

カザフスタン共和国
ASTANA SU ARNASY

カザフスタン共和国
膜分離活性汚泥法（**MBR** 法）による
下水処理技術普及促進事業
業務完了報告書

令和 2 年 11 月
(2020 年)

独立行政法人
国際協力機構（**JICA**）

三菱ケミカル株式会社

民連
JR
20-069

＜本報告書の利用についての注意・免責事項＞

- 本報告書の内容は、JICA が受託企業に作成を委託し、作成時点で入手した情報に基づくものであり、その後の社会情勢の変化、法律改正等によって本報告書の内容が変わる場合があります。また、掲載した情報・コメントは受託企業の判断によるものが含まれ、一般的な情報・解釈がこのとおりであることを保証するものではありません。本報告書を通じて提供される情報に基づいて何らかの行為をされる場合には、必ずご自身の責任で行ってください。
- 利用者が本報告書を利用したことから生じる損害に関し、JICA 及び提案法人は、いかなる責任も負いかねます。

目次

地図	v
略語表.....	vi
第1章 要約.....	1
1.1. 要約.....	1
1.1.1. 本事業の背景（対象国の開発課題含む）	1
1.1.2. 本事業の普及対象技術.....	1
1.1.3. 本事業の目的／目標	1
1.1.4. 本事業の実施内容及び結果／成果.....	2
1.1.5. 現段階におけるビジネス展開見込み	2
1.1.6. ビジネス展開見込みの判断根拠	3
1.1.1.7 ビジネス展開に向けた残課題と対応策・方針.....	3
1.1.8. 今後のビジネス展開に向けた計画	4
1.1.9. ODA 事業との連携可能性について.....	4
1.2. 事業概要図	5
第2章 本事業の背景.....	6
2.1. 本事業の背景.....	6
2.1.1. 対象国・地域・都市の政治・経済の概況	6
2.1.2. 対象国・地域・都市が抱える開発課題.....	7
2.2. 普及対象とする技術、及び開発課題への貢献可能性.....	7
2.2.1. 普及対象とする技術の詳細.....	7
2.2.2. 開発課題への貢献可能性	11
第3章 本事業の概要.....	12
3.1. 本事業の目的及び目標.....	12
3.1.1. 本事業の目的.....	12
3.1.2. 本事業の達成目標（対象国・地域・都市の開発課題への貢献）	12
3.1.3. 本事業の達成目標（ビジネス面）	12
3.2. 本事業の実施内容.....	13
3.2.1. 実施スケジュール.....	13
3.2.2. 実施体制.....	13
3.2.3. 実施内容.....	14
第4章 本事業の実施結果.....	15

4.1. 第1回現地活動	15
4.1.1. ASA に対する本事業への理解と協力の取り付け	15
4.1.2. 試験機設置へ向けた技術打合せ	16
4.1.3. 代理店開拓	19
4.2. 本邦受入活動.....	21
4.2.1. 本邦受入概要.....	21
4.2.2. 本邦受入実績.....	22
4.2.3. 本邦受入活動の様子	23
4.3. 第2回現地活動	24
4.3.1. 試験機の設置・試運転及び導入トレーニングの実施.....	24
4.3.2. ASA 排水処理部との面会.....	27
4.3.3. 関係機関・企業の訪問.....	27
4.4. 代理店候補企業とのオンライン会議	29
4.4.1. 代理店候補企業とのオンライン会議	29
4.5. オンラインセミナー	30
4.5.1. オンラインセミナー	30
第5章 本事業の総括（実施結果に対する評価）	33
5.1. 本事業の成果（対象国・地域・都市への貢献）	33
5.2. 本事業の成果（ビジネス面）、及び残課題とその解決方針	33
5.2.1. 本事業の成果（ビジネス面）	34
5.2.2. 課題と解決方針	36
第6章 本事業実施後のビジネス展開の計画.....	37
6.1. ビジネスの目的及び目標	37
6.1.1. ビジネスを通じて期待される成果（対象国・地域・都市の社会・経済開発への貢献）	37
6.1.2. ビジネスを通じて期待される成果（ビジネス面）	37
6.2. ビジネス展開計画.....	38
6.2.1. ビジネスの概要	38
6.2.2. ビジネスのターゲット.....	39
6.2.3. ビジネスの実施体制	39
6.2.4. ビジネス展開のスケジュール	40
6.2.5. 投資計画及び資金計画.....	40
6.2.6. 競合の状況	41
6.2.7. ビジネス展開上の課題と解決方針	41
6.2.8. ビジネス展開に際し想定されるリスクとその対応策.....	41

6.3. ODA 事業との連携可能性.....	41
6.3.1. 連携事業の必要性.....	41
6.3.2. 想定される事業スキーム	42
6.3.3. 連携事業の具体的内容.....	42
添付資料	43

地図



図 1：カザフスタン共和国及び本事業実施都市（ヌルスルタン）所在地¹

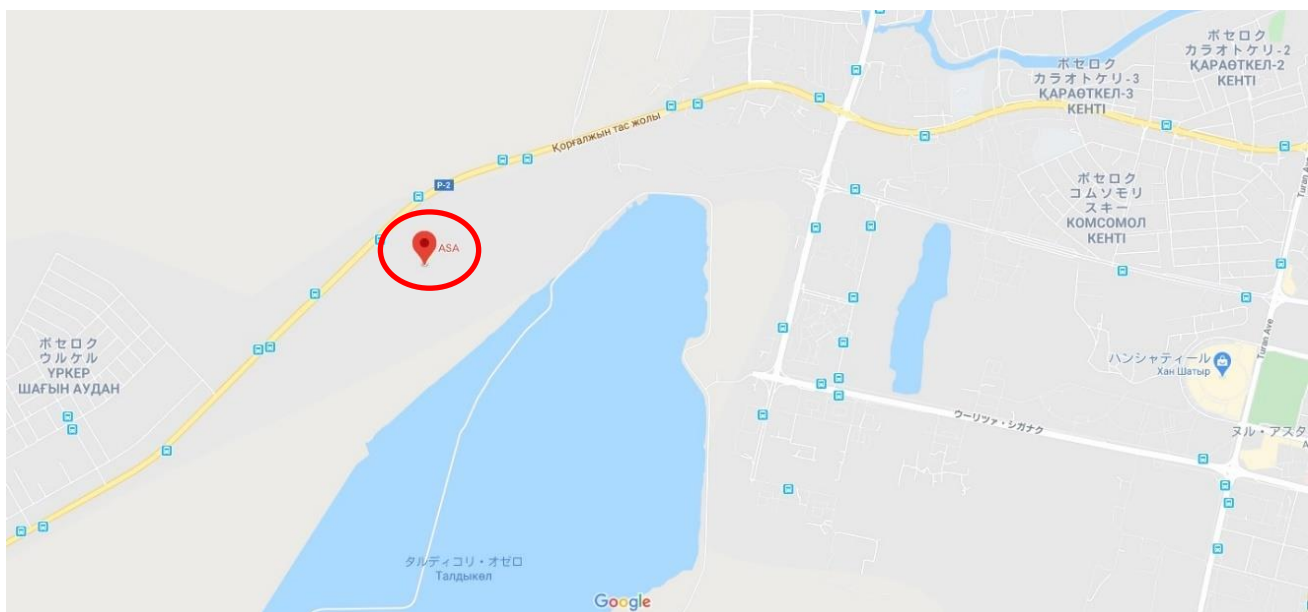


図 2：Astana Su Arnasy 及び試験機設置場所²

¹ 外務省ホームページ<<https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/kazakhstan/index.html>>より引用

² Google map<<https://www.google.co.jp/maps>>より引用（座標：51.139100, 71.328947）

略語表

略語	名称	日本語名称
ASA	Astana Su Arnasy	ヌルスルタン市上下水道公社
BtoG	Business to Government	企業・行政間ビジネス
BtoB	Business to Business	企業間ビジネス
C/P	Counterpart	カウンターパート
DAC	Development Assistance Committee	開発援助委員会(OECD)
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
MBR	Membrane Bio Reactor	膜分離活性汚泥処理法
MCC	Mitsubishi Chemical Corporation	三菱ケミカル株式会社
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PPP	Public Private Partnership	官民パートナーシップ
SAS	Su Arnasy-Service	Su Arnasy-Service Ltd.
SRT	Sludge retention time	汚泥滞留時間

第1章 要約

1.1. 要約

1.1.1. 本事業の背景（対象国の開発課題含む）

カザフスタン共和国（以下、カ国）では近年急速な人口増加を遂げており、特に都市部の人口増加率は顕著である。世界銀行のレポート³によると、2015年における首都ヌルスルタン市（旧名：アスタナ）の人口は約154万人と報告されており、直近（2020年）の国民経済省統計委員会における人口統計⁴では、約191万人となっていることから、この5年間で23.79%の人口増加を遂げている。

このような急速な人口増加に伴い下水処理設備をはじめとする既存のインフラ増強の必要性が議論されている。例えば、カ国にある540の排水貯留施設の多くは限界値まで達している点や、87都市の下水処理施設の3分の1が現状に見合った技術要件を満たしていないとの指摘もある。このような行政による排水処理の現状により、十分に処理できていない排水が放流され環境に悪影響を与えている⁵。

1.1.2. 本事業の普及対象技術

本事業では、排水の生物処理（微生物による分解処理）における固体と液体の分離（以下、固液分離）を膜ろ過によって行う、膜分離活性汚泥処理法（Membrane Bio Reactor：以下、MBR）を普及対象の技術とする。MBRの競合となる従来の標準活性汚泥法は、ばっ気槽（酸素を供給することで微生物を増殖・活性させる槽）に排水を投入し、微生物（微生物濃度：2,000～4,000mg/L）により処理した後、沈殿槽における重力沈降によって、上澄み（処理水）と沈殿物に分離する排水処理法となっている。なお、この従来手法は重力沈降で固液分離することから固形分や大腸菌等を100%除去することはできない。他方、本事業の普及対象技術となるMBRは膜によって固液分離を行うため、固形分や大腸菌等を100%除去することができることから、従来技術と比較して処理水質の向上を実現できる。また、MBRは運用上、微生物濃度を8,000～10,000mg/Lの高濃度を維持できることから従来技術と比較して処理速度が上昇し、ばっ気槽も縮小化できる。加えて、沈殿槽も不要となることから、システム全体として、従来法の1/2～1/3程度の用地で導入できる点においてMBRの優位性がある。本事業で適用する当社のMBRは、既存のMBR技術より一層コンパクト化した改善が加えられ、従来の標準活性汚泥法では必須であった沈殿槽が不要になるため維持管理が容易となる。

1.1.3. 本事業の目的／目標

本事業ではヌルスルタン市上下水道公社（Astana Su Arnasy：以下、ASA）をカウンターパート（以下、C/P）として、ASAが管理する下水処理場における試験機の設置・運用を通じた実証試験や教育訓練を通して、MBRによる下水処理、排水処理技術の理解を図る。

そのため、ヌルスルタンにおける低温域環境でも当社のMBR技術が効果的に運用できることを実証すべくASA下水処理場に試験機を設置・運用する。本試験機は、本処理場に流入する下水の一部を原水として（最大）日量8.5m³をばっ気槽で処理し、膜分離装置で固液分離を行い、処理水を得る。主に冬季の運転を

³ 世界銀行（2017）「Cities in Europe and Central Asia : Kazakhstan」

⁴ Ministry of National Economy of the Republic of Kazakhstan Committee on statistics HP <<https://stat.gov.kz>>

⁵ Dariusz Andraka, Kairat Ospanov, Menlibai Myrzakhmetov（2015）“Current State of Communal Sewage Treatment in the Republic of Kazakhstan”

通じて原水水質・処理水質等のデータを取得しながら試験機の運用することで将来的に ASA に導入できることを実証する。また、事業における達成目標は以下のとおり。

ASA の排水処理場に流入する原水を、当該試験機によって ASA 排水処理基準値まで処理できることを実証する。なお、その際、冬季の低温域環境下でも安定稼働できることを実証する。

当該試験機での実証を通じて、当社の MBR による排水処理の有用性が ASA によって理解され、将来的に ASA に導入されることが検討される。

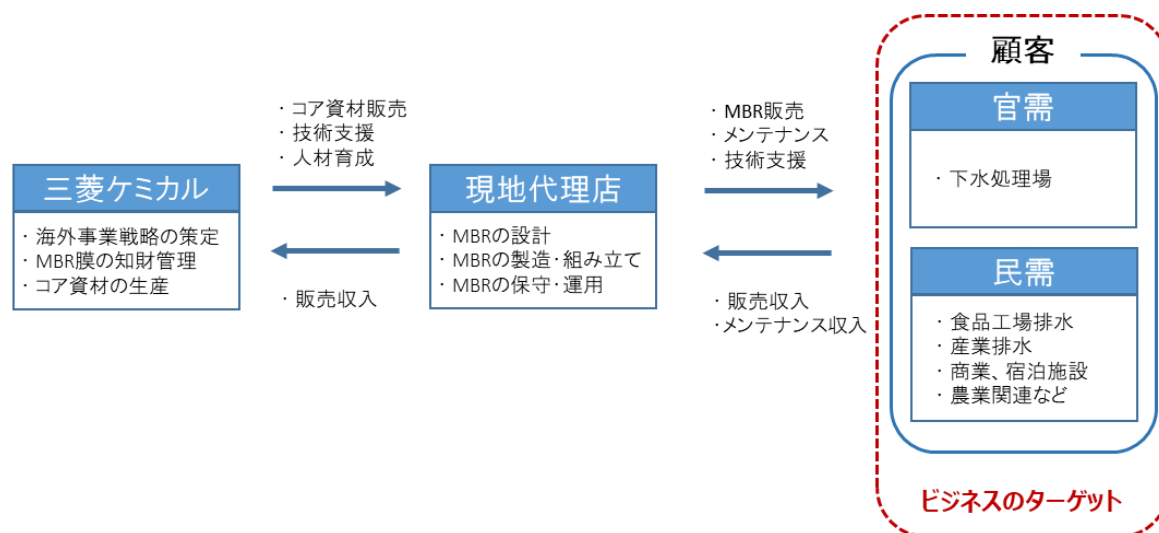
1.1.4. 本事業の実施内容及び結果／成果

本事業における実施内容、結果及び成果は下表の通り。

【表 1-1：本事業の実施内容及び結果／成果】

実施内容	結果／成果
市場性/現地ニーズの確認	● 試験機の運転を通じて低温域環境下でも ASA 排水処理基準値まで処理できることを実証した ● オンラインセミナーを通じて、ASA の排水処理における MBR 導入の意向を取り付けた ● ASA における排水処理場の拡張予定があり、当社 MBR の導入について意向（ニーズ）があることを確認した
オペレーション人材の育成	● 本邦受入研修及び第 2 回現地渡航における導入トレーニングを通じて ASA 単独で試験機の運用・維持管理ができるようになった
MBR 技術への理解	● MBR 技術の理解に基づき、ASA 単独で試験機の運用・維持管理ができるようになった
現地代理店との アライアンス合意	● ヌルスルタンに所在するエンジニアリング会社であり、ASA との取引実績も有する Su Arnasy-Service 社（以下、SAS 社）より当社の代理店業務の関心を取り付けた
商流の検討	● オンライン会議を通じて、SAS 社と商流を確認した
現地法規制の確認	● 最新の ASA の排水処理基準を入手した。これにより、事業化フェーズにおいて、当社技術導入に必要な排水処理プラントの規模や処理可能な排水量（日量）の概算設計・算出の指標の一つとして活用することが可能となった。 ● 代理店展開にかかる現地の法規制について、オンライン文献及び SAS より確認し、当社のカ国事業において問題となる点は無い事を確認した

1.1.5. 現段階におけるビジネス展開見込み



【図 1-1：事業化フェーズにおける組織体制（案）】

事業化フェーズにおけるターゲットは上図のとおり、官需は国や地方自治体が運営している下水処理場となり、民需は、代理店候補である SAS 社と共に確認した、工場関連排水、商業施設、宿泊施設等となる。当社としては、排水処理設備の新設における当社技術も積極的に訴求していく意向だが、これまでの調査では、カ国ではコスト面を評価する自治体・企業が多いと推察されることから、コストメリットをより見出すことができる既設処理設備への付加的導入を通じた処理量の増加や、既設・既存技術では対応が難しい高精度での排水処理が求められる顧客をターゲットとする。

1.1.6. ビジネス展開見込みの判断根拠

ASA を対象に開催されたオンラインセミナーでは、ASA は将来的に日量 12 万 m³ の下水処理設備の拡張を予定しており、ASA の副社長からは同設備については当社の MBR 導入について積極的な意向がある旨確認できた。今度、同ニーズを具現化するには引き続き ASA との情報共有やコンタクトが必要であるものの、実際に当社技術が導入された際には、処理量ベースによる事業規模で概算 25 億円程度のビジネスが期待できる。

また、代理店候補である SAS 社とともに実施したオンライン会議では、ヌルスルタンの民間企業における BtoB 需要を確認し、当社の MBR 導入のターゲットとして、食品関連工場、商業施設、宿泊施設等が候補に挙がった。これらの候補に対しては、既設処理の状況、当社技術導入に伴うコスト及び当社技術の設置にかかる敷地の確保の観点等から、今後は SAS 社と共にコストシュミレーションの作成を通じた詳細なターゲットの絞り込みが必要となる。なお、現状ではヌルスルタンにおいて、食品関連工場は 56 箇所⁶、ショッピングセンター等の商業施設は 1,084 箇所⁷、宿泊施設は 290 箇所⁸あることを確認していることから、これらをまずはターゲットの母集団として位置付けることとなった。また、SAS 社へ対するヒアリングにおいては、アルマティにおける排水リサイクルの需要として、排水の農業用水への再利用や工場内部における再利用の事例がある旨確認しており、アルマティにおける農地 (1,015,192 ヘクタール⁹) や食品関連工場 (225 箇所¹⁰) も同様にターゲットとして検討することとなった。

1.1.1.7 ビジネス展開に向けた残課題と対応策・方針

本事業を通じて、概ねすべてのタスクについて成果を得ることができた。しかし、「1.市場性/現地ニーズの確認」については、Kazakhstan Center for Modernization and Development of Housing and Communal Services (カザフスタン住宅・コミュニティサービス近代化開発センター：以下、近代化開発センター) に対する当社技術の紹介及び ASA 第二排水処理場への当社技術の導入を働きかけることが残課題となっている。そのため、近代化開発センターとのオンライン会議を実施し、ASA 第二排水処理場への当社技術導入の働きかけについて外部人材と連携しながら対応を進める。

