

平成２８年度製造基盤技術実態等調査

我が国水ビジネスの海外展開に係る
今後の展開方策等に関する調査等事業

報告書

平成２９年２月

新日本有限責任監査法人

平成28年度製造基盤技術実態等調査

我が国水ビジネスの海外展開に係る今後の展開方策等に関する調査等事業 報告書

目次

1. 調査の背景と目的.....	2
2. 世界の水ビジネス市場における入札手法に関する調査.....	3
2.1. 入札手法と評価手法に関する調査.....	3
(1) 現状調査.....	3
(2) 質の高い水インフラの確保に向けた入札手法に関する検討.....	5
2.2. 入札方式に起因した問題点を生じた案件に関する実態把握.....	10
3. 質の高い水インフラを導入していくために求められる技術的要素.....	11
3.1. 日本企業が持つ技術的強みに関する調査.....	11
3.2. 日本企業の強みと入札プロセスの関連付け.....	12
4. LCC 評価を取り入れた入札に関する調査・分析.....	14
4.1. 先行事例の調査.....	14
(1) 国際機関における調達規程等の現状.....	14
(2) LCC 評価手法を取り入れた調達事例調査.....	18
4.2. LCC 評価項目の検討.....	23
5. LCC 評価に関するシミュレーション.....	25
5.1. 背景・前提条件.....	25
(1) 目的.....	25
(2) LCC 評価シミュレーションの概要.....	25
(3) 前提条件と仮定.....	26
(4) LCC 評価方法.....	26
(5) 比較を行ったシナリオ.....	27
5.2. シミュレーション結果.....	29
(1) ケース A（評価期間 15 年間）.....	29
(2) ケース B.....	29
(3) 評価パラメータの影響.....	30
6. 質の高い水インフラを導入する観点からの入札のあり方を含めた環境整備、日本の競争力強化の方向性.....	35
6.1. 入札手法及び LCC 評価手法のあり方.....	35
(1) 質の高い水インフラを導入する観点からの入札のあり方.....	35
(2) LCC 評価手法.....	35
6.2. LCC 評価手法等の導入に向けた環境整備、日本の競争力強化の方向性.....	37
(1) 導入に向けた課題と解決策（案）.....	37
(2) 質の高い水インフラの導入に向けた環境整備.....	39

(3)	LCC 評価のテンプレート (案)	40
-----	-------------------	----

1. 調査の背景と目的

我が国水関連企業については、ここ数年の間に、海外の水事業会社等の買収や出資によるアライアンスの構築、また、国内でも地方自治体からの浄水場等の運用・管理から料金徴収業務等までを包括的に委託する事業を担うなど、水ビジネス市場での競争力確保の取組が進展しつつある。

しかしながら、我が国水関連企業の世界の水ビジネス市場における市場占有率は 0.5% (平成 27 年 3 月水ビジネス市場に関する動向調査より。数値は 2013 年度)と極めて低い状況にあり、円借款案件で見た場合でも、過去 5 年間に水分野の入札が 90 件程実施されたうち、我が国水関連企業が落札した案件は僅か 8 件と、そのプレゼンスは極めて低い状況にある。

こうした状況から、今後、我が国水関連企業は海外の水ビジネス市場でのプレゼンスを高めて行く必要があるが、例えば、途上国等を対象とした円借款案件では、価格を評価軸とした入札(仕様発注)となっており、台頭する新興国企業等の競争力が圧倒的な状況である。円借款案件においても、借款供与国と我が国が Win-Win の関係を構築できることが望まれることから、その入札案件の組成に当たっては、我が国水関連企業等が有する優れた技術や製品を元にした質の高い水インフラが評価されるような入札方式(性能発注)を導入するなど、我が国企業が新興国などの海外企業と競合できる環境の整備が必要である。またその上で、我が国企業がそのような環境下で必要とされる競争力を更に付けていく必要がある。このため、本事業では、質の高い水インフラを導入していく観点での、各国での導入も視野に入れた価格評価を軸とした入札方式から性能を重視した入札方式への変更など、入札に係る環境整備の観点、及びその上で必要とされる競争力の観点からの調査・検討等を行う。

具体的に、本業務では、世界の水ビジネス市場における入札手法に関する調査、入札手法と評価手法に関する調査、入札方式に起因した問題点を生じた案件に関する実態把握、質の高い水インフラを導入していくために求められる技術的要素、LCC 評価を取り入れた入札に関する調査・分析、LCC 評価に関するシミュレーション、質の高い水インフラを導入する観点からの入札のあり方を含めた環境整備、日本の競争力強化の方向性に関して検討を実施する。

2. 世界の水ビジネス市場における入札手法に関する調査

2.1. 入札手法と評価手法に関する調査

(1) 現状調査

水ビジネスにおける競争性のある入札方式と落札者決定方法は、基本的に下表のように分類される。

価格競争方式は入札価格のみをもって落札者を決定する方法であるが、価格評価の対象となるものが初期建設額(CAPEX)である一般的な方法と、対象となる維持管理期間における維持管理費を加えた金額を評価対象とするライフサイクルコスト(LCC)評価方式がある。

LCC 評価方式の場合は、契約内容に維持管理を含まないいわゆる EPC のみの契約であっても評価に維持管理を含むことがある。

総合評価方式は価格評価と非価格評価(技術等)を合わせた総合点で評価する方式である。非価格要素を評価することから、評価をそれぞれ点数化して合計点で最も高い者を落札者として決定する。

図表 2-1 入札方式と落札者決定方法

入札方式	評価対象の価格	落札者決定方法
価格競争方式	CAPEX	- 一定基準の技術水準を満たした全ての応札者のうち、最低価格を提示した者を落札者として決定する。 - 価格の評価対象は CAPEX に限られる。
	LCC (CAPEX+OPEX)	- 一定基準の技術水準を満たした全ての応札者のうち、最低価格のものを落札者として決定する。 - 価格の評価対象は LCC(OPEX+CAPEX)とする。
総合評価方式	CAPEX	- 技術的要素及び価格要素をそれぞれ点数化し、その合計点が最も高い者を落札者として決定する。 - 価格の評価対象は CAPEX に限られる。
	LCC (CAPEX+OPEX)	- 技術的要素及び価格要素をそれぞれ点数化し、その合計点が最も高い者を落札者として決定する。 - 価格の評価対象は LCC(OPEX+CAPEX)とする。

サービスの質の担保という観点からは、理論的には総合評価方式が理想的である。これは、価格や金額面では評価されない環境影響、安全性等の非価格要素を直接的に評価することが可能であり、点数配分を変更することにより、非価格要素の影響を変化させることができるためである。

特に、適切な評価技術を有し、透明性・公平性も確保されるような国（例えば欧米諸国やシンガポール等）においては、総合評価方式の積極的な採用がみられる。

しかしながら、総合評価方式は、「技術評価」、「透明性」、「公平性」等に関し発注者側の体制等の課題を含むなど、施設整備等の入札の場合、必ずしも完璧な方式であるとは言えない。点数評価においては、評価基準を明確に示すことや、意図的に評価を上げる余地が残されていることや、発注者側に定性的な技術等の非価格要素を評価するスキルが不足しているためである。また、新興国の中では、上記の理由などにより総合評価方式を認める制度がない国も多い。

LCC 評価方式は総合評価方式ほど技術的な要素を取り込むことはできないものの、価格換算できる技術に関しては、評価の中に取り込むことが可能であり、LCC 価格という定量的な結果が出ることから、公平性や透明性が総合評価方式に比べ比較的担保されやすいというメリットがある。

このように、新興国の場合は、「サービスの質の担保」と「実現可能性」をより客観的に、バランス良く評価する方式として、LCC 評価方式の導入が最も有意義と考えられる。

図表 2-2 各入札・評価方式におけるサービスの質の担保効果と実現可能性

	サービスの質の担保効果 (技術評価の割合)	実現可能性 (新興国における採用の容易さ)
価格競争方式 (CAPEX評価)	小 ▶ 技術は評価されない	高 ▶ 評価に当たって、技術的能力は求められず、容易 ▶ 価格透明性・公平性は高い
価格競争方式 (LCC評価)	中 ▶ 価格換算できる技術を価格評価として取り込むことが可能	中 ▶ 評価に技術的な能力が求められる ▶ 評価結果の透明性は高く、公平性も比較的担保されやすい
総合評価方式 (CAPEX評価) (LCC評価)	大 ▶ 価格換算のできる技術・できない技術の両方が評価可能 ▶ 価格点・技術点の配点割合によって技術の重点度合いを高めることが可能	低 ▶ 評価に技術的な能力が求められる ▶ 評価の透明性が低く、途上国などの発注者に受け入れられにくい ▶ 途上国では恣意的な評価となるおそれがあり、公平性の担保が困難

(2) 質の高い水インフラの確保に向けた入札手法に関する検討

a) 検討の方向性

資格審査 (Pre-qualification, P/Q)、発注方式 (仕様発注／性能発注)、入札評価の各段階、契約マネジメントにおいて、サービスの質を確保するための措置の重要性を追求する必要がある。

図表 2-3 入札手法の現状と検討の方向性

	現状	検討の方向性
資格審査 (P/Q)	- 受注実績 - 自己申告制	- 履行実績 - 発注者や第三者による証明
発注方式	- 仕様発注 - EPC とオペレーションの分離	- 性能発注 - EPC とオペレーションのパッケージ化
契約管理	- 保証やペナルティ(インセンティブ)に関する不十分な規定 - 不十分なモニタリング	- 保証やペナルティ(インセンティブ)に関する適切な規定の設定と管理 - 適切なモニタリングの実施
入札評価	EPC 価格による評価	- O&M を含めた LCC 評価 - 非価格要素(技術要素)の評価

※調達方式は、事業を実施する国や組織の考え、規則、能力等に応じて個別に検討されるべき。一方で、質を担保するための方式の定型化と普及啓発も重要。

b) 資格審査 (P/Q 審査)

