第３章　導入検討

第１節　導入検討手法

§14　導入検討手順
本技術の導入の検討にあたっては、対象とする下水道施設について現況および課題などを把握し、導入効果の評価を行い判断する。

【解説】
本技術の導入の検討にあたっては、図 3-1 に示す検討フローに従って必要な情報を収集・整理し、導入効果の概略試算を行い、導入効果の有効性について検討する。

（１）基礎調査
対象施設の計画年次における流域別整備総合計画（流総計画）や全体計画、最新の事業計画など関連下水道計画、放流先の環境基準等の確認を行い、当該下水処理場の情報（流入下水量、流入水質、処理能力の現状、施設・設備の現状、運転条件の現状等）を収集・整理する。基礎調査により適用条件に当てはまるかを確認し、導入効果の検討に移る。

（２）導入効果の検討
本技術を当該下水処理場に導入する有効性について、①配置検討、②建設費検討、③維持管理費検討、④エネルギー削減効果の検討　を確認する。

①　配置検討
本技術で既設の標準活性汚泥法を改築更新する場合に、既設の水処理施設を改造して対応可能であるか概略の槽容量及び配置について検討し確認を行う。
②　建設費の検討
上記の配置検討にて概略な確認を行うが、基本的には標準活性汚泥法とほぼ同じ容量となるため既設改造の場合は新たな反応タンクの増設を行うことなく、既設反応タンクの土木の改造のみで導入可能である。
建設費の算定に当たっては、基礎調査にて収集・整理した情報をもとに改築、増設方針を検討し、従来の高度処理法を導入した場合の土木建設費（躯体の改造及び増設費用)、機械及び電気設備費を算出し、本技術を導入した場合と比較し建設費削減効果を確認する。
③　維持管理費の検討
本技術は無終端型水路の反応タンクにて下水を循環させて窒素除去を行うため、従来の高度処理技術のような循環水ポンプが必要ないこと、最初沈澱池の代替えとした高効率固液分離技術により、反応タンクへ流入する固形物が少なく、曝気風量を削減できること等により電力使用量が削減される。また、発生する汚泥中の生汚泥の比率が高くなり、脱水性が向上するので、脱水汚泥の処分費が削減される。
機械設備の点検・消耗品費用、電力使用量、汚泥処分費効果を加味し、従来の高度処理技術と

