

ミャンマー

2019年度 外部事後評価報告書

無償資金協力「ヤンゴン市上水道施設緊急整備計画」

外部評価者：株式会社かいはつマネジメント・コンサルティング 田村智子

0. 要旨

本事業は、ヤンゴン市において、緊急的に改修が必要な施設を改修することにより、同市の上水道サービスの改善を支援したものである。

本事業の計画時から事後評価時まで、水供給及び衛生環境の改善は同国の優先課題であり、ヤンゴン市の上水道サービスの改善のニーズも高く、本事業はミャンマーの開発政策及び、開発ニーズと整合性があった。国民の生活向上のための支援を行うという日本の援助政策とも十分に合致していた。よって本事業の妥当性は高い。計画されていた施設整備はすべて実施され、事業費については計画内に収まったものの、事業期間が計画を上回ったため、本事業の効率性は中程度である。本事業の3つのコンポーネントのうち、「ニューフナッピン第一期浄水場の送配水ポンプ更新及びポンプ棟の建設」では、故障で十分稼働していなかったポンプを更新した。事後評価時、更新されたポンプはほぼフル稼働しており、日平均運転時間は22.9時間である。「カバエパゴダロード配水本管の更新¹」では、老朽化した同配水本管が更新された。事業完了後、本管の破裂事故やその修理による交通遮断は一度も起こっておらず、期待した成果が発現している。「ヤンキンタウンシップパイロット地区の配水管網の更新」では、老朽化した同地区の配水管網を更新した。これにより、頻繁に起こっていた漏水問題が解決し、目標どおり漏水率が8%以下になった。給水時間の延長、断水の解消、水圧や給水量の増加といった上水道サービス向上、ポンプ電気代や作業時間の軽減、衛生行動の改善といった生活環境の改善も実現している。以上より、本事業の有効性・インパクトは高い。本事業で整備された施設の運営・維持管理に係る、政策制度、体制・技術・財務・現状のいずれにも問題はみられない。不具合のある一部の部品や付属施設についても修理・改善の見込みがある。これより、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

¹ 本事業の協力準備調査ではこの配水本管を「マヤンゴンタウンシップへの配水管」と記しているが、本報告書では、同管の所在地に従い「カバエパゴダロード配水本管」と記した。

1. 事業の概要



事業位置図



ニャウフナッピン第一期浄水場の送配水ポンプ



水圧や水量が改善されたヤンキンタウンシップの小学校

1.1 事業の背景

本事業の計画時、ヤンゴン市の上水道システムは、市の人口 510 万人のうち約 42%に上水を供給していた（2013 年）。同市では人口増加に伴い水需要が急増しており、上水道サービスの重要性は増していた。しかし、長期にわたる軍政下の経済制裁の影響で、インフラへの公共投資や国際的な支援が制限され、施設の更新に必要な機器類の調達先の選択肢も限定的であったことから、適切かつ時期を得た更新・拡張ができていなかった。そのため、施設の老朽化や故障のため、断水、低給水圧、時間給水、漏水などの問題が生じていた。

このような課題に対する日本の支援策を検討するため、2011 年に「ミャンマー国ヤンゴン市上下水道改善基礎調査」が日本の経済産業省により実施された。同調査では、緊急に更新が必要な水道施設として、ニャウフナッピン浄水場の送配水ポンプの更新とヤンキンタウンシップの老朽管更新を含む 5 項目が特定された。これを受け同国政府より、上水道施設の緊急整備を目標とした協力が要請された。本事業はこれを受け実施されたものである。

1.2 事業概要

ヤンゴン市において、緊急的に改修が必要な施設を改修することにより、急増する水需要に対応する上水道サービスの改善を図り、もって同地域住民の生活環境の改善に寄与する。

供与限度額/実績額	1,900 百万円 /1,851 百万円	
交換公文締結/贈与契約締結	2013 年 5 月/2013 年 9 月	
実施機関	ヤンゴン市開発委員会 (YCDC) 水資源・上水オーソリティ (本事業実施時の名称は水衛生局)	
事業完成	2016 年 5 月	
事業対象地域	ヤンゴン市	
案件	本体	(株) 西島製作所、戸田建設株式会社
従事者	コンサルタント	(株) TEC インターナショナル
協力準備調査	2013 年 2 月～2013 年 9 月	
関連事業	<ul style="list-style-type: none"> ・ ミャンマー国ヤンゴン市上下水道改善基礎調査 (2011 年)、経済産業省 ・ ヤンゴン市上水道改善プログラム協力準備調査 (2012 年～2014 年) ・ ヤンゴン市開発委員会水道事業運営改善プロジェクト (2015 年～) ・ 専門家派遣 <ul style="list-style-type: none"> － ヤンゴン市生活用水給水アドバイザー (2012 年 4 月～2015 年 4 月) － ヤンゴン市水供給・衛生アドバイザー (2015 年 8 月～2017 年 8 月) － ヤンゴン市水道行政・水供給アドバイザー (2018 年 12 月～2020 年 12 月) ・ ヤンゴン都市圏上水整備事業 (フェーズ 1) (2014 年～) ・ ヤンゴン都市圏上水整備事業 (フェーズ 2 第 1 期) (2017 年～) 	

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

田村智子 (株式会社かいはつマネジメント・コンサルティング)

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2019 年 7 月～2020 年 6 月

現地調査：2019 年 9 月 15 日～9 月 29 日、2019 年 12 月 1 日～12 月 4 日

3. 評価結果（レーティング：A²）

3.1 妥当性（レーティング：③³）

3.1.1 開発政策との整合性

ミャンマーの開発計画は、本事業の計画時は「国家持続的開発戦略（2009年）」、事後評価時は「持続可能な発展計画（2018年～2030年）」であり、いずれにおいても、水供給及び衛生環境の改善が重要な目標として定められている。ヤンゴン市の上水道計画は、計画時は2002年に実施された JICA 開発調査「ヤンゴン市給水改善計画」であり、事後評価時は、JICA が「ヤンゴン市上下水道改善プログラム協力準備調査」で提案したマスタープランが採用されている。本事業はいずれのマスタープランとも整合性がある。

以上の通り、本事業は、計画時から事後評価時までの同国の上水道整備計画との整合性がある。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

