タイ国
地方部における超高速無薬注水処理装置「ケミレス」の浄化技術を用いた給水事業にかかる案件化調査

業務完了報告書

平成 30 年 4 月
（2018 年）

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社 ナガオカ

国内
JR(先)
18-047

タイ国
地方部における超高速無薬注水処理装置「ケミレス」の浄化技術を用いた給水事業にかかる案件化調査

業務完了報告書

平成 30 年 4 月
（2018 年）

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社 ナガオカ

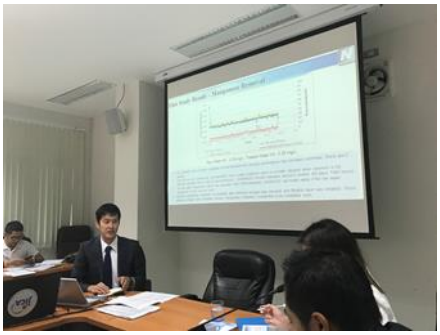
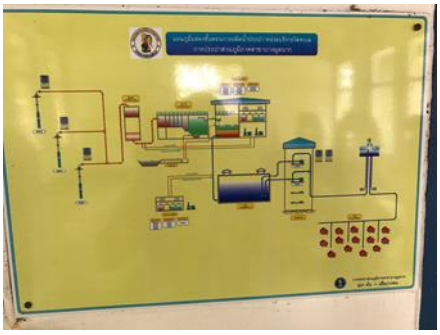
目次

巻頭写真 1
略語表 3
地図 4
図表番号 5
案件概要（和文・英文） 6
要約 7
はじめに 10
第１章　対象国・地域の開発課題 13
１－１　対象国・地域の開発課題 13
１－１－１　タイ国の概況 13
１－１－２　上水道の概況 17
１－１－３　PWA の概況 20
１－１－４　PWA の課題 22
１－２　当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等 25
１－２－１　安全な水の供給、増大する水需要への対応 25
１－２－２　老朽化する地方部における水供給設備の更新 26
１－３　タイに対する我が国援助方針と重点課題との整合性 27
１－３－１　留意事項 27
１－４　当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析 28
１－４－１　投資環境・事業環境の概要 28
第２章　提案企業、製品・技術 30
２－１　提案企業の概要 30
２－１－１　企業情報 30
２－１－２　海外ビシネス展開の位置づけ 30
２－２　提案製品・技術の概要 30
２－２－１　ターゲット市場 30
２－２－２　提案製品・技術の概要 33
２－２－３　比較優位性 35
２－３　提案製品・技術の現地適合性 37
２－４　開発課題解決貢献可能性 37
第３章　ODA 案件化 38
３－１　ODA 案件化概要 38
３－２　ODA 案件内容 38
３－２－１　活動内容詳細 39
３－２－２　投入 40

３－２－３　実施体制 41
３－２－４　活動計画・作業工程 41
３－２－５　事業額概算 42
３－２－６　本提案事業後のビジネス展開 42
３－３　C/P 候補機関組織・協議状況 42
３－３－１　C/P 候補機関組織 42
３－３－２　協議状況 44
３－４　他 ODA 事業との連携可能性 45
３－５　ODA 案件形成における課題・リスクと対応策 45
３－５－１　現時点での判明事項 45
３－６　環境社会配慮等 45
３－７　期待される開発効果 46
第４章　ビジネス展開計画 47
４－１　ビジネス展開計画概要 47
４－２　市場分析 48
４－３　バリューチェーン 48
４－４　進出形態とパートナー候補 48
４－５　収支計画 48
４－６　想定される課題・リスクと対応策 48
４－７　期待される開発効果 48
４－８　日本国内地元経済・地域活性化への貢献 49
Summary report 50

巻頭写真

 PWA 打合せ状況	 PWA 打合せ状況
 試験装置設置位置確認	 PWA 集合写真
 試験装置設置完了	 装置説明
 タイ工業連盟打合せ	 Thai Tap Water 訪問

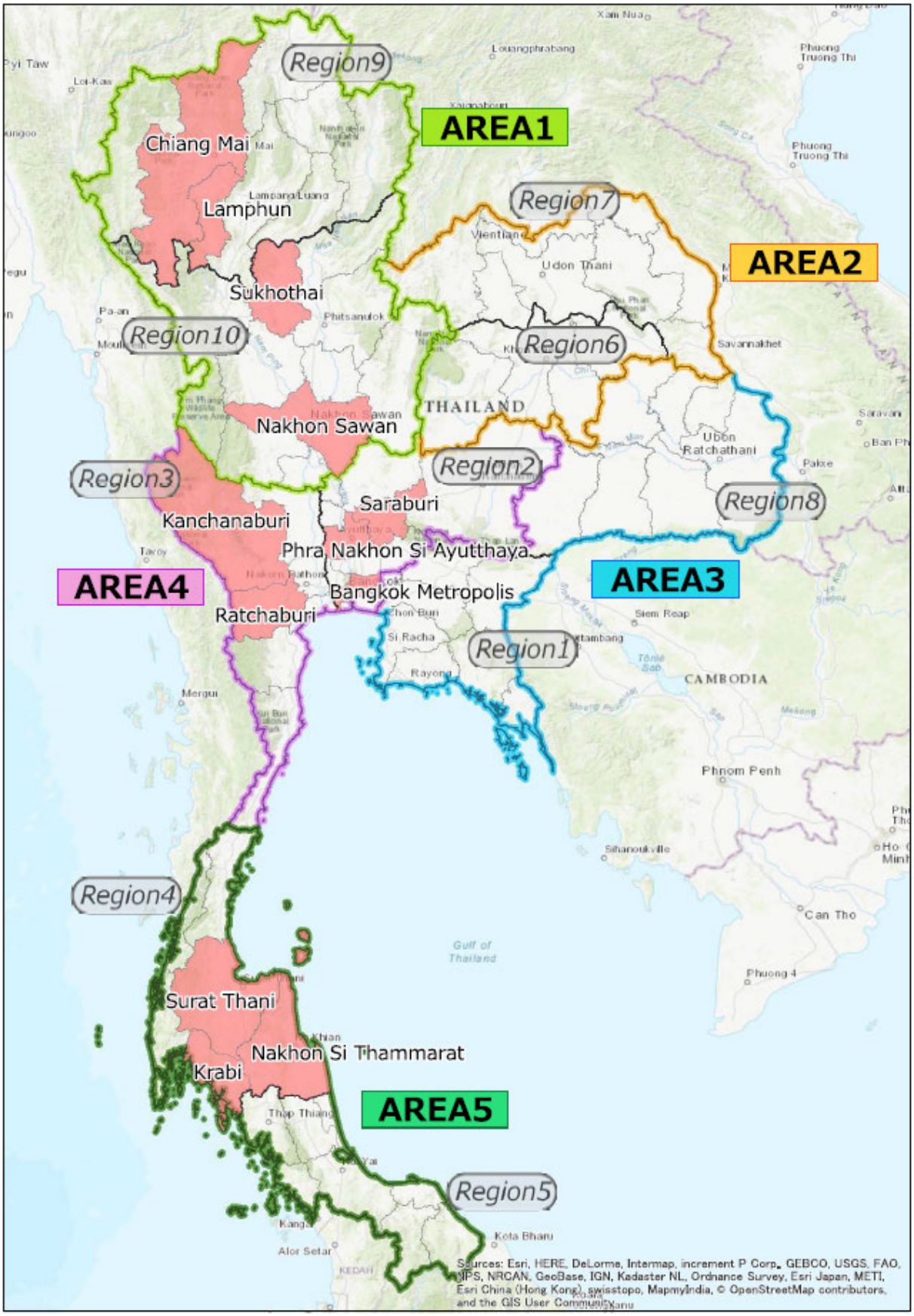
 PWA での会議風景	 PWA でのプレゼン風景
 現地缶体製造工場見学	 地下水に鉄分が多い PWA 管轄浄水場
 PWA 管轄浄水場凝集沈殿池	 送水用タンク
 簡易水質分析状況	 PWA 施設概略図

略語表

略語	正式名称	日本語
PWA	Provincial Waterworks Authority	地方水道公社
MWA	Metropolitan Waterworks Authority	首都水道公社
BOI	The Board of Investment of Thailand	タイ投資委員会
TWRA	Thailand Water Resource Association	タイ水源協会
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
IWA	International Water Association	国際水協会
NIC	Nagaoka International Corporation	株式会社ナガオカ
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PPP	Public Private Partnership	官民パートナーシップ
BOO	Build Own Operate	建設・運営・所有
BOT	Build Own Transfer	建設・運営・移転
PIA	Project Innovation Awards	革新的技術表彰制度
Q/A	Quality Assurance	品質保証
Q/C	Quality Control	品質管理

地図

実施国：タイ国


Region9
AREA1
Chiang Mai
Lamphun
Sukhothai
Region7
AREA2
Udon Thani
Region10
Region6
Nakhon Sawan
THAILAND
Ubon Ratchathani
Region3
Region2
Saraburi
Region8
Kanchanaburi
Phra Nakhon Si Ayutthaya
AREA4
AREA3
Bangkok Metropolis
Ratchaburi
Region1
CAMBODIA
Phnom Penh
Region4
Surat Thani
Nakhon Si Thammarat
Krabi
AREA5
Region5
Sources: Esri, HERE, DeLorme, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), swisstopo, MapmyIndia, © OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

図表番号

図 1-1　タイの各地区の降水量 13
図 1-2　タイの人口の変化（出典：国連） 14
図 1-3　タイ国と日本の実質 GDP 成長率の推移（1990 年～2016 年） 14
図 1-4　地下水位と水質モニタリング位置図 15
図 1-5　地下水利用 15
図 1-6　地下水ポテンシャルマップ 16
図 1-7　PWA の地域事務所の管轄区域 20
図 1-8　組織図 20
図 1-9　浄水量と有集水量の推移 21
図 1-１０　給水戸数別　水道局比率 21
図 1-１１　PWA の顧客 21
図 1-１２　浄水場の水質 22
図 1-１３　PWA の地下水利用量の需要予測 23
図 2-1　タイにおける従来技術（薬品処理方法）との比較 36
図 3-1　実施体制 41

表 1-1　タイの水関連の政府機関 17
表 1-2　首都水道公社（MWA）の主要データ 18
表 1-3　地方水道公社（PWA）の主要データ 18
表 1-4　PWA 水質基準値（WHO 水質基準 2011）（ケミレスに関係する項目を抜粋） 25
表 1-5　バンコク首都圏および近隣県における地下水料金の体系（2006 年 7 月） 26
表 1-6　我が国 ODA によるタイ国における水道事業 28
表 2-1　ケミレス納入実績内訳　（詳細は２－２－２【国内実績】【海外実績】に記載） 32
表 2-2　タイにおける既設浄水方式との比較 36
表 2-3　ランニングコスト試算結果（※想定　水質及び現地条件により異なる。） 36
表 2-4　普及・実証候補地 37
表 3-1　作業計画・作業内容 41
表 4-1　計画 48

案件概要（和文・英文）

タイ国
地方部における超高速無薬注水処理装置「ケミレス」の浄水技術を用いた給水事業にかかる案件化調査

企業・サイト概要

- 提　案　企　業 :株式会社ナガオカ
- 提案企業所在地:大阪府貝塚市
- サイト・C/P機関 :タイ国スコータイ県/PWA(地方水道公社)

タイ国の開発課題

- 地方部における水需要が急激に増加している一方、PWAが管轄する地下水を水源とする浄水場では高濃度の鉄・マンガン・ヒ素が検出され適切な浄水処理が必要とされている。
- PWAは小規模な浄水場を多く管理しており、浄水設備の更新にあたり、効率的で容易な維持管理システムが求められている。

中小企業の技術・製品

- 超高速無薬注処理装置「ケミレス」
  - 地下水における鉄、マンガン、アンモニア態窒素、ヒ素の除去。
  - 接触酸化及び生物処理により薬品処理が不要となり、維持管理及び環境への負荷を軽減。

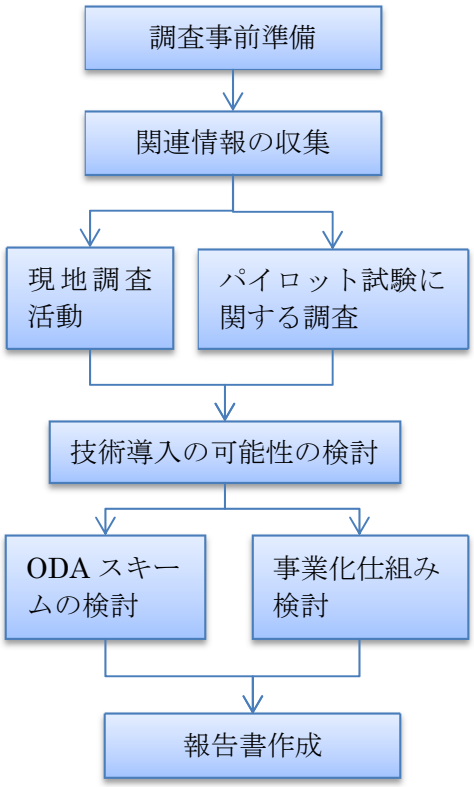
調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

【ODA事業:普及・実証事業)】
「ケミレス」をPWAが管轄する浄水場に設置し、従来の処理方法では処理が困難であった高濃度の鉄、ヒ素等を除去することにより村落部の水質に適した処理技術を導入可能である。また、従来の薬品注入による処理方法と比較し、提案技術・製品による維持管理方法の有用性と経済的競争優位性が確認される。PWAに導入した「ケミレス」をショールームとして位置づけることで「ケミレス」の横展開が可能になり、急増する水需要に応じつつ、安心で安全な水が地方部において確保される。

日本の中小企業のビジネス展開

- PWAを通じて官・民連携(PPP)でのビジネススキームを構築し、スコータイ県以外のタイ全土において、「ケミレス」の採用を促進する。
- 地下水源を利用している大手民間企業(特に水質に厳しい飲料・食品業界)へ展開する。

要約

Ⅰ．提案調査の概要	
案件名	タイ国地方部における超高速無薬注水処理装置「ケミレス」の浄化技術を用いた給水事業にかかる案件化調査
調査実施地	タイ国　Bangkok Metropolis、Chiang Mai 県、Lamphun 県、Sukhothai 県、Nakhon Sawan 県、Kanchanaburi 県、Saraburi 県、Phra Nakhon Si Ayutthaya 県、Ratchaburi 県、Surat Thani 県、Nakhon Si Thammarat 県、Krabi 県
相手国 政府関係機関	地方水道公社（Probincial WaterWroks Authority：PWA）
事業実施期間	2017 年 5 月 15 日～2018 年 5 月 31 日
契約金額	29,025,000 円（内　消費税及び地方消費税の合計額 2,150,000 円）
調査の目的	調査を通じて確認される提案製品・技術の途上国の開発への現地適合性を基に、ODA 案件、ビジネス展開計画を策定する。 現地適合性については、現状及び将来の需要面について、PWA 本部、DGR 本部、JICA タイ事務所等の管理部門へのヒアリングを実施し、導入にあたっての運用面について、PWA 管轄の地下水を利用した浄水場等の視察を行うとともに、導入にあたっての技術面について、パイロット試験（Si Nakhon 浄水場）を行うものとした。
調査の実施方針	本調査により、水質を改善するための技術的ニーズが高いこと調査し、課題解決への貢献可能性をを明らかにする。 このため、**①調査事前準備**（契約・立ち上げ準備／詳細な実施計画）、**②関連情報の収集**（現場確認、設計打ち合わせ、現地施工業者打ち合わせ）、**③現地調査活動**（ニーズ、競合他社、現地調達、パートナー調査、PWA 支部訪問）、**④パイロット試験に関する調査**（設置箇所調査、設置作業、データ収集、撤去作業）、**⑤技術導入可能性の検討**（パイロット試験データを活用し地下水に関する課題を整理）、**⑥ODA スキーム検討**（調査結果に基づき ODA 化について検討）、**⑦事業化仕組み検討**（調査に基づき事業スキームについて検討）、**⑧報告書の作成**（業務計画書作成、月報作成、進捗報告書作成、業務完了報告書作成）を行う。 

実績	1.　現地適合性調査活動 (1)　現状及び将来の需要面に関するヒアリング PWA が管轄する浄水場では、鉄、マンガン、アンモニア態窒素だけでなく、ヒ素の除去に対する技術的ニーズがある浄水場の存在状況が確認された。またそれらが要因で地下水利用を休止している浄水場の存在も確認された。PWA でのケミレスの需要は、短期・中期・長期にわたり、存在することが確認された。その他、DGR より、PWA の管轄外となる地方自治体の地下水利用においても、鉄などの除去に苦労している地域があり、ケミレス導入の可能性があることを確認できた。 (2)　導入にあたっての運用面に関する浄水場等の視察 ヒ素が混入している浄水場では、処理及び水源確保に苦慮しており、ヒ素処理に関する技術的ニーズが高いことが確認された。 また、その他の浄水場においても鉄・マンガン・アンモニア態窒素濃度が高く、処理過程で大量の塩素を投入するなど、同物質除去能力に優れるケミレスの導入効果は高い。 (3)　導入にあたっての技術面に関するパイロット試験 パイロット試験の結果、鉄、マンガン、アンモニア態窒素が問題なく目標値以下まで除去できていることが判明した。したがって、ケミレスがタイ国内の地下水利用の浄水場において、PWA および当社の設定する水道用水の水質基準を達成する処理水を生産できることが確実になった。 2.　ODA 案件化 実証事業対象地域の住民に配水される水道水の品質を向上させ、事業後も PWA がケミレスを問題なく運用する体制の構築方法を検討するとともに、タイ国でビジネス展開する上で重要となる初期コスト・ランニングコストを低く抑えるための方策等を検討した。 3.　ビジネス展開計画 地下水処理市場をターゲットにケミレスの需要を把握するため、増設、更新、新規に関して、マーケット規模、利害関係者、ケミレス導入による弊害・利害評価、競合分析、拡販戦略等について検討した。
課題	1.　普及・実証事業 普及・実証における対象地として、地下水需要が増加しており、ヒ素除去と、高濃度鉄・マンガン除去のニーズがある、①Si Nakhon 浄水場、②Si Samrong 浄水場を選定した。 なお、前者の浄水場では稼働時間が短いことから、ケミレスの稼働時間・効率を上げることについて検討する必要がある。 2.　ビジネス展開計画 輸入の際の輸送状況・通関に関する情報、タイ国での商習慣、為替リスク等について検討していく必要がある。

今後の展開	・ 2018 年度第一回中小企業海外展開支援事業（普及・実証事業）により、ケミレスによる鉄、マンガン、ヒ素等の有害物質除去能力の証明、運転中のケミレスの見学受け入れによる広告宣伝効果を確保する。 ・ タイ地方水道公社における浄水場維持管理能力向上支援事業の実施主体の埼玉県企業局にヒアリングを実施し、PWA の浄水場運営方針などの関連情報を入手する。
今後のスケジュール	2018 年：普及実証事業へ応募し、採択・実施を目指す。 2019 年：普及実証事業実施と並行して、PWA・地方自治体および民間企業からの受注を目指す。 2020 年：普及実証事業完了。引続き PWA・地方自治体および民間企業からの受注を目指す。 2021 年：ミャンマー等周辺国へ展開する。
Ⅱ. 提案企業の概要	
企業名	株式会社ナガオカ
企業所在地	本　店　〒597-0094 大阪府貝塚市二色南町 2 番 12 号 本　社　〒595-0055 大阪府泉大津市なぎさ町 6 番 1 号 きららセンタービル 9 階
設立年月日	創　業　1934 年 10 月 10 日　　設　立　2004 年 11 月 1 日
業種	プラント・エンジニアリング
主要事業・製品	石油精製、石油化学プロセス用スクリーン、 地下水取水用スクリーンの製造
資本金	1,253,241,000 円
売上高	30 億円
従業員数	118 人／連結 182 人