の比較により維持管理費削減効果を確認する。

④　エネルギー削減効果の検討

維持管理費で算出した電力使用量をもとにエネルギー削減量や温室効果ガスの排出量削減量を算定し、他の高度処理法との比較によりエネルギー削減効果を確認する。

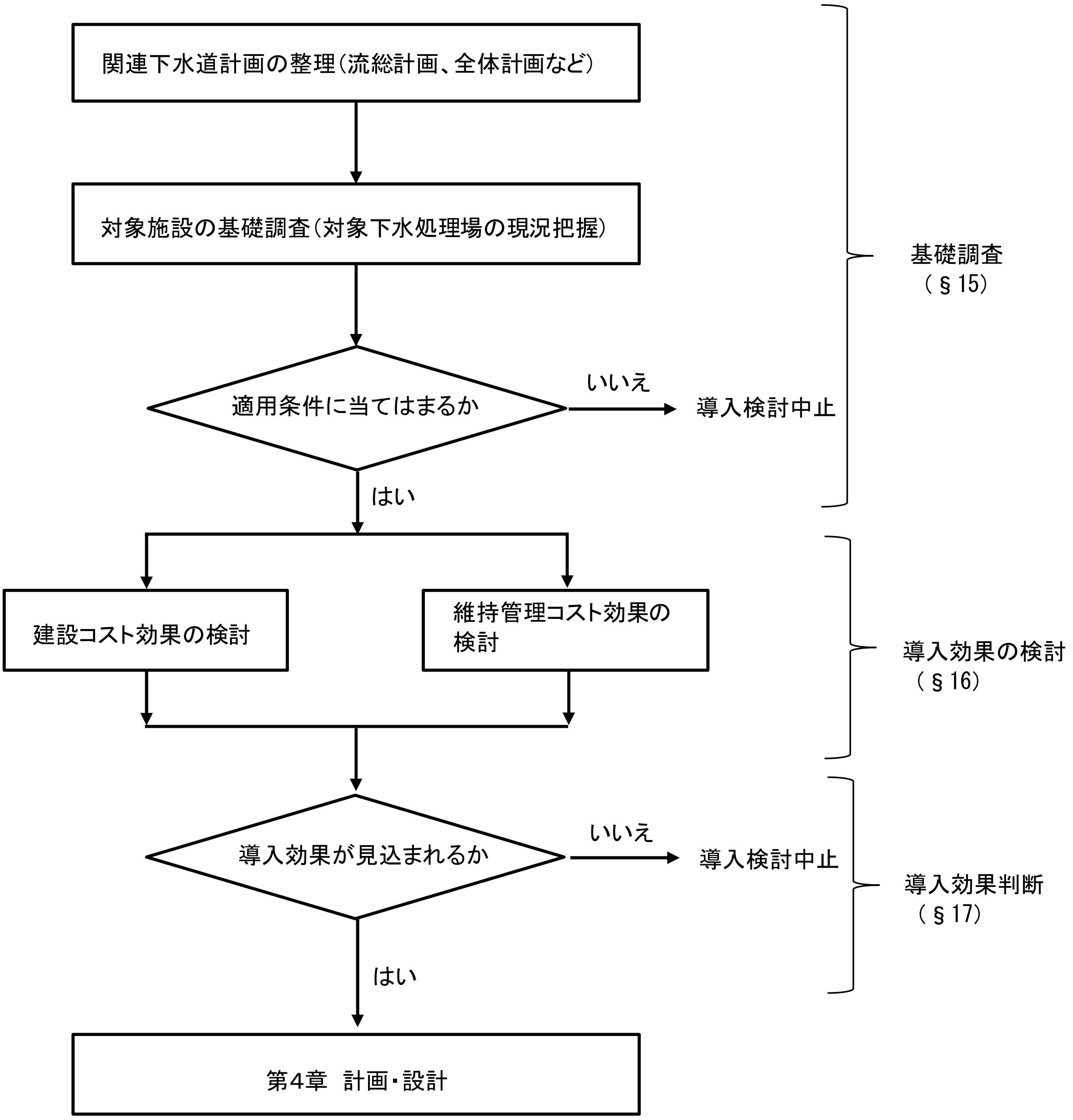
関連下水道計画の整理(流総計画、全体計画など)
対象施設の基礎調査(対象下水処理場の現況把握)
適用条件に当てはまるか
いいえ
導入検討中止
はい
基礎調査
(§15)
建設コスト効果の検討
維持管理コスト効果の検討
導入効果の検討
(§16)
導入効果が見込まれるか
いいえ
導入検討中止
はい
導入効果判断
(§17)
第4章 計画・設計

図 3-1　導入検討フロー

§15　基礎調査

基礎調査では、下水処理施設について関連計画ならびに計画年次に想定される状況などを把握する。本技術の適用条件及び導入効果の検討に必要な既存施設のデータを収集・整理し、運転状況を確認する。

【解説】

本技術は、下水処理における窒素及びりん除去を目的とし、既設の標準活性汚泥法の高度処理法への改築、または高度処理設備を増設する場合の導入が考えられる。

本技術の導入効果の検討に先立ち、下水処理施設について関連計画ならびに計画年次にて想定される状況などを把握する。また、本技術の導入効果の検討に必要な既存施設のデータを収集・整理し、また運転状況を確認し、本技術の適用条件に当てはまるかの判断を行う。