また、「現地代理店とのアライアンス合意」についてもまだ書面での締結ができていない。そのため、オンライン会議の際に得た SAS 社の関心や商流等の合意内容を整理し、書面に落とし込み、2021 年 1 月までには合意締結ができるようにこちらも同様に外部人材と連携しながら対応を進める。

⁶ ヌルスルタン市 HP<<http://astana.gov.kz/ru/page/ezhegodnaya-informaciya-o-prodovolstvennyh-potrebnostyah-stolicy>>

⁷ Spravker HP <<https://astana.spravker.ru/torgovye-centry>>

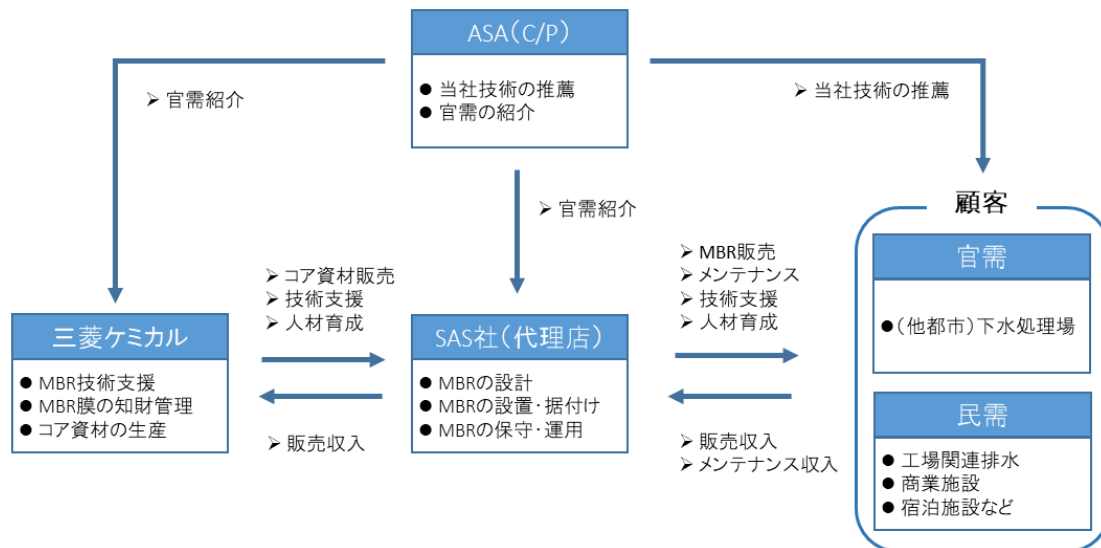
⁸ Bookin.com HP <<https://www.booking.com>>

⁹ FOODINDUSTRY.KZ HP<<https://foodindustry.kz/v-kazahstane-vneseny-6-3-millionov-gektar-pashni-v-elektronnuyu-bazu>>

¹⁰ カザフスタン首相府 HP <<https://primeminister.kz/ru/news/reviews/almaty-v-2019-godu-rost-promyshlennoy-produkcii-podderzhka-investorov-i-uspehi-v-obrazovanii>>

1.1.8. 今後のビジネス展開に向けた計画

下図の通り、事業化フェーズにおける ASA の役割は「当社技術の推薦」及び「官需の紹介」とする。「当社技術の推薦」は顧客候補となる官需及び民需に対して実施することで、当社の事業機会の創出に繋がる連携を実現する。また、「官需の紹介」は当社または代理店に対して実施することで、現地での窓口対応を SAS 社が担当し、必要に応じて当社が技術支援をする。

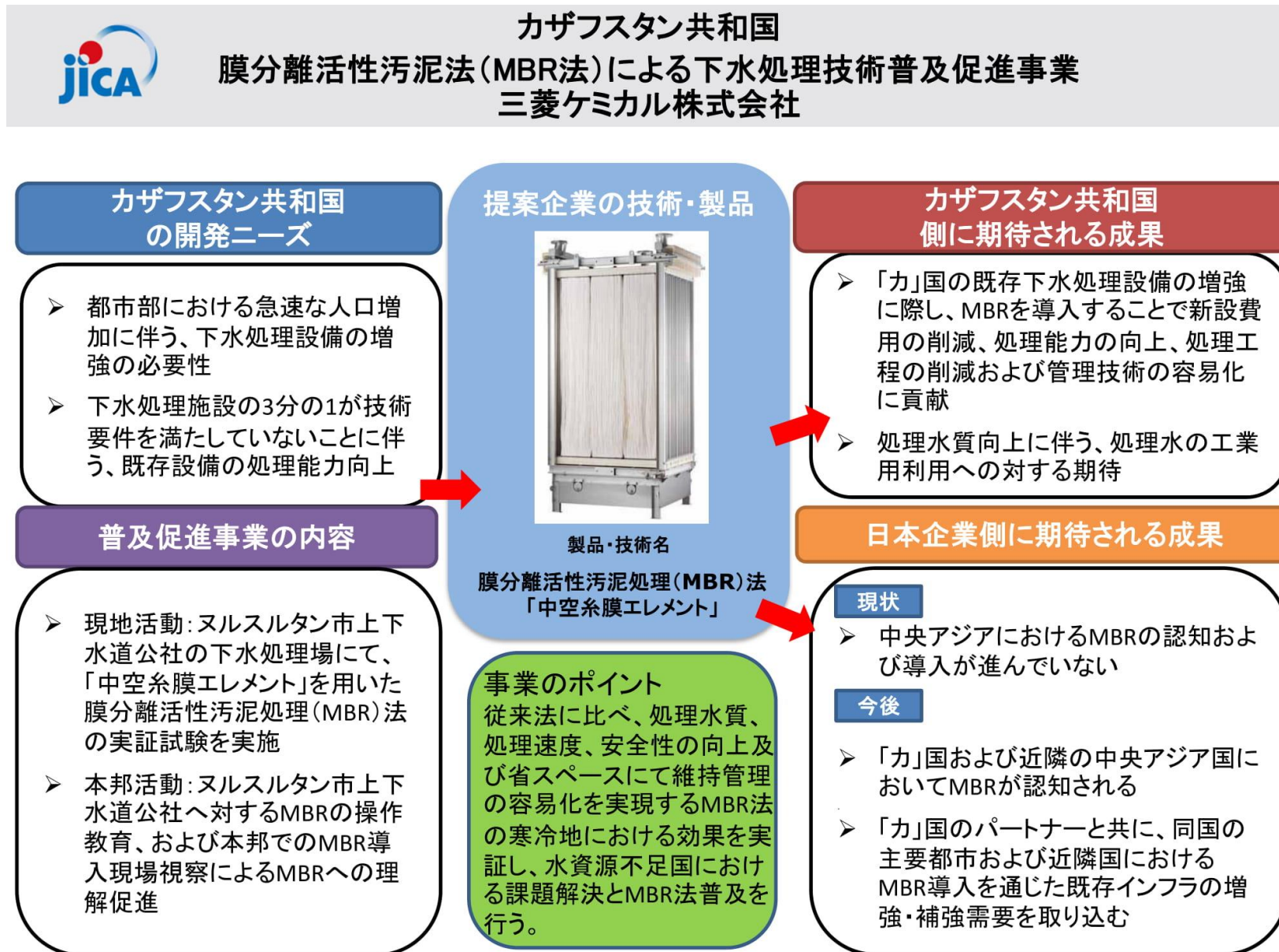


【図 1-2：連携体制（官民双方）】

1.1.9. ODA 事業との連携可能性について

人材育成及び有償資金協力、海外投融資のスキームが想定される。人材育成については既存の課題別研修「下水道・都市排水マネジメント」及び「排水処理技術」の研修との連携可能性が検討できる。本研修を通じて MBR 技術の有用性をカ国のアルマティ、シムケント及びカラガンダ等の主要都市の下水処理事業体へ対して提供する。合わせて、MBR を活用した汚水対策の計画策定から事業実施までの手法やプロセスを学ぶことで、MBR 単体としての有用性の理解のみならず、下水処理事業全般にかかる能力強化の機会を提供する。これにより、対カザフスタン国別開発協力方針の重点分野である「持続的経済成長のための人材育成」及び「環境保全対策」への寄与も期待することができる。

1.2. 事業概要図



第2章 本事業の背景

2.1. 本事業の背景

2.1.1. 対象国・地域・都市の政治・経済の概況

カザフスタン共和国（以下、カ国）の国土は日本の約7倍（約272万km²）であり、世界第9位の国土を保有する。人口は約1,853万人で、民族構成はカザフ人が66%、ロシア人が21%、その他が13%となっており、100以上の民族から成る多民族国家である。本事業の実施地である首都のヌルスルタンは広大な平原の中心に位置しており、その地形から天候の変化が激しく空気は常に乾燥しており、一年の約半分は氷点下で雪に覆われる。冬季は気温がマイナス30度以下になることもあり、特に1月及び2月の厳寒期にはマイナス40度以下に達することもある。他方、夏季には気温が30度以上に達することもあるが、日常生活を過ごしやすい春、夏及び秋の季節は短い¹¹。

カ国は1991年にソビエト社会主義共和国連邦（以下、旧ソ連）から独立してから2019年までの間、ナザルバエフ前大統領のみが大統領として国を統括してきた。旧ソ連崩壊（1991年12月におけるソビエト連邦共産党解散に伴う、全連邦構成共和国の独立）以降に独立した中央アジア諸国でも、カ国と同様に、旧ソ連時代の政治指導者がそのまま独立後の大統領となり長期政権を維持した例（ウズベキスタンの故カリモフ元大統領やトルクメニスタンの故ニヤゾフ元大統領）はあるが、ナザルバエフ前大統領のみが長期政権を維持してきた¹²。しかし、ナザルバエフ前大統領は2019年3月に突然辞任を表明し、大統領としての後任に、外交官出身のトカエフ上院議長が就任した。これによりナザルバエフ前大統領は引き続き重要な権限を持つ安全保障会議の議長に就任し、実質的な「院政」となることで長期間続いた権威主義体制における権力を徐々に継承することとなった。しかし、トカエフ現大統領はナザルバエフ前大統領に対する崇拜強化の一つとして、首都のアスタナをナザルバエフ前大統領の名前である「ヌルスルタン」に変更し、全州都の目抜き通りも「ヌルスルタン・ナザルバエフ通り」に変更することを提案し、国会両院にて承認されたことから、ナザルバエフ前大統領を押し出す形での実質的な二頭体制の政治となっている¹³。

カ国の経済は旧ソ連崩壊以降、市場経済へ移行を果たしたが国家財政は資源輸出に伴う外貨獲得に大きく依存しており、特に原油を中心とする鉱物製品が全体輸出の約7割を占め、鉱物資源及びそれに関連する製品が2割を占める¹⁴。そのため、GDP（国内総生産：以下、GDP）成長率（下図）は原油価格の動きに沿う傾向があり、2000年代に入ると原油価格高騰を追い風として経済成長を遂げた。しかし、2014年以降は原油の国際価格が急落したことを受け、経済成長率にブレーキがかかり、2015年及び2016年におけるGDP成長率は1%台まで低下した¹⁵。2017年以降における経済成長においても引き続き原油生産が後押ししており、2018年の原油生産は9,000万トンであり、天然ガスの生産量は550億m³となりそれぞれ過去最高の生産量を記録している。他方、GDPの分野別の伸び率では商業・輸送機器修理が前年比で7.6%増（GDP構成比15.9%）であり、輸送・倉庫も4.6%増（GDPの構成比8.3%）となった¹⁶ことから、商業関連商材や機器等の購買も経済成長に寄与している。

¹¹ 在カザフスタン日本国大使館（2019年）「ヌルスルタン案内」

¹² 三菱UFJリサーチ&コンサルティング（2017年）「カザフスタン経済の現状と今後の展望」

¹³ The Global Forum of Japan（2019年）「ロシアNIS調査月報2019年6月号」

¹⁴ JETRO（2018年）「ジェトロ世界貿易投資報告」

¹⁵ 三菱UFJリサーチ&コンサルティング（2017年）「カザフスタン経済の現状と今後の展望」

¹⁶ JETRO（2019年）「ビジネス短信」

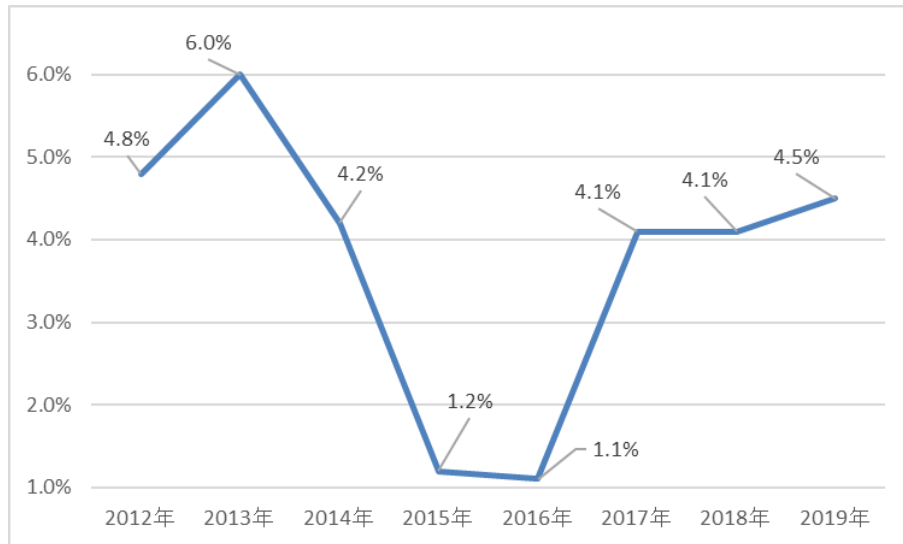


図 2-1：カ国実質 GDP 成長率（2012 年から 2019 年）¹⁷

2.1.2. 対象国・地域・都市が抱える開発課題

カ国では近年急速な人口増加を遂げており、特に都市部の人口増加率は顕著である。世界銀行のレポート¹⁸によると、2015 年における首都ヌルスルタン市（旧名：アスタナ）の人口は約 154 万人と報告されており、直近（2020 年）の国民経済省統計委員会における人口統計¹⁹では、約 191 万人となっていることから、この 5 年間に 23.79%の人口増加率を遂げている。

このような急速な人口増加に伴い下水処理設備をはじめとする既存のインフラ増強の必要性が議論されている。例えば、カ国にある 540 の排水貯留施設の多くは限界値まで達している点や、87 都市の下水処理施設の 3 分の 1 が現状に見合った技術要件を満たしていないとの指摘もある。このような行政による排水処理の現状により、十分に処理できていない排水が放流され環境に悪影響を与えている²⁰。

2.2. 普及対象とする技術、及び開発課題への貢献可能性

2.2.1. 普及対象とする技術の詳細

2.2.1.1. 技術・製品画像、特徴、スペック

本事業では、排水の生物処理（微生物による分解処理）における固体と液体の分離（以下、固液分離）を膜ろ過によって行う、膜分離活性汚泥処理法（Membrane Bio Reactor：以下、MBR）を普及対象の技術とする。国土交通省によると、三大湾（東京湾、伊勢湾、瀬戸内海）及び湖沼等の閉鎖水域へ処理水を放流する日本国内の下水処理場では MBR を含めた高度処理の導入が推進²¹されている。しかし、将来的な人口減

¹⁷ 世界銀行（2017）「Cities in Europe and Central Asia : Kazakhstan」

¹⁸ Results of the 2009 National Population Census of The Republic of Kazakhstan

<https://www.liportal.de/fileadmin/user_upload/oeffentlich/Kasachstan/40_gesellschaft/Kaz2009_Analytical_report.pdf>

¹⁹ Ministry of National Economy of the Republic of Kazakhstan Committee on statistics HP <<https://stat.gov.kz>>

²⁰ Dariusz Andraka, Kairat Ospanov, Menlibai Myrzakhetmetov（2015）“Current State of Communal Sewage Treatment in the Republic of Kazakhstan”

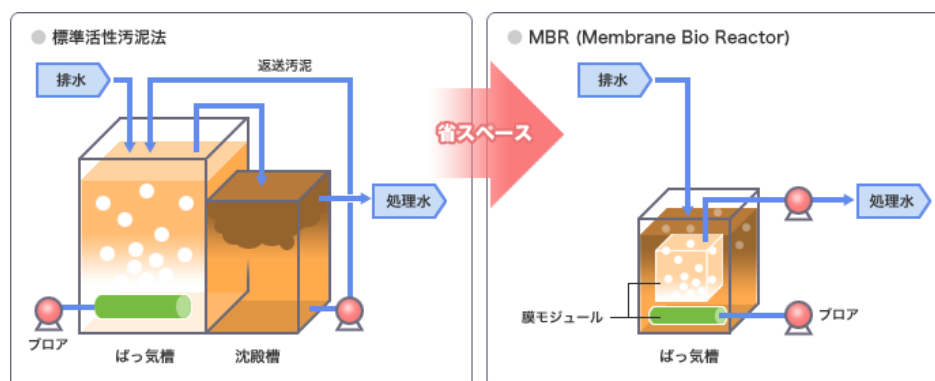
²¹ 国土交通省（2015 年）「平成 27 年度末高度処理供用箇所一覧」

少に伴い、既存の処理設備の集約と対象処理領域の広域化により全国の下水処理場の約 2,200 カ所²²（2014 年現在）のうち、2015 年現在では 20 の処理場に MBR が導入されている状況である²³。なお、民間企業による市場調査²⁴では、2017 年における MBR 用膜の日本国内市場の実績は 37 億円であり、2025 年には 44 億円規模になるとの報告があり、世界では 522 億円（2017 年実績）から 765 億円（2025 年予想）の成長が見込まれている。