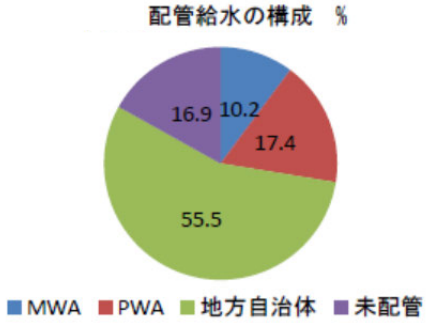
はじめに

- 調査名

「タイ国地方部における超高速無薬注水処理装置「ケミレス」の浄水技術を用いた給水事業にかかる案件化調査」

- 調査の背景

タイ国はASEAN諸国において上位4位の人口（約6,884万人）を抱えており、今後は中進国として水需要並びに住民への生活・水道環境向上が求められている。国内の給水事業については、都市部（首都バンコク及び近郊 2 県）の約 840 万人に対し首都圏水道公社（MWA:Metropolitan Waterworks Authority）が給水事業を行っている一方、国内全体の 9 割以上に相当する地方都市に居住する約5,470 万人については地方水道公社（PWA：Provincial Waterworks Authority、以下、「PWA」という。）及び地方政府が給水事業を行っている[1]。



出所：PWAのホームページ

特に、地方部における水需要の増加は著しく、過去 10 年間において給水量は倍増しており2015 年時点においては年間約 17 億トンであった。PWA の給水地域は、給水戸数 10,000 戸以下の小規模給水が半数以上を占めており、設備更新の際には人手が必要のない維持管理が容易なシステムが望ましい。また、河川から離れた地域においては地下水が重要な水源となるが、地下水源の中には、高濃度の鉄、マンガン、ヒ素が含まれており、人体への影響が懸念される。このため、適切な処理に苦慮しており閉鎖している給水施設があることが判明している。

提案製品である「ケミレス」は、薬品を使用せず地下水中に含まれる鉄、マンガン、アンモニア態窒素、6 価クロム、ヒ素を除去できる超高速無薬注生物処理装置である。「ケミレス」の導入により、薬品及び廃棄物処理費、人件費等の維持管理費を削減することが可能で、経済成長に伴う特に地方部における安全な水へのアクセスへの寄与が期待できることから本調査を実施することとなった。

- 調査の目的

PWA 管轄の浄水場にて、①水質課題、②処理方法、③設備更新需要、④予算状況についてヒアリングを行い、開発候補となる浄水場にて当社製品に対する評価を確認し、パイロット試験を提案、試験結果をもとに、ケミレス有効性を確認の上、実機提案を行う。

また、投資環境、規制、許認可に関する調査を行うとともに、現地での販売網、パートナーの確認、ならびに当社の経営方針との親和性等について検討し、ODA 案件及びビジネス展開計画を策定する。

[1] ASEAN 水関連計画市場動向調査　2017 年 3 月　日本貿易振興機構

- 調査対象国・地域

（PWA 所轄地域①スコータイ県、②チョンブリ―県、③ラチャブリー県、④スラタニ県、⑤チェンマイ県、⑥ウドンターニー県、等※PWA から紹介地域に従う。）

● 調査期間、調査工程・調査構成団員

工 程 案・要 員 計 画

	担当業務	氏名	所属先	2017年 調査班 4	5	6	7	8	9	10	11	12	2018年度 1	2	3	4	それ以降
現地業務	統括	大岩 忠男	株式会社ナガオカ		Kick off 4			中間報告会	4			3	最終報告会 4				
現地業務	ビジネス展開案策定	辻本 一紀	株式会社ナガオカ		4												
現地業務	ビジネス展開案策定	竹田 慈明	株式会社ナガオカ									①現地調査 3					
現地業務	市場分析・開発効果調査	西村 拓朗	株式会社ナガオカ		4	6		中間報告会/①現地調査	7	①現地調査 4	①現地調査 6	①現地調査 7	最終報告会/①現地調査 6				
現地業務	収支計画・進出形態調査	大橋 克俊	株式会社ナガオカ		4			中間報告会/①現地調査	7								
現地業務	現地給水技術調査	グエン タン チュン	株式会社ナガオカ		①現地調査、②パイロット試験(据付)	6		①現地調査 4	中間報告会/①現地調査 7				②パイロット試験(撤去) 4				
現地業務	ﾊﾟｲﾛｯﾄ試験運転管理、浄水場調査	楠本 祥平	株式会社ナガオカ			②パイロット試験(据付) 6		②パイロット試験(運転管理) 4									
現地業務	ビジネス展開案策定	高原 雄彦	株式会社ナガオカ									①現地調査 7	最終報告会/①現地調査 6				
現地業務	ﾊﾟｲﾛｯﾄ試験運転管理、技術評価	中本 賢人	株式会社ナガオカ		4	②パイロット試験(据付) 6		4	②パイロット試験(運転管理) 4	②パイロット試験(運転管理) 4							
現地業務	現地水需要調査	和田 修司	三井物産プラントシステム株式会社		4			中間報告会/①現地調査	7		①現地調査 6	①現地調査 5	4				
現地業務	事業化仕組み検討	森田 聡	三井物産プラントシステム株式会社														
現地業務	ODA案件化案策定	中野 秀俊	株式会社オリエンタルコンサルタンツ		3			中間報告会/①現地調査	7		①現地調査 6	①現地調査 7	4				
現地業務	ODA案件化案策定	松田 哲裕	株式会社オリエンタルコンサルタンツ					中間報告会/①現地調査	7	①現地調査 4		①現地調査 5					
国内作業	統括	大岩 忠男	株式会社ナガオカ		Kick Off/出張準備 1		0.5		出張準備/ 0.5	進捗報告書 3	本邦受入活動 2		出張準備/ 0.5		業務完了報告書 1		
国内作業	ビジネス展開案策定	辻本 一紀	株式会社ナガオカ		1	出張準備/資料収集 0.5	出張準備/資料収集 0.5										
国内作業	ビジネス展開案策定	竹田 慈明	株式会社ナガオカ									ODA化検討 0.5 2	事業化仕組み検討 6.5		業務完了報告書 1		
国内作業	市場分析・開発効果調査	西村 拓朗	株式会社ナガオカ		1	0.5	0.5		3	6.5	2	ODAスキーム検討 2	6.5	報告書作成、報告会 5	業務完了報告書 1		
国内作業	収支計画・進出形態調査	大橋 克俊	株式会社ナガオカ		1	0.5			3.5	6	2	2.5	6	報告書作成、報告会 5	1		
国内作業	現地給水技術調査	グエン タン チュン	株式会社ナガオカ		1	0.5	0.5		0.5	6	2						
国内作業	ﾊﾟｲﾛｯﾄ試験運転管理、浄水場調査	楠本 祥平	株式会社ナガオカ		1	0.5	出張準備/資料収集 0.5		0.5	6	2						
国内作業	ビジネス展開案策定	高原 雄彦	株式会社ナガオカ									ODA化検討 0.5 2	事業化仕組み検討 6	5	業務完了報告書 1		
国内作業	ﾊﾟｲﾛｯﾄ試験運転管理、技術評価	中本 賢人	株式会社ナガオカ		1	0.5	0.5		0.5	6	2			3			
国内作業	現地水需要調査	和田 修司	三井物産プラントシステム株式会社		2	2			2	1	2	1	2				
国内作業	事業化仕組み検討	森田 聡	三井物産プラントシステム株式会社		1				2				1				
国内作業	C/Pニーズ調査	Panita Chalermchokvijit	Mitsiam International Limited		2	1.5	0.25	0.5	1.5			0.25	0.6				
国内作業	ODA案件化案策定	中野 秀俊	株式会社オリエンタルコンサルタンツ		1	0.5			1	1.5	2	2	4.5		1		
国内作業	ODA案件化案策定	松田 哲裕	株式会社オリエンタルコンサルタンツ		1				1		2	2	4		1		
国内作業	開発課題・現地適合性調査	Apichart Anukularmphai	Thailand Water Resources Association		2	2			2	2	3		3		1		

活動計画

- ①調査事前準備
  - ー契約・立上げ準備/詳細な実施計画
- ②関連情報の収集
  - ー現場確認、設計打合せ、現地施工業者打合せ
- ③現地調査活動
  - ーニーズ、競合他社、現地調達、パートナー調査
  - ーPWA支部訪問
- ④パイロット試験に関する調査
  - ー設置箇所調査、設置作業
  - ーデータ収集
  - ー撤去作業
- ④技術導入可能性の検討
  - ーパイロット試験データを活用し地下水に関する課題を整理
- ⑤ODAスキーム検討
  - ー調査結果に基づきODA化について検討
- ⑥事業化仕組み検討
  - ー調査に基づき事業スキームについて検討
- ⑦報告書の作成
  - ー業務計画書作成
  - ー月報作成
  - ー進捗報告書作成
  - ー業務完了報告書（案）
  - ー業務完了報告書

凡例 現地業務 / 国内作業

第１章 対象国・地域の開発課題

１－１　対象国・地域の開発課題

１－１－１　タイ国の概況

(1) 気候

タイは北半球の熱帯に位置し、高温・多湿の気候である。季節は気候の特徴により雨季と乾季に、乾季はさらに寒気と暑気に分けられる。

(mm)

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
2011	バンコク	0.2	21.8	173.3	134.7	296.5	411.9	317.6	297.0	223.6	362.0	0.9	0.7	2,240.2
	チェンマイ	2.6	0.8	60.4	92.6	292.7	216.8	191.2	260.5	254.9	69.7	6.7	0.6	1,449.5
	プーケット	77.0	30.5	547.5	131.8	152.1	210.1	216.4	554.1	316.0	480.3	282.7	114.6	3,113.1
2009	バンコク	0.0	0.0	30.2	359.6	463.4	219.3	175.7	354.0	351.8	264.2	46.5	7.3	2,272.0
	チェンマイ	0.0	0.0	16.7	97.9	142.0	140.2	124.0	126.8	191.7	223.4	0.0	7.5	1,070.2
	プーケット	4.1	2.8	212.7	319.8	288.5	134.5	323.4	268.8	356.6	314.7	146.8	78.9	2,451.6
2005	バンコク	2.7	1.4	17.4	123.2	283.7	107.4	150.3	139.2	358.5	262.0	172.5	33.1	1,651.4
	チェンマイ	0.0	0.0	24.7	57.2	104.7	193.5	179.1	155.2	436.3	192.0	22.8	27.9	1,393.4
	プーケット	1.2	3.8	8.2	84.2	311.7	158.3	72.4	138.3	263.5	226.7	239.0	102.8	1,610.1
平均	バンコク	1.0	7.7	73.6	205.8	347.9	246.2	214.5	263.4	311.3	296.1	73.3	13.7	2,054.5
	チェンマイ	0.9	0.3	33.9	82.6	179.8	183.5	164.8	180.8	294.3	161.7	9.8	12.0	1,304.4
	プーケット	27.4	12.4	256.1	178.6	250.8	167.6	204.1	320.4	312.0	340.6	222.8	98.8	2,391.6

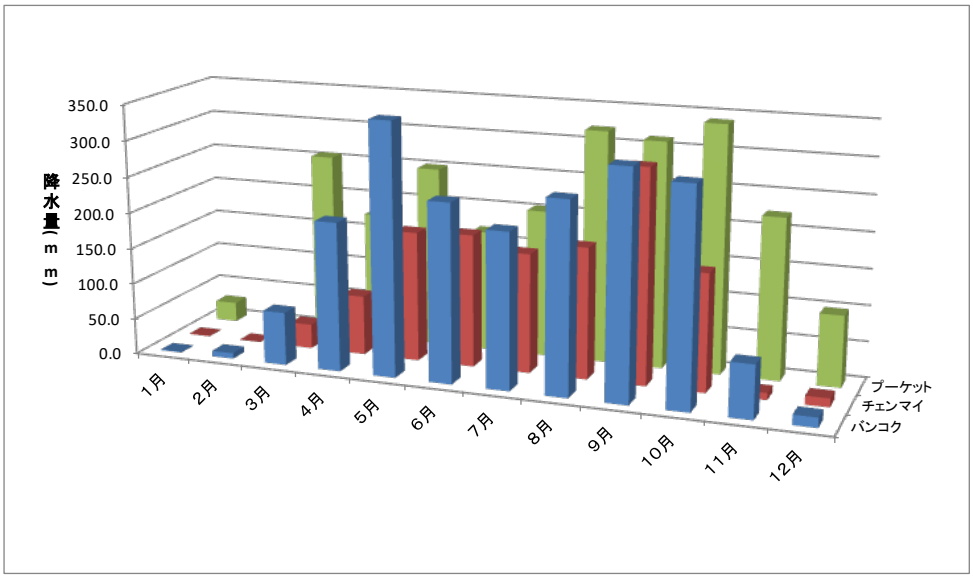


図　1-1　タイの各地区の降水量

(2) 人口

タイの人口はインドネシア、フィリピン、ベトナムに次ぐ ASEAN 諸国で第 4 位であり、6,590 万人に達する。一方、増加率は最近 10 年程度の平均はわずか+0.3%と他の ASEAN 諸国と比べ低く、国連の“World Population Prospects : The 2015 Revision”によると、人口は 2024 年をピークに減少すると予測されている。とはいえ、図１－２のとおり、人口の減少は主に農村部で起こるとみられ、都市部では増加傾向が今後も継続する見込みである。加えて、都市人口の増加を担うのは、バンコク首都圏ではなく、PWA が管轄する地方都市部の増加率が顕著となっている。[2]

[2] 平成 27 年度　エネルギー需給緩和型インフラ・システム普及等促進事業　タイ：地方部における上下水道整備、工業地帯向け環境対策事業調査報告書　平成 28 年 2 月　経済産業省

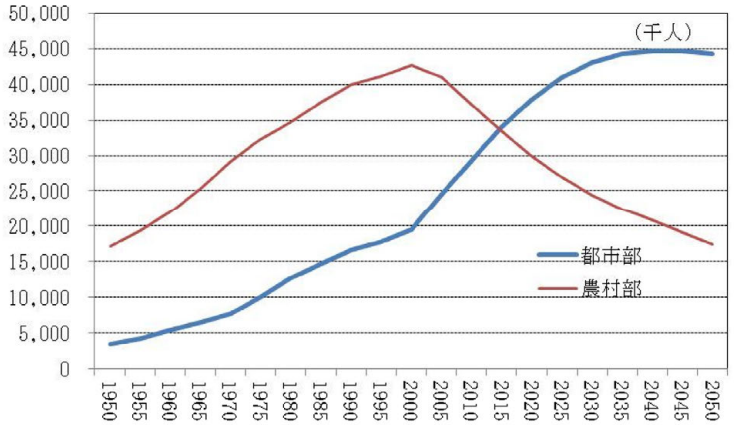
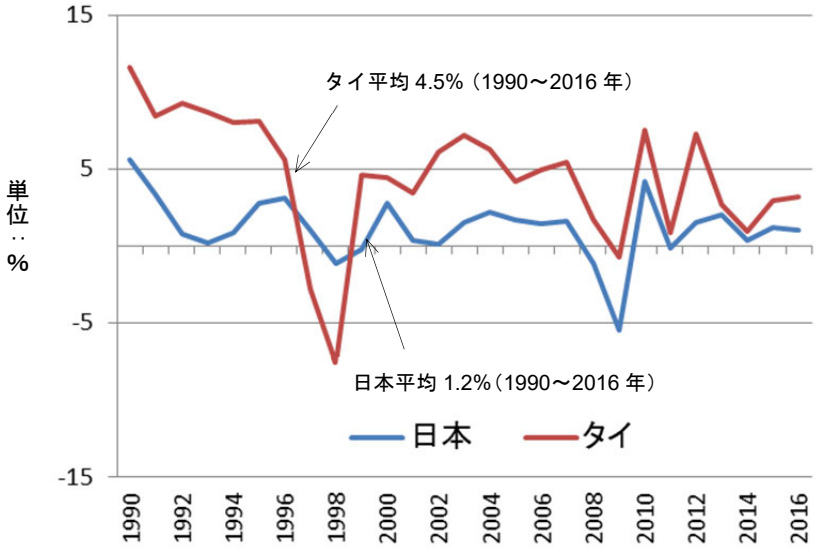


図　1-2　タイの人口の変化（出典：国連）

(3) 経済状況

タイ国は、安定した経済状況の下、他のアジア諸国の中でも先行して発展を遂げてきた国の一つである。1997 年のアジア通貨危機、2008 年のリーマンショックを発端とする金融危機、2011 年下期に発生した大洪水の影響により、1997 年、1998 年、2009 年にはマイナス成長を記録したものの、1990 年～2016 年の GDP 成長率の平均年率は 4.5%と安定的に成長を続けている（図１－３）。2015 年のタイ国の GDP は約 3952 億ドルであり、東南アジアではインドネシアに次ぐ経済規模であるとともに、日本の九州とほぼ同じ経済規模でもある。同年の一人当たりの GDP は 5,742 ドルであり、隣国のカンボジア、ラオス、ミャンマーより遥かに高い反面、中進国とされる資源大国マレーシアに比べると大幅に低い水準である。

なお、IMF が 2020 年のタイの GDP 伸び率を 3.2%と予想しており、この成長率が 2020 年以降も継続すると仮定すると、2020 年以降の水需要は年間 3.9%伸長すると見込むことができるとされる。PWA が管轄する地方部での人口増加率が大きいことや、後述するように PWA の造水量が年々増加していることから、地方都市部での水需要の増加が予想される。



出所：IMF - World Economic Outlook Databases（2017 年 4 月版）

図　1－3　タイ国と日本の実質 GDP 成長率の推移（1990 年～2016 年）

(4) 地下水

タイでは地下水が重要な水供給源であり、公共水道の 20%、生活用水の 75%に地下水が利用されている。タイの地下水システムは主として、約 400 億 m^3 の雨水のほか、河川からの浸出により補填される。これまでの水収支に関する研究では、雨水が滞水層に到達する割合は約 12.5~18.0%と推定されている。政府と民間セクターは、総容量約 755 万 m^3/日に相当する 20 万本余りの地下水井戸事業を進めてきている[3]。

タイの地下水賦存量は北東部地域を除き全般的に豊富である。地下水賦存量が豊富な地域は中央平原の低地部、特にバンコク首都圏とその周辺の県である。この地域の地下水は、増大する需要を満たすために採取され続けたため、深刻な地盤沈下の要因となった。

水質については、一部の地域で多少の天然鉄及びマンガンによる地下水汚染が頻繁に起こっており、特に採鉱場付近の地下水源にてみられる。[4]

タイでは、1964 年から地下水の量と質を明らかにする Groundwater Potential 調査が開始された[5]。

現在、Province レベルでは、Groundwater development Potential map（1:10000）が整備されている。Potential map では、地下水の利用可能量は、＜2m^3/h、2-10m^3/h、10-20m^3/h、＞20m^3/h の４つのレベルに分類されている。水質に関しては、全溶存物質（TDS：Total Dissolved Solid）が、<500mg/l、500-1500mg/l、＞1500mg/l の 3 つに分類されている[6]。