計画時、ヤンゴン市の上水道施設で、断水や低給水圧、時間給水（平均 16.5 時間）、漏水（漏水率 50%以上）などの問題が起こっており、改善のニーズは高かった。事後評価時においても、同市の増大する水需要に対応するためには、水生産・送配水能力の強化、漏水対策などが必要であり、施設整備のニーズは引き続き高い。

本事業では、同市の上水道施設のうち、更新・修理のニーズや緊急性が特に高い、以下の 3 つのコンポーネントが選定された。これらのコンポーネントは上水システム上ほぼ独立しており、それぞれ施設の主な給配水地域は重複していない。

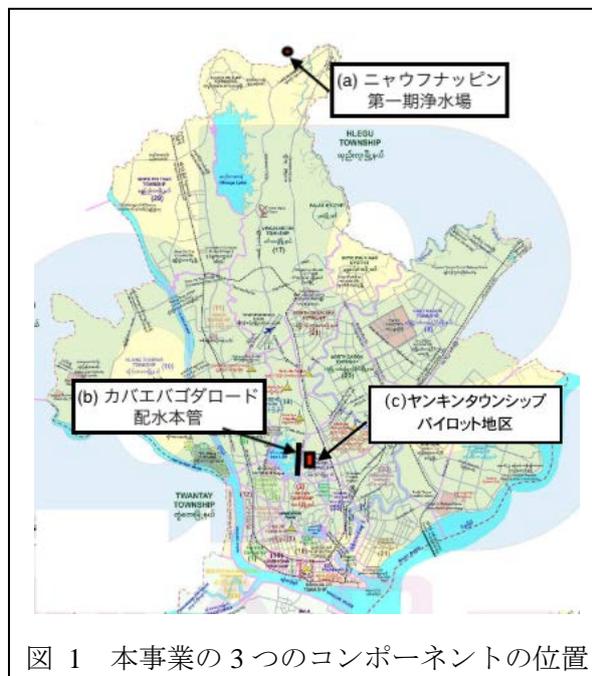


図 1 本事業の 3 つのコンポーネントの位置

- (a) ニャウフナッピン第一期浄水場の送配水ポンプ更新及びポンプ棟の建設
- (b) カバエパゴダロード配水本管の更新
- (c) ヤンキンタウンシップのパイロット地区の配水管網の更新

(a) ニャウフナッピン第一期浄水場の送配水ポンプは、同市の総給水量の 4 割を供給していたが、4 台のポンプのうち 2 台が故障して停止していた。稼働していた 2 台にも大きな亀

² A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

³ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

裂が生じ水漏れしており、水撃現象防止装置⁴も不十分であったため、頻繁に故障していた。ポンプ棟も不等沈下のため壁面に大きな亀裂が入っており、使用に適さない状態であった。(b) カバエパゴダロード配水本管は、敷設後 60 年以上が経過した老朽管であった。同管は、道路の路肩に埋設されていたが、たびたびの道路拡張工事により、埋設場所が道路の直下となり、車輛の輪荷重による衝撃で頻繁に漏水が発生していた。漏水修理に伴う断水と交通遮断は深刻な問題であった。(c) ヤンキンタウンシップのパイロット地区は、老朽化した配水管の破裂による漏水がほぼ毎日発生していた。また、当地区では過去に、適切な配水計画に基づくことなく配水管を延長・接続してきたことから、給水管が入り乱れた状態になっており、各戸への給水圧力が低下していた。以上の施設は、事後評価時においても同市の上水サービスに不可欠なものである。

これより、本事業は、計画時・事後評価時の同国の上水道セクターの開発ニーズと整合性がある。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

本事業は、計画時の日本の援助政策の重点分野である国民の生活向上のための支援の具体的施策「保健・医療サービスの整備」及び「持続的経済成長のために必要なインフラや制度の整備」に該当し、同政策と整合性があった。

以上より、本事業の実施は、ミャンマーの開発政策・開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

3.2 効率性（レーティング：②）

3.2.1 アウトプット

本事業のそれぞれのコンポーネントの主なアウトプットは以下の通りである。

(a) ニャウフナッピン第一期浄水場の送配水ポンプ更新及びポンプ棟の建設

本コンポーネントでは、ニャウフナッピン第一期浄水場の送配水ポンプ 4 基の更新及びポンプ棟の建設が行われた。主なアウトプットは表 1 のとおりであり、これは計画どおりである。

⁴ 送水管からの逆流でポンプが衝撃を受けるのを防止する装置

表 1 ニャウフナッピン第一期浄水場整備のアウトプットの実績

ポンプ棟の建設	<ul style="list-style-type: none"> ・ 基礎工事 ・ ポンプ棟建設工事（地下：鉄筋コンクリート造、地上階：レンガ積） ・ 建設施設工事（建具、照明、天井走行クレーン、床排水ポンプ等）
ポンプ・モーター施設	<ul style="list-style-type: none"> ・ 送配水ポンプ 4 基（送水量 2,850m³/時、揚程 72m、モーター出力 800kw） ・ 制御電気盤据付け及び配線材工事 ・ ポンプ付属配管及び弁類据付け工事 ・ ウォーターハンマー防止設備据付け工事 ・ 既設浄水池との連絡流入管、及び既設送水管路への連絡流出管



ポンプ棟（計画時）



ポンプ棟（事後評価時）



送配水ポンプ（計画時）



送配水ポンプ（事後評価時）

注：計画時の写真は本事業の協力準備調査報告書より転載、事後評価時の写真は外部評価者撮影

(b) カバエパゴダロード配水本管の更新

本コンポーネントでは、カバエパゴダロードの配水本管約 1.5km を更新した。管路敷設に係る計画と実績は表 2 のとおりである。配管延長は詳細設計時の実測の結果、計画数量より数量減となった⁵。付帯工事として、水管橋・弁類据え付け工事、既設管接続 7 箇所、消火栓 4 箇所及び舗装修復工事も実施した。

⁵ 本事業の計画時、配水本管と側管の接続位置、配水量を予測して 300mm と 200mm の側管の数量を想定した。詳細計画時に測量を行い、接続位置と配水量を実測して確認したところ、接続箇所が想定よりも少なかった。このため、300mm および 200mm の側管の数量が計画と比して減少した。加えて、300mm の側管を敷設する予定であったが、配水量が想定より少なく、200mm の側管を敷設するのが適切である箇所がいくつかあり、同箇所には 200mm の側管を敷設したことも、300mm の側管の数量減少の原因である。