（１）　関連下水道計画の整理

対象とする下水処理場に係る下水道計画などについて把握する。ここでは、当該下水処理場に係る上位計画、各種基本計画及びその他関連計画について確認する。

・上位計画：流総計画、都道府県構想など
・基本計画：基本構想、全体計画、事業計画、放流先環境基準など
・その他関連計画：長寿命化計画、耐震計画など

（２）対象施設の実態調査

当該下水処理場を実態調査し、対象施設の各種情報を収集・整理する。

・下水処理場の基本諸元、条件（処理規模、周辺環境など）
・既存の土木、建築施設及び機械、電気設備の状況、設定水位
・流入下水量、流入下水及び放流水の水質
・発生汚泥量及び性状
・水処理及び汚泥処理施設の運転管理状況

（３）適用条件

反応タンク設備

・水流発生装置の対応から反応タンクの水深は 7m までとする。

対象施設の実態調査により既設状況が本技術の適用条件に外れる場合は、導入検討を中止する。

§16　導入効果の検討

本技術を当該下水処理場に導入する有効性について、以下の４つを確認する。

（1）配置検討

（2）建設費の検討

（3）維持管理費の検討

（4）エネルギー使用量の検討

【解説】

本技術の導入効果の有効性を確認するために建設費及び維持管理費について従来の高度処理技術と比較する。従来の高度処理技術は、「嫌気無酸素好気法」とした。

（1）配置検討

①高効率固液分離設備

既設最初沈殿池と同等の水量を処理する場合、既設最初沈殿池の設計水面積負荷が50m^3/(m^2・日)以下であれば既設最初沈殿池に高効率固液分離設備を設置することが可能である。また、高効率固液分離設備の水位が、既設初沈流出水位+0.6m 以上確保できるか検討する。確保できない場合は、前沈殿槽の躯体をかさ上げすること、もしくは、既設最初沈殿池流出水位を下げることを検討する。

また、既設最初沈殿池と本技術を併用する場合は、流入水位が異なるため分配堰等を配置することを検討する。

②反応タンク設備

生物学的りん除去を行う場合は嫌気槽を反応タンクの流入部に設置するが、高効率固液分離設備にスペースの余裕がある場合は高効率固液分離設備のうちの高速ろ過槽の後段への設置を検討する。嫌気槽を設置することで反応タンクの必要容量が確保できなくなる場合には、嫌気槽の新設または凝集剤添加によるりん除去も検討する。生物学的窒素除去を行うため、設計流入水温が 15℃より下がる場合には既存の標準活性汚泥法での反応タンク容量以上となる可能性もあり、処理水量も含め検討する。

（2）建設費の検討

本技術の建設費と従来の高度処理技術の建設費を比較することによって、本技術導入による建設費の効果を算定する。

既設の標準活性汚泥法を高度処理法に改築する場合は、本技術では既設の最初沈殿池及び反応タンクを改造することにより対応し、最終沈殿池は既存の施設を流用する。従来の高度処理技術の場合は反応タンクの滞留時間がほぼ倍となること、及び反応タンクの MLSS 濃度が高く、活性汚泥の沈降性が標準活性汚泥法に比べ低下することから、反応タンクを増設するとして算定する。

図 3-2 に既設の標準活性汚泥法を本技術または従来技術に改築した場合の施設改造、増築等の概略を示す。

機械・電気設備費については、容量計算などにより機器の仕様を決定し、機器の単価を乗じて積算する方法を「第 2 節　導入効果の検討例」に示すが、ここでは図 3-3 に示した算定式（費用関数）を用いる簡易な方法により、従来技術を用いる場合と比較し、本技術の導入効果を検証する。

