

下水道事業における費用効果分析マニュアル（案）

（ 追 補 版 ）

平成 20 年 4 月

社団法人 日本下水道協会

まえがき

公共事業を取り巻く情勢はますます厳しくなっており、事業実施に関する費用効果分析についても、その評価結果の信頼性を高めるなど、事業の実施による効果をよりの確に分析・把握することが求められてきています。

こうした状況を踏まえて、平成 18 年に「下水道事業における費用効果分析マニュアル(案)」を改訂し、浸水対策等に関する費用効果分析手法及び感度分析の導入など、分析精度の向上に関する事項等を盛り込みました。

一方で、下水道事業の実施にあたっては、合流式下水道の改善、良好な水環境の創出、地球温暖化対策への対応、循環型社会の構築に向けた下水汚泥等の資源の有効利用など、多様な役割を果たすことが求められています。

こうした下水道事業における各種の取り組みに関しては、その費用対効果の分析方法が十分に確立されてきていないのが実態で、その実施による効果の定量化方法を提案すべく、社団法人日本下水道協会では、「下水道事業に関する費用効果分析手法検討委員会」において審議を行ってきました。今般、全国各地で積極的に取り組まれている以下の取り組みに関して、便益の算出方法を検討し、とりまとめ、これらの考え方及び算出事例を追加し、「下水道事業における費用効果マニュアル(追補版)」として刊行する運びとなりました。

本追補版が下水道実務者の参考となれば幸いに存じます。

- ①合流改善による便益
- ②汚泥等のエネルギー利用による便益
- ③公共用水域の水質改善がもたらすレジャー振興による便益
- ④下水処理水等の再生利用による便益

なお、下水処理水等の再生利用に関しては、濁水が発生した場合において処理水を活用しうることの便益、災害発生時等における防火用水としての使用しうることの便益等、潜在的な便益に関する算出方法の検討等が、今後の検討課題として残されています。

本追補版の作成に当たり、御協力を賜りました委員各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 20 年 4 月

社団法人 日本下水道協会

目 次

1. 合流式下水道の改善効果	1
2. 下水道における温室効果ガス削減効果	11
3. 下水道によるレジャー振興の効果	17
4. 処理水等の有効利用及び将来利用潜在性の向上効果	23

1. 合流式下水道の改善効果

「合流式下水道の改善効果」の年当り便益計測においては、改善しなかった場合に発生する汚水の越流に伴う汚濁負荷の流出及び水質汚染を回避するための代替費用を、便益に計上する。

1) 基本的考え方

- ・ 合流式下水道の改善効果は、初期フラッシュ等として流出する“晴天時に管路や道路に堆積している汚濁物質、夾雑物等の流出抑制効果”と、その後平均的に流出する“その他越流水による汚濁物質や病原菌の流出抑制効果”に分割できる。
- ・ 便益の算出に当たっては、これらの効果を、合流式下水道を改善しない場合に、合流改善事業と同等の効果を得るために、必要となる予防措置にかかる費用をもって代替する。
- ・ 具体的には、“晴天時に管路や道路に堆積している汚濁物質、夾雑物等の流出抑制効果”は、管路内に堆積している汚濁物質等を除去するための「管路の清掃費用」と、道路上に堆積しているノンポイント汚濁物質等を除去するための「道路(ノンポイント汚濁)の清掃費用」で代替する。
- ・ 一方、“その他越流水による汚濁物質や病原菌の流出抑制効果”は、汚水の流出時における現実的な対応を想定し、“固形塩素の投入費用”をもって代替する。

● 合流式下水道の改善効果 (円/年)

=管路の清掃費用 (円/年) +道路の清掃費用 (円/年) +固形塩素投入費用 (円/年)

2) 管路の清掃費用の考え方

- ・ 雨天時の初期フラッシュを未然に防ぐためには、越流が発生する前に、予め下水道管路を清掃しておく必要があると考え、合流式下水道緊急改善計画等において、合流改善事業により初期フラッシュ負荷の越流量が削減されると見込まれている越流回数分の管路清掃費用を算定する。
- ・ 合流改善事業により初期フラッシュ負荷の越流量が削減される越流回数は、合流式下水道緊急改善計画で用いたシミュレーション結果等により把握することを基本とするが、これが困難な場合には、合流式下水道緊急改善計画等で設定している越流削減回数とすることも可能とする。
- ・ なお、合流改善策として「分流化（ただし、一部の区域のみに対して雨水分離を図る「部分分流化」は除く）」を採用する場合には、改善前の越流回数（全回数）に清掃単価を乗じることで年間の管路清掃費用を計上することを基本とする。
- ・ 管路清掃費用は、清掃工費と安全費から成り、清掃工費は、実施時間（昼間か夜間か）や管路の径や堆積物量によって異なり、安全費は一日当たりの配置人員によって異なるため、単価設定にあたって留意する必要がある。
- ・ 管路の清掃費用は下式により算定する。なお、管路延長当り清掃工費は、対象となる管路の径や堆積物量、想定される清掃時間が明らかである場合には、その状況に即した単価を設定することが望ましいが、それらの状況が不明な場合には、各都市での実績に基づいた平均値等を活用することも可能とする。また、安全費については、清掃工に応じた一日当たり安全費を計上するものとするが、各都市で十分な清掃実績があり、管路清掃工費に対する安全費率が把握できる場合には、この比率をもって、安全費を計上しても差し支えない。

・ 管路の清掃費用（円/年）

$$= \{ \text{管路延長当たり清掃工費（円/m）} \times \text{管路延長（m）} + \text{安全費（回/日）} \} \\ \times \text{初期フラッシュ負荷の越流量が削減される越流回数（回/年）}$$

（参考 管路清掃費用算出のための単価設定の例 平成 19 年度価格）

昼間施工の場合

種 別	細 別	単 位	委託単価
高圧洗浄車清掃工平均	土砂深 5% (φ 200mm~700mm)	m	491
高圧洗浄車清掃工平均	土砂深 10% (φ 200mm~700mm)	m	904
高圧洗浄車清掃工平均	土砂深 15% (φ 200mm~700mm)	m	1,287
高圧洗浄車清掃工平均	土砂深 20% (φ 200mm~700mm)	m	1,644
高圧洗浄車清掃工平均	土砂深 25% (φ 200mm~700mm)	m	2,004
高圧洗浄車清掃工平均	土砂深 30% (φ 200mm~700mm)	m	2,373
高圧洗浄車清掃工平均	土砂深 35% (φ 200mm~700mm)	m	2,692
高圧洗浄車清掃工平均	土砂深 40% (φ 200mm~700mm)	m	3,080
高圧洗浄車清掃工平均	土砂深 45% (φ 200mm~700mm)	m	3,392
高圧洗浄車清掃工平均	土砂深 50% (φ 200mm~700mm)	m	3,754
吸引車清掃工平均	土砂深 5% (φ 800mm~1500mm)	m	712
吸引車清掃工平均	土砂深 10% (φ 800mm~1500mm)	m	1,987
吸引車清掃工平均	土砂深 15% (φ 800mm~1500mm)	m	3,592
吸引車清掃工平均	土砂深 20% (φ 800mm~1500mm)	m	5,430
吸引車清掃工平均	土砂深 25% (φ 800mm~1500mm)	m	7,441
吸引車清掃工平均	土砂深 30% (φ 800mm~1500mm)	m	9,603
安全費平均		日	35,863

夜間施工の場合

種 別	細 別	単 位	委託単価
高圧洗浄車清掃工平均	土砂深 5% (φ 200mm~700mm)	m	622
高圧洗浄車清掃工平均	土砂深 10% (φ 200mm~700mm)	m	1,142
高圧洗浄車清掃工平均	土砂深 15% (φ 200mm~700mm)	m	1,624
高圧洗浄車清掃工平均	土砂深 20% (φ 200mm~700mm)	m	2,071
高圧洗浄車清掃工平均	土砂深 25% (φ 200mm~700mm)	m	2,521
高圧洗浄車清掃工平均	土砂深 30% (φ 200mm~700mm)	m	2,982
高圧洗浄車清掃工平均	土砂深 35% (φ 200mm~700mm)	m	3,380
高圧洗浄車清掃工平均	土砂深 40% (φ 200mm~700mm)	m	3,871
高圧洗浄車清掃工平均	土砂深 45% (φ 200mm~700mm)	m	4,252
高圧洗浄車清掃工平均	土砂深 50% (φ 200mm~700mm)	m	4,702
吸引車清掃工平均	土砂深 5% (φ 800mm~1500mm)	m	883
吸引車清掃工平均	土砂深 10% (φ 800mm~1500mm)	m	2,464
吸引車清掃工平均	土砂深 15% (φ 800mm~1500mm)	m	4,457
吸引車清掃工平均	土砂深 20% (φ 800mm~1500mm)	m	6,736
吸引車清掃工平均	土砂深 25% (φ 800mm~1500mm)	m	9,231
吸引車清掃工平均	土砂深 30% (φ 800mm~1500mm)	m	11,912
安全費平均		日	53,795