JICA 等の調達ガイドラインにおいては、「大規模または複雑な契約、並びに例外的に特注設計の機器および特殊な役務の場合には、入札募集が技術的・財務的に能力を有する業者のみに対して行われるよう、入札に先立って事前資格審査(P/Q)が原則必要」とされており、多くの国において、大規模工事を発注する際には P/Q が適用されている。

P/Q は自己申告制であることから、応募者による申告の真偽を判定するため、実績等を客観的に証明できる証票の提出を求めるなどの質の担保が必要であると考えられる。

また、受注実績のみならず、履行実績を要件として取り入れるなど、P/Q 審査における更なる質の担保を図ることも考えられるところ。

図表 2-4 質の高いインフラの確保に向けた資格審査の方向性

項目	想定される P/Q の要件の例	想定される証票の例
(a)同種の契約についての経験と実績	対象となる施設と同規模(製造・処理能力や工事規模等)の施工(または運転)実績	契約書写しまたは客先発行の証明書や証明レター等
(b)建設または製造に関する能力	対象となる施設と同規模(製造・処理能力)の建設(または製造)に必要となる施設(または設備・建機等)を所有していること	国や業界団体等の公的機関による証明書、ISO等の登録証等
(c)財務状況	過去 5 ヶ年平均の決算が赤字ではないこと	公認会計士署名済みの決算報告書等
(d) 履行実績(案)	対象となる設備と同様の設備が、震度●●以上の地震時においても正常に稼働した実績があること	客先発行の証明書や証明レター等

c) 発注方式

公共工事においては、発注者が発注内容や実施方法について詳細に仕様を決定する仕様発注方式が採用されることが多い。受注者は発注者が定めた仕様通りに委託業務を実行することが求められる。通常仕様発注の場合、一般競争入札形式の下で、価格を基軸とした評価が行われることが多い。

一方、諸外国や近年の我が国においては、民間事業者に対して施設管理に一定の性能（パフォーマンス）の確保を条件として課しつつ、運転方法や設計・施工（DB や DBO）等の詳細については民間に任せる、いわゆる性能発注方式が採用されるケースが増えている。性能発注方式では、民間の自由裁量に委ねられるため、創意工夫によるコスト削減などの付加価値的な効果が発揮されやすいといわれている。

図表 2-5 仕様発注と性能発注の比較

	仕様発注	性能発注
業務範囲	限定的委託（業務仕様が規定。燃料や薬品も公共より支給されるケースが多い）	包括的（運転維持管理や清掃、設備点検等の業務を一括発注）
民間のノウハウ、創意工夫の余地	限定的（例えば積算要領等に基づいた人員確保が求められるなど、創意工夫による削減余地が無い）	大きな自由度（施設等における人員配置など、創意工夫に基づいた民間提案によるため、効率化が期待できる）
責任分担	民間の責任は仕様を満たすことが主であり、性能について直接的責任は負わない	責任分界を契約書に記載
入札方式	一般競争入札による価格評価が主	総合評価方式やプロポーザル方式が多い

（出所）性能発注の考え方に基づく民間委託のためのガイドライン（平成 13 年 4 月 国土交通省）を基に作成

d) 契約管理

公共工事の確実な履行を目的として、契約において保証やペナルティなどの仕組みが設けられていることが一般的である。

しかし、履行のモニタリングそのものの能力が発注者側に欠如していたり、ペナルティの水準によっては、受注者側が履行しない前提でペナルティを支払って途中解約したりするなど、本来の確実な履行という目的が達成できないことも課題として挙げられる。

サービスの質の担保の観点からは、保証やペナルティに関する適切な規定の設定・管理や、

モニタリング体制構築による適切なモニタリングの実施等が重要である。

図表 2-6 契約管理の方向性と施策(案)

契約管理の方向性	施策(案)
保証やペナルティに関する適切な規定の設定と管理	▶ ペナルティに関する標準的な規定の設定 ▶ ペナルティ水準の適正な引き上げ
適切なモニタリングの実施	▶ コンサルタント等の活用によるモニタリング能力の補完（フィリピンの事例） ▶ キャパシティ・ビルディングの実施による適切な体制構築の整備と履行モニタリングスキルの向上

e) 評価方式

発注者が発注内容や実施方法について詳細に仕様を提示し、それに対して、一番安い価格を提案した者を落札者とする「価格評価方式」が一般的である。

一方、大規模な工事や技術的に困難な条件の工事では、民間企業の持つ優れた設計や施工方法等を活かすことを目的として、従来の「価格」以外に「価格以外の要素(技術力)」を評価の対象に加えて、価格と技術の両面から最も優れた案を提示した者を落札者とする「総合評価方式」を採用するケースも増えつつある。

特に、適切な評価技術を有し、透明性・公平性も確保されるような国(例えば欧米諸国やシンガポール等)においては、総合評価方式の積極的な採用がみられる。

図表 2-7 評価者に求められる事項

	価格評価	総合評価
評価方法	価格のみ(一番低い価格を提案した者が落札者となる)	価格+技術(予め定められた割合を基に価格点と技術点の合計が一番高い者が落札者となる)
事業費	業者間での価格の叩きあいとなり、発注者の想定以上に低い事業費となる場合がある	事業費は提案に基づくため、発注者が想定していなかった工法等の提案により、事業費が低くなる場合もある
品質確保	品質確保が困難になるような低入札に繋がる可能性がある	提案する技術に基づいた事業費となり、民間企業が提案する質の確保は可能。
評価の難	価格のみ勝負のため、難易度	技術提案を評価するための技術的知見が必

易度	は低い	要となり、難易度は高い
透明性	評価は定量的であり、透明性が高い	技術評価は定性的となる場合や、恣意性が働きやすいなど、透明性に疑問が残る場合もある

2.2. 入札方式に起因した問題点を生じた案件に関する実態把握

CAPEX のみを評価対象とする価格競争では、提案範囲は限られ、またサービスの品質は担保されない。結果として発注者や利用者に対して様々な影響が生じうる（いわゆる、「安かろう、悪かろう」問題の発生）。

上下水道事業において、問題が発生することとして想定されるのは、工事の中止や、完工遅延、低品質サービスなどが挙げられる。これらの問題発生が見られた海外の事例は下記のとおりである。ただし、これらの問題が CAPEX のみを評価したことにより生じたという因果関係が確認できているものではないことに留意いただきたい。

問題	事例	概要
工事中止	ホーチミン市水環境改善計画	- 推進工法によるサイゴン川伏越し工事で、価格競争により中国企業JVが落札 - 工事中の施工ミスにより、坑内が浸水したが、JVは工事を放棄し、撤退
完工遅延	バングラデシュ・カルナフル上水道整備事業	- 取水施設の入札において、日本企業より圧倒的な安値で中国企業が受注 - 実施事業者の施行マネジメント能力等に問題があり、当初計画から5年8ヶ月という大幅な工期の遅延が発生
低品質サービス	ベトナム・ダー川導水管敷設	- ホアビン省のダー川浄水場からハノイに通じる導水管の敷設工事。ベトナム建設輸出入総公社（Vinaconex）の投資により、BOO方式で実施。第1期導水管は直径1.6mで、2006年に着工、2009年に完成。 - 強化繊維プラスチック管の採用により、敷設後、漏水事故が7年間で18件発生。毎回ハノイ市の約7万世帯が断水し、約100万人の生活に影響が及んでいる。 - ハノイ市は当初予定になかった第2期工事による導水管の二条化をVinaconex社に求め、第2期ダー川導水管敷設プロジェクトを着工。Vinaconex子会社は、中国の新興ダクタイル鋳鉄管企業のダクタイル鋳鉄管を採用したが、品質を懸念する声が多く上がり、ハノイ市人民委員会中国企業との契約締結を一時停止することとし、首相もこれに同意。BOO方式による導水管敷設事業を、ベトナム企業が落札。

3. 質の高い水インフラを導入していくために求められる技術的要素

3.1. 日本企業が持つ技術的強みに関する調査

日本水関連企業各社の製品・サービスが他国競合企業に比べて優位となる技術項目について、インタビュー形式による調査を行った。

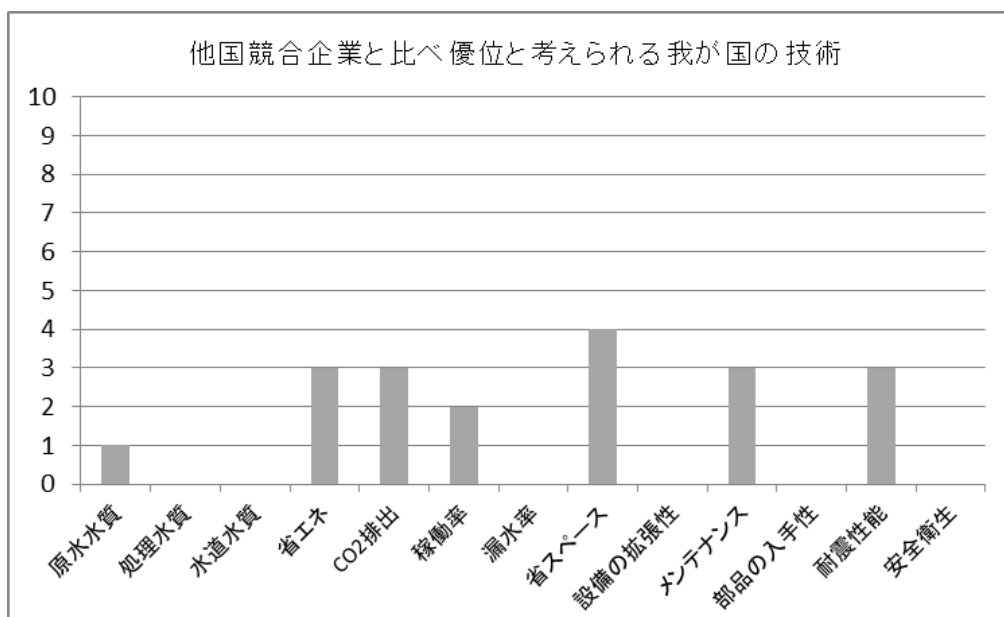
調査は、下表の評価項目・指標を例示(図表 3-1)した上で、各企業または日本企業が優位と考える項目・指標について回答を頂いた(N=8 社、複数回答有)。