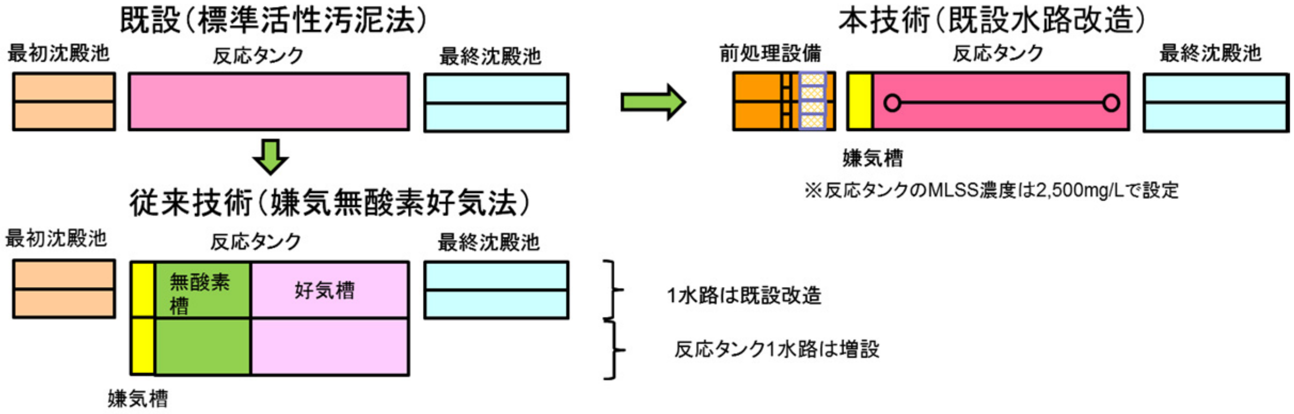

図 3-2　建設費設定の想定イメージ

建設費には土木工事費、機械設備、電気設備費を含むものとし、機械設備には反応タンク設備で必要な空気量に応じた送風機を含めるものとした。処理規模と建設費の関係を図 3-3 に示す。

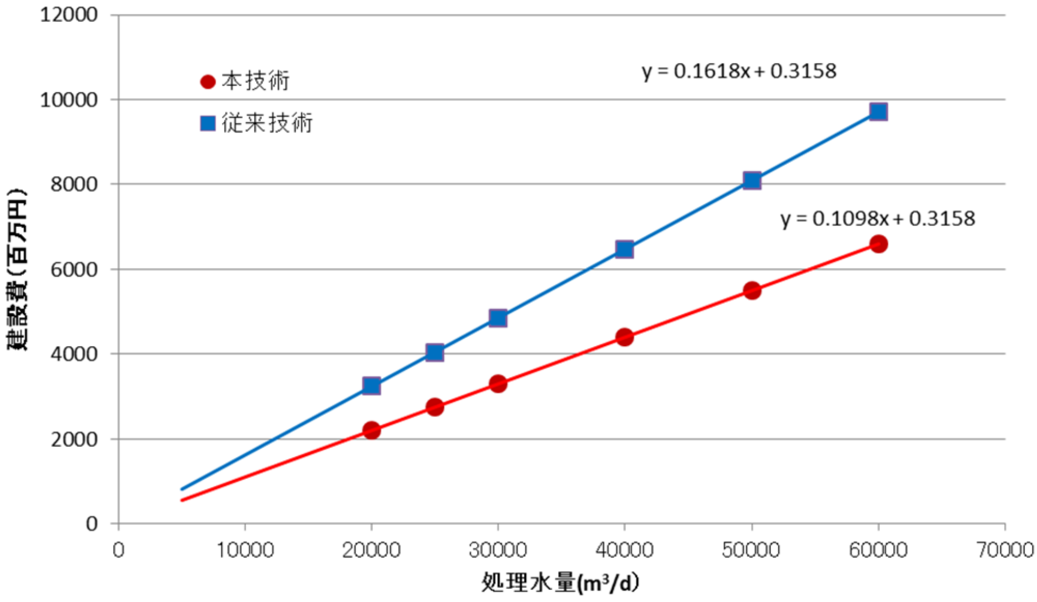

図 3-3　　処理水量毎の概算工事費

（３）維持管理費の検討

維持管理費は、1m^3 あたりの維持管理費を用いて算出する。表 3-1 に本技術と従来技術の維持管理費の概算を示す。維持管理費には、水処理施設分（最初沈殿池、反応タンク、最終沈殿池、送風機）電力費、補修費、汚泥処分費が含まれるものとする。計画している処理水量に表 3-1 の処理量当たりの維持管理費を乗じることで概算費用を求めることができる。