MBR の競合となる従来の標準活性汚泥法は、ばっ気槽（酸素を供給することで微生物を増殖・活性させる槽）に排水を投入し、微生物（微生物濃度：2,000～4,000mg/L）により処理した後、沈殿槽における重力沈降によって、上澄み（処理水）と沈殿物に分離する排水処理法となっている。なお、この従来手法は重力沈降で固液分離することから固形分や大腸菌等を 100%除去することはできない。他方、本事業の普及対象技術となる MBR は膜によって固液分離を行うため、固形分や大腸菌等を 100%除去することができることから、従来技術と比較して処理水質の向上を実現できる。また、MBR は運用上、微生物濃度を 8,000～10,000mg/L の高濃度を維持できることから従来技術と比較して処理速度が上昇し、ばっ気槽も縮小化できる。加えて、沈殿槽も不要となることから、システム全体として、従来法の 1/2～1/3 程度の用地で導入できる点において MBR の優位性がある。

本事業で適用する当社の MBR は、既存の MBR 技術より一層コンパクト化した改善が加えられ、従来の標準活性汚泥法では必須であった沈殿槽が不要になるため維持管理が容易となる。また、MBR は、膜を用いた固液分離により、細菌・ウィルス・原虫等の除去性に優れる革新的技術であることから、安全な再利用水として水資源不足国であるカ国への普及も期待できる。

コスト面については、新設で従来の標準活性汚泥法を導入する場合と比較した際、従来法で必要となる処理工程を削減することができるため、土木建設にかかる費用を大幅に削減することができる。また、処理能力を向上させるために、既設処理施設の設備を流用しながら MBR を追加的に導入することも可能であり、その際は新しい処理施設を建設することなく対応が可能となる点において、大きなコストメリットを有する。



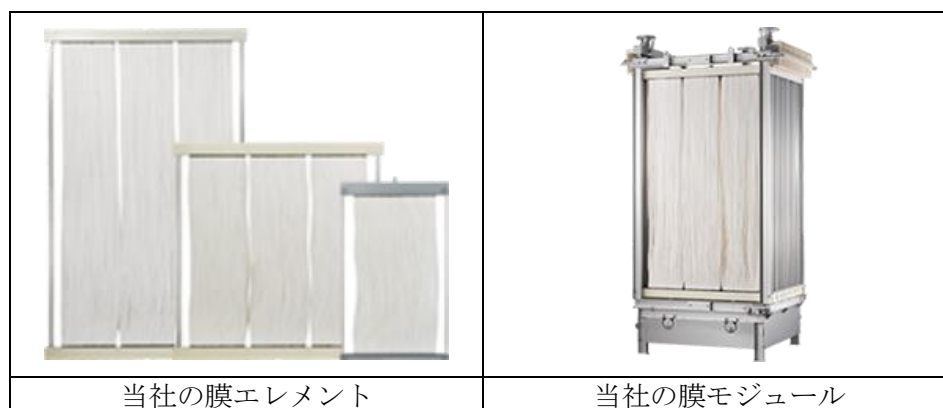
【図 2-2：競合（標準活性汚泥法）と MBR の比較図】

²² 国土交通省・処理場の年度別供用箇所数（2014 年）

<http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/crd_sewerage_tk_000135.html>

²³ 株式会社建通新聞社（2015 年）「2015 年 3 月 31 日の記事より」

²⁴ 株式会社富士経済（2018 年）「高機能分離膜/フィルター関連技術・市場の全貌と将来予測 2018」



【写真 2-1：当社の MBR 技術の写真】

なお、当社の MBR は下表の通り、特許の取得を通じた技術評価を受けている。

【表 2-1：取得特許一覧】

特許番号	名称
4739730	疎水性多孔質膜用親水化剤、これを用いた疎水性多孔質膜の親水化方法及び検査方法
5341760	中空状多孔質膜及びその製造方法
5438879	膜ろ過ユニット
5549768	中空状多孔質膜
5549955	多孔質膜の製造方法及び製造装置
5648633	多孔質膜の製造方法
5655856	ポリマーの溶解脱泡方法及び多孔質膜の製造方法
5799810	中空糸膜シート状物の製造方法、中空糸膜モジュールの製造方法及び中空糸膜シート状物の製造装置
5828281	中空糸膜紡糸ノズル、及び中空糸膜の製造方法
5928330	多孔質中空糸膜の洗浄装置、及び多孔質中空糸膜の製造方法
6160720	編紐供給装置及び編紐供給方法

2.2.1.2. 国内外の販売実績

当社の MBR 導入実績は国内外 5,000 ヶ所以上であり、下水処理場や商業ビル、病院等の生活系排水から食品・飲料工場、化学工場等の産業系排水まで幅広く採用されている。競合メーカーとしては Suez 社（フランス）、クボタ社（日本）、DuPont 社（アメリカ）、Koch 社（アメリカ）等が挙げられる。

2.2.1.3. 価格（単価）

1990 年代の MBR 開発初期段階では参入企業が少なく、生産量が限られていたことや、膜の製品単価が高かったこともあり日本国内または韓国等における普及に留まっていた。一方、2000 年代に入り、世界的な環境に対する取り組みが進んだこともあり特に中国を中心にインフラ整備が拡大し、排水規制強化・排水再利用のニーズも高くなった。そのため、大型の下水処理場でも MBR が採用される機会が増え、それに伴い参入企業や生産量も増えことで膜の製品単価が徐々に下がり、排水処理技術の一つとして普及が拡大した経緯がある。

2.2.1.4. 経済性

近年、中国以外でも大型の下水処理場に MBR が導入されつつあることに伴い、大量生産技術の確立を通じて膜の製品価格が低下している。合わせて、MBR の省エネ技術の発展や建設工事費用の高騰により、MBR のイニシャルコストとランニングコストを合わせたトータルコストが、これまで価格的に優位にあった従来の標準活性汚泥法のトータルコストに近づいている。日本国内ではトータルコスト及び省スペースの観点から、既存下水処理場の老朽化に伴う既設設備改造の際に MBR の導入が増えてくると推察される。特に、都市部では MBR の省スペース性に着目し、限られた土地で下水を効率よく処理する技術として採用する事例が増えてきている。

世界各国における水不足地域では MBR 処理水が修景用水やトイレのフラッシュ水、工業用水等に再利用されるだけでなく高度処理と組み合わせで飲料水まで提供している地域もあり、水不足や環境問題に起因した需要に伴い 2024 年までに世界で 54 億米ドルの市場になると予想されている²⁵。なお、MBR は従来の標準活性汚泥法と比較して運転管理が容易で、全自動で制御が可能なことから人件費を削減する点にも優位性がある。

2.2.1.5. 技術の安全性

本技術は下表のとおり、地方共同法人日本下水道事業団との共同研究を通じて日本の下水道への適用が認められているほか、国土交通省の浄化槽認定も取得し、国内浄化槽における最も厳しい排出基準にも適用している。日本国内では当該認定を受けた浄化槽でなければ設備として導入できないため、認定を受ける際には排水処理性能において厳しい条件が課される。そのため、当該認定を取得することは日本国内でのビジネス展開が可能になるだけでなく、海外においては国（国土交通省）認定の技術という側面をアピールすることができる。なお、海外では米国カリフォルニア州条例の Title22（カリフォルニア州水道局における再生水に関する基準）を認証取得している。

【表 2-2：日本下水道事業団との共同研究及び浄化槽認定】

日本下水道事業団との共同研究		浄化槽認定	
時期	内容	認定番号	名称
平成 10～12 年度	適用性評価・設計手法確立	DW3N-0077	膜分離方式 MRE-MBR 型（浄化槽）
平成 13～16 年度	消費エネルギーコスト削減	DW3N-0096	膜分離方式 MRE-MBR II 型/51～20000 人槽/合併浄化
平成 24～27 年度	省エネルギー・合流対応	DW3N-0121	膜分離方式 MRE-MBR III 型/51～40000 人槽/合併浄化槽/汚物処理性能
平成 29 年度	流量変動対応技術確立		

2.2.1.6. 環境への配慮

MBR は、サブミクロン（1 ミクロンメートルの 1/10）やさらにそれよりも微細な孔径を有する膜で固液分離を行うため、懸濁物が含まれない極めて清澄な処理水を得ることができる。また、生物処理と組み合わせることで排水中の有機物や窒素、リン等の汚濁物質除去による高度な処理ができるだけでなく、感染性のあるクリプトスポリジウムや大腸菌をほぼ確実に除去することができる。

²⁵ Knowledge Sourcing Intelligence LLP（2019）「Membrane Bioreactor Market - Forecasts from 2019 to 2024」

MBR は膜で強制的に固液分離を行うため、従来法と比べて活性汚泥の濃度を高く保つことが可能であり、汚泥処理指標の一つである SRT（汚泥滞留時間：Sludge Retention Time）²⁶も長いことから、汚泥の自己消化による汚泥発生量の削減も期待できる。

2.2.1.7. 対象国における競合技術との比較

本事業の C/P である ASA 及び将来的な現地代理店候補である Su Arnasy-Service 社（以下、SAS 社）からのヒアリング結果では、カ国ではまだ MBR 技術は普及しておらず、主に従来型の標準活性汚泥法を用いた廃水処理を行っている。MBR は従来方式と比較した際、既設の処理施設を活用することで効果的に処理量を増加させることができ、より品質の高い処理水が得られ、また運転管理も容易なことから安定的な廃水処理技術として今後のカ国での普及が期待できる。

2.2.2. 開発課題への貢献可能性

我が国の対カザフスタン国別開発協力方針²⁷では、カ国における「インフラの未整備」や「環境汚染」を課題として挙げており、これらに対応すべく同協力方針の重点分野（中目標）では「経済・社会インフラの整備」及び「環境保全・気候変動対策」を挙げている。なお、この重点領域に沿う形で、安倍総理が 2015 年にカ国訪問の際に作成された「日本国とカザフスタン共和国との間の戦略的パートナーシップの深化及び拡大に関する共同声明」では、カ国の需要に応えるべく「質の高いインフラプロジェクトの推進」が必要不可欠である旨確認された²⁸。そのため、本事業は同方針に沿った開発課題解決や重点分野の目標達成に資するだけではなく、同共同宣言にも整合するものとなっている。

なお、カ国では急速な人口増加に伴い、上述の「インフラの未整備」に関連して下水処理設備増強の必要性が見込まれている。2000 年当時におけるアスタナ市（当時）の下水道開発計画では、2020 年の計画人口を 69 万人として見込み、2030 年には 80 万人を見込んでいた²⁹ものの、国民経済省が発表した最新の人口統計ではヌルスルタン市の人口は既に 114 万人を超えている³⁰。

同国における給水能力の増強並びに増加排水に対応した排水処理設備増強が必要とされる中、これらの問題を解決できる技術として、MBR を用いたリサイクル技術が着目されている。MBR による下水処理、排水処理は、従来の標準活性汚泥処理法に比べ、より水質の向上が見込まれる技術である上、維持管理の手間の削減や管理技術の容易化により、同国の現状に合致した技術として浸透が望める。

かかる状況下、本事業は ASA を対象に下水処理場での実証試験や教育訓練を通して、将来の水不足に対応する排水リサイクル技術として MBR による下水処理、排水処理技術の定着を図る。また同時に、MBR の実績を活用する事で技術教育、技術移転を積極的に実施し、地域に根付いた MBR 技術の浸透を図る。なお、本技術は、細菌、ウィルス、原虫の除去性に優れる革新的技術であることから、水不足地域での再生水工業用利用への用途展開の可能性も有する。

²⁶ 活性汚泥が余剰汚泥として引き抜かれるまでの平均滞留時間のこと（兵庫県 HP <https://web.pref.hyogo.lg.jp/ks16/wd18_000000051.html>）

²⁷ 外務省（2017 年）「対カザフスタン国別開発協力方針」

²⁸ 外務省（2015 年）「日本国とカザフスタン共和国との間の戦略的パートナーシップの深化及び拡大に関する共同声明」 <<https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/000107705.pdf>>

²⁹ JICA・日本工営・日本ヘルス（2009 年）「カザフスタン国 下水道施設維持管理ノウハウ移転調査最終報告書」

³⁰ Ministry of National Economy of the Republic of Kazakhstan Committee on statistics HP <<https://stat.gov.kz/region/268012>>

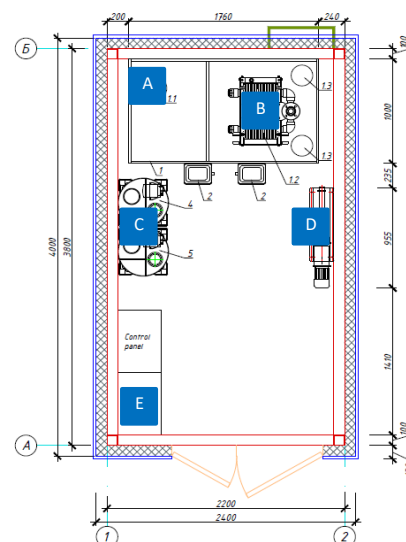
第3章 本事業の概要

3.1. 本事業の目的及び目標

3.1.1. 本事業の目的

本事業ではASAをカウンターパート（以下、C/P）として、ASAが管理する下水処理場における試験機の設置・運用を通じた実証試験や教育訓練を通して、MBRによる下水処理、排水処理技術の理解を図る。

そのため、ヌルスルタンにおける低温域環境でも当社のMBR技術が効果的に運用できることを実証すべくASA下水処理場に試験機を設置・運用する。本試験機は右図のように、縦4m・横2.4mのコンテナ型として、ばっ気槽（図中A）、膜分離装置（同B）、薬品洗浄システム（同C）、ポンプ／ブロウ機器（同D）、操作盤（同E）からなる。本処理場に流入する下水の一部を原水として（最大）日量12m³をばっ気槽で処理し、膜分離装置で固液分離を行い、処理水を得る。主に冬季の運転を通じて原水水質・処理水質等のデータを取得しながら試験機の運用することで将来的にASAに導入できることを実証する。



【図 3-1：試験機の図面】

3.1.2. 本事業の達成目標（対象国・地域・都市の開発課題への貢献）

本事業における達成目標は以下のとおり。

- i. ASAの排水処理場に流入する原水を、当該試験機によってASA排水処理基準値まで処理できることを実証する。なお、その際、冬季の低温域環境下でも安定稼働できることを実証する。
- ii. 当該試験機での実証を通じて、当社のMBRによる排水処理の有用性がASAによって理解され、将来的にASAに導入されることが検討される。

3.1.3. 本事業の達成目標（ビジネス面）

本事業実施後は、ASAへ対して当社MBRの実機が導入され、ヌルスルタンでの導入事例を形成することを目指す。また、ASAに対する当社のMBR技術が寒冷地でも効果的な運用を実現できることを実証することで将来的にカ国の主要都市への導入を目指す。その後、周辺の中央アジア・コーカサス地域内において経済成熟度が進んでいる国でのBtoG及びBtoBビジネスの形成を長期的な目標とする。具体的には、カ国に次いで国民総所得が高く、DAC（経済協力開発機構開発援助委員会）・世界銀行分類が共に「高中所得国」となっている³¹トルクメニスタン及びアゼルバイジャンへの展開を目指す。

上述のとおり、ASAへ対して当社MBRの実機が導入することがその後の事業展開においても重要なことから、本事業を通じてASAから当社のMBR導入の意向を取り付けることも目標とする。また、現地代理店候補となる企業を開拓し、将来的にASAやヌルスルタンに所在する企業へ対して当社のMBR導入にかかる代理店業務の関心を当該企業から取り付けることも目標の一つとする。

³¹ 外務省（2016年）「政府開発援助（ODA）国別データ集2016」

3.2. 本事業の実施内容

3.2.1. 実施スケジュール

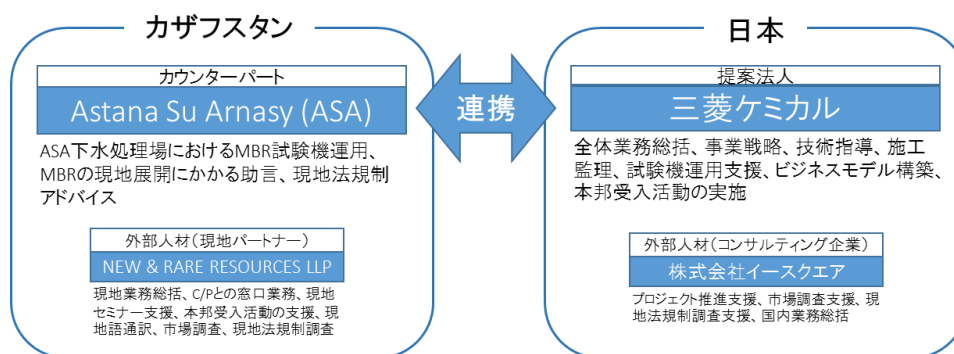
本事業の実施期間は2018年8月から2020年12月（2年4か月）である。当初、本事業では合計4回の現地渡航を予定していたものの、新型コロナウイルスの感染拡大を踏まえ2020年3月にJICAより海外渡航の原則禁止措置が発出されたため現地渡航回数を削減した。これにより、見合わせていた現地渡航（2回分）についてはインターネットを活用した国内業務として振り替えることで実施した。なお、本事業における主要業務及びスケジュールは下表のとおり。

【表 3-1：本事業の実施スケジュール】

主要業務	2018 年					2019 年												2020 年											
	8	9	10	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
第 1 回現地渡航																													
本邦受入研修																													
試験機製作・輸送																													
第 2 回現地渡航																													
試験機設置・稼働																													
代理店候補企業との オンライン会議																													
C/P 向けオンライン セミナー																													

3.2.2. 実施体制

本事業における実施体制は下図のとおり、C/PはASAであり、ASAはヌルスルタン市における上下水道の開発、維持管理及び料金徴収を実施している³²。なお、ASAはヌルスルタン市によって保有・管理されており、国営水道公社（Vodokanal）の支社扱いとなっている³³。