（注）単価設定については、「下水道施設維持管理積算要領-管路施設編-」（社）日本下水道協会をもとに作成

3) 道路の清掃費用の考え方

- ・ 道路上に堆積しているノンポイント汚濁負荷物質等の越流を回避するためには、越流が発生する前に、予め道路清掃をする必要があると考え、合流式下水道緊急改善計画等において、合流改善事業により初期フラッシュ負荷の越流量が削減されると見込まれている越流回数分の道路清掃費用を算定する。
- ・ 合流改善事業により初期フラッシュ負荷の越流量が削減される越流回数は、合流式下水道緊急改善計画で用いたシミュレーション結果等により把握することを基本とするが、これが困難な場合には、合流式下水道緊急改善計画等で設定している事業実施による越流削減回数とすることも可能とする。
- ・ なお、合流改善策として「分流化（ただし、一部の区域のみに対して雨水分離を図る「部分分流化」は除く）」を採用する場合には、道路の清掃費用は計上しないものとする。
- ・ 道路清掃は、路面清掃車によって行うことを想定する。路面清掃の費用については、財団法人建設物価調査会『土木工事積算標準単価』において、標準的な単価が示されている。道路の清掃費用は、このデータ等を用いて以下の式により算定する。
- ・ 道路の清掃費用（円/年）
＝道路延長当たり路面清掃作業費（円/m）× 集水地域道路延長（m）
×初期フラッシュ負荷の越流量が削減される越流回数（回/年）

(参考：路面清掃工標準単価（その1）（財）建設物価調査会『土木工事積算標準単価』平成19年度版、

平成19年7月)

(単位：円/km)

条件	路面清掃車(真空式リヤダンプ5.5立法メートル級)					
	機械業者持込			機械官貸与		
塵埃量(m ³ /km)	0.1未満	0.1~0.2未満	0.2~1.0未満	0.1未満	0.1~0.2未満	0.2~1.0未満
北海道	2,827	3,009	4,708	1,727	1,834	2,874
青森	3,080	3,227	5,129	2,048	2,176	6,409
岩手	3,009	3,202	5,010	1,970	2,092	3,277
宮城(豪雪地)	2,971	3,161	4,947	1,929	2,049	3,210
宮城	2,885	3,070	4,804	1,929	2,049	3,210
秋田	3,063	3,260	5,101	2,030	2,157	3,379
山形	2,947	3,136	4,907	1,902	2,020	3,165
福島(豪雪地)	2,851	3,034	4,748	1,797	1,908	2,990
福島	2,765	2,942	4,604	1,979	1,908	2,990
茨城	2,873	3,056	4,784	1,915	2,033	3,186
栃木	2,946	3,134	4,905	1,995	2,119	3,320
群馬	2,866	3,049	4,772	1,908	2,026	3,175
埼玉	2,912	3,098	4,848	1,957	2,079	3,257
千葉	2,961	3,150	4,930	2,012	2,137	3,348
東京	2,981	3,171	4,963	2,033	2,159	3,383
神奈川	3,010	3,202	5,011	2,065	2,193	3,436
山梨	3,031	3,224	5,046	2,089	2,218	3,476
長野	2,952	3,141	4,916	2,001	2,126	3,330
新潟	2,909	3,095	4,843	1,860	1,976	3,095
富山	3,017	3,210	5,024	1,979	2,102	3,294
石川	3,029	3,222	5,043	1,992	2,116	3,315
岐阜	3,012	3,204	5,015	2,068	2,196	3,441
静岡	2,988	3,178	4,974	2,040	2,167	3,395
愛知	2,993	3,184	4,983	2,046	2,173	3,404
三重	2,969	3,159	4,943	2,020	2,146	3,361
福井	3,108	3,306	5,175	2,079	2,208	3,460
滋賀	2,943	3,130	4,900	1,993	2,116	3,315
京都	2,953	3,141	4,916	2,002	2,126	3,331
大阪	2,921	3,108	4,864	1,969	2,091	3,276
兵庫	2,906	3,092	4,839	1,951	2,072	3,247
奈良	2,967	3,156	4,939	2,018	2,143	3,358
和歌山	2,946	3,134	4,906	1,995	2,118	3,319
鳥取	2,824	3,005	4,702	1,767	1,877	2,940
島根	2,754	2,930	4,585	1,784	1,895	2,969
岡山	2,854	3,037	4,753	1,895	2,012	3,153
広島	2,877	3,061	4,791	1,919	2,038	3,194
山口	2,805	2,984	4,670	1,841	1,955	3,063
徳島	2,871	3,055	4,781	1,913	2,032	3,183
香川	2,867	3,050	4,773	1,908	2,026	3,175
愛媛	2,849	3,031	4,744	1,889	2,007	3,144
高知	2,898	3,083	4,825	1,942	2,062	3,231
福岡	2,794	2,972	4,652	1,829	1,943	3,044
佐賀	2,862	3,045	4,766	1,903	2,021	3,166
長崎	2,755	2,932	4,588	1,787	1,898	2,974
熊本	2,824	3,005	4,703	1,863	1,979	3,100
大分	2,850	3,033	4,746	1,889	2,008	3,145
宮崎	2,855	3,038	4,754	1,895	2,014	3,154
鹿児島	3,024	3,217	5,036	2,080	2,210	3,462
沖縄	3,254	3,461	5,417	2,332	2,476	3,880

(参考 路面清掃工標準単価 (その2) (財)建設物価調査会『土木工事積算標準単価』平成19年度版、

平成19年7月)

(単位:円/km)

条件	路面清掃車(ブラシ式フロントリフトダンプ2.2立法メートル級)					
	機械業者持込			機械官貸与		
塵埃量(m ³ /km)	0.1未満	0.1~0.2未満	0.2~1.0未満	0.1未満	0.1~0.2未満	0.2~1.0未満
北海道	2,685	3,176	4,765	1,809	2,146	3,219
青森	2,967	3,511	5,267	2,129	2,527	3,791
岩手	2,910	3,444	5,166	2,072	2,458	3,688
宮城(豪雪地)	2,843	3,364	5,046	2,002	2,375	3,563
宮城	2,778	3,288	4,932	2,002	2,375	3,563
秋田	2,914	3,449	5,173	2,076	2,464	3,696
山形	2,808	3,323	4,985	1,966	2,333	3,500
福島(豪雪地)	2,699	3,193	4,789	1,852	2,198	3,297
福島	2,634	3,116	4,675	1,852	2,198	3,297
茨城	2,767	3,275	4,912	1,990	2,361	3,542
栃木	2,810	3,325	4,988	2,035	2,415	3,623
群馬	2,762	3,269	4,904	1,986	2,357	3,535
埼玉	2,815	3,331	4,997	2,040	2,421	3,631
千葉	2,859	3,385	5,077	2,087	2,476	3,715
東京	2,893	3,424	5,137	2,120	2,516	3,774
神奈川	2,915	3,450	5,175	2,143	2,543	3,815
山梨	2,978	3,525	5,288	2,208	2,620	3,931
長野	2,861	3,387	5,080	2,088	2,478	3,718
新潟	2,764	3,271	4,906	1,921	2,279	3,419
富山	2,890	3,420	5,131	2,051	2,433	3,650
石川	2,914	3,448	5,173	2,076	2,463	3,695
岐阜	2,933	3,472	5,209	2,162	2,566	3,849
静岡	2,902	3,435	5,153	2,130	2,528	3,793
愛知	2,886	3,416	5,125	2,115	2,510	3,765
三重	2,872	3,399	5,099	2,099	2,491	3,737
福井	2,988	3,537	5,305	2,153	2,555	3,833
滋賀	2,861	3,386	5,080	2,087	2,477	3,716
京都	2,852	3,375	5,063	2,079	2,467	3,700
大阪	2,829	3,348	5,023	2,055	2,639	3,659
兵庫	2,800	3,314	4,971	2,024	2,402	3,603
奈良	2,896	3,428	5,143	2,125	2,521	3,782
和歌山	2,864	3,390	5,085	2,090	2,481	3,721
鳥取	2,705	3,201	4,801	1,859	2,206	3,309
島根	2,649	3,134	4,702	1,869	2,217	3,326
岡山	2,763	3,270	4,905	1,986	2,356	3,535
広島	2,766	3,273	4,910	1,988	2,359	3,539
山口	2,686	3,178	4,768	1,907	2,263	3,394
徳島	2,733	3,235	4,852	1,955	2,320	3,480
香川	2,770	3,278	4,917	1,993	2,365	3,547
愛媛	2,736	3,238	4,857	1,959	2,325	3,487
高知	2,792	3,304	4,956	2,016	2,391	3,587
福岡	2,695	3,189	4,784	1,916	2,273	3,410
佐賀	2,785	3,295	4,942	2,010	2,384	3,576
長崎	2,619	3,098	4,647	1,837	2,179	3,269
熊本	2,696	3,190	4,785	1,917	2,274	3,411
大分	2,712	3,209	4,814	1,935	2,295	3,443
宮崎	2,756	3,262	4,893	1,979	2,348	3,523
鹿児島	2,954	3,496	5,245	2,184	2,591	3,887
沖縄	3,237	3,834	5,751	2,477	2,941	4,412