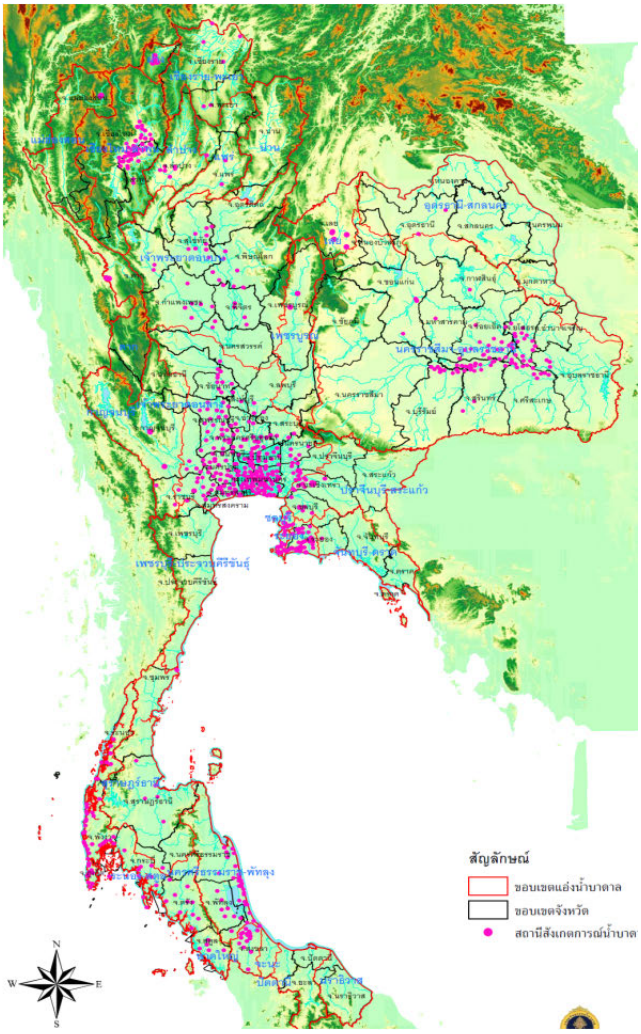


図 1-4 地下水位と水質モニタリング位置図

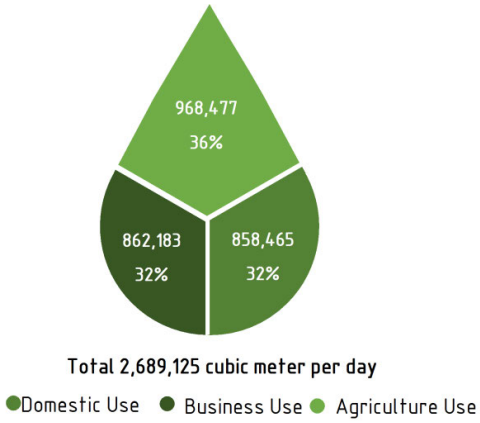


図 1-5 地下水利用

---

3 （WEPA アジア水環境管理アウトルック 2015 より）
4 アジア水環境パートナーシップ（WEPA）アジア水環境管理アウトルック 2015
5 Groundwater Management in Thailand Dr. Tussanee Nettasana Director of Pracharaksa Groundwater College 8 January 2018
6 タイの地下水開発・管理のための Master plan 濱田浩正 水利科学 No.294 2007

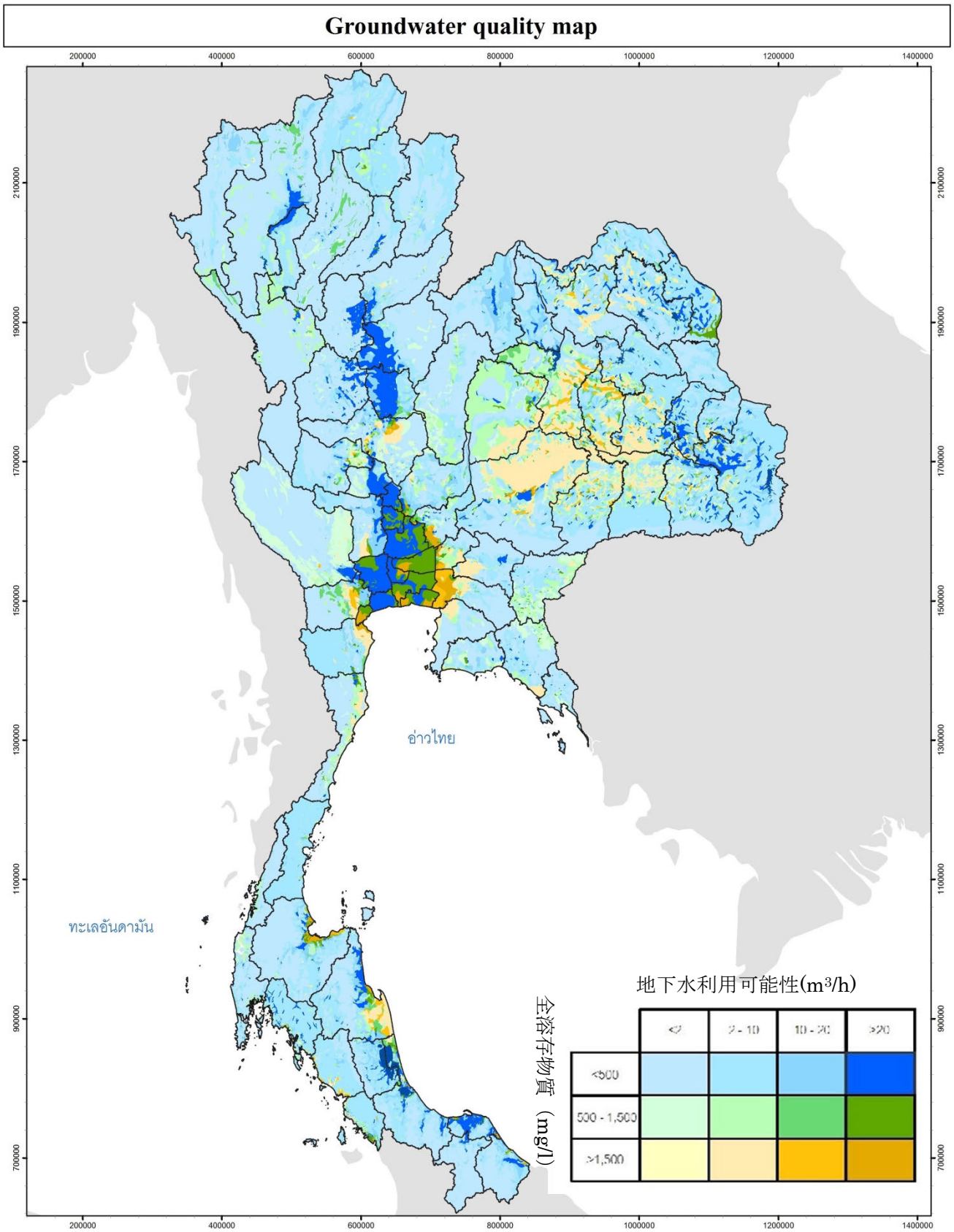


図 1-6 地下水ポテンシャルマップ

１－１－２　上水道の概況

(1) 水分野関連組織[7]

タイにおける上水道に関しては内務省で、その傘下に首都水道公社（MWA）と地方水道公社（PWA）がある。両公社がサービスを行っていない地域は地方自治体が運営を行っている。このほか、民間企業も一部地域に給水を行っている。水資源の保護や原水の水質は天然資源・環境省が管轄している。

表　1-1　タイの水関連の政府機関

監督官庁	部門	管理・運営事項
天然資源・環境省（Ministry of Natural Resource and Environment: MONRE）	水資源局（Department of Drainage and Sewerage: DWR）	水資源開発、水管理政策策定、水道・工業用水に関する基準策定、水資源開発・管理のモニタリング・評価
	汚染管理局（Pollution Control Department: PCD）	排水、廃棄物等環境に関する政策・計画の立案、環境管理に関する規格の制定
	下水道公社（Wastewater management Authority: WMA）	限定地域における下水処理場の運営・維持管理
内務省（Ministry of Interier: MOI）	地方自治体	地域住民への給水及び地域の下水管理
	首都水道公社（Metropolitan Waterworks Authority: MWA）	バンコク首都圏への給水、水道施設建設・維持管理
	地方水道公社（Provincial Waterworks Authority: PWA）	地方都市への給水、水道施設建設・維持管理
工業省	タイ工業団地公社（Industrial Estate Authority of Thailand: IEAT）	工業団地の開発・管理
農業・協同組合省（Ministry of Agriculture and Cooperatives: MOAC）	王室灌漑局（Royal Irrigation Department: RID）	流域での水資源開発、灌漑に関する施設建設と維持管理

出所：平成 27 年度水道産業国際展開推進事業報告書　2016 年厚生労働省、及びタイ地方部における上下水道整備、工業帯向環境対策事調査報告書、2016 年 METI

現在、タイでは、2310 万世帯のうち、1910 万世帯が給水サービスを享受しており、400 万世帯が依然として給水サービスへのアクセスを有していない状況である。

- 首都水道公社：220 万世帯、総世帯の 10%、無収水率 23.4%、平均水道料金 12.00 バーツ/m^3
- 地方水道公社：380 万世帯、総世帯の 16%、無収水率 28.7%、平均水道料金 21.32 バーツ/m^3
- 地方自治行政組織：1310 万世帯、総世帯の 57%
- 400 万世帯はアクセスを有していない。総世帯の 17%

(2) 首都水道公社（MWA）の概況

MWA のサービス地域は、合計 3,192 平方キロメートルで、バンコク都、ノンタブリー県、サムットプラーカーン県を抱える。水源はチャオプラヤ川とメークローン川である。MWA は、バーンケン、マハサワット、サムセン、トンブリーの４つの主要浄水場を有しており、合計処理能力は 5,920,000m^3/日である。

7 平成 27 年度　エネルギー需給緩和型インフラ・システム普及等促進事業　タイ：地方部における上下水道整備、工業地帯向け環境対策事業調査報告書　平成 28 年 2 月　経済産業省

表 1-2　首都水道公社（MWA）の主要データ

項目	単位	年				
		2010	2011	2012	2013	2014
造水量	百万㎥	1,736	1,716	1,764	1,805	1,798
売水量	百万㎥	1,282	1,282	1,317	1,361	1,377
無収水率	%	26.1	25.3	25.3	24.6	23.4
接続数	百万接続	1.96	2.02	2.06	2.11	2.17
水使用量	㎥／接続／日	1.78	1.74	1.74	1.75	1.73
平均料金	バーツ／㎥	11.96	11.96	11.90	12.01	12.00
職員	人	4,076	4,046	3,962	4,195	4,185
売上	百万バーツ	17,296	17,544	17,830	18,860	19,492
支出	百万バーツ	11,655	11,897	12,039	11,851	12,615
純利益	百万バーツ	5,641	5,647	5,792	7,009	6,877
資産	百万バーツ	57,710	57,833	56,841	60,634	63,268

出典：首都水道公社（MWA）

※THB/JPN（2010~2014：高値 3.6904、安値 2.3990）

(3) 地方水道公社（PWA）

地方水道公社は地方水道公社法（1979）によって公社として設立され、地方部における給水サービスを担っている。バンコク都、ノンタブリー県、サムットプラーカーン県を除く、73 県をサービス地域としている。2014 時点で、PWA は 234 支所を有している。PWA では地方部において多額の投資を行う必要があるため、これが MWA と比較して高い水道料金につながっているとも言える。加えて、投資予算の多くを中央政府からの補助金に依存している状況であり、投資計画は中央政府の毎年の予算割当に左右される状況である。

PWA の細則によれば、水道料金は場所及び建物の種類によって以下の様に分類されている。

・一般家庭
・官庁または小規模事業者
・国有企業、工業、または大規模事業者

表 1-3　地方水道公社（PWA）の主要データ

項目	単位	年				
		2010	2011	2012	2013	2014
造水量	百万㎥	1,303	1,338	1,462	1,522	1,568
売水量	百万㎥	960	982	1,053	1,092	1,119
無収水率	%	26.2	26.5	27.9	28.2	28.7
接続数	百万接続	3.11	3.26	3.42	3.60	3.78
水使用量	㎥／接続／日	0.870	0.844	0.863	0.822	0.811
平均料金	バーツ／㎥	17.79	17.24	18.87	21.14	21.32

出典：PWA　　（約 3.4 円/バーツ）（2018 年 3 月）

(4) 地方自治体

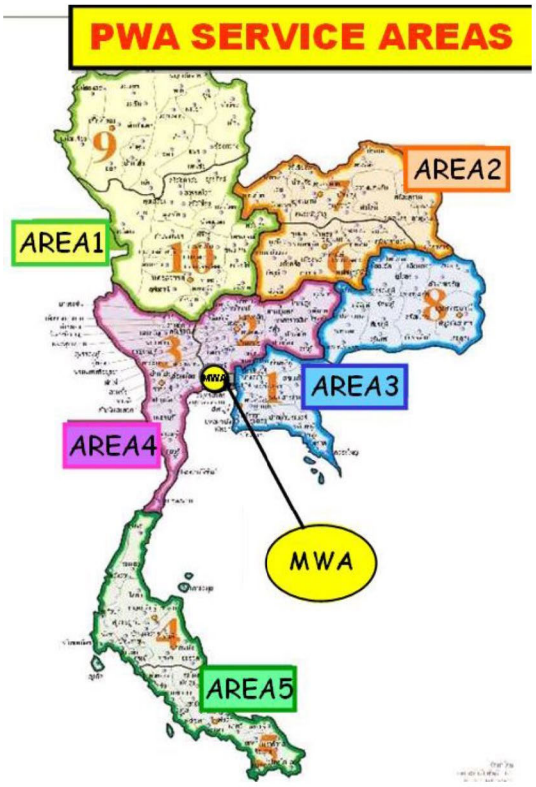
地方自治体は自らの区域の給水における主要な監督組織であり、MWA と PWA に対して優先的な立場にある。タイには全体で 2,440 の自治体が存在しており、自身での給水が困難な場合、自治体によっては給水を MWA、PWA に委ねている状況である。一方で、自治体として給水能力を有する場合、自身で給水を行っているケースもある。地方自治体が抱える課題は以下のとおりである。

・運営・維持管理にあたっての職員の能力不足
・高い無収水率
・水需要に対する十分な水源不足、及び供給能力不足
・必要な基礎情報の未整備

１－１－３　PWA の概況

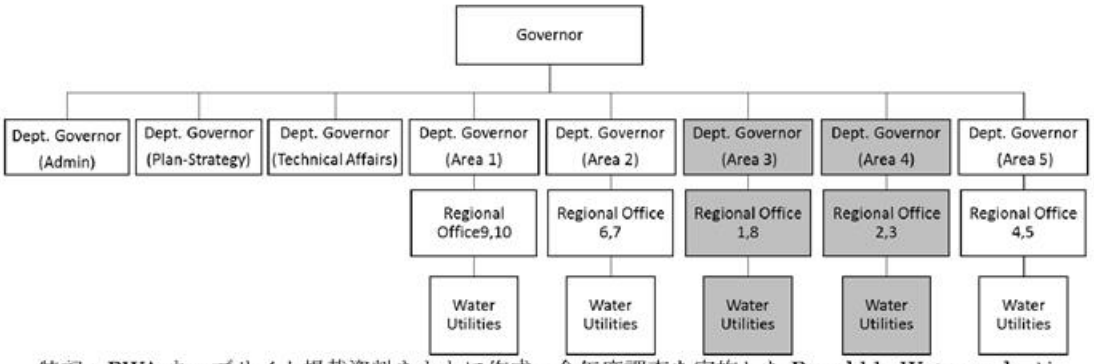
PWA では、PWA の対象となる 74 県を 10 分割した地域事務所（Regional office）が各地域内の水道局を束ねている。さらに地域事務所の 2 箇所が 1 エリアとして管理され、5 エリアに分かれている[8]。

234 箇所の水道局のうち、半数以上の水道局は給水戸数が 1 万戸以下だが、14%は 2 万 5,000 戸以上に給水している。PWA の総浄水量は MWA の総水量 1,797,815 千 m^3 に及ばないが、年々増加傾向にあり、2015 年の総浄水量は 1,702,056 千 m^3、接続数は全体で 396 万戸であり。MWA の接続数 217 万戸よりも 100 万戸以上多い。



出典:PWA 提供資料

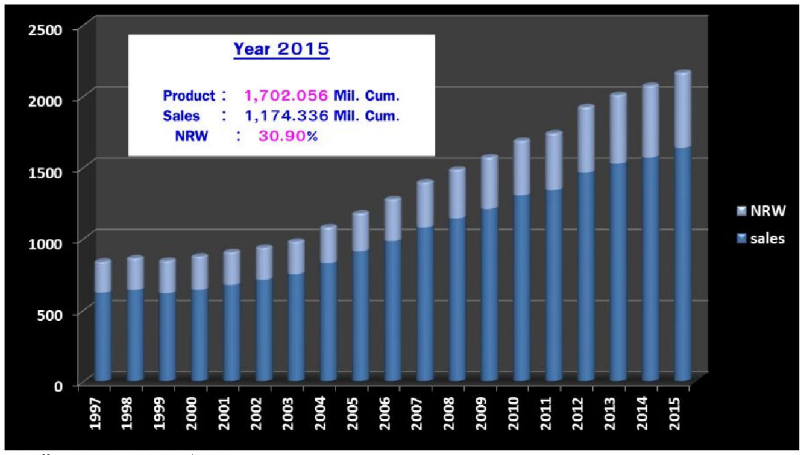
図　1－7　PWA の地域事務所の管轄区域



特記：PWA ウェブサイト掲載資料をもとに作成。今年度調査を実施した Bangkhla Waterworks は Area3 の Regional Office1、Laokwan Waterworks は Area4 の Regional Office3 の管轄下。

図　1-8　組織図

[8] 平成 27 年度水道産業国際展開推進事業　報告書　平成 28 年 3 月　厚生労働省



出典:PWA 提供資料

図 1-9 浄水量と有集水量の推移

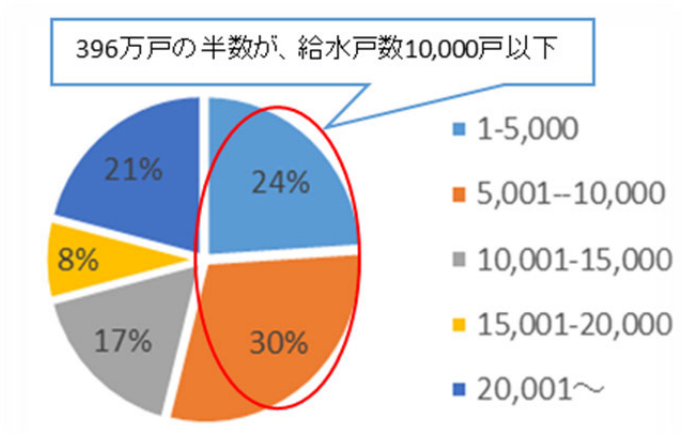


図 1-10 給水戸数別 水道局比率

PWA から提供されたデータでは、顧客の割合で 8 割が家庭用水として使用されている。

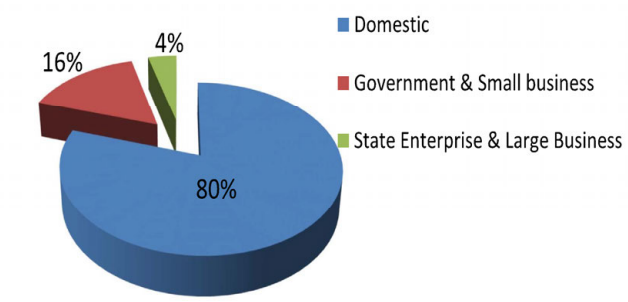


図 1－11 PWA の顧客

１－１－４　PWA の課題

(1)　ビジョン[9]