【図 3-2：本事業の実施対体制】

³² ASA HP <<https://www.astanasu.kz/about/activities>>

³³ JETRO（2015年）「カザフスタン BOP 層実態調査レポート」

3.2.3. 実施内容

【表 3-2：本事業の実施内容（概要）と達成目標】

#	タスク	活動計画					実施内容	目標（事業終了時の状態）
		第1回 (現地)	第2回 (本邦)	第3回 (現地)	第4回 (現地)	第5回 (現地)		
1	市場性／現地ニーズの確認		■ ■ ■ ■		■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	● 試験機を通じた技術実証 ● セミナーの開催 ● ASA における排水処理場の拡張予定の確認	● ASA の排水処理場に流入する原水を、当該機材によって、冬季の低温域環境下でも ASA 排水処理基準値まで処理できることを実証する ● セミナーを通じて、ASA の排水処理における当社の MBR 導入の意向を取り付ける ● ASA における排水処理場の拡張予定の詳細について確認する
2	オペレーション人材の育成			■ ■ ■ ■			● 本邦受入活動の実施 ● 第 2 回現地渡航における導入トレーニングの実施	● 本邦受入活動及び第 2 回現地渡航における導入トレーニングを通じて、ASA 単独で試験機の運用・維持管理ができるよう支援する
3	MBR 技術への理解		■ ■ ■ ■		■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	● 本邦受入活動の実施 ● 第 2 回現地渡航における導入トレーニングの実施 ● セミナーの開催	● 本邦受入活動及び第 2 回現地渡航における導入トレーニングを通じて、ASA における MBR 技術への理解を得る ● セミナーによる MBR 技術の紹介を通じて、他国での導入事例を紹介する
4	現地法規制の確認	■ ■ ■ ■			■ ■ ■ ■		● ASA の排水処理基準の入手 ● インターネットを用いた現地法の確認	● 最新の ASA の排水処理基準を入手する ● 代理店展開にかかる現地の法規制を確認する
5	現地代理店とのアライアンス合意				■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	● 代理店候補企業との面会の実施	● 代理店候補企業との面会を通じて、将来的に ASA 及びヌルスルタンの企業へ対する当社の MBR 導入にかかる代理店業務の関心を取り付ける
6	商流の検討				■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	● 代理店候補企業との面会の実施	● 代理店候補企業との面会を通じて、事業化フェーズにおける商流を確認する

【表 3-3：資機材リスト】

機材名	型番	価格	数量	用途	納入年月	設置先
Pilot Containerized MBR STP 一式	無し	53,804 ユーロ	1	ASA の排水処理場に流入する原水を、当該機材によって、冬季の低温域環境下でも ASA 排水処理基準値まで処理できることを実証する	2019 年 11 月	ASA 排水処理場（ヌルスルタン）

第4章 本事業の実施結果

4.1. 第1回現地活動

4.1.1. ASA に対する本事業への理解と協力の取り付け

4.1.1.1. 目的

本事業の実施にかかる合意書（Memorandum）では ASA 側も負担事項が発生する旨記載があるものの、具体的にどのような負担が発生するかについては記載が無い。そのため、第2回現地渡航における試験設置へ向けた現場調査を通じて、ASA 側の負担事項を明確にするとともに、当該内容の負担について ASA 役員の理解と協力を取り付けることを目的とする。

4.1.1.2. 概要（敬称略）

【表 4-1：活動概要（ASA に対する本事業への理解と協力の取り付け）】

場所	ASA メインオフィス
目的	第一副社長をはじめとした ASA 幹部との面会による本事業への理解と協力の取り付け
先方	● ASA Abilay Elzhasov（第一副社長） Yerjan Appasov（排水処理部部長） Yerjan Appasov（製造部副部長）
実施都市	ヌルスルタン
日次	2018 年 8 月 20 日及び 23 日
参加者	● JICA カザフスタンフィールドオフィス：村山満穂、Gennadiy Redkin ● 三菱ケミカル：藤井渉 ● NEW & RARERESOURCES LLP：Guzelya Bakhautdinova ● イースクエア：内田謙一 ● Eco-Potential LTD：Denis Shershenikhin

4.1.1.3. 実施内容

ASA 第一副社長及び製造部副部長との面会を通じて、ASA 側の負担内容（以下）を依頼した。

- 試験機の設置にかかる許可を ASA 内部及び必要に応じて行政機関より取得する
- 試験機（コンテナ）の設置作業のためのクレーンを準備する
- 試験機をクレーンで吊り上げ、所定の設置場所に水平設置する
- 試験機の原水取得用、排水用及び電源供給用として、第1沈殿池の側面に穴を1カ所あける（穴の大きさは試験機の設計が完了次第、三菱ケミカル側より共有する）
- 試験機の原水取得用及び排水用として、第1沈殿池から試験機までの約10mのPVC配管を2本用意し、当該配管の設置工事を実施する（配管は、保温材で保温する。穴の隙間は、パテ等で塞ぐ）
- 試験機の動力確保として、電気ケーブルを必要な長さを用意し、当該ケーブルの設置工事を実施する
- 試験機の中空糸膜エレメント洗浄用として、次亜塩素酸を1L準備する

合わせて、排水処理場にて実施した技術打合せを通じて、試験機の設置を 2018 年 12 月から 2019 年 3 月下旬に変更する必要がある旨説明し、了承を得た。この変更に伴う事業期間の変更については、団員帰国後、JICA 民間連携事業との協議後に ASA 側へ再度詳細を報告することとなった。



【写真 4-1 : ASA に対する本事業への理解と協力の取り付けの様子】

4.1.1.4. 成果

ASA 第一副社長との面会を通じて、ASA 側の負担内容について協力を取り付けることができた。帰国後、別途レターを作成し当該負担内容について書面でも記録を残す。

4.1.2. 試験機設置へ向けた技術打合せ

4.1.2.1. 目的

試験機設置へ向けた技術打合せを実施し、ASA、Eco-Potential 社及び三菱ケミカルの業務責任範囲を明確にする。また、必要な技術要件を洗い出す。

4.1.2.2. 概要（敬称略）

【表 4-2：活動概要（試験機設置へ向けた技術打合せ）】

場所	ASA 排水処理場
目的	試験機設置へ向けた技術打合せ
先方	● ASA Yerjan Appasov（排水処理部部長） Bagdat Myrzan（技術者） Snezhana Merkurieva（水質検査局長）
実施都市	ヌルスルタン
日次	2018 年 8 月 20 日から 22 日
参加者	● 三菱ケミカル：藤井渉 ● NEW & RARERESOURCES LLP：Guzelya Bakhautdinova ● イースクエア：内田謙一 ● Eco-Potential LTD：Denis Shershenikhin

4.1.2.3. 実施内容

試験機製造委託会社である Eco-Potential 社のエンジニアとともに、試験機設置候補地を視察し、現地の技術要件を確認した。設置面積・土台の確保、電源の供給の確保、原水確保の観点から、ASA 排水処理場の第一処理系統における第一沈殿処理池のそばに試験機を設置することで合意した。なお、ASA 排水処理場の外観、処理フロー及び試験機設置場所は下図の通りであり、黄色の矢印は第一処理系統（1973 年建設）の処理フローとし、青色の矢印は第二処理系統（2017 年建設）の処理フローとし、赤色の星印は試験機設置場所となる。

試験機の仕様を明確にするため、水質検査局長との面会を通じて、①ASA の排水処理基準、②排水処理場の原水水質、③最終沈殿池処理水、④放流水質の提供を依頼した。①ASA の排水処理基準は現地で入手できたものの、②～④については三菱ケミカルからのレターによる依頼が必要とのことで、帰国後にレターを作成し、依頼することとした。

なお、排水処理場の技術者との打合せを通じて、冬季（11 月～3 月上旬）における設置工事は外気温の関係から、主に配管の接続工事が難しい旨説明を受けた。そのため、当初、試験機の設置を 2018 年 12 月に予定していたが、同技術者の助言を受けて 2019 年 3 月下旬にて実施する方向で調整が必要となった。



【写真 4-2 : ASA 排水処理場の処理フローと試験機設置場所】



現地調査の様子



現地調査の様子



現地調査の様子



試験機設置候補場所（左）及び
原水取水予定場所（右）



水質検査局外観

水質検査局との面会の様子

【写真 4-3：試験機設置へ向けた技術打合せの様子】

4.1.2.4. 成果

試験機製造にかかる場所の特定及び技術要件を明確にすること及び、ASA 側の具体的な負担内容を洗い出すことができた。また、水質検査局長より入手した ASA 排水処理基準は下表の通り。

【表 4-3：ASA 排水処理基準】

番号	項目	ASA 基準	番号	項目	ASA 基準
1	pH	6 - 9	8	NO ₃	45
2	DO	4 以上	9	界面活性	0.5
3	SS	16.74	10	クロライド	350
4	鉱物油	0.1	11	PO ₄	3.5
5	T-Fe	0.3	12	SO ₄	500
6	COD	40	13	BOD20	6
7	NH ₄ -N	2	14	TDS	1000

4.1.3. 代理店開拓

4.1.3.1. 目的

民間企業の面会を通じた代理店を開拓する。

4.1.3.2. 概要（敬称略）

【表 4-4：活動概要（代理店開拓）】

場所	Grundfos Kazakhstan LLP
目的	民間企業の面会を通じた代理店開拓
先方	● Grundfos Kazakhstan LLP：Oleg Trapeznikov (Regional Sales Manager, Astana region)
実施都市	ヌルスルタン

日次	2018 年 8 月 23 日
参加者	● 三菱ケミカル：藤井渉 ● NEW & RARERESOURCES LLP：Guzelya Bakhautdinova ● イースクエア：内田謙一

4.1.3.3. 実施内容

ASA の上水ポンプ場のメンテナンス業務を受託している Grundfos 社を訪問し、ヌルスルタンにおける水事情及びヌルスルタンにおける将来の代理店候補と成り得るエンジニアリング会社の情報収集を行った。

ヌルスルタンの水事情については、特に夏季における水不足が深刻であり、浄水場が取水しているイシム川は夏季に水量が極端に低くなっている。そのため、雪解け水をろ過しながら上水を確保している現状が分かった。

既存の浄水場は砂を用いた急速ろ過を採用しており、膜等の高度処理は採用していない。水の価格自体が安いことから、設備に費用を投資するのは難しい状況のため、MBR 等の高度処理技術の導入可能性については費用面のメリットを見出す必要がある旨助言があった。

ヌルスルタンにおけるエンジニアリング会社については、同社の代理店が該当する可能性があるとのことから、同社の代理店リストを得た。

4.1.3.4. 成果

ヌルスルタンに所在している、Grundfos 社製品を取り扱っている代理店のリストを得た。

4.1.4. 表敬訪問

4.1.4.1. 目的

在カザフスタン共和国日本国大使館・JICA カザフスタンフィールドオフィスの表敬訪問の実施及び現地情報を収集する。

4.1.4.2. 概要（敬称略）

【表 4-5：活動概要（表明訪問）】

場所	● 在カザフスタン共和国日本国大使館 ● JICA カザフスタンフィールドオフィス
目的	表敬及び現地情報収集
先方	● 在カザフスタン共和国日本国大使館 川端一郎（特命全権大使） 石引裕貴男（一等書記官） 田中佑真（専門調査員） ● JICA カザフスタンフィールドオフィス 村山満穂（企画調査員）
実施都市	ヌルスルタン
日次	2018 年 8 月 20 日、21 日、23 日
参加者	● 三菱ケミカル：藤井渉 ● NEW & RARERESOURCES LLP：Guzelya Bakhautdinova ● イースクエア：内田謙一

4.1.4.3. 実施内容

在カザフスタン共和国日本国大使館及び JICA カザフスタンフィールドオフィスを表敬し、現地情報収集を行った。在カザフスタン共和国日本国大使館では、川端大使との面会を通じて激励を頂くと共に、ヌルスルタンへの遷都 20 周年の記念すべき年に本事業を開始できたこと、そして現地での事業形成の期待があることから、大使館としての全面的な理解や協力についてコメントがあった。

JICA カザフスタンフィールドオフィス村山氏とは本事業の概要及び全体スケジュールの共有と共に、試験機の設置へ向けた ASA の巻き込み及び輸送にかかる助言があった。特に輸送は、同フィールドオフィスにおけるこれまでの経験として、法的に免税措置が適用できるケースにおいてもカ国の税関担当者によっては課税対象として手続きを進められた具体的事例の紹介があった。

現在、本事業においてはロシアの輸送業者に輸送及び手続きを依頼し、ユーラシア経済連合条約の適用のもと無税での輸入を計画しているが、カザフスタン国の業者に依頼することでより円滑に手続きが進められる可能性がある旨村山氏より助言があった。

4.1.4.4. 成果

川端大使との面会を通じて、在カザフスタン共和国日本国大使館より理解と協力を得られた点と、試験機輸送における手続き次第によっては課税対象となる可能性がある旨確認できた。

4.2. 本邦受入活動

4.2.1. 本邦受入概要

本邦受入活動を通じて、当社の MBR を用いた技術・製品・国内外での実績や現地設置予定の試験機の操作・処理特性を理解する。また、試験機輸送にかかる注意点の洗い出しと今後の対応を整理しつつ、ASA における試験機設置後の運用方法の確認・試験機運用時における本邦側への報告・連絡・相談体制を確定する。

活動内容は、①当社の MBR 技術・製品の理解、②当社の MBR 技術・製品が導入されている事例（国内外）の理解、③現地設置予定の試験機と同じ構造を持つ製品の操作・処理特性の理解、④現地設置予定の試験機の運用方法の最終確認と試験機運用時における本邦側への報告・連絡・相談体制の確定、⑤試験機の輸送（ロシアからカ国）にかかる注意点の洗い出し及び今後の対応の整理の以上 5 つから成る。受入期間（日本滞在期間）は 2019 年 4 月 21 日～26 日とし、ASA からの参加者は以下のとおり。

【表 4-6：本邦受入活動参加者（敬称略）】

名前	所属	役職
Yerjan Appasov	ASA	Head of Waste Water Treatment Plant
Bagdat Myrzan		Process Engineer

4.2.2. 本邦受入実績

【表 4-7：受入詳細計画表（兼受入詳細計画表（実績版））】

目標	当社の MBR 法を用いた技術・製品・国内外での実績や現地設置予定の試験機の操作・処理特性を理解する。また、試験機の輸送にかかる注意点の洗い出しと今後の対応を整理しつつ、ASA における試験機設置後の運用方法の確認・試験機運用時における本邦側への報告・連絡・相談体制を確定する。
項目	① 当社の MBR 技術・製品の理解 ② 当社の MBR 技術・製品が導入されている事例（国内外）の理解 ③ 現地設置予定の試験機と同じ構造を持つ製品の操作・処理特性の理解 ④ 現地設置予定の試験機の運用方法の最終確認と試験機運用時における本邦側への報告・連絡・相談体制の確定 ⑤ 試験機の輸送（ロシアからカ国）にかかる注意点の洗い出し及び今後の対応の整理

日付	時刻	形態	活動内容	場所	宿泊都市
4/21 (日)	18:00	移動	入国（OZ106 便）	-	豊橋
	18:00 - 18:30	座学	オリエンテーション	成田空港	
	19:00 - 22:00	移動	成田空港→豊橋	-	
4/22 (月)	10:00 - 12:00	見学	排水処理施設の見学を通じた排水処理技術の理解	農業集落排水 処理施設	
	13:00 - 15:00	見学	MBR 試験機の見学を通じた 当社の MBR 技術・製品の理解		
	15:00 - 16:00	見学	MBR 試験機の維持管理について		
4/23 (火)	8:30 - 9:00	座学	当社愛知研究所の概要及び アクア・ソリューション研究所について	当社 愛知研究所	東京
	9:00 - 10:30	見学	MBR 実験設備の見学を通じた当社の MBR 技術・製品の理解		
	10:30 - 12:00	座学	膜の解析評価について		
	13:00 - 14:00	見学	快適スクエア（当社製品技術展示スペース）見学		
	14:50 - 16:10	移動	豊橋→品川	-	
	18:00 - 19:00	会議	試験機の輸送にかかる注意点の 洗い出し及び今後の対応の整理	当社大崎本社	
4/24 (水)	10:00 - 10:30	座学	研修振り返り、今後の ASA における事業について確認	当社大崎本社	
	10:30 - 14:00	座学	当社の納入実績（国内外事例紹介）		
	14:00 - 17:00	座学	当社の納入実績（コストシュミレーション）		
4/25 (木)	10:00 - 14:00	座学	技術研修の振り返り及び技術関連の質疑応答	当社大崎本社	
	14:00 - 17:00	座学	本事業の今後のスケジュール、アクションについて整理・確認		
4/26 (金)	5:30 - 7:00	移動	宿泊先→成田空港	-	
	9:00	移動	出国（OZ107 便）	-	

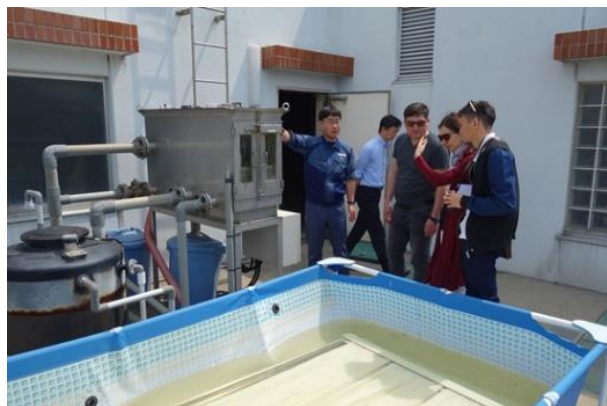
4.2.3. 本邦受入活動の様子



農業集落排水処理施設の見学の様子



MBR 試験機の見学を通じた当社の
MBR 技術・製品の理解の様子



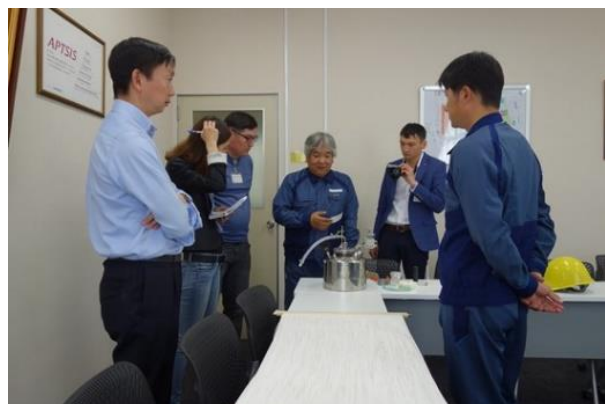
MBR 試験機の見学を通じた MCC の
MBR 技術・製品の理解の様子



MBR の維持管理について



当社愛知研究所の概要及び
アクア・ソリューション研究所について



膜の解析評価について

	
研修振り返り、今後の ASA における事業について確認	当社の納入実績（国内外事例紹介、 コストシュミレーション）

【写真 4-4：本邦受入活動の様子】

4.3. 第 2 回現地活動

4.3.1. 試験機の設置・試運転及び導入トレーニングの実施

4.3.1.1. 目的

試験機の設置・試運転が問題無く実施され、ASA による試験機の運用が実施できるよう支援する。

4.3.1.2. 概要（敬称略）

【表 4-8：活動概要（試験機の設置・試運転及び導入トレーニングの実施）】

場所	● Hotel Duman ● ASA 排水処理場
目的	● 各社（ASA、Eco-Potential 及び三菱ケミカル）の業務役割の明確化及び試験機の設置へ向けた具体的な技術要件の確認 ● 試験機の設置・試運転 ● 本運転及び ASA エンジニアへ対する試験機の導入トレーニング
先方	● ASA Yerjan Appasov（排水処理部部長） Bagdat Myrzan（排水処理部エンジニア）
実施都市	ヌルスルタン
日次	2019 年 11 月 17 日から 22 日
参加者	● 三菱ケミカル：金子真 ● NEW & RARERESOURCES LLP：Guzelya Bakhautdinova ● Eco-Potential：Andrey Sashin, Eugeny Anosov