表 2 カバエパゴダロード配水本管更新のアウトプットの計画・実績

項目	口径 (mm) と素材	施工延長(m)	
		計画	実績
配水本管	1000 ダクタイト	1,700	1,567
側管	300 ダクタイト	1,200	241
	200 ダクタイト	1,400	1,173

出所：計画は協力準備調査報告書、実績は事業完了届

(c) ヤンキンタウンシップパイロット地区の配水管網の更新

本コンポーネントでは、計画通り、パイロット地区の配水管網の更新、制御弁・空気弁・水管橋・バルブ室・流量計室の設置、対象地域内の各戸への給水管接続と個別給水水道メーターの設置を行った。本コンポーネントの対象は、計画では 500 戸程度を対象とし、この地域を水理的に独立させ DMA (配水区画)⁶を構築する予定であった。しかし、同国で将来構築される DMA の規模は 2,000 戸程度であり、同コンポーネントの DMA も、この規模に合わせて 2,000 戸程度とすることが望ましいことから対象地域が拡大された。変更後の対象地域の戸数は 1,945 であり、計画の約 4 倍となった。

配水管網更新の計画と実績は表 3 のとおりである。管路敷設延長は上述の対象地域の拡大により増加した。

表 3 ヤンキンタウンシップパイロット地区の配水管網更新のアウトプットの計画と実績

口径 (mm)	素材	施工延長 (m)	
		計画	実績
400	ダクタイト	40	24
350	ダクタイト	620	1,674
200	ダクタイト	370	1,152
150	PVC	0	152
100	PVC	2,460	4,679
合計		3,490	7,681

出所：計画は協力準備調査報告書、実績は事業完了届

⁶ DMA (District Metered Area) は、配水管網を水理的に独立させた小さな区画に分割したものである。区画に出入りする全ての水の量を流量計で計測し、区画毎の水使用量を監視して無収水削減に役立てることを目的として構築する。



ヤンキンタウンシップの住宅に設置された
給水管



ヤンキンタウンシップに設置された
個別給水用水道メーター

本コンポーネントでは、対象地区に構築された DMA をモニタリングするための電送装置一式が設置された。この装置には、ヤンキンタウンシップに設置された流量計、流量表示計、水圧表示計、塩素表示計、機器制御装置、無停電電源装置、イエグポンプ場のモニタリング室に設置されたデスクトップコンピューター、プリンター、通信用モデムが含まれる。これにより、イエグポンプ場では、DMA 内の流量、水圧、塩素含有量のデータをインターネット通信によりリアルタイムで受け取ることができるようになった。この装置の設置目的は、受け取ったデータをコンピューターで集計・分析し、配水データと検針水量を比較することで無収水率⁷を推定することであった⁸。

同 DMA 監視システムを使った配水データ分析及び配水管理の方法に関する技術指導を目的としたソフトコンポーネントも計画どおり実施された。



ヤンキンタウンシップに設置された
DMA 監視システム用データ記録装置



イエグポンプ場内に設置された
DMA 監視システムモニタリング機器

以上のとおり、予定されていた施設整備はすべて実施された。コンポーネント(b)は数量の変更があったが、これは、実測や必要性の確認の結果、実施されたものであった。コンポーネント(c)の対象地域は約4倍に拡大されている。

このように、本事業は計画以上のアウトプットがあった。

⁷ 無収水とは、配水管からの漏水や盗水により料金徴収ができない水のことである。無収水率は、給水量における無収水の割合を無収水率という。

⁸ DMA 監視システムを活用して配水量を継続的にモニタリングし、DMA 内の配水状況の変化を把握し、漏水や盗水を早期発見したり、使用量の少ない深夜に、DMA 内に設置されているバルブを順次開け閉めしながら、配水データをモニタリングすることで、DMA 内の漏水箇所を特定したりすることもできる。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

事業費の計画は1,901百万円、実績は1,864百万円であり、計画内に収まった(98%)。コンポーネント(c)の対象地域の拡大に伴い更新計画の設計費用や工事費用が増加したが、これにはコンポーネント(a)の効率的な入札の結果発生した余剰金が充当された。

3.2.2.2 事業期間

本事業では、3つのコンポーネントを2つの契約に分けて工事を実施した。より緊急性の高いコンポーネント(a)の詳細設計と入札を先行させ、早期に工事が完了するようにし、コンポーネント(b)と(c)の詳細設計・入札・工事を続けて行った。事業期間の計画は22ヶ月、実績は32ヶ月であり、実績は計画を上回った(145%)⁹。コンポーネント(c)の対象地域拡大にともなう設計変更と、コンポーネント(b)と(c)の入札に関し、当時の円安の影響で応札価格が予定価格を下回らず、再入札が必要になったことから時間を要したことが事業期間遅延の主な原因である。

以上より、本事業は事業費については計画内に収まったものの、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度である。

3.3 有効性・インパクト¹⁰ (レーティング: ③)

3.3.1 有効性

3.3.1.1 定量的効果 (運用・効果指標)

「事業の背景」に記したとおり、本事業の3つのコンポーネントは上水システムとしてほぼ独立しており、それぞれ別の効果が期待されていた。そのため本事後評価では、各コンポーネントに期待されていた目標の達成度を個別に検証し、それを総合して事業全体としての有効性を判断した。

表4に3つのコンポーネントの指標の達成状況を示した。コンポーネント(a)の目標はほぼ達成されており、コンポーネント(b)と(c)の目標は達成されている。後述する通り、各コンポーネントの事業事前・事後の各種情報を収集した結果からも、本事業の効果が確認できる。これより、有効性は高い。

⁹ 事業期間は計画・実績とも、起点は詳細設計開始日とし、完了はコンポーネント(b)と(c)の竣工日とした。

¹⁰ 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

表 4 各コンポーネントの指標の目標達成状況

指標	計画前の値	目標値	実績値	
	2012年	2018年 事業完了3年後	2019年	
			値	達成度
(a) ニュウフナッピン第一浄水場の送水時間（ポンプ運転時間/日/台）	16.7	24.0	22.9	95%
(b) 本配水本管の破裂事故の回数	17回/2年	0回/年	0回/年	100%
(c) ヤンキンタウンシップ内の対象地の漏水率（%）	50%以上	10%	8%以下	達成