改善と拡大を目指した政府の方針に従って、地域における水道事業の効率化を図り、水質と優れたサービスを提供していくものとしている。また地下水についても、水質が十分であり、水道水を生産するための品質が良好であれば、引き続き水道水生産の原水源となるとしている。

具体的には、

- 2016 年に WHO ガイドライン 2011 に基づく基準値に給水品質を向上させている。
- 給水システム管理において、将来 ISO9001 を適用する。
- 水道管理システム（24 時間監視、廃棄物管理等）を開発する。
- 乾季になると水不足を生じる地域[10]における持続可能な水利用を確保する。

(2)　地下水取水の課題

ア　水質

水源には、表流水、雨水、地下水が使われているが、原水のマンガン及び藻類、塩分を除去する技術的ニーズがある。また、ヒ素濃度が高い地域も数か所あり、PWA の技術レベルでは解決できない問題となっている[11]。

当社の事前調査における PWA へのヒアリングによると、地下水源の中には高濃度の鉄、マンガン、ヒ素が含まれており、処理に苦慮している現場や、水源を閉鎖している現場もあることが判明した。

2016 年 8 月に事前調査として訪問した地下水を水源とする浄水場(A 浄水場、B 浄水場、C 浄水場)の水質を下記に示す。下記のグラフの通り、今回訪問した 3 ヶ所の浄水場では地下水水源に、高濃度の鉄、マンガン、ヒ素が含まれていることが明らかになった。

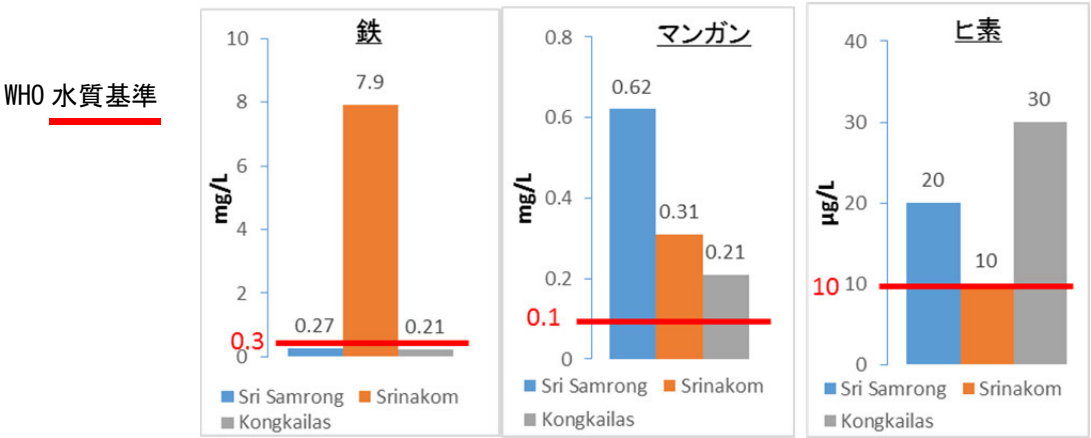


図　1-１２　浄水場の水質[12]

9　PWA 資料より

10　バンコクポスト(タイコクの英語日刊新聞:2015 年 2 月 5 日付)によると、Department of Groundwater Resources の局長による「2015 年の乾季には、31 以上の県で水不足が生じる」というコメントを掲載している。

11　平成 27 年度水道産業国際展開推進事業　報告書　平成 28 年 3 月　厚生労働省

12　PWA 浄水場事前調査結果より

イ　水量

PWA のサイトのうち、地下水を利用している浄水場に関して、現在の生産量および今後の需要予測に関するデータを入手した（図１－１３参照）。これによると、一部の地域で 2022 年予測として、現時点（2015～2017 の平均値）の現状の水需要の伸び率から 2 倍以上を想定している箇所も見受けられる。

ウ　その他

全体の総量に対する地下水利用の比率は大きくないものの、地下水が主要な水源として、今後の水需要の増大を補う供給水源としての役割が期待されている。

特に、表流水の水源から遠いなどの立地条件では、容易に表流水に転換することが難しいため、水質に問題がある場合、水質を改善するための技術的ニーズが高いことを示す（図１－１３中の赤線）。

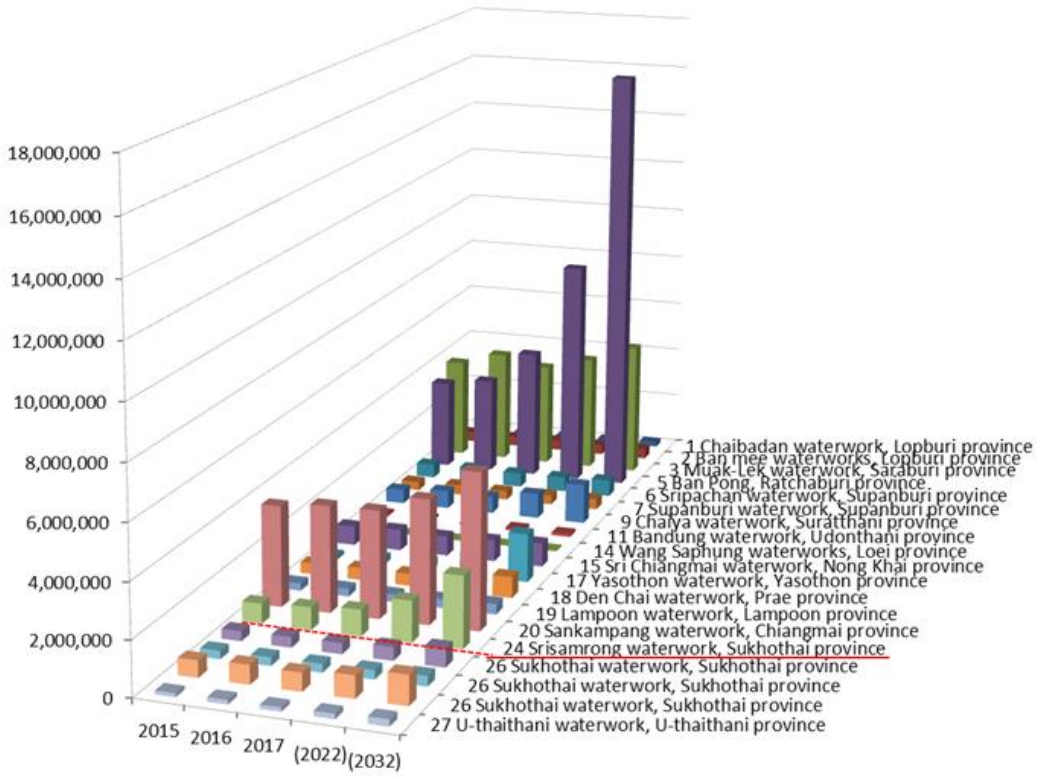
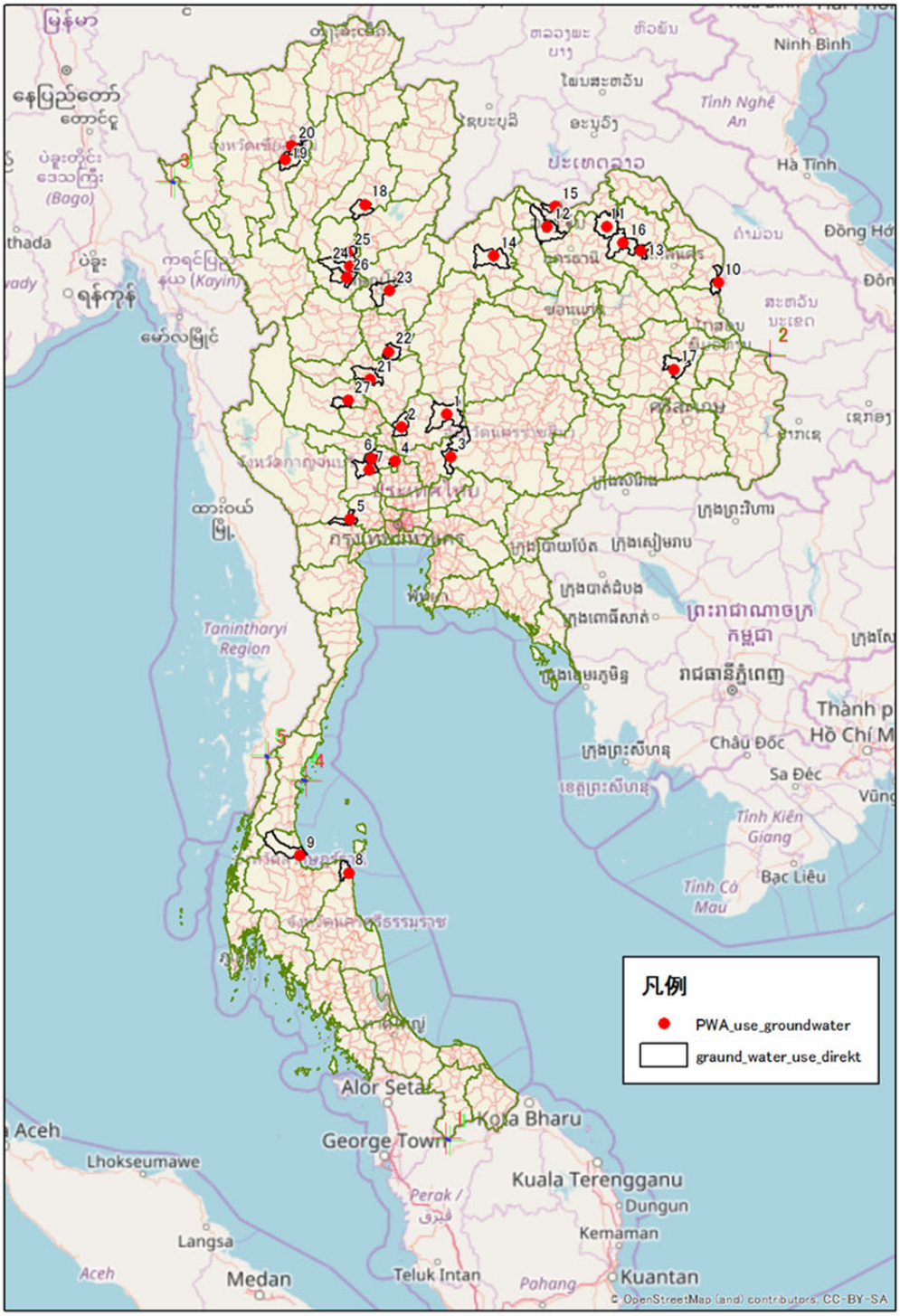


図　1－１３　PWA の地下水利用量の需要予測

サイト位置図：PWA 管轄の地下水利用浄水場



タイ国における PWA 所轄の地下水利用の浄水場位置図[13]

[13] PWA 資料ならびに PWA の web サイト参照 http://en.pwa.co.th/

１－２　当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

１－２－１　安全な水の供給、増大する水需要への対応

1990 年に国連ミレニアム・ゴール（MDG）として設定した「2015 年までに安全な飲料水と基本的衛生にアクセスできない人口比率を半減する」という目標に対し、2008 年時点でおおむね目標を到達している。今後は、2016 年に始まった国連グローバル・ゴールズ（SDG）として設定した「すべての人々の水と衛生の利用可能性と持続可能な管理を確保する」という目標に対し、良質で十分な水を効果的なマネジメント、組織、法制度によって、2025 年までにすべてのユーザーに対して提供することを目標としている。

今後、人口増加及び都市化の進展により、水道施設の普及加速が求められる。地方分権化が進められるなか、地方自治体における水道経営運営能力の向上が課題である[14]。

表 1-4　PWA 水質基準値（WHO 水質基準 2011）（ケミレスに関係する項目を抜粋）

	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Arsenic (mg/L)	pH	Turbidity (NTU)
PWA 水質基準値	≦ 0.3	≦ 0.3	≦ 0.01	6.5-8.5	≦4

(1) 国家水ビジョン（National Water Vision）：2000 年政府により承認

2025 年までに適切な管理、組織、法制度の整備を通した平等で持続可能な水資源利用を確かなものにするため、高品質な上水道の十分な量の供給を保障することを謳っている。

(2) 国家水政策（National Water Policy）：2000 年政府により承認

国家レベル及び流域レベルでの水管理組織の設立など、水資源管理に関する方針が示されている。

(3) 国家水資源管理戦略(2015－2026)：2015 年内閣により承認

国会水資源管理戦略（2015～2026 年度）では、経済特区およびおもな観光区域を含むすべての村や都市部に対する清潔な水の供給を最終目標とし、地下水を含む水の供給源の調達を行い、効率的な上水道システムの整備等によって実現する計画となっている。実施機関としては、DLA、DGR、DWR、LAO、PWA である。

これに伴い、上水道の民間参入率は 2011 年時点で 3%であるが、2025 年までに 65%程度に大幅増加する見通しである[15]。

[14] 服部聡之著　水ビジネスの戦略とビジョン　日本のすすむべき道　p.142
[15] 国土交通省 HP_タイについて

戦略１：水の需給のための水資源管理

最終目標	重点目標	方策	実施機関
経済特区（SEZ）およびおもな観光区域を含むすべての村や都市部に対する清潔な水の供給	1. 表流水および地下水の水源を調達し、2017 年までに 7,490 の村に地域水道または村営水道を設置する 2. 2021 年までに 9,033 の村に地域水道を設置する 3. 2021 年までに 6,132 の学校や集落に清潔な水を供給する 4. 2026 年までに 255 の都市部および経済特区に新たな水道システムを設置し、688 の地域に水道システムを拡大する	1. 水の供給源を調達し、水道システムを建設する	DLA[5]、DGR[6]、DWR[7]、LAO[8]
		2. 都市部や経済特区に水道システムを開発する	PWA
		3. 既存の地方上水道システムの効率性を向上させ、遠隔地における雨水貯蔵設備を設ける	DLA、DGR、DWR、LAO
		4. 地下水システムを開発することにより、学校や集落に飲用水を提供する	DGR
		5. 水資源の効率的な利用 5.1 節水 5.2 水の配水システムの改善 5.3 上水道の開発見込みに応じた都市活動・産業活動・経済活動の拡大の管理 5.4 3R（リデュース、リユース、リサイクル）の採用	PWA、LAO

(4) 地下水管理

タイにおける地下水管理にかかわる法令としては、地下水法（1978 年、1992 年、2003 年改正）がある。地下水法では、地下水利用登録、取水規制が行われるとともに、地盤沈下の状況に応じて、地下水使用量の引き上げや地下水保全料を課すなどによる経済的手法がタイ国全域に適用されている。

表 1-5　バンコク首都圏および近隣県における地下水料金の体系（2006 年 7 月）

利水の種別	水道水供給地域における料金（/m³）	水道水未供給地域における措置
１．生活用水	＜地下水重点区域＞ 一律 17 バーツ （地下水利用料＋地下水保全料それぞれの 8.5 バーツ）	免除
２．産業用水		25%～70%減額
３．農業用水	＜その他の地域＞ 地下水使用料 8.5 バーツ	免除～70%減額

１－２－２　老朽化する地方部における水供給設備の更新

施設の更新に際し、新たな技術の検討が予想される。その際に、新技術導入に関する規定などが存在すると考えられる。厚生労働省 医薬・生活衛生局 生活衛生・食品安全部 水道課が行った「平成 27 年度水道産業国際展開推進事業」の報告によると、PWA 傘下の水道局で使用される機材及び設備のスペックを決定する権限や、新技術の採用権はバンコクの PWA 本部が有することが確認された。また、発注する際は官公庁の発注システムに則るため、入札に参加するためには PWA 登録業者などと JV を組む必要がある（４－４－２に詳述）。

１－３　タイに対する我が国援助方針と重点課題との整合性

本事業はタイへの基本方針「戦略的パートナーシップに基づく双方の利益増進及び地域発展への貢献」に合致するものであり、「持続的な経済の発展と成熟する社会への対応」という重点分野に貢献できる。貿易総額、海外からの投資額及び援助額ともにタイは第 1 位となり、同国は今後メコン地域の発展の鍵となる中心的役割を果たすが、今後中進国として経済成長するための基盤インフラ発展は至上命題である。当社がインフラ開発パートナーとして上水道分野への貢献することは、中進国に対する開発協力のモデル構築の観点からも効果的であり、開発課題である競争力強化のための基盤設備/競争力強化となる上下水道のインフラ設備に合致する。

１－３－１　留意事項

（1）　タイへの協力に当たっては、中進国に対する開発協力のモデルの構築を目指すとともに、協力の成果が ASEAN 域内をはじめとする他国への協力に活用されることを念頭においた支援を展開する。

（2）　タイには日本の民間企業、NGO、大学、地方自治体等の様々なアクターが活動していることを踏まえ、非 ODA 事業を含む各アクターの効果的・効率的な活動のために、ODA を活用したアクター間の連携やタイ側とのネットワーク構築に資する協力を展開する。

（3）　同国の支援ニーズを見極めた上で選択と集中の観点を踏まえ、技術協力及び円借款を戦略的に活用した協力を検討・実施する。

１－４　当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析

今回は、新技術導入となるため、新技術導入に向けた評価項目や技術採用権限、入札参加資格等についても調査を行った。

表　1-6　我が国 ODA によるタイ国における水道事業[16]

No	スキーム	事業名	期間
1	地域活性化特別枠	タイ地方水道公社における浄水場維持管理能力向上支援事業	2013 年 10 月～2016 年 3 月
2	中小企業連携促進	タイ地方水道公社と連携した配水管維持管理事業調査	2015 年 3 月
3	有償	第七次バンコク上水道整備事業（2）	借款契約（L/A）調印：2000 年 9 月
4	有償	第七次バンコク上水道整備事業（1）	借款契約（L/A）調印：1999 年 9 月
5	有償	バンコク上水道配水網改善事業	借款契約（L/A）調印：1993 年 9 月
6	有償	南部地方 3 都市上水道拡張事業	借款契約（L/A）調印：1993 年 9 月
7	有償	バンコク上水道整備事業（第 4 次-（2）、第 5 次）	借款契約（L/A）調印：1993 年 1 月
8	有償	地方 3 都市上水道拡張事業	借款契約（L/A）調印：1993 年 1 月

１－４－１　投資環境・事業環境の概要[17]

(1) 外国投資全般に関する各種政策及び法制度

タイ国においては、PWA のような公的機関が発注する業務を継続的に受注・実施するためには、タイ国に投資を行い、現地法人を設立する必要がある。また、タイ国では外国企業の投資に対して細かい規制がかけられている。

一方で、投資奨励策について制度化されており、タイ国投資委員会（以下、BOI）において 2000 年 8 月から投資奨励策として投資奨励 7 分野 129 種が定められている。指定の条件を満たせば優遇措置を受けることができるが、この BOI 優遇措置を受けない場合は、外国企業・個人の出資率を、49%以下に抑える必要がある。