表 3-1　維持管理費の概算

	維持管理費の概算(千円/年・m^3)	備　考
本技術	1.6	
従来技術（嫌気無酸素好気法）	2.1	

（４）エネルギー使用量の検討

エネルギー削減効果については、本技術については燃焼等によるエネルギー消費を伴わないため、エネルギー消費としてはほぼ電力量の消費となる。このため、維持管理費で検討した電力使用量から算出した処理水量あたりの電力使用量を表 3-2 に示す。「（３）維持管理費の検討」と同様に処理水量に表 3-2 の換算値を乗じることでエネルギー使用量を算出することができる。

表 3-2　エネルギー使用量の概算

	電力使用量(千 kWh/年)	kWh/年・m^3
本技術	2,647	0.18
従来技術（嫌気無酸素好気法）	4,467	0.31

§17　導入判断
評価結果を踏まえて、本技術の導入について判断する。

【解説】
§16 において導入効果が見込まれると判断した場合には、本技術の導入に関する意思決定を行い、処理施設の計画・設計に移る。導入効果が見込まれない場合には、導入効果を中止する。

第２節　導入効果の検討例

§18　標準活性汚泥法から高度処理化を行う検討事例

本技術の導入効果の検討例として、計画日最大汚水量　50,000m^3/日の標準活性汚泥法の施設を高度処理施設に改築する場合を想定して、本技術の導入効果について検討を行う。

【解説】

本技術において有効性が高いと思われる、標準活性汚泥法を高度処理化する検討事例について解説する。

（１）設置条件

比較対象とする従来技術として嫌気無酸素好気法を用いるとした場合の設定条件を表 3-3 にまとめる。設定した既設の標準活性汚泥法の土木形状を表 3-4、流入水質及び反応タンクへの設定水質を表 3-5 に示す。

表 3-3　設定条件

項目	本技術	従来技術
流入下水量	計画日最大汚水量　50,000 m^3/日（日平均及び冬期最大汚水量　40,000 m^3/日）	
目標水質	BOD　：15mg/L 以下 T-N　：12mg/L 以下 T-P　：1.0mg/L 以下	
改造範囲	既設の最初沈殿池及び反応タンクを改造。最終沈殿池は既設を流用。	既設と同規模の反応タンクを増設。

表 3-4　既設標準活性汚泥法の土木形状

	幅 m	長 m	水深 m	池数 ケ	容積 m^3/池	面積 m^2/池	HRT H	水面積負荷 m^3/m^2/日
最初沈殿池	5	40	3	8	600	200		31
反応タンク	10	84	5	4	4200	840	8	
最終沈殿池	5	60	3	8	900	300		21

表 3-5　設定水質

水質	流入原水 (mg/L)	反応タンク流入水質(mg/L)	
		本技術	従来技術
SS	160	48	80
BOD	190	103	128
P-BOD（固形性 BOD）	125	38	63
S-BOD（溶解性 BOD）	65	65	65
T-N	35	29	31
P-N（固形性 T-N）	8	3	5

（2）配置検討

①高効率固液分離設備

既設最初沈殿地の水面積負荷が 31.25m³/(m²・日)となるため、

・50m³/(m²・日)以下の条件を満たすので、既設最初沈殿地に高効率固液分離設備を設置可能。

・高効率固液分離設備の水位が、既設初沈流出水位+0.6m 以上確保できない場合は、前沈殿槽の躯体をかさ上げすること、もしくは、既設最初沈殿池流出水位を下げることを検討する。今回は高効率固液分離設備の水位が十分確保できるものとして算定する。