出所：基準値・目標値は準備調査報告書、実績値は事後評価質問表回答

(a) ニュウフナッピン第一期浄水場の送配水ポンプ更新及びポンプ棟の建設

本コンポーネントでは、計画時、老朽化や故障で十分稼働していなかったポンプを更新し、更新されたポンプが24時間稼働することが期待されていた。事後評価時、更新されたポンプはほぼフル稼働しており、図2のとおり2019年の日平均運転時間は22.9時間である（95%の目標達成度）。日平均運転時間が24時間に満たない理由は、夜間に水需要が減少した際に、ポンプ3台のうち1台を停止し、2台の運転に切り替えることがあること、停電によりポンプが停止することがあることである。ポンプの不具合で運転が停止したことはない。ポンプの送水量も本事業完了後に顕著に増加した（図3）。計画時に頻繁に起こっていたポンプ停止日（24時間ポンプが停止した日）や、水撃事故も起こっていない。



図 2 ポンプの日平均運転時間
(単位：時間/日/台)



図 3 ポンプの日平均送水量
(単位：百万ガロン/日)

出所：事後評価時質問表回答より評価者作成

本施設の送配水による接続数¹¹も、計画時の35,900箇所から事後評価時は43,340箇所へと増加した。これには、本事業による施設整備により、送水時間や送水量が増加したことに加え、YCDC水資源・上水オーソリティが、本事業完了後、ニュウフナッピン第一期浄水場からの送水管の一部（19 km）を36インチコンクリート管から48インチ鋳鉄管に更新したことにより、送水能力が増強された結果、同浄水場の送配水地域内の配水管網の延長と新規

¹¹ 接続数は、水道を引き込む数（配水管と給水管の接続数）のことである。

消費者の接続が可能となったものである。

(b) カバエパゴダロード配水本管の更新

計画時、本配水本管は頻繁に破裂事故が起こっており、その回数は2010年6月から2012年8月までの約2年間で17回にのぼった。破裂事故を修理する際に発生する交通遮断も問題になっており、本事業によりこの交通遮断が解消されることが期待されていた。そのため、本コンポーネントは、破裂した同配水本管を修理する際の交通遮断の発生状況を効果指標として有効性を評価した。事業完了後、破裂事故による交通遮断は一度も起こっておらず、本コンポーネントの目標は達成されている。

本管経由の接続数は、計画時は2,583箇所、事後評価時は3,621箇所であり増加した。計画時、本管は自然流化による重力送水用に使われていた。しかし、本事業により本管が新しくなり、ポンプ送水に耐えられる強度になったため、水資源・上水オーソリティは、本管をイエグポンプ場に接続し、ポンプ送水により遠方まで水が届くようにした。同オーソリティはこのポンプ送水を有効利用すべく、本管から分岐するカマユッタウンシップにつながる配水管の更新、同タウンシップの配水管網及び加圧ポンプの更新、新規消費者への接続を行なった。接続数の増加は、これらの結果、実現したものである。

(c) ヤンキンタウンシップパイロット地区の配水管網の更新

本事業の計画時、ヤンキンタウンシップパイロット地区では、老朽化や不適切な配管により漏水が頻繁におこっており、本事業によりこの問題が解決されることが期待されていた。本コンポーネントは、対象地域の漏水率で有効性を評価する計画であった。事業実施前は50%以上、目標は10%以下であった。YCDC水資源・上水オーソリティから提供されたデータによると、事業完了後の対象地域の無収水率は8%であり（2017年7月）、漏水率は8%以下と推定される¹²。このように、本コンポーネントも、計画時に設定した目標が達成されている。

表5に示すとおり、同地区では、漏水事故回数の大幅な減少、給水圧力の顕著な改善、料金収入の増加も実現している。

¹² 無収水は、配水管からの漏水に加え、盗水やメーター未設置により料金徴収ができない水を含む。そのため、漏水率は無収水率より低い。

表 5 ヤンキンタウンシップパイロット地区の配水・給水状況

指標	事業実施前後の配水・給水状況			
漏水事故	配水管網の更新により漏水事故の頻度が大幅に減少した。事業実施前は配水管網の漏水事故が頻繁に起こり、修理作業を毎日行っていたが、事業実施後は、漏水事故はほとんどなく、修理作業は4年間で2回実施したのみである。(これは、配水管網の不具合ではなく、車両が消火栓に衝突したために修理が必要となったものである。)			
給水圧力	効果的に配水できるよう管網が設計されたこと、漏水がなくなったことで有効水量が増え、水圧が大幅に改善した。事業実施前は給水圧が低く、団地の2階以上の世帯では、給水管直結揚水ポンプを使って水を部屋まで上げる必要があった。このポンプは、漏水時に地表面や地中の汚水を引き込んでしまうこともあった(協力準備調査報告書)。事業実施後は、同ポンプなしでも団地の4階まで水が上がるようになり、事後評価時、同ポンプを使用している世帯はなかった。			
料金収入	「3.2.1 アウトプット」に示した通り、対象地域の1,945戸に水道メーターを設置したため、1接続あたりの平均月料金収入は事前・事後で大きく増えた(下表参照)。この期間、料金は改定されていない ¹³ 。			
	年月	2016年1月 施設整備前	2016年6月 施設整備直後	2019年7月 事後評価時
	項目			
	月間料金収入(チャット)	2,784,600	3,229,080	5,815,466
	上水接続数(箇所)	1,547 ¹⁴	1,570	1,746
	1接続あたり平均月間料金収入(チャット/月/接続箇所)	1,800	2,057	3,331
	出所：事後評価質問回答			

3.3.1.2 定性的効果(その他の効果)

本事業の受益地における上水道サービスの改善例を把握するために、各コンポーネントの給配水地の消費者を対象に定性調査を実施した¹⁵。その結果、本事業の受益地域では、給水時間の延長、断水の解消、水圧の増加、給水量の増加など、上水道サービスの改善が実現していることが分かった。

例えば事業完了後、本事業で更新されたカバエパゴダロード配水本管を使った送水の圧力や量が増加したことから、過去20年間、水が届かなかった地域にも配水ができるようになった(次ページのコラム参照)。

¹³ 直近の料金改定は2012年4月である。料金は、メータ設置世帯は88チャット/m³、基本料金100チャット、メーター未設置世帯は固定料金1800~3000チャットである(2019年11月現在)。

¹⁴ 水道メーター設置戸数(1,945戸)が上水接続数(1,547箇所)より多いのは、ビルへの給水において、配水管からのビルへは一箇所接続しているが、同ビル内にある複数の店舗等にそれぞれ水道メーターを設置する場合があるためである。