---

16 JICA　ODA 見える化サイト（https://www2.jica.go.jp/ja/oda/index.php?area1=%E3%82%A2%E3%82%B8%E3%82%A2&country1=%E3%82%BF%E3%82%A4&search=%E6%A4%9C%E7%B4%A2&p=1）

17 タイ地方水道公社における浄水場維持管理能力向上支援事業（中小企業連携促進）業務報告書

水道事業の対象となるのは、7 類：サービス・公共事業である。この 7 類の 7.1.2 に「水道、工業用の水施設」がある。BOI が示している条件では、水道、工業用の水施設の事業を営むものや水施設に関連する製品の製造業（例えば、水道水を製造し、有料で販売するなど）を主としたものである。

この BOI の投資推奨対象業務に承諾されると、外国資本 100%での現地法人設立が可能となる。ただし、前提条件としては、関連政府機関の同意を得ること、年間 1,000 万 THB（約 3,700 万円 1THB=3.677 円）、以下同様）以上の事業費（経費）を使用することや土地取得などの税制以外の恩恵も付与される。

(2) 浄水関連事業に関する各種政策及び法制度

PWA が発注する業務を受託するには、以下の条件を満たす必要がある。

1）PWA が発注する業務は、全て入札による業者選定が行われる。随意契約は基本的に無い。
2）幹事会社として入札に参加するためには 3 年以上の類似業務経験が必要である。また、応札価格の 30%以上の金額の受託業務経験が必要である。そのため、新規参入者は、PWA 業務受注実績のある会社と共同で応札する必要がある。

第２章　提案企業、製品・技術

２－１　提案企業の概要

２－１－１　企業情報

１．法人名	株式会社ナガオカ
２．代表者名	梅津　泰久
３．本社所在地	大阪府泉大津市なぎさ町 6-1
４．本店所在地	大阪府貝塚市二色南町 2 番 12 号
５．設立年月日（西暦）	2004 年 11 月 1 日
６．事業内容	石油精製・石油化学プロセス用スクリーン、 地下水取水用スクリーンの製造 地下水処理機器の設計、調達、据付工事

２－１－２　海外ビシネス展開の位置づけ

当社は水処理分野で「ケミレス」を国内外で 58 箇所の浄水場・民間企業へ納入してきた実績を持つ。今後の更なる成長を見据えたときに新たな柱となるビシネスが必要であり、長年蓄えたノウハウを武器に海外でビシネス展開を進めることは当社の至上命題である。

今回の提案技術である「ケミレス」は、画期的なその水処理技術で国際水協会（IWA）の革新的技術表彰制度（PIA）の小規模プロジェクト部門を受賞、その後は中国・マレーシア・ベトナムと海外へ販売実績を築き、今後さらなる海外での販路の可能性を秘めている。特にＡＳＥＡＮ諸国等の途上国においては安全で安心な水へのアクセスを確保することが最優先の課題である。そこで、鉄やマンガンだけではなくヒ素も除去できる「ケミレス」への期待が高まっており、国内で培った実績をベースに水分野で途上国に貢献していく。既に、中国で 4 件、マレーシアで 4 件、ベトナムで 2 件の「ケミレス」納入実績（1 件は JICA 普及・実証事業での納入実績）があるため、今後はその周辺国に進出していく。本分野は、当社の今後を担う重要な分野であると考えている。

一方で、これまで展開してきた中国・マレーシア・ベトナムにおいて、発注者の資金不足が問題となることが少なくない。そこで、今後商社・銀行等とのスキームを検討し、ファイナンス対策についても強化することで、よりスムーズな海外展開を行っていく。

２－２　提案製品・技術の概要

２－２－１　ターゲット市場

国内外におけるターゲット市場は、地下水を使用（または使用を検討）し、かつ水中に除去対象物質（鉄・マンガン・アンモニア態窒素・ヒ素等）が含まれている現場となる。

(1) 市場の動向

ア　国内官庁向け

国内官公庁においては、地下水を水源とする水道局（浄水場）が主な顧客となる。人口減少による市町村の合併に伴い、複数の水道事業体による「水道企業団」から一括浄水処理された水を購入

する市町村が増えている。しかし同時に、「自己水の保護」という観点から、固有の地下水を継続して使用するケースも多い。また、浄水場の管理職員数減少から維持管理の容易な水処理技術が求められている。

イ　国内民間企業

民間企業においては、自己水源として地下水（井戸）を利用している企業が顧客となる。地下水は地方自治体から供給される上水や工業用水に比べ安価になる事が多く、水道料金の値上げも伴い、宿泊施設や工場、病院等で需要が増加している。

また、官民に共通して、近年の震災及び洪水の教訓から、災害時の代替水源としての需要もある。

ウ　海外市場（中国や東南アジア）

海外（特に中国や東南アジア）においては、著しい経済成長や人口増加に伴い水需要が増大している。さらに、気候変動に伴う水源の確保の難しさも課題として挙がっており、地下水源の重要性がクローズアップされている。また、一般的な水処理には大量の薬品が必要となり、技術力不足からその管理や費用負担に苦慮している現場も見受けられる。水源によっては充分に浄水処理されていない水が供給されている地域も多く、水処理設備の整備が急務となっている。

当社がすでに納入実績のあるマレーシアでは、90%以上の水源が河川水であるが、近年の気候変動に伴い、雨季には河川が増水し、乾季には干ばつにより充分な水量が確保できず、安定的な水源の確保がマレーシア全土での課題となっている。その中で、安定的な水源である地下水が注目を浴びており、地下水を水源とした新たな浄水場建設案件が複数計画されている。地方開発案件として実施された新浄水場建設案件では、無薬注で維持管理が容易であることが高く評価され、ケミレスが採用されている。

また、ベトナムでは地下水の水源に占める割合は約 25%程度といわれている。特にハノイ市及びその周辺都市の地下水の依存率は高く、ハノイ市周辺都市はほぼ 100%地下水に依存している。水需要の拡大には河川水を水源とする新規浄水場を建設し対応する計画であるが、既存の地下水を水源とした浄水場は今後も継続使用していく方針であるため更新需要が見込まれている。実際に 2016 年から実施した、「ベトナム社会主義共和国　超高速無薬注生物処理装置「ケミレス」を用いた浄水技術の普及・実証事業」では、対象とした浄水場の水源には基準を超過した鉄・マンガン・アンモニア態窒素・ヒ素が含まれており、一部、水質基準を超過した水が給水されていることが判明している。当社はこの事業において、ケミレスを活用し浄水場の水質改善を行ない、今後も同様な案件が潜在していると考えている。

(2) 製品・技術の位置づけ

「ケミレス」の位置づけとしては、接触酸化処理と生物処理を併用した水処理装置である。従来の薬品処理である急速ろ過と比較すると、急速ろ過は次亜塩素酸及び凝集剤で酸化及び凝集処理を行い除去するが、ケミレスは空気中の酸素で酸化を行いろ材の周囲に鉄等を接触させ除去するため、ケミレスは薬品不使用となり容易な維持管理が可能である。また、従来の生物処理である緩速ろ過（ろ過速度 LV=5m/日）及び急速ろ過（ろ過速度 LV=120～240m/日）と比較すると、超高速処理（ろ過速度

LV=500 m/日）による省スペース化（緩速ろ過に比べ 1/100、急速ろ過に比べ 1/2～3）が可能である。よって、①維持管理が煩雑な現場、②薬品費や維持管理費などのランニングコスト負担に苦慮している現場、③わずかなスペースしかない現場、において求められる独自技術となっている。

(3) シェア

多くの現場ではいまだに急速ろ過や緩速ろ過が採用されているが、ケミレス納入現場は国内外で合計 58 件がある。

表 2-1　ケミレス納入実績内訳

（詳細は２－２－２【国内実績】【海外実績】に記載）

国内	官庁	13 件
	民間	36 件
海外	官庁	10 件

２－２－２　提案製品・技術の概要

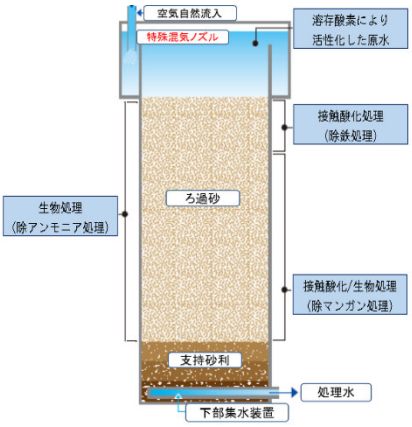
<table>
<tr><td>原理</td><td colspan="2">井戸からの原水は当社独自の「特殊混気ノズル」に供給される。このノズルは所定の圧力で原水を送り込むことによって、自然に空気を吸いこみ、原水中の溶存酸素を瞬時に、ほぼ飽和状態にすることができる。その酸素を使い鉄は上層において接触酸化処理で、マンガンは中・下層において接触酸化処理と生物処理で、アンモニアは全層において生物処理でそれぞれ除去する。そのため、薬品を使用せずに処理が可能となる。また、ヒ素が含まれる場合は鉄との吸着法で除去することが可能である。生物処理は、自然中に存在するバクテリアの作用によるものであるため、生物の移植や特殊なろ過砂は必要ない。
 

図１　ケミレスの原理</td></tr>
<tr><td>タイプ</td><td>屋外タンクタイプ</td><td>RC タイプ</td></tr>
<tr><td>特徴</td><td>・金属性のろ過タンクを採用。
・屋外での設置が可能であり、設置に時間がかからないため、施工期間を短縮することが可能。
・当社がタンクを製作するため、品質が一定。
・RC タイプに比べ、小規模の施設に適している。</td><td>・コンクリートのろ過タンクを採用。
・コンクリート製のタンクを発注者側の所掌にすることで、全体のコストの低減が可能。
・当社からはキーとなる部品（ノズル、制御、一部の配管）のみを提供。
・土木工事の割合が多くなるため、施工期間が長くなる。</td></tr>
<tr><td>装置写真</td><td> </td><td> </td></tr>
</table>

・その他

2010 年国際水協会（IWA）の革新的技術表彰制度（PIA）の小規模プロジェクト部門において、「CHEMILES=革新的な超高速地下水処理技術の開発と応用」が東アジア大会最優秀賞を受賞。

【国内実績】

場　所	納 入 月	用 途	処 理 量	型式	原 水 水 質		
					Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	NH_4^+-N (mg/L)
福島県 郡山市	平成16年3月	農業用水	5 m^3/h	CF-10	6.60	2.48	1.80
兵庫県 丹波市	平成17年3月	水道水	13,200 m^3/日	FM-138×3	11.10	1.10	0.40
京都府 与謝郡	平成17年3月	水道水	1,400 m^3/日	FM-80×3	19.20	0.60	0.50
長崎県 西海市	平成17年3月	水道水	72 m^3/日	CF-06	0.06	0.04	—
京都府 与謝郡	平成21年3月	水道水	1,200 m^3/日	FM-51.2×3	8.10	0.50	0.50
京都府 与謝郡	平成23年12月	水道水	1,400 m^3/日	FM-80×3	30.00	2.00	0.70
愛媛県 松山市	平成24年1月	水道水	4,500 m^3/日	NCL-3151	8.17	3.26	0.46
京都府 京丹後市	平成26年7月	水道水	840 m^3/日	NCL-2732	1.35	0.25	2.33
香川県 高松市	平成27年3月	水道水	4,500 m^3/日	NCL-2438	5.70	0.86	0.10
岡山県 岡山市	平成28年3月	環境用水	144 m^3/日	CF-20	3.70	3.00	0.50
京都府 木津川市	平成28年4月	実験用水	960 m^3/日	NCL-1927	3.33	0.20	-
鹿児島県 出水市	平成29年3月	トンネル湧水	9,600 m^3/日	NCL-2724	ヒ素：0.14		
大阪府 貝塚市	平成30年3月	水道水	16,900 m^3/日	NCL-2936	4.20	0.65	0.64
北海道 釧路市	平成13年9月	給湯水	30 m^3/h	FM-60	50.00	—	—
栃木県 佐野市	平成14年7月	雑用水	25 m^3/h	FM-100	16.00	—	—
奈良県 天理市	平成15年5月	飲料水	20 m^3/h	CF-40	2.93	0.77	—
長野県 飯山市	平成15年5月	工業用水	5 m^3/h	CF-10	19.60	0.64	—
三重県 伊賀市	平成15年5月	養魚用水	5 m^3/h	CF-10	26.90	0.93	—
大阪府 堺市	平成15年9月	雑用水	10 m^3/h	CF-20	12.45	1.03	—
大阪府 堺市	平成15年12月	飲料水	10 m^3/h	CF-20	2.93	0.77	—
和歌山県 和歌山市	平成16年2月	プール用水	1.5 m^3/h	CFW-03	21.00	1.79	—
栃木県 下都賀郡	平成16年4月	農業用水	5 m^3/h	CF-10	0.53	0.46	—
大阪府 大阪市住之江区	平成16年4月	雑用水	20 m^3/h	CF-40	29.10	1.28	—
長野県 飯山市	平成16年5月	工業用水	1.5 m^3/h	CF-03	3.70	0.27	—
兵庫県 加東郡	平成16年6月	生活用水	10 m^3/h	CF-20	0.14	0.60	—
大阪府 羽曳野市	平成16年9月	散水用水	20 m^3/h	CF-40	4.20	0.25	—
大阪府 大阪市平野区	平成16年9月	雑用水	10 m^3/h	CFW-20	10.00	0.80	—
長野県 塩尻市	平成16年10月	散水用水	5 m^3/h	CFW-20	6.80	0.91	—
兵庫県 尼崎市	平成18年5月	プール用水	10 m^3/h	CF-20	5.70	0.72	—
兵庫県 尼崎市	平成18年11月	プール用水	5 m^3/h	CF-10	5.70	0.72	—
長野県 長野市	平成21年7月	プール用水	10 m^3/h	CF-20-A	5.70	0.52	—
愛媛県 松山市	平成21年11月	雑用水	9 m^3/h	NCL-0942	6.24	0.67	0.39
兵庫県 洲本市	平成24年2月	工業用水	24 m^3/h	NCL-2231	15.00	1.00	2.20
大阪府 枚方市	平成24年5月	工業用水	25 m^3/h	NCL-1838	31.00	1.36	0.60
香川県 高松市	平成24年6月	リネン用水	20 m^3/h	NCL-1333	2.00	0.64	0.10
山口県 下松市	平成24年7月	透析用水	2 m^3/h	NCL-0325	2.00	0.64	0.10
香川県 高松市	平成24年12月	リネン用水	31.25 m^3/h	NCL-1635	2.20	0.71	0.10
千葉県 東金市	平成25年6月	飲料水	13.5 m^3/h	NCL-1130	2.07	0.16	1.70
兵庫県 神戸市	平成25年8月	リネン用水	52.5 m^3/h	NCL-2035	1.00	0.30	5.10
茨城県 神栖市	平成25年10月	リネン用水	25 m^3/h	NCL-1216	0.30	0.02	0.00
新潟県 長岡市	平成26年6月	リネン用水	26 m^3/h	NCL-1823	1.20	0.25	0.30
新潟県 長岡市	平成26年9月	リネン用水	23 m^3/h	NCL-2528	2.50	0.39	3.80
福島県 双葉郡	平成27年3月	工業用水	10 m^3/h	NCL-1221	1.70	0.24	1.00
京都府 八幡市	平成28年3月	リネン用水	20 m^3/h	NCL-1742	1.61	2.05	0.12
北海道 北広島市	平成28年4月	工業用水	30 m^3/h	NCL-1625	0.40	0.08	0.78
三重県 津市	平成28年12月	工業用水	20 m^3/h	NCL-1828	0.15	0.34	2.32
埼玉県 三郷市	平成29年11月	リネン用水	50 m^3/h	NCL-1834	-	-	1.25
茨城県 取手市	平成30年3月	工業用水	70 m^3/h	NCL-2538	0.40	0.05	1.90
岩手県 奥州市	平成30年9月 (施工中)	リネン用水	20 m^3/h	NCL-1830	0.30	0.03	2.20

【海外実績】

	納入月	用途	処理量	原水水質		
				Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	NH_4^+-N (mg/L)
中国 瀋陽市	平成25年2月	水道水	50,000 m^3/日	8.30	1.50	0.35
中国 綏化市	平成26年1月	水道水	40,000 m^3/日	1.20	1.30	―
中国 綏化市	平成27年5月	水道水	30,000 m^3/日	1.30	1.30	―
ベトナム ハノイ市	平成27年11月	ペットボトル用水	50 m^3/日	4.74	0.31	―
マレーシア ケランタン州	平成27年12月	水道水	10,000 m^3/日	9.50	0.80	0.50
ベトナム ハノイ市	平成28年6月	水道水	2,500 m^3/日	5.8	0.24	4.25
中国 内モンゴル自治区	平成28年8月	水道水	10,000 m^3/日	0.6	0.20	1.55
マレーシア ケランタン州	平成30年5月 （施工中）	水道水	1,000 m^3/日	0.12	0.08	0.17
マレーシア サバ州	平成30年6月 （施工中）	水道水	5,000 m^3/日	10.00	1.00	0.50
マレーシア ケランタン州	平成31年12月 （施工中）	水道水	20,000 m^3/日	10.00	1.00	0.50

２－２－３　比較優位性

(1) 薬品不使用による容易な維持管理について

従来の薬品処理技術では、鉄・マンガン・アンモニア態窒素の濃度に対し、酸化剤である塩素がそれぞれ 70%、130%、760%が必要となる。また、それぞれに対し一般的な次亜塩素酸ナトリウム中の有効塩素濃度は約 12%である。従って、鉄・マンガン・アンモニア態窒素の濃度に対し、それぞれ約 5.8 倍、約 10 倍、約 63 倍の次亜塩素酸ナトリウムが必要となる（重量比）。

当社のケミレスは、地下水中で酸化していない状態（イオン状態）の鉄・マンガン・アンモニア態窒素に対し、特殊混気ノズル（特許技術）を使うことで、溶存酸素をほぼ飽和状態とし、薬品不使用でこれらの物質を水道水質基準以下まで処理することができる。また、一度性能を発揮すると原水水質が多少変動しても継続して除去性能を発揮する。従って、次亜塩素酸ナトリウムの管理や、原水水質の変動に応じた薬品注入量の管理が不要となり、同時に薬品費も不要となる。また、塩素による副生成物であるトリハロメタン等は発がん性を有するが、薬品不使用のため、塩素副生成物の発生がなく、安心で安全な水を供給することができる。

(2) 超高速処理（ろ過速度 LV=500m/d）による省スペース化について

ケミレスは接触酸化処理と生物処理を併用しているが、従来の生物処理である緩速ろ過（ろ過速度 LV=5m/日）の約 100 倍のスピードで処理することができる。（従来の薬品処理と比べても、約 4 倍速い。）

一方、高速で処理することにより、目詰まりが発生しやすくなるため、逆流洗浄が必要となる。しかし、頻繁な逆流洗浄は生物ろ床を痛めてしまう。そこで、表面洗浄と逆流洗浄を併用した洗浄方法である「WP 洗浄（特許技術）」により、生物ろ床も傷つけることなく目詰まりを防止している。