4) 固形塩素投入費用の考え方

- ・ 汚水の越流に伴う、公共用水域への汚濁負荷や病原菌の流出による悪影響を回避するためには、越流水の消毒を行う必要があると考え、合流式下水道緊急改善計画等において、合流改善事業により減少すると見込まれている越流量分の消毒費用を算定する。
- ・ 消毒により、越流水に含まれる全ての汚濁負荷や病原菌を削減することはできないが、汚水流出時における現実的な対応を想定し、固形塩素の投入費用をもって、“その他越流水による汚濁負荷や病原菌の流出抑制効果”を便益計測するものとする。
- ・ 固形塩素投入費用は、越流量当り固形塩素投入費用と改善事業により減少する越流量により、以下の式により算定する。なお、越流量当り固形塩素投入費用は、固形塩素剤の購入単価と水量当りの塩素剤注入率により算定する。
- ・ 固形塩素投入費用（円/年）
＝越流量当り固形塩素投入費用（円/m³）×改善により減少する越流量（m³/年）

【合流式下水道の改善効果 年当り便益算出事例】

(事例1 H市E地区の事例)

1) 対象区域及び合流式下水道緊急改善計画の内容

① 合流区域面積：223ha

② 区域内管路長：92km

③ 改善計画概要：

- ・ 対策により削減される越流回数 : 5回
- ・ 対策により減少する越流量 : 4,783,453 m³/年
- ・ 汚濁負荷量削減目標 : 分流式下水道並み

2) 便益の試算

① 管路清掃費

- ・ φ200～700の昼間工費491円/m、φ800以上の昼間工費712円/mに、該当する管路延長を乗じ、更に、初期フラッシュ負荷の越流量が削減される越流回数の把握が困難であったため越流削減回数の5回を乗じると、清掃工費は238百万円/年であり、安全費23百万円/年を加算すると、262百万円/年となる。

表 1-1 H市E地区の管路清掃費用の試算結果

	区分	清掃単価 (円/m)	管路延長 (m)	越流削減回数 (回/年)	清掃費 (円/年)
		A	B	C	D=A×B×C
清掃費	φ200～700(土砂深5%)昼間	491	81,958	5	201,206,178
	φ800～(土砂深5%)昼間	712	10,395	5	37,006,876
	小計		92,353		238,213,054
安全費		1日当たり 安全費 (円/日/班) E	班編制 (班) F	越流削減回数 (回/年) G	安全費 (円/年) H=E×F×G
	昼間	35,863	130.0	5	23,305,538
計					261,518,593

※1：清掃単価は参考事例を引用。単価は土砂深度の設定ができないため最も浅い5%での単価を適用。

※2：管路延長はH市E地区の合流区域内の管路延長。

※3：越流削減回数は、H市合流式下水道緊急改善計画でのシミュレーション結果。

※4：1日当り安全費は参考事例を引用。

② 道路清掃費

- ・ 路面清掃車(真空式リヤダンプ5.5m³級、機械業者持ち込み、塵埃量0.1m²/km)の単価2,877円/kmに、管路延長と同等と仮定した道路延長92kmを乗じ、さらに、初期フラッシュ負荷の越流量が削減される越流回数の把握が困難であったため越流削減回数の5回を乗じると、道路清掃費は1.3百万円/年と算出される。

$$\begin{aligned} \text{○道路清掃費} &= 2,877 \text{ 円/km} \times \text{道路延長 } 92\text{km} \times \text{削減回数 } 5 \text{ 回/年} \\ &= 1.3 \text{ 百万円/年} \end{aligned}$$

③ 固形塩素投入費用

- 越流水の減少量 4,783,453 m³/年に、越流水量当たり必要固形塩素投入費用 7 円/m³を乗じると、投入費は 33 百万円/年となる。

表 1-2 H市E地区の固形塩素投入費用の試算結果

	単価 (円/m ³) I	総越流量 (m ³ /年) J	投入費 (円/年) K=I×J
固形塩素投入費	7	4,783,453	33,484,171

表 1-3 1 m³ 当り固形塩素単価の設定

1) 条件			
項目	数値	単位	備考
M 単価	500	円/kg	メーカヒアリング
Rcl 注入率	9.5	mg/L	設計指針値
C 有効塩素濃度	70	%	設計指針値
k 溶液の比重	1.0	-	-

※設計指針値:「下水道施設計画・設計指針と解説(後編)」による

2) 1m³当薬品注入量

$$= Rcl \times (100/C) \times (1/k) \times 10^{-3}$$

$$= 0.014 \quad \text{kg/m}^3 \quad \dots RclL$$

3) 1m³当り薬品投入単価

$$= M \times RclL$$

$$= 7 \quad \text{円/m}^3$$

$$\approx 7 \quad \text{円/m}^3$$

④ 合流改善便益のまとめ

● H市E地区の合流式下水道の改善効果

= 管路の清掃費用 + 道路の清掃費用 + 固形塩素投入費用

= 262 百万円/年 + 1.3 百万円/年 + 33 百万円/年

= 296 百万円/年

(事例2 F市H地区の事例)

1) 対象区域及び合流式下水道緊急改善計画の内容

① 合流区域面積：303ha

② 区域内管路長：19km

③ 改善計画概要：

- ・ 対策により削減される越流回数 : 21回
- ・ 対策により減少する越流量 : 1,163,000 m³/年
- ・ 汚濁負荷量削減目標 : 分流式下水道並み

2) 便益の試算

① 管路清掃費

- ・ φ200～700の清掃単価（昼間工費）491円/m、φ800以上の清掃単価（昼間工費）712円/mに該当する管路延長を乗じ、更に、初期フラッシュ負荷の越流量が削減される越流回数の把握が困難であったため越流削減回数の21回を乗じると清掃工費は221百万円であり、安全費28百万円/年を加算すると、249百万円/年となる。

表 1-4 F市H地区の管路清掃費用の算定結果

	区分	清掃単価 (円/m) A	管路延長 (m) B	越流削減回数 (回/年) C	清掃費 (円/年) D=A×B×C
清掃費	φ200～700(土砂深5%)昼間	491	14,679	21	151,355,169
	φ800～(土砂深5%)昼間	712	4,644	21	69,437,088
	小計		19,323		220,792,257
安全費		1日当たり 安全費 (円/日/班) E	班編制 (班) F	越流削減回数 (回/年) G	安全費 (円/年) H=E×F×G
	昼間	35,863	37.3	21	28,127,230
計					248,919,487

※1：清掃単価は参考事例を引用。単価は土砂深度の設定ができないため最も浅い5%での単価を適用。

※2：管路延長はF市H地区の合流区域内の管路延長。

※3：越流削減回数は、F市合流式下水道緊急改善計画でのシミュレーション結果。

※4：1日当たり安全費は参考事例を引用。

② 道路清掃費

- ・ 路面清掃車（真空式リヤダンプ 5.5m³級、機械業者持ち込み、塵埃量 0.1 m³/km）の単価 2,794円/kmに、管路延長と同等と仮定した道路延長 19kmを乗じ、さらに、初期フラッシュ負荷の越流量が削減される越流回数の把握が困難であったため越流削減回数の21回を乗じると、道路清掃費は4.4百万円/年と算出される。

$$\begin{aligned} \text{○道路清掃費} &= 2,794 \text{ 円/km} \times \text{道路延長 } 19\text{km} \times \text{削減回数 } 21 \text{ 回/年} \\ &= 1.1 \text{ 百万円/年} \end{aligned}$$

③ 固形塩素投入費用

- ・ 越流水の減少量 1,163,000 m³/年に、越流量当たり必要固形塩素投入費用 7円/m³を乗じると、投入費は8百万円/年となる。

表 1-5 F 市 H 地区の固形塩素投入費用の試算結果

	単価 (円/m ³) I	総越流量 (m ³ /年) J	投入費 (円/年) K=I×J
固形塩素投入費	7	1,163,000	8,141,000

表 1-6 1m³当り固形塩素単価の設定

1)条件			
項目	数値	単位	備考
M 単価	500	円/kg	メーカヒアリング
Rcl 注入率	9.5	mg/L	設計指針値
C 有効塩素濃度	70	%	設計指針値
k 溶液の比重	1.0	-	-

※設計指針値:「下水道施設計画・設計指針と解説(後編)」による

2)1m³当り薬品注入量

$$= Rcl \times (100/C) \times (1/k) \times 10^{-3}$$

$$= 0.014 \quad \text{kg/m}^3 \quad \dots RclL$$

3)1m³当り薬品投入単価

$$= M \times RclL$$

$$= 7 \quad \text{円/m}^3$$

$$\underline{=} 7 \quad \text{円/m}^3$$

④ 合流改善便益のまとめ

● F 市 H 地区の合流式下水道の改善効果

=管路の清掃費用 + 道路の清掃費用 + 固形塩素投入費用

=249 百万円/年 + 1.1 百万円/年 + 8 百万円/年

=258 百万円/年

2. 下水道における温室効果ガス削減効果

「下水道における温室効果ガス削減効果」の年当り便益計測においては、下水汚泥等の有効利用に伴い削減可能と見込まれる温室効果ガス発生量に、単位当たりの削減便益を乗じて、便益に計上する。