インタビュー調査の結果、「省スペース」、「省エネ」、「環境負荷(CO₂ 排出量)」、「メンテナンス」、「耐震性能」において、我が国の技術が優位に働く考える企業が多いという結果となった。

(図表 3-2)

図表 3-1 インタビュー実施時例示項目

要素	評価項目
水質	原水水質(例:高濁度対応)
	処理水質(例:BOD、SS、N、P)
	水道水質
省エネ	消費エネルギー
環境性能	CO2 排出量
効率性	稼働率
	漏水率
	省スペース
	設備の拡張性
維持管理	メンテナンスサービス
	部品の入手可能性
安全性	耐震性能
	工事の安全衛生の確保
その他	その他

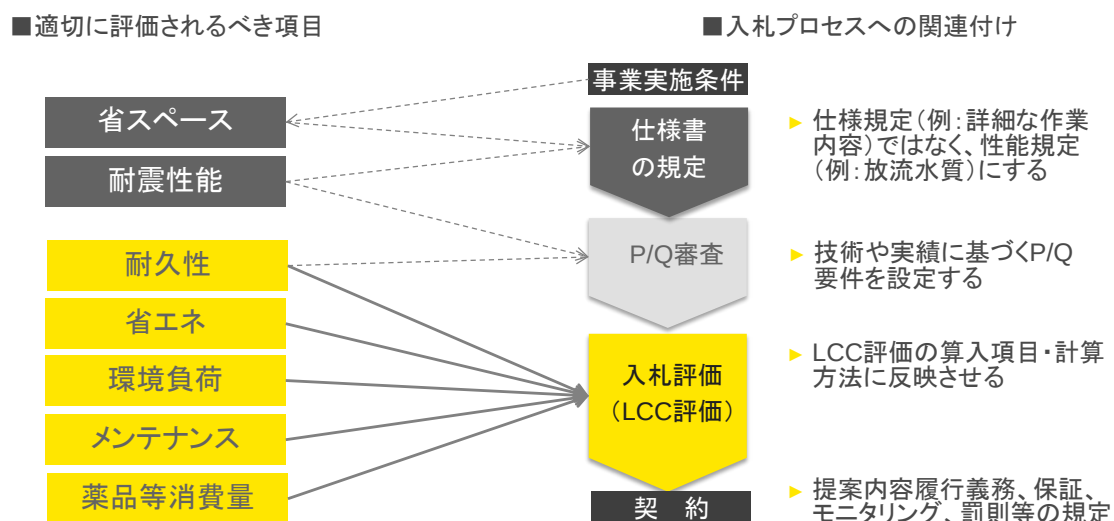


N=8、複数回答可

図表 3-2 他国競合企業と比べ有意と考えられる我が国の技術に関するインタビュー結果

3.2. 日本企業の強みと入札プロセスの関連付け

インタビューにより得られた日本企業の強みであり、質の高い水インフラに貢献する技術要素は「省スペース」、「省エネ」、「環境負荷(CO2 排出量)」、「メンテナンス」、「耐震性能」と特定されたが、これら技術要素を適切に評価するためには、入札の評価項目だけではなく、仕様書への規定や P/Q 審査など効果的に発揮される方法が考えられる。



図表 3-3 適切に評価されるべき項目と適切に評価されるための入札プロセスへの関連付け

今回、具体的な日本企業の強みに関して得られた主な意見を図表 3-4 に示す。また合わせて、これらの技術要素が価格換算である LCC 評価の項目としての可否を以下に整理した。

図表 3-4 インタビューで得られた日本企業の強みに関する主な意見

技術要素等	インタビューで得られた主な意見	入札プロセスへの反映
品質(耐久性等)	日本製品には耐久性や故障率の低さの面において、他国の製品よりも優れている。	LCC 評価に反映させることができる。
省エネ	省エネ効率の高い製品などに対する途上国・新興国側のニーズは、今後高まる。	
環境負荷・汚泥有効利活用	現在は最新技術であるため受け入れられにくい資源回収や汚泥有効利活用に関する技術についても、将来的には途上国・新興国でも重視される。	
メンテナンス	日本企業は安易な装置取り替えではなく、小規模修繕で寿命を伸ばすなど、メンテナンスに対して真面目に取り組む。	
省スペース	都市部の多くは敷地が限られており、厳しい制約条件は逆に日本企業のエンジニアリング力が優位に働くのではないだろうか。	LCC 評価に反映させることは難しいが、P/Q 審査や仕様書への規定等入札プロセスへの反映は可能。
耐震性	耐震性は特に日本企業が得意とするところ。対象国は絞られるものの、耐震性が加点要素等になれば、日本企業が強みを発揮できる可能性がある。	
複合開発	システム単体ではなく、組合せにより日本企業の技術力が活かされることもある。	総合評価であれば反映は可能だが、LCC 評価では直接的に反映させることは難しい。
研究開発	新たに優位な技術を獲得するため、研究開発や実証試験等に対する支援も重要である。	
国際標準化	日本の技術について国際標準化に関するイニシアチブを取るべく活動を継続している。	

4. LCC 評価を取り入れた入札に関する調査・分析

4.1. 先行事例の調査

(1) 国際機関における調達規程等の現状

a) 世界銀行(WB)・アジア開発銀行(ADB)等における調達の現状

質の高いインフラを確保するために、国際開発金融機関でどのように取り扱われているかについては、最近までは世銀・ADB とも、既存の調達ルールにおいて、LCC 評価の導入は認められていたものの、特に推奨されているわけではなく、具体論については言及されていなかった。

しかし、最近、世界銀行やアジア開発銀行(ADB)では、サービスの質を担保、調達の迅速化を進めるため、調達規則の改定を行っている。

世銀は 2016 年 7 月に調達規則を改定し、LCC 評価の意義を明記した。また、その基本的な方法論についても明示している。キーワードは、「Value For Money (VfM)」の達成である。

“VfM means the effective, efficient, and economic use of resources, which requires the evaluation of relevant costs and benefits, along with an assessment of risks and non-price attributes and/or life-cycle costs, as appropriate. Price alone may not necessarily represent VfM.”

(世界銀行調達ガイドライン(2017 年 7 月 1 日)より)

また、ADB においても、現在、LCC 評価の積極的導入を含む、調達ルール改定作業の検討を 2016 年末目処で進められている。

JICA の調達ガイドラインにおいても、LCC 評価の導入が可能とされている。一方、総合評価方式の採用は原則として認めていない。

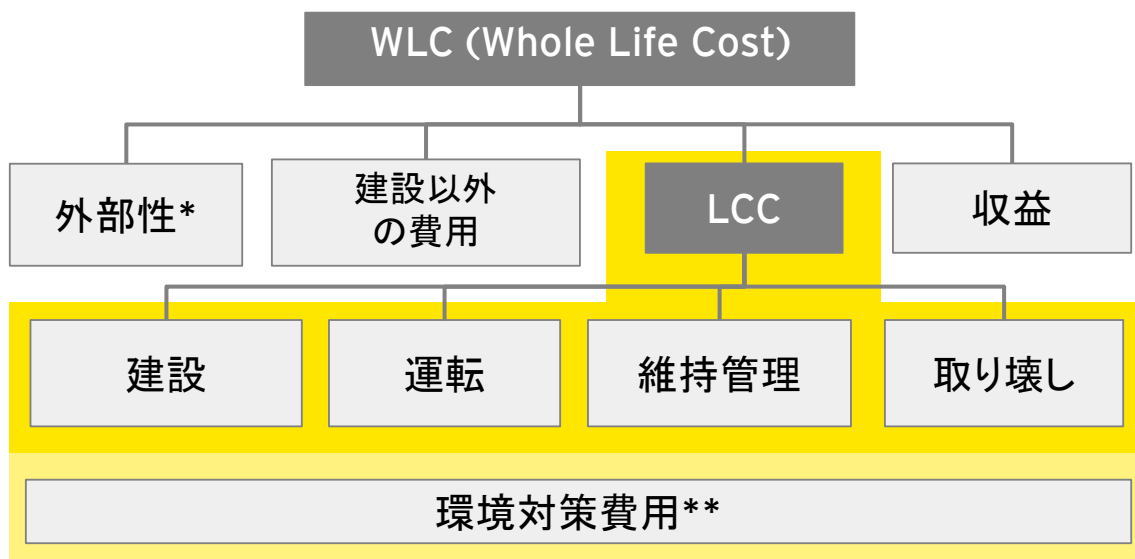
なお、いずれのガイドラインにおいても、実際のプロジェクトの入札方式は借入国政府が決定する権利を有し、ドナーは入札方式を強要することはできないとされている。

図表 4-1 開発金融機関における質の高いインフラに向けた調達の方針や規定

項目	JICA	世界銀行	ADB
役割	借入国に対して日本国の借款を供与する	途上国に対して多国籍から集められた借款を供与する	途上国に対して多国籍から集められた借款を供与する
調達主体	相手国政府	相手国政府	相手国政府
調達主体への強制力	借入国が従うべき一般的な原則を記す(個々の事業に対するガイドラインの適用は借款契約で定める)	世銀の資金が供与される機材及び工事、コンサルティングサービスに関わる全契約に適用できる	ADB の資金が供与される機材及び工事に関わる全契約に適用できる
調達のポイント	- 非価格要素を評価に入れる <u>LCC 価格評価の考えが示されている</u> - 総合評価方式は原則認めない(価格要素と技術要素間の配点が、客観的／中立的に担保できないため)	Value for money などを調達原則として示し、 <u>LCC 価格評価の考え方が明示</u> されている。総合評価方式も、調達方式の一つとして規定している	非価格要素を評価に入れる考え方が示されている PPP、パフォーマンス契約、地域経済への裨益について具体的な措置が定められている
関連規定	「円借款事業の調達およびコンサルタント雇用ガイドラインに係るハンドブック(2012 年 4 月)・第2章:調達」	「Procurement Regulations for IPF Borrowers (2016 年 7 月 1 日)」	「調達に関するガイドライン(2015 年 4 月)」

b) ISO における LCC の考え方 : WLC と LCC

LCC に関して、2008 年の ISO 15686 “Buildings and constructed assets -Service life planning- ”の part5 に”Life Cycle Costing in Construction”として、その費用項目が示されている。ISO では、LCC は EPC、O&M 及び取り壊しまでの全期間における費用を考慮しているが、建設以外の費用、期間中の収益、外部性*は定義上 LCC に含まれていない。