なお、当技術は試運転時に洗浄頻度をプログラミングにより設定し、自動制御となっている。

(3) タイでの水処理設備について

事前調査にて、タイでは薬品処理方式を採用している浄水場が存在することが確認された。そのため、既存方式とケミレスを比較すると優位性が明らかになった。

表 2-2　タイにおける既設浄水方式との比較

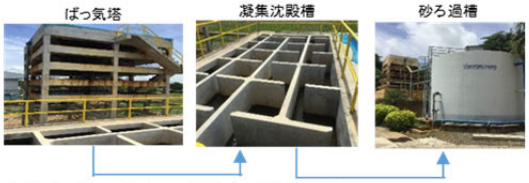
	ケミレス 方式	タイ 方式
方法	生物処理と接触酸化の併用	ばっ気処理、薬品を注入し不純物を除去
性能	高濃度の汚染物を除去できる。	低濃度であれば水質基準を満たすことが可能。
処理速度	高速処理が可能 設置面積が小さい。 ○	ろ過速度が遅い 広大な設置面積が必要 ×
薬品の有無	無 ○	有 ×
維持管理性	薬品の管理が必要ないため、維持管理が容易。 ○	薬品管理が必要であり、専門的な知識が必要。 ×
その他	生物層が育つまでに時間が必要。 △	薬品由来の発がん性副生物が発生するリスクがある。 △
処理フロー	タンク一つで、地下水中の鉄、マンガン、アンモニア態窒素、ヒ素の除去が可能	 多段処理であり、設置面積が大きい。
総合	◎	△

表 2-3　ランニングコスト試算結果（※想定　水質及び現地条件により異なる。）

ランニングコスト比較　（原水条件[mg/L]　Fe:5、Mn:0.5、NH_4-N:0.5）			
	ケミレス	薬注処理方法	差額
処理費用	7 円/m^3	40 円/m^3	**33 円/m^3**

（参考）

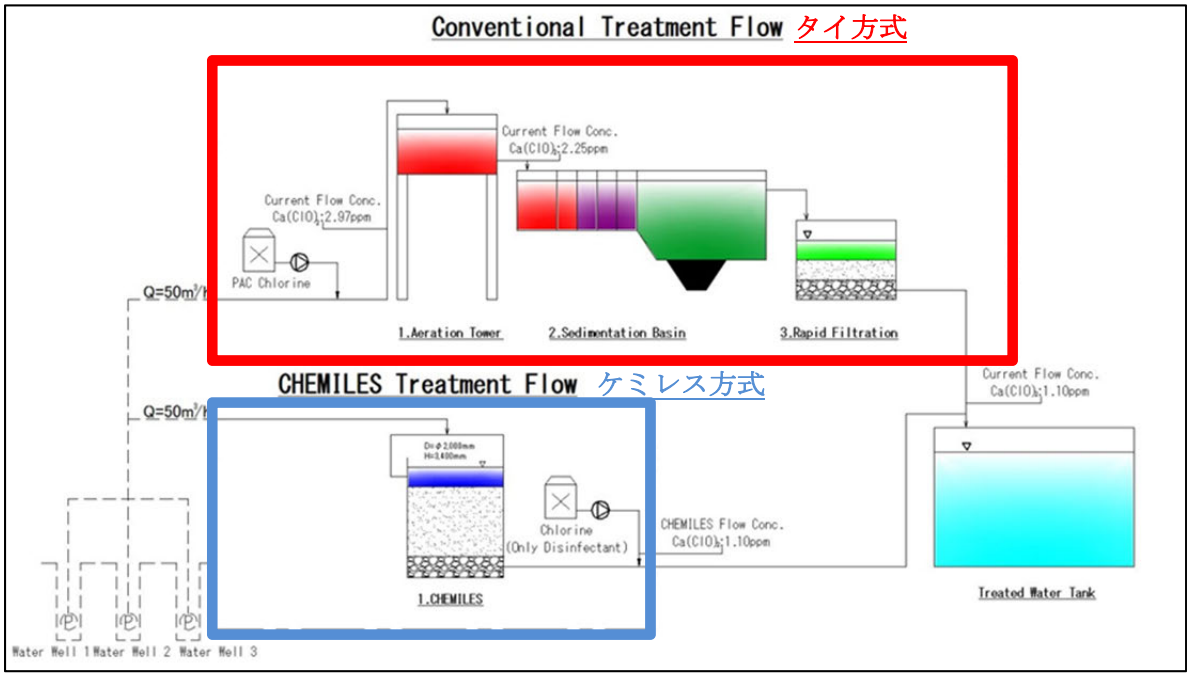


図 2-1　タイにおける従来技術（薬品処理方法）との比較

２－３　提案製品・技術の現地適合性

非公開

２－４　開発課題解決貢献可能性

現在の開発課題として、地方部での水需要の増大と水質に関する課題、設備の更新に関する課題がある。

1. 安全な水の供給：水質基準を確認し、基準を超過している浄水場等を調査しながらケミレスの適応可能性を確認し、提案を行う。
2. 増大する水需要への対応：水需要に合わした浄水場の増改築状況等を調査しながら、地下水源の場合、ケミレスの適合性確認し、提案を行う。
3. 老朽化する地方部における水供給設備の更新：設備更新状況及び新技術導入の可能性を調査しながら、提案を行う。

よって、増大しつつある水需要に対し、今まで使用を諦めていた水源を安価で安全に処理できるシステムであるケミレスを提案し、開発課題解決に貢献する。

【２－３－２現地適合性結果（１）ヒアリング結果】で得られた調査結果より、大きく分けて【①ヒ素除去】と、【②高濃度鉄・マンガン】除去のニーズが確認された。また、【１－３－１PWA の概況】より、地下水需要が増加しているおよび供用年数が長く設備が古くなっている浄水場が好ましく、今まで調査を行った中から、下記の浄水場を普及・実証における対象地として選定する。

表　2-4　普及・実証候補地

名前	①　Si Nakhon 浄水場	②　Si Samrong 浄水場
課題	水処理に多くの薬品を利用しており、薬品管理が煩雑かつコストが高い。供用年数が 39 年になっている。	原水中のヒ素濃度が高く、現施設では水質基準を安定的に処理できない。供用年数が 30 年になっている。
写真		

① 鉄・マンガンの濃度が高く（鉄：WHO 基準値の約 26 倍、マンガン；約３倍）、その処理のために 20 kg／日を超える薬剤を投入する必要があり、薬剤購入費を始めとするランニングコストに苦慮する Si Nakhon 浄水場でケミレスを導入し、無薬注・省エネルギー・省スペース化を実現する。

② ヒ素が WHO 水質基準を約２倍上回り、給水人口の増加が多い Si Samrong 浄水場において、ヒ素を安定的に除去し水質安定を実現する。

第３章 ODA 案件化

３－１　ODA 案件化概要

【事業名】タイ国 地方都市における安全で安定的な上水給水の普及実証（仮）

【事業スキーム】普及・実証事業

【事業目的】

① 実証事業対象地域の住民に、安全な水道水を供給し、安定的な上水給水を実現する。

② 対象国でのケミレス実機納入及び運転で初期コスト・ランニングコストを低く抑える。

③ 事業後も PWA がケミレスを問題なく運用する体制を構築する。

④ 実証事業の実機を用いて、水道関係者に特徴・性能を周知する。

【協力期間】2018 年 10 月より 24 ヶ月

【実施体制】(株)ナガオカ＋外部人材（三井物産プラントシステム、オリエンタルコンサルタンツ）

【現地カウンターパート】タイ地方水道公社（PWA）

【現地パートナー】TWRA (Thailand Water Resources Association), Mitshui & Co. (Thailand) Ltd.等

３－２　ODA 案件内容

目的：
薬品を使わずに地下水に含まれる不純物を安心して飲める水準まで除去するケミレスを活用し、タイ地方水道局の目指す安心で飲料可能な水の供給を実現し、都市と地方における水質格差の改善に寄与する。

施策：

① 実証事業対象地域の住民に配水される水道水の品質を向上させ、安全で安定的な上水給水を実現する。

② 対象国でのケミレス実機納入及び運転で初期コスト・ランニングコストを低く抑える。

③ 事業後も PWA がケミレスを問題なく運用する体制を構築する。

④ 実証事業の実機を用いて、水道関係者に特徴・性能を周知する。

成果	活動
成果１：浄水場からの配水において、地下水の汚染物質である、鉄・マンガン・アンモニア体窒素・ヒ素ををWHO基準以下まで除去する	1-1 実証事業を通じて、浄水場から配水する水質が安定的に鉄・マンガン・アンモニア態窒素・ヒ素等が除去され、WHO基準を満足していることを実証し、水質改善につながることを確認 1-2 安全な水道水を安価で供給することにより、安定的な上水給水を実現する。
成果２：ケミレスのランニングコストを５割減、導入コストを従来型施設の２割増まで低下させる。	2-1 実証事業での運用コストを収集し、ランニングコストを従来の５割減まで低下させる。
	2-2 実機製造のタイでの工程を増加させ、従来方法の施設導入価格の２割増しまで減少させる。
成果３：ケミレス運用マニュアル（タイ語版）の整備、技術者の運用技術取得（技術移転）	3-1 実証事業での OJT 及び本邦受入活動による技術移転
	3-2 タイ語版運用・維持管理マニュアルの作成
成果４：実証事業結果について、セミナー開催・展示会出展、シンポジウムでの論文発表し、水道関係者、地下水利用企業への周知を図る。	4-1 ケミレス実機納入場所でのセミナーを実施し、特徴・性能を関係者に周知する。
	4-2 実証事業の結果を、展示会での出展、シンポジウムでの論文発表を実施し、水道関係者、地下水利用企業に対する技術的信用を得る。

３－２－１　活動内容詳細

1-1 実証事業を通じて、浄水場から配水する水質が安定的に鉄・マンガン・アンモニア態窒素・ヒ素等が除去され、WHO 基準を満足していることを実証し、水質改善につながることていることを確認

Si Nakhon 浄水場の処理能力である 50m³/h のケミレス実機を納入し、６カ月間の実証運転を実施する。その際、地下水汚染物質である鉄・マンガン・アンモニア体窒素が、タイ国内で広く採用が広がる WHO 基準以下以下まで除去できることを実証する。

Si Samrong 浄水場の処理能力である 145 m³/h のケミレス実機を導入し、６カ月間の実証運転を実施する。その際、原水に混入している毒性の高いヒ素が、日本の水道水基準以下になっていることを実証する。

1-2 タイ国内及び WHO 基準を満足していることを実証し、水質改善につながることを確認

Si Nakhon 浄水場及び Si Samrong 浄水場に導入したケミレスによる処理水が、実質的なタイの水道基準である WHO 基準を満たしており、地域のユーザーに安全で高品質な水を提供し、安定的な上水給水を実現する。

2-1 実証事業での運用コストを収集し、ランニングコストを従来の５割減まで低下させる。

Si Nakhon 浄水場及び Si Samrong 浄水場でのケミレスの実証運転期間中のランニングコスト（電気代、薬品代等）が、従来に比べて５割削減できることを実証する。従来、汚染物質である鉄等を除去するため、薬品を大量に投入していたが、それが必要なくなるためランニングコストが低下する。

2-2 実機製造のタイでの工程を増加させ、従来方法の施設導入価格の２割増しまで減少させる。

Si Nakhon 浄水場及び Si Samrong 浄水場でのケミレス実機導入の価格を、従来方法の施設の更新費用に比べて、２割増しまで削減する。できるだけタイでの製造を実施し、運送費などを削減することにより実現を目指す。また、従来の導入コストの２割増して抑えることにより、初期コストの増額の回収が７年程度で可能であることを証明する。

また、導入時の支払額を従来の施設建設と同等に抑え、運用時のサービスフィーとして回収するビジネスモデルも検討する。サービスフィーの源泉はランニングコスト削減による運用コストの低減分である。

3-1 実証事業での OJT 及び本邦受入活動による技術移転

実証事業において PWA の技術者・作業者と運用をすることで、運用技術の技術移転を実施する。異動等の事態に備えるため、複数の担当者に技術移転を実施する。３名以上を目標とする。

具体的な移転技術としては、ケミレスの日常・定期点検、消耗品の状況把握・交換作業、水質モニタリング方法等である。

3-2 タイ語版運用・維持管理マニュアルの作成

事業実施後も日本側からの投入なしにケミレスの適切な運用が可能なように、また担当者の異動などに対応するため、タイ語版の運用マニュアルを作成する

4-1 ケミレス実機納入場所でのセミナーを実施し、特徴・性能を関係者に周知する。

実証事業実施中に Si Nakhon 浄水場及び Si Samrong 浄水場においてセミナーを実施する。対象者は PWA の他地区の管理者・技術者及び DGW、地方自治体の水道担当者。可能であれば、民間工場の技術担当者も含めたものを実施する。

実施の目的は、実証実験以外の地下水利用浄水場（地方自治体を含む）の責任者・担当者及び PWA 本部・DGW 等の地下水利用政策決定者、地下水利用企業調達責任者等に、特徴・性能を実感してもらい、事業実施後のビジネスにつなげることである。

セミナーの概要は、座学でのケミレスの理論的及び技術的内容の講習、ケミレスの実機の見学と効果の体験等を計画している。

4-2 実証事業の結果を、展示会での出展、シンポジウムでの論文発表で PR

実証事業の結果を動画・パネルにまとめ、パイロット機と共に展示館に出展する。Thai Water Expo 2020 等を想定している。展示会には様々な水道関係者、地下水利用企業関係者が訪れることが想定される。これらの関係者はケミレス販売の直接的及び間接的ターゲットであるため、以下の手順でケミレスについて周知を目指す。①ケミレスの存在の周知、②ケミレスの効果のアピール、③ケミレスの性能・仕組みについての理解、④より詳細な情報の取得。

実証事業の結果をタイ大学関係者と論文にまとめ、シンポジウム等で発表する。Thai Water Expo 2020 をはじめ、タイ水道協会総会等を候補にしている。論文を発表することで、水道関係の研究や政策を立案する立場にある研究者や政府関係者の目に留まることが考えられる。また、論文にはパンフレットなどには記載が難しい詳細な技術情報を記述できるため、より深い理解が得られることが想定される。その結果、タイ国の地下水利用に関わる中枢に技術的優位性をアピールでき、技術的な理解及び信用を得ることを目標としている。

３－２－２　投入

(1) 日本側：

・ ケミレス実機による地下水浄水施設の更新：
　Si Nakhon 浄水場（鉄・マンガン・アンモニア体窒素除去の実証、50m^3/h）
　Si Samrong 浄水場（ヒ素の除去、145m^3/h）
　（両浄水場ともスコータイ県内に位置する）
・ 投入する専門家：ケミレス設計技術者、ケミレス設置技術者、ケミレス技術指導等
・ 使用機材：ケミレス実機（Si Nakon 浄水場：50m^3/h、Si Samrong 浄水場：145m^3/h）
・ セミナーでの発表者（日タイ大学関係者、PWA 関係者、ナガオカ社員）
・ 本邦受入活動（２度）

(2) タイ側：

・ ケミレス実機設置の許可、場所の提供
・ ケミレス実機運用のための人員提供（試料採取、日常点検、（株）ナガオカへの状況報告、ケミレス現地適合性実証のための補助活動全般）
・ 普及実証事業実施担当者の任命（連絡窓口、許可申請、OJT 受講者、普及活動補助等）

・ セミナーでの発表等、展示会出展、論文執筆・発表への協力
・ 普及実証事業後の PWA からの受注獲得を目指すために、スペックインに関する必要手続きの開示・協力

３－２－３　実施体制

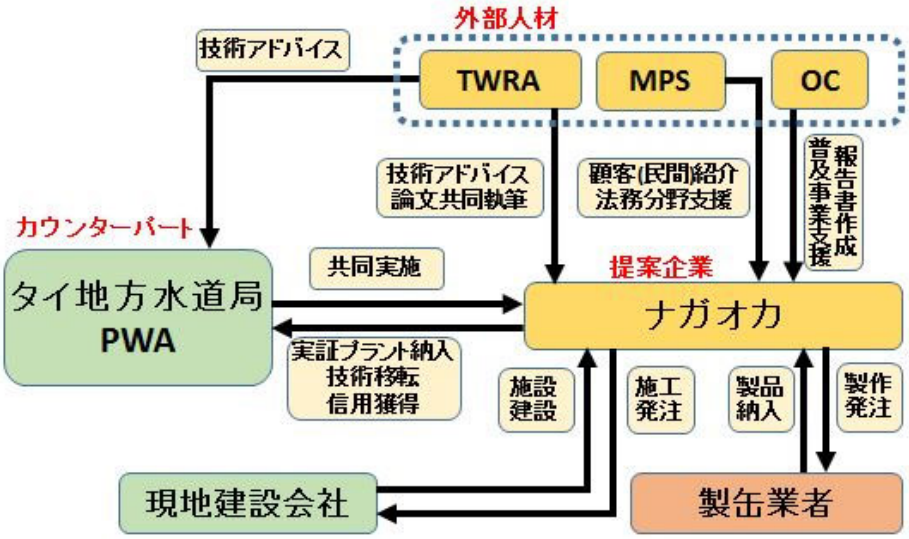


図　3-1　実施体制

３－２－４　活動計画・作業工程

応募：2018 年 4 月

事業実施期間：2018 年 10 月～2020 年 3 月

表　3-1　作業計画・作業内容

	2018			2019												2020								
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
KOM	■																							
工事準備		■	■	■																				
工事･試運転				■	■																			
実機運転					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
中間報告会①					■																			
水質確認					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
メンテナンス指導①									■															
中間報告会②									■															
展示会									■															
技術交流会①											■													
技術交流会②													■											
メンテナンス指導②														■										
最終報告会(PWA)														■										
技術論文執筆															■	■	■	■						
技術論文投稿･審査																		■	■	■	■			
技術論文発表																					■			
展示会出展																					■			
報告書作成																■	■	■	■	■	■	■		
最終報告会(JICA)																					■			
業務完了報告書提出																						■		
事業終了																								■