¹⁵ グループディスカッションを4件実施した。参加者は合計33名(男性21名、女性12名)であった。加えて、世帯訪問を4世帯実施し、小学校2校とタウンシップ病院1件を訪問した。

【過去 20 年間水が届かなかった地域で給水が再開】

カマユッタウンシップのインヤレイクロード付近の住宅地は、上水施設の老朽化により過去約 20 年間、上水サービスが滞っていた。地下水の量や質も悪いため、住民から上水サービス再開の要求が高かった。漏水の多発していたカバエパゴダロード配水本管が本事業により更新され、同管が圧力配水に耐えられるようになったため、水資源・上水オーソリティは本事業完了後、この配水本管から同タウンシップへつながる配水管や、タウンシップ内の配水管網の整備を行い、上水サービス再開を実現した。同住宅地の住民への聞き取り結果を以下に示した。



世帯（4 人家族）へのインタビュー

以前は井戸水を使っていたが、鉄のような臭いがすること、黄色いことから、生活用水に使用するのは不安であった。洗濯に使うと服が黄色くなった。上水施設が更新され、サービスが再開すると聞き接続を申請した。上水は水質がよく、料理にも安心して使え、大変満足している。

3.3.2 インパクト

3.3.2.1 インパクトの発現状況

計画時、本事業実施による上水道サービスの改善が、地域住民の生活環境の改善に寄与することが期待されていた。上述の定性調査の結果、以下のとおり、本事業は地域住民の生活環境の改善に寄与していることが分かった（次ページのコラムも参照のこと）。

- ・ 断水の解消や給水時間の増加により、家庭では洗濯やシャワーなど、使いたい時にすぐに水が使えるようになった。小学校でも手洗い、トイレ清掃などに必要な水が常時得られるようになった。これらにより生活が便利になり衛生行動も改善した。
- ・ ポンプを使って井戸水を汲み上げたり、水道水を団地の土階に上げたりする必要がなくなり、電気代や作業時間が軽減した。
- ・ 以前は、数日に一度、しかも深夜にしか水が供給されなかった。深夜に水が来た時には、できるだけ多くの水をタンクに貯めていた。事業実施後は、日中も水が来るようになり、深夜に水を確保する作業が不要となり、夜は安心して寝られるようになった。
- ・ 井戸水は水質が悪く、洗濯物が黄色くなったり、料理に使えなかったりした。事業実施後は質の良い水道水が使えるので、安心して洗濯や料理ができるようになった。

健康改善の例は挙げられなかった。YCDC の水資源・上水オーソリティは、上水道の水質改善に取り組んでいるが、現在のところ、上水には不純物がある。そのため、いずれの世帯で

も飲料水は購入しており、上水サービスの改善と健康改善の関係性が薄いことが理由と考えられる。

【本事業実施による上水道サービスの改善が地域住民の生活環境の改善に寄与】

ヤンキンタウンシップの団地2階に住む世帯へのインタビュー

以前は水圧が低く、ポンプを使って部屋まで水を汲み上げていたが、頻繁に起こる停電の際には部屋に水を汲み上げることができず大変不便であった。停電は多い時は1日6時間、少なくとも1時間あり、乾季には毎日停電することもあった。施設更新後、ポンプを使わなくても水が部屋まで上がるようになり、大変便利になった。ポンプ電気代も不要となった。今は停電に関係なく水が届くので安心である。上水は水質、水量とも問題なくサービスに満足している。



ミンガラドン タウンシップ病院 (25床) 院長

3年前までは、水道水はほとんど供給がなく、井戸水を大量にポンプで組み上げて使用していた。ポンプのモーターが熱くなったら止め、冷めたら稼働させるという作業を毎日合計約5時間行う必要があった。施設更新後、水道水の量や水圧が改善し、停電による断水時以外は、24時間水道が使えるようになった。井戸水をポンプで汲み上げる必要がなくなり、電気代の節約、組み上げ作業負担の軽減が実現した。



3.3.2.2 その他、正負のインパクト

本事業を担当したコンサルタントによれば、本事業では工事において、低騒音の掘削機及び発電機を使用したり、土砂の積み込み時間中は、ダンプトラックのエンジンを止めたりし、周辺住民への配慮がなされた。コンポーネント(b)の対象地域であるカバエパゴダロードは、ヤンゴン市内とヤンゴン空港を結ぶ幹線道路である。本道路における配水本管敷設時に、同国で初めて導入された推進工法¹⁶⁾は、交通渋滞緩和に効果的であった。コンポーネント(a)は、浄水場内の工事であり、環境への影響は想定されなかった。この想定通り、問題は発生していない。市街地で実施されたコンポーネント(b)と(c)ではモニタリング計画に沿って、毎月、騒音、振動のモニタリングがなされた。ミャンマーには環境基準がないため、世界銀

¹⁶⁾ 推進工法は、掘削機械で地中を掘削した箇所に水道管を挿入し、同管をジャッキで押す作業を繰り返すことで管路を埋設する方法である。開削工事に比べて地表を掘削する必要性が少ないため、掘削による振動・騒音が抑制でき、道路の通行止めによる交通渋滞も縮小できる。

行の基準が参考値として用いられた。実測値が参考値を大幅に超えることはなく、全体として問題はなかった。いずれのコンポーネントも、工事への住民からの苦情や申し立てはなかった。

着工1ヶ月後、ポンプ場建設工事現場で作業員一名が死亡しており、これは、安全配慮を怠ったために発生した感電死と認定された。着工時から十分な安全対策が採られていれば、防げた可能性がある。事故発生後、施工会社による補償の支払いや、施工計画書の更新、安全責任者の明確化、安全手順書の作成を含む施工管理体制の強化、仮設電気設備・作業環境の改善などの安全対策が適切に実施された後、工事が再開された。対策実施や補償金支払いが迅速に行われたため地元住民の反発や反対運動はなかった。その後事故は起こっていない。事故発生後の適切な対応により、本事故による負のインパクトが及ぶ範囲は最小限に留まったことから、本事故が本事業のインパクト全体に及ぼす影響は限定的と考える。

本事業による住民移転・用地取得はなかった。

以上より、本事業の実施により計画どおりの効果の発現がみられ、有効性・インパクトは高い。

3.4 持続性（レーティング：③）

3.4.1 運営・維持管理の制度・体制

水供給衛生局は、2018年、YCDC法の改定により組織改編され、上水サービスを担当する「水資源・上水オーソリティ」と下水サービスを担当する「排水下水管理オーソリティ」に分離された。水資源・上水オーソリティの組織図は図4のとおりである。