4.3.1.3. 実施内容

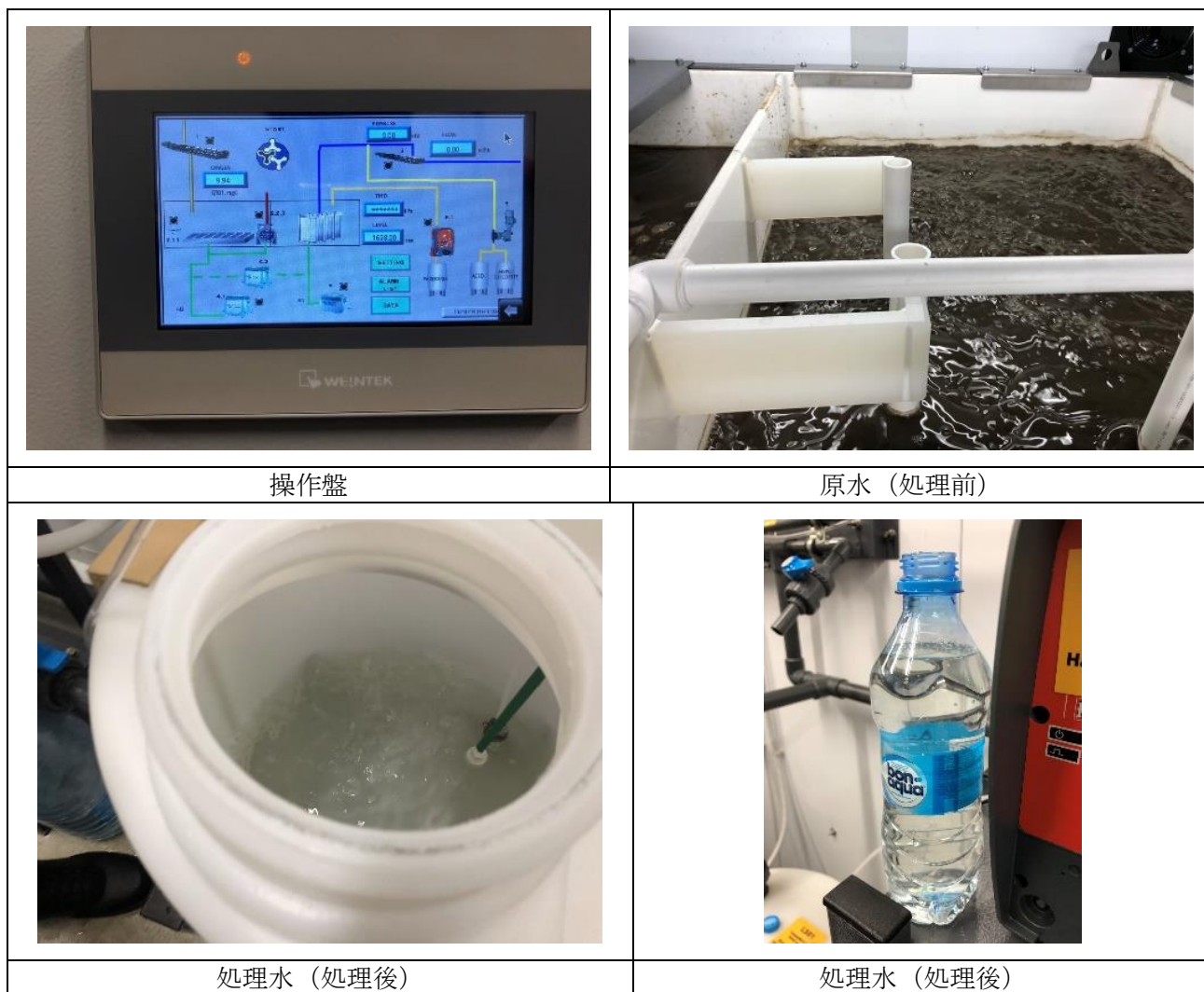
試験機の設置・試運転に実施に際し、各社（ASA、Eco-Potential 及び三菱ケミカル）の役割を以下のとおりとした。

【表 4-9：各社の役割】

会社・組織	業務範囲
ASA	装置設置（土台設置、水平の確保、処理場への配管と電源の接続）及び本運転（装置の操作・保守、運転管理）
Eco-Potential	試運転時における装置調整（機器、制御系）
三菱ケミカル	本運転立ち上げ

試験機の設置、試運転及び本運転の様子は以下のとおり。

	
保温材での被覆（配管内部の凍結対策）	装置外観
	
水平設置作業	装置内部



【写真 4-5：試験機の設置、試運転及び本運転の様子】

- 屋外配管は凍結対策として、ASA が保温材での被覆を実施し、合わせて ASA が手配したクレーンを用いて試験機を水平に設置した。
- 排水処理場の汚泥を用いた本運転を通じて、問題無く処理ができることを確認した。
- 排水処理部のエンジニアに対して運転トレーニングを実施し、問題無く運転できることを確認した。
なお、今後問題が発生した場合は外部人材のグゼリヤ氏経由で当社に問い合わせるか、またはロシアの製造会社である Eco-Potential に問い合わせることを確認した。

4.3.1.4. 成果

ASA がクレーンを手配したことで試験機を水平設置（傾きが許容範囲となる 3/1000 であることを確認）することができた。また、外気温-28℃の環境下でも問題無くプログラムが作動し、処理水における硝酸、亜硝酸、アンモニアがそれぞれ排水処理基準内であることも確認できた（試験紙を用いた簡易分析による結果）。

4.3.2. ASA 排水処理部との面会

4.3.2.1. 目的

試験機の今後の運用における ASA 側の負担事項を確認し、ASA の理解と協力を取り付ける。

4.3.2.2. 概要（敬称略）

【表 4-9：活動概要（ASA 排水処理部との面会）】

場所	ASA メインオフィス
目的	試験機設置へ向けた技術打合せ
先方	● ASA：アッパソブ・エルジャン（排水処理部部長）
実施都市	ヌルスルタン
日次	2019 年 11 月 18 日
参加者	● 三菱ケミカル：金子真 ● NEW & RARERESOURCES LLP：Guzelya Bakhautdinova ● Eco-Potential：Andrey Sashin, Eugeny Anosov

4.3.2.3. 実施内容

打合せの様子は以下のとおり。

- 機材の輸入にかかる協力と支援について感謝を伝え、今回の現地渡航にて実施を予定している試験機の試運転及び本運転にかかる協力（重機手配、人員確保、業務時間の確保、薬品や資機材の手配、電気、原水の流入等）を依頼した。
- 排水処理部エンジニアが実施する分析項目を再度確認し、試験機及び水質の確認頻度を、【目視：毎日】【分析：週 2 回】【データ送付：週 1 回】とすることで合意した。
- 排水基準の一部が最近変更になった旨共有があった（リン酸の排水基準が 3.5 mg/L から 0.7mg/L に変更）。

4.3.2.4. 成果

試験機運用にかかる分析項目及び定期的なデータ提供について確約を得ることができた。また、排水処理基準の最新状況を確認することができた。

4.3.3. 関係機関・企業の訪問

4.3.3.1. 目的

関係機関・企業の訪問を通じた報告及び情報収集を実施する。

4.3.3.2. 概要（敬称略）

【表 4-10：活動概要（関係機関・企業の訪問）】

場所	● JICA カザフスタンフィールドオフィス ● SAS 社
目的	● 事業実施状況及び試験機の運用予定の報告（JICA） ● 事業パートナーへ向けた関係構築（SAS 社）
先方	● JICA カザフスタンフィールドオフィス：村山満穂（企画調査員） ● SAS 社：Abdulaziz Kamalov（社長）
実施都市	ヌルスルタン
日次	● JICA：2019 年 11 月 19 日（JICA カザフスタンフィールドオフィス） ● SAS 社：2019 年 11 月 21 日（SAS 社オフィス）
参加者	● 三菱ケミカル：金子真 ● NEW & RARERESOURCES LLP：Guzelya Bakhautdinova

4.3.3.3. 実施内容

JICA カザフスタンフィールドオフィスとの面会において、本現地渡航のテーマである試験機の設置・本運転について報告するとともに、試験機の今後の運用予定についても報告した。

SAS 社との面会では、カザフスタン側における機材輸送手続き・試験機の荷受に係る一連の手続きに関する再委託契約書の原本を取り交わすとともに、これまでの輸送業務にかかる支援に対する感謝を伝えた。また、SAS 社を現地パートナー候補として MBR の紹介を実施し、今後の協業の可能性について確認した。

4.3.3.4. 成果

JICA カザフスタンフィールドオフィスに対しては、試験機の概要を説明し、今後も引き続き現地側での協力を依頼することができた。

SAS 社に対しては、ヌルスルタンのみならずカ国全土で事業を展開するエンジニアリング会社であること、スウェーデンの水中ポンプメーカーやアメリカの水処理関連装置メーカーの代理店であることを改めて確認することができた。また、販売のみならず自社でメンテナンスを実施できることや MBR に高い関心を持っていることから、技術交流会や技術スタッフの教育等も依頼されたため、本事業完了後に実施することを検討している。

同社からの情報によると、2019 年 5 月よりカ国政府は既存下水処理場の改造・再建設を進めることを決め、本政策を推進するためにエンジニアリング会社等 14 社が実施企業の候補となっており、SAS 社もその 1 社となっている。SAS 社は、今後実施が予定されている ASA の第二処理場（日量 12 万 m³）での業務受託も目指していることから、当該処理場における当社の MBR 導入へ向けた現地パートナーとして SAS 社との関係を構築することができた。

4.4. 代理店候補企業とのオンライン会議

4.4.1. 代理店候補企業とのオンライン会議

4.4.1.1. 目的

代理店候補である SAS 社との会議は本事業開始当初、現地で実施する予定だった。しかし、新型コロナウイルスの感染拡大を踏まえ JICA より海外渡航の原則禁止措置が発出されたことに伴い、その代替としてオンラインで実施することとなった。本会議では、ASA における将来的な拡張工事に向けた連携の確認や競合他社、競合技術、SAS 社との商流や条件等の確認を目的とする。

4.4.1.2. 概要（敬称略）

【表 4-11：活動概要（代理店候補企業とのオンライン会議）】

場所	オンライン（Zoom）
目的	当社技術の紹介、試験機の稼働結果報告及び ASA における将来的な拡張工事に向けた連携の確認や競合他社、競合技術、SAS 社との商流や条件等の確認
先方	● SAS 社：Abdulaziz Kamalov（社長）
日次	2020 年 8 月 21 日
参加者	● 三菱ケミカル：堀内大光、藤井渉、金子真、孫香姫、尾崎恭平 ● New & Rare Resources LLP：Guzelya Bakhautdinova ● イースクエア：内田謙一

4.4.1.3. 実施内容

本会議の中で挙がった主要な議論・意見は以下の通り。

- ASA は、ヌルスルタンにおける人口増加に伴い、排水処理の処理能力増強に向けた第二排水処理場の建設予定があるものの、新型コロナウイルスの影響に伴い計画が遅れている旨確認した。
- カ国における排水処理領域では、官需・民需にて一定のニーズはあるものの、処理水に対して高い基準を求めない事例があることを確認した。そのため、カ国市場に当社技術を売り込むにはコストシミュレーションを用意しつつ、SAS 社と共にマーケット調査を実施する必要があることを確認した。
- SAS 社が、ロシアに所在する当社の代理店に対して照会することで、ロシアで既に稼働している当社 MBR の技術や価格のパフォーマンスを確認したいとの意向がある旨確認した。
- アルマティにおける排水リサイクルの需要として、排水の農業用水への再利用や工場内部における排水の再利用の事例がある旨確認した。
- SAS 社はこれまで、ロシア、スウェーデン、フランス、イギリス、フィンランド、アメリカ等の会社から機材の輸入や取引をした実績があることから、海外企業との事業連携については経験を有していることを確認した。



【写真 4-6：代理店候補企業とのオンライン会議の様子】

4.4.1.4. 成果

- 当社や当社技術の紹介及び試験機の稼働結果報告を通じて、SAS 社に対して、当社の MBR の理解を深めてもらうことができた。
- 当社の MBR のランニングコストのシミュレーションを今後準備し、SAS 社と連携してカ国のマーケット調査を実施することについて合意を得た。
- 商流については、当社の他国の事例と同様に代理店方式にて実施することで合意を得た。また、海外メーカーと SAS 社にて代理店契約を締結する際に課題となる現地の法律は特に無いことも確認できた。
- 代理店契約締結については、マーケット調査を通じた現地ニーズの確認、ターゲット候補の絞り込み、及び当社のロシア代理店に対する当社技術の照会后とする。
- カ国では上水領域では膜技術の需要があるものの、下水（排水）領域では MBR をはじめとした膜技術の導入事例はまだ無いことが確認できた。導入が進んでいない理由の一つにコストが挙げられたため、新設での技術導入と並行して、よりコストを落として導入が実現できる既設処理場への付加的導入を通じた処理量の増加や、既存技術では対応が難しい高精度での排水処理が求められる業種・地域を特定する必要があることを確認した。

4.5. オンラインセミナー

4.5.1. オンラインセミナー

4.5.1.1. 目的

ASA を対象とした本セミナーは本事業開始当初、現地で実施する予定だった。しかし、新型コロナウイルスの感染拡大を踏まえ JICA より海外渡航の禁止措置が発出されたことに伴い、その代替としてオンラインで実施することとなった。本セミナーでは当社の技術紹介や他国での事例紹介と合わせて、ASA で稼働している試験機の実績報告や将来的な当社技術の導入に向けた ASA との連携確認を目的とする。

4.5.1.2. 概要（敬称略）

【表 4-12：活動概要（オンラインセミナー）】

場所	Zoom
目的	将来的な当社技術導入にかかる継続的な連携を実現するため、当社技術の紹介、試験機の稼働結果報告及び ASA からの情報収集と事業化フェーズにおける連携の確認を実施する。
先方	● ASA - Abilay Elzhasov（副社長） - Yerjan Appasov（排水処理部部長） - Snezhana Merkurieva（水質検査局長） - Bagdat Myrzan（排水処理部エンジニア） - Firuz Aldyngurova（水質検査局員）
日次	2020 年 9 月 9 日
参加者	● JICA - 村山満穂（カザフスタンフィールドオフィス） - 二瓶直樹（カザフスタンフィールドオフィス） - Gennadiy Redkin（カザフスタンフィールドオフィス） - 八木橋明夫（東・中央アジア部） ● 三菱ケミカル：堀内大光、藤井渉、金子真、孫香姫、尾崎恭平 ● New & Rare Resources LLP：Guzelya Bakhautdinova ● イースクエア：内田謙一

4.5.1.3. 実施内容

本セミナーの中で挙げた主要な意見・議論は以下の通り。

- 建設予定の第二排水処理場（日量 12 万 m³）は、既存の処理場から約 5km 離れたところに今後建設予定であり、ASA による要件定義の洗い出しは終了していることを確認した。
- 今後は設計会社による詳細設計が実施されることから、当社の MBR 技術を導入するには当該設計会社との連携が必要（公共案件になることから、ASA では技術選定できない）であることを確認した。
- 第二排水処理場建設プロジェクトにかかる、設計会社の選定や入札の取り纏めは Kazakhstan Center for Modernization and Development of Housing and Communal Services（カザフスタン住宅・コミュニティサービス近代化開発センター：以下、近代化開発センター）が実施することになっており、予算措置（政府予算のみで実施、または PPP（官民パートナーシップ）で実施されるのかどうか）も近代化開発センターが対応することを確認した。なお、PPP の場合、外国企業も参入可能な旨確認した。
- 新型コロナウイルスの感染拡大の影響により、本プロジェクトの全体スケジュールの見通しがはっきりしていないことを確認した。
- ASA としては当社の MBR 技術について高い理解と信頼を持っているものの、価格面での懸念が提示された。
- ヌルスルタンは急速に人口が増加していることと、市内で依存している水源の多くは雨水に依存しているため、将来的には再生水の需要が高まる可能性がある旨、ASA 副社長より発言があった。
- 上水領域では膜技術が既に他都市で導入されているため、排水処理領域における膜技術の導入について法律や制度の観点から懸念は無いとの認識を ASA 副社長より確認した。

- 現在稼働中の試験機は引き続き稼働を続け、稼働してから 1 年が経過するタイミング（2020 年 11 月）でデータを取り纏め、下水関連の業界誌に本技術を紹介する意向があることを確認した。
- 引き続き試験機を稼働させることで、ヌルスルタン市に所在する企業や公的機関のみならず、他都市・他国の訪問者に対する紹介や技術推薦が可能な旨確認した。
- 試験機の停止や再稼働の際は、必要に応じて当社またはロシアの製造会社が支援する旨確認した。