1) 基本的考え方

- ・ 下水道は処理過程等において多くの温室効果ガスを排出しており、2004年度において、我が国全体の温室効果ガス排出量に占める割合は約0.5%（国土交通省調査）となっている。
- ・ 下水道における温室効果ガス排出抑制の具体策としては、「下水汚泥・下水熱等のエネルギー利用の推進」、「汚泥焼却施設の燃焼の高度化（N₂O発生量の削減）」、「下水道施設の省エネルギー化（消費電力の削減）」、「グリーン電力の購入」等が考えられるが、本マニュアルは下水道の整備の部分を対象としているため、もっぱら維持管理のみによる対策である「グリーン電力の購入」等は対象としない。
- ・ これらによる温室効果ガス削減量に、単位当たりの削減便益を乗じて、便益に計上する。

● 下水道における温室効果ガス削減効果（円/年）
 = 温室効果ガス単位当たり削減便益（円/t-C）
 × 下水処理過程における温室効果ガス削減量（t-C/年）

2) 温室効果ガス単位当たり削減便益の考え方

- ・ 平成16年2月にとりまとめられた国土交通省の「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針」においては、CO₂の貨幣価値原単位計測の考え方として、①被害費用に基づく計測、②対策費用に基づく計測、③排出権取引価格に基づく計測の3つの考え方が示されている（表2-1参照）。

表 2-1 CO₂の貨幣価値原単位計測の考え方

計測方法	考え方
①被害費用に基づく計測	・ 環境質の悪化による被害を、実際の被害額や、支払意志額によって把握する方法である。
②対策費用に基づく計測	・ 環境質を維持・向上するための対策費用によって、環境質の価値を把握する方法である。
③排出権取引価格に基づく計測	・ 排出権取引市場が形成されている場合において、その取引価格をもって、評価値とする方法である。

- ・ 国土交通省大臣官房技術調査課では、技術指針の公表以降、これらの各手法それぞれについて研究の蓄積や、EUにおける排出権取引市場の開始など大きな進展があり、また近年の地球温暖化に対する関心の高まりを勘案しても、公共事業評価において適切なCO₂の貨幣価値原単位を設定する必要性が高まっていることから、平成19年1月に「公共事業評価手法に関する検討会」を設置し、原単位の検討を行ってきた。
- ・ 検討会における結論としては、公共事業の事業評価に適用するCO₂の貨幣価値原単位として、

10,600 円/t-C とすることが提案されている。その提案に至る検討プロセスの概要は表 2-2 に示すとおりである。なお、10,600 円/t-C は 2,890 円/t-CO₂ に相当する。

表 2-2 公共事業の事業評価に適用する CO₂ の貨幣価値原単位の検討プロセス概要

【第 1 段階】：計測手法の絞り込み

- 下表に示す 3 つの手法のうち、政策動向などの外部環境から影響を受けにくい点、および既存研究の蓄積が充実しているという点から、現状では被害費用に基づく計測手法を採用することが適切である。

CO₂ の貨幣価値原単位の計測方法の比較

方法	海外での採用状況 ※今回調査対象とした 13ヶ国での採用状況	政策動向等の外部要因 の影響	既存研究の 蓄積状況	総合評価 (注)
【方法1】 被害費用	○ (イギリス、ニュー ジーランド、フィンラ ンドで採用)	○ (政策動向の影響を受けにくく外部要因に対 しては安定的である)	○ (Tol(2005)に見 られるように、 近年になって多 くの推定事例が 蓄積)	○
【方法2】 対策費用	○ (ドイツ、オランダ、ス ウェーデン、スイス で採用)	× (削減目標および削減手法の設定によって 数値に幅があり、京都議定書以降の各国 の目標設定に原単位が大きく依存する可 能性があり、技術革新によって対策費用は 変化するため、中長期的に外部要因の影 響を受けやすく不安定であると考えられる)	○ (国内外で対策費 用に関する検討 は蓄積)	△
【方法3】 排出権取引価格 に基づく計測	× (デンマークのみで 採用)	× (市場の成熟度に大きく依存するが、現時点 では多くの組織が指摘しているように市場 が成熟しているとは見なされておらず、取 引価格が限界費用を表現していない可能 性が大きい)	△ (実証的な蓄積は 他の2方法に比 較して少ないと 考えられる)	×

(注 1) ここでの総合評価は、計測方法自体の優劣をつけるものではなく、わが国の公共事業の評価における現時点の適性を検討したものである。

(注 2) Tol(2005)= Tol,R.S.J.(2005) : The Marginal Damage Costs of Carbon Dioxide Emissions: An Assessment of the Uncertainties, Energy Policy, Vol.33, pp.2064-2074.

【第 2 段階】：想定被害項目等の絞り込み

- 第 2 段階として、①既存の代表的なモデル (Tol(1999)の成果を援用する設定方法 (イギリスにおいて採用)、②IPCC の第二次評価レポート(1996)においてレビューされている値を援用する設定方法 (ニュージーランドにおいて採用)、③レビュー論文 Tol(2005)において算出されている平均値を援用する設定方法の中から、計測値を大きく左右する「(A) 被害項目の想定」「(B) 割引率」「(C) 公平性への配慮の有無」の 3 点について、想定が明確で、かつ妥当な水準の結果となっている①の設定方法が適切であると考えられる。

CO2 の貨幣価値原単位の設定方法の相互比較（被害費用）

設定方法	各要素についての明確さ、妥当性			備考
	(A)被害項目の想定	(B)割引率	(C)公平性への配慮	
設定方法①	概ねIPCCの報告と整合していると考えられる (海面上昇、異常気象、人間の健康、農業、水資源、生態系などを考慮)	感度分析において0～10%の間で計測値が算出されており、適当なものを選択できる	公平性への配慮の有無別に計測がされており、適当なものを選択できる	・イギリスで実際に採用されている
設定方法②	被害項目、割引率、公平性への配慮の有無などの想定が異なる研究事例をレビューして値のレンジを設定しており、これらの設定において一貫性があるとは言いがたい			1996年とやや古い時点でのレビュー結果である
設定方法③	被害項目、割引率、公平性への配慮の有無などの想定が異なる研究事例を用いて平均値等を算出しており、これらの設定において一貫性があるとは言いがたい			これまでの知見が集約されていると考えられる

(注) 設定方法①で援用されている Tol(1999)= Tol, R.S.J. (1999), ‘The Marginal Costs of Greenhouse Gas Emissions’, The Energy Journal,20(1), 61-81.

【第3段階】：具体的な値の設定

- Tol(1999)による下表に示す被害費用の推定を元に、地域間（先進国と途上国）の公平性を配慮し、割引率を3%とした場合の被害費用 10,622 円/t-C を、CO2 の貨幣価値原単位（代表値）とするのが適当であると考ええる。

Tol(1999)による被害費用の推定

割引率	0%	1%	3%	5%	10%
公平性への配慮なし	142	73	23	9	2
	25,139	12,924	4,072	1,593	354
公平性への配慮あり	317	171	60	26	6
	56,121	30,274	10,622	4,603	1,062

上段：\$/t-C(1990年価格)、下段：円/t-C（2006年価格）

(注1) 1995-2004年を対象にした推定値

(注2) 為替換算は、OECDによる購買力平価の値（1\$=124円（2006年））を適用

3) 下水処理過程における温室効果ガス削減量の考え方

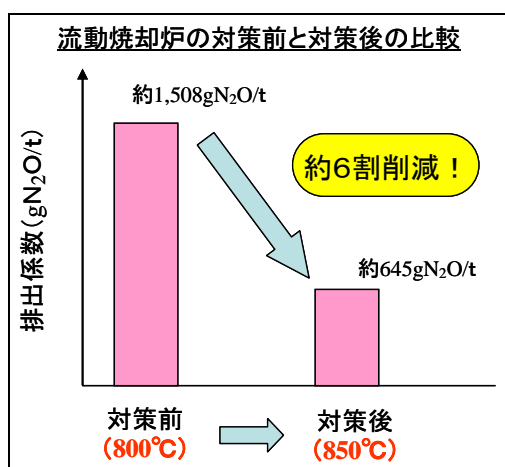
- ・ 下水処理過程における温室効果ガス削減量は、下式により算出する。
- ・ 温室効果ガス削減量 (CO₂ 換算)
= a) {下水汚泥・下水熱等のエネルギー利用の推進による CO₂ 削減量}
+ b) {汚泥焼却施設の燃焼の高度化による N₂O 削減量×310}
+ c) {下水道施設の省エネルギー化による消費電力削減量
×CO₂ 排出係数 (0.555kg-CO₂/kWh)}

a) 下水汚泥・下水熱等のエネルギー利用の推進

- ・ 下水道は、都市活動から発生する下水や熱を収集しており、大きなエネルギーポテンシャルを保有しているが、利用水準は低い水準に止まっている。下水汚泥の処理過程における消化・炭化や、焼却熱の有効利用、下水熱の有効利用により、温室効果ガスを削減することができる。

b) 汚泥焼却施設の燃焼の高度化 (N₂O 発生量の削減)

