensive EIA |
| 2. Interpretation | 8. Baseline and Compliance Monitoring Schedule |
| 3. When an EIA is required | 9. Review of BEAR and comprehensive EIA |
| 4. Forms of EIA | 10. External Review may be undertaken |
| 5. Qualifying Criteria for an EIA | |
| 6. Content of Preliminary Environmental Assessment Report | |

11. Public Consultation	SCHEDULE - Content of an EIA
----------------------------	---

Pursuant to section 105 of the Planning and Urban Management Act 2004, **I, TUI ATUA TUPUA TAMASESE EFI**, Head of State of the Independent State of Samoa, acting by and with the advice of Cabinet, **MAKE** the following Regulations.

DATED at Apia this day of 2007.

(Tui Atua Tupua Tamasese Efi)
HEAD OF STATE

REGULATIONS

1. Title and Commencement - (1) These Regulations may be cited as the Planning and Urban Management (Environmental Impact Assessment) Regulations 2007.

(2) These Regulations commence on the day they are made.

2. Interpretation - In these Regulations, unless the contrary intention appears:

“EIA” means an Environmental Impact Assessment, required for public and private development

proposals as set out in these Regulations, and includes a PEAR;

“PEAR” means the form of EIA referred to in subregulation 4(2) as a Preliminary Environmental Assessment Report, and applied in accordance with these Regulations;

“proponent” means the person proposing and assuming responsibility for any development proposal;

“the Act” means the Planning and Urban Management Act 2004.

3. When an EIA is required - (1) If, as part of any development consent application made pursuant to section 37 of the Act, an EIA is required by the Agency pursuant to section 42 of the Act, the EIA must be prepared and provided in the manner prescribed under these regulations, unless the Agency directs otherwise in writing.

(2) In deciding whether to require an EIA, the Agency will take into consideration all the information and documentation provided with the application.

4. Forms of EIA - (1) A Preliminary Environmental Assessment Report (PEAR) and a Comprehensive Environmental Assessment Report (CEAR) are the two forms of EIA.

(2) A Preliminary Environmental Assessment Report may be required by the Agency for any development application to which any of the qualifying criteria specified in these Regulations apply, but which the Agency considers is not likely to have a significant adverse impact on the environment.

(3) A Comprehensive EIA may be required by the Agency for any development application to which any of the qualifying criteria specified in these Regulations apply, and which the Agency considers is likely to have a significant adverse impact on the environment.

(4) As a consequence of learning more about any particular development the Agency may, within 1 month of issuing any such requirement, alter its requirement, including changing its requirement from a PEAR to a CEAR or vice-versa.

(5) A requirement or alteration under this Part shall be notified in writing to the proponent.

5. Qualifying Criteria for an EIA - An EIA may be required where the Agency considers that the development application and its associated activities could give rise to any of the following:

- (a) adverse impacts on people, an existing activity, building or land;
- (b) adverse impacts on a place, species or habitat of environmental (including social and cultural) importance;
- (c) adverse impacts in conjunction with natural hazard risks;
- (d) adverse impacts on or in the coastal zone;
- (e) adverse impacts on or in any waterway or aquifer;
- (f) adverse impacts arising from the discharge of any contaminant or environmental pollutant;
- (g) adverse impacts associated with land instability, coastal inundation, or flooding;
- (h) adverse impacts on the landscape or amenity of an area;
- (i) adverse impacts on public infrastructure;
- (j) adverse impacts on traffic or transportation; and
- (k) any other matter for consideration stated in section 46 of the Act.

6. Content of Preliminary Environmental Assessment Report - The PEAR shall be submitted in accordance with:

- (a) the Act; and
- (b) any EIA guidelines, development standards or planning provisions approved for this purpose by the Board; and
- (c) any form specified or provided by the Agency; and

5

- (d) any direction made in writing by the Agency;
and
- (e) Part 1 of the Schedule, unless otherwise directed
by the Agency in writing.

7. Content of Comprehensive EIA - The EIA shall be submitted in accordance with:

- (a) the Act; and
- (b) any EIA guidelines, development standards or
planning provisions approved for this purpose by
the Board; and
- (c) any form specified or provided by the Agency;
and
- (d) any direction made in writing by the Agency;
and
- (e) Part 2 of the Schedule, unless otherwise directed
by the Agency in writing.

8. Baseline and Compliance Monitoring Schedule - (1)
In addition to the requirements stated in regulations 6 and 7
above, an EIA shall be accompanied by a Schedule outlining a
programme of baseline and compliance monitoring, appropriate
to the nature and scale of the application.

(2) The Schedule referred to in subregulation (1) shall
outline the baseline monitoring proposed to be undertaken and
also any subsequent monitoring (together with its proposed
frequency and methodology) intended to ensure compliance.

9. Review of PEAR and comprehensive EIA - (1) The
Agency shall review, or cause to be reviewed, any PEAR or
comprehensive EIA required and submitted as part of a
development consent process.