②反応タンク設備

・反応タンク容量の必要容量を確保できるものとし、生物学的りん除去を行うための嫌気槽を設置する。また、設定水温は 15℃以上とし、生物学的窒素除去が十分可能なものとする。

本技術及び従来技術の土木形状を図 3-4 に示す。

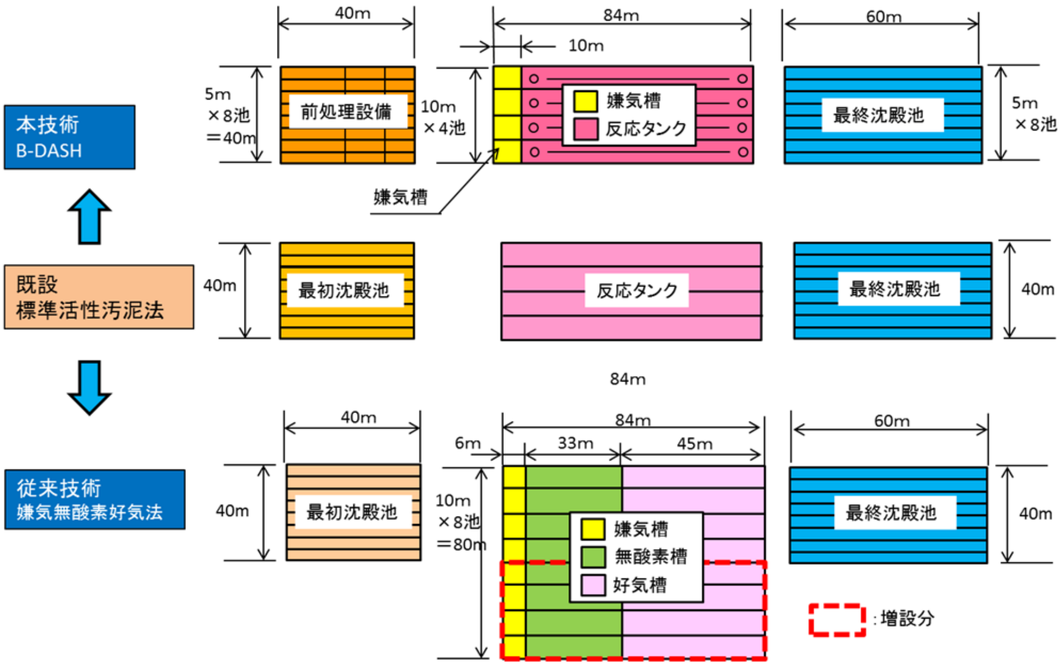

図 3-4　本技術と従来技術の土木形状

（３）建設費の検討

建設費を算出する条件を表 3-6 にまとめる。

表 3-6　建設費算出条件

項目	本技術	従来技術
土木建設費	土木改造に係る積算。 用地費用は含まない。	土木改造及び増設に係る積算。 用地費用は含まない。
機械・電気設備	最初沈殿池及び反応タンク設備の機械設備については撤去し、本技術採用機器を設置。 送風機も更新	最初沈殿池及び反応タンク設備の機械設備については撤去し、高度処理機械設備に更新。増設部についても新規設備を設置。送風機も更新。
機械・電気設備費	本技術採用機器の積算。据付工事費を機器費の 0.8 倍として計上	従来技術採用機器の積算。据付工事費を機器費の 0.8 倍として計上
発生汚泥量	日平均汚水量から発生汚泥量を算出。	同左