３－２－５　事業額概算

・ 事業額概算：全体事業費１億円、内提案製品・技術にかかる経費（機材費等）５～７千万円

３－２－６　本提案事業後のビジネス展開

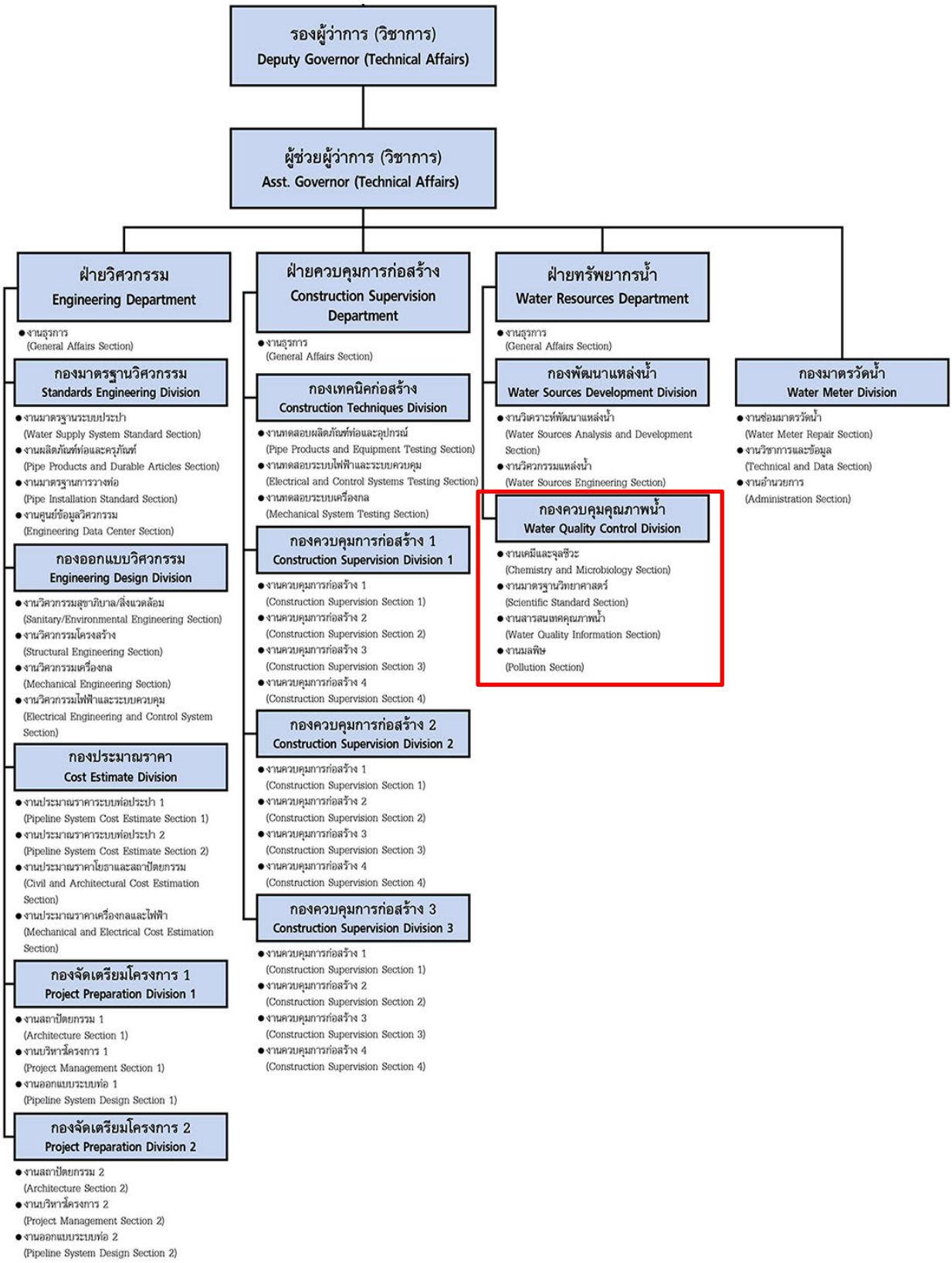
・ PWA のその他の地下水浄水場へのケミレス導入への足掛かりとして、実証事業で導入するケミレス実機の果たす効果は大きい。設置した浄水場での効果を実証することによって、さらなる普及につながると考えている。
・ PWA 以外の水道事業者（主に地方自治体）への普及活動：実証事業の効果をアピールするセミナー等を開催し、タイ国内では知られていないケミレスの技術・性能・効果をタイ国水道関係者に周知する。その後、導入に向けた営業活動を開始する。また、タイ地下水資源局（DGR）と協働する。
・ 民間企業への導入：ケミレスは給水事業のみならず、食品及び飲料産業でも活用が可能である。その効果を実証するためのデータを収集し、性能と経済的効果をアピールして、営業活動を実施する。
・ 上水道計画・設計を実施しているタイ国水道分野の建設コンサルタントと協力し、PWA を始めとする水道事業者が実施する水道／給水事業において、ケミレスのスペックインを目指す。

３－３　C/P 候補機関組織・協議状況

３－３－１　C/P 候補機関組織

普及実証事業での C/P として、地方部における水道局を管轄している PWA を想定している。現時点での想定は以下の通り。

・ 正式名称：Provincial Waterworks Authority：タイ地方水道公社
・ 当該国政府における位置づけ：タイ王国水道法に基づいて設置された組織
・ 役割：バンコク都以外の地方部 73 件への水道水の生産、配給水事業及びその水資源確保
・ 水質担当部局：Water Quality Control Division
・ 水質担当部局を含む技術部門の組織図を次ページに示す。


รองผู้ว่าการ (วิชาการ)
Deputy Governor (Technical Affairs)
ผู้ช่วยผู้ว่าการ (วิชาการ)
Asst. Governor (Technical Affairs)
ฝ่ายวิศวกรรม
Engineering Department
● งานธุรการ
(General Affairs Section)
กองมาตรฐานวิศวกรรม
Standards Engineering Division
● งานมาตรฐานระบบประปา
(Water Supply System Standard Section)
● งานผลิตภัณฑ์ท่อและครุภัณฑ์
(Pipe Products and Durable Articles Section)
● งานมาตรฐานการวางท่อ
(Pipe Installation Standard Section)
● งานศูนย์ข้อมูลวิศวกรรม
(Engineering Data Center Section)
กองออกแบบวิศวกรรม
Engineering Design Division
● งานวิศวกรรมสุขาภิบาล/สิ่งแวดล้อม
(Sanitary/Environmental Engineering Section)
● งานวิศวกรรมโครงสร้าง
(Structural Engineering Section)
● งานวิศวกรรมเครื่องกล
(Mechanical Engineering Section)
● งานวิศวกรรมไฟฟ้าและระบบควบคุม
(Electrical Engineering and Control System Section)
กองประมาณราคา
Cost Estimate Division
● งานประมาณราคาระบบท่อประปา 1
(Pipeline System Cost Estimate Section 1)
● งานประมาณราคาระบบท่อประปา 2
(Pipeline System Cost Estimate Section 2)
● งานประมาณราคาโยธาและสถาปัตยกรรม
(Civil and Architectural Cost Estimation Section)
● งานประมาณราคาเครื่องกลและไฟฟ้า
(Mechanical and Electrical Cost Estimation Section)
กองจัดเตรียมโครงการ 1
Project Preparation Division 1
● งานสถาปัตยกรรม 1
(Architecture Section 1)
● งานบริหารโครงการ 1
(Project Management Section 1)
● งานออกแบบระบบท่อ 1
(Pipeline System Design Section 1)
กองจัดเตรียมโครงการ 2
Project Preparation Division 2
● งานสถาปัตยกรรม 2
(Architecture Section 2)
● งานบริหารโครงการ 2
(Project Management Section 2)
● งานออกแบบระบบท่อ 2
(Pipeline System Design Section 2)
ฝ่ายควบคุมการก่อสร้าง
Construction Supervision Department
● งานธุรการ
(General Affairs Section)
กองเทคนิคก่อสร้าง
Construction Techniques Division
● งานทดสอบผลิตภัณฑ์ท่อและอุปกรณ์
(Pipe Products and Equipment Testing Section)
● งานทดสอบระบบไฟฟ้าและระบบควบคุม
(Electrical and Control Systems Testing Section)
● งานทดสอบระบบเครื่องกล
(Mechanical System Testing Section)
กองควบคุมการก่อสร้าง 1
Construction Supervision Division 1
● งานควบคุมการก่อสร้าง 1
(Construction Supervision Section 1)
● งานควบคุมการก่อสร้าง 2
(Construction Supervision Section 2)
● งานควบคุมการก่อสร้าง 3
(Construction Supervision Section 3)
● งานควบคุมการก่อสร้าง 4
(Construction Supervision Section 4)
กองควบคุมการก่อสร้าง 2
Construction Supervision Division 2
● งานควบคุมการก่อสร้าง 1
(Construction Supervision Section 1)
● งานควบคุมการก่อสร้าง 2
(Construction Supervision Section 2)
● งานควบคุมการก่อสร้าง 3
(Construction Supervision Section 3)
● งานควบคุมการก่อสร้าง 4
(Construction Supervision Section 4)
กองควบคุมการก่อสร้าง 3
Construction Supervision Division 3
● งานควบคุมการก่อสร้าง 1
(Construction Supervision Section 1)
● งานควบคุมการก่อสร้าง 2
(Construction Supervision Section 2)
● งานควบคุมการก่อสร้าง 3
(Construction Supervision Section 3)
● งานควบคุมการก่อสร้าง 4
(Construction Supervision Section 4)
ฝ่ายทรัพยากรน้ำ
Water Resources Department
● งานธุรการ
(General Affairs Section)
กองพัฒนาแหล่งน้ำ
Water Sources Development Division
● งานวิเคราะห์พัฒนาแหล่งน้ำ
(Water Sources Analysis and Development Section)
● งานวิศวกรรมแหล่งน้ำ
(Water Sources Engineering Section)
กองควบคุมคุณภาพน้ำ
Water Quality Control Division
● งานเคมีและจุลชีวะ
(Chemistry and Microbiology Section)
● งานมาตรฐานวิทยาศาสตร์
(Scientific Standard Section)
● งานสารสนเทศคุณภาพน้ำ
(Water Quality Information Section)
● งานมลพิษ
(Pollution Section)
กองมาตรวัดน้ำ
Water Meter Division
● งานซ่อมมาตรวัดน้ำ
(Water Meter Repair Section)
● งานวิชาการและข้อมูล
(Technical and Data Section)
● งานอำนวยการ
(Administration Section)

３－３－２　協議状況

現在までの協議状況は以下の通り。

(1) 調査開始前

- 2016 年 8 月に PWA 水質管理部門向けに技術プレゼンテーションを実施し意見交換を行った。その際に、ケミレスのパイロット試験を行うことを合意した。
- また、同時期に浄水場の地下水から基準を超過する物質が含まれている 3 箇所（スコータイ県）の現場視察を実施済。
- 2017 年 4 月 5 日にパイロット試験実施について Deputy Governor［Technical Affairs］及び関連所属部署（Water Quality Control Division）と LOI を締結している。

(2) 調査開始後

- 第 1 回渡航時:2017 年 5 月 29 日に本調査キックオフミーティングを実施、スコータイ県 Si Nakhon 浄水場においてパイロット機を設置しパイロット試験の実施について合意した。
- 第 5 回渡航時：2017 年 9 月 4 日に中間報告会を開き、パイロット試験の経過を報告後、その他の地方浄水場調査の実施について合意した。
- 本調査への協力を依頼して以来、将来の普及実証事業実施にむけ、スキームの説明等を実施済。基本的に協力を頂ける方向で合意済。
- 第 5 回渡航時：2017 年 9 月 7 日に Si Samrong 浄水場を視察し、原水に基準以上のヒ素が混入していることが判明した。
- 第 8 回渡航時:2017 年 12 月 14 日に PWA の Governor を表敬し、本調査の進捗状況及び次のステップである普及実証事業のスキームについて説明した。その際、Si Nakhon 浄水場及び Si Samrong 浄水場にケミレス実機を設置し実証事業を実施する計画を立てていることを提案し、合意した。また、普及実証事業実施にかかるサポートレターを発行していただくことで了承を得た。
- 第 8 回渡航時に、PWA が計画する今後の地下水利用計画の提供を依頼し、後日回答を得た。
- 第 9 回渡航時：2018 年 1 月 30 日に PWA に本調査でのパイロット試験（Si Nakhon 浄水場での 1.2m^3/h の試験機）結果を報告し、普及実証事業において導入する実機の具体的な提案を行った。内容については基本的に合意し、最終報告書を提出することになった。PWA はその報告書を受領した後に、普及実証事業実施にかかるサポートレターを発行することで合意した。

３－４　他 ODA 事業との連携可能性

タイにおける他社の ODA 事業としては、「タイ地方水道公社における浄水場維持管理能力向上支援事業」（平成 25 年 10 月から平成 28 年 3 月）が上げられる。実施団体の埼玉県企業局にヒアリングを実施し、事業後も課題として残った点、成果が上がった点などを確認し、本事業に反映することで、連携可能性を検討する。特に能力向上に関しては技術移転において本事業でも実施するため、連携することで効果がより明確になると想定している。

上記の事業では、運転・維持管理に関する各種マニュアル（手順書）が作成された。このマニュアルは表流水の処理を対象にしているため、地下水を処理するケミレスの運用マニュアルとは対象の水源が異なるが、共通している部分もあるため、整備されたマニュアルを参考にしながら、普及実証事業ではケミレスの運用マニュアルを作成する。

また、横浜ウォーター株式会社が平成 27 年 3 月に完了した事業「タイ国□タイ地方水道公社（PWA）と連携した配水管□維持管理事業調査（中小企業連携促進）」は、水道の配水管及び無収水率の低減に着目しており、ケミレスなどで浄化した処理水を各家庭まで届ける部分の状態を改善することを目的にした事業である。横浜ウォーター株式会社が計画した事業が実施に移った場合は、ケミレスで処理した浄水場の配水管の維持管理業務と連携することにより、より安全で高品質な水道を住民まで届けることが可能になる。今後、普及実証事業を実施するに当たり、横浜ウォーター株式会社、もしくはそのスキームで事業を実施しようとしているタイ国企業の同行を調査し、連携できることがないか検討する。（2018 年 1 月に横浜ウォーターへ確認した時点では、現在タイでの現地合弁企業立上げには至っていない。）

３－５　ODA 案件形成における課題・リスクと対応策

３－５－１　現時点での判明事項

・ 実証事業実施サイト

現時点では Si Nakhon 浄水場及び Si Samrong 浄水場で計画している。このうち Si Nakhon 浄水場でのケミレス稼働時間は 10 時間とケミレスの能力を最大限発揮するには、少し短い。そのため、ポンプの出力制御装置（インバーター）を設置し、日当たりの処理能力を変えずにケミレスの稼働時間・効率を上げる事についても検討する。

・ 輸入の際の輸送状況・通関に関する情報

日本とタイとの製品の輸出に関しては、複数のフォワーダーが多く実績を有しており、特段の問題はないことが判明した。

・ タイ国での商習慣

タイでの事業実績のある日系事業者等と協力して普及実証事業を実施することで、不慣れな商習慣を避けることができる。

・ 為替リスクが存在するので、対応するように米ドル・日本円での契約、為替予約などを利用したリスクヘッジを実施する。

３－６　環境社会配慮等

本調査はカテゴリ C に該当するため本項目は該当しない。

３－７　期待される開発効果

【現時点での判明事項】

- Si Nakhon 浄水場及び Si Samrong 浄水場において、地下水の汚染物質である、鉄・マンガン・アンモニア体窒素が日本の水道基準以下まで除去され、両浄水場から水道水の供給を受ける住民に安全で高品質な水道水が供給される。
- ケミレスのランニングコストを５割減、導入コストを従来型施設の２割増まで低下させることが達成できると、今後の地下水需要増に対応する新規浄水施設の整備及び既設浄水施設の更新において、価格競争力が備わる。
- Si Nakorn 浄水場及び Si Samrong 浄水場の技術者にケミレスの運用技術が移転され、事業後も適切な運用が続けられる。また、確認や新しく技術を習得する技術者のためにケミレス運用マニュアル（タイ語版）が整備される。これにより、技術者の異動、退職においても継続した運用体制を維持できる。
- 実証事業実施状況を PWA の本部・他支部の技術者に紹介し、特徴・機能を周知することにより、PWA の他浄水場での採用を促す。
- 実証事業結果を技術論文にまとめ、シンポジウムで発表する。また、展示会に出展し、多くのタイ国水道関係者に広報することで、食品工場、飲料工場、精密機械工場などへの展開を進める。（普及・実証事業終了時点で、納入実績 2 件を目指す。）

第４章 ビシネス展開計画

４－１　ビシネス展開計画概要

タイ国内の上水事業は、バンコク周辺部を Metropolitan Waterworks Authority（MWA）、それ以外 74 県（給水戸数約 3.7 百万戸）を PWA が管轄し、これらでカバー出来ていない地方部や小規模なものは各地方自治体が運営している。

ケミレスは地下水を対象とした水処理装置であるため、地下水取水制限のあるバンコク周辺部は導入の対象とならず、PWA が管轄する地方部及び各地方自治体をビシネス展開の主な対象と想定する。

ケミレスは、無薬注で急速に地下水の処理が可能であるため、既存の地下水処理装置に比べ OPEX の大幅な削減が見込まれる。そのため、旧来型の売切型のビシネスモデルのみならず、リースを活用した使用料徴収型のビシネスモデルも検討する。

ケミレスの導入により、タイにおいては地下水源の低 OPEX での有効活用が可能となり、上水道アクセス率の向上が見込まれる。また、ケミレスの要素技術部分は日本製を予定していることから、ケミレスの導入によりナガオカ及び協力企業の売上増加、雇用創出が見込まれる。

タイ国内における当面のターゲットとして以下を想定している。

1) PWA

JICA 普及・実証事業を活用したケミレスの実機導入によるヒ素除去性能の確認。

実機導入を梃子として、PWA 傘下の地下水ベースの浄水場（10～20 か所を想定）への拡販。

特に、PWA 傘下には、水質悪化により休眠中の井戸があることから、これらが主なターゲットとなる。

本案件化調査を通して、PWA のケミレス導入ポテンシャルサイトの調査中。

2) 地方自治体

タイ国内の約 58%の給水事業は各地方自治体が運営していることから、タイ地下水資源局（DGR）の協力のもと、各地方自治体が運営する地下水ベースの浄水場への導入を目指す。

3) 民間企業

飲料メーカーや食品メーカーは地下水源を活用しているケースあり。PWA への導入事例を梃子として、日系商社のネットワーク活用や現地パートナー候補（後述）との連携により開拓する。

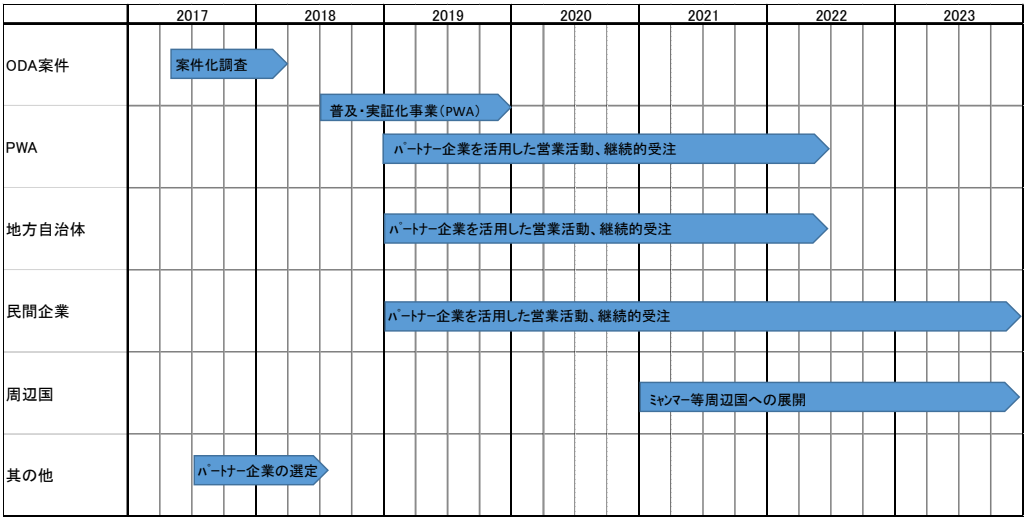
4) 其の他海外展開

タイでの取組に続き、地下水需要の旺盛なミャンマーなど、タイ周辺国での展開を目指す。

5) スキーム

日系商社による輸出金融アレンジや延払いスキーム、リースを活用した使用料徴収型のスキームの活用も検討する。

表 4-1　計画



４－２　市場分析

非公開

４－３　バリューチェーン

非公開

４－４　進出形態とパートナー候補

非公開

４－５　収支計画

非公開

４－６　想定される課題・リスクと対応策

非公開

４－７　期待される開発効果

・官庁案件

①　安全な水の供給

ケミレスの鉄、マンガン、ヒ素等の除去能力発揮により、現在休眠中の井戸の再生。これによるタイの上水道アクセス率向上（現状は約 80%）。

・民間案件

①　自動運転による人員削減

工場等の民間案件では、浄水管理に人員を割くことが出来ない状況のため、ケミレスによる自動運転によって、人員を削減することが可能である。

② 維持管理コストの削減

ケミレス導入による薬品費や運営人件費の削減による運営コストの削減。（民間案件等では、約８割のコストカット例もあり）

４－８　日本国内地元経済・地域活性化への貢献

ケミレスの要素技術であるキーパーツに就いては、日本国内の協力業者に委託予定であり、ケミレスが拡販出来れば、協力会社の売上への貢献となる。

また、ケミレス拡販によりナガオカの営業及び技術担当者の増員など、雇用創出となる。

Summary Report

Feasibility Survey with the Private Sector for Utilizing Japanese Technologies in ODA Projects "Feasibility Survey for Safe Water in Provincial Area with Japanese Technology of Extremely High Speed Groundwater Treatment System "CHEMILES" without Use of Chemicals" In Thailand

April, 2018

Japan International Cooperation Agency

Nagaoka International Corporation

Chapter 1 Tasks Facing the Development of the Target Countries or Regions

1. Overview of Thailand

(1) Climate and population

Thailand is situated in tropic zones in the northern hemisphere and its climate is characterized by high temperature and humidity. Thailand has a population of as many as 65.9 million, the fourth populous country of ASEAN nations following Indonesia, the Philippines, and Vietnam. The population is expected to reach the peak in 2024 and to start declining then on. The declining trend is expected to occur mainly in agricultural districts, while the increasing trend is expected to continue in urban districts. In addition, the increase in the urban population is borne not by the metropolitan area of Bangkok but by local urban areas under the jurisdiction of PWA, where the rate of population increase has become more remarkable.