(2) In undertaking the review referred to in subregulation
(1), the Agency shall, as part of that review:

- (a) circulate the EIA to all other agencies known to
have, or to be likely to have, a statutory or
functional interest in the application, for their
written comment; and

- (b) specify such period for the receipt of any comments as is reasonable in the circumstance, taking into account the nature and scale of the application and its associated documentation.

(3) The Agency shall prepare a written review report to be considered, pursuant to section 46 of the Act with other relevant material before a decision on any development consent application is made.

10. External Review may be undertaken - (1) The Agency may determine that it does not possess, or has not currently available to it, the necessary specialist skills to appropriately review an EIA and in such a circumstance it may identify a suitable external reviewer and commission a report from that person.

(2) Prior to commissioning any report under subregulation (1) and where the Agency intends to recover the associated costs from the proponent, agreement to that course of action must be obtained in writing from the proponent.

(3) If the proponent does not agree to the course of action proposed by the Agency, and fails to provide an alternate option to the satisfaction of the Agency, the development application shall be deemed to be suspended until such time as this matter is resolved.

11. Public Consultation - (1) The Agency may determine that further public consultation on an EIA is required either:

- (a) by the applicant; or
- (b) by the Agency.

(2) The Agency must advise the proponent in writing of any such determination within 2 weeks of receiving the EIA, including full details of the public process it proposes the applicant or the Agency undertake and the reasons for that determination.

(3) Any public consultation proposed under this Part must be consistent with any Board-approved guideline and shall be completed before a decision is taken on the development application pursuant to section 47 of the Act.

SCHEDULE - CONTENT OF AN EIA (regulations 6 and 7)

Part 1:

- (1) A PEAR shall contain the following particulars:
- (a) a brief description of the development proposal;
 - (b) a brief description of the area to be affected and the nature of the proposed change to the area (including a location map and site plan);
 - (c) a brief justification for the development proposal;
 - (d) a summary of the stakeholder consultation undertaken, the general issues raised, and responses to those issues;
 - (e) an assessment of all reasonably foreseeable adverse and positive environmental impacts, including long-term and short-term, primary and secondary consequences;
 - (f) an indication of possible alternatives to mitigate any identified adverse environmental impacts; and
 - (g) an indication of measures that the proponent intends to take to mitigate or avoid identified adverse environmental impacts.

Part 2:

- (1) A comprehensive EIA shall, where relevant, contain the following particulars:
- (a) **summary** - each EIA shall contain a summary of the development proposal and its consequences. The summary shall include:
 - (i) a statement of all major conclusions and recommendations; and
 - (ii) an outline of any issues that are controversial; and
 - (iii) an outline of issues that remain to be resolved; and

- (iv) a summary of the stakeholder consultation undertaken, the general issues raised, and responses to those issues; and
 - (v) an outline of the preferred choice among any alternatives; and
 - (vi) details of any proposals to mitigate significant adverse impacts.
- (b) **description and purpose of activity** - each EIA shall include a description of the development proposal (including any phasing or sequencing of activities), a statement of its underlying purpose, and the long-term and short-term objectives sought by the proponent. The statement shall further:
 - (i) generally describe the proposal's technical, economic, and environmental characteristics, taking into consideration current engineering and supporting utility / infrastructural data;
 - (ii) show the precise location and boundaries of the proposal on a detailed map; and
 - (iii) provide a justification of the rationale for the proposal including such supporting information as is appropriate.
- (c) **alternatives** - each EIA shall review the environmental impacts of the development proposal and any practical alternatives to the proposal. In this section the proponent shall:
 - (i) review and evaluate all reasonable alternatives, including locations and methods and the alternative of no action; and
 - (ii) identify the proponent's preferred alternative or alternatives;
- (d) **affected environment** - each EIA shall:
 - (i) describe the local environment in the vicinity of the proposal as it exists before commencement of the proposal;
 - (ii) review and evaluate possible conflicts or inconsistencies between the development proposal and relevant applicable objectives of

national, regional or local land use and marine / coastal plans (including Development Plans) and policies.

- (e) **environmental consequences** - each EIA shall include an analysis of the environmental consequences of the development proposal and, to the extent relevant, may include the following:
- (i) a review of direct and indirect environmental effects, their significance, and risks;
 - (ii) a consideration of any potential cumulative environmental impacts that might arise in conjunction with other activities in the location;
 - (iii) a consideration of the environmental effects of alternatives;
 - (iv) an assessment of the likely need for additional infrastructure, including energy and public utilities;
 - (v) an assessment of impacts on the area's physical locality and amenity (including visual quality), its historic and cultural resources, and the design of the built environment;
 - (vi) an assessment of social impacts on the local population and its uses of the land;
 - (vii) an assessment of the implications of the use of potential environmental pollutants;
 - (viii) a review of options proposed to mitigate adverse environmental impacts;
 - (ix) a description of any unavoidable adverse environmental impacts, including any permanent change in the physical, biological, social or cultural characteristics of the affected environment or in the possible future use of that environment;
 - (x) an analysis of the costs and benefits that may result from the development proposal;

- (xi) the identification of any irreversible or irretrievable commitments of resources required for the development proposal.
- (f) **mitigation and conditions** – each EIA shall:
 - (i) identify any significant environmental impacts that cannot be avoided;
 - (ii) identify appropriate mitigation measures to minimise any significant environmental impacts arising from the preferred alternative; and
 - (iii) recommend any proposed conditions.