（４）維持管理費の検討

維持管理費は年間にかかる電力費、脱水ケーキ処分費及び修繕費用の総和とした。

①電力使用量

本技術及び従来技術で使用する各機器の電動機負荷量、運転台数、運転時間から年間の電力使用量を求め、使用単価を乗じて電力費を求めた。

②脱水ケーキ処分費

本技術及び従来技術から発生する汚泥量を算出し、想定した脱水ケーキ含水率から脱水ケーキ量を求め、処分費用から年間の脱水ケーキ処分費を求めた。

③修繕費

本技術及び従来技術における機器費をもとに修繕費用を求めた。

（５）エネルギー削減効果の検討

本技術及び従来技術とも使用するエネルギーはほぼ電力使用量であるため、エネルギー削減効果については維持管理費で算出した電力使用量にて比較検討することとした。また、電力使用量から CO_2 排出量を換算し、温室効果ガス排出量を算出した。

§19　**導入効果検討事例の結果**

導入効果検討事例の条件に基づいた検討結果を以下のようにまとめる

（1）建設費

（2）維持管理費

（3）エネルギー使用量

【解説】

導入効果検討事例の条件に基づき、検討結果を（1）建設費（2）維持管理費（3）エネルギー使用量　の 3 項目についてまとめる。

（1）建設費

建設費の比較を図 3-5 及び図 3-6 に示す。図 3-5 に建設費の初期費用を示し、図 3-6 に建設費の年価を示した。

図 3-5 に示すように本技術では土木建築費は安価であるが、機械・電気設備費で従来技術よりやや高くなっており、総計では約 18%の低減効果となった。また、土木建設費の償却年数を 50 年、機械・電気設備の償却年数を 15 年とし、1 年当りに換算した建設費の年価は図 3-6 に示すように本技術と従来技術とでほとんど差がなかった。

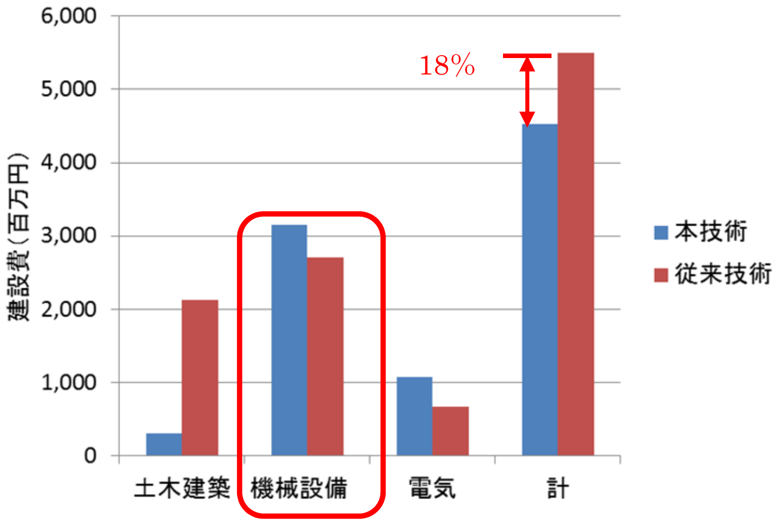

図 3-5　建設費（初期費用）

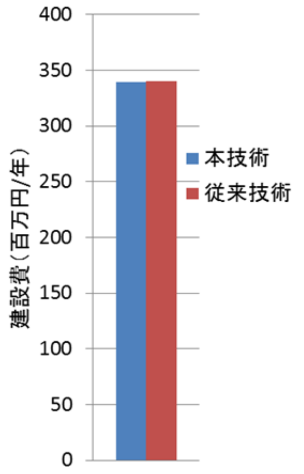

図 3-6　建設費（年価）

（2）維持管理費

維持管理費を図 3-7 に示す。

本技術において電力費は大幅に低減されており、補修費は従来技術とほぼ同じであったが維持管理費全体では約 16%の低減効果が示された。建設費年価と維持管理費を合計したライフサイクルコストでは、従来技術で高価となった土木建築費については償却年数が長く、本技術と建設費年価の差がないことから約 8%の低減効果となった(図 3-8)。