- ・ 下水汚泥の処理過程で大量に発生する N₂O の温室効果は、CO₂ の 310 倍であるため、N₂O の削減量を CO₂ 削減量に換算する際には、削減量に 310 を乗じればよい。
- ・ 例えば、高分子流動炉において燃焼の高度化(燃焼温度を 800℃→850℃に上げるなど)により、N₂O を約 6 割削減することができる。



(出典 環境省 温室効果ガス排出量算定方法検討会 廃棄物分科会報告書 平成 18 年 8 月)

図 2-1 N₂O の削減効果事例

c) 下水道施設の省エネルギー化 (消費電力の削減)

- ・ 下水道システム自体も処理過程で多くのエネルギーを消費していることから、下水道における更なる省エネルギー対策を推進していくことが期待される。
- ・ 例えば、散気装置では、生物処理において、反応槽に送る空気として微細な気泡を導入し、酸素を溶解しやすくすることにより、処理場で最も多くの電力を消費するブローの消費電力を 2 割削減することが可能である。
- ・ また、脱水機では、汚泥排出部を急激に搾り、効率的に圧搾を行うことにより、脱水に必要な消費電力を約 3 割削減することが可能である。

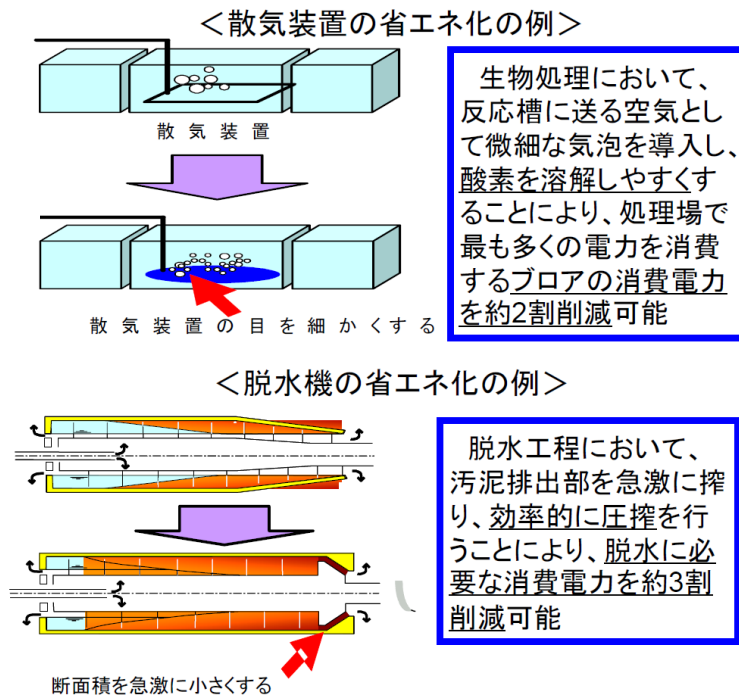


図 2-2 下水道施設の省エネルギー化（消費電力の削減）のイメージ

※なお、温室効果ガス削減にかかる費用の計上にあたっては、下水道の普及促進等にかかる費用として、別途汚泥処理等に要する費用を計上している場合には、これらと二重計上とにならないよう注意が必要である。

（事例 T市の事例）

（ア） T市では、下水汚泥の処理施設として、下水汚泥から炭化物を製造し、火力発電所における石炭の代替燃料として供給する炭化炉を整備している。施設の概要は以下のとおりである。

- ① 汚泥処理能力：300 トン/日（100 トン/日×3系列）
- ② 処理汚泥量：99,000 トン/年
- ③ 炭化燃料製造量：8,700 トン/年

（イ） T市の試算によると、炭化物の発熱量は、石炭の約3分の1であり、図 2-3 に示すように、炭化炉を整備することにより、一年間に、37,000 t-CO₂のCO₂削減効果が期待できる。

（ウ） この削減効果に、上記のCO₂の貨幣価値原単位 2,890 円/t-CO₂ を乗じると、その効果額は1億 693 万円（=2,890 円/t-CO₂ × 37,000 t-CO₂）となる。

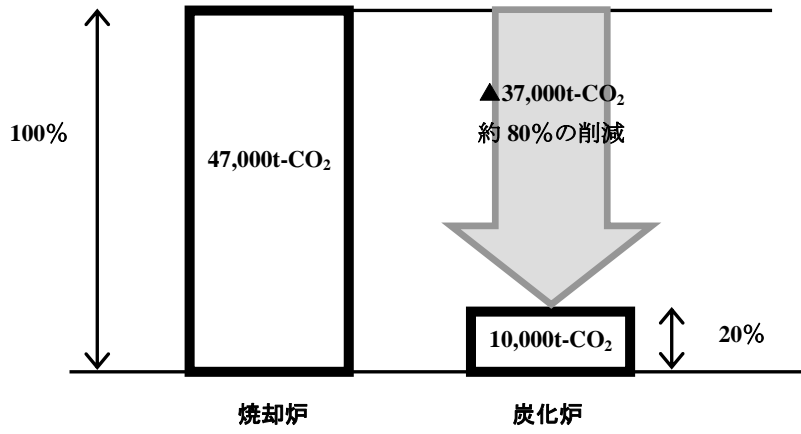


図 2-3 炭化炉のCO₂削減効果事例

3. 下水道によるレジャー振興の効果

「レジャー振興の効果」の年当り便益計測においては、下水道整備によって新たにレジャー振興効果（来訪者の増加）が見込まれる場合に限り、来訪便益額を計上する。

1) 基本的考え方

- ・ レジャー振興の評価は、下水道整備によって新たにレジャー振興効果（来訪者の増加）が見込まれる場合に限り、事業実施前後の来訪便益額の差額（事業実施による来訪便益の増加）によって評価を行う。ただし、別途 CVM を実施する場合で、シナリオ等にレジャー振興に関する記述がある場合は、二重計上の可能性があるためこの考え方による評価は行わない。
- ・ 来訪便益額の算定に当たっては、TCM（トラベルコスト法）の考え方をを用いる。ここでは、レジャー振興が発生するという状況変化に伴う訪問状況の変化を評価する「仮想トラベルコスト法¹⁾」による評価を行う。
- ・ なお、仮想トラベルコスト法の実施は、事業実施主体における評価の負荷が大きい可能性があるため、簡易的な方法の適用についても許容する。

- 下水道によるレジャー振興の効果（円/年）
＝事業実施後來訪便益額（円/年）－事業実施前
来訪便益額（円/年）
＝来訪便益額の差額（円/年）

2) 来訪便益額の差額の考え方

- ・ 来訪便益額の差額は、以下により算出する。
- ・ 来訪便益額の差額（円/年）
＝一人当たり来訪便益（円/年・人）
×一人当たり来訪増加回数（事業実施前後の訪問回数の差）（回/年）
×受益範囲世帯数（人数換算：人）
- ・ 一人当たり来訪便益と一人当たり来訪増加回数については、アンケート調査等を通じたデータをもとに統計的解析を行って算出する。
- ・ 受益範囲世帯数は、レジャー振興効果がおよぶ圏域内の世帯を対象とするが、具体的にはアンケート調査対象範囲とすることを基本とする。

¹⁾ 「仮想トラベルコスト法」という名称については、先行研究では、仮説的トラベルコスト法 (hypothetical travel cost method) や仮想行動法 (contingent behavior method) などとも呼ばれている。

a) アンケート調査の実施

- ・ アンケート調査票の作成に当たっては、「事業実施前」と「事業実施後」とを比較した状況をシナリオとして提示する。
- ・ アンケート調査の対象範囲は、レジャー振興効果がおよぶ圏域内の世帯を対象とするが、レジャー振興の拠点における施設内容、施設の立地場所、代替施設の有無及び市町村等関係機関の聞き取り等を踏まえ、対象とする拠点における施設などの利用計画において確実に利用を見込むことができる施設利用者と整合を図るなど、適切な設定を行う。
- ・ アンケート調査のサンプリングに当たっては、様々な訪問属性を持つ回答者の回答を得ることを念頭に置き、評価対象地点からの距離や代替施設の有無等を考慮してサンプリングを行う。

レジャー振興における価値を計測するための仮想 TCM 設問のイメージ

下水道整備事業の実施によって、〇〇川の水質が水質環境基準を達成するまで回復し、清流を取り戻すことができましたとします。その〇〇川は、市民の憩いの場としての役割を果たしたり、地域主催の祭りなどを開催したりできるようになったとします。

そのとき、あなたは〇〇川にどのくらい訪問すると思いますか。あなたの予想される訪問について、あてはまるものを 1 つ選び番号に○をつけてください。また、その訪問回数についてもお答えください。