組織改編、名称変更はあったものの、上水に関する組織内の課の構成や責任には変更がなく、これらの変更が本事業の運営維持管理に与える影響はない。同オーソリティには合計2,852名の職員が配置さ

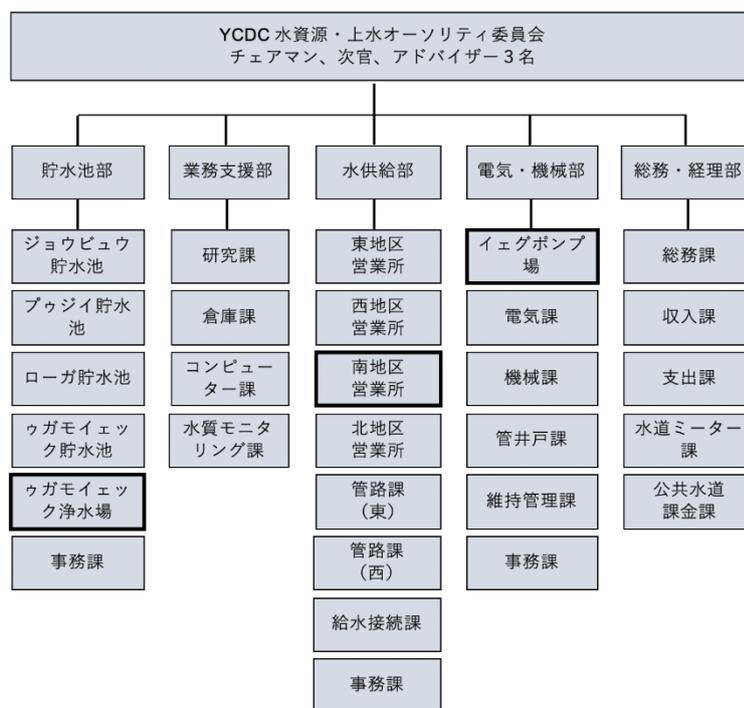


図4 ヤンゴン市水資源・上水オーソリティ組織図

(2019年12月現在)

れている。

ニャウフナッピン第一浄水場送水ポンプ場は、ウガモイエック浄水場の管轄下にある。同浄水場には合計 116 名の職員が配置されており、各部署の責任や役割は明確である。浄水場や本事業で整備されたポンプ場には運営維持管理に必要な人員が配置されている。

カバエパゴダロード配水本管の維持管理を担当しているのは、イエグポンプ場内の配水管係である。ヤンキンタウンシップ管理事務所は南地区営業所の管轄下にある。同管理事務所には合計 29 名の職員が配置されており、役割や責任は計画時と比較して変更はない。本事業で整備された配水施設の運営・維持管理やメーター検針・料金徴収に必要な人員は確保されている。

以上のとおり、本事業の持続性に支障をきたすような制度・体制上の課題はない。

3.4.2 運営・維持管理の技術

本事業の施設・機材の中には技術的な問題で使用されていない、または使用頻度が極端に低いものはない。

DMA 監視システムのデータの収集・分析について技術的な問題はおこっていない。担当職員は、毎日、毎月のデータの記録と分析を行い、レポートを作成している。無収水管理課は、無収水率の計算方法を習得している。ヤンキンタウンシップでは、JICA 長期専門家や技術協力事業「ヤンゴン市開発委員会水道事業運営改善プロジェクト」（以下、「技術協力プロジェクト」）の支援を受け、漏水記録、漏水量の推定作業を実施しており、流量計や漏水探知機を購入し、これら機器の活用による漏水対策も実施予定である。水資源・上水オーソリティは、上述の技術協力事業の支援を受け、職員の能力強化のために、幹部研修、新人研修、ポンプ運転研修などを実施している。

このように、本事業で整備された施設の運用・維持管理上の技術に係る問題はない。

3.4.3 運営・維持管理の財務

水資源・上水オーソリティは計画時と同様、独立した事業体ではなく、YCDC 内の部署として予算配分を受けて上水道サービスを運営している。同オーソリティは、本事業完了後、年次予算を使い、本事業で整備された施設の有効活用や受益拡大につながる施設整備を実施している。P13 のコラム【過去 20 年間水が届かなかった地域で給水が再開】はその一例である。同オーソリティの各タウンシップ事務所では、同オーソリティの予算で、今後も本事業対象地域内の配水管網の延長や、接続数の延長を実施する予定であり、事業で整備した施設のさらなる有効活用が期待できる。

収入と支出の内訳からは、料金が収入の 91%を占めており（図 5）、資本支出の主な項目は配水事業（図 6）、経常支出の主な項目は電気代、物品購入費、労務費（図 7）であることがわかる。

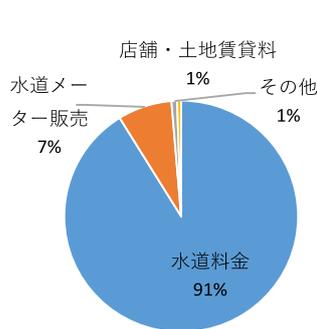


図 5 2017 年度収入

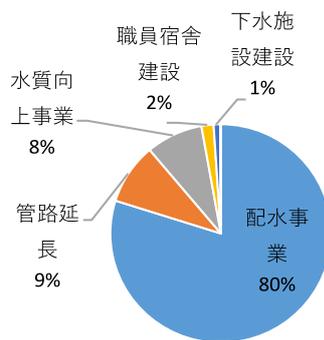


図 6 2017 年度資本支出

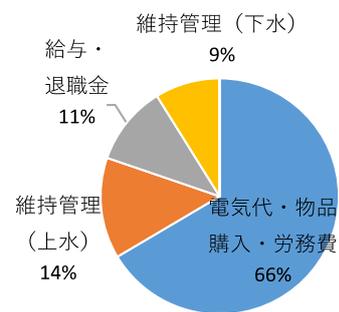


図 7 2017 年度経常支出

注：いずれも 2017 年度の実績（2017 年 4 月から 2018 年 3 月まで）
出所：事後評価時質問表回答

同オーソリティの過去 3 年度の収入と支出を表 6 に示した¹⁷。収入は YCDC を通して国庫に納入されている。支出は YCDC からの予算配布で賄われている。