【写真 4-7：オンラインセミナーの様子】

4.5.1.4. 成果

- 当社や当社技術の紹介及び試験機の稼働結果報告を通じて、ASA に対して、当社の MBR の理解を深めてもらうことができた。
- 第二排水処理場建設プロジェクトにかかる最新情報の収集や、当社技術の導入に向けて近代化開発センターに対してコンタクトを取る必要がある旨確認することができた。
- 現在稼働中の試験機をショーケースとして、ヌルスルタン市に所在する企業や公的機関のみならず、他都市・他国からの訪問者に対する紹介や技術推薦を ASA にて実施する約束を取り付けることができた。
- 試験機のパフォーマンスについて、現地の下水関連の業界誌を通じて紹介してもらう約束を取り付けることができた。

第5章 本事業の総括（実施結果に対する評価）

5.1. 本事業の成果（対象国・地域・都市への貢献）

本事業の達成目標として掲げた、「i. ASA の排水処理場に流入する原水を、当該試験機によって ASA 排水処理基準値まで処理できることを実証する。なお、その際、冬季の低温域環境下でも安定稼働できることを実証する。」については、後述の 5.2.1. のとおり低温域環境下でも問題なく基準値まで処理可能なことが実証できた。本試験機は ASA 排水処理場の原水の一部を処理し、処理水は再度原水側に還流していたことから本試験機を通じてカ国側に具体的な裨益は発生していない。しかし、将来 ASA の排水処理場におけるすべての処理工程に当社の技術を導入した場合、ヌルスルタンに居住している約 191 万人³⁴が裨益対象となりうる。

また、もう一つの達成目標である「ii. 当該試験機での実証を通じて、当社の MBR による排水処理の有用性が ASA によって理解され、将来的に ASA に導入されることが検討される。」については、こちらも同様に 5.2.1. のとおり、試験機の運用及びオンラインセミナーを通じて ASA に対する当社技術の理解のみならず、将来的に当社技術の導入について前向きな意見を得ることできた。

5.2. 本事業の成果（ビジネス面）、及び残課題とその解決方針

【表 5-1：本事業の成果、及び残課題とその解決方針】

#	タスク	活動計画と実績					達成状況と評価	残課題と解決方針	解決へのアクションと時期
		第1回 '18.07 (現地)	第2回 '19.04 (本邦)	第3回 '19.11 (現地)	第4回 '20.05 (現地)	第5回 '20.08 (現地)			
1	市場性/現地ニーズの確認		●●●●		●●●●	●●●●	△ ● 試験機の運転を通じて、低温域環境下でも ASA 排水処理基準値まで処理できることを実証した ● オンラインセミナーを通じて、ASA の排水処理における導入の意向を取り付けた ● ASA における排水処理場の拡張予定（ニーズ）があることを確認した	● 近代化開発センターに対する当社技術の紹介及び ASA 第二排水処理場への当社技術の導入働きかけ	● 2020 年 12 月末までに近代化開発センターとのオンライン会議を実施し、ASA 第二排水処理場への当社技術の導入を働きかける
2	オペレーション人材の育成		●●●●	●●●●			○ ● 本邦受入研修及び第 2 回現地渡航における導入トレーニングを通じて ASA 単独で試験機の運用・維持管理ができるようになった	● なし	● なし
3	MBR 技術への理解		●●●●		●●●●	●●●●	○ ● MBR 技術の理解に基づき、ASA 単独で試験機の運用・維持管理ができるようになった	● なし	● なし
4	現地法規制の確認	●●●●			●●●●		○ ● 最新の ASA の排水処理基準を入手した ● 代理店展開にかかる現地の法規制について、オンライン文献及び SAS より確認した	● なし	● なし
5	現地代理店とのアライアンス合意				●●●●	●●●●	△ ● SAS 社より代理店業務の関心を取り付けた	● 共同で市場調査の実施し、ニーズ確認後に代理店契約	● 2021 年 1 月末までに SAS 社と代理店契約を締結する

³⁴ Ministry of National Economy of the Republic of Kazakhstan Committee on statistics HP <<https://stat.gov.kz>>

									を締結する	
6	商流の検討					○	● SAS 社と商流を確認した		● なし	● なし

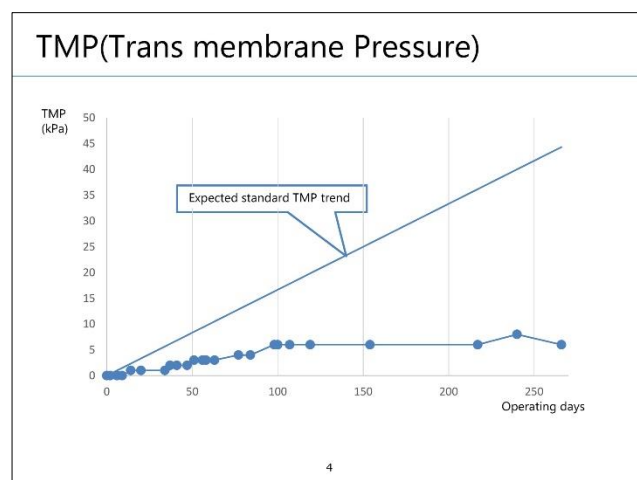
5.2.1. 本事業の成果（ビジネス面）

上表における「1.市場性/現地ニーズの確認」については、試験機の運転を通じて低温域環境下でも ASA 排水処理基準値まで処理できることを実証できたことに伴い、ヌルスルタン及び ASA を対象とした技術展開が可能であることを確認できたことは成果となった。なお、カ国最大都市のアルマティはヌルスルタンの気候ほど低温ではない³⁵ことから、本試験機での実証を通じて、将来的なカ国における他都市への展開の可能性も得ることができた。当初、第 3 回及び第 4 回現地渡航を通じて ASA における将来的な排水処理場拡大に伴う当社 MBR の導入ニーズを確認する予定だったが、新型コロナウイルスの感染拡大を踏まえオンラインを通じた確認を実施した。結果、ASA との間で第二処理場建設プロジェクトの最新情報を収集できたことや、試験機をショーケースとして、ヌルスルタン市に所在する企業や公的機関のみならず、他都市・他国からの訪問者に対する紹介や技術推薦を ASA にて実施する約束を取り付けることができた点も成果となった。

「2.オペレーション人材の育成」については、本邦受入活動及び第 2 回現地渡航を通じて実施したトレーニングを通じて ASA 単独で試験機の運用・維持管理ができるようになり、結果的に「3. MBR 技術への理解」にも繋がった。本事業では試験機の製造をロシアに所在する当社の代理店が製造し、試験機の設置及び導入トレーニングの際は同代理店も支援した。ロシア語を用いて ASA と同代理店が意思疎通を図りながら円滑に試験機の立ち上げや理解できたことで、問題なく試験機を稼働することができた。

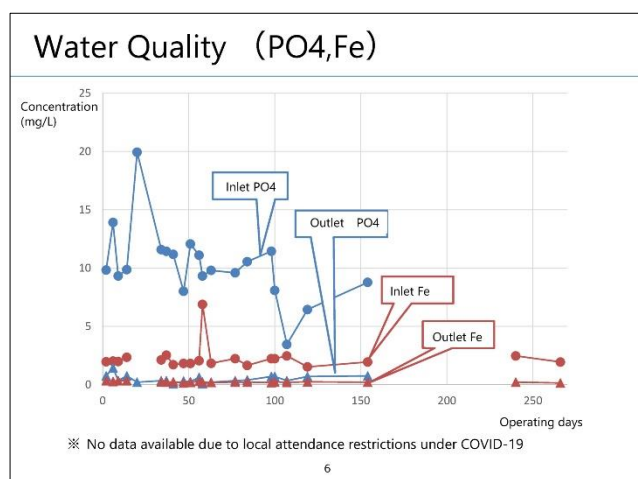
当該試験機は下図の処理フローのように、既設の ASA 排水処理場で同導入している「ばっ気槽（Aeration tank）」「沈殿槽（Sedimentation tank）」「鉄凝集処理（Fe Flocculant）」「砂ろ過処理（Sand filtration）」の 4 工程を当社の MBR 装置一つに置き換えて実施した。結果、膜の目詰まり状況を把握する指標の一つである「膜差圧（Trans Membrane Pressure）」の数値は安定した結果となり、想定していた標準的な膜差圧値の推移（当該における右肩上がりの実線）を大幅に下回る結果となった。また、下図のとおり、リン酸、鉄、COD 及び総窒素の除去については、試験機の稼働立上げ期で処理が不安定な時期が一部見られたものの、すべての項目にて ASA 排水処理基準を下回る結果となったことから寒冷地においても当社の MBR 技術が効果的に処理できることを実証することができた（リン酸及び鉄については、新型コロナウイルスの影響に伴う ASA の出勤制限に伴い、数値取得ができない期間があったものの、当該期間外においては下図のとおり ASA 排水処理基準を下回る結果を確認した）。なお、当社はこれまで公的機関や民間企業など 5,000 ヶ所以上の施設に MBR を導入してきたが、ASA の排水処理場はそれらの導入先と比較した際、最も厳しい排水処理基準を設けている施設の一つとなる。既存技術である標準活性汚泥法では流入する原水水質や急激な外気温の変化により十分な処理が実現できないことがある中、当社の MBR 技術はそれらに依存せず安定的に当該水質基準を満たしながら処理を実現することができた。

³⁵ 社団法人海外環境協力センター（2006 年）「21 世紀初頭における環境・開発統合支援戦略策定（国別調査）」

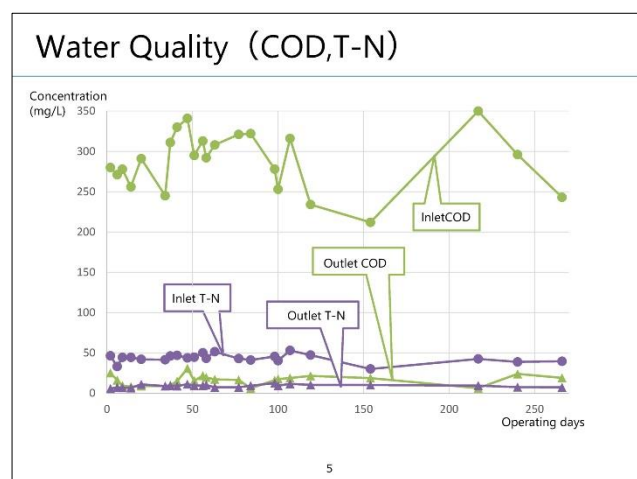


処理フロー

膜差圧の推移



リン酸 (PO4) 及び鉄 (Fe) の処理実績



COD 及び総窒素 (T-N) の処理実績

【図 5-1：試験機の実績】

「4.現地法規制の確認」に関連して、SAS 社及び現地の法律家から、代理店を通じた外資による現地事業の展開についてヒアリングを実施したが懸念すべき点はなかった。欧州や中南米諸国では自国の代理店 (Agent) または販売店 (Distributor) を保護する法律が制定されている事例があるものの、カ国では同様な法律は定められていない。現地の法律を確認したところ「LAW No. 2198 of 17th APRIL 1995」にて外国企業の支店や駐在員事務所の設置に関しては同法の規定に沿って、カ国法務省が認めた申請書の提出や登録料の支払いが必要³⁶であるものの、当社はこれまでの海外事業戦略に基づき、カ国では他国と同様に代理店を通じた事業展開を実施する予定のため本事業終了後の事業化フェーズにおいて同法を考慮する必要は無い。また、現地法規制に関連し、ASA が準拠している最新版の排水処理基準 (下表) を入手した。事業化フェーズにおいて当社技術に引き合いがあった際、この基準値を参考とすることで当社技術導入に必要な排水処理プラントの規模や処理可能な排水量 (日量) の概算設計・算出の指標の一つとして活用することが可能となった。

³⁶ 世界貿易機関 HP <https://www.wto.org/english/thewto_e/acc_e/kaz_e/WTACCKAZ75A1_LEG_24.pdf>

【表 5-2 : ASA 排水処理基準】

番号	項目	上限値	番号	項目	上限値
1	生物化学的酸素要求量 (BOD)	6.0 mg/L	11	鉄及其化合物 (Fe)	0.28 mg/L
2	化学的酸素要求量 (COD)	30.0 mg/L	12	石油類	0.1 mg/L
3	浮遊物質 (SS)	13.35 mg/L	13	合成界面活性剤	0.37 mg/L
4	塩化物イオン	346.33 mg/L	14	硫酸イオン (SO ₄ ²⁻)	406.33 mg/L
5	ポリリン酸 (Polyphosphate)	3.23 mg/L	15	フッ素及びその化合物 (Fluoride) F ⁻	1.2 mg/L
6	全リン (T-P)	1.0 mg/L	16	マンガン及其化合物 (Mn)	0.1 mg/L
7	リン酸 (環境要件) PO ₄ ⁻	0.7 mg/L	17	大腸菌群数 (Coliform bacteria)	5,000 個/cm ³
8	アンモニア性窒素 (NH ₄ -N)	1.92 mg/L	18	pH	6-9
9	硝酸イオン (NO ₃ ⁻)	43.65 mg/L	19	溶存酸素 (DO)	4 < mg/L
10	亜硝酸イオン (NO ₂ ⁻)	3.07 mg/L			

「5. 現地代理店とのアライアンス合意」及び「6. 商流の検討」については、こちらも同様に現地渡航を通じた実施を予定していたが、新型コロナウイルスの感染拡大を踏まえオンラインを通じて SAS 社と個別会議を実施した。ASA やヌルスルタンの官需・民需における将来的な当社 MBR の導入について、SAS 社が現地代理店になることや商流の概略について合意を得ることができた（商流については後述）。

5.2.2. 課題と解決方針

本事業を通じて、概ねすべてのタスクについて成果を得ることができた。しかし、「1. 市場性/現地ニーズの確認」については、近代化開発センターに対する当社技術の紹介及び ASA 第二排水処理場への当社技術の導入を働きかける及びことが残課題となっている。そのため、近代化開発センターとのオンライン会議を実施し、ASA 第二排水処理場への当社技術導入の働きかけを外部人材と連携しながら対応を進める。

また、「5. 現地代理店とのアライアンス合意」についてもまだ書面での締結ができていない。そのため、オンライン会議の際に得た SAS 社の関心や商流等の合意内容を整理し、書面に落とし込み、2021 年 1 月までには合意締結ができるようにこちらも同様に外部人材と連携しながら対応を進める。

本事業を通じて供与した試験機については設置以降、ASA 側にて電気代、薬品代、人件費を投入する形で安定的な運用を実施してきたことから、今後も ASA 単独の運用は技術的には可能な旨確認している。また、オンラインセミナーにて ASA に確認した際、今後は当社の MBR 技術導入に向けて、様々なパターンの原水水質を用いて実験をするための試験機として ASA が運用することを確認した。

第6章 本事業実施後のビジネス展開の計画

6.1. ビジネスの目的及び目標

6.1.1. ビジネスを通じて期待される成果（対象国・地域・都市の社会・経済開発への貢献）

カ国における下水道普及率は60%程度であることと、急速な都市化、インフラ設備の老朽化、水不足及び水質の悪さ等が対処すべき課題として挙げられている³⁷ことから、今後カ国では当該領域における対策が急務となっている。また、下表のとおり、カ国の主要都市では急速に人口が増加しており、ここ5年で大都市（アルマティ、ヌルスルタン、シムケント）では23%～45%以上の人口増加率となっている。また、これまで中規模の地方都市として位置付けられていたアクトベでも同様に人口が増えており、同都市はこの5年で29.07%の人口増加率を記録している。人口増加及びそれに関連する経済活動の活発化に伴う排水量の増加により、既存の排水処理設備での処理量の限界や各種設備の老朽化に対応するため、当社技術の導入は効果的に寄与することができる。例えば、排水処理施設の増設に伴う工期の多くは設備の建設部分に費やされることから、既設の処理工程に当社のMBRに入れ替えることで短期間での処理量増加・処理水質向上を実現しつつ、建設にかかる費用も大幅に削減することができる。また、従来の活性汚泥処理法を導入する施設に比べて、当社のMBRを新規で導入する排水処理施設を建設する場合、敷地面積を大幅に縮小することができるため新設の場合でも同様に期間を短縮した建設が可能である。なお、MBRを導入することで汚泥の自己消化による汚泥発生量が従来法と比較して削減することが期待できることから、環境の観点からも当社技術を通じてカ国の寄与に期待できる。

【表 6-1：カ国主要都市における人口変化】

都市	人口（2015） ³⁸	人口（2020） ³⁹	人口増加率
アルマティ市	1,548,354 人	1,916,822 人	23.79%
ヌルスルタン市	852,985 人	1,136,156 人	33.19%
シムケント市	711,873 人	1,038,152 人	45.83%
アクトベ市	387,945 人	500,757 人	29.07%

6.1.2. ビジネスを通じて期待される成果（ビジネス面）

ASAを対象に開催されたオンラインセミナーでは、ASAは将来的に日量12万m³の下水処理設備の拡張を予定しており、ASAの副社長からは同設備については当社のMBR導入について積極的な意向がある旨確認できた。今度、同ニーズを具現化するには引き続きASAとの情報共有やコンタクトが必要であるものの、実際に当社技術が導入された際には、処理量ベースによる事業規模で概算25億円程度のビジネスが期待できる。

また、代理店候補であるSAS社とともに実施したオンライン会議では、ヌルスルタンの民間企業におけるBtoB需要を確認し、当社のMBR導入のターゲットとして、食品関連工場、商業施設、宿泊施設等が候補に挙げられた。これらの候補に対しては、既設処理の状況、当社技術導入に伴うコスト及び当社技術の設置

³⁷ 国際水協会 HP <<https://iwa-network.org/first-water-forum-in-kazakhstan-by-the-iwa-specialist-group-on-statistics-and-economics>>

³⁸ 世界銀行（2017）「Cities in Europe and Central Asia : Kazakhstan」

³⁹ Ministry of National Economy of the Republic of Kazakhstan Committee on statistics HP <<https://stat.gov.kz>>