1. 〇〇川を主な目的地として訪れる……………年に()回程度

2. 〇〇川とは別の目的地に行く際に訪れる……………年に()回程度

別の目的地は(具体的に:)

3.行かない

b) 来訪便益の算定

- ・ アンケート調査結果は、訪問需要関数を推定の上、事業実施前後それぞれの平均訪問単価と平均訪問回数を求める（考え方については次頁を参照）。
- ・ 推定した平均訪問単価と平均訪問回数ならびに受益範囲の世帯数を掛け合わせて、事業実施前後それぞれの訪問便益額を算定し、両者の差分を便益額とする。

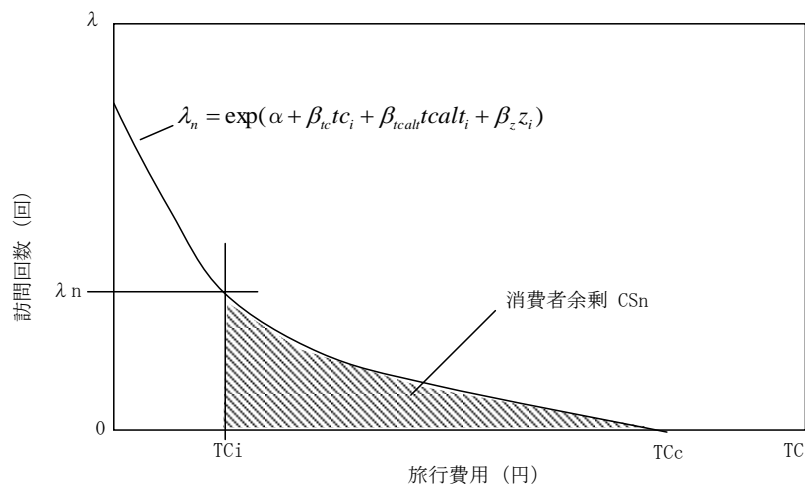
[参考：訪問需要関数の推定による消費者余剰の算定の考え方*]

- 下図では、需要曲線訪問と消費者余剰との関係を図示している。ここで訪問価値は、斜線部分の面積として表すことができる。
- 消費者余剰 (= 訪問価値: CS) の算定は、訪問需要曲線について TC_c から TC_i までの積分を行うこととなり、具体的には、以下の算定式となる。(ここで、 α は定数項、 β は各変数の係数、 tc は訪問地への訪問費用、 $tcalt$ は代替施設への訪問費用、 z は個人属性、 λ_n は訪問回数の期待値。)

$$\begin{aligned} CS_n &= \int_{TC_i}^{\infty} \exp(\hat{\alpha} + \hat{\beta}_{tc} tc + \hat{\beta}_{tcalt} tcalt + \hat{\beta}_z z) dtc \\ &= -\frac{1}{\hat{\beta}_{tc}} \exp(\hat{\alpha} + \hat{\beta}_{tc} tc_i + \hat{\beta}_{tcalt} tcalt_i + \hat{\beta}_z z_i) \\ &= -\frac{\hat{\lambda}_n}{\hat{\beta}_{tc}} \end{aligned}$$

- これより、訪問単価 (訪問 1 回あたりの訪問価値) は、訪問価値を訪問回数で割って算定

するので、 $\frac{CS_n}{\hat{\lambda}_n} = \frac{\hat{\lambda}_n}{-\hat{\beta}_{tc} \hat{\lambda}_n} \times \frac{1}{\hat{\lambda}_n} = -\frac{1}{\hat{\beta}_{tc}}$ となる。これは、訪問需要関数における訪問費用の係数の負の逆数となる。また、訪問単価はすべての個人において均一となる。



*ここでは、以下の文献を参考にした。

Haab, T.C. (2002) *Valuing Environmental and Natural Resources: The Econometrics of Non-market Valuation*, Edward Elgar, 164-169

Parsons, G.R. (2003) "The Travel Cost Model." In P.A. Champ, K.J. Boyle and T.C. Brown (eds.), *A Primer on Nonmarket Valuation*. Kluwer Academic Publishers, 286-291

栗山浩一・庄子康編 (2005) 『環境と観光の経済評価—国立公園の維持と管理—』 勁草書房, P32-36

3) TCM 実施に当たっての留意事項

- ・ 評価に当たっては、下水道整備によって新たにレジャー振興が発生する拠点を対象とし、そのレジャー振興に対して下水道整備以外の要因が多くを占めていると考えられる場合は、本評価の対象としない。
- ・ また、他の項目で CVM を実施する場合で、シナリオ等にレジャー振興に関する記述がある場合は、二重計上の可能性があるためこの考え方による評価は行わない。
- ・ 本項目は、事業の実施による訪問便益の増加分を評価することから、必ず事業の実施前後における来訪状況等を比較し、その差分によって評価を行う。

4) 簡易的な方法の考え方

a) 算定式

- ・ 簡易的な方法では、来訪便益額の差額を以下の算定式によって算定する。
- ・ 来訪便益の差額 (円/年)
= 単位あたり訪問経費 (円) × 来訪増加数 (事業実施前後の訪問回数之差) (回/年)
× 訪問率

b) 単位あたり訪問経費

- ・ 当該拠点への訪問者の訪問経費を算定する。ここでの訪問経費は、訪問者の出発地ごと (当該拠点利用者の対象地ごと) に単位当たり (一人当たり、一台当たり等) の訪問経費として算定する。
- ・ 当該拠点利用者の対象地は、拠点における施設の利用計画等を踏まえ、近隣の主要な都市とする。

c) 来訪増加数

- ・ 拠点における施設の利用計画等により、施設整備の目的、規模、周辺類似施設の利用実績ならびに訪問の出発地の都市規模等を踏まえ、下水道事業の実施によって新たに発生すると考えられるレジャー振興による当該拠点への訪問者の増加者数を設定する。

d) 訪問率

- ・ 訪問率とは、訪問者の訪問地点 (施設) 数に対する当該拠点の割合であるとし、当該拠点の利用者の対象地ごとに設定する。

e) 簡易的な方法の適用に当たっての留意事項

- ・ 3) TCM 実施に当たっての留意事項と同じ。

（事例 ○○地区の下水道によるレジャー振興効果事例）

<簡易的な方法の適用イメージ>

（1）実施フロー

ここでは、訪問者1人当たりの平均的な訪問費用を設定し、評価対象地への地域外からの訪問者の増加数を乗じて年効果額を算定する考え方をを用いる。具体的な実施フローは以下の手順のとおりである。

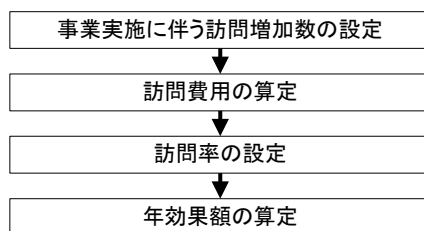


図 実施フロー

（2）適用イメージ

①事業実施に伴う訪問増加数の設定

1) 考え方

訪問者の増加数の設定は、過大とならないよう十分に留意する。具体的には、当該地点における過去の集客実績や近隣の同等の施設における集客実績等を把握して設定する。

なお、訪問者の出発地については、市町村単位などの括りで設定する。

2) 適用のイメージ

例えば、事業の実施により海水浴場の水質が向上し、海水浴客が増加したとする。ここで、海水浴場に対して訪問者が車で来場するものとし、海水浴が行われる期間中（約2か月間）に、A市から500台、B市から1,000台、C市から1,200台の訪問者の増加をそれぞれ見込むとする。

②訪問費用の算定

1) 考え方

訪問費用の設定は、1台あたりの人件費（時間価値）と1台あたりの車両経費より算定する。具体的には、国土交通省（道路局、都市・地域整備局）「費用便益分析マニュアル」（平成15年8月）における「車種別の時間価値原単位（P7、表-1）」ならびに「車種別走行経費原単位（P9-10、表-2）」の値を用いる。

2) 適用のイメージ

海水浴場までの所要時間は、A市が1時間、B市が40分、C市が30分とする。これより、各市からの平均的な訪問費用を算定する。

「車種別の時間価値原単位」は乗用車で62.86（円/分・台）であることから、1台1時間あたりの人件費は62.86（円/分）×60（分）＝3,772（円/時間・台）となる。

「車種別走行経費原単位」は、乗用車（一般道の平地：平均40km/hと置いた場合）で11.31

円/km であることから、1 台 1 時間あたりの車両経費は、 $11.31 \text{ (円/km)} \times 40 \text{ (km/h)} = 452 \text{ (円/時間・台)}$ となる。

以上より、1 台 1 時間あたりの訪問経費は、 $3,772 + 452 = 4,224 \text{ (円/時間・台)}$ となる。これを用いて各市からの訪問費用を算定すると、以下のとおりとなる。