表 6 水資源・上水オーソリティの収支実績

(単位：100 万チャット)

項目	2016 年度	2017 年度	2018 年度前半
収入合計	12,104.343	13,772.791	5,989.607
資本支出	14,919.868	40,246.935	33,021.079
経常支出	18,153.377	18,150.290	10,772.863
支出合計	33,073.245	58,397.225	43,793.942

出所：事後評価時質問表回答

表 6 が示す通り、同オーソリティは支出が収入を超過しており、税務的独立性もない。水道サービスの持続性の観点からは、水道事業体としての財務的独立性や料金値上げによる財務改善があることが望ましい。同オーソリティはこれを認識しているものの、同市の水道料金は政治的な判断で 2012 年 4 月以降、値上げされていない。財務的独立性については将来の目標ではあるが具体的な施策は採られていない。

しかし、現状の財務体制において、本事業で整備した施設の運営・維持管理に必要な予算は確保されており、本事業による効果の持続性に支障をきたすような財務的問題はない。

¹⁷ ミャンマーの会計年度は 4 月から翌年 3 月末までであったが、2018 年半ばから会計年度が 10 月から翌年 9 月までに変更になった。そのため、2018 年は 3 月から 9 月までの前半 6 ヶ月の会計となっている。

3.4.4 運営・維持管理の状況

(a) ニヤウフナッピン第一期浄水場ポンプ場

浄水場のポンプは順調に稼働しており、運転、注油・点検などの維持管理作業は、浄水場管理事務所の維持管理スタッフにより適切に行われている。ポンプ棟の部材の不具合もない。瑕疵検査で指導された、稼働中のポンプ軸封部からの適度な漏水の毎日のチェック、空気弁の水位の1ヶ月に一度のチェックと排水作業、送水管の量水メーターの値のモニタリング、流量計の定期的な清掃も実施されている。

2018年半ばから、ポンプのモニタリングパネルのディスプレイの数字が表示されなくなった。運転に際し重要なモニタリング項目である、ポンプ流量・モーターの電圧・電流については、職員が流量計やポンプ運転版の計測器を確認して、毎時の測定値を記帳しており、このディスプレイの不具合は、ポンプ運転には支障をきたしていない。ポンプやモーターのベアリングの温度は手触点検をしている。しかし、送水圧力、空気弁の差圧、送水バルブの開口率の確認には、モニタリングパネルが必要である。浄水場長はこの状態を認識しており、パネルの修理に必要な部品であるPLC（プログラマブル機器制御装置）を購入済みである。事後評価時、浄水場長は、同部品の設置に必要なプログラムのインストールができる専門業者に照会しており、できるだけ早く部品を設置し、モニタリングパネルの活用を再開したいとのことであった。

(b) カバエパゴダロード配水本管

更新された配水本管に不具合や漏水はなく、バルブや消火栓も不具合なく良好な状態を維持していた。瑕疵検査時に部品を交換した空気弁についても問題なく機能している。

(c) ヤンキンタウンシップパイロット地区配水管網

更新された配水管網に漏水や不具合はなく良好な状態であった。各戸に設置された水道メーターも問題なく稼働している。水道メーターのボックスに土砂が溜まった場合は、メーター検診時、必要に応じて掻き出して掃除している。瑕疵検査時、メーター内のフィルターの清掃の必要性が指摘された。これは、上水内の不純物によりフィルターに目詰まりが起こり、測定不良が起こるのを未然に防ぐためである。ヤンキンタウンシップ管理事務所は、消費者から苦情があった時のみこの清掃を実施しており、提案された、年一回程度の定期的な清掃は実施していない。

DMA 監視システムのデータ記録装置は正常に稼働しており、データは毎日・毎月記録されている。同システムのモニタリングルームでは、このデータを受け取って分析し、レポートを作成していた。2017年後半にソフトウェアの不具合が生じた。保証期間は過ぎていたものの、問題の重要性を鑑みた納入業者がインドから技術者を派遣して無料で点検・修理し、不具合の修理が実施された。その後、データの受け取りに必要なインターネットサービスの環境が変化したため、プロバイダーを変更した。その結果、2018年12月には同システムは

問題なく稼働していた。

しかし 2019 年 1 月以降、インターネットの通信速度が極端に遅くなり、流量データが連続して受け取れない、停電後のシステム立ち上げ時に長時間を要する状態となった。受け取ったデータは毎日・毎月記録され、レポートも作成・提出されているが、データが揃っていないため、無収水率の計算ができない状態である。この問題について水資源・上水オーソリティは、本事業で導入された DMA 監視システムは、上述の技術協力プロジェクトで導入された、送水量モニタリングシステムや、事後評価時に実施中の円借款 2 事業¹⁸で複数のタウンシップで導入予定の DMA 監視システムと統合させる形で運用したい考えであり、実施方法を検討するとのことであった。

なお、外部評価者が、データがほぼ揃っている 2018 年 12 月のモニタリング結果を検証したところ、消費量の約 3 倍の流量が計測されていた。配水管が DMA 外に延長している可能性があることを水資源・上水オーソリティに伝え、延長があれば延長箇所に流量計を設置し、DMA 内を測定可能な状態にする必要があることを説明したところ、同オーソリティは、延長の有無を調べて対処するとのことであった。

このように、本事業で整備された施設の運営・維持管理の状況はおおむね良好であり、不具合のある一部の部品や付属施設についても修理・改善の見込みがある。

以上より、本事業の運営・維持管理は制度・体制、技術、財務、状況ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

【ヤンゴン市の上水道サービス改善のための時機を得た多角的な支援】

「事業の背景」に記した通り、本事業は、2011 年に同国が民政移管した直後、日本の経済産業省が実施した「ミャンマー国ヤンゴン市上下水道改善基礎調査」により、更新が緊急かつ重要と判断された施設の整備を実施したものである。ニャウフナッピン第一期浄水場の送配水ポンプは、同調査で更新の緊急性が確認され、本事業で更新されたが、古いポンプはその後水没し使用不可能になっている。本事業でポンプが更新されていなければ、同市の総給水量の 4 割が停止するという緊急事態が発生していたであろう。これより、2011 年に実施された基礎調査が大変時機を得たものであったことがわかる。また、調査実施後間もなく本事業の贈与契約が締結され、2015 年には同浄水場のコンポーネントが完成した。これは、緊急性に応えたスピーディな対応であった。