図表 4-2 ISO15686-5 における WLC と LCC の定義・関係

*外部性：当該施設が周囲に与える経済効果

** 環境対策費用は、各事業の状況に応じて含める事ができる

(出所)ISO 15686-5:2008 “Buildings and constructed assets -- Service-life planning -- Part 5: Life-cycle costing”

ISO の定義によると、LCC に含まれる項目と、LCC に含まれない項目（しかし WLC に含まれるもの）については、以下のように整理することができる。特に、資金調達のコストや土地の取得費用は通常は公共が実施することから、LCC には含まれていない点が特徴である。

図表 4-3 LCC と WLC の費用項目の定義

■ISO15686においてLCCに含まれる費用項目

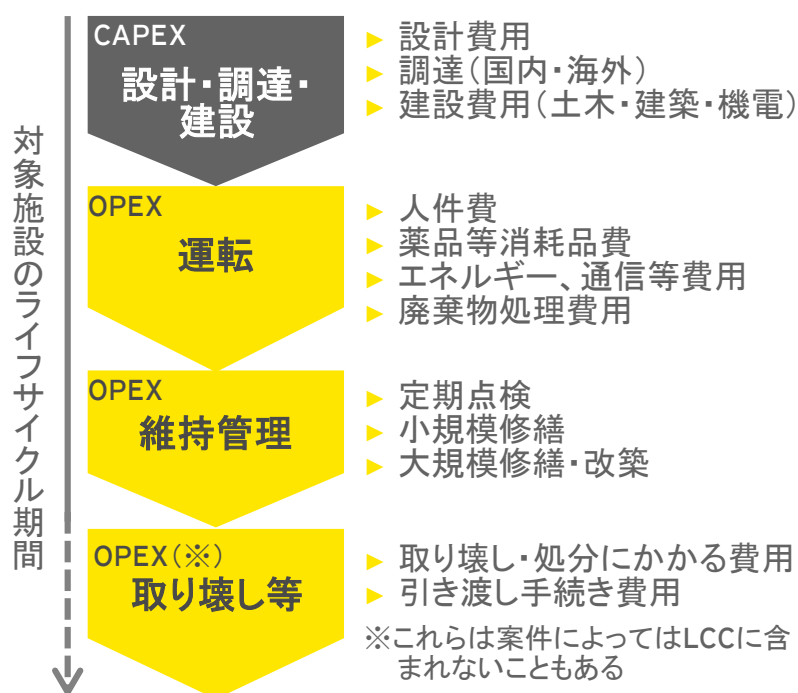
	項目	
建設	▶ コンサルタント委託	▶ 税金（調達に係る消費税等）
	▶ 仮設工事（整地等）	▶ その他（不可抗力等）
	▶ 建設工事	
	▶ 初期の改装	
運転	▶ 賃借料	▶ ユーティリティー
	▶ 保険料	▶ 税金
	▶ 法規制対応（法定検査等）	▶ その他
維持管理	▶ メンテナンス管理（定期点検）	▶ 清掃
	▶ 調整（試運転、引き渡し時）	▶ 税金
	▶ 小規模修繕	▶ その他
	▶ 大規模修繕	
取り壊し	▶ 除却時の検査	▶ 税金
	▶ 除却・取り壊し	▶ その他

■WLCに含まれるが、LCCに含まれない費用項目

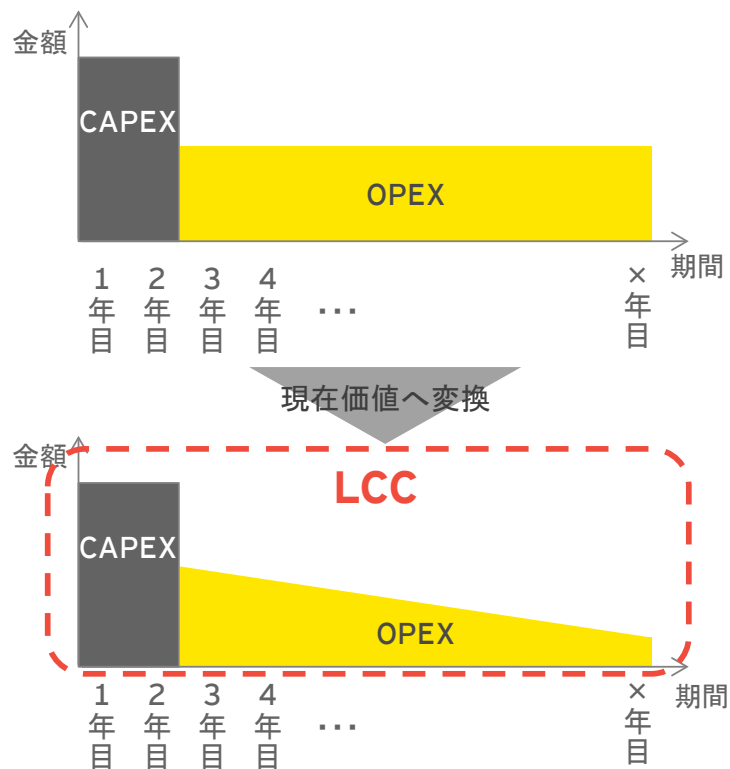
	項目
建設以外の費用	▶ 土地取得
	▶ 資金調達
	▶ ユーザーサポート（施設マネジメント、点検、駐車場使用料、受付・ヘルプデスク運営、ゴミ収集、保安、除雪）
	▶ 税金
収益	▶ その他
	▶ 売却による収入、補助金等
	▶ 賃貸による収入
	▶ 税金
外部性	▶ その他
	▶ ー

c) WB 調達ガイドラインによる LCC の費用項目と計算方法

WB 調達ガイドラインによると、LCC は、CAPEX と OPEX の合計値で表され、主な費用項目は図表 4-4 の通りである。また、OPEX については、主要な項目について事業のライフサイクル毎の費用を算出した上で、所定の(発注者が提示する)割引率を用いて現在価値化した金額を用いるとされている(図表 4-5)。



図表 4-4 LCC の費用項目の概要



図表 4-5 LCC の計算方法(OPEX 現在価値化イメージ)

(2) LCC 評価手法を取り入れた調達事例調査

海外での上下水道事業の建設を含む事業において、LCC 評価手法が調達に用いられた事例を本邦企業等へのインタビューにより調査した。その結果下図に示すように、地域としては、東南アジア、北米、中東等で LCC 評価が用いられていること、対象となる事業は浄水場や下水処理場など、処理施設に関する建設事業であったこと等が明らかとなった。また、大規模修繕や改築など、施設全体に改良事業が及ぶようなスコープを含む事業はなかった。

LCC 評価項目はほぼ同様の項目が算出対象となっており、ペナルティ等は水質や O&M 費用の保証を求めるものが多かった。

図表 4-6 過去事例の状況

	過去事例の状況
地域	▶ 東南アジア地域での事業の他、北米、中東等で事例あり。
ファイナンス	▶ 現地政府ファイナンスの事業、ドナー資金による事業のどちらも事例あり。
対象事業	▶ 下水処理場で複数の事例あり。 ▶ 下水処理場以外では、膜処理方式の浄水場の事例があった。
事業期間 LCC 評価期間	▶ EPC に加え、1 年間の試運転を事業期間とする事例が多い。 ▶ LCC 評価期間は、10～20 年間程度であり、15 年が最も多い。
評価項目	▶ 電力、メンテナンス費(部品交換費等)、薬品代については多くの事例で項目に含まれる。 ▶ 人件費、廃棄物処理費用については、含まない事例あり。 ▶ 大規模修繕費用の含まれた事例なし。
ペナルティ規定	▶ 水質、O&M 費用等に対し、性能未達の場合はコントラクター負担での性能達成のための工事又は、罰金の支払いが設定されている事例が多い。

a) フィリピン A 下水処理場

フィリピンの A 下水処理場の建設事業において、LCC 評価手法が用いられている。発注者は民間の上下水道事業者であり、JICA のセクターローンが活用されている。本件の対象事業は下水処理場の全体としており、EPC+O&M 1 年間 (O&M はプロセス証明期間)としている。

本件で LCC 評価を採用された理由は、世界銀行の方針に則って LCC 評価を採用している。

LCC 評価の対象期間は維持管理 15 年間とし、LCC 計算は、下記費用の合計(割引現在価値換算)としている。各費用の単価(人件費単価、電力単価、薬品単価)は発注者より提示して応札者が計算を実施して提出する。

保証・ペナルティについては、処理性能と提示 O&M 費について保証を求めており、プロセス証明期間中の年間平均処理水水質及び処理汚泥の質が保証値を満たさなかった場合、自己資金での施設改善が課される。提示 O&M 費については、O&M 期間(1 年間)の O&M 費用が入札時に提示した O&M 費用の 105%を超過した場合、自己資金での施設改善が課される事になっている。

図表 4-7 LCC 算出用費用項目(フィリピン A 下水処理場の場合)

項目	内容
調達費用	主要施設 関連システム 予備品等
設計費用	
建設費用	準備費用(測量、整地、資金調達、保険、事務所・保管費用、安全衛生)
	建設(土木、建築、機械、電気計装)
	試運転
O&M コスト 評価金額: 15 年分 契約金額: 1 年分	電力
	メンテナンス費(部品交換費用等)
	人件費(運転・維持管理)
	薬品費
	廃棄物処分費(汚泥等)

b) フィリピン B 下水処理場

フィリピン B 下水処理場の場合、A 下水処理場と比較して異なる点として、LCC 評価対象期間が10年間である点が挙げられる。

図表 4-8 LCC 評価の概要(フィリピン B 下水処理場の場合)