- ・ A 市： $4,224 \text{ (円/時間・台)} \times 1 \text{ (時間)} \times 500 \text{ (台/年)} = 2,112,000 \text{ 円/年}$
- ・ B 市： $4,224 \text{ (円/時間・台)} \times 2/3 \text{ (時間)} \times 1,000 \text{ (台/年)} = 2,816,000 \text{ 円/年}$
- ・ C 市： $4,224 \text{ (円/時間・台)} \times 1/2 \text{ (時間)} \times 1,200 \text{ (台/年)} = 2,534,400 \text{ 円/年}$

これらを合算すると、 $7,462,400 \text{ 円/年}$ となる。

③訪問率の設定

1) 考え方

ここで訪問率を、利用者が評価対象地（1 箇所）以外の訪問地を何箇所訪問するかを基に簡易的に設定する。

具体的には、訪問者が評価対象地点のみであれば訪問率 100%とする。また、評価対象地以外に 1 つの施設等を訪問するときの訪問率は 50%、当該施設以外に 4 つの施設等を訪問するときには 20%とする。

なお、平均的な訪問箇所数については、アンケート調査等による把握が望ましい。

2) 適用イメージ

海水浴場の周辺事情等を考慮すると、訪問者は海水浴場のほかにもう 1 箇所の訪問を行うことが明らかとなったことから、ここでの訪問率は 50%とした。

④年効果額の算定

1) 考え方

年当り効果額は、訪問費用×訪問率によって算定する。

2) 適用イメージ

以上より、年当り効果額を算定すると、以下のとおりとなった。

$$7,462,400 \text{ 円/年} \times 1/2 = 3,731,200 \text{ 円/年}$$

4. 処理水等の有効利用及び将来利用潜在性の向上効果

「処理水等の有効利用及び将来利用潜在性の向上効果」の年当たり便益計測においては、以下の項目を計上する。

(1) 良好な水辺空間の再生・創出効果

- ・ 景観・環境の改善効果として、効用関数法、CVM のいずれかの手法により算出する。

(2) 雑用水等の供給効果

- ・ 渇水時等における代替的供給回避の視点による評価
平常時における処理水供給について、水量確保の安全性の観点から、渇水時の代替的供給手段を代替財とした評価を行う。
- ・ 平常時の水量供給の視点による評価
平常時の水道供給については、既存の水道を代替財とした場合の供給費用を効果とした評価を行う。

(1) 良好な水辺空間の再生・創出効果

1) 基本的考え方

- ・ 下水道事業の実施によってせせらぎ水路等の形成が行われることで、周辺の景観・環境の改善効果が得られる。
- ・ 景観・環境の改善効果の評価に当たっては、効用関数法、CVM のいずれかの手法によって便益を算出する。
- ・ 効用関数法とは、整備による効用が、施設の規模と施設までの時間距離によって決まると仮定したモデルによる算定方法である。具体的には、利用圏域が主に徒歩圏であると仮定し、せせらぎ水路等の形成を通じた景観・環境の維持改善効果（水辺環境の提供など）を下式により評価する。

● 効用関数法による良好な水辺空間の再生・創出効果（円/年）

$$=1 \text{ 世帯あたり月間便益額（円/月・世帯）} \times 12 \times \text{対象世帯数（世帯）}$$

- ・ なお、CVM を適用する場合は下式により評価するが、類似の WTP 調査事例がある場合には、その結果を引用することも可能とする。その場合には、下水道計画の規模や地域特性等を十分考慮し、適当なものを採用する。

● CVM による良好な水辺空間の再生・創出効果（円/年）

$$= \text{景観・環境の改善効果に対する WTP（円/年・世帯）} \times \text{対象世帯数（世帯）}$$

2) 効用関数法による評価

a) 1世帯月間便益額の考え方

- ・ 1世帯あたり月間便益額は、「小規模公園費用対効果分析マニュアル」（国土交通省都市・地域整備局公園緑地課 監修）の考え方に基づき、以下の算定式によって算定する。

- ・ 1世帯あたり月間便益額（円/月・世帯）

$$= 1 \text{ 世帯あたり満足度 (Sw) } \div \text{負担金のパラメータ}$$

※負担金のパラメータは、せせらぎ水路等形成の主目的が「環境」とであると想定し、0.0007とする（「小規模公園費用対効果分析マニュアル」、P21 参照）。

- ・ 上式の「1世帯あたり満足度（Sw）」は、「小規模公園費用対効果分析マニュアル」での「競合施設（代替施設）が無い場合」を前提とした下式により算定する。

$$1 \text{ 世帯あたり満足度 (Sw) } = \ln \{ 1 + \exp (\text{施設の効用値}) \}$$

ln は自然対数、exp は e を底とする数値のべき乗である。

- ・ 上式の「施設の効用値」は、「小規模公園費用対効果分析マニュアル」での「環境」が主目的である場合のパラメータを用い、下式により算定する。

$$\text{施設の効用値} = \text{施設面積のパラメータ} \times \text{施設面積の平方根 (m}^2\text{)}$$

$$- \text{所要時間のパラメータ} \times \text{所要時間の 2 乗 (分)}$$

※施設面積のパラメータ及び所要時間のパラメータは、せせらぎ水路等形成の主目的が「環境」とであると想定し、以下のとおりとする（「小規模公園費用対効果分析マニュアル」、P20 参照）。

■ 施設面積のパラメータ：0.005409

■ 所要時間のパラメータ：0.001014

※所要時間とは、町丁目からの平均的な所要時間とする（算定は町丁目単位で実施することを基本とする）。

b) 効用関数法の適用に当たっての留意事項

- ・ ここでの考え方では、せせらぎ水路等形成における整備内容の違いは考慮せず、世帯ベースでの価値を計測する。
- ・ 対象世帯数については、せせらぎ水路等が位置する都市の全域を最大として、せせらぎ水路等に日常的に関わりのある範囲（例、せせらぎ水路から徒歩 30 分以内等）を適切に抽出して該当する世帯を対象とする。

【良好な水辺空間の再生・創出効果 効用関数法による年当り便益算出事例】 (A市の事例)

1) 条件及び調査方法

- ・ A市では処理水の再利用に当たり、周辺景観・環境の向上に資するせせらぎ水路を整備した。
- ・ せせらぎ水路の施設は整備内容をもとに、仮にここでは延長120m、幅2mとし、設置箇所
の町丁目から隣接した町丁目を受益範囲として設定した。
- ・ 対象世帯の町丁目についてリストアップを行うとともに、設置箇所までの距離、世帯数の
データについて整理を行うとともに、所要時間（徒歩による速度を70m/分として）を算定
し、下表のとおりまとめた。

表 4-1 受益範囲の各データの取りまとめ例 (A市事例)

NO	市町村	町丁目	距離 (m) ①	所要時間 (分) ②	世帯数 (世帯) ③
01	A市	a	1,581	23	494
02	A市	b	2,075	30	387
03	B町	c	1,794	26	313
04	B町	d	1,772	25	316
05	B町	e	618	9	781
06	B町	f	2,003	29	404
07	B町	g	2,013	29	364
08	C市	h	1,639	23	664

2) 便益の算出

- ・ 次に前頁のデータを基に、施設の効用値とそれに基づく1世帯当たり満足度を算定し、1
世帯当たり便益額（月額ベース）ならびに町丁目別便益額（月額ベース）を算定した。

表 4-2 1世帯当たり便益額（月額ベース）の試算例 (A市事例)

NO	施設の効用値 ④ = $\sqrt{①} \times 0.005409$ - ② × ② × 0.001014	1世帯当たり 満足度 ⑤ = $\ln(1 + \exp(④))$	1世帯当たり便益額 (円/世帯・月) ⑥ = ⑤ / 0.000700	町丁目別の便益額 (円/月) ⑦ = ⑥ × ③
01	-0.4331	0.4998	714	352,747
02	-0.8070	0.3690	527	203,977
03	-0.5821	0.4439	634	198,468
04	-0.5659	0.4497	642	203,016
05	0.0048	0.6955	994	776,007
06	-0.7462	0.3881	554	223,993
07	-0.7546	0.3854	551	200,399
08	-0.4721	0.4847	692	459,769

- ・ 最後にこれらを全て合算し、12を掛けることで年間便益額とした結果、およそ3,140万円
/年となった。

- A市の良好な水辺空間の再生・創出効果の年当たり便益
= 2,618,377円/月 × 12 = 31,420,521円/年

3) CVM による評価

- ・ 良好な水辺空間の再生・創出効果を CVM により便益計測する際には、“せせらぎ水路等の形成による周辺景観・環境改善”について仮想シナリオを設定し、WTP を算出する。
- ・ 便益の 2 重計上を避けるため、せせらぎ水路形成等以外による周辺景観・環境改善に関する内容は仮想シナリオに含めてはならない（せせらぎ水路等形成による周辺景観・環境改善であることを強調する）。
- ・ 受益世帯数については、せせらぎ水路等が位置する都市全域を最大として、せせらぎ水路等に日常的に関わりのある範囲の世帯数とする。
- ・ WTP の算出は、対象範囲において住民アンケートを中心とした CVM 調査を実施することが理想的であるが、予算・期間等の制約から早急に実施するのが困難な場合も想定されるので、類似の調査事例がある場合には、その結果を引用することも可能とする。ただし、その場合には、下水道計画の規模や地域特性等を十分考慮し、適当なものを採用する。
- ・ ここで評価するせせらぎ水路等については、周辺地域住民が日常的な関わりをもつものを想定している。地域外などから来訪者を見込むことができるような施設を評価する場合は、レジャー振興等の項目により適切なシナリオ設定のもと評価する。