また、上述の基礎調査に続いて JICA は 2012 年から、「ヤンゴン市上下水道改善プログラム協力準備調査」を実施している。同調査では 2014 年に、ヤンゴン上水道の将来計画や目標を提案している。同国が民主化を進め、同市の人口増加や都市化による水需要の急速な増大が始まったこの時期に、上水道サービスの目標が設定され、それを達成する道筋が示されたことは、その後の取り組みに不可欠なできごとであった。現在 YCDC は、同

¹⁸ 「ヤンゴン都市圏上水整備事業(フェーズ1)」及び「ヤンゴン都市圏上水整備事業(フェーズ2第1期)」

調査による提案を同市の上水道のマスタープランとして採用し、JICAによる技術協力事業や円借款事業、専門家派遣、外務省の事業権付無償資金協力など、技術・資金両面での支援を多角的に活用し、上水道サービスの改善に取り組んでいる。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、ヤンゴン市において、緊急的に改修が必要な施設を改修することにより、同市の上水道サービスの改善を支援したものである。

本事業の計画時から事後評価時まで、水供給及び衛生環境の改善は同国の優先課題であり、ヤンゴン市の上水道サービスの改善のニーズも高く、本事業はミャンマーの開発政策及び、開発ニーズと整合性があった。国民の生活向上のための支援を行うという日本の援助政策とも十分に合致していた。よって本事業の妥当性は高い。計画されていた施設整備はすべて実施され、事業費については計画内に収まったものの、事業期間が計画を上回ったため、本事業の効率性は中程度である。本事業の3つのコンポーネントのうち、「ニューフナッピン第一期浄水場の送配水ポンプ更新及びポンプ棟の建設」では、故障で十分稼働していなかったポンプを更新した。事後評価時、更新されたポンプはほぼフル稼働しており、日平均運転時間は22.9時間である。「カバエパゴダロード配水本管の更新」では、老朽化した同配水本管が更新された。事業完了後、本管の破裂事故やその修理による交通遮断は一度も起こっておらず、期待した成果が発現している。「ヤンキンタウンシップパイロット地区の配水管網の更新」では、老朽化した同地区の配水管網を更新した。これにより、頻繁に起こっていた漏水問題が解決し、目標どおり漏水率が8%以下になった。給水時間の延長、断水の解消、水圧や給水量の増加といった上水道サービス向上、ポンプ電気代や作業時間の軽減、衛生行動の改善といった生活環境の改善も実現している。以上より、本事業の有効性・インパクトは高い。本事業で整備された施設の運営・維持管理に係る、政策制度、体制・技術・財務・現状のいずれにも問題はみられない。不具合のある一部の部品や付属施設についても修理・改善の見込みがある。これより、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

- (1) ヤンキンタウンシップの DMA 監視システムの正常な稼働と活用に向けた処置（水資源・上水オーソリティへの提言）

本事業でヤンキンタウンシップに導入された DMA と DMA 監視システムは、同国における将来の DMA 構築や配水モニタリングの模範となることが期待されていた。しかし本事後評価時、同装置は、データが継続的に受け取れず、流量も消費量の約3倍の量が計測されており、配水モニタリングに活用できていない。水資源・上水オーソリティは、技術協力プロ

プロジェクトで導入された送水量モニタリングシステムや、円借款 2 事業で複数のタウンシップに導入予定の DMA 監視システムと統合させる形で、本装置を修理・運用したい考えであるが、これを実現するためには、ソフトウェアの統合などの技術開発のための時間や費用を必要とすると予想される。そのため同オーソリティは当面の処置として、同装置の設置場所に光ファイバー通信を導入するなどして通信環境の改善を行い、DMA 外への配水の有無を調査し、ある場合は該当する配水分岐点に流量計を設置することで、DMA を計測可能な状態に保つための作業を行い、同装置を正常に稼働させ、配水管理に活用することが望まれる。

(2) 消費者水道メーター内のフィルターの年一回の清掃（水資源・上水オーソリティ ヤンキンタウンシップ事務所への提言）

ヤンキンタウンシップ事務所は、本事業の瑕疵検査で指摘されたとおり、本事業で設置された消費者水道メーターのフィルターに目詰まりが起り、測定不良を未然に防ぐため、フィルターを年一回程度、定期的に清掃することが望まれる。

4.2.2 JICA への提言

(1) 本事業で導入された DMA 監視システムの活用状況のモニタリングと課題や教訓の活用
実施中の円借款 2 事業では、DMA の構築と、DMA 監視システムの設置を複数のタウンシップで実施する計画である。本事業で導入された DMA 監視システムの活用状況について JICA は今後もモニタリングを行い、そこから導き出された課題や教訓を、実施中の円借款事業において活用することが望ましい。

4.3 教訓

DMA 監視システムなどのソフトウェアやインターネット通信を使うシステムの新規導入には継続的なフォローアップが必要

本事業では、DMA 監視システムを新規導入し、ソフトコンポーネントで同システムの運用に関するトレーニングが実施された。しかし、導入約 1 年後に、同システムのソフトウェアに不具合が生じ、データの分析ができなくなった。幸い、問題の重要性を鑑みた納入業者が、保証期間は過ぎていたものの、インドから技術者を派遣して無料で点検・修理を行った。しかしさらに 1 年後、通信環境が変化し、流量データが受け取れない問題が起り、事後評価時、同システムは適切に稼働しておらず、十分に活用されていない。

DMA 監視システムなどのソフトウェアやインターネット通信を使うシステムは、ソフトウェアの不具合など、導入時の運用技術指導で習得した知見では解決できない問題が起り得る。設置場所の通信環境の変化に合わせた通信サービスの継続的な更新も必要となる。システムが持続的に有効活用されるように、導入に際しては、不具合が発生した時に、納入業者や現地代理店、実施機関が対応可能であることを事前に確認すべきである。

例えば、納入業者や現地代理店もしくは実施機関が、システムにインストールされている

ソフトウェアの管理・修正・更新を継続的に行えることを確認する必要がある。インターネット通信に関しては、通信環境が変化した場合、サービスプロバイダーの変更や新サービスへの加入が必要となる可能性があることを実施機関に知らせ、これらの対応への実施機関のコミットメントを事前に得ておくことが重要である。

上述のようなフォローアップや、そのための費用負担の見込みがない場合は、システムを導入しない、もしくはフォローアップ作業が発生しない簡易な仕組みの導入を検討すべきである。

以上