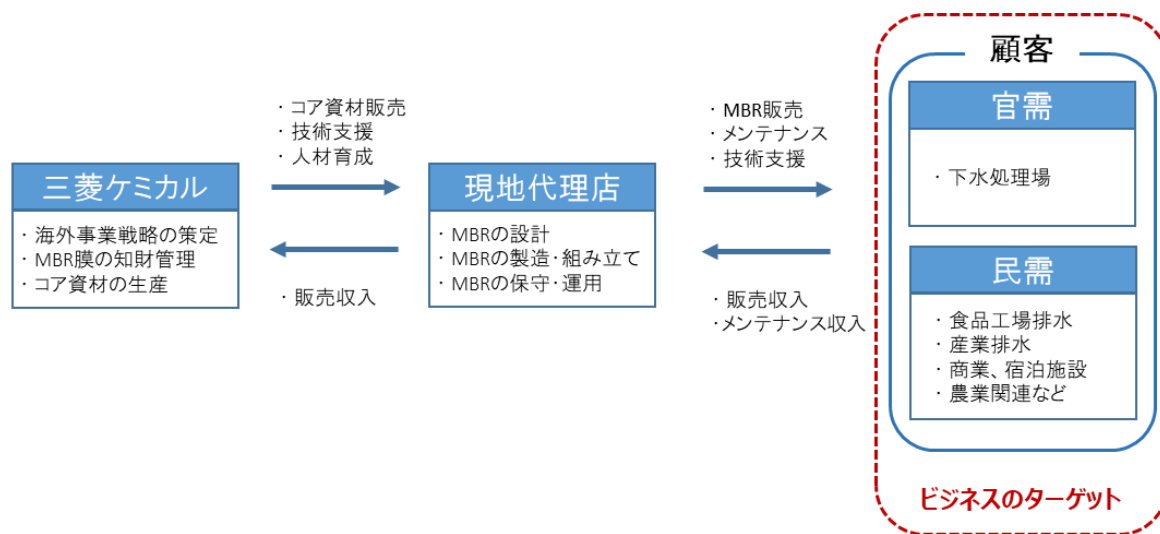
にかかる敷地の確保の観点等から、今後は SAS 社と共にコストシュミレーションの作成を通じた詳細なターゲットの絞り込みが必要となる。なお、現状ではヌルスルタンにおいて、食品関連工場は 56 箇所⁴⁰、ショッピングセンター等の商業施設は 1,084 箇所⁴¹、宿泊施設は 290 箇所⁴²あることを確認していることから、これらをまずはターゲットの母集団として位置付けることとなった。また、SAS 社へ対するヒアリングにおいては、アルマティにおける排水リサイクルの需要として、排水の農業用水への再利用や工場内部における再利用の事例がある旨確認しており、アルマティにおける農地（1,015,192ha⁴³）や食品関連工場（225 箇所⁴⁴）も同様にターゲットとして検討することとなった。

6.2. ビジネス展開計画

6.2.1. ビジネスの概要

当社の MBR はこれまでに国内外で 5,000 件以上の納入実績があるものの、中央アジアにおける納入実績並びに代理店開拓は他地域に比べて遅れている。また、中央アジアにおける将来的な人口増加及びそれに対応するための既存インフラの増強・補強にかかる需要は大きいと考えており、その需要を取り込みながら海外事業の成長・拡大を目指している。現在、中央アジアにおける事業開拓はロシアの当社代理店が広域対応しているものの、2020 年度までに達成すべき当社の中期経営計画（APTSIS20）で掲げている「海外事業の収益性強化」の観点より、ロシアの代理店は今後、カ国からの担当を外れ、カ国事業は SAS 社を代理店とした事業体制を構築することで効率的な事業拡大・収益性の強化を図る。

なお、当社と代理店の関係は他国の事例と同様に下表のとおり、当社がコア資材である膜エレメントを代理店に販売することで収益を得る。必要に応じて当社は技術支援や人材育成を SAS 社に提供するものの、カ国顧客との窓口を始めとした MBR の設計、設置、据付、保守、運用は SAS 社が担当する。



【図 6-1：組織体制（案）】

⁴⁰ ヌルスルタン市 HP <<http://astana.gov.kz/ru/page/ezhegodnaya-informaciya-o-prodovolstvennyh-potrebnostyah-stolicy>>

⁴¹ Spravker HP <<https://astana.spravker.ru/torgovye-centry>>

⁴² Bookin.com HP <<https://www.booking.com>>

⁴³ FOODINDUSTRY.KZ HP <<https://foodindustry.kz/v-kazahstane-vneseny-6-3-millionov-gektar-pashni-v-elektronnyu-bazu>>

⁴⁴ カザフスタン首相府 HP <<https://primeminister.kz/ru/news/reviews/almaty-v-2019-godu-rost-promyshlennoy-produkcii-podderzhka-investorov-i-uspehi-v-obrazovanii>>

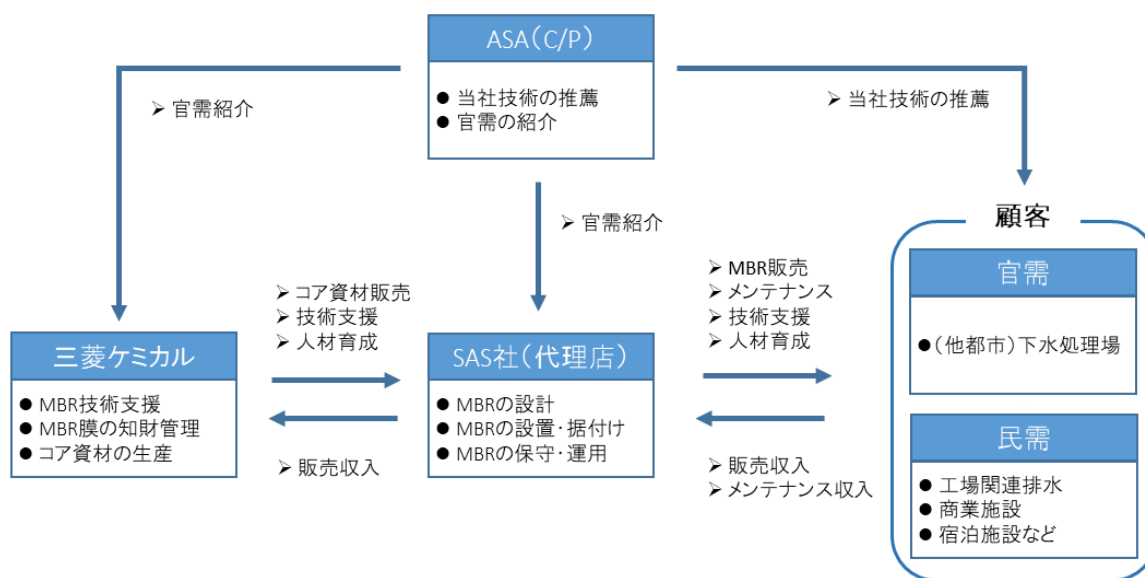
6.2.2. ビジネスのターゲット

事業化フェーズにおけるターゲットは上図のとおり、官需は国や地方自治体が運営している下水処理場となり、民需は、代理店候補である SAS 社と共に確認した、工場関連排水、商業施設、宿泊施設等となる。当社としては、排水処理設備の新設における当社技術も積極的に訴求していく意向だが、これまでの調査では、カ国ではコスト面を評価する自治体・企業が多いと推察されることから、コストメリットをより見出すことができる既設処理設備への付加的導入を通じた処理量の増加や、既設・既存技術では対応が難しい高精度での排水処理が求められる顧客をターゲットとする。

6.2.3. ビジネスの実施体制

6.2.3.1. 現地パートナー（官民双方）との連携体制

下図の通り、事業化フェーズにおける ASA の役割は「当社技術の推薦」及び「官需の紹介」とする。「当社技術の推薦」は顧客候補となる官需及び民需に対して実施することで、当社の事業機会の創出に繋がる連携を実現する。また、「官需の紹介」は当社または代理店に対して実施することで、現地での窓口対応を SAS 社が担当し、必要に応じて当社が技術支援をする。



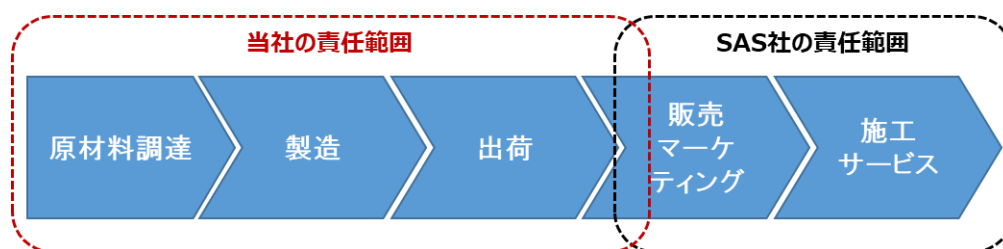
【図 6-2：連携体制（官民双方）】

6.2.3.2. バリューチェーン又はサプライチェーンとその分担

バリューチェーンにおける当社の責任範囲はコア資材である膜エレメントの製造に必要な「原材料調達」、膜エレメント「製造」及び完成した膜エレメントの「出荷」となる。特に、カ国事業の立ち上げ時期では SAS 社と連携する形で当社も「販売・マーケティング」の支援をする。他方、SAS 社はバリューチェーンにおける「販売・マーケティング」以降を主な責任範囲として事業を推進する。

なお、当社の MBR 技術として導入するには膜エレメントのモジュール化が必要となるが、このモジュール化はコスト及びメンテナンスの観点から他国での事業体制と同様に現地代理店（SAS 社）がカ国で実施する体制を図る。当社より膜エレメントの供給を受けた SAS 社は現地の規格や気候条件に沿った（寒冷地

対応した) 部材・資材にて膜エレメントをモジュール化し、現地の顧客へ対してメンテナンス契約と共に販売する。なお、現地代理店は顧客より引き合いを受けた段階で、当社からの技術支援・助言を受ける形で顧客に最適な機材を設計する。



【図 6-3：バリューチェーン及び責任範囲】

6.2.3.3. 組織体制

事業化フェーズではカ国における一定の需要が確認できるまでは現地での引き合いの度に当社よりコア資材を供給する「セールスステップ」形式を採用する。また、現地での引き合いの度に当社技術部門による詳細な技術要件の確認を SAS 社と実施することで SAS 社の育成も図る。現地特有の水質環境等により、これまでの当社が培った知見で対応が難しい場合は、当社の愛知研究所と連携しながら同研究所に設置している試験機を活用した対応も検討する。将来的に現地での官需・民需を通じた一定の需要が確認できた場合は「ディストリビューター」形式に変更し、将来の引き合いを見込み、一定数のコア資材（膜エレメント）をまとめて卸価格にて SAS 社へ販売する。本形式を採用することで SAS 社は在庫リスクが発生するものの、より低い価格でコア資材を当社より仕入れることができるためコストメリットを得ることもできる。

6.2.4. ビジネス展開のスケジュール

現在、SAS 社をカ国の代理店候補としているが、同社との代理店契約を締結するには以下の対応が必要である。

- ① ロシアに所在する当社の代理店に対して SAS 社が照会することで、ロシアで既に稼働している当社 MBR の技術・価格のパフォーマンスを照会する。
- ② SAS 社と共同で、コストシミュレーションと共にカ国のマーケット調査を実施する。
- ③ SAS 社の従業員向けにオンライントレーニングを実施する。

そのため、ASA の第二排水処理場建設事業が開始されるまでに、上記 3 点を実施し、SAS 社との代理店契約を締結する。また、ASA 以外を対象にした事業展開については、上記②の調査をもとにターゲットや事業規模を明確にしていく。

6.2.5. 投資計画及び資金計画

中期経営計画における「海外事業の収益性強化」の観点及び経営リスクの観点より、当社の MBR 事業では中国以外に現地合弁企業は設立せず、事業対象国には代理店を展開する形で海外事業を進めている。その

ため、カ国に対しても同様に代理店へ対して膜エレメントを販売する形で海外事業を検討していることから投資は予定していない。

6.2.6. 競合の状況

ASA 及び SAS 社に対して、カ国における MBR 技術の競合について確認したものの、排水処理領域では MBR をはじめとした膜技術の導入事例はまだ無いことを確認した。導入が進んでいない理由の一つにコストが挙げられことから、今後カ国の官需・民需の訴求については、既設処理場への付加的導入を通じた処理量の増加や、高精度での排水処理が求められる業界・地域の特典等を実施する必要があることを確認した。

6.2.7. ビジネス展開上の課題と解決方針

当社の海外事業モデル上、現地代理店は MBR 製造のための資材・部材の調達、導入のための設計及び設置後の保守・運用を担うことから有能な現地代理店の開拓が課題となる。なお、本事業を通じてヌルスルタンにおける代理店候補として SAS 社を選定した方法は以下の通りである。

- ① 排水処理領域における一定規模以上の装置の納入や保守・運用業務の受託実績がある民間企業を ASA に照会する。
- ② ASA より一次評価のもと、当社技術者の直接訪問による保有技術を確認する。

将来的にカ国全土に当社技術を普及する際、カ国の最大都市であるアルマティにおいても現地代理店が必要との判断になった場合は、上記の選定方法を適用することで現地代理店の選定という課題に対応する。もし、SAS 社がカ国全土を担当するとなった場合、広大な国土をカバーする業務体制の構築はビジネス展開上の新たな課題となりうる。

6.2.8. ビジネス展開に際し想定されるリスクとその対応策

膜エレメントの不法コピーや模倣品が製造されてしまうリスクが考えられるが、大量の膜エレメントの生産ができる体制が整っていないと利益確保が難しいことと、膜エレメントのみを模倣しても MBR 全体として効果的な運用するための技術的理解が要求されることから、不法コピーや模倣品によるカ国での市場展開は難しいと想定している。なお、仮にカ国にて不法コピーや模倣品が生産され、アメリカやヨーロッパ等の国際市場に供給された場合は既に同地域で取得している特許で対応する。

6.3. ODA 事業との連携可能性

6.3.1. 連携事業の必要性

カ国の人口は増加傾向にあり、1999 年（1,492 万人）から 2019 年（1,851 万人）の 20 年の間に 29.53% の人口増加率を遂げている⁴⁵。そのため、ヌルスルタンをはじめとした都市部の排水処理設備は当初想定した排水量を超える処理を強いられていることに加えて、設備・機材の老朽化も進んでいる。人口増加に伴う排水設備の拡張や適正な設備・機材の更新についてはこれまで当社が国内外で培った知見・技術で寄与でき

⁴⁵ 世界銀行 HP<<https://data.worldbank.org/indicator>>

ることから、当該領域に焦点を当てた ODA 事業との連携を組成することで当社のビジネス展開とカ国の開発の双方に効果が見込まれる。

6.3.2. 想定される事業スキーム

人材育成及び有償資金協力、海外投融資のスキームが想定される。

6.3.3. 連携事業の具体的内容

人材育成については既存の課題別研修「下水道・都市排水マネジメント」及び「排水処理技術」の研修との連携可能性が検討できる。本研修を通じて MBR 技術の有用性をカ国のアルマティ、シムケント及びカラガンダ等の主要都市の下水処理事業体へ対して提供する。合わせて、MBR を活用した汚水対策の計画策定から事業実施までの手法やプロセスを学ぶことで、MBR 単体としての有用性の理解のみならず、下水処理事業全般にかかる能力強化の機会を提供する。これにより、対カザフスタン国別開発協力方針の重点分野である「持続的経済成長のための人材育成」及び「環境保全対策」への寄与も期待することができる。

添付資料

なし

Republic of Kazakhstan
ASTANA SU ARNASY

Republic of Kazakhstan

Collaboration Program with the Private Sector for Disseminating Japanese Technology for Membrane Bioreactor (MBR) for Sewage Treatment

Summary Report

November, 2020

Japan International Cooperation Agency
Mitsubishi Chemical Corporation

<Notes and Disclaimers>

- This report is produced by the trust corporation based on the contract with JICA. The contents of this report are based on the information at the time of preparing the report which may differ from current information due to the changes in the situation, changes in laws, etc. In addition, the information and comments posted include subjective judgment of the trust corporation. Please be noted that any actions taken by the users based on the contents of this report shall be done at user's own risk.
- Neither JICA nor the proposed corporation shall be responsible for any loss or damages incurred by use of such information provided in this report.

1. Background of the project

The Republic of Kazakhstan (hereinafter referred to as "Kazakhstan") has experienced rapid population growth in recent years, especially in urban areas. According to a World Bank report¹, the population of the capital city of Nur-Sultan (formerly known as Astana) in 2015 was approximately 1.54 million, and according to the most recent (2020) demographic statistics from the Statistical Committee of the Ministry of National Economy², the population was approximately 1.91 million, indicating a 23.79% increase over the past five years. Due to such rapid population growth, there is consequently a need to expand existing infrastructure, including the sewage treatment system. The need to augment existing infrastructure, including sewage treatment plants, to accommodate such rapid population growth is also being discussed. For example, it has been noted that many of the country's 540 wastewater storage facilities have reached their capacity limits and that one-third of the 87 urban sewage treatment facilities do not meet the technical requirements for the current situation. This current state of wastewater treatment by the government results in the discharge of inadequately treated wastewater, which has a negative impact on the environment³.

2. Technologies to be disseminated in the project

In this project, the Membrane Bio Reactor (hereinafter referred to as "MBR"), which performs solid-liquid separation in the biological treatment of wastewater (decomposition of wastewater by microorganisms) by membrane filtration, is the target technology for wastewater treatment. Typically, wastewater is fed into a tank in which microorganisms are propagated and activated by supplying oxygen, treated by microorganisms (microbial concentration: 2,000-4,000mg/L), and then separated into supernatant (treated water) and sediment by gravity sedimentation in a sedimentation tank. However, this conventional method for solid-liquid separation by gravitational sedimentation does not entirely remove solids and E. coli. On the other hand, MBR technology (the technology to be disseminated in this project) is able to remove 100% of solids and coliform bacilli, as it uses membranes for solid-liquid separation, and thus can improve the quality of treated water compared with conventional technologies. MBR technology can also maintain a high microbial concentration of 8,000 to 10,000 mg/L, which results in a faster treatment speed and a smaller aeration tank compared to the conventional technology. In addition, the sedimentation tank is no longer necessary, and the MBR as a whole can be installed in a space half to one-third the size of that required by the conventional method. Mitsubishi Chemical Corporation (hereinafter referred to as "MCC")'s MBR to be used in this project is an improvement over existing MBR technology in that it is more compact and does not require a sedimentation tank, which was necessary in the conventional standard activated sludge system, making maintenance and management easier.