項目	詳細
対象事業	下水処理場全体
事業期間	EPC+O&M 1 年間 (O&M はプロセス証明期間)
発注者	民間上下水道事業者(ドナー資金活用)
LCC 評価対象期間	10年間

LCC 評価対象項目	CAPEX: 設計・建設費用 OPEX: 人件費、動力費、薬品費、メンテナンス費
保証・ペナルティ	処理性能: 客先要求水質の 95%以上未達の場合、自己資金での施設改善が課される 提示 O&M 費: O&M 期間(1 年間)の O&M 費用が入札時に提示した O&M 費用の 105%を超過した場合、自己資金での施設改善に加え、定量ペナルティあり

c) フィリピン C 下水処理場

フィリピンの別の下水処理場である C 下水処理場では、評価内容は A 下水処理場と同様となっている。

図表 4-9 LCC 評価の概要(フィリピン C 下水処理場の場合)

項目	詳細
対象事業	下水処理場全体
事業期間	EPC+O&M 1 年間 (O&M はプロセス証明期間)
発注者	民間上下水道事業者(ドナー資金活用)
LCC 評価対象期間	15 年間
LCC 評価対象項目	CAPEX: 設計・建設費用 OPEX: 人件費、動力費、薬品費、メンテナンス費、廃棄物処分費
保証・ペナルティ	処理性能: 客先要求水質超過率が 105%を超える場合、自己資金での施設改善が課される 提示 O&M 費: O&M 期間(1 年間)の O&M 費用を基に流量条件で 15 年分の費用を現在価値化した額が入札時に提示した O&M 費用の 105%を超過した場合、自己資金での施設改善に加え、定量ペナルティあり

d) 北米 D 浄水場

北米の D 浄水場の建設事業においても LCC 評価が用いられている。この浄水場は膜処理方

式を採用し、事業は機械・電気を対象としている。また、土木は別発注となっており、設置・据え付けはスコープ外となっている。LCC 評価の期間は 20 年間となっており、20 年間における膜の性能保証が義務付けられている。

図表 4-10 LCC 評価の概要(北米 D 浄水場の場合)

項目	詳細
対象事業	浄水場(膜処理方式)全体
事業期間	EPC のみ(設計、施工、試運転)、設置据え付けは別途
発注者	公共水道事業者
LCC 評価対象期間	20 年間
LCC 評価対象項目	CAPEX: 設計・建設費用(主要施設, 関連システム, 予備品等) OPEX: 動力費、薬品費、排水処理費、メンテナンス費
保証・ペナルティ	処理性能:20 年間、無償での膜交換保証。 提示 O&M 費:規定なし。

e) Manila Water における LCC 評価手法の運用

フィリピンにおける現地調査を実施し、民間水道事業者である Manila Water に LCC 評価手法の運用についてインタビュー調査を行った。

(実績・運用)

- ・ 現在までに、Rizal 県浄水場や Marikina 下水処理場等で LCC 評価の実績がある。
- ・ プラント全体を発注するときは LCC 評価方式の入札を採用している。
- ・ 調達には欧米系のコンサルタントを雇っており、主に技術的な評価等を実施している。
- ・ 入札前に予定価格のための積算を実施している。

(評価手法)

- ・ P/Q 審査→技術評価(Pass/Fail)及び価格評価を実施している。
- ・ 発注は DB+1 年間の O&M となっており、処理プロセスを含めて完全に発注者が自由に提案できることとしている。
- ・ LCC 評価期間は 25 年間を採用している。

- ・ 薬品・電力・人件費に関して単価を提示。

f) Maynilad 社における LCC 評価手法の運用

フィリピンの民間水道事業者である Maynilad 社における LCC 評価手法の運用は下記のとおりであった。

(実績・運用)

- ・ 現在までに 10 以上の実績がある。浄水場は 1 件でその他は全て下水処理場である。ドナーが世界銀行である案件が 6 件、その他は JICA や自己資金案件である。
- ・ LCC 評価採用のきっかけは、世界銀行の案件で世界銀行担当者が LCC 評価手法を要請したため。現在は自己資金案件でも LCC 評価を採用している。
- ・ 調達には欧米系のコンサルタントを活用している。

(評価手法)

- ・ LCC 評価期間は 15 年間を採用している。
- ・ 薬品・電力・人件費に関して単価を提示している。
- ・ 割引率は 9.3%を採用。これは、コンセッション契約の保証収益率に基づいている。
- ・ なお、LCC 評価のみならず、本審査においても技術的要素を評価し、プロポーザルの点数に反映させている(事実上の総合評価方式を採用している)ケースもある。

4.2. LCC 評価項目の検討

水事業における LCC 評価は、前述の実例調査結果から、一般に、図表 4-11 に示す項目が対象項目として挙げられ、これらが LCC 評価項目のベースになるものとして考えられる。さらに、案件毎にその特性等を踏まえた項目の追加等が考えられる。

さらに、案件毎にその特性等を踏まえた項目の追加等が考えられる。例えば、PPP スキームのように民間の資金調達も必要とされる場合には、資金調達の確実性や条件についても評価項目として追加することなどが考えられる。

こうした枠組みの下で、日本企業の有する技術や質の高さを適切に反映させるためには、具体的に「こういう視点を含んだコストの提案(応札側)および評価(発注者側)を行うべきことが重要であること」を示すことが重要である。

図表 4-11 LCC 評価項目として一般的に含められるべき費用項目

費用項目	含まれる費用
設計費用	—
調達・建設費用	準備費用（測量、整地、資金調達、保険、事務所・保管費用、安全衛生）
	建設（土木・建築、機械、電気）
	試運転
運営・維持管理費	維持修繕費
	人件費（維持管理）
	電力
	薬品費
	廃棄物処分費（汚泥等）
	改築更新費

5. LCC 評価に関するシミュレーション

5.1. 背景・前提条件

(1) 目的

LCC 評価を実際に導入するにあたり、LCC 評価採用時の日本企業の競争性の検証、特に日本企業が競争性を発揮しうる発注方式や条件の確認、LCC 評価において考慮すべき費用項目(技術要素)の確認、評価のパラメータ(評価対象期間、割引率等)の考え方を検討することを目的として、LCC 評価に関するシミュレーションを実施した。

(2) LCC 評価シミュレーションの概要

主に、前提条件としてはケース A 分析とケース B の分析を行った。ケース A 分析では、プロセス(仕様)が決定されている場合に、新興国企業等に対して日本企業がどのように競争性を発揮できるかについて検討することを目的として、仕様を決定されている前提で LCC の算出を行った。

また、ケース B 分析では、プロセス(仕様)が決定されていない場合に、新興国企業等に対して日本企業がどのように競争性を発揮できるかについて検討を行うために、異なる処理プロセスの提案が実施されるいわゆる DB 方式を前提に、複数のシナリオにより LCC を算出し、比較を行った。

また、ケース A とケース B の結果を比較することにより、仕様規定の有無や、事業実施制約要件の有無が、日本企業の競争性にどのように影響を与えうるかについて検討を行った。

ケース A とケース B の概要(設定条件と目的)を図表 5-1 に示す。

図表 5-1 LCC 評価シミュレーションの概要

	設定条件	シミュレーション目的
ケース A	▶ プロセス(仕様)が決定されている ▶ 事業実施条件の制約が低い(この場合は広い事業用地を想定)	▶ 仕様が決定され、事業実施条件の制約が低い環境で、日本企業が強みを発揮できるかを検討
ケース B	▶ プロセス(仕様)が決定されていない(DB/DBO 方式) ▶ 事業実施条件の制約がある(この場合は狭い事業用地を想定)	▶ 仕様が決定されておらず、事業実施条件の制約が高い環境で、日本企業が強みを発揮できるかを検討 ▶ ケース A に比べて、日本企業の強みの発揮にどのような違いが生じるかを検討

(3) 前提条件と仮定

対象事業は実例を参考に、下水処理場(200,000m³/日)全体の建設・維持管理又は設計・建設・維持管理を対象とした。また、対象地域は新興国を想定した。

LCC 評価を実施する上で基となる積算データは、JICA の PPP FS 報告書を活用し、人件費単価、薬品単価等はマレーシア国の数値を用いた。

質の高い工夫として、日本企業へのヒアリングに基づき、下記を仮定した。例えば、質の高い工夫として、省エネという技術項目で省エネポンプや高効率散気管等を採用することにより、CAPEX は増加するものの、OPEX の電力費が削減される、というような仮定を質の高い工夫が反映されるコストとして置いている。

図表 5-2 想定した質の高い工夫と反映されるコスト項目(仮定)

項目	工夫のポイント	工夫が反映されるコスト項目(仮定)
a) 品質(耐久性等)・メンテナンス	品質が良く、寿命の長い機械・電気を採用	改築更新費の削減
b) 省エネ	省エネポンプや高効率散気管等を採用	電力費の削減
c) 環境負荷(汚泥排出量)	高性能の汚泥脱水機を採用	廃棄物処分費の削減
d) 遠隔監視	省人化が可能な遠隔監視(IT)システムの導入	人件費の削減
e) 省スペース	沈殿池の複層化等により、狭小敷地に標準活性汚泥法を導入	(狭小敷地でも対応が可能) →ケースとして想定

(4) LCC 評価方法

今回、LCC 評価としては、先進事例に基づいて対象期間は 15 年間、と 30 年間の2通りを設定した。LCC 計算は、下記費用の合計(OPEX については、割引現在価値に換算)とし、LCC 評価項目はフィリピンの事例を基本としているが、今回は耐久性・メンテナンス性を評価することを目的として、維持修繕費とは別に改築更新費も設定した。割引率はフィリピンでの事例を参考に 9.3%と設定している。