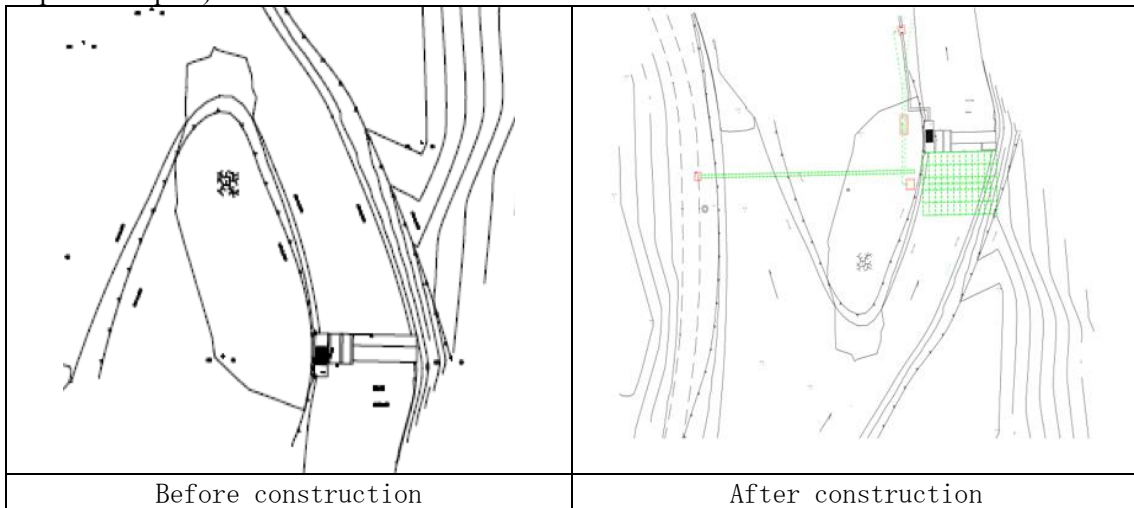
Preliminary Environmental Assessment Report

(a) Overview of the development proposal

The project will utilize an existing small water intake weir located at the Vaisigano river east branch and upgrade the water intake facility by constructing an infiltration gallery that implements the underflow water intake method. The infiltration gallery will be constructed in the riverbed immediately upstream from the existing weir whereby a stainless steel perforated screen pipe will be buried under the river bed and covered by layers of gravel. As dirt and debris is captured by the gravel layers before the underflow water enters the water collection screen pipe, the turbidity of the intake water is reduced. Perforated backwashing pipes will be laid immediately above the screen pipe and by periodically pumping air out from the backwashing pipes the air bubbles will flush out the dirt and debris captured by the gravel layers and prevent clogging. In order to prevent the erosion of the gravel layers the gravel will be placed in baskets (gabions) and stacked up in block form. The effectiveness of the system will be monitored by measuring the degree of turbidity and the flow amount of the intake water.

(b) The area to be affected and the nature of the proposed changes to the area

Project site : Vaisigano River east branch near Alaoa Water Treatment Plant (refer to attached site map and site plan)



The riverbed immediately upstream from the existing weir will be excavated and gabions will be laid down to form a new gravel riverbed. A main water catch basin and flow meter room will be constructed next to the existing weir. An additional water catch basin will be constructed at the joint of the new water conducting pipe and the existing main intake pipe. The air feed pipes for the backwashing pipes will be laid down 80cm underground and reinforced by concrete, leading from the infiltration gallery across the middle island to a backwashing room at the side of the access road on the west side of the river. After completion, the new features that will be visible above ground will be the main water catch basin, the joint catch basin, the flow meter room and the backwashing room. (Refer to attached detailed plans of infiltration gallery and construction plan)

(c) Justification for the development proposal

The project is sponsored and funded by the Japan International Cooperation Agency (JICA) as part of the Official Development Assistance framework of the Japanese government to provide development assistance to Samoa. For this project, Samoa Water Authority (SWA) is the official counterparty to JICA and Fukuyama Corporation (the implementing Japanese company) and SWA will retain ownership of the upgraded water intake facility once the project is complete.

Samoa's rivers have an inherent problem of highly turbid water flowing in from catchment areas during the rainy season especially in times of heavy rainfall. Since this river water is the source of the public water supply, a serious issue arises in that the high turbidity of the intake water cannot be sufficiently treated by the slow sand filtering method adopted at the water treatment plant, resulting in the frequent supply of turbid water to the public. The supply of turbid water not only results in damaging the reliability and reputation of the public water supply system but also can give rise to health and sanitation issues due to the reduced effect of chlorination. This project aims to reduce the burden on the filtering capacity of the water treatment plant by improving the turbidity of the river intake water through the application of the underflow water intake method using intercepting drains. This method is more cost effective and requires less technical expertise compared to treatment using chemical inputs.