3. Objectives and goals of the project

Under this project, Astana Su Arnasy (hereinafter referred to as "ASA") which is the Water and Sewerage Authority of Nur-Sultan City acts as a counterpart (hereinafter referred to as "C/P") to learn about sewage and

¹ The World Bank (2017) "Cities in Europe and Central Asia: Kazakhstan"

² Ministry of National Economy of the Republic of Kazakhstan Committee on statistics HP <<https://stat.gov.kz>>

³ Dariusz Andraka, Kairat Ospanov, Menlibai Myrzakhmetov (2015) "Current State of Communal Sewage Treatment in the Republic of Kazakhstan"

wastewater treatment technologies using the MBR via demonstration tests, education, and training through the installation and operation of a test unit at the sewage treatment plant managed by ASA.

To this end, a test plant is installed and operated at the ASA sewage treatment plant to demonstrate that MCC's MBR technology can be effectively used in the low-temperature environment of Nur-Sultan. The test plant is treated a portion of the sewage flowing into the plant as raw water in an aeration tank with a maximum capacity of 8.5m³ per day, and obtained treated water through solid-liquid separation using a membrane separator. The test equipment is operated mainly in winter to obtain data on the quality of raw and treated water and demonstrate that it can be introduced into ASA in the future. The objectives of this project are as follows:

- i. Demonstrate that the unit can treat raw water entering ASA's wastewater treatment plant to the level of ASA's wastewater treatment standards. It will be demonstrated that the unit can operate stably under low temperature conditions in winter.
- ii. Through the demonstration of the equipment, ASA will come to understand the utility of MCC's MBR for wastewater treatment, which will allow the equipment to be considered for future implementation at ASA.

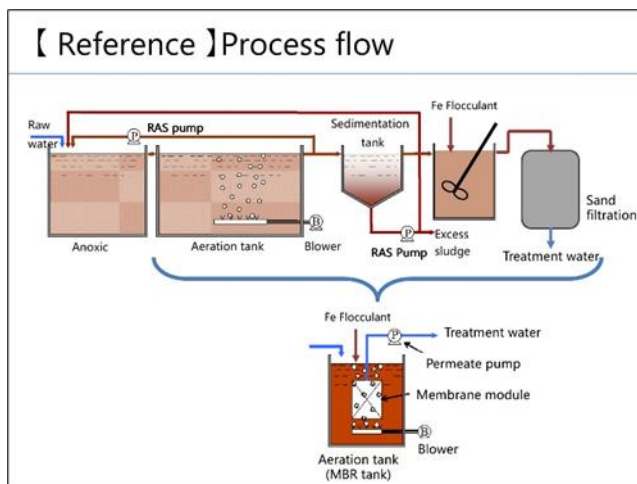
4. Details and results of the project

The contents, results, and achievements of the project are shown in the table below.

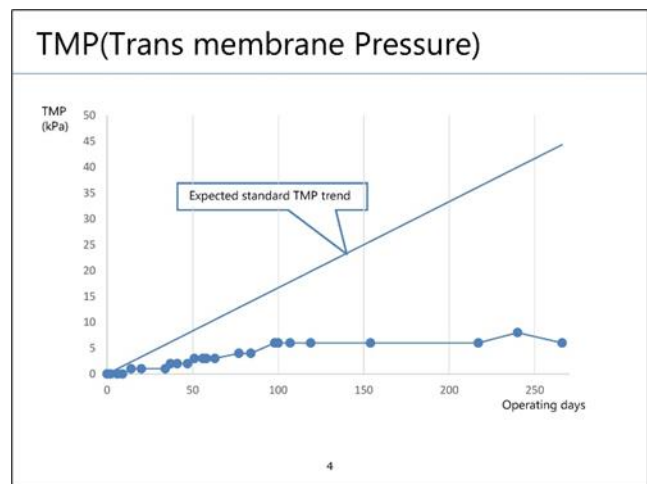
【Table 1: Details and results of the project】

Details of implementation	Results / Outcomes
1. Confirmation of marketability / Local needs	● The operation of the test equipment has demonstrated that it can treat wastewater up to ASA wastewater treatment standards even in low temperature environments. ● Intent to introduce MBR in ASA's wastewater treatment through an online seminar. ● Confirmed that there are plans to expand the wastewater treatment plant at ASA and that there is an intention (need) to introduce our MBR.
2. Development of operational personnel	● ASA can operate and maintain the test equipment on its own through the training in Japan and the introductory training in the second field trip.
3. Understanding of MBR technology	● Based on our understanding of MBR technology, ASA is now able to operate and maintain the test equipment independently.
4. Alliance agreement with a local distributor	● Su Arnasy-Service (hereinafter referred to as "SAS"), an engineering company located in Nur-Sultan that has a history of working with ASA, expressed interest in representing MCC.
5. Consideration of commercial distribution	● SAS and commercial channels were confirmed through an online meeting.
6. Confirmation of local laws and regulations	● The latest ASA wastewater treatment standards were obtained. This information can be used as one of the indices for the design and calculation of the scale of the wastewater treatment plant and the amount of wastewater that can be treated in the commercialization phase of MCC. ● Confirmed that there were no problems with local laws and regulations in Kazakhstan, based on online literature and information received from SAS.

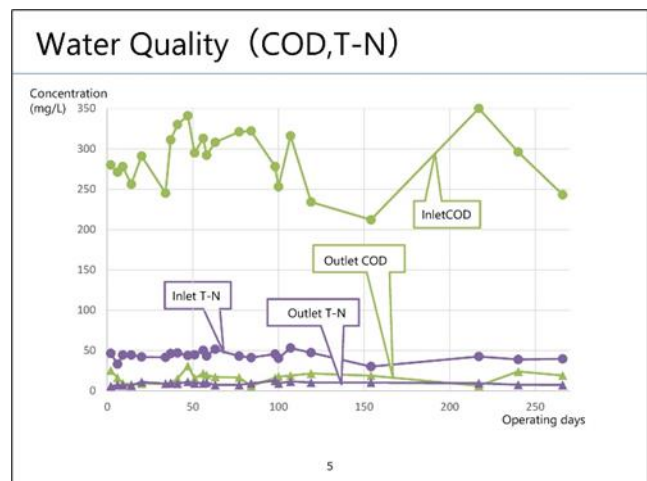
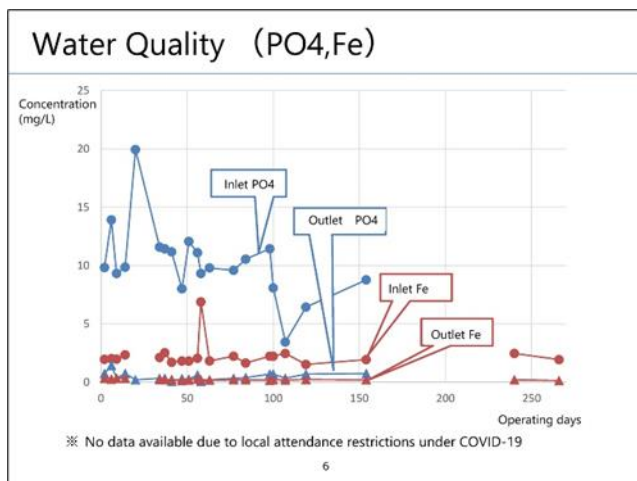
As shown in the figure below, the test equipment used in this project included an aeration tank, a sedimentation tank, iron flocculant, sand filtration, and sand water filtration, all of which have been installed in the existing ASA wastewater treatment plant. In this study, the four processes of membrane filtration were replaced with a single MBR system. As a result, the transmembrane pressure, which is one of the indicators of membrane clogging, was stable and much lower than the expected standard transmembrane pressure value (the solid diagonal line in the figure below). As shown in the figure below, the removal of phosphoric acid, iron, COD, and total nitrogen were all below ASA wastewater treatment standards, although there were some periods of instability during the start-up period of the test equipment, demonstrating that our MBR technology can effectively treat wastewater even in cold environments. The results for phosphoric acid and iron were lower than ASA's wastewater treatment standards outside of the period when ASA was unable to obtain data due to work restrictions imposed by the new coronavirus, as shown in the figure below. To date, MCC has installed MBRs at more than 5,000 facilities in the public and private sectors, and ASA's wastewater treatment plant is one of the most stringent wastewater treatment plants in terms of the standards it has installed. By contrast, the existing technology, the standard activated sludge process, is not able to treat wastewater adequately due to changes in raw water quality or rapid changes in outside temperature.



Processing Flow



Transition of Trans Membrane Pressure



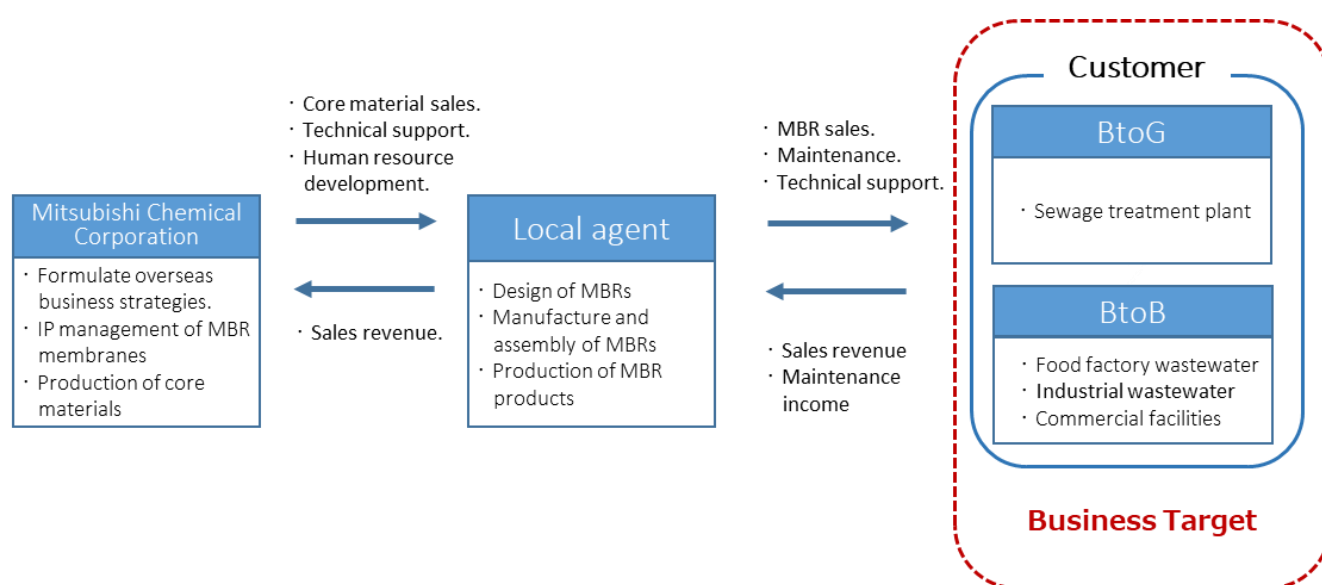
Treatment results for
Phosphoric acid (PO₄) and iron (Fe)

Treatment results for
COD and total nitrogen (T-N)

【Figure 1: Performance of the test equipment】

5. Business development prospects at the current stage

As shown in the below figure, public sector demand will be for sewage treatment plants operated by national and local governments. MCC intends to actively promote its technologies for the construction of new wastewater treatment facilities, and based on the results of the survey so far, it is expected that many local governments and companies in Kazakhstan will appreciate the cost advantages of such facilities. MCC will target customers who require high-precision wastewater treatment, which is difficult to achieve with existing and upgraded technologies.



【Figure 2: Draft organizational structure for the commercialization phase】

6. The basis for judging business development prospects

In an online seminar held for ASA, we learned that ASA has plans to expand its sewage treatment plant to a 120,000 m³/day capacity in the future, and the Vice President of ASA confirmed its willingness to install a MBR for this facility. Although we will need to continue to share information and maintain contact with ASA to address their needs, we believe that our technology, once installed, will generate approximately 2.5 billion yen in business based on treatment volume.

In an online meeting conducted with SAS, a prospective distributor, we confirmed the B-to-B demand in the private sector in Nur-Sultan. Food-related plants, commercial facilities, and lodging facilities were also identified as potential targets for installation of MCC's MBR technology. For these candidates, it will be necessary to narrow down the targets in detail by preparing a cost simulation with SAS in consideration of the status of existing processing facilities, the cost of introducing MCC's technology, and the need to secure the site for the installation of MCC's MBR technology. In addition, it has been confirmed that there are 56 food-

related factories⁴, 1,084 commercial facilities⁵ such as shopping centers, and 290 lodging facilities⁶ in Nur-Sultan, and these will comprise the initial target group. In interviews with SAS, it was confirmed that there are cases of reuse of wastewater for agricultural use and inside factories to meet the demand for wastewater recycling in Almaty, as well as for agricultural land (1,015,192 hectares⁷) and at food-related factories (225 factories⁸). It was therefore decided to also consider these as candidates.

7. Remaining issues and measures and policies for business development

Through this project, results were generally obtained for all tasks. However, with regard to “Confirmation of marketability / Local needs,” the introduction of our technology to the Kazakhstan Center for Modernization and Development of Housing and Communal Services (hereinafter the “Modernization Development Center”) and the installation of our technology to ASA's wastewater treatment plant No. 2 remain outstanding. To this end, we will hold an online meeting with the Modernization Development Center to discuss the introduction of our technology at ASA's wastewater treatment plant No. 2, in cooperation with external personnel.

In addition, MCC has not yet been able to conclude the "alliance agreement with local distributors" in writing. Therefore, MCC will organize the content of the agreement based on SAS's interests, commercial trends, etc., which were confirmed in online meetings, and put these in writing.

8. Plans for future business development

As shown in the diagram below, ASA's role in the commercialization phase will be to recommend our technologies to the public sector. By recommending MCC's technologies to potential public and private sector clients, we will achieve a partnership that will lead to the creation of business opportunities for MCC. SAS will serve as the local contact point for "introduction of public sector demand" to either MCC or its distributors, and MCC will provide technical support, as necessary.

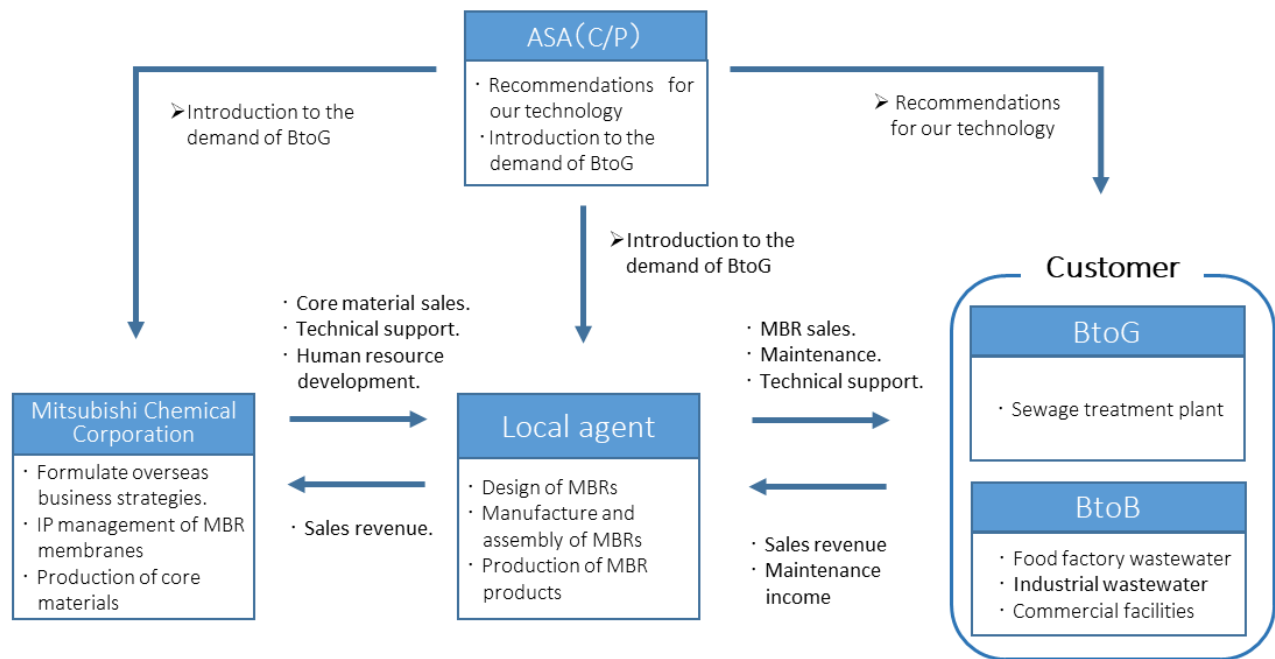
⁴ The city of Nur-Sultan HP<<http://astana.gov.kz/ru/page/ezhegodnaya-informaciya-o-prodovolstvennyh-potrebnostyah-stolicy>>

⁵ Spravker HP <<https://astana.spravker.ru/torgovye-centry>>

⁶ Booking.com HP <<https://www.booking.com>>

⁷ FOODINDUSTRY.KZ HP<<https://foodindustry.kz/v-kazahstane-vneseny-6-3-millionov-gektar-pashni-v-elektronnuyu-bazu>>

⁸ The Prime Minister of the Republic Kazakhstan HP <<https://primeminister.kz/ru/news/reviews/almaty-v-2019-godu-rost-promyshlennoy-produkcii-podderzhka-investorov-i-uspehi-v-obrazovanii>>



【Figure 3: Cooperation Structure】

9. Potential collaboration with ODA projects

Regarding potential collaboration with ODA projects, human resource development, overseas investment, and loan schemes could be considered. Human resource development could be linked with existing training courses on "Sewerage and Urban Wastewater Management" and "Wastewater Treatment Technology." Through this training, the usefulness of MBR technology will be provided to sewage treatment projects in major cities such as Almaty, Shymkent, and Karaganda in Kazakhstan. In addition, by learning methods and processes from planning to implementation of MBR, participants would be able to understand the usefulness of MBR as a stand-alone technology as well as opportunities to enhance their overall sewage treatment capacity. This would also contribute to "human resource development for sustainable economic growth" and "environmental protection measures," which are the priority areas of the Kazakhstan Country Development Cooperation Policy.

10. Business overview diagram

Kazakhstan

Collaboration Program with the Private Sector for Disseminating Japanese Technology for Membrane Bioreactor in Kazakhstan Mitsubishi Chemical Corporation