図表 5-3 今回用いた LCC 評価項目と項目に反映される質の高い工夫の例

項目	内容	項目に反映される創意工夫
設計費用		
調達・建設費用	準備費用(測量、整地、資金調達、保険、事務所・保管費用、安全衛生)	
	建設(土木・建築、機械、電気)	
	試運転	
維持管理費	改築更新費	a)品質(耐久性等)・メンテナンス
	維持修繕費	
	人件費(維持管理)	d)遠隔監視
	電力	b)省エネ
	薬品費	無薬注の処理プロセス
	廃棄物処分費(汚泥等)	c)環境負荷(汚泥排出量)

(5) 比較を行ったシナリオ

a) シナリオ A-1,A-2 の前提条件

大まかな仕様として、処理プロセス(標準活性汚泥法)が予め指定されており、敷地等に制約はないことを想定した。A-1 シナリオは従来型の標準活性汚泥法を採用して LCC を算出した。これに対して、シナリオ A-2 は、質の高いインフラに資する提案として、公表資料やメーカーからのインタビュー等を基に下表の工夫を想定し、LCC を算出した。

図表 5-4 ケース A での LCC 前提条件

シナリオ		A-1	A-2
タイプ		従来型	高品質型
プロセス		標準活性汚泥法(CAS)	
工夫のポイント	a) 耐久性・メンテナンス	CAPEX(機械・電気):A-2 より 17% 安く抑えられる ¹⁾ OPEX(改築更新費):標準耐用年数ベースで算定	CAPEX(機械・電気):A-1 より長寿命の機械・電気設備を選定することにより、機械・電気の CAPEX が高い ¹⁾ OPEX(改築更新費):標準耐用年数よりも機械・電気設備が 1.5 倍長く使用可能

ント	b) 省エネ	—	CAPEX(機械): 高効率ブローヤやメンブレン散気装置を採用し、反応槽の機械設備費が20%増加 OPEX(電力費): 酸素移動効率向上等により電力費を20%削減 ²⁾
	c) 環境負荷(汚泥排出量)	—	CAPEX(機械): 脱水性能の高い脱水機の選定により従来型の2倍 OPEX(廃棄物処分費): 汚泥の含水率が減少(82%→76%)し、脱水汚泥排出量が25%削減
	d) 遠隔監視	—	CAPEX(電気): 遠隔監視の充実により増加 OPEX(人件費): 点検頻度の低下等により人件費20%削減(人員53→41人)

1) JICA の入札結果情報において、他国企業と日本企業が応札し、日本企業が失注した複数の事例の価格差を基に設定

2) 公表資料の調査を参考に20%と想定。(東京都下水道局2002年「散気装置の効率化に関する調査」)

b) ケース B の前提条件

ケース B においては、敷地等に制約があるため、通常の標準活性汚泥法では要求されている処理水量等の仕様を満たすことは困難であり、狭隘なスペースに対応する創意工夫が必要であることを想定した。そのため、設計と建設が業務内容として併せて発注される、いわゆるデザイン・ビルド方式を採用することとし、応募者が処理プロセスを自由に提案(エンジニアリング力を発揮)できることを前提とした。

シナリオ B-1 では、敷地の制限があることから、一般的な対応策として用いられる MBR を採用するものとした。

一方、シナリオ B-2 は、MBR よりも OPEX が安くなる活性汚泥法を処理プロセスとして採用するために、最終沈殿池の複層化や深層曝気という省スペースの工夫等を加えている。ただし、これにより、土木工事等において CAPEX の費用が増加している。

図表 5-5 ケース B での LCC 前提条件

シナリオ		B-1	B-2
プロセス		膜分離活性汚泥法(MBR)	省スペース型の標準活性汚泥法(CAS)
工夫のポイント	a) 省スペース化への対応	CAPEX: MBR を採用することで、機械・電気機器等は、標準活性汚泥法よりも一般的に高くなる。 OPEX(改築更新費): 標準耐用年数ベースで算定	CAPEX: 省スペース化のために、最終沈殿池の複層化や深層曝気を採用したことにより MBR 処理方式に比べて土木工事等の費用が高額となる。

ント	b) 省エネ	OPEX: 電力費が B-2 よりも約 50% 高い	OPEX: 標準活性汚泥法の採用により、電力費の抑制が可能
----	--------	----------------------------	-------------------------------

5.2. シミュレーション結果

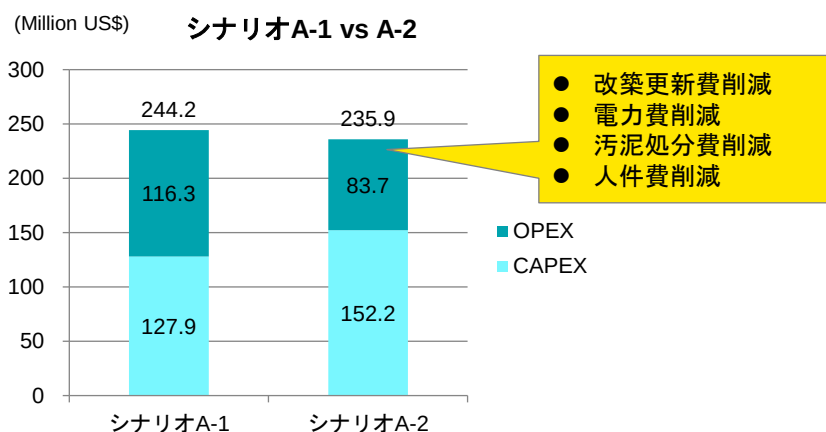
(1) ケース A (評価期間 15 年間)

ケース A (評価期間 15 年間) における LCC 評価シミュレーションを実施した結果を図表 5-6 に示す。

同じプロセスで従来の手法で設計建設を行ったシナリオ A-1 と、質の高い創意工夫を提案に盛り込んだ場合シナリオ A-2 を比較した結果、CAPEX はシナリオ A-1 が 127.9 Million USD であったのに比べて、シナリオ A-2 は 152.2 Million USD となった。一方、OPEX はしなりお A-1 が 116.3 Million USD に比べて A-2 は 83.7 Million USD と小さくなった。

今回の比較では、高品質の提案(耐久性・メンテナンス、省エネ、環境負荷削減、遠隔監視)がそれぞれ LCC 削減(改築更新費削減、電力費削減、汚泥処分費削減、人件費削減)に寄与している。しかし、プロセスが指定されている状況では、LCC 評価総額の差は非常に小さい値となった。

なお、LCC 総額に占める OPEX の割合は A-1 で 48%、A-2 で 35%となった。



図表 5-6 ケース A の LCC 評価結果(評価期間 15 年間)

(2) ケース B

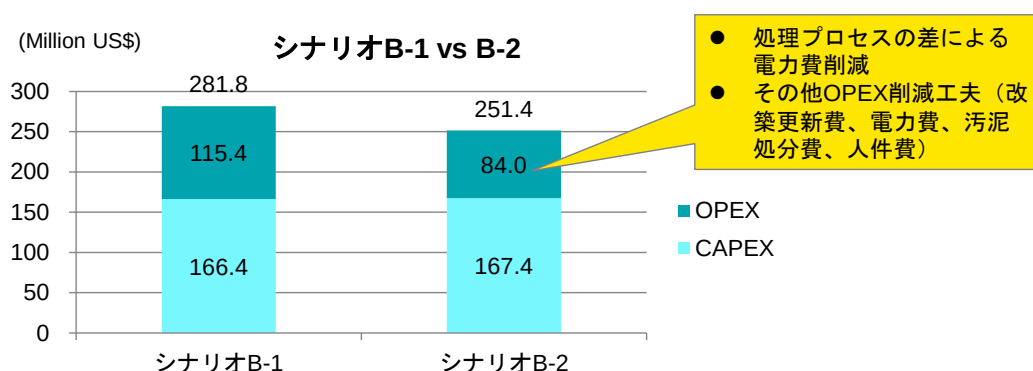
ケース B (評価期間 15 年間) における LCC 評価シミュレーションを実施した結果を図表 5-7 に示す。敷地面積に制約があるという前提条件下で、プロセスが自由に提案できる DBO/DB 方式を実施した場合に、通常想定される MBR 方式を採用したシナリオ B-1 と、質の高い創意工夫

として省スペースを提案に盛り込んだ標準活性汚泥法を採用したシナリオ B-2 を比較した結果、標準活性汚泥法を採用した B-2 の CAPEX は 167.4Million USD で、B-1 (166.4Million USD) とほぼ同額となった。一方、B-2 の OPEX は 84.0Million USD で、B-1 (115.4 Million USD) よりも LCC 総額が低い結果となった。機器レベルでの質の高さに加え、プロセスの違いによる価格差が反映されていた。

また、ケース A の結果とケース B の結果を比較した場合、ケース A の価格差に比べて、ケース B の価格差の方が大きいことが試算された。

以上より、DBO 等のようなプロセスを自由に提案可能な条件で LCC 評価を採用すると、標準的な仕様ではなく各ベンダーが持つ独自の技術を反映させることで、選択肢が広がり、LCC が仕様発注に比べてさらに低くなる可能性がある。

ケース A 同様に、LCC 総額に占める CAPEX と OPEX の割合は、OPEX の方が小さい。



図表 5-7 ケース B の LCC 評価結果(評価期間 15 年間)

(3) 評価パラメータの影響

LCC 評価において、主な評価パラメータとして、改築更新費用の有無、評価期間、割引率に着目し、これらのパラメータを変化させた場合に LCC 比較にどのような影響をおよぼすかについてシミュレーションを行った。

a) 改築更新費用の影響

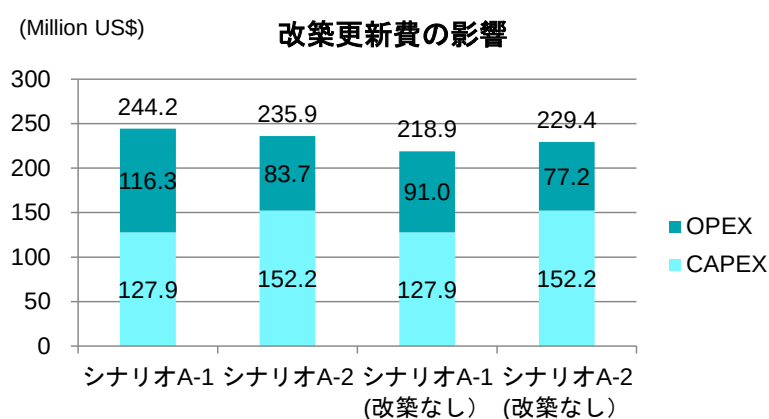
ケース A の場合を用いて、15 年間の改築更新費用を含める場合と含めない場合を比較した。結果を図表 5-8 に示す。