(d) Summary of stakeholder consultation

As the official counterparty to JICA and the beneficiary of the project, SWA has been closely involved in the planning and preparation and is completely on board with the project. Since the project site is on SWA property with minimal impact to the surrounding environment and no residential dwellings in the vicinity of the site, no issues have been raised. The only man-made structure nearby is an Electric Power Company generator facility approximately 100 meters from the site, and upon receiving explanation of the proposed project they have not raised any concerns.

(e) Assessment of reasonably foreseeable environmental impacts

• Positive impacts

Short-term (during the construction works) :

The river flow is currently divided in two immediately upstream from the project site. During the construction works the river flow will be concentrated to one side by laying sandbags (refer to attached construction plan), contributing to the prevention of the water stream becoming low or drying up.

Long-term (after construction) :

The riverbed at the site will become gravel (gabions) and hence the surface area of the riverbed directly in contact with the water flow will increase. This will in turn increase the oxygen content of the riverbed and allow for the improvement in the biological environment of the riverbed through the growth of algae and micro-organisms.

• Negative impacts

Short-term (during the construction works) :

- Increased turbidity of the river due to excavation of the riverbed
- Noise from heavy machinery used in construction works

Long-term (after construction) :

Periodic backwashing of the gravel layers to flush out dirt and debris may result in a temporary increase in turbidity of the river

(f) Indication of measures to mitigate adverse environmental impacts

During construction :

Mitigation of increased turbidity

Large sandbags will be laid in the river to establish a temporary weir and prevent the river flow from flowing over the excavation area. This will prevent the river water becoming turbid from the excavation works. Temporary water intake pipes will be connected from the temporary weir to the existing water catchment basin to maintain water flow into the existing intake facility.

Mitigation of Noise

Construction works will only be performed in daytime hours. The works will be completed within a short period (1 month).



Government of Samoa

MINISTRY OF NATURAL RESOURCES AND ENVIRONMENT

Matāgaluega o Puna'oa Faalenatura ma Siosiomaga

Level 3, Tui Atua Tupua Tamasese Efi Building
(TATTE), Sogi., P.O Private Bag, Apia, SAMOA
Website: <http://www.mnre.gov.ws/>

Telephone: (+685) 67200
Fax: (+685) 23176
Email: info@mnre.gov.ws

*Please address all correspondence to the Chief
Executive Officer, Private Bag, Apia, Samoa.
Faamolemole faatuaatausi uma mai fesoootaiga
uma i le Ofisa Sili*

24 July 2014

Masayuki Fukuchi
Fukuyama Shoji Company Limited
JAPAN

Afioga e,

DEVELOPMENT CONSENT APPLICATION: To construct and install underflow water intake pipes: water intake screen pipe, backwashing pipe, gravel layers and gravel baskets, manhole, main water catch basin, joint catch basin, flow meter room, backwashing room and micro dam.

I am pleased to advise that your application for development consent to construct and install underflow water intake pipes: water intake screen pipe, backwashing pipe, gravel layers and gravel baskets, manhole, main water catch basin, joint catch basin, flow meter room, backwashing room and micro dam at the Vaisigano river east branch (Alaao) has been granted (DCA 291/14). I have enclosed a copy of the decision including consent conditions.

Please ensure that you comply with all the conditions of the consent and be advised that should your development works present a potential risk to the environment of the site, the Agency should be informed immediately to resolve any possible concerns.

If you have any queries or concerns about any aspect of your consent, please contact the Planning and Urban Management Agency on telephone line 67200.

Sincerely,

Della Siomia Savaiinaea
Senior Sustainable Development Officer
Planning and Urban Management Agency



Government of Samoa
MINISTRY OF NATURAL RESOURCES AND ENVIRONMENT
Matāgaluega o Puna'oa Faalenatura ma Siosiomaga

Level 3, Tui Atua Tupua Tamasese Efi Building
(TATTE), Sogi, P.O Private Bag, Apia, SAMOA
Website: <http://www.mnre.gov.ws/>

Telephone: (+685) 67200
Fax: (+685) 23176
Email: info@mnre.gov.ws

*Please address all correspondence to the Chief
Executive Officer, Private Bag, Apia, Samoa.
Faamolemole faatuatausi uma mai fesootaiga
uma i le Ofisa Sili*

SUSTAINABLE DEVELOPMENT

NOTICE OF DECISION

Application Reference: DCA №: 291/14

DECISION DATE: 24 July 2014

<u>Applicant:</u>	Masayuki Fukuchi
<u>Site Location:</u>	Vaisigano River East Branch (Alaoa), Vaimauga Sisifo District
<u>Proposal:</u>	To construct and install underflow water intake pipes: water intake screen pipe, backwashing pipe, gravel layers and gravel baskets, manhole, main water catch basin, joint catch basin, flow meter room, backwashing room and micro dam.
<u>Legal Description:</u>	Government Land
<u>DCA Received:</u>	01 July 2014
<u>Supporting Documentation:</u>	1. Site Plan, submitted 01 July 2014 2. Development Plan, submitted 01 July 2014 3. Preliminary Environmental Assessment Report (PEAR), undated, submitted 01 July 2014
<u>Other Considerations:</u>	1. Non-notified