せせらぎ水路等形成による効果を計測するための CVM シナリオイメージ

下水道整備事業の実施によって、下水を高度に処理した再生水が新たな水資源として活用することができるものとします。この再生水を、〇〇せせらぎ水路に流すことで、衛生的な安全性を確保しつつ、生態系や景観に配慮した水環境を創造・維持することができます。また、このせせらぎ水路等を活用したイベントの実施などにより、地域住民に対する交流機会を提供することができます。

このようなせせらぎ水路等を形成するために、〇〇地域では下水道整備事業の実施を行おうとしていますが、事業を実現するためには、地域住民が一世帯あたり〇円／年の負担金を支払うことが必要であるとした場合、あなたは、この計画に賛成しますか？

【良好な水辺空間の再生・創出効果 年当り便益算出事例】

※良好な水辺空間の再生・創出効果の便益算出事例については、参考としてコンジョイント分析による評価事例（山縣ほか（2007）²）を紹介する。

なお、コンジョイント分析は、CVMと同様にアンケートを用いてWTPを計測する手法であるが、評価対象物の多面的な効果の評価することに主眼を置いた手法である。

以下の事例では、効果内容（属性）として「生態系の保全」「衛生安全性」「景観の確保」「交流機会の提供」を挙げ、それに対するWTPを評価している。実際の評価に当たっては、事業主体ごとに効果内容を検討し、適切に評価することが望ましい。

（山縣ほか（2007）の事例）

- ・ この事例はT町におけるせせらぎ水路を対象としたコンジョイント分析による評価事例であり、世帯当たり年間便益は、各項目のWTPを合算した10,806円/世帯・年となる。

表 4-3 せせらぎ水路に対する貨幣評価結果事例（山縣ほか（2007）における事例）

属性	WTP
生態系の保全	4,419円/世帯・年
衛生安全性	1,375円/世帯・年
景観の確保	4,094円/世帯・年
交流機会の提供	918円/世帯・年
合計	10,806円/世帯・年

- ・ このWTP10,806円/世帯・年に、WTPの調査対象範囲である世帯数（13,588世帯）を乗じると、地域の便益額は、約14,683万円/年となる。

² 山縣弘樹、山中大輔、荒谷裕介、南山瑞彦（2007）『コンジョイント分析を用いた下水処理水によるせせらぎ水路の多面的な便益の評価』『環境システム研究論文集』Vol.35、2007年10月、P287-294

(2) 雑用水等の供給効果

(2) -1. 渇水時等における代替的供給回避の視点による評価

1) 基本的考え方

- ・ 処理水の有効利用によってもたらされている水源について、渇水被害発生により確保されなくなった場合の代替的な供給費用をもって評価する。

- 渇水時等における代替的供給回避の視点による雑用水等の供給効果 (円/年)
＝代替的供給手段に要する費用 (円/年)

2) 代替的供給手段に要する費用の考え方

- ・ 日常的に供給している処理水の役割のうちトイレの処理水ならびに散水を対象に以下の算定式によって行う。ここでは、水道事業における「渇水時の供給者側の費用」の考え方をを用いて算定を行う。
- ・ 代替的供給手段に要する費用 (円/年)
＝給水人口当たりの単価 (円/人・日) × 雑用水率 × 給水人口 (人) × 給水制限日数 (日)
- ・ なお、代替的供給手段として地域で独自に設定可能な場合は、その根拠を明示して算定することは差し障り無い。例えば、隣接市町村等からの給水車の手配を挙げる場合については、以下の算定式を用いて算定する。
- ・ 代替的供給手段に要する費用 (円/年)
＝処理水のトイレ処理水及び散水への供給量 (m³/年) × 給水車手配費用 (円/m³)
※ただし、代替的供給手段として地域で独自に設定可能な場合の例

3) 各データの定義

a) 給水人口当たりの単価

- ・ 「水道事業の費用対効果分析マニュアル」(平成 19 年 7 月、厚生労働省)における渇水時の供給者側の費用単価 (第 V 編、P40) より、以下の費用単価を採用する。
 - 水運用システム、ブロック化など渇水への備えがなされている場合：1.9 円/人・日
 - 上記の備えが十分でない場合：2.8 円/人・日

b) 雑用水率

- ・ 上記給水人口当たりの単価については、水道使用者の使用用途を制限しない上水道の供給により設定されているものであるため、使用用途を制限される水質の処理水を供給する場合には価格の補正が必要となる。
- ・ 補正にあたっては、一日あたりの使用用途別の使用水量の割合をもって設定する。なお、「流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説・平成 11 年版」(日本下水道協会)では、トイレ使用水量の割合は 8%となっている。

c) 給水人口、給水制限日数

- ・ 給水人口については、各地域において処理水を供給している人口（トイレの利用者等）を設定する。
- ・ 給水制限日数は、水道事業費用効果分析における扱いと統一をとり、減・断水が発生した場合の給水制限日数を基に、渇水の発生頻度を考慮して年間の平均的日数を設定する（ここでは、水道事業における費用効果分析法に合わせて、渇水時には給水制限を行うことを前提に便益を算出することとしているが、渇水時であっても給水制限を行わないことを前提とし、そのために必要な水量を便益として算定することも考えられる）。

d) 処理水のトイレ用水及び散水への供給量

- ・ 平常時に供給している各用途について、年間の供給量を用いる。

e) 給水車手配費用

- ・ 各地域における手配費用を独自に設定する。

(2) -2. 平常時の水量供給の視点による評価

1) 基本的考え方

- ・ 平常時における各用水の供給を果たす役割について、既存の水道による供給を代替財とした評価を行う。具体的には、水道水源等に代わって日常的に供給している処理水の役割について、水道水源等による既存の供給費用を代替財とした評価を行う。
- ・ 具体的な役割として、以下のような用途を想定する。
 - ① トイレ用水
 - ② 散水
 - ③ 農業用水
 - ④ 工業用水
- ・ 算定は以下の算定式によって行うものとし、供給用途ごとに算定を行うことを基本とする。なお、既存の供給費用を用途別に設定できない場合は、水道の供給費用を統一的に用い、全ての用途をまとめて算定することも可能とする。

● 平常時の水量供給の視点による雑用水等の供給効果（円/年）
＝水道供給費用（円/㎡）×処理水の供給量（㎡）

2) 水道供給費用の考え方

- ・ 水道供給費用は各地区の水道供給事業、工業用水道供給事業等より、1㎡あたりの平均的な単価を設定する。
- ・ 単価について一般的には給水原価とするが、他に水源を見つけられずに、止むを得ず

処理水を活用している場合は、代替法として新たな水道水源を開発する費用をもって設定することも可能とする。

3) 処理水の供給量の考え方

- ・ 処理水の供給量は各地区の事業計画等より設定する。具体的には、平常時に供給している各用途について、年間の供給量を用いることを基本とする。

【雑用水等の供給効果 年当たり便益算出事例】

(F市の事例)

① 渇水時等における代替的供給回避の視点による便益算出

- ・ 処理水供給人口のデータが無いので、供給量と一人1日あたりの使用量より試算すると、供給人口は次のとおり推定される。

$$2,078,144 \text{ m}^3/\text{年} \div 365 \text{ 日} \div 20 \text{ リットル}/\text{人} \cdot \text{日} = 284,677 \text{ 人}$$

- ・ 給水制限日数については、過去に大規模な渇水が発生したのは、昭和53年（給水制限287日）及び平成6年（給水制限295日）である。したがって、渇水発生周期が16年間に1度と考え、給水制限日数は、 $295 \text{ 日} \div 16 \text{ 年} = 18 \text{ 日/年}$ とする。
- ・ 以上より、断水による代替的水道供給に要する費用を推定すると以下のとおりとなる。

$$2.8 \text{ 円}/\text{日} \times 0.08 \times 284,677 \text{ 人} \times 18 \text{ 日/年} = \underline{118 \text{ 万円/年}}$$

② 平常時の水量供給の視点による便益算出

- ・ F市における1 m^3 当たり水道水供給費用（「F市の水道2007」における給水原価）及び平常時における年間の供給量より、平常時の水量供給費用は、以下のとおりとなる。

$$222 \text{ 円}/\text{m}^3 \times 2,078,144 \text{ m}^3 = \underline{4 \text{ 億 } 6,135 \text{ 万円/年}}$$

③ 雑用水等の供給効果便益のまとめ

● F市の雑用水等の供給効果

= 渇水時等における代替的供給回避の視点による便益

+ 平常時の水量供給の視点による便益

= 118 万円/年 + 4 億 6,135 万円/年

= 4 億 6,253 万円/年