改築更新費用を含めた場合はシナリオ A-1 と A-2 では若干 A-2 の方が低かった。一方、改築更新費用を含めない場合はシナリオ A-2 がシナリオ A-1 よりも 10.5 百万 USD ほど高くなった。

一般的に、機械・電気設備では標準耐用年数が 10 年、15 年のものが多い。そのため、15 年

間の改築更新を見込むとシナリオ A-1 では機械・電気設備の更新費用が見込まれる。一方、シナリオ A-2 では標準耐用年数 15 年の設備が 25 年間更新不要と試算していることで、15 年間の LCC 評価金額から削減されている。これにより高品質型に有利な差が生まれたものと考えられる

耐久性・メンテナンスという質の高いインフラを効果的に導入するという観点からは、改築更新費用を LCC 項目として算入することが有利に働くという試算結果となった。



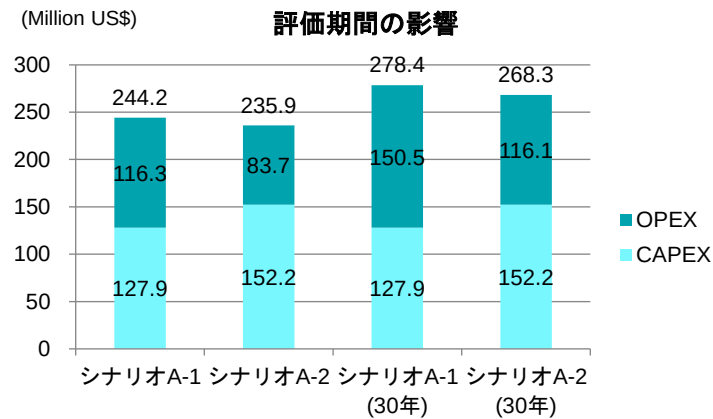
図表 5-8 改築更新費用を LCC 評価に含めない場合のシミュレーション結果

b) 評価期間の影響

評価期間を 30 年間の場合と 15 年間の場合で比較を行った。その結果、図表 5-9 に示すとおり、15 年間でも 30 年間でもシナリオ A-2 の方がシナリオ A-1 よりも安価となった。しかし、期間を 15 年から 30 年間へと 2 倍にしても、従来型と高品質型の金額差はあまり変わらない結果となった。

期間は 30 年間になることで 2 倍になったが、OPEX の割引後金額としては 15 年に比べて約 3～4 割しか増加していない。割引計算において、30 年目の現価係数は 0.12 となっており、30 年目の OPEX の金額は影響が小さくなっていることが考えられた。

以上の結果より、今回の試算条件では、評価期間は 15 年間以上であればよいという結果になった。



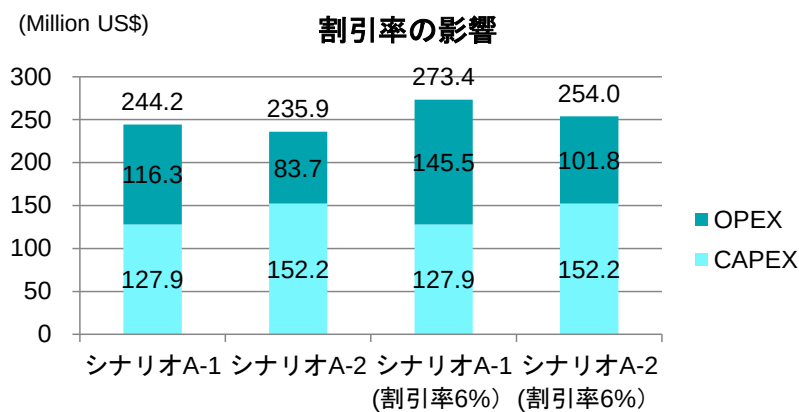
図表 5-9 評価期間の影響(左:15 年間、右:30 年間)

c) 割引率の影響

割引率を変動させることが LCC 評価結果に大きな影響を与えることから、割引率の与える影響を調べるために、ケース A を利用して割引率が 9.3%の場合と 6%の場合を比較した。

その結果、割引率 9.3%の場合はシナリオ A-2 の方が A-1 よりも LCC 総額で 8.3 百万 USD(3.4%)低くなった。割引率 6%になるとその差が 19.4 百万 USD(7.1%)に広がった。割引率は 9.3%が 6%となることで、シナリオ A-1 の OPEX 金額は約 25%増加した。

適用する割引率が低くなると、LCC に占める OPEX の割合が大きくなることで、OPEX を下げる技術が採用されやすくなることが示唆された。



図表 5-10 割引率の影響(左:9.3%、右:6%)

(割引率の算定方法について)

LCC の計算においては、O&M は割引率を用いて現在価値に換算される。割引率は O&M の現在価値に大きな影響を与えるものであり、適切な値を用いる必要がある。

割引率の算定方法について、理論的には、以下の3つの方法が考えられる。

- ①資金調達コストの平均値 (Weighted Average Cost of Capital, WACC)
- ②時間選好率 (Social Time Preference Rate, STPR)
- ③期待収益率 (Expected Rate of Return, ERR)

上記のうち、①については多くの発注者たる公的機関は投資概念を持たず、また金融機関や市場から資金調達を行っていないことも多い。このため計算するのが難しい。②についても、時間選好率を設定するための方法は確立されたものはなく、実際の事業で公的機関が自身で設定するのは現実的には困難である。

一方、③については、公的機関であっても水道事業に関する投資(建設費)と収益(水道料金収入)のデータを取ることは可能であり、算出することが可能。実際、フィリピンの Manila Water や Maynilad はこの考えに基づいて LCC 評価を行う際の割引率としている。

なお、日本国内の PFI 事業においては、リスクフリーレートを割引率として設定しており、リスクフリーレートが算出可能な先進国においてはリスクフリーレートを採用することも考えられる。

d) 各技術要素が LCC 評価結果へ及ぼす影響の大きさ

今回設定した試算の前提条件において、各創意工夫の項目が LCC 評価額に及ぼす影響を比較するために、LCC 評価額の LCC 総額に対する割合を用いて比較を行った。

その結果、図表 5-11 に示すとおり、最も大きい影響を与える項目は耐久性・メンテナンス性であり、改築更新費の削減が寄与していた。また、省エネ・環境負荷は 1%前後の効果が見込まれていた。遠隔監視による人件費削減については、今回の条件では人件費の LCC 総額に占める割合が小さいこともあり、LCC 削減への寄与としては小さかった。

前提条件として、電力費、廃棄物処分費、人件費の単価が本条件よりもより高い設定であれば OPEX の削減効果はより大きくなることから、OPEX で用いられる単価が高い国の方が質の高いインフラには有利に働くと考えられる。

図表 5-11 創意工夫の項目別の LCC 総額に対する CAPEX、OPEX への影響

工夫のポイント	シナリオ A-1 に対するシナリオ A-2 の効果(%)		
	CAPEX の増減	OPEX の増減	合計
a) 品質(耐久性等)、メンテナンス	6.2	(改築更新費) -8.0	-1.8
b) 省エネ	1.4	(電力費) -2.3	-0.9
c) 環境負荷	2.1	(廃棄物処分費) -3.3	-1.2
d) 遠隔監視	0.3	(人件費) -0.5	-0.2
合計	9.9	-14.1	-4.2

* b)～d)における OPEX の増減については、改築更新費への影響は考慮に入っていない

6. 質の高い水インフラを導入する観点からの入札のあり方を含めた環境整備、日本の競争力強化の方向性

6.1. 入札手法及び LCC 評価手法のあり方

(1) 質の高い水インフラを導入する観点からの入札のあり方

海外における質の高い水インフラを導入するために、民間事業者の創意工夫を働かせ、水道事業の VFM (Value For Money) の最大化を図ることが基本的な方針として重要である。

入札のあり方としては、図表 6-1 に示すように入札の全てのプロセス(P/Q 審査、発注方式、契約条件、評価方法)において、様々な改善策があるとともに、これらのプロセスの実施主体である発注者が評価をするために必要なキャパシティ・ビルディングも併せて実施していくことが重要である。

図表 6-1 質の高い水インフラを導入するための方針と具体策(案)

項目	方針	具体策
P/Q 審査	単なる受注実績ではなく、当該業務が成功裏に実施されたという履行実績を確認する	・既存発注者からの証明の取り付け ・コンサルタントを活用した実績確認 等
発注方式	応札者の創意工夫を高め、VFM を最大化する発注方式・事業スキームの採用を進める	・性能発注方式(アウトプット仕様)の導入 ・DB/DBO 方式の積極的活用 等
契約条件	提案内容(質と価格の両面)が確実に履行されるための仕組みや措置を講じる	・適切な保証条件の設定 ・適切なモニタリングとインセンティブ(ペナルティ)条項の規定
評価方法	単に価格だけでなく、技術要素やサービスの質も適切に評価を行った上で落札者を決定することが望ましい	・事業を実施する国や機関の規則、能力、経験に応じた最適な評価方法(総合評価方式含む)の決定 ・価格評価における LCC 評価の採用 等
備考	RFP の作成や、LCC 計算の条件(単価等)設定・評価においては、適宜、関連する技術や経験を有するコンサルタントを活用することも重要	