(2) Overview of underground water and waterworks

In Thailand, underground water forms an important source of water supply, benefiting 20% of the public waterworks and 75% of domestic water. Regarding the water quality, the pollution of underground water by a certain amount of natural iron and manganese occurs in some districts frequently, in underground water sources near mining sites in particular.

2. Development program, policy, laws and regulations and the like associated with the task of development concerned

This project agrees with the basic policy toward Thailand, namely, the "promotion of a bilateral increase in profits and the contribution to local development on the basis of a strategic partnership" and can make a meaningful contribution in the most critical field of the "sustained development of economy and the approach to the maturing society." Thailand will be ranked No.1 in ASEAN nations in terms of the total amount of trade and the amounts of investment and assistance from overseas, and the country will play the central role that provides the key to the development of the Mekong district. Under these circumstances, the development of basic infrastructures for the economic development as a semi-advanced country in the future is the supreme proposition for the country. The efforts of our company in contributing to the waterworks field in the capacity of a partner in developing infrastructures will be effective when seen from the viewpoint of building a model for cooperation in the development of a semi-advanced country. Such efforts will also agree with the ideal of constructing basic facilities as well as infrastructure facilities of waterworks and sewerage systems for the competitiveness enhancement, the challenges in development work.

Chapter 2 Proposed Enterprise and its Products and Technologies

1. Overview of the proposed enterprise and its products and technologies

(1) Proposed enterprise

1. Name of the legal person	Nagaoka International Corporation
2. Name of the representative	Yasuhisa Umezu
3. Address of the head office	6-1 Nagisa-cho, Izumiotsu City, Osaka, 595-0055 JAPAN
4. Address of the R&D center	2-12 Nishiki-Minami-cho, Kaizuka City, Osaka, 597-0094 JAPAN
5. Date of foundation	November 1, 2004
6. Description of the business	Manufacture of screens for oil-refining, petrochemical processes and underground water intake Designing, procurement and installation work for underground water treatment appliances

Our company has track records in the water treatment field of delivering "Chemiless," our unique product, to 58 water treatment plants and private enterprises both at home and abroad. Our "Chemiless" products received an award in the small-scale project sector under the Project Innovation Awards (PIA) system of the International Water Association (IWA) because of our epoch-making water treatment technology. After the reception of the award, our company has built track records of overseas sales in China, Malaysia and Vietnam, having great potential of expanding overseas sales in the future. In particular, securing accesses to safe and worry-free water is the top priority challenge in developing countries like ASEAN nations. To respond to this demand, "Chemiless," capable of removing not only iron and manganese but also arsenic, has been highly expected, and our company will contribute to the welfare of developing countries in the field of water supply on the basis of the track records of our expertise cultivated in Japan.

(2) Positioning of the products and technologies

The positioning of the Chemiless product is a water treatment apparatus using the catalytic oxidation treatment and the biological treatment in combination. A Chemiless product uses oxygen in the air and removes contaminants by allowing iron to come into contact with the periphery of the filter materials. Accordingly, a Chemiless product does not use chemicals, facilitating its maintenance. Another feature of a Chemiless product is the space saving achieved by the ultra-high-speed treatment (with a filtration rate LV of 500 m/day), compared with the conventional bioremediation treatment with slow filtration (with a filtration rate LV of 5 m/day) and the rapid filtration (with a filtration rate LV of 120 – 240 m/day), enabling the necessary space to diminish to 1/100 of the space required by the slow filtration method and 1/2 – 1/3 of that required by the rapid filtration method.

2. Site-adaptability of the proposed products and technologies

We visited the head and regional offices of PWA to conduct presentations of Chemiless products. At the same time, we made hearings on the situation of the use of underground water all over Thailand and the possibility of the introduction of Chemiless products.

Pilot tests were conducted to ascertain the following points by using Chemiless products:

A) Chemiless products can treat iron, manganese, ammonia-nitrogen, and arsenic speedily and stably without adding chemicals;
B) Chemiless products can reduce the injection of chemicals and the space for the entire facility; and
C) Chemiless products help substantially reduce the running costs for the entire purification plant.

On the basis of the results of the measurements at the Si Nakhon purification plant where a pilot test was conducted, the running costs were analyzed to compare the costs between the conventional and the Chemiless methods. The results showed that part of calcium hypochlorite and all of PAC can be cut off and that the unit running cost can be reduced from 1.10 Baht/m3 to 0.43 Baht/m3.
Based on the results of the survey obtained through the hearing, we confirmed the need, based on a rough classification, for the elimination of [1] arsenic and [2] high-concentration iron and manganese. It has been found also that water purification plants, for which the demand of underground water has increased and which have been in service for long periods and hence aged, are preferable for the application of Chemiless products. Accordingly, we selected the target locations for the promotion and demonstration of Chemiless products.

Chapter 3 Turning the Programs into ODA Projects

1. Contents of an ODA project

Purpose

Contributing to the remedy of the difference in the water quality between urban and local districts by achieving the supply of worry-free potable water targeted by the Provincial Waterworks Authority of Thailand by using Chemiless products that eliminate impurities contained in underground water to a worry-free drinkable level without using chemicals.

Measures to be taken

[1] Improving the quality of tap water distributed to inhabitants of the districts slated for a demonstration project in order to achieve safe and stable tap water supply.

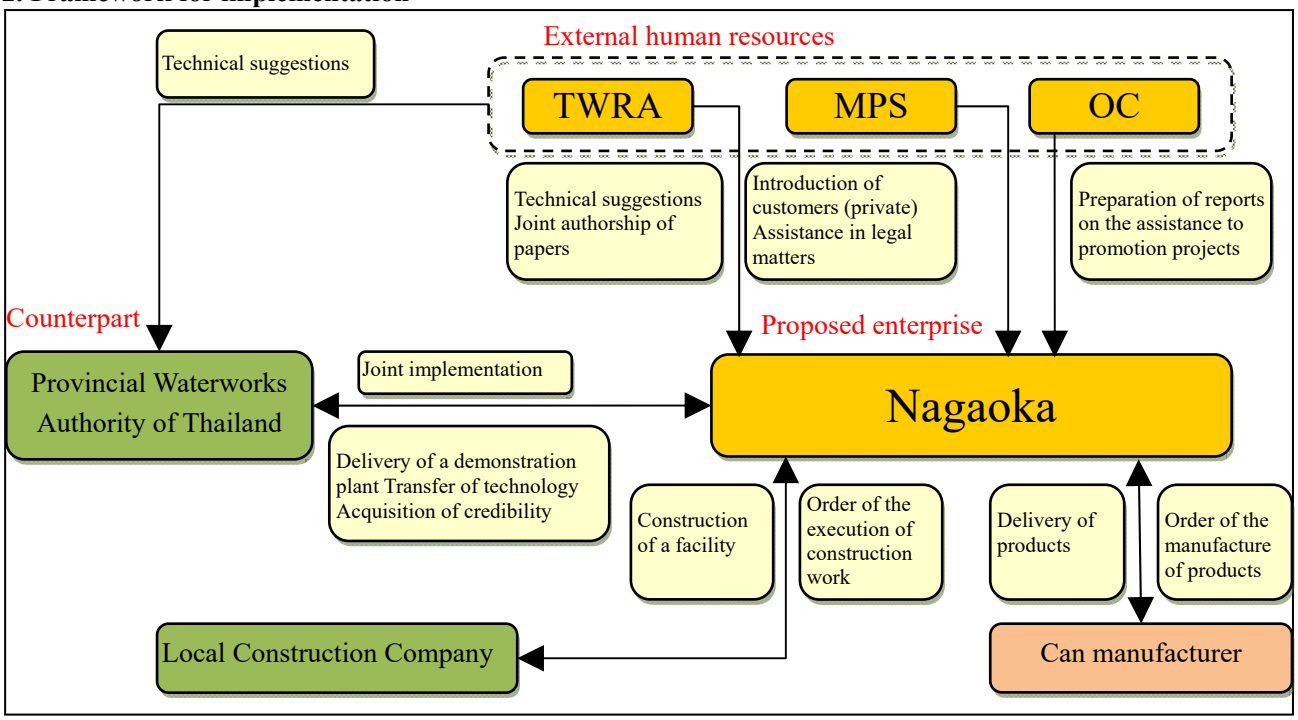
[2] Restricting the initial and the running costs by delivering and operating actual Chemiless products in the target countries

[3] Building a framework that will allow PWA to operate Chemiless products without problems after the completion of the project.

[4] Making the features and performance of Chemiless products thoroughly known to those involved in waterworks businesses by using the actual products used in the demonstration projects

Achievements	Activities
Achievement 1: Contaminants of underground water (iron, manganese, ammonia-nitrogen, and arsenic) are reduced to or below the WHO standards in the water supply from water purification plants.	1-1 Through the demonstration projects, it is demonstrated that the quality of water distributed from water purification plants is made free of iron, manganese, ammonium-nitrogen, and arsenic in a stable manner and meets the WHO standard, and it is made sure that the efforts to remove the impurities lead to the improvement of the water quality. 1-2 By supplying safe tap water at low prices, we will achieve stable tap water supply.
Achievement 2: The running cost of Chemiless products is reduced by 50% and the introduction cost of Chemiless products is reduced to the level of a 20% increase over the cost of a conventional facility.	2-1 On the basis of the operating costs collected through the execution of demonstration projects, we will reduce the running costs down to the half of the conventional level.
	2-2 By increasing the number of processes of manufacturing actual machines in Thailand, we will reduce the costs for introducing Chemiless products to the level of a 20% increase over the costs of the conventional products.
Achievement 3: Development of the Chemiless operation manual (a Thai edition) and the acquisition of the operating technology by engineers (technological transfer)	3-1 Transfer of technology through OJT in demonstration projects and the activities of acceptance of engineers to Japan
	3-2 Preparation of the operation and maintenance manuals in the Thai edition
Achievement 4: Through the presentation of the results of demonstration projects at seminars, their exhibition at expositions and the presentation of papers at symposiums, we will make the results of the demonstration projects thoroughly known to those involved in waterworks businesses and to enterprises using underground water.	4-1 We will hold seminars on Chemiless products at sites to which they have been delivered to make the features and performance of Chemiless products thoroughly known to those involved.
	4-2 In order to secure the technical credibility from those engaged in waterworks business and groundwater-using enterprises, we will display the results of demonstration projects at expositions or present papers on the results at symposiums.

2. Framework for implementation



3. Expected development effects and accompanying risks

[Items identified at the moment]

- Demonstration project execution site
  With a pump output control apparatus (an inverter) installed, the elongation of the working hour of Chemiless products and the increase in the efficiency of the Chemiless products without changing the treatment capability per day shall also be considered.
- Information on the situation in transportation and customs clearance for importation
  It has been clarified that two or more forwarders have many track records of exportation of products from Japan to Thailand and that no particular problems exist in connection with this.
- Business practices in Thailand
  Business practices to which our company is not accustomed can be avoided by cooperating with Japanese affiliated enterprises with business track records in Thailand in carrying out the promotion and demonstration projects.
- Foreign exchange risk
  Risk hedging shall be based on the conclusion of a U.S.-dollar- or Japanese-yen-based contract or on forward exchange contracts.

[Expected effects of development]

- In the Si Nakhon and the Si Samrong water purification plants, contaminants of underground water, iron, manganese, and ammonia-nitrogen, will be removed to or below the standard of the Japanese tap water standard. Safe and high-quality tap water will be supplied to inhabitants receiving tap water from these purification plants.
- If the reduction by 50% in the running costs of Chemiless products and the decrease in the cost of the introduction to the level of a 20% increase over the cost of a conventional facility are achieved, we will be armed with the price competitiveness in the installation of novel water purification facilities and the renewal of existing water purification facilities to respond to the future increase in the underground water demand.

- The operating technology for Chemiless products will be transferred to engineers at the Si Nakhon and the Si Samrong water purification plants, and the purification plants will be continuously operated adequately after the completion of the projects. In addition, a Chemiless operation manual (the Thai edition) will be developed for the checking purpose and for engineers who will learn the technology newly. This will allow a continuous operating framework to be maintained in an organizational flow of personal reshuffles and retirements among engineers.
- In order to encourage the adoption of Chemiless products at other water purification plants under the control of PWA, the situation of the implementation of the demonstration projects will be presented to engineers at the head and branch offices of PWA to have them understand the features and performance of Chemiless products thoroughly.
- The results of the demonstration projects will be summarized in technical papers to be presented at symposiums. In addition, we will display Chemiless products at expositions to make them known to many of those engaged waterworks businesses in Thailand in order to expand the products to food, beverage, and precision machine factories. (At the completion of this promotion and demonstration project, we aim to obtain two delivery records.)

Chapter 4 Plan for Expanding Business Operations

1. Overview of the plan for expanding business operations

Chemiless products being water treatment apparatuses handling underground water, the districts surrounding Bangkok in which the intake of underground water is restricted are not the targets of introducing Chemiless products. Accordingly, the major targets for our business expansion will be local areas under the jurisdiction of PWA and local autonomies.

Chemiless products being capable of quickly treating underground water without injecting chemicals, they allow us to expect a substantially larger reduction in OPEX than with existing underground water treatment apparatuses. For this reason, we will consider not only a conventional product-sale-only business model but also a lease-based charge-collecting business model.

The introduction of Chemiless products will enable underground water sources to be used at low OPEX in Thailand, with an increase in the rate of access to tap water expected. With the portion based on the elemental technology of Chemiless products scheduled to be manufactured in Japan, the introduction of Chemiless products will increase the sales and employment of Nagaoka and its cooperating enterprises.

2. Demand of Chemiless products

(1) Public sector (PWA and local authorities)

Currently, PWA controls 234 water purification plants, main ones of which use surface water as water sources. Among these water purification plants, the targets Nagaoka should aim at in its future business expansion are mainly in the three domains of [1] renewal projects, [2] add-on projects, and [3] new-installation projects.

(2) Private sector

In the private sector, considerations are being made on the three main approaches: [1] the approach to major local enterprises; [2] projects aimed at industrial parks for EEC that the Thai government supports; and [3] offshoots to the ASEAN region from Thailand as the hub. Since the survey this time in preparation for project activities has clarified the overall image of the private sector, Nagaoka will continue its own survey and look into the situation in still greater depth after the completion of the survey this time in order to win orders for projects.

(3) Renewal of aging local water supply facilities

Water purification facilities used in Sukhothai Prefecture and other locations seem to be operated in the same mechanism, and facilities that had been renewed around 1998 were recognized. The functions of water purification plants were those commonly used, centered around civil engineering facilities. They say that most of recently renewed facilities needed about the same renewal expenses for new installations.

3. Expected effects of development

(1) Projects from public sectors

[1] Supply of safe water

Bringing wells not in use back to life by the capability of Chemiless products to remove iron, manganese, arsenic, and other impurities. This will raise the rate of the access to tap water in Thailand (approximately 80% at present).

[2] Reduction in the operating costs for water purification plants

Reduction in the operating costs for water purification plants through the reduction in the costs for chemicals and operating personnel resulting from the introduction of Chemiless products. (The replacement of an existing common water purification installation with Chemiless products enables the water production cost to be cut down by approximately 50%.)

(2) Projects from private sectors

[1] Reduction in the number of personnel through the automatic operation
Projects from private sectors for plants or the like have no allowance for considering personnel for the management of purified water; however, the automatic operation using Chemiless products enables the number of personnel to be cut down.
[2] Reduction in the maintenance costs
Reduction in the operating costs through the reduction in the costs for chemicals and operating personnel resulting from the introduction of Chemiless products. (Some private sector projects have resulted in the reduction in costs of as much as approximately 80%.)

4. Contribution to the activation of local economies and communities in Japan
The manufacture of the key parts of Chemiless products, the elemental technologies, is planned to be entrusted to cooperating suppliers in Japan, and the expansion of the sale of Chemiless products will contribute to that of the cooperating companies.
In addition, the expanded sale of Chemiless products will create employment in the form of an increase in the number of sales and technical staff members of Nagaoka, for example.

Feasibility Survey for Safe Water in Provincial Area with Japanese Technology of Extremely High Speed Groundwater Treatment System "CHEMILES" without Use of Chemicals

Outline of Company and Site

- Proposal Company : Nagaoka International Corporation
- Address : Osaka, Kaizuka City
- Site and Counterpart: Provincial Water Authority (PWA), Thailand

Development needs in Thailand

- Water demands in rural area of Thailand are increased, however many groundwater treatment plants which are under management of PWA have problems of high iron, manganese, arsenic in raw water. Therefore suitable water treatment facility is required.
- PWA operates many small scale water treatment plants, and requires simple operation and maintenance treatment system for equipment replacement.

Proposed Technology and Products

- Extremely high speed chemical-less groundwater treatment system [CHEMILES]
  - Remove iron, manganese, ammonia and arsenic in groundwater.
  - Applying contact oxidation and biological treatment method, so chemicals usage is unnecessary. Simple operation and environmental-friendly.

ODA Project proposed by the Survey and expected results

【ODA Project : Verification Survey】

- To install full-scale CHEMILES in PWA owned water treatment plant, it can supply clean feed water even high contamination of Fe and As which is difficult to treat in conventional method.
- In addition, the O&M and economical advantage in CHEMILES will be confirmed by comparing with conventional chemical treatment.
- Building a model project and further market development with supports of PWA. Suitable groundwater treatment will be applied, contributing to develop a safe and reliable water supply to solve problems in increasing water demand as well as water quality problems in rural area of Thailand.

Business development of Japanese medium enterprise

- Developing a Public Private Partnership scheme through PWA, promoting application of CHEMILES from Sukhothai into other areas of Thailand.
- Develop business with Thai big private company using groundwater sources (especially, in beverage and food industry who strictly concern in water quality).