THE DECISION

The Planning and Urban Management Board, pursuant to sections 34(2), 47, 48, 50 of the Planning and Urban Management Act 2004, approve development consent, to the above application, subject to the following conditions:

Conditions:

General:

1. The proposed activity(s) shall be carried out in accordance with the plans and all information submitted as part of the application DCA 291/14, being:

別添資料 4: Development Consnt (開發合意)

- a) Report titled "*Preliminary Environmental Assessment Report (PEAR)*" undated and submitted on 01 July 2014.
2. Any other development works not included in this development consent application (including construction of building(s) or other structures on site), requires a separate development consent application.
 3. The consent holder shall notify any person(s) that is likely to be affected prior to the commencement of works.
 4. The consent holder shall ensure that all works during construction and operation shall be carried out in accordance with the *Occupational Safety and Health Act 2002*.
 5. The consent holder shall ensure that existing public utilities shall not be disturbed or detrimentally impacted by proposed works without written approval from any Public Service providers whose utilities will be affected by proposed works.
 6. The consent holder shall ensure that any existing nearby public drainages is not detrimentally affected by proposed works.
 7. The proposed development shall not have an undue detrimental environmental impact on:
 - Land adjoining the site; and
 - Likely future development.

Construction:

8. The consent holder shall be responsible for environmental impacts resulting from actions of all persons on-site, including contractors, subcontractors and visitors.
9. The use and development shall be managed so that the amenity of the area is not compromised, by excessive noise, excessive dust, visually offensive signage, poor airspace, excessive traffic generation, smell, fumes and waste materials.
10. All sedimentation resulting from underwater earthwork activities shall be contained, confined and restricted in such a manner that turbidities will be kept to a minimum
11. All permanent facilities for the conveyance of water around, through or from the project site shall be designed to limit the velocity of flow in and beyond the facilities to a speed that will not contribute to erosion
12. All slopes, channels, ditches or any disturbed area shall be stabilized as soon as possible after the final grade or final earthworks have been completed within a section or area of the project
13. Where it is not possible to permanently stabilize a disturbed area immediately after the final earthworks have been completed or where the activity stops for more than 14 days, interim stabilization measures shall be promptly implemented
14. Before earthworks commence within a body of water or tidal zone, adequate weirs or breakwater facilities, or both, shall be constructed to safely contain the sediment without failure and to prevent accelerated sedimentation
15. All runoff from the project area shall be collected and diverted to facilities for removal of sediment
16. Runoff from the project area shall not be discharged into water without effective means to prevent sedimentation

別添資料 4: Development Consnt (開發合意)

17. That all earthworks shall be in accordance with the *Code of Environmental Practice for Earthworks 2007*.
18. The consent holder shall ensure that noise during operation shall be minimized to achieve the Agency's *Noise Policy 2011* standards. Noise levels shall not exceed the following limits:

"Noise Source" (Average dBA, L _{10mins})	"Receiving Property" (LAeq, 10 minutes)											
	Residential Use			Commercial Use			Religious Use			Industrial Use		
	Day	Even ⁿ	Night	Day	Even ⁿ	Night	Day	Even ⁿ	Night	Day	Even ⁿ	Night
Construction Works	75	60	-	75	60	-	75	60	-	75	65	-

*Note: Day period is defined as 0700 to 1800, evening period is defined as 1800 to 2200 and night period is defined as 2200 to 0700. Construction activities conducted at times not specified in the table above will require special approval from relevant authorities. These may include the Night period, Sundays and all other times within Residential and Tertiary Educational compounds.

19. Precautions shall be taken to restrict the transfer of mud and materials to public roads and places. Should debris be transported onto the road, it must be cleaned forthwith.
20. Weather conditions shall be taken into account in programming earthworks.
21. All reasonable steps shall be taken by the consent holder to ensure minimum nuisance to adjacent land during construction.
22. The consent holder shall ensure that all traffic movement associated with works is carried out in accordance with the *Samoa Codes of Environmental Practice 2007* for Traffic Control.
23. The consent holder shall ensure that all haul trucks transporting soil, sand, or other loose material off-site must be covered.
24. The consent holder shall ensure that trucks utilize effective dust control measures when travelling on public roads. The nature of the material transported and its potential to emit dust shall be considered in the loading trucks.
25. The consent holder shall ensure that loose soil from earthworks shall be dampened to control dust levels during construction.
26. The consent holder shall enclose the construction site with warning signs to warn the public.
27. The loading and unloading of all vehicles and stockpiling of materials and equipments associated with the development must take place within the site boundaries of the application.
28. All stockpiles and waste materials associated with construction shall be stored on site before use or disposal.
29. All waste materials shall be disposed of at the Tafa'igata landfill.
30. The hours of construction shall be limited to between the hours of 7:00am and 6:30pm on Mondays to Saturdays and no activities must be carried out on Sundays or public holidays unless there is a written agreement with the Board.