(2) LCC 評価手法

今回、重点的に検討を行った LCC 評価手法について、質の高い水インフラを導入する観点で、必要な基本要素、及びその考え方と方法論を下表に整理した。

図表 6-2 質の高い水インフラの担保に必要な LCC 評価手法の考え方・方法論

基本要素	考え方・方法論
(a) 目的とメリット	事業のライフサイクルにおける発注者の財政負担の見通しを立てるとともに、LCC を入札評価パラメータとすることにより財政負担の軽減を図る
(b) 適用対象事業	浄水場や下水処理場で、特に発注者が LCC を予測・管理しにくい事業（複雑、大規模、新規、特殊な事業要件等）における活用メリットが大きい
(c) 適用対象事業方式	EPC、DB（プロセス証明期間含む）、DBO 特に、DB や DBO 方式の場合は、応札者の処理プロセスも含めた創意工夫により、発注者側の想定以上の提案がなされることも期待できる
(d) 費用項目	初期投資（CAPEX）及び運営・維持管理（OPEX）の現在価値 ※OPEX については適切な割引率を用いて現在価値化する ※OPEX の詳細項目（留意事項）については下表に示す
(e) 評価対象期間	施設の主要施設の更新期を考慮して決定（一般的に 15～25 年間）
(f) 割引率	複数の算定方法があるが、発注者（公的機関）の期待収益率を用いるのが現実的で妥当と考えられる
(g) 単価と数量	OPEX の各項目について、単価は発注者側で設定、応札者は数量を提案する（公式には LCC 計算自体は発注者が実施する）
(h) 妥当性・実現性確認	提案価格（数量）が妥当であるか、それが確実に実現できるかの確認を、入札評価過程において実施する（データ検証やヒアリング等の実施）

また、今回の検討により、LCC 評価を行う際に、評価項目として含まれるべきと考えられた OPEX の項目と、これらの項目を活用して LCC 評価を実施する際に相手国に留意を促す事項は図表 6-3 に示すとおり整理された。

図表 6-3 LCC 評価項目として含まれるべき OPEX の項目と相手国に留意を促す事項

OPEX 項目	入札（LCC 評価）実施に関し、相手国に留意を促す事項	日本企業が強みを有する技術要素
改築更新費	OPEX の中でも大きなシェアを占めており、その影響が大きい。その最小化のため応札者の創意工夫に溢れる提案を評価する	品質（耐久性等）
維持修繕費	事業ライフサイクル全体を見渡し、高品質な機械や設備の導入を図り、効率的なメンテナンスを実施する提案を評価する	品質（耐久性等）

人件費（維持管理）	効率的な施設設計、高性能で安定性の高い機械や設備の導入、IT 技術等を用いた人件費の軽減策を評価する	IT 技術
電力	性能の高い省エネ機器、ばっ気動力削減などの具体的かつ実績のある技術提案に基づき、省エネ効果を評価する	省エネ
薬品費	薬品使用量削減の具体性を評価する	無薬注の処理方法等
廃棄物処分費	適切な処理方法や高性能の設備の導入を図り、汚泥排出量、及び処分費の軽減を図れるような具体的な提案を評価する	環境負荷

6.2. LCC 評価手法等の導入に向けた環境整備、日本の競争力強化の方向性

(1) 導入に向けた課題と解決策（案）

実際に相手国側に対して、LCC 評価手法等質の高い水インフラを導入するために働きかけを行う際に、相手国側において導入に際して想定される課題を図表 6-4 に示す。

特に、LCC 評価は通常の価格入札に比べて、発注者側に求められる準備期間、スキル等が高いことから、導入に際してはその課題の解決策も含めたパッケージでの働きかけが重要である。例えば、LCC 評価の知識不足に関しては、マニュアル・ガイドラインの整備を実施することや、評価スキルのキャパシティ・ビルディングをプログラムとして支援することなどが挙げられる。

図表 6-4 LCC 評価導入に向けた相手国側の課題（想定）

論 点		解決策（案）
LCC 評価の知識不足	▶ LCC 評価を採用しようにも、それをどのように実施したら良いか分からない。参考となるような資料等がない。	▶ METI、世銀、ADB 等によるガイドライン・マニュアル・参考資料等の作成
計画段階での LCC 算出	▶ 発注側で LCC を適切に評価するためには、発注前の計画段階で予定価格に相当する LCC を算出する必要がある。	▶ コンサルタントの適切な活用を通じた積算精度の向上
評価体制・スキル	▶ LCC を適切に評価するために、発注者側で評価体制を構築するとともに、評価スキルを向上させる必要がある。	▶ キャパシティ・ビルディングの実施による適切な体制構築の整備と評価スキルの向上
透明性の確保	▶ 客観的な評価を行うとともに、評価過程の透明性を確保する必要がある。	▶ 上記同様、キャパシティ・ビルディングを通じた評価者の啓発と透明性の

		確保
適正な リスク分担	▶ 発注者側に適切なリスク分担に関する知識が不足しており、案件によっては、民間側が過度なリスクを背負わされる事例がある。	▶ LCC 評価手法及び事業のリスク分担に関するガイドラインや指針の策定
法制度	▶ 既存の公共調達法令において、LCC 評価が認められていない、あるいはその扱いが不明である。	▶ 関連法令の見直しやガイドライン策定に向けた働きかけ

また、LCC 評価の採用を推進する際には、応札者となる本邦企業の視点からも下記のような留意点があることを認識し、適切な導入方法の検討を行っていく必要がある。

① 過度な実績要件

大規模施設の整備・運営の一体的な実績要件が求められ、応札できないケースがある。

② LCC 計算の負担

LCC 評価の応札経験が少ない状況においては、応札の際の LCC 計算には大きな負担（人員・費用・時間）がかかることがある。

③ 前提条件

発注者からの情報提供不足により、応札者毎の前提条件設定にばらつきが生じ、レベル・プレイング・フィールドでの LCC 比較ができなくなる可能性がある。

④ 過度な保証やペナルティ

提案通りの LCC を履行させるために、保証やペナルティを課すことになるが、過度な条件が付させると逆にお札できなくなる可能性がある。今回の民間企業に対するインタビューにおいて、ペナルティ水準を従来受注額の 10%であるところを更に増やして（例：20%、30%）、新興国の参入障壁を高くして質の高いインフラを担保すべきだという意見があった。一方、他の意見として、ペナルティ水準を引き上げる事によって、日本企業も参入できなくなるおそれがあることから、現行水準を超えて設定することは望ましくないという意見もあった。

⑤ 透明性の確保

海外において、総合評価等点数化する評価手法を用いる例において、技術点の評価の方法や点数への反映の仕方が不明なケースがある。

⑥ 現在価値化の影響

現在価値化の際、割引率が高いと将来の LCC の差が出づらくなる。

(2) 質の高い水インフラの導入に向けた環境整備

今後、日本政府として相手国に対して質の高い水インフラを導入するための環境整備を進めることは非常に重要である。

今回調査・検討を行った結果は経済産業省が実施した「水ビジネスの海外展開の方策等に関する検討会」において、合意形成されたものであり、これらの結果を基に、日本として推進すべき入札・評価のあり方を普及啓蒙していくことが考えられる。

普及啓蒙においては、二国間政策対話や、他国間政策対話(APEC 等)などの相手国への働きかけの他に、同様に質の高いインフラを重要視している国際開発金融機関(世界銀行、アジア開発銀行)等と連携した働きかけも有効であると考えられる(図表 6-5)。

なお、相手国側でこれらの新たな入札手法や評価手法を実施するに当たっては、相手国の調達ルールを改定する必要がある場合も想定されることから、長期的な働きかけや自治体や現地政府とリレーションの深い JICA 現地事務所や上下水道コンサルタント等による上流からの関与を必要とする可能性にも留意すべきである。

図表 6-5 質の高い水インフラの導入に向けたセミナーの例

○ 目 的	：LCC 等を活用した調達方法についてセミナーを開催し、水分野における質の高いインフラ導入の意義や導入に向けた先導的な取組について水道事業関係者の理解促進を図る。	
○ 日 程	：2017（平成 29）年 2 月 21 日	
○ 開催場所	：フィリピン・マニラ市内のホテル	
○ 規 模	：100 名程度	
○ 対 象 者	：比国政府関係機関、在フィリピン各国政府関係機関、国際開発金融機関（世界銀行（WB）、アジア開発銀行（ADB）等）、比国上下水道事業体、在比水道関連民間企業、学識経験者 等	
○ プログラム（案）		
Time	Agenda	Speaker
Morning Session		
10:00	Opening remarks	METI
10:05	Welcome remarks	ADB
10:10	Welcome remarks	PPP center, Philippines
10:15	The new procurement framework for ADB – facilitating	ADB

	high-quality infrastructure	
10:45	Trend of high quality infrastructure procurement in World Bank	World Bank, Philippines office
11:15	Procurement for high-quality infrastructure	METI
11:45	Introduction of high-quality Infrastructure in Japan	The University of Tokyo
12:15	Lunch Break	
Afternoon Session (Panel Discussion)		
14:00	<u>Presentations</u> “ADB’s Initiatives for high-quality water infrastructure” (ADB) “International cooperation for quality infrastructure installation by JICA” (JICA) “Infrastructure procurement in Butuan city” (Butuan city) “Water infrastructure procurement with LCC evaluation in Maynilad” (Maynilad)	
14:40	<u>Panel Discussion</u> Panelist: ADB, JICA, Butuan city, Maynilad	
15:30	Closing remarks	Embassy of Japan in the Philippines

(3) LCC 評価のテンプレート（案）

今回の調査検討により得られたあるべき LCC 評価を導入するための様式として、LCC 評価のテンプレート(案)を作成した。図表 6-6 に示す。

図表 6-6 LCC 評価のテンプレート(案)

大項目 項目		0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	N年目	合計
CAPEX	設計費													
	調達・建設費													
	準備費用													
	土木・建築													
	機械設備													
	電気設備													
	検査・試運転													
	その他													
OPEX	固定費													
	電力費													
	改築更新費													
	維持修繕費													
	人件費													
	変動費													
	電力費													
	薬品費													
	廃棄物処分費													
	検査要求事項													
	その他													
費用合計(割引前)														
費用合計(割引現在価値)														

以上