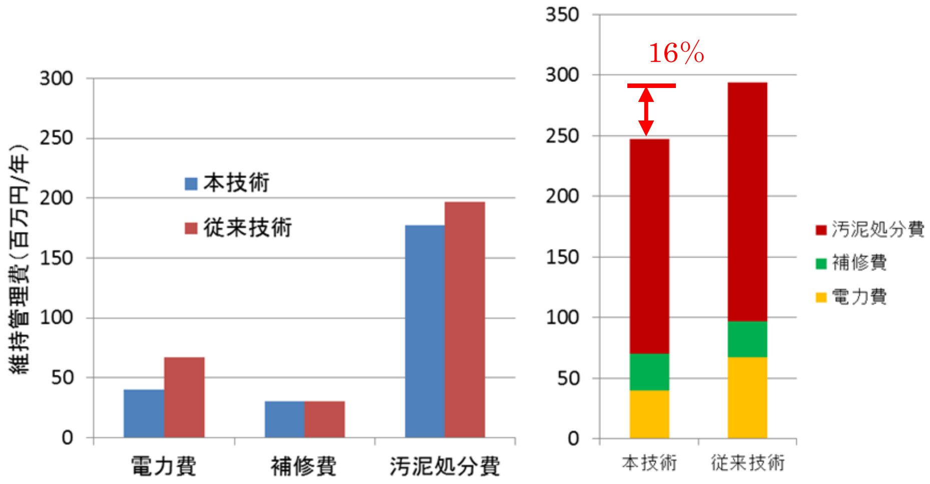

図 3-7　維持管理の比較

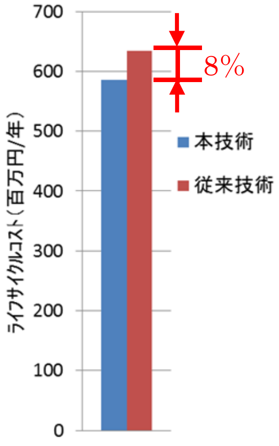

図 3-8　ライフサイクルコスト

（３）エネルギー使用量及び温室効果ガス排出量

エネルギー使用量を図 3-9、温室効果ガス排出量を図 3-10 に示す。

エネルギー使用量及び温室効果ガス排出量とも本技術での低減効果は約 40%と高い効果が示された。

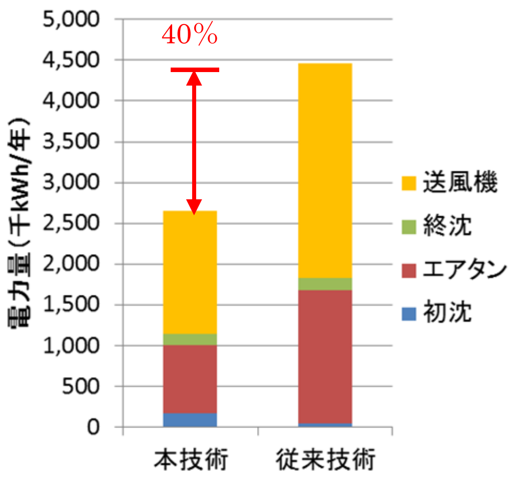

図 3-9　エネルギー使用量の比較

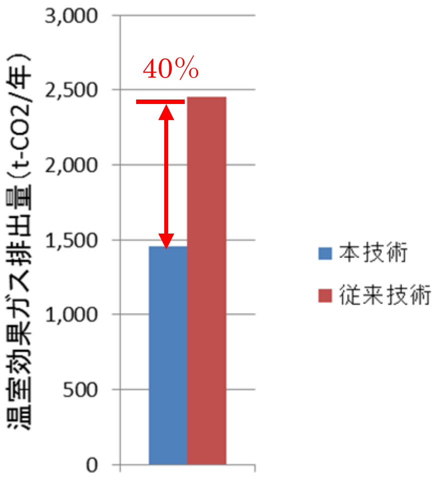

図 3-10　温室効果ガス排出量の比較