Restoration:

31. Any temporary signs used during construction activities, all areas which were disturbed by the development shall be stabilized to the satisfaction of the Agency.

別添資料 4: Development Consnt (開発合意)

Advisory Notes

- 1 *The Agency has considered all submitted information as accurate, if proven otherwise, this consent may be revoked.*
- 2 *The Agency or any employee is not liable for any damage, or loss resulting from any act, omission, or default in the exercise of the development consent function.*
- 3 *A copy of this consent should be held on site at all times during the construction.*
- 4 *The consent holder is responsible for ensuring that all contractors carrying out works under this consent are made aware of the relevant consent conditions, plans and associated documents.*
- 5 *Non-compliance with this development consent may result in enforcement and legal proceedings under the Planning and Urban Management Act 2004.*
- 6 *The consent shall lapse two (2) years after the date on which it was granted unless it has been given effect before the end of that period.*

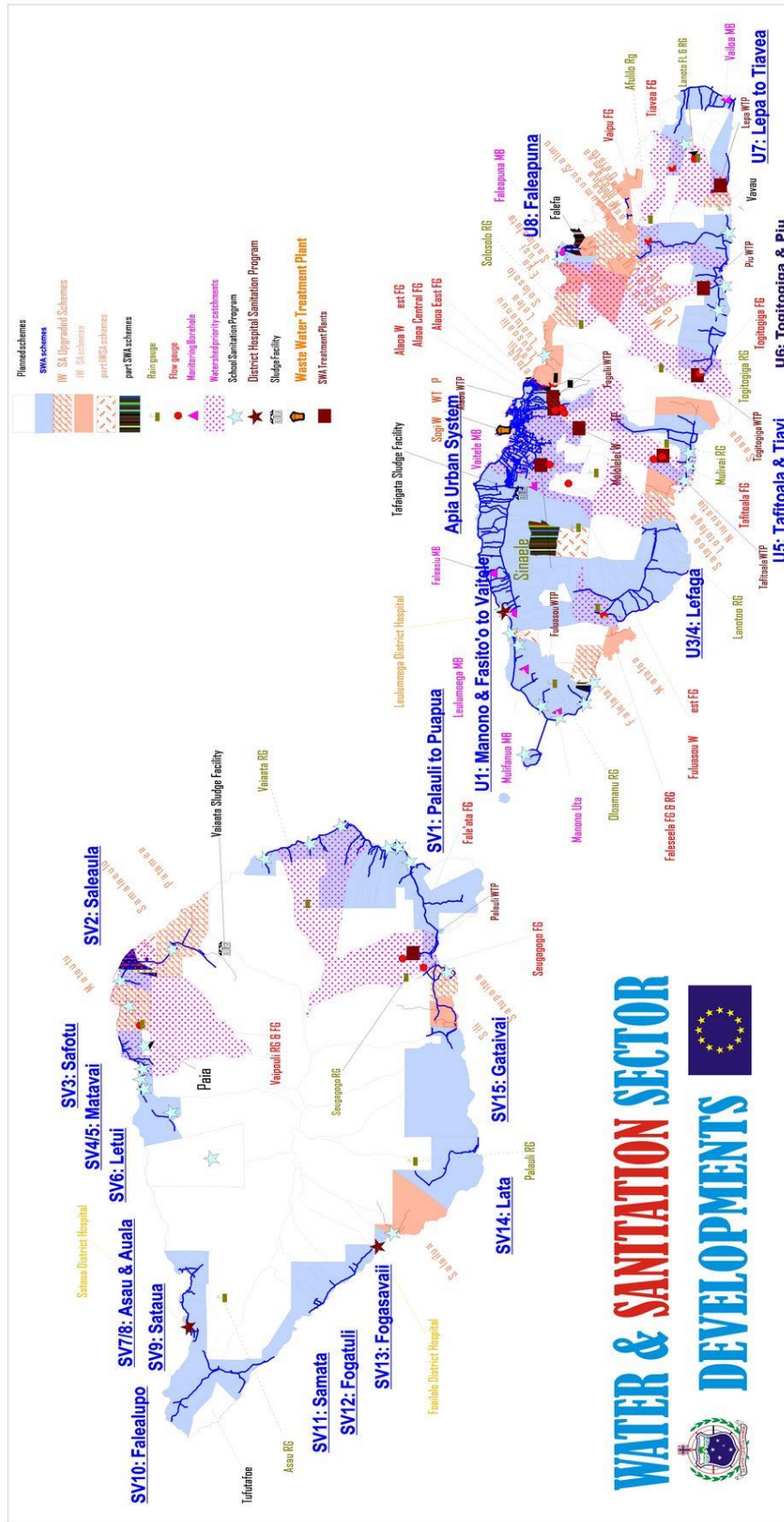
Approved by:



Kirisimasi Seumanutafa, Acting Assistant Chief Executive Officer: PUMA
ACTING UNDER DELEGATED AUTHORITY

別添資料5:SWAの水供給エリア

ウポル島及びサヴァイ島の上下水供給エリア



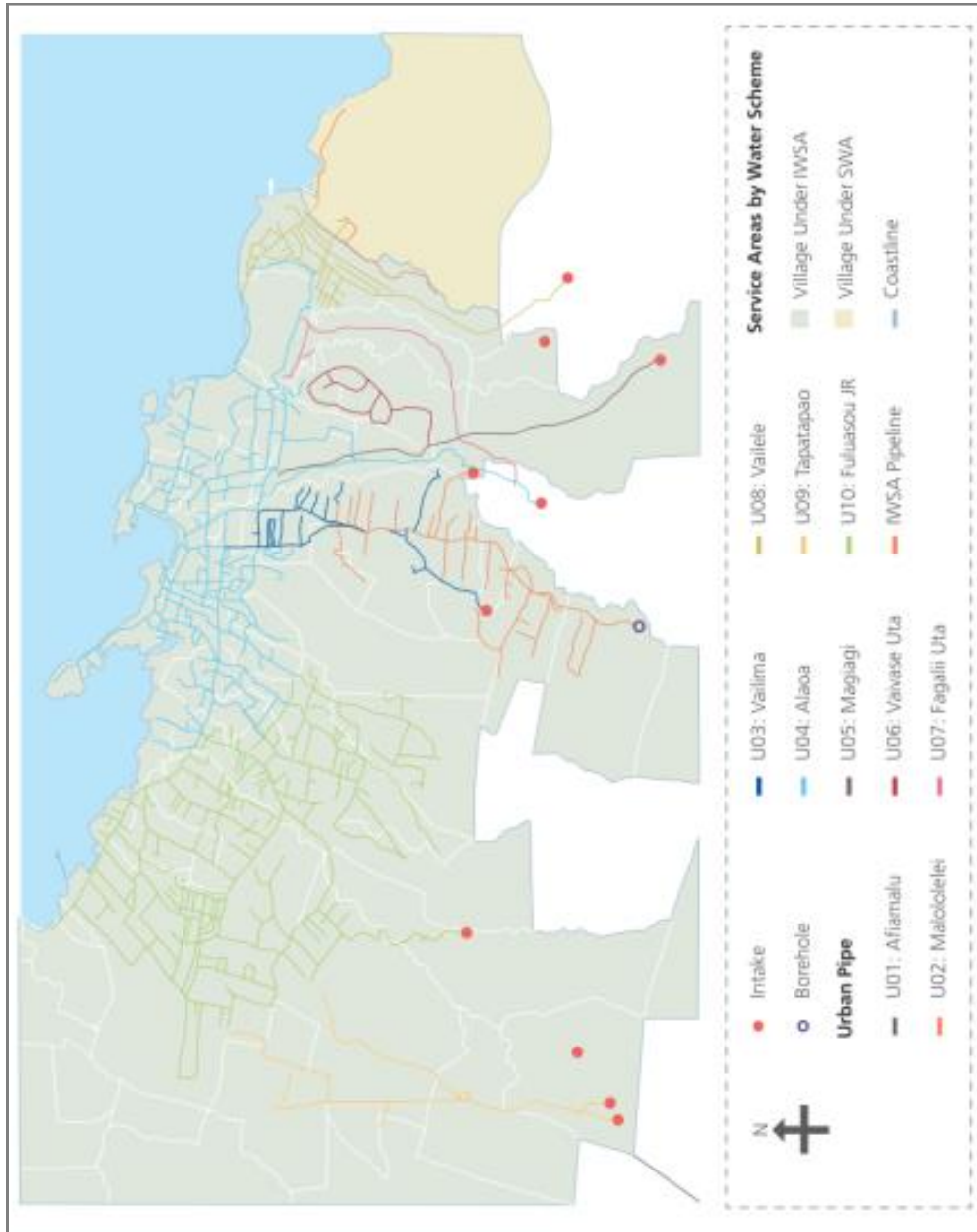
(出典: MNRE ホームページ及びWater for Life-Water & Sanitation Sector Plan 2012-2016)

別添資料5: SWAの水供給エリア
 Apaiiaにおける上下水システム



(出典: MNRE ホームページ及びWater for Life-Water & Sanitation Sector Plan 2012-206)

別添資料6: アピアの給水区
 (出典: SWA及びUNHABITAT (2012年作成))




別添資料7: Instructions of The Air backwash system

左: 英訳 右: サモア語訳

The Air backwash system

Instructions of The Air backwash system



~Table of Contents~

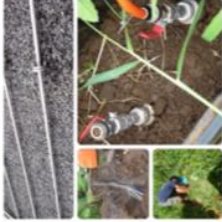
1. Carry the Compressor
2. Connect a hose
3. Start up the Compressor
4. Open the valves
5. Check the status of the bubbles
6. Switch to the second line
7. Stop the compressor
8. Finish

Appendix: How to use MCR-4V(Voltage data logger)

The Air backwash system

Instructions of The Air backwash system

Faaogaina o le pamu-ea e kilia ai ala-paipā



~Table of Contents~


1. Ave le pamu-ea
2. Faapipi fagaau
3. Faaola le pamu-ea
4. Tataia ki (valves)
5. Siaki poo saofia le ea
6. Sui i leisi ala-paipā
7. Tape le pamu-ea
8. Faamaea

Appendix: Faaogaina o le MCR-4V(Voltage data logger)

別添資料7: Instructions of The Air backwash system
 左: 英訳 右: サモア語訳


The Air backwash system

1. Carry the Compressor
2. Connect a hose



→

Carry the compressor to the site.




2. Connect the hose

Connect a hose from compressor to the air hatch on the ground.
 There are two backwashing pipes in the ground so two hoses should be connected from each of the two compressor outlets to each of the two pipes in the ground.
 The valves should remain in the closed position at this time.

1
2
3


The Air backwash system

1. Ave le pamu-ea
2. Faapipii fagaau



→

la saogalemu le vaega o fai ai le galuega ma faamautu ai le pamu-ea.



2. Faapipii fagaau.

Famau muamua fagaau i le pamu-ea ona faapipii loa i faagutu totonu o le pusa ua fausia i luga o ala-paija.
 E lua (2) ala-paija o loo taatita ai, e tatau ona lua (2) foi fagaau e faamau mai i le pamu-ea e faapipii agai paipa ia.
 O ki (valves) uma o fagaau, pamu-ea & paipa o loo tapuni i nei gatioga uma.



1
2
3


別添資料7: Instructions of The Air backwash system
 左: 英訳 右: サモア語訳

The Air backwash system



3. Start up the Compressor
4. Open the valves

3. Start up the Compressor



4. Open the valves







Open the air hatch valves, then open the compressor side valves. Under normal circumstances, only use one line (only open one set of valves for one of the hoses)

The Air backwash system



3. Faaola le Pamu-ea
4. Tatala ki (valves)

3. Faaola le Pamu-ea




4. Tatala ki (valves)

Ia muamua tatala ki o le fagatau o faamau i luga o ala-paipu, ona tatala mai lea o le ki o fagatau o loo faamau i le pamu-ea. Ia tatala na o ki mo le fagatau e tasi i le taimi. E muamua faakili le tasi ala-paipu, ona sotoo ai lea o leisi. Na o le tasi (1) le fagatau ma ona ki (valve) e tatala i le taimi e tasi.

5. Check the status of the bubbles
6. Switch to the second line

5. Check the status of the bubbles




If it is safe enough to approach the river, visually check the status of the bubbles rising from the riverbed to the surface.

6. Switch to the second line

After performing backwashing on one line for about three hours, switch to the other line (close the valves for the hose which had been in use and open the valves for the other hose). Continue backwashing on the other line for about three hours in the same way.

The Air backwash system

5. Siaki poo saofia le ea.
 6. Sui i leisi ala-paipa.



A faapea o saogalemua, siaki i totonuu o le vaiatafe poo vaala le saofia atu o le ea ua pumaina aua le faakiliaina o ala-paipa.

6. Sui i leisi ala-paipa.

A maea ona faakiliaina le ala-paipa muamua mo se tolu (3) itula ona sauni lea e fa'aa'au i leisi ala-paipa. Ia muamua tapuni ki uma o le fagaau i le ala-paipa muamua o loo faapipi i le pamu ea ma le ala-paipa. Ona tatala lea o ki uma o le fagaau i le ala-paipa lona lua o loo faapipi i le pamu ea ma leisi ala-paipa. Fa'aa'au lea o le faakiliaina o le ala-paipa lona lua faapei o le ala-paipa muamua mo se tolu (itua)

別添資料7: Instructions of The Air backwash system
左:英訳 右:サモア語訳

The Air backwash system	The Air backwash system
<p>7. Stop the Compressor 8. Finish</p> <hr/> <p>7. Stop the Compressor</p> <p>Firstly, close the valve on the compressor side. Next, close the valve on the air hatch side. Finally, turn off the compressor.</p> <p>8. Finish</p> <p>Don't forget to clean up!</p>	<p>7. Tape le pamu-ea 8. Faamaea</p> <hr/> <p>7. Tape le pamu-ea</p> <p>la muamua ona tapuni le ki (valve) o le fagaau o loo faapipi i le pamu-ea. Sosoo ai lea le tapuni o le ki (valve) o le fagaau o loo faapipi i le ala-paiapa. Ona mulimuli tape lea o le pamu-ea.</p> <p>8. Faamaea</p> <p>Faamaea galuega ma tapena lelei le siosiomaga sa fai ai galuega.</p>